

GOŁĘBIEWSKI Marcin¹
UKLEJA Paweł²

WPŁYW AUTOMATYZACJI PRACY URZĄDZEŃ SYGNALIZACJI PRZEJAZDOWEJ NA PRZEJAZDACH KAT. „A” NA OBCIĄŻENIE DYŻURNEGO RUCHU W LCS

Artykuł opisuje analizę wpływu automatyzacji pracy urządzeń sygnalizacyjnych na przejazdach kategorii A na obciążenie dyżurnego ruchu w LCS. Sposób automatyzacji pracy urządzeń sygnalizacji przejazdowej na przejazdach kategorii A został zaprezentowany przez autorów w zeszłym roku. Wyniki analizy zostały opracowane zgodnie z metodyką stosowaną w PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. W wyniku przeprowadzonej analizy przedstawiono warunki, w których zastosowanie zaproponowanej przez autorów automatyzacji pracy urządzeń na przejazdach kategorii A może być korzystne z punktu widzenia obciążenia dyżurnego ruchu w LCS.

EFFECT OF AUTOMATION EQUIPMENT IN THE LEVEL CROSSING AT LEVEL CROSSINGS CATEGORY “A” ON THE TRAIN DISPATCHER’S WORKLOAD IN LCS

The article describes the analysis effect of automation equipment in the level crossing at level crossings category “A” on the train dispatcher’s workload in LCS. The kind of automation equipment in the level crossings was presented in previous article both authors last year. Results of analysis was developed in accordance with the methodology used in PKP PLK S.A. The analysis shows the conditions in which the proposed use of automation will benefit.

1. WSTĘP

Przejazd kolejowy rozumiany jako skrzyżowanie kolei z ruchem kołowym lub pieszym w poziomie szyn od początku kolei stanowi jedno z najbardziej niebezpiecznych miejsc, gdzie nadal dochodzi do wielu wypadków. Według różnych danych liczba wypadków na przejazdach kolejowych od kilku lat waha się od ok. 230 do 280, gdzie w tym roku wg

¹ Instytut Kolejnictwa, Zakład Sterowania Ruchem i Teleinformatyki, 04-275 Warszawa, ul. Chłopickiego 50

Tel: + 48 22 47-31-457, E-mail: mgolebiewski@ikolej.pl

² Scheidt & Bachmann Polska Sp. z o.o., 62-030 Luboń, ul. Wąska 15

Tel: + 48 668-173-196, E-mail: pawel.ukleja@scheidt-bachmann.pl

danych akcji „Bezpieczny Przejazd” do września zanotowano 135 wypadków (największą ilość wypadków zazwyczaj notuje się w czwartym kwartale roku).

Szczególnym przypadkiem przejazdu kolejowego są przejazdy kat. A. Za obsługę urządzeń sygnalizacji przejazdowej na tych przejazdach odpowiedzialny jest człowiek i to na jego barkach spoczywa odpowiedzialność za bezpieczeństwo na nich. Pomimo, że liczba wypadków na tej kategorii przejazdów stanowi niewielki odsetek sumy wszystkich wypadków na przejazdach kolejowych jednak od 2009 roku notuje wzrost tej liczby. W 2010 roku zanotowano dwukrotny wzrost liczby wypadków na przejazdach kategorii A (22 wypadki w 2010 roku wobec 11 wypadków w 2009 roku). Te dane skłoniły autorów niniejszego artykułu do zastanowienia się nad możliwością automatyzacji pracy urządzeń sygnalizacji przejazdowej na przejazdach kategorii A. W wyniku rozważań powstała koncepcja automatyzacji pracy urządzeń sygnalizacji przejazdowej na przejazdach kategorii A, która została przedstawiona w artykule [1]. Zasadniczą zmianą w proponowanej koncepcji w stosunku do obecnie stosowanych rozwiązań jest to, aby otwarcie przejazdu następowało automatycznie po zjechaniu pociągu ze strefy przejazdu. Niniejszy artykuł przedstawia jak zdaniem autorów wprowadzenie takiego rozwiązania wpłynęłoby na obciążenie dyżurnych ruchu w LCS przy założeniu, że wszystkie podległe im przejazdy kat. A wyposażone by były w telewizję użytkową i byłyby obsługiwane z LCS.

2. ANALIZA LICZBY WPROWADZANYCH POLECEŃ (CZYNNOŚCI) W DOTYCHCZASOWYM I PROPONOWANYM ROZWIĄZANIU ANALIZA LICZBY WPROWADZANYCH POLECEŃ (CZYNNOŚCI) W DOTYCHCZASOWYM I PROPONOWANYM ROZWIĄZANIU

Zasadniczą zmianą w stosunku do rozwiązań obecnie stosowanych na przejazdach kategorii A we wspomnianej powyżej koncepcji jest zmiana zasad obsługi urządzeń na przejeździe. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury [2] za zamknięcie rogatki na przejeździe kategorii A odpowiedzialna jest obsługa przejazdu. W proponowanej koncepcji przejazd byłby zamykany przez obsługę przejazdu (tak jak dotychczas) jednak jego otwarcie następowałoby automatycznie po zjechaniu pociągu ze strefy przejazdu. W takim wypadku konieczne byłby zamykanie przejazdu dla każdego toru (pociągu) z osobna niezależnie od stanu urządzeń sygnalizacji na przejeździe. Zgodnie z tym obsługa przejazdu zamykałaby przejazd dla każdego toru z osobna. W przypadku mijania się kilku pociągów po różnych torach na przejeździe zamykanie przejazdu odbywałoby się dla każdego z nich z osobna, natomiast system decydowałby czy po zjechaniu danego pociągu ze strefy przejazdu możliwe jest jego otwarcie tzn. czy przejazd nie powinien pozostać zamknięty ze względu na zbliżający się pociąg po innym torze. Dzięki temu rozwiązaniu można by uniknąć wypadków, uniemożliwiając dróżnikowi otwarcie przejazdu po przejeździe pociągu tuż przed następnym pociągiem zbliżającym się po innym torze.

W obecnie stosowanych rozwiązaniach sekwencja obsługi urządzeń na przejeździe wygląda następująco:

- Obsłużenie urządzeń powiadamiania dróżnika (jeżeli dróżnik znajduje się poza LCS),
- Pojawienie się pociągu na odcinku zbliżania,
- Zamknięcie przejazdu (czynność wykonywana przez dróżnika),

- Przejazd pociągu lub pociągów po kilku torach,
- Otwarcie przejazdu po zjechaniu ostatniego z pociągów ze strefy przejazdu (czynność wykonywana przez dróżnika).

W proponowanym rozwiązaniu sekwencja obsługi urządzeń na przejeździe wyglądałaby następująco:

- Obsłużenie urządzeń powiadamiania dróżnika (jeżeli dróżnik znajduje się poza LCS)
- Pojawienie się pociągu na odcinku zbliżania,
- Zamknięcie przejazdu dla toru po którym zbliża się pociąg (czynność wykonywana przez dróżnika)
 - Pojawienie się kolejnego pociągu na odcinku zbliżania,
 - Zamknięcie przejazdu dla kolejnego pociągu zbliżającego się po innym torze pomimo zamkniętych wcześniej rogatki na przejeździe (czynność wykonywana przez dróżnika),
- Przejazd pociągu lub pociągów po kilku torach,
- Automatyczne otwarcie rogatki po zjechaniu ze strefy przejazdu ostatniego z pociągów.

Z powyższych dwóch przykładów wynika, że pomijając czynności związane z obsługą urządzeń powiadamiania dróżników w obecnie stosowanych rozwiązaniach obsługa przejazdu musi wykonać dwie czynności obsługowe przypadające na jedno zamknięcie przejazdu niezależnie od liczby pociągów przejeżdżających przez przejazd podczas tego zamknięcia. W proponowanym rozwiązaniu obsługa przejazdu musiałaby wykonać jedną czynność dla każdego pociągu. Zatem liczba czynności, jakie musiałby wykonać dróżnik dla jednego zamknięcia przejazdu zależałaby od liczby pociągów przejeżdżających przez przejazd podczas tego zamknięcia.

3. ANALIZA ZALEŻNOŚCI LICZBY WYKONYWANYCH CZYNNOŚCI OD LICZBY TORÓW

Dla przeanalizowania wpływu zastosowania proponowanego rozwiązania na obciążenie dyżurnego w LCS przyjęto następujące założenia:

- Rozpatrywany przejazd jest obsługiwany zdalnie przez dyżurnego ruchu w LCS, (pominięto czynności związane z obsługą urządzeń powiadamiania dróżników)
- Przyjęto wariant pesymistyczny tzn. jednoczesny przejazd pociągów (w ciągu tego samego zamknięcia) po wszystkich torach dla rozpatrywanego przejazdu,
- Dla jednego zamknięcia po jednym torze przejeżdża tylko jeden pociąg.

Zgodnie ze spostrzeżeniami zawartymi w poprzednim punkcie niniejszego artykułu można zauważyć pewną zależność w ilości czynności koniecznych do zamknięcia przejazdu zarówno dla obecnie stosowanego rozwiązania jak i dla proponowanego rozwiązania z półautomatycznymi urządzeniami. Dla klasycznego rozwiązania liczba czynności jest stała i wynosi 2 dla jednego zamknięcia niezależnie od liczby pociągów przejeżdżających przez przejazd lub liczby torów. W rozwiązaniu z wykorzystaniem półautomatycznych urządzeń sygnalizacyjnych na przejeździe liczba czynności zależy od

ilości torów i dla wariantu pesymistycznego może wynosić dokładnie tyle ile jest torów. Zestawienie liczby czynności dla obu rodzajów urządzeń prezentuje tabl. 1.

Tabl. 1. Zestawienie liczby czynności do wykonania dla obu typów urządzeń sygnalizacji na przejeździe kategorii A.

Liczba torów na przejeździe	Liczba czynności wykonywanych dla przejazdu wyposażonego w klasyczne rozwiązanie	Liczba czynności wykonywanych dla przejazdu wyposażonego w rozwiązanie z półautomatycznymi urządzeniami	Liczba czynności wykonywanych dla przejazdu wyposażonego w rozwiązanie z półautomatycznymi urządzeniami (wariant pesymistyczny)
1	2	1	1
2	2	Od 1 do 2	2
3	2	Od 1 do 3	3
4	2	Od 1 do 4	4
5	2	Od 1 do 5	5
<i>itd.</i>			

4. OBCIĄŻENIE DYŻURNEGO RUCHU DLA POSTERUNKU W LCS

Zgodnie z metodologią stosowaną w PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. wielkość obciążenia posterunku OC' określona z uwzględnieniem współczynników korygujących wynosi:

$$OC' = OC \times [1 + (n_k - 2) \times C1 + (n_p - 1) \times C2 + C3 + C4] \quad (1)$$

gdzie: n_k – liczba kierunków (posterunków ruchu sąsiadujących z okręgiem)

n_p – liczba posterunków (sterowanych) w okręgu

$C1, C2, C3, C4$ – współczynniki korygujące

Czynniki te zwiększają dopuszczalne obciążenie, czego skutkiem jest zmniejszenie obszarów sterowania ruchem. Dla uwzględnienia obciążenia dyżurnego ruchu, wynikającego z obsługi klasycznego przejazdu kat. A (manualne zamknięcie i otwarcie przejazdu), proponuje się przyjęcie dodatkowego obciążenia określonego jako sumę przejazdów kat. A (n_A) pomnożonego przez dodatkowy współczynnik.

W przypadku zastosowania półautomatycznej obsługi przejazdów kat. A można uwzględnić wzrost dopuszczalnego obciążenia dyżurnego ruchu, co może prowadzić do zwiększenia obszaru objętego prowadzeniem ruchu, a w konsekwencji do zmniejszenia liczby okręgów dla przejazdów kat. A z jednym torem. Dla przejazdów z dwoma lub więcej torami dopuszczalne obciążenie dyżurnego ruchu maleje ze względu na liczbę wykonywanych poleceń nastawczych.

Aby uwzględnić te zależności proponuje się zastosowanie następującego wzoru na wielkość obciążenia posterunku OC':

$$OC' = OC \times [1 + (n_k - 2) \times C1 + (n_p - 1) \times C2 + C3 + C4 + n_A \times C5] \quad (2)$$

Na podstawie analizy liczby wykonywanych poleceń proponuje się następujące wartości współczynnika C5 dla półautomatycznego przejazdu kat. A:

Tabl. 2. Zależność parametru C5 w zależności od liczby torów

Liczba torów	1	2	3	4	5
Wartość C5	- 0,05	0,05	0,1	0,15	0,2

Dla klasycznego rozwiązania przejazdu kategorii A przyjęto współczynnik C5 = 0,05.

5. WARTOŚĆ OBCIĄŻENIA POSTERUNKU OC', A WARTOŚĆ PARAMETRU C5

Analizę wpływu współczynnika C5 dla półautomatycznego przejazdu kat. A na obciążenie posterunku OC' przeprowadzono dla następujących założeń:

- Suma obciążeń posterunków ruchu OC = 500
- Liczba kierunków $n_k = 4$ (uwzględniono posterunek ruchu sterowany miejscowo, dzielący okrąg sterowania na części)
- Liczba posterunków $n_p = 2$
- Liczba przejazdów kat. A $n_A = 1$
- C1 = 0,4
- C2 = 0,05
- C3 = 0
- C4 = 0

Po podstawieniu powyższych wartości do wzoru (1), a następnie uwzględnieniu współczynnika C5 ze wzoru (2) otrzymano następujące wartości obciążenia posterunku OC' wyrażone liczbą pociągoprzebiegów/dobę:

- a) Dla przejazdu z jednym torem
 - Wartość OC' dla klasycznego przejazdu kat. A: 550
 - Wartość OC' dla półautomatycznego przejazdu kat. A: 525
- b) Dla przejazdu z dwoma torami
 - Wartość OC' dla klasycznego przejazdu kat. A: 550
 - Wartość OC' dla półautomatycznego przejazdu kat. A: 550
- c) Dla przejazdu z trzema torami
 - Wartość OC' dla klasycznego przejazdu kat. A: 550
 - Wartość OC' dla półautomatycznego przejazdu kat. A: 575

6. PODSUMOWANIE

Na podstawie powyższych analiz można dojść do wniosku, że zastosowanie półautomatycznego systemu dla przejazdów kat. A nie zawsze powoduje zmniejszenie obciążenia dyżurnego ruchu OC', co było jedną z tez artykułu prezentującego analizowaną koncepcję [1]. W świetle analiz przeprowadzonych w niniejszym artykule okazuje się, że

porównywalne obciążenie OC' dla półautomatycznych urządzeń na przejeździe maleje tylko w przypadku przejazdów kat. A przez jeden tor. W innych sytuacjach obciążenie to jest takie samo (dwa tory) lub większe dla trzech lub więcej torów. Analiza samych wyników OC' dla klasycznego rozwiązania jak i dla półautomatycznych systemów daje jednoznaczny wniosek, że zastosowanie półautomatycznego systemu dla przejazdów kat. A z punktu widzenia obciążenia dyżurnego ruchu w LCS może być korzystne dla maksymalnie dwóch torów. Stosowanie półautomatycznych urządzeń sygnalizacji przejazdowych dla przejazdów kat. A może jednak dawać inne korzyści z ich stosowania. Jedną z nich mogłoby być zwiększenie przepustowości drogi kołowej ze względu na skrócony czas zamknięcia przejazdu. Można także mówić o podniesieniu poziomu bezpieczeństwa na szczególnie obciążonych przejazdach kategorii A wyposażonych w proponowane rozwiązanie. Obie powyższe tezy wymagają jednak potwierdzenia dokładną analizą.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Gołębiewski M., Ukleja P.: *Automatyzacja pracy urządzeń sygnalizacji przejazdowych na przejazdach kategorii A*, Logistyka nr 6/2010, Poznań 2010
- [2] *Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 26 lutego 1996 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać skrzyżowania linii kolejowych z drogami publicznymi i ich usytuowanie*. (Dz. U. 1996 nr 3 poz. 144. z późn. zmianami).
- [3] Dąbrowa-Bajon M.: *Podstawy Sterowania Ruchem Kolejowym*, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2007r.