

Analiza układu torowego północnej głowicy stacji Poznań Główny po zaprojektowaniu dodatkowych torów szlakowych

Damian Kosicki, Piotr Dolata

W niniejszym artykule przedstawiono analizę możliwości wprowadzenia dodatkowych torów szlakowych z kierunku stacji Poznań Wschód i posterunku Poznań POD (Jeżyce) na północną głowicę stacji Poznań Główny. Zaproponowano dwie koncepcje sposobu przebudowy głowicy rozjazdowej. W pierwszej koncepcji założono zapewnienie połączeń wszystkich torów szlakowych z każdym torem przyperonowym stacji Poznań Główny, co w konsekwencji oznaczało konieczność zastosowania przede wszystkim rozjazdów o skosie 1:9 i promieniu 300 m, pozwalających na jazdę z prędkością 40 km/h na kierunek zwrotny. Założeniem drugiej koncepcji było wykorzystanie jak największej liczby rozjazdów o skosie mniejszym, pozwalających na jazdę z prędkością 60 km/h na kierunek zwrotny, co oznaczało konieczność zrezygnowania z niektórych połączeń. Zbadano ponadto optymalną intensywność ruchu północnej głowicy stacyjnej dla czterech wariantów: przy istniejącym układzie torowym i istniejącym obciążeniu ruchowym, przy istniejącym układzie torowym i po wprowadzeniu ruchu taktowanego oraz po przebudowie układu torowego według koncepcji i przy taktowanym rozkładzie jazdy pociągów. Uzyskane wyniki nakazują ostrożne podejście do rozbudowy układów torowych, która przeprowadzona bez wnikliwych analiz przepustowościowych może przynieść zyski niewspółmiernie małe do poniesionych kosztów. Z drugiej strony warto poszukiwać optymalnej organizacji ruchu jako alternatywy dla kosztownych rozwiązań inwestycyjnych.

Artykuł recenzowany zgodnie z wytycznymi MNiSW

data zgłoszenia do redakcji: 23.04.2013

data akceptacji do druku: 15.06.2013



mgr inż. Damian Kosicki
Zakład Budowy Mostów
i Dróg Kolejowych,
Politechnika Poznańska
damian.kosicki@put.poznan.pl



inż. Piotr Dolata
student, studia II-go stopnia,
kierunek: Budownictwo,
specjalność: Drogi kolejowe,
Politechnika Poznańska
piotrdolata05@gmail.com

Plany rozwoju kolei aglomeracyjnej w Poznańskim Obszarze Metropolitalnym, uwzględniane w kolejnych kluczowych dla aglomeracji dokumentach [9,10,12], sugerują potrzebę dokładnego zbadania zdolności przepustowości istniejącej infrastruktury kolejowej. W krytycznych miejscach – wąskich gardłach należy rozważyć możliwość zwiększenia rezerw przepustowościowych np. poprzez dobudowę dodatkowych torów szlakowych. W Poznańskim Węźle Kolejowym jako elementy krytyczne wskazuje się między innymi szlaki kolejowe przyległe do stacji Poznań Główny od strony północnej: na linii kolejowej nr 3 (E20) szlak Poznań Wschód – Poznań Główny, a na linii nr 351 (E59) szlak Poznań Główny – Poznań POD (Jeżyce). O krytycznym znaczeniu ww. odcinków świadczą nie tylko analizy przepustowościowe [4,5], ale także praktyczne doświadczenia PKP PLK. W niniejszym artykule przedstawiono wyniki analizy możliwości włączenia dodatkowych, trzecich torów ww. szlaków w układ torowy północnej głowicy stacji Poznań Główny.

Stacja Poznań Główny i jej północna głowica

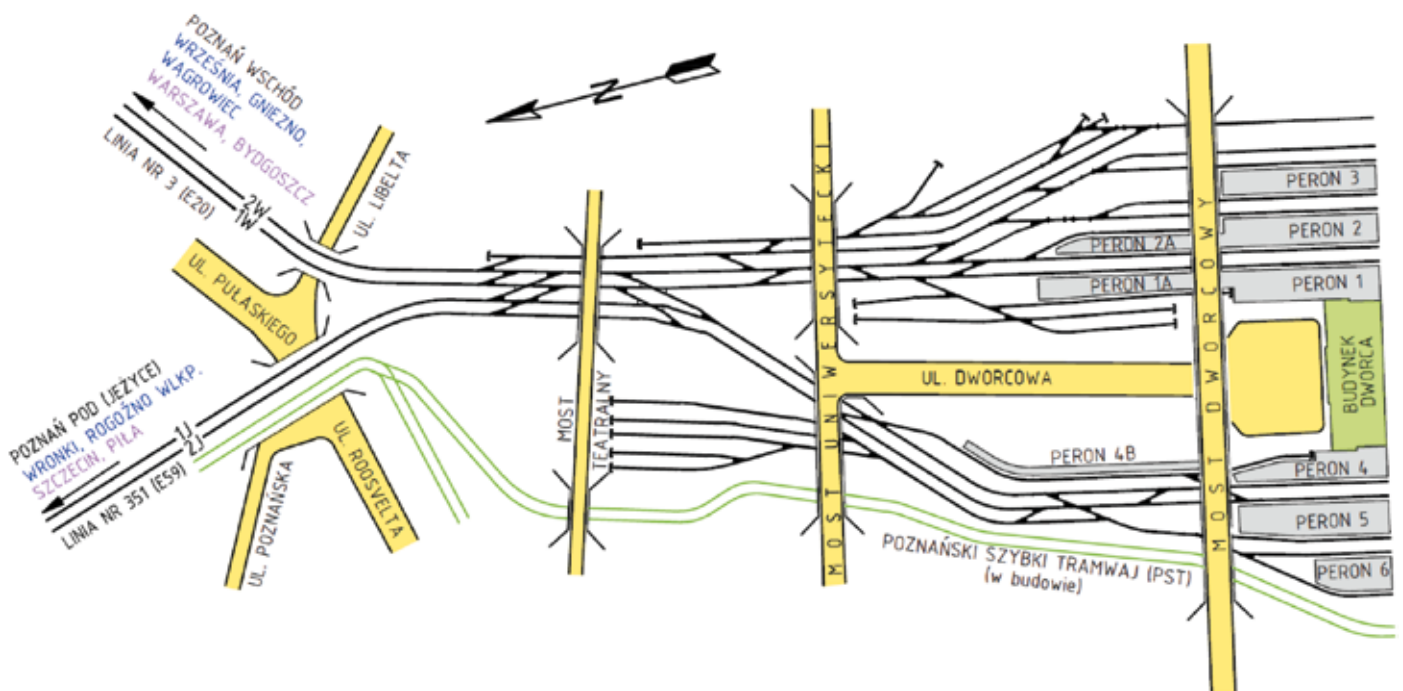
Stacja Poznań Główny – centralny punkt Poznańskiego Węzła Kolejowego – to jedna z największych stacji osobowych w Polsce. Stanowi ona ważny punkt transportowy w krajowej sieci kolejowej. Na stacji krzyżują się międzynarodowe linie E20 (o krajowym numerze 3 Warszawa – Kunowice) i E59 (o krajowych numerach 271 Wrocław – Poznań i 351 Poznań – Szczecin), obie kategorii magistralnej, objęte umową AGC. Dodatkowo na stacji kończy bieg linia 272 Kluczbork – Poznań, kategorii pierwszorzędnej.

Stacja Poznań Główny obciążona jest znacznym ruchem pociągów pasażerskich, zarówno dalekobieżnych, jak i regionalnych. Zgodnie z rozkładem jazdy pociągów pasażerskich 2011/2012, w dniu największego natężenia ruchu pociągów stacja obciążona była przez 321 jazd pociągowych, przy czym 112 pociągów kończyło bieg, 115 zaczynało bieg, zaś dla pozostałych pociągów stanowiła ona stację pośrednią [8]. Z dużą liczbą pociągów kończących i zaczynających bieg wiąże się również istotne obciążenie jazdami manewrowymi. Stacja nie obsługuje pociągów

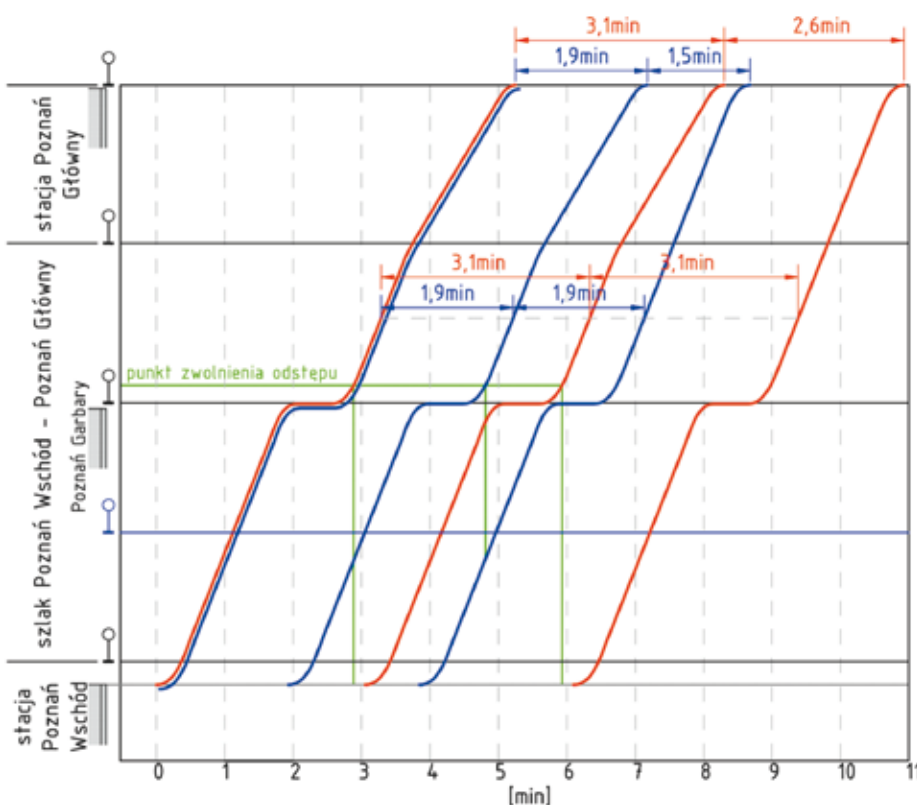
towarowych, ponieważ tę funkcję spełnia stacja rozrządowa Poznań Franowo. Budynek dworca i odchodząca od niego ulica Dworcowa dzieli stację na część wschodnią i zachodnią. W zachodniej części stacji usytuowane są trzy perony, z których dwa zewnętrzne (nr 5 i 6) są peronami dwukrawędziowymi, zaś wewnętrzny (nr 4) jest peronem jednokrawędziowym. Po wschodniej części stacji zlokalizowane są kolejno perony: jednokrawędziowy nr 1 oraz dwukrawędziowe o numerach 2 i 3. Podczas budowy Zintegrowanego Centrum Komunikacyjnego zarezerwowano ponadto miejsce na budowę dwóch dodatkowych torów i jednego peronu dwukrawędziowego w tej części stacji. Pomiędzy peronami nr 4 i 5 znajdują się tory główne zasadnicze linii kolejowej nr 351 (E59), natomiast tory główne zasadnicze linii kolejowej nr 3 (E20) zostały wprowadzone między perony nr 1 i 2. Przejazd pomiędzy torami obu ww. linii możliwy jest zarówno na północnej, jak i południowej głowicy stacji. Północna głowica stacji w stanie istniejącym została przedstawiona na rys.1.

Deficyt przepustowości

Przeprowadzone analizy przepustowościowe wskazują, że na szlakach kolejowych Poznań Wschód – Poznań Główny oraz Poznań Główny – Poznań POD (Jeżyce) w godzinie szczytowej istniejące natężenie ruchu pociągów osiąga wartości bliskie optymalnym (rezerwy optymalnej intensywności wynoszą około 10%) [5]. Oznacza to, że dalsze zwiększanie intensywności ruchu pociągów spowodowałoby krytyczny spadek jakości tego ruchu, przejawiający się dużymi stratami czasu osób podróżujących [6,11]. Jed-



1. Północna głowica stacji Poznań Główny – stan istniejący



2. Wykresy ruchu trzech kolejnych pociągów aglomeracyjnych na szlaku Poznań Wschód – Poznań Główny:

kolorem czerwonym zaznaczono wykresy ruchu pociągów dla stanu istniejącego urządzeń srk, kolorem niebieskim – po dodaniu dodatkowego semafora SBL przed p.o. Poznań Garbary;

różne wartości odstępów na stacji Poznań Główny wynikają z wjazdu kolejnych pociągów na różne tory przyperonowe, z innymi prędkościami na głowicy rozjazdowej; ze względu na wyposażenie szlaku w SBL czas reakcji systemu srk równy jest 0s

nocześnie, biorąc pod uwagę plany prowadzenia taktowanego ruchu pociągów aglomeracyjnych/regionalnych (koleje aglomeracyjna i regionalna traktowane są tutaj łącznie, jako stanowiące dwa komplementarne systemy), godzina szczytowa będzie krytycz-

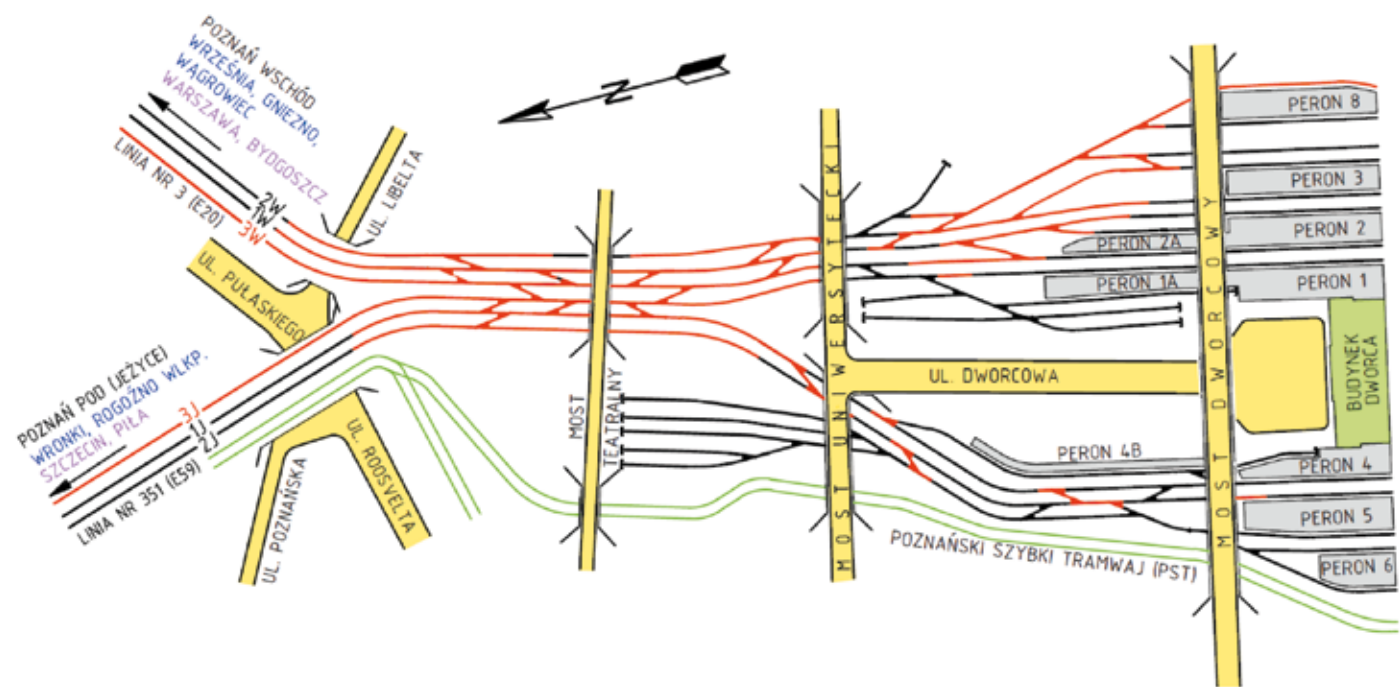
nym okresem czasu, ograniczającym maksymalną częstotliwość kursowania tych pociągów.

Zwiększenie przepustowości szlaków można osiągnąć m.in. poprzez poprawienie systemu sterowania lub dobudowę do-

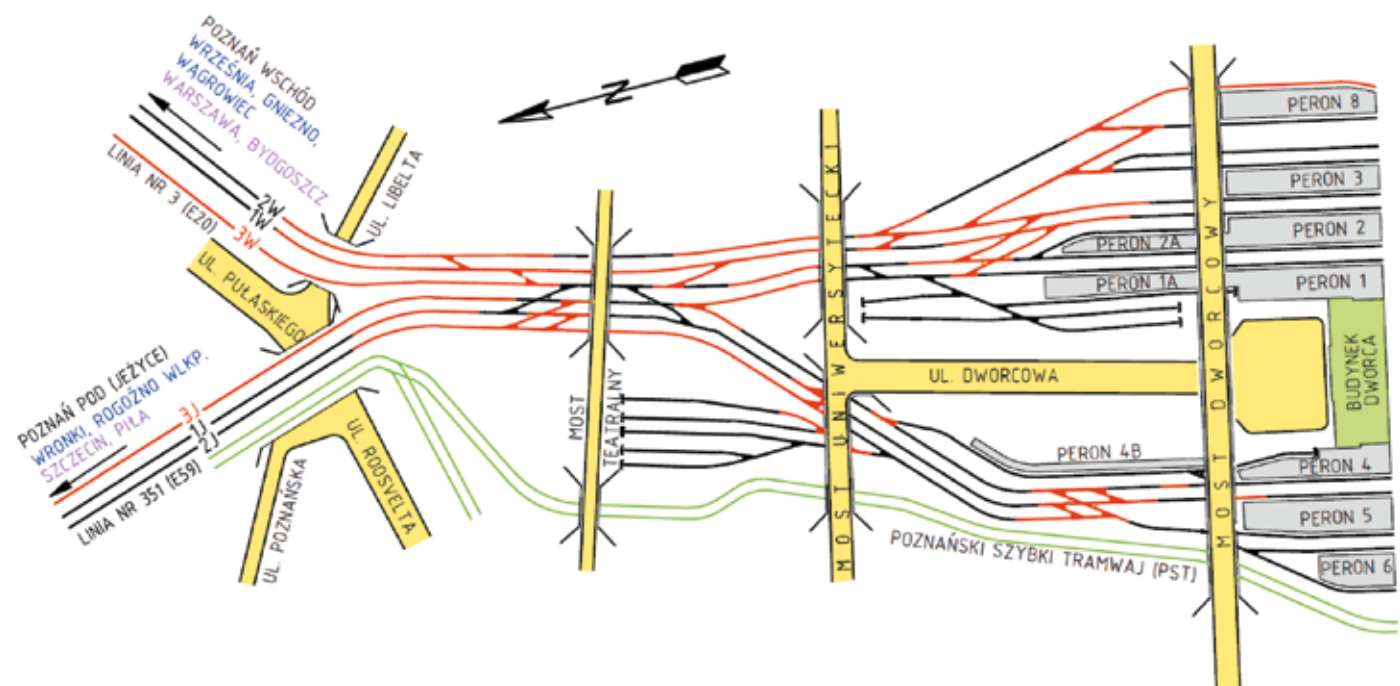
datkowych torów [1]. W zakresie systemów sterowania analiza minimalnych czasów następstwa pociągów dla szlaku Poznań Wschód – Poznań Główny wskazuje na możliwość ich skrócenia poprzez uzupełnienie odstępów blokowych. Na przykład dobudowa dodatkowego semafora SBL na krytycznym odstępie, przed przystankiem osobowym Poznań Garbary, pozwoliłaby na skrócenie minimalnego czasu następstwa pociągów aglomeracyjnych z ok. trzech do ok. dwóch minut, co zostało przedstawione na rys. 2 [5]. Drugi sposób – dobudowa dodatkowych torów szlakowych wymaga szczegółowej analizy możliwości ich wprowadzenia na północną głowicę stacji Poznań Główny.

Ograniczenia terenowe i uwarunkowania lokalne

Północna głowica stacji jest ograniczona od strony zachodniej ciągiem ulicy Roosevelta i torami Poznańskiego Szybkiego Tramwaju, a od strony wschodniej zabudową magazynową, monumentalną oraz parkiem. Nad głowicą przebiegają trzy ciągi wiaduktów: Most Teatralny, Most Uniwersytecki i Most Dworcowy. Umieszczenie podpór ww. wiaduktów ogranicza możliwości przebudowy układu torowego, skracając długość torów dostępną dla wykonania połączeń rozjazdowych. Od północy głowicę ograniczają łuki poziome, a ponadto stalowe wiadukty kolejowe nad ul. Libelta i skrzyżowaniem ulicy Poznańskiej i Pułaskiego – wiadukty te umożliwiają przeprowadzenie linii maksymalnie dwutorowych, a zatem konieczna będzie ich rozbudowa, przy czym należy mieć na uwadze, że oba wiadukty podlegają ochronie konserwatorskiej i zostały ujęte w gminnej ewidencji zabytków. O ile zakres ochrony nie wyklucza dobudowy konstrukcji wiaduktów pod trze-



3. Układ torowy północnej głowicy stacji po przebudowie zgodnie z pierwszą koncepcją; kolorem czerwonym oznaczono przebudowywane i nowo projektowane tory i rozjazdy



4. Układ torowy północnej głowicy stacji po przebudowie zgodnie z drugą koncepcją; kolorem czerwonym oznaczono przebudowywane i nowo projektowane tory i rozjazdy

cie tory, o tyle ogranicza jednak ewentualne zmiany układu geometrycznego torów głowicy. Na północ od omawianych wiaduktów linie kolejowe przebiegają w nasypach, które wymagać będą poszerzenia dla dobudowy dodatkowych torów.

Możliwości wprowadzenia dodatkowych torów na północną głowicę stacji

Rozważano dwie koncepcje sposobu wprowadzenia dodatkowych torów szlakowych na stację Poznań Główny. Szczegółowy sposób przebudowy układu torowego północ-

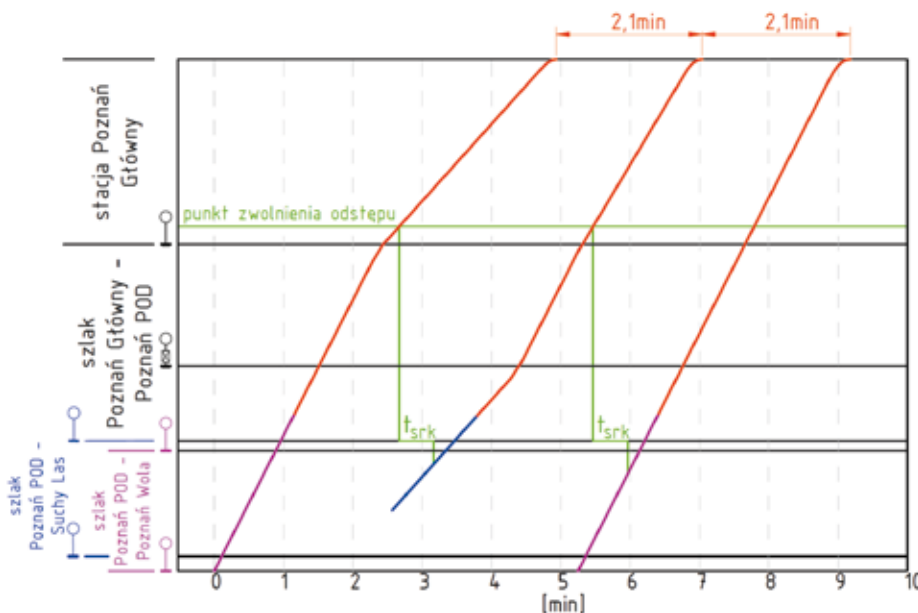
nej głowicy stacyjnej w obu wariantach został przedstawiony na rysunkach 3 i 4. W pierwszej koncepcji (rys. 3) założono zachowanie możliwości wjazdu z dowolnego toru szlakowego na dowolny tor przeperonowy. Taką możliwość, dla czterech torów szlakowych, daje istniejący układ torowy. Powyższe założenie udało się niemal w pełni zrealizować (za wyjątkiem połączenia zachodniej części stacji z torem nr 2W w kierunku stacji Poznań Wschód), przy czym oznaczało to konieczność zastosowania głównie rozjazdów o skosie 1:9 i promieniu 300 m. Wadą takiego rozwiązania jest

mała prędkość na kierunku zwrotne zastosowanych rozjazdów – 40 km/h, która skutkować będzie w rezultacie wydłużeniem czasu przejazdu pociągów przez głowicę rozjazdową, a zatem zwiększeniem czasu zajętości dróg przebiegu. Jako alternatywę wobec tego rozwiązania rozważano drugą koncepcję (rys. 4) zakładającą maksymalizację prędkości przy zachowaniu połączeń pomiędzy liniami, ale niekoniecznie pomiędzy wszystkimi torami. Koncepcja ta zakładała stosowanie w pierwszej kolejności rozjazdów o skosie 1:12 i promieniu 500 m, pozwalających jechać na tor zwrotny z prędkością 60 km/h,

Korzyści z rozbudowy infrastruktury

Koncepcja kolei aglomeracyjnej [7] zakłada kursowanie po każdym z rozważanych szlaków pociągów aglomeracyjnych trzech różnych linii. Na szlaku Poznań Wschód – Poznań Główny będą to linie S1 – S3, zaś na szlaku Poznań Główny – Poznań POD linie S4 – S6. Dla zapewnienia wzajemnego skomunikowania pociągów poszczególnych linii na stacji Poznań Główny konieczne będzie wydłużenie ich postoju przy peronach o czas oczekiwania na skomunikowane pociągi. Przy dwóch torach szlakowych czas oczekiwania pierwszego pociągu z kierunku stacji Poznań Wschód na pociąg ostatni (trzeci) z tego samego kierunku będzie wynosić przynajmniej 5,7 min (rys. 2). Po dobudowie dodatkowego toru czas ten może ulec skróceniu do ok. 3,1 min, dzięki równoczesnemu wjazdowi dwóch pociągów na stację po dwóch torach. Taka możliwość istnieje również dzisiaj przy tylko dwóch torach szlakowych (pozwalają na to urządzenia sterowania ruchem kolejowym). Należy jednak zwrócić uwagę na występującą obecnie znaczną asymetrię natężenia ruchu w obu kierunkach w godzinie szczytowej. W godzinach porannych większe jest natężenie ruchu pociągów w kierunku stacji Poznań Główny, przy niewielkim natężeniu w kierunku przeciwnym. W godzinach szczytu popołudniowego dominujący jest ruch pociągów wyjeżdżających z centrum aglomeracji. W przypadku pełnej realizacji koncepcji Kolei Metropolitalnej pociągi aglomeracyjne/regionalne będą kursować w stałych odstępach czasu i nie będą kończyć biegu na stacji Poznań Główny. Oznaczać to będzie w każdej godzinie pełną symetrię ruchu w obu kierunkach. Wówczas prowadzenie ruchu dwukierunkowego po obu torach, przy dużym i jednakowym natężeniu ruchu pociągów w obu kierunkach, może stać się niemożliwe. Dopiero dobudowa dodatkowego toru szlakowego pozwoli na jednoczesny wjazd dwóch pociągów z tego samego kierunku na stację. Również dla szlaku Poznań Główny – Poznań POD należy spodziewać się możliwości skrócenia czasu oczekiwania z 4,2 min do 2,1 min, co zostało przedstawione na rys. 5. Skrócenie czasu postoju pociągów przy peronach stacji Poznań Główny do niezbędnego minimum jest szczególnie istotne, ponieważ ocenia się, że tory przyperonowe są jednym z wąskich gardeł ograniczających przepustowość stacji [4].

W celu zbadania wpływu dobudowy dodatkowych torów szlakowych na przepustowość północnej głowicy stacyjnej wyznaczono dla niej symulacyjnie wartości optymalnej intensywności ruchu, to znaczy takiej intensywności, przy której najwięcej pociągów będzie przejeżdżał przez głowicę w sposób płynny [11]. Wykorzystano w tym celu System Oceny Układów Torowych (SOUT), przeprowadzając symulacje



5. Wykres ruchu trzech kolejnych pociągów aglomeracyjnych na szlaku Poznań POD (Jeżyce) – Poznań Główny; tsrk – czas reakcji urządzeń srk

a dopiero dla połączeń, których w taki sposób nie udało się zaprojektować, dopuszczono zastosowanie rozjazdów o skosie większym. Dopuszczono również zastosowanie skrzyżowań torów.

Pierwsza koncepcja przewiduje budowę nowych torów szlakowych po stronie istniejących torów nr 1 obu linii. Nowoprojektowane tory szlakowe oznaczono numerami 3J (tor z kierunku posterunku Jeżyce) oraz 3W (z kierunku stacji Poznań Wschód). Na lukach wjazdowych zaprojektowano rozsuniecie istniejących torów głównych zasadniczych linii nr 3 i 351 o dwie szerokości międzytorza dla wprowadzenia pomiędzy nie nowych torów. Z powodu mniejszej liczby peronów w zachodniej części stacji założono doprowadzenie czterech z sześciu torów szlakowych na wschodnią część stacji. Nowoprojektowany tor 3J z kierunku posterunku POD doprowadzono do peronu nr 1, zaś tor 3W z kierunku stacji Poznań Wschód – do peronu nr 2 od strony zachodniej. Tory główne zasadnicze linii 351 (1J i 2J) w zachodniej części głowicy wprowadzono w ich obecny ślad, natomiast tory główne zasadnicze linii kolejowej nr 3 przesunięto pomiędzy perony nr 2 i 3. Przesunięcie to zostało zaprojektowane w taki sposób, że jazda po torach głównych zasadniczych przebudowanej linii nr 3 odbywać się będzie na kierunku zasadnicze wszystkich rozjazdów. Koncepcja zakłada pozostawienie w północno-zachodniej części stacji pięciu torów odstawczych (w obrębie tzw. „Dziury toruńskiej”). Założono także budowę dodatkowego peronu w części wschodniej stacji, który oznaczono numerem 8. Według pierwotnych planów PKP PLK peron ten (nazywany także peronem 3a lub peronem KDP) miał być dedykowany do obsługi pociągów dużych prędkości, obecnie jego ostateczna funkcja nie jest przesądzona [2]. W przedstawionych tu-

taj analizach nie uwzględniono uruchomienia linii KDP, dlatego też przyjęto, że dodatkowy peron obsługiwać będzie ruch pociągów konwencjonalnych. Przebudowa układu torowego głowicy skutkuje koniecznością obniżenia prędkości maksymalnej na torach głównych zasadniczych linii nr 3 z 90 km/h do 80 km/h, a na torach głównych zasadniczych linii 351 z 70 km/h do 60 km/h.

Układ geometryczny torów w drugiej koncepcji jest zbliżony do opisanego powyżej, przy czym wjazd na zachodnią część stacji został zaplanowany jako trzytorowy. Tory główne zasadnicze linii nr 351 na całej długości głowicy przesunięto o jedną szerokość międzytorza w kierunku zachodnim. Zmianie uległo usytuowanie poszczególnych połączeń rozjazdowych, a także ich długość, z uwagi na zastosowanie głównie rozjazdów o skosie 1:12 i promieniu 500 m. W sumie na 72 teoretycznie możliwe połączenia torów szlakowych z przelotowymi torami przypereonowymi (6 torów szlakowych x 12 torów przyperonowych) udało się zrealizować 59 połączeń.

Należy zaznaczyć, że przedstawione powyżej koncepcje przebudowy północnej głowicy stacyjnej pociągają za sobą konieczność przebudowy również południowej głowicy stacyjnej, z powodu „przełożenia” torów głównych zasadniczych linii nr 3 (E20) pomiędzy perony nr 2 i 3. Takie rozwiązanie jest jednak zgodne z propozycjami rozwiązań zapisanych w Studium Wykonalności Przystosowania Poznańskiego Węzła Kolejowego do obsługi Kolei Dużych Prędkości [2]. A zatem inwestycje budowy dodatkowych torów na szlakach Poznań Wschód – Poznań Główny oraz Poznań Główny – Poznań POD (Jeżyce) i przystosowanie południowej głowicy stacji Poznań Główny do włączenia linii KDP są wzajemnie komplementarne.

dla czterech wariantów:

- 1- istniejący układ torowy i istniejące obciążenie ruchowe,
- 2- istniejący układ torowy i taktowany rozkład jazdy zarówno pociągów aglomeracyjnych/regionalnych, jak i dalekobieżnych,
- 3- przebudowany układ torowy według pierwszej koncepcji (rys. 3) i taktowany rozkład jazdy pociągów,
- 4- przebudowany układ torowy według drugiej koncepcji (rys. 4) i taktowany rozkład jazdy pociągów.

Komentarza wymaga przyjęty układ torowy w pierwszym i drugim wariantcie, w którym uwzględniono peron nr 8 (obecnie nie istniejący). Taki zabieg pozwolił na zbadanie rzeczywistego wpływu dobudowy dodatkowych torów szlakowych, nie zaś wpływu budowy dodatkowych krawędzi peronowych, a jednocześnie pozwolił obciążyć układ większą liczbą pociągów. Dla przebudowanego układu torowego przeprowadzono symulacje zarówno przy minimalizacji liczby jazd kolizyjnych na północnej głowicy (warianty 3A i 4A), jak również przy przyjęciu kolizyjnego obciążenia ruchem – założono, że 1/3 pociągów z kierunku stacji Poznań Wschód przejeżdża na stronę zachodnią stacji, a 1/3 pociągów z kierunku Jeżyc na stronę wschodnią (warianty 4A i 4B). Uzyskane wyniki, z podziałem na poszczególne kierunki, zostały przedstawione w tabeli 1.

Najkorzystniejsze wyniki uzyskano w symulacjach dla wariantu 4A (układ torowy przebudowany zgodnie z drugą koncepcją, ruch taktowany, z ograniczeniem do minimum liczby jazd kolizyjnych na północnej głowicy stacyjnej). Otrzymano w ten sposób podwyższenie wartości optymalnej intensywności ruchu o 27% w stosunku do stanu istniejącego, z 427 poc./dobę do 543 poc./dobę. Zarówno przy ruchu mało kolizyjnym jak i kolizyjnym, korzystniejsza pod względem ruchowym okazała się druga koncepcja przebudowy głowicy. Wyniki symulacji dla wariantu 3 wskazują, że rozbudowa układu torowego, nie poprzedzona właściwymi analizami, może nie przynieść żadnych ko-

rzyści dla przepustowości układu. Porównanie wyników otrzymanych w wariantcie 1 i 2 wskazuje natomiast, że istotne zyski (wzrost optymalnej intensywności ruchu o 16%) uzyskać można poprzez wprowadzenie mało kolizyjnego ruchu taktowanego, z ograniczeniem do minimum liczby jazd manewrowych i czasu postoju pociągów przy peronach, a więc tylko poprzez rozwiązania organizacyjne, a nie inwestycyjne. Ponadto podczas dodatkowych symulacji wykazano, że likwidacja torów postojowych w obrębie „Dziury toruńskiej” nie przyniesie korzyści ruchowych, ponieważ o przepustowości całego układu nie decyduje część zachodnia głowicy, obejmująca rozjazdy kierujące ruch na tory przy peronach nr 4, 5 i 6. Rezerwy wykorzystania optymalnej intensywności ruchu występujące w tej części głowicy nie będą mogły być wykorzystane przez ruch pociągowy, chyba że zostanie zwiększona intensywność ruchu pociągów jadących w kierunku posterunku POD bez proporcjonalnego zwiększenia intensywności ruchu pociągów kierowanych na stację Poznań Wschód.

Podsumowanie

Z przeprowadzonych analiz wynika, że istnieją techniczne możliwości włączenia dodatkowych torów szlakowych w północną głowicę stacji Poznań Główny. Jednocześnie dla zachowania połączeń między wszystkimi torami konieczne będzie zastosowanie rozjazdów o skosie 1:9 i promieniu 300 m. Dla zastosowania rozjazdów o skosie 1:12 i promieniu 500 m konieczna będzie rezygnacja z niektórych połączeń, ale taki układ posiadać będzie większą przepustowość, co potwierdzają przeprowadzone symulacje. Badania symulacyjne optymalnej intensywności ruchu wskazują, że zaproponowana rozbudowa układu torowego według koncepcji drugiej zwiększy rezerwy przepustowości, ale rozwiązania organizacyjne, poszukiwanie jak najlepszej organizacji ruchu, są atrakcyjną alternatywą dla kosztownych rozwiązań inwestycyjnych. Należy zaznaczyć, że dla częstotliwości kurso-

wania pociągów aglomeracyjnych/regionalnych nie mniejszych niż 30 minut na każdej z sześciu proponowanych tras aglomeracyjnych, warto przede wszystkim wdrażać optymalną organizację ruchu wraz z dokonywaniem drobnych poprawek infrastruktury kolejowej. Rozbudowa infrastruktury będzie natomiast niezbędna przy takcie mniejszym niż 30 minut, przy czym taka rozbudowa powinna być poparta odpowiednimi analizami, które pozwolą wybrać optymalny, dający największe korzyści ruchowe wariant układu torowego ◀

Materiały źródłowe

- [1] Banaś J.: Drogi żelazne. WKiŁ, Warszawa 1966.
- [2] Bruss P., Kosicki D., Majchrzak K.: Studium Wykonalności dla przystosowania Poznańskiego Węzła Kolejowego do obsługi kolei dużych prędkości oraz zapewnienia jego intermodalności z innymi środkami transportu. Etap IV, Tom 4.2. Układy torowe, nawierzchnia, podtorze, odwodnienie układów torowych. Biuro Projektów Komunikacyjnych w Poznaniu, Poznań 2012.
- [3] Dolata P.: Analiza geometrii układu torowego północnej głowicy stacji Poznań Główny pod kątem możliwości zwiększenia liczby torów szlakowych z 4 do 6. Praca dyplomowa inżynierska, Politechnika Poznańska, Poznań 2012.
- [4] Kosicki D.: Optymalna intensywność ruchu północnej głowicy stacji Poznań Główny. Praca dyplomowa inżynierska, Politechnika Poznańska, Poznań 2011.
- [5] Kosicki D.: Optymalna intensywność ruchu stacji Poznań Główny. Praca dyplomowa magisterska, Politechnika Poznańska, Poznań 2012.
- [6] Rychlewski J.: Potencjalny węzeł przesiadkowy na stacji Poznań Wschód. Archiwum Instytutu Inżynierii Lądowej 3/2007, str. 277-284.
- [7] Rychlewski J.: Program rozwoju kolei metropolitalnej w strategii rozwoju poznańskiego obszaru metropolitalnego. Materiały VIII Konferencji Naukowo-Technicznej „Problemy komunikacyjne miast w warunkach zatłoczenia motoryzacyjnego”, Poznań-Rosnówko 2011.
- [8] Sieciowy rozkład jazdy pociągów 2011/2012.
- [9] Strategia rozwoju aglomeracji poznańskiej. Praca zbiorowa pod red. T. Kaczmarka, CBM UAM, Poznań 2011.
- [10] Studium Uwarunkowań Rozwoju Przemysłowego Aglomeracji Poznańskiej. Praca zbiorowa pod red. T. Kaczmarka, CBM UAM, Poznań 2012.
- [11] Woch J.: Podstawy inżynierii ruchu kolejowego. WKiŁ, Warszawa 1983.
- [12] Zielona księga aglomeracji poznańskiej. Praca zbiorowa pod red. T. Kaczmarka, CBM UAM, Poznań 2010.

Tab. 1: Optymalna dobowo intensywność ruchu pociągów na północnej głowicy stacji Poznań Główny przy zmiennych w ramach symulacji i intensywnościach ruchu pociągów aglomeracyjnych/regionalnych

Układ torowy	Optymalna intensywność ruchu dla doby					
	[poc./dobę]					
Obciążenie ruchowe	Istniejący	Istniejący	Przebudowany wg koncepcji 1		Przebudowany wg koncepcji 2	
			Ruch taktowany		Ruch taktowany	
Wariant	1	2	3A	3B	4A	4B
Optymalna intensywność ruchu [poc./dobę]	427	497	433	412	543	472
Procentowa zmiana optymalnej intensywności ruchu w stosunku do wariantu 1	100%	116%	101%	96%	127%	111%