

Stanisław KRAWIEC

ODWZOROWANIE TOPOLOGII REJONU SIECI KOLEJOWEJ DLA POTRZEB REGULACJI RUCHU POCIĄGÓW

Streszczenie. W artykule przedstawiono zasadnicze schematy blokowe problematyki regulacji ruchu pociągów w sytuacjach awaryjnych. Zdefiniowano usytuowanie regulatora ruchu oraz modeli badanego rejonu sieci kolejowej. Przedstawiono sposób odwzorowania układu torowego dowolnie wybieranego rejonu sieci kolejowej, który umożliwia realizację modeli ruchu dla potrzeb regulacji oraz zdefiniowanie zagadnienia regulacji jako problemu szeregowania zadań.

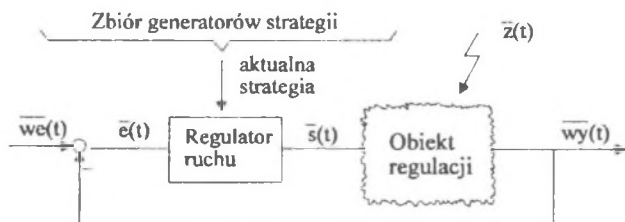
THE MAPPING OF THE TOPOLOGY OF A NETWORK AREA FOR THE TRAIN TRAFFIC PURPOSES

Summary. The main block diagrams related to the problems of train traffic control in emergency situations are presented in the paper. The locations of the traffic controller as well as of the models of the investigated network area have been defined. The method of mapping of the track system of a randomly chosen railway network area is shown. The mapping allows realisation of the traffic models for control purposes and defining the traffic control problem as a task generating problem.

1. Regulacja ruchu pociągów

Proces ruchu pociągów, jako składowa całego procesu transportu kolejowego, charakteryzuje się kilkoma specyficznymi cechami. Jedną z nich jest sposób organizacji ruchu pociągów. Na proces ten oddziałują zakłócenia, które wymagają działania kompensacyjnego, realizowanego przez element regulacyjny.

Najbardziej ogólny schemat problemu regulacji ruchu pociągów można przedstawić następująco (rys. 1):



Rys. 1. Ogólny schemat blokowy problemu regulacji ruchu
 Fig. 1. General block diagram of the traffic control problem

Na schemacie tym występują następujące wielkości:

$\overline{w_e}(t)$ - zakładany stan procesu ruchu pociągów w chwili t ,

$\overline{w_y}(t)$ - rzeczywisty stan procesu ruchu pociągów w chwili t ,

$\overline{e}(t)$ - uchyb regulacji;

$\overline{s}(t)$ - ciąg decyzji optymalnych, czyli ciąg oddziaływań na obiekt regulacji w funkcji czasu;

$\overline{z}(t)$ - zakłócenia oddziałujące na obiekt regulacji.

Obiektem regulacji jest proces ruchu pociągów w rejonie sieci. Na obiekt ten oddziałuje szereg zakłóceń topologicznych i ruchowych przedstawionych symbolicznie jako $\overline{z}(t)$ oraz ciąg decyzji optymalnych $\overline{s}(t)$, generowanych we właściwym czasie przez regulator ruchu. Regulator ruchu nie definiuje strategii, lecz korzysta z propozycji generatorów strategii (w przypadku człowieka generatorem strategii i regulatorem ruchu może być, ale nie musi, ta sama osoba). Można więc zdefiniować regulator ruchu następująco:

Regulator ruchu to generator decyzji, generujący optymalne decyzje we właściwym czasie.

Optymalna decyzja dla czasu $t_x > t$ to efekt strategii opracowanej przez generator lub opcjonalnie ciąg generatorów strategii, dla którego (których) punktem startowym opracowywania strategii dla $t_x > t$ jest każdorazowo wiedza o stanie obiektu i wartości uchybu \overline{e} w chwili t . Po każdym zrealizowaniu decyzji lub jej fragmentu zmienia się stan obiektu i proces generowania strategii musi być realizowany przez generator strategii od początku.

W przypadku najprostszym, dla $\overline{e} = 0$, gdy ruch pociągów odbywa się w sposób planowy, a na obiekt regulacji nie oddziałują żadne zakłócenia ($\overline{z}(t) = 0$), strategia optymalna wynika wprost z planowego wykresu ruchu i aktualnego, planowego stanu obiektu regulacji. W takim szczególnym, choć często występującym, przypadku kolejne optymalne decyzje generowane przez regulator ruchu mogą być efektem ciągle tej samej strategii. Dla $\overline{e} \neq 0$ regulator ruchu może realizować strategie heurystyczne, opracowywane na bieżąco przez człowieka na podstawie wiedzy i doświadczenia lub, co pożądané, na podstawie strategii będącej efektem formalnego rozwiązania problemu.

Decyzje generowane przez regulator ruchu pociągów dotyczą operacji wybrania właściwego przebiegu i podania w odpowiednim czasie sygnału zezwalającego na sygnalizatorze. To uszczegółowienie pozwala zdefiniować pojęcie regulacji ruchu pociągów.

Def.

Regulacja ruchu pociągów na obszarze rejonu sieci to generowanie ciągu decyzji optymalnych umożliwiających podawanie we właściwym czasie sygnałów zezwalających na odpowiednich sygnalizatorach.

Pojęcie regulacji ruchu pociągów należy wyraźnie oddzielić od procesu sterowania ruchem. Przejazd pociągu przez rejon sieci to suma przejazdów kolejnych odstępów wyznaczonych przez rozkład jazdy tego pociągu. Sterowanie ruchem pociągu polega na realizowaniu w odpowiednim czasie wszystkich czynności technicznych i organizacyjnych potrzebnych do ustawienia na kolejnych sygnalizatorach sygnału zezwalającego. Czynności te mogą być realizowane automatycznie (np. na szlakach wyposażonych w SBL) lub przez sterującego ruchem wraz z podległym mu personelem. Pojęcie sterowanie ruchem pociągów przez sterującego ruchem nie obejmuje procesów generowania decyzji, na których sygnalizatorach w rejonie sieci i jakiej kolejności ma zostać podany sygnał zezwalający na jazdę, lecz tylko realizuje funkcje umożliwiające technicznie zrealizowanie wygenerowanych decyzji (rodzaj urządzeń srk, typ i sposób obsługi uwzględniany jest tylko jako element czasowy między kolejnymi funkcjami w procesie podawania sygnału zezwalającego na sygnalizatorze). Pojęcie sterowanie ruchem pociągów przez sterującego ruchem dla konkretnego sygnalizatora można zdefiniować jako rozpoczęcie w odpowiedniej chwili realizacji decyzji o podaniu na danym sygnalizatorze sygnału zezwalającego na jazdę. Generowanie decyzji leży w zakresie czynności regulacji ruchu.

Proces realizacji każdej decyzji zawiera kolejno następujące czynności:

- zajęcie wolnego połączenia za sygnalizatorem;
- zajęcie relacji za sygnalizatorem (wraz z relacjami sprzecznymi do tej relacji);
- podanie sygnału zezwalającego.

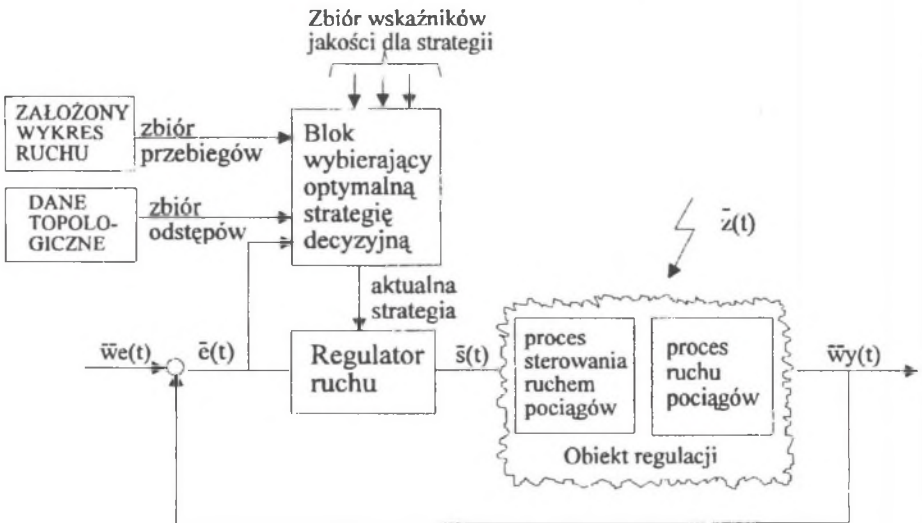
Czas trwania każdej z tych czynności może być różny dla realizacji różnych decyzji, może być także w szczególnym przypadku równy zero, ale kolejność tych czynności jest zawsze zachowana.

Do podania sygnału zezwalającego na sygnalizatorze SBL (tzn. sygnału umożliwiającego dalszą jazdę bez obowiązku zatrzymania się) nie jest potrzebna decyzja wygenerowana przez regulator ruchu, gdyż przeczyłoby to zasadzie samoczynności. Dla każdego sygnalizatora SBL jednak realizowana jest jedna i ta sama decyzja, której treść można zdefiniować następująco: jeżeli z połączenia znajdującego się bezpośrednio za sygnalizatorem SBL odjedzie ostatnia oś ostatniego wagonu pociągu i zwolni to połączenie, to natychmiast połączenie to zostaje zajęte przez sterowanie sygnalizatora SBL, a na sygnalizatorze tym sygnał czerwony zostaje zamieniony na sygnał zezwalający na jazdę. Stan podanego sygnału zezwalającego zależy od stawności blokady i sytuacji ruchowej. Stan ten może się z upływem czasu zmieniać (w

zakresie sygnałów zezwalających) bez ingerencji sterowania, wraz ze zmianami sytuacji ruchowej. Mimo przedstawionych odmienności w stosunku do sterowania sygnalizatora nie będącego sygnalizatorem SBL zasada jest podobna i czynności, które ma do zrealizowania sterowanie sygnalizatora SBL, są podobne do sterowania realizowanego przez sterującego ruchem:

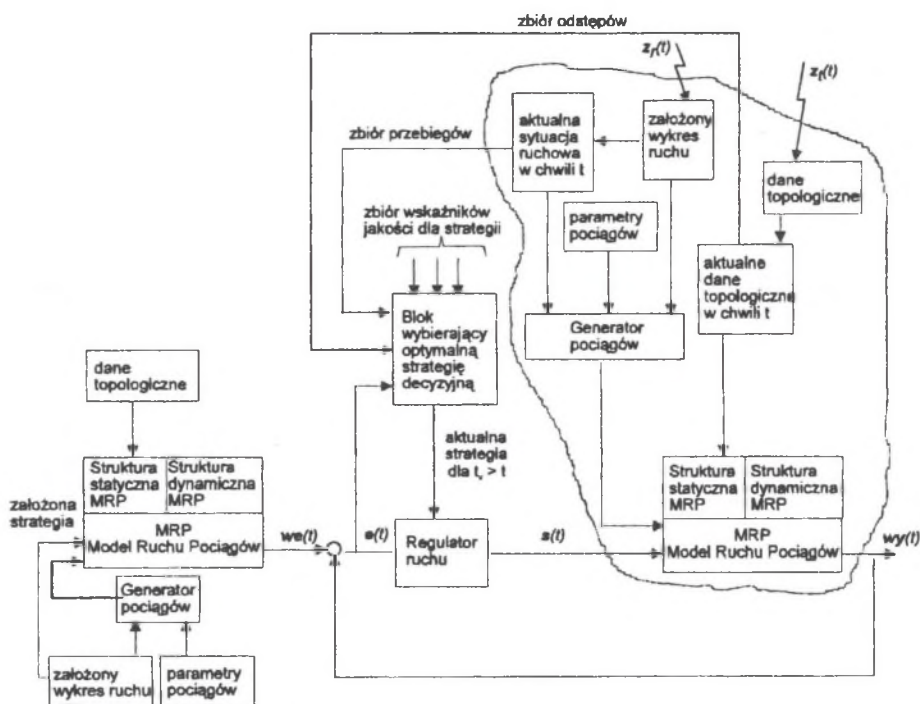
- zajęcie wolnego połączenia za sygnalizatorem (czas zajmowania jest równy zero);
- zajęcie relacji za sygnalizatorem (czas zajmowania jest równy zero, długość relacji równa zero);
- podanie sygnału zezwalającego (czas podawania równy zero).

Takie zdefiniowanie regulacji i sterowania ruchu pociągów pozwala przedstawić schemat blokowy regulacji ruchu pociągów (rys.1) w następującej postaci (rys.2).



Rys. 2. Schemat blokowy regulacji ruchu pociągów
Fig. 2. Train traffic control block diagram

W przedstawionym na rys.2 schemacie blokowym obiektem regulacji jest rzeczywisty proces sterowania i ruchu. Z oczywistych powodów rzeczywisty obiekt regulacji ruchu nie może być przedmiotem badań związanych z optymalnymi strategiami w warunkach zakłóceń. Do badań takich może służyć zasadny model, zbudowany dla potrzeb regulacji ruchu. Model taki można wkomponować w schemat blokowy w sposób przedstawiony na rys.3.



Rys.3. Schemat blokowy modelowania i regulacji ruchu pociągów

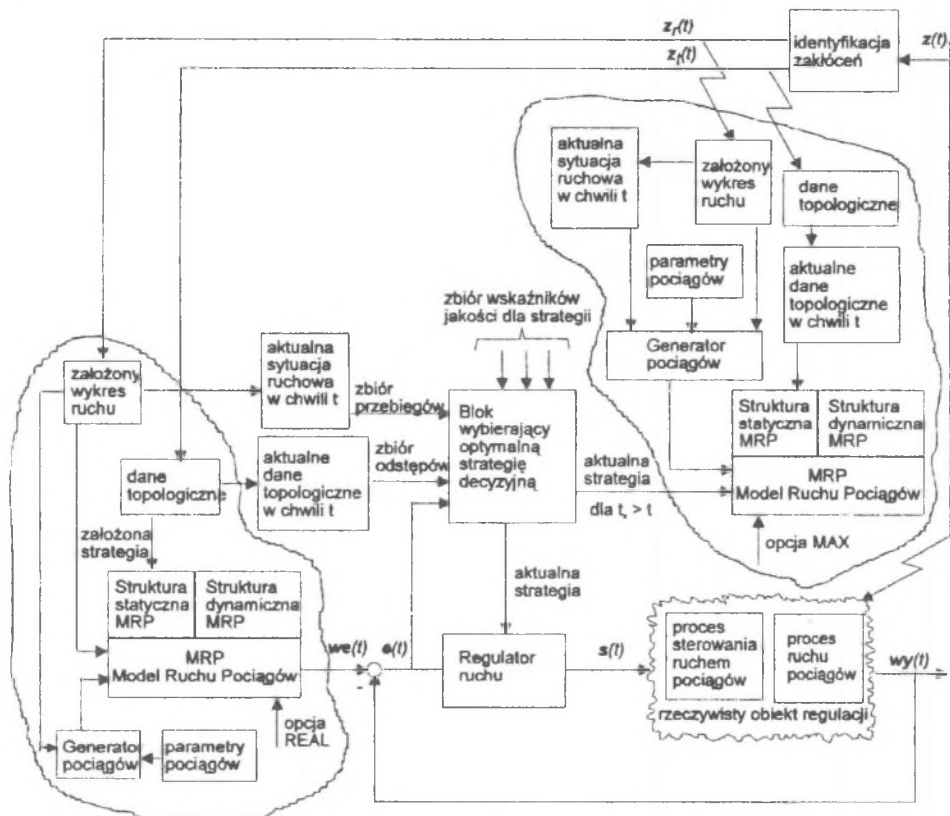
Fig. 3. Train traffic control and modelling block diagram

Model (MRP) spełnia w schemacie (rys.3) podwójną rolę:

- zastępuje rzeczywisty obiekt regulacji, czyli podlega dynamicznym zakłóceniom ruchowym ($\bar{z}_r(t)$) oraz topologicznym ($\bar{z}_t(t)$),
- generuje w sposób dynamiczny zakładany stan obiektu regulacji $\bar{w}_e(t)$, realizując założoną, wynikającą z planowanego wykresu ruchu strategię.

Zbiór aktualnie dostępnych odstępów badanego rejonu, zbiór przebiegów potrzebnych do zrealizowania wykresów ruchu oraz aktualny uchyb regulacji $\bar{e}(t)$ są podstawą wygenerowania strategii decyzyjnej, optymalnej z punktu widzenia aktualnie obowiązującego wskaźnika jakości.

Zastąpienie rzeczywistego obiektu regulacji modelem MRP może spełniać swą rolę dla celów badawczych, dla realizacji i testowania bloku wybierającego optymalną strategię. Idealnym rozwiązaniem, koncepcją, którą można określić jako "idé fixe" przedstawia rys.4, który definiuje możliwy sposób realizacji rzeczywistej regulacji ruchu wspomaganą formalnie, oczywiście przy użyciu sprzętu informatycznego.



Rys. 4. Schemat blokowy regulacji ruchu pociągów wspomaganej komputerowo
 Fig. 4. Block diagram of the computer-assisted train traffic control

W ramach rzeczywistej regulacji ruchu, działającej na rzeczywistym obiekcie regulacji, na który oddziałują zakłócenia $\bar{z}(t)$, model ruchu pociągów MRP spełniać powinien następujące funkcje:

- dynamiczna generacja zakładanego stanu obiektu regulacji (przy opcji REAL),
- testowanie aktualnej strategii, wybranej przez blok wybierający (przy opcji MAX).

Opcja REAL oraz opcja MAX działania modelu narzucają tryb pracy modelu:

- dla opcji REAL model ruchu pociągów powinien pracować w trybie czasu rzeczywistego,
- dla opcji MAX na modelu ruchu pociągów powinien zostać wykonany kontrolny eksperyment symulacyjny, każdorazowo gdy zmieniana jest aktualna strategia obowiązująca od czasu t_x ; czas realizacji eksperymentu musi być każdorazowo mniejszy od różnicy czasów $\Delta t = t_x - t$, a stan początkowy modelu dla każdego eksperymentu odpowiadać musi stanowi obiektu dla aktualnej chwili t .

Zakłócenia $\bar{z}(t)$ oddziałujące na obiekt rzeczywisty muszą być identyfikowane, a na ich podstawie muszą być aktualizowane odpowiednie bazy danych, które są podstawą określania

stanu modelu w trybie MAX każdorazowo dla chwili t oraz podstawą działania bloku wybierającego optymalną strategię decyzyjną.

2. Istota odwzorowania topologii rejonu sieci dla potrzeb regulacji ruchu

2.1. Podstawowe pojęcia i definicje

Dla potrzeb przedstawionej problematyki zdefiniowano kilka podstawowych pojęć, których rozumienie może odbiegać od ogólnie przyjętego, ale nie jest z nim sprzeczne. Poniżej podano definicje tych pojęć. Słowa kluczowe definicji ujęto w nawiasy kątowe.

Def. 1: <Rejon sieci> - wybierany do badań obszar sieci kolejowej, ograniczony punktami granicznymi.

Def. 2: <Punkt graniczny> - miejsce ustawienia tarczy ostrzegawczej "pierwszego" sygnalizatora rejonu sieci oraz "pierwszego" sygnalizatora poza rejonem sieci. Punkt graniczny nie jest miejscem jednoznacznym na torze szlakowym bądź stacyjnym, bowiem połączenie graniczne, tak jak wszystkie inne połączenia, charakteryzowane będzie dla każdego z możliwych kierunków ruchu oddzielnymi parametrami.

Def. 3: <Sygnalizator> - urządzenie lub ustalony przepisami sposób przekazywania informacji o trybie ruchu pociągu (zezwolenie lub zabronienie jazdy) na określonym odstępie. W rozumieniu definicji za sygnalizator uważa się: semafor wjazdowy, semafor wyjazdowy, semafor drogowskazowy, semafor odstępowy, semafor samoczynnej blokady liniowej (SBL), tarczę zaporową, sygnał zastępczy, rozkaz szczególny, telefoniczne (radiotelefoniczne) lub ustne polecenie dyżurnego ruchu, semafor fikcyjny wprowadzony dla potrzeb regulacyjnych, tarczę manewrową (w przypadku gdy pociągi wjeżdżają do wybranego rejonu sieci na sygnał manewrowy).

Def. 4: <Odstęp> - część toru, dla danego kierunku ruchu, między dwoma kolejnymi sygnalizatorami. Przez odstęp rozumie się też część toru zawartą między punktem granicznym rozpatrywanej sieci a "pierwszym" sygnalizatorem lub też między "ostatnim" sygnalizatorem a punktem granicznym rozpatrywanego rejonu sieci.

Def. 5: <Przebiegowe miejsce końca pociągu> - jest to punkt na drodze przebiegu, wyznaczony dla każdego odstępu, w którym pracownik lub urządzenie może stwierdzić, czy przez ten punkt przejechała ostatnia oś pociągu.

Def. 6: <Relacja> - część odstępu od sygnalizatora początkowego każdego odstępu do przebiegowego miejsca końca pociągu.

Def. 7: <Połączenie> - jest to część toru - w obydwu możliwych kierunkach ruchu - od przebiegowego miejsca końca pociągu do kolejnego sygnalizatora lub punktu granicznego sieci. Każde połączenie (z wyjątkiem połączeń granicznych) jest częścią składową co najmniej dwóch odstępuów o przeciwnych kierunkach ruchu.

Def. 8: <Sygnałowe miejsce końca pociągu> - jest to punkt na drodze przebiegu wyznaczony dla każdej relacji, w którym pracownik lub urządzenie może stwierdzić, czy na pociągu znajdują się sygnały końca pociągu.

Def. 9: <Głowica> - zbiór wszystkich możliwych relacji na pewnym obszarze rejonu sieci, ograniczony połączeniami, z których każda ma co najmniej jeden punkt wspólny z inną relacją należącą do tej głowicy.

Def. 10: <Tarcza ostrzegawcza> - urządzenie lub punkt informujący o sygnale wskazywanym przez najbliższy - dla danego kierunku ruchu "w przód" - położony sygnalizator (jest to tarcza ostrzegawcza lub sygnalizator informujący o sygnale wskazywanym przez "w przód" położony sygnalizator, a w przypadku gdy nie ma tego typu urządzeń, jest to punkt na odstępie, w którym prowadzący pojazd dowiadyuje się, jaki jest sygnał na najbliższym położonym "w przód" sygnalizatorze).

2.2. Odzworowanie struktury topologicznej rejonu sieci

Zgodnie z przedstawionymi definicjami w każdym rejonie sieci można wyróżnić następujące elementy topologiczne:

- odstępy (elementy niepunktowe);
- połączenia (elementy niepunktowe);
- relacje (elementy niepunktowe);
- głowice (elementy niepunktowe);
- przebiegowe miejsca końca pociągu (elementy punktowe);
- sygnałowe miejsca końca pociągu (elementy punktowe);
- sygnalizatory (elementy punktowe);
- tarcze ostrzegawcze (elementy punktowe);
- punkty graniczne (elementy punktowe).

Między podstawowymi elementami topologicznymi dowolnego rejonu sieci występują pewne zależności ilościowe, które w sposób poglądowy przedstawione zostaną poniżej.

Zakładając, że:

$\bar{O} = \{O_1, O_2, \dots, O_{LODS}\}$ jest zbiorem wszystkich odstępów znajdujących się w rejonie sieci;

$\bar{P} = \{P_1, P_2, \dots, P_{LPOL}\}$ jest zbiorem wszystkich połączeń znajdujących się w rejonie sieci;

$\bar{G} = \{G_1, G_2, \dots, G_{LGLOW}\}$ jest zbiorem wszystkich głowic znajdujących się w rejonie sieci;

$\bar{R} = \{R_1^1, R_2^1, \dots, R_{LREL(1)}^1, \dots, R_1^{LGLOW}, R_2^{LGLOW}, \dots, R_{LREL(LGLOW)}^{LGLOW}\}$ jest zbiorem wszystkich

relacji znajdujących się w rejonie sieci;

można zdefiniować następujący graf bez pętli:

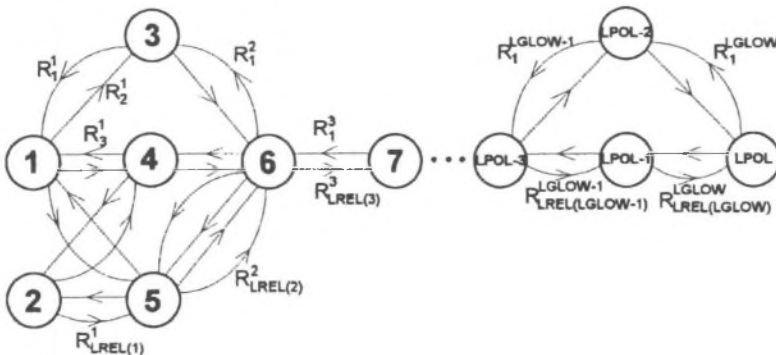
$$PR = \langle \bar{P}, \bar{R}, \bar{Q} \rangle,$$

gdzie:

\bar{P} – zbiór wierzchołków grafu (zbiór połączeń);

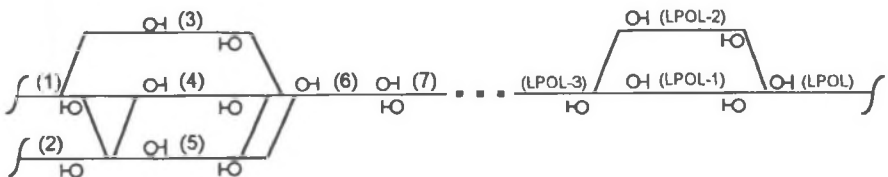
\bar{R} – zbiór łuków grafu (zbiór relacji);

$$\bar{Q} = \bar{P} \times \bar{R} \times \bar{P}$$



Rys. 5. Graf PR opisujący strukturę topologii przykładowego rejonu sieci
 Fig. 5. PR Graph describing the topology structure of a sample network area

Strukturze tej odpowiada następujący układ torowy (rys.6):

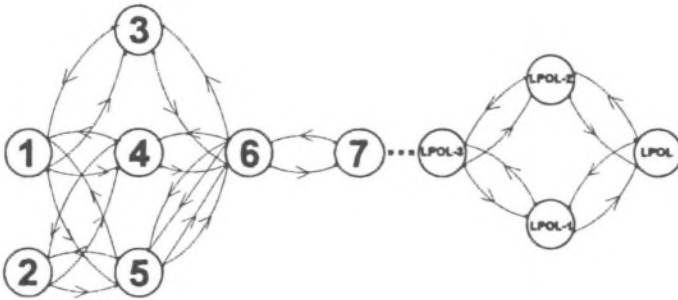


Rys. 6. Schemat układu torowego odwzorowany grafem PR
 Fig. 6. Diagram of the PR Graph-mapped track system

Jeżeli zgodnie z definicją 7 przyjmiemy, że każde połączenie ma 4 punkty końcowe, charakteryzujące to połączenie, a mianowicie:

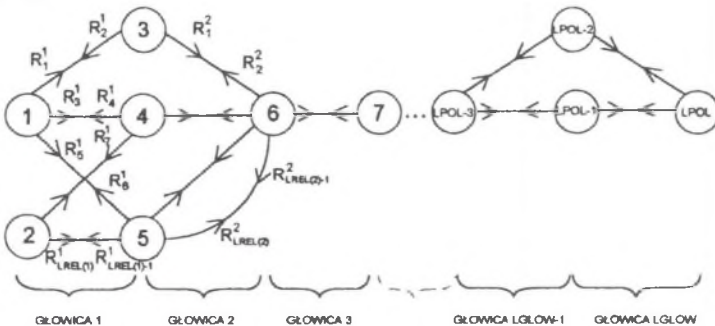
- sygnalizator końcowy lub punkt graniczny w jedną stronę ruchu,
- sygnalizator końcowy lub punkt graniczny w przeciwną stronę ruchu,
- przebiegowe miejsce końca pociągu w jedną stronę ruchu,
- przebiegowe miejsce końca pociągu w przeciwną stronę ruchu,

oraz przyjmiemy, że łuki grafu rozpoczynają się w punkcie ustawienia jednego z sygnalizatorów kończących połączenie, a kończą się w jednym z przebiegowych miejsc końca pociągu innego połączenia, to można graf PR przedstawić poglądowo w innej postaci (rys. 7).



Rys. 7. Graf PR^* opisujący strukturę topologii przykładowego rejonu sieci
 Fig. 7. Diagram of the PR^* Graph-mapped track system

Przyjmując dodatkowo, że relacje przeciwne z punktu widzenia prowadzenia ruchu są tworzone z identycznych rozjazdów, można graf PR przedstawić w jeszcze innej postaci (rys.8).



Rys. 8. Graf PR^{**} opisujący strukturę topologii przykładowego rejonu sieci
 Fig. 8. Diagram of the PR^{**} Graph-mapped track system

Na rys. 8 można w sposób poglądowy wyodrębnić głowice znajdujące się w przykładowym rejonie sieci, rozumiane jako niezależne od siebie wieloboki łuków grafu PR^{**} . Każdy łuk grafu PR wraz z połączeniem znajdującym się bezpośrednio na końcu tego łuku tworzy

odstęp. Ilość odstępów znajdujących się w rejonie sieci określa następująca zależność:

$$LODS = \sum_{i2=1}^{LGLOW} \sum_{i1=1}^{LRP(i2)} R_{i1}^{i2} + LPZ$$

gdzie LPZ - ilość punktów granicznych rejonu sieci.

Dla wszystkich odstępów danego rejonu sieci można zdefiniować graf zorientowany bez pętli:

$$OO = \langle \bar{O}, \bar{H}, \bar{Z} \rangle$$

gdzie:

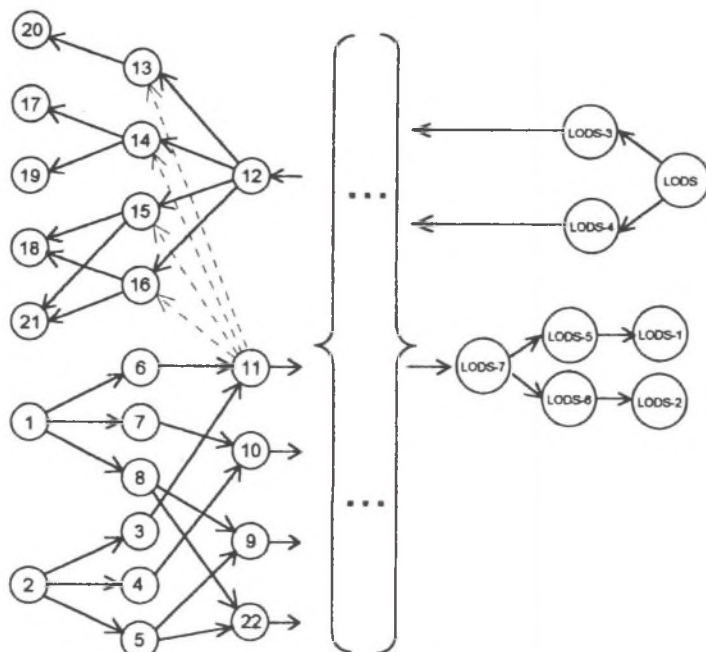
\bar{O} – zbiór wierzchołków grafu (zbiór odstępów);

\bar{H} – zbiór łuków grafu;

$$\bar{Z} = \bar{O} \times \bar{H} \times \bar{O}$$

Zbiór \bar{H} łuków grafu przedstawia następstwo odstępów, czyli informuje, z którego odstępu na który istnieje możliwość przejazdu przez pociąg (odstępy numerowane są niezależnie, od 1 do LODS).

Graf OO (rys. 9) tworzy wszystkie możliwe warianty przejazdu pociągu przez rejon sieci. Te wierzchołki grafu, przy których nie kończy się żaden łuk, są odstępami początkowymi danej trasy przejazdu przez rejon sieci, a te, które nie są początkiem żadnego łuku, są odstępami końcowymi danej trasy. Graf OO można rozbudować o łuki przedstawiające możliwe zmiany kierunku ruchu pociągu przejeżdżającego przez dowolną z tras rejonu sieci (korzystając z def.7, oraz dodatkowego założenia, że zmiana kierunku odbywa się tylko na połączeniach, a nie na głowicach). Przykładowo na rys.9 wykropkowano możliwości zmiany kierunku na odstępie nr 11, w skład którego wchodzi połączenie nr 6. Umożliwia to wjazd na odstępy 13, 14, 15, 16, w skład których wchodzi połączenia odpowiednio 3,4,5 oraz ponownie połączenie 5.



Rys. 9. Graf OO opisujący strukturę odstępów przykładowego rejonu sieci
Fig. 9. OO Graph describing the block spacing structure of a sample network area

Wierzchołki grafu OO przedstawiające odstępów rejonu sieci można identyfikować wykorzystując następujący zapis:

$$O_{i_3}^{i_1, i_2}$$

gdzie:

i_1 - numer relacji,

i_2 - numer głowicy,

i_3 - numer połączenia.

W przypadku gdy odstęp jest odstępem wjazdowym do rejonu sieci, $i_1=0$, $i_2=0$.

Elementy punktowe dowolnego rejonu sieci można zdefiniować następująco:

$\bar{S} = \{S_1, S_2, \dots, S_{LSYGN}\}$ jest zbiorem wszystkich sygnalizatorów w danym rejonie sieci;

$\bar{A} = \{A_1, A_2, \dots, A_{LPZ}\}$ jest zbiorem punktów granicznych w danym rejonie sieci;

$\bar{B} = \{B_1, B_2, \dots, B_{LSYGN}\}$ jest zbiorem tarcz ostrzegawczych w danym rejonie sieci;

$\bar{C} = \{C_1, C_2, \dots, C_{LSYGN}\}$ jest zbiorem przebiegowych miejsc końca pociągu w danym rejonie

sieci;

$\bar{D} = \{D_1, D_2, \dots, D_{LSYGN}\}$ jest zbiorem sygnałowych miejsc końca pociągu w danym rejonie sieci.

Dla dowolnie zdefiniowanego rejonu sieci między parametrami ilościowymi tych zbiorów zachodzi następująca zależność:

$$LSYGN = 2 \times LPOL - LPZ.$$

Zbiory $\bar{O}, \bar{P}, \bar{G}, \bar{R}, \bar{S}, \bar{A}, \bar{B}, \bar{C}, \bar{D}$ opisujące dowolny rejon sieci, zbiór odległości między elementami punktowymi tego rejonu oraz relacje opisujące następstwo poszczególnych elementów ww. zbiorów opisują w sposób jednoznaczny dowolny rejon sieci kolejowej, modelowany dla potrzeb regulacji ruchu.

Dla zdefiniowanych uprzednio elementów dowolnego rejonu sieci można zdefiniować graf niezorientowany:

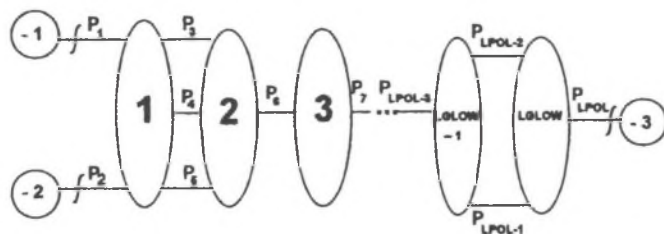
$$GP = \langle \bar{G}^*, \bar{P}, \bar{R} \rangle,$$

gdzie:

\bar{G}^* – zbiór wierzchołków grafu (zbiór głowic oraz punktów granicznych);

\bar{P} – zbiór krawędzi grafu (zbiór połączeń);

$$\bar{R} = \bar{G}^* \times \bar{P} \times \bar{G}^*.$$



Rys. 10. Graf GP opisujący strukturę topologiczną przykładowego rejonu sieci
 Fig. 10. GP Graph describing the topology structure of a sample network area

Graf GP przypomina klasyczne grafy układów torowych, posiada jednak inną interpretację jego elementów. Wierzchołki grafu GP oznaczone kolejnymi liczbami dodatnimi odpowiadają zbiorowi głowic, a wierzchołki oznaczone kolejnymi liczbami ujemnymi odpowiadają zbiorowi punktów granicznych rejonu sieci.

3. Uwagi końcowe

Właściwe zdefiniowanie problemu bywa często kluczem do rozwiązania problemu. Przedstawione w artykule odwzorowanie układu torowego umożliwia realizację modelu

symulacyjnego dla potrzeb regulacji ruchu [1], który może zastąpić obiekt rzeczywisty przy badaniu problemów regulacyjnych w dowolnym rejonie sieci. Odwzorowanie to umożliwia także zdefiniowanie problemu generacji strategii optymalnej jako problemu szeregowania zadań, w którym zbiorem agregatów jest zbiór odstępów, a zbiorem zadań jest aktualnie dostępny zbiór potrzebnych przebiegów w danym rejonie, umożliwiający przejazd przez rejon wszystkich zadeklarowanych zgodnie z wykresem ruchu pociągów. W zależności od funkcji dynamiki zakłóceń aktualnie dostępny (w chwili t) zbiór potrzebnych przebiegów zmienia się i umożliwia generowanie kolejnych, udoskonalonych strategii decyzyjnych. Przedstawione odwzorowanie topologii rejonu sieci nie stawia żadnych ograniczeń dotyczących wielkości rejonu sieci ani jego struktury wewnętrznej.

Literatura

1. S. KRAWIEC S.: Model symulacyjny ruchu pociągów na sieci kolejowej dla potrzeb regulacji. Praca doktorska, Szczecin 1992.
2. LESZCZYŃSKI J.: Optymalne decyzje w procesach transportowych. WKiŁ, Warszawa 1981.
3. WOCH J.: Podstawy inżynierii ruchu kolejowego. WKiŁ, Warszawa 1983.
4. ZEIGLER B.P.: Teoria modelowania i symulacji. PWN, Warszawa 1984.

Recenzent: Prof dr hab. inż. Krzysztof Chwesiuk

Wpłynęło do Redakcji 10.11.1995 r.

Abstract

The definition of the train traffic control is presented in the paper together with the main block diagrams for the problems of traffic control in emergency situations. The notion of a traffic controller has been defined as a generator of a series of optimum decision. In the subsequent models of the control problem the traffic control process and traffic modelling were clearly distinguished from the problems of generating of series of optimum decisions. For the needs of above problems the method of track systems mapping has been defined (the system can belong to a freely selected railway network area. The network area does not have to be a classic junction station or a single- or double-track section; it may be any dynamically defined part of the network limited by the boundary points. The relationships between the defined

elements of the railway network area are shown as a set of graphs. The presented method of mapping of the track system allows the realisation of the train traffic models for traffic control purposes. It also permits defining the train traffic control problem as the task queuing problem.