

Dr inż. Henryk Kur

AUTOMATYZACJA OPRACOWYWANIA ROZKŁADÓW JAZDY POCIĄGÓW

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie
2. Organizacja przewozów pasażerskich
3. Prace nad kompleksowym systemem opracowywania rozkładu jazdy pociągów
4. Podsumowanie

STRESZCZENIE

Artykuł omawia działalność Zakładu Przewozów (wcześniej Zakładu Ruchu) CNTK w latach 1974–2003. Pokazuje warunki realizacji procesów przewozowych w tych latach, tj. wielkości pracy przewozowej oraz opisuje wybrane zagadnienia związane z projektowaniem pracy transportu kolejowego na potrzeby rynku przewozowego i minimalizacji kosztów. Efektem planowania pracy transportu kolejowego jest rozkład jazdy pociągów. Omówiono przebieg procesu automatyzacji opracowania poszczególnych składników rozkładu jazdy oraz jego oceny.

1. WPROWADZENIE

Zakład Przewozów CNTK rozwiązywał zagadnienia związane z rozwojem przewozu osób i ładunków koleją. Docelowo działania te były ukierunkowane na zaspokojenie potrzeb pasażera oraz nadawcy i odbiorcy ładunków. Do czasu podziału PKP na sektory, oferta przewozowa stanowiła globalny wizerunek kolei, która przez pakiet usług dotyczyła całego przedsiębiorstwa. W celu przedstawienia warunków funkcjonowania kolei w tym okresie, przedstawiono dane statystyczne ilustrujące tę działalność. Należy nadmienić, że w latach 1950–1980 wielkość przewozów zarówno osób, jak i ładunków miała tendencję wzrostową, w następnych latach zaś następował spadek wielkości przewozów.

W przewozach pasażerskich liczba przewiezionych pasażerów w latach 1950–1980 kształtowała się w następujący sposób: wzrosła z 581,08 mln pasażerów w 1950 r. do 1093,5 mln pasażerów w 1980 r., a następnie zmalała do 261,7 mln pasażerów w 2010 r. Praca przewozowa w latach 1950–1980 wzrosła z 26,6 mld paskm w 1950 r. do 51,9 mld paskm w 1985 r., a następnie zmalała do 17,88 mld paskm w 2010 r. (tablica 1). Udział transportu kolejowego w przewozach pasażerów ogółem przedstawia tablica 2.

Tablica 1

**Wielkość przewozów i praca przewozowa w przewozach pasażerskich
w latach 1950–2010**

Rok / wartość	1950	1960	1970	1980	1985	1990	2000	2005	2010
Ogółem mln. pasażerów	581,1	788,7	1036,0	1093,5	1005,1	787,5	360,7	257,6	261,7
Praca przewozowa w mld. paskm.	26,6	30,5	36,61	46,25	51,9	50,34	24,09	17,81	17,88

Tablica 2

**Struktura przewozów pasażerskich z podziałem na rodzaje transportu
w Polsce w latach 1950–2010**

Rok / rodzaj transportu w tym udział procentowy w przewozach ogółem	1950	1960	1970	1980	1990	2001	2005	2010
Transport kolejowy ogółem	88,8	70,8	43,4	31,5	27,6	26,8	24,6	31,43
Transport samochodowy	10,8	29,0	56,3	68,1	72,2	72,7	74,8	67,9
Transport lotniczy	—	—	—	0,1	0,1	0,28	0,45	0,48
Żegluga śródlądowa	0,4	0,2	0,3	0,3	0,1	0,13	0,15	0,19
Ogółem (bez żeglugi morskiej)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

W przewozach ładunków tendencje te przedstawiały się podobnie (tabl. 3).

Tablica 3

**Wielkość przewozów i praca przewozowa w zakresie przewozów ładunków kolejją
w Polsce w latach 1950–2010**

Rok / wartość	1950	1960	1970	1980	1985	1990	2000	2005	2010
Ogółem mln. ton	160,4	286,9	382,3	482,1	419,4	281,7	187,3	269,4	255,4
Praca przewozowa w mld. tkm	35,13	66,55	99,26	134,7	120,6	83,53	54,45	49,66	49,11

W latach 1950–1980 liczba przewiezionych ton wzrosła ze 160,4 mln ton w 1950 r. do 482,1 mln ton w 1980 r. W następnych latach, wskutek zmian w gospodarce narodowej, przewozy ładunków zaczęły wykazywać tendencję spadkową do 255,5 mln ton ładunków w 2010 r. Udział transportu kolejowego w przewozach ładunków ogółem przedstawiono w tablicy 4.

Tablica 4

Struktura przewozów ładunków z podziałem na rodzaje transportu w Polsce w latach 1950-2010

Rok / rodzaj transportu w tym udział procentowy w przewozach ogółem	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2005	2010
Transport kolejowy ogółem	59,0	41,1	30,1	17,8	22,2	12,9	19,2	14,5
Transport samochodowy	40,5	58,5	68,0	79,9	74,4	82,8	76,5	82,2
Żegluga śródlądowa	0,5	0,4	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,3
Transport rurociągowy	—	—	1,2	1,5	2,6	3,5	3,6	3,0

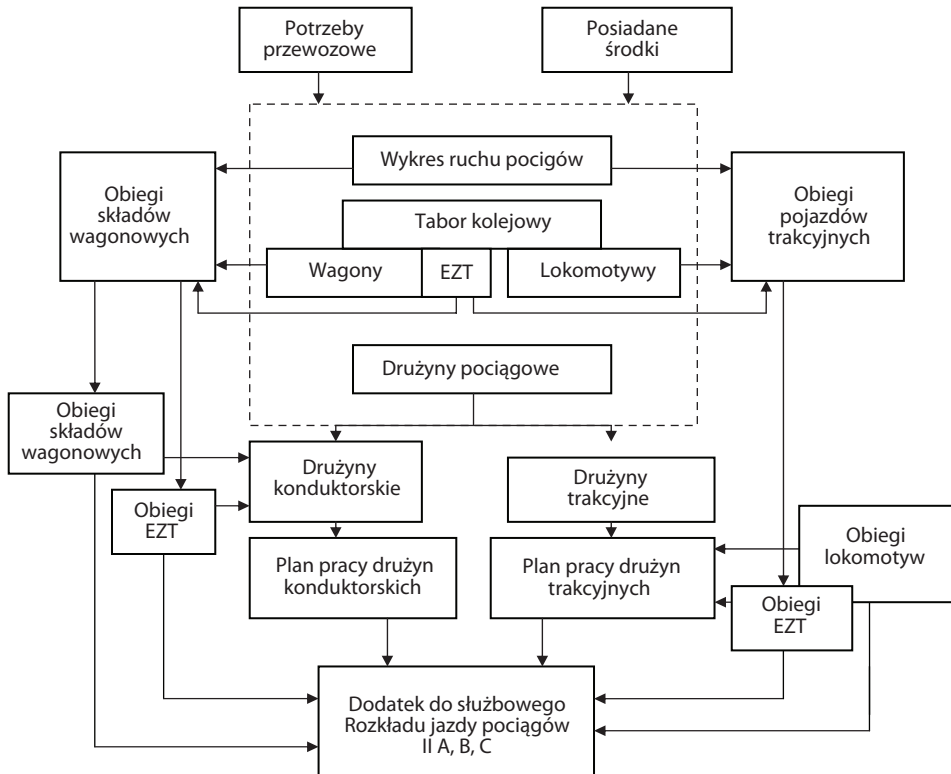
Procentowy udział transportu kolejowego w przewozach ładunków wykazuje w okresie od 1950 r. do 2010 r. tendencję spadkową. Przyjęto wówczas, że obowiązująca koncepcja realizacji przewozów kolejowych, czyli koncepcja organizowania procesu transportowego, powinna uwzględniać trzy zasadnicze przesłanki:

- 1) rozmiary potrzeb przewozowych i ich strukturę (miejsca ich powstawania i miejsca ich przeznaczenia),
- 2) zasób, rodzaj i lokalizację środków technicznych stałych i ruchomych, przeznaczonych do realizacji przewozów kolejowych, czyli infrastrukturę i suprastrukturę transportu kolejowego,
- 3) technologię przewozów kolejowych, czyli organizację i technikę ruchu kolejowego, ściśle powiązaną ze strukturą potrzeb przewozowych.

Kształtowanie się wielkości przewozów i pracy przewozowej zaprezentowano w celu przedstawienia warunków, w jakich wtedy funkcjonowała kolej. Takie kształtowanie się wielkości przewozów wymagało od organizatorów planowania przewozów wielkiego wysiłku i determinacji. Wynikowym efektem procesu planowania przewozów był plan pracy transportu kolejowego, czyli rozkład jazdy pociągów wraz z działaniami techniczno-organizacyjnymi, wspomagającymi jego opracowanie, realizację i ocenę. Wprowadzane nowe techniki i technologie w coraz większym stopniu ułatwiały proces opracowywania rozkładów jazdy pociągów.

2. ORGANIZACJA PRZEWOZÓW PASAŻERSKICH

Najważniejsze zagadnienia związane z organizacją przewozów pasażerskich przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Organizacja przewozów pasażerskich

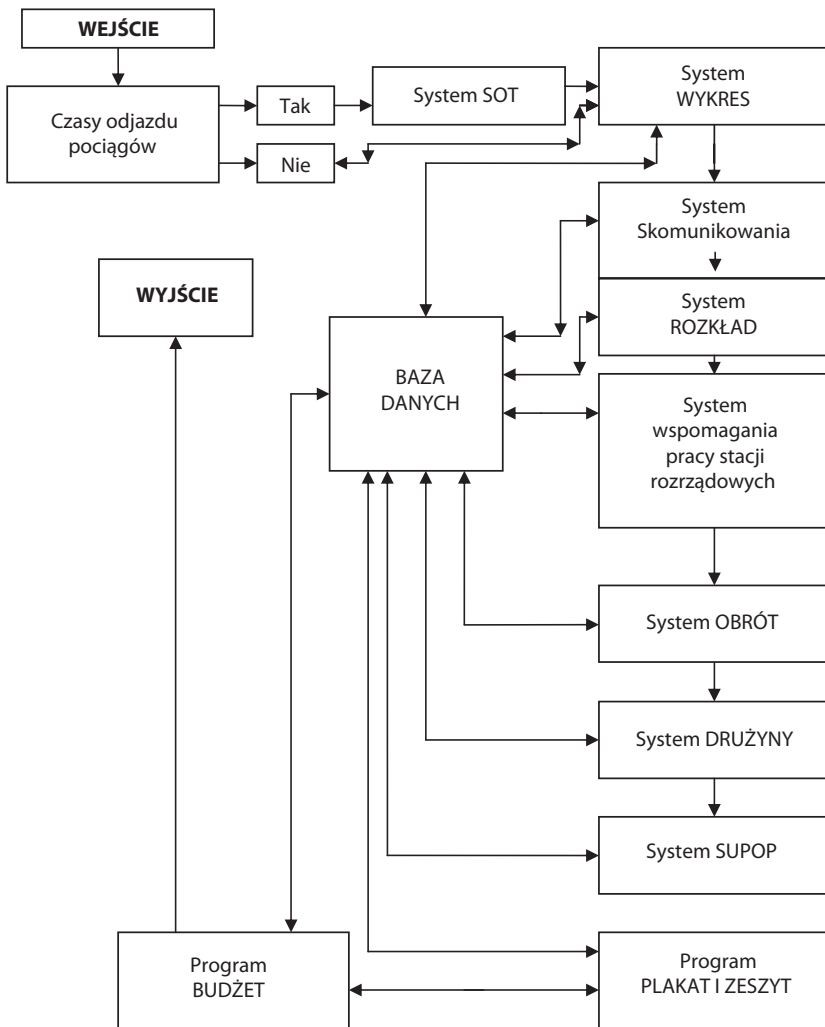
Przy rosnących przewozach pasażerów i wzroście pracy przewozowej w pociągokilometrach oraz przy niedoborach taborowych, jakość usług przewozowych ulegała pogorszeniu. Stwierdzono wówczas, że zastosowanie sformalizowanych metod do opracowywania z użyciem emc pozwoli złagodzić występujące problemy organizacji przewozów pasażerskich.

3. PRACE NAD KOMPLEKSOWYM SYSTEMEM OPRACOWYWANIA ROZKŁADU JAZDY POCIĄGÓW

Na początku działań w tym zakresie powstawały wyodrębnione systemy służące do wspomagania prac nad opracowywaniem rozkładu jazdy pociągów. Powstało wówczas

kilkanaście wyodrębnionych systemów, które służyły do wspomagania rozwiązywania poszczególnych zadań związanych z opracowywaniem rozkładu jazdy. Każdy z powstających systemów wymagał odrębnego przygotowania właściwego zakresu danych wejściowych. Efekty przetwarzania w każdym z powstałych systemów były znaczące, jednak przygotowywanie odpowiedniego zbioru danych wejściowych było pracochłonne, co w pewnym sensie zniechęcało użytkowników systemów do ich wykorzystywania.

Zaistniała zatem potrzeba uporządkowania i logicznego powiązania powstałych rozwiązań w jeden kompleksowy system zautomatyzowanego opracowywania rozkładów jazdy pociągów ze **zintegrowaną bazą danych**, wspólną dla wszystkich opracowanych wówczas systemów. Końcową strukturę tego systemu przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Struktura zautomatyzowanego systemu opracowywania rozkładu jazdy pociągów

Przed przystąpieniem do projektowania organizacji i technologii przewozu pasażerów, była niezbędna możliwie dokładna identyfikacja przewidywanego zapotrzebowania na usługi przewozowe. Wielkość i struktura tego zapotrzebowania w rozpatrywanym obszarze (aglomeracja, rejon, sieć kolejowa), z uwzględnieniem jego powiązań transportowych z obszarami sąsiednimi lub w rozpatrywanej relacji oraz ich zmienność (w skali doby, miesiąca, roku), zależą od obiektywnych i subiektywnych przyczyn wywołujących ich powstawanie, a przede wszystkim od:

- 1) zaludnienia rozpatrywanego obszaru,
- 2) przestrzennego układu sieci osadniczej,
- 3) lokalizacji miejsc pracy, nauki, ośrodków handlowych i usługowych, ośrodków administracji państwowej i samorządowej,
- 4) lokalizacji rejonów rekreacji i turystyki,
- 5) systemu zarządzania gospodarką,
- 6) intensywności współpracy gospodarczej, naukowo-technicznej, kulturalnej itp. z innymi rejonami kraju i z zagranicą,
- 7) poziomu zamożności społeczeństwa,
- 8) atrakcyjności oferty przewozowej (poziomu jakości usług przewozowych oraz ich ceny).

Pierwszym z systemów w strukturze zautomatyzowanego systemu opracowywania rozkładów jazdy pociągów jest **System Obliczeń Trakcyjnych (SOT)**. System ten powstał w Zakładzie Informatyki CNTK we współpracy z innymi zakładami (w tym z Zakładem Przewozów). Uwzględniał on między innymi:

- zbiory danych opisujące profil toru, w tym współrzędne drogi, pochylenie toru, promienie łuków poziomych, krzywe przejściowe, przechyłki torów itp.,
- prędkości dopuszczalne pociągów na poszczególnych odcinkach linii,
- charakterystyki lokomotyw,
- liczbę lokomotyw w pociągu,
- masy i długości pociągów oraz liczbę wagonów,
- miejsca zatrzymywania pociągów i czasy postojów,
- przyśpieszenia rozruchu i opóźnienia hamowania,
- urządzenia srk itp.

System Obliczeń Trakcyjnych był i pozostał uniwersalnym narzędziem umożliwiającym m.in.:

- wielowariantową symulację jazdy pociągów na liniach istniejących, modernizowanych i projektowanych (zmienne: profile drogi, prędkość dopuszczalna, parametry pociągów i charakterystyk trakcyjnych, miejsca zatrzymywania pociągów; sposoby jazdy: jazda forsowna – minimalny czas jazdy, jazda ekonomiczna – ograniczone zużycie energii trakcyjnej oraz ograniczony zakres hamowania),
- graficzną prezentację wyników symulacji, tj. wykres prędkości jako funkcja drogi.

Zbiory danych opracowane przez programy systemu **SOT** pozwalały na drukowanie informacji o symulowanym przejeździe pociągu oraz wykres prędkości pociągu i prędkości dopuszczalnej w funkcji drogi. Wyniki syntetyczne całego przejazdu zawierają:

- długość przejazdu [km],
- czas przejazdu [min.],
- czas postojów [min.],
- średnia prędkość przejazdu [km/h],

a dla lokomotyw – pojazdów trakcyjnych:

- zużycie energii elektrycznej [kW],
- zużycie paliwa płynnego [kg].

Uzyskane w wyniku funkcjonowania systemu **SOT** czasy jazdy i postoju poszczególnych kategorii pociągów są wykorzystywane na etapie tworzenia wykresu ruchu pociągów. Połączenie systemu obliczeń trakcyjnych **SOT** z systemem **WYKRES**, który jest systemem dialogowym, ułatwiającym konstruowanie wykresu ruchu pociągów, na odcinkach konstruktorskich wymagało wielu modyfikacji. Systemy **SOT** i **WYKRES** były projektowane i wdrażane niezależnie od siebie i w różnym czasie. Zasadniczymi różnicami sprawiającymi wiele problemów w ich powiązaniu, były różne struktury bazy danych wykorzystywanej przez te systemy. Użytkownikami tych systemów byli konstruktorzy rozkładu jazdy różnych służb i systemy te były projektowane na ich potrzeby.

Wymagało to:

- w systemie **SOT** – dostosowania programów jazd i programów tworzących zbiory wynikowe do potrzeb struktury danych systemu **WYKRES** i wymagań konstrukcji tras w różnych układach zatrzymań i postojów pociągów, niemożliwych do przewidzenia na etapie obliczania czasów jazdy,
- w systemie **WYKRES** – dostosowanie programów tworzących bazę konstrukcji tras do formowania zleceń dla systemu **SOT**, uwzględniających wymogi tego systemu, a następnie dostosowania wszystkich podprogramów konstrukcji i korekty tras pociągowych (nowa, wydłużenie trasy, skracanie trasy, wstawianie postoju, likwidacja postoju) do wyliczonych czasów jazdy.

System **WYKRES** wspomaganie konstruktora rozkładu jazdy umożliwił zmianę sposobu opracowywania wykresu ruchu pociągów przez konstruktora rozkładu jazdy, tj. przejście ze sposobu ręcznego, przy którym na arkuszu papieru z naniesioną siatką, sporządzało się wykres ruchu za pomocą linijki, ołówka i gumki, na sposób maszynowy, przy którym wykres ruchu sporządza się w pamięci komputera za pomocą poleceń wprowadzanych z klawiatury. Sposób maszynowy uwolnił konstruktora rozkładu jazdy od wyliczania i rysowania tras pociągowych. Konstruktor pozostał jednak nadal jedynym twórcą wykresu ruchu. Komputer był tylko narzędziem wspomagającym go w tym zadaniu. System **WYKRES** wykonywał wszystkie niezbędne obliczenia i zapisywał wyniki (w dalszych modyfikacjach systemu rola jego w tym procesie wzrosła, rola konstruktora zaś zmalała). Do konstruktora należało umiejscowienie każdej trasy pociągowej na wykresie oraz stworzenie takiej konfiguracji wszystkich tras, aby była zgodna z obowiązującą

techniką prowadzenia ruchu, a także były zachowane odpowiednie czasy następstwa pociągów, czasy krzyżowania i niesprzeczność jazd pociągowych w obrębie posterunków ruchu. Dane do konstruowania wykresu ruchu pociągów (systemu **WYKRES**) są przygotowywane i pobierane z:

- zamówień pociągów,
- systemu obliczeń trakcyjnych,
- systemu **BAZA DANYCH**.

W toku konstruowania wykresu ruchu pociągów są uwzględniane dodatkowo:

- przyjęte zasady tworzenia wykresu ruchu (w tym kolejność trasowania pociągów),
- rezerwy techniczne w czasach jazdy,
- czasy skomunikowań pociągów pasażerskich na stacjach węzłowych,
- godziny przyjazdu i odjazdu pociągów towarowych uwzględniające proces technologii pracy stacji rozrządowych i manewrowych,
- godziny przejść przez punkty styczne odcinków konstruktorskich itp.

Na system **WYKRES** składały się:

- programy: SIATKA.exe, CZASY.exe, WYKRES.exe, ZMSIATKI.exe, EDYCJA.exe, a także DANEPLLOT.exe;
- zbiory grafiki komputerowej;
- zbiory danych wspólne dla wszystkich odcinków konstruktorskich (zbiory tekstowe).

Podstawowym programem był program **WYKRES**, który służył do konstruowania wykresu ruchu, zapisu danych wynikowych (do **BAZY DANYCH**) i tworzenia zbiorów danych do systemów **PLOTER** i **ZESZYT**. Programy **SIATKA**, **CZASY** i **ZMSIATKI** służyły do tworzenia zbiorów danych, z których korzystał program **WYKRES**.

Zbiory danych do programu **WYKRES** były zbiorami elementowymi (nie tekstowymi). Były one tworzone przez programy **SIATKA**, **CZASY** i **ZMSIATKI** z tekstowych zbiorów danych. Program **EDYCJA** był specjalizowanym edytorem służącym do tworzenia tekstowych zbiorów danych. Program **DANEPLLOT** był wywoływany przez program **EDYCJA** w celu utworzenia elementarnego zbioru danych dla systemu **PLOTER** (drukowania wykresów ruchu).

Zbiory danych wspólne dla wszystkich odcinków konstruktorskich były zbiorami elementowymi zawierającymi: nazwy rodzajów pociągów, literowe skróty tych nazw, wzory linii tras wyświetlane na ekranie monitora, rodzaje linii tras kreślonych przez ploter oraz teksty menu niektórych procedur programu **WYKRES**.

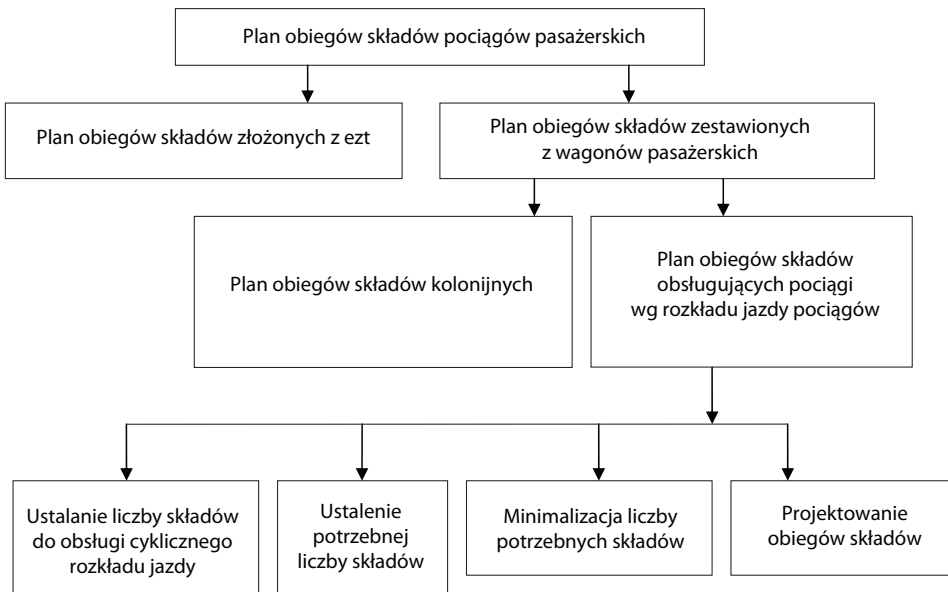
System Skomunikowania Pociągów służył do analizy i oceny skomunikowań pociągów pasażerskich na stacjach węzłowych. Jego celem była minimalizacja oczekiwań pasażerów na stacjach węzłowych na pociągi innych relacji. System ten umożliwiał prowadzenie analizy skomunikowań pociągów na etapie konstruowania wykresu ruchu pociągów i pozwalał na poprawienie jego jakości z punktu widzenia dogodności dla podróżnych (przesiadania się z pociągu jednej relacji do pociągu innej relacji, najlepiej w czasie jednoczesnego postoju tych pociągów na stacji węzłowej).

System **ROZKŁAD** pozwalał na opracowywanie planów obiegu składów pasażerskich dla obsługi przyjętego (tworzonego wykresu ruchu pociągów) rozkładu jazdy pociągów. Umożliwiał on między innymi minimalizację potrzeb dotyczących taboru wagonowego.

Stosowany dotychczas sposób układania obiegu opierał się w dużej mierze na modyfikowaniu planów wykorzystywanych w trakcie poprzednich rozkładów jazdy. Jakość uzyskiwanych rozwiązań zależała w dużym stopniu od umiejętności i doświadczenia zatrudnionych pracowników. Otrzymanie rozwiązań optymalnych – z uwagi na obszerność zagadnienia i ograniczony czas opracowania – było praktycznie niemożliwe, a rozwiązania dobrych – bardzo trudne. Opracowujący plany obiegu nie dysponowali również możliwością dokonania w pełni obiektywnej oceny.

Przystępując do prac nad systemem wspomagania opracowywania obiegu składów pasażerskich przyjęto, że należy wyodrębnić dwa kierunki działań (rys. 3):

- opracowywanie planów obiegu składów złożonych z wagonów pasażerskich,
- opracowywanie planów obiegu składów złożonych z ezt (elektrycznych zespołów trakcyjnych).



Rys. 3. Koncepcja rozwiązania zadania

Dla każdego z tych kierunków opracowano odrębne procedury postępowania wynikające z odmienności zasad eksploatacji taboru wagonowego oraz elektrycznych zespołów trakcyjnych. Należy nadmienić, że w 1986 r. w Centralnym Ośrodku Badań i Rozwoju Techniki Kolejnictwa dysponowano komputerem ODRA 1305. Możliwości techniczne zastosowanej emc (ODRA 1305), w szczególności szybkość działania oraz pojemność pamięci operacyjnej, zmusiła autorów do zastosowania kryteriów ograniczających

liczbę otrzymywanych wówczas wariantów rozwiązań. Podczas opracowywania planów obiegu składów złożonych z wagonów pasażerskich przyjęto następujące ogólne założenia:

- wyłączone z rozważań pociągi międzynarodowe oraz krajowe ekspresowe, z uwagi na odrębne zasady eksploatacji wagonów oraz składów wagonowych w tej grupie pociągów,
- wśród pozostałych pociągów obsługiwanych składami wagonowymi wyodrębniono dwie podstawowe, specyficzne grupy:
 - pociągi dalekobieżne pośpieszne i osobowe oraz wybrane miejscowe, kursujące według stałych rozkładów jazdy, a także pociągi dalekobieżne (międzymiastowe) kursujące według cyklicznych rozkładów jazdy,
 - pociągi kolonijne, uruchamiane w okresie letnim.
- dla każdej z dwóch grup przewidziano zróżnicowane metody sporządzania planów obiegu, jak również niezależny tok przetwarzania przy realizacji obliczeń.
Dla tak wyodrębnionych grup przyjęto następujące szczegółowe założenia:

Pociągi dalekobieżne

- wszystkie pociągi będą obsługiwane wspólnym parkiem wagonowym,
- przydział poszczególnych składów do stacji macierzystych nastąpi po wyborze wariantu planu obiegu, po zakończeniu przetwarzania według zasady, że skład powinien znaleźć się na stacji macierzystej nie później niż po trzech dobach od jej opuszczenia (potrzeby służb utrzymania),
- założono obsługę całego zbioru pociągów składami o zunifikowanych, modułowych zestawieniach; jako moduł przyjęto grupę trzech wagonów drugiej klasy i jednego wagonu klasy pierwszej,
- pominięto zagadnienie układania obiegu wagonów specjalnych (barowe, restauracyjne, sypialne, kuszetki), zakładając że mogą one być przyłączone do odpowiednich pociągów na stacjach końcowych; metoda uwzględni jednak celowość minimalizacji połączeń,
- jako podstawę przyjęto 24-godzinny cykl jazdy,
- nie rozważano relacji obsługiwanych pojedynczymi wagonami,
- ustalono, że punktem wyjścia do obliczania zapotrzebowania na składy będą: projekt rozkładu jazdy oraz czasy technologiczne na stacjach końcowych relacji, które mogą na potrzeby doskonalenia obiegu ulegać zmianom,
- założono parzystość ruchu na wszystkich stacjach końcowych, eliminując tym samym problem przesyłania taboru próżnego,
- z uwagi na fakt, że zmiana cykliczności ruchu wpływa na zapotrzebowanie taboru, wprowadzono możliwość przyjęcia przez konstruktora obiegu składów arbitralnego zbioru relacji, posiadających cechy charakterystyczne dla ruchu cyklicznego takie, jak:
 - stały czas jazdy pociągów w poszczególnych relacjach w obu kierunkach,
 - stały odstęp między pociągami danej relacji w obu kierunkach dla całego okresu kursowania pociągów w dobie,

- stałe czasy przejazdów dla wszystkich pociągów na danej stacji,
- stałe czasy obrotu składów wahadłowych danej relacji.

Pociągi kolonijne

- zapotrzebowanie na przewozy kolonijne wynika ze składanych kolei przez organizatorów letniego wypoczynku i uzgodnionych zamówień i nie może być modyfikowane,
- wszystkie pociągi kolonijne będą obsługiwane jednakowymi składami,
- projektowanie przewozów kolonijnych powinno się odbywać centralnie, co jest warunkiem koniecznym uzyskania rozwiązań optymalnych,
- oprócz liczby tych składów, jest istotny okres ich użytkowania, wpływający na zmniejszenie się parku wagonów kursujących w pociągach stałych,
- należy unikać dłuższych postojów na stacjach zwrotnych,
- dopuszcza się jazdy luzem składów kolonijnych między dowolnymi stacjami; przejazdy te są minimalizowane,

System **OBRÓT** (podobnie jak system **ROZKŁAD**) służył do opracowywania planów pracy lokomotyw i elektrycznych zespołów trakcyjnych do obsługi przyjętego (tworzonego wykresu ruchu pociągów) rozkładu jazdy pociągów. Umożliwia on również minimalizację zapotrzebowania na lokomotywy i ezł do obsługi przyjętego rozkładu jazdy pociągów. Zgodnie z obowiązującymi na PKP przepisami, plan pracy pojazdów trakcyjnych jest opracowywany dla pociągów, których praca ma stały charakter. W systemie przyjęto następujące założenia:

- opracowany system będzie uwzględniał obowiązujące przepisy o czasie pracy lokomotyw,
- przetwarzanie danych miało zapewnić uzyskanie rozwiązania zbliżonego do optymalnego,
- czas obliczeń powinien być krótki (od kilku do kilkunastu min),
- użytkownicy systemu nie musieli mieć specjalnego przygotowania informatycznego,
- tworzenie i weryfikacja danych wejściowych do systemów było łatwe i mało pracochłonne,
- dochodzenie do rozwiązania musiało przebiegać w trybie konwersacji z systemem, który dopuszczał zmiany danych w bazie danych.

System **Wspomagania Pracy Stacji Towarowych** służył do wspomagania opracowywania planów technologicznych pracy stacji rozrządowych i manewrowych oraz obsługi punktów ładunkowych. Pozwalał także między innymi na:

- opracowywanie graficznego planu pracy stacji,
- tworzenie planu przejścia wagonów przez stację,
- określenie czasów przejścia wagonów dla organizatorów przewozów towarowych w pracach nad nowym rozkładem jazdy pociągów,
- ocenę poszczególnych wariantów, będących wynikami symulacji.

System **DRUŻYNY** służył do opracowywania planów pracy drużyn trakcyjnych. Podczas sporządzania planów uwzględniono minimalizację czasu potrzebnego do obsługi

pociągów, zgodnie z obowiązującymi na PKP przepisami o czasie pracy drużyn pociągowych. Opracowywane według systemu **DRUŻYNY** plany pracy drużyn trakcyjnych, odpowiadały następującym kryteriom:

- przy sporządzaniu planów kierowano się zasadą minimalizacji czasu potrzebnego do obsługi pociągu,
- elementem oceny planu była minimalizacja liczby dyżurów i czasu wypoczynku,
- możliwości sporządzania planu z wyłączeniem pewnego okresu dla rozpoczęcia i kończenia służb,
- zachowano zasadę kolejności obsługi pociągów (plan pierwszy, plan drugi itp.),
- czas pracy drużyn był zgodny z obowiązującymi na PKP przepisami o czasie pracy,
- opracowanie zapewniało łatwe korzystanie z systemu.

System ten stanowił przydatne narzędzie do wspomagania organizacji pracy drużyn trakcyjnych. Duża komunikatywność i możliwości prezentacyjne systemu znacznie ułatwiały pracę, pozwalając przy tym uzyskiwać rozwiązania wielowariantowe, z możliwością wyboru rozwiązań według przyjętych w opracowaniu kryteriów. Parametry o czasie pracy drużyn trakcyjnych oraz zasady rozpoczęcia i kończenia służb omówiono szerzej w opisie systemu **SUPOP**.

System **SUPOP** służył do opracowywania planów obsługi pociągów przez drużyny konдукtorskie (rys. 4). Zasadniczymi kryteriami, które obowiązywały przy układaniu planów były:

- minimalizacja czasu potrzebnego do obsługi pociągów przez minimalizację jego nieefektywnych elementów,
- minimalizacja liczby i czasów trwania wypoczynków i dyżurów na stacjach zwrotnych.

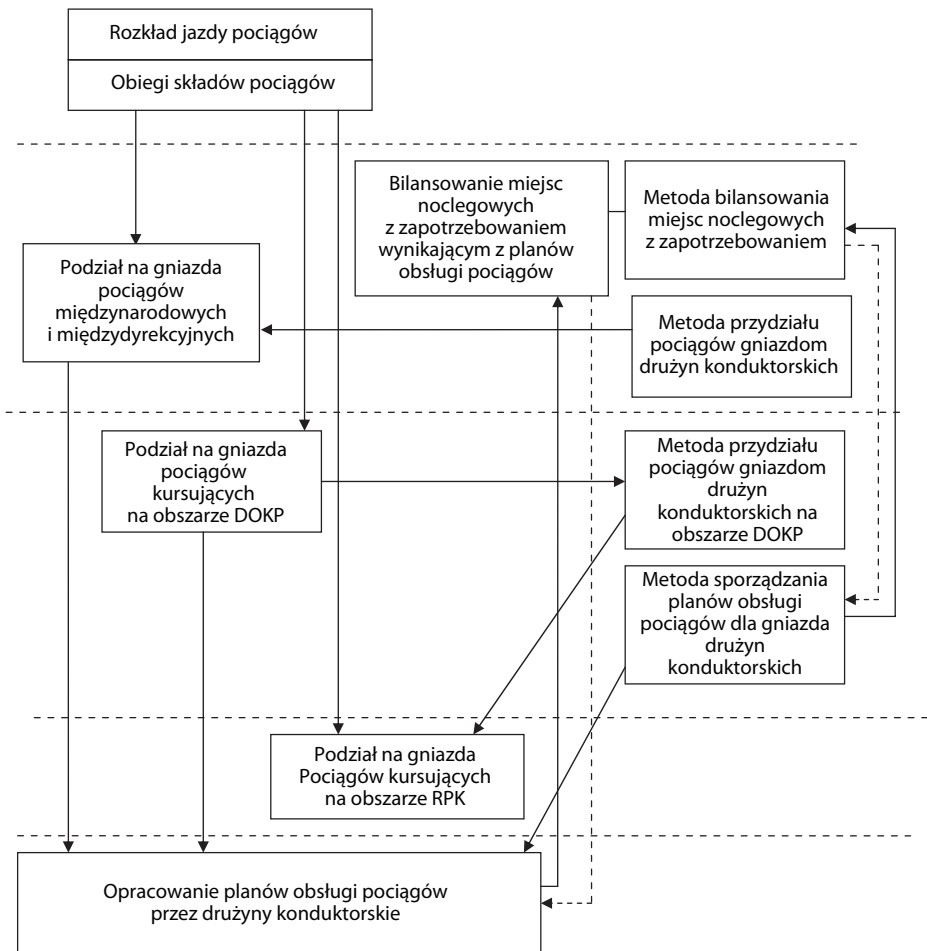
Drużyna konдукtorska rozpoczynała i kończyła służbę na stacji macierzystej. Do całkowitego czasu trwania służby zaliczało się wszelkie czynności i wypoczynki, jakie następowały od chwili rozpoczęcia przyjmowania pierwszego składu (lub rozpoczęcia jazdy pasażerem) do zakończenia zdawania ostatniego składu (lub przyjazdu pasażerem).

Przyjęto, że zgodnie z przepisami o czasie pracy, czas na przyjęcie i zdanie pociągu równa się:

- na stacji początkowej i końcowej biegu pociągu – czasowi normatywnemu określonym przez DOKP,
- na stacji pośredniej biegu pociągu – czasowi postoju pociągu, ale nie przekraczającego czasu normatywnego.

Parametry planowanych służb powinny spełniać następujące kryteria:

1. Czas jazdy pasażerem równy jest czasowi rozkładowej jazdy pociągu, którym jedzie drużyna, by podjąć kolejny skład do obsługi lub wraca na stację macierzystą.
2. Po każdym okresie pracy ciągłej trwającym co najmniej 8 godzin, powinien nastąpić okres wypoczynku o długości zależnej od miejsca. W miejscu zamieszkania wypoczynek ten powinien trwać co najmniej tyle, ile godzin trwała poprzedzająca go praca, nie mniej jednak niż 10 godzin.



Rys. 4. Schemat funkcjonowania systemu planowania pracy drużyn konduktorskich

3. Na stacjach zwrotnych długość wypoczynku wynosi połowę czasu trwania pracy w porze dziennej i pełny czas trwania pracy w porze nocnej (21.00–7.00), w obu przypadkach nie dłużej jednak niż 7 godzin.
4. Jednocześnie maksymalny czas nieprzerwanej pracy zgodnie z przepisami o czasie pracy, może wynosić 12 godzin.
5. Ogólnie na stacji zwrotnej czas przejścia drużyny z pociągu na pociąg zalicza się do całości czasu pracy, jeśli łącznie z czasem przyjęcia i zdanja pociągu nie przekracza 3 godzin. W przeciwnym wypadku, drużynie – zależnie od dotychczasowego czasu pracy – ustala się wypoczynek, dyżur lub wypoczynek i dyżur.

System **BAZA DANYCH** został utworzony podczas kompleksowych prac nad automatyzacją opracowywania rozkładu jazdy pociągów. Zawiera dane, które powstają w toku funkcjonowania systemu **WYKRES** oraz innych systemów. Są to dane o:

- obiektach (stacjach, posterunkach techniczno-eksploatacyjnych) na sieci PKP,
- odcinkach konstruktorskich, ich powiązaniach i strukturze na sieci PKP,
- pociągach, których dane są wprowadzane i aktualizowane przez system **WYKRES**.

Pierwsze dwie części systemu **BAZA DANYCH** zawierają dane stałe, niezmiennie dla danego rozkładu jazdy pociągów. Tylko część danych o pociągach stanowi dane zmienne, tworzone dla konkretnego rozkładu jazdy. Dane z systemu **BAZA DANYCH** są wykorzystywane jako dane wejściowe do systemów informatycznych, użytkowanych przez służby ruchu, trakcji i wagonów oraz biura handlowe pasażerskie na wszystkich szczeblach organizacji i realizacji przewozów.

Stworzenie bazy danych było krokiem milowym wdrażania systemów informatycznych do planowania, organizacji i eksploatacji kolei. System **BAZA DANYCH** umożliwił ponadto m.in.:

1. Przez Program **PLAKAT** przygotowywanie rozkładów jazdy pociągów dla posterunków ruchowych.
2. Przez Program **ZESZYT** przygotowywanie zeszytów służbowych rozkładów jazdy dla drużyn pociągowych i posterunków ruchowych.
3. Przez Program **BUDŻET** tworzenie zbiorów danych statystycznych z podziałem na rodzaje pociągów i rodzaje trakcji. Program **BUDŻET** jest systemem oceny rozkładu jazdy pociągów. Umożliwia on ocenę jakości rozkładu jazdy w porównaniu, np. z rozkładami jazdy z lat poprzednich, a także ocenę jakości funkcjonowania transportu kolejowego.

Pozwala on na porównywanie takich parametrów jak:

- czasy jazdy pociągów (z podziałem na pociągi pasażerskie i towarowe, rodzaje trakcji, poszczególne kategorie pociągów w skali sieci kolejowej, okręgów, linii, relacji pociągów itp.),
- prędkości pociągów z podziałem jak poprzednio,
- innych (na podstawie danych zawartych w systemie **BAZA DANYCH**), takich jak masy pociągów, wielkość wykonanej pracy pociągowej i przewozowej itp.

4. PODSUMOWANIE

W niniejszym artykule przedstawiono dorobek Zakładu Przewozów w zakresie prac nad automatyzacją i informatyzacją działań wspomagających procesy organizacji przewozów. Istotnym elementem wykonanych prac był przyjęty ciąg logiczny działań, który rozpoczął się od określenia potrzeb przewozowych i przez proces wspomaganie rozwiązywania poszczególnych zadań pozwalał uzyskiwać optymalne wyniki. Jako przykład można podać, że opracowywanie obiegów składów pociągów dalekobieżnych z użyciem systemu **ROZKŁAD** pozwoliło obsłużyć te pociągi, zaoszczędzając 30 składów. Rozwiązania te (poza wyposażeniem w komputery) były rozwiązaniami bez-

inwestycyjnymi. Opracowanie Zautomatyzowanego Systemu Opracowywania Rozkładów Jazdy Pociągów stworzyło nową jakość w planowaniu pracy transportu kolejowego.

BIBLIOGRAFIA

1. Kowalczyk A.: *Obliczanie parametrów rozkładu jazdy pociągów BUDŻET z wykorzystaniem systemu BAZA DANYCH*. Temat 5011/25. CNTK, 1997.
2. Kowalczyk A., Powąła A.: *Modyfikacja programu obliczeń statystycznych dla pociągów towarowych (BUDŻET) oraz systemu BAZY DANYCH w celu ich przystosowania do nowych rodzajów pociągów*. Temat 5026/25. CNTK, 1997.
3. Kur H.: *Automatyzacja planowania pracy pojazdów drużyn trakcyjnych*. Temat 1232/25. Praca CNTK, 1992.
4. Kur H.: *Automatyzacja opracowywania planów obiegu składów pasażerskich*. Temat 3218/25. Prace CNTK, 1992 (oraz kolejne prace z tego zakresu).
5. Kur H., Poliński J.: *Udział Zakładu Przewozów CNTK w pracach związanych z rozwojem przewozu osób i ładunków*. „Prace CNTK”, Zeszyt 129, 1999 r.
6. Kusiński T., Powąła A.: *Włączenie danych z systemu OBLICZENIA TRAKCYJNE – „JAZDY” do systemu WYKRES i wdrożenie w toku prac konferencji rjp. w 1993 r.* Temat 2309/25. CNTK, 1993.
7. Kusiński T.: *Prace w zakresie wspomaganie konstruktorów rozkładu jazdy „WYKRES”*. CNTK, 1990–1998.
8. Kwiatek E.: *Nadzór autorski i weryfikacja oprogramowania przy wdrażaniu systemu PLAKAT*. Temat 5017/25. CNTK 1991
9. Kwiatek E.: *Nadzór autorski i weryfikacja oprogramowania przy wdrażaniu systemu ZESZYT*. Temat 5016/25. CNTK, 1995.
10. Nowosielski L.: *Organizacja przewozów kolejowych*. Warszawa, Kolejowa Oficyna Wydawnicza, 1999.
11. Nowosielski L.: *Procesy przewozowe w transporcie kolejowym*. Warszawa, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 1995.
12. Powąła A., Kur H., Żurkowski A.: *Zastosowanie informatyki do planowania pracy drużyn konduktorskich*. „Eksploatacja Kolei”, 1989, nr 6.
13. Powąła A., Kowalczyk A.: *Wdrożenie systemu ROZKŁAD 2 z modułem do komputerowego składu dodatków cz. IIB i C*. Temat 7012/25. CNTK, 1997.
14. Powąła A., Kowalczyk A.: *Modyfikacja i wdrożenie systemów OBIEG i DRUŻYNY*. Zadanie 4122/25. CNTK, 1997.
15. Powąła A., Kowalczyk A.: *Modyfikacja i wdrożenie systemu planowania pracy drużyn konduktorskich SUPOP na sieci PKP*. Zadanie 7011/25. CNTK, 1997.
16. Powąła A., Kowalczyk A.: *Wdrożenie systemu planowania pracy drużyn konduktorskich SUPOP7 na sieci PKP*. Zadanie 7019/25. CNTK, 1998.