

**Tomasz HEJCZYK, Bartłomiej WSZOŁEK, Adam GAŁUSZKA**

ENTE Sp. z o.o.,  
ul. Gaudiego 7, 44-100 Gliwice

## Zintegrowany System Wspomagający Zarządzanie Informacją o Kolejowym Ruchu Pasażerskim (ZSIKRP)

**Dr inż. Tomasz HEJCZYK**

Absolwent Wydziału Informatyki, Automatyki, Elektroniki Pol. Śląskiej w 1999 r. Zainteresowania naukowe: czujniki gazów SAW, metody numeryczne, algorytmy genetyczne, układy antenowe, sieci bezprzewodowe, systemy radiokomunikacyjne. Pracuje w ENTE jako specjalista ds. badawczo-rozwojowych.



e-mail: t.hejczyk@ente.com.pl

**Mgr inż. Bartłomiej WSZOŁEK**

Absolwent Wydziału Automatyki, Elektroniki i Informatyki Pol. Śląskiej w 2003 r. Dyrektor w firmie ENTE. Kierownik wdrożeń wielu projektów związanych z rozległymi systemami lokalizacji GPS i GPRS, systemami SIP do zastosowań w kolejnictwie i transporcie miejskim, systemami lokalizacji maszyn m.in. w KGHM S.A., a także systemami monitorowania zużycia paliwa.



e-mail: b.wszolek@ente.com.pl

**Dr hab. inż. Adam GAŁUSZKA**

Absolwent Wydziału Informatyki, Automatyki, Elektroniki Pol. Śląskiej w 1996 r. Stopień doktora nauk technicznych w dziedzinie Automatyka i Robotyka w 2001 r. Od roku 2001 zatrudniony jest na stanowisku adiunkta w Zakładzie Teorii Sterowania, Instytutu Automatyki na Politechnice Śląskiej. Zainteresowania naukowe: sztuczna inteligencja, optymalizacja. Od 2013 r. pracuje w firmie ENTE.



e-mail: adam.galuszka@polsl.pl

### 1. Wstęp

Systemy monitorowania i diagnostyki obecnie rozwijają się bardzo intensywnie. Procesowi temu sprzyja rozwój nowoczesnej technologii. Dotyczy to przede wszystkim dziedziny pojazdów szynowych, którym poświęca się coraz więcej uwagi w publikacjach naukowych, normach i przepisach z uwagi na potrzebę monitorowania poszczególnych modułów pojazdu a także wybranych elementów infrastruktury kolejowej.

Polska kolej jest już po procesie liberalizacji kolejowego rynku pasażerskiego, w którym nastąpił znaczący wzrost udziałów spółek spoza Grupy PKP, głównie przewoźników samorządowych z 1% do 48% (dane z 2013 roku). Istotnym czynnikiem tego procesu jest powstanie konkurencji na rynku w segmencie przewozów międzyregionalnych (dynamiczny rozwój sektora spółek samorządowych w przewozach pasażerskich). Ten czynnik powoduje dogodne warunki rozwoju nowych funkcjonalności i udogodnień, oferowanych przez przewoźników [4] kolejowych.

Projektowany system w obecnym kształcie, dzięki swej funkcjonalności, porusza aspekt bezpieczeństwa pasażerów, możliwy do realizacji dzięki instalacji modułów: sygnalizacji pożarowej, detekcji kolizji i zagrożeń, monitoringu przejazdów kolejowych, wideo monitoringu i integracji z Centrum Nadzoru - innowacyjnych rozwiązań na skalę kraju. W pewnym stopniu projekt Systemu ZSIKRP ma wpływ na aspekt zmniejszania efektu wykluczenia cyfrowego poprzez zapewnienie dostępu do usług internetowych realizowanego przez moduł bezprzewodowego dostępu [1] do Internetu i Intranetu w środkach transportu.

Niewątpliwie ważne są też czynniki wpływające na ekonomikę przejazdów (aspekty związane z kosztami i ich optymalizacją za pomocą modułu optymalizacji zużycia paliwa). Należy nadmienić, że liczba przejazdów systematycznie wzrasta, co może mieć istotny wpływ na koszty przewozów kolejowych w wymiarze regionalnym (liczba szynobusów: 206 sztuk i wzrost o 11,9% w porównaniu z rokiem 2010 [2]). Koszt to istotny element konkurencyjności kolei w porównaniu z innymi gałęziami transportu, jak drogowy i lotniczy, który odznacza się obecnie bardzo intensywnym rozwojem. Dlatego, m.in. dzięki możliwości implementacji nowoczesnych technologii, kolej może skutecznie konkurować w walce o przewóz pasażera z innymi gałęziami transportu, czemu służy Projekt ZSIKRP.

### 2. Koncepcja systemu

Na rys. 1 przedstawiono strukturę systemu ZSIKRP, który wykorzystuje standard komunikacyjny oparty o GPRS [5].

Poniżej scharakteryzowano poszczególne moduły realizujące nowe funkcjonalności.

#### Streszczenie

W artykule przedstawiono zintegrowany system zawierający w sobie ulepszone moduły z rozszerzonym zakresem funkcjonalności: video monitoringu, diagnostyki pojazdu, zliczania potoków pasażerskich, informacji pasażerskiej w pociągu, dynamicznego rozkładu jazdy, jednostki centralnej i centrum nadzoru. Zaprojektowano i stworzono pilotażowy system zawierający nowe moduły: sygnalizacji pożarowej, monitoringu pracy maszynisty, detekcji kolizji i zagrożeń, dostępu do Internetu i Intranetu, optymalizacji zużycia paliwa, moduł monitoringu przejazdów kolejowych i połączono je w całość tworząc, tym samym, Zintegrowany System Wspomagający Zarządzanie Informacją o Kolejowym Ruchu Pasażerskim.

**Słowa kluczowe:** integracja modułów, moduł detekcji kolizji i zagrożeń, monitoring przejazdów kolejowych, optymalizacja, zbiór rozwiązań Pareto-optymalnych, rozwiązania niezdominowane.

### The Integrated System Aided Management On Passenger Information Train Traffic (ISAMPITT)

#### Abstract

The article presents integrated system included improved units with extended functionality: video monitoring, train diagnostics, passenger counter, passenger information system, dynamic timetable, main unit, supervision unit. Designed and created system included new units: fire signaling, eye-tracking, the detect and collision system, the Internet and Intranet access system and the optimization petrol consumption system, the protected level crossing railway unit. These connected units form The Integrated System Aided Management On Passenger Information Train Traffic.

**Keywords:** integration units, the detect and collision unit, monitoring the protected level crossing railway unit, optimization, set of the Pareto-optimal solutions, non-inferior solutions.



Rys. 1. Koncepcja Zintegrowanego Systemu Wspomagania Zarządzaniem Informacją o Kolejowym Ruchu Pasażerskim (ZSIKRP)

Fig. 1. The conception of The Integrated System Aided Management On Passenger Information Train Traffic (ISAMPITT)



Monitoring i optymalizacja zużycia paliwa dla szynobusów – pomiar ilości paliwa w zbiornikach oraz zużycia paliwa [3].



Dynamiczny rozkład jazdy – rozkład jazdy maszynisty w postaci elektronicznej dostępny poprzez terminal maszynisty w postaci dotykowego panelu LCD.



Diagnostyka pojazdu – moduł pozwala na dokładną kontrolę stanu technicznego pojazdu poprzez rejestrację i archiwizację parametrów pracy pojazdu (obrotów silnika spalinowego, stanów alarmowych).



Informacja pasażerska w pociągu – tablice LED zewnętrzne i wewnętrzne, monitory LCD, zapowiedzi głosowe realizowane za pomocą syntezatora mowy.



Jednostka centralna – moduł centralny zarządzający całością, będący sercem systemu na pojeździe.



Video monitoring – składający się z kamer wewnętrznych, monitorujących wnętrze pojazdu oraz zewnętrznych czołowych, bocznych (lusterkowych) i na dachu (pantografowych).



Zliczanie potoków pasażerskich – moduły zliczające instalowane nad każdymi drzwiami, bazujące na kamerach stereoskopowych (widzenie 3D).



Wszystkie moduły połączone są w sposób bezpośredni lub pośredni (przez Jednostkę Centralną) z Centrum Nadzoru, które zbiera, przetwarza, wizualizuje i archiwizuje dane z tych modułów - aktualna pozycja na mapie, parametry jazdy, raporty, wykresy. Moduł Centrum Nadzoru ma możliwość przesłania informacji do jednostki Centrum Zarządzania Kryzysowego.

Poniżej przedstawiono charakterystykę nowych modułów.



Sygnalizacji pożarowej - umożliwia przesyłanie informacji o występujących w pojeździe alarmach pożarowych do Jednostki Centralnej i Centrum Nadzoru oraz przełączenie podglądu z video monitoringu na obszar danej czujki.



Monitoringu przejazdów kolejowych – moduł, którego działanie oparte jest na innowacyjnej metodzie ciągłej analizy obrazu. Pozwala na automatyczne wykrywanie niewłaściwego zachowania kierujących pojazdami na przejazdach kolejowych (wtargnięcie pojazdu na przejazd przy zamykanych rogatek lub aktywnej sygnalizacji świetlnej) i natychmiastowe przesłanie tej informacji do Centrum Nadzoru. Moduł nie wymaga połączenia ze sterownikiem sygnalizacji świetlnej.



Detekcji kolizji i zagrożeń - moduł wykrywa uderzenie i jego siłę, przechylenie (np. dachowanie) pojazdu. W przypadku zaistnienia sytuacji alarmowej z pojazdu przesłana zostanie natychmiast informacja o zdarzeniu do Centrum Nadzoru.



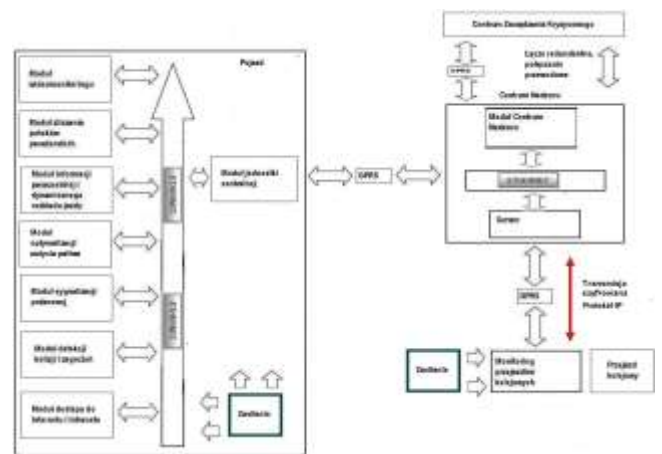
Monitoringu pracy maszynisty – pozwala na analizę procesów percepcji bodźców wzrokowych w kabinie maszynisty. Moduł umożliwia badanie zachowania maszynisty w trakcie kierowania pojazdem, monitoring funkcji życiowych maszynisty (np. zmęczenie) oraz wykrywanie stanu po spożyciu alkoholu lub podobnych substancji. Może zostać wykorzystany dla potrzeb systemu czuwania.



Dostępu do Internetu i Intranetu – do zrealizowania dostępu do Internetu i Intranetu wykorzystano technologie: WIFI, 3G, LTE. Wewnętrzna, bezprzewodowa sieć InterMedia udostępniająca podróżnym różnego rodzaju materiały (filmy, muzyka, czasopisma itp.) oparta jest na technologii ciekącego kabla, gwarantującą jednakowy zasięg sygnału w całym pociągu bez potrzeby stosowania dodatkowych anten.

### 3. Opis działania systemu ZSIKRP

Należy zwrócić uwagę, że system ZSIKRP w znaczący sposób podnosi poziom bezpieczeństwa podróży koleją w porównaniu z rozwiązaniami klasycznymi, używanymi w kolejnictwie, tzn. bez ww. modułów. Rozwój technik lokalizacji opartych na systemach GPS i pochodnych, rozwój technik transmisji i analizy danych pozwala obecnie na rozwój systemu zapewniający dalszy wzrost poziomu bezpieczeństwa podróży. Rys. 2 przedstawia schemat blokowy i wzajemne połączenie ww. modułów [6].



Rys. 2. Struktura systemu ZSIKRP w postaci schematu blokowego

Fig. 2. Block diagram of the ISAMPITT

System ZSIKRP przeznaczony jest do montażu w pojazdach szynowych. Umożliwia prezentację aktualnej informacji pasażerskiej, lokalizację GPS pojazdu na mapie, podgląd oraz rejestrację wideo wybranych przestrzeni pojazdu, zliczanie potoków pasażerskich, korzystanie przez maszynistę z podglądu rozkładu jazdy na terminalu maszynisty, logowanie maszynisty w systemie oraz łączność z Internetem dla pasażerów. System charakteryzuje się budową modułową. Jest zatem możliwość jego skalowania na większą ilość składów. Poniżej przedstawiono możliwości rozbudowy systemu na pojazdy o większej ilości składów (rys. 3).



Rys. 3. Skalowanie rezultatów projektu, zdolność do rozbudowy systemu ZSIKRP

Fig. 3. Calibrating of the design results, ability to development the ISAMPITT

Komunikacja pomiędzy poszczególnymi modułami realizowana jest z wykorzystaniem przewodowej sieci Ethernet. Moduł jednostki centralnej stanowi moduł nadzorczy rozdzielający zadania i kontrolujący pracę pozostałych modułów. Komunikacja pomiędzy modułem dostępu do Internetu i Intranetu a komputerami pasażerów podróżujących pojazdem odbywa się bezprzewodowo poprzez sieć Wi-Fi z wykorzystaniem technologii „cieknącego kabla”. Do komunikacji pomiędzy Systemem ZSIKRP w pojeździe a modułem Centrum Nadzoru wykorzystana jest sieć GSM. W zakresie koncepcji działania modułu informacji pasażerskiej i dynamicznego rozkładu jazdy, informacja dla maszynisty jest wyświetlana na terminalu maszynisty, a informacja dla pasażerów prezentowana jest na tablicach LED, monitorach LCD oraz za pomocą komunikatów głosowych. Sterowanie systemem odbywa się z poziomu terminala maszynisty, tj. komputera panelowego z ekranem dotykowym. Autoryzacja maszynisty następuje po wprowadzeniu jego kodu identyfikacyjnego za pomocą klawiatury ekranowej lub zalogowaniu się kartą RFID. Na komputerze panelowym prezentowany jest służbowy rozkład jazdy w postaci plików PDF pobierany z serwera rozkładów jazdy systemu SKRJ.

Automatyczny wybór odpowiedniego pliku rozkładu jazdy następuje po wpisaniu numeru pociągu. Wyświetlany rozkład jest automatycznie pozycjonowany po współrzędnych GPS i dystansie. Z poziomu komputera panelowego maszynisty możliwe jest wysterowanie monitorów LCD, tablic LED i modułu rozgłoszeń, regulacji głośności w systemie rozgłoszeniowym oraz sterowanie podglądem systemu wideo monitoringu. Możliwe jest również prowadzenie komunikacji tekstowej pomiędzy maszynistą a modułem Centrum Nadzoru oraz nadanie komunikatu specjalnego. Należy zaznaczyć, że miejsce emisji jest konfigurowane (system rozgłoszeniowy, monitory LCD, tablice LED).

Po wprowadzeniu przez maszynistę numeru pociągu na terminalu maszynisty zostaje wyświetlony służbowy rozkład jazdy. Na tablicach czołowych LED jest prezentowana stacja docelowa oraz numer i typ pociągu, na tablicach bocznych LED typ i numer pociągu, stacja początkowa i docelowa oraz stacje pośrednie w postaci „przeptywającego” tekstu. Na wewnętrznych tablicach LED prezentowany jest numer i typ pociągu, stacja docelowa oraz informacja o następnej stacji na trasie. Na monitorach LCD w formie graficznej wyświetlana jest informacja o przebiegu trasy i aktualnej pozycji na trasie.

Informacja o aktualnej pozycji i następnej stacji generowana jest również przez syntezytor mowy i emitowana w postaci zapowiedzi głosowych przez system rozgłoszeniowy.

Zaimplementowany w module informacji pasażerskiej i dynamicznego rozkładu jazdy system emisji reklam umożliwi prezentację materiałów reklamowych na zainstalowanych w pojeździe monitorach LCD wraz ze ścieżką dźwiękową emitowaną poprzez system rozgłoszeniowy. Regulacja głośności możliwa jest z poziomu terminala dotykowego maszynisty. Materiały reklamowe wyświetlane są naprzemiennie z informacją o przebiegu trasy. Pomiedzy stacjami na monitorach LCD prezentowana jest treść reklamowa (pełny ekran), zgodnie z utworzonym scenariuszem reklam. W momencie dojeżdżania do stacji odtwarzanie treści reklamowej jest wstrzymywane, a na ekranie prezentowana jest informacja o aktualnej pozycji pojazdu na trasie w formie „rybiej ości” oraz informacja o trzech najbliższych stacjach. Po wyjeździe z obszaru stacji następuje ponowne wznowienie odtwarzania treści reklamowej. W przypadku braku scenariusza reklam i nie korzystania z materiałów reklamowych wykres w postaci „rybiej ości” oraz informacja o trzech najbliższych stacjach wyświetlane są przez cały czas. Poprzez system rozgłoszeniowy następuje emisja dźwięku z materiałów reklamowych. Nadanie zapowiedzi lub komunikatu specjalnego powoduje przerwanie emisji dźwięku z materiału reklamowego.

System rejestracji obrazu umożliwia zapis oraz archiwizację obrazu z kamer i dźwięku z mikrofonów zainstalowanych na pokładzie pojazdu. Dźwięk rejestrowany jest z mikrofonów umieszczonych w okolicy pulpitu maszynisty. Ilość danych, które mogą być zapisane i przechowywane w pamięci rejestratora zależy od ustawionej roz-

dzielczości obrazu rejestrowanego i częstotliwości zapisu obrazu (klatek/sekundę). Dostęp do zapisanych danych możliwy jest poprzez złącze Ethernet, USB lub wymienne dyski i stację dokującą.

System pozwala na wyznaczenie aktualnej liczby pasażerów znajdujących się w pojeździe oraz określenie pasażerów wsiadających i wysiadających na poszczególnych stacjach. Wizualizacja zebranych danych odbywa się w oprogramowaniu dostępnym poprzez przeglądarkę internetową. Działanie systemu zliczania pasażerów opiera się na przetwarzaniu obrazu w czujnikach umieszczonych nad drzwiami. Każdy czujnik posiada dwie kamery video, dzięki którym analizowany jest obraz. Czujniki umieszczone są w ten sposób, że pole widzenia kamer obejmuje drzwi pojazdu.

System pozwala na bezprzewodowy dostęp do Internetu i Intranetu dla podróżnych. W tym celu zastosowano technologię Wi-Fi, 3G, LTE. Pasażerowie mogą korzystać z Internetu i Intranetu w pojeździe poprzez ogólnodostępną pokładową sieć Wi-Fi zrealizowaną w oparciu o technologię „cieknącego kabla”. Żadne dodatkowe czynności obsługowe i konfiguracyjne nie są wymagane. Technologia ciekającego kabla zapewnia równomierny poziom sygnału na całej długości pojazdu.

#### 4. Wybór optymalnego wariantu

W pracy dokonano analizy porównawczej poszczególnych metod realizacji systemów: video monitoringu, zliczania pasażerów, jednostek centralnych, informacji pasażerskiej, optymalizacji zużycia paliwa, Centrum Nadzoru. Dokonano oceny tych systemów.

Porównano je w celu wyboru najbardziej obiecującego rozwiązania. Przeprowadzona analiza pokazała, że istnieje wiele możliwych kombinacji doboru metod realizacji poszczególnych elementów systemu. Każda z przeanalizowanych metod była oceniana pod trzema różnymi kątami: funkcjonalności, zgodności z normami i kosztami realizacji.

Przyjęcie trzech różnych, w ogólnym przypadku sprzecznych ze sobą, kryteriów oceny, utrudniało wskazanie najlepszej konfiguracji do realizacji. Wykonano zadanie optymalizacji wielokryterialnej celem wskazania optymalnego rozwiązania problemu doboru najlepszej konfiguracji metod. W tym przypadku optymalizacja wielokryterialna związana była z minimalizacją wektora celów  $F(x)$ , który może być przedmiotem wielu ograniczeń o różnych postaciach, zatem:

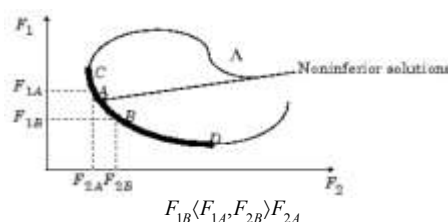
$$\text{Minimize } F(x) \quad (4.1)$$

$$G_i(x)=0, \quad i=1, \dots, m_e \quad (4.2)$$

$$G_i(x) \leq 0, \quad i=m_e+1, \dots, m \quad (4.3)$$

$$x_i \leq x \leq x_i \quad (4.4)$$

Należy zauważyć, że jeśli poszczególne cele są sprzeczne ze sobą nie istnieje jednoznaczne rozwiązanie problemu. W takim przypadku można analizować, tzw. rozwiązania nie gorsze niż inne (ang. *non-inferior solutions*), zwane także optymalnymi w sensie Pareto lub też rozwiązaniami niezdominowanymi (rys. 4).



Rys. 4. Zbiór rozwiązań Pareto-optymalnych

Fig. 4. Set of the Pareto-optimal solutions

Do rozwiązania powyższego problemu optymalizacyjnego zastosowano metodę ważonej sumy. Metoda ta polega na przekształceniu problemu o wielu kryteriach do problemu jednokryterialnego, przy czym każdy składnik wektora celów posiada wagę opisującą wpływ tego kryterium na ostateczny wybór, według poniższej formuły:

$$\underset{x}{\text{minimize}} f(x) = \sum_{i=1}^m w_i \cdot F_i(x) \quad (4.5)$$

gdzie:  $w_i$  wagi są z przedziału  $\langle 0, 1 \rangle$ .

W ramach prac związanych z opracowywaniem założeń koncepcyjnych dla każdego modułu zespół przeanalizował trzy różne metody jego realizacji. Każda z metod została oceniona przez zespół projektowy, przy założonych trzech kryteriach oceny:

- 1) Ocena 1: Funkcjonalność/możliwość rozbudowy.
- 2) Ocena 2: Zgodność z normami.
- 3) Ocena 3: Koszty.

Do ocen zastosowano następujący rating: 1- bardzo niski, 2- niski 3- średni, 4- wysoki, 5- bardzo wysoki. Należy zauważyć, że dla Oceny 3: Koszty, wysoki rating (wysoka ocena rozwiązania pod względem kosztów) oznacza niskie koszty.

Przestrzeń rozwiązań dopuszczalnych, czyli liczba możliwych wariantów ( $L$ ), wynikała z liczby budowanych modułów (6 szt.) i przyjętych metod (3 metody), czyli:  $L = 3^6 = 729$ .

Wyboru optymalnego rozwiązania dokonano przekształcając funkcję docelową zgodnie z metodą ważonej sumy:

$$\text{Min} \leftarrow -F(x) = (-w_1 \cdot F1(x), -w_2 \cdot F2(x), -w_3 \cdot F3(x))$$

Rozważono 3 zestawy wag poszczególnych składników wektora docelowego, przy czym założono dodatkowo, że zgodność z normami ma zawsze wysoki priorytet, tak więc  $w_2 = 1$  w każdym zestawie:

- Zestaw 1:  $w_1 = 1, w_2 = 1, w_3 = 1$ . Każde kryterium jest jednakowo ważne.
- Zestaw 2:  $w_1 = 0,3, w_2 = 1, w_3 = 1$ . Najważniejsze jest kryterium związane z kosztami.
- Zestaw 3:  $w_1 = 1, w_2 = 1, w_3 = 0,3$ . Najważniejsze jest kryterium związane z funkcjonalnością i możliwością rozbudowy.

Ad. Zestaw 1. Rozwiązanie optymalne to wariant nr 729, wartość maksymalna  $F(729) = 73$ :

ilość	Wideo monitoring			liczanie potoków pasażerskich			informacja pasażerska			jednostki centralnej			Centrum Nadzoru			diagnostyka pojazdu					
	Ma	Dc	Oc	Ma	Dc	Oc	Ma	Dc	Oc	Ma	Dc	Oc	Ma	Dc	Oc	Ma	Dc	Oc			
729	3	5	2	3	5	2	3	5	4	1	3	5	4	3	3	4	3	4	3	3	3

Ad. Zestaw 2. Rozwiązanie optymalne to wariant nr 613, wartość maksymalna  $F(613)=54$ :

ilość	Wideo monitoring			liczanie potoków pasażerskich			informacja pasażerska			jednostki centralnej			Centrum Nadzoru			diagnostyka pojazdu					
	Ma	Dc	Oc	Ma	Dc	Oc	Ma	Dc	Oc	Ma	Dc	Oc	Ma	Dc	Oc	Ma	Dc	Oc			
613	3	5	2	2	2	5	4	2	3	3	3	5	4	3	1	3	3	5	1	2	5

Ad. Zestaw 3. Rozwiązanie optymalne to wariant nr 729, wartość maksymalna  $F(729) = 61,8$ :

ilość	Wideo monitoring			liczanie potoków pasażerskich			informacja pasażerska			jednostki centralnej			Centrum Nadzoru			diagnostyka pojazdu					
	Ma	Dc	Oc	Ma	Dc	Oc	Ma	Dc	Oc	Ma	Dc	Oc	Ma	Dc	Oc	Ma	Dc	Oc			
729	3	5	2	3	5	2	3	5	4	1	3	5	4	3	3	4	3	4	3	3	3

Z przeprowadzonej analizy wynikało, że zmniejszenie wagi kryterium oceny nie wpłynęło na rozwiązanie uzyskane przy założeniu, że wszystkie kryteria mają jednakową wagę (Zestaw 1). Z tego wynika, że rozwiązaniem optymalnym jest wariant nr 729.

### 5. Wnioski

W ramach projektu zbudowano prototyp Zintegrowanego Systemu Wspomagającego Zarządzanie Informacją o Kolejowym Ruchu Pasażerskim, posiadającego cechy wyróżniające go spośród innych produktów oferowanych na rynku oraz przetestowano w skali demonstracyjnej w warunkach laboratoryjnych, i docelowo w warunkach rzeczywistych, w celu jego komercjalizacji i wprowadzenia na rynek przez ENTE.

Innowacyjność proponowanego rozwiązania polega na zamodulowaniu zupełnie nowych, nie funkcjonujących obecnie na pojazdach szynowych funkcjonalności, w szczególności modułu detekcji wypadków i zagrożeń. Konieczność powstania modelowanych i wdrażanych w ramach projektu modułów potwierdzona została tragicznymi w skutkach katastrofami w Babach i Szczekocinach. W przypadku zaistnienia katastrofy kolejowej moduł detekcji kolizji i zagrożeń pozwoli na znaczące zminimalizowanie jej negatywnych skutków poprzez natychmiastowe dostarczenie do właściwych służb informacji o charakterze, lokalizacji geograficznej i rozmiarach zaistniałej katastrofy oraz ilości pasażerów. Informacje te pozwolą na efektywniejsze zaplanowanie i przeprowadzenie akcji ratunkowej oraz pomogą w poszukiwaniu jej przyczyn.

Planowana integracja modułów pozwala także na lepsze zarządzanie sytuacjami kryzysowymi o innym charakterze, jak np. pożar w pojeździe. W przypadku zaistnienia takiej sytuacji zintegrowane ze sobą moduły sygnalizacji pożaru oraz informacji pasażerskiej pozwolą na automatyczne powiadomienie pasażerów o zaistniałym zagrożeniu za pomocą komunikatów głosowych i wizualnych oraz powiadomienie Centrum Nadzoru o zaistniałej sytuacji wraz z informacjami o charakterze zagrożenia (rys. 2).

Nowością są prace nad modułem monitoringu pracy maszynisty [7, 8]. Moduł ten pozwala na analizę procesów percepcji typowych i nietypowych bodźców wzrokowych rejestrowanych w kabinie maszynisty. Opcja może zostać wykonana w połączeniu z monitoringiem video zewnętrznym lub GPS, umożliwi to również analizę percepcji na bodźce spoza kabiny maszynisty, w tym bodźce nietypowe.

Wprowadzenie w przyszłości do użytkowania systemu ZSIKRP na większą skalę będzie miało niebagatelne znaczenie dla zwiększenia komfortu podróżowania oraz podniesienia poziomu technicznego i zmniejszenia kosztów obsługi pojazdów szynowych.

Artykuł jest wynikiem współpracy firmy ENTE Sp. z o.o. i Politechniki Śląskiej, Wydział Transportu, które wspólnie prowadzą projekt celowy nr UOD-DEM-1-243/001, pt. „Zintegrowany System Wspomagający Zarządzanie Informacją o Kolejowym Ruchu Pasażerskim”, w którym opracowano prototyp zintegrowanego systemu z ujednoczoną obsługą, gwarantujący znacznie tańszą eksploatację, szkolenie pracowników oraz poprawę komfortu pracy obsługi. W ramach Projektu, przede wszystkim, skupiono się na bezpieczeństwie podróży, i to bezpieczeństwie, wynikającym z uwarunkowań technicznych w transporcie kolejowym, jak również w kontekście ochrony przed atakami agresji. Prace prowadzone są w ramach umowy z Narodowym Centrum Badań i Rozwoju ze środków na naukę w latach 2013-2015 jako projekt rozwojowy.

### 6. Literatura

- [1] Hejczyk T.: Bezprzewodowy system Wimax do bezpiecznej transmisji radiowej. Wydawnictwo PAK, Pomiary, Automatyka Kontrola, Vol. 59. Numer 7, lipiec 2013.
- [2] Dyl K.: Ocena Funkcjonowania Transportu Kolejowego i Stanu Bezpieczeństwa Ruchu Kolejowego w 2012 roku. Urząd Transportu Kolejowego.
- [3] Mikulski J., Młyńczak J.: Wykorzystanie systemu monitoringu GPS do oceny parametrów energetycznych lokomotyw spalinowych. Przegląd Elektrotechniczny. Tom 85, strona 268-272, 2009 r.
- [4] Młyńczak J.: Analysis of intelligent transport systems (ITS) in public transport of upper Silesia. Springer Berlin Heidelberg. Modern Transport Telematics, str. 164-171, 2011 r.
- [5] Młyńczak J.: Telematyka w transporcie kolejowym, Infrastruktura Transportu, 2012 r.
- [6] Hejczyk T.: System telemetryczny do pomiaru przebytej drogi i parametrów ruchu w pojazdach szynowych bez zasilania elektrycznego, Wydawnictwo PAK, Pomiary, Automatyka Kontrola, Vol. 59. Numer 12, grudzień 2013.
- [7] Murawski K., Rózanowski K.: Pattern Recognition Algorithm for Eye Tracker Sensor Video Data Analysis, Acta Physica Polonica A, Number 3. Vol. 124 (2013).
- [8] Murawski K., Rózanowski K., Krej M.: Research and Parameter Optimization of the Pattern Recognition Algorithm for Eye Tracking Infrared Sensor, Acta Physica Polonica A, Number 3. Vol. 124 (2013).