

Dr inż. Andrzej Białoń,
Mgr inż. Paweł Gradowski,
Mgr Marta Gryglas
Instytut Kolejnictwa

PROBLEMY ZWIĄZANE Z MODERNIZACJĄ LINII O MAŁYM NATĘŻENIU RUCHU

SPIS TREŚCI

1. Wstęp
2. Infrastruktura kolejowa
3. Linie o małym natężeniu ruchu
4. Celowość modernizacji
5. Wybór opcji i możliwości realizacyjne
6. Koszty związane z wdrożeniem rozwiązania
7. Ryzyko związane z projektem
8. Konsekwencje zaniechania projektu
9. Podsumowanie

STRESZCZENIE

W artykule omówiono zagadnienia związane z modernizacją urządzeń sterowania ruchem kolejowym stosowanych na liniach kolejowych. Przeprowadzona analiza rynku linii o małym natężeniu ruchu wskazała korzyści wynikające z celowości realizacji inwestycji modernizacyjnych, a także przedstawiła obszary, w których jest możliwe poszukiwanie oszczędności wpływające na zbilansowanie inwestycji. W rozważaniach przedstawiono problemy związane z wyborem zakresu wykonywanych robót modernizacyjnych na liniach o małym natężeniu ruchu, a dla wybranych opcji przedstawiono analizę efektywności finansowej wybranych wariantów modernizacyjnych.

1. WSTĘP

Do dziś trwają spory na temat istoty i pryncypiów w zarządzaniu projektami, zarówno te teoretyczne w łonie organizacji zajmujących się standaryzacją metod zarządzania projektami, jak i te mniej znaczące dotyczące metodyki osiągania konkretnych celów. Ich źródłem jest punkt widzenia – odmienny u kierownika projektu, odmienny

u członków komitetu sterującego, odmienny u przedstawicieli kierownictwa inwestora. Każda ze stron projektu ma swoje własne cele i należy w taki sposób przeprowadzić projekt, aby umożliwić wszystkim uczestnikom inwestycji szansę na realizację ich oczekiwań.

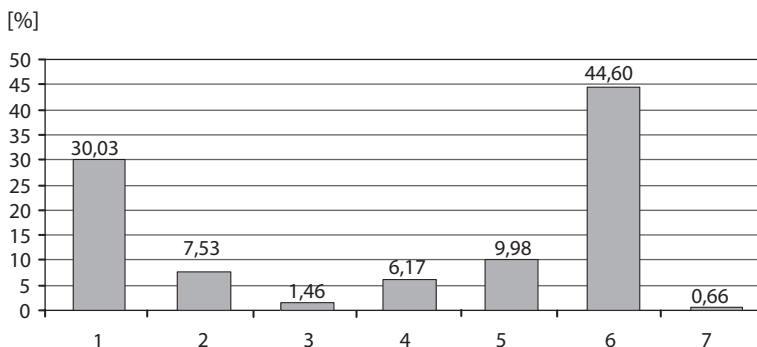
Metodyka zarządzania projektami nazywana PRINCE2, definiuje projekt z perspektywy realizacji, tzw. studium przypadków (*business case*) decydentów zaangażowanych w powołanie projektu. Realizacji celu są podporządkowane produkty, terminy, określone procedury wprowadzania zmian we wszystkich możliwych obszarach wtedy, gdy jest to korzystne z punktu widzenia realizowanego studium. Można przyjąć uproszczenie, że jest to spojrzenie biznesowe, inwestycyjne.

2. INFRASTRUKTURA KOLEJOWA

Udostępnianie przewoźnikom infrastruktury kolejowej jest zasadniczym zadaniem jej zarządcy. Podstawowym produktem PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. jest rozkład jazdy układany na zamówienie przewoźnika kolejowego, sprzedawany jako trasa pociągu na podstawie umów o udostępnianie linii kolejowych.

2.1. Udostępnianie infrastruktury kolejowej

Wielkość świadczonych usług w zakresie udostępniania linii kolejowych jest mierzona pracą eksploatacyjną wyrażoną w pociągokilometrach (poc.km). W 2008 roku zrealizowano 228,20 mln poc.km, w tym: 142,51 mln poc.km w ruchu pasażerskim i 85,69 mln poc.km w ruchu towarowym. Strukturę pracy eksploatacyjnej według przewoźników w 2008 roku przedstawiono na rysunku 1.

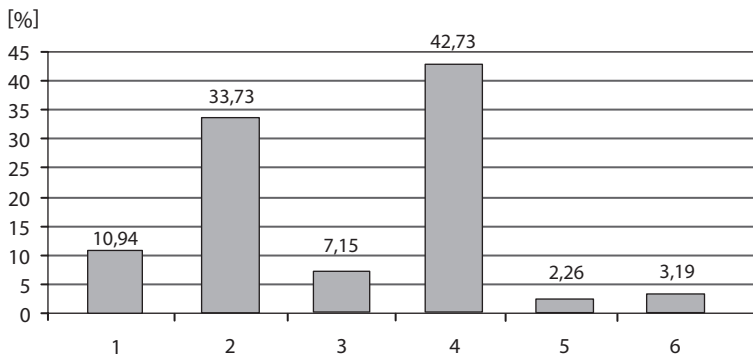


Rys. 1. Struktura pracy eksploatacyjnej według przewoźników w 2008 roku: 1) PKP Cargo S.A., 2) pozostali przewoźnicy rzeczy, 3) pozostali przewoźnicy osób, 4) „Koleje Mazowieckie-KM” Sp. z o.o., 5) PKP Intercity S.A., 6) PKP Przewozy Regionalne Sp. z o.o., 7) PKP Szybka Kolej Miejska w Trójmieście Sp. z o.o. [Źródło: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Raport roczny 2008]

2.2. Urządzenia sterowania ruchem kolejowym

Szybki rozwój technik komputerowych i szerokie ich zastosowanie w systemach automatyki przemysłowej, precyzyjnie wyznaczają kierunki rozwoju urządzeń i systemów sterowania ruchem kolejowym (srk). Na liniach kolejowych zarządzanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. w przeważającej części funkcjonują przekaźnikowe i mechaniczne systemy sterowania ruchem (rys. 2). Stacyjne urządzenia srk zapewniają bezpieczny ruch pociągów w obrębie stacji. W komputerowe systemy srk najnowszej generacji wyposażono 68 okręgów nastawczych, które sterują 1 577 zwrotnicami i 1 827 sygnalizatorami. W systemy zdalnego sterowania wyposażono 642,1 km linii kolejowych i 55 stacji, na których bezpieczne kursowanie pociągów nadzoruje 15 lokalnych centrów sterowania (LCS).

Blokady liniowe są to urządzenia regulujące ruch pociągów na liniach kolejowych pomiędzy poszczególnymi stacjami. W systemy te wyposażono 16 079 km linii kolejowych. Liczba ta obejmuje 13 203 km linii wyposażonych w blokady półsamoczynne i 2 876 km linii wyposażonych w blokady samoczynne, w tym 529 km są to blokady komputerowe nowej generacji. Około 511 km linii z zainstalowaną samoczynną blokadą liniową wyposażono w niezależne lub zintegrowane systemy diagnostyki zdalnej, które zapewniają kontrolę i pełną rejestrację wszystkich zdarzeń oraz parametrów techniczno-eksploatacyjnych systemu.



Rys. 2. Zwrotnice w poszczególnych rodzajach stacyjnych urządzeń sterowania ruchem:

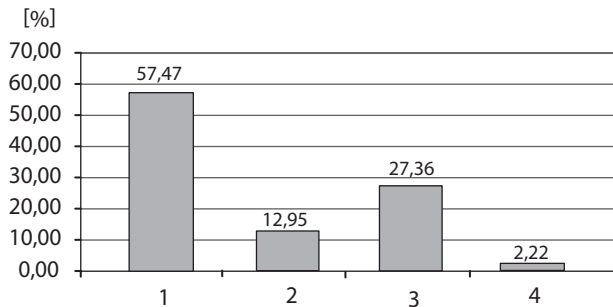
1) mechaniczne kluczkowe, 2) mechaniczne scentralizowane, 3) elektryczne suwakowe, 4) przekaźnikowe, 5) przekaźnikowo-komputerowe, 6) komputerowe [Źródło: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Raport roczny 2008]

Osobną grupą urządzeń są urządzenia zabezpieczenia ruchu na przejazdach kolejowo-drogowych. Na wszystkich liniach PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. występuje 16 447 skrzyżowań w poziomie szyn z drogami kołowymi, w tym:

- kategorii A: – 2 820 szt.,
- kategorii B: – 652 szt.,
- kategorii C: – 1 306 szt.,
- kategorii D: – 10 335 szt.,

- kategorii E: – 525 szt.,
- kategorii F: – 809 szt.

Z ogólnej liczby przejazdów wyposażonych w urządzenia samoczynnej sygnalizacji przejazdowej – rysunek 3 (bez kategorii D), 859 przejazdów kolejowych wyposażono w systemy przejazdowe najnowszej generacji, sterowane mikroprocesorami z zainstalowanymi układami autodiagnostyki, rejestracji wszystkich zdarzeń eksploatacyjnych oraz pełną kontrolę pracy.



Rys. 3. Podział przejazdów kolejowych wyposażonych w urządzenia zabezpieczenia ruchu na poszczególne kategorie: 1) kategoria A, 2) kategoria B, 3) kategoria C, 4) kategoria E+F
[Źródło: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Raport roczny 2008]

Zapewnienie wysokiego i stałego poziomu bezpieczeństwa ruchu pociągów oraz utrzymanie urządzeń infrastruktury w odpowiednim stanie technicznym wymaga instalowania na liniach kolejowych systemów nadzorujących stan techniczny taboru kolejowego. Są to systemy detekcji stanów awaryjnych taboru (DSAT). Obecnie na sieci PKP zarządzanej przez Polskie Linie Kolejowe S.A., eksploatuje się 172 komplety takich urządzeń rozmieszczonych na głównych ciągach komunikacyjnych w sąsiedztwie dużych węzłów kolejowych.

3. LINIE O MAŁYM NATĘŻENIU RUCHU

W literaturze nie ma jednoznacznej definicji określającej linię małoobciążoną. W potocznym znaczeniu jest to linia, która w niewielkim stopniu jest obciążona ruchem w stosunku do potencjalnej przepustowości wynikającej z układów torowych. W analizie przyjęto, niezależnie od tego czy linia jest jednotorowa czy dwutorowa, następujące wartości parametrów charakteryzujących linię o małym natężeniu ruchu:

- natężenie ruchu do 12–15 par pociągów/dobę, 3–5 pociągów jednocześnie na linii, nie więcej niż 2 pary pociągów na godzinę,
- ruch mieszany,
- linia ma co najmniej 2 posterunki następcze,
- maksymalna prędkość do 100 km/h.

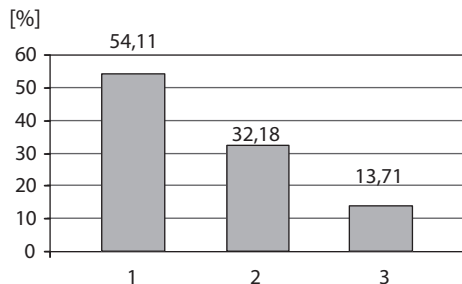
3.1. Klasyfikacja linii małoobciążonych

Według stanu na 31.12.2008 r. długość linii zarządzanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. wynosiła 19 201 km, w tym:

- linie magistralne 4 234 km,
- linie pierwszorzędne 10 328 km,
- linie drugorzędne 3 380 km,
- linie znaczenia miejscowego 1 258 km.

Wymienione linie kolejowe są opisane w bazie danych pod tytułem „Praca eksploatacyjna wykonana na sieci zarządzanej przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. wyrażona w pociągokilometrach”. Baza ta stanowi podstawę do określenia wielkości sieci kolejowej, która wpisuje się w grupę linii o małym natężeniu ruchu, obejmuje całą sieć kolejową, która w 2007 roku była podzielona na 1 508 odcinków. Każdy z odcinków jest opisany wieloma parametrami. W celu określenia wielkości rynku linii małoobciążonych, głównym parametrem stanowiącym kryterium wyboru i grupowania poszczególnych odcinków linii jest obciążenie ruchowe odcinka linii dla obu kierunków ruchu.

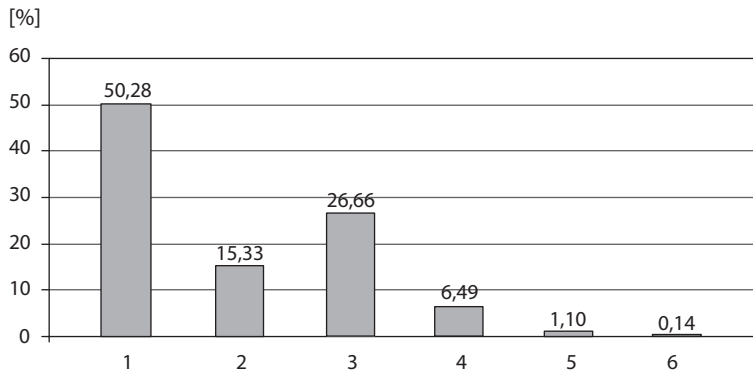
Przyjęte założenia charakteryzujące linie o małym natężeniu ruchu stanowiły podstawę do przeprowadzenia pierwszego filtrowania danych. W związku z tym, że niektóre odcinki stanowiące całość poszczególnych linii kolejowych opisanych w instrukcji Id-12, charakteryzują się większym obciążeniem ruchowym, nałożono ograniczenie zakresu obciążenia ruchowego w przedziale od 0 do 20 – w efekcie otrzymano 839 odcinków linii. Jak widać z rysunku 4, około połowa linii odpowiada temu ograniczeniu. Odcinki linii pogrupowano w przedziały obciążenia ruchowego w granicach 0,00–6,00; 6,01–15,00 oraz 15,01–20,00.



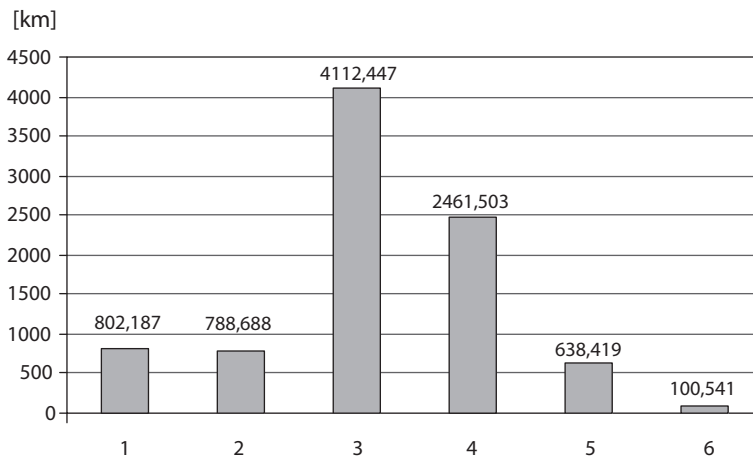
Rys. 4. Procentowy podział linii w określonych przedziałach obciążeń: 1) [0,00 – 6,00], 2) [6,01 – 15,00], 3) [15,01 – 20,00]

Przyjęte założenia przy definiowaniu linii małoobciążonych, dotyczące natężenia ruchu na poszczególnych odcinkach (12–15 par poc./dobę), wskazywałyby na celowość nieuwzględniania w dalszych analizach przedziału 0,00–6,00. Patrząc jednak na rosnące zainteresowanie samorządu terytorialnego problemami rozwoju transportu,

w najbliższych latach należy spodziewać się wzrostu przewozów na omawianych odcinkach (głównie z przedziału 0,00–6,00) oraz na nowych odcinkach po rewitalizacji, nie branych pod uwagę w przeprowadzonej analizie. Do dalszych analiz przyjęto 724 odcinki dla przedziału natężenia ruchu 0,00–15,00 o łącznej długości 8 904 km. Dla tej grupy docelowej pogrupowano poszczególne fragmenty linii na przedziały, o następującej długości odcinków, tj.: 0,00–5,00 km; 5,01–10,00 km; 10,01–40,00 km; 40,0–70,00 km; 70,01–100,00 km oraz większej od 100,00 km (rys. 5, 6).



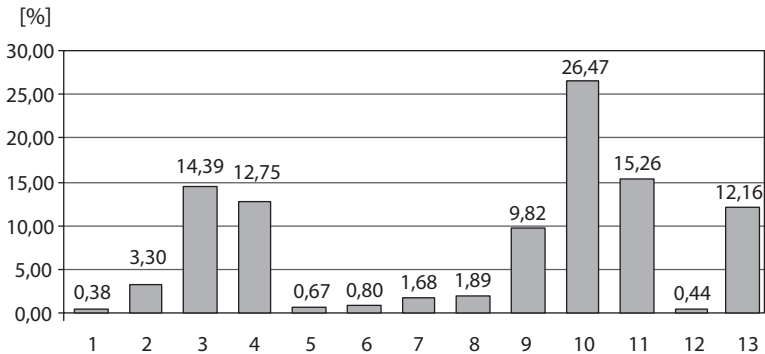
Rys. 5. Procentowy podział odcinków linii na określone przedziały długości: 1) 0,00 – 5,00 km, 2) 5,01 – 10,00 km, 3) 10,01 – 40,00 km, 4) 40,01 – 70,00 km, 5) 70,01 – 100,00 km, 6) powyżej 100,01 km



Rys. 6. Długość odcinków w kilometrach w odniesieniu do określonych przedziałów odległości: 1) 0,00 – 5,00 km, 2) 5,01 – 10,00 km, 3) 10,01 – 40,00 km, 4) km 40,01 – 70,00 km, 5) 70,01 – 100 km, 6) powyżej 100,01 km

Z tych rysunków wynika, że wśród wyspecyfikowanych odcinków przeważają odcinki z przedziału (10,01–40,00 km). Niezależnie od rozpatrywanej długości poszczególnych odcinków, po każdym z nich jest prowadzony różnego rodzaju ruch pociągów,

który jest podstawowym źródłem przychodów uzyskiwanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Po wytypowanych odcinkach poruszają się pociągi klasyfikowane według klasyfikacji pracy eksploatacyjnej, stosowanej na sieci PKP PLK S.A. (rys. 7).

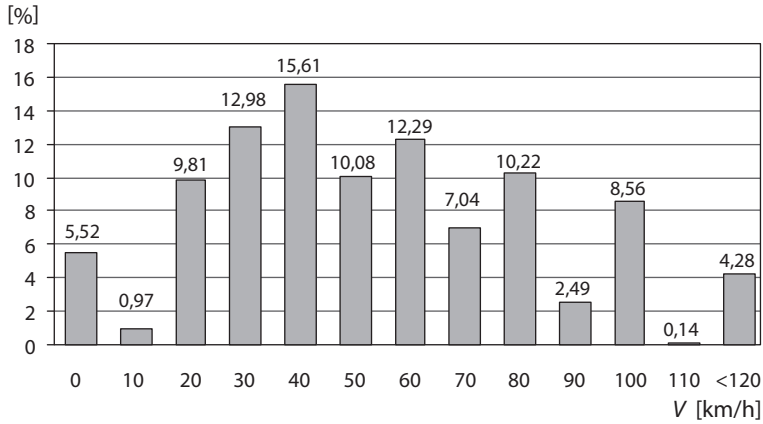


Rys. 7. Struktura pracy eksploatacyjnej według rodzajów pociągów na analizowanych liniach o obciążeniu do 15 par poc./dobę:

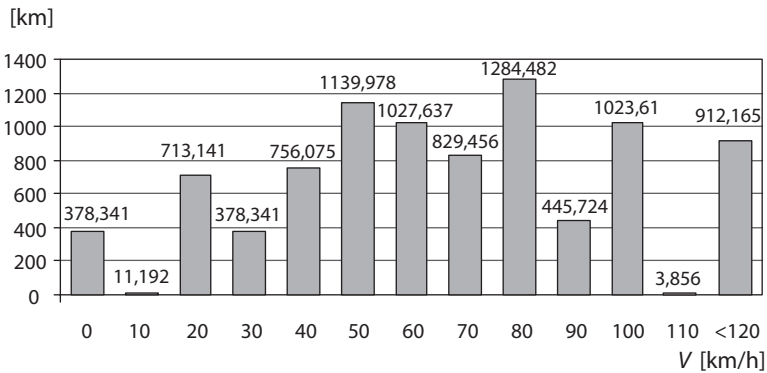
- 1) E, I (kwalifikowane);
- 2) M (międzywojewódzkie);
- 3) R (regionalne oprócz A);
- 4) A (szynobusy);
- 5) Pasażerskie (do i z naprawy, próbne, próżne składy);
- 6) Pojazdy kolejowe luzem;
- 7) TEC (Europejskie Przewozy Kombinowane), TXC (Krajowe Ekspresowe Kombinowane);
- 8) TP (pospieszne wielogrupowe), TE (europejskie tranzytowe, kontraktowe z operatorami w ramach EUC), TX (Krajowe ekspresowe kontraktowe z operatorami, do przewozów gwarantowanych logistycznych) – oprócz TEC i TXC;
- 9) TL (pospieszne jednogrupowe, liniowe wielogrupowe z wymianą grup), TN (niemasowe z obszaru ciężenia innej stacji rozrządowej, jedno- i wielogrupowe);
- 10) TM (pociągi towarowe do przewozu składów zwartych węglarkowych, wahadłowych, ładownych i próżnych), TG (przewozy międzynarodowe; graniczne lokalne, standardowe przewozy tranzytowe, przewozy w systemie zwartym);
- 11) TK (pociągi towarowe liniowe jednogrupowe, zdawcze manewrowe, zdawcze bocznice);
- 12) towarowe do i z naprawy, próbne;
- 13) pojazdy kolejowe luzem.

Przeprowadzając analizę 724 odcinków rozważanych pod względem pracy eksploatacyjnej według rodzajów pociągów, można stwierdzić na rysunku 7, że dominującą grupę stanowią pociągi towarowe. W celu uproszczenia i uszczegółowienia analizy, do dalszych rozważań wytypowano trzy grupy klas, tj. pociągi pasażerskie, pociągi towarowe oraz autobusy szynowe.

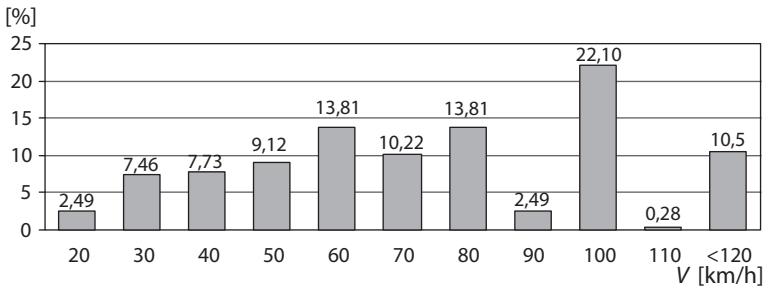
Jako pierwsze przeanalizowano pociągi pasażerskie, poruszające się na 724 odcinkach o łącznej długości 8 904 km. Poszczególne fragmenty linii pogrupowano na przedziały o określonej prędkości, są one widoczne na rysunku 8. Analiza wykazała, że średnia dopuszczalna prędkość pociągów pasażerskich poruszających się na tym obszarze wynosi 53,81 km/h (należy pamiętać, że nie jest to rzeczywista prędkość handlowa, z jaką składły poruszają się po poszczególnych liniach).



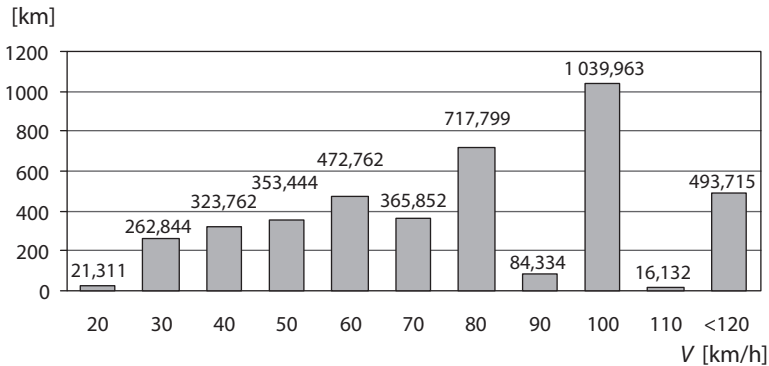
Rys. 8. Procentowy podział odcinków linii na określone przedziały prędkości dopuszczalnej dla pociągów pasażerskich



Rys. 9. Długość odcinków w kilometrach w odniesieniu do określonych prędkości dopuszczalnych dla pociągów pasażerskich



Rys. 10. Procentowy podział odcinków linii na określone przedziały prędkości dopuszczalnej dla autobusów szynowych

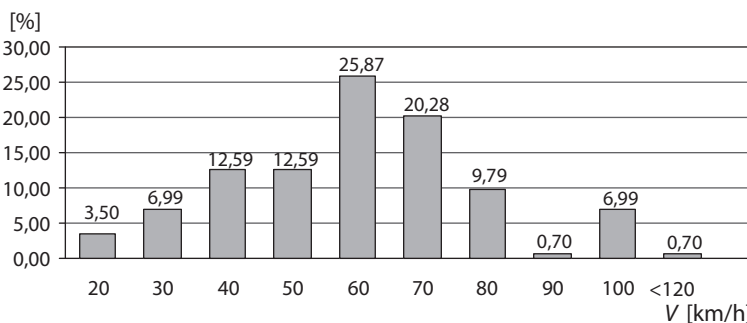


Rys. 11. Długość odcinków w kilometrach w odniesieniu do określonych prędkości dopuszczalnych dla autobusów szynowych

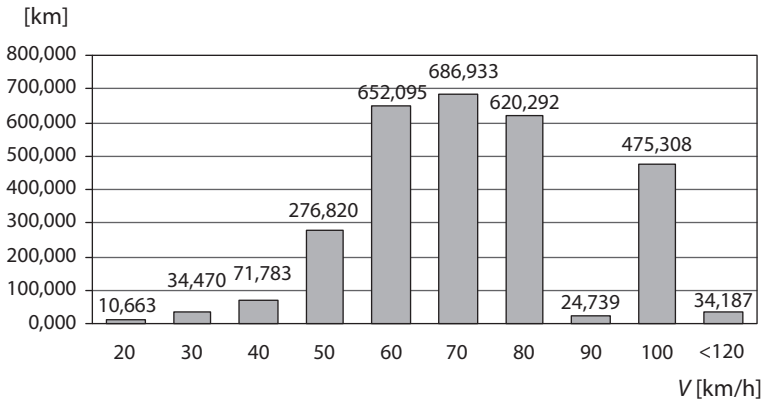
Spośród wyspecyfikowanych odcinków (rys. 8), przeważają odcinki z obowiązującą prędkością 40 km/h, rozpatrując jednak ogólną długość odcinków dla poszczególnych prędkości, stwierdzono, że największą grupę stanowią odcinki dla prędkości 80 km/h (rys. 9). Druga przeanalizowana grupa to autobusy szynowe, poruszające się po 362 odcinkach o długości 4 152 km. Fragmenty linii pogrupowano na przedziały o określonej prędkości (rys. 10). Średnia dopuszczalna prędkość dla autobusów szynowych poruszających się na analizowanym obszarze wynosi 74,12 km/h.

Z rysunków 10 i 11 wynika, że wśród odcinków wyspecyfikowanych dla autobusów szynowych, przeważają odcinki z obowiązującą prędkością 100 km/h, która jest też dominująca i stanowi największą grupę dla ogólnej długości odcinków poszczególnych stopni prędkości.

Kolejną przeanalizowaną grupę stanowią pociągi towarowe, poruszające się po 143 odcinkach o łącznej długości 2 887 km. Dla tej grupy docelowej podzielono poszczególne fragmenty linii na przedziały o określonej prędkości (rysunki 12, 13). Średnia dopuszczalna prędkość dla pociągów towarowych poruszających się na analizowanym obszarze wynosi 60,14 km/h.



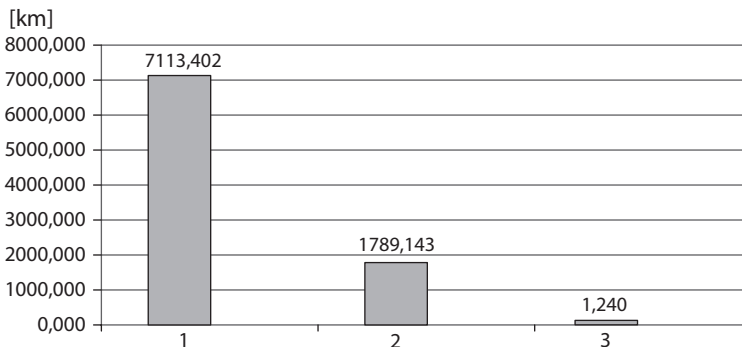
Rys. 12. Procentowy podział odcinków linii na określone przedziały prędkości dopuszczalnej dla pociągów towarowych



Rys. 13. Długość odcinków w kilometrach w odniesieniu do określonych prędkości dopuszczalnych dla pociągów towarowych

Rysunek 12 pokazuje, że wśród wyspecyfikowanych odcinków, od strony ilościowej dla określonej prędkości dopuszczalnej, przeważają odcinki z obowiązującą prędkością dla pociągów towarowych 60 km/h. Jednak rozpatrując ogólną długość odcinków dla poszczególnych stopni prędkości, największą grupę stanowią odcinki o prędkości 70 km/h, rysunek 13.

Przedstawione analizy posłużyły w kolejnych krokach do określenia docelowej grupy długości sieci linii o małym natężeniu ruchu, przez określenie struktury pracy eksploatacyjnej na wytypowanych liniach oraz do określenia prędkości, z jaką poruszają się pociągi pasażerskie, autobusy szynowe i pociągi towarowe. Porównując prędkość dla tych trzech klas w strukturze pracy eksploatacyjnej (rys. 7), można przeanalizować rodzaj trakcji na analizowanych 724 analizowanych odcinkach. Problem dotyczy szczególniejazd pociągów pasażerskich i towarowych, ponieważ eksploatowane na sieci PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. autobusy szynowe są w większości wyposażone w napęd spalinowy. W wyniku przypisania poszczególnym 724 odcinkom konkretnego rodzaju trakcji, otrzymujemy 402 odcinki z trakcją spalinową, 320 odcinków z trakcją

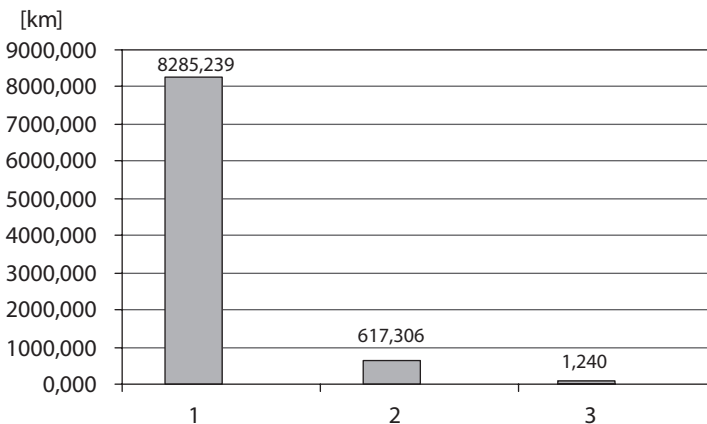


Rys. 14. Długości torów w zależności rodzaju trakcji na analizowanych liniach o obciążeniu do 15 par poc./dobę: 1) trakcja spalinowa; 2) trakcja elektryczna; 3) brak danych

elektryczną i 2 odcinki z wyłączonym ruchem eksploatacyjnym, dla których nie były dostępne szczegółowe dane.

Z rysunku 14 wynika, że na rozważanej sieci linii o obciążeniu pociągami do 15 par poc./dobę, przeważającym rodzajem trakcji jest trakcja spalinowa, która obsługuje około 80% długości (7 113 km) analizowanej sieci linii o małym natężeniu ruchu.

Kolejne analizy sieci linii o małym natężeniu ruchu powinny określić liczbę torów szlakowych (linie jednotorowe lub dwutorowe, rysunek 15). W wypadku podejmowania decyzji dotyczącej przeprowadzenia jakichkolwiek prac na liniach małoobciążonych, należy uwzględnić długoterminową politykę transportową, natomiast zakładając wzrost liczby kursujących pociągów, powinno się proponować takie rozwiązania systemowe, które w przypadku braku stosowania urządzeń blokady liniowej, umożliwią w przyszłości łatwą rozbudowę urządzeń srk przy niewielkich kosztach. W wyniku przypisania poszczególnym 724 odcinkom liczby torów szlakowych, otrzymano 671 odcinków jednotorowych, 51 odcinków dwutorowych i 2 odcinki z wyłączonym ruchem eksploatacyjnym, dla których szczegółowe dane nie były dostępne.



Rys. 15. Długości szlaków na analizowanych liniach o obciążeniu do 15 par poc./dobę: 1) linie jednotorowe; 2) linie dwutorowe; 3) brak danych

Przeważającym układem szlakowym na rozważanej sieci linii o obciążeniu pociągami do 15 par poc./dobę są linie jednotorowe, które występują na około 93% długości (8 285 km) analizowanej sieci linii o małym natężeniu ruchu.

Przeprowadzone analizy wykazują, że dla przyjętego natężenia ruchu do 15 par pociągów na dobę, rynek linii o małym natężeniu ruchu obejmuje 8 904 km. Ta wielkość, wynikająca z małej pracy przewozowej, obejmuje 46,95% długości sieci zarządzanej przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. i stanowi „globalną” sieć linii małoobciążonych. Parametr obciążenia, najważniejszy dla zarządcy infrastruktury, nie jest jednak jedynym czynnikiem do klasyfikacji linii kolejowej. Innymi parametrami klasyfikacji linii są: ukształtowanie trasy, standardy konstrukcyjne drogi szynowej oraz urządzeń sterowania ruchem i łączności.

4. CELOWOŚĆ MODERNIZACJI

Od początku lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku, długość eksploatowanej kolejowej infrastruktury drogowej od początku ulega systematycznemu zmniejszeniu w związku z malejącymi przewozami. Systematycznie pogarsza się także stan infrastruktury kolejowej z powodu niewystarczających środków kierowanych na jej naprawy. Taka dekapitalizacja infrastruktury drogowej, doprowadziła do obniżenia prędkości na 31,5% długości torów szlakowych i głównych zasadniczych.

W podobny sposób przedstawia się sytuacja w kolejowych obiektach inżynierskich. Na liniach kolejowych zarządzanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. w przeważającej części funkcjonują przestarzałe i wyeksploatowane urządzenia sterowania ruchem kolejowym (srk). Większość zabudowanych urządzeń srk stanowią urządzenia przekaźnikowe (~45%) i mechaniczne (~52%). Również znaczna część szlaków kolejowych (84%) jest wyposażona w stare i wyeksploatowane urządzenia i systemy blokad pól samoczynnych.

Osobnym tematem są skrzyżowania w poziomie szyn z drogami kołowymi. Zdecydowaną większość (62,7%) stanowią przejazdy kolejowe niestrzeżone. Z grupy skrzyżowań w poziomie szyn z drogami kołowymi, które są wyposażone w urządzenia zabezpieczenia ruchu, jedynie 5,8% przejazdów kolejowych wyposażono w systemy przejazdowe najnowszej generacji, sterowane mikroprocesorami z zainstalowanymi układami autodiagnostyki, rejestracji wszystkich zdarzeń eksploatacyjnych oraz pełną kontrolą pracy. W infrastrukturze telekomunikacyjnej sytuacja jest podobna, gdyż wzdłuż wielu linii eksploatuje się stare kable telekomunikacyjne niskiej jakości.

Stan infrastruktury kolejowej, zarówno drogi kolejowej, urządzeń srk, zabezpieczenia przejazdów kolejowych, jak też telekomunikacji, w każdym roku użytkowania i w zależności od linii, w różnym stopniu ulegają degradacji. Rewitalizacja takich linii bądź przywracanie infrastruktury do stanu pierwotnego, wymaga określonych nakładów finansowych potrzebnych do odtworzenia poszczególnych jej elementów. Zarządca infrastruktury musi ustalić: zakres modernizacji, wydatki przeznaczone na ten cel, czas zwrotu inwestycji i koszty utrzymania linii po modernizacji.

W 2008 roku, większość przewozów (44,6%), była realizowana przez spółkę Przewozy Regionalne Sp. z o.o. – dawne PKP Przewozy Regionalne Sp. z o.o., co w ogólnej pracy eksploatacyjnej na sieci wynosi 38,0%. Podobną strukturą przewozów charakteryzują się linie o małym natężeniu ruchu. Sukcesywny spadek prędkości handlowej przewozów pasażerskich, wynoszący średnio 36 km/h, w połączeniu z degradacją stanu infrastruktury oraz rosnącą liczbą pojazdów samochodowych, spowodował znaczny odpływ pasażerów na rzecz transportu kołowego. Z punktu widzenia przewozów pasażerskich, utrzymywanie takich linii tylko ze względów społecznych (i bez dofinansowania przez samorządy lokalne) jest nieopłacalne.

Od kilku lat samorządy lokalne w coraz większym stopniu finansują przewozy regionalne, równocześnie są właścicielami lub współwłaścicielami spółek przewoźnych. Pierwsze symptomy wzrostu efektywności są już widoczne, np. przez zwiększający się zakup autobusów szynowych do obsługi linii o małym natężeniu ruchu przez samorządy lokalne. Warto podkreślić, że w czasie przejazdu autobusu szynowego zarejestrowano przypadki niewykrywania zajętości torów przez klasyczne obwody torowe. Jest to spowodowane zdegradowaną infrastrukturą oraz faktem, że pociągi te w przeważającej większości są krótkie i lekkie i mogą poruszać się z prędkością maksymalną większą o 20 km/h niż prędkość obowiązująca na linii.

W połączeniu z niewielkimi środkami na utrzymanie i prowadzenie ruchu na liniach o małym natężeniu ruchu, sytuacja ta wymusza na zarządcach infrastruktury poszukiwanie różnych dróg zmierzających do zapewnienia prawidłowego funkcjonowania linii. W głównej mierze największe wymagania stawia się systemom srk, które stanowią jeden z podstawowych środków poprawy stanu infrastruktury i jednocześnie mogą przynieść oszczędności. W wielu wypadkach, w których pomimo dekapitalizacji stan infrastruktury torowej zapewnia poruszanie się pociągów po linii z prędkościami rzędu 80 km/h (autobusy szynowe), jednym z kroków zmierzających do poprawy funkcjonowania linii jest właśnie wymiana urządzeń srk. Realizacja tych zadań wymusza na dostawcy urządzeń spełnienie oczekiwań dotyczących właściwości sprzedawanych urządzeń. Jednym z podstawowych wymagań, które nie ulegnie zmianie, jest zachowanie bądź podniesienie obowiązującego poziomu bezpieczeństwa. Dla zarządców infrastruktury jest to bardzo istotny parametr, jednak takie pojęcie bezpieczeństwa nie przekłada się tylko na bezpieczeństwo przewożonych pasażerów i towarów lecz obejmuje wszystkich użytkowników dróg pieszych i kołowych. Na koniec roku 2008, przejazdy kolejowe na linii występowały średnio co 1 167 metrów i w większości (62,8%) nie były wyposażone w żadne systemy sygnalizacji przejazdowej. Zarządca infrastruktury, dążąc do zmniejszenia liczby skrzyżowań w poziomie szyn (co przez samorządy jest odbierane jako utrudnianie życia lokalnej społeczności), ustępuje pod presją społeczną samorządom, instalując odpowiednie systemy poprawiające bezpieczeństwo na przejazdach drogowo-kolejowych.

Wymagania dotyczące bezpieczeństwa ruchu kolejowego są nienaruszalne. Od strony technicznej, w proponowanych rozwiązaniach urządzeń srk dla linii małoobciążonych, zarządca infrastruktury uzyska większą przepustowość (w ramach dostępnego budżetu), bez przebudowy istniejącego układu torowego. Zwiększenie przepustowości (możliwość uzyskania większej gęstości ruchu), przekłada się bezpośrednio na bilans dochody – koszty poszczególnych linii. Zwiększająca się liczba wdrożeń na liniach o małym natężeniu ruchu, w połączeniu z modernizacją głównych ciągów komunikacyjnych, tworzy spinającą się z głównymi liniami interoperacyjną sieć kolejową, na której uzyskuje się możliwość spójnego zarządzania ruchem pociągów. Synergia taka będzie widoczna także w wypadku radiołączności, która stanie się kompatybilna z główną siecią kolejową (GSM-R) i umożliwi realizację różnych usług, np. informacji

dla podróżnych. W większości przypadków, zabudowa nowych urządzeń srk powinna wpłynąć na lepsze wykorzystanie majątku trwałego, umożliwiające dodatkowo uzyskanie zmniejszonych kosztów kapitałowych, operacyjnych i utrzymania w stosunku do systemów obecnie zainstalowanych, jak również w stosunku do systemów dla linii magistralnych.

4.1. Spodziewane korzyści z realizacji przedsięwzięcia

Kluczowym problemem stawianym przed realizacją jakiegokolwiek zadania inwestycyjnego jest pytanie, czy realizacja takiego przedsięwzięcia przyniesie określone korzyści? Pytanie takie pojawia się również w tym przypadku. Przez zabudowę uproszczonych urządzeń srk dedykowanych dla linii o małym natężeniu ruchu, zarządca infrastruktury osiągnie korzyści, scharakteryzowane w dalszej części artykułu.

4.1.1. Korzyści finansowe

1. Przeprowadzona modernizacja warstwy podstawowej w wielu wypadkach jest związana z ograniczeniem zatrudnienia. Każde odzyskane miejsce pracy bez zmniejszenia funkcjonalności obsługi urządzeń, jest dla pracodawcy bardzo cenne, ponieważ zmniejsza obciążenia związane z funduszem płac.
2. Uproszczenia liczby obrazów sygnałowych, wydłużenie okresów między kolejnymi remontami kapitalnymi oraz zmniejszenie dopuszczalnej prędkości na linii, skutkuje obniżeniem ceny jednostkowej uproszczonych urządzeń sterowania ruchem względem systemu stosowanego na liniach magistralnych, a także uzyskaniem korzystniejszego bilansu w porównaniu dochody – koszty.
3. Likwidacja zbędnego wyposażenia torowego jest korzystna z ekonomicznego punktu widzenia. Dzięki uproszczeniu układu torowego, zarządca infrastruktury zyskuje elementy do wykorzystania podczas prowadzonych prac remontowych, a w wypadku ich całkowitego zużycia, uzyskuje określone przychody z tytułu ich złomowania.
4. Ograniczenia elementów kontroli niezajętości torów dla zarządcy infrastruktury oznacza wydawanie mniejszych kwot na zabudowę uproszczonego systemu srk na liniach o małym natężeniu ruchu, powodując obniżenie ceny jednostkowej wdrażanego systemu.
5. Istnienie szkieletowej światłowodowej sieci telekomunikacyjnej wzdłuż linii, znacząco polepsza właściwości funkcjonalne urządzeń srk zarówno w zakresie funkcjonalnym, jaki możliwości zdalnego monitorowania, diagnozowania ich pracy, utrzymania oraz umożliwia zwiększenie funkcjonalności linii jako całości. W ruchu pasażerskim wymagane jest zapewnienie obsługi podróżnych w postaci: kas biletowych, automatów biletowych (z możliwością płacenia kartami płatniczymi lub chipowymi kartami biletowymi), informacji dla podróżnych. We wszystkich przypadkach wymagana jest infrastruktura telekomunikacyjna dla transmisji głosu lub danych. Systemy syg-

nalizacji włamaniowej i pożarowej, nadzoru telewizyjnego mają także dodatkowe wymagania telekomunikacyjne. Powyższe przyczyny wskazują, że infrastruktura telekomunikacyjna wzdłuż szlaku jest bardzo przydatna, szczególnie na liniach obsługujących ruch pasażerski, ale nie jest niezbędnym elementem infrastruktury dla linii o małym natężeniu ruchu. Zarządca infrastruktury może ograniczyć koszty zabudowy sieci szkieletowej, przerzucając część kosztów inwestycyjnych na samorządy lokalne.

6. Małe natężenie ruchu sprawia, że komplikacje ruchu i koszty awarii są zdecydowanie mniejsze niż na liniach z dużym natężeniem ruchu. Jeżeli nie następuje rozprzestrzenianie się zakłóceń ruchu poza obszar linii, można obniżyć żądaną dyspozycyjność systemu i zrezygnować z redundancji sprzętowej, co obniża koszt instalowanych urządzeń.
7. Zastosowanie jednolitych typów urządzeń sprzyja uzyskaniu oszczędności w obszarze inwestycyjnym, szkoleń, projektowania oraz kosztów utrzymania.
8. Zastosowanie rozbudowanego i przemyślanego systemu diagnostyki umożliwi skrócenie czasu usunięcia awarii i obniży koszt przerw w ruchu przez nie spowodowanych.

4.1.2. Korzyści organizacyjne

1. Linie o małym natężeniu ruchu, w wielu wypadkach wynikających z odległości pomiędzy kolejnymi punktami zatrzymania lub stanu technicznego warstwy podstawowej, nie pozwalają na uzyskiwanie prędkości większych niż 80 km/h. Przez ograniczenie prędkości na takiej linii istnieje możliwość ograniczenia liczby wyświetlanych obrazów sygnałowych, umożliwiając wydłużenie okresów między kolejnymi remontami kapitalnymi.
2. Racjonalizacja układów torowych w znacznym stopniu wpływa na procedury obsługi przejazdów pociągów przez stacje.
3. Ułatwienia w sposobie kontroli zajętości torów wpływają na uproszczenia w procesie ruchowym. Ze względu na małe natężenie ruchu, wystarczające jest prowadzenie ruchu w odstępach stacji. Rozwiązanie to sprawia, że korzystne jest kontrolowanie niezajętości toru szlakowego jako całości, bez podziału na odstępy. Funkcje blokady liniowej mogą być zabudowane w urządzeniach zależnościowych dla poszczególnych stacji. W ten sposób eliminuje się potrzebę stosowania urządzeń srk na szlaku, w tym sygnalizatorów odstępowych. Zarządca infrastruktury powinien jednak przewidzieć łatwą możliwość rozbudowy urządzeń w wypadku wzrostu zapotrzebowania na realizację liczby uruchamianych pociągów.
4. Wyeliminowanie (lub znaczące ograniczenie) potrzeb w zakresie komunikacji ciągłej oraz zminimalizowanie ilości przesyłanych danych użytkowych, pozwala na wykorzystanie istniejących kabli słabej jakości. Mała ilość danych pozwala z jednej strony na zmniejszenie wymaganej szybkości transmisji, z drugiej zastosowanie kodowania oraz nadmiarowych protokołów kompensują słabą jakość łącza.
5. Przekazywanie do centrum prowadzenia ruchu bieżącej informacji o stanie urządzeń srk można znacznie ograniczyć, zapewniając autonomię działania urządzeń

stacyjnych (automatyczne nastawianie przebiegów). Transmisja mogłaby być włączana poleceniem z centrum tylko w przypadku konieczności zdalnej obsługi (przeastawienia zwrotnicy, nastawienia przebiegu) na czas potrzebny do wykonania tych operacji. Transwer poleceń, przekazywanych (wydawanych) rzadko i w postaci krótkich telegramów, nie jest problemem w sensie potrzeb transmisyjnych. Można do tego celu wykorzystać sieć publiczną. Dopuszczalne byłoby przekazywanie w ten sposób jedynie poleceń chronionych zależnościami (ale nie poleceń specjalnych).

6. W wypadku korzystania z mediów publicznych, do celów łączności technologicznej należy zapewnić redundancję, np. łączność za pośrednictwem operatora telefonii stacjonarnej i operatora GSM. Przy wykorzystaniu mediów publicznych do transmisji danych, odpowiednie zabezpieczenie danych nie jest problemem. Algorytmy zabezpieczenia są uznane za stuprocentowo pewne i niemożliwe do złamania.
7. Zastosowanie zastępczych metod prowadzenia ruchu, nie wpływające na krytyczne zmniejszenie przepustowości i nie powodujące następstwa rozprzestrzeniania się zakłóceń ruchowych poza obszar linii, jest korzystne dla zarządcy infrastruktury z punktu widzenia organizacji pracy.
8. Zastosowanie jednolitych typów urządzeń sprzyja uproszczeniu sposobu utrzymywania ograniczonego zestawu części zamiennych w centralnym magazynie, jak i stosowaniu zdefiniowanych jednolitych procedur utrzymania i procedur naprawczych zoptymalizowanych dla stosowanych typów urządzeń.
9. Przez samodzielne zgłaszanie awarii, system diagnostyki zapewnia narzędzia do diagnozowania występowania ich przyczyn. W miarę możliwości powinien uprzedzająco zgłaszać możliwość wystąpienia awarii (diagnostyka prewencyjna). Możliwość zdalnego diagnozowania urządzeń pozwala na pobranie z centralnego magazynu tylko części zapasowych potrzebnych do usunięcia awarii.
10. W wypadku powstania awarii niemożliwych do szybkiego usunięcia z przyczyn technicznych lub logistycznych, zdefiniowane procedury umożliwiają prowadzenie ruchu z pomocą metod zastępczych.

4.1.3. Korzyści społeczne

1. Uproszczenie układów torowych w korzystny sposób wpływa na lokalne otoczenie. Dzięki dostosowaniu liczby torów do aktualnych potrzeb przewozowych, umożliwia się porządkowanie terenów kolejowych w pobliżu stacji, przeznaczając odzyskany teren na cele społeczne lub usługowe.
2. Dostęp do infrastruktury telekomunikacyjnej, która częściowo może zostać sfinansowana przez lokalne samorządy, wpłynie korzystnie na okoliczne regiony, które uzyskają łatwiejszy dostęp do sieci informatycznych (Internetu). Takie podejście jest korzystne ze względów społecznych.
3. Zastosowanie jednolitych typów urządzeń wpływa na łatwiejszą i prostszą obsługę oraz utrzymanie urządzeń.

5. WYBÓR OPCJI I MOŻLIWOŚCI REALIZACYJNE

Przeprowadzona analiza wielkości sieci linii małoobciążonych posłużyła do określenia potencjalnego rynku, na którym będzie możliwe przyszłościowe wdrożenie uproszczonego systemu srk. Za wzorcowy odcinek do dalszej analizy potencjalnego rynku linii o małym natężeniu ruchu, można wskazać część linii nr 27 Nasielsk – Toruń Wschodni, zlokalizowany pomiędzy stacjami Nasielsk – Sierpc. Pomimo, że na tym odcinku znajdują się tylko 4 stacje, wprowadzenie nowego systemu sterowania wydaje się dobrym rozwiązaniem, ponieważ stacja Nasielsk stanowiłaby powiązanie (jako Lokalne Centrum Sterowania – LCS) linii magistralnej (linia E 65 Warszawa – Gdańsk) z linią o małym natężeniu ruchu obsługiwaną z tego samego LCS.

5.1. Charakterystyka analizowanego odcinka

Odcinek Nasielsk – Sierpc wchodzący w skład linii nr 27 Nasielsk – Toruń Wschodni, ma długość 87,489 km. Jest to linia jednotorowa, niezelektryfikowana, o prędkości drogowej 100 km/h. Ze względu na degradację infrastruktury torowej na odcinku Nasielsk – Sierpc, pociągi pasażerskie poruszają się z prędkością 50 km/h, a autobusy szynowe 60 km/h. Na tym odcinku znajdują się 4 stacje: Nasielsk, Płońsk, Raciąż i Sierpc oraz 10 przystanków osobowych: Ciekosyn, Wkra, Dalanówek, Arcelin, Baboszewo, Kaczorowo, Koziębrowy, Zawidz Kościelny, Zawidz, Mieszaki. Na stacjach są zabudowane urządzenia mechaniczne kluczowe (2 stacje), przekaźnikowe typu E oraz PB. Poszczególne szlaki są wyposażone w półsamoczynną blokadę liniową z blokami mechanicznymi. Na wymienionych szlakach znajduje się 5 stacyjnych (kategorii A) oraz 82 szlakowych (kategorii D) przejazdów kolejowych.

5.2. Warianty modernizacyjne

Rozważając możliwości realizacyjne projektu instalacji uproszczonego systemu srk dla linii o małym natężeniu ruchu na wybranej linii, przyjęto trzy warianty realizacyjne:

1. Wariant I – wdrożenie na linii urządzeń srk dedykowanych dla linii magistralnych z jednoczesną modernizacją infrastruktury.
2. Wariant II – wdrożenie na linii uproszczonych urządzeń sterowania ruchem kolejowym dedykowanych dla linii o małym natężeniu ruchu.
3. Wariant III – wdrożenie na linii uproszczonych urządzeń srk dedykowanych dla linii o małym natężeniu ruchu, z jednoczesną częściową modernizacją infrastruktury torowej wynikającą z niskiej aktualnie prędkości rozkładowej (poniżej 40 km/h) – usunięcie wąskich gardeł.

W celu sprawdzenia wpływu poszczególnych robót na analizowane wskaźniki, zakres przeprowadzanych prac będzie zmienny i będzie obejmował kombinację robót wymienionych w tablicy 1, w zależności od wariantu.

5.2.1. Wariant I

W tym wariantcie będzie wykonana: kompleksowa modernizacja układu torowego, na którym zostaną zainstalowane „podstawowe” urządzenia srk, pełne urządzenia telekomunikacyjne służące do transmisji głosu i danych, a przejazdy kolejowe będą wyposażone w urządzenia samoczynnej sygnalizacji przejazdowej kategorii A i B.

Podstawowe zalety tego wariantu:

- nowoczesne urządzenia sterowania ruchem kolejowym,
- zmodernizowana warstwa podstawowa – możliwość jazd z prędkościami rozkładowymi wyższymi niż 120 km/h,
- uproszczenie układów torowych.

Wady wariantu:

- duże koszty dostosowania warstwy podstawowej,
- przychody z linii o małym natężeniu ruchu nie pokrywają poniesionych nakładów oraz kosztów utrzymania infrastruktury.

5.2.2. Wariant II

Wariant ten przewiduje zabudowę uproszczonego systemu srk dedykowanego dla linii o małym natężeniu ruchu, pełnych urządzeń telekomunikacyjnych służących do transmisji głosu i danych oraz przejazdów kolejowych wyposażonych w urządzenia samoczynnej sygnalizacji przejazdowej kategorii A i C.

Podstawowe zalety tego wariantu:

- nowoczesne urządzenia sterowania ruchem kolejowym,
- obniżenie kosztów inwestycji związanych z zabudową urządzeń na wybranych elementach infrastruktury,
- zachowanie prędkości rozkładowej 100 km/h (w wypadku autobusów szynowych), zapewniające krótkie czasy przejazdów,
- rosnące koszty paliwa w transporcie samochodowym i zwiększona liczba samochodów wpłyną na wydłużenie czasu podróży, przy jednoczesnym skróceniu czasu przejazdu transportem kolejowym w długoterminowej perspektywie, spowoduje wygenerowanie większych potoków ruchu (głównie podróżnych).

Wady wariantu:

- brak modernizowanej warstwy torowej.

W tym wariantcie, na teoretycznym rozważanym odcinku będzie wykonana: zabudowa uproszczonych urządzeń srk, pełnych urządzeń telekomunikacyjnych służących do transmisji głosu i danych, a przejazdy kolejowe zostaną wyposażone w urządzenia samoczynnej sygnalizacji przejazdowej kategorii A i C.

5.2.3. Wariant III

Wariant ten przewiduje naprawy główne układu torowego w celu umożliwienia jazd z prędkościami w granicach 80 km/h oraz zabudowę na linii uproszczonego systemu sterowania ruchem kolejowym dedykowanym dla linii o małym natężeniu ruchu i pełnych urządzeń telekomunikacyjnych służących do transmisji głosu i danych, wyposażenie przejazdów kolejowych w urządzenia samoczynnej sygnalizacji przejazdowej kategorii A i C.

Podstawowe zalety tego wariantu:

- nowoczesne urządzenia sterowania ruchem kolejowym,
- zmodernizowana warstwa podstawowa – możliwość jazd z prędkościami rozkładowymi wyższymi niż 80 km/h,
- zachowanie prędkości rozkładowej 80 km/h (w wypadku autobusów szynowych) zapewniające krótkie czasy przejazdów;
- rosnący ruch w transporcie samochodowym (wydłużenie czasów przejazdów) wraz z rosnącymi kosztami paliwa w porównaniu z krótszym czasem przejazdów transportem kolejowym, spowoduje w perspektywie wygenerowanie większych potoków transportu kolejowego, głównie podróźnych,
- racjonalizacja układów torowych,
- perspektywiczne dostosowanie infrastruktury do rosnącego rynku przewozowego.

Wady wariantu:

- zwiększone koszty dostosowania warstwy podstawowej,
- przychody z małego natężenia ruchu nie pokrywają poniesionych nakładów oraz kosztów utrzymania infrastruktury.

W tym wariantcie przewidziano naprawę bieżącą torów (na 100%, 75%, 50% i 25% długości odcinka) z likwidacją zbędnych elementów układu torowego, instalację uproszczonych urządzeń srk, pełnych urządzeń telekomunikacyjnych służących do transmisji głosu i danych, wyposażenie przejazdów kolejowych w urządzenia samoczynnej sygnalizacji przejazdowej kategorii A i C. W wypadku, gdy teoretyczny odcinek jest zelektryfikowany, naprawom bieżącym podlega także sieć trakcyjna.

5.3. Możliwe oszczędności

Na analizowanej sieci kolejowej istnieją linie, na których natężenie ruchu jest małe lub bardzo małe – dla obciążenia do 15 par poc./dobę długość takiej sieci wynosi 8 904 km. Przychody generowane przez te linie są niskie, dlatego nakłady inwestycyjne i koszty utrzymania muszą być małe w celu utrzymania konkurencyjności linii wobec innych środków transportu i zapewnienia tym liniom pewnej przyszłości. Koncepcja wyposażenia takich linii w urządzenia srk powinna odznaczać się wysoką efektywnością ekonomiczną (niska cena urządzeń i kosztów utrzymania) przy jednoczesnym uproszczeniu procesów ruchowych.

Należy zastanowić się, gdzie poszukiwać możliwości obniżenia kosztów systemu sterowania ruchem kolejowym. Pierwszym z takich obszarów, który z jednej strony wpływa na korzyści finansowe, z drugiej zaś na ogólne koszty, jest ograniczenie zatrudnienia. Redukcja personelu do prowadzenia ruchu może zostać osiągnięta przez wyeliminowanie konieczności zatrudniania dyżurnych ruchu na stacjach oraz dróżników przejazdowych. W przypadku personelu zatrudnionego na stacjach (dyżurni ruchu) zmniejszenie liczby etatów będzie możliwe przez wprowadzenie centralizacji prowadzenia ruchu na większych obszarach poszczególnych linii – minimum 4–5 stacji. Wymóg taki jest konieczny, ponieważ połączenie mniejszej liczby posterunków z jednoczesną redukcją personelu na jednym z nich, w dłuższym czasie nie przyniesie wymiernych korzyści w relacjach z poniesionymi nakładami na scentralizowanie urządzeń srk. Jednakże ograniczenie liczby etatów dróżników obsługujących przejazdy kolejowe na liniach o małym natężeniu ruchu jest trudne ze względu na dużą liczbę skrzyżowań kategorii D dróg kołowych z koleją występujących na sieci PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. (średnio co 1 167 metrów) i w praktyce może zaoszczędzić pojedyncze etaty na poszczególnych liniach.

Następnym obszarem poszukiwania oszczędności w ogólnych kosztach systemu srk dla linii o małym natężeniu ruchu jest ograniczenie prędkości. Jednak w tej płaszczyźnie należy wykonać dogłębne analizy (dla konkretnych projektów) opłacalności realizacji przedsięwzięcia. Przy założeniu, że linie o małym natężeniu ruchu to linie lokalne z gęsto położonymi przystankami i stacjami, a większość pociągów to osobowe pociągi pasażerskie lub autobusy szynowe zatrzymujące się na wszystkich stacjach i przystankach, jednym z rozwiązań jest poszukiwanie oszczędności, dzięki czemu uzyska się mniejszą liczbę wskazań sygnałowych i obniżenie kosztów urządzeń srk. Jeśli szlaki między sąsiednimi stacjami są długie, powinno dążyć się do podniesienia prędkości oraz przywrócenia prędkości właściwej dla danej linii. Jest to rozsądne podejście, gdyż ze względu na zwiększającą się liczbę pojazdów na drogach kołowych i tworzące się z tego powodu zatory, należy spodziewać się systematycznego wzrostu potoków podróżnych na linach kolejowych. W związku z tym już teraz należy dbać o dobry stan infrastruktury torowej.

Rozważając możliwość ograniczenia prędkości, należy również analizować uproszczenie układów torowych. Sprowadzenie układów torowych do niezbędnego minimum wynikającego z potrzeb technologicznych, wydzielenie torów, po których będzie prowadzony ruch pociągów, prowadzenie manewrów w przebiegach niezorganizowanych, znacznie ograniczy liczbę przytorowych urządzeń srk takich, jak: napędy zwrotnicowe, sygnalizatory, liczba świateł na sygnalizatorach, urządzenia kontroli niezajętości. W efekcie doprowadzi to do zmniejszenia kosztu zabudowy i eksploatacji urządzeń sterowania.

Uproszczenie układów torowych umożliwi ograniczenie liczby sekcji kontroli niezajętości torów. Ze względu na małe natężenie ruchu wystarcza prowadzenie ruchu w odstępie stacji i kontrolowanie niezajętości toru szlakowego jako całości, bez po-

działu na odstępy. Funkcje blokady liniowej mogą zostać włączone w urządzeniach zależnościowych dla poszczególnych stacji. W ten sposób uniknie się potrzeby stosowania urządzeń blokady liniowej na szlaku, w tym sygnalizatorów odstępowych. Ze względu na możliwy wzrost potoków podróźnych, należy określić celowość takiego podejścia lub przed podjęciem decyzji inwestycyjnej przewidzieć możliwą w późniejszym okresie zabudowę urządzeń blokady liniowej przy niewielkiej ingerencji w urządzenia stacyjne. W wypadku małych stacji na liniach jednotorowych wystarczy kontrolować niezajętość wszystkich rozjazdów w głowicy jako jednej sekcji kontroli niezajętości. Należy przy tym zauważyć, że kontrolowanie niezajętości będzie dotyczyć tylko zwrotnic w torach przebiegowych. W wypadku torów stacyjnych, kontrola niezajętości może być stosowana jedynie w torach przewidzianych dla ruchu pociągów, pozostałe tory, na których odbywają się tylko niezorganizowane przebiegi manewrowe, nie muszą mieć kontroli niezajętości. Omówione przypadki radykalnie ograniczają koszt urządzeń stwierdzania niezajętości.

Wymienione obszary potencjalnych oszczędności nie pozwalają samodzielnie osiągnąć zadowalający poziom obniżenia kosztów. W związku z tym, w zakresie ogólnych kosztów uproszczonych urządzeń srk, należy poszukiwać innych, nie wymienionych obszarów oszczędności z jednoczesnym ograniczaniem we wszystkich lub w większości wymienionych obszarów.

5.4. Dylematy wdrożenia

Porównując dane, inwestor a zarazem przyszły użytkownik systemu uproszczonych urządzeń srk, staje przed dylematem: ponieść wyższe koszty na początku realizacji inwestycji a w przyszłości mniejsze, czy odwrotnie? Dylemat ten wymaga przeprowadzenia ekonomicznej analizy projektu. Wyniki tej analizy mają charakter jedynie pogładowy, gdyż dla konkretnych inwestycji należy przeprowadzić osobną kalkulację uwzględniającą aktualne ceny oraz koszty związane z inwestycją w dany system uproszczonych urządzeń srk.

6. KOSZTY ZWIĄZANE Z WDROŻENIEM ROZWIĄZANIA

Do obliczeń przyjęto, że średnia cena podstawowych urządzeń sterowania ruchem kolejowym wynosi około 800 tys. zł na tak zwaną zwrotnicę obliczeniową. Uwzględniając możliwe obszary poszukiwania oszczędności dla uproszczonych urządzeń srk, można przypuszczać, że końcowa ich cena zmniejszy się o około 25% i wyniesie około 605 tys. zł. W analizie wzięto pod uwagę wartość odzyskanych materiałów: części składowych nawierzchni torowej i rozjazdów. Założono, że wartość odzyskanych materiałów wyniesie 10% kosztów napraw głównych, tj. 150 tys. zł na 1 km torów szlakowych oraz głównych. Zgodnie z wynikami analizy technicznej, podczas realizacji inwestycji odzyska się:

- w wariantcie I – około 87 km torów szlakowych, głównych i dodatkowych o wartości odzysku 13 122,90 tys. zł,
- w wariantcie II – nie ma odzysku materiałów
- w wariantcie III – około 6 km torów dodatkowych o wartości odzysku 820,20 tys. zł.

Tablica 1

Nakłady inwestycyjne na modernizację wzorcowej linii o małym natężeniu ruchu

| Zakres prowadzonych prac | Wariant I | Wariant II | Wariant III |
|---|------------|------------|-------------|
| | [tys. zł] | [tys. zł] | [tys. zł] |
| Układy torowe ¹ : | | | |
| • przebudowa 100% długości torów | 153 729,00 | — | 60 366,60 |
| • przebudowa 75% długości torów | | | 47 243,70 |
| • przebudowa 50% długości torów | | | 34 120,80 |
| • przebudowa 25% długości torów | | | 20 997,90 |
| Zabudowa urządzeń srk | 39 263,40 | 33 313,40 | 33 313,40 |
| Telekomunikacja | 40 439,53 | 40 439,53 | 40 439,53 |
| Skrzyżowania dróg z koleją (zabudowa urządzeń samoczynnej sygnalizacji przejazdowej) ² : | | | |
| • wszystkie przejazdy na linii | 76 634,00 | 68 680,00 | 68 680,00 |
| • przejazdy co 2 km | 39 939,00 | 35 962,00 | 35 962,00 |
| • przejazdy co 3 km | 27 409,00 | 24 790,00 | 24 790,00 |
| • przejazdy co 4 km | 22 039,00 | 20 002,00 | 20 002,00 |

- 1) Dla wariantu III przyjmuje się możliwość napraw toru na określonej długości – tzn. likwidację „wąskich gardeł”, dlatego rozpatrywane są różne procentowe długości toru.
- 2) W związku z występowaniem na odcinku wzorcowym dużej liczby przejazdów kolejowych, rozważa się różną liczebność przejazdów, wyposażonych w urządzenia samoczynnej sygnalizacji przejazdowej.

Przy porównaniu całkowitych kosztów systemu uproszczonych urządzeń srk należy również uwzględnić koszt eksploatacji systemu. Na całkowity koszt eksploatacji urządzeń przeznaczonych dla omawianych linii składają się dwa elementy: koszt inwestycji w system oraz koszty utrzymania i obsługi systemu w założonym okresie jego działania. Roczne koszty utrzymania wyliczono jako równe 1,5% nakładów inwestycyjnych (zalecenia ekspertów EBI), ponoszonych przez inwestora na realizację poszczególnych wariantów rozpatrywanych projektów. Koszty utrzymania i eksploatacji, ponoszone przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. w rozpatrywanych wariantach inwestycji, zostały przedstawione w tablicy 2.

Tablica 2

Roczne koszty utrzymania wzorcowej linii o małym natężeniu ruchu

| Koszty utrzymania ¹ i eksploatacji | Wariant I | Wariant II | Wariant III |
|---|-----------|------------|-------------|
| | [tys. zł] | [tys. zł] | [tys. zł] |
| | 5 046,32 | 2 318,10 | 3 300,56 |

1) Koszty utrzymania wzorcowego odcinka liczone dla maksymalnych nakładów inwestycyjnych.

Podstawową formą osiągania korzyści z planowanej przez beneficjenta inwestycji są przychody z udostępniania infrastruktury kolejowej. W celu oszacowania korzyści bezpośrednich, przeanalizowano jednostkowe stawki opłat za udostępnienie infrastruktury na omawianym odcinku linii oraz obliczono przychody z tytułu udostępniania odcinków linii kolejowej Nasielsk – Sierpc w poszczególnych latach życia projektu, jako iloczyn rocznej pracy eksploatacyjnej i średniej stawki dostępu do linii.

W celu określenia stawek za dostęp do infrastruktury kolejowej we wszystkich zakładanych wariantach inwestycyjnych posłużono się cennikiem opłat za korzystanie z infrastruktury w 2009 r., sporządzonym przez zarządcę infrastruktury (PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.) i zatwierdzonym przez Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego. W celu oszacowania przychodów operacyjnych posłużono się danymi z bazy dotyczącej pracy eksploatacyjnej wykonywanej na sieci zarządzanej przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. We wszystkich wariantach inwestycyjnych przyjęto stawkę za dostęp do infrastruktury w zależności od rodzaju i prędkości pociągu. Roczne prognozy przychodów z udostępnienia infrastruktury w poszczególnych wariantach przedstawia tablica 3.

Tablica 3

Roczne prognozy przychodów z tytułu udostępniania infrastruktury

| Trakcja spalinowa | Wariant I | Wariant II | Wariant III |
|-------------------|-----------|------------|-------------|
| | [tys. zł] | [tys. zł] | [tys. zł] |
| | 5 679,13 | 3 134,68 | 4 028,23 |

6.1. Analiza efektywności finansowej wariantów

W celu określenia efektywności finansowej projektu wykonano następujące działania:

- przyjęto, że czas życia projektu wynosi 30 lat;
- zestawiono wszystkie dodatnie i ujemne strumienie pieniężne w przyjętym okresie życia projektu:
 - nakłady inwestycyjne,
 - przewidywane koszty eksploatacji,
 - korzyści bezpośrednie przewidywane w trakcie eksploatacji;
- zdyskontowano strumienie pieniężne stopą dyskontową w wysokości 6%;
- obliczono wskaźniki efektywności finansowej, tj. finansową zaktualizowaną wartość netto (*FNPV*), finansową wewnętrzną stopę zwrotu projektu (*FIRR*) oraz współczynnik

koszty/korzyści B/C ; wskaźniki te zostały obliczone bez uwzględniania źródeł finansowania inwestycji, tj. od całości nakładów inwestycyjnych (finansowa zdyskontowana wartość netto inwestycji – $FNPV/C$, finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji – $FIRR/C$).

Zaktualizowana wartość netto (NPV) stanowi różnicę pomiędzy zdyskontowanymi korzyściami, a zdyskontowanymi kosztami w analizowanym okresie życia przedsięwzięcia. Pokazuje wartość projektu w rozpatrywanym okresie, odpowiadając na pytanie, czy realizacja inwestycji przyniesie nadwyżkę finansową w postaci zysku, czy też wystąpi strata. Wskaźnik ten oblicza się z następującego wzoru:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t},$$

gdzie:

B_t – łączna wartość brutto korzyści bezpośrednich uzyskanych w roku „ t ”,

C_t – łączna wartość nakładów inwestycyjnych i kosztów eksploatacyjnych poniesionych w roku „ t ”,

$t = 1, 2, \dots, n$ kolejny rok okresu obliczeniowego, składającego się z okresu realizacji i z okresu eksploatacji przedsięwzięcia,

i – stopa dyskontowa, stanowiąca oczekiwaną lub minimalną stopę opłacalności realizacji przedsięwzięcia.

Przedsięwzięcie można uznać za efektywne, gdy wartość wskaźnika jest dodatnia przy zadanej stopie dyskontowej. Analizując wszystkie warianty inwestycji, za najefektywniejszy uznaje się wariant charakteryzujący się najwyższą wartością wskaźnika NPV . Wewnętrzna stopa zwrotu (IRR) oprócz NPV , jest podstawowym wskaźnikiem oceny finansowej efektywności przedsięwzięć modernizacyjno-rozwojowych. Wskaźnik ten pokazuje faktyczną stopę rentowności przedsięwzięcia (stopę zysku), która zależy od sumy i czasowego rozkładu projektowanych przepływów pieniężnych. IRR jest równe stopie dyskontowej, przy której NPV jest równe 0. Wskaźnik IRR oblicza się według następującego wzoru:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1(i_2 - i_1)}{NPV_1 + |NPV_2|},$$

gdzie:

i_1 – poziom stopy dyskontowej, przy której $NPV > 0$,

i_2 – poziom stopy dyskontowej, przy której $NPV < 0$,

NPV_1 – poziom NPV przy stopie dyskontowej i_1 ,

NPV_2 – poziom NPV przy stopie dyskontowej i_2 .

Wskaźnik B/C jest stosunkiem zdyskontowanych wartości korzyści brutto, uzyskanych w okresie życia projektu do zdyskontowanych wartości kosztów – nakładów inwestycyjnych i kosztów eksploatacyjnych. Jeżeli stopa dyskontowa jest równa wewnętrznej stopie zwrotu z kapitału (IRR), wtedy wartość wskaźnika B/C równa jest jedności. Wskaźnik ten obliczono według następującego wzoru:

$$B/C = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}},$$

gdzie:

- B_t – łączna wartość brutto korzyści bezpośrednich uzyskanych w roku „ t ”,
- C_t – łączna wartość nakładów inwestycyjnych i kosztów eksploatacyjnych poniesionych w roku „ t ”,
- $t = 1, 2, \dots, n$ kolejny rok okresu obliczeniowego, składającego się z okresu realizacji i z okresu eksploatacji przedsięwzięcia,
- i – stopa dyskontowa, stanowiąca oczekiwaną lub minimalną stopę opłacalności realizacji przedsięwzięcia.

Przedsięwzięcie uznajemy za efektywne, gdy $B/C > 1$. Do realizacji wybiera się wariant, dla którego wartość wskaźnika jest największa.

6.2. Podsumowanie analiz finansowych

Dla rozpatrywanych wariantów modernizacji obliczono wskaźniki $FNPV/C$ (bieżąca wartość netto), $FIRR/C$ (finansową wewnętrzną stopę zwrotu oraz B/C (wskaźnik zdyskontowanych korzyści do kosztów). Wyniki tych obliczeń przedstawiono w tablicy 4.

W rozpatrywanych wariantach inwestycji wartość NPV jest ujemna, co oznacza, iż bieżąca wartość przyszłych przychodów netto jest niższa od bieżącej wartości nakładów. Wskaźniki IRR dla większości rozpatrywanych wariantów inwestycji są ujemne. Wskaźnik B/C dla większości wariantów inwestycji jest mniejszy od 1. Na podstawie wskaźników otrzymanych z analizy finansowej można stwierdzić, że: w wypadku posiadania zmodernizowanej infrastruktury torowej przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., dla linii o małym natężeniu ruchu – z punktu widzenia wskaźników finansowych, celowe jest zabudowywanie „pełnych” (ogólnie stosowanych) urządzeń srk. Z obecnego punktu widzenia stanu infrastruktury torowej (znaczna dekapitalizacja), wariant taki jest raczej nierealny, chociaż możliwy do realizacji. Zabudowa uproszczonych urządzeń srk (dodatkowo wskaźniki finansowe pomimo dekapitalizacji linii) w pełnym analizowanym okresie (30 lat) wykaże się ujemnymi wskaźnikami, z powodu przeprowadzania w późniejszych czasach koniecznych napraw torów.

Poziom efektywności finansowej od całości nakładów inwestycyjnych bez uwzględnienia źródeł finansowania dla praktycznie wszystkich rozpatrywanych wariantów, tj. zabudowa urządzeń srk i innych robót, jest niski. Można to stwierdzić na podstawie wartości wskaźników finansowej wewnętrznej stopy zwrotu z inwestycji ($FIRR/C$), ujemnych wartości wskaźnika $FNPV/C$ oraz wartości wskaźnika B/C poniżej jedności.

Niska efektywność finansowa inwestycji oznacza, że uzasadnieniem dla jej realizacji mogą być jedynie korzyści ogólnogospodarcze i ogólnospołeczne. Oceny takiej należy

Tablica 4

Zestawienie wyników analizy

| Zakres prowadzonych prac | Wariant I | | | Wariant II | | | Wariant III | | |
|---|-----------|----------|------|------------|----------|------|-------------|----------|------|
| | FIRR/C | FNPV/C | B/C | FIRR/C | FNPV/C | B/C | FIRR/C | FNPV/C | B/C |
| Zabudowa urządzeń sterowania ruchem kolejowym ¹ | 29,82% | 75 331 | 3,23 | 8,43% | 8 389 | 1,41 | 11,83% | 20 620 | 1,83 |
| Zabudowa urządzeń sterowania ruchem kolejowym, telekomunikacja, przejazdy kolejowe | | | | | | | | | |
| min ² | 6,23% | - 59 545 | 0,71 | -7,19% | -117 323 | 0,28 | -4,62% | -105 093 | 0,36 |
| max ³ | 15,19% | 49 941 | 1,94 | 3,00% | -14 654 | 0,81 | 5,53% | -2 423 | 1,05 |
| Roboty torowe, zabudowa urządzeń sterowania ruchem kolejowym, telekomunikacja, przejazdy kolejowe | | | | | | | | | |
| min ⁴ | -6,23% | -236 651 | 0,35 | -7,19% | -117 323 | 0,28 | -9,07% | -174 639 | 0,25 |
| max ⁵ | -1,02% | -101 775 | 0,57 | 8,43% | 8 389 | 1,41 | 5,31% | -3 571 | 1,03 |

- 1) Zabudowa uproszczonych urządzeń sterowania ruchem kolejowym przy założeniu, że infrastruktura torowa została już zmodernizowana.
- 2) Wartości dla różnych kombinacji robót łącznie z zabudową uproszczonych urządzeń sterowania ruchem kolejowym przy założeniu, że infrastruktura torowa została już zmodernizowana.
- 3) Zabudowa uproszczonych urządzeń sterowania ruchem kolejowym przy założeniu, że infrastruktura torowa została już zmodernizowana.
- 4) Wartości dla różnych kombinacji robót łącznie z zabudową uproszczonych urządzeń sterowania ruchem kolejowym.
- 5) Zabudowa uproszczonych urządzeń sterowania ruchem kolejowym.

dokonać w analizie ekonomicznej, wykonywanej dla konkretnych projektów dotyczących linii o małym natężeniu ruchu. Na podstawie przeprowadzonych analiz trudno jest wskazać najkorzystniejszy wariant inwestycji.

Z powodu niedofinansowania infrastruktury kolejowej, obecny cennik dostępu do linii na sieci PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., służy przede wszystkim do generowania przychodów oraz utrzymywania przewozów regionalnych, wskutek czego charakteryzuje się unikalnymi w Europie proporcjami opłat za różnego rodzaju pociągi (w szczególności bardzo niskie ceny dla pociągów osobowych i bardzo wysokie dla towarowych). Przypuszczać należy, że w przyszłości dofinansowanie z budżetu państwa do eksploatacji linii kolejowych, a także do przewozów regionalnych, zbliży się do standardów europejskich, wskutek czego z jednej strony będzie wymagane, np. obniżenie stawek za przejazd pociągów towarowych ze względu na chęć odciążenia dróg, a z drugiej – możliwe podwyższenie opłat za pociągi kategorii osobowy.

W związku z tym sprawdzono, w jaki sposób zachowują się wskaźniki w wypadku wzrostu opłat cennikowych o 15% w całym horyzoncie czasowym przy zachowanej liczbie pociągów oraz przy wzroście ich liczby do 15 par poc./dobę (tablice 5 i 6).

Na podstawie przeprowadzonych analiz, przy zmianie opłat cennikowych lub po zmianie opłat i liczby pociągów nadal jest trudno wskazać najkorzystniejszy wariant inwestycji (dla odcinka wzorcowego), ale jak widać zmiana tych parametrów wpływa na końcowe wartości analizowanych wskaźników (głównie dla wariantu trzeciego). W związku z tym, decyzję o zabudowie uproszczonych urządzeń srk dla linii o małym natężeniu ruchu należy poprzedzić dokładnymi analizami dla konkretnych zadań inwestycyjnych.

Tablica 5

Zestawienie wyników analizy przy wzroście opłat za dostęp do infrastruktury

| Zakres prowadzonych prac | Wariant I | | | Wariant II | | | Wariant III | | |
|--|-----------|----------|------|------------|----------|------|-------------|----------|------|
| | FIRR/C | FNPV/C | B/C | FIRR/C | FNPV/C | B/C | FIRR/C | FNPV/C | B/C |
| Zabudowa urządzeń sterowania ruchem kolejowym ¹ | 29,82% | 75 331 | 3,23 | 8,92% | 10 499 | 1,48 | 12,32% | 23 331 | 1,93 |
| Zabudowa urządzeń sterowania ruchem kolejowym, telekomunikacja, przejazdy kolejowe ² | | | | | | | | | |
| min | 1,22% | -59 545 | 0,71 | 6,21% | -115 214 | 0,30 | -3,83% | -102 382 | 0,38 |
| max | 15,19% | 49 941 | 1,94 | 3,54% | -12 545 | 0,85 | 6,05% | 287 | 1,11 |
| Roboty torowe, zabudowa urządzeń sterowania ruchem kolejowym, telekomunikacja, przejazdy kolejowe ³ | | | | | | | | | |
| min | -6,23% | -236 651 | 0,35 | -6,21% | -115 214 | 0,30 | -7,81% | -171,928 | 0,27 |
| max | -1,02% | -101 775 | 0,57 | 8,92% | 10 499 | 1,48 | 5,84% | -860 | 1,09 |

- 1) Zabudowa uproszczonych urządzeń sterowania ruchem kolejowym przy założeniu, że infrastruktura torowa został już zmodernizowana.
- 2) Wartości dla różnych kombinacji robót łącznie z zabudową uproszczonych urządzeń sterowania ruchem kolejowym przy założeniu, że infrastruktura torowa została już zmodernizowana.
- 3) Wartości dla różnych kombinacji robót łącznie z zabudową uproszczonych urządzeń sterowania ruchem kolejowym.

Tablica 6

Zestawienie wyników analizy przy wzroście ilości pociągów i opłat za dostęp do infrastruktury

| Zakres prowadzonych prac | Wariant I | | | Wariant II | | | Wariant III | | |
|--|-----------|----------|------|------------|----------|------|-------------|----------|------|
| | FIRR/C | FNPV/C | B/C | FIRR/C | FNPV/C | B/C | FIRR/C | FNPV/C | B/C |
| Zabudowa urządzeń sterowania ruchem kolejowym ¹ | 34,645 | 13,22% | 2,12 | 5.583 | 7,59% | 1,31 | 13,48% | 30.617 | 2,20 |
| Zabudowa urządzeń sterowania ruchem kolejowym, telekomunikacja, przejazdu kolejowe ² | | | | | | | | | |
| min | 1,22% | 59 545 | 0,35 | 6,21% | -115 214 | 0,30 | 7,81% | -171 928 | 0,27 |
| max | 15,19% | 49 941 | 0,57 | 8,92% | 10 499 | 1,48 | 5,84% | -860 | 1,09 |
| Roboty torowe, zabudowa urządzeń sterowania ruchem kolejowym, telekomunikacja, przejazdu kolejowe ³ | | | | | | | | | |
| min | -6,23% | -236 651 | 0,35 | -5,63% | 112 878 | 0,31 | -4,49% | -153 912 | 0,35 |
| max | -1,02% | -101 775 | 0,57 | 9,50% | 12 835 | 1,57 | 8,83% | 17 156 | 1,45 |

- 1) Zabudowa uproszczonych urządzeń sterowania ruchem kolejowym przy założeniu, że infrastruktura torowa została już zmodernizowana.
- 2) Wartości dla różnych kombinacji robót łącznie z zabudową uproszczonych urządzeń sterowania ruchem kolejowym przy założeniu, że infrastruktura torowa została już zmodernizowana.
- 3) Wartości dla różnych kombinacji robót łącznie z zabudową uproszczonych urządzeń sterowania ruchem kolejowym.

7. RYZYKO ZWIĄZANE Z PROJEKTEM

Analiza ryzyka to nie substytut metodyki oceny projektów inwestycyjnych, ale narzędzie uwytłumaczające jej wyniki. Dobry model analizy ryzyka to konieczna podstawa do dającej sensowne wyniki symulacji, która daje wsparcie decyzjom inwestycyjnym przez dostarczenie beneficjentowi miary zmienności związanej z oceną stopy zwrotu. Ze względu na otrzymane ujemne wskaźniki w analizie finansowej, analiza ryzyka nie została przeprowadzona, gdyż nie przyniosłaby rzeczywistego obrazu. Poniżej przedstawiono istotniejsze czynniki ryzyka związane z omawianym projektem.

Poziom współfinansowania z budżetu państwa

Wysokość współfinansowania ze środków budżetu państwa jest związana z ryzykiem wynikającym z trudnej sytuacji budżetowej i koniecznością utrzymywania deficytu na konstytucyjnym poziomie. W ustawie budżetowej istnieje zapis, że państwo będzie dofinansowywać kolej, jednak w praktyce takie dopłaty nie są realizowane.

Ryzyko związane z nierzetelnością wykonawców

Nie można pominąć ryzyka związanego z nierzetelnością wykonawców. Sposobem zmniejszenia tego ryzyka jest uwzględnienie w wymaganiach przetargowych, posiadania przez wykonawców odpowiednich referencji (potwierdzonych przez poprzednich klientów), jak również złożenia kaucji, podlegającej zwrotowi po realizacji projektu, która byłaby jednocześnie gwarancją rzetelnego wykonania pracy.

Ryzyko wystąpienia opóźnień w rozpoczęciu procesu inwestycyjnego

Istnieje ryzyko wystąpienia opóźnień w rozpoczęciu procesu inwestycyjnego. Opóźnienia mogą wynikać z konieczności uzyskania niezbędnych zezwoleń i uzgodnień. Dotyczy to zarówno jednostek państwowych, jak i uzgodnień z jednostkami kolejowymi.

Ryzyko wydłużenia się czasu realizacji inwestycji

Wydłużenie czasu realizacji inwestycji może wystąpić z powodu niedoszacowania czasu realizacji projektu przez wykonawcę, ale także z powodu np. niezgodności projektu ze stanem rzeczywistym (niedokładne plany istniejących urządzeń, nierzetelne dane o istniejącej infrastrukturze).

Ryzyko przekroczenia budżetu projektu

Istnieje ryzyko przekroczenia kosztów projektu, które może wynikać z różnych czynników zależnych i niezależnych od wykonawców. Najczęstszymi powodami przekroczenia budżetu mogą być: opóźnienia w realizacji projektu, zmiany dokumentacji w trakcie realizacji, wynikające np. ze zmian koncepcji lub też nierzetelnych danych wyjściowych przy tworzeniu projektu, niedoszacowanie kosztów przez wykonawcę, opóźnienia w realizacji projektu, zmiana wymagań w czasie realizacji projektu.

8. KONSEKWENCJE ZANIECHANIA PROJEKTU

Na sieci kolejowej istnieją linie, na których natężenie ruchu jest małe lub bardzo małe. Przychody generowane przez te linie są niskie. W wypadku braku nakładów inwestycyjnych na wspomniane linie, należy być świadomym, że nie uda się uzyskać niskich kosztów utrzymania, które umożliwiłyby realizację celu, jakim jest utrzymanie konkurencyjności przewozów na omawianej linii wobec innych środków transportu i zapewnienia tym liniom pewnej przyszłości. Brak koncepcji wyposażenia takich linii w urządzenia sygnalizacyjne powoduje utrzymanie obowiązujących procesów ruchowych.

Dekapitalizacja warstwy podstawowej będzie jednocześnie wpływać na stopniowy spadek poziomu bezpieczeństwa. Pozostawienie stanu obecnego na liniach o małym natężeniu ruchu spowoduje, że w całkowitych kosztach eksploatacji takiej linii, udział kosztów stałych będzie ulegał systematycznemu wzrostowi i będą one relatywnie

wyższe niż na liniach o dużym obciążeniu ruchem. Zaniechanie projektu wdrożenia uproszczonych urządzeń sterowania ruchem kolejowym dedykowanych dla linii o małym natężeniu ruchu przełoży się na:

- powolny spadek i tak już niski generowany przychód z eksploatacji,
- powstawanie coraz większych komplikacji ruchowych i powiększających się strat w wypadku awarii urządzeń.

9. PODSUMOWANIE

Stan infrastruktury kolejowej na sieci PKP, a w szczególności na liniach o małym obciążeniu ruchu ulega systematycznemu pogarszaniu, czego powodem są niewystarczające środki na jej naprawę. Sytuację tę możemy zauważyć przy wprowadzaniu kolejnych rozkładów jazdy, w których obniża się prędkość rozkładową na niektórych odcinkach. W końcowym efekcie okazuje się, że długość odcinków, na których tę prędkość obniżono, jest wyższa średnio o około 1 000 km od długości odcinków, na których tę prędkość podniesiono.

W celu poprawy stanu technicznego infrastruktury konieczne jest zwiększenie ilości robót naprawczych lub wdrożenie robót modernizacyjnych na szerszą skalę. Głównym celem przeprowadzanych modernizacji jest dostosowanie parametrów linii kolejowych do nowych standardów i do wymogów umów międzynarodowych. Oczekuje się również zwiększenia komfortu podróży i bezpieczeństwa, a także zmniejszenia nakładów na utrzymanie infrastruktury i uzyskanie większych wpływów na ochronę środowiska naturalnego.

Modernizacja linii małoobciążonej obligatoryjnie powinna zostać poprzedzona wykonaniem studium wykonalności, które ma na celu udzielenie odpowiedzi na pytanie, czy omawiany projekt ma podstawy do realizacji i czy odpowiada potrzebom beneficjentów, a także ma na celu dostarczenie informacji niezbędnych do podjęcia decyzji inwestycyjnej oraz określenia czy dana inwestycja jest opłacalna. W zależności od uwarunkowań lokalnych, zamawiający wybierze problemy, które uwzględni w Studium Wykonalności Projektu. Wybór określonych warunków brzegowych ma wpływ na uzyskiwane wskaźniki analiz ekonomicznych, a także wpływa na globalne powodzenie projektu i jego akceptację przez przyszłych użytkowników.

Użytkownicy dróg kolejowych oczekują poprawy stanu technicznego sieci kolejowej, jednak bez pomocy państwa sytuacja ta nie ulegnie poprawie. Ten problem jest dostrzegany na szczeblu rządowym. Opracowywano „Master Plan dla transportu kolejowego do 2030 roku”, dokument przyjęty przez Ministerstwo Infrastruktury, opisujący długookresową strategię rozwoju. Realizacja stawianych w nim zadań ma doprowadzić do poprawy stanu infrastruktury, a także zwiększenia konkurencyjności transportu kolejowego.

Linie z małym natężeniem ruchu osiągają niskie przychody. Jeśli nie zainwestujemy we wspomniane linie, musimy mieć świadomość, że nie możemy liczyć na niskie koszty utrzymania, które umożliwiłyby utrzymanie konkurencyjności przewozów na takich liniach wobec innych środków transportu, a tym samym zapewnienie omawianym liniom przyszłości. Nieinwestowanie w takie linie w konsekwencji doprowadzi do ich likwidacji.

BIBLIOGRAFIA

1. AEIF/EEIG UG ERTMS Programme Team – report studied (May 12, 2003).
2. AEIF The Trans-European Conventional Rail System, Report of Presentation of the Technical Specification for Interoperability CONTROL-COMMAND AND SIGNALLING subsystem. CCS TSI 18.03.2004.
3. AEIF Raport 4 grupy CR CCS CBA z 11.05.2004. [Materiały robocze grupy AeiF].
4. Biała Księga – Europejska Polityka Transportowa 2010: czas na podjęcie decyzji. Komisja Wspólnot Europejskich, Bruksela, 19.09.2001r., Wydawnictwo Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin, 2002.
5. Baza danych. Praca eksploatacyjna wykonana na sieci zarządzanej przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. w 2007 roku wyrażona w pociągokilometrach.
6. Ceborski J., Wyszomirska B.: *Problem finansowania PKP w świetle restrukturyzacji przedsiębiorstwa*, „Problemy Ekonomiki Transportu”, 1999, nr 2.
7. Cennik stawek jednostkowych opłat za korzystanie z infrastruktury kolejowej zarządzanej przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. obowiązujący od 13 grudnia 2009 r. Stawki jednostkowe opłaty podstawowej oraz opłat dodatkowych zatwierdzone przez Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego Decyzją Nr TRM-91 10-03/09 z dnia 8 kwietnia 2009 r. oraz Decyzją Nr TRM-91 10-19/09 z dnia 27 listopada 2009 r.
8. Infrastructure expenditures and costs. Practical guidelines to calculate total infrastructure costs for five modes of transport. Final report. ECORYS Transport (NL) CE Delft (NL), Rotterdam, 30 November 2005.
9. Instrukcja Id-12 (D – 29) – Wykaz linii. Zatwierdzona Zarządzeniem Nr 7/2006 przez Zarząd PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. 22 marca 2006 r.
10. Kamieńska T.: *Makroekonomiczna ocena efektywności inwestycji infrastrukturalnych na przykładzie transportu*. Gdańsk, UG, 1999.
11. Marcinek K.: *Finansowa ocena przedsięwzięć inwestycyjnych przedsiębiorstw*. Katowice, AE, 2002.
12. Materiały własne Instytutu Kolejnictwa.
13. Opracowanie wymagań dla uproszczonego systemu sterowania ruchem kolejowym na liniach o małym natężeniu ruchu, Etap 1. Temat CNTK 4292/10. Warszawa, grudzień 2007.
14. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Raport roczny 2008. Warszawa, PKP PLK S.A., 2009.

15. Raport roczny Grupy PKP 2008. Warszawa, PKP S.A. 2009.
16. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie. Dz.U. 1998 nr 151 poz. 987.
17. Ustawa z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym. Dz. U. 2003 Nr 86 poz. 789.
18. Wytyczne do analizy ekonomicznej i finansowej wdrażania ERTMS na PKP. POLSKIE TOWARZYSTWO EKONOMICZNE Oddział w Katowicach, Katowice czerwiec 2004 r.