

Porównanie kosztów drogi kolejowej w skali międzynarodowej – projekt UIC

Wielkość kosztów ponoszonych z tytułu korzystania z infrastruktury jest jednym z elementów, decydujących o komercyjnym powodzeniu kolei. Muszą one być skorelowane z niezbędną do wykonania pracą przewozową, a zarazem z możliwymi do uzyskania przychodami z działalności. Stosowny proces korelacyjny jest możliwy do przeprowadzenia, a optymalny sposób postępowania może być łatwiej określony na podstawie wartości porównawczych. W tym celu Międzynarodowy Związek Kolei UIC realizuje projekt porównania kosztów infrastruktury kolejowej. Przedstawiamy I część artykułu, jaki ukazał się w Eisenbahningenieur.

Do porównań przyjęte zostały dane dwunastu kolei zachodnioeuropejskich, czterech kolei wschodniej Azji i pięciu kolei I klasy z terenu USA. Celem analizy było:

- uzyskanie porównywalności danych poprzez ich odpowiednią harmonizację;
- porównanie kosztów inwestycyjnych i kosztów utrzymania;
- identyfikacja i ocena poszczególnych generatorów kosztów;
- określenie metod obniżki kosztów.

Rozróżniane są dwa rodzaje kosztów: koszty inwestycji w zakresie obiektów nowych lub modernizacji istniejących oraz koszty eksploatacji i utrzymania w całym okresie użytkowania (koszty LCC) dla sieci linii kolejowych.

Porównanie powinno umożliwić wszystkim uczestnikom projektu określenie ich indywidualnej pozycji kosztów. Każda z organizacji użytkujących infrastrukturę powinna przy tym samodzielnie podjąć decyzję o wyciągnięciu odpowiednich do swoich celów wniosków z wyników.

W artykule przedstawione zostały najistotniejsze wyniki, ze szczególnym uwzględnieniem kosztów drogi kolejowej. Zestawienia o charakterze porównawczym opracowane są w formie anonimowej (tj. bez wskazywania kolei, z której pochodzą dane).

Inwestycje

Cele, sposób postępowania i definicje

W zakresie inwestycyjnym analiza dotyczy typowych, aktualnych projektów budowy nowych lub projektów rewitalizacji linii kolejowych, które znajdują się w fazie budowy lub niedawno zostały przekazane do eksploatacji, jak też typowych, aktualnych projektów w zakresie większych przedsięwzięć modernizacyjnych. Przeanalizowanych zostało szczegółowo ponad 200 projektów, realizowanych w dwunastu rozpatrywanych kolei europejskich, Hongkongu i Japonii. Projekty te nie są porównywane ze sobą bezpośrednio, lecz za pośrednictwem procedur konstruowanych na podstawie kompleksowej analizy danego projektu i jego otoczenia. Uwzględniane są wszystkie elementy składowe infrastruktury, z wyjątkiem dworców (tj. budynków dworcowych i peronów). Dla każdego elementu infrastruktury i związanych z nim kosztów stosowane są dokładne i zwięzłe definicje.

W celu stworzenia możliwości porównania danych, pochodzących z różnych krajów, w pierwszej kolejności przeprowadzona została harmonizacja kosztów polegająca na:

- harmonizacji walut według wartości euro na 1 stycznia 1999 r.;
- harmonizacji podstawy kalkulacji cen (roku odniesienia): przeliczenie danych, dotyczących kosztów, na 1 stycznia 1999 r.;
- kompensacji różnic wynagrodzeń i cen o charakterze ogólnym, które nie wynikają z różnic kursowych: oszacowanie danych, dotyczących kosztów według parytetów siły nabywczej OECD na 1998 r.;
- ustaleniu kryterium porównywalności różniących się, dużych projektów: przyjęcie, jako bazy porównawczej kosztów odniesionych do 1 m toru.

Kategorie projektów

Dla projektów, dotyczących nowej infrastruktury zakres wielkości kosztów można podzielić na dziesięć różnych kategorii (rys. 1). Interpretacja wyników wskazuje, że:

- koszty dla projektów „normalnej” kategorii w zakresie nowej infrastruktury (korekta tras, dodatkowe tory, nieskomplikowane układy torowe) zawierają się w przedziale 2000 do 4000 euro za 1 m toru;
- zasadniczymi czynnikami wpływającymi na poziom kosztów są: budowa w terenie górzystym, zapewnienie parametrów wymaganych dla linii dużych prędkości ($V_{\max} > 250$ km/h) i budowa prowadzona w obszarze zurbanizowanym o charakterze zabudowy miejskiej;
- przyczyną dużego zakresu (rozrzutu) wielkości kosztów są dla różnych projektów różnice techniczne i różnice wynikające z uwarunkowań topograficznych; różnice te zauważalne są nawet w obrębie jednej kategorii projektów.

W odniesieniu do projektów o charakterze modernizacyjnym opracowane zostały porównania w zakresie budowy torowisk, rozjazdów i sieci trakcyjnej (rys. 2).

- Duże przedsięwzięcia modernizacyjne w zakresie torowisk i sieci trakcyjnej są równie kosztowne, jak budowa nowych torów i nowej sieci.

- Przy budowie torowisk istotnymi czynnikami wpływającymi na poziom kosztów jest zastosowanie nawierzchni bezpodsypkowej i roboty w podtorzu.
- Koszt wymiany rozjazdu wynosi między 200 a 300 tys. euro dla rozjazdów umożliwiających jazdę w kierunku zwrótnym z dużą prędkością (80 do 140 km/h), 50 do 150 tys. euro dla rozjazdów, umożliwiających jazdę na odgałęzienie ze średnią prędkością 30 do 70 km/h oraz około 200 tys. euro przy wymianie podwójnego rozjazdu krzyżowego.

Model kosztów

Parametry dla potrzeb porównania projektów zostały wyprobowane z modelu kosztów stosowanego dla ośmiu różnych kategorii tych projektów. Jako kryteria różniące, przyjęte zostały:

- budowa obiektów nowych lub modernizacja istniejących;
- budowa kompletnych linii, przedsięwzięcia w zakresie budowy torowisk lub sieci trakcyjnej;
- docelowa prędkość szlakowa, udział budowy inżynierskich i prowadzenie robót bez zamknięć torowych.

Model kosztów uwzględnia różne aspekty kompleksowości projektu i jego otoczenia. Model taki budowany jest metodą linearnej regresji z danych projektowych i ma postać funkcji:

$$\text{Koszty projektu [euro/metr toru]} = \text{Stała} + \sum \text{współczynników} \times \text{wartość parametru.}$$

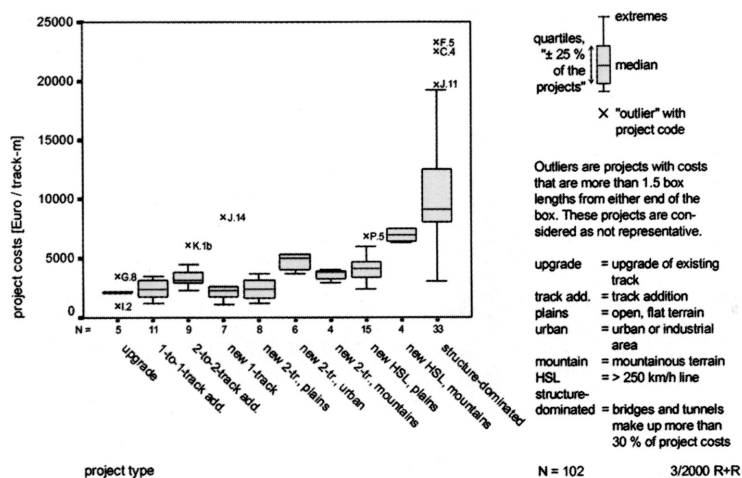
Status kosztów inwestycyjnych kolei

Status kosztów dla projektów realizowanych przez poszczególne koleje określany jest na podstawie porównania rzeczywistych kosztów danego przedsięwzięcia z ich wielkością, prognozowaną na podstawie modelu. Kolej uczestnicząca w omawianym projekcie UIC będzie miała „niski status kosztów”, jeżeli poziom rzeczywistych kosztów dla większości realizowanych przez nią przedsięwzięć będzie niższy niż poziom prognozowany jak wyżej. Na rysunku 3 przedstawiono wyniki przeprowadzonych w tym zakresie analiz.

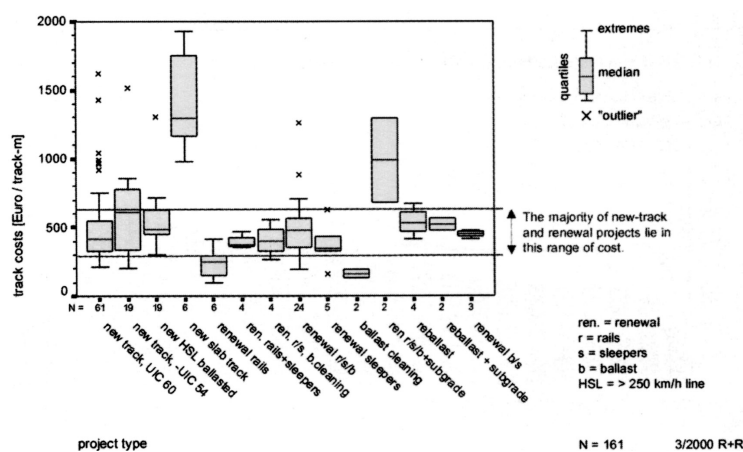
Koszty przedsięwzięć inwestycyjnych dla skoncentrowanych na zapewnieniu wysokiej jakości usług i zorientowanych na przewozy pasażerskie kolei wschodniej Azji (koleje „O” i „P” na rys. 3) są raczej niższe niż analogiczne koszty typowych kolei europejskich, wykonujących przewozy mieszane. Pięć projektów z obszaru wschodniej Azji, zostało szczegółowo przeanalizowanych. Można zauważyć ich charakterystyczne cechy:

- wysokie koszty projektów spowodowane znacznym stopniem ich kompleksowości;
- udział budowy inżynierskich między 80 a 100%;
- z jedynym wyjątkiem, we wszystkich badanych projektach z rejonu wschodniej Azji stosowana jest nawierzchnia bezpodsypkowa;
- trudne warunki naturalne (trzęsienia ziemi, tajfuny) wymuszają konieczność kosztownych rozwiązań budowlanych (kotwienie skarp, szczególnie stabilne systemy zawieszenia sieci trakcyjnej);

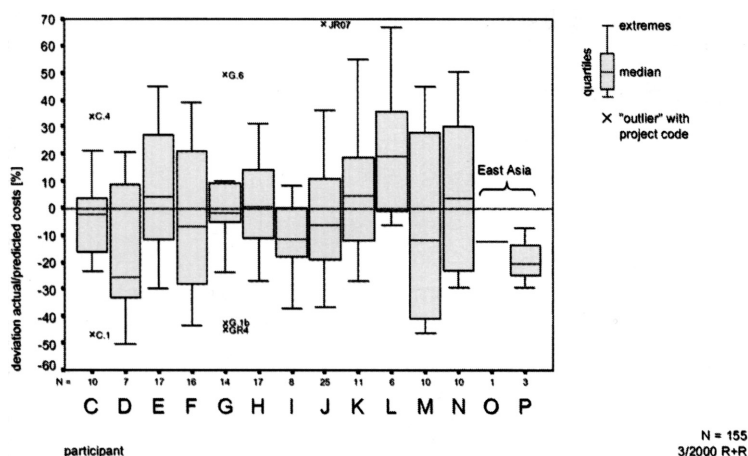
- przykłady „dobrej praktyki”: budowa tuneli, topologia układów torowych (gęstość rozmieszczenia rozjazdów) i utwardzone podłoże toru.



Rys. 1. Zakres wielkości kosztów dla różnych kategorii projektów w przypadku budowy nowej infrastruktury



Rys. 2. Projekty budowy nowych torowisk i duże przedsięwzięcia modernizacyjne



Rys. 3. Status kosztów dla projektów inwestycyjnych badanych w niniejszym studium

Struktura kosztów cząstkowych

Dla najważniejszych elementów składowych projektu przeprowadzone zostało odrębne porównanie. Wyniki dla drogi szynowej zestawiono w tabelicy 1.

Na podstawie porównania rzeczywistych kosztów poszczególnych elementów projektu z wynikami uzyskanymi metodą komparatystyczną (tj. określenia kosztów prognozowanych), ustalona została struktura kosztów cząstkowych dla każdej kolei.

Modernizacja torowisk i rozjazdów

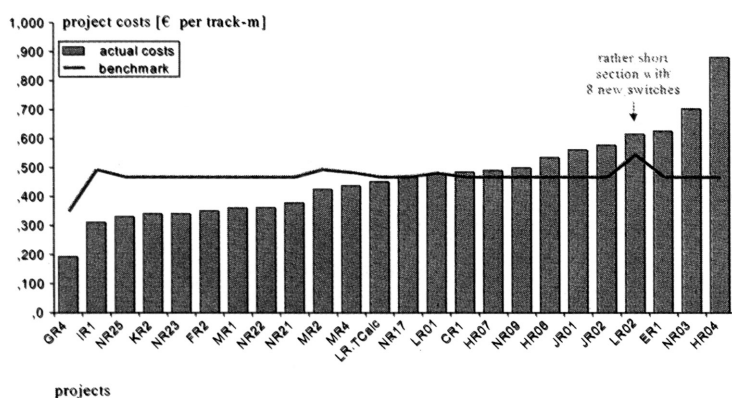
Ustalone koszty przedsięwzięć porównane zostały z parametrami modelu kosztów (rys. 4 i 5).

Tablica 1

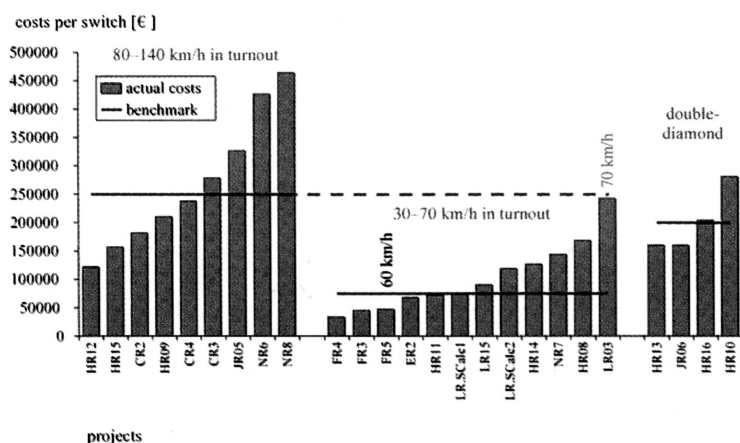
Porównanie kosztów elementów składowych projektu

Element składowy projektu	Definicja	Parametr kosztów	[euro/toro-m]	Typowy udział w kosztach projektu [%]
Nawierzchnia (N = 14)	Szyby, podkłady, przytwierdzenia, tłuczeń lub utwardzone podłoże toru; bez podtorza pod tłuczniem	Tor bez rozjazdów	350	10-25
		Dodatkowo: 1 rozjazd/toro-km	70	
		Dodatkowo: prowadzenie robót bez zamknięć torowych	120	
		Nawierzchnia, przyst. do dużych prędkości	500	
		Utwardzone podłoże toru	1700	

Renewal of rails, sleepers and ballast; no subgrade works



Rys. 4. Porównanie kosztów – modernizacja torowisk



Rys. 5. Porównanie kosztów – modernizacja rozjazdów

Bieżące utrzymanie i modernizacja

Uwagi wstępne

Strategie poszczególnych zarządców infrastruktury w zakresie utrzymania i modernizacji różnią się znacznie między sobą. Obowiązujące w poszczególnych krajach przepisy w zakresie sprawozdawczości rachunkowej i stopień dostępności środków finansowych utrudniają dodatkowo przeprowadzenie wyczerpujących porównań. W przypadku omawianej problematyki porównania powierzchowne miałyby natomiast znikomą wartość. Należy raczej całościowo wziąć pod uwagę długo-okresową wydajność istniejących sieci. Do tego celu, przy pomocy szczegółowej analizy ilościowej, opracowana została specjalna, rozwinięta metodyka. Zasadniczą podstawę tej części raportu stanowią: zintegrowane koszty eksploatacji i utrzymania w całym okresie użytkowania (koszty LCC) i harmonizacja danych dotyczących kosztów oddziaływań egzogenicznych. Najważniejsze w tym zakresie koncepcje przedstawione są poniżej.

Definicje

Przyjęta definicja infrastruktury kolejowej, zgodna jest zasadniczo z regulacjami Unii Europejskiej. Zbadane zostały koszty całej sieci (tj. torów głównych i bocznych). Wspólną bazą odniesienia do porównania kosztów jest długość torów głównych. W odniesieniu do stacji uwzględnione zostały tylko elementy o charakterze techniczno-ruchowym: układy torowe i urządzenia srk. Objęcie analizą pełnego spektrum kosztów powinno oznaczać iż, dla celów porównawczych, w zestawieniach danych pochodzących od kolei uczestniczących w projekcie uwzględnione zostaną również koszty nadzoru, usługi wewnętrzne (np. logistyczne) oraz działalność kooperantów zewnętrznych.

Harmonizacja

jako metoda zapewnienia porównywalności

Aby umożliwić porównywalność wyników i ich wewnętrzną interpretację przez koleje uczestniczące w projekcie, należy uwzględnić różne konfiguracje sieci i ich specyfikę eksploatacyjną. W tym celu opracowana została odrębna metodyka harmonizacyjna.

Duże znaczenie ma również wzajemne oddziaływanie jakości i kosztów. To samo dotyczy także wydajności (np. w sensie niezawodności) i wieku posiadanych urządzeń i budowli. Te aspekty rozwijane są w ramach analizy generatorów kosztów. Harmonizacja jest natomiast środkiem do uzyskania porównywalności kosztów, mimo różnych warunków brzegowych. Równocześnie parametry harmonizacyjne same stają się elementem generacji kosztów.

Zintegrowane koszty eksploatacji i utrzymania w całym okresie użytkowania (koszty LCC)

Celem analizy jest porównanie zintegrowanych kosztów eksploatacji i utrzymania w całym okresie użytkowania (kosztów LCC). Teoretycznie istnieje możliwość przeprowadzenia analizy na podstawie historycznych lub aktualnych wartości odpisów amortyzacyjnych oraz kosztów utrzymania urządzeń i budowli infrastruktury w okresie ich użytkowania, jednak

z uwagi na niedostatek informacji o odpowiednich wartościach środków trwałych i powiązaniu kosztów utrzymania z niezawodnością, taki sposób postępowania ma małą wartość praktyczną.

Pragmatycznym rozwiązaniem w tej sytuacji jest długookresowa analiza kombinacji średnich nakładów na bieżące utrzymanie i modernizację. Takie postępowanie wydaje się uzasadnione, gdy:

- sieci linii kolejowych składają się (statystycznie) z dostatecznej liczby elementów;
- sieć znajduje się w stanie swego rodzaju równowagi, o ile wiek i stan jej elementów także są zrównoważone;
- w dłuższym okresie systematycznie modernizowana jest pewna stała część infrastruktury (tzw. „raty regeneracyjne”).

W ostatnim przypadku średnie koszty bieżącego utrzymania i modernizacji są dokładnym odbiciem kosztów LCC. Stąd też można przeprowadzić porównanie kosztów infrastruktury na podstawie rocznych nakładów na bieżące utrzymanie, plus modernizacja (pierwotne koszty inwestycyjne nie są w tym przypadku brane pod uwagę i nie wchodzą w zakres pojęcia kosztów LCC).

Takie rozwiązanie ma dalej tę zaletę, że jest niezależne od międzynarodowych przepisów w zakresie sprawozdawczości finansowej i prowadzenia ksiąg handlowych. Mogą one prowadzić do niejednakowych kryteriów rozdzielania od siebie bieżącego utrzymania i modernizacji w odniesieniu do różnych kolei uczestniczących w projekcie, zwłaszcza dlatego, że wydatki na przedsięwzięcia modernizacyjne definiowane są w sposób zróżnicowany – jako nakłady inwestycyjne lub jako koszty eksploatacji.

Ogólne parametry kosztów

Charakterystyka sieci

Koleje uczestniczące w projekcie eksploatują swoje sieci w bardzo różnorodnych warunkach, oddziałujących w sposób istotny na koszty i stopień zużycia ich infrastruktury. Kolejno zostaną omówione najistotniejsze aspekty tego problemu.

Konfiguracja i złożoność sieci

Kompletność sieci linii kolejowych zależy zarówno od wyposażenia i gęstości rozmieszczenia jej poszczególnych elementów, jak też od topografii. Doświadczenia wskazują, że kompletność ta jest decydującym parametrem wielkości inwestycji oraz kosztów utrzymania. Istotnymi czynnikami, mającymi wpływ na złożoność sieci, są:

- gęstość rozmieszczenia rozjazdów;
- długość mostów i tuneli;
- długość linii wielotorowych;
- stopień zelektryfikowania.

Dodatkowo, na wydatki związane z całym okresem użytkowania wpływ mają takie parametry konfiguracji, jak udział łuków, nacisk na oś i prędkości. Najważniejsze parametry, dla celów porównawczych.

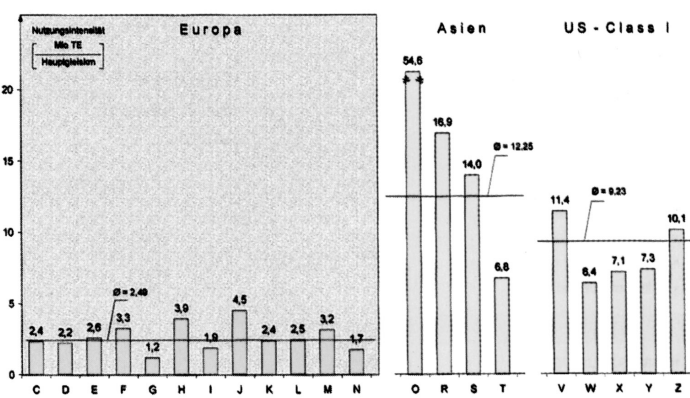
Stopień wykorzystania (obciążenia) sieci

Stopień wykorzystania (obciążenia) sieci ma również istotny wpływ na koszty utrzymania i techniczną żywotność jej ele-

mentów w okresie do najbliższej inwestycji odtworzeniowej. Dlatego też przy porównywaniu kosztów należy go każdorazowo uwzględniać (rys. 6). W tym zakresie zastosowane zostały następujące ogólne wskaźniki (wraz z danymi, odnośnie wartości maksymalnych i minimalnych dla uczestniczących w projekcie kolei europejskich):

- średnia liczba pociągów w roku – roczna częstotliwość kursowania – $(9-27,17 \times 1000)$ poc-km na 1 km toru głównego),
- średnia liczba brutto-ton – dla ruchu towarowego i pasażerskiego – $(3-11,6)$ mln brutto-tono-km na 1 km toru głównego).

Dodatkowych informacji dostarcza włączenie do rozważań kolei wschodnioazjatyckich i amerykańskich. Podczas gdy we wschodniej Azji dominują przewozy pasażerskie, koleje USA przewożą prawie wyłącznie towary. Główne różnice w stosunku do kolei europejskich widoczne są wyraźnie przy porównaniach jednostek przewozowych (1 jednostka przewozowa odpowiada 1 netto-tono-km lub 1 pas-km). Z uwagi na oddziaływanie otoczenia rynkowego, średni stopień wykorzystania sieci na kolejach azjatyckich i amerykańskich wielokrotnie przekracza średnią europejską.



Rys. 6. Komercyjne wykorzystanie sieci linii kolejowych w Europie, Azji i USA

Model harmonizacyjny

Dane uzyskane metodą harmonizacji określają poziom kosztów, z jakim musiałaby liczyć się organizacja użytkownika infrastruktury w przypadku eksploatacji sieci w warunkach wzorcowych (odniesienia). Ze zharmonizowanymi danymi powiązane są więc porównywalne grupy kosztów. Istotne parametry modelu podano poglądowo na rysunku 7.

Parytety siły nabywczej

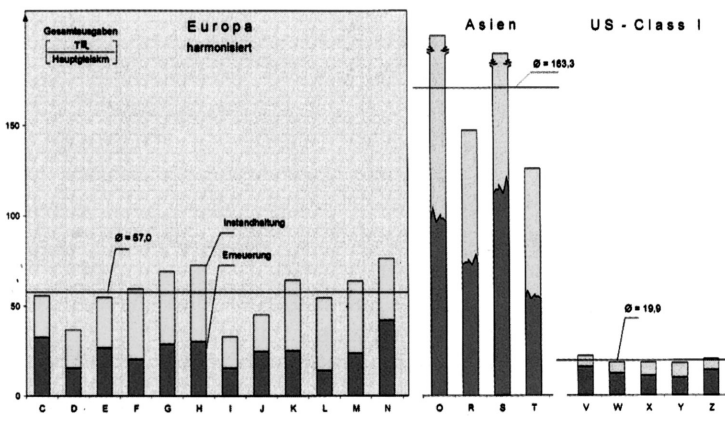
Z uwagi na wpływ kursów wymiany walut, poziom siły nabywczej oraz koszty pracy w poszczególnych, uczestniczących w projekcie krajach, nie są odzwierciedlone w sposób prawidłowy. Dlatego też koszty pracy w oparciu o specyficzny poziom odniesienia tych kosztów (35 tys. euro rocznie/1 prac.), oraz pozostałe koszty zostały zharmonizowane w odniesieniu do narodowych parytetów siły nabywczej. Tą drogą udostępnione przez koleje uczestniczące oryginalne zestawienia kosztów LCC zostały sprowadzone do wspólnej podstawy „Euro na 1 km toru głównego” i dopasowane cenowo do poziomu na dzień 1 stycznia 1999 r.



Rys. 7. Aspekty harmonizacji

Stopień zelektryfikowania

Stopień elektryfikacji torów głównych wśród kolei uczestniczących w projekcie waha się między 37 a 100%. Analogicznie zróżnicowane są także związane z tym odpowiednio koszty utrzymania i modernizacji. Zastosowanie metody analizy regresji umożliwiło w tym przypadku określenie wpływu elektryfikacji na koszty, a następnie harmonizację indywidualnego poziomu tych kosztów dla poszczególnych kolei uczestniczących (uzyskano wzorcowy stopień elektryfikacji sieci –70%).



Rys. 8. Koszty LCC odniesione do 1 toro-km toru głównego

Linie jednotorowe a linie wielotorowe

Bieżące utrzymanie i modernizacja linii jednotorowych, analizowane w odniesieniu do 1 toro-km, jest bardziej pracochłonne niż linii dwu- i wielotorowych (jest to związane m.in. z zagadnieniami logistycznymi i problematyką robót przygotowawczych). Ponieważ udział linii wielotorowych waha się między 6 a 87%, to również w tym przypadku konieczna okazała się harmonizacja. Na podstawie szczegółowych analiz SNCF i badań innych kolei uczestniczących można stwierdzić, że koszty bieżącego utrzymania linii jednotorowych odniesione do 1 toro-km są średnio około 40% wyższe niż dla linii dwutorowych. Na podstawie tego współczynnika, metodą przekroju harmonizacyjnego, wzorcowy udział (udział odniesienia) linii wielotorowych obliczony został na poziomie 60%.

Gęstość rozmieszczenia rozjazdów

Rozjazdy ułożone w torach głównych generują znaczną część kosztów utrzymania nawierzchni i torów jako całości (i mają także istotny wpływ na urządzenia srk i zasilania). Przy gęstości rozmieszczenia rzędu 0,4 do 1,2 rozjazdu na 1 toro-km, konieczność zastosowania metod harmonizacyjnych w celu zapewnienia porównywalności jest oczywista. Obliczenia zostały przeprowadzone przy przyjęciu stałej wartości odniesienia 1 rozjazd na 1 toro-km.

Stopień wykorzystania (obciążenia) linii

Wykorzystanie sieci ma również duży wpływ na bieżące utrzymanie i modernizację, jak też na żywotność elementów tej sieci. Obszerne analizy pokazały, że koszty bieżącego utrzymania, zwłaszcza ze względu na ich dużą zależność od czasów zajętości torów, mogą być zharmonizowane najprędzej poprzez częstotliwość kursowania pociągów. Wydatki ponoszone na modernizację zostały zharmonizowane na podstawie obciążeń wyrażonych w tonach brutto. Mają one duży wpływ na zużycie nawierzchni oraz toru jako całości, a przez to na pozostający jeszcze do dyspozycji okres żywotności linii. Wartości odniesienia ustalone zostały na poziomie: 15 tys. poc-km i 6 mln brutto-tono-km na 1 toro-km toru głównego rocznie.

Wyniki procedury porównawczej Perspektywy rozwoju infrastruktury

Rachunek, przeprowadzony w ramach procedury porównawczej (rys. 8), zawiera dane dwunastu uczestniczących w projekcie kolei europejskich. Ponieważ model harmonizacyjny został opracowany podstawowo dla warunków europejskich, a jego rozszerzenie nie było jeszcze możliwe, to dane dotyczące kolei azjatyckich i północnoamerykańskich zostały zharmonizowane tylko w zakresie parytetów siły nabywczej. Średni poziom kosztów LCC dla warunków europejskich otrzymano na poziomie 57 tys. euro/toro-km toru głównego, w tym koszty bieżącego utrzymania 33 tys. euro/toro-km toru głównego i koszty modernizacji 24 tys. euro/toro-km toru głównego. Wartości minimalne i maksymalne wynoszą odpowiednio od 33 tys. euro/toro-km toru głównego do 76 tys. euro/toro-km toru głównego.

Wartość średnia dla trzech zarządów, dla których koszty są wyraźnie poniżej średniej (grupa dolna), kształtują się na poziomie 38 tys. euro/toro-km toru głównego. Koleje z tej grupy są ok. 33% tańsze niż średnia dla całego badanego zbioru i ok. 55% tańsze niż grupa górna (pięć zarządów).

W przypadku kolei azjatyckich, koszty infrastruktury są prawie trzy razy wyższe niż w przypadku kolei europejskich. Jest to zrozumiałe o tyle, że stopień obciążenia linii na tych kolejach jest znaczny, a zasadniczą uwagę poświęca się zagadnieniu braku zakłóceń ruchowych. Podobnie wysokie są standardy eksploatacyjne. Koleje pełnią tam rolę arterii komunikacyjnych, tak że nawet niewielkie ograniczenia przepustowości mogą unieruchomić komunikacyjnie całe miasta. W związku z tym koszty spowodowane ewentualną całkowitą przerwą w ruchu pociągów oceniane są jako znacznie wyższe, niż rosnące koszty bieżącego utrzymania infrastruktury,

zapewniającej szczególną niezawodność eksploatacyjną. Pomimo tak wysokich założeń odnośnie niezawodności (a stąd znacznych kosztów utrzymania), bardzo dobre wykorzystanie linii umożliwi kolejom wypracowywanie zysku. Tym niemniej, w ostatnich latach w Japonii znaczą uwagę poświęca się zagadnieniu redukcji tych kosztów. Przykładowo w celu uzyskania pozytywnych efektów w zakresie kosztów infrastruktury, ograniczone zostały naciski na oś niektórych pociągów Shinkansen.

Z uwagi na silną konkurencję między amerykańskimi spółkami kolejowymi I klasy, ich koszty bieżącego utrzymania i modernizacji infrastruktury są na prawie takim samym, niskim poziomie. Sieci linii tych kolei są intensywnie wykorzystywane, a urządzenia i budowle elastycznie dopasowywane do potrzeb bieżącego popytu. W wyniku tego koszty utrzymania infrastruktury w amerykańskich spółkach kolejowych wynoszą tylko 1/3 tych kosztów kolei europejskich, podczas gdy stopień wykorzystania linii jest wielokrotnie większy.

Przeprowadzone porównanie dotyczy oczywiście całych sieci. Czytelnik musi mieć świadomość, że poziom kosztów i stopień wykorzystania w ramach sieci wykazują znaczne wahania. Niejednokrotnie 80% przewozów wykonywanych jest na 50% długości sieci. Potwierdzają to wyniki przedstawionej analizy w odniesieniu do linii różnych kategorii.

Koleje I klasy, operujące na terenie USA, w sposób najbardziej konsekwentny dopasowują swoją infrastrukturę do popytu na usługi przewozowe. Jakość tych linii jest znacznie poniżej standardów zachodnioeuropejskich, co wynika z dostosowania strategii w zakresie utrzymania do dominującego na tych kolejach ruchu pociągów towarowych. Zakres technicznego wyposażenia linii dostosowany jest podstawowo do wymogów o charakterze komercyjnym. W wyniku takiej polityki w zakresie utrzymania i w połączeniu ze stopniem wykorzystania linii możliwe jest uzyskanie bardzo niewielkich kosztów odniesionych do jednostkowej wielkości przewozów.

Koleje azjatyckie wykorzystują zaś tamtejszą sytuację rynkową. Z uwagi na ogromny popyt na usługi przewozów kolejowych, cały system tych kolei nie funkcjonowałby

w ogóle, gdyby był eksploatowany na takim poziomie wydajności, jak w Europie. Oznacza to, że produktywność infrastruktury musi być na poziomie daleko wyższym niż na kolejach europejskich. Znajduje to swoje odzwierciedlenie w znacznie wyższych kosztach w odniesieniu do 1 toro-km toru głównego. Z drugiej strony, wysoki stopień wykorzystania linii powoduje zmniejszenie kosztów odniesionych do jednostki pracy przewozowej.

Struktura elementów kosztów

Na schemacie (rys. 9) przedstawiono przegląd struktury i wielkości poszczególnych elementów kosztów LCC w zakresie bieżącego utrzymania i modernizacji na uczestniczących w projekcie kolejach europejskich. Schemat ten wykorzystywany jest dla orientacji przy opisie generatorów kosztów w procesach bieżącego utrzymania i modernizacji.

Przedsiębiorstwa kooperujące generują ok. 1/3 całości kosztów. Jeżeli rozpatrywać łącznie zasoby wewnętrzne i zewnętrzne, to dominującym czynnikiem jednostkowym są koszty zatrudnienia. Następne w kolejności ważności są materiały (udział materiałów istotny jest również w kosztach robót zleczanych). Nie bez znaczenia są także narzuty – ich udział w kosztach infrastruktury wynosi 15%. Uwzględniając poszczególne elementy infrastruktury, udział nawierzchni i torów wraz z tunelami i mostami wynosi 58% łącznych kosztów bieżącego utrzymania i 68% kosztów modernizacji.

Generatory kosztów

Wiele generatorów kosztów występuje zarówno w procesach inwestycyjnych, jak i w ramach bieżącego utrzymania bądź też modernizacji. Przedstawienie problemu zgodne jest z logiką procesów infrastrukturalnych oraz kaskadą efektywności (rys. 10).

Ruch: koszty przepustowości

Dla gospodarczego powodzenia eksploatacji infrastruktury decydujące jest pytanie, ilu pasażerów i ile ton ładunku z niej korzysta. Praktycznie nie ma sensu budowa i utrzymywanie

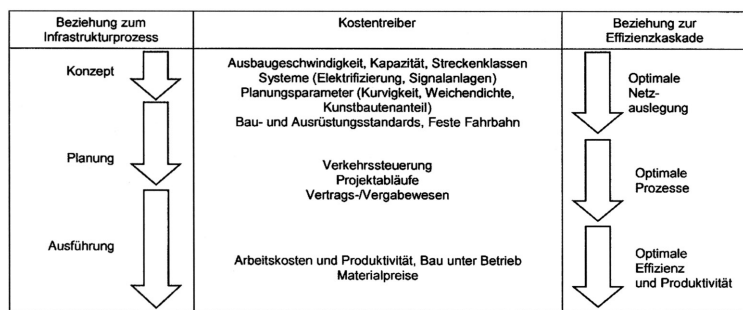
Jährliche Instandhaltungsausgaben: 6,8 Mrd ₯

Administration		15% = 1,0 Mrd ₯
Intern		Extern
Personal	46% = 3,1 Mrd ₯	Unternehmerleistungen 25% = 1,7 Mrd ₯
Material	7% = 0,5 Mrd ₯	
Maschinen	4% = 0,3 Mrd ₯	
Sonstiges	3% = 0,2 Mrd ₯	

Jährliche Erneuerungsausgaben: 5,3 Mrd ₯

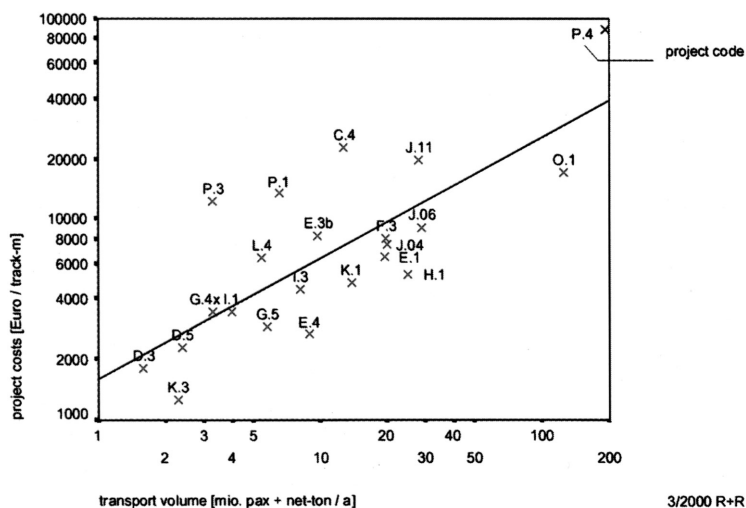
Administration		15% = 0,8 Mrd ₯
Intern		Extern
Personal	12% = 0,6 Mrd ₯	Unternehmerleistungen 46% = 2,4 Mrd ₯
Material	22% = 1,2 Mrd ₯	
Maschinen	3% = 0,2 Mrd ₯	
Sonstiges	2% = 0,1 Mrd ₯	

Rys. 9. Struktura elementów kosztów

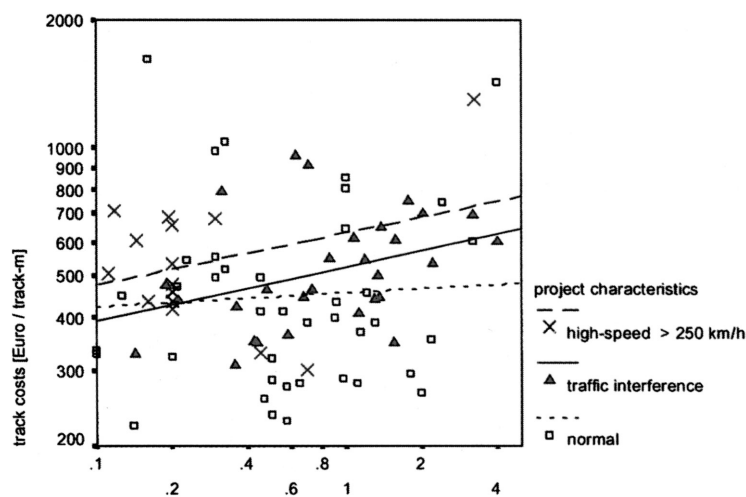


Rys. 10. Generatory kosztów

infrastruktury dla bardzo małej liczby użytkowników. Z drugiej strony, potrzeba kompleksowości i koszty infrastruktury zwiększają się wraz ze zwiększaniem przewozów. Wymaga to bowiem rozbudowy poszczególnych elementów i zwiększenia parametrów infrastruktury, np. linii wielotorowych, skracania minimalnych odstępów międzypociągowych i odstępów blokady, racjonalizacji zestawiania dróg przebiegu, zwiększenia liczby rozjazdów itd. (rys. 11).



Rys. 11. Wielkość przewozów i koszty projektów infrastrukturalnych



Rys. 12. Wpływ gęstości rozmieszczenia rozjazdów na inwestycje w obszarze nawierzchni (projekty wzorcowe badane w ramach niniejszego studium)

Dalsze problemy związane z kosztami i produktywnością infrastruktury, to:

- ruch mieszany a ruch jednorodny:
 - linie z ruchem jednorodnym, charakteryzują się mniejszymi kosztami i zapewniają lepszą jakość; koszty linii wielkich prędkości przeznaczonych tylko do ruchu pasażerskiego są o około 20% niższe niż tego rodzaju linii, na których dopuszczony jest także ruch towarowy; proporcja ta uwidacznia się szczególnie w terenie górzystym (tylko jedna z ośmiu badanych w ramach omawianego projektu linii wielkich prędkości przewidziana jest dla ruchu mieszanego);
 - korzyści ze zmniejszenia kosztów uzyskane poprzez jednorodność ruchu mogą być jednak, przynajmniej częściowo, ograniczone poprzez jednoczesne pogorszenie obciążenia;
- ograniczanie istniejącej sieci kolejowej:
 - jeżeli w związku z budową nowej infrastruktury osiągnąca jest zwiększona przepustowość, to często powstaje równocześnie możliwość zredukowania drogiej infrastruktury istniejącej, np. poprzez zmniejszenie liczby rozjazdów, czy też uproszczenie systemów srk; umożliwi to zmniejszenie kosztów bieżącego utrzymania i modernizacji.

Udział łuków i gęstość rozmieszczenia rozjazdów

Liczbę łuków i ich promienie można zdefiniować jako kolejny, istotny generator kosztów.

Z uwagi na szczególnie intensywne zużywanie tych elementów, koszty bieżącego utrzymania i modernizacji w znacznym stopniu zależą od ich liczby.

Gęstość rozmieszczenia rozjazdów jest generatorem kosztów związanych, jak wskazują projekty wzorcowe, z przedsięwzięciami inwestycyjnymi (przy czym zakres wielkości kosztów jest tutaj znacznie zróżnicowany – rys. 12), a w jeszcze większym stopniu z bieżącym utrzymaniem i modernizacją. Większość użytkowników infrastruktury zdaje sobie z tego sprawę i na niektórych liniach, badanych w ramach omawianego projektu, gęstość rozmieszczenia rozjazdów została świadomie utrzymana na niskim poziomie.

Z drugiej strony, mała gęstość rozmieszczenia rozjazdów może ograniczać przepustowość i utrudniać dostęp do toru w celu wykonania robót utrzymaniowych. Zalety niższych kosztów infrastruktury kompensowane są więc częściowo jednoczesnymi utrudnieniami ruchowymi.

Analizy, związane z gęstością rozmieszczenia rozjazdów, wskazują, że koszty utrzymania 1 rozjazdu odpowiadają kosztom utrzymania dla 330 m toru (dla przypadku wzorcowego, tj. przy założeniu gęstości rozmieszczenia rozjazdów 1 rozjazd/1 toro-km toru głównego). Przy znacznym obciążeniu infrastruktury, stosunek kosztów utrzymania rozjazdów i torów może być znacznie większy. Pokazuje to, że rozjazdy są najistotniejszym elementem kosztów toru.

Standardy wyposażenia drogi kolejowej

Analizując przedsięwzięcia inwestycyjne i duże projekty modernizacyjne wszystkich kolei uczestniczących w projekcie,

można zauważyć dążenie do stosowania wyposażenia o wysokim standardzie, np.:

- szyny UIC 60 lub porównywalne zostały zastosowane na 77% ze 131 omawianych przypadków; w przypadku prawie wszystkich przedsięwzięć europejskich zastosowano tor bezстыkowy z szynami spawanymi;
- spośród 138 badanych przedsięwzięć budowy torowisk, w 80% stosowane były podkłady betonowe, w pozostałych 15% utwardzone podłoże toru;
- na dwanaście badanych przedsięwzięć związanych z wymianą rozjazdów, w pięciu zastosowano betonowe podrozjazdnice.

Wyposażenie o wysokim standardzie stosowane jest z uwagi na późniejsze niskie koszty eksploatacji i utrzymania, osiągane dzięki jego większej niezawodności i mniejszej podatności na zużycie. Ceny zakupu takiego wyposażenia nie różnią się przy tym zbyt znacznie od cen zakupów urządzeń i materiałów o standardzie niższym. Przeprowadzone w ramach niniejszego projektu badanie kosztów budowy torowisk wskazuje, że z uwagi na masową produkcję zamawianych elementów oraz rabaty handlowe przy ich dostawie, nakłady inwestycyjne przy zastosowaniu komponentów wysokiej jakości są równe, a niekiedy nawet niższe, niż przy stosowaniu materiałów niższej jakości (rys. 2).

Nawierzchnia bezpodsypana

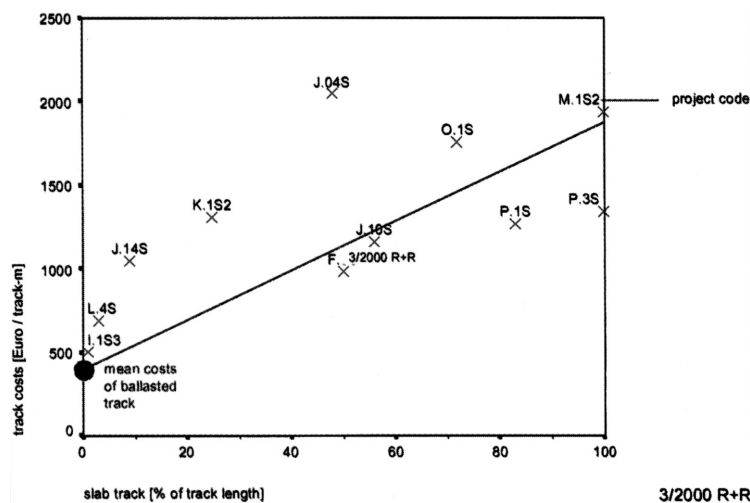
Analizowane projekty wzorcowe wskazują, że nawierzchnia bezpodsypana (twarda) jest istotnym generatorem kosztów inwestycyjnych. Ponieważ takie rozwiązanie podtorza samo w sobie jest złożonym przedsięwzięciem budowlanym, to jego wpływ na łączne koszty projektu inwestycyjnego jest większy niż tylko na koszty nawierzchni (rys. 13). Zarazem jednak zastosowanie utwardzonego podłoża wiąże się z mniejszymi kosztami utrzymania.

Dane wyjściowe do tych badań pochodzą ze stosunkowo niewielu projektów z zastosowaniem nawierzchni bezpodsypana i odzwierciedlają, jak dotychczas, wcześniejsze doświadczenia europejskie. W związku z postępem technologicznym w tej dziedzinie, koszty utwardzonego podłoża będą się prawdopodobnie nadal zmniejszać. W Japonii, gdzie rozwiązanie to stosowane jest już od dłuższego czasu, koszty utwardzonego podłoża zbliżają się już do 1000 euro/1 m toru.

Zlecenie wykonawstwa na zewnątrz

Przemyślana strategia zlecenia robót osobom trzecim prowadzi do obniżki kosztów, skrócenia czasu realizacji robót i dobrej jakości wykonania przy niewielkim ryzyku. Zlecenie wykonawstwa na zewnątrz, zamiast prowadzenia go we własnym zakresie, może być także źródłem wprowadzania różnych innowacji.

W przypadku inwestycji o szerszej także modernizacji, zlecenie na zewnątrz prac projektowych i wykonawstwa robót jest bardzo rozpowszechnione. Część kolei uczestniczących w omawianym projekcie usamodzielnia swoje służby planistyczne i wykonawcze poprzez wydzielenie ich jako odrębnych i sprywatyzowanych przedsiębiorstw, które konkurują na rynku z innymi firmami. Niektóre z kolei uczestniczących za-



Rys. 13. Wpływ zastosowania utwardzonego podłoża na koszty całego projektu (projekty wzorcowe badane w ramach niniejszego studium)

chowały w swoich strukturach prawie wyłącznie swoje wcześniejsze struktury nadzoru technicznego.

Duża część projektów inwestycyjnych objętych niniejszym studium nie odzwierciedla jeszcze tego trendu. Z nielicznymi wyjątkami, eksperymenty ze zlecaniem na zewnątrz ograniczają się do projektów specjalnego rodzaju i dopuszczają tylko nieliczne wnioski o charakterze ogólnym. Doświadczenia ze zlecaniem na zewnątrz różnią się także między sobą w zależności od sytuacji rynkowej, tj. czy występują na nim rzeczywiście niezależni przedsiębiorcy, czy też monopolistyczna była służba kolejowa.

- Ustanawianie inwestora zastępczego na poziomie całego projektu jest rzadkie, obserwuje się natomiast wzrost takiej tendencji w części przedsięwzięć dotyczących wyposażenia w urządzenia techniki kolejowej. Badaniem objęty został projekt (budowli inżynierskich i urządzeń techniki kolejowej), przy którym umowa z inwestorem zastępczym spowodowała obniżenie kosztów o 20% w stosunku do pierwotnego ich szacunku.

- Krótkie czasy realizacji i dobra jakość wykonania robót są istotnymi elementami powodzenia projektów, przy których zawarto umowę z inwestorem zastępczym.

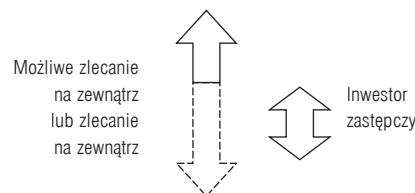
- Przebieg robót, za które odpowiada jedna instancja, może być ogólnie lepiej zaplanowany. Dotyczy to szczególnie zleceń w zakresie wyposażenia technicznego (nawierzchnia, sieć trakcyjna, urządzenia srk). Ryzyko strat związanych z opóźnieniami terminów przy koordynacji różnych robót przenoszono na inwestora.

- Umowy z inwestorami zastępczymi nie wymagają szczególnego wysiłku w zakresie nadzoru ze strony zleceniodawcy. Procedury kontrolne muszą być jednak dokładnie zdefiniowane i wymagają dużej dyscypliny formalnej.

- Typowy obecnie, duży zakres zleceń dla inwestorów zastępczych może być przeszkodą dla swobodnej konkurencji, ponieważ niewielu oferentów jest w stanie podjąć się realizacji takiego zakresu prac. Zlecenie pojedynczych usług lub podział całego przedsięwzięcia na poszczególne elementy mogą być w takiej sytuacji korzystne

Formy zlecania na zewnątrz

Zadanie – Proces	System tradycyjny	Przykładowe alternatywy
Planowanie strategiczne	Kolej we własnym zakresie	Przeważnie kolej we własnym zakresie
Określenie przedmiotu, SIWZ	Kolej we własnym zakresie	Przeważnie kolej we własnym zakresie
Zlecenie na zewnątrz	Kolej we własnym zakresie	Częściowo zlecenie na zewnątrz
Planowanie	Częściowo zlecenie na zewnątrz (budowle inż.)	
Zaopatrzenie	Kolej we własnym zakresie	
Wykonawstwo robót	Budowle inż. zlecane na zewnątrz	
Finansowanie, w tym wstępne	Kolej we własnym zakresie	
Zarządzanie projektem	Kolej we własnym zakresie	
Nadzór i zarządzanie jakością	Kolej we własnym zakresie	
Planowanie utrzymania	Kolej we własnym zakresie	
Wykonawstwo utrzymania	Częściowo zlecenie na zewnątrz	



● Uczestnicząca w projekcie kolej „H” stosuje swego rodzaju system porozumień, w którym zleceniobiorca ma udział w korzyściach wynikających ze zmniejszenia kosztów lub ograniczenia ryzyka, osiągniętych dzięki jego własnym innowacjom lub staranności.

Sygnalizując generalne trendy przesuwania robót w zakresie utrzymania/modernizacji z organizacji użytkowników infrastruktury na zleceniobiorców zewnętrznych należy zauważyć, że w tym zakresie bardzo ważne jest zrozumienie mechanizmów powstawania kosztów. Zakres outsourcingu waha się od mniej niż 10, aż do 100% w przypadku utrzymania, między 20 a 100% – w przypadku modernizacji. Średnio biorąc na zewnątrz zlecanych jest 31% robót utrzymaniowych i 55% modernizacyjnych. Łączna wartość takich zleceń w przypadku kolei europejskich wynosi prawie 5 mld euro rocznie.

Teza, że zlecenie robót na zewnątrz oznacza niewielkie koszty została zbadana za pomocą korelacyjnej analizy dostępnych danych, a wyniki przedstawiono na rysunku 14.

Nie można definitywnie stwierdzić, aby outsourcing generalnie przynosił znaczącą obniżkę kosztów LCC. Lekko wzrastająca tendencja na wykresie wskazuje raczej na coś przeciwnego. Na podstawie licznych doświadczeń kolei uczestniczących można zalecić, aby każdorazowo dokładniej uwzględnić strategię generalną. Można to wyjaśnić na podstawie następujących przykładów.

● Przykład A – całkowita prywatyzacja usług w zakresie infrastruktury częściowo poprzez przejęcie zasobów byłej kolei państwowej. Początkowo podzielony przemysł dokonał tymczasem konsolidacji.

● Przykład B – całkowita prywatyzacja usług w zakresie infrastruktury dokonana poprzez przejęcie zasobów byłych kolei państwowej przez trzy niezależne przedsiębiorstwa.

● Przykład C – przypadkowe zlecenie poprzez procedury przetargowe. Funkcjonujący system rynkowy, jako wyraźny rezultat długotrwałych dążeń do rozwoju rynku.

Reasumując, pytanie powinno brzmieć nie tyle: „czy”, ile – znacznie bardziej – „w jakim stopniu, outsourcing może rzeczywiście zmniejszyć koszty infrastruktury”.

Koszty pracy i wydajność

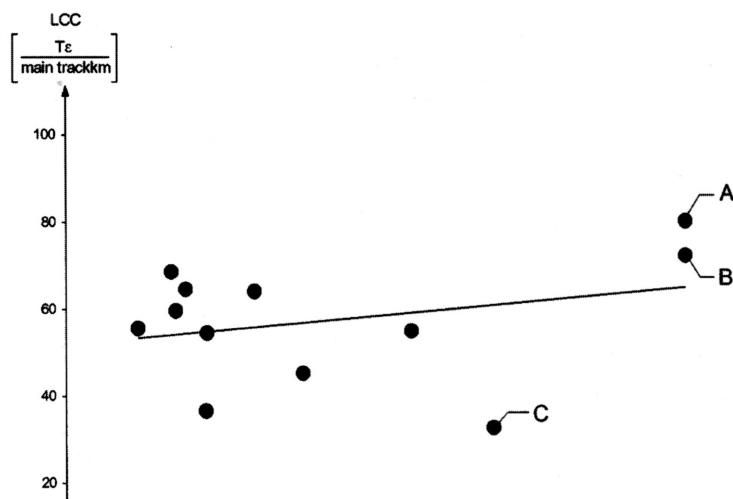
Typowy dla kolei uczestniczących udział kosztów wynagrodzeń wynosi: prawie 60% kosztów utrzymania i prawie 30% kosztów modernizacji, przy czym wartości te odnoszą się do sytuacji, w której uwzględniany jest także udział wynagrodzeń w kosztach przedsiębiorstw kooperujących.

Tak więc, pomimo ciągłego postępu w zakresie mechanizacji robót, koszty wynagrodzeń ciągle jeszcze pozostają generatorem kosztów nr 1, a ich łączna wartość wynosi 5,7 mld euro. Efektywne koszty wynagrodzeń są funkcją kosztu, przypadającego na przepracowaną jednostkę czasu, oraz wydajności.

Problematyka wydajności

Optymalizacja czasu dostępu do torów (w celu wykonania określonych robót) jest typowym oczekiwaniem wobec wszelkich organizacji zajmujących się utrzymaniem i modernizacją infrastruktury. Wartości tego czasu, z uwagi na różne warunki w różnych fragmentach sieci, są trudne do kwantyfikacji, a ponadto zależne od zakresu danych robót. Dla większych zakresów prac, w grupie kolei uczestniczących w projekcie, zmieniają się one od mniej niż 3 do 7 godzin. Jest to całkowicie zrozumiałe, biorąc pod uwagę znaczne różnice w częstotliwości kursowania i rozkładach jazdy pociągów w takich krajach, jak np. z jednej strony Holandia, a z drugiej strony Norwegia.

Z rozpatrywanych w ramach studium przykładów projektów wynika, że korekta, rozbudowa lub modernizacja istniejących linii czynnych są do 50% droższe niż analogiczne



Rys. 14. Udział prac zleconych na zewnątrz w porównaniu do kosztów LCC

przedsięwzięcia prowadzone bez utrudnień z uwagi na ruch pociągów (rys. 15).

Dalszymi czynnikami wpływającymi na koszty przy prowadzeniu robót bez zamknięć są osłonięcie miejsca robót, oznakowanie miejsc ograniczenia prędkości i koszty przewidywanych budowli, jak np. konstrukcje odciążające itp. Jedną z kolei uczestniczących udostępniła dane dotyczące dużej liczby robót modernizacji mostów – udział kosztów budowli przewidywanych wyniósł w tym przypadku 30% ogółu kosztów. Dodatkowo, roboty prowadzone bez zamknięć torowych trwają dłużej niż prowadzone bez zakłóceń spowodowanych ruchem pociągów.

Przy zmniejszających się „oknach czasowych” dostępu do toru w celu prowadzenia robót, wydajność obniża się w większym stopniu. Chociaż planowanie dostępu do torów jest oczywiście zagadnieniem ważnym, niewiele można znaleźć usystematyzowanych danych na ten temat. Niektóre z dostępnych przykładów zostały pokazane poniżej. Zaznaczona kolorem szarym linia powinna wskazywać, jak zmniejszają się koszty odniesione do jednostki pracy, przy wydłużającym się czasie dostępu do torów.

Potencjalnym źródłem obniżki kosztów jest nie tylko poprawa dostępu do toru jako taka (określenie warunków brzegowych), lecz również polepszenie wykorzystania czasu tegoż dostępu (efektywne planowanie robót). Istotne znaczenie ma przy tym elastyczne dopasowanie regulaminów pracy do właściwych miejscowo wymagań (np. czas trwania zmian, system wypłat, czasy oczekiwania i dojazdu itd.). Poza tym konieczne okazuje się przeanalizowanie czasów dostępu do torów pod kątem sprzecznych punktów widzenia (dodatkowe opłaty za korzystanie z tras, wprowadzane przy wzroście obciążenia linii powodują skracanie czasów korzystania z infrastruktury, a z drugiej strony, ich wynikiem jest wzrost kosztów utrzymania).

Kumulacja efektów

Jeżeli powiąże się ze sobą koszty odniesione do jednostki czasu oraz wydajność, to ich efekty się kumulują. Znajduje to odpowiednie odzwierciedlenie w efektywności całego systemu w zakresie kosztów. Podany przykład wskazuje wyraźnie na powiązanie ze sobą oddziaływanie poszczególnych czynników (rys. 16).

Ceny materiałów

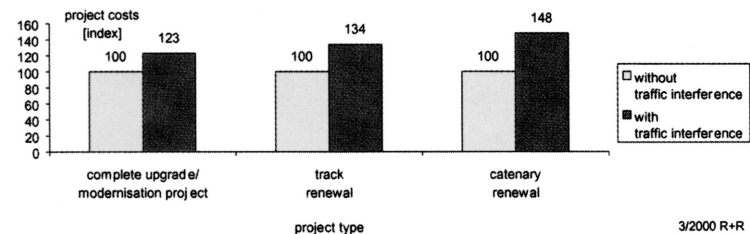
W przypadku europejskich uczestników projektu, koszty materiałowe stanowią ok. 8% wydatków na bieżące utrzymanie i ponad 35% wydatków przy robotach modernizacyjnych (wliczając w to wydatki przedsiębiorstw kooperujących). W Europie łączna suma wydatków na zakupy materiałów wynosi prawie 2,5 mld euro rocznie.

Dla niektórych, zasadniczych co do znaczenia i wyraźnie zdefiniowanych materiałów, stosowanych przy robotach związanych z infrastrukturą, zestawione zostały odpowiednio ceny ich zakupu, z uwzględnieniem udziału usług dodatkowych (np. logistycznych – rys. 17). Zestawienie to może służyć jako wyraźna ilustracja rozbieżności tych cen na rynku europejskim.

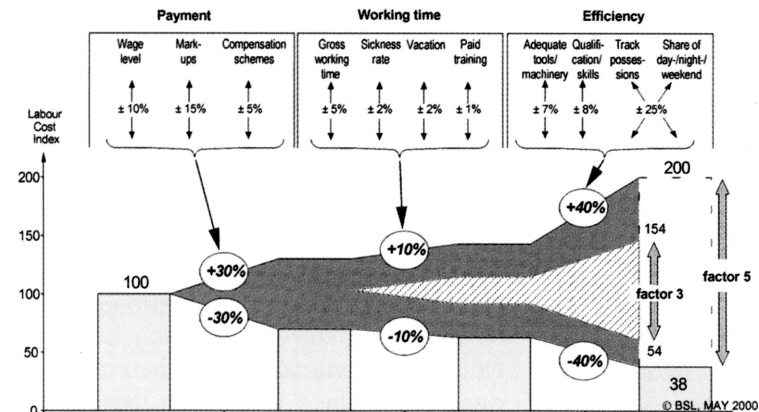
W niektórych grupach ceny zmieniają się w zakresie od plus do minus 60%. Oceniając średnio, możliwe wydają się oszczędności rzędu 30%. W liczbach bezwzględnych oznaczałoby to dla uczestniczących w projekcie kolei europejskich oszczędności rzędu 800 mln euro. Badanie VAS pokazuje, że koszty materiałowe dotyczące szyn stanowią zaledwie ok. 50% kosztów części wbudowanych na stałe.

Narzędzia racjonalizacji kosztów

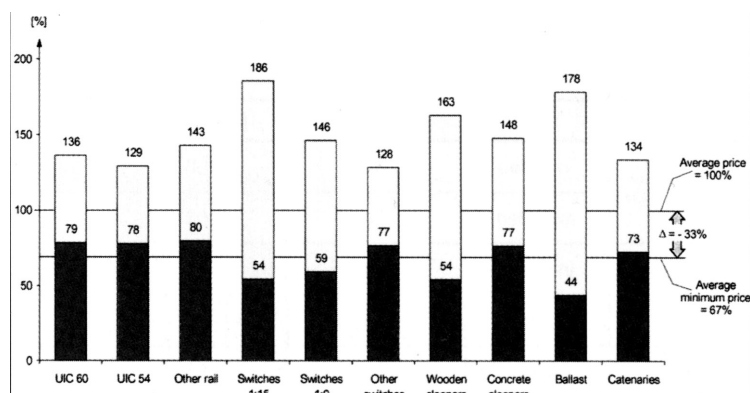
Na podstawie dostępnych materiałów i licznych dyskusji możliwe było przeprowadzenie analizy dotyczącej generatorów kosztów i zgromadzenie doświadczeń ilustrujących zagadnienie dobrej praktyki. Wyniki przekształcone zostały w zalecenia typu zestawów narzędzi postępowania. Taki zestaw nie ma charakteru książki z receptami, lecz o wiele bardziej obszernego i usystematyzowanego przeglądu problemów, umożliwiającego uzyskanie postępu w zakresie efektywności kosztów. Zgodnie z przyjętą logiką opracowania



Rys. 15. Przedsięwzięcia budowlane prowadzone bez zamknięć torowych a koszty projektu (wyniki uzyskane na podstawie przykładowych projektów)



Rys. 16. Wpływ zarządzania zasobami ludzkimi na efektywność kosztów



Rys. 17. Wahania cen zakupu dla poszczególnych komponentów

całego studium zestawu narzędzi odniesione są odpowiednio do kosztów ponoszonych w całym okresie użytkowania i zawierają część inwestycyjną (zestaw A), jak też część dotyczącą bieżącego utrzymania i modernizacji (zestaw C). Obydwie części zachodzą na siebie w zakresie zagadnień optymalizacji komponentów infrastruktury w odniesieniu do kosztów LCC (zestaw B) – rysunek 18. Innowacje w tym obszarze mogą znaleźć zastosowanie praktyczne w przypadku nowych projektów infrastrukturalnych i modernizacji o większym zakresie.

Pojedyncze narzędzia opracowane są z jednej strony na podstawie dokładnych analiz, przeprowadzonych w ramach projektu, a z drugiej – o doświadczenia różnych kolei. Niektóre z nich pochodzą z uczestniczących w projekcie kolei europejskich, inne z takich, jak amerykańskie koleje I klasy. Ich wspólną cechą jest stosowanie w danym obszarze zasad dobrej praktyki. Lista narzędzi dotyczy głównie zagadnień drogi kolejowej.

Zestaw narzędzi A: inwestycje

We wszystkich fazach procesu inwestycyjnego w zakresie infrastruktury oraz na wszystkich istotnych poziomach organizacji możliwe są obniżki kosztów i poprawa efektywności. Możliwości te są zazwyczaj większe w fazie studiów wstępnych (koncepcji), niż w fazie szczegółowego projektowania i wykonawstwa, ponieważ w czasie opracowywania tych studiów ustalanych jest coraz więcej parametrów (rys. 19).

Doświadczenia kolei uczestniczących w omawianym projekcie mogą zostać podsumowane w formie siedmiu ogólnych

zaleceń, dotyczących efektywnego zarządzania projektami inwestycyjnymi.

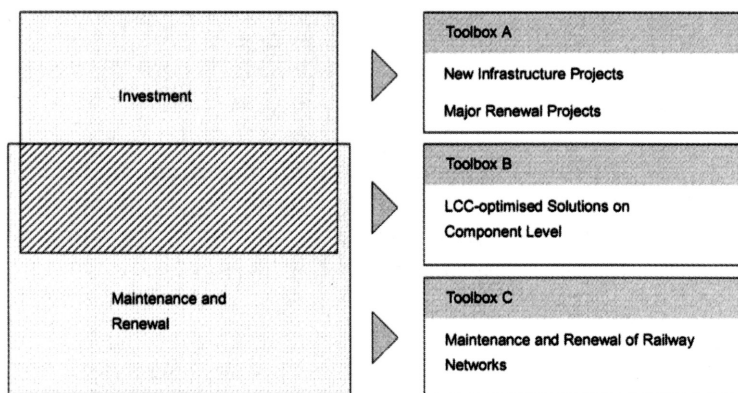
- Infrastruktura powinna być budowana pod kątem zysku, a nie ze względu na koszty, przewozy lub prestiż.
- Wszystkie poziomy organizacyjne muszą uwzględniać kwestię zmniejszenia kosztów we wszystkich fazach procesu inwestycyjnego.
- Przyjmowanie, jako założeń, wymagań typu funkcjonalnego (np. perspektywiczne rozkłady jazdy, dzienna oferta miejsc, czasy przejazdu) zamiast z góry zdefiniowanych parametrów technicznych (200 km/h) lub infrastrukturalnych (nowa linia dwutorowa) stwarza możliwość rozwiązań ekonomicznie efektywnych.
- Jasne, precyzyjnie zdefiniowane cele i przejrzyste rozwiązania organizacyjne przyspieszają realizację prac studialnych i projektowych. Trudności o charakterze organizacyjnym lub prawnym powinny być rozwiązywane wspólnie przez zarządców infrastruktury i organa administracyjne.
- Na każdym etapie prac studialnych i projektowania należy rozważać rozwiązania alternatywne w zakresie infrastruktury, eksploatacji, taboru, wariantów trasowania linii itd.
- Wysokie wymagania jakościowe w przypadku trudnego „otoczenia projektu” związane są ze znacznymi kosztami i dużym poziomem ryzyka, powinny więc być przyjmowane w sposób świadomy i ostrożnie planowane.
- Wskaźniki dotyczące inwestycji powinny być uzupełniane o odpowiednie wskaźniki kosztów utrzymania, eksploatacji, jak też spodziewanych korzyści. Przykładowo koszty związane z gęstością rozmieszczenia rozjazdów są znane, ale jaka jest ich wartość? Dokładność prognoz i oszacowania wskaźników powinna być sprawdzona i kontrolowana po oddaniu do eksploatacji nowych składników infrastruktury.

Zestaw narzędzi B: optymalizacja komponentów infrastruktury w odniesieniu do kosztów LCC

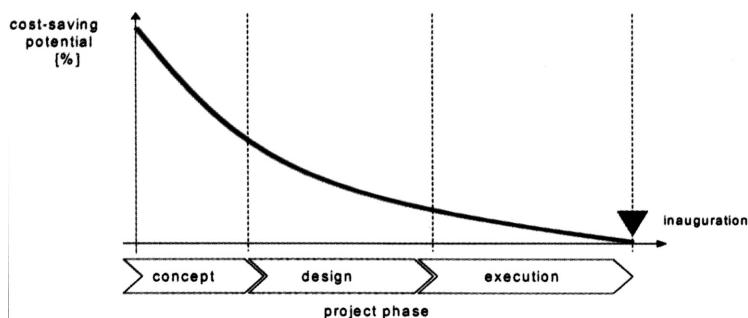
Komponenty optymalizowane pod kątem niskich kosztów LCC mogą być uwzględniane w ramach nowych projektów infrastrukturalnych lub przy planowaniu przedsięwzięć w zakresie wymiany. W obydwu przypadkach konieczna jest szczegółowa kalkulacja kosztów LCC. Niejednokrotnie koszty inwestycji ponoszonych po raz pierwszy są większe niż w przypadku rozwiązań wcześniejszych i korzyści z nich wynikające widoczne są dopiero dzięki mniejszym kosztom utrzymania i (lub) zwiększonej żywotności. Istotnymi przykładami rozwiązań, które nie budzą w tym zakresie wątpliwości, są szyny spawane w sposób ciągły i wysokiej jakości rozjazdy na podrozjazdnicach betonowych. Solidne podtorze i dobra jakość tłucznia są również istotnymi czynnikami wpływającymi na długą żywotność i niskie koszty utrzymania. Podobne wnioski można sformułować w odniesieniu do napowietrznej sieci trakcyjnej. Z drugiej strony, ocena nawierzchni bezpodsypkowej w porównaniu do różnych istniejących rozwiązań nie jest jednoznaczna. Być może nastąpi jeszcze decydujący przełom w tym zakresie.

Reasumując, należy uwzględnić dwa ważne aspekty:

- 1) w zakresie rozwoju komponentów, optymalizowanych pod kątem niskich kosztów LCC, decydującą rolę odgry-



Rys. 18. Zestawy narzędzi uwzględniające koszty LCC i przez to integrujące inwestycje z utrzymaniem



Rys. 19. Potencjalne możliwości obniżenia kosztów w procesie inwestycyjnym

wają innowację; zarządcy infrastruktury powinni więc uważnie śledzić postęp techniczny i żądać stosowania rozwiązań rokujących korzystne wyniki;

- 2) decyzja dotycząca zastosowania, lub nie, określonego komponentu powinna być podejmowana na podstawie bezpośredniego porównania wartości NPV (wartości zaktualizowanej netto) różnych rozwiązań alternatywnych; wartość NPV jest funkcją sumy przepływów pieniężnych w całym okresie użytkowania i uwzględnia koszty inwestycyjne oraz modernizacyjne (porównawczo), odsetki od zaangażowanego kapitału i wydatki na bieżące utrzymanie.

W sposób oczywisty wynik analizy wskaźników NPV w znacznym stopniu zależy od danych wyjściowych. Przykładowo decydujący wpływ na wskaźnik NPV ma stopa dyskontowa odsetek. Z uwagi na przepisy ogólne nakłady netto ponoszone przez użytkownika infrastruktury w przypadku nowych inwestycji są niekiedy znacznie mniejsze. Wysokie wymagania ograniczają początkowe obciążenia i w związku z tym mogą prowadzić niekiedy do przyjęcia rozwiązania o wysokim początkowo poziomie inwestycyjnym lub krótkiej żywotności (rys. 20). Biorąc pod uwagę czysto komercyjny punkt widzenia (tj. bez uwzględnienia tych wymagań), takie rozwiązanie nie byłoby zastosowane.

Z uwagi na zróżnicowane kształtowanie kosztów kapitałowych nie można zalecić uniwersalnego stosowania pojedynczych narzędzi wchodzących w skład zestawu B. Zestaw ten powinien być rozumiany jako lista komponentów, przydatnych do oceny i porównań podczas podejmowania decyzji inwestycyjnych lub modernizacyjnych.

Do zastosowań praktycznych istotne jest, aby:

- uwzględnione zostały istniejące opcje rozwiązań technicznych;
- stosować najnowsze osiągnięcia w zakresie technologii;
- zapewnić korzystanie z odpowiednich narzędzi do przeprowadzania kalkulacji kosztów LCC.

Istotną kwestią jest również dysponowanie dobrą bazą danych, z której można korzystać jako ze źródła danych wyjściowych do kalkulacji. Ponieważ większość budowli i urządzeń infrastruktury ma długą żywotność i dane o stanie rzeczywistym dla całego tego okresu dostępne są dopiero wtedy, gdy elementy te stają się stosunkowo stare, to długotrwałe prognozy dotyczące kosztów będą musiały być przyjmowane tylko na podstawie realistycznych założeń.

Zestaw C: bieżące utrzymanie i modernizacja

W przypadku uczestniczących w projekcie kolei europejskich, roczne wydatki na bieżące utrzymanie i modernizację wynoszą ponad 12 mld euro. Najbardziej ważącymi składnikami są w tym przypadku koszty wynagrodzeń, koszty zleceń zewnętrznych i koszty zakupu materiałów, stanowiące prawie 80% kosztów ogółem. Przeprowadzone studia wyraźnie pokazały, że w każdym z wymienionych obszarów istnieją możliwości racjonalizacyjne, potencjalnie umożliwiające zmniejszenie kosztów od 20 do 30%. Ponadto można stwierdzić, że analogiczne możliwości związane są z tzw. kaskadą kosztów.

Scenarios		Switches on sleepers		Track	
Investment funding	Interest	Wood	Concrete	Conventional	Slab
[%]	[6%]	[cost index]	[cost index]	[cost index]	[cost index]
0	included	100	90	100	108
	excluded	74	61	53	49
25	included	80	71	78	81
	excluded	60	49	42	37
50	included	60	51	55	55
	excluded	46	36	32	25
75	included	39	32	33	28
	excluded	33	24	22	13

Rys. 20. Wpływ różnych wymagań na podejmowanie decyzji

Kaskadę tę można rozpatrywać na trzech zasadniczych poziomach:

- konfiguracji sieci/stanu (zasobów) urządzeń i budowli
- procesów oraz strategii w zakresie bieżącego utrzymania i modernizacji;
- wydajności pracy.

Na wszystkich tych płaszczyznach możliwa jest racjonalizacja kosztów. Pogląd, iż tylko zwiększenie wydajności pracy stwarza możliwości obniżki kosztów jest zawężony i ogranicza możliwości wykorzystania całego potencjału w tym zakresie. Usprawnienia, dokonane na jednej z wymienionych płaszczyzn, zmniejszają nakład pracy na kolejnej z nich (efekt kaskady). W konsekwencji pozytywne efekty procesów racjonalizacyjnych kumulują się poprzez następstwo poszczególnych kroków.

Krok 1: konfiguracja sieci

Zredukowanie zasobów urządzeń i budowli infrastruktury przy zachowaniu spełniania ich dotychczasowych zadań umożliwia zmniejszenie zakresu prac utrzymania i modernizacji, a niejednokrotnie zwiększa także ich niezawodność. Dokładne dostosowanie tych zasobów do popytu przewozowego prowadzi do zauważalnego zmniejszenia i niewielkiej złożoności sieci (odchudzona infrastruktura).

Krok 2: procesy i strategie

w zakresie bieżącego utrzymania i modernizacji

Kwestie techniczne, jak też aktywne kształtowanie procesów i strategii związanych z zarządzaniem infrastrukturą, mają znaczący wpływ na koszty i wiążą się z ustaleniem: jak można zoptymalizować koszty i jakość robót utrzymaniowych, a jak zwiększyć żywotność komponentów? Oczywiście zoptymalizowane procesy muszą być stosowane tylko w przypadku zasobów już istniejących i zarazem dostosowanych do potrzeb zgodnie z założeniem w kroku 1, co umożliwi powielanie pozytywnych efektów.

Celem jest w tym przypadku ograniczanie procesów wymagających dużego nakładu pracy ręcznej poprzez zastosowanie nowatorskich rozwiązań technicznych, np. zaawansowanych rozwiązań mocowania szyn. Kwestie dotyczące zarządzania obejmują w tym przypadku zagadnienia wielkości zasobów urządzeń i budowli (narzędzia zarządzania bazujące

na analizie ryzyka i zadań), regulowania dostępu do torów oraz optymalizacji zasobów. Szczególnie ważne są w tym zakresie: optymalizacja czasu trwania zmian i organizacja zespołów roboczych, dokumentacja wykonania robót i planowanie utrzymania. Istotne są także decyzje typu: robić we własnym zakresie, czy kupować usługi?

Krok 3: wydajność pracy

Dopiero w tym ostatnim kroku uwzględniana jest produktywność zespołów pracowników oraz maszyn. Jest to istotny, o znacznym potencjale, generator kosztów. Jednak również w tym przypadku zakres koniecznych do wykonania robót będzie już zmniejszony w wyniku osiągniętej w kroku 2 optymalizacji procesów wykonawczych, która rzadziej osiągnana jest w wyniku redukcji zasobów według kroku 1.

Decydującym czynnikiem są koszty wynagrodzeń o łącznej wielkości 5,7 mld euro. Poprzez optymalną kombinację wszystkich parametrów dotyczących pracowników możliwe jest osiągnięcie w tym obszarze szacunkowych oszczędności rzędu 20 do 30%.

Ponieważ trzy wymienione obszary wzajemnie i bezpośrednio wpływają na siebie, potencjał możliwych oszczędności powiela się odpowiednio do budowy w kaskady kosztów. Łączne oszczędności związane z zestawem narzędzi C, w niektórych przypadkach mogą osiągać do 50%.

Wnioski

- Porównanie kosztów drogi kolejowej pokazuje uczestnikom projektu względną pozycję ich kosztów w przeprowadzo-

nym przez UIC porównaniu o zasięgu ogólnosiwiatowym. Interpretacja tych wyników oraz określenie na tej podstawie dalszego sposobu postępowania musi być przeprowadzone samodzielnie przez każdą z kolei uczestniczących w projekcie.

- Porównywalne poziomy kosztów są bardzo zróżnicowane i istnieją możliwości redukcji tych kosztów.

- Wymóg zapewnienia odpowiedniego poziomu kosztów ważny jest na wszystkich etapach działalności – od wstępnych idei, aż do wykonawstwa. Wszyscy uczestnicy tego procesu oraz odpowiedzialne komórki organizacyjne (zarówno w zakresie inwestycji, jak i utrzymania) muszą wnieść tutaj swój wkład.

- Optymalną podstawą do decyzji zarówno o charakterze inwestycyjnym, jak i utrzymania są koszty w całym okresie użytkowania (koszty LCC).

- Koszty wynagrodzeń są dominującym elementem w przypadku robót utrzymaniowych. Produktywność (czasy zamknięć, technologie w budowywania elementów) może tworzyć istotną „dźwignię kosztów”.



Autor

Oskar Stalder jest kierownikiem projektu UIC INFRACOST W części inwestycyjnej analiza przeprowadzona została przez firmę R&R Burger und Partner A.G., Baden, w części dotyczącej utrzymania – przez firmę BSL Management Consultants, Hamburg

Opublikowano za:

Der Eisenbahningenieur 2/2001

Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna

Zintegrowany System Miejskiego Transportu Szynowego

Wrocław, 24–25 kwietnia 2003 r.

Celem konferencji jest wymiana doświadczeń w zakresie rozwiązań technicznych, prawnych i organizacyjnych dotyczących możliwości wykorzystania infrastruktury kolejowej w przewozach zbiorowych miejskiej komunikacji szynowej, na przykładzie rozwiązań w stosowanym za granicą systemie „Karlsruhe”. Prezentacja doświadczeń i możliwości realizacyjnych podmiotów funkcjonujących w opisanym sektorze infrastruktury komunikacji zbiorowej.

Tematyka Konferencji:

- System transportu miejskiego „Karlsruhe”
- Doświadczenia w stosowaniu zintegrowanego systemu transportu miejskiego: RFN, Francja, Czechy, Anglia
- Zamierzenia wykorzystania infrastruktury kolejowej w miejskich przewozach pasażerskich na przykładzie polskich miast
- Przewozy pasażerskie komunikacją zbiorową w aglomeracjach Polski, stan na dziś i perspektywy
- Możliwości przystosowania infrastruktury kolejowej do przewozów pasażerskich komunikacją tramwajową
- Tabor – budowa tramwajów dwusystemowych na napięcie: 3 i 0,6 kV prądu stałego
- Transport szynowy w logistyce miejskiej
- Telematyka w miejskim transporcie szynowym
- Bezpieczeństwo ruchu w miejskim transporcie szynowym

Adres Komitetu Organizacyjnego

Zarząd Oddziału Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji we Wrocławiu
50-020 Wrocław, ul. Piłsudskiego 74
tel./fax (71) 343 18 74, 344 85 91 ● e-mail: sep.wroc@post.pl ● www.sep.wroc.pl