

# Synteza potrzeb naprawczych nawierzchni kolejowej i ich ranking

Henryk BAŁUCH<sup>1</sup>

## Streszczenie

Na utrzymanie i odnowę infrastruktury kolejowej w Europie, obejmującej 300 000 km toru, wydaje się rocznie 15–25 mld euro. Koszty te wykazują duże wahania na różnych kolejach. Największa część tych wydatków przypada na nawierzchnię kolejową. Z tego powodu utrzymanie nawierzchni jest obecnie tematem wielu badań i opracowań naukowych. Jednym z zakresów tych badań jest określanie potrzeb naprawczych infrastruktury kolejowej. Artykuł zawiera propozycję syntetycznego opisu potrzeb naprawczych nawierzchni kolejowej. W ujęciu opisowym potrzeby te nie są jednoznacznie rozumiane. Zależą one od wielu czynników ilościowych i jakościowych. Duża część spośród nich jest trudno osiągalna. Jednym z pomocnych narzędzi w planowaniu napraw może okazać się ranking potrzeb naprawczych. Proponowany w artykule ranking tych potrzeb, jest oparty na pięciu parametrach. Są to: prędkość maksymalna pociągów, natężenie przewozów, stopień wykorzystania trwałości konstrukcji, rozjazd i łuki. Wszystkie obliczenia zilustrowano przykładami.

**Słowa kluczowe:** nawierzchnia kolejowa, potrzeby naprawcze, ranking

## 1. Wstęp

Planowanie utrzymania nawierzchni kolejowej nie jest już tylko sztuką stosowaną, lecz coraz częściej opiera się również na opracowaniach teoretycznych i – w rzadszych przypadkach – na systemach wspomagania decyzji [13]. Planowaniu utrzymania infrastruktury kolejowej poświęca się dziesiątki opracowań, których zestawienie można znaleźć w artykule [9]. Zainteresowanie tym problemem wynika stąd, że na utrzymanie i odnowę infrastruktury w Europie, składającej się z około 300 000 km torów, wydaje się rocznie 15–25 mld euro. W planowaniu tym coraz większą rolę odgrywa diagnostyka odzwierciedlająca rzeczywisty stan nawierzchni, a także dane historyczne, umożliwiające śledzenie zachodzących zmian i prognozowanie.

Liczbowe, a nie tylko opisowe oceny infrastruktury kolejowej są możliwe dzięki dziesiątkom znanych wskaźników [7, 11, 13]. Takimi wskaźnikami są np.: liczba wykolejeń i liczba wyboczeń torów. Analizowaniu wskaźników stosowanych w infrastrukturze kolejowej poświęcone są nawet rozprawy doktorskie [1]. Stosowanie wskaźników ułatwia badanie różnych procesów i tak np. są one podstawowym narzędziem w analizie działalności logistycznej [14].

Istotne znaczenie w ocenie potrzeb naprawczych może mieć w pewnych przypadkach ich ranking obejmujący poszczególne linie, zakłady eksploatacji oraz

sekcje. Dotyczy to zwłaszcza jednego z kilku zakresów planowania, którym jest wymiarowanie zasobów na utrzymanie i ich lokalizacja (*maintenance resource dimensioning and localization*) [8, 9].

Używane pojęcie „potrzeby naprawcze nawierzchni” (PNN) jest rozumiane wieloznacznie, np. mówi się, że potrzeby naprawcze wymagają wymiany  $m$  sztuk podkładów lub wynoszą  $x$  milionów złotych, bądź też – w odniesieniu do wymian szyn – przekraczają 5 km. Zbliżony termin w literaturze anglosaskiej *maintenance demand*, ma również dość obszerne znaczenie i obejmuje, m.in. materiały, maszyny i inne środki niezbędne do utrzymania torów.

W terminologii związanej z zarządzaniem infrastrukturą transportową jest więcej takich wieloznacznych pojęć, np. w pracy [7] można znaleźć stwierdzenie, że nawet tak często używany termin jak „efektywność” jest pojęciem ogólnym z wieloma możliwymi definicjami. Można to uznać za argument, że mimo różnorodności pojmowania PNN nie należałoby z tego określenia rezygnować. Ponadto, posługiwanie się pewną, jednakowo rozumianą miarą w ocenie potrzebnych środków na utrzymanie nawierzchni jest odczuwalne i może ułatwić zwłaszcza analizy porównawcze. Ranking nie będzie miał jednak znaczenia w takich przypadkach, jak np. podjęcie decyzji o zwiększeniu prędkości pociągów na całym ciągu komunikacyjnym wynikającej z umów międzynarodowych.

<sup>1</sup> Prof. dr hab. inż.; Instytut Kolejnictwa; e-mail: hbaluch@ikolej.pl.

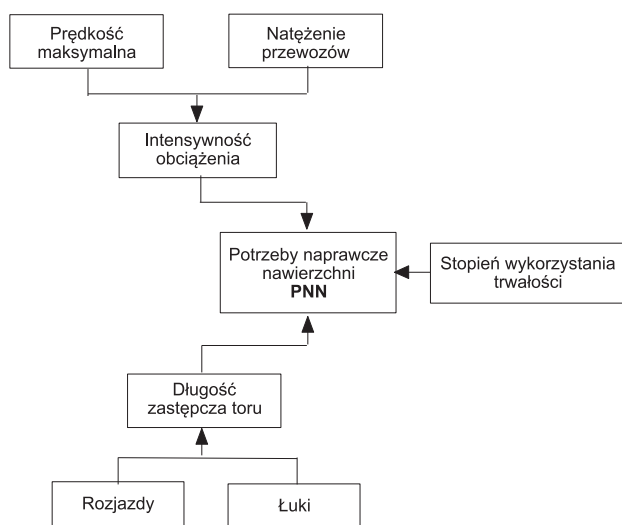
Wprowadzenie w skali krajowej jeszcze jednego wskaźnika, który w sposób względny i umowny określałby potrzeby naprawcze nie powinno stanowić problemu.

## 2. Proponowany model

Dokładne określenie nakładów na naprawy każdego odcinka toru wymagałoby uwzględnienia wielu jego cech konstrukcyjnych, geometrycznych oraz szczegółowej charakterystyki ruchu kolejowego na tym odcinku. W ocenie rankingowej, pominięcie wielu takich cech wymienionych m.in. w opracowaniach [3, 12] i ograniczenie się tylko do najważniejszych kryteriów jest możliwe, ponieważ ranking to w istocie kolejność ustalana na podstawie osiągniętych wyników według ustalonych kryteriów. Liczba kryteriów uwzględnianych w rankingu nie powinna być zbyt liczna, muszą one jednak charakteryzować atrybuty istotne. Proponowany model syntetyzujący potrzeby naprawcze i charakteryzujący ich kolejność w dochodzeniu do celu przedstawia rysunek 1. Dobierając te atrybuty kierowano się następującymi warunkami:

- dostępnością i łatwością określenia,
- uznawanym ogólnie ich wpływem na stan nawierzchni.

Niezależnie jednak od spełnienia tych warunków, każdy składnik przedstawionego modelu wymaga krótkiego omówienia.



Rys. 1. Atrybuty charakteryzujące potrzeby naprawcze nawierzchni kolejowej [opracowanie własne]

## 3. Intensywność obciążenia jako składnik PNN

W artykule [5] zaproponowano wprowadzenie nowego pojęcia, tj. intensywności obciążenia toru  $I$  definiowanej w postaci:

$$I = \frac{V_{max}}{10} q, \quad (1)$$

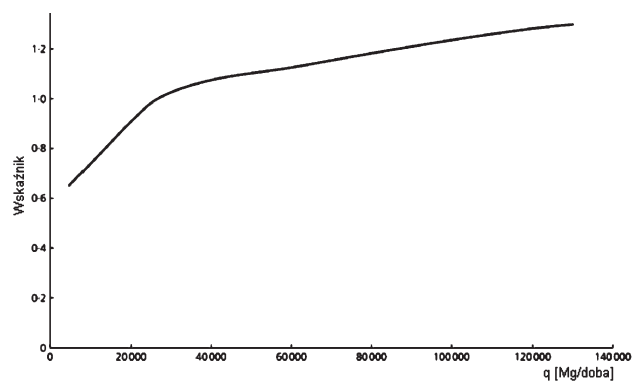
gdzie:

$V_{max}$  – maksymalna prędkość pociągów na określonym torze [km/h],

$q$  – natężenie przewozów [Tg/rok].

Przyjęcie wielkości wyznaczających intensywność obciążenia, jako składników miary rankingu PNN wynika stąd, że natężenie przewozów jest obiektywną miarą obciążenia w danym czasie. Im większa jest przewieziona masa, tym szybciej występują deformacje nawierzchni, które trzeba usuwać [6]. Nie oznacza to jednak, że istnieje prosta zależność między natężeniem przewozów a kosztami napraw nawierzchni.

Koszty stałe powodują, że przy mniejszych natężeniach przewozów przyrost kosztów jest większy niż przy natężeniach większych. Zależność między kosztami napraw a natężeniem przewozów zawiera praca [8], w której wykorzystano, jak piszą jej autorzy, również opracowania UIC. Zależność ta, przedstawiona na rysunku 2, jest dużym uproszczeniem, pomija bowiem wiele ważnych czynników, jak np. rodzaj pociągów (pasażerskie, towarowe), ich prędkość, naciski osi, rodzaj oraz stan konstrukcji nawierzchni kolejowej i inne parametry, które wpływają na jej deformacje i zużycie [4].



Rys. 2. Wskaźniki kosztów napraw nawierzchni w funkcji natężenia przewozów [8]

Małe jest też prawdopodobieństwo poprawnego oszacowania przyrostu kosztów napraw na podstawie tego rysunku. Można to wykazać aproksymując przedstawiony wykres dwiema prostymi, które przecinają się na odciętej 30 000 Mg/d, co odpowiada 10,95 Tg/rok<sup>2</sup>. Prosta w przedziale lewym ma współ-

<sup>2</sup> Proste obliczenia pominięto.

czynnik kierunkowy równy 0,041, w prawym zaś 0,0063. Zamieniając jednostki natężenia przewozów Mg/dobę na Tg/rok i zakładając, że natężenie przewozów wzrosło od 10 do 40 Tg/rok, a więc czterokrotnie, uzyska się przyrost kosztów napraw wynoszący zaledwie 19%, co jest całkowicie niewiarygodne.

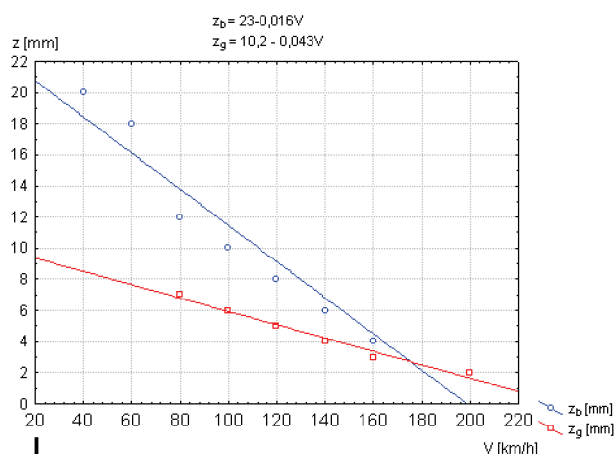
Analiza kosztów napraw i wymian nawierzchni kolejowej była przedmiotem wielu rozpraw naukowych, np. [10]. W pracach tych za dobrą praktykę uznaje się analizowanie kosztów w odniesieniu do całego cyklu życia nawierzchni kolejowej metodami statystycznymi, z wykorzystaniem materiałów historycznych. Stosuje się też studia przypadków. Badania są prowadzone przeważnie w zaawansowanym stadium eksploatacji, gdy zgromadzono już dużo danych. Niewielka jest natomiast liczba prac obejmujących pierwsze lata eksploatacji nawierzchni. Spotykane w pewnych opracowaniach wskaźniki kosztów utrzymania i wymian infrastruktury na porównywanych kolejach wykazują duże różnice. W pracy [7] zestawiono te koszty w odniesieniu do 1 km toru. Wartość minimalna to 85,7, maksymalna 261,6, średnia 195,1 i odchylenie standardowe 61,8 euro.

Z tej krótkiej charakterystyki oceniania kosztów napraw wynika, że przyjęcie natężenia przewozów, jako jednego ze składników miary PNN, jest pewniejszym przybliżeniem niż ewentualne posługiwanie się do tego celu trudno dostępnymi kosztami.

Uzasadnienia wymaga również przyjęte założenie o wprost proporcjonalnym wpływie maksymalnej prędkości pociągów na PNN<sup>3</sup>. Znaczenie prędkości maksymalnej (a nie handlowej) wynika stąd, że określa ona jednoznacznie odchyłki dopuszczalne w nawierzchni, co wiąże się bezpośrednio z zakresem koniecznych robót.

Inna nasuwająca się możliwość, tj. wykorzystanie w tym celu współczynników dynamicznych, jest po głębszym przemyśleniu niezbyt trafna głównie ze względu na duże zróżnicowanie tych współczynników od rodzaju, konstrukcji i stanu pojazdów szynowych. Funkcje określające te współczynniki dla pewnych pojazdów są zbliżone do linii prostych, dla innych zaś mają kształt krzywoliniowy [2, 4].

O silnym związku maksymalnej prędkości pociągów z PNN świadczą odchyłki dopuszczalne przy odbiorach robót. Największe znaczenie mają tu odchyłki nierówności pionowych, bowiem one najczęściej decydują o potrzebie wykonania naprawy i o jej jakości. Z rysunku 3 wynika, że zależność między prędkością maksymalną a odchyłkami obowiązującymi przy odbiorach robót, zarówno po naprawach bieżących, jak i głównych, jest liniowa. Łącznie więc można uznać, że oparcie rankingu PNN na intensywności obciążenia jest uzasadnione.



Rys. 3. Odchyłki dopuszczalne nierówności pionowych przy odbiorze robót oznaczone punktami: z<sub>b</sub> – po naprawie bieżącej, z<sub>g</sub> – po naprawie głównej [opracowanie własne]

#### 4. Znaczenie stanu nawierzchni kolejowej

Pierwszą nasuwającą się możliwością określenia wpływu stanu nawierzchni na PNN jest przyjęcie syntetycznego wskaźnika stanu toru  $J$ . Im większa jest jego wartość, tzn. im gorszy jest stan toru, tym większe są potrzeby naprawcze. Nasuwa się jednak wątpliwość, dlaczego dopuszczenie (niezależnie od przyczyn) do złego stanu toru ma być premiowane wyższą pozycją w rankingu? W konkretnym przypadku bardziej obiektywnym kryterium wydaje się więc oparcie obliczeń na wykorzystaniu trwałości nawierzchni.

Zakładając, że procesy zużycia i uszkodzeń nawierzchni narastają proporcjonalnie do przeniesionego obciążenia lub upływającego czasu, można posłużyć się umownym pojęciem wskaźnika wykorzystania trwałości  $w$ , określając go wzorem:

$$w = \frac{\Delta T}{T}, \quad (2)$$

gdzie:

- $\Delta T$  – przeniesione obciążenie [Tg] lub czas od początku eksploatacji konstrukcji [lata],
- $T$  – trwałość wyrażona odpowiednio w Tg lub w latach.

Wartość  $\Delta T$  można określić na podstawie obliczeń wykonanych w programie SOKON lub przy małych natężeniach przewozów, przy których trwałość szyn wyraża się wartościami rzędu 100 lat – na podstawie czasu eksploatacji, w przybliżeniu przyjmując, że graniczny czas eksploatacji szyn i podkładów betonowych wynosi 40 lat, drewnianych zaś 20 lat. Do celów rankingowych należałoby wprowadzić ponadto

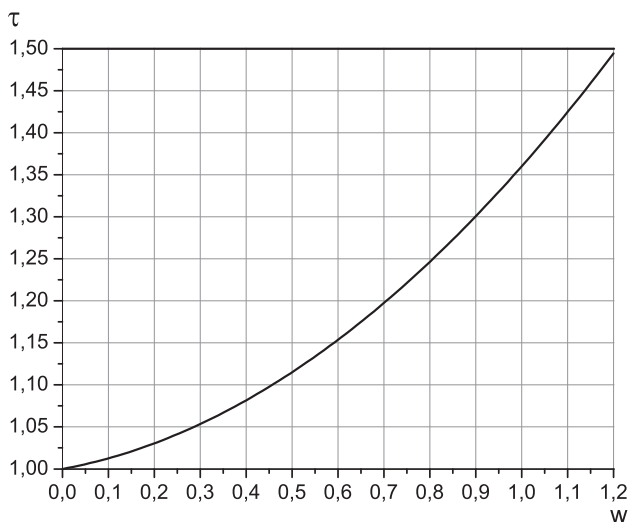
<sup>3</sup> Nie oznacza to, że wprost proporcjonalny jest wpływ prędkości na trwałość nawierzchni, por. [6].

pewne uproszczenia umowne i tak przyjęć, że w torze na podkładach drewnianych, niezależnie od innych cech, trwałość nawierzchni wynosi 20 lat, a w torze klasycznym wartości uzyskane z wzoru (2) należy pomnożyć przez 1,50.

Wzrost napraw przy jednakowej intensywności obciążenia zależy m.in. od czasu eksploatacji drogi kolejowej. W pierwszych latach po modernizacji lub ciągłej wymianie, częstość napraw jest mniejsza później zaś wzrasta. Zależność tę można wyrazić wzorem:

$$\tau = 1 + 0,1w + 0,26w^2 \quad (3)$$

Podstawą tego empirycznego wzoru są obserwacje  $\tau$  wykazujące, że w końcowym okresie eksploatacji nawierzchni kolejowej potrzeby naprawcze wzrastają w porównaniu z pierwszym okresem o 30÷35%. Po 15 latach eksploatacji toru bezстыkowego na podkładach betonowych, tj. przy  $w = 15/40 = 0,375$  wartość  $\tau$  określona na podstawie rysunku 4 lub wzoru (3) wyniesie 1,074. W drugiej połowie okresu eksploatacji wzrost ten będzie znacznie bardziej zauważalny i np. po 30 latach, tj. przy  $w = 0,75$  osiągnąłby 1,22. Jeszcze większe potrzeby wystąpią po przekroczeniu trwałości, co niejednokrotnie zdarza się (dlatego też na osi odciętych skala przekracza 1,0).



Rys. 4. Wzrost napraw w funkcji wykorzystania trwałości nawierzchni kolejowej [opracowanie własne]

## 5. Zastępcza długość toru

Do obliczeń PNN określonego odcinka linii lub pewnego obszaru sieci kolejowej należy przyjmować długość zastępczą, która uwzględni zwiększone potrzeby wynikające z ułożonych w tych torach rozjazdów oraz łuków i krzywych przejściowych. Długość rzeczywistą każdego rozjazdu  $\delta_i$  typu  $i$  zastępuje się odcinkiem  $l_{ii}$  obliczanym ze wzoru:

$$l_{ii} = \delta_i \rho_i, \quad (4)$$

gdzie:

$\delta_i$  – współczynnik zależny od promienia toru zwrotnego lub rodzaju rozjazdu.

Zalecane wartości współczynników podano w tablicy 1.

Tablica 1

### Współczynniki długości zastępczej rozjazdów

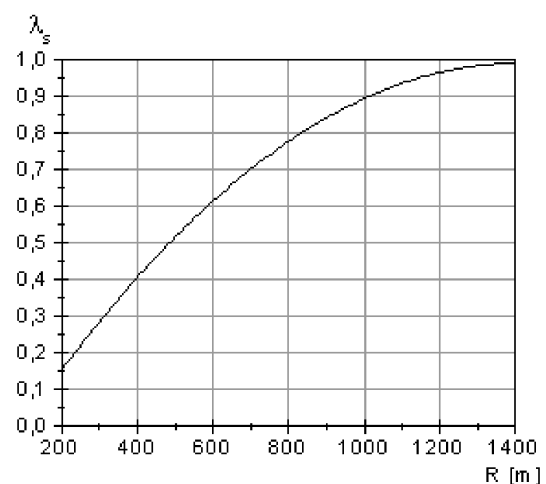
Rodzaj rozjazdu	Współczynnik $\rho$
Zwyczajny o promieniu [m]	
190	2,00
300	2,50
500	2,75
760	3,00
1200	3,25
> 1200	3,50
Skrzyżowanie torów	3,50
Krzyżowy pojedynczy	4,00
Krzyżowy podwójny	4,50

[Opracowanie własne]

Wzrost PNN w łukach i krzywych przejściowych można określić w przybliżeniu, uwzględniając zwiększone zużycie szyn. Na podstawie obserwacji w monografii [6] opracowano funkcję korygującą trwałość szyn w łukach wyrażoną wzorem:

$$\lambda_s = -5,75 \cdot 10^{-7} R^2 + 1,62 \cdot 10^{-3} R - 0,15 \quad (5)$$

Z rysunku 5, przedstawiającego tę zależność wynika, że trwałość szyn w łuku o promieniu 600 m zostanie zmniejszona do 0,62 trwałości szyn na prostych odcinkach toru. Wartość tę należy potraktować jako charakterystykę zmniejszenia trwałości całej konstrukcji.

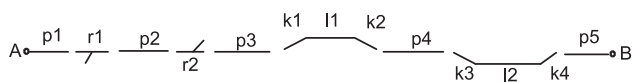


Rys. 5. Funkcja korygująca trwałość szyn w łukach [opracowanie własne]

Długość rzeczywistą łuku  $c_j$  o promieniu  $R_p$  mającego krzywe przejściowe o długościach  $d_{j1}$  oraz  $d_{j2}$  można potraktować jako jedną krzywą o długości łuku zwiększonego o połowę długości dwóch krzywych przejściowych. Jej długość zastępcza przy przyjętych założeniach wyniesie zatem:

$$l_{rj} = \frac{c_j + \frac{d_{j1} + d_{j2}}{2}}{\lambda_s} \quad (6)$$

Długością zastępczą prostych odcinków toru  $l_{zp}$  będzie ich długość rzeczywista zwiększona o średnią długość obu krzywych przejściowych każdego przylegającego łuku. Obliczanie długości zastępczej odcinka toru AB przedstawia przykład (rys. 6 i tabl. 2).



Rys. 6. Przykład odcinka do obliczeń długości zastępczej: p – tor prosty, l – łuk, r – rozjazd, k – krzywa przejściowa [opracowanie własne]

$$K = 10^{-4} V_{\max} q l_z \tau \quad (7)$$

Biorąc jako przykład odcinek toru o układzie podanym w tablicy 2 i zakładając, że jego konstrukcja składa się z szyn UIC 60 na podkładach drewnianych i jest eksploatowana 12 lat, prędkość  $V_{\max} = 70$  km/h oraz natężenie przewozów  $q = 24$  Tg/rok otrzymuje się:

$$\Delta T = \frac{12}{20} = 0,6; \quad \tau = 1 + 0,1 \cdot 0,6 + 0,26 \cdot 0,6^2 = 1,15,$$

$$K = 10^{-4} \cdot 70 \cdot 24 \cdot 8391 \cdot 1,15 = 1621.$$

Jednostkową miarą potrzeb naprawczych, przypadających w tym przypadku na 1 km zastępczy toru jest:

$$K / l_z = \frac{1621}{8391} = 0,193.$$

Wartość  $K$  określa pozycję danego odcinka toru na liście rankingowej z uwzględnieniem wszystkich cech wybranych do rankingu, natomiast stosunek  $K/l_z$  stanowi miarę porównawczą ułatwiającą ocenę warunków konstrukcyjno-eksploatacyjnych, niezależnie od długości poszczególnych odcinków.

## 6. Synteza rankingu

Zmienne scharakteryzowane w punktach 2÷5 umożliwiają oparcie rankingu potrzeb naprawczych nawierzchni kolejowej rozpatrywanego odcinka toru na wzorze:

## 7. Podsumowanie

Dążenie do doskonalenia metod utrzymania infrastruktury, w tym również nawierzchni kolejowej jest dostrzegane w wielu pracach. Racjonalne metody

Tablica 2

Przykład obliczeń długości zastępczej

Element	Nazwa	Długość rzeczywista [m]	Wyniki obliczenia długości zastępczej [m]	Uwagi
p1	Prosta	973	973	–
r1	Rozjazd R 300	33	33x2,50=83	$\rho_{300} = 2,50$ (tabl. 1)
p2	Prosta	1679	1679	–
r2	Rozjazd R 1200	67	67x3,25=218	$\rho_{1200} = 3,25$
p3	Prosta	2820	2820	–
k1	Krzywa przejściowa	60	–	–
l1	Łuk kołowy R=745 m	317	$[317+(60+60)/2]/0,738 = 511$	$\lambda_{745} = 0,738$ (wzór 4)
k2	Krzywa przejściowa	60	–	–
p4	Prosta	419	$419+(60+60)/2 = 479$	–
k3	Krzywa przejściowa	80	–	–
l2	Łuk kołowy R=492 m	266	$[266+(80+70)/2]/0,508 = 671$	$\lambda_{492} = 0,508$
k4	Krzywa przejściowa	70	–	–
p5	Prosta	882	$882+ (80+70)/2 = 957$	–
		$\Sigma l_{rz} = 7726$	$\Sigma l_z = 8391$	

planowania napraw, oparte na kryteriach liczbowych powinny się również znaleźć w tym nurcie.

W opracowywaniu miar liczbowych pewnych wielkości zależnych od wielu cech, konieczny jest kompromis między dążeniem do ujęcia najważniejszych atrybutów charakteryzujących tę wielkość oraz możliwością ich uzyskania i opisu w kategoriach ścisłych. Kompromis ten zastosowano w proponowanej ocenie potrzeb naprawczych nawierzchni, a więc miary, która może być zastosowana w ich rankingu. Ranking ten może objąć poszczególne odcinki linii kolejowych, całe linie lub wszystkie tory na terenie jednej sekcji lub oddziału eksploatacji.

Wykonanie obliczeń koniecznych do takiego rankingu nie jest skomplikowane i przy zastosowaniu programu MS Excel będzie stosunkowo szybkie. Więcej czasu zajmie wprowadzanie danych, ale będzie to tylko wysiłek jednorazowy, w następnych okresach zmiany będą polegały jedynie na małych aktualizacjach.

Na ile wyniki tych obliczeń okażą się pomocne przy rozdziale środków na utrzymanie nawierzchni pokaże praktyka. Można jednak oczekiwać, że obiektywizm oceny potrzeb naprawczych oparty na istotnych kryteriach liczbowych będzie większy, niż oparty tylko na intuicji poszczególnych osób uwzględniających niejednakowe kryteria. Nie oznacza to jednak, że ranking powinien stanowić jedyne kryterium oceny, gdy w konkretnych przypadkach występują ważne czynniki stanowiące kontekst zagadnienia.

## Literatura

1. Åhrén T.: *Maintenance performance indicators (MPIs) for railway infrastructure*, Luleå University of Technology, 2008.
2. Bałuch H.: *Metoda określania kosztów eksploatacji dróg kolejowych*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej seria Transport 47, nr 1586, 2003.
3. Bałuch H.: *Rankingowa kwalifikacja torów do profilowania szyn*, Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji Kraków nr 96 (158), 2011.
4. Bałuch H.: *Obciążenia dróg kolejowych jako podstawa określania stawek dostępu do infrastruktury*. V Konferencja Naukowo-Techniczna „Projektowanie, budowa i utrzymanie infrastruktury w transporcie szynowym INFRASZYN, Zakopane 2009.
5. Bałuch H.: *Syntetyczne metody oceny nawierzchni kolejowej*, Problemy Kolejnictwa, z. 166, 2015.
6. Bałuch H., Bałuch M.: *Eksploatacyjne metody zwiększania trwałości rozjazdów kolejowych*, Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa, Warszawa 2009.
7. Beck A., Bente H., Shilling M.: *Railway efficiency – An overview and a look at opportunities for improvement*, International Transport Forum Discussion Paper No. 2013–12 (OECD).
8. Calvo F. et al.: *Rail track cost management for efficient railway charges*, ICE – Institution of Civil Engineers Proceedings, 2011 [on-line] <http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/24451/1/2013%20Transport-ICE%20todos.pdf>; [dostęp: 2017-07-17].
9. Liden T.: *Railway infrastructure maintenance – a survey of planning problems and conducted research*. Transportation Research Procedia, ELSEVIER 2015
10. Liden T., Joborn M.: *Dimensioning windows for railway infrastructure maintenance: cost efficiency versus traffic impact*, Journal of Rail Transport Planning and Management, 2016, No. 6.
11. Ling D.: *Railway renewal and maintenance cost estimating*, Cranfield University, 2005 [on-line] <https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/bitstream/1826/3059/1/D%20LingThesis%202005.pdf>; [dostęp 2017-07-22].
12. Patra A.P.: *Maintenance decision support model for railway structure using RAMS and LCC analyses*, Luleå University of Technology, 2008 International Journal of Railway Technology 2012, No. 3.
13. Stenström C., Parida A., Galar D.: *Performance indicators of railway infrastructure*, International Journal of Railway Technology, 2012, No. 1 (3).
14. Strojny S.: *Wskaźniki logistyczne w przedsiębiorstwach działających w Polsce – wyniki badań panelowych*, Logistyka 2017, nr 4.

## Synthesis of Railroad Repair Needs and their Ranking

### Summary

The maintenance and renewal of the railway infrastructure in Europe, covering 300,000 km of track, is estimated at 15–25 billion euros a year. These costs show large fluctuations in the various railways. The largest part of the cost is allocated to the permanent way. For this reason, railway track maintenance is now a subject of many research and scientific studies. One of the scopes of this research is methods of repairs planning. The article contains a proposal for a synthetic description of railroad track repair needs. In descriptive terms these needs are not clearly understood. They depend on many quantitative and qualitative factors. Most of them are difficult to obtain. One of the helpful tools in repair planning may be the ranking of repair needs. The ranking of these needs presented in the article is based on five parameters. These are: maximum speed of trains, intensity of transport, degree of use of structural durability, crossings and curves. All calculations are illustrated by examples.

**Keywords:** railway track, repair needs, ranking

## Синтез необходимости ремонтов верхнего строения пути железной дороги и их ранкинг

### Резюме

Ежегодно на содержание и ремонты железнодорожной инфраструктуры в Европе, охватывающей 300 000 км пути, тратится 15–20 млрд евро. Эти расходы по-разному распределяются на разных железных дорогах. Самая большая часть этих расходов тратится на верхнее строение пути. Поэтому содержание верхнего строения пути является ныне темой различных исследований и научных разработок. Одной из областей этих исследований является определение необходимости ремонтов верхнего строения пути. С точки зрения толкового подхода эти нужды являются неоднозначными. Они зависят от многих количественных и качественных факторов. Большая часть из них являются трудно достижимыми. Одним из полезных инструментов для планировки ремонтов может оказаться ранкинг необходимости ремонтов. Ранкинг этих необходимостей предлагаемый в нынешней статье опирается на пяти параметрах. Это: максимальная скорость поездов, интенсивность перевозок, степень использования прочности конструкции, стрелочные переводы и кривые пути. Все вычисления проиллюстрированы примерами.

**Ключевые слова:** верхнее строение пути, необходимости ремонтов, ранкинг