



Stanisław ZIMNOCH

Dr inż. Stanisław ZIMNOCH absolwent Wydziału Komunikacji Politechniki Warszawskiej. Od 1960 roku w jednostkach wykonawczych kolejowych: PRK nr 1, DOKP Gdańsk - kontroler i z-ca naczelnika, DOKP Katowice - naczelnik oddziału drogowego, w 1970 roku przeniesiony na Politechnikę Śląską gdzie w 1975 roku uzyskał stopień naukowy doktora n.t. z zakresu technologii robót nawierzchniowych. Autor ponad 30 publikacji oraz kilkunastu referatów. Rzeczoznawca w SITKom.

OCENA WADLIWOŚCI TORU NA PODSTAWIE BADAŃ POLIGONOWYCH

Streszczenie. Praca dotyczy badań poligonowych z trzech odcinków doświadczalnych, zlokalizowanych na czynnych liniach kolejowych, w normalnych warunkach eksploatacji. Badania obejmowały pomiar szerokości i przechyłki toru oraz inwentaryzację wszystkich wad konstrukcyjnych i eksploatacyjnych. Wyniki pomiarów poddane zostały "obróbce" statystycznej i na tej podstawie ustalono rzeczywistą wadliwość toru trzech badanych odcinków. Zaproponowano sposób postępowania służb utrzymania, przy określonym poziomie wadliwości, który to poziom byłby odczytywany z wykresów sporządzanych na podstawie pomiarów terenowych. Każdy odcinek o odmiennej konstrukcji, eksploatacji i utrzymaniu posiadałby wtedy swoje wykresy wadliwości, które służyłyby za podstawę planowania i wykonania napraw.

1. WSTĘP

Do grupy zjawisk fizycznych niezdeterminowanych, tzn. takich, które nie mogą być opisane ścisłymi zależnościami matematycznymi, lecz za pomocą uśrednionych charakterystyk statystycznych, należy konstrukcja toru kolejowego. Konstrukcja ta w procesie eksploatacji, wskutek wielu różnorodnych czynników ulega zużyciu i odkształceniom. Proces ten odbywa się w funkcji czasu pod wpływem obciążenia i przyjętej prędkości pojazdów, często w warunkach szkodliwego oddziaływania środowiska, szkód górniczych i wielu innych nie zawsze znanych czynników. Tor traci stopniowo swą zdolność do przenoszenia obciążeń eksploatacyjnych i musi być remontowany. Jeżeli naprawy przewidziane cyklem utrzymania wykonywane są nieterminowo lub w ograniczonym zakresie w stosunku do potrzeb, występuje przyspieszone zużycie poszczególnych jego elementów i narastanie wadliwości toru. W następstwie powstaje albo zagrożenie bezpieczeństwa ruchu, albo potrzeba ograniczenia szybkości pociągów, co obniża sprawność przewozową danego odcinka linii kolejowej. Ustalone ramowo w przepisach cykle naprawcze ulegają wtedy znacznemu skróceniu.

W pracy podjęto próbę zbadania wpływu dwóch podstawowych parametrów, charakteryzujących wzajemne położenie toków szynowych, szerokości i przechyłki na wadliwość toru w oparciu o badania bezpośrednie: szczegółową inwentaryzację wszystkich usterek oraz rzeczywistych nakładów na utrzymanie odcinków doświadczalnych.

Badania te powinny posłużyć w przyszłości do określenia modelu niezawodnościowego utrzymania nawierzchni w trudnych warunkach eksploatacyjnych, takich jak: duże natężenie ruchu, szkody górnicze i agresywność środowiska.

2. CHARAKTERYSTYKA ODCINKÓW DOŚWIADCZALNYCH I PRZEPROWADZONYCH BADAŃ

Odcinki do badań wytypowano analizując wyniki pomiarów pośrednich wagonem Matisa-Ameler, spośród 84 km torów głównych trzech DOKP, za lata 1980-82 [20]. Wybrano te tory, na których wskaźnik W_s [6] (tabl. 1) wykazywał znaczną rozbieżność w poszczególnych kolejnych objazdach. Z reguły były to odcinki, które charakteryzowały się:

- słabym, często źle odwodnionym podtorzem,
- zanieczyszczoną i w nieodpowiedniej ilości podsypkę,
- dużą ilością usterek w nawierzchni wynikających najczęściej z niedostatecznego utrzymania oraz
- odkształceniami w planie i profilu.

Odcinki wybrane do badań położone są w obrębie stacji, przebiegają przez drogi zwrotnicowe i perony, a w planie usytuowane są na łukach odwrotnych lub koszowych. Dla porównania ze stanem na szlakach przedłużono je poza stacje i dlatego przyjęto ich łączną długość na około 3 km każdy. Ustalono trzy odcinki, z których dwa były zlokalizowane na linii magistralnej Warszawa-Katowice, a jeden na linii I-rzędnej Katowice-Zwardoń [20].

Stan techniczny odcinków doświadczalnych oceniano dokonując bezpośrednich badań toru i szczegółowej inwentaryzacji wszystkich wad i usterek w okresach półrocznych poczynając od 1982 r. W tablicy 1 podano przykład zestawienia usterek stwierdzonych na II odcinku doświadczalnym. Podobne zestawienia były sporządzane po każdym z pomiarów dla każdego z trzech odcinków [20].

Badania bezpośrednie obejmowały zakres przewidziany odpowiednimi przepisami, jednak bez pomiaru strzałek. Pomiarów szerokości i przechyłki dokonywano co ósmy podkład na prostej i co czwarty na łuku, za pomocą termierza uniwersalnego, a zużycie szyn - za pomocą profilomierza lub suwmiarki torowej. Wyniki rejestrowano w książce pomiaru stanu torów D-982, dodatkowo odnotowując obok każdego przesła wszelkie wady toru i przypuszczalne przyczyny ich powstawania.

Tablica 1

Odcinek doświadczalny Usterki z badań terenowych	II. Warszawa - Katowice km 311,0 - 314,0					
	311,0 - 312,0		312,0 - 313,0		313,0 - 314,0	
	tor 1	tor 2	tor 1	tor 2	tor 1	tor 2
<u>Szyny</u> zużycie:	2 mm	0 mm	2 mm	0 mm	2 mm	0 mm
<u>Złączki</u> brak śrub stop.	9	-	7	13	19	6
luźne śruby stop.	13	3	27	20	26	6
brak wkrętów	21	3	11	6	12	8
luźne wkręty	44	3	46	23	48	16
<u>Podkłady</u> zużycie:	45%	40%	45%	40%	45%	40%
do wymiany	9	8	1	17	3	7
do opaskowania	15	19	27	55	28	30
do zaciosania	1	1	15	3	12	-
<u>Podsypka</u> grubość	30 cm	30 cm	30 cm	30 cm	30 cm	30 cm
zanieczyszczenia	40%	40%	40%	40%	40%	40%
do uzupełnienia	50 m ³	30 m ³	60 m ³	60 m ³	85 m ³	95 m ³
<u>Ławy torowiska</u> stan	dobry	dobry	dobry	dobry	dobry	dobry
<u>Rowy</u> stan	dobry	dost.	dost.	dost.	dost.	dost.
Wskaźnik "W _g " wiosna 1983 r.	294	429	485	384	330	420
jesień 1983 r.	235	395	299	294	219	316
wiosna 1984 r.	228	237	291	291	143	277
jesień 1984 r.	405	182	627	149	418	172

W tablicy 2 odnotowano dane dotyczące obciążenia Q [Tg], a w tablicy 3 nakłady na utrzymanie odcinków doświadczalnych.

Tablica 2

Zestawienie wielkości obciążenia eksploatacyjnego
odcinków doświadczalnych Q Tg

Odcinek	Rok Tor	1979		1982		1983		1984	
		t 1	t 2	t 1	t 2	t 1	t 2	t 1	t 2
I		38,7	b.d. ¹⁾	24,4	30,6	24,4	30,6	24,4	40,0
II		25,0	25,0	21,5	27,9	21,5	27,9	21,5	27,9
III ²⁾		16,0	17,8	16,9	17,8	17,8	16,9	17,8	16,9

Oznaczenia i uwagi:

1) b.d. - brak danych.

2) Odc. III - dotyczy torów 2 i 3.

Tablica 3

Zestawienie rodzaju napraw i nakładów robocizny
na utrzymanie odcinków doświadczalnych w latach 1980-84

Odcinek tor	dn km	Rodzaj naprawy (rh/km)				
		Rok				
		1980	1981	1982	1983	1984
I	t 1	NBo/ $\frac{430}{1,7}$	NBo/ $\frac{847}{3,0}$	NB/ $\frac{850}{2,8}$	NB/ $\frac{1050}{2,8}$	NB/2,5
	t 2	NBo/ $\frac{1360}{2,95}$	NB $\frac{1250}{0,443}$ NG $\frac{3487}{0,825}$	NB/ $\frac{850}{2,8}$	NG/ $\frac{3500}{0,85}$	NB/1,7 NBo/3,05
II	t 1	NBo/ $\frac{1360}{1,45}$	NB/ $\frac{150}{3,0}$	NB/ $\frac{150}{3,0}$	NG ciągnięta	NB $\frac{852}{3,0}$
	t 2	NBo/ $\frac{2000}{3,0}$			NG wymiana szyn	NB t112/ $\frac{3,250}{0,5}$ NG
III	t 2	NG $\frac{b.d.}{3,0}$	NB, NBo/ $\frac{1360}{0,05}$	NB/ $\frac{1360}{2,8}$		NB 142 NB 2,8
	t 3	NB $\frac{b.d.}{3,0}$	NBo/ $\frac{1360}{1,28}$	NB, NBo/ $\frac{1360}{2,7}$	b.d.	

3. ANALIZA I OCENA WYNIKÓW BADAŃ TERENOWYCH

3.1. Analiza statystyczna danych o szerokości toru i przechyłce

Z przeprowadzonych pomiarów szerokości toru i przechyłki sporządzono po 36 zbiorów zmiennych losowych X , o długości przedziału $\Delta l = 2$ mm (dokładność pomiaru ± 1 mm). Zbiory te sporządzono oddzielnie dla odcinków prostych, dla łuków oraz dla prostych i łuków traktowanych jako jeden zbiór zmiennych X_1 . Otrzymano za każdym razem po trzy zbiory dla każdego toru z jednego pomiaru danego parametru, a ponieważ badano 3 odcinki 2-torowe, łącznie powstało ich 36 ($2 \times 18 = 36$). Charakterystykę zbiorów z ostatniego pomiaru (jesień 84) dla szerokości toru i przechyłki odcinka I, jako przykład zestawiono w tabelicy 4. Podobne szeregi rozdzielcze zbudowano dla odcinków II i III - łącznie około 120 przypadków.

W pracy przyjęto, że zmienną losową X_s jest różnica między rzeczywistą szerokością toru S_1 w chwili pomiaru a wymiarem nominalnym S wynoszącym 1435 mm, według zasady:

$$X_{s1} = \Delta S = S_1 - S \quad (1)$$

Badania zmian szerokości toru podczas eksploatacji były przedmiotem kilku prac [1, 2, 4, 6, 7, 12, 20], z ustaleń których wynika, że decydującym czynnikiem jest tu rodzaj konstrukcji nawierzchni, a zwłaszcza rodzaj przytwierdzenia. Między innymi z badań przeprowadzonych w wymienionych pracach wynika, że średnia szerokość toru rośnie prawie liniowo do wartości obciążenia całkowitego Q rzędu 30 Tg, a potem intensywność ta nieco maleje [4]. Rozstaw podkładów, jak i sposób zagęszczenia podsypki nie mają tu istotnego znaczenia.

Zmienna losowa przechyłki X_{hi} jest różnicą między wartością rzeczywistą h_{rz} w chwili pomiaru, a wartością h dla danego łuku wg wzoru:

$$X_{hi} = \Delta h = h_{rz} - h \quad (2)$$

Należy zaznaczyć, że o wartości przechyłki decyduje wielkość największego niezrównoważonego przyspieszenia odśrodkowego a_{max} obliczonego wg zależności:

$$a_{max} = \frac{v_{max}^2}{R} - \frac{v_t^2}{R} - a_n + a_r \quad (3)$$

gdzie:

- V_{max} - największa dopuszczalna szybkość pociągów osobowych na danej linii,
- R - promień łuku,
- V_t - szybkość pociągów towarowych,

a_n - przyspieszenie niezerównoważone, którego wartość na PKP przyjęto równą $0,6 \text{ m/s}^2$,

a_r - zwiększenie przyspieszenia wskutek przechyłki wagonu wywołanego niezerównoważonym ugięciem resorów.

Pomijając przyspieszenie a_r oraz wyrażając prędkość w km/h i przechyłkę w mm wzory na a_{\max} i h przybiorą postać:

$$a_{\max} = \frac{v_{\max}^2}{12,96R} - 0,0065 h \quad (4)$$

$$h_{\min} = \frac{11,8 v_{\max}^2}{R} - 153 a_{\max} \quad (5)$$

$$h_t = \frac{11,8 v_{\max}}{R} + 153 a_n \quad (6)$$

gdzie:

a_n - przyspieszenie niezerównoważone, którego wartość zależy od obciążenia Q występującego na danej linii.

W badanych przypadkach wystąpiła stosunkowo duża różnica między przechyłką istniejącą a wymaganą uwzględniając zależności podane we wzorach (5) i (6). Jeśli można zrozumieć sprzeczność wynikającą z konieczności prowadzenia ruchu osobowego i torowego po tej samej linii i trudności zachowania przechyłki wg zależności (7):

$$\frac{11,8 v_{\max}^2}{R} - 153 a_{\max} \leq h < \frac{11,8 v_{\max}^2}{R} + 153 a_n \quad (7)$$

to niczym nie można usprawiedliwić przechyłki ujemnej na łukach. Świadczy to o braku utrzymania torów. Badania wykonane w pracach [3, 5, 20] wykazują, że korekta przechyłek wg wymogów przepisów D1, ze względu na wprowadzone zmiany warunków eksploatacyjnych, nie została wdrożona do praktyki. Stan ten powoduje dodatkowe trudności w utrzymaniu nawierzchni w łukach, wpływa na jej przyspieszone zużycie i pogarsza komfort jazdy [5].

Stan nawierzchni, obciążenie i wielkość nakładów robocizny na odcinkach doświadczalnych scharakteryzowano szczegółowo w tablicach 1, 2, 3, 5 i 6.

Z przeprowadzonych analiz zbiorów zmiennych X szerokości i przechyłki toru, określonych jednym ze znanych rozkładów, można wnioskować o rodzaju naprawy. Na rys. 1 przedstawiono jeden z przykładów funkcji gęstości rozkładu normalnego oraz jego dystrybuantę w celu określenia:

Tablica 4

Charakterystyka zbiorów prześwietu i przechyłki

Odc. tor	Liczeb. próby N	Wartość średnia x	Odchyl. stand.	Liczba prześwietów klasycznych szeregu rozdzielczego, przy l = 2 mm i wymiarze nominalnym "-"
Przeświet na prostych				
I-1	411	-0,3175	3,0009	17, 72, 125, 99, 51, 32, 7, 4, 2, 2; -5
2	411	-0,9526	2,3298	3, 22, 120, 99, 103, 40, 14, 6, 1, 2, 1; -5
Przeświet na łuku				
1	420	3,5333	3,9112	1, 0, 6, 36, 65, 81, 66, 46, 35, 97, 84, 16, 6, 4, 6, 7, 4; -9
2	420	4,4619	5,7453	3, 13, 47, 74, 71, 54, 42, 41, 31, 16, 16, 46, 4, 12, 2; -5
Przeświet na prostych i łukach razem				
1	831	1,6288	5,0814	1, 0, 23, 108, 190, 180, 117, 68, 42, 21, 26, 18, 6, 4, 6, 7, 4; -9
2	831	2,7262	4,8997	6, 35, 167, 173, 174, 94, 56, 47, 32, 18, 5, 6, 4, 12, 2; -5
Przechyłka na odcinkach prostych (dołki)				
1	429	0,6608	5,5893	1, 3, 5, 9, 11, 24, 31, 59, 62, 80, 59, 25, 19, 20, 9, 10, 1, 1; -17
2	429	1,5093	4,0509	2, 13, 34, 45, 69, 107, 82, 27, 24, 17, 5, 4; -9
Przechyłka na łukach				
1	402	2,5000	13,2457	2, 2, 3, 4, 0, 5, 6, 5, 10, 0, 8, 2, 5, 2, 2, 2, 2, 6, 6, 24, 20, 27, 29, 45, 43, 39, 37, 16, 18, 12, 6, 2; -41
2	402	-3,4403	11,8272	3, 1, 2, 7, 2, 3, 7, 9, 5, 2, 2, 3, 1, 2, 4, 10, 11, 11, 19, 34, 39, 50, 52, 34, 29, 20, 17, 17, 4; -43
Łuki i proste razem				
1	831	1,5505	10,0919	2, 2, 3, 4, 0, 5, 6, 5, 10, 0, 8, 2, 6, 5, 7, 11, 13, 30, 37, 83, 82, 107, 88, 70, 62, 59, 46, 26, 19, 13, 12, 6, 2; -41
2	831	-0,8851	9,0696	3, 1, 7, 9, 3, 3, 7, 9, 5, 2, 2, 3, 1, 2, 4, 10, 11, 12, 32, 68, 84, 119, 160, 116, 76, 44, 34, 28, 8; -43

Tablica 5

Zestawienie wad i usterek szyn

Charakter wady (usterki)	Odc. I		Odc. II		Odc. III	
	t 1	t 2	t 1	t 2	t 1	t 2
Typ szyny i toru	S60 Tb		S60 Tb		S49 Tk	
Wytarcie boczne, mm	4	6	2	4	12	8
Długość wytarcia, m	5,5-12	5-10	5,4	8,0	6,5-15	7-12
Liczba na 100 m toru	4	5	1	2	5	6
Zużycie faliste na długości, m	25	20	25	20	15	20
Liczba miejsc na danym odcinku	4	6	3	7	5	6
Uszkodzenie na stykach lub spoinach	4	6	3	6	15	28

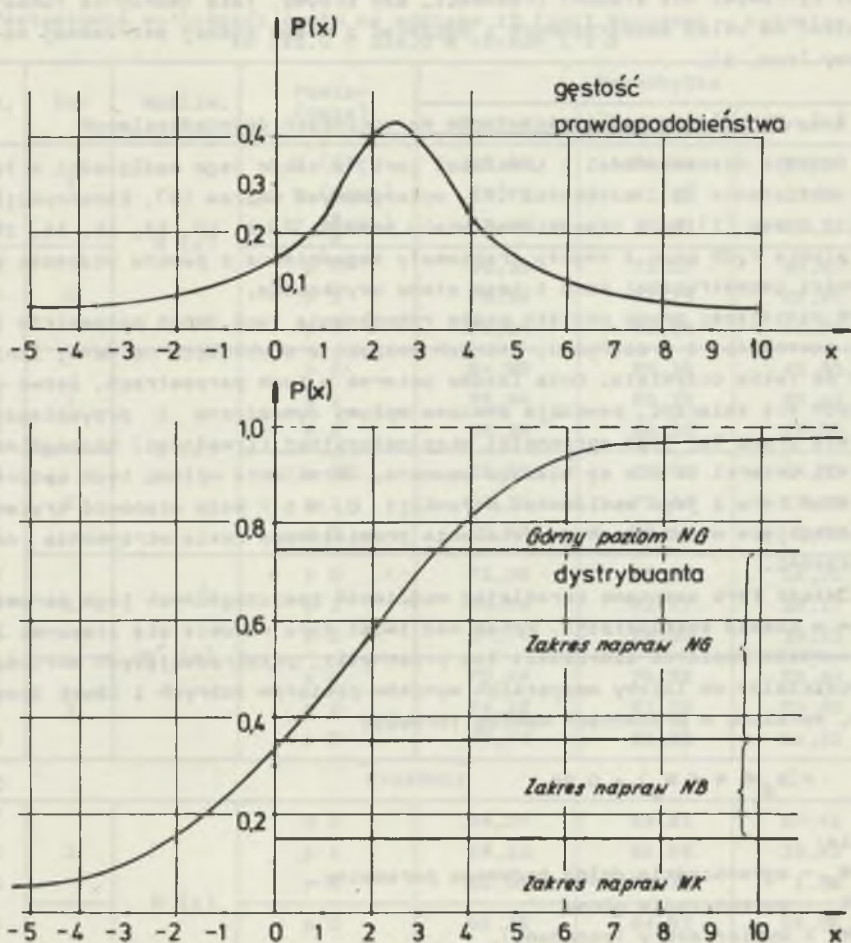
Tablica 6

Zestawienie uszkodzeń i wad w podkładach

Charakter wady w podkładach	Odc. I		Odc. II		Odc. III	
	t 1	t 2	t 1	t 2	t 1	t 2
Liczba podkładów na 1 km toru wg D1/rzeczyw.	1720/1710		1733/1721		1566/1554	
Stopień zużycia %	20	25	45	40	45	45
Do wymiany, szt.	50	49	13	32	53	113
Do opaskowania szt.	97	83	70	104	214	154
Do zacioczenia szt.	bd	bd	28	4	50%	70%
Do nasycenia szt.	50%	50%	10%	20%	60%	70%

- wartości granicznych badanego parametru toru, x_{\min} i x_{\max} lub h_{\min} i h_{\max} naniesionych na osi odciętych, a liniami równoległymi do osi rzędnych - poziomy napraw NK, NB i ewentualnie NG,
- prawdopodobieństwa zaistnienia odchyłek większych jak graniczne (linie pionowe) i rodzaj potrzebnej naprawy (linie poziome).

Proponowany sposób określania napraw nawierzchni wymaga bieżącej znajomości funkcji gęstości zmiennych losowych oraz histogramów częstości względnych dla S i h , a także ocen wartości oczekiwanych i wariancji tych zmiennych. Wyniki badań pośrednich lub bezpośrednich, każdego odcinka toru, danych takich dostarczają. Wystarczy wówczas określić, jakiemu rozkładowi odpowiada badana usterka (zmienna losowa), co przy posiłkowaniu się maszy-



Wykres funkcji standaryzowanej zmiennej losowej o rozkładzie normalnym.

Rys. 1. Wykres funkcji standaryzowanej zmiennej losowej o rozkładzie normalnym

nami cyfrowymi nie stanowi trudności, aby krzywą, jaką tworzy ta funkcja, nanieść na układ współrzędnych i odczytać z niego rodzaj potrzebnej naprawy (rys. 1).

3.2. Określenie wadliwości torów na odcinkach doświadczalnych

Badania niezawodności i trwałości toru, a także jego wadliwości w funkcji obciążenia (Q), szybkości (V), wykonywanych napraw (N), konstrukcji (K) i czasu (T) były przedmiotem wielu prac [5, 7, 8, 10, 14, 15, 16, 19]. Ustalenia tych prac z reguły traktowały zagadnienie z punktu widzenia wadliwości geometrycznej toru i jego stanu użytkowego.

W niniejszej pracy podjęto próbę rozpoznania tych dwóch parametrów toru, szerokości i przechyłki, których związki z szybkością na danej linii nie są takie oczywiste. Duża liczba usterek w tych parametrach, łatwo dających się zmierzyć, powoduje znaczne wpływy dynamiczne i przyspieszoną utratę przez tor jego sprawności eksploatacyjnej (trwałości) szczególnie, jeżeli usterki te nie są bieżąco usuwane. Określenie wpływu tych usterek na stan toru i jego wadliwości w funkcji Q , N i T może stanowić kryterium wspomagające w dążeniach do ustalenia prawidłowego cyklu utrzymania nawierzchni.

Jakość toru uceniano określając wadliwość poszczególnych jego parametrów w czasie eksploatacji. Przez wadliwość toru rozumie się stosunek liczby wyników pomiarów szerokości lub przechyłki, przekraczających wartości dopuszczalne do liczby wszystkich wyników pomiarów dobrych i złych łącznie, wyrażoną w procentach według formuły:

$$P(W_d \leq W \leq W_g) = 0,95 \quad (8)$$

gdzie:

- W_d - ograniczenia dolne badanego parametru,
- W_g - ograniczenie górne,
- W - wymiar dobry (pożądany).

Na podstawie wyników pomiarów s i h w latach 1983-4 obliczono dla nich wadliwości, jak w załączonym przykładzie, a wyniki zestawiono w odpowiednich tablicach (tabl. 7). Na rys. 2 przedstawiono obraz graficzny omawianego przykładu obliczeń przechyłki uzupełniając go dodatkowo wykresem wadliwości z prześwietu na tym samym odcinku.

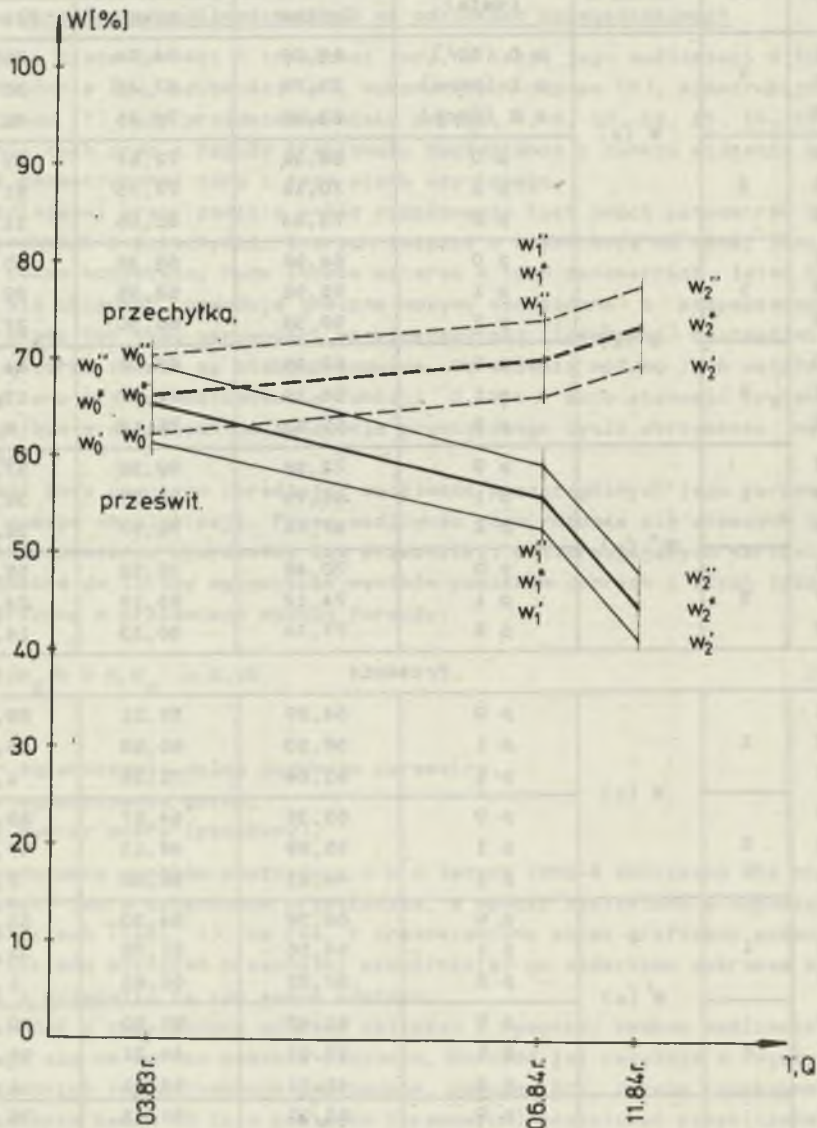
Jak widać z załączonych wyników obliczeń i rysunku, badana wadliwość utrzymuje się na bardzo wysokim poziomie. Wartość jej oscyluje z reguły, dla wszystkich rozpatrywanych przypadków, powyżej 50%. Byłoby ryzykowne na tym etapie badań (2 lata pomiarów terenowych) postulować przybliżone choćby uogólnienia. Jeżeli jednak w następnych latach wyniki będą podobne, to będzie można wówczas proponować (rys. 3) następujące postępowanie:

Tablica 7

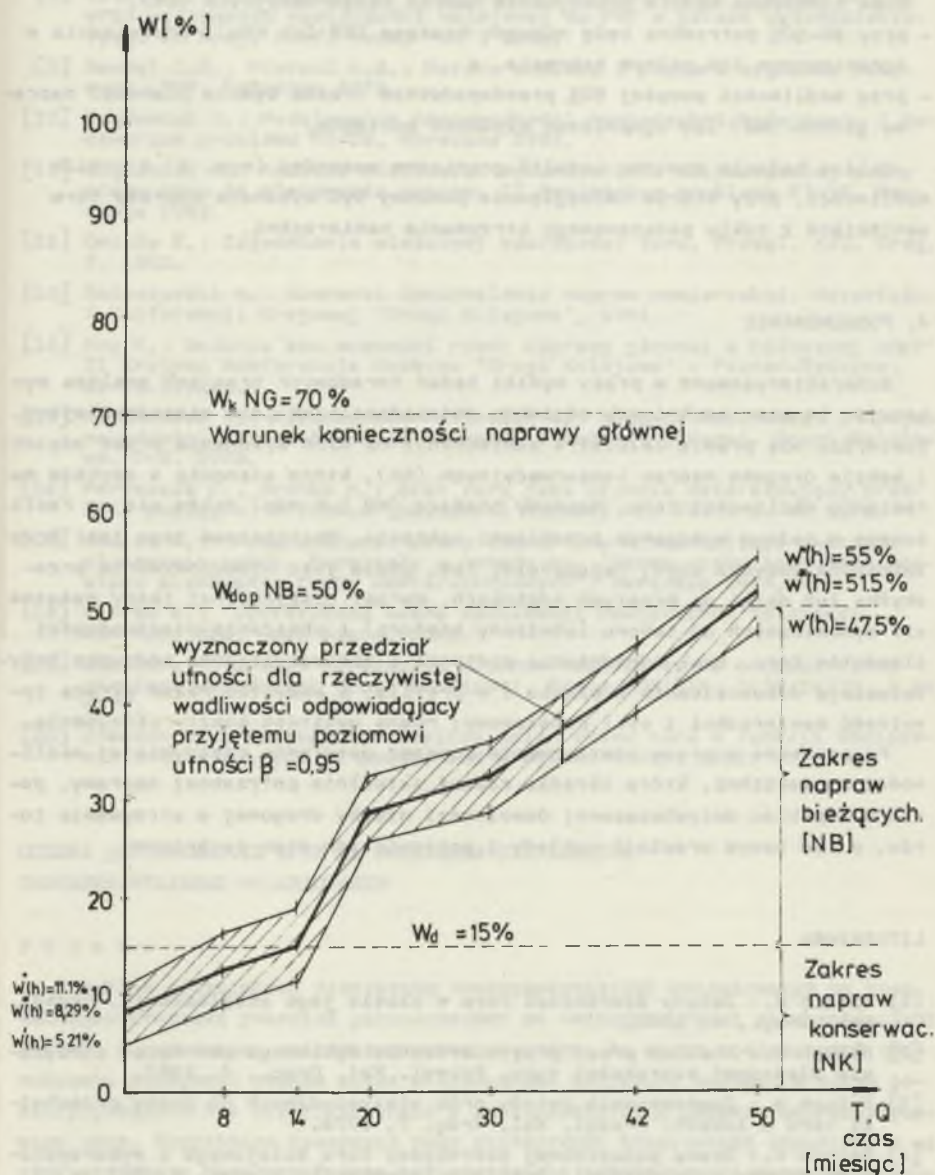
Zestawienie wadliwości torów na odcinku II linii Warszawa - Katowice
km 311.0 - 314.0 w torach 1 i 2

Lp.	Tor	Wadliw.	Pomiar (data)	Przechyłka		
				Ogółem	Łuki	Proste
1	1	W (x)	p 0 (83r)	69,06	74,74	51,18
2			p 1 (84rw)	59,79	67,45	33,99
3			p 2 (84rj)	63,48	71,33	31,12
4	2		p 0	66,35	72,67	49,67
5			p 1	70,19	77,75	21,20
6			p 2	73,64	81,16	11,27
7	1	W'(x)	p 0	64,98	69,36	45,81
8			p 1	55,96	62,35	29,42
9			p 2	59,39	66,30	27,06
10	2		p 0	62,35	67,02	44,37
11			p 1	66,35	72,47	17,96
12			p 2	69,63	76,11	8,80
13	1	W''(x)	p 0	72,98	80,30	57,00
14			p 1	63,79	72,77	39,17
15			p 2	67,74	76,57	35,65
16	2		p 0	70,48	78,52	55,44
17			p 1	74,12	83,19	24,82
18			p 2	77,74	86,33	14,31
Prześwit						
1	1	W (x)	p 0	64,29	59,21	69,41
2			p 1	58,10	66,58	35,42
3			p 3	61,04	71,38	1,76
4	2		p 0	65,35	64,97	65,95
5			p 1	55,99	49,13	97,19
6			p 2	44,63	58,48	2,44
7	1	W'(x)	p 0	60,38	54,30	63,34
8			p 1	54,16	61,78	31,44
9			p 2	57,22	66,83	1,21
10	2		p 0	61,42	59,60	60,69
11			p 1	52,61	44,21	95,73
12			p 2	41,21	54,01	1,55
13	1	W''(x)	p 0	68,41	64,43	75,79
14			p 1	62,23	71,58	39,60
15			p 2	64,82	76,06	2,65
16	2		p 0	69,44	70,60	71,73
17			p 1	59,45	54,46	98,21
18			p 2	48,28	63,17	3,72

Warszawa - Katowice, km.311.0÷314.0, tor 2-ogólnie.



Rys. 2



Rys. 3

- jeśli wadliwość badanego parametru toru osiągnie 15-20% wartości, wówczas niezbędne będzie wykonywanie napraw konserwacyjnych (NK),
- przy 20-50% potrzebne będą naprawy bieżące (NB lub NBo), odpowiednio w ograniczonym lub pełnym zakresie, a
- przy wadliwości powyżej 50% prawdopodobnie trzeba będzie planować naprawy główne (NG) lub ograniczać szybkość pociągów.

Dalsze badania powinny ustalić graniczne wartości (rys. 3) i poziom wadliwości, przy którym bezwzględnie powinny być wykonane naprawy toru wynikające z cyklu podstawowego utrzymania nawierzchni.

4. PODSUMOWANIE

Scharakteryzowane w pracy wyniki badań terenowych oraz ich analiza wykazują, że stan techniczny odcinków doświadczalnych jest niezadowolający. Stwierdza się prawie całkowite zaniechanie na nich wykonania przez odcinki i sekcje drogowe napraw konserwacyjnych (NK), które stanowią o szybkim narastaniu wadliwości toru. Naprawy bieżące (NB lub NBo) także nie są realizowane w pełnym wymaganym przepisami zakresie. Następstwem tego jest przyspieszone zużycie szyn, najczęściej tam, gdzie jest nieodpowiednia przechyłka lub dołki na prostych odcinkach, wzrost niespokojnej jazdy wskutek sił dynamicznych od taboru (obniżony komfort) i obniżanie niezawodności elementów toru. Brak odwodnienia podtorza i zanieczyszczona podsypka przyspieszają odkształcenia w planie i w profilu, a wszystko razem skraca żywotność nawierzchni i cykl podstawowy; rosną wybitnie koszty utrzymania.

Proponowane w pracy postępowanie poprzez ustalanie rzeczywistej wadliwości nawierzchni, która określa rodzaj aktualnie potrzebnej naprawy, powinno zapobiec dotychczasowej dowolności służby drogowej w utrzymaniu torów, a tym samym urealnić nakłady i poprawić ich stan techniczny.

LITERATURA

- [1] Bałuch H.: Zmiany szerokości toru w czasie jego eksploatacji. Przegl. Kol. Drog., 4, 1960.
- [2] Bałuch H.: Analiza pracy przytwierdzenia dyblowego pod kątem utrzymania właściwej szerokości toru. Przegl. Kol. Drog., 4, 1967.
- [3] Bałuch H.: Zastosowanie metody prób statystycznych do oceny przechyłki toru w żukach. Przegl. Kol. Drog., 7, 1974.
- [4] Bałuch H.: Ocena początkowej szerokości toru kolejowego z wykorzystaniem metody symulacyjnej. Archiwum Inżynierii Lądowej, t. XXI, z. 1, 1975.
- [5] Bałuch H.: Wyznaczanie przechyłki z uwzględnieniem prędkości pociągów towarowych. Przegl. Kol. Drog., 3, 1976.
- [6] Bałuch H.: Diagnostyka nawierzchni kolejowej. WKiŁ, Warszawa 1978.

- [7] Bałuch H.: Trwałość i niezawodność eksploatacyjna nawierzchni kolejowej. WKiŁ, Warszawa 1980.
- [8] Bałuch H., Gołaszewski A.: Doskonalenie konstrukcji i metod budowy oraz utrzymania nawierzchni kolejowej na PKP w latach osiemdziesiątych. II Kraj. Konf. Nauk. "DK", 1983.
- [9] Bendat J.S., Piersol A.G.: Metody analizy i pomiaru sygnałów losowych. PWN, Warszawa 1976.
- [10] Bogdaniuk B.: Modelowanie niezawodności nawierzchni kolejowej. I Seminarium problemu RI-18, Warszawa 1983.
- [11] Bogdaniuk B.: Analiza możliwości wykorzystania automatycznej oceny stanu toru do planowania napraw. II Seminarium problemu RI-18, Warszawa 1983.
- [12] Ćwikła E.: Zagadnienie właściwej szerokości toru. Przegl. Kol. Drog., 7, 1962.
- [13] Gołaszewski A.: Kierunki doskonalenia napraw nawierzchni. Materiały I Konferencji Krajowej "Drogi Kolejowe", 1981.
- [14] Koc W.: Badania skuteczności robót naprawy głównej w Północnej DOK^o. II Krajowa Konferencja Naukowa "Drogi Kolejowe" - Poznań-Rydzyna, 18-19.X.1983.
- [15] Obuchowicz B., Witoszyńska-Machowska B.: Badanie wadliwości i niejednorodności toru kolejowego w procesie naprawy głównej. Drogi Kolejowe, 7-8, 1978.
- [16] Perykasa E., Brońka A.: Stan toru jako czynnik determinujący prędkość pociągów. Archiwum Inżynierii Lądowej, t. XXIII z. 4, 1976.
- [17] Semrau A.: Wykorzystanie oceny stanu toru w istniejącym systemie planowania robót. Materiały z narady nt. "Ocena stanu toru jako podstawa planowania robót nawierzchniowych", Warszawa 1974.
- [18] Semrau A.: Syntetyczna ocena wadliwości nawierzchni kolejowej. Z.N.P.G. Bud. Ląd. Gdańsk 1975.
- [19] Szumierz W. i in.: Określenie stopnia odporności na oddziaływanie górnicze składowych drogi kolejowej. Prace COBiRTK, 3030/16/75, z.64, 1972.
- [20] Zimnoch St., Samiech R.: Analiza zmian stanu toru w funkcji obciążenie i konstrukcji. II Seminarium problemu RI-18, 1983.

ОЦЕНКА ДЕФЕКТИВНОСТИ ПУТИ НА ОСНОВАНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Резюме

В работе обсуждаются результаты экспериментальных исследований на трех экспериментальных участках расположенных на эксплуатируемых железнодорожных линиях, в нормальных эксплуатационных условиях. Во время исследований проводились измерения ширины колеи и возвышения наружного рельса, а также регистрировались все конструкционные и эксплуатационные дефекты железнодорожного пути. Результаты измерений были подвергнуты статической обработке и на этом основании была определена действительная дефективность железнодорожного пути на трех исследуемых экспериментальных участках.

В статье предложен образ действий службы путей в зависимости от установленного уровня дефективности железнодорожного пути, при этом уровень дефективности определяется по графикам, составляемым на основе результатов

измерений пути. Для каждого участка, отличающегося по своей конструкции, условиям эксплуатации и содержания, составляются отдельные графики дефектности, используемые в качестве основы для планирования и производства ремонтных работ.

AN ESTIMATION OF DEFECTIVENESS OF THE TRACK ON THE BASIS GROUND INVESTIGATION

S u m m a r y

In the paper the field investigation of three experimental sections located on the working, operating line in the normal operating conditions are presented. The field investigation includes measurements of gauge and superelevation of the tracks an construction defects and the operation of the track. The results of the measurements were worked out with the statistical analysis. On this basis the real defectiveness of the track in the three experimental sections was determined. It was found that the defectiveness of the track in the experimental conditions was high and its probable value in the all investigated cases was more than 50%.

The level of defectiveness can be read on the diagrams which are based on the obtained results. Each section has a different construction, is exploited and maintained differently thus each of them can have its own defectiveness diagram which might serve as a basis to plan the maintenance of the track.