ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1997
Seria: TRANSPORT z.29 Nr kol.1358

Jerzy PAWLICKI
Janka GOMBITOVA
Ivan MALIČEK

GEOMETRYCZNE UKSZTAŁTOWANIE TORÓW LINII DUŻYCH PRĘDKOŚCI NA KOLEJACH SŁOWACKICH I POLSKICH

Streszczenie. Modernizowane tory dla potrzeb ruchu pociągów dużych prędkości wymagają dokonania niekiedy znacznych korekt układu geometrycznego. W artykule zaprezentowano stan przygotowań nowej normy kolei słowackich „Geometryczne położenie toru w planie i profilu".

GEOMETRIC CONFIGURATION OF SLOVAK AND POLISH HIGH SPEED RAILWAY TRUCKS

Summary. The article presents the situation of the process of developing the new standard STN 736360 "Geometric position of the railway in a vertical and horizontal plane" for the purposes of Slovak railway building industry. The article also presents the comparision of Polish and Slovak regulations in this respect. The passenger trains on chosen railway lines will reach the speed of 160, 140 and 120 km/h.

1.WPROWADZENIE

Porozumienie kolei ŽSR i PKP dotyczące przystosowania linii międzynarodowego znaczenia do standardów europejskich spowodowały konieczność opracowania nowych warunków technicznych projektowania linii kolejowych normalnotorowych dla prędkości 160 km/h i więcej. Rok 1994 był przełomowy w regulacjach prawnych dotyczących projektowania i inwestowania budowlanego w Polsce. Uchwalone zostały ustawy : Prawo Budowlane, o zagospodarowaniu przestrzennym a także o zamówieniach publicznych. Rok wcześniej uchwalono ustawy : o badaniach oraz certyfikacji, a także o normalizacji. Opiniowany w Sejmie RP projekt ustawy o transporcie kolejowym ukierunkuje działania Dyrekcji Generalnej PKP i przy-

śpieszy proces powstawania aktów wykonawczych, instrukcji i norm w zakresie projektowania linii i stacji kolejowych z uwzględnieniem tras szybkiego ruchu osobowego i kombinowanego.

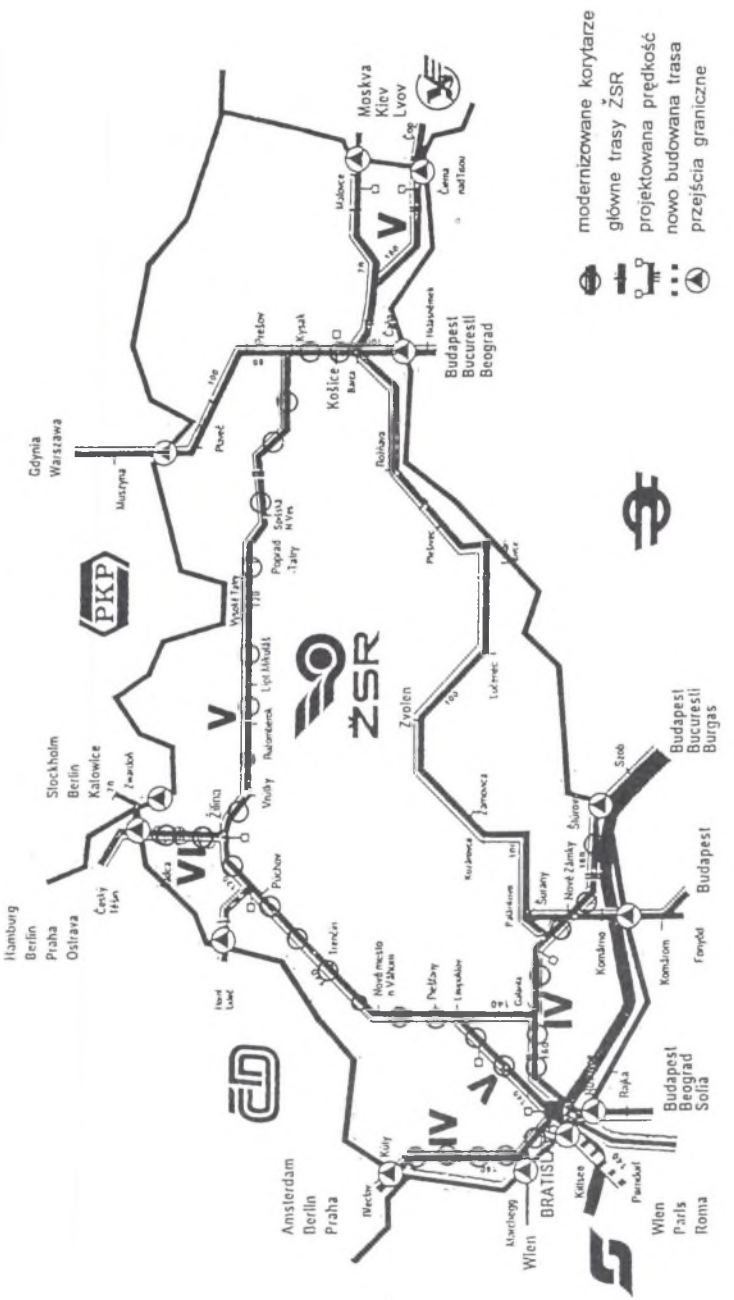
Dla potrzeb modernizacji trasy E20 opracowano „Standardy techniczne ..." [1], w których warunki kształtowania układu linii w planie określają dwa przepisy techniczne : z 1973 r. [2] oraz przepisy D1 z 1982 r. z późniejszymi zmianami [3]. 55 przepisów, instrukcji, norm oraz zaleceń UIC, które obowiązują projektantów, inwestorów oraz wykonawców związanych z modernizacją tras szybkiego ruchu kolejowego, świadczą o niejednolitości, entropii dokumentacyjnej oraz nieprzystosowaniu do obecnych potrzeb.

Niniejszy artykuł stanowi kontynuację rozważań nad doświadczeniami kolei słowackich w zakresie modernizacji dróg kolejowych średnich prędkości prowadzonych w terenie trudnym technicznie (tereny górskie i podgórskie). Mogą one zainteresować polskich specjalistów zajmujących się koncepcją przebiegu południowych fragmentów linii E65, E59 oraz innych połączeń z sieciami kolejowymi Czech i Słowacji (dokonania kolei czeskich przedstawiono w [4]).

2. KIERUNKI ROZWOJU KOLEI SŁOWACKICH.

Przyśpieszenie tempa rozwoju szybkich kolei europejskich wynika z aktywności struktur UE, której skutkiem jest zmiana poglądów na politykę transportową w Europie. W kwietniu 1994 r. Parlament Europejski zatwierdził program realizacji (między innymi) transeuropejskiej sieci transportowej TEN. W myśl decyzji II paneuropejskiej konferencji ministrów transportu odbytej na Krecie, przez Słowację przebiegać mają następujące korytarze kolejowe (rys.1) :

- korytarz IV - Berlin-Praga-Budapeszt-Saloniki
- korytarz V - Triest-Budapeszt-Bratysława-Lwów
- korytarz VI - Gdańsk-Warszawa-Żilina.



Rys.1. Główne korytarze kolejowe na terenie Słowacji
Fig.1. Main Railways in Slovakia

Modernizacja wymienionych korytarzy stanowi zadanie priorytetowe, lecz nie jedyne. W kręgu zainteresowania kolei ŽSR znajdują się ponadto :

- rozwój transportu kombinowanego,
- odnowienie zasobów środków transportowych,
- wdrożenie środków łączności i informatyki najnowszej generacji,
- połączenia międzynarodowe z Austrią, Czechami i Polską.

Ważne dla połączeń Polski ze Słowacją i krajami PECO są inwestycje :

- modernizacja linii Čadca-Skalite-Zwardoń,
- elektryfikacja trasy Prešov-Plaveč/Muszna,
- przebudowa trasy Medzilaborce-Łupków.

Wymieniona na końcu inwestycja zapewni dogodne połączenie Wschodniej Słowacji z Warszawą, Lublinem i Krosnem. Chociaż przewidywana jest dla ruchu towarowego, jej znaczenie dla ruchu pasażerskiego, zwłaszcza turystycznego może okazać się w niedługiej przyszłości trudne do przecenienia.

W lipcu 1995 r. rząd RS wydał rozporządzenie nr 449/1995, którego załącznikami były obszerne materiały dotyczące: ustawodawstwa, struktury organizacyjnej, ekonomiki, zagadnień ruchu lokalnego, harmonizacja warunków ekonomicznych pomiędzy koleją a transportem drogowym oraz problem zatrudnienia.

Równolegle z decyzjami administracyjnymi postępowały prace projektowe, stanowiące materiał wyjściowy do opracowania „Długoterminowego programu rozwoju dróg transportowych w Słowacji". W dokumencie tym zajęto się dokładną analizą rynku transportowego, prognozą przewozów, taryf oraz innych czynników ułatwiających utrzymanie się ŽSR na rynku przewozowym. Dokonano analizy pod kątem interesów strategicznych państwa, między-narodowym aspektem inwestycji, udziału kolei słowackich w przewozach na sieci europejskiej. Program nie odpowiada na wszystkie pytania, stanowi jednak punkt wyjścia do poszukiwania źródeł finansowania inwestycji. Po latach udowadniania celowości modernizacji linii kole-jowych zdecydowano przesunąć działania z obszaru teorii i dyskusji do sfery realnych poczy-nań praktycznych. Obecnie, zainteresowane przebudową korytarzy kolejowych podmioty wiedzą, o jaki rodzaj modernizacji chodzi, jaki jest zakres robót, jakie środki finansowe trzeba przeznaczyć na realizację programu.

3. KONCEPCJA PROJEKTU NORMY STN 736360

Kompozycja nowelizowanej normy w stosunku do obecnie obowiązującej jest znacznie zmodyfikowana i nowatorska. Norma składa się z dwóch części:

I Projektowanie

II Budowa i odbiór, eksploatacja i utrzymanie.

Część I dotyczy parametrów techniczno-budowlanych, położenia geometrycznego toru, ukształtowania geometrycznego toru oraz geometrycznego kształtu połączeń i rozgałęzień torowych. Warunki techniczne projektowania opracowano przy założeniu maksymalnej prędkości v=160 km/h, ponieważ przyjęcie większych prędkości w trudnych warunkach terenowych Słowacji przesunęłoby termin realizacji inwestycji modernizacyjnych o kilkanaście lat. W części II określono geometryczne położenie toru i jego ukształtowanie dla przypadku odbioru nowo budowanego, rekonstruowanego, renowanego i remontowanego toru, jak też dla przypadku eksploatacji i utrzymania.

Kryterium ukształtowania konstrukcji toru stanowi prędkość maksymalna v [km/h], którą zgrupowano w czterech przedziałach (w nawiasach podano oznaczenia polskie) :

RP1 (v1) $v \leq 60$

RP2 (v2) $60 < v \leq 90$

RP3 (v3) $90 < v \leq 120$

RP4 (v4) $120 < v \leq 160$

Do projektu normy włączono, oprócz będących dotychczas w użyciu zasad „Geometrycznego położenia toru" (GPK), niektóre elementy zawarte w „Zasadach modernizacji wybranych fragmentów sieci kolejowej ŽSR - warunki zarządu dróg i budowli" z 1994 roku. Oznacza to, że w projektowaniu torów kolejowych, można nadal stosować obok klasycznych krzywych przejściowych i ramp przechyłkowych, krzywą przejściową Blossa z rampą krzywoliniową.

Podstawę obliczeń przechyłki toru stanowi teoretyczna przechyłka p_t (h_{tr}) wyprowadzana z założenia, że przyśpieszenie nierównoważne występujące na łuku a_n=0. Przechyłkę teoretyczną można stosować w przypadku tras, na których prędkość wszystkich pociągów jest w przybliżeniu jednakowa. Projekt normy nie przewiduje zastosowania przechyłki obniżonej, ale zaleca używanie następujących nowych pojęć :

a) niedomiar przechyłki

$$np=p_t - p \;;\; (\Delta h_p=h_{tr} - h), \tag{1}$$

b) nadmiar przechyłki

$$pp=p - p_t \;;\; (\Delta h_t=h - h_{tr}), \tag{2}$$

gdzie: $p_t=\frac{11,8 \cdot v^2}{R}$ przechyłka teoretyczna

p - przechyłka istniejąca.

Na liniach z przewagą ruchu pociągów pasażerskich z maksymalnym udziałem pociągów towarowych do 4 mln ton/rok przechyłkę na łuku kołowym należy stosować według wzoru :

$$p_d=\frac{7,1 \cdot v^2}{R} \tag{3}$$

Na liniach z ruchem mieszanym przechyłkę oblicza się zależnie od maksymalnych prędkości :

$$p_{d1}=\frac{7,1 \cdot v^2}{R} \quad \text{dla } v \leq 120[km/h] \tag{4}$$

$$p_{d2}=\frac{6,5 \cdot v^2}{R} \quad \text{dla } 120 \leq v \leq 160[km/h] \tag{5}$$

W niektórych przypadkach, jak na torach z wbudowanymi rozjazdami, na przejazdach kolejowych oraz w torach bez budowli przyjmuje się minimalną przechyłkę:

$$p_{min}=\frac{11,8 \cdot v^2}{R} - np \tag{6}$$

W tablicy 1 zaprezentowano podstawowe parametry toru w planie, przewidziane w projekcie normy.

Tablica 1

Wartości parametrów toru w planie

Parametr	Jednostka	Standardowy	Maksymalny
p	mm	150	150
pp	mm	50	70(100)
np.	mm	80	100(130)
a_n	m/s^2	0.53	0.65(0.85)
Krzywa przejściowa z rampą prostą			
d_{np}	mm/s	25	70
d_p	mm/s	28	46
d_a	m/s^3	0.17	0.47
Krzywa przejściowa z rampa krzywoliniową			
d_{np}	mm/s	50	90
d_p	mm/s	56	70
d_a	m/s^3	0.33	0.60
Przyspieszenie pionowe			
a_v	m/s^2	0.20	0.30
Dane umieszczone w nawiasach wymagają zgody władz kolejowych			

Źródło: [5]

Oznaczenia zawarte w tablicy:

p – przechyłka ,
pp – nadmiar przechyłki ,
np – niedobór przechyłki ,
a_n – przyspieszenie niezrównoważone ,
d_{np}– chwilowa zmiana niedoboru przechyłki ,
d_p – chwilowa zmiana przechyłki ,
d_a – szybkość zmiany przyspieszenia bocznego,
a_v – przyspieszenie pionowe .

Oprócz rampy prostej obliczanej według formuły:

$$l_v = \frac{n \cdot p}{1000} \text{ [m]} , \tag{7}$$

gdzie : n - współczynnik rampy (zwykle 10v)

p - przechyłka,

przewidziano w projekcie normy krzywą przejściową Blossa z rampą krzywoliniową trzeciego stopnia ($l_p=l_v$ - długość krzywej przejściowej równa długości rampy przechyłkowej), której długość oblicza się według wzoru:

$$l_v=\frac{7{,}5\cdot v\cdot p}{1000}\,[m] \tag{8}$$

Rampę krzywej opisuje zależność:

$$p_x=p\left[3\left(\frac{x}{l_v}\right)^2-2\left(\frac{x}{l_v}\right)^3\right] \tag{9}$$

Norma pozwala na stosowanie klasycznej krzywej przejściowej - paraboli trzeciego stopnia:

$$y=\frac{x^3}{6\cdot R\cdot l_p}\cdot\gamma \tag{10}$$

Rampie Blossa odpowiada krzywa przejściowa, mająca postać:

$$y=\frac{1}{R}\left(\frac{x^4}{4\cdot l_p^2}-\frac{x^5}{10\cdot l_p^3}\right) \tag{11}$$

Zastosowanie rampy krzywoliniowej i odpowiadającej jej krzywej przejściowej powinno umożliwić przy modernizacji dłuższych odcinków linii zniesienie ograniczeń prędkości bez znaczącego przesunięcia toru, co wyraźnie obniży koszty inwestycyjne rekonstrukcji tras dużych prędkości.

Modernizacja wybranych linii kolejowych prowadzona jest także pod kątem prowadzenia ruchu pociągów z wychylnymi pudłami. Z tego względu w projekcie normy zamieszczono podstawowe dane o geometrycznym położeniu toru dla potrzeb eksploatacji nieklasycznych jednostek szynowych.

Druga część normy poświęcona jest zagadnieniom budowy, przekazywaniu robót, eksploatacji i utrzymywaniu torów. Określa się w niej techniczne parametry konstrukcyjnego i geometrycznego ukształtowania toru, połączeń i rozwinięć oraz ich przestrzenne położenie dla prędkości $v \leq 160$ km/h. Ruch kolejowy może być prowadzony po torach wybudowanych na podstawie nadal obowiązującej normy jedynie w przypadku, jeśli warunki konstrukcyjne i geometryczne odpowiadają wartościom granicznym nowej normy. W przeciwnym razie położenie toru będzie zmodyfikowane przy najbliższej rekonstrukcji. W sytuacjach wyjątkowych decyzję podejmują władze kolejowe.

4. PODSUMOWANIE

Skuteczność działania specjalistów słowackich w opracowywaniu aktów prawnych i normatywnych, za którymi postępują szybkie decyzje wykonawcze i konkretne prace realizacyjne stanowią przesłankę szerszej współpracy PKP i ŽSR, ponieważ leżą one w interesie obu zarządów kolejowych i krajów. Inwestycje kolejowe powinny wyprzedzać projekty przewozowe, które według prognoz kolei słowackich i polskich nie są tymczasem optymistyczne.

Przedstawiony projekt nowelizacji normy STN736360 jest w zasadzie bliski poglądom polskich specjalistów w dziedzinie kształtowania toru w planie i w profilu. Szeroko ten temat omówił H.Bałuch [6] stwierdzając, że „(...)Każdy korzystny model jest kompromisem między ścisłością jego przedstawienia i łatwością uzyskania rozwiązania". Dane zamieszczone w tablicy 1 stanowią kompromis pomiędzy wiedzą teoretyczną, a możliwościami realizacyjnymi.

LITERATURA

1. Standardy techniczne - szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji linii kolejowej E20 - Poznań - Warszawa - Terespol. DG PKP Warszawa 1993
2. Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać linie kolejowe normalnotorowe użytku publicznego. Dz. Budownictwa nr 5, poz 18, z 1974r. nr 6, poz 19

3. D1 Przepisy techniczne utrzymania i eksploatacji nawierzchni kolejowych normalnotorowych użytku publicznego. Dz. Urz. MK nr 8/1982 z późniejszymi zmianami, Dz. Urz. MTiGM nr 5, poz. 24
4. Pawlicki J., Hřebacka M.: Ocena stanu rozwoju korytarzy kolejowych dużych prędkości ČD i ŽSR w aspekcie integracji techniczno-eksploatacyjnej z siecią kolejową w Polsce-część I. ZN Politechniki Śląskiej s. TRANSPORT, z.28, Gliwice 1996, ss.137-155
5. Maliček I., Gombitová J., Špánik J.: Stav pripravy STN 736360 „Geometrická poloha kol'aje železničných dráh normálneho rozchodu a jej usporiadanie". Zbiór referatów VII Konferencji Międzynarodowej, Žilina 1996, ss.53-58
6. Bałuch H.: Optymalizacja układów geometrycznych toru. WKŁ, Warszawa 1983

Recenzent: Doc. dr inż. Zbigniew Ginalski

Wpłynęło do Redakcji 04.02.1997 r.

Abstract

The agreements between the two railway companies: ŽSR and PKP regarding the adjustment of international railway lines to European standards have made it.necessary to develop new technical standards. The article presents the situation of the process of developing the new STN 736360 standard "Geometric position of the railway in a vertical and horizontal plane" for the purposes of Slovak railway building industry. The article also presents the comparision of Polish and Slovak regulations in this respect. The passenger trains on chosen railway lines will reach the speed of 160,140 and 120 km/h. The geometric system of the already existing lines will need to be improved, which is not going to be easy in the topographically difficult areas of Slovakia. This is why the estimated maximum speed of the trains will be 160 km/h, which is the speed of the trains covering the distance between Grodzisk Mazowiecki and Zawiercie.