

Dr. RELJA JOVANOVIĆ
Saobraćajni fakultet
Sarajevo
Mr. DRAGO BLAGOJEVIĆ
Institut prometnih znanosti
Zagreb

Sigurnost prometa
Prethodno priopćenje
UDK:656.2011.8
Primljeno: 29.06.1989.
Prihvaćeno: 12.12.1989.

NEKI ASPEKTI STANJA PRUGA I ŠINSKIH VOZILA OD UTICAJA NA KOMFOR VOŽNJE

SAŽETAK

U radu se razmatra komfor vožnje i mirnoća hoda šinskih vozila kao faktor sigurnosti prevoza na željeznici, tj. da se isključi opasnost od iskakanja vozila iz tračnica pri odnosnim brzinama. Autor posebno upućuje na važne momente kod građenja i održavanja mobilnih i stabilnih sredstava željezničkog saobraćaja s aspekta komfora vožnje i mirnoće hoda.

1. UVOD

Saglasno činjenici da je saobraćajna usluga jedna od bitnih komponenata ekonomskog jačanja naše zemlje, korisno je tu uslugu sagledati s više aspekata. Odnosno, gledati je i kroz kvalitet ponude, a ne samo kroz eventualni prihod i smanjenje privrednog debalansa zemlje.

Iako je prethodno razumljivo samo po sebi, autori ovog rada žele da upozore na neke elemente željezničke usluge (a to važi i za drumski transport), kojima treba pokloniti veću pažnju, kako bi naša turistička ponuda u prevozu putnika, ali i robe, bila, bar u dužem periodu, ako ne odmah, bolja, humanija, komfornija, pa čak i bezbjednija.

2. KOMFOR VOŽNJE I MIRNOĆA HODA KAO FAKTORI BEZBJEDNOSTI PREVOZA ŽELJEZNICOM

2.1. Komfor vožnje i mirnoća hoda šinskih vozila

Istraživanja više autora (naučnika) još prije 50-ak godina (kao Den Hartona, Šperlinga i dr.) imala su za cilj da utvrde faktore koji utiču na udobnost vožnje. Pri tome se došlo do saznanja da na zamor putnika u vožnji utiču:

- amplituda i frekvencije bočnih i vertikalnih oscilacija koje se doziraju putniku tokom vožnje;
- ubrzanje (a time i sile) koje se dozira putniku u bitnim pravcima pomjeranja tokom vožnje, te
- brzina promjene dozirajuće sile (odnosno ubrzanja!) putniku u toku vožnje, u bitnim pravcima pomjeranja - znači, bočnom i vertikalnom pravcu, u odnosu na pravac kretanja.

Pošto su za kvantifikaciju bilo koga mjerila bitni kriteriji, autori su se suglasili da je korektan Šperlingov pristup problemu zamora putnika (komfora, pa i bezbjednosnog mjerila), koji se dalje izlaže.

Naime, ako se pođe od pretpostavke da bitna (referentna) tačka mase čovjeka pri pješaćenju čini sinusoidalnu funkciju, oblika:

$$z = z_0 \cdot \sin \omega t \quad (1)$$

gdje je:

- z_0 /cm/ - amplituda,
 $\omega = 2\pi f$ /s⁻¹/ - kružna frekvencija sinusoide pri hodu pješaka,
 f /Hz/ - frekvencija navedene sinusoide,

onda je funkcija ubrzanja ($\ddot{z}$) koja stvara silu (a ova dio zamora!):

$$\begin{aligned} \dot{z} &= z_0 \cdot \cos \omega t, \\ \ddot{z} &= -z_0 \cdot \omega^2 \cdot \sin \omega t, \end{aligned} \quad (2)$$

gdje je, opet, ($z_0 \cdot \omega^2$) veličina amplitude ubrzanja bitne tačke čovjeka pri oscilovanju u pravcu osi z (a to znači i u bilo kom drugom pravcu pomjeranja čovjeka u vožnji).

Den Harton je u svojim istraživanjima zaključio da na zamor ljudi u vožnji utiče i brzina promjene rotirajuće sile pri oscilovanju, a pošto je sila:

$$\begin{aligned} F &= m \cdot \ddot{z}, \\ \frac{dF}{dt} &= m \cdot \dddot{z}, \end{aligned} \quad (3)$$

njena amplituda se dobija iz (2), kao ($z_0 \cdot \omega^3$) jer je:

$$\dddot{z} = -z_0 \cdot \omega^3 \cdot \cos \omega t, \quad (4)$$

Uzimajući zamor kao sumarni uticaj ekstrema: amplitude (z), ubrzanja ($\ddot{z}$) te promjene djelujuće sile ($\dddot{z}$), u produktu, došlo se do pojma "mirnoće hoda" (W_z) za, npr., „ z “ pravac, kao:

$$W_z = (z \cdot \ddot{z} \cdot \dddot{z})_{\max}. \quad (5)$$

S obzirom da je:

$$z_{\max} = z_0; \quad \ddot{z}_{\max} = (z_0 \cdot \omega^2); \quad \dddot{z}_{\max} = (z_0 \cdot \omega^3), \quad (6)$$

slijedi da je:

$$W_z = (z_0) \cdot (z_0 \cdot \omega^2) \cdot (z_0 \cdot \omega^3) = z_0^3 \cdot \omega^5. \quad (5-a)$$

U praksi se postavlja kao veliki problem mjerenje (snimanje) veličina z , $\ddot{z}$ i $\dddot{z}$, pa se pristupilo snimanju (akcelerometrima) ubrzanja ($\ddot{z}$) tokom vremena i u bilo kom pravcu; ta ubrzanja se zapisuju (na papir ili magnetofonsku traku) i računarom, po potrebi i želji, obrađuju. U tom cilju se koristi izraz (2) iz koga je:

$$(z_0)_{\max} = \frac{(\ddot{z})_{\max}}{\omega^2}. \quad (7)$$

Pomoću (7), izraz (5-a) prelazi u:

$$W_z = \left(\frac{\ddot{z}}{\omega^2} \right)^3 \cdot \omega^5 = \frac{\ddot{z}^3}{\omega}. \quad (5-b)$$

S druge, pak, strane na zamor utiče i frekvencija (f) te se u (5-b) zamjenjuje:

$\omega = 2\pi f$, tako da je:

$$W_z = \frac{\ddot{z}^3}{2\pi f} \quad (5-c)$$

Iz praktičkih razloga Šperling je predložio, a u praksi prihvaćeno (kako bi se ω_z kretao u području $1 \div 6$) da se mirnoća hoda u konačnom obliku formuliše kao:

$$W_z = \sqrt[10]{\frac{\ddot{z}^3}{2\pi f}} = 0,896 \sqrt[10]{\frac{\ddot{z}^3}{f}} \quad [-], \quad (8)$$

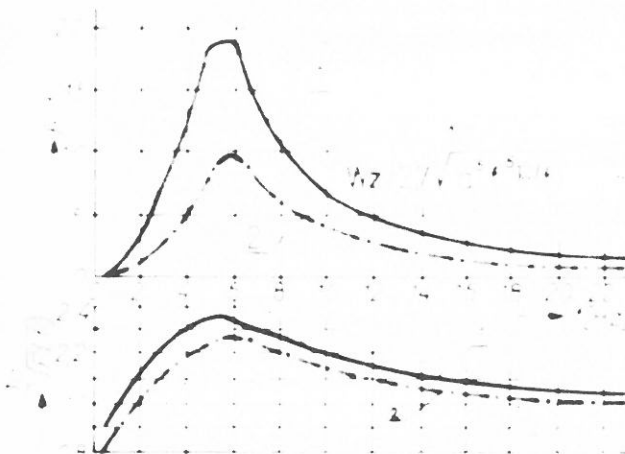
gdje je:

$\ddot{z}$ /cm/s²/,

f /Hz/,

W_z – neimenovana (konvencionalna) veličina koja predstavlja mirnoću hoda.

Dublja istraživanja su pokazala da frekvencija djelujućeg ubrzanja ima znatnog utjecaja na zamor čovjeka u vožnji. Odnosno, čovjek je naročito osjetljiv kada se izloži bočnom ili vertikalnom ubrzanju frekvencije $6 \div 8$ (12) Hz. Posljednje se valorizuje, kada je u razmatranju mirnoća hoda, kao faktor komfora vožnje (i zamora!), na način da se izraz (8) koriguje funkcijom $F(f)$ kojoj se vrijednost, zavisno od f (Hz) (a ovo, od djelujućeg $\ddot{z}$) uzima s dijagrama na slici 1.



Slika 1. Funkcija $F(f)$ u zavisnosti od f (Hz) djelujućeg ubrzanja
1 – za bočne oscilacije (W_{zH})
2 – za vertikalne oscilacije (W_{zV})

Na osnovu valorizacije utjecaja (f) preko $F(f)$, W_z za komfor vožnje šinskim vozilima, W_{zV} , W_{zH} prelazi u slijedeći izraz:

$$W_{z(V,H)} = 0,896 \sqrt[10]{\frac{\ddot{z}^3}{f}} \cdot F(f) \quad [-] \quad (9)$$

ili, ako se dijagram na slici 1 prevede u $F'(f) = \sqrt[10]{F(f)}$, izraz (9) prelazi u:

$$W_{z(V,H)} = 0,896 \cdot F'(f) \sqrt[10]{\frac{\ddot{z}^3}{f}} \quad [-] \quad (9-a)$$

Jasno je da oba izraza, (9) i (9-a), na isti način ocjenjuju komfor vožnje putnika u šinskom vozilu. JŽ su kao član UIC-a prihvatile primjenu mirnoće W_z kao mjeru komfora vožnje rangiranje iste dato je u tablici 1.

Tablica 1. Rangiranje W_z kao faktora komfora vožnje na JŽ

W_z	UTICAJ VIBRACIJA NA PUTNIKE U VOZILU
1,0	mali osjećaj vibracija
2,0	srednji osjećaj vibracija
2,5	jači osjećaj vibracija, nije neprijatan, podnošljiv
3,0	jak osjećaj vibracija, nemiran hod, ali još podnošljiv
3,25	vrlo izražen osjećaj vibracija
3,5	izvanredno nemiran, neprijatan i neugodan osjećaj kod dužeg trajanja i nepodnošljiv osjećaj
4,0	vrlo nemiran, kod dužeg trajanja štetne vibracije

Ako se ove ocjene uporede s važećim kod UIC-a, razlika je neznatna; na JŽ se primjenjuju nešto grublji kriteriji, tj. tolerancije se veći "nekomfor" za razne brzine vozila i rang vozova. Mirnoća hoda po Šperlingu se određuje tako da se za brzine u rasponu od 10 km/h, od npr. 50 km/h do V_{max} , u području zadnje kugle tegljenika (kod dvoosovinskih vozila) ili u predjelu zadnje kugle tegljenika (kod četveroosovinskih vozila) snimaju $\ddot{x}(t)$ i $\ddot{z}(t)$, po propoziciji mu koji verifikuje JŽ. Podaci se obrađuju za razne brzine $W_{z(V,H)}$ i tako određuju V_{max} vozila pri kome W_z ne prelazi dogovorenu (ugovorenu) granicu za određeno vozilo. Pri tome vrši test vrši (gledano samo s aspekta W_z) na pravom dijelu pruge, na malog pada ili uspona, te na dijelu pruge bez habanja šina, na talasa na pruži, na stabilnom dijelu pruge i s proširenjem kolosijeka na ranga u okviru propisa UIC.

Vozilo ocijenjeno na izloženi način uvrštava se od straneležnog organa uprave (republike gdje se prototip prvi put proizvede ili uveza od stranog proizvođača) u saobraćaj, s determinisanom V_{max} (km/h) i ostalim kriterijumima upotrebe koji određuje na kolima (ili vučnom vozilu, EMV, DMV i sl.).

2.2. Sigurnost vozila od iskakanja iz šina

2.2.1. Mirnoća hoda kao faktor bezbjednosti

Premda relativno stara, metoda W_z se koristi i kao mjerabezbjednosti kretanja šinskih vozila. Pri tome se koristi opšteprihvaćeno saznanje da porastom amplituda (pomjeranja – Z , ubrzanja – $\ddot{Z}$, te promjene ubrzanja – $\ddot{\ddot{Z}}$) bitnih faktora za ocjenamirnoće hoda $W_{z(V,H)}$, raste W_z , a s ovim i rizik od iskakanja vozila pri nekoj brzini kretanja. Taj aspekt se, opet, već duže koristi kao mogućnost ocjene bezbjednog kretanja šinskih vozila nekom brzinom, bez opasnosti iskakanja iz šina. S obzirom da je to bitno za test, te da na to nema uticaja $F(f)$, slijedi da je za tu ocjenupogodan izraz (8), jasno, podešen prema obradi X ili $\ddot{X}$, te je:

$$W_{zV} = 0,896 \sqrt[10]{\frac{\ddot{z}^3}{f(z)}} \quad [-]$$

$$W_{zH} = 0,896 \sqrt[10]{\frac{\ddot{x}^3}{f(x)}} \quad [-]$$

a isti način ocjene su kao član UIC-a, može zapaziti da su, iz razloga koji izlaze iz okvira ovog rada, podaci u tabeli 2 nešto grublji nego kod UIC-a, gledano na isti problem.

Tabela 2. Norme $W_z(H, Y)$ kao ocjena bezbjednosti kretanja šinskih vozila na JŽ i DB

U VOZILU	JŽ	vrlo dobra	dobra	zadovoljava	dopuštena	nedopuštena
an, podnošljiv	W_z^{H1}	$1 \div 1,5$	$2 \div 2,5$	$2,5 \div 3$	$3 \div 4$	> 4
l, ali još podnošljiv	W_z^{H2}	$1 \div 1,5$	$2 \div 2,5$	$3 \div 3,5$	$4 \div 4,5$	$> 4,5$
neugodan osjećaj	DB	vrlo dobra	dobra	zadovoljava	dopuštena	nedopuštena
štetne vibracije	$W_z(V, H)$ do	1	2	3	4	5

2.2. Metod ocjene sigurnosti od iskliznuća šinskog vozila pomoću sile " $H_{\max(2m)}$ "

Dalja i novija istraživanja, vezana za sigurnost šinskih vozila da u diapazonu brzine kretanja i kriterijuma korištenja zadnje obrzila ne iskliznu iz šina, dovela su do potrebe determinisanja $\dot{x}(t)$ i $\dot{z}(t)$, po propadnosu točak-šina i to što bliže tački o kojoj je riječ (dodira točka i šine za razne brzine šinom).

I ovdje se pojavio problem mjerenja sile u tački dodira točak-šina (Y, Q), pa se po ORE – UIC istraživanjima, s visokom korelacijom pouzdanosti došlo do saznanja da točak (bilo koji) u vozu, u bilo kojim uslovima regularnog kretanja! neće iskočiti, proširenjem kolosijeka na čelo njegovog rukavca, pri svakom poluobrtu točka ($\tau \approx 2m$), djeluje sila:

$$H_{\max(2m)} < 0,85 \left(10 + \frac{2}{3} Q_0 \right) \quad (10)$$

– opterećenje točka, statičko.

Izraz (10) akumulira u sebi granična istrošenja šina i točka ugaonog naleta β_1 (4)) u UIC (JŽ?) dozvoljenim granicama, te akvoci dodirnih površina u tački dodira točak – šina $\alpha_1 = \arctg \rho_1$, tj. da li je šina vlažna ili suva.

I posljednji izraz (10) je konvencionalan, uslovno bezbjedna veličina koja, izuzetno, može u praksi biti demantovana, ali danas moderna i aktualna. Po pitanju tačnosti ovog izraza, u praksi naročito može da se ispriječi aspekt velike disperzije sile $Q_{1,2}(t)$ a prugama lošeg kvaliteta i upotrebom vozila lošeg kvaliteta, kada dinamički udari točka o šinu budu znatno izvan faktora dinamičnosti $k_d = 1,3$ (po osnovu većeg opterećenja ili, što je opasnije, rasterećenja točkova).

2.3. Sigurnost od iskakanja po "faktoru iskakanja"

U najnovije vrijeme istraživanja sigurnosti kretanja šinskih vozila usmjerena su u što bolje, brže i praktičnije apliciranje faktora iskakanja" šinskih vozila definisana po izrazu (2, 5):

$$b_y = \frac{\arctg(\beta_1 - \rho_1)}{\frac{Y_1(t)}{Q_1(t)}} \quad (11)$$

gdje je:

- stvarni ugaon naleta točka na šinu,
- $\rho = \arctg \mu$, ugaon trenja u tački dodira točak – šina,

$Y_1 = f_1(t)/N$ – sila bočnog djelovanja na šinu,

$Q_1 = f_2(t)/N$ – sila vertikalnog udara točka o šinu.

S obzirom na (11), "faktor iskakanja" $b_y = f_3(t)$ mijenja se po vremenu i prostoru gdje i kada se točak po pruži kreće. Kada je $b_y > 1$, bezbjednost je garantovana; pri $b_y \approx 1$ stanje je nesigurno, a pri $b_y < 1$, bezbjednost kretanja šinskog vozila je ugrožena.

Izraz (11), dalje, valorizuje (preko $\beta_1 / ^\circ$) razna habanja šina i oštre vijence točkova, a posebno je interesantno da ukazuje kako b_y opada kada se (pri istim ostalim faktorima – Q_1, Y_1 i β_1) vozilo kreće po suvom, tj. kada u tački dodira točak – šina nema vlage (znači, šinsko vozilo lakše iskače po suvom nego po kiši! Očigledna suprotnost u odnosu na drumska kretanja.).

Medutim, zbog teškoća mjerenja sile $Q_1(t)$ i $Y_1(t)$, te uzduž pruge $\beta_1 / ^\circ$, primjena izraza (11) za b_y je teža nego izraza (10); i primjena ovoga, u uslovima JŽ, je objektivna samo pri kretanju vozila brzinom do 25 km/h (1, 4, 6), kada je $Q_0 \approx Q_{0 \text{ stat}}$.

3. GRAĐENJE I ODRŽAVANJE MOBILNIH I STABILNIH SREDSTAVA ŽELJEZNIČKOG SAOBRAĆAJA S ASPEKTA KOMFORA VOŽNJE I MIRNOĆE HODA KAO FAKTORA BEZBJEDNOSTI

3.1. Vozila

3.1.1. Građenje novih šinskih vozila

Posljednjih 20-tak godina uglavnom se zadovoljavajuće primjenjuju preporuke ORE – UIC, te i za potrebe JŽ nova vozila grade uz testove na mirnoću hoda W_z . Iako je kriterijum relativno "grublji" od potrebnog, može se tvrditi da je zadovoljavajući. Dokumentovanje te "grubosti" ilustruje činjenica da je, npr., EMV "Ganz-Mavag" trebao udovoljiti $W_z \leq 3$, a realizovao je (na idealiziranom dijelu pruge) oko 3,3 (više nego neki moderniji teretni vagon na JŽ). Ipak, serija tih vozila je puštena u saobraćaj jer bezbjednost zadovoljava, a komfor je zanemaren.

3.1.2. Održavanje šinskih vozila

U ovom kontekstu je neophodno dati osvrt na činjenicu da se, nakon remonta vozila, ne vrši provjera mirnoće hoda ni u jednoj radionici JŽ (niti u onima koje rade za JŽ). Samim tim se postavlja ozbiljno pitanje šta je u takvoj situaciji mirnoća hoda vozila, koja je $V_{\max}$ adekvatna (za zadovoljavajuću W_z), a posebno: koliki procenat kadrova na terenu i poznaje tu materiju, a koji često ne zadovoljavaju potrebama zadataka koji se pred njih postavljaju. Znači, otežana je primjena Pravilnika 241 JŽ, a uputstva za održavanje postolja Y_{25} (Uputstvo 250 JŽ) praktično je nemoguće danas primjenjivati na JŽ (dimenzije točkova: po osovini, postolju i vozilu; kvalitet vlačno-odbojne spreke; regeneracija ogibljenja i prigušivača; osovinski i točkovni pritisci itd. – do kadrova, opreme i sredstava održavanja na JŽ!).

3.2. Pruge

3.2.1. Građenje novih pruga

Može se reći, na osnovu izvedbenih projekata, da se na JŽ pruge grade korektno. Pri tome se može, s aspekta teme ovoga rada, dati primjedba da se i u najnovijim radovima zagovara što veće bočno neponišteno ubrzanje (a ono vodi većem riziku i nekomforu vožnje!), u cilju omogućavanja većih brzina pri istom radijusu i nadvišenju spoljnih šina. Bolje rečeno, problemi kretanja šinskih vozila se gledaju kinematski, a manje dinamički.

3.2.2. Održavanje pruga (samo s aspekta W_z)

Osnovni propis JŽ-a na ovom području decenijama je Pravilnik o održavanju gornjeg stroja pruge JŽ (Pravilnik 314 JŽ). U nedostatku sredstava za održavanje, a želje da se zadrže maksimalne brzine vozova na prugama JŽ (generalno gledano), iz stručno-tehnički nepoznatih razloga, posljednjih 20 godina su sankcionisane kao zadovoljavajuće (komforno i bezbjedno!) sve grublje tolerancije pruga (proširenja, nadvišenja, habanja i sl.).

Na kraju se osvrćemo na Uputstvo o jedinstvenim kriterijumima za kontrolu stanja pruga na mreži JŽ (Uputstvo 339 JŽ), koje je, u stvari, Uputstvo za primjenu modernih mjernih kola EM-80L JŽ, u cilju ispitivanja i analize stanja kolosijeka (novog, remontovanog i u fazi upotrebe). Njime se, također, kao i pratećim dokumentima za stanje pruga (grešaka):

A – parametara do kojih nije potrebno planirati i izvoditi radove;

B – parametara i grešaka zbog kojih treba planirati radove za njihovo otklanjanje (nedefinisano kao i sada!), te

C – parametara i grešaka koje su iznad eksploatacionih granica i koje se moraju odmah ukloniti jer (navodno) ugrožavaju bezbjednost željezničkog saobraćaja,

sankcionišu, kao zadovoljavajuće, veoma široke tolerancije na prugama JŽ.

Pri posljednjem nema dokaza da su mjere u Uputstvu 339 ikakvim eksperimentom komforno (W_z) ili bezbjednosno (W_z , $H_{\max(2m)}$ ili b_y) testirane na JŽ ili u svijetu.

Konačno, po čl. 7. Uputstava 339 JŽ, vidi se da mjerna kola EM-80L mogu (u svijetu, pa i na JŽ bi mogla!) snimati potrebna ubrzanja i vršiti, pri ostalim mjerenjima na pruži, i test mirnoće hoda mjernih kola, ali taj program nije na JŽ primjenjen. Na ovo nije dao prigovor kontrolni organ na JŽ niti bilo koja inspekcija u zemlji, kao ovlašteni da to učine! Ovo tim prije što bi se testom W_z dala ocjena mogućih brzina na prugama JŽ, a da se zna kako se pri $V_{\max}$ garantuje:

– rang komfora vožnje, te

– sigurnost od iskanjanja vozila (bar po Šperlingu).

Imajući u vidu izloženo (i podatke u citiranoj literaturi), očigledno da je komfor vožnje na JŽ značajno narušen s aspekta faktora W_z i to više kod vozila u eksploataciji nego u novogradnji. Mnogi, teški i teško objašnjivi udesi teretnih vozova u posljednjih nekoliko godina značajno ukazuju da je održavanje pruga i vozila u nesuglasju s $V_{\max}$, pa i nižih brzina vozova, čime se narušila i bezbjednost. Topme doprinosi dugogodišnje gašenje i embrionalnih naučno-istraživačkih institucija u zemlji koje su radile za JŽ i šinsku industriju, te sankcionisanje sve širih tolerancija pruga, vozila i vozova (!), bez testa bar za W_z po Šperlingu.

S aspekta turističke ponude o izloženom bi valjalo poduzimati mjere, što prije tim bolje.

4. ZAKLJUČAK

1. S obzirom na danas tolerisano stanje pruga i vozila (te vozova kao specifičnog skupa vozila), opravdano se postavlja pitanje komfora vožnje, pa i ranga rizika od iskliznuća vozila na značajnom dijelu pruga JŽ (gledano kroz sankcionisano stanje po Pravilniku 314 i 241 JŽ, Uputstva 2339 i 250 JŽ, uzroke i posljedice u nizu udesa, te veoma nemirnu vožnju pri prevozu putnika).
2. U cilju podizanja turističke usluge (komforno i bezbjednosno!) korisno bi bilo da se na "realnim prugama" s "realnim vozilima" izvrši test ranga komfora vožnje i rizika od iskanjanja vozila, bar s aspekta W_z .
3. Uputstvo 339 JŽ dopuniti obaveznom primjenom testa pruge mjernim kolima EM-80L i na mirnoću hoda, pa tek tako određivati $V_{\max}$ na nekoj dionici pruge.

4. Remont vozila (putničkih i teretnih) dovesti do saglasnosti postremontne garancije i faktora W_z . Znači, želje i mogućnosti remontera dovesti na potreban nivo stručnog naučno uvažavanje u svijetu poznatih činjenica.
5. U kontekstu t. 3 i 4 ovih zaključaka neophodno je da:
 - inspeksijski organi zauzmu stav i poduzmu mjere;
 - kontrolni i rukovodni organi JŽ zauzmu svoj stav, kako kroz udes ne bi skupo platili propusti, narušio ugled željeznice (i kod turističke klijentele!), a činila društvo šteta.
6. Stav u radu je vođen motom: ako za održavanje sredstava željezničkog saobraćaja (eventualno) nema dovoljno sredstava, moraju se determinisati brzine kretanja koje garantuju komfor i bezbjednost. To danas nije slučaj pa opada komfor, a rizik pri kretanju vozova raste.

SUMMARY

SOME ASPECTS OF TRACK AND RAIL VEHICLES STATUS OF IMPACT ON THE COMFORT OF JOURNEY

This paper deals with the aspect of comfortable journey, smooth operation of rail vehicles (rolling stock) as an element of safety of rail transport i.e. elimination of the tripping hazard of rail vehicles at respective speeds. The authors particularly refer to some major engineering problems in the process of construction, maintenance of the rolling stock and stable capacities of rail transport from the aspect of comfortable and smooth ride.

LITERATURA

- [1] S. V. VERŠINSKIJ i dr.: Dinamika vagona, Transport, Moskva 1972.
- [2] N. N. KUDRJAVCEV: Issledovanie dinamičeskikh parametrov i bezbjednosti parovozov i vagonov, Vestnik MPS, Nr. 7, Moskva 1961.
- [3] B. ĆOSIĆ: Prilog problemu hoda šinskih vozila, Željeznice, br. 11, Beograd 1979.
- [4] J. MISKOVSKI i A. VARAČEK: Primena analitičkih i računskih tehnika pri određivanju sigurnosti od iskliznuća šinskih vozila, Zbornik radova željeznice ČSSR, br. 1, Prag 1975.
- [5] H. WEBER: Dviženje elektropodvižnog sastava s visokom brzinom po krivim malog radiusa s učetom sila trenja i kolesom i relisom lokomotivostroenije i vagonostroenije, Nr. 37, Moskva 1970. (prevod s njemačkog).
- [6] R. JOVANOVIĆ i V. DOLEČEK: Određivanje dinamičkih veličina koje djeluju na lokomotivsko vratilo u eksploataciji primjenom računara, Međunarodni znanstveni naučni skup "Nauka o konstruisanju i konstruisanju pomoću računala", Zagreb 1981.
- [7] Uputstva 339 i 250 JŽ, Pravilnici 314 i 241 J, Propisi pregled i prijem prototipova vozila, norme UIC – ORE, Zagreb 1975.
- [8] Ž. GOSPIĆ: Mogućnost povećanja brzina na postojećim prugama, Željeznice, br. 12, Beograd 1988.