

Z 3999



ISSN 1451-107X

**MIMORIADNE VYDANIE**

**UOPRAVA A EUGHISTICKA  
TRANSPORT & LOGISTICS**

**VYSOKÉ TATRY / HIGH TATRAS 2003**

<b>Bindzár, P.</b> ; TU v Košiciach Možné metódy hodnotenia kvality ocelových lán pomocou výpočtovej techniky <i>Possible methods of quality evaluation of wire ropes using computer technique</i>	247
<b>Bindzár, P. - Vuľcha, J. - Kubala, D.</b> ; TU v Košiciach Renovácia kolies v koľajovej doprave navarovaním <i>Wheels renovation in rail transport by hard-surfacing</i>	251
<b>Boroška, J.-Floreková, L.-Molnár, V.</b> , TU v Košiciach Vplyv korózie na zmenu štatistických veličín mechanických vlastností drôtov ocelových lán <i>Corrosion influence on the changes of the statistical values of the mechanical properties of the steel rope wires</i>	255
<b>Boroška, J.-Kučera, M.</b> ; TU v Košiciach-ŽU, SR Možnosti zniženia ekologickej zasaženia banského prostredia rekonštrukciou jestvujúcich rušňov DH 30 <i>Possibilities of Increasing of Ecological Conditions in Mining Environment by a Reconstruction of the Present Engine DH30</i>	259
<b>Bigoš, P.-Burák, J.-Bocko, P.</b> ; TU v Košiciach Vplyv priečenia mostového žeriava na rozloženie kontaktných tlakov vodiacej štruktúry žeriava <i>The influence of cross-travelling of the bridge crane on the wheel contact stress</i>	263
<b>Blažej, R., Hardygóra M.</b> , Wrocław University of Technology, Poland Effect of creep on the strain distribution in a conveyor belt splice <i>Účinok kriپového efektu na rozdelenie deformácií v spoji dopravného pásu</i>	268
<b>Brázda, R.- Zegzulka, J.</b> ; VŠB-TU Ostrava, ČR Aplikace bezosého šneku v dopravě sypkých hmot <i>Application of non-axial torsion in bulk material transport</i>	272
<b>Carbogno, A.- Czaplicki, M.J.</b> , Silesian Technical University, Gliwice, Poland Friction hoists with steel-rubber flat head ropes <i>ťaženie s tažnými lanami s ocelo-gumovým povlakom</i>	277
<b>Carbogno, A.- Czaplicki, M.J.</b> , Silesian Technical University, Gliwice, Poland Inclined hoists for surface mines <i>Úklonná ťažba v povrchových baniach</i>	281
<b>Černok, M.- Kuľka, J.</b> ; TU v Košiciach Rekonštrukcia bežnej kladnice na otocnú <i>Reconstruction of a common pulley block to a rotary one</i>	286
<b>Čižlák, M.</b> , VÚ 4405, Nitra Spôsoby odstraňovania následkov železničných nehôd <i>Railway accidents fixing procedures</i>	290
<b>Fedora, J.- Hlubíková, A.- Král, M.</b> ; VÚG - Matador, a.s. Metodiky hodnotenia preguľovania ocelových kordov v dopravných pásoch <i>Evaluation methods of rubber penetration into steel cords in steelcord conveyor belts</i>	294
<b>Fedorko, G.</b> ; TU v Košiciach, SR Model hadicového dopravníka <i>Model of pipe conveyor</i>	298
<b>Fekete, K.</b> Rožňava, SR Hybridné motory, cesta do budúcnosti <i>Hybrid engines, way to the future</i>	302
<b>Fries, J.</b> , VŠB-TU Ostrava, ČR Problematika bubenů pásových dopravníků <i>Pulleys problems of belt conveyors</i>	305
<b>Fries, J.</b> , VŠB-TU Ostrava, ČR Preprava dopravníkových pásov pod kleci <i>Transport of conveyor belts under cage subfloor</i>	309
<b>Gnap, J.</b> ; Žilinská univerzita Vývojové trendy v cestnej doprave v SR pred vstupom do EÚ <i>Development trend in road transport in Slovak Republic before the enter into EU</i>	313

2. medzinárodná konferencia **LOGISTIKA & DOPRAVA**  
2<sup>nd</sup> International Conference **LOGISTICS & TRANSPORT**



# LOADO 2003

10. – 12. septembra 2003  
Hotel Permon, Vysoké Tatry

September 10<sup>th</sup> – 12<sup>th</sup> 2003  
Hotel Permon, High Tatras

## VPLYV PRIEČENIA MOSTOVÉHO ŽERIAVA NA ROZLOŽENIE KONTAKTNÝCH TLAKOV VODIACEJ ŠTRUKTÚRY ŽERIAVA

### THE INFLUENCE OF CROSS-TRAVELLING OF THE BRIDGE CRANE ON THE WHEEL CONTACT STRESS

*Peter Bigoš, Ján Burák, Peter Bocko<sup>1</sup>*

#### 1. Úvod

Problematike životnosti oceľových konštrukcií sa v súčasnej dobe venuje zvýšená pozornosť, a to najmä z dôvodov bezpečnostných, ekonomických a environmentálnych. S touto problematikou súvisí tiež otázka priečenia mostových žeravov, pretože priečenie svojim priebehom ovplyvňuje životnosť konštrukcie žeriava a žeriavovej dráhy.

Tento príspevok priblížuje problematiku vplyvu priečenia mostového žeravia na rozloženie kontaktných tlakov medzi koľajnicou a kolesom žeravia vzhľadom na vertikálnu os koľajnice a kolesa. Zmenou polohy rozloženia maximálnych kontaktných tlakov v mieste kontaktu kolesa a koľajnice sa mení poloha kontaktných plôch opotrebených kontaktou únavou.

Súčasťou príspevku je porovnanie výsledkov hodnôt kontaktných tlakov získaných z počítačovej simulácie kontaktu dvoch telies a výsledkov získaných výpočtom podľa teórie Hertzových tlakov.

Pre riešenie boli použité čiastočne zjednodušené počítačové modely reálnej situácie priečenia mostového žeravia.

#### 2. Model vodiacej štruktúry mostového žeravia

Geometria modelu pre sledovanie rozloženia kontaktných tlakov bola vytvorená v CAD programe Pro/ENGINEER 2001, podľa potrieb riešenia. Použité bolo koleso s polomerom 450 mm a s nákolkami odklonenými od vertikálnej roviny o 10 stupňov. Model koľajnice je JKL 120 z normy STN 425678.82.

Pri geometrii modelu bez priečenia je vertikálna os kolesa umiestnená symetricky s vertikálnou osou koľajnice (pozri obrázok 1a), a pri modeli s priečením je posunutá o určitú vzdialenosť, v smere zaťaženia tak, aby dochádzalo k dotyku boku nákolky s bokom koľajnice (pozri obrázok 1b).

#### 2.1. Verifikačný model kontaktu

Pre kontrolu zhody Hertzovej teórie s počítačovým modelom kontaktu sme vytvorili verifikačný model. Parametre verifikačného modelu kontaktu:

Polomer kolesa:  $R=150[\text{mm}]$   
Šírka kolies:  $I=50[\text{mm}]$   
Modul pružnosti kolies:  $E=2,1 \cdot 10^5$   
Zataženie:  $F_0=10000[\text{N}]$

<sup>1</sup> Prof. Ing. Peter Bigoš, CSc., Ing. Ján Burák, Ing. Peter Bocko, Strojnícka Fakulta TU v Košiciach, Katedra konštrukovania, dopravy a logistiky, Letná 9, 040 01 Košice, Tel.: +421 55 602 2507, e-mail: bigi@tuke.sk, janburak@szm.sk, pbocko@szm.sk

$$q = \frac{F_0}{l} = \frac{10000}{50} = 200 \left[ \frac{N}{mm} \right]$$

$$\sigma_{\max} = 0,418 \sqrt{2 \cdot q \cdot \frac{E^2}{2 \cdot E} \cdot \frac{1}{R}} = 0,418 \sqrt{q \cdot \frac{E}{R}} = 0,418 \cdot \sqrt{200 \cdot \frac{2,1 \cdot 10^5}{150}} = 221 [MPa]$$

Hodnoty kontaktných tlakov verifikačného modelu v programe COSMOS/DesignSTAR verzia 3.0:

Hodnoty získané z verifikačného modelu sa zhodujú s hodnotami vypočítanými podľa teórie. Presnosť výsledkov je výrazne závislá od siete prvkov. Pri zhustovaní siete je treba vhodne nastaviť počet prechodových vrstiev pri prechode z jednej hustoty do druhej a pomer v akom sú jednotlivé hladiny. V prípade potreby je možné model rozdeliť na viac častí a tie sielovať samostatne. Jednotlivé časti sú chápane ako celok po zadaní príkazu touching faces: bonded.

Hodnoty kontaktných tlakov verifikačného modelu v programe Pro/MECHANICA 2001:

SPA – Single-Pass Adaptive	$\sigma_{\max}=230 [MPa]$
MPA – Multi-Pass Adaptive	$\sigma_{\max}=210 [MPa]$

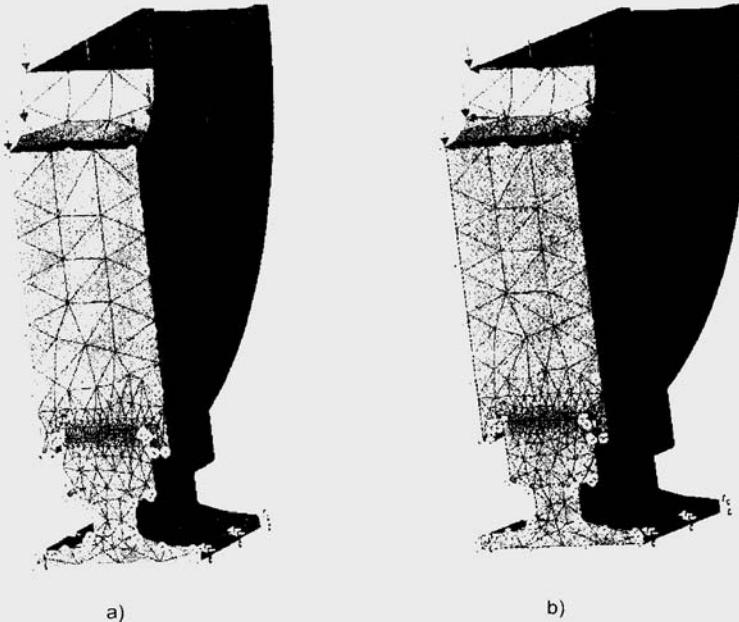
Uvedené hodnoty boli dosiahnuté pre siet geométrických prvkov vytvorenú pomocou funkcie AutoGEM bez zhustenia siete. Vplyv hustoty siete na maximálnu hodnotu kontaktných tlakov pri MGP je minimálny. Najlepšie výsledky sa dosiahnu pri použití metódy MPA v kombinácii so surface region technique (vytvorenie surface regiónov na kolese a kolajnici a pospájanie týchto plôch pomocou contact regiónov). Táto kombinácia je však hardverovo náročná. Presnejšou metódou je manuálne vytvorenie vhodnej siete v nezávisлом móde a riešenie metódou SPA. Táto alternatíva je náročnejšia na vytváranie modelu ale má nižšie požiadavky na hardvér (čas riešenia je oproti metóde MPA rádovo nižší).

Presnejší priebeh a hodnoty kontaktných tlakov je možné dosiahnuť nasledovnými spôsobmi:

- a) zvýšenie počtu intervalov (number of intervals)
- b) lokálne zhustenie siete (detailed fillet modeling, localized mesh refinement)
- c) zhustenie siete použitím surface a volume regiónov (surface region technique)
- d) použitie Pro/MECHANICA Independent mode pre manuálne vytvorenie siete geométrických prvkov (rovnomerným rozmiestnením geométrických elementov sa dosiahne ideálne rozloženie tlakov)

## 2.2. Kompletný model vodiacej štruktúry

Kompletný model s okrajovými podmienkami bol podľa potrieb riešenia vytvorený v programe COSMOS/DesignSTAR verzia 3.0 využívajúci pri riešení metódu konečných prvkov (MKP) a pre porovnanie výsledkov aj v programe Pro/MECHANICA 2001 využívajúci pre výpočet metódu geométrických prvkov (MGP). Kompletný model programu COSMOS/DesignSTAR pre situáciu bez priečenia je na obrázku 1a, na obrázku 1b je kompletný model pre situáciu s priečením. Červenou farbou sú na obrázkoch zobrazované zataženia, zelenou farbou väzby a oranžovou kontaktné plochy so zhustením siete prvkov.



Obr. 1 – Kompletný model vodiacej štruktúry žeriava a) bez priečenia, b) s priečením

Podmienky kompletného modelu vyplývajúce z podmienok verifikačného modelu:

a) bez priečenia

- druh analýzy: static analysis
- druh siete: solid
- hustota siete: 59,395 mm
- lokálna hustota siete: 4 mm
- druh riešiča: direct sparse (soft spring)
- počet elementov: 4718
- počet nódov: 7848
- koeficient trenia: 0,01
- materiál:  $E = 2,1 \cdot 10^5$ ,  $\mu = 0,29$
- zaťaženie:  $F_0 = 867\text{kN}$

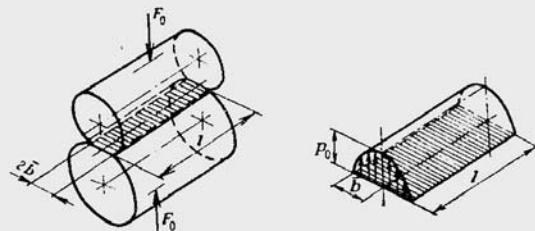
b) s priečením

- druh analýzy: static analysis
- druh siete: solid
- hustota siete: 59,395 mm
- lokálna hustota siete: 4 mm
- druh riešiča: direct sparse (soft spring)
- počet elementov: 4945
- počet nódov: 8227
- koeficient trenia: 0
- materiál:  $E = 2,1 \cdot 10^5$ ,  $\mu = 0,29$
- zaťaženie:
  - vertikálne:  $F_0 = 867\text{kN}$
  - horizontálne:  $H_{TP} = 171\text{kN}$

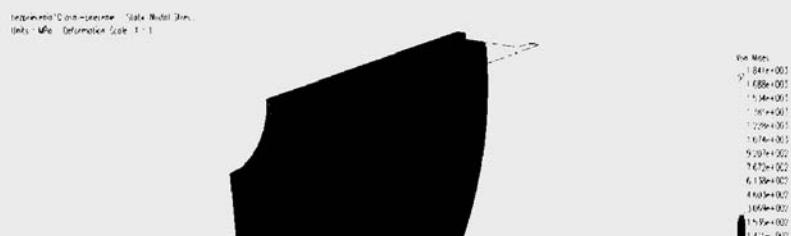
### 2.3. Kontakt vodiacej štruktúry žeriava bez priečenia

Hertzova teória podľa toho či sa kontaktné telesá dotýkajú na začiatku procesu kontaktu na priamke alebo v bode hovorí o priamkovom alebo bodovom kontakte. Na obrázku 2 je rozloženie kontaktných tlakov pri priamkovom dotyku podľa Hertzovej teórie.

V prípade zaťaženia žeriava len vertikálnym zaťažením, teda bez priečenia dochádza v našom prípade k rozloženiu kontaktných tlakov medzi koľajnicou a kolesom podľa Hertzovej teórie priamkového dotyku. Na obrázku 3 je rozloženie kontaktných tlakov bez uvažovania priečenia žeriava získané z riešenia nášho modelu.



Obr. 2 - Dotyková plôška a rozloženie kontaktných tlakov pre priamkový dotyk podľa Hertzovej teórie



Obr. 3 - Rozloženie kontaktných tlakov vodiacej štruktúry žeriava bez priečenia

#### 2.4. Kontakt vodiacej štruktúry žeriava s priečením

Na obrázku 4 je rozloženie kontaktných tlakov s uvažovaním priečenia žeriava získané z riešenia nášho modelu vodiacej štruktúry.

