

Mechanické vlastnosti drôtov oceľových lán – kritérium hodnotenia kvality

Vieroslav Molnár, Ján Boroška a Jaroslava Dečmanová¹

Mechanical properties of steel rope wires — quality test assurance

We investigate the mechanical properties of wires of steel ropes by tests in accordance with rule in operation and valid regulation. There are specified values of minimal and maximum capacity or strenghts and values of minimal bendings and torsion in them. Minimal values of bendings and torsion are rated wire strenght, diameter and surface treatment dependent. It is suitable to use the calculation of irregularity coefficient of steel wires strenght for quality assessment of steel ropes which put into practice soviet authors Žitkov and Pospěchov. Statistical methods make possible to review the quality of steel ropes from the test results of their wires on capacity, bending and torsion. In the paper we evaluate and compare the quality of two steel ropes with triangular strands, we appear from protocols about their tests in the accredited testing station of steel ropes of our workstation.

Key words: mechanical property, steel rope, quality, test, irregularity coefficient of wires strenght, statistical methods

Úvod

Kvalita oceľového lana je pre ich užívateľov jednou zo základných požiadaviek. Od jeho kvality a vlastností závisí životnosť, ktorá ovplyvňuje ekonomickú efektívnosť prevádzky oceľového lana. Kvalita oceľových lán závisí od kvality drôtov, z ktorých sú laná vyrábané. Kvalita oceľových drôtov je ovplyvňovaná predovšetkým technológiou výroby drôtov. Najviac vyskytujúce sa nedostatky lanových drôtov, ktoré majú následne vplyv na kvalitu oceľového lana sú [1]:

- drôty majú veľký rozptyl pevnosti,
- drôty majú v jednotlivých zvitkoch veľké výkyvy hodnôt mechanických vlastností po dĺžke drôtu,
- oceľové laná majúce viac druhov drôtov rôzneho priemeru majú jednotlivé priemery drôtov rôzne hodnoty mechanických vlastností,
- zlaňovaním drôtov sa znižuje počet ohybov a krutov drôtov, dosahujúcich len základný počet predpísaných hodnôt.

Na kvalitu oceľového lana ďalej vplývajú výška a spôsob vinutia drôtov a prameňov, priemer a druh vložky lana a jeho umiestnenie. Z týchto činiteľov sa v príspevku zameriame na problematiku pevnosti oceľových drôtov lana a ich mechanické vlastnosti. Porovnáme dve oceľové laná výberovej kvality rovnakej konštrukcie od toho istého výrobcu, ktoré pri skúškach vyhovelí požiadavkám príslušných noriem a predpisov a boli teda z hľadiska požiadaviek na kvalitu vyhovujúce pre prevádzkové využitie.

Technické parametre hodnotených lán

Hodnotenú laná, označené písmenami A a B, sú laná s trojbokými prameňmi vyrobené podľa normy STN 02 4362 [10]. Ich základné technické parametre sú nasledovné:

- | | |
|--|-------------------------|
| • konštrukcia lana | 6(3+9+12+18)+v |
| • menovitý priemer lana | 50 mm |
| • menovitý prierez lana | 1036,68 mm ² |
| • menovitá nosnosť drôtov | 1770 MPa |
| • menovitá nosnosť lana | 1835 kN |
| • priemer drôtov prvej vrstvy prameňov | 1,90 mm |

¹ doc. Ing. Vieroslav Molnár, PhD., prof. Ing. Ján Boroška, CSc., Ing. Jaroslava Dečmanová Fakulta BERG Technickej univerzity v Košiciach, Ústav logistiky priemyslu a dopravy, Park Komenského 14, 040 01 Košice, vieroslav.molnar@tuke.sk, jan.boroska@tuke.sk, jaroslava.decmanova@tuke.sk
(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 28. 1. 2010)

- počet drôtov prvej vrstvy prameňov 54
- priemer drôtov druhej vrstvy prameňov 2,50 mm
- počet drôtov druhej vrstvy prameňov 72
- priemer drôtov tretej vrstvy prameňov 2,50 mm
- počet drôtov tretej vrstvy prameňov 108
- celkový počet drôtov lana 234

Postup hodnotenia

Kvalita oceľových lán bola hodnotená dvoma metódami a to porovnávaním veľkosti koeficienta nerovnomernosti pevnosti drôtov oceľových lán, vypočítaného z hodnôt pevností jednotlivých drôtov získaných ich skúškou na ťah a výpočtom niektorých štatistických charakteristík pre ohyby drôtov. Všetky potrebné veličiny a ich hodnoty boli získané z protokolov o skúške oboch hodnotených lán. Koeficient nerovnomernosti pevnosti bol vypočítaný pre celé lano, pre jednotlivé pramene lana aj pre oba priemery oceľových drôtov. Štatistické charakteristiky ohybov boli vypočítané pre jednotlivé priemery drôtov lana a tiež pre drôty jednotlivých vrstiev.

Stanovenie koeficienta nerovnomernosti pevnosti drôtov

Koeficient nerovnomernosti pevnosti drôtov K_{σ} je vyjadrený percentami, jeho veľkosť počítame podľa vzťahu autorov Žitkova a Pospechova [7]:

$$K_{\sigma} = \frac{2(P_{str} - P_{min}) \cdot n_i}{P_{str} \cdot n} \cdot 100 \quad [\%], \quad (1)$$

- v ktorom K_{σ} – koeficient nerovnomernosti pevnosti drôtov v %,
 P_{str} – aritmetický priemer pevností všetkých drôtov oceľového lana v MPa,
 P_{min} – aritmetický priemer pevností drôtov lana, ktorých veľkosť je menšia ako P_{str} v MPa,
 n – počet všetkých drôtov oceľového lana,
 n_i – počet drôtov lana s pevnosťou menšou ako P_{str} .

Tento vzťah platí tiež pre výpočet K_{σ} prameňov lana i drôtov rôznych priemerov, s príslušnou úpravou vstupných údajov.

Vychádzajúc z veľkosti vypočítaného K_{σ} je možné oceľové laná z kvalitatívneho hľadiska zaradiť do troch kvalitatívnych skupín, podľa ktorých užívateľ môže získať určitý obraz o ich predpokladanej životnosti [7]:

- skupina $K_{\sigma} < 2$ – laná kvalitné, s predpokladom dosiahnuť veľmi dobrú životnosť,
- skupina $2 < K_{\sigma} < 3$ – laná priemernej kvality, majúce predpoklad dosiahnuť dobrú životnosť,
- skupina $K_{\sigma} > 3$ – laná nižšej kvality s predpokladom dosiahnuť kratšiu životnosť.

Vypočítané hodnoty K_{σ} boli spracované graficky alebo do tabuliek, podobne tiež boli vypočítané a hodnotené matematicko – štatistické charakteristiky.

Výpočet matematicko-štatistických veličín

Výpočet bol realizovaný osobitne pre každý z priemerov drôtov, z ktorých sú oceľové laná vyrobené. Boli vypočítané a hodnotené nasledovné veličiny oboch lán [3]:

- stredná hodnota ohybov drôtov rovnakého priemeru celého lana,
- stredná hodnota ohybov drôtov rovnakého priemeru jednotlivých prameňov,
- stredná hodnota ohybov drôtov po vrstvách celého lana i jednotlivých prameňov,
- minimálny a maximálny počet ohybov drôtov rovnakého priemeru celého lana,
- minimálny a maximálny počet ohybov drôtov rovnakého priemeru jednotlivých prameňov,
- minimálny a maximálny počet ohybov drôtov po vrstvách celého lana i jednotlivých prameňov,
- odchýlky stredných hodnôt počtu ohybov drôtov rovnakého priemeru celého lana od normovaných hodnôt,
- odchýlky stredných hodnôt počtu ohybov drôtov rovnakého priemeru jednotlivých prameňov od normovaných hodnôt,
- odchýlky stredných hodnôt počtu ohybov drôtov rovnakého priemeru jednotlivých vrstiev od normovaných hodnôt,

- odchýlky minimálneho počtu ohybov drôtov rovnakého priemeru od normovanej hodnoty celého lana,
- odchýlky minimálneho počtu ohybov drôtov rovnakého priemeru od normovanej hodnoty pre jednotlivé pramene,
- odchýlky minimálneho počtu ohybov drôtov rovnakého priemeru od normovanej hodnoty pre jednotlivé vrstvy,
- odchýlky maximálneho počtu ohybov drôtov rovnakého priemeru od normovanej hodnoty celého lana,
- odchýlky maximálneho počtu ohybov drôtov rovnakého priemeru od normovanej hodnoty pre jednotlivé pramene,
- odchýlky maximálneho počtu ohybov drôtov rovnakého priemeru od normovanej hodnoty pre jednotlivé vrstvy.

Stredné hodnoty počtu ohybov boli počítané podľa vzťahu :

$$o_{str} = \frac{\sum o}{n} \quad (2)$$

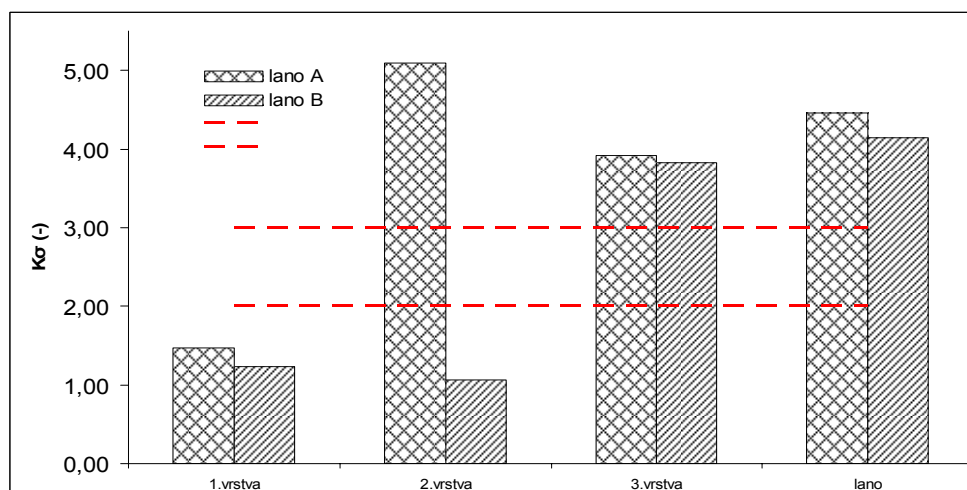
v ktorom Σo - súčet ohybov drôtov pre ktoré je stredná hodnota počítaná,
n - počet drôtov pre ktoré je stredná hodnota počítaná .

Výsledky a ich hodnotenie

Hodnotenie výsledkov bolo realizované z viacerých hľadísk. Porovnávali sme vzájomné súvislosti medzi veľkosťou K_6 celých lan, ich prameňov i jednotlivých vrstiev, vzájomné súvislosti medzi strednými hodnotami počtu ohybov podľa priemeru drôtov v lanách, jednotlivých prameňoch i jednotlivých vrstvách prameňov.

Koeficient nerovnomernosti pevnosti drôtov oceľových lan

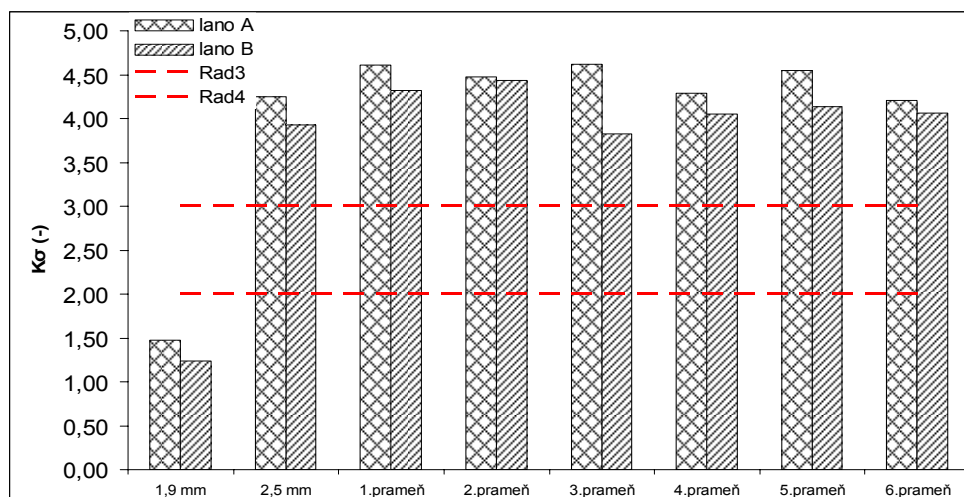
Na obr. 1 a obr. 2 sú stĺpcové diagramy veľkosti K_6 podľa vyššie uvedeného rozdelenia. Horizontálne čiarkované čiary sú hranicami pre zaradenie lan, prameňov alebo vrstiev do kvalitatívnych skupín.



Obr. 1. K_6 pre jednotlivé vrstvy lan a celé laná.

Fig. 1. K_6 for particular layers of ropes and complete ropes.

Veľkosť koeficienta nerovnomernosti pevnosti drôtov pre celé laná je v oboch prípadoch väčšia ako 3, laná sú nižšej kvality, s predpokladom dosiahnutia krátkej životnosti. Takéto konštatovanie platí tiež pre 3. vrstvu oboch lan, ktorá je tvorená drôtmi o priemere 2,50 mm. Drôty toho istého priemeru v druhej vrstve lan majú veľmi veľký rozdiel veľkosti K_6 , 2. vrstva lana B, patrí do I. kvalitatívnej skupiny, 2. vrstva lana A, je v III. kvalitatívnej skupine s najvyššou hodnotou K_6 . Drôty 1. vrstvy oboch hodnotených lan, majúce priemer drôtov 1,90 mm, na základe veľkosti $K_6 < 2$ zaraďujeme do I. kvalitatívnej skupiny. Vo všetkých porovnávaných prípadoch má menšiu veľkosť K_6 lano B.



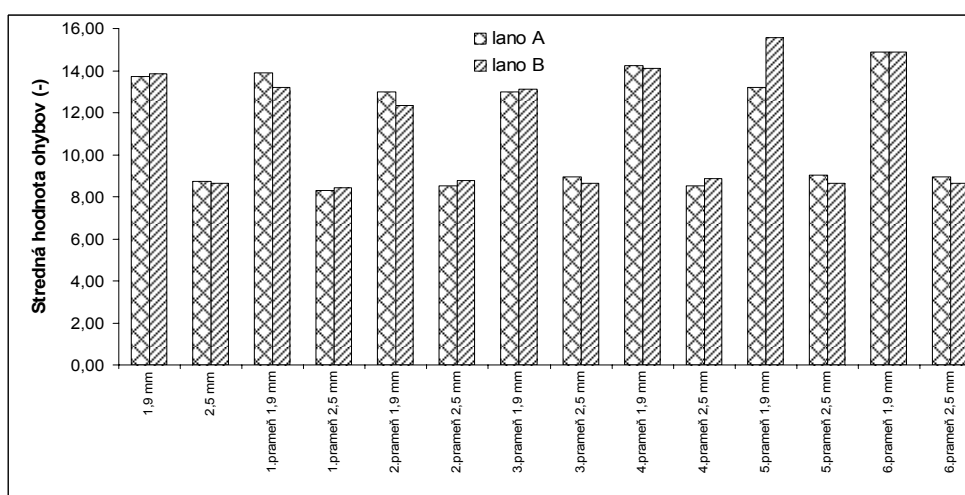
Obr. 2. K_{σ} pre jednotlivé priemery drôtov a pramene lán.
Fig. 2. K_{σ} for particular diameters of wires and strands of ropes.

Veľkosť koeficienta nerovnomernosti pevnosti drôtov pre celé laná je v oboch prípadoch väčšia ako 3, laná sú nižšej kvality s predpokladom dosiahnutia krátkej životnosti. Takéto konštatovanie platí tiež pre 3. vrstvu oboch lán, ktorá je tvorená drôtmi o priemere 2,50 mm. Drôty toho istého priemeru v druhej vrstve lán majú veľmi veľký rozdiel veľkosti K_{σ} , 2. vrstva lana B. patrí do I. kvalitatívnej skupiny, 2.vrstva lana A. je v III. kvalitatívnej skupine s najvyššou hodnotou K_{σ} . Drôty 1.vrstvy oboch hodnotených lán, majúce priemer drôtov 1,90 mm, na základe veľkosti $K_{\sigma} < 2$ zaraďujeme do I. kvalitatívnej skupiny. Vo všetkých porovnávaných prípadoch má menšiu veľkosť K_{σ} lano číslo B.

Takéto konštatovanie je možné urobiť i podľa porovnania veľkosti K_{σ} pre jednotlivé pramene oboch lán. Všetky pramene majú veľkosť $K_{\sigma} > 3$, patria do III. kvalitatívnej skupiny, podobne ako drôty oboch lán o priemere 2,50 mm. Drôty priemeru 1,90 mm, predstavujúce 1. vrstvu lán, majú koeficient $K_{\sigma} < 2$, patria do I. kvalitatívnej skupiny.

Matematicko – štatistické veličiny ohybov drôtov

Postupne budú vyhodnotené vypočítané veličiny, ktoré boli vymenované v predchádzajúcej kapitole článku. Na obr. 3 sú stredné hodnoty ohybov drôtov celých lán podľa priemerov a stredné hodnoty ohybov drôtov podľa prameňov lana i priemerov drôtov.

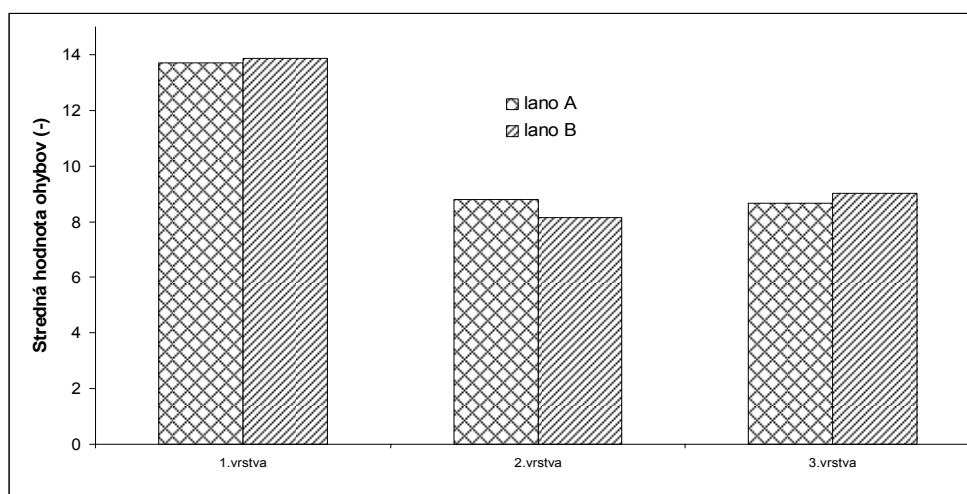


Obr. 3. Stredné hodnoty ohybov drôtov celých lán a jednotlivých prameňov podľa priemerov drôtov.
Fig. 3. Mean values of wires bendings of complete ropes and particular strands by wires diameters.

Pri porovnávaní stredných hodnôt ohybov priemerov drôtov 1,90 mm a 2,50 mm celých lán i jednotlivých prameňov dosahujú vyššie hodnoty drôty s priemerom 1,90 mm. Rozdiel medzi ich veľkosťou

pre laná i pramene je minimálny, podobnú skutočnosť môžeme konštatovať i v prípade drôtov o priemere 2,50 mm. Väčšiu odchýlku majú len drôty priemeru 1,90 mm 5.prameňa, a to 2,33 ohybov.

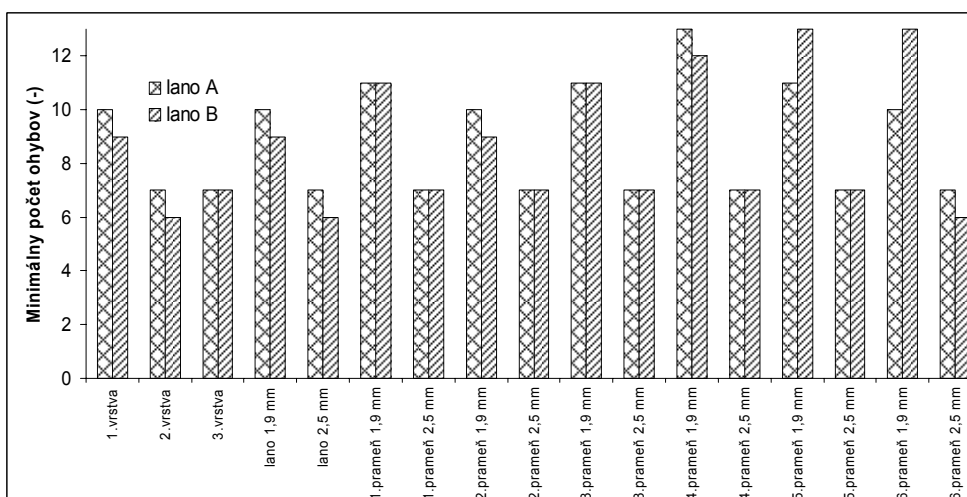
Ďalšie hodnotenie stredných hodnôt ohybov drôtov bolo vykonané po vrstvách, vypočítané hodnoty sú na obr. 4.



Obr. 4. Stredné hodnoty ohybov drôtov celých lán po vrstvách.
Fig. 4. Mean values of wires bendings of complete ropes by layers.

Veľkosť stredných hodnôt ohybov drôtov podľa vrstiev celých lán zodpovedá veľkosti podľa prameňov a medzi vrstvami oboch lán sú minimálne rozdiely. Väčšiu hodnotu majú drôty lana B v prvej a tretej vrstve, druhá vrstva má väčší počet stredných ohybov drôtov v prípade lana A, hoci tieto sú rovnakého priemeru 2,50 mm ako drôty vrstvy tretej.

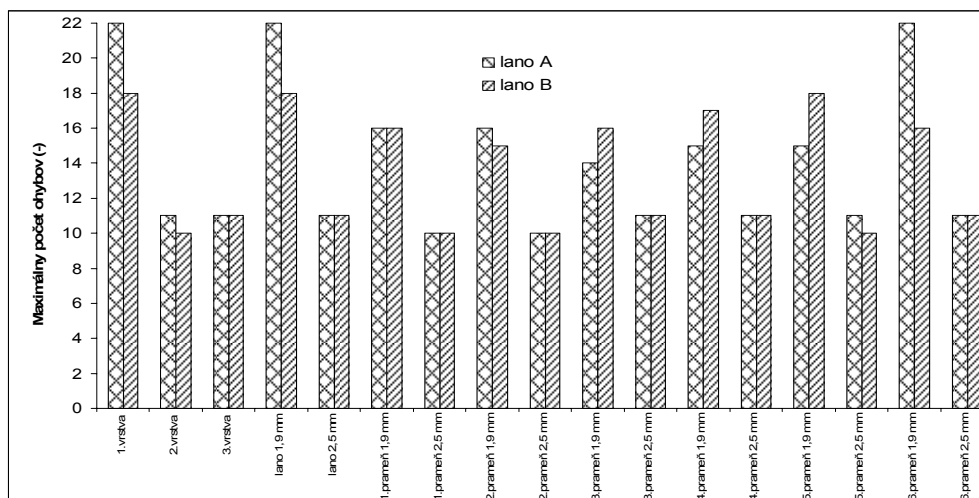
Stĺpcové diagramy na obr. 5 a obr. 6 predstavujú, minimálne a maximálne počty ohybov vo vrstvách oboch lán, minimálne a maximálne počty ohybov celých lán i minimálne a maximálne počty ohybov v prameňoch hodnotených lán.



Obr. 5. Minimálne počty ohybov celých lán, vo vrstvách a v prameňoch.
Fig. 5. Minimal numbers of bendings of complete ropes in layers and in strands.

Vyšší počet minimálnych ohybov drôtov oboch lán o priemere 1,90 mm je daný spôsobom vykonávania skúšok. Obidva priemery drôtov boli ohýbané na valčeku rovnakého polomeru. V prípade vrstiev a celého lana vyšší počet minimálnych ohybov má lana A s výnimkou 3. vrstvy, kde je počet minimálnych ohybov rovnaký. Iná je situácia pri porovnávaní minimálneho počtu ohybov medzi prameňmi lana podľa priemeru drôtov. Drôty oboch hodnotených lán o priemere 2,50 mm majú rovnaký počet ohybov v piatich prameňoch, nižší počet ohybov má lana B u šiesteho prameňa. Rôznorodejšia situácia je pri porovnávaní drôtov s priemerom 1,90 mm: 2 pramene majú rovnaký počet minimálnych ohybov u lana A i B, 2 pramene lana

A majú minimálny počet ohybov tohto priemeru väčší a 2 pramene lana A majú minimálny počet ohybov menší.



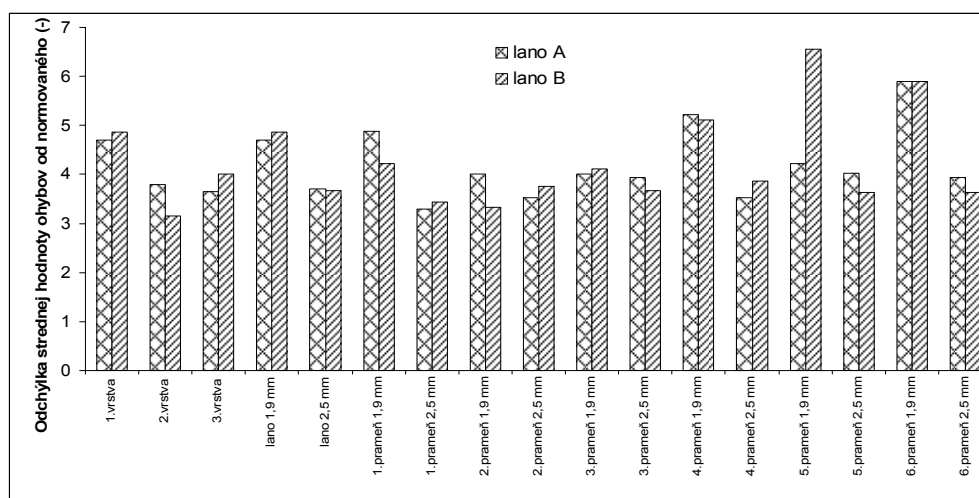
Obr. 6. Maximálne počty ohybov celých lán, vo vrstvách a v prameňoch.
Fig. 6. Maximum numbers bendings of complete ropes, in layers and in strands.

Maximálny počet ohybov drôtov je opäť vyšší u drôtov s priemerom 1,90 mm, vyšší počet ohybov má lano A. Drôty priemeru 2,50 mm majú rovnaký počet ohybov pri hodnotení celých lán a tiež v 3.vrstve. Vyšší počet ohybov v 1. a 2. vrstve dosiahli drôty lana A.

U prameňov lana sú maximálne hodnoty ohybov drôtov oboch prameňov viac rozdielne, pričom rovnorodejšie sú opäť drôty priemeru 2,50 mm, majúce pre obe laná rovnaký počet ohybov v piatich prameňoch. Maximálne počty ohybov drôtov priemeru 1,90 mm v jednotlivých prameňoch sú rozdelené nasledovne:

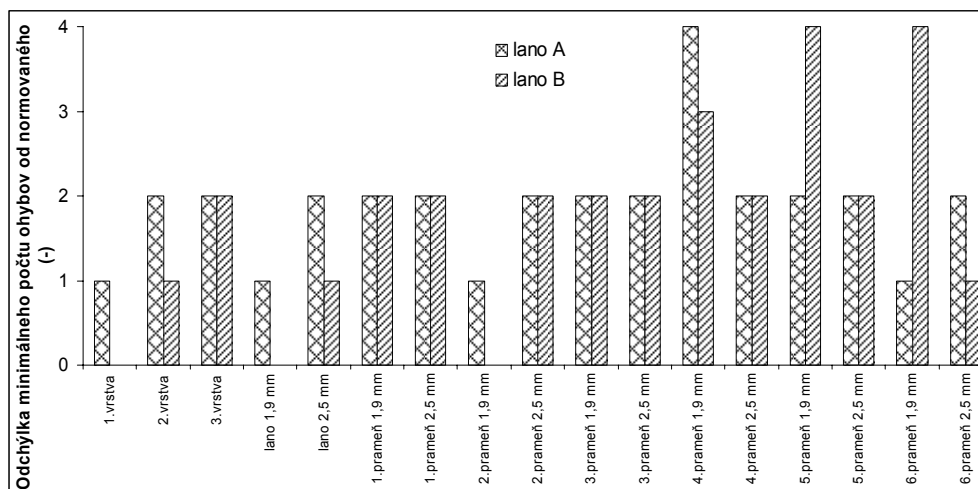
- prameň má rovnaký počet ohybov v prípade oboch lán,
- pramene lana A majú väčší počet ohybov v porovnaní s prameňmi lana B,
- pramene lana B majú v porovnaní s prameňmi lana A väčší počet ohybov.

Norma STN 02 4301 [11] stanovuje minimálny počet ohybov, ktoré musia drôty pri skúške na ohyb splniť. Tento počet je závislý od menovitej pevnosti skúšaných drôtov a ich priemeru. V norme je súčasne uvedený polomer skúšobných valčekov, cez ktoré je drôt ohýbaný. Pre drôty hodnotených lán norma stanovuje pre drôty priemeru 1,90 mm minimálny počet ohybov 9 a pre drôty priemeru 2,50 mm 5 ohybov. S týmito hodnotami boli porovnané minimálne a maximálne hodnoty ohybov drôtov celých lán, drôtov vo vrstvách i drôtov v prameňoch a to výpočtom odchýlok od normovaných hodnôt. Získané výsledky sú na obr. 7 a obr. 8 a v tab. 1 a tab. 2.



Obr. 7. Odchýlka strednej hodnoty ohybov od normovaného počtu ohybov.
Fig. 7. Deviations of mean value of bendings from standardized numbers of bendings.

Veľkosť odchýlky strednej hodnoty ohybov od normovaného počtu ohybov sa pohybuje od 3 do 6 ohybov. Až na jeden prípad drôtu priemeru 2,50 mm v 2. prameni sú väčšie odchýlky u drôtov s priemerom 1,90 mm. Pri porovnávaní lán zo 17 sledovaných hodnôt má menšiu odchýlku 9 x lano A, 7 x lano B a 1 x je veľkosť odchýlky rovnaká.



Obr. 8. Odchýlka minimálneho počtu ohybov od normovaného počtu ohybov.
Fig. 8. Deviation of minimal number of bendings from standardized numbers of bendings.

Minimálna odchýlka ohybov drôtov od normovaného počtu ohybov lana B u drôtov priemeru 1,90 mm v 3 prípadoch nulová. Odchýlka 2 ohyby drôtov rôzneho priemeru u oboch lán sa vyskytuje 8 krát. V 4 prípadoch je odchýlka lana A v porovnaní s lanom B vyššia, z tohto počtu je to 3 x u drôtov priemeru 2,50 mm. Drôty o priemere 1,90 mm dvoch prameňov lana B majú v porovnaní s lanom A väčšiu hodnotu odchýlky minimálneho počtu ohybov od ohybov normovaných.

Tab. 1. Odchýlka maximálneho počtu ohybov od normovaného počtu ohybov vo vrstvách a v celom lane.
Tab. 1. Deviation of maximum number of bendings from standardized numbers of bendings in layers and in complete rope.

Odchýlka maximálneho počtu ohybov od normovaného	1. vrstva	2. vrstva	3. vrstva	lano 1,9 mm	lano 2,5 mm
lano A	13	6	6	13	6
lano B	9	5	6	9	6

Tab. 2. Odchýlka maximálneho počtu ohybov od normovaného počtu ohybov v jednotlivých prameňoch lana.
Tab. 2. Deviation of maximum number of bendings from standardized counts of bendings.

Odchýlka maximálneho počtu ohybov od normovaného	Prameň											
	1.	1.	2.	2.	3.	3.	4.	4.	5.	5.	6.	6.
	1,9	2,5	1,9	2,5	1,9	2,5	1,9	2,5	1,9	2,5	1,9	2,5
	[mm]											
lano A	7	5	7	5	5	6	6	6	6	6	13	6
lano B	7	5	6	5	7	6	8	6	9	5	7	6

Rovnaká veľkosť maximálnej odchýlky počtu ohybov lana A i lana B od normovaného je zo 17 hodnotených veličín v 8 prípadoch, z toho 7x u drôtov s priemerom 2,50 mm. Väčšiu hodnotu maximálnej odchýlky ohybov drôtov má lano A 6x, u drôtov s priemerom 1,90 mm z tohto počtu 4x. Lano B má väčšiu hodnotu maximálnej odchýlky 3x, všetko u drôtov s priemerom 1,90 mm.

Záver

Koeficient nerovnomernosti pevnosti drôtov oceľového lana má vo všetkých hodnotených prípadoch nižšie hodnoty u lana B, z tohto hľadiska je možné toto lano jednoznačne považovať za kvalitnejšie. Pritom veľkosť K_6 je z celkového počtu 24 vypočítaných hodnôt len v 5 prípadoch < 2 . Táto hodnota je predpokladom dosiahnutia veľmi dobrej životnosti. Ostatných 19 hodnôt koeficienta nerovnomernosti

pevnosti drôtov má hodnotu > 3 , znamenajúcu predpoklad nižšej životnosti oceľového lana. K nej dochádza pre veľmi nedostatočnú homogenitu pevnosti drôtov lana, a tým k vzniku rôznych napätí pri ich zaťažení rovnakou silou [1].

Pri hodnotení kvality oceľových lán označených A a B na základe porovnávania ich ohybov nie je možné urobiť jednoznačné závery. Vypočítané a hodnotené štatistické veličiny sú pre tieto láná striedavo vyššie, resp. nižšie. Všetky drôty oboch lán ale dosiahli minimálny počet ohybov predpísaných normou, a preto sú vhodné pre použitie v prevádzke.

V článku prezentované výsledky potvrdili skutočnosť, že nie je reálne aj u toho istého výrobcu dosiahnuť rovnakú kvalitu lán. Rôzna kvalita je dôsledkom nerovnomernosti mechanických vlastností drôtov oceľového lana. To je zapríčinené pri ich výrobe nedodržiavaním technologického postupu a následným výberom drôtov s aspoň približne rovnakými mechanickými vlastnosťami pre každé vyrábané lano.

Literatúra – References

- [1] Boroška, J., Hulín, J., Lesňák, O.: Oceľové laná. Alfa Bratislava, 1982. 480 s.
- [2] Bindzár, P.: Možné metódy hodnotenia kvality oceľových lán pomocou výpočtovej techniky. *Transport & Logistics, mimoriadne vydanie 2003*, s. 247 – 250.
- [3] Bindzár, P., Boroška, J.: Štatistické hodnotenie mechanických vlastností oceľových lán s rôznymi priermi drôtov vo vrstvách. In : *Výskum, výroba a použitie oceľových lán, XII. medzinárodná konferencia, Podbanské 2002.*
- [4] Fedorko, Gabriel - Fabian, Michal - Stanová, Eva: Lano v CAD - modelovanie na základe matematických vzťahov. In: *IT CAD. vol. 16, no. 3 (2006), p. 40-42. ISSN 1802-0011.*
- [5] Hrabovský, L.: Oceľová drátěná lana – Bezpečnost - dle ČSN EN 12385. XIII. medzinárodná konferencia „Výskum, výroba a použitie oceľových lán“. Podbanské – Vysoké Tatry, 24. - 26.5.2004, Transport Logistika, ISSN 1541-107X, str.147-150
- [6] Michalik, P.: Antikorózná ochrana oceľových lán. *Výrobné inžinierstvo č.1, ročník VI 2007. s. 35-37, ISSN 1335-7972*
- [7] Molnár, V., Boroška, J., Kučera, S.: Hodnotenie kvality oceľových lán koeficientom nerovnomernosti pevnosti drôtov. In : *Doprava a logistika, mimoriadne číslo 5/2008, s. 120-124.*
- [8] Ristović, Ivica - Husáková, Nikoleta - Dečmanová, Jaroslava: Test osobného výtahu s možnosťou riešenia porovnania v simulačnom programe. In: *MMaMS '2009 : Modelovanie mechanických a mechatronických sústav : Zemplínska Šírava, 22.-24.9.2009. Košice : TU SjF, 2009. s. 398-401. ISBN 978-80-553-0288-1.*
- [9] Stanová, Eva - Husáková, Nikoleta: Effect of geometrical parameters on the steel rope metal cross-section. In: *ICPM '07 : International conference Presentation of mathematics '07 : Sborník příspěvků: September 18-21, 2007, Liberec. Liberec : TU, 2007. p. 111-116. ISBN 978-80-7372-252-4*
- [10] STN 02 4362 Oceľové laná šesťpramenné s trojbokými prameňmi s 234 drôtmami.
- [11] STN 02 4301 Oceľové laná. Technické dodacie predpisy.