

VPLYV ZAŤAŽENIA NA ŽIVOTNOSŤ OCEĽOVÝCH LÁN

Ján Boroška¹

Kľúčové slová: oceľové lano, činiteľ, zaťaženie, tlak, výpočet

Abstrakt:

Pre užívateľa oceľového lana je jeho životnosť veľmi dôležitou vlastnosťou. Ovplyvňuje ekonomiku zariadenia, ktorého je oceľové lano súčasťou. Z mnohých činiteľov ovplyvňujúcich životnosť oceľového lana veľmi dôležitým je jeho zaťaženie. Veľkosť zaťaženia patrí k veličinám podmieneným zariadením. Lano počas prevádzky je zaťažované silami statickými, dynamickými a ohybovými. Ich výpočet je daný pomerne jednoduchými vzťahmi. Keď poznáme statické zaťaženie lana je možné vypočítať merné zaťaženie lana a tlak medzi lanom a lanovnicou, resp. bubnom a kladkou. Z vypočítaných hodnôt potom na základe porovnania s tabuľkovými hodnotami, získanými ich dlhodobým sledovaním, sa dá predpokladať na dosiahnutie určitého kvalitatívneho stupňa životnosti.

1. Úvod

Životnosť oceľového lana je ovplyvňovaná rôznymi činiteľmi. O ich druhoch a počte získame prehľad z Tab. 1 [1].

Tabuľku spracovali pracovníci Seilprufstelle Bochum v Nemecku a jej údaje nám dávajú obraz o veľkej zložitosti problematiky životnosti oceľových lán. Je potrebné si uvedomiť, že jednotlivé činitele nepôsobia samostatne, ale počas prevádzky lana dochádza k súčasnému a vzájomnému pôsobeniu viacerých činiteľov. Príspevok je zameraný na vplyv zaťaženia pôsobiaceho na oceľové lano, ktoré patrí k činiteľom podmieneným zariadením, na ktorom lano pracuje. Laná počas prevádzky sú zaťažované silami statickými, dynamickými a ohybovými [4]. Zo statického zaťaženia lana je možné vypočítať jeho merné zaťaženie a tlak medzi lanom a lanovnicou (kladkou alebo bubnom). Z vypočítaných hodnôt týchto veličín je možné predpokladať, akú životnosť oceľové lano na danom zariadení dosiahne.

2. Zaťaženie oceľového lana

Postupne budú uvedené vzťahy pre výpočet jednotlivých druhov zaťaženia oceľového lana. Pre statické zaťaženie platí vzťah [1]:

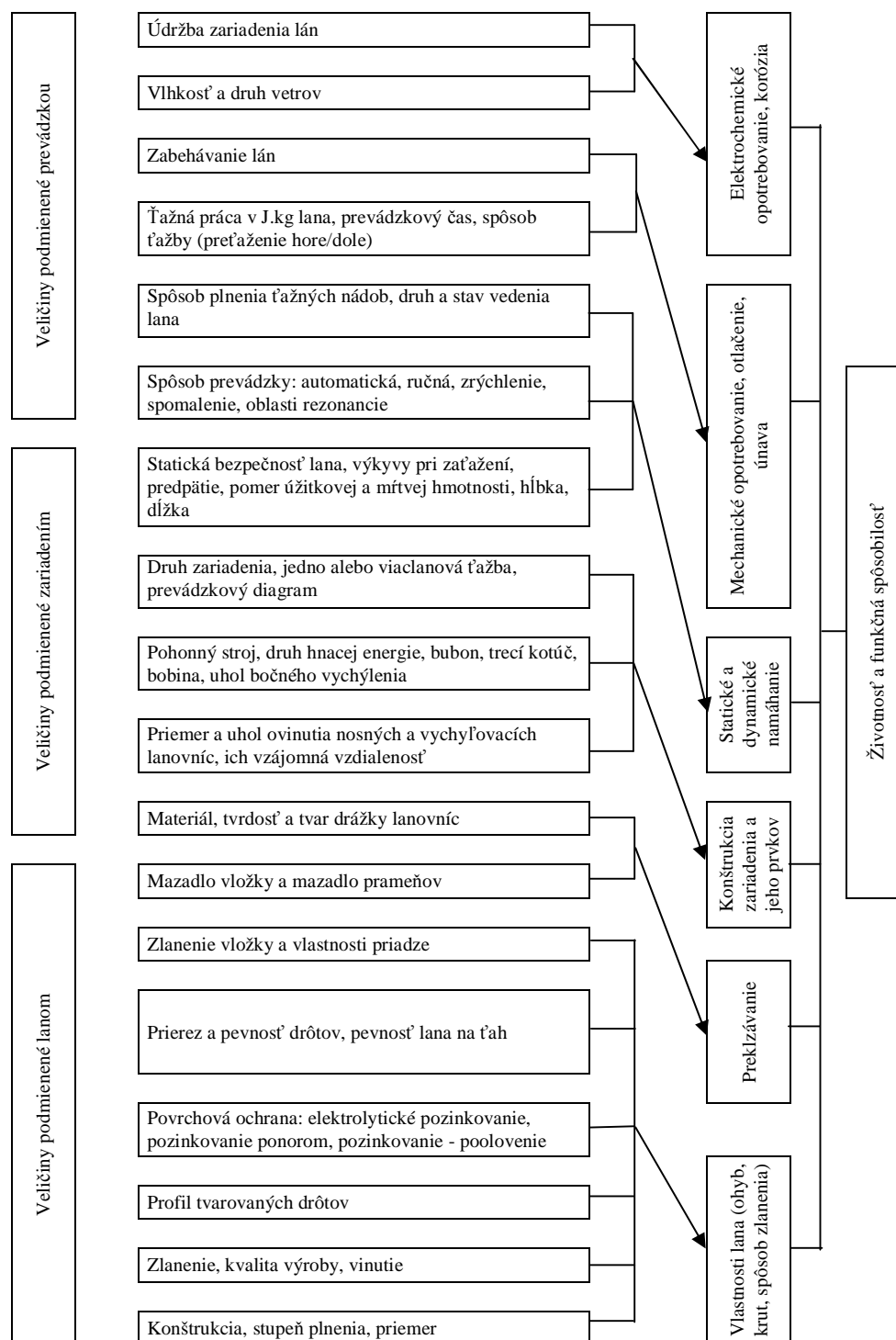
$$F_{st} = G_{ol} \cdot g \quad [N] \quad (1)$$

$$\text{Pričom } G_{ol} = G_n + G_u + G_l \quad [kg] \quad (2)$$

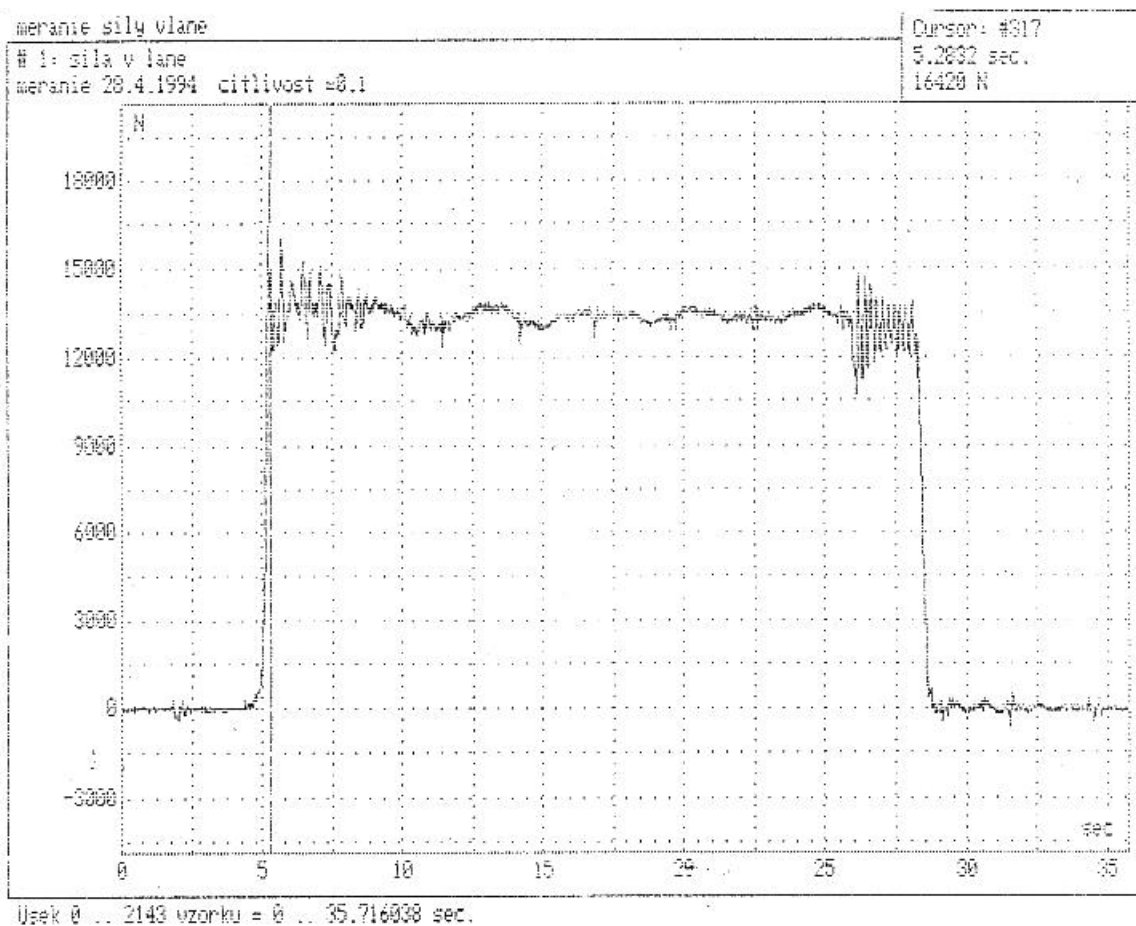
kde G_{ol} - hmotnosť všetkých zaťažení oceľového lana v kg,
 G_n - hmotnosť dvíhaných pomocných zariadení (dopravná nádoba, úväzok, drapák, kladky atď.) v kg,
 G_u - hmotnosť užitočného zaťaženia oceľového lana v kg,
 G_l - hmotnosť lán zariadenia (ťažné, vyrovnávacie, vodiace, kladkostrojové a pod.) v kg,
 g - gravitačné zrýchlenie v $m \cdot s^{-2}$.

¹ **prof. Ing. Ján Boroška, CSc.** Fakulta BERG TU v Košiciach, Ústav logistiky priemyslu a dopravy, Park Komenského 14, 043 84 Košice, Slovensko, Tel.: +421 55 602 28 13, e-mail: jan.boroska@tuke.sk

Tab. 1 Činitele ovplyvňujúce životnosť oceľových lán



Okrem výpočtu je možné zaťaženie lana získať i využitím rôznych meracích prístrojov, ktoré je zaťažením skutočným. Na pracovisku sme k meraniu skutočného zaťaženia použili prístroj TALATEN/TEMETAL – 1, ktorým je meraná osová sila v lane na princípe zistenia ohybového napätia meracieho nosníka. Prístroj umožňuje meranie zaťaženia lán v rozsahu 10 – 150 kN, čo zodpovedá priemeru lán 10 – 40 mm. Merací nosník je mechanicky spojený s oceľovým lanom, vznikajúce ohybové napätie je úmerné osovému zaťaženiu lana a je merané tenzometrami na hornej i dolnej strane nosníka. Výstup nameraných hodnôt môže byť digitálny alebo grafický. Príklad grafického priebehu zaťaženia oceľového lana je na Obr. 1 [3].



Obr. 1 Priebeh zaťaženia ocelového lana

Z priebehu grafického zobrazenia zaťažovacích síl ocelového lana je vidieť, že tieto nie sú konštantné ale sa počas pohybu lana menia. Zmena veľkosti zaťaženia je zapríčinená pôsobením dynamických síl, ktoré vznikajú pri zdvíhaní breмена z rôznych príčin [3]:

- odpor proti pohybu breмена upevneného na konci lana,
- zrýchlenie alebo spomalenie pohybu breмена pri rozjazde alebo dojazde zdvíhacieho zariadenia,
- pozdĺžne i priečne kmitanie ocelového lana.

Veľkosť dynamických síl je závislá predovšetkým od hmotnosti breмена zaveseného na ocelovom lane a veľkosti zrýchlenia pri rozjazde a spomalenia pri dojazde. Zjednodušená rovnica pre výpočet veľkosti dynamickej sily je :

$$F_{\text{dyn}} = G_{\text{ol}} \cdot a \cdot 1,5 = 1,5 a (G_n + G_u + G_l) \quad [\text{N}] \quad (3)$$

v ktorej a – zrýchlenie pri rozjazde v ms^{-2} .

Veľkosť ohybovej sily je možné vypočítať viacerými spôsobmi, najčastejšie sa stretávame so vzťahom [1] :

$$F_{\text{oh}} = \frac{E \cdot \delta_{\text{pd}} \cdot S}{D} \quad [\text{N}] \quad (4)$$

kde E - modul pružnosti ocelového lana v $\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$,
 δ_{pd} – priemer povrchových drôtov ocelového lana v m,
 S – kovový prierez ocelového lana v m^2 ,
 D – priemer lanovnice, bubna alebo kladky v m.

Súčtom sily statickej, dynamickej a ohybovej dostaneme veľkosť maximálnej sily pôsobiacej na ocelové lano, ktorá vlastne predstavuje skutočnú silu získanú meraním. Obecne platí nasledujúci vzťah [1] :

$$F_{\max} = F_{\text{st}} + F_{\text{dyn}} + F_{\text{oh}} \text{ [Pa]} \quad (5)$$

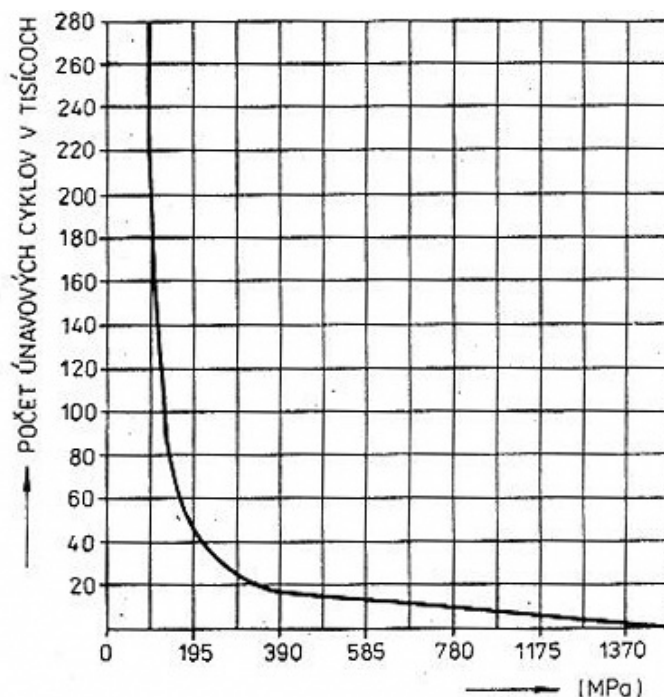
3. Merné zaťaženie ocelového lana

Je to veľmi jednoduchá a pre ocelové laná charakteristická veličina. Umožňuje posúdiť podmienky práce lana a jeho zaťaženie. Merné zaťaženie lana je definované ako pomer medzi maximálnym statickým zaťažením lana a jeho nosným prierezom [2] :

$$\sigma_m = \frac{F_{\max}}{S} \text{ [N]} \quad (6)$$

kde σ_m – merné zaťaženie ocelového lana v Pa,
 F_{\max} – maximálne statické zaťaženie ocelového lana v N,
 S – nosný prierez ocelového lana v m².

Na Obr. 2 [2] je znázornený priebeh závislosti merného zaťaženia ocelového lana na počte únavových cyklov, ktoré predstavujú životnosť ocelového lana.



Obr. 2 Krivka merného zaťaženia ocelového lana

Z obrázku je vidieť, že k zvýšenému poklesu počtu únavových cyklov dochádza v oblasti merného zaťaženia ocelového lana 200MPa. Hodnota 200 MPa sa považuje za hranicu, ktorej prekročenie znamená predpoklad zníženej životnosti ocelového lana.

4. Tlak medzi lanom a lanovnicou

Táto veličina tiež ovplyvňuje životnosť ocelových lán a je závislá od zaťaženia lana. Veľkosť maximálneho tlaku ktorým pôsobí lano na lanovnicu, resp. kladku alebo bubon počítame podľa vzťahu [2] :

$$P_{\max} = \frac{3 \cdot F_{\max}}{D \cdot d} \text{ [Pa]} \quad (7)$$

v ktorom P_{\max} - maximálny tlak, ktorým pôsobí lano na lanovnicu, kladku alebo bubon v Pa,
 F_{\max} – maximálne statické zaťaženie ocelového lana v N,
 D – priemer lanovnice, kladky alebo bubna v m,
 d – priemer ocelového lana v m.

Vychádzajúc z dlhoročných pozorovaní a prevádzky ocelových lán, najmä ťažných lán v baníctve je možné očakávať životnosť lán podľa Tab. 2 [2]:

Tab. 2 Životnosť ocelového lana v závislosti na tlaku medzi lanom a lanovnicou

p_{max}	očakávaná životnosť
2750 – 3430 Pa	veľmi dobrá
3925 Pa	lano nedosiahne obvyklú životnosť 1 – 2 roky
7850 – 9810 Pa	rýchle zničenie ocelového lana

Pri danom statickom zaťažení veľkosť tlaku medzi lanom a lanovnicou sa dá znížiť zväčšením priemeru lanovnice, kladky alebo bubna. Pomer medzi týmto priemerom a priemerom lana je predpísaný pre jednotlivé zdvíhacie zariadenia v rozsahu 25 – 100.

5. Záver

Merné zaťaženie ocelového lana a tlak medzi lanom a lanovnicou, kladkou alebo bubnom nám umožňujú predpokladať, akú životnosť ocelové lano počas prevádzky dosiahne. Veľkosť týchto veličín je ovplyvňovaná zaťažením, ktorého zvyšovanie životnosť ocelového lana znižuje .

Článok je súčasťou riešenia grantového projektu VEGA 1/0864/10 s názvom "Návrh modelu integrovaného dopravného systému nerastných surovín riadeného informačným systémom s implementáciou zelenej logistiky", VEGA 1/0095/10 "Výskum podmienok degradácie a pokles životnosti dopravníkových pásov potrubných dopravníkov s použitím progresívnych matematických a simulačných metód pre zvýšenie spoľahlivosti" a APVV Projekt SK-SRB-0034-09 s názvom "Návrh logistického modelu ťažobného podniku s aplikáciou princípov dopravnej a reverznej logistiky".

Literatúra:

- [1] Boroška, J., Hulín, J., Lesňák, O. : Ocelové laná. Alfa Bratislava 1982, 479 s.
- [2] Boroška, J. : Činitele ovplyvňujúce životnosť a bezpečnosť prevádzky ocelových lán. In : Výskum, výroba a použitie ocelových lán. Katedra logistiky a výrobných systémov, Vysoké Tatry – Podbanské 2000, s. 15 – 21.
- [3] Šaderová, J. : Analýza dynamického namáhania ťažných lán. In : Výskum, výroba a použitie ocelových lán. Katedra logistiky a výrobných systémov, Vysoké Tatry – Podbanské 2000, s. 234 – 238.
- [4] Stanová, E., Bocko, P., Molnár, V. : Určovanie deformácií ocelových lán na základe MKP. In : Sborník 26. konferencie o geometrii a počítačové grafice. Jihočeská univerzita České Budějovice 2006, s. 221 - 226

Recenzia/Review: Ing. Janka Šaderová, PhD.