

Porovnání uzlů pro zkoušku dynamické pevnosti

Ondřej Belica¹

Abstrakt

Článek se zabývá porovnáním výsledků zkoušky dynamického výkonu podle ČSN EN 12841 při použití osmičkového oka a při použití dračí smyčky.

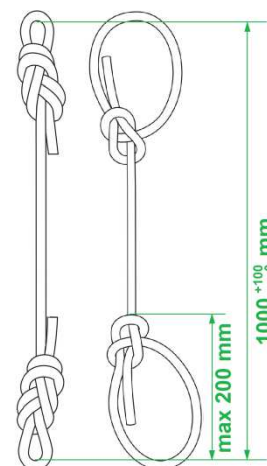
Klíčová slova

Lano, uzel, osmičkové oko, dračí smyčka, dynamická zkouška, rázová síla.

1. Úvod

Každý asi zná věčný spor mezi přívrženci osmičkového oka a dračí smyčky. Zajímavé je, že nepřímo se tento spor objevuje i v technických normách. Zatímco například v ČSN EN 813 *Prostředky ochrany osob proti pádu - Sedací postroje* (článek 5.4.2, obr. 3), ČSN EN 354 *Prostředky ochrany osob proti pádu - Spojovací prostředky* (článek 5.8.1.2, obrázek 3 a 4) či v EN 795 *Prostředky ochrany osob proti pádu - Kotvicí zařízení* (článek 5.2.1.4, obrázek 9 a 10) je vyžadováno, aby na obou koncích zkušebního spojovacího prostředku byla uvázána dračí smyčka, tak třeba v ČSN EN 892 *Horolezecká výzbroj - Dynamická horolezecká lana - Bezpečnostní požadavky a zkušební metody* (článek 5.6.3, obrázek 9, 10 a 11) se používá výhradně osmičkové oko.

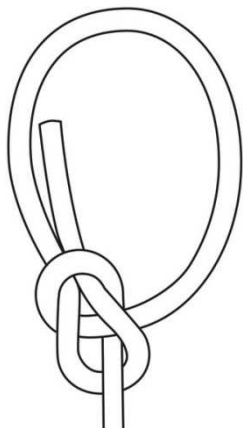
Zajímavostí je, že EN 12841 *Prostředky ochrany osob proti pádu - Systémy lanového přístupu - Nastavovací zařízení lana Personal fall protection equipment - Rope access systems - Rope adjustment device* v článku 5.6.1.2 pro zkoušku dynamické pevnosti stanovuje délku spojovacího prostředku, potřebu koncových smyček (ok) na obou jeho koncích,



Obr. 1: Příklady zkušebních spojovacích prostředků pro zkoušku dynamické pevnosti

¹ Ing. Ondřej Belica, DiS., CRAA - Ústav bezpečnosti práce ve výškách, z. ú.; email: obelica@lezectvi.cz

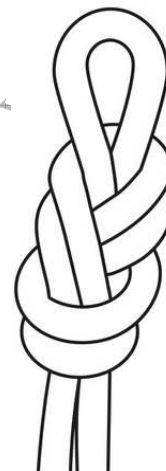
maximální přípustný rozměr ok, včetně uzlů ale nestanovuje, jaký uzel má být použit. Na obrázku 5 jsou na obou koncích ztvárněny uzly nápadně připomínající osmičkové oka. Nikde, ale tato informace uvedena není. I v legendě u obrázku je uvedeno prostě jen "uzel". Je vlastně na rozhodnutí zkušebnímu orgánu (oznámeného subjektu), jaký uzel při zkouškách použije.



Obr. 2: Dračí smyčka

No jo, jenže... Dračí smyčka se sice rychleji váže, snáze se s ním manipuluje (např. při nastavování přesné délky zkušebního spojovacího prostředku) a po zatížení ji lze snadno rozvázat. Osmičkové oko má zase vyšší schopnost pohltit rázové síly. A tady může nastat zásadní problém. Článek 4.2.5 stanovuje pro zkoušku dynamického výkonu zařízení typu A (pohyblivých zachycovačů pádu) maximální brzdní sílu F_{\max} 6 kN a článek 5.6.2.7 vyžaduje přesnost měření 0,1 kN.

Může tedy dojít k situaci, že výrobek nemusí projít zkouškou jen proto, že ve zkušebně použijí jeden uzel, zatímco při použití jiného uzlu by výrobek uspěl.



Obr. 3: Osmičkové oko

2. Použití prostředky

A právě ověření, zdali k něčemu takovému může opravdu dojít, bylo záměrem provedených testů. Ty proběhly počátkem srpna na zkušební pádové věži společnosti Rock Empire.

2.1 Lano

Ke zkouškám bylo použito nové, nikdy nepoužité jednoduché dynamické horolezecké lano certifikované podle EN 892 společností Lanex, model Tendon Trust.

V návodu výrobce uvádí následující údaje:

- průměr 11,4 mm
- hmotnost 84 g/m
- počet pádů UIAA 20
- max. rázová síla 9,2 kN
- posun opletu 0,3 %

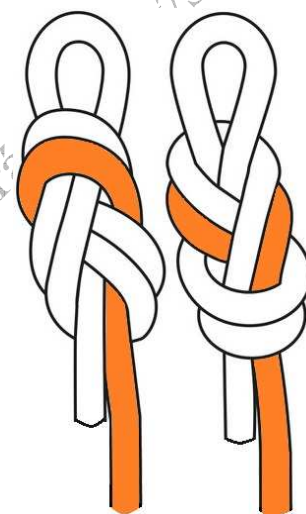
- statický průtah 6,4 %
- dynamický průtah 32 %
- uzlovatelnost 1

Pozn.: Čl. 5.6.1.2 ČSN EN 12841 vyžaduje, aby použitý vzorek jednoduchého horolezeckého dynamického lana měl jmenovitý průměr 11 mm. Námi použitý vzorek měl průměr 11,4 mm, neboť jiný jsme v danou chvíli prostě neměli ;-)

2.2 Zkušební vzorky

Délka testovaného spojovacího prostředku byla 100 cm. Na obou jeho koncích byla uvázána dvě stejná oka, z nichž žádné nebylo delší než 20 cm (uzel + oko). Zkušební hmota vážila 100 kg. S každým z uzlů byly provedeny tři zkoušky, pokaždé s novým kusem lana. Proběhly tedy tři zkoušky s osmičkovými oky a tři s dračími smyčkami.

Testovanými uzly na obou koncích spojovacího prostředku byla dračí smyčka a osmičkové oko. Je nutné zmínit, že v případě osmičkového oka se vždy jednalo o tzv. „spodní variantu“, kdy pevná část lana je uzlem vedena blíže k jeho středu a dál od jeho oka, viz oranžové značení na obr. 4.



Obr. 4: Dolní varianta osmičkového oka použita při zkouškách

3. Metody



Obr. 5: Vyměřování zkušebních vzorků. Zelené šipky na obrázku ukazují laserové vytyčení výšky

Nejprve proběhly zkoušky s osmičkovými oky, teprve poté s dračími smyčkami. Každý ze zkušebních vzorků byl před samotnou zkouškou nejprve na jednu minutu zatížen zkušební hmotou a po přeměření délky tak, aby délka spojovacího prostředku odpovídala požadavkům článku 5.6.1.2 a po řádném upravení uzlu, proběhla samotná zkouška.



Obr. 6: Padající zkušební břemeno při zkoušce osmičkového oka

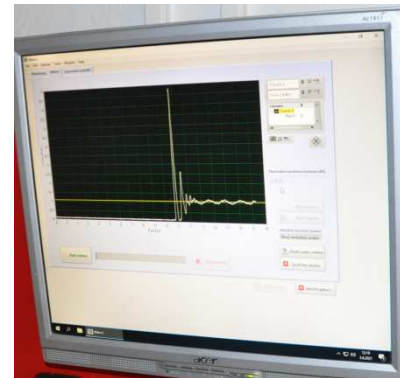
Zkušební hmota byla zdvižena na úroveň kotevního bodu (stejná úroveň byla ověřena pomocí laseru, viz obr. 5) a následně puštěna. Při délce zkušebního spojovacího prostředku 100 cm byla délka pádu 100 cm a pádový faktor 1.

Při vyhodnocování výsledků zkoušek byl vypočten aritmetický průměr ($\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$), poté výběrová směrodatná odchylka ($\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$), a střední kvadratická chyba aritmetického průměru ($\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$).

K získání výsledku ($X = \bar{x} \pm t_{p,n} \cdot \sigma_{\bar{x}}$) byl Studentův součinitel (pro tři provedená měření při zvolení 68,3% pravděpodobnosti) 1,32².

4. Výsledky

Při žádné z šesti zkoušek se 100kg zkušební hmotou nedošlo k poškození lana, avšak na každém z testovaných lan zůstaly v místě uvázání uzlů trvalé deformace. Na základě tří zkoušek s osmičkovým okem lze konstatovat, že rázová síla při použití **osmičkového oka je $6,08 \pm 0,041$ kN**, a při použití **dračí smyčky pak $6,7 \pm 0,13$ kN**.



Obr. 7: Zobrazení průběhu a výsledku jedné z provedených zkoušek

Tab. 1: Výsledky testů s osmičkovým okem

Osmičkové oko				
test	naměřená síla	průměrná síla	výběrová směrodatná odchylka	střední kvadratická chyba
č. 1	6,129 kN	6,083333 kN	0,041535 kN	0,031466 kN
č. 2	6,023 kN			
č. 3	6,098 kN			

² $t = t(P, n)$



Obr. 8: Průběh jedné ze zkoušek s dračí smyčkou

Tab. 2: Výsledky testů s dračí smyčkou

Dračí smyčka				
test	naměřená síla	průměrná síla	výběrová směrodatná odchylka	střední kvadratická chyba
č. 1	6,511 kN	6,666667 kN	0,125468 kN	0,095051 kN
č. 2	6,650 kN			
č. 3	6,839 kN			

5. Závěr

Zkoušky zachycení pádu 100kg zkušebního břemene při použití osmičkového oka a dračí smyčky ukázaly, rozdíl 0,62 kN. To znamená, že při použití osmičkového oka je rázová síla o 9,3 % nižší než při použití dračí smyčky, která je vyžadována například normami ČSN EN 354, ČSN EN 813 či ČSN EN 795. Je tedy nezbytné, aby i norma ČSN EN 12841 jasně definovala uzel, který má být použit a zabránila tak rozdílným výsledkům zkoušek různých zkušeben.

Poděkování

Článek by nemohl vzniknout bez podpory Zbyňka Homoly ze společnosti Rock. Empire, s. r. o., který umožnil provedení zkoušek ve zkušebně společnosti Rock Empire s využitím veškerého vybavení a poskytl zkušební vzorky.



Obr. 9: Zbyněk připravuje jeden ze zkušebních vzorků

Celý článek s fotografiemi ve větším rozlišení je na webu:

<https://craa.cz/2021/09/03/porovnani-uzlu-pro-dynamickou-zkousku/>

Použitá zdroje

- [1] BELICA, Ondřej. *Práce a záchrana ve výškách a nad volnou hloubkou*. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-5055-2.
- [2] SMOLEK, Jan. *Metrologie – Hodnocení přesnosti měřené veličiny, Nejistoty měření*. Brno: SPŠS Brno, 2015.
- [3] ČSN 83 2610 *Uzlování – Terminologie*, 2021.
- [4] ČSN EN 354 *Prostředky ochrany osob proti pádu – Spojovací prostředky*, 2011.
- [5] ČSN EN 795 *Prostředky ochrany osob proti pádu – Kotvicí zařízení*, 2013.
- [6] ČSN EN 813 *Prostředky ochrany osob proti pádu – Sedací postroje*, 2009.
- [7] ČSN EN 892 *Horolezecká výzbroj – Dynamická horolezecká lana – Bezpečnostní požadavky a zkušební metody*, 2017.
- [8] ČSN EN 1891 *Osobní ochranné prostředky pro prevenci pádů z výšky – Nízko průtažná lana s opláštěným jádrem*, 2000.
- [9] ČSN EN 12841 *Prostředky ochrany osob proti pádu – Systémy lanového přístupu – Nastavovací zařízení lana*, 2007.