Vliv poškození oka na pevnost horolezeckého motýlka

Ondřej Belica[1] a Jan Smolek[2]

Abstrakt

Článek se zabývá vlivem poškození lana vyřazeného z lanového řetězce prostřednictvím horolezeckého motýlka na pevnost uzlu a zbytku lanového řetězce. Jsou v něm prezentovány výsledky provedených testů poškozených uzlů na trhačce za účelem zjištění možnosti dalšího použití uzlu k zajištění lezce.

Klíčová slova

Lano, uzel, horolezecký motýlek, pevnostní zkouška

© CRAA - Česká asociace pro aktivity a práce ve výškách

1. Úvod

V profesním i sportovním lezectví je běžnou praxí, vyřadit poškozený úsek lana z celého řetězce pomocí některého z excentrických uzlů, nejčastěji horolezeckého motýlka. V takovém případě pak zdravý rozum velí nepoužívat oko motýlku, v němž se poškozená část lana nachází a to i přesto, že oko uzlu je tvořeno dvěma lany a je tedy zdvojené.

Některé výcvikové systémy s ohledem na tuto skutečnost zakazují při překonávání uzlu používat oko motýlka k zajištění prostřednictvím vložení karabiny odsedací

Obr. 1: ***Použití uzlu k zajištění při jeho překonávání***

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

[2] Ing. Jan Smolek, DiS., Česká speleologická společnost – ZO 6-07 Tišnovský kras

smyčky do oka a vyžadují použití dalších prostředků (např. blokantů při sestupu nebo slaňovací brzdy při výstupu). To jednak zvyšuje požadavky na množství nesené a použité výstroje (i v dnešní době stále existují výškový pracovníci, provádějící práce výhradně při sestupu, kteří nemají a nepoužívají výstupové blokanty) a zároveň to prodlužuje čas potřebný k překonání uzlu.

Záměrem testu bylo zjištění významu poškození oka v lanovém řetězci, zda je poškozené oko dostatečné k zajištění lezce a jakou roli hraje umístění poškození oka.

2. Použité prostředky

2.1 Lano

Při zkouškách bylo použito nové, nikdy nepoužité, nízko průtažné lano typu A, certifikované podle normy EN 1891 vyrobené francouzskou společností Courant, model Truck. V návodu uvádí výrobce následující údaje:

- průměr: 10,5 mm,
- materiál: polyamid,
- statická pevnost: 30 kN,
- pevnost v uzlu (při použití osmičkového oka): 19 kN,
- pevnost šití: 23 kN
- podíl pevnosti opletu (z celkové pevnosti lana): 47 %,
- posun opletu: 0,00 %,
- průtah 50/150 kg[3]: 3 %,
- hmotnost na metr délky: 73 g,
- smrštitelnost 3,5 %,
- uzlovatelnost: 1.

Byla použita lana ze dvou různých sérií, jedna byla vyrobena v lednu roku 2021, druhá v červnu 2021.

Samotné zkoušce předcházelo ověření průměru lana podle článku 5.3 z ČSN EN 1891[4], z něhož vyplynulo, že skutečný průměr lana je 10,69 mm.

[3] zkouška podle článku 5.6 z ČSN EN 1891, lano se na 5 minut zatíží břemenem o hmotnosti 50 kg, poté se zátěž zvýší na 150 kg a změří se prodloužení lana.

[4] třímetrový vzorek lana byl 1350 mm od kotevního bodu zatížen břemenem o hmotnosti 10 kg a každých 300 mm byl ze dvou stran s odstupem 90° změřen průměr pomocí posuvného měřítka

© CRAA – Česká asociace pro aktivity a práce ve výškách

2.2 Trhačka

Testy byly prováděny na stojanovém (vertikálním) hydraulickém trhacím stroji (dále jen trhačka) EU 20 společnosti VEB Werkstoffprüfmaschinen z roku 1987, repasované v roce 2001, schopné vyvinout maximální sílu 200 kN. Naměřené hodnoty zobrazuje na analogovém siloměru, který je součástí ovládacího panelu trhačky a zároveň je zaznamenává prostřednictvím souřadnicového zapisovače. Přesnost měření této pravidelně kalibrované trhačky, je 0,5 %. Rychlost trhání byla ovládána ručně, tak aby rychlost posuvu tažného ústrojí odpovídala požadavkům článku 4.1.2.2 z ČSN EN 364.

Lano a další syntetický materiál se připevňuje prostřednictvím upínacích válců AVH-2 a AVD-2. Vzhledem k relativně krátkému pracovnímu rozsahu trhačky (ten činí 300 mm) se ukázalo jako nevhodné kotvit lano v AVH-2 prostřednictvím původně plánovaného bezuzlového (beznapěťového) kotvení, ale bylo nutné použít uzlu. Do spodní části trhačky byla k AVD-2 prostřednictvím textilní smyčky Rock Empire Open Sling Work 20 mm[5], s pevností 35 kN připojena spojka (karabina) Rock Empire Magnum Steel 2T[6] s podélnou pevností 46 kN. Spojka byla při každém testu připnuta do oka uzlu tak, jak by se do něj připnul lezec, a působila na oko uzlu stejným směrem, kterým by na oko působil zavěšený (nebo padající) lezec.

2.3 Zkušební vzorky

Za účelem zjistit, zda umístění poškozeného místa na oku motýlka má vliv na pevnost jeho oka, byly zkušební vzorky naříznuty horkým nožem:

- z vnější strany horní části oka (test 3),
- z vnitřní strany horní části oka (test 4),
- z vnější strany vrcholu oka (test 1),
- z vnitřní strany vrcholu oka (test 2),
- z vnější strany spodní části oka (test 5),
- z vnitřní strany spodní části oka (test 6).

Pro případ, že by nebylo poškozené jádro lana, ale pouze oplet, byly další zkušební vzorky (bez použití horkého nože) plně zbaveny opletu:

[5] Open Sling Work 20 mm, certifikovaná podle EN 354:2010 a EN 795:2012 B

[6] Magnum Steel 2T, certifikovaná podle EN 362:2004 B a EN 12275:2013 B

© CRAA - Česká asociace pro aktivity a práce ve výškách

- v horní části oka (test 8),
- na vrcholu oka (test 7),
- ve spodní části oka (test 9).

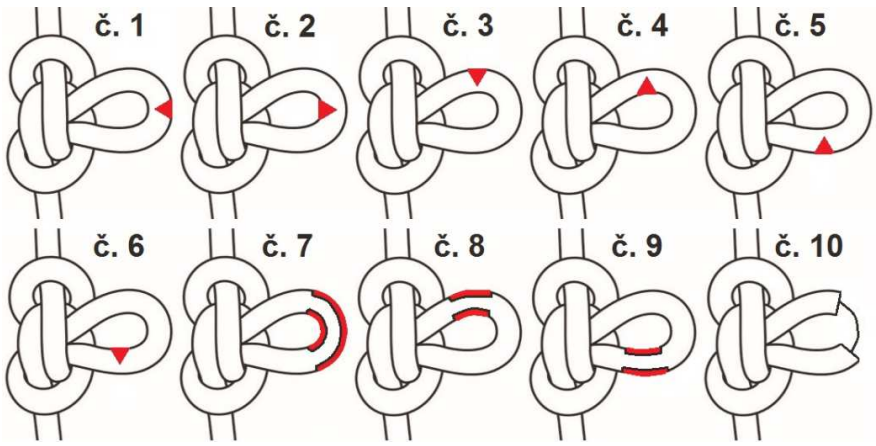
Poslední ze zkušebních vzorků byly zbaveny jak opletu, tak sedmi z devíti pramenů v jádru. Zůstaly pouze dva prameny jádra a identifikační páska lana a to ve vrcholu oka (test 10).

Je pravděpodobné, že zářezy horkým nožem nemusely být stejně hluboké (nehlubší byly u zkoušky 1, tedy u zkušebních vzorků 1-1, 1-2 a 1-3, kdy jejich hloubka byla pouze odhadnuta, v ostatních případech byl při řezání použit dorazový přípravek tak, aby hloubka řezu odpovídala poloměru lana).

3. Metody

Testy byly provedeny v následujícím pořadí:

- Test 0 – zkoušení nepoškozených uzlů za účelem zjištění pevnosti lana v uzlu,
- Test 1 – zkoušení vzorků poškozených z vnější strany vrcholu oka,
- Test 2 – zkoušení vzorků poškozených z vnitřní strany vrcholu oka,
- Test 3 – zkoušení vzorků poškozených z vnější strany horní části oka,
- Test 4 – zkoušení vzorků poškozených z vnitřní strany horní části oka,
- Test 5 – zkoušení vzorků poškozených z vnější strany spodní části oka,
- Test 5 – zkoušení vzorků poškozených z vnitřní strany spodní části oka,
- Test 7 – zkoušení vzorků zbavených opletu na vrcholu oka,
- Test 8 – zkoušení vzorků zbavených opletu v horní části oka,
- Test 9 – zkoušení vzorků zbavených opletu ve spodní části oka,
- Test 10 – zkoušení vzorků tvořených dvěma prameny jádra a identifikační páskou ve vrcholu oka.

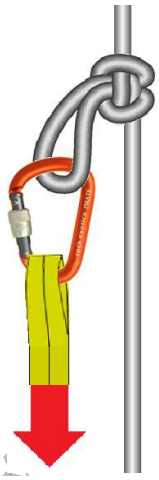


Obr. 2: ***Schéma a pořadí provedených testů***

© CRAA - Česká asociace pro aktivity a práce ve výškách

Každý z uzlů byl před zahájením testu řádně upraven a staticky zatížen silou 1,5 kN. Při samotných zkouškách byly uzly zatěžovány za horní konec lana a oko uzlu, nikoliv excentricky za oba volné konce lana.

Každý vzorek byl ztrojen, tedy každý z testů byl proveden třikrát. Celkově byly zkoušeny 33 uzly, z toho 30 uzlů s poškozením. Autoři si jsou vědomi skutečnosti, že tři provedená měření nemusí být chápána jako dostatečně průkazná, avšak je nezbytné se uvědomit, že záměrem zkoušky bylo zjištění významu poškození lana v oku pro potřeby zajištění se při překonávání uzlu, nikoliv studie o míře vlivu poškození lana na pevnost lanového řetězce.



Obr. 3: ***Způsob zatěžování uzlu při zkouškách***

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 ($X = \bar{x} \pm t_{P.n}.\sigma_{\bar{x}}$) byl Studentův součinitel (pro tři provedená měření při zvolení 68,3% pravděpodobnosti) 1,32[7]. Vzhledem ke skutečnosti, že v případě některých testů došlo k naměření výrazně rozdílných hodnot, byl pro zajímavost vypočten i medián.

4. Výsledky

4.1 Souhrnné výsledky

Z třiceti zkoušených horolezeckých motýlků s poškozením, došlo u dvaceti jednoho z nich k přetržení v uzlu (poškození oka nemělo vliv na přetržení), a u třech zkoušek došlo k přetržení druhého – kotevního uzlu, nikoliv uzlu zkoušeného ani oka s poškozením (v jednom případě se jednalo lano z počátku roku 2021, ve dvou případech o lano z června roku 2021).

Pouze v šesti případech došlo k přetržení poškozeného oka a poškození mělo vliv na snížení pevnosti celého řetězce. Ve třech případech se jednalo o oko tvořené dvěma prameny jádra a identifikační páskou (testy 10-1 až 10-3), ve dvou případech o lano naříznuté z vnější strany vrcholu oka, kdy hloubka zářezu byla pouze

[7] t = t(P, n)

© CRAA – Česká asociace pro aktivity a práce ve výškách

odhadována (testy 1-1 a 1-3) a v jednom případě lano naříznuté z vnitřní strany vrcholu oka (test 2-2). Avšak ani v jediném případě neklesla síla potřebná k přetržení lana pod 9 kN (u testů č. 10 byla síla v rozmezí 9,22 - 9,60 kN, u testu 1-1 pak 10,62 kN, a u testů 1-3 a 2-2 bylo zapotřebí síly 18,60 kN).

4.2 Výsledky jednotlivých testů

4.2.1 Test č. 0 – lano bez jakéhokoliv poškození

Test s označením 0 nebyl plánován jako test, sloužil ke zjištění pevnosti nepoškozeného oka tak, aby bylo možné porovnávat vliv jednotlivých poškození. Poté, co některé další provedené zkoušky naprosto minimalizovaly vliv poškození, byl do výsledků zahrnut i tento test.

Pevnost nepoškozeného horolezeckého motýlka zatěžovaného za oko byla 20 ± 1,7 kN. Ve všech případech došlo k přetržení uzlu samotného, nikoliv k přetržení oka uzlu.

Obr. 4: ***Zátěžová zkouška motýlka s nepoškozeným lanem***

Tab. 1: ***Výsledky testu č. 0***

Test č. 0						
zkouška	síla při přetržení	medián	průměr	odchylka	st. kvadr. chyba	místo přetržení lana
0-1	22,18 kN	20,45 kN	20,13 kN	1,70 kN	1,29 kN	uzel
0-2	20,45 kN					uzel
0-3	17,76 kN					uzel

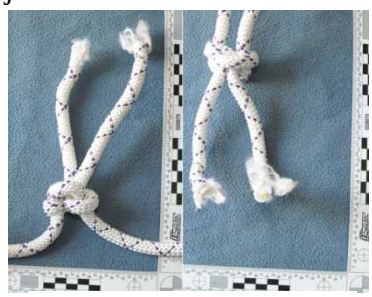
4.2.2 Test č. 1 – poškození vnější strany vrcholu oka motýlka

Umístění poškození lana z vnější strany vrcholu oka je nejčastějším způsobem použití v praxi. Je to dáno jednak samotným vázáním, kdy lezec instinktivně ohne lano pod poškozeným úsekem a následně s ním dováže zbytek uzlu a také proto, že poškození na vrcholu uzlu je nejvíce patrné, takže zvyšuje pravděpodobnost, že i další lezci, kteří o poškození lana neví, jej na vrcholu oka včas zaregistrují. V neposlední řadě umístění poškození do vrcholu oka snižuje riziko, že při změnách zatěžování lana zajede poškozený úsek do uzlu (přesune se z oka).

© CRAA - Česká asociace pro aktivity a práce ve výškách

Obr. 5: ***Připravené zkušební vzorky pro test č. 1***

Při přípravě prvních zkušebních vzorků nebylo použito dorazového přípravku, jako u dalších a hloubka zářezu byla pouze odhadována. Samotný první zkušební vzorek (č. 1-1) měl ze všech zkušebních vzorků nejhlubší zářez, což bylo patrné i vizuálně a při zkouškách vykázal nejmenší pevnost. Průměrná pevnost horolezeckých motýlků poškozených z vnější strany vrcholu oka byla 16 ± 3,6 kN. U zkoušek č. 1-1 a 1-3 došlo k přetržení oka v místě poškození, v případě zkoušky č. 1-2 byl přetržen uzel (bez ohledu na poškození oka). Je nutné znovu připomenout, že řezy poškozující lano byly hlubší než u všech ostatních zkušebních vzorků.



Obr. 6: ***Zkušební vzorek č. 1-1 po provedené zkoušce***

Obr. 7: ***Zkušební vzorek č. 1-3 po provedené zkoušce***

Tab. 2: ***Výsledky testu č. 1***

Test č. 1						
zkouška	síla při přetržení	medián	průměr	odchylka	st. kvadr. chyba	místo přetržení lana
1-1	10,62 kN	18,60 kN	16,10 kN	3,62 kN	2,74 kN	oko v místě poškození
1-2	19,08 kN					uzel
1-3	18,60 kN					oko v místě poškození

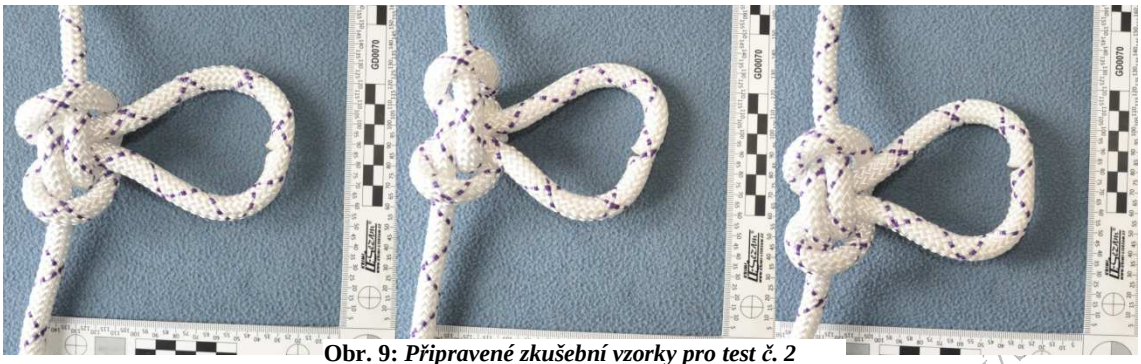
4.2.3 Test č. 2 – poškození vnitřní strany vrcholu oka motýlka

K přetržení lana v místě poškození umístěném z vnitřní strany vrcholu oka uzlu došlo pouze v případě zkoušky 2-2 při síle 18,62 kN. V obou dalších případech (2-1 a 2-3) byl přetržen samotný

Obr. 8: ***Zkušební vzorek č. 2-3 po provedené zkoušce***

© CRAA – Česká asociace pro aktivity a práce ve výškách

uzel bez ohledu na poškození lana v oku. Horolezecké motýlky s poškozenou vnitřní stranou oka vykazovaly pevnost 19,9 ± 0,85 kN.



Obr. 9: ***Připravené zkušební vzorky pro test č. 2***

Tab. 3: ***Výsledky testu č. 2***

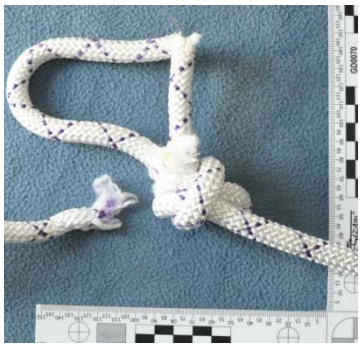
Test č. 2						
zkouška	síla při přetržení	medián	průměr	odchylka	st. kvadr. chyba	místo přetržení lana
2-1	20,70 kN	20,35 kN	19,89 kN	0,85 kN	0,64 kN	uzel
2-2	18,62 kN					oko v místě poškození
2-3	20,35 kN					uzel

4.2.4 Test č. 3 – poškození vnější strany horní části oka motýlka

Horní částí oka motýlka se rozumí ta část oka, která v nezatíženém oku míří vzhůru, pryč od země a při zatížení oka se nedostane do kontaktu s volným koncem lana visícím dolů.

Obr. 10: ***Připravené zkušební vzorky pro test č. 3***

Z pohledu zatížení se varianta, při které není poškození ve vrcholu oka, jeví jako bezpečnější, neboť z nepoškozeného vrcholu jsou rovnoměrně zatěžovány dvě části oka, z nichž jedna je bez poškození. Při všech třech provedených zkouškách u testu č. 3 došlo k přetržení uzlu,



Obr. 11: ***Zkušební vzorek č. 3-3 po provedené zkoušce***

zatímco poškození oka se v pevnosti řetězce neprojevilo. Síla potřebná k přetržení horolezeckého motýlka s okem poškozeným mimo vrchol byla 20,2 ± 0,65 kN.

Tab. 4: ***Výsledky testu č. 3***

Test č. 3						
zkouška	síla při přetržení	medián	průměr	odchylka	st. kvadr. chyba	místo přetržení lana
3-1	19,23 kN	20,36 kN	20,16 kN	0,65 kN	0,49 kN	uzel
3-2	20,90 kN					uzel
3-3	20,36 kN					uzel

4.2.5 Test č. 4 – poškození vnitřní strany horní části oka motýlka

I v případě horolezeckého motýlka s poškozením vnitřní strany horní části oka nedošlo při zkouškách k přetržení poškozeného oka, ale k přetržení uzlu. Docházelo k tomu při síle 19,9 ± 0,29 kN.

Obr. 12: ***Zkušební vzorek č. 4-2 po provedené zkoušce***

Obr. 13: ***Připravené zkušební vzorky pro test č. 4***

Tab. 5: ***Výsledky testu č. 4***

Test č. 4						
zkouška	síla při přetržení	medián	průměr	odchylka	st. kvadr. chyba	místo přetržení lana
4-1	19,45 kN	19,95 kN	19,87 kN	0,29 kN	0,22 kN	uzel
4-2	19,95 kN					uzel
4-3	20,20 kN					uzel

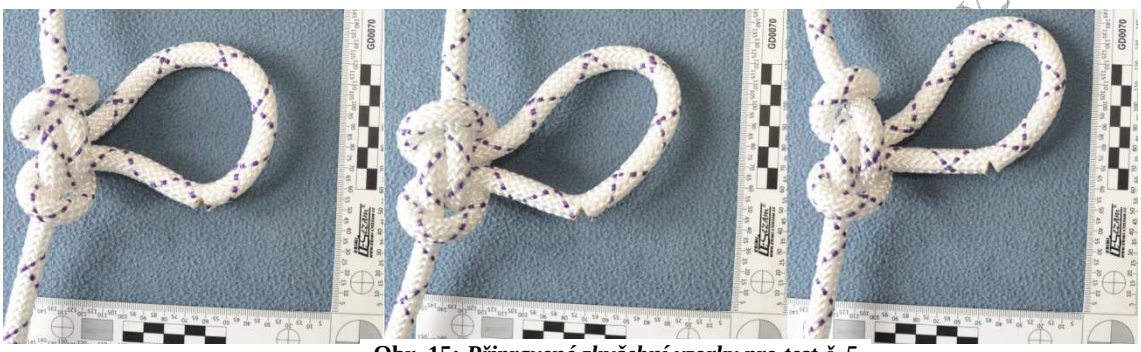
© CRAA - Česká asociace pro aktivity a práce ve výškách

4.2.6 Test č. 5 – poškození vnější strany spodní části oka motýlka

Spodní částí oka se v případě nezatíženého horolezeckého motýlka rozumí část oka, která je blíže k povrchu země a po zatížení oka se přiblíží (dostane do kontaktu) s volným koncem lana vedoucím dolů pod uzel.

Samotné poškození vnější strany oka nemělo v případě testu č. 5 vliv na pevnost, u všech tří zkoušek se přetrhl uzel. K přetržení došlo při síle 21 ± 1,1 kN.

Obr. 14: ***Zkušební vzorek č. 5-2 po provedené zkoušce***



Obr. 15: ***Připravené zkušební vzorky pro test č. 5***

Tab. 6: ***Výsledky testu č. 5***

Test č. 5						
zkouška	síla při přetržení	medián	průměr	odchylka	st. kvadr. chyba	místo přetržení lana
5-1	20,25 kN	20,25 kN	20,55 kN	1,12 kN	0,85 kN	uzel
5-2	22,15 kN					uzel
5-3	19,25 kN					uzel

4.2.7 Test č. 6 – poškození vnitřní strany spodní části oka motýlka

Stejně jako v případě oka poškozeného z vnější strany, se poškození z vnitřní strany neprojevilo na pevnosti oka a k přetržení došlu v uzlu při síle 19,6 ± 0,23 kN.

Obr. 16: ***Zkušební vzorek č. 6-1 po provedené zkoušce***

Tab. 7: ***Výsledky testu č. 6***

Test č. 6						
zkouška	síla při přetržení	medián	průměr	odchylka	st. kvadr. chyba	místo přetržení lana
6-1	19,85 kN	19,65 kN	19,58 kN	0,23 kN	0,18 kN	uzel
6-2	19,25 kN					uzel
6-3	19,65 kN					uzel

© CRAA – Česká asociace pro aktivity a práce ve výškách

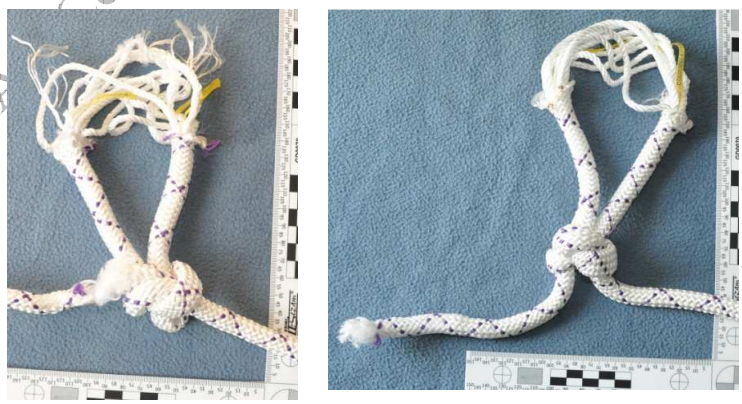
Obr. 17: ***Připravené zkušební vzorky pro test č. 6***

4.2.8 Test č. 7 – odstraněný oplet ve vrcholu oka motýlka

Odstranění opletu ve vrcholu oka by se teoreticky mělo projevit 47%[8] snížením pevnosti oka oproti jeho původní pevnosti. Přesto ale u zkoušek 7-1 a 7-2 došlo k přetržení uzlu (poškození oka nemělo na pevnost řetězce žádný vliv) a u zkoušky 7-3 se přetrhl kotevní uzel (v uzlu), který byl totožný s testovaným uzlem.

Obr. 18: ***Připravené zkušební vzorky pro test č. 7***

K přetržení uzlů docházelo při síle 20 ± 0,8 kN. Sluší se upozornit, že při odstraňování opletu u vzorku 7-1 bylo nechtěně naříznuto několik přízí v jednom z pramenů.



Obr. 19: ***Zkušební vzorky č. 7-1 (vlevo) a 7-3 (vpravo) po provedené zkoušce***

[8] návod výrobce uvádí 47% podíl pevnosti opletu z celkové pevnosti lana, viz kpt. 2.1 Lano

© CRAA – Česká asociace pro aktivity a práce ve výškách

Tab. 8: ***Výsledky testu č. 7***

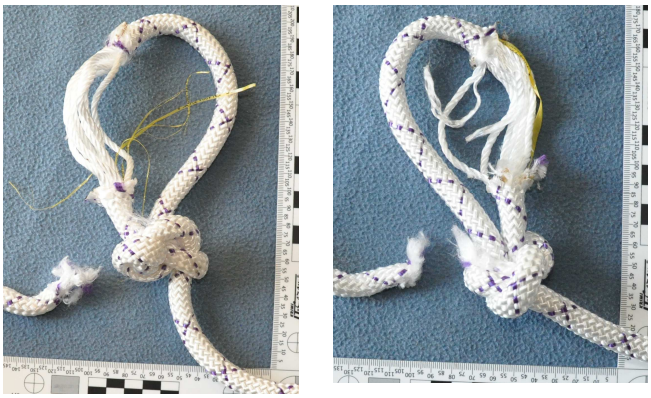
Test č. 7						
zkouška	síla při přetržení	medián	Průměr	odchylka	st. kvadr. chyba	místo přetržení lana
7-1	19,50 kN	19,50 kN	19,97 kN	0,80 kN	0,60 kN	uzel
7-2	21,17 kN					uzel
7-3	19,25 kN					kotevní uzel na AVH-2

Pozn.: *test č. 7 byl poslední, při kterém bylo použito lano vyrobené v lednu 2021, a všechny následující testy pokračovaly na laně vyrobeném v červnu 2021.*

4.2.9 Test č. 8 – odstraněný oplet v horní části oka motýlka

Při zkoušení horolezeckých motýlků s odstraněným opletem v horní části oka došlo vždy k přetržení uzlu (odstraněný oplet neměl vliv na pevnost oka). Zajímavým zjištěním bylo, že při zkoušení vzorků 8-1 a 8-3 se částečně poškodila (avšak nepřetrhla se) identifikační páska lana a v průběhu zkoušky 8-2 se přetrhlo několik přízí ve dvou pramenech. Samotné uzly byly přetrženy při dosažení síly 20,78 ± 0,02 kN.

Obr. 20: ***Připravené zkušební vzorky pro test č. 8***



Obr. 21: ***Zkušební vzorky č. 8-1 (vlevo) a 8-2 (vpravo) po provedené zkoušce***

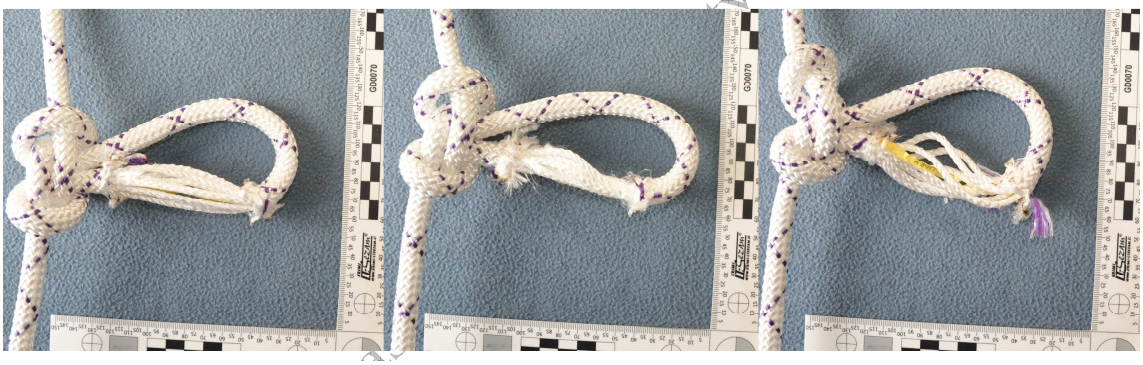
© CRAA - Česká asociace pro aktivity a práce ve výškách

Tab. 9: ***Výsledky testu č. 8***

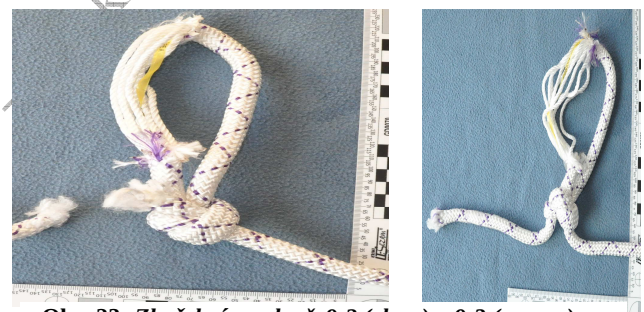
Test č. 8						
zkouška	síla při přetržení	medián	průměr	odchylka	st. kvadr. chyba	místo přetržení lana
8-1	20,80 kN	20,80 kN	20,78 kN	0,02 kN	0,02 kN	uzel
8-2	20,75 kN					uzel
8-3	20,80					uzel

4.2.10 Test č. 9 – odstraněný oplet ve spodní části oka motýlka

Zatímco při zkoušení horolezeckého motýlka s odstraněným opletem v horní části oka se vždy přetrhl testovaný uzel, při zkoušení motýlků s odstraněným opletem ve spodní části došlo ve dvou případech (9-1 a 9-2) k přetržení kotevního uzlu na AVH-2 (ten byl totožný s testovaným uzlem) a v jednom případě k přetržení testovaného uzlu. Ani v jednom z případů nemělo odstranění opletu vliv na pevnost celého řetězce. Ta byla 20,1 ± 0,97 kN.



Obr. 22: ***Připravené zkušební vzorky pro test č. 9***



Obr. 23: ***Zkušební vzorky č. 9-2 (vlevo) a 9-3 (vpravo) po provedené zkoušce***

Tab. 10: ***Výsledky testu č. 9***

Test č. 9						
zkouška	síla při přetržení	medián	průměr	odchylka	st. kvadr. chyba	místo přetržení lana
9-1	18,65 kN	20,80 kN	20,12 kN	0,97 kN	0,73 kN	kotevní uzel na AVH-2
9-2	20,90 kN					uzel
9-3	20,80 kN					kotevní uzel na AVH-2

© CRAA – Česká asociace pro aktivity a práce ve výškách

4.2.11 Test č. 10 – vrchol oka tvořený dvěma prameny jádra a identifikační páskou

Poslední z testů ověřoval nejhorší možnou variantu poškození, tedy lano zbavené opletu a většiny jádra. Zůstaly pouze dva prameny a identifikační páska lana (vnitřní značení) ve vrcholu oka. U tohoto testu, jako u jediného došlo při všech zkouškách k přetržení oka v místě poškození a to při dosažení síly 9,4 ± 0,17 kN. Zajímavostí je, že identifikační páska se přetrhla až při vynaložení síly kolem 2 kN (to pochopitelně neznamená, že identifikační páska udrží 2 kN, ale že zbývající dva prameny dokázaly poskytnout identifikační pásce takovou oporu, že vydržela až do 2 kN!!!).

Obr. 24: ***Zkušební vzorek č. 10-2 po provedené zkoušce***

Obr. 25 Připravené zkušební vzorky pro test č. 10

Tab. 11: ***Výsledky testu č. 10***

Test č. 10						
zkouška	síla při přetržení	medián	průměr	odchylka	st. kvadr. chyba	místo přetržení lana
10-1	9,22 kN	9,23 kN	9,35 kN	0,17 kN	0,13 kN	oko v místě poškození
10-2	9,60 kN					oko v místě poškození
10-3	9,23 kN					oko v místě poškození

5. Diskuse

Během testů podstoupily zátěžovou zkoušku 33 horolezecké motýlky, z toho 30 z nich s různým poškozením. Pouze šest z nich se přetrhlo v místě poškození (tedy pouze ⅕) a síla potřebná k přetržení nikdy neklesla pod 9 kN. K přetržení všech poškozených uzlů (bez ohledu na to, zda se přetrhly v místě poškození, v testovaném uzlu anebo v kotevním uzlu) bylo zapotřebí vynaložit průměrné síly 18,64 ± 0,89 kN (medián 19,75 kN).

Je tedy možné použít poškozená oka horolezeckých motýlků k zajištění se, při překonávání uzlu? Pro získání odpovědi je nutné zohlednit následující skutečnosti.

Minimální síla potřebná u zkoušek k přetržení lana (jednalo se zkoušku 10-1, kde vrchol oka zkušebního uzlu byl tvořen dvěma prameny a identifikační páskou) byla 9,22 kN a k přetržení došlo v místě poškození.

Lezec o hmotnosti 120 kg v klidovém stavu působí směrem k zemi silou přibližně 1,18 kN. V případě pádu rázová síla tuto hodnotu překročí, v závislosti na délce pádu, použitém spojovacím prostředku (odsedací smyčce), vzdálenosti (délce lana) mezi kotevním bodem a překonávaným uzlem, a laně, na němž je motýlek uvázán (dotahování motýlka v okamžiku zachycení pádu se promítne do snížení rázové síly), případně na použití tlumiče pádové energie.

Technické normy stanovují, že rázová síla nesmí překročit 6 kN[9]. Rovněž je vhodné si připomenout, že například u blokantů se požaduje minimální provozní síla 4 kN[10]. V případě tzv. reepšňůr o průměru 4 mm je normou požadovaná pevnost v tahu 3,2 kN, u průměru 5 mm 5 kN, u průměru 6 mm 7,2 kN a teprve až u průměru 7 mm je požadovaná minimální pevnost 9,8 kN[11].

Obr. 26: ***Zkušební vzorky č. 5-2 (vlevo) a 3-2 (vpravo) v průběhu zkoušky***

V neposlední řadě, při použití standardizované výstrojí je spojení lezce s lanem vždy zdvojeno. Tedy i v případě, kdy se lezec jistí odsedací smyčkou do oka uzlu, nevisí pouze v samotné smyčce, ale vždy má na laně další prostředek, většinou blokant. Ten sice není určen k zachycení pádu v případě, že by došlo k přetržení oka uzlu, ale stejně tak není určen k zachycení pádu v okamžiku, kdy dojde k selhání druhého blokantu, se kterým je používán, případně kdy druhý blokant poškodí lano.

Na druhou stranu je ale nezbytné připomenout, že testy byly provedeny s novými, nepoužitými lany Courant Truck o průměru 10,5 mm, vyrobenými v roce 2021. Nezohledňují možné rozdíly způsobené stářím či opotřebením lana, jiným průměrem

[9] např. ČSN EN 363, čl. 4.3.3; ČSN EN 355, čl. 6.4; ČSN EN 795 kpt. 7 písm. b) a další

[10] ČSN EN 12841 čl. 4.3.3; v případě prEN 12841 pak 4 kN nebo 1,5 násobek maximálního uvedeného zatížení, podle toho, co je vyšší, viz čl. 4.3.3

[11] ČSN EN 564, čl. 4.3

© CRAA – Česká asociace pro aktivity a práce ve výškách

lana, jiným modelem lana téhož výrobce, lana jiných výrobců ani další v úvahu připadající faktory. Rovněž nemůže zohlednit míru poškození, která nikdy nebude stejná. Tím pádem poškozené oko horolezeckého motýlka nemusí odolat takové síle, jíž odolalo při provedených zkouškách.

I tak by zajištění se do poškozeného oka horolezeckého motýlku nemělo ohrozit bezpečnost uživatele. Nejen pro lepší pocit, ale hlavně za účelem dosažení maximální bezpečnosti je žádoucí použít dvojitého horolezeckého motýlka a jistit se do obou jeho ok. Takovéto zajištění rozhodně lezce ohrozit nemůže a hlavně mu urychlí překonání uzlu.

Obr. 27: ***Dvojitý horolezecký motýlek je dostatečně bezpečný k zajištění i v případě, že je jedno z ok poškozené***

6. Závěr

Záměrem testů bylo zjištění, zda poškození lana v oku horolezeckého motýlka sníží pevnost uzlu natolik, aby oko nebylo možné použít k zajištění lezce při překonávání uzlu. Překvapením bylo, že snížení pevnosti v důsledku uvázání uzlu bylo v drtivé většině případů významnější než vliv poškození lana. K přetržení (ok, zkoumaných uzlů nebo kotveních uzlů) docházelo v rozmezí sil 9,22 – 22,18 kN (průměrně při 18,64 ± 0,89 kN), což je pro zajištění lezce zřejmě dostatečné (při dodržení zásady, že kromě zajištění se do uzlu je na laně nasazen další OOP proti pádu).

Přesto je nutné vést v patrnosti, že naměřené hodnoty byly naměřeny v laboratorních podmínkách na nových vzorcích lana jednoho výrobce, konkrétního typu a stejného průměru. Zároveň tři zkoušky pro každý z testů nemusí být chápany jako dostatečné průkazné, na druhou stranu mohou být použity jako odrazový můstek pro provedení dalších zkoušek již konkrétního testu, během něhož budou zkoušeny desítky různých lan v různém stavu a různých výrobců.

Rovněž poškození zkušebních vzorků, s výjimkou odstranění opletu (testy č. 7 – 9) a odstranění opletu a nadpoloviční části jádra (test. Č. 10), mělo podobu naříznutí lana do poloviny průměru horkým nožem, takže jejich rozsah byl velmi podobný. Další zkoumání si tedy zaslouží i různé další způsoby mechanického poškození, ať už

© CRAA – Česká asociace pro aktivity a

způsobené padajícími předměty, poškozením lana o hranu, prodření části lana jiným OOP proti pádu anebo jinou nešetrnou manipulací.

Poděkování

Článek by nemohl vzniknout (a provedené testy by nemohly proběhnout) bez podpory Jaroslava Čecha, který dokázal pružně zareagovat na potřebu dodání nových upínacích válců AVH-2 a AVD-2, které nahradily ty poškozené při předchozích testech. Za poskytnutí zkušebních vzorků, tedy lan, smyček a spojek (karabin) patří poděkování následujícím subjektům (abecedně) Courant, Lezectví.cz a Worksafety.cz.

Celý článek s fotografiemi ve větším rozlišení je na webu:
https://craa.cz/2021/08/11/vliv-poskozeni-oka-na-pevnost-motylka/

Použité zdroje

[1] BELICA, Ondřej. *Práce a záchrana ve výškách a nad volnou hloubkou*. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-5055-2.
[2] FRANK, Tomáš a Tomáš KUBLÁK. *Horolezecká abeceda*. Praha: Epocha, 2007. Horolezecká abeceda. ISBN 978-80-87027-35-6.
[3] SMOLEK, Jan. *Metrologie – Hodnocení přesnosti měřené veličiny, Nejistoty měření*. Brno: SPŠS Brno, 2015.
[4] ČSN 83 2610 *Uzlování – Terminologie*, 2021.
[5] ČSN EN 355 *Osobní ochranné prostředky proti pádům z výšky – Tlumiče pádu*, 2003.
[6] ČSN EN 363 *Prostředky ochrany osob proti pádu – Systémy ochrany osob proti pádu*, 2019.
[7] ČSN EN 364 *Osobní ochranné prostředky proti pádům z výšky. Zkušební metody*, 1996.
[8] ČSN EN 564 *Horolezecká výzbroj – Pomocná šňůra – Bezpečnostní požadavky a zkušební metody*, 2015.
[9] ČSN EN 795 *Prostředky ochrany osob proti pádu – Kotvicí zařízení*, 2013.
[10] ČSN EN 1891 *Osobní ochranné prostředky pro prevenci pádů z výšky - Nízko průtažná lana s opláštěným jádrem*, 2000.
[11] ČSN EN 12841 *Prostředky ochrany osob proti pádu – Systémy lanového přístupu – Nastavovací zařízení lana*, 2007.

© CRAA - Česká asociace pro aktivity a práce ve výškách