

Seminárna práca

Testovanie lezeckého materiálu podľa noriem UIAA a EN



Liptovský Mikuláš, 5. september 2015

Ing. Peter Jaško

Obsah

1.	Úvod	3
2.	Laná	4
2.2.	Skúška posunu opletu	5
2.3.	Skúšky statického predĺženia lana.....	5
2.4.	Pádové skúšky	6
2.5.	Kontrola stredovej značky lana	7
2.6.	Test vodeodolnosti	7
2.7.	Stanovenie energie absorbovanej lanom pred jeho roztrhnutím.....	9
4.	Pomocné šnúry	12
5.	Ploché popruhy	13
6.	Úväzy	14
7.	Horolezecké prilby.....	15
9.	Karabíny.....	18
10.	Skoby	19
12.	Expanzné nity a borháky	21
13.	Vklínence	22
14.	Friendly.....	23
16.	Brzdíacie mechanizmy	25
16.1.	Skúšanie manuálnych brzdíacich mechanizmov na veľkosť brzdiaceho účinku	25
16.2.	Skúšanie brzdíacich mechanizmov s asistovaným uzamykaním	26
16.3.	Skúšanie zlaňovacích mechanizmov s funkciou núdzového blokovania	27
16.4.	Dynamický test (iba brzdíacie mechanizmy s asistovaným uzamknutím)	28
17.	Záver	29
19.	Bibliografické odkazy.....	30

1. Úvod

Pre výkon horolezectva je potrebná určitá výstroj ako sú na príklad telové úväzy, laná, prilby, istiace pomôcky, karabíny atď. V počiatkoch horolezectva si toto nevyhnutné vybavenie zabezpečovali horolezci z akéhokoľvek dostupného zdroja. Mnoho vybavenia bolo vyrábaného ručne „na kolene“. Používali sa konopné laná, drevené klíny, skoby kované s akéhokoľvek dostupného materiálu. Ako sa horolezectvo vyvíjalo, vyvíjalo sa aj horolezecké vybavenie, ktoré sa postupom času začalo vyrábať komerčne. Z tohto dôvodu bolo potrebné zaručiť určitú akosť a mechanické vlastnosti daného vybavenia. Tak isto bolo potrebné rozpoznateľne odlíšiť lezecký materiál od materiálu pre tento šport nevhodného. Preto v roku 1960 zaviedol Medzinárodný zväz horolezeckých asociácií (UIAA - Union Internationale des Association d'Alpinisme) jednotné označovanie lezeckého materiálu, tak aby každý, kto si takýto materiál kúpil, vedel rozoznať, že je určený pre horolezectvo a že sa na neho môže spoľahnúť (1). Postupne UIAA vytvorilo normy, ktoré predpisovali mechanické vlastnosti daného vybavenia ako aj postup jeho skúšania. Táto práca je zameraná na súhrn postupov skúšania vybraného lezeckého materiálu podľa noriem UIAA a EN pre výkon horolezectva v letných podmienkach a bola vypracovaná ako edukačný materiál pre frekventantov kurzov skalného lezenia a horolezectva pre Slovenský horolezecký spolok JAMES.

2. Laná

Pre výkon horolezectva sa používajú výhradne dynamické laná. Dynamické laná rozdeľujeme na laná celé, polovičné a dvojité. Označenie podľa UIAA je na *Obr. 1*.



Obr. 1 Označovanie dynamických lán (2)

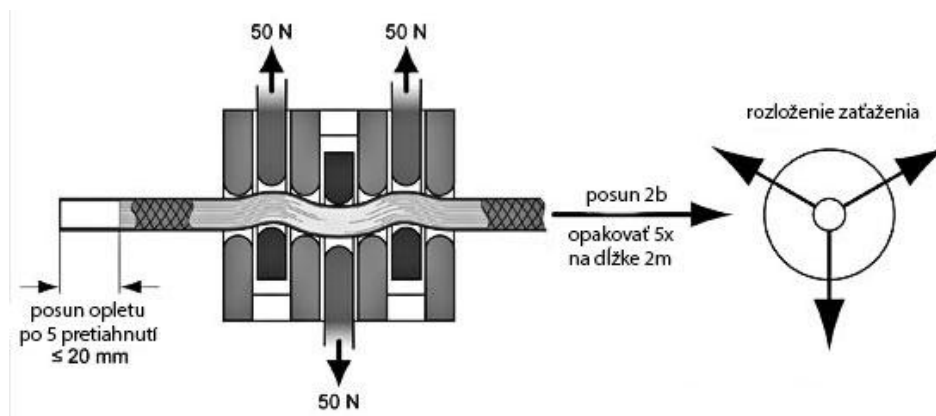
Označenie UIAA môžu získať len dynamické laná, ktoré spĺňajú všetky požiadavky normy EN892:2012 s výnimkou ak nie je potrebné EN označenie.

Pre udelenie UIAA označenia musia byť splnené nasledujúce požiadavky na bezpečnosť (2):

- Viacpádové lano (jednoduché, alebo polovičné lano v súlade s EN 892, ktoré odoláva minimálne 10 normovaným pádom.
- Priemer lana uvedený výrobcom musí spadať do tolerancie $\pm 0,2\text{mm}$ ako je uvedené v EN 892:2004
- Pri novom lane musí byť priložená informácia o možnosti zmrštenia lana počas bežného používania.
- Ak je výrobcom označená polovica lana, toto označenie musí byť umiestnené s presnosťou $\pm 1\text{m}$ od skutočného stredu lana. Stredová značka musí ostať viditeľná po celú životnosť lana. Stredové značky môžu byť vyhotovené pomocou farbív alebo zmenou tkania opletu.
- V informácii výrobcu musí byť uvedené minimálna a maximálna teplota skladovania.
- Ak je lano dodávané navinuté na bubne, musia byť zreteľne viditeľné všetky konce lana, konce nesmú byť spojené a na bubne musí byť uvedená informácia o počte navinutých lán.
- Ak sa celková hmotnosť lana pri teste odolnosti voči vode nezväčší o 5% môže byť podľa UIAA lano označené ako vodeodpudivé.

2.2. Skúška posunu opletu

Skúška posunu opletu sa kontroluje na zariadení zobrazenom na Obr. 2. Testované lano sa vsunie do otvoru skúšobného zariadenia, po nastavení menovitého zaťaženia 50N sa lano pretáha cez testovacie zariadenie.

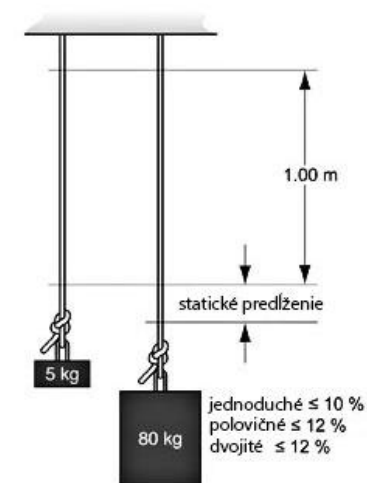


Obr. 2 Skúška posunu opletu (2)

Po piatich opakovaniach sa pristupuje k meraniu posunu opletu voči jadru lana. Tento posun by nemal byť väčší ako 20mm

2.3. Skúšky statického predĺženia lana

Pri skúške statického predĺženia lana je testovaná dĺžka lana zaťažená najprv predpínacím zaťažením 5kg, kedy sa označí kontrolný úsek 1m. Následne sa lano zaťaží záťažou 80kg a zmeria sa rozdiel medzi označeným bodom pri zaťažení 5kg a bodom pri zaťažení 80kg. Rozdiel týchto bodov je potom statické predĺženie lana Obr. 3.

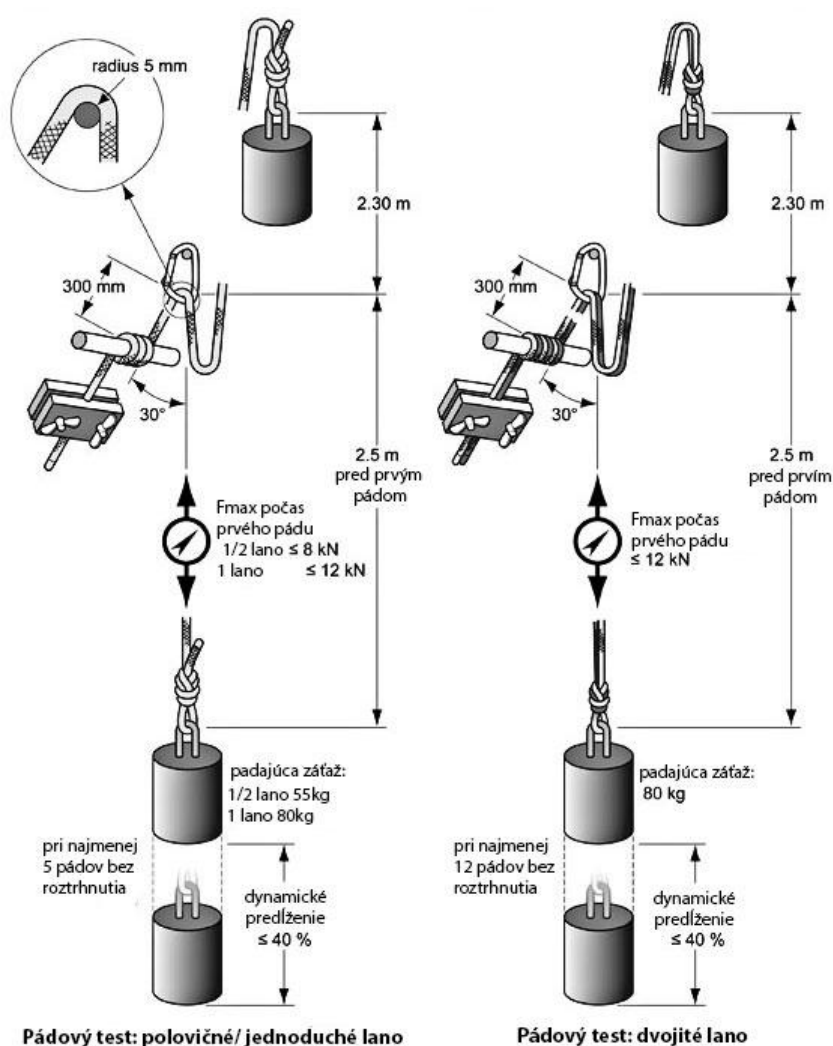


Obr. 3 Skúška statického predĺženia lana (2)

Jednoduché laná by nemali presiahnuť hodnotu statického predĺženia 10%, dvojité a polovičné laná 12%.

2.4. Pádové skúšky

Pádové skúšky dynamických lán slúžia na určenie počtu normovaných pádov skúšaných lán. Každé lano má túto hodnotu uvedenú v príbalovej informácii. Táto hodnota uvádza koľko znesie dané lano normovaných pádov po zmenu jeho fyzikálnych vlastností. Postup testovania je zobrazený na Obr. 4.

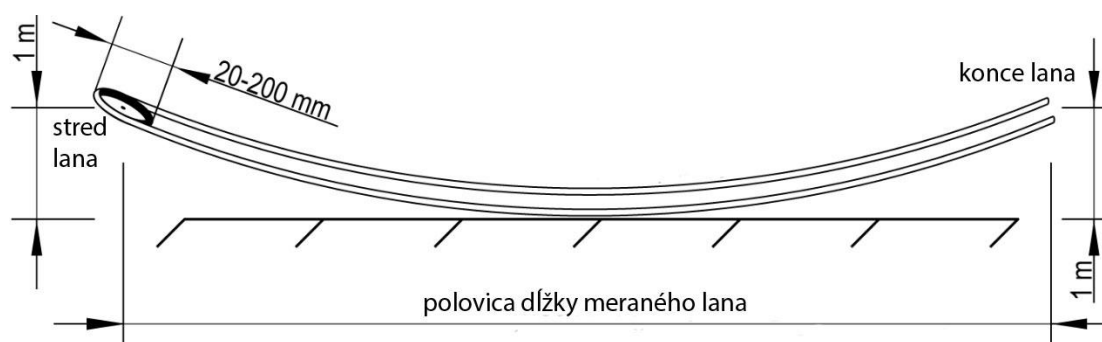


Obr. 4 Pádové skúšky dynamických lán (2)

Na skúšané lano je upevnené závažie, ktoré sa následne spúšťa voľným pádom z danej výšky. Priebeh zaťaženia v závislosti na čase je následne zaznamenávaný a vyhodnocovaný. Dynamické predĺženie by nemalo presiahnuť 40% pri najmenej 5 pádoch bez roztrhnutia lana pri polovičných a jednoduchých lanách a pri najmenej 12 pádoch bez roztrhnutia pri dvojitých lanách.

2.5. Kontrola stredovej značky lana

Kontrola označenia stredu lana sa prevádza podľa Obr. 5 kedy je lano prevlečené cez kladku v jeho strede a konce lana sú napnuté takou silou aby sa lano nedotýkalo povrchu. Meranie sa vykonáva pomocou vhodného dĺžkového meradla, kedy sa označí fyzický stred lana a následne sa meria vzdialenosť fyzického stredu lana a stredu označeného výrobcom. Pre meranie stredu lana je potrebná: kladka, karabína, meradlo v mm, značkovač.

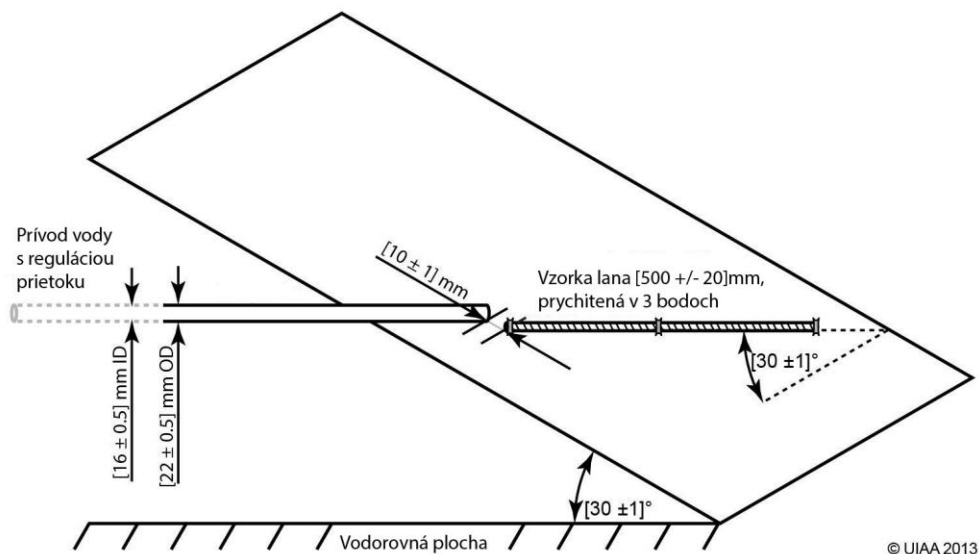


Obr. 5 Kontrola označenia stredu lana (2)

2.6. Test vodeodolnosti

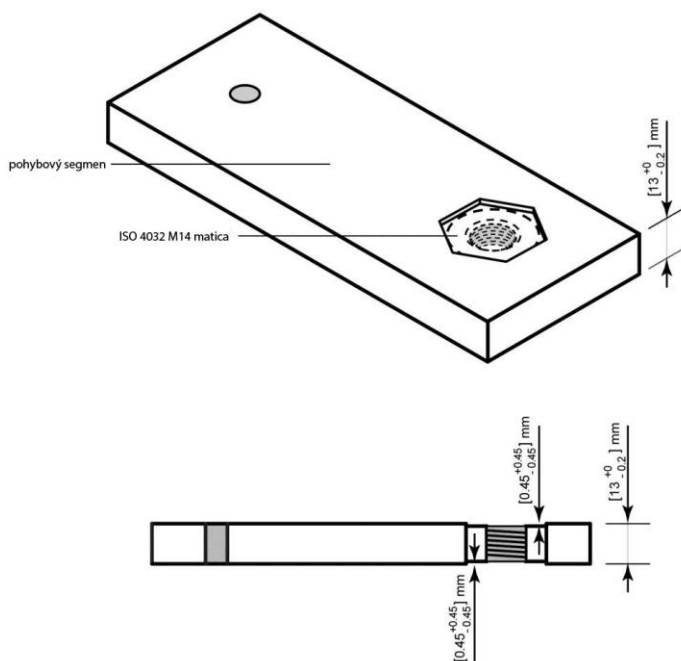
Testovacia zostava je zobrazená na Obr. 6. Pozostáva z pozinkovaného stolu, na ktorom je upevnené v troch bodoch testované lano a z prívodnej hadice. Stôl musí byť dostatočne veľký, aby sa na neho zmestilo testované lano. Hadica na prívod vody musí mať vnútorný priemer $16 \pm 0,5 \text{ mm}$ a vonkajší $22 \pm 0,5 \text{ mm}$. Ústie hadice musí byť vzdialené od testovaného lana $10 \pm 1 \text{ mm}$ od horného konca lana. Prietok vody musí byť regulovateľný.

Pred samotným testom vodeodolnosti je potrebné, aby bol povrch testovaného lana opotrebovaný tak, ako pri bežnom používaní. Toto sa dosiahne použitím zariadenia na simuláciu opotrebenia opletu. Toto zariadenie pozostáva z troch planžiet, ktoré sú umiestnené v rade za sebou v osi šesťuholníkového otvoru a zvierajú medzi sebou uhol 120° .



Obr. 6 Skúšobné zariadenie pre skúšky vodeodolnosti lán (2)

Do šesťuholníkového otvoru sa vkladá pozinkovaná oceľová matica akostnej triedy 8.8 podľa normy ISO4023 veľkosti M14 Obr. 7. ktorá slúži ako narušovaci člen. Po zavedení skúšaného lana do zariadenia sa planžety zaťažia hmotnosťou 5kg. Po zaťažení sa testované lano 30-krát prevlečie cez zariadenie (15x v každom smere) rýchlosťou $0,5 \pm 0,2$ m/s, čím v dôsledku trenia o závit matíc dôjde k jeho opotrebeniu. Skúšané lano sa následne upraví na menovitú dĺžku a odváži sa na váhe. Jeho hmotnosť je potom W_a . Po tomto nasleduje samotný test vodeodolnosti.



Obr. 7 Vyhotovenie planžety na simuláciu opotrebenia lana pri prevádzke (2)

Testované lano upnuté na testovacom stole musí byť pružne upevnené v troch bodoch a musí sa po celej svojej dĺžke dotýkať testovacieho stola. Po spustení vody je potrebné nastaviť najneskôr do 15s menovitý prietok vody a to $2 \pm 0,2$ l/m. Po správnom nastavení prietoku vody táto vteká na testované lano po dobu 900^{+15}_{-0} s. Po odstavení prívodu vody je potrebné do 30s začať sušenie lana.

Sušenie lana prebieha nasledovne:

- Lano sa uchopí za jeden koniec a uloží sa do vodorovnej polohy na stole.
- Lano sa nechá vlastnou gravitáciou padnúť na vodorovnú podložku.
- Pootočí sa o 45° vo svojej osi a opakuje sa predchádzajúce dva kroky.
- Tento postup sa zopakuje 6-krát.

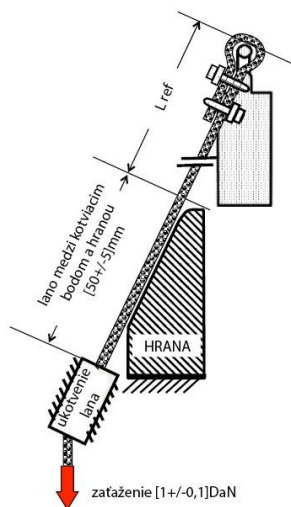
Váhu lana po procese sušenia meriame v presnosti 0,1g a označujeme ju W_b . Meranie prebieha v suchom prostredí a musí byť vykonané do 60s od procesu sušenia. Absorbcia vody sa potom vypočíta podľa:

$$p_1 = \left(\frac{W_b - W_a}{W_a} \right) \cdot 100\% [\%]$$

Kde W_b je hmotnosť lana po teste a W_a je hmotnosť suchého lana pred testom. Váženie sa vykoná 3 krát a ako výsledná hodnota sa použije aritmetický priemer zo všetkých meraní.

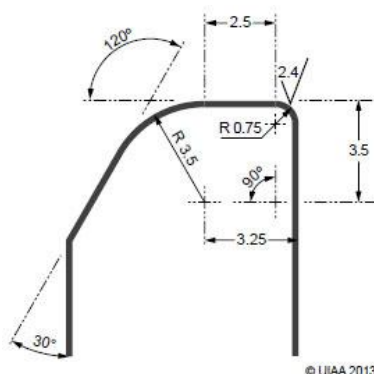
2.7. Stanovenie energie absorbovanej lanom pred jeho roztrhnutím

Schéma testovacej aparatury je uvedené na Obr. 8. Tuhosť testovacieho zariadenia a drsnosť povrchu skúšobnej hrany musí byť v súlade s EN 892:2012 a hmotnosť musí byť 100 ± 1 kg. $L_{ref} = 2300 \pm 10$ mm, vlhkosť testovacieho prostredia musí byť 50% a teplota 23°C .



Obr. 8 Skúšobná zostava na skúšanie odolnosti lán voči pádu cez hranu (2)

Skúšobná hrana musí byť vyrobená z ocele s minimálnou povrchovou tvrdosťou 52HRC a drsnosťou povrchu podľa EN ISO 6508-1. Geometria skúšobnej hrany je uvedená na Obr. 9.



Obr. 9 Geometria skúšobnej hrany (2)

Postup skúšania možno rozložiť do týchto krokov:

- Zdvih testovacieho závažia do hornej polohy a zaznamenanie polohy závažia.
- Nastavenie predpätia na veľkosť $1 \pm 0,1 \text{ daN}$ pomocou odaretovaného ukotvenia lana, tak aby malo lano možnosť ľahkého preklzu
- Dočasné upnutie upínky lana a zavesenie závažia pomalou rýchlosťou a ponechanie závažia vo vise po dobu $60 \pm 1 \text{ s}$.
- Opätovný zdvih testovacieho závažia do hornej polohy a výdrž $10 \pm 1 \text{ min}$
- Uvoľnenie upínky lana pre umožnenie znovunastavenia predpätia
- Definitívne zablokovanie ukotvenia lana
- Uvoľnenie testovacej záťaže. Skúška sa považuje za platnú len ak dôjde k pretrhnutiu lana v mieste testovacej hrany; pretrhnutie, hoci len čiastočné, v mieste pripojenia závažia alebo upínky lana je neprípustné.
- Zaznamenanie závislosti zaťaženia na čase počas skúšky.
- Celý postup sa opakuje na troch vzorkách

Pre výpočet absorpcie energie skúšaného lana sa používa vzťah:

$$S_{(t)} = V_{tens}(t - t_{tens}) + \int_{t_{tens}}^t \frac{(gM - F_{(t)})}{M} dt$$

kde:

t [s] je čas

g [m/s^2] je gravitačné zrýchlenie

L_{ref} [m] je stanovená dĺžka voľného konca lana

M [kg] je hmotnosť skúšobného závažia

$F_{(t)}$ [N] je sila za čas pôsobiaca na lano

$S_{(t)}$ [m] je dráha padajúceho závažia v závislosti na čase

V_{tens} [m/s] je rýchlosť padajúceho závažia od začiatku priťažnosti lana

Celková energia pohltená lanom po jeho pretrhnutí sa potom vypočíta podľa:

$$E_{rupt} = \int_{t_{tens}}^{t_{rupt}} F_{(s)} S ds$$

kde $F_{(s)}$ je funkciou $F_{(t)}$ a $S_{(t)}$.

Za štartovací bod integrácie sa pri výpočte berie bod, kedy dosiahne sila hodnotu 200daN a následne klesne na hodnotu $F=2daN$.

Ako konečný bod do pretrhnutia testovaného lana je maximálna zaznamenaná hodnota meranej sily po pokles meranej sily na 200daN.

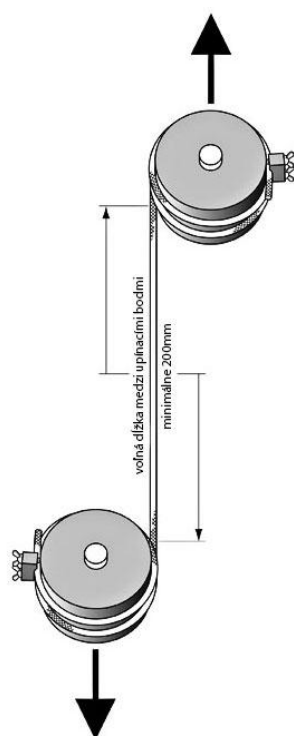
Celková absorbovaná energia lana sa potom vypočíta:

$$E_u = \frac{E_{rupt}}{L_{ref}}$$

4. Pomocné šnúry

Pomocné šnúry patria medzi nevyhnutné technické vybavenie každého horolezca. Majú široké uplatnenie ako pri istení, núdzovej záchrane, šplhaní po lane alebo pri núdzovom zlaňovaní. Pomocné šnúry majú kruhový prierez a vyrábajú sa v rôznych hrúbkach. Pri použití v horolezectve sa používajú najčastejšie priemery v rozmedzí 4 až 8mm hrúbky.

Pomocné šnúry majú charakter statických lán a skúšajú sa iba na pevnosť v ťahu. Spôsob skúšania je na Obr. 10.



Obr. 10 Spôsob skúšania textilného materiálu v pevnosti v ťahu (3)

Ako testovacie zariadenie na určenie pevnosti v ťahu sa používa certifikované zariadenie, ktoré zaznamenáva počas testu závislosť zaťažovacej sily a predĺženia na čas.

Minimálna únosnosť pomocných šnúr je stanovená podľa normy UIAA a je uvedená pre vybrané priemery v Tab. 1.

Tab. 1 Minimálna únosnosť vybraných priemerov pomocných šnúr

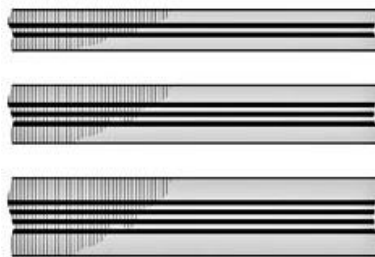
Nominálny priemer [mm]	Minimálna únosnosť [kN]
4	3,2
5	5,0
6	7,2
7	9,8
8	12,8

Tolerancia odchýlky od uvedeného priemeru pomocnej šnúry je podľa UIAA-102, EN-564 ($+0,5$, $-0,2$)mm (3).

5. Ploché popruhy

Ploché textilné popruhy sa používajú buď vo voľnej metráži, kde sa následne spájajú uzlami, alebo sa vyrábajú ako zošité slučky. Slúžia na zakladanie istiacich stanovišť, postupových istení a podobne. Tak ako pri pomocných šnúrach, aj ploché popruhy majú fyzikálne vlastnosti ako statické laná a sú testované iba na pevnosť v ťahu.

Ploché popruhy vyrábané ako metráž bývajú podľa svojej únosnosti označované axiálnymi prúžkami na povrchu Obr. 11.



Obr. 11 Označenie pevnosti popruhovej metráže (3)

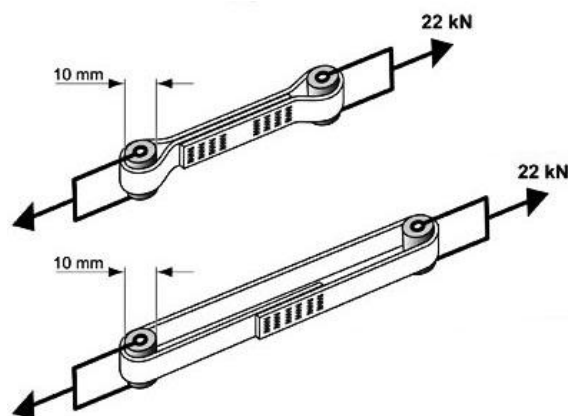
Minimálna únosnosť takýchto popruhov je uvedená v Tab. 2.

Tab. 2 Minimálna únosnosť vybraných metrážových popruhov

Počet pásov	Minimálna únosnosť [kN]
1	5,0
2	10,0
3	15,0
4	20,0

Postup skúšania plochých popruhov na pevnosť v ťahu je zhodný s postupom testovania pomocných šnúr Obr. 10.

Zošité textilné popruhy (slučky) sa vyrábajú v rozličných veľkostiach a farebných prevedeniach. Pre všetky zošité slučky platí podľa UIAA norma pre pevnosť v ťahu. Minimálna hodnota únosnosti zošitých slučiek by mala byť 22kN. Na Obr. 12 je znázornená schéma testovania na pevnosť v ťahu.

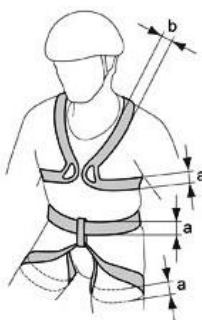


Obr. 12 Spôsob skúšania zošitých slučiek na pevnosť v ťahu (4)

Spôsob a prevedenie zošitia koncov slučiek je ľubovoľné. Každá zošitá slučka musí mať na sebe uvedený rok výroby a únosnosť v kN. Akékoľvek pásy na tele slučiek či počet stehov nereprezentujú veľkosť únosnosti slučiek. Stehy šitia na slučkách musia byť farebne odlišené od farby textilného popruhu a to minimálne na 50% (4).

6. Úväzy

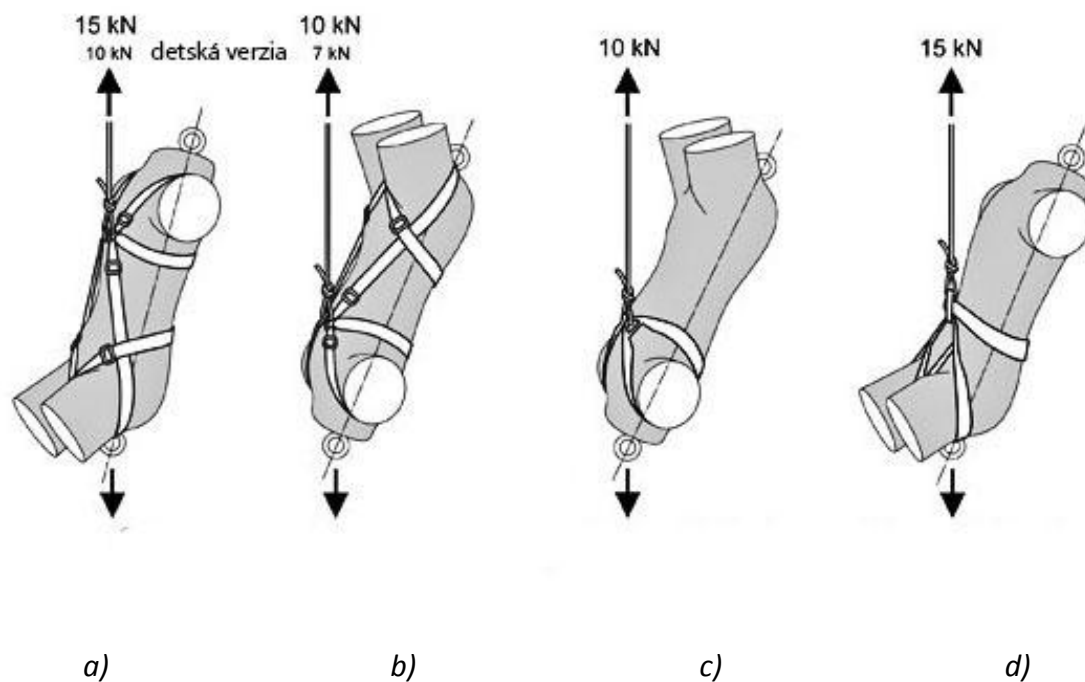
Úväzy sú základným vybavením každého lezca. Úväzy môžeme rozdeliť na celotelové, sedacie a prsné. Pri pohybe v horolezeckom teréne je nevyhnutné používať buď celotelový úvaz, alebo kombináciu sedacieho a prsného úväzu. Podľa príslušných noriem musia mať popruhy, z ktorých pozostávajú úväzy, nasledovné rozmery Obr. 13:



Obr. 13 Popis meraných rozmerov testovaných úväzov (5)

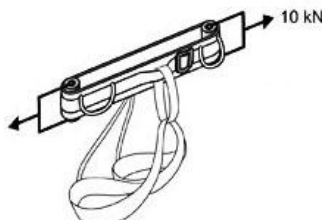
- Hlavné časti a = minimálne 43mm (pri detských verziách 28mm)
- Ramenné popruhy b = minimálne 28mm (pri detských verziách 23mm)

Pevnosť v ťahu sa testuje na testovacích figurínach, ktoré sú pevne uchytené ku kotviacemu bodu. Úvaz uchytený na figuríne sa následne zaťažuje testovacou silou podľa Obr. 14. Minimálna hodnota únosnosti je pri celotelových úväzoch 15kN v smere podľa Obr. 14a, 10kN v smere podľa Obr. 14b. minimálna únosnosť prsného úväzu má byť 10kN Obr. 14c a sedacieho úväzu 15kN Obr. 14d.



Obr. 14 spôsob a poloha zaťaženia pri skúšaní úväzov, a) celotelový, b) celotelový, c) hrudný, d) sedací (5)

Obvodový pás sedacieho úväzu musí zniesť zaťaženie 10kN v smere ako je znázornené na Obr. 15.



Obr. 15 Zaťaženie sedacieho úväzu pri skúške pevnosti hlavného popruhu (5)

Všetky slučky slúžiace pre zlaňovanie musia zniesť zaťaženie minimálne 15kN (10kN pri detských verziách). Tak ako pre zošité slučky, aj pre úväzy platí, že všetky švy musia byť farebne odlíšené od farby materiálu úväzu. Každý úvaz musí byť opatrený štítkom s dátumom výroby a hodnotou únosnosti (5).

7. Horolezecké prilby

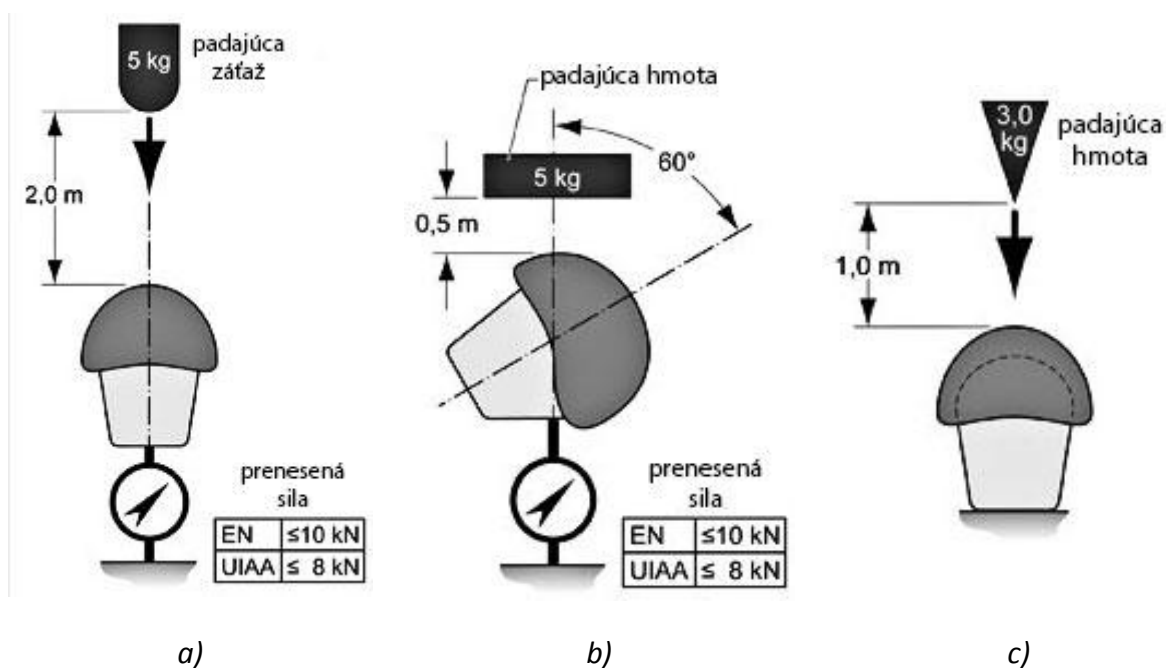
Horolezecké prilby chránia hlavu pred padajúcimi predmetmi ako kamene a podobne a proti nárazu hlavy pri páde lezca. Prilba musí mať schopnosť absorpcie kinetickej energie padajúceho bremena a všetky jej upínacie prvky musia vydržať náraz. Prilba by mala byť komfortná a čo najnižšej hmotnosti. Pôvodne sa horolezecké prilby veľmi nelíšili od prilieb

používaných pre motoristické športy, avšak využitím nových materiálov ako sú polykarbonáty alebo kompozitné materiály na báze sklenených vlákien alebo uhlíkových vlákien vnikli omnoho ľahšie a komfortnejšie skelety. V súčasnosti sa stretávame s dvoma typmi prilb a to buď so skeletom vyrobeným vstrekom polykarbonátu, alebo kompozitné skelety tvorené povrchovou vrstvou tvorenou kompozitom z uhlíkových alebo sklenených vlákien a absorpčnou vrstvou prevažne tvorenou polystyrénom.

Všetky horolezecké prilby prechádzajú testami:

- Absorpcie energie vo vertikálnom smere.
- Absorpcie energie vo frontálnom, laterálnom a dorzálnom smere.
- Penetračný test vo vertikálnom smere.
- Pevnostný test upevňovacích prvkov.
- Sklzový test vo frontálnom a dorzálnom smere.

Pri teste absorpcie vo vertikálnom smere sa na prilbu upevnenú na testovacej figuríne spúšťa voľným pádom závaží s polguľovým tvarom nominálnej hmotnosti 5kg z výšky 2,0m *Obr. 16a*. Sila prenesená cez figurínu nesmie presiahnuť podľa EN 10kN a podľa UIAA 8kN.

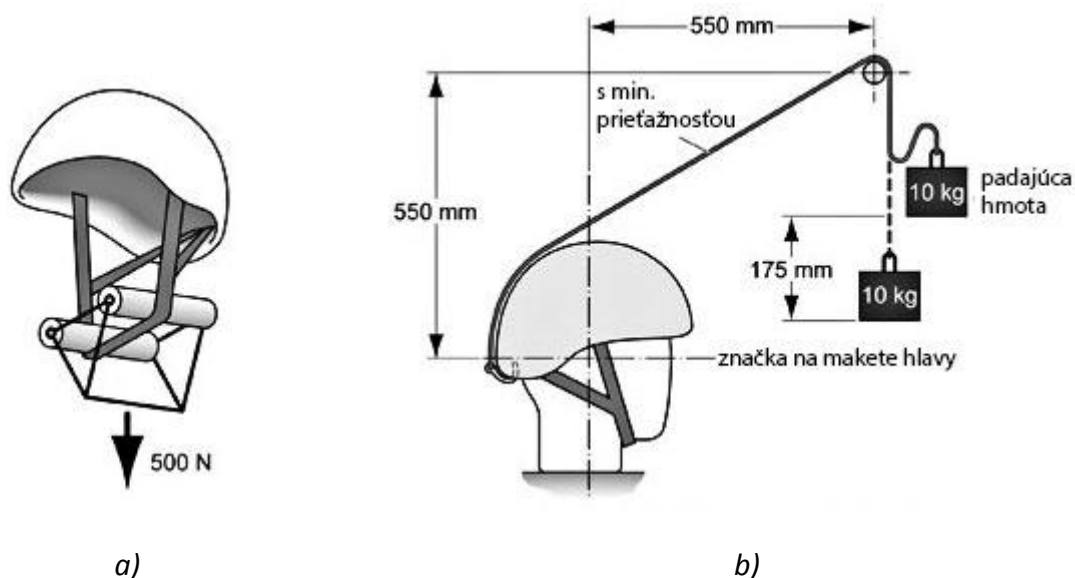


Obr. 16 Princíp skúšania pevnosti prilb, a) vertikálny test absorpcie energie, b) laterálny, bazálny, c) penetračný (6)

Pri teste absorpcie energie v frontálnom, laterálnom a dorzálnom smere sa na prilbu podľa *Obr. 16b* spúšťa závaží s plochým tvarom nárazovej časti o hmotnosti 5kg z výšky 0,5m. Prenesená sila cez figurínu nesmie presiahnuť podľa EN 10kN a podľa UIAA 8kN.

Pri penetračnom teste sa na prilbu uloženú na testovacej figuríne vo vertikálnom smere *Obr. 16c* spúšťa voľným pádom závaží v tvare klinu o hmotnosti 3,0kg z výšky 1,0m. Prilba vyhovuje ak trň neprenikne do miesta určeného pre hlavu.

Pevnostný test upevňovacích prvkov na zaťažení popruhov slúžiacich na upevnenie prilby na hlavu statickým zaťažením 500N Obr. 17a. Popruhy musia vydržať toto zaťaženie a posun popruhov nesmie presiahnuť hodnotu 25mm.



Obr. 17 Postup skúšania pevnosti upínacích popruhov prilb a)pevnostný test, b) test zošmyknutia (6)

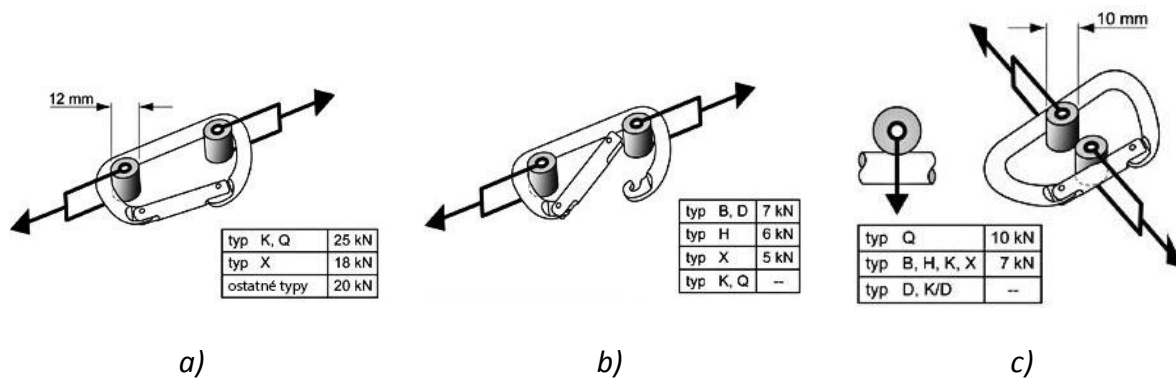
Sklzový test má za úlohu overiť funkciu upevňovacích popruhov prilby proti strhnutiu z hlavy. Test je dynamického charakteru. Podľa Obr. 17b na prilbu pôsobí rázová sila spôsobená padajúcim závažím o hmotnosti 10kg z výšky 175mm. Test sa vykonáva vo frontálnom a dorzálnom smere (6).

9. Karabíny

V minulosti boli horolezecké karabíny vyrábane z oceľových zliatin. Po príchode moderných materiálov vyvinutých pre letecký a vesmírny priemysel sa novodobé karabíny vyrábajú výhradne zo zliatin hliníka, predovšetkým zliatina triedy 7075. Karabíny sa vyrábajú technológiou zápusťového kovania za tepla a následného vytvrdzovania bežnými technologickými postupmi. Takto materiál karabín nadobudne vysokú pevnosť pri zachovaní nízkej hmotnosti. V horolezectve sa používajú najčastejšie tieto typy karabín:

- B typ (basic) – Základné karabíny všeobecného použitia tvaru D vo vyhotoveniach so zablokovateľným zámkom aj bez,
- D typ (directional) – karabíny prevažne používané pre expres sety bez zaistovania zámku,
- H typ (HMS) – karabíny určené pre použitie polovičného lodného uzla na istenie lezca
- X typ (oval) – karabíny tvar O
- K typ (klettersteig) – karabíny určené predovšetkým na použitie v zaistených cestách
- Q typ (quicklinks) – karabíny so samoblokovacím systémom zámku, zodpovedajú norme EN12275

Karabíny sa kontrolujú na pevnosť v ťahu v hlavnom smere so zavretým zámkom, s otvoreným zámkom a v priečnom smere. Postup skúšania je znázornený na *Obr. 18*



Obr. 18 Pozície skúšania pevnosti karabín s príslušnými minimálnymi únosnosťami, a) hlavný smer, zatvorený zámok, b) hlavný smer otvorený zámok, c) priečny smer (7)

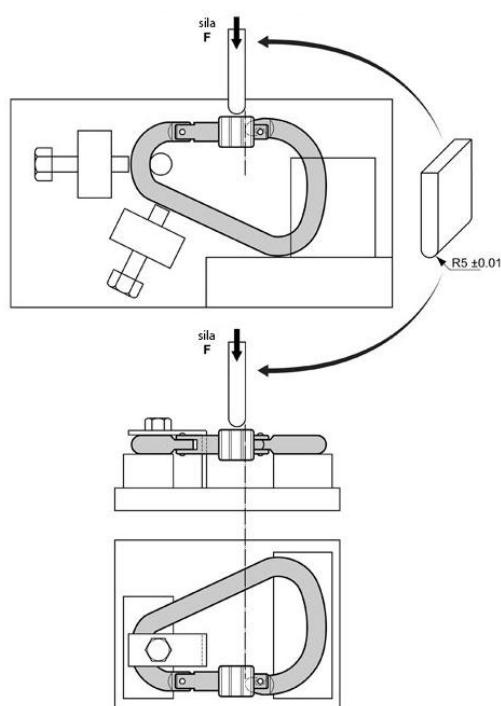
V hlavnom smere musí karabína so zatvoreným zámkom *Obr. 18a* zniesť zaťaženie minimálne 25kN pri typoch K a Q, 18kN pri type X a 20kN pri všetkých ostatných typoch. V hlavnom smere pri otvorenom zámku *Obr. 18b* musí karabína zniesť zaťaženie najmenej 7kN pri typoch B a D, 6kN pri type H, 5kN pri type X. Pre typy K a Q sa tento test neprevádza, pretože sa jedná o karabíny samozaistovateľné. V priečnom smere *Obr. 18c* musí karabína zniesť zaťaženie 10kN pri type Q a 7kN pri typoch B, H, K a X.

Označenie únosnosti karabíny musí byť vyrazené na boku tela karabíny podľa *Obr. 19*.



Obr. 19 Označovanie únosností karabín (7)

Zámky karabín sa testujú podľa Obr. 20. Testovaná karabína sa upne do držiaka a na zámok sa vyvodí telesom určeného tvaru priťažná sila o hodnote 1kN po dobu 90 sekúnd, pričom maximálna sila pôsobiaca na zámok aby sa otvoril o 3mm, musí byť vyššia ako 2kN (7).

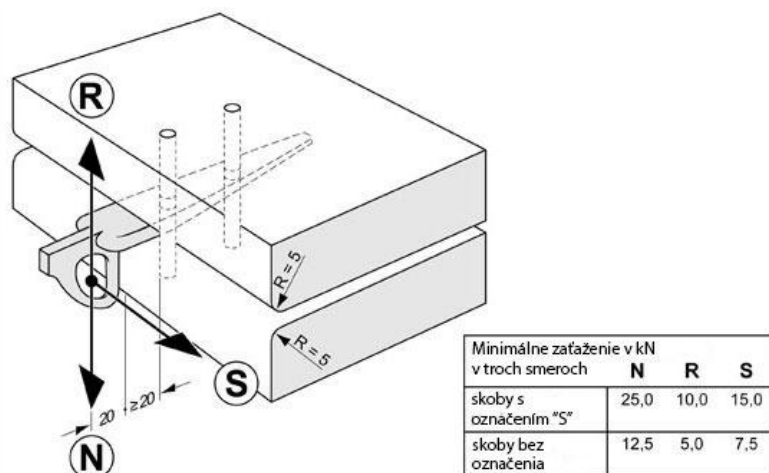


Obr. 20 Spôsob zaťaženia karabíny pri teste zámku (7)

10.Skoby

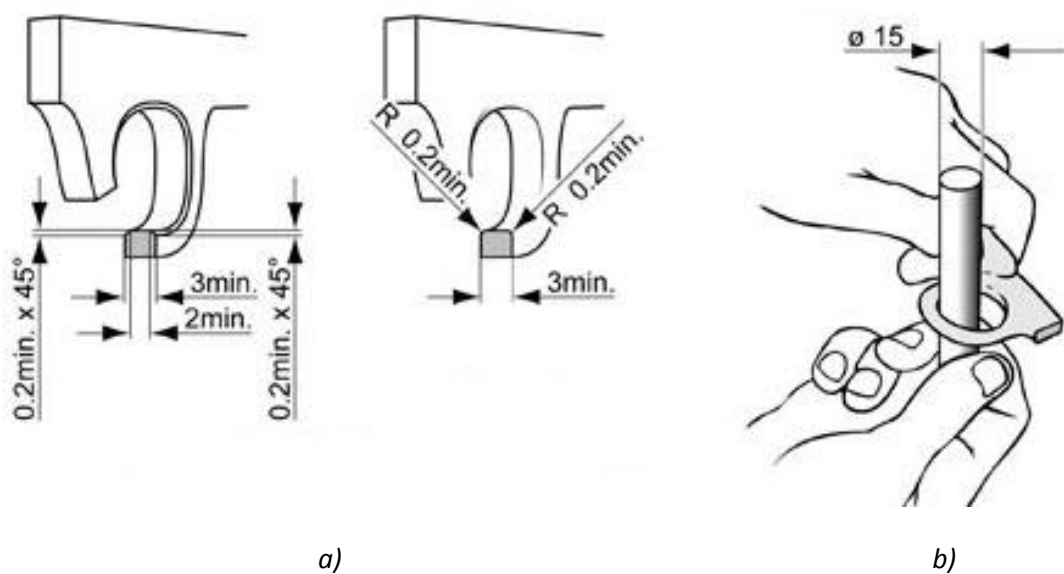
Aj keď sú skoby postupne vytláčané nedeštruktívnymi zaistovacími členmi ako sú vklínence a friendly, stále majú svoje uplatnenie v niektorých špecifických cestách a situáciách. Skoby sú vyrábané zo zliatiny ocele a rozdeľujú sa na skoby mäkké a tvrdé. Mäkké skoby sa pri zatíkaní prispôbujú tvaru škáry a ich tvrdosť by nemala byť menšia ako 22HRC. Ich povrch je tmavej farby. Tvrdé skoby uchovávajú svoj tvar pri zatíkaní a ich tvrdosť by nemala byť menšia ako 38HRC. Ich povrch je lesklý. Skoby s tvrdosťou medzi 22HRC a 38HRC nie sú vyhovujúce pre použitie. Ďalej rozdeľujeme skoby na bezpečné s označením „S“ (Safety) a bez označenia. Rozdiel medzi nimi je v ich

únosnosti. Pre oba typy platia rovnaké postupy skúšania pevnosti. Skoby sú skúšané na ťah v troch smeroch na seba kolmých Obr. 21.



Obr. 21 Uchytenie skoby pri pevnostnej skúške, smery zaťaženia, minimálne únosnosti v daných smeroch (8)

Hodnoty požadovanej únosnosti vo všetkých troch smeroch sú uvedené na Obr. 22.

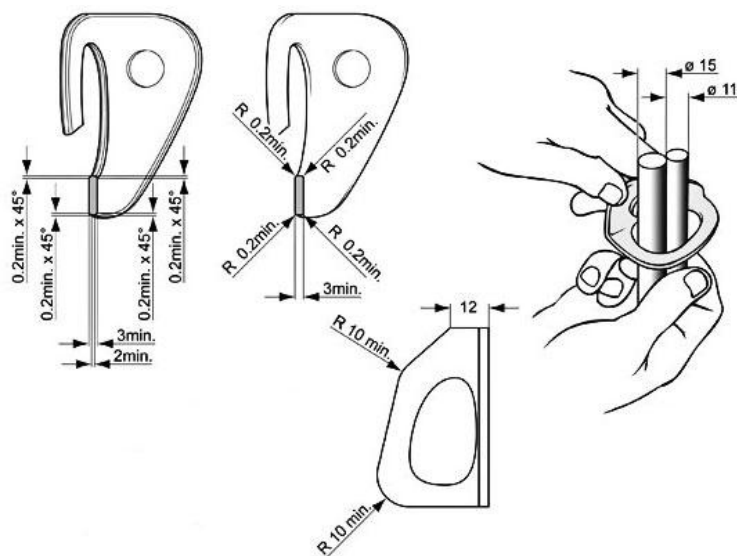


Obr. 22 Geometria oka skoby (8)

Geometria oka skoby je uvedená na Obr. 22a. Svetlosť oka musí byť taká, aby bolo možné voľne vložiť kontrolný kolík priemeru 15mm Obr. 22b (8).

12. Expanzné nity a borháky

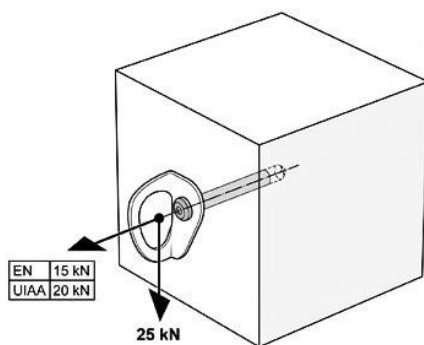
S expanznými nitmi a borhákmi sa už nestretávame len v športových cestách vysokých obtiažností, ale čím ďalej tým viac aj v Tatrách. Tieto zaistovacie prostriedky výrazne zvyšujú bezpečnosť pri lezení, aj keď sa ich použitím stráca určitá hodnota športového výkonu bez použitia pevného istenia. Moderné expanzné nity a borháky sa vyrábajú s nehrdzavejúcich ocelí. Minimálna hĺbka diery pre expanzné nity je päťnásobok priemeru skrutky expanzného nitu. Pre borháky je minimálna hĺbka diery 70mm. Geometria oka expanzného nitu je zobrazená na Obr. 23.



Obr. 23 Geometria oka expanzného nitu (9)

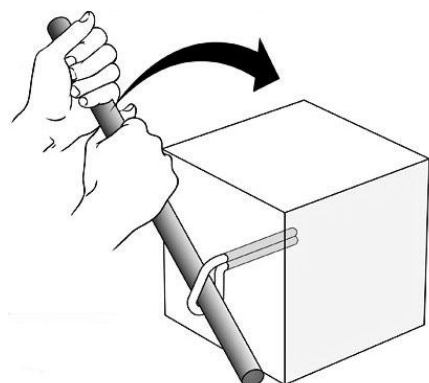
Svetlosť oka musí byť dostatočná na voľné prevlečenie skúšobných tyčí o priemere 15mm a 11mm ako je na Obr. 23.

Správne osadený a upevnený expanzný nit musí zniesť osovú záťaž podľa EN 15kN a podľa UIAA 20kN. V tangenciálnom smere podľa Obr. 24 musí mať nit únosnosť minimálne 25kN. Všetky časti kotviaceho nitu musia byť vyrobené z rovnakého materiálu.



Obr. 24 Smery zaťaženia pri ťahovej skúške aj s príslušnými minimálnymi hodnotami únosnosti (9)

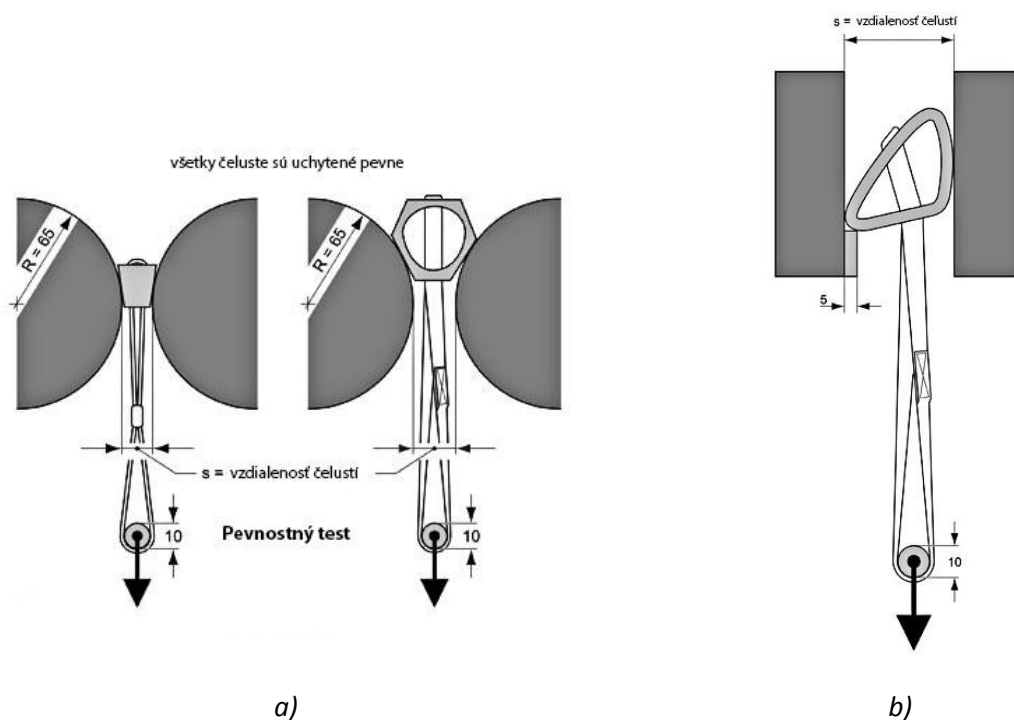
Materiál lepených borhákov je podľa EN10083-3 antikorózna oceľ triedy aspoň 1.4307. Borháky sa testujú na zaťaženie v krute, kedy sa borhák zaťaží podľa **Obr. 25** krútiacim momentom 150Nm po dobu 60s. Borhák musí ostať neporušený bez pohybu (9).



Obr. 25 Skúška pevnosti lepených borhákov (9)

13.Vklínence

Vklínence slúžia na zakladanie netrvalých istiacich bodov. Ich výhodou je šetrnosť k istenej skale, nakoľko ich použitím nedeštruujú skalné útvary, do ktorých sú zakladané. Vklínence sú tvorené kovovým klinom vyrábaným zo zliatin hliníka, zliatin medi alebo zliatin ocele a oceľového alebo textilného lana. Vyrábajú sa v rôznych veľkostiach a tvaroch. Postup skúšania je pre všetky druhy zhodný. Vklínence sa testujú na pevnosť v ťahu podľa **Obr. 26**.

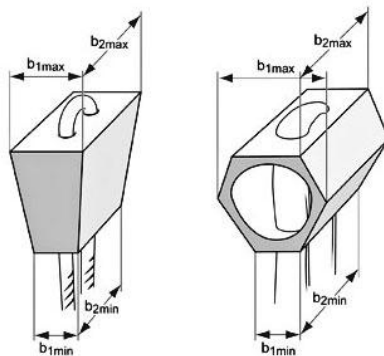


Obr. 26 Spôsob uchytienia vklínencov pri ťahovej skúške, a) symetrické vklínence, b) asymetrické vklínence (10)

Skúšaný vklínenec je umiestnený medzi čeľuste podľa *Obr. 26* a postupne zaťažovaný testovacou silou. Vzdialenosť čeľustí sa vypočíta podľa vzorca:

$$s = b_{min} + [(b_{max}b_{min})^{1/3}]$$

Kde s [mm] je vzdialenosť čeľustí, parametre b sú uvedené v *Obr. 27*

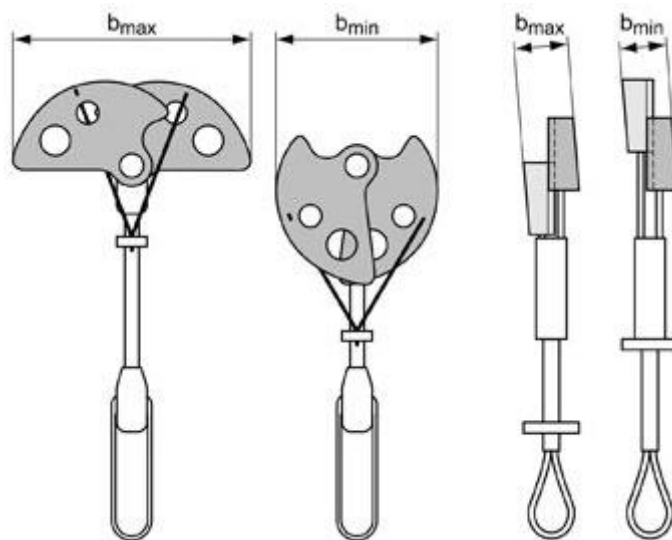


Obr. 27 geometria hlavy vklínenca (10)

Pre všetky vklínence platí predpis minimálnej únosnosti 2kN. Pokiaľ je možné umiestniť vklínenec vo viacerých pozíciách, je potrebné aby testy prebehli aj v nich. Výrobca je povinný označiť každý vklínenec číslom veľkosti a minimálnou únosnosťou v kN (10).

14.Friendly

Friendly umožňujú zakladanie istiacich bodov aj v rovnobežných a mierne rozbiehavých špárach a to v širšom rozmedzí priemeru špáry ako vklínence. Skladajú sa z excentrických planžiet otočne upevnených na centrálnej ocelevej oske a manipulačného mechanizmu zloženého z oceľových laniok a pružín. U friendov sa uvádza rozpätie minimálneho a maximálneho rozmeru kedy sa dá použiť friend jednej veľkosti *Obr. 28*.



Obr. 28 Friendly s označením krajných polôh (11)

Svetlosť oka na upevnenie musí byť dostatočne veľká, aby ním išiel voľne prestrčiť testovací trň priemeru 15mm. Ak je oko upevnenia vytvorené zošitou textilnou slučkou, musia byť švy na minimálne 50% farebne odlíšené od farby slučky.

Friendly sa testujú na pevnosť v ťahu podľa **Obr. 29** vo svojich krajných polohách. Maximálna poloha rozstupu skúšobných čeľustí sa vypočíta podľa:

$$\text{maximálna poloha} = b_{\min} + [(b_{\max} - b_{\min})3/4]$$

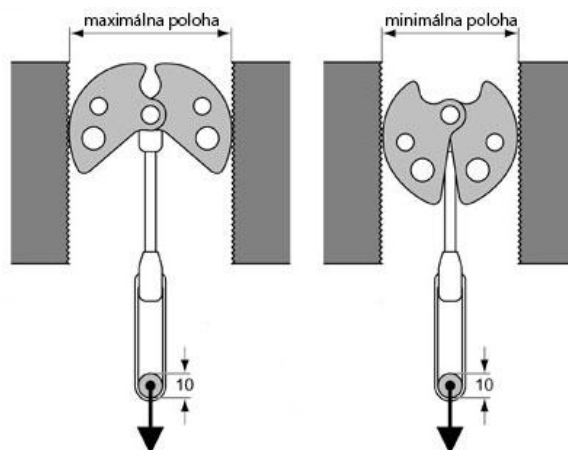
Popis vid' **Obr. 29**

Minimálna hodnota rozstupu skúšobných čeľustí sa vypočíta podľa:

$$\text{minimálna poloha} = b_{\min} + [(b_{\max} - b_{\min})1/4]$$

Popis vid' **Obr. 29**

Uchytenie testovaných friendov v skúšobných čeľustiach v oboch testovacích polohách a smer zaťaženia je na **Obr. 29**



Obr. 29 Spôsoby upnutia pri ťahových skúškach (11)

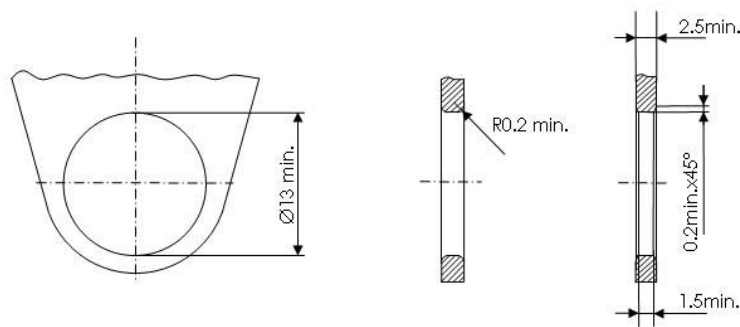
Pre všetky typy friendov platí minimálna únosnosť 5kN pri oboch testovacích polohách. Pri testoch sa sleduje len priebeh napätia v závislosti na čase. Posun excentrických planžiet v dôsledku nedostatočného trenia medzi planžetou a upínacou čeľusťou sa zanedbáva. Výrobca je povinný označiť na excentrické planžety minimálnu únosnosť v kN (11).

16. Brzdíacie mechanizmy

Pod pojmom brzdíacie mechanizmy rozumieme mechanizmy používané v horolezectve pre zlaňovanie, šplhanie po lane alebo istenie. Brzdíacie mechanizmy možno rozdeliť do nasledovných skupín:

- Brzdíacie mechanizmy – mechanické zariadenia, ktorým prechádza lano, ktoré vytvára kontrolovateľným spôsobom silu proti pohybu lana.
- Manuálne brzdíacie mechanizmy – sú zariadenia, ktoré umožňujú reguláciu pôsobiacej sily na aktívnu časť lana prostredníctvom ručného pridržiavania voľného konca lana. Pri uvoľnení voľného konca lana je sila pôsobiaca na aktívnu časť lana zanedbateľná.
- Brzdíacie mechanizmy s asistovaným uzamykaním – sú také zariadenia, ktorých funkcia je pri nízkych rýchlostiach prechodu lana zhodná s manuálnymi brzdíacími mechanizmami, ale pri vyšších rýchlostiach v kombinácii s ručným ovládaním voľného konca lana dochádza k zmene geometrie zariadenia tak, že sa pôsobiaca brzdná sila postupne zvyšuje až po zablokovanie lana.
- Zlaňovacie brzdíacie mechanizmy – tieto zariadenia umožňujú pri správnom pripojení na lano kontrolované brzdenie spúšťajúcej sa osoby po lane. Brzdnú silu reguluje spúšťaná osoba manuálne.
- Zlaňovacie mechanizmy s funkciou núdzového blokovania – funkcia je zhodná so zlaňovacími brzdíacími mechanizmami, avšak po uvoľnení voľného konca lana, alebo vyšších rýchlostiach spúšťania sa zariadenie samovoľne zablokuje, čím zabráni nekontrolovateľnému pádu.

Pripojovacie oká všetkých brzdíacich mechanizmov musia byť vyhotovené podľa **Obr. 30**.



Obr. 30 Geometria oka brzdíaceho mechanizmu (12)

Otvor na upnutie musí mať minimálnu svetlosť 13mm, všetky hrany musia mať minimálny rádius 0,2mm a hrúbka oka nesmie byť menšia ako 1,5mm. Všetky hrany, ktoré môžu prísť do styku s pokožkou, musia byť bez otrepov (12).

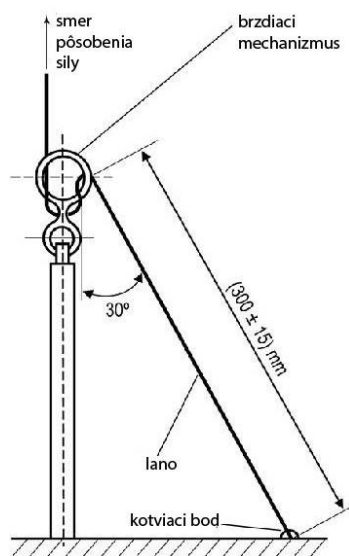
16.1. Skúšanie manuálnych brzdíacich mechanizmov na veľkosť brzdíaceho účinku

Brzdíaci mechanizmus je zapojený podľa **Obr. 31** tak, že uhol aktívnej a voľnej časti lana zvierá uhol $30^\circ \pm 5^\circ$, tak ako je uvedené v príbalovej informácii výrobcu zariadenia. Pri použití jednoduchých

a polovičných lán sa volia najmenšie priemery lán, dvojité laná sa skúšajú spoločne vo dvojici. Rýchlosť posuvu by mala byť $10+/-30\text{mm/min}$. Brzdíaci mechanizmus musí udržať požadované zaťaženie uvedené v *Tab. 3* po dobu najmenej $60+/-10\text{s}$.

Tab. 3 Požadované zaťaženie manuálnych brzdíacich mechanizmov

Typ lana	Požadované zaťaženie [kN]
Jednoduché	7 (+0,5/-0,0)
Polovičné	5(+0,5/-0,0)
dvojité	7(+0,5/-0,0)

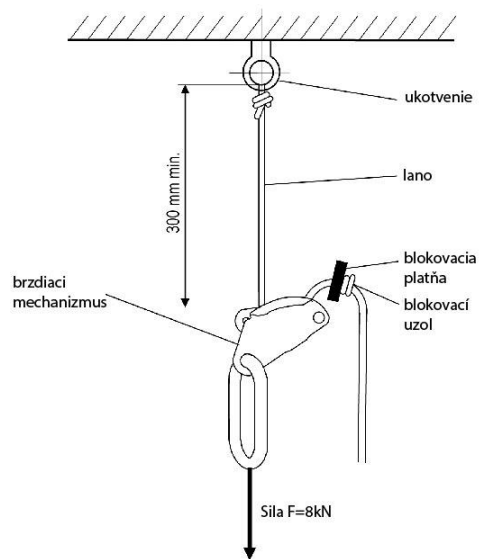


Obr. 31 Schéma skúšky brzdíacej sily brzdíacich mechanizmov (12)

Zariadenie sa nesmie uvoľniť pri zaťaženom lane, nesmie mať viditeľné poškodenia a musí byť po teste naďalej použiteľné. Lano musí ostať neporušené. Ak výrobca uvádza viacero variantov použitia, musia sa testy vykonať vždy s novým lanom (12).

16.2. Skúšanie brzdíacich mechanizmov s asistovaným uzamykaním

Pri skúšaní brzdíacich mechanizmov s asistovaným uzamykaním je potrebné použiť minimálny priemer lana použiteľný pre zariadenie. Lano sa vloží do zariadenia podľa pokynov výrobcu, koniec lana sa pevne uchyťí do kotviaceho bodu (vzdialenosť brzdy od kotviaceho bodu musí byť minimálne 300mm). Na voľný koniec lana sa prevlečie blokovácia platňa, ktorá sa zaistí dvojitým rybárskym uzlom a voľný koniec lana sa vytiahne z brzdy rýchlosťou $100+/-30\text{mm/s}$. Následne sa brzda zaťaží testovacou záťažou $8+0,5/-0,0\text{kN}$ po dobu $60+/-10\text{s}$ Obr. 32.

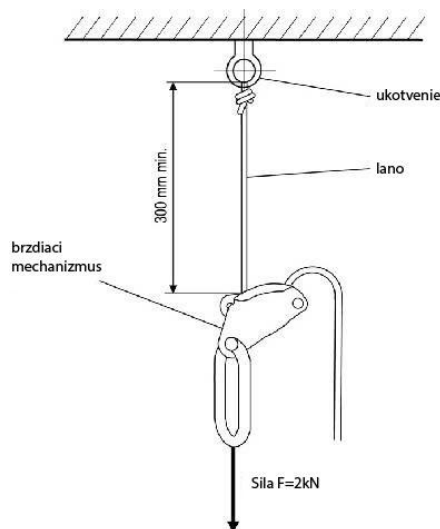


Obr. 32 test brzdíaceho zariadenia s asistovaným blokovaním

Zariadenie sa počas skúšky nesmie uvoľniť, jeho funkcia musí ostať zachovaná. Zariadenie v žiadnom prípade nesmie poškodiť lano. Blokovácia platňa nesmie počas skúšky nijak obmedziť funkciu zariadenia (12).

16.3. Skúšanie zlaňovacích mechanizmov s funkciou núdzového blokovania

Zariadenie sa umiestni do skúšobného zariadenia, ako je znázornené na Obr. 33. V prípade zariadení s funkciou núdzového blokovania sa testuje najmenší aj najväčší priemer lana, pre ktoré je zariadenie vyrobené. Zlaňovací mechanizmus sa zaťažuje testovacou silou $2(+0,1/-0,0)$ kN. Zariadenie musí udržať toto zaťaženie po dobu $3(+0,1/-0)$ min pri maximálnom sklze 300 mm. Pri skúškach nesmie dôjsť k poškodeniu zariadenia ani lana (12).



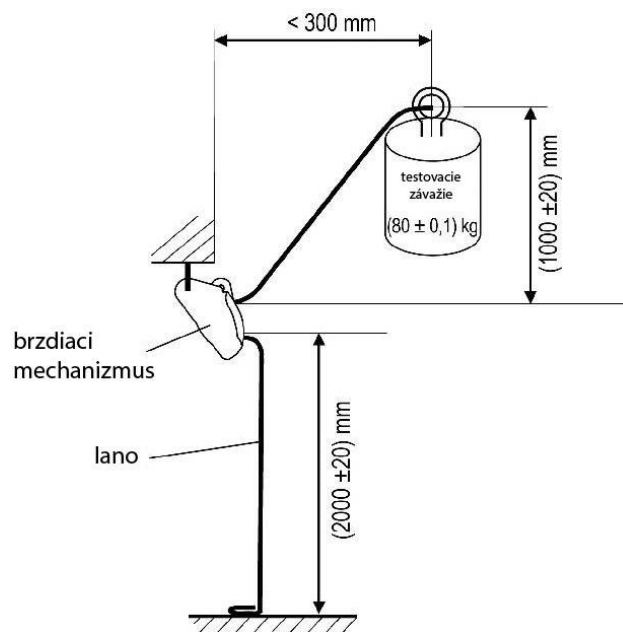
Obr. 33 Skúška zlaňovacích mechanizmov s funkciou núdzového blokovania (12)

16.4. Dynamický test (iba brzdiace mechanizmy s asistovaným uzamknutím)

Brzdiaci mechanizmus sa umiestni podľa obr.. do skúšobného zariadenia. Pre vytvorenie kinetickej energie sa použije závažie o hmotnosti $50(+/-0,1)\text{kg}$. Skúška sa vykonáva pri teplote okolia $20(+/-5)^{\circ}\text{C}$. Pokiaľ nie je uvedené inak sú dĺžkové miery v tolerancii $+/-20\text{mm}$.

Postup priebehu testu:

- Použitie lana s minimálnym priemerom v rozsahu predpísanom výrobcom brzdiaceho mechanizmu
- Pripojenie lana na závažie pomocou osmičkového uzlu
- Dotiahnutie uzla voľne rukou, vnútorná dĺžka oka uzla musí byť $50(+/-10)\text{mm}$
- Spustenie závažia pod úroveň brzdiaceho mechanizmu na $1200(+/-10)\text{mm}$
- Dotiahnutie upevňovacieho uzla vlastnou tiažou závažia po dobu $60(+/-10)\text{s}$
- Zdvih závažia nad úroveň brzdiaceho mechanizmu na vzdialenosť $1000(+/-10)\text{mm}$
- Narovnanie voľného konca lana ťahom rúk, tak aby brzdiaci mechanizmus zaujal prirodzenú polohu
- Označenie lana v mieste, kde opúšťa brzdiaci mechanizmus
- Dĺžka voľného konca lana musí byť menšia ako 2000mm
- Uvoľnenie závažia
- Po uvoľnení závažia toto nesmie dopadnúť na zem, brzda musí zachytiť pád po dobu minimálne 60 sekúnd
- Po skúške je potrebné vizuálne skontrolovať brzdiaci mechanizmus
- Preklz lana pri skúške nesmie prekročiť 1500mm podľa EN15151-1/2:2012



Obr. 34 Postup dynamického testu skúšania brzdiaceho mechanizmu s asistovaným uzamknutím (12)

17.Záver

Táto práca bola vytvorená ako sumár skúšobných postupov bežného horolezeckého vybavenia podľa noriem UIAA a EN pre pôsobenie v horách v letných podmienkach a mala by slúžiť ako vzdelávací materiál pre frekventantov základných kurzov skalného lezenia a horolezectva.

19. Bibliografické odkazy

1. **FEDERATION, INTERNATIONAL CLIMBING AND MOUNTAINEERING.** <http://www.theuiaa.org/our-history.html>. [Online] 2015.
2. UIAA101_6. *Mountaineering and Climbing Equipment - Dynamic ropes*. Bern, Switzerland : UIAA, 26. June 2014.
3. EN-564, UIAA-102. *Accessory cord*. Bern : UIAA, 2009.
4. EN-565, UIAA-103. *Tape*. Bern : UIAA, 2009.
5. EN-12277, UIAA-105. *Harnesses*. Bern : UIAA, 2009.
6. EN-12492, UIAA-106. *Helmets*. Bern : UIAA, 2009.
7. EN-12275, UIAA-121. *Connectors*. Bern : UIAA, 2009.
8. EN-569, UIAA-122. *Pitons*. Bern : UIAA, 2009.
9. EN-959, UIAA-123. *Rock Anchors*. Bern : UIAA, 2009.
10. EN-12270, UIAA-124. *Chocks*. Bern : UIAA, 2009.
11. EN-12276, UIAA-125. *Frictional Anchors*. Bern : UIAA, 2009.
12. UIAA129. *Braking Devices*. Bern : UIAA, 2013.