

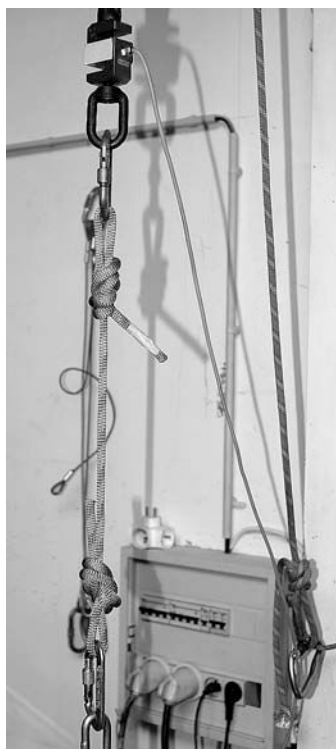
Tekst i zdjęcia:

Sylvain Borie
G rard Cazes
Nicolas Clément
José Mulot

Grupa Badań Technicznych
Ecole Française de Spéléologie(EFS)

Grupa badań technicznych EFS, we współpracy ze SFETH (Syndicat français des entreprises de travaux en hauteur – związek francuskich firm zajmujących się pracami na wysokości) wykonała w czerwcu 2006 r. w laboratorium Ecole Nationale de Ski et d'Alpinisme, serię testów. Część z nich dotyczyła lonży, a ich celem było zbadanie, jaki sposób postępowania się lonżami jest dopuszczalny i w jakich warunkach.

Prezentujemy podsumowanie badań. Całość jest dostępna na stronie:
<http://efs.ffspeleo.fr/get/longes/longes.htm>



Test statyczny

Wprowadzenie

Zarówno w speleologii, w kanioningu, jak i w pracach na wysokości, lonże są podstawowym elementem składowym sprzętu osobistego.

Stosuje się je jako:

- element pośredniczący przy obciążaniu punktów lub poręczówek,
- zabezpieczenie przed skutkami upadku z wysokości, gdy nie są obciążane.

Z różnych obserwacji EFS i komisji technicznej Departamentu Promocji Zawodów Linowych (komisja ta gromadzi przedstawicieli firm wysokościowych, instytucji szkolących oraz producentów sprzętu) wynika,

Lonże w speleologii i kanioningu

że przy poruszaniu się po linach półstatycznych, stosuje się w tej chwili ogromną różnorodność lonży. Jednocześnie trudno zalecać jeden konkretny ich rodzaj.

Jedynie obecnie istniejące normy dotyczą lonży nazywanych: linki bezpieczeństwa (EN 354), amortyzatory (EN 355), linki ustalające pozycję (EN 358). Według tych norm tylko „anty-upadkowe” (EN 355) mogłyby być stosowane w sytuacji, gdy lonża ma zatrzymać upadek. Jednak ich duże wymiary oraz miejsce zaczepu (z przodu, na wysokości mostka lub z tyłu) nie są zgodne z naszymi oczekiwaniami co do lonży wykorzystywanych podczas poruszania się po linach.

Wszyscy zgadzają się, że krótkie upadki, nieprzekraczające $WO=1$, mogą również zdarzyć się wtedy, gdy lonża służy do aktywnego obciążania (np. gdy grotolaz jest wpięty do przepinki, lub pracownik jest zstabilizowany w pozycji roboczej). Przy dłuższych upadkach przeważnie poręczówka pochłania energię odpadnięcia.

Ponieważ zakaz przekraczania $WO = 1$ jest głęboko zakorzeniony w dobrej praktyce środowiska sportowego i prac wysokościowych, absorbery energii takie, jak te zdefiniowane przez normę EN 355 nie wydają nam się odpowiednie.

Spora liczba klubów, niezależnych grotolazów i firm, chcąc używać wyłącznie sprzęt oryginalny i znormalizowany, decyduje się obecnie na lonże zgodne z normą EN 354. I okazuje się, że przy $WO = 1$ niektóre z tych lonży, a zwłaszcza te zrobione ze zszytych taśm, powodują powstanie siły uderzenia znacznie przekraczającej dopuszczalną wartość.

Dopuszczalna wartość została określona jako 600 daN na podstawie badań urazów doznanych przez spadochroniarzy podczas skoków oraz przez pilotów wojskowych podczas katapultowania.

Inna możliwość, to stosowanie lonży zrobionej z liny, z końcówkami fabrycznie zszytymi, przywiązywanej do uprząży za pomocą zrobionego na środku węzła. Mimo że to rozwiązanie wydaje się lepsze, szczególnie jeśli lonża wykonana jest z liny dynamicznej, jednak jest ono niezgodne z zaleceniami niektórych producentów.

Na ogół użytkownicy lonży, nadal sami je robią, z liny dynamicznej (EN 892), wiążąc na niej węzły. Jest to popularne zwłaszcza w środowisku sportowym – speleologii i kanioningu. Pozwala na dokładne dopasowanie lonży do budowy ciała.

Opis test w

Wszystkie węzły wiązała ta sama osoba, według wszelkich zasad sztuki, tak żeby liny nie krzyżowały się.



Przygotowywanie lonży



Oznaczenie lonży

Potem węzły zostały wstępnie zaciśnięte siłą 300 daN. Ta wartość odpowiada obciążeniu lonży przy trochę „brutalnym” poruszaniu się po linach osoby ważącej 80 kg (patrz testy SSF z 1994 i 1996 roku).

Po wielu próbach stwierdziliśmy również, że węzły zaciśnięte z siłą 300 daN najbardziej przypominały te na lonżach, które były wcześniej używane. Następnie lonże zmierzaliśmy i oznaczyliśmy.

Testowaliśmy różne lonże w 3 sytuacjach.

Poddane stałemu lub zwiększającemu się obciążeniu statycznemu

Czujnik mierzy w tej sytuacji maksymalną siłę zarejestrowaną przed zerwaniem lonży.

Warto zanotować, że wytrzymałość testowanego sprzętu okazała się we wszystkich przypadkach zgodna z danymi dostarczonymi przez producentów.

Poddane obciążeniu dynamicznemu, przy współczynniku odpadnięcia 1

Dla przypomnienia: współczynnik odpadnięcia to stosunek wysokości lotu do długości liny lub taśmy, która go amortyzuje.

Test ten odpowiada sytuacji, gdy grotolaz znajduje się na wysokości punktu, do którego jest wpięty lonżą. Wysokość lotu jest wtedy równa całkowitej długości lonży (wraz z karabinkiem).

Zmierzyliśmy siłę uderzenia działającą na grotołaza w tych warunkach.

Poręczenie, umożliwiające poruszanie się pod ziemią lub w kanionach, jeśli jest zakładane zgodnie z zaleceniami federacji, nie naraża grotołaza na lot o współczynniku odpadnięcia powyżej 1.

Poddane obciążeniu dynamicznemu, przy współczynniku odpadnięcia 2

To przypadek, gdy grotołaz znajduje się powyżej punktu, do którego jest wpięty lonż. Wysokość lotu równa jest podwójnej długości lonży wraz z karabinkiem. Sytuacja ta, choć wyjątkowa, może się jednak zdarzyć i stanowi maksymalne obciążenie, które sprzęt musi wytrzymać. Sprawdzaliśmy więc, jaka siła uderzenia działa na grotołaza.

Wyniki testów

Podawane niżej odchylenie standardowe pokazuje, o ile różnią się poszczególne wyniki testów od średniej dla danej serii.

Połówka podwójnego zderzakowego

Węzeł ten jest coraz częściej używany przez grotołazów a, o ile nam wiadomo, nie ma jeszcze nazwy. Najlepiej byłoby go nazwać połówką podwójnego zderzakowego. Ma dwie zalety: zajmuje mało miejsca i bez żadnych dodatkowych elementów unieruchamia karabinek, utrzymując go w prawidłowej pozycji. Wydaje nam się, że żadna publikacja nie wymienia tego węzła jako służącego do robienia lonży (ten sposób prezentowany jest w podręczniku *Vertical* Alana Warilda, *przyp. red.*). Ważne więc było zbadanie, jak zachowuje się on pod obciążeniem dynamicznym i zwiększającym się statycznym.

Testy statyczne

Aby ocenić użyteczność połówki podwójnego zderzakowego, chcieliśmy sprawdzić, jak się zachowuje przy zwiększającym się obciążeniu statycznym. Zawiazaliśmy go na jednym końcu liny, a na drugim zrobiliśmy ósemkę.

Rodzaj liny	Zerwanie przy zwiększającym się obciążeniu statycznym
Beal Apollo II 11 mm	1778 daN
	1723 daN
Camp 9 mm	1296 daN
	1335 daN
Beal Ice Line 8,1 mm	945 daN
	980 daN

We wszystkich sześciu testach zerwanie nastąpiło w miejscu zawiązania ósemki. Wytrzymałość lonży (i, ogólniej, liny) jest więc większa w przypadku zastosowania połówki podwójnego zderzakowego niż ósemki.

Testy dynamiczne przy WO=1

- na jednym końcu liny – ósemka, na drugim – połówka podwójnego zderzakowego. 18 testów na lonżach z lin o średnicach od 8,1 do 11 mm. Średnia z 18 testów: 576 daN, odchylenie standardowe 5%;



Lonża zakończona połówką podwójnego zderzakowego źle ułożona na karabinku

- na jednym końcu liny – kluczka, na drugim – połówka podwójnego zderzakowego, 18 testów w warunkach jak wyżej. Średnia z 18 testów: 579 daN, odchylenie standardowe 4%.

Otrzymane wartości siły uderzenia są jak najbardziej do zaakceptowania.

Przypadek złego ustawienia karabinka przy lonży

Może się zdarzyć, że węzeł ustawi się pod ruchomym ramieniem karabinka (fot. powyżej). Przede wszystkim grozi to osobom, które mają poignee lub basica wpiętego na stałe do karabinka przy lonży i w ten sam karabinek wpinają także stopkę.

Chcieliśmy sprawdzić, czy takie ułożenie karabinka może spowodować problemy w przypadku odpadnięcia.

Wykonaliśmy więc serię testów o WO=1, z użyciem węzłów wstępnie zaciśniętych pod obciążeniem 300 daN. Przesunęliśmy węzły tuż pod dolną oś ramienia karabinka przy lonży.

- W tej konfiguracji zrobiliśmy 8 testów, na linach o średnicach od 8,1 do 11 mm. Średnia z 8 testów: 570 daN, odchylenie standardowe 2%.

Rezultaty są prawie identyczne, jak przy testach z węzłem ustawionym poprawnie na karabinku (tu 570 daN, tam 576 daN).

Należy podkreślić, że po każdym odpadnięciu węzeł wracał do swojego prawidłowego ułożenia na dole karabinka.

To samo powtórzyliśmy przy WO=2:

- 11 testów na lonżach z lin o średnicach od 8,1 do 11 mm. Średnia z 11 testów: 765 daN, odchylenie standardowe 5%.

Także i w tym przypadku węzeł po każdym odpadnięciu wracał na swoje miejsce, na dole karabinka.

Węzły bez wstępnego zaciśnięcia.

Do tych testów połówka podwójnego zderzakowego nie była zaciśnięta przez maszynę ani nawet ręcznie.

Tak jak można się było spodziewać, zarejestrowane siły uderzenia są niższe niż dla lonży ze wstępnie zaciśniętymi węzłami:

- tu 580 daN, tam 655 daN czyli 11,5% różnicy dla liny 11 mm,
- tu 593 daN, tam 685 daN czyli 13,5% różnicy dla liny 9 mm.

Jednak najbardziej interesujące jest to, że wolna końcówka liny nie wysunęła się za bardzo z węzła: tylko między 1 a 1,5 cm.

Połówka podwójnego zderzakowego może więc być bez problemu wiązana na końcu lonży, od strony karabinka.



Przygotowanie testu przy WO=1

Porównanie różnych zakończeń lonży

Porównaliśmy wpływ zakończeń lonży na siłę uderzenia. Dla każdego typu końcówki wyliczyliśmy średnią wyników testów lonży z liny dynamicznej 11 mm (Camp 11 mm, Petzl 'Jane' i Beal 'Apollo II'), przy WO=1. Oczywiście z wyjątkiem lonży Spelegyca, która jest wykonana z taśmy. Wyniki (zmierzona siła uderzenia) są ułożone w tabeli od najmniejszej do największej (zdjęcie i tabelka na s. 32).

Klasyfikacja według typów zakończeń lonży jest dość prosta:

- 4 najlepsze wyniki uzyskały lonże zakończone z obu stron węzłami,
- 4 następne dotyczą lonży z węzłem z jednej strony i zszytych z drugiej,
- kolejny wynik odpowiada lonżom gotowym, z obiema końcówkami zszytymi,
- wynik najgorszy uzyskały lonże gotowe wykonane z taśmy.

Te lonże mogą być groźne dla grotołaza: przy odpadnięciu z WO=1 z 2 lonżami wpiętymi w punkt, powstała siła uderzenia prawie 1500 daN.

Ważne: tylko lonże zakończone węzłami z obu stron pozwalają uzyskać wartości siły uderzenia poniżej 600 daN (próg bezpieczeństwa ustalony przez normy Europejskiego Komitetu Normalizacji).

W testach przy WO=2, nawet jeśli takie sytuacje nie zdarzają się często, otrzymaliśmy następujące wartości siły uderzenia:

Typ końcówek	Końcówka od strony upręży	Końcówka od strony karabinka	Siła uderzenia
własnej roboty	ósemka	połówka podwójnego zderzakowego	564 daN
własnej roboty	ósemka	ósemka	575 daN
własnej roboty	kluczka	połówka podwójnego zderzakowego	590 daN
własnej roboty	kluczka	kluczka	644 daN
częściowo fabryczna	zszyta	połówka podwójnego zderzakowego	652 daN
częściowo fabryczna	zszyta	wyblinka	681 daN
częściowo fabryczna	zszyta	ósemka	730 daN
częściowo fabryczna	zszyta	kluczka	734 daN
fabryczna	zszyta	zszyta	900 daN
fabryczna	Lonża Spélégyca z taśmy (dłuższe ramie)		1099 daN

Jednak w praktyce, im mniejsza średnica, tym szybciej lina (i zarazem lonża) będzie się zużywać. Dlatego do lonży polecalibyśmy liny o średnicy minimum 9 mm (i regularne zmienianie tych lin).

Podsumowanie wyników testów

Lonże gotowe, znajdujące się w tej chwili na rynku, zarówno pojedyncze, jak i podwójne, symetryczne i niesymetryczne, nie są odpowiednie do speleologii, kanioningu ani do prac linowych. Lonże zbudowane ze zszytych taśm, których używają niektórzy grotolazi, mogą nawet być niebezpieczne. Testy pokazały, że siła uderzenia, przy współczynniku odpadnięcia = 1, może w pewnych przypadkach osiągnąć 1500 daN, przy czym granica bezpieczeństwa wynosi 600 daN.

Można natomiast używać gotowych lonży, przymocowując je do upręży za pomocą węzła, który będzie pełnił funkcję amortyzatora i obniży siłę uderzenia, przy $WO=1$, do wartości akceptowalnej. Producenci mają w ofercie odcinki lin dynamicznych o końcówkach zszytych w uszka. Z takiego odcinka o długości 1,5 m można zrobić niesymetryczną lonżę, o właściwościach zgodnych z wymaganiami zarówno speleologii, jak i prac linowych.

Lonżę można wpiąć bezpośrednio do ogniwa centralnego lub wwiązać w uszko upręży, które wpinamy do tego ogniwa. W obu przypadkach używamy węzła ósemki lub kluczki. Lonże wykonane z liny dynamicznej, z węzłami na obu końcach, najlepiej amortyzują siłę uderzenia. Natomiast średnica i model liny mają na siłę uderzenia znikomy wpływ. Nie jest istotna także staranność wykonania węzłów (czy krzyżują się w nich liny) ani to, czy były one wcześniej zaciśnięte, czy nie. W dodatku taka konfiguracja umożliwia dobranie długości lonży do budowy grotolazi.



Lonża zakończona połówką podwójnego zderzakowego

Lonża z końcówką zszytą

Lonża z taśmy zszytej

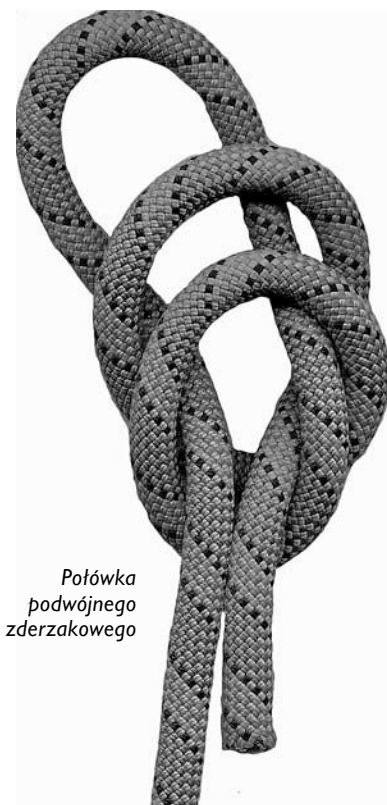
- średnio 786 daN dla lony zakończonych z obu stron węzłami;
- średnio 994 daN dla lonży z węzłem i z końcówką zszytą;
- średnio 1232 daN dla lonży z obiema końcówkami zszytymi.

Porównanie różnych modeli lin dynamicznych używanych do lonży

W celu porównania wyłącznie modeli i średnic lin, zebraliśmy w tabelce średnie (dla każdego rodzaju liny) wyników identycznych testów na lonżach o długości 60 cm, zakończonych wyłącznie węzłami.

Rodzaj liny	Siła uderzenia
Beal Verdon II 9 mm	580 daN
Beal Ice Line 8,1 mm	588 daN
Beal Apollo II 11 mm	597 daN
Camp 11 mm	601 daN
Petzl Jane 11 mm	602 daN
Beal Flyer II 10,2 mm	612 daN
Camp 9 mm	627 daN

Wyniki są ułożone od najlepszego do najgorszego i dotyczą tylko $WO=1$. Otrzymane wartości siły uderzenia są bardzo zbliżone (średnia 601 daN), mimo że liny miały bardzo różne charakterystyki i średnice.



Połówka podwójnego zderzakowego



Pomiar odcinka wolnego końca liny, który wysunął się z węzła

Od strony upręży można zawiązać, tak jak w przypadku lonży mieszanych (jedna końcówka z węzłem, druga zaszyta), ósemkę lub kluczkę. Od strony karabinka: ósemkę, kluczkę, ale także połówkę podwójnego zderzakowego. Zaletą tego węzła, coraz częściej stosowanego przez grotolazów, jest to, że unieruchamia karabinek w prawidłowej pozycji, poza tym jest całkowicie bezpieczny. To zresztą ten węzeł otrzymał najlepsze wyniki zarówno w testach statycznych jak i dynamicznych.

W niektórych testach, przy współczynniku odpadnięcia = 1, zarejestrowano siłę uderzenia dużo powyżej wartości, którą może znieść ludzkie ciało. I to z wykorzystaniem sprzętu „normalnie zużytego” (nie starszego niż 2 lata, na oko w dobrym stanie). Zdarzyły się też zerwania takich lonży już przy pierwszym odpadnięciu. Ważną jest więc regularna wymiana lonży: przynajmniej raz w roku, a przy intensywnym użytkowaniu nawet częściej.

Można tylko żałować, że ostatnie teksty ustawodawcze, zwłaszcza artykuł R. 233-13-20 Kodeksu Pracy (dodany dekretem 1 września 2004 r.) nie powołują się na siłę uderzenia i jej dopuszczalną wartość 600 daN. Artykuł ten stanowi, że: „ochrona pracowników musi być zapewniona za pomocą odpowiedniego systemu zapobiegania upadkom z wysokości, nie pozwalającego na wolny lot z wysokości większej niż 1 metr lub, w tych samych warunkach, powstrzymującego spadanie”. Tymczasem testy pokazują, że upadek z wysokości mniejszej niż 1 metr może się okazać śmiertelny (1475 daN przy upadku z wysokości 75 cm w jednym z testów). □

Bibliografia:

EFS, 1996 i 1999, *Manuel Technique EFS*
Marbach, George et Tourte, Bernard, 2000, *Techniques de la Spéléologie Alpine*

Artykuł jest tłumaczeniem publikacji *Les longues en spéléologie et descente de canyon* (Spelunna 107, wrzesień 2007, pp. 31-34)

Tłumaczenie: Katarzyna Biernacka
Konsultacja: Marcin Gala

Unikalne testy lin... próby przestrzelenia lin TENDON

Ile zniosą liny Tendon? Na to pytanie dadzą odpowiedź testy przeprowadzone w Szkole Policijnej w Holeszo, przeprowadzone przez firmę Lanex a.s. i jednostkę sił specjalnych Policji.

Wszystkie testy polegały na oddaniu strzału do badanego produktu przykładając lufę pistoletu do samego celu. W ten sposób zostały obiektywnie porównane skutki jakie zostawiają różnego rodzaju pociski, jak również odporność materiału na towarzyszący strzałom ogień, gazy i sadzę.



ZDROJ LANEX A.S.

Zarówno liny jak i pętle podczas testu obciążono ciężarem 90 kg (symulowało to osobę z wyposażeniem). Do testów użyto fabrycznej amunicji: 9 mm Para (Luger), 9 mm SINTOX, 357 Magnum, SLUG, AP, Brok 8,6 mm, Brok 6,2 mm, Brok 3,9 mm.

Testowane były następujące typy lin i taśm rurowych:

- Liny statyczne
 - ▶ TENDON Static 10 mm,
 - ▶ TENDON Static 12 mm,
 - ▶ TENDON Aramid 10 mm,
- Lina dynamiczna
 - ▶ TENDON 9,8 Ambition
- Taśmy
 - ▶ TENDON PA Tubular 19 mm
 - ▶ TENDON Dyneema 13 mm
- Lina specjalna
 - ▶ TFAST ROPE 44 mm (lina desantowa)

Ocena 1 etapu testów:

Po trafieniu każdy z produktów gwarantował bezpieczne kontynuowanie akcji, np. zjazdu na linie

Ocena amunicji

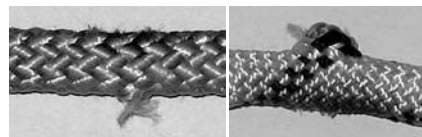
Bezdyskusyjnie najbardziej dewastujący efekt spowodował pocisk SLUG wystrzelony z broni śrutowej. Następnie naboje pistoletowe 9 mm SINTOX i 357 MAGNUM. Z kolei najłżejsze skutki wywołały śrut, naboje 9 mm LUGER i amunicja AP.



ZDROJ LANEX A.S.

Rezultaty:

- ▶ lina dynamiczna – próbka najbardziej zniszczona. Duże zniszczenia zarówno w oplotcie jak i w rdzeniu. Jedyną zaletą tej próbki była odporność na płomień – i to przy zastosowaniu impregnacji TEFLON
- ▶ lina statyczna – lekkie uszkodzenia włókien oplotu przez płomień i przerwanie 2-3 splotek rdzenia
- ▶ lina TENDON ARAMID 10 – idealna lina do zadań bojowych. Minimalne zniszczenia pociskami, odporne na wysoką temperaturę i ogień. Rewelacyjne do szybkich zjazdów na linie, minimalna ścieralność
- ▶ taśmy rurowe – nawet przy przestrzeleniu taśm (najbardziej destrukcyjnym pociskiem okazał się SLUG) nie doszło do całkowitego zerwania.



ZDROJ LANEX A.S.

2 etap

Wszystkie testowane liny i taśmy zostały przebadane mikroskopem elektronowym a uszkodzone splotki i pojedyncze włókna zostały udokumentowane na fotografiach.

3 etap

Próbki lin zostały przetestowane w laboratoryjnej wieży odpadnięć, a próbki taśm rurowych przebadano na pomiarowym urządzeniu.

Stwierdzono że decydującą większość energii pocisku jest przenoszona w podłużnym kierunku liny. Przy wystrzale pocisku o najwyższej energii doszło nawet do zerwania górnego mocowania liny (przyrządu zaciskowego). Do zupełnego zniszczenia liny (przerwania) trzeba było oddać co najmniej 10 strzałów i to w to samo miejsce! Z praktycznego punktu widzenia możemy stwierdzić, że liny nie można całkowicie zniszczyć bronią strzelecką.

Należy zaznaczyć, że obciążona lina jest całkowicie bezbronna na przecięcie nożem! W tym przypadku Lanex przedstawił nowy patent liny – TENDON FORCE ROPE. □

Udostępnił: Lanex, tłumaczenie: Peter Rehak (Hurtownia Fatra).