

Kurz inštruktorov horolezectva 1. kvalifikačného stupňa
Lezenie na umelých stenách a lanové prekážky
Slovenský horolezecký spolok JAMES, Horolezecká škola JAMES

Záverečná práca

**Horolezecké laná, ich zloženie a príčiny
opotrebovania**



Bratislava, 19.12.2019

Ing. Radka Štadániová

Obsah

1	Úvod	3
2	Horolezecké laná	4
2.1	Stručná história.....	4
2.2	Konštrukcia horolezeckých lán	5
2.3	Polyamidové vlákna – nylon 6.6.....	6
3	Vplyv prostredia na horolezecké laná	8
3.1	Pády	8
3.2	Zaťaženie lana cez ostrú skalnú hranu	8
3.3	Pretrhnutie lana v dôsledku trenia.....	10
3.4	Pôsobenie chemikálií.....	11
3.5	Vplyv UV žiarenia.....	13
3.6	Vlhkosť a mráz.....	14
3.7	Značenie stredu lana.....	14
3.8	Znečistenie horolezeckých lán.....	14
4	Kontrola lán	15
4.1	Poškodenie opletu	15
4.2	Poškodenie jadra	17
4.3	Dôvody na vyradenie lana	18
5	Životnosť lana	19
6	Záver.....	20
7	Použitá literatúra	21

1 Úvod

Horolezecké lano predstavuje dôležitú súčasť horolezeckej výstroje. V závislosti od toho ako sa lano používa, môže vydržať aj niekoľko rokov. Časté používanie, prípadne nedostatočná starostlivosť o lano môže výrazne skrátiť jeho životnosť. Preto je nevyhnutné neustále lano kontrolovať a správne sa oň starať.

Táto práca sa zaoberá stručnou históriou vývinu moderných lán, používaných na lezenie, či už na umelej stene alebo v horách. Rovnako sú v nej stručne spomenuté zloženia lán, t.j. chemická podstata polyamidu, z ktorého sú dnešné laná vyrábané. Následne sa v nej rozoberajú rôzne možnosti poškodenia lán vplyvom prostredia a to, ako im prípadne predchádzať. V poslednej kapitole sú rozoberané možnosti kontroly lán, doplnené o obrázky aj komentáre, kedy je nutné lano vyradiť z používania.

2 Horolezecké laná

2.1 Stručná história

Prvé laná používané na lezenie boli vyrábané z prírodných konopných vlákien (Obr. 1).¹ Tieto laná bolo možné používať len na jednoduché lezenie typu top-rope, nakoľko neboli schopné zachytiť pády prvolezca. Staré horolezecké príslovie: „prvolezec nesmie spadnúť“, pochádzalo práve z obavy pretrhnutia konopného lana, ktoré si vyžiadalo veľa životov. Pokiaľ lano zmoklo a následne sa vysušilo, vyschlo len na povrchu. V dôsledku kapilárneho efektu dochádzalo k zadržiavaniu vlhkosti vo vnútri lana, ktorá spôsobovala zatuchnutie, t.j. hnitie lana (keďže konope je prírodný materiál).



Obr.1: Konopné lano používané v 50-tych rokoch 20.storočia.

Významný pokrok v oblasti moderných horolezeckých lán prišiel počas druhej svetovej vojny, kedy chemická firma DuPont začala vo veľkom vyrábať polyamidové vlákna (Perlon, Nylon).² Nylon sa prvýkrát použil na výrobu horolezeckých lán v Amerike začiatkom 40-tych rokov avšak do Európy sa prvé nylonové horolezecké laná dostali až v roku 1949. Výhodou týchto lán je, že sú ľahké, veľmi pevné a elastické.

Prvé nylonové laná boli spletané z 3 až 4 nosných prameňov, ktoré boli vytvorené z veľkého množstva tenkých vlákien (filamentov).³ Tieto laná boli neskoršie nahradené lanami vyvinutými špeciálne na lezenie, ktoré sa skladali z jadra a opletu (nazývané aj kernmantel; kern – jadro, mantel – oplet). Prvé lano tohto typu bolo vyrobené v roku 1951 firmou Edelrid.¹

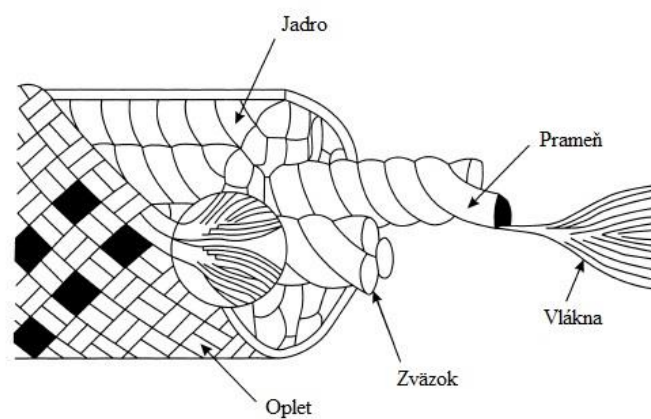
¹ McLaren, A. J. *Proc. IMechE* **2006**, Vol. 220, Part L: J. Materials: Design and Applications.

² Bright, C. M. *A History of Rock Climbing Gear Technology and Standards*.

³ Článok: Laná. Metodicko bezpečnostná komisia SHS JAMES.

2.2 Konštrukcia horolezeckých lán

Horolezecké laná sa skladajú z jadra a opletu (Obr. 2).¹ Jadro je tvorené paralelnými zväzkami skrútených prameňov, pričom každý prameň je vytvorený z nylonových vlákien s priemerom približne 25 µm. Samotné lano je tvorené približne 5 miliónmi nylonových vlákien. Jednotlivé pramene sú častokrát skrúcané v opačných smeroch (proti smeru alebo v smere hodinových ručičiek), čo napomáha minimalizovať krútenie lana počas zlaňovania, resp. spúšťania. Takto vytvorené jadro je zodpovedné za mechanické vlastnosti lana s ohľadom na pevnosť v ťahu a dynamické správanie sa. Navyše, jadro lana predstavuje hlavnú nosnú časť s podielom až 80 % nosnosti.



Obr. 2: Konštrukcia horolezeckého lana typu kernmantel.

Jadro lana je obalené jemne tkaným farebným opletom resp. plášťom, ktorý je odolnejší voči opotrebovaniu než samotné jadro a preto je schopný chrániť ho pred poškodením vplyvom prostredia.⁴ Rovnako ako jadro, aj oplet je vyrobený z nylonových vlákien a je tkaný pozdĺž jadra. Na obrázku 3 je znázornený proces výroby horolezeckých lán.



Obr. 3: Výroba horolezeckého lana.

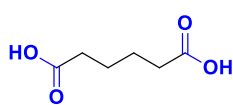
⁴ DiMartino, T. J.; Sandwith, C. J. *Proper Care, Maintenance, and Inspection of Climbing Ropes to Reduce Degradation and Help Determine When to Retire Them.*

2.3 Polyamidové vlákna – nylon 6.6

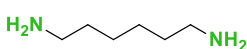
Polyamidové vlákna (PA) sú vlákna zložené z lineárnych makromolekulových reťazcov, v ktorých sa opakujú funkčné stavebné jednotky. Medzi najznámejšie polyamidové vlákno patrí nylon 6.6 vyznačujúci sa mnohými zaujímavými vlastnosťami ako pružnosť, pevnosť, nízka hmotnosť a odolnosť voči oderu, vďaka čomu má rozsiahle použitie nielen v priemysle.⁵

Nylon 6.6 je polyamid s chemickým názvom poly(hexametylén-adip)amid, ktorý je zložený z dvoch monomérnych jednotiek, t.j. kyseliny adipovej a hexametyléndiamínu (Obr. 4).

Monomérne jednotky:

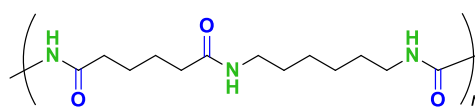


kyselina adipová



hexametyléndiamín

Štruktúra opakujúcej sa jednotky:

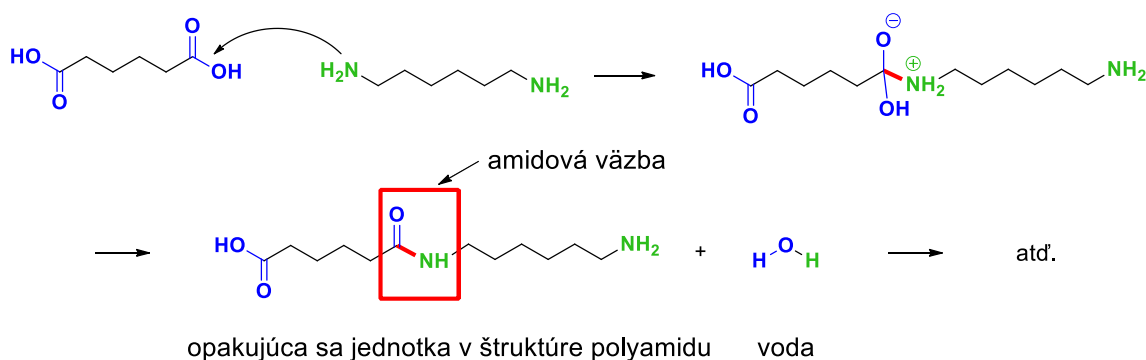


nylon 6.6 - poly(hexametylén-adipamid)

Obr. 4: Chemické vzorce pre monomérne jednotky ako aj pre opakujúcu sa jednotku.

Chemickou reakciou medzi karboxylovou skupinou kyseliny adipovej a aminoskupinou hexametyléndiamínu dochádza k vytvoreniu pevnej amidovej väzby za súčasného uvoľnenia molekuly vody (Obr. 5).⁶ Nakoľko sa v štruktúre oboch monomérnych jednotiek nachádzajú až dve funkčné skupiny, bude dochádzať k vzniku ďalších amidových väzieb a tým bude narastať dĺžka makromolekulového reťazca, t.j. polyamidu.

Vznik amidovej väzby:

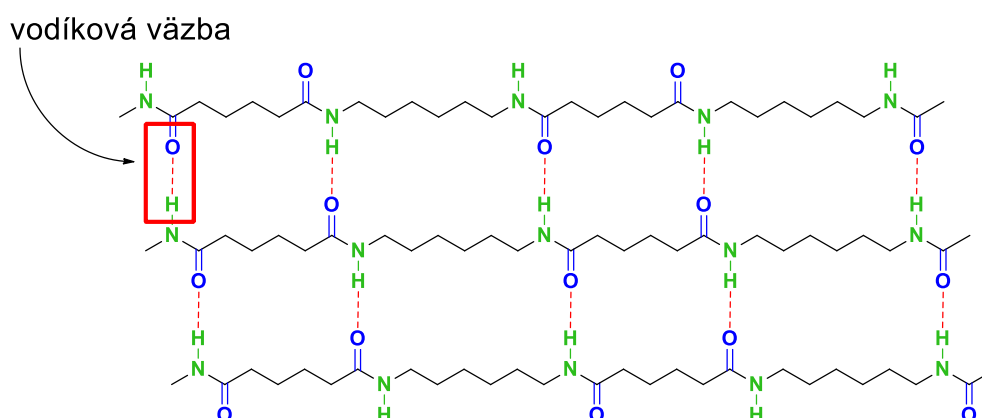


Obr. 5: Chemická reakcia medzi monomérnymi jednotkami za vzniku polymérneho reťazca.

⁵ Webová stránka: <http://www.chemistryexplained.com/Ny-Pi/Nylon.html>

⁶ Webová stránka: <http://www.chemistryislife.com/the-chemistry-of-2>

Nylón 6.6 je preto tak dobrým polypeptidovým materiálom, pretože v rámci jeho štruktúry dochádza k pôsobeniu intermolekulových síl. Prítomnosťou amidových väzieb dochádza v rámci jednotlivých reťazcov k vytváraniu vodíkových väzieb medzi vodíkom na atóme dusíka v jednom reťazci a kyslíkom v reťazci druhom (Obr. 6). Takýto spôsob väzby umožňuje veľmi pevné usporiadanie reťazcov do podoby pevného vlákna. Vďaka prítomnosti týchto vodíkových väzieb je nylón 6.6 veľmi pevným a odolným materiálom s relatívne vysokou teplotou topenia, až 250 °C.



Obr. 6: Vytváranie intermolekulových vodíkových väzieb v rámci jednotlivých polyamidových reťazcov.

3 Vplyv prostredia na horolezecké laná

„Naše laná sú oveľa pevnejšie, ako si myslíme!“, výrok Pita Schuberta, ktorý sa dlhé roky venoval bezpečnosti na skale a ľade, či už ide o samotné vybavenie alebo dodržiavanie správnej metodiky.⁷ Ostáva však otázka, kedy a za akých okolností sa môžu dnešné laná pretrhnúť?

3.1 Pády

Krátke pády s nízkym pádovým faktorom počas športového lezenia spôsobujú len minimálne poškodenie lana.⁸ Intenzívnym používaním a častými krátkymi pádmi dochádza k tomu, že laná sa stávajú tuhšími a strácajú svoju flexibilitu. Ani veľké pády (10 – 15 metrov) pri dynamickom spôsobe istenia neznamenajú, že dané lano je nutné automaticky vyhodiť. Avšak treba brať do úvahy že laná, ktoré sú opotrebované častými pádmi pri športovom lezení sa ďalej nesmú používať vo vysokohorskom teréne, kde hrozí nebezpečenstvo ich rázového zaťaženia cez ostrú skalnú hranu.⁹

3.2 Zaťaženie lana cez ostrú skalnú hranu

K reálnemu nebezpečenstvu pretrhnutia lana cez ostrú skalnú hranu dochádza v prípade zachytenia pádu prvolezca, kedy na lano pôsobí rázová sila v dôsledku trhnutia lanom.⁹ Existujú dva hlavné ukazovatele, na základe ktorých sa dá zistiť, že lano bolo pretrhnuté v dôsledku zaťaženia cez ostrú skalnú hranu, medzi ktoré patria samotný výzor pretrhnutého lana a mikroskopická analýza pretrhnutých polyamidových vlákien (Obr. 7). Pri pretrhnutí lana na skalnej hrane sa do nylonových vlákien dostávajú čiastočky prachu a samotnej horniny, v dôsledku čoho sa dá jednoznačne určiť, že pretrhnutie bolo spôsobené vplyvom ostrej hrany.

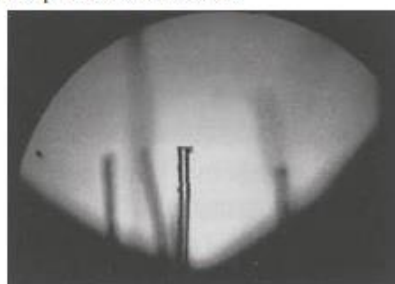
⁷ Schubert, P. *Number of Rope Failures amongst German and Austrian Mountaineers and Climbers since 1968.*

⁸ Tendon. *Dynamic and static ropes manual.* Webová stránka: https://www.horydoly.cz/files/tendon_metodika.pdf

⁹ Schubert, P. *Bezpečnosť a riziko na skále a ľadu I.*

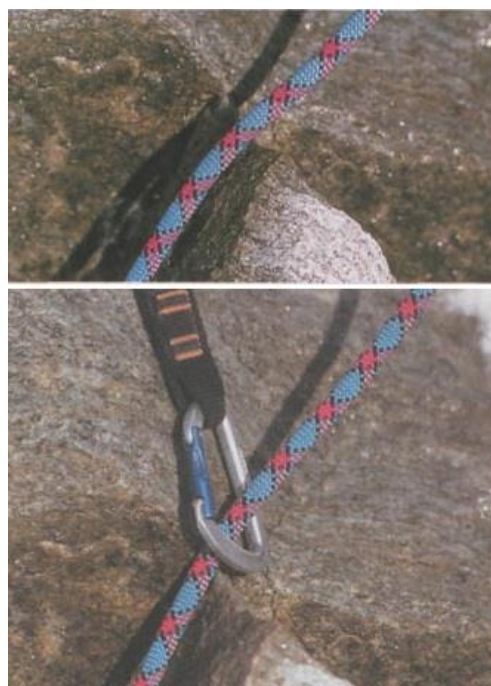


A - pretrhnutie na ostrej skalnej hrane B - prerezanie nožom



Obr. 7: Pretrhnutie lana v dôsledku zaťaženia cez ostrú skalnú hranu a mikroskopický pohľad na pretrhnuté polyamidové vlákna (A) a lano prerezané nožom (B).

V prípade, že pri lezení na skale lano prechádza cez ostrú skalnú hranu, malo by byť za hranou zriadené stabilné postupové istenie. To v prípade pádu môže absorbovať časť pádovej energie (aj v prípade že by toto istenie pri zachytení pádu zlyhalo), čo výrazne zvyšuje šancu, že k pretrhnutiu lana nedôjde (Obr. 8).⁹



Obr. 8: Vedenie lana v prípade ostrej skalnej hrany.

3.3 Pretrhnutie lana v dôsledku trenia

Trenie je fyzikálny jav, ktorý vzniká pri pohybe telies a môže mať priaznivé, ale aj nepriaznivé účinky na dané telesá. V prípade horolezeckých lán sa trenie vytvára v istiacich pomôckach (istenie, spúšťanie lezca, zlaňovanie), vo vratných bodoch, v karabínach postupového istenia, alebo aj na skalnom povrchu. V dôsledku trenia lana o materiál sa vytvára teplo, ktoré môže mať nepriaznivý účinok na lano (resp. polyamid, z ktorého je lano vyrobené). Pri vyšších teplotách dochádza v kontaktnom bode (napr. karabína a lano) k roztaveniu tenkej vrstvy polyamidových vlákien, čo spôsobuje poškodenie plášťa.⁴

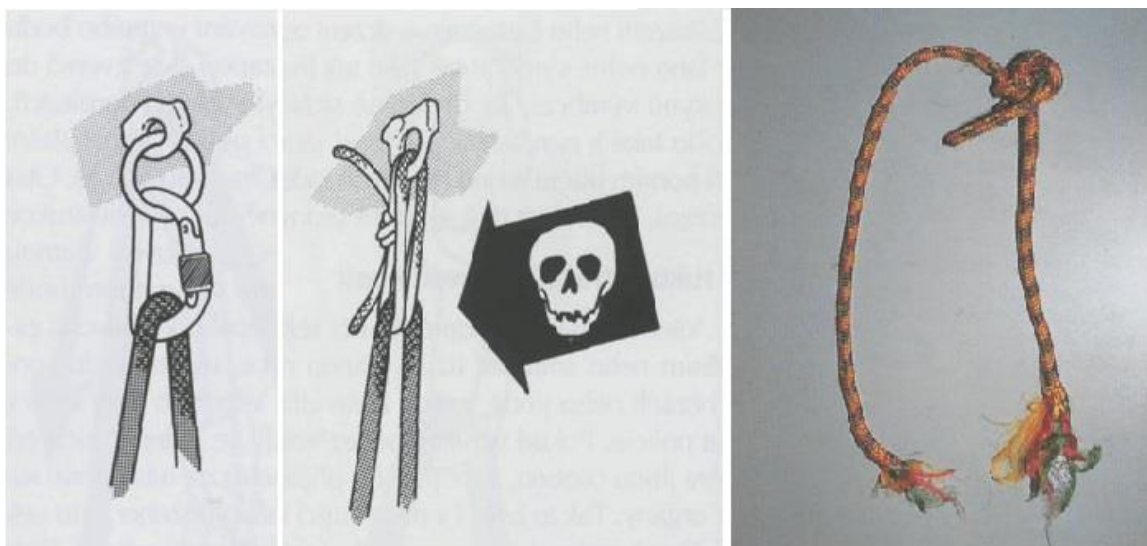
Toto roztavenie plášťa je možné rozoznať podľa sklovitých alebo spálených tmavých oblastí na plášti lana (Obr. 9).⁸ Pri roztavení vlákien a ich následnom stuhnutí sa menia vlastnosti polyamidu, ktorý sa stáva nepružným (má tzv. amorfný charakter), stráca sa elasticita a zvyšuje sa krehkosť, čo môže spôsobiť "zlomenie lana" pri ohnutí (napr. v karabíne).



Obr. 9: Roztavenie vlákien plášťa.

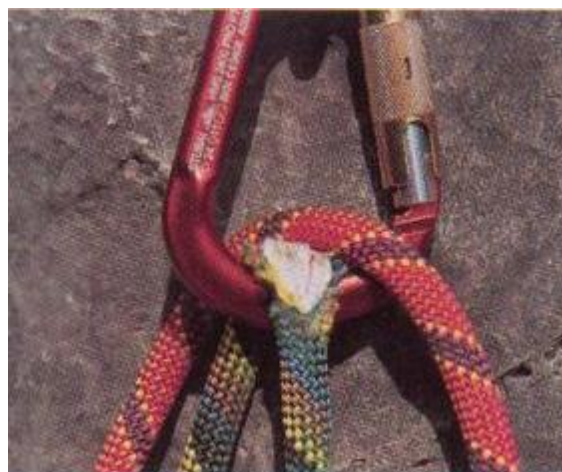
Ako uviedol Schubert, pri veľmi rýchlom spúšťaní cez vratný bod dochádza v dôsledku trenia k zahriatiu karabíny až na teplotu 100 °C, čo škodí karabíne aj lanu.^{9,10} Preto sa pre horné istenie nikdy nepoužívajú rep-šnúry, nakoľko môže dôjsť k ich jednoduchému prepáleniu (Obr. 10).

¹⁰ Schubert, P. *Bezpečnosť a riziko na skále a ledu III.*



Obr. 10: Prepálenie rep-šnůry v dôsledku trenia.

Rovnako je nevhodné, aby sa v jednej karabíne krížili dve laná. Ich vzájomným pohybom, resp. pohybom jedného lana po druhom, dochádza v dôsledku trenia k vzniku tepla, ktoré môže spôsobiť ich poškodenie prepálením, čo môže viesť až k pretrhnutiu lana (Obr. 11).

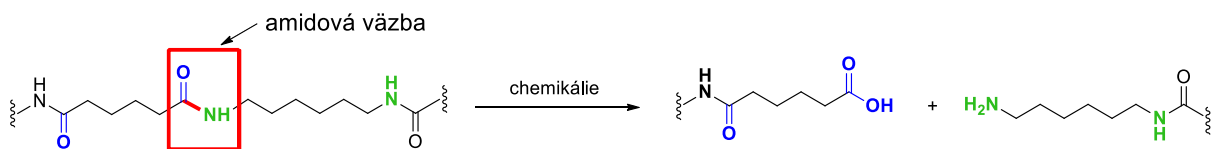


Obr. 11: Pretrhnutie lana prepálením.

3.4 Pôsobenie chemikálií

Ako už bolo spomenuté v kapitole 2.3, horolezecké laná sa vyrábajú z polyamidových vlákien. V rámci štruktúry polyamidového vlákna je pevná amidová väzba zároveň aj najslabším článkom, pretože vplyvom určitých chemických činidiel dochádza k jej narušeniu a štiepeniu (Obr. 12).¹¹

¹¹ Kubičková, E. *Diplomová práca*. Strukturná a morfológická charakterizace polyamidových spon.



Obr. 12: Rozpad amidovej väzby vplyvom chemikálií.

K tomuto štiepeniu dochádza hlavne vplyvom vodných roztokov kyselín a zásad, pričom toto porušenie môže viesť až k pretrhnutiu lana (Obr. 13).



Obr. 13: Pohľad na pretrhnuté lano v dôsledku pôsobenia kyseliny a mikroskopická analýza poškodených polyamidových vlákien.

Pôsobenie chemikálií, hlavne kyselín je veľmi ťažké identifikovať.⁹ Väčšinou je viditeľné tmavšie zafarbenie opletu (Obr. 14), alebo je možné pozorovať zoslabnutie priemeru lana, prípadne jeho zmäknutie, či odrenie pôsobiace ako prach.



Obr. 14: Stmavnutie opletu pôsobením kyseliny.

Vo všeobecnosti preto platí zásada nevystavovať lano chemikáliám, či už pri ich skladovaní alebo preprave. Lano môže byť totiž poškodené aj výparmi kyseliny sírovej nachádzajúcej sa v autobatériách. Rovnako by lano nemalo prísť do kontaktu so silne polárnymi rozpúšťadlami (fenoly, chlorované fenoly, dimetylformamid), močom, zvratkami

(tie totiž obsahujú kyselinu chlorovodíkovú, bežne sa nachádzajúcu v žalúdočných šťavách) a pod.^{4,9,12}

3.5 Vplyv UV žiarenia

Ultrafialové žiarenie resp. ultrafialové svetlo je druh elektromagnetického žiarenia s vlnovou dĺžkou 100 – 400 nm, ktoré je súčasťou viditeľného svetla (slnko) a spôsobuje napr. letné opálenie (resp. spálenie slnkom).¹³ Avšak časté vystavovanie sa UV žiareniu má negatívny vplyv nielen na živé tkanivá (ako oči a pokožka, čo môže viesť až ku vzniku rakoviny), ale aj na naše laná.

Pokiaľ sa lano štandardne používa a skladuje, vplyv starnutia (resp. degradácia polyméru) sa na ňom takmer vôbec neprejaví, a lano sa skôr opotrebuje lezením ako pôsobením UV žiarenia.⁸ Vplyvom UV žiarenia sú elektróny väzby uhlík-uhlík v rámci polyamidového reťazca excitované (získavajú energiu), čím dochádza k štiepeniu chemickej väzby.⁴ Toto štiepenie polyamidového reťazca, čiže nerušenie primárnych väzieb výrazne znižuje pevnosť polyméru, ako aj schopnosť absorbovať energiu a vedie k strate elasticity. Avšak proces štiepenia vplyvom UV žiarenia trvá dostatočne dlho na to, aby došlo k závažnému poškodeniu lana. Žiaľ, vplyvu UV žiarenia je takmer nemožné sa vyhnúť a takýto typ degradácie lán je veľmi ťažké odhaliť. Toto poškodenie sa prejavuje napr. blednutím a/alebo zmenou farby lana (Obr. 15).



Obr. 15: Zmena farby opletu vplyvom UV žiarenia.

V dnešné laná sú stabilizované proti pôsobeniu UV žiarenia.¹¹ Fotochemická stabilizácia nylonu sa docieľuje začlenením antioxidantných produktov (napr. zmesou jodidu draselného a naftenátu meďnatého v množstve 0,5 %). Veľmi dobré stabilizačné účinky má octan meďnatý

¹² Schubert, P. *Bezpečnosť a riziko na skále a ledu II.*

¹³ Webová stránka: <https://en.wikipedia.org/wiki/Ultraviolet>

a octan mangánatý, ako aj aktívne sadze. Polyamid s prídavkom 1 % aktívnych sadzí má 5 – 8 krát dlhšiu životnosť ako nestabilizovaný polyamid.

3.6 Vlhkosť a mráz

Účinok vlhkosti na lano by sa nemal podceňovať.⁸ Vďaka prítomnosti vodíkových väzieb sú polyamidy náchylné k absorpcii vody. Mokré laná sú nielen ťažšie, ale sa s nimi aj náročnejšie manipuluje. Vlhké, resp. mokré laná vykazujú výrazne menšiu schopnosť dynamicky absorbovať energiu. Ak navyše klesne teplota okolia a mokré lano začne zamrzáť, výrazne sa obmedzia jeho vlastnosti a schopnosť zachytiť pád.

3.7 Značenie stredu lana

Na značenie stredu lana existujú špeciálne fixy, ktorých zloženie by nemalo negatívne ovplyvniť vlastnosti lana. Avšak podľa výskumu Bezpečnostnej komisie UIAA, ale aj niektorých výrobcov lán, bolo zistené, že dodatočné značenie lana touto špeciálnou fixou môže viesť k jeho poškodeniu.¹² Skúšky takto značených lán preukázali zníženie počtu normovaných pádov až o 50 %. Samotné značenie však nemôže viesť k pretrhnutiu lana, ale v prípade že by označené miesto pri páde doľahlo na skalnú hranu, mohlo by dôjsť k jeho pretrhnutiu. Aj keď je táto možnosť na základe štatistiky takmer nulová, napriek tomu táto hrozba reálne existuje.

3.8 Znečistenie horolezeckých lán

Piesok, hlina, prach alebo aj magnézium môžu spôsobovať znečistenie našich horolezeckých lán.⁸ Tieto malé čiastočky nečistôt môžu preniknúť hlboko do lana a spôsobovať tak jeho mechanické poškodenie (môžu poškodiť vlákna jadra). Pokiaľ je to možné, je nevyhnutné zabrániť priamemu kontaktu lana so zemou (odporúčané je používať plachtu, na ktorú si lano položíme a tak minimalizujeme nežiadúci vplyv znečistenia).

Hlavnou nevýhodou znečistených lán je, že majú zníženú životnosť a navyše sa s nimi ťažšie manipuluje.³ Preto je možné lano vyčistiť pomocou vlhkej handričky a nechať ho voľne vysušiť napr. rozložené na podlahe (NIKDY však laná nesušime na priamom slnečnom žiarení, resp. v sušičke na prádlo). Pokiaľ je znečistenie väčšie, je možné lano vyprať ručne vo vlažnej vode do 30 °C, resp. aj v práčke (program „vlna“ bez žmýkania) a opäť ho nechať voľne vyschnúť.

4 Kontrola lán

Kľúčom ako predísť zlyhaniu horolezeckých lán je ich pravidelná kontrola. Poškodenie lana je možné identifikovať manuálne, použitím hmatu a vizuálnej kontroly. Aj keď je táto metóda značne subjektívna, môže nám pomôcť odhaliť poškodenie lana.⁴

4.1 Poškodenie opletu

Oplet predstavuje najľahšie kontrolovateľnú časť lana, či už vizuálne alebo hmatom.^{4,14} Nakoľko je vyrábaný z veľkého množstva tenkých filamentov, neustálym používaním dochádza postupne k jeho opotrebovaniu. Toto opotrebovanie sa prejavuje rozstrapkaním opletu a postupným zväčšovaním priemeru lana. Na obrázku 16 sa nachádzajú rôzne opotrebované laná, pričom stav poškodenia lán v poslednom stĺpci je vyložene nebezpečný a takéto lano je nutné prestať používať, resp. vyhodiť!



Obr. 16: Rôzne opotrebovanie lán.

Pretrhnutím malej časti filamentov opletu dochádza k vytvoreniu lokálne rozstrapkanej časti prameňov, čo však nie je dôvodom na vyhodenie lana (Obr. 17). Avšak takéto lano by sa malo pravidelne monitorovať. Naopak lano s viacerými pretrhnutými prameňmi opletu by malo byť automaticky vyradené (Obr. 18).



Obr. 17: Rozstrapkanie opletu.

¹⁴ Webová stránka: <http://ppe.climbingtechnology.com/en/procedures/ropes-ropes-slings-life-lines>



Obr. 18: Pretrhnutie viacerých prameňov opletu.

Na nasledujúcej sérii obrázkov je znázornené poškodenie opletu vplyvom kontaktu s horúcim predmetom (Obr. 19), resp. vplyvom roztavenia vlákien plášt'a (napr. trením; Obr. 20).



Obr. 19: Prepálenie opletu s externým zdrojom tepla.



Obr. 20: Prepálenie opletu vplyvom trenia.

V oboch prípadoch poškodenia lana prepálením opletu je nutné takéto lano vyradiť z používania!

4.2 Poškodenie jadra

Poškodenie jadra je častokrát veľmi ťažké identifikovať vizuálne, a teda je možné ho zistiť len hmatom.⁴ Poškodenie jadra môžeme odhaliť tak, že lano posúvame v oblúku. Ak je oblúk lana pri posúvaní stále vypnutý, lano je v poriadku. Avšak zalomenie (Obr. 21) signalizuje poškodenie jadra a teda lano je nutné vyradiť.



Obr. 21: Poškodenie jadra.

Oveľa závažnejším problémom je keď sa jadro lana začne tlačiť cez opleť, pričom tento stav sa označuje aj ako hernia jadra. Môže byť odhalená aj hmatom, nakoľko sa prejavuje veľkými hrčami pozdĺž lana (Obr. 22). Tento stav nastáva vtedy, keď opleť lana nesprávne obaluje jadro. Pri zaťažení dochádza len k predĺženiu jadra, avšak nie opletu. Po následnom uvoľnení lana, môže jadro vyklízať z voľného plášťa a vytvoriť tak herniu. Takýmto spôsobom poškodené lano sa nesmie ďalej používať!



Obr. 22: Hernia jadra – vážne poškodenie jadra.

Na nasledujúcom obrázku 23 sa nachádza kompletné poškodenie lana, pričom opäť by malo byť takého lana automaticky vyradené.



Obr. 23: Vážne poškodenie lana.

4.3 Dôvody na vyradenie lana

Lano by sa malo vyradiť vždy, bez ohľadu na dobu používania, ak:⁸

- prišlo do styku s chemikáliami (hlavne kyseliny)
- je poškodený oplet, pričom je viditeľné jadro lana
- oplet je extrémne opotrebovaný, prípadne veľmi rozstrapkaný
- lano je extrémne zdeformované (zhrubnutia, vruby, miestne zoslabenia alebo zosilnenia)
- lano bolo vystavené extrémnemu zaťaženiu (napr. ťažkým pádom, resp. pádom cez ostrú hranu)
- lano je extrémne znečistené nečistotami, ktoré sa nedajú vyprať
- lano bolo poškodené teplom, resp. je spálené trením
- bola prekročená životnosť lana uvedená výrobcom

5 Životnosť lana

Životnosť lana je často diskutovanou otázkou a presne ju určiť je veľmi náročné.^{3,15} Závisí od mnohých faktorov ako intenzita lezenia, spôsob používania, technika lezenia, druh skaly resp. povrchu, starostlivosť o lano, skladovanie, klimatické podmienky, atď. Používaním a starnutím lana sa postupne znižuje jeho schopnosť zachytiť pád.

Na základe toho, ako často používame lano, môžeme jeho životnosť stanoviť odhadom nasledovne:

- max. 1 rok – lano používané takmer denne
- 1 – 2 roky – lano používané týždenne, resp. na víkendy
- 3 roky – lano používané niekoľko krát za mesiac, resp. len počas sezóny
- 5 rokov – lano používané raz mesačne, resp. na víkendy počas sezóny
- 7 rokov – lano používané pár krát ročne
- 10 rokov – lano používané príležitostne

Avšak treba mať na pamäti, že maximálna životnosť lana je 15 rokov (resp. je udávaná výrobcom). Väčšina výrobcov však odporúča lano po 5 rokoch vyradiť, aj keď nebolo často používané, pričom hlavným dôvodom je prirodzená degradácia polyamidu vplyvom UV-žiarenia a vonkajších vplyvov všeobecne.

¹⁵ Webová stránka: <https://blog.weighmyrack.com/expected-lifespan-of-a-climbing-rope-aka-when-to-retire-your-rope/>

6 Záver

Táto práca stručne popisuje vývoj horolezeckých lán, pričom je v nej popísané chemické zloženie polyamidových vlákien, z ktorých sú dnešné horolezecké laná vyrábané. Tieto poznatky súvisiace s primárnym zložením a chemickými väzbami v štruktúre polyamidových vlákien, môžu prispieť k lepšiemu pochopeniu niektorých negatívnych vplyvov na lano, ako napr. vysoká teplota, UV-žiarenie a v neposlednom rade vplyv chemikálií (hlavne kyselín).

Ďalšie kapitoly tejto práce sa venujú negatívnym vplyvom prostredia na naše laná, s ktorými sa stretávajú všetci priaznivci športového lezenia, ako aj možnostiam ako zabrániť rýchlemu opotrebovaniu našich lán.

V závere práce sú diskutované rôzne druhy poškodení, ktoré môžu vzniknúť na našich lanách, životnosť lán, ale aj dôvody na vyradenie lana. Vďaka veľkému počtu obrázkov môže čitateľ jednoducho rozpoznať menej vážne, ale aj závažné poškodenia horolezeckých lán. Preto je táto práca prínosom pre celú lezeckú komunitu.

7 Použitá literatúra

- [1] McLaren, A. J. *Proc. IMechE* **2006**, Vol. 220, Part L: J. Materials: Design and Applications.
- [2] Bright, C. M. A History of Rock Climbing Gear Technology and Standards.
- [3] Článok: Laná. Metodicko bezpečnostná komisia SHS JAMES.
- [4] DiMartino, T. J.; Sandwith, C. J. *Proper Care, Maintenance, and Inspection of Climbing Ropes to Reduce Degradation and Help Determine When to Retire Them*.
- [5] Webová stránka: <http://www.chemistryexplained.com/Ny-Pi/Nylon.html>
- [6] Webová stránka: <http://www.chemistryislife.com/the-chemistry-of-2>
- [7] Schubert, P. *Number of Rope Failures amongst German and Austrian Mountaineers and Climbers since 1968*.
- [8] Tendon. *Dynamic and static ropes manual*. Webová stránka: https://www.horydoly.cz/files/tendon_metodika.pdf
- [9] Schubert, P. *Bezpečnosť a riziko na skále a ledu I*.
- [10] Schubert, P. *Bezpečnosť a riziko na skále a ledu III*.
- [11] Kubičková, E. *Diplomová práca*. Strukturní a morfológická charakterizace polyamidových spon.
- [12] Schubert, P. *Bezpečnosť a riziko na skále a ledu II*.
- [13] Webová stránka: <https://en.wikipedia.org/wiki/Ultraviolet>
- [14] Webová stránka: <http://ppe.climbingtechnology.com/en/procedures/ropes-ropes-slings-life-lines>
- [15] Webová stránka: <https://blog.weighmyrack.com/expected-lifespan-of-a-climbing-rope-aka-when-to-retire-your-rope/>

Obrázkové zdroje:

Schubert, P.: **1, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 17**.

DiMartino, T. J.: **2**.

The British Mountaineering Council. *Ropes – A guide for climbers and mountaineers*.: **9**.

Edelrid. *Static rope handbook*.: **3, 15, 21**.

Webová stránka: <http://ppe.climbingtechnology.com/en/procedures/ropes-ropes-slings-life-lines>: **16, 18, 19, 20, 22, 23**.