

Tento výukový materiál byl vytvořen v rámci projektu MatemaTech – Matematickou cestou k technice.	
Předmět:	Matematika, fyzika
Téma:	Měření délky, přímá a nepřímá úměrnost
Věk žáků:	14 – 19 let
Časová dotace:	- teoretická část 30 min - praktické části 2 x 45 min
Potřebné pomůcky, požadavky na techniku:	- počítač, popř. tablet - slow-motion kamera (postačí aplikace v tabletu, mobilním telefonu) - vybavení na testování (popsáno v metodice)
Požadované znalosti a dovednosti žáků:	- vyhledávání a zpracovávání potřebných informací - zručnost s délkovým měřidlem - skupinová spolupráce - základní matematické znalosti – trojčlenka, práce s grafy, výpočet aritmetického průměru, přímá a nepřímá úměrnost
Získané dovednosti a znalosti:	- vyhledávání a nalézání potřebných informací - zpracování nalezených informací – důležité pro správné testování lana - bezpečnost práce – potřebná i při měření (dynamické prodloužení lana) - nalézání chyb a odchylek při měření a výpočtech - vytvoření závěru ze získaných hodnot testování
Aplikace tématu v reálném životě:	- sport – lezení na umělé stěně a na skalách – bezpečnost materiálu - práce – práce ve výškách, v jeskyních - práce s těžkými náklady
Zdroje:	- webové stránky: http://www.theuiaa.org/#, https://www.ukclimbing.com/, https://www.climbing.com/, http://www.lezec.cz/index.php?ckat=6d65746f64696b61h, http://horolezeckametodika.cz/
Autor:	Mgr. Vladislav Beňadik

PRACOVNÍ LIST – STATICKÉ A DYNAMICKÉ PRODLOUŽENÍ LANA

Teoretická část:

1) Vysvětli (uved' i hodnoty):

Statické prodloužení lana:

Dynamické prodloužení lana:

2) Co to je pádový faktor? Co si představit pod pojmem normovaný pád?
Nakresli obrázek.

3) Z jakých částí se skládá lano a jaká jeho část je pro sportovce nejdůležitější?

Praktická část:

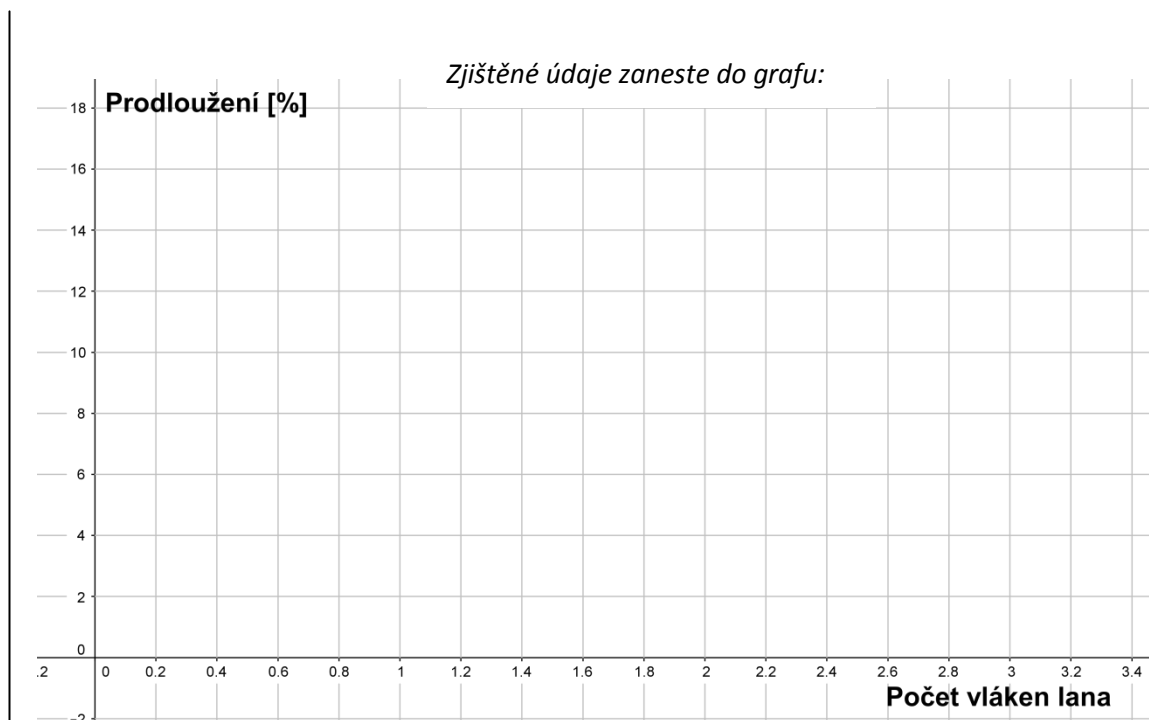
U obdrženého lana (vláken jádra) zjistěte, zda splňuje normy pro statické a dynamické prodloužení.
 Provádějte testy co nejpřesněji, na vašem měření mohou záviset životy horolezců!!!

A) Určete statické prodloužení lana:

Délka pramenů lana:					
1 pramen	1 pramen	2 prameny	2 prameny	3 prameny	3 prameny
Prodloužení [%]:					

Výpočty:

Průměrné statické
prodloužení lana:



B) Zjistěte dynamické prodloužení lana:

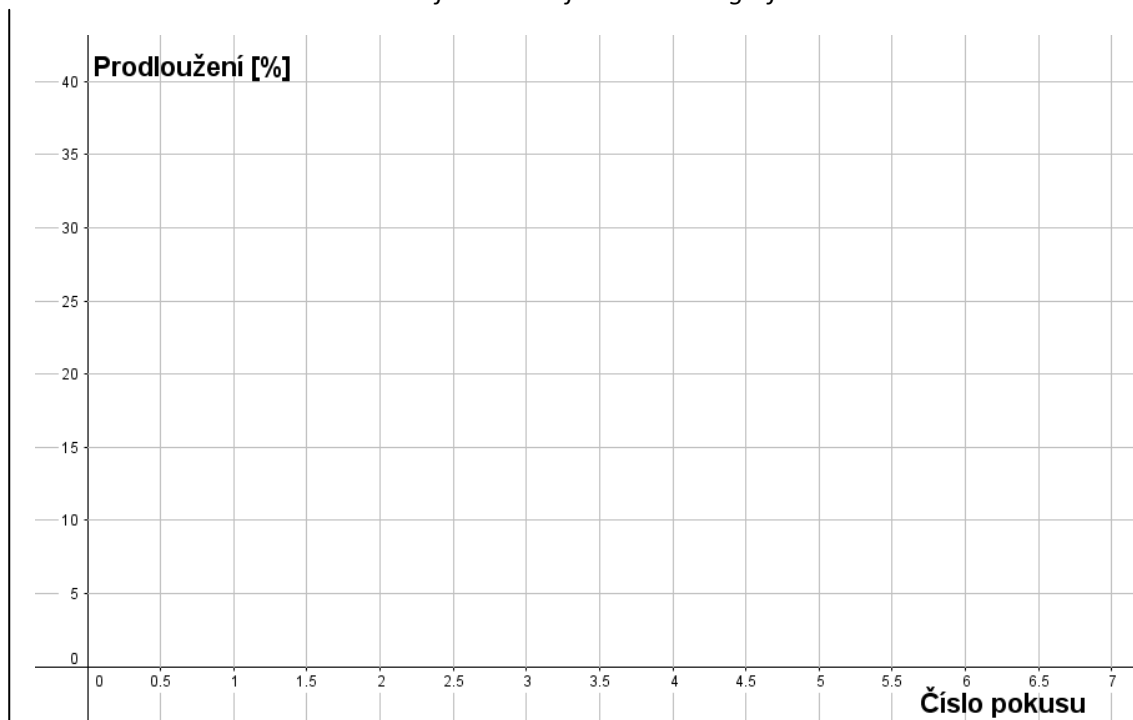
Využijte k zachycení tablet, popř. mobilní telefon se slowmotion kamerou. Dodržujte bezpečnost!!!

Pádový faktor:					
1.pokus	2.pokus	3.pokus	4.pokus	5.pokus	6.pokus
Prodloužení [%]:					

Výpočty:

Zjištěné údaje zaneste do grafu:

Průměrné dynamické
prodloužení lana:



Závěr celého projektu:

Srovnejte své výsledky s normou, a pokud se liší, zkuste uvést příčiny, tentokrát do detailu. Zkuste zde uvést i svůj osobní názor na výsledné měření a výsledky!

METODICKÉ POKYNY – STATICKÉ A DYNAMICKÉ PRODLOUŽENÍ LANA

Úvod:

Téma statického a dynamického testování lana není tak složité, jak by se mohlo zdát. Výpočty, měření a zaznamenávání do kartézské soustavy by žáci a studenti měli zvládnout bez problému - nejsložitějším výpočtem je trojčlenka. Co je ale složité, je příprava na samotné testování jednotlivých pramenů lana. Jak připravit testy tak, aby byly vypovídající a hlavně aby byly bezpečné!

Jako další důležitou věc doporučuji mít dva typy lana - statické a dynamické. To proto, aby výsledky, pokud budou testy a výpočty prováděny správně, vycházely rozdílně.

U mladších studentů doporučuji měření připravit během teoretické části (popř. ho již mít připravené), u starších studentů (střední školy) doporučuji pouze kontrolovat, případně, bude-li třeba, radit se sestrojením.

Pomůcky:

- dvě lana – statické a dynamické - 2,5 m
- 3 kusy horolezeckých karabin (ideálně šroubovací)
- 2 kusy šitých horolezeckých smyc (délka 120 cm)
- délkové měřidlo
- fix



VZOROVÉ ŘEŠENÍ - návod

Teoretická část:

- 1) Obě prodloužení lana – statické i dynamické – se řídí normou EN 892. Tato norma je obsáhlá a je potřeba z ní vybrat potřebnou část:

Statické prodloužení lana: Užité statické prodloužení se zkouší zatížením lana závažím o hmotnosti 80 kg. Nesmí překročit 10 % u lan jednoduchých (jeden pramen lana).

Dynamické prodloužení lana: Tento parametr udává prodloužení lana při prvním normovaném pádu. Maximální přípustné dynamické prodloužení je 40 % při prvním pádu a zohledňuje vlastnosti lana lépe než statická hodnota pracovního prodloužení.

- 2) Jako nejjednodušší na vysvětlení **pádového faktoru** poslouží zjednodušená ukázka v GeoGebře: <https://ggbm.at/sTW8Wyuv>

Normovaný pád podle normy EN 892: má hodnotu pádového faktoru $f = 1,74$.

Délka lana je 2,7 m, z čehož se 0,3 m nachází před karabinou o průměru 10 mm, která pád zadrží. Závaží je spuštěno z výšky 2,3 m nad karabinou a padá 4,7 m dolů. Zastaví se 2,4 m (+ protažení lana) pod karabinou. Jedná se tedy o napodobení velmi tvrdého pádu.

Podrobněji na: http://www.theuiaa.org/wp-content/uploads/2016/08/UIAA101-Dynamic-Mountaineering-Ropes_1.jpg

Poznámka 1:

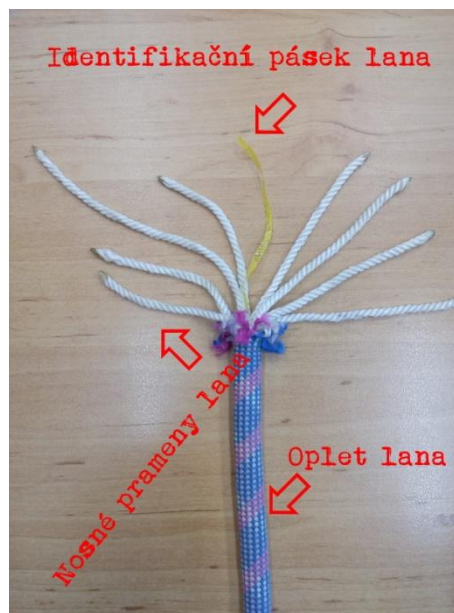
U dynamického testování lana délky částí lan přizpůsobíme tak, abychom byli schopni testovat ve školních podmínkách.

3) Informace týkající se horolezeckých lan (podobné informace obsahují i pracovní lana):

Informace na laně



Složení lana



Pro sportovce, jeskyňáře a dělníky ve výškách je důležitou součástí lana oplet, který chrání nejdůležitější část lana, a to nosné prameny.

Poznámka 2:

Samotný pád může být také nebezpečný, i když lano nepraskne nebo sportovec nenarazí do skály. Při pádu na něj působí tzv. rázová síla. Kdy je to pro sportovce bezpečné a kdy už ne, vám pro zjednodušení demonstruje materiál v GeoGebře, protože výpočet je docela složitý:

<https://ggbm.at/wF8Nzf8P>

Poznámka 3:

Protože ve školních podmínkách není možné provádět certifikované testy s 80 kg závažím, budeme provádět tyto testy na jednom (popř. dvou, třech pramenech lana) s menším závažím. Jak těžké závaží budeme potřebovat, lze jednoduše spočítat – pozor, každé lano může ale obsahovat různý počet nosných pramenů a samotný oplet nese 20% váhy! Lze využít: <https://ggbm.at/b2GzSyj3>

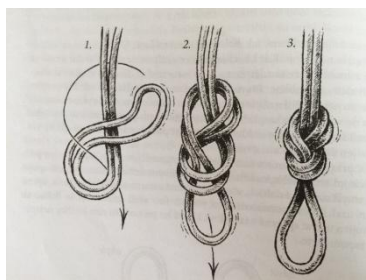
Praktická část:

1) Statické prodloužení lana

V poznámce 3 jsme vypočítali, jak těžké závaží budeme potřebovat na testování pramenů lana, abychom se přiblížili výsledky k originálním testům od výrobců. V našem případě jsme potřebovali 5 kg závaží, což je váha, se kterou je reálné ve školních podmínkách pracovat.

Při statickém testování lana je nutné si připravit jednotlivé prameny lana. K uchycení závaží a k měření doporučuji použít osmičkový (popř. vůdcovský uzel). Na pramenech lana udělat nahoře i dole značky a měřit protažení mezi značkami.

Osmičkový uzel

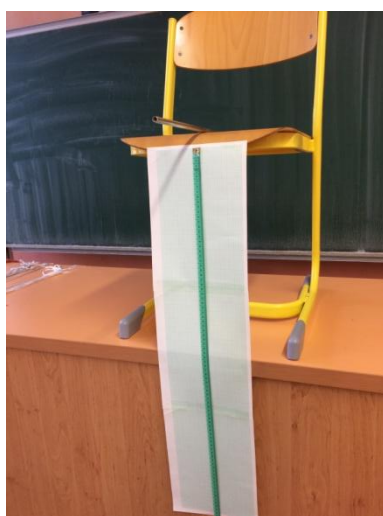


Poznámka 4:

Při zatížení pramene lana závažím dojde k utažení uzlů, tudíž při měření celé délky by mohlo dojít ke zkreslení výsledků. Také je potřeba dávat pozor, aby měření probíhalo vždy stejně, buď zevnitř značek, či z venku. Opět by mohlo dojít ke zkreslení výsledků.



Prameny lana bez značek.



Příprava na měření.



Průběh měření.

Výsledky zaneseme do tabulky a do grafu. Porovnáme s předpokládaným průběhem, a pokud nedojde k vážnějším chybám, mělo by měření odpovídat předpokladu a tím pádem i splňovat normu.

Jako pomoc může sloužit naše měření i s vyhodnocením: <https://ggbm.at/kFtJatUS>

2) Dynamické prodloužení lana

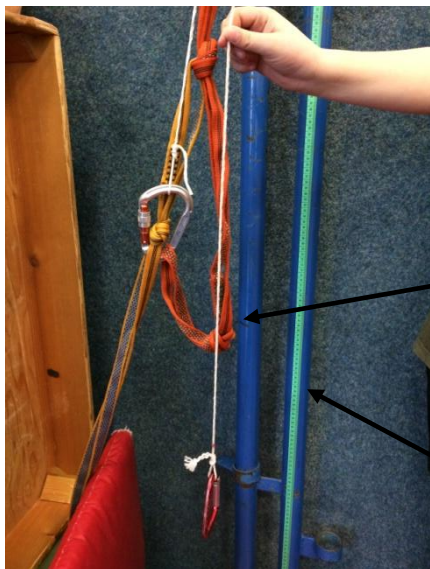
U dynamického testování lana lze použít již označené prameny lana. Budeme zde ale vždy testovat jen jeden pramen. Příprava toho testu je poněkud složitější. Doporučuji využít v tělocvičně hrazdu (Má dostatečnou nosnost, aby vydržela hody. Navíc průměr hrazdy odpovídá průměru při normovaném testování.), žíněnky (Kdyby došlo k přetržení pramene lana, nebude poškozena podlaha závažím.), švédské bedny (Slouží jako vyvýšené stanoviště pro hod a žáci, popř. kantor je nad místem dopadu závaží – bezpečná vzdálenost).

Materiál, abychom docílili normovaného pádu s pádovým faktorem 1,74, doporučuji připravit v učebně. V teoretické otázce 2 je podrobně popsáno, jak takovýto test vypadá. My si ho musíme trochu upravit, zkrátit v určitém poměru vzdálenosti, podle toho, jakou délku pramenů lan jsme zvolili.

Vedle hrazdy ve výšce pádu je potřeba umístit tablet, popř. mobilní telefon se slow-motion kamerou (dostačující je jakákoli aplikace). Díky tomu budeme schopni zachytit maximální prodloužení pramene lana a z délkového měřidla v pozadí vyčíst hodnoty prodloužení a zanést je do tabulky.

Jako pomoc může sloužit naše měření i s vyhodnocením: <https://ggbm.at/x7xCiNZf>





Dynamický test lana v tělocvičně

Oranžová „smyce“ je zde umístěna z bezpečnostních důvodů. Kdyby došlo k přetržení pramene lana, aby nedošlo k „vystřelení“ karabiny a úrazu!

Délkové měřidlo



Tablet se slow-motion kamerou ke sledování maximálního protažení pramene lana.

3) Závěr

V závěru by studenti, pokud vše probíhalo bez problémů, měli dospět k jednoznačnému vyhodnocení a rozpoznat, že jedno testované lano je dynamické, a může proto být použito k horolezecké činnosti, a druhé je statické, které nelze k takovéto činnosti použít a můžeme ho využít jen při pracích ve výškách, kde do něj nehrozí pád.

Je samozřejmé, že všechny testy budou mít drobné odchylky vzniklé chybou přesnosti měření nebo i konstrukcí testovacího zařízení. Cílem ale je, abychom se měřením co nejvíce přiblížili skutečnému testu a studenti dokázali určit rozdíly mezi lany, které bez tohoto měření nejsou patrné a které mohou vést, při nesprávném zvolení lana, ke zraněním nebo i ke smrti.

Ale abych nekončil tyto metodické pokyny a vzorové řešení tak pesimisticky, i když by tyto testy nevyšly průkazně, důležité je, aby testování studenty bavilo. V praxi viděli využití fyziky a matematiky a motivovalo je to k dalšímu objevování a zkoumání v těchto oborech! Chápu, že pro učitele, který s tímto tématem nemá zkušenosti, je předložený materiál technicky i přípravou složitý, ale rozhodně se vyplatí věnovat mu čas, neboť ze své zkušenosti vím, že testování studenty bavilo. Přeji Vám hodně štěstí a lepší výsledky, než jsme měli my!