

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:	- 2 vyučovací hodiny
Potřebné pomůcky, požadavky na techniku:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- počítač, popř. tablet</li> <li>- statické a dynamické lano (1,5 m dlouhá)</li> <li>- délkové měřidlo</li> <li>- závaží</li> <li>- horolezecké karabiny, horolezecké sešité smyce</li> </ul>
Požadované znalosti a dovednosti žáků:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vyhledávání a zpracovávání potřebných informací</li> <li>- zručnost s délkovým měřidlem</li> <li>- skupinová spolupráce</li> <li>- základní matematické znalosti – trojčlenka, práce s grafy, výpočet aritmetického průměru, přímá a nepřímá úměrnost</li> </ul>
Získané dovednosti a znalosti:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vyhledávání a nalézání potřebných informací</li> <li>- zpracování nalezených informací – důležité pro správné testování lana</li> <li>- bezpečnost práce – potřebná i při měření (dynamické prodloužení lana)</li> <li>- nalézání chyb a odchylek při měření a výpočtech</li> <li>- vytvoření závěru ze získaných hodnot testování</li> </ul>
Aplikace tématu v reálném životě:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sport – lezení na umělé stěně a na skalách – bezpečnost materiálu</li> <li>- práce – práce ve výškách, v jeskyních</li> </ul>
Zdroje:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- webové stránky: <a href="http://www.theuiaa.org/#">http://www.theuiaa.org/#</a>,  <a href="https://www.ukclimbing.com/">https://www.ukclimbing.com/</a>, <a href="https://www.climbing.com/">https://www.climbing.com/</a>,  <a href="http://www.lezec.cz/index.php?ckat=6d65746f646966b61h">http://www.lezec.cz/index.php?ckat=6d65746f646966b61h</a>,  <a href="http://horolezeckametodika.cz/">http://horolezeckametodika.cz/</a></li> </ul>
Autor:	Mgr. Vladislav Beňadik

## Pracovní list pro žáky

### Úloha č. 1

Vypracujte teoretické otázky v pracovním listu. K nalezení správných odpovědí můžete využít tablet, či počítač. Odpovědi pečlivě zapisujte.

### Úloha č. 2

Protože nelze testovat lano ve školních podmínkách s certifikovanými 80 kg, nejprve určete, jaké závaží budete potřebovat na jeden (vnitřní) pramen lana.

### Úloha č. 3

Určete pomocí měření prodloužení 1, 2 a 3 pramenů, které lano je statické a které dynamické. Než ale začnete měřit, zkuste nejprve odhadnout, jak by vám mělo měření vycházet. Co by mělo být grafem? Výsledky, i váš odhad, zanepte do tabulky v pracovním listu. Nezapomeňte, že přesnost měření může ovlivnit výsledek. Pokud budete mít dostatek času, opakujte měření, čímž můžete zpřesnit výsledek.

### Úloha č. 4

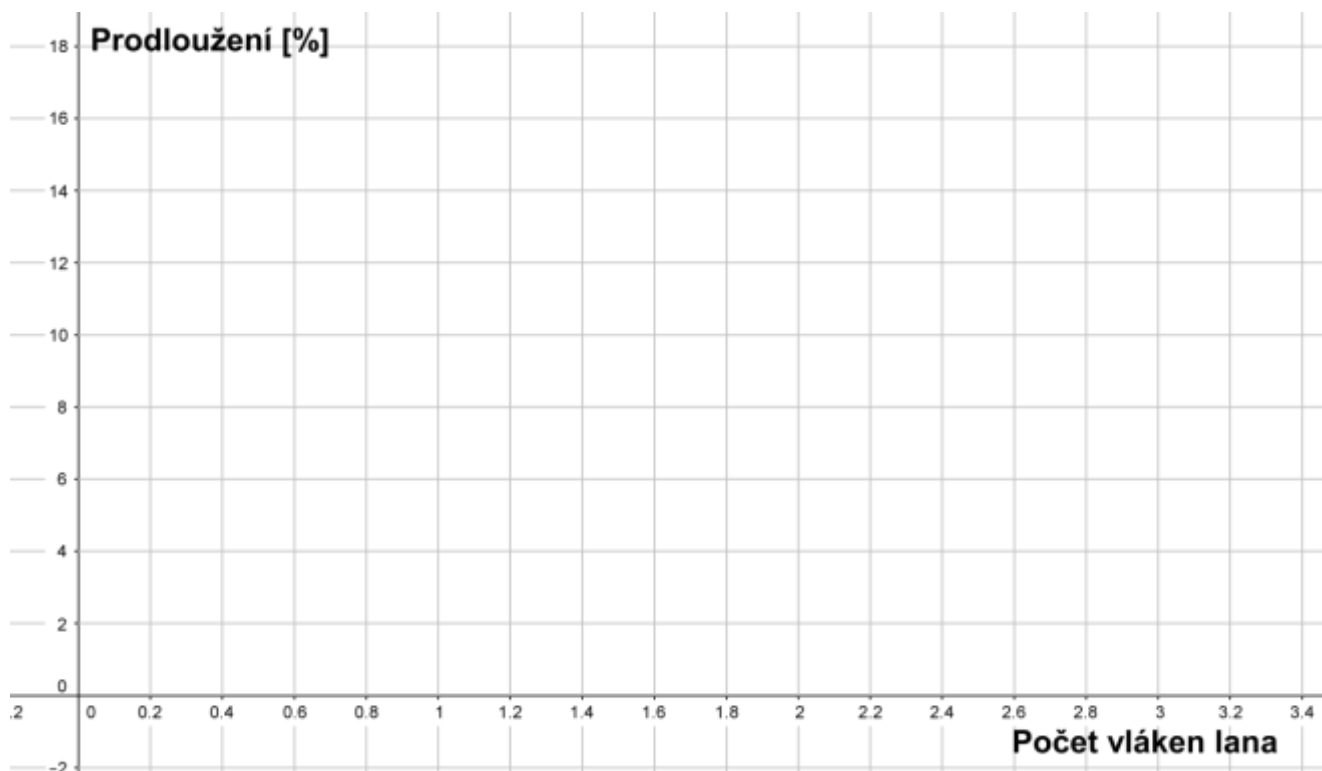
Zjistěte pomocí měření prodloužení pramenu lana a určete, které lano je statické a které dynamické. Stejně jako v úloze č.3, nejprve zkuste odhadnout, jak by vám mělo měření vycházet. Co by mělo být grafem? Výsledky, i váš odhad, zanepte do tabulky v pracovním listu.

### **Teoretická část:**

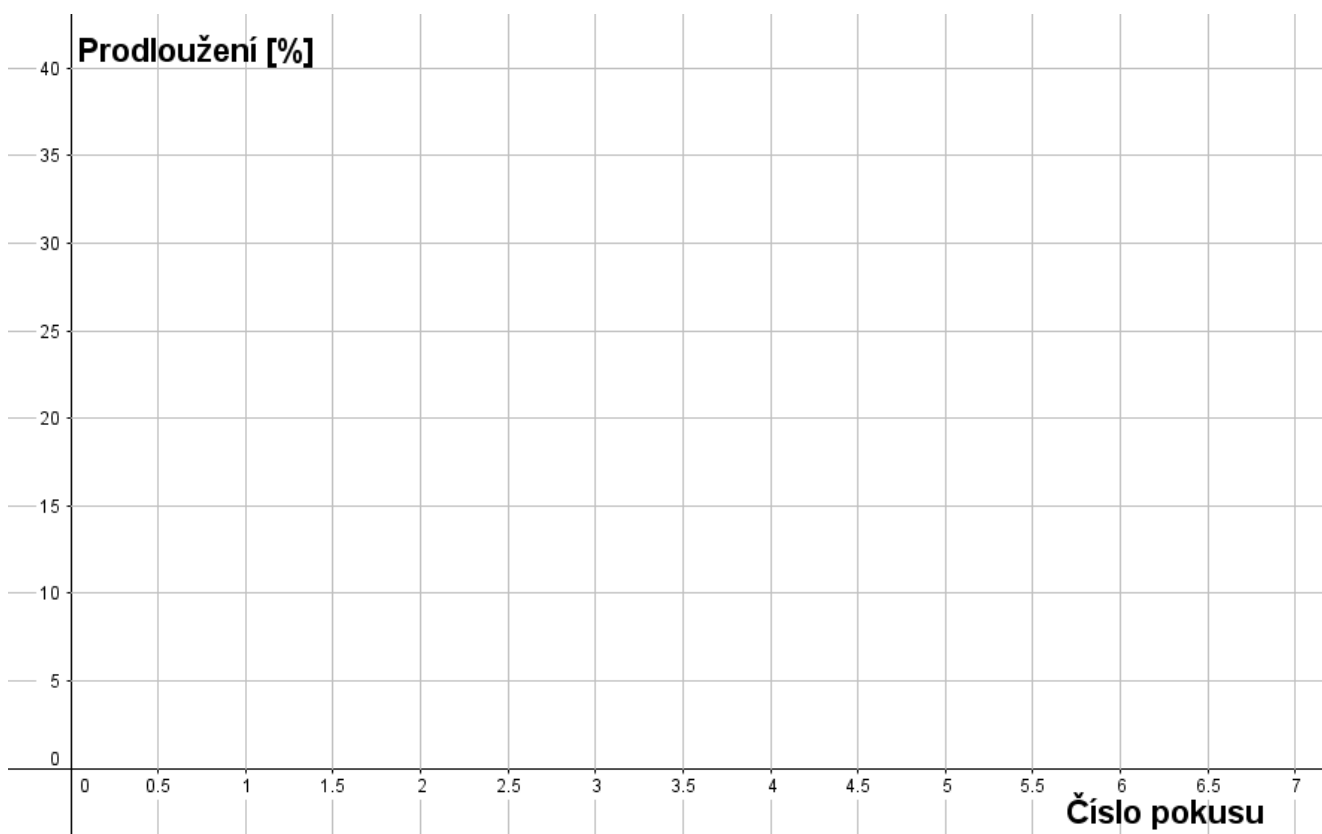
- 1) Jaký je rozdíl mezi statickým a dynamickým lanem? Proč se v horolezení používá dynamické lano?
- 2) Myslíte si, že uzel snižuje nebo zvyšuje nosnost lana? Odpověď zdůvodněte!
- 3) Proč se lano skládá z tolika menších pramenů a opletu?
- 4) Co to je norma EN 892?
- 5) Vysvětlete statické a dynamické prodloužení lana?
- 6) Co je to pádový faktor? Co si představit pod pojmem normovaný pád?

**Praktická část:**

1) Statické testování lana



2) Dynamické testování lana



## Metodické pokyny

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.

## Vzorové řešení

### Úloha č. 1 (odpovědi na teoretické otázky):

- 1) Dynamické lano je pružné, statické nikoli. Při horolezení se používají dynamická lana z důvodu, že když dojde k pádu, nebude na lezce působit taková rázová síla (<https://ggbm.at/wF8Nzf8P>) a zmenší se tím možnost zranění.
- 2) Uzly snižují nosnost lana, některé až o 50 %. Největším problémem je tření a zahřívání materiálů, čím se lano může poškodit.
- 3) Z důvodu bezpečnosti. Při poškození opletu a jádra (několika pramenů lan), zbývající prameny lana jsou schopny ještě lezce udržet a lano se nepřetrhne.
- 4) Bezpečnostní norma určující podmínky, jaké vlastnosti musí horolezecká lana splňovat.
- 5) Přesné znění je v normě EN 892:
  - a. Užité statické prodloužení se zkouší zatížením lana závažím o hmotnosti 80 kg. Nesmí překročit 10 % u lan jednoduchých (jeden pramen lana).
  - b. 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.
- 6) Pádový faktor je bezrozměrná veličina udávající poměr mezi délkou pádu lezce a činnou délkou lana (<https://ggbm.at/sTW8WyuV>).

## Úloha č. 2:

Jak bylo poznamenáno v zadání úlohy, není možné ve školních podmínkách provádět certifikované testy s 80 kg závažím, je vhodné tyto testy provádět na jednom (popř. dvou, třech pramenech lana) s menším závažím. Jak těžké závaží bude potřeba, lze jednoduše spočítat pomocí trojčlenky. Samotný oplet lana nese 20% váhy a zbývající váhu pouze rozpočteme mezi počet pramenů lana (<https://ggbm.at/b2GzSyj3>). Dáváme pozor, neboť každé lano může obsahovat různý počet pramenů.

## Úloha č.3:

Nejprve odhadneme prodloužení 1, 2 i 3 pramenů lan tak, že budeme předpokládat, že při zatížení 1 pramene lana nedojde k maximálnímu (12%) prodloužení, ale jen k 8% prodloužení. Pro zbývající počet lan vypočítáme výsledek pomocí nepřímé úměrnosti. Grafem je tudíž hyperbola.

Dále je při měření potřeba dávat pozor, protože při zatížení pramene lana závažím dojde k utažení uzlů, tudíž při měření celé délky by mohlo dojít ke zkreslení výsledků. Proto je vhodné si udělat značky a měřit prodloužení pouze mezi těmito značkami (opět hlídáme, zda měříme nad značkami, či pod nimi). U dynamického lana budou výsledky odpovídat našemu předpokladu (včetně grafu) a u statického lana bude prodloužení vycházet pouze okolo 2%.

Jako návod či kontrola může posloužit naše měření i popisem: <https://ggbm.at/kFtJatUS>.



Příprava na měření.



Průběh měření.

#### Úloha č. 4:

U dynamického testování lana lze použít již označené prameny lana. Testuje se však jen jeden pramen lana. 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).

Abychom docílili normovaného pádu s pádovým faktorem 1,74, potřebujeme upravit délky pramenů v určitém poměru - oficiální test se provádí s 2,5 m dlouhým lanem:

[http://www.theuiaa.org/wp-content/uploads/2016/08/UIAA101-Dynamic-Mountaineering-Ropes\\_1.jpg](http://www.theuiaa.org/wp-content/uploads/2016/08/UIAA101-Dynamic-Mountaineering-Ropes_1.jpg)

Doporučuji si vše vyzkoušet sestavit nanečisto v učebně, viz obrázek:



Obr. 4: Příprava na dynamický test lana

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.



Dynamický test lana v tělocvičce

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

Délkové měřidlo



Jako pomoc či pro kontrolu může posloužit naše měření i s vyhodnocením:  
<https://ggbm.at/x7xCjNZf>.