

# Měření výšky stromů

## 1 Úkol

- 1.1 **Za použití klinometru vypočítejte výšku stromu trigonometricky.**
- 1.2 **Formulujte a ověřte vědeckou hypotézu, která se bude vztahovat k Vámi odhadované výšce stromu. Svoji hypotézu ověřte měřením a diskutujte.**
- 1.3 **Navrhněte alternativní metodu výškoměrnou metodu, kterou by bylo možné výšku stromu měřit.**

## 2 Teorie

### 2.1 Stanovení výšky objektu

V řadě případů je třeba zjistit, byť orientačně, výšku objektu. V případě stromů je to důležitý parametr, který často vypovídá o věku a zdravotního stavu daného jedince, což je důležité v rámci nejrůznějších oborů (lesnictví, zemědělství, geodzie, meteorologie, atd.).

### 2.2 Klinometr

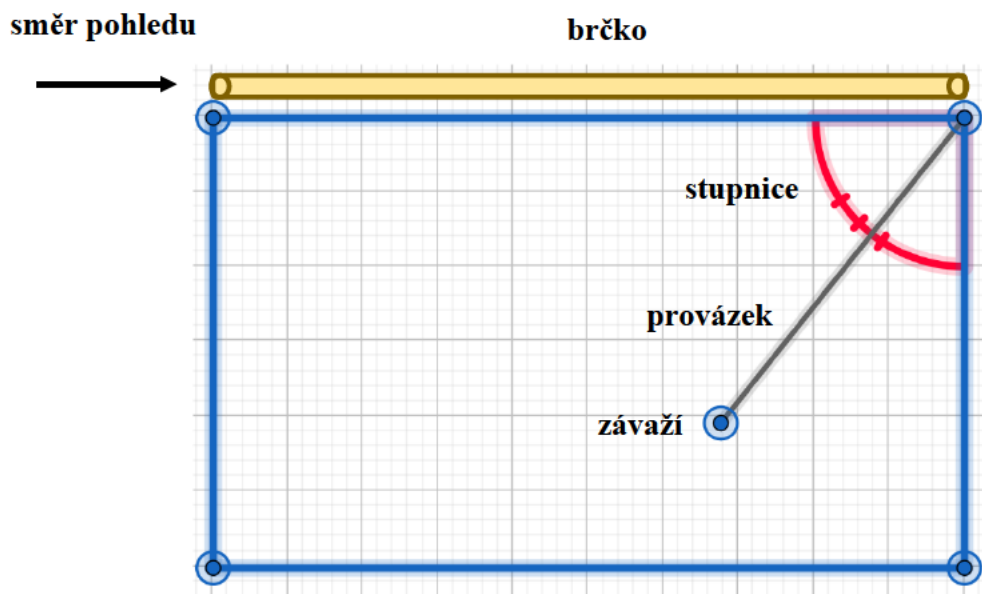
Ke stanovení tohoto parametru se v praxi užívá nejrůznějších metod. Jednou z nich je metoda klinometrická, využívající vlastností goniometrických funkcí, kdy je délka (výška) vypočítána na základě tangenty úhlu elevace záměrného zařízení klinometru.

Prostřednictvím klinometru lze stanovit:

- Sevřené úhly mezi objekty
- Délku (vzdálenost, výška)

Přesnost klinometrů je dána jejich konstrukcí, ať se jedná o jednoduchá uspořádání, až po kalibrovatelné elektronické instrumenty s integrovanými korekčními mechanismy.

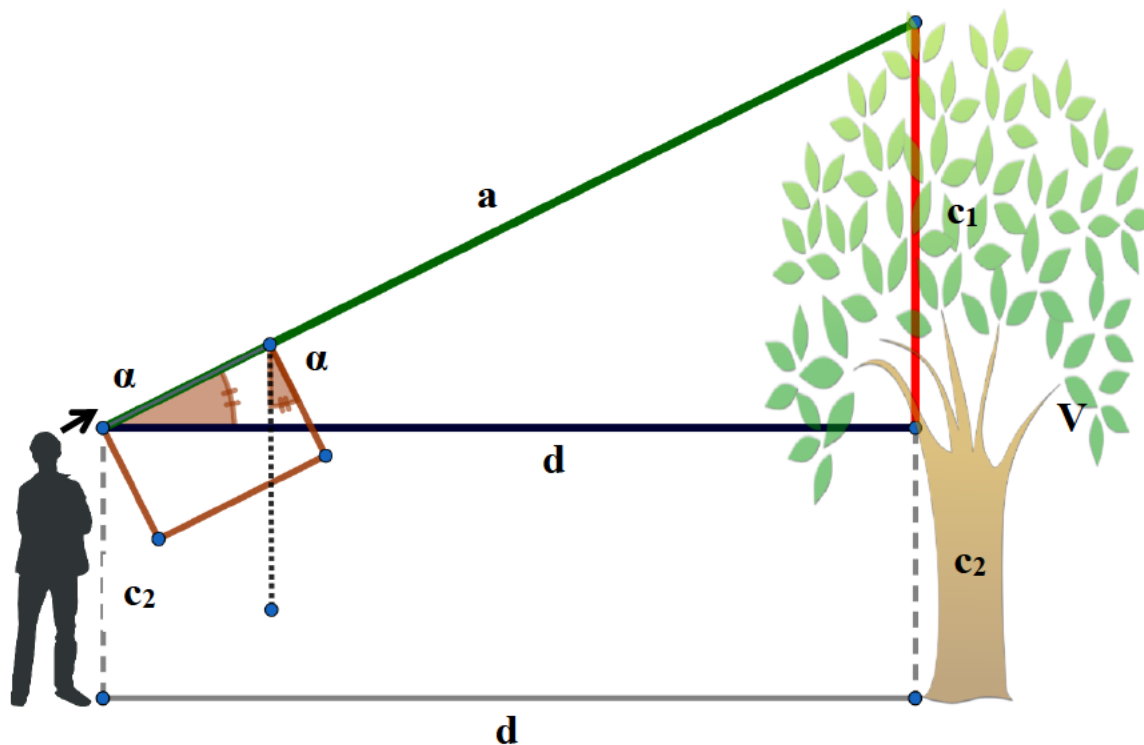
V rámci tohoto experimentu bude využíván papírový klinometr, který je možné vyrobit v domácích podmínkách. Toto uspořádání sestává z pravoúhlé desky opatřené úhlovým dělením se stupnicí, záměrným zařízením (brčko), provázkem s maticí ukotvené ve vrcholu záměrného zařízení (Obr. 1).



Obr. 1 Schématické znázornění klinometru

## 2.3 Odvození rovnice pro výpočet výšky stromu

Odvození dané rovnice vychází z vlastností pravoúhlého trojúhelníku (Obr. 2).



Obr. 2 Mechanismus měření výšky stromu pomocí klinometru

Konstrukce úhlového dělení klinometru je realizována tak, že velikost úhlu  $\alpha$  odečteného na stupnici klinometru odpovídá úhlu elevace  $\alpha$ . Přímka tvořící vzdálenost klinometru od paty stromu odpovídá délce  $d$  přilehlé odvěsny trojúhelníku. Přímka představující část výšky stromu odpovídá délce protilehlé odvěsny trojúhelníku  $c_1$ . Z toho vyplývá, že:

$$\tan \alpha = \left( \frac{c_1}{d} \right) \quad (1)$$

Z rovnice (1) lze vypočítat část výšky stromu  $c_1$ :

$$c_1 = d \tan \alpha \quad (2)$$

Celkovou výšku stromu  $V$  lze pak vypočítat prostým součtem částečné výšky stromu  $c_1$  a vzdáleností  $c_2$  klinometru od povrchu terénu, jež odpovídá té části výšky stromu, kterou goniometrický výpočet nezahrnul:

$$V = c_1 + c_2 \quad (3)$$

Finální rovnici pro výpočet výšky stromu obdržíme dosazením rovnice (2) do rovnice (3), přičemž získáme vztah:

$$V = (d \tan \alpha) + c_2 \quad (4)$$

**Vědecká hypotéza č. 1**

**Vědecká hypotéza č. 2**

### 3 Pracovní pomůcky

Klinometr, pásmo, kalkulačka, papír, tužka, barevný lepicí papírek, permanentní popisovač

### 4 Pracovní postup

#### 4.1 Formulace vědecké hypotézy

- Dle zadání v sekci „1 Úkol“ definujte dvě vědecké hypotézy.

#### 4.2 Měření výšky stromu

- Při práci s klinometrem je třeba pracovat min. ve dvojicích, kdy jeden student pracuje s klinometrem, zatímco druhý provádí matematické operace.
- Je třeba si vybrat vhodný strom, který se bude nalézat v terénu s rovným povrchem.
- Pásmem, nebo „vědeckým krokem“ změřte vaši vzdálenost  $d$  od paty stromu a hodnotu zapište do tabulky.
- Zkontrolujte, že přímka tvořící linii terénu mezi měřeným stanovištěm a patou stromu, je, pokud možno, v co nejvyšší míře vodorovná. (Pokud by vodorovná nebyla, výsledek měření by byl chybný. *(Pokuste se v tomto případě zamyslet, proč by se tak stalo.)*)
- Pomocí brčka umístěného na klinometru zaměřte nejvyšší bod koruny stromu a na stupnici odečtěte úhel elevace  $\alpha$ , který zapište do tabulky.
- Pomocí pásma změřte vzdálenost  $c_2$  okuláru klinometru od povrchu terénu (tato vzdálenost odpovídá výšce stromu  $c_2$ ) a tuto hodnotu zapište do tabulky.
- Dle rovnice (4) vypočítejte celkovou výšku stromu  $V$  a hodnotu zanepte do tabulky.



## 5 Výsledky měření



Rodové a druhové jméno stromu	Úhel elevace $\alpha$ [°]	$\tan \alpha$	Vzdálenost klinometru od stromu $d$ [m]	Vzdálenost klinometru od povrchu terénu $c_2$ [m]	Výška $c_1$ [m]	Celková výška stromu $V$ [m]



## 6 Závěr a diskuse

Své vědecké hypotézy porovnejte s experimentem a výsledky diskutujte.