

Raziskovalni inštrumenti: klinometer

Izdelava in uporaba klinometra

Klinometer je inštrument, ki se uporablja za merjenje kotov. Pri GLOBE-u se uporablja za merjenje kotov pri računanju višine dreves. Uporablja se tudi pri določanju ovir na atmosferskem merilnem mestu. Izračuni temeljijo na uporabi zakonitosti, značilnih za pravokotne trikotnike. Klinometer izdelate in uporabljate po spodnjih navodilih in formulah. Primeren je tudi za dodatne praktične vaje zakonitosti trigonometrije. Ali ste vedeli, da ima NASA satelit, poimenovan Led, Oblak in Višina tal-2 (*ang. Ice, Cloud and Land Elevation-2*) (ICESat-2), ki meri višino našega planeta, vključno z višino dreves?

Potreben material

- *klinometer – list* in *Tabela tangensov* (v *dodatku*)
- karton velikosti A4
- slamica
- kovinska matica ali podložka
- 15 cm dolga nit ali zobna nitka
- lepilo
- škarje
- predmet za izdelavo majhne luknjice
- lepilni trak



Slika BIO-CL-1: Učenci uporabljajo doma izdelan klinometer

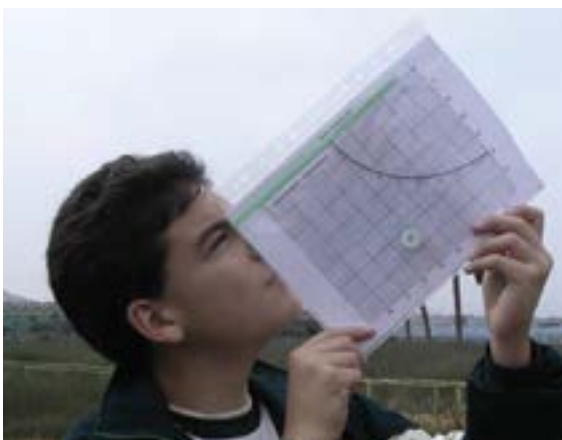
Izdelava

1. Zberite materiale, ki jih potrebujete za izdelavo klinometra.
2. List s klinometrom nalepite na karton enake velikosti (karton po potrebi obrežite).
3. Na drugo stran kartona nalepite *tabelo tangensov*.
4. Skozi krožec, označen na listu, s klinometrom naredite luknjico.
5. En konec niti/zobne nitke potisnite skozi luknjico in jo prilepite na stran kartona, kjer je *tabela tangensov*. Če boste uporabili barvno nit ali zobno nitko, bo ta bolj vidna.
6. Na drug konec niti privežite kovinsko matico ali podložko, ki naj visi pred listom s klinometrom.
7. Slamico nalepite vzdolž za to predvidene črte na listu s klinometrom; uporabili jo boste kot merek.
8. *Izbirno*: Karton s klinometrom in *tabelo tangensov* lahko vstavite v PVC-mapo ali ga plastificirate, da bo obstojnejši. V tem primeru slamico pričvrstite na zunanjo stran plastičnega ovoja, luknjico za nitko pa prebodete skozi vse plasti inštrumenta (plastični ovoj, karton, listi).

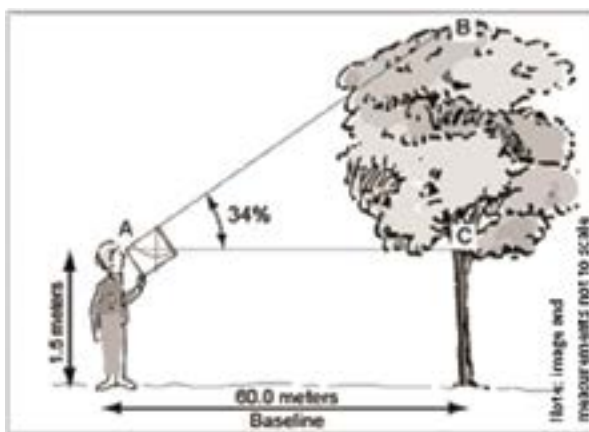
Opomba: Klinometer meri kote, kar omogoča določitev višine predmetov, ne da bi jih direktno izmerili. Gre za poenostavljeno različico kvadranta (srednjeveškega merilnega inštrumenta) in sekstanta (inštrumenta za določanje položaja ladij). Podobno kot ti inštrumenti ima tudi klinometer lok, na katerem so označene stopinje od 0 do 90°.

Kako uporabljamo klinometer

1. Poiščite točko, s katere lahko vidite vrh drevesa (ne izberite točke, zaradi katere boste proti vrhu drevesa gledali skoraj navpično navzgor) in ki se nahaja na isti višini kot baza drevesa (ravna tla);
2. Skozi slamico klinometra poiščite vrh drevesa. Sošolec naj pri številki na loku klinometra, kjer ga preči nit, odčita kot v stopinjah (glejte spodnjo sliko BIO-CL-2).



Slika BIO-CL-2: Učenec uporablja klinometer.



Slika BIO-CL-3: Primer meritve s klinometrom.

3. Izmerite vodoravno razdaljo od sebe do predmeta, ki ga merite.
4. Izmerite višino oči od tal.
5. Če poznate višinski kot (številka, kjer nit preči lok na klinometru), višino oči ter razdaljo med vami in predmetom (kot je prikazano na sliki BIO-CL-3 zgoraj in sliki BIO-CL-4 na naslednji strani), lahko izračunate višino predmeta z uporabo preproste enačbe (spodaj).
6. Izračunani vrednosti ne pozabite prišteti višine oči

$$BC = AC \times \tan \angle A$$

Dolžina BC je višina drevesa nad nivojem oči.

Dolžina AC je razdalja med vami in bazo drevesa.

Tan $\angle A$ je tangens kota, kjer nitka preči lok na klinometru.

Če uporabimo vrednosti iz primera na sliki BIO-INS-CL2, je izračun:

$$BC = 60,0 \text{ m} \times 0,67^*; \text{ zato je } BC = 40,2 \text{ m}$$

Vedno moramo tej višini drevesa prišteti še višino oči.

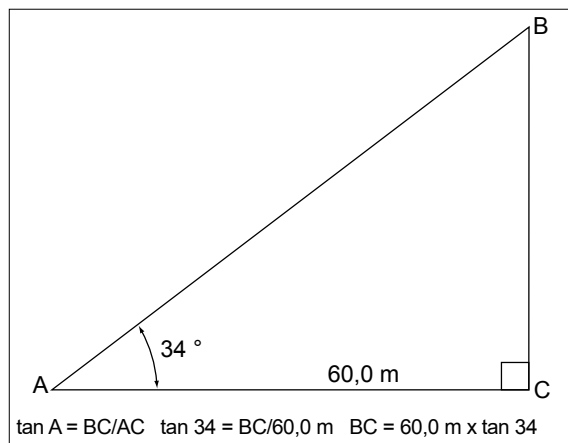
$$40,2 \text{ m} + 1,5 \text{ m} = 41,7 \text{ m}$$

*to je tangens 34°

Namig: Dobro je, če merjenje višine vadite na predmetih, katerih višino poznate (npr. drog zastave pred šolo), preden merite višino dreves.

Opomba: Razdaljo od drevesa prilagodite tako, da ste od drevesa oddaljeni vsaj toliko, kolikor je drevo visoko. Za najbolj natančne meritve prilagodite razdaljo tako, da je kot klinometra čim bližje 30° .

Slika BIO-CL-4: Trigonometrična enačba.



Pogosta vprašanja

1. Kaj če so učenci premladi, da bi lahko razumeli matematiko, ki se uporablja za določanje višine dreves?

Pri mlajših učencih uporabite poenostavljeno tehniko klinometra, kjer je kot klinometra 45° . Takrat je razdalja od drevesa enaka višini drevesa nad nivojem oči učenca. To lahko učencem prikažete s pomočjo enakokrakega pravokotnega trikotnika, pri čemer dodatna razlaga matematičnega postopka ni potrebna.

Merilni trak razpnite od učenčevih oči do njegovih nog in nato do baze drevesa. Ta razdalja je enaka velikosti drevesa. Glejte *Alternativne metode merjenja višine dreves na ravnini: Poenostavljena tehnika klinometra – terenski vodnik v protokolu Biometrija*.

2. Kaj če se drevo nagiba?

Če je drevo nagnjeno, merite vrh drevesa kot običajno.

3. Kako ocenim višino drevesa, če ne morem stati v ravnini baze drevesa, ki ga merim? Kaj pa, če ravnine, na kateri bi merili višino dreves, sploh ni?

Obstajajo tri metode merjenja, ki so predstavljene v *protokolu Biometrija – alternativne metode merjenja višine dreves – terenski vodnik*. Uporabite tisto, ki se vam zdi najprimernejša.

List s klinometrom

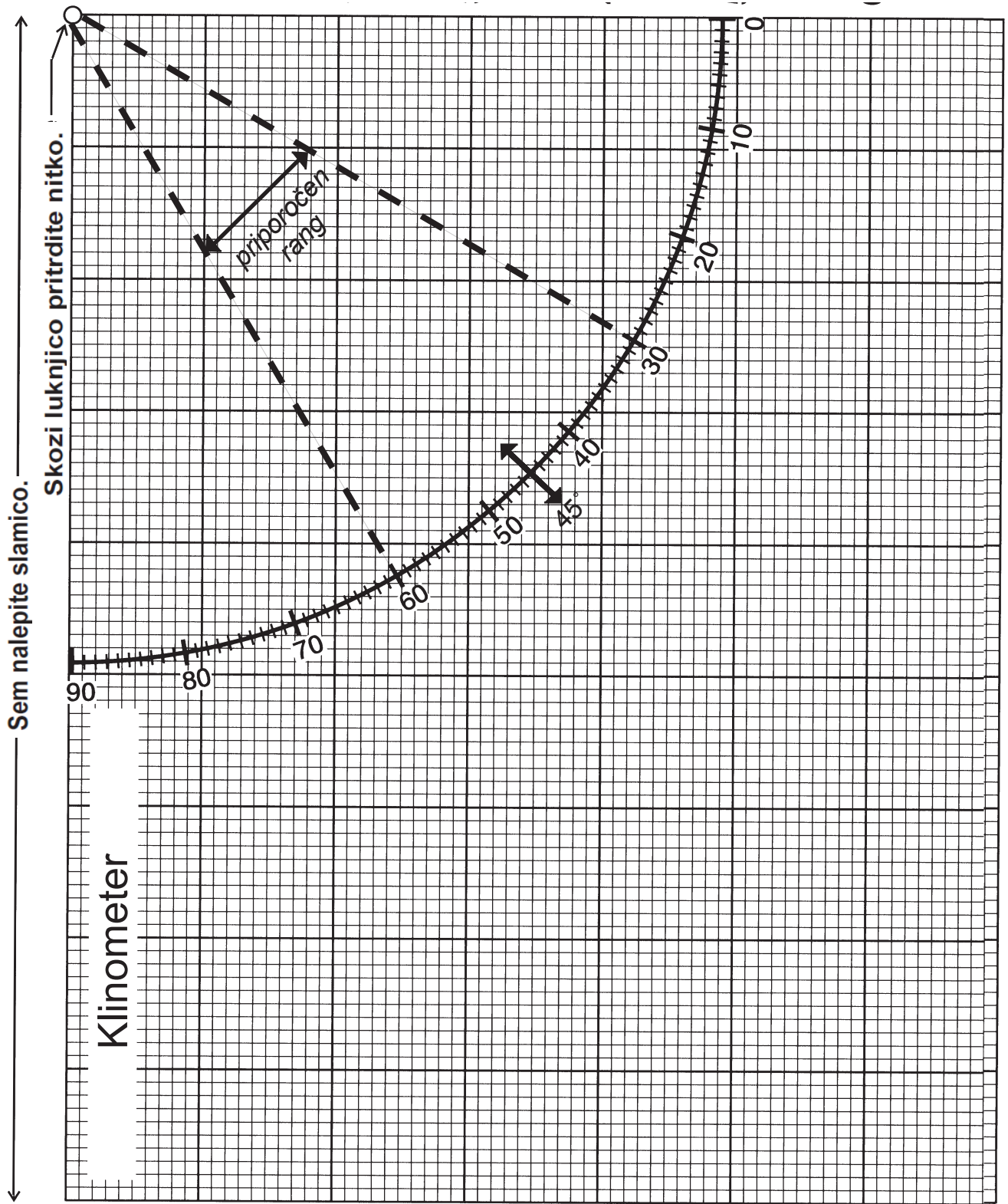


Tabela BIO-AP-1: Tabela tangensov.

kot (°)	tan	kot (°)	tan	kot (°)	tan	kot (°)	tan	kot (°)	tan	kot (°)	tan
1	.02	17	.31	33	.65	49	1.15	65	2.14		
2	.03	18	.32	34	.67	50	1.19	66	2.25		
3	.05	19	.34	35	.70	51	1.23	67	2.36		
4	.07	20	.36	36	.73	52	1.28	68	2.48		
5	.09	21	.38	37	.75	53	1.33	69	2.61		
6	.11	22	.40	38	.78	54	1.38	70	2.75		
7	.12	23	.42	39	.81	55	1.43	71	2.90		
8	.14	24	.45	40	.84	56	1.48	72	3.08		
9	.16	25	.47	41	.87	57	1.54	73	3.27		
10	.18	26	.49	42	.90	58	1.60	74	3.49		
11	.19	27	.51	43	.93	59	1.66	75	3.73		
12	.21	28	.53	44	.97	60	1.73	76	4.01		
13	.23	29	.55	45	1.00	61	1.80	77	4.33		
14	.25	30	.58	46	1.04	62	1.88	78	4.70		
15	.27	31	.60	47	1.07	63	1.96	79	5.14		
16	.29	32	.62	48	1.11	64	2.05	80	5.67		

Primer: Predpostavimo, da ste od baze drevesa oddaljeni 60 m in ste do vrha drevesa izmerili kot 34°. Iz tabele je razvidno, da je tangens od 34° 0,67. Višina drevesa nad nivojem vaših oči je tako 60,0 m x 0,67 = 40,2 m. Če prištejete še višino oči od tal (1,5 m), je višina drevesa 41,7 m.

Ni del klinometra*

kot (°)	cos	kot (°)	cos	kot (°)	cos	kot (°)	cos	kot (°)	cos	kot (°)	cos
1	1.00	17	0.96	33	0.84	49	0.66	65	0.42		
2	1.00	18	0.95	34	0.83	50	0.64	66	0.41		
3	1.00	19	0.95	35	0.82	51	0.63	67	0.39		
4	1.00	20	0.94	36	0.81	52	0.62	68	0.37		
5	1.00	21	0.93	37	0.80	53	0.60	69	0.36		
6	0.99	22	0.93	38	0.79	54	0.59	70	0.34		
7	0.99	23	0.92	39	0.78	55	0.57	71	0.33		
8	0.99	24	0.91	40	0.77	56	0.56	72	0.31		
9	0.99	25	0.91	41	0.75	57	0.54	73	0.29		
10	0.98	26	0.90	42	0.74	58	0.53	74	0.28		
11	0.98	27	0.89	43	0.73	59	0.52	75	0.26		
12	0.98	28	0.88	44	0.72	60	0.50	76	0.24		
13	0.97	29	0.87	45	0.71	61	0.48	77	0.22		
14	0.97	30	0.87	46	0.69	62	0.47	78	0.21		
15	0.97	31	0.86	47	0.68	63	0.45	79	0.19		
16	0.96	32	0.85	48	0.67	64	0.44	80	0.17		

* Za uporabo pri terenskem vodniku Merjenje višine drevesa – tehnika dveh trikotnikov.