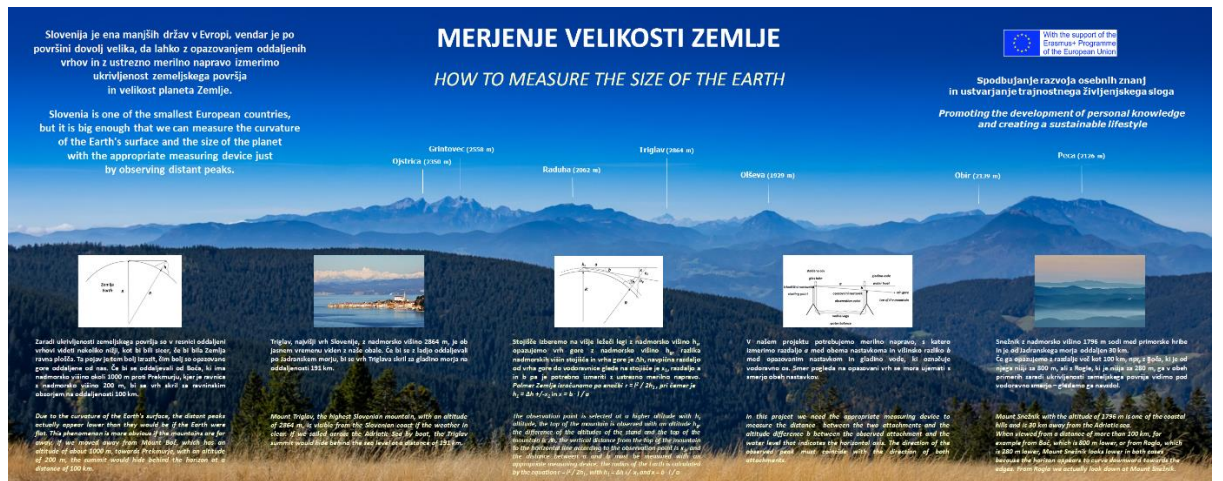




Koordinatorica projekta Erasmus+: Marina Koražija

Osnovna šola Kajetana Koviča Poljčane



Poljčane, 2021

Merjenje velikosti Zemlje

Učiteljem in učencem šol iz Slovenije, Litve in Srbije, s katerimi smo vključeni v projekt Erasmus+, želimo z interdisciplinarnim raziskovalnim delom pokazati uporabno vrednost učnih ciljev iz slovenskih učnih načrtov. Z raziskovalnim učenjem smo zajeli učne načrte naslednjih predmetov: fizike, matematike, tehnike in tehnologije, geografije, tujega jezika angleščine, izbirnih predmetov: astronomije, računalniškega urejanja besedil, filmske vzgoje in interesne dejavnosti orientacije.

Skrb za ohranjanje našega planeta je ključno vodilo trajnostnega razvoja in v ta namen se odvijajo mnoge dejavnosti. Z raziskovalnim interdisciplinarnim učenjem želimo najprej spodbudi zavest, da živimo na planetu, na katerem se spremembe odvijajo zelo hitro, da jih morda niti ne opazimo, ker živimo v modernem svetu, v mestih, kjer večino časa preživimo v domovih ob elektronskih medijih in nimamo toliko stika z naravo oz. širšo okolico. Prav v ta namen želimo učence peljati v naravo, jih spodbuditi k opazovanju okolja, jim pokazati geografsko raznolikost Slovenije in kljub njeni majhnosti pokazati, kako lahko z merilno napravo, ki jo sami izdelamo, izmerimo velikost našega planeta. Pridobiti občutek za razsežnost našega planeta nam je lahko v pomoč pri razumevanju vpliva globalnih sprememb, ki jih prepoznamo tudi že v našem okolju.



Področja raziskovalne dejavnosti

1. FIZIKA – planet Zemlja kot sestavni del osončja, hidrostatični tlak
2. MATEMATIKA – uporaba Pitagorovega in Talesovega izreka
3. TEHNIKA IN TEHNOLOGIJA – obdelava lesa in drugih gradiv
4. GEOGRAFIJA – geografske značilnosti površja Slovenije
5. Izbirni predmet FILMSKA VZGOJA in interesna dejavnost FOTOGRAFIJA – posnetki objektov, panoramski posnetki, posnetki in film raziskovalne dejavnosti
6. Izbirni predmet UREJANJE BESEDIL – urejanje besedila v Wordu, urejanje projekcije v PPT, računski postopki s pomočjo Excela
7. Interesna dejavnost ORIENTACIJA – azimut, nadmorska višina, orientacija s pomočjo zemljevida
8. Tuj jezik ANGLEŠČINA – oblikovanje besedila v angleščini, predstavitev projekta in medsebojna komunikacija v angleškem jeziku

1. Raziskovalno vprašanje: Kako izmeriti velikost našega planeta, kdo je prvi izmeril velikost Zemlje?

Satelitski posnetki Zemlje kažejo njeno slikovito podobo, modrino prekrito z oblaki, pod katerimi se nahajajo kontinenti, obdani z oceani. Razsežnosti planeta so lepo vidne iz velike oddaljenosti. Kadar pa stojimo na površju Zemlje, bodisi na ravnem ali na hribu, zaradi njene razsežnosti ne opazimo ukrivljenosti površja. Iz zgodovine vemo, da so v davni preteklosti bili mnjenja, da je Zemlja ravna plošča, ki plava na velikem oceanu. Da je Zemlja okrogla, je bilo treba dokazati in tako prepričati ljudi tedanjega časa, da so to dejstvo sprejeli. V zgodovini so ljudje odkrili kar nekaj pojavov, ki dokazujejo, da je Zemlja okrogla.

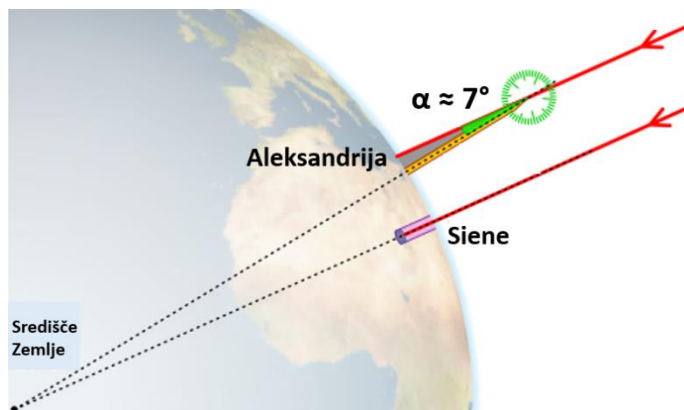
Dejavnost učencev

Učenci so pomočjo različnih virov poiskali zgodovinska odkritja, ki dokazujejo, da je Zemlja res okrogla in ne ravna plošča, kakor se zdi na prvi pogled. Poiskali so naslednje primere:

- **Odkritje Aristotela.** Že okoli leta 330 pr. n. št. je trdil, da je Zemlja okrogla, ker ima Zemljina senca ob Luninih mrkih okrogel obris. [1]
- V antiki, okoli leta 240 pr. n. št., so že poznali polmer Zemlje, ki ga je določil **Eratosten** s pomočjo razdalje med Aleksandrijo in Sieno (Asuanom) in vpadnih kotov sončnih žarkov. V Sieni je bil ta kot 0 stopinj glede na navpičnico, v Aleksandriji pa 7,2 stopinje. Do te nadvse pronicljive rešitve je prišel, ko je izvedel, da namreč na določen dan v Sieni padajo žarki v studenec navpično (Sonce je v zenitu), torej ne delajo sence. Iz izmerjenih vpadnih kotov sončnih žarkov in razdalje med obema mestoma je izračunal, da je polmer Zemlje 6247 km [2], kar je presenetljivo dober rezultat v primerjavi z dejansko vrednostjo, ki znaša 6378 km.
- Ko so ljudje potovali po svetu, so opazili zanimiv pojav, in sicer da se kot med vodoravno osjo in smerjo Sonca, ko je to v zenitu, spreminja, če potuješ proti severu ali jugu. Ko so prišli na ekvator, so opazili, da je Sonce ob 12. uri navpično nad njimi in da sence skoraj ni. To se seveda opazi v dneh enakonočja spomladi in jeseni. S severne poloble je ob istem času Sonce videti v smeri proti jugu, senca pa pada proti severu. Pojav se zamenja, če se nahajamo na južni polobli, kjer se Sonce ob istem času vidi na severu, senca pa pada na jug. Ker je Sonce od nas zelo oddaljeno, padajo sončni žarki na Zemljo skoraj vzporedno. Opisan pojav je možno razložiti z dejstvom, da je Zemlja okrogla.

Velikost Zemlje lahko izmerimo s pomočjo razlike vpadnega kota sončnih žarkov v dveh oddaljenih krajih. Eratosten je meritev opravil med krajema, oddaljenima 800 km, kar znaša precej večjo razdaljo, kot je najdaljša dolžina Slovenije.

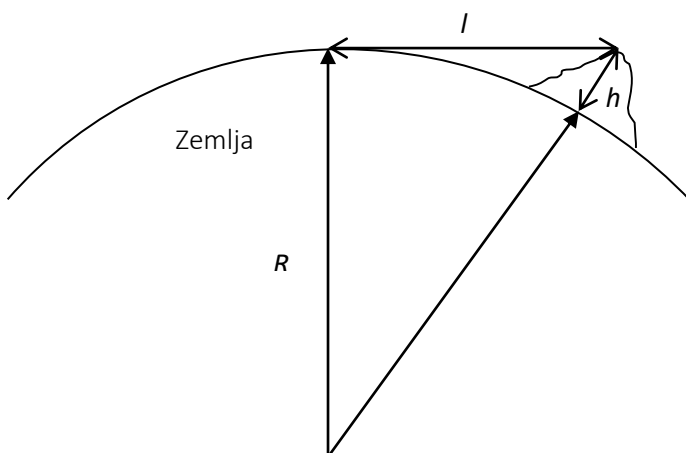
V ta namen si zastavimo raziskovalno vprašanje, ki upošteva omejenost zemeljskega površja na območju Slovenije.



2. Raziskovalno vprašanje: Kako izmeriti ukrivljenost Zemlje iz enega kraja?

Da je Zemlja okrogla, dokazuje tudi pojav, ki ga opazimo ob morju. Če stojimo na obali in opazujemo oddaljen otok ali obalo, na katerem so drevesa in stavbe, opazimo, da vidimo le zgornji del dreves oz. stavb, spodnji del pa je skrit v morju. Če se povzpnejo na višjo točko, opazimo, da se odkriva tudi spodnji del obale. Podobno zasledimo pri npr. jadrnici, ki odpluje na odprto morje. Bolj ko se oddaljuje, bolj je videti, kot da bi se pogrezala v morje, saj se njen spodnji del zakriva za ukrivljeno morsko gladino. Toda ker se nahajamo na celini, se vprašamo, ali bi lahko podoben pojav zasledili tudi pri nas. Ugotovili smo, da je tak pojav prisoten v primeru, ko opazujemo oddaljene gore. Zaradi ukrivljenosti zemeljskega površja so v resnici vrhovi videti nekoliko nižji, kot bi bili sicer, če bi bila Zemlja ravna plošča. Ta pojav je tem bolj izrazit, čim bolj so opazovane gore oddaljene od nas.

Ker se vrh gore, od katere se oddaljujemo, zaradi ukrivljenosti zemeljskega površja navidezno znižuje, smo se vprašali, kako daleč sploh lahko gremo, da se gora povsem ne skrije za obzorjem. Za preprostejšo razlago vzemimo, da stojimo na ravnini, od koder opazujemo vrh gore, ki jo še komaj vidimo, spodnji del pa je že skrit za obzorjem.



Slika 1. Ukrivljenost zemeljskega površja, polmer Zemlje R , razdalja do opazovanega vrha l in višina gore h .

Učenci v slovenskih šolah spoznajo Pitagorov izrek pri matematiki v osmem razredu. Njegovo uporabno vrednost pokažemo v zgoraj omenjenem primeru oz. sliki 1.

$$(R + h)^2 = R^2 + l^2$$

Po kvadriranju oklepaja sledi

$$R^2 + 2Rh + h^2 = R^2 + l^2$$

Člen h^2 je mnogo manjši od obeh členov na levi strani, zato ga lahko zanemarimo. Na obeh straneh se okrajša tudi člen R^2 in tako ostane

$$2Rh = l^2$$

od koder dobimo izraz za izračun oddaljenosti do gore

$$l = \sqrt{2Rh} \quad (1)$$

Učenci so iz enačbe (1) izračunali, da bi se vrh 1 km visoke gore skrila za obzorje, če bi ga opazovali iz oddaljenosti okoli 113 km, vrh 2 km visoke gore iz oddaljenosti 160 km, vrh Triglava pa bi se skrila za morsko gladino iz oddaljenosti 191 km. Pri izračunu oddaljenosti smo upoštevali dejanski polmer Zemlje $R = 6400$ km.



Zastavili smo si vprašanje, ali bi bilo mogoče po obratnem postopku iz ustreznih izmerjenih podatkov izračunati polmer Zemlje in tako dokazati, da je zemeljsko površje ukrivljeno.

Iz enačbe (1) izrazimo polmer Zemlje

$$R = \frac{l^2}{2h} \quad (2)$$

Za tak izračun bi potrebovali podatke za višino opazovane gore h in razdaljo do nje l . Taka meritev je praktično zelo težko izvedljiva. To bi pomenilo, da bi poskus morali izvajati na ravnini brez nadmorske višine, opazovati pa bi morali vrh oddaljene gore, ki bi se še komaj videl na horizontu. Naša šola se nahaja v kraju, ki ga obdajajo hribi, zato tako opazovanje ni mogoče, pa tudi sicer bi se morali odpeljati daleč stran. Zato smo se odločili, da bomo raje opazovali z višjih predelov, od koder je možno opazovati vrhove oddaljenih gor. Za to so najprimernejše višje ležeče lege, ne le zato, ker se vidi daleč naokrog, temveč tudi zato, ker je zrak čistejši in so pogoji za opazovanje boljši. Pri tem pa se pojavita tudi dve težavi.

Prva, lažje rešljiva, je ta, da bo potrebno pri izračunu upoštevati relativno višinsko razliko glede na naše stojišče in na vrh oddaljene gore. Pri polmeru Zemlje bo treba prišteti nadmorsko višino našega stojišča.

Druga težava pa je v tem, da je težko zaslediti in določiti tak vrh gore, ki bi se še kazal s površja. Največkrat je videti oddaljene gore tako, da je vznožje zakrito ali z drugim gorovjem ali zaradi ukrivljenosti zemeljskega površja, vrh gore pa je višji ali nižji od našega vodoravnega pogleda in je tako viden pod določenim kotom glede na vodoravnico. Ta kot je navadno zelo majhen in ga je težko natančno izmeriti. Zato potrebujemo ustrezno merilno napravo, s katero bi lahko izmerili ta kot.

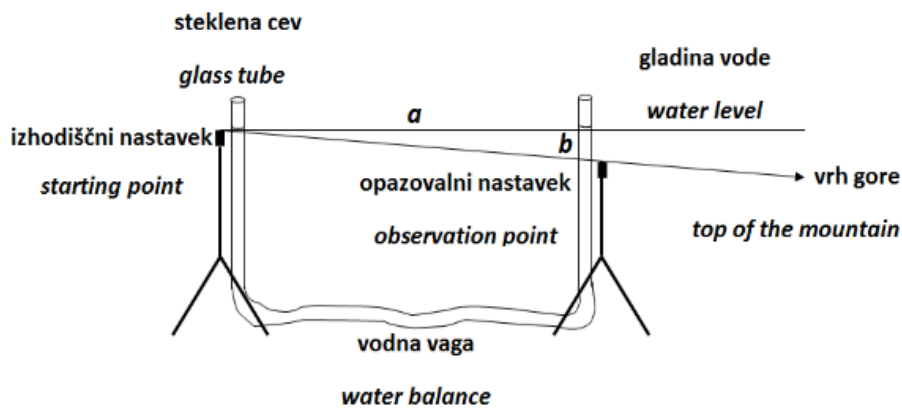
Pri matematiki učenci v osmem razredu spoznajo uporabno vrednost Talesovega izreka oz. podobnih trikotnikov. Kot med vodoravno osjo in smerjo opazovanega vrha gore lahko dovolj natančno določimo s pomočjo podobnih trikotnikov, če opazovani vrh opazujemo skozi dve točki, ki sta dovolj narazen in lahko z merilnim trakom dovolj natančno izmerimo medsebojno razdaljo. Druga stranica trikotnika sega od vodoravne osi do druge točke, skozi katero pogled sega na oddaljen vrh. Stranici temu podobnega trikotnika sta zračna razdalja do opazovanega vrha in relativna višinska razlika.

Če poznamo zračno razdaljo od našega stojišča do vrha opazovane gore l , iz razmerja podobnih trikotnikov lahko izračunamo, za koliko je viden vrh gore višji ali nižji od vodoravnice. V tem primeru pokažemo na uporabno vrednost Talesovega izreka, ki se ga učenci pri matematiki učijo v osmem razredu.

Slovenija je ena manjših držav v Evropi, najdaljša razdalja med vzhodnim in zahodnim delom, med Benico in Breginjem, meri 248 km. Kljub temu je po površini dovolj velika, da lahko z opazovanjem oddaljenih vrhov z ustrezno merilno napravo izmerimo ukrivljenost zemeljskega površja in iz tega velikost planeta Zemlje.

3. Raziskovalno vprašanje: Kako izdelati ustrezno merilno napravo za merjenje potrebnih podatkov za izračun polmera Zemlje?

Za natančno meritev potrebujemo tako napravo, s katero bo možno izmeriti potrebne podatke za izračun polmera Zemlje dovolj natančno. Ker so opazovani koti zelo majhni in merijo manj kot stopinjo, smo z učenci naredili načrt, kako izdelati ustrezno napravo s pomočjo dveh stojal in vodne tehtnice.



Slika 3. Naprava za merjenje ukrivljenosti zemeljskega površja. a je razdalja med obema nastavkoma, b je višinska razlika med opazovanim nastavkom in gladino vode.

Dejavnost učencev

V ta namen smo poiskali dve fotografski stojali, ki omogočata dvigovanje in spuščanje opazovalnih nastavkov po vertikali zelo natančno. Na vrh stojala smo pritrdili lesena nastavka, ki služita za opazovanje smeri oddaljenih vrhov. Na levi strani nastavkov smo zvrtili utor za pritrditev steklene cevi.



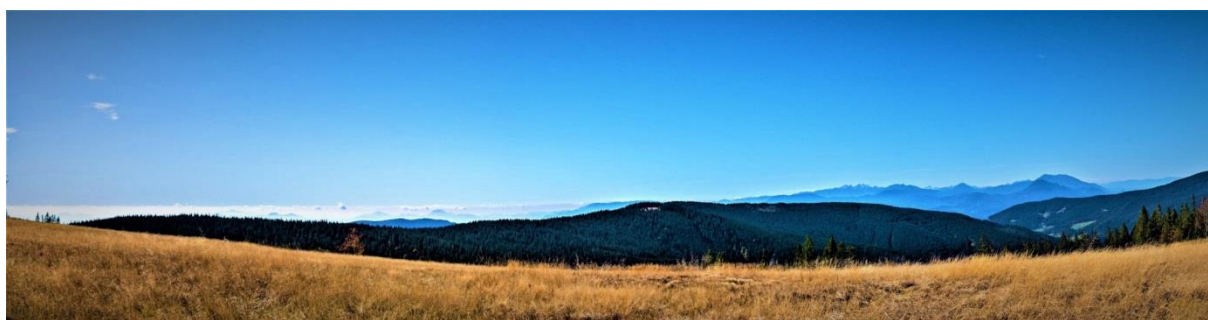
Pritrjeno ravnilo na drugem nastavku služi za odčitavanje višinske razlike med smerjo pogleda na oddaljen vrh in višine vode v stekleni cevi. Opazovanje z merilno napravo poteka tako, da z vrtljivim mehanizmom na stojalu poravnamo smer pogleda od izhodiščnega nastavka skozi opazovani nastavek do vrha oddaljene gore.

4. Raziskovalno vprašanje: Kje izbrati izhodišče za opazovanje ukrivljenosti zemeljskega površja?

Za opazovanje oddaljenih vrhov je potrebno izhodišče z razgledom na oddaljene vrhove v različnih smereh. Večja kot je razdalja do opazovanih vrhov, večja je izrazitost ukrivljenosti zemeljskega površja, zato je ustrezno opazovati vrhove, ki so bolj oddaljeni. Z meritvijo v različnih smereh želimo tudi pokazati, da je zemeljsko površje ukrivljeno v vseh smereh, od koder lahko sklepamo, da ima Zemlja okroglo obliko.

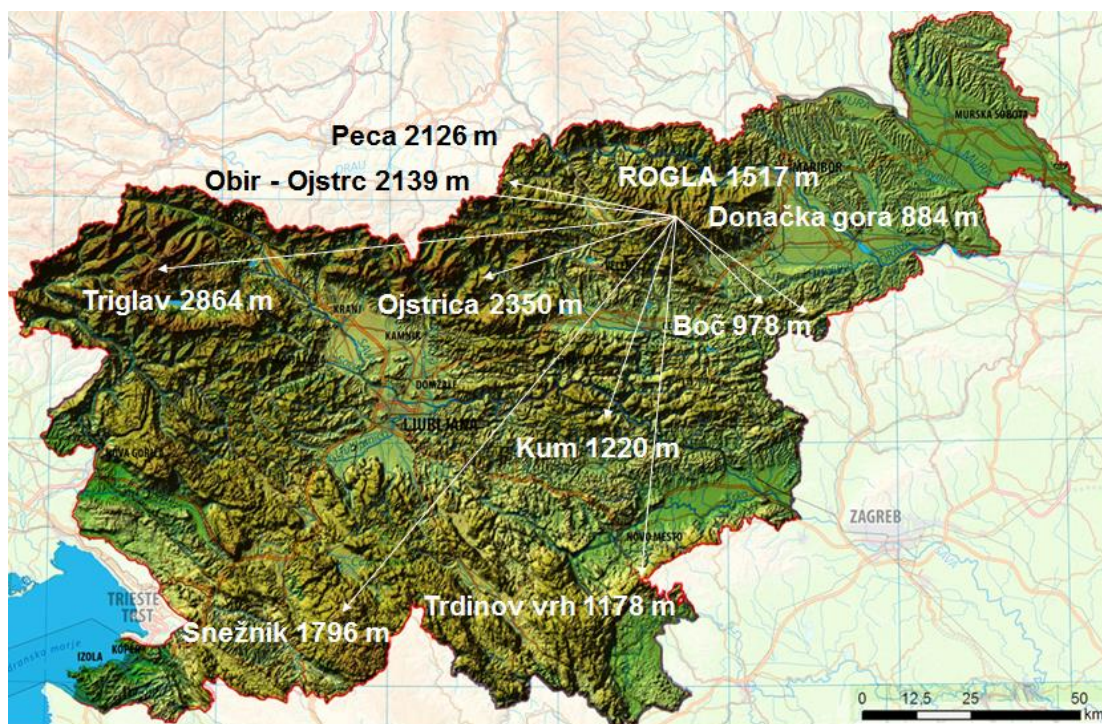
Dejavnost učencev

Za izvajanje meritev z našo merilno napravo ni pomemben le razgled na vrhove v različnih smereh, temveč tudi stojišče, ki bi naj bilo čim bolj ravno vsaj nekaj metrov. Z učenci smo izbrali večjo travnato planoto na Rogli, kjer je pri meritvi lahko prisotnih tudi večje število učencev.



Panoramski posnetek s travnika na Rogli, od koder sega še posebej lep razgled na Alpe.

Učenci so določili devet markantnih vrhov v različnih smereh: Donačka gora na jugovzhodnem delu, Boč, Trdinov vrh na Gorjancih, Kum, Snežnik, Ojstrica, Triglav, Obir na avstrijskem koroškem in Peca na



skrajnem zahodnem pogledu. Na zemljevidu so poiskali posamezne vrhove, jih označili in zapisali njihovo nadmorsko višino. V smeri severovzhoda zaradi nizkih vrhov in krajše razdalje meritev ni smiselno izvajati.

Učenci so poiskali podatke posameznih vrhov in njihove značilnosti opisali v slovenskem in angleškem jeziku saj so načrtovanje projekta v lanskem šolskem letu predstavili učiteljem iz Litve in Srbije, ki so obiskali našo šolo v okviru projekta Erasmus+ z naslovom Radi imamo trajnostno naravnano družbo. Izvajanje meritev velikostii Zemlje smo načrtovali v tem šolskem letu z učenci vseh partnerskih šol.



Donačka gora z nadmorsko višino 884 m je znana po bukovem gozdu, ki ima značaj pragozda. Leži v Bočkem pogorju, kar je geološko in geografsko najvzhodnejši del Karavank.

Na posnetku se v ozadju vidi Ravna gora, ki se nahaja že na Hrvaškem. Od Rogle je vrh Donačke gore oddaljen 39 km. Zaradi ukrivljenosti zemeljskega površja je videti nižji za 119 m.



Boč z nadmorsko višino 978 m je strma gora v krajinskem parku z istim imenom, kjer je tudi eno izmed najstarejših znanih nahajališč redke in zaščitene velikonočnice (Pulsatilla grandis) v Sloveniji. Nekoč je bil Boč otok v Panonskem morju. V enem izmed svojih besedil ga je Kajetan Kovič (po katerem naša šola nosi ime) opisoval kot goro, na katero se iz Poljčan vije prekrasen pogled.

Od vrha Rogle je oddaljen samo 29 km, zato je navidezno nižji le za 66 m.



Trdinov vrh je z nadmorsko višino 1178 m najvišji vrh Gorjancev. Po planotastem hribovju poteka državna meja med Slovenijo in Hrvaško, na zahodnem delu pa cesta povezuje Dolenjsko z Belo krajino.

Od Rogle je Trdinov vrh oddaljen 77 km. Zaradi zemeljske ukrivljenosti je navidezno nižji za 465 m.



Kum je s 1220 metri nadmorske višine najvišji vrh Posavskega hribovja. Na vrhu je planinski dom, več oddajnikov ter cerkev sv. Neže, do koder se lahko pripeljemo po asfaltni cesti iz Trbovelj. Ker se Kum nahaja v osrednjem delu Slovenije, z vrha ob lepem vremenu vidimo hribe naše dežele v vseh smereh.

Od Rogle je Kum oddaljen 45 km. Zaradi zemeljske ukrivljenosti je navidezno nižji za 158 m.



Snežnik je velika kraška planota z nadmorsko višino 1796 m in sodi med primorske hribe, v bližini je mesto Ilirska Bistrica. Posnetek je izjemoma bil narejen z Boča z nadmorske višine 998 m. Ker je zračna razdalja med vrhovoma 120 km, je zaradi ukrivljenosti zemeljskega površja vrh Snežnika videti pod vodoravno smerjo, kar pomeni, da ga opazujemo navzdol, kljub temu, da je od opazovalnega stolpa na Boču višji skoraj 800 m.



Ojstrica sodi med vrhove Kamniško Savinjskih Alp. Njen oster vrh se strmo dviga nad Korošico, Logarsko dolino in Robanovim kotom, od koder je možen dostop. Njen vrh se dviga do 2350 m nadmorske višine.

Ojstrica je od Rogle oddaljena 54 km. Zaradi zemeljske ukrivljenosti je videti navidezno nižja za 229 m.



Triglav je z 2864 m nadmorske višine najvišja gora Slovenije in predstavlja simbol slovenskega naroda. Z vrha se razprostira lep razgled, ki seže vse od Jadranskega morja, preko Dolomitov in Visokih Tur do Karavank, Kamniško Savinjskih Alp, Pohorja, preko skoraj celotne Slovenije do najvišjih vrhov Julijskih Alp. Triglavska severna stena sodi med največje stene v Evropi.

Triglav je od Rogle oddaljen 115 km in ga lahko opazimo med Raduho in Olševo. Zaradi precejšnje oddaljenosti je navidezno nižji kar za 1037 m.



Peca z nadmorsko višino 2126 m je gora na Koroškem, v vzhodnem delu Karavank, na slovensko-avstrijski meji. Legenda pravi, da pod njo spi Kralj Matjaž. Goro je milijone let obdajal ocean Tetis. V mogočnem sobivanju oceana in veličastne gore so še danes vidni fosili, ki se lahko najdejo na njenih pobočjih.

Pogled z Rogle se nanjo vije preko Uršlje gore. Do nje je zračna razdalja 45 km, zato je njen vrh zaradi zemeljske ukrivljenosti navidezno nižji za 158 m.

Slovenija je ena manjših držav v Evropi, vendar je po površini dovolj velika, da lahko z opazovanjem oddaljenih vrhov in z ustreznim merilno napravo izmerimo ukrivljenost zemeljskega površja in velikost planeta Zemlje.

Slovenia is one of the smallest European countries, but it is big enough that we can measure the curvature of the Earth's surface and the size of the planet with the appropriate measuring device just by observing distant peaks.

MERJENJE VELIKOSTI ZEMLJE

HOW TO MEASURE THE SIZE OF THE EARTH

With the support of the Erasmus Programme of the European Union

Spodbujanje razvoja osebnih znanj in ustvarjanje trajnostnega življenjskega sloga

Promoting the development of personal knowledge and creating a sustainable lifestyle

Ojstrica (2350 m)

Zaradi ukrivljenosti zemeljskega površja so v resnici oddaljeni vrhovi vidni nekoliko nižji, kar bi bili višji, da bi bila Zemlja ravna površina. Če pogledamo na sliko, lahko opazimo, da vrhovi oddaljenih gor so vidni nekoliko nižji, kar bi bili višji, da bi bila Zemlja ravna površina. Če pogledamo na sliko, lahko opazimo, da vrhovi oddaljenih gor so vidni nekoliko nižji, kar bi bili višji, da bi bila Zemlja ravna površina.

Due to the curvature of the Earth's surface, the distant peaks actually appear lower than they would be if the Earth were flat. The phenomenon is more obvious if the observation is far away, for example from Rad, which has an altitude of about 1000 m. From Rad, which has an altitude of about 1000 m, the summit of Ojstrica, which is 2350 m, is visible. The horizon is at a distance of 200 m.

Raduho (2002 m)

Triglav, najvišji vrh Slovenije, z nadmorsko višino 2864 m, je od Rogle oddaljen 115 km. Zaradi zemeljske ukrivljenosti je njegov vrh videti nekoliko nižji, kar bi bil višji, da bi bila Zemlja ravna površina. Če pogledamo na sliko, lahko opazimo, da vrhovi oddaljenih gor so vidni nekoliko nižji, kar bi bili višji, da bi bila Zemlja ravna površina.

Mount Triglav, the highest Slovenian mountain, with an altitude of 2864 m, is visible from the Slovenian coast at the southern tip of the Gulf of Trieste. The distance between the two points is 115 km. Due to the curvature of the Earth's surface, the distant peaks actually appear lower than they would be if the Earth were flat. The phenomenon is more obvious if the observation is far away, for example from Rad, which has an altitude of about 1000 m. From Rad, which has an altitude of about 1000 m, the summit of Triglav, which is 2864 m, is visible. The horizon is at a distance of 200 m.

Olševa (1929 m)

V našem primeru potrebujemo merilno napravo, s katero izmerimo razdaljo s površine Rogle do vrha Peca. Če pogledamo na sliko, lahko opazimo, da vrhovi oddaljenih gor so vidni nekoliko nižji, kar bi bili višji, da bi bila Zemlja ravna površina. Če pogledamo na sliko, lahko opazimo, da vrhovi oddaljenih gor so vidni nekoliko nižji, kar bi bili višji, da bi bila Zemlja ravna površina.

In this project we need the appropriate measuring device to measure the distance between the two settlements and the altitude difference between the observed settlement and the water level that indicates the horizontal line. The distance of the observed peak must coincide with the distance of the last settlement.

Olševo (2126 m)

Stožek z nadmorsko višino 1796 m sodi med primorske krbe in je od Jadranskega morja oddaljen 80 km. Če pogledamo na sliko, lahko opazimo, da vrhovi oddaljenih gor so vidni nekoliko nižji, kar bi bili višji, da bi bila Zemlja ravna površina. Če pogledamo na sliko, lahko opazimo, da vrhovi oddaljenih gor so vidni nekoliko nižji, kar bi bili višji, da bi bila Zemlja ravna površina.

Mount Jindřich, with the altitude of 1796 m is one of the coastal hills and is 80 km away from the Adriatic coast. When observed from a distance of more than 100 km, for example from Rad, which is 1000 m lower, or from Rogle, which is 200 m lower, Mount Jindřich looks lower in both cases, because the horizon appears to curve downwards towards the horizon. From Rogle, the horizon actually lies below the horizon.

V avli naše šole smo pripravili razstavo raziskovalne dejavnosti, na stojala postavili fotografije z značilnostmi posameznih vrhov ter opisali način merjenja velikosti Zemlje.

V Excelovo tabelo so vnašali podatke meritev za izračun polmera Zemlje po zgornji enačbi.

Ob jasnem vremenu smo se odpravili na Roglo, tokrat žal brez učencev partnerskih šol, ker zaradi epidemije COVID-19 ni bil možen načrtovani obisk v Sloveniji.

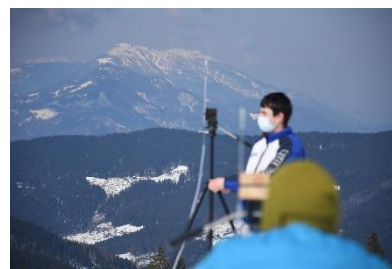
Za merjenje velikosti Zemlje smo izbrali ravno planoto z nadmorsko višino 1495 m s pogledom na okoliške vrhove.



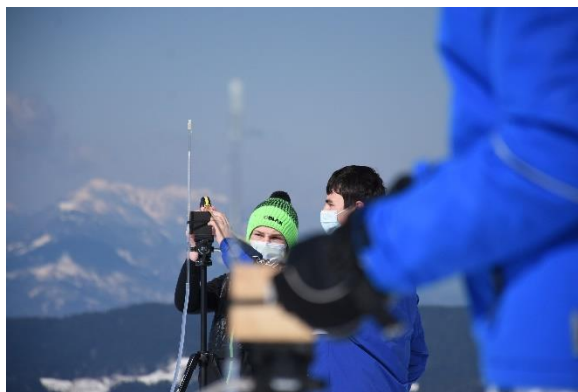
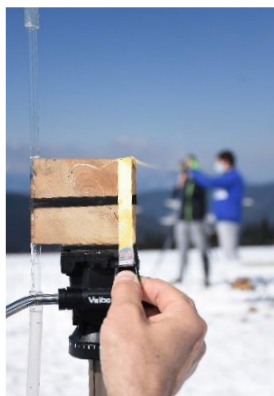
S pomočjo zemljevida in kompasa smo izbrali okoliške vrhove, ki so bili dovolj dobro vidni za izvajanje meritev.



Postavili smo stojala z opazovalnimi nastavki in ju povezali s cevjo, v katero smo natočili vodo.



Stojala smo postavili v smer opazovanega vrha.



Ko je bila poravnana smer obeh nastavkov z vrhom opazovane gore, smo izmerili razdaljo med izhodiščnim in opazovanim nastavkom ter višino gladine vode nad oz. pod opazovanim nastavkom. Nekaj vrhov, ki niso bili zastrti za oblaki: Peca, Obir, Ojstrica smo gledali nad vodoravno smerjo, medtem ko smo vrh Kuma videli pod vodoravno smerjo. Tako smo to dejstvo pri vnosu podatkov v enačbo označili z znakom $\pm$. Polmer Zemlje smo s pomočjo Excela izračunali po enačbi

$$R = \frac{l^2}{2(h_g \cdot 10^{-3} - h_s \cdot 10^{-3} \pm \frac{b \cdot 10^{-6} \cdot l}{a \cdot 10^{-5}})}$$

Ime opazovane gore	a (cm) razdalja med nastavkoma	b (mm) višina nastavka nad oz. pod vodoravno smerjo	l (km) zračna razdalja do vrha	h_g (m) višina gore	h_s (m) višina stojišča	R (km) polmer Zemlje
Peca	795	82	45	2126	1495	6068
Ojstrica	808	105	54	2350	1495	6832
Obir	775	41	65	2139	1495	7039
Kum	759	-71	45	1220	1495	6807
	Povprečna vrednost polmera Zemlje $\bar{R} = 6686$ km					

Nadmorsko višino stojišča, opazovanih vrhov in medsebojno zračno razdaljo so učenci razbrali z zemljevida.

Glavna naloga raziskovalnega dela je bila v tem, da povežemo znanja različnih predmetov v uporabno vrednost pri spoznavanju našega površja in merjenju velikosti planeta Zemlje. Iz podatkov, ki smo jih izmerili pri meritvah, smo pokazali, da je zemeljsko površje ukrivljeno. Povprečna vrednost polmera Zemlje, ki smo jo izračunali, znaša 6686 km in od prave velikosti 6378 km odstopa za okoli 5 %. Zaradi napak, ki so prisotne pri merjenju ocenjujemo vrednost rezultata na ± 500 km.

Z rezultati meritev so učenci vsekakor spoznali, da je zemeljsko površje ukrivljeno in je planet s svojo velikostjo omejen. Naš planet je dragoceni dom, ki ga moramo ohraniti za naslednje rodove. Zato ostaja skrb za ohranjanje našega planeta ključno vodilo trajnostnega razvoja tudi v prihodnje.



Viri

Posnetek Zemlje z ovitka: https://sl.wikipedia.org/wiki/Zemljin_polmer

[¹] http://www2.arnes.si/~glisentvid10/mrki_zgo_pregled.html

[²] <https://sl.wikipedia.org/wiki/Eratosten>