

MEDPREDMETNI POUK NA PRIMERU ZRAČNEGA TLAKA

Ivica Krek*, Anica Šaljaj**



Povzetek

V članku je predstavljena medpredmetna povezava med fiziko in geografijo na primeru obravnavanja zračnega tlaka. Težišče je na fizikalnih osnovah. Zapisana je osnovna definicija tlaka, sledi opis tlaka v tekočinah in tlaka zaradi teže tekočine. Poudarek je na spreminjanju zračnega tlaka z nadmorsko višino ter njegova odvisnost od gostote in temperature zraka. Razumevanje teh zakonitosti se pri geografiji uporablja za razlago nastajanja vetrov ter delovanja ciklonov in anticiklonov.

Ključne besede: zračni tlak, gostota zraka, nadmorska višina, enote za tlak, veter, ciklon, anticiklon, stalni vetrovi, planetarno kroženje zraka

INTERDISCIPLINARY TEACHING ABOUT THE ATMOSPHERIC PRESSURE

Abstract:

In the article the interdisciplinary connection between physics and geography is presented, when teaching about atmospheric pressure. The emphasis is on physics. First the basic definition of the atmospheric pressure is given, followed by the description of the pressure in liquids, and the pressure caused by the weight of liquids. The emphasis is on the variation of the atmospheric pressure, according to the altitude, and depending on the density and the temperature of the air. Understanding those principles is of use in geography when explaining the origin of winds and the effect of cyclones and anticyclones.

Keywords: atmospheric pressure, air density, altitude, unit of pressure, wind, cyclone, anticyclone, constant winds, planetary air circulation

Uvod

Značilnosti vremena in nastanek različnih vetrov, s tem pa tudi zračni tlak, se po učnem načrtu v gimnaziji obravnava približno na sredini prvega letnika. Pri fiziki so omenjene vsebine na vrsti šele proti koncu prvega ali na začetku drugega letnika. Zato je smiselno, da se obravnavanje tako zahtevne snovi za lažje razumevanje izpelje medpredmetno, torej da se k uri geografije povabi učitelja fizike, ki dijakom na kratko in nazorno predstavi fizikalno ozadje. Učitelj geografije na pridobljeno znanje o zračnem tlaku naveže pouk o nastajanju vetrov, vrste vetrov in planetarno kroženje zraka.

Pri izvajanju pouka se oba učitelje držita ciljev v učnem načrtu. Zato so so nekatere vsebine predstavljene bolj poglobljeno, kot bi jih predstavil

* Ivica Krek je prof. geografije v Gimnaziji Škofja Loka, ivica.krek@guest.arnes.si

** Anica Šaljaj je prof. fizike v Gimnaziji Škofja Loka, anica_hvala@t-2.net

učitelj geografije sam, kar pa je tudi glavni namen medpredmetnega sodelovanja. Predstavljene vsebine so preobsežne za eno šolsko uro, priporočljiva je blok ura. Doseženo znanje dijakov po svojih kriterijih ocenjujeta učitelja vsak pri svojem predmetu.

Preglednica: Korelacije med učnimi cilji geografije in fizike s temo *podnebje*

GEOGRAFIJA	FIZIKA
Splošni predmetni cilji	
- Dijaki spoznajo planetarno kroženje zraka, - pojasnijo procese nastajanja vremena.	- Dijaki ponovijo definicijo tlaka, - opišejo merjenje zračnega tlaka in kvalitativno razložijo, kako se ta spreminja z nadmorsko višino.
Operativni predmetni cilji	
- Dijaki spoznajo različne razmere in dejavnike, ki vplivajo na vrednost zračnega tlaka, - znajo razložiti vzroke za nastanek različnih vrst vetrov.	- Dijaki ponovijo osnovno definicijo tlaka, - naštejejo enote za tlak, ki se uporabljajo, - pojasnijo vpliv gostote snovi na hidrostatični tlak, - znajo razložiti, kako se z globino spreminja hidrostatični tlak.
Splošni cilj	
- Dijaki znajo utemeljiti, zakaj se pojavlja različen zračni tlak, - zakonitosti spreminjanja vrednosti zračnega tlaka znajo prenesti na konkretne primere: vetrovi, cikloni ...	

Fizika:

1. TLAK

Pojma tlak in pritisk

- V pogovorni rabi se pogosto uporablja izraz »pritisk« v pomenu kvocienta med velikostjo sile in površine, npr. »pritisk v gumah«, »krvni pritisk« ipd.
- V tehniki ima izraz »pritisk« drug pomen: to je sila, ki deluje na kaj, npr. »dovoljeni pritisk na os«.

a) Osnovna definicija tlaka

Tlak je ena od osnovnih termodinamskih spremenljivk, od katere je odvisno stanje kapljevine ali plina. Fizikalno je tlak definiran kot kvocient sile in površine, na katero sila deluje. Z enačbo to zapišemo:

$$p = \frac{F}{S}, \text{ kjer je } p \text{ tlak, } F \text{ sila in } S \text{ površina, na katero sila deluje.}$$

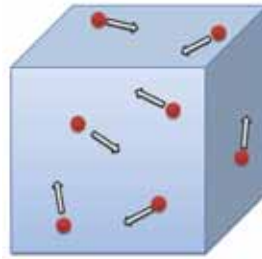
Ugotovimo lahko, da je tlak tem večji, čim večja je delujoča sila ter čim manjša je ploskev, na katero sila deluje. To je tudi razlog, zakaj imajo težka vozila široke gume. Teža se porazdeli po večji površini, tla pod njimi pa se manj deformirajo.

b) Tlak v tekočini

Kapljevine in plini so sestavljeni iz velikega števila majhnih delcev (molekul), ki se termično gibljejo in trkajo drug ob drugega. Gibanja posameznih molekul ne moremo zaznati. Znotraj mirujoče tekočine se molekule gibljejo povsem neurejeno. Učinki ogromnega števila trkov v različnih smereh se med seboj izničijo. Tekočinske molekule udarjajo tudi ob steno posode in s tem povzročajo tlak.

Slika 1: Gibanje posameznih molekul in trki ob steno posode

Vir: Žiga Kokelj



c) Tlak zaradi teže tekočine

Ko se potapljamo, v ušesih začutimo bolečino zaradi povišanja tlaka. Zgornje plasti tekočine namreč pritiskajo na spodnje in s tem povzročajo tlak. Podobno bolečino v ušesih (zamašena ušesa) čutimo tudi pri hitrem spuščanju s hribov, ko se povečuje zračni tlak.

Tlak z globino narašča, v vodoravni smeri pa se ne spreminja.

V homogenih nestisljivih tekočinah je gostota povsod enaka. Tlak teže tekočine je tako premo sorazmeren z višino.

Ugotovitve zapišemo z enačbo: $p = \rho \cdot g \cdot h$,

kjer **p** pomeni vrednost tlaka, **ρ** je oznaka za gostoto tekočine, **g** je težni pospešek z vrednostjo 10 m/s^2 in **h** višina.

2. ZRAČNI TLAK

a) Enote

Za zapis vrednosti tlaka se uporabljajo:

- **Pascal (Pa)** – osnovna enota po mednarodnem sistemu enot – enak je 1 N/m^2
- V meteorologiji se uporablja enota **milibar** – $1 \text{ mbar} = 100 \text{ Pa}$
- **PSI** - funt na kvadratni palec – $1 \text{ bar} = 14,504 \text{ psi}$
- **Atmosfera** je starejša enota za tlak, ki ni v sistemu SI. Ločimo
 - fizikalno atmosfero, ki je definirana kot atmosferski tlak na nivoju morske gladine in je enaka tlaku 760 mm visokega živosrebrnega stolpca pri temperaturi 288 K (15°C) - $1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg} = 1013,25 \text{ mbar} = 760 \text{ torr}$ ter
 - tehnično (tehniško) atmosfero, ki je definirana kot tlak, ki ga povzroči 10 m visok vodni stolp – $1 \text{ at} = 98\,066,0 \text{ Pa}$

b) Vertikalne spremembe zračnega tlaka

Ali je zrak tekočina? Ponovimo, kaj velja za tekočine:

- tečejo, se prelivajo in medsebojno mešajo,
- nimajo lastne oblike,
- prilagodijo se obliki posode.

Zrak je plin, ki ga skupaj s kapljevinami uvrščamo med tekočine. Čeprav ga ne vidimo, ima maso in težo, zato pritiska na zemeljsko površje.

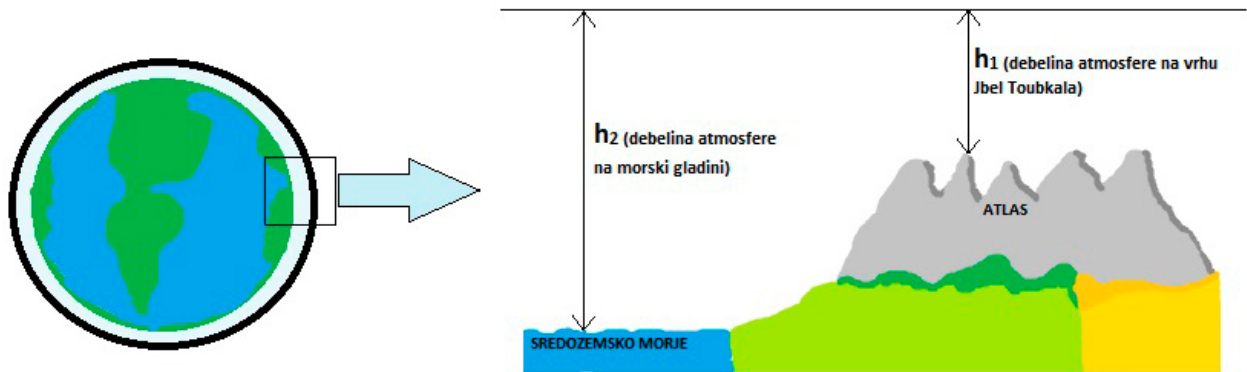
Slika 2: Prikaz teže stolpa zraka s prerezo 1 m^2

Vir: Marko Marhl, Matjaž Mastnak, Romana Čuješ in Vladimir Grubelnik. Raziskujem in ustvarjam 5. Učbenik za naravoslovje in tehniko v petem razredu OŠ. Mladinska knjiga, Ljubljana 2006.



Slika 3: Plast zraka je debelejša nad morskno gladino – tlak je tam višji.

Vir: Žiga Kokelj, Peter Kovač



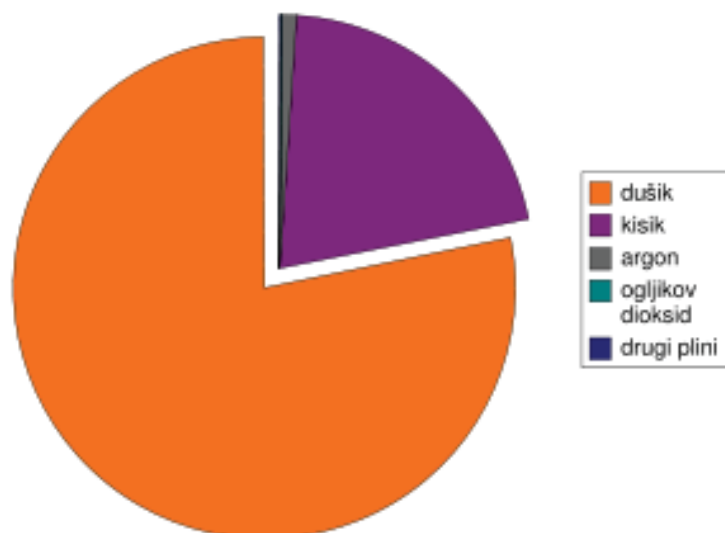
V normalnih razmerah je vrednost zračnega tlak na morskni gladini $p_0 = 1013$ milibarov.

Ozračje nima ostre meje, zato ga ne moremo natančno ločiti od zunanjega vesoljskega prostora. Vemo pa, da 75 % ozračja leži znotraj 11 km debele plasti. Tlak na višini 31 km je približno 1 % tlaka na višini morske gladine.

Vemo tudi, da je zrak mešanica plinov. Skupni tlak je zato vsota delnih ali parcialnih tlakov, ki sestavljajo zmes. V suhem zraku je približno 78 % dušika, 21 % kisika, 0,9 % argona ter majhna količina drugih plinov. Njegova sestava se z nadmorsko višino spreminja.

Slika 4: Sestava suhega zraka

Vir: <http://sl.wikipedia.org/wiki/Zrak>



Plinsko enačbo $p \cdot V = N \cdot k \cdot T$ preoblikujemo in pri tem upoštevamo, da je $N = m/(M \cdot u)$ in $p = m/V$. Konstantne vrednosti k (Boltzmanova konstanta = $1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K), relativno molekulsko maso zraka $M = 29$ in atomsko enoto mase ($u = 1,66 \cdot 10^{-27}$ kg) združimo in zapišemo s specifično plinsko konstanto za zrak $R = 287$ J/(kgK).

Dobimo enačbo $p = \rho \cdot R \cdot T$. Vidimo, da je **tlak premo sorazmeren in gostoto in s temperaturo zraka**. Večja gostota povzroči višji tlak, enako višja temperatura pomeni višji tlak.

Na vrednost zračnega tlaka močno vpliva tudi **vlažnost zraka**. Pomembna je relativna molekulska masa zraka (pri kemiji to količino poimenujejo molska masa). Vrednost relativne molekulske mase za suh zrak je 29, relativna molekulska masa vode pa 18. Posledično je **suh zrak težji od vlažnega**, kar privede do dejstva, da je tlak višji, ko je vreme lepo, in nižji, ko je vreme slabo oz. je v zraku veliko vodne pare.

Poudarimo še, da zrak ni homogen, saj se njegova gostota z višino zmanjšuje.

Slika 5: Spreminjanje zračnega tlaka, temperature in gostote zraka z nadmorsko višino

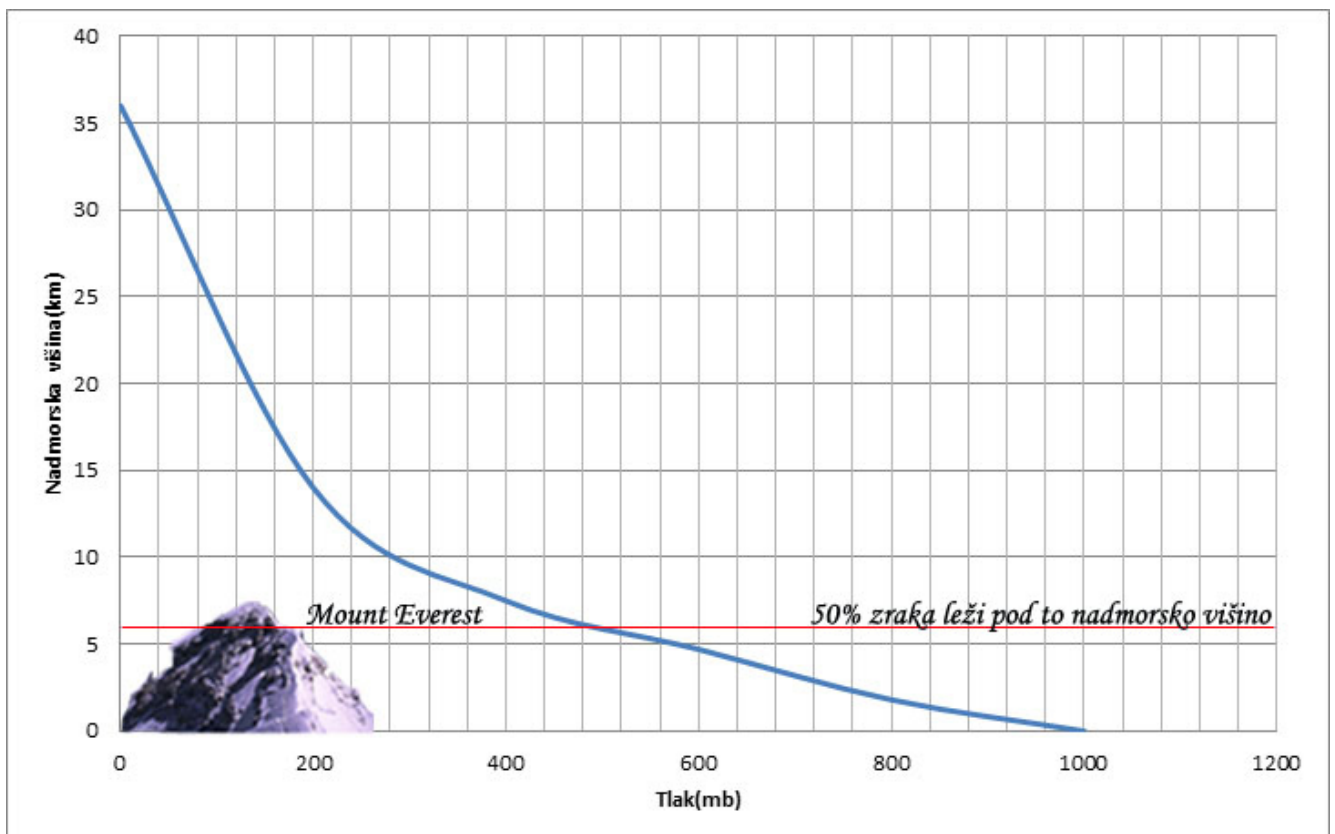
Vir: Bezec, B., Cedilnik, B., Černilec, B., Gulič, T., Lorgar, J., Vončina, D., 2006. Moja prva fizika 1, Ljubljana, Modrijan

Nadmorska višina, tlak, temperatura in gostota zraka

višina [m]	tlak [mbar]	temperatura [°C]	gostota [$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$]
0	1013	15,0	1,225
111	1000	14,3	1,212
988	900	8,6	1,113
1949	800	2,6	1,012
3012	700	-4,6	0,908
4206	600	-12,3	0,802
5574	500	-21,2	0,692
16180	100	-56,5	0,161

Slika 6: Zračni tlak pada z višino eksponentno.

Vir: Žiga Kokelj, Peter Kovac



c) Horizontalne spremembe zračnega tlaka

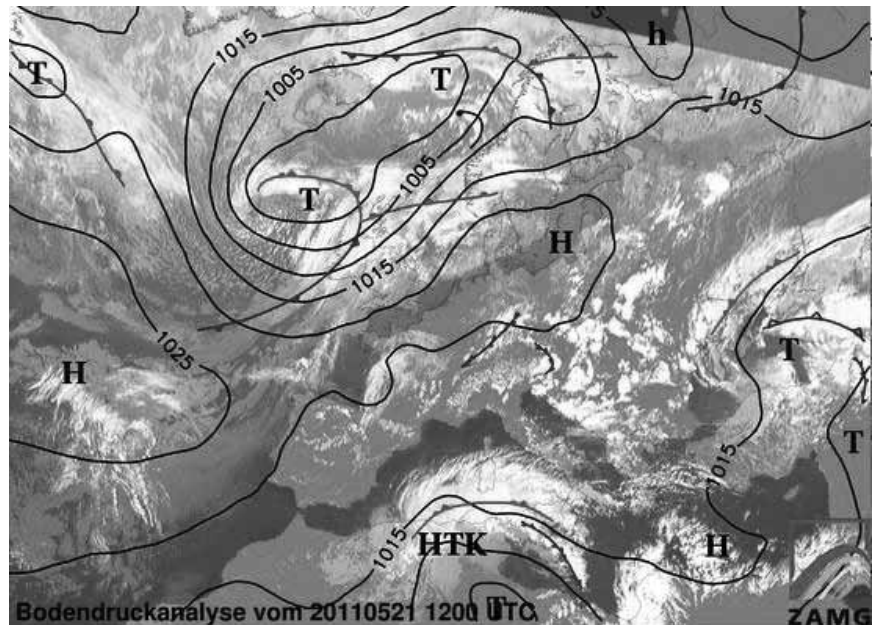
V primerjavi z vertikalnimi spremembami zračnega tlaka so horizontalne spremembe majhne, vendar zelo pomembne, saj so vzrok za nastanek vetrov.

Če je nad določenim krajem zaradi razvoja in gibanj vremenskih tvorb več zraka kot na nekem drugem kraju z enako nadmorsko višino, je tam teža stolpca zraka večja in posledično je večji tudi zračni tlak. To velja upoštevati pri razporeditvi stalnih območij visokega zračnega tlaka na 30. vzporedniku (zrak se spušča, gosti, segreva, suši vlago) in na polu. Prav tako sta pomembna tudi stalno območje nizkega zračnega tlaka na ekvatorju (močno segrevanje površja) in na 60. vzporedniku. Z gibanjem zraka v nižjih plasteh v vodoravni smeri, od višjega k nižjemu zračnemu tlaku, nastajajo različni stalni vetrovi.

d) Barične tvorbe (cikloni, anticikloni) in tornado

Slika 7: Izobara je črta na zemljevidu, ki povezuje točke z enakim tlakom.

Vir: <http://www.google.si/imgres?q=horizontalne+spremembe+zracnega+tlaka&hl>

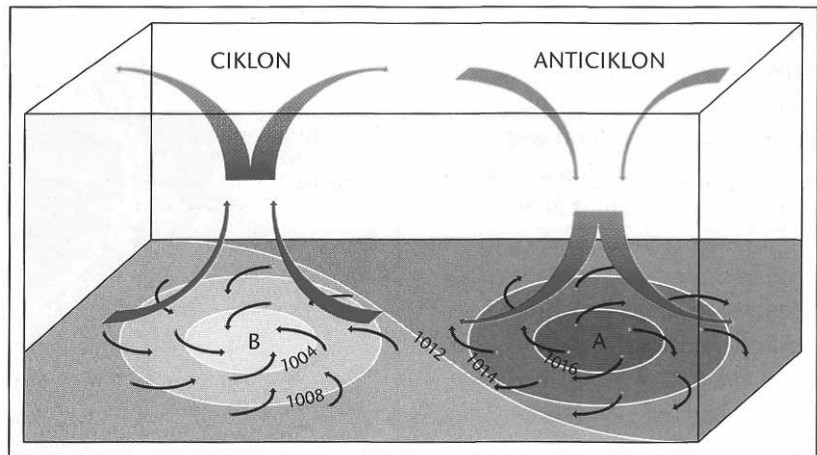


Kakšen je zračni tlak v ciklonu?

Ciklon je sklenjeno območje nizkega zračnega tlaka. Zrak v ciklonu vsebuje veliko vodne pare. Masa vlažnega zraka je manjša od mase enakega volumna suhega zraka. Relativna molekulska masa vode je 18 kg/kmol, relativna molekulska masa suhega zraka pa je približno 29 kg/kmol. Iz robnih delov ciklona, kjer je zračni tlak višji kot v njegovem središču, se pri tleh vanj stekajo vetrovi. Zrak se nato v središču ciklona dviga in pri tem ohlaja, zato je tam tudi zračni tlak nižji. Posledica dviganja, adiabatnega ohlajanja in kondenzacije zraka pa so tudi padavine.

Slika 8: Gibanje zraka v ciklonu in anticiklonu

Vir: Senegačnik, J., 2009: Obča geografija za gimnazije. Ljubljana. Modrijan



Kaj pa v anticiklonu?

To je obsežno območje visokega zračnega tlaka. Zrak se v njegovem središču giblje z višin proti tlom. Ob spuščanju se zrak ogreva, oblaki izhlapijo in imamo lepo vreme. Vetrovi se pri tleh raztekajo iz anticiklona.

Tornado

To je uničujoč vrtničast vihar, značilen za ZDA.

Zračni tlak se v sredini vrtničaste troblje zaradi vrtenja zračnih mas zelo zmanjša. Tlak v sredini je za 200 – 250 milibarov nižji kot v okolici. Občutek imamo, da tornado »posrka« predmete, na katere naleti, v svojo notranjost. Pravzaprav jih v notranjost tornada potisne zunanji višji zračni tlak.

Slika 9: Tornado

Vir: <http://www.google.si/imgres?q=tornado&um>



Sklep

Sodelovanje dveh različnih učiteljev pri obravnavanju določene snovi pomeni večstransko obogatitev, saj pri tem pridobijo tako dijaki kot oba učitelja. Nazorno podana snov pomeni dijakom boljše razumevanje, kar potrjujejo na novih, drugačnih primerih. Ni jim treba dvakrat, čeprav pri dveh različnih predmetih, poslušati razlage iste snovi oz. teme. Če se v razredu pojavita hkrati dva učitelja, jim je to tudi zanimivo in so zato pri pouku še bolj aktivni. Za učitelja pa medpredmetno sodelovanje pomeni kolegialno strokovno sodelovanje, osebno rast in pedagoško izpopolnjevanje.

Literatura

1. Kuščar, I., Moljk, A., Kranjc, T., Peternej, J., Fizika za srednje šole 1. del. Ljubljana, DZS.
2. Kladnik, R., Fizika za srednješolce 1 – Gibanja, sila, snov. Ljubljana, DZS
3. <http://sl.wikipedia.org>
4. Senegačnik, J., 2004: Obča geografija za 1. Letnik gimnazij. Ljubljana, Modrijan.