

Извод из чланка:

Мирјана Поповић-Божич, Јосип Слишко и Татјана Марковић-Топаловић
Подстицајна околина за активно учење природних наука
Зборник Републичког семинара о настави физике 2011, Врање (Друштво
физичара Србије, Београд, 2011)

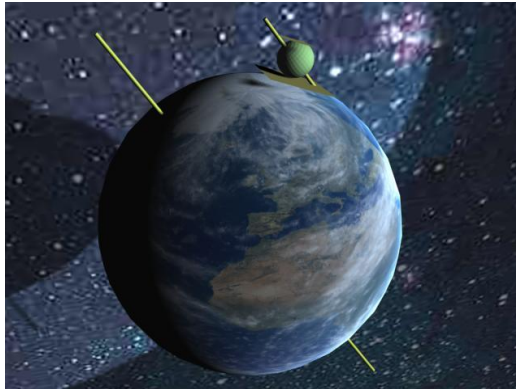
ДИНГ – Дан и Ноћ на Глобусу

Глобус, који у односу на Сунце има исту оријентацију као Земља, постављен на отвореном, а најбоље у осунчаном школском дворишту, је изузетно корисно наставно средство [1,2]. Такав глобус су осмислили сарадници Вајцмановог института у Израелу и поставили (слика 1) у Clore Garden of Science - њихов интерактивни музеј науке у отвореном простору, намењен ученицима, грађанима и туристима [3,4].

На глобусу који у односу на Сунце има исту оријентацију као Земља, град у коме се глобус налази је на врху, а оса глобуса је паралелна оси ротације Земље, тј. усмерена је ка Северном небеском полу (слика 2). У односу на Земљу глобус је статичан, тако да је његово дневно и годишње кретање синхронизовано са кретањем Земље. Стога се на овом глобусу могу пратити ефекти двојаког кретања Земље, око своје осе и око Сунца. Посматрањем глобуса, током сунчаног дана, може се пратити смена обданице и ноћи на Земљи. Посматрањем у току године, могу се пратити промене осунчења које узрокују смену годишњих доба.



СЛИКА 1. Globus u Clore Garden of Science снимљен на дан дугодневице (летњи солстициј), краткодневице (зимски солстициј) и равводневице [4].



СЛИКА 2. На слици је представљено како треба да се позиционира школски глобус у односу на Земљу. Тангентна равна, у тачки на Земљи у коју је постављен глобус, је паралелна са тангентном равни у одговарајућој тачки на глобусу. Дакле, град у коме се глобус налази је на врху глобуса [6].

У Србији се први такав глобус гради у Шапцу (слика 3), и биће постављен 26. марта 2011 у Градском парку. Скраћено је назван ДИНГ - Дан и Ноћ на Глобусу. Изградња ДИНГ-а је предложена у виду пројекта поднетог на Конкурсу за унапређење квалитета живота грађана Шапца, који је у мају 2010. расписала Општина Шабац. У предлогу је наведено да је испитивањем знања ученика и грађана у Европи и код нас [5] нађено да већина испитаних не зна шта је узрок смене годишњих доба на Земљи.

Од како је одлучено и објављено да ће ДИНГ бити изграђен, као и током изградње, ДИНГ се увелико користи у предавању и ширењу знања из физике, геометрије, географије и астрономије, не само ученицима и грађанима Шапца, већ и ученицима и грађанима Србије. Електронски и штампани медији су показали велико интересовање, а коментари читаоца су увек били веома позитивни и садржајни. Ово је допринело да се обезбеде додатна средства, у виду бесплатних грађевинских и занатских радова, јер се испоставило да средства, одобрена на почетку за изградњу, нису довољна.

Наше искуство, у разговорима са заинтересованим ученицима, већ сада показује да је ДИНГ као тродимензионално наставно средство, изврсна допуна дводимензионалним сликама осунчаности Земље у уџбеницима географије за 5. разред основне школе и астрономије за 4. разред гимназије природно-математичког смера. У уџбеницима је заправо представљена сфера у различитим положајима на Земљиној орбити, и њено осунчење. ДИНГ омогућује да се ученици директно увере, у тродимензионалном простору, како је планета осунчана, где се налази граница (терминатор) између осунчаног и неосунчаног дела Земље у току дана. Праћењем у току године, ученици се могу уверити да се угао између равни у којој лежи та линија и осе глобуса/Земље мења. Три карактеристична положаја линије осунчавања приказане су на слици глобуса у Clore Garden of Science (сл.1).



СЛИКА 3. ДИНГ пре бојења и тим који је предложио и реализовао израдњу ДИНГ-а у Шапцу; с десна на лево: архитекта Драгољуб-Паја Милутиновић, проф др Мирјана Поповић Божић, проф др Марко Поповић и мр Татјана Марковић Топаловић.

Сферни сунчани часовник је глобус који има Земљину оријентацију

Интересантно је да глобус, дуж чијег екватора су постављени стубићи, на једнаким угаоним растојањима од 15° , постаје сферни сунчани часовник. Такав часовник је 2006. године изграђен поред Опсерваторије „Max Valier“ [6] у Италији (слика 4). Двадесет четири метална стубића (за 24 часовне зоне) су постављена дуж екватора на сваких 15° географске дужине. Дакле, сваки стубић се налази на пресеку локалног меридијана и екватора. Сенке штапића показују да ли је Сунце на северу или на југу од екватора. На дан равнодневнице сенке свих штапића падају дуж екватора. Уз помоћ сенке штапића, посматрач приближно може одредити локално сунчано време.

Сферни сунчани часовник са стубићима је у ствари побољшана верзија Џеферсоновог сферног сунчаног часовника, на коме уместо стубића постоји покретни полукружни оквир. После повлачења са дужности председника САД, Џеферсон је 1816. у Монтичелу изградио сферни сунчани часовник, али је часовник временом изгубљен. Са обнављањем имања Монтичело, часовник је поново изграђен, по оригиналним цртежима, и постављен на место на коме се раније налазио [7].



СЛИКА 4. Сферни сунчани часовник и конструктор Симон Мородер [6] поред Опсерваторије „Мах Valier“ у региону Трентино у Италији, на надморској висини 1350 m (лево). Џеферсонов сферни часовник у Монтичелу, САД (десно) [7].

Хоризонтални сунчани часовник

Хоризонтални сунчани часовник је много распрострањенији, широм света, него сферни сунчани часовник. Али, веома мало ученика и грађана познају принцип рада сунчаног сата, а још мање их зна како се одређује скала хоризонталног сунчаног сата. Као што ћемо сада показати, одређивање скале сунчаног часовника је сасвим у домену средњошколског градива, и предлажемо ову тему за активну наставу како физике, тако и математике.

Временска скала хоризонталног сунчаног часовника се може одредити пошавши од сферног и екваторијалног сунчаног часовника. Екваторијални сунчани часовник се састоји од диска и осе која је нормална на диск (сл. 5). Оса је паралелна са Земљином осом, тако да је диск паралелан са екваторијалном равни Земље. Дакле, угао између осе диска и хоризонталне равни је једнак географској ширини места на коме се часовник налази. То значи да је екваторијални сунчани часовник у ствари исечак, дуж екватора и осе, из глобуса који има Земљину оријентацију [2].

Због ротације Земље, током једног часа, сенка осе на диску пребрише угао од 15° . Због тога су углови између часовних линија на екваторијалном сату једнаки 15° . Подневна линија спаја центар диска и његову доњу ивичну тачку, 6h ујутро је на западној ивици, и 6h поподне је на источној ивици. Углови се мере од подневне линије према западу и истоку.

Али, угао који сенка осе диска описује на хоризонталној равни, не пребрисава једнаке углове у једнаким временским интервалима. Због тога се углови између часовних линија хоризонталног сунчаног сата морају одредити посебно за свако место на Земљи.



СЛИКА 5. Фотографија екваторијалног сунчаног сата у Збрањеном граду, у Пекингу (лево) [25]. Приручни екваторијални сунчани сат коришћењем CD-а (десно) [2].

Учесници радионице ће добити задатак да изведу релацију између часовног угла на диску, t_d , и одговарајућег часовног угла на хоризонталној равни, t_h , за задату географску ширину α_l :

$$t_h = \arctg(\operatorname{tg}(t_d) \cdot \sin(\alpha_l))$$

Извођење горње релације се може ученицима дати као задатак, било у оквиру часова физике, математике или астрономије. При извођењу те релације погодно је користити приручни екваторијални сунчани сат (слика 5, десно).

ЛИТЕРАТУРА

1. Božić M, Vušković L., Pantelić D., Nikolić S., & Majić V., School architecture and physics education, *The Physics Teacher* **43**, 604-607 (2005).
2. M. Božić and M. Ducloy, Erathostenes' teachings with a globe in a school yard, *Phys. Ed.* **43**, 165-172 (2008).
3. Science from a different angle, *Weizmann Institute of Science*, http://www.weizmann.ac.il/diff_angle
4. <http://www.designshop.co.il/>
5. Цуцић Д., Јовановић Љ., Видић М., Лазаров Н., Зимска школа Регионалног центра за таленте „Михајло Пупин“ из Панчева – „Дивчибаре 2010“, *Зборник XXVIII републичког семинара о настави физике*, Врњачка Бања: Друштво физичара Србије (2010) pp. 223-232.
6. http://members.aon.at/sundials/bild68_d.htm
7. <http://www.monticello.org/press/newsletter/2002/sndl.pdf>
8. <http://en.wikipedia.org/wiki/Sundial>.