

Gremla v senco

dr. Nada Razpet

Pedagoška fakulteta Univerze na Primorskem, Koper

Povzetek

Opazovanje senc je gotovo področje, ki je večplastno in ga lahko predstavimo tako, da je zanimivo za otroke v vrtcu, učence osnovnih šol, dijake in študente. V prispevku bomo opisali, na kaj moramo biti pozorni pri opazovanju in risanju senc z učenci zadnjih treh razredov osnovne šole.

Abstract

The observation of shadows is undoubtedly multi-layered and can be presented in a way that children in kindergartens, pupils in primary schools, and students of secondary schools and universities find interesting. The paper points out what we should be paying attention to when observing and drawing shadows with pupils in the last three grades of primary school.

Uvod

Opazovanje in dokumentiranje opazovanj je ena od pomembnih veščin, ki jih morajo učenci usvojiti v procesu izobraževanja. Zlasti se tega zavedamo naravoslovci, saj je osnovne pojme in procese brez eksperimentalnega pouka, pa naj poskuse izvaja učitelj (demonstracijski poskusi) ali učenci (opazovanje v naravi, vodeno ali samostojno izvedeno raziskovanje), težko razložiti in hkrati poskrbeti, da znajo učenci usvojeno znanje uporabiti na drugih primerih. Najlaže je začeti s pojavi, ki jih lahko opazujemo vsak dan in za to ne potrebujemo posebnih merilnih pripomočkov, a jih lahko prilagodimo učencem različnih starosti. Če učencev pri opazovanju, vsaj na začetku, ne usmerjamo in jih o opaženem ne sprašujemo, sami kasneje le težko ugotovijo, kaj je za »izid« poskusa pomembno ali, povedano drugače, kaj se zgodi, če spremenimo to in to. Narisati tisto, kar opazimo, pa je za nekatere učence tudi težavno, zlasti zato, ker je treba prostorsko sliko predstaviti na ravnini. Zato je potrebno nekaj časa posvetiti ne le opazovanju in opisovanju senc, ampak tudi risanju.

Kateri predmeti mečejo senco? To je gotovo eno izmed prvih vprašanj, ki jih zastavimo učencem. Naj-

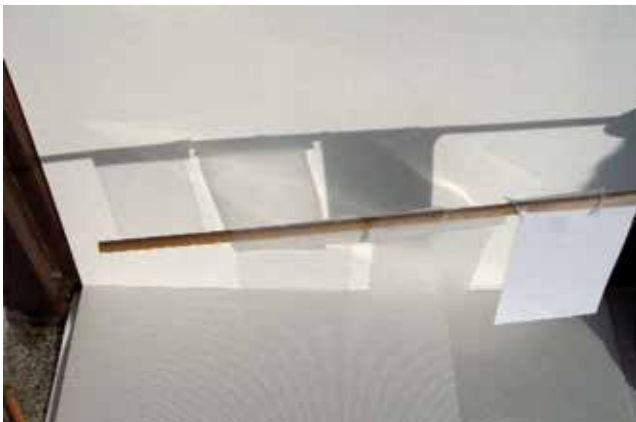
prej ponovimo nekatere lastnosti snovi, iz katerih so predmeti.

Glede na lastnosti snovi, iz katerih je izdelan predmet, ločimo:

- za svetlobo neprepustne predmete; del svetlobe se od njih odbije, del pa absorbirajo;
- delno prepustne; to so pavspapir, mlečna stekla itd., del svetlobe se od njih odbije, del absorbirajo in del prepustijo;
- prozorne snovi; od predmetov, ki so izdelani iz prozornih snovi, se prav tako del svetlobe odbije, velik del vpadle svetlobe gre skozi predmet, le zelo majhen del vpadle svetlobe pa se absorbira: recimo šipe na oknih, prozorni plastični ovitki, folija za živila itd. Ampak tudi pri teh predmetih opazimo sence, kar kaže tudi fotografija (slika 1).

Treba je seveda poudariti, da ločnica ni natančno določena in je odvisna od opazovalca.

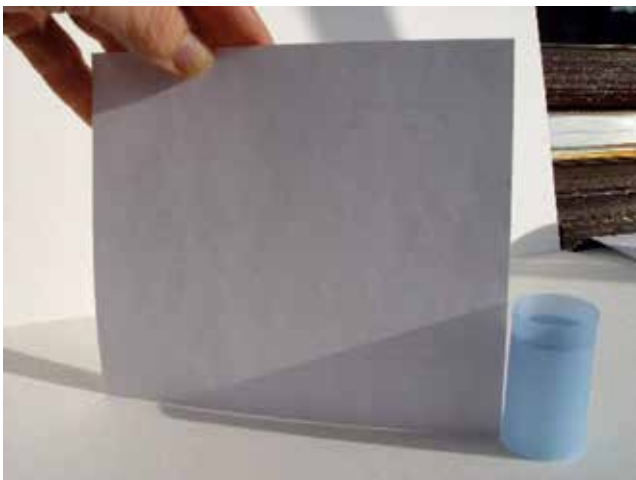
Ko govorimo o sencah, navadno mislimo na temno liso, ki jo opazimo na vodoravnih tleh ali na različnih ploskvah (na zidu, na hribu). Ko pa poleti rečemo, da gremo v senco, mislimo na prostor, ki je manj osvetljen od okolice. Za tanjšo palico bomo težko določili prostor, ki je manj osvetljen; za dreve-



Slika 1: Senca prozorne folije, prosojnega ovitka in kosa papirja.

som, kamnito ograjo ali pod sončnikom pa ta prostor lahko zaznamo (če ne drugače) s ploskvijo, ki jo dvigamo vzporedno s tlemi oziroma postavimo navpično (glej sliko 2). V višjih razredih nam seveda ni treba ponavljati osnovnih poskusov, je pa prav, da jih ponovimo in poudarimo tiste podrobnosti, ki jih v nižjih razredih posebej ne poudarjamo, razen seveda, če jih kdo od učencev ne opazi. Zato bomo nekaj prostora namenili tudi osnovnim poskusom.

Na sliki 2 smo ravnino postavili navpično. Kaj pa, če ravnino postavimo vzporedno z vodoravno podlago?



Slika 2: Senca za plastičnim tulcem.

Z višino se dolžina sence na vzporednih vodoravnih ravninah krajša.

Prvo ravnino postavimo na četrtino višine tulca (slika 3), drugo pa na približno tri četrtine njegove višine (slika 4).

Avtorica fotografij in slik je Nada Razpet.



Slika 3: Senca na vodoravni podlagi, ki je na višini spodnje četrtine tulca.



Slika 4: Senca na vodoravni ravnini, ki leži približno na treh četrtinah višine tulca.

Opazovanje lastne sence

Lastno senco opazujejo že v vrtcu, manj pozorni pa smo pri tem na postopnost in na nekatere lastnosti senc, ki bi jih učenci morali opaziti in si jih vtisniti v spomin. Na voljo je več možnosti:

1. Opazovanje senc ne glede na lego stojišča

Osnovna opazovanja so znana. Učencem obrišemo lego čevljev, obrišemo senco (pravzaprav bi bilo najbolje, če bi jo tudi »pobarvali« s črno kredo), označimo strani neba in zapišemo uro opazovanja. Čez uro ali dve se učenci postavijo vsak na svoje že prej

označeno mesto tako, da se obrisi obutev ujemajo, in narišemo novo senco. Učenci opišejo, kaj opazijo (lega senc, velikost, oblika, »barva« itd.). Če se učenci premikajo, se premakne tudi senca, njena velikost pa ostane ista. Tudi oblika sence se ne bo spremenila, če se med premikanjem ne obračajo. Če poskočijo, se senca seveda ne drži nog. Ta del je pomemben, ker bomo kasneje opazovali sence predmetov, ki visijo nad tlemi.

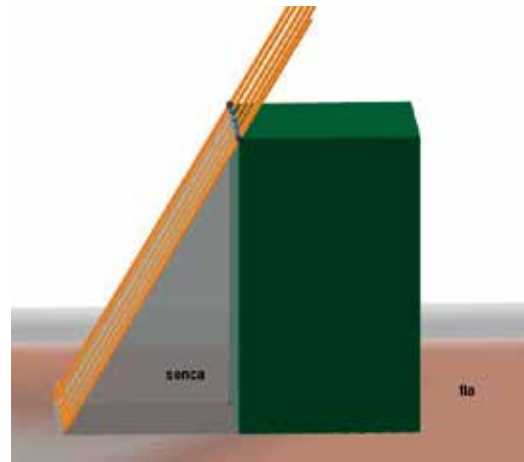
Z učenci sence rišemo na papir in označimo strani neba. Če smo dovolj hitri, lahko papir prestavimo na drugo mesto na dvorišču. Pri tem pazimo, da je pravilno usmerjen (strani neba), in znova obrišemo senco. Učenci tako opazijo, da dolžina in lega sence nista odvisni od položaja stojišča. Postopek ponovimo čez eno ali dve uri. Dobro je, če ob osebo na tisti strani, kjer je senca, navpično postavimo velik pravokoten karton, visok toliko kot oseba (glej sliko 2). Tako bomo opazili, do kam pravzaprav sega senca.

Dobro je, da se učenci ne premikajo le po vodoravni ravnini, ampak tudi po navpičnici. Če imamo dostop na teraso, potem najprej tam na papirju označimo strani neba, lego nog in dolžino sence, potem pa se spustimo nižje, recimo na dvorišče, in tam narišemo senco. Tako učenci ugotovijo, da je dolžina obeh senc enaka. Če nimamo dostopa do različno visokih ravnin, potem opazujemo senco papirnatega tulca, ki ga dvigamo ali spuščamo, oziroma sence na različno visokih mizah. V vseh teh primerih so sence predmetov enako velike, seveda če so časovni presledki med opazovanji kratki oziroma če opazujemo sence enakih predmetov na različnih mestih.

2. Celodnevno opazovanje



Slika 5: Deklica opazuje svojo senco. Kaj manjka?



Slika 6: Senca zavzema prostor.

Kako navadno opazujemo lastno senco, kaže slika 5. Kaj manjka? Manjka navpična ravnina, v kateri bi zaznali senco (glej sliko 6). Oseba, ki opazuje senco, tega ne vidi, zato je treba opazovati sence sošolcev in seveda sence različnih predmetov. Pri nadaljnji obravnavi senc bomo privzeli, da je meja med senco in preostalim prostorom ostra.

Če sence opazujemo dopoldne, se proti poldnevu krajšajo, popoldne pa zopet daljšajo. Ker učenci zadnjega triletja že znajo meriti kote, izmerimo še azimut sence, azimut Sonca in višinski kot Sonca (Prosen 2003).

3. Opazovanje lege sence

Učence razdelimo v dve skupini. Prvo skupino postavimo v krog tako, da so obrnjeni proti sredini, drugo pa proč od sredine. Nekateri lahko vidijo sence sošolcev, drugi pa ne. Ugotoviti morajo, da so ne glede na to, kje stojijo, seveda ob istem času, njihove sence med seboj vzporedne. Iz tega že lahko sklepamo, da svetloba, ki pada na predmete, prihaja iz iste smeri. Zdaj je čas, da spregovorimo o žarkih.



Slika 7: Ljudje so obrnjeni v različne smeri, sence kažejo v isto smer.

Del svetlobe, ki pada na predmet, se od predmeta odbije (zato predmet vidimo, če odbita svetloba seveda pade v oko), del svetlobe predmet absorbira, zato je za predmetom področje, ki je manj osvetljeno. To področje imenujemo senca. Svetloba se od Sonca širi na vse strani, del te svetlobe pa pade na Zemljo. Ker je Sonce daleč, lahko v prvem približku za predmete rečemo, da Sončeva svetloba pada na predmete le iz določene smeri, zato so tudi sence med seboj vzporedne. Svetlobo razdelimo na curke. Ko rišemo sence, ozke curke svetlobe nadomestimo z žarki, ki so v tem primeru med seboj vzporedni.

4. Dolžina sence

Učenci že vedo, da imajo različno visoki, vendar enako ležeči predmeti različno dolge sence. Da imajo ob tem predmeti enake lege, je seveda pomembno. V nižjih razredih namreč skoraj vedno opazujemo le sence navpično postavljenih predmetov. Če predmet držimo v roki, pa je pomembno, kakšna je lega predmeta glede na to, od kod prihaja svetloba. Spodnje poskuse je nujno treba izvesti. Naše izkušnje z učenci, ki so obiskovali poletne šole iz fizike za osnovnošolce, kažejo, da osnovni pojmi niso razčiščeni.

Učencem damo v roke palice. Raziščejo naj, v kakšni legi je senca palice najkrajša/najdaljša. Zanimivo je tudi opazovanje senc okvirjev in obročev. Učenci ugotavljajo, kakšne oblike so sence pravokotnih, kvadratnih in okroglih ali na različne načine sestavljenih »okvirjev«. Ali lahko enake sence dobimo pri različnih legah teh predmetov? Ali se oblika in velikost sence spremenita, če predmet vzporedno premaknemo (levo, desno, gor, dol, zavrtimo)?

Pripomba: kadar ima (tanka) palica isto smer kot svetloba, ki prihaja s Sonca, je njena senca najkrajša. Iz nagiba palice proti vodoravnici razberemo višinski kot Sonca. Palica predstavlja model svetlobnega žarka. Kaže v smer, iz katere prihaja svetloba. Če več učencev ob isti uri zapiče palice v tla tako, da na podlagi ne opazimo njihove sence, potem to pomeni, da vse kažejo v smer, iz katere prihaja svetloba. Vse so med seboj vzporedne, zato tudi žarke pri risanju senc rišemo vzporedno. Pri tem moramo seveda paziti na izraz »ne vidimo sence«. Nekateri učenci namreč palico položijo na tla. Sence take palice ne vidimo, čeprav taka palica ne kaže proti Soncu. Prav je, da palico najprej držijo v roki in jo usmerijo tako, da je njena senca na vodoravnih tleh najkrajša, šele nato jo v enaki legi zapičejo v tla.

Eno od senc fotografiramo (iz tlorisne perspektive). Zapišemo azimut Sonca in sence ter višinski kot Sonca. Zapišemo tudi datum in uro opazovanja. Čez nekaj mesecev ponovimo opazovanje. Izbere mo čas, ko je azimut Sonca enak. Tako bodo učenci opazili, da je pri istem azimutu Sonca azimut sence ne glede na letni čas enak, spremenili pa sta se dolžina sence in ura opazovanja. Novo senco narišemo na isto sliko. Pogovorimo se o spreminjanju lege in dolžine senc v različnih mesecih. Seveda je zanimivo tudi opazovanje senc vsak teden ob isti uri čez vse leto (Prosen 2003).

5. Merjenje višin

Učenci vedo, da si pri določanju višin objektov ali dreves lahko pomagamo s sencami. Pri opisovanju postopka pa se jim zatakne. Zato je treba postopek merjenja višin objektov s sencami ponoviti in učence spomniti, da se dolžine senc spreminjajo. Dolžina traku oziroma sence metrske palice se je spremenila, prav tako dolžina sence objekta, razmerje dolžin obeh senc pa je ostalo enako.

6. Opoldanske sence

Precej zakoreninjeno je napačno prepričanje, da predmeti (na naši zemljepisni širini) opoldne ne mečejo sence. Z opoldnevom seveda mislimo tisti trenutek, ko je Sonce najvišje na nebu, torej ko je višinski kot Sonca največji in je azimut Sonca 180° . Če učencem pripomnimo, da ne drži, da opoldne navpično postavljene palice ne mečejo senc, se hitro popravijo in rečejo, da so čisto majčkene in jih ne vidimo, ker so pod vznožjem palic. To bi seveda pomenilo, da imamo takrat Sonce nad glavo. Torej če opoldne pogledamo navpično navzgor, bi nad svojimi glavami morali videti Sonce. Najbolje je, če na premično stojalo dovolj visoko obesimo nekaj decimetrov dolg tulec (papirnat ali plastičen) tako, da lahko učenci gledajo skozenj in se jim pri tem ni treba nagniti. Učenci naj gledajo skozi tulec na različnih mestih na dvorišču ob različnih letnih časih. Opazili bodo, da ne morejo videti Sonca. Torej pri nas Sonce ne more biti »nad našimi glavami«. Višinski kot Sonca je pri nas lahko največ okoli 68° . Zato je zelo pomembno, da merimo višinske kote Sonca opoldne, še posebej ob zimskem in poletnem obratu. Obenem bodo učenci tudi opazili, da viseči tulec na vodoravna tla meče senco. Čim višje postavimo tulec, tem dlje od nožišča navpičnice je njegova senca (slika 9). Če bi bilo Sonce nad tulcem, potem bi na vodoravnih tleh videli le ozek kolobar

(torej osnovno ploskev tulca), središči obeh krožnic pa bi bili v nožišču navpičnice, ki poteka skozi središče valja (tulca).

7. Risanje senc

Posebno pozornost moramo posvetiti risanju senc. Senco lahko narišemo, če poznamo višino palice, dolžino sence (ali višinski kot Sonca) in azimut sence ali azimut Sonca. Če pa višine palice ne poznamo, moramo poznati dolžino sence, azimut sence (ali azimut Sonca) in višinski kot Sonca.

Navedimo dva primera. Rezultate bomo zaokrožali.

a) Sence opazujemo ob 10. uri sredi novembra.

Izmerili smo azimut sence, ki je $\beta = 330^\circ$. Dolžina sence navpično postavljene metrske palice je približno 2,4 m.

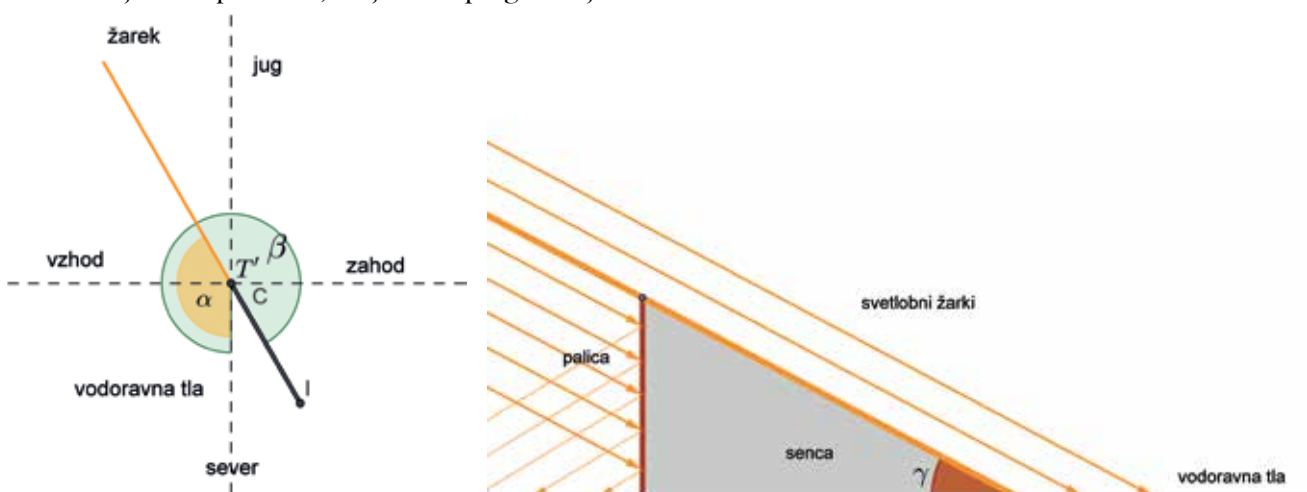
Iz podatkov lahko izračunamo azimut Sonca, ki je $\alpha = 150^\circ$, in višinski kot Sonca, ki je $\gamma = 22^\circ$.

Azimut je kot, ki ima vrh v nožišču palice, en krak je usmerjen proti severu, drugi pa kaže v smeri Sonca (pri tem je seveda mišljeno, da smo lego Sonca pravokotno projicirali na vodoravno ravnino). Azimut sence je tudi kot, ki ima vrh v nožišču palice, en krak kaže proti severu, drugi pa v smeri sence. Pri tem je dogovor, da ima vzhod azimut 90° , tako da vemo, v kateri smeri merimo kote. Navadno rišemo skico še v »narisu«, pri čemer je treba povedati, kaj si pod tem pojmom predstavljamo. Pomeni, da rišemo v ravnini, v kateri ležita palica in senca. Kako to ponazorimo?

Žarek, ki je na sliki 8 (spodnja slika) odebeljen, učencem ponazorimo z vrstico, ki jo napeljemo od vrha palice do konca sence na vodoravnih tleh. Vzamemo tudi večji karton in z njim ponazorimo narisno ravnino, v njej je s sivo barvo označeno območje manj osvetljenega prostora, torej sence (glej tudi sliko 2). Na skicah navadno narišemo le senco, ki jo opazimo na vodoravnih tleh in je na sliki 8 označena z debelejšo črno daljico.

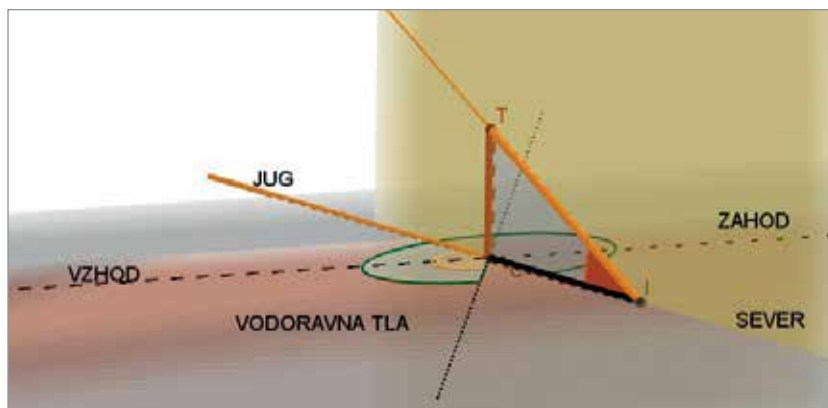
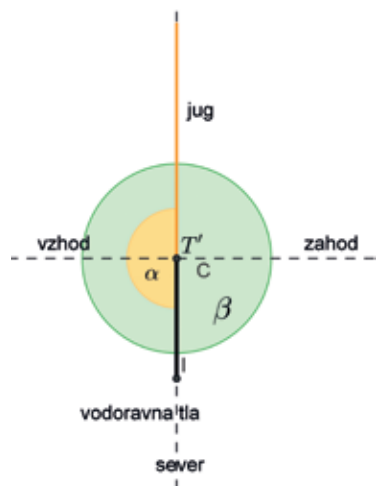
Ko rišemo sence čez dan, se namreč »narisna ravnina« suče okrog osi, ki jo ponazarja palica, saj se spreminja azimut Sonca in z njim azimut sence pa seveda tudi naklonski kot žarkov. Učence tudi opozorimo, da pri risanju senc rišemo le tiste žarke, ki so za konstrukcijo senc potrebni, da je slika preglednejša.

Ali se oblika in velikost sence spremenita, če predmet vzporedno premaknemo (levo, desno, gor, dol, zavrtimo)?



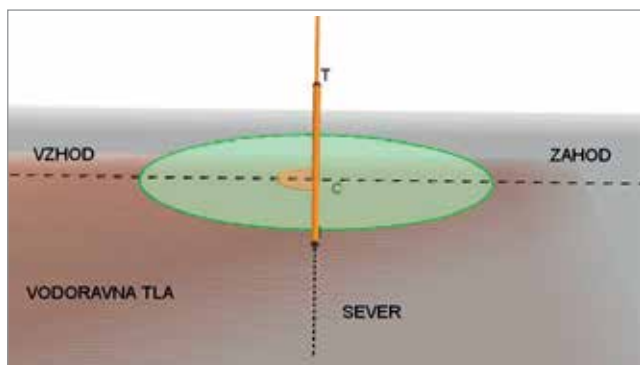
Slika 8: Senca metrske palice v tlorisu in poševni projekciji sredi novembra dopoldne. Kot α je azimut Sonca, kot β je azimut sence, kot γ je višinski kot Sonca. Senca zavzema celotno področje »trikotnika«. Del svetlobe palica absorbira, del svetlobe se od palice odbije, za palico je predel manj osvetljen kot pred njo. Risali smo le žarke v navpični ravnini. Navadno na skicah sivo označenega predela (z napisom senca) ne rišemo, ampak narišemo le senco, ki jo opazimo na vodoravnih tleh. Tudi odbitih žarkov ne rišemo, prav tako ne upoštevamo od okolice odbite svetlobe.

- b) Sence opazujemo v opoldanskem času.
Narišimo opoldansko senco.



Slika 9: Tloris in poševna projekcija sence sredi poletja okoli 13. ure, ko je azimut Sonca 180° . Na tlorisni in narisni ravnini je označen le žarek, s katerim določimo dolžino sence na vodoravnih tleh.

Ko je azimut Sonca 180° (opoldanska senca), je senca usmerjena proti severu, kar pomeni, da je njen azimut 0° ali 360° . Učenci imajo težave pri risanju »narisa«, saj si predstavljajo, da gledajo proti jugu, torej vidijo tako, kot kaže slika 10. Zato imajo težave pri risanju sence opoldne.



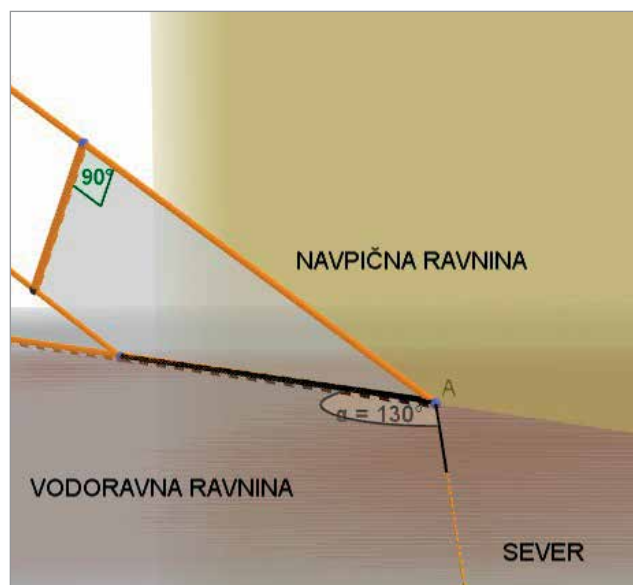
Slika 10: Pogled v smeri juga, ko je azimut Sonca 180° . Odebeljeni del žarka poteka od vrha palice do konca sence na vodoravnih tleh. Vznožje palice je v središču kroga, vrh palice pa v točki T.

Vse slike smo risali z GeoGebro, kjer lahko prostorsko sliko vrtimo in jo gledamo iz različnih položajev, tako da je učencem risanje potem lažje.

Najkrajša in najdaljša senca palice ob določeni uri

- a) Senca palice je daljša od palice.

Senca palice je najdaljša, ko je pravokotna na smer žarkov. Kaj to pomeni, pokažemo s sliko. Naj bo azimut Sonca $\alpha = 130^\circ$, višinski kot pa $\gamma = 25^\circ$. Najprej zapičimo eno palico tako, da kaže v smeri Sonca, torej določa smer žarkov. Ta palica in njena senca določata ravnino, v kateri potem rišemo senco palice z najdaljšo senco. Najdaljšo senco meče palica, ki je pravokotna na smer žarkov, kot kaže slika 11.



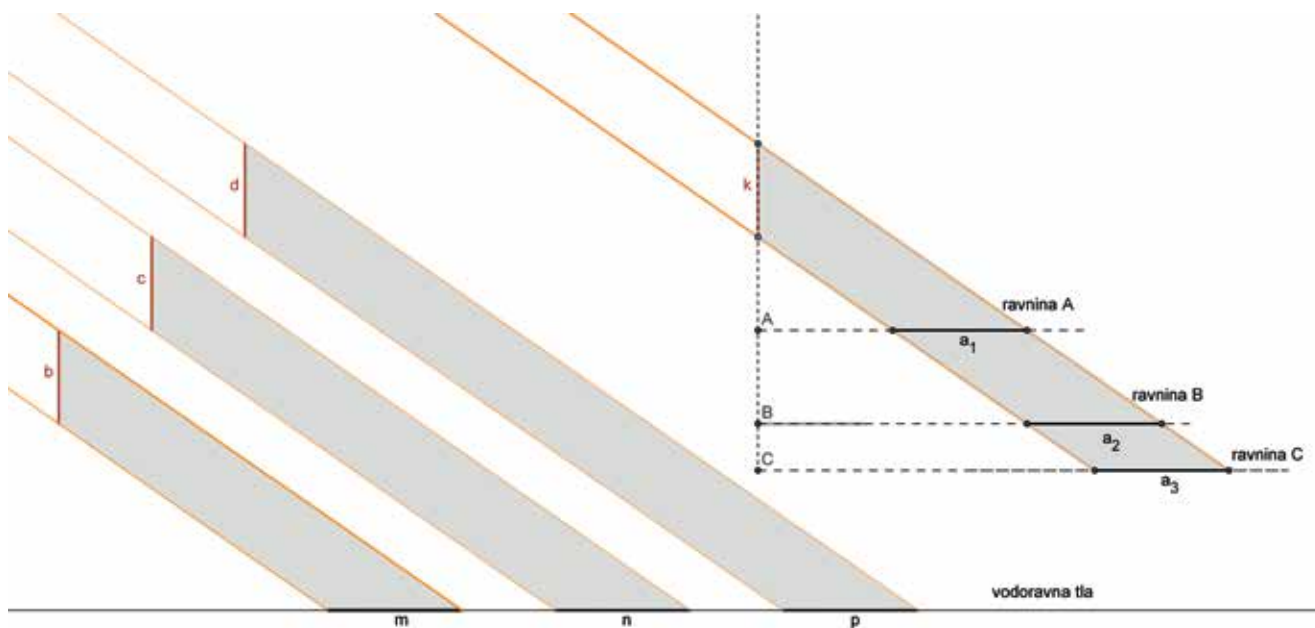
Slika 11: Lega palice, ki meče v danem trenutku na vodoravna tla najdaljšo senco. Palica je pravokotna na smer žarkov.

- b) Senca je enako dolga kot palica.
Hitro lahko pokažemo, da je to takrat, ko je palica vzporedna z vodoravnimi tlemi.
- c) Senca palice je najkrajša, ko kaže v smeri proti Soncu.

Serija poskusov z različnimi legami palice

Vse poskuse bomo narisali na sliko 12, kjer je mogoče videti, kaj vse lahko pri tem preučimo. Nalogo lahko povežemo tudi z matematiko (podobni trikotniki). Sence enako dolgih, navpično obešenih palic a , b , in c na vodoravnih tleh so označene z m , n in p . Ne glede na višino, na kateri so palice obešene, so vse sence na vodoravnih tleh enako dolge. Sence palice z dolžino k so na različno visokih vodoravnih ravninah enako dolge. Ne glede na to, ali so vse palice navpične ali pa vse nagnjene glede na vodoravnico, so njihove sence na vodoravni ravnini enako dolge. Če so enako dolge palice obešene navpično na različnih višinah, se razdalje začetka senc od navpičnice, ki potekajo skozi palice, z »globino« ravnine daljšajo. Sence enako dolgih in na enak način obešenih palic so na vzporednih ravninah enako dolge.

Ne glede na to, ali so vse palice navpične ali pa vse nagnjene glede na vodoravnico, so njihove sence na vodoravni ravnini enako dolge.



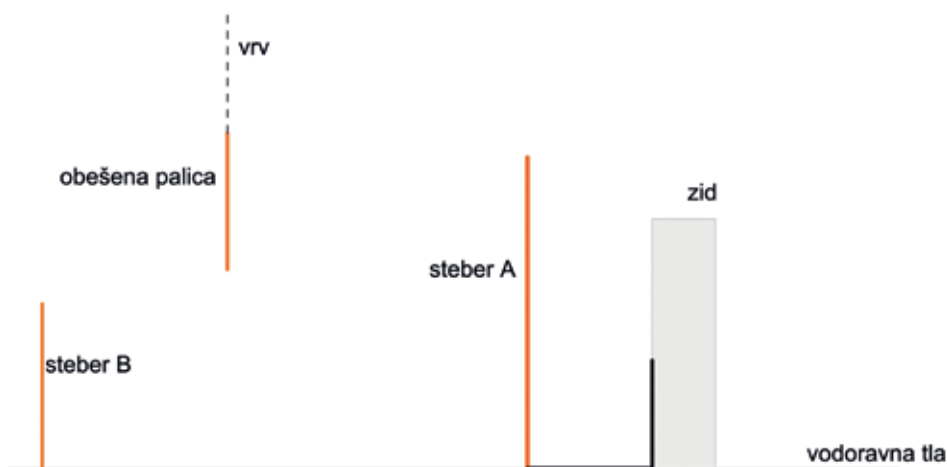
Slika 12: Sence enako dolgih in različno visoko obešenih palic na tleh in vzporednih vodoravnih ravninah.

Z učenci lahko izvedemo vse poskuse še za primere, ko opazujemo sence na poševnih tleh in na navpičnih zaslonih. Vse našteje primere lahko lepo povežemo z matematiko (podobni trikotniki, lastnosti paralelograma, koti z vzporednimi kraki itd.).

Še nalogi za preverjanje

Poleg nalog, pri katerih z izbranimi podatki rišemo sence v tlorisu in narisu, navedimo še zahtevnejši nalogi za preverjanje znanja.

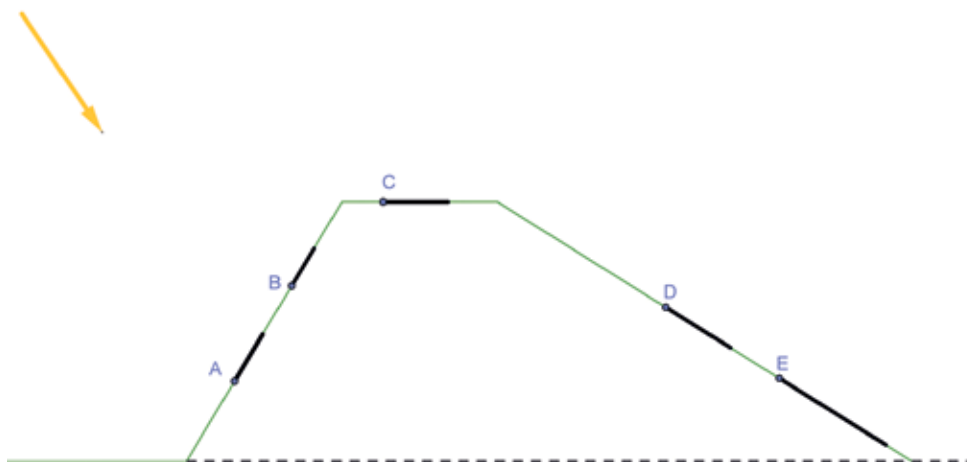
- a) Na sliki 13 so v narisu narisani predmeti. Steber A meče senco deloma na vodoravna tla, deloma pa na zid. Narišite sence preostalih predmetov. Določite višinski kot Sonca.



Slika 13: Naris predmetov in senca stebra A, ki jo opazimo na tleh in zidu. Celotno področje senca stebra A ni označeno, saj bi bil to že namig učencem, kako risati sence.

Nalogo lahko tudi obrnemo – tako, da povemo, kolikšen je višinski kot Sonca (oziroma narišemo enega od žarkov, ki pa naj ne gre skozi krajišča predmetov).

- b) Na hribu so nastale sence palic, ki so zapičene navpično glede na vodoravna tla. S puščico je označena smer, iz katere prihaja svetloba, z debelejšo črto pa sence navpičnih palic, ki so zapičene v točkah A, B, C, D in E. V točkah A, B, C, D in E narišite navpične palice tako, da bodo metale sence, kot jih kaže slika.



Slika 14: Sence navpičnih palic na hribu. Puščica označuje smer žarkov.

Opozorimo še na možnost dobre povezave z matematiko. Kot smo ugotovili, je dejavnosti, ki so povezane z opazovanjem in risanjem senc, veliko, poleg tega pa jih lahko zastavimo tako, da so zanimive za hitro in počasi učeče se učence.

Opozorimo še na možnost dobre povezave z matematiko.

Vir

M. Prosen, *Ukvarjanje s senco*, Presekova knjižnica, DMFA-založništvo (2003).