



REPUBLIKA SLOVENIJA

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

www.mss.gov.si, e: gp.mss@gov.si
Masarykova 16, 1000 Ljubljana
t: 01 400 54 00, f: 01 400 53 21



Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad



Učbenik: Delovni učbenik za pouk astronomije v osnovni šoli, Didaktične igre kot priložnost za razvoj naravoslovnih kompetenc

Avtorja:

doc. dr. Vladimir Grubelnik
Univerza v Mariboru
Fakulteta za elektrotehniko,
računalništvo in informatiko

mag. Robert Repnik
Univerza v Mariboru
Fakulteta za naravoslovje in
matematiko

Maribor, 2010

© Avtorske pravice ima Ministrstvo za šolstvo in šport Republike Slovenije.

Gradivo je sofinancirano iz sredstev projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc.

Projekt oziroma operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada in Ministrstvo RS za šolstvo in šport. Operacija se izvaja v okviru Operativnega programa razvoja človeških virov za obdobje od 2007 do 2013, razvojne prioritete Razvoj človeških virov in vseživljenjskega učenja ter prednostne usmeritve Izboljšanje kakovosti in učinkovitosti sistemov izobraževanja in usposabljanja.

Vsebina tega dokumenta v nobenem primeru ne odraža mnenja Evropske unije. Odgovornost za vsebino dokumenta nosi avtor.

DELOVNI UČBENIK ZA POUK ASTRONOMIJE V OSNOVNI ŠOLI

DIDAKTIČNE IGRE KOT PRILOŽNOST ZA RAZVOJ
NARAVOSLOVNIH KOMPETENC

Vladimir Grubelnik in Robert Repnik

Maribor, 2010

Naslov:

DELOVNI UČBENIK ZA POUK ASTRONOMIJE V OSNOVNI ŠOLI

Didaktične igre kot priložnost za razvoj naravoslovnih kompetenc

Avtorja:

dr. Vladimir Grubelnik

Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Univerza v Mariboru

mag. Robert Repnik

Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

Uvod

Delovni učbenik za pouk astronomije v osnovni šoli je didaktično gradivo, pripravljeno za poučevanje naravoslovnih vsebin. Namenjen je učiteljem, ki poučujejo astronomske vsebine pri različnih obveznih ali izbirnih predmetih, pri dnevih dejavnosti ali interesnih dejavnostih. Nivo znanj v gradivu je zastavljen tako, da je primeren za različne stopnje osnovne šole. Zasnovan je tako, da skozi različne aktivne oblike dela učencev razvija določene spretnosti in znanja ter ne nazadnje odnos do astronomskih vsebin, posledično do naravoslovja tudi v širšem smislu. Predlagane vsebine in aktivnosti so bile izoblikovane in preizkušene ob različnih v delu z učenci, upoštevani so bili predlogi učiteljev, ki te aktivnosti deloma že izvajajo, priložnosti za nove ideje pa so bile raziskane v okviru večjega števila diplomskih nalog, predvsem na študijskih smereh predšolska vzgoja, razredni pouk, za predmet naravoslovje in pri fiziki. Avtorja meniva, da aktivne oblike, predvsem pa v zgodnejših razredih osnovne šole tudi didaktične igre, dosežejo dodaten motivacijski impulz, ki vsekakor poveča motivacijo za delo ter s tem tudi osvojena znanja in kompetence.

V gradivu so predstavljene didaktične igre ter strokovne razlage pojavov, ki so vsebinsko povezani predvsem z gibanjem Zemlje in Lune v vesolju.

Zemlja potuje okoli Sonca in se vrti okoli svoje osi. Njeno gibanje vpliva na izmenjavo dneva in noči, letne čase, navidezno gibanje Sonca, Lune in zvezd na nebu. V učnem načrtu se te teme pojavljajo že zelo zgodaj, pri čemer imajo učenci velikokrat probleme z dobro predstavo gibanja nebesnih teles. Problemi se pojavljajo tudi pri podajanju te snovi.

Običajno si pomagamo z različnimi didaktičnimi pripomočki in gradivi, z raznimi modeli in z vrtljivimi zvezdnimi kartami, ki pa so bolj primerne za višje stopnje. Za nižje stopnje so zelo primerne didaktične igre, kjer se učenci vživijo v določeno situacijo in učijo skozi igro. Na najnižjih stopnjah je zelo primeren pristop "igra vlog", kjer se otrok dejansko "vživi" v določeno nebesno telo ter s tem lažje razume nekatera gibanja teles v vesolju. Različne aktivne oblike razvijajo pomembne spretnosti in prenosljiva znanja. Zaradi ustrezno izbranih načinov dela pa se izkaže, da se izboljša odnos do astronomskih in širše - naravoslovnih vsebin. Ob aktivnostih, navedenih v gradivu, se uspešno razvijajo različne generične in predmetno specifične kompetence.

V različni meri, odvisno od vsebine in pristopa pri posameznem gradivu, se ob izvajanju aktivnosti razvijajo za naravoslovje pomembne naslednje skupine generičnih kompetenc:

- delo z informacijami

(sposobnost zbiranja informacij; sposobnost analize in organizacije informacij; sposobnost interpretacije; sposobnost sinteze zaključkov),

- uporabnost znanj

(sposobnost učenja in reševanja problemov; prenos teorije v prakso; prilagajanje novim situacijam),

- procesna znanja

(uporaba matematičnih idej in tehnik; skrb za kakovost; verbalna in pisna komunikacija),

- organiziranje dela

(sposobnost samostojnega in timskega dela; organiziranje in načrtovanje dela; medosebna interakcija; kompetenca varnosti).

KAZALO

1. GIBANJE ZEMLJE IN LUNE

1.1 GIBANJE ZEMLJE

Dan in noč (Vrtenje zemlje okoli njene osi)
Sončno kazalo (gnomon)
Enostavna sončna ura
Ekvatorialna sončna ura
Ura kot kompas
Opazovanje zvezd
Višinski kot zvezd
Zvezdni in Sončev dan

1.2 GIBANJE ZEMLJE OKOLI SONCA

Prikaz naravnih pojavov s pomočjo globusa

1.3 GIBANJE LUNE OKOLI ZEMLJE

Lunine mene
Vrtenje Lune okoli osi
Gibanje Lune in Zemlje (didaktična igra)

1.4 LUNIN IN SONČEV MRK

Lunin mrk
Kolobarjasti Sončev mrk
Popolni Sončev mrk
Delni Sončev mrk

2. PLANETNI SISTEM

2.1 Primerjava planetov po velikosti

2.2 Primerjava razdalj med planeti

Razdalje planetov od Sonca
Čas potovanja rakete od Zemlje

2.3 Model planetnega sistema

Podatki o planetnem sistemu

2.3 Glavne značilnosti planetov

Izdelava planetnega sistema

3. ZVEZDE IN OZVEZDJA

3.1 Zodiakalna ozvezdja

Didaktična igra

3.2 Navidezno gibanje zvezd (zvezdni dežnik)

Didaktična igra

3.3 Risanje ozvezdij s pomočjo sekstanta

Primer uporabe

PRILOGE

A: Izdelava enostavne sončne ure

B: Izdelava ekvatorialne sončne ure

C: Izdelava zvezdne karte

D: Izdelava sekstanta

1. GIBANJE ZEMLJE IN LUNE

1.1 Gibanje Zemlje okoli njene osi

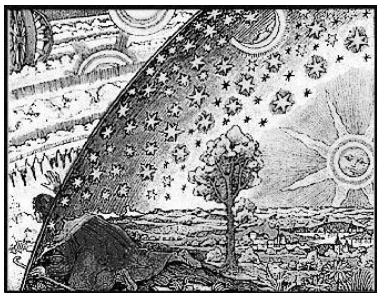
1.2 Gibanje Zemlje okoli Sonca

1.3 Gibanje Lune okoli Zemlje

1.4 Lunin in Sončev mrk

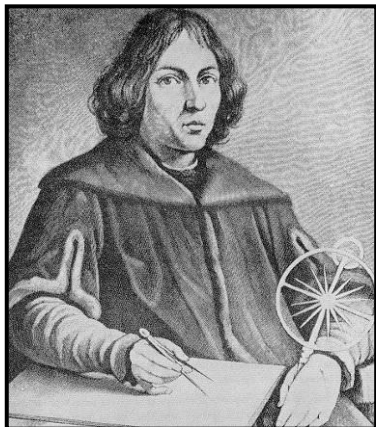
1.1 GIBANJE ZEMLJE okoli njene osi

Zgodovinski pogled



Prikaz končnega sveta, kot ravne plošče preko katere je napeta ponjava z zvezdami, Luno in Soncem.

- Učenci opazujejo gibanje Sonca preko dneva in zvezde na nočnem nebu. (Svoje ugotovitve primerjajo s predstavo o vesolju, kot so si ga ljudje predstavljali nekoč.)

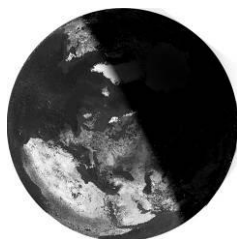
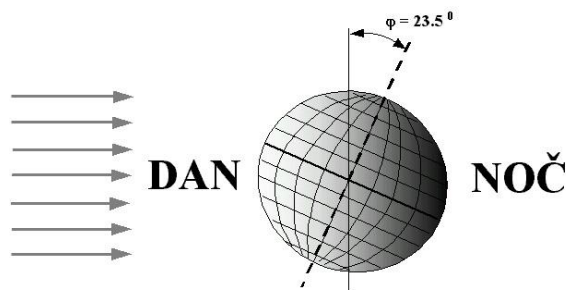


Gibanje Zemlje je prvi pojasnil Poljak N. Kopernik (1473-1543) z modelom vesolja s Soncem v središču Osončja (1543).

opombe:

Dan in noč (Vrtenje zemlje okoli njene osi)

- Učenci povežejo nastanek dneva in noči z vrtenjem Zemlje okoli njene osi. (Ponazarjajo nastanek dneva in noči z globusom ali žogo in s svetilkami)



Sonce osvetljuje le polovico Zemlje, zato je na osvetljeni strani Zemlje dan, medtem ko je na senčni strani noč.

Didaktična igra

Cilj te igre je, da učenci spoznajo zakaj imamo dan in noč. S pomočjo igre učenci izvedo, da se Zemlja vrti okoli svoje osi. Pri tem smo približno pol dneva obrnjeni proti Soncu, pol dneva pa stran od Sonca. Tako se izmenjujeta noč in dan. Učenci v igri odigrajo vlogo Zemlje.

Pripomočki: za igro potrebujemo svetilko, ki predstavlja Sonce, okoli katerega se vrti Zemlja (učenci).

Potek: Učenci predstavljajo Zemljo in se vrtijo okoli svetilke (Sonca). Ko so z obrazom obrnjeni proti Soncu, si predstavljajo, da je dan, ko pa so z obrazom obrnjeni v nasprotno stran, je noč. Pri tem moramo biti pozorni v katero smer se vrtimo.

Izvedba in analiza: V razredu razporedimo učence v krogu okoli svetilke-luči, ki predstavlja Sonce. Učenci se vrtijo okoli svoje osi.

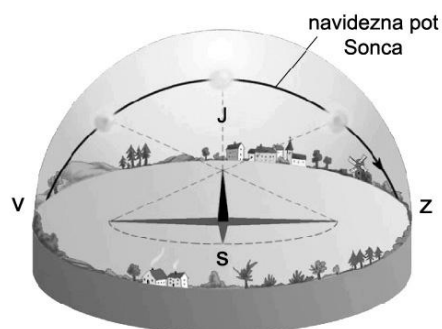


Vprašanja:

- V katero smer se vrti Zemlja (V, Z) ?
- Kakšne bi bile razmere na Zemlji, če se Zemlja nebi vrtela?

opombe:

- Učenci opazujejo navidezno pot Sonca na nebu in to povežejo z vrtenjem Zemlje.



Didaktična igra

Z igro navidezno gibanje Sonca, se učenci naučijo, da Sonce navidezno potuje po nebu. To naredimo z opazovanjem premikanja senc, ki nastanejo zaradi Sonca. Obenem se učenci naučijo tudi strani neba.

pripomočki: Za to igro potrebujemo kredo, igrišče in seveda Sonce.

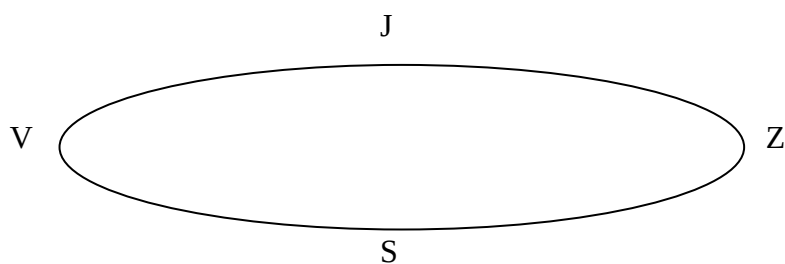
Potek: Igramo se na igrišču. En član skupine stoji pri miru, medtem ko ostala dva učenca s kredo rišeta črto okoli njegovih stopal in okoli sence. Ko vse skupine končajo, ves razred pregleda obrise. Nato počakamo od 30 do 60 minut. Učenci se postavijo na ista mesta ter ponovno obrišejo sence.

razpored učencev: razred razdelimo v dvojice ali trojice, tako da eden predstavlja kip, drugi pa obrisuje njegovo senco. Razporedimo jih po igrišču.



Vprašanja:

- V kateri smeri se premika senca?
- Kam kaže senca ob 12h?
- Zakaj je Sonce opoldan najvišje na nebu? Pojav ponazori z globusom.
- Približno nariši položaj Sonca ob 10h, 12h in 14h.



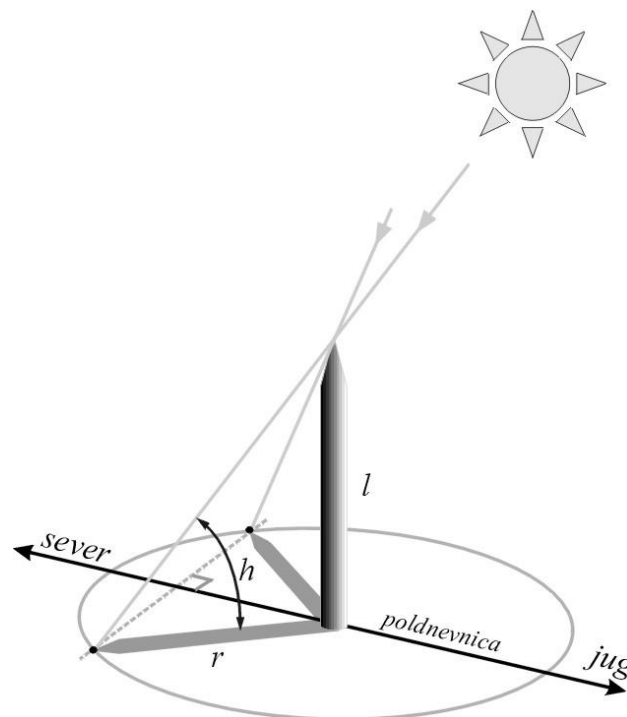
Sončno kazalo (gnomon)

Gnomon je naprava za merjenje višine Sonca, določitev smeri (sever-jug), določitev poldneva, zemljepisne širine, ... Ošiljeno palico (stebriček) zabodemo navpično v vodoravno podlago in opazujemo senco palice na vodoravni podlagi.

- Učenci izdelajo sončno kazalo in opazujejo premikanje sence,
- iz opazovanj prevzamejo, da se senca spreminja, če se svetilo (Sonce) premika (navidezno gibanje Sonca),
- opazujejo sence ob različnih urah in izdelajo sončno uro,
- z opazovanjem senc določijo smer (sever-jug).

Opazujemo dolžino sence. Dopoldan zapišemo na dvorišču palico navpično v tla. Vsako uro položimo kamen na mesto, kjer je konec sence palice. Ugotovi, kdaj je senca palice najkrajša in to primerjaj z višino Sonca.

Zarišimo dopoldan krožnico okoli stebra tako, da bo krožnica potekala skozi vrh sence in označimo to točko na krožnici. Ko se popoldan senca zopet dotakne krožnice ponovno označimo točko na krožnici. Povežimo obe točki med seboj in razpolovimo razdaljo med njima. V kolikor dobljeno razpolovišče povežemo s središčem krožnice dobimo smer neba (sever-jug).



Vprašanja:

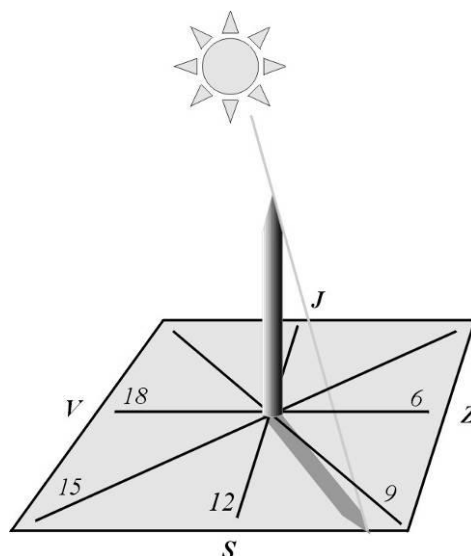
- Kam kaže senca opoldan ?
- Kdaj je senca najkrajša?

opombe:

Enostavna sončna ura

Preprosto sončno uro izdelamo tako, da iz kartona izrežemo kvadrat, ki ga ustrezno označimo z urami. V sredino kvadrata navpično zapičimo ravno palčko in vse skupaj postavimo na sonce. Senca palice kaže čas.

Izdelaj sončno uro (glej prilogo)!



Vprašanja:

- Kako moramo poravnati številčnico na uri, ko uro postavimo na sonce?
- Zakaj takšna ura ne kaže natančen čas?

opombe:

Ekvatorialna sončna ura

- Učenci izdelajo ekvatorialno sončno uro (glej prilogo).

Izreži sončno uro in stebrička (gnomon), kot je prikazano na sliki (glej prilogo!). Stebrička prepogni na polovico in nato še enkrat na polovico ter ju nalepi na označen del na sončni uri. En stebriček nalepi na zgornji (oštevilčeni) strani, drugega pa na enako mesto na spodnji strani sončne ure.

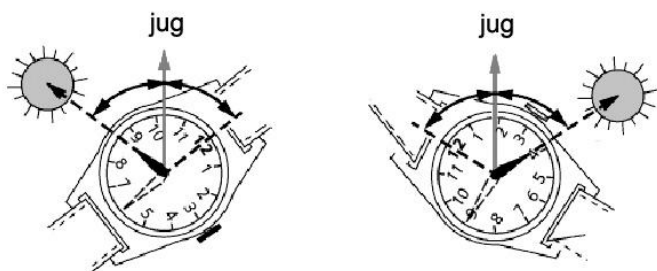
Vprašanja:

- Zakaj je ekvatorialna sončna ura natančnejša od navadne?
- Zakaj tudi ta ura ni povsem natančna?

opombe:

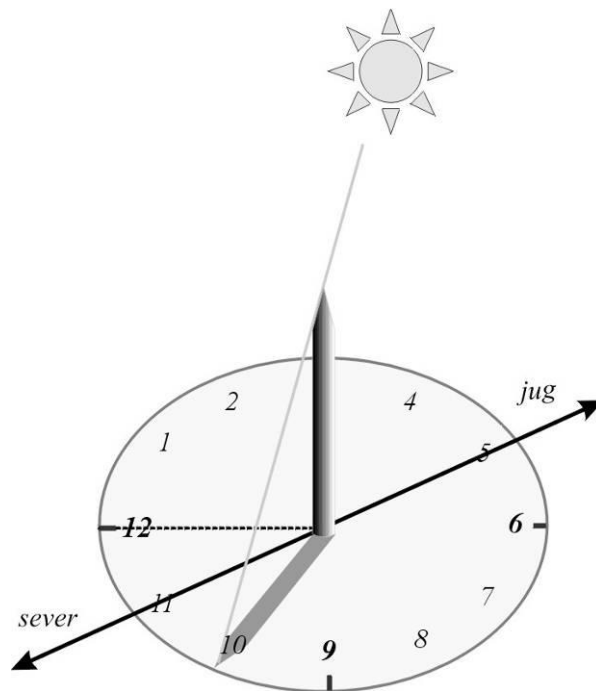
Ura kot kompas

- Učenci določijo smeri neba s pomočjo ure in lege Sonca.



Za določevanje smeri neba lahko uporabimo tudi uro. Majhen kazalec usmerimo proti Soncu in določimo kot med majhnim kazalcem in smerjo, ki bi jo kazal kazalec ob 12:00. Simetrala, ki razpolavlja ta kot, nam določa smer proti jugu (sever-jug).

Na podoben način lahko smeri neba določimo tudi s papirnato uro. Iz papirja izrežemo krog na katerega napišemo številke, kakor so na uri. Papir položimo na lepenko in na sredino zapičimo svinčnik. Papirnat uro odnesemo na sonce in obračamo papirnat krog tako dolgo, da senca pokaže pravi čas. Sever je točno na polovici med senco in številko 12 na papirnati uri (Ob 12^h kaže senca proti severu).



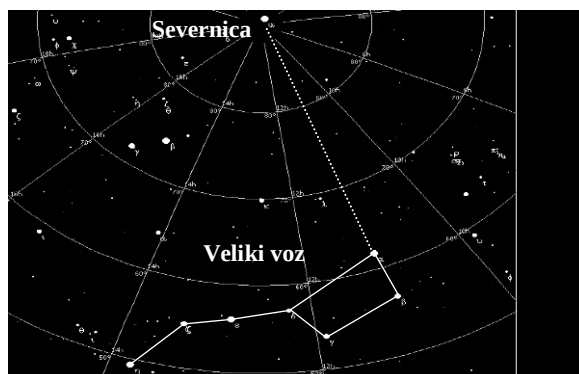
opombe:

Opazovanje zvezd

- Učenci opazujejo navidezno gibanje zvezd in ga povežejo z vrtenjem Zemlje.

Na nebu poiščemo dobro vidno ozvezdje Velikega voza, ki ga najdemo na severnem delu neba. Skiciramo si položaj tega ozvezdja in čez nekaj časa (2 uri) opazujemo kako se je spremenila lega ozvezdja.

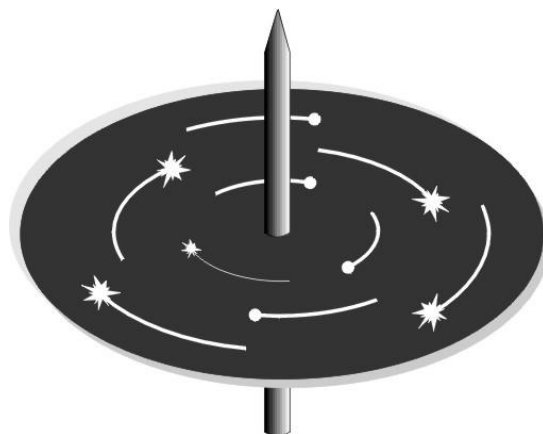
Opazimo, da se je ozvezdje zavrtelo za določen kot okoli Severnice (zvezda nad severnim polom).



Ker je Severnica šibkejša zvezda, si pri iskanju te zvezde pomagamo z ozvezdjem Velikega voza, tako da zadnjo stranico 5-krat podaljšamo.

- Učenci ponazorijo navidezno krožno gibanje zvezd.

Iz papirja izrežemo krog na katerega narišemo pike (zvezde), na sredino kroga zapičimo svinčnik in zavrtimo. Na krogu opazimo krožne sledi. Podobna slika nastane, kadar astronomi fotografirajo nočno nebo z nekajurnim časom osvetlitve. Na fotografiji, ki jo naredijo astronomi je videti, da se zvezde vrtijo, v resnici pa se vrti film skupaj z Zemljo.



Vprašanja in naloge:

- Določijo smer gibanja Zemlje glede na gibanje zvezd in to gibanje primerjajo z gibanjem Sonca.
- Koliko časa je bila odrta zaslonka na fotoaparatu, s katerim smo posneli sliko, ki jo vidiš na desni?
- Nariši ozvezdje Veliki voz in zvezdo Severnico. Nato nariši njun položaj čez 6 h.

opombe:



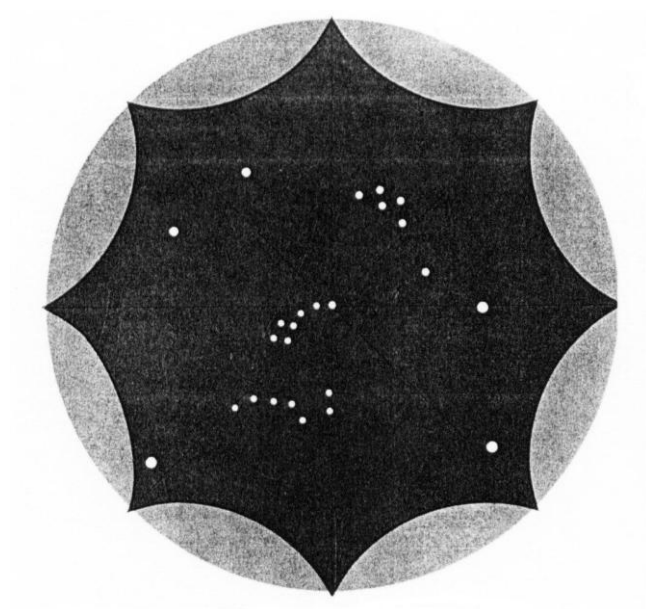
Didaktična igra

Kot pripomoček si izdelajmo zvezdni dežnik, s katerim bomo ponazorili navidezno gibanje zvezd na nebu.

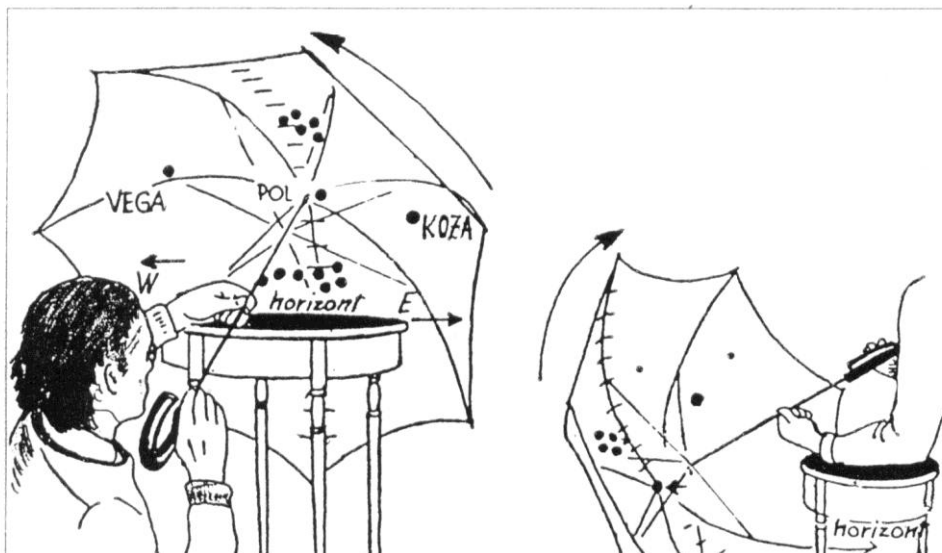
Pripomočki: Potrebujemo enobarvni dežnik, na katerega s pomočjo zvezdne karte prilepimo ali narišemo zvezde.

Izdelava: Z zvezdne karte ali skice prerišemo najsvetlejše zvezde (sedem zvezd Velikega voza, pet zvezd Kasiopeje ter le nekaj najsvetlejših zvezd, npr. Arkturja, Vego, Kapelo in morda še Regula in oba Dvojčka, Kastorja in Poluksa) na notranjo stran enobarvnega dežnika tako, da je zvezda Severnica v središču (kjer je konica palice dežnika).

Palica dežnika predstavlja nebesno os (oziroma podaljšano Zemljino vrtilno os), okrog katere se navidezno vrti nebo. Palico dežnika lahko postavimo vodoravno, navpično in poševno. Za kraje na severni Zemljini polobli, torej tudi pri nas, velja, da je palica dežnika vedno usmerjena proti Severnici.



Potek: Dežnik postavimo glede na vodoravno mizo (ravnino) usmerjeno proti severnici tako, da palica oklepa z mizo kot 45° , saj pod takšnim kotom vidimo severnico iz naše zemljepisne širine. Dežnik počasi vrtimo v obratni smeri urinih kazalcev. S tem prikažemo navidezno vrtenje zvezd. Dežnik vrtimo tako, da zvezde oziroma ozvezdja, ki ležijo navidezno blizu severnice (npr. Veliki voz in Mali voz, Kasiopeja) ne zaidejo za mizo, zvezde Arktur, Vega, Kapela pa vzhajajo in zahajajo.



Prikaz navideznega gibanja zvezd

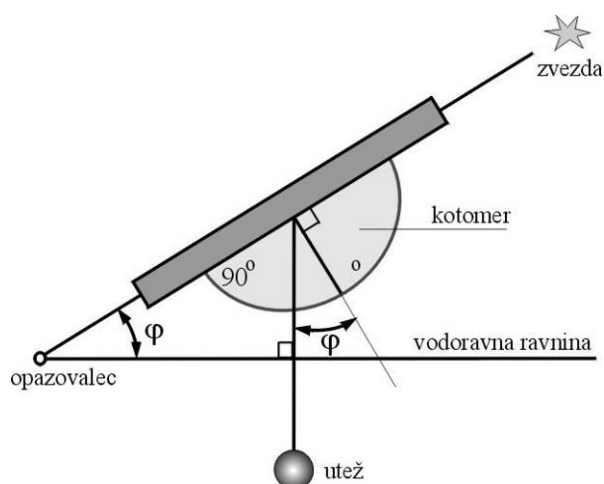


Prikaz navideznega gibanja zvezd

Višinski kot zvezd

Podobno kot Sonce tudi zvezde spreminjajo višinski kot (kot med vodoravnico in zvezdo) zaradi vrtenja Zemlje okoli osi.

Višinomer izdelamo preprosto tako, da vzamemo slamico na katero prilepimo kotomer in nanj obesimo preko vrvice majhno utež. Utež zaradi sile teže vedno kaže proti tlor. Če spreminjamo nagib slamice, se spreminja tudi kot vrvice glede na slamico. S takšno napravo lahko merimo višino nebesnih teles.

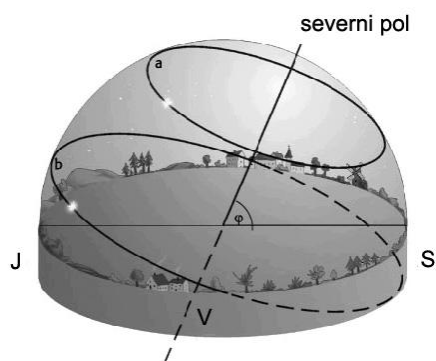


- Učenci opazujejo gibanje zvezde in pri tem merijo višinski kot zvezde. Gibanje zvezde povežejo z vrtenjem Zemlje okoli nebesne osi in na podlagi višinskega kota določijo južno smer neba.

Izberimo zvezdo na vzhodnem delu južnega neba in ji izmerimo višinski kot. Meritev ponovimo vsake pol ure in rezultate zapišemo v tabelo. Iz meritev je razvidno, da se višinski kot večja, doseže največjo vrednost in nato začne padati.

Zaradi vrtenja Zemlje zvezde (in tudi druga vesoljska telesa, kot na primer Sonce, Luna, planeti) navidezno krožijo okoli nebesne osi. Pri tem enkrat dnevno dosežejo največjo višino - zgornjo kulminacijo in enkrat dnevno najnižjo višino - spodnjo kulminacijo.

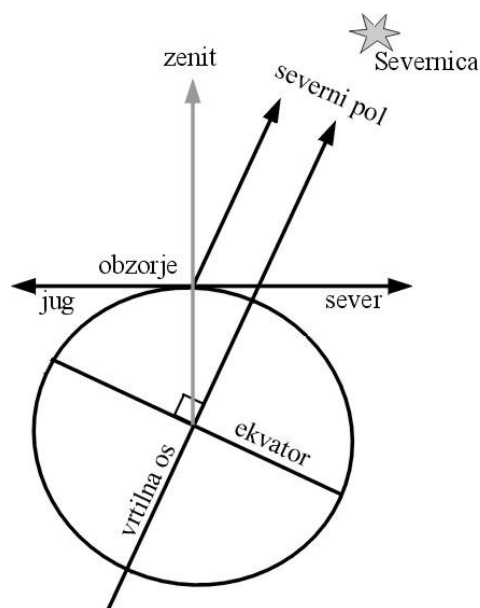
Pri zvezdah, ki vzhajajo in zahajajo je vidna le zgornja kulminacija in to natanko na južni strani neba.



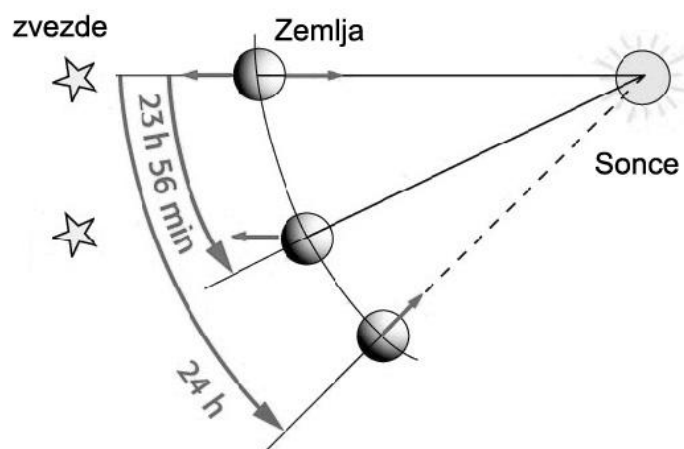
Višinski kot Severnice (zemljepisna širina)

Izhajamo iz spoznanja, da je za kraje na severni Zemljini polobli višinski kot severnega nebesnega pola enak zemljepisni širini tega kraja. Ker leži Severnica zelo blizu severnega nebesnega pola, je višinski kot severnice enak zemljepisni širini kraja.

- Učenci večkrat izmerijo višinski kot Severnice in izračunajo povprečno vrednost. Meritev primerjajo z vrednostjo zemljepisne širine, ki jo odčitajo z zemljevida.



Zvezdni in Sončev dan



Zemlja se zavrti okoli svoje osi v 23h 56min (zvezdni dan). Sončev dan traja 24h.

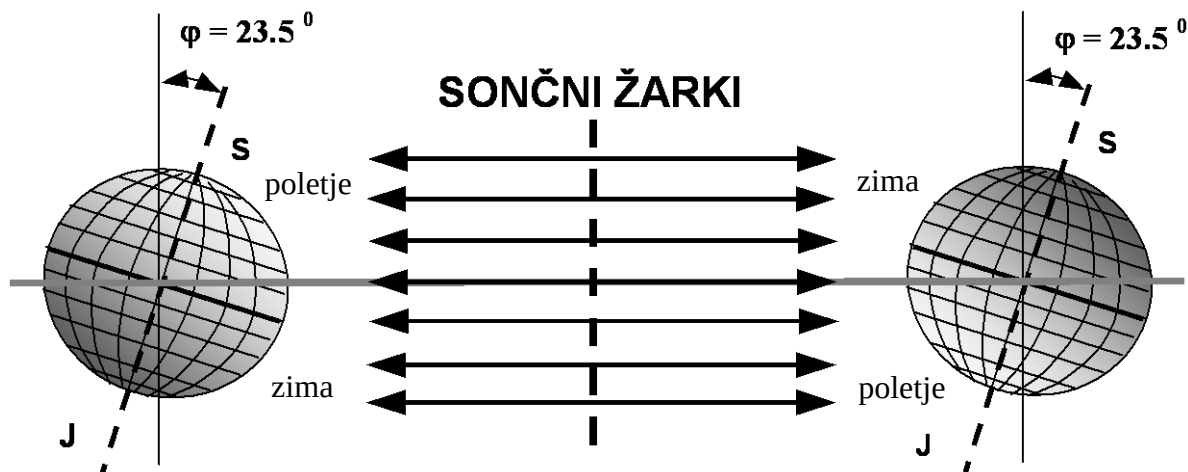
Vprašanja:

- Zakaj je sončev dan daljši od časa v katerem se Zemlja zavrti koli svoje osi?
- Ali vidimo Sonce na istem mestu vsakih 24h?
- Zakaj preko leta ne vidimo ob isti uri enako zvezdno nebo?

opombe:

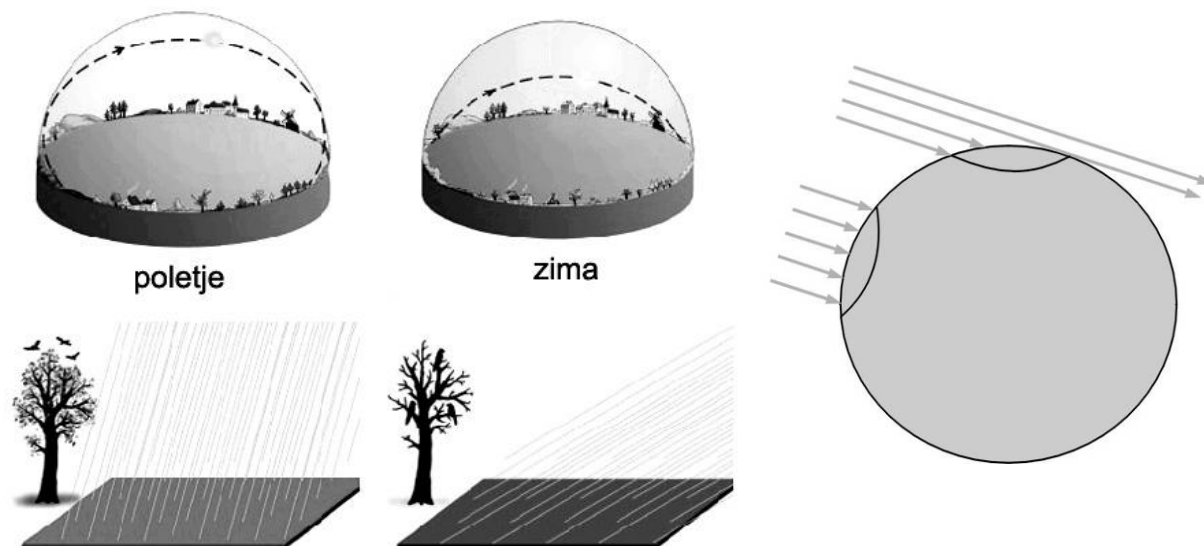
1.2 GIBANJE ZEMLJE OKOLI SONCA

Posledica gibanja Zemlje okoli Sonca je izmenjava letnih časov.



Letni časi so odvisni od naklona Zemlje glede na Sonce. Na polobli, ki je nagnjena k Soncu je poletje, medtem ko je takrat na drugi polobli zima.

- Učenci primerjajo nagib Zemlje glede na Sonce s prisojno in osojno stranjo predmetov,
- iz naklona površine Zemlje glede na sončne žarke razložijo zakaj je na severnem in južnem tečaju mraz.



Vprašanja:

- Koliko časa potrebuje Zemlja za en obhod okoli Sonca?
- Zakaj imamo prestopno leto?

Prikaz naravnih pojavov s pomočjo globusa

S pomočjo globusa in svetilke (grafoskopa) pokaži različne naravne pojave in odgovori na naslednja vprašanja.

Vprašanja:

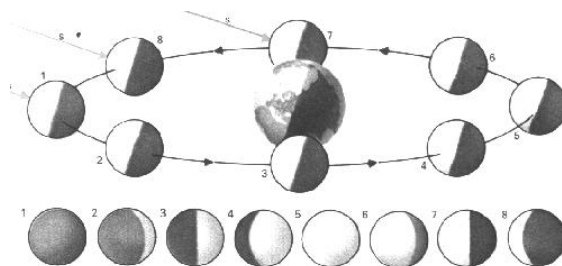
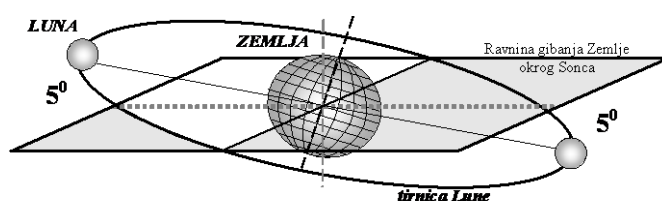
- Zakaj je opoldan Sonce najvišje na nebu?
- Zakaj je opoldan Sonce na jugu?
- Zakaj je poleti Sonce višje na nebu kot pozimi?
- Zakaj je poleti na severni polobli dan daljši kot pozimi?
- Zakaj se dolžina dneva razlikuje glede na zemljepisno širino?
- Zakaj je na južni polobli zima, ko je na severni poletje?
- Zakaj je na Zemeljskih polih bolj mrzlo kot na ekvatorju?

opombe:

1.3 GIBANJE LUNE OKOLI ZEMLJE

- Učenci opazujejo osvetljen in senčen del Lune in to primerjajo z dnevom in nočjo na Zemlji (prikažimo gibanje Lune okoli Zemlje z modelom dveh žog in svetilke),
- iz opazovanj prevzamejo, da se senca spreminja, če se osvetljen predmet (Luna) premika (giblje okoli Zemlje),
- s teleskopom (daljnogledom) opazujejo svetle in temne lise (kraterje) na Luni in jih primerjajo s sencami.

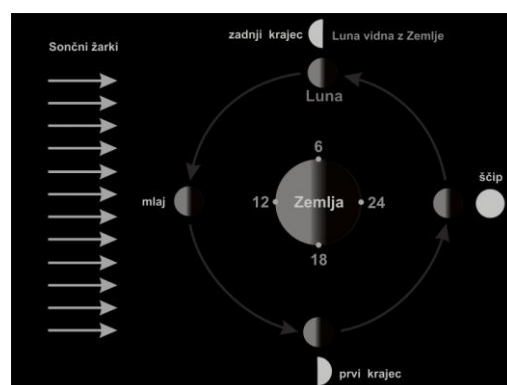
Lunine mene (kroženje Lune okoli Zemlje)



mlaj	prvi krajec	ščip	zadnji krajec

Vprašanja:

- Kdaj vzide polna Luna?
- Kdaj lahko opazuješ Luno v obliki črke D?
- Kdaj je zadnji krajec najvišje na nebu?
- Kdaj zaide prvi krajec?
- Ali lahko opazuješ zadnji krajec ob 10h zvečer?
- Zakaj vzide Luna vsak dan ob različnem času?



Luna vzhaja vsak dan kasneje: Ker potrebuje Luna za obhod okoli Zemlje približno 30 dni, opravi v enem dnevu $1/30$ celotne poti okoli Zemlje. Ker se Luna giblje okoli Zemlje v isti smeri, kot se vrti Zemlja, se torej Luna vsak dan premakne na nebu za $1/30$ polnega kota (12^0) proti vzhodu. Luna torej vzhaja vsak dan toliko pozneje, kolikor potrebuje Zemlja, da se zavrti za $1/30$ obrata (12^0). Ker Zemlja potrebuje za celoten obrat 24 ur, potrebuje za $1/30$ obrata 48 minut. Luna torej vsak dan vzhaja za slabo uro kasneje.

Didaktična igra

Vrtenje Lune okoli osi

Luna je obrnjena k Zemlji vedno z isto stranjo.

Pokaži, da se Luna vrti okoli svoje osi.

Na list papirja nariši Zemljo in list položi na tla. Na drugi list nariši zvezdo in list prilepi na steno. Postavi se ob papir na tleh tako, da si z obrazom obrnjen proti listu na steni. Počasi hodi okoli lista na tleh, vendar bodi ves čas z obrazom obrnjen proti listu na steni. Pri takšni hoji je proti listu na tleh (Zemlji) vedno obrnjena druga stran telesa. Ponovno hodi okoli lista na tleh in sicer tako, da si sedaj ves čas obrnjen proti listu na tleh. Pri tem se moraš ve čas nekoliko vrteti, da si vedno obrnjen proti listu. Podobno se dogaja tudi pri gibanju Lune.



Vprašanja:

- Ali vidiš pri različnih Luninih menah na osvetljenem delu iste kraterje kot pri polni Luni?
- V kolikšnem času se zavrti Luna koli svoje osi?
- Kako dolg je dan na Luni?

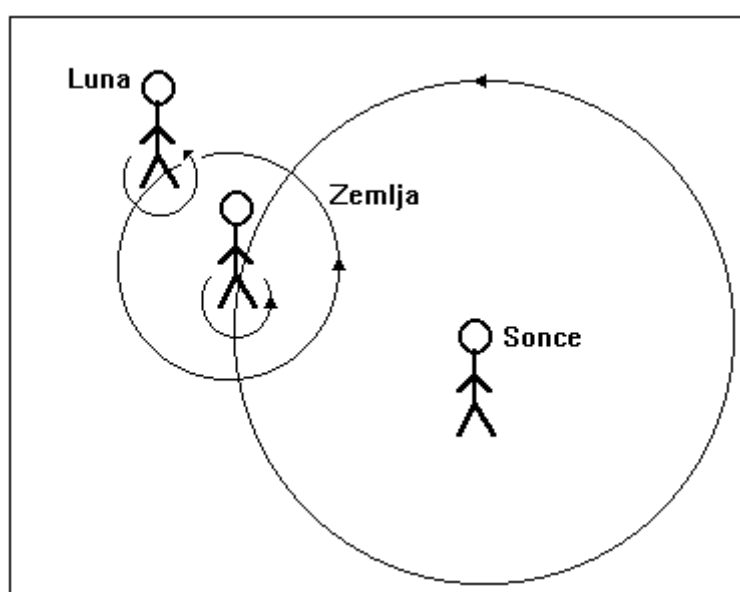
opombe:

Didaktična igra

Gibanje Lune in Zemlje

Potek: Najprej nastopata dve osebi. Prva predstavlja Zemljo, druga pa Luno. Oseba-Luna prikaže gibanje okrog osebe-Zemlje tako, da počasi kroži okrog nje z desne proti levi in je ves čas obrnjena proti njej (nos gleda proti osebi Zemlja). Oseba-Zemlja se ob tem vrti na mestu. Pri tem moramo biti pozorni, da se mora oseba-Zemlja približno 30-krat zavrteti, ko oseba-Luna enkrat obide osebo-Zemlja.

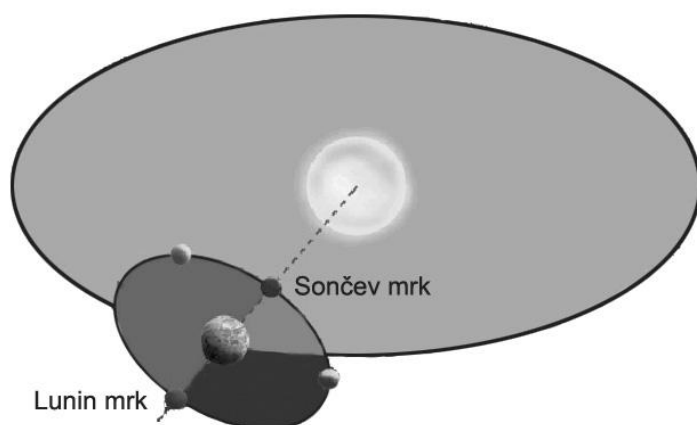
V nadaljevanju lahko vključimo še gibanje Zemlje okoli osebe-Sonce. Pri tem moramo biti pozorni, da je to gibanje veliko počasnejše od vrenja Zemlje in gibanja Lune okoli Zemlje.



opombe:

1.4 LUNIN IN SONČEV MRK

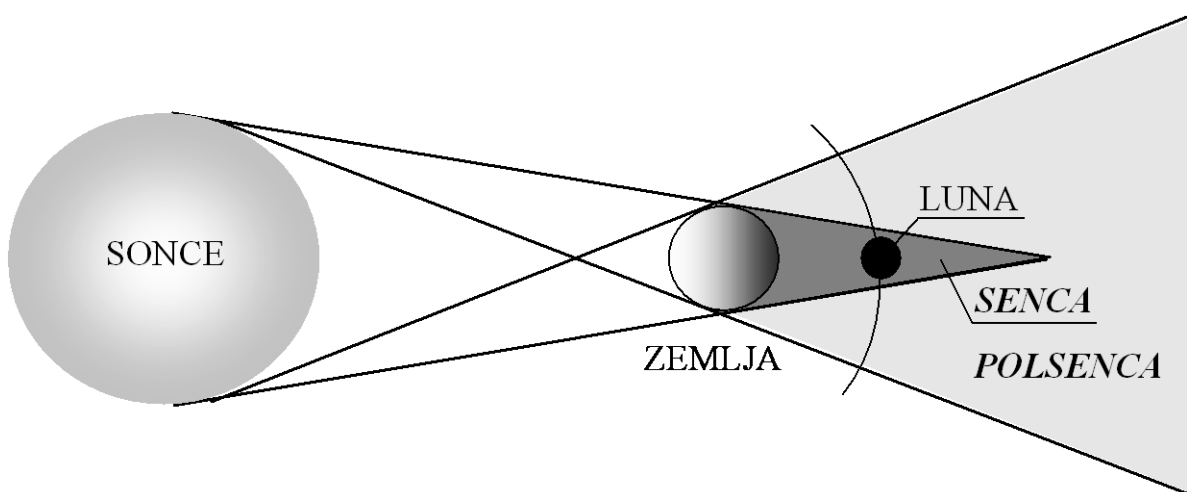
- Učenci opazujejo sence predmetov in s pomočjo dveh različno velikih žog uprizorijo Sončev in Lunin mrk.



Prikaz gibanja Lune okoli Zemlje ter položaj Zemlje, Lune in Sonca pri Sončevem in Luninem mrku.

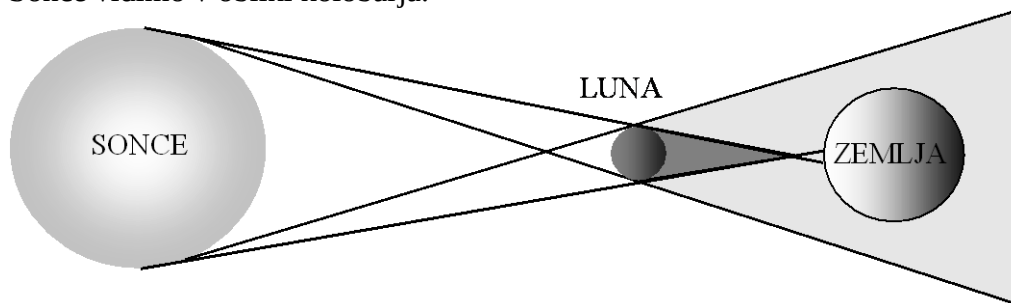
Lunin mrk

Položaj Sonca, Zemlje in Lune pri Luninem mrku. Luna najprej zaide v Zemljino plosenco, nato v senco in potem zopet v plosenco.



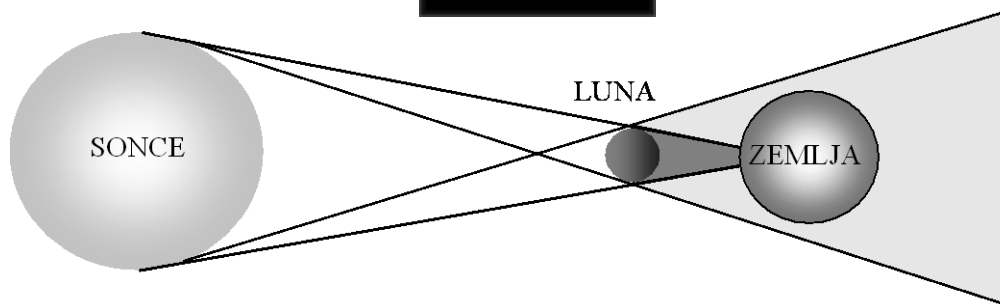
Kolobarjasti Sončev mrk

Sonce vidimo v obliki kolobarja.



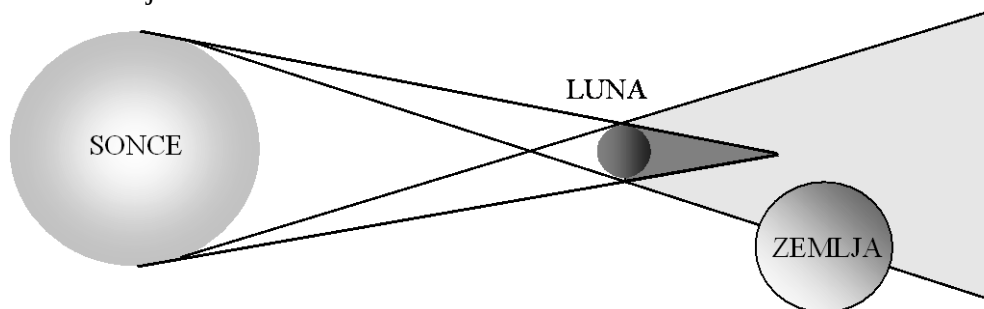
Popoln Sončev mrk

Luna v celoti zakrije Sonce.



Delni Sončev mrk

Luna zakrije le del Sonca.



Vprašanja:

- Zakaj vidimo Sončev mrk bolj redko kot Lunin mrk?

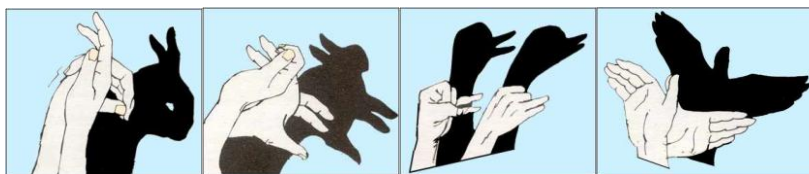
opombe:

Didaktična igra

Preko igre s sencami otroci spoznajo, da se za osvetljenimi predmeti, ki ne prepuščajo svetlobe, pojavi senca.

Pripomočki: Za igro s sencami potrebujemo grafoskop (daje ustrezno svetlobo).

Potek: V zatemnjenem razredu prižgemo luč in opazujemo sence predmetov. S senco se lahko tudi igramo. Postavimo se pred snop svetlobe in uprizarjamo razne živali. Otroci so s to igro spoznajo, da se za osvetljenimi predmeti pojavi senca.

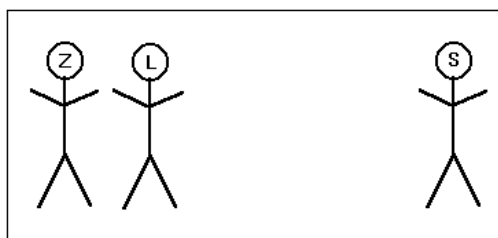


Igranje s senco

Sončev mrk

Potek: Oseba Luna se pri kroženju okoli osebe Zemlja ustavi natančno med osebo Zemlja in osebo Sonce. V tem položaju nastane sončev mrk, ker senca osebe Luna pade na osebo Zemlja. To se zgodi ob mlaju, okoli poldneva.

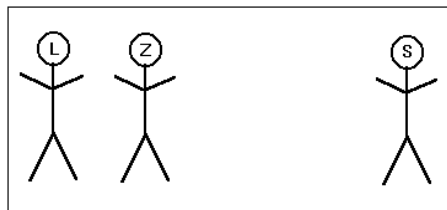
Ali je naključje, da je bil zadnji sončni mrk ob mlaju?



Lege igralcev v prizoru sončev mrk.

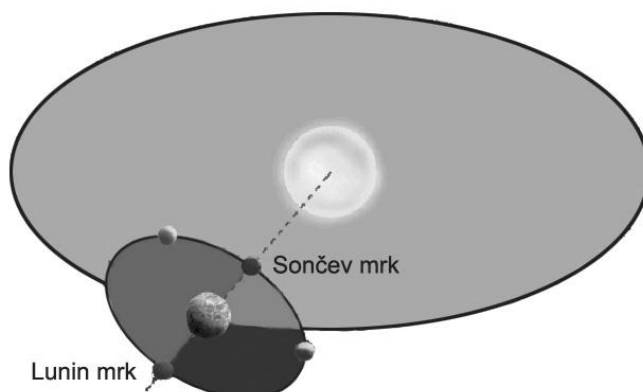
Lunin mrk

Potek: Oseba Luna se pri kroženju okrog osebe Zemlja zaustavi v legi, ko se nahaja oseba Zemlja natančno med osebo Luna in osebo Sonce. Takrat nastane Lunin mrk. Oseba Luna se takrat nahaja v senci osebe, ki ponazarja Zemljo. To se zgodi v ščipu, okoli polnoči.



Lege igralcev v prizoru lunin mrk

Zakaj ne pride do Luninega in Sončevega mrka vsak mesec?



2. PLANETNI SISTEM

2.1 Primerjava planetov po velikosti

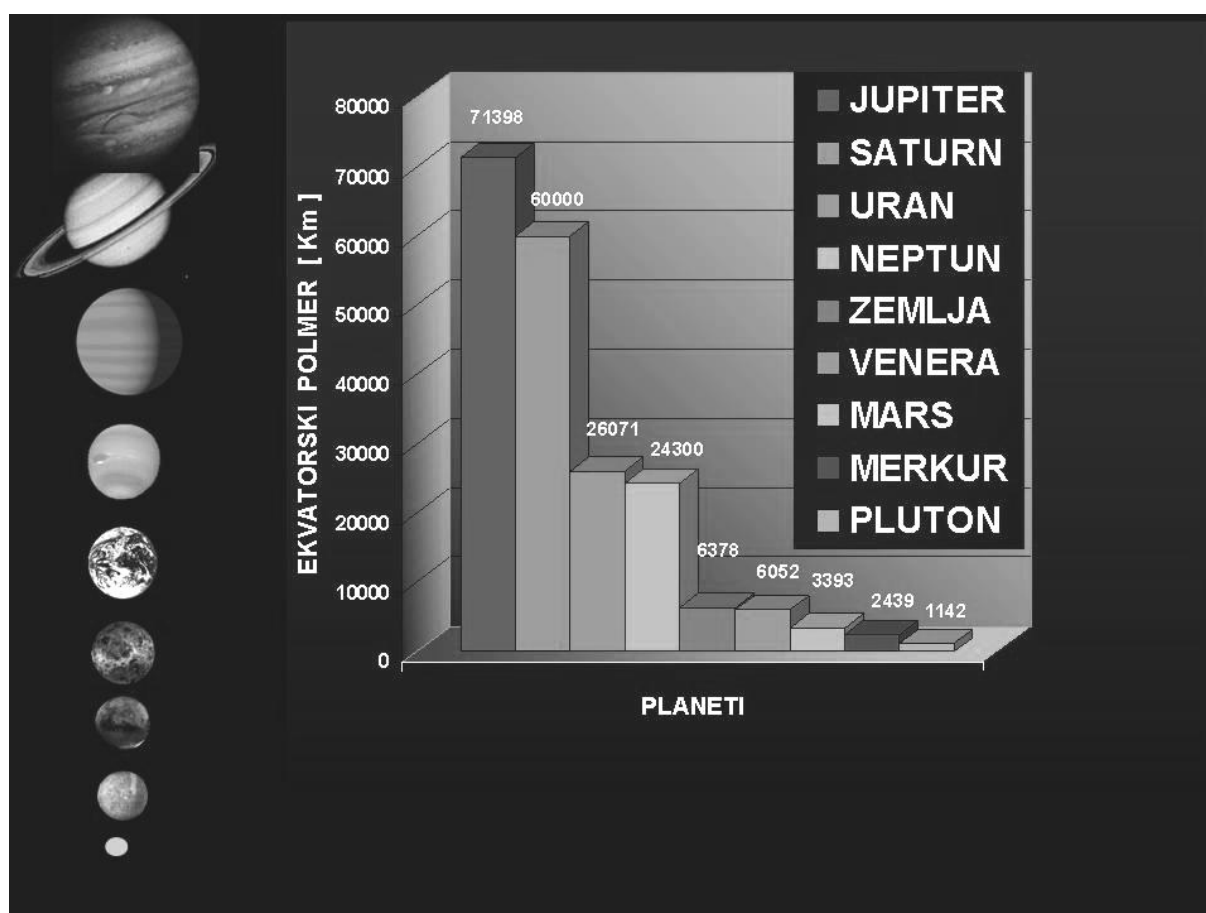
2.2 Primerjava razdalj med planeti

2.3 Model planetnega sistema

2.4 Glavne značilnosti planetov

2.1 PRIMERJAVA PLANETOV PO VELIKOSTI

Primerjava velikosti planetov.

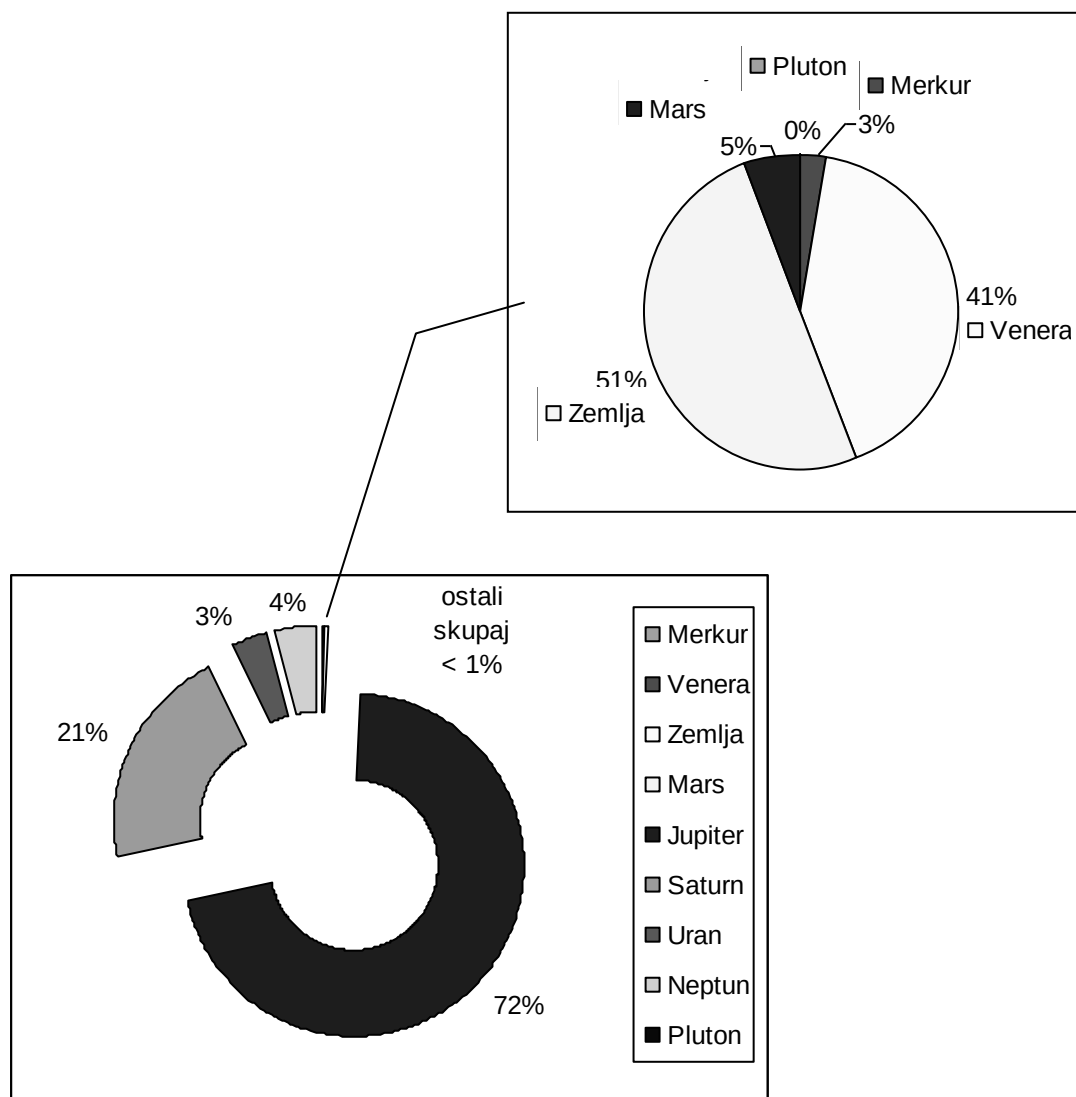


Iz diagrama je razvidno:

- največji planet je Jupiter,
- imamo dva res velika planeta (Jupiter in malo manjši Saturn),
- imamo dva srednje velika planeta (Uran, Neptun),
- skupino manjših planetov, med katerimi so vsi »notranji« planeti ter pritlikavi planet Pluton,
- največji planet med »notranjimi« planeti je Zemlja.

Primerjava planetov po masi.

Planet	Merkur	Venera	Zemlja	Mars	Jupiter	Saturn	Uran	Neptun	Pluton
Zemlja=1	0,055	0,815	1	0,108	317,9	95,2	14,6	17,2	0,0017
% mase osončja	0,01	0,18	0,22	0,02	71,14	21,30	3,27	3,85	0,00038
[kg]	3,28581E+23	4,87E+24	5,97E+24	6,45E+23	1,9E+27	5,69E+26	8,72E+25	1,03E+26	1,02E+22
[$\cdot 10^{24}$ kg]	0,328581	4,868973	5,9742	0,645214	1899,198	568,7438	87,22332	102,7562	0,010156



Iz diagrama je razvidno:

- največjo maso v osončju ima planet Jupiter,
- štirje najmasivnejši planeti (po vrsti: Jupiter, Saturn, Uran in Neptun) predstavljajo več kot 99% mase osončja,
- manj kot 1% je razdeljen na preostale manj masivne planete, od tega predstavlja Zemlja približno polovico.

2.2 PRIMERJAVA RAZDALJ MED PLANETI

Razdalje planetov od Sonca

planeti	razdalja od Sonca (km)
Merkur	57.900.000
Venera	108.200.000
Zemlja	149.600.000
Mars	227.900.000
Jupiter	778.300.000
Saturn	1.427.000.000
Uran	2.871.000.000
Neptun	4.497.100.000
Pluton	5.913.500.000

Razdalje planetov od Sonca (glede na Pluton)

planeti	Razdalja (%)
Merkur	0,979
Venera	01,83
Zemlja	02,53
Mars	03,854
Jupiter	13,161
Saturn	24,131
Uran	48,55
Neptun	76,048
Pluton	100

Razdalje planetov od Sonca (astronomska enota)

planeti	Razdalja (ae)
Merkur	0,38703
Venera	0,72326
Zemlja	1,00000
Mars	1,5234
Jupiter	5,20254
Saturn	9,53877
Uran	19,19118
Neptun	30,06083
Pluton	39,52874

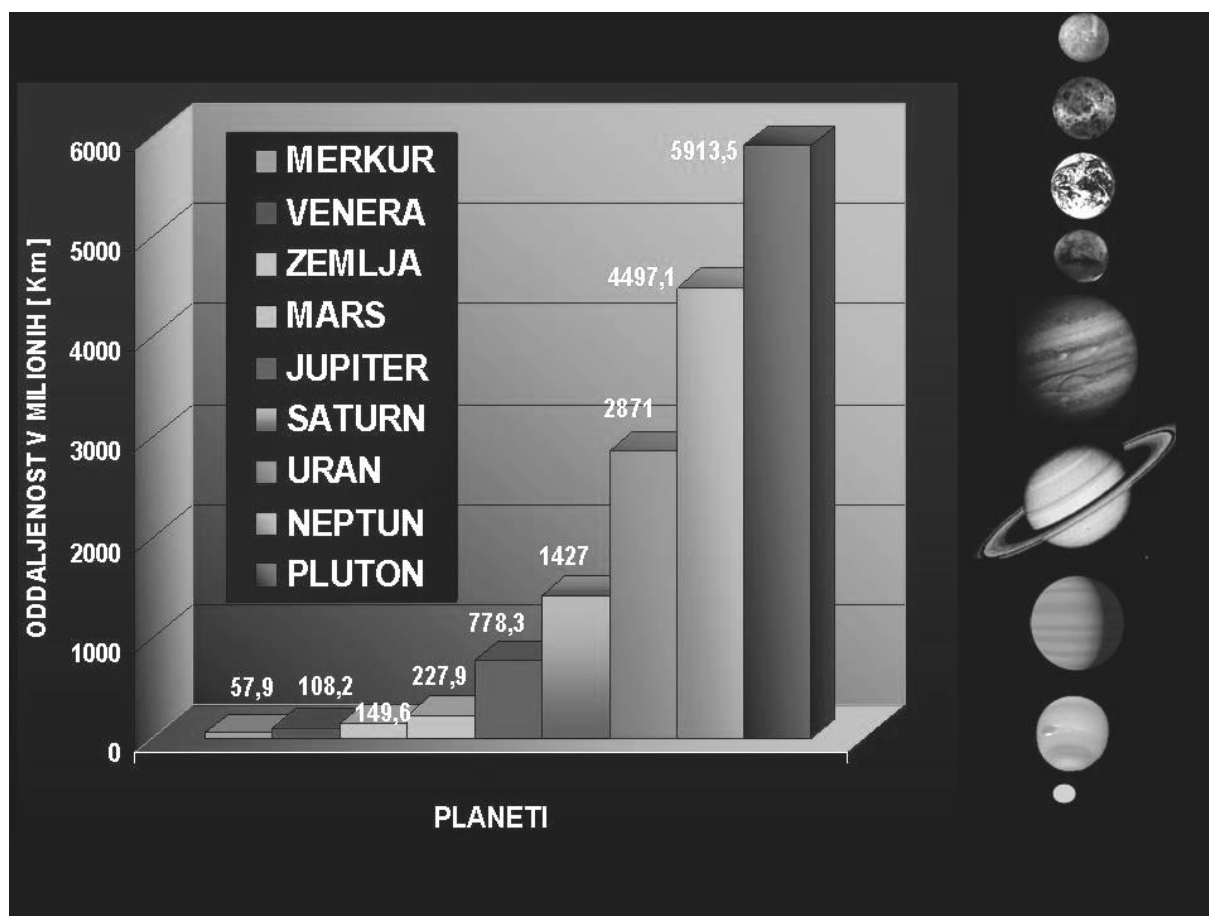
Razdalje planetov od Sonca (svetlobno leto)

planeti	Razdalja (sv. minuta)
Merkur	3,22
Venera	6,01
Zemlja	8,31
Mars	12,66
Jupiter	43,24
Saturn	79,28
Uran	159,5
Neptun	249,84
Pluton	328,53

Čas potovanja rakete s hitrostjo 5 km/s

planeti	razdalja od Zemlje	Čas potovanja (mesece)
Merkur	91.700.000	7,1
Venera	41.400.000	3,2
Zemlja	0	0
Mars	78.300.000	6,0
Jupiter	628.700.000	48,5
Saturn	1.277.400.000	98,6
Uran	2.721.400.000	210,0
Neptun	4.347.500.000	335,5
Pluton	5.763.900.000	444,7

Oddaljenost planetov od Sonca.



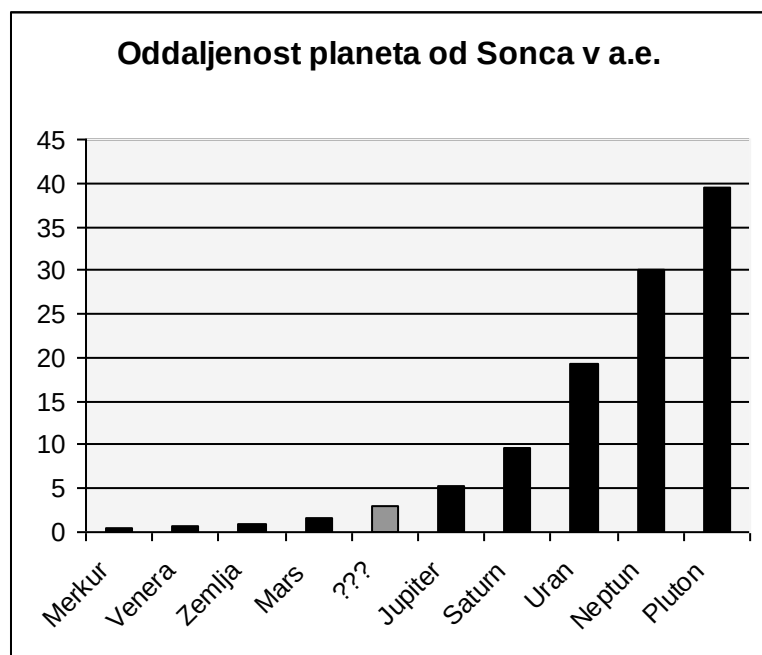
Iz diagrama je razvidno:

- da oddaljenost planetov od Sonca nelinearno narašča,
- razdalje med bližnjimi planeti niso podobne razdaljam med bolj oddaljenimi planeti (denimo: Uran in Neptun sta kot soseda bistveno bolj oddaljena kot soseda Zemlja in Mars),
- potovanja sond do zunanjih planetov terjajo izredno veliko časa,
- zaznamo »parabolično« zakonitost med razdaljami, vendar je že na oko zaznavna nepravilnost zakonitosti med Marsom in Jupitrom (vrzel zapolnjuje asteroidni pas, tam se nahaja Ceres).

2.3 MODEL PLANETNEGA SISTEMA

Prikaz modela planetnega sistema, kjer so velikosti posameznih planetov in razdalje med planetom in Soncem predstavljene v pravem merilu glede na velikost Sonca.

Sonce	premer: 1.08 m	-
planet	premer	oddaljenost od Sonca
Merkur	3.8 mm	45 m
Venera	9.4 mm	84 m
Zemlja	9.9 mm	116 m
Mars	5.3 mm	177 m
Jupiter	11.1 cm	603 m
Saturn	9.3 cm (obroč 21.1 cm)	1105 m
Uran	4.0 cm	2223 m
Neptun	3.8 cm	3483 m
Pluton	1.8 mm	4570 m



ZANIMIVOST:

Johann Daniel Titus (1729-1796), zapisal zakonitost (danes Titius-Bodejeva zakonitost):

$$R_n = (1 \text{ a.e.}) \cdot \left(3 \cdot 2^{(n-2)} + 0,4 \right)$$

$R_z = 1 \text{ a.e.}$
(oddaljenost Zemlje od Sonca)

n = zaporedno vrstno število planeta.

Za n vstavimo:

2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 in 9.

Opomba: za $n=1$ in pri zunanjih planetih formula na žalost odpove (Merkur).

planet	dejanska oddaljenost v a.e.	n	izračunana oddaljenost v a.e.	odstopanje v %
Merkur	0,387	1	0,55	30
Venera	0,723	2	0,7	3
Zemlja	1	3	1	0
Mars	1,524	4	1,6	5
???	3	5	2,8	7
Jupiter	5,203	6	5,2	0
Saturn	9,539	7	10	5
Uran	19,191	8	19,6	2
Neptun	30,061	9	38,8	23
Pluton	39,529	10	77,2	49

Modeliranje planetov (le velikosti, brez upoštevanja oddaljenosti od Sonca).
Avtorstvo: ntBROG.

planet	model (velikost)	model (lastnost)
Merkur	lešnik	- majhen, - trda površina, - svetlo rjavkast
Venera	marelica	- mehka (ima debelo atmosfero), - rumenkasta
Zemlja	sliva	- moder planet, - mehak (atmosfera)
Mars	jagoda	rdeč planet (lažji od slive in marelice)
Jupiter	lubenica	- zelo velika masa (najmasivnejši planet), - progast planet, - kjer je bil odrezan pecelj, si lahko predstavljamo rdečo pego
Saturn	melona (obroč iz banan)	- melona je rumenkast sadež - melona nima podrobnosti na površini, je gladka - je manjša in lažja od lubenice - obroč iz 5 do 8 banan ustreza oddaljenosti - banane so rumenkaste, predstavljajo tanek obroč
Uran	veliko zeleno jabolko	predstavljamo le barvo atmosfere
Neptun	(modra ???) pomaranča	- ustrezen bi bil jajčevci, a ni sadje - zadovoljimo se z modeliranjem velikosti s pomarančo (barva ni ustrezna)
Pluton	rozina	nezaznavno majhen, morda nepravilnih oblik kot rozina

Didaktične igre:

1. OPIS LASTNOSTI PLANETOV

Razlaga ob sadju. V podporo pokazati fotografije ipd. Opis sadja kot modela, ki hkrati prestavlja razmerje medsebojnih velikosti planetov ter tudi nekatere lastnosti posameznih planetov (tabela zgoraj). Poudariti, da bi bilo Sonce 110 krat večje od Zemlje in približno 10 krat večje od Jupitra. V tem razmerju bi bil premer Sonca približno 3 m.

2. VRSTNI RED PLANETOV:

Devet učencev pride pred tablo, vsak vzame ustrezen planet v roke (Saturn brez obročev). Postavijo se v pravilen vrstni red. Učitelj naj pazi, da močnejši drže masivnejše planete. Razporedi jih v pravilen vrstni red planetov. Opozori cel razred, naj si zapomnijo vrstni red ali vsaj sosednje učence. Nato naj se učenci prosto zamenjajo, ne da bi izpustili svoj sadež. Nato se morajo ponovno postaviti v pravilno zaporedje. Čeprav si je vsak učenec (posamezen planet) zapomnil le svoja dva sosedja, je razred kot celota sposoben ponovno vzpostaviti pravilno zaporedje planetov.

Vajo lahko ponovimo z drugimi učenci.

3. KROŽENJE PLANETOV OKOLI SONCA

Mize moramo odmakniti, da je na voljo dovolj prostora. Razdalje med Soncem in planeti niso v sorazmerju glede na velikost planetov. Za Sonce poudarimo, da bi moralo biti veliko 3 m, a je namesto tega... (stol, lučka, plavolas učenec/učenka, ...) sredi razreda. Učenci, ki imajo v rokah planete, krožijo po krožnicah okoli Sonca. Merkur po najmanjši krožnici in najhitreje. Venera po malenkost večji krožnici in malenkost počasneje, itd. Preprečiti moramo neurejeno divjanje, da se planeti ne zaletavajo med seboj. Opozorimo jih, da vsi planeti krožijo v isti ravnini okoli Sonca, vsi v isti smeri (to je ekliptika).

4. VRTENJE PLANETOV OKOLI LASTNE OSI

Ta vaja je nadaljevanje prejšnje in je zelo zahtevna, le v redkih primerih bi jo bilo mogoče izvesti (ubogljivi učenci, predznanje). Pokažemo lahko tudi vrtenje planeta okoli lastne osi, in sicer smer vrtenja in hitrost. Recimo Jupiter, Saturn in Uran se zavrtijo zelo hitro, Merkur, Venera in Pluton pa zelo počasi. Venera in Uran se vrtita retrogradno. Uran ima močno nagnjeno os, Venera pa se vrti skorajda pravokotno na ekliptiko.

3. NEOBVEZNA VAJA: SADNA KUPA »OSONČJE« (RECEPT ZA EN RAZRED):

Iz recepta obvezno izpustimo Merkur (nevarnost za zobe).

Vzamemo nekaj Vener, Zemelj in Marsov.

Veneram in Zemljam odstranimo planetno jedro (koščico-pečko).

Jupitru in Saturnu odstranimo zunanje plasti atmosfere.

Saturn razpolovimo in z žlico odstranimo Saturnovo planetno jedro (množico drobnih koščic).

Tudi Uranu in Neptunu odrežemo zunanjo plast atmosfere ter iz sredice odstranimo jedro (koščice).

Če želimo, lahko dodamo nekaj Plutonov. Ni pa nujno, saj je stvar okusa, ali v Osončje spada Pluton ali ne.

Če želimo, lahko dodamo še nekaj asteroidnega pasu (sladkor).

Vse serviramo ohlajeno (kakor vesolje, a ne pri 4 K, ampak pri 4 °C).

Najbolj se Osončje prileže na Soncu (katerem?).

Izdelava planetnega sistema s kaširanjem

Na podoben način kot planete lahko oblikujemo tudi Luno.

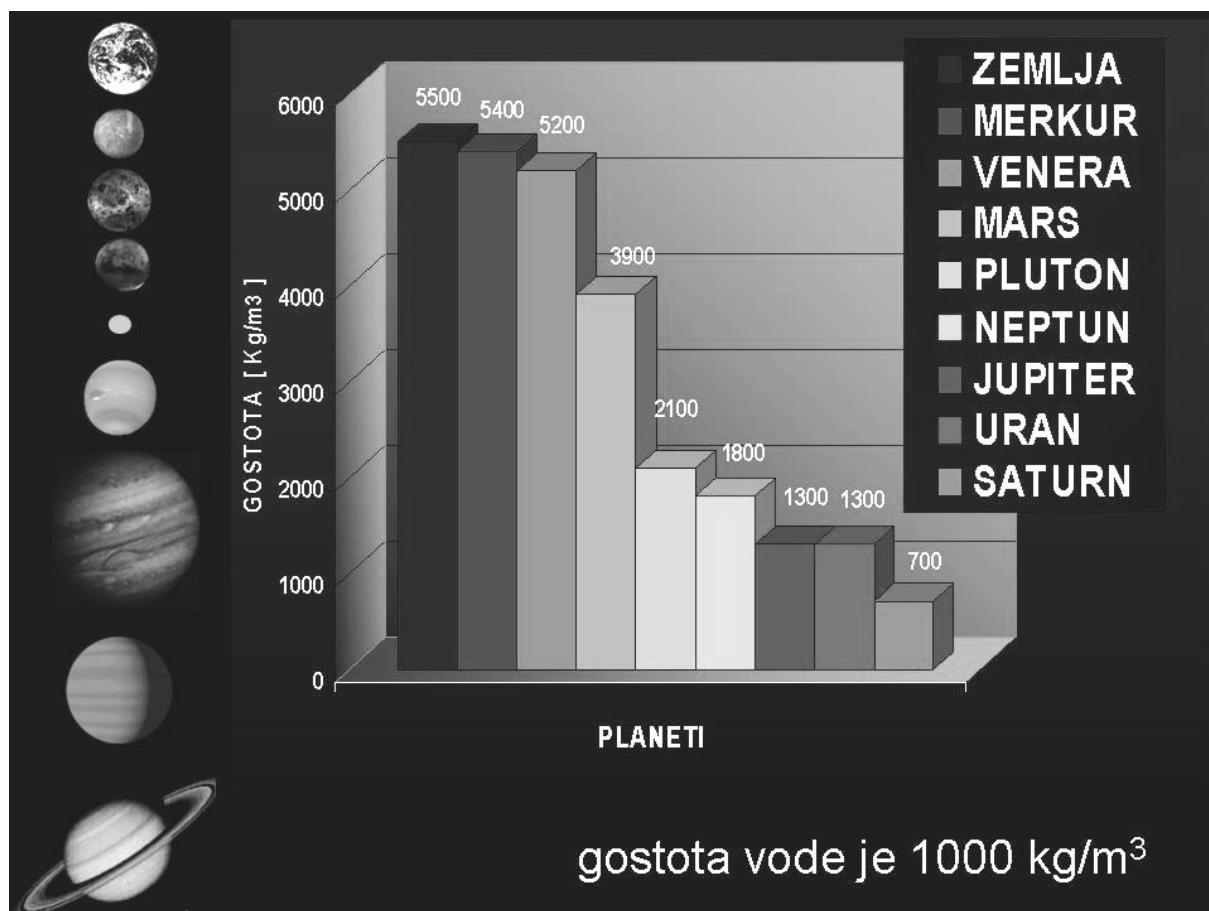
V ustreznem medsebojnem razmerju za podlago uporabimo predmete, ki nudijo okroglo osnovo (žoge, baloni...). Pri izbiri pazimo na ustrezne velikosti, pri čemer je smiselno izhajati od Jupitra, saj je največji. Če izdelujemo planete s pomočjo žog, tudi prvo plast pritrdimo na površino žoge. Če pa izdelujemo planete s pomočjo balonov, pa prve plasti ne pritrdimo na površino, saj bi nastajale nepotrebne sile, ko bo zrak ušel iz balona. Oblika planeta se bo obdržala v vsakem primeru. Kaširanim planetom (star časopisni papir + voda + moka), pri katerih je površje otrokom poznano, lahko oblikujemo določene podrobnosti (recimo Marianski jarek, Olympus Mons in polarne kape na Marsu ali kraterje na Merkurju). Vse planete, ko se posušijo, ustrezno pobarvamo, da poudarimo njihovo povprečno barvo ter morda narišemo še kakšno podrobnost (pasovi in rdeča pega na Jupitru ali modrikasta barva in vihar na Neptunu).

Podatki o planetnem sistemu

	Sonce	Merkur	Venera	Zemlja	Mars	Jupiter	Saturn	Uran	Neptun	Pluton
Ekvatorski polmer v km	696000	2439	6052	6378	3393	71398	60000	26071	24300	1142
Masa glede na Zemljino	333000	0,055	0,815	1	0,107	317,9	95,2	14,6	17,2	0,002
Prostornina glede na Zemljino	1300000	0,06	0,88	1	0,15	1316	755	67	57	0,1
Srednja gostota g/cm ³	1,4	5,4	5,2	5,5	3,9	1,3	0,7	1,3	1,8	2,1
Srednja temp. površja v K (o-oblak, t-tla)	6000	623t	240o/753t	295t	250t	123o	93o	63o	53o	43o
Atmosferski tlak v atm		10 ⁻²⁷	90	1	0,006					
Težnostni pospešek glede na Zemljinega	27,9	0,38	0,98	1	0,38	2,54	1,07	0,8	1,18	0,01
Sploščenost (ekv. polmer-pol. polmer/ekv. polmer)		0	0	0,003	0,005	0,064	0,108	0,03	0,03	
Albedo (del Sončeve svet., ki se odbije od planeta)		0,06	0,72	0,39	0,16	0,70	0,75	0,90	0,82	0,9
Srednja oddaljenost od Sonca (vel. polos) v a.e.		0,387	0,723	1	1,524	5,203	9,539	19,191	30,061	39,529
Srednja oddaljenost od Sonca v mio km		57,9	108,2	149,6	227,9	778,3	1427,0	2871,0	4497,1	5913,5
Najmanjša oddaljenost od Sonca v mio km		46,0	107,5	147,1	206,6	740,7	1347,1	2738,6	4452,1	4444,6
Največja oddaljenost od Sonca v mio km		69,8	108,9	152,1	249,2	815,9	1506,9	3003,4	4542,1	7382,4
Navidezni srednji Sončev premer s planeta		1°22,7'	44,2'	32,0'	21,0'	6,2'	3,4'	1,7'	1,1'	0,8'
Oddalj. planeta od Zemlje v mio km (opozicija)		91,7	41,4		78,4	628,8	1277,4	2719,7	4347,4	5665,6
Vrtilna doba v urah	600?696	1407,5	5832,2*	23,93	4?17	9,83	10,67	17,23	18	6,16
Obhodna doba v dnevih (d) ali letih (l)		88 d	224,7 d	365,25 d	687,0 d	11,86 l	29,46 l	84,07 l	164,81 l	248,53 l
Ekscentričnost tira		0,206	0,007	0,017	0,093	0,048	0,056	0,046	0,010	0,248
Hitrost na tiru v km/s		47,9	35,0	29,8	24,1	13,1	9,6	6,8	5,4	4,7
Naklon tira proti ravnini ekliptike v stopinjah		7,0	3,4	0	1,9	1,3	2,5	0,8	1,8	17,2
Naklon ekvatorja proti ravnini tira v stopinjah		0,0	177,3	23,5	25,2	3,1	26,7	97,7	29,6	120
Število znanih satelitov		0	0	1	2	16	18	21	8	1
Glavne sestavine atmosfere	H, He, O ₂		CO ₂	N ₂ , O ₂	CO ₂	H, He	H ₂ , He	H ₂ , He, CH ₄	H ₂ , He, CH ₄	

2.4 GLAVNE ZNAČILNOSTI PLANETOV

Primerjava planetov po gostoti.



Pričakovano predznanje o planetih:

- Znanstveniki so leta 2006 odločili, da Pluton ni planet, ker je manjši od nekaterih lun in je pokrit z ledom. Sicer pa ima svojo luno, ki se imenuje Haron.
- Merkur je planet, ki je najbližji Soncu. Ves je prepleten s kraterji. Na njem je ogromna temperaturna razlika med dnevom in nočjo.
- Venera je približno tako velika kot Zemlja. Obdaja jo plast oblakov in ti zadržujejo toploto, ki jo oddaja Sonce. Površina Venere je izredno vroča. Zaradi oblakov, ki so sestavljeni iz žveplove kisline, se pogosto pojavlja kisel dež. Na površju je ogromno ognjenikov in gorovij, vrti pa se v nasprotno smer kot Zemlja.
- Večino Zemljinega površja pokriva voda. Pot okoli Sonca traja 365 dni. Ima eno luno.
- Na Marsovi površini je veliko kraterjev, ognjenikov in skal. Peščeni viharji prekrivajo ves planet. Planet je manjši od Zemlje.
- Jupiter je največji planet v našem osončju. Znan je po Veliki rdeči pegi, ki je pravzaprav velika nevihta. Rdeča pega je ime dobila po oblakih, ki so rdeče barve.
- Drugi največji planet je Saturn. Tudi ta planet večinoma sestavljajo plini. Na njem besnijo velikanske nevihte, znan pa je po obročih ali prstanih.
- Uran je edini planet v našem osončju, ki leži postrani. Njegova pot okoli Sonca traja 84 let. Ima 27 lun in trinajst obročev.
- Neptun je zadnji planet v našem osončju. Na njem nastajajo nevihte, ki trajajo več let. Ima šest prstanov in 11 lun.

Vaja:

Poveži ustrezno lastnost (okvirčki na desni strani) s planetom (na levi strani), ki mu pripada. Vsakemu planetu ustreza ena lastnost.

Zemlja	"zvrnjeni planet"
Pluton	Modri planet
Neptun	Najmanjši planet
Merkur	najbolj podoben Luni
Saturn	manjša povprečna gostota kot voda
Jupiter	učinek tople grede
Mars	najhitrejši vetrovi v Osončju
Venera	Rdeča pega
Uran	Polarni kapi

OSONČJE

Zgodovina pojasnjevanja osončja

Izdelava takšnega planetnega modela, ki bi zadovoljivo pojasnjeval gibanje nebesnih teles, je bila za človeštvo ena najbolj pomembnih in zapletenih nalog. Njena rešitev je bila sad več tisočletnega sistematičnega natančnega opazovanja neba, zahtevnega tolmačenja zbranih podatkov oblikovanja novih teorij in njihovega kritičnega preverjanja ter izpopolnjevanja raziskovalnih in merilnih naprav.

V preteklosti so znanstveniki uporabljali različne planetarne modele, da bi opisali bližnje vesolje. Po Pitagoru (6. stoletje pr. n. št.) so imeli planeti (Merkur, Venera, Mars, Jupiter, Saturn), Sonce in Luna vsak svojo kroglo, ki so se vse vrtele okoli Zemlje in so se razlikovale od krogle, na kateri so bile zvezde. Gibanje teh krogel naj bi proizvajalo človeškemu ušesu neslišne harmonične tone. Platon (4. stoletje pr. n. št.) se je zamišljal okroglo vesolje z Zemljo v središču. Sonce, Luna in planeti naj bi se gibal v prostoru med Zemljo in območjem zvezd po tirih, ki nastajajo s kombinacijo izključno krožnih in enakomernih gibanj, zaradi svoje popolnosti edinih, ki naj bi ustrezal božanski naravi nebesnih teles. Platonovo pojmovanje vesolj, v tesni zvezi z enakomernimi krožnim gibanjem, je še dolgo vplivalo na razvoj astronomije. Tako so v naslednjih stoletjih Evdoksij, Kalip in Aristotel poskušali razlagati gibanje nebesnih teles z nizom istosrediščnih krogel, od katerih se je vsaka vrtela enakomerno okoli osi, ki je šla skozi središče Zemlje. Vendar je bila ta teorija preveč zapletena – morali so upoštevati kar 55 krogel, pa še niso mogli popolnoma razložiti opazovanih pojavov. Spodrinila jo je teorija epiciklov in deferentov, zasnovana že v 3. stoletju pr. n. št., ki jo je poglobil Hiparh, dokončno pa izdelal Ptolemej (2. st. n. št.) v svojem *Almagestu*. V Ptolemejevem sistemu je bila Zemlja negibno središče vesolja. Vseh pet planetov se je enakomerno gibalo po krožnicah, imenovanih epicikli; središča teh petih epiciklov ter Luna in Sonce pa so opisovali okoli Zemlje krožnice, deferente, katerih središča so, v preprostejši izvedbi, sovpadala s središčem Zemlje. Čeprav je Ptolemejev sistem v svojih poskusih razreševanja pojavov postajal sčasoma vse bolj zapleten, je ostal splošno priznan še 13. stoletij. Šele po zaslugi Kopernikovega dela *De revolutionibus orbium coelestium* (objavljenem leta 1543) in valu filozofskih, zgodovinskih političnih, verskih in psiholoških sprememb v zahodni družbi se je začela utirati pot podoba sveta, ki je temeljila sicer na povsem novi, vsekakor pa na tedaj popolnoma drugačni hipotezi. Ta je namreč

postavljala v središče vesolja Sonce, Zemlja in planeti pa so krožili okoli njega. Heliocentrični sistem, ki ga je brezuspešno predlagal že Aristarh s Sadamosa v 3. stoletju pr. n. št. Se je razlikoval od geocentričnega tudi po preprostosti, s katero mu je uspelo opisati gibanje nebesnih teles. Heliocentrični sistem je dokončno uveljavil Kepler (1571 – 1630): na podlagi Kopernikove teorije in natančnih opazovanj leg planetov, ki jih je izmeril Tycho Brahe, je po številnih poskusih in opustitvi domneve o enakomernem kroženju nebesnih teles strnil značilne lastnosti gibanja planetov v naslednje tri zakone:

- Tiri planetov so elipse, kjer je v enem gorišču Sonce
- Zveznica Sonce - planet popiše v enakih časih enake ploščine
- Kvadrati obhodnih dob planetov (okoli Sonca) so premo sorazmerni s kubom velikih polosov njihovih tirov

Iz prvega zakona sklepamo, da se oddaljenost planeta od Sonca spreminja kljub majhni ekscentričnosti skoraj vseh planetnih elips, od najmanjše, ko je v periheliju, do največje vrednosti v afeliju. Drugi zakon nas pouči, da se planet giblje po tiru s spremenljivo hitrostjo, z največjo v periheliju in najmanjšo v afeliju, saj mora pri periheliju preiti večji del tira kot pri afeliju. In naposled, s tretjim zakonom lahko izrazim razdalje planetov od Sonca z eno izmed njih; omogoča nam torej model Osončja v merilu. Za izračun dejanskih razdalj moramo vedeti, koliko meri ena od njih npr. v kilometrih. Kot astronomsko enoto (a.e.) so izbrali veliko polos Zemljinega tira, ki meri približno 150×10^6 km.

Keplerjevi zakoni so empirični zakoni, ki opisujejo gibanje planetov. Newton (1643-1727) je fizikalno utemelji takšno gibanje in z zakonom o splošni gravitaciji omogočil enotno razlago gibanja na Zemlji in v vesolju. Gravitacijski zakon pravi: Dve telesi se privlačita s silo, katere jakost je premo sorazmerna s produktom njunih mas in obratno sorazmerna s kvadratom razdalje med njima.

S tem zakonom je Newton pojasnil precesijo pomladne točke, bibavico in majhna odstopanja leg planetov od predvidenih eliptičnih tirov zaradi vzajemnih gravitacijskih vplivov; E. Halley je leta 1681 določil tir kometa; francoski astronom U. J. Le Verrier in Anglež J. C. Adams sta neodvisno drug od drugega računsko predvidevala obstoj planeta Neptun, ki ga je potem leta 1846 odkril v napovedani leti Nemec J. G. Galle.

Splošne značilnosti

Sončev sistem ali Osončje sestavljajo Sonce in nebesna telesa, ki se zaradi gravitacijske privlačnosti gibljejo okoli njega. V Osončju so poleg Sonca, planetov in njihovih satelitov še mali planeti, kometi, meteoriti ter medplanetni plin in prah.

Planeti, razvrščeni po oddaljenosti od Sonca, so: Merkur, Venera, Zemlja, Mars, Jupiter, Saturn, Uran, Neptun in Pluton. Prvih šest so poznali že v antični dobi. Uran je odkril leta 1781 W. Herschel, Neptun leta 1846 Galle, Pluton pa leta 1930 C. Tombaugh. Povprečne oddaljenosti planetov od Sonca približno ustrezajo empiričnemu pravilu, ki ga je leta 1766 našel Titus, Bode pa potrdil.

Ravnine planetnih tirov skoraj sovpadajo z ravnino ekliptike, zato vse planetne poti na nebesni krogli tečejo znotraj traku zodiaka ali živalskega kroga. Vsi planeti krožijo okoli Sonca v napredni smeri, torej za opazovalca na Soncu (z glavo obrnjeni proti severnemu ekliptičnemu polu) v nasprotni smeri urnega kazalca. V isto smer se vrtijo okoli svojih osi skoraj vsi planeti in tako kroži večina satelitov okoli svojih planetov. Planete lahko po izbrani lastnosti različno razvrstimo. Po legi glede na Zemljo

razlikujemo notranje, ki se gibljejo med Soncem in Zemljo, Zunanje planete. V prvi skupini sta Merkur in Venera, v drugi pa vsi ostali. Po fizikalni lastnosti se Merkur, Venera, Zemlja in Mars povsem razlikujejo od Jupitra, Saturna, Urana in Neptuna. Prvi, ki jim pravimo tudi planeti Zemljinega tipa, imajo naslednje skupne lastnosti: razmeroma majhno maso, veliko gostoto in trdno površje, majhno vrtilno hitrost, atmosfero, revno z vodikom in helijem ter bogato s kisikom, dušikom in ogljikovim dioksidom. Vse druge iz t.i. skupine Jupitrovega tipa pa označuje razmeroma velika, masa, majhna gostota, precejšna vrtilna hitrost, atmosfera, bogata z vodikom, helijem, amoniakom in metanom. Pluton ni v nobeni izmed omejenih skupin, ker je še premalo raziskan, da bi ga lahko z gotovostjo razporedili.

Lastnosti Osončja kot celote so:

- skoraj vsa masa je zbrana v Soncu (99,9%)
- prostornina Sonca predstavlja 99,8% celotne prostornine nebesnih teles v Osončju;
- če upoštevamo, da svetloba s Sonca potuje 5,5 ure do Plutona, ko je ta v afeliju, in okoli štiri leta, da doseže najbližjo zvezdo Proksimo Kentavra, je Osončje v vesolju osamljeno.

3. ZVEZDE IN OZVEZDJA

3.1 Zodiakalna ozvezdja

3.2 Navidezno gibanje zvezd (zvezdni dežnik)

3.3 Risanje ozvezdij s pomočjo sekstanta

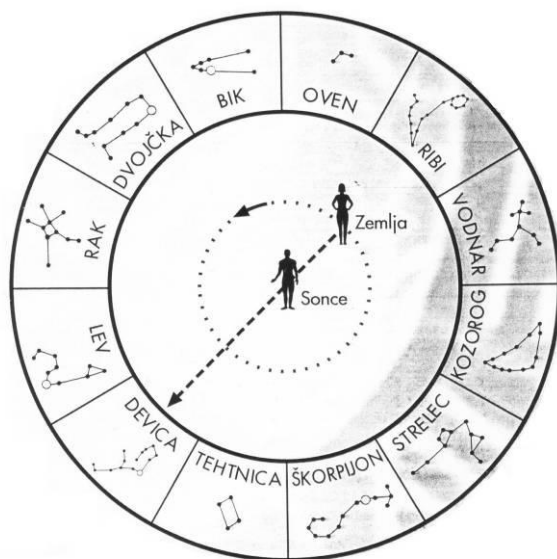
3.1 ZODIAKALNA OZVEZDJA

Didaktična igra

Vsak izmed nas ve v katerem zvezdnem znamenju je rojen. S to igro želimo učencem razložiti, kaj pomeni to, da smo rojeni v določenem znamenju. Zakaj so eni rojeni v ozvezdju Oвна, drugi v Levu, Strelcu in tako dalje.

Potrebujemo 12 listov na katerih piše ime ozvezdja, lahko pa ozvezdje tudi narišemo in zraven dopišemo še mesec, kdaj je ozvezdje vidno na nebu.

Liste razvrstimo po vrstnem redu, kot so razvrščena znamenja po horoskopu. Učitelj vzame prvi list in vpraša prisotne, kdo je rojen v znamenju ovna. Vsi »ovni« se postavijo skupaj na rob prostora, ki predstavlja to ozvezdje. Eden od njih drži pred seboj list z napisom Oven. Nato skličemo vse bike, ki se postavijo levo od ovnov in tako naprej. Nazadnje vseh 12 skupin sestavlja velik živalski krog – ozvezdja živalskega kroga. Da bi bili udeleženci enakomerno razporejeni, že prej narišemo krog in ga razdelimo na 12 enakih delov. Nato določimo še Zemljo. Najprimerneje je, da predstavlja Sonce kar učitelj, ki se postavi v sredino kroga, eden od udeležencev pa predstavlja Zemljo. Ta se postavi med Sonce in ozvezdja. Oseba, ki predstavlja Zemljo, začne počasi krožiti okoli Sonca (v nasprotni smeri urinega kazalca). Pri gibanju učenci ugotavljajo, katero ozvezdje bi z Zemlje videli v isti smeri kot sonce (če nas ne bi slepila njegova svetloba). Tako ob igri spoznajo, da se Sonce vsak mesec nahaja v drugem ozvezdju.



Zodiakalno znamenje		Sonce v ozvezdju	
Oven	21. 3. – 20. 4.	Ribi	12. 3. – 18. 4.
Bik	21. 4. – 21. 5.	Oven	19. 4. – 13. 5.
Dvojčka	22. 5. – 21. 6.	Bik	14. 5. – 20. 6.
Rak	22. 6. – 22. 7.	Dvojčka	21. 6. – 19. 7.
Lev	23. 7. – 23. 8.	Rak	20. 7. – 9. 8.
Devica	24. 8. – 23. 9.	Lev	10. 8. – 15. 9.
Tehtnica	24. 9. – 23. 10.	Devica	16. 9. – 30. 10.
Škorpion	24. 10 – 22. 11.	Tehtnica	31. 10. – 22. 11.
Strelec	23. 11. – 21. 12.	Škorpion Kačenošec	23. 11. – 29. 11. 30. 11. – 17. 12.
Kozorog	22. 12. – 20. 1.	Strelec	18. 12. – 18. 1.
Vodnar	21. 1. – 18. 2.	Kozorog	19. 1. – 15. 2.
Ribi	19. 2. – 20. 3.	Vodnar	16. 2. – 11. 3.

Opombe:

3.2 NAVIDEZNO GIBANJE ZVEZD (ZVEZDNI DEŽNIK)

Didaktična igra

Glej didaktično igro o navideznem gibanju zvezd (1.1 Gibanje Zemlje).

3.3 RISANJE OZVEZDIJ S POMOČJO SEKSTANTA

O sekstantu

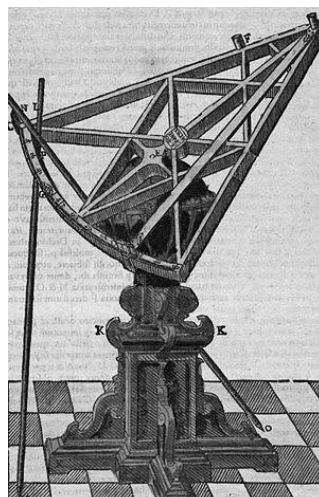
Podobne naprave nosijo ime sekstant (60°), kvadrant (90°) in oktant (45°). Namenjene so merjenju kotov. Pogosto so jih za določevanje svoje pozicije uporabljali mornarji. Preprosto jih lahko uporabimo za določevanje geografske širine, precej težje in nenatančno pa za določevanje geografske dolžine (potrebujemo kronometer-uro). V astronomiji jih uporabljamo za določevanje kotnih razdalj med astronomskimi objekti.

Obstajata dva tipa sekstantov.



FIKSNI TIP ALI MURALNI SEKSTANT (KVADRANT)

Usmerjen je bil točno v smeri poldnevnik (meridiana, sever-jug). Na sliki je prikazan muralni kvadrant, za merjenje od zenita do horizonta na južnem delu neba. Če je radius naprave zadosti velik, lahko kote merimo precej natančno. Leta 994 so prvič dosegli natančnost meritve na eno kotno sekundo (Abu-Mahmud al-Khujandi, v Ray-u v Iranu). Polmer njegove naprave je znašal 20 m. Naprava je bila razmeroma natančna, a neprenosljiva in z njo smo lahko merili kot med obzorjem in astronomskim objektom le v kulminaciji na jugu.



MONTAŽNI SEKSTANT (sekstant na okvirju)

Njegova prednost je bila predvsem, da je bil prenosen, da se ga je dalo uporabljati v različnih legah, položajih in smereh. Z njim smo lahko poleg položaja astronomskega objekta nad horizontom merili tudi druge kote. Z njegovo pomočjo lahko prerišemo ozvezdje z neba na papir in s povezavo večih podobnih prerisanih ozvezdij ustvarimo zvezdno karto.

Primer uporabe

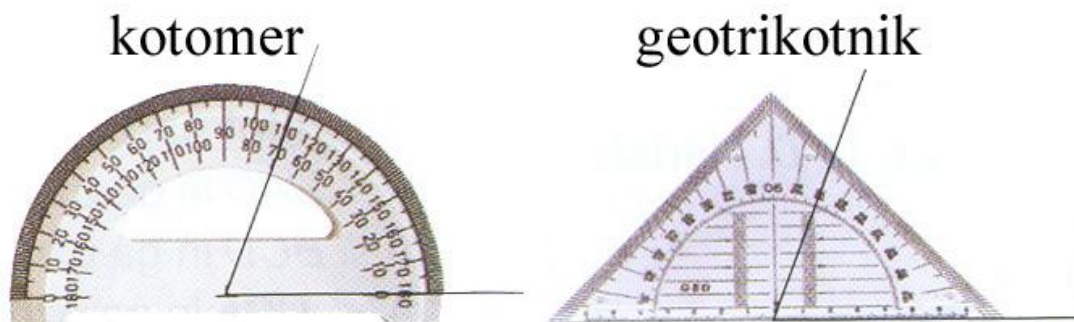
Določevanje geografske širine s pomočjo sekstanta

Pomorščaki med plovbo po morjih na severni geografski širini uporabljajo sekstant za določevanje svoje geografske širine. Seveda le tisti, ki še imajo čas za navtično romantiko.

S pomočjo sekstanta ponoči izmerimo kot med zvezdo Severnico in obzorjem pod njo (skoraj natančno v smeri severa na gladini morja). Izmerjen kot nam predstavlja našo geografsko širino (kotna oddaljenost od ekvatorja).

Princip delovanja sekstanta

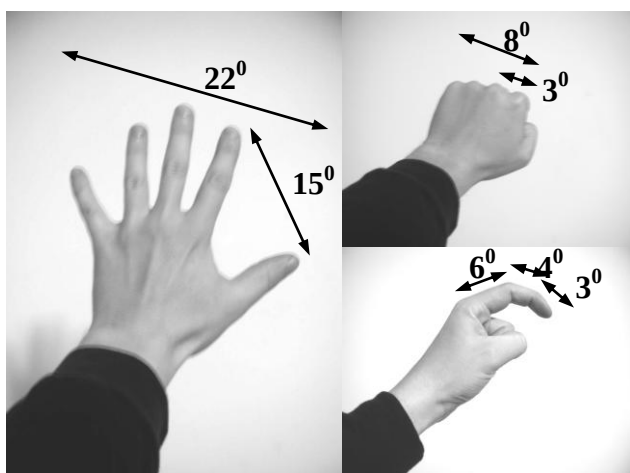
Princip uporabe sekstanta je preprost. Želimo le izmeriti kot med dvema astronomskima objektoma na nočnem nebu (recimo dvema zvezdama). Za vajo poizkusimo izmeriti kotno velikost kakšnega objekta s pomočjo kotomera ali geotrikotnika v tem prostoru, recimo vrat, oddaljenega stola, višino stoječe osebe itd.).



Ugotovimo, da meritev ni enostavna, saj kotomer in geotrikotnik nista ravno primerna za merjenje kotov po prostoru (pri tem si lahko resno poškodujemo oči).

Ocenjevanje kotov z iztegnjeno roko

Pri opazovanjih si včasih predstavljamo, da so vse zvezde pripete na polkroglo nad našim obzorjem - na nebesno kroglo. V tem primeru za merjenje razdalj med zvezdami in za velikosti vidnih objektov (ozvezdij...) uporabljamo enoto "kot". Te kote lahko na preprost način izmerimo s pomočjo iztegnjene roke. Če iztegnemo roko med očmi in opazovano zvezdo ali ozvezdjem, lahko določimo več različnih kotov. Širina iztegnjenih prstov ene roke je približno 22° , od vrha palca do vrha kazalca je 15° , širina pesti je približno 8° in kot med členki zaprte pesti je velik približno 3° . Lahko pa merimo kote tudi z enim prstom na iztegnjeni roki. Širina enega prsta je 2° , prvi členek - gledano od konca prsta - meri 3° ,

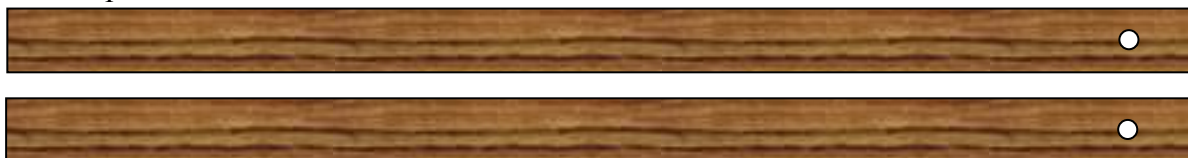


drugi 4^0 in tretji, najbližji dlani, približno 6^0 . Kot primer lahko ocenimo kotno razdaljo med zvezdama Alfa in Beta v Velikem vozu, ki znaša 5^0 .

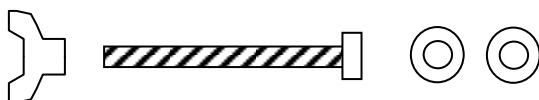
Vaja 1: Izdelava preprostega sekstanta

Za natančnejše meritve kotov bomo izdelali preprosto učilo-sekstant. Pri tem bomo uporabili naslednje sestavne dele:

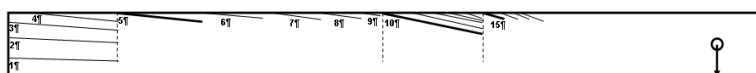
- 2 prevrtani leseni deščici



- vijak, matica in 2 podložki



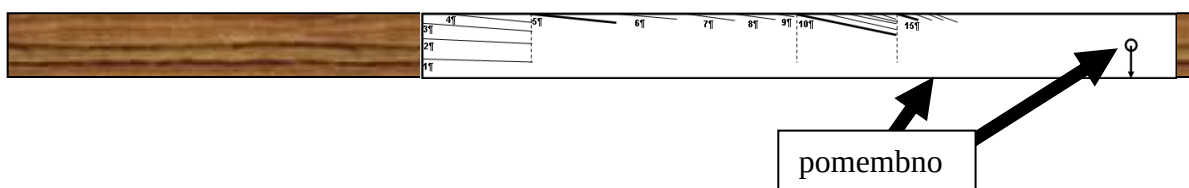
- list z vrisanim okvirjem s koti in določenim mestom, kjer je vrtišče (vijak)



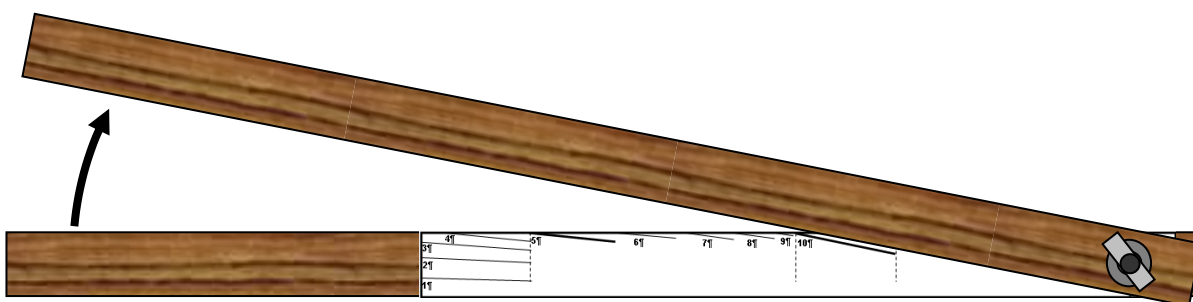
Okvir ni narisano v pravem merilu (glej prilogo).

Postopek izdelave sekstanta:

Iz papirja izrežemo okvir z vrisanimi koti. Na eno izmed deščic nalepimo izrezan okvir s koti. Imenujmo jo »prva« deščica (deščica s kotno skalo). Nalepimo ga na prvo deščico tako, da je pritrjena na notranji strani deščice; črte in vrednosti na okvirju pa so obrnjeni k drugi deščici (deščica brez prilepljene kotne skale). Pazimo, da se luknja v deščici in na listu narisano mesto vrtišča pokrivata. Zelo je tudi pomembno, da je spodnji rob okvirja natančno na robu deščice. Sicer bodo meritve kotov neuporabne.



Ko je sekstant končan, zgleda približno takole:



Vaja 2: uporaba preprostega sekstanta

Ko imamo sekstant izdelan, ga lahko uporabimo za merjenje kotov (kotnih velikosti) predmetov okoli sebe. Pazimo, da si sami ne poškodujemo oči. Opozorimo vse okoli nas, da je prerivanje zelo nevarno, saj lahko povzročimo nepopravljive poškodbe ljudem okoli nas. Previdni moramo biti še posebej ponoči. Sekstant uporabljamo le takrat, ko je naš pogled že usmerjen proti nebu.

Kako določimo kot s sekstantom?

Sekstant držimo z obema rokama. Z eno roko pri koncu držimo obe deščici in jih z isto roko razmikamo. Z drugo roko držimo sekstant na tisti strani, kjer je vijak. To stran sekstanta držimo blizu očesa.



Ko izvajamo meritev, gledamo en objekt na spodnji strani spodnje (prve) deščice, drugi objekt pa na spodnji strani zgornje (druge) deščice. Nato sekstant odmaknemo od očesa, ne da bi premaknili kot med deščicama. Kot, ki ga lahko odčitamo na spodnji strani zgornje (druge) deščice, je bil kot med opazovanima objektoma.

Natančnost naprave lahko preizkusimo takoj, saj že majhne spremembe položaja dajejo različne kote.

PRIMER: izmeri kotno velikost objekta v okolici (recimo širina ali višina vrat) na različnih oddaljenostih od vrat. Opazil boš, da bolj kot si oddaljen od vrat, manjšo kotno velikost vrat izmeriš.

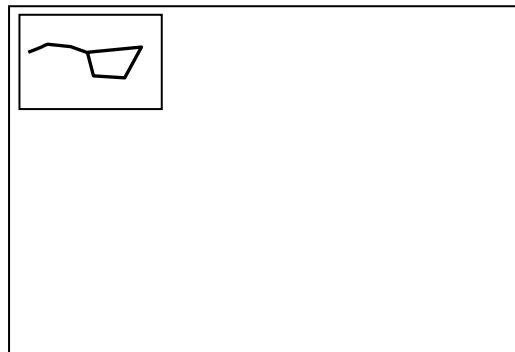
opombe:

Vaja 3: Prerisovanje ozvezdja s pomočjo preprostega sekstanta

Ponovno velja opozoriti, da se lahko poškodbe oči zaradi sekstanta ponoči pripetijo še prej, če nismo previdni. Uporaba je varna, če smo se s sekstantom naučili rokovati podnevi ter če sekstant ponoči uporabljamo le takrat, ko je naš pogled ŽE usmerjen proti nočnemu nebu.

Potrebujemo torej izdelan sekstant, ki ga moramo že znati uporabljati. Večji list belega papirja (A3 ali večji), praktično je, če je debelejši (šeleshamer). Šestilo in debelejšo pisalo. Uporabno je, če imamo na voljo mizo ali kakšno drugo trdno podlago za risanje (paziti moramo, saj delamo s šestilom).

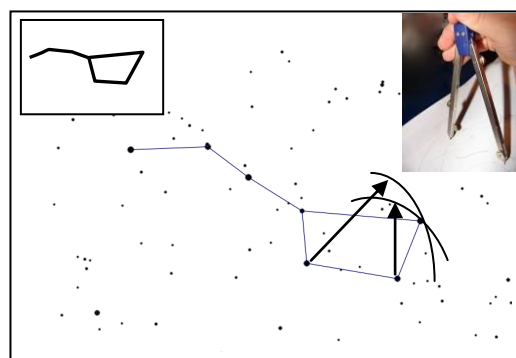
Najprej si izberemo ozvezdje, ki ga nameravamo prerisati iz nočnega neba na naš list papirja. Na primer Veliki voz. Ozvezdje najdemo na nebu. List orientiramo tako, da je daljša dimenzija lista usmerjena v smeri daljše dimenzije ozvezdja. Nato si v vogalu lista skiciramo ozvezdje, brez uporabe sekstanta.



Izberemo si dve zvezdi, med katerima bomo izmerili kot. Eno zvezdo kar narišemo na ustrezno mesto na list. V naslednjem koraku izmerimo s pomočjo sekstanta kot med dvema zvezdama ozvezdja. Ta kot prenesemo na list kar direktno (razdalja ustreza kotu) ali pa v določenem merilu. Pri tem nam bo v pomoč skica. Npr.: kot 7° narišemo v razdalji 7 cm.

Imamo narisane dve zvezdi. Z delom nadaljujemo tako, da izmerimo kot do tretje zvezde. Izmerili ga bomo od obeh že vrisanih zvezd. Najprej izmerimo kot od prve zvezde, ga spremenimo v razdaljo in s šestilom narišemo krog (zadošča že zadosti velik krožni lok) s središčem v že vrisani (izhodiščni) zvezdi, pri katerem je radij kroga razdalja, ki ustreza izmerjenemu kotu. Postopek meritve kota in risanja kroga s šestilom (praviloma drugačen radij) tretje zvezde ponovimo še z izhodiščno drugo zvezdo. Dobimo dve presečišči krožnic. Pomagamo si s skico, da izberemo pravo presečišče. Tam je položaj tretje prerisane zvezde.

Sedaj imamo narisane že tri zvezde ozvezdja. Postopek nadaljujemo, dokler ni ozvezdje prerisano. Tu velja le omeniti, da se splača pri prerisovanju nadaljnjih zvezd tega ozvezdja izhajati iz prvih dveh izhodiščnih zvezd, če so le ti koti merljivi s sekstantom. Napake meritev se namreč seštevajo. Na koncu bi morali dobiti približno takšno risbo ozvezdja Velikega voza.



opombe:

Vaja 4: Izdelava zvezdne karte s pomočjo preprostega sekstanta

Ta vaja je nadaljevanje prejšnje vaje. Lahko jo v daljšem časovnem obdobju izvedemo sami ali pa jo skupaj izvede skupina. S sekstanti prerišemo na liste več različnih ozvezdij. Smiselno je, da izhajamo iz enega ozvezdja (recimo Veliki voz) in prerisujemo najprej sosednja ozvezdja itd.

Pomembno je, da pri vseh prerisanih ozvezdijih uporabljamo isto merilo.

Ne smemo pa tudi pozabiti izmeriti kotnih razdalj med »obrobnimi« zvezdami, torej sosednjimi zvezdami iz enega in drugega ozvezdja, sicer jih na zvezdni karti ne bomo mogli povezati.

Če ne prerisujemo prevelikega dela neba, bomo ozvezdja na enak način, kakor smo prerišovali posamezno ozvezdje, lahko združili v nekakšen zemljevid, to je zvezdno karto.

Najpreprosteje je vrisati kakšno zvezdo iz sosednjega ozvezdja še v naše ozvezdje, nato pa pri sestavljanju list z narisanim ozvezdjem ravno tako obrežemo, da se na ustreznem mestu nadaljuje naslednje ozvezdje z ustrežno zvezdo.

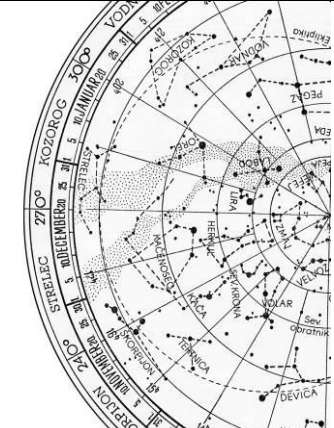
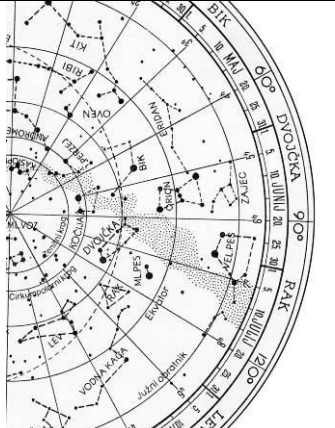
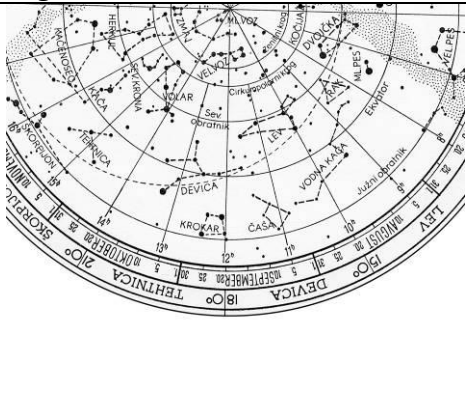
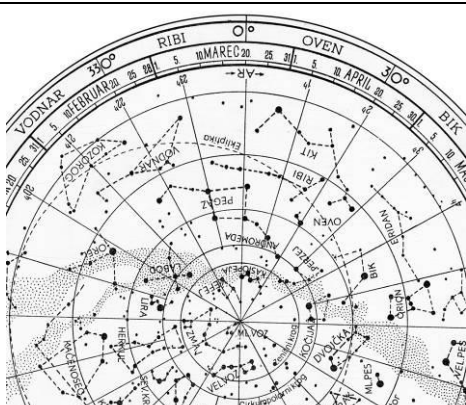
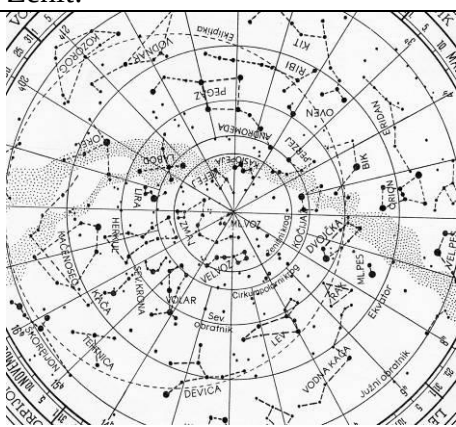
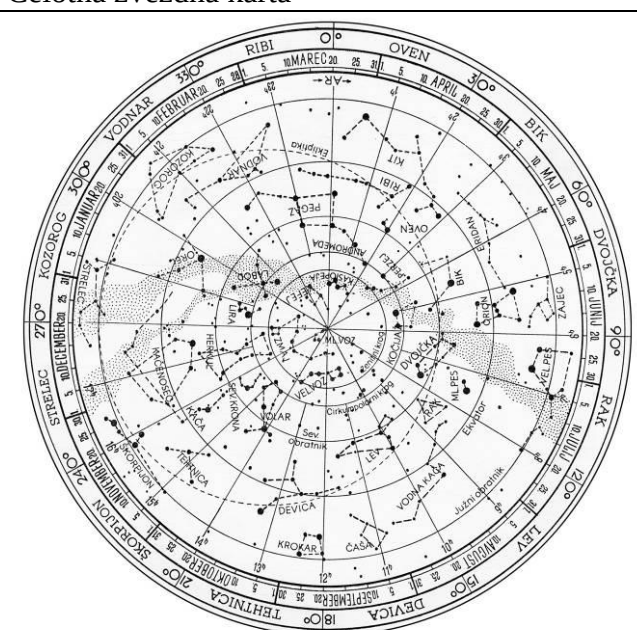
Na težave naletimo, če prerisujemo prevelik del neba, saj bi ga morali risati na polkrožno veliko papirnato kupolo nad nami, ne pa na ravno sestavljanko. Podobne težave imamo, ko želimo prerisati kontinente ali države iz okroglega globusa na raven zemljevid.

S takšnim postopkom dobimo razmeroma dobre zvezdne karte določenih delov neba. Predlagam risanje naslednjih petih območij: (vzhod, jug, zahod, sever in zenit). Delo lahko poteka torej v petih skupinah.

Teoretično pa bi celota petih področij tvorila celotno zvezdno karto. Vemo namreč, da se celotno razpoložljivo nebo z vsemi ozvezdji pokaže šele tekom opazovanj skozi vse leto. V eni noči žal ne vidimo vseh ozvezdij.

opombe:

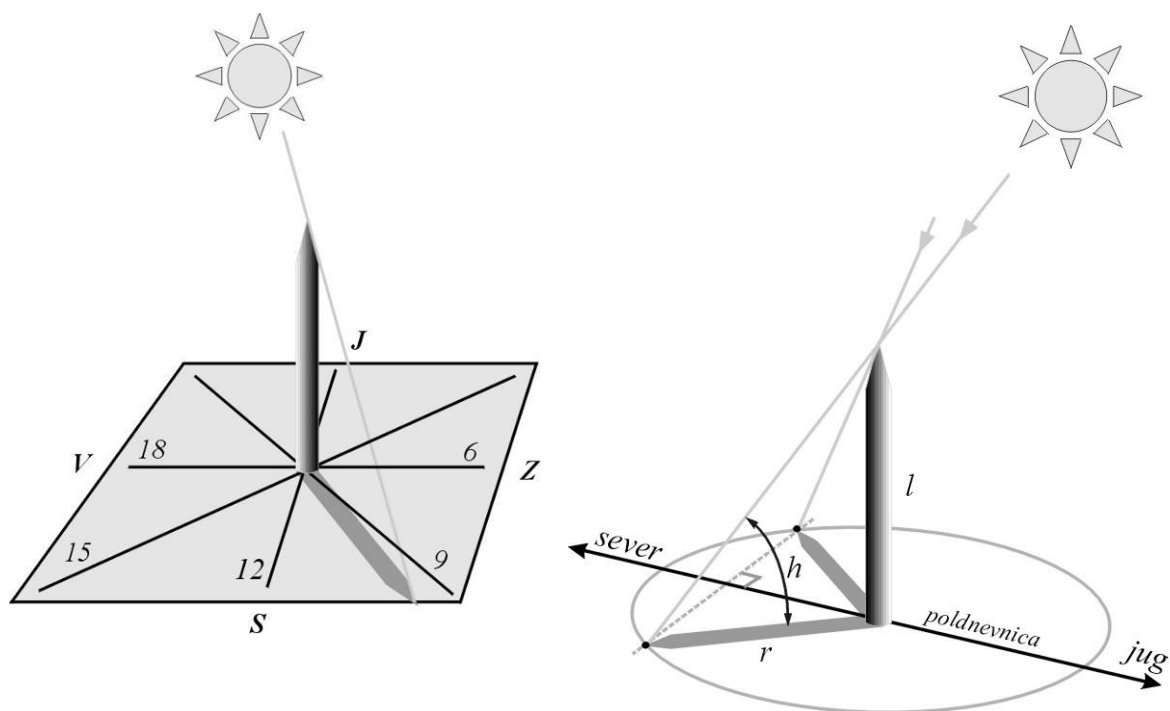
Naš rezultat bo po končanem delu v skupinah verjetno zgledal tako:

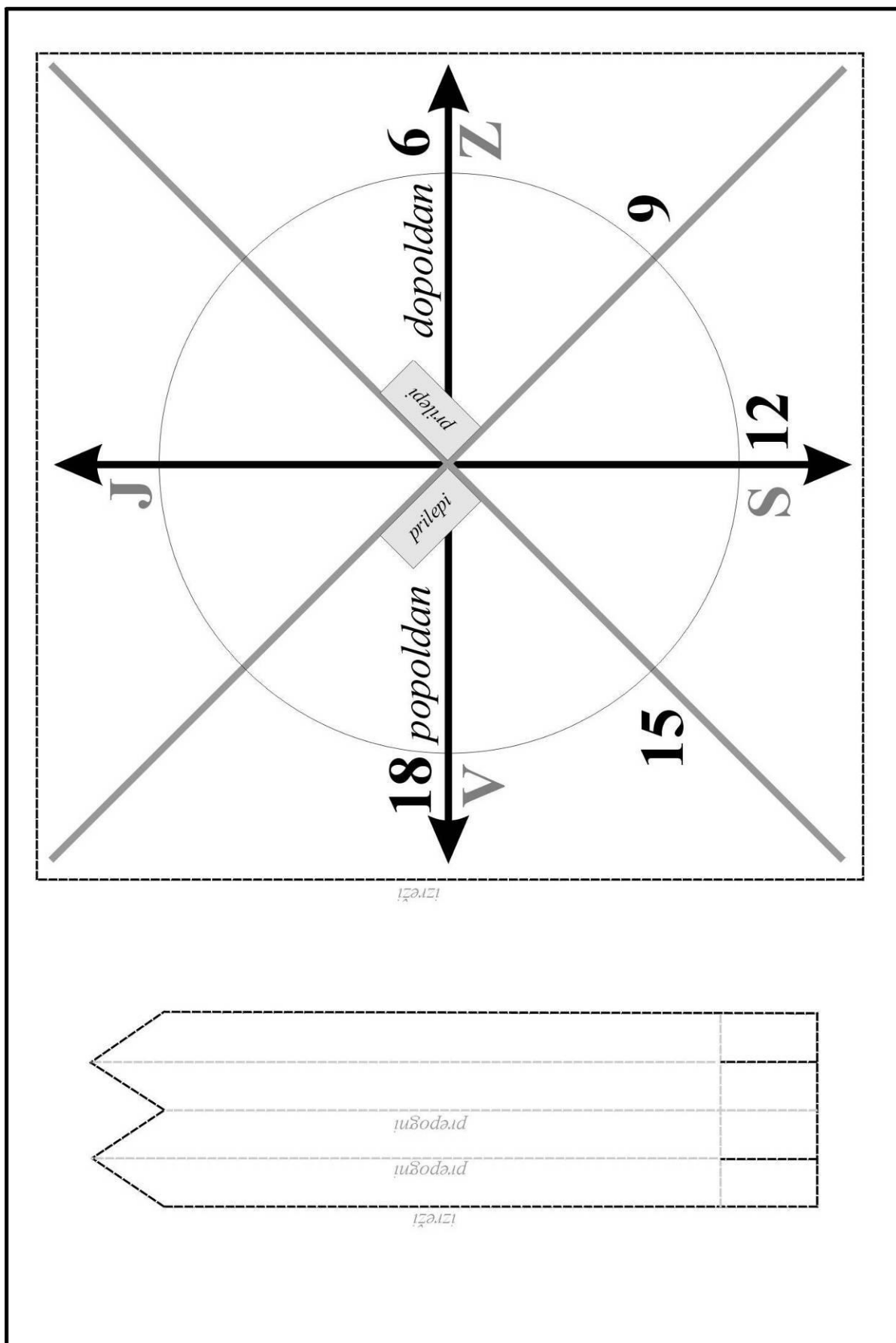
Vzhod: 	Zahod: 
Jug: 	Sever: 
Zenit: 	Celotna zvezdna karta 

PRILOGE

A: Izdelava enostavne sončne ure

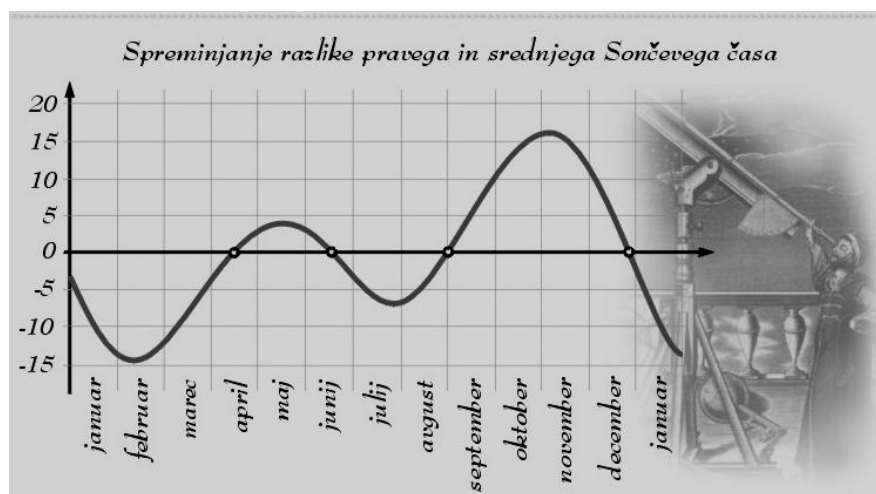
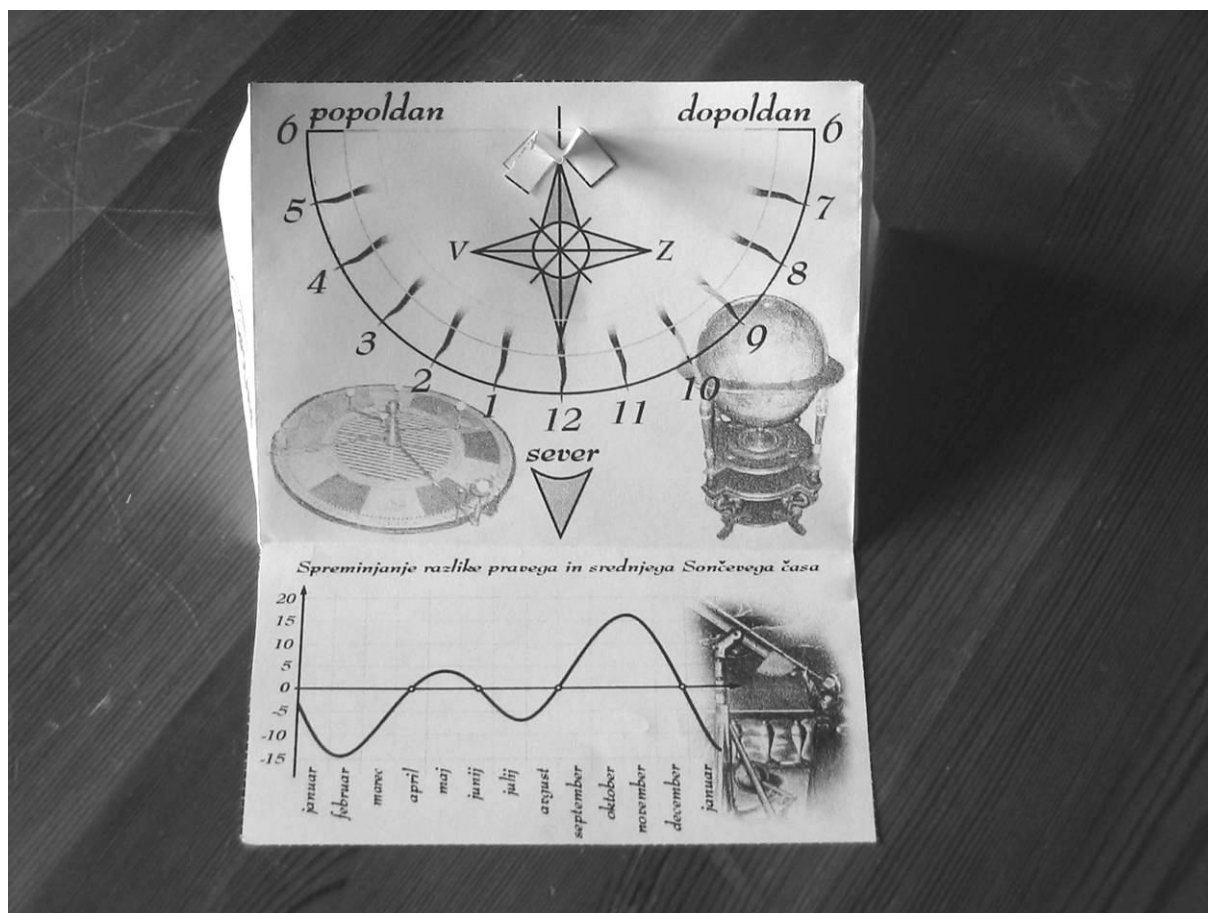
Enostavno sončno uro iz predloge izdelamo tako, da po načrtu izrežemo gnomon, ga prepognemo in zlepimo v dvojno debelino, nato mu zarežemo ter prepognemo nožice, s katerimi ga prilepimo na kvadratno podlago iz predloge. Sončno uro usmerimo glede na označene smeri neba, senca gnomona na krogu nam kaže približen čas.





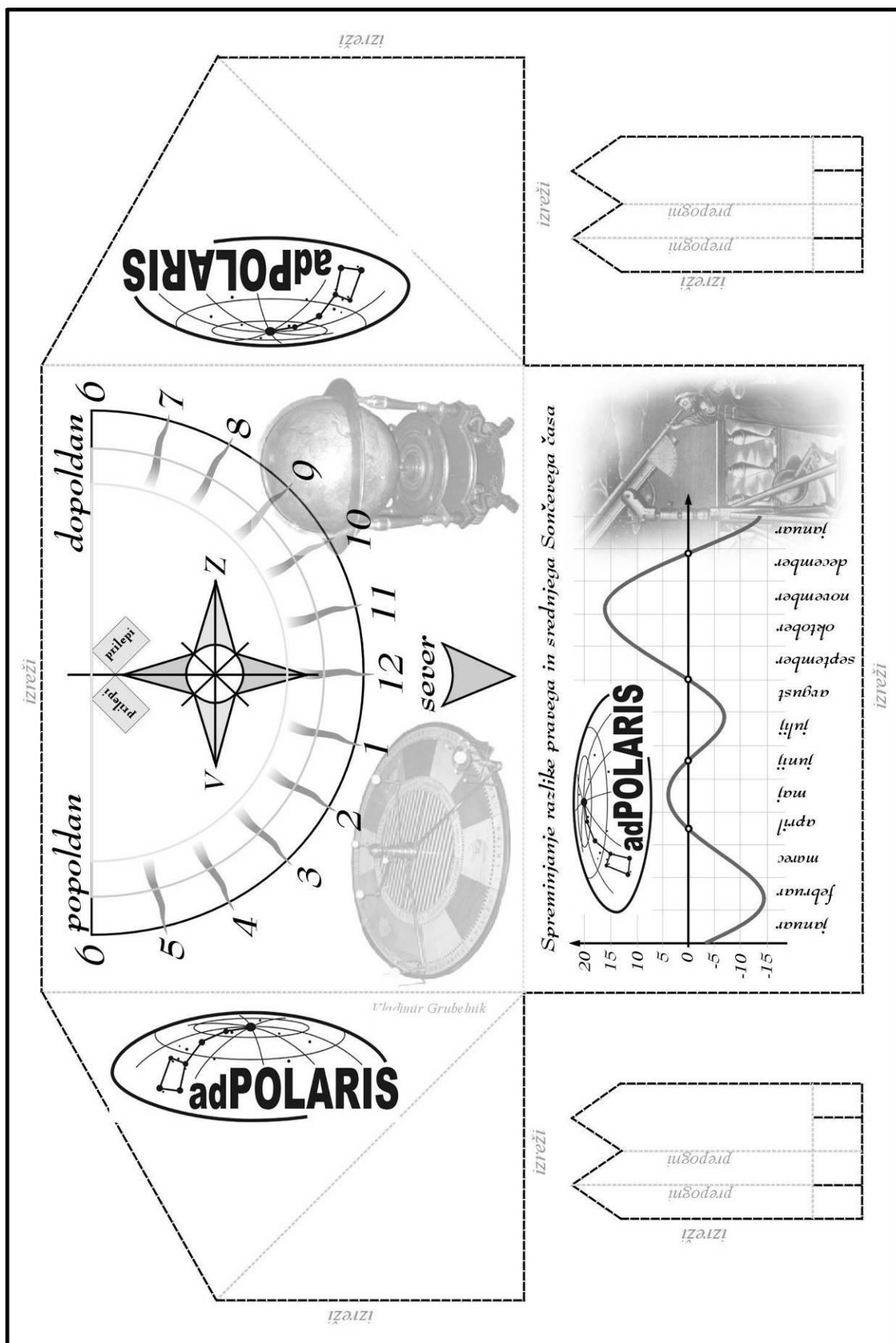
B: Izdelava ekvatorialne sončne ure

Ekvatorialno sončno uro iz predloge izdelamo tako, da po načrtu izrežemo oba gnomona, ju prepognemo in zlepimo v dvojno debelino, nato jima zarežemo ter prepognemo nožice. Iz preostanka predloge izrežemo drugi del sončne ure. Nanj prilepimo gnomona (enega nad in enega pod listom). Sončno uro usmerimo glede na označeno smer neba proti severu, senci gnomonov na številčnici na polkrogu nam kažeta razmeroma točen čas. S pomočjo narisane krivulje lahko odčitani čas glede na datum odčitavanja še korigiramo. S tem je točnost sončne ure omejena na cca 1 kotno minuto.



Korekcija odpravlja netočnost zaradi »analeme«, saj Sonce ni vsak dan v letu točno na jugu točno opoldne.

Če je krivulja pod abscisno osjo, moramo določeno vrednost v minutah od odčitanege časa iz sončne ure odšteti in obratno.



C: Izdelava zvezdne karte

Vrtljiva zvezdna karta

Vrtljive zvezdne karte se lahko med seboj nekoliko razlikujejo, v splošnem pa so namenjene za lažje iskanje svetlejših zvezd in ozvezdij. S pomočjo zvezdne karte lahko prepoznamo razna ozvezdja na nočnem nebu, opazujemo kdaj bo določeno ozvezdje vidno na nočnem nebu, kdaj bo najvišje na nebu, na katerem delu neba se nahaja itd. Zvezdna karta je v osnovi zgrajena iz nevrtljivega in vrtljivega dela. Nevrtljiv del zvezdne karte zakriva del severnega neba, ki je v določenem času pod horizontom. To nam omogoča, da lahko opazujemo, kdaj posamezne zvezde oziroma ozvezdja vzhajajo oziroma zahajajo. Na vrtljivem delu pa so narisane svetlejše zvezde in posamezna ozvezdja vidna iz naših krajev. Zvezde v posameznih ozvezdijih so običajno med seboj povezane v značilne oblike tako, da si posamezna ozvezdja lažje predstavljamo. Na nekaterih zvezdnih kartah lahko zasledimo tudi rimsko cesto in nekatere svetlejše Messierjeve objekte. Primer vrtljive zvezdne karte bomo izdelali. Vrtljiv del zvezdne karte se vrti okoli zvezde Severnice, saj vrtenje zvezdne karte ponazarja navidezno gibanje zvezd zaradi vrtenja Zemlje okoli svoje osi. Pri tem velja omeniti, da na zvezdni karti ne zasledimo planetov, Lune in Sonca, saj ti zaradi kroženja okoli Sonca spreminjajo svojo lego glede na zvezde. Zaradi gibanja Zemlje okoli Sonca pa se spreminja nočno nebo tudi preko leta. V različnih mesecih so na nebu vidna različna ozvezdja. To bo podrobneje predstavljeno v nadaljevanju.

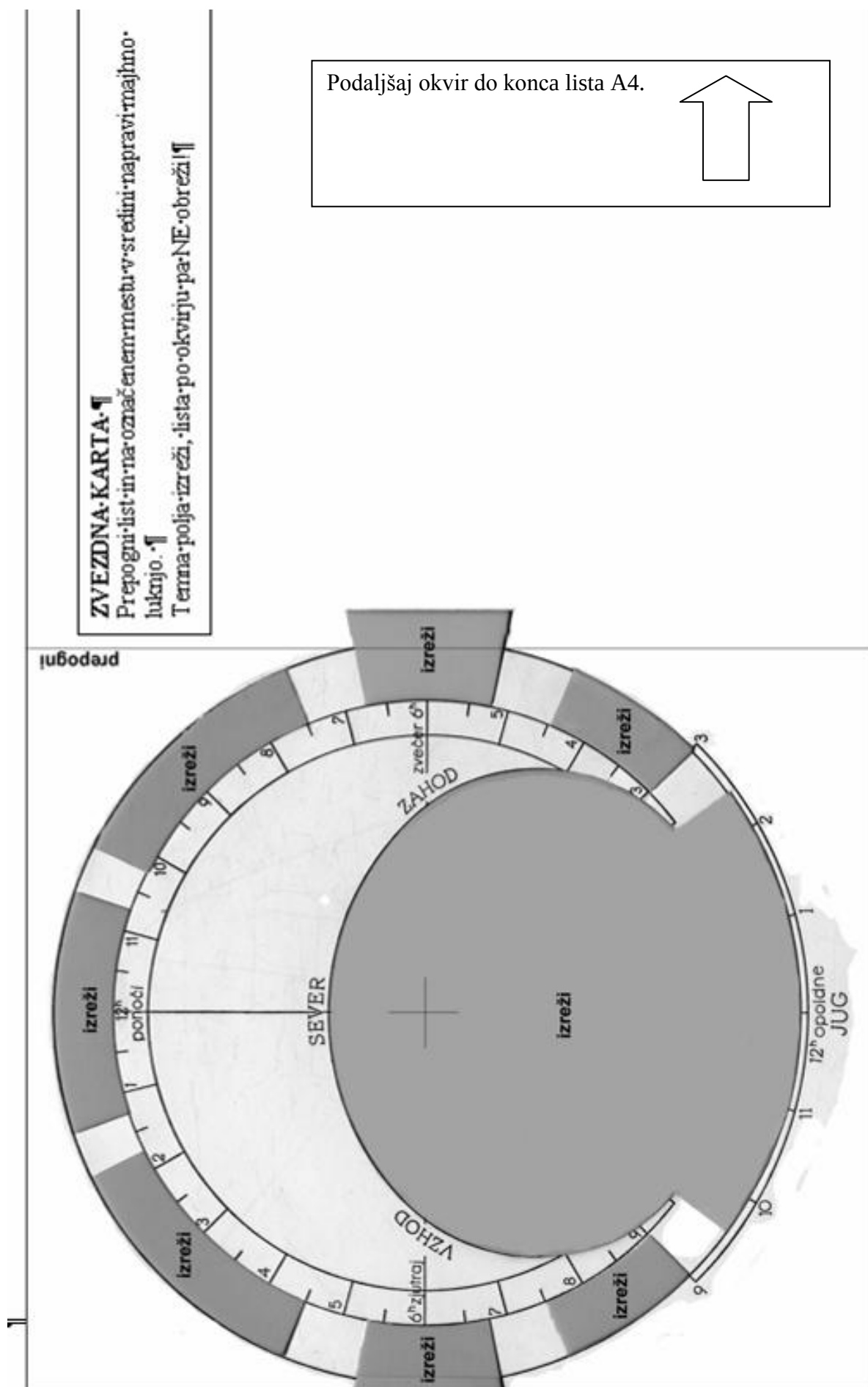
Uporaba zvezdne karte

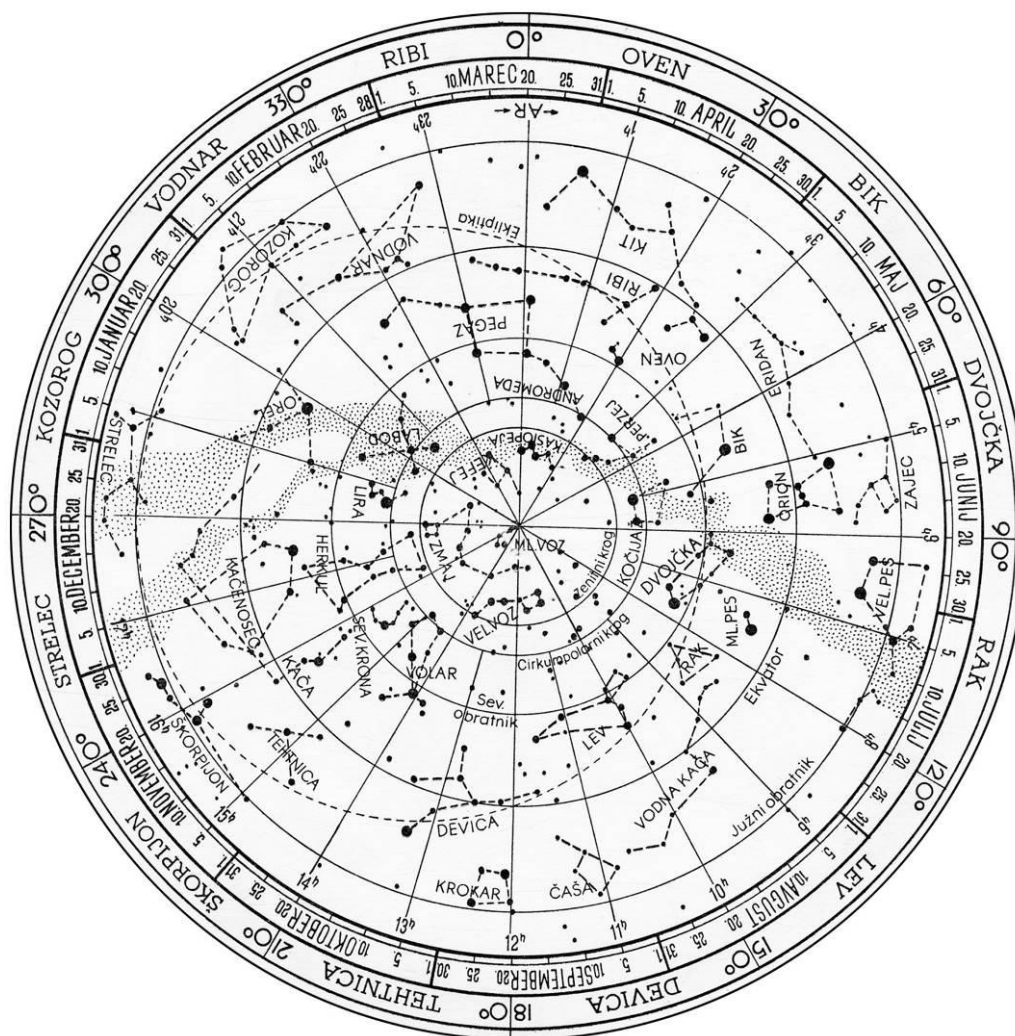
Zaradi vrtenja Zemlje okoli svoje osi in gibanja Zemlje okoli Sonca moramo torej zvezdno karto pred opazovanjem pravilno nastaviti. Vrtljivi del zvezdne karte zavrtimo tako, da datum opazovanja, ki se nahaja na vrtljivem delu sovpada z uro opazovanja, ki je označena na nevrtljivem delu.

Opozorilo: Pri nastavitvi zvezdne karte moramo upoštevati zimski čas, katerega kaže tudi sončna ura. Pri poletnem času moramo torej upoštevati zamik ene ure. V primeru, da opazujemo poleti nočno nebo ob 22^h, moramo zvezdno karto nastaviti 21^h. Karto dvignemo nad glavo in jo orientiramo glede na smeri neba. Najlažje s pomočjo zvezde Severnice, ki jo najdemo s pomočjo ozvezdja Velikega voza. Označen del karte (SEVER) usmerimo proti severu (podnožje Severnice).

Opomba: Zvezdne karte se razlikujejo glede na zemljepisno širino opazovanja. Iz različnih zemljepisnih širin vidimo Severnico pod različnim kotom glede na obzorje. Na severnem polu bi se Severnica nahajal točno nad opazovalcem v zenitu. V tem primeru, bi se severnica nahajala v sredini izrezanega dela zvezdne karte. Iz naših krajev opazovanja (zemljepisna širina je 45°) je Severnica vidna pod kotom 45° glede na obzorje. Severnica se torej nahaja na sredini med sredino izrezanega dela in roba, ki predstavlja horizont.

Opozorilo: Luč pri odčitavanju zvezdne karte nas lahko zaslepi in nam s tem za nekaj časa zelo oslabi vid. Bolje je uporabiti svetlečo karto ki je vidna ponoči ali pa šibko rdečo svetilko, na katero našo oko ni tako občutljivo. Že prej je bilo omenjeno, da zaradi kroženja Lune in planetov okoli Sonca le-teh ne zasledimo na zvezdni karti. Na zvezdni karti tudi ne zasledimo satelitov in kometov, saj ti objekti spreminjajo lego glede na zvezde. Pri opazovanju in določanju lege teh objektov si torej ne moremo pomagati z običajnimi zvezdnimi kartami.





D: Izdelava sekstanta

Navodilo za izdelavo sekstanta je podrobno opisano v poglavju 3.3.

Na tem mestu je dodan le okvir z vrisanimi koti v stopinjah v pravem merilu.

V kolikor so dimenzije deščic drugačne, je potrebno okvir ponovno narisati. Pri tem je potrebno biti pozoren, kje je mesto za vijak ter da se okvir prilega spodnjemu robu »prve« deščice (označena puščica na sliki desno).

