

*Človeka je narava obdarila z zelo sposobno napravo oziroma inštrumentom. To so oči. Z njimi vidimo in tako zaznavamo večino informacij (90%) okoli sebe, lahko spoznavamo Vesolje in Zemljo. Svetlobni žarki se lomijo v očesni leči in pridejo v oko. Na mrežnici nastanejo slike opazovanih predmetov. V normalnem in zdravem očesu so slike predmetov jasne in razločne, saj je očesna leča sposobna spreminjati svojo ukrivljenost, tako da so slike vedno ostre. Človeško oko je zelo občutljiv svetlobni sprejemnik. Ima pa pomanjkljivost, da registrira le svetlobo v zelo majhnem pasu v naravi obstoječega sevanja, to je približno od 400 do 760 nanometrov. Vse ostale svetlobe (sevanja) drugih valovnih dolžin z očmi ne zaznavamo.*

## Prve astronomske opazovalne naprave

**Obzorniški spis za splošno izobrazbo z navedbo naprav, vendar brez njihovega podrobnega opisa.**

Zgodovina raziskovanja vesolja v bistvu temelji na iskanju in izumu naprav oziroma pripomočkov, s katerimi bi izboljšali ločljivost in zmogljivost človeškega očesa. Do začetka 17. stoletja, natančneje do leta 1610, ko je Galileo Galilei prvi uperil svoj daljnogled na zvezdno nebo, je bilo prosto oko edini optični opazovalni inštrument astronomov. Vsa astronomska tehnika starih opazovalcev je vodila k izgradnji različnih čim bolj natančnih in trdnih kotomernih opazovalnih naprav.

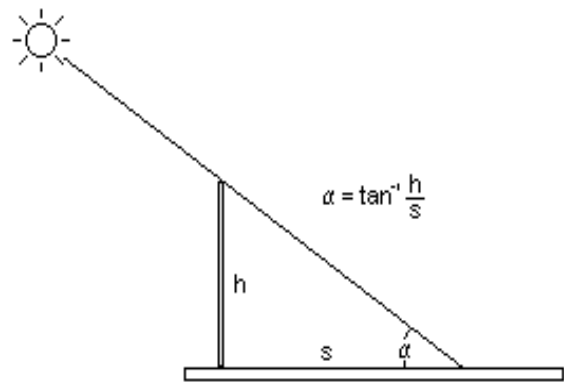
Že prvi teleskopi so pri priči naglo povečali ločljivost in zmogljivost človeškega očesa. Vesolje se je pokazalo v povsem drugačni luči kot pred tem. Potem so izdelali sprejemnike očesu nevidnega sevanja. Tako v današnjem času raziskujemo vesolje v vseh valovnih dolžinah elektromagnetnega spektra, od žarkov gama do dolgih radijskih valov. Po zaslugi teleskopov na Zemlji in drugih inštrumentov astronomske tehnike zunaj Zemljinega ozračja (Hubblor vesoljski teleskop) je tako človek v dobrih štirih stoletjih prodril do ogromnih kozmičnih globin in spoznal veliko skrivnosti vesolja.

Ω Ω Ω

Astronomske opazovalne naprave pred izumom daljnogleda so bile preproste in predvsem namenjene merjenju leg (pozicij) oziroma smeri na nebu in navideznih ali kotnih razdalj (kotov) med nebesnimi telesi. Služili so tudi za določanje časa. Z njimi so torej določali lege, kote in čas boljše, kot samo s prostim očesom.

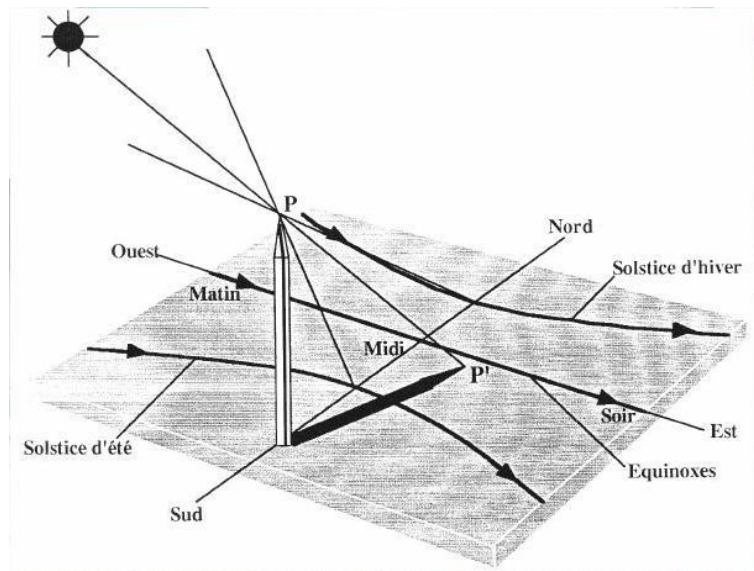
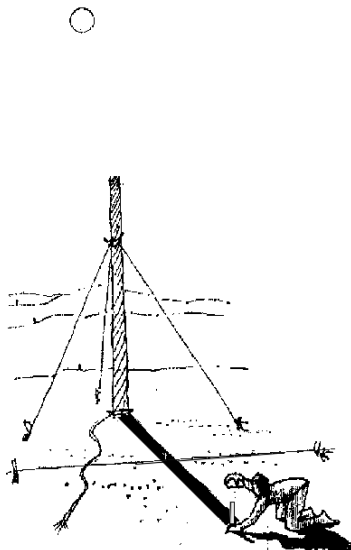
Med najstarejše opazovalne naprave vsekakor štejemo **gnomon** (sončno kazalo, tudi senčno kazalo ali kazalo sence, časomer ali kazalo časa). To je običajno v vodoravna tla zakoličena navpična (lahko pa tudi ravna poševna) od

Sonca obsijana palica, katere senco opazujemo oziroma raziskujemo v različne namene. S smerjo sence določamo smer (azimut) Sonca in čas (sončna ura), z dolžino sence pa višinski kot Sonca.



Altitude by the Gnomon

**Najpreprostejši gnomon s svojo senco (levo);  $h$  – višina gnomona,  $s$  – senca gnomona,  $\alpha$  – višinski kot Sonca – v določenem trenutku. Vse količine lahko izmerimo,  $h$  in  $s$  z dolžinskim merilcem,  $\alpha$  pa s kotomerom. Tako lahko ugotavljamo oziroma zasledujemo, kako se tekom dneva  $s$  in  $\alpha$  spreminjata s časom. Sestavimo tabelo in narišemo graf odvisnosti  $s$  in/ali  $\alpha$  od časa.**



**Zakoličenje konca (vrha) sence, s čimer določimo (lahko izmerimo) dolžino  $s$  sence (levo); spreminjanje dolžine sence (pravzaprav premikanje konca sence) v treh značilnih dneh med letom, to je: ob poletnem Sončevem obratu (solsticiju, okoli 21. 6.), ob enakonočju in zimskem Sončevem obratu (solsticiju, okoli 21. 12.). Puščice na krivuljah kažejo smer premikanje sence od zahoda proti vzhodu, saj se Sonce na nebu giblje od vzhoda proti zahodu, senca pa je vedno na nasprotni strani kot Sonce.**



**To je tudi gnomon, ki pa deluje kot vodoravna sončna ura. Takšno uro lahko naredimo na domačem vrtu ali v večjem cvetličnem lončku na sončnem balkonu.**

Še 1000 let pred našim štetjem so v Egiptu zgradili gnomon v obliki obeliska (šiljastega kamnitega stebra) z višino okoli 35 m. V času vladanja rimskega imperatorja Avgusta so ta gnomon (in še nekaj drugih) prepeljali v Rim, ga postavili na Mark Avrelijevem polju in z njim določevali trenutek poldneva, ko je senca gnomona najkrajša, je usmerjena proti severu in kaže 12. uro.



**Zelo velik gnomon - egipčanski obelisk, ki ni bil samo spomenik, ampak je deloval tudi kot sončna ura.**

Na Pekinškem observatoriju so v 13. stoletju postavili gnomon z višino 13 m, uzbekistanski astronom Ulugbek je v 15. stoletju uporabljal gnomon, menda visok celo 55 m. Najvišji gnomon je deloval v 15. stoletju na kupoli florentinske stolnice. Skupaj z zgradbo stolnice je njegova višina dosegla 90 m.

Stare opazovalne naprave so tudi *sončne ure*. Vse imajo veliko pomanjkljivost. V oblačnem vremenu in ponoči ne delujejo. Zato so poleg sončnih ur stari astronomi pri opazovanjih uporabljali tudi peščene ali vodne ure (klepsidre), ki so temeljile na enakomernem pretakanju zelo drobnega peska (mivke) ali vode v posebnih posodah. Klepsidre so šle iz uporabe že v 17. stoletju, ko so izumili natančnejše mehanične ure – nihajke (nihajke).



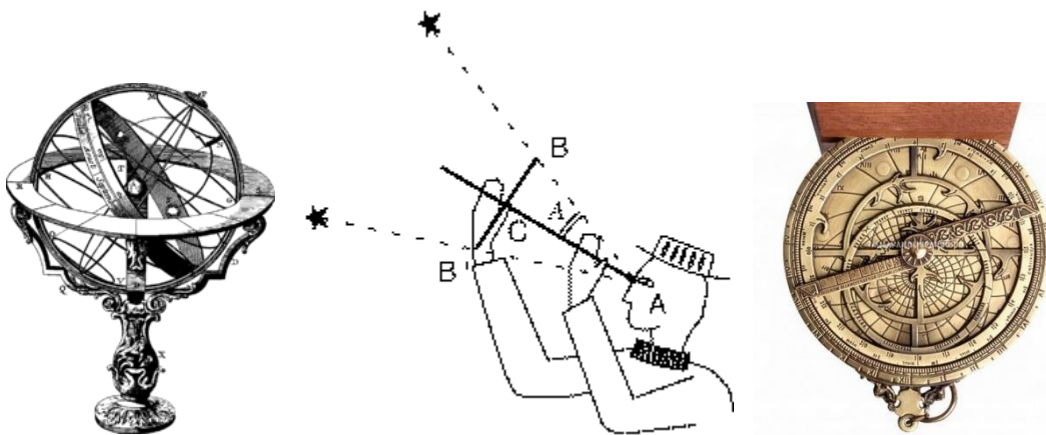
**Kupola florentinske stolnice kot gnomon.**

Vsestransko uporabna opazovalna naprava starih astronomov je bila *armila* (armilarna sfera, obroči). Z njo je pretežno opazoval Hiparh in tudi Kitajci. Kasneje so jo Arabci predelali v *astrolab*(ij), s katerim so natančno merili lege nebesnih teles. *Križna* ali *Jakobova palica* je bila v primerjavi z astrolabom precej preprostejša naprava. V preteklosti so konstruirali tudi *sekstante* in *kvadrante*, ki so ostali do izuma daljnogleda najpomembnejši kotomerni inštrumenti. Kvadrante so vedno bolj izpopolnjevali. Vrh v razvoju kvadrantov so predstavljali kotomerni inštrumenti, ki jih je izdelal in v astronomski praksi uporabil Tycho Brahe. Tudi Jan Hevelij je bil povsem vezan na opazovanje s prostim očesom s sekstanti in kvadranti, ki jih je sam izdelal.

So pa še druge stare astronomske opazovalne naprave, a jih ne bomo navajali. V spisu smo dali največji poudarek gnomonu, ker je preprost, meritve z njim hitro obvladamo in ga lahko na široko uporabimo v šolski opazovalni praksi.

Odločilna sprememba za kotomerne inštrumente je nastopila okoli 1600 z izumom daljnogleda. Uporaba daljnogledov je pri opazovanju neba prinesla revolucijo tako v opazovalni tehniki glede natančnosti kot tudi v novih odkritjih v vesolju.

Privzemimo, da smo v starem veku, da opazujemo samo z očmi, brez kakršne koli opazovalne naprave. Kaj lahko v takem primeru opazujemo na nebu?



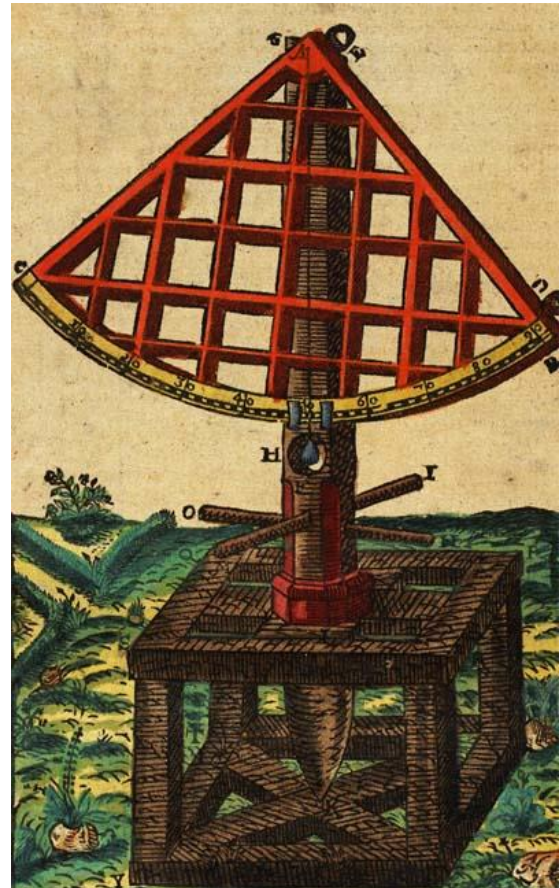
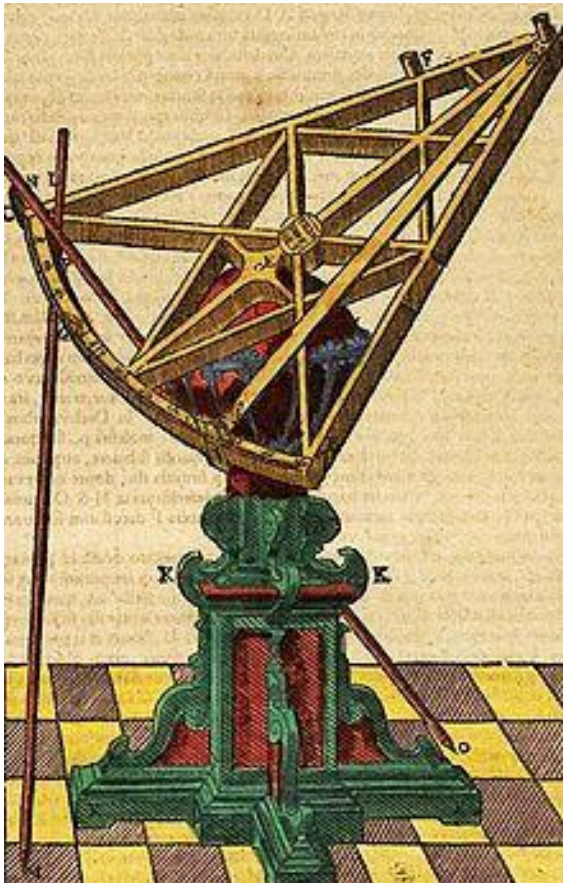
**Armila, princip merjenja kotne razdalje med zvezdama s križno palico in astrolab. Opis opazovalnih naprav smo izpustili.**

Podnevi opazujemo gibanje Sonca, skiciramo njegovo vzhajališče, dvigovanje na nebu do najvišje lege na jugu in nato počasno spuščanje proti obzorju do zahajališča. Ker se taka opazovanja iz dneva v dan ponavljajo, z lahkoto opazimo, da se vzhajališče in zahajališče pa tudi največji višinski kot Sonca nad obzorjem opoldne spreminjajo. Pri daljšem opazovanju teh sprememb lahko celo, na primer kar z gnomonom, ugotovimo (bolj ocenimo) čas trajanja enega leta. Pri opazovanju Sonca pazimo na oči.



**Prikaz živahne praktične dejavnosti s križno palico.**

Nočno nebo je bogatejše z objekti, dogodki in pojavi. Oko z lahko razlikuje podobe ozvezdij, različen sij in barvo zvezd, dnevne spremembe in letne spremembe videza zvezdnega neba. Posebno pozornost pritegne Luna s svojim spremenljivim videzom (menami), s stalnimi sivimi tvorbami na njenem površju in zelo zamotanim gibanjem glede na ozadje zvezd. Vabljeni za opazovanje so planeti - ti večni blodeči nebesni popotniki, ki kdaj pa kdaj opisujejo na ozadju neba zagonetne pentlje.



**Tycho Brahejeva sekstant in kvadrant (samo za vtis, brez opisa opazovalne naprave).**

Mirno in običajno sliko nočnega neba lahko včasih skali vzbuh kake nove zvezde, pojav repatega kometa, kakega utrinka ali celo svetlega bolida, roji utrinkov. Vsi ti dogodki oziroma pojavi so vzbujali zanimanje starih opazovalcev. Najprej pa je bilo treba iz opazovanja ponavljajočih se nebesnih pojavov sestaviti koledar.

Zdi se, da so to prvi naredili egipčanski svečeniki, ko so približno pred 6000 leti zapazili, da pojavljanje zvezde Sirij v žarkih jutranje zore sovpada s poplavami reke Nil. Za to ni bil potreben noben astronomski inštrument, potrebna je bila le večja mera opazovalnosti, to je očesne pozornosti. Zaradi

opazovanja s prostim očesom pa je prišlo v oceni trajanja leta tudi do velike napake. Prvi egipčanski Sončev koledar je imel leto le s 360 dnevi. Napake zaradi opazovanja s prostim očesom je prišlo tudi pri drugih merjenjih.

Koledar je bilo treba izpopolniti. Zamotano Lunino gibanje pojasniti. Natančnost gibanja planetov povečati. Natančneje določati lege in sij zvezd za sestavo zvezdnih katalogov. Vse te naštete naloge rešujemo s kotomernimi inštrumenti. Zato so najprej nastala kotomerna opazovanja.

Omenili smo le nekaj starih kotomernih naprav. Nismo jih natančno opisali (razen gnomona), kar pravzaprav tu ni potrebno, saj ne bomo z njimi nič merili. Če pa koga to področje posebej zanima, lahko pogleda na svetovni splet. Vendar vsega tam tudi ni. Potem si pomagamo, kakor vemo in znamo.

*Vse slike so s spleta.*

***Kranj – Zlato Polje, 5. 12. 2016***

***Marijan Prosen***