

MÄRKUS: Failis sisaldub **astronoomia aabits** nendele, kes tunnevad huvi teemaderingi vastu, mida võiks kokku võtta nimetusega "Tähistaevas kultuuris". Tegemist on sissejuhatava peatükiga raamatust "Iidne tähetarkus" (Tähistaevas vanades kultuurides), mis käsitleb peamiselt vana-aega. Tutvustaval eesmärgil on lisatud raamatu sisukord.

Võib-olla ilmuvad millalgi ka järgmised raamatud leppenimetustega "Keskaja tähetarkus" ning "Tänapäevane tähetarkus".

IIDNE TÄHETARKUS (Tähistaevas vanades kultuurides)

(Tallinn, kirjastus Argo, 2003, 335lk)

Enn Kasak

SISUKORD

Selgituseks - 5

I ALUSTUSEKS

Sissejuhatus - 9

1. Astronoomia aabits. Kell ja kalender - 11
2. Tähtkujud ja tähenimed - 30
3. Müüdist, mütoloogiast ja astraalmütoloogiast - 46

II ASTRAALMAAILM LOODUSRAHVASTE ETTEKUJUTUSES

4. Austraalia ja Okeania - 58
5. Aafrika - 73
6. Põhja-Ameerika indiaanlased - 83
7. Euraasia põhjarahvad - 95
8. Eestlased - 105

III MUISTSETE KÕRGKULTUURIDE ASTRAALMAAILM

9. Ameerika Kolumbuse-eelsed kultuurid - 120
10. Vana-Hiina - 748
11. Vana-India ja Iraan - 169
12. Vana-Egiptus - 184
13. Mesopotaamia - 198
14. Ees-Aasia - 218

IV VANAAJA TÄHETeadus

15. Kaldea - 241
16. Kreeka astronoomia ja kosmoloogia - 258
17. Kreeka astroloogia - 273
18. Rooma astroloogia - 297

Lõpetuseks - 302

Tähtkujude kataloog - 303

Viiteid ja kommentaare - 307

Kasutatud kirjandus - 319

Indeks - 331

Sissejuhatus

Elu möödub pisiasjadega sahmerdades. Olulised ja lausa põhilised asjad on küll alati kohal ja kasutusel, kuid me paneme neid väga harva tähele. Isegi oma kehaliikmeid märkame alles siis, kui nad valutavad või streigivad. Sedasi kipub olema ka paljude üldkasutusse võetud tarkustega. Mõnigi unistab vahetevahel põgenemisest üksikule saarele, olles võib-olla õigusega veendunud, et ta vajab väga vähe tsivilisatsiooni hüvesid. Siiski võetakse alati kaasa ka mõned iseenesestmõistetavad oskused-teadmised, on neid siis taibatud pakkide nimekirja panna või mitte. Sinna hulka kuuluvad kindlasti arusaamad kellaajast, kalendrist, maailmakorrast ja inimese kohast selles. Küllap oleks paljutki teisiti, kui me oleks elanud igavese pilvekihi all ning inimesed poleks iialgi saanud lugeda taevaste tähtedega kirjapandut.

Tänapäeval võib leiduda paadunud linlasi, kes iialgi tähistaevast keskendunult vaadelnud pole, keda huvitab üksnes pragmaatiline elusfäär ning kelle müstilised elamused või kogemused, kui tal neid olema juhtub, on seotud ainult ametlikult tunnustatud religiooni või äärmisel juhul mõne hingede rändamisel põhineva õpetusega. Issanda loomaaia üliharuldasi isendeid kõrvale jättes peame tunnistama, et isegi kõnealuse hüperkuiviku maailmapilt sisaldab enamasti õige mitmesuguseid väga erineval tasemel tähistaevaga seotud arusaamu ja uskumusi. Inimese terviklikku maailmapilti kuuluvad paratamatult ka taevast, taevakehad ja nende mõjud. Iseasi, mida keegi nende mõjude olemuse, tugevuse ja tähtsuse all ette kujutab.

Ka ajaarvamine pole nii lihtne kui näib. Kalender ja kell on maksma läinud rohkem raha, higi ja elusid kui enamasti teisi inimeste loodud maailmaimesid. Vana aja astronoomilisi hiigelehitisi vaadates liiguvad käesaegse inimese mõtted enamasti üksnes müstilistele radadele, sest ei suudeta ette kujutada, et ainult mingi kalendri pärast pidi niipalju pingutama. Kui aga pole kohta, kust kalendrit küsida, kui rahva ellujäämine sõltub õigel ajal külvatust-koristatust ning abisaadetisi pole loota? Siis vist ikka tasub näha vaeva endale kalendri ehitamisega. Teadmisi nii kalendri kui kella tegemiseks on samuti hangitud taevast jälgides.

Kolm põhimõistet – astroloogia, astronoomia ja kosmoloogia – tulevad edaspidi sagedasti kasutusele. Üritame aru saada, mida nad õieti tähendavad. Sõna *astroloogia* (*ἀστρολογία* – ‘täheteadus, täheõpetus’) pärineb vanakreeka keelest ja koosneb tegelikult kahest sõnast. Esimene pool tähendab kas taevatahte või tähtkuju, sest *ἀστήρ* (*asteer*) ongi taevataht ja ka sarnane sõna *ἄστρον* (*astron*) tähendab tähtkuju või tähte. Teise poolega on lugu keerulisem, sest sõna *λόγος* (*logos*) võib tähendada vägagi erinevaid asju – seletamist, mõistust, lugu, sõna jpm, võib-olla on siin seda kõige targem tõlkida *õpetuseks*. Mitmete tänapäevaste teaduste nimetused nagu näiteks filoloogia, geoloogia, bioloogia on samasuguse lõpuga. Ometigi ei ole mitte astroloogia praegu täheteadus, vaid selleks on **astronoomia** (*ἀστρονομία*) mis saadi sõna *νόμος* (*nomos*) – ‘seadus’ kaasabil, seega kirvetõlkes on astronoomia *täheseadus*. Kuni keskajani tarvitati astroloogiat tihti ka täheteaduse tähenduses, mõnikord olid kõnealused terminid kasutusel sünonüümidena. Uuemal ajal piiritletakse **astroloogiat** kui õpetust, mis iseloomustab ja ennustab taevakehade konfiguratsioonide põhjal ning seda ei loeta tänapäeval ametlikult tunnustatud teaduseks.

Astroloogia oli tihedalt seotud maailmakorraga, kreeka keeles *κόσμος* (*kosmos*), mis vastandub sõnale *χάος* (*haos*). Esialgu tähistasid kreeklased sõnaga *kosmos* lihtsalt korda – nagu näiteks aerutajate korrapärasest paiknemisest galeeriaerude juures või magavate sõjaväelaste korrapäraselt paigutatud relvastust. Kreeklaste ilumeel nõudis *kosmose* mõiste kasutamist ka paigutuse ilu, vaaside kaunistuste, kalliskivide, kauni riietuse ja parfüümi juures, sõnad *kosmeetika* ja *kosmos* on ühesuguse päritoluga. Head kombes, õige käitumine ning riigikord võisid samuti olla kosmilised. Maailmakorra ja kõiksuse tähenduse omandab *kosmos* üheselt alles kreeka filosoofide töödes. Eesti keeles on *kosmos* maailmaruumi sünonüümiks. Kuni eelmise sajandi keskpaigani mõeldi kosmoloogia all enamasti filosoofilisi õpetusi, mis tegelesid maailma tekkimise ja olemise probleemidega. Tänapäevases mõttes on **kosmoloogia** teadus

Universumi kui terviku ehitusest ja arenemisest ning seda määravatest printsiipidest ja füüsikaseadustest.

Antiikse filosoofia, matemaatika ja astronoomia kõrval on viimastel aegadel uuesti märgatud ka antiikastroloogiat, on hakatud aduma selle tähtsust inimõtte kujunemisloos. Astroloogia varasem ajalugu on tihedalt seotud astronoomia ajalooaga, nende käsitlemine täiesti eraldi on küll mõeldav, kuid see võib viia ühekülgsele ja mõndagi tähtsat võib kahe silma vahele jääda.

Enne kui saame vana tähetarkusega alustada, tuleb mitteastronoomidel läbi teha väike astronoomia algkool. Matemaatikat põlgavad inimesed võivad järgnevat peatükki lugeda pealiskaudselt, kuid seda päris vahele jätta on kaunis riskantne. Müüdihuviline võib tähtedest midagi taipamata nautida müüte tähistaeva kohta. Astroloogiahuviline võib astroloogiat harrastada kordagi taevasse vaatamata – astroloogid kasutavad oma töös tihti spetsiaalseid tabelleid või arvutiprogramme ning enamikul neist pole enam põhjust taevast vaadelda. Tähetarkuse ajalugu aga niiviisi mõista ei saa. Katsume nii lühidalt kui võimalik läbi vaadata, mida on vaja teada selleks, et me üldse saaks süstemaatiliselt taevast vaadelda ning nähtut ka kirja panna.

1. Astronoomia aabits. Kell ja kalender.

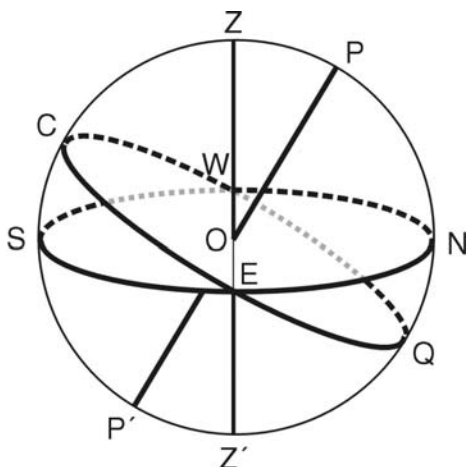
Kõik liigub, nii taevast kui ka Maa peal. Maa tiirleb ümber Päikese, Päike aga omakorda ümber Linnutee keskme. Vaatlemiseks pole kuigi oluline, mis mille ümber liigub. Tekib küsimus, kus on Maa maailma paigalpäisiv keskpunkt. See on seal, kus seisab vaatleja – olgu see mina, sina või tema. Igaüks on oma maailma keskpunkt.

Taeva vaatlejal tekib mulje, et kõik taevakehad on temast ühekaugusel ja liiguvad mingisugusel kerapinnal ehk sfääril, mille meile teadmata pikkusega raadius on maistest mõõtudest palju kordi pikem. Sellist ettekujuteldavat suvalise raadiusega kerapinda, millele projekteeruvad kõik taevakehad ja mida saab kasutada nende näiva asukoha määramiseks, nimetatakse taevaskeraks ehk taevassfääriks.

Tähtede vaatleja märkab, et need liiguvad. Täht, mis varem oli näiteks puu või maja kohal, nihkub aja jooksul edasi ja kerkib või laskub. Nii ei saa oma tuttavale soovitada, et ta vaataks näiteks õhtul kell üksteist otse kirikutorni kohal asuvat heledat tähte. Tähted liiguvad taevast Päikesest kiiremini ja homme pole nad enam seal, kus olid eile. Vaatlustulemuste võrdlemiseks või analüüsimiseks on vaja süsteemi, mis võimaldab kirja panna, millal ja kus keegi mingit taevakeha nägi.

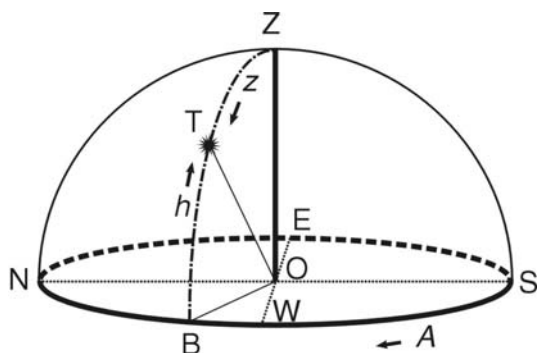
Horisondilised koordinaadid

Loodi abil on kerge määrata, kus asub all ja kus ülal. Kujuteldav vertikaalsirge, mis tuleb alt ja läbib maailma keskpunkti, lõikab taevaskera otse seisja lagipea kohal. Seda punkti taevaskeral nimetatakse seniidiks (punkt Z joonistel 1.1 ja 1.2.).



Joonis 1.1. Taevaskera ehk taevassfääri kardinaalpunktid Maa põhjapoolkeralt vaadatuna: O – vaatleja, Z – seniit, Z' – nadiir, ZZ' – vertikaal, S – lõunapunkt, W – läänepunkt, N – põhjapunkt, E – idapunkt, SWNE – horisont, P – põhjapoolus, P' – lõunapoolus, PP' – maailmatelg, CWQE – taevaequaator, ZPNQZ'P'SC – taevameridiaan.

Sirge teine ots lõikab taevaskera seniidi vastas teisel pool Maakera ja seda punkti nimetatakse nadiiriks. Kui panna nüüd läbi maailma keskpunkti kõnealuse vertikaaliga ristuv tasand, tekib selle lõikumisel taevaskeraga ringjoon, mida kutsutakse matemaatiliseks ehk tõeliseks horisondiks. Tõeline horisont eristub silmaga nähtavast füüsilisest horisondist selle poolest, et viimane on enamasti varjatud maapealsetest asjadest, kuid selle kaugus on siiski määratav – näiteks mere kaldal on füüsilise horisondi kaugus umbes seitse kilomeetrit. Horisondiliste koordinaatide selgituseks võtke ette joonis 1.2. Taevakeha T kõrgus tähendab astronoomias taevakeha ja horisondi vahelist nurka h . Mägisel või metsasel maastikul on tihti lihtsam määrata taevakeha ja seniidi vaheline nurk, mida nimetatakse taevakeha seniitkauguseks z . Kui teada ka ilmakaart, mille suunas taevakeha paikneb, on tema asukoht üheselt määratud asimuudi abil. Asimuudi A leidmiseks tuleb kõigepealt tõmmata kaar seniidist Z läbi taevakeha T kuni horisondini $SWNE$. Kaare lõikepunkti tõelise horisondiga tähistame tähega B ning seda võib pidada taevakeha projektsiooniks horisondile. Kaar ZTB on lõik suurringist, mida on kombeks nimetada taevakeha kõrgusringiks. Seejärel leiamegi asimuudi A , mis on horisontaalne nurk lõunapunkti S ja taevakeha kõrgusringi vahel (nurk SB). Astronoomias on tavaks lugeda asimuuti päripäeva alates lõunapunktist, samal ajal kui maateaduses loetakse seda alates põhjapunktist. Taevakehade asukohti määravaid arve nimetatakse taevakeha koordinaatideks ja äsjakirjeldatud koordinaatide süsteemi nimetatakse horisondiliseks, sest see tuleneb horisondist (vt joonis 1.2).



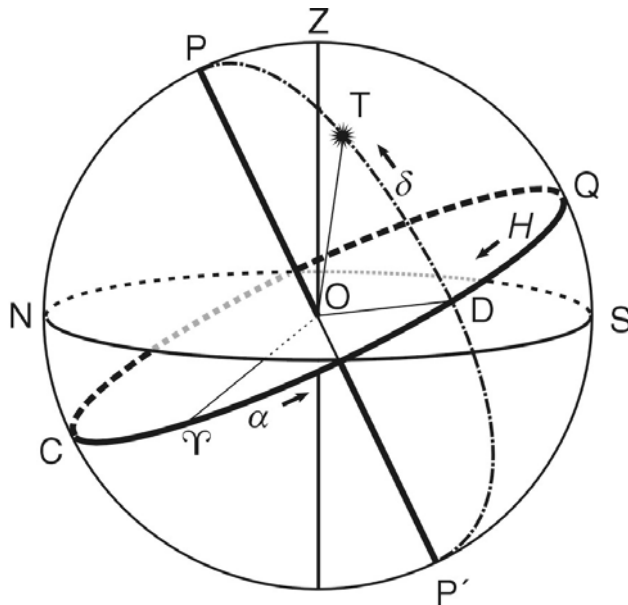
Joonis 1.2. Horisondilised koordinaadid: O – vaateleja, T – taevakeha, Z – seniit, S – lõunapunkt, W – läänepunkt, N – põhjapunkt, E – idapunkt, SWNE – horisont, $BT = h$ – kõrgus, $SB = A$ – asimuut, $ZT = z$ – seniitkaugus.

Astronoomias loetakse asimuuti päripäeva alates lõunapunktist, üldiselt on aga kombeks lugeda asimuuti põhjapunktist alates.

Ekvaatorilised koordinaadid. Kääne

Maa põhjapoolkera elanik märkab öö kestel tähti vaadeldes, et üks neist ei liigu, vaid on otsekui naelutatud taevasse. Seda tähte kutsutakse Põhjanaelaks ehk Põhjatäheks. Kõik teised tähed näivad tiirlevat ümber Põhjanaela, mille asukohta taevaskeral nimetatakse taevapooluseks, antud juhul põhjapooluseks. Täpsemate mõõtmiste alusel on selgunud, et ka Põhjanael liigub veidi, kuna põhjapoolus ei asu täpselt tähe kohal. Lõunapoolkera elanikel pole nii hästi vedanud – taevaskera lõunapooluse lähedal pole ühtegi heledat tähte. Poolusest kaugemal asuvad taevakehad aga ei ringle selle ümber, vaid tõusevad idakaarest, saavutavad lõunas suurima kõrguse horisondi suhtes ning loojuvad läänekaarde.

Kui panna veel üks sirge läbi maailma keskpunkti ja meile nähtava taevapooluse, saame maailmatelje, mille teine ots läbib teist, horisondi alla jäävat taevapoolust. Kujutame ette veel ühte tasandit, mis läbib maailma keskpunkti ja on risti maailmateljega. Seal, kus see tasand lõikab taevaskera, tekib uus ringjoon – **taevaekvaator** (vt joonis 1.3). Maa poolusel asub taevapoolus seniidis ning Maa ekvaatoril kulgeb taevaekvaator idast läände läbi seniidi.



Joonis 1.3. Ekvaatorilised koordinaadid: O – vaatleja, T – taevakeha, P – põhjapoolus, P' – lõunapoolus, PP' – maailmatelg, Z – seniit, S – kevadpunkt, N – põhjapunkt, Υ – kevadpunkt, QD Υ C – taevaekvaator, PZSP'N – taevameridiaan, PTDP' – käändering, DT = δ – **kääne**, Υ D = α – **otsetõus**, QD = H – tunninurk, Q Υ = kevadpunkti tunninurk – täheage.

Tähe asukoha hindamiseks tuleb läbi maailma keskpunkti panna veel üks tasand, mis läbib nii poolust kui ka seniiti. See tasand lõikab taevaskera joonega, mida nimetatakse **taevameridiaaniks**. Tähe vaatlemisel selgub, et suurima kõrguse horisondist saavutab ta meridiaanil. Taevakeha kääneks nimetatakse nurka taevaekvaatori ja meridiaani lõikepunkti (maailma keskpunkti) ning taevakeha või ka vastava meridiaanikaare pikkuse vahel. Suvalise tähe liikumist jälgides on kerge veenduda, et selle kaugus taevaekvaatorist ei muutu tõusust loojanguni, niisiis on kääne midagi püsivat ja seda saab kasutada taevakeha asukoha kirjeldamiseks. Kuna taevakeha ei asu enamasti meridiaanil, on vaja käänet üldisemalt defineerida. Selleks kujutame ette tasandit, mis läbib maailma keskpunkti, poolust ja tähte. Kõnealune tasand joonistab taevasse suuringi, mida nimetatakse käänderingiks, ning taevakeha kääne ongi üldjuhul käänderingi kaare pikkus tähest taevaekvaatorini. Taevaekvaatoril on tähe kääne null kraadi, sealt lõuna pool on kääne negatiivne (taeva lõunapooluse kääne on -90°), põhja pool positiivne (taeva põhjapooluse kääne on 90°). Nimetus *kääne* tähendab, et taevakeha on sellise nurga võrra ekvaatorist pooluse suunas kõrvale käärdunud.

Kääne vastab geograafilisele laiuusele. Käänest üksi aga ei piisa, et meid huvitava tähe asukoht kirja panna, vaja läheb ka geograafilisele pikkusele analoogilist suurust. See on eelmisest palju raskem ülesanne ning selle lahendamiseks peame esmalt tutvuma taevaskera pöörlemise seaduspäradega.

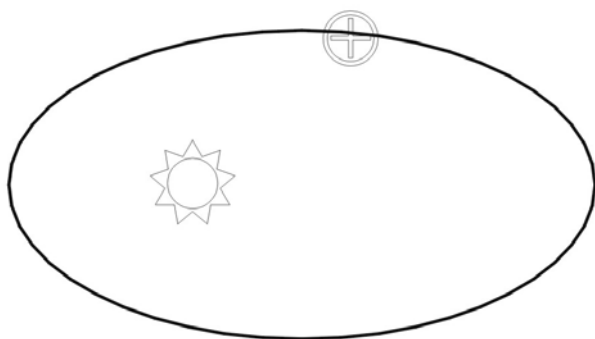
Aeg astronoomias

Vanade tähetarkadega võrreldes on meie suureks eeliseks täpne kell. Kell mõõdab ööpäeva pikkust. Mida see tähendab? Arvatakse, et Päike peaks keskpäeval paiknema kõige kõrgemas punktis ja keskööl kõige madalamas. On ka arvatud, et täpsem kell on päikesekell. Astronoomid nimetavadki tõeliseks keskpäevaks hetke, mil Päikese keskpunkt läbib meridiaani ülalpool horisonti, tõelisel keskööl aga läbib Päike meridiaani seda haru, mis asub allpool horisonti (polaarpäeva korral teisel pool poolust). Ometigi pole raske märgata, et kell 12 päeval pole tõeline keskpäev. Tähelepanelik vaatleja tajub Päikese ettejäudmist või mahajäämist “sõiduplaani” kellaegadest.

Järgnev selgitus on ehk kergem, kui eeldada, et mitte Päike ei liigu, vaid hoopis Maa pöörleb ümber oma kujuteldava telje ja tiirleb ka ümber Päikese. Kui tajuda Maad paigalseisvana, tundub Maa pöörlemine taevaskera pöörlemisena idast läände. Maa tiirlemine

näib inimsilmale Päikese aeglase liikumisena tähtede keskel. Nii näeme, et taevaskera pöörlemisega koos liikuv Päike nihkub ööpäevas tähtede suhtes umbes ühe kraadi vastupäeva. Maa orbitaalkiirus on muutuv, sest Maa orbiit ei ole ring. Põhjapoolkera suvel liigub Päiksest kaugemal olev Maa aeglasemalt ja talvel kiiremini, mistõttu paistab, et Päike liigub aasta jooksul tähtede suhtes ebaühtlaselt.

Maa kulutab üheks täispöördeks oma telje ümber 0,99726 päeva ehk 23 tundi, 56 minutit ja 4 sekundit. Kui vaadelda mingit kauget kinnistähte kirikutorni tipu kohal, saab kontrollida, et see jõuab samasse punkti tagasi 23 tunni, 56 minuti ja 4 sekundi pärast. Mis tähendab, et täheööpäev ehk nn **sideeriline** ööpäev on peaaegu neli minutit lühem kellajärgsest ööpäevast. Maailm toimib aga Päikese järgi. Seega nihkub ööpäeva jooksul Päikese asend taevas tähtede suhtes. Üheks päikeseööpäevaks, mis kestab umbes 24 tundi, peab Maa ennast pöörama pisut rohkem kui täispöörde. Päikese kell mõõdab Päikese asendit taevas ehk tõelist päikeseaega. Ööpäev algab keskööl ning tõeline keskpäev saabub siis, kui Päike on päeva kõrgeimas asendis. Päikese kell näitab siis täpselt 12. Tõeline päikeseööpäev võib varieeruda kuni 50 sekundit, tõeline keskpäev nihkub aastas üle poole tunni.



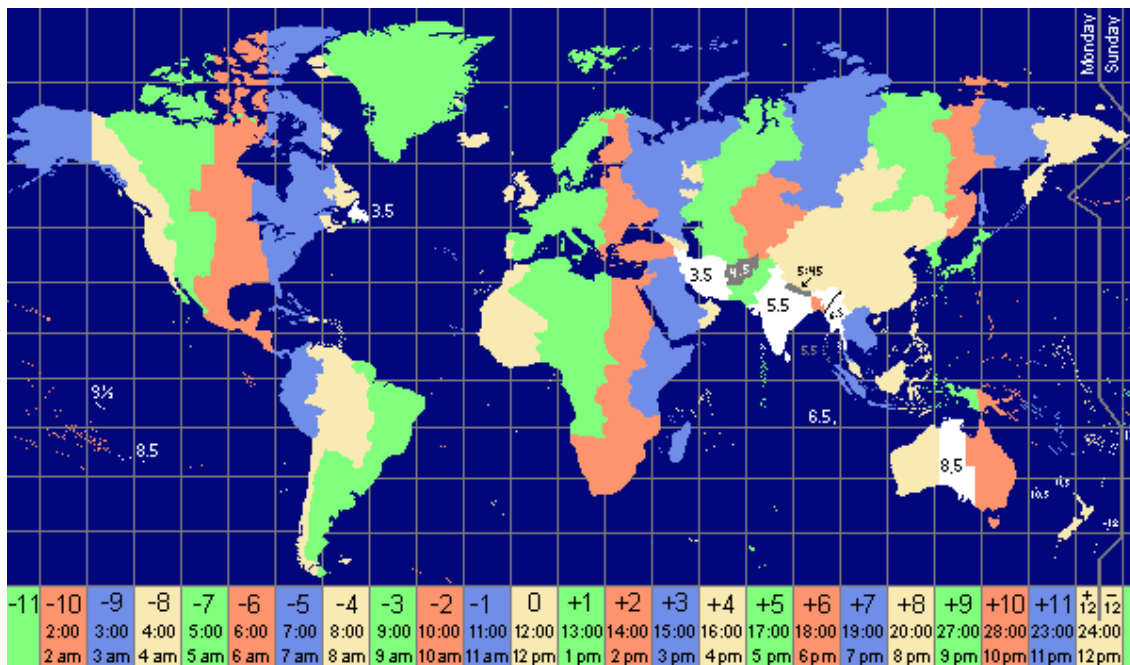
Joonis 1.4. Maa orbiit on ellips. Põhjapoolkera talvel, Päikesele lähemal olles liigub Maa kiiremini. Põhjapoolkera suvel, Päikesest kaugemal olles liigub Maa aeglasemalt.

Lisaks on Maakeral pöörlemisel tiirlemistasandi suhtes ka kaldu ja seetõttu paistab, et Päike ei liigu taevaekvaatorit mööda, vaid mingil ringjoonel, mis on ekvaatori suhtes 23 kraadi, 56 minutit ja 16,3 sekundit kaldu. Seda ringi taevaskeral, mille Päike aasta jooksul joonistab, nimetatakse **ekliptikaks**. Päikese liikumise piki ekliptikat võime jagada kaheks osaks. Üks neist viib Päikese põhja või lõuna poole ning sellest tulenevad aastaajad. Teine nihutab Päikest ekvaatori sihis vastupäeva ja sellevõrra jääbki Päike tähtedest taevaskera pöörlemisel maha.

Kuni aega mõõdeti päevades ja harva ka tundides, polnud viga oluline. Kuri tuli karja alles siis, kui hinda läksid minutid ja sekundid. Mehaaniliste kellade tunde ja minuteid ei anna ju kuidagi venitada. Keskaja lõpuks kujunes iga suuremas linnas oma kohalik aeg, mis on tegelikult aastakõikumiste suhtes keskmistatud päikeseaeg. Kujutame ette punkti, mis liigub ühtlaselt piki taevaekvaatorit ja teeb aasta jooksul täisringi. Seda punkti nimetatakse keskmiseks päikeseks. Ise liikudes ja koos taevaga pööreldes teeb see keskmine päike täpselt 24 tunniga ühe täisringi. (See jutt on mõistagi natuke lihtsustatud, korrektse selgituse keskmise päikese kohta leiab astronoomia käsiraamatutest.) Aeg, mida mõõdab mingis paigas keskmise päikese liikumist jälgiv kell, ongi kohalik aeg. Kohalik aeg on samal geograafilisel pikkusel alati sama. Uut ööpäeva alustatakse praktilistel kaalutlustel siiski keskööl, mitte keskpäeval. Neljal päeval aastas – 15. aprillil, 14. juunil, 1. septembril ja 24. detsembril – on tõeline keskpäev täpselt kohalikul keskpäeval. Päikese kell valetab kõige rohkem 3. novembril, kui tõeline keskpäev saabub peaaegu 16 ja pool minutit enne kohalikku keskpäeva, 12. veebruaril aga rohkem kui 14 minutit pärast kohalikku keskpäeva.

Kohalik aeg kõlbas üpris hästi ühele linnale ja selle lähiümbrusele. Kui aga kahe linna geograafiline pikkus erines juba 15 kraadi, saabus neist läänepoolsemasse kohalik keskpäev tund aega hiljem. XIX sajandil, kui rajati raudteed, hakati rohkem ja kiiremini reisima. USA raudteel kasutas näiteks iga kompanii oma kodukoha kohalikku aega. Mõnes jaamas võis näha kuni kuut erineva näiduga kella. 1884. aastal lepidi kokku Maa jaotamises 24 ajavööndiks. Kogu vööndis kehtib ühesugune aeg (nn **vööndiaeg**), mis vastab vööndi keskkoha kohalikule ajale ja erineb naabervööndi ajast 1 tunni võrra. Minutiosutid näitavad igal pool ühte ja sedasama. Ajavööndite piirid kulgevad tihti mitte meridiaane mööda, vaid piki riigipiire, looduslikke takistusi ja hõredalt asustatud alasid. Sellepärast võib kohalik aeg erineda vööndiajast mõnikord ka rohkem kui pool tundi (vt joonis 1.5). Mitmel maal (näiteks Indias) on oludest lähtuvalt kehtestatud kahe vööndi vaheline aeg. Minutiosuti näit erineb seal vööndiajast poole tunni võrra. Eestis kehtiv vööndiaeg on nn Ida-Euroopa aeg ning see on maailmaajast 2 tundi, suveajal (kui see kehtib) koguni aga 3 tundi ees. Kohalikust ajast loobuti Tartus 3. (15.) jaanuaril 1898 ja Tallinnas 1. (13.) jaanuaril 1899. Kohalik keskpäev aga saabub Tallinnas kell 12.21, Tartus 12.13, Narvas 12.07 ja Kuressaares 12.30. Korrektselt paigaldatud päikesekell näitab 12. veebruaril Kuressaares keskpäeva kell 12.44 Ida-Euroopa aja järgi. Täpse päikesekella tõttu võib asjatundmatu isik seal kolmveerand tunniga petta saada.

Asjaajamise hõlbustamiseks ning üksteise paremaks mõistmiseks pidi inimkond kokku leppima, millise meridiaani kohalik aeg tuleb kuulutada ülemaailmseks. Maailmaajaks loetakse Inglismaa Greenwichi meridiaani (prantslaste arvates Pariisi meridiaani) aega ja seda tähistatakse lühendiga GMT (*Greenwich Mean Time*). Enamik rahvusvahelisi astronoomilisi ja astroloogilisi tabeleid on välja antud maailmaaja järgi.

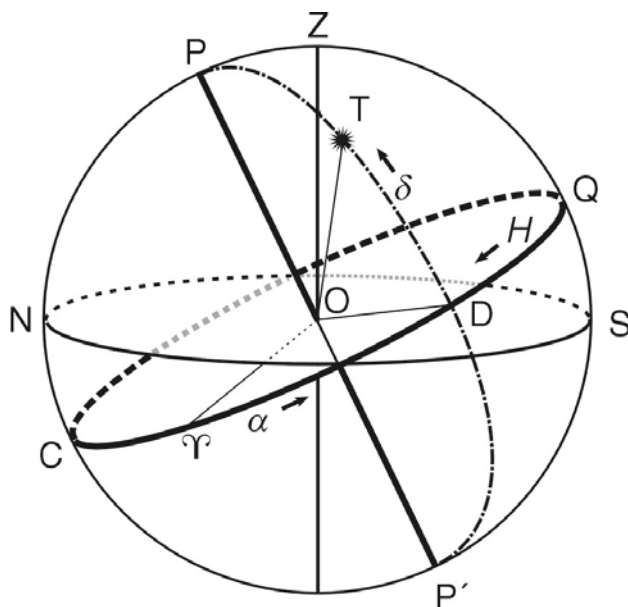


Joonis 1.5. Ajavööndid 2002. aasta seisuga.

Taevaskera kirjeldamiseks on lihtsam kasutada sellist kella, mis loendab taevaskera täisringi. Selline kell näitab ühe täheööpäeva möödumisel 24 tunni möödumist, kuigi vööndiaega on möödunud 23 tundi, 56 minutit ja neli sekundit. Aasta jooksul teeb Maakera taevaskera suhtes umbes 366,25 pöört. Päike jääb taevaskerast maha täpselt selle ühe ringi võrra, mis ta aasta jooksul ümber Maa teeb. Seega on keskmise päikeseaasta pikkus ligikaudu 365,25 päikeseööpäeva ehk 366,25 täheööpäeva.

Ekvaatorilised koordinaadid. Otsetõus

Nüüd on aeg pöörduda tagasi joonise 1.3. juurde.



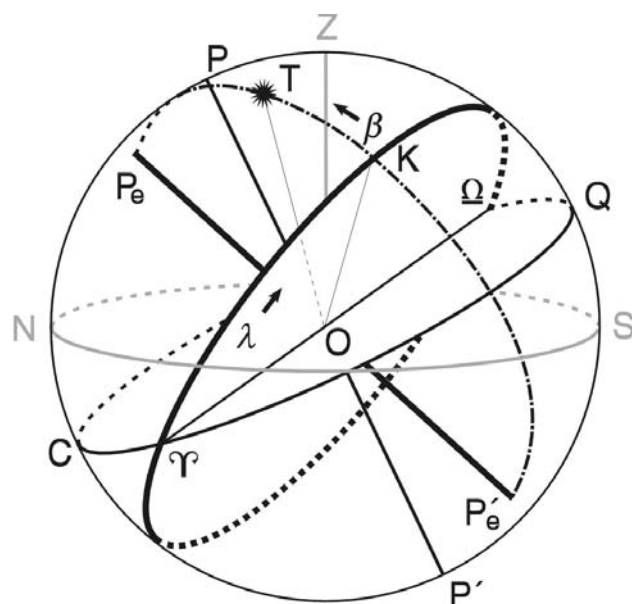
Joonis 1.3. (kordus) Ekvaatorilised koordinaadid: O – vaateleja, T – taevakeha, P – põhjapoolus, P' – lõunapoolus, PP' – maailmatelg, Z – seniit, S – lõunapunkt, N – põhjapunkt, γ – kevadpunkt, QD γ C – taevaekvaator, PZSP'N – taevameridiaan, PTDP' – käändering, DT = δ – **kääne**, γ D = α – **otsetõus**, QD = H – tunninurk, Q γ = kevadpunkti tunninurk – täheaeg.

Tähe teise ekvaatorilise taevakoordinaadi saamiseks tuleb oodata, mitme tunni pärast ta jõuab meridiaanile või mitu tundi tagasi ta selle läbis. (Aja mõõtmiseks sobib harilik kell, kui liita igale tunnile umbes 15 sekundit, seega umbes 1 minut kuue tunni kohta.) Seda tavaliselt ajaühikutes väljendatavat nurka nimetatakse tähe **tunninurgaks** ning mõõdetakse päripäeva. Taevaskera teatavasti aga pöörleb ning taevakeha tunninurk suureneb pidevalt. Kuidas muuta teine koordinaat sama püsikindlaks nagu kääne? Selleks otsigem taevas üles koht, kus Päike kevadisel pööripäeval ületab ekvaatori. Seda taevaekvaatori ja ekliptika lõikepunkti nimetatakse **kevadpunktiks**. Poolusi ja kevadpunkti läbiv suurringi kaar on taevas pikkuse leidmise aluseks. Astronoomid huvitavad, kuidas see kaar (kevadpunkti käändering) paikneb meridiaani suhtes ja seda kasutataksegi täheaja määramiseks. **Täheaeg** on kevadpunkti tunninurk, seda mõõdetakse tavaliselt tundides, minutites ja sekundites, aga vahel ka kraadides, kraadiminutites ja -sekundites. Kevadpunkti käänderingi, selle taevaskera nullmeridiaani abil on võimalik kõnealune mure lahendada. Tuleb teha kindlaks, kui palju aega kulub kevadpunkti taevameridiaanist läbiminekust huvi keskmises oleva taevakeha meridiaani jõudmiseni (kui keegi tahab olla eriti täpne, siis täheaja ühikutes). Seda nurka nimetatakse taevakeha **otsetõusuks** ja mõõdetakse vastupäeva. Otsetõus näitab, kui kaua kulgeb nurk meid huvitava taevakeha ja kevadpunkti vahel (s.t otsetõus ise) üle meridiaani. Otsetõus näitab seda osa taevakeha liikumisel üle horisondi, mis tekib ainult ja otseselt taevaskera pöörlemise arvel, ülejäänud tekib taevakeha käände arvel.

Taevaekvaatoril põhinevat koordinaatide süsteemi, kus taevakeha asukohta väljendatakse käände ja otsetõusuga, nimetatakse **ekvaatoriliseks** koordinaatide süsteemiks. Ekvaatorilise süsteemi suhtes on taevatähed tõepoolest kinnistähed, s.t nad liiguvad väga aeglaselt ja nende asendimuutuse märkamiseks palja silmaga on vaja aastatuhandeid. Seda süsteemi võib kasutada ka Päikese ja planeetide liikumise jälgimiseks, kuid selleks on olemas veelgi loomulikum koordinaatide süsteem.

Ekliptilised koordinaadid

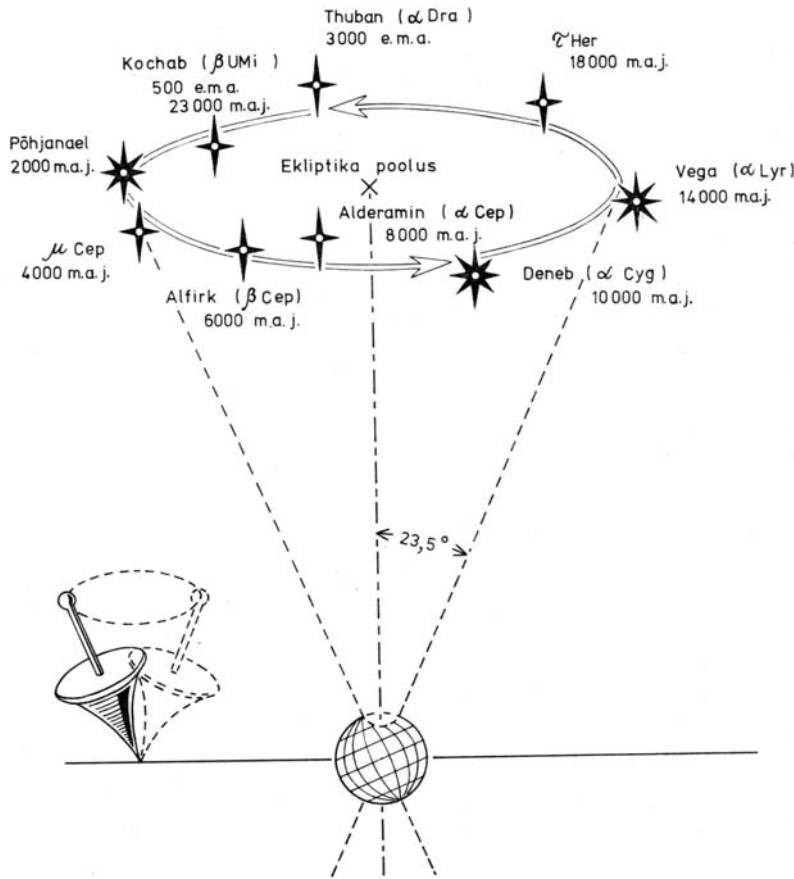
Ekliptika tasand on Maa orbiidi tasandi kujutis taevaskeral. Kõik päikesesüsteemi planeedid liiguvad umbes ühel tasandil, mis on väga lähedane Maa kui ühe planeedi orbiidi tasandiga. Erandiks on Pluto, kuid ega too päris õige planeet olegi. Astroloogias on Päikesel ja planeetidel ning nende teel asuvatel tähtkujudel määrav osa. Sellepärast ongi mugav süsteem, milles taevaekvaatori osa täidab ekliptika ja koordinaatide alguspunktiks on valitud samuti kevadpunkt. See on võimalik, sest siin lõikuvad mõlemad baasjooned – ekliptika ja ekvaator. Ekliptilise koordinaatide süsteemi järgi liikuvad Päike ja planeedid asuvad peaaegu kogu aeg põhitasandil ning nende ekliptilist laiusust (käände vastavat koordinaati) pole õieti vajagi. Astrolooge huvitab enamasti ainult teine koordinaat – taevakeha ekliptiline pikkus – , mida loetakse samuti kevadpunktist vastupäeva, aga piki ekliptikat.



Joonis 1.6. Ekliptilised koordinaadid: O – vaateja, T – taevakeha, P_e – ekliptika põhjapoolus, P_e' – ekliptika lõunapoolus, $P_e P_e'$ – ekliptika telg, γ – kevadpunkt, Ω – sügispunkt, $\gamma K \Omega$ – ekliptika, $P_e T K P_e'$ – laiusring, $KT = \beta$ – **ekliptiline laius**, $\gamma K = \lambda$ – **ekliptiline pikkus**, P – põhjapoolus, P' – lõunapoolus, PP' – maailmatelg, CγQΩ – taevaekvaator, S – lõunapunkt, N – põhjapunkt, Z – seniit, NS – horisont.

Looduslikud rütmid. Maa telje pretsessioon. Aasta, kuu ja päev

Looduslikest rütmidest tähtsaimad on aasta, kuu ja ööpäev. Aasta jooksul vahelduvad kõik neli aastaaega ning ilmastik, samuti teeb päeva ja öö pikkuste suhe täistsükli. Kuu jooksul muutub Kuu noorkuust täiskuuks ja kahaneb jälle noorkuuks. Ööpäeva jooksul teeb Päike taevas täisringi, vaheldub valge ja pime aeg. Siia tuleb lisada veel üks tsükkel, mis on ehk inimelu seisukohalt liiga pikk, kuid millea astronoomias hakkama ei saa.



Kõrvalolev joonis.

Pretsessioon. Suund taeva põhja-poolusele teeb täisringi ekliptika pooluse ümber 25800 aastaga. (Pilt on raamatust "Täheatlas", autorid Jaak. Jaaniste ja Enn Saar, lk 42.)

Meenutagem, kuidas pöörlemist lõpetava vurrri ots joonistab aeglasi ringe. Seda nähtust nimetatakse **pretsessiooniks**. Ka Maa käitub nagu vurr. Maa pöörlemistelje kaldenurk ekliptika suhtes jääb enam-vähem ühesuguseks, kuid telje mõttelise pikenduse ots, mida meie tajume

taevapoolusena, teeb aeglasi ringe. Taevapooluse teeb umbes 23,5-kraadise raadiusega ringi ümber Lohe tähtkujus asuva ekliptika pooluse. Üheks tiiruks kulub umbes 25 800 aastat. Ainult üks kord 26 000 aasta jooksul, ja just praegu, on nii täpne ja samas piisavalt hele Põhjanael. 14 000 aasta pärast on "põhjanaelaks" küll palju heledam Vega, kuid see "nael" ei saa olema kaugeltki nii täpne kui praegune. Koos taevapoolusega liigub ka ekvaatoriline koordinaadistik ja sellepärast peavad astronoomid alati teadma, millise ajahetke jaoks on kasutatavad tabelid koostatud. Ka kevadpunkt liigub aeglaselt Päikesele vastu. Palja silmaga pole need liikumised inimese jaoks märgatavad, kuid pikema aja jooksul on muutused nähtavad.

Aasta peaks olema ajavahemik, mil Maa teeb tiiru ümber Päikese (või ka vastupidi). Kuidas küll seda tiiru kindlaks teha? Selle tegevuse juures on astronoomid märganud vähemalt nelja erineva aasta olemasolu. Eespool oli juttu, et Päike liigub tähestaeva suhtes. Valime siis majakaks mingi Päikese-lähedase tähe ja ootame, mil Päike tagasi jõuab. Niiviisi saame nn täheaasta. **Sideeriline aasta** ehk täheaasta on ajavahemik, mille jooksul Päike sooritab taevaskeral ringi, s.t jõuab tagasi sama tähe juurde, kust ta ringi alustas. Minuti täpsusega kestab see 365 päeva, 6 tundi ja 9 minutit.

Enamasti peetakse aastaks aastaegade täistükli, mis on lühem kui täheaasta, sest kevadpunkt liigub Maa telje pretsessiooni tõttu Päikesele vastu. Selline aasta on **troopiline** ehk **päikeseaasta** (ladina k *annus solaris*). Troopilise aasta jooksul sooritab Päike taevaskeral ringi kevadpunktist kevadpunktini. Aega kulub selleks keskmiselt 365,242198 päeva ehk 365 päeva, 5 tundi ja 49 minutit.

Varjutuste vaatlejaid huvitavad tsüklid, mille käigus võivad tekkida varjutused. Nendel aegadel asub Kuu Maa orbiidi tasandi lähedal. Kuu orbiidi lõikepunkte Maa orbiidi tasandiga

(või Maa pealt vaadeldes ekliptikaga) nimetatakse kuusõlmedeks. **Drakooniline aasta** on ajavahemik, mille jooksul Päike jõuab tagasi samasse ekliptika ja Kuu orbiidi lõikepunkti (sõlme). See aasta on eeltoodutest lühem – 346 päeva, 14 tundi ja 53 minutit, sest sõlmede joon triivib Päikesele vastu.

Loetelu saab täielikum (ehkki mitte täiuslik), kui lisame veel ühe aasta, ehkki seda käesolevas raamatus vaja ei lähe. On veel võimalik aastat määrata selle hetke abil, mil Maa ja Päikese vahemaa on kõige väiksem. Sel hetkel läbib Maa periheeli (orbiidi lähim punkt Päikesele). See on **anomaalne aasta**, ajavahemik, mille jooksul Maa liigub näivalt periheelist periheelini. Selline aasta kestab 365 päeva, 6 tundi ja 14 minutit.

<u>Aasta nimetus</u>	<u>Päike liigub</u>	<u>Keskmine kestus</u>
troopiline	kevadpunktist kevadpunktini	365 päeva, 5 tundi, 48 minutit ja 46 sekundit
drakooniline	kuusõlmest sama kuusõlmeni	346 päeva, 14 tundi, 52 minutit ja 54 sekundit
sideeriline	tähest sama täheni	365 päeva, 6 tundi, 9 minutit ja 9 sekundit
anomaalne	periheelist periheelini	365 päeva, 6 tundi, 13 minutit ja 53 sekundit

Tabel 1.1. Neli erinevat aastat. Argimõistes tavaline aasta on troopiline aasta.

Kuu peaks olema ajavahemik, mil meie planeedi kaaslane teeb tiiru ümber Maa. Ka selle tiiru pikkusest võib väga mitmeti aru saada. Analoogiliselt aastaga saame kohe neli erinevat kuud. **Sideeriline kuu** on ajavahemik, mille jooksul Kuu sooritab taevaskeral ringi ning jõuab tagasi sama tähe juurde, kust alustas. See kestab 27 päeva, 7 tundi ja 43 minutit. Varjutuste seisukohalt on oluline **drakooniline kuu**, mille jooksul Kuu jõuab tagasi samasse ekliptika ja Kuu orbiidi lõikepunkti ehk kuusõlme. See kestab 27 päeva 5 tundi ja 6 minutit. Vähem olulised on käesolevas raamatus **troopiline kuu**, mille jooksul Kuu sooritab taevaskeral ringi kevadpunktist kevadpunktini, ja **anomaalne kuu**, mille kestel Kuu liigub perigeest perigeeni (orbiidi lähim punkt Maale).

Kõige silmatorkavam ja tähtsam on hoopis viiendat sorti kuu, mis kestab noorkuust noorkuuni ehk lihtsalt mingist kuufaasist sama kuufaasini. Sama kuufaas tõendab, et Kuu jõuab Maalt vaadates Päikese suhtes samasse asendisse. Et Päike liigub Kuu eest ära, on selline kuu pikem kui eelmised. Tavaliselt räägitaksegi kuust kuufaasi tsükli mõttes. **Sünoodiline kuu** ehk **lunaarkuu** (ladina k *lunatio, mensis lunares*) pikkus kõigub 29,25st 29,83 päevani. Keskmine sünoodilise kuu pikkus on 29,5305882 päeva ehk 29 päeva, 12 tundi ja 44 minutit.

<u>Kuu nimetus</u>	<u>Kuu liigub</u>	<u>Keskmine kestus</u>
sünoodiline	faasist sama faasini	29 päeva, 12 tundi, 44 minutit ja 2,8 sekundit
drakooniline	kuusõlmest sama kuusõlmeni	27 päeva, 5 tundi, 5 minutit ja 36 sekundit
sideeriline	tähest sama täheni	27 päeva, 7 tundi, 43 minutit ja 12 sekundit
anomaalne	perigeest perigeeni	27 päeva, 13 tundi, 18 minutit ja 33 sekundit
troopiline	kevadpunktist kevadpunktini	27 päeva, 5 tundi, 43 minutit ja 46 sekundit

Tabel 1.2. Viis erinevat astronoomilist kuud. Argimõistes tavaline kuu on sünoodiline kuu.

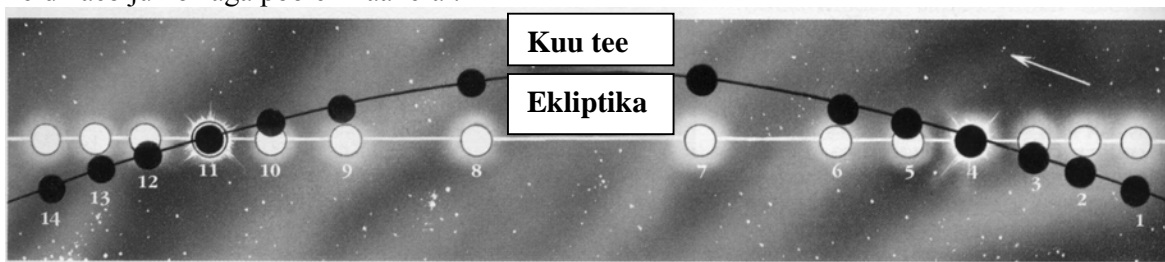
Niisiis, **tavaline aasta on troopiline aasta, tavaline kuu on sünoodiline kuu ning tavaline ööpäev on keskmine päikeseööpäev.**

Kõikide eeltoodud suuruste väärtused muutuvad aja jooksul, peamiselt Maa pöörlemise ebaühtluse ning Päikese ja teiste planeetide mõju tõttu Maa ja Kuu süsteemile. Sellepärast on kõikides astronoomialeksikonides toodud ka parandusvalemid. Inimesele märgatavaid muutusi paari aastatuhandega siiski ei toimu. Näiteks keskmise lunaarkuu pikkus Nikaia kirikukogu ajal (325. aastal pKr) oli 29 päeva, 12 tundi, 44 minutit ja 3,12 sekundit ning aastal 8500 saab see

olema 29 päeva, 12 tundi, 44 minutit ja 1,41 sekundit. Võrreldes lunaarkuu kestuse enam kui poolteise ööpäeva pikkuse perioodilise kõikumisega on muutus muidugi tühine. Siiski peame neid muutusi arvestama, näiteks siis, kui arvutame antiikseid varjutusi ajaloosündmuste dateerimiseks. Pikaajaline väikeste erinevuste kuhjumine viib päikesevarjutuse hoopis teise kohta ja teisele kellaajale, muutub ka kuuvarjutuse kellaag ja nähtavuspiirkond.

Varjutustest

Kuu liigub kiiremini kui Päike ja nende näiv kohtumine (**ühendus** ehk **konjunktsioon**) toimub iga noorkuu ajal. Iga täiskuu ajal peaks Kuu läbima Maa varju, kui Kuu orbiit oleks ekliptika tasandil – samal tasandil, kus Maa tiirlemisorbiit ümber Päikese. Kuid nende kahe orbiidi tasandid on teineteise suhtes viiekraadise nurga all. Maalt vaadeldes möödub Kuu päikesest enamiku konjunktsioonide puhul kas ülalt- või altpoolt ja varjutust ei teki. Sajandis on nähtavad umbkaudu 40 päikesevarjutust. Täisvarjutust näeb kõigest kuni paarisaja kilomeetri laiusel ribal ja sellepärast saabki seda samas kohas vaadata kord paari-kolmesaja aasta jooksul. Täielikke kuuvarjutusi esineb umbes poolteist korda harvemini, kuid umbes pooled on neist vaadeldavad – neid näeb ju korraka pooltel maakeral.



Joonis. Päikesevarjutuse tekkimise skeem. Kuu orbiit on Maa orbiidiga viiekraadise nurga all. Varjutus saab tekkida üksnes ”sõlmede läheduses.”

Et kunagisi päikesevarjutusi välja arvutada, tuleb arvestada Maa rotatsiooni kõikumisi hoovuste ja muude nähtuste toimel. Näiteks Hiina *Chunqiu* (eesti k *Kevaded-sügised*) kroonikate ajal umbes VI saj eKr oli päev kõigest $\frac{1}{20}$ sekundit lühem kui praegu, kuid sellest ajast on möödunud ligi miljon päeva. Kui oleks käima pandud kujutletav kell, mida oleks reguleeritud ainult Maa rotatsiooni alusel 600. aastal eKr, oleks see tänaseks ideaalsest kronomeetrist kuus tundi maha jäänud. Kui see arvestamata jätta, oleksid arvutuste tulemused vigased. Kellaviga, mis tekib päeva järk-järgulisest pikenedemisest, pole võimalik leida üksnes teoreetiliselt. Hädavajalik on teada võimalikult varaste varjutuste aega ja kohta. Sestap ongi andmed antiiksetest päikesevarjutuste vaatlustest tänapäevalgi olulised.

Meie kalendri loost

Kalendri (ladina k *caleo* – avalikult välja kuulutama; *calendarium* – arve- või võlaraamat) puhul on ajaarvamise aluseks ööpäev, millest moodustatakse nädalad, kuud, aasta ja mõnikord ka aastatetsükkel. Ajaarvamise alghetke nimetatakse kalendri loos **epohhiks** (kreeka k *ἡ ἐποχή* (*epohhee*) – ‘peatus’). Aega arvati varasematel aegadel alates valitseja trooniletulekust või mõnest muust tähtsündmusest. Pikaajalist ajaarvamist hakati kasutama alles vanas Kreekas, kus aastate arvet alustati esimestest olümpiamängudest (1. juuli 776 eKr). Roomas alustati Rooma linna asutamisest (21. aprill 753 eKr), hilisemal ajal alates keiser Diocletianuse troonileasumisest (29. august 284 pKr). Seda ajaarvamist kasutavad koptid ja ristiusulised etiooplased tänini. Meie ajaarvamine sai samuti alguse Roomas. Rooma kristlaste ajaarvamisena rakendas seda abt Dionysius Exiguus, kes võttis 525. aastal lähtepunktiks oletatava Kristuse sünni (*Christus natus*).

Kõnealune ajaarvamine juurdus aga väga aeglaselt ning pääses maksvusele alles umbes 800. aastal (Karl Suure hauasamba raidkiri märgib, et keiser on surnud aastal 814 *post Christum natum*) ning kehtib lõplikult alates 10. sajandist. Ajajärgu kohta enne Kristuse sündi (*ante Christum natum*) hakkas kristlikku ajaarvamist rakendama prantsuse kronoloog, filosoof ja katoliku teoloog D. Petavius (1583–1652). Selle ajaarvamise tunnustamisega 18. sajandist saadi kogu maailma ajaloo tarbeks ühtne ajaarvamine, mille kohta öeldakse ka *meie ajaarvamine*. Muhameedlased kasutavad oma, 622. ehk hidžra aastast (Muhamedi põgenemine Mekast) lähtuvat ajaarvamist. Juudi ajaarvamine lähtub legendaarsest maailma loomisest aastal 3761 eKr. Ööpäev on aegade jooksul alanud kas päikeseloojangul (Babüloonias, Juudamaal, Kreekas, muhameedlastel), päikesetõusul (Hiinas, kohati keskaja Saksamaal), keskööl (Rooma sõjaväes, kristlikus kirikus) või keskpäeval. Seda viimast moodust on tarvitanud küll peamiselt astronoomid.

Ainult päevade loetelul põhinevat kalendrit on hea kasutada erinevate kalendrisüsteemide kõrvutamiseks. Eriti meeldib selline kalender astronoomidele, kes saavad oma rehkendused ära teha, jättes konkreetse daatumi määramise ajaloolastele. Päevade loetelul põhineva kalendri võttis 1582. aastal kasutusele Joseph Justus Scaliger, kes nimetas kokkuloendatud päevad oma isa Julius Caesar Scaligeri auks **juulise päevadeks**. Juulise päev algab astronoomidele kõige sobivamal ajal – keskpäeval maailmaja järgi (kell 14 Eesti aja järgi). Juulise päevade alghetkeks võeti 1. jaanuar 4713 eKr kell 12.00 GMT. Juulise periood kestab 7980 aastat ja selle aluseks on kolme arvu korrutis: $28 \times 19 \times 15 = 7980$. Iga 28 aasta tagant langevad kuupäevad kindlasti samadele nädalapäevadele ja iga 19 aasta tagant langevad kuufaasid samadele kuupäevadele ning 15 aastat oli maksude kogumise tsükkel Roomas. Kolmas aastatuhat algas Eestis maailmaja järgi 1. jaanuaril 2001 kell 2 öösel, mil juulise päevade arv oli 2451910,5.

Ka nädal on olnud mitmesuguse pikkusega. Seitsmepäevane nädal pärineb Babülooniast. Kuid Vana-Hiinas ja Esimeses Prantsuse Vabariigis oli nädala pikkus kümme päeva, vabariigi ajajärgu Roomas kaheksa päeva. Nõukogude Liidus eksperimenteeriti enne Teist maailmasõda ka kuue- ja viiepäevase nädalaga.

Et nädalate loend on püsinud juba aastatuhandeid, on selle alleshoidmine väärtus omaette. Sellepärast ei ole õnnestunud ka kalendrireform, mis muudaks kõik aastad ühesugusteks, nii et kõik kuupäevad oleksid alati samadel nädalapäevadel. Reformitud kalendris oleks nimelt aastas üks (liigaastal kaks) nädalapäevavälist puhkepäeva.

	Jaanuar	Veebruar	Märts
	Aprill	Mai	Juuni
	Juuli	August	September
	Oktoober	November	Detsember
Esmaspäev	1 8 15 22 29	– 5 12 19 26	– 3 10 17 24
Teisipäev	2 9 16 23 30	– 6 13 20 27	– 4 11 18 25
Kolmapäev	3 10 17 24 31	– 7 14 21 28	– 5 12 19 26
Neljapäev	4 11 18 25 –	1 8 15 22 29	– 6 13 20 27
Reede	5 12 19 26 –	2 9 16 23 30	– 7 14 21 28
Laupäev	6 13 20 27 –	3 10 17 24 –	1 8 15 22 29
Pühapäev	7 14 21 28 –	4 11 18 25 –	2 9 16 23 30

Tabel 1.3. Igavene kalender. Rahvasteliidu nõukogus kinnitatud igavese kalendri projekt. Aastas on 12 kuud, igas kvartalis on võrdselt 91 päeva. Aasta viimane, nädalapäevata ja kuupäevata päev on rahvaste sõpruse püha. Liigaastal on 30. juuni ja 1. juuli vahel samuti numbriga nädalapäevata liigaastapäev. Kalender loodeti käiku anda 1939. aastal.

Enamiku kalendreid võib jagada kolme tüüpi. Kui päevade loendamise sobitati lunaarkuud (29,5305882 päeva), saadi kuukalender ehk lunaarkalender, kui päikeseaastat (365,242198 päeva), saadi päikesekalender ehk solaarkalender, kui kuud ja päikest korraga, siis oli tulemuseks kuu-päikese ehk lunisolaarkalender.

Näiteks Egiptuses oli kasutusel kalender, mille aluseks oli Siiriuse **heliaakiline tõus**. Tuletame meelde, et Päike liigub tähtede hulgas aeglaselt vastupäeva. See tähendab, et igal hommikul võime enne päikesetõusu näha tõusmas eelmise päevaga võrreldes uusi tähti, mis kohe seejärel upuvad koiduvalgusesse. Samal põhjusel jäävad igal õhtul nägemata mõned tähed, mis eelmisel õhtul veel korra paistsid – need on ehavalguse kustudes juba loojunud. Mingi tähe heliaakiline tõus tähendabki, et see täht saab esmakordselt nähtavaks koiduvalguses. **Heliaakiline loojang** tähendab, et see täht on viimast korda nähtav ehavalguses. Vahetevahel kohtame ka mõisteid tähe **akrooniline tõus** (täht tõuseb just ehavalguse kustudes) ja tähe **kosmiline loojang** (täht loojub koiduvalguse ajal).

Vanas Egiptuses langes Sotise (Siiriuse) heliaakiline tõus küllalt täpselt kokku Niiluse üleujutuse algusega 25. juuni paiku. Siiriuse heliaakiline tõus oli näiteks 3000. aastal eKr 22. juunil ja 2500. aastal eKr 26. juunil. Tõeline Siiriuse aasta on täheaasta, mille juures võetakse arvesse ka pretsessioonist johtuv tähe asendimuutus. 2776. aastal eKr oli tõelise Siiriuse aasta pikkus peaaegu täpselt 365 ja veerand ööpäeva ehk 365 päeva, 6 tundi ja 8 sekundit. Seal pärinebki Egiptuse preestrite tarkus, et aasta tõeline pikkus on täpselt 365,25 päeva. Seesama teadmine oli aluseks ka Caesari kalendrireformile. Egiptlaste endi kalendris oli kaksteist 30-päevast kuud ja 5 lisapäeva ehk kokku 365 päeva, mis andis ühepäevase vea nelja aasta kohta. Inimea jooksul on selline muutus väike ja preestrid ei näinud selles midagi halba, et Siiriuse heliaakiline tõus võis läbida 1460 aasta jooksul kõik kuupäevad. Egiptuse kalendrit püüti küll hiljem reformida, kuid korda läks see alles juuliuse kalendri abil.

Lihtsaim kuukalender põhineb 30- ja 29-päevaste kuude vaheldumisel. Kaksteist kuud annavad kokku $6 \times 29 + 6 \times 30 = 354$ päeva ja 12 lunaarkuud kokku on 354,3671 päeva. Tasakaalu hoidmiseks kuulutatakse aeg-ajalt välja liigaasta, milles on 355 päeva. Selline puhas kuukalender on näiteks islami kalender, kus kuu ja järelikult ka aasta algab koos päevaga noorkuu sirbi nähtavale ilmumisega ehavalguses.

Kuukalender kui loomulik ja atraktiivne ajaarvamise viis oli varasematel aegadel, eriti just lõunapoolsetes maades laialt levinud. Õnnetuseks on kuukalender päikese suhtes väga ebatäpne. Selle aastane viga on $365,24 - 354 = 11,24$ päeva, troopilise aasta puhul 10,88 päeva. Põlluharimise laiem levik nõudis päikese suhtes täpsemat kalendrit, mistõttu tekkis kuu-päikesekalender ehk lunisolaarkalender, mis algselt oligi päikese suhtes korrigeeritud kuukalender. Meil kasutusel olev kalender on samuti kuu-päikesekalender, kuid see on juba kuu suhtes korrigeeritud päikesekalender.

Kuukalendri sobitamiseks päikesega on kõige lihtsam lisada iga kahe-kolme aasta järel kolmeteistkümnes kuu. Nii tehti näiteks Babülooonias, kus algselt igal kolmandal aastal lisati aasta lõppu viimase kuuga samanimeline lisakuu, mis tegelikult oligi 13. kuu. Hammurabi käskis (aastal 1700 eKr): “kui aasta on halb, tuleb 25. *tašritu* asendada 25. *ulūluga*”, millele järgnes uuesti *tašritu*-nimeline kuu.

Kreekas (Ateenas) algas aasta hekatombi ehk saja härja ohvriga. Kuna põllumajandus käis päikese, aga usuolu kuu järgi, oli sealgi kasutusel lunisolaarkalender. Algselt lisati ka Kreekas igal kolmandal aastal lisakuu. See annab aga liigsed 4,2 päeva, mida saab teada tähtede heliaakiliste tõusude järgi. VI sajandil eKr võeti kasutusele kaheksa-aastane tsükkel, milles oli kolm lisakuuga aastat. Ka siis tekkis kiiresti ühepäevane viga. Väga täpse 19-aastase tsükli pakkus välja Meton (aastal 433 eKr). Tsükli jooksul on seitse lisakuuga aastat. Kuigi tsükli

leiutajaks peetakse Metoni, oli selline süsteem Mesopotaamias paiguti juba varem kasutusel, alates aastast 380 eKr koguni ametlikult.

Metoni tsükli rakendamiseks kasutati suuri kivitahvleid (parapegmasid), millel oli iga päeva kohta astronoomiline kinnitus ja kuna aasta võis Päikese suhtes kõikuda paarkümmend päeva, siis ka aasta iseloomustus. Aastat iseloomustavad arvud tehti kuldseks ning sealt on pärit meie vanemates kalendrites esinev mõiste *kuldarv*. Nüüdsest sai hakata ennustama kuufaase ja selleks on Metoni tsükkel siiani aktuaalne. Kreekas see kalender siiski tegelikult kasutusele ei tulnud, mistõttu kreeka kalendri ebatäpsus kajastub ka kirjanduses: Aristophanes kirjeldab aastal 423 eKr oma kuulsas näidendis “Pilved”, kuidas jumalad on pahased, sest vigase kalendri tõttu ei ohverdata neile õigel ajal.



Joonis 1.7. Parapegma. Kivil on kujutatud Metoni tsükli põhinev Kreeka kalender.

Araabia vana kalender oli samuti lunisolaarkalender, kus fikseeriti noorkuu ilmumise tähtkuju ja kus kuu kandis tegelikult tähtkuju nime. Lisakuu tuli kasutusele juhul, kui kuu väljus õigest tähemärgist. Kui Muhamed keelas lisakuu ära, tekkis tänini kasutusel olev islami puhas kuukalender.

Paabeli vangipõlve eelsest juudi kalendrist on vähe teada. Pärast vangipõlve oli nende aastas 354 päeva, vajaduse korral lisati enne paasapähi lisakuu. See otsustati viljade vaatluse põhjal, sest kalendripühad pidid klappima viljade küpsemisega. Pärast juutide lahkumist kodumaalt kujunes aastatel 200–500 pKr keeruline, kuid küllaltki täpne kalendrialgoritm, mis põhines Kreeka astronoomi Hipparchose andmetel ja milles arvestatakse 19-aastaselt Kuu tsükli. Et Kristuse surm ja ülestõusmine on seotud juutide paasapähaga, on ka kevadised liikuvad pühad algselt seotud juudi kalendriga.

Rooma kalender oli puhas päikesekalender. Varase kalendri kohta on andmed vastukäivad, kuid võib arvata, et algselt polnud talvekuud kuigi tähtsad ja neid lihtsalt ei võetud arvesse. Kuudes oli paaritu arv päevi, sest paarisarvu peeti õnnetusttoovaks.

	kuni 650 eKr	650–45 eKr	45 eKr – 8 pKr	alates 8 pKr	
Martius	31	31	31	31	
Aprilis	30	29	30	30	
Maius	31	31	31	31	
Junius	30	29	30	30	
Quintilis	31	31	Julius 31	31	
Sextilis	30	29	30	Augustus 31	
Septembris	30	29	31	30	
Octobris	31	31	30	31	
Novembris	30	29	31	30	
Decembris	30	29	30	31	uusaasta
Januarius		29	31	31	
Februarius		28	29 (30)	28 (29)	
Aasta (366,25)	304	355	365,25	365,25	

Tabel. 1.4. Rooma kalendrisüsteemid.

Caesari reformi eelne Rooma kalender oli kaunis keeruline. Selle tsükel kestis neli aastat ja selle jooksul lisati kaks lisakuud. Tsükli pikkus oli $355 + 377 (355+22) + 355 + 378 (355+23) = 1465$ päeva. Tulemus oli halb, sest keskmiseks aasta pikkuseks tuli 366,25 päeva. Nädala pikkus oli kuni keiser Augustuseni kaheksa päeva, kuupäeva dateerimise põhimõte vastupidine meie omale. Roomlased lugesid, mitu päeva on puudu mingist kindlast tähtajast. Nendeks tähtaegadeks olid kuu 1. päev kalendid (*calendae*), 5. päev (märtsis, mais, juulis ja oktoobris 7. päev) noonid (*nonae*) ja 13. päev (eeltoodud neljal erandkuul 15. päev) iidid (*idus*).

Lisakuu *Mercedonius (intercalaris)* paigutati 24. ja 25. veebruari vahele. Siin tegid preestrid oma volitusi kasutades kõvasti sohki, nii et näiteks Cicero ei teadnud veel 13. veebruaril 50. aastal eKr, kas lisakuu tuleb või mitte. Egiptuse päritolu astronoomi Sosigenese ettepanekul kehtestas Julius Caesar 45. aastal eKr uue kalendri. Reformiaastat kutsuti segaduste aastaks (*annus confusionis*), see kestis 15 kuud ehk 445 päeva. Juuliuuse kalendri aasta on 365 päeva pikkune, iga neljas aasta on liigaasta ja selles on lisapäev. Mäletatavasti oli 365,25 päeva egiptlaste arvates täpne päikeseaasta pikkus. Lisapäevaks peeti kaua aega 25. veebruari, alates keskajast aga 24. veebruari, seda ka Eestis.

Juuliuuse puhas päikesekalender muutus kristlaste nõudel lunisolaarkalendriks. Nii Markuse, Matteuse kui ka Luuka evangeeliumi andmetel suri Kristus ristisurma reedel ja tõusis surnust üles pühapäeval. Ta vangistati ööl pärast paasatalle söömist. Alguses, juudakristlaste perioodil tähistati ülestõusmispüha juutide kalendri järgi. Pauluse nõudel on kristlastel oma paasapüha – ülestõusmispühad ehk lihavõtted.

324. aastal kuulutas Constantinus Suur kristluse riigiusuks. Pühade pidamises valitses suur segadus, nii et näiteks Süüria tsüklis peeti lihavõttepühi mõnikord viis nädalat varem kui Aleksandria tsüklis. 325. aastal määratles Nikaia kirikukogu ülestõusmispüha kui kevadise pööripäeva järgse esimesele täiskuule järgneva pühapäeva. Kui täiskuu langes pühapäevale, oli ülestõusmispüha järgmisel pühapäeval. Õnnetuseks polnud selline määratlus ühene ja põhjustas kaua segadusi.

Just asjaolu tõttu, et ülestõusmispühad peavad olema kooskõlas Kuuga, muutuski juuliuuse kalender kuu-päikesekalendriks. Oluliseks sai Rooma abti Dionysius Exiguuse koostatud ülestõusmispühade tabel, mis ilmus 525. aastal ning mille täistsüklil kestab 532 aastat. Oma tööga sai Exiguus hästi hakkama, kuid tema arvutused Kristuse sünni kohta olid lisatulemus, mis polnud mõeldud kontrollimatuna kasutusele võtmiseks. Et tollane ajaarvamine algas kristlaste

tagakiusajana tuntud Diocletianuse võimuletulekuga, oli mõnegi tähtsa tegelase soov epohhi muutmiseks nii suur, et võeti kasutusele Exiguuse esialgsed andmed. Nii juhtuski, et Kristus sündis õige mitu aastat enne Kristust (vt lähemalt 14. peatükist).

Kuna egiptlased leidsid aasta pikkuse Siiriuse järgi, tekitas nende tarkuse põhjal loodud juuliuse kalender Päikese suhtes umbes kolmepäevase vea neljasaja aasta jooksul. XVI sajandil oli juuliuse kalendri viga juba 10 päeva. Praeguseni tarvitatava gregooriuse lunisolaarkalendri kehtestas paavst Gregorius XIII, kuigi selle koostasid Alois Lilius ja ta vend Antonio ning komisjoni juht oli C. Clavius. Reformiga järgnes 4. oktoobrile 1582 vahetult 15. oktoober 1582. See tõi kevadise pööripäeva jälle 21. märtsi lähedusse, nii nagu see oli olnud Nikaia kirikukogu ajal. Liigaastate võrrand muutus – kui kahe nulliga lõppeva aastaarvu kahest esimest numbrist saadav arv ei jagu neljaga, on tegemist lihtaastaga. Näiteks aastad 1700, 1800, 1900, 2100 on lihtaastad, 1600, 2000, 2400 aga liigaastad. Kuigi kõik seda ei teadvusta, on gregooriuse kalender algusest peale lunisolaarkalender. Kevadise täiskuu päev toodi reformi ajal kolm päeva ettepoole ja tehti täpsustusi ka Kuu faaside arvutamise reeglitesse.

Gregooriuse kalender pole maailma täpsem. Maajade ülitäpne kalender oli gregooriuse reformi ajal juba unustusse vajumas, kuid veel pikka aega oli kasutusel Umar Hajjami rehkendatud Iraani päikesekalender. Kõige täpsema kalendri on aga välja pakkunud Tartu tähetorni kunagine direktor Johann Heinrich Mädler, kelle arvates tulnuks juuliuse kalendrist iga 128 aasta kohta lihtsalt üks liigaasta välja jätta.

Nimetus	Skeem	Vahe päikeseaastaga	Kooskõla
juuliuse	1/4	+ 11 min 14 s	128 a
juudi		+ 6 min 39 s	216 a
(kasutamata)	7/29	– 1 min 11 s	1 220 a
gregooriuse	97/400	+ 26 s	3 300 a
iraani	8/33	+ 20 s	4 500 a
maaja		– 6 s	15 000 a
uusjuuliuse	218/900	+ 2 s	40 000 a
Mädleri	31/128	– 0,8 s	100 000 a

Tabel 1.5. Mõningate päikesekalendrite võrdlus. Tulbas “Skeem” on näidatud võimaluse korral liigaastate arv ja kogu tsükli pikkus aastates. Viimane tulp näitab, mitu aastat kulub ühepäevase vea tekkeks. Uusjuuliuse süsteem on kasutusel mõnedes kreekakatoliku kirikukalendrites ega erine lähematel aastatuhandetel gregooriuse omast. Kolmandas reas on välja pakutud võimalik kalendriskeem, mida pole teadaolevalt iialgi rakendatud.

Kasutatud kirjandus

Doggett, L.E. Calendars. – Calendars and their History –

<http://astro.nmsu.edu/~lhuber/leaphist.html>

Eelsalu, H. Astronoomialeksikon. Tallinn: Eesti Entsüklopeediakirjastus, 1996.

Jaaniste J., Saar E. Täheatlas. Tallinn: Valgus, 1990.

Kliminšin, I. A. (Климиншин, И. А.) Календарь и хронология. Москва: Наука, 1990.

Richards, E. G. Mapping Time. Oxford University Press 2000.

Stephenson, F.R., Yau, K.K.C. Astronomical Records in the *Chu'un-ch'iu* Cronicle. JHA, xxii, 1992, pp 31-51.

Teres, G. Time Computations and Dionysius Exiguus. – *Journal for the History of Astronomy*, xv (1984), pp. 177-188.

World Atlas World Time Zones Map and explanation:

<http://www.worldatlas.com/aatlas/infopage/timezonz.htm>