



TÄHETORNI KALENDER 2026



TÜ TARTU OBSERVATOORIUM

**TARTU
TÄHETORNI KALENDER
2026. AASTAKS**

CII AASTAKÄIK

Tõravere 2025

Koostanud-toimetanud T. Viik, L. Leedjärv, K. Annuk.

ISSN 0202-2214

Vastavalt Eesti Vabariigi autorikaitse seadusele on Tähetorni
Kalendri andmete ilma loata edasitrukkimine keelatud.

© TÜ Tartu Observatoorium

Kalendri seletus

Aeg kalendris on vastavalt Ida-Euroopa ajasüsteemile, talvel talveaeg (UTC+2) ja suvel suveaeg (UTC+3). 2026. aastal toimub üleminek talveajalt suveajale 29. märtsil kell 3.00 ja üleminek suveajalt talveajale 25. oktoobril kell 4.00. Ida-Euroopa aeg on päikeseajast Eestis igal pool ees. Et keskmist kohalikku päikeseaega saada, tuleb Ida-Euroopa talveajast lahutada järgmised arvud:

Tartus	13 ^m	Viljandis	18 ^m
Tallinnas	21 ^m	Rakveres	15 ^m
Haapsalus	26 ^m	Kohtla-Järvel	11 ^m
Kuressaares	30 ^m	Narvas	7 ^m
Pärnus	22 ^m	Valgas	16 ^m
Paides	18 ^m	Võrus	12 ^m

Samad arvud kehtivad ligikaudselt ka nende linnade lähema ümbruse kohta.

Üleminek ühelt ajasüsteemilt teisele. Päikese liikumisega on seotud kolm erisugust ajasüsteemi: 1) *tõeline päikeseaeg*, 2) *kohalik keskmine aeg* ja 3) *vööndiaeg*, meil näiteks Ida-Euroopa aeg. Üleminek ühelt ajasüsteemilt teisele toimub järgmiste reeglite põhjal:

kohalik keskmine aeg = tõeline päikeseaeg + ajavõrrand;

Ida-Euroopa talveaeg = kohalik keskmine aeg + (2^t – koha idapikkus).

Vastupidise ülesande korral — Ida-Euroopa aja järgi arvutada kohalik keskmine ja tõeline päikeseaeg:

kohalik keskmine aeg = Ida-Euroopa talveaeg – (2^t – koha idapikkus);

tõeline päikeseaeg = kohalik keskmine aeg – ajavõrrand.

Täheaeg. Astronoomiliste vaatluste puhul kasutatakse tähtede ööpäevase liikumisega seotud täheaega, mis leitakse kohaliku keskmise aja põhjal järgmiselt:

täheaeg = täheaeg keskm. keskp. + kohalik keskm. aeg – 12^t + õiend.

Pöördülesanne lahendatakse valemi abil:

kohalik keskm. aeg = 12^t + täheaeg – täheaeg keskm. keskp. – õiend.

Õiendid leiame, arvestades, et täheaeg läheb keskmisest päikeseajast ühe minuti jooksul ette 0,16 sekundit ja ühe tunni jooksul 9,86 sekundit, keskmine päikeseaeg jääb aga täheajast maha ühe täheaja minuti ja ühe täheaja tunni jooksul vastavalt 0,16 ja 9,86 sekundit.

Päikese- ja kuuvarjutusi on kirjeldatud leheküljel 10.

Kuude tabelid sisaldavad

1. ja 12. veerus — kuu- ja nädalapäevi;

2. – 8. veerus — Päikese ja Kuu tõusu- ja loojanguaegu, päeva pikkust Tartus, ja Kuu ekvatoriaalseid koordinaate (geotsentrilised, kuupäeva alguses);

13. – 24. veerus — Päikese ja Kuu tõusu- ja loojanguaegu Tallinnas, Võrus ja Kärldas.

Tõusud ja loojangud vastavad momendile, mil Kuu või Päikese ülemine äär on parajasti horisondil.

Päikese ja Kuu tõusu- ja loojanguajad Eesti teiste suuremate linnade jaoks leitakse Tartu, Tallinna, Võru või Kärkla tõusu- ja loojanguaegadest järgmiselt:

Tartu tõusu- või loojanguajale

liita:

Kuressaares..... 17^m

Pärnus..... 9^m

Viljandis..... 5^m

Võru tõusu- või loojanguajale

liita:

Valgas..... 4^m

Tallinna tõusu- või loojanguajast

lahutada:

Rakveres..... 6^m

Kohtla-Järvel..... 10^m

Narvas..... 14^m

Kärkla tõusu- või loojanguajast

lahutada:

Haapsalus..... 3^m

Paides..... 11^m

Viga ei ületa sel juhul 1–2 minutit.

9., 10. ja 11. veerus on andmed, mis on tarvilikud astronoomiliste vaatluste jaoks: *Päikese kääne* ehk deklinatsioon 0,1 täpsusega, *ajavõrrand* ehk keskmine miinus tõeline päikeseaeg ja *täheaeg* 1 sekundi täpsusega – kõik keskmisel keskpäeval Tartus (Tartu kohalik aeg). Kuigi need andmed on Tartu jaoks, võib neid tarvitada igal pool Eestis keskmise keskpäeva (kohaliku aja) järgi, seejuures tekib deklinatsioonis kuni 0,3 ja täheajas kuni 3 sekundi suurune viga, kuna ajavõrrandis märgatavaid viga ei teki.

Päikese koordinaadid. Päikese kääne on kalendris vahetult antud; Päikese otsetõusu leiame (Tartu keskmise keskpäeva jaoks) järgmise valemi järgi:

$$\text{Päikese otsetõus} = \text{täheaeg keskml. keskp.} + \text{ajavõrrand.}$$

Päikese kulmineerimisaeg ja -kõrgus. Päikese kulmineerimisaja jaoks kehtib seos: *Päikese kulmineerimisaeg kohalikus keskmises ajas* = 12^t + *ajavõrrand*.

Siit võib üle minna ka Ida-Euroopa ajale. Päikese kulmineerimiskõrgus leitakse valemi abil: *kulmineerimiskõrgus* = *kääne* + 90° – *koha põhjalaius*.

See valem on kasutatav iga taevakeha kulmineerimiskõrguse arvutamiseks, kusjuures juhul, kui tulemus on üle 90°, võetakse selle täiendus 180°-ni.

Kuu faaside täpsed kellaajad leiduvad kuude tabelite tekstiosas. *Kuu ühendused planeetidega, perigeest, apogeest ja sõlmedest läbimine* on samas. Sealsamas on toodud veel *tsiviilse, nautilise ja astronoomilise hämariku* (koidu ja eha) vältus geograafilisel laiusel 59°. Vastavateks Päikese negatiivse kõrguse ülempiirideks on 6°, 12° ja 18°. Andmeid võib ilma suurema veata kasutada kõikjal Eestis.

Planeedid. Tabelites on antud planeetide *otsetõus* (rektastsensioon) ja *kääne* (deklinatsioon) ning *tõusude ja loojangute ajad*, mis on arvutatud Tartu jaoks. Teiste linnade jaoks võib kasutada samu õiendeid, mis Päikese ja Kuu tõusude ja loojangute jaoks, kuid planeetide suurte käänete puhul tekib siin viga, mis Põhja-Eestis võib halvemal juhul ulatuda peaaegu 20 minutini ühele või teisele poole.

Andmed **planeetide nähtavuse** kohta koos nende liikumise kirjeldusega ja teiste andmetega leiduvad planeetide tabelite tekstiosas.

Tabelites olevate andmete esitamisel on kasutatud üldlevinud ümardamise reegleid.

TABELKALENDER 2026

Jaauuar	Veebruar	Märts
E T K N R L P 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	E T K N R L P 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28	E T K N R L P 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31
3:☺ 10:☾ 18:☹ 26:☾	2:☺ 9:☾ 17:☹ 24:☾	3:☺ 11:☾ 19:☹ 25:☾
Aprill	Mai	Juuni
E T K N R L P 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	E T K N R L P 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	E T K N R L P 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30
2:☺ 10:☾ 17:☹ 24:☾	1:☺ 10:☾ 16:☹ 23:☾ 31:☺	8:☾ 15:☹ 22:☾ 30:☺
Juuli	August	September
E T K N R L P 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	E T K N R L P 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	E T K N R L P 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30
7:☾ 14:☹ 21:☾ 29:☺	6:☾ 12:☹ 20:☾ 28:☺	4:☾ 11:☹ 18:☾ 26:☺
Oktoober	November	Detsember
E T K N R L P 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	E T K N R L P 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	E T K N R L P 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31
3:☾ 10:☹ 18:☾ 26:☺	1:☾ 9:☹ 17:☾ 24:☺	1:☾ 9:☹ 17:☾ 24:☺ 30:☾

Eesti Vabariigi rahvuspüha ja riigipühad

1. jaanuar	Uusaasta
24. veebruar	Iseseisvuspäev, Eesti Vabariigi aastapäev, rahvuspüha, lipupäev
3. aprill	Suur Reede
5. aprill	Ülestõusmispühade 1. püha
1. mai	Kevadpüha
24. mai	1. nelipüha
23. juuni	Võidupüha, lipupäev
24. juuni	Jaanipäev, lipupäev
20. august	Taasiseseisvumispäev, lipupäev
24. detsember	Jõululaupäev
25. detsember	1. jõulupüha
26. detsember	2. jõulupüha

Tähtpäevi ja usupühi

3. jaanuar	Vabadussõjas võidelnute mälestuspäev, lipupäev
6. jaanuar	Kolmekuningapäev
14. jaanuar	Taliharjapäev
17. jaanuar	Tõnispäev
25. jaanuar	Paavlipäev
2. veebruar	Tartu rahulepingu aastapäev, lipupäev, Küünlapäev
9. veebruar	Luuvalupäev
14. veebruar	Valentinipäev
16. veebruar	Leedu iseseisvuspäev
17. veebruar	Vastlapäev
18. veebruar	Tuhkapäev, palvepäev
22. veebruar	Peetripäev
24. veebruar	Madisepäev
8. märts	Naistepäev
12. märts	Korjusepäev
14. märts	Emakeelepäev, lipupäev
25. märts	Paastumaarjapäev
29. märts	Palmipuudepüha
1. aprill	Karjalaskepäev
6. aprill	Ülestõusmispühade 2. püha
23. aprill	Jüripäev, Veteranipäev, lipupäev
1. mai	Volbripäev
9. mai	Euroopapäev, lipupäev
10. mai	Emadepäev, lipupäev
14. mai	Taevaminemispüha
25. mai	Urbanipäev
25. mai	2. nelipüha
26. mai	3. nelipüha
4. juuni	Eesti lipu päev, lipupäev

14. juuni	Leinapäev, lipupäev (lipud heisatakse leinalipuna)
27. juuni	Seitsmemagajapäev
29. juuni	Peetripäev
2. juuli	Heinamaarjapäev
10. juuli	Seitsmevennapäev
13. juuli	Karusepäev
20. juuli	Eliapäev
22. juuli	Madlipäev
25. juuli	Jaagupipäev
26. juuli	Annepäev
29. juuli	Olevipäev
10. august	Lauritsapäev
15. august	Rukkimaarjapäev
23. august	Kommunismi ja natsismi ohvrite mälestuspäev
24. august	Pärtlipäev
1. september	Teadmiste päev, lipupäev
8. september	Ussimaarjapäev
13. september	Vanavanemate päev
21. september	Madisepäev
22. september	Vastupanuvõitluse päev
29. september	Mihklipäev
5. oktoober	Õpetajate päev
11. oktoober	Lõikustänupüha
14. oktoober	Kolletamispäev
17. oktoober	Hõimupäev, lipupäev
18. oktoober	Luukapäev
31. oktoober	Usupuhastuspüha
1. november	Pühakutepäev
2. november	Hingedepäev
8. november	Isadepäev, lipupäev
10. november	Mardipäev
16. november	Taassünni päev
18. november	Läti iseseisvuspäev
25. november	Kadripäev
26. november	Kodanikupäev
29. november	1. advent
30. november	Andresepäev
6. detsember	Nigulapäev
13. detsember	Luutsinapäev
21. detsember	Toomapäev
27. detsember	3. jõulupüha
28. detsember	Süütalastepäev
31. detsember	Vana-aasta

Aastaajad ja Päikese näiv liikumine

Aastaaegade vahetus toimub 2026. aastal järgmistel ajamomentidel:

kevade algus	20. märtsil	kell 16.46,
suve algus	21. juunil	kell 11.24,
sügise algus	23. septembril	kell 3.05,
talve algus	21. detsembril	kell 22.50.

Päike on kõige lähemal Maale 3-ndal jaanuaril ja kõige kaugemal Maast 6-ndal juulil.

Päikese- ja kuuvarjutused

1. Rõngakujuline päikesevarjutus 17. veebruaril ei ole Eestis nähtav. Rõngakujulisena on varjutus nähtav ainult Antarktikas. Osalise varjutusena on vaadeldav Aafrika lõunaosas, Lõuna-Ameerika lõunaosas, Vaiksel Ookeanil, Atlandi Ookeanil ja India Ookeanil.
2. Täielik kuuvarjutus 2.-3. märtsil ei ole Eestis nähtav. Varjutust on võimalik jälgida Euroopa idaosas, Aasias, Austraalias, Põhja-Ameerikas, Lõuna-Ameerikas, Antarktikas, Arktikas, Vaiksel Ookeanil, Atlandi Ookeanil ja India Ookeanil.
3. Täielik päikesevarjutus 12. augustil. Eestis on see nähtav osalise varjutusena. Varjutuse algus on kell 20.03. Varjutuse maksimummoment on kell 20.54 ja osalise varjutuse lõpp kell 21.44. Kuna Päike loojub umbes kell 21.15, siis varjutuse lõppu meil näha ei ole. Maksimummomendi ajal on ligikaudu 0.83 Päikese ketta diameetrist Kuuga kaetud. Toodud kellaajad kehtivad enamvähem Eesti keskosa kohta. Erinevates Eesti piirkondades võivad nad kümnekonna minuti ulatuses erineda. Mõnevõrra paremini on varjutus jälgitav Eesti põhja- ja läänepoolses osas. Varjutus on vähemalt osalisena nähtav Euroopas, Aasia põhjaosas, Põhja-Ameerikas, Aafrika loodeosas, Atlandi Ookeanil, Vaiksel Ookeanil ja Arktikas. Täielik varjutus on hästi jälgitav mitmetes Hispaania ja Islandi piirkondades.
4. Osaline kuuvarjutus 28. augustil. Eestis on näha ainult varjutuse algus. Kell 4.23 algab poolvarjulise varjutus ja kell 5.33 algab poolvarjutus. Orienteeruvalt kell 6.10 Kuu loojub ja edasist varjutuse kulgu meil näha ei ole. Varjutus on vaadeldav Euroopas, Aasia läänepoolses osas, Põhja-Ameerikas, Lõuna-Ameerikas, Antarktikas, Vaiksel Ookeanil, Atlandi Ookeanil ja India Ookeanil.

Tähtsamad meteorivoolud

Vool	Esinemise aeg	Maksimumi aeg	Keskm. arv tunnis maks. ajal	Radiant	
				α	δ
Kvadrantiidid	28.12–12.01	3/4.01	≥ 80	15 18	+50
Lüriidid	14.04–30.04	22/23.04	~ 18	18 04	+34
Eeta-akvariidid	19.04–28.05	6/7.05	50	22 32	–1
Delta-akvariidid	18.07–21.08	29/30.07	25	22 40	–16
Perseiidid	17.07–24.08	12/13.08	~ 100	3 12	+58
Drakoniidid	6.10–10.10	8/9.10	~ 5	17 28	+54
Orioniidid	2.10– 7.11	21/22.10	20	6 20	+16
Leoniidid	6.11–30.11	17/18.11	~ 10	10 08	+22
Geminiidid	6.12–19.12	13/14.12	150	7 28	+33
Ursiidid	17.12–26.12	22/23.12	~ 10	14 32	+76

Eesti linnade geograafilised koordinaadid

Linn	Põhja-laius	Ida-pikkus	Linn	Põhja-laius	Ida-pikkus
	$^{\circ}$ /	t. m		$^{\circ}$ /	t. m
Antsla	57 50	1 46.1	Paide	58 54	1 42.2
Elva	58 13	1 45.7	Paldiski	59 21	1 36.2
Haapsalu	58 57	1 34.1	Põltsamaa	58 39	1 43.9
Jõgeva	58 45	1 45.6	Põlva	58 03	1 49.2
Jõhvi	59 22	1 49.7	Pärnu	58 23	1 38.0
Kallaste	58 40	1 48.7	Rakvere	59 21	1 45.4
Keila	59 18	1 37.7	Rapla	59 00	1 37.9
Kilingi-Nõmme	58 9	1 39.9	Sindi	58 24	1 38.6
Kiviõli	59 21	1 47.8	Suure-Jaani	58 32	1 41.9
Kohtla-Järve	59 24	1 49.0	Tallinn	59 26	1 39.0
Kunda	59 31	1 46.2	Tapa	59 16	1 43.9
Kuressaare	58 15	1 29.9	Tartu	58 23	1 46.9
Kärdla	59 0	1 31.0	Tõrva	58 0	1 43.7
Mustvee	58 51	1 47.8	Türi	58 48	1 41.7
Mõisaküla	58 5	1 40.8	Valga	57 47	1 44.1
Narva	59 23	1 52.8	Viljandi	58 22	1 42.3
Otepää	58 3	1 46.0	Võru	57 50	1 48.0

Jaanuar

Päev	Tartus									
	Päikese		Päeva pikkus	Kuu				Kesk. keskp. (kohalik aeg)		
	tõus	looj.		tõus	looj.	α	δ	Päikese kääne	Aja-võrrand	Täheaeg
	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	° /	° /	m.s	t.m.s
1.N	9 1	15 33	6 32	12 25	7 43	4 10.3	+26 10	-22 58.9	3 31	18 44 21
2.R	9 0	15 34	6 34	13 18	9 10	5 17.0	+28 5	-22 53.7	3 59	18 48 17
3.L	9 0	15 36	6 36	14 47	10 0	6 24.9	+27 55	-22 47.9	4 26	18 52 14
4.P	8 59	15 37	6 38	16 34	10 22	7 30.8	+25 45	-22 41.8	4 53	18 56 10
5.E	8 59	15 39	6 40	18 20	10 33	8 32.3	+21 54	-22 35.1	5 20	19 0 7
6.T	8 58	15 40	6 42	19 59	10 39	9 28.6	+16 51	-22 28.1	5 47	19 4 3
7.K	8 57	15 42	6 45	21 30	10 42	10 20.2	+11 5	-22 20.6	6 13	19 8 0
8.N	8 56	15 44	6 48	22 56	10 44	11 8.0	+ 5 1	-22 12.6	6 38	19 11 56
9.R	8 55	15 45	6 50	***	10 46	11 53.4	- 1 4	-22 4.2	7 3	19 15 53
10.L	8 54	15 47	6 53	0 20	10 48	12 37.5	- 6 55	-21 55.4	7 27	19 19 50
11.P	8 53	15 49	6 56	1 43	10 50	13 21.7	-12 24	-21 46.1	7 51	19 23 46
12.E	8 52	15 51	6 59	3 7	10 54	14 6.9	-17 19	-21 36.5	8 15	19 27 43
13.T	8 51	15 53	7 2	4 33	11 1	14 53.9	-21 33	-21 26.4	8 37	19 31 39
14.K	8 50	15 55	7 5	5 59	11 14	15 43.2	-24 54	-21 15.9	8 59	19 35 36
15.N	8 48	15 57	7 9	7 19	11 37	16 35.0	-27 11	-21 5.0	9 21	19 39 32
16.R	8 47	15 59	7 12	8 22	12 22	17 28.7	-28 15	-20 53.6	9 42	19 43 29
17.L	8 46	16 1	7 15	9 2	13 33	18 23.4	-27 59	-20 41.9	10 2	19 47 25
18.P	8 44	16 3	7 19	9 23	14 59	19 17.9	-26 20	-20 29.8	10 21	19 51 22
19.E	8 43	16 6	7 23	9 34	16 32	20 11.1	-23 24	-20 17.3	10 40	19 55 19
20.T	8 41	16 8	7 27	9 40	18 4	21 2.5	-19 19	-20 4.4	10 58	19 59 15
21.K	8 39	16 10	7 31	9 43	19 35	21 51.8	-14 18	-19 51.1	11 15	20 3 12
22.N	8 38	16 12	7 34	9 46	21 4	22 39.7	- 8 35	-19 37.5	11 31	20 7 8
23.R	8 36	16 15	7 39	9 48	22 34	23 26.7	- 2 24	-19 23.5	11 47	20 11 5
24.L	8 34	16 17	7 43	9 50	***	0 14.1	+ 3 58	-19 9.2	12 2	20 15 1
25.P	8 32	16 19	7 47	9 53	0 7	1 2.9	+10 15	-18 54.4	12 16	20 18 58
26.E	8 30	16 22	7 52	9 57	1 45	1 54.4	+16 9	-18 39.4	12 29	20 22 54
27.T	8 28	16 24	7 56	10 6	3 29	2 49.6	+21 18	-18 24.0	12 41	20 26 51
28.K	8 26	16 26	8 0	10 23	5 15	3 49.1	+25 18	-18 8.3	12 53	20 30 48
29.N	8 24	16 29	8 5	11 0	6 50	4 52.6	+27 45	-17 52.3	13 4	20 34 44
30.R	8 22	16 31	8 9	12 12	7 54	5 58.4	+28 19	-17 35.9	13 14	20 38 41
31.L	8 20	16 33	8 13	13 52	8 26	7 3.8	+26 56	-17 19.2	13 23	20 42 37

Päike. Lähim seis Maale 3-ndal. 20-ndal kell 4 astub Veevalaja märki, 19-ndal kell 4 liigub Kaljukitse tähtkujju.

Kuu on 1-sel perigees, 13-ndal apogeas, 29-ndal perigeas.

Kuu faasid. Täiskuu 3-ndal kell 12.03, viimane veerand 10-ndal kell 17.48, noorkuu 18-ndal kell 21.52, esimene veerand 26-ndal kell 6.47.

Kuu on 7-ndal veerusõlmes, 22-sel tõususõlmes.

Jaanuar

Päev	Tallinnas				Võrus				Kärdlas			
	Päikese		Kuu		Päikese		Kuu		Päikese		Kuu	
	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.
	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m
1.N	9 18	15 32	12 17	8 7	8 55	15 36	12 32	7 34	9 22	15 44	12 32	8 9
2.R	9 17	15 33	13 7	9 38	8 55	15 37	13 25	9 0	9 21	15 45	13 24	9 37
3.L	9 16	15 35	14 40	10 24	8 55	15 38	14 53	9 51	9 21	15 47	14 56	10 25
4.P	9 16	15 36	16 32	10 41	8 54	15 40	16 38	10 16	9 20	15 48	16 46	10 45
5.E	9 15	15 38	18 22	10 48	8 54	15 41	18 22	10 29	9 19	15 50	18 34	10 53
6.T	9 14	15 40	20 3	10 51	8 53	15 43	20 0	10 36	9 19	15 51	20 14	10 57
7.K	9 13	15 41	21 37	10 52	8 52	15 45	21 30	10 40	9 18	15 53	21 46	10 59
8.N	9 12	15 43	23 5	10 53	8 51	15 46	22 55	10 43	9 17	15 55	23 13	11 1
9.R	9 11	15 45	** **	10 53	8 50	15 48	** **	10 45	9 16	15 57	** **	11 1
10.L	9 10	15 47	0 30	10 53	8 49	15 50	0 18	10 48	9 15	15 59	0 38	11 2
11.P	9 9	15 49	1 55	10 54	8 48	15 52	1 40	10 51	9 14	16 0	2 2	11 4
12.E	9 8	15 51	3 22	10 55	8 47	15 54	3 3	10 56	9 13	16 2	3 28	11 6
13.T	9 7	15 53	4 51	10 59	8 46	15 55	4 27	11 5	9 11	16 5	4 55	11 12
14.K	9 5	15 55	6 21	11 8	8 45	15 57	5 52	11 19	9 10	16 7	6 23	11 22
15.N	9 4	15 57	7 45	11 27	8 44	15 59	7 10	11 44	9 9	16 9	7 46	11 44
16.R	9 2	16 0	8 51	12 10	8 42	16 1	8 13	12 30	9 7	16 11	8 50	12 28
17.L	9 1	16 2	9 27	13 24	8 41	16 4	8 53	13 39	9 6	16 13	9 27	13 40
18.P	8 59	16 4	9 43	14 56	8 40	16 6	9 16	15 4	9 4	16 15	9 46	15 10
19.E	8 57	16 6	9 50	16 32	8 38	16 8	9 28	16 35	9 2	16 18	9 54	16 44
20.T	8 56	16 9	9 53	18 7	8 37	16 10	9 36	18 6	9 1	16 20	9 59	18 18
21.K	8 54	16 11	9 55	19 40	8 35	16 12	9 40	19 35	8 59	16 22	10 1	19 50
22.N	8 52	16 14	9 55	21 12	8 33	16 14	9 44	21 4	8 57	16 24	10 3	21 21
23.R	8 50	16 16	9 56	22 44	8 32	16 17	9 47	22 33	8 55	16 27	10 4	22 52
24.L	8 48	16 18	9 56	** **	8 30	16 19	9 50	** **	8 54	16 29	10 5	** **
25.P	8 46	16 21	9 57	0 19	8 28	16 21	9 53	0 5	8 52	16 32	10 6	0 26
26.E	8 44	16 23	9 59	1 59	8 26	16 23	9 59	1 41	8 50	16 34	10 10	2 5
27.T	8 42	16 26	10 4	3 46	8 24	16 26	10 9	3 23	8 48	16 36	10 16	3 51
28.K	8 40	16 28	10 16	5 37	8 23	16 28	10 28	5 7	8 46	16 39	10 31	5 40
29.N	8 38	16 31	10 48	7 18	8 21	16 30	11 7	6 40	8 44	16 41	11 6	7 17
30.R	8 36	16 33	12 1	8 21	8 19	16 33	12 18	7 45	8 41	16 44	12 18	8 21
31.L	8 34	16 36	13 47	8 47	8 17	16 35	13 56	8 18	8 39	16 46	14 1	8 49

Kuu ühendusi. 4-ndal kell 0 Jupiteriga, 6-ndal kell 18 Reegulusega, 14-ndal kell 21 Antaaresega, 23-ndal kell 15 Saturniga, 31-sel kell 5 Jupiteriga.

Hämarik. Tsiviilse hämariku vältus 1-sel ja 16-ndal vastavalt 0.54 ja 0.51, nautilise hämariku vältus 1.48 ja 1.43 ning astronoomilise hämariku vältus 2.38 ja 2.31.

Veebruar

Päev	Tartus									
	Päikese		Päeva pikkus	Kuu				Kesk. keskp. (kohalik aeg)		
	tõus	looj.		tõus	looj.	α	δ	Päikese kääne	Aja-võrrand	Täheaeg
	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	° /	° /	m.s	t.m.s
1. P	8 18	16 36	8 18	15 39	8 40	8 6.3	+23 44	-17 2.3	13 31	20 46 34
2.E	8 16	16 38	8 22	17 22	8 48	9 4.5	+19 8	-16 45.0	13 38	20 50 30
3.T	8 14	16 41	8 27	18 58	8 52	9 58.2	+13 34	-16 27.4	13 45	20 54 27
4.K	8 12	16 43	8 31	20 28	8 54	10 48.0	+ 7 29	-16 9.6	13 51	20 58 23
5.N	8 9	16 46	8 37	21 55	8 56	11 35.0	+ 1 15	-15 51.4	13 56	21 2 20
6.R	8 7	16 48	8 41	23 20	8 58	12 20.5	- 4 52	-15 33.0	14 0	21 6 17
7.L	8 5	16 50	8 45	***	9 0	13 5.4	-10 37	-15 14.4	14 3	21 10 13
8. P	8 2	16 53	8 51	0 45	9 3	13 50.9	-15 51	-14 55.4	14 6	21 14 10
9.E	8 0	16 55	8 55	2 11	9 8	14 37.8	-20 23	-14 36.2	14 8	21 18 6
10.T	7 58	16 58	9 0	3 39	9 18	15 26.7	-24 3	-14 16.8	14 9	21 22 3
11.K	7 55	17 0	9 5	5 2	9 36	16 17.8	-26 42	-13 57.1	14 9	21 25 59
12.N	7 53	17 3	9 10	6 14	10 11	17 10.9	-28 9	-13 37.2	14 9	21 29 56
13.R	7 50	17 5	9 15	7 2	11 12	18 5.2	-28 19	-13 17.1	14 8	21 33 52
14.L	7 48	17 8	9 20	7 29	12 34	18 59.8	-27 6	-12 56.7	14 6	21 37 49
15. P	7 45	17 10	9 25	7 43	14 6	19 53.6	-24 34	-12 36.2	14 4	21 41 46
16.E	7 43	17 12	9 29	7 50	15 40	20 45.8	-20 48	-12 15.4	14 0	21 45 42
17.T	7 40	17 15	9 35	7 54	17 13	21 36.4	-15 59	-11 54.5	13 56	21 49 39
18.K	7 38	17 17	9 39	7 57	18 45	22 25.4	-10 20	-11 33.3	13 52	21 53 35
19.N	7 35	17 20	9 45	7 59	20 17	23 13.6	- 4 7	-11 12.0	13 46	21 57 32
20.R	7 32	17 22	9 50	8 1	21 51	0 1.8	+ 2 24	-10 50.5	13 40	22 1 28
21.L	7 30	17 25	9 55	8 4	23 28	0 51.0	+ 8 52	-10 28.8	13 33	22 5 25
22. P	7 27	17 27	10 0	8 7	***	1 42.4	+14 58	-10 7.0	13 26	22 9 21
23.E	7 25	17 29	10 4	8 14	1 11	2 36.9	+20 20	-9 45.0	13 18	22 13 18
24.T	7 22	17 32	10 10	8 28	2 56	3 35.1	+24 36	-9 22.9	13 9	22 17 15
25.K	7 19	17 34	10 15	8 56	4 35	4 36.7	+27 24	-9 0.6	13 0	22 21 11
26.N	7 17	17 36	10 19	9 53	5 50	5 40.5	+28 26	-8 38.2	12 50	22 25 8
27.R	7 14	17 39	10 25	11 23	6 30	6 44.4	+27 36	-8 15.7	12 40	22 29 4
28.L	7 11	17 41	10 30	13 6	6 48	7 46.2	+25 0	-7 53.0	12 29	22 33 1

Päike. 18-ndal kell 18 astub Kalade märki, 16-ndal kell 15 liigub Veevalaja tähtkuju.

Kuu on 10-ndal apogees, 25-ndal perigees.

Kuu faasid. Täiskuu 2-sel kell 0.09, viimane veerand 9-ndal kell 14.43, noorkuu 17-ndal kell 14.01, esimene veerand 24-ndal kell 14.27.

Kuu on 3-ndal veerusõlmes, 18-ndal tõususõlmes.

Veebruar

Päev	Tallinnas				Võrus				Kärdlas			
	Päikese		Kuu		Päikese		Kuu		Päikese		Kuu	
	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.
	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m
1. P	8 31	16 38	15 39	8 57	8 15	16 37	15 41	8 35	8 37	16 49	15 51	9 1
2.E	8 29	16 41	17 25	9 1	8 12	16 40	17 23	8 44	8 35	16 51	17 36	9 7
3.T	8 27	16 44	19 3	9 3	8 10	16 42	18 58	8 49	8 33	16 54	19 13	9 10
4.K	8 24	16 46	20 36	9 4	8 8	16 44	20 27	8 52	8 30	16 56	20 44	9 11
5.N	8 22	16 49	22 4	9 4	8 6	16 47	21 53	8 55	8 28	16 59	22 12	9 12
6.R	8 20	16 51	23 31	9 4	8 4	16 49	23 17	8 58	8 26	17 1	23 38	9 13
7.L	8 17	16 54	** **	9 4	8 1	16 52	***	9 1	8 23	17 4	** **	9 14
8. P	8 15	16 56	0 59	9 5	7 59	16 54	0 41	9 5	8 21	17 6	1 5	9 16
9.E	8 12	16 59	2 28	9 8	7 57	16 56	2 6	9 11	8 18	17 9	2 33	9 19
10.T	8 10	17 2	3 59	9 14	7 55	16 59	3 32	9 22	8 16	17 11	4 2	9 27
11.K	8 7	17 4	5 27	9 27	7 52	17 1	4 54	9 42	8 13	17 14	5 29	9 43
12.N	8 5	17 7	6 43	9 59	7 50	17 3	6 4	10 19	8 11	17 16	6 42	10 17
13.R	8 2	17 9	7 29	11 1	7 47	17 6	6 53	11 19	8 8	17 19	7 29	11 18
14.L	7 59	17 12	7 51	12 28	7 45	17 8	7 21	12 39	8 6	17 21	7 53	12 43
15. P	7 57	17 14	8 1	14 5	7 42	17 11	7 37	14 9	8 3	17 24	8 4	14 18
16.E	7 54	17 17	8 5	15 42	7 40	17 13	7 46	15 42	8 1	17 26	8 10	15 53
17.T	7 51	17 19	8 7	17 18	7 38	17 15	7 51	17 14	7 58	17 29	8 13	17 28
18.K	7 49	17 22	8 7	18 52	7 35	17 18	7 55	18 45	7 55	17 31	8 14	19 1
19.N	7 46	17 25	8 8	20 26	7 32	17 20	7 58	20 15	7 53	17 34	8 15	20 34
20.R	7 43	17 27	8 8	22 2	7 30	17 22	8 1	21 48	7 50	17 36	8 16	22 9
21.L	7 41	17 30	8 8	23 42	7 27	17 25	8 4	23 25	7 47	17 39	8 18	23 48
22. P	7 38	17 32	8 10	** **	7 25	17 27	8 9	** **	7 45	17 41	8 20	** **
23.E	7 35	17 35	8 14	1 27	7 22	17 29	8 17	1 6	7 42	17 44	8 25	1 32
24.T	7 32	17 37	8 23	3 17	7 20	17 32	8 32	2 49	7 39	17 46	8 36	3 20
25.K	7 30	17 40	8 45	5 2	7 17	17 34	9 2	4 26	7 36	17 49	9 2	5 2
26.N	7 27	17 42	9 41	6 18	7 14	17 36	10 0	5 40	7 34	17 51	9 59	6 17
27.R	7 24	17 45	11 16	6 53	7 12	17 39	11 28	6 22	7 31	17 54	11 31	6 54
28.L	7 21	17 47	13 4	7 7	7 9	17 41	13 9	6 42	7 28	17 56	13 17	7 10

Kuu ühendusi. 3-ndal kell 5 Reegulusega, 11-ndal kell 5 Antaaresega, 19-ndal kell 1 Merkuuriga, 20-ndal kell 2 Saturniga, 27-ndal kell 8 Jupiteriga.

Hämarik. Tsiviilse hämariku vältus 1-sel ja 16-ndal vastavalt 0.46 ja 0.43, nautilise hämariku vältus 1.35 ja 1.30 ning astronoomilise hämariku vältus 2.22 ja 2.16.

Märts

Päev	Tartus									
	Päikese		Päeva pikkus	Kuu				Kesk. keskp. (kohalik aeg)		
	tõus	looj.		tõus	looj.	α	δ	Päikese kääne	Aja-võrrand	Täheaeg
	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	° /	° /	m.s	t.m.s
1.P	7 8	17 44	10 36	14 49	6 57	8 44.3	+20 56	-7 30.3	12 17	22 36 57
2.E	7 6	17 46	10 40	16 26	7 2	9 38.5	+15 45	-7 7.4	12 5	22 40 54
3.T	7 3	17 48	10 45	17 58	7 5	10 29.0	+ 9 53	-6 44.4	11 53	22 44 50
4.K	7 0	17 51	10 51	19 27	7 7	11 16.8	+ 3 41	-6 21.4	11 40	22 48 47
5.N	6 57	17 53	10 56	20 53	7 9	12 2.8	- 2 32	-5 58.2	11 26	22 52 44
6.R	6 55	17 55	11 0	22 19	7 11	12 48.2	- 8 30	-5 35.0	11 13	22 56 40
7.L	6 52	17 58	11 6	23 46	7 13	13 34.0	-14 1	-5 11.7	10 58	23 0 37
8.P	6 49	18 0	11 11	***	7 18	14 20.8	-18 53	-4 48.3	10 44	23 4 33
9.E	6 46	18 2	11 16	1 14	7 25	15 9.4	-22 54	-4 24.8	10 29	23 8 30
10.T	6 43	18 5	11 22	2 41	7 39	16 0.1	-25 56	-4 1.3	10 14	23 12 26
11.K	6 40	18 7	11 27	3 59	8 6	16 52.6	-27 49	-3 37.8	9 58	23 16 23
12.N	6 38	18 9	11 31	4 57	8 55	17 46.3	-28 25	-3 14.2	9 42	23 20 19
13.R	6 35	18 11	11 36	5 32	10 9	18 40.5	-27 42	-2 50.5	9 26	23 24 16
14.L	6 32	18 14	11 42	5 50	11 37	19 34.1	-25 39	-2 26.9	9 9	23 28 13
15.P	6 29	18 16	11 47	5 59	13 10	20 26.4	-22 20	-2 3.2	8 53	23 32 9
16.E	6 26	18 18	11 52	6 5	14 43	21 17.3	-17 55	-1 39.5	8 36	23 36 6
17.T	6 23	18 21	11 58	6 8	16 16	22 6.9	-12 34	-1 15.7	8 19	23 40 2
18.K	6 21	18 23	12 2	6 10	17 49	22 55.7	- 6 29	-0 52.0	8 1	23 43 59
19.N	6 18	18 25	12 7	6 13	19 24	23 44.5	+ 0 3	-0 28.2	7 44	23 47 55
20.R	6 15	18 28	12 13	6 15	21 2	0 34.4	+ 6 43	0 4.5	7 26	23 51 52
21.L	6 12	18 30	12 18	6 18	22 46	1 26.5	+13 8	0 19.2	7 10	23 55 48
22.P	6 9	18 32	12 23	6 24	** **	2 21.5	+18 55	0 42.9	6 52	23 59 45
23.E	6 6	18 34	12 28	6 35	0 34	3 20.2	+23 37	1 6.6	6 33	0 3 42
24.T	6 3	18 37	12 34	6 58	2 18	4 22.2	+26 51	1 30.2	6 15	0 7 38
25.K	6 1	18 39	12 38	7 46	3 43	5 26.2	+28 18	1 53.8	5 57	0 11 35
26.N	5 58	18 41	12 43	9 7	4 32	6 30.2	+27 53	2 17.4	5 39	0 15 31
27.R	5 55	18 43	12 48	10 46	4 56	7 32.0	+25 42	2 40.9	5 21	0 19 28
28.L	5 52	18 46	12 54	12 28	5 7	8 30.0	+22 2	3 4.3	5 2	0 23 24
29.P	6 49	19 48	12 59	15 5	6 13	9 24.0	+17 13	3 27.7	4 44	0 27 21
30.E	6 46	19 50	13 4	16 36	6 17	10 14.4	+11 39	3 51.1	4 26	0 31 17
31.T	6 43	19 52	13 9	18 4	6 19	11 2.0	+ 5 38	4 14.3	4 8	0 35 14

Päike. 20-ndal kell 17 astub Jäära märki, siirdudes taeva lõunapoolkeralt põhja-poolkerale, kevade algus. 12-ndal kell 16 liigub Kalade tähtkujju.

Kuu on 10-ndal apogeas, 22-sel perigeas.

Kuu faasid. Täiskuu 3-ndal kell 13.38, viimane veerand 11-ndal kell 11.38, noorkuu 19-ndal kell 3.23, esimene veerand 25-ndal kell 21.18.

Kuu on 3-ndal veerusõlmes, 17-ndal tõususõlmes, 30-ndal veerusõlmes.

Märts

Päev	Tallinnas				Võrus				Kärdlas			
	Päikese		Kuu		Päikese		Kuu		Päikese		Kuu	
	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.
	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m
1.P	7 18	17 50	14 51	7 12	7 6	17 43	14 51	6 53	7 25	17 58	15 2	7 17
2.E	7 15	17 52	16 31	7 15	7 4	17 46	16 27	6 59	7 23	18 1	16 41	7 21
3.T	7 12	17 55	18 5	7 15	7 1	17 48	17 58	7 3	7 20	18 3	18 14	7 22
4.K	7 10	17 57	19 35	7 16	6 58	17 50	19 25	7 6	7 17	18 6	19 44	7 23
5.N	7 7	17 59	21 4	7 15	6 55	17 53	20 50	7 8	7 14	18 8	21 11	7 24
6.R	7 4	18 2	22 32	7 16	6 53	17 55	22 16	7 11	7 11	18 10	22 38	7 25
7.L	7 1	18 4	***	7 16	6 50	17 57	23 42	7 15	7 8	18 13	***	7 26
8.P	6 58	18 7	0 2	7 18	6 47	17 59	***	7 20	7 5	18 15	0 7	7 29
9.E	6 55	18 9	1 33	7 22	6 45	18 2	1 8	7 29	7 3	18 18	1 37	7 35
10.T	6 52	18 12	3 4	7 32	6 42	18 4	2 33	7 44	7 0	18 20	3 6	7 47
11.K	6 49	18 14	4 26	7 55	6 39	18 6	3 49	8 13	6 57	18 22	4 26	8 11
12.N	6 46	18 16	5 26	8 43	6 36	18 8	4 47	9 3	6 54	18 25	5 25	9 1
13.R	6 43	18 19	5 56	10 1	6 33	18 11	5 23	10 15	6 51	18 27	5 57	10 16
14.L	6 40	18 21	6 9	11 33	6 31	18 13	5 43	11 41	6 48	18 29	6 12	11 47
15.P	6 37	18 24	6 15	13 10	6 28	18 15	5 54	13 12	6 45	18 32	6 20	13 22
16.E	6 34	18 26	6 18	14 46	6 25	18 17	6 1	14 44	6 42	18 34	6 24	14 57
17.T	6 32	18 28	6 19	16 22	6 22	18 20	6 5	16 16	6 39	18 37	6 26	16 31
18.K	6 29	18 31	6 20	17 57	6 19	18 22	6 9	17 48	6 37	18 39	6 27	18 6
19.N	6 26	18 33	6 20	19 34	6 17	18 24	6 12	19 22	6 34	18 41	6 28	19 42
20.R	6 23	18 36	6 20	21 15	6 14	18 26	6 15	20 59	6 31	18 44	6 30	21 22
21.L	6 20	18 38	6 22	23 2	6 11	18 29	6 20	22 42	6 28	18 46	6 32	23 7
22.P	6 17	18 40	6 25	***	6 8	18 31	6 27	***	6 25	18 48	6 36	***
23.E	6 14	18 43	6 32	0 53	6 5	18 33	6 40	0 28	6 22	18 51	6 45	0 57
24.T	6 11	18 45	6 50	2 43	6 3	18 35	7 4	2 10	6 19	18 53	7 5	2 45
25.K	6 8	18 48	7 34	4 11	6 0	18 37	7 53	3 33	6 16	18 55	7 51	4 10
26.N	6 5	18 50	8 58	4 57	5 57	18 40	9 13	4 24	6 13	18 58	9 14	4 58
27.R	6 2	18 52	10 43	5 16	5 54	18 42	10 50	4 49	6 10	19 0	10 57	5 19
28.L	5 59	18 55	12 28	5 23	5 51	18 44	12 30	5 2	6 7	19 2	12 40	5 28
29.P	6 56	19 57	15 8	6 26	6 49	19 46	15 6	6 9	7 4	20 5	15 19	6 32
30.E	6 53	19 59	16 42	6 27	6 46	19 48	16 36	6 14	7 1	20 7	16 52	6 34
31.T	6 50	20 2	18 12	6 28	6 43	19 51	18 3	6 17	6 59	20 9	18 21	6 35

Kuu ühendusi. 2-sel kell 14 Reegulusega, 10-ndal kell 14 Antaaresega, 17-ndal kell 16 Merkuuriga, 18-ndal kell 0 Marsiga, 20-ndal kell 15 Veenusega, 26-ndal kell 14 Jupiteriga, 29-ndal kell 22 Reegulusega.

Hämarik. Tsiviilse hämariku vältus 1-sel ja 16-ndal vastavalt 0.41 ja 0.41, nautilise hämariku vältus 1.27 ja 1.28 ning astronoomilise hämariku vältus 2.15 ja 2.19.

Aprill

Päev	Tartus									
	Päikese		Päeva pikkus	Kuu				Kesk. keskp. (kohalik aeg)		
	tõus	looj.		tõus	looj.	α	δ	Päikese kääne	Aja-võrrand	Täheaeg
	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	° /	° /	m.s	t.m.s
1.K	6 41	19 55	13 14	19 30	6 21	11 47.8	- 0 30	4 37.5	3 50	0 39 11
2.N	6 38	19 57	13 19	20 55	6 22	12 33.0	- 6 30	5 0.6	3 33	0 43 7
3.R	6 35	19 59	13 24	22 22	6 25	13 18.4	-12 10	5 23.6	3 15	0 47 4
4.L	6 32	20 2	13 30	23 50	6 28	14 4.9	-17 15	5 46.5	2 57	0 51 0
5.P	6 29	20 4	13 35	** ** *	6 35	14 53.0	-21 35	6 9.3	2 40	0 54 57
6.E	6 26	20 6	13 40	1 17	6 46	15 43.2	-24 58	6 32.0	2 23	0 58 53
7.T	6 24	20 8	13 44	2 40	7 7	16 35.3	-27 13	6 54.6	2 6	1 2 50
8.K	6 21	20 11	13 50	3 47	7 47	17 28.6	-28 15	7 17.0	1 49	1 6 46
9.N	6 18	20 13	13 55	4 30	8 50	18 22.4	-27 57	7 39.4	1 33	1 10 43
10.R	6 15	20 15	14 0	4 54	10 12	19 15.6	-26 22	8 1.6	1 17	1 14 40
11.L	6 12	20 17	14 5	5 6	11 41	20 7.6	-23 33	8 23.7	1 1	1 18 36
12.P	6 10	20 20	14 10	5 13	13 13	20 58.1	-19 36	8 45.7	0 45	1 22 33
13.E	6 7	20 22	14 15	5 18	14 44	21 47.2	-14 41	9 7.5	0 30	1 26 29
14.T	6 4	20 24	14 20	5 21	16 15	22 35.6	- 8 58	9 29.2	0 15	1 30 26
15.K	6 1	20 27	14 26	5 23	17 49	23 24.0	- 2 40	9 50.7	0 0	1 34 22
16.N	5 58	20 29	14 31	5 26	19 26	0 13.4	+ 3 58	10 12.0	-0 13	1 38 19
17.R	5 56	20 31	14 35	5 29	21 9	1 5.0	+10 34	10 33.2	-0 27	1 42 15
18.L	5 53	20 33	14 40	5 34	22 58	1 59.9	+16 44	10 54.2	-0 40	1 46 12
19.P	5 50	20 36	14 46	5 43	** ** *	2 58.8	+21 59	11 15.0	-0 53	1 50 9
20.E	5 48	20 38	14 50	6 1	0 48	4 1.7	+25 51	11 35.6	-1 6	1 54 5
21.T	5 45	20 40	14 55	6 40	2 25	5 7.4	+27 55	11 56.1	-1 18	1 58 2
22.K	5 42	20 43	15 1	7 52	3 29	6 13.5	+28 0	12 16.3	-1 30	2 1 58
23.N	5 40	20 45	15 5	9 29	4 0	7 17.3	+26 12	12 36.3	-1 41	2 5 55
24.R	5 37	20 47	15 10	11 11	4 15	8 17.1	+22 48	12 56.2	-1 52	2 9 51
25.L	5 34	20 49	15 15	12 50	4 23	9 12.1	+18 13	13 15.8	-2 2	2 13 48
26.P	5 32	20 52	15 20	14 22	4 27	10 3.0	+12 49	13 35.2	-2 12	2 17 44
27.E	5 29	20 54	15 25	15 49	4 30	10 50.6	+ 6 59	13 54.3	-2 22	2 21 41
28.T	5 26	20 56	15 30	17 14	4 32	11 36.2	+ 0 58	14 13.3	-2 31	2 25 38
29.K	5 24	20 59	15 35	18 38	4 34	12 20.9	- 4 59	14 32.0	-2 39	2 29 34
30.N	5 21	21 1	15 40	20 3	4 36	13 5.6	-10 39	14 50.4	-2 47	2 33 31

Päike. 20-n al kell 5 astub Sõnni märki, 19-ndal kell 5 liigub Jäära tähtkujju.

Kuu on 7-ndal apogeas, 19-ndal perigeas.

Kuu faasid. Täiskuu 2-sel kell 5.12, viimane veerand 10-ndal kell 7.51, noorkuu 17-ndal kell 14.52, esimene veerand 24-ndal kell 5.32.

Kuu on 14-ndal tõususõlmes, 26-ndal veerusõlmes.

Aprill

Päev	Tallinnas				Võrus				Kärdlas			
	Päikese		Kuu		Päikese		Kuu		Päikese		Kuu	
	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.
	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m
1.K	6 47	20 4	19 40	6 28	6 40	19 53	19 28	6 20	6 56	20 12	19 47	6 36
2.N	6 44	20 7	21 7	6 28	6 37	19 55	20 52	6 22	6 53	20 14	21 14	6 37
3.R	6 41	20 9	22 36	6 28	6 35	19 57	22 18	6 26	6 50	20 16	22 42	6 38
4.L	6 38	20 11	** **	6 30	6 32	19 59	23 44	6 30	6 47	20 19	** **	6 41
5.P	6 35	20 14	0 7	6 33	6 29	20 2	** **	6 38	6 44	20 21	0 11	6 46
6.E	6 32	20 16	1 38	6 41	6 26	20 4	1 10	6 51	6 41	20 23	1 41	6 55
7.T	6 29	20 18	3 5	6 58	6 23	20 6	2 31	7 13	6 38	20 26	3 6	7 14
8.K	6 26	20 21	4 15	7 35	6 21	20 8	3 37	7 54	6 35	20 28	4 14	7 52
9.N	6 23	20 23	4 56	8 41	6 18	20 11	4 21	8 57	6 32	20 30	4 56	8 57
10.R	6 20	20 26	5 15	10 7	6 15	20 13	4 47	10 17	6 30	20 33	5 17	10 21
11.L	6 18	20 28	5 24	11 41	6 12	20 15	5 1	11 44	6 27	20 35	5 28	11 53
12.P	6 15	20 30	5 28	13 15	6 10	20 17	5 9	13 14	6 24	20 37	5 33	13 26
13.E	6 12	20 33	5 30	14 49	6 7	20 19	5 15	14 44	6 21	20 40	5 36	14 59
14.T	6 9	20 35	5 31	16 22	6 4	20 22	5 18	16 15	6 18	20 42	5 38	16 31
15.K	6 6	20 38	5 31	17 58	6 2	20 24	5 22	17 47	6 15	20 44	5 39	18 6
16.N	6 3	20 40	5 32	19 37	5 59	20 26	5 25	19 23	6 12	20 47	5 41	19 45
17.R	6 0	20 42	5 33	21 23	5 56	20 28	5 29	21 5	6 10	20 49	5 43	21 29
18.L	5 57	20 45	5 36	23 16	5 54	20 31	5 36	22 53	6 7	20 51	5 46	23 20
19.P	5 55	20 47	5 42	** **	5 51	20 33	5 46	** **	6 04	20 54	5 54	** **
20.E	5 52	20 50	5 55	1 11	5 48	20 35	6 7	0 41	6 1	20 56	6 10	1 13
21.T	5 49	20 52	6 29	2 53	5 46	20 37	6 47	2 16	5 59	20 58	6 46	2 53
22.K	5 46	20 55	7 43	3 55	5 43	20 40	7 59	3 20	5 56	21 1	7 59	3 55
23.N	5 43	20 57	9 25	4 21	5 40	20 42	9 34	3 53	5 53	21 3	9 39	4 24
24.R	5 41	20 59	11 11	4 32	5 38	20 44	11 14	4 10	5 50	21 6	11 24	4 36
25.L	5 38	21 2	12 53	4 37	5 35	20 46	12 51	4 19	5 48	21 8	13 4	4 42
26.P	5 35	21 4	14 27	4 39	5 33	20 48	14 22	4 24	5 45	21 10	14 37	4 45
27.E	5 32	21 7	15 57	4 39	5 30	20 51	15 48	4 28	5 42	21 13	16 5	4 47
28.T	5 30	21 9	17 23	4 40	5 28	20 53	17 12	4 31	5 40	21 15	17 31	4 48
29.K	5 27	21 12	18 49	4 40	5 25	20 55	18 35	4 34	5 37	21 17	18 56	4 49
30.N	5 24	21 14	20 16	4 41	5 23	20 57	19 59	4 37	5 34	21 20	20 22	4 50

Kuu ühendusi. 6-ndal kell 22 Antaaresega, 16-ndal kell 4 Marsiga, 19-ndal kell 12 Veenusega, 23-ndal kell 1 Jupiteriga, 26-ndal kell 4 Reegulusega.

Hämarik. Tsiviilse hämariku vältus 1-sel ja 16-ndal vastavalt 0.42 ja 0.45, nautilise hämariku vältus 1.34 ja 1.45 ning astronoomilise hämariku vältus 2.33 ja 3.07. 25-ndal algab astronoomiline valge öö.

Mai

Päev	Tartus									
	Päikese		Päeva pikkus	Kuu				Kesk. keskp. (kohalik aeg)		
	tõus	looj.		tõus	looj.	α	δ	Päikese kääne	Aja-võrrand	Täheaeg
	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	° /	° /	m.s	t.m.s
1.R	5 19	21 3	15 44	21 29	4 40	13 51.4	-15 51	15 8.6	-2 55	2 37 27
2.L	5 16	21 5	15 49	22 57	4 45	14 38.9	-20 21	15 26.6	-3 2	2 41 24
3.P	5 14	21 8	15 54	***	4 55	15 28.4	-23 59	15 44.3	-3 8	2 45 20
4.E	5 11	21 10	15 59	0 21	5 12	16 19.9	-26 33	16 1.8	-3 14	2 49 17
5.T	5 9	21 12	16 3	1 34	5 45	17 13.0	-27 55	16 19.0	-3 19	2 53 13
6.K	5 6	21 14	16 8	2 26	6 40	18 6.6	-27 59	16 35.9	-3 24	2 57 10
7.N	5 4	21 17	16 13	2 56	7 55	18 59.7	-26 46	16 52.5	-3 28	3 1 7
8.R	5 2	21 19	16 17	3 12	9 21	19 51.6	-24 19	17 8.9	-3 32	3 5 3
9.L	4 59	21 21	16 22	3 21	10 50	20 41.7	-20 46	17 25.0	-3 35	3 9 0
10.P	4 57	21 23	16 26	3 26	12 18	21 30.2	-16 16	17 40.7	-3 37	3 12 56
11.E	4 55	21 26	16 31	3 30	13 47	22 17.5	-10 57	17 56.2	-3 39	3 16 53
12.T	4 53	21 28	16 35	3 32	15 16	23 4.6	- 5 1	18 11.4	-3 40	3 20 49
13.K	4 50	21 30	16 40	3 35	16 49	23 52.5	+ 1 20	18 26.3	-3 41	3 24 46
14.N	4 48	21 32	16 44	3 38	18 28	0 42.3	+ 7 51	18 40.9	-3 41	3 28 42
15.R	4 46	21 34	16 48	3 42	20 13	1 35.3	+14 10	18 55.2	-3 40	3 32 39
16.L	4 44	21 36	16 52	3 50	22 5	2 32.6	+19 51	19 9.1	-3 39	3 36 36
17.P	4 42	21 38	16 56	4 4	23 52	3 34.7	+24 22	19 22.7	-3 37	3 40 32
18.E	4 40	21 41	17 1	4 32	***	4 40.9	+27 13	19 36.0	-3 35	3 44 29
19.T	4 38	21 43	17 5	5 31	1 15	5 49.0	+28 3	19 48.9	-3 32	3 48 25
20.K	4 36	21 45	17 9	7 4	1 59	6 56.0	+26 49	20 1.6	-3 29	3 52 22
21.N	4 34	21 47	17 13	8 49	2 20	7 59.1	+23 46	20 13.8	-3 25	3 56 18
22.R	4 32	21 49	17 17	10 31	2 31	8 57.2	+19 20	20 25.7	-3 20	4 0 15
23.L	4 30	21 51	17 21	12 7	2 36	9 50.2	+14 0	20 37.3	-3 15	4 4 11
24.P	4 29	21 52	17 23	13 36	2 40	10 39.3	+ 8 10	20 48.5	-3 10	4 8 8
25.E	4 27	21 54	17 27	15 2	2 42	11 25.6	+ 2 9	20 59.4	-3 4	4 12 5
26.T	4 25	21 56	17 31	16 25	2 44	12 10.3	- 3 48	21 9.9	-2 58	4 16 1
27.K	4 24	21 58	17 34	17 49	2 47	12 54.8	- 9 29	21 20.0	-2 51	4 19 58
28.N	4 22	22 0	17 38	19 14	2 50	13 40.0	-14 44	21 29.8	-2 44	4 23 54
29.R	4 21	22 1	17 40	20 41	2 55	14 26.7	-19 21	21 39.1	-2 36	4 27 51
30.L	4 19	22 3	17 44	22 6	3 3	15 15.5	-23 9	21 48.1	-2 28	4 31 47
31.P	4 18	22 5	17 47	23 23	3 18	16 6.4	-25 57	21 56.8	-2 19	4 35 44

Päike. 21-sel kell 4 astub Kaksikute märki, 14-ndal kell 17 liigub Sõnni tähtkujju.

Kuu on 5-ndal apogeas, 17-ndal perigeas.

Kuu faasid. Täiskuu 1-sel kell 20.23, viimane veerand 10-ndal kell 0.10, noorkuu 16-ndal kell 23.01, esimene veerand 23-ndal kell 14.11, täiskuu 31-sel kell 11.45.

Kuu on 11-ndal tõususõlmes, 23-ndal veerusõlmes.

Mai

Päev	Tallinnas				Võrus				Kärdlas			
	Päikese		Kuu		Päikese		Kuu		Päikese		Kuu	
	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.
	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m
1.R	5 22	21 16	21 45	4 42	5 20	21 0	21 24	4 41	5 32	21 22	21 50	4 52
2.L	5 19	21 19	23 16	4 45	5 18	21 2	22 50	4 48	5 29	21 24	23 20	4 57
3.P	5 16	21 21	** **	4 51	5 15	21 4	***	4 59	5 27	21 27	** **	5 4
4.E	5 14	21 24	0 45	5 5	5 13	21 6	0 13	5 18	5 24	21 29	0 46	5 20
5.T	5 11	21 26	2 1	5 34	5 10	21 8	1 25	5 52	5 22	21 31	2 1	5 51
6.K	5 9	21 28	2 53	6 30	5 8	21 11	2 17	6 47	5 19	21 34	2 53	6 46
7.N	5 6	21 31	3 19	7 49	5 6	21 13	2 48	8 0	5 17	21 36	3 20	8 4
8.R	5 4	21 33	3 31	9 19	5 4	21 15	3 6	9 25	5 14	21 38	3 34	9 32
9.L	5 1	21 35	3 36	10 51	5 1	21 17	3 16	10 52	5 12	21 41	3 41	11 2
10.P	4 59	21 38	3 39	12 22	4 59	21 19	3 23	12 19	5 9	21 43	3 45	12 32
11.E	4 56	21 40	3 41	13 53	4 57	21 21	3 27	13 47	5 7	21 45	3 48	14 2
12.T	4 54	21 43	3 42	15 24	4 55	21 23	3 31	15 15	5 5	21 48	3 49	15 33
13.K	4 51	21 45	3 42	16 59	4 52	21 26	3 34	16 47	5 2	21 50	3 51	17 7
14.N	4 49	21 47	3 43	18 40	4 50	21 28	3 38	18 24	5 0	21 52	3 53	18 47
15.R	4 47	21 49	3 46	20 29	4 48	21 30	3 43	20 9	4 58	21 54	3 56	20 34
16.L	4 45	21 52	3 50	22 25	4 46	21 32	3 52	21 58	4 56	21 57	4 1	22 28
17.P	4 42	21 54	4 0	** **	4 44	21 34	4 08	23 44	4 54	21 59	4 13	** **
18.E	4 40	21 56	4 24	0 17	4 42	21 36	4 39	** **	4 52	22 1	4 39	0 19
19.T	4 38	21 58	5 21	1 42	4 40	21 38	5 38	1 5	4 49	22 3	5 38	1 41
20.K	4 36	22 1	6 58	2 22	4 39	21 40	7 9	1 52	4 47	22 5	7 13	2 24
21.N	4 34	22 3	8 48	2 38	4 37	21 42	8 52	2 15	4 45	22 7	9 0	2 42
22.R	4 32	22 5	10 34	2 45	4 35	21 44	10 33	2 26	4 44	22 9	10 45	2 50
23.L	4 30	22 7	12 12	2 49	4 33	21 46	12 8	2 33	4 42	22 11	12 22	2 55
24.P	4 28	22 9	13 43	2 50	4 31	21 47	13 36	2 38	4 40	22 13	13 52	2 57
25.E	4 26	22 11	15 11	2 51	4 30	21 49	15 0	2 41	4 38	22 15	15 19	2 59
26.T	4 25	22 13	16 36	2 51	4 28	21 51	16 23	2 44	4 36	22 17	16 43	3 0
27.K	4 23	22 15	18 2	2 52	4 27	21 53	17 46	2 47	4 35	22 19	18 8	3 1
28.N	4 21	22 17	19 29	2 53	4 25	21 54	19 10	2 51	4 33	22 21	19 35	3 3
29.R	4 19	22 19	20 59	2 56	4 24	21 56	20 35	2 57	4 31	22 23	21 3	3 7
30.L	4 18	22 20	22 28	3 1	4 22	21 58	21 59	3 7	4 30	22 24	22 30	3 14
31.P	4 16	22 22	23 49	3 12	4 21	21 59	23 14	3 23	4 28	22 26	23 49	3 27

Kuu ühendusi. 4-ndal kell 5 Antaaresega, 19-ndal kell 5 Veenusega, 20-ndal kell 16 Jupiteriga, 23-ndal kell 10 Reegulusega, 31-sel kell 12 Antaaresega.

Hämarik. Tsiviilse hämariku vältus 1-sel ja 16-ndal vastavalt 0.51 ja 1.01, nautilise hämariku vältus 1-sel 2.07. 16-ndal algab nautiline valge öö.

Juuni

Päev	Tartus									
	Päikese		Päeva pikkus	Kuu				Kesk. keskp. (kohalik aeg)		
	tõus	looj.		tõus	looj.	α	δ	Päikese kääne	Aja-võrrand	Täheaeg
	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	° /	° /	m.s	t.m.s
1.E	4 17	22 6	17 49	** **	3 46	16 59.1	-27 36	22 5.0	-2 10	4 39 40
2.T	4 15	22 8	17 53	0 22	4 34	17 52.6	-27 58	22 12.9	-2 1	4 43 37
3.K	4 14	22 9	17 55	0 58	5 43	18 46.0	-27 2	22 20.4	-1 51	4 47 34
4.N	4 13	22 11	17 58	1 18	7 6	19 38.1	-24 52	22 27.5	-1 41	4 51 30
5.R	4 12	22 12	18 0	1 28	8 34	20 28.3	-21 35	22 34.1	-1 31	4 55 27
6.L	4 11	22 13	18 2	1 35	10 1	21 16.6	-17 21	22 40.4	-1 20	4 59 23
7.P	4 10	22 15	18 5	1 39	11 27	22 3.4	-12 20	22 46.4	-1 9	5 3 20
8.E	4 9	22 16	18 7	1 42	12 53	22 49.4	-6 42	22 51.9	-0 57	5 7 16
9.T	4 8	22 17	18 9	1 44	14 22	23 35.6	-0 39	22 57.0	-0 46	5 11 13
10.K	4 8	22 18	18 10	1 47	15 54	0 23.1	+5 38	23 1.7	-0 34	5 15 9
11.N	4 7	22 19	18 12	1 50	17 33	1 13.4	+11 52	23 5.9	-0 21	5 19 6
12.R	4 7	22 20	18 13	1 56	19 20	2 7.6	+17 41	23 9.8	-0 9	5 23 2
13.L	4 6	22 21	18 15	2 6	21 10	3 6.8	+22 38	23 13.3	0 3	5 26 59
14.P	4 6	22 21	18 15	2 26	22 48	4 11.0	+26 12	23 16.4	0 15	5 30 56
15.E	4 5	22 22	18 17	3 9	23 51	5 18.9	+27 54	23 19.0	0 28	5 34 52
16.T	4 5	22 23	18 18	4 28	** **	6 27.6	+27 29	23 21.3	0 41	5 38 49
17.K	4 5	22 23	18 18	6 13	0 22	7 34.0	+25 2	23 23.1	0 54	5 42 45
18.N	4 5	22 24	18 19	8 1	0 37	8 35.8	+20 56	23 24.5	1 8	5 46 42
19.R	4 5	22 24	18 19	9 43	0 44	9 32.2	+15 41	23 25.5	1 21	5 50 38
20.L	4 5	22 24	18 19	11 17	0 49	10 24.0	+9 47	23 26.1	1 34	5 54 35
21.P	4 5	22 25	18 20	12 46	0 52	11 12.2	+3 38	23 26.3	1 47	5 58 31
22.E	4 5	22 25	18 20	14 11	0 54	11 58.2	-2 28	23 26.0	2 0	6 2 28
23.T	4 6	22 25	18 19	15 36	0 57	12 43.3	-8 18	23 25.4	2 13	6 6 25
24.K	4 6	22 25	18 19	17 1	1 0	13 28.5	-13 41	23 24.3	2 26	6 10 21
25.N	4 7	22 25	18 18	18 27	1 4	14 14.9	-18 27	23 22.8	2 39	6 14 18
26.R	4 7	22 25	18 18	19 53	1 11	15 3.2	-22 26	23 21.0	2 51	6 18 14
27.L	4 8	22 24	18 16	21 13	1 24	15 53.5	-25 27	23 18.7	3 4	6 22 11
28.P	4 8	22 24	18 16	22 18	1 47	16 45.8	-27 21	23 16.0	3 16	6 26 7
29.E	4 9	22 24	18 15	23 0	2 28	17 39.2	-28 0	23 12.8	3 28	6 30 4
30.T	4 10	22 23	18 13	23 24	3 32	18 32.8	-27 20	23 9.3	3 40	6 34 0

Päike. 21-sel kell 11 astub Vähi märki, olles suurimas põhjapoolses eemaldumuses taevaekvaatorist, suve algus. 22-sel kell 0 liigub Kaksikute tähtkujju.

Kuu on 1-sel apogeas, 15-ndal perigeas, 28-ndal apogeas.

Kuu faasid. Viimane veerand 8-ndal kell 13.00, noorkuu 15-ndal kell 5.54. esimene veerand 22-sel kell 0.55, täiskuu 30-ndal kell 2.56.

Kuu on 7-ndal tõususõlmes, 19-ndal veerusõlmes.

Juuni

Päev	Tallinnas				Võrus				Kärdlas			
	Päikese		Kuu		Päikese		Kuu		Päikese		Kuu	
	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.
	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m
1.E	4 15	22 24	***	3 36	4 20	22 1	***	3 52	4 27	22 28	***	3 52
2.T	4 14	22 25	0 49	4 23	4 19	22 2	0 12	4 41	4 26	22 29	0 48	4 40
3.K	4 12	22 27	1 22	5 36	4 18	22 4	0 50	5 49	4 25	22 31	1 23	5 52
4.N	4 11	22 29	1 37	7 03	4 16	22 5	1 11	7 10	4 23	22 32	1 40	7 17
5.R	4 10	22 30	1 45	8 34	4 15	22 6	1 23	8 36	4 22	22 34	1 49	8 46
6.L	4 9	22 31	1 49	10 4	4 14	22 8	1 31	10 2	4 21	22 35	1 54	10 15
7.P	4 8	22 33	1 51	11 32	4 14	22 9	1 36	11 27	4 20	22 36	1 57	11 42
8.E	4 7	22 34	1 52	13 1	4 13	22 10	1 40	12 53	4 19	22 38	1 59	13 10
9.T	4 6	22 35	1 52	14 31	4 12	22 11	1 43	14 20	4 18	22 39	2 0	14 39
10.K	4 5	22 36	1 53	16 6	4 11	22 12	1 47	15 52	4 18	22 40	2 2	16 13
11.N	4 4	22 37	1 55	17 47	4 11	22 13	1 51	17 29	4 17	22 41	2 4	17 54
12.R	4 4	22 38	1 58	19 37	4 10	22 14	1 58	19 15	4 16	22 42	2 9	19 42
13.L	4 3	22 39	2 5	21 32	4 10	22 15	2 9	21 3	4 16	22 43	2 17	21 35
14.P	4 3	22 40	2 20	23 14	4 9	22 15	2 31	22 38	4 16	22 43	2 34	23 15
15.E	4 2	22 41	2 59	***	4 9	22 16	3 16	23 42	4 15	22 44	3 15	***
16.T	4 2	22 42	4 20	0 16	4 9	22 17	4 34	***	4 15	22 45	4 36	0 17
17.K	4 2	22 42	6 10	0 42	4 9	22 17	6 17	0 15	4 15	22 45	6 23	0 45
18.N	4 2	22 43	8 2	0 53	4 9	22 18	8 3	0 32	4 15	22 46	8 14	0 57
19.R	4 2	22 43	9 47	0 57	4 9	22 18	9 44	0 41	4 15	22 46	9 57	1 3
20.L	4 2	22 43	11 24	1 0	4 9	22 18	11 17	0 46	4 15	22 47	11 33	1 7
21.P	4 2	22 44	12 54	1 1	4 9	22 19	12 45	0 50	4 15	22 47	13 3	1 8
22.E	4 2	22 44	14 22	1 2	4 9	22 19	14 9	0 54	4 15	22 47	14 29	1 10
23.T	4 3	22 44	15 48	1 2	4 10	22 19	15 33	0 57	4 15	22 47	15 55	1 11
24.K	4 3	22 44	17 15	1 3	4 10	22 19	16 57	1 1	4 16	22 47	17 21	1 13
25.N	4 4	22 44	18 44	1 6	4 10	22 19	18 22	1 6	4 16	22 47	18 49	1 16
26.R	4 4	22 43	20 13	1 10	4 11	22 19	19 46	1 15	4 17	22 47	20 16	1 22
27.L	4 5	22 43	21 38	1 19	4 12	22 18	21 4	1 29	4 18	22 46	21 39	1 33
28.P	4 6	22 43	22 45	1 38	4 12	22 18	22 8	1 53	4 18	22 46	22 45	1 54
29.E	4 6	22 42	23 25	2 17	4 13	22 18	22 52	2 35	4 19	22 45	23 26	2 34
30.T	4 7	22 42	23 45	3 24	4 14	22 17	23 17	3 39	4 20	22 45	23 47	3 40

Kuu ühendusi. 16-ndal kell 23 Merkuuriga, 17-ndal kell 10 Jupiteriga, 17-ndal kell 23 Veenusega, 19-ndal kell 18 Reegulusega, 27-ndal kell 18 Antaaresega.

Hämarik. Tsiviilse hämariku vältus 1-sel ja 16-ndal vastavalt 1.15 ja 1.27.

Juuli

Päev	Tartus									
	Päikese		Päeva pikkus	Kuu				Kesk. keskp. (kohalik aeg)		
	tõus	looj.		tõus	looj.	α	δ	Päikese kääne	Aja-võrrand	Täheaeg
	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	° /	° /	m.s	t.m.s
1.K	4 11	22 23	18 12	23 37	4 53	19 25.4	-25 25	23 5.4	3 52	6 37 57
2.N	4 12	22 22	18 10	23 44	6 20	20 16.2	-22 21	23 1.1	4 3	6 41 54
3.R	4 13	22 21	18 8	23 49	7 47	21 5.1	-18 17	22 56.3	4 14	6 45 50
4.L	4 14	22 20	18 6	23 52	9 14	21 52.0	-13 25	22 51.2	4 25	6 49 47
5.P	4 15	22 19	18 4	23 54	10 39	22 37.8	- 7 57	22 45.7	4 36	6 53 43
6.E	4 16	22 19	18 3	23 57	12 5	23 23.1	- 2 3	22 39.8	4 46	6 57 40
7.T	4 18	22 18	18 0	24 0	13 33	0 9.2	+ 4 4	22 33.4	4 56	7 1 36
8.K	4 19	22 16	17 57	***	15 6	0 57.2	+10 10	22 26.7	5 5	7 5 33
9.N	4 20	22 15	17 55	***	16 46	1 48.5	+15 58	22 19.6	5 14	7 9 29
10.R	4 22	22 14	17 52	0 11	18 32	2 44.1	+21 5	22 12.2	5 23	7 13 26
11.L	4 23	22 13	17 50	0 25	20 16	3 44.7	+25 5	22 4.3	5 31	7 17 23
12.P	4 25	22 12	17 47	0 54	21 36	4 49.9	+27 30	21 56.0	5 39	7 21 19
13.E	4 27	22 10	17 43	1 54	22 20	5 57.8	+27 57	21 47.4	5 46	7 25 16
14.T	4 28	22 9	17 41	3 29	22 42	7 5.2	+26 19	21 38.4	5 53	7 29 12
15.K	4 30	22 7	17 37	5 19	22 52	8 9.5	+22 50	21 29.1	5 59	7 33 9
16.N	4 32	22 6	17 34	7 7	22 58	9 9.0	+17 54	21 19.3	6 5	7 37 5
17.R	4 33	22 4	17 31	8 47	23 1	10 3.7	+12 3	21 9.2	6 11	7 41 2
18.L	4 35	22 2	17 27	10 21	23 4	10 54.4	+ 5 46	20 58.8	6 16	7 44 58
19.P	4 37	22 1	17 24	11 50	23 7	11 42.3	- 0 34	20 48.0	6 20	7 48 55
20.E	4 39	21 59	17 20	13 17	23 9	12 28.7	- 6 40	20 36.8	6 23	7 52 52
21.T	4 41	21 57	17 16	14 43	23 13	13 14.7	-12 19	20 25.3	6 27	7 56 48
22.K	4 43	21 55	17 12	16 10	23 19	14 1.4	-17 21	20 13.5	6 29	8 0 45
23.N	4 45	21 53	17 8	17 37	23 29	14 49.6	-21 35	20 1.3	6 31	8 4 41
24.R	4 47	21 51	17 4	19 1	23 48	15 39.6	-24 53	19 48.8	6 32	8 8 38
25.L	4 49	21 49	17 0	20 12	** **	16 31.5	-27 4	19 36.0	6 33	8 12 34
26.P	4 51	21 47	16 56	21 2	0 22	17 24.8	-28 2	19 22.8	6 33	8 16 31
27.E	4 53	21 45	16 52	21 30	1 20	18 18.5	-27 42	19 9.3	6 33	8 20 27
28.T	4 55	21 43	16 48	21 46	2 37	19 11.6	-26 5	18 55.5	6 31	8 24 24
29.K	4 57	21 41	16 44	21 55	4 3	20 3.2	-23 15	18 41.4	6 30	8 28 21
30.N	4 59	21 39	16 40	22 0	5 32	20 52.8	-19 22	18 27.0	6 27	8 32 17
31.R	5 1	21 36	16 35	22 3	7 0	21 40.6	-14 37	18 12.3	6 24	8 36 14

Päike. Kaugeim seis Maast 6-ndal. 22-sel kell 22 astub Lõvi märki, 21-sel kell 5 liigub Vähi tähtkujju.

Kuu on 13-ndal perigees, 25-ndal apogeas.

Kuu faasid. Viimane veerand 7-ndal kell 22.29, noorkuu 14-ndal kell 12.43, esimene veerand 21-sel kell 14.05, täiskuu 29-ndal kell 17.36.

Kuu on 4-ndal tõususõlmes, 17-ndal veerusõlmes, 31-sel tõususõlmes.

Juuli

Päev	Tallinnas				Võrus				Kärdlas			
	Päikese		Kuu		Päikese		Kuu		Päikese		Kuu	
	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.
	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m
1.K	4 8	22 41	23 54	4 49	4 15	22 17	23 31	4 57	4 21	22 44	23 58	5 3
2.N	4 9	22 40	23 59	6 19	4 16	22 16	23 40	6 23	4 22	22 44	** **	6 32
3.R	4 10	22 39	** **	7 50	4 17	22 15	23 46	7 49	4 23	22 43	** **	8 1
4.L	4 12	22 38	** **	9 18	4 18	22 15	23 50	9 14	4 24	22 42	0 7	9 28
5.P	4 13	22 38	** **	10 46	4 19	22 14	23 53	10 39	4 25	22 41	0 9	10 55
6.E	4 14	22 36	** **	12 13	4 20	22 13	23 56	12 3	4 27	22 40	0 11	12 22
7.T	4 16	22 35	** **	13 44	4 21	22 12	24 0	13 31	4 28	22 39	0 12	13 51
8.K	4 17	22 34	** **	15 19	4 22	22 11	** **	15 3	4 29	22 38	0 14	15 26
9.N	4 19	22 33	0 7	17 2	4 24	22 10	0 5	16 42	4 31	22 37	0 17	17 8
10.R	4 20	22 32	0 11	18 52	4 25	22 9	0 14	18 26	4 32	22 35	0 23	18 56
11.L	4 22	22 30	0 21	20 41	4 27	22 7	0 29	20 7	4 34	22 34	0 34	20 42
12.P	4 23	22 29	0 45	22 3	4 28	22 6	1 0	21 27	4 36	22 33	1 1	22 3
13.E	4 25	22 27	1 44	22 43	4 30	22 5	2 1	22 13	4 37	22 31	2 1	22 45
14.T	4 27	22 26	3 23	22 59	4 31	22 3	3 34	22 36	4 39	22 30	3 38	23 3
15.K	4 29	22 24	5 18	23 6	4 33	22 2	5 22	22 48	4 41	22 28	5 31	23 12
16.N	4 31	22 22	7 9	23 10	4 35	22 0	7 8	22 55	4 42	22 26	7 20	23 16
17.R	4 32	22 21	8 53	23 11	4 36	21 59	8 48	23 0	4 44	22 25	9 3	23 18
18.L	4 34	22 19	10 29	23 12	4 38	21 57	10 20	23 3	4 46	22 23	10 38	23 20
19.P	4 36	22 17	12 0	23 13	4 40	21 56	11 49	23 6	4 48	22 21	12 8	23 21
20.E	4 38	22 15	13 28	23 14	4 42	21 54	13 14	23 10	4 50	22 19	13 36	23 23
21.T	4 40	22 13	14 57	23 15	4 44	21 52	14 40	23 15	4 52	22 17	15 3	23 26
22.K	4 43	22 11	16 27	23 19	4 45	21 50	16 6	23 22	4 54	22 16	16 32	23 30
23.N	4 45	22 9	17 57	23 26	4 47	21 48	17 31	23 34	4 56	22 14	18 1	23 39
24.R	4 47	22 7	19 25	23 40	4 49	21 47	18 53	23 54	4 58	22 11	19 26	23 55
25.L	4 49	22 5	20 39	** **	4 51	21 45	20 3	** **	5 0	22 9	20 39	** **
26.P	4 51	22 2	21 28	0 12	4 53	21 43	20 53	0 29	5 2	22 7	21 28	0 28
27.E	4 53	22 0	21 53	1 10	4 55	21 41	21 23	1 26	5 4	22 5	21 55	1 26
28.T	4 55	21 58	22 4	2 31	4 57	21 39	21 40	2 42	5 7	22 3	22 8	2 46
29.K	4 58	21 56	22 10	4 2	4 59	21 36	21 50	4 7	5 9	22 1	22 15	4 14
30.N	5 0	21 53	22 12	5 33	5 1	21 34	21 56	5 34	5 11	21 58	22 18	5 45
31.R	5 2	21 51	22 14	7 4	5 3	21 32	22 0	7 0	5 13	21 56	22 21	7 14

Kuu ühendusi. 17-ndal kell 3 Reegulusega, 17-ndal kell 20 Veenusega, 25-ndal kell 0 Antaaresega.

Hämarik. Tsiviilse hämariku vältus 1-sel ja 16-ndal vastavalt 1.23 ja 1.09, 28-ndal lõpeb nautiline valge öö.

August

Päev	Tartus									
	Päikese		Päeva pikkus	Kuu				Kesk. keskp. (kohalik aeg)		
	tõus	looj.		tõus	looj.	α	δ	Päikese kääne	Aja-võrrand	Täheaeg
	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	° /	° /	m.s	t.m.s
1.L	5 3	21 34	16 31	22 5	8 26	22 26.9	- 9 12	17 57.3	6 21	8 40 10
2.P	5 5	21 32	16 27	22 8	9 52	23 12.6	- 3 20	17 42.0	6 17	8 44 7
3.E	5 8	21 30	16 22	22 10	11 19	23 58.4	+ 2 46	17 26.4	6 12	8 48 3
4.T	5 10	21 27	16 17	22 14	12 49	0 45.5	+ 8 52	17 10.5	6 7	8 52 0
5.K	5 12	21 25	16 13	22 19	14 26	1 35.1	+14 41	16 54.3	6 1	8 55 56
6.N	5 14	21 22	16 8	22 30	16 7	2 28.2	+19 54	16 37.9	5 54	8 59 53
7.R	5 16	21 20	16 4	22 50	17 50	3 25.8	+24 9	16 21.2	5 47	9 3 50
8.L	5 18	21 18	16 0	23 34	19 19	4 27.7	+27 0	16 4.2	5 40	9 7 46
9.P	5 21	21 15	15 54	** **	20 17	5 32.9	+28 6	15 47.0	5 31	9 11 43
10.E	5 23	21 13	15 50	0 53	20 46	6 39.1	+27 15	15 29.5	5 23	9 15 39
11.T	5 25	21 10	15 45	2 36	21 0	7 43.6	+24 29	15 11.8	5 13	9 19 36
12.K	5 27	21 8	15 41	4 25	21 7	8 44.4	+20 7	14 53.8	5 3	9 23 32
13.N	5 29	21 5	15 36	6 10	21 11	9 40.9	+14 35	14 35.6	4 53	9 27 29
14.R	5 32	21 2	15 30	7 48	21 14	10 33.5	+ 8 22	14 17.1	4 42	9 31 25
15.L	5 34	21 0	15 26	9 21	21 17	11 23.1	+ 1 55	13 58.5	4 30	9 35 22
16.P	5 36	20 57	15 21	10 51	21 19	12 10.9	- 4 27	13 39.6	4 18	9 39 19
17.E	5 38	20 55	15 17	12 19	21 23	12 58.0	-10 25	13 20.5	4 6	9 43 15
18.T	5 40	20 52	15 12	13 48	21 28	13 45.3	-15 48	13 1.1	3 53	9 47 12
19.K	5 43	20 49	15 6	15 17	21 36	14 33.7	-20 23	12 41.6	3 39	9 51 8
20.N	5 45	20 47	15 2	16 43	21 51	15 23.7	-24 2	12 21.9	3 25	9 55 5
21.R	5 47	20 44	14 57	18 1	22 18	16 15.4	-26 36	12 2.0	3 10	9 59 1
22.L	5 49	20 41	14 52	18 59	23 7	17 8.5	-27 56	11 41.9	2 55	10 2 58
23.P	5 52	20 38	14 46	19 35	** **	18 2.3	-27 59	11 21.6	2 39	10 6 54
24.E	5 54	20 36	14 42	19 54	0 18	18 55.6	-26 44	11 1.1	2 23	10 10 51
25.T	5 56	20 33	14 37	20 4	1 42	19 47.8	-24 15	10 40.5	2 7	10 14 48
26.K	5 58	20 30	14 32	20 11	3 11	20 38.2	-20 39	10 19.7	1 50	10 18 44
27.N	6 0	20 27	14 27	20 14	4 40	21 26.8	-16 6	9 58.7	1 33	10 22 41
28.R	6 3	20 25	14 22	20 17	6 8	22 13.9	-10 47	9 37.6	1 15	10 26 37
29.L	6 5	20 22	14 17	20 19	7 35	23 0.3	- 4 56	9 16.3	0 57	10 30 34
30.P	6 7	20 19	14 12	20 22	9 3	23 46.7	+ 1 13	8 54.9	0 39	10 34 30
31.E	6 9	20 16	14 7	20 25	10 34	0 34.1	+ 7 26	8 33.3	0 20	10 38 27

Päike. 23-ndal kell 5 astub Neitsi märki, 11-ndal kell 4 liigub Lõvi tähtkujju.

Kuu on 10-ndal perigees, 22-sel apogees.

Kuu faasid. Viimane veerand 6-ndal kell 5.21, noorkuu 12-ndal kell 20.37, esimene veerand 20-ndal kell 5.46, täiskuu 28-ndal kell 7.18.

Kuu on 13-ndal veerusõlmes, 27-ndal tõususõlmes.

August

Päev	Tallinnas				Võrus				Kärdlas			
	Päikese		Kuu		Päikese		Kuu		Päikese		Kuu	
	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.
	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m
1.L	5 4	21 49	22 14	8 32	5 5	21 30	22 4	8 26	5 15	21 54	22 22	8 41
2.P	5 7	21 46	22 15	10 0	5 7	21 28	22 7	9 51	5 18	21 51	22 23	10 8
3.E	5 9	21 44	22 16	11 29	5 9	21 26	22 10	11 17	5 20	21 49	22 25	11 37
4.T	5 11	21 41	22 17	13 2	5 11	21 23	22 15	12 47	5 22	21 47	22 27	13 9
5.K	5 14	21 39	22 20	14 40	5 14	21 21	22 22	14 21	5 24	21 44	22 31	14 46
6.N	5 16	21 36	22 27	16 26	5 16	21 19	22 33	16 1	5 27	21 42	22 40	16 30
7.R	5 18	21 34	22 43	18 13	5 18	21 16	22 56	17 42	5 29	21 39	22 58	18 15
8.L	5 21	21 31	23 23	19 47	5 20	21 14	23 41	19 10	5 31	21 37	23 40	19 47
9.P	5 23	21 28	** ** *	20 42	5 22	21 11	** ** *	20 8	5 33	21 34	** ** *	20 43
10.E	5 25	21 26	0 44	21 6	5 24	21 9	0 59	20 39	5 36	21 32	1 0	21 8
11.T	5 28	21 23	2 33	21 15	5 26	21 7	2 40	20 55	5 38	21 29	2 47	21 20
12.K	5 30	21 21	4 26	21 20	5 29	21 4	4 28	21 3	5 40	21 26	4 38	21 26
13.N	5 32	21 18	6 14	21 22	5 31	21 2	6 11	21 9	5 42	21 24	6 24	21 29
14.R	5 35	21 15	7 54	21 23	5 33	20 59	7 48	21 13	5 45	21 21	8 4	21 31
15.L	5 37	21 12	9 29	21 24	5 35	20 57	9 20	21 16	5 47	21 18	9 38	21 32
16.P	5 39	21 10	11 1	21 25	5 37	20 54	10 48	21 20	5 49	21 16	11 9	21 34
17.E	5 42	21 7	12 32	21 26	5 39	20 51	12 16	21 24	5 52	21 13	12 39	21 36
18.T	5 44	21 4	14 3	21 29	5 41	20 49	13 43	21 30	5 54	21 10	14 9	21 40
19.K	5 46	21 1	15 35	21 34	5 44	20 46	15 11	21 40	5 56	21 8	15 39	21 46
20.N	5 49	20 59	17 5	21 45	5 46	20 44	16 36	21 56	5 59	21 5	17 8	21 59
21.R	5 51	20 56	18 27	22 8	5 48	20 41	17 52	22 25	6 1	21 2	18 27	22 25
22.L	5 53	20 53	19 26	22 56	5 50	20 38	18 50	23 14	6 3	20 59	19 26	23 13
23.P	5 56	20 50	19 59	** ** *	5 52	20 36	19 26	** ** *	6 5	20 56	20 0	** ** *
24.E	5 58	20 47	20 14	0 10	5 54	20 33	19 47	0 23	6 8	20 54	20 17	0 26
25.T	6 0	20 44	20 21	1 39	5 56	20 30	19 59	1 46	6 10	20 51	20 25	1 52
26.K	6 3	20 41	20 24	3 11	5 59	20 28	20 7	3 13	6 12	20 48	20 30	3 23
27.N	6 5	20 39	20 26	4 43	6 1	20 25	20 12	4 41	6 14	20 45	20 32	4 54
28.R	6 7	20 36	20 27	6 13	6 3	20 22	20 15	6 8	6 17	20 42	20 34	6 23
29.L	6 10	20 33	20 27	7 42	6 5	20 19	20 18	7 34	6 19	20 39	20 35	7 51
30.P	6 12	20 30	20 28	9 12	6 7	20 17	20 22	9 1	6 21	20 37	20 37	9 20
31.E	6 14	20 27	20 29	10 45	6 9	20 14	20 26	10 31	6 23	20 34	20 39	10 52

Kuu ühendusi. 9-ndal kell 9 Marsiga, 11-ndal kell 16 Merkuuriga, 16-ndal kell 12 Veenusega, 21-sel kell 7 Antaaresega.

Hämarik. Tsiviilse hämariku vältus 1-sel ja 16-ndal vastavalt 0.57 ja 0.49, nautilise hämariku vältus 2.37 ja 1.57, 18-ndal lõpeb astronoomiline valge öö.

September

Päev	Tartus									
	Päikese		Päeva pikkus	Kuu				Kesk. keskp. (kohalik aeg)		
	tõus	looj.		tõus	looj.	α	δ	Päikese kääne	Aja-võrrand	Täheaeg
	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	° /	° /	m.s	t.m.s
1.T	6 11	20 14	14 3	20 30	12 9	1 23.5	+13 25	8 11.6	0 1	10 42 23
2.K	6 13	20 11	13 58	20 38	13 49	2 16.0	+18 49	7 49.8	-0 17	10 46 20
3.N	6 16	20 8	13 52	20 55	15 31	3 12.2	+23 18	7 27.8	-0 37	10 50 17
4.R	6 18	20 5	13 47	21 28	17 5	4 12.3	+26 28	7 5.7	-0 57	10 54 13
5.L	6 20	20 2	13 42	22 32	18 13	5 15.5	+28 0	6 43.5	-1 17	10 58 10
6.P	6 22	19 59	13 37	***	18 49	6 19.9	+27 43	6 21.2	-1 37	11 2 6
7.E	6 24	19 56	13 32	0 6	19 7	7 23.2	+25 34	5 58.8	-1 57	11 6 3
8.T	6 27	19 54	13 27	1 52	19 16	8 23.6	+21 48	5 36.2	-2 18	11 9 59
9.K	6 29	19 51	13 22	3 36	19 22	9 20.4	+16 45	5 13.6	-2 38	11 13 56
10.N	6 31	19 48	13 17	5 15	19 25	10 13.5	+10 51	4 50.9	-3 0	11 17 52
11.R	6 33	19 45	13 12	6 49	19 28	11 3.7	+ 4 29	4 28.1	-3 20	11 21 49
12.L	6 35	19 42	13 7	8 21	19 30	11 52.1	- 1 57	4 5.2	-3 41	11 25 46
13.P	6 37	19 39	13 2	9 50	19 33	12 39.7	- 8 8	3 42.3	-4 3	11 29 42
14.E	6 40	19 36	12 56	11 20	19 38	13 27.4	-13 50	3 19.3	-4 24	11 33 39
15.T	6 42	19 34	12 52	12 50	19 45	14 16.0	-18 48	2 56.2	-4 45	11 37 35
16.K	6 44	19 31	12 47	14 19	19 57	15 6.1	-22 50	2 33.1	-5 7	11 41 32
17.N	6 46	19 28	12 42	15 42	20 18	15 57.8	-25 49	2 9.9	-5 28	11 45 28
18.R	6 48	19 25	12 37	16 49	20 57	16 50.8	-27 35	1 46.7	-5 49	11 49 25
19.L	6 50	19 22	12 32	17 34	22 0	17 44.5	-28 4	1 23.4	-6 11	11 53 21
20.P	6 53	19 19	12 26	17 59	23 19	18 38.0	-27 14	1 0.1	-6 32	11 57 18
21.E	6 55	19 16	12 21	18 12	***	19 30.3	-25 10	0 36.8	-6 54	12 1 15
22.T	6 57	19 13	12 16	18 20	0 46	20 21.1	-21 57	0 13.5	-7 15	12 5 11
23.K	6 59	19 11	12 12	18 25	2 15	21 10.1	-17 44	0 9.8	-7 36	12 9 8
24.N	7 1	19 8	12 7	18 28	3 43	21 57.6	-12 41	-0 33.2	-7 57	12 13 4
25.R	7 4	19 5	12 1	18 31	5 11	22 44.4	- 6 59	-0 56.5	-8 18	12 17 1
26.L	7 6	19 2	11 56	18 33	6 39	23 31.2	- 0 51	-1 19.9	-8 39	12 20 57
27.P	7 8	18 59	11 51	18 36	8 11	0 19.0	+ 5 28	-1 43.2	-9 0	12 24 54
28.E	7 10	18 56	11 46	18 41	9 46	1 8.8	+11 39	-2 6.6	-9 20	12 28 50
29.T	7 12	18 53	11 41	18 49	11 27	2 1.5	+17 21	-2 29.9	-9 40	12 32 47
30.K	7 14	18 50	11 36	19 2	13 11	2 58.0	+22 12	-2 53.2	-10 0	12 36 44

Päike. 23-ndal kell 3 astub Kaalude märki, siirdudes taeva põhjapoolkeralt lõunapoolkerale, sügise algus. 17-ndal kell 5 liigub Neitsi tähtkuju.

Kuu on 6-ndal perigees, 19-ndal apogeas.

Kuu faasid. Viimane veerand 4-ndal kell 10.51, noorkuu 11-ndal kell 6.27, esimene veerand 18-ndal kell 23.44, täiskuu 26-ndal kell 19.49.

Kuu on 9-ndal veerusõlmes, 24-ndal tõususõlmes.

September

Päev	Tallinnas				Võrus				Kärdlas			
	Päikese		Kuu		Päikese		Kuu		Päikese		Kuu	
	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.
	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m
1.T	6 17	20 24	20 32	12 23	6 11	20 11	20 32	12 5	6 26	20 31	20 42	12 29
2.K	6 19	20 21	20 37	14 6	6 14	20 8	20 42	13 44	6 28	20 28	20 49	14 11
3.N	6 21	20 18	20 49	15 53	6 16	20 6	21 0	15 24	6 30	20 25	21 3	15 56
4.R	6 23	20 15	21 18	17 32	6 18	20 3	21 35	16 56	6 32	20 22	21 34	17 32
5.L	6 26	20 12	22 22	18 40	6 20	20 0	22 39	18 4	6 35	20 19	22 39	18 40
6.P	6 28	20 9	** ** *	19 11	6 22	19 57	** ** *	18 42	6 37	20 16	** ** *	19 13
7.E	6 30	20 6	0 1	19 25	6 24	19 54	0 11	19 2	6 39	20 13	0 16	19 29
8.T	6 33	20 3	1 51	19 30	6 26	19 52	1 55	19 12	6 41	20 11	2 4	19 36
9.K	6 35	20 0	3 39	19 33	6 28	19 49	3 37	19 19	6 44	20 8	3 50	19 40
10.N	6 37	19 57	5 20	19 35	6 31	19 46	5 15	19 23	6 46	20 5	5 30	19 42
11.R	6 39	19 54	6 57	19 36	6 33	19 43	6 49	19 27	6 48	20 2	7 6	19 44
12.L	6 42	19 51	8 30	19 36	6 35	19 40	8 19	19 30	6 50	19 59	8 38	19 45
13.P	6 44	19 48	10 2	19 37	6 37	19 38	9 48	19 34	6 53	19 56	10 9	19 47
14.E	6 46	19 45	11 34	19 40	6 39	19 35	11 16	19 40	6 55	19 53	11 40	19 50
15.T	6 49	19 42	13 7	19 44	6 41	19 32	12 45	19 48	6 57	19 50	13 12	19 56
16.K	6 51	19 39	14 40	19 52	6 43	19 29	14 12	20 1	6 59	19 47	14 43	20 6
17.N	6 53	19 36	16 7	20 10	6 45	19 26	15 34	20 24	7 2	19 44	16 8	20 25
18.R	6 55	19 33	17 17	20 46	6 48	19 23	16 40	21 5	7 4	19 41	17 17	21 3
19.L	6 58	19 31	17 59	21 51	6 50	19 21	17 25	22 6	7 6	19 38	18 0	22 7
20.P	7 0	19 28	18 20	23 14	6 52	19 18	17 52	23 24	7 8	19 35	18 22	23 29
21.E	7 2	19 25	18 30	** ** *	6 54	19 15	18 7	** ** *	7 11	19 32	18 34	** ** *
22.T	7 5	19 22	18 35	0 45	6 56	19 12	18 16	0 49	7 13	19 29	18 40	0 58
23.K	7 7	19 19	18 37	2 17	6 58	19 9	18 22	2 17	7 15	19 27	18 43	2 28
24.N	7 9	19 16	18 39	3 48	7 0	19 7	18 26	3 44	7 17	19 24	18 46	3 58
25.R	7 11	19 13	18 39	5 17	7 2	19 4	18 29	5 11	7 19	19 21	18 47	5 27
26.L	7 14	19 10	18 40	6 48	7 5	19 1	18 33	6 38	7 22	19 18	18 49	6 56
27.P	7 16	19 7	18 41	8 21	7 7	18 58	18 37	8 8	7 24	19 15	18 51	8 29
28.E	7 18	19 4	18 44	9 59	7 9	18 55	18 42	9 43	7 26	19 12	18 54	10 6
29.T	7 21	19 1	18 48	11 43	7 11	18 52	18 51	11 22	7 28	19 9	19 0	11 48
30.K	7 23	18 58	18 58	13 31	7 13	18 50	19 7	13 4	7 31	19 6	19 12	13 34

Kuu ühendusi. 6-ndal kell 21 Marsiga, 8-ndal kell 21 Jupiteriga, 9-ndal kell 23 Reegulusega, 14-ndal kell 14 Veenusega, 17-ndal kell 15 Antaaresega.

Hämarik. Tsiviilse hämariku vältus 1-sel ja 16-ndal vastavalt 0.43 ja 0.41, nautilise hämariku vältus 1.39 ja 1.31 ning astronoomilise hämariku vältus 2.48 ja 2.26.

Oktoober

Päev	Tartus									
	Päikese		Päeva pikkus	Kuu				Kesk. keskp. (kohalik aeg)		
	tõus	looj.		tõus	looj.	α	δ	Päikese kääne	Aja-võrrand	Täheaeg
	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	° /	° /	m.s	t.m.s
1.N	7 17	18 48	11 31	19 30	14 50	3 58.2	+25 46	-3 16.5	-10 19	12 40 40
2.R	7 19	18 45	11 26	20 24	16 7	5 1.3	+27 42	-3 39.7	-10 38	12 44 37
3.L	7 21	18 42	11 21	21 50	16 52	6 5.5	+27 49	-4 2.9	-10 57	12 48 33
4.P	7 23	18 39	11 16	23 31	17 14	7 8.6	+26 7	-4 26.0	-11 16	12 52 30
5.E	7 26	18 36	11 10	***	17 25	8 8.7	+22 47	-4 49.1	-11 34	12 56 26
6.T	7 28	18 34	11 6	1 13	17 32	9 5.0	+18 10	-5 12.2	-11 52	13 0 23
7.K	7 30	18 31	11 1	2 51	17 36	9 57.8	+12 37	-5 35.2	-12 9	13 4 19
8.N	7 32	18 28	10 56	4 25	17 39	10 47.7	+ 6 32	-5 58.1	-12 26	13 8 16
9.R	7 35	18 25	10 50	5 55	17 42	11 35.7	+ 0 14	-6 20.9	-12 43	13 12 13
10.L	7 37	18 22	10 45	7 24	17 44	12 22.9	- 5 58	-6 43.6	-12 59	13 16 9
11.P	7 39	18 20	10 41	8 53	17 48	13 10.3	-11 48	-7 6.3	-13 15	13 20 6
12.E	7 41	18 17	10 36	10 23	17 54	13 58.6	-17 2	-7 28.9	-13 30	13 24 2
13.T	7 44	18 14	10 30	11 53	18 4	14 48.4	-21 25	-7 51.3	-13 44	13 27 59
14.K	7 46	18 11	10 25	13 19	18 22	15 39.9	-24 47	-8 13.7	-13 58	13 31 55
15.N	7 48	18 9	10 21	14 34	18 54	16 32.8	-26 58	-8 35.9	-14 12	13 35 52
16.R	7 50	18 6	10 16	15 28	19 47	17 26.6	-27 52	-8 58.0	-14 25	13 39 48
17.L	7 53	18 3	10 10	16 0	21 0	18 20.1	-27 29	-9 20.0	-14 37	13 43 45
18.P	7 55	18 0	10 5	16 18	22 23	19 12.6	-25 50	-9 41.8	-14 49	13 47 42
19.E	7 57	17 58	10 1	16 28	23 50	20 3.4	-23 1	-10 3.5	-15 1	13 51 38
20.T	8 0	17 55	9 55	16 34	***	20 52.3	-19 12	-10 25.1	-15 11	13 55 35
21.K	8 2	17 53	9 51	16 38	1 17	21 39.7	-14 31	-10 46.5	-15 21	13 59 31
22.N	8 4	17 50	9 46	16 41	2 43	22 26.2	- 9 8	-11 7.7	-15 31	14 3 28
23.R	8 7	17 47	9 40	16 44	4 10	23 12.5	- 3 13	-11 28.8	-15 39	14 7 24
24.L	8 9	17 45	9 36	16 47	5 39	23 59.8	+ 3 1	-11 49.7	-15 48	14 11 21
25.P	7 11	16 42	9 31	15 51	6 13	0 49.0	+ 9 17	-12 10.4	-15 55	14 15 17
26.E	7 14	16 40	9 26	15 58	7 53	1 41.4	+15 16	-12 30.9	-16 2	14 19 14
27.T	7 16	16 37	9 21	16 9	9 39	2 37.8	+20 32	-12 51.2	-16 7	14 23 11
28.K	7 18	16 34	9 16	16 32	11 24	3 38.5	+24 39	-13 11.4	-16 13	14 27 7
29.N	7 21	16 32	9 11	17 18	12 53	4 42.7	+27 9	-13 31.3	-16 17	14 31 4
30.R	7 23	16 30	9 7	18 36	13 50	5 48.6	+27 46	-13 51.0	-16 21	14 35 0
31.L	7 25	16 27	9 2	20 15	14 19	6 53.6	+26 27	-14 10.5	-16 23	14 38 57

Päike. 23-ndal kell 13 astub Skorpioni märki, 31-sel kell 17 liigub Kaalude tähtkuju.

Kuu on 1-sel perigees, 17-ndal apogeas, 28-ndal perigeas.

Kuu faasid. Viimane veerand 3-ndal kell 16.25, noorkuu 10-ndal kell 18.50, esimene veerand 18-ndal kell 19.12, täiskuu 26-ndal kell 6.12.

Kuu on 7-ndal veerusõlmes, 21-sel tõususõlmes.

Oktoober

Päev	Tallinnas				Võrus				Kärdlas			
	Päikese		Kuu		Päikese		Kuu		Päikese		Kuu	
	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.
	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m
1.N	7 25	18 55	19 21	15 15	7 15	18 47	19 36	14 42	7 33	19 3	19 37	15 16
2.R	7 28	18 52	20 14	16 34	7 17	18 44	20 31	15 58	7 35	19 0	20 31	16 34
3.L	7 30	18 49	21 43	17 15	7 20	18 41	21 55	16 44	7 38	18 57	21 58	17 17
4.P	7 32	18 46	23 29	17 33	7 22	18 39	23 34	17 8	7 40	18 54	23 42	17 36
5.E	7 35	18 43	** **	17 40	7 24	18 36	** **	17 21	7 42	18 52	** **	17 45
6.T	7 37	18 40	1 15	17 44	7 26	18 33	1 15	17 29	7 44	18 49	1 26	17 50
7.K	7 39	18 37	2 56	17 46	7 28	18 30	2 52	17 34	7 47	18 46	3 6	17 53
8.N	7 42	18 34	4 31	17 47	7 30	18 28	4 24	17 37	7 49	18 43	4 41	17 55
9.R	7 44	18 31	6 4	17 48	7 33	18 25	5 54	17 41	7 51	18 40	6 12	17 57
10.L	7 46	18 28	7 34	17 49	7 35	18 22	7 21	17 45	7 54	18 37	7 42	17 59
11.P	7 49	18 26	9 6	17 51	7 37	18 19	8 49	17 50	7 56	18 34	9 12	18 2
12.E	7 51	18 23	10 38	17 55	7 39	18 17	10 18	17 57	7 58	18 32	10 44	18 6
13.T	7 54	18 20	12 11	18 2	7 42	18 14	11 47	18 8	8 1	18 29	12 15	18 14
14.K	7 56	18 17	13 42	18 15	7 44	18 11	13 11	18 27	8 3	18 26	13 44	18 30
15.N	7 58	18 14	15 0	18 44	7 46	18 9	14 25	19 0	8 5	18 23	15 0	19 0
16.R	8 1	18 11	15 54	19 37	7 48	18 6	15 19	19 53	8 8	18 20	15 54	19 53
17.L	8 3	18 9	16 23	20 53	7 50	18 3	15 52	21 5	8 10	18 18	16 24	21 8
18.P	8 6	18 6	16 36	22 21	7 53	18 1	16 11	22 27	8 12	18 15	16 40	22 34
19.E	8 8	18 3	16 43	23 51	7 55	17 58	16 23	23 52	8 15	18 12	16 48	** **
20.T	8 10	18 0	16 47	** **	7 57	17 55	16 30	** **	8 17	18 9	16 53	0 2
21.K	8 13	17 57	16 49	1 20	7 59	17 53	16 35	1 18	8 20	18 7	16 56	1 31
22.N	8 15	17 55	16 50	2 49	8 2	17 50	16 39	2 43	8 22	18 4	16 58	2 58
23.R	8 18	17 52	16 51	4 18	8 4	17 48	16 43	4 9	8 24	18 1	16 59	4 26
24.L	8 20	17 49	16 53	5 49	8 6	17 45	16 47	5 38	8 27	17 59	17 1	5 57
25.P	7 23	16 47	15 55	6 25	7 9	16 43	15 52	6 11	7 29	16 56	16 5	6 32
26.E	7 25	16 44	15 59	8 8	7 11	16 40	16 0	7 49	7 32	16 53	16 10	8 14
27.T	7 28	16 41	16 7	9 57	7 13	16 38	16 13	9 33	7 34	16 51	16 20	10 1
28.K	7 30	16 39	16 26	11 47	7 15	16 35	16 37	11 16	7 36	16 48	16 40	11 49
29.N	7 33	16 36	17 8	13 19	7 18	16 33	17 24	12 44	7 39	16 46	17 24	13 20
30.R	7 35	16 33	18 28	14 14	7 20	16 30	18 41	13 41	7 41	16 43	18 44	14 15
31.L	7 37	16 31	20 12	14 38	7 22	16 28	20 19	14 12	7 44	16 41	20 25	14 41

Kuu ühendusi. 5-ndal kell 9 Marsiga, 6-ndal kell 13 Jupiteriga, 7-ndal kell 6 Reegulusega, 12-ndal kell 6 Veenusega, 12-ndal kell 23 Merkuuriga, 14-ndal kell 23 Antaaresega.

Hämarik. Tsiviilse hämariku vältus 1-sel ja 16-ndal vastavalt 0.44 ja 0.47, nautilise hämariku vältus 1.32 ja 1.38 ning astronoomilise hämariku vältus 2.19 ja 2.25.

November

Päev	Tartus									
	Päikese		Päeva pikkus	Kuu				Kesk. keskp. (kohalik aeg)		
	tõus	looj.		tõus	looj.	α	δ	Päikese kääne	Aja- võrrand	Täheaeg
	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	° /	° /	m.s	t.m.s
1. P	7 28	16 25	8 57	21 57	14 33	7 55.3	+23 26	-14 29.8	-16 25	14 42 53
2.E	7 30	16 22	8 52	23 36	14 41	8 52.7	+19 3	-14 48.8	-16 26	14 46 50
3.T	7 33	16 20	8 47	***	14 46	9 45.9	+13 44	-15 7.6	-16 27	14 50 46
4.K	7 35	16 18	8 43	1 9	14 49	10 35.7	+ 7 51	-15 26.2	-16 26	14 54 43
5.N	7 37	16 15	8 38	2 38	14 52	11 23.3	+ 1 43	-15 44.5	-16 25	14 58 40
6.R	7 40	16 13	8 33	4 5	14 55	12 9.8	- 4 22	-16 2.6	-16 23	15 2 36
7.L	7 42	16 11	8 29	5 32	14 59	12 56.3	-10 12	-16 20.3	-16 20	15 6 33
8. P	7 44	16 8	8 24	7 0	15 4	13 43.7	-15 31	-16 37.9	-16 16	15 10 29
9.E	7 47	16 6	8 19	8 29	15 13	14 32.7	-20 6	-16 55.1	-16 11	15 14 26
10.T	7 49	16 4	8 15	9 57	15 28	15 23.5	-23 45	-17 12.0	-16 6	15 18 22
11.K	7 51	16 2	8 11	11 17	15 54	16 16.1	-26 17	-17 28.7	-16 0	15 22 19
12.N	7 54	16 0	8 6	12 19	16 39	17 9.7	-27 33	-17 45.0	-15 52	15 26 15
13.R	7 56	15 58	8 2	12 58	17 45	18 3.4	-27 32	-18 1.1	-15 44	15 30 12
14.L	7 58	15 56	7 58	13 21	19 5	18 56.2	-26 14	-18 16.8	-15 35	15 34 9
15. P	8 1	15 54	7 53	13 34	20 29	19 47.2	-23 47	-18 32.2	-15 25	15 38 5
16.E	8 3	15 52	7 49	13 41	21 54	20 36.1	-20 18	-18 47.2	-15 15	15 42 2
17.T	8 5	15 50	7 45	13 46	23 19	21 23.2	-15 58	-19 2.0	-15 3	15 45 58
18.K	8 8	15 48	7 40	13 50	***	22 8.9	-10 56	-19 16.4	-14 51	15 49 55
19.N	8 10	15 46	7 36	13 52	0 43	22 54.2	- 5 21	-19 30.4	-14 38	15 53 51
20.R	8 12	15 45	7 33	13 56	2 8	23 40.0	+ 0 38	-19 44.1	-14 24	15 57 48
21.L	8 14	15 43	7 29	13 59	3 38	0 27.5	+ 6 46	-19 57.5	-14 9	16 1 44
22. P	8 16	15 41	7 25	14 5	5 14	1 17.9	+12 49	-20 10.4	-13 54	16 5 41
23.E	8 19	15 40	7 21	14 14	6 56	2 12.4	+18 23	-20 23.0	-13 38	16 9 38
24.T	8 21	15 38	7 17	14 32	8 44	3 11.8	+23 2	-20 35.3	-13 21	16 13 34
25.K	8 23	15 37	7 14	15 6	10 24	4 15.9	+26 15	-20 47.1	-13 3	16 17 31
26.N	8 25	15 35	7 10	16 13	11 38	5 23.2	+27 37	-20 58.6	-12 45	16 21 27
27.R	8 27	15 34	7 7	17 49	12 18	6 30.9	+26 56	-21 9.6	-12 25	16 25 24
28.L	8 29	15 33	7 4	19 35	12 38	7 36.1	+24 19	-21 20.3	-12 5	16 29 20
29. P	8 31	15 31	7 0	21 18	12 49	8 36.7	+20 9	-21 30.6	-11 45	16 33 17
30.E	8 33	15 30	6 57	22 55	12 55	9 32.5	+14 53	-21 40.5	-11 23	16 37 13

Päike. 22-sel kell 9 astub Amburi märki, 23-ndal kell 19 liigub Skorpioni tähtkujju.
30-ndal kell 7 liigub Maokandja tähtkujju.

Kuu on 13-ndal apogeēs, 25-ndal perigeēs.

Kuu faasid. Viimane veerand 1-sel kell 22.28, noorkuu 9-ndal kell 9.02, esimene veerand 17-ndal kell 13.48, täiskuu 24-ndal kell 16.53.

Kuu on 3-ndal veerusõlmes, 17-ndal tõususõlmes, 30-ndal veerusõlmes.

November

Päev	Tallinnas				Võrus				Kärdlas			
	Päikese		Kuu		Päikese		Kuu		Päikese		Kuu	
	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.
	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m
1. P	7 40	16 28	21 58	14 49	7 25	16 26	22 0	14 28	7 46	16 38	22 10	14 54
2.E	7 42	16 26	23 40	14 54	7 27	16 23	23 37	14 37	7 49	16 36	23 50	15 0
3.T	7 45	16 23	** **	14 57	7 29	16 21	** **	14 43	7 51	16 33	** **	15 4
4.K	7 47	16 21	1 15	14 58	7 32	16 19	1 9	14 48	7 53	16 31	1 25	15 6
5.N	7 50	16 18	2 46	15 0	7 34	16 16	2 37	14 51	7 56	16 28	2 55	15 8
6.R	7 52	16 16	4 15	15 1	7 36	16 14	4 3	14 55	7 58	16 26	4 23	15 10
7.L	7 55	16 14	5 44	15 3	7 39	16 12	5 29	15 0	8 1	16 24	5 51	15 13
8. P	7 57	16 11	7 15	15 6	7 41	16 10	6 56	15 6	8 3	16 21	7 21	15 17
9.E	8 0	16 9	8 47	15 12	7 43	16 8	8 24	15 16	8 6	16 19	8 51	15 24
10.T	8 2	16 7	10 18	15 23	7 45	16 6	9 50	15 32	8 8	16 17	10 21	15 37
11.K	8 5	16 4	11 41	15 46	7 48	16 4	11 8	16 0	8 11	16 15	11 42	16 1
12.N	8 7	16 2	12 45	16 29	7 50	16 2	12 10	16 46	8 13	16 13	12 45	16 46
13.R	8 10	16 0	13 22	17 38	7 52	16 0	12 50	17 51	8 15	16 10	13 23	17 53
14.L	8 12	15 58	13 41	19 2	7 55	15 58	13 14	19 9	8 18	16 8	13 44	19 15
15. P	8 15	15 56	13 50	20 29	7 57	15 56	13 28	20 32	8 20	16 6	13 55	20 42
16.E	8 17	15 54	13 55	21 57	7 59	15 54	13 37	21 56	8 22	16 4	14 1	22 8
17.T	8 20	15 52	13 58	23 23	8 1	15 52	13 43	23 19	8 25	16 2	14 4	23 33
18.K	8 22	15 50	14 0	** **	8 3	15 50	13 47	** **	8 27	16 1	14 7	** **
19.N	8 24	15 48	14 1	0 50	8 6	15 48	13 51	0 42	8 29	15 59	14 9	0 59
20.R	8 27	15 46	14 2	2 17	8 8	15 47	13 55	2 7	8 32	15 57	14 11	2 26
21.L	8 29	15 44	14 4	3 49	8 10	15 45	14 0	3 36	8 34	15 55	14 14	3 56
22. P	8 31	15 42	14 8	5 27	8 12	15 44	14 6	5 10	8 36	15 53	14 18	5 33
23.E	8 34	15 41	14 14	7 12	8 14	15 42	14 17	6 51	8 39	15 52	14 26	7 18
24.T	8 36	15 39	14 27	9 4	8 16	15 41	14 36	8 37	8 41	15 50	14 41	9 7
25.K	8 38	15 37	14 58	10 49	8 18	15 39	15 13	10 16	8 43	15 49	15 14	10 50
26.N	8 40	15 36	16 4	12 3	8 20	15 38	16 19	11 30	8 45	15 47	16 21	12 4
27.R	8 42	15 34	17 45	12 40	8 22	15 36	17 54	12 11	8 47	15 46	17 59	12 42
28.L	8 44	15 33	19 35	12 55	8 24	15 35	19 38	12 33	8 49	15 44	19 48	12 59
29. P	8 46	15 32	21 21	13 3	8 26	15 34	21 20	12 45	8 51	15 43	21 32	13 8
30.E	8 49	15 30	23 0	13 6	8 28	15 33	22 55	12 52	8 53	15 42	23 10	13 13

Kuu ühendusi. 2-sel kell 16 Marsiga, 3-ndal kell 1 Jupiteriga, 3-ndal kell 11 Reegulusega, 7-ndal kell 14 Veenusega, 11-ndal kell 6 Antaaresega, 30-ndal kell 11 Jupiteriga, 30-ndal kell 17 Reegulusega, 30-ndal kell 22 Marsiga.

Hämarik. Tsiviilse hämariku vältus 1-sel ja 16-ndal vastavalt 0.40 ja 0.41, nautilise hämariku vältus 1.27 ja 1.28 ning astronoomilise hämariku vältus 2.17 ja 2.15.

Detsember

Päev	Tartus									
	Päikese		Päeva pikkus	Kuu				Kesk. keskp. (kohalik aeg)		
	tõus	looj.		tõus	looj.	α	δ	Päikese kääne	Aja-võrrand	Täheaeg
	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	° /	° /	m.s	t.m.s
1.T	8 35	15 29	6 54	** **	12 59	10 24.0	+ 9 0	-21 49.9	-11 1	16 41 10
2.K	8 36	15 28	6 52	0 26	13 2	11 12.4	+ 2 52	-21 58.9	-10 38	16 45 7
3.N	8 38	15 27	6 49	1 53	13 5	11 59.0	- 3 14	-22 7.6	-10 15	16 49 3
4.R	8 40	15 26	6 46	3 19	13 9	12 45.2	- 9 4	-22 15.7	-9 51	16 53 0
5.L	8 42	15 25	6 43	4 45	13 14	13 31.8	-14 25	-22 23.5	-9 27	16 56 56
6.P	8 43	15 25	6 42	6 13	13 21	14 19.9	-19 6	-22 30.8	-9 1	17 0 53
7.E	8 45	15 24	6 39	7 40	13 34	15 9.8	-22 56	-22 37.7	-8 36	17 4 49
8.T	8 46	15 23	6 37	9 2	13 56	16 1.6	-25 42	-22 44.1	-8 9	17 8 46
9.K	8 48	15 23	6 35	10 10	14 35	16 54.8	-27 16	-22 50.1	-7 43	17 12 42
10.N	8 49	15 22	6 33	10 57	15 34	17 48.5	-27 34	-22 55.7	-7 16	17 16 39
11.R	8 50	15 22	6 32	11 25	16 51	18 41.6	-26 34	-23 0.7	-6 48	17 20 36
12.L	8 52	15 22	6 30	11 40	18 14	19 33.1	-24 23	-23 5.4	-6 20	17 24 32
13.P	8 53	15 21	6 28	11 49	19 38	20 22.4	-21 9	-23 9.6	-5 52	17 28 29
14.E	8 54	15 21	6 27	11 55	21 1	21 9.6	-17 3	-23 13.3	-5 24	17 32 25
15.T	8 55	15 21	6 26	11 58	22 23	21 55.0	-12 15	-23 16.5	-4 55	17 36 22
16.K	8 56	15 21	6 25	12 1	23 46	22 39.4	- 6 55	-23 19.3	-4 26	17 40 18
17.N	8 57	15 21	6 24	12 4	** **	23 23.7	- 1 13	-23 21.6	-3 57	17 44 15
18.R	8 58	15 21	6 23	12 7	1 11	0 9.1	+ 4 42	-23 23.5	-3 27	17 48 11
19.L	8 59	15 22	6 23	12 12	2 40	0 56.8	+10 36	-23 24.8	-2 58	17 52 8
20.P	8 59	15 22	6 23	12 19	4 16	1 48.0	+16 14	-23 25.8	-2 28	17 56 5
21.E	9 0	15 22	6 22	12 31	5 59	2 44.0	+21 12	-23 26.2	-1 58	18 0 1
22.T	9 0	15 23	6 23	12 55	7 43	3 45.3	+25 2	-23 26.2	-1 29	18 3 58
23.K	9 1	15 24	6 23	13 44	9 14	4 51.3	+27 15	-23 25.7	-0 59	18 7 54
24.N	9 1	15 24	6 23	15 9	10 11	5 59.9	+27 28	-23 24.7	-0 29	18 11 51
25.R	9 1	15 25	6 24	16 56	10 40	7 7.7	+25 36	-23 23.3	0 0	18 15 47
26.L	9 1	15 26	6 25	18 46	10 55	8 12.2	+21 52	-23 21.4	0 29	18 19 44
27.P	9 2	15 27	6 25	20 29	11 3	9 11.8	+16 46	-23 19.0	0 59	18 23 40
28.E	9 2	15 28	6 26	22 6	11 8	10 6.7	+10 49	-23 16.2	1 28	18 27 37
29.T	9 1	15 29	6 28	23 37	11 12	10 57.7	+ 4 30	-23 12.8	1 57	18 31 34
30.K	9 1	15 30	6 29	** **	11 15	11 46.2	- 1 50	-23 9.1	2 26	18 35 30
31.N	9 1	15 31	6 30	1 5	11 18	12 33.3	- 7 52	-23 4.8	2 55	18 39 27

Päike. 21-sel kell 23 astub Kaljukitse märki, olles suurimas lõunapoolses eemaldumises taevaekvaatorist, talve algus. 18-ndal kell 15 liigub Amburi tähtkujju.

Kuu on 11-ndal apogeas, 24-ndal perigeas.

Kuu faasid. Viimane veerand 1-sel kell 8.08, noorkuu 9-ndal kell 2.52, esimene veerand 17-ndal kell 7.42, täiskuu 24-ndal kell 3.28, viimane veerand 30-ndal kell 20.59.

Kuu on 14-ndal tõususõlmes, 27-ndal veerusõlmes.

Detsember

Päev	Tallinnas				Võrus				Kärdlas			
	Päikese		Kuu		Päikese		Kuu		Päikese		Kuu	
	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.	tõus	looj.
	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m	t.m
1.T	8 51	15 29	***	13 9	8 30	15 32	***	12 57	8 55	15 40	***	13 16
2.K	8 52	15 28	0 33	13 10	8 32	15 31	0 25	13 1	8 57	15 39	0 42	13 18
3.N	8 54	15 27	2 2	13 11	8 33	15 30	1 51	13 5	8 59	15 38	2 10	13 20
4.R	8 56	15 26	3 30	13 13	8 35	15 29	3 16	13 10	9 1	15 37	3 38	13 23
5.L	8 58	15 25	4 59	13 16	8 37	15 28	4 42	13 15	9 2	15 36	5 5	13 27
6.P	9 0	15 24	6 29	13 21	8 38	15 27	6 8	13 24	9 4	15 36	6 34	13 33
7.E	9 1	15 23	8 0	13 30	8 40	15 27	7 34	13 38	9 6	15 35	8 3	13 44
8.T	9 3	15 22	9 26	13 49	8 41	15 26	8 54	14 2	9 7	15 34	9 27	14 4
9.K	9 4	15 22	10 36	14 25	8 43	15 26	10 2	14 41	9 9	15 34	10 37	14 41
10.N	9 6	15 21	11 22	15 26	8 44	15 25	10 49	15 40	9 10	15 33	11 23	15 42
11.R	9 7	15 21	11 46	16 46	8 45	15 25	11 18	16 55	9 11	15 33	11 48	17 0
12.L	9 9	15 21	11 58	18 13	8 46	15 25	11 34	18 17	9 13	15 32	12 1	18 25
13.P	9 10	15 20	12 4	19 40	8 48	15 24	11 45	19 40	9 14	15 32	12 9	19 51
14.E	9 11	15 20	12 7	21 5	8 49	15 24	11 51	21 2	9 15	15 32	12 13	21 16
15.T	9 12	15 20	12 9	22 30	8 50	15 24	11 56	22 23	9 16	15 32	12 16	22 39
16.K	9 13	15 20	12 11	23 54	8 51	15 24	12 0	23 45	9 17	15 32	12 18	***
17.N	9 14	15 20	12 12	***	8 52	15 24	12 03	***	9 18	15 32	12 20	0 2
18.R	9 15	15 20	12 13	1 20	8 52	15 25	12 7	1 9	9 19	15 32	12 22	1 28
19.L	9 16	15 20	12 16	2 52	8 53	15 25	12 13	2 37	9 20	15 32	12 25	2 59
20.P	9 16	15 21	12 20	4 30	8 54	15 25	12 21	4 12	9 20	15 33	12 31	4 36
21.E	9 17	15 21	12 29	6 17	8 54	15 26	12 35	5 53	9 21	15 33	12 42	6 21
22.T	9 17	15 22	12 49	8 6	8 55	15 26	13 1	7 36	9 21	15 34	13 4	8 8
23.K	9 18	15 22	13 35	9 39	8 55	15 27	13 51	9 5	9 22	15 34	13 51	9 40
24.N	9 18	15 23	15 3	10 35	8 56	15 27	15 15	10 3	9 22	15 35	15 18	10 36
25.R	9 18	15 24	16 54	10 59	8 56	15 28	17 0	10 34	9 22	15 36	17 8	11 2
26.L	9 19	15 25	18 48	11 10	8 56	15 29	18 48	10 50	9 23	15 37	18 59	11 15
27.P	9 19	15 26	20 34	11 15	8 56	15 30	20 30	11 0	9 23	15 38	20 44	11 21
28.E	9 19	15 27	22 12	11 18	8 56	15 31	22 5	11 6	9 23	15 39	22 22	11 25
29.T	9 18	15 28	23 46	11 20	8 56	15 32	23 35	11 10	9 23	15 40	23 54	11 28
30.K	9 18	15 29	***	11 21	8 56	15 33	***	11 14	9 22	15 41	***	11 30
31.N	9 18	15 30	1 16	11 23	8 56	15 34	1 2	11 19	9 22	15 42	1 23	11 33

Kuu ühendusi. 27-ndal kell 20 Jupiteriga, 28-ndal kell 1 Reegulusega.

Hämarik. Tsiviilse hämariku vältus 1-sel ja 16-ndal vastavalt 0.52 ja 0.55, nautilise hämariku vältus 1.45 ja 1.49 ning astronoomilise hämariku vältus 2.34 ja 2.39.

Planeedid ja Pluuto

Päev	Merkuur				Veenus			
	α	δ	tõus	looj.	α	δ	tõus	looj.
	t.m	° '	t.m	t.m	t.m	° '	t.m	t.m
1.jaan	17 53.5	-23 59	8 24	14 26	18 39.8	-23 38	9 5	15 18
11.jaan	19 1.8	-24 12	8 55	14 55	19 34.3	-22 32	9 9	15 45
21.jaan	20 12.1	-22 4	9 3	15 50	20 27.5	-20 18	9 1	16 20
31.jaan	21 22.5	-17 25	8 52	17 3	21 18.8	-17 5	8 45	17 0
10.veebr	22 29.2	-10 29	8 26	18 23	22 8.0	-13 3	8 24	17 41
20.veebr	23 18.9	-3 5	7 47	19 19	22 55.4	-8 27	8 0	18 20
2.märts	23 23.4	-0 13	6 53	18 55	23 41.4	-3 29	7 33	19 0
12.märts	22 50.9	-4 1	6 7	17 17	0 26.8	+1 39	7 6	19 40
22.märts	22 39.6	-7 42	5 41	16 6	1 12.1	+6 45	6 38	20 19
1.aprill	23 1.5	-7 38	6 23	16 52	1 58.0	+11 34	7 11	22 0
11.aprill	23 42.8	-4 28	6 4	17 18	2 45.3	+15 57	6 45	22 42
21.aprill	0 35.5	+1 0	5 42	18 8	3 34.2	+19 41	6 23	23 23
1.mai	1 38.3	+8 9	5 18	19 21	4 24.9	+22 33	6 6	—
11.mai	2 53.8	+16 5	4 55	20 58	5 16.9	+24 23	5 59	0 32
21.mai	4 21.7	+22 43	4 43	22 48	6 9.6	+25 5	6 4	0 54
31.mai	5 47.5	+25 32	4 56	—	7 2.0	+24 35	6 23	1 1
10.juuni	6 55.1	+24 38	5 37	0 15	7 52.9	+22 58	6 53	0 54
20.juuni	7 37.9	+21 47	6 11	23 43	8 41.6	+20 20	7 30	0 36
30.juuni	7 51.3	+18 44	6 13	22 45	9 27.7	+16 52	8 7	0 12
10.juuli	7 35.1	+17 6	5 31	21 36	10 11.1	+12 46	8 43	23 41
20.juuli	7 11.5	+17 42	4 22	20 41	10 51.9	+8 12	9 17	23 10
30.juuli	7 16.7	+19 33	3 33	20 26	11 30.3	+3 23	9 48	22 36
9.aug	8 3.3	+20 14	3 35	20 41	12 6.5	-1 31	10 16	22 1
19.aug	9 18.8	+17 12	4 38	20 49	12 40.4	-6 18	10 42	21 24
29.aug	10 36.4	+10 38	6 8	20 35	13 11.6	-10 49	11 5	20 45
8.sept	11 43.9	+2 52	7 29	20 10	13 39.0	-14 52	11 22	20 3
18.sept	12 42.8	-4 43	8 37	19 40	14 0.5	-18 13	11 31	19 19
28.sept	13 36.1	-11 29	9 37	19 8	14 13.0	-20 32	11 23	18 31
8.okt	14 24.0	-16 57	10 26	18 35	14 12.5	-21 17	10 48	17 45
18.okt	15 1.1	-20 26	10 52	18 3	13 58.1	-19 52	9 41	17 5
28.okt	15 7.5	-20 11	9 13	16 32	13 37.2	-16 20	7 11	15 35
7.nov	14 28.1	-14 11	7 5	16 2	13 23.4	-12 25	5 50	15 12
17.nov	14 17.7	-11 17	5 58	15 34	13 23.7	-9 53	4 53	14 50
27.nov	14 57.7	-14 50	6 25	15 9	13 37.4	-9 13	4 23	14 29
7.dets	15 55.5	-19 30	7 23	14 50	14 1.2	-10 3	4 14	14 8
17.dets	16 59.9	-23 3	8 21	14 42	14 32.0	-11 51	4 18	13 47
27.dets	18 8.0	-24 46	9 8	14 54	15 8.0	-14 9	4 31	13 27

Planeedid ja Pluuto

Päev	Marss				Jupiter			
	α	δ	tõus	looj.	α	δ	tõus	looj.
	t.m	° '	t.m	t.m	t.m	° '	t.m	t.m
1.jaan	18 55.2	-23 44	9 21	15 31	7 32.5	+21 59	16 10	9 52
11.jaan	19 28.5	-22 50	9 6	15 34	7 26.9	+22 12	15 23	9 9
21.jaan	20 1.5	-21 31	8 46	15 41	7 21.2	+22 25	14 35	8 26
31.jaan	20 34.1	-19 48	8 23	15 50	7 16.0	+22 36	13 49	7 44
10.veebr	21 6.0	-17 44	7 58	16 0	7 11.5	+22 45	13 4	7 2
20.veebr	21 37.3	-15 20	7 31	16 11	7 8.3	+22 51	12 20	6 20
2.märts	22 7.9	-12 41	7 2	16 22	7 6.3	+22 55	11 39	5 40
12.märts	22 37.8	-9 50	6 32	16 32	7 5.7	+22 56	10 58	5 0
22.märts	23 7.2	-6 49	6 2	16 43	7 6.5	+22 56	10 20	4 21
1.aprill	23 36.0	-3 44	6 31	17 53	7 8.6	+22 53	10 43	4 43
11.aprill	0 4.6	-0 36	6 0	18 2	7 12.0	+22 47	10 9	4 7
21.aprill	0 33.0	+2 32	5 29	18 12	7 16.6	+22 40	9 36	3 31
1.mai	1 1.4	+5 35	4 58	18 21	7 22.1	+22 30	9 3	2 55
11.mai	1 29.7	+8 31	4 26	18 29	7 28.4	+22 17	8 32	2 20
21.mai	1 58.3	+11 18	3 56	18 38	7 35.5	+22 2	8 3	1 45
31.mai	2 27.0	+13 52	3 27	18 47	7 43.2	+21 44	7 35	1 10
10.juuni	2 56.0	+16 12	2 58	18 54	7 51.4	+21 24	7 7	0 35
20.juuni	3 25.2	+18 15	2 30	19 1	8 0.0	+21 1	6 39	0 1
30.juuni	3 54.7	+20 0	2 5	19 7	8 8.8	+20 36	6 13	23 23
10.juuli	4 24.3	+21 25	1 42	19 11	8 17.8	+20 8	5 47	22 48
20.juuli	4 54.0	+22 30	1 21	19 12	8 26.9	+19 38	5 22	22 13
30.juuli	5 23.5	+23 14	1 3	19 10	8 36.0	+19 7	4 56	21 39
9.aug	5 52.8	+23 38	0 48	19 4	8 45.1	+18 33	4 30	21 3
19.aug	6 21.6	+23 41	0 37	18 53	8 54.0	+17 59	4 5	20 28
29.aug	6 49.8	+23 26	0 28	18 39	9 2.6	+17 24	3 40	19 52
8.sept	7 17.2	+22 54	0 22	18 21	9 11.0	+16 49	3 13	19 16
18.sept	7 43.6	+22 7	0 18	17 59	9 19.0	+16 14	2 46	18 40
28.sept	8 9.0	+21 7	0 14	17 35	9 26.6	+15 41	2 19	18 4
8.okt	8 33.2	+19 58	0 10	17 9	9 33.5	+15 9	1 51	17 28
18.okt	8 56.2	+18 41	0 5	16 40	9 39.9	+14 40	1 22	16 50
28.okt	9 17.9	+17 19	22 58	15 11	9 45.4	+14 13	23 48	15 13
7.nov	9 38.0	+15 57	22 50	14 40	9 50.1	+13 51	23 16	14 36
17.nov	9 56.4	+14 38	22 39	14 9	9 53.8	+13 34	22 42	13 58
27.nov	10 13.0	+13 24	22 25	13 37	9 56.4	+13 23	22 7	13 20
7.dets	10 27.3	+12 20	22 8	13 4	9 57.9	+13 18	21 30	12 41
17.dets	10 39.1	+11 31	21 46	12 30	9 58.1	+13 20	20 50	12 2
27.dets	10 47.7	+11 1	21 18	11 56	9 57.0	+13 28	20 8	11 23

Planeedid ja Pluuto

Päev	Saturn				Uraan			
	α	δ	tõus	looj.	α	δ	tõus	looj.
	t.m	° '	t.m	t.m	t.m	° '	t.m	t.m
1.jaan	23 49.5	-3 36	11 38	22 58	3 43.0	+19 31	12 45	5 39
11.jaan	23 51.9	-3 19	10 59	22 23	3 42.0	+19 27	12 5	4 58
21.jaan	23 54.7	-2 58	10 20	21 49	3 41.3	+19 25	11 26	4 18
31.jaan	23 58.1	-2 35	9 42	21 15	3 40.9	+19 25	10 46	3 38
10.veebr	0 1.8	-2 9	9 3	20 42	3 41.0	+19 25	10 7	2 59
20.veebr	0 5.8	-1 42	8 25	20 10	3 41.4	+19 26	9 28	2 20
2.märts	0 10.1	-1 14	7 47	19 38	3 42.1	+19 29	8 49	1 42
12.märts	0 14.6	-0 44	7 9	19 6	3 43.2	+19 33	8 10	1 4
22.märts	0 19.1	-0 15	6 30	18 35	3 44.6	+19 37	7 32	0 27
1.aprill	0 23.7	+0 15	6 53	19 3	3 46.3	+19 43	7 53	0 50
11.aprill	0 28.2	+0 43	6 15	18 31	3 48.2	+19 49	7 15	0 14
21.aprill	0 32.7	+1 11	5 37	18 0	3 50.3	+19 56	6 36	23 34
1.mai	0 37.0	+1 37	4 59	17 28	3 52.5	+20 3	5 58	22 58
11.mai	0 41.0	+2 2	4 21	16 55	3 54.9	+20 10	5 20	22 22
21.mai	0 44.8	+2 24	3 44	16 21	3 57.3	+20 17	4 42	21 47
31.mai	0 48.2	+2 43	3 5	15 48	3 59.7	+20 24	4 4	21 11
10.juuni	0 51.2	+3 0	2 27	15 13	4 2.2	+20 31	3 26	20 35
20.juuni	0 53.7	+3 13	1 49	14 37	4 4.5	+20 38	2 48	19 59
30.juuni	0 55.7	+3 23	1 11	14 1	4 6.7	+20 44	2 10	19 23
10.juuli	0 57.2	+3 29	0 32	13 24	4 8.7	+20 49	1 32	18 46
20.juuli	0 58.0	+3 31	23 49	12 45	4 10.5	+20 54	0 53	18 9
30.juuli	0 58.2	+3 29	23 10	12 6	4 12.1	+20 58	0 15	17 33
9.aug	0 57.8	+3 24	22 31	11 26	4 13.4	+21 1	23 33	16 55
19.aug	0 56.7	+3 14	21 52	10 44	4 14.3	+21 4	22 54	16 17
29.aug	0 55.1	+3 2	21 12	10 2	4 15.0	+21 5	22 15	15 39
8.sept	0 53.0	+2 46	20 32	9 19	4 15.3	+21 6	21 36	14 59
18.sept	0 50.5	+2 29	19 53	8 35	4 15.2	+21 6	20 56	14 20
28.sept	0 47.7	+2 11	19 13	7 51	4 14.8	+21 5	20 17	13 40
8.okt	0 44.8	+1 52	18 32	7 7	4 14.0	+21 3	19 37	13 0
18.okt	0 42.0	+1 34	17 52	6 23	4 12.9	+21 0	18 57	12 19
28.okt	0 39.3	+1 18	16 12	4 39	4 11.6	+20 57	17 17	10 37
7.nov	0 37.0	+1 5	15 32	3 56	4 10.0	+20 53	16 36	9 56
17.nov	0 35.2	+0 55	14 51	3 14	4 8.4	+20 49	15 56	9 14
27.nov	0 33.9	+0 49	14 11	2 33	4 6.6	+20 44	15 16	8 32
7.dets	0 33.2	+0 48	13 32	1 53	4 4.8	+20 39	14 36	7 51
17.dets	0 33.2	+0 51	12 52	1 14	4 3.2	+20 35	13 56	7 9
27.dets	0 33.9	+0 58	12 13	0 36	4 1.7	+20 31	13 16	6 27

Planeedid ja Pluuto

Päev	Neptuun				Pluuto			
	α	δ	tõus	looj.	α	δ	tõus	looj.
	t.m	° '	t.m	t.m	t.m	° '	t.m	t.m
1.jaan	0 0.3	-1 25	11 34	23 23	20 23.7	-23 13	10 43	17 2
11.jaan	0 0.9	-1 21	10 55	22 44	20 25.0	-23 9	10 4	16 24
21.jaan	0 1.6	-1 16	10 16	22 6	20 26.4	-23 5	9 26	15 47
31.jaan	0 2.5	-1 10	9 37	21 29	20 27.8	-23 2	8 47	15 10
10.veebr	0 3.6	-1 3	8 58	20 51	20 29.1	-22 58	8 8	14 32
20.veebr	0 4.8	-0 55	8 18	20 13	20 30.4	-22 55	7 30	13 55
2.märts	0 6.0	-0 46	7 40	19 37	20 31.6	-22 52	6 51	13 17
12.märts	0 7.4	-0 37	7 1	19 0	20 32.7	-22 50	6 13	12 39
22.märts	0 8.8	-0 28	6 22	18 22	20 33.6	-22 48	5 34	12 1
1.aprill	0 10.2	-0 19	6 43	18 45	20 34.4	-22 47	5 55	12 22
11.aprill	0 11.5	-0 11	6 4	18 8	20 35.0	-22 47	5 17	11 44
21.aprill	0 12.8	-0 3	5 25	17 32	20 35.5	-22 48	4 38	11 5
1.mai	0 14.1	+0 5	4 46	16 54	20 35.7	-22 49	3 59	10 26
11.mai	0 15.2	+0 12	4 7	16 16	20 35.8	-22 51	3 20	9 46
21.mai	0 16.1	+0 18	3 29	15 39	20 35.6	-22 53	2 41	9 6
31.mai	0 17.0	+0 23	2 49	15 1	20 35.3	-22 56	2 2	8 26
10.juuni	0 17.6	+0 26	2 10	14 22	20 34.8	-23 0	1 23	7 46
20.juuni	0 18.1	+0 29	1 31	13 44	20 34.2	-23 4	0 43	7 5
30.juuni	0 18.3	+0 30	0 52	13 5	20 33.4	-23 8	0 4	6 24
10.juuli	0 18.4	+0 30	0 13	12 26	20 32.5	-23 12	23 21	5 44
20.juuli	0 18.3	+0 28	23 30	11 46	20 31.6	-23 17	22 41	5 2
30.juuli	0 18.0	+0 26	22 50	11 6	20 30.6	-23 21	22 2	4 21
9.aug	0 17.5	+0 22	22 11	10 26	20 29.7	-23 25	21 22	3 41
19.aug	0 16.8	+0 17	21 31	9 46	20 28.7	-23 29	20 42	2 59
29.aug	0 16.0	+0 12	20 52	9 5	20 27.9	-23 32	20 3	2 18
8.sept	0 15.1	+0 5	20 12	8 24	20 27.1	-23 35	19 23	1 38
18.sept	0 14.1	-0 1	19 33	7 43	20 26.5	-23 36	18 43	0 58
28.sept	0 13.1	-0 8	18 53	7 2	20 26.1	-23 38	18 4	0 18
8.okt	0 12.1	-0 14	18 13	6 21	20 25.8	-23 38	17 25	23 35
18.okt	0 11.1	-0 20	17 34	5 40	20 25.7	-23 38	16 45	22 55
28.okt	0 10.2	-0 26	15 54	3 59	20 25.9	-23 37	15 6	21 16
7.nov	0 9.5	-0 31	15 15	3 19	20 26.2	-23 36	14 26	20 37
17.nov	0 8.9	-0 34	14 35	2 38	20 26.7	-23 34	13 48	19 59
27.nov	0 8.4	-0 37	13 56	1 58	20 27.4	-23 31	13 8	19 21
7.dets	0 8.2	-0 38	13 16	1 19	20 28.3	-23 28	12 29	18 43
17.dets	0 8.2	-0 38	12 37	0 39	20 29.4	-23 24	11 51	18 5
27.dets	0 8.3	-0 36	11 57	0 0	20 30.5	-23 20	11 12	17 28

Planeetide nähtavus

Jaanuar

Merkuur on nähtamatu. 21-sel on ülemine ühendus Päikesega.

Veenus on nähtamatu. 6-ndal on ülemine ühendus Päikesega.

Marss on nähtamatu. 9-ndal on ühendus Päikesega.

Jupiter on 10-ndal vastasseisus Päikesega, heledus -2,5 tähesuurust. Planeet on heledaima tähena taevas hästi vaadeldav kogu öö Kaksikute tähtkujus. Kesköö paiku särab planeet kõrgel lõunataevas.

Saturn on nähtav õhtupoole ööd lõuna-edelataevas, heledus 1,2 tähesuurust. Kuu keskel liigub Saturn Veevalaja tähtkujust Kalade tähtkuju.

Veebruar

Merkuur ilmub 13-nda paiku õhtuti madalasse lääne-edelataevasse. Edaspidi loojub planeet kuni 2 tundi pärast Päikest. 19-ndal on Merkuuril suurim idapoolne eemaldumus Päikesest (18,1 kraadi), heledus -0,3 tähesuurust. 25-nda paiku kaob Merkuur ehavalgusesse. Vaatlusperioodi jooksul liigub Merkuur Veevalaja tähtkujust Kalade tähtkuju. Merkuur paikneb ehavöös Veenusest kõrgemal. Kuu algul eemaldub Merkuur Veenusest, hiljem omakorda läheneb. Kuu 3-ndaks dekaadiks on mõlemad planeedid lähenenud omakorda Saturnile.

Veenus ilmub kuu algul õhtuti väga madalasse edelataevasse. Edaspidi vaatlusaeg siiski aeglaselt pikeneb, teise dekaadi lõpus loojub Veenus 1 tund pärast Päikest ja päris kuu lõpus veel veidi hiljem. Planeet liigub Kaljukitse tähtkujust Veevalaja tähtkuju. Kuu lõpus läheneb Veenus Saturnile.

Marss on nähtamatu.

Jupiter on kuu esimeses pooles nähtav kogu öö, kuu teises pooles aga peamiselt õhtupoole ööd heleda tähena (-2,4 tähesuurust), tõustes Kaksikute tähtkujus kõrgele lõunakaarde.

Saturn on vaadeldav õhtuti edelataevas Kalade tähtkujus, heledus 1,1 tähesuurust. Planeedi vaatlusaeg aga kahaneb jõudsalt. Kui kuu alguses paistab Saturn veel mitu tundi (loojudes 4,5 tundi pärast Päikest), siis kuu lõpus loojub Saturn juba 2 tundi pärast Päikest. 16-ndal möödub Saturn Neptuunist 54 kaareminutit lõuna poolt.

Märts

Merkuur on nähtamatu. 7-ndal on alumine ühendus Päikesega.

Veenus on vaadeldav õhtuti madalas läänetaevas, heledus -3,8 tähesuurust. Vaatlusaeg aeglaselt pikeneb. Planeet loojub kuu algul 1 tund ja veerand pärast Päikest, kuu lõpus 2 tundi pärast Päikest. Kuu algul liigub Veenus Veevalaja tähtkujust Kalade tähtkuju ja kuu lõpus Jäära tähtkuju.

Marss on nähtamatu.

Jupiter on hästi vaadeldav suurema osa ööst (õhtupoole) Kaksikute tähtkujus. Planeet paistab märtsiöö pimeduses heledaima tähena. 11-ndal muutub Jupiteri liikumine päripidiseks.

Saturn on kuu esimestel õhtutel veel leitav madalas läänetaevas, umbes 6 kraadi Veenusest ülal ja vasakul pool. Veenus läheneb iga õhtuga Saturnile, kuid juba

4-nda paiku kaob Saturn ehavalgusesse. 9-nda märtsi varastel minutitel möödub Veenus Saturnist 1 kraad põhja poolt. 25-ndal on Saturnil ühendus Päikesega.

Aprill

Merkuur on nähtamatu. 4-ndal on suurim läänepoolne eemaldumus Päikesest.

Veenus paistab õhtuti madalal läänetaevas. Vaatlusaeg on aeglaselt pikenemas. Kuu algul loojub Veenus ligikaudu 2 tundi ja kuu lõpus 3 tundi pärast Päikest. Planeet liigub Jäära tähtkujust Sõnni tähtkujju. 23-nda õhtul asub Veenus Plejaadide (Taevasõela) täheparvest 3,5 kraadi lõuna pool. 24-ndal möödub Veenus Uraanist 46 kaareminutit põhja poolt.

Marss on nähtamatu.

Jupiter paistab õhtupoole ööd heleda tähena Kaksikute tähtkujus, heledus -2,0 tähesuurust.

Saturn on nähtamatu.

Mai

Merkuuril on 14-ndal ülemine ühendus Päikesega. Planeet ilmub 25-nda paiku õhtuti madalasse ehavöösse loodetaevas, paiknedes Sõnni tähtkujus. Kuu lõpus loojub Merkuur 2 tundi pärast Päikest. Vaatamata pikale hämarikuajale ja valgetele öödele on Merkuur maikuu lõpunädalal küllalt hele (keskmiselt -0,8 tähesuurust), et olla leitav. Merkuur paikneb heledamast Veenusest märksa paremal pool ja madalamal.

Veenus on nähtav õhtuti särava ehatähena lääne-loodetaevas, heledus -3,9 tähesuurust. Planeet loojub umbes 3 tundi pärast Päikest. 3-ndal möödub Veenus Aldebaranist 6,5 kraadi põhja poolt. Veenus liigub Sõnni tähtkujust Kaksikute tähtkujju. Kuu lõpupoole läheneb Veenus Jupiterile.

Marss on nähtamatu.

Jupiter on vaadeldav heleda tähena õhtupoole ööd läänetaevas Kaksikute tähtkujus.

Saturn on nähtamatu.

Juuni

Merkuur liigub juunikuu saabudes Sõnni tähtkujust Kaksikute tähtkujju. Planeet on kuu esimesel dekaadil leitav madalas loodetaevas Veenusest ning Jupiterist allpool ja paremal. 12-nda paiku kaob tuhmimaks muutuv Merkuur ehavalgusesse. 15-ndal on Merkuuril suurim läänepoolne eemaldumus Päikesest (24,5 kraadi).

Veenus on nähtav õhtuti madalas läänetaevas, vaatlusaeg tasapisi lüheneb. Kuu alguses loojub Veenus peaaegu 3 tundi pärast Päikest, kuu lõppedes aga juba ligikaudu 2 tundi pärast Päikest. Veenus liigub Kaksikute tähtkujust läbi Vähi Lõvi tähtkujju. Kuu esimesel kahel dekaadil asub Veenuse lähistel Jupiter. 8-ndal möödub Veenus Polluksist 5 kraadi lõuna poolt ja 9-ndal Jupiterist 1,6 kraadi põhja poolt.

Marss on nähtamatu.

Jupiter paistab õhtuti madalas läänetaevas. Jupiteri vaatlusaeg lüheneb veel kiiremini kui Veenusel. Kuu alguses loojub Jupiter 3 tundi pärast Päikest, kuid planeedi vaatlustingimused halvenevad jõudsalt ning kuu lõpus kaob Jupiter ehavalgusesse. Jupiter liigub Kaksikute tähtkujust Vähi tähtkujju. 4-ndal möödub Jupiter Polluksist 6 kraadi lõuna poolt.

Saturn ilmub kuu keskel hommikuti madalasse ida-kagutaevasse, asudes Kalade tähtkujus. Vaatlusaeg hakkab ka pikenema, kuu lõpus tõuseb Saturn 3 tundi enne Päikest.

Juuli

Merkuur on nähtamatu. 13-ndal on alumine ühendus Päikesega.

Veenus on õhtuti nähtav madalas ehataevas. Vaatlusaeg lüheneb aeglaselt edasi. Kuu lõpus loojub Veenus 1 tund pärast Päikest. Planeet paikneb Lõvi tähtkujus. 9-ndal möödub Veenus Reegulusest 0,9 kraadi põhja poolt.

Marss ilmub 4-nda paiku hommikuti madalasse idataevasse, heledus 1,3 tähesuurst. Vaatlusaeg pikeneb. Kuu keskpaiku tõuseb Marss 3 tundi, kuu lõpus 4 tundi enne Päikest. Marss asub Sõnni tähtkujus. 14-ndal möödub Marss Aldebaranist 5,5 kraadi põhja poolt.

Jupiter on nähtamatu. 29-ndal on ühendus Päikesega.

Saturn on kiirelt pikeneva vaatlusajaga vaadeldav hommikuti idakaares Kalade tähtkujus. 26-ndal muutub Saturni liikumine vastupidiseks.

Endine planeet *Pluuto* on 27-ndal vastasseisus Päikesega asudes Kaljukitse tähtkujus. Heledus 14,4 tähesuurst.

August

Merkuuril on 2-sel suurim läänepoolne eemaldumus Päikesest (19,5 kraadi). Planeet ilmub 3-nda paiku nähtavale madalasse kirdetaevasse hakates tõusma tund ja kolmveerand enne Päikese tõusu. Merkuur liigub Kaksikute tähtkujust Vähi tähtkujju. Edaspidi vaatlusaeg lüheneb ning 14-nda paiku kaob Merkuur uuesti ehavalgusesse. Samal päeval paikneb Merkuur Sõime täheparve (M44) vahetus läheduses. Vaatlusperioodi jooksul kasvab Merkuuri heledus 0,0 tähesuurst -1,1 tähesuurst. 27-ndal on Merkuuril ülemine ühendus Päikesega.

Veenus paistab õhtuti väga madalas läänetaevas Neitsi tähtkujus. 15-ndal on Veenusel suurim idapoolne eemaldumus Päikesest (45,9 kraadi). Planeet on väga hele (-4,3 tähesuurst), kuid vaatlusaeg üha kahaneb. Kuu alguses loojub Veenus tund pärast Päikest, kolmandal dekaadil vaid pool tundi pärast Päikest ning 25-nda paiku kaob Veenus ehavalgusesse.

Marss paistab punakas-oranži tähena hommikupoole ööd. Planeedi heledus on endiselt 1,3 tähesuurst. Marss liigub Sõnni tähtkujust Kaksikute tähtkujju.

Jupiter ilmub 13-nda paiku hommikuti madalasse koiduvöösse kirdetaevas, asudes Vähi tähtkujus. Läheduses asub Merkuur. Umbes kahel hommikul on näha mõlemad planeedid. Sedapuhku võrdluses vaid pisut heledam Jupiter paikneb Merkuurist veidi allpool ja vasakul. 15-ndal möödub Merkuur Jupiterist 33 kaareminutit põhja poolt. Kuu lõpus tõuseb Jupiter ligikaudu 2,5 tundi enne Päikest.

Saturn on nähtav suurema osa ööst (hommikupoole) Kalade tähtkujus. Kuu lõpu poole paistab Saturn juba kogu öö, heledus 0,5 tähesuurst.

September

Merkuur on nähtamatu.

Veenus on nähtamatu.

Marss on vaadeldav hommikupoole ööd, liikudes Kaksikute tähtkujust Vähi tähtkujju. 19-ndal möödub Marss Polluksist 6 kraadi lõuna poolt.

Jupiter on nähtav hommikupoole ööd, heledus -1,7 tähesuurust. Planeedi vaatlusaeg aegamööda pikeneb. Jupiter liigub Vähi tähtkujust Lõvi tähtkuju.

Saturn paistab kogu öö, heledus kuu keskel 0,4 tähesuurust. Planeet liigub Kalade tähtkujust Vaala tähtkuju.

Neptuun on 26-ndal vastasseisus Päikesega, asudes Kalade tähtkujus, heledus 7,8 tähesuurust.

Oktoober

Merkuur on nähtamatu. 12-ndal on suurim idapoolne eemaldumus Päikesest.

Veenusel on 24-ndal alumine ühendus Päikesega. Planeet ilmub kuu viimasel hommikul (31-sel) väga madalasse idataevasse, asudes Neitsi tähtkujus.

Marss on punaka tähena nähtav hommikupoole ööd, heledus 1,0 tähesuurust. 11-nda ja 12-nda hommikul asub Marss Sõime täheparve (M44) taustal. Kuu lõpus läheneb Marss Jupiterile ja liigub Vähi tähtkujust Lõvi tähtkuju.

Jupiter on vaadeldav hommikupoole ööd ida-kagutaevas Lõvi tähtkujus. Heledus veidi kasvab -1,9 tähesuurseni.

Saturn on 4-ndal vastasseisus Päikesega, heledus 0,3 tähesuurust. Planeet on kuu esimeses pooles nähtav kogu öö Vaala tähtkujus. Kuu keskpaiku ja lõpupoole paistab Saturn peaaegu kogu öö (õhtupoole).

November

Merkuuril on 4-ndal alumine ühendus Päikesega. Planeet ilmub 12-nda paiku hommikuti koidutaevasse. Edaspidi tõuseb Merkuur kuni 2 tundi enne Päikest. 21-sel on Merkuuril suurim läänepoolne eemaldumus Päikesest (19,6 kraadi), heledus -0,4 tähesuurust.

Veenus särab hommikuti väga heleda tähena koidutaevas, vaatlusaeg pikeneb kiiresti. Kuu alguses tõuseb planeet 1 tund enne Päikest, kuu keskpaiku 3 tundi ning kuu lõpus juba enam kui 4 tundi enne Päikest. Teleskoobiga vaadates meenutab Veenus kitsast noorkuu sirpi. Planeet muutub ka üha heledamaks. Kuu lõpus on heledus -4,5 tähesuurust. Veenus paikneb Neitsi tähtkujus. Veenus teeb kuu jooksul lähtiiru ümber Spiika. Minimaalne vahemaa on 10-ndal, siis möödub Veenus Spiikast 0,1 kraadi kauguselt. Parajasti selleks ajaks on ka Spiika (heledus 0,98 tähesuurust) saanud koiduvöös paljale silmale nähtavaks.

Marss paistab hommikupoole ööd Lõvi tähtkujus. Heledus aeglaselt kasvab ja kuu keskpaiku on heledus 0,7 tähesuurust. 16-ndal möödub Marss Jupiterist 1,2 kraadi põhja poolt. 25-ndal möödub Marss Reegulusest 1,6 kraadi põhja poolt.

Jupiter on nähtav heleda tähena samuti hommikutaevas Lõvi tähtkujus, heledus -2,0 tähesuurust. Jupiteri lähedal paiknevad punakas Marss ja kinnistäht Reegulus (1,35 tähesuurust).

Saturn on vaadeldav õhtupoole ööd Vaala tähtkujus.

Uraan on 26-ndal vastasseisus Päikesega, asudes Sõnni tähtkujus. Heledus on 5,6 tähesuurust. Samal keskööl (ligikaudu ka ümbritsevatel öödel) paistab Uraan Plejaadidest 5,2 kraadi vasakul allpool.

Detsember

Merkuur on päris kuu algul veel leitav hommikuti madalas koiduvöös kagusuunal Kaalude tähtkujus. 3-nda paiku kaob planeet koiduvalgusesse.

Veenus särab hommikutaevas kirka Koidutähena väga heades tingimustes, paistes kindlalt heledaima tähena taevas (-4,5 tähesuurust). Planeet tõuseb veidi enam kui 4,5 tundi enne Päikest. Veenus liigub Neitsi tähtkujust Kaalude tähtkuju.

Marss paistab hommikupoole ööd Lõvi tähtkujus. Planeet tõuseb paar-kolm tundi enne keskööd. Heledus kasvab ja jõulupühade aegu on Marsi heledus 0,0 tähesuurust.

Jupiter on nähtav samuti hommikutaevas Lõvi tähtkujus, heledus -2,2 tähesuurust. Kuu alguses on Jupiteri lähisel Marss. Edaspidi tõuseb Jupiter Marsiga võrreldes üha varem. 13-ndal muutub Jupiteri liikumine vastupidiseks. Jupiteri lähisel paikneb ka Reegulus. Vähim kaugus on 12-ndal, siis asub Jupiter Reegulusest 1,3 kraadi põhja pool.

Saturn on vaadeldav õhtupoole ööd Vaala tähtkujus, heledus 0,8 tähesuurust. Pikk vaatlusaeg aegapidi lüheneb, kuu lõpus paistab Saturn umbes pool ööd. 11-ndal muutub Saturni liikumine päripidiseks.

Pool sajandit vaatlusi Tõravere 1,5 m teleskoobiga

Kalju Annuk

Aastal 2025 möödus 50 aastat esimesest vaatlusest Tartu observatooriumi suuri-
ma, 1,5 m teleskoobiga. Valmis sai teleskoop juba 1974. aasta lõpus, kuid reaalsed
vaatlused algasid 1975. aasta suvel. Vaatluspäevikus on kirjas, et esimene vaatlus
toimus 18./19. juuli ööl ja vaatlejaks oli Lauri Luud. Järgnevas püüame anda väike-
se ülevaate sellest, milliseid objekte on vaadeldud ja millist aparatuuri kasutatud
ning kuidas aja jooksul on vaatlusprotsess muutunud.

Meenutus 1,5 m teleskoobi saamisloost

Teleskoobi valmimisest ja esimestest katsetustest ning testimistest on juttu olnud
meie Tähetorni Kalendri mitmetes varasemates numbrites. Samuti kajastas mee-
dia (ajalehed, ajakirjad, raadio ja televisioon) omal ajal üsnagi palju teleskoobiga
seonduvat.

Pärast Teist maailmasõda hakati mitmel pool maailmas rajama uusi observa-
tooriume ja vaatlusbaase. Juba 20. sajandi algul oli selge, et suurlinnades ja nende
läheduses korralikke astronoomilisi vaatlusi enam teha pole võimalik üha tugevne-
va tänavavalgustuse ning atmosfääris oleva tolmu tõttu. Uued vaatlusbaasid püüti
rajada asustatud kohtadest võimalikult kaugele ja samas mägipiirkondadesse. Ana-
loogne olukord oli ka Eestis, kuigi 19. sajandi algupoolel oli Tartu Tähetorn oma
Fraunhoferi refraktoriga üks vägagi arvestatavaid tähetorne maailmas. Kuna Eestis
erilisi mägesid ei ole, siis otsustati uus observatoorium rajada Tõravere, paarküm-
mend kilomeetrit Tartust eemale. Kohe kerkis üles küsimus, milliseid teleskoope
ja vaatlusriistu sinna muretseda? Esialgu piirduti, et suurimaks teleskoobiks saab
peegelteleskoop peapeegli läbimõõduga 70 cm (seda teleskoopi meil enam ei ole)
ja lisaks kaks väiksemat, peegli läbimõõduga 48 cm (nn kaksikteleskoop).

Samal ajal aga mõlgutati mõtteid, et meil võiks ikkagi olla veelgi suurem te-
leskoop. 21. augustil 1959 võetigi toleaeegses ENSV TA Presiidiumis vastu esialg-
ne otsus, et Tõravere tuleks muretseda 1,5 m peegelteleskoop. Kolm aastat hiljem
(8. augustil 1962) tehti lõplik otsus ning algas ka reaalne tegevus teleskoobi ehitam-
iseks. Veel samal aastal sõlmiti leping LOMO-ga (Leningradi Optika-Mehaanika
Koondis) teleskoobi projekteerimiseks, ehitamiseks ja paigaldamiseks Tõravere.
LOMO-s toimus teleskoobi projekteerimine ja valmistamine aastatel 1969–1972.
Tõraveres hakati teleskoopi monteerima 1972. aastal ning valmis sai 1974. aasta
lõpus. 1975. aasta esimene pool möödus testvaatluste tähe all, kui kontrolliti kõigi
süsteemide tööd ning toimus mitmete sõlmede häälestus. Nendest testvaatlustest
võtsid osa nii LOMO mehed kui meie oma insenerid-astronoomid.

Teleskoop on ekvatoriaalse saksa monteeringuga, see tähendab, et tema polaartelg
on paralleelne Maa pöörlemisteljega. Teleskoobil on kolm fookust: peafookus,
Cassegraini fookus ja kudee fookus. Peafookust praktiliselt kasutatud ei ole, kudee

fookust mõningal määral kasutati 1970-ndatel ja 1980-ndate algul. Põhiliselt on seni kasutusel olnud Cassegraini fookus.

Esialgse kava järgi pidi teleskoop olema varustatud korraliku kudee spektrograafiga, kuid paraku jäi see saamata. Valmis saadi ainult kaamera, kuid ülejäänud osad jäid tegemata.

Ühe gideerimispiiksilma taha oli paigaldatud fotogiid. Praktikas see aga end eriti ei õigustanud ja gideerida tuli ikkagi visuaalselt enda silma järgi.

Teleskoop pidi olema ka arvutiga juhitud. Arvuti saadi mitmeid aastaid teleskoobi ja torni valmimisest varem. Paiknema pidi ta torni teisel korrusel, seal kus meil on nüüd *Stellaarium*. Kuna tolleaegsed arvutid olid suured monstrumid, mis eraldasid töötades palju soojust, siis torni soojusrežiimi tagamiseks rajati tornist umbes paarikümne meetri kaugusele osaliselt maa sisse suur kliimaseadmete kompleks (fotol 2 on näha kolm jämedat toru läbi mille toimus õhu vahetus). Kui teleskoop lõpuks valmis, siis oli arvuti juba vananenud ning tööle jäid rakendamata nii arvuti kui kliimaseadmed. Arvutit kasutati küll mõnda aega muudeks otstarveteks kui teleskoobi juhtimiseks. Paarkümmend aastat hiljem läks kogu kliimaseadmete kupatus vanarauaks.

Arvutiga juhitaavaks sai teleskoop alles 2011. aasta lõpus, kui toimus teleskoobi juhtimissüsteemi täielik moderniseerimine.



Foto 1. Kupli pööramise relsi tõstmine torni peale.

Statistikat vaatlusööde kohta

Nagu meist igaüks omal nahal tunnetab, ei ole Eestimaa ilm eriti ilus. Kahjuks selgete ööde hulka väga palju kiita pole võimalik. Samuti ei ole meil aastad ka ühesugused, mõnel aastal on ilusat aega märksa rohkem kui mõnel teisel aastal. Joonisel 1 on esitatud vaatlusööde statistika aastate kaupa. Nagu jooniselt näha, on

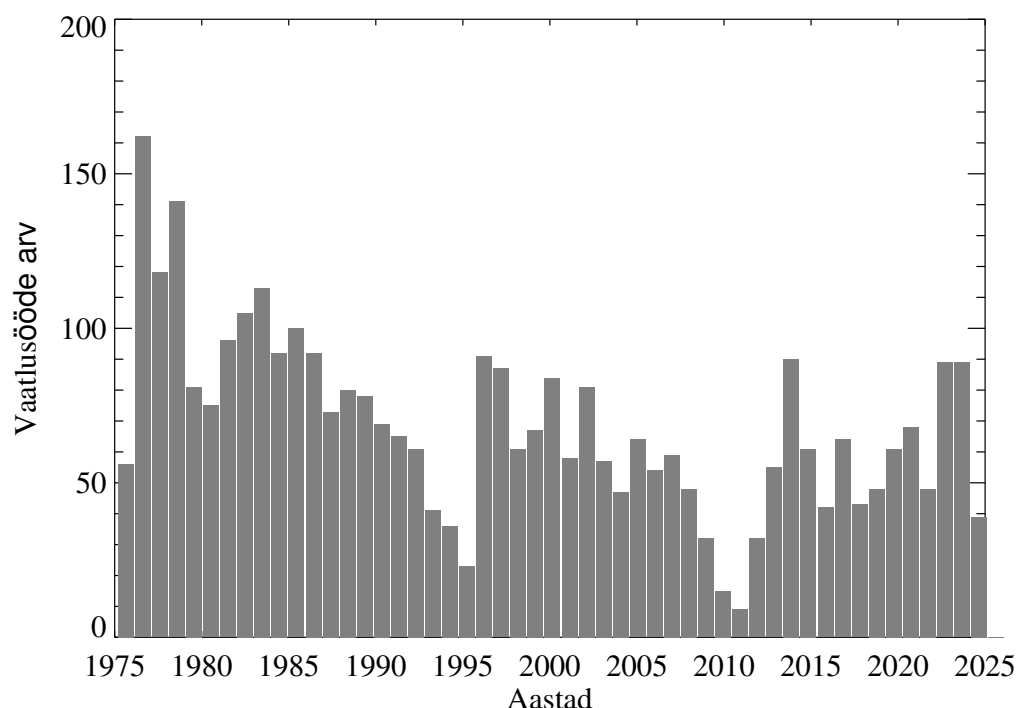


Foto 2. Teleskoobi torn eelmise sajandi 80-ndatel aastatel.

aastate lõikes erinevused üsnagi suured. Tegelikult ei kajasta see joonis mitte meil olnud selgete ööde arvu, vaid seda, kui mitmel ööl on vaatlust tehtud. Arvesse on läinud mitte ainult tervelt selged ööd, vaid ka need, millal on kasvõi paar tundi olnud võimalik vaatlust teha. Samas tuleb tunnistada, et päris arvestatav hulk selgeid öid on nõ "raisku" läinud väga mitmetel erinevatel põhjustel. Ühelt poolt on siin tegu olnud näiteks teleskoobi remondiga või hooldusega (sellest tuleb lähemalt juttu edaspidi) aga samuti ka mõne teleskoobi seadme või aparatuuri häirega, mistõttu vaadelda ei saanud. Teiselt poolt on aga tegu olnud ka nõ inimliku faktoriga. Arvestades, et meil ei ole vaatlevaid astronoomide eriti palju, siis mõnikord ongi vaatlus ära jäänud, kuna vaatlejat pole leidunud või vaatlejal midagi ootamatut ette tulnud.

Joonisel 1 torkab kohe silma, et läbi aastate on olnud kaks sügavat miinimumi, üks eelmise sajandi 90-ndate keskpaiku ja teine selle sajandi esimese kümnendi vahetusel. Esimene miinimum on seletatav ühelt poolt sellega, et pärast Eesti taasiseseisvumist toimusid observatooriumis päris suured muudatused. Koondamiste

tõttu oli suur hulk inimesi sunnitud meilt lahkuma. Teiselt poolt aga hakkas lõppema fotograafia ajastu (vt edaspidi) ja ei olnud enam kvaliteetseid fotoplaate, et korralikke vaatlusi teha. Hakkas üleminek CCD-de ajastule. Teine miinimum seostub peamiselt teleskoobi moderniseerimisega 2011. aastal. Rekordaasta oli 1976, kui teleskoop pandi tööle 162 ööl ja püüti ka midagi vaadelda. Iseenesest on see täiesti arusaadav, sest tegu oli uue teleskoobiga ja huvi temaga vaadelda oli suur. Väga palju maha ei jää ka kaks järgnevat aastat (1977 ja 1978). Üle 100 vaatlusöö on kirjas veel aastatel 1982, 1983 ja 1985. Kuna 1982. aasta kevadel saime uue spektrograafi (ASP-32), siis seetõttu oli huvi vaatluste vastu taas suurem. Järgnevatel aastatel vaatlusööde arv üle 100 ei ole enam küündinud kuigi mõnedel aastatel on sinna lähedale jõutud.

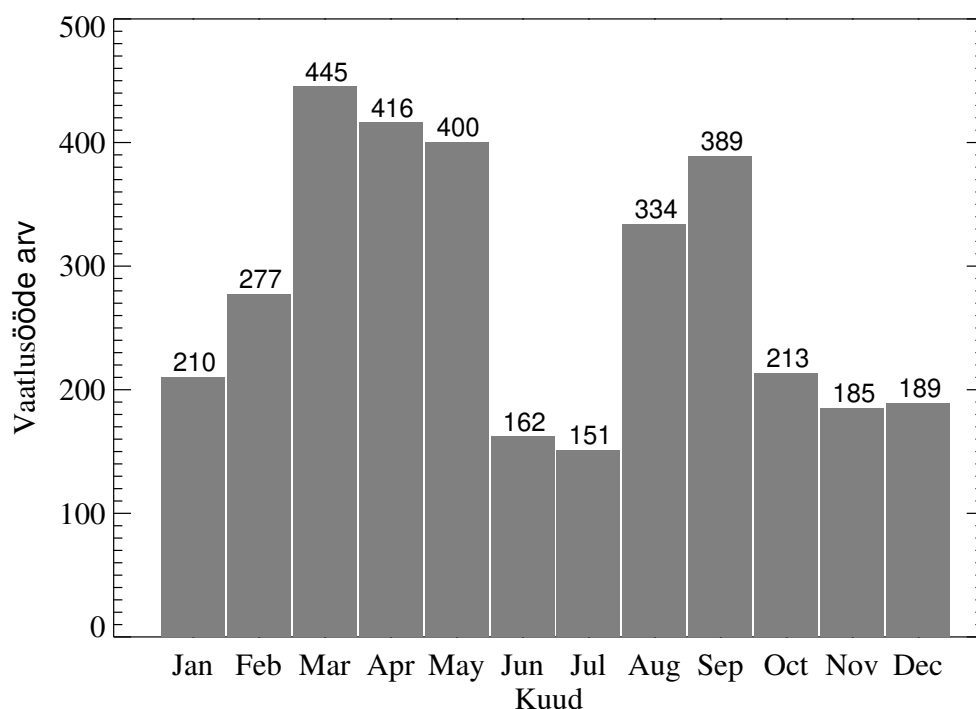


Joonis 1. Vaatlusööde statistika aastate kaupa.

Mõnevõrra on vaatlusööde arvu mõjutanud ka teleskoobi peeglite aluminiseerimisega seotud ettevõtmised, kuigi alati see otseselt välja ei paista. Peegleid on aluminiseeritud senimaani 5 korral. Esimene oli juba 1979. aastal ja see toimus kõige kiiremini, kuna teleskoobi lahtivõtmine ja kokkupanek tehti LOMO enda meesete poolt. Järgmised kaks olid aastatel 1991 ja 2001, ka siis viidi peeglid LOMO-sse. Aastatel 2013 ja 2022 aluminiseeriti peeglid Saksamaal Carl Zeiss Jena firmas. Kõige pikemalt oli teleskoop peeglite aluminiseerimise tõttu rivist väljas (üle 5 kuu) viimasel korral.

Joonisel 2 on esitatud vaatluste statistika kuude kaupa. Läbi aegade on kõige paremad vaatlusilmad olnud ikkagi kevadel (märts, aprill, mai) ja sügisel (august,

september). Arvestades Eesti geograafilist asukohta, siis meil on südasuvel ööd väga lühikesed ja valged ning seetõttu vaatluste tegemine raskendatud. Talvel seevastu aga pikad, kuid talvisel ajal on ka väga palju pilves ilmu, mil vaadelda ei ole võimalik. Kuude arvestuses hoiab esikohta 1980. aasta märts, kui vaatlused toimusid 23 ööl. Väga palju maha ei jää ka 1976. a aprill ja september, 1981. a mai, 1983. a august ning 1997. a märts – nendel aegadel toimusid vaatlused 20 ööl.



Joonis 2. Vaatlusööde statistika kuude kaupa.

Vaatlemisest enne ja nüüd

50 aasta jooksul on vaatlusprotseduur oluliselt muutunud ja vaatlejale hulga lihtsamaks ning mugavamaks saanud. Esimestel aastatel pärast teleskoobi käikuminekut oli sisse viidud kord, et õhtul paneb teleskoobi käima valvemehhaanik. Tema ülesandeks oli kupli luuk lahti teha, toru eest kate ära võtta, ventilaatorid torus sisse lülitada ja täheaeg juhtpuldil paika panna. Hommikul pärast vaatlust pani valvemehhaanik kupli luugi kinni, torule katte ette ja lülitas teleskoobi välja ning vaatas üle, et ega midagi öö jooksul juhtunud ei ole. Valvemehhaanikuid oli algaastail tööl tavaliselt kolm, öised valved olid vahetuste kaupa. Valvemehhaanik pidi öösel kohal olema alati sõltumata ilmast. Läbi aegade on 1,5 m teleskoobi valvemehhaanikuteks olnud Lembit Randver, Jüri Kallas, Viktor Muni, Endel Pühvel, Riho Ühtegi, Jüri Koppel, Jaak Okas ja Toivo Kuusk.

Alates 1991. aastast teleskoobil enam valvemehhaanikut ei ole ja kõikide vaatlemisega seotud tegevustega peab vaatleja ise hakkama saama. Pärast teleskoobi

sisselülitamist ja kupli luugi lahtitegemist tuli juhtpuldist (vt foto 3) sisestada täheae. Täheae on otseses sõltuvuses kuupäevast ja kellaajast. Seda võis ka eelnevalt arvutada mingi täpse kellaaja jaoks (vt meie kalendri lehekülge 5) ja seejärel vastaval kellaajal puldist sisestada. Tavaline praktika oli aga selline, et kui taevas oli juba pime ja selge, siis teleskoop pöörati visuaalselt silma järgi mõne heledama tähe peale (sageli oli selleks Veega). Järgnevalt sätiti juhtpuldist vastava tähe koordinaadid paika. Seda sai teha juhtpuldil olevate vastavate klahvide abil, kusjuures koordinaadid olid nähtavad ümmarguste koordinaatketaste peal. Järgnevalt võis juba teleskoobi sõidutada koordinaatide järgi vaadeldava tähe peale. Teleskoopi sai liigutada käsipultide (vt foto 3) abil. Käsipuldilt sai valida ka millise kiirusega teleskoopi liigutada. Esmalt liigutati teleskoopi nõ jämeliikumise mootorite abil, kui teleskoop oli juba enamvähem vaadeldava tähe peale sõitnud, siis täpsem juhtimine käis nõ peenliikumise mootorite abil.

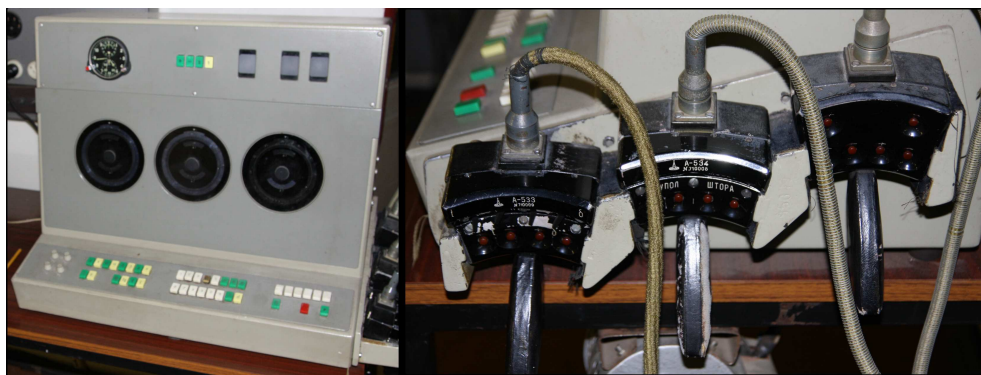


Foto 3. Teleskoobi juhtpult ja käsipuldid.

Teleskoop oli varustatud kellamehhanismiga, mis pööras teleskoopi ühtlase kiirusega ümber polaartelje kompenseerides nii Maa pöörlemise. Õige kiiruse pidi tagama vastav generaator, mis paiknes torni kolmandal korrusel – teleskoobist korrusel allpool. Üldiselt suutis kellamehhanism teleskoopi üsnagi hästi vaadeldava tähe peal hoida, kuid vaatleja pidi ikkagi visuaalselt kontrollima, kui täpselt teleskoop tähe peal on ja vajadusel käsipuldil peenliikumise mootorite abil asendit korrigeerima. See aga tähendas seda, et vaatleja pidi põhimõtteliselt kogu vaatlusöö olema kupli all teleskoobi juures. Kui talvel ikka õhutemperatuur oli -20° või veelgi madalam, siis väga lõbus 12–13 tundi pimedas ja külmas olla ei olnud.

Seoses talvise vaatlusega meenub üks mõnevõrra humoorikas seik. See oli palju aastaid tagasi, kui ühel kenal päeval tuli Tõraverre üks füüsikatudeng. Ta rääkis, et on väga huvitatud astronoomiast ja eriti teleskoopidega vaatlemisest. Sinnamaani kulges jutt kenasti kuni tuli teemaks vaatlemine talvisel külmal ajal. Noormees küsis täiesti siiralt, et kas siis tõepoolest ka talvisel ajal vaadeldakse? Meie jaatava vastuse peale oli ta väga üllatunud ja ehmunud ning pärast seda kohtumist me teda enam näinud pole.

Kuigi teleskoop oli varustatud fotogiidiga, siis nagu juba eespool öeldud, sellest suurt kasu ei olnud ja määravaks sai ikkagi visuaalne gideerimine. Selle sajandi esimesel kümnendil hakkas kellamehhanismi generaator aegajalt kummaliselt käituma ja sagedus kõikumama. See aga tähendas, et kellamehhanism ei suutnud enam teleskoopi korralikult ka õiges asendis hoida.

Kuidas toimub vaatlemine siis tänapäeval?

Nagu juba eespool öeldud, toimus aastal 2011 teleskoobi põhjalik moderniseerimine. Teleskoobi moderniseerimisest on olnud pikemalt juttu meie Tähetorni Kalendri 2012. aasta numbris. Viimastel aastatel on nii teleskoobi juhtimissüsteemi kui ka vaatlusaparatuuri käsitlemise mõningaid muudatusi ja täiendusi tehtud, mis on muutnud vaatluste tegemise veelgi mugavamaks. Üheks selliseks võiks mainida teleskoobi toru kattega seonduvat. Kui varemalt oli toru ees suur rõngakujuline kate, mida tuli käsitsi eemaldada ja pärast vaatlust ka tagasi panna, siis nüüd koosneb kate sektoritest, mis on toru äärde kinnitatud ja nende lahtitegemist ning kinnipanekut juhivad arvutiprogrammid.

Tänapäeval saab enamuse vaatlusega seotud toiminguid teha arvuti abil nõuvalt vaatleja ruumist ilma, et peaks kupli alla teleskoobi juurde minema. Teleskoobi suunamiseks vaadeldava tähe peale tuleb programmis sisestada kas tähe koordinaadid või ainult tähe nimi (sellisel juhul on eelnevalt tähe nimi ja temale vastavad koordinaadid programmi sisestatud). Seejärel sõidab teleskoop juba valitud tähe peale ja kallamehhanism [see on ka programne] tagab selle, et teleskoop püsiks enamvähem täpselt tähe peal. Teleskoobi asendit tähe suhtes saab ka kontrollida arvuti ekraanilt ja vajadusel veidi korrigeerida, kuid ka ilma, et peaks kupli alla minema. Kuna valdavalt on meil kaasajal tegu spektraalvaatlustega, siis enamuse spektrograafi seadistustega seotud toimingutest saab ka teha vaatleja ruumist. Seega on vaatleja töö tänapäeval juba suhteliselt mugav ja talvel näiteks kange külma ei pea õõtsa kupli all külmetama, vaid piisab vaatleja ruumis olemisest, kus on ka märksa soojem. Järelikult vaatlemine tänapäeval ei ole kaugeltki võrreldav vaatlemisega algaastakümnetel.

Millega mida on vaadeldud?

Senise viiekümne aastase vaatlusperioodi võib põhimõtteliselt jagada kaheks: fotograafia ajastu ja CCD-de ajastu (vt joonis 3). Kui 1974. aasta lõpus teleskoop valmis, siis ei olnud meil veel tööstuslikke spektrograafe. Õnneks oli/on meil Enno Ruusalepp (ainuke eriharidusega optik), kes valmistas kudeesse üsna lihtsa kuid töökindla spektrograafi. See valmis juba 1975. aasta lõpus ja töötas hiljem veel mitmeid aastaid. Esimesel vaatlusaastal (1975) ja 1976. aasta algul toimusid põhiliselt testvaatlused hindamiseks teleskoobi kvaliteeti ja tema võimekust. Kasutati LOMO poolt valmistatud kaamerat AFR-10, mis oli paigaldatud Cassegraini fookusesse. Pildistati mitmeid täheparvi ja galaktikaid ning testiti erinevate fotoplaatide tundlikkust ja kvaliteeti. Seda kaamerat on ka hiljem mõningatel aegadel lühiajaliselt kasutatud.

1976. aasta algul saime esimese tööstusliku spektrograafi UAGS (Carl Zeiss Jena toode) ja 13./14. veebruari ööl toimus temaga esimene vaatlus. Sellest ajast alates algas 1,5 m teleskoobi spektroskoopia ajastu, mis kestab senimaani. Kui nüüd väga täpne olla, siis aegajalt tehti ka muu aparatuuriga vaatlusi. Nii vaadeldi 1976. aasta juulikuus Matti Pehki valmistatud infrapunase fotomeetriga. Analoozsed vaatlused toimusid ka 1978. aasta juuni- ja juulikuus ning 1980. aasta juulikuus. 1983. aasta juulikuus katsetati ja tehti mõningaid vaatlusi Matti Pehki, Koit Pindmaa ja Tõnu Tuvikese poolt konstrueeritud Fourier spektromeetriga.

1979. ja 1980. aasta erinevatel aegadel (kokku 24 ööl) tegi Uku Hänni vaatlusi

tähtede energiajaotuste mõõtmiseks kasutades Ürgo Ibruse poolt valmistatud fotomeetreid Vega-1 ja Vega-2.

1976. aasta sügisel õnnestus hankida OMA (*Optical Multichannel Analyser*), mis oli tol ajal Nõukogude Liidus ainulaadne. Esimesed vaatlused OMA-ga toimusid 9./10. novembri ööl kudees ning 28. veebruaril 1977 Cassegrainis spektrograafiga UAGS. Edaspidi toimusid vaatlused vaheldumisi nii kudees kui Cassegrainis. Kuna OMA tundlikkus oli märksa suurem kui fotoplaatidel, siis OMA-ga vaadeldi ka üsna palju galaktikaid nende punanihete määramiseks. Vaadeldud spektrid sai salvestada perfolindi peale või ka plotteriga paberile välja joonistada. Et tegu oli elektroonse vastuvõtjaga, siis nõudis ta ka jahutamist mürade vähendamiseks. Jahutamiseks kasutasime süsihappelund. Lume tekitamiseks tuli suurest süsihappegaasi balloonnist gaas välja lasta. Tavaliselt tegid selle töö ära valvemehhaanikud, kuid mõnikord pidi vaatleja ise ka asjaga hakkama saama. 1981. aasta lõpupoole ja 1982. aasta kevadel ilmnas, et OMA ei taha enam korralikult töötada ning 1982. aasta maikuu viimasel ööl selgus lõplikult, et OMA-ga enam vaatlusi teha ei saa.

1982. aasta kevadel jõudis LOMO-st kohale spektrograaf ASP-32, mis paigutati Cassegraini fookusesse UAGS-i asemele. Edaspidised vaatlused ongi kõik toimunud selle spektrograafiga. 1983. aasta aprillis paigaldas LOMO spektrograafi ASP-32 külge fotogiidi, mis pidi gideerima spektrograafi pilu pealt. Paraku see taas end väga palju ei õigustanud. Vahetevahel suutis ta päris hästi teleskoopi vajaliku täpsusega tähe peal hoida, kuid üsna tihti pani teleskoobi peenliikumise mootorid tööle ning hakkas teleskoopi pidevalt ühele ja teisele poole kõigutama. Sellisel juhul tuli gideerimise süsteem välja lülitada ja ikkagi oma silma järgi gideerida.

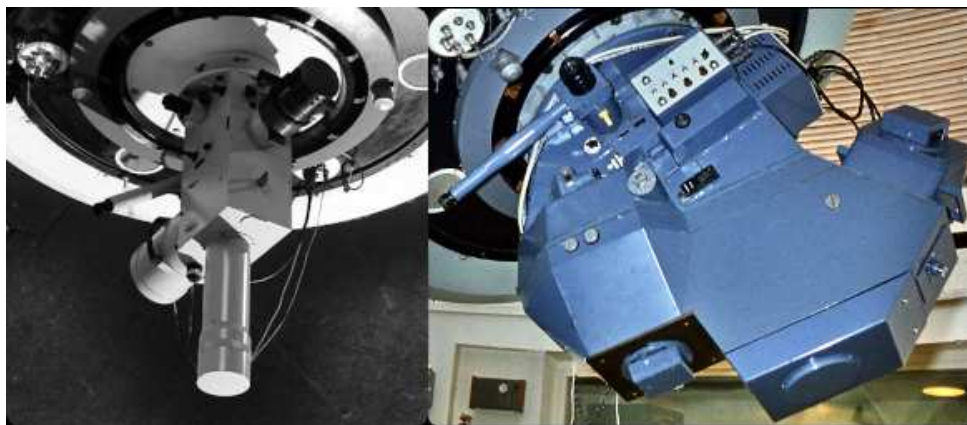
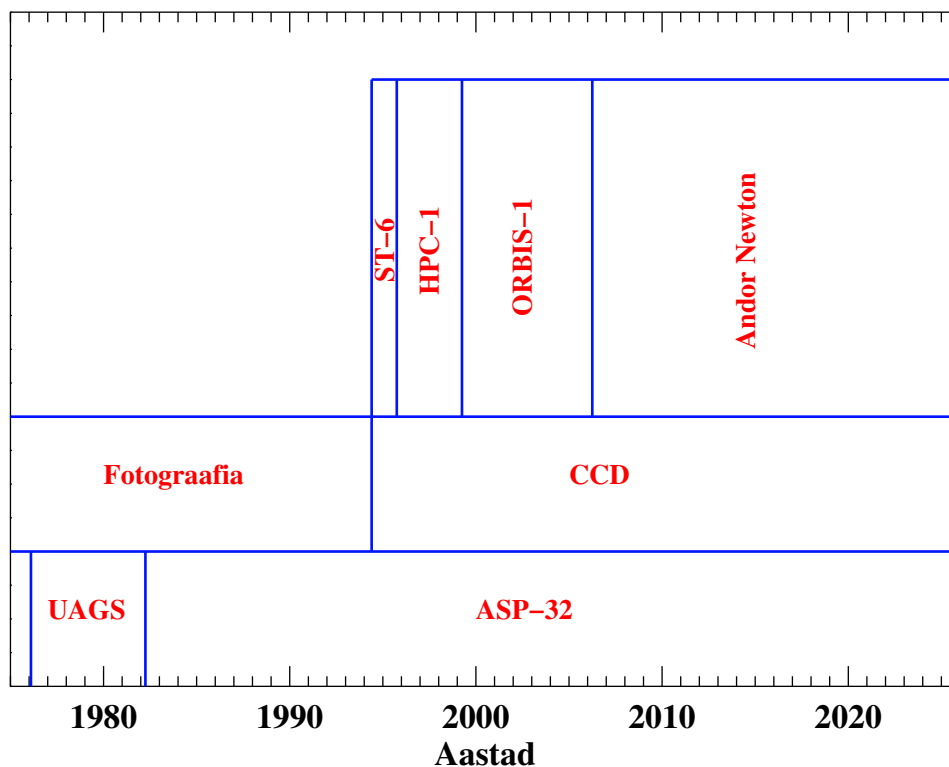


Foto 4. Spektrograafid UAGS (vasakul) ja ASP-32 (paremal).

Kui mujal maailmas hakkasid levima CCD vastuvõtjad, siis meie rahakott oli veel liiga kõhn, et mõnda korralikku CCD-d muretseda. Seetõttu üritasid meie omad mehed (Jüri Rebane ja Margus Sisask) valmistada midagi analoogset. Kuni tõeliselt CCD ajastu alguseni (1994. a juuni) jõuti kokku panna mitu erinevat versiooni ning nendega ka teleskoobi taga test- ja katsevaatlusi teha. Paraku aga päris töötava variandini ei jõutudki.

Seega oli meil ikkagi info salvestajaks fotoplaat. Võrreldes CCD vastuvõtjatega on fotoplaatide tundlikkus oluliselt väiksem ning seetõttu olid ekspositsiooniajad üsnagi pikad. Heledamate tähtede puhul saadi enamvähem korralik spekter kät-



Joonis 3. Ajaline ülevaade vaatlusaparatuurist.

te ühe tunniga või tunnist lühema ajaga, kuid nõrgemate tähtede korral küündisid ekspositsiooniajad 3–4 tunnini ning mõningatel juhtudel veelgi kaugemale. Lisaks madalale tundlikkusele oli fotoplaatidel veel mitu „häda“. Üheks selliseks oli fotoplaadi emulsiooni teralisus, mis tegi kujutise nõ muraseks. Suureks probleemiks oli ka kalibreerimine, st tumenemise ja intensiivsuse omavahelisse vastavusse viimine. Oma rolli mängis siin fotoplaatide keemiline töötlusprotseduur (ilmutamine, kinnitamine, pesemine). Alati ei olnud võimalik tähe spektri ja kalibreerimisspektri plaate koos ilmutada. Ilmutina kasutati põhiliselt ühte standardilmutit D–76. UAGS-iga vaadeldes tuli kalibreerimisspekter teha eraldi laboratoorse spektrograafia ISP–28. ASP–32 puhul sai kalibreerimisspektri teha samale plaadile, kus oli ka tähe spekter. Nii UAGS-i kui ASP–32 puhul sai võrdlusspektri teha samale plaadile, kuhu tuli tähe spekter. Võrdlusspektri tegemiseks lülitati mingiks ajaks võrdlusspektri lamp sisse samal ajal kui toimus tähe spektri tegemine.

Sageli oli üsna ettearvamatut määrata täpset ekspositsiooniaega, sest meie ilm on vägagi muutlik. Kui tegu oli nõrgemate tähtedega ja pikemate ekspositsiooniaegadega, siis mõnikord võis juhtuda, et poole pealt läks taevasku pilve ning spekter jäi plaadile väga nõrgakene, millega polnud midagi peale hakata. Tuleb tunnistada, et vahel läks mitmetunnine vaatlus untsu ka vaatleja tähelepanematuse tõttu ning näiteks fotoplaat oli kassetti pandud valepidi või katik hoopiski lahti tegemata jae-

tud! Fotoplaadid olid küllaltki väikesed (UAGS-i puhul 11 x 50 mm ja ASP-32 puhul 21 x 45 mm) ja nende kassetti paigaldamine pimikus oli omaette tegu.

Tasub veel meelde tuletada, et tol ajal ei olnud ju võimalik minna poodi ja vajalikku fotoplaati osta ega ka seal tellimust esitada. Kõik käis Moskva kaudu ja tellimused tuli vähemalt aasta varem esitada. Plaatide kättesaamiseks tuli Moskvasse sõita ning plaadid külmakotiga koju tuua. Siin hoiti plaate külmikus ja pimedas.

Hoolimata kõigest õnnestus fotograafia ajastul saada fotoplaatidel rohkem kui 2500 spektrit umbes 300 erinevast objektist. Kõige rohkem vaadeldi kuumi mitte-statsionaarseid tähti ja sümbiootilisi tähti. Algaastatel vaadeldi ka mõningaid külmi tähti. Fotomaterjalina kasutati põhiliselt Kodaki ja ORWO fotoplaate. Kõige kasutatavam oli Kodaki IlaO plaat.

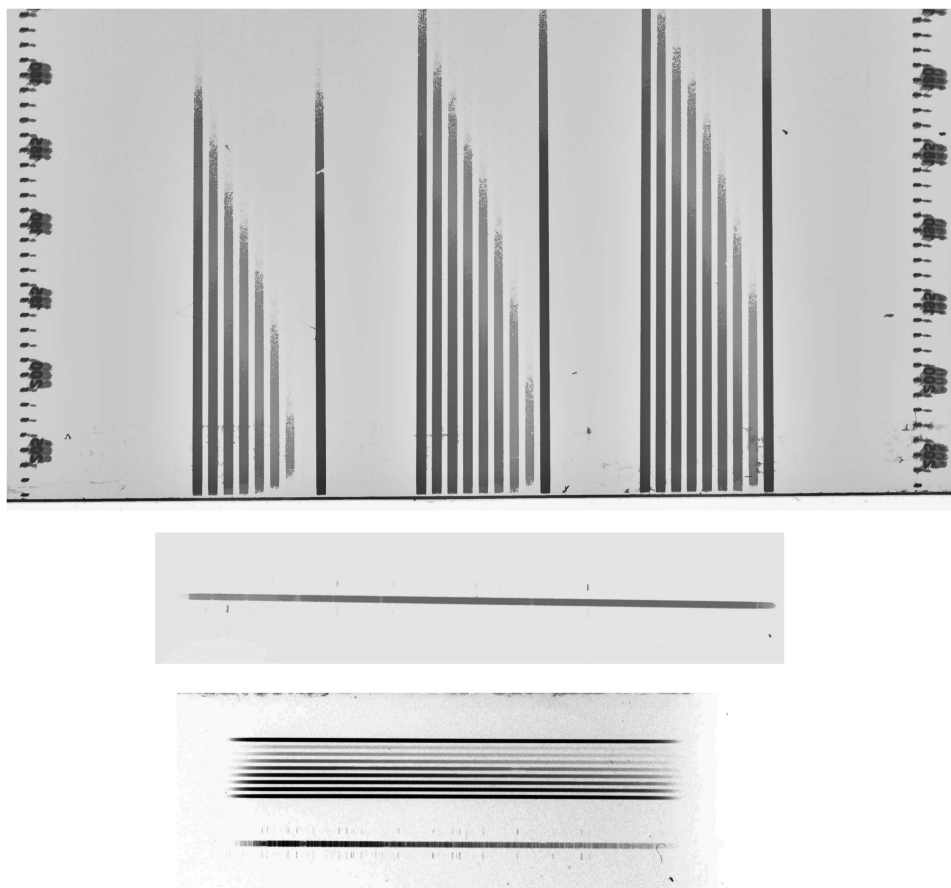


Foto 5. Mõned näidised spektrogrammidest. Ülal kalibreerimisspektrogramm, keskel UAGS-i spektrogramm ja all ASP-32 spektrogramm.

Vaatlusandmete töötlemisest fotograafia ajastul

Kui spektrid (või ka pildid) olid fotoplaadile salvestatud, siis tuli nad kuidagi arusaadavaks teha. Esimestel aastatel kasutati valdavalt Tõnu Kipper poolt mikrofo-

tomeetri MF-4 baasil konstrueeritud spektrogrammide mõõtmise aparaati, mis oli ka ühendatud arvutiga ES-1010. Mikrofotomeeter asetses torni esimesel korrusel ruumis nr 4 ja arvuti torni teisel korrusel (seal on praegu Stellaarium). Mõõtmisega oli hõivatud vähemalt kaks inimest, üks oli mikrofotomeetri juures ja teine arvuti juures. Mõõdetud spektrogrammid oli võimalik välja joonistada kas paberilindi peale, väljastada perfolindile või magnetlindile. Paberilindile väljastatud spektrogrammide edasine töötlemine oli juba puhtal kujul käsitöö pliiatsi ja joonlauaga.



Foto 5. Mikrodensitomeeter PDS.

1980. aasta suvel õnnestus hankida arvuti IN-96 B. See oli toodetud Prantsusmaal firmas *Intertechnique* ja spetsialiseeritud γ -spektrite töötlemiseks, kuid sobis väga hästi ka meie spektrite töötlemiseks. Omakeskis kutsusime teda *prantslaseks*! Tänapäevaste arvutitega võrrelduna oli ta üsna nõrgukene (omades protsessorit MULTI-6 ja operatiivmälu 64 KB), kuid tema suureks eeliseks oli graafilise displei

olemasolu, mis tegi spektrite töötluste interaktiivseks ja vägagi mugavaks. Muidugi ei olnud *prantslasel* kõvaketast, vaid kasutada sai paralleelselt kahte 8-tollist flopi-ketast. Üsna varsti sai temaga ühendatud perfolintide lugemise seade ja magnet-lindikapp. *Prantslasega* töödeldi enamus OMA-ga saadud galaktikate spektrid kui ka paljude tähtede spektrid. Töötlusprogrammid tuli endal koostada kasutades sel-leks programmeerimiskeelt LEM.

1983. aastal saabus observatooriumisse mikrodensitomeeter PDS Micro-1010. Toode oli ta USA firmas Perkin-Elmer ja terves tolleaegses Nõukogude Liidus oli ta taaskord ainulaadne. Fotoplaatide digitaliseerimine PDS-ga oli juba omaette kõrgem tase. Digitaliseeritud andmete salvestamiseks oli PDS-i komplektis mag-netlindikapp, mille kaudu sai andmed magnetlindile kirjutada.

PDS-i ei kasutanud mitte ainult astronoomid, vaid ka atmosfäärifüüsikud len-nuki pealt tehtud maapinna fotode digitaliseerimiseks. Kõrvalpõikena võib veel li-sada, et PDS-iga sai tehtud Tartu linna esimese digitaalse kaardi alusmaterjal. Lin-nal oli 50 x 50 cm suuruste kilede peal põhjalik kaart, kuid ei linnal ega ka Tartu Ülikoolil ei olnud veel sobilikku skannerit, siis nende kilede digitaliseerimiseks sai-gi kasutada meie PDS-i.

CCD-de ajastu

Tõeliselt CCD-de ajastu alguseks võib lugeda 1994 aasta kevadet kui saime endale esimese CCD kaamera – ST-6.

ST-6

Seda kaamerat ei suutnud me ise osta (hind oli umbkaudu 3000 dollarit), vaid saime soomlaste poolt vahetuskaubana. Meie andsime neile oma natuke nigela-võitu teleskoobi AZT-8 ja nende poolt tuli meile ST-6 ning oma aja kohta suhteli-selt võimas personaalarvuti PC 486. ST-6 oli valmistatud USA firmas *Santa Barba-ra Instrument Group (SBIG)*. Maatriksi suuruseks oli 375 x 242 pikselit, iga pikseli suuruseks 23 x 27 μm ning välja suuruseks seega ainult 8,6 x 6,5 mm. Elektroonsete mürade ja pimevoolu vähendamiseks oli kaameral kaheastmeline termoelektroon-ne jahutus. Esimene proovivaatlus toimus 1994. aasta 8./9. juuni ööl. 1995. aasta aprillis ilmnis järsku, et kaamera enam ei toimi. Seepeale sai kontakti võetud SBIG firmaga USA-s ja nende soovitus oli, et saatke kaamera Prantsusmaale Pariisi, kus oli firma Euroopa esindus. Saatmine oli küllaltki lihtne. Tartus tuli pakk postkon-torist teele saata ja maksta umbes paarsada Eesti krooni. Mõne aja pärast saabus töökorras kaamera meile tagasi, kuid sellega kaasnev arve oli päris ehmatav. Kuna kaamera oli veel garantii all, siis remont oli tasuta ja see võttis aega ainult 0,5 tun-di. Maksma pidime aga mitutuhat krooni kuna Pariisis sõidutati kaamera taksoga lennujaama ja seal pandi ta eri saadetiste hulka, mis oli eriti kallis. Kogu selline kaa-meraga seotud asjaajamine võttis omajagu aega ja kuna fotoplaate meil ka enam ei olnud, siis vaatlustes tuli mitmekuune paus. Spektreid sai selle kaameraga tehtud kokku 41 ööl! Hilisemal ajal sai ST-6 kaamerat kasutatud veel teleskoobi giidi pikk-silma küljes.

HPC-1

Kui ST-6 oli nõ CCD-dega vaatlemise harjutamiseks ja kohanemiseks, siis järgmi-ne kaamera HPC-1 oli juba päris korralik töökaamera. See kaamera oli valmistatud

firmas SpectraSource (USA). Maatriksi suuruseks oli nüüd juba 1024 x 1024 pikselit, iga pikseli suuruseks 24 x 24 μm ning välja suuruseks 24,6 x 24,6 mm. Kaameral oli samuti kaheastmeline termoelektroonne jahutus põhinedes Peltier efektil. Kuna kaamera oli meie rahakoti jaoks vägagi kallis (hind ligikaudu 23 600 USA dollarit), siis osaliselt saime toetust nii USA kui Rootsi poolt. Esimene vaatlus kaameraga HPC-1 toimus 1995. aasta 19./20. septembri öösel. Kaamera oli kasutusel kuni 1999. aasta kevadeni.

ORBIS-1

Järgmine etapp CCD-de ajastus saabus kaamera ORBIS-1 muretsemisega ja selle kasutuselevõtuga. Esimene vaatlus toimus 1999. aasta 16./17. märtsi öösel. Kaamera oli valmistatud samuti firmas SpectraSource. Maatriksi suuruseks oli 512 x 512 pikselit, iga pikseli suuruseks 24 x 24 μm ning välja suuruseks 12,3 x 12,3 mm. Kaamera oli jahutatav vedela lämmastikuga ning seetõttu ettevalmistus vaatluseks oli mõnevõrra tülikas. Enne vedela lämmastiku valamist kaamera termos pudelisse tuli selle ümber tekitada korralik vaakum. Selleks sai kasutada vaakumpumpa ja pumpamine võttis üsna palju aega (suurusjärgus üks tund või rohkemgi). Järgnevalt tuli vedel lämmastik valada kaamera termos pudelisse, mille maht oli 1,6 liitrit. Edasine kaamera jahtumine võttis jällegi omajagu aega enne kui vaatlama sai hakata. Tavaliselt tegi meil need ettevalmistustööd Toivo Kuusk. Juhul kui vaatlusöö oli pikk, siis poole vaatluse pealt võis lämmastik termos pudelis otsa saada ja juurde pidi teda valama juba vaatlaja ise. Vedelat lämmastikku me ise kohapeal valmistada ei saanud ja seega tuli teda Tartust aegajalt toomas käia.

Andor Newton DU970N

Viimane kaamera, mis on meil tänapäevini kasutusel, on Põhja-Iirimaa Belfasti firma *Andor Technology* toode Andor Newton DU970N. See kaamera sai muretsetud 2006. aasta algul ja esimene vaatlus temaga toimus 16./17. aprilli öösel. Kaamera maatriksi suuruseks on 1600 x 200 pikselit, iga pikseli suuruseks 16 x 16 μm ning välja suuruseks 25,6 x 3,2 mm. Kaamera on taas termoelektriliselt jahutatav. Nii see kaamera kui ka eelmine (ORBIS-1) sai ostetud juba Eesti Teadusfondi grantide raha eest.

Vaatlusandmete töötlemisest tänapäeval

Kuna CCD-dega saame spektrid kohe otseselt arvutisse digitaalsel kujul, siis edasine töötlus on juba märksa lihtsam. Kasutusel on meil enamvähem kaks võrdväärset süsteemi: MIDAS ja IRAF. MIDAS on välja töötatud ja arendatud ESO-s. Alguse sai ta juba 1980-ndate aastate keskel. IRAF on seevastu nõ Ameerika variant ja välja on ta töötatud NOAO-s (*National Optical Astronomy Observatory*). Algversioon tuli välja samuti 1980-ndate aastate keskel. Mõlemad süsteemid on interaktiivsed ja töötavad UNIX-i laadsetel operatsioonisüsteemidel (Linux, macOS, ...).

Kuu piltide fotogramm-meetriline uurimine: mõõtes Apollo pärandit

Vladislav-Veniamin Pustõnski

Viimati käis Apollo ekspeditsioon Kuul üle 50 aasta tagasi, kuid juba praeguse aastakümne lõpuks peaksid inimesed taas meie maakera kaaslane pinnale jõudma. Selle ootuses on Kuu-uuringud taas hoogustunud, mitu riiki ja isegi erafirmad on saatnud sinna kosmoseaparaate. Ehkki uut infot on palju, pakuvad Apollo programmi pärinevad Kuu-fotod endiselt väärtuslikke andmeid. Ajakohased uurimis-meetodid, nagu arvutipõhine fotogramm-meetria, võimaldavad neid ajaloolisi fotosid uurida uue pilguga.

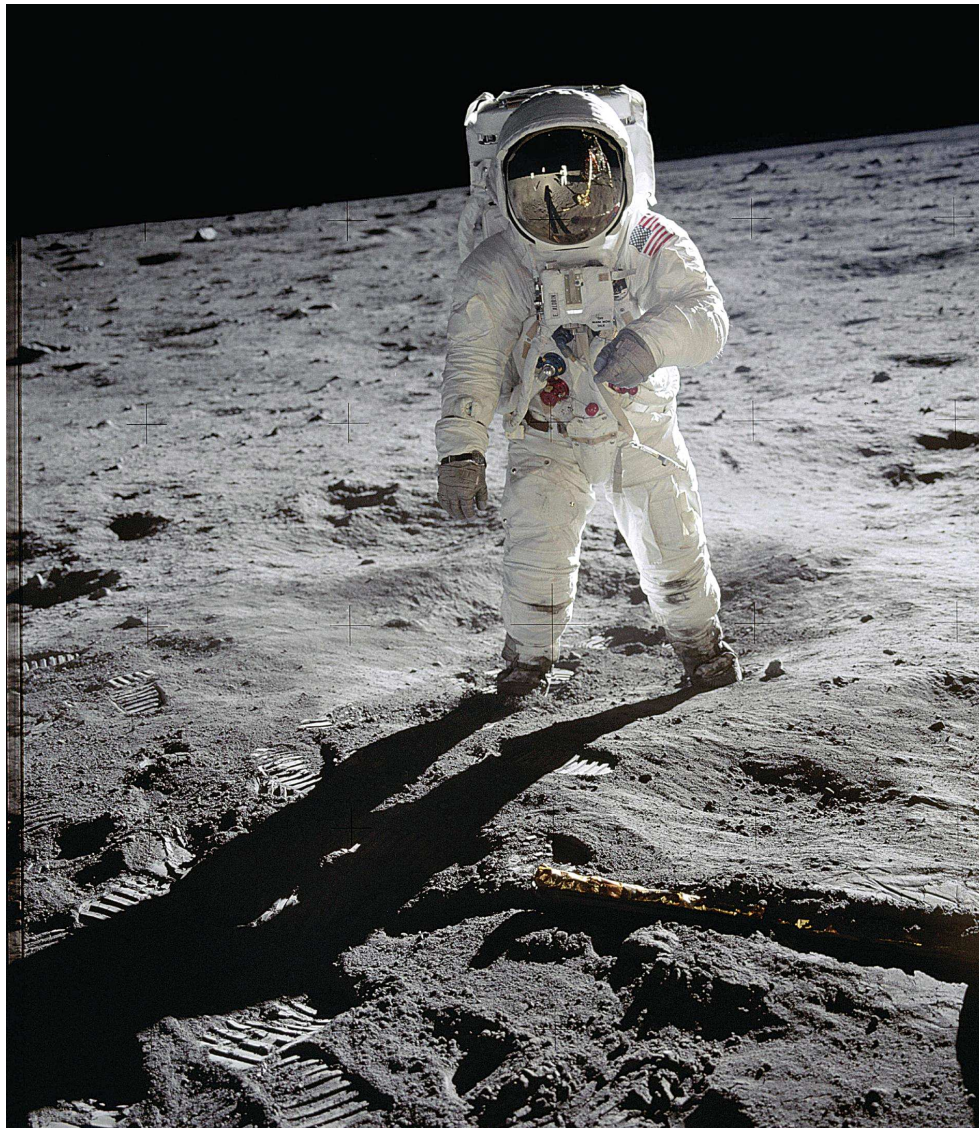
Astronauudid pildistavad Kuud

Apollo programmi kuuel maandumismissioonil astus Kuu pinnale kaksteist inimest. Astronauudid tegid ulatuslikke teadusuuringuid ja jäädvustasid oma tööd ka fotodel. Apollo 11 meeskond tegi 2,5 tundi kestnud välitöödel umbes 120 pilti, kuid viimaste ekspeditsioonide kolmepäevaste missioonide tulemusel saadi tuhandeid fotosid. Selleks kasutati eriliselt kohandatud Hasselbladi keskformaadi kaameraid. Aparaadilt eemaldati pilditsija, kuna astronauudid ei saanud seda kiivri tõttu kasutada, ja suurendati hoobade mõõtmeid. Ülekuumenemise vältimiseks värviti kaamerad heledaks ja eemaldati kõik määrded, et need vaakumis ei aurustuks. Filmi ette paigaldati märgistustega plaat: nõnda tekkisid fotodele väikesed ristid, mis aitasid korrigeerida töötlemise moonutusi. Kaamera peaobjektiiv oli Zeiss Biogon, millega sai teha vähimate moonutustega pilte. Viimastel missioonidel oli kaamerale lisatud teleobjektiiv, jäädvustamaks kaugemaid objekte. Fotod talletati Kodaki filmile.

Et kaameraid oleks mugavam kasutada, olid need kinnitatud astronautide rinnale, kuid vajaduse korral sai neid hõlpsasti lahti võtta. Pildistamise plaan oli hoolikalt ette valmistatud: astronauudid tegid panoraamvõtteid, jäädvustasid varustust ja pinnaseproovide võtmise kohti. Peale fotokaamerate rakendati 16 mm filmikaamerat ja telekaamerat, millega edastati otseülekandeid juhtimiskeskusesse. Seega on Kuu ekspeditsioonide kohta talletatud väga põhjalik fotodokumentatsioon.

Kuu pildid ja fotogramm-meetria

Olen alati olnud suur kosmosetehnika ja Apollo programmi huviline. Kuu fotosid vaadates tekkisid mul küsimused: kas saaks täpselt teada, kus seisis astronaut kaamera, kui kõrge oli lipumast või kui täpselt oli sideantenn suunatud Maa poole. Üksik foto ei anna vastuseid, kuna pildistamisel projitseeritakse kolmemõõtmeline ruum kahemõõtmelisele filmipinnale, niimoodi kaob paratamatult osa infost. Näiteks ei näita üks foto mõne objekti kaugust, sest kauge suur objekt võib paista



20. juulil 1969. aastal esimesed inimesed Kuule toonud missiooni Apollo 11 kuumooduli piloot Buzz Aldrin seisab mooduli jala lähedal. Missiooni ülem Neil Armstrong tegi selle ikoonilise foto 70 mm Kuu-kaameraga. Aldrini skafandri visiiril on näha peegeldumas ka Armstrong ise, heleda täpina Maa, kuumoodul Eagle ja selle lähedale asetatud USA lipp ja teaduslike katsete seadmed. Armstrong hoidis kaamerat kergelt pööratuna, löigates sel moel pildi ülaseravaga ära Aldrini elusüsteemiga seljakoti pealmise osa ja sellel olnud sideantenni. Seda üldsusele mõeldud fotot on veidi pööratud päripäeva, et anda Aldrinile loomulikum püstine asend. Tema pea kohal on lisatud ka musta ala, et taastada puuduv Kuu taevas. Foto: NASA

samasugune kui lähedal asuv väike objekt. Küll aga saab mitme eri nurkade alt tehtud foto abil määrata objektide kuju, asukoha ja isegi kaamera koordinaadid ning suuna. Seda võimaldab fotogramm-meetria: teadusharu, mis määrab matemaatilise analüüsi teel objektide täpse asukoha mitme foto põhjal.

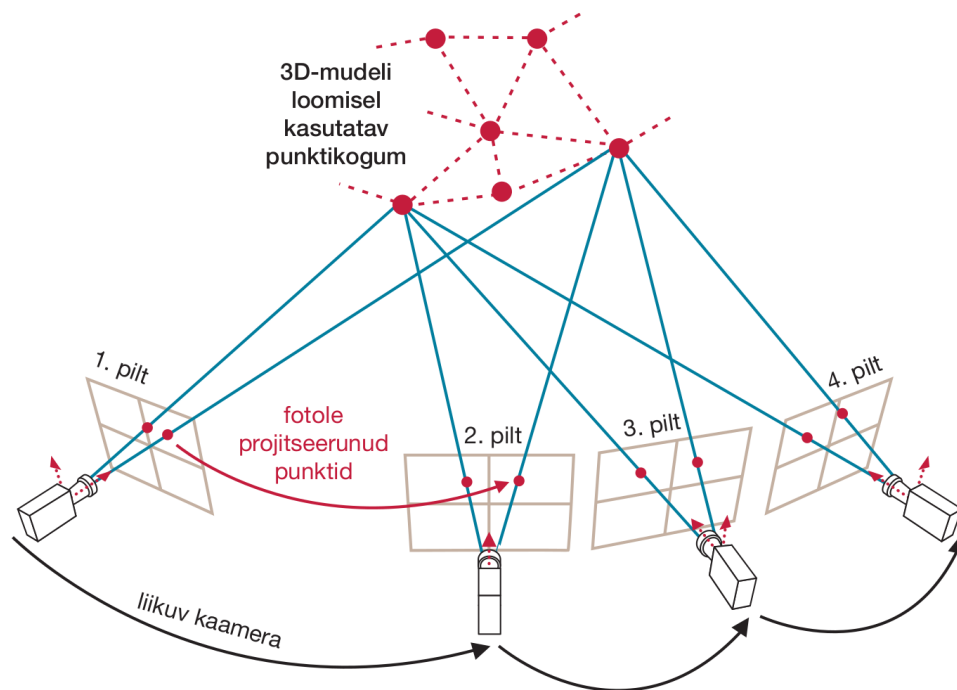


Kuu-kaamera Hasselblad 500EL. Foto: NASA

Fotogramm-meetria

Kui eri fotodelt on leitud samad punktid, saab arvutada nende asukoha ruumis. Apollo-ajastul tehti niisuguseid arvutusi ligikaudsete meetoditega, kuid praegusajal on see jäetud arvutite hooleks. Fotogramm-meetriat saab rakendada näiteks arheoloogias, et modelleerida kaevandeid, kriminalistikas arvutatakse kuu-
lilde trajektoore ning arhitektuuri, restaureerimise ja loomevaldkonnas luuakse 3D-mudeleid ja isegi kunstiteoseid. Objekti 3D-mudeli loomiseks pildistatakse seda eri nurkade alt, kasutades kalibreeritud kaameraid, vahel ka spetsiaalset valgustust ja droone. Tarkvara määrab automaatselt kindlaks kõrgus- ehk nn reeperpunktid ja loob mudeli. Aga miks mitte modelleerida sama põhimõtte järgi Apollo maandumise kohti? Missioonidel rakendatud kaamerad ja nende objektiivid olid ju väga korralikud ning fotodel Kuu pinnal nähtavad seadmed ja kivid sobiksid reeperiteks. Ent siin ilmnes kaks probleemi. Esmalt fotode vähesus: ehkki pilte on palju, võib osa objekte olla jäädvustatud ainult mõnel fotol. Teisalt pidi arvestama tõsiasja, et Kuul puudub atmosfäär ning see suurendab fotode kontrasti ja muudab reeperpunktide tuvastamise keeruliseks.

Hoolimata nendest probleemidest on viimastel aastatel Kuu objektide 3D-mudelite kohta ilmunud mitu teadustööd, sealhulgas virtuaalseid mudeleid ekspeditsioonide ajal pildistatud suurematest rahnudest. Siiski pole maandumiskohtadest loodud veel täielikke 3D-mudeleid. Tõenäoliselt tuleneb see asjaolust, et mainitud probleemid ei lase arvutusprogrammidel tuvastada reeperpunkte eri fotodelt automaatselt. Ent mina leidsin, et kui määrata vajalikud reeperpunktid fo-



Joonisel on kujutatud fotogramm-meetria tööpõhimõtet. Skeemil on näha, kuidas uuritava objekti punktikogum projekteerub eri asukohtadest tehtud fotodel. Sel moel saabki fotogramm-meetriat appi võttes luua eri nurkade alt tehtud fotode põhjal uuritava objekti 3D-mudeli. Joonis on koostatud 3D-tehnoloogiaettevõtte ZG materjalide alusel. Joonis: HORISONT

todel käsitsi, saab luua maandumiskoha digimudeli, mille täpsus ulatub kuumooduli lähedal paari sentimeetrini. Minu esimene proovikivi oli Apollo 11 maandumise kohast loodud mudel. Selle põhjal koostatud kaart ühtis orbitaalsete fotodega, mille oli teinud ümber Kuu tiirlev NASA sond Lunar Reconnaissance Orbiter. Asjaomase kaardi ja maandumiskoha 3D-mudeli kirjelduse leiavad huvilised Apollo Lunar Surface Journali veebilehelt (NASA toetatud harrastusteadusprojektis on talletatud põhjalik Apollo programmi materjalide arhiiv). Seejärel valmisid ka Apollo 12 ja Apollo 14 maandumise kohtade mudelid. Viimase loomisele on oma bakalaureusetöö raames aidanud kaasa ka Siim Pugal.

Kuidas määrata piltide skaalat ja orientatsiooni

Kuu digimudelite loomisel tuleb lahendada mitu kitsaskohta. Näiteks kuidas määrata mudeli skaalat ja orientatsiooni? Fotodel puuduvad ju mõõdulindid, horisontaaljooned ja viited ilmakaartele. Õnneks sobivad skaala määramiseks suurepäraselt Kuule laskunud moodulid, mille mõõtmed on teada millimeetri mürdosa täpsusega. Kuna moodulid on jäädvustatud paljudele fotodele, saab neid mudelis täpselt mõõta. Skaalat saab kontrollida ka orbitaalsete fotode põhjal, kus on selgelt näha kaugemal asuvad instrumendid, mille koordinaadid on määratud aerofotogramm-meetria meetoditega. Samad instrumendid on jäädvustatud ka astronautide fotodel, mistõttu on need kaasatud 3D-mudelisse. Kui võrrelda

koordinaate orbitaal- ja pinnafotodel, saab lõplikult kinnitada mudelite mõõtkava täpsuse.

Asendit ilmakaarte suhtes oli mudelis raskem arvesse võtta, aga siingi leidsin lahenduse. Täpselt nii nagu meremehed on rakendanud Päikest, Kuud ja tähti laeva asukoha määramiseks, saab ka Kuul kasutada taevakehi. Teades maandumiskoha täpseid koordinaate, pildistamise aega (astronautide ja juhtimiskeskuse salvestiste põhjal) ning taevakehade asendit, saab 3D-mudeli joondada nii, et taevakehade suunad langeksid mudelis kokku nende arvutuslike asukohtade omadega. Taevakehade asendeid saab igal hetkel ja Kuu igas punktis määrata digiplanetaariumi abil. Kui mudel on joondatud, on võimalik teha kindlaks horisontaaltasand ja ilma-kaared. Samalaadse meetodi järgi määratakse astronavigatsioonis kosmoseaparaatide asend. Kosmoses kasutatakse tavaliselt reeperitena Päikest ja tähte Kanopus. Kuul osutused sobivateks objektideks Päike ja Maa.

Orientatsiooni täpsust saab kontrollida mitmel moel. Esiteks saab võrrelda astronautidest maha jäänud seadmete suundi orbiidifotode põhjal leitud asimuutidega. Teiseks võib mõõta kuumooduli kaldenurka ja võrrelda seda pardal olnud navigatsioonisüsteemi näitudega. Kolmandaks saab kontrollida, kuivõrd täpselt oli astronautide paigaldatud sideantenn suunatud Maale. Need moodused näitavad fotogramm-meetria võimsust: üksikute Kuu-fotode põhjal saab suundi määrata üksnes ligikaudu, kuid 3D-mudel võimaldab need välja arvutada kraadi murdosa täpsusega. Taevakehade kasutamine osutus väga tõhusaks: kõik mudelis tehtud mõõtmised langesid lubatud veapiirides kokku teiste sõltumatute andmetega.

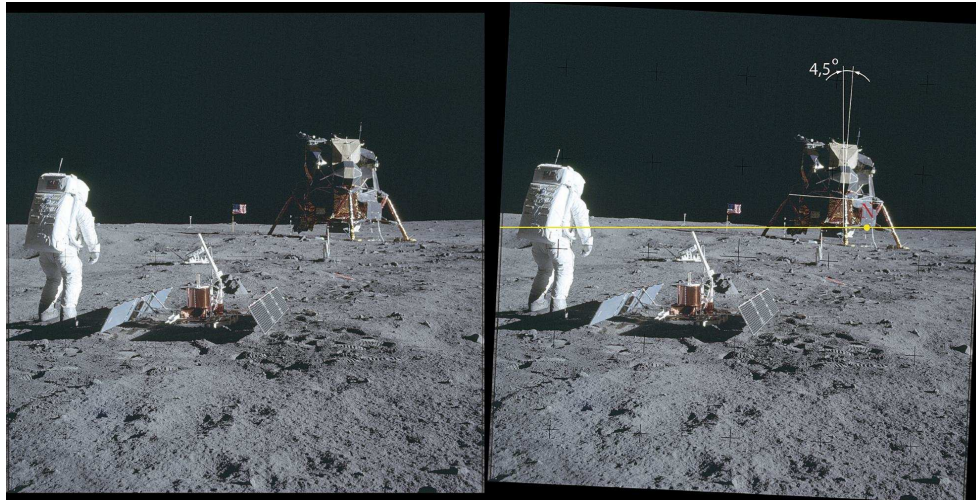
Kas horisont on viltu

Astronautide sõnul oli neil Kuul pinnase kallakut mitmel põhjusel keeruline hinnata. Seejuures tekitas raskusi Kuu vähenenud gravitatsioon (umbes kuus korda väiksem kui Maal), skafandrist tingitud liikumispiirangud ning turvasüsteemiga seljakott, mis nihutas raskuskeset. Seetõttu ei tajunud nad sageli väikeseid kallakuksid ja tegid fotosid, toetudes oma keha asendile. Seega ei saa fotodel oleva horisondi kalde põhjal teha järeldusi tegeliku pinnakalde kohta. Fotogramm-meetriline mudel sisaldab aga kaamera pöördnurga teavet, mis võimaldab kohandada fotosid nii, et need näitaksid tegelikku kuupinna kallet.

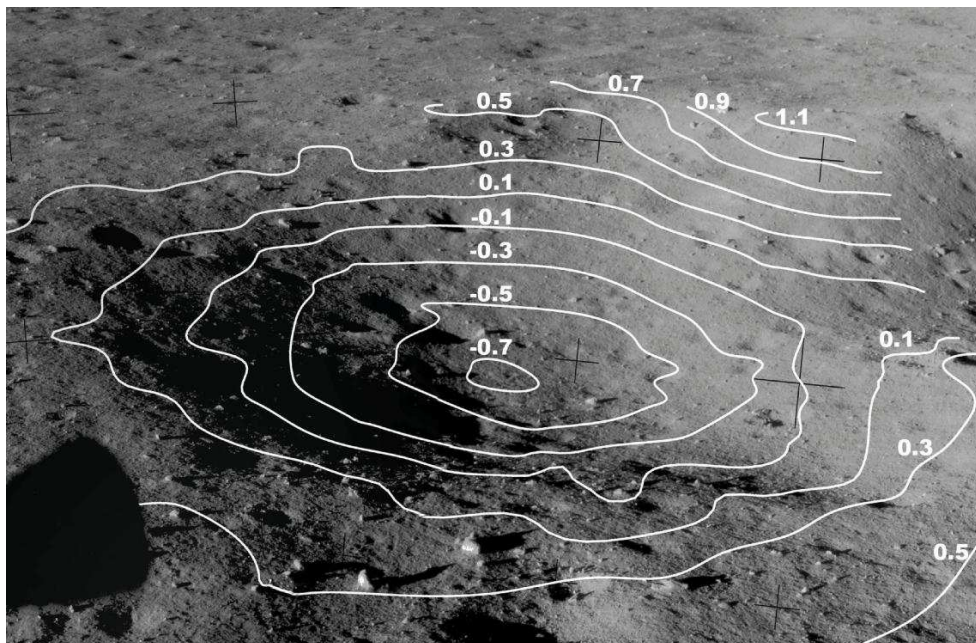
Apollo 11 maandumise paik on eriti huvitav, sest kuumoodul maandus väikese poolteise meetri kõrguse „luite“ nõlvale. Nõlva tipp asus mooduli akende ees mõnekümne meetri kaugusel. Navigatsioonisüsteem tuvastas maandumisel kallaku olemasolu, mõõtes mooduli kalde: umbes 4,5 kraadi ida poole. Nõlv paistab selgelt ka orbitaalfotodel, kus madala Päikese valgus toob esile heleduse muutused. Astronautide fotodel pole see nõlv alati hästi näha, tõese kallaku rõhutamiseks tuli üht pilti natuke viltu keerata. Algsel fotol näis moodul olevat peaaegu vertikaalne.

Mõõdame kraatreid ja joonistame tähti

Digitaalne mudel võimaldab näiteks täpselt määrata Kuu pinnal olevate kivide asukoha ja orientatsiooni enne, kui astronautid need Maale tõid. Niisugused andmed on väärtuslikud proovide „magnetilise ajaloo“ tarbeks: kuigi Kuul puudub globaalne magnetväli, talletavad kivid jääkmagneetumust, mille on põhjustanud kohalikud magnetväljad nende tekke ajal (näiteks kivide jahtumisel pärast meteoriiditambamust). Digimudeli abil saab statistiliselt uurida Kuu kraatreid ja kivide jaotust ning luua täpseid reljefikaarte.



NASA fotol AS11-40-5948 (vasakul) paistab missioonil Apollo 11 Kuule laskunud mooduli alune pind horisontaalne. Parempoolsel pildil on sellel kollase joonega tähistatud tegelik horisont ja pilti on pööratud nii, et see joon oleks tõepoolest horisontaalne. Mooduli juures olev punkt N näitab põhjasuunda. Keeratud pildil on kuumooduli kalle itta hästi näha. Esiplaanil seisab Buzz Aldrin seismomeetri juures, kuumoodulist vasakul on lipp ja TV-kaamera. Pilt: NASA / VLADISLAV-VENIAMIN PUSTÕNSKI



Pildil on Kuu kaksikkraatri (Double Crater) idaosa. Apollo 11 kuumoodul maandus sellest vaid mõne meetri kaugusel kirdes. Maastiku 3D-mudel võimaldas leida samakõrgusjooni, mis kujutavad kraatri topograafiat. Kõrgused on esitatud meetrites; nullkõrgus vastab mooduli jalgade keskmisele kõrgustasemele. Pilt on koostatud NASA fotodest AS11-39-5759 ja AS11-39-5761, mis on tehtud kuumooduli aknast. Pilt: NASA / VLADISLAV-VENIAMIN PUSTÕNSKI

Digimudelite järgi saab Kuul tehtud fotodel määrata kindlaks tähti. Tavapärastel Kuu-fotodel on näha ainult Päike, Maa ja mõnikord Veenus, kuna kaamerad olid keskendunud Kuu pinnale, astronautidele ja varustusele, jättes tähed lühikese säriaja tõttu nähtamatuks. Siiski lootsin, et kõige eredamad tähed, nagu Siirius ja Kanopus, või planeet Jupiter võiksid paista pisikeste täppidena. Selleks et sääraseid täppe tuvastada ja pildidefektidest eristada, peab teadma kaamera suunda ja täpset taevakehade asukohta pildistamise ajal. Siin tulevad appi digitaalne mudel, astronautide suhtluse salvestused ja tähekataloog. Nii olen koostanud arvutiprogrammi, mis lisab Apollo-fotodele tähed ja planeedid. Kahjuks ei ole eredad planeedid ega Siirius jäänud mudelites kasutatud fotode kaadrisse. Kanopus oleks pidanud olema mitmel pildil, kuid fotode säriaeg oli tema tuvastamiseks liiga lühike. Sellegipoolest õnnestus taastada tähistaevas niisugusena, nagu astronautid oleksid seda näinud, kui ere Kuu-valgus ja kiivri filter poleks seganud.

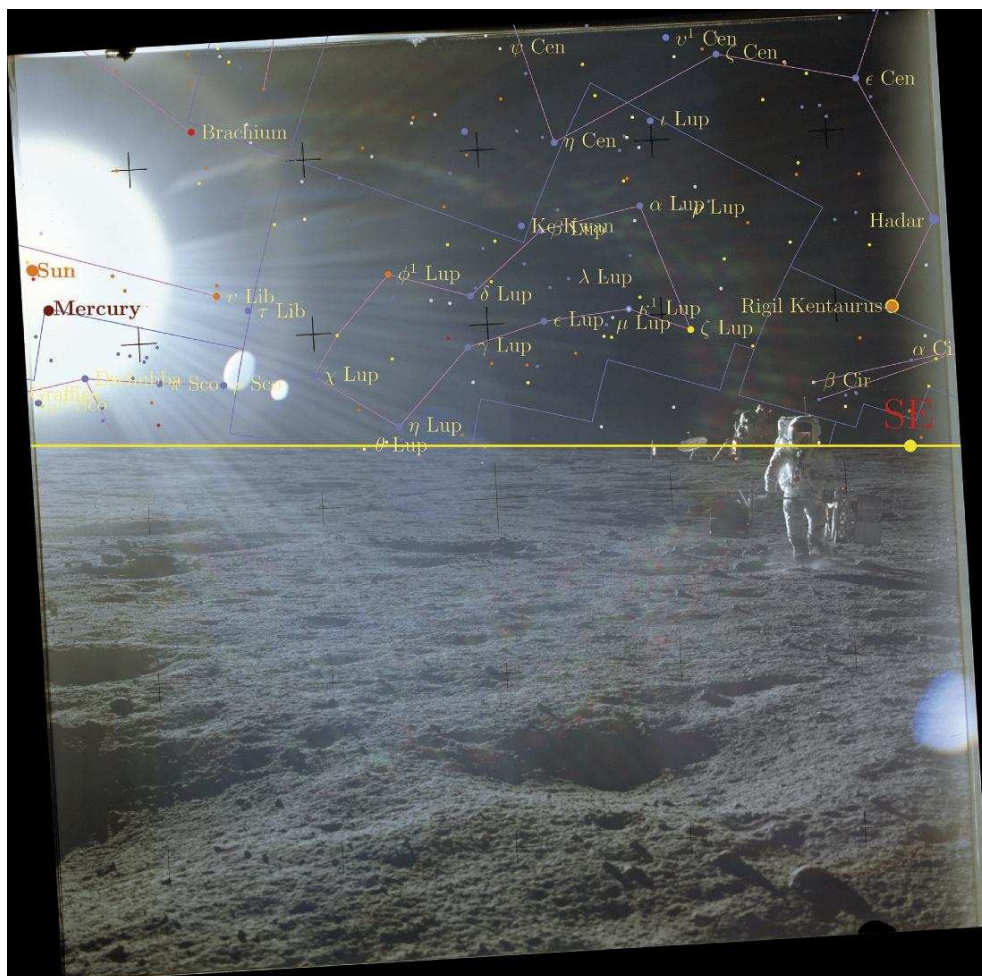
Sama arvutiprogramm sobib ka liitreaalsuse loomiseks: Kuul tehtud fotodele saab lisada virtuaalseid objekte, nii staatilisi kui ka liikuvaid. Nõnda saab luua näiteks planetaariumi või õppemudeli, mis võimaldab uurida Kuu raskusväljas vabalt langevaid ja pöörlevaid kehasid.

Töö Apollo maandumiskohtade arvutipõhiste 3D-mudelite kallal annab uusi võimalusi uurimaks arhiivandmeid ning aitab teadlastel ja kosmosehuvilistel taas elustada ajalooliste ekspeditsioonide hetki. Selline teadust, tehnoloogiat ja kosmosehuvi ühendav käsitusviis lubab Kuud uurida seninägematu täpsusega ja teha avastusi, mida maailmaga jagada.

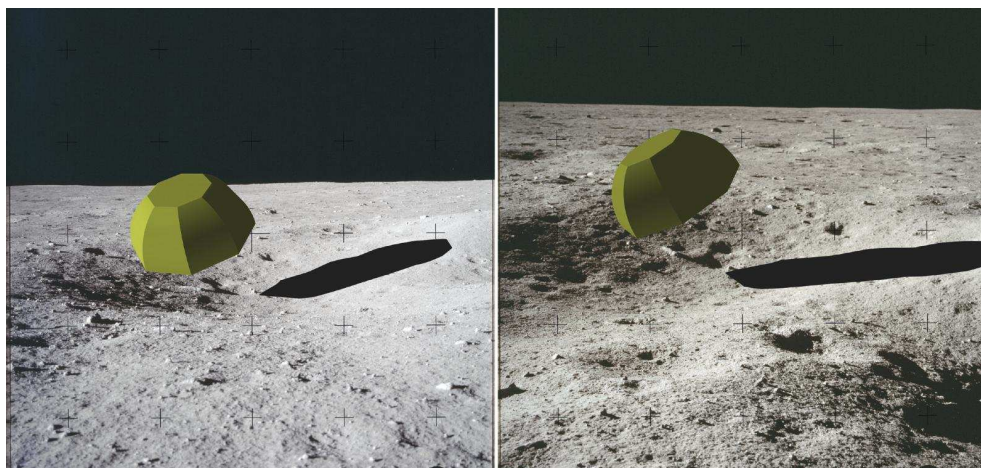
Loe lisaks: Apollo 11 maandumiskoha fotogramm-meetriline uurimus: www.nasa.gov/history/alsj/a11/a11Photogrammetry.html



NASA fotole AS11-40-5867 on lisatud tähed ja tähtkujud ning foto on keeratud nii, et tõeline horisont, mida tähistab kollane joon, oleks horisontaalne. Punktid N ja NE näitavad põhja- ja kirdesuunda. Pildil seisab redelil missiooni Apollo 11 kuumoodulist väljunud Buzz Aldrin. Taustal paistab Väike Vanker ja selle heledaim täht Põhjanael (Polaris, tähesuurus +2,0). Erinevalt Maast ei asu Kuul nähtud Põhjanael täpselt põhjapunkti kohal, sest Kuu pöörlemistelg ei ole Maa omaga paralleelne. Kuna kuupind laskub kirde suunas, on nähtav horisont madalamal kui tõeline horisont. Tähtede asukohad on tähistatud täppidega, mille suurus ja värv vastavad nende värvusele ja heledusele (tähesuurus kuni +6). Pilt: NASA / VLADISLAV-VENIAMIN PUSTÕNSKI



NASA fotol AS12-46-6806 kannab Apollo 12 piloot Alan Bean instrumente paigalduskohta, mis asub kuumoodulist umbes 130 m kaugusel. Temast üles paremale jääb Rigel Kentaurus ehk Alpha Centauri, üks maakerale lähimaid tähti. Päikese halo keskel on näha Päikese ketas tegelikus suuruses ning halole on projekteerunud ka Merkuur. Pilt: NASA / VLADISLAV-VENIAMIN PUSTŌNSKI



Fikseeritud asendiga virtuaalne 3D-keha (aluse raadius 3 m) on lisatud Apollo 11 fotodele AS11-40-5852 ja AS11-40-5889 liitreaalsuse objektina. Vari on loodud, arvestades kohalikku pinnamoodi ja pildistamise hetke Päikese asendit, ning kehade valgustatus on modelleeritud Päikese asendi ja Kuu pinnalt hajunud valguse järgi. Pilt: NASA / VLADISLAV-VENIAMIN PUSTÖNSKI

Aegruumi käelisus

Tomi Sebastian Koivisto^{1 2 3}

Universumi mõõt ja mõte

Kui püüame mõista universumi ehitust, märkame üsna pea, et maailm, milles elame, on neljamõõtmeline. Et täpsustada, millal ja kus miski toimub, tuleb anda kolm ruumikoordinaati ja üks ajakoordinaat. Matemaatiliselt võiks mõõtmeid olla ükskõik kui palju, ent eriliseks osutub just neli.

Topoloogia uurib ruumi omadusi, mis ei olene mõõtkavadest ega nurkadest, vaid ruumi sidususest ja pidevusest. Topoloogilises mõttes on tähtis, kas kujul on servad, augud või eraldatud osad – mitte see, kui suur või venitatud ta on. Näiteks võib kummist rõngast painutada ja venitada, kuid seni, kuni see ei katke, jääb tema topoloogiline olemus samaks. Kahemõõtmelised pinnad on topoloogiliselt lihtsad. Neid eristab vaid aukude arv. Sfääril pole ühtegi, silindril üks, ja nii edasi. Kolmemõõtmelised ruumid on juba mitmekesisemad, kuid nende struktuur on siiski mõistetav, sest nad seostuvad kindlate kujude ja sümmeetriatega. Neljas mõõde on selles reas eriline. Siin ei ole enam üldist viisi ruumide kirjeldamiseks, ja mõned geomeetrilised meetodid, mis kõrgemates mõõtmetes topoloogiast lihtsustavad, ei tööta. Selle tulemusena tekib erinevus topoloogilise ja sileda ruumi vahel. Kaks ruumi võivad olla sidususe poolest samad, ent erineda oma siledusstruktuuri poolest. Just see võimaldab neljamõõtmelises ruumis eksisteerida loendamatu hulga nn eksootilisi muutkondi: ruume, mis on topoloogiliselt identsed, kuid mille siledus ehk „tekstuur“ on erinev. Kõrgemates mõõtmetes muutub pilt taas lihtsamaks ja korrapärasemaks.

Ka geomeetrias ilmneb neljanda mõõtme erilisus. Neljamõõtmelises ruumis saab pöörded jagada kaheks eriliseks haruks, mis on omavahel seotud, kuid mitte identsed. Neid harusid võib nimetada vasaku- ja paremakäeliseks. Selline jaotus ei ilmne madalamates mõõtmetes ning kaob taas viienda mõõtme lisamisel. Pöörlemisel on alati eelistus: keerame kas päripäeva või vastupäeva. Sama kogeme kruvikeermega, sest on olemas vasaku- ja paremakäelised keermed, mida ei saa omavahel vahetada. Niisugune kahepoolne joon ilmneb looduses korduvalt ja eri mastaapidel, spiraalgalaktikates, tigu kodades ja inimkeha ülesehituses. Molekulidel on oma käelisus, mis määrab nende reaktsioonivõime ja rolli eluslooduses. Bioloogias on aminohapped valdavalt vasakukäelised, suhkrud aga paremakäelised. Fundamentaalses füüsikas avaldub käelisus nii aine ehituses kui ka vastastikmõjudes – selle teema juurde naaseme allpool. Käelisus ei ole kõrvalnähtus, vaid looduse sisemise korra oluline joon.

¹Laboratory of Theoretical Physics, Institute of Physics, University of Tartu, W. Ostwaldi 1, 50411 Tartu, Estonia.

²National Institute of Chemical Physics and Biophysics, Rävala pst. 10, 10143 Tallinn, Estonia.

³Department of Physical Sciences, Helsinki University, P.O. Box 64, FIN-00014 Helsinki, Finland.

Vaatleme nüüd täpsemalt neljamõõtmelist pöörlemisstruktuuri. Pöörlemine toimub alati tasandil. Kolmemõõtmelises ruumis vastab igale pöörlemistasandile sellega risti olev pöörlemistelg: näiteks x - y -tasandi pöörlemine toimub z -telje ümber. Nii määravad tuttavad x -, y - ja z -teljed kolmemõõtmelise pöörlemisstruktuuri. Neljamõõtmelises ruumis on aga kuus pöörlemistasandit. Nii nagu nelja inimese seast saab valida kuus paari, moodustub neljast koordinaatteljest kuus tasandit. Esmapilgul on veidi keerukam näha, et need tasandipöörded jagunevad kaheks eraldiseisvaks pöördestruktuuriks. Saame valida kuus iseseisvat tasandipööret: iga kolmemõõtmeline pööre seostub neljanda mõõtme suuna ümber tehtava pöördega, mis võib olla päripäeva või vastupäeva. Pööre z -telje ümber seostatakse nüüd kahel viisil pöördega tasandil, mille määravad z -telg ja neljanda mõõtme suund. Kui teha sama ka x - ja y -telgede korral, siis määratleme kaks teineteisest sõltumatut pöördestruktuuri varianti.

Senine arutelu on olnud puhtalt geomeetriline. Füüsikas samastub neljas mõõde ajaga. Me ei näe neljandat eraldi ruumisuunda, vaid kogeme seda ajas kulgeva muutusena. Neljamõõtmeline korraldus avaldub kolmemõõtmelise liikumisena. Niiviisi vastab füüsikalises tõlgenduses z -telje pöörlemine ümber neljanda mõõtme liikumise kiiruse muutusele z -suunas. Kui seome selle pöörlemisega z -telje ümber – kiiruse määratud suunas kas vastu- või päripäeva –, saame vasaku- ja paremakäelise kruviliikumise. Nõnda ilmnevad neljamõõtmelised pöörlemised justkui kahe kattuva, ent sõltumatu kolmemõõtmelise pöörlemisstruktuurina. Aga kui elaksime viies mõõtmes, põimuksid need struktuurid ja sulanduksid kokku ning käelise eristus kaoks. Sümmeetria muutuks taas lihtsaks. Vaid nelja mõõtme muusika kõlab seega kahehäälselt ja selles peitubki selle eriline harmoonia.

Spiinorid ja ruumipaarsus

Kõige algsemal tasandil esindavad käelisust *spiinorid*. Need on aine kvantkirjelduse põhielemendid, selles mõttes lausa „aatomid“. Perioodilisustabeli aatomid ju koosnevad prootonitest, neutronitest ja elektronidest. Neist on algosake vaid elektron. Prooton ja neutron on ehitatud kvarkidest – algosakestest, mida seob tugev vastastikmõju. Spiinor on lihtsaim pöörlemisstruktuuri kandev üksus. Tema spinil ehk impulsimomendil on kaks võimalikku suunda – ütleme üles või alla. Seega on spiinor kvantbitt, kahetasemeline kvantsüsteem. Spiinori geomeetriline eripära seisneb selles, et 360° täispööre ei too teda tagasi samasse olekusse, vaid pöörab ta pahupidi (st märk vahetub) ning algseisund taastub alles 720° pöördega. Öelda võib koguni, et spiinor on justkui geomeetria ruutjuur. Spiinorid jagunevad kõigis paarismõõtmelistes ruumides kaheks komponendiks, kuid just neljas mõõtmes kajastub see jaotus aegruumi pöörete kahekäelises struktuuris. Puhtalt ühekäeline spiinor eeldab massitust. Mass seob vasaku ja parema komponendi üheks paariks. Seepärast on elektronid ja kvargid massiivsete osakestena kahekäelised spiinorid. Tegelikult ei ole algosakeste seas praegu kindlalt teada ühtki ühekäelist osakest. Tahke keha füüsikas võib selliseid siiski ilmned nn kvaasiosakestena. Näiteks Weyli poolmetallides madalaenergilised ergastused käituvad nagu ühekäelised spiinorid ning käelisust peegeldavad ühepoolsed ääreolekud on tuttavad ka kvant-Halli süsteemidest.

Veel 1950. aastate alguses peeti enesestmõistetavaks, et looduse põhiseadused on peegelpildi suhtes samad. *Ruumipaarsus* pidi säilima. Just sel ajal hakati üha täpsemalt uurima nõrga vastastikmõju protsesse, nagu β -lagunemine, mille käigus

neutron muutub prootoniks ning tekivad elektron ja antineutriino. Need nõrgad lagunemised olid aeglased ja näisid alluvat teistsugustele seadustele kui elektromagnetiline või tugev jõud. Kui teooriad ja mõõtmised muutusid täpsemaks, tekkis küsimus, kas looduse peegelsümmeetria kehtib ka nende protsesside puhul. Pakuti välja otsene kontrollkatse. See viidi peagi läbi ning tulemus oli üllatav: madalal temperatuuril ja magnetväljaga suunatud koobaltituumade β -lagunemisel paiskusid elektronid eelistatult ühes kindlas suunas (vastupidiselt tuumaspinni suunale), mitte sümmeetriliselt. Tulemus raputas kogu füüsikat. Senine ettekujutus looduse universaalsest sümmeetriast purunes. Vahetult järgnenud mõõtmised kinnitasid pildi, milles neutriinod käituvad vasakukäelistena ja antineutriinod paremakäelistena. Kokkuvõttes ei kohtle nõrk jõud vasakut ja paremat võrdselt. Ta eristab neid rangelt, nagu värv, mis laseb läbi vaid ühe poole.

Ent samal ajal kehtib üldisem seaduspära. CPT-sümmeetria ütleb, et füüsikaseadused püsivad samad, kui vahetame ära ühekorraga laengu märgi (C), peegelpildi (P) ja aja suuna (T). See seab vastandpaarid – aine ja antiaine, vasak ja parem, minevik ja tulevik – kindlasse loogilisse seosesse. Need on aga diskreetsed teisedused, erinevalt pidevatest pöördeteisendustest, millest eespool kõnelesime. Pöörata saab ju mitte üksnes 90 või 180 kraadi kaupa, vaid mistahes nurga võrra. Pidevate sümmeetriate puhul ei ole aga looduses olud igal pool ühesugused. Suunad, tihedused ja väljad võivad muutuda kohast kohta. Seetõttu ei saa sümmeetriat käsitleda üksnes kogu ruumi hõlmava globaalse muutmisreeglina, vaid ta peab sama kehtida ka lokaalselt, „elada ruumis“.

Seda nimetatakse *kalibreerimiseks* ehk sümmeetria lokaliseerimiseks. Füüsikaline on see, mis ei sõltu calibreerimisest, st on sümmeetria all invariantne. Kuna kehade liikumine pole üldiselt sümmeetriline, eeldab selle kirjeldamine sümmeetria kaudu kompenseeriva välja olemasolu, mis tasakaalustab kohalikke erinevusi. Nii tekib kalibratsiooniväli. See väli kirjeldab lokaalset kalibratsiooni ja pole otsestest vaadeldav. Küll aga on selle välja tugevus sümmeetria suhtes invariantne ja seega füüsikalise tähendusega: ta vahendab vastastikmõjusid. Sümmeetria määrab niisiis füüsikaseadused. See on kalibratsiooniteooria keskne idee, mille Hermann Weyl 1918. aastal sõnastas, püüdes tollal uut üldrelatiivsusteooriat sügavamalt mõista ja ühendada selle elektromagnetismiga samas geomeetrilises raamistikus (O’Raifeartaigh, 1997).

Just selles traditsioonis jätkas Chen-Ning Yang oma otsinguid. Eelmisel aastal lahkunud Yang oli 20. sajandi üks originaalsemaid ja mõjukamaid teoreetilisi füüsikuid. Koos Robert Millsiga 1954. aastal andis ta Weyli kalibratsioonisümmeetria ideele uue ulatuse, viies selle elektromagnetismi piiridest kogu osakestefüüsika vundamendiks ja rajades tee tänapäevasele standardmudelile. Just Yang oli ka see, kes tõstatas küsimuse looduse käelisuse kohta ja soovitas kontrollida ruumipaarsuse (P) rikkumist β -lagunemisel – idee, mis viis 1957. aastal Nobeli preemiani. Hiljem püüdis Yang sama calibreerimise loogikat kanda tagasi gravitatsiooni juurde, vormistades selle aegruumi sümmeetria kalibratsiooniteooriana. See katse ei viinud küll otsese läbimurdeni ja jäi füüsika peavoolust kõrvale, kuigi Yang ise pidas seda lähenemist ka hiljem üha paljulubavamaks (Yang, 2005). Ehkki Yang–Millsi teooria kujunemise aegu käis Yangil mõttes uue väljateooria ning isegi aegruumi „spiinorilisuse“ võimalus, jäi ta oma gravitatsiooniteooria puhul siiski meetrilise käsitluse piiridesse. See lähtekoht välistas juba iseenesest neljamõõtmelise aegruumi sisemise kahesuse väljendamise.

Nüüd, aastakümneid hiljem, on aegruumi sümmeetria kalibreerimise mõte taas esile kerkinud just selles uues valguses.

Aegruumi käelisus ja gravitatsioon

Eirelatiivsusteooria käsitleb ühtlaselt liikuvate vaatlejate taustsüsteeme. Seepärast kehtivad kahe sellise vaatleja mõõtmiste jaoks kogu aegruumis samad reeglid. Neid mõõtmisi seob neljamõõtmeline pöördesümmeetria, mis suhestab eri liikumisseisundites vaatlejate ruumi ja aja koordinaadid ühe tervikliku teisenduse kaudu. Kui aga vaatlejad võivad oma liikumist muuta – kiirendada, aeglustada või suunda pöörata – ei piisa enam ühest globaalsest teisendusest. Samm üldrelatiivsusesse on taustsüsteemide kalibreerimine. Lubame, et kohalik taustsüsteem võib punktiti erineda ning kompenseerime need erinevused kalibratsiooniväljaga, mille tugevus avaldubki gravitatsioonina. See väli mõjutab vaatlejat või vabalangemist nagu jõud, ent geomeetriselt võib sama nähtust esitada ruumi ja aja kõverusena. Sellest lähtekohast pole gravitatsioon mitte väline jõud, vaid ruumi ja aja geomeetria omadus, mis suunab vabalt liikuvat keha tema inertsiaalsel teel. Osakeste füüsika vastastikmõjude puhul tuleneb väli osakeste sisemisest olekuruumist, gravitatsiooni puhul aga aegruumi enda sümmeetriast.

Selle sümmeetria eripära lisab eelnevale aga veel ühe, sügavama kihistuse. Neljamõõtmelist pöördesümmeetriat kalibreerivad väljad jagunevad kaheks, vasakuks ja paremaks. Seeläbi kannavad need väljad ühekorraga kahte eri rolli. Need kujundavad nii aegruumi geomeetria teket kui ka selles toimuvat dünaamilist vastastikmõju. Taustsüsteem ei ole ette antud, vaid tuleb esile pöördesümmeetriat kalibreerivatest väljadest. Siin peitub põhimõtteline erinevus võrreldes teiste vastastikmõjudega. Standardmudeli jõud toimivad etteantud ruumis, seevastu pöördesümmeetria avaldub ka ruumi tekkimises endas. Kohalik taustsüsteem kujuneb vasaku ja parema haru erinevuse kaudu. Asjaolu, et eri harude kõverused pole samad, annab aegruumi geomeetria kuju. Täpsemini on kohalik taustsüsteem nn raamväli, mille vääne on otseselt võrdeline vasaku ja parema kõveruse erinevusega.

Kalibreerimisprintsibiist lähtuv gravitatsiooniteooria on sisuliselt üheselt määratud. Vabadust jääb üle vaid kahe parameetri jaoks, millest teine, λ , vastab kosmoloogilisele konstandile. Kosmoloogiliste vaatluste põhjal teame, et λ on imeväike, kuid mitte null, $\lambda \sim 10^{-60}$. Uus parameeter on χ , mis mõõdab vasakukäelise kõveruse kaalu gravitatsioonis – ehk seda, kui „vasakukäeline“ gravitatsioon üldse olla saab. Nn paremakäelise gravitatsiooni mudelis on $\chi = 0$ ning dünaamika põhiraskus lasub paremal komponendil, samal ajal kui vasakukäeline komponent jääb varjatult kohalikku taustsüsteemi tasakaalustama.

Selle range raamistiku piirjuhuna kerkib esile tuttav üldrelatiivsusteooria. Kui $\chi = 0$, taastuvad küll tavapärased üldrelatiivsuse väljavõrrandid, kuid neisse ilmub geomeetria lisaliige, mis käitub nagu aine. Geomeetria sisemine inerts kujundab kõverust ja avaldub tumeainet meenutava mõjuna. See on tähelepanuväärne, sest tumeainet kinnitab tohutu hulk väga erinevaid vaatlusi, galaktikate pöörlemiskõveratest ja klastrite dünaamikast kuni kosmilise mikrolainetausta ja suurte struktuurideni (Einasto, 2010). Ometi pole seni ükski (sageli keerukas ja kohati isegi mittekoherentne) gravitatsiooniteooria muudatus suutnud nähtuste tervikpilti seletada. Tumeaine võimalikeks seletusteks peetakse nii uusi osakesi, millele on pakutud terve rida kandidaate, kui ka ürgseid musti auke. Nende hüpoteese saab üha täpsema kosmilise andmestiku – näiteks James Webbi kosmoseteleskoobi (Annuk,

2023) – vaatluste põhjal otseselt kontrollida (Hütsi jt, 2023). Samamoodi saab vaatlusandmetega proovile panna ka hüpoteesi, et tumeaine nähtus ei vaja ainelisi lisakomponente, vaid tuleneb aegruumi sisemisest dünaamikast (Koivisto jt, 2025). Eriti kõnekad on seejuures gravitatsioonilainete vaatlused. Just selline mõõtmine seabki range piiri parameetrile χ .

Kui $\chi \neq 0$, kaldub gravitatsioon juba kõrvale üldrelatiivsusteooria kirjeldusest. Vasakukäelise välja segunemine muudab nii gravitatsiooni dünaamikat, tumeda sektori omadusi kui ka vaakumi mikroskoopilist struktuuri. Kalibratsiooni-teooria seob ühe parameetriga pealtnäha täiesti eraldiseisvaid füüsikalisi suursi. Eriti märkimisväärne on, et gravitatsioonilainete kiirus sõltub parameetrist χ . Üldrelatiivsusteoorias on gravitatsioonilainete kiirus täpselt võrdne valguse kiirusega (Kuusk, 2018; vt ka Järv, 2024), kuid kõnealune raamistik lubab, et gravitatsioonilainete levikiirus võib erineda valguse kiirusest vasakukäelise komponendi panuse tõttu gravitatsiooni vahendamises. Mitmekanalilise astronoomia sündmus GW170817 leidis aset kahe neutrontähe ühinemisel. Samast suunast lähtunud gammakiirguspurse järgnes gravitatsioonilainetele vähem kui kahe sekundilise viitega pärast üle saja miljoni valgusaasta kestnud teekonda. See näitas, et gravitatsioonilainete ja valguse kiiruste erinevus on äärmiselt väike. Vasakukäelisuse segunemist mõõtev parameeter peab seega jääma sama suurusjärgu piiridesse, $|\chi| \leq 10^{-14}$. Isegi kui vasakukäelisel poolel on gravitatsioonis oma panus, võib see olla niivõrd väike, et selle mõju jääb praegu mõõtepiiride taha.

Aga see piirang kehtib vaid meie lähikosmoses. Kahe neutrontähe kokkuliitumise lõppfaas ja ühinemine GW170817 toimus punanihkel $z \approx 0.01$. Kosmilise mikrolainetausta kujunemise ajal ($z \approx 1100$) ning eriti veel varem, enne kergete aatomituumade tekkimist ($z > 10^8$) ei pruugi see kohalik kiiruspiirang enam kehtida, sest χ võis areneda koos kosmoloogilise taustaga. See avab küsimuse, milline võis olla χ väärtus universumi varaseimas arengujärgus. Kui $\chi = 1$, panustavad gravitatsiooni vasak ja parem haru täpselt sümmeetriliselt. Teoreetilisest vaatepunktist on see kõige loomulikum lähtejuhtum ning seetõttu on ahvatlev eeldada, et varase universumi algseisund vastas piiriolukorrale $\chi \rightarrow 1$.

See on küll tõesti ebatavaline režiim, kuid just selline, millel võiks kosmoloogias olla keskne roll. Ilma peenhäälestatud algtingimusteta võiks see põhjendada kosmoloogilise printsiibi kehtivust ja sellest tulenevat universumi suureskaalalist ühtlust. Piiril $\chi \rightarrow 1$ kohalikud vabadusastmed tarduvad ning alles jääb peaaegu puhtalt topoloogiline raamistik. Sellises olekus gravitatsioonilained ei levi. Dünaamika taandub piiranguteks ja häired tasanduvad viivitusega. Seetõttu on sellest režiimist väljudes kogu ruum juba kooskõlas ning universum on suureskaalaliselt homogeenne ja isotroopne. Tavaliselt seletatakse seda nn inflatsioonimehhanismiga, mille täpne toimimisviis ja päritolu on endiselt arutluse all.

Kokkuvõtteks

Neljamõõtmelises aegruumis „plahvatab“ topoloogiliselt samaväärsete siledade struktuuride ääretu paljususe ning ainult seal avaldub käelisuse eriline nähtus. Teisisõnu mõõtmete arvu võiks järeldada juba empiirilisest tõigast, et on olemas parem ja vasak. Kalibreerimisprintsiibi põhjal tuleneb siit üldrelatiivsusteooria kohane gravitatsioon ning sealt edasi avaneb tee ühendteooriasse. Weyli ja Yangi arutluskäiku järgides määrab sümmeetria nõnda looduse põhiseadused, ent seesama loogika võib üllataval kombel ometi heita valgust ka kosmose tumedale küljele ning

isegi selgitada universumi algtingimusi ja päritolu.

Kaks hoiatust on asjakohased. Esiteks on veel lahtine, kas see pilt kirjeldab ka tegelikult meie universumit – see vajab vaatluslikku kinnitamist või ümberlükkamist. „Kosmiliseks koobaltikateks“ võiksid osutuda tumeda sektori struktuurid või varasemast ajast pärinevad gravitatsioonilained ja taustkiirgus, mille statistilised omadused võivad paljastada P-rikkumist. Teiseks tasub mainida, et fundamentaalfüüsika peavool lähtub hoopis teistsugustest eeldustest. Praegu valitseva paradigma kohaselt pole kõige algsemad ehituskivid spiinorid, vaid kahemõõtmelised pinnad ehk stringid. Selle käsitluse järgi oleks universum 10- või 11-mõõtmeline.

2026. aasta suvel toimub Tartus juba kümnendat korda konverents, kus arutletakse kosmoloogia ja gravitatsiooni geomeetrilisi aluseid. Taas on kavas ka avalik loeng vanas tähetornis. Täpsemalt teave: <https://indico.global/event/15717/>.

Kasutatud kirjandus

- L. O’Raifeartaigh, 1997. The Dawning of Gauge Theory. Princeton Univ. Press, ISBN 978-0-691-02977-1.
- C. N. Yang, 2005. Selected Papers (1945–1980) of Chen Ning Yang: With Commentary. World Scientific, ISBN 978-981-256-367-5, 978-981-4480-13-0 doi: 10.1142/5853.
- T. Koivisto, L. Zheng and T. Zlosnik, The Spin(4) gauge theory of space, time, gravitation, matter and dark matter. [arXiv: 2507.00968 [gr-qc]].
- J. Einasto, Dark Matter. Astron. Astrophys. (EOLSS Encyclopedia, UNESCO–Eolss Publishers, Oxford, UK, 2010), [0901.0632 [astro-ph.CO]].
- K. Annuk, 2023. Mõnda James Webbi kosmoseteleskoobi senisest käekäigust. Tartu Tähetorni Kalender, 100, 77–86.
- G. Hütsi, M. Raidal, J. Urrutia, V. Vaskonen and H. Veermäe, 2023. Did JWST observe imprints of axion miniclusters or primordial black holes Phys. Rev. D 107 no.4, 043502 doi: 10.1103/PhysRevD.107.043502.
- P. Kuusk, 2018. Gravitatsioonilainete lugu jätkub. Tartu Tähetorni Kalender, 95, 74–82.
- L. Järv, 2024. Gravitatsioonilained gravitatsiooniläätstes. Tartu Tähetorni Kalender, 101, 63–69.

Juhan Ross 100 ehk Akadeemik ja Soome armee grenader

Tõnu Viik

14. augustil 2025 möödus sada aastat Juhan Rossi sünnist. Teda on peetud Eesti atmosfäärifüüsika ja kaugseire isaks, mujal maailmas on ta tuntud taimkatte kiirguslevi uurimustega. Kuidas juhtus nii, et Rossist sai siinmail aktinomeetria, atmosfääris kiirguse levi uuriva teadusharu eestvedaja, ehkki tal polnud sellest valdkonnast algul õrna aimugi?

Minu esimene kokkupuude Juhan Rossiga, õigemini tema tollase elukohaga, oli 1958. aasta sügisel, kui tollase Tartu riikliku ülikooli rektori Fjodor Klementi käskkirjaga nimetati kõik esimese ja teise kursuse füüsikud ja matemaatikud sputnikuvaatlejateks. Selle algatuse autor oli mõnda aega sputnikujaama ülemus olnud Valdur Tiit. Alguses tehti vaatlusi Tartu tähetorni juures, hiljem viidi vaatlusplats praegusest Lõunakeskusest veidi Elva poole paiknevale krundile. Toona oli seal Juhani elukoht ja sinna maatükile hakati sputnikuvaatlejatele ehitama omaette majakest. See seisis seal kaua, kuid mõned aastad tagasi lammutati.

Juhanit imetlev kolleeg

Järgmine kokkupuude Juhani nimega on mul seotud hea sõbra, kolleegi ja kursusekaaslase Tiit Nilsoniga (tema oli matemaatik, mina füüsik). Tiit sai nimelt Juhani endale diplomitöö juhendajaks ja näitas mulle Chandrasekhari raamatut kiirguslevist, mida ta pidi hakkama Juhani käsu peale endale selgeks tegema. Minul võttis selle raamatu iga lehekülge silmad kirjuks, ent hiljem oli see teos ka mulle suur inspiratsiooniallikas.

1963. aastast alates olin ma Juhanit kaugelt imetlev kolleeg. Veidi lähemaks sain talle siis, kui olin toonase füüsika ja astronoomia instituudi teadussekretär. Juhaniga polnud iialgi sedasorti probleeme nagu mõnede vanemate kolleegidega, kes siis, kui mul oli masinal peaaegu valmis tipitud umbes 100-leheküljeline venekeelne instituudi aastaaruanne, tulid poole A4-suuruse paberitükiga, kaetud tolle ajani ära unustatud tulemustega, mis tulid tingimata aasta-aruandesse lisada. Tuletan lugejatele meelde, et tollal puudusid kirjutusmasinail täielikult säärased võimalused, nagu *delete*, *insert* ja *save*, seetõttu tuli aruanne alates lisaandmete kohast uuesti tippida.

1985. aastal sain ma ootamatult instituudi direktoriks ja kohe tuli korraldada Juhani 60. sünnipäeva üritus. Siis oli aeg, kui meil Juhaniga olid Tõraveres teisel korrusel kabinetid kõrvuti ja aegajalt, kui tööst väsinud pea enam hästi ei võtnud, käisime teineteisega juttu puhumas. Üks lemmikteema oli meil inimeste arv Maal. Olime mõlemad arvamusel, et inimeste arvu piiramatu kasv ei saa niisama lihtsalt edasi kesta, sest varsti ei jätku kõigile ei tooret ega energiat. Probleemi lahendustes jäime siiski eri arvamusele. Millised need lahendused olid, enam ei mäleta.



Foto 1. Madis Sulevi foto Tõraveres oma kabinetis töötavast Juhan Rossist. Foto on ilmselt tehtud enne 1970. aastat.

Austav akadeemikutiitel

Seejärel tuli aeg, kus leidsime, et Juhan on ammu väärt Eesti akadeemiku austavat tiitlit ja hakkasime seda mõtet levitama. Direktorina vestlesin mitme Tartu akadeemikuga ja rõhutasin Juhani kiirgusleviga seotud teadustöö laiemat tähtsust. Meeles on näiteks käik tolleaegse zooloogia ja botaanika instituudi direktori Erast Parmas-



Foto 2. Juhan Rossi loodud füüsika ja astronoomia instituudi atmosfäärifüüsika sektor 1967. aastal Rossi kavandi järgi Tõraveresse ehitatud vaatluspaviljoni juures. Rõdul (vasakult): Tiit Nilson, Helgi Niilisk, Ain Kallis, Andres Kurvits, Mare Themmas, Agu Laisk, Viivi Soon, Mart Tiisler, Mall Suits, Ülo Mullamaa, Aili Linnas, Viivi Põldmaa, Heino Moldau, Lilian Paliale ja Juhan Ross. All (vasakult): Ilmar Undla, Madis Sulev, Herbert Niilisk, Vello Ross, Olev Avaste, Ilse Aas, Ene Pastak, Heino Tooming, Jüri Reemann, Märt Rahi, Endel Kübarsepp, Vello Oja ja Olavi Kärner. Paviljon lammutati 2022. aasta septembris.

to juurde, pidasime maha pika vestluse Juhani töödest ja nende tähtsusest.

Ei tea, kui palju mu veenmised mõjusid, kuid Juhan valitigi 1993. aastal akadeemikuks ja edaspidi tarvitas ta enda kohta tiitlit NSVL põllumajandusakadeemia ja Eesti teaduste akadeemia akadeemik ning Soome armee grenader.

Meil oli Juhani ühine sõber Soomest: samuti kiirgusleviga tegelev Kari Lumme. Raskel üleminekuajal aitas ta minu peret palju, sest siis, kui ta oli Helsingi ülikooli observatooriumi direktor, kutsus ta mind Helsingisse loenguid pidama ja ta sus nende eest kuninglikult. Kuna Kari tegeles samuti kiirgusleviga, tundis ta hästi ka Juhani. Vähemalt üks kord oli Kari meil Tõraveres külas koos oma abikaasa Ulaga ning külastas ka Juhani kodu Tartus.

Juhani enda meenutused

Meenutan veel üht meeleolukat bussisõitu Tallinnast Tartusse, kus istusin koos hiljuti meie hulgast lahkunud Krista Aruga täpselt Juhani ees oleval istmel. Oli olnud mingisugune teaduste akadeemia üritus, mis oli lõppenud piduliku osaga, kus mõningal määral pruugiti alkoholi. Igatahes bussis oli Juhan lõbusas tujus, meie samuti, ja ta hakkas oma elust rääkima. Alustas ta sellest, et nimetas ennast Eesti pea-aegu et esimeseks pioneeriks, kuid ei pidanud silmas mitte insenerivägesid, vaid Nõukogude Liidu noorteorganisatsiooni, kuhu võeti 7- kuni 14-aastaseid lapsi. Ent pioneerivaimustus ei kestnud tal kaua, sest ka laps sai aru, et räägitu ei vastanud

kaugeltki sellele, mida silmad nägid.

Minu mälust on kadunud, kuidas Juhan Soome sai, kuid ainus võimalus seal elu jääda oli astuda Soome armeesse ja minna rindele võitlema Nõukogude Liidu vastu. Sellel eluetapil Juhan eriti ei peatunud ja läks meenutustega edasi sealt, kus *marsalkka* Mannerheim teatas Hitleri käsul Eesti poistele, et neil on valida, kas jääda Soome armeesse või minna tagasi koju, kus füürer saaks neid kasutada Wehrmachtis Nõukogude Liidu vastu. Juhan ei tahtnud kumbagi varianti ja ta otsustas koos ühe kaaslasega põgeneda Botnia lahe põhjatipus asuva linna Haparanda kaudu Rootsi. Nad olevat jõudnud üsna kaugele, kuid Põhja-Soomes võtsid Saksa ketikoerad – välisandarmid, kellel oli nende ametit tõendav metallplaat ketiga kaelas – nad kinni ja andsid Soomele välja. Soome välikohus mõistis nad Katajanokka vanglasse. Selle kohta ütles Juhan, et ta oli seal koos „Niskamäe naiste“ kommunistist autori Hella Wuolijoeaga, kuid lisas siiski, et nad olid eri kongides.



Foto 3. Juhan Ross ja tema kolleeg Heino Tooming Rossi kabinetis.

Mäletan hästi, et Juhan vannutas mind mitte iialgi vangi sattuma, sest seal olevat teda löödud kumminuiaga üle turja ja valu olevat olnud nii jube, et ta langenud põlvili. Hoobi sai ta vaid selle eest, et oli jäänud läbi traatvõrgu paistvat sinist taevast liiga kauaks imetlema.

Seejärel rääkis Juhan oma ülikooliajast. Viimasel kursusel oli ta juba abielus. Ta kutsuti ülikooli parteibüroo koosolekule, sest olevat kindlaks tehtud tema osalus Soome sõjas. Büroo esimees oli siis hilisem teaduste akadeemia president Arno Käärna, kes oli pannud Juhani küsimuse koosoleku päevakorra lõppu. Juhan ja tema abikaasa Maimu seisid ukse taga ja ootasid, aga koosolek venis ja venis. Lõpuks olevat Käärna öelnud, et aeg on hiline ja lükkame õige viimase punkti järgmise koosoleku päevakorda. Seda aga ei juhtunud mitte kunagi. Juhan ütles, et ta austab Käärnat väga.

Siis peatus Juhan ülikooli lõpetamise päevadel, kui ta kutsuti füüsika ja astronoomia instituudi kauaaegse direktori Aksel Kipper juurde. Kipper ütles talle, et instituut hakkab tegelema aktinomeetriaga ja nimetas Juhani selle teadusharu nimeheks. Ent Juhani polnud õrna aimugi, mis on aktinomeetria. Ta olevat läinud raamatukogusse ja teinud kindlaks, et see on õpetus kiirguse levikust.

Selle kõik kandis Juhan ette ühe hooga ja väga meeleolukalt.



Foto 4. Juhan Ross Tõraveres energiavõsaistanduses. Energiavõsa hakkas Ross uurima 1993. aastal.

Noorte teadlaste põlvkonna kasvataja

Juhani kohta käisid jutud, et ta tahtis astuda kommunistlikku parteisse, sest muidu tuli teadlasteel ületada suuri raskusi. Parteisse astuja vajas kolme soovitajat. Ma ei tea, kes olid kaks, kuid kolmas olevat olnud hilisem Eesti teaduste akadeemia president Karl Rebane. Vahetult enne parteiliikmeks vormistamist olevat KGB siiski asjale jaole saanud ja keelu alla pannud. Ilmselt sai Rebane Juhani pärast kõvasti noomida, sest hiljem levisid jutud, et Rebane ei salli Rossi silmaotsaski!

Kirjandusmuuseumi direktorina tegi Krista Aru otsekohe ettepaneku minna peagi Juhani juurde magnetofoniga, et talletada kogu jutt tulevastele põlvkondadele. Et jutt paremini jookseks, soovitas Juhan mitte unustada veinipudelit. Kuid see ettepanek jäigi ainult ettepanekuks, millest on tuline kahju, sest Juhani mälestused puudutavad olulist lõiku Eesti ajaloost.

Viimane mälestus Juhani kohta on tema ärasaatmine ja peied Shakespeare'i kohvikus, kus ma istusin Erast Parmasto kõrval ja lükkasin tagasi veinipakkumise, sest olin autoga. Ütlesin Erastile, et kui ma autojuhiloa kaotan, siis tagasi ma seda enam ei saa. Erast küsis minult seepeale dramaatilisel sosinal: „Kas sa tõesti oled nii vae- ne!?“

Juhan rajas Eestis uue teadusharu, mida on nimetatud eri moodi, nagu aktino-

meetria, geofüüsika ja atmosfäärifüüsika, kuid alati on see olnud seotud kiirgusleviga taimkattes. Ta kasvas üles terve põlvkonna noori teadlasi, kes uurisid kiirguslevi eri teadusharudes. Isegi bioloogias, näiteks Agu Laisk.



Foto 5. Juhan Ross Soome, Karjala ja Eesti ühisuuringuga „Puude ökofüsioloogia ja taigavööndi metsade energia- ning massivahetus“ seotud mõõtmistel Kentajärvil augustis 1979. Rossi töölaual oleval latil on Soome kolleegide valgussensorite rida. Läbipaistva kupliga sensor on termoelektriline püranomeeter, millega saab mõõta summaarset valgustatust. Parasjagu vaatab Ross galvanomeetri näitu, see näitab püranomeetri signaali. Latil kardaanil on LiCor-i fotosünteesiliselt aktiivse kiirguse sensor. Selle jaoks on laual Rossi vasaku käe juures oma elektroonikaplokk. Et mõõta püranomeetriga taeva hajuskiirgust, varjutati otsene päikesekiirgus laual varda küljes oleva ekraaniga.

NASA ja ESA kasutavad kosmoseprogrammides siiani Rossi tuletatud valemeid

Andres Kuusk

Juhan Rossiga algas Eesti nüüdisaegne atmosfäärifüüsika, tema pani aluse uuele teadusharule fütoaktinomeetriaale, millel põhineb taimede ja taimekoosluste fotosünteesi ja produktiivsuse matemaatiline modelleerimine. Fütoaktinomeetriaist kasvas omakorda välja uus uurimissuund – kaugseire. Rossi Tõravere-aegade jooksul loodud ja juhitud mitut nime kandnud observatooriumi atmosfäärifüüsika sektorist kasvas välja praegune kaugseire osakond.

Juhan Ross sündis 14. augustil 1925. aastal Virumaal Aburi külas kooliõpetaja te peres. Rakvere gümnaasiumiõpilasena põgenes ta 1943. aastal Saksa mobilisatsiooni eest Soome ning liitus seal vabatahtlikuna soomepoiste jalaväerügemendiga JR 200. Sõja lõpu eelses segaduses naasis Juhan Eestisse. Siin jätkas ta õpinguid, lõpetas hõbemedaliga Rakvere keskkooli ning 1951. aastal ülikooli füüsikateoreetikuna.



Foto 1. Juhan Ross mõõdab 1963. aasta märtsis Tartu aktinomeetriaamas Courvoisier' bilansomeetriga kiirgusbilanssi.

Asjaolu, et Juhan Ross oli olnud soomepoiss, seadis tema teadlaskarjäärile NSV Liitu kuulavas Eestis rohkesti takistusi. Tema esimene töökoht oli tagasihoidlik

nooremteaduri ametikoht mõne töötajaga Tartu aktinomeetriaajas. Seal sai temast varsti aktinomeetriaaja juhataja.

Sealne uurimisteema olid aktinomeetrilised riistad ja mõõtmismetoodika, mille tulemuste põhjal kaitses Ross 1956. aastal kandidaativäitekirja Leningradis geofüüsika peaobservatooriumis.

Aktinomeetriaaja alusel asutas Ross tollases füüsika ja astronoomia instituudis atmosfäärifüüsika sektori. 1960. aastatel kerkis Rossi ja tema juhitava atmosfäärifüüsika sektori uurimistemaatikas päikesekiirguse ja atmosfääriuuringute kõrval päevakorda taimkatte kiirgusrežiim. Viimasest kasvasid omakorda välja taimkatte struktuuri, fotosünteesi ja produktiivsuse uuringud ning hiljem süvauuringud taimlehe fotosünteesi ja taimefüsioloogia kohta.

Doktoriväitekirja kaitses Juhan Ross 1972. aastal Tartu ülikoolis optika alal. 1978. aastal andis Nõukogude Liidu kõrgem atestatsioonikomisjon Rossile professori kutse. 1993. aastal valiti Ross Eesti teaduste akadeemia akadeemikuks, ent juba viis aastat varem oli temast saanud NSV Liidu põllumajandusakadeemia akadeemik.

Juhan Rossi varased teaduspublikatsioonid ilmusid venekeelsetes konverentsikogumikes ja teadusajakirjades. Kuigi ta oli NSV Liidus tunnustatud teadlane, ei lastud teda välismaistele teadusnõupidamistele. Tema esimene ingliskeelne publikatsioon on 1965. aastal Pariisis avaldatud 1964. aasta Leningradi atmosfääri kiirgusprotsesside sümposiumi teesid. Esimest korda pääses ta Lääne-Euroopasse teaduskonverentsile 45-aastaselt.

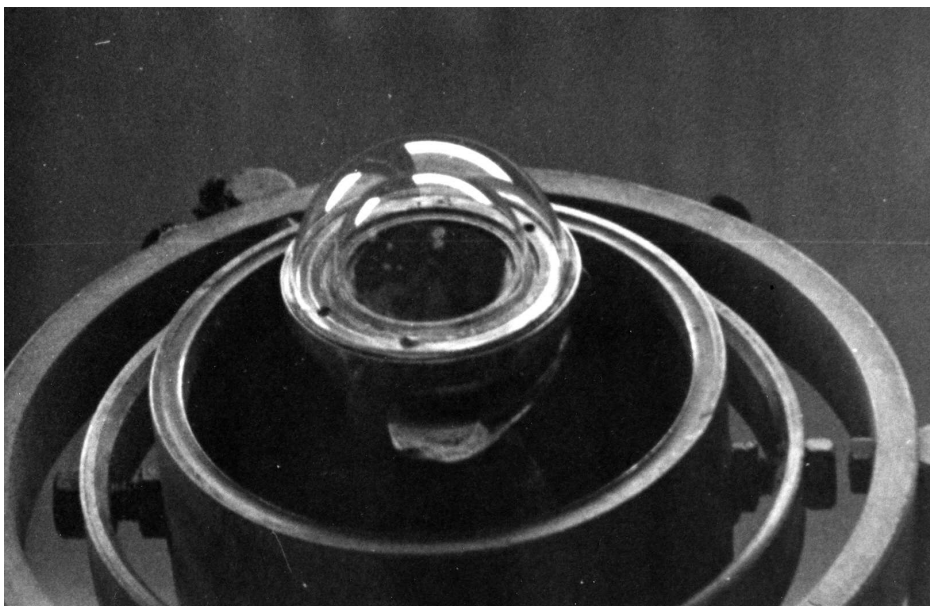


Foto 2. Summaarse kiirguse mõõtmiseks kasutatud püranomeeter kardaanil.

Maailmas on enim tunnustatud Rossi uurimistöid taimkatte kiirgusrežiimi kohta. Väga viljakaks osutus tema idee kujutada taimkatet kui sumedat optilist keskkonda ja rakendada kiirgusrežiimi teoreetiliseks kirjeldamiseks taimkattes kiirguslevivõrrandit, mis on tuntud astronoomiast, atmosfäärifüüsikast ja neutronite füüsikast. Rossi tuletatud teoreetilisi valemeid kasutatakse praegugi USA kosmose-

agentuuri NASA ja Euroopa kosmoseagentuuri ESA kosmoseprogrammide andmetöötötluses.

Juhan Ross on kuue teadusliku monograafia ja üle saja teadusartikli autor või kaasautor. Tema avaldatud tööde temaatika on väga lai, mis annab tunnistust avarast silmaringist.

Varasemad Rossi tööd on enamasti avaldatud venekeelsetes teadusajakirjades, ent 1970. aastail hakati mujal maailmas tõlkima NSV Liidu olulisemaid teadusajakirju ka inglise keelde. Maailmas kõige tuntum Rossi raamat „The Radiation Regime and Architecture of Plant Stands“ ilmus 1981. aastal Dr. W. Junk Publishers väljaandena. Kuus aastat varem oli selle venekeelsena üllitanud Leningradi kirjastus Gidrometeoizdat. Laialdaselt on tuntud ka 1991. aastal Springeri kirjastuse avaldatud monograafia „Photon-Vegetation Interactions. Applications in Optical Remote Sensing and Plant Ecology“ (Ross toimetab seda kogumikku koos Ranga Myneniiga), mille mitu peatükki on kirjutanud Rossi koolkonna teadlased. Rossi töid on tõlgitud jaapani keelde.

Taimkatte kiirguslevi temaatikast kasvasid välja Rossi viimaste aastate peamised uurimisteemad: energiametsad ja taimkatte kaugseire, mida viljeldakse Tartu observatooriumis praegugi.

Juhan Ross oskas juba noore teadlasena kujundada võimeka kollektiivi ning luua sidemeid tollase NSV Liidu juhtivate aktinometristide ja atmosfäärifüüsikutega.



Foto 3. Kõik fotol olivad (vasakult): Eduard Lemon, Herbert Niilisk, Agu Laisk, Olev Avaste ja Juhan Ross.

Ta oli tunnustatud teadlane ja teaduse organiseerija nii kodu- kui ka välismaal. Nii näiteks algatas ta 1960. aastatel ainulaadsed fütoaktinomeetriaekspeditsioonid nii Eestis, Moldaavias kui ka Tadžikistanis. Tema eestvõttel viidi aastail 1980–1990 ellu Soome ja NSV Liidu koostööprojekt männimetsade produktiivsuse uurimise

kohta, samuti pani ta aluse populaarsele üleliidulisele seminarile PUM (vn погода 'ilm', урожай 'saak', математика 'matemaatika').

1989. aastal valiti Juhan Ross Joensuu ülikooli audotoriks, 1967–1990 oli ta ajakirja *Photosynthetica* ja 1988–2002 ajakirja *Agricultural and Forest Meteorology* toimetuskolleegiumi liige.

Juhan Rossi juhitud teaduskollektiivist on tulnud hulk Eestis ja ka rahvusvaheliselt tuntud teadlasi. Õigustatult tuntakse Tartu biogeofüüsikute koolkonda just selle rajanud Rossi järgi. Neid, kes on oma teadlasteed alustanud Rossi atmosfäärifüüsika sektoris ja saanud teaduskraadi, on üle kahekümne, nii mõnigi neist on saanud teise astme teadusdoktoriks ning ülikoolide professoriks. Peale Juhan Rossi on atmosfäärifüüsika sektoris esimese teaduskraadi saanuist akadeemikuks valitud Agu Laisk.

IN MEMORIAM



Heli Joamets

1938—2025

Heli sündis Viru-Kabalas 24. novembril 1938. a. kolmelapselise pere vanima lapsena. Tema lapsepõlv möödus Lääne-Virumaal. Kuna Heli oli lahtise peaga tüdruk, siis Nõmmise algkoolis viidi ta juba varsti üle 2. klassi. Oli sõjajärgne raske aeg, kimbutasid haigused ja nälg, nii kaotas Heli juba varakult oma vanemad, enne ema ja siis ka isa. Lapsed jagati kasuperedesse laiali ja Heli sattus elama sugulaste juurde Tõrmasse. Keskkoolis käis Heli Rakveres ja elas kooli internaadis.

1957. aastal alustas ta õpinguid TRÜ matemaatika osakonnas. Samal aastal oli kosmosesse saadetud esimene sputnik. Vaja oli kindlaks teha punkt taevavõlvil, mida sputnik läbis, see aga oli töömahukas ja nii soovitati seda tööd tegema esimese ja teise kursuse füüsika ja matemaatika tudengid. Seal tutvus Heli oma tulevase abikaasa Enn Joametsaga, kes võlus oma laulu ja kitarrimänguga. Peale ülikooli suunati mõlemad tööle ja elama Tõravere Observatooriumi. See oli tore aeg, kokku said noored ja lõbusad inimesed. Ühiselt peeti sünnipäevi ja pidusid, muidugi alati lauluga.

Heli tööelu langes kokku arvutustehnika kiire arenguga. Esimene arvuti, millele Heli programme koostas, oli praegu uskumatuna tunduv perfokaartarvuti, kus tööprogramm anti ette spetsiaalseid juhtmeid ühendades. Kuuekümnendatel loodi programmeerijaid ühendav MatLabor ja hakati tegema ettevalmistusi uue arvuti VNIEM-3 tööle rakendamiseks. Matemaatikute põhiline töö oli masinkäskudes standardprogrammide koostamine, hiljem ka programmeerimine algoritmili-

ses keeles ALGOL-60. Samal ajal sai kasutada Tartu Ülikooli arvutit Ural1 ja hiljem ka Tallinna Küberneetika Instituudi arvutit Minsk-22. Võimalus kasutada võimsamaid arvuteid ja paremaid programmeerimise keeli vähendas järjest teaduslike töötajate vajadust kasutada programmeerijate abi. Aeganõudev ja tülikas oli saata oma töö iga pisivea korral Tallinna. 1972.a. osteti FAI-le arvuti Minsk-32, mille asukohaks sai Tartu Ülikooli arvutuskeskus. Tartus arvutamist lihtsustas nn. programmeerimibuss Tartu ja Tõraverre vahel igal tööpäeval ja ka üleminek Fortran keelele. Tõraveres kasvas vajadus asendada juhtimisarvuti VNIEM-3 võimsama arvutiga. 1977.a. saadigi Ungari firmas VIDEOTON valmistatud arvuti EC-1010. Arvutil oli võimalik programmeerida nii masinkäskudes kui ka Fortran keeles. Arvuti töölaadendamiseks korraldas firma VIDEOTON kuuajalised kursused Riias masinkäskudes programmeerimise õppimiseks. Seal käis ka Heli, kelle edasine töö oligi tarkvara täiendamine. Töö sellel arvutil kestis 1991. aastani. Kõige võimsam suur arvuti EC-1022 jõudis Tõraverre 1980. a. See paigutati vanast katlamajast matemaatikute poolt ehitatud uude arvutisaali. Arvutustehnika pideva arenguga käis kaasas ka Heli. MatLaborist oli kujunenud sõbralik ja ühtehoidev kollektiiv. Aktiivselt võeti osa arvutuskeskuste kokkutulekutest. Ühiskondlikus korras löödi kaasa ka mitmel puudeistutamise aktsioonil lagedale Tõraverre mäele. Ühiselt peeti sünnipäevi, käidi suvistel ekskursioonidel, korraldati talviseid suusamatku koos sauna ja kapsasupi söömisega. Arvutustehnika arenes kiiresti edasi ja 1980-ndate lõpul hakkasid üha enam tulema ka Tõraverre kasutajasõbralikumad personaalarvutid. See tähendas, et polnud enam vaja ka arvutuskeskust, sest nüüd said teadlased rohkem ise oma ülesandeid lahendada. Peale MatLabori kadumist sai Heli tööd raamatupidamise osakonnas. Kuna aga Ennu unistus oli taastada oma isa Vabadussõjast osavõtu eest saadud talu Varal, siis hakkaski Heli taluperenaiseks ja jälle oli vaja omandada uusi tarkusi, nüüd lehmaliõpsmist, seakasvatust, juurvilja kasvatust, jne. Head sealiha ja sinki saime ka meie maitsta.

Lapsena ei olnud Helil võimalik muusikakoolis käia, kuigi ta armastas väga muusikat ja laulu. Kogu elu on ta tegelenud muusikaga. Ülikooli ajast meenub Heli ja tema kursusekaaslaste laulutrio Heli Hansar, Rutt Aimla ja Helle Välimets. Tõraveres hakkasid Heli ja Rutt kohe moodustama naisansamblit, püsiva koosseisuni jõuti 1968. aastal. Lisaks Obsevatooriumi pidudele oli Tõraverre naisansambel hinnatud esineja ka Nõo sovhoosi ja ümbruskonna pidudel. Värvikad olid Nõo sovhoosi osakondades lõikuspeod lookas laudadega. Oli ansamblite aeg, korraldati omavahelisi sõpruskohtumisi. Tartu rajooni ülevaatusel käis võistlus esikoha nimel Ilmatsalu naisansambliga. 1970-ndate keskel järgnes ühinemine segaansambliks koos instrumentalistide saatepundiga. 1986.a. liitus segaansambel segakooriga Vega. Igal pool on Heli olnud hinnatud tugev teine alt. Segakooris käis Heli ka Varalt, ca 50 km kauguselt, kuni tervise halvenemiseni 2019. aastal. Muusikat oli Heli elus palju. Tänu Riho Koppelile on kolmele kassetile salvestatud selle aja laulud. Samuti armastas Heli väga tantsida, vanemas eas tantsis ta Vara memmede tantsurühmas.

Helil on kolm poega Andres, Tanel ja Lasse, 11 lapselast ja kaks lapselapselast. Oma muusikaarmastuse oskas Heli koos Ennuga anda edasi oma lastele. Ta rõõmustas kõigi oma järeltulijate edusammude üle, jälgis ja elas kaasa nende tegemistele. Peale abikaasa surma lohutas teda tegelemine muusikaga, harjutades klaveril kooripartiisid ja kirjutas ka südamliku laulu „Vanuri valss“ nii sõnad kui ka viisi. Laulu saatsid kõik kolm tema muusikust poega ja panid üles Youtube. Kõik Heli

poegade abikaasad on muusikud ja ka kõik lapselapsed on õppinud muusikat. Heli pojad ja lapselapsed on tuntud ja hinnatud muusikud Eestis ja ka välismaal. Andres on kitarrist, Tanel pianist ja Lasse viiuldaja Soomes. Andrese tütar Liis on viiuldaja Soomes, poeg Laur kitarrist USA-s, kus võitis Grammy auhinna, Taneli poeg Tiit on marimbamängija ja Lasse tütar Alissa noor lootustandev harfimängija Soomes.

Iseloomult oli Heli sõbralik, väga aus ja otsekohene. Julgelt astus ta välja ebaõigluse vastu. Aruteludes julges alati öelda oma arvamuse. Tore ja rõõmsameelne inimene, kes armastas nalja ja naeru. Ebaõnne korral ei jäänud Heli norutama, vaid asus otsima lahendust.

Heli suri pärast pikka ja rasket haigust 16. juunil 2025. a. Jää hüvasti kallis sõber.

Meenutasid 20+ aastat Heli töö- ja toakaaslased Maire Maasik ja Aime Tootsi

Vanuri valss

Viis ja sõnad Heli Joamets

Laulan veel, laulan veel, laulan veel
teile mu kallid.
Valsiviis rõõmsaks teeb, rõõmsaks teeb
päeva nii halli.
Olla hea, hirmus hea, olla siin helide võlus.
Suurim õnn tundub kõik, mis õnnestund
on elus korda saata.
Kuigi tean, kuigi tean, seda kindlalt tean,
et läbi luubi vaatan.

IN MEMORIAM



Jaak Jaaniste

25.05.1944—03.08.2025

Jaak sündis 1944. a maikuus, kui Tallinn oli märtsikuu alguses nõukogude naislendurite poolt varemeteks pommitatud. Niipea, kui nõukogude väed linna oma valdusesse said, arreteeriti Jaagu isa Aleksander, sest ta oli teeninud Saksa armees ja ta vabanes alles 1956. a, kui Jaak oli juba 12-aastane. Ema Almat abistas Jaagu kasvatamisel vanaema Anna-Maria, kes oli usklik inimene ja kelle kiriklikke laule ja piiblilugusid mäletas Jaak veel palju hiljem.

Keskhariduse sai Jaak Eesti ühes parimas koolis – Tallinna I keskkoolis, mis praegu taas Gustav Adolfi Gümnaasiumi nime kannab. Teda hakkas huvitama füüsika ja seda ainet ta Tartu Riiklikku Ülikooli õppima läkski 1962. aastal. Tolleaegne õpiaeg ülikoolis kestis viis aastat, kuid Jaak lõpetas ülikooli alles 1970. a, sest vahepeal pidi ta kolm aastat Nõukogude Armees teenima. Seda teed pidid paljud toleaegsed noormehed käima, sest II maailmasõjas oli hiiglaslik hulk potentsiaalseid isasid langenud ja nekrutiealisi noormehi oli vähe.

Juba ülikooliajal hakkas Jaaku huvitama astronoomia, sellele huvile aitasid tublisti kaasa kiiresti arenema hakanud kosmoselennud ja ka see, et just hiljuti oli valmis saanud uus observatoorium Tõraveres, kuhu Jaak ka tööle saigi. Paljude teiste noorte eeskujul pidi Jaak läbi käima tavalise teekonna – alguses inseneri ametikohal, mis pigem oli õpipoisi amet, seejärel vaneminsener, kus tegelikult vaid palga number oli veidi suurem, siis palju kõlavam nooremteaduri ametikoht, kus algas tõsine teadustegevus kandidaadikraadi saamiseks. Sellel eluetapil oli oluline selle tegevuse juhendaja leidmine ja Jaagul see õnnestus, sest tema juhendajaks sai hiljem Eesti Teaduste Akadeemia liikmeks valitud kursusekaaslane ja sõber Enn

Saar. Kaitsmist hõlbustas ka asjaolu, et sel ajal oli Tõraveres olemas kaitsmisnõukogu, kus Jaak oma väitekirja „Hüpergalaktilise struktuuri päritolu ja evolutsioon“ ka 1978. a kaitses. Väitekirjas uuris ta universumi rakustruktuuri, galaktikate ruumjaotust, algse protosuperparve jagunemist galaktikateks ja seda, kuidas selles uues struktuuris galaktikad vastastikku üksteist mõjutasid.

Paralleelselt võttis Jaak osa Tõraveres kosmoseprogrammist, mis seisnes atmosfääriuuringuteks vajaliku fotomeetri „Mikron“ projekti ettevalmistamises kosmoselennuks.

Kui Jaan Einasto valiti Eesti Teaduste Akadeemia astronoomia ja füüsika osakonna akadeemiksekretäriks, siis oli tal vaja abilist teadussekretäri näol. Selleks valis Jaan välja Jaagu ja Jaak töötaski sellel ametikohal aastatel 1986 kuni 1997.

1983. aastal oli Jaak asunud tööle Eesti põllumajandusülikooli, alguses füüsikainstituudis vanemõpetajana, seejärel dotsendina ja siis füüsikainstituudi juhatajana. See kestis kuni 1999. aastani, kui Jaagust sai põllumajandusülikooli professor. Siis toimusid taas muutused ülikooli nimes ja Jaagust sai 2004. a Eesti Maaülikooli dotsent ning hiljem juba emeriitdotsent.

Aktiivselt haridusprogrammides tegutsemisel ei jätnud Jaak sugugi maha teadust ja veel enam teaduse populariseerimist. Tema kaks lemmikut olid Tartu Tähetorni ja teaduskeskus Ahhaa ning tema panus nende keskuste töösse rakendamisel ja töös hoidmisel, aga samuti astronoomiaolümpiaadide korraldamisel, on hindamatu. Hindamatu on ka kirjastuse Valgus poolt 1990. a välja antud Jaagu ja Enn Saare raamat „Täheatlas“, mis hiljuti sai oma teise trüki.

Jaagu panus pole jäänud hindajatel kahe silma vahele – Tõraveres observatooriumi galaktikauurijad Jaan Einasto juhtimisel said kollektiivina 1982. a Eesti NSV teaduspreemia. Sellesse kollektiivi kuulus ka Jaak. 2009. a anti Jaagule tunnustuseks linna heaks tehtud tööle Tartu medal.

Klassikalises gümnaasiumis õppinuna ei saanud Jaak unustada kirjandust ja ta on proovinud oma kätt ka kirjanikuna, sest ta ilmutas vähemalt ühe romaani Tähetorni Ringi kodulehel. Jaagu tõeliselt suurt kirjandushuvi tõestab ka tema kiindumus M. Bulgakovi raamatusse „Meister ja Margarita“ ja selle raamatu järgi vändatud filmi vaatas Jaak kümneid kordi.

Juba ülikoolipäevil – 1968. a – abiellus Jaak oma kursuseõe Hellega. Samal aastal sündis neil poeg Madis, kaks aastat hiljem tütar Triin ja 1975. a poeg Priit. Vanaisa jäid nüüd kaheksa lapselast. Jaak oli oma eluteed käinud käsikäes Hellega. Aga eriti siis, kui see elutee puudutas teaduse populariseerimist – Tartu Tähetorni ja Ahhaa (mille ristiema on just Helle) tegevus on tugevasti Jaagu perele toetunud. See pole jäänud tähelepanuta ja Jaak ning Helle on saanud 2013. aastal Eesti haridus- ja teadusministeeriumi, Eesti Teaduste Akadeemia ja Eesti Teadusagentuuri Tiiu Silla nimelise elutööpreemia astronoomia pikaajase populariseerimise eest.

12. augustil sängitasime Jaagu puhkama Raadi kalmistule. Olgu kodumaa muld talle kerge.

Tõnu Viik

IN MEMORIAM



Aivo Kivila

1936—2025

21. novembril 2025. a lahkus meie hulgast Aivo Kivila, kes oli Tõravere observatooriumi kõige esimeste töötajate hulgas.

Aivo sündis Räpina lähedal asuvas Linte külas 8. juunil 1936. Ta õppis alguses Naha algkoolis, seejärel Radamaa 7-kl. Koolis ja keskkhariduse sai ta Räpina Kesk-koolis, mille lõpetas 1955. a. Kuna matemaatika tundus talle kõige meelepärasema-na, siis astus ta 1955. a Tartu Riiklikku ülikooli matemaatika-loodusteaduskonna matemaatika osakonda ja lõpetas selle heade tulemustega 1960. a, saades diplomi-le astronoomi ameti koos astronoomia ja füüsika õpetaja elukutsega. Juba viima-sel kursusel töötas ta laborandina tuliuues observatooriumis, mis siis kandis ENSV Teaduste Akadeemia Füüsika ja Astronoomia Instituudi nime.

Aivo on ametlikult olnud mitmetes ametites – laborandina, vanemlaboran-dina, vanemmehaanikuna, inseneri ja vaneminsenerina. Ka nooremteaduri ja as-pirandina, kusjuures tema juhendajaks määrati akadeemik Grigori Kusmin. Tema teaduslikud tööd käsitlevad atmosfääri läbipaistvust, astrokliimat ja Galaktika ehi-tust, sest hilisem akadeemik Jaan Einasto planeeris ehitada Universumi ehitust uu-riva teleskoobi kuhugi NSVL lõunavabariikidesse väga hea astrokliimaga asukohta nn lõunabaasi ja selle ülesande majandusliku poole asjaajamine langes enamasti Aivole. Veel enam, 1982. aprillis haigestus observatooriumi haldusdirektor Fried- rich Tillo raskelt ja osa tema kohustusi kanti üle Aivole. Nende kohustuste hulgas oli lisaks lõunabaasile ka observatooriumi tsiviilkaitse.

Seoses Eesti iseseisvumisega tuli observatooriumis läbi viia ulatuslik koonda-

mine, ligi kaks kolmandikku koosseisust. Lisaks sellele tuli lõpetada ka tsiviilkaitse probleemidega tegelemine, rääkimata lõunabaasist. Aivo viidi üle vaneminseneri ametikohale ja see leping lõppes 1993. a veebruaris.

Pärast observatooriumist lahkumist töötas Aivo mõnda aega Palupera koolis õpetajana.

Aivo oli abiellunud juba ülikooli ajal Vilve Ostratiga, kes töötas Tartu Piimatoodete Kombinaadis vahetusmeistrina alates 1959. aastast. Paar sai kolm toredat last: 1959. a poeg Gunnari, 1964. a poeg Dagi ja 1966. a tütar Ingridi, kes kindlalt oma eluteed sammuvad.

Tõnu Viik

Sisukord

Kalendri seletus	5
------------------------	---

I. Kalender 2026. aastaks

Tabelkalender 2026	7
Eesti Vabariigi rahvuspüha ja riigipühad	8
Tähtpäevi ja usupühi	8
Aastaajad ja Päikese näiv liikumine	10
Päikese- ja kuuvarjutused	10
Tähtsamad meteoorivoolud	11
Eesti linnade geograafilised koordinaadid	11
Kuude tabelid	12
Planeedid ja Pluuto	36
Planeetide nähtavus	40

II. Kalendri lisa

Pool sajandit vaatlusi Tõravere 1,5 m teleskoobiga. <i>K. Annuk</i>	45
Kuu piltide fotogramm-meetiline uurimine: mõõtes Apollo pärandit. <i>V.-V. Pustõnski</i>	59
Aegruumi käelisus. <i>T. S. Koivisto</i>	69
Juhan Ross 100 ehk Akadeemik ja Soome armee grenader. <i>T. Viik</i>	75
NASA ja ESA kasutavad kosmoseprogrammides siiani Rossi tuletatud valemeid. <i>A. Kuusk</i>	81
Heli Joamets. In Memoriam. <i>M. Maasik, A. Tootsi</i>	85
Jaak Jaaniste. In Memoriam. <i>T. Viik</i>	89
Aivo Kivila. In Memoriam. <i>T. Viik</i>	91