Juhani Kakkuri —Heikki Oja —Reino Anttila

Auringon – pimennykset

Tähtitieteellinen
yhdistys
Ursa

Täydellinen
AURING<
PIMENNY!
HELSINKI -JOENSUU
22.7.1990

Auringon -
pimennykset

Ursan julkaisuja

- 1 Tähtitiedettä harrastajille,
E ja I Bonsdorff ym. 1926
- 2 Tähtitiedettä harrastajille II,
I Bonsdorff ym. 1938
- 3 Tähtitieteen harrastajan kirja.
P Kalaja —U Kuuskoski (toim), 1947
- 4 Tähtitiedettä harrastajille III,
H Alfven ym., 1954
- 5 Tähtitiedettä harrastajille IV,
B Hielm ym. 1965
- 6 Teemme peilikaukoputken,
J M Heikinheimo, 1966
- 7 Tahtien ja galaksien maailma,
T Markkanen —S Linnaluoto (toim), 1975
- 8 Mustaa aukkoa etsimässä,
R Keskinen —H Oja, 1977
- 9 Tulipalloja taivaalla,
H Oja. 1978
- 10 1982 kun planeetat kohtaavat,
A Jannes—H Oja. 1978
- 11 Albert Einstein — tutkija ja ihminen,
H Oja - O Vilho (toim). 1979
- 12 Tähtitaivaan opas,
K Kaila. 1979
- 13 Auringosta äärettömyyteen,
K J Donner ym., 1979
- 14 Ufojen arvoitus,
J Kyröläinen —P Teerikorpi. 1980
- 15 Maailmankaikkeutta tutkimassa,
M Valtonen, 1981
- 16 Planeetat,
H Oja —M Poutanen, 1982
- 17 Tähtitieteen harrastajan käsikirja 1,
K Kaila - M Lindqvist —H Maattanen (toim). 1982
- 18 Teemme aurinkokellon,
A Koivusalo, 1982
- 19 Tähtitieteen harrastajan käsikirja 2,
K Kaila - H Maattanen (toim). 1983
- 20 Uusia ikkunoita maailmankaikkeuteen,
K Matilla - H Oja (toim). 1983
- 21 Tähtitieteen perusteet,
H Karttunen —P Kröger —H. Oja
—M Poutanen (toim), 1984
- 22 Komeetat,
K Kaila —H Oja —M Valtonen
—T Korhonen. 1983
- 23 Tähtitaivaan arvoituksia,
R Anttila ym., 1984
- 24 Suomi avaruudesta.
M Punkan (toim). 1984
- 25 Maapallo ja avaruus,
M Valtonen —H. Oja (toim), 1985
- 26 Tähtitieteen harrastajan käsikirja 3,
K Kaila —H Maattanen (toim), 1985
- 27 Kaukoputken rakentajan käsikirja,
J Turunen, 1985
- 28 Värity tuhat vuotta Halley'n pyrstötähteä,
L Kroger —H Oja, 1986
- 29 Antti katsoo tähtiä,
L Kroger —H Oja, 1986
- 30 Avaruuden saaret,
J Westman. 1986
- 31 Nainen ja maailmankaikkeus,
E Isaksson, 1987
- 32 Maiseman valot ja värit,
M Mmnaert. 1987
- 33 Tähtitieteen harjoitustehtäviä,
H Karttunen —P Kroger —M Poutanen, 1987
- 34 Isaac Newton —jättiläisen hartioilla,
R Lehti —T Markkanen
—J Rydman (toim), 1988
- 35 Kosmos —maailmamme muuttuva kuva.
P Teerikorpi —M Valtonen. 1988
- 36 Tähtitieteen harrastajan käsikirja 4,
V Mäkelä (toim). 1988
- 37 Atomien haamu.
P C W Davies —J R Brown (toim). 1989
- 38 Paholaisen asianajaja —
opaskirja skeptikolle,
H Häyry —H Karttunen
—M Virtanen (toim). 1989

Ursan julkaisuja 40

Juhani Kakkuri —Heikki Oja —Reino Anttila

Auringon- pimennykset

Tähtitieteellinen yhdistys Ursa
Helsinki 1989

Teoksen tekstit on lisensoitu avoimella CC BY 4.0 -
lisenssillä. Piirrosten ja valokuvien lähteet on
ilmoitettu kirjassa, ja niitä koskevat normaalit
tekijänoikeussäännökset. Tämän teoksen on
julkaissut Helsingin yliopiston kirjasto Tähtitieteellisen
yhdistyksen Ursan luvalla.

ISBN: 978-951-51-5028-8 (pdf)
DOI: 10.31885/9789515150288

Etukannessa täydellinen auringonpimennys
Mauritaniassa 30.6.1973. Kuva Matti Suhonen
Takakannessa Auringon korona kuvattuna
Skylab-avaruusasemalta. Värit ovat
keinotekoiset. Kuva Nasa

Kirjan kuvien copyright kuvaajat ja
Tähtitieteellinen yhdistys Ursa,
Laivanvarustajank. 3, 00140 Helsinki,
puh. 90-174048

Kirjan taitto Arja Latvala
Liitteiden ladonta Reino Anttila

Painokaari Oy
Helsinki 1989

ISSN 0357-7937

ISBN 951-9269-51-7

SISÄLLYS

Esipuhe	7
1. Mikä on auringonpimennys	9
2. Vuoden 1945 pimennys	20
3. Mitä lehdet kirjoittivat	35
4. Tutkimukset jatkuivat 1947 ja 1954	48
5. Pimennykset kirjallisuudessa ja kansanperinteessä	53
6. Pimennysten tieteellinen merkitys	69
7. Suomalaisia auringonpimennyksiä	84
Värikuvat	97
8. Kesän 1990 pimennys	105
9. Pimennyksen katsominen ja kuvaaminen	115
10. Harrastajien havainnot	136
Liitteet	157
Kirjallisuutta	174
Hakemisto	165

Kuvasarja vuodelta 1955, jolloin Sudanissa nähtiin täydellinen auringonpimennys. (Kuva National Geographic Society)

ESIPUHE

T V einäkuun 22. päivänä 1990 sattuu maassamme täydellinen auringonpimennys. Aurinko nousee **L_l** varhain aamulla osittain jo pimentyneenä. Täydellinen pimennys alkaa pian nousun jälkeen, jolloin Aurinko on vielä hyvin alhaalla, esimerkiksi Helsingissä vain noin 1° taivaanrannan yläpuolella. Täydellisyysvyöhyke kulkee Helsingistä Joensuuhun ja sieltä edelleen Novaja Zemljan eteläpuolitse Beringinmerelle ja Tyynelle valtamerelle, missä pimennys päättyy.

Vaikka auringonpimennyksiä sattuu maapallolla joka vuosi, ovat täydelliset pimennykset paikallisesti katsoen melkoisia harvinaisuuksia. Monet ihmiset eivät näe niitä koko elämänsä aikana. Vuodesta 1169 eKr vuoteen 1945 jKr on maassamme sattunut tai maamme rajoja hiponut kaikkiaan 101 auringonpimennystä, joista täydellisiä on ollut 47 ja rengasmaisia 54. Auringonpimennys sattuu meillä siis keskimäärin kerran 31 vuodessa. Heinäkuun täydellinen pimennys on viimeisin pitkään aikaan maassamme näkyvä täydellisistä pimennyksistä; seuraavat täydelliset pimennykset sattuvat 2126 ja 2133. Niitä ennen, vuonna 2039, maamme lounaisrannikolla näkyy rengasmaisen auringon pimennys.

Kirjoittajat toivovat, että lukija saisi tästä kirjasta tarvitsemansa esitiedot valmistautuessaan seuraamaan kesällä 1990 sattuvaa täydellistä auringonpimennystä.

Haluamme kiittää Suomen Kulttuurirahastoa apurahasta,

8 jonka turvin käsikirjoitus tehtiin. Kiitokset myös Eva Isaksonille, joka löysi Helsingin yliopiston observatorion arkis-
tosta muistiinpanoja ja valokuvia vanhoista pimennyksistä,
ja Arja Latvalle käytännön avusta. Risto Heikkilä, T. J.
Kukkamäki, Pekka Parviainen, Lauri Ranta ja Matti Suho
nen antoivat ystävällisesti käytettäväksi valokuvia ja muuta
aineistoa Auringon kuvaamisesta.

Helsingissä 1.1.1989

Juhani Kakkuri

Heikki Oja

Reino Anttila

1. MIKÄ ON AURINGONPIMENNYS

■ Viimeisimpiä auringonpimennyksiä, joita suoma-
1 X laiset tähtiharrastajat ovat käyneet katsomassa,
l / sattui Keniassa Afrikassa helmikuussa 1980. Poh-
w joismaisessa retkikunnassa olivat mukana karjaa-
lainen Tor Portin ja forssalainen Risto Heikkilä.

Risto Heikkilä, siviilissä Forssan kirkkoherra, on tunnettu
tähtitieteen harrastaja, jolla on esimerkiksi oma tähtitorni.
Heikkilä kirjoitti Keniasta palattuaan värikkään matkakerto-
muksen, joka julkaistiin Tähdet ja Avaruus -lehdessä.

Vaikuttava tunnelma

Pimennys alkoi aamupäivällä kello kymmenen aikaan. Ret-
kikunta oli Ngomenissa, ja raskaat pilvet väistyivät Aurin-
gon tieltä juuri ennen pimennystä. Aurinko oli hyvin yl-
hällä, korkeammalla kuin koskaan Suomessa.

Kun Auringosta oli noin puolet peittyneet, ilma rupesi
hämärtymään ja viilenemään. Noin kolme minuuttia ennen
täydellisen vaiheen alkua linnut hiljenivät. Ne luulivat il-
meisesti yön koittaneen ja paneutuivat pesiinsä.

Heikkilä kertoo:

"Juuri ennen täydellisen pimennyksen alkua näkyi no-
peasti etenevä Kuun varjo, joka lopulta leveni katselijan ylle
ja hetkessä nielaisi hänet pimentoonsa. Tämä on kaikkein
mahtavimpia yksityiskohtia näytelmässä, jonka luonto pi-

mennyksen aikana tarjoaa. Toisinaan voi maassa tai rakennusten seinillä näkyä erikoisia, valon ilmakehässä taittumisesta johtuvia varjonauhoja. Nyt ei kukaan ilmoittanut näitä nähneensä. Samanaikaisesti, kun Auringon säteet vielä paistoivat Kuun reunan epätasaisuuksien lomasta, taivaalle ilmestyi vastoin ennakkolaskelmia hienon hieno ns. timanttisormusefekti. Kuun reunan taakse häviävä Aurinko näytti kuin sormukselta, jossa loistaa valtava timantti. Tässä vaiheessa on mahdollista nähdä vilaukselta myös kromosfääri, joka loistaa ohuena punakeltaisena nauhana Kuun kiekon ympärillä.

"Kun pimennys viimein lankesi ja pimennys saavutti täydellisyytensä, korona purskahti Auringon ympäriltä näkyviin ja ympäröi sen helmenvalkoisella sädekehällä. Tämä ulottui aina puolitoista kertaa Auringon halkaisijan etäisyydelle avaruuteen. Auringonpilkkumaksimista johtuen se oli suhteellisen säännöllinen. Eräät näkivät koronassa pitkiä hentoja säteitä, jotka ovat yhteydessä Auringon flare-purkauksiin. Pilvisyyden vuoksi Auringon ympärillä edelleen

Risto Heikkilän kuva täydellisestä auringonpimennyksestä Keniassa 16.2.1980. Lisää Heikkilän pimennyskuvia kirjan väriliitteessä.

oli hohtava halo. Aivan Auringon pinnassa loimusivat punaiset tai purppuranpunaiseen vivahtavat protuberanssit suunnattomien palavien liekkien tavoin. Ne näkyivät hienosti kiikarilla.

"Tunnelmaa, joka paikalla oli, on vaikea kuvata. Auringonpimennystä ei voi verrata kuutamoon eikä myöhäisillan hämärään. Se on omalaatuisensa. Taivas on sen aikana tummansininen, indigo. Tähdet voivat näkyä aina toiseen suuruusluokkaan saakka. Itse olin valmistanut tähtien tunnistamista varten kartan, johon olin merkinnyt kaikki lähimmät tähdet. Pilvisyys vaikutti kuitenkin, että näin ainostaan kaksi planeettaa: Venuksen ja Merkuriuksen. Horisontti on auringonlaskua muistuttavan oranssin ja vaalean ja antaa vaikutelman, että havaitsija seisoo keskellä parrasvaloja. Pimeys on lähistöllä kuitenkin niin suuri, että ilman taskulamppua on mahdotonta asetella esim. kameran lukemia, ellei sitä ole etukäteen harjoitellut. Ilmakehässä saattaa tapahtua myös suuria muutoksia. Tuuli voi äkisti tyyntyä. Lämpötila laskee äkisti jne. Yksityisen havaitsijan on mahdotonta tarkata kaikkea tätä.

"Kun kolmas kosketus lähestyi, taivas alkoi vaaleata vastakkaiselta puolelta kuin pimennys oli alkanut. Nyt osattiin odottaa timanttisormusefektiä, sillä jo laskut olivat viitanneet siihen. Ja se näkyikin, vielä loistavampana kuin toisen kosketuksen alkaessa. Hetkeä aikaisemmin oli näkynyt pari isompaa ja jokin pienempi helmi, joita kutsutaan keksijänsä mukaan Bailyn helmiksi. Niidenkin aiheuttajina ovat Kuun reunan epätasaisuudet. Kun kolme minuuttia oli kulunut tästä, kukko jossakin lähistöllä lauloi komeasti eikä tahtonut osata lopettaa. Ilmeisesti se uskoi aamun nyt koittaneen."

Kuun varjo

Auringonpimennys syntyy siitä, että Kuu tulee Auringon eteen.

On aivan sattuma, että Kuu ja Aurinko ovat samankokoiset. Aurinkohan on maapallosta noin 400 kertaa kauempana

kuin Kuu. Mutta koska Aurinko on myös noin 400 kertaa suurempi kuin Kuu, nämä taivaankappaleet näyttävät Maasta katsottuna samankokoisilta.

Auringonpimennyksiä on kolmea lajia: osittaisia, täydellisiä ja rengasmaisia. Osittaisessa pimennyksessä Kuu peittää vain osan Auringosta, milloin pienen nurkan, milloin suuren alueen. Osittaisia pimennyksiä näkyy maapallolla tavallisesti pari vuodessa.

Täydellinen ja rengasmainen pimennys ovat toisilleen läheistä sukua. Molemmissa Kuu kulkee täsmälleen Auringon eteen. Erona on se, kuinka kaukana Maasta Kuu on pimennyshetkellä. Kuun ratahan on epäkeskinen ellipsi, ja Kuun etäisyys Maasta vaihtelee 356 000 ja 407 000 kilometrin välillä. Ratansa lähimmässä pisteessä Kuu näyttää suuren remmalta ja kaukaisimmassa pisteessä pienemmältä. Lähin nä Maata ollessaan Kuu on niin iso, että se reilusti peittää Auringon. Jos tällöin sattuu auringonpimennys, se näkyy Maassa täydellisenä: Aurinko on joitakin minuutteja kokonaan Kuun peitossa.

Jos pimennys sattuu, kun Kuu on ratansa kaukaisimmas-

Aurinko heittää Kuun ja Maan taakse syvän kokovarjon ja heikomman puolivarjon. Pimennykset ovat mahdollisia silloin, kun Kuu on ratansa ns. solmupisteiden lähellä. Solmuviiha kiertyy hitaasti avaruudessa. (Piiros Fred Espenakin kirjasta Fifty Year Canon of Solar Eclipses: 1986–2035)

Kun Kuu on ratansa lähimmässä pisteessä, sen varjo ulottuu maapalloa kauemmaksi. Kun Kuu on kauimpana, varjon kärki ei tule maapalolle asti. (Piiros Fred Espenakin kirjasta)

sa pisteessä, on tilanne toinen. Kuu on nyt pienempi kuin Aurinko, ja vaikka Kuu on Auringon edessä, se ei peitä sitä kokonaan. Aurinko näkyy Kuun joka puolella kapeana renkaana. Tästä tulee nimi rengasmainen auringonpimennys.

Täydellisessä auringonpimennyksessä Maan pinnalla kulkee Kuun pyöreä varjo, jonka halkaisija on korkeintaan noin 270 kilometriä. Esimerkiksi heinäkuun 1990 pimennyksessä Suomessa on varjon leveys 170 km, koska Kuu ei ole aivan ratansa lähimmässä pisteessä. Varjo on pyöreä, jos Aurinko on korkealla taivaalla. Jos Aurinko on matalalla, varjo venyy pitkäksi soikioksi.

Koska Kuu liikkuu taivaalla ja maapallo pyörii, varjo liikkuu Maan pinnalla yleensä lännestä itään. Varjo vetää pinnalle ns. täydellisyysvyöhykkeen, usein tuhansien kilometrien pituisen käytävän, jossa pimennys näkyy täydellisenä, ensin sen länsipäässä ja lopuksi itäpäässä.

Rengasmaisissa pimennyksissä on pinnalla samanlainen vyöhyke, jossa pimennys näkyy renkaana. Sekä täydellisissä että rengasmaisissa pimennyksissä on keskivyöhykkeen ympärillä laaja alue, usein maapallon neljänneksen suuruinen, jossa pimennys nähdään osittaisena. Aivan täydellisyysvyöhykkeen vieressä osittainen pimennys on hyvin syvä, lähes koko Aurinko peittyy Kuun taakse, kun taas osittaisen alueen reunoilla vain pieni kaistale Auringon reunasta pimentyy.

Auringon- ja kuunpimennykset 1990-1999

1990	tammik. 26.	Rengasmainen auringonpimennys, ei näy Suomessa
	helmik. 9	Täydellinen kuunpimennys, näkyy Suomessa
	heinäk. 22.	Täydellinen auringonpimennys, näkyy Suomessa
	elok. 6.	Osittainen kuunpimennys, ei näy Suomessa
1991	tammik. 15.	Rengasmainen auringonpimennys, ei näy Suomessa
	tammik. 30.	Kuun puolivarjopimennys
	kesäk. 27.	Kuun puolivarjopimennys
	heinäk. 11.	Täydellinen auringonpimennys, ei näy Suomessa
	heinäk. 26.	Kuun puolivarjopimennys
	jouluk. 21.	Osittainen kuunpimennys, ei näy Suomessa
1992	tammik. 4.	Rengasmainen auringonpimennys, ei näy Suomessa
	kesäk. 15.	Osittainen kuunpimennys, ei näy Suomessa
	kesäk. 30.	Täydellinen auringonpimennys, ei näy Suomessa
	jouluk. 9.	Täydellinen kuunpimennys, näkyy Suomessa
	jouluk. 23.	Osittainen auringonpimennys, ei näy Suomessa
1993	toukok. 21.	Osittainen auringonpimennys, näkyy Pohjois-Suomessa
	kesäk. 4.	Täydellinen kuunpimennys, ei näy Suomessa
	marrask. 13.	Osittainen auringonpimennys, ei näy Suomessa
	marrask. 29.	Täydellinen kuunpimennys, näkyy Suomessa

Rengasmaisessa pimennyksessä Kuu ei riittä peittämään Aurinkoa kokonaan. Viereisen sivun kuvasarja on vuoden 1973 pimennyksestä Costa Ricasta.

Allaolevaan luetteloon on kirjattu kaikki maapallolla 1990-luvulla näkyvät pimennykset. Siihen on merkitty myös, näkyykö pimennys Suomessa. (Kuun puolivarjopimennyksiin tätä ei ole merkitty, koska puolivarjopimennyksiä on vaikea lainkaan huomata.)

Pimennysten jaksollisuus

Auringonpimennysten ajankohdat ja esiintymispaikat voidaan nykyisin laskea tarkasti tietokoneiden avulla käyttämällä taivaanmekaniikan lainalaisuuksiin perustuvia laskeohjelmia. Laskennan tieteellisten perusteiden ymmärtäminen on vaikeaa ilman matemaatikon ja fyysikon koulutusta. Auringonpimennyksiä on kuitenkin osattu ennustaa

1994	toukok. 10.	Rengasmainen auringonpimennys, näkyy Suomessa osittaisena
	toukok. 25.	Osittainen kuunpimennys, näkyy Suomessa
	marrask. 3.	Täydellinen auringonpimennys, ei näy Suomessa
	marrask. 18.	Kuun puolivarjopimennys
1995	huhtik. 15.	Osittainen kuunpimennys, ei näy Suomessa
	huhtik. 29.	Rengasmainen auringonpimennys, ei näy Suomessa
	lokak. 8.	Kuun puolivarjopimennys
	lokak. 24.	Täydellinen auringonpimennys, ei näy Suomessa
1996	huhtik. 3.	Täydellinen kuunpimennys, näkyy Suomessa
	huhtik. 17.	Osittainen auringonpimennys, ei näy Suomessa
	syysk. 27.	Täydellinen kuunpimennys, näkyy Suomessa
	lokak. 12.	Osittainen auringonpimennys, näkyy Suomessa
1997	maalisk. 8.	Täydellinen auringonpimennys, ei näy Suomessa
	maalisk. 24.	Osittainen kuunpimennys, näkyy Suomessa
	syysk. 1.	Osittainen auringonpimennys, ei näy Suomessa
	syysk. 16.	Täydellinen kuunpimennys, näkyy Suomessa
1998	helmik. 26.	Täydellinen auringonpimennys, ei näy Suomessa
	maalisk. 13.	Kuun puolivarjopimennys
	elok. 8.	Kuun puolivarjopimennys
	elok. 21.	Rengasmainen auringonpimennys, ei näy Suomessa
	syysk. 6.	Kuun puolivarjopimennys
1999	tammik. 31.	Kuun puolivarjopimennys
	helmik. 16.	Rengasmainen auringonpimennys, ei näy Suomessa
	heinäk. 28.	Osittainen kuunpimennys, ei näy Suomessa
	elok. 11.	Täydellinen auringonpimennys, näkyy Suomessa osittaisena

ilman näitä taitoja jo yli kahden vuosituhannen ajan. Tämä on ollut mahdollista, koska pimennysten esiintymisaikojen välillä vallitsee tiettyä säännöllisyyttä.

Jotta voisimme ymmärtää, miksi samankaltaiset pimennykset toistuvat säännöllisin väliajoin, on meidän ensin perehdyttävä pimennysten perimmäisiin syihin. Kuten tunnettua, Kuun rata leikkaa Auringon näennäisen radan eli ekliptikan kahdessa solmupisteessä eli solmussa. Leikkauksen kulma on keskimäärin $5^{\circ}8'$. Aurinko voi ylittää kummankin solmun vain kerran vuodessa, Kuu jopa 13 kertaa. Jos Aurinko ja Kuu ovat yhtä aikaa samassa solmupisteessä tai sen välittömässä läheisyydessä, syntyy osittainen, rengasmainen tai täydellinen auringonpimennys. Täydellinen tai osittainen kuunpimennys taas syntyy, jos Aurinko ja Kuu ovat samanaikaisesti vastakkaisissa solmupisteissä tai niiden välittömässä läheisyydessä. Pimennyksen laji riippuu kohtaamiskohdan etäisyydestä solmuun. Äärimmäinen raja, jotta esimerkiksi auringonpimennys voisi olla edes osittainen, on Auringon ja Kuun etäisyydestä sekä Kuun radan kaltevuuden vaihtelusta riippuen 15.35° – 18.51° .

Pimennys syntyy vuoden kuluessa vähintään kaksi kertaa. Tällöin molemmat pimennykset ovat auringonpimennyksiä. Edullisimmassa tapauksessa syntyy peräti seitsemän pimennystä; tällaisessa sarjassa on joko neljä auringonpimennystä ja kolme kuunpimennystä tai viisi auringonpimennystä ja kaksi kuunpimennystä. Viimeksi harvinainen viiden auringonpimennyksen ja kahden kuunpimennyksen sarja sattui v. 1935.

Aurinko liikkuu ekliptikaa pitkin näennäisesti itään päin noin 17vrk. Kuun ratatason kiertymisestä johtuu, että myös solmupisteet liikkuvat ekliptikaa pitkin. Niiden liike tapah-

Kuun rata on viisi astetta kallellaan Auringon näennäistä rataa vastaan. Siksi pimennyksiä voi tapahtua vain ratojen leikkauspisteiden eli solmujen lähellä.

tuu Auringon liikettä vastaan, ja täyteen kierrokseen kuluu noin 18.6 vuotta. Tästä seuraa, että ns. solmuvuosi (Maan kiertoaika solmuun nähden) on tavallista vuotta lyhyempi, vain 346.6201 vrk. Kuun kiertoaika solmuun nähden, solmukuukausi, taas on 27.2122 vrk. Kolmas tekijä, jolla on merkitystä auringon- ja kuunpimennysten laskemisessa, on ns. synodinen kuukausi, jolla tarkoitetaan aikaa uudesta-kuusta uuteenkuuhun. Se on 29.5306 vrk. Aurinko saavuttaa solmun siis aina solmuvuoden, Kuu taas solmukuukauden kuluttua. Näiden suhde on sellainen, että 19 solmuvuotta on suunnilleen yhtä pitkä kuin 242 solmukuukautta, mikä taas on yhtä pitkä kuin 223 synodista kuukautta. Tarkemmin

19 solmuvuotta	= 6585.78 vrk
223 synodista kuukautta	= 6585.32 vrk
242 solmukuukautta	= 6585.36 vrk

Saros-jakso

Näin saatu ajanjakso 6585.3 vrk eli 18 vuotta 10, 11 tai 12 päivää (riippuen jaksoon sisältyvien karkausvuosien lukumäärästä) on jo vanhalla ajalla tunnettu Saros-jakso. Sen avulla voidaan ennustaa auringon- ja kuunpimennyksiä seuraavasti: Merkitään muistiin auringon- tai kuunpimennyksen tarkka ajankohta ja lasketaan siitä sitten 6585.3 vrk eteenpäin, jolloin tavataan toinen miltei samanlainen pimennys. Aurinko ja Kuu ovat silloin solmuun nähden suunnilleen samassa paikassa kuin jaksoa aikaisemmin. Samoin ovat Auringon ja Kuun etäisyydet suunnilleen samat, joten pimennys kestää yhtä kauan kuin jaksoa aikaisemmin. Se ei kuitenkaan näy samalla maapallon alueella. Saros-jakso on näet $1/3$ vrk kokonaista vuorokausimäärää pitempi, mistä johtuen uusi pimennys näkyy 120° aikaisempaa lännempänä.

Vasta kolmen Saros-jakson kuluttua päästään samalle pituuspiirille, ei kuitenkaan samalle pimennysvyöhykkeel-

18 le, sillä pimennyskaaren keskipiste vaeltaa koko ajan etelään päin. Tämän voi helposti ymmärtää, jos pitää mielessään, että 19 solmuvuotta on 0.46 vrk pitempi kuin 223 synodista kuukautta. Koska Auringon näennäinen liike tuona aikana on $0.46 \times 60' = 28'$, saavuttaa Aurinko uuden kuun Saros-jakson päätyttyä aina 28' aikaisempaa lännempänä, ja seuraava pimennyskaari siirtyy aina hiukan etelämäksi.

Seuraavaan taulukkoon on koottu joukko Saros-jaksoja noudattavia täydellisiä auringonpimennyksiä.

Aika	Kestoaika		Pimennyskaaren keskipiste	
	min	s	leveys	pituus
20.5.1947	5	14	0°S	21°W
30.5.1965	5	16	2°S	134°W
11.6.1983	5	11	6°S	114°E
21.6.2001	4	56	11°S	3°E
2.7.2019	4	32	17°S	109°W

Taulukossa mainitut täydelliset auringonpimennykset kuuluvat siihen Saros-jaksojen sarjaan, joka päättyy osittaiseen pimennykseen maaliskuun 21. päivänä v. 2452. Kaikkiaan on yhdessä Saros-jaksojen sarjassa 82 pimennystä, ja kaikki tapaukset käydään läpi $81 \times 18.03 = 1460.4$ vuodessa. Sarja alkaa joukolla osittaisia auringonpimennyksiä, jotka näkyvät pohjoisnavan ympäristössä. Niitä seuraa joukko keskileveysasteilla näkyviä rengasmaisia ja täydellisiä auringonpimennyksiä. Sarjan lopussa esiintyy jälleen osittaisia auringonpimennyksiä, jotka näkyvät etelänavan ympäristössä.

Jokainen auringonpimennys kuuluu johonkin Saros-jaksojen sarjaan. Saman vuoden aikana sattuvat pimennykset kuuluvat luonnollisesti eri sarjoihin, sillä ne sattuvat kuu kauden tai puolen vuoden väliajoin eivätkä 18 vuoden väliajoin.

19 Vuonna 1887 itävaltalainen professori Th. Ritter v. Oppolzer julkaisi suurteoksen *Canon der Finsternisse*, joka sisältää tiedot 8000 auringon- ja 5200 kuunpimennyksestä. Nämä sattuvat vuosien 1207 eKr ja 2161 jKr välillä. Teoksen mukaan maapallolla näkyy vuosisadassa keskimäärin 238 auringonpimennystä, nimittäin 84 osittaista, 77 rengasmaista, 11 osaksi rengasmaista, osaksi täydellistä ja 66 täydellistä auringonpimennystä. Yhden Saros-jakson aikana voi siten esiintyä 42 erilaista auringonpimennystä. Koska näiden täytyy kuulua eri sarjoihin, on samanaikaisesti olemassa 42 Saros-sarjaa.

Auringonpimennysten ennustamisessa kauan ja paljon käytetyn Saros-jakson lisäksi on olemassa muitakin jaksoja, mm. 358 synodista kuukautta kestävä Inex-jakso. Saros-jakso on kuitenkin jaksoista tärkein.

2. VUODEN 1945 PIMENNYS

W f einäkuun 9. päivänä 1945 Aurinko nousi osittain pimentyneenä Tyynellä valtamerellä lähellä Kalifornian rannikkoa. Täydellisyysvaiheensa pimenemisen J.L. -J.L. mennys saavutti Pohjois-Amerikan Yhdysvalloissa Oregonin ja Kalifornian rajoilla. Siellä se oli kuitenkin vielä liian alhaalla, jotta siitä olisi voitu tehdä tieteellisiä havaintoja. Tämä oli mahdollista vasta Kanadan puolella, kun Aurinko oli noussut yli 10° taivaanrannan yläpuolelle. Kanadasta pimennys eteni Hudsonlahden yli Pohjois-Atlantille ja Grönlantiin ja sieltä edelleen Norjan Lofoteille ja Ruotsiin. Suomessa se näkyi 85 km levyisellä Kokkolasta Valamoon ulottuvalla vyöhykkeellä. Täältä pimennys eteni Venäjälle ja päättyi lopulta Turkestaniassa.

Kello 16 sattunut täydellinen pimennys kesti Suomessa hiukan yli minuutin. Se herätti suurta huomiota, olihan toinen maailmansota juuri päättynyt. Ihmiskunnan henkiset voimavarat olivat jälleen vapaat rauhan työhön. Tiede miespiireissä pimennystä varustauduttiin havaitsemaan monin tavoin.

Valmisteleva komitea

Suomen Geodeettis-Geofysikaalinen Kansalliskomitea asetti jo 1943, sodan vielä kestäessä, komitean valmistelemaan auringonpimennyksen aikana tehtäviä tieteellisiä kokeita.

Vuoden 1945 pimennyksen täydellisyysvyöhyke alkoi Yhdysvalloista ja jatkui Grönlannin ja Skandinavian yli Neuvostoliittoon.

Sen puheenjohtajaksi tuli Geodeettisen laitoksen silloinen johtaja, professori I. Bonsdorff, ja jäseniksi valittiin professorit V.A. Heiskanen, J. Keränen, E. Paimen, K.F. Sundman ja Yrjö Väisälä sekä tohtorit Gustaf Järnefelt ja E. Sucksdorff. Sihteeriksi otettiin tohtori Pentti Kalaja.

Komitea teki suunnitelmat ainakin seuraavista kokeista:

- geodeettinen välimatkan mittaaminen,
- Auringon koronan tutkimus,
- Einstein-efektin aiheuttama tähtien siirtymä,
- säteilymittaukset,
- valaistuksen muuttuminen,
- aerologinen mittaustekniikka ja
- maan magneettikentän vaihtelu.

Myös Ruotsilla oli monipuolinen tutkimusohjelma. Tämä maa, joka oli välttynyt maailmansodan laajamittaiselta hävi-

tykseltä, omasikin tähän hyvät valmiudet. Siitä hyötyi myös köyhä Suomi, joka pyrki yhteistyöhön läntisen naapurinsa kanssa.

Suomalaisten tiedemiesten tekemät mittaukset ja kokeet onnistuivat yleensä hyvin. Seuraavassa tarkastelemme niitä hieman tarkemmin.

Välimatkan mittaukset 1945

Kuun varjon liikettä havaitsemalla voidaan määrittää maan pinnalle pitkiä perusviivoja. Nämä tukevat kolmio- ja astemittauksia, joita tehdään sekä kartastotöitä että maapallon mittasuhteita koskevia tutkimuksia varten.

Kun määritetään täydellisen pimennyksen alkamis- ja päättymishetki kahdella eri paikkakunnalla, saadaan se aika, minkä varjo tarvitsee kulkeakseen näiden välimatkan. Koska varjon etenemisnopeus on taivaanmekaniikan avulla laskettavissa, voidaan laskea välimatka maanpintaa pitkin mitattuna.

Tämä idea ei ollut vuonna 1945 enää uusi. Sen oli aikanaan esittänyt kuuluisa matemaatikko Leonard Euler, ja sitä oli kokeillut ja kehittänyt vuoden 1927 täydellisen auringon pimennyksen yhteydessä kuuluisa puolalainen geodeetti Th. Banachievicz. Menetelmän sovelluksessa oli kuitenkin vielä 1945, jolloin Geodeettinen laitos kokeili sitä I. Bonsdorffin johdolla, sekä teoreettisia että käytännöllisiä ongelmia. Teoreettiset ongelmat koskivat Kuun varjon liikettä maanpinnalla. Auringon, Maan ja Kuun keskinäiset liikkeet tunnettiin pitkäaikaisten havaintosarjojen perusteella kyllä varsin tarkoin, mutta Maan ja Kuun välimatkaa sitä vastoin ei tunnettu riittävän tarkasti. Lisävaikeuksia aiheutti Kuun reunan muoto.

Käytännöllisen puolen ongelmista oli ajanmäärittäminen vaikeimpia. Jotta auringonpimennyskeinolla olisi välimatka kalle saatu 10–15 metrin tarkkuus, oli pimennyksen alku ja loppuhetket määritettävä noin 0.01 sekunnin tarkkuudella. Tämä oli 1945 paljon vaikeampaa kuin nykyisin. Kun kvartsikellot tuolloin olivat suuria harvinaisuuksia, oli tyy-

dyttävä mittaamaan aikaeroja kontaktikronometrien ja radioaikamerkkien avulla. Tuhansien kilometrien päässä toisistaan sijaitsevien mittausasemien keskinäiseen kellojen vertailuun oli kyllä käytettävissä hyviä aikamerkkejä, mutta niiden kuuluvuudessa oli toisinaan toivomisen varaa.

Täydellisen pimennysvaiheen alku- ja loppuhetkien määrittämiseen oli vuonna 1945 käytettävissä kaksi keinoä: valo kuvattiin Auringon ja Kuun kontaktit elokuvakameralla tai valokuvattiin kontaktien sijasta leimahdusspektrit. Kontaktia oli tunnetusti neljä, nimittäin ensimmäinen kontakti, jolloin Kuun etureuna kosketi ulkopuolisesti Auringon ta-

Auringonpimennystä varten rakennettuja filmikameroita kokeil- laan Helsingin yliopiston tähtitornin pihalla. (Kuva Geodeettinen laitos)

Auringonpimennyksen kontaktihetket: 1 = ensimmäinen kontakti, 2 = toinen kontakti, 3 = kolmas kontakti ja 4 = neljäs kontakti. Avoympyrällä piirretty Kuu kulkee tummennetun Auringon edestä oikealta vasemmalle.

kareunaa, toinen kontakti, jolloin Kuun etureuna kosketti sisäpuolisesti Auringon etureunaa, kolmas kontakti, jolloin Kuun takareuna kosketti sisäpuolisesti Auringon takareunaa, ja neljäs kontakti, jolloin Kuun takareuna kosketti ulkopuolisesti Auringon etureunaa. Näistä toinen ja kolmas kontakti olivat luonnollisesti tärkeimmät.

Kontaktien ja leimahdusspektrien valokuvaamista varten Geodeettinen laitos varusti kaksi retkikuntaa, toisen filtri P. Kalajan johdolla Kokkolan edustalla sijaitsevaan Poroluotoon ja toisen, filtri U. Pesosen johtaman, Kangaslammille Haukiveden rannalle. Kumpikin retkikunta pystytti samalle jalustalle kaksi havaintolaitetta: 206 cm pituisen kaukoputken ja 50 cm pituisen taittavalla prismalla varustetun Zeissin teleobjektiivin. Kumpikin yhdistettiin omaan elokuvaakameraansa, joiden liike oli synkronoitu. Auringosta saatiin siten 19 mm pituisia sirpejä suoranaisella valokuvauksella ja 5 mm pituisia spektriviivoihin jakautuneita sirpejä prismakameralla. Ajanhetki, jona kukin kuva oli valotettu, saatiin ottamalla vastaan englantilaisen Rugby-radioaseman lähettämiä aikamerkkejä.

Suoranaiseen valokuvaukseen tarkoitetut kaukoputket rakensi luonnollisesti alan suuri taitajamme professori Yrjö Väisälä. Niissä oli 13 cm:n objektiivit, joiden polttovälit olivat 204.5 cm. Myös prismat olivat Yrjö Väisälän tekemiä. Niiden taittava kulma oli 17.5°. Elokuvakamerat olivat Cinefon-kameroita, joita lainattiin Suomi-Filmiltä ja Filmiteollisuudelta. Auringon sirpit kuvattiin Kodakin pankromaattiselle 21 DINin filmille ja leimahdusspektrit Agfan 10 DINin Sicherheits-filmille. Valotusajat olivat 1/4 000 sekuntia sirpien ja 1/48 sekuntia spektrien kuvauksessa.

Kumpaakin retkikuntaa suosi hyvä sää, ja kuvaukset aikahavaintoineen onnistuivat erinomaisesti. Saadut tulokset olivat yhdenmukaisia ruotsalaisten saamien tulosten kanssa. Näistä voitiin todeta mm. se tosiasia, että pimennys

Geodeettisen laitoksen kamerat kuvauspaikalla Poroluodossa.

tapahtui Ruotsissa 1.88 sekuntia ja Suomessa 1.90 sekuntia aikaisemmin kuin Kuun taulukoihin perustuvan ennakkolaskelman mukaan olisi pitänyt tapahtua. Onnistuneista havainnoista huolimatta ei geodeettisia etäisyyksiä kuitenkaan koskaan laskettu eikä julkaistu. Niin Poroluodon kuin Kangaslammien mittaukset jäivät tieteen historiaan lähinnä tulevien auringonpimennysten kenraaliharjoituksina. Näistä tärkeimmäksi ja ainoaksi tarkkoihin lopputuloksiin johtaneeksi osoittautui v. 1947 täydellinen auringonpimennys, josta kerromme myöhemmin tässä kirjassa.

Lentokoneesta tehdyt havainnot

Pimennysvyöhykkeen sivureunojen sijaintia yritettiin määrittää valokuvaamalla maanpinnalla etenevää varjoa kor-

kealla lentävästä lentokoneesta. Tehtävään määrättiin valvontakomission luvalla neljä lentokonetta, joista kolme oli Blenheim-koneita ja neljäs oli Dornier-pommikone. Nämä nousivat ilmaan Luonetjärveltä siten, että ne olivat Pietarisaarella, Kalajoella, Juvalla ja Liperissä 6000 metrin korkeudessa noin puoli tuntia ennen pimennyksen täydellistä vaihetta. Kuvaukset, jotka kestivät kukin vain noin 45 sekuntia, tehtiin RKM-ilmakuvakameroilla. Filtri T.J. Kukkamäki, sittemmin Geodeettisen laitoksen johtaja, oli idean isä. Hän oli henkilökohtaisesti mukana eräässä koneista, ja hän on kertonut tämän kirjoittajalle kokemuksistaan mm. seuraavaa:

"Olin Pietarsaareen lentäneessä koneessa. Täydellisen pimennyksen lähestyessä valaistus väheni samaan tapaan kuin lukemien! kuvausten perusteella oli odotettavissa. Kun jäljellä oli

Puolustusvoimien Blenheim-pommikone (vas.), jota käytettiin vuoden 1945 auringonpimennyksen yhteydessä kuvattaessa ilmakuvakameroilla maanpinnalla liikkuvaa Kuun varjoa. (Kuva Topografikun - nan kuva-arkisto)

vain minuutti täydelliseen pimennykseen, Kuun varjo näytti varsin terävältä. Tullessaan kohdalle varjon reuna kävi taas kovin epämääräiseksi. Ainoa mitä voi sanoa oli, että varjon puoleinen osa oli paljon pimeämpi kuin vastakkainen puoli. Pimeä puoli teki myöhäisen illan vaikutelman kun taas vastakkainen näytti aamun sarastukselta.

Erikoisen huomion teki Kalajoen koneessa kersantti Hynninen. Hän katseli auringonkiloa. Kun sitten täydellisen pimennyksen varjon reuna tuli hänen tarkastamalleen alueelle, hän näki kilossa jyrkän varjon reunan. Tämä on ymmärrettävää. Jokainen aalto heijastaa peilin tavoin pienimmänkin auringon sirpin kirkkaana, mutta sitten kun sirppi kokonaan katoaa, katoaa myös meren aalloista heijastuva kuva kokonaan ja tämä raja on selvä ja terävä.

Lennettäessä kohdealueellemme emme aluksi käyttäneet happilaitteita, vaikka niin olisi pitänyt tehdä. Arvatenkin tuossa 4-5 000 metrin korkeudessa minä huomasin outoja valoilmioita koneemme tasojen kärjissä, ikään kuin liekkejä. Luulin niitä ensin fysiikan kirjoista lukemikseni Elmon tuliksi, jotka johtuvat terävistä kärjistä tapahtuvista sähköpurkauksista. Pian kuitenkin totesin olevani väärässä, liekkien näkeminen johtui vain siitä, että olin hapen puutteesta menettämässä tajuntaani. Liekit katosivat heti kun otin happea happilaitteesta.

Emme kenneet erottamaan Kuun varjon rajaa valokuvistamme sellaisella tarkkuudella, että menetelmällä olisi saavutettu minkäänlaista parannusta muilla menetelmillä saavutettuihin tuloksiin. Auringosta suoraan otetuista valokuvista voidaan sirpin asennon perusteella määrittää pimennyksen keskilinjan sijainti sivusuunnassa parinsadan metrin tarkkuudella. Kuun varjon valokuvauksen antamassa tuloksessa on ainakin kymmenkertainen epävarmuus tähän nähden.

Kuitenkin keskustellessani hankkeeseemme hyvin tehokkaasti osallistuneen insinööri-everstiluutnantti K.G. Löfströmin kanssa hän katsoi, että tällä hankkeella oli meidän kannaltamme suotuisa vaikutus. Sodan jälkeen nimittäin Liittoutuneiden Valvontakomissio oli kieltänyt kaikki ilmavoiniemme lennot. Nyt tällaista tieteellistä tarkoitusta varten Valvontakomissio oli antanut lentoluvat neljälle pommittajalle. Tämä lupa rajoittui vain juuri tähän erikoiseen tarkoitukseen, mutta pian sen

*Vuoden 1945 pimen-
nyksen korona. Va-
semmalla lyhyellä va-
lotuksella otettu kuva
koronan sisäosista, oi-
kealla pitemmällä va-
lotusajolla otettu ku-
va, jossa näkyy hen-
nompia yksityiskohtia
koronan ulko-osista.
(Kuvat Geodeettinen
laitos ja Helsingin yli-
opiston tähtitorni)*

*jälkeen saatiin väljempiä lentolupia ja siihen varmasti näillä
auringonpimennyslennoilla oli oma vapauttava merkityksensä."*

Lentokoneista tehty Kuun varjon kuvaus ei perusteellisista alkuvalmisteluista huolimatta johtanut riittävän tarkkoihin tuloksiin, kuten T.J. Kukkamäki itsekin toteaa. Koko yritys kuvata varjoa oli kuitenkin ikimuistettava kokemus jokaiselle mukana olleelle. Heidän tunnelmiaan tulkitsi 9.7.1945 Luonetjärvellä pidetyssä päättäjäisjuhlassa Kukkamäen mainitsema ja arvostama insinööri-everstiluutnantti, sittemmin insinööri-kenraalimajuri K.G. Löfström, myös "Kallena" tunnettu velikulta seuraavasti:

*Emme tienneet onko päivä vaiko yö,
kun hetki auringonpimennyksen lyö,
kun kuuhut hetkeksi peittävi valon auringon.
Emme tienneet, onko päivä vaiko yö,
osasto Kukkamäki kurkisteli siis,*

*lentokoneista kuun varjoa, presiis.
Mutta täsmällistä tietoa ei antanut tää työ.
Emme tienneet oliko päivä vaiko yö.*

Säteily- ja geomagneettiset mittaukset

Radiolähetysten kuuluvuuden, auringonsäteilyn, ilman sähköjännitteen ja lämpötilan sekä geomagneettisen voiman vaihtelua seurattiin useilla paikkakunnilla silloisen Ilmatieteellisen keskuslaitoksen ja Yleisradion toimesta. Ainakin keski- ja pitkäaaltoisten radiolähetysten kuuluvuudessa todettiin ajoittaista heilahtelua. Niinpä esimerkiksi

Lahden yleisradioaseman lähetyksissä oli voimakkaita vaihteluja.

Filtri E. Sucksdorffin Kokkolassa tekemät mittaukset osoittivat laskua tapahtuneen myös ilman sähköjännitteessä. Pimennyksen aikana mitatut jännitearvot olivat näet vain puolet ennen pimennystä mitatuista arvoista. Kun Kokkolan taivas oli täysin pilvetön ja tuuli heikko, olivat olosuhteet mittauksille mitä parhaimmat. Tästä syystä on Sucksdorffin saamia tuloksia pidettävä erittäin luotettavina.

Ilmatieteellisen keskuslaitoksen sääasemat havaitsivat ilman lämpötilassa tapahtuneita muutoksia. Täydellisyysvyöhykkeellä lämpötilat laskivat 3—5 astetta ja osittaisen pimennyksen alueella jonkin verran vähemmän, keskimäärin 3 astetta siellä, missä taivas oli selkeä, mutta vain 1-2 astetta, missä taivas oli pilvessä.

Geomagneettisen voiman rekisteröinti, joka tehtiin Kokkolassa, ei osoittanut selvää efektiä. Auringon suoraa säteilyä koskevat mittaukset, joita professori J. Keränen teki Kokkolassa ja professori Lunelund Rantasalmella, sen si jaan osoittivat selvän vaikutuksen. Suora säteily näet putosi pimennyksen aikana (kuten luonnollista onkin) nollassa tasolle, mutta nousi pimennyksen päätyttyä uudelleen ennen pimennystä vallinneelle tasolle.

Aerologiset havainnot

Vuoden 1945 täydellisen auringonpimennyksen yhteydessä suoritettu aerologinen tutkimus ei koskenut itse pimennysilmiötä vaan auringonsäteilyn vähenemisen aiheuttamia ilmakehän ilmiöitä. Tutkimus kohdistui ensi kädessä sen virheen määrittämiseen, minkä auringonsäteily aiheutti radioluotaimilla tehtäviin ilman lämpötilan mittauksiin varsin stratosfäärissä.

Tämän ns. säteilyvirheen suuruus riippuu Auringon korkeuskulmasta, ilmamassan tiheydestä ja sondia nostavan säähavaintopallon nousunopeudesta. Sen suuruutta oli aikaisemmin yritetty määrittää vertaamalla keskenään päivällä ja yöllä tehtyjä mittauksia, mutta koska stratosfäärin

lämpötilan vuorokautista vaihtelua ei riittävän tarkasti tunnettu, ei säteilyvirhettä voitu tällä keinolla täysin luotettavasti määrittää. Täydellinen auringonpimennys tarjosi tähän hyvän tilaisuuden. Kun Aurinko peittyi täydellisen pimennyksen ajaksi Kuun taakse, ei se voinut säteilyllään häiritä lämpötilan mittauksia eikä aiheuttaa mittarien lukemiin säteilyvirhettä. Stratosfäärin lämpötila voitiin näin olla mitata tarkasti, ja itse säteilyvirhe saatiin suoraan auringonpaisteesta ja Kuun varjossa tehdyn mittauksen erotuksesta.

Mittaukset tehtiin yhteistyössä Ruotsin ilmatieteellisen laitoksen kanssa suomalaisilla radioluotaimilla, jotka oli otettu käyttöön myös Ruotsissa. Sondit kiinnitettiin 1.2 kg:n

Ilmatieteellisen keskuslaitoksen säähavaintopallojen lähetyspaikat vuoden 1945 auringonpimennyksen aikana. Varjostettu alue kuvaa täydellisyysvyöhykkeen.

kuorman kantaviin ilmapalloihin, jotka nostivat luotaimet 20—25 kilometrin korkeuteen. Noin 300 grammaa painavat laitteet luotasivat koko toista tuntia kestävän nousunsa ajan ilman lämpötilaa, painetta ja kosteutta tiedottaen tulokset pienellä radiolähettimellä maanpinnalla oleviin vastaanotti miin.

Mittauksia varten Ilmatieteellinen keskuslaitos lähetti kolme aerologista retkikuntaa täydellisen pimennyksen vyö hykkeelle: maisteri N. Raunion johtaman retkikunnan Kokkolaan, maisteri M. Tommilan johtaman retkikunnan Konginkankaalle ja professori V. Väisälän johtaman Rantasalmelle. Lisäksi laitos varusti yhden mittausaseman pimennysvyöhykkeen pohjoispuolelle Kemiin. Siellä havaintotyöstä vastasivat maisterit E. Vesterinen ja L. Vuorela. Viidentenä mittausasemana toimi Helsingissä sijaitseva Ilman observatorio filtri V. Rossin johdolla.

Ruotsin ilmatieteellinen laitos lähetti tohtori A. Nybergin johtaman retkikunnan pimennysvyöhykkeelle Lövängeriin. Myös Upsalan yliopiston meteorologian laitos osallistui tutkimukseen professori A. Köhlerin johdolla.

Luotausohjelma käsitti Suomessa 77 ja Ruotsissa 48 radioluotausta. Ne aloitettiin vertausarvojen saamiseksi jo heinäkuun 7. päivänä ja lopetettiin pimennyksen jälkeen heinäkuun 10. päivän iltana puolen yön aikaan. Pimennyspäivänä kukin asema teki neljä luotausta, yhden ennen täydellisyysvaihetta, kaksi täydellisyysvaiheen aikana ja yhden sen jälkeen. Täydellisyysvaiheen aikana toinen luotaimista oli 20—25 kilometrin korkeudessa ja toinen 8 kilometriä alempana. Molemmat luotaimet rekisteröitiin samalla vastaanottimella.

Mittausten tuloksena saatiin runsaasti tietoa lämpötilan pystysuorasta jakautumisesta. Luotauskäyristä näkyi, kuinka lämpötila laski viivasuorasi maanpinnalta tropopausiin, joka oli noin 12 kilometrin korkeudessa. Tropopauksissa lämpötila oli noin -58°C . Tästä ylöspäin se alkoi hitaasti kohota, ja 25 kilometrin korkeudessa se oli enää -45°C . Ennen pimennystä tehty luotaus osoitti stratosfäärissä noin 10 astetta korkeampia lämpötiloja kuin täydellisen pimennyksen aikana tehty luotaus. Tämän arveltiin johtuvan sä-

teilyvirheestä, joka osoittautui yllättävän suureksi virhetekijäksi.

Tähtitieteelliset havainnot

Myös Helsingin ja Turun tähtitorneilla oli omat pimennystä koskevat ohjelmansa. Niinpä Helsingin tähtitorni lähetti professori G. Järnefeltin johtaman retkikunnan Kokkolan edustalle Poroluotoon. Retkikunta otti Y. Väisälän valmista milla refraktoreilla neljä valokuvaa Auringon koronasta.

Helsingin tähtitornin retkikunta kuvasi Poroluodossa Aurinkoa Yrjö Väisälän rakentamalla linssikaukoputkella. Retkikunnan koronakuviin (vas.) valotettiin mittauksia varten myös kirkkausasteikot ala- ja yläreunaan.

Niistä kaksi otettiin 6 sekunnin valotusajoilla punasuodattimen RG1 läpi Agfa Isopan ISS -levyille ja toiset kaksi 20 sekunnin valotusajoilla keltasuodattimen GG11 läpi Agfan Orto-levyille. Edellisessä tapauksessa vaikuttivat aallonpituuudet 6 000—6 400 Å (600—640 nm), jälkimmäisessä aallonpituudet 5 000—5 600 Å. Levyihin tehtiin fotometriset asteikot sensitometrillä, jonka Y. Väisälä oli rakentanut Tukholman tähtitornin esimiehen professori B. Lindbladin antamien piirustusten mukaisesti. Levyistä määritettiin mitauksin ja laskuin suhteelliset valovoimakkuudet koronan eri osissa. Tulokset, jotka on julkaistu Suomalaisen Tiedekademyntian toimittamassa Mathematica-Physica -sarjassa, koskivat luonnollisesti niitä aallonpituuksia, joilla kuvat oli otettu. Ne täydensivät sopivasti Ruotsissa otettuja sini-, kelta- ja infrapunaisia kuvia ja edistivät tällä tavalla Aurin gon koronaa koskevaa kansainvälistä tutkimusta.

Turun tähtitornin havainto-ohjelman valmistelu jäi vähäiseksi, koska Y. Väisälän aika kului muille auringonpimennysretkikunnille tilattujen koneiden valmistuksessa. Tähtitorni lähetti kuitenkin oman, Y. Väisälän johtaman retkikunnan Varkauden Unnukassa sijaitsevaan Liukon saareen. Retkikunta otti siellä 10 sekunnin valotuksilla värisuodattimia käyttäen kaksi kuvaa Auringon koronasta sekä teki visuaaliset havainnot pimennyksen kontakteista. Lisäksi se kokeili kontaktien kuvaamista reportaasikameralla.

3. MITÄ LEHDET KIRJOITTIVAT AT

■ "Tuoden 1945 heinäkuun 9. päivänä sattunut täydellinen auringonpimennys herätti maassamme laajaa huomiota. Sitä ennakoitiin Suomen lehdistössä näyttävästi vuodesta 1943 lähtien. Suomi oli tuolloin sodassa, ja koko kansakunnan olemassaolo oli uhattuna. Vaikka sotaa koskevat uutiset olivat lehdistön kirjoittelun pääaiheina, löytyi palstatilaa myös tieteitä ja taiteita käsitteleville kirjoituksille. Tiedemiespiireissä auringonpimennystä pidettiin niin tärkeänä, että sen — naiivisti kylläkin — katsottiin maailmansodasta huolimatta voivan vetää toisiaan vastaan sotivat kansakunnat rauhanomaiseen yhteistyöhön havaintojen järjestämiseksi koko pimennysalueella. Tällaisen mielipiteen saattoi julkisuuteen mm. kuulu maanmiehemme professori V.A. Heiskanen, joka meillä oli pimennyshavaintoja järjestävän komitean jäsen.

Auringonpimennyksen tieteellistä merkitystä kuvaa mainiosti myös seuraava runo, jonka Karjalan Maa julkaisi 15.7.1945:

*Tapauksen koki maamme,
jota harvoin nähdä saamme:
jähän varjoon kaikki muu,
Auringon kun peitti Kuu.*

*Astrologit, tähtinerot,
tutkii, mittaa, laskee erot.*

*Suomen tiede hyötyi tästä,
kesäpäivän pimeästä.
(Nimimerkki "Ka")*

Totuutta ainakin siteeksi

Suomen sanoma- ja aikakauslehdistö selosti kansallemme monipuolisesti auringonpimennykseen liittyviä tieteellisiä kokeita kertoen yleensä totuudenmukaisesti niin kokeiden valmisteluista kuin saavutetuista tuloksista. Silloin tällöin sai kuitenkin mielikuvitus vallan tieteellisestä asiallisuudesta. Niinpä geodeettisten välimatkojen mittaustulosten katsottiin tuovan selvyyttä sellaiseenkin asiaan kuin ikivanhaan taruun kadonneesta Atlantis-mantereesta. Kirjoittelihan esimerkiksi sanomalehti *Kaiku* jo viikkoa ennen pimenystä, että

"...on mahdollista todeta, pitääkö paikkansa, niinkuin väite tään, että esimerkiksi Grönlannin asema muuttuu jatkuvasti. Mahdollisesti täten voidaan saada selvitystä ikivanhaan ja monien kansojen jo kauan sitten tuntemaan taruun Atlantiksesta, jota ei suinkaan voida kumota sillä, että tuota onnensaarta ei ole löydetty. Se on hyvinkin voinut olla olemassa, mutta myöhemmin "merellä purjehtivana saarena" — aivan samoin kuin väite tään Grönlannista — yhtynyt muihin mantereisiin. Täten jos heinäkuun 9. päivän pimennyksen aikana saadaan tehdyksi eräitä tärkeitä havaintoja maanpinnan muutoksista ja maa-alueiden siirtymisistä, myös muinaisuutta koskeville tieteelle sille tutkimuksille avautuu uusia uria..."

Toisena mielenkiinnon kohteena oli ilman lämpötila, jonka otaksuttiin ja aikaisempien kokemusten perusteella tiedetyinkin alenevan lämmönlähteen peittyttyä Kuun taakse. Näin todellakin tapahtui myös 1945; eräiden lehtiutisten mukaan ilman lämpötila aleni jopa 5 asteella: 28 asteesta 23 asteeseen. Pimennyksen päätyttyä lämpötila jälleen kohosi, tällä kertaa 26 asteeseen.

Luomakunnan odotettiin reagoivan voimakkaasti lämpö-

Kaavakuva vuoden 1945 pimennyksen kulusta. Kuva julkaistiin 8.7.1945 mm. Ilkka-lehdessä.

tilan laskuun ja päivänvalon vähenemiseen, ja pimennyksen jälkeen monissa lehdissä kerrotuinkin, kuinka linnut lakkasivat laulamasta ja kukat alkoivat sulkeutua Auringon peittyttyä Kuun taakse. Tällaisissa tieteellisissä uutisissa oli kuitenkin enemmän kuvittelua ja liioittelua kuin totuutta.

Totuutta enemmän kuin siteeksi oli sen sijaan *Mehiläis-tzi/oMS*-lehdessä (n:o 3/1946) julkaistussa Arvo Melinin kirjoituksessa. Melin oli auringonpimennyksen sattuessa tarkkaillut vaimonsa Sivin kanssa Nurmijärven Uotilan kylässä erään keskivahvan mehiläisyhteiskunnan käyttäytymistä. Hän oli havainnut, että valon väheneminen aiheutti selvän laskun medenhakuun pesältä lähtevien ja hakumatkalta palaavien työmehiläisten lukumäärissä, vaikkakaan se ei kokonaan pysäyttänyt lentoja pesälle ja pesältä pois. Yhteiskunnan kuhnurit sitä vastoin olivat osoittautuneet valonpuutteelle erittäin herkiksi, sillä pesältä lähdöt ja pesälle paluut olivat loppuneet käytännöllisesti kokonaan pimenuksen ajaksi.

Harrastelijat havaintojen teossa

Harvoin ovat tiedemiehemme olleet niin suuren huomion kohteena kuin 1945. Julkisuutta riitti lehtien palstoilta niin tähtitieteilijöille, klimatologeille ja meteorologeille kuin myös geodeetikoille, geomagneetikoille ja muille geotieteilijöille. Tähtitieteen harrastajatkin saivat osansa julkisuudesta, kuten esimerkiksi tähtitieteellisen yhdistyksen Ursan jäsen A.V. Raita, joka sanomalehti *Sisä-Suomen* mukaan oli matkustanut Helsingistä Viitasaarelle "oman intonsa iloksi tutkimaan auringonpimennystä". Hän totesi lehdelle, että "Auringon korona oli juhlallinen ja kaunis valaisten pimennyksestä huolimatta maan kalpeaan hämääseen". Hän ei kertomansa mukaan nähnyt prismakiikarilla Auringon protuberansseja eikä paljon auringonpilkkuja. Pilkuthan esiintyvät jaksollisesti ja vuosi 1945 kuului vähäpilkkuiseen jaksoon. Sen sijaan A.V. Raita kertoi nähneensä tähtiä ja planeettoja: Auringon läheltä mm. Marsin ja Saturnuksen.

Terveydelle haittaa

Tavallisen kansalaisen terveydestä sanomalehdet pitivät hyvää huolta varoitellen lähes päivittäin suoran katsomisen vaaroista. Aurinkoa sai katsoa vain noetun lasin tai tumman filmin läpi. Asian tärkeys selvinnee erinomaisesti seuraavasta Etelä-Saimaa-lehdessä 8.7. julkaistusta "Juhanin" paikasta "Kuuleha ko mie haastan":

Huomenna se sitten maailma mustenee meidän silmissämme ihan sananmukaisesti. Vaikka olisi kuinka kirkas ja aurinkoinen päivä, tulee huomenna klo 16 aikaan melkein yhtä pimeä kuin keskiyöllä. Aurinko näet menee silloin kuun taakse piiloon, emmekä näe siitä kuin kapean viirun. Mutta ei se kauan malta piilosilla leikkiä, vaan tulee taas kohta näkyviin entistä lämpiämpänä.

Alkakaapas nyt etsiä ikkunaruuudun palasia ja noetkaa ne oikein hyvin. Vain niiden läpi on lupa tiirailia tätä auringonpimennystä. Maan silmälääkärit ovat sanomalehdissä monta kertaa varoittaneet, ettei pidä paljain silmin pimennystä katsoa, tai voi käydä niin hassusti, ettemme loppuikänämme enää näe mitään muuta kuin pelkkää pimeätä.

Me kyllä tiedämme jo Aatamin aikuisista kokemuksista, että ihmisillä on erinomainen halu tehdä juuri sitä, mikä on kiellettyä. Siksi pelkäämme pahoin, että monet ihmiset nytkin varoituksesta huolimatta tirkistelevät pimenevää aurinkoa ilman suojalasias ja menettävät näkönsä. Mutta syyttäköön itseänsä, jos saavat loppuikänsä vaeltaa pimeässä.

Silmälääkärit ja myös allekirjoittanut ovat varoittaneet tuollaisesta kevytmielisyydestä, joten me pesemme kätemme jos kenelle aurinkoa tiiraillessaan käy hullusti.

Noettuja laseja ja tummennettuja filmejä myytiin auringon katseluun hyvällä menestyksellä eri puolilla maata — kiitos sanomalehtien tiedotuskampanjan — ja katseluvälineiden kauppaajat saivatkin näistä sievoisia lisäansioita. Niinpä Helsingin Sanomissa kerrottiin 10.7.1945 "aurionpimennyslasien menneen hyvin kaupaksi Helsingissä". Valitettavasti Helsingin taivas oli pimennyksen aikana pilvien

peitossa, joten lasien ostajat olivat tehneet hankintansa turhan takia.

Historiaakin tunnettiin

Entisaikojen auringonpimennyksiäkin käsiteltiin sanoma lehtien palstoilla. Niinpä nimimerkki "Juhani" kertoi Hä-

Pimennyslasit menivät hyvin kaupaksi Helsingin kaduilla. (Piirros Helsingin Sanomat 10.7.1945)

meen Sanomien palstoilla 8.7. tutun tarinan kahdesta kiinalaisesta hovitähtitieteilijästä Histä ja Hosta, jotka noin neljä tuhatta vuotta sitten teloitettiin, kun he olivat laiminlyöneet velvollisuutensa tiedottaa tulevasta auringonpimennyksestä. "Juhani" tiesi myös, kuinka auringonpimennys oli tehnyt "pahat kepposet parituhatta vuotta myöhemmin itselleen Aleksanteri Suurelle", joka oli menettänyt taistelunsa Arbelan luona. Taistelun aikana Aurinko nähtiin äkkiä pimenä ja niin suuri kauhistus valtasi hänen sotaväkensä, että se oli vähällä paeta vihollisen edestä. Onneksi pimennys meni pian ohi, jolloin rohkeus palasi jälleen sotamiehiin.

Leikillisiä uutisia

Vaikka pääosa lehtien kirjoittelusta keskittyi itse auringonpimennyksen tähtitieteellisiin perusteisiin tai tieteellisiin sovelluksiin, oli pimennys myös leikinlaskun aiheena. Tästä olkoon esimerkkinä seuraava kirjoitus:

Eilisessä tehdessämme olleessa auringonpimennystä Oulussa käsittelevässä uutisessa kerrottiin, ettei Oulussa voitu pimen nyksen aikana havaita taivaalla tähtiä. Samana aamuna kuitenkin soitettiin toimitukseemme parikin kertaa ja väitettiin, että läntisellä taivaalla oli sittenkin havaittu yksi tähti. Toinen soittajista ilmoitti hänellä olevan parikymmentä todistajaaakin puolellaan, joten hänen silmiään on uskottava reportterimme näköelimiä paremmiksi. Yksi tähti siis näkyi pimennyksen aikana Oulussakin, mikä nyt oikaisuna mainittakoon. Sitäkin suuremmalla syyllä, koska muuten eräs, joka oli lyönyt 1,000 markan vedon siitä, että tähti näkyisi Oulunkin taivaalla pimennyksen kestäessä, menettäisi vetonsa. (Kaleva 11.7.1945)

Oma huvittavuutensa oli seuraavallakin tarkemmin ajatellen varsin järkevällä uutisella:

"Auringonpimennys tukahdutti uhkaavan metsäpalon. Maanantaina iltapäivällä, vähän ennen auringonpimennyksen alkua, pääsi tuli riistäytymään irti metsässä Jouppilanvuoren

*takana Takalan ja Rinta-Joupin metsäsaroilla. Tilanne oli erit-
tään uhkaava, sillä metsät ovat nyt rutikuivia ja melkoinen
tuuli kävi. Jouppilanvuoren takamaastossa on, niinkuin tiede-
tään, metsäistä suota, joka tähän aikaan on aika kuivaa, mutta
pintakasvullisuus, joka ei vielä viherrä, on erikoisen tulena-
kaa. Palopesäkkeet olivat kahdessa eri paikassa ja liekit nieleske-
livät jo latvuksia, ennenkuin maalauskunnasta ja kauppalasta
haalittu sammutusväki pääsi tulen herraksi. Tässä asiassa tuli
luonto avuksi sikäli, että auringonpimennyksen aikana voima-
kas tuuli kokonaan tyyntyi. Tuhoa ehti tapahtua n. kahden
hehtaarin alueella." (Etelä-Pohjanmaa, 11.7.1988)*

"Humpuukia koko auringonpimennys", otsikoi puoles-
taan porvoolainen *Sosialisti* (12.7.1945). Perusteluksi lehti
esitti seuraavan tarinan:

*"... Eilinen auringonpimennys, josta maan meteorologit olivat
niin voimallisesti lyöneet rumpua kuin paremmastakin tapah-
tumasta, meni plörinäksi ainakin Porvoon kaupungin ja lähi-
seudun osalta. Päivällä oli kirkasta ja aurinkoista, mutta kun
kello rupesti lähestymään 16:tta niin pilviluukut vedettiin tai
vaankannen eteen, eikä edes Heinon maalausliikkeestä lunastet-
tu 4 mk:n pimennyspiletti (nokilasi) auttanut! Kun ei näkynyt
niin ei näkynyt — ja "taivaan kirkkaat tähdet" ja "kaamea
tunnelma luonnossa", "kiekuvat kukot" ja "vaikenevat linnut"
ym. reklamoidut luonnon-ihmeet jäivät kokematta. — Se taisi
olla humpuukia koko se pimennys, mistäs ne herrat niitä
taivaan tapahtumia ennakolta lukisivat! huokasi eräs vanha
akka Rihkamatorilla eilen klo 16 aikaan autoa odottaessaan. —
Johan minä sitä sanoin, että mistäs sitä ihminen tietää, milloin
pimenee, milloin kirkastuu. Luoja ne asiat päättää ja säätää!
... Yhdymme!"*

Pakinanikkarit asialla

Pakinanikkarit olivat suurin joukoin asialla, ja monenlaista
pakinaa syntyikin Suomen kansalle sekä iloksi että ajattelun
aiheeksi. Parhaimpiin kuulunee seuraava Savon Sanomissa

auringonpimennyksen jälkeisenä päivänä julkaistu "Aape-
lin" pakina:

"Eilen se sitten pimeni.

*Aurinkokulta nimittäin, jonka piti paistaa yhtä hyvin kom-
munisteille kuin meille muillekin raadollisille kansalaisille.*

*Tällaista auringonpimennystä ei nähdä kuin kerran kahdes-
asadassa vuodessa, ja sen vuoksi minä panin jo aamulla
valkoisen kauluksen kaulaani.*

*— Arvoisa perhe, minä sanoin. — Tänään on auringonpi-
mennys!*

*Perhe katsoi minua kunnioittavasti, niinkuin katsotaan sel-
laisia perhehuoltajia, jotka järjestävät silloin tällöin lastensa
huviksi auringonpimennyksiä.*

*— Joko sinä olet ostanut minulle auringonpimennyslasit?
olisin minä kysynyt vaimoltani, jos minulla olisi sellainen
ollut. Mutta koska edelleenkin olen vanhapoika, tyydyin kiukut-
telemaan muuten vain.*

*— Tänään on auringonpimennys, sanoin minä siis perheelle
ja kehoitin sitä varustautumaan kaikin psykopatologisin väli-
nein tämän maakuntamme historiassa ainutlaatuisen tapahtu-
man varalle.*

*— Pimennyttyökään aurinkoa ei saa katsoa avoimin silmin,
neuvoin perhettä.*

Sitten se tapahtui.

*Maailmankaikkeudessa menivät taivaankappaleet ristiin ras-
tiin.*

Aurinko k u u l e m m a pimeni.

*Sanoivat, että se oli tähtitieteellisessä merkityksessä tärkeä ja
olosuhteisiin katsoen muutenkin hyvä auringonpimennys.*

Niin kertovat.

Minulla sattui juuri silloin olemaan ruokalevot."

Vakavampi hengeltään oli *Mikkelin Sanomissa* 11.7. otsi-
kolla "Pois nyt meiltä päivä päättyi, armas aurinko katosi"
julkaistu "Monnin" pakina:

*"Kauan tätä tapausta
ennustettiin kyllä,*

Täydellinen aurionpimennys

tekee ihmiseen mahtavan vaikutuksen, saattaa eläimet levottomiksi ja luo kolkon tunnelman koko luomakuntaan.

Monet kerrat se on herättänyt kauhua, mutta kiinalaiset ovat jo kauan olleet siitä perillä.

Ehkä mielenkiintoisin kaikista taivaan ilmiöistä on täydellinen auringonpimennys. Tämä ilmiö on varsin harvinainen, jollakin määrätillä paikkakunnalla se sattuu keskimäärin kerran tai kaksi vuosisadassa, kertoo prof. I. Bondorff haastattelijalle, joka pyytää häneltä tietoja heinäkuun 9 p:nä tapahtuvasta auringonpimennyksestä.

— Täydellinen auringonpimennys tekee katsojaan valtavan vaikutuksen. Auringon kehään syntyy lovi, joka hiljakseen laajenee ja n. tunnin kuluttua viimeisetkin auringon säteet harvat näkyvistä. Sinä hetkenä tuntuu muutos koko luomakunnassa. Eläimet käyvät levottomiksi, linnut herkeävät laulamasta ja massa tuntuu kylmä viima.

Tähdet taivaalla sytyvät loistamaan kuin yöllä. Auringon ympärillä näkyy sädekehä,

joka ulottuu paikotellen lähes auringon lämpötilan etäisyydelle siitä. Aivan pimenetyn auringon reunassa näkyy kapea punertava vyö, josta sinkoutuu avaruuteen punertava valokelekkaita. Ilmiö kestää muutamissa tapauksissa useampia minuutteja, tavallisesti kuitenkin 1–2 min. Sen jälkeen kapea auringon säde tulee vastakkaisella puolella esiin ja silmänräpäyksessä on koko lumous ohi. Sitten aurinko kasvamisestaan kasvaa ja on taas tunnin kuluttua entisellään.

— Eläimet, jotka tällainen ilmiö, joka samalla paikkakunnalla saman sukupolven aikana harvoin näkyy useammin kuin kerran.

on aina herättänyt etenkin alkuperäisissä kansoissa hämminkiä ja kauhua, koska ei ole ollut minkäänlaista aavistustakaan ilmiön syystä.

Jo varhain kiinalaiset kuitenkin olivat oppineet tuntemaan, mistä tuollainen auringonpimennys johtui, ja vieläpä joitakin tuhansia vuosia ennen ajanlaskuamme edeltäpäin laskemaan, milloin ilmiö tapahtuu. Nykyään on tähtitiede kehittynyt sille asteelle, että auringonpimennys voidaan ennakoita laskea aivan minuutin tarkkuudella useita vuosia tojakin eteenpäin. Esim. tänä kesänä, heinäkuun 3 päivänä, Suomessa näkyy auringonpimennys, sen aika on jo ennakolla laskettu sekunnin tarkkuudella. Ja kun uusi, parhaillaan käynnissä oleva lasku valmistuu, saadaan pimennyksen aika selville sadassa sekunnin tarkkuudella.

— Mehän tiedämme kalkki jo kansakoulusta, että auringonpimennys aiheuttaa kuu, joka kiertäessään maata joutuu aika ajoin auringon eteen

Jo sanomalehtien "kissan korkuisin" kirjaimin ladotuista otsikoista setvisi, että kysymyksessä oli vuosisadan merkittävimpään kuuluva tähtitieteellinen ilmiö. (Keskisuomalainen 5.7.1945)

merkit kuussa, auringossa, verivaatteet yllä ..."

laulettiin ennenvanhaan veisussa "laulu maailmansodasta". Nyt nuo sanat olisivat vielä enemmän paikallaan kuin silloin v. 1914, sillä nyt jos koskaan on kansa verivaatteet yllä, pitkän hävittävän sodan jälkeen, sodan, jonka rinnalla v. 1914:n veriset päivät olivat lasten leikkiä. Tuntuu kohtalon ivalta, että edellinen maailmansota alkoi, — toinen loppui samanlaiseen taivaan merkkiin. Tarkoittaneeko se sitten sitä, että näiden kahden luonnonihmeen ja ennusmerkin välinen aika on ollut omistettu kokonaan sodanjumalalle ja että ennen niitä ja niiden jälkeen ei maailma ole näkevä sellaista hävityksen kauhistusta kuin niiden välisenä aikana. Sehän olisi kovin lohdullista nykyiselle ihmispolvelle, josta suuri osa on elänyt molempien maailmansotien kauhut, joskin jälkimmäisen näistä paljon läheisempänä ja kouraantuntuvampana.

Toinenkin veisu johtuu mieleen maanantaipäivää ajatellessa. Ennen puolestaan lauletti tunnettu kuopiolainen viisunikkari ja lipetin laskija Tatu Pekkarinen tunnetulla taidollaan:

"Viisas kirja ku vietävä
on allakka kaekkitietävä,
Helsingissä on se räntätty
ja tietoja täöteen päntätty."

Jännityksellä ja silmä kovana tähyilivät mikkeliäiset taivaan merkkejä nähdäkseen, puhuuko allakka totta ja alkaako pimennys tosiaan klo 15.01 niinkuin oli luvattu. Joka ovelle ilmestyi viidentoista maissa jännittyneitä ihmisryhmiä, jotka nokilasit silmissään kohdistivat katseensa taivaalle. Ja todellakin täsmälleen oikealla hetkellä ilmestyi auringon oikeaan laitaan pieni lovi, — kuin hiiren purema, joka nopeasti alkoi kasvaa. Jännitys laukesi hieman; kuului ihmetteleviä huudahduksia. "Kyllä kehnyt tiesivät tarkalleen", päiväili eräs maalaisukko linja-autoasemalla.

Ja niin synkeni maailma kuin neekerin sielu kellon lähetessä kuuttatoista. Ihmisten naamat tummenivat niin, että ihonväri muuttui oudon kellertäväksi, eikä vallitseva saippuapulakaan

ollut huomattavissa. Taivas tummeni tummenemistaan, ja valkeat pilvenhattarat uivat sen kannella kuin saippuavaahto värjären padassa. Kaduille ilmestyi yhä useampia ihmisryhmiä "tirkistellen läpi nelikulmaisen lasin, joka välkkyi kekkulin va semmalla silmällä", kuten sanoi Juhani Jukola. Kovasti tähyilivät mikkeliäiset, näkyisikö mahdollisesti tähtiäkin yön sinisellä taivaalla. Niitä ei kuitenkaan ilmestynyt näkökselle; nähtävästi olivat hyvät mikkeliäiset ihailleet niitä tarpeeksi viiden sotavuoden aikana. Auringon sirppi, joka kaartui alussa vasemmalle, pyörsi vähitellen kaarelle alaspäin ja niin tulikin pimen nyksen pimein hetki. Tunnelma oli jännittävä, tuntui melkein samalta kuin vanhasta viinamiehestä viinajonossa kellon ollessa paria minuuttia vailla neljä. Mutta pian alkoi jälleen ilma kirkastua, auringon valo muuttui heleämmäksi ja ihmiset kylästyivät. Hetken kuluttua alkoi elämä jälleen palata tavallisiin uomiinsa, ja luonnonilmiö oli ohi — jälkiä jättämättä.

Tahi olipa sentään jätkiäkin, — mikkeliäisten naamoissa. Katselimme niitä ensin jonkinlaisella ylemmyyden tunteella, — kunnes eräs nouseva kansalainen huomautti meille:

"Sedän naama on niin noessa!"

Heiken vaikenimme. Sitten vastasimme ylevästi liikemies A.B. Kenosentapaan:

"Älä sitä sure poikani..., nokisenkin naaman alla voi sykkiä jalo ja miehekäs sydän."

Uutisia ulkomailta

Sanomalehdet kertoivat myös kansainvälisistä tapahtumista. Tietoa saatiin runsaasti Ruotsista. Myös itäisestä naapurimaasta Neuvostoliitosta samoin kuin "rapakon takaa" Kanadasta kulkeutui pimennystä koskevia tietoja kaukaiseen Suomeen. Ruotsissa tehtyjä kokeita lehdet selostivat melko laajasti, ja pientä "vahingoniloa" on havaittavissa eräissä uutisissa, jotka kertovat pilvisyyden pilanneen hyvin valmisteltuja kokeita. Suomessa tehtyjä havaintoja suosinut hyvä sää nähtävästi ruokki nurkkapatrioottien tunteita.

Maailmanpalo riehui tuolloin vielä Kaukoidässä. Niinpä Englanti päätti pitää tiedemiestensä tekemien havaintojen

tulokset salassa sodan päättymiseen saakka. Havainnot, jotka koskivat pimennyksen vaikutuksia radioliikenteeseen, omasivat näet sotilaallista merkitystä.

Keskipohjalaisessa 14.7. julkaistu uutinen kertoi epäsuotuisan sään estäneen auringonpimennyksen suunnitelman mukaisen tarkkailun Keski-Venäjällä. Onneksi Sortavalassa oli kuitenkin selkeätä, ja sinne oli kokoontunut useita tähti tieteellisiä retkikuntia. Tutkimuslaitteita oli lehden mukaan asetettu kaupungin ulkopuolelle ja Laatokan rannoille. Tutkijat työskentelivät saadakseen jokaisen sekunnin vangituksi valokuvauslevylle ja voidakseen yhtämittaisesti tehdä havaintoja. Retkikuntien kaikkien jäsenten kerrottiin olleen tyytyväisiä tutkimusten onnistumisen johdosta.

Sanomalehti Vapaa Sana kertoi 10.7. laajoja valmisteluja auringonpimennyksen havaitsemiseksi tehdyn myös Neuvostoliitossa. Retkikuntia oli lähetetty maan sisäosiin ja oli ryhdytty toimiin, jotta jotkut tiedemiesryhmät voivat ilmaista käsin tarkkailla auringonpimennystä. Lehti kertoi Moskovan radion ilmoittaneen, että se oli selostamalla monia puheita ja kirjoituksia tähdentänyt teollisuudelle havaintojenteon tärkeyttä pimennyksen aikana, niin "ettei kukaan voinut saada aihetta käsitykseen, että monet, jo viikkokausia sitten Euroopan eri osissa ja Aasiassa työnsä aloittaneet retkikunnat olivat aiheuttaneet vain ajan ja rahojen tuhlausta".

4. TUTKIMUKSET JATKUIVAT 1947 JA 1954

TT juoden 1947 täydellinen auringonpimennys oli
1 / kahden mantereen välimatkan mittaukseen erityi-
1 / sen sopiva. Sen täydellisyysvyöhyke alkoi näet jo
W Tyyneltä valtamereltä. Se kulki sitten koko Etelä-
Amerikan mantereeseen poikki Brasilian rannikolle ja sieltä
keskisen Atlantin yli Kultarannikolle sekä sieltä vielä lähes
koko Afrikan mantereeseen keskiosan poikki lähelle itäran-
nikkoa.

Kultarannikon ja Brasilian välimatka

Kultarannikolle lähetetyn retkikunnan johtajana toimi T.J. Kukkamäki ja Brasiliaan lähetetyn R.A. Hirvonen. Kukkamäen retkikunnan muina jäseninä olivat A.-L. Kukkamäki, T. Tuomi ja O. Vuori. Hirvosen retkikuntaan kuului kolme suomalaismiestä, H. Alikoski, L. Pulkila ja B. Österlund, sekä argentiinalainen J. Sahade. Kukkamäki valitsi havaintopaikaksi Banan kylän lähellä sijaitsevan kukkulan (lat. 6°9'56.35" N, long. 0°1'1.02" E, kork. 220.8 m), Hirvosen havaintopaikka taas sijaitsi lähellä Bocaiuvan rautatieasemaa (lat. 17°14'1.88"S, long. 43°40'15.20"W, kork. 789 m).

Muutamat muutkin maat, nimittäin Argentiina, Neuvostoliitto, Ruotsi ja Yhdysvallat, varustivat retkikuntia, mutta vain molemmat suomalaiset sekä Afrikassa työskennellyt ruotsalainen retkikunta onnistuivat kuvauksissa. Muilla oli

Näyte Afrikan Kultarannikolla jonkin verran ennen toista kontaktia otetusta filmistä. Kummallakin reunalla rei'itysten ulkopuolella näkyy kameran äänigeneraattorin signaali, jota moduloimalla radion aikamerkit ja kronometrin sekunti- ja puolisekuntimerkit saatiin näkyviin.

huonoa onnea pilvien suhteen. Suomalaisillakin oli säähuolia, etenkin Kukkamäellä, joka sai koko kuvauksen ajan jännittää taivaalta uhkaavia pilviä. Näitä sekä retkikunnan muita värikkäitä vaihteita on A.-L. Kukkamäki sittemmin kuvannut matkakirjassaan *Rumpujen Afrikka*. Hirvosen retkikunnalla puolestaan oli huolia aikamerkkien huonon kuuluvuuden ja kameran toimintahäiriöiden takia. Riittävä määrä havaintoja kuitenkin saatiin.

Kotimaahan palattuun Hirvonen ja Kukkamäki mittasivat retkikuntien ottamat filmit. Kontaktihetkien tarkkaa määrittämistä vaikeutti kuitenkin Kuun reunan epätasaisuus. Aurinko saattoi näet paistaa reunavuorien laaksoista, vaikka se jo oli peittynyt vuorten taakse, ja Auringon sirppi näkyi silloin helminauhana. Kuun topografiasta johtuvan virheen korjaaminen oli vaikeata riittävän yksityiskohtaisen kuukarttojen puuttuessa. Lisäksi ilmakehän refraktio ja Kuun libraatioilmiö vaikeuttivat korjauksen määrittämistä. Laskutyössä käytettiin Friedrich Hayn laatimia kuukarttoja. Kun 1960-luvulla sitten uudet kuukartat tulivat markkinoille, oli auringonpimennyskeino menettänyt ajankohtaisuutensa, eikä uutta laskua enää suoritettu.

Vuoden 1947 auringonpimennysmittauksen tulos julkaistiin 1954 Geodeettisen laitoksen julkaisusarjassa. Sen mukaan oli Afrikan Kultarannikon ja Brasilian mittauspisteiden noin 5458.8 kilometrin pituinen välimatka saatu mitatuksi 141 metrin tarkkuudella. Jos Kuun reunan epätasaisuudesta aiheutuva virhe olisi voitu korjata mahdollisimman täydellisesti, olisi välimatkan virhe voitu puristaa ehkä kolmasosaansa, ja lopputuloksen tarkkuus olisi siten ollut 45–50 metriä. Saatu tulos oli kuitenkin tyydyttävä. Itse asiassa se oli niin tarkka, että siihen ylettiin mannerten välisissä mitauksissa uudelleen vasta 1960-luvulla, kun tekokuut alkoivat vakiinnuttaa asemaansa geodeettien työvälineenä.

Vuoden 1954 pimennys

Vuonna 1954 sattui kolme auringonpimennystä, joista kesäkuun 30. päivän pimennys oli edullisen kulkunsa vuoksi geodeettisesti tärkeä. Se alkoi Yhdysvalloista Omahan seudulta, eteni Suurten järvien kautta Grönlannin eteläkärkeen ja sieltä edelleen Norjaan, missä se ylitti Oslon, ja Öölantiin ja jatkui sieltä Venäjälle ja Intiaan, missä se lopulta päättyi.

Pimennyksen havaitsemista varten Geodeettinen laitos oli yhteistyössä Norjan ja Ruotsin vastaavien viranomaisten kanssa asettanut pimennystä havaitsemaan kaksi retkikuntaa, toisen professori Pentti Kalajan johdolla Norjan länsirannikolle Sotran saarelle ja toisen professori R.A. Hirvosen johdolla Öölantiin. Tämän lisäksi Geodeettinen laitos oli

Suomalainen "Hi" ja "Ho" eli professori R. A. Hirvonen ja tohtori Tauno Honkasalo Öölannissa 30.6.1954. Auringonpimennyksen valmistelu on käynnissä.

yhteistyössä Yhdysvaltain osavaltion Ohion yliopiston kanssa, jossa maanmiehemme V.A. Heiskanen toimi geodesian professorina. Tämä yliopisto varusti peräti 4 retkikuntaa pimennystä havaitsemaan. Näistä 2 retkikuntaa lähti Labradorin niemimaalle, yksi Grönlantiin ja yksi Iraniin. Grönlannin retkikunnan johtajaksi määrättiin tohtori T.J. Kukkamäki.

Sotran retkikunta lähti Helsingistä asemapaikalleen jo 4.6. Miltei jatkuvasta huonosta säästä huolimatta retkikunta sai kaikki valmistelutyönsä tehdyksi ja oli 30.6. valmis havaintojen tekoon. Kun pimennyksen piti tapahtua, oli tai vas pilvinen ja sataa tihutti, ja näin retkikunnan työ meni hukkaan. Kotimaahan retkikunta palasi 4.7.

T. J. Kukkamäen retkikunta asettaa mitauslaitteita paikoilleen Grönlannin eteläkärjessä sijaitsevalle asemapaikalle.

Öölannin retkikunta lähti asemapaikalleen 9.6. Havaintopäivänä taivas oli osittain pilvessä, mutta ensimmäisen, toisen ja kolmannen kontaktin kuvaus näytti silti onnistuvan pilvien läpi. Filmin kehityksen jälkeen todettiin valotuksen kuitenkin olleen siinä määrin vaihteleva, että filmiä ei voitu mitata, ja näin meni myös Öölannin retkikunnan työ hukkaan. Öölannin retkikunta palasi kotimaahan 6.7.

Grönlantiin matkanneen TJ. Kukkamäen retkikunnan aineelliset edellytykset mittausten onnistumiselle olivat erinomaiset. Sillä oli käytettävissään ajan parhaat mittausvälineet, lentokone Grönlantiin kulkua varten ja riittävästi aputyövoimaa. Ainoa, mitä siltä puuttui, oli säiden haltijan suosio. Niinpä retkikunta joutui jo menomatkallaan sään armoille, sillä sankka sumu pysäytti matkanteon Newfoundlandin lentokentälle. Vasta neljän päivän odotuksen jälkeen retkikunta pääsi lähtemään ja myös laskeutumaan onnellisesti Grönlannin eteläkärjessä sijaitsevalle Narsarsuakin lentokentälle. Siellä retkikunnan valmistelut sitten sujuivatkin vaikeuksista lukuunottamatta radioaikamerkien vastaanottoa. Lentokentän teleprintterit näet estivät erään englantilaisen aikamerkin kuuluvuuden, eikä teleprinttereitä voinut pysäyttää, koska siitä toimenpiteestä oli si aiheutunut vaara Pohjois-Atlantin lentoliikenteelle. Retkikunta ratkaisi ongelman rakentamalla aikamerkeille 5 kilometrin pituisen lanka-antennin! Kaikki perinpohjaiset valmistelut osoittautuivat sitten kuitenkin turhiksi, sillä pimennyspäivänä satoi — täydellinen epäonnistuminen oli ollut täysin selvä tuon päivän aamusta alkaen.

Kun ottaa huomioon, että mikään vuoden 1954 geodeettisista auringonpimennysretkikunnista ei huonon sään takia saavuttanut tuloksia, oli säiden haltija todella epäsuopea globaalista geodeettista tutkimusta kohtaan.

5. PIMENNYKSET KIRJALLISUUDESSA JA KANSANPERINTEESSÄ

f I Täydellinen auringonpimennys on aina ollut suuren
f luokan taivaallinen näytelmä, jossa "Kaiken Elä-
män Äiti" kätkee loistavat kasvonsa tumman Kuun
taakse. Ei ihme, jos tämä on kaikkina aikoina herät-
tänyt suurta huomiota. Ikivanhasta kirjallisuudesta löytyy runsaasti auringonpimennystä käsitteleviä kirjallisia ja tieteellisiä kuvauksia, jotka ovat säilyneet nykyaikaan. Näillä on suuri tieteellinen arvo, sillä niiden avulla voidaan panna historiallisia tapahtumia oikeaan aikajärjestykseen. Tähtitieteelliset muistiinpanot taas palvelevat taivaanmekaniikan lainalaisuuksien tutkimusta.

Kiinan kirjallisuus

Kiinalaiset tekivät jo 4000 vuotta sitten muistiinpanoja auringon- ja kuunpimennyksistä kaivertamalla niitä esittäviä kuvia ja kirjoituksia eläinten luihin ja kilpikonniin. Niin varhain kuin 16:nneellä esikristillisellä vuosisadalla heidän astronominsa olivat jo jakaneet tähtitaivaan 28 tähdistöön, jotka kuvasivat sinistä lohikäärmettä, punaista varpusta, valkoista tiikeriä, mustaa kilpikonnan jne. Auringon pilkut keksittiin Kiinassa ilmeisesti jo vuonna 28 eKr — yli kuusitoista vuosisataa aikaisemmin kuin Galileo Galilei ne "keksi", ja Kristuksen syntymän aikoihin Kiinassa kyettiin selittämään auringonpimennykset tieteellisesti oikein.

Siamissa 1688 sattunut pimennys osattiin jo heijastaa kaukoputken läpi valkoiselle alustalle (vas.).

Kuuluisin kiinalaisessa kirjallisuudessa esiintyvistä auringonpimennystä koskevista tarinoista lienee vanhassa kronikassa "Shu Ching" esitetty kertomus kahdesta puolijumallaisesta hahmosta Hista ja Hosta, jotka keisari Yao lähetti maan neljään kolkkaan valvomaan Auringon kulkua auringonpimennysten kaltaisten onnettomuuksien välttämiseksi. Hi ja Ho laiminlöivät tehtäviään juopottelunsa ja riettaan elämäntapansa vuoksi. Kuningas Chung K'ang päätti silloin ojentaa Hitä ja Hota, ja hän asetti Yinin markiisin sen sotajoukon komentajaksi, jonka tehtävänä oli rangaista heitä kuolemalla. Markiisi selosti sotajoukolle värikkäin sanankääntein, kuinka "Hi ja Ho eivät olleet kuulleet mitään eivätkä tienneet mitään" äskettäin sattuneesta auringonpi-

mennyksestä ja että heitä oli tästä rikkomuksesta rangaistava. On syytä uskoa, että tämä vanhan kronikan kertomus viittaa todelliseen auringonpimennykseen. Se saattaa koskea vuotta 2159 eKr, jolloin Chung K'ang nousi valtaistuimelle. Kertomuksen yhteys Hin ja Hon otaksuttuun rikkomukseen on sen sijaan epävarma — ehkä taustalla oli jokin uhkatoimi, joka suunnattiin kahteen leväperäiseen poppamieheen.

Assyrialainen nimiluettelo ja raamattu

Assyrialaisesta nimiluettelosta löytyy vuosia 763—762 eKr koskeva maininta: "Kapina Assurin kaupungissa. Aurinko pimeni Sivan-kuussa." Tämä lienee viittaus Vähä-Aasiassa kesäkuun 15. päivänä 763 eKr sattuneeseen auringonpimennykseen. Tähän pimennykseen viitataan myös raamatussa:

*"Ja on tapahtuva sinä päivänä,
sanoo Herra, Herra,
että minä annan auringon laskea sydänpäivällä
ja teen maan pimeäksi keskellä kirkasta päivää."
(Aamos 8:9)*

*"Sentähden tulee teille yö,
näkyjä vailla,
teille tulee pimeys, ennustelua vailla.
Aurinko laskee näiltä profeetoilta,
ja päivä heiltä pimenee." (Miika 3:6)*

Antiikin kirjallisuus

Homeroksen Odysseiasa Odysseuksen paluun ennustetaan ajoittuvan hetkeen, jona "vanha Kuu kalpenee kun uusi ilmestyy". Tässä viitataan ilmeisesti auringonpimennykseen, jollainen voi sattua ainoastaan ja vain uudenkuun syntytuhella. Tietäjä Theoklymenos taas varoitti Odys-

seuksen vaimon kosijoita heitä uhkaavasta kauheasta koh-
talosta (Odysseia XX laulu, O. Mannisen suomennos):

*"Voi, polopäiväiset,
mikä on paha päätynt teille?"*

Aurinko pimeni Vähä-Aasiassa kesken lyydialaisten ja meedialaisten taistelun 585 eKr.

*Yö päät, kasvot kaihtavi,
kaikk' alas jalkoja myöten,
kuuluu tuskan voihke,
ja kyynelet poskia kastaa,
vihmotut on verin seinät,
on kaunoiset katon orret,
haamuja täynnä on tuoli' esipylvähiköt,
piha kaikki,
joit' Erebos pimeäänsä jo kutsuu;
sammunut päivä taivaalt' on,
kaikk' ilmat on peittänyt kaamea synkeys."*

Tämän kolkon ennustuksen katsoivat jo Plutarkhos ja Eustathius viittaavan täydelliseen auringonpimennykseen, joka ajoittui Odysseuksen paluun hetkeen, ja vaikka jotkut myöhemmät oppineet ovat pitäneet sitä ainoastaan tietäjän näkynä, on tapahtuma liitetty Ithakan seudulla huhtikuun 16. päivänä 1178 eKr sattuneeseen auringonpimennykseen.

Herjalauluistaan tunnetun kreikkalaisen runoilijan Arkhilokhoksen (n. 680—640 eKr) kadoksissa olevan runon erääs jälkimaailmalle säilyneessä katkelmassa on myös viittaus auringonpimennykseen: "... koska Zeus, Olympoon Isä, teki keskipäivästä yön, kätkien paistavan päivän, ja ankara pelko valtasi maanpiirin". Tässä tarkoitettu täydellinen auringonpimennys sattui Balkanin niemimaalla huhtikuun 6. päivänä 648 eKr, ja Arkhilokhos oli ilmeisesti sen silmin näkijä.

Kuuluisaksi on tullut se auringonpimennys, joka sattui toukokuun 28. päivänä 585 eKr Vähä-Aasiassa ja Kreikassa. Herodotoksen mukaan tämä pimennys osui lyydialaisten ja meedialaisten välillä käydyn taistelun ajankohtaan. Näin Herodotos (1:74):

"Sillä aikaa kuin he tasaväkisesti jatkoivat sota, niin kuuden tena vuotena tapahtuneessa kahakassa sattui, että taistelun syttyä päivä äkkiä muuttui yöksi. Tämän päivän vaihdon oli miletolainen Thales ennakolta ilmoittanut joonialaisille tapahtuvaksi ja asettanut määrääjäksi juuri sen vuoden, jolloin se myös tapahtui."

Herodotoksen tässä yhteydessä mainitsema Thales (n. 640—546 eKr) tunnetaan yhtenä vanhanajan seitsemästä viisaasta, ja hän lienee saanut tietonsa kaldealaisilta, jotka tunsivat 18 vuotta 10, 11 tai 12 päivää pitkän Saros-jakson. Thaleksen toteutuneen ennustuksen pohjana on ehkä ollut Arabian niemimaan pohjoisosassa toukokuun 18. päivänä 603 eKr tapahtunut auringonpimennys.

Muinainen Rooman valtakunta

Muinaisessa Rooman valtakunnassa luetteloitiin lukuisia auringonpimennyksiä. Erään sellaisen mainitsee valtiomies Cicero (106—43 eKr) sattuneen 350 vuotta Rooman perustamisen jälkeen. Hän myös mainitsee, että sen oli kuvannut roomalaisen kirjallisuuden isäksi sanottu runoilija Ennius (239—169 eKr): "...kesäkuun viidentenä päivänä Auringon peitti Kuu ja yö..." Tällä Ennius tarkoitti Roomassa kesäkuun 21. päivänä vuonna 400 eKr sattunutta auringonpimennystä, joka oli täydellinen tai lähes täydellinen välittömästi auringonlaskun jälkeen. Tämä osoittaa, että juliaanin kalenteriuudistus, jonka Julius Caesar toteutti, siirsi kesäkuuta 16 päivää aikaisemmaksi.

Mainittakoon tässä yhteydessä, että kesäkuun 21. ja 22. päivänä 168 eKr tapahtunut kuunpimennys herätti aikalaisten keskuudessa suurta huomiota. Rooma kävi tuolloin sotaa Makedoniaa vastaan, ja kreikkalaisen historioitsijan Polybioksen (201—120 eKr) mukaan tämän pimennyksen katsottiin ennustavan "kuninkaan pimennystä", siis makedonialaisten sotilaskuninkaiden valtakauden päättymistä. Tämä rohkaisi roomalaisia mutta masensi makedonialaisia, ja Makedoniasta tulikin tuona vuonna Rooman maailmanvaltakunnan provinssi.

Auringonpimennykset ja ajanlasku

Maapallon pyörimisnopeus ei pysy vakiona vaan hidastuu, ja atomikellon näyttämää on tästä johtuen toistuvasti korjat

tava. Lähes vuosittain joudutaan tekemään tasasekunnin korjauksia koordinoituun maailmanaikaan UTC, jota atomikello näyttää, jotta se ei poikkeaisi sekunnin murto-osaa enemmän maailmanajasta UT, joka määrittyy pyörimisliikkeen mukaan. Pyörimisliikkeen hidastumisesta johtuu myös, että eläinradan tähtikuviot ilmestyvät nykyisin etelätaivaalle olennaisesti eri aikana kuin 2 000—3 000 vuotta sitten, jolloin tähdistä ennustaminen kehittyi oppijärjestelmäksi.

Vanhalla ajalla sattuneet auringonpimennykset tarjoavat oivan keinon tutkia maapallon pyörimisnopeuden vaihtelua. Tämä on mahdollista, mikäli pimennystä koskevista muistiinpanoista ilmenee joko täydellisen pimennyksen maantieteellinen esiintymispaikka tai vaihtoehtoisesti se aika, mikä auringonnoususta on kulunut pimennyshetkeen

Kolumbuksen matkassa Amerikassa sattui kuunpimennys (oikealla). Kauhistu neet jamaikalaiset ruokoilevat Kolumbusta palauttamaan Kuun entiselleen.

tai pimennyshetkestä auringonlaskuun. Taivaanmekaniikan avulla voidaan laskea, missä pimennyksen olisi tullut sijaita, jos maapallo olisi koko ajan pyörinyt tasaisella nopeudella. Kun lasketun ja havaitun paikan pituusaste-ero näin saadaan selville, voidaan siitä laskea pyörimisliikkeen nopeudessa tapahtunut muutos.

Monesta tuhannesta historiallisella ajalla sattuneesta auringonpimennyksestä on vain 28 sellaisia, joista on olemassa pyörimisliikkeen tarkistamiseen riittävät muistiinpanot. Nämä pimennykset ovat tapahtuneet vuosien 709 eKr ja 1485 jKr välisenä aikana. Vanhin tunnettu auringonpimennysmerkintä on kuitenkin näitä paljon vanhempi foiniki alainen muistiinpano vuodelta 1375 eKr, mutta siitä ei selviä, oliko pimennys täydellinen. Erikoisen arvokkaaksi on osoittautunut Babyloniassa (nykyisessä Irakissa) huhtikuun 15. päivänä vuonna 136 eKr havaittu täydellinen auringon pimennys. Sitä koskevat luotettavat merkinnät on tehty kahdelle savitaululle.

Ikivanhoihin muistiinpanoihin perustuvat laskelmat osoittavat, että "maapallokello" on 2 000 vuodessa jättänyt 3 tuntia 51 minuuttia, mikä pituusaste-erona on peräti 58°.

Kansanperinne ja pimennykset

Jo varhain taivaankappaleisiin on liitetty myyttisiä käsityksiä ja oppeja, ja moniin niistä on uskottu meidän päiviimme asti. Onhan esimerkiksi astrologia, ikivanha oppi tähdistä ennustamisesta, yhä voimissaan. Tämän voi todeta vaikka pa sanomalehdistä, jotka jopa päivittäin julkaisevat horoskooppeja. Nämä ovat tähtikuvioiden, Auringon ja Kuun sekä planeettojen keskinäisen aseman perusteella laadittuja ennusteita ihmisten tulevista elämäntapahtumista. Astrologia ei perustu todelliseen luonnonkäsitykseen. Siitä huolimatta horoskoopit ovat muutakin kuin pelkkää palstan täyttämistä, sillä niihin uskovat puolitosissaan niin laatijat kuin lukijat, monet tosissaankin.

Valon tulosta maailmaan on olemassa monia tarinoita ja

kansanuskomuksia. Niinpä professori Uno Harva kertoo kirjassaan *Altain suvun uskonto* altaalaisten kansojen tarinoista vanhaudesta ajasta, jolloin ei vielä ollut Aurinkoa eikä Kuuta. Ihmisten, jotka silloin lentelivät ilmassa niin kuin enkelit, kerrottiin itse valaiseen ja lämmittäneen ympäristönsä; he eivät edes kaivanneet Aurinkoa, sillä he olivat valo-olentoja. Mutta sitten yksi heistä sairastui. Jumala lähetti silloin erään olennon auttamaan ihmisiä. Tämä asetti taivaalle kaksi suurta metallipeiliä eli "tolia", ja siitä lähtien on maan päällä ollut valoisaa. Toinen peileistä oli Aurinko, toinen Kuu.

Monien aasialaisten tarinoiden mukaan aurinkoja oli alun perin useita, esimerkiksi kolme tai neljä, jopa kymmenen. Kun niitä oli niin monta, ihmiset olivat menehtymäisillään helteeseen. Maa lämpeni niin, että joet kiehuivat ja kalliot pehmenivät. Eri keinoilla — tarinan alkuperästä riippuen — ylimääräiset auringot pudotettiin alas taivaalta, joten sinne jäi lopulta vain yksi Aurinko. Suloisella paisteellaan se valaisi maan tehden sen asumiskelpoiseksi. Muistona monien auringon aikakaudesta ovat siellä täällä vieläkin tavattavat ihmisen jalanjäljet kallioon painautuneina. Tämän kirjoittajan (J.K:n) lapsuudessa kerrottiin Pohjanmaalla, että ainakin Kurikassa Vuorisen vuoren laella oli ja on vieläkin tällainen "Aatamin" jalanjälki.

Täydellisen ja osittaisen auringonpimennyksen synty Peurbachin (1533) mukaan.

Myös kalevalaiseen runomaailmaan kuului kertomus taivaanvaloista. Ns. päivänpäästövirsi näet kertoi ajasta, jolloin elettiin pimeässä. Sen erään version mukaan jumalaisen "ainoi poikoi" ei voinut elää pimeään keskellä (Martti Haavio. Suomalainen mytologia. WSOY). Hän pyysi Luo jalta lupaa vapauttaa valot. Luvan saatuaan hän teki vaarallisen matkan Hiitolaan, jonne valot oli kätkeyty. Sieltä hän otti ne mukaansa omalle maalleen ja sijoitti ne siellä siten, että ne paistoivat tasapuolisesti kaikille:

*Jumalaisen ainoi poikoi,
Otti Kuun kulmillensa,
Päivän päätyen laelle.
Niin toi kuuhuen kotihin,
Päivyyen omille maille
Muiltailta vierahilta.*

*Jumalaisen ainoi poikoi
Asetteli päivöjähän
Oksille alimmaisille:
Ei päivä tasaisin paista.
Päivä paistoi rikkahille,
Ei köyhille paistakana.*

*Jumalaisen ainoi poikoi
Asetteli päivöjähän
Oksille ylimmäisille:
Ei päivä tasaisin paista.
Päivä paistoi köyhäisille,
Rikkahille ei paistakana.*

*Jumalaisen ainoi poikoi
Asetteli päivöjähän
Oksille keskimmäisille:
Jo päivä tasaisin paistoi
Rikkahille, rakkahille,
Köyhille kerääjille.*

Vaikka kaunis päivänpäästövirsi on osa suomensukuisten

kansojen kansallisrunoutta, on sillä universaaliset yhteytensä kansainväliseen kansanrunouteen ja mytologiaan. Ennen kaikkea se korostaa valon merkitystä ja tarpeellisuutta kaikelle elämälle.

Käsityksiä pimennysten syistä

Auringon valo päivällä ja Kuun valo yöllä merkitsi siis ihmiskunnalle keskeistä elinehtoa: ilman valoa ei voinut elää eikä olla onnellinen. On siis ymmärtettävää, että Auringon ja Kuun pimenemisiä pidettiin ennen muinoin mitä peloittavimpina tapahtumina.

Pakanuuden ajalla eläneet esi-isämme pitivät pimennyksiä jumalmailman asioina. Tämä ilmenee esimerkiksi Mikael Agricolan kirjoittamasta Psaltnin esipuheesta, jossa uskonpuhdistajamme marssittaa eteemme hämäläisten ja karjalaisten koko muinaisen jumalmailman.

*Epäjumalat monet tässä,
muinen palveltin caucan ja Iässä.
Näitä cumarsit Hämäläiset,
sekä Miehet että Naiset.
Tapio, Metzästä pyydyxet soi,
ia Ahti, zvedest Caloia toi.
Äinämöinen, ivirdet tacoï.
Rahkoi, Cuun mustaxi iacoi.
Lieckiö, Ruohot, iuuret ia puud,
hallitzi, ia sencaltaiset muud.
Ilmarinen, Rauhan ja ilman tei,
ia Matkamiehet edesioei.
Turisas, annoi Woiton Sodast,
Cratti, murhen piti Tavarast.
Tontu, Huonen menon hallitzi,
quin Piru monda ivillitzi.
Capeet, myös heildä Cuun söit,
Calevanpoiat, Nijtut ia muud löit.
Maan Cerialaisten Nämät olit
Epäiumalat, quin he rucolit.*

*Rongoteus, Ruista annoi,
Pellonpecko, Ohran casvon soi.*

Siinähan Agricola mainitsi Kuun syöjät "kapeet", jotka ilmeisesti olivat villejä metsäneläimiä. Millaisista metsän eläimistä tässä oli kysymys, ei oikeastaan tiedetä. Ne saat toivat olla taivaallisia susia tai ilveksiä, joilla oli yliluonnollisia voimia (ks. Martti Haavio. Suomalainen mytologia. WSOY). Agricola mainitsi myös, kuinka "Rahkoi Cuun mustaxi iacoi". Tämä sama Rahko eli Rahkonen esiintyy vielä nykyäänkin elävässä kansanperinteessä; hän on se tunnettu ukko, jonka jokainen voi kuukirkkaana yönä nähdä Kuuta tervaamassa.

Myöhemmin, kun kristinusko oli juurrutettu kansamme, selitykset pimennysten syistä saivat kristillistä sisältöä. Raamattunsa hyvin tuntevat esi-isämme olivat näet sitä mieltä, että Auringon ja Kuun pimenemiset olivat Jumalan lähettämiä merkkejä pian tapahtuvasta maailmanlopusta. Esimerkiksi perholainen Väinö Laajala tiesi tämän:

*Kuun ja auringonpimennykset
ovat maailmanlopun merkkejä.*

(SKS/kansanrunousarkisto.VL 314. 1933)

Sanottiinhan tämä selvin sanoin Pyhässä kirjassa:

*Mutta niinä päivinä, sen ahdis-
tuksen jälkeen, aurinko pimenee,
eikä kuu anna valoansa,*

*ja tähdet putoilevat taivaalta,
ja voimat, jotka taivaissa ovat,
järkkyvät. (Markus 13:24-25)*

tai

Sillä taivaantähdet ja Kale-

*Suomessa perkeleen
arveltiin syövän Au-
ringon. Indonesiassa
perkeleen tilalla oli il-
keä jättiläinen Kala
Rau, joka sylkääsee
polttavan Auringon
ulos suustaan.*

*vanmiekat eivät loista valollansa,
aurinko on pimeä noustessansa,
kuu ei kirkkaana kumota. (Jesaja 13:10)*

Kristitty kansamme käsitti monin paikoin pimennyksen aiheuttajaksi itsensä Pimeyden ruhtinaan, joka yritti tuhota Jumalan luomistyöt:

*Perkele söi auringon, samoin
kuun. Jos oli osittainen auringon
tai kuun pimeneminen, niin per-
kele yritti syödä, mutta Jumala
sai ryöstettyä auringon tai kuun
pois.*

Kun aurinko alkoi paistaa, sanottiin: "Jo perkele oksentaa auringon takaisin."

(SKS/kansanrunousarkisto.
Sortavala. KRK 142. J. Karvinen 18)

Aina ei pimennyksiä kuitenkaan pantu Pimeyden ruhtinaan syyksi vaan katsottiin, että:

Kuu on kulullah, kun se katoaa, sillä "lestäh kuu kuluu, takoah täyttyy." Kuu pimenöö silloin kun eteen mänöö paksu pilvi. Samoin myös päivä pimenöö. Vaikka ennen vanhat sanoivat, että Neitsyt Marialla on niin paksu tukka, että se kun mänöö päivän eteh, ni ei päivä paista.

(SKS/kansanrunousarkisto.
Vuonninen. S. Paulaharju, b) 13700. 1930.
Muistiin kirj. 1922)

Toiset taas selittivät, että

"Kuuta silloin kirkastettua, kun kuu pimenöö. Katsopa silloin ku kuu pimenöö, ni siin o ku sormi sen päällä hivuttais, hiulajaa."

(SKS/kansanrunousarkisto.
Uusikirjko V, l. Paulaharju, S. b) 1258. 1904)

Oppineet yrittivät tietysti saada oppimattomat kansanhimiset ymmärtämään, että Auringon ja Kuun pimenemisillä oli luonnollinen, taivaanmekaniikan lakeihin perustuva selityksensä. Niillä ei ollut mitään tekemistä taikauskon kanssa eikä itse asiassa kristinuskonkaan kanssa. Tällaiset kansamme valistajat olivat luonnollisesti "allakan tekijöitä", joiden täytyi jo virkansa puolesta olla selvillä pimennysten oikeista syistä. Turun piispana vuodesta 1728 vuoteen 1733 toimineen Laurentius Tammelinin (Tammelinuksen) vuon-

Piirros auringonpimennyksen synnystä 1500-luvulta.

na 1706 julkaisemassa suomenkielisessä almanakassa oli kirjoitus "Auringon ja Cuun Pimenemisen Aluista ja syistä ja mistä ne tulevat". Siinä Tammelin käsitteli monipuolisesti vanhoja selityksiä pimennysten syistä mainiten myös Kuun syömiset:

Nijn on myös meidän Suomalaisten seasam muunaisin aicoin ollut sencaldainen turha taicuri luulo cuun pimenemisestä/ että hänen pitäis silloin palio kärsimän ja nijncuin coirilda syötämän/ ja tämän turhan luulon jälkeen ovat he sanonet cuun pimitesä: cuu syödän/ joca puhen parsi vielä nytkin pidetän/ cosca cuu pimenepi/ waicka he nijn hyvin cuin muutkin Maacunnat owat opetetut pimene-misistä ja nijden oikeista syistä ja aluista/ cuitengin on yhteinen cansa tämän muistin aica wanhemman formulani loquenxi ja puhen parren pitänyt/ eij ajatellen sillä mitän taicausta waan mitä se izestäns on ja merkize."

Tammelin, joka ennen piispakauttaan toimi Turun Akate-miassa matematiikan professorina, tunsii epäilyksettä pimennysten oikeatkin syyt:

Sentähden pitä meidän kijtämän si tä caickein corkeinda Jumalata/ joca meille nijden taiuallisten ruumisten lijcunnot/ ja nijden cautta tulewaiset pimenemiset/ epälemättömäin syiden ja osotusten cautta ilmoittanut on/ nijn että Mathematicuxet nyt eij ainoastans tiedä pimenemisten ivisseiä syi-

*täi waan myös taitamat ne edeltä-
päin uloslukaa ia osatta."*

Valitettavasti almanakassa oli sillä kertaa niin vähän palstatilaa, että Tammelin joutui jättämään yksinkertaisen kansan enemmän opettamisen almanakan seuraavan vuoden numeroon:

*Eij anna tila myöden tälläkerta pidemmäldä
ylöspannal Jumala suocon Rauha/ tule-
wanawuonna enärnbi tästä samasta.*

Toimenpiteitä pimennysten sattuessa

Kun pimennys sattui, ryhdyttiin luonnollisesti toimenpiteisiin valon palauttamiseksi. Keinoja oli monia: joko veisattiin virsiä tai rukoihtiin hartaasti Jumalaa, jotta Hän palauttaisi valot, kalisteltiin astioita tai iskettiin kirveitä yhteen, jotta valon syöjät pelästyneinä pakenisivat pois. Jotkut tekivät taikoja, toiset taas ampuivat pyssyillä ilmaan. Pimennysten taikomiset olivatkin kiitollista puuhaa: olivat toimenpiteet näet mitä tahansa, ne auttoivat aina, sillä vähän ajan kuluttua valo alkoi jälleen palata maailmaan — kuten luonnollista olikin.

6. PIMENNYSTEN TIETEELLINEN MERKITYS YS

4 uringon pintakerrokset ovat fotosfääri ja sen päällä sijaitseva kromosfääri. Niiden ulkopuolella on kauas ulottuva korona. Fotosfääri muodostaa Aurinkon näkyvän pinnan, jonka alaosassa lämpötila on noin 8 000 kelviniä mutta ulko-osassa vain 4 500 K. Kromosfäärin alimmassa 500 kilometrin paksuisessa kerroksessa lämpötila kohoaa 4 500 kelviniä 6 000 kelviniin. Jämän yläpuolella on useita tuhansia kilometrejä paksu siirtymäkerros, jossa kromosfääri vaihtuu koronaksi ja lämpötila yhä kohoaa nousten lopulta miljoonaa asteeseen.

Kromosfääri ja korona

Täydellisissä auringonpimennyksissä, kun Kuun kiekko peittää kokonaan fotosfäärin, kromosfääri leimahtaa näkyviin. Tämä tapahtuu kaksi kertaa, nimittäin täydellisen vaiheen molemmin puolin, ja ilmiö kestää kerrallaan vain 2—3 sekuntia. Kromosfääri näkyy silloin ohuena vaaleanpunaisena sirppinä. Sen spektri, jota lyhyen keston vuoksi sanotaan leimahdus- tai salamaspektriksi, tarjoaa mahdollisuuden selvittää kromosfäärin kemiallisen koostumuksen ja kerrokselliset rakenteet, ja sen lisäksi kromosfäärin lämpötila ja siinä vallitseva kaasun paine saadaan selville. Salamaspektristä on löydetty yli 3 000 spektriviivaa, joista kirkkaimmat ovat vedyn, heliumin ja joidenkin jopa ionisoitu-

Auringon kromosfäärin leimahdusspektri, jonka Helsingin yliopiston retkikunta kuvasi 1914 Kumlingessa.

neiden metallien aiheuttamia. Spektristä löytyy myös ioni soittuneen vedyn viiva, mikä puuttuu fotosfäärin spektristä. Tämä viittaa paitsi matalaan paineeseen myös korkeisiin lämpötiloihin, sillä vety ei voi ionisoitua 25 000 kelviniä alemmassa lämpötilassa.

Täydellisen auringonpimennyksen aikana tulee näkyviin yksi taivaankannen kauneimmista ilmiöistä: lumivalkoisena syvänsinistä taivasta vasten hohtava korona. Sen muoto vaihtelee pimennyksestä toiseen. Mikäli pimennys sattuu auringonpilkkuminimin aikana, on korona epäsymmetrinen ja siinä näkyvät valosuihkut ulottuvat jopa ≈ 10 Auringon säteen päähän. Pilkkumaksimin aikana korona on säännöllisempi ja muistuttaa päiväntakkaraa; silloin se onkin mitä ihanin taivaankukka. Koronan kirkkaus on vain $1/500\,000$ Auringon kokonaiskirkkaudesta, joten ei ole ihme, jos sitä ei normaaliolosuhteissa voi nähdä paljain silmin.

Koronan spektristä löydettiin viime vuosisadan lopulla voimakkaita spektriviivoja, joita ensin luultiin uuden alku aineen, coroniumin, aiheuttamiksi. Tällaiseen luuloon oli aihettakin, olihan koronasta vuoden 1868 pimennyksen aikana löydetty maan päällä vasta 27 vuotta myöhemmin löydettyä heliumia. Tarkempi tutkimus paljasti kuitenkin, että viivat aiheutti joukko useaan kertaan ionisoituneita aineita, esimerkiksi 13 kertaa ionisoitunut rauta. Näin mo-

Auringon koronan hienorakennetta neuvostoliittolaisten havaintojen mukaan. Ylinnä kesäkuun 1954 pimennyksessä, jolloin Auringon toiminta oli minimissään, keskellä helmikuussa 1952, jolloin aktiivisuus oli kohtalaista, ja alinna heinäkuussa 1968 aktiivisuusmaksimin aikana.

Auringon korona kuvattuna 30.6.1973 Saharan yllä lentäneestä lentokoneesta. Värillisiä koronakuvia löytyy kirjan väri-liitteestä.

ninkertainen ionisaatio voi tapahtua vain äärimmäisissä olo suhteissa; matalan paineen lisäksi tarvitaan korkeaa lämpö tilaa/ ja koko koronan täytyykin olla 0.5 — 1 miljoonan asteen lämpötilassa. Korkean lämpötilan ylläpitämiseen tarvitaan jatkuvasti energiaa, jonka lähteenä ovat nykykäsityksen mukaan Auringon magneettikentän vaihtelut. Nämä indusoivat sähkökentän, jolloin koronassa syntyy sähkövirta, ja aineen vastuksen vuoksi tämä virta kuumentaa koronan kaasua.

Koronasta materia virtaa ulospäin ja muuttuu ilman selvää rajaa aurinkotuuleksi, joka kuljettaa Auringon ainetta

planeettakuntaan, mm. maapallon ilmakehään. Aurinkotuulen tiheys on maapallon etäisyydellä tavallisesti 5—10 hiukkasta kuutiosenttimetrissä, ja hiukkasten nopeus on noin 500 km/s.

Einstein-efekti

Kuluvan vuosisatamme tärkeimpiä luomuksia on yleinen suhteellisuusteoria, joka on pääasiassa Albert Einsteinin kehittämä. Sillä on keskeinen merkitys nykyaikaisessa fysiikassa. Teorian mukaan gravitaatiokenttä aiheuttaa neliulotteisen aika-avaruuden kaareutumisen, ja kappaleet liikkuvat lyhimpiä mahdollisia ratoja eli geodeettisia viivoja pitkin. Materia vetää valoa puoleensa. Tästä johtuu, että tädestä tuleva valonsäde taittuu, kun se kulkee Auringon vierestä. Tämä johtaa optiseen harhaan, sillä tähti näyttää siirtyvän pois tavalliselta paikaltaan. Siirtymä on sitä suurempi, mitä lähempää Aurinkoa säde kulkee.

Yleisen suhteellisuusteorian paikkansapitävyys valonsäteen taittumisen osalta voidaan tarkistaa vain täydellisen auringonpimennyksen aikana, muulloin ei Auringon lähellä olevia tähtiä voida valokuvata. Taittuma on Auringon reunan kohdallakin vähäinen, vain 1.75 kaarisekuntia.

Valonsäteen taittuma onnistuttiin mittaamaan ensimmäisen kerran vuonna 1919, jolloin englantilainen retkikunta havaitsi Brasilian Sobralissa toukokuun 29. päivänä sattuneen täydellisen pimennyksen ja johti 4 tuuman kameralla otetuista kuvista taittumalle arvon 1.98 ± 0.12 kaarisekuntia. Tämä sopi virherajoissa yhteen teoreettisen arvon 1.75" kanssa. Toinen englantilainen retkikunta, joka teki havaintonsa Principesaarella astrofyysikkona mainetta niittäneen Arthur Eddingtonin johdolla, koki joitakin vaikeuksia mutta onnistui niistä huolimatta saamaan viisi mittauskelpoista levyä ja niistä taittumalle arvon $1.61'' \pm 0.40''$. Näin oli Einstein-efekti saanut kahden retkikunnan työn tuloksena kokeellisen vahvistuksensa. Taittuman määritykset on sittemmin toistettu vuosien 1922, 1929, 1936, 1947, 1952 ja 1973 täydellisten auringonpimennysten yhteydessä. Erityi-

sen sopiva tähän tarkoitukseen oli kesäkuun 30. päivänä 1973 sattunut pimennys, jonka täydellisyysvaihe kesti 6 minuuttia 18 sekuntia. Siirtymän arvoksi saatiin silloin $1.66'' \pm 0.18''$.

Radioastronomian kehitys on kulumassa olevan vuosisadan jälkipuoliskolla tehnyt auringonpimennyskeinon tarpeettomaksi Einstein-efektiä koskevissa tutkimuksissa. Massapisteen aiheuttama siirtymä koskee näet valonsäteiden lisäksi radioaaltoa. Syvän avaruuden säteilylähteen, kvasaarin, suunta voidaan määrittää jopa $0.01''$:n tarkkuudella, jos havainnot tehdään käyttämällä kahta radioteleskooppia pitkäkantaisena interferometrina. Siirtymä saadaan, kun kvasaarin suunta määritetään ensin kaukana Auringon suun

Vasemmalla yksi englantilaisen Sobralin retkikunnan valokuvista vuoden 1919 pimennyksestä. Ohuiden pystyviivojen välissä on tähtiä, joiden siirtymät pystyttiin mittaamaan. Näin saatiin vahvistus Einstein-efektille. Kuva on negatiivinen, jotta hennot yksityiskohdat erottuvat paremmin. (Kuva Royal Observatory, Greenwich)

nasta ja sitten sen välittömässä läheisyydessä. Menetelmä ilmakehän aiheuttama refraktioefekti eliminoiduu lähes täydellisesti, Auringon koronan aiheuttama refraktio tuottaa sen sijaan jonkin verran haittaa. Menetelmää on käytetty siirtymän määrittämiseen useita kertoja. Siirtymälle on tällöin saatu arvoja, jotka sopivat jopa 1 %:n tarkkuudella yhteen teoreettisen arvon kanssa, ja tällä tavalla ne varmistavat Einstein-efektin oikeellisuuden.

Ilmakehä ja ilmasto

Auringonsäteilyn vaikutusta ylemmässä ilmakehässä vallitseviin fysikaalisiin olosuhteisiin on tutkittu niin maanpintahavaintojen kuin säähavaintopallojen, rakettien, lentokoneiden ja tekokuiden avulla tehokkaasti jo vuosikymmenten ajan, mutta silti on siellä vallitsevien olosuhteiden tuntemuksessa vielä suuria aukkoja.

Ylempää ilmakehää voidaan tutkia myös täydellisten auringonpimennysten yhteydessä. Tutkijat voivat niiden aikana selvittää esimerkiksi sen, millä tavalla ohuessa ilmassa tapahtuvat kemialliset ja fysikaaliset prosessit reagoivat auringonvalon äkilliseen täydelliseen poissaoloon. Syntyvä tilanne on äkillisyytensä vuoksi tutkimukselle edullisempi kuin vastaava tilanne auringonlaskun yhteydessä. Lisäksi se on niin lähellä ns. valvottua tieteellistä koetta kuin ilmatieteilijä ikinä voi toivoa, onhan valon ja säteilyn määrällinen muutos varjokartion kapealla alueella etukäteen tarkasti laskettavissa.

Seuraavilla auringonpimennyksen yhteydessä tehtävillä kokeilla on erityistä merkitystä ilmakehään liittyvien ilmiöiden tutkimuksessa.

1. Valo- ja varjovyöt

Täydellisen auringonpimennyksen toista kontaktia edeltää ja kolmatta seuraa mielenkiintoinen ilmiö: havaintopaikan ylitse pyyhkähtää sarja kapeita varjo- ja valovyöjä. Nämä vyöt johtuvat samasta ilmiöstä kuin tähtien tuikkiminen, siis liikeillassa olevista kylmistä ja lämpimistä ilmakuplista, jot-

ka taivattavat Auringon kapeasta sirpistä saapuvaa valoa. Ylikittävistä vöistä voidaan tehdä fotometrisiä rekisteröinte jä eri aallonpituuksilla, ja näistä saadaan selville vöiden etenemisnopeudet, leveydet ja muut rakenteelliset yksityis kohdat. Samanaikaisesti tehdään tuulen suunnan ja nopeu den määritykset eri korkeuksilta säähavaintopallojen avul la. Kaikista näistä havainnoista voidaan sitten johtaa ilma kehälle optinen malli.

2. Lämpötilat, ilman tiheys ja tuulet

Ilmakehän lämpötiloissa, tiheydessä ja tuulen rakenteessa tapahtuvat muutokset kiinnostavat luonnollisesti kaikkia ilmatieteilijöitä, ja täydellisten auringonpimennysten aika na voidaankin selvittää, kuinka suuria ovat lämpötilan muutokset eri korkeuksilla tai maanpinnalla eri paikkakun nilla. Samoin voidaan selvittää, kuinka nopeasti lämpöolot kulloinkin toipuvat pimennyksen aiheuttamasta äkillisestä muutoksesta.

3. Ionikonsentraatiot ja magnetosfääri

Täydellinen auringonpimennys tarjoaa geofyysikoille erin omaisen tilaisuuden tutkia auringonsäteilyn äkillisen häviä-

Maan magnetosfäärin rakenne. Viereisellä sivulla maapallon magneettikenttä. Kentän voimakkuudet on annettu mikrotessloina. (Piirroksen II matiteen laitos)

misen vaikutusta ilmakehän ionitiheyksiin. Kiinnostavaa on saada tietoa siitä, mitkä ioneja ja radikaaleja synnyttävistä kemiallisista reaktioista tapahtuvat jatkuvasti, mitkä vain auringonpaisteissa, kuinka nopeasti tietyt ionit häviävät säteilyn loputtua jne.

Maan magneettikentän vaikutusalue, magnetosfääri, ulottuu Auringon puolella 50 000-100 000 km:n päähän, missä aurinkotuulen hiukkaset törmäävät siihen synnyttäen ns. iskupinnan. Vastakkaisella puolella, siis maapallon yö puolella, aurinkotuuli venyttää magnetosfäärin miljoonien kilometrien mittaiseksi pyrstöksi. Täydellisen auringonpi-

mennyksen aikana Auringon puolellakin syntyy yöpuolen tilanne, sillä aurinkotuuli estyy ainakin osaksi. Tämän vai kutuksia voidaan tutkia järjestämällä täydellisen pimennyksen vyöhykkeellä geomagneettisen kentän voimakkuutta ja ilman sähköisyyden muutoksia rekisteröiviä mittauksia.

4. Paineaallot

Ilmatieteilijät ja ionosfäärifyysikot ovat 1970-luvun alusta lähtien etsineet paineaaltoa, joka teorian mukaan esiintyy täydellisen auringonpimennyksen yhteydessä. Kanadalaiset G. Chimonas ja C.O. Hines ennustivat sen olemassaolon 1970-luvun alussa. Kun ilmassa joutuu nopeasti etenevän varjokartion sisään, syntyy sen lämpötilassa ja paineessa äkillinen muutos. Tämä synnyttää paine-eron kartion sisään ja ulkopuolelle jäävän ilmassan välille. Voimakkaimmillaan ero on troposfäärissä ja otosfäärissä. Sen vaikutuksesta ilmakehä joutuu värähdysliikkeen, ja esimerkiksi maanpinnalla vaikuttava ilmanpaine käy läpi sarjan vähäisiä muutoksia, joiden amplitudi on 0.001 % vallitsevasta ilmanpaineesta. Näinkin pieniä ilmanpaineen vaihteluita voidaan mitata nykyisillä mikrobarografeilla. Värähtely voi kestää useita tunteja pimennyksen jälkeen.

Geomagnetismi

Maapallon magneettikenttä voidaan katsoa usean eri magneettikentän yhdistelmäksi. Siinä on voimakkaimpana 2-napainen dipolikenttä, ja sen päällä on 4-napainen kenttä, 8-napainen kenttä jne., ja tämän lisäksi siinä on vielä suuri joukko epäsäännöllisiä kenttiä. Kaikkia näitä ylläpitävät tekijät voidaan jakaa kolmeen ryhmään. Yksi niistä liittyy maapallon nestemäistä ydintä kiertäviin sähkövirtauksiin, toinen rautapitoisten malmien magneettisuuteen ja kolmas ilmakehän sähköisiin ominaisuuksiin.

Maapallo on tavallaan kestopagneetti, jonka akseli muodostaa nykyisin noin 11°:n kulman maapallon pyörähdysakselin kanssa. Akseli vaappuu verkkaisesti piirtäen miljo-

nien vuosien kuluessa sekä pohjois- että etelänapaa ympäröiville alueille epäsäännölliset spiraalikehät, joiden keskipisteet yhtynevät maantieteellisiin napoihin. Lisäksi kentän voimakkuus vaihtelee osapuillleen 10000 vuoden jaksoissa siten, että minimi on noin 15 ja maksimi noin 50 mikroteslaa.

Auringon äkillinen peittyminen Kuun taakse saattaa aiheuttaa efektin magnetosfäärin lisäksi myös geomagneettiseen kenttään. Tähän kohdistuvilla mittauksilla on luonnollisesti oma tieteellinen mielenkiintonsa nykyisinkin.

Auringon läpimitan määrittäminen

Aurinko on pitkän historiansa kuluessa käynyt läpi useita kehitysvaiheita, joiden aikana sen avaruuteen säteilemä lämpöenergia on vaihdellut. Hitaimmat kehitysvaiheet ovat kestäneet satoja miljoonia vuosia, lyhimmat vain muutamia vuosia. Kulumassa olevalla vuosisadalla on todettu kokeellisesti, että Auringon kirkkaus vaihtelee. Ilmiön takana on sisäisessä energiantuotannossa esiintyvä vaihtelu, joka muuttaa Auringon lämpötilaa ja läpimittaa, ja nämä puolestaan muuttavat Auringon pinnan kirkkautta. On todettu, että jos läpimitta pienenee 0.7 kaarisekuntia, niin pintakirkkaus vähenee yhdellä prosentilla.

Auringon energiantuotannossa tapahtuvat vaihtelut vaikuttavat luonnollisesti maapallon ilmastoon. Jos ne ovat suuria, on seurauksena ilmastollinen katastrofi. Vain 4-6 %:n lasku Auringon pintakirkkaudessa riittäisi näet jäädyt tämän maapallon valtameret umpeen ja mantereet lumeen ja jäähän, eikä Auringon kirkastuminen entiselleen voisi koskaan enää pelastaa maapalloa ikuisen jään kahleista. Onneksi muutokset ovat paljon tätä vähäisempiä. Esimerkiksi pintakirkkauden vuosisataisvaihtelut ovat enintään 0.4 % ja läpimitan vaihtelut siten kertaluokaltaan vain 0.2". Näin vähäiset läpimitan muutokset ovat vaikeasti mitattavia.

Täydellinen auringonpimennys tarjoaa käyttökelpoisen keinon mitata Auringon läpimitta 0.1":n tarkkuudella, ja siinä voivat tähtitieteen harrastajat olla suureksi avuksi.

Pimennyksen täydellisyysvaihe kestää näet kauimmin pimennysvyöhykkeen keskellä. Reunan ja keskiviivan välisellä alueella sen pituus riippuu kuvan osoittamalla tavalla havaitsijan etäisyydestä keskiviivaan nähden. Matemaattisen kaavan muodossa:

$$t = \frac{T \cdot C}{D} = \frac{T \cdot (D^2 - 4d^2)^{1/2}}{D}$$

missä

- t = täydellisyysvaiheen kesto aika sekunneissa,
- T = täydellisyysvaiheen kesto aika keskiviivalla sekunneissa,
- D = täydellisyysvyöhykkeen leveys kilometreinä,
- d = havaitsijan etäisyys keskiviivasta kilometreinä.

Vuoden 1990 auringonpimennyksessä D on noin 170 km ja T noin 84 sekuntia. Jos useita havaitsijoita ryhmittyy silloin riviin, joka kulkee pimennyksen täydellisyysvyöhykkeen poikki, ja havaitsee kiikarilla ja sekuntikellolla kestoajan t, saadaan kuvan käyrä määrättyä. Tärkeätä on huoma-

Pimennyksen täydellisyysvaiheen kesto aika (t) riippuu siitä, kuinka kaukana (d) havaitsija seisoo täydellisyysvyöhykkeen keskiviivasta. Tästä voidaan laskea täydellisyysvyöhykkeen leveys (D) ja siitä edelleen Auringon läpimitta.

ta, että näin saatu käyrä, joka on ympyrä, määrää D:n arvon riittävällä tarkkuudella ja tämä edelleen Auringon läpimitan arvon. Tässä edellytetään, että Kuun läpimitta sekä Auringon ja Kuun etäisyydet maapallon keskipisteestä tunnetaan. Lopullisissa laskuissa on otettava huomioon ilmakehän refraktion vaikutus.

Tämä ns. Solrad-koe on helppo järjestää tähtitieteen harrastajien tai vaikkapa koulujen luontokerhojen voimin.

Kuinka luonto käyttäytyy?

Vuonna 1945 suomalainen lehdistö kuvaili värikkäästi, kuinka täydellinen auringonpimennys saattaa eläimet levotomiksi ja luo kolkon tunnelman koko luomakuntaan. Tällainen kirjoittelu oli usein perää vailla; luonto reagoi auringonpimennykseen kokonaan toisin kuin kirjoittajat kuvittelivat.

Tunnetusti on kaikkien elävien olentojen, niin ihmisten, eläinten kuin kasvien, elintoimintojen rytmi sidoksissa Auringon vuorokautiseen ja vuotuiseseen kiertokulkuun, ja valaistuksen ja unen periodit määräytyvät valoisuuden vaihtelun mukaan. Kysymystä siitä, aiheuttaako täydellinen auringonpimennys päivän valoisuudessa niin pitkän katkon, että siitä seuraa näkyvä efekti eliöiden käyttäytymiseen, on tutkittu useiden auringonpimennysten yhteydessä.

Niinpä puolalaiset eläintieteilijät R. VVojtusjak ja Z. Majlert ovat tutkineet eläinten käyttäytymistä useiden auringonpimennysten yhteydessä vuosien 1954 ja 1975 välillä. Vuonna 1954, jolloin Puolassa viimeksi oli täydellinen auringonpimennys, isommat eläimet kuten kissat ja koirat eivät häiriytyneet lainkaan, eivät edes sen täydellisyysvaiheen aikana, linnuissa sen sijaan oli havaittavissa joitakin merkkejä levottomuudesta. Niinpä leivoset ja varpuset lakkasivat laulamasta, mutta vain täydellisyysvyöhykkeellä, muualla ne sen sijaan jatkoivat keskeytyksettä lauluaan. Hyönteiset reagoivat imettäväisiä ja lintuja voimakkaammin: mehiläiset palailivat pesilleen osittaisenkin pimennyk-

Kissat vähät välittävät auringonpimennyksistä. Mutta hyönteiset käyttäytyvät täydellisyysvaiheen aikana poikkeuksellisesti. (Lehtikuva)

sen alueilla, yöperhoset aloittivat lentonsa ja päiväperhoset laskeutuivat ruohistoon aivan kuin yö olisi tullut. Nämä tulokset varmistettiin myöhempien, osittaisten pimennysten aikana, esimerkiksi 1961, jolloin Kuu peitti Puolassa 87—94 % Auringon pinnasta. VVojtusiak ja Majlert tutkivat 1954 pimennyksen vaikutusta myös kyyhkysten suunnis-

tus- ja navigointikykyyn, ja he väittivät pimennyksen jälkeen, että täydellisyysvaiheen aikana tapahtunut Auringon infrapunaisen jalyhytaaltoisen radiosäteilyn häviäminen oli häirinnyt kyyhkysten kykyä suunnistaa. Kun ottaa huomioon, kuinka monesta seikasta lintujen suunnistuskyky saattaa riippua, ei väitettä voine pitää uskottavana.

Puolalaisten tutkijoiden lisäksi muidenkin maiden tutkijat ovat tehneet kokeita luomakunnan käyttäytymisestä auringonpimennysten aikana. Kokeita on tehty esimerkiksi tropiikissa, missä kasvien ja eläinten elintoiminnat ovat vilkkaita ja päivän vaihtuminen yöksi tapahtuu jyrkemmin kuin pohjoisissa maissa. Kokeiden tulokset, joista mm. intialaiset eläintieteilijät ja biologit ovat useaan otteeseen raportoineet, ovat ristiriitaisia mm. siitä syystä, että ei aina voi arvioida, missä määrin itse koe on pelottanut koekaniinia ollutta eläintä. Koetuloksista voidaan kuitenkin sen verran päätellä, että auringonpimennys vaikuttaa vain vähän, jos lainkaan, kehittyneempien eläinten käyttäytymiseen. Hyönteisten elämä sitä vastoin häiriytyy auringonpimennyksen aikana.

Vuonna 1990 tapahtuva täydellinen auringonpimennys tarjoaa niin eläin- kuin kasvitieteilijöille jälleen kerran tilaisuuden tehdä luomakunnan käyttäytymistä koskevaa tutkimusta. Koeolosuhteet ovat tällä kertaa melko poikkeukselliset, nouseehan Aurinko pitkälle pimentyneenä, ja täydellisyysvaihe sattuu osassa Suomea vain muutamia minutteja auringonnousun jälkeen. Aamun herätyskukko on vasta laulunsa laulanut! Tämä saattaa vaikeuttaa tutkimustulosten tulkintaa, joten kaikki kokeet on ennakolta huolellisesti suunniteltava. Niihin voivat maamme monet luontokerhotkin osallistua.

7. SUOMALAISIA AURINGON- PIMENNYKSIÄ

Tämän luvun lopussa on taulukko, jossa on lueteltu kaikki maassamme nähdyt auringonpimennykset noin kolmentuhannen vuoden ajalta. Luettelo ulottuu vuoteen 2133. Tässä kerromme tarkemmin muutamista tämän vuosisadan pimennyksistä.

Vuonna 1914 sattui kaksi auringonpimennystä, joista elokuun 21. päivänä tapahtunut pimennys kosketti myös Suomen aluetta. Tämä pimennys alkoi Alaskan edustalla Pohjoisella jäämerellä. Sieltä sen täydellisyysvyöhyke eteni Grönlannin pohjoisosien ylitse Norjaan ja sieltä edelleen Ahvenanmaan kautta Puolaan ja Kaspianmerelle ja päättyi lopulta Pakistanissa. Suomessa tämä pimennys näkyi täydellisenä Raumalta Hankoon vedetyn viivan länsipuolella. Keskiviiva kulki, kuten sanottu, Ahvenanmaan kautta. Täydellisyysvaihe kesti runsaat 2 minuuttia.

Helsingiläiset Kumlingessa

Oppolzerin vanhan auringonpimennysluettelon mukaan elokuun 1914 täydellisyysvyöhyke olisi kulkenut Helsingin yli tai aivan sen läheltä. Helsingiläiset tähtitieteilijät ehtivät jo toivoa, että he voisivat kuvata pimennystä omasta observatoriostaan. Tarkemmat laskut antoivat kuitenkin tulokset, että vyöhyke kulkisi lännempänä. Siksi suunnitelmia piti muuttaa.

*Auringon korona
21.8.1914 Strömsundissa
kuitattuna. (Kuva
H. von Zeipel)*

Pimennysohjelmia kaavaili kolmimiehinen ryhmä, professori Anders Donner (joka oli yliopiston rehtorina), vt. professori Karl Sundman sekä tohtori Ragnar Furuholm. He valitsivat sopivimmaksi havaintopaikaksi Kumlingen saaren Ahvenanmaalta. Itse ohjelma käsitti viisi kohtaa:

- 1) Helsingin observatorion suurin kaukoputki, ns. kaksoisrefraktori, kuljetetaan kokonaisuudessaan Kumlingeen.
- 2) Koronan spektrin tutkimiseksi hankitaan spektrografi. Sitä voisi pimennyksen jälkeen käyttää muuhunkin arvokkaaseen tutkimustyöhön Helsingissä.
- 3) Edellä mainitun päätehtävän ohella otetaan koronasta valokuvia ja määrätään valokuvista pimennyksen kontaktihetket.
- 4) Koronasta tehdään piirroksia sellaisena kuin se näkyy paljain silmin.

Helsingin yliopiston tähtitieteilijät tekivät elokuussa 1914 tutkimusretken Ahvenanmaan Kumlingeen täydellisen auringon pimennyksen havaitsemiseksi. Vasemmalla suurta kaukoputkea, kaksoisrefraktoria, ollaan pystyttämässä. Oikealla paviiljonki, joka rakennettiin kaukoputkea varten, ja äärimmäisenä oikealla putki valmiina. Sen alapäässä on uusi spektrografi. Tämän sivun alakuvassa harjoitellaan pimennyshavaintoja paviiljongin ulkopuolella.

5) Kontaktihetket pyritään määrittämään observatorion muilla sopivilla laitteilla.

Helsingin yliopiston konsistori myönsi 14 000 markan summan spektrografiin ja muiden tarvittavien laitteiden hankkimiseksi. Jo ennen konsistorin lopullista päätöstä oli keisarillisen senaatin luvalla lähetetty spektrografista tilaus Saksaan.

Havaintolaitteet valmistuivat ajoissa. Lähdön Kumlingeeseen oli määrä tapahtua heinäkuun viimeisenä päivänä, kolme viikkoa ennen pimennystä, höyrylaivalla suoraan Helsingistä. Lähtö peruuntui viime hetkellä, kun sodan puhkeamisen vuoksi komennettiin liikekannallepano ja laiva otettiin sotilaskäyttöön.

Professori Sundman ja tohtorit Furuhjelm ja Iversen onnistuivat saamaan itselleen ja havaintolaitteilleen paikan viimeisestä junasta, joka normaaliaikataulun mukaan lähti Turkuun. Täällä oli tuskastuttavasi odoteltava viikko, ennen kuin retkikunnalle järjestyi höyrylaivakuljetus Kumlingeeseen.

Perillä odotti alkukesästä rakennettu "paviljonki", johon kaksoisrefraktoria ruvettiin pystyttämään. Kymmenessä päivässä saatiin kaikki havaintolaitteet kuntoon. Viikkoa ennen pimennystä tuli saarelle tohtori Rolf VVitting, joka lainasi retkikunnalle oman "spektraalifotometrinsa". Se oli oikeastaan rakennettu vesistön- ja biologista tutkimusta varten, mutta soveltui pienin muutoksin myös Auringon ja koronan kuvaamiseen. Pari päivää ennen pimennystä tulivat Kumlingeeseen vielä professori Lindelöf, maisteri Y. Väisälä ja tähtitieteen opiskelija, herra Franck.

Jännittävät sekunnit

Professori Lindelöf lupasi hyväntahtoisesti laskea pimen nyksen aikana ääneen sekunteja. Lasku alkaisi nollasta sillä hetkellä kun tohtori Furuhjelm ilmoittaisi huudolla "nyt" pimennyksen alkaneen. Sekuntien laskeminen auttaisi kaikkia retkikunnan jäseniä pysymään selvillä ajan kulusta ja suorittamaan erityistehtävänsä juuri oikealla hetkellä.

Annetaanpa Sundmanin itsensä jatkaa:

"Pimennyspäivä vaikenä lähes täysin selkeänä, ja odotukset olivat korkealla. Viisi minuuttia ennen ensimmäistä kontaktia kaikki olivat paikoillaan tehdäkseen havaintoja kontakti hetkestä. Samoin otettiin nopeassa tahdissa valokuvia kontakti hetken määräämiseksi.

Mitä lähemmäksi täydellinen pimennys tuli, sitä pimeämmäksi maisema muuttui ja sitä suuremmaksi kasvoi jännitys, sillä nyt ei minkään laiminlyönnintä voitu vaarantaa retkikunnan päätehtäviä, jotka piti suorittaa pimennyksen kestoksi lasketun 132 sekunnin aikana.

Huutamalla "huomio" antoi tri F. kaikille merkin asettua

Kumlingessa otettuja kuvia pimennyksen alkuhetkestä juuri ensimmäisen kontaktin jälkeen.

Kumlingen retkikunnan piirros Auringon koronasta. Anders Donnerin tekemä väripiirros löytyy kirjan väri liitteestä.

täydellisen vaiheen havaintojen vaatimiin asemiin. Parikymmentä sekuntia myöhemmin tri F. huusi "täydellisyys", ja nyt jokaisen piti olla valmiina millä hetkellä hyvänsä aloittamaan havainto-ohjelmansa. Pari sekuntia myöhemmin kuului huuto "nyt".

Kaikki onnistuivat tehtävissään. Tri F. hoiti spektrografia, tri Iversen prismakameraa. Herra Franck otti valokuvia tavallisella kameralla, joka oli kiinnitetty refraktorin tunti akseliin. Minä taas kuvasin koronaa.

Pieni häiriö ohjelmaantuli siitä, että pimennys kesti 6 % sekuntia vähemmän kuin oli laskettu. Näin kävi muillakin havaintopaikkakunnilla, ja syynä on kai Kuun ja Auringon läpimittojen epätarkkuus ja se että Aurinko tuli esiin jostakin syvästä Kuun laaksosta."

Anders Donner ei onnistunut pääsemään Kumlingeeseen pimennys hetkeksi, mutta hän havaitsi pimennystä Rymätylästä ja teki koronan muodosta hyviä piirroksia.

Sundmanin retkikunta sai valokuvia pimennyksen kaikista vaiheista ja erityisesti koronasta. Retkensä tieteelliset tulokset hän julkaisi vuonna 1916 Suomen tiedeseuran julkaisusarjassa (Observations de l'eclipse du soleil à Kumlinge de 21 aout 1914. Finska Vet. Soc. Öfvers. LIX, A:24).

Täydellinen pimennys kiinnosti myös suurta yleisöä. Helsingin Sanomissa 22.8.1914 julkaistussa pakinassa kerrottiin, kuinka Helsingissä epäiltiin jo aamulla, että päivän mittaan lisääntyvä pilvisyys pilaisi pimennyksen katselun. Kellon lähestyessä kolmeatoista oli myymälöiden ja rappukäytävien oville ilmestynyt uteliaita, silmiään siristeleviä ihmisiä, jotka tähyilivät taivaalle odottaen luonnonnäytelmän alkamista. Kuten pahasti pelättiin, ei pimennyksen alku näyttänyt hyvältä, sillä Auringon eteen oli kerääntynyt joukko pilviä. Pian ne kuitenkin vetäytyivät syrjään, ja utelias kansa saattoi nähdä, miten Kuu alkoi syödä Auringon oikeanpuoleista reunaa.

Eräät nuoret liikemiehen alut, jotka kaduilla kauppasivat sanomalehtien lisälehtiä, olivat varanneet myyntipaikoille runsaasti noettuja lasinpalasia. Niitä sai ostaa 30 pennin kappalehintaan, joten niiden myynti oli tuottoisampaa kuin sanomalehtien lisälehtien kauppaaminen. Kun pimennys

Vuoden 1914 auringonpimennyksen katselijoita Helsingissä Havis Amandan patsaalla. Piirros on julkaistu Helsingin Sanomissa 22.8.1914.

taivaalla ajelehtivista pilvistä huolimatta näytti edistyvän odotettua paremmin, oli noettujen lasien kysyntä vilkasta. Silloin tällöin Aurinko meni pilveen, mutta aina se jonkin ajan kuluttua tuli uudelleen näkyviin, ja silloin siitä oli yhä suurempi osa Kuun peitossa.

Kellon lähetessä neljäätoista, jolloin pimennyksen piti olla laajimmillaan Kuun peittäessä 97.2 % Auringon pinnasta, tapahtui nokilasien myynnissä äkillinen lasku. Sen syy selvisi nopeasti: Aurinkoa kohti ajautui laaja pilviryhmä, joka mitä todennäköisimmin oli pilaava parhaan pimennysvaiheen katselun. Liikemiehen alut aloittivat silloin nokilasien alennusmyynnin: kymmenellä pennillä sai kolme lasia, jos vain oli ostajia sillä hinnalla. Paria minuuttia ennen neljäätoista Aurinko vielä pilkisti eräästä pilvenraosta, ja silloin saattoi paljaalla silmälläkin nähdä, että siitä oli jäljellä vain mitättömän ohut kaistale toista reunaa. Pimennyksen loppuvaiheessa Aurinko oli taas ajoittain näkyvissä, joten nokilasin hankkimishinta ei mennyt aivan kokonaan hukkaan. Katselijoille jäi tästä hyvä mieli ja itse pimennyksestä hyvä muisto ja tietysti myös nokinen nenänpää.

Enontekiön pimennys

Vuonna 1927 tapahtui kolme auringonpimennystä. Niistä toinen oli täydellinen, ja se näkyi myös Suomessa. Tämä auringonpimennys sattui kesäkuun 29. päivänä. Se alkoi varhain aamulla Atlantin valtamerellä Biskajanlahden edustalla, kulki sieltä Irlannin ja Skotlannin poikki Norjaan ja sieltä edelleen Enontekiön kirkonkylän ja Nuorgamin kautta Pohjoiselle jäämerelle. Pimennys päättyi Tyynellä valtamerellä Alaskan edustalla. Aamulla klo 7.50 sattunut ja 45 sekuntia kestänyt täydellisyysvaihe näkyi Suomessa parhaiten Enontekiön kirkolla. Helsingissä pimennys oli osittainen. Siellä se alkoi klo 6.33 ja loppui klo 8.40. Kun se saavutti suurimman laajuutensa klo 7.33, oli 90 % Auringon läpimitasta Kuun peitossa.

Suomalaisia retkikuntia ei pimennysvyöhykkeelle lähetetty. Helsingin yliopiston observatoriossa yritettiin kuvata

osittaista pimennystä, mutta pilvinen sää esti täysin havaintojen teon.

Puola varusti Th. Banachieviczin johtaman retkikunnan Pohjois-Ruotsiin havaitsemaan täydellistä auringonpimennystä. Siellä Banachievicz kehitti ja kokeili Leonard Eulerin aikoinaan esittämää ideaa käyttää täydellisiä auringonpimennyksiä geodeettisten välimatkojen mittaukseen. Työnä tuloksia hän esitteli Berliinissä 28.9.1928 pidetyssä Balttisen Geodeettisen Komission istunnossa.

Pohjois-Ruotsissa ja -Norjassa oli puolalaisten ohella retkikuntia mm. Saksasta, Virosta, Venäjältä, Hollannista ja Amerikasta. Tutkijat yrittivät selvittää esimerkiksi Einstein-efektiä.

Englannissa tapahtui pimennysvyöhykkeelle todellinen kansainvaellus. Helsingin Sanomien mukaan pimennysvyöhykkeelle matkasi lukemattomia ylimääräisiä junia; asemarakennukset ja muita taloja oli luovutettu ylimääräisiksi ravintoloiksi.

Tulevat pimennykset

Viime vuosisadalla Suomessa nähtiin kaksi täydellistä auringonpimennystä, 1858 Turku—Joensuu-linjalla ja 1896 Utsjoella. Tällä vuosisadalla täydellisiä pimennyksiä on siis neljä, 1914 Ahvenanmaalla, 1927 Enontekiöllä, 1945 Kokkola—Savonlinna-linjalla ja 1990 Helsinki—Joensuu-linjalla.

Ensi vuosisata on köyhempi. Silloin Suomessa ei nähdä yhtään täydellistä pimennystä, vain pari rengasmaista. Vuoden 2039 kesäkuun 21. päivänä, juhannusta edeltävänä tiistaina, näkyy Lounais-Suomessa rengasmaisen auringonpimennys illalla vähän ennen auringonlaskua. Pimennysvyöhyke tulee Keski-Norjan ja -Ruotsin kautta Venäjälle. Koko Lounais-Suomi suunnilleen Uusikaarlepyystä Kouvolaan piirretyn linjan lounaispuolella näkee pimennyksen rengasmaisena, ja pohjoisempana Suomea nähdään syvä osittainen pimennys.

Yhdeksää vuotta myöhemmin, kesäkuun 11. päivänä 2048, rengasmaisen pimennyksen vyöhyke hipoo Ahvenan-

Ensi vuosisadalla Suomessa näkyy kaksi rengasmaista auringonpimennystä, 2039 (oik. ylh.) ja 2048. (Piirroksia Espenakin kirjasta Fifty Year Canon of Solar Edipses: 1986—2035)

maata. Vyöhyke kulkee Etelä-Ruotsin kautta Viroon ja Liettuun, ja Ahvenanmaan lounaiskolkka ja Maarianhamina ovat juuri vyöhykkeen reunalla.

Aivan vuosisadan lopulla, 11. toukokuuta 2097, täydellinen pimennys on hyvin lähellä. Täydellisyysvyöhyke kiertää Lofoottein saarilta Jäämeren kautta Kuolan niemimaalle ja kulkee vain parikymmentä kilometriä Nuorgamin pohjoispuolelta.

Kunnollisia täydellisiä pimennyksiä nähdään taas 2100-luvulla. Lokakuun 16. päivänä vuonna 2126 täydellisyysvyöhyke ylittää Suomen Vaasa—Kouvola-linjalla, ja kesäkuun 3. päivänä 2133 täydellinen pimennys näkyy käsivarressa ja Utsjoella. Kumpikin pimennys sattuu keskellä päivää, ja täydellinen vaihe kestää molemmissa kolmisen minuuttia eli kaksi kertaa niin pitkään kuin vuoden 1990 pimennyksessä.

*Luettelo Suomen aluetta koskevista ja
hipovista täydellisistä ja rengasmaisista
auringonpimennyksistä
1169 eKr - 2133 jKr*

Vuosi	Kuukausi	Päivä	Pimennyksen laatu	Vuosi	Kuukausi	Päivä	Pimennyksen laatu
1169 eKr	huhtikuu	6.	täydellinen	1169 eKr	maaliskuu	21.	rengasmainen
1144	marraskuu	22.	rengasmainen	1144	heinäkuu	26.	täydellinen
1136	kesäkuu	28.	—'—	1136	toukokuu	24.	rengasmainen
1033	kesäkuu	30.	—'—	1033	toukokuu	5.	täydellinen
981	helmikuu	28.	—'—	981	toukokuu	15.	—'—
978	joulukuu	17.	täydellinen	978	elokuu	6.	rengasmainen
939	kesäkuu	11.	—'—	939	elokuu	19.	täydellinen
930	kesäkuu	2	—'—	930	huhtikuu	26.	—'—
910	marraskuu	15.	—'—	910	heinäkuu	18.	rengasmainen
894	kesäkuu	24.	—'—	894	maaliskuu	6.	—'—
854	toukokuu	3.	rengasmainen	854	heinäkuu	31.	—'—
836	toukokuu	13.	—'—	836	lokakuu	23.	täydellinen
798	syyskuu	7.	—'—	798	huhtikuu	18.	rengasmainen
758	syyskuu	17.	—'—	758	huhtikuu	8.	—'—
749	syyskuu	7.	—'—	749	syyskuu	11.	—'—
733	toukokuu	15.	—'—	733	elokuu	1.	täydellinen
724	toukokuu	6.	—'—	724	heinäkuu	23.	—'—
695	lokakuu	10.	—'—	695	maaliskuu	21.	rengasmainen
664	elokuu	28.	täydellinen	664	huhtikuu	12.	—'—
655	elokuu	19.	—'—	655	heinäkuu	13.	täydellinen
630	huhtikuu	17.	—'—	630	heinäkuu	4.	—'—
624	heinäkuu	8.	rengasmainen	624	maaliskuu	23.	—'—
579	heinäkuu	20.	—'—	579	kesäkuu	14.	rengasmainen
563	maaliskuu	27.	—'—	563	kesäkuu	24.	—'—
554	maaliskuu	18.	—'—	554	kesäkuu	15.	—'—
547	lokakuu	23.	täydellinen	547	elokuu	4.	täydellinen
530	kesäkuu	20.	—'—	530	kesäkuu	7.	—'—
454	toukokuu	20.	—'—	454	syyskuu	20.	rengasmainen

*Helsingin yliopiston
tähtitornille lahjoitet-
tu kuva Auringon ko-
ronasta 9. elokuuta
1896. Pimennys nä-
kyi Utsjoella, jossa oli
ulkomaalaisia retki-
kuntia. Kuvan takana
on saksankielinen
teksti: "Piirros on teh-
ty kaikkien niiden
luonnosten pohjalta,
jotka Venäjän tähti
tieteellisen seuran La-
pin retkikunta teki
9.8.1896. Piirtänyt
Helsingissä paroni
N. Raulburg."*

Vuosi	Kuukausi	Päivä	Pimennyksen laatu	Vuosi	Kuukausi	Päivä	Pimennyksen laatu
488	toukokuu	29.	täydellinen	1236	elokuu	3.	rengasmainen
1024	lokakuu	22.	rengasmainen	1310	tammikuu	31.	—" —
1030	kesäkuu	10.	täydellinen	1406	kesäkuu	16.	täydellinen
1124	elokuu	22.	rengasmainen	1544	tammikuu	24.	—" —
1194	heinäkuu	10.	täydellinen	1547	lokakuu	12.	rengasmainen
1207	toukokuu	9.	rengasmainen	1551	elokuu	31.	täydellinen
1218	elokuu	1.	täydellinen	1612	toukokuu	30.	—" —
1285	heinäkuu	13.	rengasmainen	1621	toukokuu	21.	rengasmainen
1368	heinäkuu	3.	—" —	1708	syyskuu	14.	täydellinen
1404	maaliskuu	10.	—" —	1715	toukokuu	3.	—" —
1473	maaliskuu	1.	täydellinen	1737	maaliskuu	1.	rengasmainen
1476	elokuu	15.	rengasmainen	1762	lokakuu	17.	täydellinen
1509	heinäkuu	16.	—" —	1764	huhtikuu	1.	rengasmainen
1585	kesäkuu	16.	täydellinen	1775	elokuu	26.	—" —
1594	kesäkuu	7.	—" —	1858	maaliskuu	15.	—" —
1596	toukokuu	17.	rengasmainen	1896	elokuu	9.	täydellinen
1596	heinäkuu	20.	täydellinen	1914	elokuu	21.	—" —
1597	toukokuu	28.	rengasmainen	1927	kesäkuu	29.	—' —
1598	toukokuu	18.	—' —	1945	heinäkuu	9.	—•' —
1624	kesäkuu	9.	—" —	1990	heinäkuu	22.	—" —
1630	elokuu	31.	—" —	2039	kesäkuu	21.	rengasmainen
1624	elokuu	11.	täydellinen	2048	kesäkuu	11.	—" —
1694	huhtikuu	22.	—" —	2097	toukokuu	11.	täydellinen
1707	helmikuu	28.	rengasmainen	2126	lokakuu	16.	—" —
1718	heinäkuu	24.	—" —	2133	kesäkuu	3.	—" —
1712	toukokuu	14.	täydellinen

Protuberansseja

Täydellisten aurin-
gonpimennysten ai-
kaan protuberanssit
näkyvät punaisina
kielekkeinä juuri
Kuun reunan ulko
puolella (yllä kuva
vuoden 1979 pimen-
nyksestä Yhdysval-
loissa). Oikealla An-
ders Donnerin piirros
Ahvenanmaan pimen-
nyksestä elokuussa
1914. Punaisten pro-
tuberanssien ohella
näkyä komeana Au-
ringon vaalea korona.

Suomalaisia pimennyksiä

Ainoa tiedossa oleva värikuva edellisestä Suomessa nähdystä täydellisestä pimennyksestä (vas.). Heinäkuun 1945 pimennys alkoi Kanadan puolelta, jossa jo osattiin käyttää värifilmiä. Viime vuosina Suomessa on nähty useita osittaisia auringonpimennyksiä. Alla toukokuun 1984 pimennys Pekka Parviaisen ja oikealla Veikko Miettisen kuvaamana. Heinäkuussa 1982 Auringko laski kesken pimennyksen; Jalo Ojanperän kuva oik. alhaalla.

Suomalaiset ulkomailla

*Matti Suhonen oli ke-
säkuussa 1973 kuvaa-
massa pimennystä
Mauritaniassa (vas.);
Suhosen ottama kuva
myös kirjamme kan-
nessa. Risto Heikkilä
kävi helmikuussa
1982 Keniassa. Mai-
sema sai pimennys-
hetkellä oudon värin
(yllä). Toisen kontak-
tin hetkellä näkyi Säu-
lyn helmiä ja alkava
timanttisormus (oik.
ylhäällä) ja sitten ko-
rona hulmahti näky-
viin kaikessa komeu-
dessaan (alhaalla).*

*Pimennyksiä
lentokoneesta
ja avaruudesta*

*Maxvell Sandford ja
W. Regan Los Alamosin
kansallisesta laboratoriosta
kuvasivat helmikuun 1979
pimennyksen 13 km kor-
keudella lentäneestä suih-
kukoneesta erikoiskameral-
la (vas.). Skylab-avaruus-
asemalta kuvattiin kesä-
kuussa 1973 Aurinkoa sa-
maan aikaan kun Maan
pinnalla nähtiin täydelli-
nen pimennys: Kuu on
kulkemassa Auringon ohi,
ja Auringon pinta on kei-
notekoisesti peitetty (oik.).
Avaruudesta voi katsoa pi-
mennystä uudesta näkö-
kulmasta: Kuun varjo kul-
kemassa Pohjois-Atlantilla
(alla).*

Leimahdusspektri

Auringon reunan kadottua Kuun taakse näkyy parin sekunnin ajan kaasukehän sisäkerros, kromosfääri. Jos sen valo hajotetaan spektriksi, nähdään kirkkaita ns. emissioviivoja.

Rengasmainen pimennys

Vuonna 1951 nähty rengasmainen pimennys kuvattuna Amerikassa. Aurinkoon alle kahden asteen korkeudella, ja siksi renkaan muoto on litistynyt ja väri punertunut.

8. KESÄN 1990 PIMENNYS

B B einäkuun 1990 pimennyksessä täydellisyysvyöhyke kulkee Etelä- ja Kaakkois-Suomen poikki noin 170 km leveänä nauhana. Keskilinja kulkee JL hieman Helsingin länsipuolelta Joensuuhun ja siitä edelleen itärajan yli Vienanmerelle.

Täydellistä pimennystä ei nähdä etelämpänä Euroopassa, sillä Kuun varjo kohtaa maapallon Hankoniemen edustalla Suomenlahdella ja liikkuu siitä koilliseen. Eteläisimmät näkymispaikat ovat Suomenlahden toisella puolella Virossa. Myös Tallinna näkee lyhyen täydellisen pimennyksen.

Suomen itäpuolella pimennysvyöhyke jatkaa kulkuaan Pohjoiselle jäämerelle. Se ylittää Novaja Zemljan, hipoo pitkältä matkalta Siperian pohjoisrannikkoa, sukeltaa Neuvostoliiton itäkolkan poikki etelämmäksi Tyynellemerelle, ylittää Aleuttien saarijonon ja päättyy autiolle merelle Havaijin pohjoispuolelle, jossa Kuun varjo erkanee lopullisesti Maasta.

Suurin osa pimennyksen täydellisyysvyöhykkeestä kulkee harvaan asutun tundran tai meren kohdalla. Taajempaa asutusta on vain Suomessa ja Karjalassa.

Aamulla varhain

Pimennyspäivä on sunnuntai 22. heinäkuuta. Täydellinen pimennys näkyy noin kello 4.52–4.54 Suomen kesäaika,

Heinäkuun 1990 auringonpimennys näkyy osittaisena kuvaan merkityllä alueella. Suomesta Tyynellemerelle ulottuvalla kapella vyöhykkeellä pimennys näkyy täydellisenä. (Piiros U. S. Naval Observatory)

TOTAL SOLAR ECLIPSE OF 1990 JULY 2

joten luonnonnäytelmän katselemiseksi on oltava todella varhain hereillä.

Esimerkiksi Helsingissä näytelmä alkaa klo 4.36, jolloin Auringon yläreuna kohoaa koillisesta taivaanrannasta. Auringon oikea puolisko on jo nousuhetkellä pimentyneenä, ja musta alue leviää nopeasti suuremmaksi. Täydellinen pimennys alkaa klo 4.52.25 ja kestää noin 85 sekuntia. Se päättyy klo 4.53.50. Helsingissä pimennys jatkuu osittaisena klo 5.45:een asti, jolloin Aurinko taas nähdään tutuna pyöreänä kiekkona.

Joensuu on idempänä ja pohjoisempana kuin Helsinki, ja siksi Aurinko nousee siellä aikaisemmin. Nousuaika on klo 3.53. Osittainen pimennys alkaa klo 4.02 ja täydellinen vaihe sattuu vajaata minuuttia myöhemmin kuin Helsingissä, klo 4.53.00—4.54.30. Joensuussa täydellisen pimennyksen kesto on siis 90 sekuntia. Osittainen pimennys päättyy klo 5.47.

Täydellisyysvyöhykkeen eteläreuna leikkaa Suomen juuri kaakkoisnurkan kohdalta. Pohjoisreuna kulkee Paraisten eteläpuolelta suunnilleen Forssan ja Kuhmoisten kautta Kuopion eteläpuolelle ja sieltä Nurmeksen ohi koilliseen itärajalle. Pimennys näkyy täydellisenä kaikissa tämän rajan kaakkoispuolella olevissa kaupungeissa, mm. Hangossa, Hämeenlinnassa, Kotkassa, Lahdessa, Mikkelissä, Lappeenrannassa, Varkaudessa ja Lieksassa.

Pimennysvyöhykkeen kulku näkyy seuraavan sivun kartasta, ja tarkemmat rajat näkyvät erityisestä pimennyskartasta, jonka maanmittaushallituksen karttapaino ja Tähtitieteellinen yhdistys Ursa ovat yhteistyössä valmistaneet.

Täydellisen pimennyksen kesto on suurin juuri pimennyksen keskilinjalla. Siitä sivuille päin kesto vähenee. Kolmen kymmenen kilometrin päässä täydellinen vaihe kestää vielä melkein yhtä kauan, vajaat 80 sekuntia, kuuden kymmenen kilometrin päässä vajaat 60 sekuntia ja kahdeksan kymmenen kilometrin päässä eli viitisen kilometriä vyöhykkeen reunalta enää 25 sekuntia. (Ks. piiros s. 80.)

Täydellisyysvyöhykkeen ulkopuolellakin pimennys on hyvin syvä, vaikka korona ja muut komeat ilmiöt jäävätkin näkymättä. Vielä Oulun paikkeilla Auringon säteistä peit-

Täydellisyysvyöhykkeen kulku Suomen yli (vas.). (Jyrki Nykäsen piirros perustuu Reino Anttilan laskuihin.)

tyy 95 prosenttia ja Kilpisjärvellä 90 %. Kaikille suomalaisille pimennys tarjoaa kiintoisaa katsottavaa.

Miten pimennys näkyy juuri sinun paikkakunnaltasi? Tähtitieteellinen yhdistys Ursa ja Helsingin yliopiston observatorio ovat laskeneet pimennystiedot valmiiksi kymmenille paikkakunnille ja julkaisseet ne Ursan vuosikirjassa Tähdet 1990. Vielä tarkemmat tiedot saa, jos ostaa Ursasta tietokoneistauksen pimennyksen näkymisestä juuri halua malleen paikalle, vaikkapa kesämökilleen tai valitsemalleen teltansijalle.

Näkyvyys taivaanrannalle

Koska heinäkuun 1990 pimennys sattuu aamulla melko pian auringonnousun jälkeen, ei Aurinko pimennyshetkellä ole ehtinyt nousta kovinkaan korkealle. Helsingissä Aurinko on täydellisyysvyöhykkeellä vain noin asteen eli kaksi läpimittansa taivaanrannan yläpuolella. Joensuussa korkeus on hieman suurempi, runsaat neljä astetta eli kahdeksan Auringon läpimittaa.

Jos pimentyneen Auringon haluaa nähdä kunnolla, on etsittävä sellainen havaintopaikka, josta on esteetön näköala koilliselle taivaanrannalle. Sopivia paikkoja ovat korkeat puuttomat mäenrinteet, talojen katot ja suurten järvien rannat.

Suomalaiset tähtiharrastajat ovat etsiskelleet suotuisia havaintopaikkoja varsinkin Joensuun—Ilomantsin—Lieksan alueelta, jossa Aurinko pimennyshetkellä on mahdollisimman korkealla. Seudulla on paljon vaaroja, mutta ne ovat yleensä metsäisiä, ja puiden lomasta näkee Auringosta korkeintaan pieniä vilauksia.

Joiltakin vaaroilta on kuitenkin viime vuosina kaadettu metsää laajoilta alueilta, ja näin syntyneiltä hakkuuaukeilta on hyvä näkyvyys taivaanrannalle.

Myös suurten järvenselkien etelä- ja länsirannoilta voi pimennys näkyä hyvin, kunhan vastarannalla ei ole liian korkeita nyppylöitä. Esimerkiksi Pielisen ranta Kolon tie noilla on suotuisaa katselupaikkaa.

Joitakin suurelle yleisölle sopivia katselupaikkoja on merkitty maanmittaushallituksen ja Ursan pimennyskarttaan. Maamme tähtiarrastajat ovat etsineet myös monia muita soveliaita paikkoja pimennysvyöhykkeen eri osista. Näistä havaintopaikoista saa tietoja paikallisilta tähtiyhdistyksiltä tai Ursasta, ja niistä kerrotaan myös paikallisissa lehdissä.

Monet "suuren yleisön" havaintopaikat voivat tulla pimennysyönä tungokseen asti täyteen, ja siksi useat ihmiset haluavat varmasti etsiä itselleen aivan oman tähystysnurkkauksen. Siellä voi pimennystä katsella rauhassa ja tehdä toisten häiritsemättä havaintoja, vaikka onkin ehkä vähän syrjässä "suuren juhlan" tunnelmasta. Oma paikkaa kannattaa etsiskellä vaikkapa toukokuun lopulla, jolloin Aurinko nousee suunnilleen samaan aikaan ja samasta suunnasta kuin heinäkuun lopulla.

Selkeiden aamujen todennäköisyys Suomen alueella heinäkuussa. "Selkeä" tarkoittaa että taivaasta alle 3/10 on pilvien peitossa. (Piiros Jay Anderson, Pacific Neather Center)

Pimennyssä

Auringonpimennystä pystytään maanpinnalta seuraamaan vain silloin jos pilvet eivät ole tiellä. Koska Aurinko on hyvin matalalla taivaanrannalla, pystyy jo hajanainenkin pilvipeite tehokkaasti piilottamaan Auringon.

Ilmatieteen laitoksen ilmasto-osasto on tutkinut auringonpaistetta Helsingissä ja Joensuussa heinäkuun lopun aamutunteina parinkymmenen viime vuoden aikana. Tuokset eivät ole kovin lohdullisia. Selvästi yli puolet aamuista on ollut pilvisiä. Joensuussa on täysin selkeitä aamuja vain ehkä yksi seitsemästä ja puolipaisteisia (jolloin Aurinko on puolet ajasta näkyvissä, puolet piilossa) suunnilleen yksi kolmesta.

Helsingissä, jossa Aurinko on matalammalla, lukemat ovat vielä epäsuotuisemmat. Siksi pimennysretkelle kannattaa varata sateensuoja mukaan ja asennoitua jo alusta

Piiros Jouko
Innanen

alkaen siihen, että pimennyksen peittyminen pilvien taakse on todennäköisempää kuin pimennyksen näkyminen.

Yksi keino lisätä Auringon näkymistodennäköisyyttä on nousta pilvien yläpuolelle. Finnair järjestää Helsingistä pimennysten toja, joilla auringonpimennystä voi katsoa DC-9-koneista. Pimennyslentojen idea on tullut Yhdysvalloista, joissa sellaisia on järjestetty jo kauan. Myös kesän 1990 pimennyslennolla Joensuun yllä on mukana runsaasti amerikkalaisturisteja.

Finnair ei kuitenkaan takaa, että lentokoneestakaan pimennyksen näkyminen on varmaa. Voimakkaan sade- ja pilvirintaman kulkiessa Suomen yli voi pilviverhon huippu ulottua korkeammalle kuin DC-9-koneella päästään eli yli 10 kilometrin korkeuteen. Tällöin lentokoneestakaan ei näy muuta kuin sumua. Mutta selkeän sään mahdollisuus on yläilmoissa toki paljon parempi kuin maan päällä, ja siksi pimennyslentojen uskotaan vetävän hyvin väkeä.

Pimennystapahtumia

Vuoden 1990 auringonpimennykseen liittyviä tapahtumia on pohdittu vuodesta 1986 lähtien Helsingin yliopiston observatoriossa ja Ursan piirissä. Täällä on koottu tietoja edellisistä pimennyksistä, kaavailtu tarvittavia toimenpiteitä ja solmittu yhteyksiä niin kotimaahan kuin ulkomaille.

Ratkaisevaa taloudellista apua on saatu Suomen Kulttuurirahastolta, joka ensin myönsi apurahan tämän kirjan kirjoittamiseksi ja sitten antoi Ursalle 250 000 markan toteutusstipendin pimennystapahtumien järjestelyä varten.

Varsinaisia tieteellisiä kokeita ei tämän pimennyksen aikana tehdä Suomessa paljonkaan. Tutkimusmenetelmät ovat neljässäkymmenessä vuodessa muuttuneet, ja samaa toimeliaisuutta kuin vuoden 1945 pimennyksessä ei enää esiinny.

Muutama tieteellinen koe kuitenkin toteutetaan. Yksi koskee Auringon läpimitan määrittämistä menetelmällä, joka esitettiin luvussa 6: pimennysvyöhykkeen reunoille asetetaan koululaisia ja videokameroita, joiden avulla mää-

tään vyöhykkeen reunan tarkka kulku. Tämän avulla voidaan laskea Auringon säde. Kokeelle on annettu nimeksi Solrad 90.

Vaisala Oy aikoo lähettää pimennyksen ajaksi eri korkeudelle sääluotaimia tutkimaan sääolojen muutoksia täydellisen pimennyksen aikana.

Vaikka tieteellisestä annista ei odotetakaan suurta, on pimennys tähtiharrastajille ja varmasti myös suurelle yleisölle merkkitapaus. Vuonna 1945 tähtiharrastajien määrä oli Suomessa hyvin vähäinen, kymmeniä tai korkeintaan satoja. Tällä hetkellä maamme tähtiyhdistyksissä on yhteensä yli 7 000 jäsentä. Usean sadan harrastajan uskotaan yrittävän tehdä pimennyksestä mielekkäitä havaintoja. Heille on tämän kirjan viimeiseen lukuun koottu joukko ehdotuksia ja vihjeitä havaintotyötä varten.

Suomalaiset harrastajat saavat seurakseen suuren joukon ulkomaisia virkaveljiään. Jo vuotta ennen pimennystä oli saatu tieto lähes tuhannen vieraan tulosta. Ruotsista on lähdössä satoja harrastajia, Hollannista puolensadan hengen ryhmä, Japanista ainakin yksi lentokoneellinen, Yhdysvalloista samoin.

Myös suomalaisen suuren yleisön odotetaan olevan pimennysyönä liikkeellä sankoin joukoin. Tieto pimennyk-

Vuoden 1990 jälkeen seuraava täydellinen auringonpimennys Euroopassa sattuu elokuun 11. päivänä 1999, jolloin täydellisyysvyöhyke kulkee Englannista Mustalmerelle. (Piiros Espenakin kirjasta Fifty Year Canon of Solar Eclipses: 1986–2035)

sestä on levinnyt kotimaassa jo laajalle, ja liikkuminen paikasta toiseen on nykyään paljon helpompaa kuin edellisen täydellisen pimennyksen aikaan. Pimennysvyöhykkeelle siirtyy varmasti tuhatmäärin kansaa. Useimmat suuntaavat kulkunsa Pohjois-Karjalaan, jonka matkailu kokee toennäköisesti ennenkokemattoman voimakkaan, joskin hyvin lyhyen huippukauden.

9. PIMENNYKSEN KATSOMINEN JA KUVAAMINEN

TT T uoden 1914 elokuussa oli Helsingin Sanomissa
1 / tiedotus: "Huolimatta siitä että Suomen silmälää-
1 / käriyhdistys on sanomalehdissä varoittanut yleis-
F söä aurinkoa katsellessaan käyttämästä tavallisia
tummia tai värjättyjä laseja, tarjoavat kiertelevät kaupusteli
jat niitä kuitenkin ostettavaksi. Tahdomme sentähden vielä
kerran muistuttaa lukijoitamme, että ainoastaan tarpeeksi
noettu lasi sekä mustat valokuvauslevyt ja filmit suojelevat
riittävästi silmiä auringonpimennystä katsottaessa."

Katsele turvallisesti

Auringon katselu voi olla vaarallista. Tavallisesti ihmiset lapsesta alkaen tuntevat vaistomaisesti tämän vaaran, eikä kukaan tahallaan tuijottele Aurinkoa. Sitä korkeintaan vilkaistaan syrjäsilmin tai vahingossa, ja silloinkin voi näkökenttään jäädä pitkäksi aikaa häiritsevä jälkikuva.

Kaikkein vaarallisinta on Auringon katselu kaukoputken tai kiikarin läpi. Galileo Galilei, 1600-luvun suuri tiedemies, tuli vanhemmiten lähes täysin sokeaksi, ja tämän arvellaan johtuneen siitä, että hän katseli Auringon pintaa pienellä kaukoputkellaan. Pidä siis ehdottomasti sääntönä sitä, että et koskaan katso Aurinkoa kiikarilla tai kaukoputkella (äläkä päästä lapsia tätä yrittämään).

IGikaria ja kaukoputkea voi toki hyvin käyttää ja kannat-

tääkin käyttää pimennyksen tarkkailuun, mutta siinä tarvitaan omat keinonsa, joista puhumme myöhemmin tässä luvussa. Ensin käsittelemme Auringon katselua paljain silmin, koska valtaosalla suuresta yleisöstä ei ole käytössään suurentavia optisia laitteita.

Paljaalla silmälläkin Auringon katselu on vaarallista. Auringon säteily on niin voimakasta, että kun se osuu silmän takaosan valoherkälle pinnalle, se voi aiheuttaa pysyviä vaurioita. Tutkimukset ovat osoittaneet, että jos vahingossa tulee vilkaisseeksi Aurinkoa, siitä ei ole haittaa. Mutta jos suoraan katsoo Aurinkoa kauemmin kuin pari sekuntia, voi silmässä tapahtua pysyvää vauriota. Vahingoittuneet kohdat silmän sisällä eivät enää koskaan parane.

Auringon säteily täytyy jollakin keinolla heikentää pariin sadasosaan alkuperäisestä kirkkaudestaan, jotta katselu on turvallista. Joskus ilmakehä hoitaa tämän himmennuksen. Ilmassa voi olla sopivasti sumua, ja Aurinko näkyy sumun läpi heikkona punertavana pallona. Yksi tämän kirjan kirjoittajista (H.O.) sattui kerran näkemään näin himmentyneen Auringon Helsingissä Hakaniemen torilla, ja Auringon pinnassa saattoi jopa nähdä pari auringonpilkkua.

Taivaanrannan lähellä Auringon valo joutuu kulkemaan niin paksun ilmakerroksen läpi, että sen valo heikkenee. Silti nousevan tai laskevan Auringon kirkkaus on niin suuri, että sitä ei voi paljain silmin katsoa. Suodattimen ei kuitenkaan pidä olla yhtä tumma kuin Auringon ollessa korkealla.

Nokilasista mylarkalvoon

Amerikkalainen silmälääkäri Ralph Chou, joka on erikoistunut säteilyn aiheuttamiin silmävaurioihin, on tutkinut erilaisia suodattimia ja julkaissut niiden turvallisuudesta yhteenvedon Sky and Telescope -lehdessä.

Silmä pystyy näkemään aallonpituudeltaan vain noin 300 ja 750 nanometrin välillä olevaa säteilyä. Aurinko säteilee kuitenkin voimakkaasti myös lyhemmillä aallonpituuksilla (ultraviolettivaloa) ja pitemmillä aallonpituuksilla (infrapunasäteilyä eli lämpösäteilyä). Kaikki säteily pääsee sil-

Oikealla Pekka Parviaisen valokuva vuoden 1978 osittaisesta pimennyksestä Suomessa.

mään ja voi aiheuttaa vahinkoa, vaikka näkyvän valon aallonpituudella Aurinko ei näyttäisikään kirkkaalta.

Monet aikaisemmin käytetyt suodattimet, kuten noettu lasi tai mustaksi valotettu värifilmi, heikentävät kyllä tarpeeksi Auringon näkyvää valoa mutta päästävät vaarallisen paljon infrapunasäteilyä silmään. Sama koskee erilaisia auringonlasia tai valokuvausta varten suunniteltuja suodattimia. Siksi niitä ei Auringon katseluun saa käyttää.

Chou on löytänyt seuraavat turvalliset vaihtoehdot:

1) Varta vasten Auringon tarkkailuun tuotetut suodattimet. Nämä ovat lasia tai mylarkalvoa, jossa on päällä ohut kerros metallia, esimerkiksi alumiinia. Tällaisten hankinta hinta voi kuitenkin olla aika korkea.

2) Hitsaajan lasi. Lasia myydään työkaluliikkeistä noin 5x10 cm suuruisena palana. Lasia on eri tummuuksia, normaaliin Auringon katseluun sopii numero 14 tai 15. Taivaanrannan lähellä vaaleampi lasi (pienempi numero) voi olla tarpeen. Asiantuntijoiden mukaan hitsaajan lasit eivät ole tarpeeksi tasaisia esim, valokuvausta varten, ja Aurinko on niiden läpi katsottuna oudon vihertävä.

3) valotettu ja kehitetty mustavalkofilmi. Kaksinkertaisena tämä vaimentaa tarpeeksi Auringon säteilyä myös infrapuna-alueella.

Näistä turvallisista suodattimista mustavalkofilmit ovat ilman muuta helpoiten yleisön saatavilla. Siksi annamme tässä yksinkertaisen ohjeen, miten filmistä tehdään kätevä auringonpimennyksen katselulaite.

Koko perheen aurinkosuodattimet

Mustavalkofilmin voi ostaa valokuvausliikkeestä. Yhdestä rullasta saa katselulaitteen koko perheen käyttöön. Filmi täytyy ensiksi valottaa eli vetää filmi suoraksi ulos kotelostaan ja pitää kirkkaassa päivänvalossa vähintään puoli minuuttia. Sen jälkeen filmi täytyy kehittää maksimitummuuteen; valokuvausliike hoitaa kehityksen parissa päivässä. Filmin ja kehityksen yhteishinnaksi tulee muutamia kymmeniä markkoja.

(Myyjän silmät voivat kyllä pyöristyä, kun myymälässä avaat filmipakkauksen ja vedät filmin valoon. Mutta ehkä auringonpimennystä lähestyttäessä valokuvausliikkeissä totutaan tähän näkyyn.)

Paljas filmi on vielä melko turvaton laite, koska silmä helposti katsoo reunassa olevista refistä tai sen ohi kirkasta Aurinkoa. Filmi täytyy kiinnittää tukevaan kehykseen. Tälaiseksi sopii esimerkiksi pahvi, johon leikataan noin puoli toista senttiä korkea ja 8 cm leveä reikä. Filmistä leikattu pala teipataan reiän päälle niin että valoa ei pääse mistään nurkasta läpi ja filmi pysyy varmasti paikoillaan. Pahviin voi vielä kiinnittää narun, niin että sen voi pujottaa pään yli ja jättää rinnalle riippumaan, kun suodatinta ei tarvita.

Miten pimennystä katsotaan turvallisesti

1. Älä koskaan katso Aurinkoa kiikarin, kaukoputken tai muun suurentavan apuvälineen läpi.
2. Älä katso Aurinkoa paljain silmin ilman turvallista suodatinta. Turvallisista eivät ole
 - värilliset tai noetut lasit
 - aurinkolasit
 - värifilmit tai kehittämättömät mustavalkofilmit
 - valokuvausta varten suunnitellut suodattimet.
 Turvallisista lyhytaikaiseen Auringon katseluun ovat
 - varta vasten tehty aurinkosuodattimet (metallipäällysteistä lasia tai mylarkalvoa)
 - valotettu ja kehitetty mustavalkofilmi
 - hitsaajan lasi, tummuus 14 tai 15
3. Lapset eivät osaa varoa silmiään. Vanhempien tehtävä on huolehtia heidän turvallisuudestaan.
4. Täydellisen vaiheen aikana voi Auringon koronaa katsoa turvallisesti paljain silmin tai kiikareilla tai kaukoputkillä ilman suodattimia.
5. Kuunpimennystä voi katsoa turvallisesti millä apuvälineellä tahansa.

Tavallisessa auringonkatselussa filmin täytyy olla kaksin tai kolmin kerroin, jotta vaimennus on riittävä. Vuoden 1990 pimennyksessä, kun Aurinkoa katsotaan taivaanrannan lähellä, voi rakentaa hieman parannetun laitteen. Pahviin voi tehdä kaksi reikää, toinen keskelle pahvin yläpuoliskoa, toinen alapuoliskoa. Alapuoliskon reikään teipataan yksinkertainen filmi, yläpuoliskon kaksinkertainen. Näin voidaan Auringon kirkkauden mukaan valita sopiva suodatinta. Jos kaksinkertainenkaan filmi ei heikennä Aurinkoa tarpeeksi, voi pahvin taittaa keskeltä kahtia niin että reiät osuvat päällekkäin. Näin saadaan samalla laitteella Auringon eteen vielä kolminkertainen suodatinta.

Aikuiset ja isommat lapset osaavat turvallisesti käyttää näitä laitteita, mutta pienet lapset heilauttavat pahvin helposti pois silmiensä edestä. Heille kannattaa rakentaa auringonpimennyslaatikko. Lapsenmentävään pahvilaatikkoon tehdään reiät ja filmit teipataan niiden päälle. Kun lapsi ottaa laatikon päälleen ja tirkistelee sieltä Aurinkoa, ei va hinkoja pääse sattumaan.

Pimennyslasia tarvitaan siihen asti, kunnes täydellinen vaihe alkaa. Kun Auringon viimeinenkin säde on kadonnut Kuun reunan taakse, voi suodattimet laskea kasvoiltaan ja ihailla paljain silmin Auringon ympärille puhkeavaa koronaa ja oudoksi värjäytynyttä maisemaa. Koronan kirkkaus on suunnilleen sama kuin täysikuun, ja sitä voi katsoa turvallisesti ilman mitään suodatinta, myös kiikarin tai kaukoputken läpi. Mutta kun täydellinen vaihe loppuu, suodatinta taas tarvitaan.

Kiikarilla ja kaukoputkella

Vaikka Aurinkoa ei pidä (täydellistä pimennysvaihetta lukuunottamatta) katsoa kiikarin tai kaukoputken läpi, Auringon kuvan voi näiden apuvälineiden avulla heijastaa mukavasti katsottavaksi.

Menetelmä on seuraava: kaukoputkessa tai kiikarissa täytyy olla tukeva jalusta, ja putkea täytyy kyetä kätevästi kääntämään niin että Aurinko pysyy koko ajan kuvakentässä. Aurinkohan liikkuu taivaalla sitä mukaa kuin maapallo pyörii.

Kaukoputken taakse asennetaan mahdollisimman puhdas ja tasainen valkoinen pinta. Se voi olla pahvia, jotakin levyä tai vaikkapa paperia tai kangasta. Kun kaukoputki on suunnattu kohti Aurinkoa, pinnalle muodostuu Auringon kuva. (Älä suunnatessasikaan katso Aurinkoa kaukoputken tai etsimen läpi, vaan käytä apuna valkoiselle pinnalle muodostuvaa kaukoputken varjoa.) Kaukoputken ympärille kannattaa asentaa pahvi tai muu suojus varjostimeksi, niin että valkoinen pahvi on varjossa ja kuva on selvempi.

Kun fokusointi on kohdallaan, Auringon kuva on aivan

terävä. Sitä voi nyt katsoa usea henkilö yhtä aikaa. Kuvasta näkyy niin pimennyksen eteneminen kuin pinnalla olevat auringonpilkutkin. Jos valkoinen pinta on kyllin tukeva, sitä vasten voi vaikkapa tehdä piirroksia Auringosta pimennyksen eri vaiheissa.

Kaukoputken läpi heijastetaan Auringon kuva valkoiselle pahville. Kuva on Porin tähtipäiviltä 1982.

Tähtiharrastajat käyttävät kyllä kaukoputkea myös Auringon suoraan katseluun. Mutta heillä on tätä varten erityiset suodattimet jotka on asetettu kaukoputken yläpäähän, sisään tulevan valon tielle. Aikaisemmin myytiin myös au-

Muutamien tähtiyhdistysten kaukoputkissa on objektiivin edessä erityinen suodatin, jonka läpi Aurinkoa voi katsoa samaan tapaan kuin tähtitaivasta. Ilman kunnollista suodatinta ei Aurinkoa saa koskaan katsoa kaukoputken tai kiikarin läpi. (Matti Martikaisen kuva Ursan auringonäytöksestä Helsingin Kaivopuistosta)

rinkosuodattimia kaukoputken okulaaripäähän, mutta nämä osoittautuivat hyvin vaarallisiksi; ne saattoivat haljeta kuumuudesta, kun Aurinko lämmitti niitä, ja valo pääsi tällöin katsojan silmään. Tällaiset aurinkosuodattimet kannattaisi hävittää.

Jos aiot seurata pimennystä kaukoputken tai kiikarin läpi heijastetusta kuvasta, rakenna laitteesi valmiiksi hyvissä ajoin ja harjoittele sen käyttöä. Aurinko on aina mielenkiinoinen katselukohde, myös pimennysten välillä.

Neulanreikäkuvat

Auringon kuvan saa heijastetuksi pahville myös ilman mitään optista apuvälinettä. Esimerkiksi metsässä voi lehvis-
tön läpi siilautua maahan Auringon kuvia, tai kotona voi sälekaihtimen reiästä samalla tavalla muodostua vastakkaiselle seinälle rivi pienoisauringkoja.

Kyseessä on ns. neulanreikäkamera. Mikä tahansa pieni reikä saa aikaan kirkkaan valolähteen kuvan.

Kun Aurinko pimenee, neulanreikäkuvissakin pyöreä pallo muuttuu vähitellen kapeaksi sirpiksi. Neulanreikäkuvaa on turvallista katsella samaan tapaan kuin kiikarin tai

Puiden lehvästön läpi siilautuu Auringosta ns. neulanreikäkuvia maahan. (Piirros on osittaisesta pimennyksestä vuosisadan alusta)

kaukoputken heijastamaa kuvaa. Suurennusta kuvassa ei tietenkään ole, joten auringonpilkut ja pimennyksen yksi tyiskohdat eivät näy sen paremmin kuin paljaalla silmällä suodattimen läpi.

Yksinkertaisen neulanreikäkameran voi tehdä pitkulaisesta pahvilaatikosta, jota pidetään pohja ylöspäin. Sen toiseen päähän tehdään pieni reikä; voit kokeilla erikokoisilla ja -muotoisilla refillä. Auringon kuva muodostuu pahvilaatikon sisälle toiseen päähän, ja kuvaa voi kurkistella laatikon alta. (Muista pitää selkä Aurinkoon päin ja katsoa vain Auringon kuvaa. Älä ihmeessä katsele reiästä suoraan Aurinkoon, kuten piti tehdä aikaisemmin kuvaillussa lasten pimennyslaatikossa.)

Kameran läpi

Hyvin useat ihmiset ovat kiinnostuneet auringonpimennyksen valokuvaamisesta. Saahan tällä tavalla pysyvän muiston ja komeaa näytettävää ikimuistoisesta pimennys-hetkestä.

Tämän luvun loppuosassa kerrotaan kuvaajan tarvitsemista välineistä, filmeistä ja menetelmistä. Tekstin on (yhtä laatikkoa lukuunottamatta) kirjoittanut turkulainen Pekka Parviainen. Hän on Suomen parhaimmaksi palkittu tähtitai vaan ilmiöiden valokuvaaja, joka on metsästänyt esimerkiksi erikoisia kuvia auringonlaskuista ja -nousuista.

Parviainen kirjoittaa:

Täydellisen auringonpimennyksen odottaminen ja sen kuvaamisen suunnittelu jännittävät. Useimmille kokemus on ainutkertainen. Niinpä ilmiön valokuvaamista ei voi oppia yrityksen ja erehdyksen kautta, vaan se on suunniteltava ennakolta ja opiskeltava kylmäharjoittelulla. Jos täydellisen pimennys sattuisi korkealla, selkeällä taivaalla, voisi lähes kaiken valotusaikojä myöten opiskella erilaisista op paista.

Vuoden 1990 auringonpimennyksessä tilanne on hankalampi, sillä horisontissa pimenevän Auringon kirkkaus on ratkaisevasti riippuvainen paitsi pilvistä niin myös ilman

seesteisyydestä. Näin ollen sopivia valotusarvoja — kuvaamisen hankalimmin hallittavaa osaa — ei voi antaa ennakolta; pikemminkin on kerrottava niiden omakohtaisesta määrämisestä.

Välineet

Yksi auringonpimennyksen kaltaiseen merkittävään tapah tumaan liittyvä ongelma voi olla valinta kinokoon ja isomman filmikoon kameran välillä. Jos isoformaattisen kameran käyttö ei ole entuudestaan tuttua, ei sitä kannata opiskella tätä varten. Isoa filmikokoa on muutenkin hiukan vaikea suositella harrastelijalle, sillä suuren negatiivin hyödyntäminen edellyttää, että se saadaan myös "täyteen ilmiötä". Tällöin esimerkiksi 6x6- ja 6x7-kamerassa kuvan täyttämisen Auringon koronalla edellyttää noin 800 mmm isoformaattista telelinssiä, jota ei kuitenkaan voi vuokrata käyt tön ostamisesta puhumattakaan. Kinokoossa vastaavan kuvan ottamiseen riittää 400 mmm tele.

Joissain kaukoputkissa virheetön kuvakenttä voi riittää isolle filmikoolle, ja tällöin toki kannattaa pohtia tätä vaihtoehtoa. Käytettävässä kamerassa on silloin oltava runkoon rakennettu verhosuljin tavanomaisemman, linssiin sijoitetun keskussulkimen sijasta. Tällaisia kameroita ovat ainakin Pentaxin 6x7- ja Hasselbladin 2000-sarjan rungot. Vuoden 1990 pimennyksessä voidaan suurta filmikokoa perustella tavallaan myös sillä, että pimennys tapahtuu alhaalla lähellä horisonttia. Kuvaan on helppo sijoittaa maallisen maiseman dramatiikkaa ja näin hyödyntää suuren negatiivin suurta tarkkuutta. Erikoisesti samalle negatiiville valotettu pimennys sarja jälkikäteen tapahtuvine maisemavalotuksineen hyötyy suuresta filmikoosta. Esimerkiksi 6x7-koossa koko sarja mahtuu 180 mmm linssillä otettuun kuvaan, kun taas kinokoossa vastaavaan kuvaan voi käyttää korkeintaan 85 mmm pikkuteleä. Seuraavassa keskitytään kuitenkin yksin omaan kinokoon järjestelmäkameran käyttöön.

Kamerarungolta ei edellytetä mitään erityisominaisuuksia. Käsisäätöisessä kamerassa on voitava lukea valotusmit-

taria pimennyksen pimeimmässäkin vaiheessa; automaatti-valotteisessa rungossa on oltava valotuksen korjausmahdoluus. Kylmäharjoittelulla kukin voi todeta, montako tälaita runkoa on operoitavissa yhtäaikaaisesti. Selvää kuitenkin lienee, että linssin vaihto kesken pimennyksen kulkua kannattaa unohtaa, ja sen sijaan on varattava eri linssilleomat runkonsa ja jalustansa. Kaikkiin käytettäviin runkoihin on syytä uhrata uudet paristot ennen kuvaamista.

Usean kameran yhtäaikaista käyttöä rajoittavat mm. seuraavat tekijät:

- Pitkäpolttovälisten linssien suuntaa on korjailtava jatkuvasti.
- Valotusaikoja on kenties säädettävä kaikkein kiireisimmillä hetkillä.
- Kameran tärähdysvaara on suuri hätiköidyssä toiminnassa.
- Pimennyksen täydellinen vaihe kestää vajaan kaksi minuuttia.

Erkki Rauhala kuvasi osittain pimentyneenä laskevan Auringon (vas.) Uraisissa 20.7.1982. Objektiivio li 400-millinen, filmi Ilford XP-1, valotusaika 1/1000 s ja aukko 32.

— Kuvauspaikalla on todennäköisesti monenlaista häiritsevää kuhinaa.

Koska liian monen kameran operointi voi pienestäkin ajatuksen oikosulusta muuttua hetkessä hätäntymiseksi, on tarkoin pohdittava mielekkäät ja vain tarpeelliset linssivaihtoehdot. Koska kuvaaminen onnistuu ilmiön kaikkien eri vaiheiden osalta samanherkkyiselle filmille, ei ainakaan erinopeuksisten filmien käyttö ole perusteltua eri kamerarungoille. Yhtä aikaa operoitaviin runkoihin kannattaa pyrkiä sovittamaan valotusarvot niin, että jos päättää haarukoida esimerkiksi suljinaikoja, on kaikissa kameroissa aukko ja filmiasetuksilla päästy samaan perussuljinaikaan ja samantyyppiseen suljinaikojen haarukointiin.

Pimennyksen täydellisen vaiheen aikana ovat valotukset niin pitkiä, että jalusta on välttämätön. Tärähdysvaaran pienentämiseksi on käytettävä lankalaukaisinta. Tätäkin paremmin onnistuu kameralla, jossa esimerkiksi vitkalaukaisimella saa kameran peilin ponnahtamaan yläasentoon ennen valotusta.

Oheinen taulukko sisältää olennaisimmat tiedot erilaisista järkevistä linssivaihtoehdoista. Taulukossa on kullekin linsille annettu Auringon kuvan halkaisija filmipinnalla, linsille laskettu maksimivalotusaika niin, että kohde ei häirit-

Auringonpimennyksen kuvaamiseen sopivia linssejä

Linssin polttoväli (mm)	Auringon halkaisija (mm)	Maksimi- valotus (Ö ₀ = 20°) (s)	Kuvakenttä (n° x n°)
50	0.4	9.1	27x40
55	0.7	5.4	16x24
75	1.2	3.4	10x15
90	1.7	2.3	7x10
135	2.6	1.5	4.6x6.8
200	3.5	1.1	3.5x5.2
300	5.2	0.8	2.3x3.5

sevästi ehdi liikkua valotuksen aikana, ja linssin kuvaken tämän suuruus. Taulukon maksimivalotusaika ei ole tässä ta pauksessa ehdoton, sillä pintamaisessa kohteessa pieni liike ei ole niin häiritsevä kuin pistemäisiä tähtiä kuvattaessa.

Auringon korona voi laajimmillaan olla halkaisijaltaan useita asteita, ja niinpä sen kuvaamisessa on 400 mmm telelinssi lähes optimaalinen valinta. Koronan sisäosien ja kromosfäärin kuvaamiseen on mielekästä käyttää pitempiä polttovälejä. Koko pimennyksen kulku mahtuu taivaalla $9^\circ \times 23^\circ$ alueelle (ensimmäisestä kontaktista neljanteen kontaktiin), joten tarkalla suunnittelulla pimennyssarjan voi kuvata 85 mmm pikkutelellä. Linssivaihtoehtoja punnit taessa kannattaa muistaa myös zoom-linssit; esimerkiksi tavallinen 80—200 mmm zoom-linssi telejatkeen kanssa on nopea käsitellä ja riittää normaaliobjektiivilla varustetun kameran kanssa perusvälineeksi. Koska tällainen yhdistelmä tulee jalustaan kiinnitettynä kovin nokkapainoiseksi, on jalustan tukevuuteen syytä kiinnittää erityistä huomiota.

Filmit

Useimmat filmit soveltuvat auringonpimennyksen kuvaamiseen. Vain uloin korona on ehkä niin himmeä, että hitaimmat filmit vaativat seurantaa, kun käytetään pitkiä telelinssijä. Filmivalinnan kannalta merkittävä kriteeri on eri filmityyppien ns. valotusvara. Diafilmi kykenee toistamaan noin neljän aukon valaistuserot, kun taas värinegatiivifilmillä on noin seitsemän aukon valotusvara. Oikein valotulla ja kehitetyllä mustavalkofilmillä päästään tätäkin suu rempaan valotusvaraan. Täydellisessä auringonpimennyksessä koronan ja kromosfäärin kirkkausero on 6—8 aukkoa, eli ainakin periaatteessa negatiivifilmillä voi saada yhteen kuvaan kaikki täydellisen vaiheen osailmiöt. Huomautettakoon kuitenkin, että vaikka filmi suoriutuu kerralla koko kirkkausskaalasta, sen vedostaminen samaan paperikuvaan vaatii huomattavaa taitoa. Toisaalta pimiövaihetta voi jatkaa ja kuvan vedostusta harjoitella, kunnes se onnistuu toivotulla tavalla. Negatiivifilmi siis saattaa olla paras vaihtoehto,

Kuvausvinkkejä

Helsinkiläinen Matti Suhonen, joka oli kuvaamassa täydellistä auringonpimennystä Mauritaniassa 1973, antaa pimennyskuvauksesta seuraavanlaisia vinkkejä.

- Kuvausvälineillä on otettava koekuvat hyvissä ajoin ennen pimennystä.
- Koekuvistakin pitäisi merkitä muistiin aukko, aika, polttoväli, suotimet, filmi, Auringon korkeus, pilvisyys (millaisia pilviä Auringon edessä).
- Välineiden yhteistoiminta testattava; jääkö kameran jokin vipu tai muu osa helposti jalustan tai muun esteen tielle.
- Filmin tai objektiivin vaihtoa tulisi välttää täydellisen pimennyksen aikana. Mieluummin vaihdetaan puoliksi kuvattu filmi kuvaamattomaan ennen täydellistä pimennystä. Filminvaihtoon tuhraantuu liikaa aikaa, vaikka pimennys kestäisi useita minutteja.
- Käytä tuttua nimimerkkiä pimennyksen aikana. Jos olet käyttänyt 10 vuoden aikana filmiä A, älä vaihda juuri ennen pimennysretkeä filmimerkkiin B.
- Ota kaikki pimennyskuvat saman emulsionumeron filmille ja koekuvaa tämä emulsionumero ennen matkaa.
- Varaa riittävästi filmiä mukaan. Perillä ei ehkä ole saatavissa sopivaa filmiä.
- Älä jätä kaikkia kuvia samanaikaisesti kehitettäväksi. Mr. Murphy saa aina "sormenjälkensä" mukaan.
- Kuvaa jokaisen rullan alkuun pari normaalilta näyttävää kuvaa, jotta filmien automaattinen leikkuri tahdistuisi oikein.
- Käytä kuvauspaikkasi valinnassa myös "talonpoikaisjärkeä". Älä mene paikkoihin joissa joudut onnettomuuksille alttiiksi.

sillä valotusvaransa ansiosta se tietenkin sallii myös suu remmat valotusvirheet kuin diafilmi. Kuvausvaiheessa on valotuksia ehdottomasti haarukoitava, ja siinä mielessä toki kaikilla filmeillä saa täydellisen vaiheen kaikki osat kuvattua.

Erimerkkisten filmien hyvistä ja huonoista puolista on vaikea sanoa mitään yleispätevää. Negatiivipuolella uusi T-rae-teknologia on parantanut filmejä merkittävästi. (Esi merkiksi Kodakin uudella Ektar 25 -filmillä tavoittaa kino-

130 koossa jotain suuren formaatin huikeasta terävyydestä.) Mustavalkofilmeistä ainakin Kodakin Technical-Pan-filmin valotusvaraa on mainostettu erinomaiseksi. (Samaa filmiä käytetään deep sky -kuvauksessa herkistettynä.) Ehkä yk sinkertaisin ohje sopivan filmin valitsemiseksi olisi hakea hienorakeisin vaihtoehto. Koska valotusajat riippuvat rat kaisevasti ilman selkeydestä, on kuvauspaikalle varattava ehkä pari eriherkkyistä vaihtoehtoa.

Valotusajoista

Auringonpimennyksen kuvaamiseen tarkoitettuja valotus-ohjeita on julkaistu erilaisissa oppaissa ja niitä voi etsiä myös julkaistujen kuvien teksteistä. Koska oppaissa julkais-
tut arvot on tarkoitettu selkeän taivaan korkealla tapahtu-
valle pimennykselle, ne eivät sovi vuoden 1990 pimennyk-
seen. Ohessa on suuntaa antava taulukko, joka on koottu
parista kirjasta, Sky and Telescope -lehden kuvista ja omista
kokemuksista. Taulukon arvot on määrätty 100 ISO/ASA-
-filmille aukkoa f=8 käyttäen.

Taulukossa mainittu 16 aukkoa himmentävä suodatin
löytyy ainakin suodatinmerkiltä B+VV. Nämä ovat ns. neut-
raalisuodattimia, ja B+W-valikoimassa on 6 aukkoa (2¹ ker-
taa), 10 aukkoa (2¹⁰ kertaa) ja 13 aukkoa (2¹³ kertaa) him-
mentävät vaihtoehdot tyypimerkeiltään 106, 110 ja 113.

Pimennyksen eri vaiheiden valotusajat

Ilmiö	Valotusaika (s)
Osittain pimentynyt Aurinko	1/125—1/250
Bailyn helmet	1/1000
Timanttisormusefekti	1/250
Kromosfääri	1/250
Sisäkorona	1/30
Korona	1/4
Varjonauhat	1/2
Maisema	1/2

131 Viereisen sivun taulukko on tarkoitettu korkealla paistavalle Auringolle, ja käytännön kokemusten mukaan selkeässä horisontissa kuvattavalle Auringolle riittää suodatin 110 tai 113.

Koska jo vähäinen utu voi aiheuttaa valotusarvoihin jopa viiden aukon korjauksen, ei taulukon arvoja voi suoraan käyttää valotusten perustana. Jos Auringon valotuksen on nistuisi määräämään ennen pimennystä, voisi taulukon ar-
voja käyttää vinkkinä valotusarvojen suhteista. Mutta koska
pimennys alkaa jo alle asteen korkeudella, ei tämäkään
onnistu. Mielestäni ainoaksi keinoksi jää luottaa kameran
omaan valotusmittariin ja automatiikkaan. Kameran anta-
mia valotusarvoja riittävästi haarukoiden onnistuu vähin
täänkin tyydyttävästi.

Tarkempien valotusarvojen määrittäminen on jätettävä
kuvaustilanteeseen. Tämä onnistuu vain opiskelemalla ka-
meran valotusmittarin painotus erilaisissa kuvaustilanteissa
ja erilaisia linsejä käytettäessä. Opiskelun tarkoitus on
löytää suunnilleen oikea valotuksenkorjaus erilaisiin tilan-
teisiin. Tällöin pimennyksen kriittisillä hetkillä kaikkein vai-
keimman tehtävän — suurin piirtein oikean valotuksen
määräämisen — voi jättää valotusmittarille ja kuvaaja voi
keskittyä hienosäätöön eli valotuksen korjaukseen. Käytän-
nön ohjeet valotuksenkorjauksen opiskeluun voisivat nyt
olla seuraavat:

- Kuvaa Aurinkoa aivan horisontissa eripolttovälisillä lins-
seillä (niillä, joilla on tarkoitus kuvata itse pimennys-
takin).
- Sommittele kuvat siten, että Aurinko on suunnilleen
lopullisessa paikassa kuvakentässä.
- Ota koekuvat kameran antamien arvojen mukaan samal-
la haarukoiden niitä niin, että päädyt mieleiseesi tulok-
seen. Paina mieleen löytynyt valotuksenkorjaus (kame-
ran antamaan lukemaan nähden).
- Opiskele korjaus sekä utuisella että selkeällä ilmalla.
Käytä selkeällä ilmalla aiemmin mainittuja neutraalisuo-
dattimia.

Todennäköisesti kokeilujen tulokset ovat suunnilleen
seuraavat:

Petri Kapasen kuva-sarja heinäkuun 1982 osittaisesta auringon pimennyksestä. Sarja on kuvattu Ilmajoen Santavuorella. Kamera oli Mamiya RB-67, 180 mm objektiivi ja aluminoitu suodin. Filmi oli Agfa Ortho, filmikoko 56 x 67 mm. Valotukset on otettu 5 minuutin välein, paitsi toiseksi viimeinen väli 3 min. Piniennyssarja on si joitettu jälkivalotuksella tapahtumahetken maisemaan. Valotusajat vaihtelivat 1/250 ja 1/15 sekunnin välillä. Lisää suomalaisia pimennyskuvia väriliitteessä.

- Lyhytpolttovälisillä linseillä valotuksenkorjaus on voimakkaammin alivalotuksen suuntaan kuin pitkäpolttovälisillä linseillä.
- Hivenen utuisella ilmalla valotuksenkorjaus on edelleen alivalotuksen suuntaan, mutta merkittävästi vähemmän kuin selkeällä ilmalla.
- Vahva utuilma ei vaadi lainkaan korjausta.

Opiskelun tuloksena valotuksenkorjauksista alkaa itseltään syntyä mielikuvia, jotka luovat varmuutta itse tapahtumaan valmistauduttaessa. Tätä taitoa tulee sitten soveltaa itse kuvaushetkellä.

Pitkillä teleillä kuvattaessa voi valotusmittarin painotuksesta johtuen käydä niin, että Auringon kiekko osuu vahvimmin painotettuun kuvakentän keskusta, mutta itse tapahtumassa kromosfääri ja korona lankeavatkin vähemmän painotetulle reuna-alueelle. Tällaisten tilanteiden vaatiman valotuksenkorjauksen voi opiskella esimerkiksi kuvaamalla sopivia, vaaleita kiekkoja tummia taustoja vasten. Joidenkin kameratyypin valotuksen pistemittaus on suureksi avuksi, joskin ongelmaksi nousee silloin ajan tuhlautuminen mittauksiin ja niiden vaatimiin kameran suuntaamiseen. Uskoisin, että kohtuullisella opiskelulla ja arvioitujen valotuskorjausten haarukoinnilla saa varmimmin erinomaisia kuvia.

Kuvaamisen jälkeen

Jos kuvasaalis on tallessa usealla filmillä, kannattaa eri filmit kehittää ja kehityttää eri kerroilla. Mustavalkofilmit kannattaa kehittää itse. Toista kehityskertaa varten voi ensimmäisen erän perusteella arvioida mahdollisesti tarvittavia kehitysaikakorjauksia. Myös kaupalliset laboratoriot voivat ottaa huomioon näitä kehitystoiveita. Filmin voi pyytää leikkaamattomana, jolloin sitä ei katkota vääristä kohdista. Pyydetessä filmi leikkaamattomana kannattaa samalla vaatia rullana palautettavaan filmiin naarmuuntumista estävä välipaperi. Rulla kannattaa pyytää löysänä ja mukaan voi liittää riittävän väljän purkin sen palautusta varten.

Muuta kuvattavaa

Täydellisen auringonpimennyksen aikana kannattaa mahdollisuuksien mukaan seurata ja kuvata myös seuraavia ilmiöitä:

- Taivaan värin ja tummuuden muutokset; erikoisesti pimennysvarjon lähestyminen ja etääntyminen pimennysvyöhykkeellä.
- Planeettojen ja kirkkaimpien tähtien näkyminen.
- Vuoden 1990 pimennys sattuu valaisevien yöpilvien kannalta aktiivisimpaan aikaan, ja niinpä historiallinen kuva voisikin syntyä ensimmäisistä päiväsaikaan kuvaetuista yöpilvistä!
- Ilmakehän alaosat aiheuttavat toisinaan voimakkaita vääristymiä nousevaan ja laskevaan Aurinkoon (ja Kuuun). Osaksi pimentyneet Aurinko ilmakehän rusikoimana voi olla huiman dramaattinen näky.
- Esimerkiksi puiden lehvistön läpi siilautuvat auringon säteet muodostavat osin pimentyneestä Auringosta vastaavan muotoisia valolevyjä. Niitä voi tarkkailla tällä kertaa esimerkiksi vaaleassa rakennuksen seinässä.
- Ns. varjonauhojen näkyminen ei ole ennustettavissa, mutta niitä kannattaa seurata nyt erikoisen tarkasti auringonvalon joutuessa kulkemaan paksun ilmakerroksen läpi. Ilmiön kuvaaminen edellyttää nopeata filmiä ja mahdollisimman lyhyitä valotusaikoja. Ilmiön näkemiseen tarvitaan tällä kertaa vaalea pystypinta, esim. rakennuksen seinä.

Yllä luetelluista kohteista kannattaa muistaa, että monet niistä voi ohjelmoida kameran dataperään niin, että kamera täysin automaattisesti huolehtii valotusten aloittamisesta ja valotusten määräämisestä. Kuvaajan kädet jäävät vapaiksi muita kameroita käyttämään. Kannattaa myös muistaa, että kaikkea ei yksinään ehdi kuvaamaan. Viisainta on keskittyä muutaman ilmiön huolelliseen dokumentointiin ja muiden ilmiöiden ihailmiseen.

10. HARRASTAJIEN HAVAINNOT

f f Täydellinen auringonpimennys tarjoaa monia epätavallisia ilmiöitä, joita tähtiharrastajat ja muut tie-
I teestä kiinnostuneet katsojat voivat seurata. Suurin
JL osa pimennysyleisöä tyytyy varmasti vain katso-
maan tapahtumia ja ehkä ottamaan valokuvia. Mutta pi-
mennyksestä saa vielä enemmän irti, jos keskittyy joihinkin
kiinnostaviin asioihin ja vie niiden havainto-ohjelman kun-
nolla läpi.

Jos pimennys jää pilvien taakse, moni kiintoisa ilmiö jää
tietysti näkemättä. Mutta pimennys on siltikin vaikuttava
tapahtuma, ja muutamat harrastajahavainnot voidaan to-
teuttaa pilvistä huolimatta.

Valmisteluja

Havaintoja voi tehdä yksikseen, pareittain tai isommissa
ryhmissä. Kaikissa tapauksissa havainto-ohjelma on suunnit-
teltava jo paljon ennen pimennystä ja harjoiteltava useaan
kertaan.

Kun olet päättänyt havaita pimennystä, sinun kannattaa
heti perustaa havaintopäiväkirja. Siihen merkitään kaikki
oleelliset asiat: suunnitelmat, valmistelut, hankinnat, ha-
vaintopaikan valinta yms. Päiväkirja on sinulle korvaamat-
tomaksi avuksi sekä ennen pimennystä että sen jälkeen.

Jo varhaisessa vaiheessa sinun täytyy päättää, mitä ha-

vaintoja aiot tehdä. Tässä luvussa esitellään kymmenkunta
mielekästä havaintokohdetta. Yksi ihminen ei voi kuiten-
kaan seurata niitä läheskään kaikkia. Siksi sinun täytyy
valita muutama tehtävä, joka sinusta tuntuu kiintoisimmal-
ta, ja keskittyä niihin. Jos olet jäsenenä havaintoryhmässä,
voi ryhmä suorittaa enemmän tehtäviä, kun ne sopivasti
jaetaan jäsenten kesken.

Havaintopaikan valinta on yksi tärkeä valmistelutehtävä.
Vuoden 1990 pimennyksessä tämä on tavallistakin tärkeä-
mpi, koska vain harvoista paikoista on kunnan näköala koilli-
selle taivaanrannalle. Havaintopaikasta kannattaa ostaa
kunnan kartta, josta paikan koordinaatit ovat tarkasti luet-
tavissa. (Peruskartan 1:20 000 lehtiä saa kirjakaupoista ja
maanmittaushallituksen karttamyynnistä.) Paikkaan olisi
hyvä käydä tutustumassa etukäteen.

Lisäksi täytyy varata yksi tai useampia varapaikkoja.
Edellisen päivän sääennustusten perusteella paikoista vali-
taan se, jossa selkeän sään mahdollisuus on suurin.

Havaintoja on etukäteen huolellisesti harjoiteltava. Sinun
täytyy käydä läpi toimintasi askel askeleelta tavaroiden
purkamisesta pimennyksen loppuun asti. Näin näet, ehdit-
kö tehdä kaikki kaavaillut kokeet ja mitä hankaluuksia
niissä voi tulla. Täydellisen pimennyksen toimintaa voit
harjoitella oikeissa valaistusolosuhteissa eli melkoisessa hä-
märässä, jollainen pimennyshetkellä vallitsee. Ryhmätyötä
pitäisi harjoitella muutaman kerran koko ryhmän voimin.

Hyvänä apuna niin harjoittelussa kuin itse pimennys-
havainnoissa on nauhurin käyttö. Parasta olisi, jos sinulla
olisi kaksi nauhuria. Toisesta kuuntelet ohjeita, joiden mu-
kaan toimit, ja toiselle sanelet havaintosi.

Ohjenauha tulee valmistaa hyvissä ajoin. Se voi olla puo-
len tunnin nauha, joka alkaa ehkä 15 minuuttia ennen
täydellistä pimennystä ja päättyy saman verran sen jälkeen.

Nauhalla on ensinnäkin aikamerkkejä. Sanele nauhalle
esimerkiksi puolen minuutin välein, paljonko täydelliseen
vaiheeseen on aikaa. Juuri ennen täydellistä vaihetta merkit
voivat olla tiheämmässä. (Nauha täytyy tietysti käynnistää
sekuntikellon kanssa oikealla hetkellä, että nauhalla oleva
pimennyksen alku yhtyy todelliseen tapahtumaan.)

Aikamerkkien lisäksi nauhalla on ohjeita, milloin tarkkaillet mitäkin ilmiötä, milloin otat valokuvia, millaisen valotuksen niihin säädät. Harjoitusten aikana joudut varmasti muokkaamaan nauhaa ennen kuin se on lopullisessa kunnossa.

Varsinaisessa pimennyksessä ohjenauhuria täytyy kuunnella korvakuulokkeilla, joissa on tarpeeksi pitkä johto. Kun käytät kuulokkeita, et häiritse toisia havaitsijoita etkä omaa saneluasi havaintonauhalle. Havaintonauhalle kerrot esimerkiksi pimennyksen näkymiä ja valokuvien ottohetkiä, jotta voit myöhemmin ajoittaa ne; jokunen aikamerkki nauhan alussa ja lopussa on myös tarpeen.

Osittaiset vaiheet

Jo pimennyksen osittaisessa vaiheessa voi tehdä mielekkäitä havaintoja. Ne aloitetaan ensimmäisen kontaktin määräämisellä.

Ensimmäinen kontakti on se hetki, jolloin Kuun reuna alkaa työntyä Auringon eteen. Kuu tulee oikealta ylhäältä ja kulkee vasemmalle alas Auringon yli. Siksi Kuu koskettaa Aurinkoa ensiksi sen oikeassa yläreunassa. Pane muistiin se ajanhetki, jolloin huomaat ensimmäisen kolon Auringon reunassa.

Ryhmän piirissä voidaan tutkia, miten paljain silmin määrätty kontaktihetki eroaa kiikarilla tai kaukoputkella tehdystä havainnoista.

Tässä ja muissa aikahavainnoissa sinun kellosi täytyy tietysti olla täsmälleen oikeassa ajassa. Tai sitten käytät nauhuria, jolle havaintojesi sekaan äänitöt radion aikamerkkejä. Niiden avulla saat jälkikäteen määrättyksi ajanhetket hyvin tarkasti.

Vastaavat havainnot tehdään myös osittaisen pimennyksen lopuksi neljännen kontaktin määräämiseksi. Neljäs kontakti on se hetki, jolloin Kuu lopullisesti väistyy Auringon edestä. Viimeiseksi näkyy kapea lovi Auringon vasemmassa alareunassa.

Myös Kuun etenemistä auringonpilkkujen yli voi ajoittaa

Osittaisen vaiheen aikana voi tutkia esimerkiksi Kuun etenemistä auringonpilkkujen yli ja Kuun reunan epätasaista muotoa. (Kuva Petri Kapanen)

samalla tavalla. Pilkut tai pilkkuryhmät ovat usein niin suuria, että ne näkyvät (suodattimen läpi) jo paljaalla silmällä. Kaukoputken läpi heijastettuna pilkut näkyvät tietysti paremmin. Kuvasta voi ajoittaa Kuun kulun koko pilkun tai pilkkuryhmän yli, ja kun tunnetaan Kuun etenemisnopeus, voidaan laskea pilkkujen koot.

Joskus Kuun kaarevassa pinnassa Auringon edessä on nähty epätasaisuuksia, jotka voivat olla todellisia Kuun reunan laaksoja tai vuoria. Nämä näkyvät vain kaukoputkella, ja niistä voi tehdä huomioita.

Ja valokuvia pimennyksestä otetaan tietysti paljon jo osittaisen vaiheen aikana. Kuvausohjeita annettiin edellisessä luvussa.

Varjonauhat

Vähän ennen täydellisen vaiheen alkua nähdään usein kapeiden varjonauhojen kulkevan maiseman poikki. Sama

ilmiö toistuu Auringon reunan tullessa taas esiin.

Varjonauhat huomattiin joedellisillä vuosisadoilla. Kuten luvussa 6 mainittiin, ne johtuvat valon taipumisesta ilma-kehän kylmemmissä ja lämpimämmissä kerroksissa; ne ovat siis eräänlaisia kangastuksia. Varjonauhojen suunnasta ja etenemisestä ei kuitenkaan osata esittää yksimielisiä ennustuksia.

Varjonauhat ovat 2—5 senttimetrin levyisiä, niiden välimatka voi olla 5—25 cm ja etenemisnopeus (nauhoja vas-

Vuosisadan vaihteessa tehty piirros pimennyksen varjonauhoista rakennuksen seinällä (vas.). Vasentaava ilmiö näkyy esi-merkiksi uima-altaan pohjalla, kun Auringon valo taipuilee vedessä.

taan kohtisuoraan suuntaan) pari metriä sekunnissa.

Varjonauhat tarjoavat pimennyksen seuraajille kiinnostavan tutkimuskohteen, ja niistä saatavat tulokset voivat olla todelliseksi avuksi nauhojen synnyn selittämisessä. Tutkimuksia vaikeuttaa se, että varjonauhoja ei näy kaikissa pimennyksissä, vaikka sää olisikin selkeä, tai ne näkyvät hyvin epäselvästi.

Varjonauhojen tarkkailemiseksi tarvitset noin 1.5 m läpimittaisen valkoisen varjostimen. Sen pitäisi olla kohtisuorassa pimentyvää Aurinkoa vastaan. Jos Aurinko on hyvin matalalla, kuten vuoden 1990 pimennyksessä Suomessa, voi vaikkapa ripustaa lakanan seinälle, joka on suoraan nousevaa Aurinkoa vastaan. Tai joustavampi mahdollisuus on tehdä jostakin levystä alusta, jolle kiinnitetään valkoinen paperi tai kangas.

Keskelle levyä kiinnitetään parinkymmenen sentin pituinen keppi täsmälleen pystyyn; kepin varjoa tarkkailemalla saa levyn kohtisuoraan Aurinkoa vastaan.

Levyyn piirretään reunoja myöten ympyrä, jolle merkitään vaikkapa viiden asteen välein suuntalukema. Näin levyllä kulkevien varjojen suuntaa ja etenemistä voidaan arvioida.

Kun ensimmäiset varjonauhat ilmestyvät levyllä, levyn poikki vedetään nauhan suuntainen lanka tai vaikkapa maalarinteippi. Uusi teippi vedetään puolen minuutin tai minuutin välein, jos nauhojen suunta muuttuu.

Jollakin toisella tavalla levyllä merkitään nauhojen kulkusuunta, joka ei aina ole kohtisuorassa nauhoja vastaan. Nauhojen välimatkat arvioidaan suoraan levyltä tai kellon avulla laskemalla, montako nauhaa tietyssä ajassa kulkee levyn poikki. Nauhojen kulkunopeus mitataan samoin kellolla: kauanko yhdeltä nauhalta kestää kulkea levyn reunalta toiselle.

Varjonauhojen tutkiminen on yhdelle ihmiselle hankalaa, koska yhtä aikaa täytyy suorittaa monia mittauksia. Parempi tulos saavutetaan, jos levyn ympärillä on sopivankokoinen ryhmä, jonka jäsenillä on omat selvät tehtävänsä. Ryhmän toiminnan täytyy olla hyvin harjoitettua, jotta siinä ei tule sekaannuksia.

Täydellisyysvyöhykkeen reunoilla varjonauhat voivat olla näkyvissä pitempään kuin keskellä. Siksi nauhojen seuraaminen on sopiva tutkimuskohde varsinkin sellaisille ryhmille, jotka eivät pääse siirtymään pimennysvyöhykkeen keskiosiin.

Varjonauhoja on tavallisen kameran ohella yritetty vangita filmille elokuvakameroilla, mutta huonolla menestyksellä. Nykyajan videotekniikka voi tarjota paremman mahdollisuuden. Jos kuvaat pimennystapahtumia videolle, koeta kuvata myös varjonauhoja.

Kuun varjo

Täydellisen pimennyksen lähestyessä maisema vähitellen pimenee. Parin viimeisen minuutin aikana valon ja värin muutokset ovat nopeimmat. Maisemat voivat muuttua keltäväksi tai oranssiinvivahtaviksi tai mustanpuhuviksi. Väri riippuu paljon siitä, millainen sää ja pilvisuus pimennys-hetkellä vallitsee.

Kuun varjon lähestymistä on usein verrattu ukkosmyrskyn tuloon. Varsinkin pilvisellä säällä varjo on hyvin näkyvissä. "Varjon vyöryminen pilvien poikki jättimäisen aallon kaltaisena oli niin vaikuttava näky, että se korvasi sen pettymyksen, jonka täysin pilvinen sää muuten aiheutti", kertoo *Observe eclipses* -kirjan toinen kirjoittaja Michael Reynolds vuoden 1970 pimennyksestä.

Jos täydellinen pimennys sattuu korkealla taivaalla, varjo on melkein pystysuorassa. Taivaanrannassa jokasuunnassa taivas on kirkkaampi, mutta katsojien yllä on kuin tumma peite. Jos pimennys sattuu horisontin lähellä, kuten kesällä 1990 Suomessa, varjokin kulkee lähes vaakasuorassa. Auringon suunnassa on pimeämpää ja sivuilla valoisampaa.

Kuun varjo on usein nähty myös täydellisyysvyöhykkeen ulkopuolelta. Varjon tarkkailu on sopiva tehtävä sellaisille henkilöille, jotka eivät pääse seuraamaan täydellistä pimennystä. Varjo voi näkyä satojen kilometrien päästä.

Amerikkalainen William Glenn on tehnyt seuraavan kysymyssarjan pimennyksen valo-olojen seuraajille:

1. Montako sekuntia ennen täydellistä vaihetta Kuun varjo näkyi?
2. Missä suunnassa varjo tuli näkyviin?
3. Millainen oli sen tummuus, ulkonäkö ja väri verrattuna ympäröivään varjottomaan taivaaseen?
4. Mitä muutoksia varjossa näkyi pimennyksen aikana?
5. Mitä suuntia tarkkailit täydellisen pimennyksen aikana ja juuri ennen ja jälkeen sen?
6. Miten taivaan ulkonäkö ja väri vaihteli näissä suunnissa?
7. Milloin ja miten Kuun varjo hävisi?
8. Miten valoisuus muuttui pimennyksen eri vaiheissa?
9. Paljonko ennen pimennystä tähdet ja planeetat tulivat näkyviin?
10. Mitä tähtiä ja planeettoja näit?
11. Milloin ne katosivat näkyvistä?
12. Millaiset olivat pimennyksen sääolot?
13. Näitkö täydellisyysvaiheen aikana Kuun pinnalla mitään väriä?
14. Millainen oli Kuun tummuus ja väri verrattuna taivaan väriin muutaman asteen päässä pimentyneestä Aurin-gosta?

Joihinkin kysymyksiin saa vastauksen, jos ehtii kuvata maisemaa pimennyksen aikana. Näin kannattaa tehdä aina kin silloin, jos itse pimennys jää pilvien taakse. Valoisuuden vaihtelusta saa kuvasarjan, jos pitää aukkoa ja valotus aikaa vakiona. Värien vaihtelua kuvattaessa kannattaa taas vaihdella valotusta sitä mukaa kuin maisema pimenee.

Mielenkiintoisia kuvia saa myös kalansilmälinssillä, joka pystyy kuvaamaan koko taivaankannen. Kamera kannattaa suunnata täsmälleen zeniittiin ja siten, että kuvan ilman suunnat ovat tarkasti selvillä. Esimerkiksi 15 sekunnin välein otetuista kuvista pystyy seuraamaan Kuun varjon kulkua.

Valon määrää voi tutkia myös siitä, miten hyvin näkee lukea erikokoista tekstiä. Sivulla 145 on malliteksti, josta voi ottaa valokopion ja ripustaa sen metrin päähän silmistään. Pane muistiin ne ajanhetket, jolloin kukin rivi katosi näkyvistä ja ilmestyi taas näkyviin.

8.00

8.31

8.44

9.00

9.31

10.03

8.01

8.32

8.45

9.01

9.32

10.04

TÄMÄ RIVI ON 9 MM KORK

TÄLLÄ RIVILLÄ ON 5 MM KORKEUTTA

KIRJAJINTEN KORKEUS ON ENÄÄ 3 MILLIMETRIÄ

VIELÄKÖ NÄET LUKEA? RIVIN KORKEUS ON 2.5 MM

NYT OLLAAN JO SANOMALEHTITEKSTIN KORKEUDESSA; VAIN 2 MM

Katso tätä kuiva yhden metrin etäisyydeltä ja pane muistiin ajanhetket, jolloin kukin rivi katosi ja tuli taas näkyviin. (Idea on R. Siveetsirin ja M. Raynoldsin kirjasta Observe: Eclipses)

Tarkempia havaintoja saa valotusmittareilla. Valon määrä zenitissä ja eri ilmansuunnissa merkitään muistiin pimen-nyksen eri vaiheissa.

Jos sinulla on kirjallisia tai taiteellisia taipumuksia, voit laatia värikkään kertomuksen pimen-nyksen näkymistä tai ikuistaa ne piirustuslehtiöön tai kankaalle.

Timanttisormus ja Bailyn helmet

Hetkeä ennen täydellisen vaiheen alkua näkyy pimentyvä Aurinko ensin "timanttisormuksena" ja sitten "helminauhana". Timanttisormuksen vaikutelma syntyy Auringon viimeisestä sirpistä, joka loistaa Kuun oikean reunan yli, ja toisaalta Auringon kaasukehästä, joka alkaa tulla näkyviin vastakkaiselta puolelta. Kaasukehä muodostaa täyden renkaan, sormuksen, Auringon ympärille.

Seuraavina sekunteina kaasukehä näkyy yhä paremmin

Lauri Anttila on tutkinut valoisuuden vaihtelua auringonpimen-nyksen aikana. Viereisen sivun kuvissa on toukokuun 11. päivän pimennys 1975. Valonvoimakkuuden vaihtelu on saatu esiin kuvaamalla samalla valotuksella: f/11, 1/60 s. Filmi Kodakin Plus-X-pan. Pimen-nyksen maksimi-hetki oli 8.43, jolloin puolet Auringon halkaisijasta oli Kuun peitossa.

ja Kuuta syleilevät Auringon ohuet sirpit hupenevat nopeasti. Timantti katoaa ja jäljelle jää vain muutamia pieniä helmiä, kun Auringon valo vielä näkyy Kuun reunan laaksokohdista. Auringon viimeisiä välähdyksiä sanotaan Bailyn helmiksi englantilaisen Francis Bailyn mukaan, joka kuvaili niitä 1830-luvulla.

Sitten helmetkin katoavat ja Auringon kaasukehä hulmahtaa näkyviin. Helmien katoaminen merkitsee toisen kontaktin ajanhetkeä, joka pitäisi merkitä muistiin mahdollisimman tarkasti ja mahdollisimman monella paikkakunnalla.

Täydellisen pimennyksen loppuminen, kolmas kontakti, näkyy jälleen Bailyn helmien ilmestymisenä. Myös tämä ajanhetki pitäisi jokaisen havainnoitsijan merkitä muistiin. Muutamassa sekunnissa tulee esille timanttisormus ja sitten Auringon sarvet mustan Kuun sivuilla.

Bailyn helmiä helmikuun 1952 pimennyksessä. (Kuva Van Biesbroeck, Yerkesin observatorio)

Timanttisormus ja Bailyn helmet ovat aivan täydellisyysvyöhykkeen reunalla näkyvissä pitemmän aikaa kuin keski linjalla. Siksi jotkut havaitsijat valitsevat havaintopaikkansa mieluiten täältä. Useimmat ensikertalaiset haluavat kuitenkin nähdä kunnolla Auringon koronan, ja he etsiytyvät lähelle keskiviivaa.

Vyöhykkeen reunoilla tehdyillä havainnoilla voi olla huomattavaa tieteellistä merkitystä. Niitä voi käyttää Auringon säteen määrittämiseen, kuten kerrottiin luvussa 6. Kontakti-
hetkien määrittäminen onnistuu parhaiten kuvasta, joka kaukoputken läpi heijastetaan valkoiselle levyille. Auringon kaasukehä ei heijastuneessa kuvassa näy, mutta kirkas pinta (eli fotosfääri) näkyy hyvin.

Timanttisormus. Japanilainen tähtihaarastaja Shigeru Morikubo otti kuvan kesäkuun 1983 pimennyksestä Jaavassa.

Kuun reunaprofiili heinäkuun 22. päivän 1990 auringonpimennyksessä. Tasainen ympyrä osoittaa keskimääräisen reunan, jonka mukaan pimenyksen ajanhetket on laskettu, rosainen käyrä on 70-kertaisesti liioiteltu piirros todellisesta reunasta. Mittakaava säteen sannassa on noin 1 kaarisekunti/senttimetri. (David Heraldin piirrokset H. S. Naval Observatoryn kirjasta *Total Solar Eclipse of 22 July 1990*)

Toisen ja kolmannen kontaktin ajanhetkien määrittämiseen voi käyttää myös tarkkaan ajoitettuja tiheitä valokuvasarjoja tai filmi- tai videokameroita. Kameroissa täytyy olla suodatin, joka vaimentaa pois Auringon kaasukehän valon, mutta päästää läpi fotosfäärin voimakkaamman säteilyn.

Timanttisormus ja Bailyn helmet ovat myös sinällään näyttäviä kuvauskohteita. Kuvauksesta oli vinkkejä luvussa 9.

Kuun reuna toisen ja kolmannen kontaktin hetkellä Joensuussa 22.7.1990 (oikealla). Piirros on australialaisen David Heraldin tekemä. Auringon reuna kontaktihetkellä on kuvattu pystysuoraksi viivaksi, jonka vieressä ovat suuntakulmat asteina. Rosoinen pystykäyrä on Kuun todellinen reuna. Kaareva viiva on Auringon reuna kymmenen sekuntia toisen kontaktin jälkeen ja kymmenen sekuntia ennen kolmatta kontaktia. Kuun reuna on kuviossa ajateltu kiinteästi paikalleen, ja Auringon reuna liikkuu vasemmalta oikealle. Todellisen kon-

taktihetken kussakin suunnassa saa laskeksi interpoloimalla. Joensuussa toinen kontakti tapahtuu suunnassa 102° , ja U. S. Naval Observatoryn mukaan kontaktihetki (ilman korjausta) on klo 4.53.02,4 (ks. kirjamme liite). Kuviosta voi arvioida, että suunnassa 102° Auringon ja Kuun reunat kohtaavat noin $(2 \text{ mm}/33 \text{ mm}) \times 10 \text{ s} = 0,6 \text{ s}$ myöhemmin eli klo 4.53.03,0. Vastaavasti kolmannen kontaktin suunnassa (283°) reunat kohtaavat noin 2,1 sekuntia ennen laskettua hetkeä (4.54.35,3) eli klo 4.54.33,2.

Harrastajat voivat ajanhetkien lisäksi merkitä muistiin timantin ja kirkkaimpien helmien suuntakulmia (eli astelukemia pohjoisesta myötäpäivään). Suunnatkin on helpoin mitata Auringon kuvasta, joka on heijastettu varjostimelle. Varjostimelle merkitään etukäteen tarkka pohjoissuunta (eli suunta kohti tähtitaivaan pohjoisnapaa, joka on Pohjantähden lähellä).

Vielä timanttisormuksen ja Bailyn helmien katoamista katsottaessa täytyy käyttää silmien edessä tummaa suoda-

tinta. Mutta kun täydellinen pimennys alkaa, ei suodatinta enää tarvita.

Protuberanssit ja kromosfääri

Kun täydellinen pimennys alkaa, Auringon reunalla nähdään usein punertavia kielekkeitä. Ne ovat protuberansseja, hohtavia kaasupatsaita, jotka kohoavat Auringon pin-

Protuberanssit ovat Auringosta purkautuvia kaasukielekkeitä, jotka näkyvät täydellisen pimennysten aikana. Ne voi saada näkyviin myös erikoiskameralla, jossa Aurinkoa kuvataan ns. vetyalfasuodattimen läpi. Vasemmalla auringonpimennys 7.7. 1842, alla lahtelaisen Juhani Salmen protuberanssikuva 22.4.1980.

nasta jättimäisten liekkien tavoin. Protuberansseja kannattaa yrittää kuvata ja niistä voi tehdä piirroksia.

Viimeisen Bailyn helmen kadottua näkyy samalla reunalla hetken aikaa myös vaaleanpunertava kerros, joka sitten katoaa Kuun taakse. Tämä juova on Auringon kaasukehän sisempi osa, kromosfääri. Kuten luvussa 6 mainittiin, sen paksuus Auringon pinnan yllä on vain tuhatkunta kilometriä, joten se katoaa näkyvistä parissa sekunnissa.

Jos jollakulla harrastajalla on käytössään spektrikuvalaitteet, joilla hän ottaa kuvia Auringon spektristä pimen nyksen eri vaiheissa, hänen kannattaa koettaa vangita kromosfäärin spektri. Se on toisennäköinen kuin normaali Auringon spektri, sillä tummien imeytymisviivojen sijasta siinä on kirkkaita ns. emissioviivoja.

Auringon korona

Kun kromosfääri katoaa Kuun reunan taakse, näkyy Auringon ulompi kaasukehä, korona, kaikessa komeudessaan. Korona on varmasti täydellisen pimennyksen vaikuttavin näky. Toisin kuin esimerkiksi Bailyn helmiä tai protuberansseja, koronaa voi ihailla kaikessa rauhassa, sillä se on näkyvissä koko täydellisen vaiheen ajan.

Silmä ei ehkä pimennyksen alussa ole täysin sopeutunut heikkoon valoon, ja koronan muotojen näkyminen voi parantua pimennyksen kestäessä.

Kuten luvussa 6 todettiin, koronan ulkonäkö vaihtelee suuresti pimennyksestä toiseen. Auringon aktiivisuuden minimiaikoina koronassa näkyy pitkälle ulottuvia sormekkeita, maksimiaikoina korona taas on kapeampi valovyöhyke Auringon ympärillä. Kesän 1990 pimennyksen aikaan Aurinko on maksimivaiheessaan, joten koronan ulkonäkö on luultavasti tasainen ja rauhallinen.

Koronaa kannattaa valokuvata eri valotusajoilla. Lyhyillä valotuksilla näkyvät kirkkaiden alueiden yksityiskohdat. Pitkillä valotuksilla kirkas osa ylivalottuu, mutta koronan ulkoreunoilta voi mukaan tulla uusia hentoja muodos telmia.

Koronasta voi tehdä myös piirroksia. Silmä näkee usein heikkoja yksityiskohtia, esimerkiksi virtauskuvioita tai paikallisia tihentymiä, jotka eivät valokuvassa tule näkyviin. Myös videokameraa voi käyttää koronan kuvaukseen.

Pimentynyt taivas

Vähän ennen toista kontaktia taivas tulee niin pimeäksi, että kirkkaimmat tähdet syttyvät näkyviin. Täydellisen vaiheen aikana voi näkyä heikompiakin tähtiä, jos sää on aivan kuulas. Jos ilmassa on vähänkin utua, heikkojen tähtien näkeminen on vaikeampaa.

Tähtien näkyminen riippuu paljon myös siitä, onko silmä mukautunut pimeään. Jos olet katsellut kirkasta Aurinkoa,

Vasemmalla Aurinkon korona 5.7.1945. Kuvan otti kolmen koulupojan (Seppo Niklander, Christian Sucksdorff, Klaus Vala) auringonpimennysretkikunta Suonenjoen apteekin katolta. Kuva otettiin Sucksdorffin rakentamalla kaukoputkella, johon Väisälä oli tehnyt peilit. Aukon läpimittana oli 11 cm ja polttoväli 100 cm. "Auringonpimentämisreissu oli muuten niin hauska ja onnistunut, että sen voi katsoa onnistuneen sataprosenttisesti ilman tätä kuvaakin", kirjoitti Sucksdorff valokuva-albumiinsa.

vie pimeään mukautuminen useita minuutteja. Pimennys on itse asiassa ohi, ennen kuin silmäsi olisi valmis sen ihailuun. Siksi ennen täydellistä vaihetta kannattaa suojata silmät esimerkiksi tummilla lasilla tai panna vaikkapa toisen silmän päälle silmälappu ja käyttää sitä sitten taivaan ja koronan tarkkailuun.

Vuoden 1990 pimennyksessä Aurinko on Kravun tähdistössä. Planeetoista kirkkain, Venus, on noin 30 asteen päässä Auringosta, mutta Jupiter on aivan Auringon vieressä ja

Tähtitaivas Joensuussa heinäkuun 1990 pimennyshetkellä. Pidä karttaa pääsi päällä siten että ilmansuunnat ovat kohdallaan. Aurinko on koillisella taivaanrannalla. Planeetoista Jupiter (J), Venus (V) ja ehkä Mars (M) voivat näkyä selvästi. (Piirros on mukailtu U. S. Naval Observatoryn kirjasta Total Solar Eclipse of 22 July 1990)

sen pitäisi näkyä hyvin selvästi. Myös Kaksosten päätähdet Castor ja Pollux näkyvät Auringon yläpuolella.

Auringonpimennyksen aikaan on etsitty myös pyrstötähtiä ja Merkuriuksen radan sisäpuolella olevia mahdollisia pikkuplaneettoja. Näihin etsintöihin tarvittaisiin kuitenkin suuret kaukoputket ja herkätkamerat. Jos kirkas komeetta sattuu olemaan Auringon lähellä, sitä tietysti kannattaa havaita.

Sää ja eläimet

Sopivia havaintotehtäviä harrastajalle on myös sään tarkkailu. Jos muodostatte havaintoryhmän, voi esimerkiksi jollekin nuoremmalle jäsenelle antaa tehtäväksi merkitä muihin lämpötilan ja ilmanpaineen muutokset pimennyksen aikana. Myös ilmankosteutta ja kastepistettä voi tarkkailla, jos on käytettävissä sopivat mittarit. Tuulen suunnassa ja nopeudessa voi tapahtua äkillisiäkin muutoksia.

Toinen hyvä tehtävä sellaisille pimennyksen katsojille, jotka eivät ota osaa varsinaisiin tähtitieteellisiin kokeisiin, on eläinten seuraaminen. Kuten luvussa 6 kerrottiin, pimennysten aikana on havaittu esimerkiksi lintujen ja hyönteisten käyttäytyvän poikkeuksellisesti. Jokin luontokerho voisi tarkkailla erilaisia eläimiä, koettaa ottaa niistä valokuvia tai tehdä piirroksia.

Rengasmaiset pimennykset

Rengasmaisissa pimennyksissä Kuu on ratansa kaukaisimissa pisteissä ja sen näennäinen läpimitta on niin pieni, että se ei riitä peittämään koko Aurinkoa. Auringon valoa näkyy koko ajan Kuun reunan yli, ja pimennyksen kuvaa miseen ja katsomiseen sopivat samat ohjeet kuin osittaisissa pimennyksissä.

Jos Kuu on lähes tarkalleen Auringon kokoinen, voi pimennyskin olla toisessa paikassa vielä rengasmainen mutta viereisellä paikkakunnalla jo täydellinen. (Tai joskus voi

*Rengasmainen auringonpimennys Okina-
zoassa 23. syyskuuta
1987 (oik.). (Kuva
Shigeru Morikubo)*

maanpinnalla näkyä rengasmainen pimennys, mutta lento koneesta täydellinen.) Tällöin tilanne on sama kuin täydellisyysvyöhykkeen reunoilla. Timanttisormusta, Bailyn helmiä, ehkä kromosfääriä ja protuberansseja ja varjonauhoja, voidaan seurata pitemmän aikaa. Maisema pimenee ja tähtiä tulee näkyviin.

Mitään uusia ilmiöitä eivät rengasmaiset pimennykset tarjoa, mutta muodostavat tietysti erikoisen ja kiinnostavannäköisen pimennystyyppin.

Tänä vuonna syntyvät lapset ovat viidenkymmen ikäisiä, kun Suomessa näkyy seuraava rengasmainen pimennys. Mutta sitä ennen näkyy rengasmaisia pimennyksiä jossakin päin maapalloa parin vuoden välein, ja matkustuksen jatkuvasti helpottuessa käyvät tähtitieteen ystävät entistä useammin seuraamassa ulkomailla sattuvia pimennyksiä, niin rengasmaisia kuin täydellisiä.

Havaintokertomukset

Onnistuneet pimennyshavainnot tuovat harrastajalle itselleen suurta tyydytystä. Havaintoja ei kannata kuitenkaan kätkeä pöytälaatikkoon. Niistä pitäisi kirjoittaa tiivis havaintokertomus, jossa tärkeimmät tulokset esitellään taulukoiden, piirrosten ja valokuvien avulla.

Heinäkuun 1990 pimennyksen havaintokertomukset tai niiden kopiot pyydetään lähettämään Ursaan, jossa ne kerätään yhtenäiseksi pimennysarkistoksi. Niistä tehdään myös laaja yhteenveto, joka julkaistaan Tähdet ja Avaruus -lehden erikoisnumerossa talvella 1991. Mielenkiintoisimpia tuloksia ja parhaita valokuvia julkaistaan myös muissa lehdistä.

Havaintokertomukset ja valokuvat lähetetään Ursan pimennysryhmän projektipäällikölle osoitteella

Markus Hotakainen

Tähtitieteellinen yhdistys Ursa

Laivanvarustajankatu 3

00140 Helsinki.

Ursassa on arvioitu, että harrastajat ehtivät koota havaintonsa, teettää valokuvansa ja kirjoittaa kertomuksensa kahdessa kuukaudessa. Siksi havaintokertomukset ja kuvat pyydetään lähettämään syyskuun 1990 loppuun mennessä.

Myöhemmin tulevat havainnot ovat toki tervetulleita, mutta ne eivät enää ehdi mukaan Tähdet ja Avaruus -lehden erikoisnumeroon.

*LIITTEET**1. Pimennysten laskemisesta*

Seuraavassa esitetään se tapa niillä auringonpimennyksiä nykyisin lasketaan. Tässä käytetään myöhemmin selvitettävää Besselin menetelmää, joka on peräisin vuodelta 1826. Se perustuu Kuun varjon liikkeisiin Maan yli.

1. Lasketaan tasaisin väliajoin Auringon ja Kuun näennäiset paikat maapallon keskipisteestä katsottuna. Se tarkkuus, millä pimennyksen kulku voidaan ennustaa, perustuu näiden arvojen tarkkuuteen, joka taas riippuu Kuun liikkeen teoriasta Maan ympäri ja Maan liikkeen teoriasta Auringon ympäri. Edellinen teoria on hyvin monimutkainen, kun sen sijaan jälkimmäinen on suhteellisen yksinkertainen.

2. Näistä geosentrisistä Kuun ja Auringon paikoista lasketaan tietyt ns. pimennyksen elementit, jotka määrittelevät osittain Kuun varjon mitat ja osittain sen aseman maapallon suhteen.

3. Näiden elementtien avulla voidaan sitten laskea toisaalta pimennyksen yleinen kulku kokonaisuudessaan ja toisaalta voidaan ennustaa pimennyksen vaiheet tietyille paikoille.

Auringon ja Kuun geosentristen paikkojen (rektaskension ja deklinaation) laskeminen tunnin välein (3 tuntia ennen ja 3 tuntia jälkeen konjunktion) on ensimmäinen toimenpide auringonpimennyksen ennustamisessa. Nyt voidaan laskea Kuun varjon kokosekä sen paikka ja liike maapallon suhteen. Tämä tapahtuu laskemalla pimennyksen Besselin elementit (ks. liite 2).

Yksinkertaisen piirroksen avulla voidaan havainnollistaa Besselin elementtien geometrinen merkitys. Tätä varten ajattelemme, että on olemassa taso, joka kulkee Maan keskipisteen kautta ja on kohtisuorassa varjon akselia vastaan, siis sitä viivaa vastaan, joka kulkee Auringon ja Kuun keskipisteiden kautta.

Tämän jälkeen määrittelemme suorakulmaisen koordinaatiston siten, että sen nollapiste (origo) sijaitsee Maan keskipisteessä, x-akseli leikkaa perustason ja päiväntasaajan tason, ja asetamme x-koordinaatiston positiiviseksi idän suuntaan, y-akseli on kohtisuorassa tätä leikkausviivaa vastaan ja y lasketaan positiivisena pohjoista kohti. Maan pohjoisnavan projektio perustasolle on aina y-akselin positiivisella puolella. Pituuden yksiköksi valitsemme Maan ekvaattorisäteen.

Molemmat varjokartiot (puolikartio ja ydinkartio) leikkaavat perustason kahdessa ympyrässä, joiden säteet ovat l_1 ja l_2 . Ympyröiden yhteisellä keskipisteellä, joka on tietysti varjoakselin ja perustason leikkauspiste, voi olla koordinaatit x ja y . Se piste taivaalla, mihin varjon akseli (suunnassa Kuu-Aurinko) osoittaa, merkitään rektaskensiolla a ja deklinaatiolla d . Tämä piste on hyvin lähellä Auringon keskipistettä. Varjokartioiden huippukulmien puolikkaita merkitään i_1 :llä ja i_2 :llä.

Suureet x , y , a ja d määrittelevät yksiselitteisesti varjon aseman maapalloon nähden. Suureet Z_1, l_1 ja i_1 määrittelevät varjokartioiden koot. Voidaan myös mainita, että j (puolivarjon säde perustasossa) on aina positiivinen, kun sitä vastoin l_2 on positiivinen rengasmaisilla pimennyksillä ja negatiivinen täydellisillä pimennyksillä. Jälkimmäisessä tapauksessa varjokartion kärki on perustason alapuolella.

Lopuksi täytyy tietää, miten maapallon meridiaanit ovat suhteessa koordinaattisysteemiimme. Se voidaan määritellä antamalla kulma Greenwichin ja sellaisen meridiaanin välillä, jolla on suuntaa, d zenitiissä. Jos me merkitsemme tätä pistettä, jossa Kuun varjon akseli leikkaa

taivaan, r :llä, niin tähtiajalla 0 on silloin $f_i = 0 - a$. Me voimme nyt laskea kaikki nämä suureet, jotka juuri ovat Besselin elementit. Ne ovat yleensä valmiiksi laskettuina tähtitieteellisissä taulukoissa. Näiden Besselin elementtien z , y , d , f_i , Z_j , l_j , f_j ja i_j avulla voimme nyt laskea pimennystiedot. Lopullisena tavoitteena on siis pimennyksen kulun määrittäminen kokonaisuudessaan ja tietyn paikan olosuhteiden laskeminen.

Pimennys alkaa, kun puolivarjo koskettaa maapalloa. Tämä tapahtuu perustasossa silloin kun varjoakselin etäisyys maapallon keskipisteestä on $1-4-71$. Meidän täytyy siis Besselin elementtien avulla laskea se ajankohta, jolloin ylläoleva kaava pitää paikkansa:

$$z^2 - y^2 = 1$$

Tästä voidaan laskea alkupisteiden ajankohdat ja paikat. Sanoetaan, että tällöin täydellinen pimennys alkaa. Kokovarjo liikkuu nyt Maan yli lännestä itään, jolloin sen akseli piirtää maanpinnalla käyrän, pimennyksen ns. keskiviivan. Jos merkitsemme tämän käyrän suora kulmaisia koordinaatteja perustasossa x :llä ja y :llä, silloin on voimassa

$$x = f \text{ ja } y = Tj$$

Auringonpimennyksen paikallinen ennustaminen on paljon yksinkertaisempaa kuin pimennyksen yleisen kulun ennustaminen. Tarkastelemme erästä pistettä Maan pinnalla, jonka koordinaatit ovat seuraavat: pituus A ja leveys ϕ . Muutaman yksinkertaisen pallotähtitieteellisen kaavan avulla voimme laskea pisteen suorakulmaiset koordinaatit f ja r perustasossa mille ajanhetkelle tahansa. Voimme lisäksi laskea pisteen korkeuden perustasossa f , joka on aina pienempi kuin yksi. Lopuksi tunnemme varjon keskipisteen suorakulmaiset koordinaatit x ja y sekä varjoympyröiden säteet ja varjokartioiden huippukulmat.

Tietylle paikalle osittainen pimennys alkaa silloin kun puolivarjon reuna koskettaa kyseessä olevaa paikkakuntaa. Tämä merkitsee sitä, että paikan etäisyys varjoakselista on l_1 tan f_i , kun taas paikka sijaitsee perustason yläpuolella etäisyydellä, missä puolivarjon läpimitta on pienempi kuin perustasossa. Merkitsemme että etäisyys varjoakselista $m_i = y/(x - f)^2 + (j - r)^2$. Voimme nyt laskea m_i ja l_1 tan f_i eri ajanhetkille. Vertaamalla näitä ajanhetkiä toisiinsa voidaan määrätä ajanhetki, jolloin

$$m_i = l_1 - (\tan f_i)$$

Tämä on se ajanhetki, jolloin osittainen pimennys alkaa. On olemassa aina kaksi ajanhetkeä, jolloin y.o. ehto on voimassa; toinen hetki on pimennyksen loppu. Edellisessä tapauksessa m_i pienenee ja jälkimmäisessä tapauksessa m_i suurenee. Tarkemmissa laskuissa otetaan seuraavien suureiden muutokset myös huomioon: x, y, d, l_1 ja l_2, f_1 ja i_1

ovat koko pimennyksen ajan vakioita. Lopullisissa laskuissa käytetään Besselin elementtejä:

$T, x, z', \gamma', \mu, \mu', \sin d, \cos d, (l', /1, /j', /2 \text{ Ja } \alpha \text{ tan } i \text{ jätän } /2,$

missä pilkulliset suureet ovat pilkuttomien tuntimuutoksia. Aikamit tana käytetään kaikissa pimennyslaskuissa efemeridiaikaa ET, joka poikkeaa normaalista ajasta UT (GMT). Vuonna 1990 erotus on 57.1 s. Tämä erotus vaikuttaa pimennyslaskuun siten että yhden sekunnin virhe muuttaa pimennysvyöhykkeen paikkaa pituuspiirisuunnassa 0.25'.

2. Auringonpimennyskaavat

Laskuissa tarvittavat suureet ovat Besselin elementit, jotka saadaan tähtitieteellisistä vuosikirjoista tai United States Naval Observatoryn sirkuaarista n:o 173, missä on 22.7.1990 pimennystiedot. Besselin elementit ovat varjoakselin leikkauspisteen koordinaatit perustason kanssa x ja y. Varjoakselin suunnan koordinaatit ovat d ja γ .

Pimennyslaskuissa tarvittavat paikkakunnan geosentriset koordinaatit saadaan seuraavista kaavoista, missä a on Maan litistyneisyys ja h paikan korkeus sferoidista metreinä :

$$a = 1/298.257$$
$$f = 1 - a$$
$$\tan u = f \tan p$$
$$\sin 9\gamma' = f \sin U + \frac{h}{6378140} \sin \varphi$$
$$\cos p' = \cos u - \frac{h}{6378140} \cos p$$

Havaitsijan koordinaatit r, j ja (sekä niiden tunnitaiset muutokset ξ', η', J^a, C saadaan seuraavista kaavoista:

$$\ell = p \cos \sin i$$
$$r] = p \sin p' \cos d - p \cos p' \cos \delta \sin d$$
$$(\gamma = p \sin p' \sin d - p \cos p' \cos \delta \cos d$$
$$(\gamma' = p' \cos p' \cos \delta$$
$$i\gamma' = \gamma' \sin d - Qd'$$
$$\zeta' = -\mu' \xi \cos d + r/d'$$

missä:

$$0 = p - A - 0.0041781 AT$$

Esimerkki pimennyslaskujen tuloksista. Vuoden 1990 heinäkuun pimennyksen näkyminen Helsingissä ja Joensuussa. (Liitteiden piirroksat Reino Anttila/Veikko Sinkkonen)

Seuraavaksi lasketaan :

$$u = x - \ell \quad u' = r' - \xi'$$
$$\ll = l' - T \quad v' = y' - \eta'$$

$$Li = li - \tan fi$$
$$L_2 = G - C \tan /2$$
$$n^2 = u'^2 + v'^2 \quad (n > 0)$$

Nyt lasketaan maksimihetken ajankohta korjaustermillä r_m . Laske taan uudet Besselin elementit korjatulle ajanhetkelle ja lasketaan uusi korjaus. Näin tehdään kunnes korjaus tulee tarpeeksi pieneksi, esim. 0.00001 tuntia. Seuraavaksi lasketaan pimennyksen maksimimagnitudi G. Jos $G > 1$, niin pimennys on täydellinen, jos $0 < G < 1$, niin pimennys on osittainen. Muussa tapauksessa pimennystä ei tapahdu.

$$Tm = \frac{uu' + vv'}{r'}$$
$$G = \frac{L_1 - |\Delta|}{L \sqrt{4 - Li}} \quad \text{missä}$$
$$A = (vu' - ur')/n$$

Pimennyksen alku- ja loppuhetkien laskemiseen tarvitaan vielä uusi kulmasuure ip , mikä saadaan seuraavasta yhtälöstä:

$$\sin 1\gamma = \frac{uv' - u'v}{nL} \quad L = L_1 \text{ tai } L - Li$$

missä Liitä käytetään ulkoisille kontakteille (osittaisen pimennyksen alku tai loppu), kun taas sisäisille kontakteille käytetään L_2 :ta (täydellisille tai rengasmaisille pimennyksille). Kulman $4'$ neljännes saadaan seuraavista säännöistä:

Osittaisen sekä rengasmaisen pimennyksen alulle sekä täydellisen pimennyksen lopulle $\cos 1/1 < 0$.

Osittaisen sekä rengasmaisen pimennyksen lopulle sekä täydellisen pimennyksen alulle $\cos > 0$.

Aikakorjaus r oletetulle ajanhetkelle t saadaan seuraavasta kaavasta:

$$t = \frac{L \cos ib}{n} \frac{UU' + VV'}{n^2} \quad L = L_1 \text{ tai } L - Li$$

Itoimalla saadaan haetut ajanhetket. Efemeridiajan ja universaali-ajan välinen ero on otettava huomioon laskettaessa loppuaikoja.

Positiokulmat P ja V saadaan seuraavasti:

$$P = 2 \arctan \left\{ \frac{u}{L + v} \right\} \quad L = l_1 \text{ tai } l_f = l_q$$

$$V = P \sim q.$$

missä parallaktinen kulma on annettu seuraavalla kaavalla

$$8,n, = -73fc \frac{\cos \theta \sin \theta}{\dots}$$

missä $\cos g d l_a$ on sama merkki kuin yliaja h tarkoittaa Auringon korkeutta.

Position		Name of Location	Duration of Touliiy	Maximum Eclipse									
Latitude	Longitude			Path Width	U.T.		Obscur.	Mag.	Sun's Alt. Az.				
* °	'	* °	'	Finland	m	s	km	h	m	s	%		
+60	24 0	+ 25	40.0	Borga	1	24 8	171	1	53	06.3	100.0	1.011	* 48
+61	00.0	+ 24	25.0	Hameenlinna	0	49 9	174	1	54	16.1	100.0	1.003	2 44
+60	33.0	+ 27	15.0	Hamina	0	48 8	171	1	52	34.4	100.0	1.002	2 49
+61	13.0	+ 26	05.0	Heinola	1	25.5	174	1	53	46.1	100.0	1.010	2 48
+60	09.7	+ 24	57.3	Helsinki (Univ. of Helsinki Obs.)	1	26.2	171	1	53	10.8	100.0	1.012	1 47
+60	37.0	+ 24	50.0	Hyvinkää	1	24.2	173	1	53	41.7	100.0	1.010	1 47
+62	40.0	+ 30	55.0	Ilomantsi	1	25.8	176	1	53	27.9	100.0	1.009	5 53
+61	14.0	+ 28	50.0	Imatra	0	44.3	172	1	52	39.1	100.0	1.002	3 51
+60	29 0	+ 25	06 0	Jarvenpaa	1	28.0	172	1	53	26.4	100.0	1.014	1 48
+63	41.0	+ 22	40.0	Jakobstad				1	57	46.8	94.5	0.950	3 46
+62	36.0	+ 29	45.0	Joensuu	1	32.8	176	1	53	48.8	100.0	1.015	4 52
+60	32.0	+ 24	10.0	Karkkila	1	15.2	173	1	53	54.6	100.0	1.007	1 47
+60	25.0	+ 25	10.0	Kerava	1	28.0	172	1	53	20.6	100.0	1.014	1 48
+60	13.2	+ 24	23.8	Kirkkonummi (Metsähovi Obs.)	1	26.8	172	1	53	29.5	100.0	1.013	1 47
+60	26.0	+ 26	55.0	Kotka	0	53.1	171	1	52	35.7	100.0	1.003	2 49
+60	54.0	+ 26	45.0	Kouvola	1	25.6	172	1	53	09.2	100.0	1.010	2 49
+62	54.0	+ 27	40.0	Kuopio				1	54	56.1	99.9	0.998	4 50
+61	00.0	+ 25	40.0	Lahti	1	25.5	174	1	53	43.3	100.0	1.011	2 48
+61	04.0	+ 28	15.0	Lappeenranta	0	56.4	172	1	52	42.4	100.0	1.003	3 50
+63	20.0	+ 30	00.0	Lieska	1	17.0	178	1	54	33.5	100.0	1.007	5 52
+60	27.0	+ 26	15.0	Lovisa	1	17.2	171	1	52	54.0	100.0	1.007	2 48
+61	44.0	+ 27	15.0	Mikkeli	1	27.3	175	1	53	49.8	100.0	1.011	3 49
+63	31.0	+ 29	10.0	Nurmes				1	55	04.0	99.9	0.999	5 52
+65	00.0	+ 25	26.0	Oulu				1	58	06.6	94.6	0.952	5 49
+62	43.0	+ 29	05.0	Outokumpu	1	25.3	177	1	54	11.6	100.0	1.009	4 51
+62	18.0	+ 27	10.0	Pieksämäki	0	53.9	177	1	54	28.5	100.0	1.003	3 50
+60	25.0	+ 22	26.8	Piikkiö (Turku-Tuorla Obs.)				1	54	35.2	99.5	0.994	1 45
+60	45.0	+ 24	45.0	Riihimäki	1	18.7	173	1	53	52.0	100.0	1.008	1 47
+60	23.0	+ 23	10.0	Salo	0	48.9	173	1	54	13.1	100.0	1.003	1 46
+61	54 0	+ 28	55.0	Savonlinna	1	27.8	174	1	53	20.9	100.0	1.011	4 51
+61	32.0	+ 23	45.0	Tampere				1	55	06.3	99.3	0.991	2 47
+60	27.0	+ 22	15.0	Turku				1	54	42.7	99.5	0.993	1 45
+62	20.0	+ 27	50.0	Varkaus	1	15.8	177	1	54	14.8	100.0	1.007	3 50

3. *Pimennys Suomeassa*

Tämän aukeaman alalaidassa olevassa taulukossa annetaan heinäkuun 1990 täydellisen auringonpimennyksen yksityiskohdat muutamilla Suomen paikkakunnilla U.S. Naval Observatoryn laskujen mukaan. Ajat on laskettu maanpinnan tasoon, ja osittain tästä syystä, osittain laskumenetelmien pienistä eroista johtuen ne voivat poiketa pa-
rilla sekunnilla suomalaisten laskemista. Refraktiokorjaus on otettu huomioon. Ensimmäisen kontaktin sarakkeessa olevat pisteet tarkoittavat, että kontakti tapahtuu horisontin alapuolella. Sarakkeissa tyhjäksi jätetyt kohdat tarkoittavat, että kyseisellä paikkakunnalla tätä ilmiötä ei tapahdu. Alkuperäisen taulukon alalaidassa on pienellä ladottu teksti: "Nimet ja oikeinkirjoitus eivät välttämättä ole oikein." (Taulukko kirjasta Total Solar Eclipse of 22 July 1990, U.S. Naval Observatory Circular No. 173)

Nime of Location	First Contact			Second Contact			Third Contact			I-ourth Contact		
	U.T.	P	V	U.T.	P	V	U.T.	P	V	U.T.	P	V
<u>Finland</u>	h m «	o	o	h m s	»	»	h m s	»	»	h m »	»	»
Borg»				1 52 23.9	S	142	1 53 48.7	S	9	2 45 16.4	»	»
Hameenlina	+ M M .	+M	..	1 53 51.1	S	69	1 54 41.1	0	0	2 46 22.0	»	»
Harriin*	+ . M *	M+	..	1 52 10.0	S	183	1 52 58.9	0	0	2 45 00.1	»	»
Heinola	+ + + +	+	..	1 53 03.3	S	108	1 54 28.8	2	2	2 46 09.0	»	»
Helsinki (Univ. of Helsinki Obs.)	... M .	...	M	1 52 27.7	S B A	136	1 53 53.9	5	5	2 45 12.0	»	»
Hyvink**				1 52 59.6	S B A	108	1 54 23.8	2	2	2 45 46.9	»	»
Ilomantsi	1 02 04.0	283	302	1 52 45.0		149	1 54 10.8	2	2	2 46 50.2	»	»
Imatra	1 . -	-	+M	1 52 16.9	S	187	1 53 01.3	5	5	2 45 26.7	»	»
Jarvenpaa		M	..	1 52 42.4	»	122	1 54 10.5	8	8	2 45 32.5	»	»
Jakobstad										2 50 04.8	»	»
Joensuu		+M	+M	1 53 02.4	S	124	1 54 35.3	283	6	2 46 59.7	»	»
Karkkila	- - - -	...	+++	1 53 17.0	S H S	94	1 54 32.2	313	6	2 45 53.1	»	»
Kerava		+M	..	1 52 36.6	S S S	127	1 54 04.6	280	3	2 45 26.5	»	»
Kirkkonummi (Metsähovi Obs.)	M M M +	+	..	1 52 46.1	S S S	118	1 54 12.9	289	2	2 45 26.5	»	»
Kotka	+ M M +	-	..	1 52 09.1	S S S	179	1 53 02.3	229	2	2 44 57.1	»	»
Kouvola	M M M .	M	M	1 52 26.4	S	142	1 53 52.0	265	9	2 45 34.5	»	»
Kuopio										2 47 51.3	»	»
Lahti		..	...	1 53 00.5	S	109	1 54 26.1	298	en	2 46 00.1	»	»
lappeenranta				1 52 14.2	S S	177	1 53 10.6	231	en	2 45 22.9	»	»
lieska	1 03 07.6	282	300	1 53 55.0	S S	90	1 55 12.1	317	0	2 47 54.3	»	»
Ixrvisa	M M M +	+M	..	1 52 15.4	S	155	1 53 32.6	gg	N	2 45 09.8	»	»
Mikkeli		...	..	1 53 06.1	S	110	1 54 33.5	gg	n	2 46 28.8	»	»
Nurmes	1 03 41.9	282	300							2 48 19.1	»	»
Oulu	1 06 53.6	280	296							2 51 02.0	»	»
Outokumpu	M M M +		...	1 53 29.0	80	102	1 54 54.3	S	mcn	2 47 17.7	»	»
Pieksämäki	+ . + + +	...	...	1 54 01.6	49	71	1 54 55.4	S*	8	2 47 12.8	»	»
Piikkiö (Turku-Tuorla Obs.)	+ M M	...	...							2 46 17.6	»	»
Riihimäki	- M -	...	...	1 53 12.7	S S	98	1 54 31.4	309	en	2 45 58.0	»	»
Salo	.11 .	...	...	1 53 48.7	S	69	1 54 37.6	338	0	2 46 01.3	»	»
Savonlinna	. M M +	...	...	1 52 37.0	S S	142	1 54 04.9	266	R	2 46 16.7	»	»
Tampere	. . M M +	...	...							2 47 12.0	»	»
Turku	M M M +	...	...							2 46 23.8	»	»
Varkaus	...	...	...	1 53 36.9	68	91	1 54 52.8	S	M	2 47 05.6	»	»

Kirjallisuutta

- R. Beck, H. Hilbrecht, K. Reinsch, P. Volker (toim.): Handbuch für Sonnenbeobachter, Vereinigung der Sternfreunde e.V. 1982
- I. Bondsorff: Astemittaus auringonpimennysten avulla. Suomalaisen Tiedeakatemian esitelmät ja pöytäkirjat 1945, Helsinki 1946
- B. Brewer: Eclipse, Earth View 1978
- V.V. Chauvenet: A Manual of Spherical and Practical Astronomy, Voi. 1, Dover 1960
- M. M. Dagajev: Solnetshnye i lunnyje zatmenija, Nauka 1978
- F. Espenak: Fifty Year Canon of Solar Eclipses: 1986—2035, Nasa 1987
- F. Espenak: Fifty Year Canon of Lunar Eclipses: 1986—2035, Nasa 1989
- A. Fiala, J. Bangert, W. Harris: Total Solar Eclipse of 22 July 1990, U.S. Naval Observatory 1988
- R. Green: Spherical Astronomy, Cambridge University Press 1985
- M. Haavio: Suomalainen kulttuuriheeros, Virittäjä 64, s. 250—268, 1960
- U. Harva: Suomalaisten muinaisusko, WSOY 1948
- D. Herald: Correcting Predictions of Solar Eclipse Contact Times for the Effects of Lunar Limb Irregularities, J. Brit. Astr. Ass. 93, 241—246, 1983
- R. A. Hirvonen: Brasilian retkikunta. Suomalaisen Tiedeakatemian esitelmät ja pöytäkirjat 1948, Helsinki 1949
- P. Janiczek, J. DeYoung: Computer Programs for Sun and Moon Illuminance, U.S. Naval Observatory 1987
- K. Kaila: Auringon havaitseminen, Tähtitieteen harrastajan käsikirja 2, s. 8—47, Ursa 1983
- A.-L. Kukkamäki: Rumpujen Afrikka, WSOY 1949
- T. J. Kukkamäki: Vuoden 1947 suomalaisten auringonpimennysretkikuntien varusteet ja Afrikan retkikunta. Suomalaisen Tiedeakatemian esitelmät ja pöytäkirjat 1948, Helsinki 1949
- T. J. Kukkamäki, R. A. Hirvonen: The Finnish Solar Eclipse Expeditions to the Gold Coast and Brazil 1947. Suomen Geodeettisen laitoksen julkaisuja N:o 44, Helsinki 1954
- K. Lundmark: Solförmörkelser förr och nu, 1945
- R. Maag, J. Sherlin, R. Van Zandt: Observe and Understand the Sun, Astronomical League 1976
- J. Meeus, C. Grosjean, W. Vanderleen: Canon of Solar Eclipses (1898—2510), Pergamon Press 1966
- / J. Meeus, H. Mucke: Canon of Lunar Eclipses -2002 to 2526, Astronomisches Büro, Wien 1983
- A. A. Mihailov (toim.): Solnetshnoje zatmenije 31 ijulja 1981 goda i jego nabljudenije, Nauka 1980

- H. Mucke, J. Meeus: Canon of Solar Eclipses -2003 to +2526, Astronomisches Büro, Wien 1983
- Th. Ritter von Oppolzer: Canon of Eclipses (Canon der Finsternisse), Dover 1962
- W. Smart: Textbook on Spherical Astronomy, Cambridge University Press 1971
- R. Sweetsir, M. Reynolds: Observe Eclipses, Astronomical League 1979
- J. Zirker: Total Eclipses of the Sun, Van Nostrand Reinhold 1984

Kirjoittajat

Kakkuri, Juhani, s. 1933

FT, professori, Geodeettisen laitoksen ylijohtaja vuodesta 1977, Suomalaisen tiedeakatemian ja Teknillisten tieteiden akatemian varsinainen jäsen. Kakkuri on tutkinut tarkkaa ajanmäärittämistä, geodeettisia mittausten menetelmiä, ilmakehän optiikkaa sekä maan kuoren relatiivisia liikuntoja. Harrastus: tähtitiede.

Oja, Heikki, s. 1945

FT, dosentti, Helsingin yliopiston tähtitieteen laitoksen tp. assis tentti, vastaa almanakan tähtitieteellisten tietojen toimittamisesta. Oja on Ursan julkaisupäällikkö ja Tähdet ja Avaruus -lehden toimitussihteeri. Oja on ollut kirjoittajana tai toimittajana useissa tähtitieteen yleistajuisissa kirjoissa.

Anttila, Reino, s. 1943

FM, toimessa Helsingin yliopiston tähtitieteen laitoksella. Anttila on kehittänyt tähtitieteellisiä laskentamenetelmiä ja mm. laskenut 1970-luvulta alkaen almanakan pimennystiedot.

Hakemisto

Agricola, Mikael 63-64
 Alikoski, H. 48
 Anttila, L. 144
 Auringonpimennys
 — katselu 39, 43, 115-123
 — kontaktit 11, 23-24, 149
 — kuvaaminen 34, 124-135
 — luonnon käyttäytyminen 38, 81-83, 154
 — neulanreikäkuvat 123-124
 — osittainen 12-15, 19, 61, 130, 138-139
 — pimentynyt taivas 11, 152-154
 — rengasmainen 13-15, 19, 94-96, 104, 154-155
 — täydellinen 12-15, 18-19, 20-34, 48-52, 61, 94-96, 105-114
 — täydellisyysvyöhyke 13, 20-21, 30, 37
 auringonsäteily 29-30
 Aurinko
 — fotosfääri 69-70, 148
 — korona 10, 12, 28, 33-34, 38, 69-72, 85, 130, 134, 151-153
 — kromosfääri 10, 69-70, 130, 134, 150-151, 155
 — läpimitan määrittäminen 79-81, 112-113
 — protuberanssit 11, 97, 150-151, 155
 aurinkotuuli 72-73, 77
 Baily'n helmet 11, 49, 130, 145-150, 155
 Banachievicz, Th. 22, 92
 Besselin elementit 157, 160-161
 Bonsdorff, I. 21-22, 44
 Chimonas, G. 78
 Chou, R. 116-118
 Donner, A. 85, 88
 Furuholm, R. 85, 88-89
 harrastajien havainnot 136-156
 havaintokertomukset 156
 havaintopaikan valinta 109-110, 137
 havaintopäiväkirja 136-137
 Hines, C.O. 78
 Hotakainen, M. 156
 Eddington, A. 73
 Einstein, A. 73
 Einstein-efekti 21, 73-75, 92
 ekliptika 16
 Euler, Leonard 22, 92
 Haavio, M. 62, 64
 Harva, Uno 61
 Heikkilä, Risto 9, 100
 Heiskanen, V.A. 21, 35, 51
 Hirvonen, R.A. 48-50
 Honkasalo, T. 50
 ilman
 — lämpötila 29-32, 36, 76
 — paineaallot 78
 — sähköjännite 29, 30
 Inex-jakso 19
 Iversen, F. 88-89
 Järnefelt, G. 21
 Kalaja, P. 21, 24, 50
 kansanperinne 60-68
 Kapanen, P. 132-133
 Karvinen, J. 66
 Keränen, J. 21, 30
 Kukkamäki, A.-L. 48-49, 51-52
 Kukkamäki, T.J. 26, 28, 48-49
 Kuu
 — etäisyys 12, 22
 — reunan muoto 22, 49, 148
 — varjo 11-13, 22, 25-28, 142-143
 Köhler, A. 32
 Laajala, V. 64
 leimahdusspektrit 23, 24, 69, 104
 Lindblad, B. 34
 Lindelöf, E. 88
 Lunelund, H. 31
 Löfström, K.G. 27-28
 Maan magneettikenttä 21, 29-30, 77-79
 maapallon pyörimisnopeus 58-60
 magnetosfääri 76-77
 Majlert, Z. 81-82
 Melin, A. 38
 Nyberg, A. 32
 Oppolzer, Th. Ritter 19, 84
 Paimen, E. 21
 Parviainen, P. 124
 Paulaharju, S. 66
 Pekkarinen, Tatu 45
 Pesonen, U. 24
 pimennykset
 — antiikin kirjallisuudessa 55-58
 — assyrialaisessa nimiluettelossa 55
 — ja ajanlasku 58-60

— Kiinan kirjallisuudessa 53-55
 — raamatussa 55, 64-65
 — Rooman valtakunnassa 58
 pimennyssää 110-112
 pimennystapahtumia 1990 112-114
 pimennysten laskeminen 157-162
 Portin, T. 9
 Pulkila, L. 48
 radioluotain 31-32
 Raita, A.V. 38
 Rauhala, E. 127
 Raunio, N. 32
 Rossi, V. 32
 Sahade, J. 48
 Saros-jakso 17-19
 solmukuukausi 17
 solmupiste 16
 solmuvuosi 17, 18
 Solrad-koe 81, 113
 stratosfääri 32
 Sucksdorff, E. 21, 30
 Sucksdorff, Chr. 153
 Suhonen, M. 100, 129
 suhteellisuusteoria 73-74
 Sundman, K.F. 21, 85, 88-90
 synodinen kuukausi 17-18
 säteilyvirhe 30-33

Tammelin (Tammelinus), L. 66-68
 timanttisormusefekti 10-11, 130, 145-150, 155
 Tommila, M. 32
 tropopausi 32
 tulevat pimennykset 92-93
 Tuomi, T. 48
 valokuvaaminen 124-135
 varjonauhat 10, 75-76, 130, 135, 139-142, 155
 Vesterinen, E. 32
 vuoden
 — 1914 auringonpimennys 84-91
 — 1927 auringonpimennys 91-92
 — 1945 auringonpimennys 20-47
 — 1947 auringonpimennys 48-49
 — 1954 auringonpimennys 50-52
 — 1990 auringonpimennys 7, 105-113, 137-153, 156
 Vuorela, L. 32
 Vuori, O. 48
 Väisälä, V. 32
 Väisälä, Y. 21, 24, 34, 88
 välimatkan mittaus 21-25, 36, 48-49, 92
 VVitting, R. 88
 Wojtusiak, R. 81-82
 Österlund, B. 48

Tähtitieteellinen yhdistys Ursa

Ursa on Suomen suurin tähtiharrastusyhdistys. Se perustettiin 1921, ja vuoden 1988 lopussa sen jäsenmäärä oli yli 5 000. Jäsenistöön kuuluu erityisen paljon nuorisoa.

Ursa toimii monella tavalla maamme tähtitieteen harrastuksen edistämiseksi. Se järjestää tähti- ja aurinkonäytäntöjä Helsingin Kai vopuiston tähtitornissa (tornin puh. 90-653 505) sekä esitelmätilaisuuksia. Sillä on laaja tähtitieteellinen kirjasto Helsingissä, os. Laivanvarustajank. 3. Kirjasto on auki maanantaisin ja torstaisin klo 18—20 ja tiistaisin ja keskiviikkoisin klo 15—17 (puh. 90-174 048). Ursan piirissä toimii harrastusjaostoja, jotka opastavat harrastajia ja suorittavat tähtitieteellisiä havaintoja. Ursassa on valmistettu kuljetettava kouluplanetaario, jota voidaan käyttää monipuolisesti tähtitieteen opetuksessa.

Ursa on Suomen suurin tähtitieteen kustantaja. Pyydä ajan tasalla oleva julkaisuluettelo Ursan toimistosta!

Ursan jäseneksi voi liittyä jokainen tähtitieteestä kiinnostunut. Jäsenetuina saat mm. kotiisi Tähdet ja Avaruus -lehden, voit käyttää Ursan kirjastoa ja tähtitornia, voit osallistua opintopiireihin, tähtileireille ja harrastusjaostojen toimintaan. Ursan tuotteista saat 15—20 % alennuksen. Ja liittymislahjana vielä Tähtitaivaan maailmat -lehtisen.

Vuonna 1989 jäsenmaksu on nuorilta (alle 18-vuotiailta) 70 mk ja aikuisilta 90 mk. Tähdet ja Avaruus -lehden voi tilata myös liittymättä jäseneksi, jolloin tilausmaksu vuonna 1989 on 90 mk. Seuraavina vuosina maksut voivat olla hieman korkeammat.

Helsingin lisäksi yli 30 paikkakunnalla Suomessa toimii oma tähtiharrastajien yhdistys. Löydät luettelon niistä Tähdet ja Avaruus -lehdistä.

**Tähtitieteellinen yhdistys
Ursa**

Laivanvarustajank. 3
00140 Helsinki
Puh. 90-174 048

Täydellinen auringonpimennys näkyy maassamme heinäkuussa 1990. Suomalaiset asiantuntijat kertovat suurelle yleisölle auringonpimennysten historiasta ja merkityksestä ja antavat käytännön neuvoja pimennysten seuraamiseksi. Ensimmäisen kerran julkaistaan yhteenveto ja kiintoisaa kuva-aineistoa vuoden 1945 täydellisestä pimennyksestä.

52

Päällys Arja Latvala
Kuvat Matti Suhonen ja Nasa

ISBN 951-9269-51-7

9 789519 269511