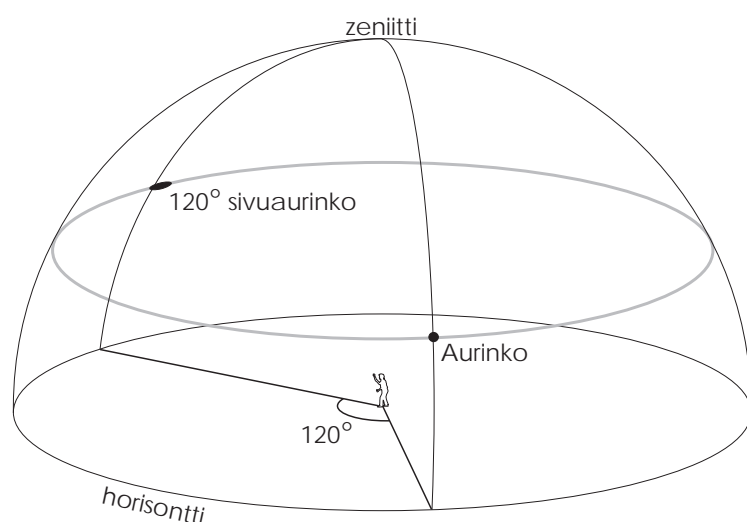


## III KAUKAISET SIVUAURINGOT

Edellä esiteltyjen  $22^\circ$  sivuaurinkojen lisäksi horisonttirenkaan varrella voi havaita muutamia kauempana Auringosta esiintyviä sivuaurinkoja. Nämä voivat olla joko valkeita tai värillisiä, ja pääsääntöisesti nämä tavanomaisten sivuaurinkojen etäisemmät serkut esiintyvät melko himmeinä. Muutamissa havainnoissa  $120^\circ$  sivuauringot on kuitenkin raportoitu silmiinpistävästi kirkkaina. Kaukaisten sivuaurinkojen havaintoja vaivaa melkoinen luotettavuusongelma. Suurten näytelmien horisonttirenkaiden varrella havaitaan tuon tuostakin erilaisia lyhytaikaisia pilvijuvien ja tiheämmän pilviaineksen aiheuttamia valkeita kirkastumia. Ei ole kovin yllättävää, että valoilmio kirjallisuus tuntee lukuisan määrän kyseenalaisia sivuaurinkokandidaatteja. Enemmän tai myöhemmin jokin pilvilaatta tai -juova kirkastuu juuri sopivalla kohdalla “varmistukseksi” minkä tahansa mielivaltaisesti valitun sivuauringon olemassaolon.



*Kuva no 41: Kaukaisten sivuaurinkojen mittaustapa. Sivuaurinkojen asteluvut määritellään atsimuuttikulmina eli kulmana horisonttia pitkin mitaten.*

### 12. $120^\circ$ sivuauringot

Vuoden pisimpien horisonttirenkaiden kietoutuessa ympäri taivaan ilmaantuvat lähes säännöllisesti valkean hohtavat  $120^\circ$  sivuauringot niiden varrelle. Nämä  $120^\circ$  atsimuuttikulman sivuauringot ilmenevät useimmiten utumaisina pullistumina, kookkaampina kuin tavanomaiset  $22^\circ$  sivuauringot. Niiden kirkkaus vaihtelee kirkkaasta himmeään. Ilmiön esiintymistiheys on noin 1-3 vuodessa, mutta huippuvuosina, kuten vuonna 1994 on  $120^\circ$  sivuauringon saattanut nähdä yli 10 päivänä vuoden aikana.

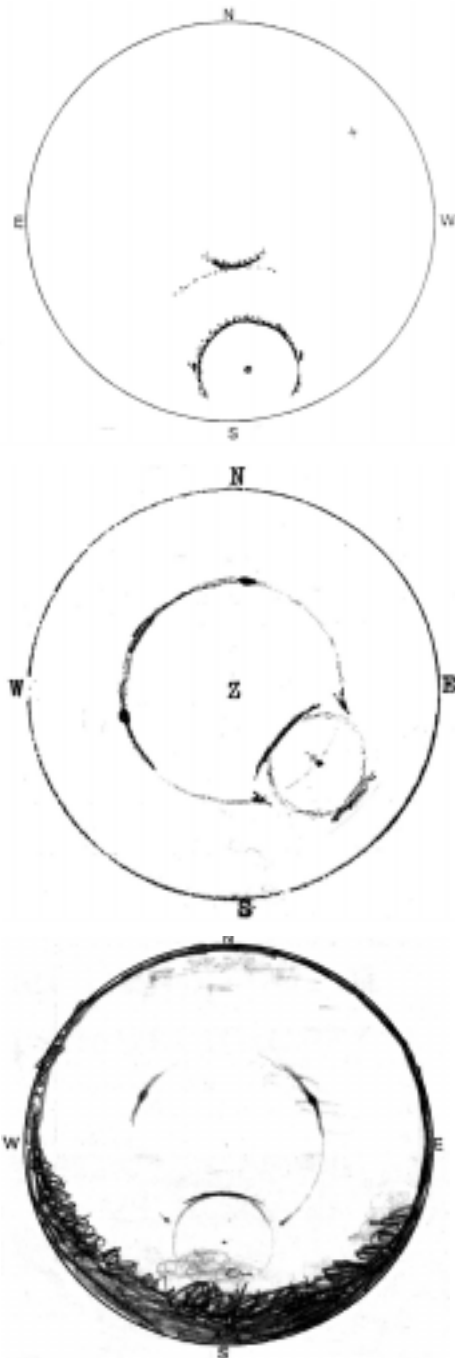
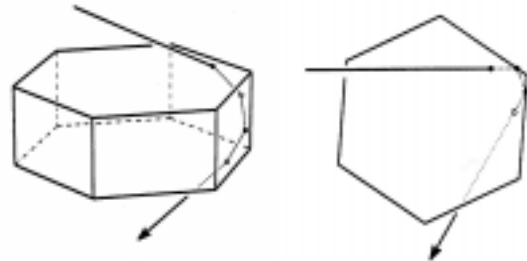
Suomalaisten raporttien taaja enemmistö kirjaa tämän sivuauringon valkeaksi, mutta muutamias-

sa havaintoverkkomme havainnossa pari spektrin väriä on raportoitu saartavan ilmiön valkeaa keskustaa. Outo, lähinnä punaista sisältänyt väritys on saatu myös valokuvattua. Hollantilaisen Günther Könnenin vuoden 1998 tutkimuksissa osoitettiin, että jääkiteiden kahtaistaitavuuden eli polarisaatio-ominaisuuksien tulisi aiheuttaa  $120^\circ$  sivuaurinkojen reunoille heikko sinertävä väritys. Ei liene vielä selvää, onko tämä oikea selitys värillisinä raportoiduille  $120^\circ$  sivuauringoille.

Kaukaiset  $120^\circ$  sivuauringot syntyvät laattajääkiteissä, aivan kuten tavanomaiset sivuauringot ja zeniitin ympäristön kaarikin. Siksi lähes aina  $120^\circ$  sivuauringojen näkyessä on taivaalla samanaikaisesti myös sivuauringot, ja Auringon

ollessa alle  $32^\circ$  korkeudella, myös zeniitin ympäristön kaari. Tavallisimmin  $120^\circ$  sivuauringot löytää kirkastumina horisonttirenkaalta, mutta ne voivat näkyä myös yksinään ilman horisonttirenkasta.

*Kuva no 42:  $120^\circ$  sivuauringojen syntyteoria. Laattakiteet pysyttelevät suurinpiirtein horisontaalisessa asennossa ja kaksi täydellistä heijastumista tapahtuu kiteen sisällä. Oikealla sama valoreitti päältä katsottaessa.*



*Kuva no 43: Yksinäisen  $120^\circ$  sivuauringon havaitseminen testaa havaitsijan taidon. Huolimaton havaitsija ei näe tällaista erikoisuutta. Toisaalta kritiikitön vähäverinen bongaa jarraportoi minkä hyvänsä pilvihattaran  $120^\circ$  sivuauringona, kun arvelee maineensa siitä kasvavan. Hyvä havaitsija huomaa himmeänkin halokandidaatin tarkistaen ennakkoluulottoman objektiivisesti onko kyseessä halo vai ei. Valokuvat ja tarkat mittaukset valehtelevat harvemmin, pelkät piirroksot useinkin. Pelkkä valokuvakaan ei vielä todista, että kyseessä on juuri  $120^\circ$  etäisyydellä näkyvä ilmiö, ellei atsimuuttia voi tarkastaa. Jarmo Moilasan (valokuvattu) havainto  $120^\circ$  sivuauringosta 16.3.1996 Oulussa.*

*Kuva no 44: Veikko Mäkelän havainto 20.7.1986 Imatralla. Huomaa satunnainen pilvikirkastuma luoteen suunnalla.*

*Kuva no 45: Anne Jokisen havainto tyypillisestä horisonttirenkas- $120^\circ$  sivuauringot-kompleksista automatkalla välillä Kulennoinen-Savonlinna 27.6.1993.*

### 13. Vasta-aurinko

Vasta-aurinko on valkoinen kirkastuma, joka sijaitsee täsmälleen vastapäätä Aurinkoa samalla korkeudella kuin Aurinko. Se esiintyy harvemmin kuin kerran vuodessa. Toisinaan ilmiö havaitaan ilman horisonttirenkasta tai ilman vasta-auringon läpi kulkevia vasta-aurinkokaaria, mikä saattaisi puoltaa sitä, että kyseessä todellakin on aito halomuoto, eikä vain useamman halomuodon risteyskohtaan ilmaantunut valontihentymä. Toisaalta vaikuttaa siltä, että tällaiset halokaarien leikkauskohtien kirkastumat saattavat näkyä ilman leikkaavia kaariakin.

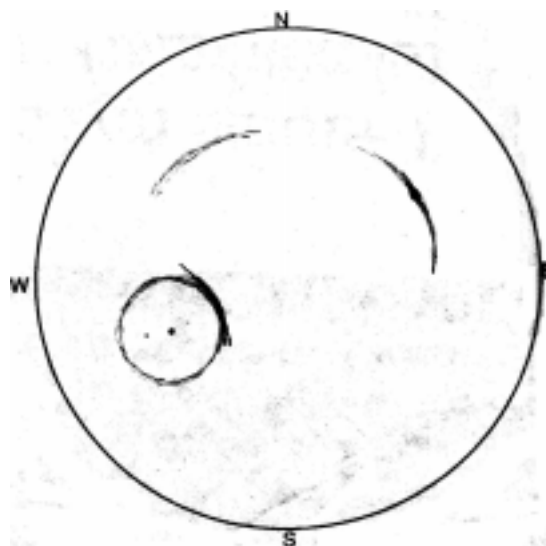
Greenlerin kirjassa ilmiö selitettiin itsenäisenä halomuotona, jonka syntyselityksenä olisi nykytietämyksen vastaisesti prisma-ärmä suoraan alaspäin putoava pylväskide eli sama liikeasento, jolla on spekuloitu myös  $46^\circ$  renkaan sivuaurinkojen yhteydessä. Matalan Auringon simulaatioissa ilmiöön näytti liittyvän "vasta-aurinkopilariksi" nimetty ilmiö.

*Kuva no 46: Helsingin taivaalle 26.6.1991 ilmestynyt aivan tasaista cirrostratusta vasten noin 2 minuutin ajan näkynyt vasta-aurinko. Ilmiö näkyi horisonttirenkaalla yksinäisenä, selvänä kirkastumana. Veikko Mäkelä onnistui tallentamaan ilmiön luotettavalla valokuvalla.*

### 14. $46^\circ$ renkaan sivuauringot

Vanhassa halokirjallisuudessa on runsaasti merkintöjä  $46^\circ$  renkaan sivuauringoista. Aidot  $46^\circ$  renkaan sivuauringot ovat kuitenkin teoreettisesti tarkastellen lähes mahdottomia, sillä niiden synty edellyttäisi sitä, että ilmassa leijuisi suuri määrä pystyssä olevia  $90^\circ$  taittavia jääkulmia. Tilanne voitaisiin saavuttaa esimerkiksi särmä edellä putoavilla pylväskiteillä (ns. vaihtoehtoinen Parry-asento), mutta tällainen liikeasento on kuitenkin nykykäsityksen mukaan luonnon haloja aiheuttaville, ilmassa putoaville jääkidetyypeille. Lisäk-

Vuonna 1984 saksalaiset Tränkle ja Pattloch kehittivät uuden Monte Carlo -simulaatiomenetelmän, jonka avulla Greenler ja Tränkle saattoivat vielä samana vuonna osoittaa, miten vasta-auringoista ja vasta-aurinkopilareista tehdyt havainnot selittyivät simulaatioissa löytyneiden uusien vasta-aurinkokaarten avulla. (Greenlerin diffuusit vasta-aurinkokaaret, luku VIII). Tässä vaiheessa alettiin epäillä, että havaitut vasta-auringot ovat joko virrehavaintoja tai halomuotojen risteyskohdan kirkastumia. Ilmiöstä ei ole saatu oleellisesti uutta tietoa vuoden 1984 läpimurron jälkeen. Vasta-auringon asema halona on edelleen epävarma.



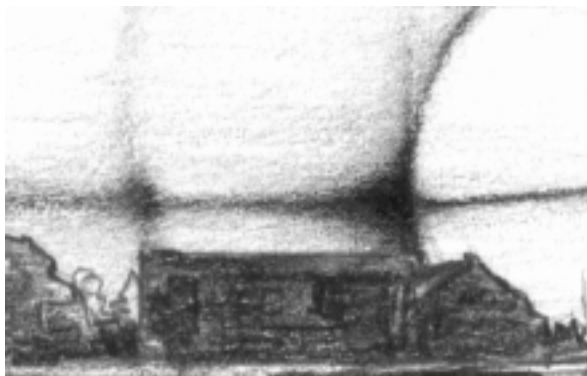
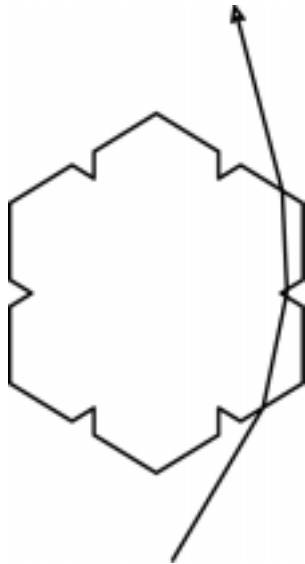
si ko. asento tuottaisi taivaalle sellaisia haloja, joita ei ole luotettavasti havaittu.

$46^\circ$  suunnalla näkyy sivuaurinkoja joka tapauksessa äärimmäisen harvoin. Vaikka ilmiön syntyselitys ei ole tiedossa, on  $46^\circ$  suunnalla sijaitsevasta sivuauringosta kuitenkin julkaistu yksi luotettava valokuva (Evans ja Tricker, 1972) (ks. kuvaus Saskatoonin näytelmästä luvussa XI). Saskatoonin näytelmän kuvissa ilmiö näkyy hämmästyttävän kirkkaana, värikkäänä ja kom-

paktina kirkastumana hiukan  $46^\circ$  renkaan sisäpuolella. Kuvien kanssa ainakin jossain määrin sopusoinnussa olevia selitysmahdollisuuksia on nykyäsityksen mukaan kaksi:

- moninkertainen sironta paksuista laattakiteistä (ks. luku XI, Moninkertaisen sironnan halot)

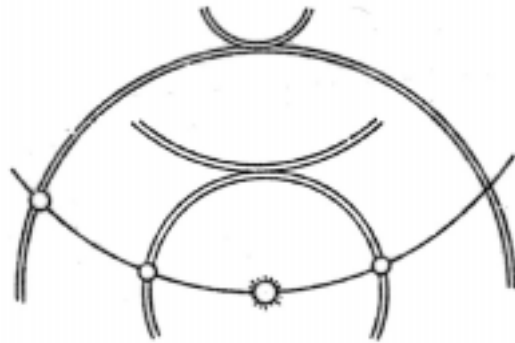
- niin sanottu Multiple hit- eli moninkertaisen osuman teoria. Pernterin ja Exnerin vuoden 1922 tekstistä löytyy spekulatio, että laattakide, jonka prismasivuilla on tasasivuisen kolmion muotoiset lovet, voisi aiheuttaa sivuauringon  $46^\circ$



*Kuva no 48: Kaksi "yhdeksästä auringosta", jotka loistivat Saskatoonin taivaalla 3.12.1970. Piirros E. A. Rippleyn dian perusteella.  $46^\circ$  suunnan sivuaurinko erottuu kirkkaana ja värikkäänä hiukan  $46^\circ$  renkaan sisäpuolella.*

renkaalle. Teoriaa puoltaa se, että tällaisia lumitähkimäisiä laattakiteitä todellakin havaitaan jääkiteiden joukossa silloin tällöin. Ensimmäisten simulaatioiden perusteella tämä malli antaa hyvän vastaavuuden  $46^\circ$  sivuauringon valokuviin. Näyttää jopa siltä, että vaaka on kallistumassa multiple hit-teorian puolelle, jolloin Maan ilmakehästä olisi todettu uusi haloja aiheuttava jääkidetyyppi. Lähinnä kidenäyte  $46^\circ$  sivuauringot sisältäneestä halonäytelmästä voisi ratkaista väittelyn jomman kumman tai jonkin kolmannen näkemyksen eduksi.

*Kuva no 47: Multiple hit-teorian mukainen  $46^\circ$  suunnan sivuauringon synnyttävä valonkulku lovetusta laattakiteestä. Lovilaatassa voi tapahtua myös useita monimutkaisempia valonkulkuja, jotka voivat aiheuttaa sivuaurinkoja mitä mielikuvituksellisimpiin paikkoihin horisonttirenkaan varrelle.*



*Kuva no 49: Ruotsissa 5.3.1763 Malletin havaitsema halonäytelmä. Vain vasen  $46^\circ$  sivuaurinko on näkyvissä. Malletin piirtämä ilmiö on saattanut olla esimerkiksi  $46^\circ$  renkaan tai sen sivuavien kaarten ja horisonttirenkaan leikkauskohdan aiheuttama ylimääräinen kirkastuma. Kirkastuma voi jopa näkyä ilman, että mikään leikkaavista haloista on näkyvissä.  $46^\circ$  sivuauringoista tunnetaan yllättävän runsaasti tämäntyyppisiä vanhoja havaintoja.*

## 15. Liljequistin sivuaurigot

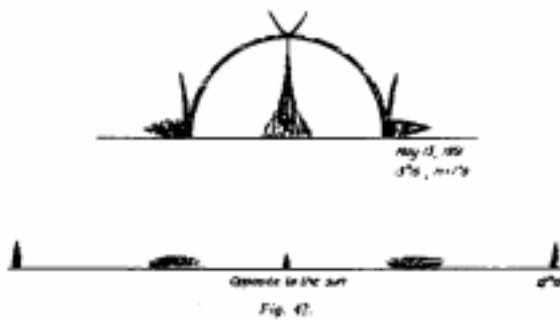
Ruotsalainen meteorologian professori ja napa-seutujen tutkija Gösta Håkan Liljequist ihmetteli vuonna 1951 Maudheimin tukikohdassa Etelämantereella kaukaisia, diffuuseja sivuaurinkoja (Liljequist, 1956). Vasta 1990-luvulla tuli tunnetuksi, että Liljequistin havaintopiirroksessa näkyvät valkeat kirkastumat vasta-auringon lähellä sopivat hyvin yhteen erään horisonttirenngasta juuri näihin kohtiin valaisevan valoreitin kanssa. Jopa Tapelta oli jäänyt kirjaansa tehdessään huomaamatta tämän valoreitin itsenäisyys, joka tekee siitä muihin halomuotoihin rinnastettavan ilmiön.

1990-luvun alkupuolella esille nousi useita, vähintäänkin jossain määrin kyseenalaisia valokuvia värittöminä pullistumina horisonttirenkaalla näkyvistä mahdollisista Liljequistin sivuauringoista. Kenties varhaisin näistä oli Helsingin 9.7.1993 näytelmä, jonka muutamissa valokuvissa

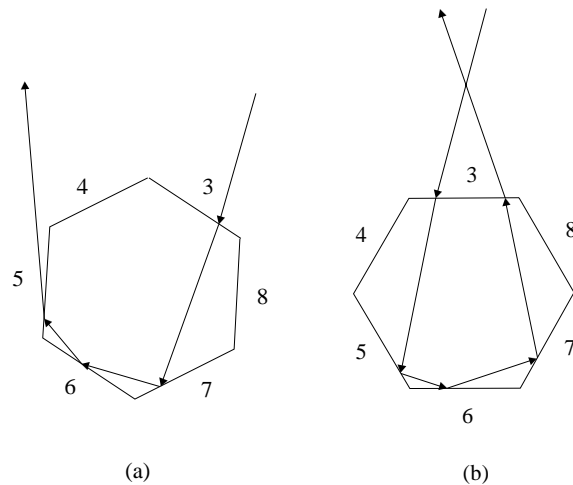
näkyi himmeitä, vaaleita pullistumia horisonttirenkaalla n.  $150^\circ$  keskuskulmaetäisyydellä Auringosta.

Kaikenkaikkiaan Liljequistin sivuauringoista on tiedossa vain muutamia havaintoja ja ainakin todella luotettavasti valokuvattuna ilmiö on mitä ilmeisimmin äärimmäisen harvinainen.

Liljequistin sivuaurigot esiintyvät  $15^\circ$  asteen pituisina himmeinä pullistumina horisonttirenkaalla  $145^\circ - 160^\circ$  keskuskulman välillä. Ne syntyvät kahdella eri valonkululla tavallisissa laattakiteissä. Simulaatioiden perusteella ilmiössä tulisi olla äärimmäisen heikko väritys, mutta sitä ei vielä ole dokumentoitu. Liljequistin sivuaurigot voivat esiintyä ilmeisesti vain matalalla Auringolla ja kaikkein voimakkaimpien laattakidenäytelmien aikana.



*Kuva no 50: Liljequistin havaintopiirros Maudheimista 13.5.1951. Auringon korkeus on n.  $1^\circ$  Uudet sivuaurigot piirtyvät diffuuseina, laajoina valoalueina diffuusien Greenlerin vasta-aurinkokaarten kummallakin puolella, pilarimaisten  $120^\circ$  sivuaurinkojen välissä. Itse asiassa tässä Liljequistin alkuperäishavainnossa uusia sivuaurinkoja ovat valaisseet pikemminkin horisontin alapuolisten Liljequistin sivuaurinkojen valoreitit.*



*Kuva no 51: Valonkulut, jotka aikaansaavat laattakiteessä tapahtuessaan Liljequistin sivuaurigot. Vasemmanpuoleinen valoreitti sisältää nettotaantumisen, minkä tulisi aiheuttaa Liljequistin sivuauringoille heikon värityksen.*

## Horisonttirenkaan sinijuova

1990-luvun puolivälistä alkaen ihmettelimme harvakseltaan ilmenevää väritystä Auringon vastapuolen horisonttirenkaalla  $120^\circ$  sivuauringon takana, etupäässä matalan Auringon näytelmässä. Ensihavainto ja -valokuva ilmestyksestä lienee suuresta 21.4.1994 näytelmästä pääkaupunkiseudulta. Väritys on ollut pääasiassa sinistä, ja on voinut esiintyä joko kompaktina spottina tai laajemmalle levinneenä. Liljequistin sivuaurinkojen tapauksen tultua esille samoihin aikoihin uskottiin aluksi, että värit liittyvät fyysisesti Liljequistin sivuaurinkoihin.

Tällä hetkellä näyttää siltä, että sininen väritys johtuu horisonttirenkaan erään päävaloreitin eriskummallisuudesta, eikä siis tämän tulkinnan mukaan ole oma halomuotonsa, vaan aiemmin kokonaan valkeaksi luullun horisonttirenkaan uusi, yllättävä väriominaisuus.

Sinijuova juontaa juurensa valoreitistä, jossa valo kulkee vaakasuorassa olevan kidepinnan, pystysuoran pinnan ja toisen vaakasuoran pinnan kautta. Tällainen reitti on mahdollinen ainakin laattakiteissä, sekä orientoituneissa pylväskiteissä. Sinijuova syntyy siihen kohtaan vastapuolen horisonttirenkasta, jossa tämän valoreitin intensiteetti äkisti putoaa sisäisen kokonaisuusjastuksen menetyksestä johtuen. Kokonaisuusjastuksen rajakulma riippuu valon aallonpituudesta eli väristä siten, että rajakulmaa vastaava atsimuutti on sinisellä valolla suurin. Tällöin voimakasta, kokonaisuus-

tuksen vielä sisältävää reittiä kulkeneet siniset säteet aiheuttavat pienelle alueelle nettosinisen värityksen. Efektin keskuskulma muuttuu Auringon korkeuden kasvaessa  $32^\circ$ :een  $115^\circ - 180^\circ$  välillä. Lähellä raja-arvoa  $32^\circ$ , jonka yläpuolella sinijuovaa ei enää voi nähdä, se venyy jopa  $10^\circ$  levyiseksi siniseksi alueeksi horisonttirenkaalla.

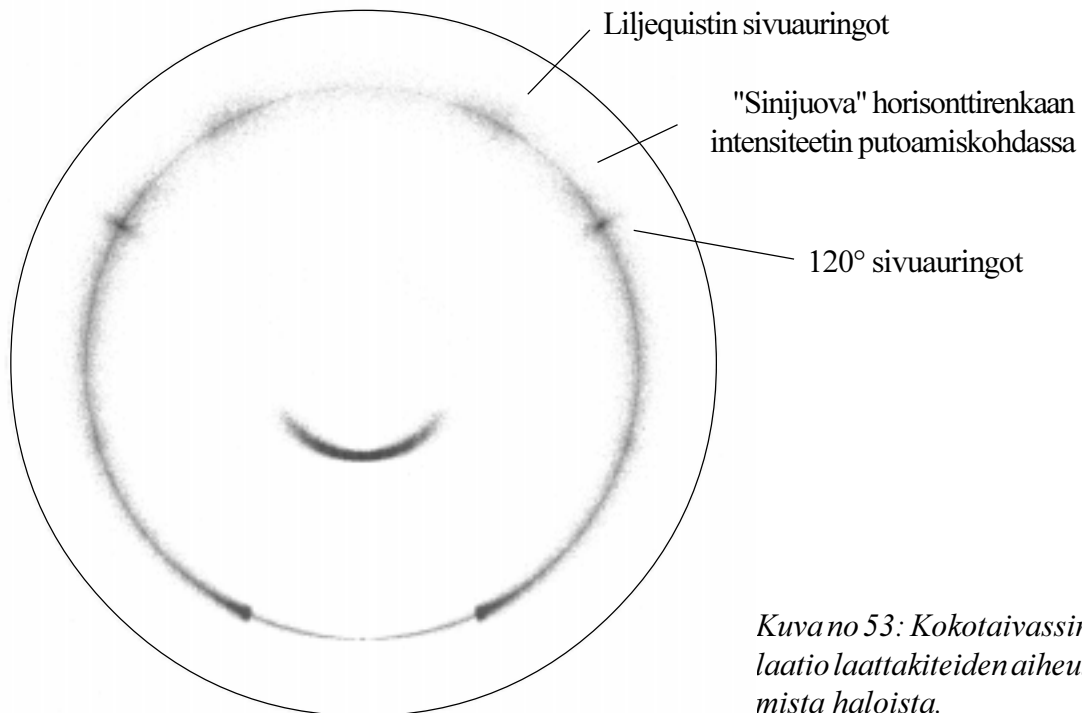
Sinijuova esiintyy ilmeisesti vain kaikkein voimakkaimmissa laattakidenäytelmissä. Siitä on alle 10 raporttia, mutta useita luotettavia valokuvia. Kaikkein parhaiten dokumentoitu sinijuova näkyy Martti Penttisen valokuvissa Vuolijoelta 31.8.1994. Havaintoaineiston perusteella efektin esiintymistiheys lienee kerta muutaman vuoden aikana.

Hiljattain ehdotettiin toistakin mekanismeja, jonka tulisi aiheuttaa Auringon vastapuolen horisonttirenkaan värjäytymistä (Können ja Tinbergen, 1998). Könnenin teorian mukaan jääkiteiden kahtaistaitavuus aiheuttaa horisonttirenkaan ylä- ja alareunoihin heikon sinisen sävyn n.  $90^\circ - 120^\circ$  atsimuuttien välille. Kaikkein parhaimmissa olosuhteissa tämän värityksen pitäisi teorian mukaan olla tarpeeksi voimakas, jotta sen voisi nähdä paljaalla silmällä.

Lisähavaintoja kaikista vastapuolen horisonttirenkaan väreistä kaivataan. Valokuvaamisen ohessa kannattaa yrittä mitata värien atsimuutteja esimerkiksi piirtämällä viivoja paperille vaikka kynän varjoa apuna käyttäen.



*Kuva no 52: Piirros Jarmo Moilasen havaintojen 28.6.1995 mukaan. Oulunsalon näytelmässä näkyi  $120^\circ$  sivuauringon lähellä horisonttirenkaalla mielenkiintoisia pikku yksityiskohtia. Piirrokseseen on merkitty viistossa asennossa olleet vihreän ja sinisen värin alueet, jotka sijaitsivat horisonttirenkaalla  $120^\circ$  sivuaurinkoon nähden Auringon vastaisella puolella. Outo väritys osoittautui myöhemmin teorian löydyttyä todelliseksi, eikä siis ollut havaitsijan mielikuvituksen tuotosta. Horisonttirenkaan kaukaisten kirkastumien havainnoille on ollut ominaista luotettavuuden puute.*



*Kuva no 53: Kokotaivassimulaatio laattakiteiden aiheuttamista haloista.*

### **Muut kaukaiset sivuauringot**

Monia historiallisia väitettyjä kaukaisia sivuauringoja, kuten "90°-98° sivuauringoja" voidaan pitää malliesimerkkeinä hyvin kyseenalaisista haloilmiöistä. Nykyisin vallitsevat teoriat, tunnetut jääkideyyppit tai tietokonesimulaatiot eivät anna tukea 90°-98° sivuauringojen olemassaololle. Asenne näiden ilmiöiden olemassaoloa kohtaan on aktiivisesti havaitsevien harrastajien keskuudessa kielteinen. Muunmuassa sivuauringoja käsittelevää kirjallisuutta läpikäyneen Marko Riikosen mielestä voisimme yhtä hyvin tutkia, ovatko 158° (mielivaltainen asteluku) sivuauringot olemassa. Riikosen ennusteen mukaan riittävän pitkän ajan kuluessa jaostolle saapuisi useita havaintoja 158° sivuauringoista, kenties jopa valokuvia. Toisaalta Liljequistin pioneerihavainnon arvo tunnustettiin vasta 45 vuotta havainnon teon jälkeen. Lisäksi täysin ennen tuntematon sivuauringoa muistuttava ilmiö eli horisonttirenkaan sinijuova löytyi ja selittyi parin vuoden aikana ensi havainnoista. Lienee mahdollista, että joku historiallinen sivuauringokandidaatti tai täysin uusi luonnossa esiintyvä sivuauringo vielä joskus dokumentoidaan valokuvien ja kunnollisten teorioiden.

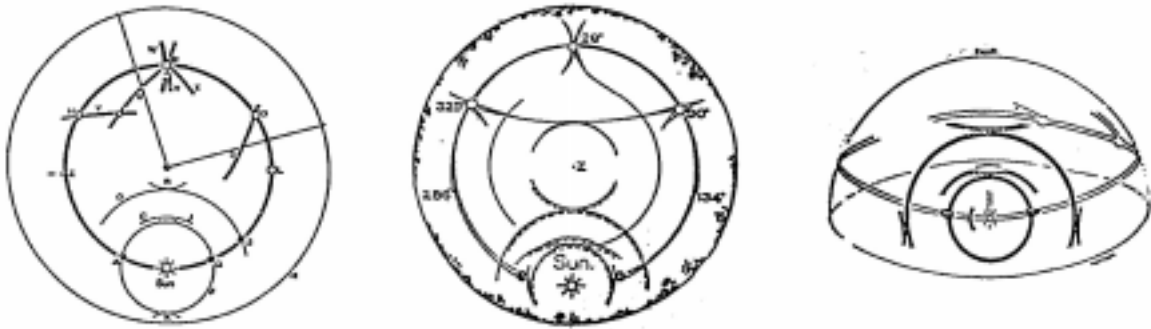
## **16. 120° sivuauringokaaret**

120° sivuauringokaaret koostuvat kahdesta valkeasta kaaresta, jotka kulkevat vinosti 120° sivuauringojen läpi muodostaen X-kuvion 120° sivuauringon kohdalle. Vanhasta valoilmökirjallisuudesta löytyy verraten runsaasti havaintoja 120° sivuauringoon liittyvistä kaarista - varsinkin suurten monimuotoisten halonäytelmien yhtey-

destä. Wegener viittasi vuonna 1925 mahdollisuuteen, että tämä halo voisi aiheutua 120° sivuauringojen valonkululla laattajääkiteen pyöriessä, aivan kuin tavallisiin sivuauringoihin liittyvät Lowitzin kaaret aiheutuvat 22° renkaan valonkululla kiteen pyöriessä.

On yllättävää huomata, että vuoden 1961 jälkeen tieteellisestä kirjallisuudesta ei kuitenkaan löydy mainintaa näistä kaarista. Muun muassa Trickerin ja Greenlerin halolistoista  $120^\circ$  sivuaurinkokaaria on turhaa hakea. Syynä ilmiön hyljeksintään lienee ollut luotettavien valokuvien puute. On huomattava, että pelkkä laattakiteen heilahtelu aiheuttaa simuloituille  $120^\circ$  sivuauringoille pystymäisen muodon, mutta tällöin kyseessä ei kuitenkaan ole aito  $120^\circ$  sivuaurinkokaari. Monet havaitut  $120^\circ$  sivuaurinkoon liittyvät kaaret lienevätkin näitä laattakiteen heilahtelun aiheuttamia pystymäisiä jatkeita, joita on kutsuttu  $120^\circ$  sivuaurinkopilareiksi.

Aito  $120^\circ$  sivuaurinkokaari sitä vastoin syntyy Lowitzin kaariin nähden identtissä jääkide-tilanteessa. Tähän taustaan nähden ei ole yllättävää, että ensimmäiset vakuuttavat valokuvat ilmiöstä saatiin juuri 31.8.1994 Oulun läänin halonäytelmästä, jonka materiaalin perusteella myös Lowitzin kaarista saatiin viimein riittävästi valokuva-aineistoa. Martti Penttisen Vuolijoen valokuvissa ilmiö näkyy  $120^\circ$  sivuauringossa leikkaavana himmeän valkeana X-ristinä. Kaaret näkyvät yllättävän selvinä myös Ossi Kettusen Vaalassa tuona samaisena aamuna kuvaamalla videonauhalla.



*Kuva no 54: Vanhoja havaintoja  $120^\circ$  sivuaurinkoon liittyvistä kaarista. Englannin 2.3.1954 halonäytelmän kolmessa laadukkaassa piirroksessa erottuu  $120^\circ$  sivuaurinkoon liittyviä kaaria: vas. A. Blackham, Cranwell; kesk. G.D. Alcock, Peterborough; oik. S.E. Ashmore ja R. Scutt, Wrexham. Peterboroughn näytelmässä (kesk.)  $120^\circ$  sivuaurinkojen läpi kulkeva koko taivaan halkaiseva kaari on todennäköisesti alavasta-aurinkokaari. Aidot  $120^\circ$  sivuaurinkokaaret ovat ilmeisesti vain muutamien asteiden korkuisia.*



*Kuva no 55: Piirros Martti Penttisen valokuvan 31.8.1994 perusteella. Horisonttirengas halkoo näytelmän sivustan taivasta häikäisevän valkeana palkkina.  $120^\circ$  sivuauringon leikkaa himmeä X-kuvio.*