

Bongaushaaste

Tausta: Citizen Science –kirjaprojekti, jonka tavoitteena on kirjoittaa "Revontulibongarin opas" -niminen kirja. Kirjaprojekti on saanut Suomen Kulttuurirahaston apurahan. Tässä alla on bongaushaaste kirjaan tuleville revontulimuodoille ja -näytelmälle. Osallistujilla on **15.4. asti aikaa** etsiä tai kuvata haasteita vastaavia muotoja ja toimittaa niitä työryhmälle. Osa kuvista päätyy kirjaan, jossa myös annetaan yleistajuinen selostus muodon syntymekanismista. Kuvauspalkkio maksetaan, ja kuvaajan nimi tulee kirjaan kuvan yhteyteen.

Työryhmä: Minna Palmroth, Jouni Jussila, Markus Hotakainen.

Valokuvat

- Lähetä kuva osoitteeseen: **bongauskuvat@gmail.com**
- Kuvien koko: 1920 pikseliä per pitkä sivu
- Formaatti jpg tai png
- Väriprofiili mielellään sRGB
- Kuvien nimeäminen: "Bongausnumero_kuvaajansukunimi_järjestysnumero"
- Jos mahdollista, kuvia pitäisi olla käsitelty siten, että ne vastaavat kuvausoloja.

Pyrimme käyttämään mahdollisimman monen kuvaajan kuvia mahdollisimman monesta eri paikasta. Lopulliset kuvat valittuamme tulemme ottamaan yhteyttä kuvaajaan ja pyydämme valituista kuvista täysresoluutioiset kuvat. Tästä syystä sähköpostiin tulee laittaa myös kuvaajan koko nimi, osoite, ja puhelinnumero, ja sähköpostiosoite. Sitoudumme olemaan käyttämättä kuvia mihinkään muuhun tarkoitukseen kuin tähän kirjaprojektiin. Emme luovuta niitä.

Pääpaino kuvien valinnassa on revontulimuodolla ja sen mahdollisimman selkeällä näkymisellä. Jos kuvavaihtoehtoja on useita, tehdään valinta bongaaajatuomariston kesken ja näissä annetaan painoarvo myös valokuvan sommittelulle.

Alla on kuvaus bongaushaasteista. Jokainen haaste on numeroitu, esimerkiksi (1) tarkoittaa pelkästään vihreää revontulta, jossa muodolla ei ole väliä. Kuvaushaasteet lähtevät mahdollisimman yksinkertaisesta. Joissakin haasteissa on useita numeroita. Tämä tarkoittaa, että muodossa on yleensä erilaisia vaiheita, joista mistä tahansa tai kaikista voi lähettää kuvan. Haasteen perään on merkattu *, jos haaste on helppo, ja *** jos vaikea, **** supervaikea, perustuen kokemukseen.

Bongaa värit

Vihreät revontulet

(1)* Revontulien yleisin väri on vihreä, joka on lähtöisin elektronien virittämistä happimolekyyleistä. Vihreän aallonpituus on 557.7 nm.

(2)* Joskus vihreä revontuli näyttää keltaiselta sekä paljain silmin että kameralla. Kyseessä on kuitenkin sama vihreä.

(3)* Revontulien vihreä saattaa joskus myös näyttää silmälle ja kameralle valkoiselta tai värittömältä, lähinnä harsomaiselta.

Punaiset revontulet

(4)* Revontulissa esiintyvä toinen virittyneestä hapestä lähtöisin oleva väri on punainen, jonka voimakkain aallonpituus on 630.0 nm. Punainen on harvinaisempi väri kuin vihreä, ja pääasiassa sitä voidaan havaita revontulimuotojen yläreunassa.

(5)*** Isojen revontulimyrskyjen yhteydessä voidaan joskus havaita myös kokonaan punaisia revontulia.

Purppurat revontulet

(6)** Voimakkaiden ja nopeasti liikkuvien revontulien yhteydessä voidaan havaita purppuranpunaista väriä revontulimuotojen alareunassa. Yleensä violetinsininen, aallonpituudella 427.8 nm havaittava väri katoaa muiden värien sekaan, mutta joissain tapauksissa voidaan havaita kauttaaltaan sinertäviä revontulimuotoja.

(7)*** Purppuran sinertävä väri voi myös voimistua myös revontulen yläreunassa, kun auringon valo valaisee vielä revontulien yläosaa ja ionisoi tuolla alueella olevia typpimolekyylejä. Tällaisia muotoja voi havaita yleensä aikaisin illalla tai myöhään aamulla. Näiden todennäköisyys on myös suurimmillaan aikaisin syksyllä ja myöhään keväällä, jolloin aurinko ei laske kauas horisontin taakse.

Revontulimuodot

Kaari on rauhallinen, tasainen, yleensä vihreänä nähtävä muoto, joka etenee itäisestä horisontista läntiseen horisonttiin. Kaaren yläreunassa voi nähdä punaista tai sinistä väriä. Sen alareuna on yleensä tasainen ja muodon kirkkaus heikkenee kaaren yläosaa kohti.

Rauhallinen kaari

(8)* Kaari on usein matalalla pohjoisessa horisontissa, jolloin se mahdollisesti antaa ensimmäisiä merkkejä tulevasta näytelmästä.

Liikkuva kaari

(9)* Kaari voi myös nousta rauhallisena korkealle taivaalle, taivaanlakeen saakka tai sen yli.

Useita samanaikaisia kaaria

(10)** Usein voidaan taivaalla nähdä myös useita vierekkäisiä kaaria samanaikaisesti

Kaaren aktivoituminen

(11)** Mahdollinen merkki tulevasta ja lähestyvistä revontulien aktivoitumisesta ovat kaarta pitkin liikkuvat aktivoitumiset. Revontulikaari pysyy edelleen tasaisena, mutta sitä pitkin kulkeutuu kirkastunut kohta, kohti joko itäistä tai läntistä horisonttia.

Revontulivyö

Kun revontulikaari aktivoituu, sen liikkeet muuttuvat nopeammaksi, ja sen muodossa alkaa näkyä erilaisia poimuja ja muita muotoja. Silloin kaarta kutsutaan revontulivyöksi. Revontulivyössä voidaan havaita alareunan purppuraa väriä ja sen kirkkaus voi olla hyvinkin suuri. Revontulivyö näyttää erilaiselta eri kuvakulmista.

(12)* Revontulivyö, jota katsotaan sivusta ja johon on muodostunut yksi tai useampi poimu.

(13)** Revontulivyö voi lähteä myös kaareutumaan voimakkaasti, varsinkin kun sitä katsotaan muodon alta.

(14)** Revontulivyössä voidaan myös nähdä juomuja tai muita aktiivisia rakenteita.

(15)*** Kun juomuista revontulimuotoa katsotaan alhaalta päin, voidaan siinä havaita peräkkäisiä vastapäivään kiertyneitä pyörteitä.

Revontuliverho

(16)* Revontuliverho on yksi nimityksistä, jota käytetään sivusuunnasta katsotusta säteisestä kaaresta tai vyöstä. Käyttäytyminen on edelleen rauhallista, mutta tasaisen valon sijasta kaareissa erottuu säteitä, jotka aiheuttavat verhomaisen rakenteen. Säteet saattavat myös liikkua muotoa pitkin.

Korona

(17)** Kun säteinen revontulimuoto, kaari tai vyö siirtyy revontulibongarin yläpuolelle, muodostaa se muodon, jota kutsutaan koronaksi, tai kruunuksi. Parhaimmillaan korona voi kattaa koko taivaan.

Viuhkakorona

(18)** Jos koronan muoto ei siirry kokonaan bongajaan päälle, näkyy korona viuhkana.

Pieni korona

(19)** Jos koronan muodostava revontulimuoto on kapea, on myös korona pienikokoinen ja siinä voidaan nähdä hyvin erilaisia, esim. lintumaisia muotoja.

Spiraali

(20)* Spiraaliksi kutsutaan muotoa, joka on myötöpäivään kierteelle kiertynyt aktiivinen vyö. Usein taivaalla voi nähdä revontulivyössä yhden spiraalin. Kokonainen spiraali voi olla sadasta kuuteensataan kilometriin leveä, ja pienemmät spiraalit ovat tyypillisempiä. Spiraaleja voi yleensä havaita koko yön, iltakahdeksasta aamukolmeen, yleensä Pohjois-Lapissa.

Spiraaliketju

(21)*** On myös mahdollista nähdä ns. spiraaliketju, jossa samassa revontulimuodossa on peräkkäin kaksi, kolme tai useampia spiraaleja.

Länteen etenevä hyökky

(22)** Länteen etenevä hyökky (engl. *westward travelling surge*) on ilta-aikaan nähtävä, länttä kohti etenevä iso poimu aktivoituneessa revontulimuodossa. Varsinainen revontulien aktivoituminen on tapahtunut itäisen horisontin suunnassa, josta revontulipoimu etenee pois päin kohti länttä.

Musta revontuli

(23)* Musta revontuli on tasaisen, yleensä vihreän revontulimuodon keskellä havaittavat mustat kohdat, joissa ei ole revontulien vihreää emissiota. Mustat revontulet voi nähdä, kun revontulimuotoja katsotaan suoraan muodon alta. Yleensä mustat kohdat ovat pitkiä juovia, jotka halkovat revontulivaloa, mutta käyttäytyvät kuten viereiset revontulet.

Pohjois-eteläsuuntainen kaari

(24)*** Pohjois-eteläsuuntainen kaari (engl. *streamer*) yöpuolella. Joskus itä-länsisuuntaisesta kaaresta voi lähteä yksi tai useampi pohjois-etelä -suuntainen revontulimuoto. Tämä muoto syttyy kaarta vastaan kohtisuorassa suunnassa ja etenee kohti eteläisintä kaarta.

Sykkivät revontulet

Sykkivät revontulet ovat voimakkaan revontulinäytelmän, alimyrskyn (ks. alla) jälkeen nähtäviä muotoja. Muodot voivat olla joko paikallaan tai liikuksia hitaasti itään. Ne syttyvät ja sammuvat joko hyvin nopeasti vilkkumalla tai hitaasti sykkimällä. Sykkivät revontulet voivat näkyä

(25)** läiskinä, tai

(26)** pitkinä juovina, ja esiintyvät yleensä aamuyöstä.

Omega-vyö

(27)*** Omega-vyö on aamuyöllä nähtävä muoto. Muoto muistuttaa kreikkalaisten aakkosten Omega-kirjainta, josta se on myös saanut nimensä. Omega-vyö lähtee kehittymään pohjoisimmasta revontulimuodosta ja se muodostaa ison kaarenmuotoisen kehän etelää kohti. Samalla kun muoto laajenee, se myös liikkuu kohti itäistä horisonttia.

Omega-soihdu

(28)**** Joissain tapauksissa Omega-vyön kaaren muoto ei ole selkeä, vaan itää kohti voi edetä pohjoisimmassa kaareissa tai vyöissä iso soihtumainen rakenne.

Revontulipilarit

(29)** Usein taivaalla voi nähdä myös yksittäisiä revontulipilareita tai pienempiä säteitä. Nämä esiintyvät täysin yksinään ja saattavat pysyä paikoillaan pitkiäkin aikoja.

Diffuusit revontulet

(30)* Diffuusiksi revontuleksi kutsutaan tasaista revontulivaloa, jonka intensiteetti ei muutu nopeasti ja jossa ei nähdä selkeitä teräviä muotoja. Diffuusien revontulien intensiteetti on hyvin pieni; silmälle ne näyttävät valkoiselta harsolta, mutta kameran pitkä valotusaika voi paljastaa niistä sekä vihreää, punaista että purppuraa väriä.

Protoni-revontulet

Myös protonit aiheuttavat revontulia. Niiden suoraan aiheuttamista aallonpituuksista voidaan mainita sinisellä valon alueella oleva 486.1 nm, joka on voimakkain emissioista. Tästä huolimatta sen voimakkuus jää huomattavan kauas ihmissilmän havaintoherkkyydestä.

(31)*** Joissain tapauksissa voidaan revontulialueen eteläpuolella havaita erillään oleva kaari, jossa on erittäin paljon protoneja, mutta myös vihreää säteileviä elektroneja. Kaari liikkuu etelään ja sen käyttäytyminen ei muutu edes varsinaisen revontulialueen voimistuessa.

(32)**** Jotta protonien aiheuttaman valon voisi kuvata, pitäisi kameran edessä olla hyvin kapeakaistainen, ainoastaan 468.1 nm emission läpäisevä suodin. Tällaisella suotimella protonirevontulia voi nähdä myös normaalin näytelmän yhteydessä.

Koko taivaan revontulet

Vaikka revontulista voidaan havaita useita erilaisia, edellä mainittuja muotoja, on todellinen tilanne usein hyvin paljon monipuolisempi. Suuren revontulipurkauksen aikana voidaan puhua (33)** koko taivaan täyttävistä revontulista. Tällöin varsinkin laajalla kalansilmälinsillä otetusta kuvasta voi havaita samanaikaisesti suurinta osaa edellä mainituista revontulimuodoista.

Harvinaisuudet

Steve-kaari

(34)**** Steveksi nimetty kaari on kanadalaisten revontulibongareiden löytämä ilmiö. Steve on hyvin kapea suihku violettia valoa, jossa voi esiintyä myös juovaista rakennetta. Steve esiintyy itä-länsisuunnassa ja voi kestää muutamista kymmenistä minuuteista tuntiin. Se esiintyy yleensä normaalin revontulivyöhykkeen eteläpuolella.

SAR-kaari

(35)**** Vakaat punaiset kaaret (engl. *Stable Auroral Red*) ovat geomagneettisen myrskyn aikainen ilmiö. SAR-kaari säteilee punaista valoa 630 nm aallonpituudella useiden satojen kilometrien korkeudella. Kaari on hyvin vakaa, ja yleensä paljaalle silmälle näkymätön. Siksi sen havaitseminen ilman erityisiä mittalaitteita on äärimmäisen harvinaista. Kaari esiintyy itä-länsisuunnassa, noin 100-300 km levyisenä kaistana, ja saattaa pysyä paikoillaan koko yön. SAR-kaaret esiintyvät selvästi revontulivyöhykkeen eteläpuolella, Suomen alueella niitä voisi havaita etelärannikolla.

Päiväpuolen napaonkalon punaiset revontulet (engl. *cusp aurora*)

(36)**** Päiväpuolellakin voi havaita revontulia kaamosaikaan. Napaonkalon punaiset revontulet ovat keskimäärin 300 kilometrin korkeudella esiintyvää punaista kajoa 630 nanometrin aallonpituusalueella. Napaonkalon revontulet ovat usein koronamaisesti säteittäisiä, ja seassa voi olla jonkin verran kirkkaampaa muotoa. Ne esiintyvät tyypillisesti aivan keskipäivän aikaan hyvin korkeilla geomagneettisilla leveyksillä. Huippuvuorilla on napaonkalon revontulien parhaat bongausmahdollisuudet, sillä siellä niiden esiintymistodennäköisyys on 10 % luokkaa pimeinä aikoina. Poikkeuksellisen geomagneettisen aktiivisuuden aikoina niitä voi nähdä Norjan pohjoisrannikoltakin.

Päiväpuolen pohjoiseen etenevät revontulet (engl. *Poleward Moving Auroras Forms*)

(37, 38, 39)**** Kun napaonkalon punaiset revontulet pysyttelevät paikoillaan ja niitä havaitaan tyypillisesti juuri keskipäivällä, pohjoiseen liikkuvat päiväpuolen punaiset taas nimensä mukaisesti liikkuvat. Pohjoisella pallonpuoliskolla liike on kohti pohjoista. Tyypillisesti muoto ylittää taivaankannen 15-30 minuutissa. Myös nämä revontulet ovat punaisia (630 nm) ja esiintyvät yli 200 km korkeudella. Pohjoiseen liikkuvat muodot voi bongata aamu- tai iltapäivällä, mutta keskipäivän aikaan niillä on tilastollinen harvenema. Pohjoiseen liikkuvat revontulet voivat olla kirkkaitakin, ja niissä voidaan havaita paikallisia kirkastumisia ja kaarimaisia rakenteita. Pohjoiseen liikkuvat punaiset päiväpuolen revontulet ovat käytännössä vain Huippuvuorten korkeudella esiintyviä erikoisuuksia.

Päiväpuolen diffuusit revontulet

(40)*** Kaamosaikaan päiväpuolella voi nähdä pääasiassa vihreitä harsomaisia, heikkoja ja joskus raidallisia epämääräisen muotoisia revontulia. Nämä revontulimuodot voidaan jakaa kahteen luokkaan: 1) diffuusi verhomainen revontulipeitto, joissa usein näkyy myös mustien revontulien raitoja seassa, ja 2) revontulet, joissa näkyy kirkkaampia raitoja. Näitä revontulia voi nähdä aamulla, keskipäivällä ja iltapäivällä. Rakenteeton revontulipeitto näkyy aamu- ja iltapäivällä, kun taas raidallinen heikko revontulimuoto taas näkyy keskipäivällä. Nämä muodot ovat geomagneettisesti hiljaisen ajan erikoisuuksia, ja esiintyvät Huippuvuorten korkeudella.

Napakalotin ylittävät kaaret (Theta-revontulet)

(41)**** Korkealta satelliitista nähtynä revontulivyöhykkeet muodostavat loistavat, O-kirjaimen muotoiset kehät maapallon pohjois- ja etelänapojen ympärillä. Joskus koko tämän revontulivyöhykkeen yli, päiväpuolelta yöpuolelle, ulottuu revontulimuoto, jolloin avaruudesta käsin katsottuna revontulivyöhyke muodostaa kreikan aakkosten theta-kirjaimen. Nämä napakalotin ylittävät kaaret ylittävät koko taivaan suunnilleen suorassa rakennelmassa, joka osoittaa aurinkoon päin. Kaari voi ylittää revontulivyöhykkeen päivä-yö -meridiaania pitkin, tai se voi sijaita aamu- tai iltapäivän puolella. Jos tällaista kaarta katselee alhaalta päin, ja paikallisaika on suunnilleen keskipäivä tai -yö, kaari ylittää koko taivaankannen pohjois-eteläsuunnassa. Jos kaarta katselee aamupuolella, kaari ylittää katsojan koillisesta, ja iltapäiväpuolella luoteesta. Tyypillisesti kaaren elinaika syntymästä häviämiseen on useita tunteja. Koska tällainen theta-revontuli ylittää napakalotin, sen varsinaiset osat nähdäkseen täytyy olla reilusti varsinaisen revontulivyöhykkeen pohjoispuolella. Huippuvuorten pohjoisrannoilta, Grönlannin tai Kanadan pohjoisista osista voisi olla mahdollista nähdä theta-revontuli. Theta-revontulen osan, joka lähtee kasvamaan revontulivyöhykkeestä, voisi sen sijaan nähdä Huippuvuorten eteläosastakin. Silloin Huippuvuorten tulisi sijaita joko lähellä keskipäivää tai -yötä. Erotuksena muihin pohjois-eteläsuuntaisiin muotoihin (esim bongausaaste 24), theta-revontuli on vakaa, eikä kaaren suunnassa ole merkittävästi liikettä.

Theta-revontulen syntymekanismi on ollut pitkään mysteeri, joka on nyt selviämässä. Tilastolliset tutkimukset osoittavat, että ainakin päiväpuolella theta-revontuli olisi punainen, mutta viimeaikaisten tutkimustulosten mukaan yöpuolen osat voisivat olla vihreitä. Koska theta-revontulesta on hyvin vähän havaintoja maan pinnalta, värin varmistaminen on vaikeaa. Jos siis havaitset theta-revontulia, ota heti yhteys tutkijoihin!

Suuret punaiset revontulet (engl. *Great red aurora*)

(42)**** Hyvin voimakkaan geomagneettisen aktiivisuuden aikana keskileveysasteilla ja joissain tapauksissa myös lähellä päiväntasaajaa voidaan taivaalla nähdä voimakas punainen kajo. Tunnistamista voi vaikeuttaa se, että suuret punaiset revontulet muistuttavat jossain määrin SAR-kaaria. Auringonpilkkusykliissä on tyypillisesti ainakin yksi tai useampi voimakas geomagneettinen myrsky, jolloin esimerkiksi Saksassa tai jopa Kreikassa voidaan nähdä voimakkaasti hehkuvat, koko taivaan täyttävät punaiset revontulet. Niissä voi olla jonkin verran rakennetta. Historiallinen

aineisto luettelee näitä useimmin Keski- ja Etelä-Euroopassa, vaikka muutama havainto on tehty myös Oslon korkeudelta. Niitä voisi siis tietyissä olosuhteissa nähdä myös Suomen eteläosissa.

Revontulinäytelmät

Alimyrsky **

Alimyrsky on yksi tyypillisimmistä revontulinäytelmistä. Siihen liittyy kolme vaihetta, joista ensimmäinen on ns.

(43) kasvuvaihe, jossa itä-länsisuuntainen rauhallinen kaari nousee hiljalleen kohti etelää.

(44) Kasvuvaiheessa voidaan myös nähdä useampia kaaria ja

(45) niiden pieniä aktivoitumisia. Kaarien liike jatkuu kuitenkin koko ajan kohti etelää. Kasvuvaihe saattaa kestää muutamasta kymmenestä minuutista muutamiin tunteihin. Seuraava vaihe on laajenemisvaihe, johon liittyy nopea käynnistyminen.

(46) Käynnistymisvaiheessa usein eteläisin kaari kirkastuu voimakkaasti ja

(47) revontulet leviävät pohjoiseen, itään ja länteen, ja

(48) niiden muodot vaihtelevat nopeasti. Laajenemisvaihe kestää tyypillisesti n. 15 minuuttia.

(49) Tämän jälkeen alkaa paluuvaihe, jolloin voi edelleen näkyä kirkkaitakin revontulia, vaikka valoshow on kuitenkin hiljenemään päin. Revontulet vetäytyvät silloin jälleen kohti pohjoista.

(50) Paluuvaiheen aikana voi usein havaita myös sykkiviä revontulia tai diffuusioita revontulta.

Alimyrskyn laajenemisvaihe käynnistyy tyypillisimmin n. klo 22:30 Suomen aikaa suunnilleen Inarijärven korkeudella. Oulun korkeudella alimyrskyn laajenemisvaiheen käynnistyminen on vielä melko yleistä, mutta Nurmijärvellä jo erittäin harvinaista. Koko näytelmä kestää tyypillisesti tunteja.

Esikäynnistymiskaari ***

(51, 52, 53) Alimyrskyn käynnistymiseen liittyy erityinen esikäynnistymiskaari. Tässä on kyse etelään päin siirtyvien kaarien eteläpuolelle ilmestyvästä heikosta kaaresta, josta käynnistymisvaihe lähtee liikkeelle. Usein kaari himmenee juuri ennen käynnistymisvaiheen alkamista.

Valekäynnistyminen***

Valekäynnistyminen (engl. *pseudo-breakup*) on pieni, kehittymättömäksi jäänyt alimyrsky, joka usein (muttei aina) edeltää varsinaista alimyrskyä.

(54, 55, 56) Valekäynnistymisen kasvuvaihe jää lyhyeksi, ja kaari nousee etelään päin vain esimerkiksi 5-10 minuuttia.

(57, 58, 59) Käynnistymisvaiheessa kaari kirkastuu, mutta kirkastuminen jää paikalliseksi.

Kirkastunut muoto voi olla esimerkiksi spiraalimainen, mutta kirkastumisen jälkeen muodot eivät leviä pohjoiseen, etelään ja itään, vaan valoshow kuivuu kasaan nopeasti. Valekäynnistymisiä voidaan havaita lähes yksinomaan napapiirin pohjoispuolella, sen eteläpuolella havainnot käyvät hyvin harvinaisiksi.

Vilkkuvat vierekkäiset kaaret (engl. *Field line resonance arcs*) ***

Joskus voi havaita vilkkuvien revontulikaarien näytelmän. Taivaalla on tyypillisesti ensin yksi kirkas taivaankannen ylittävä kaari. Kaari himmenee ja häipyy näkyvistä yleensä muutamassa minuutissa, mutta sen viereen alkaa syntyä toinen, samanlainen kaari kuin ensimmäinen oli. Toinen kaari kirkastuu nopeasti. Joskus molemmat kaaret näkyvät kirrkaana vierekkäin.

(60, 61, 62) Koko näytelmä voi kestää 10-15 minuuttia, ja tässä ajassa vierekkäiset kaaret kirkastuvat ja himmenevät vuorotellen. Näytelmä on tyypillisesti korkeiden geomagneettisten leveyksien ja aamupuolen esitys, Suomessa tyypillisesti vilkkuvat kaaret voidaan nähdä Oulun pohjoispuolella.

Kaaren kiertyminen spiraalille tai spiraalin avautuminen ***

(63, 64, 65) Joskus kaari kiertyy spiraalille, tai spiraalin muotoinen kaari avautuu spiraalistaan. Kiertyminen ja avautuminen on usein nopea prosessi ja tapahtuu muutamassa minuutissa.

Värien muuttuminen ***

Revontulien värien elinikä on hyvin erilainen. Kun ilmakehään iskeytyvät elektronit virittävät happi- ja typpi-atomeja ja -molekyylejä eri viritystasoisille, joiden purkautumisesta syntyy revontulien valo, ovat nämä viritystilat hyvin eri pituisia. Nopein on sininen, joka purkautuu käytännössä heti virittymisen jälkeen. Vihreä valo kestää noin sekunnin. Sen sijaan punaisen värin vapauttava viritystila kestää keskimäärin 100 s.

(66) Eripituisista viritystiloista johtuen, jos seuraa esimerkiksi yksittäistä revontulisädettä ja -pilaria, se voi näkyä ensin kokonaan voimakkaan vihreänä.

(67) Vähän ajan kuluttua säteen yläosassa alkaa voimistua punainen väri ja vihreä alkaa vähitellen kadota.

(68) Lopulta vihreä väri on purkautunut kokonaan pois ja jäljelle on jäänyt vain kokonaan punainen, pehmentynyt säde. Pehmentyminen johtuu happiatomien kulkeutumisesta laajemmalle alueelle kuin elektronit aluksi osuivat.