Tutkimusartikkeli

Ajastaika 1867: suurkato historiallisten kasvifenologiahavaintojen aikaikkunassa

Jari Holopainen ja Samuli Helama

Vuodenkiertoon eli ajastaikaan sisältyvät vuodenajat ovat rytmittäneet maatalousyhteiskunnan elämänmenoa vuosisatojen ajan. Yksi poikkeuksellisimmista kevääntuloista koettiin vuonna 1867. Sitä seurasivat syyskuun alussa hallat, jotka aiheuttivat suurta tuhoa viljelyksille. Ajastaika 1867 muuttui vuodenaikojen vaihtuessa nälkävuodeksi 1867–1868. Kuinka poikkeuksellisesta kevääntulosta oli tuolloin kyse? Tarkastelumme pohjaa luonnonharrastajien eri puolelta Suomea v. 1750–1955 ja v. 1961–1965 keräämiin kasvifenologiahavaintoihin.

"Kohtalokkainta oli kuitenkin se, että v. 1867 ei tahdottu saada lainkaan kevättä. Talvea kesti aina kesäkuun puoliväliin. Helsingissä oli toukokuun 7–8 pnä ankarat lumipyryt, ja kautta koko sisä-Suomen satoi toukokuun 9 pnä yhtämittaa niin sakeasti lunta 16 tunnin ajan, että kinokset peittivät jopa aidanharjat. Järvet jäässä vielä kesäkuussa. Lumisateita jatkui Etelä- ja Keski-Suomessa aina toukok. 22 päivään saakka, ja lumiräntää satoi vielä senkin jälkeenkin. Aikana, jolloin tavallisesti oli totuttu kylvämään kauraa, oli monin paikoin vielä metrin vahvuudelta lunta."

Yllä oleva sitaatti on peräisin *Laatokka*-nimisen sanomalehden artikkelista *Katovuosi 1867. Synkkiä muistoja 75 vuoden takaa*, jossa muistellaan 75 vuotta aikaisemmin tapahtunutta katoa ja sen seurauksia. Kevät 1867 oli poikkeuksellisen myöhässä, eikä peltotöihin päästy ajoissa. Kun niihin päästiin, epäiltiin vakavasti, ehtiikö vilja lainkaan tuleentua ennen syyskylmiä. Syyskuun 3. ja 7. päivien välillä koetut hallat pilasivat Pohjois-Suomessa kaiken viljan, Keski-Suomessa enimmän osan ja Etelä-Suomestakin suuria alueita. Mikkelin läänin kerrotaan selviytyneen hallan aiheuttamista tuhoista parhaiten. Artikkeli käy tämän jälkeen läpi niitä toimenpiteitä, joihin senaatti ja valtion varoista vastuussa ollut senaattori Johan Vilhelm Snellman olivat ryhtyneet. Niistä huolimatta nälänhätä paheni, ja ajoi suuren osan Pohjois-Suomen tilattomasta väestä kerjuulle. Heidän mukanaan kulkeutui nälänhädän aiheuttamaa lavantautia, josta aiheutui kuolleisuuden voimakas kasvu. Sanomalehden mukaan Suomen kansan väkiluku väheni vuosina 1866–1868, mutta erityisesti vuonna 1868, noin 115 500 hengellä. (Laatokka 1942, passim.)

Nälkävuosien 1867–1868 aikaa on sivuttu tutkimuksen kentässä suhteellisen paljon. On laskettu, että paikallishistoriallista tutkimusta julkaistiin yksin vuosien 1965–1994 välillä 427 monografian verran (Ahtiainen & Tervonen 2010; Jussila & Rantanen 2018b). Useimpiin niistä sisältyy kuvauksia katovuosista ja niiden aiheuttamista koettelemuksista (Vesajoki & Tornberg 1994; Pölönen 1994). Viime vuosikymmenien kuluessa toteutetut tutkimushankkeet ovat syventäneet 1860-luvun nälkävuosien tuntemusta ja nostaneet esiin aihepiirin monitahoisuuden. Yksityiskohtaiset kuolleisuustilastot nälkävuosilta 1867–1868 on julkaistu Turpeisen (1986) ja Pitkäsen (1993) tutkimuksissa. Niiden ilmestymisen välissä julkaistiin teos 1860-luvun suuret nälkävuodet -projektin keskeisistä tuloksista, *Kun halla nälän tuskan toi: Mi-*

*ten suomalaiset kokivat 1860–luvun nälkävuodet (*Häkkinen ym. 1991). Nälkävuosien 1867–1868 aikaa on sittemmin käsitelty myös Karosen (Karonen 1994), Curranin ja kanssakirjoittajien (Curran ym. 2015), Newbyn (Newby 2017) sekä Jussilan ja Rantasen (Jussila & Rantanen 2018a) toimittamissa kokoomateoksissa. Tuorein nälkävuosia 1867–1868 käsittelevä monografia lienee tällä hetkellä Andrew G. Newbyn (2023) kirjoittama *Finland's Great Famine, 1856–68*.

Vanhimman tutkimuksen yksi keskeisistä lähteistä on ollut valtiopäivämies ja fennomaanisen liikkeen keskeisen vaikuttajan Agathon Meurmanin (Meurman 1892) kirjoittama tutkielma, *Nälkäwuodet 1860-luvulla*, jota käytettiin päälähteenä useissa aihepiiriä sivuavissa historiateoksissa 1800-luvun lopusta aina toisen maailmansodan jälkeisiin aikoihin asti (Jussila & Rantanen 2018b). Tämän tutkimuksen kannalta Meurmanin työn otsikossa esiintyvä käsite 'nälkävuosi' on tärkeä. Nälkävuodesta tai -vuosista puhuttaessa niillä ymmärretään Suomen historiaan kuuluvaa ajanjaksoa 1867–1868, johon on kuolleisuustasojen tarkastelun perusteella toisinaan luettu mukaan myös vuosi 1866 (Turpeinen 1986; Pitkänen 1993; Jussila & Rantanen 2018b).

Nälkävuoden 1867–1868 aikaa käsittelevissä tutkimuksissa kasvifenologia-aineistot ovat jääneet vähemmälle huomiolle. Fenologia eli ilmenemisoppi tutkii tavallisemmin biologisten ilmiöiden rytmillisyyttä (esimerkiksi puuvartisilla kasveilla lehteentulon, kukinnan ja marjonnan ajoittumista), eri tekijöiden (esimerkiksi ilmasto) vaikutusta niihin ja eri kehitysvaiheiden välisiä suhteita tietyllä lajilla tai eri lajien välillä (mm. Mielikäinen ym. 2012; Holopainen ym. 2023c). Suomi on niitä harvoja Euroopan maita, josta on tarjolla vuosisataiset perinteet laaja-alaisesta luonnonhavainnoinnista. Ruotsalaisen luonnontieteilijä Carl von Linnén innoittamina havaintojen kerääminen käynnistyi maassamme jo 1700-luvun puolivälissä (Holopainen ym. 2012b). Vanhimmat kasvihavainnot vuosilta 1750–1845 koosti yhteen Adolf Moberg (Holopainen ym. 2018). Yksittäisten luonnonharrastajien havaintojen lisäksi Mobergin yhteenvedot pitävät sisällään niin Pro Natura -seuran kuin Suomen talousseuran myötävaikutuksella kerättyjä havaintoja. Kun Suomen Tiedeseura perustettiin vuonna 1838, seura organisoi fenologiahavaintojen keruun vuodesta 1846 lähtien. Seura myös otti vastuun tietojen julkaisemisesta ja jatkoi tällä tiellä aina vuoteen 1955 asti, julkaisten lopulta vielä vuosien 1961–1965 osalta kerätyn fenologia-aineiston (Holopainen ym. 2023a). Huolimatta tämän jälkeisestä julkaisutoiminnan hiipumisesta havaintojen keruu Suomen Tiedeseuran fenologiahavaintojen verkostosta on jatkunut aina näihin päiviin asti (Holopainen ym. 2012b). Fenologiahavaintoja ovat keränneet maassamme myös Metsäntutkimuslaitos ja Luontoliitto: kevätseuranta on osa Luontoliiton (Luontoliitto 2024) toimintaa tänä päivänäkin, mutta Metsäntutkimuslaitoksen ylläpitämä fenologiaverkoston toiminta päättyi vuonna 2017 (Helama ym. 2020).

Kuinka fenologinen havainnointi ja katovuodet sitten liittyvät toisiinsa? Tai kuinka kadot, tai satovaihtelut yleensä, liittyvät metsien ja peltoekosysteemien vuodenaikaisiin vaiheisiin? Tämä on kysymys, jonka vastauksella lienee yhtä pitkät perinteet ajassa taaksepäin kuin mitä fenologisella havainnoinnilla on maassamme. Jo toiminnan alkuvaiheissa havainnoinnin ajateltiin lisäävän yleistä luonnossa tapahtuvan vuodenaikaisvaihtelun sekä sen ajallisten muutosten että syklien tuntemusta, ja tätä kautta parantavan maatalouden edellytyksiä ja kannattavuutta (Suomen Tiedeseura 1861). Sijaitseehan maamme pohjoisella ilmastollisella vyöhykkeellä, missä maatalouden edellytykset saattavat huonoina vuosina olla äärimmäisen niukat. Niukkuutta lisäsivät tuolloin, havainnointitoiminnan viriämisen vuosina, oletettavasti entisestään pikkujääkauden olosuhteet nykyistä kylmempine kasvukausineen (Holopainen & Helama 2009). Tällaista ajattelua edisti Turun Akatemia lääketieteen professori Johan Leche, jolta on säilynyt ensimmäiset Suomes-

sa tehdyt eläin- ja kasvifenologiset havainnot (Leche 1763). Lechen mukaan pitkiä luonnonhistoriallisia havaintosarjoja tarvittiin lisäämään ymmärrystä luonnon omista rytmeistä sekä jaksollisuuksista, erityisesti maatalouden toimenpiteiden järkiperäistä suunnittelua ja siten kannattavuutta silmällä pitäen (Norrgård & Helama 2021). Lechen tiedetäänkin antaneen puutarhureille fenologiahavaintoihinsa perustuvia vihjeitä kylvön aloittamisesta (Lehikoinen ym. 2009). Mutta sen lisäksi, että itse havainnonteko keskittyi kevääseen, myös myöhempi fenologia-aineistojen historiallinen julkaisutoiminta painottui juuri niihin, myöhemmin kasvukauden aikana tehtyjen havaintojen kustannuksella (Holopainen ym. 2023b).

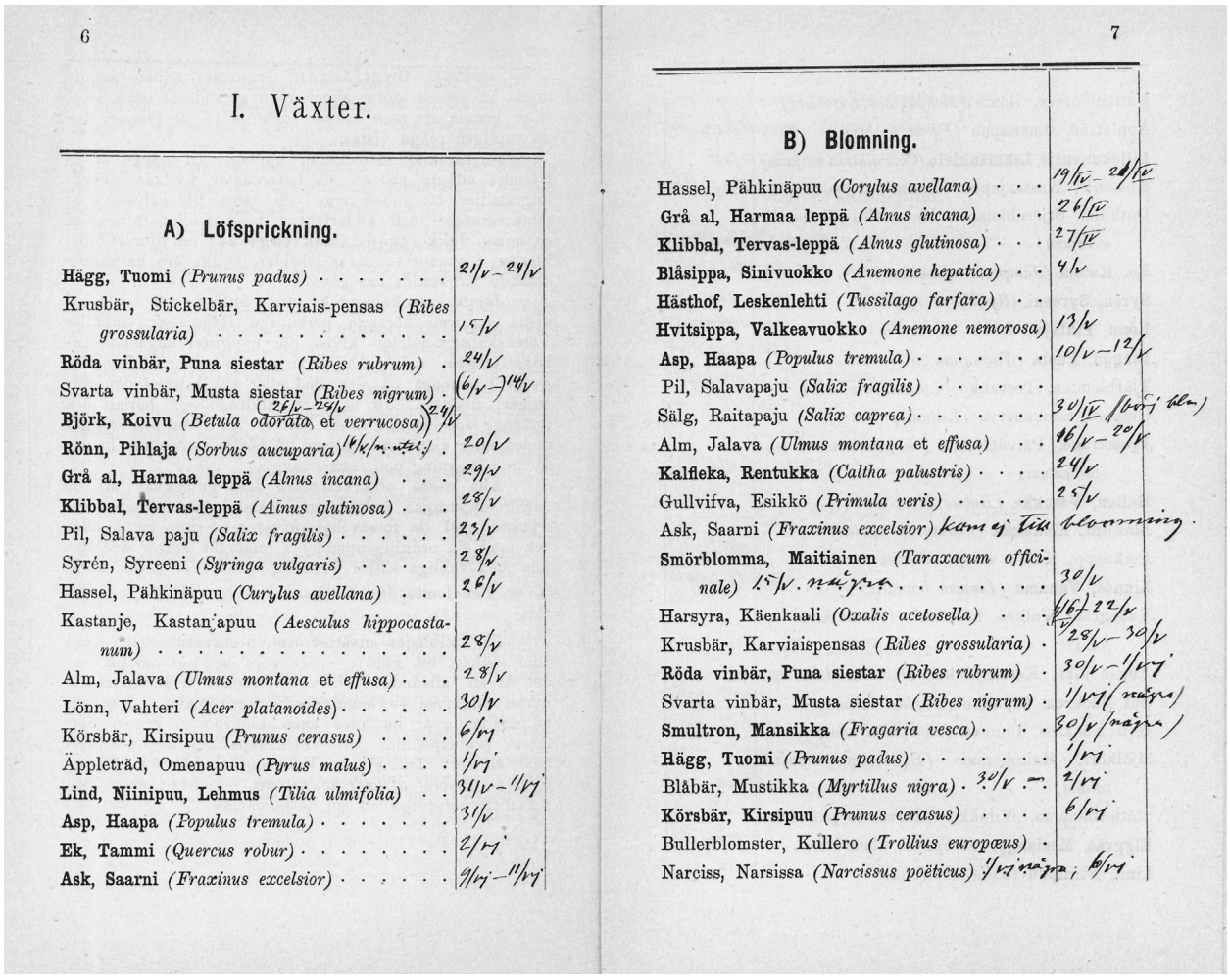
Pikkujääkaudella viileää, jopa kylmää

Nälkävuodet 1867–1868 kuuluvat ilmastolliseen vaiheeseen, jolloin kasvukaudet olivat Suomessa erityisen viileitä, jopa kylmiä. Paleoklimatologisten tutkimustulosten pohjalta 1800-luvulla vallinnutta ilmastoa on luonnehdittu kylmimmäksi viimeisten vuosituhansien aikana (Helama ym. 2002; Helama ym. 2021). Tutkimuksen piirissä kyseisestä ajanjaksosta käytetään myös nimitystä pikkujääkausi (”Little Ice Age”), jonka aikana vuoristojäätiköt etenivät ja lämpötilat laskivat Euroopassa laajalla alueella merkittävästi (Matthes 1939; Brooks 1949; Lamb 1982; Grove 1988, 2001). Sen sijaan pikkujääkauden yleisluontoinen määrittely, esimerkiksi jaksotus tiettyihin vuosiin, on osoittautunut hankalaksi. Määrittelyyn vaikuttavat niin tutkimuksessa käytetyt lähdeaineistot, niiden vuodenaikainen herkkyys ilmastosignaalia kohtaan kuin aluerajauksetkin (Huhtamaa 2020). Esimerkiksi Pfister (1984) ajoitti kyseisen kylmemmän ilmastovaiheen maansa ilmastohistoriassa vuosiin 1565–1895. Matthewsin ja Briffan tutkimus osoitti pohjoisen pallonpuoliskon keskikesän lämpötilojen olleen matalammalla tasolla vuosien 1570–1900 aikana (Matthews & Briffa 2005). Vastaavasti Tornbergin tutkimuksessa käytetyt satoaineistot antoivat viitteitä pikkujääkauden ajoittumisesta Lounais-Suomen osalta vuosiin n. 1580–1710 (Tornberg 1991).

Viimeaikainen tutkimus on osaltaan havainnollistanut kevääntulon merkityksen maamme fenologisten vaiheiden ajoittumisessa, sillä voimakkain yksittäinen fenologisia muutoksia Suomessa selittävä muuttuja on toukokuun lämpötila (Holopainen ym. 2006, 2013). Niin ikään fenologian on osoitettu korreloivan historiallisten satovaiheluiden kanssa siten, että vuosina joina fenologiset vaiheet ovat olleet normaalia aiempia, myös sadot ovat onnistuneet keskimääräistä paremmin (Holopainen & Helama 2009). Tämä on myös mekanismi, jolla sään aikaansaamat vaihtelut siirtyivät viljojen hintoihin (Holopainen ym. 2012a). Tämän lisäksi historiallisista metsä- ja muista luonnonympäristöistä sekä maanviljelyn piiristä kerätyt fenologia-aineistot näyttävät korreloivan keskenään erityisen hyvin (Holopainen ym. 2006, 2013). 1700-luvun luonnontieteilijöitten päätelmät siitä, että monipuolisesti metsistä, niityiltä ja pelloilta kerätyillä fenologiaseurannoilla olisi huomattavaa merkitystä maamme maatalouden yleiskuvan ja sen vuotuisen vaihtelun kuvaajina näyttävät saavan vahvistuksen viimeaikaisten tutkimusten tuloksista. Näiden päätelmien voidaan ajatella koskevan ainakin niin kutsuttua vanhan maatalouden aikaa.

Tutkimuksen aineisto ja tavoitteet

Tuoreessa tutkimuksessa koostettiin yhteen kasvifenologia-aineisto, johon sisältyvät niin Adolf Mobergin kuin Suomen Tiedeseuran julkaisemat kasvifenologiahavainnot vuosilta 1750–1955 ja 1961–1965 (Holopainen ym. 2023a). Aineistokokonaisuus sisältää yhteensä 265 478 havaintoa 985 kasvilajista, 16 eri fenologisesta vaiheesta ja kaikkiaan 371 eri paikkakunnalta (Kuva 1). Tämän aineiston avulla pyrimme valottamaan kysymystä, kuinka poikkeava kevät 1867 oli kevääntulojen jatkumossa edellä mainitulla ajanjaksolla. Kuten *Laatokka* -sanomalehden artikkelissa tuotiin esille, syyskuun 3. ja 7. päivien välillä koetut hallat aiheut-



6

I. Växter.

A) Löfsprickning.

Hägg, Tuomi *(Prunus padus)*	21/v–24/v
Krusbär, Stickelbär, Karviais-pensas *(Ribes grossularia)*	15/v
Röda vinbär, Puna siestar *(Ribes rubrum)*	24/v
Svarta vinbär, Musta siestar *(Ribes nigrum)*	(6/v–)14/v
Björk, Koivu *(Betula odorata* et *verrucosa)*	24/v
Rönn, Pihlaja *(Sorbus aucuparia)*	20/v
Grå al, Harmaa leppä *(Alnus incana)*	29/v
Klibbal, Tervas-leppä *(Alnus glutinosa)*	28/v
Pil, Salava paju *(Salix fragilis)*	23/v
Syrén, Syreeni *(Syringa vulgaris)*	28/v
Hassel, Pähkinäpuu *(Corylus avellana)*	26/v
Kastanje, Kastanjapuu *(Aesculus hippocastanum)*	28/v
Alm, Jalava *(Ulmus montana* et *effusa)*	28/v
Lönn, Vahteri *(Acer platanoides)*	30/v
Körsbär, Kirsipuu *(Prunus cerasus)*	6/vi
Äppleträd, Omenapuu *(Pyrus malus)*	1/vi
Lind, Niinipuu, Lehmus *(Tilia ulmifolia)*	31/v–1/vi
Asp, Haapa *(Populus tremula)*	31/v
Ek, Tammi *(Quercus robur)*	2/vi
Ask, Saarni *(Fraxinus excelsior)*	9/vi–11/vi

7

B) Blomning.

Hassel, Pähkinäpuu *(Corylus avellana)*	19/iv–24/iv
Grå al, Harmaa leppä *(Alnus incana)*	26/iv
Klibbal, Tervas-leppä *(Alnus glutinosa)*	27/iv
Blåsippa, Sinivuokko *(Anemone hepatica)*	4/v
Hästhof, Leskenlehti *(Tussilago farfara)*	
Hvitsippa, Valkeavuokko *(Anemone nemorosa)*	13/v
Asp, Haapa *(Populus tremula)*	10/v–12/v
Pil, Salavapaju *(Salix fragilis)*	
Sälg, Raitapaju *(Salix caprea)*	30/iv (blom)
Alm, Jalava *(Ulmus montana* et *effusa)*	16/v–20/v
Kalfleka, Rentukka *(Caltha palustris)*	24/v
Gullvifva, Esikkö *(Primula veris)*	25/v
Ask, Saarni *(Fraxinus excelsior)*	kan ej tala blomning
Smörblomma, Maitiainen *(Taraxacum officinale)*	30/v
Harsyra, Käenkaali *(Oxalis acetosella)*	22/v
Krusbär, Karviaispensas *(Ribes grossularia)*	28/v–30/v
Röda vinbär, Puna siestar *(Ribes rubrum)*	30/v–1/vi
Svarta vinbär, Musta siestar *(Ribes nigrum)*	1/vi (några)
Smultron, Mansikka *(Fragaria vesca)*	30/v (några)
Hägg, Tuomi *(Prunus padus)*	1/vi
Blåbär, Mustikka *(Myrtillus nigra)*	30/v–2/vi
Körsbär, Kirsipuu *(Prunus cerasus)*	6/vi
Bullerblomster, Kullero *(Trollius europæus)*	
Narciss, Narsissa *(Narcissus poëticus)*	1/vi (några); 6/vi

Kuva 1. Tutkimuksen kasvifenologia-aineisto vuosilta 1876–1894 koostettiin Suomen Tiedeseuran havaintovihkosista: esimerkkinä aukeama Lapinlahden sairaalan ylilääkärin Thiodolf Saelanin muistiinpanoista vuodelta 1891. Kasvien kohdalla havaintoja pyydettiin lehteentulosta, kukkimisesta, hedelmän kypsymisestä, lehtien putoamisesta sekä viljeltävien kasvien osalta mm. kylvö- ja sadonkorjuuajankohdista. Tietojen pohjalta Tiedeseura julkaisi aluksi suppeampia koosteita *Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens förhandlingar* -sarjassa vuosina 1859–1894, ja tämän jälkeen *Bidrag till kännedom af Finlands natur och folk* -sarjassa vuosina 1895–1955 ja 1961–1965. Tutkimuksen vanhin kasvifenologia-aineisto vuosilta 1750–1875 koostettiin professori Adolf Mobergin fenologiajulkaisujen pohjalta. (Holopainen ym. 2012, 57; 2023a; 2023b.)

tivat suurta tuhoa eri puolilla Suomea. Samalla tavoin kuten kevääntuloja tarkasteltaessa, pyrimme arvioimaan myös syksyjen olosuhteita. Lisäksi pyrimme hahmottamaan katovuosien esiintymiseen yhdistettyä jaksollisuutta, joista professori Pehr Adrian Gaddin lausuma käsitys vuodelta 1785 lienee tunnetuin. Gadd esitti, että vuosikymmeneen sisältyi keskimäärin kaksi katovuotta ja kolme niukkaa vuotta (Melander & Melander 1924; Tornberg 1990). Kesäkuukausien hallat olivat herättäneet Turun akatemiassa kiinnostusta jo aikaisemmin, sillä taloustieteen professori Pehr Kalm pyrki koostamaan kyseiset tiedot yhteen vuosilta 1752–1770 julkaisemattomaksi jääneeseen hallayötutkielmaansa (Holopainen ym. 2023c).

Kasvifenologiahavainnoista pitkiä havaintosarjoja

Tässä työvaiheessa käytettiin hyväksi aiemmissa kansalaishavainnointina kerätyistä fenologia-aineistoista ja niiden luotettavuutta käsittelevissä tutkimuksissa kehitettyjä menetelmiä (Sagarin & Micheli 2001; Li ym. 2020). Ensiksikin, aikasarjojen koostamisessa on otettava huo-

mioon ajanlaskussa käytettyjen kalentereiden yhdenmukaistaminen: Suomessa juliaanisesta kalenterista gregoriaaniseen kalenteriin siirryttiin helmikuussa 1753, jolloin kyseisen kuukauden kohdalla siirryttiin helmikuun 18. päivästä suoraan maaliskuun 1. päivään. Toiseksi, karkausvuodesta aiheutuva poikkeama on huomioitava eri kalenterivuosina. Kolmanneksi, kun kevätpäiväntasauksen päivämäärä vaihtelee muutamilla päivillä vuosien kuluessa, sen on osoitettu aiheuttavan harhaa eritoten vuosikymmenten ja -satojen aikajänteellä havainnoitujen kevään luonnontapahtumia kuvaavien fenologisten aineistojen aikasarjoissa ja niistä määritellyissä pitkien aikajaksojen kehityssuunnissa (Sagarin & Micheli 2001). Kuten Sagarin ja Micheli osoittavat, voidaan tämä aineiston virhelähde poistaa esittämällä kunkin fenologisen havainnon ajankohta sen havainnointipäivämäärän sijaan päivinä kyseisen kalenterivuoden kevätpäiväntasauksesta.

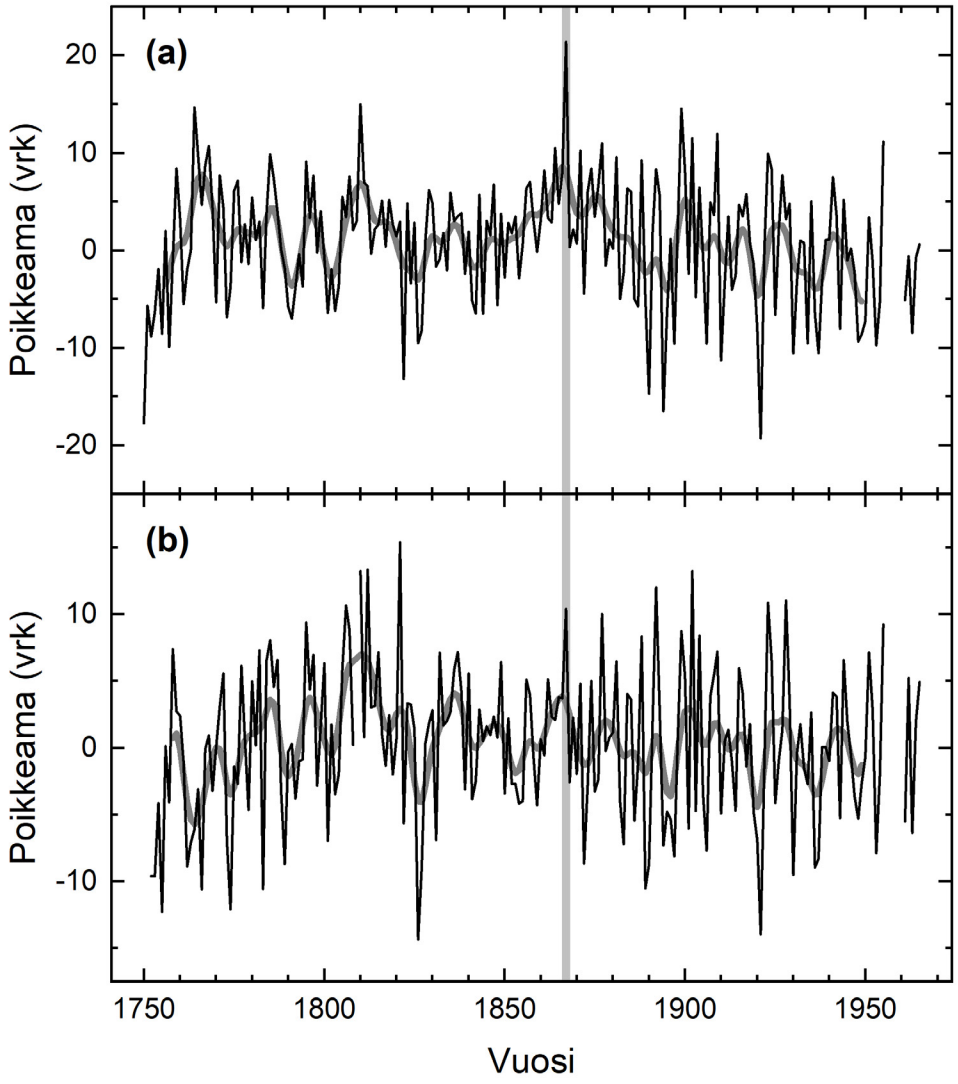
Tutkimuksen aineisto ja tavoitteet -luvussa kuvatut kasvifenologiahavainnot esitetään suhteessa kesäpäivänseisaukseen (Holopainen ym. 2023a, 2023b). Koska myös kesäpäivänseisauksen päivämäärä vaihtelee eri vuosien suhteen kevätpäiväntasauksen kaltaisesti, esitetään kunkin havainnon ajankohta sen varsinaisen havainnointipäivämäärän sijaan päivinä kyseisen kalenterivuoden kesäpäivänseisauksesta. Näin edeten saavat ennen kesäpäivänseisausta tehdyt havainnot negatiivisen, sen jälkeen tehdyt havainnot positiivisen havaintoajankohtaa osoittavan kokonaisluvun; niin ikään täsmälleen kesäpäivänseisauksena tehdyt havainnot saavat lukeman nolla.

Koska pitkiä, jatkuvia aikasarjoja voidaan nyt tarkastelussa olevan aineiston puitteissa saavuttaa vain koostamalla havaintoja useilta paikkakunnilta, ja koska vuodenajat saapuvat eri paikkakunnille ja maamme eri osiin eri tahtiin, on kyseinen ilmastollinen riippuvuussuhde huomioitava pitkiä havaintosarjoja koostettaessa. Tässä työssä kyseinen riippuvuussuhde poistettiin selittämällä havaintopäivämääriä alkuperäisen havaintopisteen leveysasteella (Holopainen ym. 2018), jonka puolestaan tiedetään selittävän pitkäaikaislämpötilaeroja maamme eri osissa (Laaksonen 1976). Aikaansaatua lineaarista mallia sovellettiin erikseen kunkin kasvilajin kullekin fenologiselle vaiheelle, pois lukien havainnoista ne, joita edusti vähemmän kuin 30 yksittäistä kyseisen kasvilajin ja fenologisen vaiheen havaintoa. Nämä havainnot jätettiin koosteesta tässä yhteydessä kokonaan pois. Mallista johdetut residuaalit eli jäännöstermit kertovat kuinka monta päivää kyseinen havainto poikkeaa keskimääräisestä havaintopäivästä kyseistä lajia, vaihetta ja leveysastetta koskien. Leveyspiirin käyttäminen mallissa johtui aiemmin tehdystä havainnoista, joka oli osoittanut, ettei pituuspiiriä voitu leveysasteen tapaan käyttää havaintopäivämäärää selittävänä luotettavana muuttujana (Holopainen ym. 2018). Analyysivaihe pohjautuu menetelmään, jota Li kanssakirjoittajineen käyttivät kansalaishavainnointina kerätyn kasvifenologisen datan luottavauutta käsittelevässä tutkimuksessaan (Li ym. 2020).

Kuvattuun tapaan käsitellyt fenologiahavainnot laskettiin kahdeksi eri aikasarjaksi. Toinen sarja edustaa sellaisia lajien fenologisista vaiheista tehtyjä havaintoja, jotka on keskimäärin (mediaani) tehty ennen kesäpäivänseisausta, toinen sarja taas sellaisia havaintoja, jotka on keskimäärin tehty kyseisen päivämäärän jälkeen (Kuva 2). Tässä työssä esitetyt keskiarvoaikasarjat (kronologiat) ovat alkujaan laskettu aikaisemmassa tutkimuksessamme (Holopainen ym. 2023b), jossa niitä ei kuitenkaan ole analysoitu maamme keväiden ja syksyjen aikaisuutta kuvaavien aikasarjojen viitekehyksissä muutoin kuin havaintojen luotettavuutta kuvaavaa indeksiä varten.

Kevät kolme viikkoa myöhässä

Vuosi 1867 erottuu kevään ja alkukesän havainnoista koko sarjan aikaikkunassa poikkeuksellisen myöhäisenä: kyseinen kevät saapui 21 päivää eli kolme viikkoa myöhäisempänä kuin



Kuva 2. Keskiarvokronologiat laskettuna fenologiahavainnoista, jotka on tehty keskimäärin ennen kesäpäiväntasausta (a), sekä niistä, jotka on tehty keskimäärin kesäpäiväntasauksen jälkeen (b). Ohut musta viiva kuvastaa vuodesta toiseen tapahtunutta, tummanharmaa viiva pidemmällä aikajänteellä tapahtunutta vaihtelua. Vaalean-harmaa pystyviiva osoittaa vuotta 1867.

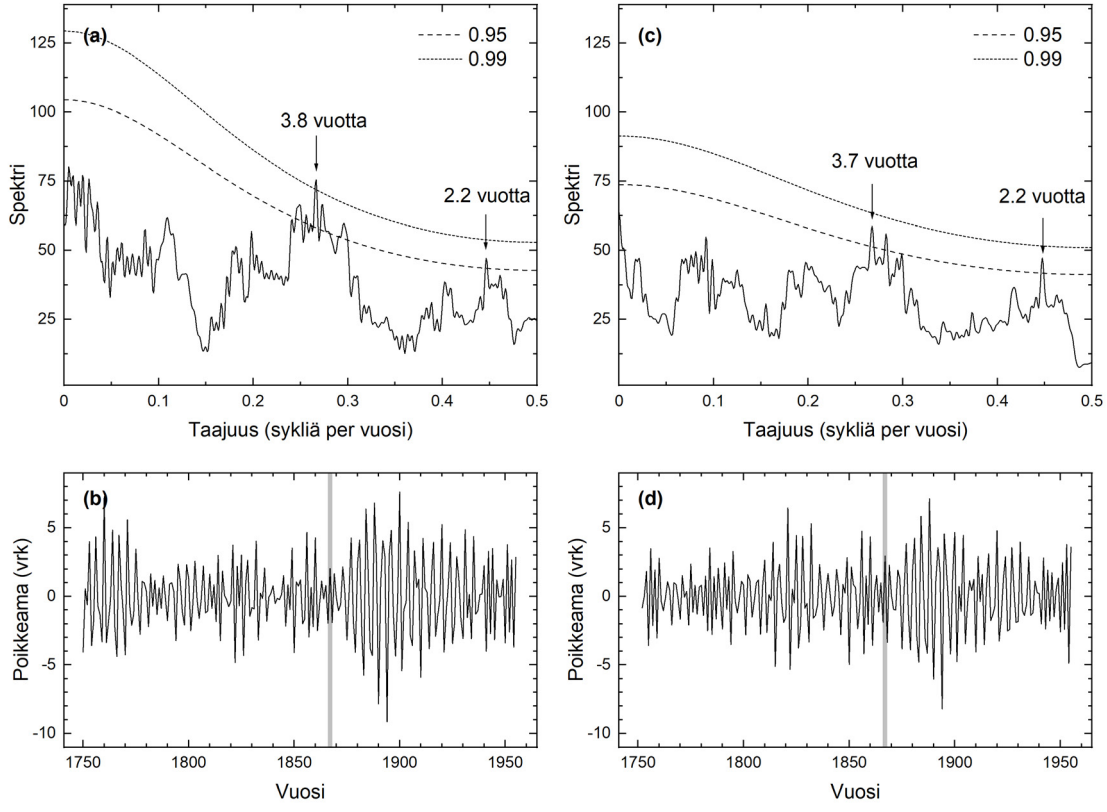
keskimäärin. Visuaalisesti tarkasteluna vuoden 1867 myöhäinen kevääntulo on kulminaatiopiste pitempiaikaisessa jatkumossa (Kuva 2a). Keväiden vähittäinen myöhäistyminen näyttää alkaneen 1840-luvun alkuvuosina ja jatkuneen aina vuoteen 1867 saakka. Vuoden 1867 jälkeen kevääntulot aikaistuvat, mitä jatkuu aina 1890-luvulle saakka. Kyseinen jakso muodostaa noin puoli vuosisataa pitkän ajanjakson, jonka aikana kevääntulot kokivat melkoisen muutoksen, taas tutunkaltaisiin olosuhteisiin palaten. Muita myöhäisiä keväitä ovat olleet myös vuosien 1810, 1764 ja 1899 kevät, jolloin kevääntulot olivat noin 2 viikkoa keskimääräistä myöhäisempiä. Vastaavasti aikaisimmat kevääntulot näillä havainnoilla ajoittuvat vuosiin 1750, 1890, 1894 ja 1921 viimeksi mainitun vuoden ollessa aikaisin.

Niillä havainnoilla, jotka ajoittuvat kesäpäiväntasauksen jälkeen (Kuva 2b), myöhäisin arvo ilmenee vuonna 1821. Kun kevät vuonna 1867 oli noin 3 viikkoa keskimäärin myöhässä, kyseisen vuoden arvo sijoittuu kymmenen myöhäisimmän vuoden joukkoon. Myöhäisimpiä vuosia ovat olleet vuodet 1812, 1902, 1810 ja 1892. Vastaavasti aikaisimmat arvot sijoittuvat vuosille 1826, 1921, 1755 ja 1774.

Spektrianalyysin toteutus

Jaksollisuutta, joka kuvastaa tapahtumien toistuneisuutta jollain tietyllä aikamittakaavalla, voidaan tutkia spektrianalyysin keinoin. Yleisesti ilmastotutkimuksessa käytettävien analyysimenetelmien avulla voidaan selvittää niin havainnoissa tapahtuvan jaksollisuuden aikamittakaava kuin havainnon tilastollinen merkitsevyys sekä erottaa kyseisillä aikamittakaavoilla tapahtuva vaihtelu havaintosarjan kokonaisvaihtelusta (Ghil ym. 2001).

Molemmissa havaintosarjoissa voidaan havaita jaksollisuutta (Kuva 3). Ennen kesäpäivänseisausta ilmenevissä fenologiahavainnoissa esiintyy sekä 3.8-vuoden pituinen jaksollisuus, joka on merkitsevä 99 %:n tasolla, että 2.2-vuoden pituinen jaksollisuus, joka on merkitsevä 95 %:n tasolla (Kuva 3a). Nämä jaksollisuudet vastaavat aikamittakaavaa, joka saattaa olla ominainen eritoten Pohjois-Atlantin oskillaatiolle (Gámiz-Fortis ym. 2002; Zhang ym. 2012). Kyseisen ilmasto-oskillaation on puolestaan useissa aiemmissa tutkimuksissa osoitettu vaikuttavan merkittävästi ilmaston useampivuotisiin vaihteluihin Suomessa useilla eri ajanjaksoilla (Uvo 2003; Helama & Holopainen 2012; Saarni et al. 2016). Toisaalta Pohjois-Atlantin oskillaatiolla on kuvattu myös tätä pidemmillä aikamittakaavoilla tapahtuvaa jaksollista vaihtelua (Rogers 1984). Tämänkaltaisia jaksollisuuksia analyysi ei kuitenkaan historiallisen fenologia-aineiston osalle osoita. Tulokset myöhäiskesän ja syksyn jälkeisille fenologiahavainnoille ovat melko samankaltaisia, eivät kuitenkaan identtisiä. Tämän aineiston osalla jaksollisuudet ovat pituuksiltaan 3.7 ja 2.2 vuotta (Kuva 3c). Jaksollinen vaihtelu ei näyttäisi voimistavan vuoden 1867 äärimmäistä kevääntuloa, toisin sanoen jaksollinen vaihtelu ei ole voimakasta kyseisen vuo-



Kuva 3. Spektrianalyysin tulokset. Kevään ja alkukesän fenologiavaihtelua luonnehtivat 2.2- ja 3.8-vuotiset aikamittakaavat (a) joiden yhteisvaihtelu voimistuu 1800-luvun lopulla ja 1900-luvun alussa (b), sekä vastaavat analyysit loppukesän ja syksyn fenologiavaihteluita koskien (c, d). Lyhyt ja pitkä katkoviiva (a, c) osoittavat 99 %:n ja 95 %:n merkitsevyystasoja. Vaaleanharmaa pystyviiva (b, d) osoittaa vuotta 1867.

den aikana (Kuva 3c). Itse asiassa vuoden 1867 tapahtumat osuvat ajanjaksoon, jonka aikana vaihtelun jaksollisuus on ollut verrattain vähäistä koko tarkasteluajanjakson fenologiseen vaihteluun verrattuna. Samaa voidaan sanoa jaksollisen vaihtelun merkityksestä myöhäiskesän ja syksyn fenologian kannalta (Kuva 3d). Vaikka molempien sarjojen lukemat ovat positiivisia, so. fenologiahavainnot ilmenevät tavanomaista myöhemmin, eivät ne kuitenkaan ole kovin positiivisia (2 vrk ja 3 vrk) verrattuna koko aikasarjan vaihteluun (Kuva 3c, 3d). Jaksollisuuden vaikutusta ei voine luonnehtia kovin merkittäväksi kokonaisilmiön kannalta.

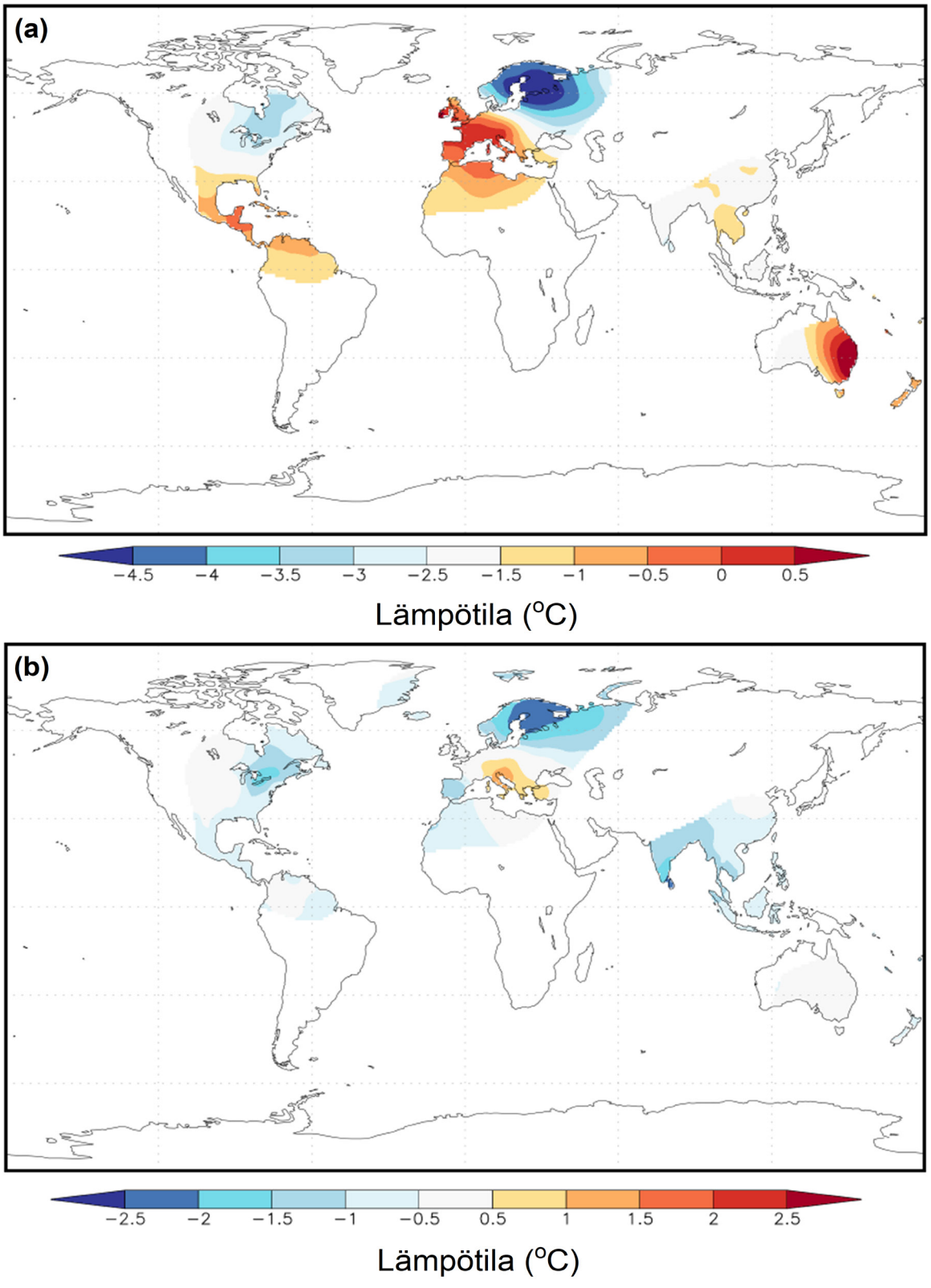
Saatuja tuloksia voi olla mielenkiintoista verrata Pehr Adrian Gaddin edellä esiintuotuun näkemykseen historiallisten kato- ja heikkojen satovuosien toistuvuudesta. Hänen mukaansa katovuosia ilmenisi keskimäärin kerran viidessä vuodessa, heikon kadon sattuessa noin joka kolmas vuosi. Spektrianalyysin tulokset osoittavat voimakkaamman syklin sattuvan aallonpohjaansa noin joka neljäs vuosi, heikomman lähes joka toinen vuosi. Toisaalta, kuten kuvat 3b ja 3d osoittavat, eivät fenologiadatan osoittamat syklit nekään huipentuneet voimakkaiksi aallonharjoiksi aivan näin usein. Tämän lisäksi on myös mahdollista, että maata historiallisina aikoina viljelleet ovat onnistuneet omien toimintojensa ajantasaisella joustavuudella minimoimaan niitä ilmastollisia riskejä, joita analysoidut sarjat osaltaan ilmentävät. Nämä seikat voivat selittää havaittua, lopulta sangen pientä poikkeamaa Gaddin ja fenologiadatan analyysin välillä.

Pohdintaa

Vuonna 1867 yhteiskuntaa kohtasi poikkeuksellinen häiriötila, jollaista kasvifenologia-aineistojen osoittamien kevääntulojen myöhäisyyden perusteella ei ollut koettu ainakaan reiluun sataan vuoteen. Kevääntulon myöhästyminen kolmella viikolla vaikutti peltotöiden rytmittymiseen siirtäen viljojen tuleentumisajankohtia myöhäisemmiksi ja loi edellytyksiä hallan aiheuttamille tuhoille syyskesästä. Hallariski toteutuikin syyskuun alkupuolella esiintyneiden yöpakkasten myötä. Myös fenologia-aineisto osoittaa syksyn tulleen kasvillisuusvaiheittensa suhteen myöhässä, mikä on osaltaan kasvattanut hallariskiä.

Suomen sijainti pohjoisessa, Euraasian mantereen länsireunalla rannikkovyöhykkeellä on alueen tärkein ilmastotekijä. Pohjois-Atlantin merivirtaan kuuluva lämpimän Golfvirran haara yhdessä länsituulten kanssa siirtävät lämpöä ja kosteutta Atlantilta Suomeen siinä määrin, että Suomen keskilämpötila on useita asteita korkeampi kuin muilla samalla leveyspiirivyöhykkeellä sijaitsevilla alueilla. (Huhtamaa 2018.) Poikkeavia sääolosuhteita voi kuitenkin ajoittain ilmetä. Nälkävuoden 1867 toukokuun keskilämpötila oli Jantusen ja Ruosteenojan tutkimuksen mukaan Etelä-Suomessa jopa 6 astetta tavanomaista alhaisempi (Jantunen & Ruosteenoja 2000; ks. myös Ruosteenoja 2002; Koskinen 2005; Huhtamaa 2018). Poikkeuksellisen tilanteesta teki kylmän säätyypin jatkuminen pitkälle kesäkuulle, kunnes sää äkillisesti lämpeni kuukauden 20:nnen päivän vaiheilla. Tekijöiden mukaan näin suuria poikkeamia esiintyy keskimäärin vain kerran 500 vuodessa. Huomionarvoista sekin, etteivät pohjoisen pallonpuoliskon manneralueitten keskilämpötilat olleet toukokuussa 1867 epätavallisia alhaisia, vaan kylmin alue sijoittui Euroopan koillisosaan. Maapallon keskilämpötilojen jakautumista touko- ja syyskuussa 1867 olemme havainnollistaneet kuvassa 4.

Pohjoisella maanviljelyn äärialueella maatalouden työt rytmittyivät vuodenkierron ja sääolosuhteiden mukaan (Mäkelä-Alitalo 2003). Mikäli kevääntulo myöhästyi useilla viikoilla, kuten keväällä 1867 tapahtui, viljat eivät välttämättä ehtineet tuleentua hallojen ilmaantuessa. Heinäkuun lopun ja elokuun alun hallat ovat haitallisimmat, koska viljojen jyvät ovat syyskesällä vasta maitovaiheessa. Hallariski lisääntyy yleensä etelästä pohjoiseen siirryttäessä, mutta alueellisia erojakin on: erityisen hallanaraksi on



Kuva 4. Maapallon toukokuun 1867 minimikeskilämpötilat olivat laajoilla alueilla tavanomaista lämpimämpiä. Alueista kylmimmät sijaitsivat nykyisten Etelä- ja Keski-Suomen, Baltian maiden ja Venäjän Karjalan alueiden yllä, sekä Pohjois-Amerikan Suurten järvien ympäristössä (a). Myös syyskuussa 1867 minimikeskilämpötila maamme alueella oli matala (b). Kuva tuotettu Berkeleyn ilmastoaineistosta (Rohde & Hausfather 2020) Trouetin ja Van Oldenborghin julkaisemalla verkkotyökalulla (Trouet & Van Oldenborgh 2013).

osoittautunut Keski-Pohjanmaa, mistä suhteellisen hallanarka alue työntyy Suomenselkää pitkin etelään Varsinais-Suomen ja Lounais-Hämeen raja-alueelle, aina Loimaan-Forssan tienoille saakka (Mukula & Rantanen 1979). Halla-aihepiiriin käsillä oleva tutkimus ei kuitenkaan anna suoria vastauksia. Rukiin historiallisten satomäärien on kuitenkin Suomessa havaittu korreloivan merkittävästi sen fenologiavaiheiden (rukiin tähkälle tulon, tuleentumisen ja leikkuun) kanssa, minkä on puolestaan katsottu viittaavan erityisesti varhaisen tuleentumisen hyötyjä alituiseen vaanivien syystuhojen välttämiseen (Holopainen & Helama 2009). Kasvifenologisen aineiston tueksi tarvittaisiin paikka(kunta)kohtaista halla-aineistoa, jonka avulla arvioitaisiin hallojen merkitystä alueellisten sadonmenetysten taustalla. Yhden mahdollisen lähestymistavan tähän aihepiiriin voisivat tarjota kirjoituksen alkupuolella esille nostetut paikallishistorialliset tutkimukset.

Tutkimuksessamme arvioimme kasvifenologia-aineistoissa esiintyneiden jaksollisuuksien merkityksen nälkävuosien 1867–1868 taustalla vähäiseksi. Professori Gaddin esittämä ajatus katovuosien jaksollisuudesta sopi kyllä vuosiin 1775–1784, muttei esimerkiksi seuraavaan kymmenvuotiskauteen lainkaan (Tornberg 1990). Sen sijaan touko- ja syyskuun 1867 minimikeskilämpötilat Suomessa ja lähialueilla osoittivat niiden olleen toisaalta kylmempiä kuin tavanomaisesti samaan vuodenaikaan, mutta toisaalta myös kylmempiä maapallon mittakaavassa.

Maanviljelyn pohjoisella äärialueella kyseiset olosuhteet antoivat kriisin kehittymiselle kaksi voimakasta sykäystä, joita molempia myös käyttämämme kasvifenologia-aineisto osoittaa: ensimmäisestä kylmän toukokuun aiheuttamasta sykäyksestä olisi voitu jopa selvitä, jos syyskuun alun hallat olisivat ilmenneet myöhemmin. Sosiaaliset, poliittiset ja taloudelliset olosuhteet olivat kuitenkin tehneet ruokataloudesta haavoittuvan, joka syyskuun alun hallojen myötä ajautui syvään kriisiin (Voutilainen 2016; Huhtamaa 2018). Vanhan sanonnan mukaan vuodet eivät ole veljeksiä keskenään: poikkeuksellisia sääolosuhteita voi ilmetä kasvukausien aikana myös nykyään, ja tällöin korostuu se, kuinka hyvin yhteiskunta on varautunut laajavaikutteisiin häiriötiloihin.

Tiivistelmä

Tässä tutkimuksessa käsitellään nälkävuoden 1867–1868 keväiden ja syksyjen aikaa kasvifenologisten havaintojen kautta. Suomi on niitä harvoja Euroopan maita, josta on tarjolla vuosisataiset perinteet laaja-alaisesta luonnonhavainnoinnista. Tutkimuksemme perustana ovat suomalaisten luonnonharrastajien vuosina 1750–1955 ja 1961–1965 tekemät kasvifenologiahavainnot, reilu 265 000 kappaletta, eri puolelta Suomea. Yksittäisistä havainnoista koostettiin pitkiä havaintosarjoja, jotka osoittivat kevääntulon olleen vuonna 1867 kolme viikkoa keskimääräistä myöhäisempi. Syksyn osalta aineisto osoitti sen tulleen tavanomaista myöhemmin, mikä osaltaan maksimoi hallariskiä. Työssämme tutkimme myös havaintosarjoissa ilmenevää jaksollisuutta spektrianalyysin keinoin. Niiden merkityksen arvioimme nälkävuosien 1867–1868 taustalla vähäiseksi.

Lähteet ja kirjallisuus

Lehdet

Laatokka 5.9.1942.

Painetut lähteet ja kirjallisuus

Ahtiainen P & Tervonen J 2010 Paikallishistorian kaavan pitkä kaari – ja tulevan akateemikon kriittinen katse. Teoksessa Ahtiainen P, Tervonen J & Teräs K (toim) Kaikella on paikkansa. Uuden paikallishistorian suuntaviivoja. Vastapaino.

Brooks C E P 1949 Climate through the ages. Ernest Benn.

Curran D, Luciuk L & Newby A G 2015 (toim) Famines in European Economic History. The

Last Great European Famines Reconsidered. Routledge.

Gámiz-Fortis S R ym. 2002 Spectral characteristics and predictability of the NAO assessed through Singular Spectral Analysis. J Geophys Res 107(D23), 4685, https://doi.org/10.1029/2001JD001436.

Ghil M ym. 2002 Advanced spectral methods for climatic time series. Rev Geophys 40: 1–41.

Grove J M 1988 The Little Ice Age. Routledge.

Grove J M 2001 The initiation of the 'Little Ice Age' in the regions round the North Atlantic. Climatic Change 48: 53–82.

Helama S ym. 2002 The supra-long Scots pine tree-ring record for Finnish Lapland: Part 2, interannual to centennial variability in summer temperatures for 7500 years. Holocene 12: 681–687.

Helama S & Holopainen J 2012 Spring temperature variability relative to the North Atlantic Oscillation and sunspots - A correlation analysis with a Monte Carlo implementation. Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol 326–328: 128–134.

Helama S ym. 2020 Finnish National Phenological Network 1997–2017: from observations to trend detection. Int J Biometeorol 64: 1783–1793.

Helama S ym. 2021. Recurrent transitions to Little Ice Age-like climatic regimes over the Holocene. Clim Dynam 11: 3817–3833.

Holopainen J, Helama S & Timonen M 2006 Plant phenological data and tree-rings as palaeoclimate indicators in south-west Finland since AD 1750. Int J Biometeorol 51: 61–72.

Holopainen J & Helama S 2009 Little Ice Age Farming in Finland: Preindustrial Agriculture on the Edge of the Grim Reaper's Scythe. Hum Ecol 37: 213–225.

Holopainen J ym. 2009 A multiproxy reconstruction of spring temperatures in south-west Finland since AD 1750. Climatic Change 92: 213–233.

Holopainen J, Rickard I J & Helama S 2012a Climatic signatures in crops and grain prices in 19th-century Sweden. Holocene 22: 939–945.

Holopainen J ym. 2012b Suomen kasvifenologisista havainnoista 1700-luvun puolivälistä nykypäivään. Sorbifolia 43: 51–66.

Holopainen J ym. 2013 Plant phenological records from northern Finland since 1750 as indicators of past climates. Int J Biometeorol 57: 423–435.

Holopainen J, Helama S & Väre H 2018 Digitizing the plant phenological dataset (1750–1875) from collections of Professor Adolf Moberg: Towards the development of historical climate records. Agr Forest Meteorol 253–254: 141–150.

Holopainen J, Helama S & Väre H 2023a Plant Phenological Dataset Collated by the Finnish Society of Sciences and Letters. Ecology 104. https://doi.org/10.1002/ecy.3962

Holopainen J, Helama S & Väre H 2023b The written history of plant phenology: shaping primary sources for secondary publications. Sci Nat-Heidelberg vol 110:34. https://doi.org/10.1007/s00114-023-01861-w

Holopainen J, Helama S & Holopainen S 2023c Kuninkaalliseen tiedeakatemian arkistoon sijoitetut Turun v. 1748–1800 päivittäiset säähavainnot historiallisena ja elektronisena informaationa. Auraica: Scripta a Societate Porthan edita 14: 39–57.

Huhtamaa H 2018 Kewät kolkko, talwi tuima – Ilmasto, sää ja sadot nälkävuosien taustalla. Teoksessa Jussila T & Rantanen L (toim) Nälkävuodet 1867–1868. SKS.

Huhtamaa H 2020 The good, bad, undefined Little Ice Age. Historical Climatology, June 2020. Saatavissa: https://www.historicalclimatology.com/features/the-good-bad-undefined-little-ice-age. [Viittauspäivä 4.3.2024]

Häkkinen A ym. (toim) 1991. Kun halla nälän tuskan toi: Miten suomalaiset kokivat 1860–luvun nälkävuodet. WSOY.

Jantunen J & Ruosteenoja K 2000 Weather Conditions in Northern Europe in the Exceptionally Cold Spring Season of the Famine Year

1867. Geophysica 36: 69–84.
Jussila Tuomas & Rantanen L (toim) 2018a. Nälkävuodet 1867–1868. SKS.
Jussila T & Rantanen L 2018b Nälällä on aina historiansa. Teoksessa Jussila T & Rantanen L (toim) Nälkävuodet 1867–1868. SKS.
Karonen P 1994 (toim) 'Pane leipään puolet petäjäistä' - nälkä- ja pulavuodet Suomen historiassa: Jyväskylän yliopiston Suomen historian laitoksen 14.-15.6.1993 järjestämän kesäkurssin esitelmät. Suomen historian julkaisuja 19. Jyväskylän yliopisto.
Koskinen T 2005 Nälkävuoden 1867 sää ja sen vertailu myöhempien vuosien olosuhteisiin. Pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopisto.
Laaksonen K 1976 The dependence of mean air temperatures upon latitude and altitude in Fennoscandia (1921–1950). Ann Acad Sci Fenn Series A. III. Geologica – Geographica 119: 5–19.
Lamb H H 1982 Climate, history and the modern world. Methuen.
Leche J 1763 Utdrag af 12 års meteorologiska observationer, gjorda i Åbo: sjätte och sista stycket. Kongl Vetensk Acad Handl: 257–268.
Lehikoinen E ym. 2009 Suomen lintutieteen synty: Turun akatemian aika. Faros-kustannus.
Li J S, Hamann A & Beaubien E 2020 Outlier detection methods to improve the quality of citizen science data. Int J Biometeorol 64: 1825–1833.
Luontoliitto 2024 Luontoliiton Kevätseuranta. Saatavissa: https://kevatseuranta.fi/. [Viittauspäivä 4.3.2024]
Matthes F E 1939 Report of Committee on Glaciers, April 1939. Eos T Am Geophys Un 20(4): 518–523.
Matthews J A & Briffa K R 2005 The 'Little Ice Age': re-evaluation of an evolving concept. Geogr Ann 87A: 17–36.
Melander K R & Melander G 1924 Katovuosista Suomessa. Teoksessa Palmén E G (toim) Oma Maa V. WSOY.
Meurman A 1892 Nälkäwuodet 1860-luwulla. Kansanvalistusseura, Helsinki.
Mielikäinen K, Timonen M & Helama S 2012 Ilmastonmuutokset ja niiden syyt puulustojen ja muiden proksitietojen pohjalta. Teoksessa Asikainen A, Ilvesniemi H, Sievänen R, Vapaavuori E & Muhonen T (toim) Bioenergia, ilmastonmuutos ja Suomen metsät. Metlan työraportteja 242: 32–52.
Mukula J & Rantanen O 1979 Kevätviljojen siementuotannon alueelliset edellytykset. Kasvinviljelylaitoksen tiedote N:o 12. Maatalouden tutkimuskeskus, Tikkurila.
Mäkelä-Alitalo A 2003 Maatalouden vuodenkierto. 517–524. Teoksessa Rasila V, Jutikkala E, Mäkelä-Alitalo A (toim) Suomen maatalouden historia I: Perinteisen maatalouden aika. Esihistoriasta 1870-luvulle. Suomalaisen Kirjallisuuden Seura, Helsinki.
Newby A G (toim) 2017. The Enormous Failure of Nature: Famine and Society in Nineteenth Century Europe. The Helsinki Collegium for Advanced Studies, Helsinki.
Newby A G 2023. Finland's Great Famine, 1856–68. Springer International Publishing AG, Cham.
Norrgård S & Helama S 2021 Dendroclimatic investigations and cross-dating in the 1700s: the tree-ring investigations of Johan Leche (1704–1764) in southwestern Finland. Teoksessa Macdonald S E (toim) The 50th Anniversary Special Issue: Historical perspectives in forest sciences. Can J For Res 51: 246–273.
Pfister C 1984 Das Klima der Schweiz von 1525–1860 und seine Bedeutung in der Geschichte von Bevölkerund und Landwirtschaft I-II. Haupt, Bern.
Pitkänen K J 1993 Deprivation and disease. Mortality during the great Finnish famine of the 1860s. Publications of the Finnish Demographic Society14. Finnish Demographic Society, Helsinki.
Pölönen R J 1994 Suomen suuret nälkävuodet 1860-luvulla: perinnäisen maatalouden ajan luonnonkatastrofin maantieteellinen tarkastelu. Pro gradu -tutkielma, Joensuun ylio-

pisto.
Rogers J C 1984 The association between the North Atlantic Oscillation and the Southern Oscillation in the Northern Hemisphere. Mon Weather Rev 112: 1999–2015.
Rohde R A & Hausfather Z 2020 The Berkeley Earth Land/Ocean Temperature Record. Earth Syst Sci Data 12: 3469–3479.
Ruosteenoja K 2002 Nälkävuoden 1867 kevään sääoloista Pohjois-Euroopassa. Ilmastokatsaus 5: 6.
Saarni S, Saarinen T & Dulski P 2016 Between the North Atlantic Oscillation and the Siberian High: A 4000-year snow accumulation history inferred from varved lake sediments in Finland. Holocene 26: 423–431.
Sagarin R & Micheli F 2001 Climate change in nontraditional data sets. Science 294: 811.
Suomen Tiedeseura 1861 Ilma-tieteellisiä tarkastuksia Suomen Tiedeseuran pyynnöstä. H. C. Friis, Helsinki.
Tornberg M 1990 Lisiä kansainväliseen pikku jääkausi-keskusteluun. Ilmaston ja sadonvaihtelut Lounais-Suomessa 1550-luvulta 1860-luvulle. Turun Historiallinen Arkisto 45: 55–76.
Trouet V & Van Oldenborgh G J 2013 KNMI Climate Explorer: A Web-Based Research Tool for High-Resolution Paleoclimatology. Tree-Ring Res: 69: 3–13.
Turpeinen O 1986 Nälkä vai tauti tappoi? Kauhunvuodet 1866–1868. Historiallisia tutkimuksia 136. Suomen Historiallinen Seura, Helsinki.
Uvo C B 2003 Analysis and regionalization of Northern European winter precipitation based on its relationship with the North Atlantic Oscillation. Int J Climatol 23: 1185–1194.
Vesajoki H & Tornberg M 1994 Outlining the climate in Finland during the pre-instrumental period on the basis of documentary sources. Teoksessa Frenzel B (toim) Climatic trends and anomalies 1675–1715. Special Issue: ESF Project. European Palaeoclimate and Man 8: 51-60.
Voutilainen M 2016 Poverty, inequality and the Finnish 1860s famine. Jyväskylä studies in humanities 287. Jyväskylän yliopisto.
Zhang X J ym. 2011 Interannual and interdecadal variations in the North Atlantic Oscillation spatial shift. Chinese Sci Bull 56: 2621–2627.

Kiitokset

Kiitokset anonyymille refereelle asiantuntevista huomioista käsikirjoitukseen liittyen sekä työn rahoittajalle, Suomen Akatemialle (päätösnumero 339788).

Jari Holopainen on filosofian tohtori, joka väitteli Helsingin yliopistossa vuonna 2006 ilmastonmuutosteemalla ja tutkimuksellaan historiallisista ja luonnontieteellisistä ilmastohavaintosarjoista. Samuli Helama on Luonnonvarakeskuksen erikoistutkija ja Helsingin yliopiston kvartäärigeologian dosentti.

Vastaava kirjoittaja: jari.holopainen@luke.fi