

Katsauksia

Jari Holopainen ja Samuli Helama

Suomen keskiajan kivikirkot pikku jääkauden kourissa

Tässä katsauksessa tarkastelemme Suomen keskiaikaisten¹ kivikirkkojen rakentamisajankohtien ilmasto-olosuhteita ja sään merkitystä kirkkojen rakentamisessa. Pysyvän asutuksen alueille, Ahvenanmaalle, Etelä-Suomeen ja Pohjanlahden rannikolle, rakennettiin 1200-luvulta 1550-luvulle 104 kivikirkkoa tai sellaisen osaa (Hiekkänen 2007: 19). Aihepiiriä käsittelevä tutkimus on vielä toistaiseksi ollut varsin vähäistä. Sen sijaan viimeaikaisessa kivikirkkojen tutkimuksessa huomion on vienyt kirkkojen ajoittamiseen liittyvät kysymykset. Kun Markus Hiekkasen (1994) väitöskirja *The stone churches of the medieval diocese of Turku* ilmestyi, aikaisemmat käsitykset kivikirkkojen rakentamisajankohdista muuttuivat: monet kivikirkot ajoittuivat nuoremmiksi ja ryhmittyivät yleisajoituksen perusteella kolmeen kirkkosukupolveen. Edelleen käsitykset kirkkojen rakennusajkojen kestosta lyhenivät: kun vielä 1970-lopulla kivikirkon rakentamisen ajateltiin kestäneen useita vuosisatoja (Santakari 1979: 12), uudempien tulkintojen mukaan kivikirkot voitiin rakentaa valmiiksi yhtenäisen suunnitelman mukaisesti lyhyen rakennussongin aikana.

Kaikki eivät täysin vakuuttuneet Hiekkasen uusista tulkinnoista tai yleisajoituksen perusteista. Keskustelua käytiin ensin *Historiallisessa Aikakauskirjassa* vuosina 1996–1998. Keskustelu virisi uudelleen Hiekkasen (2003) *Suomen kivikirkot keskiajalla* -teoksen ilmestymisen jälkeen *Tieteessä tapahtuu* -lehdessä. Kun Hiekkasen (2007) *Suomen keskiajan kivikirkot* -teos ilmestyi, keskustelu aihepiiristä jatkui muun muassa Suomen Keskiajan Arkeologian Seuran lehdessä vuosina 2008–2009. Ajoituksiin liittyvistä kriittisistä näkökulmista ja kiivaista väittelyistä huolimatta tai niistä johtuen

keskiaikaiset kivikirkot ovat erityisen otollinen aihe monitieteelliselle tutkimukselle. Siten ei mielestämme ole yllättävää, että tutkimuksissa esiintyy näkökulmasta riippuen jopa vastakkaisia ja ristiriitaisia tulkintoja samasta aihepiiristä. Kiistelyä tärkeämpää on mielestämme yhteisymmärryksen etsiminen ja yhteistyön virittäminen erilaisten näkökulmien välille, sillä se voi osoittautua edistysaskeleeksi. *Naantalin luostarin rannassa* -kokoomateoksessa nostettiin alustavasti esille luostarikirkon rakentamisen aikaisia ilmasto-oloja ja pohdittiin niiden merkitystä kalkkilaastimuuraamisessa (Uotila *et al.* 2011). Teoksen myötä syntyi ajatus tutkia laajemmin sitä, millaisissa ilmasto-olosuhteissa muut maamme keskiajan kivikirkot rakennettiin.

Viimeisten vuosisatojen kuluessa globaalilla tasolla lämpötila ei ole pysynyt vakiona, vaan maapallon ilmastohistoriaan on sisältynyt niin kylmempiä kuin lämpimämpiä vaiheita. Lämpötilan vaihtelut tunnetaan tarkimmin parin viime sadan vuoden ajalta, ja ne ajoittuvat ajankohtaan, jolle ominaista on lämpötilojen nousu (kuva 1). Erilaisten historiallisten lähteiden sisältämien sää- ja ilmastotietojen perusteella tiedetään Euroopassa olleen myös 1000- ja 1200-lukujen välillä suhteellisen lämmintä, mutta ilmaston tiedetään viilentyneen laajoilla alueilla erityisesti vuosien 1500 ja 1700 välillä (Lamb 1965). Tämä kylmempi ajanjakso tunnetaan pikku jääkautena. Nimitystä käytti ensimmäisen kerran glasiologi F. E. Matthes vuonna 1939 tarkoittaen sillä viimeisen jääkauden jälkeistä lämmintä ilmastonvaihetta seuranneita uusia vuoristorajäätiköitymisistä (*Little Ice Age*). Ajallisesti huomattavasti suppeampana käsitteen esitti C.E.P. Brooks vuonna 1949 tarkoittaen sillä vuosien 1600–1850 välistä kylmempää ilmastokautta.

Toisaalta Hubert H. Lamb (1982) aloittaa kylmän ajanjakson jo 1200-luvulta ja ulottaa sen aina 1800-luvun puoliväliin. Hänen mukaansa pikku jääkauden alku voisi olla yhtä hyvin vuosissa 1190 tai 1420 ja loppuajankohta 1850 tai 1900 maanosasta riippuen. Sveitsiläinen ilmastohistorioitsija Christian Pfister (1984) on ajoittanut oman maansa ilmastohistoriassa tuon ajanjakson vuosiin 1565–1895. Suomessa Matleena Tornberg (1989) on tarkastellut pikku jääkauden aikaisia ilmasto-olosuhteita ja niiden vaikutusta Lounais-Suomen kruununtulojen satotuloksiin. Jyväskylän alueen perusteella hän ajoittaa kyseisen ajanjakson vuosiin 1580–1710.

Ilmasto-oloissa tapahtuneet vaihtelut ovat vaikuttaneet merkittävästi ympäröivään kulttuuriin. Keskiajan lämpökaudella (*Medieval Warm Period* tai *Medieval Climate Anomaly*) asutettiin muun muassa Islanti ja Grönlanti. Vastaavasti pikku jääkauden aikana viljely hankaloitui tai loppui edellä mainituilla alueilla sekä paikoin Skotlannissa, Alppimaissa ja Skandinaviassa. Alppien ja Skandinavian vuoristojäätiköt kasvoivat, pohjoisen Atlantin merijää levisi laajemmille alueille ja viljasadot epäonnistuivat (Grove 1988). Näihin aikoihin ajoittuvat myös maamme keskiaikaisten kivikirkkojen rakentaminen.

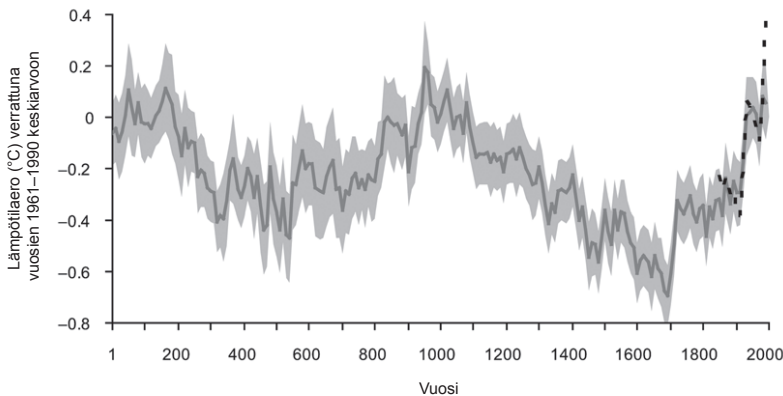
Keskiajalta ei Suomesta ole saatavilla meteorologisia mittaushavaintoja, joten ilmaston vaihtelun kuvaajana on käytettävä niin sanottuja ilmasto-jälkiä. Tässä yhteydessä varsin käyttökelpoisen tietolähteen tarjoavat puiden vuosilustoista koostetut vuodentarkat rekonstruktiot (Helama *et al.* 2009). Yleisesti ilmaston vaihteluille sensitiivinen eli herkkä ilmasto-jälki, kuten vuosilustokronologia, voidaan muuntaa lämpötilarekonstruktioksi yksinkertaisimmillaan esimerkiksi lineaarisen regressiion avulla (Helama 2004; Holopainen 2006). Tämä tapahtuu käyttäen varsinaisia meteorologisia

lämpötilatietoja yhdessä ilmasto-jälkikronologioiden kanssa. Tällöin johdetaan siirtofunktio (Fritts 1976), jonka avulla voidaan kuhunkin vuotuiseseen ilmasto-jäljen arvoon perustuen laskea sitä vastaava ennallistettu muuttujaa kuvaava lukema. Näin aikaansaatu uusi aikasarja, ilmastorekonstruktio, ylittää ajassa taaksepäin parhaimmillaan yhtä pitkälle kuin olemassa oleva ilmasto-jälkikronologia.

Vertailemme seuraavassa Hiekkasen (2007) esittämiä keskiaikaisten kivikirkkojen rakentamisen ajankohtia Lapin männyn vuosilustoista laadittuun vuodentarkkaan lämpötilarekonstruktiioon (Helama *et al.* 2009). Koska kirkkojen rakentamisajankohdat on Hiekkasen tutkimuksessa esitetty usein vuosikymmenien tarkkuudella, keskitytään lämpöolojen tarkastelussa myös vastaavan pituisiin jaksoihin eli kymmenvuotiseskilämpötiloihin. Sitä ennen tarkastelemme rakentamisen aikaisten sääolosuhteiden merkitystä kivikirkkojen rakentamisessa, erityisesti kalkkilaestimuurauksessa. Tässä kohtaa on tarpeen painottaa sään ja ilmaston välistä eroa. Rakentamisajankohtaan kytkeytyy hetkestä toiseen vallitseva säätila (mm. lämpötila, sade, tuulen suunta ja nopeus sekä pilvisuus), jonka vaikutukset ovat nähtävissä esimerkiksi laastisauvoissa ja rapautuvissa muurikivissä. Vastaavasti ilmasto on sään tilasto, jota kuvataan muun muassa vuorokauden ja kuukauden keskilämpötiloilla sekä sadekertymillä. Ilmastotiedon sisältämä informaatio on luonteeltaan laaja-alaisempaa ja yleisempää, mutta ennen kaikkea se mahdollistaa eri ajankohtien ja -jaksojen keskinäisen vertailun.

Vaikuttivatko kesän sääolot harmaakivikirkon rakentamiseen?

Suomessa kivikirkot muurattiin lähiympäristöstä kerätyistä ja lohkotuista kivistä. Kirkon seinämuurit toteutettiin niin sanotulla kiilakivimuurauksella



Kuva 1. Kymmenvuotiseskilämpötilojen kehitys vuosina 1–1999 pohjoisella pallonpuoliskolla laskettuna 30 lämpötilarekonstruktion perusteella (Ljungqvist 2010).

ja kivien väliin lyötiin kalkkilaastia. Muurauksen etenemisestä kuvauksen on antanut Marko Huttunen *et al.* (2010) ja kalkkilaastin valmistuksesta ja kovettumisesta muun muassa Thorborg von Konow (2006). Työn edetessä muurin kivet muodostivat varsinaisen kantavan rakenteen, jossa kivi kantaa kiveä. Laastin² pääasiallisena tehtävänä oli täyttää ylimääräiset ontelot ja muurin pinta, jottei vesi päässyt tunkeutumaan muuriin sisään ja muodostamaan vesitaskuja (Huttunen *et al.* 2010: 22–23). Lopullisen hahmonsia kivikirkko sai kaikkien rakennusosien yhteenliittämisen myötä. Seinän noustua räystäskorkeuteen asennettiin kattotuolit ja vesikatto, jonka jälkeen muurattiin päätykolmiot (Hiekkänen 2003; Huttunen *et al.* 2010). Muurien valmistuttua seinät rapattiin niin ulko- kuin sisäpuolelta ja rappaus siveltiin vielä kalkilla (Hiekkänen 2003: 37).

Millaiset sääolosuhteet keskiaikaisen kivikirkon muuraamisessa käytetty kalkkilaasti edellytti? Ohjekirjoja ei aiheesta ole säilynyt, mutta esimerkiksi kalkkilaastilla rappaamiseen paras vuodenaika on kevät ja lämpötilan ollessa pysyvästi yli +7°C (Konow 2006: 68). Silloin rappaus ehtii kovettua karbonatisoitumalla³ muutamia kuukausia ennen pakkassäitä. On kuitenkin huomattava, että rapattun seinäpinnan kovettuminen on eri asia kuin alaosasta kaksi metriä paksun seinämuurin kovettuminen. Molemmissa tapauksissa kalkin karbonatisoituminen alkaa aina laastin pinnasta, johon hiilidioksidikaasu pääsee vapaasti vaikuttamaan, mutta seinän kovettuminen syvemmältä seinämuurin sisältä jatkuu hitaasti vuosien ajan eikä syvällä seinämuurin ytimessä kalkki välttämättä koskaan karbonatoidu (Konow 2006: 14). Kalkkilaastin⁴ hitaan kovettumisen ei kuitenkaan tarvitse muodostua esteeksi kivikirkon rakentamisessa lyhyen rakennussongin aikana, sillä seinämuurin kantava rakenne muodostuu kiilakivimuurauksen myötä.

Lämpötilan ohella myös muut säätökijät voivat vaikuttaa eritoten rappauksen kestävytyteen (Konow 2006: 68). Kirkkaalta taivaalta porottava aurinko nostaa rapattavan tai saumattavan muurin lämpötilaa jopa +40°C:seen. Näin kuumassa suojaamaton laasti kuivuu erittäin nopeasti ja väistämättä halkeilee. Tuulisella säällä rapattu ulkoseinä ei vain kuivu nopeammin, sillä tuuli alentaa pintalämpötilaa. Sade tai liika märkyys voivat aiheuttaa omat ongelmansa: jos pinta on muuratessa liian märkä, laastin ja alustan rajapintaan jää vesikalvo, joka estää laastin tarttumisen.

Suomen oloissa yksi tärkeimmistä muurauslaastilta vaadittavista ominaisuuksista on sen pakka-

senkestävyys. Kalkkilaastit kestävät pakkasta, kunnan huokosiin⁵ ei jää paljoa vettä. Laastin jäykistymisen aikana syntyneet huokokset pystyvät ottamaan vastaan onkaloihin mahdollisesti jääneen ja siellä jäätyneen veden paineen (Konow 2006: 50). Huomionarvoista on sekin, että osa jo karbonatisoituneesta sideaineesta voi tietyissä kosteusolosuhteissa liueta ja kiteytyä uudelleen vaiheittain ja toistuvasti (Konow 2006: 23). Tätä ilmiötä nimitetään uudelleenkiteytymiseksi eli rekristallaatioksi, ja se lisää laastin tiheyttä ja lujuutta. Rekristallaation uskotaan olevan yksi syy vanhojen laastien suureen lujuuteen ja kestävytyteen.

Keskiaikaiset kivikirkot ilmaston muutoksissa

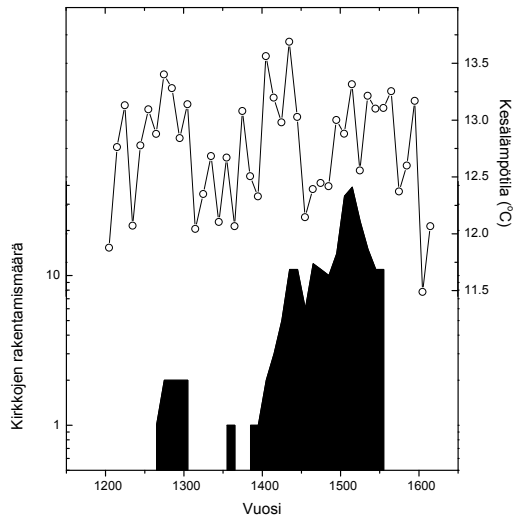
Millaisissa ilmasto-oloissa kivikirkot saivat maasamme alkunsa? Markus Hiekkasen (1994; 2003; 2007) esittämää kolmen kirkkosukupolven ideaa käytettiin apuna tarkasteltaessa kivikirkkojen rakentamisen aikaisia ilmasto-oloja. Sitä varten laadittiin kuva, jossa lähestymistavaksi valittiin niin sanottu *dates-as-data*-menetelmä (esim. Oinonen *et al.* 2010), jonka mukaisesti ajoitustulosten määrä itsessään indikoi ajoitettujen kohteiden määrää ajan suhteen. Näin saatua kivikirkkojen määrää sekä kivikirkkosukupolvien ajallista esiinmarssia verrattiin visuaalisesti aiemmin julkaistuun Lapin männyn vuosilustoista koostettuun lämpötilarekonstruktion osoittamiin vuosikymmenien ilmasto-olosuhteisiin (Helama *et al.* 2009). Kuvaa 2 tarkastelemalla voidaan havaita ensimmäisen kivikirkkosukupolven rakentamisen osuvan yksiin juuri 1200-luvun lopulla vallinneen lämpöisen vaiheen kanssa. Tämän jälkeen seurannutta kylmää vaihetta sen sijaan vastaa rakentamisessa vallinnut välivaihe. Kirkkojen rakentamisaktiivisuus kohosi jälleen 1400-luvun alkupuoliskon lämpimämmän ilmastovaiheen kuluessa ja saavutti huippunsa seuraavan vuosisadan lämpimän alkupuoliskon aikana. Monet, joka kolmas, kirkoista rakennettiin vuosien 1510–1570 lämpiminä kesinä. Sen sijaan 1400-luvun loppupuolen viileä vaihetta ei vastaa kuin heikko notkahdus kivikirkkojen rakennusmäärässä 1450-luvulla. Kesäajan säiden viileneminen 1570-luvulta lähtien on selkeästi havaittava laajempialainen ilmaston kehitysvaihe (ks. myös Briffa *et al.* 1999), jonka jälkeen kirkkojen rakentaminen pysähtyy lähes tyystin. Kyseiseen ajankohtaan liittyvät aikaisempaa kylmemmät kesät eivät yksin johtaneet kirkkorakentamisen hiipumiseen, vaan rakentamista vaikeutti ennen kaikkea kirkon reformaatioissa toteutuneet

seurakuntien verotusoikeuksien menetykset valtiolle (Hiekkänen 2003: 69).

Tarkastelu osoittaa, että kirkkojen rakentamisen ja ilmaston vaihteluiden välillä voidaan tulkita tapahtuneen yhtäaikaista muutosta siten, että kirkkojen rakentaminen olisi ollut vilkkainta juuri lämpimien vuosikymmenien saatossa. Lämpimiin vuosiin ja ajanjaksoihin ajoittuvat myös pikku jääkauden aikaisen maatalouden tuottoisimmat satovuodet (Holopainen *et al.* 2012). Lämmin ilmanala ja hyvät sadot eivät vielä käynnistä suuria rakennushankkeita, vaan tarvitaan monen muunkin suotuisan tekijän samanaikaista ilmenemistä. Aktiivisten kirkkohanketta ajavien henkilöiden lisäksi tärkeimpiä hankkeita eteenpäin vieviä voimia olivat taloudelliset korkeasuhdanteet ja niiden mukanaan tuomat myönteiset tulevaisuuden näkymät (Ringbom 2010; Uotila 2011). Vilkas vienti ja merenkulku edistivät kirkkorakentamiseen tarvittavien taloudellisten korkeasuhdanteiden syntyä etenkin Ahvenanmaalla (Ringbom 2010: 55).

Kesken jääneet kirkkot ovat nousseet tutkimuksen kohteeksi kirkkojen ajoittukseen liittyvien tutkimusten myötä. Hiekkänen (2007: 27) mukaan kesken jääneitä kirkkohankkeita on varmuudella 46, ja lisäksi on vielä kymmenen oletettua tapausta. Joissain tapauksissa runkokuone muurattiin kivistä, mutta rakennukseen suunniteltu tiiliholvaus jäi rakentamatta. Usein kivinen asehuone saattoi jäädä rakentamatta tai peräti runkokuoneen pääty muuraamatta (Hiekkänen 2003: 17, 248). Yksi yhteinen piirre niillä kuitenkin on: keskenjääneet kirkot ovat nuorimpia, aikaisintaan 1480-luvulla aloitettuja Pohjanmaan tai sisämaan kirkkoja Hammarlandin kirkkoa lukuun ottamatta (Hiekkänen 2003: 68). Vaikka syyt kirkkojen keskenjäämiselle olivat moninaiset, niistä ehkä merkittävimpiä kirkon reformaatioon liittyvät ja Kustaa Vaasan ajamat muutokset kirkon ja kruunun suhteessa, hankkeisiin liittyy myös 1570-luvulla alkanut kylmempi ilmastovaihe (Briffa *et al.* 1999; Helama *et al.* 2009). Kysymykseen siitä, missä määrin ilmasto-olosuhteet rasittivat köyhimpiä seurakuntia ja hankkeet jäivät tämän takia kesken, ei tässä yhteydessä ollut mahdollisuutta paneutua tarkemmin, mutta aihepiiriin tutkimusta kannattaa näiltä osin jatkaa tulevissa hankkeissa.

Kirkkojen ajoittukseen liittyvät menetelmät ovat kehittyneet huomasti viimeisen parin vuosikymmenen aikana. Tiedot ajoituksista ovat muuttuneet aikaisemmista ja tarkentuvat edelleen. Tietolähteenä nykyistä yksityiskohtaisemman kuvan muodostamisessa kirkkojen rakentamisaikaisista ilmasto-olosuhteista voisivat toimia kirkkokohtaiset ajoit-



Kuva 2. Kirkkojen rakentamisaktiivisuuden ja Lapin kesälämpötilojen vertailu.

tusaineistot, esimerkiksi kattorakenteen alaosasta otetut puunäytteet, yhdistettynä kohdealueelta tai lähistöltä koostettuihin ilmastorekonstruktioihin. Tällainen informaatio voisi tarjota vieläkin tarkemman tavan osoittaa jopa kirkkorakenteen tietyn osan iän suhteessa ilmastomuuttujissa (lämpötila, sateisuus) tapahtuneisiin saman aikakauden olosuhdemuutoksiin.

Alaviitteet

1. Suomessa keskiajan katsotaan käsittävän noin ajan 1150/1200–1520/1540. Tarkkoja vuosilukuja on vaikea antaa, sillä kyse on historiallisista muutosvaiheista. Huomionarvoista on myös se, että puhuttaessa keskiajan lämpökaudesta yleisellä tasolla kausi ajoittuu Suomessa viikinki- ja ristiretkiaikaan.
2. Laasti on muurauskivien sitomiseen ja päällystämiseen käytetty seos, jonka muodostavat sideaine, runkoaine ja neste. Lisäksi laastiin voidaan laittaa mukaan erilaisia lisäaineita, jotka vaikuttavat laastin työstettävyyteen, säänkestävyyteen ja ulkonäköön. Sideaineen tarkoituksena on liimata runkoaineen ja laastin muut ainesosat yhteen ja taata laastin tartunta alustaan. Tavallisin runkoaine eri laasteissa on hiekka eri raekoissa. Käytännössä puhutaan vain hiekasta sekä siinä olevasta filleristä eli täyteaineesta, joksi lasketaan 0,075 mm pienemmät rakeet eli hiesu ja savi. (Dührkop *et al.* 1966.)
3. Laastin sideaineena kalkki kovettuu hitaasti kiteytymällä hiilidioksidikaasun kanssa kal-

siumkarbonaatiksi (Perander *et al.* 1985; Konow 2006). Reaktio voi alkaa, kun ylimääräinen vesi on poistunut laastista ja huokokset ovat ryhtyneet kuivumaan. Jotta prosessi toimisi, tarvitaan riittävästi kosteutta, johon kaasu voi liueta.

4. Keskiaikaiset kalkkilaastit olivat nykyisiin laasteihin verrattuna hyvin lihavia, toisin sanoen niissä oli runsaasti kalkkia verrattuna hiekan määrään (Konow 2006: 39).

5. Kun laasti on lyöty muurauskivien väliin, sen jäykistyminen alkaa välittömästi. Tässä vaiheessa laastiin muodostuu huokosverkosto, joka koostuu sekä pyöreistä ilmahuokosista että suurista onkalo- huokosista ja halkeamista, jotka sitovat onkalo- huokokset yhteen. (Konow 2006: 22.)

Lähteet

- Briffa, K.R., Jones, P.D., Vogel, R.B., Schweingruber, F.H., Baillie, M.G.L., Shiyatov, S.G. & Vaganov, E.A. (1999). European tree rings and climate in the 16th century. *Climatic Change* 43:1, 151–168.
- Brooks, C.E.P. (1949). *Climate through the ages*. Ernest Benn, Lontoo.
- Dührkop, Henry, Saretok, Vitold, Sneck, Tenho & Svedsen, Sven (1966). *Laasti muuraus rappaus*. Rakentajain Kustannus Oy, Helsinki.
- Fritts, Harold, C. (1976). *Tree rings and climate*. Academic Press, Lontoo.
- Grove, Jean (1988). *The little ice age*. Methuen, Lontoo.
- Helama, Samuli (2004). *Millennia-long tree-ring chronologies as records of climate variability in Finland*. Helsingin yliopisto, Helsinki.
- Helama, Samuli, Timonen, Mauri, Holopainen, Jari, Ogurtsov, Maxim G., Mielikäinen, Kari, Eronen, Matti, Lindholm, Markus & Meriläinen, Jouko (2009). Summer temperature variations in Lapland during the medieval warm period and the little ice age relative to natural instability of thermohaline circulation on multi-decadal and multi-centennial scales. *Journal of Quaternary Science* 24:5, 450–456.
- Hiekkanen, Markus (1994). The stone churches of the medieval diocese of Turku. A systematic classification and chronology. *Suomen Muinaismuistoyhdistyksen aikakauskirja* 101.
- Hiekkanen, Markus (2003). *Suomen kivikirkot keskiajalla*. Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu.
- Hiekkanen, Markus (2007). *Suomen keskiajan kivikirkot*. SKS, Helsinki.
- Holopainen, Jari (2006). Reconstructions of past climates from documentary and natural sources in Finland since the 18th century. *Publications of the Department of Geology D9*, Yliopistopaino, Helsinki.
- Holopainen, Jari, Rickard, Ian & Helama, Samuli (2012). Climatic signatures in crops and grain prices in nineteenth century Sweden. *Holocene*, DOI: 10.1177/0959683611434220
- Huttunen, Marko ym. (2010). Pälkäneen rauniokirkon asehuoneen kattorakenne. *Aalto-yliopiston Teknillisen korkeakoulun julkaisuja* 105, Helsinki.
- Konow, Thorborg von (2006). *Laastit vanhoissa rakennuksissa*. Suomenlinnan hoitokunta, Helsinki.
- Lamb, Hubert, H. (1965). The early medieval warm epoch and its sequel. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 1, 13–37.
- Lamb, Hubert, H. (1982). *Climate, history and the modern world*. Methuen, Lontoo.
- Ljungqvist, Fredrik, C. (2010). A new reconstruction of temperature variability in the extra-tropical northern hemisphere during the last two millennia. *Geografiska Annaler A* 92:3, 339–351.
- Mathes, F. (1939). Report of committee on glaciers. *Transactions American Geophysical Union* 20, 518–523.
- Oinonen, Markku, Pesonen, Petro & Tallavaara, Miikka (2010). Archaeological radiocarbon dates for studying the population history in eastern Fennoscandia. *Radiocarbon* 52:2, 393–407.
- Perander, Thorborg, Råman, Tuula, Kanerva, Mirja & Vahänen, Risto (1985). Historiallisten kivirakenteiden laastit. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, *tutkimuksia* 341.
- Pfister, Christian (1984). *Klimageschichte der Schweiz 1525-1860. Das Klima der Schweiz von 1525-1860 und seine Bedeutung in der Geschichte von Bevölkerung und Landwirtschaft I-II*. Paul Haupt, Bern.
- Ringbom, Åsa (2010). *Åländska kyrkor berättar. Nytt ljus på medeltida konst, arkitektur och historia*. April Kommunikation, Vasa.
- Santakari, Esa (1979). *Keskiajan kivikirkot*. Kustannusosakeyhtiö Otava, Helsinki.
- Tornberg, Matleena (1989). Ilmaston- ja sadonvaihtelut Lounais-Suomessa 1550-luvulta 1860-luvulle. *Turun Historiallinen Arkisto* 44, 58–87.
- Uotila, Kari (2011). Naantalın luostari. Teoksessa Uotila, Kari (toim.) *Naantalın luostarin rannassa – arkipäiviä Naantalın luostarissa ja sen liepeillä*. Eura Print Oy, Eura, 53–66.
- Uotila, Kari, Helama, Samuli, Holopainen, Jari, Hilasvuori, Emmi & Oinonen, Markku (2011). Naantalın luostarin rakentaminen 1400-luvun kuluessa. Teoksessa Uotila, Kari (toim.) *Naantalın luostarin rannassa – arkipäiviä Naantalın luostarissa ja sen liepeillä*. Eura Print Oy, Eura, 297–307.