

maximum of temperature sum in 1829 <sup>°C days</sup> (934 <sup>10°C days</sup>) was measured in 2011. Average growth periods during the growing season was 1447 (±117) hours (range 1290 to 1661 hours) and the average of the sun's solar radiant energy was 2094 (± 127) MJ/m<sup>2</sup>. Average temperatures were 6.7 (± 0.5) °C (Table 3 /1).

The number of solar was

Impossible.  $I > R^2 > 0$ .

6.1.3. The correlation between the growing season and climate factors

The number of hours of sunshine and solar radiation level had a powerful mutual correlation ( $R^2 = 80$ ;  $P < 0.001$ ). A moderate correlation was observed between the number of hours of sunshine and the solar radiation intensity and the effective amount of heat ( $R^2 = 40-50$ ;  $P < 0.02$ ). Other climate factors such as the length of the growing season and the length of the annual cycle, and the sum of the length of the growing season and effective temperature (5°C) there was no significant correlation ( $P > 0.1$ ) (Table 4/I).

Sitay

a will b and c or a and b with c ?



# Juha Karvonen

## ILMASTONMUUTOS JA VIINIKÖYNNÖKSEN KASVU ETELÄ-SUOMESSA

6.2 Effect of covers on the soil temperature

6.2.1 The effect of a thick layer of snow on ground temperature  
 During the generous snowy winters of 2009/10 and 2010/11, there was no statistically significant difference ( $t = 0.7867$ ,  $P > 0.1$ ) with lower air temperatures of all ( $t = 0.9311$ ,  $P > 0.1$ ). Ground snow cover increased in thickness during the winter and reached 60-67 cm in both winters, in February-March. (Winter 2009/10 March, -30°C in spite of frost, the ground temperature was maintained below 60 cm of snow at -0.5 °C (Tables 4 and 5/II).

only the

This is not a 'replicated experiment' so the principles of the statistical tests are not valid. Because there are two paragraphs in a straightforward way:   
 On the XX March 2010, the air temp was -30°C but the temp at the soil surface was -0.5°C

6.2.2 The effect of a thin layer of snow on ground temperature

During the light snow Little snowy winters of 2007/08 and 2006/07, snow cover thicknesses showed no statistically significant difference ( $t = 1.27$ ,  $P > 0.1$ ), even in the winter 2007/08 snow cover was slightly thicker and the air was significantly colder ( $t = 2.91$ ,  $P < 0.05$ ) than in the winter of 2006/07. Winters 2006/07 and 2007/08 had only a thin layer of snow that could not maintain the surface temperature of the ground, soil fell to -10.8°C in March, the coldest month of the winter 2006/07 that the average of the snowfall was 3 cm and the air temperature at its lowest at -16.1°.

What is the relation of saying that the two years were similar ?

Juha Karvonen

Ilmastonmuutos ja viiniköynnöksen kasvu  
Etelä-Suomessa

Ilmastonmuutos ja viiniköynnöksen kasvu Etelä-Suomessa

© 2018 Juha Karvonen

Kustantaja: BoD – Books on Demand, Helsinki, Suomi

Valmistaja: BoD – Books on Demand, Norderstedt, Saksa

ISBN: 978-952-801-270-2

Kannen englanninkielinen teksti: Juha Karvonen ja Frederick Stoddard

Kannen suunnittelu ja kirjan taitto: Maria Vuorma

Älkää syrjikkö kieltä, jolla olette  
ensimmäiset sananne sanoneet.



## Juha Karvonen

# Ilmastonmuutos ja viiniköynnöksen kasvu Etelä-Suomessa

## Tiivistelmä

Tutkimuksessa kartoitettiin eteläisimmän Suomen nykyisten kasvu- ja ympäristöolosuhteiden sopivuutta viiniköynnöksen kasvatukseen. Siinä tarkasteltiin lumen ja katteiden vaikutusta maanpinnan ja maaperän lämpötilaan, verrattiin Helsingin alueen (Tuusula) kasvuolosuhteita Manner-Euroopan eri leveysasteilla sijaitsevien viininviljelypaikkakuntien ja Sveitsin vuoristoalueen kasvu- ja ympäristöolosuhteisiin ja arvioitiin, miten ennustettu ilmastonmuutos edistäisi eteläisimmän Suomen viininviljelyä. Vuosina 2002 – 2011 viiniköynnöksen kasvukiertoilmujen turpoamisesta sadonkorjuuseen kesti  $138 \pm 9$  vrk eli 4 – 5 kuukautta. Kasvukauden pituus oli  $198 \pm 9$  vrk ja kasvukauden tehoisa lämpösumma  $1608 \pm 131$  ( $5^\circ\text{Cvrk}$ ) tai  $794 \pm 121$  ( $10^\circ\text{Cvrk}$ ). Kasvukauden auringonpaistetuntien määrä oli  $1447 \pm 117$  tuntia ja auringonsäteilyenergia  $2094 \pm 127$  MJ/m<sup>2</sup>. Ilman lämpötilojen vuoden keskiarvot vaihtelivat  $5,9 - 7,6^\circ\text{C}$  (I\*).

Runsaslumisten talvien lumikerros oli hyvä eriste pakkasia vastaan. Musta muovikate lisäsi merkittävästi 40 cm syvyydessä paljaan pohjamaan lämpötilan vuosikeskiarvoa, mutta maanpinnalle levitetty kasvihuonemuovilla ei ollut pohjamaan lämpötilaan merkittävää vaikutusta (II – III). Helsingin seudun (Tuusulan), Tanskan (Ålgården) ja Sveitsin (Unterstaltenin) välisessä vertailussa Tuusulan maaperän lämpötilojen vuosikeskiarvot olivat 20 cm ja 40 cm syvyyksissä merkittävästi alempia kuin Unterstaltenissa ja Ålgårdessa ( $P < 0,001$ ). Tuusulassa auringon valoenergia oli kesäkuusta elokuuhun kuukautta kohti pienempi kuin Ålgårdessa ja Unterstaltenissa. Päivän pituuksien ero Tuusulan ja Unterstaltenin välillä oli suurin kesäkuun 17. (IV).

Tuusulassa maaperän lämpötila oli 40 cm syvyydessä alimmillaan  $1,0^\circ\text{C}$  (10.1. – 28.2.), Neuenbrandenburgissa  $1,0^\circ\text{C}$  (17. – 19.2.), Freyburgissa  $2,5^\circ\text{C}$  (7. – 9.2.) ja Herrlisheim-prés-Colmarissa  $1,5^\circ\text{C}$  (8. – 13.2.). Heliothermal indeksin (HI) ja Amerine-Winklerin indeksin mukaan Tuusula, Neuenbrandenburg, Freyburg ja Herrlisheim-prés-Colmar kuuluvat viininkasvatuksen ilmasto- luokkaan 'very cool'. Cool night indeksin (CI) perusteella Tuusula kuului luokkaan 'very cool nights', mutta muut paikkakunnat 'cool nights' ryhmään. RCP2.6 skenaarion ennustama  $2^\circ\text{C}$  nousu vuoden 2100 loppuun mennessä nostaisi Tuusulan ilman lämpötilan samalle tasolle maaliskuusta kesäkuuhun kuin tänään Freyburgissa Saksan Saale-Unstrutin viininkasvatusalueella (V).

**Avainsanat:** pohjoinen viininkasvatus, lumipeite, ilmastonmuutos, kasvukausi, maaperän lämpötila

*\*Roomalaiset numerot I – V viittaavat tutkimuksen osajulkaisuihin*

## Climate change and grapevine growth in southernmost Finland

### Abstract

The study charted the suitability of existing growing and environmental conditions in southernmost Finland for growing grapevines. It examined the effect of snow and covers on the ground and soil temperatures, compared the growing conditions in the Helsinki region to the growing and environmental conditions at viticulture locations at various latitudes in continental Europe and the Swiss mountains, and assessed how the predicted climate change would promote viticulture in southernmost Finland. In 2002 – 2011 the grapevine growth cycle from bud swelling to harvest lasted  $138 \pm 9$  days, or 4 – 5 months. The length of the growth cycle was  $198 \pm 9$  days and the effective temperature sum for the growing season was  $1608 \pm 131$  ( $5^\circ\text{Cday}$ ) or  $794 \pm 121$  ( $10^\circ\text{Cday}$ ). The number of hours of sunshine for the growing season was  $1447 \pm 117$  hours and solar radiation energy was  $2094 \pm 127$   $\text{MJ/m}^2$ . The yearly average for air temperatures fluctuated between  $5.9 - 7.6^\circ\text{C}$  (I\*).

A thick cover of snow during winter was a good insulator against subzero temperatures. A black plastic cover at a depth of 40 cm significantly increased the yearly average temperature of bare subsoil temperature, but greenhouse plastic spread over the ground had no significant effect on the subsoil (II – III). In a comparison between the Helsinki region (Tuusula), Denmark (Ålgårde) and Switzerland (Unterstalten), the yearly averages of soil temperatures in Tuusula were significantly lower at depths of 20cm and 40cm than in Unterstalten and Ålgårde ( $P < 0.001$ ). In Tuusula the monthly solar light energy from June to August was lower than in Ålgårde and in Unterstalten. The difference in the length of day between Tuusula and Unterstalten was greatest on 17 June (IV).

In Tuusula, the soil temperature measured at a depth of 40 cm was  $1.0^\circ\text{C}$  at its lowest (10 January – 28 February),  $1.0^\circ\text{C}$  in Neubrandenburg (17 – 19 February),  $2.5^\circ\text{C}$  in Freyburg (7 – 9 February) and  $1.5^\circ\text{C}$  in Herrlisheim-prés-Colmar (8 – 13 February). According to the heliothermal index (HI) and Amerine-Winkler index, Tuusula, Neubrandenburg, Freyburg and Herrlisheim-prés-Colmar are all classified as "very cool" viticulture climates. Based on the cool night index (CI), Tuusula was classified as "very cool nights", but other locations were classified as "cool nights". The  $2^\circ\text{C}$  temperature increase by 2100 predicted by the RCP2.6 scenario would increase Tuusula's air temperature to the same level from March to June as today's temperatures in Freyburg in the viticultural area of Saale-Unstrut in Germany (V).

**Keywords:** Northern viticulture, snow cover, climate change, growing season, soil temperature

## Tutkimukseen sisältyvät artikkelit

Tämä yhteenveto koostuu seuraavista viidestä osajulkaisusta, joihin yhteenvetotekstissä viitataan roomalaisin numeroin I – V. Tutkimusartikkeleiden uudelleen painattamiseen on saatu lupa artikkelien julkaisijoilta.

(I) Karvonen, J. The annual growth cycle of grapevines in Southern Finland, *Vitis*, 2014:53(4):175-180

(II) Karvonen, J. Effect of snow layer on ground surface temperature in cool wine growing regions, *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, 2013:16(3). (on line).

(III) Karvonen, J. The effect of covers on the vineyard subsoil temperature, *Agricultural Sciences*, 2016:8(20):87-91.

(IV) Karvonen, J. Northern European viticulture compared to Central European high altitude viticulture: annual growth cycle of grapevines in the years 2012–2013. *International Journal of Wine Research*, 2014:6:1-7.

(V) Karvonen, J. Impact of climate change on winegrowing condition in southernmost Finland, *International Journal of Enology and Viticulture*, 2017:4(4):169-178.

Juha Karvonen suunnitellut kaikkien yhteenvetoon sisältyvien osajulkaisujen koejärjestelyt ja mittaukset. Hän on vastannut kaikkien aineistojen käsittelystä, tulosten esittämiseen liittyvästä grafiikasta, tilastomatematiikan analyysien laadinnasta ja käsikirjoitusten kirjoituksesta, korjauksista ja viimeistelystä julkaisukuntoon.

## Lyhenteet ja selitykset

°Brix	ilmoittaa vesiliuoksen sokeripitoisuuden, 1°Brix = 1 g sokeria/100 g liuosta (painoprosentti)
<i>Cfb</i>	laukea merilmasto tai trooppisten tai subtrooppisten alueiden ylänkö-alueilla esiintyvä ilmasto (Köppen-Geigerin ilmastoluokitus)
<i>Dfb</i>	lämminkesäinen mannerilmasto (Köppen-Geigerin ilmastoluokitus)
E-L numero (No)	Eichhorn-Lorenzin viiniköynnösten fenologiaa kehitysvaiheita kuvaava numero
FIM	Finnish Meteorological Institute
'frigid'	maan lämpötilaluokka (50 cm syvyydellä maan vuoden keskilämpö on yli 0°C, mutta alle 8°C) Ref. <i>Soil Temperature Regimes according to USDA Soil Taxonomy, 7th edition of Keys</i>
GDD	growing degree day (kasvukauden tehoisa lämpösomma). GDD+5°Cvrk tarkoittaa, että kasvukauden aikana lämpösomma lasketaan vuorokauden yli 5°C kertyvistä lämpöasteista tai GDD+10°C yli 10°C kertyvistä lämpöasteista
HELCOM	Helsinki Commission (Itämeren merellisen ympäristön suojelukomissio)
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (hallitusten välinen ilmastopaneeli)
'mesic'	maan lämpötilaluokka (50 cm syvyydellä maan vuoden keskilämpö on yli 10°C, mutta alle 15°C) Ref. <i>Soil Temperature Regimes according to USDA Soil Taxonomy, 7th edition of Keys</i>
Makroilmasto	laajalle alueelle tyypillinen ilmasto
Mesoilmasto	palstalle tyypillinen ilmasto
Mikroilmasto	köynnösrivien väissä tai palstoilla oleva ilmasto, joka vaikuttaa viinin laatuun
RCP	Representative Concentration Pathways: voimakkaiden CO <sub>2</sub> päästörajoitusten skenaario
RCP2.6	nollapäästöt vuoden 2070 jälkeen, jotta lämpeneminen ei ylitä 2°C esi-teollisesta tasosta
RCP4.5	matalahko, säteilypakote on 4,5 W/m <sup>2</sup> vuonna 2100
RCP6.0	keskikorkea, säteilypakote on 6,0 W/m <sup>2</sup> vuonna 2100
RCP8.5	korkea, kasvihuonepäästöjä ei rajoiteta
SRES	Special Reports on Emissions Scenarios: väestön lisääntymiseen, kulutuksen kasvuun ja kasvihuonepäästöihin perustuvat skenaariot

# Sisältö

1	JOHDANTO.....	11
2	KIRJALLISUUSKATSAUS.....	12
	2.1 Viiniköynnöksen kasvukierto ja eteläisimmän Suomen ilmasto.....	12
	2.2 Lumen ja katteiden vaikutus maan lämpötilaan.....	14
	2.3 Helsingin seudun viiniköynnöksen kasvuolosuhteiden vertailu Tanskan Itämeren rannikon ja Sveitsin vuoriston kasvuolosuhteisiin.....	17
	2.4 Ilmaston muutoksen vaikutus Helsingin seudun kasvuolosuhteisiin.....	19
3	TUTKIMUKSEN TARKOITUS.....	21
4	AINEISTO JA MENETELMÄT.....	22
	4.1 Viiniköynnöksen kasvukierto ja eteläisimmän Suomen ilmasto.....	22
	4.2 Lumen ja katteiden vaikutus maan lämpötilaan.....	23
	4.3 Helsingin seudun viiniköynnöksen kasvuolosuhteiden vertailu Tanskan Itämeren rannikon ja Sveitsin vuoriston kasvuolosuhteisiin.....	24
	4.4 Ilmaston muutoksen vaikutus Helsingin seudun kasvuolosuhteisiin.....	25
5	TILASTOLLINEN KÄSITTELY.....	27
6	TULOKSET.....	28
6.1	Viiniköynnöksen kasvukierto ja eteläisimmän Suomen ilmasto (I).....	28
	6.1.1 Kasvukierto.....	23
	6.1.2 Kasvukausi.....	30
	6.1.3. Kasvukauden ja ilmastotekijöiden välinen riippuvuus.....	31
6.2	Lumen ja katteiden vaikutus maan lämpötilaan (II ja III).....	32
	6.2.1 Ohuen lumikerroksen vaikutus maanpinnan lämpötilaan.....	32
	6.2.2 Paksun lumikerroksen vaikutus maanpinnan lämpötilaan.....	34
	6.2.3 Katteiden vaikutus maaperän lämpötilaan 40 cm syvyydessä.....	36

6.3 Helsingin seudun viiniköynnöksen kasvuolosuhteiden vertailu Tanskan Itämeren rannikon ja Sveitsin vuoriston kasvuolosuhteisiin (IV).....	38
6.3.1 Maaperän lämpötilat.....	38
6.3.2 Auringonvalon energia ja päivän pituus.....	40
6.3.3 Ilman lämpötilat.....	41
6.3.4 Lumipeitteen paksuus ja sen vaikutus maan lämpötilaan.....	43
6.4 Ilmastomuutoksen vaikutus Helsingin seudun kasvuolosuhteisiin (V) .....	44
6.4.1 Nykyiset maan lämpötilat 20 cm ja 40 cm syvyyksissä eri paikkakunnilla.....	44
6.4.2 Tuusulan viinikasvatuksen ilmastoluokitus.....	45
6.4.3 Eri paikkakuntien ilmastotekijöitä.....	47
6.4.4 Tuusulan ilmaston lämpötilan muutos RCP2.6 ja RCP4.5 skenaarion mukaan.....	47
7 POHDINTA.....	48
7.1 Viiniköynnöksen kasvukierto ja eteläisimmän Suomen ilmasto (I).....	49
7.2 Lumen ja katteiden vaikutus maan lämpötilaan (II ja III).....	50
7.3 Helsingin seudun viiniköynnöksen kasvuolosuhteiden vertailu Tanskan Itämeren rannikon ja Sveitsin vuoriston kasvuolosuhteisiin (IV).....	52
7.4 Ilmaston muutoksen vaikutus Helsingin seudun kasvuolosuhteisiin (V).....	53
8 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	56
9 KIITOKSET.....	58
10 LÄHDELUETTELO.....	60

Liite: Englanninkielisten osajulkaisujen tiivistelmät I - V

Maximum of temperature sum in 1829  $5^{\circ}\text{C}$  days (934  $10^{\circ}\text{C}$  days) was measured in 2011. Average growth periods of sunshine hours of 1447 ( $\pm 117$ ) hours (range 1290 to 1661, hours) and the average of the sun's radiant energy 2094 ( $\pm 127$ ) MJ/m<sup>2</sup>. Average temperatures in ten years were 6.7 ( $\pm 0.5$ )  $^{\circ}\text{C}$  (Table 3 /1).

6.1.3. The correlation between the growing season and climate factors

The number of hours of sunshine and solar radiation level had a powerful mutual correlation ( $R^2 = 80$ ;  $P < 0.001$ ). A moderate correlation was observed between the number of hours of sunshine and the

Impossible.  
 $1 > R^2 > 0$ .

Ilmastomuutoksen vuoksi Suomi joutuu valitsemaan tämän vuosisadan loppuun mennessä uusia eksoottiselta kuulostavia viljelykasveja, kuten maissia, villiriisiä, soijaa, maapähkinää, bataattia ja jopa bambua. Yksi uusista tulokkaista on viiniköynnös, jonka viljelymahdollisuuksia Pohjoismaissa ja Baltiassa on menestyksellisesti kokeiltu ja niitä arvioidaan tässä julkaisussa. ILMASTONMUUTOS JA VIINIKÖYNNÖKSEN KASVU ETELÄ-SUOMESSA perustuu tutkimukseen, josta kirjoitetun väitöskirjan Helsingin yliopiston maatalous-metsätieteellinen tiedekunta olisi julkaissut vain englanniksi. Tiivistetyn esitystavan ja akateemisen kapulakielen vuoksi teksti ei ole varsinaista viihdelukemista, mutta viineistä muutenkin kuin mielihyvätuotteena kiinnostuneet lukijat voivat perehtyä sen avulla viinin tuotantoketjun alkupään ongelmiin. Suositellaan erityisesti unettomuudesta kärsiville viiniköynnöksen kasvattajille.

a will be and c or a and b will c ?  
parment' e statistical write these just forward (why?)  
Require this properly

Difference needs 2 things, you have only 1 one.

During the light snow Little snowy winters of 2007/08 and 2006/07, snow cover thicknesses showed no statistically significant difference ( $t = 1.27$ ,  $P > 0.1$ ), even in the winter 2007/08 snow cover was slightly thicker and the air was significantly colder ( $t = 2.91$ ,  $P < 0.05$ ) than in the winter of 2006/07. Winters 2006/07 and 2007/08 had only a thin layer of snow that could not maintain the surface temperature of the ground, so it fell to  $-10.8^{\circ}\text{C}$  in March, the coldest month of the winter 2006/07 that the average of the snowfall was 3 cm and the air temperature at its lowest at  $-16.1^{\circ}$ .

What is the relevance of saying that the two years were similar?

6.2.3 Effect of covering on the soil temperature at a depth of 40 cm The use of black plastic mulch film brought to 40 cm depth of soil annual resulted in an average temperature of  $0.4^{\circ}\text{C}$  compared to bare ground, which was statistically significant ( $P < 0.05$ ), but grass-covered soil with an additional covering of black plastic film/soil temperature is not affected at a

increase the temp at by  $0.4^{\circ}\text{C}$  above bare soil condition.  
over grass covered did not  
Keskite properly

