

# SÄHKÖVERKON VIOISTA ALKANEET MAASTO- JA METSÄPALOT

Lääninvalmiusjohtaja, tekn. tri  
Veli-Pekka Nurmi  
Länsi-Suomen lääninhallitus  
PL 22, 20801 TURKU

Ylitarkastaja, ins. (AMK)  
Antti Nenonen  
Turvatekniikan keskus  
PL 123, 00181 HELSINKI

## Tiivistelmä

Suomessa sattuu vuosittain runsaat 1.500 sähköpaloa, kaikki rakennuspaloja. Näiden lisäksi aiheutuu joukko maasto- ja metsäpaloja johtuen tyypillisesti sähkön siirto- ja jakeluverkkojen vioista. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää näiden maastosähköpalojen keskeiset syntymekanismit ja ominaisuudet sekä niiden mittasuhteet. Ilmiötä tarkasteltiin vuosien 2003 ja 2004 aikana sattuneiden maasto- ja metsäpalojen avulla. Tällöin sattui kaikkiaan 120 maastosähköpaloa. Noin 40 % näistä sattui toukokuussa. Yli puolet maastosähköpaloista sai alkunsa voimajohdosta ja vajaa kolmannes muuntamoilta. Maastosähköpaloissa tekninen vika johti paloon runsaassa kolmanneksessa tapauksista, tuulen johdosta johdolle kaatunut puu runsaassa neljänneksessä, eläin vajaassa neljänneksessä sekä ihmisen toiminta runsaassa 10 % tapauksista. Maasto- ja metsäpalojen kokonaisuuden näkökulmasta sähkö ei näytä olevan kovin merkittävä syttymislähde. Sähköverkkojen näkökulmasta taas verkostovioista saa alkunsa yllättävän paljon maasto- ja metsäpaloja. Palovahinkojen lisäksi maastosähköpaloon johtavista vioista aiheutuu tyypillisesti merkittäviä välillisiä vahinkoja, koska kyseiset viat aiheuttavat palon lisäksi keskeytyksen sähkönjakelussa.

## Tutkimuksen tausta ja tutkimusaineisto

Suomessa tapahtuu vuosittain runsaat 1.500 sähköpaloa, jotka ovat kaikki rakennuspaloja.[1] Näiden lisäksi, tyypillisesti johtuen sähkön siirto- ja jakeluverkkojen vioista, aiheutuu joukko maasto- ja metsäpaloja (maastosähköpaloja). Niiden syyt ja määrät tai näistä paloista aiheutuneet vahingot eivät ole täsmällisesti selvillä. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää maastosähköpalojen keskeiset syntymekanismit ja ominaisuudet sekä niiden mittasuhteet. Tiedot ovat tärkeitä maasto- ja metsäpalojen ennaltaehkäisytyössä pelastusalan lisäksi erityisesti sähköverkkoja hallitseville yhtiöille.

Ilmiötä tarkasteltiin vuosien 2003 ja 2004 aikana sattuneiden maasto- ja metsäpalojen avulla. Sääolot, lämpötila ja varsinkin sademäärä vaikuttavat merkittävästi maaston syttymisherkkyyteen. Vuodet 2003 ja 2004 sopivat sääolojen näkökulmasta hyvin tarkastelun lähtökohdaksi, sillä vuosi 2003 oli hieman keskimääräistä vähäsateisempi. Vuosi 2004 taas oli huomattavasti keskimääräistä runsasateisempi (taulukko 1)[2].

Taulukko 1. Sademäärät vuosina 2003 ja 2004 sekä keskisademäärä [2].

SADEMÄÄRÄ	huhtikuu			toukokuu			kesäkuu			heinäkuu			elokuu			syyskuu		
	sade	keski- sade	ero	sade	keski- sade	ero	sade	keski- sade	ero	sade	keski- sade	ero	sade	keski- sade	ero	sade	keski- sade	ero
Helsinki 2003	31	36	-5	69	32	37	47	49	-2	23	62	-39	111	78	33	26	66	-40
Helsinki 2004	6	36	-30	33	32	1	81	49	32	177	62	115	84	78	6	87	66	21
ero	-25			-36			34			154			-27		61			
Jyväskylä 2003	26	37	-11	114	38	76	74	59	15	74	79	-5	66	88	-22	20	63	-43
Jyväskylä 2004	6	37	-31	43	38	5	100	59	41	135	79	56	30	88	-58	101	63	38
ero	-20			-71			26			61			-36		81			
Rovaniemi 2003	24	31	-7	64	36	28	19	59	-40	83	69	14	76	72	4	67	54	13
Rovaniemi 2004	11	31	-20	50	36	14	55	59	-4	67	69	-2	177	72	105	122	54	68
ero	-13			-14			36			-16			101		55			

Tutkimuksessa tarkasteltiin maastosähköpaloja vuosien 2003 ja 2004 aikana sattuneiden palojen avulla. Tutkimusaineisto saatiin TUKESin sähköpalotutkimuksen [1] aineiston keräämisen yhteydessä Sisäasiainministeriön Pronto-tietokannasta.

## Tulokset

Vuosina 2003–2004 sattui kaikkiaan yhteensä 6037 maasto- ja metsäpaloa, (3841 vuonna 2003 ja 2196 vuonna 2004). Vuonna 2003 oli metsäpaloja 1589 ja maastopaloja 2252. Vuonna 2004 taas oli metsäpaloja 729 ja maastopaloja 1467. Näistä yhteensä 120 (72 vuonna 2003 ja 48 vuonna 2004) oli sähköverkon vioista alkunsa saaneita maasto- ja metsäpaloja. Näistä maastopaloja oli 73 ja metsäpaloja 47. Tarkasteluaikana kaikki maasto- ja metsäpalot sattuivat huhtikuun ja syyskuun välisenä aikana.

Maastosähköpalojen palotyypijakaumat eivät eroa vuosina 2003 ja 2004 ( $p=0,849$ ) (taulukko 2). Maastosähköpalojen jakautuminen maastopaloihin ja metsäpaloihin on hyvin samankaltainen kaikkien maasto- ja metsäpalojen keskinäisen suhteen kanssa.

Taulukko 2. Maastosähköpalojen jakaantuminen maastopaloihin ja metsäpaloihin.

	Vuosi		Yhteensä
	2003	2004	
Palotyyppi Maastopalo	43	30	73
Metsäpalo	29	18	47
Yhteensä	72	48	120

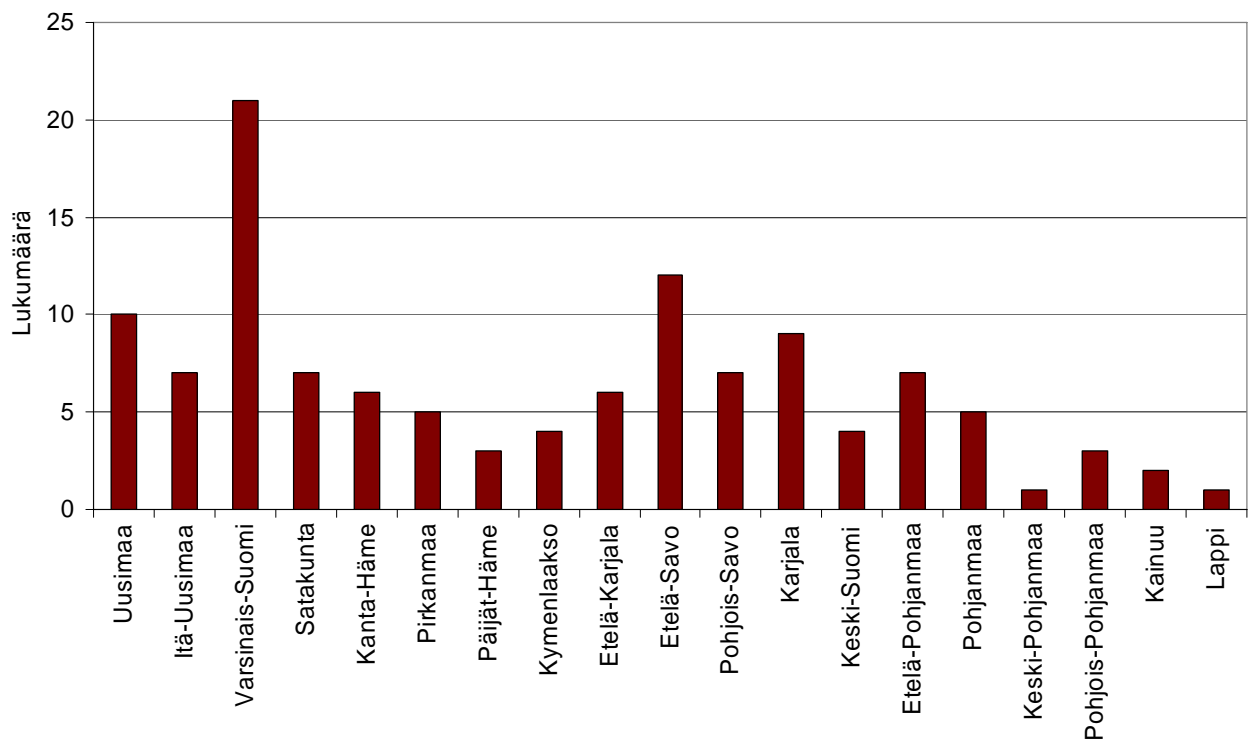
Maastosähköpalojen kuukausijakaumat erosivat vuosina 2003 ja 2004 merkitsevästi ( $p=0,008$ ), niin että heinäkuussa oli huomattavasti enemmän paloja vuoden 2003 kuin vuonna 2004 (taulukko 3). Vuosien kuukausijakaumat erosivat toistaan erittäin merkitsevästi, johtuen siitä, että 2004 oli paloja heinäkuussa vain 2 kun niitä vuonna 2003 oli 21. Kaikkiaan noin 40 % maastosähköpaloista sattui toukokuussa. Maastosähköpalojen runsaus toukokuussa tuntuu luontevalta, sillä silloin maasto on Pohjois-Suomea lukuun ottamatta jo ehtinyt kuivua talven jäljiltä. Toukokuu on myös maasto- ja metsäpaloaikauden vähäsateisin kuukausi.

Taulukko 3. Maastosähköpalot aiheuttamat palot eri kuukausina.

Kuukausi	Vuosi		Yhteensä
	2003	2004	
Huhtikuu	7	4	11
Toukokuu	26	24	50
Kesäkuu	14	14	28
Heinäkuu	21	2	23
Elokuu	2	4	6
Syyskuu	2	0	2
Yhteensä	72	48	120

Maastosähköpalojen aikaluokkajakauma oli varsin mielenkiintoinen: paloista sattui 92 % päivällä klo 8 – 20 välisenä aikana. Aikaluokkajakaumat vuosina 2003 ja 2004 eivät eronneet toisistaan ( $p=0,531$ ).

Maakuntajakaumat eivät eroa vuosina 2003 ja 2004 ( $p=0,913$ ) (taulukko 4). Myöskään maastosähköpalojen syyjakaumat eivät eronneet eri maakunnissa ( $p=0,657$ ), joten näiden palojen syytä voidaan tarkastella kokonaisuutena. Selvästi eniten maastosähköpaloja syttyi Varsinais-Suomessa (kuva 1). Seuraavaksi eniten paloja oli Etelä-Savon ja Uudenmaan maakunnissa. Vähiten paloja oli Lapissa.



Kuva 1. Maastosähköpalot eri maakunnissa.

Taulukko 4. Maastosähköpalot eri maakunnissa.

		Vuosi		Yhteensä
		2003	2004	
Maakunta	Uusimaa	5	5	10
	Itä-Uusimaa	6	1	7
	Varsinais-Suomi	14	7	21
	Satakunta	3	4	7
	Kanta-Häme	3	3	6
	Pirkanmaa	3	2	5
	Päijät-Häme	2	1	3
	Kymenlaakso	2	2	4
	Etelä-Karjala	3	3	6
	Etelä-Savo	6	6	12
	Pohjois-Savo	6	1	7
	Karjala	6	3	9
	Keski-Suomi	3	1	4
	Etelä-Pohjanmaa	2	5	7
	Pohjanmaa	3	2	5
	Keski-Pohjanmaa	1	0	1
	Pohjois-Pohjanmaa	2	1	3
	Kainuu	1	1	2
	Lappi	1	0	1
		Yhteensä	72	48

#### Maastosähköpalojen syyt ja vikaantuneet verkonosat

Yli puolet maastosähköpaloista sai alkunsa voimajohdosta ja vajaa kolmannes muuntamoilta. Maastosähköpaloissa tekninen vika johti paloon runsaassa kolmanneksessa tapauksista, tuulen johdosta johdolle kaatunut puu runsaassa neljänneksessä, eläin vajaassa neljänneksessä sekä ihmisen toiminta runsaassa 10 % tapauksista. Eläimen aiheuttamat vauriot syntyvät tyypillisesti niin, että lintu lentää voimajohtoon tai jokin pieneläin liikkuu muuntajan kannella.

Vuosien 2003 ja 2004 vikatyypijakaumat erosivat toisistaan melkein merkitsevästi ( $p=0,014$ ), niin että tuulesta johtuen linjalle kaatuneita puita ja eläimiä oli vähemmän sekä ihmisen toimintaa oli selvästi enemmän vuonna 2004. Maastosähköpalojen maakuntajakaumat eivät eronneet toisistaan vuosina 2003 ja 2004 ( $p=0,913$ ), eivätkä vikaantuneet verkonosat ( $p=0,471$ ) tai palotyyppi (maastopalo-metsäpalo) ( $p=0,849$ ).

Vikaantuneen verkon osan jakaumat eivät eronneet vuosina 2003 ja 2004 ( $p=0,471$ ) (taulukko 5). Lähes 60 % maastosähköpaloista aiheutui voimajohtimen voista ja 30 % muuntamovaurioista.

Taulukko 5. Maastosähköpalon aiheuttaneet sähköverkon osat.

		Vuosi		Yhteensä
		2003	2004	
Vikaantunut	Voimajohdin	39	31	70
verkon osa	Muuntaja	23	13	36
	Muu	10	4	14
	Yhteensä	72	48	120

Maastosähköpalojen välittömien syiden jakaumat (vikatyypijakaumat) erosivat vuosina 2003 ja 2004 melkein merkitsevästi ( $p=0,013$ ) (taulukko 6). Erityisesti ihmisen toiminnasta johtuneita maastosähköpaloja oli vuonna 2004 selvästi odotusarvoa enemmän.

Taulukko 6. Maastosähköpalojen välittömät syyt (vikatyypit).

		Vuosi		Yhteensä
		2003	2004	
Vikatyypit	Tekninen vika	27	18	45
	Ihmisen toiminta	3	11	14
	Tuuli, linjalle kaatunut puu	23	10	33
	Eläin	19	9	28
	Yhteensä	72	48	120

### Maastosähköpaloista aiheutuneet välittömät vahingot

Palojen seurauksena palaneen maaston tai metsän pinta-ala oli tyypillisesti varsin pieni, keskiarvona 0,13 hehtaaria, 95 % luottamusvälin ollessa 0,07 – 0,20 hehtaaria. Suurin palanut pinta-ala oli 2,02 hehtaaria. Palanut pinta-ala ei eronnut merkitsevästi vuosina 2003 ja 2004. Maastopaloissa palanut pinta-ala oli keskimäärin 0,094 hehtaaria ja metsäpaloissa 0,20 hehtaaria.

Maasto- ja metsäpaloissa palaneen pinta-alan keskiarvo eivät t-testin mukaan eronneet merkitsevästi ( $p=0,124$ ). Voimajohtimen vioista lähteneet palot sen sijaan aiheuttivat huomattavasti suuremmat vahingot kuin muuntajan vikaantumisesta alkaneissa paloissa. Johdinvioissa palanut pinta-ala oli keskimäärin 0,19 hehtaaria kun se muuntajapaloissa oli 0,009 hehtaaria. Metsäpaloista aiheutuneet vahingot ovat keskimäärin yli kaksinkertaiset maastopaloihin verrattuna.

### Johtopäätökset

Maasto- ja metsäpalojen kokonaisuuden näkökulmasta sähkö ei näytä olevan kovin merkittävä syttymislähde. Sähköverkkojen näkökulmasta taas verkostovioista saa alkunsa yllättävän paljon maasto- ja metsäpaloja. Kokonaisvahingot näistä eivät kuitenkaan näytä muodostuvan kovin korkeiksi

Palovahinkojen lisäksi maastosähköpaloön johtavat vioista aiheutuu tyypillisesti merkittäviä välillisiä vahinkoja, koska kyseiset viat aiheuttavat palon lisäksi keskeytyksen sähköjakelussa. Voimajohdinvioista alkunsa saaneista maastosähköpaloista aiheutuu muuntamopaloja suuremmat välittömät vahingot. Välillisten vahinkojen huomioiminen tasoittaa tilannetta, sillä muuntamopalojen seuraukset ovat melko hitaita korjata. Varsinkin haja-asutusalueella säteittäisverkoissa aiheutuu muuntamovaurioista ilman aggregaattia pitkähkö, vähintään muutaman tunnin mittainen sähköjakelun keskeytys.

## **Lähteet**

1. Nurmi, V-P., Nenonen, A., Sjöholm, K. Sähköpalot Suomessa. TUKES-julkaisu 2/2005. Helsinki 2005. 90 s. ISBN 952-5095-86-X. ISSN 1455-0822.
2. Ilmatieteen laitos. Ilmastokatsaukset huhti-syyskuu 2004 (kuukausittainen julkaisu). ISSN 1239-0291.
3. Sisäasiainministeriö. Onnettomuustietokanta Pronto. 2005.