

**Isonkyrön Leväluhdan ympäristön fosforianalyysi ja magneettinen
suskeptibiliteetti**

FM Santeri Vanhanen ja FT Paula Kouki

Johdanto

Tässä raportissa käsitellään Levänluhdan muinaisjäännöksen ympäristössä 6.-10.5.2013 tehtyä näytteidenottoa ja siitä saatuja tuloksia. Näytteidenotosta vastasivat FM Santeri Vanhanen ja FM Marko Marila. FT Paula Kouki analysoi maanäytteet.

Näytteenotto (Santeri Vanhanen)

Näytteet ottivat 5.-10.5.2013 Santeri Vanhanen ja Marko Marila. Näytteiden tiedot löytyvät taulukosta 1. Maanäytteet otettiin enimmäkseen ohuella kairalla (leveys 3cm). Tämä oli monin paikoin vaikeaa, koska maa oli vielä osittain roudassa. Tämän vuoksi osa näytteistä kaivettiin lapiolla. Tutkimuksen yhteydessä kaivettiin myös koekuoppa (N501), joista löytyi moderneja löytöjä kuten salaojaputkea. Momminmäelle yritettiin kaivaa koekuoppia, mutta koska maa oli vielä roudassa, ei tässä onnistuttu.

Näyteruudukkoon merkittiin pisteitä n. 25 metrin välein sekä pellolle että Momminmäen metsäalueelle. Näytteidenottopisteet oli merkitty takymetrille valmiiksi QGIS-ohjelmalla. Nämä pisteet pyrittiin maastossa etsimään takymetrin avulla. Peltoalueella pisteiden löytäminen oli helppoa, mutta metsässä näytteitä ei yleensä voitu tiheän puuston takia ottaa ennakkosuunnitelman mukaan. Yhteensä tutkimuksessa saatiin lopulta kartoitettua noin 3,7 hehtaarin alue.

Näytteidenoton yhteydessä kirjattiin ylös maalaji ja näytteenottosyvyys. Näytteeksi kerättiin noin 5 cm peltomultakerroksen pohjasta. Peltomulta oli melko tasaisesti n. 30 cm syvää. Kynnetyn kerroksen alla sijaitti merenpohjan savi ja joissain paikoissa kyntökerroksen ja saven välissä oli maaton turvetta. Metsässä maaperä vaihteli ja siellä oli karkeampaa maa-ainesta, kuten hiekkaa ja silttiä. Metsän puolella oli myös orgaanista maaperää eli tässä tapauksessa turvetta.

Näytteitä kerättiin yhteensä 82. Kartta näytepisteistä on sivulla 4.

Magneettinen susceptibiliteetti (Paula Kouki)

Maaperän magneettinen susceptibiliteetti ilmaisee maanäytteen kykyä magnetisoitua kun se altistetaan heikolle magneettikentälle, ja se on riippuvainen näytteessä olevien magnetisoituvien mineraalien (lähinnä raudan oksidit) määrästä. Magneettiseen susceptibiliteettiin vaikuttavat maaperän lähtöaines, raekoko, huokoisuus sekä orgaanisen aineksen ja raudan määrä. Maaperän magneettinen susceptibiliteetti lisääntyy mm. tulenpidon ja maannostumisprosessien seurauksena, koska nämä synnyttävät maaperässä pelkistävät olosuhteet, joissa muodostuu magnetisoituvia mineraaleja. (Dalan & Banerjee 1998: 3-5.) Maaperän magneettisen susceptibiliteetin mittauksen käyttäminen arkeologisen ihmistoiminnan havaitsemiseen ja määrittelyyn liittyy sen yhteyteen maaperän kohonneeseen orgaanisen aineksen pitoisuuteen sekä tulenpitoon, jotka voivat viitata menneeseen ihmistoimintaan.

Magneettinen susceptibiliteetti voidaan mitata yksikköinä joko tilavuusyksikköä tai massaa kohti. Levänluhdan näytteiden analysoimiseen käytettiin Helsingin yliopiston arkeologian oppiaineen ja geofysiikan kiinteän maan tutkimuslaboratorion ZH instruments SM100/105 multifrequency -

suskeptibiliteettimittaria, jolla mitattiin näytteiden massasuskeptibiliteetti. Menetelmän etuna on se että näytteitä ei tarvitse esikäsitellä eikä vakioida, mikä tekee mittauksesta nopeaa. Ennen mittausta näytteet punnittiin ja tiedot syötettiin mittauslaitteeseen kytkettyyn tietokoneeseen mittaushjelmaan, joka laskee automaattisesti näytteiden magneettisen susceptibiliteetin. Kustakin näytteestä tehtiin kolme mittausta, joiden keskiarvo lopullinen mittaustulos on. Mittauksissa avusti Thomas Kohout.

Fosforianalyysi (Paula Kouki)

Maaperän kohonneen fosforipitoisuuden ja menneisyyden ihmistoiminnan yhteys on tunnettu jo 1930-luvulta saakka (Arrhenius 1935). Erilaiset orgaanisperäiset jätteet sisältävät runsaasti fosforia, jolla on taipumus muodostaa maaperässä lähes liukenemattomia fosfaattiyhdisteitä mm. alumiinin, raudan, kalsiumin ja humushappojen kanssa. Tämän seurauksena ihmistoiminnan aiheuttama fosforianomalia voi säilyä asuinpaikan maaperässä tuhansia vuosia. (Núñez 1977: 18-19.)

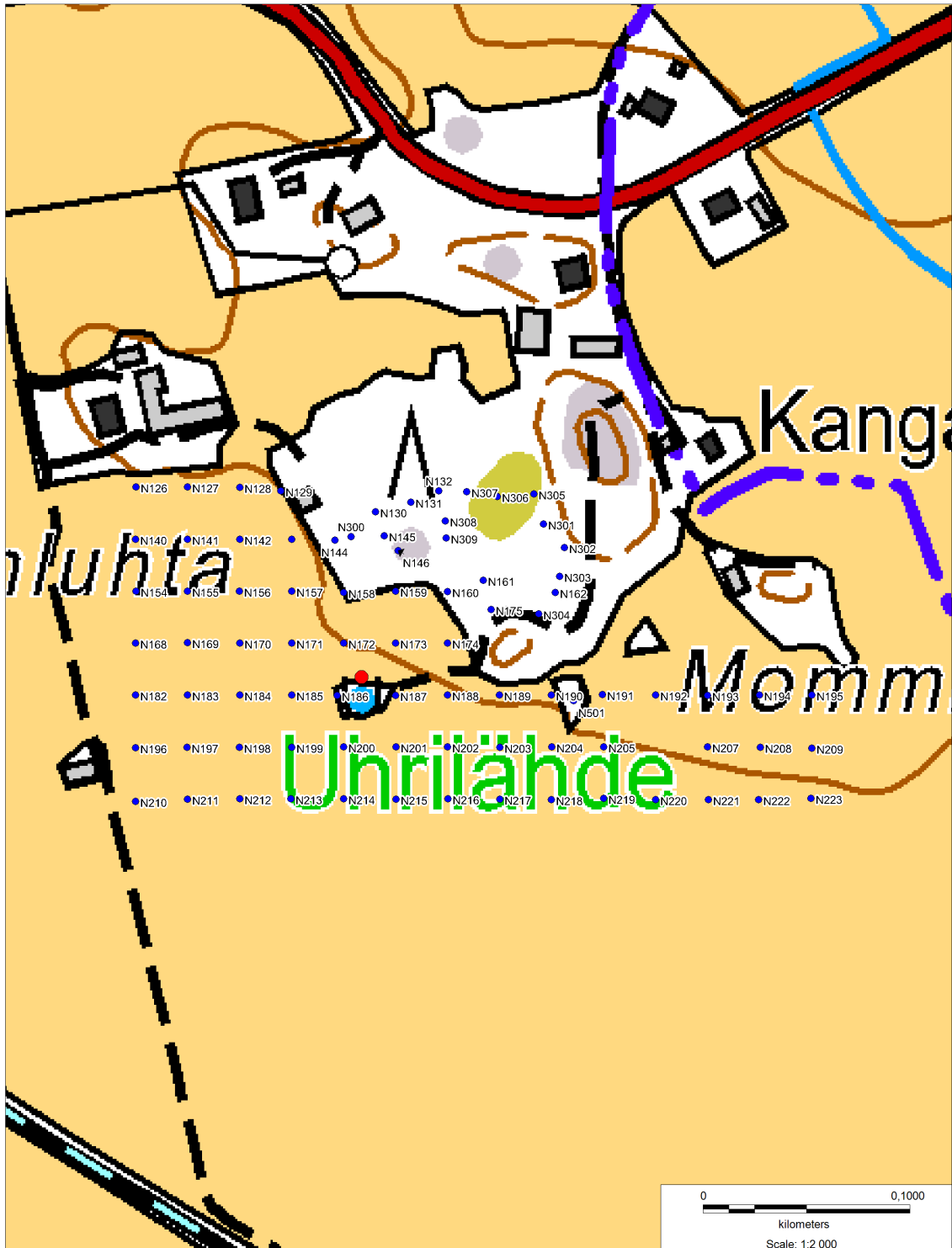
Levänluhdan näytteistä tehtiin fosforianalyysi käyttäen molybdeenisinikompleksin väri-intensiteetin mittaamiseen perustuvaa menetelmää (menetelmän kuvaus esim. Jussila, Lavento & Schultz 1989). Näytteet käsitellään 10% sitruunahapolla, joka liuottaa rauta-, alumiini ja kalsiumfosfaatit sekä osan hydroksiapatiitista ja maaperän orgaanisista fosfaattiyhdisteistä (Jussila *et al.* 1989: 15). Mittaukset suoritettiin Ultrospec 7000 -spektrofotometrillä Helsingin yliopiston arkeologian oppiaineen laboratoriossa. Laitteella mitataan ensin vertailusarja jossa on 9 näytettä, joiden fosforipitoisuus tunnetaan vaihteluvälillä 200-1800 mg/l. Vertailusarjan avulla laitteen mittausjärjestelmä kalibroi varsinaiset mitattavat näytteet. Kontrollina käytetään vastaavat kemikaalit sisältävää ns. nollanäytettä. Fosforianalyysi suoritettiin samoista näytteistä kuin magneettisen susceptibiliteetin mittaukset.

Levänluhdan fosforiarvot vaihtelivat voimakkaasti (vaihteluväli 13-1127 P mg/l), mutta olivat pääsääntöisesti melko korkeat (keskiarvo 334 P mg/l, mediaani 305 P mg/l). Osoituksena ihmisen toiminnasta seuranneesta fosforin rikastumisesta maaperässä pidetään Suomessa yleensä yli 400 P mg/l pitoisuuksia. Tästä taustatasosta erottuu selvästi vain muutamia pistemäisiä korkeita pitoisuuksia. Voimakkainta fosfaatin rikastuminen on välittömästi uhrilähteen länsipuolelta otetussa näytteessä N186 ja jatkuen siitä n. 50 m länteen. Alhaisimmat fosfaattipitoisuudet Levänluhdassa ovat metsäsaarekkeesta.

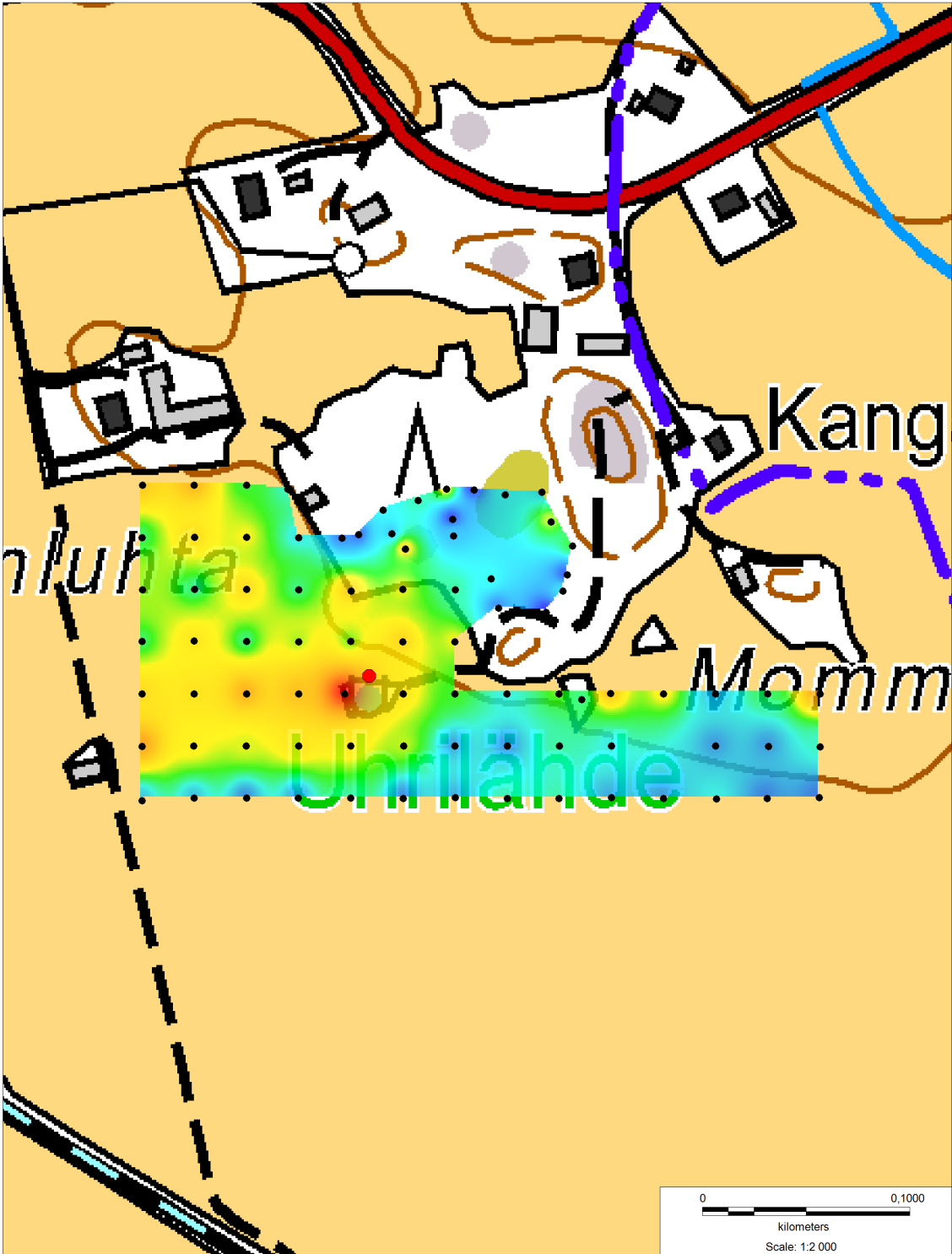
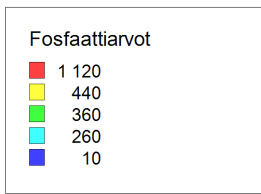
Tulosten tilastollinen vertailu (Paula Kouki)

Selvää korrelaatiota fosforianalyysin tulosten ja näytteiden magneettisen susceptibiliteetin välillä ei ole havaittavissa (korrelaatiokerroin 0,079558). Sen sijaan korkeimpien fosforipitoisuuksien ja näytteiden massasuskeptibiliteetin välillä on negatiivinen korrelaatio (korrelaatiokerroin -0,15976), eli korkeimmat fosforipitoisuudet sijoittuvat eri alueille kuin maaperän kohonnut magneettinen susceptibiliteetti. Tämän perusteella vaikuttaa todennäköiseltä että korkeimpia fosforipitoisuuksia selittävät eri tekijät kuin magneettisessa susceptibiliteetissa havaittuja korkeimpia arvoja. Tulosten perusteella ei ole kuitenkaan mahdollista esittää mitä nämä tekijät ovat.

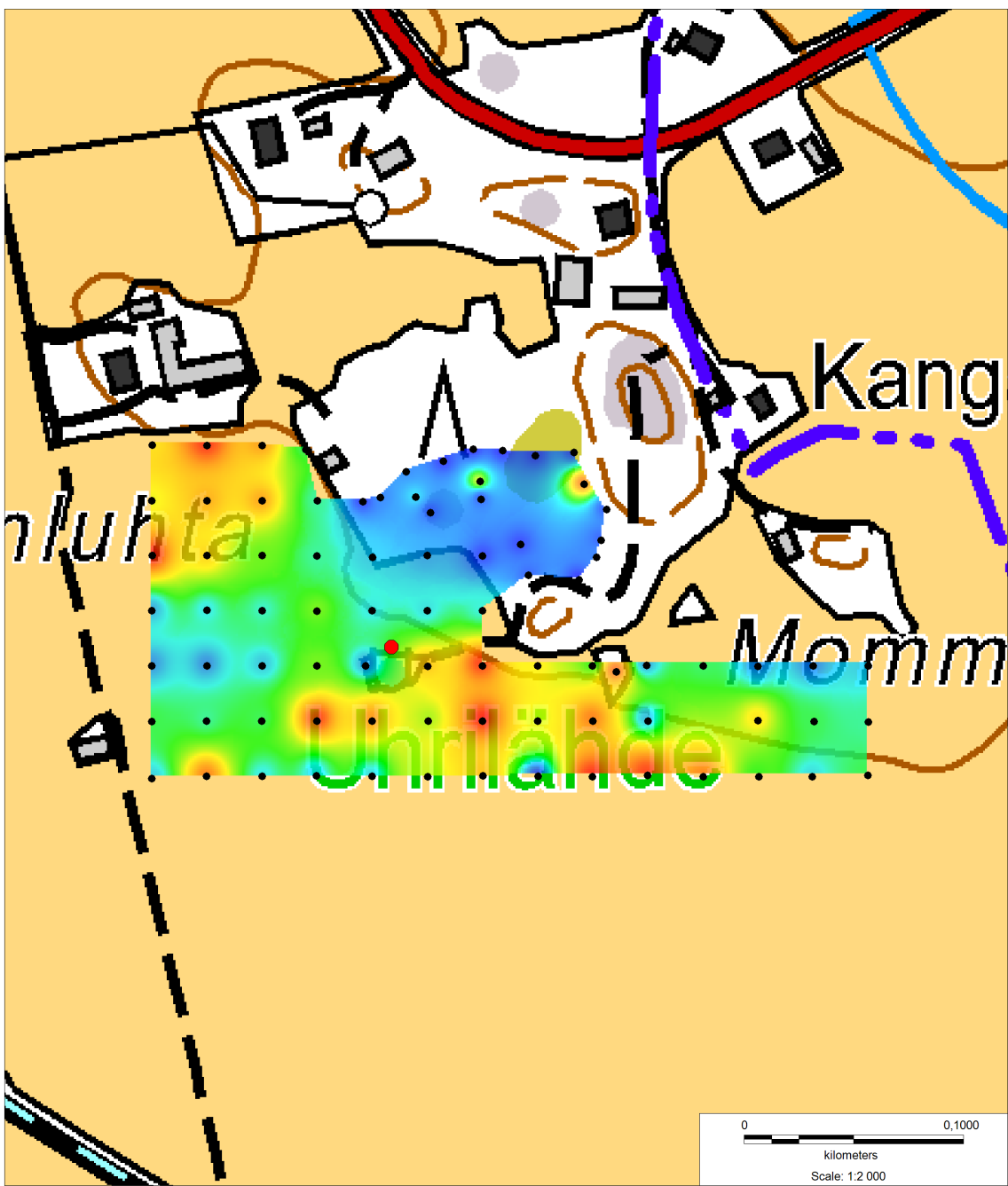
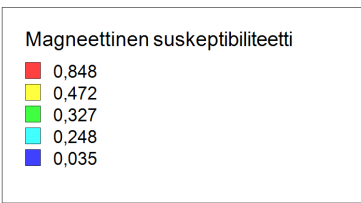
Isokyrö Leväluhta
Näytteidenottopisteet
Mk 1:2000



Isokyrö Leväluhta
Fosfaatit
Mk 1:2000



Isokyrö Leväluhta
Magneettinen susceptibiliteetti
Mk 1:2000



Taustakartta © Maanmittauslaitos

Yhteenveto (Santeri Vanhanen)

Maanäytteistä mitattujen fosfaatti- ja susseptibiliteettiarvojen perusteella saatiin tutkittua suuri alue Leväluhdan muinaisjäännöksen ympäristössä. Korkein fosfaattiarvo saatiin lähteen läheltä otetusta näytteestä. Myös lähteen ympäriltä ja Arkkolan talon eteläpuolelta saatiin korkeita fosfaattiarvoja. Magneettinen susseptibiliteetti ei korreloinut korkeiden fosfaattiarvojen kanssa. Korkeat susseptibiliteetit tulivat Momminmäen eteläpuolelta ja Arkkolan talon eteläpuolelta. Arkkolan talon eteläpuolisella alueella fosfaatti- ja MS-arvot olivat molemmat korkeita. Kohonneet arvot voivat kuitenkin liittyä myös moderniin toimintaan, joten ilman tarkempia tutkimuksia ei voida sanoa mistä ne johtuvat. Momminmäen eteläpuoliset korkeat MS-arvot liittynevät historiallisen ajan toimintaan. Mäen eteläpuolisella peltosaarekkeella havaittiin tiiltä ja muuta modernia löytömaterialia (N501).

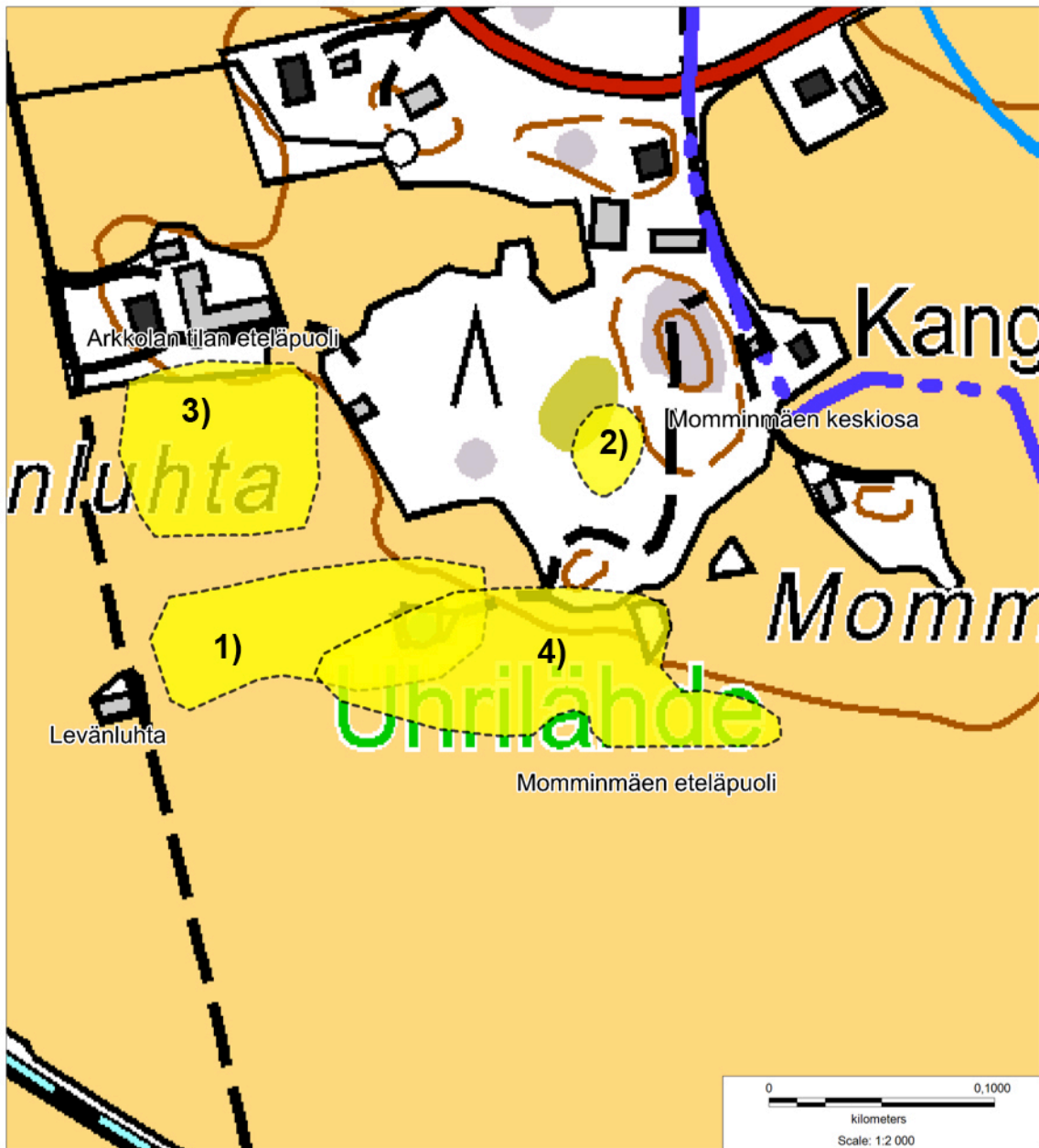
Momminmäeltä otetuissa näytteissä sekä fosfaatti- että MS-arvot olivat pääsääntöisesti matalia. Näytteissä oli kuitenkin hieman kohonneita arvoja mäen keskivaiheilla.

Seuraavalle sivulle on luonnosteltu neljä aktiviteettialuetta eli 1) Leväluhta 2) Momminmäen keskiosa 3) Arkkolan tilan eteläpuoli 4) Momminmäen eteläpuoli. Näistä vain Leväluhta on muinaisjäännös. Alueet 2) ja 4) vaikuttavat liittyvän historiallisen ajan toimintaan. Alue 3) voi liittyä nykyisen tilan toimintaan, mutta on myös mahdollista, että alueella on ollut aiempaa toimintaa.

Isokyrö Leväluhta
Keltaisella mahdolliset aktiviteettialueet.



Mk 1:2000



Taustakartta © Maanmittauslaitos

Lähteet:

Arrhenius, O. 1935: Markundersökning och arkeologi. *Fornvännen* 1935: 65-67.

Dalan, R. A., & S. K. Banerjee 1998: Solving archaeological problems using techniques of soil magnetism. *Geoarchaeology* 13: 3-36.

Jussila, T., M. Lavento & H.-P. Schultz 1989: *Maaperän fosforianalyysi arkeologiassa*. Helsinki Papers in Archaeology 3. Helsinki: Helsingin yliopisto, arkeologian laitos.

Núñez, M. G. 1977: *Archaeology through Soil Chemical Analysis: An Evaluation*. Helsingin yliopiston arkeologian laitos moniste 14. Helsinki: Helsingin yliopisto, arkeologian laitos.

Taulukko 1. Maanäytteiden tiedot.

Nro	P (ETRS-TM35FIN)	I (ETRS-TM35FIN)	m mpy	näytteenotto-syvyys (cm)	P_mg_l	magn_susk_
N126	6988238.88	267438.91	25.029	30	586	0.5142
N127	6988238.84	267463.8	25.135	30	643	0.8221
N128	6988238.79	267488.86	25.219	30	346	0.6266
N129	6988236.98	267508.6	25.338	32	276	0.3066
N130	6988226.92	267554.25	27.224	10-20	257	0.1298
N131	6988231.58	267571.09	27.232	12-23	295	0.04792
N132	6988237	267584.7	27.476	10-20	470	0.03453
N140	6988213.75	267438.83	24.954	42	324	0.4617
N141	6988213.8	267463.84	25.002	33	515	0.601
N142	6988213.79	267488.86	24.997	30	441	0.6134
N143	6988213.74	267513.88	25.239	34	244	0.2753
N144	6988213.39	267534.63	26.548	5-17	107	0.04665
N145	6988215.49	267558.45	27.092	15-20	203	0.2185
N146	6988208.31	267565.13	26.749	8-18	482	0.08551
N154	6988188.8	267438.94	24.909	26	399	0.8248
N155	6988188.84	267463.84	24.967	24	304	0.5247
N156	6988188.84	267488.82	24.912	24	514	0.3619
N157	6988188.72	267513.8	24.996	30	311	0.2758
N158	6988188.15	267538.95	25.672	26	550	0.2029
N159	6988188.85	267563.83	25.789	32	436	0.1636
N160	6988188.63	267588.85	26.776	4-20	305	0.05861
N161	6988193.94	267606.06	27.332	12-27	268	0.05893

N162	6988188.11	267640.6	27.448	13-23	224	0.1166
N168	6988163.92	267438.78	24.913	37	325	0.1755
N169	6988164.06	267463.74	24.969	37	482	0.2358
N170	6988163.89	267488.9	24.928	39	311	0.2578
N171	6988163.75	267513.8	25.069	28	406	0.3706
N172	6988163.86	267538.84	25.43	41	392	0.2378
N173	6988163.83	267563.79	25.488	42	534	0.2279
N174	6988163.81	267588.73	25.685	32	434	0.2504
N175	6988179.96	267609.74	26.919	10-20	126	0.08977
N182	6988138.79	267438.86	24.903	26	523	0.1483
N183	6988138.76	267463.79	24.897	22	498	0.1416
N184	6988138.84	267488.89	24.917	22	663	0.1986
N185	6988138.82	267513.8	25.139	27	620	0.368
N186	6988138.75	267535.78	25.433	20	1127	0.1656
N187	6988138.67	267563.9	25.328	29	487	0.5599
N188	6988138.79	267588.78	25.456	27	359	0.8072
N189	6988138.81	267613.79	25.62	45	255	0.4782
N190	6988138.87	267638.74	25.548	46	378	0.332
N191	6988139.07	267663.33	25.75	29	594	0.1638
N192	6988138.84	267688.87	25.816	41	460	0.2975
N193	6988138.71	267713.82	25.738	38	201	0.147
N194	6988138.88	267738.76	25.586	36	325	0.1335
N195	6988138.84	267763.86	25.639	29	694	0.2042
N196	6988113.54	267438.83	24.914	24	711	0.3086
N197	6988113.72	267463.59	24.88	22	455	0.2791
N198	6988113.75	267488.77	24.976	31	427	0.3047
N199	6988113.76	267513.8	25.038	22	500	0.8023

N200	6988113.83	267538.81	25.178	29	477	0.6403
N201	6988113.86	267564.13	25.28	40	413	0.4124
N202	6988113.88	267588.83	25.239	29	163	0.8519
N203	6988113.78	267613.92	25.315	49	139	0.4487
N204	6988113.88	267638.85	25.262	45	290	0.686
N205	6988113.84	267663.87	25.345	40	252	0.1905
N207	6988113.91	267713.87	25.578	44	148	0.4946
N208	6988113.61	267739.12	25.531	33	149	0.305
N209	6988113.29	267763.93	25.574	26	274	0.278
N210	6988087.69	267438.74	24.871	23	206	0.2125
N211	6988088.77	267463.72	24.87	22	202	0.6786
N212	6988088.85	267488.87	24.899	15	133	0.2389
N213	6988088.95	267513.56	24.984	15	152	0.2152
N214	6988088.86	267538.75	24.997	24	293	0.2263
N215	6988088.65	267564	25.109	18	133	0.4306
N216	6988088.98	267589.04	25.172	25	173	0.5666
N217	6988088.73	267613.97	25.237	40	281	0.07145
N218	6988088.56	267638.75	25.199	40	286	0.8349
N219	6988089.16	267663.79	25.348	36	168	0.8039
N220	6988088.54	267688.84	25.262	35	153	0.6801
N221	6988088.51	267714.28	25.391	35	252	0.3258
N222	6988088.61	267738.44	25.29	34	115	0.2252
N223	6988089.12	267763.52	25.502	35	104	0.3047
N300	6988215.1	267542.51	26.535	6-15	76	0.1229
N301	6988221.16	267634.85	27.772	6-15	422	0.6785
N302	6988209.69	267645.1	27.648	13-23	356	0.08546
N303	6988195.85	267642.6	27.338	5-16	64	0.08509

N304	6988177.85	267632.68	27.552	11-16	13	0.04158
N305	6988235.55	267630.39	27.749	15-23	212	0.07127
N306	6988234.25	267612.78	27.813	8-14	227	0.05602
N307	6988236.54	267598	27.716	7-16	34	0.04037
N308	6988222.47	267587.67	27.604	8-18	41	0.4444
N309	6988214.45	267588.11	28.582	11-23	191	0.08234
N501	6988136.09	267649.52	26.232	31-47	322	0.7129