

Rudus Oy Okeroisten kiviainesalue

Lähtötietoja Rudus Oy:n toimeksiannosta olemme laatineet lausunnon liittyen ympäristön asukkaiden kirjalliseen vireillepanoon ja Okeroisten kiviainesalueella tehtyihin räjäytyksiin sekä niistä aiheutuviin tärinäihin.

Ympäristön huomioiminen, tärinän hallinta ja räjäytyksestä ilmoittaminen äänimerkillä

Forcit Consulting Oy suorittaa kiviainesalueen ympäristössä tärinämittauksia yhteensä noin 12 mittauspisteestä räjäytysten sijaintien edellyttämässä kohteissa. Mittauksia on suoritettu useiden vuosien ajan.

Räjäytys- ja louhintatöistä syntyy aina tärinää. Tärinän voimakkuuteen ja haitallisuuteen voidaan vaikuttaa käytettävillä louhinta- ja tärinäteknisillä menetelmillä.

Ihminen aistii tärinän ja äänen pitkienkin etäisyyksien päästä ja voi pitää sitä epämiellyttävänä, koska se on selkeästi normaalista tilanteesta poikkeava tapahtuma. Ikkunoiden värähtely ja kevyiden esineiden kilinä esimerkiksi astiakaapissa ovat yleisimmät merkit siitä, että ympäristössä tapahtuu tärinää aiheuttavaa työtä. Tämän ilmiön syntymiseksi riittää 0,1 mm/s tärinä.

Räjäytysten ollessa kyseessä, myös sen aiheuttamalla ilmanpaineen muutoksella sekä räjäytysäänellä on vaikutusta ympäristöön aiheutuvasta hetkellisestä häiriöstä. Tutkimuksissa on todettu tärinän häiritsevyyden kynnsarvoina olevan suuremmat kuin 0,40-0,80 mm/s tärinät. Tämä kokemuseräinen tuntemus on subjektiivinen ja se vaihtelee eri yksilöillä. Alin ihmisen aistein havaittavissa oleva tärinä on voimakkuudeltaan 0,05-0,15 mm/s. Rakenteita vaurioitava tärinä on aina huomattavasti suurempaa kuin aistein havaittavissa oleva tärinä.

Tärinän vaimenemisen nyrkkisääntönä maaperässä käytetään etäisyyden neliötä, eli kun matka kaksinkertaistuu, niin tärinä vaimenee noin yhteen neljäsosaan jne. Tästä syystä samalla rakennustapakertoimella kauempana oleva kohde ei voi asettaa tärinälle tiukempia rajoituksia kuin lähempänä oleva kohde, silloin kun kyseessä on rakenne.

Kirjallisessa vireillepanossa naapurusto huomauttaa räjäytyksestä varoittavan äänen heikosta kuuluvuudesta. Valtioneuvoston asetus (644/2011) räjäytys- ja louhintatyön turvallisuudesta määrittelee räjäytyksestä varoittamisesta seuraavanlaisesti: ”Räjäytyksestä on annettava työturvallisuuden edellyttämä räjähdysketkeen kestävä selvästi kuuluva äänimerkki”.

Työturvallisuutta edellyttävä tapa tarkoittaa käytännössä sitä, että äänimerkki tai muu vastaava varoitusääni varoittaa vaarallisen alueen säteellä olevia henkilöitä tulevasta räjäytyksestä. Vaarallisen alueen säteen määrittää räjäytystyön johtaja kenttäkohtaisesti. Äänimerkin kuuluvuuteen vaikuttaa sääolosuhteet, maaston topografia ja muut mahdolliset esteet maastossa.

Tärinämittaukset ja tärinän ohjearvot

Mittauksissa käytetään etäluettavia, kolmiaksiaalisesti mittaavia tärinämittareita. Ensisijaisena mitattavana tärinän suureena on tärinän heilahdusnopeus, $v = \text{mm/s}$.

Rakennukset ja rakenteet

Rakennuksille ja rakenteille sallitut tärinän ohjearvot ovat etäisyysidonnaisia. Tärinä ilmaistaan heilahdusnopeuden huippuarvon V_{max} [mm/s] ohjearvoina. Ohjearvojen määrittysten pohjana on Suomen Rakennusinsinöörien liiton RIL ”Rakentamisen aiheuttamat tärinät” 253-2024 -julkaisu.

Ohjearvojen määrittämisen perusteena on kiinteistöjen edustajilta saadut perustamistap tiedot. Jos perustamistavasta ei ole varmuutta, niin työn edetessä ja saatujen mittaustulosten analysoinnin perusteella ohjearvoja voidaan määrittää vastaamaan todellisia perustamistapojen olosuhteita.

Taulukko 1: Louhintatärinän ohjearvo (mm/s) eri etäisyyksillä ja erilaisille maa- ja kalliopohjille perustetuille rakennuksille. **Rakennustapakerroin 1.**

Etäisyys (m)	Savi, siltti, löyhä hiekka. (mm/s)	Sora, moreeni, rikkonainen tai löyhä kallio. (mm/s)	Kiinteä kallio. (mm/s)
1	18	35	140
5	18	35	85
10	18	35	70
20	15	28	53
30	14	25	45
40	13	23	41
50	12	21	37
75	11	19	32
100	10	17	28
200	9	14	22
500	7	11	15
1000	6	9	12
2000	5	7	9
5000	4	5	6
10000	3	4	5

Alle ohjearvon jäävien tärinöiden ei katsota kohottavan normaalikuntoisen rakenteen vaurioriskiä. Ohjearvo on turvallisesti mitoitettu. Se ei ole arvo millä vaurioita/muutoksia rakenteissa alkaa tapahtua, vaan arvo, jonka alittavilla tuloksilla muutoksia rakenteissa ei ole todettu tapahtuvan.

Tärinämittaustulosten tarkastelussa on syytä kiinnittää tärinän heilahdusnopeuden (mm/s) lisäksi tärinän siirtymäamplitudiin (μm). Yleisenä kokemusperäisenä tietona voidaan tulkita, että tärinän siirtymäamplitudin jäädessä alle 100 μm :n (0,1 mm) rakenteille ei ole aiheutunut vauriovaaraa.

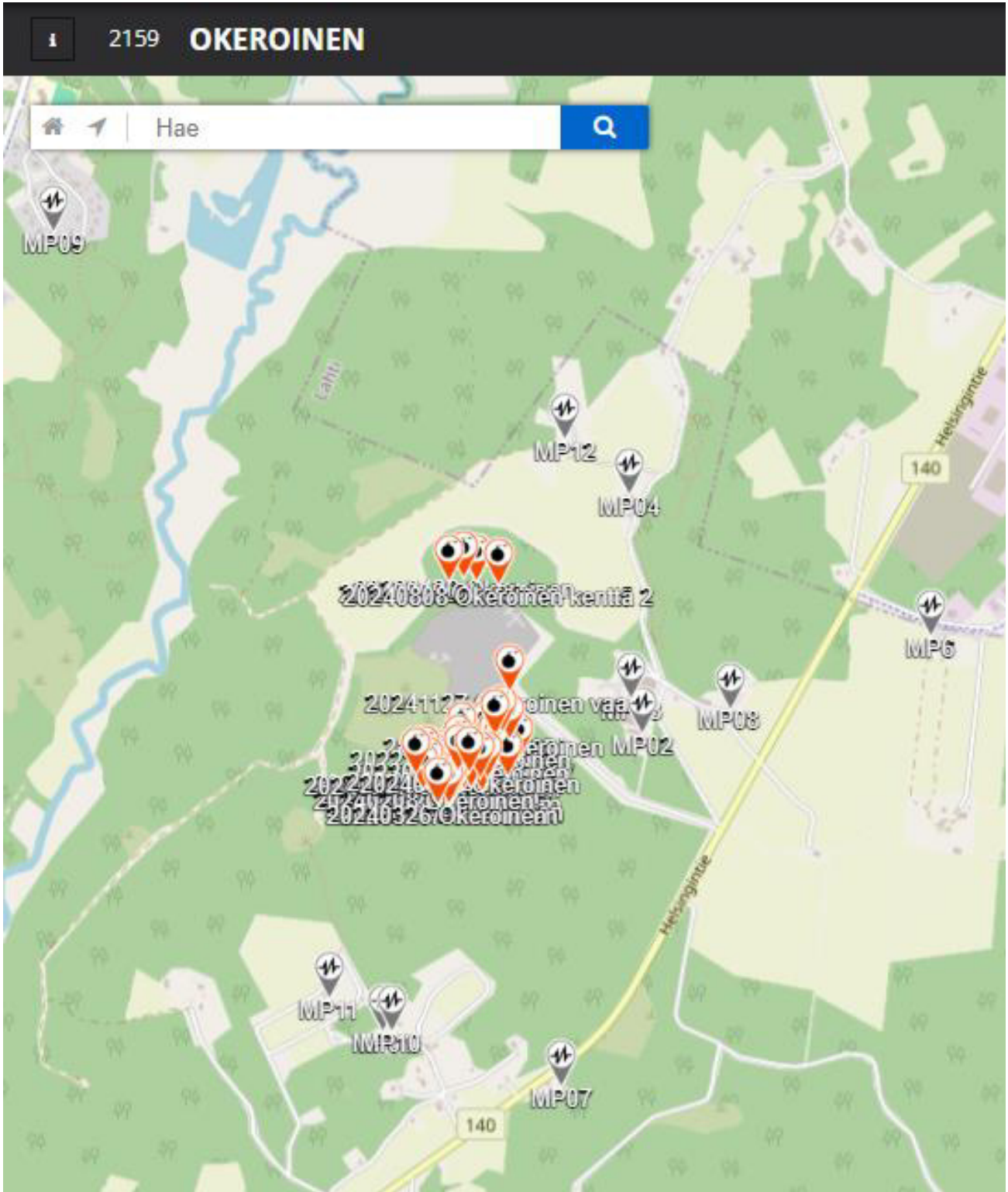
Suoritetuista räjäytyksistä saadut tärinämittaustulokset toimivat perustana seuraavan räjäytyksen suunnittelulle.

Mitatut tärinät vuonna 2024 suoritetuista räjäytyksistä

Vuonna 2024 suoritettiin yhteensä yhdeksän räjäytystä. Liitteenä on tärinämittaustulokset niistä tapahtumista, joissa mittariin asetettu kynnysarvo (0,5 - 1,0 mm/s) on ylittynyt. Yhdessäkään mittauspisteessä mitatuista tärinöistä ei ole rakenteille määritettyä tärinän ohjearvoa ylitetty.

Liite: Karttaote
Tärinämittaustulokset

Tomi Lindström Ins(AMK)
Aluepäällikkö, Forciti Consulting Oy
Fise aa-tärinäasiantuntija , ylipanostaja,
räjäytystyön vastuuhenkilö



Kartta: Tärinämittauspisteiden ja merkittyjen räjäytysten sijainnit











Mittausjakso

2024-01-17 13:53:42 - 2024-08-08 13:28:58

Kommentti:

Nimi	Osoite	Aika	Ohjearvo	tulos	m/s ²	Siirtymä	Hz	mm/s	Etäisyys	osa (%)	Osa	Räj.nro	Kommentti
MP04T		2024-08-08 13:28:58	7,7 mm/s	0,75 mm/s	0,3 m/s ²	3 um	31,8 hz	0,75	417 m	9,8 %		20240808	Oker
MP04L		2024-08-08 13:28:58	7,7 mm/s	0,55 mm/s	0,3 m/s ²	3 um	37,0 hz	0,55	417 m	7,2 %		20240808	Oker
MP04V		2024-08-08 13:28:58	7,7 mm/s	0,85 mm/s	0,3 m/s ²	4 um	33,3 hz	0,85	417 m	11,1 %		20240808	Oker
MP12T		2024-08-08 13:28:55	15,5 mm/s	0,45 mm/s	0,3 m/s ²	2 um	34,3 hz	0,45	478 m	2,9 %		20240808	Oker
MP12V		2024-08-08 13:28:55	15,5 mm/s	0,55 mm/s	0,4 m/s ²	2 um	32,6 hz	0,55	478 m	3,5 %		20240808	Oker
MP12L		2024-08-08 13:28:55	15,5 mm/s	0,75 mm/s	0,5 m/s ²	2 um	56,2 hz	0,75	478 m	4,8 %		20240808	Oker
MP04V		2024-08-08 13:28:55	7,1 mm/s	0,95 mm/s	0,4 m/s ²	3 um	42,8 hz	0,95	524 m	13,4 %		20240808	Oker
MP04L		2024-08-08 13:28:55	7,1 mm/s	1,10 mm/s	0,5 m/s ²	6 um	26,8 hz	1,1	524 m	15,5 %		20240808	Oker
MP04T		2024-08-08 13:28:55	7,1 mm/s	1,05 mm/s	0,3 m/s ²	5 um	34,3 hz	1,05	524 m	14,8 %		20240808	Oker
MP11T		2024-07-18 12:04:43	6,6 mm/s	1,00 mm/s	0,3 m/s ²	4 um	42,4 hz	1	701 m	15,2 %		20240718	Oker
MP11L		2024-07-18 12:04:43	6,6 mm/s	0,85 mm/s	0,3 m/s ²	4 um	41,4 hz	0,85	701 m	12,9 %		20240718	Oker
MP11V		2024-07-18 12:04:43	6,6 mm/s	1,00 mm/s	0,4 m/s ²	4 um	53,1 hz	1	701 m	15,2 %		20240718	Oker
MP10V		2024-07-18 12:04:42	10,2 mm/s	0,65 mm/s	0,5 m/s ²	2 um	121,0 hz	0,65	712 m	6,4 %		20240718	Oker
MP10T		2024-07-18 12:04:42	10,2 mm/s	0,95 mm/s	0,4 m/s ²	4 um	41,4 hz	0,95	712 m	9,4 %		20240718	Oker
MP10L		2024-07-18 12:04:42	10,2 mm/s	1,25 mm/s	0,7 m/s ²	5 um	48,6 hz	1,25	712 m	12,3 %		20240718	Oker
MP04T		2024-07-18 12:04:42	6,3 mm/s	0,60 mm/s	0,2 m/s ²	3 um	28,9 hz	0,6	837 m	9,6 %		20240718	Oker
MP04V		2024-07-18 12:04:42	6,3 mm/s	0,50 mm/s	0,2 m/s ²	3 um	29,8 hz	0,5	837 m	8,0 %		20240718	Oker
MP04L		2024-07-18 12:04:42	6,3 mm/s	1,20 mm/s	0,3 m/s ²	6 um	30,5 hz	1,2	837 m	19,1 %		20240718	Oker
MP02T		2024-07-18 12:04:42	7,2 mm/s	1,20 mm/s	0,5 m/s ²	6 um	33,7 hz	1,2	462 m	16,6 %		20240718	Oker
MP02L		2024-07-18 12:04:42	7,2 mm/s	1,60 mm/s	0,7 m/s ²	7 um	23,9 hz	1,6	462 m	22,1 %		20240718	Oker
MP02V		2024-07-18 12:04:42	7,2 mm/s	1,35 mm/s	0,7 m/s ²	5 um	33,0 hz	1,35	462 m	18,7 %		20240718	Oker
MP03T		2024-07-18 12:04:42	7,2 mm/s	0,85 mm/s	0,3 m/s ²	5 um	33,0 hz	0,85	465 m	11,8 %		20240718	Oker
MP03L		2024-07-18 12:04:42	7,2 mm/s	1,25 mm/s	0,4 m/s ²	7 um	33,9 hz	1,25	465 m	17,3 %		20240718	Oker
MP03V		2024-07-18 12:04:42	7,2 mm/s	0,85 mm/s	0,5 m/s ²	4 um	39,8 hz	0,85	465 m	11,8 %		20240718	Oker
MP03V		2024-04-22 10:59:40	7,0 mm/s	0,82 mm/s	0,5 m/s ²	3 um	66,4 hz	0,824	492 m	11,7 %		20240422	Oker
MP03L		2024-04-22 10:59:40	7,0 mm/s	1,16 mm/s	0,4 m/s ²	6 um	22,6 hz	1,16	492 m	16,5 %		20240422	Oker
MP03T		2024-04-22 10:59:40	7,0 mm/s	1,03 mm/s	0,3 m/s ²	7 um	26,8 hz	1,032	492 m	14,7 %		20240422	Oker
MP02T		2024-04-22 10:59:39	7,0 mm/s	0,90 mm/s	0,5 m/s ²	5 um	56,5 hz	0,904	492 m	12,9 %		20240422	Oker
MP02V		2024-04-22 10:59:39	7,0 mm/s	1,00 mm/s	0,5 m/s ²	5 um	21,9 hz	1	492 m	14,2 %		20240422	Oker
MP02L		2024-04-22 10:59:39	7,0 mm/s	1,23 mm/s	0,8 m/s ²	7 um	33,3 hz	1,232	492 m	17,5 %		20240422	Oker
MP10V		2024-04-22 10:59:39	10,2 mm/s	0,95 mm/s	0,4 m/s ²	4 um	27,6 hz	0,952	707 m	9,4 %		20240422	Oker
MP10L		2024-04-22 10:59:39	10,2 mm/s	0,88 mm/s	0,4 m/s ²	4 um	34,6 hz	0,88	707 m	8,7 %		20240422	Oker
MP10T		2024-04-22 10:59:39	10,2 mm/s	1,21 mm/s	0,4 m/s ²	5 um	43,8 hz	1,208	707 m	11,9 %		20240422	Oker

Nimi	Osoite	Aika	Ohjearvo	tulos	m/s ²	Siirtymä	Hz	mm/s	Etäisyys	osa (%)	Osa	Räj.nro	Kommentti
MP11V		2024-04-22 10:59:39	6,6 mm/s	1,44 mm/s	0,6 m/s ²	6 um	46,3 hz	1,44	688 m	21,7 %		20240422	Oker
MP11L		2024-04-22 10:59:39	6,6 mm/s	0,74 mm/s	0,3 m/s ²	5 um	32,7 hz	0,744	688 m	11,2 %		20240422	Oker
MP11T		2024-04-22 10:59:39	6,6 mm/s	0,96 mm/s	0,3 m/s ²	5 um	40,8 hz	0,96	688 m	14,5 %		20240422	Oker
MP11T		2024-03-26 12:00:25	6,8 mm/s	1,61 mm/s	0,5 m/s ²	9 um	43,1 hz	1,608	586 m	23,5 %		20240326	Oker
MP11L		2024-03-26 12:00:25	6,8 mm/s	1,36 mm/s	0,5 m/s ²	8 um	20,7 hz	1,36	586 m	19,9 %		20240326	Oker
MP11V		2024-03-26 12:00:25	6,8 mm/s	2,46 mm/s	0,8 m/s ²	10 um	46,4 hz	2,456	586 m	36,0 %		20240326	Oker
MP02L		2024-03-26 12:00:25	6,9 mm/s	1,34 mm/s	0,8 m/s ²	6 um	57,2 hz	1,344	567 m	19,6 %		20240326	Oker
MP02V		2024-03-26 12:00:25	6,9 mm/s	1,12 mm/s	1,2 m/s ²	7 um	24,8 hz	1,12	567 m	16,3 %		20240326	Oker
MP02T		2024-03-26 12:00:25	6,9 mm/s	1,54 mm/s	0,6 m/s ²	9 um	35,3 hz	1,536	567 m	22,4 %		20240326	Oker
MP10T		2024-03-26 12:00:24	10,6 mm/s	2,62 mm/s	0,7 m/s ²	13 um	34,8 hz	2,616	610 m	24,8 %		20240326	Oker
MP10L		2024-03-26 12:00:24	10,6 mm/s	1,39 mm/s	0,5 m/s ²	7 um	36,5 hz	1,392	610 m	13,2 %		20240326	Oker
MP10V		2024-03-26 12:00:24	10,6 mm/s	1,46 mm/s	0,5 m/s ²	6 um	35,3 hz	1,464	610 m	13,9 %		20240326	Oker
MP11V		2024-03-07 12:00:07	6,7 mm/s	3,30 mm/s	0,8 m/s ²	14 um	39,2 hz	3,304	630 m	49,0 %		20240307	Oker
MP11L		2024-03-07 12:00:07	6,7 mm/s	0,98 mm/s	0,2 m/s ²	7 um	22,8 hz	0,984	630 m	14,6 %		20240307	Oker
MP11T		2024-03-07 12:00:07	6,7 mm/s	1,68 mm/s	0,4 m/s ²	9 um	32,8 hz	1,68	630 m	24,9 %		20240307	Oker
MP12L		2024-03-07 12:00:07	12,2 mm/s	0,25 mm/s	0,2 m/s ²	1 um	62,5 hz	0,248	961 m	2,0 %		20240307	Oker
MP12T		2024-03-07 12:00:07	12,2 mm/s	0,26 mm/s	0,2 m/s ²	1 um	45,5 hz	0,264	961 m	2,2 %		20240307	Oker
MP02T		2024-03-07 12:00:07	6,8 mm/s	0,77 mm/s	0,4 m/s ²	4 um	38,1 hz	0,768	604 m	11,3 %		20240307	Oker
MP02V		2024-03-07 12:00:07	6,8 mm/s	0,87 mm/s	0,3 m/s ²	6 um	32,7 hz	0,872	604 m	12,8 %		20240307	Oker
MP02L		2024-03-07 12:00:07	6,8 mm/s	1,14 mm/s	0,5 m/s ²	5 um	34,8 hz	1,144	604 m	16,8 %		20240307	Oker
MP12V		2024-03-07 12:00:07	12,2 mm/s	0,31 mm/s	0,3 m/s ²	1 um	113,4 hz	0,312	961 m	2,6 %		20240307	Oker
MP10V		2024-03-07 12:00:06	10,3 mm/s	1,27 mm/s	0,5 m/s ²	5 um	51,2 hz	1,272	677 m	12,4 %		20240307	Oker
MP10L		2024-03-07 12:00:06	10,3 mm/s	2,22 mm/s	0,6 m/s ²	11 um	37,1 hz	2,216	677 m	21,5 %		20240307	Oker
MP10T		2024-03-07 12:00:06	10,3 mm/s	1,25 mm/s	0,5 m/s ²	6 um	46,7 hz	1,248	677 m	12,1 %		20240307	Oker
MP12T		2024-02-08 13:00:10	12,1 mm/s	0,32 mm/s	0,1 m/s ²	2 um	21,1 hz	0,32	987 m	2,6 %		20240208	Oker
MP12L		2024-02-08 13:00:10	12,1 mm/s	0,42 mm/s	0,2 m/s ²	2 um	28,7 hz	0,424	987 m	3,5 %		20240208	Oker
MP02L		2024-02-08 13:00:10	6,8 mm/s	1,47 mm/s	0,4 m/s ²	11 um	22,7 hz	1,472	592 m	21,6 %		20240208	Oker
MP02V		2024-02-08 13:00:10	6,8 mm/s	1,28 mm/s	0,3 m/s ²	11 um	15,5 hz	1,28	592 m	18,8 %		20240208	Oker
MP02T		2024-02-08 13:00:10	6,8 mm/s	1,15 mm/s	0,3 m/s ²	11 um	20,6 hz	1,152	592 m	16,9 %		20240208	Oker
MP03V		2024-02-08 13:00:10	6,8 mm/s	0,58 mm/s				0,576	595 m	8,5 %		20240208	Oker
MP03T		2024-02-08 13:00:10	6,8 mm/s	1,04 mm/s				1,04	595 m	15,3 %		20240208	Oker
MP03L		2024-02-08 13:00:10	6,8 mm/s	1,09 mm/s				1,088	595 m	16,0 %		20240208	Oker
MP12V		2024-02-08 13:00:10	12,1 mm/s	0,39 mm/s	0,2 m/s ²	2 um	20,7 hz	0,392	987 m	3,2 %		20240208	Oker
MP11T		2024-02-08 13:00:09	6,8 mm/s	2,48 mm/s	0,5 m/s ²	14 um	30,2 hz	2,48	604 m	36,5 %		20240208	Oker
MP11L		2024-02-08 13:00:09	6,8 mm/s	1,88 mm/s	0,4 m/s ²	16 um	23,9 hz	1,88	604 m	27,7 %		20240208	Oker
MP11V		2024-02-08 13:00:09	6,8 mm/s	4,91 mm/s	1,2 m/s ²	26 um	34,0 hz	4,912	604 m	72,3 %		20240208	Oker
MP10T		2024-02-08 13:00:09	10,4 mm/s	2,34 mm/s	0,6 m/s ²	10 um	41,7 hz	2,344	643 m	22,5 %		20240208	Oker
MP10L		2024-02-08 13:00:09	10,4 mm/s	3,18 mm/s	0,9 m/s ²	13 um	45,5 hz	3,176	643 m	30,5 %		20240208	Oker
MP10V		2024-02-08 13:00:09	10,4 mm/s	2,17 mm/s	0,6 m/s ²	11 um	41,5 hz	2,168	643 m	20,8 %		20240208	Oker
MP10V		2024-01-17 13:53:43	10,5 mm/s	4,06 mm/s	0,8 m/s ²	26 um	26,9 hz	4,056	615 m	38,5 %		20240117	Oker
MP04T		2024-01-17 13:53:43	6,0 mm/s	0,90 mm/s	0,2 m/s ²	10 um	15,2 hz	0,904	939 m	15,0 %		20240117	Oker
MP10L		2024-01-17 13:53:43	10,5 mm/s	3,16 mm/s	0,9 m/s ²	15 um	37,9 hz	3,16	615 m	30,0 %		20240117	Oker
MP10T		2024-01-17 13:53:43	10,5 mm/s	3,63 mm/s	1,0 m/s ²	22 um	31,2 hz	3,632	615 m	34,5 %		20240117	Oker
MP11V		2024-01-17 13:53:43	6,8 mm/s	4,50 mm/s	1,1 m/s ²	27 um	35,2 hz	4,496	599 m	66,1 %		20240117	Oker

Nimi	Osoite	Aika	Ohjearvo	tulos	m/s ²	Siirtymä	Hz	mm/s	Etäisyys	osa (%)	Osa	Räj.nro	Kommentti
MP11L		2024-01-17 13:53:43	6,8 mm/s	0,38 mm/s	0,1 m/s ²	4 um	30,0 hz	0,384	599 m	5,6 %		20240117	Oker
MP11T		2024-01-17 13:53:43	6,8 mm/s	3,78 mm/s	0,7 m/s ²	21 um	31,3 hz	3,776	599 m	55,5 %		20240117	Oker
MP03L		2024-01-17 13:53:43	6,9 mm/s	3,38 mm/s	0,6 m/s ²	24 um	24,5 hz	3,376	554 m	49,0 %		20240117	Oker
MP03T		2024-01-17 13:53:43	6,9 mm/s	2,86 mm/s	0,5 m/s ²	18 um	24,1 hz	2,864	554 m	41,6 %		20240117	Oker
MP04L		2024-01-17 13:53:43	6,0 mm/s	1,02 mm/s	0,2 m/s ²	8 um	20,4 hz	1,016	939 m	16,9 %		20240117	Oker
MP04V		2024-01-17 13:53:43	6,0 mm/s	0,68 mm/s	0,2 m/s ²	6 um	31,8 hz	0,68	939 m	11,3 %		20240117	Oker
MP03V		2024-01-17 13:53:43	6,9 mm/s	1,42 mm/s	0,4 m/s ²	10 um	26,3 hz	1,416	554 m	20,5 %		20240117	Oker
MP02T		2024-01-17 13:53:42	6,9 mm/s	3,52 mm/s	0,8 m/s ²	23 um	32,8 hz	3,52	540 m	50,9 %		20240117	Oker
MP02V		2024-01-17 13:53:42	6,9 mm/s	2,45 mm/s	1,1 m/s ²	19 um	21,1 hz	2,448	540 m	35,4 %		20240117	Oker
MP02L		2024-01-17 13:53:42	6,9 mm/s	4,40 mm/s	1,1 m/s ²	33 um	28,3 hz	4,4	540 m	63,6 %		20240117	Oker