

SITOWISE

Kvartsipölyn korrelaatiomittaukset, jatko- kehitys

Sitowise Oy
12.4.2024



Sisällys

1	TIIVISTELMÄ, YLEISTÄ MITTAUKSISTA.....	1
1.1	MITATTAVA ALVEOLIJAKEINEN PÖLY	2
1.2	MITTAUSLAITTEISTO	2
1.2.1	<i>eGate, DUST40</i>	2
1.2.2	<i>Syklonikeräys</i>	3
1.3	KEHITYSHANKKEESSA MUKANA OLEVAT TAHOT, NS. PÖLYTYÖRYHMÄ.....	3
1.4	MITTAUSKOHTEET	4
2	MITTAUSTULOKSET	5
2.1	KUVAAJAT.....	5
2.2	MITTAUKSIIN JA KORRELAATIOON VAIKUTTAVAT TEKIJÄT.....	9
2.3	KUVIA MITTAUSPAIKOISTA.....	10
2.4	MITTAUSDATA.....	11
2.4.1	<i>Mittaukset 1...4</i>	11
2.4.3	<i>Mittaukset 5...12</i>	12
2.4.4	<i>Mittaukset 13...14</i>	13
2.4.5	<i>Mittaukset 15...18</i>	13
2.4.6	<i>Mittaukset 19...22</i>	14
2.4.7	<i>Mittaukset 23...26</i>	14
2.4.8	<i>Mittaukset 27...30</i>	15
2.4.9	<i>Mittaukset 31...34</i>	15
2.4.10	<i>Mittaukset 35...38</i>	15
2.4.11	<i>Mittaukset 39...40</i>	16
2.4.12	<i>Mittaukset 41...42</i>	16
2.4.13	<i>Mittaukset 43...46</i>	16
2.4.15	<i>Mittaukset 47...50</i>	17
3	TUTKIMUKSEN LUOTETTAVUUDEN ARVIOINTI	17
3.1	YLEISET HAVAINNOT.....	17



3.2	LUOTETTAVUUDEN JATKOKEHITYS	18
4	JOHTOPÄÄTÖKSET JA KEHITYSSUOSITUKSET	19
5	LÄHTEET	22
6	LIITTEET	22
7	ALLEKIRJOITUKSET	22



1 Tiivistelmä, yleistä mittauksista

Tämä raportti on jatkoa Matias Raiskin kesäkuussa 2022 valmistuneelle opinnäytetyölle. Opinnäytetyössä tehtiin korrelaatiomittauksia kahden erilaisen rakennustyöstä syntyvää pölyä mittavaan mittausjärjestelmän välillä ja tulokset raportoitiin. Rakennustyöstä syntyvää pölyä mitattiin työmaakohteissa, joissa oli käynnissä sisäpurkutyövaihe. Kyseessä on meneillään oleva kehityshanke, jonka tavoitteena on todentaa etäluettavan mittausjärjestelmän soveltuvuutta työmaapölyn mittaamiseen. Lähtökohtana ei ollut tieteellisen tutkimuksen tekeminen, vaan järjestelmän luotettavuuden arviointi käytännön olosuhteissa.

Tällä hetkellä ainoa hyväksytty alveolijakeisen kvartsipölyn mittausmenetelmä on kansainvälisten standardien mukainen työhygieeninen mittaus (syklonimitaus). Menetelmässä pölyä kerätään pumppua ja sykklonia käyttäen keräimiin, joista laboratorioissa analysoidaan alveolijakeisen pölypartikkelimassan keskiarvomäärää työpäivän (8 h) aikana syntyneestä kokonaispölyn määrästä. Menetelmässä määritetään erikseen kvartsipölyn määrä. Tässä kehityshankkeessa etäluettavan eGaten laitteiston keräämää dataa halkaisijaltaan 4 µm pölypartikkelimassasta verrattiin syklonikeräinten keräämiin kokonaispölyn määriin (4 µm pölypartikkelimassa). Hankkeessa ei etsitty korrelaatiota suoraan kvartsipölyn määrälle.

Opinnäytetyön alkuperäisenä tavoitteena oli yhtenäistää mittauskäytäntö ja saada sille hyväksyntä. Opinnäytetyössä ei päästy kaikilta osin tavoitteeseen, sillä mittalaitteiden vertailu ei tällöin ollut täysin mahdollista. Kahdesta eri laitteesta saadut tulokset eivät olleet vertailukelpoisia, sillä laitteet mittasivat läpimitaltaan eri kokoisia pölypartikkeleita.

Opinnäytetyön tuloksien pohjalta tehtiin eGaten laitteiston kehitystyötä, jossa mittauslaitteet asetettiin mittaamaan alveolijakeista partikkelikokoa 4 µm. Tällöin eGaten laitteet ja syklonikeräimet saatiin mittaamaan samaa pölyjaetta. Myöhemmin eGaten laitteiden datan tallennusväli muutettiin 30 minuutista (vakioasetus) 5 minuuttiin. Tällöin mittausjaksolla 5 min välein kerätyistä arvoista



laskettu keskiarvo vastaa paremmin syklonikeräimellä saatua keskiarvoa. Syklonimittauksessa pölyä kerätään koko mittausjakson ajan yhtäjaksoisesti, ja keskiarvo määritetään kerääntyneestä pölyn määrästä. Mittaukset 1...22 tehtiin 30 minuutin tallennusvälillä. Mittaukset 23...50 tehtiin 5 minuutin tallennusvälillä.

1.1 Mitattava alveolijakeinen pöly

PUTUSA-hankkeessa (Kokkonen ym. 2013) alveolijakeiselle pölylle (pölypartikkelit halkaisijaltaan alle 10 μm , mediaanipartikkelikoko 4,25 μm) määritettiin pölypitoisuuden tavoitetaso, jolla päästään myös kvartsipölyn osalta EU:n syöpädirektiivin asetuksen (1.1.2020) määrittämien raja-arvojen alle. Alveolijakeisille hiukkasille määritettiin tavoitetasoksi **0,5 mg/m³** (8 h keskiarvo). Jos kvartssia sisältävää rakennusmateriaalia työstettäessä alveolijakeisten hiukkasien määrä on 0,5 mg/m³, jäänee kvartsin osuus tästä n. 10 %, eli 0,05 mg/m³, joka on myös Suomessa kvartsille määritetty haitalliseksi tunnetun pitoisuuden raja-arvo, eli HTP -taso (0,05 mg/m³) (työhygieeninen vertailuarvo).

Valtioneuvoston asetuksessa työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta (1267/2019) on kvartsille altistumiselle asetettu 0,1 mg/m³ sitova raja-arvo (8 h keskiarvo).

1.2 Mittauslaitteisto

1.2.1 eGate, DUST40

IoT-mittalaitteet keräävät dataa langattomasti työmaan tai mitattavan kohteen tärkeimmistä parametreista, kuten lämpötilasta, kosteudesta, paine-erosta, ilman CO₂-pitoisuuksista, pöly- ja pienhiukkasista sekä VOC-arvoista. Laitteita voi käyttää niin ikään myös betonin suhteellisen kosteuden ja lujuuden mittaamiseen. Kehityshankkeessa mittaamiseen käytämme Dust40 -laitteita sekä tukiasemaa. Laitteet ovat Nokeval Oy:n valmistamia. eGate on kehittänyt pilvipohjaisen ohjelmiston, jolla mittareiden keräämää dataa voidaan analysoida reaaliaikaisesti.





Kuva DUST-40 mitta-anturista
([google.com](https://www.google.com))



Kuva käyttöjärjestelmästä
([google.com](https://www.google.com))

1.2.2 Syklonikeräys

Syklonikeräyksessä määritetään alveolijakeisen pölyn arvoja kvantitatiivisesti FT-iR:llä soveltaen NIOSH:n standardimenetelmää. Näytepartikkelit kerätään vakiovirtauspumpulla keräimelle, jossa on alveolijakeen erotteleva GS-3 -sykloni. Keräysmenetelmä noudattaa alveolijakeisen pölyn sopimuskäyrää, jossa keräystehokkuus halkaisijaltaan 4 µm hiukkasilla on 50 %. Mittauslaitteiston ja näyteanalyysien toimittaja/suorittaja oli tässä kehityshankkeessa Labroc Oy.

1.3 Kehityshankkeessa mukana olevat tahot, ns. pölytyöryhmä

- Sitowise Oy, Jouni Huura, Matias Raiski
- eGate Smart Building Innovation Oy, Jarkko Haukijärvi
- Tampereen Tilapalvelut Oy, Jani Boström, Arto Ylinen
- Cramo Finland Oy, Mika Aalto
- Fira Oy, Jari Pulkkinen, Jarmo Kärkkäinen
- Pohjois-Savon hyvinvointialue, Anna Kokkonen



1.4 Mittauskohteet

Messukylän koulu, perusparannus

Messukylänkatu 35, 33700 Tampere

Rakennustyömaa

Pääurakoitsija: Pirkanmaan Mestari-Rakentajat Oy

Museokeskus Vapriikki

Alaverstaanraitti 5, 33101 Tampere

Rakennustyömaa

Pääurakoitsija: Consti Oy

Tampereen Keskusvirastotalo, peruskorjaus

Aleksis Kiven katu 14-16 C, 33101 Tampere

Rakennustyömaa

Pääurakoitsija: YIT

Härmälän koulun perusparannuksen työmaa

Nuolialantie 47, 33900 Tampere

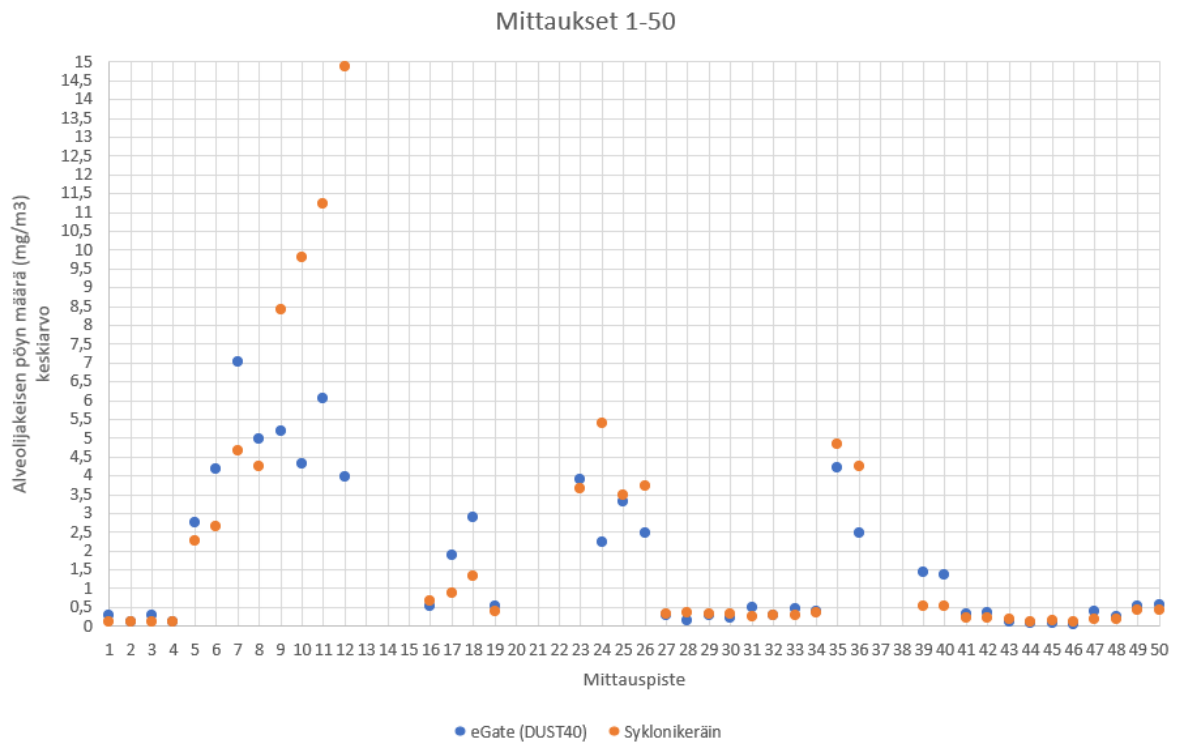
Rakennustyömaa

Pääurakoitsija: Aki Hyrkkönen Oy



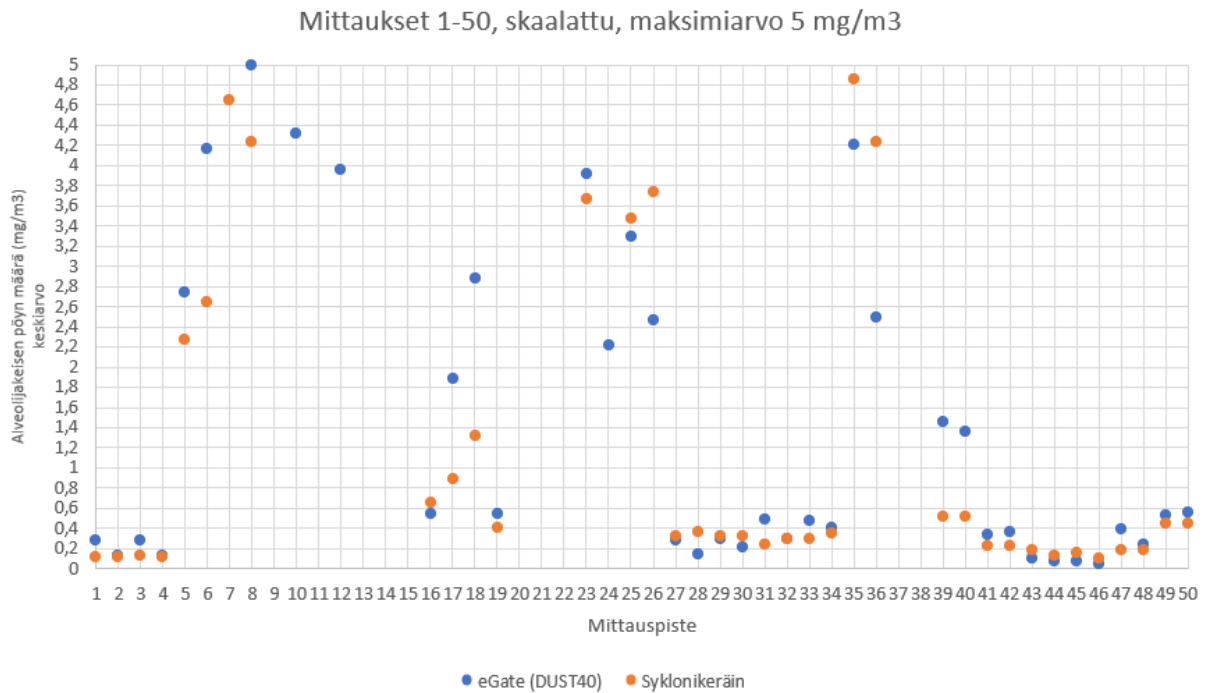
2 Mittaustulokset

2.1 Kuvaajat



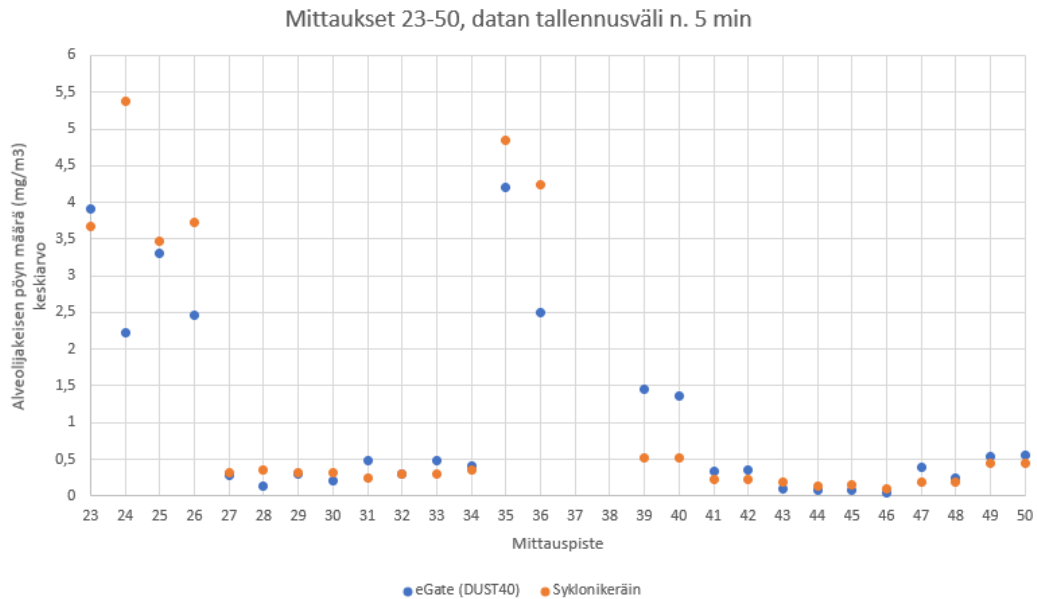
Kuva 1. Kuvaajassa on esitetty kaikki mittaukset (50 kpl), joissa molemmat vertailtavat mittauslaitteet mittasivat jätettä PM4.



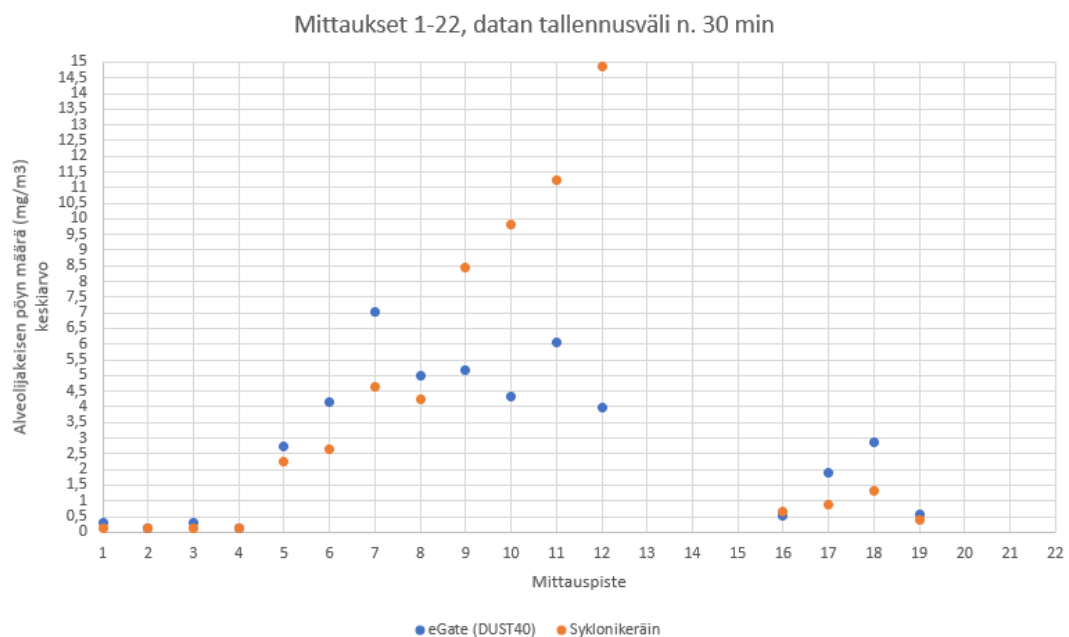


Kuva 2. Kuvaajassa on esitetty kaikki mittaukset (50 kpl). Kuvaajasta on skaalattu pois mittausarvot, jotka ylittivät 5 mg/m³.



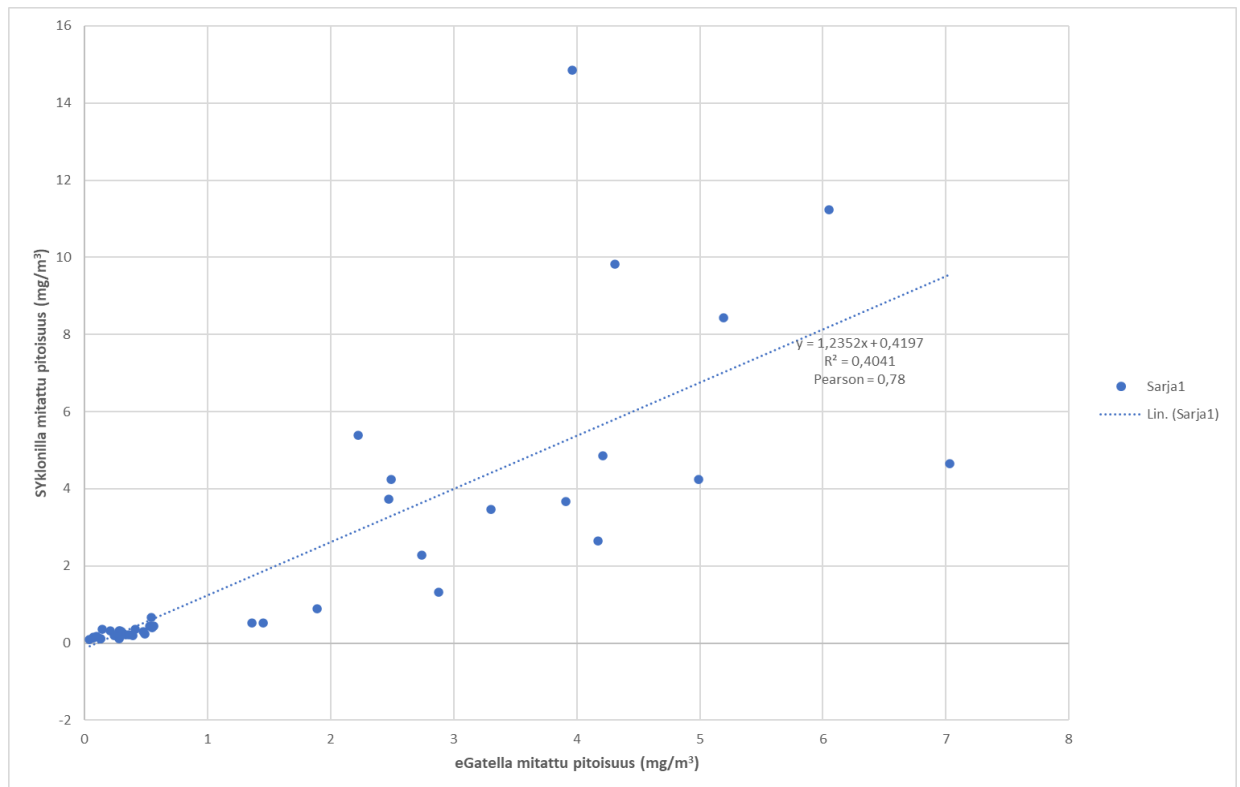


Kuva 3. Kuvaajassa on esitetty mittaukset 1-22, joissa eGaten laitteistossa oli käytössä 30 minuutin datan tallennusväli.



Kuva 4. Kuvaajassa on esitetty mittaukset 23-50, joissa eGaten laitteistossa oli käytössä 5 minuutin datan tallennusväli.





Kuva 5. Korrelaatiota kuvaava taulukko. Havaittavissa, miten hajonta kasvaa pölymassan kasvaessa. Laatinut Anna Kokkonen, Pohjois-Savon hyvinvointi-alue.



2.2 Mittauksiin ja korrelaatioon vaikuttavat tekijät

Korrelaatiomittaukset toteutettiin rakennustyömailla, joissa oli käynnissä purkutyövaihe. Johtuen vaihtelevista olosuhteista, mittausten aikana tapahtui korrelaatioon vaikuttavia tekijöitä, joita on avattu alla.

Mittausjaksoilla rakennustöissä syntyvällä pölyn määrällä oli vaihtelevuutta, johtuen tehtävästä työstä sekä muista muuttuvista tekijöistä.

eGaten mittauslaitteet käyttävät verkkosähkövirtaa. Osassa mittauksissa virran saanti oli keskeytynyt joko osittain tai lähes koko mittauksen ajan (pistoke irrotettu pistorasiasta). Kyseisten mittauksen tuloksia ei ole esitetty yllä olevissa kuvaajissa.

Syklonimittauksessa pölypartikkelit kerätään pumpulla keräimeen. Sykloniin kerääntyy pölypartikkeleita 360° alueelta. eGaten DUST40 -laitteiden toimintaperiaate perustuu läpivirtaukseen, jossa pölypartikkelit kulkeutuvat mittalaitteen läpi vain yhdeltä suunnalta. Esimerkiksi, jos mittauspaikka sijaitsee seinän vierellä, syklonikeräin kerää pölyä periaatteessa laajemmalla alueelta.

Kun syklonikeräys päätetään, keräinastia irrotetaan syklonista, ja se suljetaan muovikannella. On mahdollista, että toimenpiteen aikana keräimelle kulkeutuu ylimääräisiä pölypartikkeleita, joka osaltaan kasvattaa keskiarvoa.



2.3 Kuvia mittauspaikoista



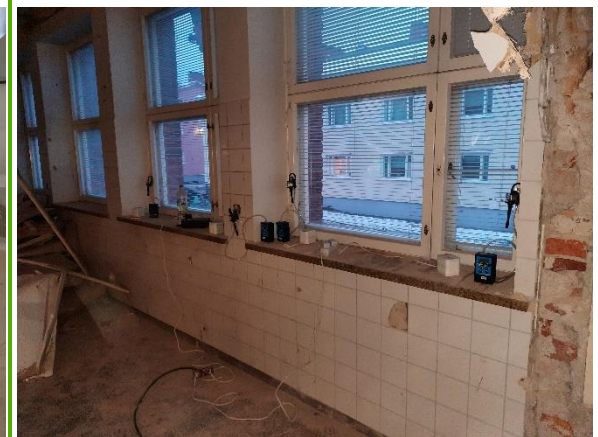
Härmälän koulun perusparannuksen työmaa, välipohjatäytön imu-/siivoustyö



Härmälän koulun perusparannuksen työmaa, betonipalkin purkutyö



Härmälän koulun perusparannuksen työmaa, betoni-/tiilijätteen siivoustyö



Härmälän koulun perusparannuksen työmaa, mittariparit mittaamassa





Työmaakoppi, mittariparit mittausmassa



Työmaakoppi, mittariparit mittausmassa

2.4 Mittausdata

2.4.1 Mittaukset 1...4

Mittaukset 1...4 toteutettiin Messukylän koulun perusparannustyömaalla. Mittaustilat olivat koulurakennuksen 2. kerroksen aulatila sekä luokkahuone. Tilat olivat avoimia. Mittauksen aikana tiloissa tehtiin siivoustöitä, jossa siivottiin myös betonijätettä. Käytössä oli alipaineistaja. Datan tallennusväli oli 30 min.

Aika: 23.3.2023 klo 7:50 – 15:10

Mittauspiste	DUST40, PM4 (mg/m ³), keskiarvo	Syklonikeräin, PM4 (mg/m ³), keskiarvo
MP.1	0,28	0,11
MP.2	0,13	0,11
MP.3	0,28	0,13
MP.4	0,13	0,11



2.4.3 Mittaukset 5...12

Mittaukset 5...12 toteutettiin Museokeskuksen Vapriikin tiloissa. Mittalaitteet asennettiin n. 8 m² alipaineistettuun koppiin, jossa suoritettiin betonisten ikkunapielien pois piikkausta. Datan tallennusväli oli 30 min.

Aika: 3.4.2023 klo 7:50 – 15:20

Mittaus-piste	DUST40, PM4 (mg/m ³), kes-kiarvo	Syklonikeräin, PM4 (mg/m ³), keskiarvo
MP.5	0,66 (2,74*)	2,27
MP.6	1,00 (4,17*)	2,64
MP.7	1,76 (7,03*)	4,65
MP.8	1,22 (4,99*)	4,24

*Suluissa olevissa tähdellä merkityissä arvoissa, keskiarvoon on laskettu tallennuspisteet, joissa pölyn määrä oli korkeampi (vastaa todennukaisemmin syklonikeräystä).

Aika: 4.4.2023 klo 7:11 – 15:15

Mittaus-piste	DUST40, PM4 (mg/m ³), kes-kiarvo	Syklonikeräin, PM4 (mg/m ³), keskiarvo
MP.9	2,17 (5,19*)	8,43
MP.10	1,82 (4,31*)	9,82
MP.11	2,20 (6,05*)	11,23
MP.12	1,18 (3,96*)	14,86

*Suluissa olevissa tähdellä merkityissä arvoissa, keskiarvoon on laskettu tallennuspisteet, joissa pölyn määrä oli korkeampi (vastaa todennukaisemmin syklonikeräystä).



2.4.4 Mittaukset 13...14

Mittaukset 13...14 toteutettiin Tampereen Keskusvirastotalon peruskorjaustyömaalla. Mittauksista 13 ja 14 ei saatu syklonikeräimen laboratoriotutkimustuloksia. Mittaustulosten arvoja ei ole esitetty kuvaajassa. Datan tallennusväli oli 30 min.

Aika: 26.5.2023 klo 8:37 – 15:15

Mittauspiste	DUST40, PM4 (mg/m ³), keskiarvo	Syklonikeräin, PM4 (mg/m ³), keskiarvo
MP.13	0,18	-
MP.14	0,11	-

2.4.5 Mittaukset 15...18

Mittaukset 15...18 toteutettiin Tampereen Keskusvirastotalon peruskorjaustyömaalla. Mittauksien 17 ja 18 aikana suoritettiin betoni- ja tiilijätteen siivoustyötä. Mittauksien 15 ja 16 aikana tehtiin Siporex-väliseinien purkua. Mittauksien aikana tiloissa oli käytössä alipaineistajat. Mittauksessa 15 ei saatu DUST40 -arvoja. Datan tallennusväli oli 30 min.

Aika: 29.5.2023 klo 8:15 – 15:13

Mittauspiste	DUST40, PM4 (mg/m ³), keskiarvo	Syklonikeräin, PM4 (mg/m ³), keskiarvo
MP.15	Mittaus epäonnistunut	0,22
MP.16	0,54	0,66
MP.17	1,89	0,89
MP.18	2,88	1,32



Mittausten 19...50 mittauspisteet ovat tässä raportissa sekä eGaten kuvaajissa (liite 1) esitetty välillä 19...50. Syklonikeräimen tutkimusraporteissa (liite 2) mittauspisteet on esitetty välillä 1...32. Esim: 19=1, 20=2, 21=3 jne.

2.4.6 Mittaukset 19...22

Mittausten 19...22 aikana suoritettiin betoni- ja tiilijätteen siivoustyötä. Mittauksissa MP.02...MP.04 eGate ei kerännyt dataa, mittaja ei tiedä syytä. Mittauksessa 01 datan tallennusväli oli n. 30 min.

Aika: 9.10.2023 klo 8:58-11:19

Mittauspiste	DUST40, PM4 (mg/m ³), keskiarvo	Syklonikeräin, PM4 (mg/m ³), keskiarvo
MP.19	0,55	<0,4
MP.20	Mittaus epäonnistunut	<0,4
MP.21	Mittaus epäonnistunut	<0,4
MP.22	Mittaus epäonnistunut	<0,4

2.4.7 Mittaukset 23...26

Mittausten 23...26 aikana suoritettiin betonin ja tiilen purkutyötä. Mittauksien datan tallennusväli oli n. 5 min.

Aika: 9.10.2023 klo 11:40-14:11

Mittauspiste	DUST40, PM4 (mg/m ³), keskiarvo	Syklonikeräin, PM4 (mg/m ³), keskiarvo
MP.23	3,91	3,67
MP.24	2,22	5,38
MP.25	3,30	3,47
MP.26	2,47	3,73



2.4.8 Mittaukset 27...30

Mittauksien 27...30 aikana suoritettiin alalaattapalkiston imutyötä sekä siivousta. Mittauksien datan tallennusväli oli n. 5 min.

Aika: 10.10.2023 klo 8:10-10:30

Mittaus-piste	DUST40, PM4 (mg/m ³), keskiarvo	Syklonikeräin, PM4 (mg/m ³), keskiarvo
MP.27	0,28	<0,32
MP.28	0,14	0,36
MP.29	0,29	<0,32
MP.30	0,21	<0,32

2.4.9 Mittaukset 31...34

Mittauksien 31...34 aikana suoritettiin alalaattapalkiston imutyötä sekä siivousta. Mittauksien datan tallennusväli oli n. 5 min.

Aika: 10.10.2023 klo 10:26-13:18

Mittaus-piste	DUST40, PM4 (mg/m ³), keskiarvo	Syklonikeräin, PM4 (mg/m ³), keskiarvo
MP.31	0,49	<0,24
MP.32	0,30	0,30
MP.33	0,48	0,30
MP.34	0,41	0,35

2.4.10 Mittaukset 35...38

Mittauksien 35...38 aikana suoritettiin betoni- ja tiilijätteen siivoustyötä. Mittauksien datan tallennusväli oli n. 5 min.

Aika: 21.11.2023 klo 8:29-14:29

Mittaus-piste	DUST40, PM4 (mg/m ³), keskiarvo	Syklonikeräin, PM4 (mg/m ³), keskiarvo
MP.35	4,21	4,85
MP.36	2,49	4,24
MP.37	Mittaus epäonnistunut	5,01
MP.38	Mittaus epäonnistunut	5,13



2.4.11 Mittaukset 39...40

Mittauksien 39 & 40 aikana suoritettiin alalaattapalkiston imutyötä sekä siivousta. Mittauksien datan tallennusväli oli n. 5 min.

Aika: 22.11.2023 klo 8:33-11:05

Mittaus-piste	DUST40, PM4 (mg/m ³), keskiarvo	Syklonikeräin, PM4 (mg/m ³), keskiarvo
MP.39	1,45	0,52
MP.40	1,36	0,52

2.4.12 Mittaukset 41...42

Mittauksien 41 & 42 aikana suoritettiin alalaattapalkiston imutyötä sekä siivousta. Mittauksien datan tallennusväli oli n. 5 min.

Aika: 22.11.2023 klo 11:17-14:12

Mittaus-piste	DUST40, PM4 (mg/m ³), keskiarvo	Syklonikeräin, PM4 (mg/m ³), keskiarvo
MP.41	0,33	< 0,22
MP.42	0,36	< 0,22

2.4.13 Mittaukset 43...46

Mittaukset 43...46 suoritettiin Härmälän koulun työmaan sosiaalitalakonteissa (puku- ja kahvihuone). Mittauksien datan tallennusväli oli n. 5 min.

Aika: 12.12.2023 klo 8:15-15:38

Mittaus-piste	DUST40, PM4 (mg/m ³), keskiarvo	Syklonikeräin, PM4 (mg/m ³), keskiarvo
MP.43	0,1	0,18
MP.44	0,07	0,13
MP.45	0,07	0,16
MP.46	0,04	0,10



2.4.15 Mittaukset 47...50

Mittausten 47...50 aikana suoritettiin siivousta. Mittausten datan tallennusväli oli n. 5 min.

Aika: 14.12.2023 klo 8:15-15:48

Mittaus-piste	DUST40, PM4 (mg/m ³), keskiarvo	Syklonikeräin, PM4 (mg/m ³), keskiarvo
MP.47	0,39	0,19
MP.48	0,24	0,19
MP.49	0,53	0,44
MP.50	0,56	0,44

3 Tutkimuksen luotettavuuden arviointi

3.1 Yleiset havainnot

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää reaaliaikaisen mittausmenetelmän luotettavuutta ja soveltuvuutta työmaaolosuhteisiin. Tästä syystä mittaukset tehtiin todellisissa työmaaolosuhteissa.

Kehitystyön aikana todettiin seuraavat laitteiston luotettavuuden arvioinnin kannalta oleelliset asiat:

- Laitteiston mittaustarkkuuden arvioinnissa on tarkoituksenmukaista keskittyä tutkimaan pölypitoisuuden osa-aluetta, joka vastaa alveolijakeselle pölyjakeelle annetun pölypitoisuuden tavoitetasoa 0,5 mg/m³ kahdeksan tunnin keskipitoisuutena.
- Laitteiston mittaussvälin on oltava 5 minuuttia.

Em. mittausjärjestelyillä saavutettiin riittävällä varmuudella eGate-laitteiden ja syklonikeräimen mittaustulosten välille luotettava korrelaatio. Tutkimuksessa ei selvitetty mittauslaitteiston pitkäaikaiskäytön/kalibroinnin vaikutusta mittaustuloksiin. Tämä on tarpeen huomioida jatkomittauksissa.



Tutkimuksen johtopäätökset liittyvät mittauksissa käytetyille eGate-laitteistolle eikä niitä voida sellaisenaan yleistää koskemaan muita vastaavia laitteistoja. Muiden vastaavien laitteistojen toiminnan arvioinnissa on kuitenkin järkevää hyödyntää tässä tutkimuksessa tehtyjä havaintoja ja kokemuksia.

3.2 Luotettavuuden jatkokehitys

Tutkimuksen perusteella voidaan todeta seuraavat kehitystarpeet vastaavien mittausjärjestelmien luotettavuuden parantamiseksi:

1. Laitteistojen kalibrointi ja sertifiointi

Käytettävien laitteistojen osalta on osoitettava sen korrelaatio syklonikeräimien tuloksiin. Järjestelmätoimittajien on laadittava ohjeistus laitteiden kalibroinnista niiden luotettavan toiminnan todentamiseksi.

2. Mittaajien päteöityminen

Mittausmenetelmän luotettava käyttö edellyttää mittaajalta osaamista mittausjärjestelmän käytöstä ja ymmärrystä työmaaolosuhteiden vaikutuksista mittaustuloksiin. Tästä syystä on tarpeen määrittää mittaajien pätevyysvaatimukset sekä tarvittavan koulutuksen toteuttaminen.

3. Mittausohje mittaajille

Mittausjärjestelyiden ja työmaaolosuhteiden oikeanlainen huomioiminen vaikuttaa mittausten luotettavuuteen. Tästä syystä on tarpeen laatia yleinen työmaaohje mittaajia varten.



4 Johtopäätökset ja kehityssuosituks

Mittauksia on kehityshankkeessa tehty yhteensä 62 kpl aikaisemmin tehdyn opinnäytetyön ja tämän tutkielman yhteydessä. Opinnäytetyön tutkielmassa päästiin lopputulemaan, jossa eGaten mittauslaitteisto tulisi ohjelmoida mittaamaan läpimitaltaan 4 µm kokoista pölyjakeita, joka on hiukkaskooltaan lähellä alveolijakeisen pölyn mediaanikokoa 4,25 µm. Kehitystyöllä eGaten anturit saatiin mittaamaan 4 µm pölyjakeita, kuin vertailtava syklonimittausmenetelmä.

Mittausten edetessä eGaten anturoiden 30 min datan tallennusväli (mittausväli) muutettiin viiteen minuuttiin, jolla keskiarvotuloksista kahden vertailtavan laitteen välillä saatiin entistä vertailukelpoisemmiksi. Viimeisin ja suurin mittauserä (30 kpl) toteutettiin kehitystyöllä saavutetuilla asetuksilla (4 µm & 5 min tallennusväli), joilla tuloksista on saatu niin laadukkaita, kuin tällä hetkellä on todettu mahdolliseksi.

Alla on esitetty johtopäätöksiä tämän raportin mittaustuloksista.

Kaikkien mittausten osalla kahden laitteen välistä korrelaatiota tarkastellessa lähes vastaaviin tuloksiin (ero pääasiassa alle 0,2 mg/m³) päästiin 32 mittauksessa. Luku on korkea, ottaen huomioon mittaustulosten luotettavuuteen heikentävästi vaikuttavat tekijät, joita on esitetty ylempänä. Huomionarvoista mittaustulosten tulokinnassa on se, että myös alveolijakeisen pölyn mittaukseen hyväksytty syklonikeräin voi antaa käyttäjästä/olosuhteista johtuvia virheellisiä mittaustuloksia. Näistä 32:sta mittauksesta 29:ssä molempien mittausten menetelmien antamat tulokset joko ylittivät tai alittivat alveolijakeiselle pölyjakeelle annetun pölypitoisuuden tavoitetason 0,5 mg/m³ kahdeksan tunnin keskipitoisuutena. Työmaapölyä mitatessa tavoitetason ylitykset ovat pölyhallinnan toimivuuden kannalta merkittävä tieto ja tulosten perusteella eGaten laitteistoa voidaan käyttää luotettavasti havainnoimaan tavoitetason ylityksiä.

Mittaustuloksissa havaittiin heikompaa korrelaatiota mittauksissa, joissa työmaalla tehty työ oli erityisen pölyttävää ja pölymassan määrä nousi yli 2



mg/m³. Kun pölymassa kasvaa, kasvaa myös korrelaation luotettavuuteen vaikuttavien tekijöiden merkittävyys, kuten syklonikeräimen 360° keräysalueen ero DUST 40 -laitteiden yksipuoliseen keräykseen (läpivirtaus).

eGaten anturit käyttävät ulkoista sähkövirtaa. Osassa mittauksissa virran saanti oli keskeytynyt joka osaksi mittausaikaa tai koko mittauksen ajaksi. Näistä mittauksista ei luonnollisesti pystytty määrittämään korrelaatiota. Anturoiden käytettävyyden parantamiseksi olisi ne hyvä muuttaa patteri- tai akkukäyttöisiksi. Akun kestävyys on otettava huomioon (mahdollistaa pitkäaikaisen mittauksen). Mitatessa rakennustyömaalla syntyvän alveolijakeisen pölyn keskiarvopitoisuuksia (8 h), luotettavaan tulokseen merkittävästi vaikuttava tekijä on se, että mitataan koko 8 tunnin ajan. Lisäksi mittauksissa on mittausvirheiden minimoimiseksi kiinnitettävä huomiota tiettyihin tekijöihin, kuten antureiden sijoittamiseen mittaustilassa.

Opinnäytetyön/kehityshankkeen alkuperäisenä tavoitteena oli saada eGaten laitteistolle hyväksyntä työmaaolosuhteissa syntyvän haitallisen kvartsipölyn mittaamiseen. Kvartssia eli kiteistä piidioksidia syntyy työmailla betonin mekaanisen käsittelyn (mm. piikkaus) aikana. Syklonimittauksessa kvartsin osuus alveolijakeisen pölyn määrästä pystytään määrittämään laboratoriossa erikseen. eGaten anturit eivät erittele kvartsin määrää. Tilassa, jossa tehdään alveolijakeista pölyä synnyttävää työtä, on alveolijakeisen pölypitoisuuden tavoitetasoksi asetettu 0,5 mg/m³. Jos tehty työ on kvartsipölyä synnyttävää rakennustyötä (mm. betonin piikkaus/hionta), on määritetty, että alveolijakeen alittessa 0,5 mg/m³, jää kvartsin osuus alle HTP -tason (Haitallisiksi tunnetut pitoisuudet) 0,05 mg/m³.

Yllä mainittuun perustuen eGaten laitteilla on soveltaen mahdollista mitata alveolijakeisen kvartsin HTP -tason ylitykset sekä valtioneuvoston asetuksessa 1267/2019 määritetyn raja-arvon ylitykset. Tämä kuitenkin edellyttää, että työstettävien materiaalien laatu on tiedossa. On myös huomioitava, että vaikka



työstettävä materiaali on tiedossa, pöylähteiden kvartsipitoisuus voi silti vaihdella välillä 0-100 %.

Kehityshankkeen selvityksen perusteella eGate -mittaus on käyttökelpoinen menetelmä reaaliaikaiseen pölymittaukseen pölynhallinnan toimivuuden seuraamiseksi työmailla. Menetelmä ei kuitenkaan korvaa työhygieenisiä mittauksia työntekijän altistumisen arvioinnissa.



5 Lähteet

- Anna Kokkonen ym., Pölynhallinta korjausrakentamisessa, loppuraportti, 2013
- 1267/2019 Valtioneuvoston asetus työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta
- Sosiaali- ja terveysministeriö, HTP -ARVOT 2020
- Korrelaatiomittaus eGate:n pölymittausjärjestelmän ja syklonikeräimen välillä, Matias Raiski, opinnäytetyö 2022

6 Liitteet

1. eGate, mittausdata, mittapistekohtaiset kuvaajat
2. Syklonikeräin, kvartsi ja pölynmäärä, tutkimusraportit, Labroc Oy

7 Allekirjoitukset

Sitowise Oy

Tampereella 12.4.2024



Matias Raiski, rkm. AMK
Kuntotutkija
matias.raiski@sitowise.com
044 427 9816



Jouni Huura, rakennusarkkitehti
jouni.huura@sitowise.com
050 517 5611

