Tampereen yliopisto



Tammelan koulun purkutyömaan ilmanlaatuvaikutukset 16.-28.9.2026

28.10.2026

Raportti ja analyysi: Atte Ojala, Panu Karjalainen (Aerosolifysiikan laboratorio)

Mittaukset: Atte Ojala, Jussi Hoivala (Aerosolifysiikan laboratorio)

Raportin tarkastus: Ari Elsilä (Tampereen kaupunki)

Mittaukset

Tammelan koulun purkutyömaan ilmanlaatuvaikutuksia selvitettiin Tampereen kaupungin pyynnöstä 16.9.–28.9.2026. Mittaukset toteutettiin ATMo-Lab-mobiililaboratoriolla, joka oli varustettu online-mittalaitteilla sekä erilaisilla näytekeräimillä.



***Kuva 1**. Mittauspaikat mittausjakson aikana. Purettavana on ollut yhtenäisen koulurakennuksen punakattoinen osa.*

Kuvissa 1-2 on esitelty vaihtoehtoiset paikat, joissa on mitattu mittausjakson aikana. Mittauspaikan valintaan vaikuttivat erityisesti tuuliolosuhteet.



***Kuva 2**. Valokuvia mittausjakson alussa.*

Kuvassa 3 on työmaalla pölypäästön vähentämiseen käytetty vesitykki. Varsinaisesti vesitykin käytön vaikutusta päästiin tutkimaan vain lyhyen käyttökatkon aikana, sillä valtaosan ajasta vesitykki oli käytössä.



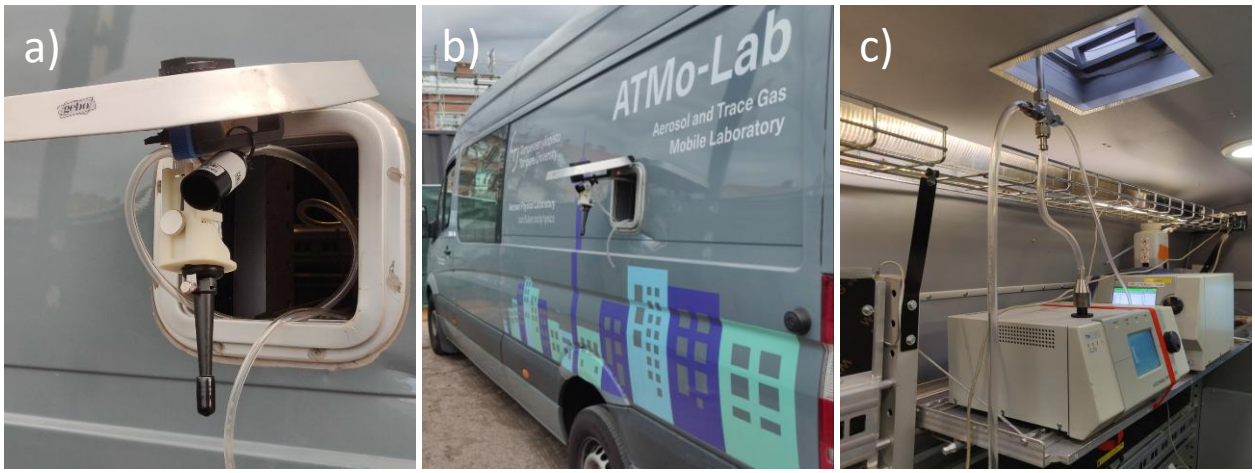
Kuva 3. *Työmaalla käytetty vesitykki toiminnassa.*

Mittausten toteutunut aikataulu on esitelty taulukossa 1. Mittauksia tehtiin yhteensä kuuden päivän aikana.

Taulukko 1*. Mittausten toteutunut aikataulu.*

Päivämäärä	Toiminta
16.9.	Online-mittauksia eri paikoissa purkutyömaan pohjois- ja itäpuolella (V1, V2, KB1, KB2, KA1).
17.9.	Online-mittaukset ja näytekeräykset Väinölänkadulla. Mittaukset yön yli (V1).
18.9.	Online-mittaukset Väinölänkadulla (V1).
23.9.	Online-mittaukset ja näytekeräykset Tammelan koulun pihalla (TK).
24.9.	Online-mittaukset ja näytekeräykset purkutyömaan ja Tammelan stadionin välissä (TS).
28.9.	Online-mittaukset ja näytekeräykset Väinölänkadulla (V1).

Taulukossa 2 on esitelty mittauksissa käytetyt online-mittalaitteet, sekä niiden mittaamat suureet. LDSA[al] tarkoittaa keuhkorakkuloille deposoituvan hiukkasaineksen pinta-alaa. Mittaus toteutettiin ajoneuvon katolla olevalla näytteenottimella. Kuvassa 3 (a, b) on esitelty TTL:n näytekeräimien sijainti ja online-laitteiden näytteenotto (c).



Kuva 4. *(a) ja (b) TTL-keräimet. (c) Näytteenotto katolta, sekä APS ja CPC mittalaitteet.*

Taulukko 2*. Käytetyt mittalaitteet ja mitatut suureet.*

Mittalaite	Valmistaja ja malli	Mitattava suure
Aerodynamic Particle Sizer (APS)	TSI model 3221	Hiukkaskokojakauma (hiukkaskoot 0,5–20 µm)
Condensation Particle Counter (CPC)	TSI model 3776	Hiukkaslukumääräpitoisuus (PN, hiukkaskoot yli 2,5 nm)
Partector	Naneos	Keuhkodeposoituvapinta-ala (LDSA[al])

$PM_{2.5}$- ja PM_{10}-pitoisuudet on laskettu APS:n kokojakaumasta olettamalla hiukkasten tiheydeksi 1 g/cm^3.

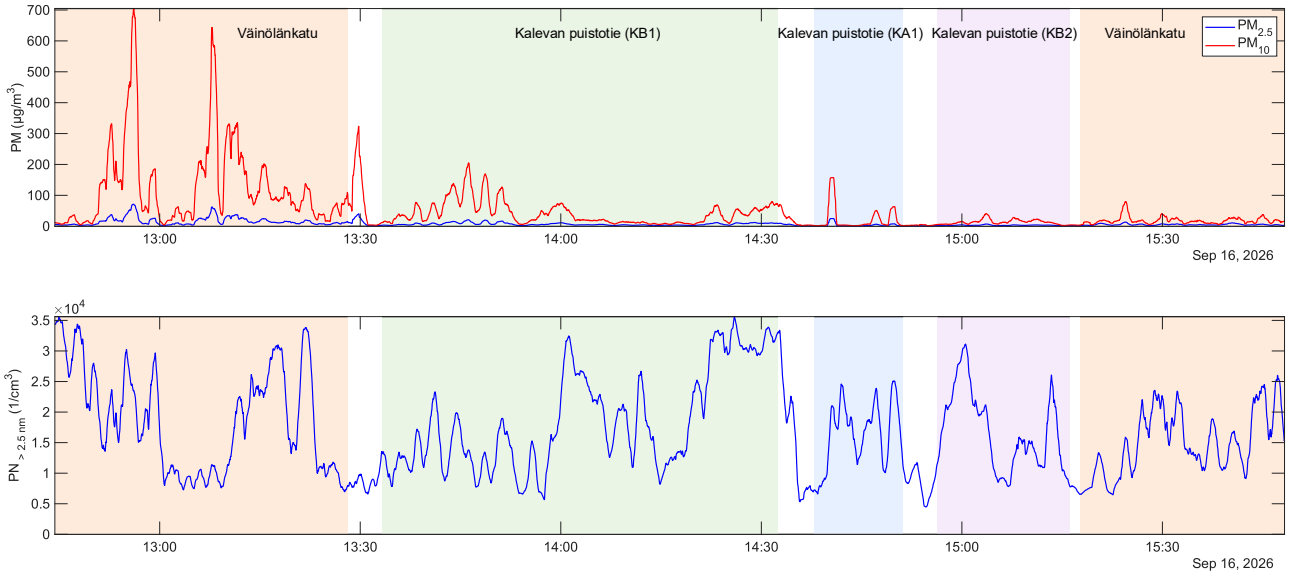
Näytekeräykset ja analyysit

- 3 x Asbestinäyte (TTL)
- 3 x Kvartsipölynäyte (TTL)
- Kvartsisuodattimilta mitattiin myös PM-pitoisuus alveolijakeiselle pölylle (TTL)
- Dekati Gravimetric Impactor näytekeräys erillistä analyysia varten (TAU)

Näytekeräykset toteutettiin mittausauton sivuluukusta noin ihmisen hengitysalueen korkeudesta (Kuva 4b).

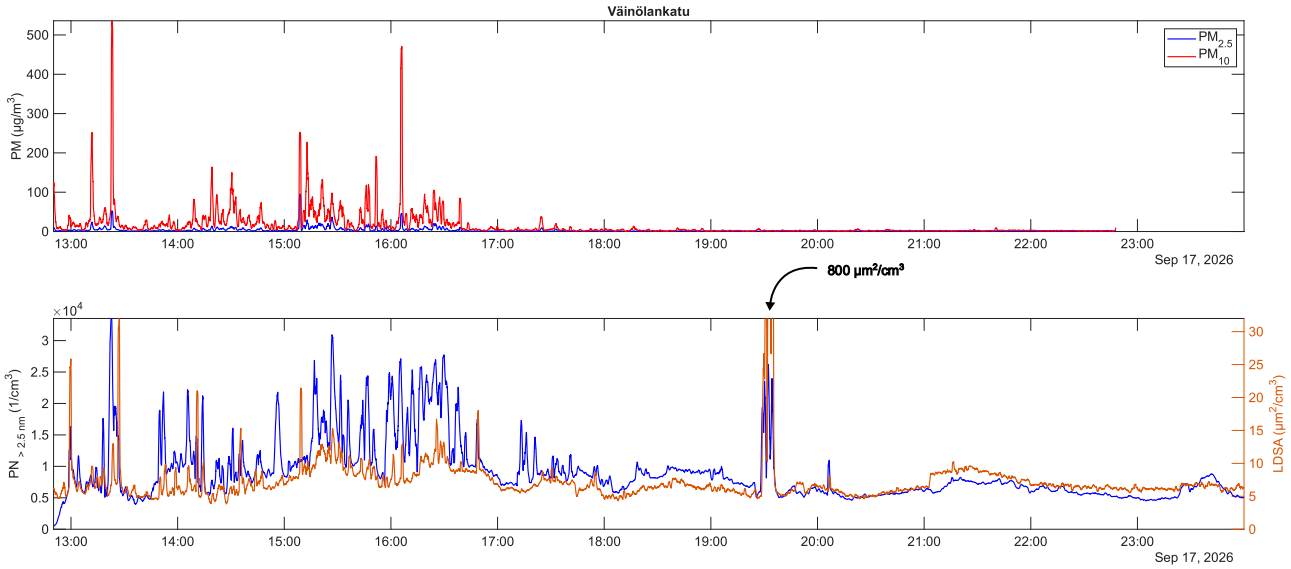
Tulokset

Tässä luvussa on esitelty mittausjakson aikana tehtyjen online-mittausten pohjalta $PM_{2.5}$-, PM_{10}-, PN- sekä $LDSA^{al}$-aikasarjat (kuvat 3–8). Kaikkien aikasarjojen suureet on keskiarvotettu 1-min liukuvalla keskiarvolla.

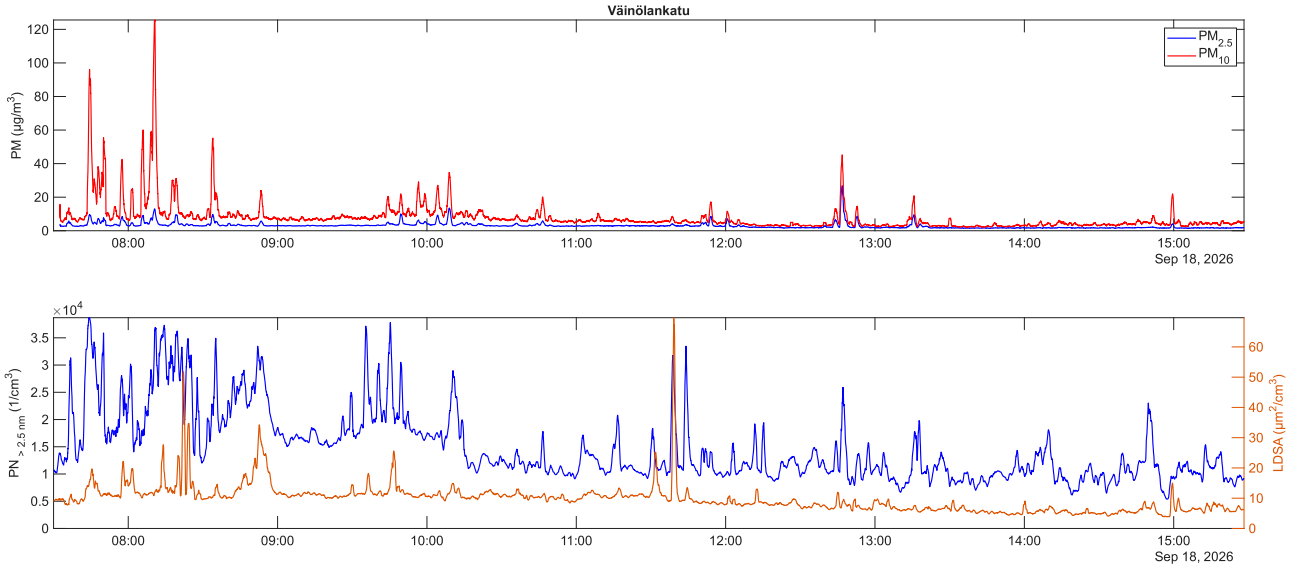


Kuva 5. *$PM_{2.5}$, PM_{10} ja PN aikasarjat keskiviikkona 16.9.2026.*

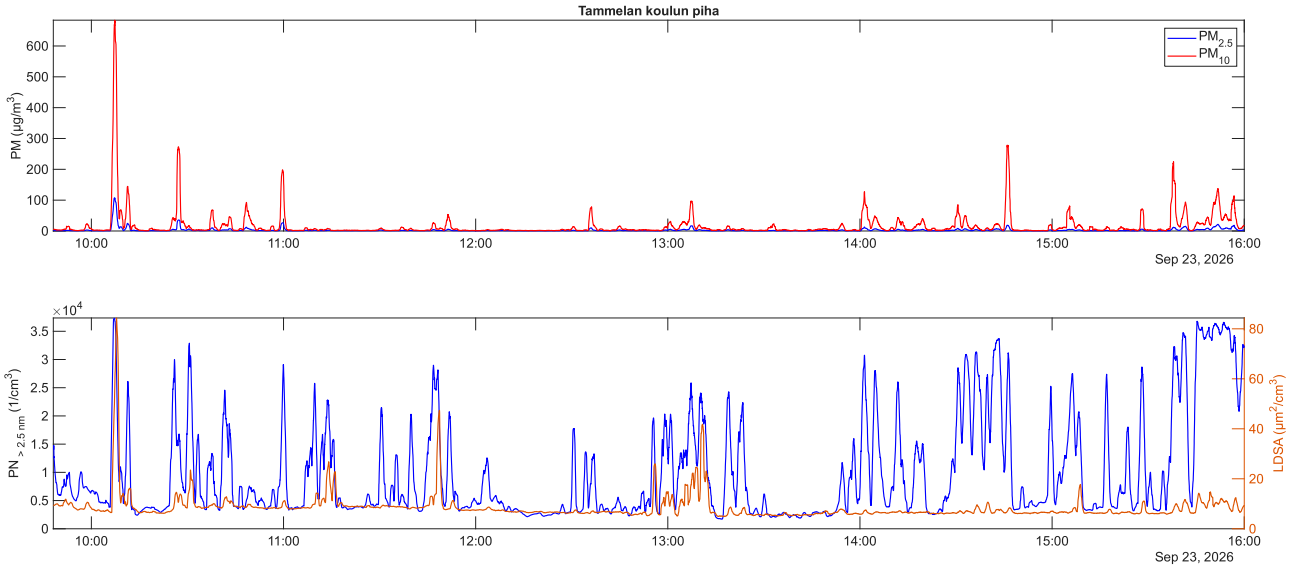
Kuvassa 6 on mittauksia jatkettu myös ilta-aikana, jolloin purkutyömaalla ei ole toimintaa. Tässä näkyy huomattavasti matalammat PM_{10} ja $PM_{2.5}$ tasot, eikä isompia hetkittäisiä pitoisuuksia havaita.



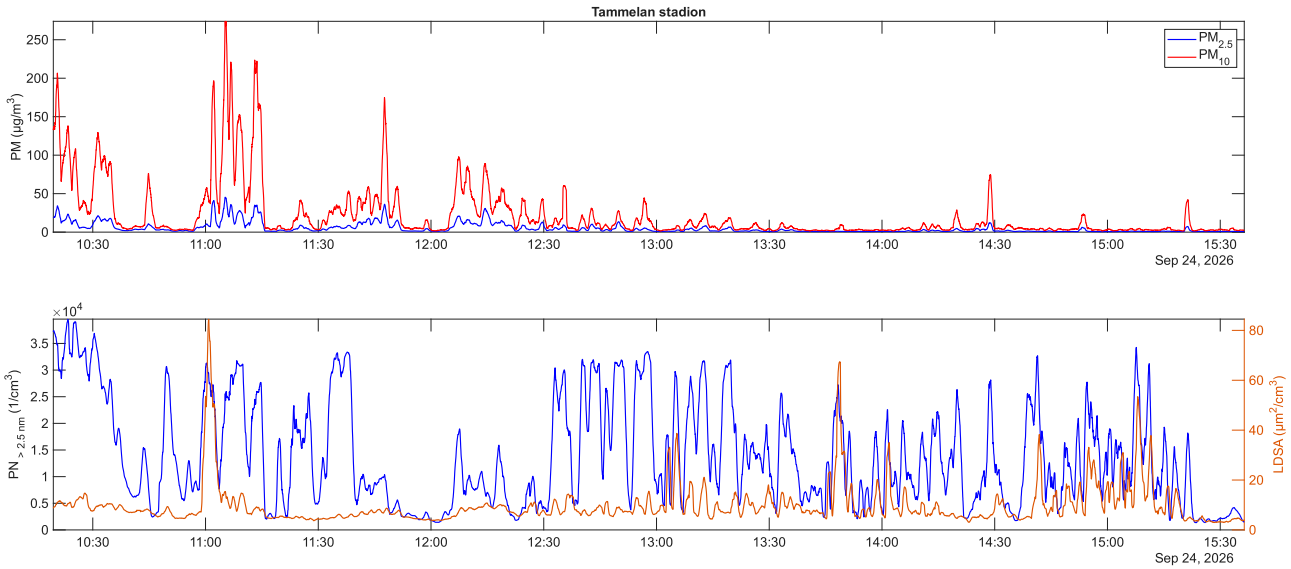
Kuva 6. *$PM_{2.5}$, PM_{10}, PN ja $LDSA^{al}$ aikasarjat torstaina 17.9.2026. $LDSA^{al}$ aikasarjasta on rajattu suurin piikki pois, sillä se on mitattu purkutyön ulkopuolella. Mittauspaikka kuva 1: VK1*



Kuva 7. *$PM_{2.5}$, PM_{10}, PN ja $LDSA^{al}$ aikasarjat perjantaina 18.9.2026. Mittauspaikka kuva 1: VK1*

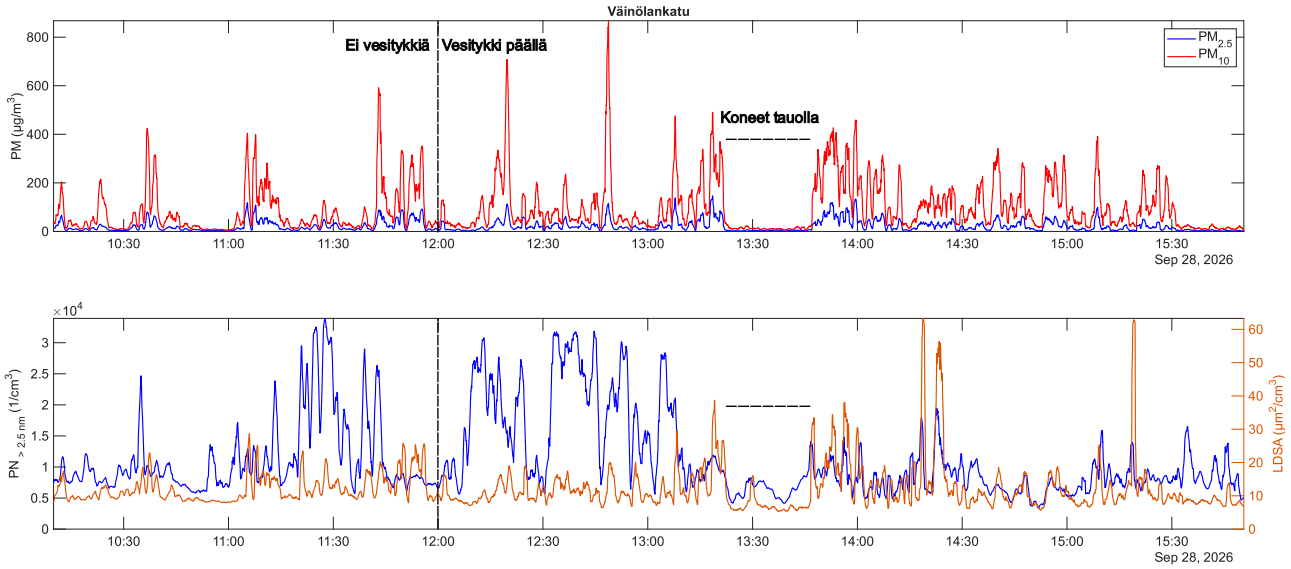


Kuva 8. *$PM_{2.5}$, PM_{10}, PN ja $LDSA^{al}$ aikasarjat keskiviikkona 23.9.2026. Mittauspaikka kuva 1: TK*



Kuva 9. *$PM_{2.5}$, PM_{10}, PN ja $LDSA^{al}$ aikasarjat 24.9.2026. Mittauspaikka kuva 1: TS*

Kuvassa 10 on havainnollistettu 28.9. havaittu tilanne, jossa vesitykki oli ensin pois päältä (noin kahden tunnin mittajakso) ja myöhemmin päällä, ja lisäksi myöhemmin oli noin puolen tunnin tauko työmaalla. Vesitykin ei havaita vaikuttavan PM-pitoisuuksiin tarkasteluajanjaksolla. Myös työskentelytauko näkyy aikasarjassa selvästi siten, että kohonneita PM-pitoisuuksia ei havaita.



Kuva 10. *$PM_{2.5}$, PM_{10}, PN ja $LDSA^{al}$ aikasarjat 28.9.2026. Mittauspaikka kuva 1: VK1*

Kuvista voidaan huomata, että massapitoisuudet ovat selkeästi pienempiä kauempana työmaasta. Huomioitavaa on kuitenkin, että rakennusten ympäröimänä tuuliolosuhteen vaihtelivat paljon ja kauempana tehdyissä mittauksissa pölyn päätyminen mittauspisteelle on epätodennäköisempää. Yleisesti myös melko korkeista massapitoisuuksista huolimatta lukumääräpitoisuus pysyi kohtuullisen matalana. Tämä johtuu suuresta hiukkaskoosta pölyssä.

Helsingin seudun ympäristöpalveluiden (HSY) ja Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) kehittämän ilmanlaatuindeksin avulla voidaan arvioida purkutyön lähialueen ilmanlaatuvaikutuksia [1]. Ilmanlaatuindeksi voidaan laskea monien eri pitoisuuksien perusteella, joista näissä mittauksissa on mitattu $PM_{2.5}$ ja PM_{10}. Myös LDSA:n ja hiukkaslukumäärän avulla on mahdollista laskea suuntaa antava ilmanlaatuindeksi, mutta koska näille ei ole vielä olemassa raja-arvoja, käytetään ilmanlaatuindeksin arvioimiseen vain hiukkasten massapitoisuutta. Taulukossa 4 on esitelty ilmanlaatuindeksin raja-arvot. Raja-arvot on määritetty tunnin keskiarvoina.

Taulukko 3. *Ilmanlaatuindeksi hiukkasten massapitoisuuden mukaan [1].*

Ilmanlaatu	PM_{10} (µg/m^3)	$PM_{2.5}$ (µg/m^3)
Erittäin huono	≥ 201	≥ 76
Huono	101-200	51-75
Välttävä	51-100	26-50
Tyydyttävä	21-50	11-25
Hyvä	≤ 20	≤ 10

Kun hiukkasten massapitoisuuksille lasketaan tunnin liukuva keskiarvo, voidaan määrittää ajat, joina tunnin keskiarvo on ollut eri ilmanlaatuindeksin pitoisuusrajojen sisällä. Ilmanlaatuindeksiin on otettu huomioon vain kello 7–17 tehdyt mittaukset, sillä tänä aikana on mahdollisesti tehty purkutyötä. Taulukossa 5 on esitelty PM_{10} liukuvan keskiarvon perusteella lasketut ilmanlaatuindeksien prosenttiosuudet mittauksen kestosta.

Taulukko 4. *Eri ilmanlaatuindeksien osuus työpäivän aikana tehdyistä mittauksista. Prosenttiosuuksien summa saattaa olla yli 100 %, sillä kaikki arvot on pyöristetty prosentin tarkkuuteen.*

Päivä		Hyvä (%)	Tyydyttävä (%)	Välttävä (%)	Huono (%)	Erittäin huono (%)	Kokonaisaika (h)
16.9.	PM_{10}	27	38	16	20	0	3,0
	$PM_{2.5}$	69	31	0	0	0	
17.9.	PM_{10}	14	85	1	0	0	4,8
	$PM_{2.5}$	100	0	0	0	0	
18.9.	PM_{10}	97	3	0	0	0	8,9
	$PM_{2.5}$	100	0	0	0	0	
23.9.	PM_{10}	72	28	0	0	0	6,7
	$PM_{2.5}$	100	0	0	0	0	
24.9.	PM_{10}	52	34	12	2	0	5,9
	$PM_{2.5}$	85	15	0	0	0	
28.9.	PM_{10}	0	6	48	45	0	6,1
	$PM_{2.5}$	4	65	31	0	0	

Taulukosta voidaan nähdä, että ilmanlaatu on ollut huonointa purkutyömaan läheisyydessä 28.9. Voidaan myös huomata, että PM_{10} perusteella lasketut ilmanlaatuindeksit ovat $PM_{2.5}$ pohjalta laskettuja huonompia. Tämä johtuu siitä, että hiukkaset ovat kooltaan pääasiassa suuria, mikä voidaan nähdä myös aikasarjojen (kuvat 3–8) pienestä $PM_{2.5}$ osuudesta PM_{10} verrattuna.

Arvoja tulkitessa on huomioitava, että taulukon prosenttiosuudet kuvaavat yhden tietyn pisteen ilmanlaatua. Kun pöly ei ole kulkeutunut mobiililaboratoriolle (kuten 23.9., jolloin tuuli kuljetti pölyä usein poispäin mittauspaikasta) ilmanlaatu on hyvä, vaikka se saattaisi olla jossain muussa pisteessä työmaan ympärillä huonompi.

Liitteissä 1 ja 2 on esitetty TTL:n tuottamat analyysitulokset kerätyistä näytteistä. Tulokset on koostettu taulukkoon 6.

Taulukko 6. *Työterveyslaitoksen analysoimat asbesti-, alveolijakeisen pölyn ja kvartsipitoisuuden tulokset mittauspisteittäin.*

Mittauspiste ja päivämäärä	Näytteenotto aika	Asbestikuidut (> 5 µm)	Alveolijakeinen pöly	Kvartsi (alveolijae)
Tammelan koulun piha (TK) **23.9.2026**	10:38–15:41	< 0,0020 kuitua/cm³	< 0,074 mg/m³	0,0042 mg/m³
Tammelan stadion (TS) **24.9.2026**	10:37–15:27	< 0,0020 kuitua/cm³	< 0,076 mg/m³	< 0,0026 mg/m³
Väinölänkatu (V1) **28.9.2026**	10:14–15:41	< 0,0020 kuitua/cm³	< 0,068 mg/m³	0,0032 mg/m³
Viite- ja raja-arvot	—	**Sitova raja-arvo:** 0,01 kuitua/cm³ (VNa 798/2015)	**Määritysraja:** n. 0,07 mg/m³	**HTP (8 h):** 0,05 mg/m³ **Sitova raja-arvo:** 0,1 mg/m³

Huom. Työterveyslaitoksen akkreditoidut analyysimenetelmät: asbesti AERO-TY-062 (SEM-EDS), alveolijakeinen pöly AERO-TY-003* (gravimetrinen), kvartsi AERO-TY-025* (FT-IR).*

Johtopäätökset

Tammelan koulun purkutyömaa heikensi ilmanlaatua sen välittömässä lähiympäristössä. Purkutyöskentely näkyi selkeinä hetkellisinä PM_{10}- ja $PM_{2.5}$-pitoisuuspiikkeinä erityisesti suurimman ennakoidun pitoisuuden alueella Väinölänkadun mittauspisteessä. Työmaan taukojen aikana sekä ilta- ja yöaikaan näitä päästöpiikkejä ei havaittu, vaan pitoisuudet laskivat tavanomaiselle kaupunki-ilman taustatasolle. Päästöt koostuivat pääasiallisesti karkeasta pölystä, mikä näkyi korkeina massapitoisuuksina suhteessa hienompiin jakeisiin sekä melko maltillisina hiukkaslukumäärinä. Työmaan aktiivisuus heijastui myös mitattuihin hiukkaslukumääriin ja keuhkodeposoituvaan pinta-alaan $LDSA^{al}$. Näiden pitoisuuspiikit eivät kuitenkaan ajoittuneet yksiin hiukkasmassan huippujen kanssa, joten niiden arvioidaan aiheutuneen purkukoneiden ja muun kaluston pakokaasupäästöistä purkupölyn sijaan.

Lyhyen seurantajakson aikana vesitykin käytöllä ei havaittu selkeää alentavaa vaikutusta PM_{10}- ja $PM_{2.5}$-pitoisuuksiin Väinölänkadulla. Pitoisuuksien hetkelliseen vaihteluun vaikuttivatkin ensisijaisesti kulloinkin käynnissä olleet työvaiheet sekä paikalliset tuuliolosuhteet. Pitoisuudet laskivat selvästi etäisyyden kasvaessa purkutyömaahan, mutta kauempana tehtyjen mittausten tulkintaa vaikeuttivat ympäröivien rakennusten aiheuttamat arvaamattomat ja pyörteiset tuuliolosuhteet, joiden vuoksi pölypilvi usein kulkeutui mittauspaikan ohi.

Työterveyslaitoksen analysoimissa näytteissä asbestikuitupitoisuudet jäivät kaikissa mittauspisteissä alle analyysimenetelmän määritysrajan (alle 0,0020 kpl/cm^3), mikä alittaa selvästi asbestipurkutyön sitovan raja-arvon 0,01 kpl/cm^3. Myös alveolijakeisen pölyn kokonaispitoisuudet jäivät kaikissa pisteissä alle määritysrajan (alle 0,068–0,076 mg/m^3). Alveolijakeisen kvartsin pitoisuudet olivat erittäin alhaisia (alle 0,0026–0.0042 mg/m^3), alittaen moninkertaisesti sekä työperäisen altistumisen kahdeksan tunnin HTP-arvon (0,05 mg/m^3) että sitovan raja-arvon (0.1 mg/m3). Saatujen tulosten perusteella purkutyöstä ei aiheutunut merkittävää asbesti- tai kvartsialtistusta työmaan ulkopuoliseen ympäristöön.

Lähteet

[1] Helsingin seudun ympäristöpalvelut. ”Mikä on ilmanlaatuindeksi?” https://www.hsy.fi/ilmanlaatu-ja-ilmasto/ilmansuojelu-ja-terveys/mika-on-ilmanlaatuindeksi/ (luettu 12.10.2026)

Liitteet

Liite 1. Asbestinäytteiden analyysitulokset.

Liite 2. Pölykvartsinäytteiden analyysitulokset.