

LIITE 4a

Ilmapäästöjen leviämismallinnusraportti – Suomenkielinen tiivistelmä

Alkuperäinen raportti: WSP Canada Inc. (2026). Aluminium Plant in Kokkola, Finland – Atmospheric Dispersion Modelling. WSP Reference: CA0066095-5831_001_R_Rev0. 29.4.2026.

1. Raportin laatija ja pätevyys

Raportin on laatinut **WSP Canada Inc.** (Montreal, Quebec, Kanada). WSP on kansainvälinen konsulttiyritys, jolla on laaja kokemus alumiinisulattojen ilmanlaatumallinnuksesta erityisesti Quebecin alumiiniteollisuuden parissa. WSP on kehittänyt yhdistelmämallinnusmenetelmän (AERMOD–CALPUFF) nimenomaan alumiiniteollisuuden tarpeisiin.

Projektitiimi:

Projektipäällikkö ja mallinnusasiantuntija: Joseph Lilek, M.Sc. (ilmanlaatu)

Tekninen johtaja ja tarkastaja: Julien Poirier, ins., M.Sc. (OIQ n° 5031699)

Projektijohtaja: Sylvain Marcoux, P.Eng, MBA

Mallinnusmenetelmän yhteensopivuus Suomen ja EU:n ohjeistusten kanssa on varmistettu yhteistyössä suomalaisen ympäristökonsulttiyhtiö **Envineerin** kanssa.

2. Tausta ja tavoite

Raportti on laadittu osana Arctial-hankkeen ympäristövaikutusten arviointimenettelyä (YVA). Arctial suunnittelee 610 000 tonnin vuosikapasiteetin vähähiilistä alumiinitehdashanketta Kokkolan ja Kruunupyyn rajalle Kruunuportin teollisuusalueelle. Laitoksessa hyödynnettäisiin Rio Tinton AP60-teknologiaa yhdistettynä vähähiiliseen sähköön. Raportin tarkoituksena on arvioida tulevien laitostoimintojen päästöjen vaikutusta ympäröivän alueen ilmanlaatuun leviämismallinnuksen avulla.

3. Mallinnusmenetelmät

Työssä käytetään WSP:n kehittämää **yhdistelmämallia (AERMOD–CALPUFF)**, joka yhdistää kaksi vakiintunutta ilmansaasteiden leviämismallia:

AERMOD (US-EPA:n standardimalli, versio 24142): pistelähteiden (savupiiput, RTO-polttokammiot, valimopäästöt) mallinnus. Gaussilainen leviämismalli, joka hyödyntää tuntikohtaista sääaineistoa.

CALPUFF (versio 7.2.1): termisten linjalähteiden (elektrolyysihallit) mallinnus. Lagrangilainen "puff"-malli, joka seuraa ilmassojen liikettä muuttuvissa sääolosuhteissa ja soveltuu erityisesti pitkien elektrolyysihallien kattolinjojen mallinnukseen.

Yhdistelmämalli on perusteltu, koska AERMOD:in BLP-pohjainen linjalähdemoduuli on tunnetusti epätarkka kuumailmalinjoille (esim. ACHD 2018, US-EPA 2018a). Molemmat mallit käyttävät samaa sääaineistoa, mikä takaa tulosten ajallisen ja alueellisen yhteensopivuuden.

Mallinnusalue: 12 km × 12 km (UTM Zone 34N). Topografia-aineisto: Maanmittauslaitoksen 10 m korkeusmalli.

Sääaineisto: Kokkolan Santahaan sääaseman tuntidata vuosilta 2020–2022, prosessoitu US-EPA AERMET -moduulilla (versio 18081). Vallitsevat tuulet etelästä, lounaasta ja pohjoiskoillisesta; keskituulennopeus 13,1 km/h.

Häiriintyvät kohteet: Mallinnuksessa huomioitu lukuisia mahdollisesti häiriintyviä kohteita, mukaan lukien lähialueen asuinrakennukset, tuotantoeläintilat, hevostilat, maatalousalueet ja Laajalahden Natura 2000 -alue.

4. Mallinnettavat aineet ja raja-arvot

Mallinnetut aineet: rikkidioksidi (SO₂), typpidioksidi (NO₂), hiilimonoksidi (CO), hiukkaset (PM₁₀ ja PM_{2.5}), vetyfluoridi (HF), bentso[a]pyreeni (B[a]P), polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH) ja

haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC). Vertailuarvoina on käytetty Suomen ja EU:n ilmanlaadun raja-arvoja (ml. vuoden 2030 kiristyvät raja-arvot, direktiivi 2024/2881) sekä HF:n osalta Quebecin ilmanlaatukriteereitä (1 h ja kasvukausi touko–lokakuu, 4 416 h). Taustapitoisuudet perustuivat Kokkolan Ykspihlajan ja Luodon Vikarholmenin mittausasemien vuosien 2023–2025 dataan.

Kaksi skenaariota mallinnettiin: **Vaihtoehto 1** (laitoskokonaisuus ml. anodituotanto) ja **Vaihtoehto 2** (laitoskokonaisuus ilman anodituotantoa).

5. Keskeiset tulokset

Mallinnuksen perusteella ilmanlaadun raja-arvot alittuvat kaikkien muiden aineiden paitsi SO₂:n ja HF:n osalta.

Rikkidioksidi (SO₂): Nykyiset Suomen ja EU:n raja-arvot alittuvat kaikissa tilanteissa. Vuoden 2030 tiukentuvien raja-arvojen ylityksiä esiintyy ainoastaan tilanteessa, jossa toinen SO₂-pisureista on huoltokatkolla (ohitus/bypass). Ylitykset koskevat vain lähintä asuintaltoa (SR1), ja niiden todennäköisyys on erittäin pieni: alle kerran vuodessa 1 h -keskiarvolla, ja noin kerran joka 8–9 vuosi 24 h -keskiarvolla. Huoltokatko ajoitetaan kasvukauden ulkopuolelle (marras–huhtikuu), jotta vaikutuksia kasvillisuuteen minimoidaan.

Vetyfluoridi (HF): 1 h -kriteeri alittuu. Kasvukauden (touko–lokakuu) 4 416 h -kriteeri (0,4 µg/m³) ylittyy seitsemässä häiriintyvässä kohteessa alle 1 km:n etäisyydellä laitoksesta. Ylitysalue kattaa lähinnä yksittäisiä asuinrakennuksia ja maatalousmaata valtatie 8:n vastakkaisella puolella. Laajalahden Natura 2000 -alueella enimmäispitoisuus on 0,121 µg/m³ (30 % kriteeristä), eli ylitystä ei esiinny.

NO₂, CO, PM₁₀, PM₂₋₅, B[a]P: Kaikkien nykyisten ja vuoden 2030 raja-arvojen mukaiset pitoisuudet alittavat raja-arvot molemmissa tapauksissa.

PAH: Vaihtoehdossa 1 (anodituotanto mukana) PAH-pitoisuudet ovat merkittävästi korkeammat kuin vaihtoehdossa 2, johtuen hiilianodituotannon RTO-savukaasuista. Virallista raja-arvoa PAH-yhdisteille ei kuitenkaan ole.

6. Mallinnuksen rajoitukset ja konservatiivisuus

Raportissa tuodaan esiin, että mallinnustulokset ovat luonteeltaan konservatiivisia (yliarvioivia), sillä pitoisuuskartat esittävät kunkin häiriintyvän kohteen ehdottoman enimmäispitoisuuden kolmen meteorologisen vuoden ajalta – eivät samanaikaisia arvoja. Hiukkasten leviämismallinnus ei huomioi kaikkia laskeumamekanismeja (mm. elektrostaattisia voimia ja termoforeesia), mikä johtaa jonkinasteiseen yliarvioon. AERMOD ei huomioi monimutkaisia tuulikenttiä eikä topografisia esteitä, mutta laitosalueen tasainen maasto rajoittaa tämän rajoituksen merkitystä.

7. Keskeisten termien sanasto (englanti–suomi)

Alla on luettelo raportin keskeisistä teknisistä termeistä ja niiden suomenkielisistä vastineista.

English	Suomi
Atmospheric dispersion modelling	Ilmapäästöjen leviämismallinnus
Air quality	Ilmanlaatu
Ambient air	Ulkoilma
Emission source	Päästölähde
Point source	Pistelähde
Buoyant line source	Terminen linjalähde (kuumailmalähde)
Potline / potroom	Elektrolyysihalli
Receptor	Reseptori (laskentapiste)
Sensitive receptor	Häiriintyvä kohde (esim. asutus)
Limit value	Raja-arvo
Background concentration	Taustapitoisuus
Averaging period	Keskiarvojakso
Isoconcentration contour	Pitoisuuskäyrä
Sulfur dioxide (SO ₂)	Rikkidioksidi (SO ₂)
Nitrogen dioxide (NO ₂)	Typpidioksidi (NO ₂)
Carbon monoxide (CO)	Hiilimonoksidi (CO)
Particulate matter (PM ₁₀ , PM _{2.5})	Hiukkaset (PM ₁₀ , PM _{2.5})
Hydrogen fluoride (HF)	Vetyfluoridi (HF)
Benzo[a]pyrene (B[a]P)	Bentso[a]pyreeni (B[a]P)
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)	Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH)
Volatile organic compounds (VOC)	Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)
Dry deposition	Kuivalaskeuma
Wet deposition	Märkälaskema
Building downwash	Rakennusten aiheuttama pyörteisyys
Wind rose	Tuuliruusu
Meteorological data set	Meteorologinen aineisto
Modelling domain	Mallinnusalue
SO ₂ scrubber	SO ₂ -pesuri (rikkidioksidin käsittely)
Growing season (May–October)	Kasvukausi (touko–lokakuu)
Natura 2000 site	Natura 2000 - alue
Topography	Topografia (maastonmuodot)

Arctial MidstreamCo Oy. Alumiinitehtaan YVA-selostus. **Liite 4a.**

Tulip-roof configuration	Tulppaanikattorakenne
Exceedance	Raja-arvon ylitys