

Puolangan biokaasulaitoksen hajumallinnus

01.10.2025

MACON OY

Hajumallinnuksen lähtökohdat

Tässä esitetty hajumallinnus perustuu AERMOD View (versio 13.0.0) ohjelmistolla tehtyyn hajupäästön matemaattiseen mallinnukseen. AERMOD on Yhdysvaltain ympäristönsuojeluviraston (EPA) ohjauksessa kehitetty ilmanpäästöjen matemaattinen malli. AERMOD View on kanadalaisen Lakes Environmental yrityksen kehittämä sovellus ohjelmistosta (Lakes Environmental, 2025). Mallinnuksessa huomioidaan säätiedot, maastonmuodot sekä päästölähteistä aiheutuvat hajupäästöt.

Säätiedot

Kohteelle suoritettussa mallinnuksessa on käytetty kahden vuoden (2023-2024) säätietoja. Säätiedot ovat vuoden jokaiselta tunnilta. Malli käyttää taulukossa 1 esitettyjä säätietoja hajupäästön leviämisen laskennassa. Säätiedon toimitti Lakes Environmental Software. Säätiedot ovat WRF-sääaineistoa (WRF =Weather Research and Forecasting).

Taulukko 1. Säätiedot mallinnuksessa.

Parametri	Yksikkö
Kokonaispilvipeite	kymmenesosa
Läpinäkymätön pilvipeite	kymmenesosa
Kuiva lämpötila	°C
Kastepisteen lämpötila	°C
Suhteellinen kosteus	%
Ilmanpaine	millibaari (mbar)
Tuulensuunta	astetta
Tuulennopeus	m/s
Sekoituskorkeus	m (rajoittamaton korkeus)
Tunnin sadekertymä	tuuman sadasosa

Maastomuodot

Mallinnusalueen maastonmuoto on määritetty malliin käyttäen WebGIS SRTM30 korkeuskäyriä. Hajupäästön leviäminen mallinnettiin alueelle, jonka koko on 15 km x 15 km ja pinta ala 225 km2. Tälle alalle määritettiin havaintopisteverkko, joka koostui 151 kpl x 151 kpl havaintopisteestä, jotka olivat kaikki kooltaan 100 m x 100 m. Yhteensä havaintopisteitä oli 22 801 kappaletta.

Päästölähteet

Hajumallinnuksen päästölähde on biokaasulaitos. Kun haetaan worst-case tilannetta ja suodatuksen vaikutusta, laitoksen käsittelykapasiteetiksi on valittu 180 000 tonnia vuodessa (VE2). Myös VE1, jolloin kapasiteetti on n. 75 000 vuodessa on mallinnettu. Päästölähde mallinnettiin pistelähteenä. Taulukossa 2 on esitetty hajumallinnuksessa käytetyt tekniset suureet.

Taulukko 2. Hajumallinnuksen tekniset suureet.

Parametri	Arvo	Yksikkö
Päästökorkeus	10	m
Ulos tulevan ilman lämpötila	30	°C
Päästölähteen halkaisija	1	m
Ulos tulevan ilman virtaus	15,45	m/s
Ulos tulevan virtauksen nopeus	12,13	m ³ /s

Hajumallinnus ja ohjearvot

Hajumallinnukset on tehty kahdelle eri laituskoolle: VE1 n. 75 000 t kapasiteetti ja VE2 noin 180 000 tonnin kapasiteetti.

Hajumallinnuksessa huomioitiin kaksi tilannetta. Tilanne ilman hajukaasujen puhdistusta vastaa keskimääräistä ympärivuotista vakiopäästöä ilman hajupäästöjen puhdistustoimia. Toinen malli on tehty puhdistuslaitteiston (tilanne puhdistettaessa) ollessa toiminnassa, ja oletama on, että puhdistus pienentää hajut noin viiteen prosenttiin verrattaessa puhdistamattomaan päästöön. Leviämismallinnuksessa päästö on molemmissa tilanteissa mallinnettu tapahtuvaksi kahden vuoden ajan vakiopäästönä. Kyseessä on siis eräänlainen teoreettinen pahin mahdollinen tilanne (worst case scenario).

Suomessa ei ole annettu ohjearvoa toiminnan aiheuttamasta hyväksyttävästä hajupitoisuudesta. Eräissä maissa tällainen ohjearvo on annettu. Ohjearvot perustuvat yleensä toiminnasta aiheutuvien hajujen ilmenemiseen ympäristössä hajutunteina vuodessa, eli kuinka monta prosenttia vuoden tunneista jokin toiminta aiheuttaa tietyn suuruista hajuhaittaa tietyllä alueella. Esimerkiksi hajupitoisuuden 1 OU/ m3 esiintyminen 2 % vuoden tunneista (175 h) yhden tunnin pituisena hajuhaittana voitaisiin pitää ohjearvona toiminnasta aiheutuvalle hyväksyttävälle hajuhaitalle.

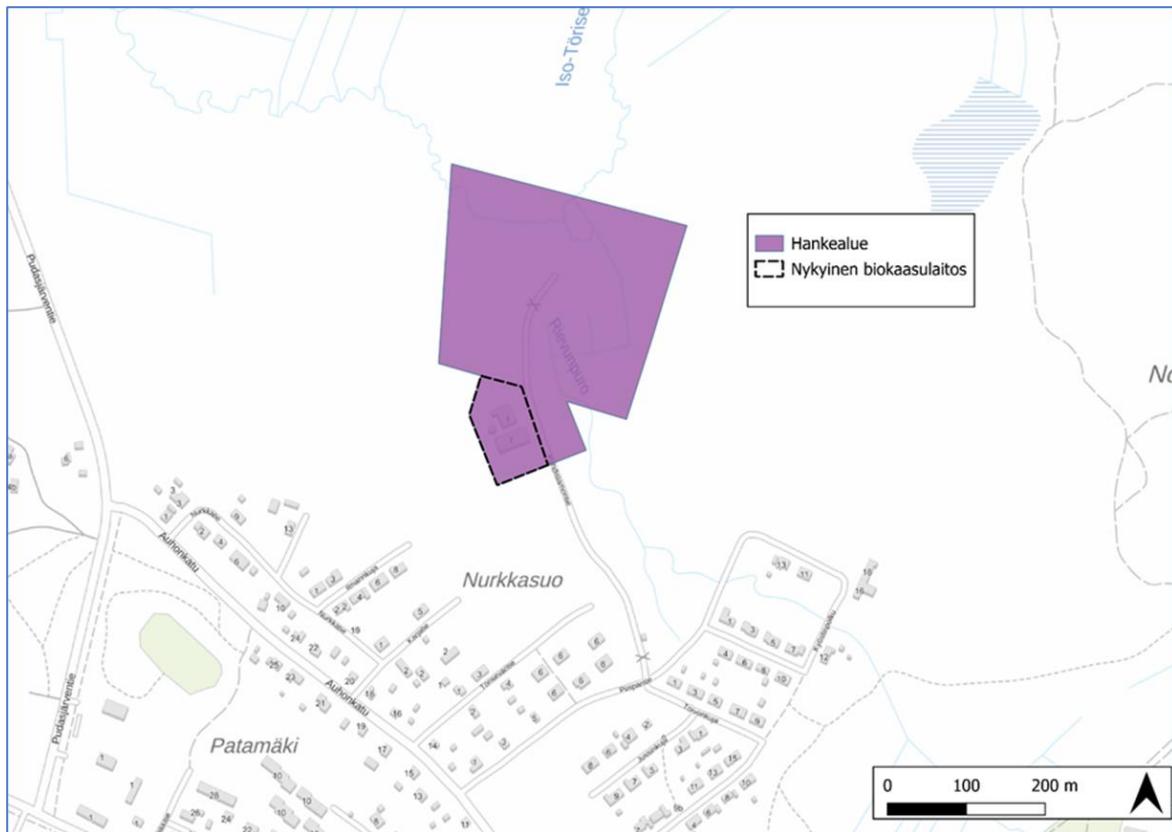
Tässä esityksessä biokaasulaitoksen hajuhaittaa on tarkasteltu käyttäen VTT:n ohjearvosuositusta, joka on yleisesti käytössä Suomessa. VTT:n ohjearvosuositus sisältää 3 % ja 9 % hajutuntimääriä, joita voidaan pitää ohjearvoina hajuhaitalle. Hajuhaitaksi on määritetty 3 % vuoden tunneista 1 OU/m³ 1 tunnin pituisena hajuhaittana. Tätä voidaan pitää hyvin tiukkana tulkintana ohjearvosuosituksesta. Hajupäästön maksimiarvojen leviäminen lähialueella on esitetty 97-prosenttipistekäyrillä (ilman hajunsuodatusta). Tuntiarvojen 97. prosenttipiste tarkoittaa, että 3 % vuoden tuntiarvoista voi ylittää ko. rajapitoisuuden.

Taulukko 3. Mallinnuksessa käytetyt päästömäärät (Ramboll Danmark A/S. 2024. EFW CIP New Biogas Facility Nivala).

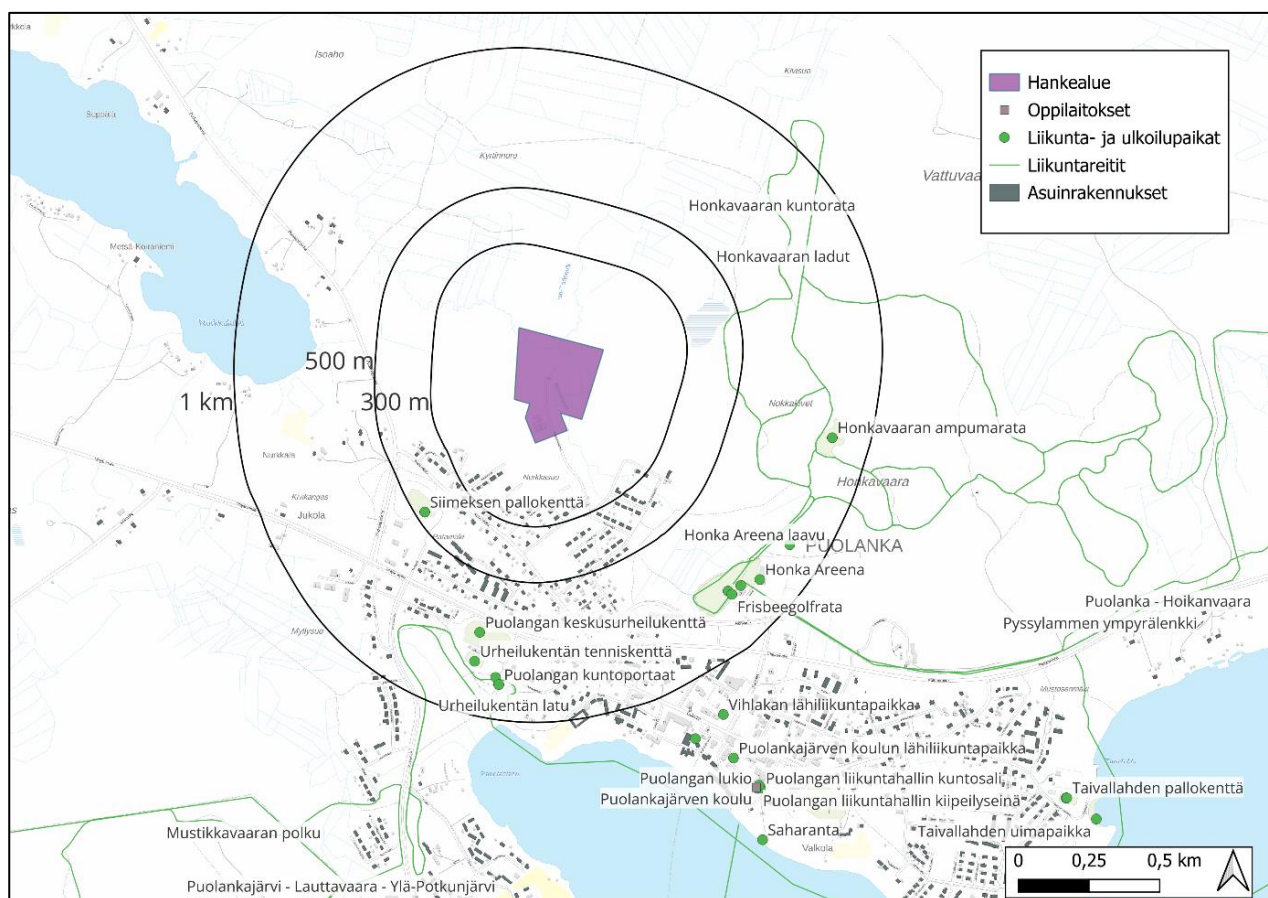
Laitoksen status	VE1 hajupäästö (OU/s)	VE2 hajupäästö (OU/s)
Tilanne ilman hajun poistoa	95 922	203130
Tilanne puhdistettuna	4797	10158

Lähialueen asutus ja etäisyydet

Lähimmät asuinalueet ovat Nurkkasuon ja Patamäen alueet Toimialueen eteläpuolella. Lähin asuinrakennus sijaitsee laitosalueen reunasta noin 150 m etäisyydellä etelään Ilmarinkujan loppupäässä (kuva 1). Suurin osa Puolangan keskustaajamasta sijaitsee noin 0,5-2,5 km kilometrin päässä laitosalueesta (kuva 2).



Kuva 1. Toimenpidealue ja lähialueen asutus.



Kuva 2. Lähialueen herkäät kohteet (päiväkodit, koulut, sairaalat ja virkistyskohteet)

Hajumallinnuksen tulokset

Tilanne ilman hajukaasujen puhdistusta

Jos hajukaasuja ei suodateta, biokaasulaitostoiminnan hajukynnys 1 OU/m³ ylittyy Puolangan keskustaajaman alueella 1 tunnin hajuarvojen osalta (kuva 3) vaihtoehdolla VE1, jos hajukaasuja ei suodateta (75 kta kapasiteetilla). Voimakkainta haju on tehdasalueella ja Honkavaaran länsiosassa.

Jos hajukaasuja ei suodateta, biokaasulaitostoiminnan hajukynnys 1 OU/m³ ylittyy koko mallinnusalueella (15 km * 15 km) 1 tunnin hajuarvojen osalta (kuva 4) vaihtoehdolla VE2, jos hajukaasuja ei suodateta (180 kta kapasiteetilla). Voimakkainta haju on tehdasalueella ja Honkavaaran alueella.

Vuorokausiarvot vastaavasti (kuva 5 ja 6) ylittyvät vajaan kilometrin etäisyydellä laitokselta hajukynnyksen osalta vaihtoehdossa VE1 ja noin 1-2 kilometrin etäisyydellä vaihtoehdossa VE2 (vallitsevan tuulen suunta ja maastonmuodot vaikuttavat), jos hajuja ei suodateta. Näin näiden edellä mainittujen mallien perusteella voidaan esittää arvio, että ilman hajunpoistoa toiminnasta aiheutuu hajuvaikutuksia lähialueen asutukselle, virkistystoiminnalle ja Puolangan keskustaajaman alueelle vaihtoehdolla VE2. Vaihtoehto VE1 sen sijaan vuorokausiarvojen perusteella ilman hajunsuodatusta ei aiheuttaisi vuorokauden mittaisia hajuvaikutuksia asuin- ja virkistysalueilla, mutta tunnin mittaisia vaikutuksia kylläkin lähes samoille alueille kuin VE2:ssa.

Jos hajupäästö olisi jatkuva-aikaista jokaisena tuntina kahden vuoden ajan, niin kahden vuoden tarkastelujakson aikana 1 OU/m³ ylittyisi laitosalueella vaihtoehdossa VE1 yhteensä 3021 kertaa ja vaihtoehdossa VE2 yhteensä 3885 kertaa (kuvat 9 ja 10), kun hajukaasuja ei suodateta. Suurin osa ylityksistä tapahtuisi 1-2 kilometrin säteellä laitosalueesta, eli keskustaajama olisi vaikutusalueella, mutta vaikutukset olisivat VE1:ssä maltillisemmat.

97. prosenttipistekäyrät on esitetty kuvissa 7 ja 8 (2 vuoden sääaineisto). Tuntiarvojen 97. prosenttipiste tarkoittaa siis, että 3 % vuoden tuntiarvoista ylittää kyseessä olevat OU/m³ rajapitoisuuden (8760 tunnista noin 263 tunnin aikana esiintyvä OU/m³). Malleista voidaan päätellä, että hajut keskittyisivät laitoksen läheisyyteen ja lähialueen asutus ei olisi 3 % hajujen vaikutusalueella kummallakaan toteutusvaihtoehdolla. Itäpuolella olevalla Honkavaaran virkistysalueella hajuja voisi jonkin verran esiintyä VE2:ssa. Yleinen tulkinta hajuyksiköistä on: < 1 OU/m³ → ei hajua tai käytännössä hajuton, 1 OU/m³ → havaittava, mutta erittäin heikko haju ja 2–3 OU/m³ → selvästi tunnistettava, mutta ei vielä voimakas.

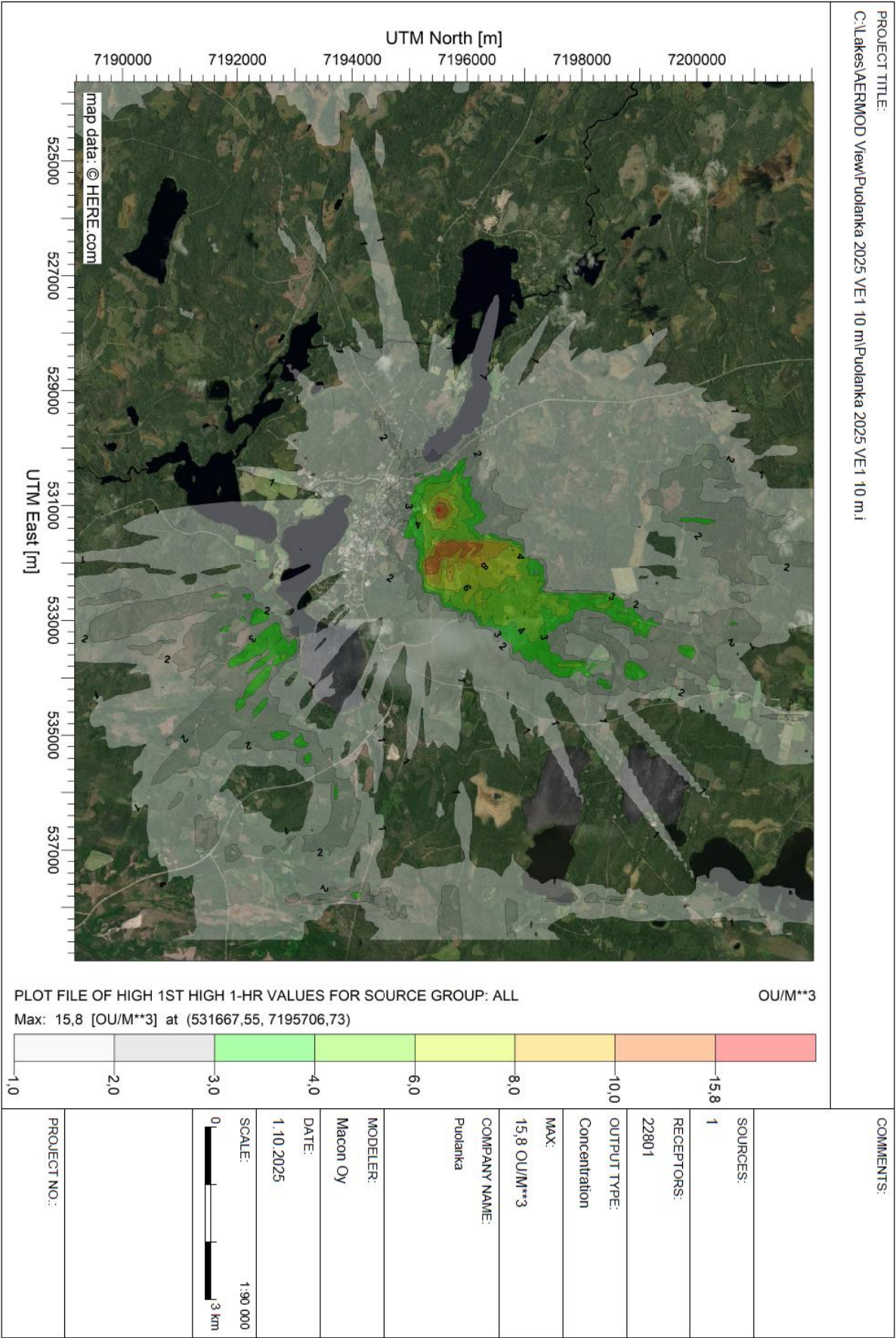
Tilanne hajukaasujen puhdistuksella

Hajumallinnuksessa on mallinnettu myös tilanteet (kuvat 11-13), joissa hajukaasut suodatetaan. Olettamuksena mallissa on se, että hajut pystytään hajunpoistoratkaisuilla pudottamaan noin viiteen prosenttiin verrattaessa suodattamattomaan tilanteeseen (n. 95 % tehokkuus).

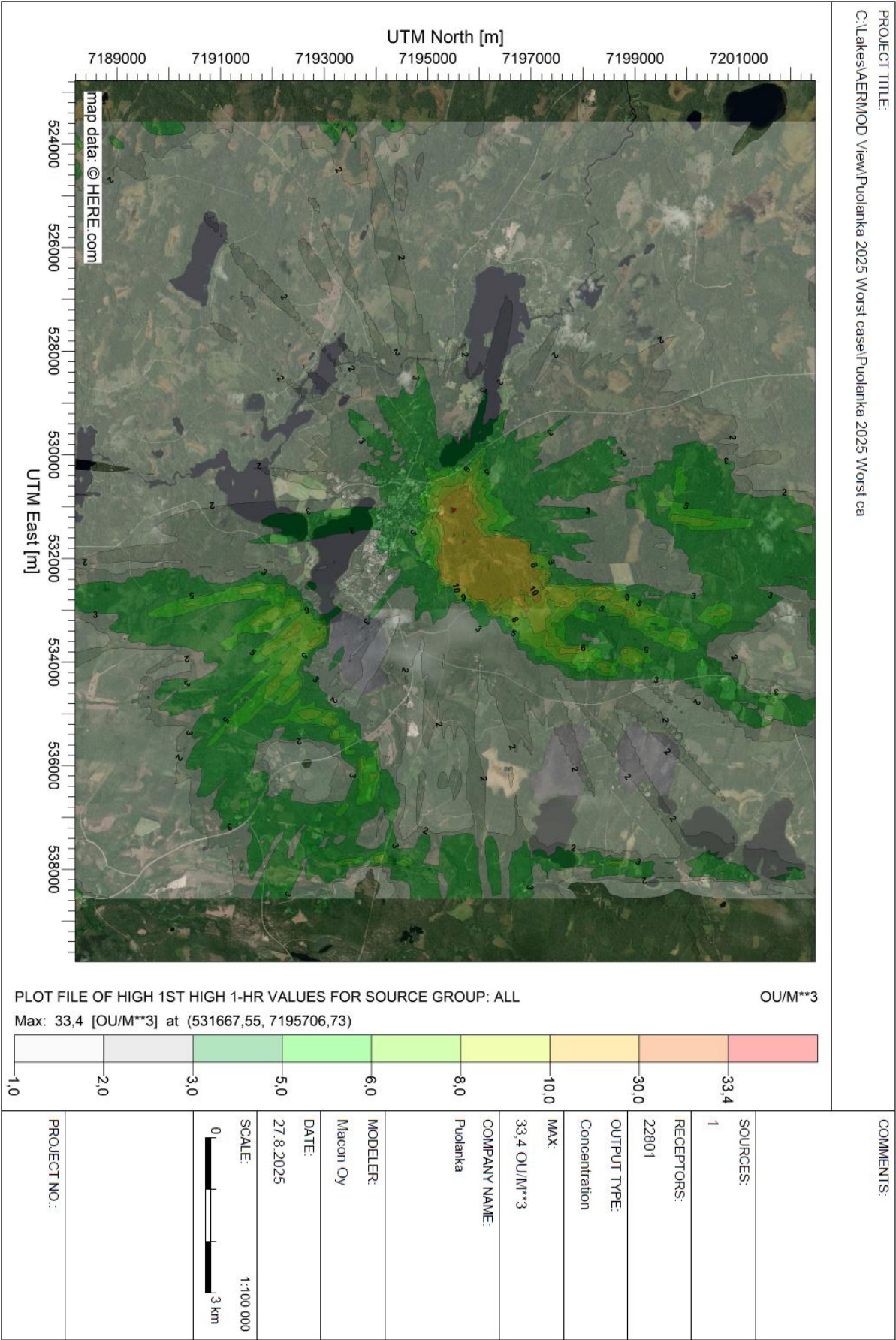
Hajupäästöt, suodatuksen toimiessa normaalisti, 1 tunnin hajuarvoilla putoaisivat alle hajukynnyksenä pidettävän 1 OU/m³ lähes kaikkialla (kuva 11 ja 12), laitosaluetta ja aivan sen läheisyyttä lukuun ottamatta (alle 200 m säteellä laitoksesta). Hajukynnyksen ylittävää havaittavaa, mutta erittäin heikkoa hajua esiintyisi myös Honkavaaran länsireunalla VE2:ssa. Vuorokausiarvot vastaavasti (kuva 12) eivät ylittyisi hajukynnyksen osalta (1 OU/m³). Kahden vuoden aikajänteellä hajupäästöjä tulisi olemaan erittäin vähän (1 OU/m³ tai yli), jos puhdistusprosessi toimii normaalisti. Tämän perusteella voidaan esittää arvio, ettei biokaasulaitoksen normaalitoiminnasta aiheudu silloin hajuhaittaa kummassakaan toteutusvaihtoehdossa.

Jos hajupäästö olisi jatkuva-aikaista jokaisena tuntina kahden vuoden ajan, niin kahden vuoden tarkastelujakson aikana 1 OU/m³ ylittyisi 40 kertaa (kuva 13) VE2:ssa. Lähes kaikki ylitykset tapahtuisivat kuitenkin laitosalueella. Muutama hajutunti esiintyisi Honkavaaran alueella (8 kpl kahden vuoden aikana). VE1:stä vastaavaa mallia ei voida esittää, koska 1 OU/m³ ylityksiä ei olisi.

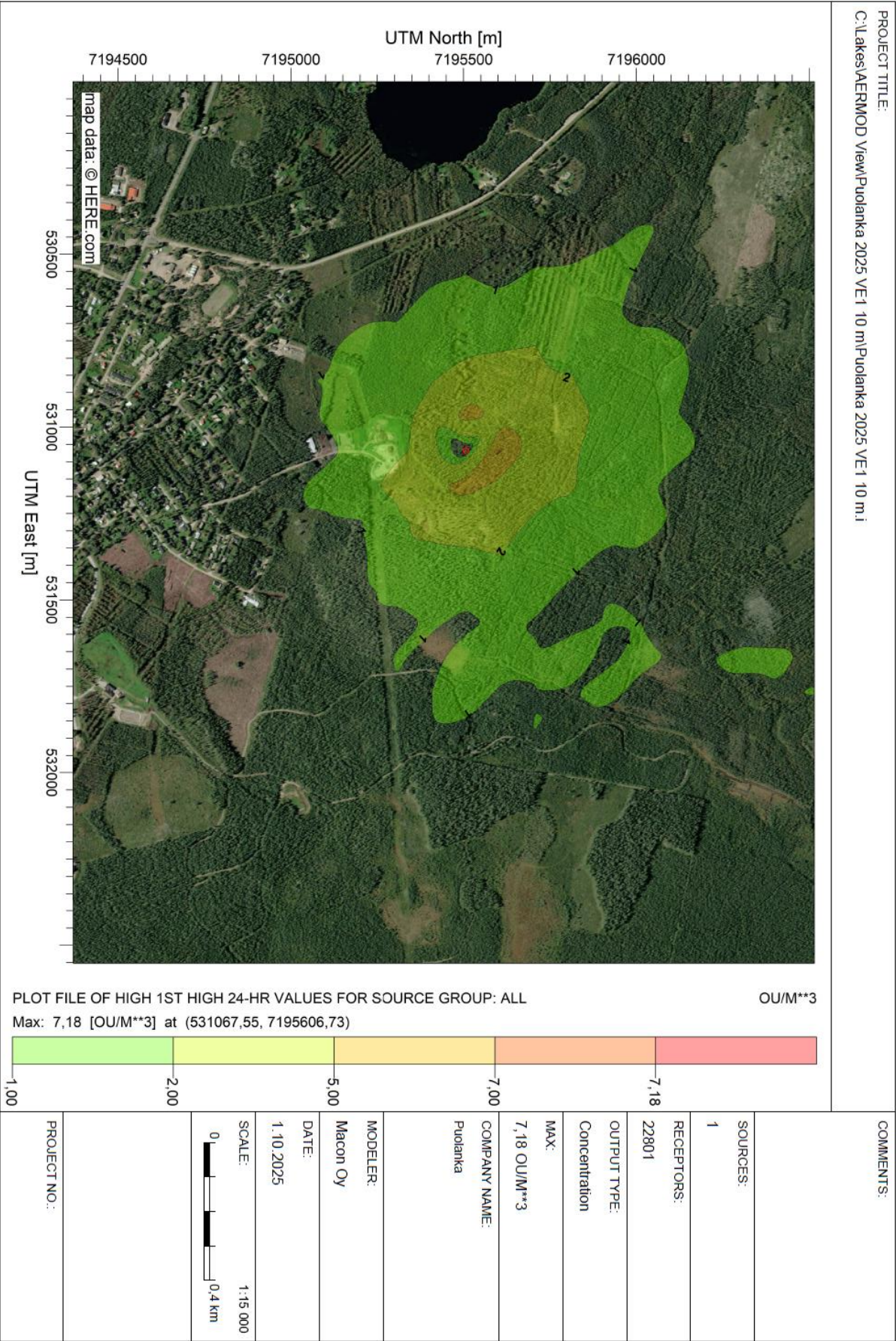
97. prosenttipistekäyriä ei ole esitetty, koska yli 1 OU/m³ arvoja ei esiinny 3 % osuutta vuoden aikana puhdistuksen toimiessa normaalisti.

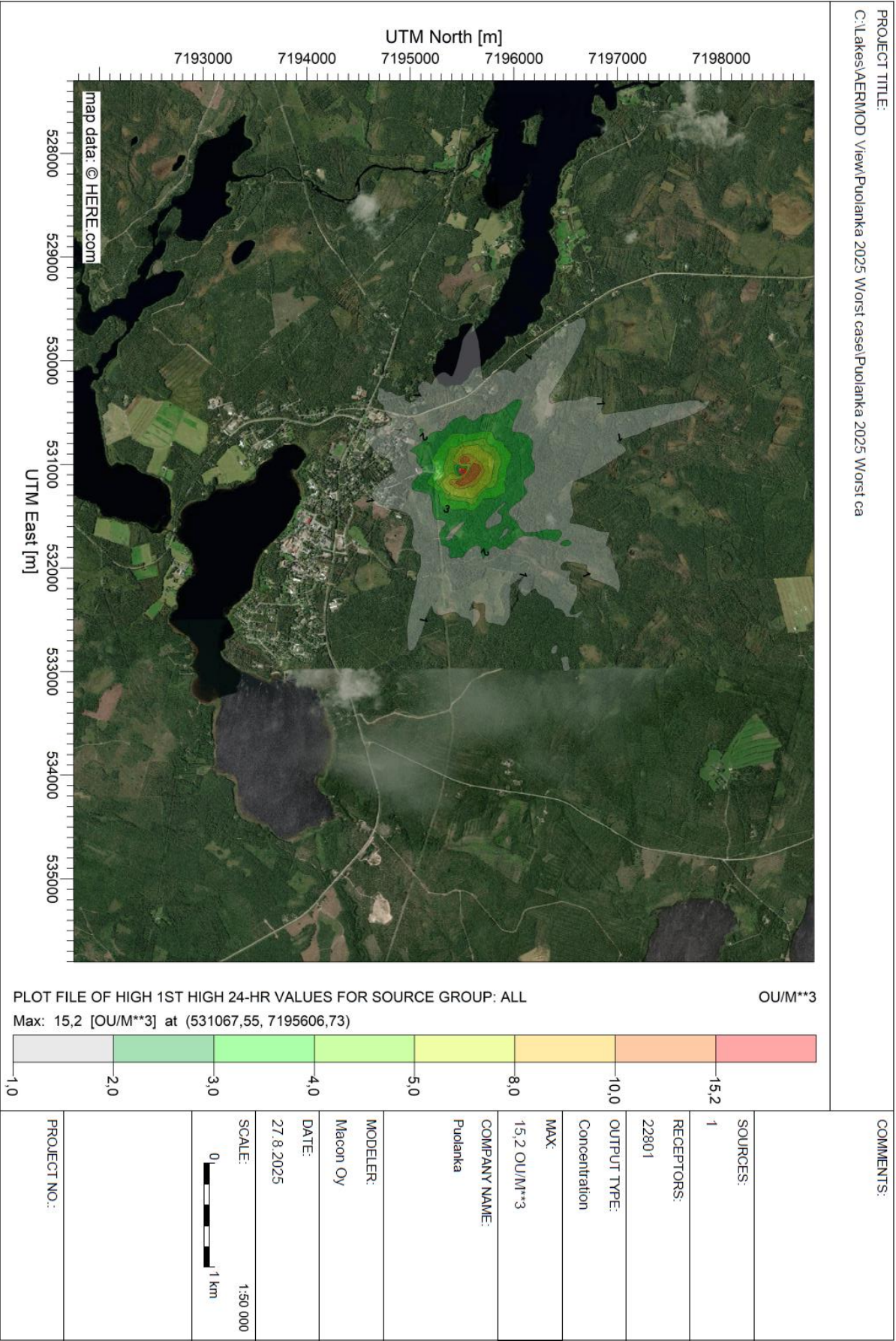


Kuva 3. Malli hajujen (OU/m3) leviämiselle ilman hajukaasujen suodatusta VE1, 1 tunnin arvo.

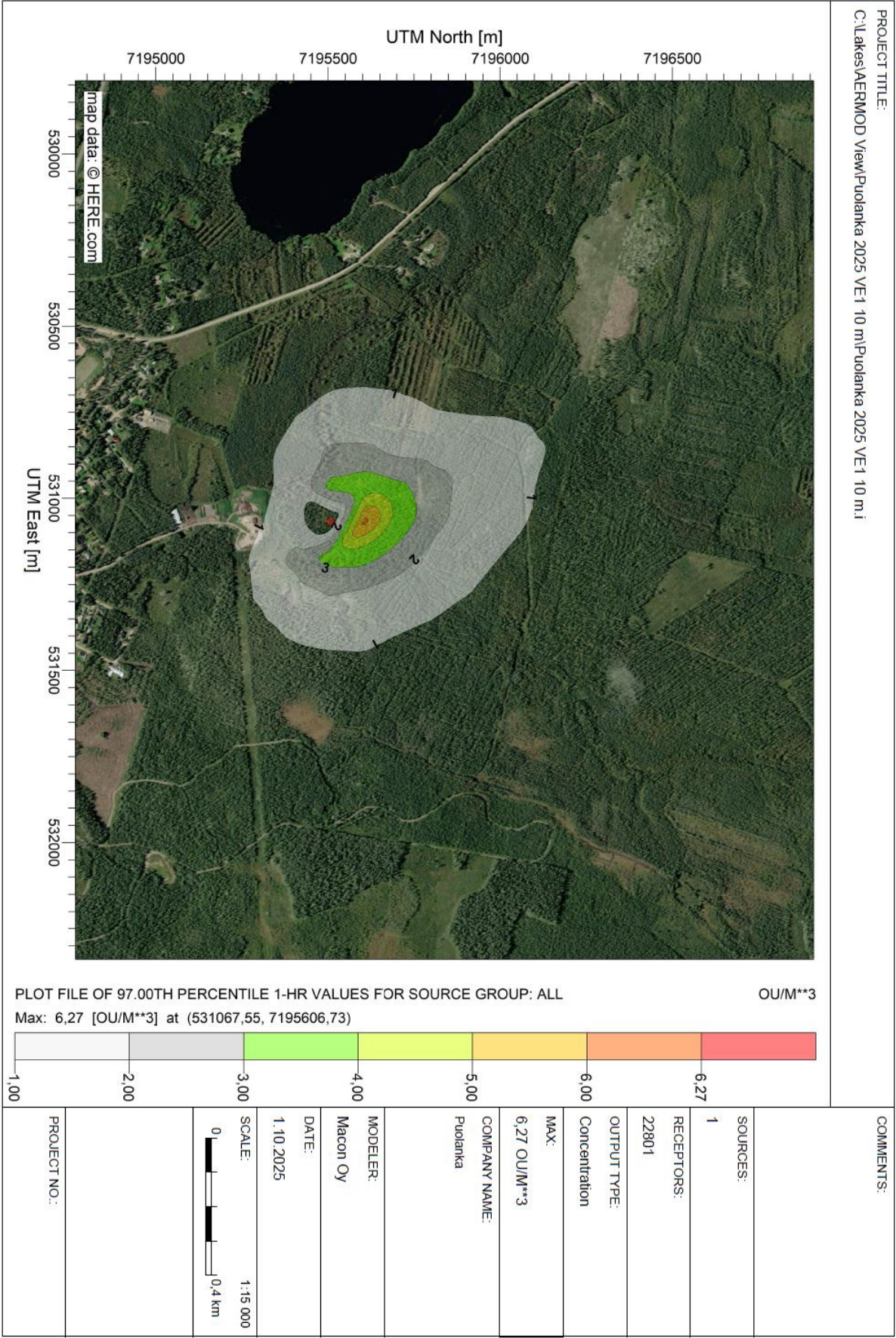


Kuva 4. Malli hajujen (OU/m3) leviämiselle ilman hajukaasujen suodatusta VE2, 1 tunnin arvo.

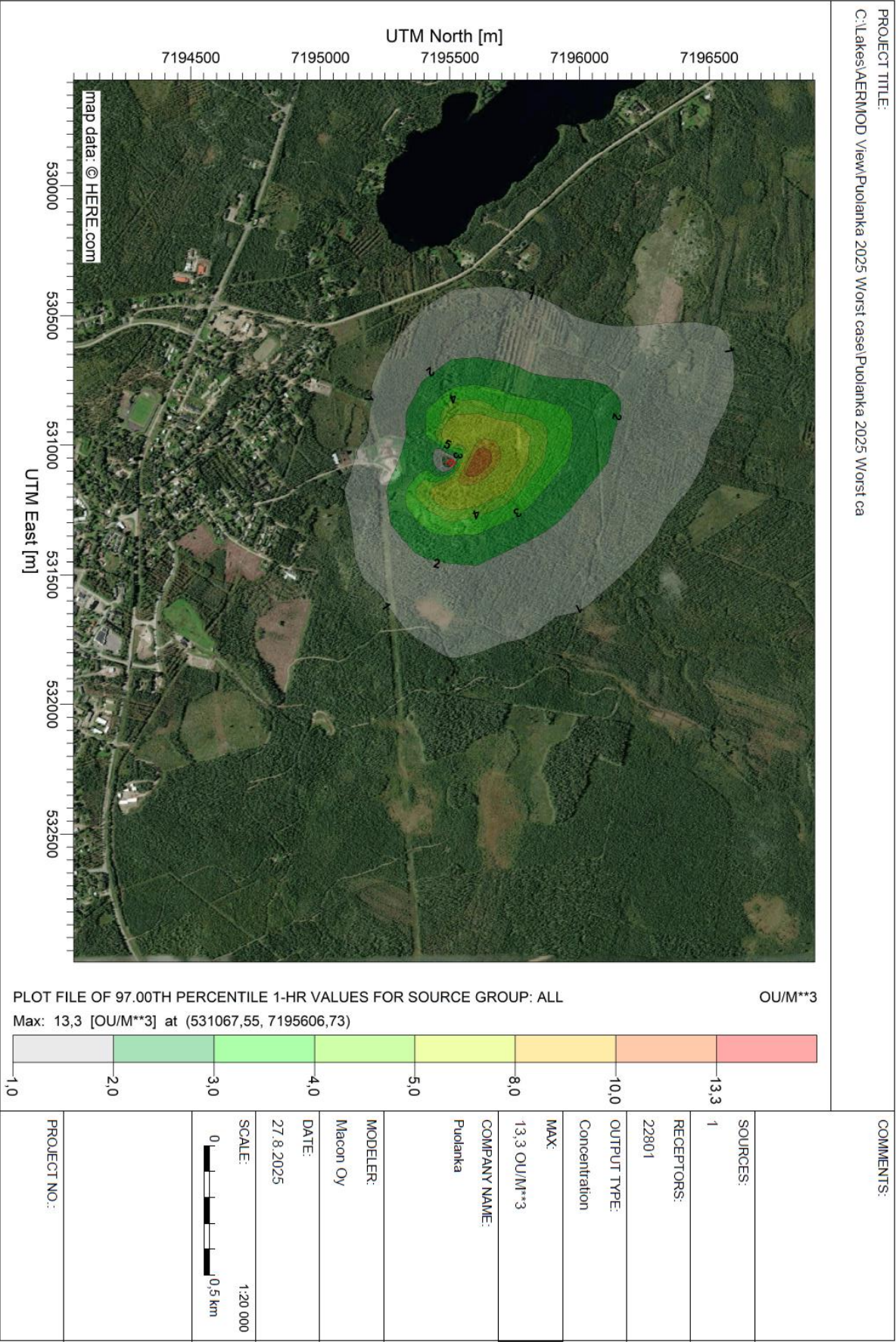




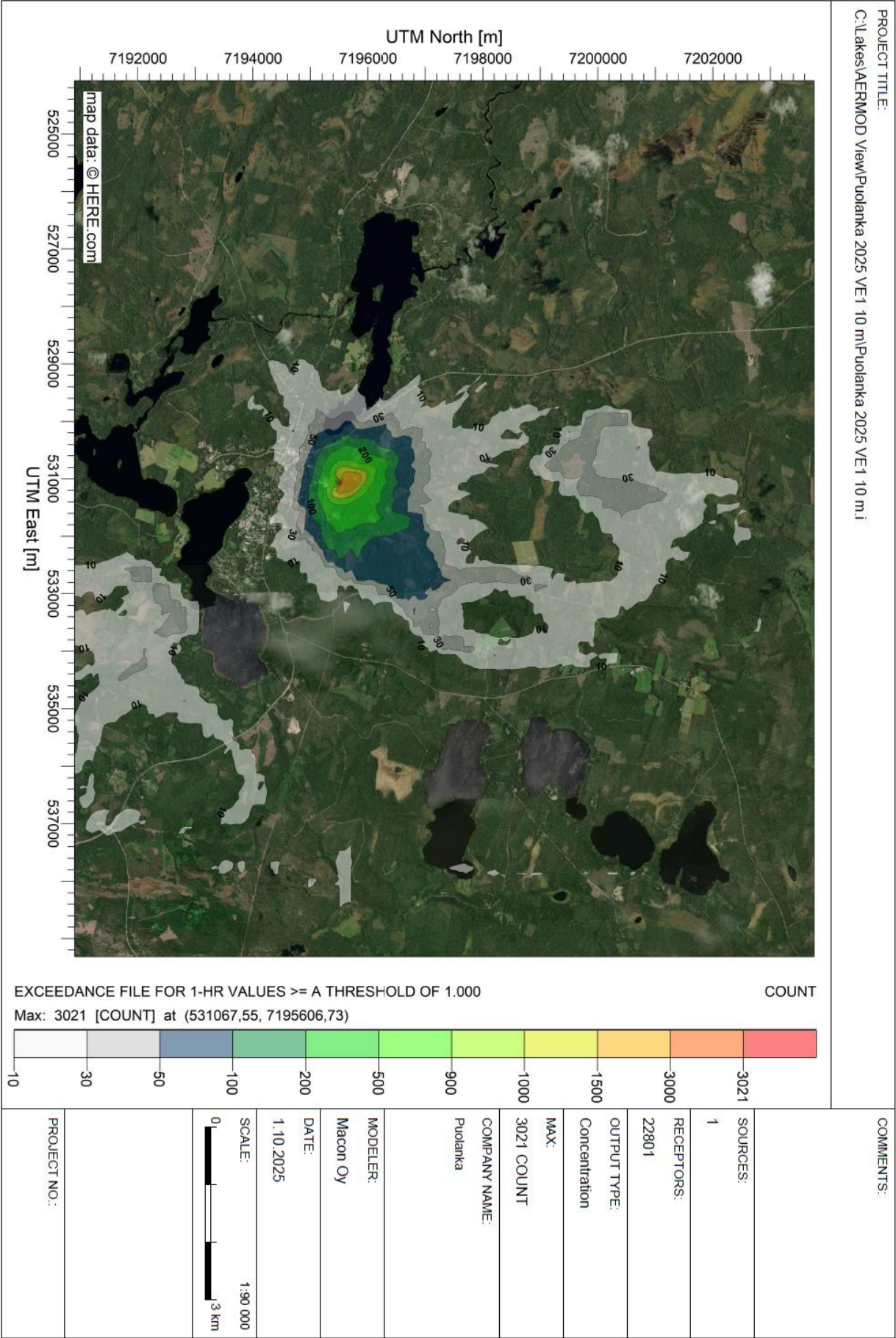
Kuva 6. Malli hajujen (OU/m3) leviämiselle ilman hajukaasujen suodatusta VE2, vrk-arvo.



Kuva 7. Tuntiarvojen 97. prosenttipistekäyrä ilman hajukaasujen suodatusta (kahden vuoden sääaineistolla) VE1, 1 tunnin arvolla.

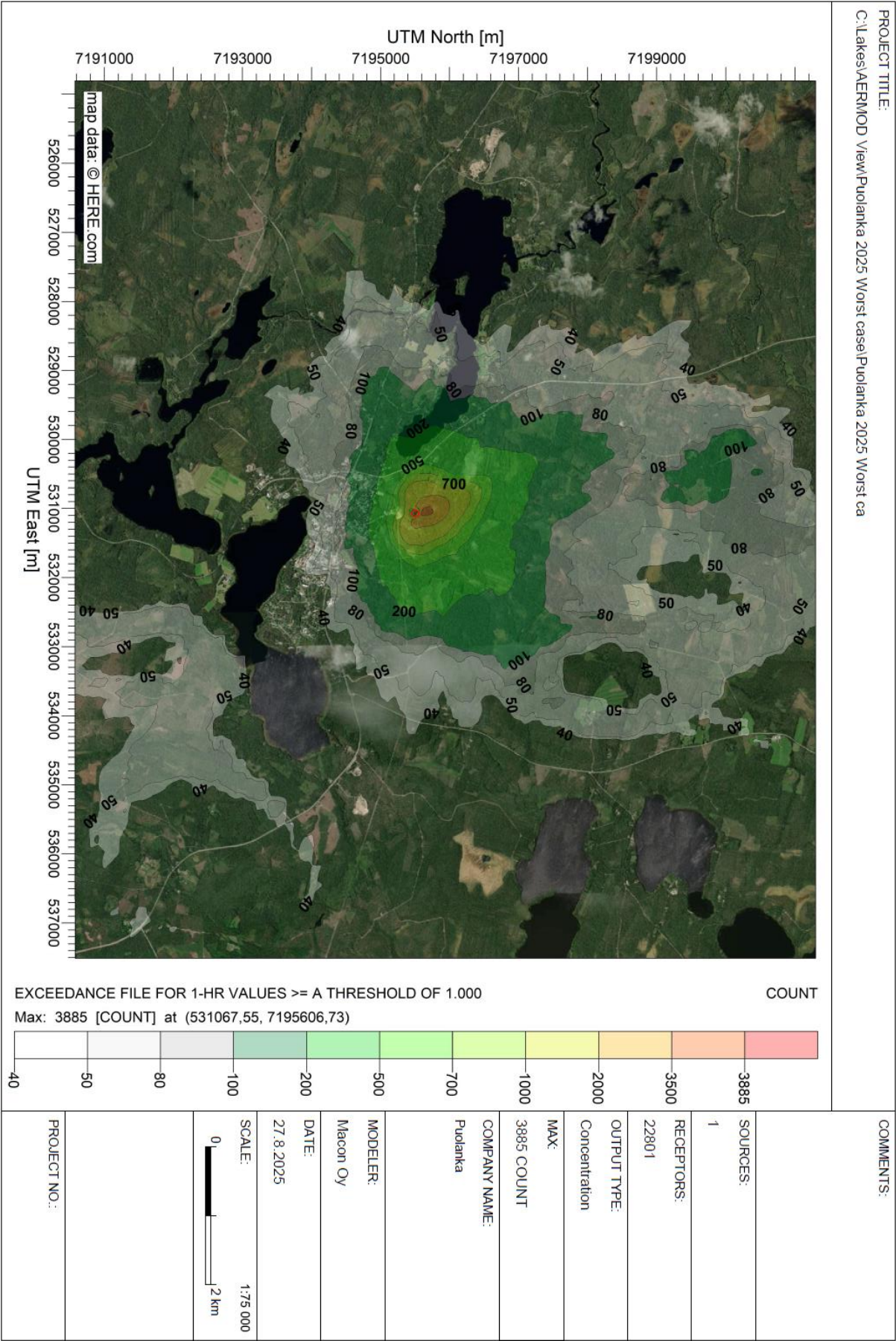


Kuva 8. Tuntiarvojen 97. prosenttipistekäyrä ilman hajukaasujen suodatusta (kahden vuoden sääaineistolla) VE2, 1 tunnin arvolla.

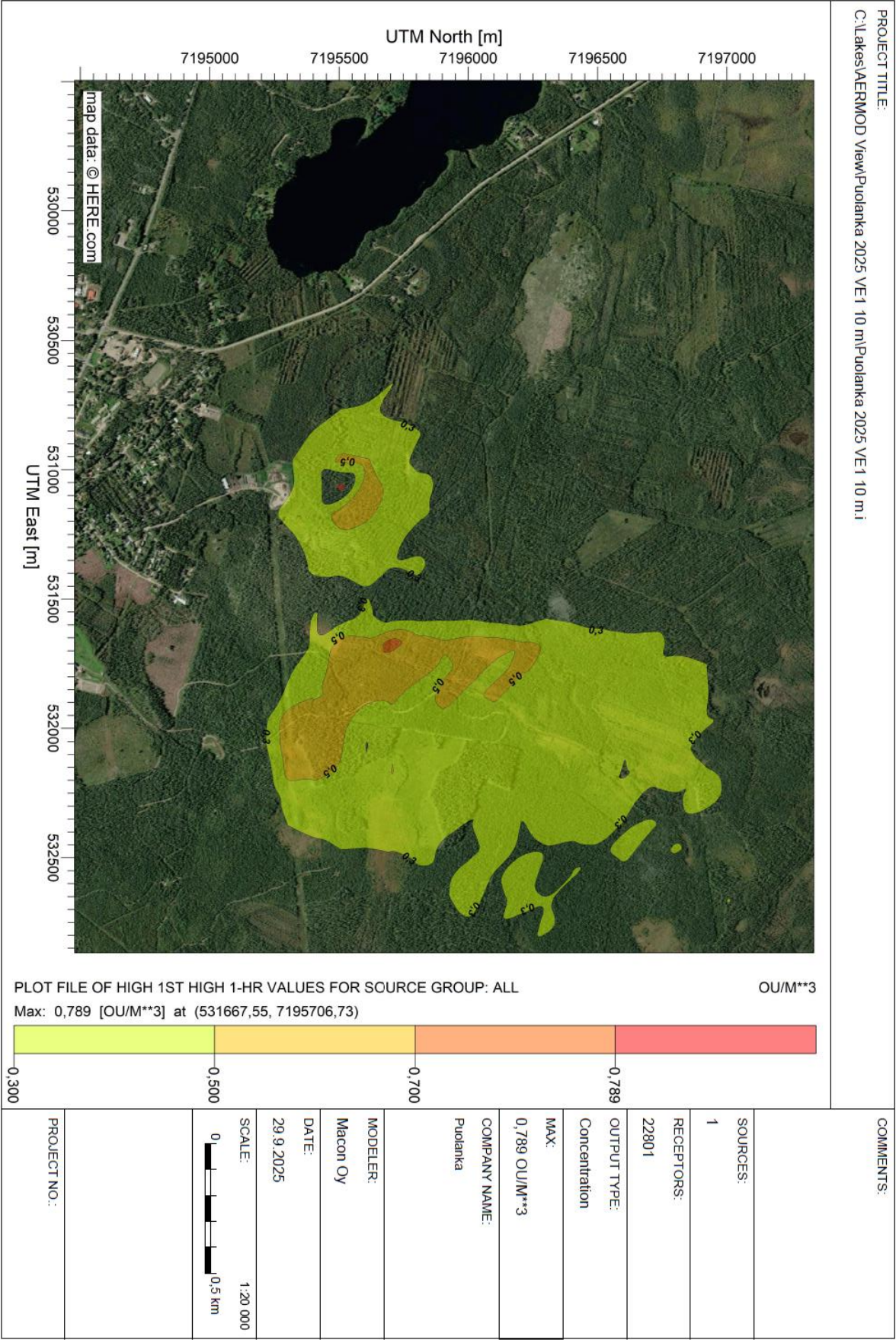


Kuva

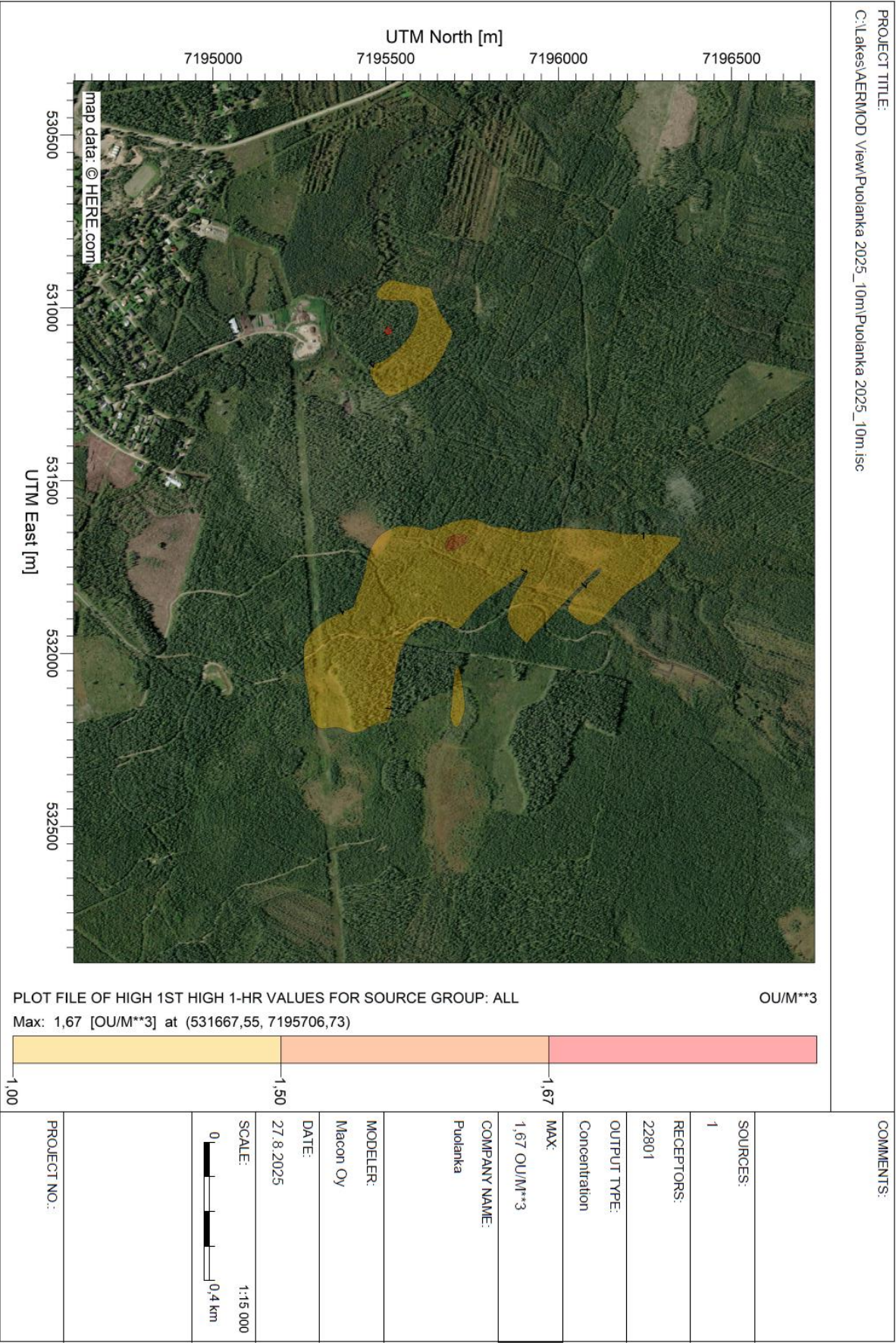
9. Yli 1 OU/m3 hajujen esiintyvyy (kpl) kahden vuoden aikana ilman hajukaasujen suodatusta VE1.

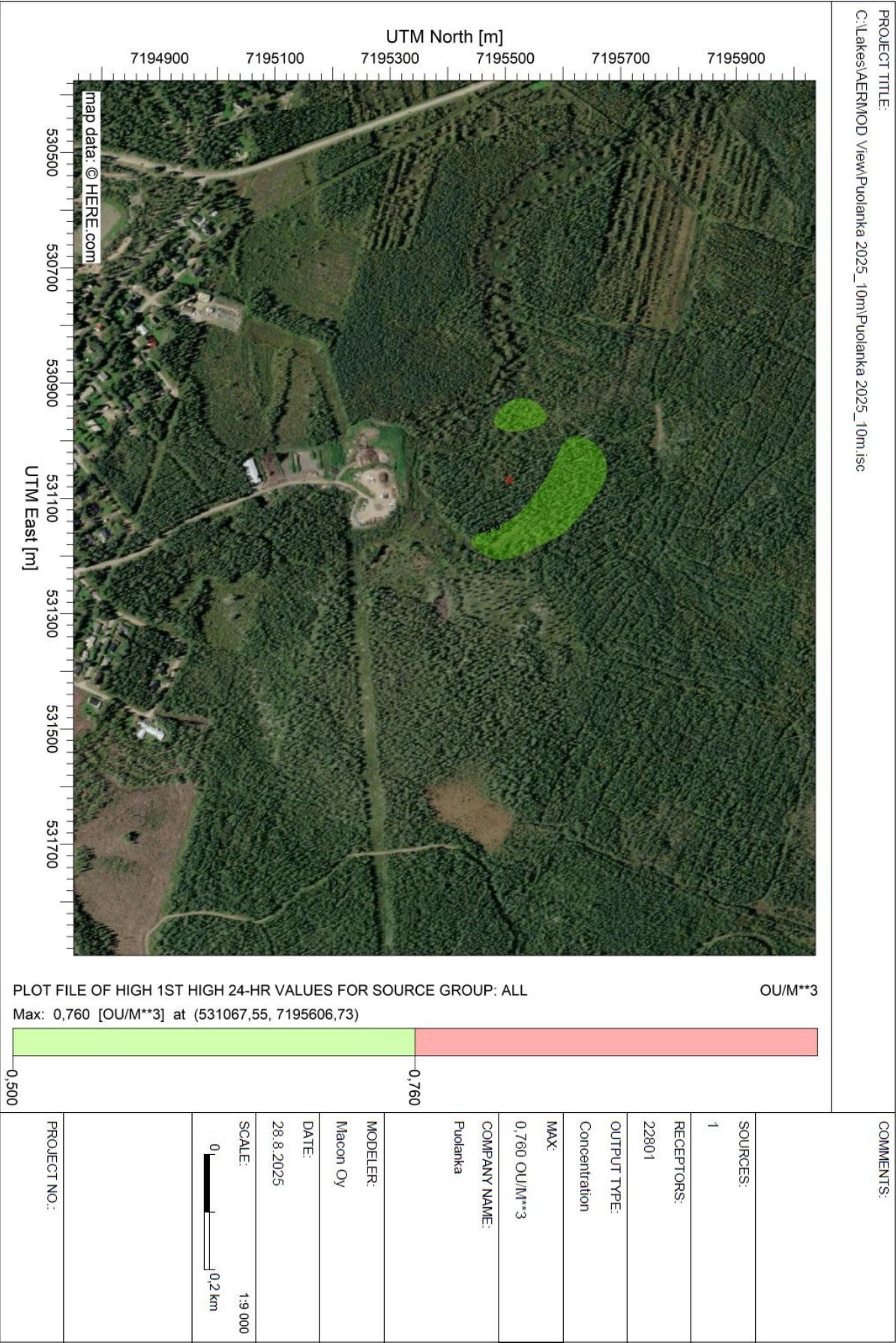


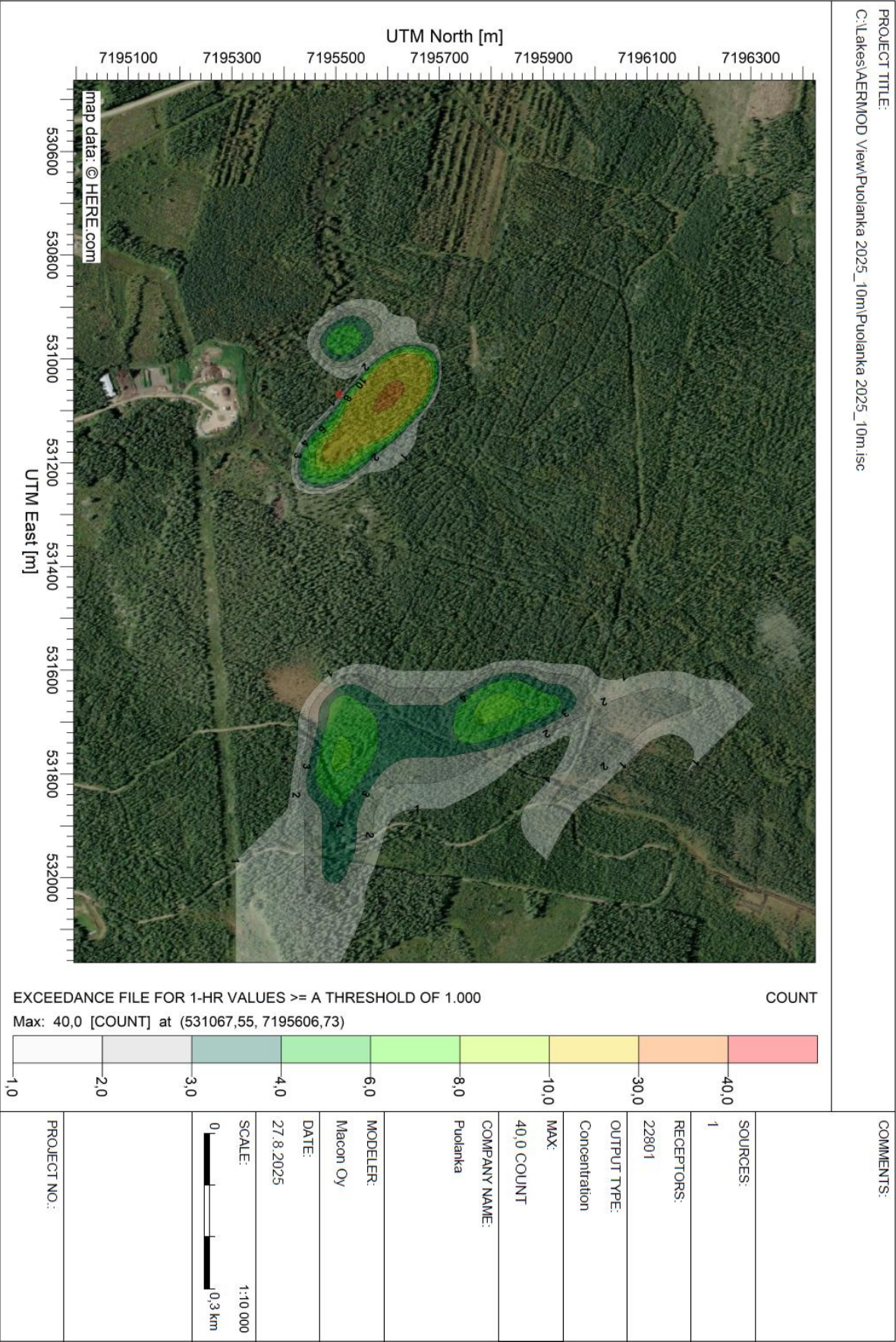
Kuva 10. Yli 1 OU/m3 hajujen esiintyvyys (kpl) kahden vuoden aikana ilman hajukaasujen suodatusta VE2.



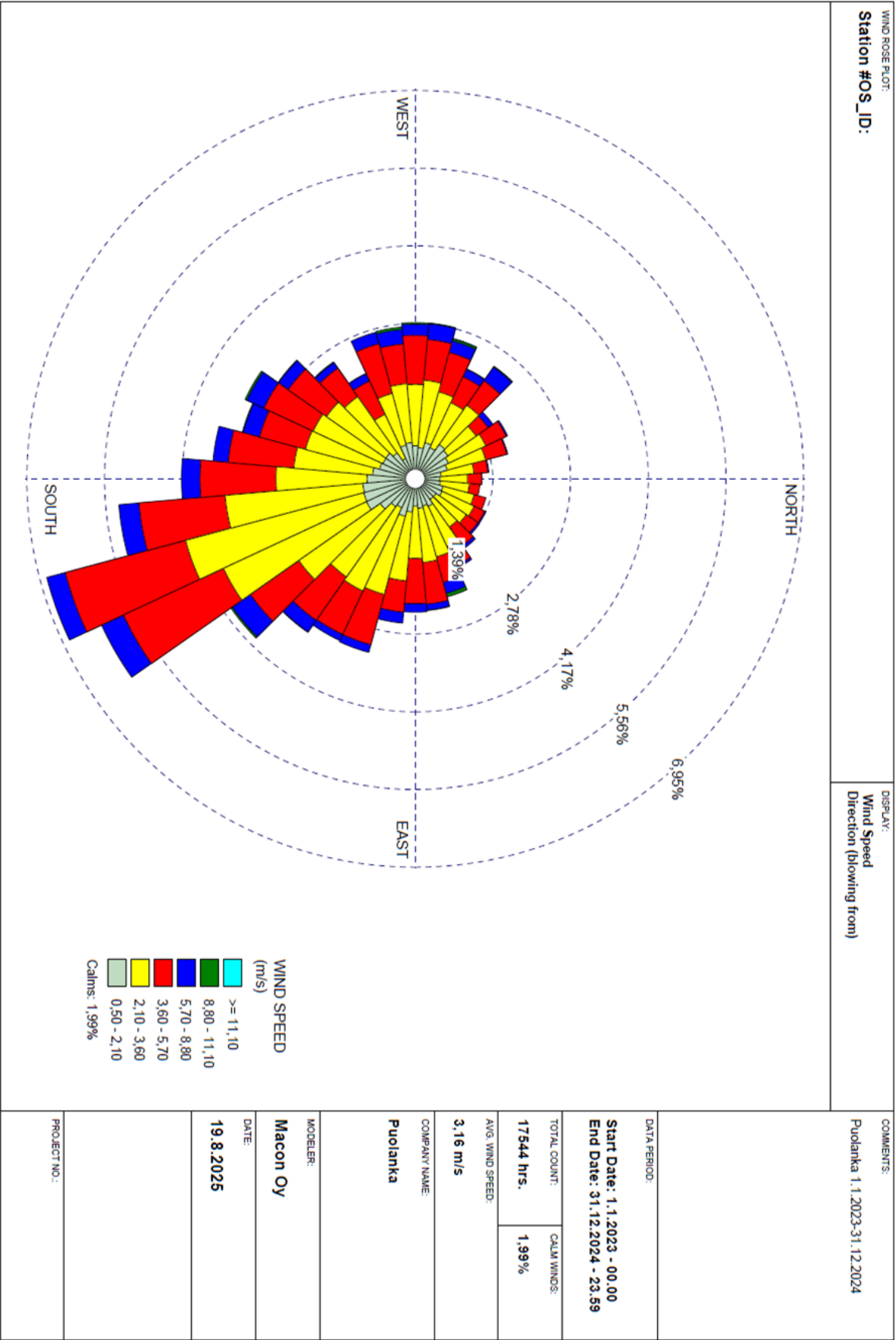
Kuva 11. Arvio hajujen leviämisestä hajujen suodatuksen toimiessa 1 tunnin arvot (suodatusteho 95 %) VE1.







Kuva 13. Yli 1 OU/m3 hajujen esiintyvyys (kpl) kahden vuoden aikana hajukaasujen suodatuksella (suodatusteho 95 %) VE2.



Kuva 14. Tuuliruusu 1.1.2023-31.12.2024 (suunta, josta tuulee).

Lähteet:

Arnold, M., 1995 Hajuohjearvojen perusteet, VTT.

Lakes Environmental, 2025. <https://www.weblakes.com/software/air-dispersion/aermod-view/>, viitattu 11.8.2025.

Munax Oy: Ilma- ja hajupäästön matemaattinen leviämismallinnus. Case Ruoka 2030 YVA. Sweco Ympäristö Oy, 2019.

Lisätietoja

Jori Jokela

Macon Oy

puh. 050 480 3807

Teknologiantie 18, 90590 Oulu

jori.jokela@macon.fi

Mikko Ahokas

Macon Oy

puh. 040 502 5249

Teknologiantie 18, 90590 Oulu

mikko.ahokas@macon.fi