

VANTAAN KAUPUNKI

Vantaan ratikka, Vaaralan varikko
Pohjavesiselvitys- ja vaikutusarvio

Tiivistelmä 4.2.2025

RIKU HAKONIEMI

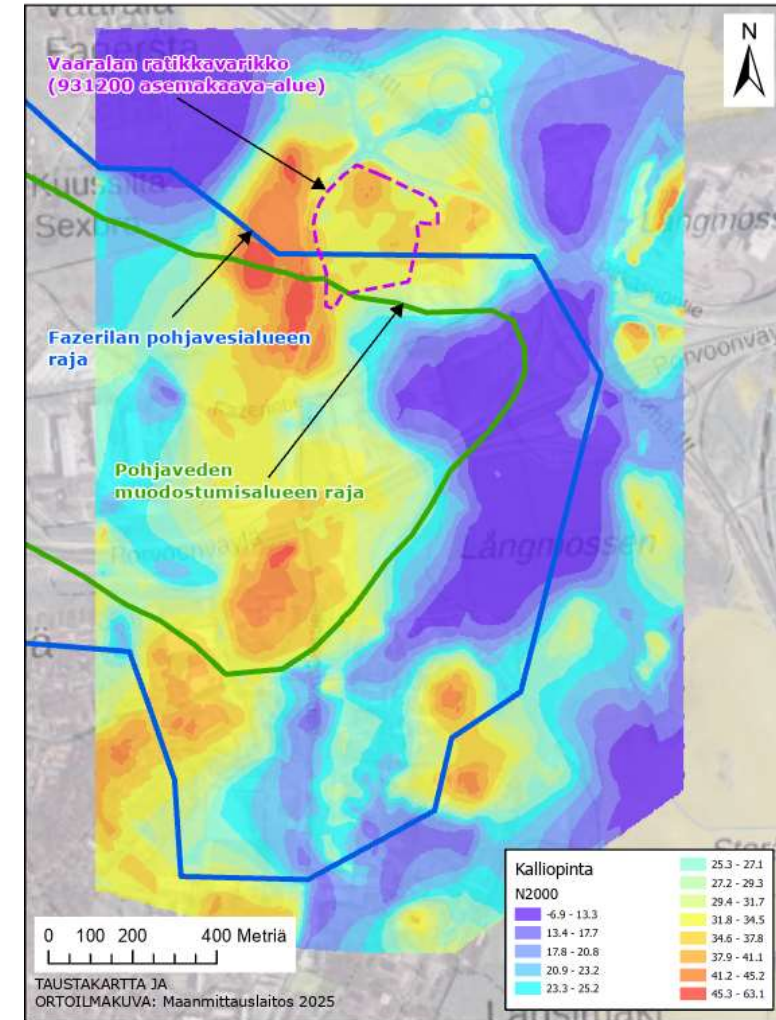
TYÖN TARKOITUS, LÄHTÖAINEISTO JA TUTKIMUKSET

- Vantaan ratikan suunniteltu varikko sijoittuu osittain Fazerilan luokitellulle pohjavesialueelle. Työn tarkoituksena oli selvittää ratikkavarikon rakentamisen ja käytön aikaiset pohjavesivaikutukset ja erityisesti Valion vedenottamoon kohdistuvat vaikutukset.
- Työn lähtöaineistona käytettiin olevia pohjatutkimustietoja, ilmakuvia, maastokarttaa, Maanmittauslaitoksen 2m korkeusmallia, HSY:n maanpeiteaineistoa, havaintoja kalliopaljastumista, Fazerilan pohjavesialuetta koskevia tietoja (mm. pohjaveden pinnan taso ja pohjaveden laatu), tietoja Valion vedenottamon vedenottomääristä ja Vantaan ratikan suunnitelmia.
- Lähtöaineiston alustavan analysoinnin perusteella päätettiin suorittaa lisätutkimuksia. Lisätutkimuksissa tehtiin 21 painokairausa, 5 kalliovarmistettua porakonekairausa ja asennettiin 4 uutta pohjaveden havaintoputkea.
- Uusista asennetuista pohjavesiputkista, sekä yhdestä olevasta pohjavesiputkesta otettiin pohjavesinäytteet tarkempiin laboratoriotutkimuksiin. Pohjavesinäytteistä tutkittiin vedenlaatua kuvaavia yleisiä parametreja, sekä metallien ja haitta-aineiden (VOC, PAH, PCB, öljyt ja torjunta-aineet) pitoisuuksia.
- Pohjaveden virtaussuunnan määrittämiseksi suoritettiin pohjaveden pinnan tason mittauskierros olevista ja asennetuista pohjavesiputkista.
- Työn yhteydessä laadittiin numeerinen pohjaveden virtausmalli, jolla suoritettiin simulaatioita ratikkavarikon pohjavesivaikutuksien arvioimiseksi.



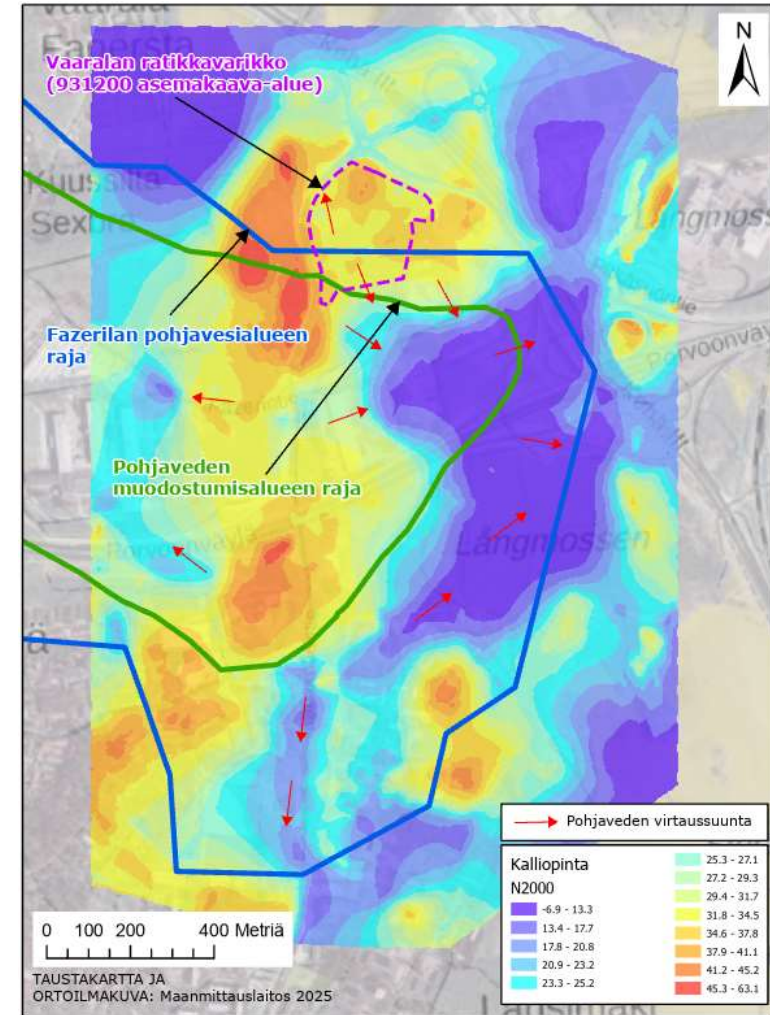
HYDROGEOLOGISET OLOSUHTEET

- Lähtöaineiston perusteella luotiin kalliopinnan korkeustasoa kuvaava pintamalli, jonka perusteella Fazerilan pohjavesialueen itä-kaakkoisosaa rajautuu pohjavesialueen keski- ja länsiosasta erilliseksi osa-alueeksi.
- Kalliopinta mukailee maanpinnan topografiaa, ratikkavarikon kaava-alueen sijoituessa maanpinnan- ja kalliopinnan topografiassa ”ylös”. Paikoin ratikkavarikon kaava-alueella esiintyy avokallioita.
- Kaava-alueen länsipuolella kalliopinta kohoaa voimakkaasti. Välittömästi kaava-alueen länsireunalla kulkeva Länsimäentie, sekä kaava-alueen pohjoispuolella kulkeva Kehä 3:lle johtava tie sijaitsevat pääosin kallioperään louhitussa käytävissä. Kalliopinta laskee kaava-alueen eteläpuolella.
- Irtomaapeitteen yläosa kaava-alueella koostuu pääosin siltistä ja hiekasta, paikoin pintaosassa esiintyy myös turvetta. Siltin ja hiekan alla esiintyy moreenia. Kaava-alueen eteläpuolella irtomaapeite koostuu pääosin hiekasta, sorasta ja moreenista. Långmossenin painanteessa esiintyy pintaosassa turvetta ja tämän alla paksuhkoja savi- ja silttikerroksia. Kaava-alueen eteläpuolisella alueella on aikoinaan ollut runsaasti maa-ainestenottoa.



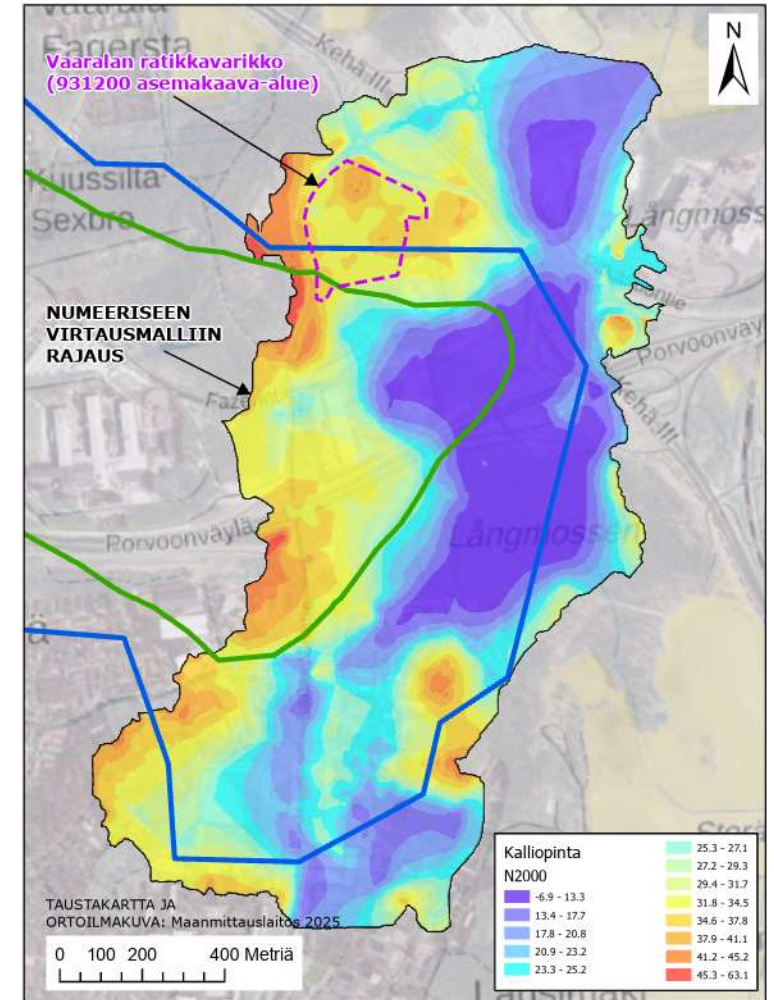
HYDROGEOLOGISET OLOSUHTEET

- Pohjaveden havaintoputkista suoritettujen mittauksien perusteella ratikkavarikon kaava-alueella pohjaveden pinta sijaitsee noin tasolla +35...+37 (N2000). Pohjaveden pinta mukailee maanpinnan topografiaa, ollen välittömästi kaava-alueen eteläpuolella noin tasolla +26...+27 ts. noin 9-11 metriä alempana.
- Varikon kaava-alueella sijaitsee pohjavedenjakaja, jolta pohjaveden virtaus suuntautuu sekä pohjoiseen (poispäin Fazerilan pohjavesialueelta), että etelään kohti Fazerilan pohjavesialuetta. Fazerilan pohjavesialueen itäosasta pohjaveden päävirtaus suuntautuu kohti itä-kaakkoa. Todennäköisesti osa pohjavesialueella muodostuvasta pohjavedestä purkautuu Långmossenin suoalueelle.
- Tämän työn yhteydessä otetuissa pohjavesinäytteissä ei todettu PAH-, VOC- tai PCB – yhdisteitä. Yhdessä pisteessä todettiin hieman ($35 \mu\text{g/l}$) öljyhiilivetyjä. Lisäksi kahdessa pisteessä todettiin määräysrajalla ($0,01 \mu\text{g/l}$) oleva pitoisuus torjunta-aineita ja yhdessä pisteessä hieman määräysrajan ylittävä pitoisuus $0,02 \mu\text{g/l}$ torjunta-aineita.
- Vesinäytteet täyttivät tutkittujen parametrien osalta Sosiaali- ja terveysministeriön talousvedelle asettamat laatuvaatimukset (STM 2/2023). Raudan ja alumiinin pitoisuudet ylittivät paikoin laatutavoitteet. Happamuus alitti kaikissa pisteissä laatutavoitteen. Kemiallinen hapenkulutus ylitti laatutavoitteen yhdessä pisteessä.



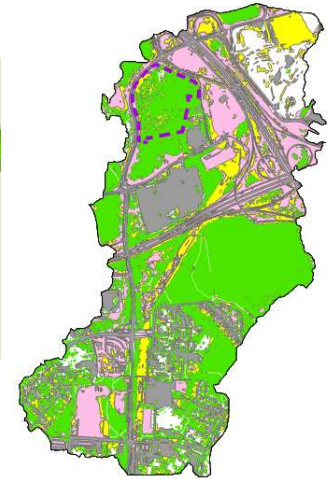
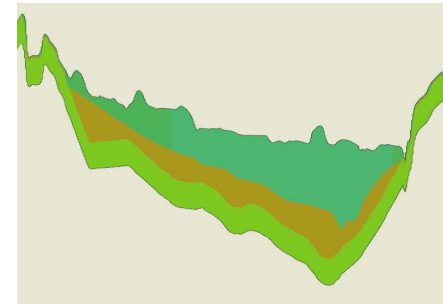
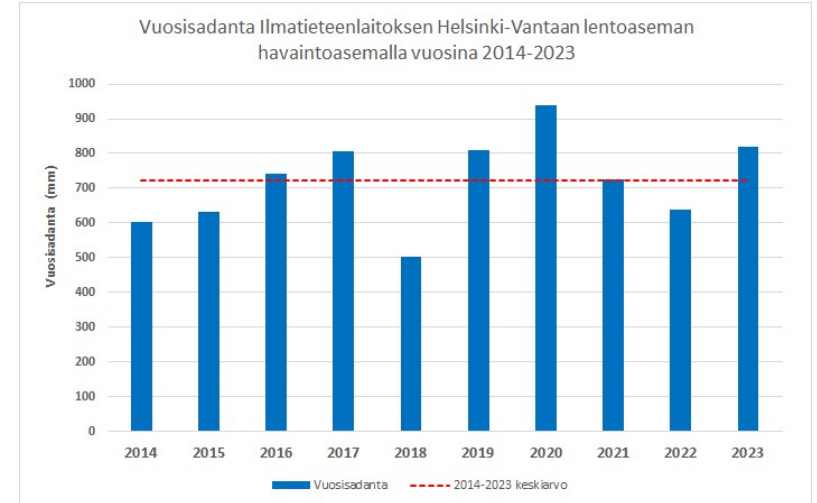
NUMEERINEN POHJAVEDEN VIRTAUSMALLI

- Ratikkavarikon pohjavesivaikutuksien arvioimiseksi laadittiin numeerinen pohjaveden virtausmalli (MODFLOW-koodilla). Mallinnettava alue rajattiin kalliopintamallin perusteella tuotetun valuma-alueen mukaisesti.
- Virtausmalli koostuu kolmesta päällekkäisestä kerroksesta, joista kaksi ylintä kuvaa irtomaapeitettä ja kolmas kallion pintaosaa. Maanmittauslaitoksen 2m korkeusmallia käytettiin ylimmän kerroksen yläpintana. Alimman irtomaakerroksen alapintana käytettiin aikaisemmassa vaiheessa luotua kalliopintamallia.
- Ylimmän kerroksen alapinta luotiin pohjatutkimuspisteissä havaitun savi- tai silttikerroksen alapinnan tason perusteella. Tällä tavoin pyrittiin kuvaamaan erityisesti Långmossenin painanteessa esiintyvä paksuhko ja heikon hydraulisen johtavuuden omaava irtomaakerros.
- Pohjaveden havaintoputkista mitattujen keskimääräisten pohjaveden pinnan tasojen perusteella luotiin koko virtausmallialueen kattava pohjaveden pinnan tasoa kuvaava pintamalli. Virtausmalli kalibroitiin tähän tasoon perustuen.
- Virtausmallin solukokona käytettiin 2m x 2m ja mallinnus toteutettiin Processing Modflow X ohjelmistolla.



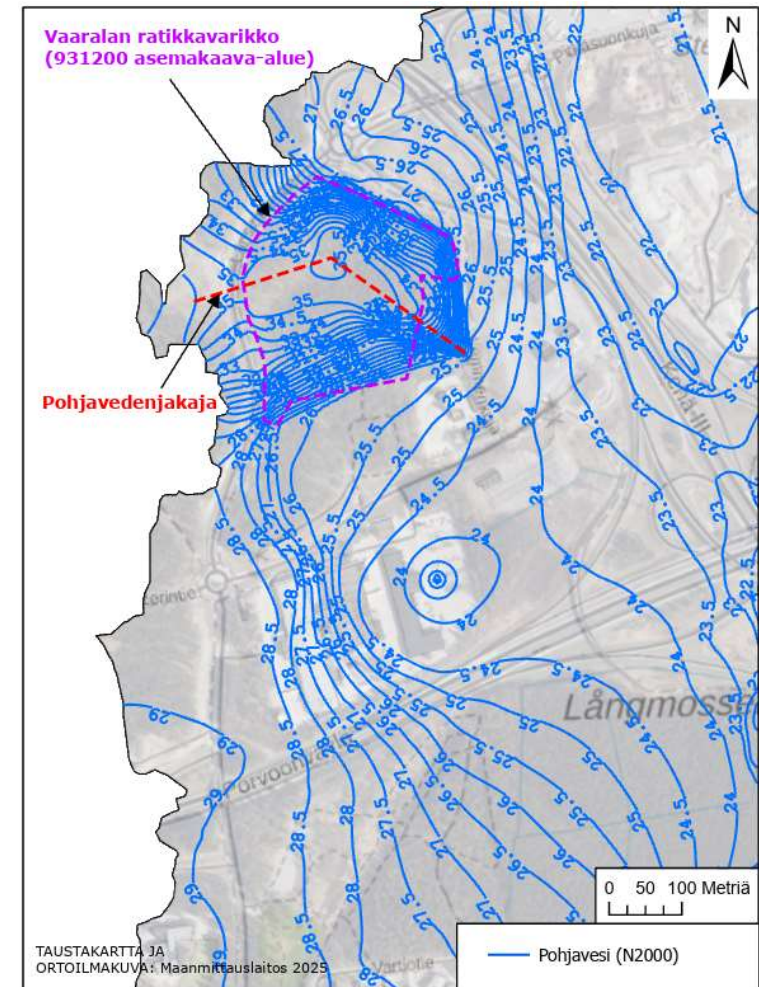
NUMEERINEN POHJAVEDEN VIRTAUSMALLI

- Virtausmallin alueella tapahtuva pohjaveden muodostuminen arvioitiin Ilmatieteenlaitoksen Helsinki-Vantaan lentoaseman havaintoaseman vuosien 2014-2023 keskimääräisen vuosisadannan (721,6 mm) perusteella, sekä HSY:n maanpeiteainestoa käyttäen.
- HSY:n maanpeiteaineiston eri maapeiteluokille asetettiin erilaiset imeytymisprosentit seuraavasti:
 - Puusto 2:sta yli 20 metriin, 30%
 - Maapeite muu avoin matala kasvillisuus, 35%
 - Maapeite paljas maa, 40%
- Lisäksi HSY:n aineistosta hyödynnettiin tekoälyllä tunnistettuja läpäisemättömiä pintoja (sisältää rakennuksien alueet, asfaltoidut alueet). Näille alueille imeytymisprosentiksi annettiin 2%.
- Valion vedenotto sijoitettiin malliin ja ottovirtaamaksi asetettiin vuosien 2020-2023 keskimääräinen ottovirtaama.



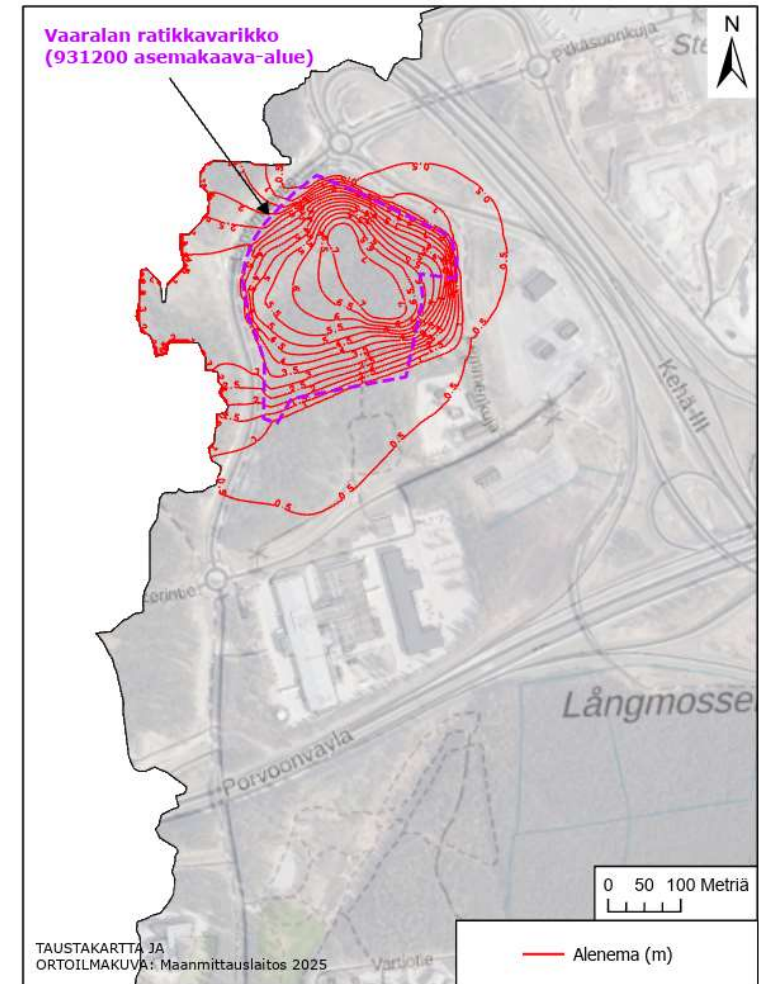
VIRTAUSMALLIN KALIBROINTI

- Virtausmalli kalibroidiin suorittamalla useita kymmeniä tasapainotilan simulaatiota. Kalibroinnin tarkoituksena on tuottaa virtausmallin laskennallinen pohjaveden pinnan taso, joka vastaa parhaalla mahdollisella tavalla havaintoputkista todellisuudessa mitattuja pohjaveden pinnan tasoja. Virtausmallin syöteparametreja säädetään jokaisen simulaation jälkeen ja simulaatio toistetaan.
- Kalibrointitilanteessa pohjavettä muodostuu virtausmallin alueella noin 800 m³/d.
- Virtausmallin mukaan suunnitellun ratikkavarikon alueella on pohjavedenjakaja. Jakajan eteläpuoliselta alueelta virtaus suuntautuu Fazerilan pohjavesialueelle ja osa tästä virtauksesta päättyy Valion vedenottamolle ts. osa suunnitellun ratikkavarikon alueesta kuuluu Valion vedenottamon sieppausalueeseen.



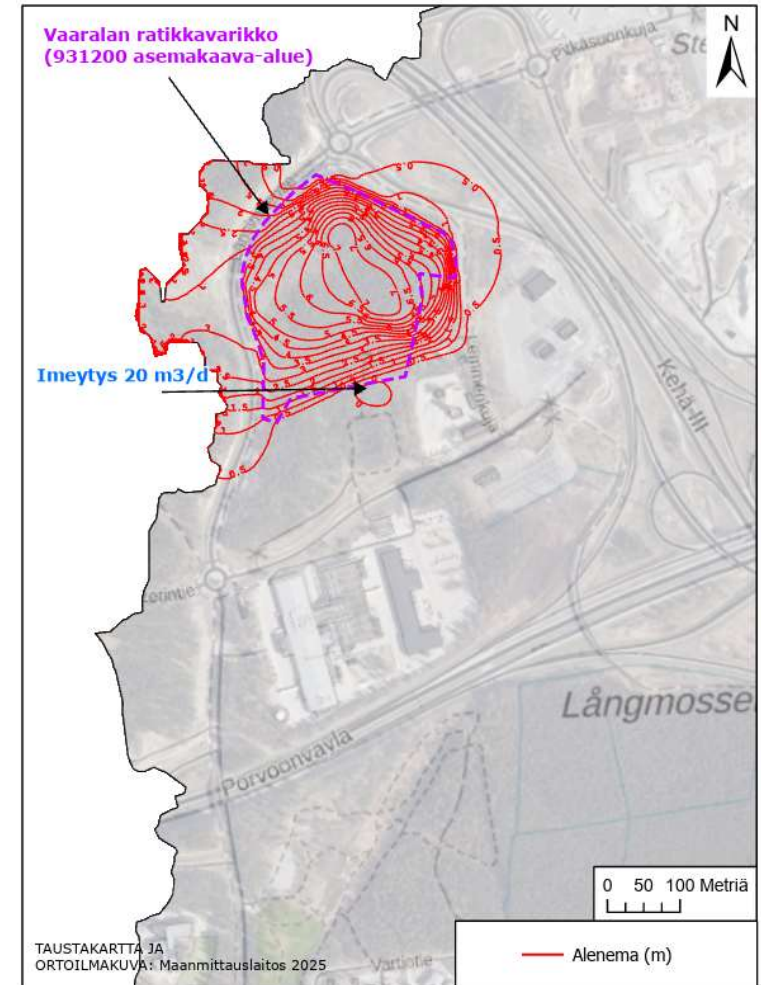
VIRTAUSMALLISIMULAATIO –VETTÄ LÄPÄISEMÄTTÖMIEN PINTOJEN VAIKUTUS

- Ratikkavarikon rakentamisen seurauksena vettä läpäisemättömien pintojen osuus lisääntyy nykyisestä. Virtausmallilla tutkittiin vettä läpäisemättömien pintojen vaikutuksia pohjaveden pinnan tasoon ja virtaussuuntiin.
- Suoritettiin tasapainotilan simulaatio, jossa ratikkavarikon koko kaava-alueella sadannasta muodostuvan pohjaveden imeytymisprosentiksi asetettiin 0%. Toisin sanoen oletettiin, että kaikki alueelle tuleva sadanta ja muodostuvat hulevedet johdetaan pois, eikä pohjavettä muodostu lainkaan.
- Tällöin pohjavettä koko virtausmallin alueella muodostuu noin 756 m³/d. Näin ollen pohjaveden muodostuminen vähentyy vettä läpäisemättömien pintojen vaikutuksesta noin 44 m³/d.
- Koska Valion vedenottamon ottomäärä simulaatiossa pidettiin vakiona, tällöin ottamolle virtaa pohjavettä hieman kauempaa ottamon itä- ja eteläpuolelta.
- Vettä läpäisemättömien pintojen vaikutuksesta, ratikkavarikon alueella pohjaveden pinnan taso laskee useita metrejä, varikkoalueen ulkopuolella pohjaveden pinnan tason lasku on huomattavasti vähäisempää. Pohjaveden pinnan taso kuitenkin laskee varikon eteläpuolella reilun 100 metrin etäisyydellä 0,5 metriä.



VIRTAUSMALLISIMULAATIO –VETTÄ LÄPÄISEMÄTTÖMIEN PINTOJEN VAIKUTUKSIEN EHKÄISEMINEN

- Ratikkavarikon pohjavesivaikutuksien ehkäisemistä tutkittiin simulaatiossa, jossa pohjaveden muodostumista varikon eteläosassa ylläpidettiin imeyttämällä vettä muodostumaan virtaamalla $20 \text{ m}^3/\text{d}$. Simulaatiossa muutoin ratikkavarikon alueella pohjaveden muodostumista ei tapahtunut (sadannan kautta muodostuvan pohjaveden imeytymisprosentti 0%).
- Simulaation perusteella pohjaveden pinnan tasoa varikon eteläpuolisella alueella voidaan ylläpitää imeytyksen avulla. Varikon eteläosassa toteutettava imeytys ei kuitenkaan merkittävästi vaikuta itse varikkoalueella tapahtuvaan pohjaveden pinnan tason laskuun.



JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

- Suunnitelmien perusteella ratikkavarikon alueelle tulevat rakenteet sijoittuvat vallitsevan pohjaveden pinnan tason yläpuolelle (alue tasataan +39 tasolle). Näin ollen rakentamisen aikana ei ole tarpeen laskea pohjaveden pinnan tasoa, eikä pohjaveden pinnan tasoon kohdistu rakentamisen aikaisia vaikutuksia.
- Ratikkavarikon rakentamisen seurauksena, varikon alueella pohjaveden muodostuminen vähentyy vettä läpäisemättömien pintojen rakentamisen ja hulevesien pois johtamisen seurauksena. Pohjaveden muodostumisen vähentymisen seurauksena pohjaveden pinnan taso varikon alueella laskee nykyisestä huomattavasti ja varikkoalueen ympäristössä hieman.
- Virtausmallissa kaava-alueen ja samalla vettä läpäisemättömän maa-alueen pinta-ala oli hieman suurempi kuin lopullinen kaava-alueen raja. Lisäksi varikon kaava-alueelle jää hieman vettä läpäisevää maapinta-alaa (mallinnuksessa oletettiin koko kaava-alue vettä läpäisemättömäksi). Tästä johtuen virtausmalli hieman yliarvioi pohjaveden pinnan tasoon kohdistuvat vaikutukset.
- Pohjavesivaikutuksien ehkäisemiseksi pohjaveden muodostumista koko ratikkavarikon alueella ei tule estää. Virtausmallisimulaation perusteella imeyttämällä ratikkavarikon eteläosaan 20 m³/d, pohjaveden pinnan tasoa varikon eteläpuolisilla alueilla voidaan ylläpitää.

	Vuosisadanta (mm)	721.6	502.5
	Kaava-alueen pinta-ala (m ²)	63290	63290
	Sadanta kaava-alueelle (m ³ /d)	125	87
	Kattopinta-alat (m ²)	Sadanta m ³ /d	Sadanta m ³ /d
Varikko	8560	17	12
Laajennusvaraukset	4500	9	6
Kunnosapidon rakennukset	2500	5	3
Yhteensä	15560	31	21
Vuosisadanta 721,6 mm * Keskimääräinen vuosisadanta Ilmatieteenlaitoksen Helsinki-Vantaan havaintoasemalla vuosina 2014-2023			
Vuosisadanta 502,5 mm * Plenin vuosisadanta (vuonna 2018) Ilmatieteenlaitoksen Helsinki-Vantaan havaintoasemalla vuosina 2014-2023			

- Imeyttämisen osalta tulee huolehtia siitä, että imeytettävä vesi on laadullisesti imeytykseen soveltuvaa. Hulevesistä puhtaiden kattovesien voi katsoa imeytykseen soveltuviksi. Missään tapauksessa liikennöitäviltä alueilta kertyviä hulevesiä ei tule käyttää imeytyksessä.
- Sademäärän ja varikolle suunniteltujen rakennuksien kattopinta-alan perusteella katoilta on saatavissa imeytykseen riittävästi vettä.

Making Future

Riku Hakoniemi

Johtava pohjavesiasiantuntija

puh. 040 506 8338

riku.hakoniemi@afry.com

