

Vantaan Energia Oy

Lämmön kausivarasto, Kuusikko, Vantaa

Ympäristövaikutusten arviointiselostus

Liitteet

LIITTEET JA ERILLISRAPORTIT

Liitteet ja erillisraportit ovat saatavilla myös sähköisesti osoitteesta:

www.ymparisto.fi/lammonkausivarastoYVA

LIITE	SISÄLTÖ
Liite 1a	Yhteysviranomaisen lausunto YVA-ohjelmasta
Liite 1b	Yhteysviranomaisen lausunnon huomioon ottaminen YVA-selostuksessa
Liite 2	Saadun muun palautteen huomioon ottaminen YVA-selostuksessa
Liite 3a	Selvitys maankohoamisesta, simulaatioraportti
Liite 3b	Kalliomekaanisen erillisselvityksen tarkennus, raportti
Liite 4	Pohjaveden virtausmallinnussimulaatiot, raportti
Liite 5	Kaivokartoitus, raportti

LIITE 1a

Vantaan Energia Oy, Lämmön kausivarasto,
Kuusikko, Vantaa



Vantaan Energia Oy

Arviointiohjelma 25.3.2021

LAUSUNTO YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIINTIOHJELMASTA, LÄMMÖN KAUSIVARASTO, VANTAAN ENERGIA OY, VANTAA

HANKETIEDOT JA YVA-MENETTELY

Vantaan Energia Oy on saattanut vireille lämmön kausivaraston ympäristövaikutusten arviointimenettelyn toimittamalla Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukseen hanketta koskevan ympäristövaikutusten arviointiohjelman.

Arviointiohjelma ja arviointiselostus

Arviointiohjelma on hankkeesta vastaavan laatima suunnitelma niistä selvityksistä, joita ympäristövaikutusten arvioimiseksi on tarpeen tehdä sekä siitä, miten arviointimenettely järjestetään. Hankkeesta vastaava laatii arviointiohjelman ja yhteysviranomaisen siitä antaman lausunnon perusteella arviointiselostuksen.

Hankkeesta vastaava ja yhteysviranomainen

Hankkeesta vastaava on Vantaan Energia Oy, jossa hankkeen yhteyshenkilö on Matias Siponen. Arviointiohjelman on laatinut konsulttitoimenantona AFRY Finland Oy, jossa yhteyshenkilönä on Karoliina Jaatinen. YVA-lain mukaisena yhteysviranomaisena toimii Uudenmaan ELY-keskus, jossa yhteyshenkilönä on Annukka Engström.

Hanketausta ja hankkeen kuvaus

Hankkeessa suunnitellaan louhittavan kallioluolaston 50–60 metrin syvyyteen lämmön kausivarastointia varten Vantaan Kuusikon - Variskallion alueelle. Varaston tilavuus tulisi olemaan noin 900 000 m³ ja louhintatilavuus kokonaisuudessaan noin 1 000 000 m³. Varastoon säilötään luonnonvaraista vettä, jonka lämpötilamuutokseen saadaan varastoitua energiaa kaukolämpökierron avulla. Lisäksi hankkeeseen liittyy

uuden kaukolämmön siirtolinjan rakentaminen Porvoonväylän ja Kehä III:n liittymän koillispuolella sijaitsevalta Vantaan jätevoimalalta hankealueelle.

Hanke liittyy Vantaan Energia Oy:n investointiohjelmaan, jonka avulla luovutaan fossiilisten polttoaineiden käytöstä Vantaan alueella vuoteen 2026 mennessä. Vantaan Energian energiantuotannossa kivihiilestä luopumisen jälkeen ja sen käytön lopettaminen on haastavaa hetkellisen talvella tarvittavan suuren tehontarpeen takia. Kausivaraston avulla voidaan vähentää maakaasun käyttöä hyvin merkittävä osa, jopa yli 90 %.

Hankkeen vaihtoehdot

YVA-menettelyssä arvioitavat vaihtoehdot ovat:

- VE0, eli 0-vaihtoehto: Hanketta ei toteuteta
- VE1: Uuden lämmön kausivaraston rakentaminen Vantaan Variskallion-Kuusikon alueelle.

Kausivarastoon säilöttävä vesi on suunniteltu johdettavan Keravanjoesta hankealueen itäpuolelta kertaluonteisesti. Tarvittava veden kokonaismäärä on noin 900 000 kuutiota.

Lisäksi hanke vaatii lämmönsiirtolinjojen sekä sähkö- ja datayhteyksien rakentamisen, jotka toteutetaan maahan kaivettuina putkilinjoina. Liitäntää voimalaitokseen ja kaukolämpöverkkoon ei vielä ole tarkkaan suunniteltu. Uusi linja on suunniteltu Långmossenin jätevoimalan ja hankealueen välille. Reitin tarkempi linjaus tarkastellaan hankkeen tarkemman teknisen suunnittelun yhteydessä. Linjaus sijoittuu Vantaan kaupungin ja Uudenmaan ELY-keskuksen omistaville ja hallinnoimille alueille. Reitti ei kulje yksityisten kiinteistöjen halki.

Kausivaraston huoltaminen ja kunnossapito on vähäistä ja siihen liittyy satunnaista huoltoliikennettä. Rakentamisen aikana syntyvä louhe kuljetetaan ulos tunneleista. Ajotunneleiden suuaukkojen kohdille rakennetaan tukikohta-alue ja tarvittavat tieyhteydet. Murskeen ja louheen mahdolliset välivarastointitarpeet sekä mahdolliset sijoituspaikat tarkentuvat teknisen suunnittelun edetessä. Louhinnan kestoksi on arvioitu 3–3,5 vuotta. Ajotunneleiden louhinta on häiritsevin vaihe ja se kestää noin puoli vuotta.

Ennen YVA-menettelyä tarkasteltiin vaihtoehtoisena sijaintipaikkana Vehkalan aluetta. Sijainti katsottiin toteutuskelvottomaksi erityisesti sen kaukaisen sijainnin takia suhteessa jätevoimalan alueeseen, josta lämpöä aiotaan toimittaa varastoon. Varaston sijoittaminen Länsi-Vantaalle olisi tarkoittanut erittäin massiivisia kaukolämpöverkoston töitä, joiden ympäristövaikutuksien ja taloudellisten tekijöiden nähtiin olevan niin merkittäviä, ettei sijaintia nähty toteutuskelpoisena.

Hankkeen YVA-menettelyn tarve

Hankkeesta vastaava on hakenut Uudenmaan ELY-keskukselta päätöstä siitä, edellyttääkö hanke ympäristövaikutusten arviointimenettelyä. Uudenmaan ELY-keskus päätti viranomaisia kuultuaan, että hanke edellyttää arviointimenettelyä (Päätös 18.1.2021, Dnro UUDELY/12703/2020).

Hankkeen liittyminen muihin suunnitelmiin, ohjelmiin ja menettelyihin

Vantaan ratikan toimivuustarkastelussa Kyytitien ja Vanhan Porvoontien risteyksessä raide kulkee Kyytitien pohjoisreunassa. Risteyksen pohjoishaaralla on Kokkokalliontien tonttikatu noin 60 metrin päässä. Kyytitien ja Vanhan Porvoontien risteysalue sijoittuu alle 100 metrin etäisyydelle ajotunneleiden suusta ja vaikuttaa jonkin verran liikennejärjestelyihin. Ratikkalinjaus tulee huomioida ajotunneleiden jatkosuunnittelussa.

Hankkeen toteuttamisen edellyttämät suunnitelmat, luvat ja päätökset

Hankkeen toteuttamiseen mahdollisesti tarvittavia lupia ja päätöksiä ovat:

- asemakaavamuutos ja maanalainen asemakaava, vireillä
- ympäristö- ja vesilupa
- maisematyölupa
- rakentamisen aikaiset luvat ja lausunnot

ARVIOINTIOHJELMASTA TIEDOTTAMINEN JA KUULEMINEN

Arviointiohjelman vireilläolosta on ilmoitettu seuraavissa lehdissä: Vantaan sanomat, Helsingin Sanomat ja Hufvudstadsbladet.

Arviointiohjelma on kuulutettu ja ollut nähtävillä Uudenmaan ELY-keskuksen verkkosivuilla 1.-30.4.2021 ja tieto kuulutuksesta on ollut Vantaan ja Helsingin kaupunkien verkkosivuilla.

Arviointiohjelman painettu versio on ollut 1.-30.4.2021 luettavissa:

- Vantaan kaupunki, ympäristökeskus, Pakkalankuja 5, 01510 Vantaa
- Uudenmaan ELY-keskus, Valvomo, Opastinsilta 12 B, 5. krs, Itä-Pasila, Helsinki

Arviointiohjelmasta järjestettiin kaikille avoin yleisötilaisuus verkossa 14.4.2021. Yleisötilaisuus järjestettiin COVID-19-tartuntatauti-epidemiasta johtuvien poikkeusolosuhteiden takia verkkotilaisuutena, jossa yleisön oli mahdollista esittää kysymyksiä kirjoittaen. Tilaisuuden tallenne on

katsottavissa toistaiseksi osoitteessa

<https://vantaanenergia.videosync.fi/yva-14042021>.

YHTEENVETO ESITETYISTÄ LAUSUNNOISTA JA MIELIPITEISTÄ

Uudenmaan ELY-keskus on pyytänyt arviointiohjelmasta lausunnot Vantaan ja Helsingin kaupungeilta sekä näiden ympäristön- ja terveydensuojeluviranomaisilta ja Vantaan museoviranomaiselta, Uudenmaan liitolta, Etelä-Suomen aluehallintovirastolta, Väylävirastolta, Liikenne- ja viestintävirasto Traficomilta, Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymältä, Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymältä, Fingrid Oyj:ltä ja Keski-Uudenmaan pelastuslaitokselta.

Arviointiohjelmasta toimitettiin yhteysviranomaiselle yhteensä 10 lausuntoa ja 9 mielipidettä. Yksittäisten asukkaiden lisäksi mielipiteen jättivät seuraavat yhdistykset: Suomen luonnonsuojeluliiton Uudenmaan piiri ry ja Puistola Seura ry.

Lausunnot ja mielipiteet löytyvät kokonaisuudessaan osoitteista www.ymparisto.fi/lammonkausivarastoYVA ja www.miljo.fi/sasonglagerforvarmeMKB.

Verkkosivuilla julkaistuista lausunnoista ja mielipiteistä on poistettu henkilötiedoiksi katsotut tiedot.

Seuraavissa kappaleissa on esitetty yhteenveto lausuntojen ja mielipiteiden pääsisällöstä.

Yhteenveto lausunnoista

Yleistä

Hankkeeseen suhtauduttiin lähtökohtaisesti positiivisesti, mutta sen tunnistettiin aiheuttavan huomattavia ympäristövaikutuksia. Todettiin, että kausivaraston rakentamishanke on erityislaatuinen ja YVA-lain hankeluetteloon kuuluvista toiminnoista poikkeava kokonaisuus. Vastaavaa saman kokoluokan hanketta ei Suomessa ole toteutettu, joten hankkeen vaikutuksiin sisältyy paljon epävarmuutta. Korostettiin, että toteuttamiskelpoisuutta arvioitaessa on painotettava myös toistaiseksi melko tuntemattomia käytön aikaisia riskejä.

Lähtökohtaisesti hankkeen kuvausta YVA-ohjelmassa pidettiin selkeänä ja tarkoituksenmukaisena, mutta esitettyjä tietoja puutteellisina. Koettiin, että arviointiohjelman perusteella on vaikea varmistua suunniteltujen vaikutustutkimusten riittävydestä ja korostettiin, että muutkin kuin maa- ja kiviaineksen käsittelyn ja kuljettamisen aiheuttamat vaikutukset tulee

31.5.2021

arvioida. Lisäksi vaadittiin arviointiohjelmassa esiintyvien virheiden korjaamista arviointiselostukseen.

Tuotiin esiin lähiasukkaiden huoli hankkeen vaikutuksista, jota vaadittiin vähentämään ja ehkäisemään tehokkaalla viestinnällä rakentamis- ja toimintavaiheissa. Koska hankkeen rakentamisen aikaiset vaikutukset ovat merkittäviä alueen asukkaiden kannalta, toivottiin tehokkaampaa ja yksilöllisempää tiedotusta sekä vuorovaikutusta esimerkiksi useampien keskustelutilaisuuksien kautta.

Sijainti ja hankevaihtoehdot

Huomautettiin, että arviointiohjelmassa ei kuvata esiselvityksessä tarkasteltuja muita vaihtoehtoja tai perustella niiden poisrajaamista YVA-vaiheesta. Muiden vaihtoehtojen tarkastelua pidettiin tärkeänä, sillä tarkasteluun valitulla vaihtoehdolla on sijaintinsa puolesta merkittäviä vaikutuksia esimerkiksi yhteen tärkeimmistä liikenneväylistä. Pidettiin myös ongelmallisena, ettei ohjelmasta ilmene, miten Kehä III:n keskeinen merkitys on sijaintipaikan valintaprosessissa huomioitu. Todettiin, että arviointiselostuksessa on syytä kuvata sijoittamispaikan valintaperusteet, kaikki tarkastellut vaihtoehtoiset sijoittamispaikat ja tarkastellut ajotunneleiden sijainnit, sekä perustella YVA-tarkasteluun valittu kokonaisuus ja avata läpinäkyvästi ainoan hankevaihtoehdon valintaan johtanut päätöksentekoprosessi.

Todettiin, että kaukolämmön siirtolinjauksen sijoituspaikassa on huomioitava mahdolliset tulevat tienpidolliset tarpeet ja sen sijoittamisesta tiealueelle on käytävä erikseen neuvotteluja. Siirtolinjan suunnittelussa tulee noudattaa opasta Kaukolämpöjohdot ja maantiet 17.12.2020, Väyläviraston oppaita 54/2020.

Tuotiin esille, että luhinnassa syntyvän kiven varastoalueiden sijaintipaikat eivät ole tiedossa ja korostettiin, että kiviaineksen varastoinnilla voi olla lähiympäristöön huomattaviakin ympäristövaikutuksia.

Hankkeen edellyttämät luvat

Veden johtamisen Keravanjoesta kalliovarastoon nähtiin edellyttävän vesilain mukaista lupaa Etelä-Suomen aluehallintovirastolta.

Vaikutukset maankäyttöön ja kaavoitukseen

Todettiin, että hankealueen voimassa oleva kaavatilanne on kuvattu arviointiohjelmassa oikein ja riittävällä tarkkuudella, sekä maankäytön ja kaavoituksen osalta todennäköiset merkittävät vaikutukset ja menetelmät niiden arvioimiseksi on tunnistettu. Arviointiohjelman nähtiin antavan riittävät edellytykset arviointiselostuksen laatimiselle. Kuitenkin

huomautettiin, että suunnittelussa tulee huomioida hankealueen läheisyydessä vireillä olevat asemakaavamuutokset liittyen Vantaan ratikkaan.

Vaikutukset maisemaan ja kulttuuriperintöön

Suunniteltu vaikutusten arviointi nähtiin lausunnoissa kulttuuriympäristön vaalimisen kannalta riittävänä, sillä hankkeen toiminnot sijoittuvat pääosin maan alle, eikä suunnittelualueelle tai sen läheisyyteen sijoitu muinaisjäänöksiä. Kuitenkin todettiin, että hankealueen läheisyydessä on rakennetun kulttuuriympäristön kohteita. Lämpövarastolle johtava tunneli alittaa Vanhan Porvoontien historiallisen tielinjauksen, joka on paikallisesti merkittävä rakennusperintökohde. Lisäksi Sotungin kylämaisemaa ja Håkansbölen kartanoa ei ole mainittu arviointiohjelmassa, vaikka siirtoputki kulkee noin puolen kilometrin päästä tästä RKY-alueesta.

Vaikutukset ihmisten elinoloihin, terveyteen ja viihtyvyyteen

Lausunnoissa todettiin, että erityisesti rakentamisen aikainen louhiminen ja raskaan liikenteen lisäys aiheuttaa häiriötä lähialueen asukkaille Kuusikossa ja Hakkilankalliossa sekä läheisillä toimitila-alueilla. Melu, tärinä, pöly, työmaaliikenne ja liikennehäiriöt kohdistuvat voimakkaasti lähiasukkaiden arkeen usean vuoden ajan. Lisäksi työmaan nähtiin vaikeuttavan Untipakan, Variskallion ja Kalkkikallion alueiden virkistyskäyttöä.

Pidettiin hyvänä, että arvioinnissa on tarkoituksena hyödyntää ryhmähaastatteluja ihmisiin kohdistuvien vaikutusten tunnistamiseksi. Kuitenkin korostettiin, että päiväkotien ja koulujen lisäksi on myös muita herkäksi luokiteltavia kohteita, kuten vanhainkodit ja palvelutalot. Esitettiin, että arviointiselostusta varten tarkistettaisiin, sijaitseeko hankealueen vaikutusalueella myös muita herkkiä kohteita.

Arviointiohjelmassa esitettyjen ympäristöhaittojen selvitykset ja arviointitavat koettiin riittäviksi, jotta saadaan selvitettyä hankkeen mahdolliset vaikutukset ihmisten terveyteen YVA-vaiheessa. Arvioinnin yhteydessä laadittavat erilliselvitykset maa- ja kiviainesten käsittelyyn ja kuljetukseen sekä näistä aiheutuviin melu-, tärinä- ja pölypäästöihin liittyen nähtiin tarpeellisiksi, jotta voidaan arvioida hankkeen aiheuttamia haittoja riittävällä tarkkuudella.

Lausunnoissa vaadittiin, että YVA:ssa on selvitettävä huolellisesti melun leviäminen huomioiden louhinnan eri vaiheet sekä suunniteltava tarvittavat meluntorjuntatoimenpiteet. Lisäksi huomautettiin, että luolaston rakentamisen aikainen tuuletus, louhokseen valuvan veden pumppaaminen ja johtaminen valmiiseen luolastoon sekä työmaan varikkoalue voi aiheuttaa melua, jonka vähentämismahdollisuudet on

31.5.2021

arvioitava. Meluvaikutusten arviointiin mukaan otettavaksi melunlähteeksi tunnistettiin mahdollinen louheen murskaus, jonka meluvaikutukset ovat sijainnista riippuen erilaisia.

Lausunnoissa korostettiin, että melun lisäksi tulisi huomioida myös hankkeen vaikutukset ilmanlaatuun, mukaan lukien pöly. Todettiin, että myös päästöjen arviointiin on otettava mukaan murskaustoiminnan päästöt ja tiealueelle kulkeutuva pöly sekä varikkoalueen laitteistojen päästöt.

Liikennevaikutukset

Lausunnoissa korostettiin, että hankkeella on vaikutuksia yhteen pääkaupunkiseudun ja koko valtakunnan tärkeimmistä liikenneväylistä, joten sen liikennevaikutukset ovat merkittäviä. Vaadittiin, että arviointiselostuksessa tulee tarkastella erityisesti valtakunnan liikenneverkon kannalta keskeisten Kehä III:n ja Vt4:n liikenteen sujuvuutta ja korostettiin, että tulevaisuudessa Kehä III:lle on mahdollisesti tarve rakentaa lisäkaistoja. Lisäksi vaadittiin selvitystä siitä, onko tierakenteen alapinnassa odotettavissa lämpenemistä, josta voisi aiheutua sumua, teiden liukkautta tai haitallisia vaikutuksia tien rakenteisiin.

Liikennevaikutuksien osalta koettiin, että on oleellista keskittyä erityisesti rakentamisen aikaisiin vaikutuksiin. Mahdolliset poikkeukselliset liikennejärjestelyt koskettaisivat suurta ihmisjoukkoa, joten pidettiin tärkeänä huomioida korvaavien turvallisten liikennejärjestelyjen suunnittelu. Kanervan logistiikkapainotteisen työpaikka-alueen sekä Porttipuiston kaupallisten toimintojen alueen sujuva liikenne tulee ottaa myös huomioon. Lisäksi vaadittiin riittävällä asiantuntemuksella tehtyjä arviointeja liikenneturvallisuudesta ja sujuvuudesta, mikäli louheen poiskuljettamisesta syntyvät hitaat kuljetukset liittyvät keskeisille liikenneväylille.

Todettiin, ettei kausivarastolla ole Vantaan ratikan operoinnin edellytyksiin suoria vaikutuksia, koska suunniteltujen ajotunnelien liikennevirrat eivät risteä raitiolinjauksen kanssa. Kuitenkin korostettiin, että tarkastelussa tulee huomioida lämpövaraston ja ratikan rakentamisen yhteisvaikutukset, jos niitä rakennetaan samaan aikaan, sekä arvioida vaikutuksia uudelleen, mikäli hankkeen lähtökohdat muuttuvat.

Ilmastovaikutukset

Lausunnoissa vaadittiin, että päästölaskennassa tulee huomioida hankkeen koko elinkaaren laskennalliset kasvihuonekaasupäästöt ja erityisesti kaikki rakentamisen aikaiset päästöt sisältäen myös siirtolinjan rakentamisen ja louhintamassojen hallinnan päästöt kuljetuksineen. Pidettiin tärkeänä sitä, että laskennassa huomioidaan kausivaraston

mahdollistama uusiutuvan energian käytön lisäys ja fossiilisten polttoaineiden korvaamisesta aiheutuva päästövähennys.

Luontovaikutukset

Lausunnoissa esitettiin, että hankkeen luontovaikutukset tulisi selvittää muun muassa hankealueen eteläpuolella sijaitsevan maakuntakaavassa osoitetun luonnonsuojelualueen ja Vantaanjoen Natura 2000 -alueen osalta. Lisäksi huomautettiin, että Keravanjoessa on vuollejokisimpukoita, taimenia ja saukkoja. Vedenjohtaminen joesta tulee ajoittaa taimenen poikasten kuoriutumisaikojen (1.4.-15.6.) ja taimenen kutuaikojen (1.9.-15.11.) ulkopuolelle ja arviointi tehtävä sen mukaisesti.

Vaikutukset pinta- ja pohjavesiin

Lausunnoissa huomautettiin, että Keravanjoki on osa Vantaanjoen valuma- aluetta ja suunniteltu siirtolinja kalliovarastosta jätevoimalalle risteää Kormuniitynoja -puron kanssa, joten myös vaikutukset Vantaanjokeen ja Kormuniitynojaan tulee arvioida. Keravanjokeen juoksutetulla lisävedellä on huomattava merkitys veden vaihtuvuuteen ja pinnankorkeuteen, joten pumpattavan veden selkeydeltään sijaintipaikka ja sen vaikutukset lähiympäristöön on syytä määrittellä jo varhaisessa vaiheessa.

Lisäksi todettiin, että pohjavesiin kohdistuvia vaikutuksia on tarpeen selvittää, kuten YVA-ohjelmassa onkin esitetty. Rakentamisen aikana hankkeella voi olla vaikutusta pohjaveden tasoon ja virtaamiin. Maa- ja kallioperätutkimusten tulosten perusteella voidaan arvioida louhokseen valuvan pohjaveden määrää ja mahdollisesti tarvittavaa poispumppaustarvetta.

Lausunnoissa kiinnitettiin huomiota Kuusikkotien alueella sijaitseviin maalämpökaivoihin ja todettiin, etteivät Vantaan karttapalvelun paikkatietoaineistot kata kaikkia vanhempia kaivoja. Katsottiin, että hankkeessa on arvioitava värinävaikutukset niin energiakaivoihin kuin mahdollisiin talousvesikaivoihin, joiden osalta on arvioitava myös määrällisiä ja laadullisia muutoksia.

Vaikutukset maa- ja kallioperään

Lausunnoissa vaadittiin, että selostuksessa tulisi esittää, onko maan kohoaminen kertaluonteista vai vuodenaikojen mukana toistuvaa, sekä kuinka nopeasti kohoaminen tapahtuu, sillä vaihteleva kohoaminen ja epätasaisuudet tiealueilla voivat aiheuttaa ongelmia tien rakenteille ja kunnossapidolle.

Turvallisuus, riskit ja epävarmuustekijät

Lausunnoissa katsottiin, että mahdollisista onnettomuus- ja häiriötilanteista on arviointiohjelmassa esitetty kattava lista ja tulosten perusteella esitetään keinoja tunnistettujen onnettomuus- ja häiriöriskien estämiseksi sekä seurausten lieventämiseksi. Rakentamisen aikaiset riskit on pitkälti tunnettu muista kalliorakentamishankkeista. Kuitenkin huomautettiin, että käytön aikaisista riskeistä, erityisesti kuuman veden tai luolaston tyhjentämisen aiheuttamista vaikutuksista ympäröivään kallioon, ei ole kokemusperäistä tietoa, joten taustaksi olisi hyvä saada fysikaalisiin laskelmiin perustuvia arvioita ja referenssejä maailmalta. Lisäksi tuotiin esiin, että riskiarvioinnissa on syytä kiinnittää huomiota myös Kehä III:n ja tienkäyttäjiin mahdollisesti kohdistuviin riskeihin.

Yhteenveto mielipiteistä

Yleistä

Arviointiohjelmaa pidettiin puutteellisena. Yleisesti hanke nähtiin ympäristövaikutuksiltaan mittavana ja todettiin, että se koskettaa hankealueen läheisyydessä asuvia. Osassa mielipiteistä pyrkimystä fossiilittomaan energiantuotantoon pidettiin lähtökohtaisesti hyvänä, mutta sen ympäristövaikutukset aiheuttivat huolta ja esimerkiksi ajotunneleiden sijaintia vastustettiin.

Suurin osa mielipiteistä kohdistui rakentamisen aikaisiin, varsinkin melu-, tärinä- ja pölyvaikutuksiin, joista toivottiin tarkempia selvityksiä. Myös kiviaineksen louhimisella ja kuljetuksella todettiin olevan merkittäviä ympäristövaikutuksia. Korostettiin sitä, että rakennusaikaiset vaikutukset tulee pyrkiä minimoimaan eikä hankkeesta saa koitua haittaa asumisviihtyvyyteen tai vahinkoa omaisuudelle.

Todettiin, että hankkeesta tiedottaminen hankealueen välittömässä läheisyydessä asuville asukkaille on ontunut, eikä sanomalehdissä kuuluttaminen ole riittävää. Lisäksi hankealueen läheisyydessä asuville luvattua tiedotetta hankkeesta ei ollut tullut perille. Tämän vuoksi koettiin, että vuorovaikutus- ja osallistumismahdollisuuksien tarjoaminen arviointiohjelmavaiheessa on laiminlyöty. Vaadittiin osallistumisen lisäämistä sekä hankkeesta tiedottamisen laajentamista muillekin alueille, esimerkiksi Helsingin Puistolaan.

Sijainti ja hankevaihtoehdot

Lämpövaraston rakentaminen kyseenalaistettiin ja todettiin, että hanke tuo esille jätteenpolton keskeisen ongelman, joten yksi selvitettävä YVA:n vaihtoehto olisi rakentaa poltettavalle jätteelle varasto

31.5.2021

jätteenpolttolaitoksen yhteyteen, jotta jätettä voidaan polttaa tasaisemmin ympäri vuoden.

Todettiin, ettei hankealueen sijaintipäätöksen ja hankevaihtoehtojen valinnan perusteita ymmärretä. Ihmeteltiin, miksi kausivarastoa ei sijoiteta teollisuustontille, vaan ihmisten ja eläinten asuinalueelle. Myös ajotunneleiden sijaintipaikalle ehdotettiin vaihtoehtona Vanhan Porvoontien ja Kyytitien kulmassa olevaa louhittua avokalliota. Lisäksi esitettiin, että louhinnan yhteydessä Kehä III louhittaisiin kulkemaan tunnelissa suunnitellun lämpövaraston kohdalla.

Hankkeen edellyttämät luvat ja suunnitelmat

Todettiin, että hanke edellyttää vesilain mukaista vesilupaa pinta- ja pohjavesivaikutuksista johtuen. Myös vesilain mukaisia korvauksia ja vakuuksia vaadittiin sekä intressivertailu nähtiin tarpeelliseksi. Lisäksi hankkeen laajuudesta johtuen vaadittiin kaivannaisjättesuunnitelmaa. Hankkeella epäiltiin olevan taloudellisia riskejä, jotka koettiin pitkäaikaisten vaikutusten kannalta ongelmallisina. Tästä syystä vaadittiin vakuuksia, jotka kattaisivat hankkeen jälkityöt kaikissa tilanteissa.

Vaikutukset maankäyttöön ja kaavoitukseen

Hämmennystä herätti työn alla oleva asemakaavan muutos ajotunnelien takia VL-alueelle, sillä se on yleiskaavassa merkitty AP-alueeksi. Pientaloalueen asukkaat olivat huolissaan asuinalueensa muuttumisesta teollisuus- ja varastoalueeksi.

Vaikutukset ihmisten elinoloihin, terveyteen ja viihtyvyyteen

Suurin osa mielipiteistä kohdistui hankkeen melu-, tärinä- ja pölyvaikutuksiin, joita pidettiin liian suurina. Hankkeen ihmisten elinoloihin kohdistuvia ympäristövaikutuksia pidettiin merkittävänä, koska vaikutusalueella on asuntoja ja virkistyskäytössä olevia alueita. Hankealueen lähellä asuvat ovat huolissaan usean vuoden ajan kestävästä haitasta ja vaativat, että heille on taattava rauhallinen elämä rakennustöistä huolimatta.

Vaadittiin, ettei räjäytystöistä saa koitua haittaa vaikutusalueen asukkaille tai kiinteistöille, ja ettei työmaa-alueita saa sijoittaa luontokohteisiin. Arviointiselostusvaiheessa tulisi huomioida paremmin hankealueen herkäät asutus-, virkistys- ja luonnonsuojelualueet. Esimerkiksi hankealueella sijaitseva luonnonsuojelualue on mielipiteen antajille korvaamattoman tärkeä ulkoilu ja virkistysalue. Untipakan puusto toimii myös suojana kehätien liikenteen aiheuttamille päästöille. Mielipiteissä todettiin, ettei virkistyskäytössä olevien alueiden muokkaamista hyväksytä.

31.5.2021

Tuotiin esiin, että arviointiselostuksessa on oleellista selvittää keskiarvomelun lisäksi myös maksimimelun taso ja esiintyminen sekä asutuksen osalta sisämelun taso huomioiden tuuletusikkunoiden käyttö kesäaikaan. Kilometrin vaikutusalueella pidettiin riittämättömänä hankkeen meluvaikutusten arvioinnissa ja huomautettiin, että myös yhteisvaikutukset alueen muiden laitosten kanssa tulisi huomioida vaikutuksia arvioitaessa. Hankealueen lähellä asuvat asukkaat vaativat suunnitelmaa ja toimenpiteitä meluvaikutusten heikentämiseksi, kuten uusia meluaitoja ja vanhojen meluaitojen kunnostusta.

Mielipiteissä esitettiin, että tärinävaikutukset tulisi selvittää sekä räjähdysten, että raskaan liikenteen aiheuttaman tärinän näkökulmasta. Todettiin, että räjähdysten aiheuttamasta tärinästä voi aiheutua rakennusten rakenteiden rikkoutumista usean kilometrin säteellä. Hankealueen lähellä asuvat ovat huolissaan tärinän vaikutuksista lämpökaivoihin ja porakaivoihin sekä erityisesti vanhoihin rakennuksiin. Lisäksi vaadittiin, että tärinää tulee arvioida myös sen aiheuttaman viihtyvyyshaitan ja luontovaikutusten näkökulmasta.

Hankkeella tunnistettiin olevan vaikutuksia aineelliseen omaisuuteen, esimerkiksi kiinteistöarvoihin ja kiinteistöillä sijaitsevien maanalaisten rakenteiden, kuten öljysäiliöiden ja kaivojen, käytettävyyteen. Mielipiteissä oltiin myös huolissaan siitä, onko uusien lämpökaivojen rakentaminen mahdollista jatkossa, jos nykyiset vahingoittuvat hankkeesta aiheutuvasta syystä. Lisäksi vaadittiin selvityksiä hankkeen vaikutusta kiinteistöihin.

Mielipiteissä todettiin, että alueella on pölyn osalta yhteisvaikutuksia muiden laitosten ja liikenteen kanssa. Louhinnan lisäksi pölyvaikutusten arvioinnissa on huomioitava myös kuljetettavien kiviainesten pöly, sekä mahdollisesti pinnoittamattomien työteiden pöly ja niiden torjunta. Huomautettiin, että pölypäästöjen terveysvaikutukset ovat vakavia ja riskit merkittäviä. Pölyn vaikutuksista ja määristä vaadittiin terveysvaikutusten rahallisen arvon selvittämistä IHKU-hankkeen mukaisesti.

Liikennevaikutukset

Louhintajätteen kuljetus hankealueelta aiheutti huolta alueen asukkaissa. Useissa mielipiteissä todettiin, ettei poiskuljettamiseen suunniteltuja reittejä hyväksytä. Vanhan Porvoontien liikenteen sujuvuus on heikentynyt viime vuosina merkittävästi Porttipuiston kauppakeskittymän johdosta, joten liikenneturhia lisäävä kiviaineksen kuljetuksen aiheuttama liikenteen lisäkuormitus asutusalueella nähtiin kestävämmäksi. Lisäksi oltiin huolissaan hankkeen vaikutuksista kevyen liikenteen turvallisuuteen ja korostettiin, että alueella on alakoululaisten käyttämiä reittejä.

Huomautettiin, että koska kiven loppusijoituspaikka ei ole vielä tiedossa, liikennevaikutusten arviointia ei voida tehdä riittävällä tavalla YVA:ssa.

31.5.2021

Liikenteen kannalta etenkin Malmin lentokenttäalueen käyttö sijoituspaikkana nähtiin huonona vaihtoehtona. Ehdotettiin kiviaineksen sijoittamista mahdollisimman lähelle, esim. Hakintien päässä olevalle kiviaineksen varastoimisalueelle, jotta kuljetuksesta tulisi mahdollisimman vähän häiriötä.

Ilmastovaikutukset

Todettiin, että ilmastovaikutuksia tulisi tarkastella yhdessä globaalien vaikutusten kanssa. Ilmastovaikutuksiin kuuluu kuljetuksen lisäksi koko prosessin ilmastovaikutukset, eikä niitä voi ohittaa väitteellä kiven louhinnan tarpeesta. Erityisesti haluttiin esitystä maankäytön ilmastovaikutuksista ja että hankkeen ilmastovaikutuksia verrattaisiin sen ilmastohyötyihin sekä esimerkiksi energiansäästön ja uusiutuvan energian käytön mahdollisuuksiin.

Luontovaikutukset

Luontoarvojen esittelyä YVA-ohjelmassa pidettiin puutteellisena. Huomautettiin, että hankealueelle on tehty metsäsuunnitelma, jonka suunnitteluprosessissa todettiin luontojärjestöedustajien ja osin metsäsuunnittelijan toimesta merkittäviä METSO-arvoja sekä Kalkkikallion suojelualueen pohjoisreunan metsissä, Variskalliolla että Untipakan alueella.

Korostettiin, että hankealueella on lintujen pesimäalueita ja Kalkkikallion Helsingin liito-oravan ydinalueisiin kytkettyneellä metsäalueella liito-oravapotentiaalia. Variskallion ja Untipakan alueella tunnistettiin vanhapuustoisia kallio- ja kangasmetsäkuvioita, jotka täyttävät METSO I-luokan kallio- ja kangasmetsien kriteerit. Lisäksi todettiin, että myös vesistön luonnonarvoja on selvitettävä, sillä vedenotto Keravanjoesta vaikuttaa pieneliöiden ja kalojen olosuhteisiin ja aiheuttaa niiden häviämistä. Luontoarvojen selvitys (luontotyytit, METSO-arvot, liito-orava) ja hankkeen luonnontilalle aiheuttamien haittojen minimointi koettiin tärkeiksi lämpövaraston rakennus- ja käyttövaiheen lisäksi myös hankkeen suunnitteluvaiheessa tehtävissä kallio- ja maaperätutkimuksissa.

Vaikutukset pinta- ja pohjavesiin

Toiminnan hyväksyttävyyden kannalta korostettiin pohjaveden laadun ja määrän hyvän hallinnan merkitystä. Todettiin, että louhinta voi pilata laittomasti pinta- ja pohjavesiä. Kuumen veden virtauksesta kallion raoissa ja ruhjeissa oltiin huolissaan.

Vaadittiin, että alueen kallioperän ruhjeet ja heikkousvyöhykkeet, vedenkulku niissä sekä pohjaveden liikkuminen ja saastumisen

31.5.2021

mahdollisuus on selvitettävä. Myös tunnelin veden laatua ja vaikutuksia pohjaveteen vaadittiin selvitettävän.

Todettiin, ettei veden puhdistukseen ei riitä laskeutus ja vaadittiin vedenpuhdistuksen vaihtoehtojen kuvaamista. Lisäksi vaadittiin vedenpuhdistuksen tarpeiden selvittämistä laitosta suljettaessa. Vedenpuhdistuksen ja ojien kapasiteetin riittävyyttä epäiltiin poikkeuksellisen sateisissa tilanteissa. Korostettiin kuivatuksen vaikutusten arvioimista.

Vaikutukset maa- ja kallioperään

Todettiin, että arviointiohjelmassa ei ole selvitetty maankohoamisen perusteita maa- ja kallioperävaikutuksineen. Kallioperän jatkuvan muutoksen haittoja kiinteistöjen perustuksille ja muille rakenteille haluttiin selvitettävän ja korostettiin, että osa lähialueen taloista on kokonaan perustettu kallion päälle. Lisäksi kaivattiin selvennystä kausivaraston vaikutuksista alueen maaperän lämpötilaan.

Tuotiin esiin tarve laatia kattava kallioperän koostumusselvitys koko kiven ottoalueelta ja -syvyydeltä. Erityisesti haluttiin selvitystä happamia suotovesiä tuottavista kivilajeista, asbesti- ja kuituisista mineraaleista, kvartsipölyn, pienhiukkasten ja hengitettävien hiukkasten muodostumisesta sekä haitallisten mineraalien vaikutuksista vesi- ja ilmapäästöihin, ympäristöön ja ihmisten terveyteen.

Turvallisuus, riskit ja epävarmuustekijät

Mielipiteiden antajat olivat huolissaan esimerkiksi kuuman veden pääsystä lähiympäristöön ja sen seurauksista ympäristölle. Todettiin, että käytönaikaisten riskien tunnistaminen on jäänyt vähäiselle huomiolle arviointiohjelmassa. Hankkeen kokeellisuuden vuoksi vaadittiin teknologian referenssien ja sen riskien selvittämistä huomioiden hankkeen ja hankealueen erityispiirteet.

Tuotiin esille, että hanke on kivenottomääriltään verrattavissa kaivoshankkeeseen, mutta YVA-ohjelmassa ei käsitellä ilmeisiä kaivoshankkeen riskejä. Hankkeen pitkäaikaisten vaikutusten osalta nähtiin, että varaston sulkeminen ja siihen liittyvät riskit tulee selvittää yksityiskohtaisesti arviointiselostuksessa.

Lisäksi esitettiin selvitettäväksi laajasti hankkeen eri vaiheissa käytettyjen kemikaalien (mm. räjähdaineet, mahdolliset veden selkeytykseen käytettävät aineet) pitoisuuksia niin pinta- ja pohjavesissä sekä kiviainesten säilytys- ja loppusijoitusalueilla.

YHTEYSVIRANOMAISEN LAUSUNTO

Ympäristövaikutusten arviointiohjelma kattaa YVA-asetuksen 3§:ssä mainitut arviointiohjelman sisältövaatimukset. Arviointiohjelma on käsitelty YVA-lainsäädännön vaatimalla tavalla.

Arviointiohjelma on pääosin selkeä ja hyvin laadittu. Arviointiohjelmassa ei ole esitetty arviota keskeisimmistä vaikutuskokonaisuuksista, vaan on esitelty laajasti arvioitavia vaikutuksia ja kuvattu, miten vaikutusten merkittävyys arvioidaan. Yhteysviranomaisen katsoo, että tämä on hankkeen suunnitteluvaiheen ja epävarmuustekijät huomioiden perusteltu ratkaisu. Ohjelmassa esitetty alustava arviointiasteikko vaikutusten merkittävyydestä on selkeä.

Arviointiohjelmassa esitetyn lisäksi seuraaviin seikkoihin on syytä kiinnittää huomiota arviointimenettelyssä, selvitysten tekemisessä ja arviointiselostuksen laadinnassa:

Hankevaihtoehdot

Yhteysviranomaisen katsoo, että arviointiselostuksessa tulee kuvata tarkemmin hankkeen sijoittamispaikan valintaperusteet ja tarkastellut vaihtoehtoiset sijoittamispaikat. Arviointiohjelmassa on yleispiirteisesti mainittu, että Vehkalan vaihtoehto rajautui pois erityisesti etäisyyden aiheuttamien korkeiden kustannuksien takia ja toisaalta kaukolämpöputken rakentamisen ympäristövaikutusten takia. Kuvausta tulee tarkentaa. Lisäksi tulee perustella, miten ja miksi toteutusvaihtoehdossa (VE1) on päädytty siinä esitettyihin ajotunnelisijainteihin ja kuvata miksi niille ei ole esitetty vaihtoehtoisia toteutustapoja tai -sijainteja.

Hankeeseen liittyvä kaukolämmön siirtolinja Långmossebergenin jätevoimala-alueelle tulee esittää selostuksessa kartalla ja esittää sen mahdolliset toteuttamisvaihtoehdot. Kaukolämmön siirtolinjaan liittyvät vaikutukset tulee kuvata ja arvioida saman tasoisesti kuin itse hankkeen vaikutukset. Huomiota tulee kiinnittää mm. Kormuniitynojaan kohdistuviin vaikutuksiin.

Arviointiohjelmassa esitetyn perusteella siirtolinja sijoittuisi välittömästi Kehä III:n läheisyyteen, mahdollisesti teialueelle. Mahdollisuuksista sijoittaa siirtolinjaus teialueelle on käytävä erikseen neuvotteluja asianomaisten viranomaisten kanssa. Kunkin osuuden soveltuvuus siirtolinjan sijoittamiselle on selvitettävä ja huomioitava myös mahdolliset tulevat tienpidolliset tarpeet. Tulevaisuudessa Kehä III:lle on mahdollisesti tarve rakentaa lisäkaistoja. Tämä tulee huomioida kaukolämmön siirtolinjan sijoitussuunnittelussa. Siirtolinjan suunnittelussa tulee noudattaa opasta Kaukolämpöjohdot ja maantiet 17.12.2020, Väyläviraston oppaita 54/2020 (https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2020-

[54_kaukolampojohdot_maantiet_web.pdf](#)) ja siinä esitettyjä lupamenettelyjä.

Käytöstä poiston kuvaus

Yhteysviranomainen katsoo, että arviointiselostuksessa on syytä esittää tarkempi arvio ja suunnitelma käytöstä poistosta ja sen vaikutuksista. Alustavasti on ainakin syytä kuvata, miten vesi tyhjenetään luolastosta ja kuinka kauan tyhjennys kestää. Lisäksi on syytä arvioida, mitä luolastolle tapahtuu tyhjentämisen jälkeen.

Kaavoitus

Voimassa oleva kaavatilanne on kuvattu arviointiohjelmassa oikein ja riittävällä tarkkuudella. Kaavoituksen osalta tulee huomioida, että hankealueen läheisyydessä on vireillä Vantaan ratikkaan liittyviä asemakaavamuutoksia. Nämä tulee huomioida osana yhteisvaikutusten tarkastelua. Myös hankkeen vaatimaa asemakaavamuutosta ja maanalaista asemakaavaa tulee kuvata selostuksessa siinä määrin kuin kyseisen kaavan suunnittelutilanne sen mahdollistaa.

Liikenne

Yhteysviranomainen katsoo, että Kehä III:een kohdistuvat mahdolliset vaikutukset tulee arvioida huolella. Arviointiohjelmassa esitettyjen selvitysten lisäksi myös tien rakenteisiin mahdollisesti aiheutuvat vaikutukset tulee selvittää ja kuvata, miten mahdolliset haitalliset vaikutukset voidaan välttää. Tien rakenteisiin liittyen arviointiohjelmassa kuvattu lämmitysvaiheen aiheuttama maan kohoaminen tulee kuvata tarkemmin. (vrt. myöhempi luku Maa- ja kallioperä ja pohjavesi.)

Liikennevaikutusten arvioinnissa tulee arvioida, onko hankkeella paikallisia vaikutuksia tien lämpötila- ja kosteusolosuhteisiin ja sen seurauksena liukkauden torjunnalle.

Mahdollisten pystykuilurakenteiden ja porareikien toteuttamisessa tulee huomioida Kehä III:n tulevaisuuden tarpeet. Lähtökohtaisesti pystykuilurakenteita ei tule toteuttaa liikennealueelle ilman aluevaraussuunnitelmaa tulevaisuuden tarpeista mm. mahdollisten rinnakkaisramppijärjestelyiden sijoittumisen suhteen.

Arviointiselostuksessa tulee myös arvioida, miten mahdollinen Kehä III:n lisäkaistojen ja läheisten eritasoliittymien rinnakkaisramppijärjestelyiden rakentaminen mahdollisine kallion louhintoineen ja räjäyttämiseen on mahdollista Kehä III:n parantamisen yhteydessä.

Arviointiohjelmassa on tuotu esille, että liikennevaikutuksia tullaan tarkastelemaan liikennemallinnuksella. Selvityksessä on syytä keskittyä

31.5.2021

erityisesti rakentamisaikaisiin liikennevaikutuksiin. Mikäli louheen poiskuljettamisesta syntyvät hitaat kuljetukset liittyvät Kehä III:lle, tulee arvioida siitä aiheutuvat vaikutukset liikenneturvallisuuteen ja liikenteen sujuvuuteen.

Arviointiselostuksessa tulee esittää, miten varmistetaan, ettei liikenteen keskeyttämiseen Kehä III:lla ole tarvetta hankkeen toteuttamisen aikana.

Yhteysviranomaisen toteaa, että arviointiselostuksessa on syytä kuvata paitsi autoliikenteeseen liittyvät järjestelyt rakentamisen aikana niin myös erityisesti kevyen liikenteen turvallisten reittien varmistaminen rakentamisen aikana.

Melu ja tärinä

Melu

Arviointiohjelman mukaan rakentamisesta aiheutuvaa melua tarkastellaan laskennallisesti. Keskiäänitasojen (päivä ja yö) lisäksi tulee laskea myös melun leviäminen ja tasot voimakkaiden melujaksojen aikana, kuten esimerkiksi räjäytysten jälkeisen täysitehoisen tuuletuksen aikana yms. vastaavissa louhintaan liittyvissä meluavissa työvaiheissa.

Arviointiselostuksessa tulee arvioida myös melun enimmäistasot, jos niiden voidaan arvioida ylittävän merkittävän (70 dB) tason altistuvissa kohteissa.

Rakentamisen aikaisen melun lisäksi tulee tarkastella melua, myös mahdollisista maanpäälle tulevasta tuuletukselta tms. laitteista.

Laskennoissa käytettävistä lähtötasoista tulee esittää luotettavat tiedot ja mistä ne on saatu. Mikäli melu sisältää pienitaajuisuutta tai muita melun erityispiirteitä (iskumaisuus tai kapeakaistaisuus) tulee niiden vaikutus huomioida melun aiheuttamaan häiriöön ja melun leviämiseen sekä altistujien määrään. Meluselvityksessä tulee myös arvioida voiko toiminnan aiheuttama melu ylittää melun ohjearvot sisätiloissa.

Tarkasteltaessa melun vaikutuksia tulee myös esittää altistuvien kohteiden/asukkaiden määrä sekä mahdolliset altistuvat melulle herkätkohteet, kuten koulut, päiväkodit, hoitolaitokset yms. Melutarkastelussa tulee myös tuoda esiin, kuinka kauan meluhäiriö kestää ja kuinka usein voimakkaita melutapahtumia toistuu ja mihin aikaan ne tapahtuvat. Lisäksi tarkastelussa tulee huomioida hankkeen aiheuttaman liikenteen melu.

Melutasoista tulee esittää toiminnan aiheuttamat melut yksinään, sekä yhteismelutaso alueen muiden melulähteiden kanssa.

Arviointiselostuksessa tulee myös arvioida ja esittää miten melun aiheuttamia haittoja aiotaan lieventää rakentamisen yhteydessä ja mitä

31.5.2021

vaikutuksia esitetyllä meluntorjunnalla on. Myös melun seurannasta häiriintyvissä kohteissa tulee esittää suunnitelma riittävässä laajuudessa.

Runkomelu

Arviointiohjelman mukaan rakentamisesta aiheutuvaa runkomelua tarkastellaan aiempiin hankkeisiin ja niistä saatuihin tietoihin perustuen. Selvitystä varten tulee kartoittaa alueen rakennusten perustamistavat ja etäisyydet lousintoihin, sen eri vaiheissa riittävän laajalta alueelta. Tarkastelu-alueen laajuus ja perustelut tulee esittää Uudenmaan ELY -keskukselle ennen selvityksen viemistä eteenpäin.

Runkomeluselvityksessä tulee pyrkiä arvioimaan kuinka kauan yksittäisessä kohteessa runkomelulle annetut suositusarvot voivat ylittyä rakentamisen aikana. Tarkastellessa runkomelun vaikutuksia tulee myös esittää altistuvien kohteiden/asukkaiden määrä sekä mahdolliset runkomelulle altistuvat herkäät kohteet, kuten koulut, päiväkodit, hoitolaitokset yms. Asuinviihtyisyyden lisäksi runkomelutarkastelussa tulee tarkastella myös runkomelun aiheuttaman häiriön mahdollisia terveystvaikutuksia.

Rakentamisen aikaisen runkomelun lisäksi arviointiselostuksessa tulee tuoda esiin, miten käytönaikainen runkomelun syntyminen ja leviäminen aiotaan estää.

Erityistä huomiota tulee kiinnittää runkomelun haittojen lieventämismahdollisuuksiin ja niiden vaikutuksiin aiheutettuun häiriöön ja mm. rakentamisen aikatauluun. Runkomelun leviämisen ja häiriön kannalta erityisesti yöaikainen työ voi olla haastavaa, samoin työ päivällä, mikäli haitat leviävät päiväkoiteihin tai kouluihin.

Selostuksessa tulee myös esittää selkeästi ne työvaiheet, jotka aiheuttavat runkomelua sekä niiden kesto eri työvaiheissa. Lisäksi tulee esittää miten runkomelua ja sen vaikutuksia aiotaan seurata hankkeen aikana.

Tärinä

Arviointiohjelman mukaan rakentamisesta aiheutuvaa tärinää tarkastellaan asiantuntijatyönä. Tarkastelu tehdään laskennallisesti ja siinä arvioidaan lousinnan ja kuljetusten aiheuttamia tärinävaikutuksia rakenteiden vaurioitumisriskin sekä sen vaikutuksia asuinviihtyisyyden kannalta. Tarkasteltaessa tärinän vaikutuksia tulee myös esittää altistuvien kohteiden/asukkaiden määrä sekä mahdolliset tärinälle altistuvat herkäät kohteet, kuten koulut, päiväkodit, hoitolaitokset, tuotantolaitokset tms. Lisäksi tulee arvioida, voiko tärinästä olla haittaa erilaisille koneille ja laitteille hankealueen läheisyydessä.

Selostuksessa tulee esittää selkeästi ne työvaiheet, jotka voivat aiheuttaa häiritsevää tai rakenteille sekä erilaisille laitteille vahingollista tärinää sekä niiden kesto eri työvaiheissa. Lisäksi tulee esittää räjäytysten määrä ja ajoittuminen hankkeen eri vaiheessa vuorokausitasolla.

Lisäksi tulee esittää kattavasti, miten tärinä haittoja aiotaan lieventää hankkeen eri vaiheissa, sekä miten tärinää ja sen vaikutuksia aiotaan seurata hankkeen aikana.

Pöly ja ilmanlaatu

Arviointiohjelman mukaan päästöjen aiheuttamia vaikutuksia ilmanlaatuun arvioidaan vertaamalla hankkeen kuljetusten aiheuttamia päästöjä nykyiseen liikenteeseen ja nykyiseen ilmanlaatuun. Tämän lisäksi vaikutusten arvioinnissa tulee arvioida pölyn leviämistä ajotunneleiden suuaukoilta ja väyliltä.

Erityistä huomiota tulee kiinnittää haittojen lieventämismahdollisuuksiin ja niiden vaikutuksiin sekä tarvittavaan seurantaan.

Ilmastovaikutukset

YVA-direktiivi edellyttää aiempaa vahvemmin, että hankkeiden YVA-menettelyssä arvioidaan hankkeiden vaikutuksia ilmastoon ja niiden alttiutta ilmastonmuutokselle. Ilmastovaikutusten arvioinnista YVAssa ja SOVAssa on vastikään ilmestynyt Suomen ympäristökeskuksen laatima selvitys (<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/163178>).

Yhteysviranomaisen katsoo, että arviointiohjelman sisältö ja ilmastovaikutusten arvioinnin menetelmällinen määrittely luovat lähtökohdat onnistuneelle hankkeen ilmastovaikutusten arvioinnille ja merkittävien ilmastovaikutusten tunnistamiselle. Arviointiohjelmassa on kuitenkin ilmastovaikutusarvioinnin näkökulmasta täsmennyksiä ja varmistuksia kaipaavia kohtia.

Arviointiohjelman mukaan ilmastovaikutusten arvioinnissa huomioidaan lämmön kausivaraston koko elinkaaren laskennalliset kasvihuonekaasupäästöt. Yhteysviranomaisen muistuttaa, että tarkastelu ei saa nojautua pelkästään päästövähennemän ja kausivarastoon liittyvään energiatuotteen hiilijalanjäljen arviointiin, vaan siinä on myös kuvattava selkeästi eritellen hankkeeseen liittyvästä rakentamisesta, käytöstä ja käytöstä poistosta syntyvät ilmastovaikutukset.

Lämmön kausivaraston hankevaihtoehtojen ilmastovaikutusten arvioinnin yhteydessä tehdyt oletukset ja valitut laskentatavat ja -parametrit sekä niihin liittyvät epävarmuustekijät on syytä esitellä arviointiselostuksessa

31.5.2021

mahdollisimman kattavasti. Myös mahdollisia haitallisten ilmastovaikutusten lieventämistoimenpiteitä on nostettava esiin. Tällaiset toimenpiteet voivat liittyä esimerkiksi kausivaraston rakentamisvaiheen päästöjen minimoimiseen tai rakentamisesta syntyvän louheen mahdollisimman tehokkaaseen hyödyntämiseen.

Ilmastovaikutusten arvioinnissa käytetään laskennallisena ohjeena EU:n parlamentin ja neuvoston RES-direktiiviä uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisestä (2009/28/EY). Ilmeisesti saatavien tulosten avulla vertaillaan hankevaihtoehdoista syntyviä kasvihuonekaasupäästövähennyksiä. Arviointiselostuksessa on esiteltävä, miksi direktiiviä hyödynnetään ilmastovaikutusten arvioinnissa ja miten saadut tulokset kuvaavat lämmön kausivaraston elinkaarenaikaisia nettomääräisiä päästöjä. Laskelmien tulosten esittelyyn on oltava tarkkaa, kun kuvataan hankkeen laajempia vaikutuksia hankevastaavan energiantuotantoon ja siitä aiheutuviin päästöihin. Tämä koskee erityisesti kausivarastoratkaisuun kytkeytyvää mahdollista uusiutuvan energialähteiden käytön lisäämistä ja säätövoimaan liittyvää kysymystä. RES-laskelmissa on huomioitava uuden RED II -direktiivin (2018/2001) mahdolliset vaikutukset laskentaperiaatteisiin ja käytettyihin vertailuarvoihin.

Yhteysviranomaisen katsoo, että ilmastovaikutusten arvioinnissa tulee huomioida myös lämmön kausivarastoon rakentamisen louhintaan, työmaatoimintojen ja työkoneiden energiankäyttöön, maanrakentamiseen, räjäytyksiin, kuljetuksiin ja muuhun työmaaliikenteeseen liittyvät kasvihuonekaasupäästöt ja muut ilmastovaikutukset. Lisäksi on tarkasteltava laskennallisesti kausivaraston rakentamisessa hyödynnettävien päämateriaalien kuten betonin, sementin ja teräksen välilliset ilmastovaikutukset. Tarkastelun on katettava ajotunnelien, pystykuilujen, lämmönsiirtolinjojen ja muun kausivarastoa varten tarvittavan infrastruktuurin rakentamisen vaikutukset. Maanpäällisten rakenteiden aiheuttaman hiilivarastojen ja -nielujen menetys on arvioitava vähintään kokoluokaltaan. Rakentamiseen ja muihin hankevaiheisiin liittyvän tarkastelun rajaukset on perusteltava arviointiselostuksessa.

Arviointiohjelman mukaan lämmön kausivaraston toiminnan aikana ei aiheudu ilmaan päästöjä. Hankkeen eri vaiheiden kokoluokkien hahmottamiseksi on kuitenkin syytä tarkastella kausivaraston huoltamiseen ja kunnossapitoon liittyvän huoltoliikenteen ilmastovaikutukset ja varaston toimintaan liittyvä energiankäyttö.

Ilmastomuutoksen kasvihuonekaasupäästöihin ja hiilensidontaan liittyvän hiilintänäkökulman lisäksi lämmön kausivaraston ilmastovaikutusten arvioinnissa on pohdittava, miten ilmastomuutos vaikuttaa pitkällä aikavälillä sen toimintaan ja millainen tarve on varautua sään ääri-ilmiöihin ja muihin ilmastoriskeihin varaston rakentamisen ja käytön aikana.

31.5.2021

Ilmastovaikutusten arvioinnin tulosten yhteenvedon pitää olla selkeä ja sisältää kuvaukset eri vaiheiden ja toimintojen ilmastovaikutuksista. Arviointiohjelmassa painotetaan useammassa kohtaa vahvasti hankevastaavan ja Vantaan kaupungin ilmastotavoitteita. Siksi arvioinnissa on kiinnitettävä huomiota siihen, miten tuodaan ilmi ymmärrettävästi ja läpinäkyvästi lämmön kausivaraston merkitys paikallisessa energiajärjestelmässä. Arvioinnin tulokset tulee suhteuttaa Vantaan kaupungin, pääkaupunkiseudun ja Uudenmaan kasvihuonekaasujen kokonaispäästöihin ja hahmottaa hankkeen merkitystä suhteessa asetettuihin ilmastotavoitteisiin.

Maa- ja kallioperä ja pohjavesi

Arviointiohjelmassa on tunnistettu hankkeen arvioitavat vaikutukset maaperään, kallioperään ja pohjaveteen. Esitetyt arviointimenetelmät ja käytettävät lähtötiedot ovat riittävät.

Yhteysviranomaisen katsoo, että hanke vertautuu maa- ja kallioperään sekä pohjaveteen kohdistuvilta mahdollisilta vaikutuksiltaan lähinnä kiviaineksenottohankkeisiin ja tunnelihankkeisiin, ottaen huomioon louhinnan laajuuden ja määrän. Pohjaveden sekoittuminen kausivaraston altaissa olevaan veteen ja altaissa olevan veden tihkuminen pohjaveteen on epätodennäköistä. Arviointiohjelman mukaan kausivaraston lämpöakuissa olevan veden painetaso on likimäärin sama kuin luonnollisen pohjaveden painetaso. Varastosäiliöiden yläosassa ja pumppaamon putkistoissa kuumen veden paineet pyritään pitämään samansuuruisina. Tämä estää pohjaveden virtauksen akkuun ja kuumen veden virtaamisen akusta pois.

Arviointiohjelmassa todetaan, että uusille maalämpökaivoille hankkeen läheisyydessä tarvitaan suojaetäisyydet luolastosta. Arviointiselostuksessa tulee esittää arvio tarvittavan suojaetäisyyden laajuudesta ja mahdollisista toteuttamistavoista. Olemassa olevien maalämpökaivojen sijainti on syytä selvittää.

Lämmitysvaiheessa aiheutuvaa maankohoamista on syytä kuvata tarkemmin arviointiselostuksessa ja arvioida kohoamisen mahdollisia vaikutuksia. Arviointiselostuksessa tulee esittää, miten laajaa aluetta maankohoaminen koskee ja kuvata myös kohoamisen alustavat erot (ts. millä alueella kohoamista tapahtuu mahdollisesti voimakkaammin). Lisäksi tulee määrittää, kuinka kauan lämmitysvaihe kestää ja miten nopeaa maankohoaminen on.

Arviointiselostuksessa tulee kuvata, mikä tarkoitus arviointiohjelmassa mainituilla porareillä on (s.30).

Luonnonsuojelu ja Natura 2000

Yhteysviranomaisen korostaa, että vedenottamisen vaikutukset Keravanjoen lajistoon (esimerkiksi vuollejokisimpukka, saukko, taimen) tulee selvittää. Tunnettu lajisto tulee huomioida myös vedenottamisen ajoitusta suunniteltaessa.

Mahdolliset vaikutukset läheisiin Natura 2000-alueisiin tulee arvioida ja selvittää Natura-arvioinnin tarve. Natura-arviointi on aina tehtävä, ellei ole objektiivisten seikkojen perusteella poissuljettua, että hanke vaikuttaisi Natura 2000-alueen suojelutavoitteisiin joko erikseen tai yhdessä muiden lähialueiden hankkeiden tai suunnitelmien kanssa.

Pintavedet

Typpikuormitus ja emäksisyys louhinnan aikaisissa työmaan poistovesissä oli tunnistettu hankkeen teknisessä kuvauksessa mahdollisiksi haittavaikutuksiksi. Vesistövaikutusten tarkastelussa ravinteita ei kuitenkaan oltu enää huomioitu vuoto- ja porausvesien käsittelyssä. Yhteysviranomaisen katsoo, että työmaan poistovesien käsittely tulee esittää arviointiselostuksessa kattavasti, myös ravinteiden mahdollinen poisto huomioiden. Mikäli ravinteita ei poisteta, valinta tulee perustella ja vesien kuormitusvaikutus arvioida. Myös vaikutukset alapuolisen vesistön kalastoon tulee arvioida.

Mikäli vedenotto Keravanjoesta voi aiheuttaa pohjasedimentin sekoittumista, pilaantuneiden sedimenttien esiintyminen alueella tulee selvittää ja syntyvä haittavaikutus vesistöissä arvioida. Lisäksi tulee arvioida vedenoton vaikutusta Keravanjoen ja Vantaanjoen virtaamiin ja mahdollisen virtaaman vähenemän vaikutusta kalastoon.

Vedenoton osalta on myös syytä kuvata tarkasti mahdolliset veden käsittelyyn liittyvät tarpeet ja esittää millä tavoin estetään esimerkiksi pienten kalojen päätyminen luolastoon pumppauksen seurauksena.

Ronkonkallion virkistysvesipumppaamon hyödyntäminen ja siihen mahdollisesti liittyvät lupa-asiat tulee tarkentaa arviointiselostukseen.

Ylivuoto- ja tyhjennysvesien (huolto) johtaminen on suunniteltava hyvin. Vesiä ei voi johtaa Kehä III:n sivuojiin.

Maisema

Arviointiohjelman kuvauksen perusteella hankkeen vaikutukset kulttuuriympäristöön tullaan arviomaan riittävällä tarkkuudella. Suunnitelmien mukaan maisemakuva muuttuu ajotunneleiden suuaukkojen ja tieyhteyden vuoksi lähinnä Kyytitien ja Untipakan viheralueen ympäristössä. Suunnittelussa tulee kiinnittää huomiota mahdollisten

maisemavaurioiden minimoimiseen ja korjaamiseen, etenkin ajotunneleiden suuaukkojen ja liittymien osalta.

Osallistuminen

YVA-ohjelmaa esiteltiin yleisöille verkkotilaisuudessa 14.4.2021. Vantaan Energia tiedotti tilaisuudesta ja alkavasta YVA-menettelystä lähettämällä lähialueiden asukkaille kirjeen hankkeesta. Tilaisuuden tallenne on katsottavissa Vantaan Energian hankesivuilla. Myös selostusvaiheessa on tarkoitus järjestää vastaavatyypinen tilaisuus. YVA-menettelyä seuraamaan on koottu seurantaryhmä, jonka tarkoitus on edistää tiedonkulkua ja -vaihtoa hankkeesta vastaavan, viranomaisten ja muiden sidosryhmien kanssa. Seurantaryhmään on kutsuttu myös asukkaiden edustajia.

Lisäksi arviointityön yhteydessä järjestetään ryhmähaastatteluja ihmisiin kohdistuvien vaikutusten tunnistamiseksi ja muilla menetelmillä kerätyn tiedon syventämiseksi. Osallistujia on myös mahdollisuus esittää kysymyksiä heitä askarruttavista teemoista. Yhteysviranomaisen katsoo, että hankkeesta on tiedotettu riittävän laajasti ja osallistumismahdollisuuksia on useita erilaisia.

Hankkeesta tiedottamista on mielipiteissä pidetty riittämättömänä. Juuri ennen arviointiohjelman kuuluttamisajan alkamista alueella ilmestyvässä lehdessä, Vantaan Sanomissa, oli hanketta esittelevä lehtijuttu, jossa kerrottiin myös YVA-menettelyn aloittamisesta ja ohjelmavaiheen yleisötilaisuudesta. Lisäksi hankkeesta on ollut samoihin aikoihin artikkelit ainakin Tekniikka ja talous ja Kauppalehti-lehdissä. Tämän lisäksi Vantaan Energia on lähettänyt hankealueen läheisyydessä asuville kirjeen, jossa on kuvattu hanketta ja esitetty kutsu ohjelmavaiheen yleisötilaisuuteen.

Yhteysviranomaisen suosittelee, että asukastiedotukseen ja osallistamiseen kiinnitetään erityistä huomiota koko hankkeen ajan.

Arviointiohjelman laatijoiden pätevyys

Arviointiohjelman on laatinut AFRY Finland Oy, joka on toteuttanut lukuisia vastaavia YVA-hankkeita. Jokaiselle vaikutusten arvioinnin pääalueelle on nimetty vastuuhenkilöt. Yhteysviranomaisen katsoo, että arviointiohjelmassa on esitetty riittävät tiedot laatijoiden pätevyydestä.

Muuta

Kiinteän omaisuuden arvo

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn ei kuulu niiden vaikutusten arviointi, jotka kyseisellä hankkeella on kiinteän ja irtaimen omaisuuden

arvoon. Aihetta on käsitelty myös Euroopan unionin tuomioistuimen ennakkoratkaisuasiassa (C-420/11). Sen sijaan arviointimenettelyssä on otettava huomioon hankkeen todennäköisesti merkittävät vaikutukset siihen, miten kiinteää ja irtainta omaisuutta käytetään. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että arvioidaan aiheuttaako hanke sellaisia haitallisia vaikutuksia, jotka estävät kiinteän ja irtaimen omaisuuden käyttöä eli esimerkiksi melutasot nousevat hankkeen vaikutuksesta niin korkeiksi, ettei melun ohjearvoja ole mahdollista saavuttaa piha-alueilla ja asuinrakennuksissa tai esimerkiksi hankkeen toteuttaminen kuivattaa lähialueiden kaivoja.

LAUSUNNON NÄHTÄVILLÄ OLO

Uudenmaan ELY-keskus lähettää yhteysviranomaisen lausunnon tiedoksi lausunnonantajille. Lausunto on nähtävillä myös ympäristöhallinnon verkkosivuilla osoitteissa: www.ymparisto.fi/lammonkausivarastoYVA ja www.miljo.fi/sasonglagerforvarmeMKB.

Uudenmaan ELY-keskus lähettää hankkeesta vastaavalle kopiot arviointiohjelmasta saamistaan lausunnoista ja mielipiteistä. Alkuperäiset asiakirjat säilytetään Uudenmaan ELY-keskuksessa.

Saadut lausunnot ja mielipiteet löytyvät myös osoitteista: www.ymparisto.fi/lammonkausivarastoYVA ja www.miljo.fi/sasonglagerforvarmeMKB.

Verkossa julkaistuista lausunnoista ja mielipiteistä on poistettu henkilötiedoiksi katsotut tiedot.

SUORITEMAKSU, SEN MÄÄRÄYTYMINEN JA MUUTOKSENHAKU SEKÄ YVA-MENETTELYSSÄ SOVELLETUT OIKEUSOHJEET

Suoritemaksu 8 000 euroa.

Maksun määräytyminen

Arviointiohjelmasta annettavasta ELY-keskuksen lausunnosta perittävä maksu on tavanomaisessa hankkeessa (11–17 henkilötyöpäivää) 8 000 euroa.

Maksua koskeva muutoksenhaku

Maksuvelvollinen, joka katsoo, että arviointiohjelmalausunnosta perittävän maksun määrittämisessä on tapahtunut virhe, voi vaatia siihen oikaisua Uudenmaan elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskuksesta kuuden kuukauden kuluessa tämän lausunnon antamispäivästä.

Sovelletut oikeusohjeet

Laki ympäristövaikutusten arvioinnista (YVA-laki, 252/2017)

Valtioneuvoston asetus ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (YVA-asetus 277/2017)

Valtion maksuperustelaki (150/1992) 8§

Valtioneuvoston asetus (1272/2020) elinkeino-, liikenne-, ja ympäristökeskusten, työ- ja elinkeinotoimistojen sekä kehittämis- ja hallintokeskuksen maksullista suoritteista vuonna 2021.

Tämä asiakirja on sähköisesti hyväksytty viraston sähköisessä asianhallintajärjestelmässä. Asian on esitellyt ylitarkastaja Annukka Engström ja ratkaissut yksikönpäällikkö Timo Kinnunen.

Tiedoksi

Lausunnon antajat
Mielenpitemien esittäjät

Tämä asiakirja UUELY/2780/2021 on hyväksytty sähköisesti / Detta dokument UUELY/2780/2021 har godkänts elektroniskt

Esittelijä Engström Annukka 31.05.2021 13:20

Ratkaisija Kinnunen Timo 31.05.2021 15:16

LIITE 1b

Vantaan Energia Oy

Lämmön kausivarasto, Kuusikko, Vantaa

Ympäristövaikutusten arviointiselostus

Yhteysviranomaisen YVA-ohjelman lausunnon huomioon
ottaminen YVA-selostusta laadittaessa

YHTEYSVIRANOMAISEN LAUSUNNON KESKEISET ASIAT

Uudenmaan ELY-keskus antoi lausuntonsa hankkeen YVA-ohjelmasta 31.5.2021. Oheisessa taulukossa on esitetty ne asiat, joihin yhteysviranomaisen lausunnon mukaan tulee kiinnittää huomiota vaikutusten arviointityön aikana tai täydentää arviointiselostuksen laadinnassa. Taulukon oikeanpuoleisessa sarakkeessa on myös esitetty, miten yhteysviranomaisen lausunto on otettu huomioon arviointityössä.

Taulukko 1. Yhteysviranomaisen lausunnossaan esittämien vaatimusten huomiointi tehdyssä arviointityössä.

Yhteysviranomaisen lausunnossa esitetty vaatimus	Lausunnon huomiointi / kommentit
Hankevaihtoehdot	
Sijoittamispaikan valintaperusteet ja vaihtoehdot tarkastellut paikat kuvattava tarkemmin.	Sijoittamispaikan valintaperusteita ja aiemmin tarkasteltuja, mutta toteuttamiskelvottomiksi arvioituja sijoituspaikkavaihtoehtoja on käsitelty YVA-selostuksen luvussa 2.3.
Tulee esittää YVA-selostuksessa, miten nykyisiin ajotunneleiden sijainteihin on päädytty ja miksi ei ole esitetty vaihtoehtoja näille.	YVA-ohjelmavaiheen jälkeen on otettu toinen vaihtoehto ajotunnelisuuaukolle ja näin on luotu vaihtoehdot VE1a ja VE1b. Kausivaraston sijainti on sama molemmilla. Vaihtoehtoja on vertailtu YVAssa.
Kaukolämpölinjalle tulee esittää toteuttamisvaihtoehdot. Kaukolämpölinjan toteuttamisen vaihtoehdot tulee kuvata samantasoisesti kuin itse hankkeen vaikutukset.	Hankkeesta vastaava ei näe teknis-taloudellisesti järkevänä tarkastella muita vaihtoehtoisia lämmönsiirron reittejä, koska niiden arvioidaan alustavien tarkasteluiden pohjalta olevan toteutettavuudeltaan huonompia sekä aiheuttavan suuremmat kokonaisvaikutukset kuin nyt esitetty reitti. Lämmönsiirtolinja vietään lämmön kausivarastoon YVA-selostuksen layoutkuvien mukaisesti esitetyksi pystykui-lusta. Tarkka liitoskohta lämmön kausivarastoon valitaan suunnittelun edetessä, huomioiden teknistaloudelliset tekijät sekä ympäristövaikutukset. Tästä asiakokonaisuudesta on pidetty ELY-keskuksen kanssa erillinen ennakko-ohjaava neuvottelu kesällä 2021, missä on sovittu, että hankkeen liitännäistoimintojen osalta riittää yleistasoisempi tarkastelu kuin varsinaisesta kausivarastosta. Kaukolämmön rakentaminen on tavanomaista infrarakentamista, joka ei kuulu

	YVA-lain hankeluettelon mukaisiin hankkeisiin ja joita rakennetaan jatkuvasti ilman YVA-menettelyä. Kaukolämmön ympäristövaikutukset on arvioitu YVAssa sillä tasolla kuin on ollut esisuunnittelutaso huomioiden mahdollista.
Mahdollisuuksista sijoittaa siirtolinja Kehä III läheisyyteen tulee käydä käydä erikseen neuvotteluja asianomaisen viranomaisen kanssa.	Kaukolämmön siirtolinjan suunnittelu tehdään Vantaan Energia Oy:n toimesta noudattaen yleisiä kaukolämmön suunnitteluohjeita ja periaatteita. Kaukolämmön sijoituslupaprosessia Vantaan kaupungin ja asianomaisten kiinteistön haltijoiden kanssa ei näillä näkymin aloiteta ennen kuin hankkeen YVA-menettely on viety päätökseen sekä hankkeen investointipäätös on tehty.
Käytöstä poiston kuvaus	
Käytöstäpoistosta ja sen vaikutuksista esitettävä tarkempi suunnitelma	Käytöstä poiston kuvaus on esitetty siinä tarkkuudessa, kun se on ollut suunnittelutaso huomioiden mahdollista luvuissa 3.1.12. sekä vaikutusarviointi siihen liittyen luvussa 7.15.
Kaavoitus	
Yhteisvaikutusten tarkastelun osana huomioitava Vantaan ratikka.	Vantaan ratikka-hanke on kuvattu siltä osin, kun on ollut tietoja saatavilla. Hanke ja sen vaikutukset tähän hankkeeseen ovat kuvattu luvuissa 2.5 ja 7.17.1.
Hankkeeseen liittyvän kaavamuutoksen tilannetta kuvattava siinä määrin kuin mahdollista.	Hankkeen kaavamuutosta on kuvattu luvuissa 7.1 sekä 10.1.
Liikenne	
Kehä III:een mahdollisesti kohdistuvat vaikutukset tulee arvioida huolella.	YVA-arvioinnin tueksi on tehty liikennemallinnus sekä arvioitu myös hankkeen muita suoria ja välillisiä vaikutuksia Kehä III:n käyttöön. Selvitysten tuloksia ja Kehä III:een liittyvää vaikutusarviointia on mm. luvuissa 7.2, 7.7, 7.14 sekä liitteissä liite 3a ja 3b.
Mahdollisten pystykuilujen ja porareikien toteuttamisessa huomioitava Kehä III:n tulevaisuuden tarpeet.	YVA-lain mukaan yhteisvaikutusten arvioinnissa on huomioitava vireillä virallisesti olevat muut hankkeet ja suunnitelmat. Epävarmoja tulevia suunnitelmia/skenaarioita tai hahmotel-

	<p>mia ei voida ottaa huomioon vaikutusten tarkastelussa. YVA-arvioinnissa sekä allianssisuunnittelussa on lähdetty siitä, että jos Kehä III:n tiealueelle tulee kiuksuja ja/tai porausreikiä, voi niillä olla vaikutusta Kehä III:n levenämiseen, josta ei ole olemassa tarkkoja suunnitelmia. Väylävirasto ja ELYn liikennevastuualue kuuluvat YVAsta lausuviin viranomaisiin. Heidän näkemyksiään sekä tietoja suunnitelmista on tiedusteltu arvioinnin tueksi sekä keskusteltu useissa kokouksissa hankkeesta ja miten Kehä III:n tulee ottaa huomioon.</p> <p>Hankkeesta vastaava sitoutuu huolehtimaan hankkeen rakenteiden mahdollisesti vaadittavista siirroista, mikäli siirrot olisivat Kehä III:n parantamiseen ja kehittämiseen liittyvien toimien suhteen tarpeellisia.</p>
<p>Tulee esittää, miten varmistetaan, ettei liikennettä ole tarpeen pysäyttää Kehä III:lla.</p>	<p>Liikennejärjestelyistä on käyty useita neuvotteluita väyläviranomaisten kanssa ja hankkeen rakentamisen aikaiset toimet ja turvallisuuden takaaminen suunnitellaan yhteistyössä viranomaisen kanssa. YVAssa on kuvattu tämän hetkisen suunnittelun pohjalta liikennejärjestelyt niin rakentamisen kuin käytön aikana mm. luvussa 3.1.8. ja 3.4.7 sekä 7.2.</p>
<p>Tulee esittää, miten rakentamisen aikana varmistetaan turvalliset jalankulku- ja pyöräliikenteen reitit.</p>	<p>Liikennejärjestelyistä on käyty useita neuvotteluita väyläviranomaisten kanssa ja hankkeen rakentamisen aikaiset toimet myös kevyeen liikenteeseen ja niiden turvallisuus suunnitellaan yhteistyössä viranomaisten kanssa. YVAssa on kuvattu tämän hetkisen suunnittelun pohjalta liikennejärjestelyt niin rakentamisen kuin käytön aikana mm. luvussa 3.1.8. ja 3.4.7 sekä 7.2.</p>
Melu ja värinä	
<p>Tulee arvioida myös melun enimmäistasot.</p>	<p>Hankkeen rakentamisvaiheen aiheuttamat meluvaikutukset on mallinnettu erikseen molemmille hankevaihtoehdoille VE1a ja VE1b. Niiden tulokset on esitetty</p>

	luvussa 7.3. Meluarvioinnin menetelmät on kuvattu luvussa 7.3.2. Melun enimmäistasot on kuvattu.
Tulee tarkastella melua myös mahdollisista maanpäällisistä tuuletuslaitteista toiminnan aikana.	Meluarvioinnin tulokset on esitetty luvussa 7.3. Meluarvioinnin menetelmät on kuvattu luvussa 7.3.2. Melumallinnuksessa on pyritty huomioimaan myös tuuletuslaitteiden melutasot sillä tasolla mikä on ollut suunnittelutilanne huomioiden mahdollista.
Erityispiirteinen melu tulee arvoida.	Melun erityispiirteitä on arvioitu.
Altistuvien kohteiden ja asukkaiden määrä tulee esittää sekä herkät kohteet.	Meluarvioinnissa on huomioitu nämä perustuen Vantaan kaupungilta saatuihin tietoihin.
Melun kesto ja toistuvuus tulee esittää.	Melun kesto ja toistuvuus on esitetty perustuen Allianssin suunnittelutietoon.
Hankkeen aiheuttava liikenteen melu myös huomioitava.	Meluarviointi sisältää liikenteen.
Toiminnan aiheuttaman melun taso tulee esittää yksinään ja yhteismeluna.	Toimintavaiheen meluvaikutus on arvioitu asiantuntija-arviona.
Lieventämiskeinot arvioitava ja esitettävä.	Meluvaikutusten lieventämiskeinot sekä rakentamisen että käytön aikana on esitetty luvussa 7.3.5.
Suunnitelma melunseurannasta tulee esittää.	Alustava suunnitelma melunseurannasta on esitetty luvussa 9.4.
Runkomelu	
Alueen rakennusten perustamistavat tulee kartoittaa selvitystä varten ja etäisyydet louhintoihin esittää. Tarkastelualueen laajuus ja perustelut tulee esittää ELY-keskukselle ennen selvityksen tekemistä.	Rakennusten perustamistavat sekä louhintojen suhde asutukseen on selvitetty ja esitetty luvussa 7.4. Selvitysalueen laajuus on sovittu yhteistyössä ELY-keskuksen kanssa.
Tulee arvioida kuinka kauan suositusarvot voivat ylittyä.	Tärinä- ja runkomeluarviointi on esitetty luvussa 7.4.
Tulee esittää altistuvien kohteiden/asukkaiden määrä ja herkät kohteet.	Altistuvien kohteiden määrä sekä herkät kohteet on esitetty luvussa 7.4.
Terveysvaikutuksia tulee tarkastella.	Tärinän ja runkomelun mahdollisia terveys- ja viihtyvyydsvaikutuksia on esitetty luvussa 7.4.
Käytönaikainen runkomelu esitettävä ja lieventämistoi- menpiteet (esim. aikataulut töille) tulee esittää.	Hankkeen käytönaikaista runkomelua on arvioitu luvussa 7.4. ja haittojen lieventämistoi- mia esitetty luvussa 7.4.5.
Selostuksessa tulee myös esittää selkeästi ne työvai- heet, jotka aiheuttavat runkomelua sekä niiden kesto eri työvaiheissa.	Runkomelua aiheuttavat työvai- heet ja niiden kesto on esitetty luvussa 7.4.

Vaikutusten seuranta esitettävä.	Tärinään ja runkomeluun liittyvä alustava tarkkailusuunnitelma on esitetty luvussa 9.4.
Tärinä	
Altistuvat kohteet ja määrä esitettävä.	Altistuvien kohteiden määrä sekä herkät kohteet on esitetty luvussa 7.4.
On esitettävä, onko tärinästä haittaa koneille ja laitteille.	Mahdollisesti tärinälle altistuvia kohteita on käsitelty luvussa 7.4.
Selostuksessa tulee esittää selkeästi ne työvaiheet, jotka voivat aiheuttaa häiritsevää tai rakenteille sekä erilaisille laitteille vahingollista tärinää sekä niiden kesto eri työvaiheissa.	Tässä suunnitteluvaiheessa ei ole tarkkoja tietoja eri työvaiheiden kestoista, mutta luvussa 7.4. on pyritty arvioimaan niitä työvaiheita, jotka voivat aiheuttaa vahingollisen tasoista tärinää.
Lieventämistoimenpiteet esitettävä.	Haittojen lieventäminen on esitetty luvussa 7.4.5.
Pöly ja ilmanlaatu	
Pölyn leviämistä arvioitava ajotunnelien suuaukoilla ja väylillä	
Lieventämismahdollisuudet.	
Ilmastovaikutukset	
On myös kuvattava selkeästi eritellen hankkeeseen liittyvästä rakentamisesta, käytöstä ja käytöstä poistosta syntyvät ilmastovaikutukset.	Hankkeen aiheuttamat ilmastovaikutukset on arvioitu luvussa 7.6 sekä rakentamisen että käytön ajalta. Arvioinnissa on käsitelty hankkeeseen liittyvästä rakentamisesta, käytöstä ja käytöstä poistosta syntyvät ilmastovaikutukset erikseen sekä hankkeen kokonaisvaikutus lisäksi.
Mahdolliset haitalliset ilmastovaikutukset on myös tuotava esiin.	Hankkeen aiheuttamat ilmastovaikutukset on arvioitu luvussa 7.6. myös haitallisten vaikutusten osalta.
Esitettävä miksi laskennassa käytetään RES-direktiiviä	Laskennassa ei ole käytetty RES-direktiiviä.
RED II -direktiivi huomioitava	Tätä ei sovelleta kausivarastohankkeessa, koska RED II -direktiivi koskee eri toimialaa.
Rakentamisen aikaiset louhinta, työmaan ja koneiden, räjäytykset ja muu työmaaliikenne päästöt huomioitava.	Hankkeen aiheuttamat ilmastovaikutukset on arvioitu luvussa 7.6 sekä rakentamisen että käytön ajalta. Rakentamisen aikaisessa laskennassa on huomioitu eri päästölähteet suunnittelutason mahdollistamalla tasolla.

Maanpäällisten hiilinielujen menetys huomioitava kokoluokaltaan.	On pohdittu kokoluokka tasolla.
Ilmastopäästöjen laskennan rajaukset perusteltava selostuksessa.	Laskennan rajaukset on esitetty ja perusteltu luvussa 7.6.2.
Käytönaikaisen huollon ja huoltoliikenteen päästöt huomioitava + toiminnan energiankäyttö.	On huomioitu.
Arvioinnissa on pohdittava, miten ilmastomuutos vaikuttaa pitkällä aikavälillä hankkeen toimintaan ja millainen tarve on varautua sään ääri-ilmiöihin ja muihin ilmastoriskeihin varaston rakentamisen ja käytön aikana.	Pitkän aikavälin muutoksia ilmastomuutokseen liittyen sekä varautumista säämuutoksiin liittyen on käsitelty luvussa 7.6. Lisäksi on kuvattu rakentamista ja miten siinä varaudutaan ilmastoriskeihin luvussa 3.4.4.
Arvioinnin tulokset tulee suhteuttaa Vantaan kaupungin, pääkaupunkiseudun ja Uudenmaan kasvihuonekaasujen kokonaispäästöihin ja hahmottaa hankkeen merkitystä suhteessa asetettuihin ilmastotavoitteisiin.	Ilmastotavoitteita on kuvattu ja arvioitu hankkeen suhdetta niihin mm. 7.6.4 luvussa.
Maa- ja kallioperä ja pohjavesi	
Arviointiselostuksessa tulee esittää arvio tarvittavan suojaetäisyyden (maalämpökaivojen) laajuudesta ja mahdollisista toteuttamistavoista.	Arviointi maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin on esitetty luvussa 7.7. Sen yhteydessä on esitetty maalämpökaivojen ja muiden kaivojen esiintyvyys lähialueella.
Lämmitysvaiheessa aiheutuvaa maankohoamista on syytä kuvata tarkemmin arviointiselostuksessa ja arvioida kohoamisen mahdollisia vaikutuksia.	Maankohomisen (siirtymien) arvioinnin tueksi on tehty mallinnusta. Mallinnukset on esitetty liitteissä 3a ja 3b sekä luvussa 7.7.
Tulee määrittää, kuinka kauan lämmitysvaihe kestää ja miten nopeaa maankohoaminen on.	On esitetty ja arvioitu luvussa 7.7.
Arviointiselostuksessa tulee kuvata, mikä tarkoitus arviointiohjelmassa mainituilla porareillä on (s. 30 YVA-ohjelmassa).	Arviointiselostukseen on tarkennettu teknistä kuvausta suunnitteluvaiheen sallimalla tasolla lukuun 3.
Pintavedet	
Vesistövaikutusten tarkastelussa ravinteita ei kuitenkaan oltu enää huomioitu vuoto- ja porausvesien käsittelyssä.	Vesistövaikutusten arviointi esitetty luvussa 7.9. Työmaavesien räjähdejäämien kautta hulevesiin voi joutua typpikuormitusta, jonka pitoisuudet lasketaan riittävän alhaiselle tasolle laskeutusaltaiden avulla, jolloin rehevöittävää vaikutusta ei arvioida aiheutuvan vastaanottavaan vesistöön (oja). Viranomaisten määrittämiä raja-arvoja typpikuormitukselle vesistöön johdettaville vesille ei ole.
Työmaan poistovesien käsittely tulee esittää arviointiselostuksessa kattavasti, myös ravinteiden mahdollinen	Työmaavesien käsittely on kuvattu yleisellä tasolla suunnittelutason huomioiden luvussa 3.4.

poisto huomioiden. Mikäli ravinteita ei poisteta, valinta tulee perustella ja vesien kuormitusvaikutus arvioida.	Mitoitus tehdään viranomaisten ohjeita noudattaen hankkeen suunnittelun tarkentuessa.
Myös vaikutukset alapuolisen vesistön kalastoon tulee arvioida.	Kalastovaikutusarviointi esitetty luvussa 7.10.
Mikäli vedenotto Keravanjoesta voi aiheuttaa pohjasedimentin sekoittumista, pilaantuneiden sedimenttien esiintyminen alueella tulee selvittää ja syntyvä haittavaikutus vesistössä arvioida.	Keravanjoen vedenjohtamiseen varastoon haetaan vesilain mukainen lupa, missä käsitellään tarkemmin rakentamisalueen sedimentin laatua ja mikäli viranomaisen vaatii sedimentit selvitetävän, ne selvitetään ja tulokset esitetään vesilupahakemuksessa. Tällä hetkellä ei ole tiedossa kohteen mahdollinen pilaantuneisuus.
Tulee arvioida vedenoton vaikutusta Keravanjoen ja Vantaanjoen virtaamiin ja mahdollisen virtaaman vähenemän vaikutusta kalastoon.	Tätä on arvioitu luvussa 7.9. sekä 7.10.
Vedenoton osalta on myös syytä kuvata tarkasti mahdolliset veden käsittelyyn liittyvät tarpeet ja esittää millä tavoin estetään esimerkiksi pienten kalojen päätyminen luolastoon pumppauksen seurauksena.	Tämä on kuvattu luvussa 7.10 sillä tasolla, kun ollut mahdollista suunnittelutason huomioiden tehdä. Asiaa tarkastellaan tarkemmin vesilupavaiheessa.
Ronkonkallion virkistysvesipumppaamon hyödyntäminen ja siihen mahdollisesti liittyvät lupa-asiat tulee tarkentaa arviointiselostukseen.	Asiaa on käsitelty luvussa 7.9.
Maisema	
Suunnittelussa tulee kiinnittää huomiota mahdollisten maisemavaurioiden minimoimiseen ja korjaamiseen, etenkin ajotunneleiden suuaukkojen ja liittymien osalta.	Maisemavaikutusarviointi on esitetty luvussa 7.12. ja siinä on kiinnitetty huomioita haittojen ehkäisyyn.
Osallistuminen	
Hankkeesta tiedottamista on mielipiteissä pidetty riittämättömänä.	Hankkeesta vastaava on toteuttanut tiedottamista ja osallistamista huomattavasti kattavammin kuin mitä YVA-laki vaatii. Osallistamista on kuvattu mm. luvussa 4.4.
Yhteysviranomaisen suosittelee, että asukastiedotukseen ja osallistamiseen kiinnitetään erityistä huomiota koko hankkeen ajan.	Näin on tehty.

LIITE 2

Vantaan Energia Oy, Lämmön kausivarasto, Kuusikko,
Vantaa

Saadun muun palautteen huomioon ottaminen YVA-
selostuksessa

1 ENNAKKONEUVOTTELU

YVA-ohjelma sekä YVA-selostusvaiheissa järjestettiin ennakkoneuvottelut, joihin kutsuttiin keskeiset viranomaiset.

Ennen YVA-menettelyn aloittamista tai sen kuluessa voidaan järjestää ennakkoneuvottelu yhteistyössä hankkeesta vastaavan ja keskeisten viranomaisten kanssa. Ennakkoneuvottelun tavoitteena on edistää hankkeen vaatimien arviointi-, suunnittelu- ja lupamenettelyjen kokonaisuuden hallintaa, hankkeesta vastaavan ja viranomaisten välistä tiedonvaihtoa sekä parantaa selvitysten ja asiakirjojen laatua ja käytettävyyttä sekä sujuvoittaa menettelyjä.

Tämän Lämpöenergian Kausivarasto-hankkeen YVA-menettelyn ensimmäinen ennakkoneuvottelu pidettiin 17.3.2021. Mukana oli hankkeesta vastaavan, YVA-konsultin ja yhteysviranomaisen lisäksi Etelä-Suomen aluehallintovirasto, Uudenmaan ELY-keskus (asiantuntijat eri aihealueilta), Uudenmaan liitto, Vantaan kaupunki ja Väylävirasto. Neuvottelussa hankkeesta vastaava esitteli hanketta ja YVA-konsultti YVA-ohjelman alustavaa sisältöä. Kukin osallistuja esitti näkemyksensä suunniteltuihin vaikutusten arviointimenetelmiin ja YVA-ohjelmassa huomioitaviin seikkoihin.

Toinen ennakkoneuvottelu pidettiin 13.12.2021, jonne osallistuivat samat viranomaiset kuin aiempaan neuvotteluun, Väylävirastoa lukuun ottamatta. Neuvotteluista saadut kommentit on huomioitu YVA-ohjelmassa sekä -selostuksessa. Ennakkoneuvottelun muistiot ovat saatavilla Uudenmaan ELY-keskuksesta.

2 YLEISÖTILAISUUS

Ympäristövaikutusten arviointiohjelmasta järjestettiin yleisölle avoin tiedotustilaisuus 14.4.2021 ajankohtaan nähden soveltuvana ja korona-rajoitukset huomioivana online-tilaisuutena. Tilaisuudessa esiteltiin hanketta ja arviointiohjelmaa. Yleisöllä oli tilaisuudessa mahdollisuus esittää näkemyksiään ja kirjallisia kysymyksiä ympäristövaikutusten arviointityöstä, saada tietoa YVA-menettelystä hankkeesta vastaavan, yhteysviranomaisen ja YVA-ohjelman laatineiden asiantuntijoiden toimesta.

Tilaisuuden aineisto on saatavilla hankkeesta vastaavan nettisivustolla osoitteessa <https://www.vantaanenergia.fi/fossiiliton-2026/lammon-kausivarasto/>

Toinen tiedotus- ja keskustelutilaisuus järjestetään ympäristövaikutusten arviointiselostuksen valmistuttua. Tilaisuuden tarkemmat tiedot ilmoitetaan YVA-selostuksen kuulutuksessa. Tilaisuudessa esitellään ympäristövaikutusten arvioinnin tuloksia. Yleisöllä on mahdollisuus esittää näkemyksiään tehdystä ympäristövaikutusten arviointityöstä ja sen riittävydestä. Tilaisuus järjestetään joko paikan päällä tai online-tilaisuutena riippuen sen hetkisistä korona-ohjeistuksista.

3 SEURANTARYHMÄ

YVA-menettelyn tueksi muodostettu seurantaryhmä kokoontui kaksi kertaa 24.3.2021 ja 15.12.2021. Tilaisuudet järjestettiin korona-rajoitukset huomioivina online-tilaisuuksina. Seurantaryhmien kokouksilla edistetään tiedonkulkua ja -vaihtoa hankkeesta vastaavan, viranomaisten ja muiden sidosryhmien välillä. Ryhmän edustajat seuraavat ympäristövaikutusten arvioinnin kulkua sekä esittävät mielipiteitään ympäristövaikutusten arviointiohjelman, arviointiselostuksen ja sitä tukevien selvitysten laadinnasta. Kutsuttaessa edustajia ryhmään, on tavoitteena ollut muodosta kokoonpano, jonka jäsenet edustavat keskeisesti niitä kansalaisia ja ryhmiä, joiden elinoloihin tai etuihin hanke saattaa vaikuttaa. Ensimmäisessä seurantaryhmän kokouksessa edustettuna olivat hankkeesta vastaava, YVA-konsultti, Uudenmaan ELY-keskus, Vantaan kaupunki, Suomen Luonnonsuojeluliitto ja Kuusikon omakotialoyhdistys ry. Jälkimmäisessä seurantaryhmän kokouksessa

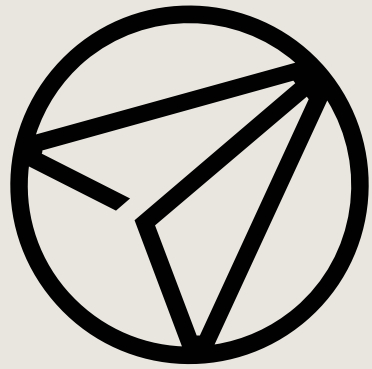
edustettuna olivat, edellä mainittujen lisäksi, Puistola seura ry ja Hakkilan omakotitaloyhdistys ry.

4 SIDOSRYHMÄTILAISUUDET

Arvioinnin tueksi järjestettiin hankkeen vaikutusalueella oleville sidosryhmille kaksi avointa haastattelutilaisuutta korona-rajoitukset huomioivana online-tilaisuuksina 9.6.2021 ja 24.8.2021. Lisäksi Porttipuiston alueen toimijoihin on oltu erikseen yhteydessä sähköpostitse ja puhelimitse marraskuussa 2021. Haastattelujen avulla kartoitettiin eri sidosryhmien yleistä suhtautumista hankkeeseen sekä siihen mahdollisesti liittyviä omakohtaisia huolenaiheita. Haastatteluilla selvitettiin alueen nykyistä käyttöä ja arvioitiin hankkeen mahdollisia vaikutuksia sekä etsittiin vaikutusten lieventämiskeinoja. Haastattelujen avulla kerättyä kokemuseräistä tietoa peilattiin muilla menetelmillä arvioituihin vaikutuksiin. Haastattelutilaisuudet palvelevat myös hankkeesta tiedottamista ja niiden avulla tavoitettiin hankealueen lähimpiä sidosryhmiä. Kyselyiden tulokset on raportoitu YVA-selostuksessa.

LIITE 3a

Vantaan Energia Oy, Lämmön kausivarasto,
Kuusikko, Vantaa



AFRY

ÅF PÖYRY

CTES-YVA

Selvitys maan kohoamisesta

TEEMU ROUTA
AFRY FINLAND OY
24/06/2021



Sisältö:

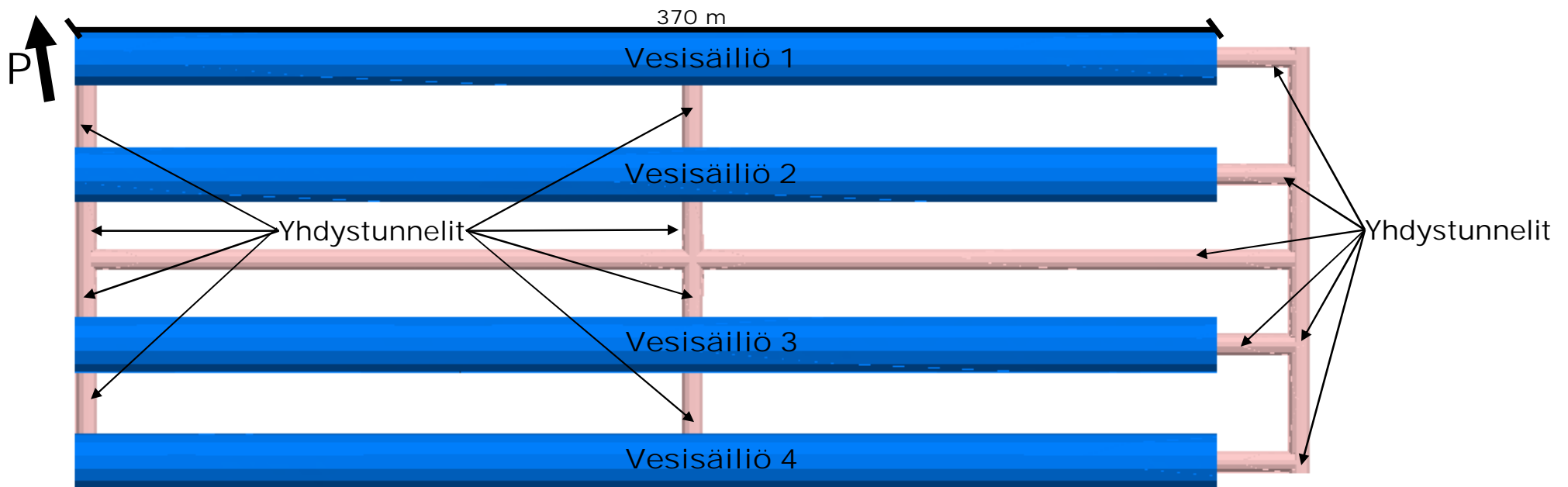
1. Tausta
2. Menetelmät
3. Geologinen yleiskuvaus
4. Kalliomassan ominaisuudet ja laskentaparametrit
5. Kallion jännitystila
6. Laskentatapaukset
7. Simuloinnin tulokset
8. Johtopäätökset
9. Suositukset
10. Liiteluettelo

1. Tausta

- Vantaan energia suunnittelee kallioon louhittavaa lämpövarastoa:
 - Kallion lämpölaajenemista- ja louhittujen tilojen muodonmuutoksia on arvioitu kalliomekaanisen simuloinnin avulla.
- Simuloinnin lähtötiedot:
 - Jännitystilamittaukset:
 - Kohteen kallioperästä ei ole tehty jännitystilamittauksia.
 - Kallion in-situ jännitystilana on käytetty pääkaupunkiseudun alueella tehtyjen kallion jännitystilamittausten tuloksia.
 - Kivinäytteiden lujuus- ja muodonmuutosominaisuudet:
 - Kohteen kalliosta ei ole kivinäytteiden laboratoriomittaustuloksia.
 - Kivinäytteiden ominaisuuksina on käytetty kirjallisuusarvoja sekä pääkaupunkiseudun alueella tehtyjen kivinäytteiden laboratoriomittaustuloksia.
 - Kallioperäkartoitus:
 - Kallioperän laadun selvittämiseksi alueella on tehty neljä kallionäytekairausta. Kairasydännäytteistä on määritetty kalliolaatu.

2. Menetelmät

- Simulointi tehty 3DEC-ohjelmalla (Itasca 2021).
- Simulointi on jaettu termisiin- ja mekaanisiin laskentatapauksiin.
- Pohjaveden vaikutusta ei ole huomioitu simuloinnissa.
- Kalliomassan yksittäistä rakoilua ei ole mallinnettu vaan rakoilu on huomioitu kalliomassan alhaisemmillä lujuus- ja muodonmuutosominaisuuksilla.
- Simuloinnissa tilojen louhintaa ei ole vaiheistettu eikä tiloja ole lujitettu.



Kuva 1. Suunnitellut vesisäiliöt sinisellä ja -yhdystunnelit vaalean punaisella.

3. Geologinen yleiskuvaus

— Kalliomassa:

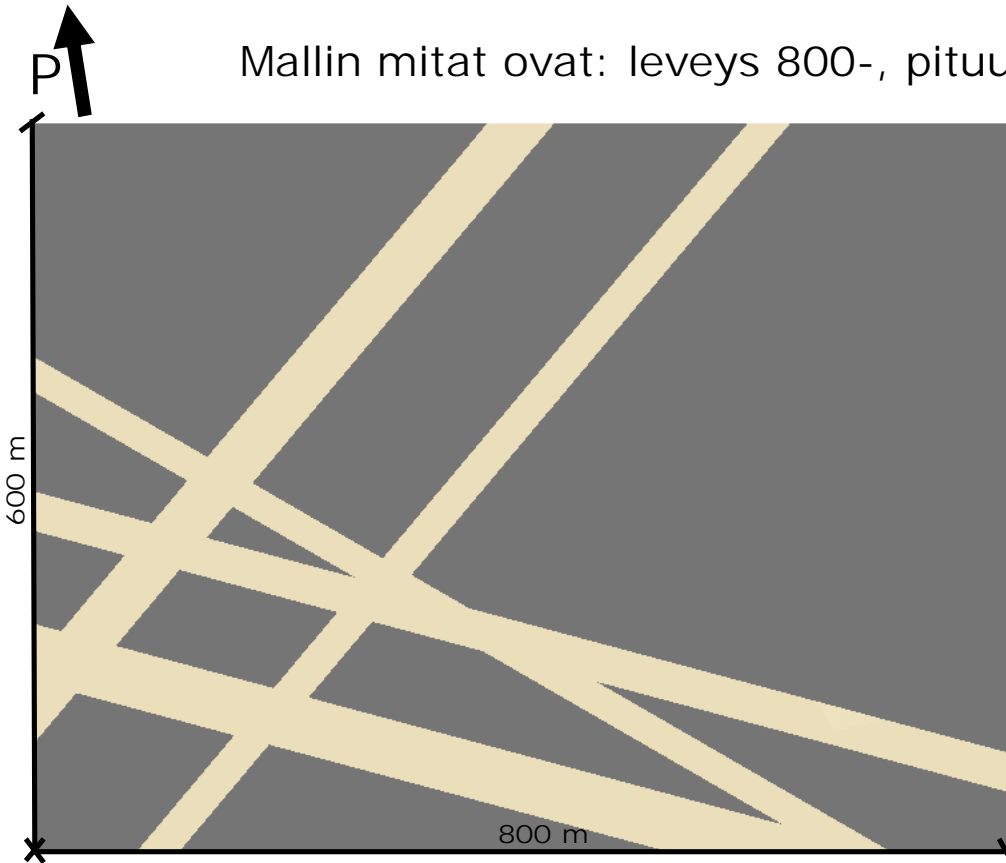
- Kalliomassa on kairausten perusteella pääosin graniittia, joka on laadultaan hyvää.
- Kalliomassa esiintyy paikoin kiillegneissia, joka on laadultaan enemmän rakoilutta ja heikompaa.

— Heikomman kalliolaadun alueet:

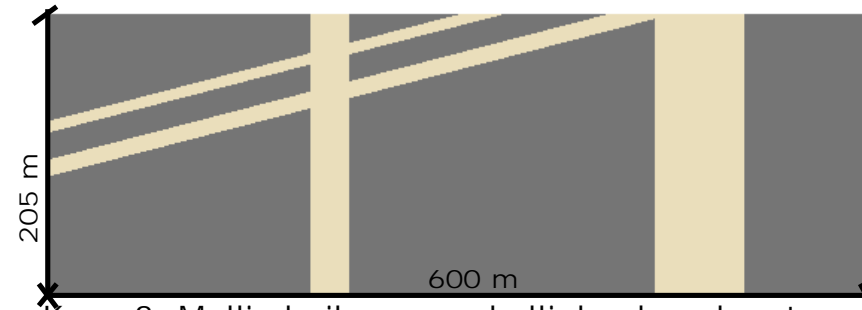
- Kairausten- ja GTK:n tulkintojen perusteella simulointimalliin on mallinnettu viisi heikomman kalliolaadun aluetta.
- Heikomman kalliolaadun alueet ovat kairausten perusteella kalliolaatuluokituksen mukaan kohtalaista.
- Kaikki heikomman kalliolaadun alueet oletettiin simulointimallissa kiillegneissiksi, jolloin näiden alueiden kiven lujuusominaisuuksien arvot ovat hieman konservatiivinen arvio todellisuudesta.
- Heikomman kalliolaadun alueista kolme on pystysuuntaisia ja kaksi loivia 15/30 suuntaisia.
- Pystysuuntaiset alueet ovat 30–40 metriä leveitä ja loivat 3–8 metriä paksuja.

3. Geologinen yleiskuvaus

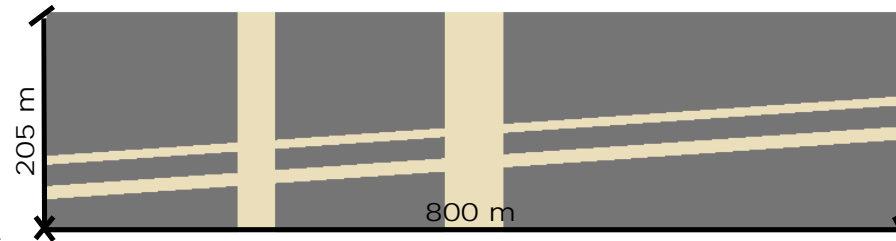
Mallin mitat ovat: leveys 800-, pituus 600- ja korkeus 205 metriä.



Kuva 2. Mallin heikomman kalliolaadun alueet vaalealla kuvattuna ylhäältä.



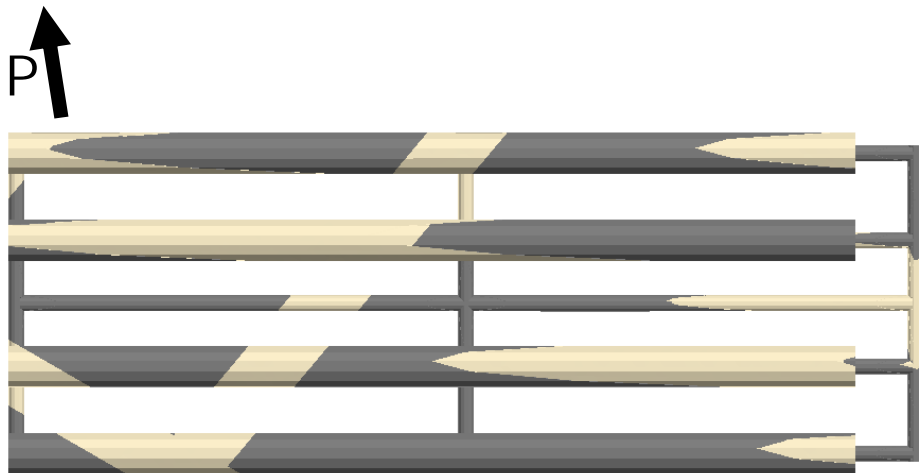
Kuva 3. Mallin heikomman kalliolaadun alueet vaalealla kuvattuna Lännestä Itään.



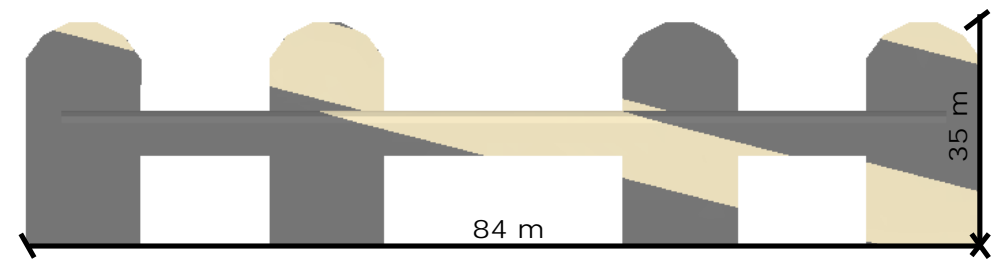
Kuva 4. Mallin heikomman kalliolaadun alueet vaalealla kuvattuna Pohjoisesta Etelään.

3. Geologinen yleiskuvaus

Vesisäiliöiden mitat ovat: leveys 20-, pituus 370- ja korkeus 35 metriä.



Kuva 5. Mallin heikomman kalliolaadun alueet vaalealla louhittavissa tiloissa kuvattuna ylhäältä.

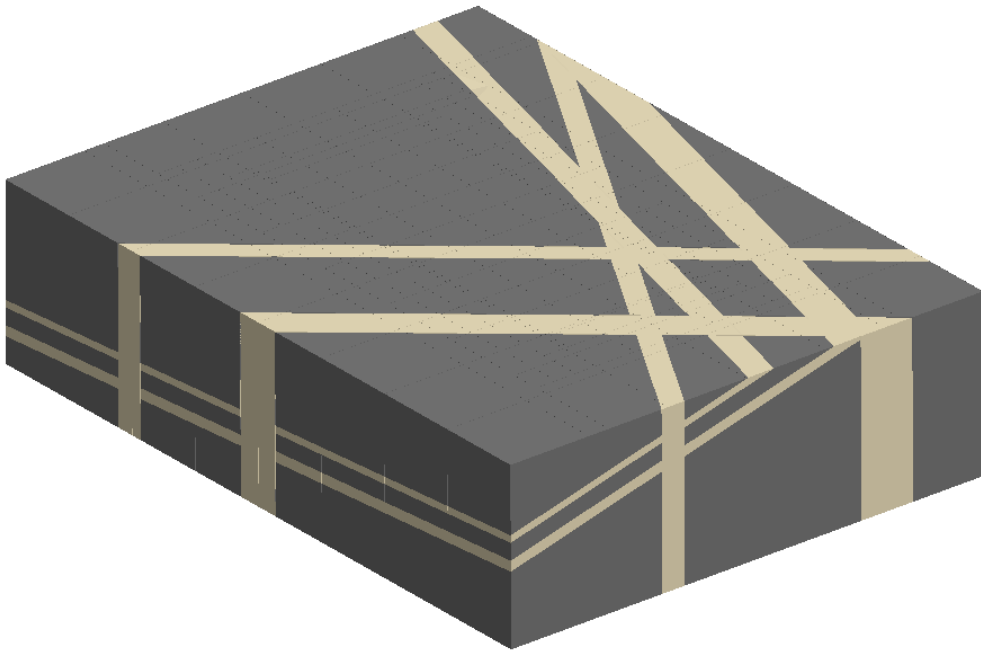


Kuva 6. Mallin heikomman kalliolaadun alueet vaalealla louhittavissa tiloissa kuvattuna Idästä Länteen.

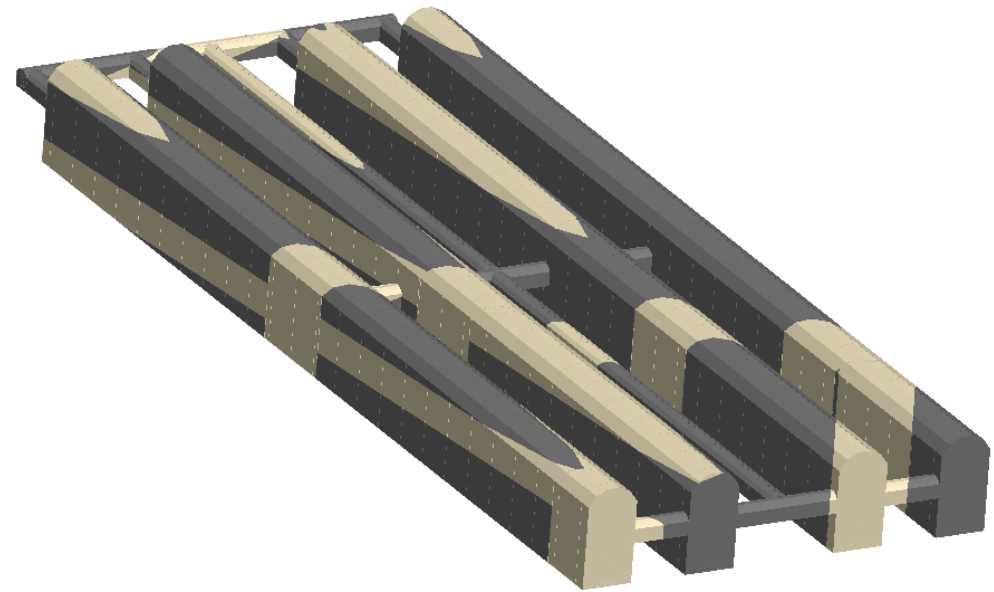


Kuva 7. Mallin heikomman kalliolaadun alueet vaalealla louhittavissa tiloissa kuvattuna Pohjoisesta Etelään.

3. Geologinen yleiskuvaus



Kuva 6. Mallin heikomman kalliolaadun alueet vaalealla kuvattuna Luoteesta Kaakkoon.



Kuva 7. Mallin heikomman kalliolaadun alueet vaalealla louhittavissa tiloissa kuvattuna Luoteesta Kaakkoon.

4. Kallion ominaisuudet ja laskentaparametrit

— Kivinäytteen ominaisuudet:

- Laskentaparametrien lähtötietona käytetyt kiviläytteen ominaisuudet eri simulointimallin alueille on esitetty alla taulukossa 1.

Taulukko 1: Kiviläytteen ominaisuudet.

Kiviläytteen ominaisuus	Graniitille (paremman kalliolaadun alue harmaalla)	Gneissille (heikomman kalliolaadun alue harmaalla)
UCS (MPa)	190	160
mi (-)	20	15
Ei (MPa)	80 000	57 000
Poisson (-)	0,23	0,24
Tiheys (kg/m ³)	2600	2700

UCS = Kiviläytteen yksiaksiaalinen puristuslujuus, mi = Kiviläytteen geologisen rakenteen parametri,
Ei = Kiviläytteen Youngin kimmomoduuli, Poisson = Kiviläytteen Poissonin puristus-venymä-suhde

— Kalliomassan ominaisuudet:

- Simuloinnin lähtötiedot lasketaan kalliolaatuluokituksen (GSI) ja kiviläytteen laboratoriotulosten avulla.
- Paremman kalliolaadun alueella GSI arvo on 65 ja heikomman alueella 40.
- Taulukon 1 arvoista lasketut simulointiparametrit esitetty liitteessä 1.

4. Kalliomassan ominaisuudet ja laskentaparametrit

— Termiset laskentaparametrit ja mallin asetukset:

- Arvot termisille ominaisuuksille graniitille ja gneissille on arvioitu kirjallisuudesta.
- Simuloinnissa kallion lämpötila on asetettu kauttaaltaan lämpötilaan 9 °C ennen lämpölaskentaa.
- Simuloinnissa mallin reunat on asetettu vakiolämpötilaan 9 °C ja vesisäiliöt 140 °C.
- Vesisäiliöiden lämpötila on konservatiivinen maankohoamisen kannalta. Sillä käyttölämpötiloista 140 °C on hetkellinen maksimi säiliöiden yläosassa.

Taulukko 2: Simuloinnissa käytetyt kivilajien termiset ominaisuudet eri kivilajeille.

Kivilajien termiset ominaisuudet	Graniitille (paremman kalliolaadun alue harmaalla)	Gneissille (heikomman kalliolaadun alue harmaalla)
Lämmönjohtuminen (W/mk)	3,20	2,87
Ominaislämpö (J/K)	721	725
Lämpölaajenemiskerroin (1/m ³)	4,30 e-6	4,30 e-6

5. Kallion jännitystila

— Arvioitu kallion in-situ jännitystila:

- Pääkaupunkiseudun alueella tehtyjen kallion jännitystilamittausten tuloksista on arvioitu jännitystila tasolle -50 ja kallionpinnalle.
- Arvioitujen tasojen jännitys, suuruus ja suunta pohjoisesta esitetty alla taulukossa 3.
- Mallin in-situ jännitystila gradientti on laskettu mallinpinnan (kallionpinnan) ja tason -50 jännitystilavälin lineaarisella muutoksella.

Taulukko 3: Simuloinnin jännitystilat kallionpinnalla ja tasolla -50.

Jännitys-komponentti	Mallin-pinta	Taso -50	Suunta
Suurin vaakajännitys σ_H (MPa)	-11,00	-22,11	305°
Pienin vaakajännitys σ_h (MPa)	-9,07	-18,64	35°
Pystyjännitys σ_V (MPa)	-0,945	-2,68	-

6. Laskentatapaukset

- Simuloinnissa on laskettu ensin vesisäiliöiden- ja yhdystunnelien louhinnan aiheuttamat kokonaissiirtymät.
- Siirtymät on nolattu louhinnan jälkeen.
- Tämän jälkeen on laskettu toistuvasti:
 - Ensin terminen tilanne kalliolle lämpöakun ollessa käytössä ajan X.
 - Toiseksi mekaaninen tilanne kalliolle ajan jakson X jälkeen.
- Lasketut ajan kohdat alkavat yhdestä käyttöviikosta ja loppuvat 44 käyttövuoteen.

7. Simuloinnin tulokset-yhteenveto

- Tilojen louhinnan aiheuttamat suurimmat siirtymät ovat 10 cm suuruisia heikomman kalliolaadun alueilla.
- Paremman kalliolaadun alueilla siirtymät 0,5–4 cm suuruisia.
- Suurimmat siirtymät keskittyvät reunimmaisten vesisäiliöiden seiniin heikomman kalliolaadun alueille.
- Louhittavissa tiloissa suurimmat siirtymät tapahtuvat louhintojen jälkeen, ennen lämpöakun käyttöön ottoa.
- Lämpöakun käyttö aiheuttaa laaja-alaista ylöspäin suuntautuvaa siirtymää louhituissa tiloissa ja –niiden yläpuolella.
- Kaikista maanpinnan siirtymistä aiheutuu karkeasti yksi viides osa tilojen louhinnoista, kolme viides osaa akun ensimmäisen 50 käyttövuoden aikana ja viimeinen viidennes akun viimeisten 50 käyttövuoden aikana.
- Kehä III läheisyydessä mallin tarkastelupisteiden kokonaissiirtymät akun 100 käyttövuoden jälkeen vaihtelevat 2,6- ja 15,4 senttimetrin välillä.

7. Simuloinnin tulokset-yhteenvedo-jatkoa

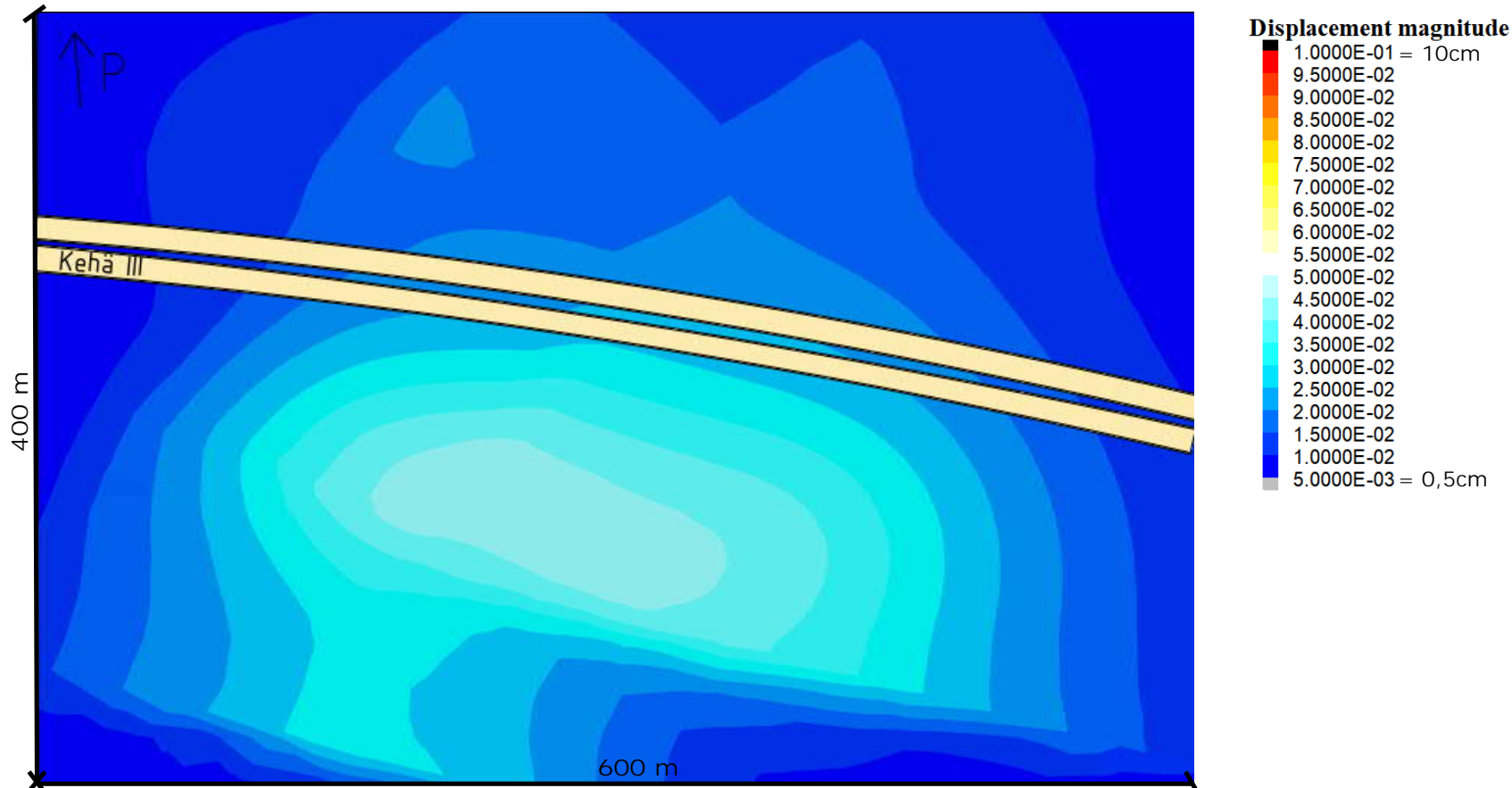
— Tulokset esitetään järjestyksessä:

- Ensin esitetään siirtymät simulointimallin pinnalta.
- Toiseksi esitetään simulointimallin pinnan tarkastelupisteiden siirtymähistorian extrapolointia käyttövuoteen 100 asti.
- Viimeiseksi esitetään Kehä III läheisyydessä louhinnan ja lämpöakun 100 käyttövuoden aiheuttamat yhteenlasketut siirtymät.

- Liitteissä on esitetty simulointiparametrien jälkeen ensin havainnekuvat lämpöakun käytöstä aiheutuvan maankohoamisen laajuudesta.
- Havainnekuvien jälkeen liitteissä on esitetty kuvasarjoja leikkauksien siirtymistä.
- Siirtymät esitetään leikkauksittain akun käyttövuosilta:
louhinnan jälkeen (0), 1, 12, 24, 36, 44.
- Leikkaukset esitetään järjestyksessä:
 - Ensin 3D-havainnekuvat siirtymistä louhittujentilojen seinillä ja –holveissa.
 - Toiseksi säiliöiden 1 ja 3 pituusleikkaukset S1 ja S3.
 - Viimeiseksi poikkileikkaukset P1 ja P2.

- Leikkauksista- ja pinnalta esitetyistä tuloskuvista on rajattu ulos sivuilta 100 metriä. Täten esimerkiksi pituusleikkauksien pituus on 800 metrin sijasta 600 metriä.

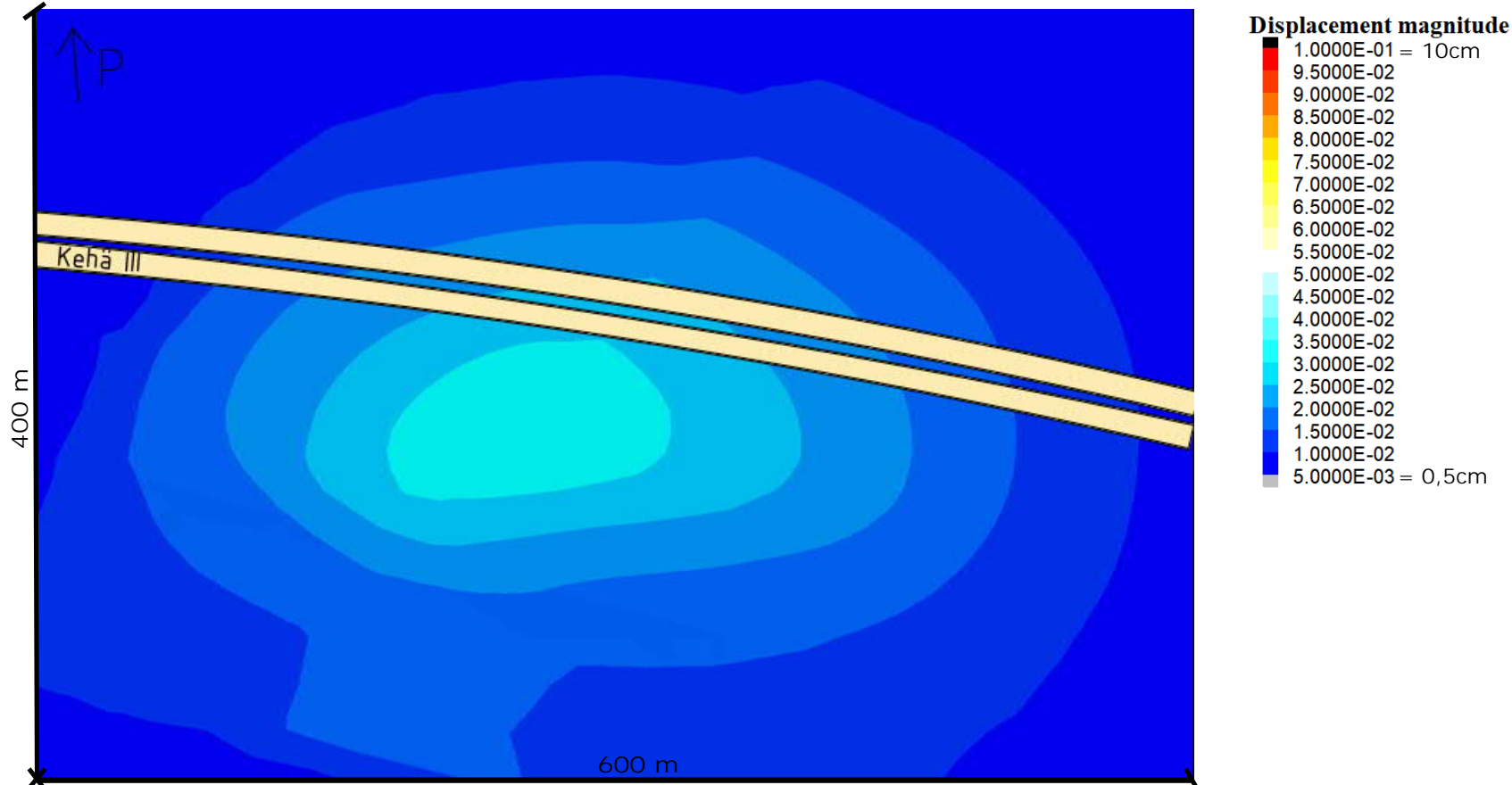
7. Simulointien tulokset-louhintojen aiheuttamat siirtymät pinnalla



Kuva 8. Tilojen louhinnan aiheuttamat siirtymät simulointimallin pinnalla, Kehä III sijainti esitetty vaalean keltaisella rasterilla.

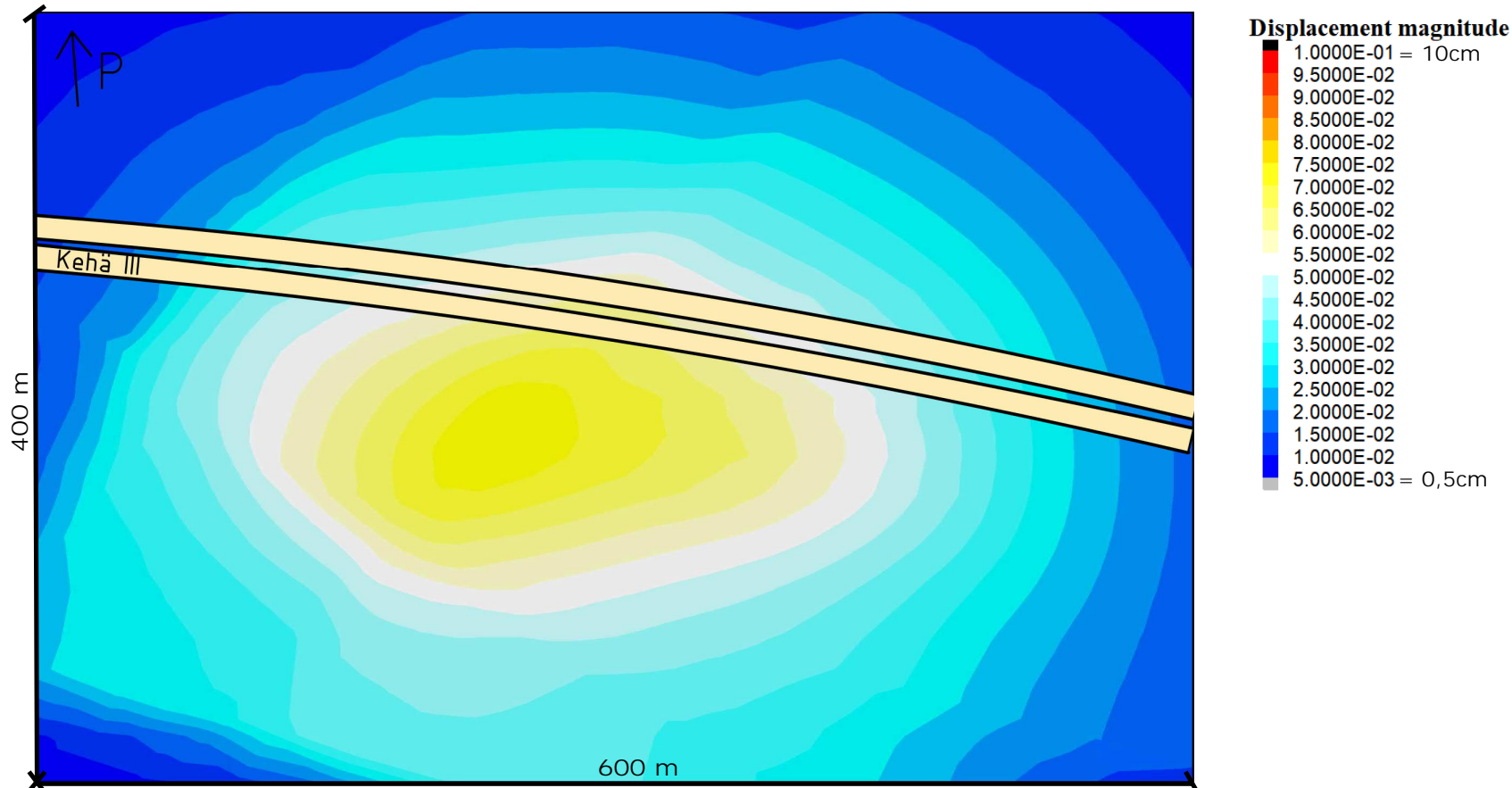
7. Simulointien tulokset-siirtymät akun 1 käyttövuodesta pinnalla

— Siirtymät nollattu ennen lämpölaskentaa.



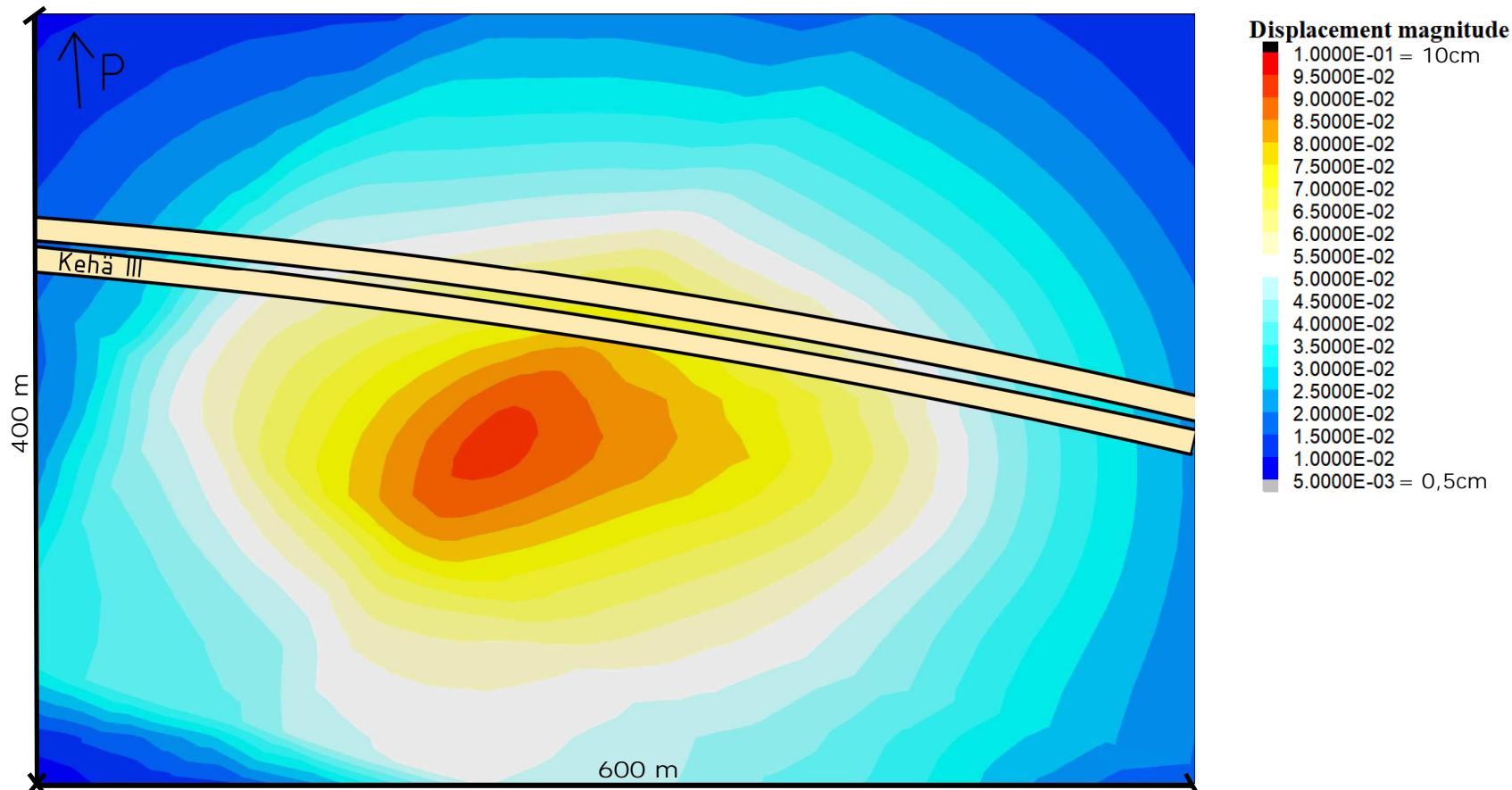
Kuva 9. Akun 1 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät simulointimallin pinnalla, Kehä III sijainti esitetty vaalean keltaisella rasterilla.

7. Simulointien tulokset-siirtymät akun 12 käyttövuodesta pinnalla



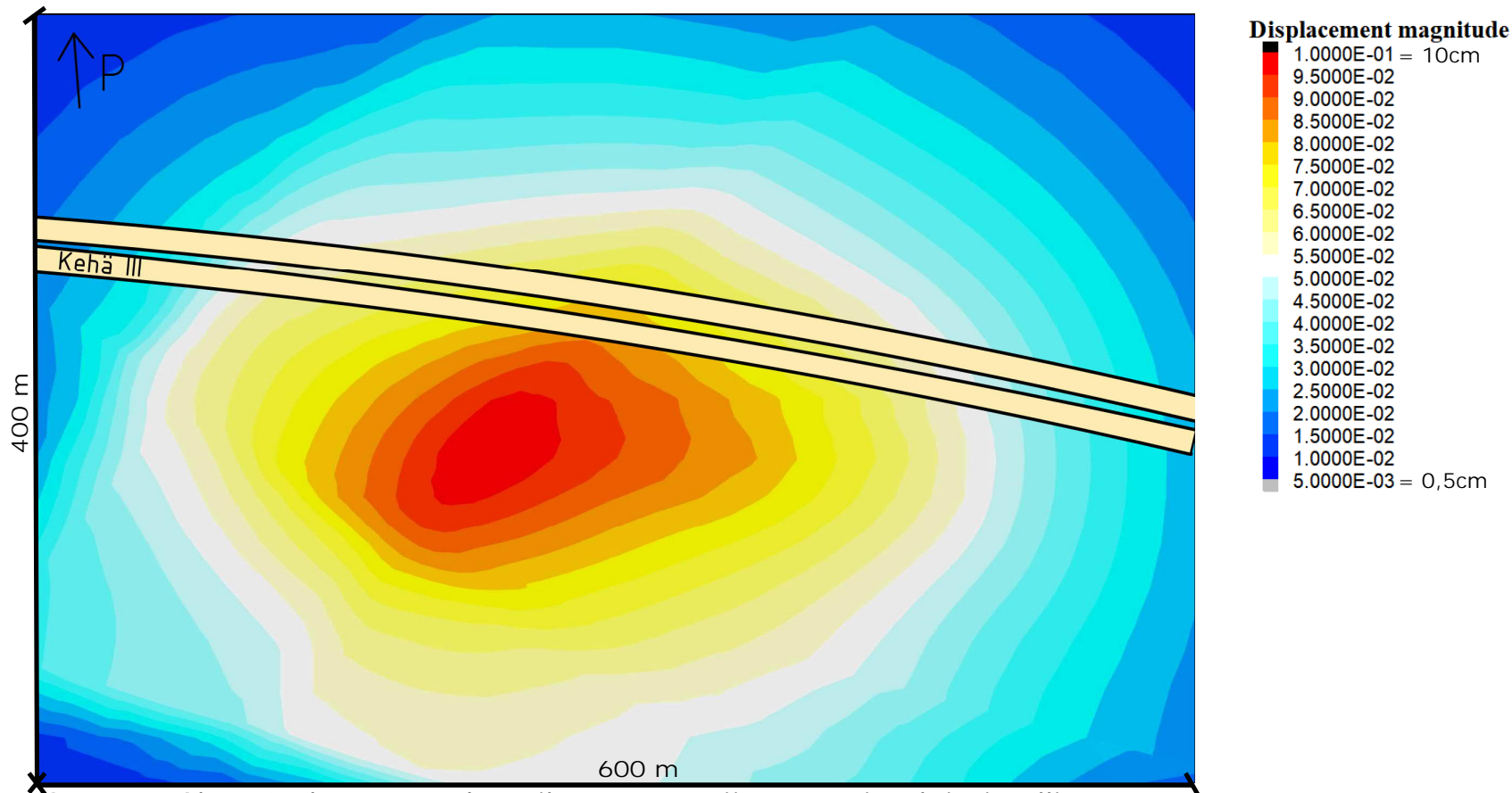
Kuva 10. Akun 12 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät simulointimallin pinnalla, Kehä III sijainti esitetty vaalean keltaisella rasterilla.

7. Simulointien tulokset-siirtymät akun 24 käyttövuodesta pinnalla



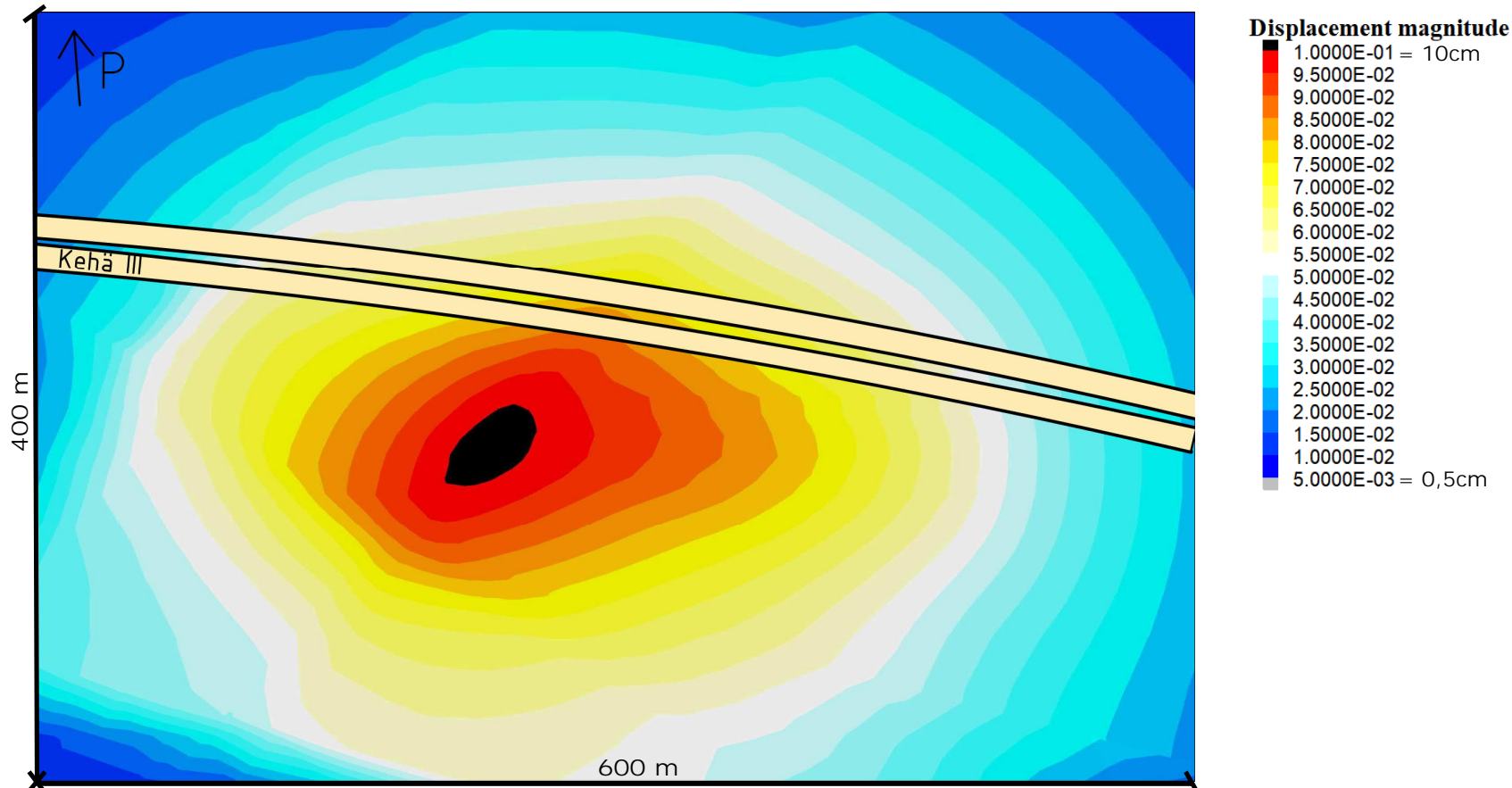
Kuva 11. Akun 24 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät simulointimallin pinnalla, Kehä III sijainti esitetty vaalean keltaisella rasterilla.

7. Simulointien tulokset-siirtymät akun 36 käyttövuodesta pinnalla



Kuva 12. Akun 36 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät simulointimallin pinnalla, Kehä III sijainti esitetty vaalean keltaisella rasterilla.

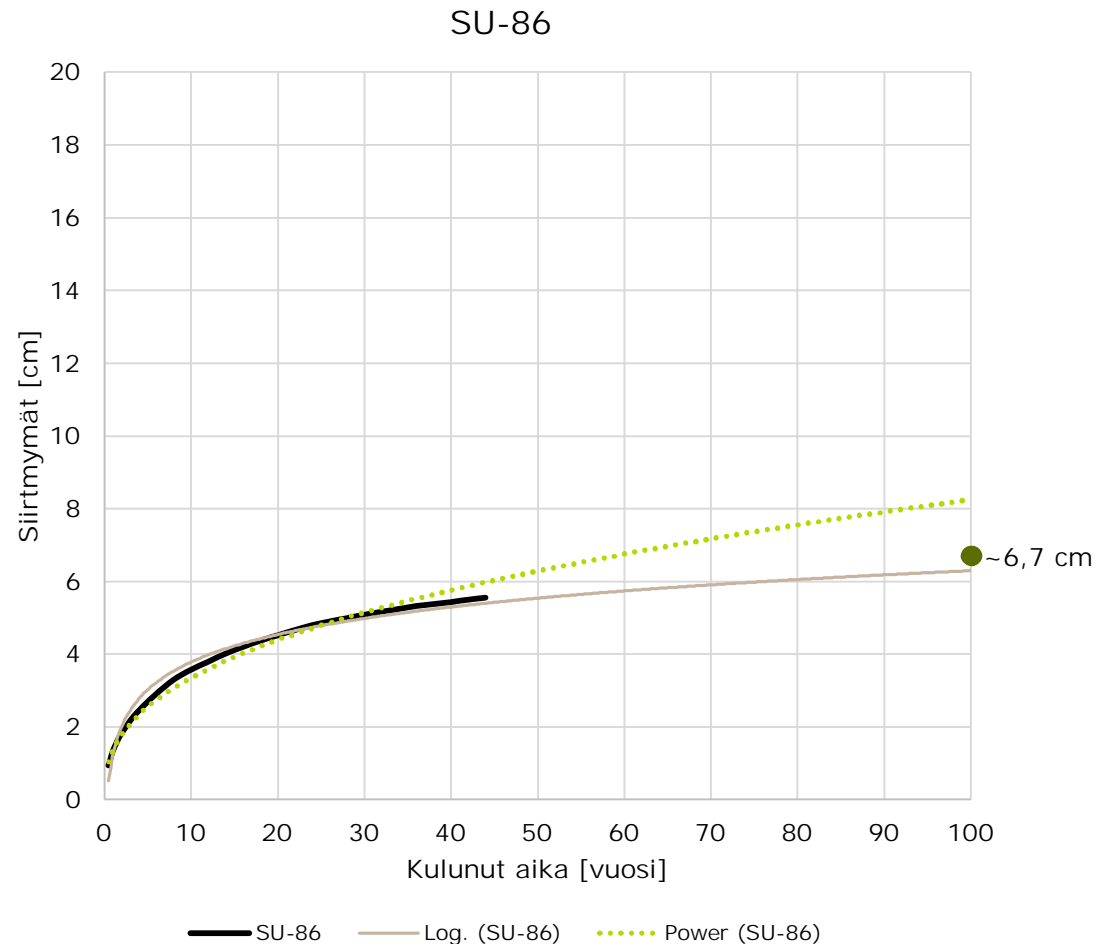
7. Simulointien tulokset-siirtymät akun 44 käyttövuodesta pinnalla



Kuva 13. Akun 44 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät simulointimallin pinnalla, Kehä III sijainti esitetty vaalean keltaisella rasterilla.

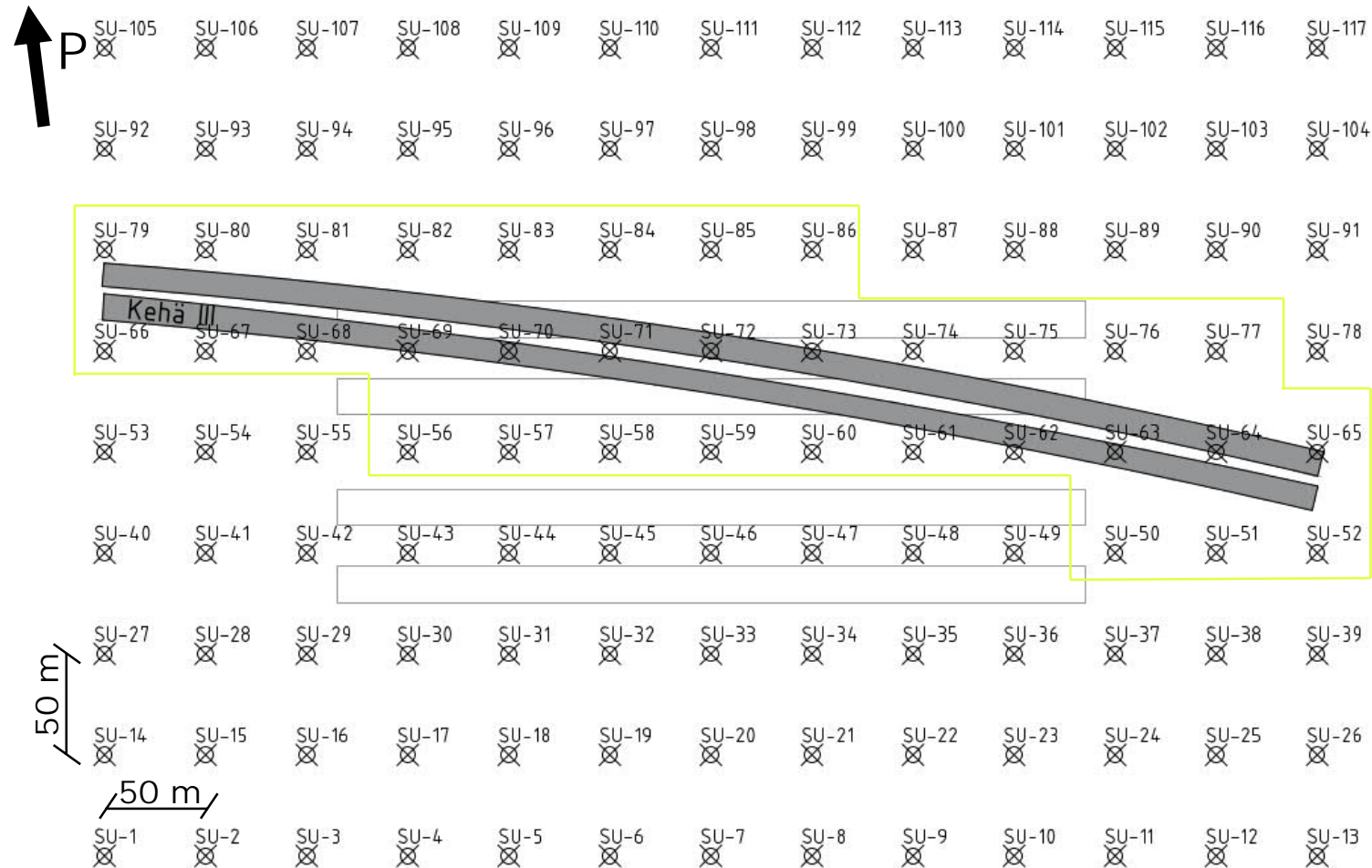
7. Simulointien tulokset-pitkäaikaisten siirtymien arviointi

- Oikealla kuvaajassa 1 on esitetty esimerkki simulointituloksien jälkeisten siirtymien arvioinnista.
- Kuvaajassa musta viiva esittää laskettujen simulointituloksien siirtymiä maanpinnalla. Kuvaajan kaksi trendiviivaa esittävät potenssi- (Power) ja logaritmiyhtälöistä (Log.) extrapolointia.
- Extrapoloinneista on arvioitu 100 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät.
- Kuvaajan siirtymät ovat senttimetrejä.
- Seuraavalla sivulla on esitetty tarkastelupisteiden sijainnit maanpinnalla.



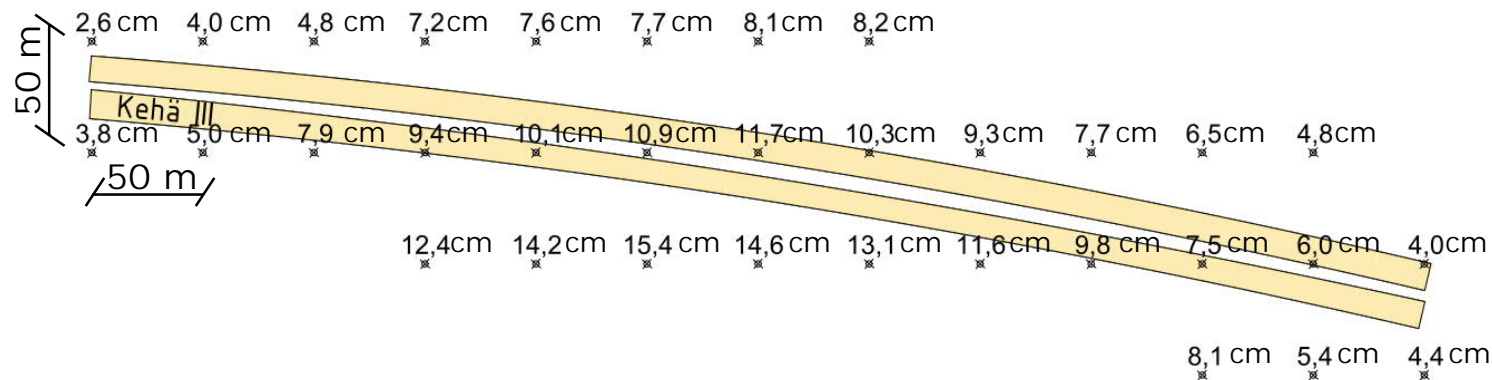
Kuvaaja 1. Siirtymät (maan kohoaminen) seurantapisteessä SU-86 kallion lämpenemisestä simuloinnin aikana ja jälkeen.

7. Simulointien tulokset- tarkastelupistekartta



Kuva 14. Maanpinnan tarkastelupisteiden sijainnit ja -tunnisteet, vesisäiliöt- ja kehä III taustalla. Vaalean vihreän alueen sisällä olevien pisteiden siirtymät on arvioitu kuvassa 15.

7. Simulointien tulokset-arvio siirtymistä 100 vuoden jälkeen



Kuva 15. Kehä III läheisten tarkastelupisteiden yhteenlasketut tilojen louhinnan- ja akun 100 käyttövuoden aikaisen kallion lämpenemisen aiheuttamat siirtymät senttimetreissä.

8. Johtopäätökset

- Korkeiden lujittamattomien vesisäiliöiden louhinta aiheuttaa säiliöiden seinille aiheuttavat heikomman kalliolaadun alueilla 5–10 senttimetriä siirtymiä. Siirtymät on hallittavissa kallion lujittamisella.
- Tilojenlouhinnat aiheuttavat yleisesti louhittujen tilojen holveihin ja –välisiin pilareihin selkeästi pienempiä siirtymiä kuin tilojen seiniin.
- Kallion lämpenemisestä seuraavat laaja-alaiset siirtymät eivät ole yhtä ongelmallisia tilojen pysyvyydelle, kuin louhinnan aiheuttamat seiniin heikoimman kallolaadun alueille keskittyvät suuret siirtymät.
- Louhinta toteutetaan todellisuudessa vaiheittain ja tiloja lujitetaan louhintatyön aikana, jolloin siirtymät ovat pienempiä kuin simuloidussa koko tilan välittömässä louhinnassa.
- Jatkosuunnittelussa tulee huomioida erityisesti heikomman kalliolaadun alueilla kallion jännitystilän vaikutus louhittavien säiliöiden korkeisiin seiniin.
- Johtopäätökset jatkuvat seuraavalla sivulla.

8. Johtopäätökset-jatkoa

- Tilojen louhinnasta ja akun käytöstä aiheutuva maankohoaminen on laaja-alaista, eikä aikaansaa rakenteille vaarallisia kaltevuuksia .
- Kallio lämpenee vesisäiliöiden ympärillä vesisäiliöiden lämpötilaan, joka oli simuloinnissa 140 °C.
- Tavanomaisille kallion lujitusmenetelmille pitkä aikainen yli 100 °C lämpötila aiheuttaa betonin vapaan- ja kemiallisesti sitoutuneen veden haihtumisen.
- Tämä heikentää betonin rakenteellista lujuutta. Betonin pitkäaikainen lämmittäminen voi johtaa betonin rakenteellisen lujuuden menetykseen.
- Riskinä louhituille tiloille edellä mainitussa tilanteessa on louhittujen tilojen kallion lujituspulttien tuennan osittainen- tai kokonainen menetys.
- Jatkosuunnittelussa tulee huomioida kallion lämpötila lämpöakun pitkäaikaisen käytön aikana. Esimerkiksi tavanomaisten juotettavien pulttien sijasta voidaan harkita paisuntakuoristen kallion lujituspulttien käyttämistä.
- Seuraavalla sivulla on esitetty betonin puristuslujuuden ja kimmomoduulin heikkenemistä eri lämpötiloissa 200 päivän ajalta.

8. Johtopäätökset-betonin pitkäaikaisen kuumentamisen vaikutus

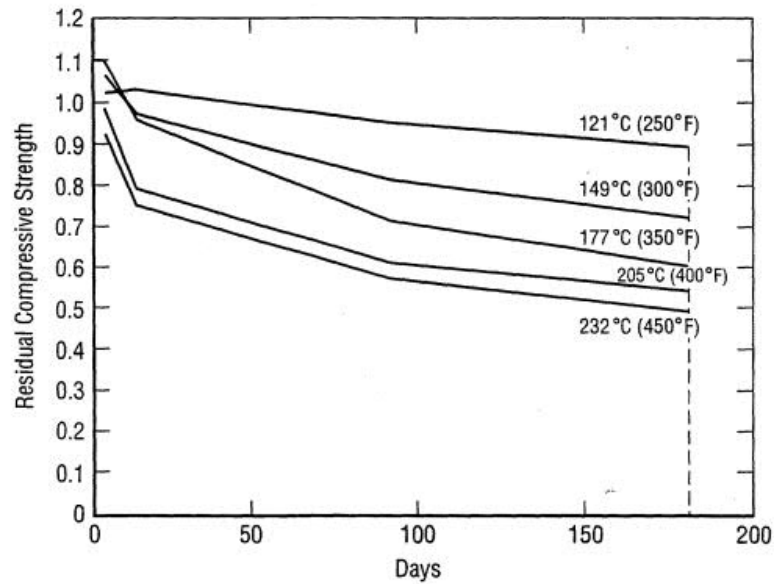


Figure 21 Variation of Residual Compressive Strength with Temperature and Age

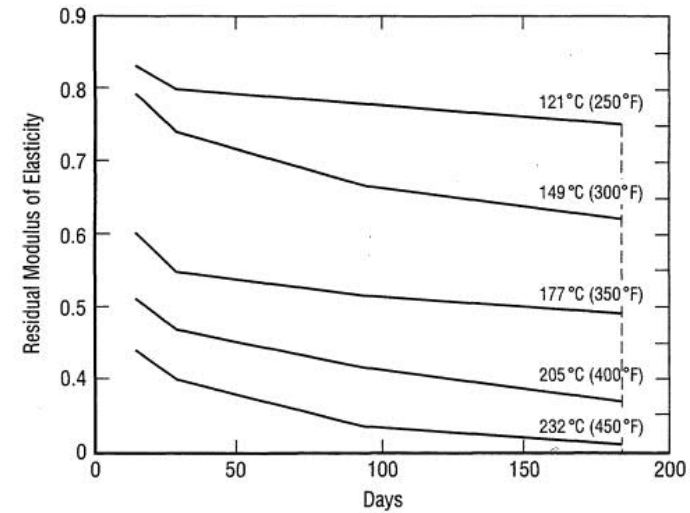


Figure 22 Variation of Modulus of Elasticity with Temperature and Age

M.K Kassir et al., 1996, Thermal degradation of concrete in the temperature range from ambient to 315 °C (600 °F)

9. Suositukset

- Lämpöakun alueelta ei ole laboratoriokoe- tai kenttäkoetuloksia kallion jännitystilasta, -puristuslujuudesta tai termisistä ominaisuuksista. Tästä johtuen raportissa esitellyt simulointitulokset ovat monesta eri syystä epätarkkoja.
- Jatko simulointia- ja suunnittelua varten suositellaan erityisesti suunnitellun lämpöakun alueelle kallion termisten ominaisuuksien tutkimista ja – jännitystilamittauksia.
- Tutkimuksien jälkeen suositellaan uutta louhittavien tilojen pysyvyyttä ja lämmityksestä seuraavaa maanpinnan kohoamista tarkastelevaa simulointia.
- Betonin pitkäaikaisen lämmityksen vaikutusta suositellaan selvittämään enemmän.

10. Liiteluettelo

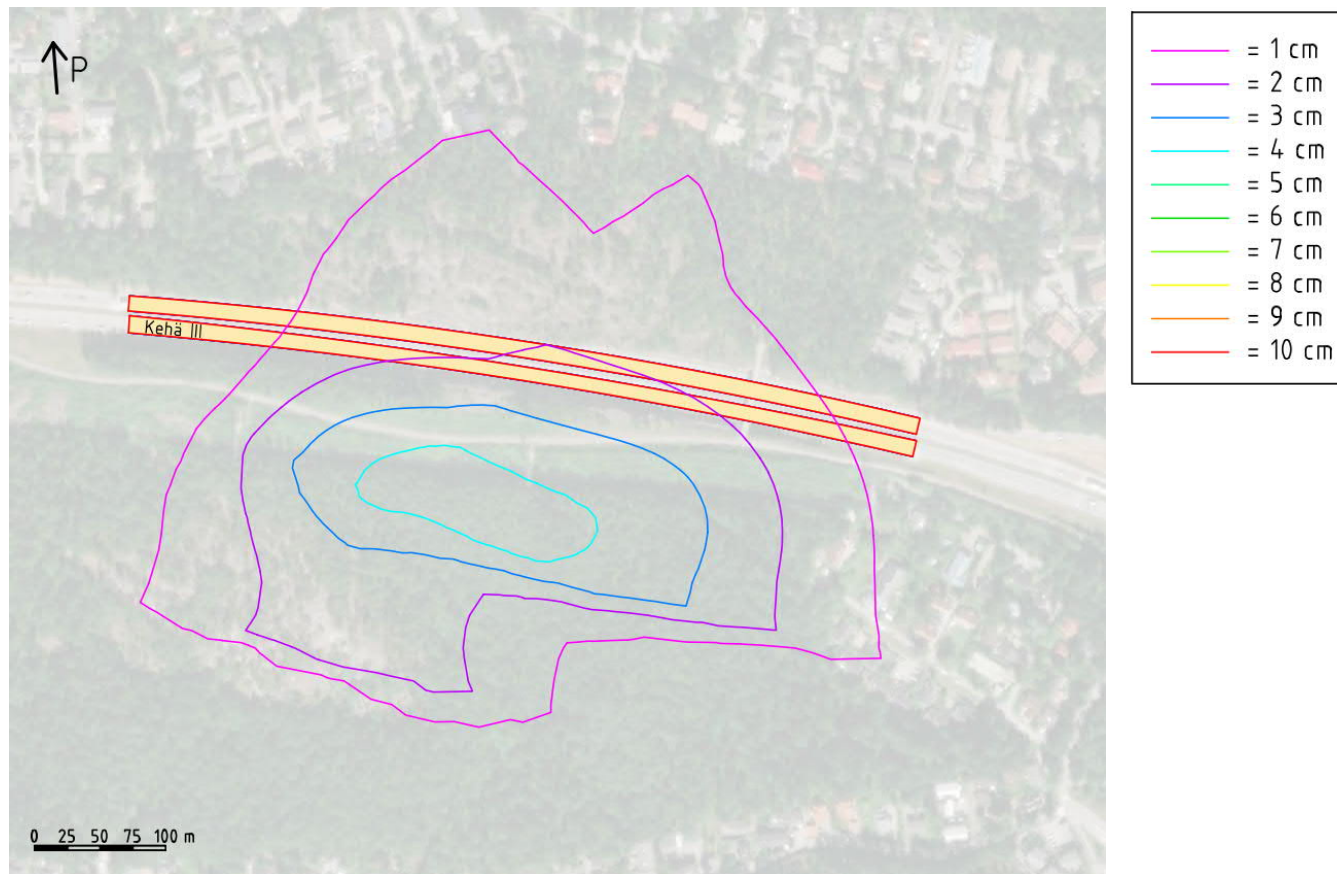
- Liite 1: Simulointiparametrit
- Liite 2: Havainnekuva louhintojen aiheuttamista siirtymistä maanpinnalla
- Liite 3: Havainnekuva akun 1 käyttövuoden aiheuttamista siirtymistä maanpinnalla
- Liite 4: Havainnekuva akun 12 käyttövuoden aiheuttamista siirtymistä maanpinnalla
- Liite 5: Havainnekuva akun 24 käyttövuoden aiheuttamista siirtymistä maanpinnalla
- Liite 6: Havainnekuva akun 36 käyttövuoden aiheuttamista siirtymistä maanpinnalla
- Liite 7: Havainnekuva akun 44 käyttövuoden aiheuttamista siirtymistä maanpinnalla
- Liitteet 8-13: 3D-havainne kuvat siirtymistä louhittujentilojen seinillä ja –holveissa
- Liite 14: Leikkausten sijainnit
- Liitteet 15-38: Siirtymät leikkauksittain

Liite 1. Simulointiparametrit

Taulukko L1: Simuloinnin laskentaparametrit

CTES-YVA	Yksikkö	Strain-Softening limit: plastic strain = 0,0 %		Strain-Softening limit: plastic strain = 0,1 %		Strain-Softening limit: plastic strain = 0,5 %	
		Parempi kalliolaatu	Heikompi kalliolaatu	Parempi kalliolaatu	Heikompi kalliolaatu	Parempi kalliolaatu	Heikompi kalliolaatu
Input data							
sigci	MPa	190	160	190	160	190	160
GSI	-	65	40	65	40	65	40
mi	-	20	15	20	15	20	15
D	-	0.2	0.2	0.7	0.7	1.0	1.0
Ei	MPa	80000	57000	80000	57000	80000	57000
Hoek Brown Criterion							
mb	-	4.99	1.39	2.92	0.56	1.64	0.21
s	-	0.015504	0.000790	0.006267	0.000167	0.002928	0.000045
a	-	0.502	0.511	0.502	0.511	0.502	0.511
Failure Envelope Range							
Application		Tunnels	Tunnels	Tunnels	Tunnels	Tunnels	Tunnels
sig3max	MPa	0.895	0.879	0.880	0.855	0.865	0.829
Unit Weight	MN/m ³	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026
Tunnel Depth	m	60	60	60	60	60	60
Mohr-Coulomb Fit							
c	MPa	2.37	0.65	1.64	0.43	1.27	0.30
phi	Deg	65.44	58.51	63.12	52.15	59.85	44.28
Rock Mass Parameters							
sigcm - rock mass strength	MPa	58.71	24.17	44.32	15.07	33.01	9.08
Erm	MPa	40864	6782	21232	3319	13087	2276
K (bulk)	MPa	25.22	4.35	8.08	2.13	8.08	1.46
G (shear)	MPa	16.61	2.73	5.32	1.34	5.32	0.92

Liite 2. Havainnekuva louhintojen aiheuttamista siirtymistä maanpinnalla



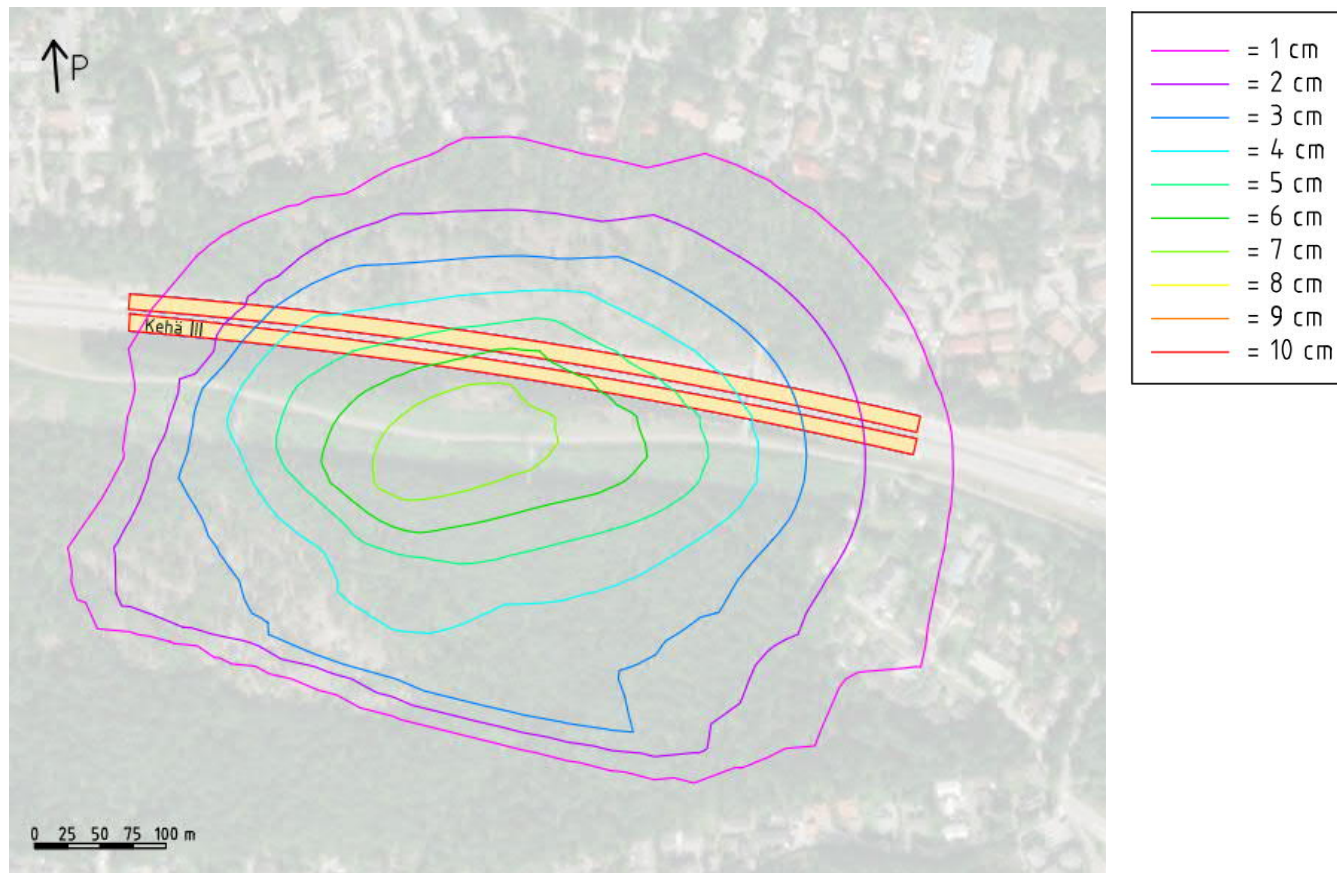
Kuva L2. Havainnekuva louhintojen aiheuttamista siirtymistä maanpinnalla

Liite 3. Havainnekuva akun 1 käyttövuoden aiheuttamista siirtymistä maanpinnalla



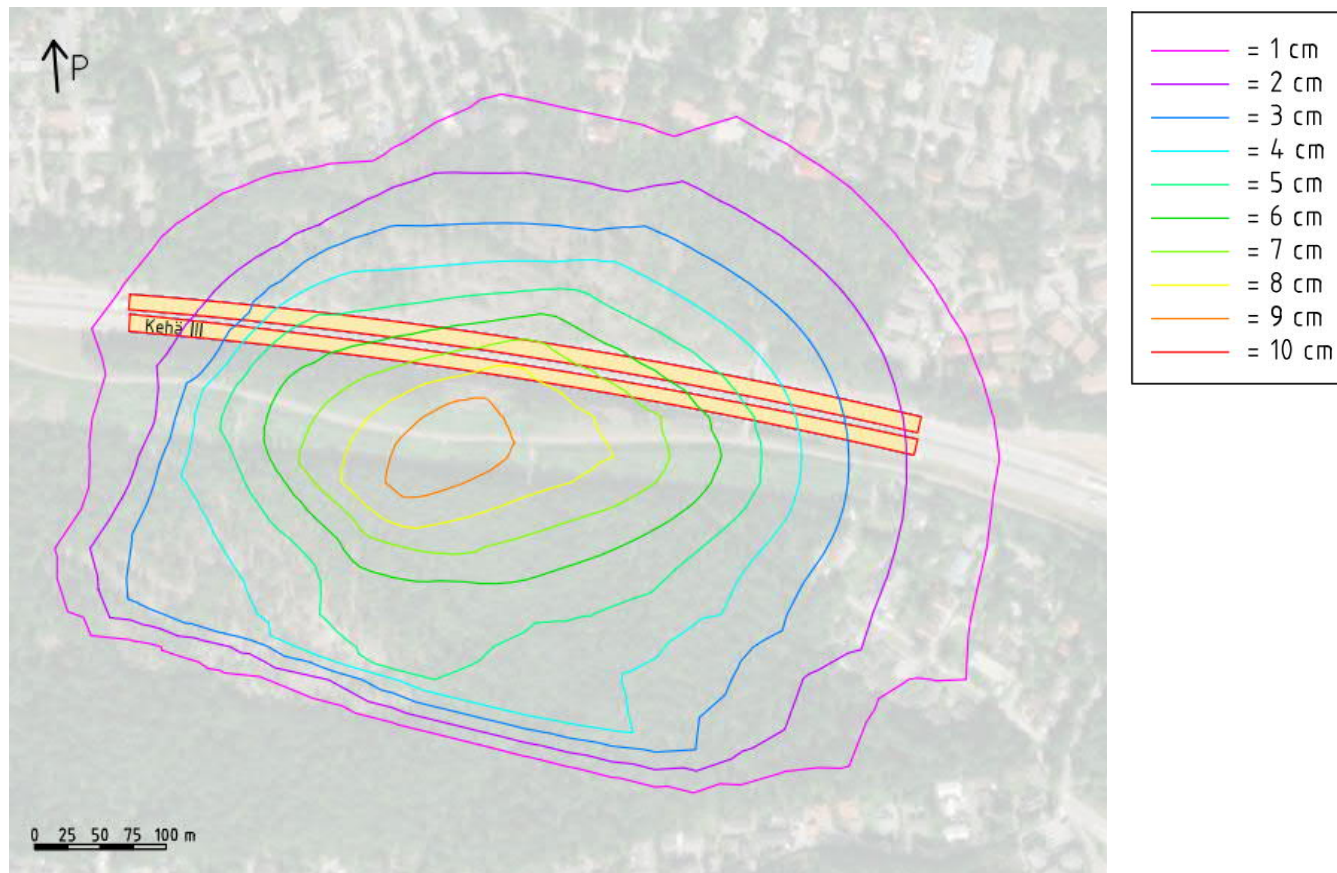
Kuva L3. Havainnekuva akun 1 käyttövuoden aiheuttamista siirtymistä maanpinnalla

Liite 4. Havainnekuva akun 12 käyttövuoden aiheuttamista siirtymistä maanpinnalla



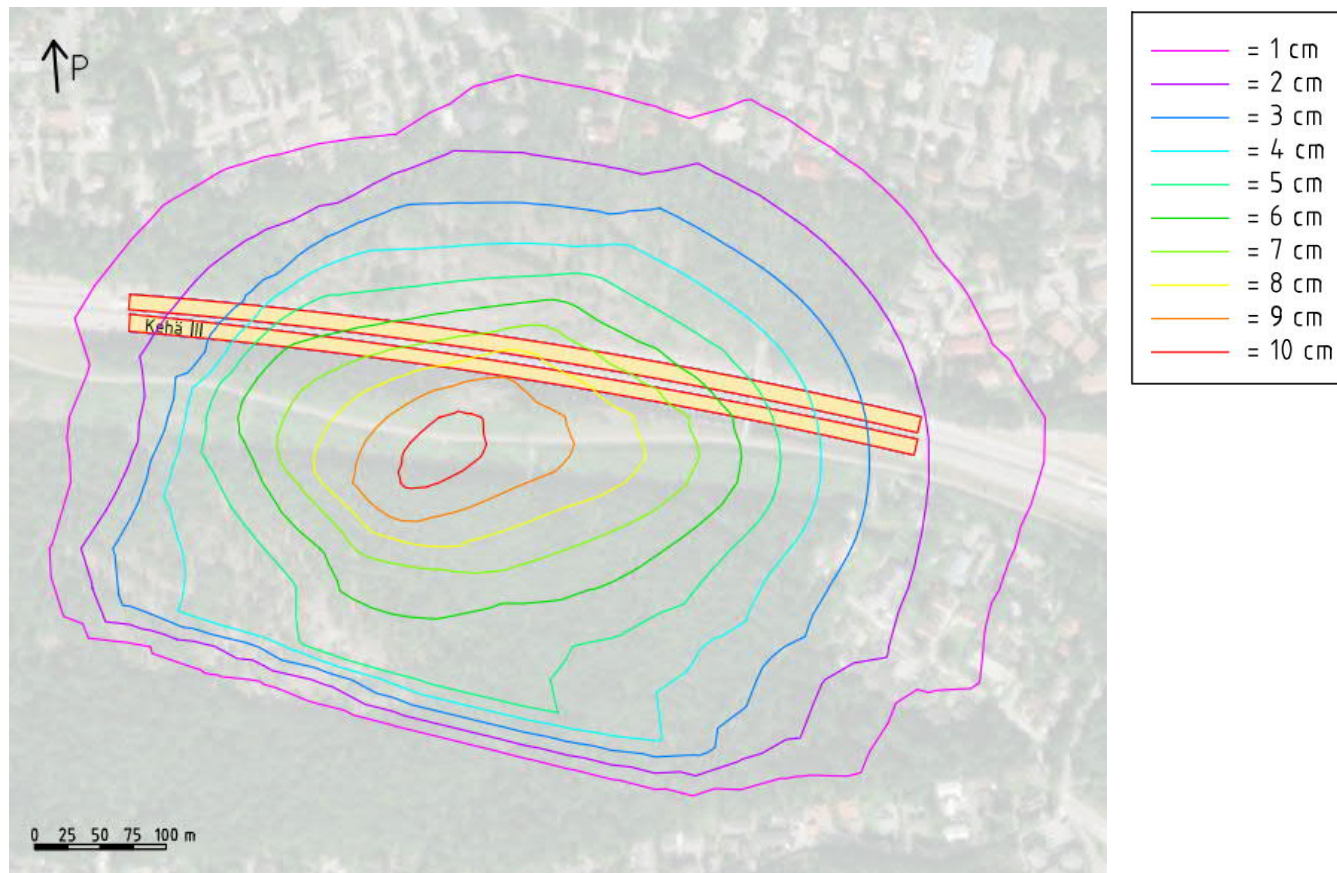
Kuva L4. Havainnekuva akun 12 käyttövuoden aiheuttamista siirtymistä maanpinnalla

Liite 5. Havainnekuva akun 24 käyttövuoden aiheuttamista siirtymistä maanpinnalla



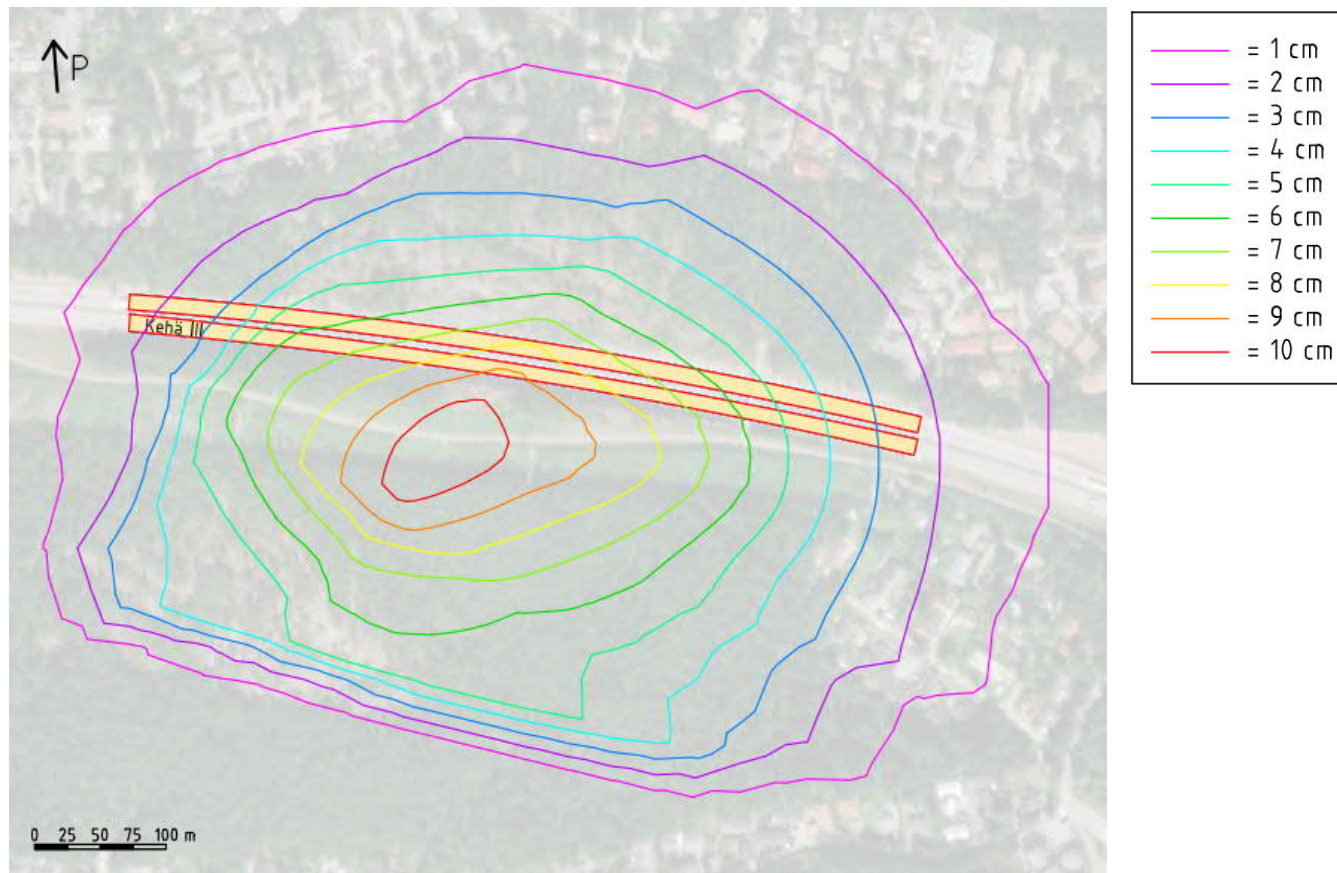
Kuva L5. Havainnekuva akun 24 käyttövuoden aiheuttamista siirtymistä maanpinnalla

Liite 6. Havainnekuva akun 36 käyttövuoden aiheuttamista siirtymistä maanpinnalla



Kuva L6. Havainnekuva akun 36 käyttövuoden aiheuttamista siirtymistä maanpinnalla

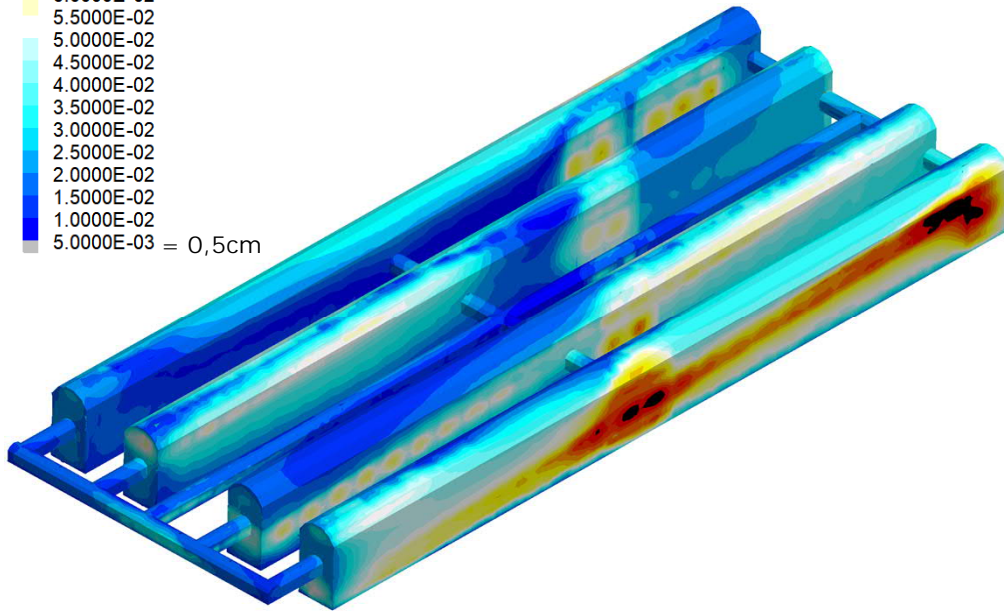
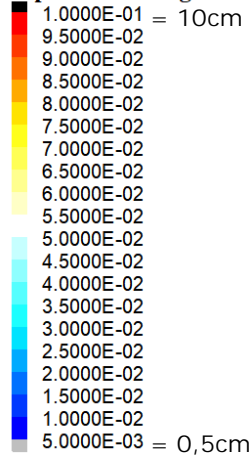
Liite 7. Havainnekuva akun 44 käyttövuoden aiheuttamista siirtymistä maanpinnalla



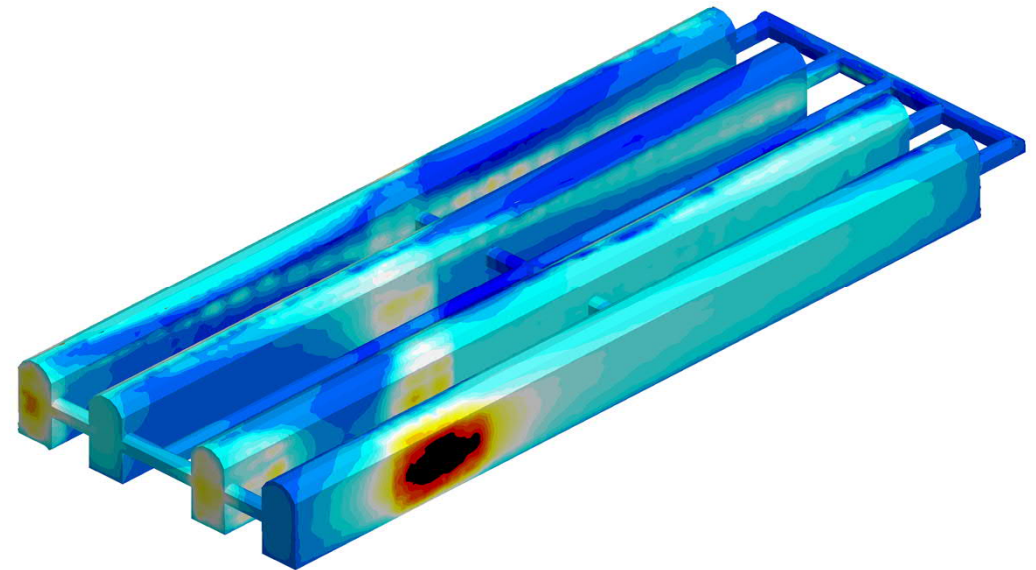
Kuva L7. Havainnekuva akun 44 käyttövuoden aiheuttamista siirtymistä maanpinnalla

Liite 8. Louhintojen aiheuttamat siirtymät, 3D

Displacement magnitude



Kuva L8-1. Tilojen louhinnan aiheuttamat siirtymät tilojen seinillä ja -holveissa kuvattuna Koillisesta Lounaaseen.

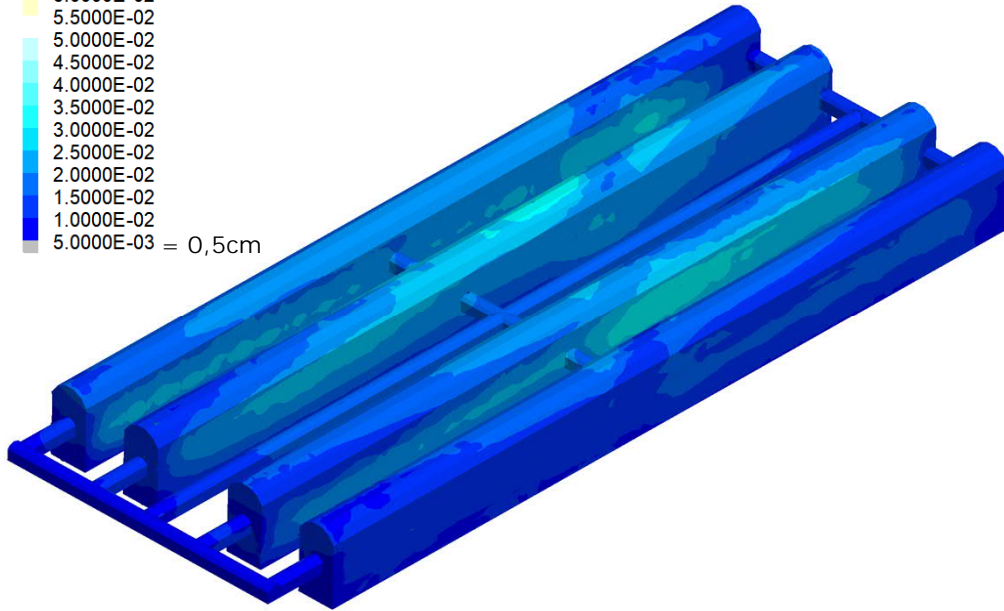
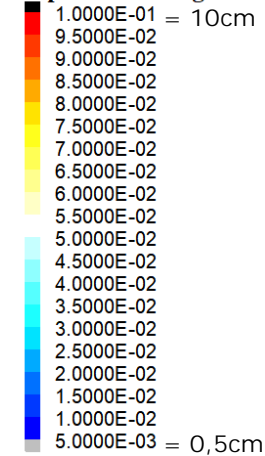


Kuva L8-2. Tilojen louhinnan aiheuttamat siirtymät tilojen seinillä ja -holveissa kuvattuna Lounaasta Koilliseen.

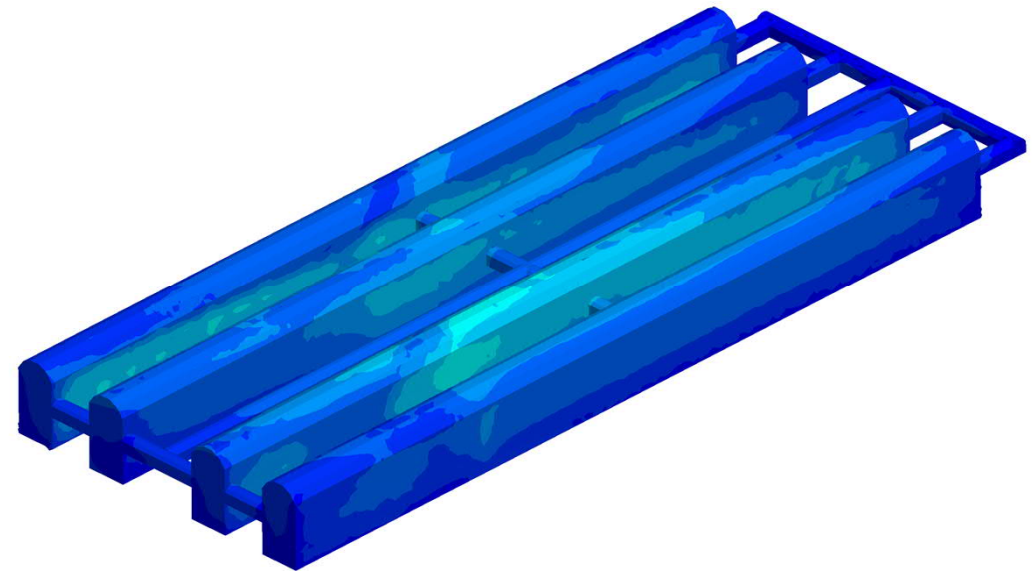
Liite 9. Akun 1 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät, 3D

— Siirtymät nolattu ennen lämpölaskentaa.

Displacement magnitude



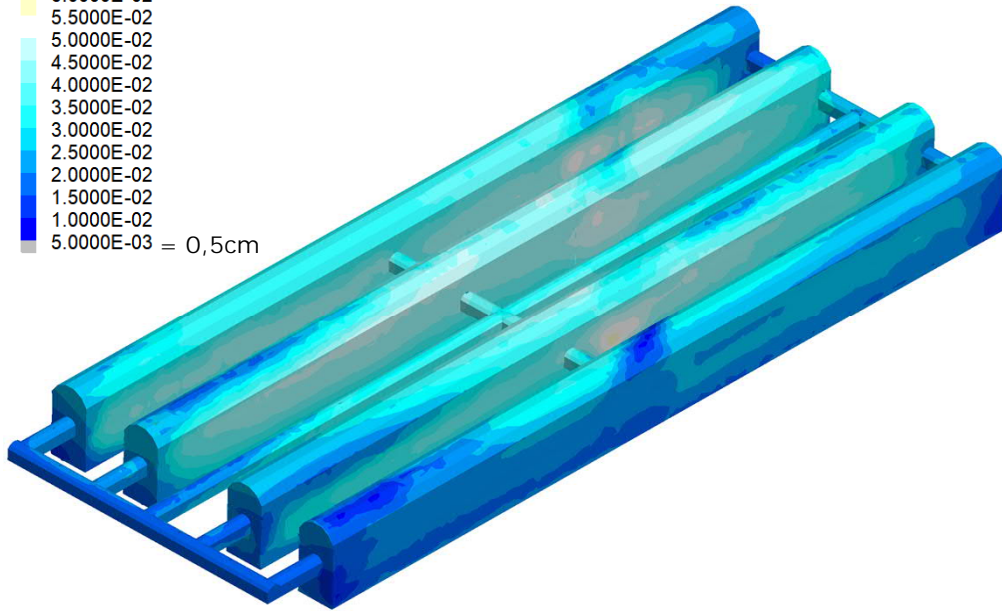
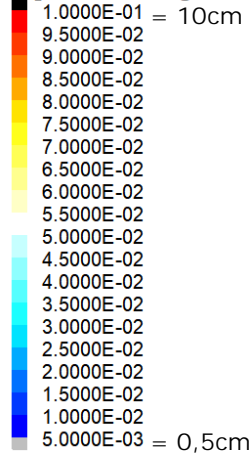
Kuva 9-1. Akun ensimmäisen käyttövuoden aiheuttamat siirtymät tilojen seinillä ja –holveissa kuvattuna Koillisesta Lounaaseen.



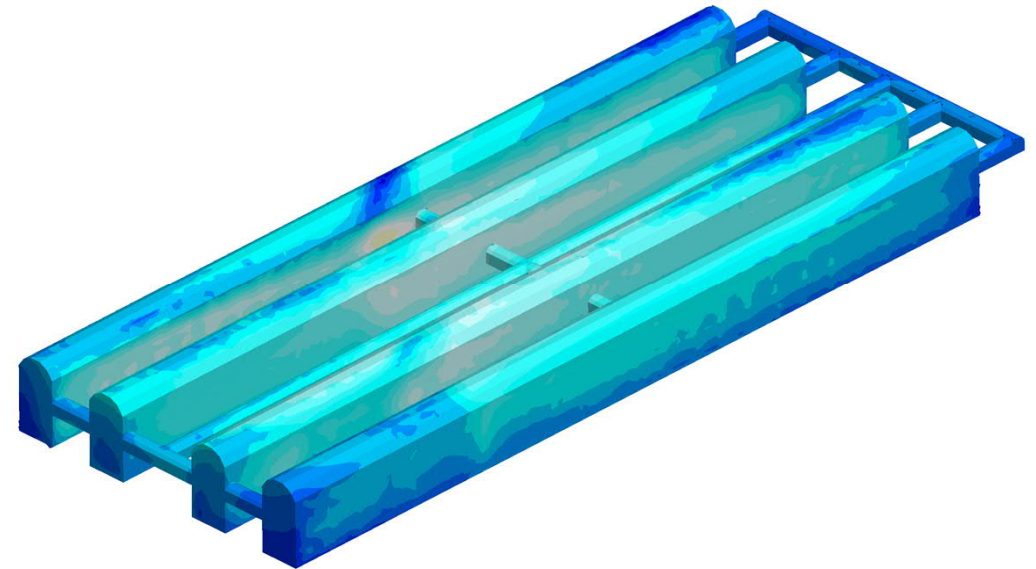
Kuva 9-2. Akun ensimmäisen käyttövuoden aiheuttamat siirtymät tilojen seinillä ja –holveissa kuvattuna Lounaasta Koilliseen.

Liite 10. Akun 12 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät, 3D

Displacement magnitude



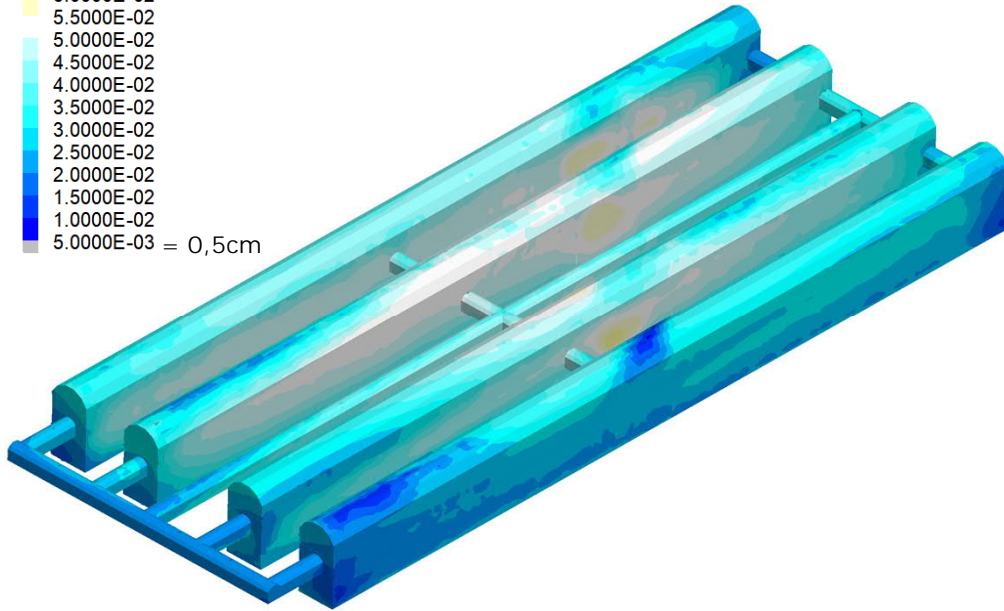
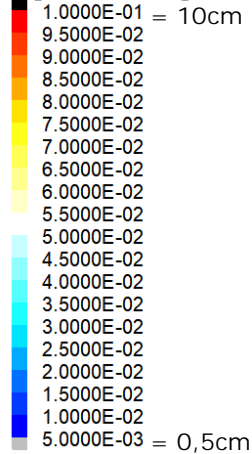
Kuva L10-1. Akun 12 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät tilojen seinillä ja -holveissa kuvattuna Koillisesta Lounaaseen.



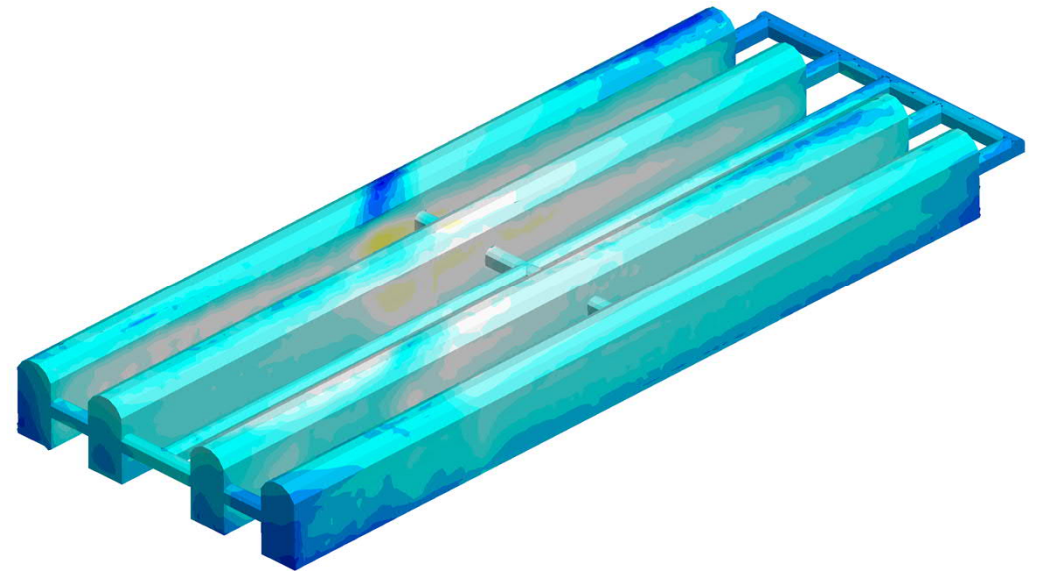
Kuva L10-2. Akun 12 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät tilojen seinillä ja -holveissa kuvattuna Lounaasta Koilliseen.

Liite 11. Akun 24 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät, 3D

Displacement magnitude



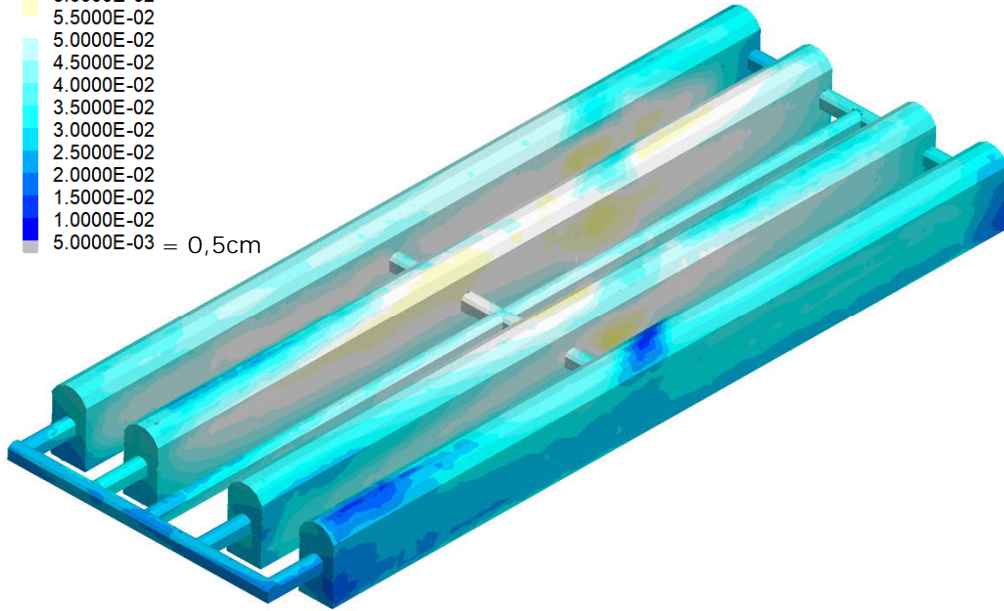
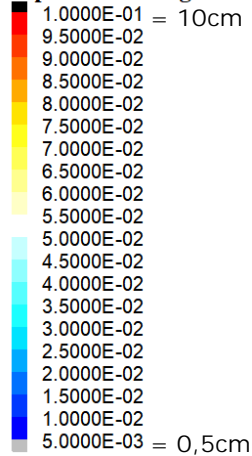
Kuva L11-1. Akun 24 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät tilojen seinillä ja -holveissa kuvattuna Koillisesta Lounaaseen.



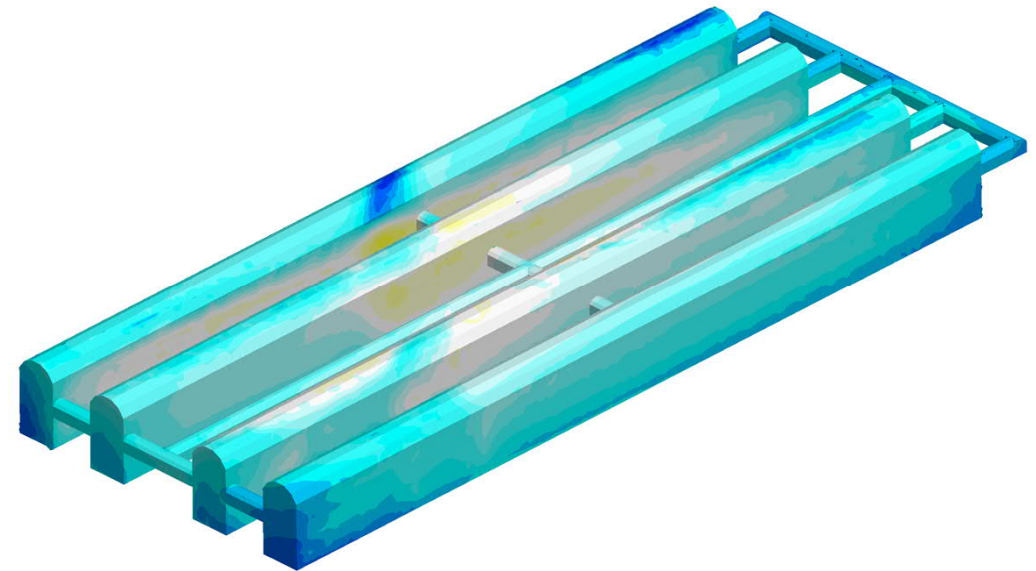
Kuva L11-2. Akun 24 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät tilojen seinillä ja -holveissa kuvattuna Lounaasta Koilliseen.

Liite 12. Akun 36 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät, 3D

Displacement magnitude



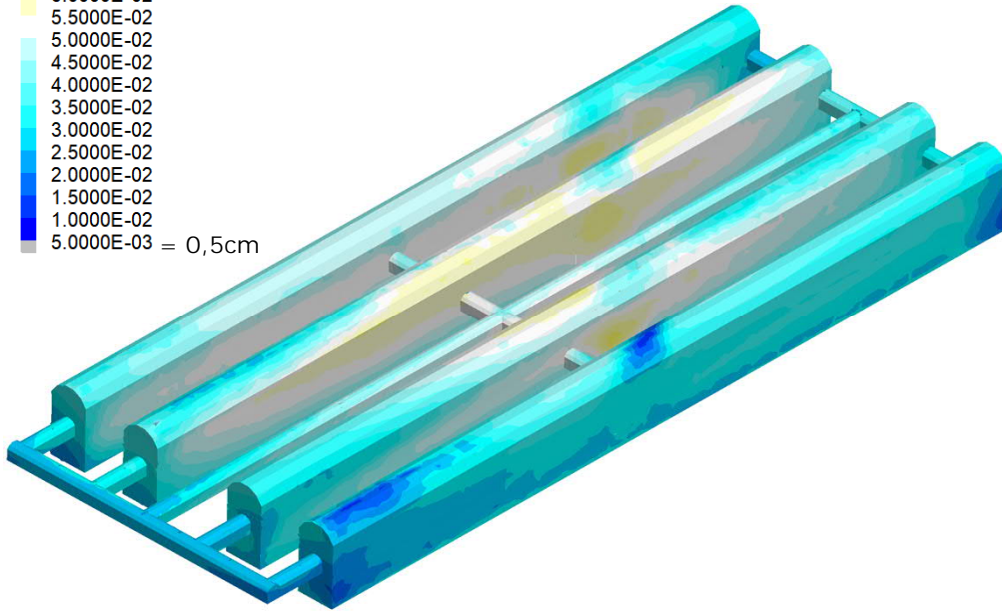
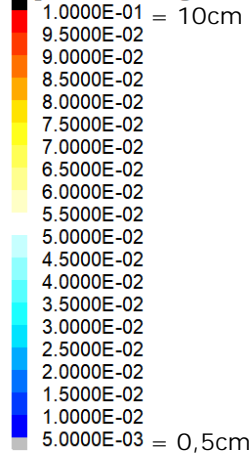
Kuva L12-1. Akun 36 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät tilojen seinillä ja -holveissa kuvattuna Koillisesta Lounaaseen.



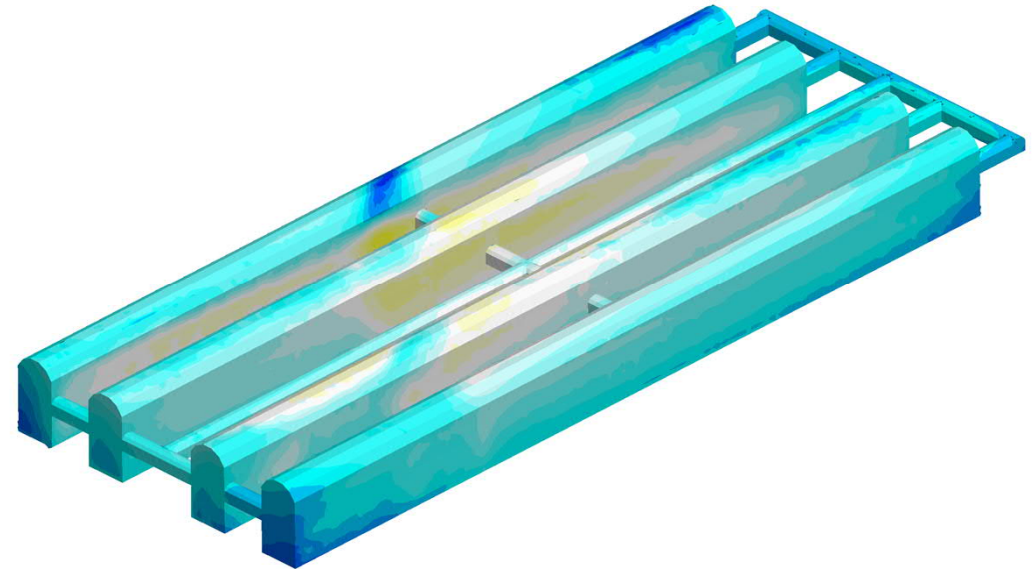
Kuva L12-2. Akun 36 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät tilojen seinillä ja -holveissa kuvattuna Lounaasta Koilliseen.

Liite 13. Akun 44 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät, 3D

Displacement magnitude

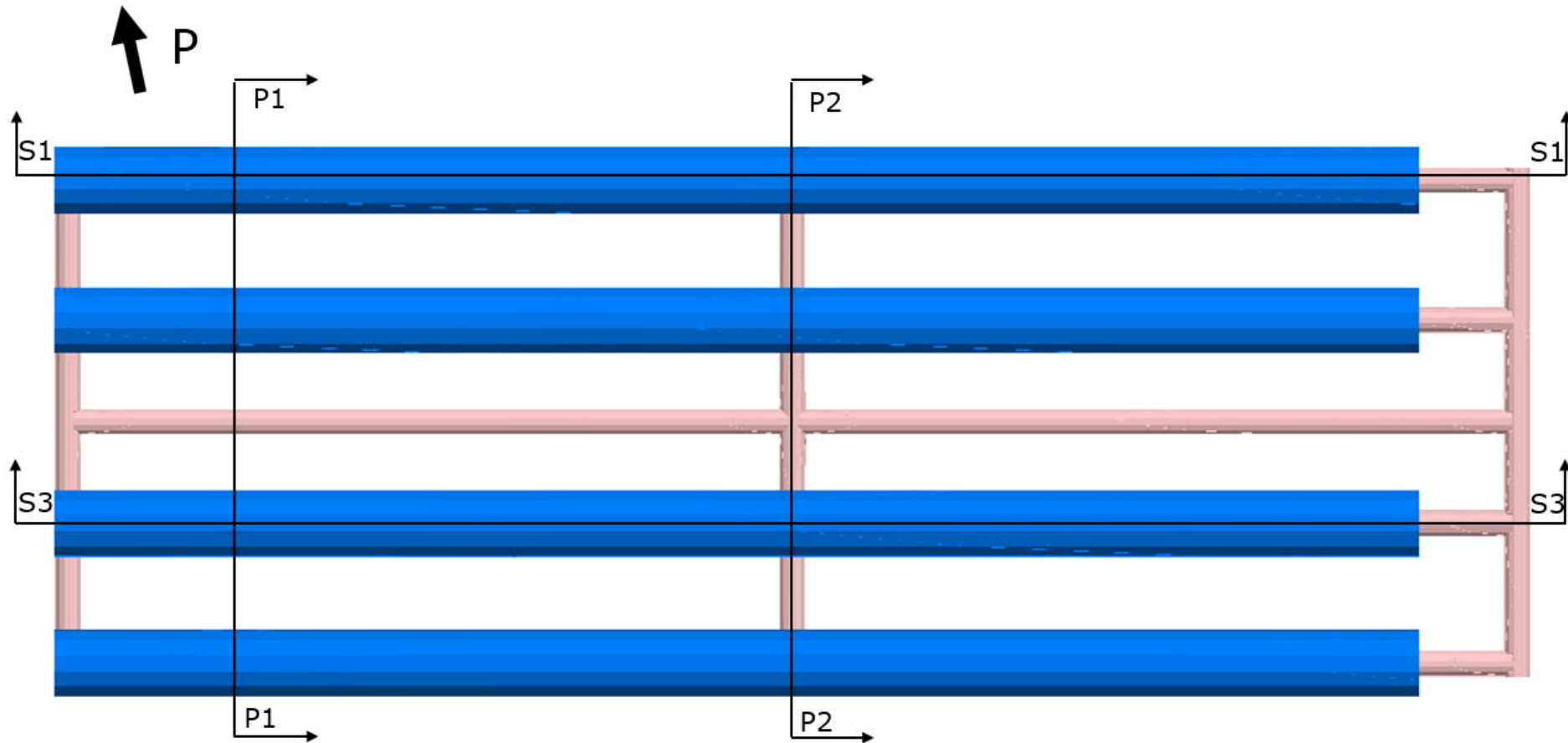


Kuva L13-1. Akun 44 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät tilojen seinillä ja -holveissa kuvattuna Koillisesta Lounaaseen.



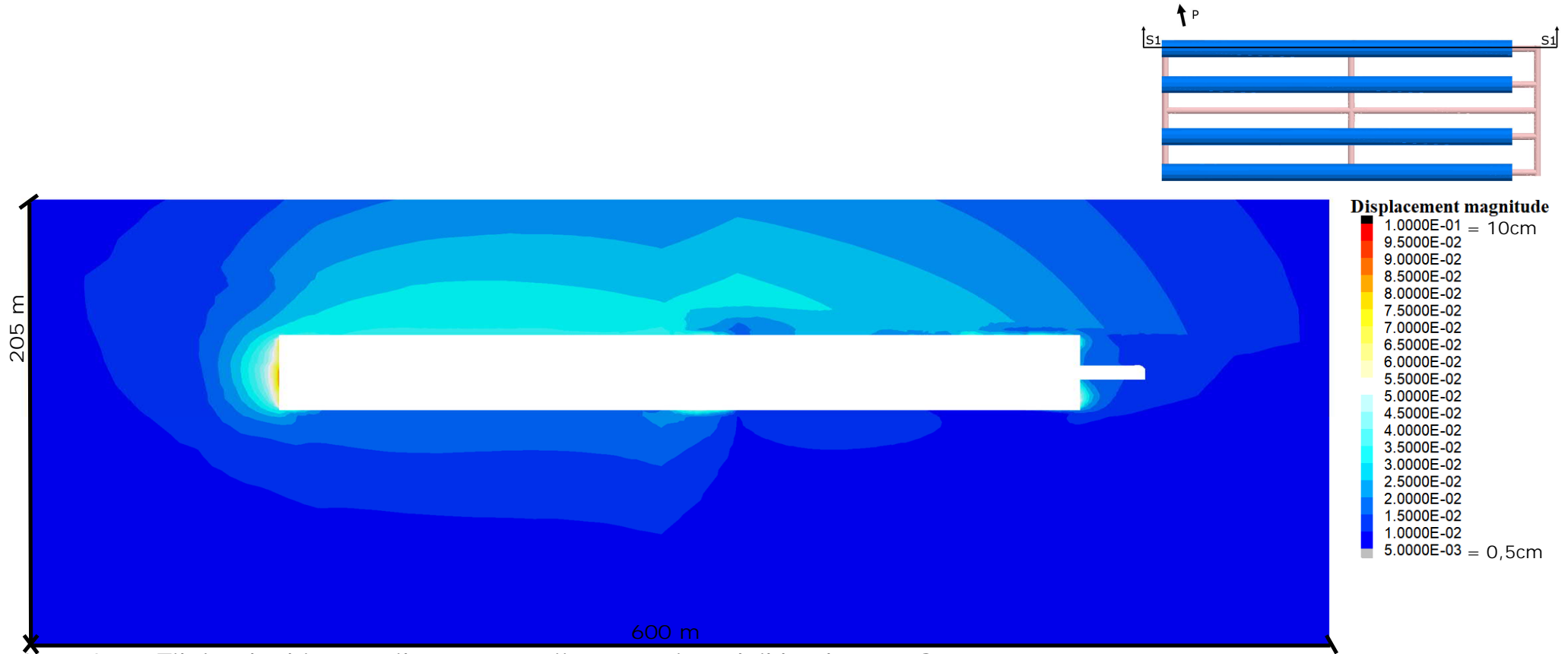
Kuva L13-2. Akun 44 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät tilojen seinillä ja -holveissa kuvattuna Lounaasta Koilliseen.

Liite 14. Leikkausten sijainnit



Kuva L14. Leikkausten sijainnit.

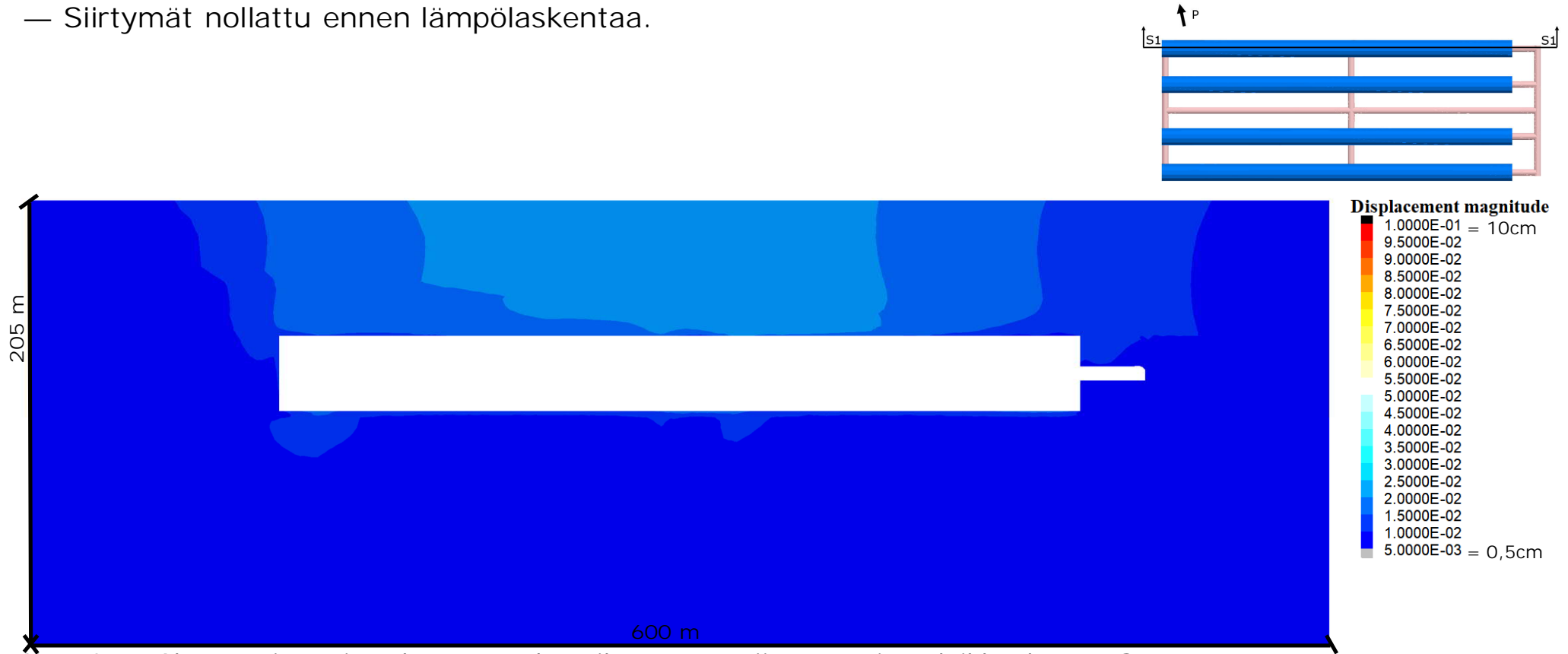
Liite 15. Louhintojen aiheuttamat, S1



Kuva L15. Tilojen louhinnan aiheuttamat siirtymät pituusleikkauksessa S1.

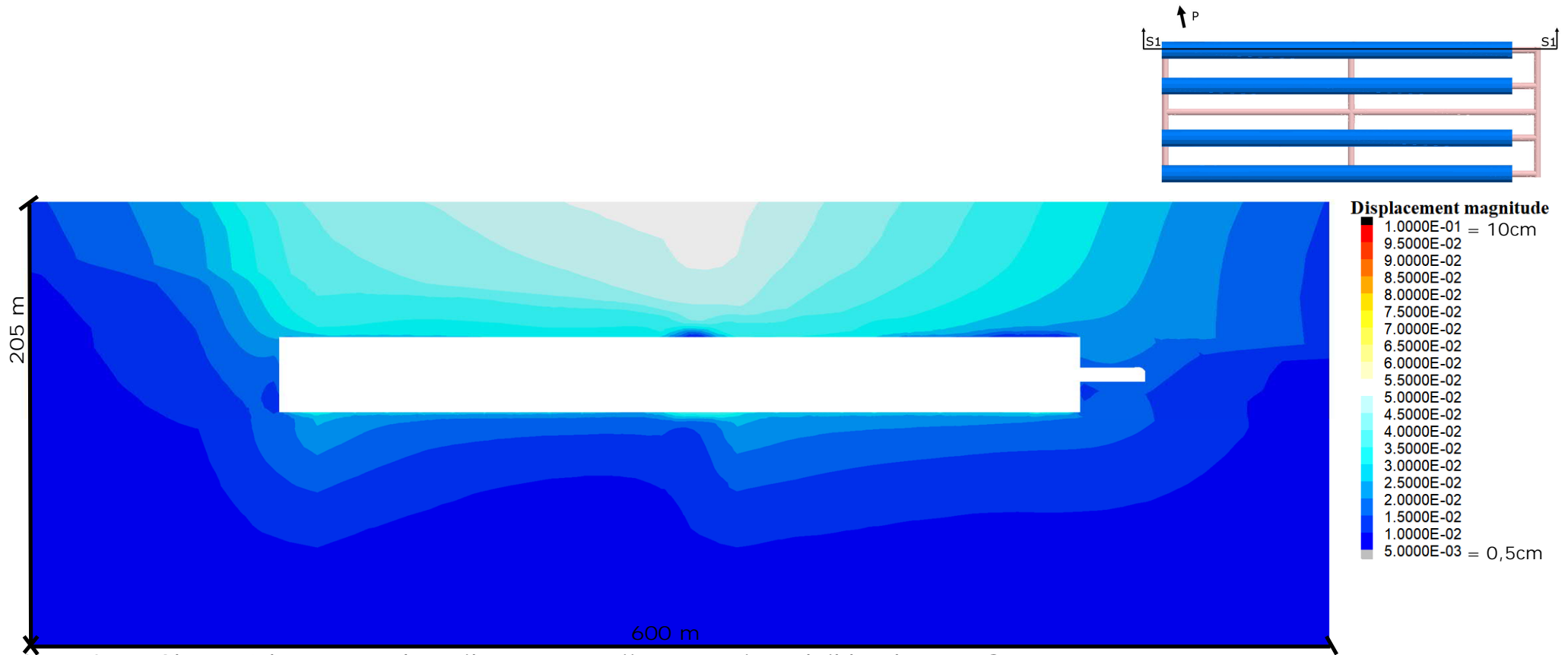
Liite 16. Akun 1 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät, S1

— Siirtymät nollattu ennen lämpölaskentaa.



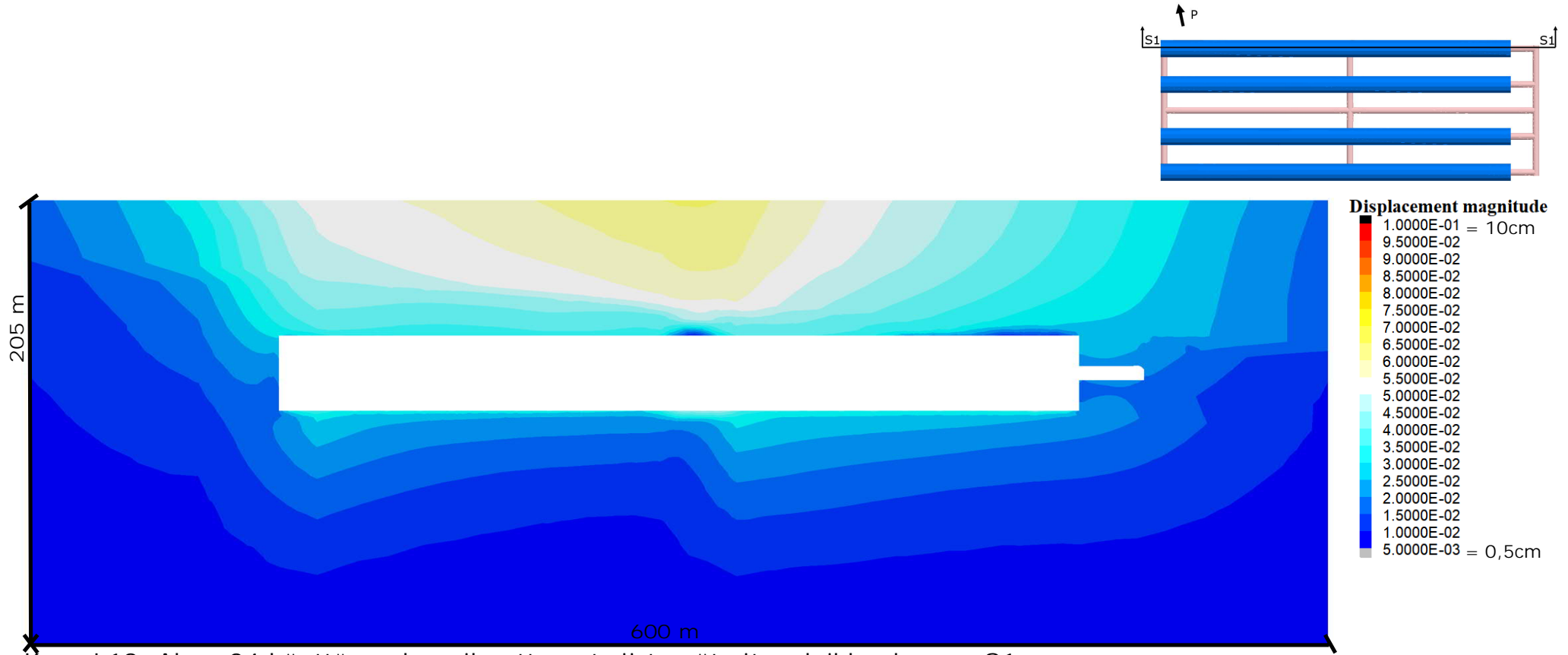
Kuva L16. Akun ensimmäisen käyttövuoden aiheuttamat siirtymät pituusleikkauksessa S1.

Liite 17. Akun 12 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät, S1



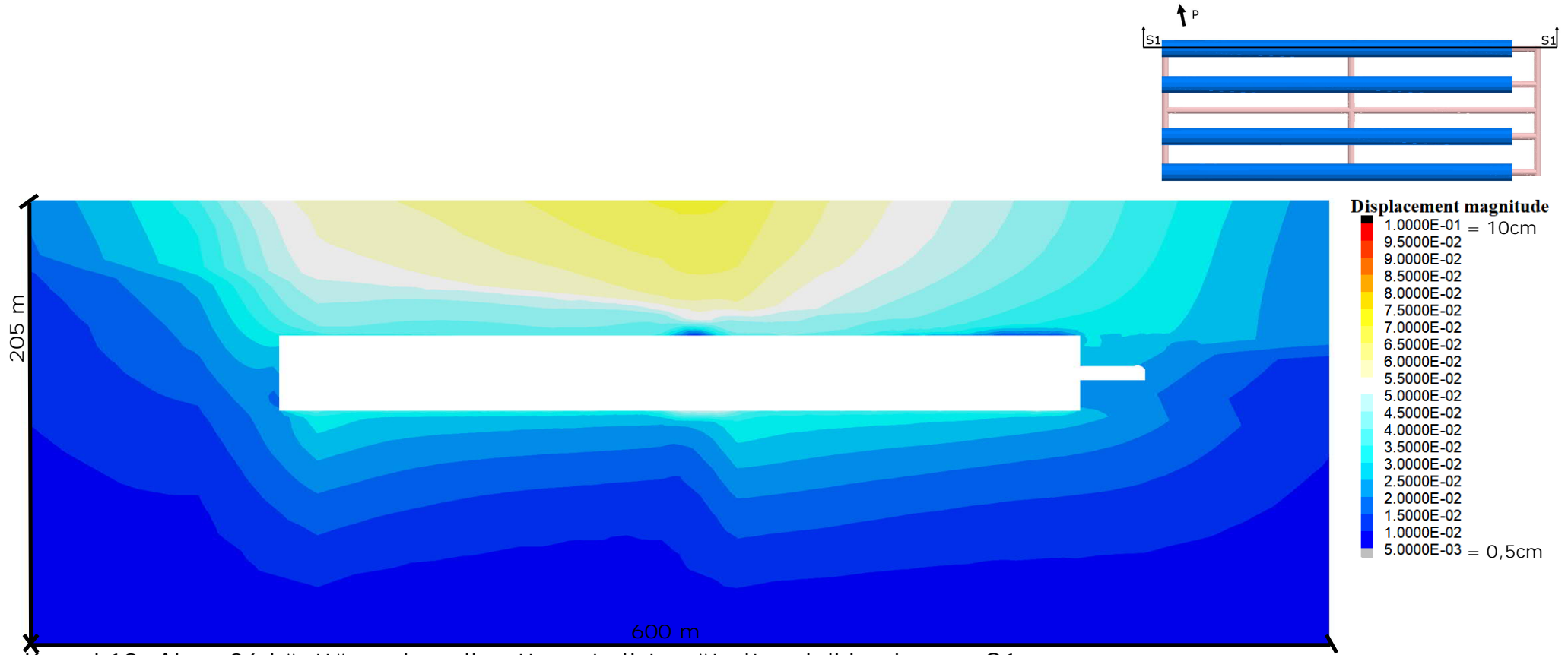
Kuva L17. Akun 12 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät pituusleikkauksessa S1.

Liite 18. Akun 24 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät, S1



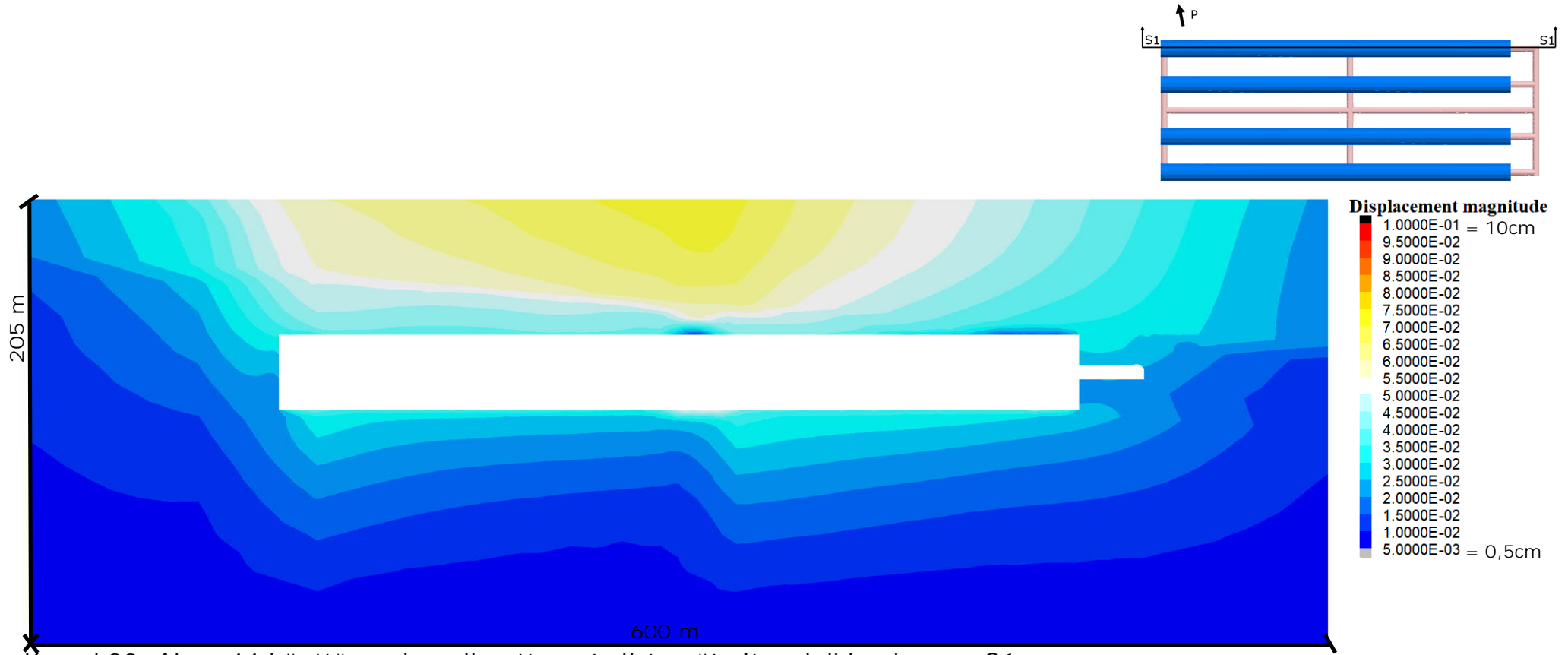
Kuva L18. Akun 24 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät pituusleikkauksessa S1.

Liite 19. Akun 36 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät, S1



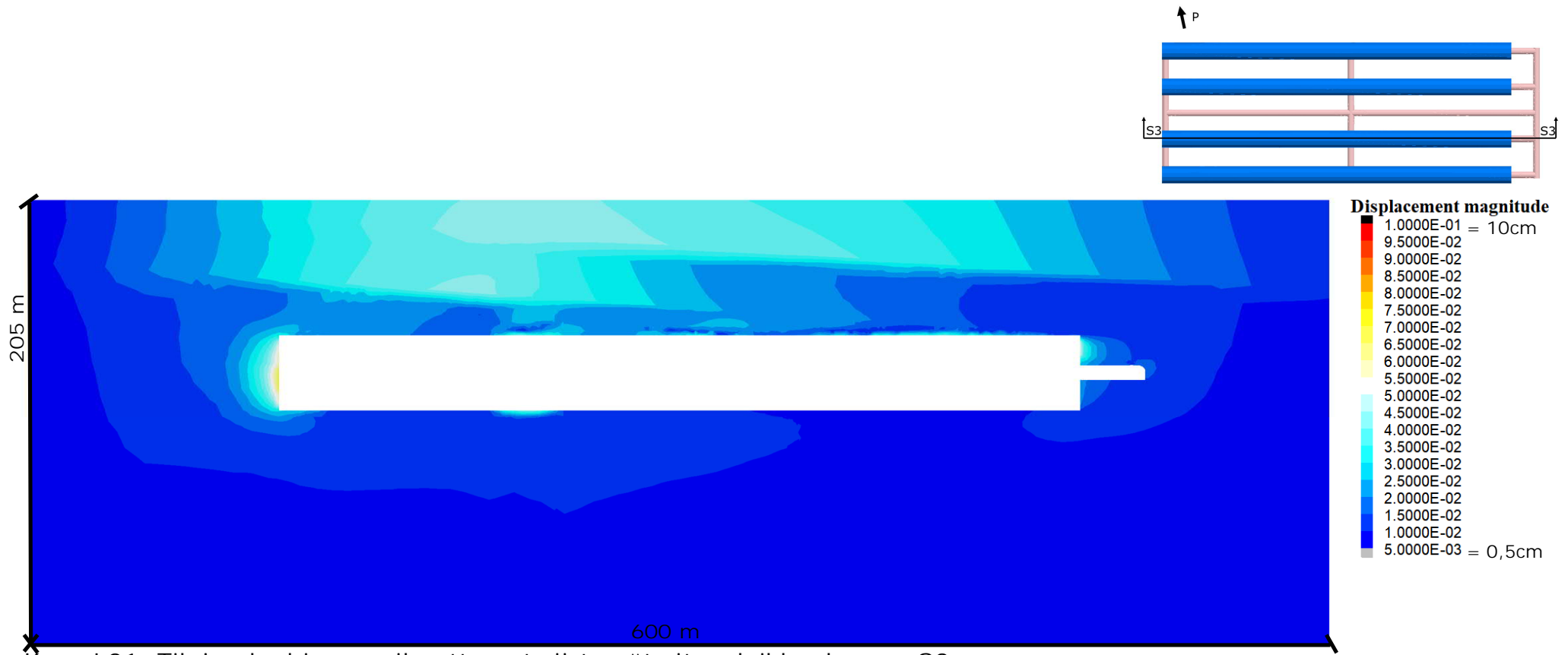
Kuva L19. Akun 36 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät pituusleikkauksessa S1.

Liite 20. Akun 44 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät, S1



Kuva L20. Akun 44 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät pituusleikkauksessa S1.

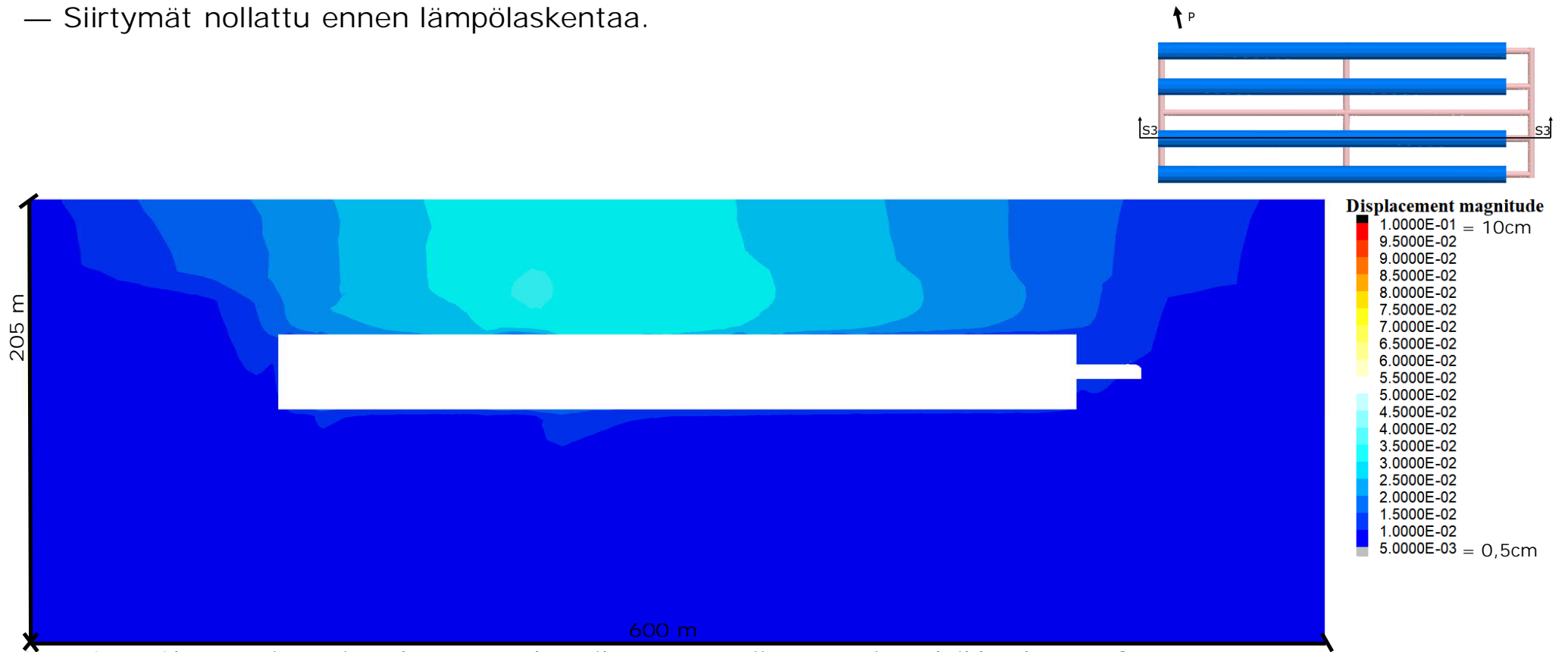
Liite 21. Louhintojen aiheuttamat siirtymät, S3



Kuva L21. Tilojen louhinnan aiheuttamat siirtymät pituusleikkauksessa S3.

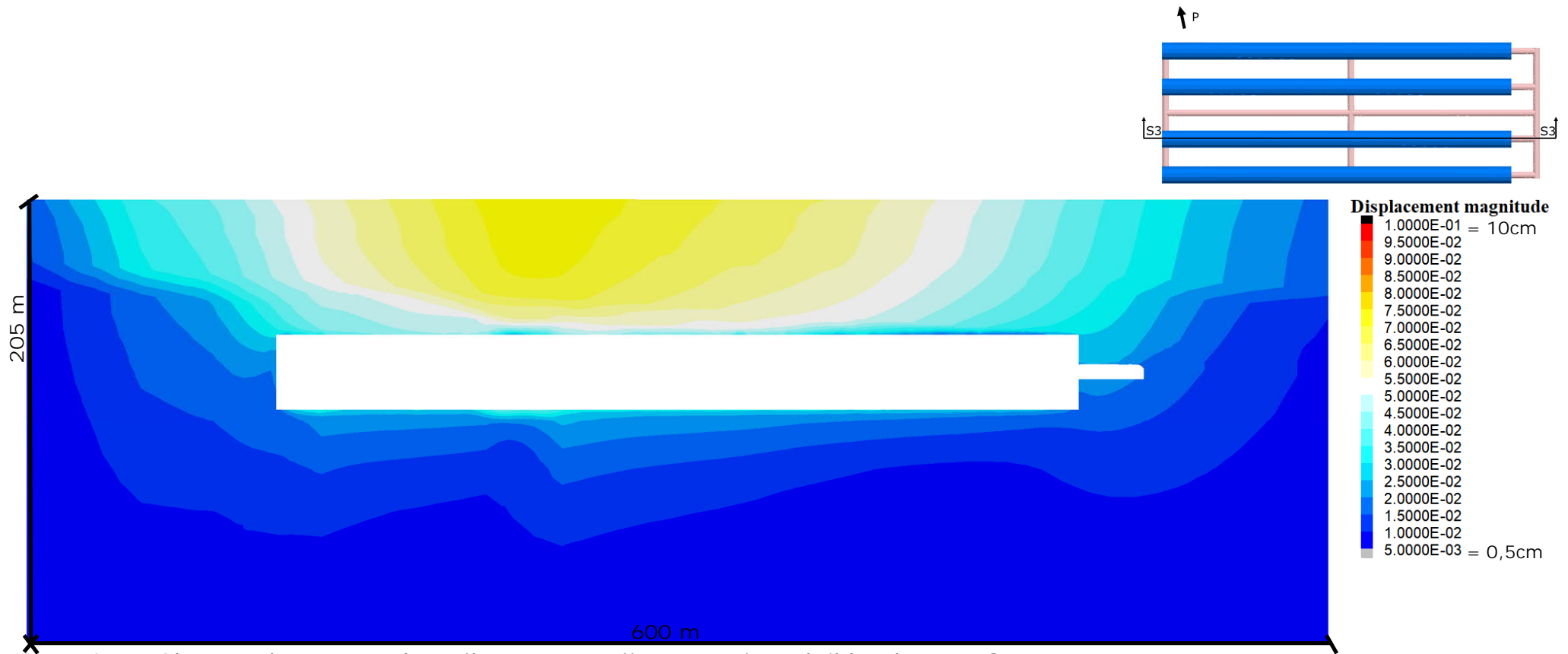
Liite 22. Akun 1 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät, S3

— Siirtymät nollattu ennen lämpölaskentaa.



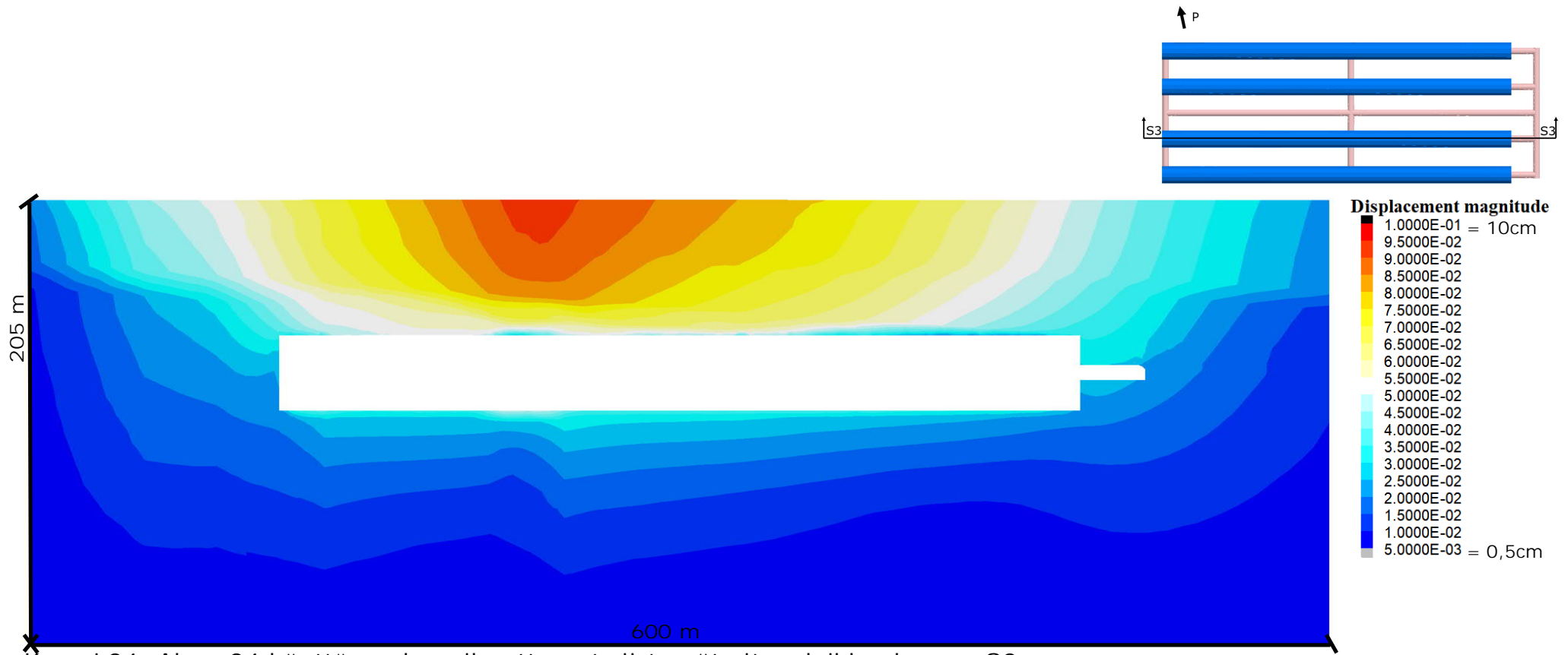
Kuva L22. Akun ensimmäisen käyttövuoden aiheuttamat siirtymät pituusleikkauksessa S3.

Liite 23. Akun 12 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät, S3



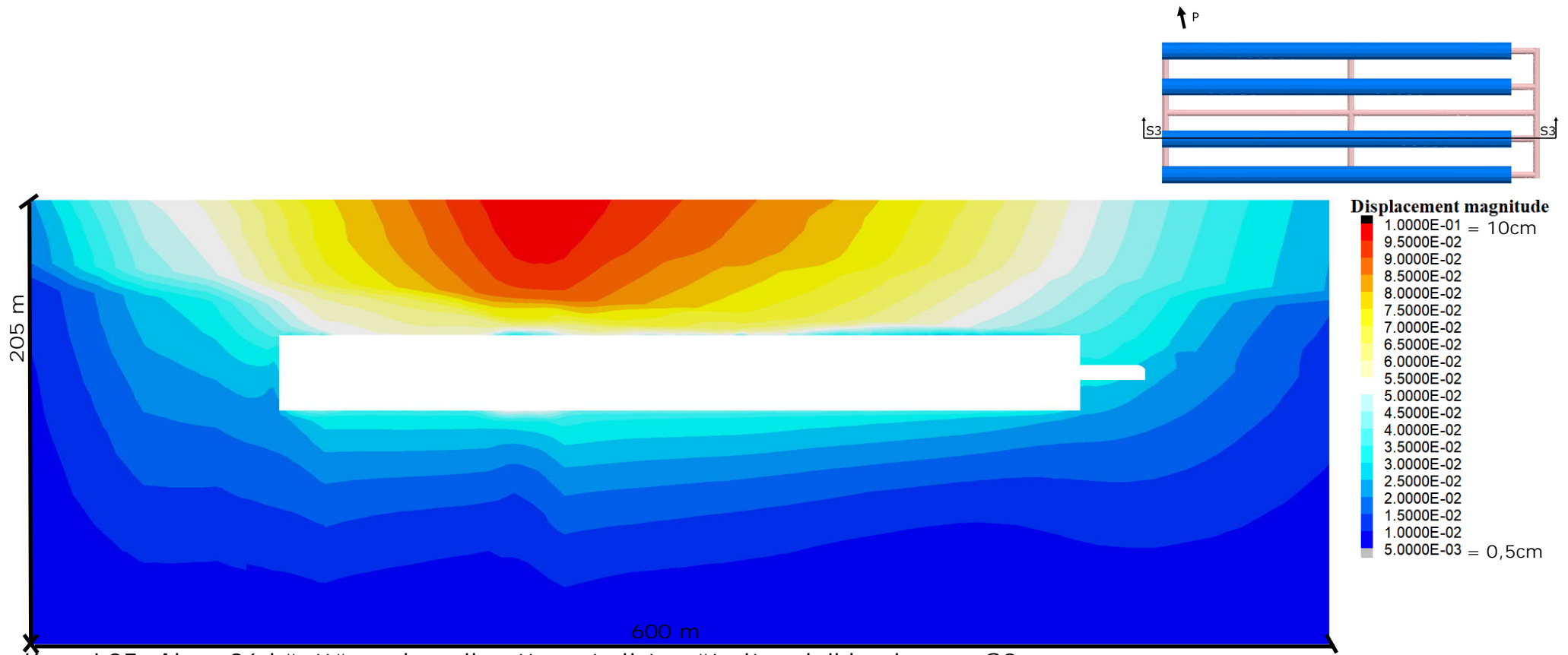
Kuva L23. Akun 12 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät pituusleikkauksessa S3.

Liite 24. Akun 24 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät, S3



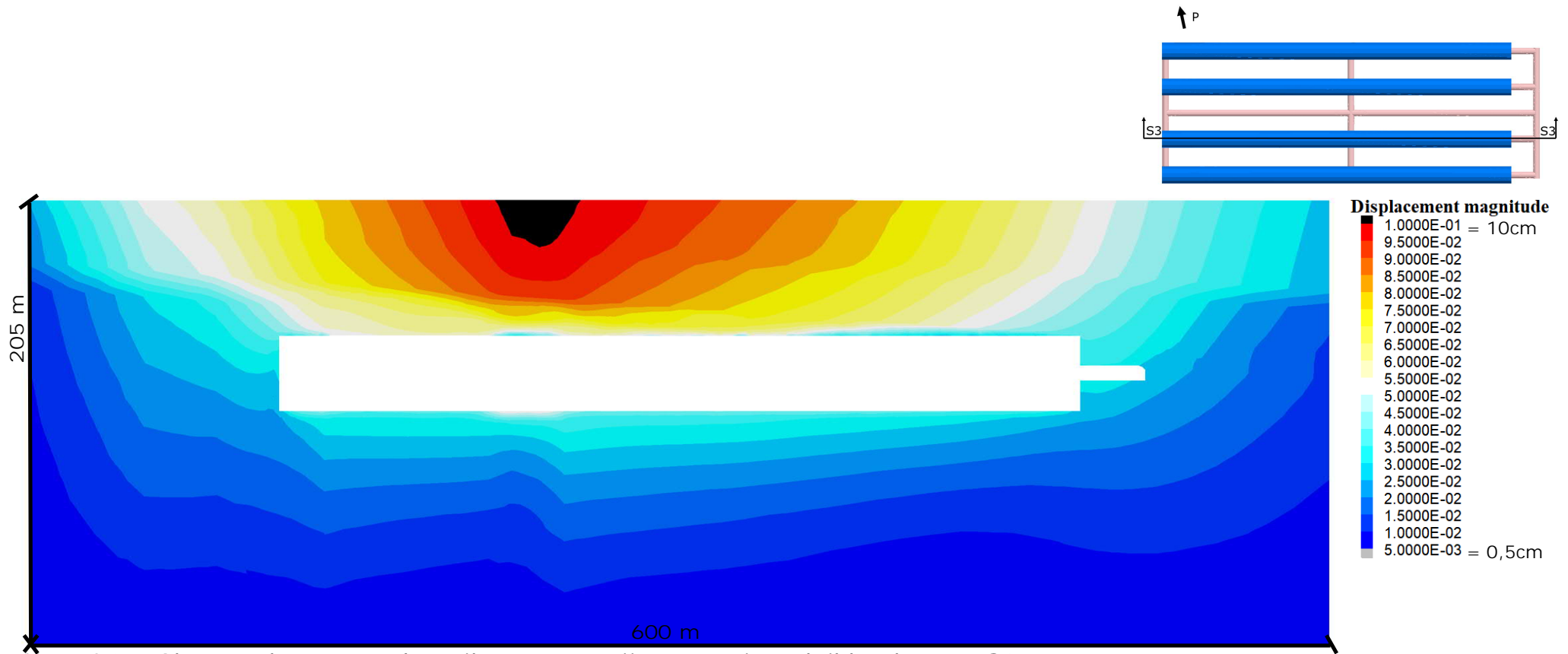
Kuva L24. Akun 24 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät pituusleikkauksessa S3.

Liite 25. Akun 36 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät, S3



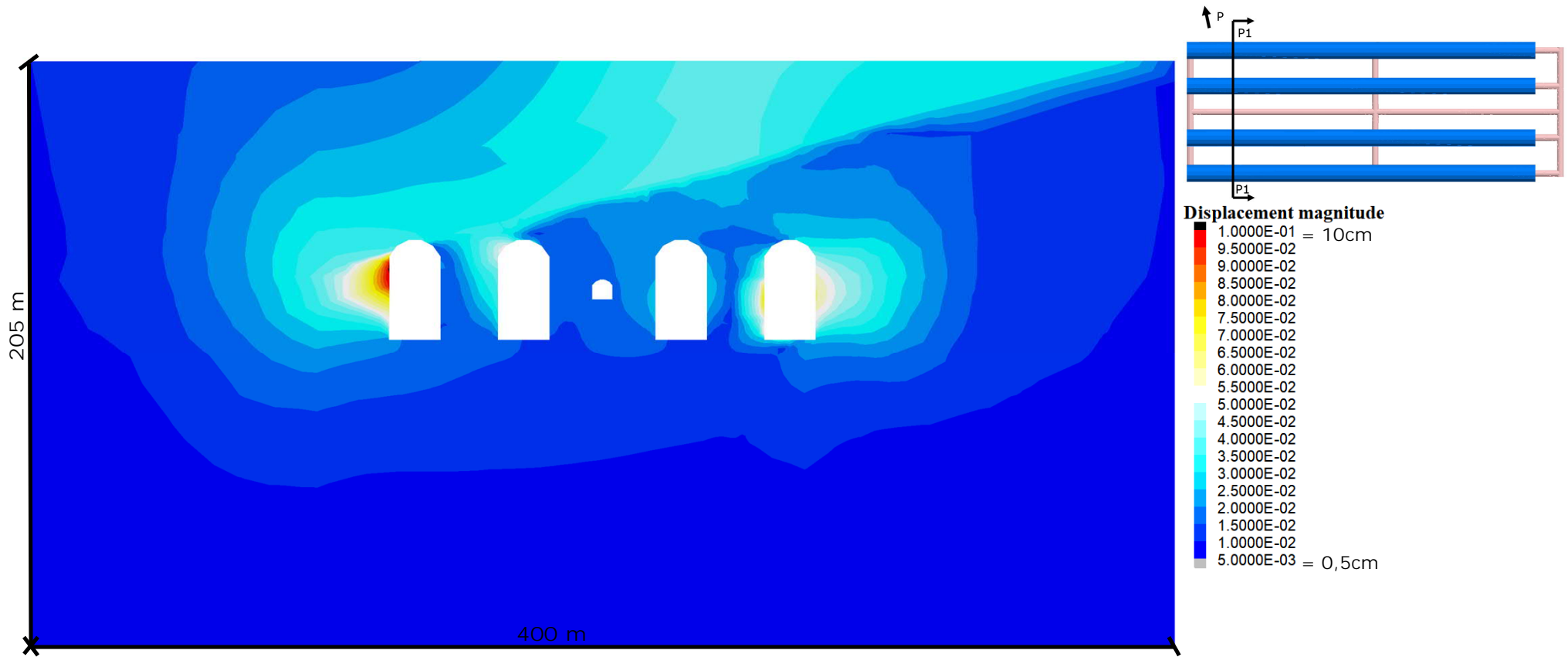
Kuva L25. Akun 36 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät pituusleikkauksessa S3.

Liite 26. Akun 44 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät, S3



Kuva L26. Akun 44 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät pituusleikkauksessa S3.

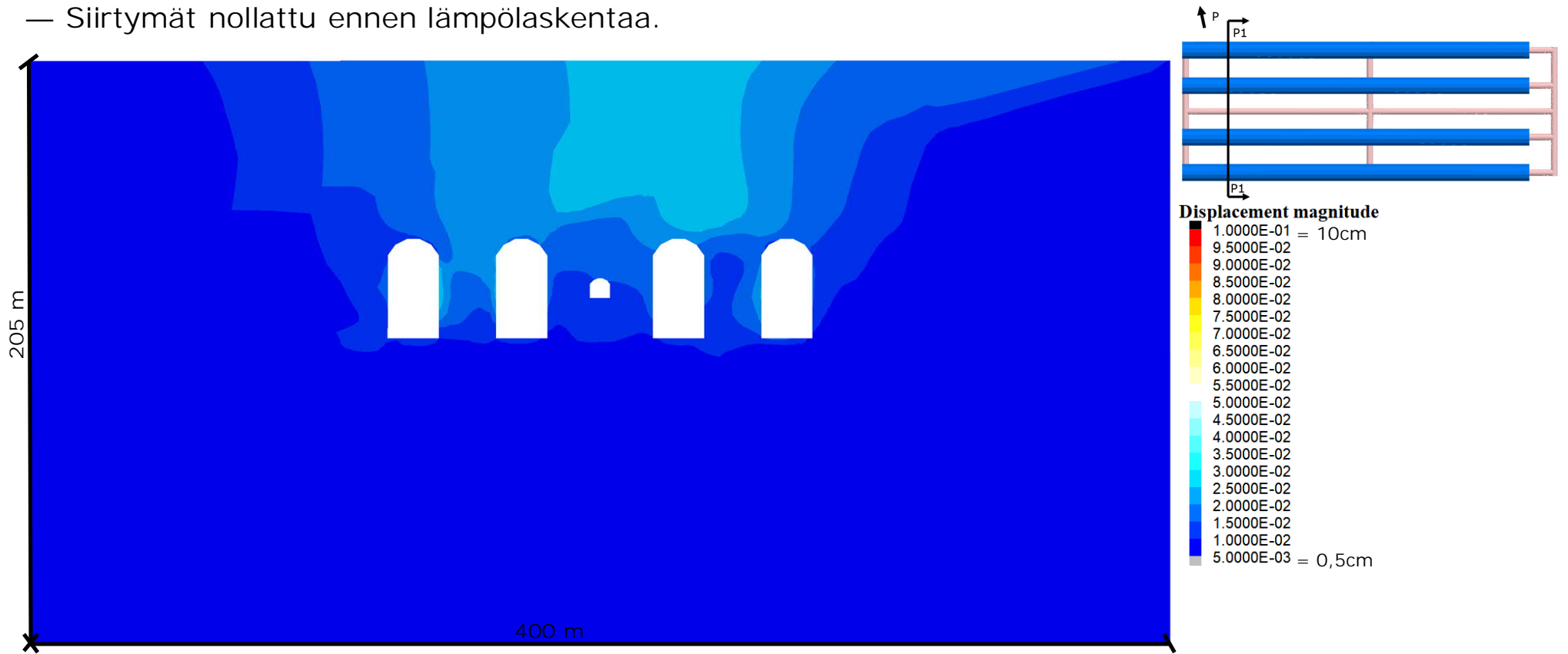
Liite 27. Louhintojen aiheuttamat siirtymät, P1



Kuva L27. Tilojen louhinnan aiheuttamat siirtymät poikkileikkauksessa P1.

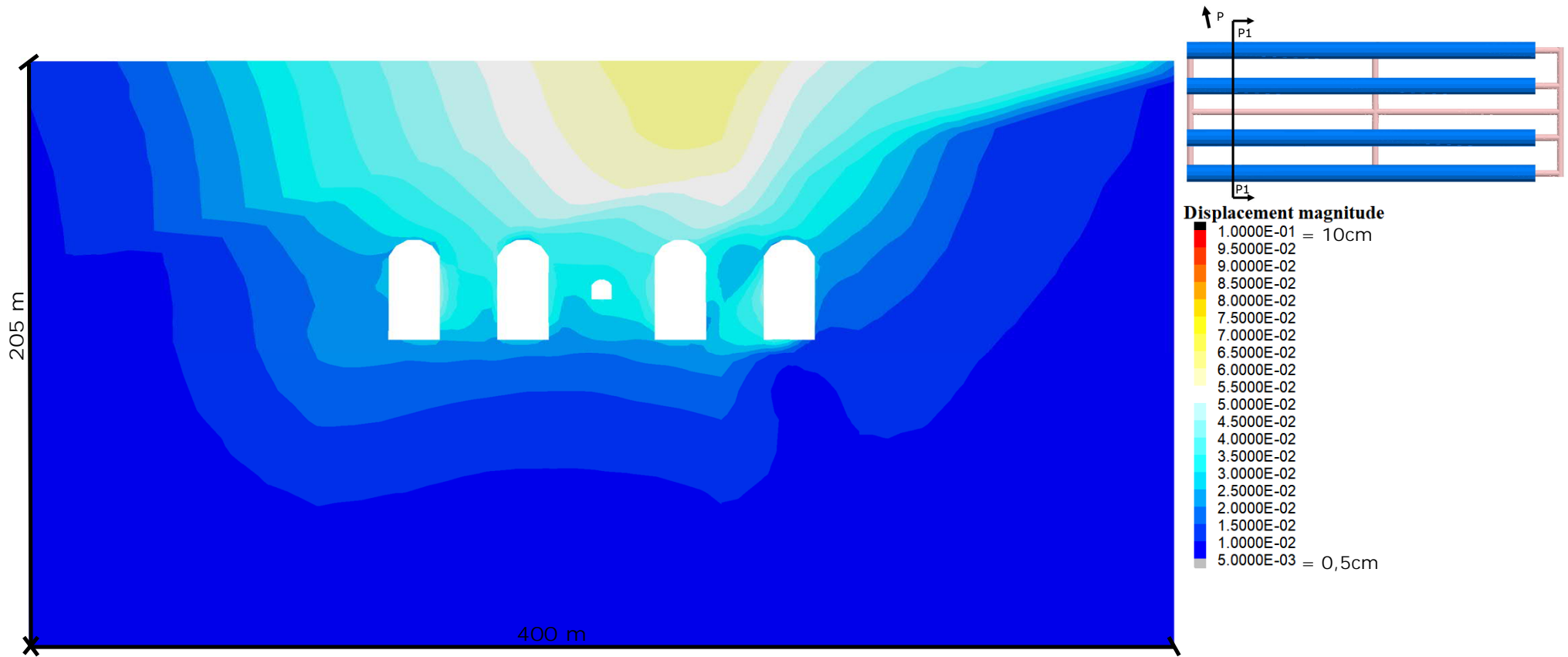
Liite 28. Akun 1 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät, P1

— Siirtymät nollattu ennen lämpölaskentaa.



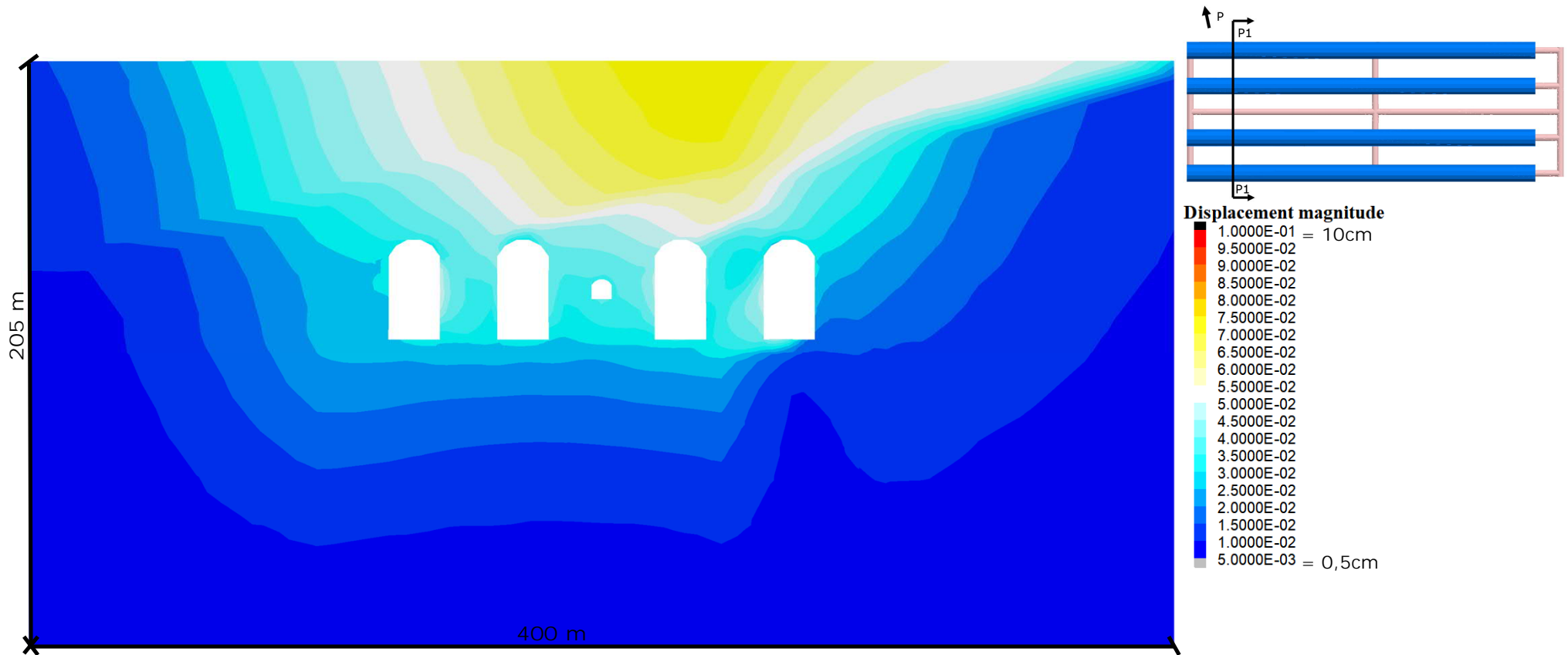
Kuva L28. Akun ensimmäisen käyttövuoden aiheuttamat siirtymät poikkileikkauksessa P1.

Liite 29. Akun 12 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät, P1



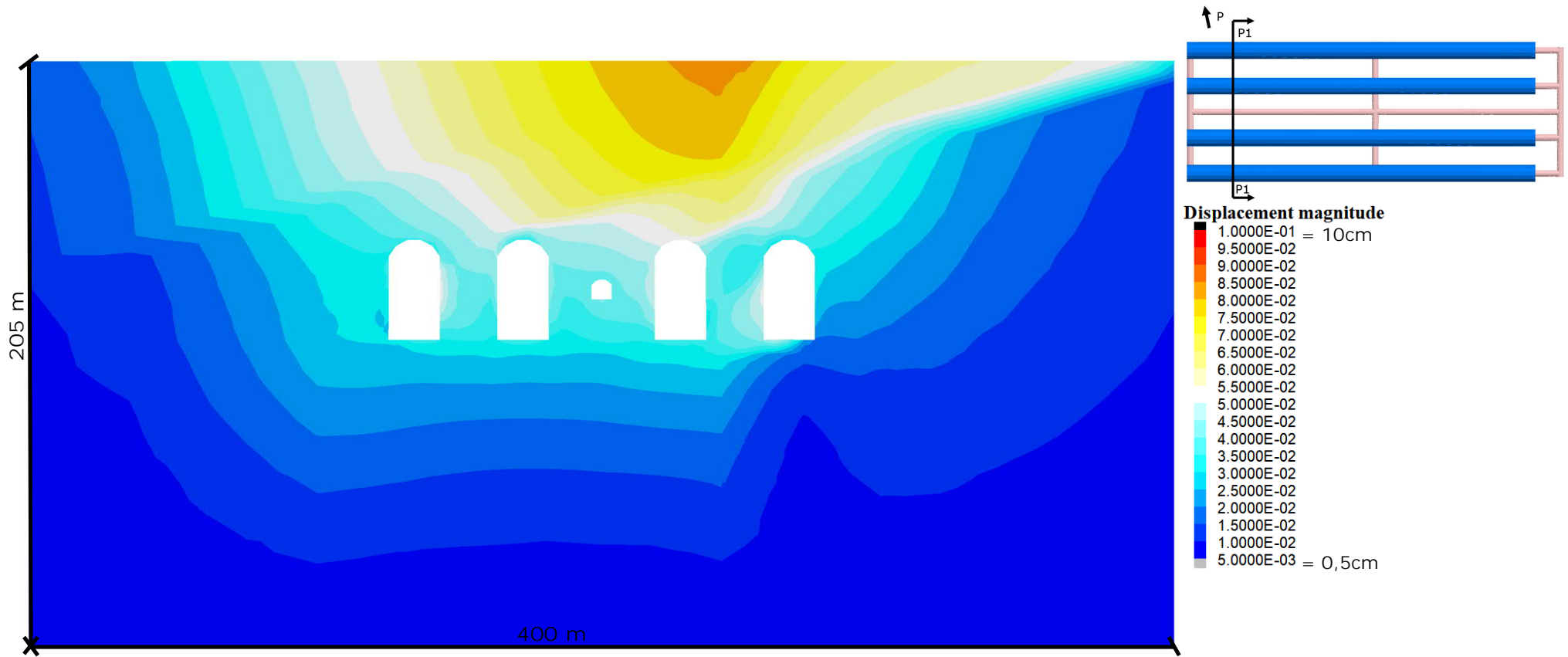
Kuva L29. Akun 12 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät poikkileikkauksessa P1.

Liite 30. Akun 24 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät, P1



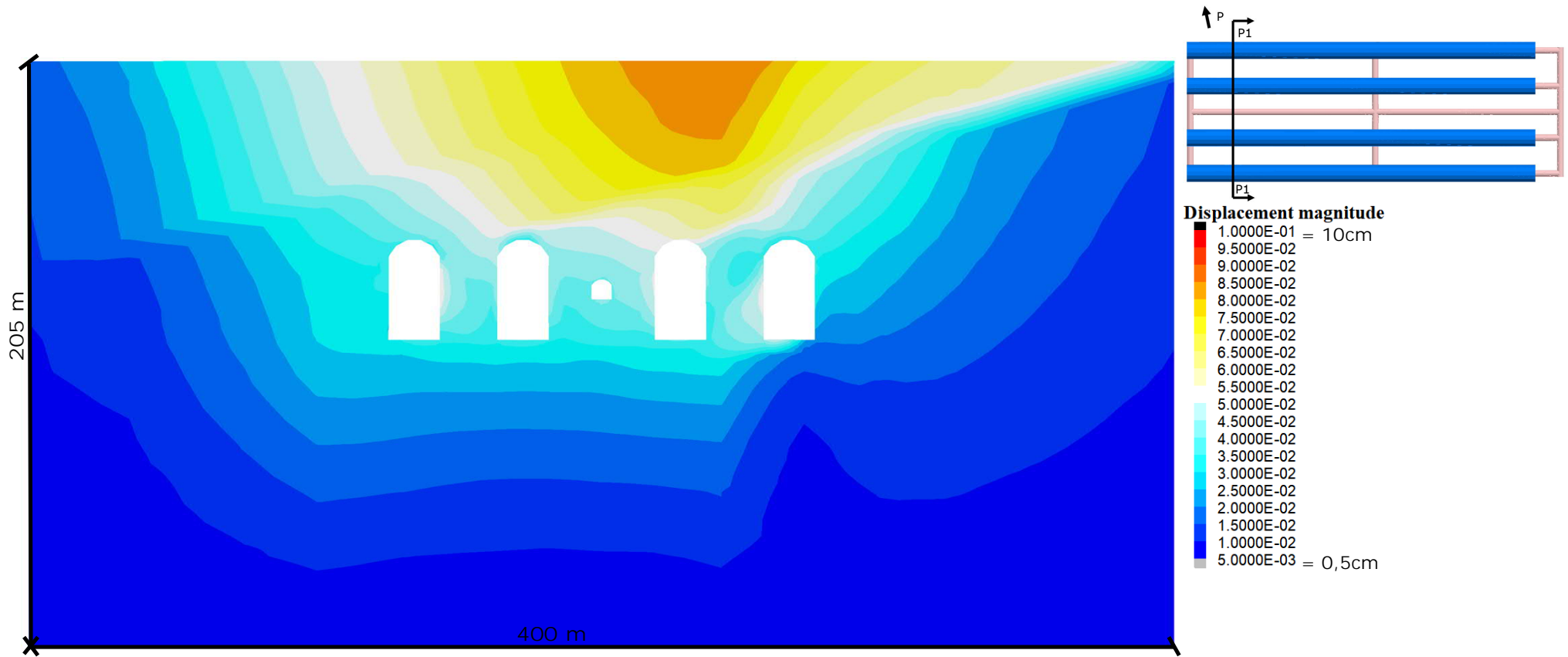
Kuva L30. Akun 24 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät poikkileikkauksessa P1.

Liite 31. Akun 36 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät, P1



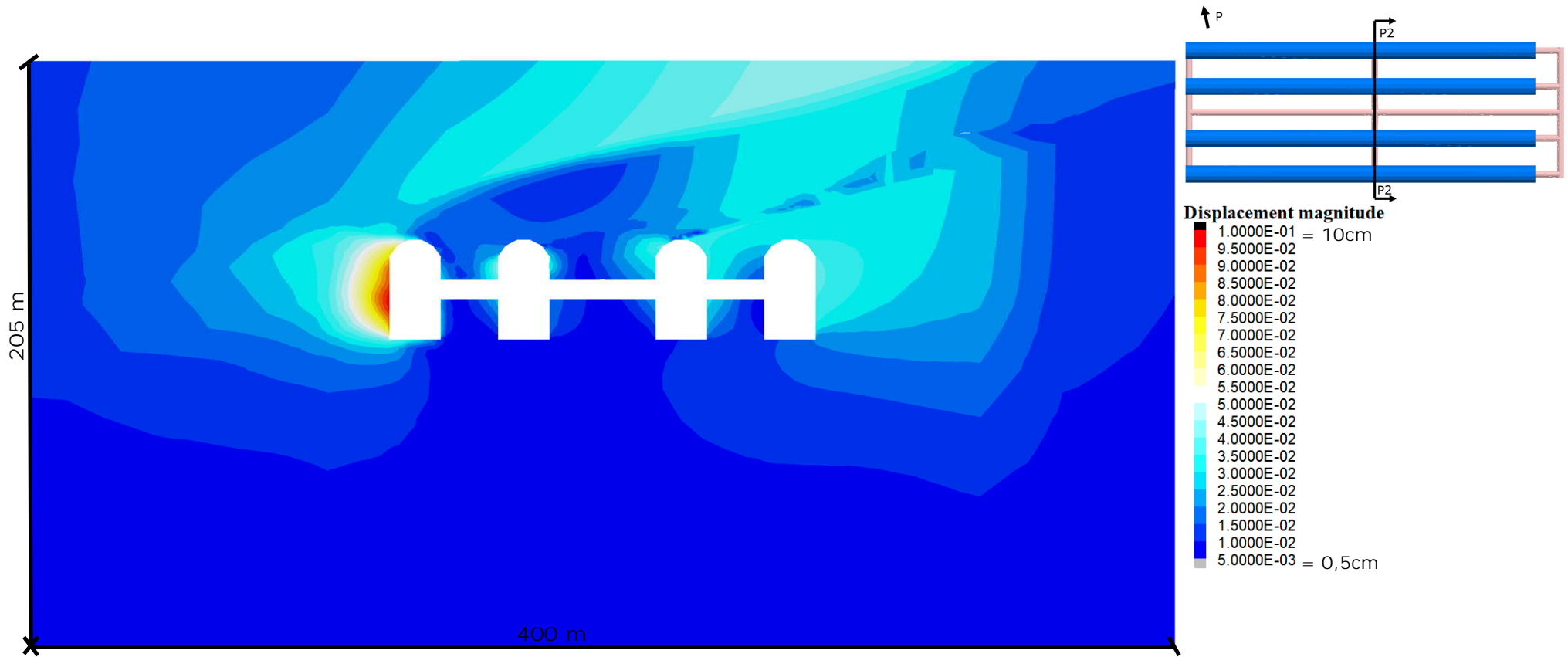
Kuva L31. Akun 36 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät poikkileikkauksessa P1.

Liite 32. Akun 44 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät, P1



Kuva L32. Akun 44 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät poikkileikkauksessa P1.

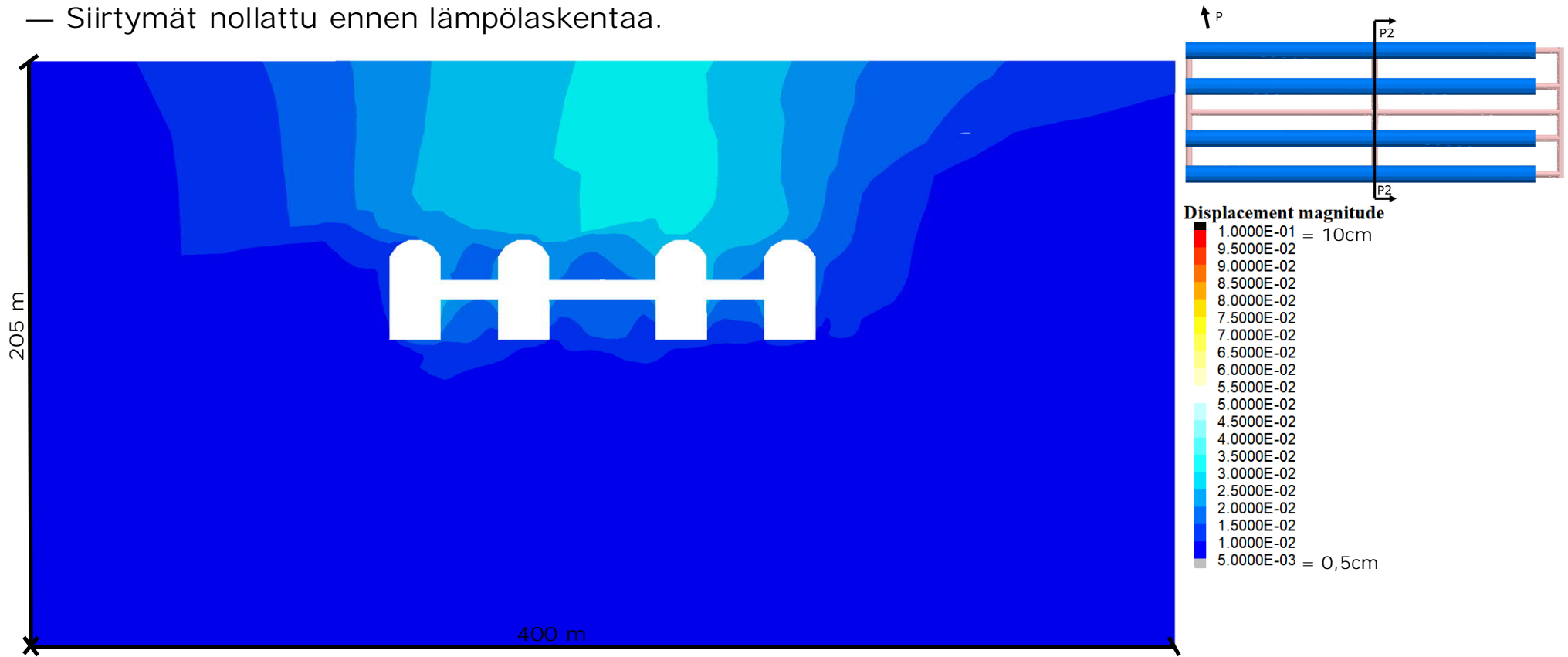
Liite 33. Louhintojen aiheuttamat siirtymät, P2



Kuva L33. Tilojen louhinnan aiheuttamat siirtymät poikkileikkauksessa P2.

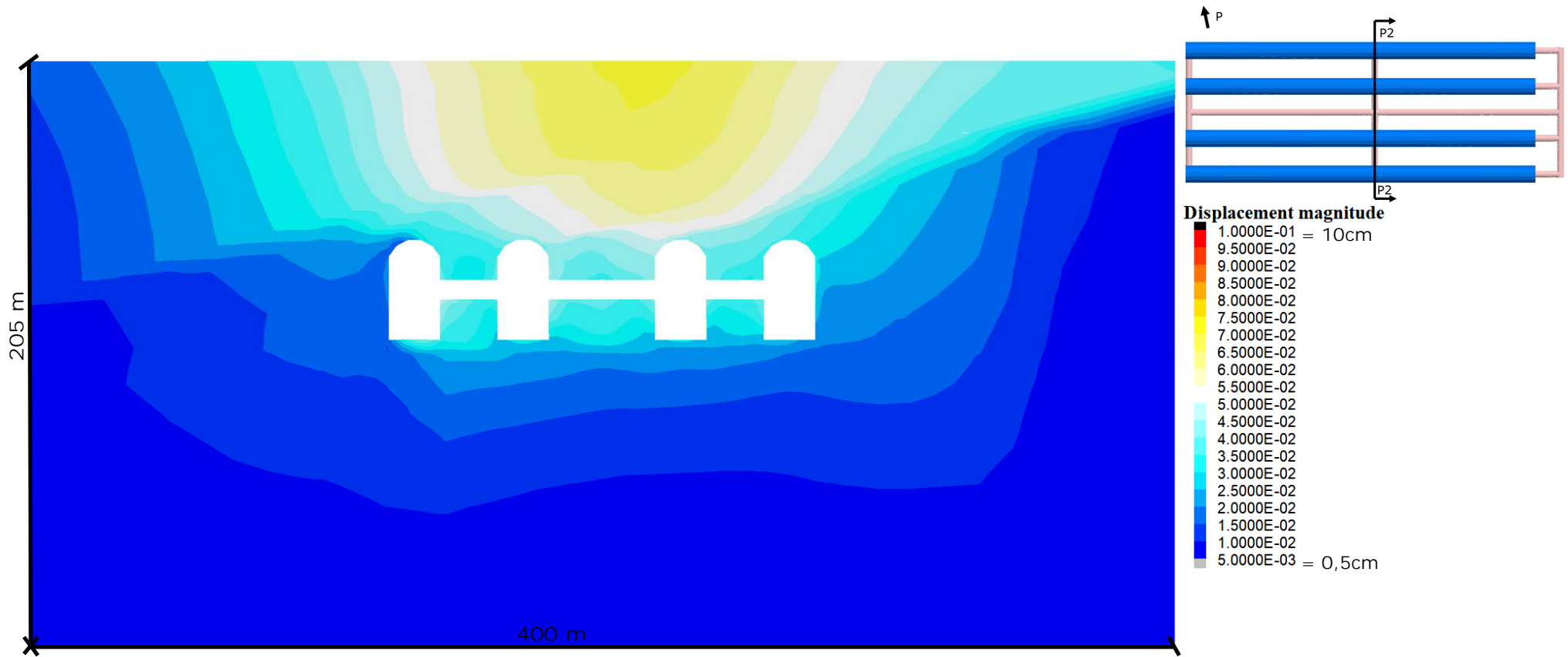
Liite 34. Akun 1 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät, P2

— Siirtymät nollattu ennen lämpölaskentaa.



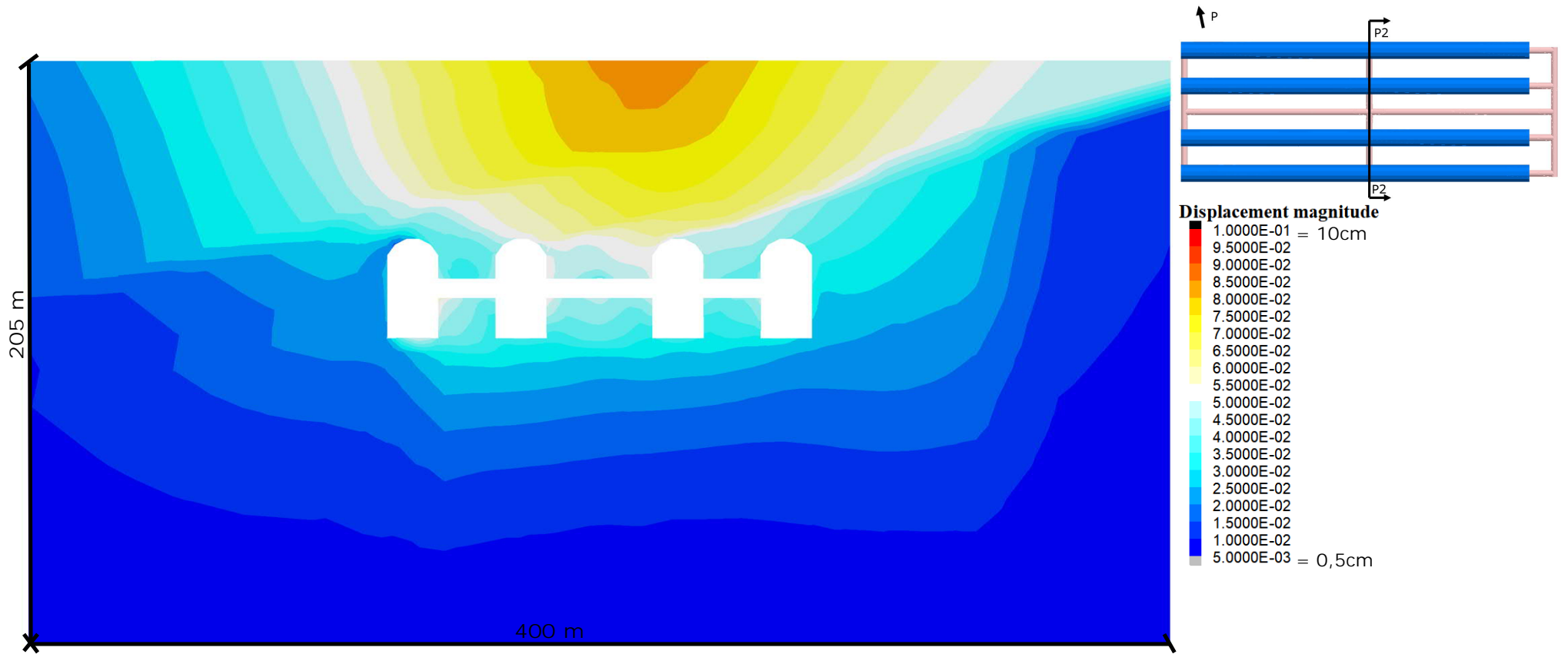
Kuva L34. Akun ensimmäisen käyttövuoden aiheuttamat siirtymät poikkileikkauksessa P2.

Liite 35. Akun 12 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät, P2



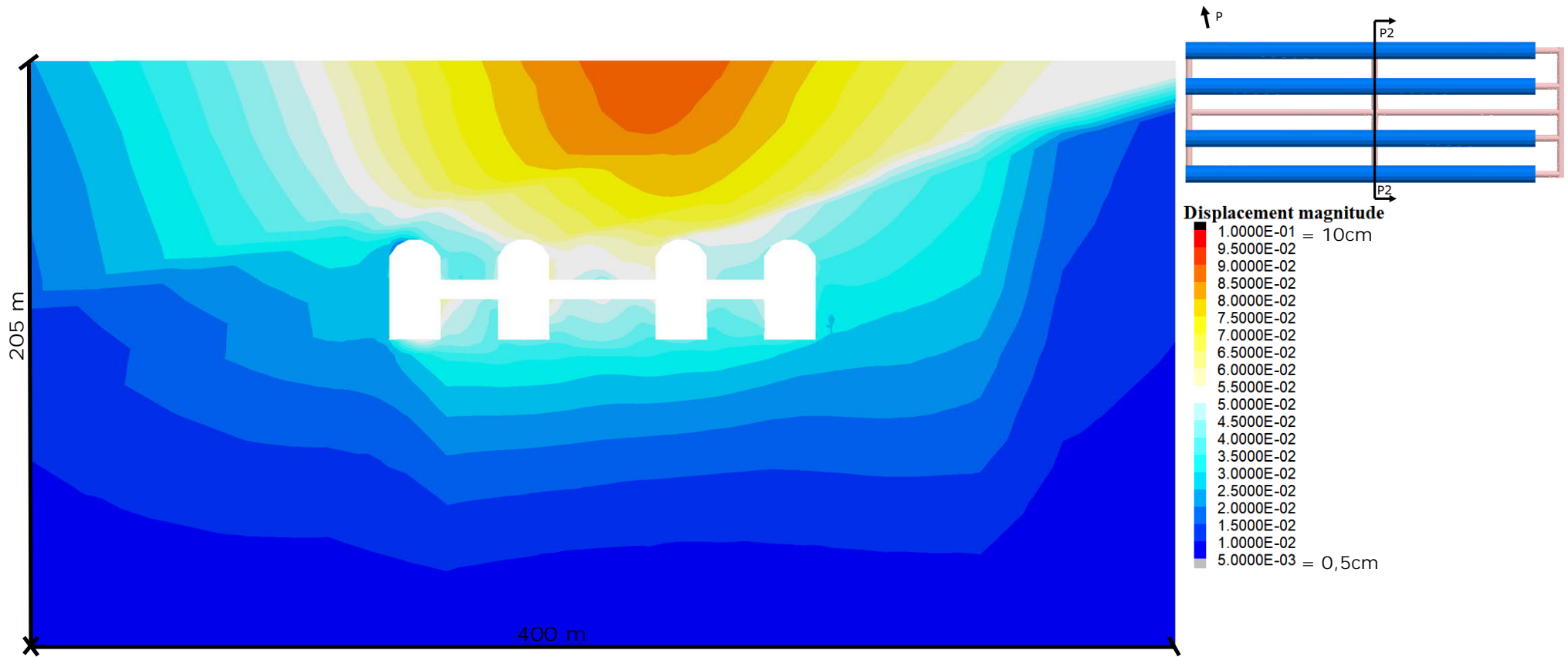
Kuva L35. Akun 12 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät poikkileikkauksessa P2.

Liite 36. Akun 24 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät, P2



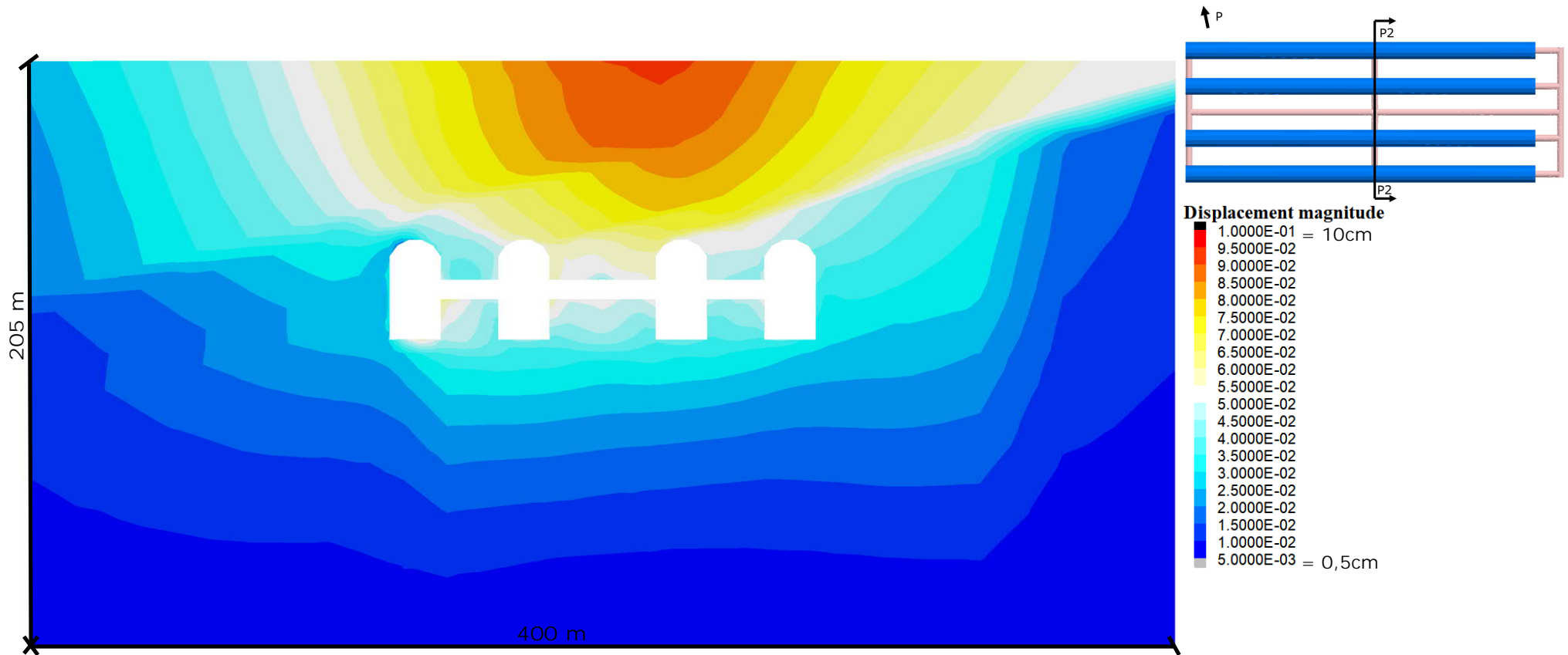
Kuva L36. Akun 24 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät poikkileikkauksessa P2.

Liite 37. Akun 36 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät, P2



Kuva L37. Akun 36 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät poikkileikkauksessa P2.

Liite 38. Akun 44 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät, P2



Kuva L38. Akun 44 käyttövuoden aiheuttamat siirtymät poikkileikkauksessa P2.

Making Future

LIITE 3b

Vantaan Energia Oy, Lämmön kausivarasto,
Kuusikko, Vantaa

Tekijä
Routa, Teemu
AFRY Finland Oy

Vastaanottaja
Nyssönen, Joni
AFRY Finland Oy

Puhelin nro.
+ 358504105461
Sähköpostiosoite
teemu.routa@afry.com
Päivämäärä
12/11/2021

CTES-YVA kalliomekaanisen erillisselvityksen tarkennus

Sisällysluettelo

1	Johdanto.....	2
2	Lay-out -muutoksen vaikutukset.....	2
3	Kallioperätiedon muutoksen vaikutukset.....	3
3.1	Kivinäytteiden mekaaniset ominaisuudet.....	3
3.2	Kallioperän laatu.....	4
3.3	Kivinäytteiden termiset ominaisuudet.....	5
4	Käyttölämpötilojen vaikutus.....	6
5	Johtopäätökset.....	7
	Lähdeluettelo.....	8

Liite 1: Kevään 2021 lay-out

Liite 2: Syksyn 2021 lay-out

Liite 3-8: Syksyn 2021 lähtötietojen vaikutus karkeasti arvioituna kevään 2021 erillisselvityksen liitteisiin 2-7

1 Johdanto

Vantaan Energia suunnittelee lämmön kausivaraston rakentamista kallioperään Vantaalle Kalkkikallion Kuusikon väliin Kehä III:n alle. Lämmön kausivaraston aiheuttamaa maankohoamista kausivaraston vesisäiliöiden yläpuolella tutkittiin keväällä 2021 kalliomekaanisella simuloinnilla. Simulointi toteutettiin ITASCA CO. 3DEC-ohjelmistolla.

Simulointimalliin oli mallinnettu keväällä 2021 YVA:n lähtötietoaineiston mukaiset kallioon louhittavat vesisäiliöt ja yhdystunnelit. Lämmön kausivaraston lay-out on muuttunut suunnittelun aikana. Myös kalliomekaaniset lähtötiedot ovat tarkentuneet keväällä 2021 tehdyn kalliomekaanisen simuloinnin ja syksyn 2021 (29.10.2021) välisenä aikana.

Tässä erillisselvityksessä kerrotaan tarkentuneiden ja päivittyneiden lähtötietojen vaikutusta keväällä 2021 simuloinnilla selvitettyyn maankohoamiseen. Vaikutusta tarkastellaan maankohoamisen siirtymien suuruuteen ja maanpinnalla maankohoamisen siirtymien keskittymän laajuuteen. Muuttuneita lähtötietoja ovat:

- kallioperään louhittavien tilojen lay-out,
- kallioperän kiven mekaaniset ominaisuudet,
- kallioperän kalliolaatu,
- kallioperän kiven termiset ominaisuudet ja
- lämmön kausivaraston vesisäiliöiden käyttölämpötilat.

Muuttuneiden lähtötietojen lisäksi tässä erillisselvityksessä esitetään simulointiin liittyvistä epävarmuuksista kevään- ja syksyn 2021 lähtötiedoilla.

2 Lay-out -muutoksen vaikutukset

Kevään- ja syksyn 2021 lämmön kausivaraston lay-outien vesisäiliöiden mitat on esitetty taulukossa 1. Vesisäiliöiden lisäksi kevään- ja syksyn 2021 lay-outteihin sisältyy kallioperään louhittavat yhdystunnelit, paisuntasäiliö, tekniset tilat ja ajotunnelit. Nämä tilat ovat myös päivittyneet suunnittelun myötä, mutta muutokset ja niiden kalliomekaaniset vaikutukset maankohoamiseen ovat hyvin vähäiset/olemattomat.

Vesisäiliöiden leveyden suurentaminen kasvattaa lämpiävän kallioperän aluetta ja tätä myös maankohoamista. Säiliöiden välisten etäisyyden kasvattaminen tasoittaa ja laajentaa maankohoamista. Syksyn 2021 lay-outissa ei ole kevään 2021 lay-outin pohjoisinta vesisäiliötä. Tämän vesisäiliön pois jättämisestä johtuen kallioperän lämpötilan nousua ja siitä seuraavaa maankohoamista tapahtuu kevään 2021 simulointituloksiin verrattuna vähemmän syksyn 2021 lay-outin pohjoispuolella.

Vesisäiliöiden korkeuden kasvu aiheuttaa vesisäiliöiden sivuilla suuremmalta syvyysväliltä kallioperän lämpötilan nousua. Tämä johtaa lämmitysalueen pinta-alan ja tilavuuden kasvuun pystysuunnassa vesisäiliöiden sivuilla. Verrattuna kevään 2021 simulointituloksiin, suuremmalta syvyysväliltä lämpenevä kallioperä aiheuttaa maankohoamisen keskittymän laajenemista.

Vesisäiliöiden siirtäminen syvemmälle kasvattaa etäisyyttä kuumaa vettä sisältävän vesisäiliön holvin ja ilman viilentämän maanpinnan välillä. Tällöin edellä mainittujen pintojen väliin jää enemmän lämmön kausivaraston käytöstä lämpiävää kallioperää, jolloin maankohoamista tapahtuu enemmän.

Taulukkoon 1 on koottu tässä kappaleessa esitettyjen muutoksien karkeat suuruudet. Yleisesti lay-outin muutos kevään 2021 ja syksyn 2021 välillä vähentää huomattavasti suurimman simuloitun maankohoamisen laajuutta Kehä III:n ympäristössä ja hieman kasvattaa kohoamisen suuruutta suurimman maankohoamisen alueella.

Taulukko 1 Lämmön kausivaraston vesisäiliöiden mitat kevään- ja syksyn 2021 lay-outeissa sekä muutoksien suuruudet ja niiden vaikutus simuloituun maankohoamiseen.

Lämmön kausivaraston vesisäiliöiden mitat	Kevät 2021	Syksy 2021	Muutos	Muutoksen vaikutus maankohoamiseen
Säiliöiden lukumäärä (kpl)	4	3	-25,0%	Huomattava vähentyminen
Pituus (m)	370	370	0.0 %	Ei vaikutusta
Leveys (m)	18	20	11.1 %	Pieni kasvu
Korkeus (m)	35	41	17.1 %	Pieni kasvu
Holvin etäisyys kallionpinnasta (m)	52	62	19.2 %	Pieni kasvu
Pohjan etäisyys kallionpinnasta (m)	87	103	18.4 %	Ei vaikutusta
Säiliöiden välinen etäisyys (m)	20	30	50.0 %	Pieni kasvu

3 Kallioperätiedon muutoksen vaikutukset

3.1 Kivinäytteiden mekaaniset ominaisuudet

Keväällä 2021 ei ollut lähtötietoja kohteen kallioperän kiven mekaanisista ominaisuuksista. Tästä johtuen kalliomekaanisessa simuloinnissa käytettiin kirjallisuusarvoja (Kesonen, 2015) kallionäytekairauksista tulkituille kivilajialueille. Syksyllä 2021 Stress Measurement Company Oy on suorittanut kivien mekaanisten ominaisuuksien selvittämiseksi puristus- ja vetolujuus testejä kohteen kallioperästä kairatuille kivinäytteille. Keväällä 2021 simuloinnissa käytetyt- ja syksyllä 2021 testattujen kivien mekaanisten ominaisuuksien arvot on esitetty taulukossa 2. Taulukossa 2 esitetään myös muutos ja niiden vaikutus maankohoamiseen kalliomekaanisessa simuloinnissa.

Taulukko 2. Kevään 2021 simuloinnissa käytetyt- ja syksyllä 2021 testituloksien mukaiset kivien mekaaniset ominaisuudet: UCS = Kivinäytteiden yksiakσιαalinen puristuslujuus mega Pascaleissa, m_i = Kivinäytteiden geologisen rakenteen parametri, E_i = Kivinäytteiden kimmokerroin mega Pascaleissa ja Poisson = Kivinäytteiden Poissonin puristus-venymä-suhde

Kivinäytteen ominaisuus	Kevät 2021		Syksy 2021		Muutos		Muutoksen vaikutus maankohoamiseen
	Graniitti	Kiillegneissi	Graniitti	Kiillegneissi	Graniitti	Kiillegneissi	
UCS (MPa)	190	160	247	233	30.0 %	45.6 %	Vähentää
m_i (-)	20	15	15	15	-25.0 %	0.0 %	Pieni kasvu
E_i (MPa)	80000	57000	68000	76000	-15.0 %	33.3 %	Kasvattaa
Poisson (-)	0.23	0.24	0.25	0.26	8.7 %	8.3 %	Kasvattaa
Tiheys (kg/m ³)	2600	2700	2640	2770	1.5 %	2.6 %	Ei vaikutusta mekaanisesti

Kohteen kallioperän kiven yksiakσιαalisen puristuslujuuden (UCS) kasvu vähentää kallioperässä tapahtuvien muodonmuutoksien määrää ja siten vähentää simuloitavan maankohoamisen suuruutta ja laajuutta. Kiven geologista rakennetta edustavan parametrin m_i lasku graniitissa lisää muodonmuutosta kallioperässä jännitystilän kasvaessa kallioperän lämpötilan noustessa. Tämä lisää maankohoamisen suuruutta ja laajuutta.

Kallioperän graniitin kimmomoduulin (E_i) pieneminen aiheuttaa suurempia siirtymiä kallioperässä kevään 2021 simulointituloksiin verrattuna. Vastaavasti kiillegneissin kasvanut kimmomoduuli vähentää siirtymiä ja täten maankohoamista. Kohteen kallioperä on geologisen tulkinnan mukaan pääasiassa graniittia, jolloin graniitin kimmomoduulin pienentymisellä on suurempi vaikutus simuloitavaan maankohoamiseen.

Kallioperän kivien Poissonin luvun (puristus-venymä suhde) arvon muutos kevään 2021 simuloinnissa käytetyistä arvoista tutkittuihin arvoihin lisää kallioperän pystysuuntaista muodonmuutosta jännitystilän kasvaessa. Tämä johtaa maankohoamisen suuruuden kasvuun.

Kokonaisuutena tarkentuneet tiedot kohteen kallioperän kivien mekaanista ominaisuuksista kasvattavat maankohoamisen suuruutta ja laajuutta.

3.2 Kallioperän laatu

Kevään 2021 kalliomekaaniseen simulointiin saatujen lähtötietojen perusteella geologisessa tulkinnassa kallioperä jaettiin hyvän- ja heikon kalliolaadun alueisiin. Hyvällä kalliolaadulla Geological Strength Index eli GSI-arvo oli 65 ja heikolla kalliolaadulla GSI-arvo oli 40. Uuden geologisen tulkinnan mukaan hyvän kalliolaadun GSI-arvo vaihtelee kohteen kallioperässä välillä 65-75.

Heikon kalliolaadun GSI-arvo vaihtelee uuden geologisen tulkinan ruhjevyöhykkeissä välillä 45-55. Edellä mainitut muutokset kallioperän hyvässä ja heikossa kalliolaadussa vähentävät muodonmuutoksia ja siten myös maankohoamisen suuruutta ja laajuutta.

3.3 Kivinäytteiden termiset ominaisuudet

Kevään 2021 kalliomekaanisen simuloinnin lähtötiedoista puuttui kohteen kallioperän kivien termisten ominaisuuksien testitulokset. Tämän takia kivien termisten ominaisuuksien arvoina käytettiin kirjallisuusarvoja (Kallio, Jarmo & Korhonen, Kimmo & Wennerström, Marit & Sallasmaa, Olli & Witick, Isa. 2019).

Syksyllä 2021 Geologian tutkimuskeskus (GTK) ja Stress Measurement Company Oy ovat testanneet kohteen kallioperän kairanäytteistä kivien termisiä ominaisuuksia. Kevään 2021 simuloinnissa käytetyt kivien termiset arvot ja syksyllä 2021 testitulosten arvot on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Kevään simuloinnissa käytetyt- ja syksyllä 2021 testitulosten mukaiset kivien termiset ominaisuudet.

Kivinäytteen ominaisuus	Kevät 2021		Syksy 2021		Muutos		Muutoksen vaikutus maankohoamiseen
	Graniitti	Kiillegneissi	Graniitti	Kiillegneissi	Graniitti	Kiillegneissi	
Lämpölaajenemiskerroin α ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	4.3	4.3	8.3	7.8	93.0 %	81.4 %	Huomattava kasvu
Lämmönjohtavuus λ (W/[m*K])	3.2	2.87	3.17	3.21	-0.9 %	11.8 %	Pieni kasvu
Ominaislämpökapasiteetti c (J/[kg*K])	721	725	736	723	2.1 %	-0.3 %	Pieni vähennys

Kallioperän kivien lämpölaajenemiskertoimet ovat testitulosten perusteella lähes kaksikertaa suuremmat kuin keväällä 2021 käytetyn kirjallisuuden mukaiset lämpölaajenemiskertoimet. Tämä kasvattaa simuloitua kallioperän lämpölaajenemista ja sen aiheuttaman kallioperän jännitystilän kasvun kautta muodonmuutoksia. Lämpölaajenemiskertoimen muutos kasvattaa simuloitavan maankohoamisen suuruutta ja laajuutta suoraan ja epäsuorasti. Tämä johtaisi huomattavaan maankohoamisen suuruuden ja laajuuden kasvuun.

Lämmönjohtavuus kallioperässä kevään 2021 kirjallisuuslähteen ja syksyn 2021 testitulosten välillä on graniitin osalta hyvin pieni väheneminen ja kiillegneissin osalta kasvu. Tulkitut kiillegneissialueet olivat hidastaneet lämpötilan nousua kallioperässä kevään 2021 simuloinnissa, jolloin syksyn 2021 lämmönjohtavuuden arvoilla simuloituna kallioperän lämpötila kasvaisi tasaisemmin ja laajemmin simuloinnissa

kuin kevään 2021 simuloinnissa. Tästä seuraa maankohoamisen suuruuden ja laajuuden pientä kasvua.

Ominaislämpökapasiteetti kuvaa materiaalin kykyä sitoa itseensä lämpöenergiaa. Mitä suurempi ominaislämpökapasiteetti, sitä suuremman määrän energiaa kappale pystyy sitomaan sisällensä materiaalia lämmittäessä. Koska kevään 2021 simuloinnissa käytetyn graniitin ominaislämpökapasiteetti on pienempi kuin syksyn 2021 testitulokset kohteen kallioperän graniitin ominaislämpökapasiteettista, olisi simuloitu kallioperän lämpötilan nousu pienempi suuruudeltaan ja laajuudeltaan verrattuna kevään 2021 simulointituloksiin. Tällöin syksyn 2021 ominaislämpökapasiteetin arvoilla simuloituna maankohoamisen suuruudessa ja laajuudessa olisi pieni vähentyminen verrattuna kevään 2021 simulointituloksiin.

4 Käyttölämpötilojen vaikutus

Keväällä 2021 simuloinnissa asetettiin lämmön kausivaraston vesisäiliöiden louhintapinoille konservatiivinen lämpötila-arvio koko kausivaraston käytön ajaksi. Kevään 2021 simuloinnissa käytetty lämpötila vesisäiliöiden louhintapinoilla oli 140°C. Syksyn 2021 lähtötietojen perusteella vesisäiliöissä on kahta erillämpöistä vettä yhtä aikaa. Kuumen veden lämpötila on 150°C ja viileän veden 50°C.

Kuumen ja viileän veden osuus säiliöissä vaihtelee vuodenajan mukaan. Syksyllä säiliöt ovat pientä säiliöiden pohjalla olevaa 50°C vesikaistaletta lukuun ottamatta täynnä 150°C vettä. Vastaavasti talven jälkeen lämmön kausivaraston säiliöt olisivat täynnä 50°C vettä lukuun ottamatta säiliöiden holvissa olevaa pientä 150°C vesikaistaletta. Talvella ja kesällä säiliöiden pohjista säiliöiden korkeuden puoliväliin on 50°C vettä ja säiliöiden korkeuden puolivälistä holviin asti on 150°C vettä.

Täten syksyn 2021 lähtötiedon perusteella vesisäiliöiden ylempi puolikas on yhdeksän kuukautta vuodesta 150°C veden täyttämänä ja alempi puolikas 50°C veden täyttämänä. Edellä mainituilla kausivaihtelulla simuloituna lämpötilan nousu kallioperässä on kauttaaltaan pienempi, sillä keskiarvot vesisäiliöiden lämpötiloille ovat ylemmille puolikkaille 125°C ja alemmille puolikkaille 75°C astetta. Kevään 2021 simuloinnissa käytetyt- ja syksyn 2021 lähtötietojen mukaiset vesisäiliöiden lämpötilat on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 4. Kevään simuloinnissa käytetyt- ja syksyn 2021 lähtötietojen mukaiset vesisäiliöiden lämpötilat säiliöiden ylemmille- ja alemmille puolikkaille.

Vuoden keskiarvo vesisäiliöiden lämpötiloista	Kevät 2021	Syksy 2021	Muutos	Vaikutus maan kohoamiseen
Ylempi puolikas säiliöistä (°C)	140	125	-10.7 %	Vähennys
Alempi puolikas säiliöistä (°C)	140	75	-46.4 %	Huomattava vähennys

Vertaamalla kevään 2021 simuloinnissa käytettyä vesisäiliöiden pinnoille asetettua lämpötilaa syksyn 2021 lähtötietojen lämpötiloihin, voidaan havaita kallioperää lämmittävien vesisäiliöiden lämpötilojen laskeneen. Erityisesti syksyn 2021 lähtötietojen mukaisen vuoden keskiarvon vesisäiliöiden alemman puolikkaan lämpötilasta on noin puolet keväällä 2021 käytetystä lämpötilan arvosta. Täten karkeasti arvoituna vesisäiliöiden alemman puolikkaan aiheuttama kallioperän lämpötilan kasvu syksyn 2021 lähtötiedoilla olisi puolet kevään 2021 simuloitusta lämpötilan kasvusta.

Vesisäiliöiden ylempien puolikkaiden lämpötilasta noin 10 prosenttia on pienempi syksyn 2021 lähtötiedon arvolla kuin keväällä 2021 simuloinnissa käytetystä arvosta. Syksyn 2021 mukaisilla lähtötiedoilla simuloituna kallioperän lämpötilan nousun on arvioitu vähenevän noin 35 prosenttia verrattuna kevään 2021 simuloituun kallioperän lämpötilan nousuun. Tämä vähentää huomattavasti simuloitua maankohoamisen suuruutta.

5 Johtopäätökset

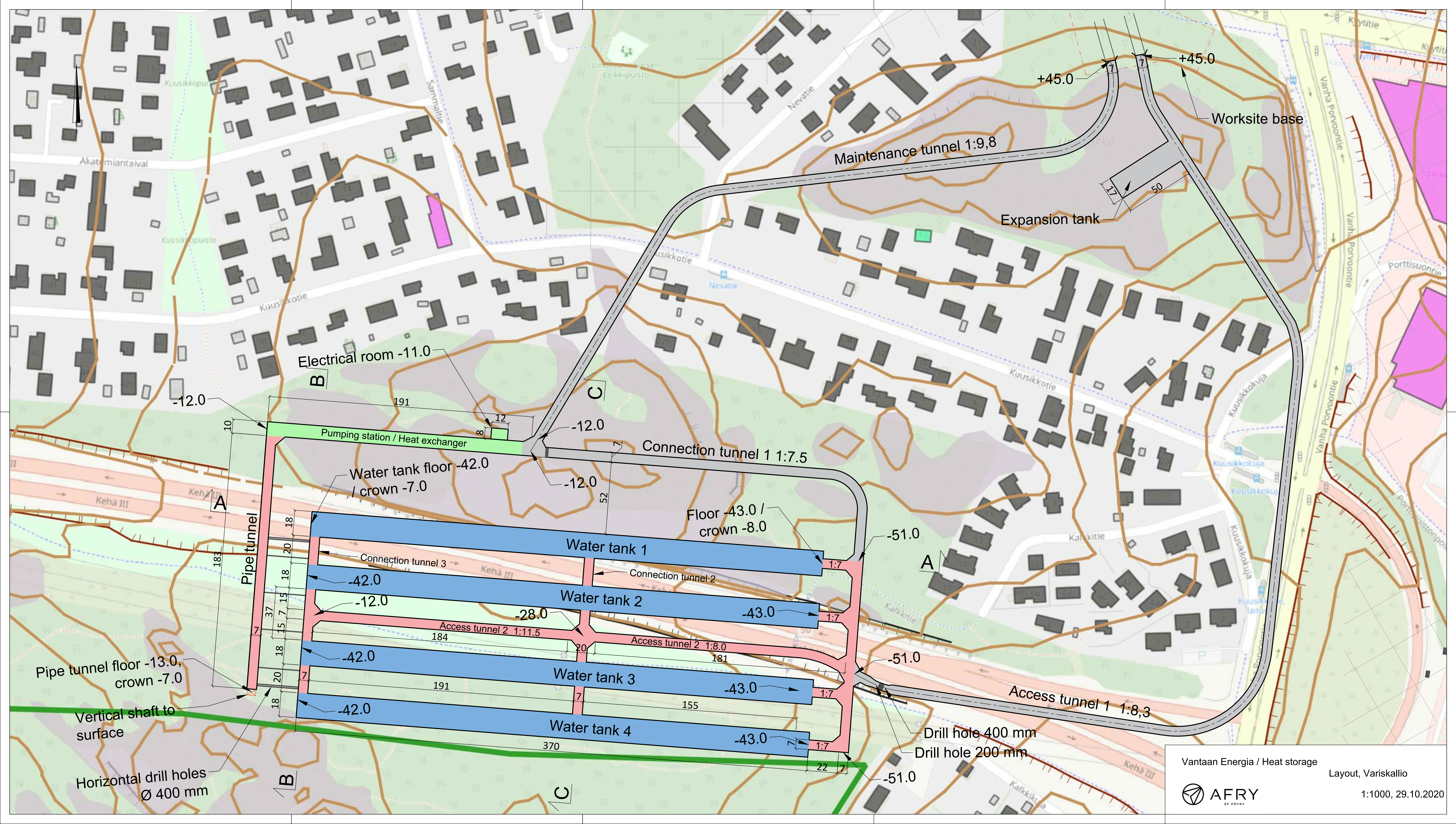
Tässä erilliselvityksessä esitettyjen tarkentuneiden ja päivittyneiden lähtötietojen vaikutus simuloitavan maankohoamisen kasvuun tai vähentymiseen ovat lukumäärältään ja vaikuttavuudeltaan lähellä toisiaan. Syksyn 2021 lähtötiedoilla simuloitava maankohoaminen ei eroa merkittävästi kevään 2021 simulointituloksiin. Kevään 2021 simulointituloksien perusteella tilojenlouhinnoista ja kausivaraston käytöstä aiheutuva maankohoaminen on laaja-alaista ja hidasta. Simuloitu maankohoaminen on hitaampaa kuin Etelä-Suomessa jääkauden aiheuttama maankohoaminen.

Lähdeluettelo:

Kallio, Jarmo & Korhonen, Kimmo & Wennerström, Marit & Sallasmaa, Olli & Witick, Isa. (2019). Helsingin geoenergiapotentiaali., Helsingin kaupungin maa- ja kallioperäyksikkö. Työnumero GEO 8009. ISSN 2489-4230. ISBN 978-952-331-677-5. https://www.researchgate.net/publication/339241278_Helsingin_geoenergiapotentiaali

Kesonen, Alexei. 2015. Tavallisimpien suomalaisten kivilajien kalliomekaaniset ominaisuudet yksiakksiaalisten puristusmurtolujuus- ja vetomurtolujuuskokeiden perusteella. Diplomityö, Aalto-yliopisto. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-201506303552>

Liitteen 3b liite 1: Kevään 2021 lay-out



Liitteen 3b liite 1: Syksyn 2021 lay-out

Liite 3. Syksyn 2021 lähtötietojen vaikutus karkeasti arvioituna kevään 2021 erilliselvityksen liitteeseen 2.

Syksyn 2021 tiedoilla maankohoamisen rajatulla alueella vähentyisi verrattuna kevään 2021 simulointituloksiin

Syksyn 2021 tiedoilla maankohoamisen keskittymä siirtyisi kohti etelää ja suuruus vähentyisi verrattuna kevään 2021 simulointituloksiin



Kuva L3. Kevään 2021 simulointituloksien havainnekuva louhintojen aiheuttamista siirtymistä maanpinnalla

Liite 4. Syksyn 2021 lähtötietojen vaikutus karkeasti arvioituna kevään 2021 erilliselvityksen liitteeseen 3.

Syksyn 2021 tiedoilla maankohoamisen rajatulla alueella vähentyisi verrattuna kevään 2021 simulointitulokseen

Syksyn 2021 tiedoilla maankohoamisen keskittymä siirtyisi kohti etelää ja suuruus kasvaisi vähän verrattuna kevään 2021 simulointitulokseen

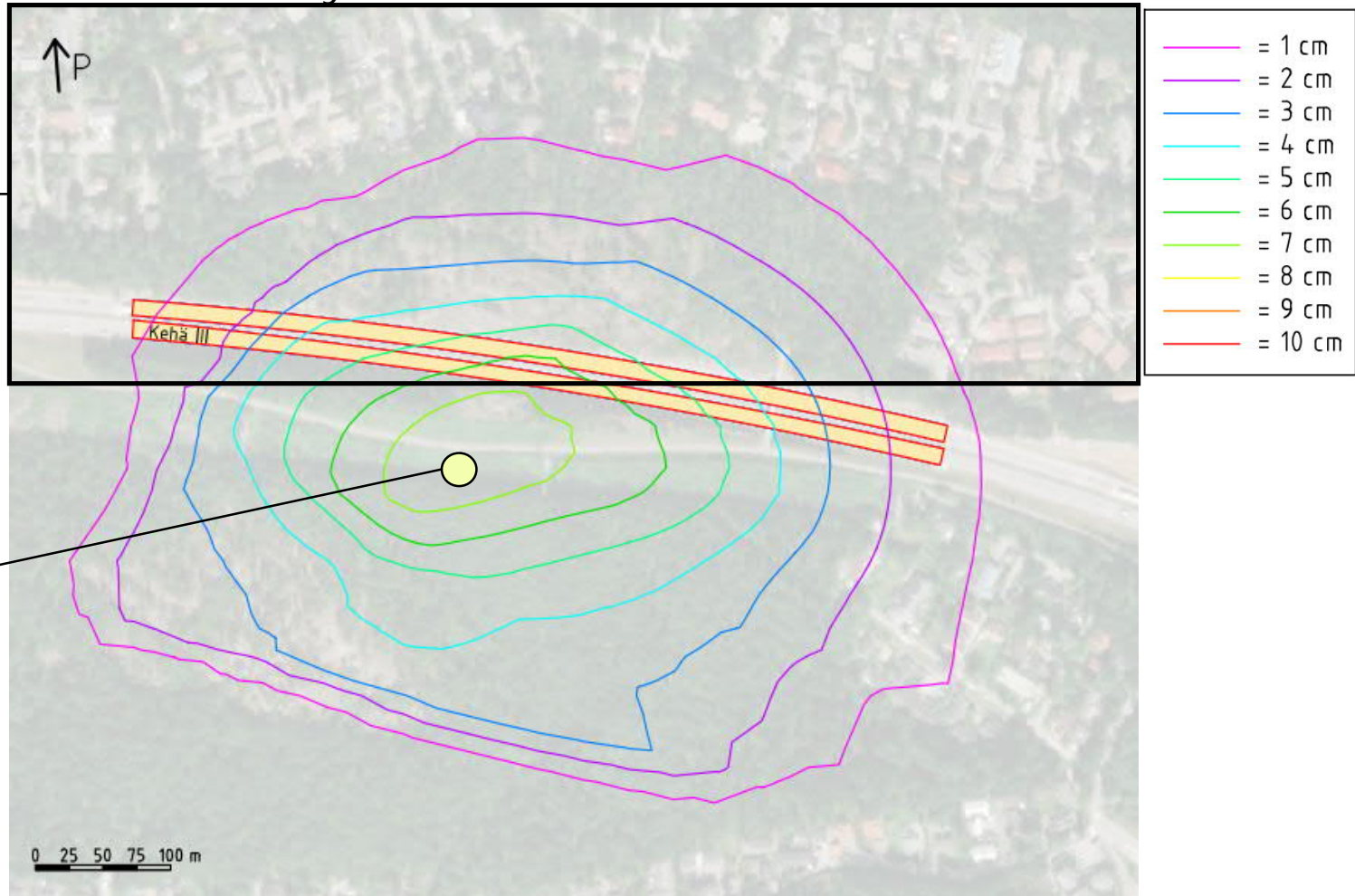


Kuva L4. Kevään 2021 simulointituloksien havainnekuva akun 1 käyttövuoden aiheuttamista siirtymistä maanpinnalla

Liite 5. Syksyn 2021 lähtötietojen vaikutus karkeasti arvioituna kevään 2021 erilliselvityksen liitteeseen 4.

Syksyn 2021 tiedoilla maankohoamisen rajatulla alueella vähentyisi verrattuna kevään 2021 simulointituloksiin

Syksyn 2021 tiedoilla maankohoamisen keskittymä siirtyisi kohti etelää ja suuruus kasvaisi vähän verrattuna kevään 2021 simulointituloksiin

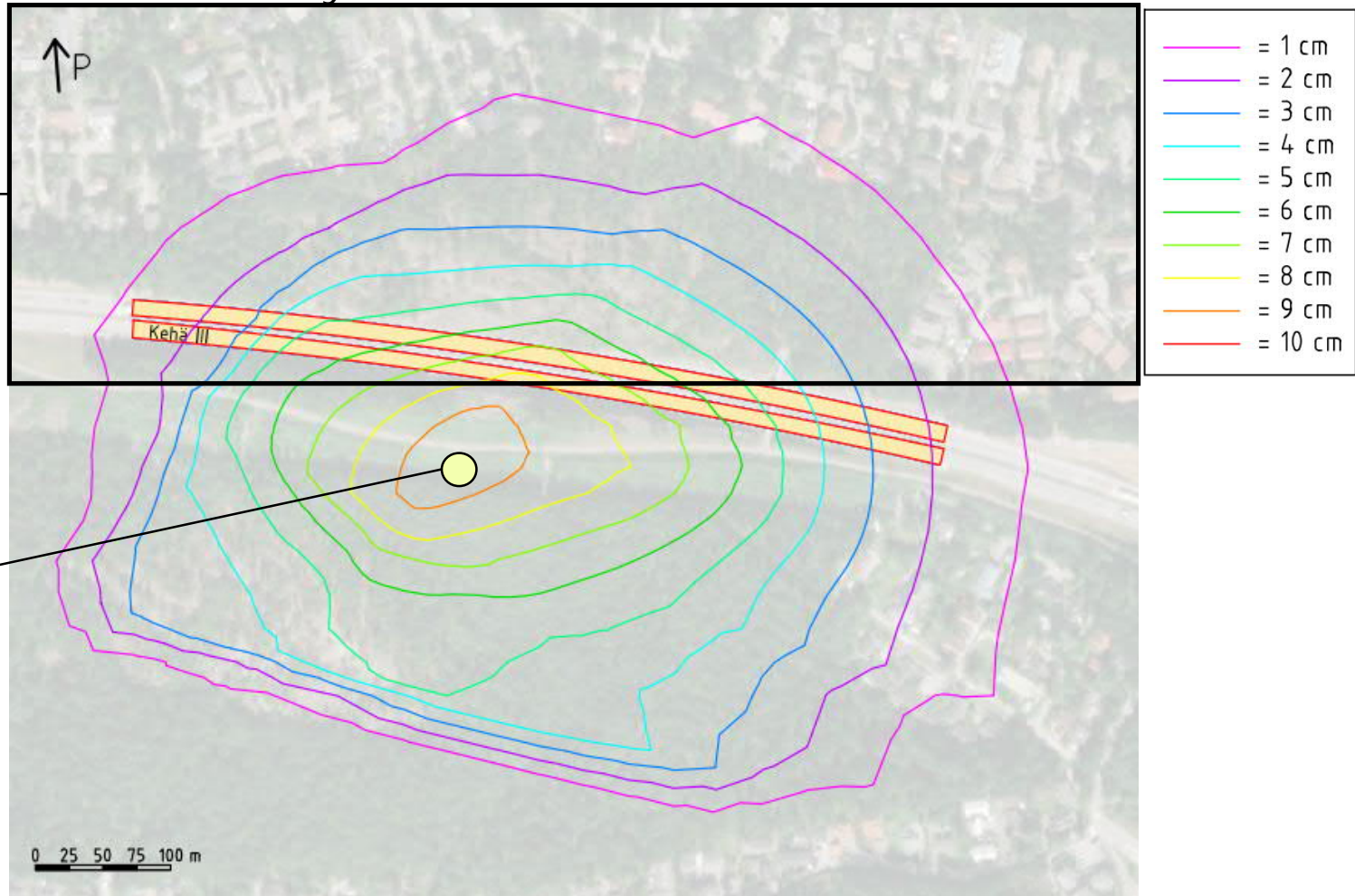


Kuva L5. Kevään 2021 simulointituloksien havainnekuva akun 12 käyttövuoden aiheuttamista siirtymistä maanpinnalla

Liite 6. Syksyn 2021 lähtötietojen vaikutus karkeasti arvioituna kevään 2021 erilliselvityksen liitteeseen 5.

Syksyn 2021 tiedoilla maankohoamisen rajatulla alueella vähentyisi verrattuna kevään 2021 simulointituloksiin

Syksyn 2021 tiedoilla maankohoamisen keskittymä siirtyisi kohti etelää ja suuruus kasvaisi vähän verrattuna kevään 2021 simulointituloksiin

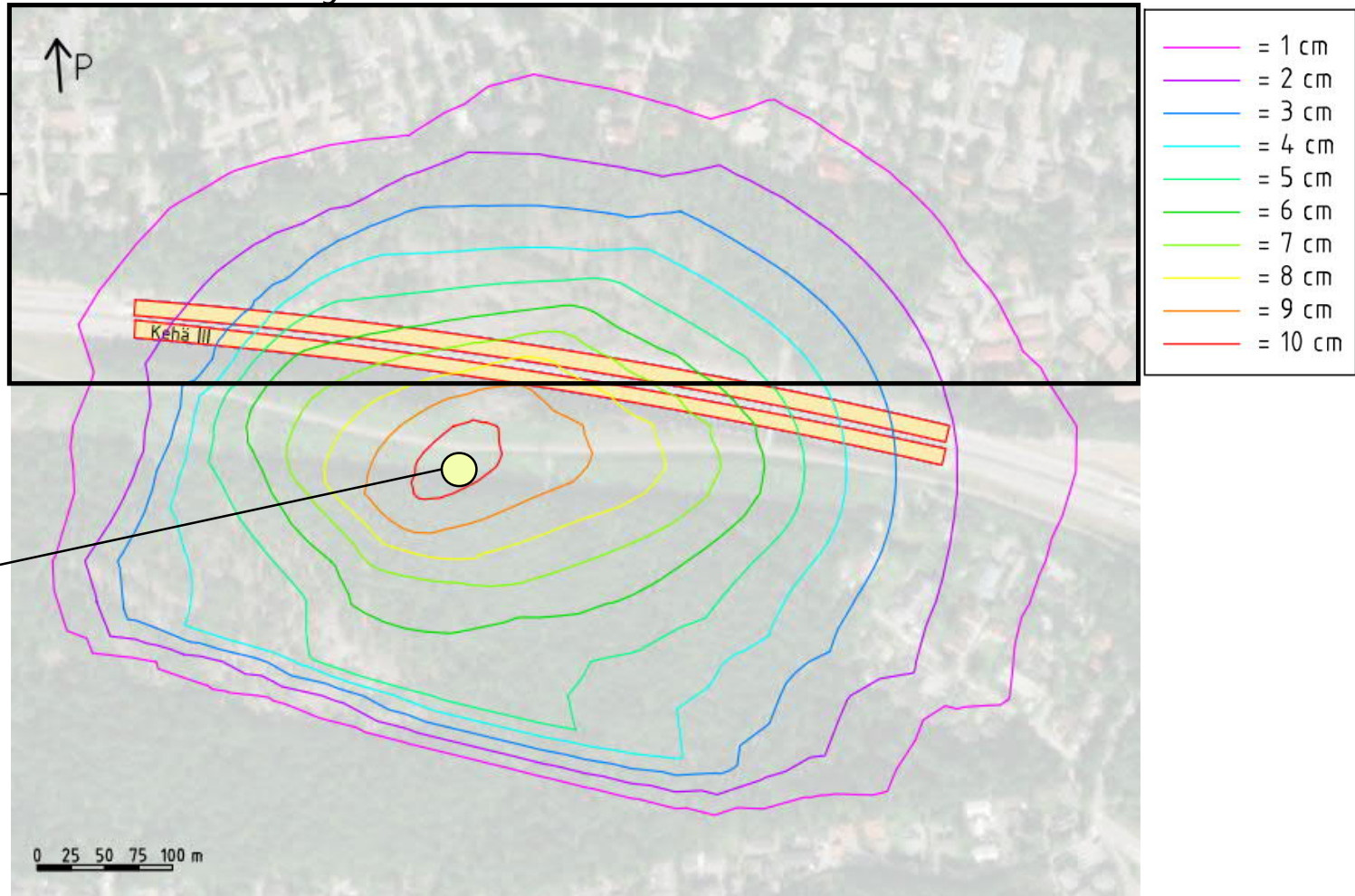


Kuva L6. Kevään 2021 simulointituloksien havainnekuva akun 24 käyttövuoden aiheuttamista siirtymistä maanpinnalla

Liite 7. Syksyn 2021 lähtötietojen vaikutus karkeasti arvioituna kevään 2021 erilliselvityksen liitteeseen 6.

Syksyn 2021 tiedoilla maankohoamisen rajatulla alueella vähentyisi verrattuna kevään 2021 simulointituloksiin

Syksyn 2021 tiedoilla maankohoamisen keskittymä siirtyisi kohti etelää ja suuruus kasvaisi vähän verrattuna kevään 2021 simulointituloksiin

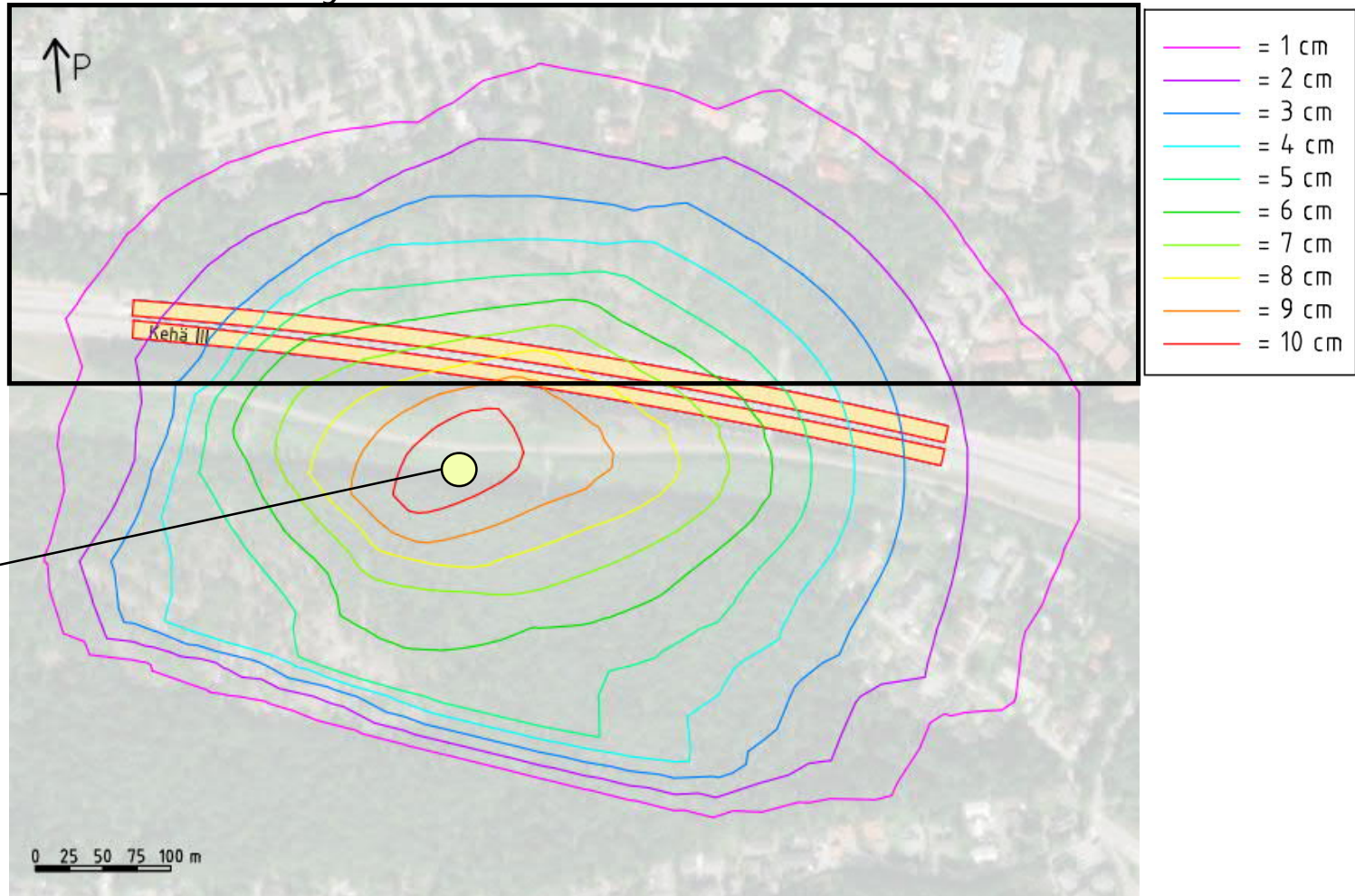


Kuva L7. Kevään 2021 simulointituloksien havainnekuva akun 36 käyttövuoden aiheuttamista siirtymistä maanpinnalla

Liite 8. Syksyn 2021 lähtötietojen vaikutus karkeasti arvioituna kevään 2021 erilliselvityksen liitteeseen 7.

Syksyn 2021 tiedoilla maankohoamisen rajatulla alueella vähentyisi verrattuna kevään 2021 simulointituloksiin

Syksyn 2021 tiedoilla maankohoamisen keskittymä siirtyisi kohti etelää ja suuruus kasvaisi vähän verrattuna kevään 2021 simulointituloksiin



Kuva L8. Kevään 2021 simulointituloksien havainnekuva akun 44 käyttövuoden aiheuttamista siirtymistä maanpinnalla

LIITE 4

Vantaan Energia Oy, Lämmön kausivarasto,
Kuusikko, Vantaa



VANTAAN ENERGIA OY

Lämmön kausivarasto (CTES) – Pohjaveden virtausmallisimulaatiot

9.6.2021

Sisältö

1	Johdanto	2
2	Lähtöaineisto	3
3	Hydrogeologiset olosuhteet ja virtausmallin rajaus	3
4	Numeerinen virtausmalli	8
5	Virtausmallisimulaatiot	13
5.1	Kalibrointi	13
5.2	Rakentamisen aikaisen tilanteen simulaatio.....	14
6	Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset	17

2 Lähtöaineisto

Työn lähtöaineistona käytettiin seuraavia:

- Maanmittauslaitoksen aineistot (aineistojen lisenssi: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.fi>):
 - 2m korkeusmalli (avoimien aineistojen tiedostopalvelu 5/2021)
 - Maastokartta (wmts-rajapintapalvelu)
 - Ortoilmakuvat (wmts-rajapintapalvelu)
 - Maastotietokanta (avoimien aineistojen tiedostopalvelu 5/2021)
- Geologian tutkimuskeskuksen aineistot (aineistojen lisenssi: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.fi>):
 - Maaperä 1:200 000 (Hakku-palvelu, 6/2021)
 - Savialueet ja syvyydet (Hakku-palvelu, 5/2021)
 - Kallioperän heikkousvyöhykkeet 1:50 000 (Hakku-palvelu 4/2020)
 - Pohjatutkimustiedot (<https://gtkdata.gtk.fi/Pohjatutkimukset/index.html>)
 - Maaperä 1:20 000 / 50 000 (wms-rajapintapalvelu)

Suurin osa pohjatutkimustiedoista (kairaustiedot), sekä pohjaveden havaintoputkien tiedot ja pohjaveden pinnan tasot saatiin Vantaan kaupungilta ja Helsingin kaupungilta (SOILI-palvelu).

Pohjaveden havaintotietoja Valkealähteen pohjavesialueelta (tunnus 0109201) ladattiin HERTTA-tietokannasta (SYKE / ELY-keskukset). Pohjavesialueiden rajaukset (18.5.2021) ladattiin osoitteesta: https://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Paikkatietoaineistot/Ladattavat_paikkatietoaineistot.

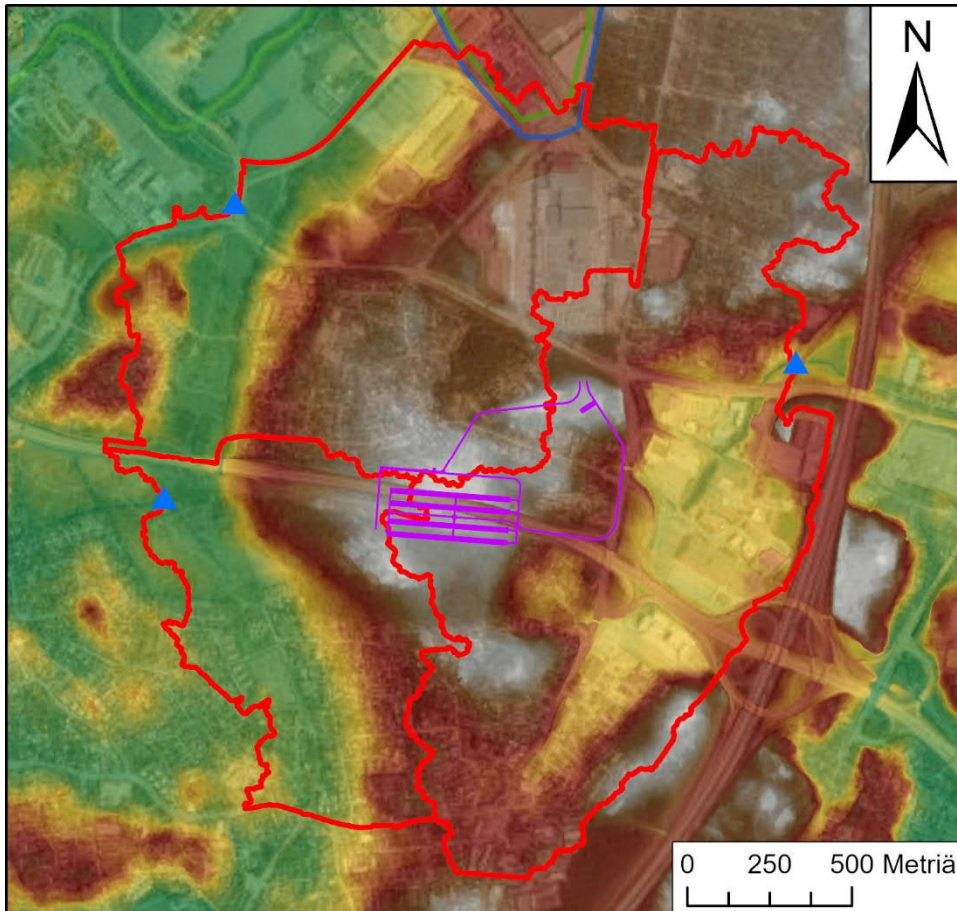
Ilmatieteenlaitoksen Helsinki-Vantaan lentoaseman havaintoaseman (FMISID 100968) kuukausisadannat aikaväliltä 1.1.2016 – 31.12.2020 ladattiin palvelusta: <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus> (aineiston lisenssi: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.fi>).

Lisäksi lähtöaineistona käytettiin suunnitellun lämmön kausivaraston alueella käynnissä olevien maastotutkimuksien tuloksia (mm. pohjaveden pinnan tasotiedot ja vesimenekkipokeiden tulokset).

3 Hydrogeologiset olosuhteet ja virtausmallin raja

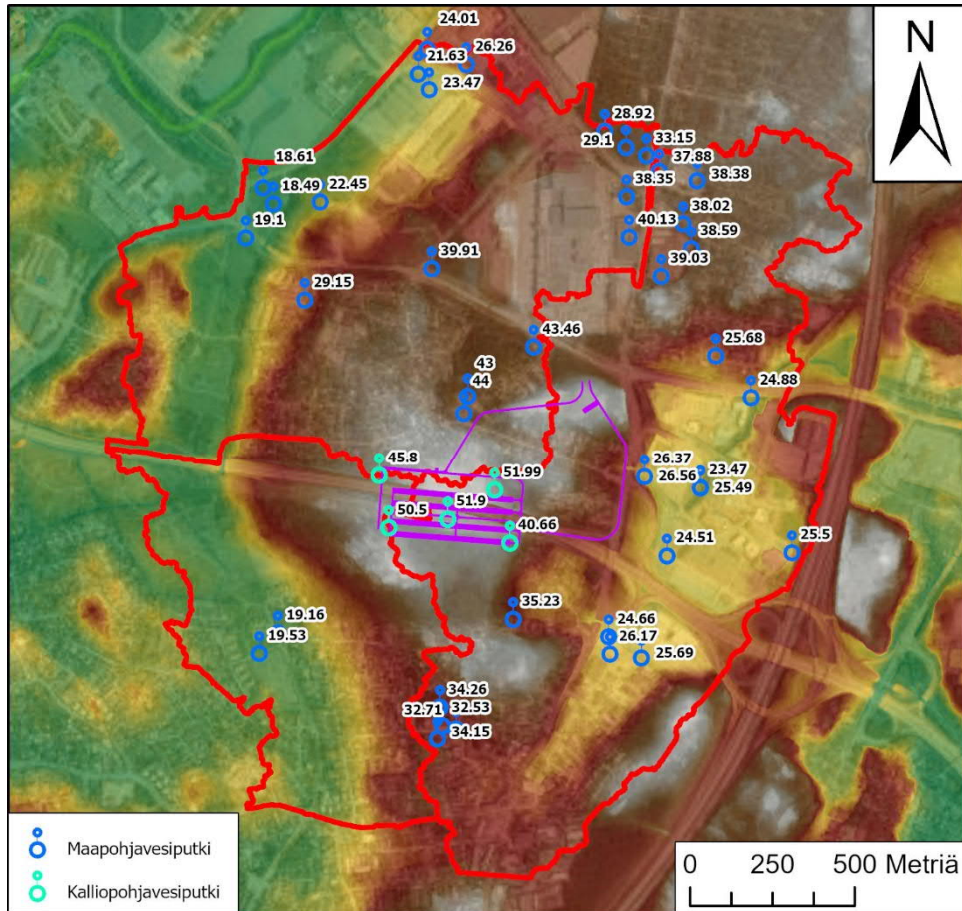
Pohjaveden pinnan taso yleensä mukaillee maanpinnan korkokuvaa ts. pohjaveden pinnan taso on korkealla niillä alueilla, joilla maanpinnan taso on korkealla. Vastaavasti maanpinnan tason laskiessa myös pohjaveden pinnan taso laskee. Näin ollen maanpinnan tason perusteella voidaan karkeasti arvioida pohjaveden virtaussuunnat. Tämä on tarpeen erityisesti tilanteessa, jossa pohjaveden tarkkailuputkia on vähän ja tutkimuskohteen maapinta-ala on suuri.

Virtausmalliin sisällytettävä alue rajattiin muusta ympäristöstä maanpinnan korkeusmalliin (Maanmittauslaitoksen 2m korkeusmalli) perustuen. Maanpinnan korkeusmallin avulla määritettiin pintavesien valuma-alueet (ArcGIS Pro, Spatial Analyst, Hydrology työkaluilla), joiden oletettiin karkeasti kuvastavan myös pohjavesien valuma-alueita. Valuma-alueet ja niiden purkupisteet on esitetty kuvassa (Kuva 3-1). Suunniteltu lämmön kausivarasto sijoittuu valuma-alueiden rajalle.



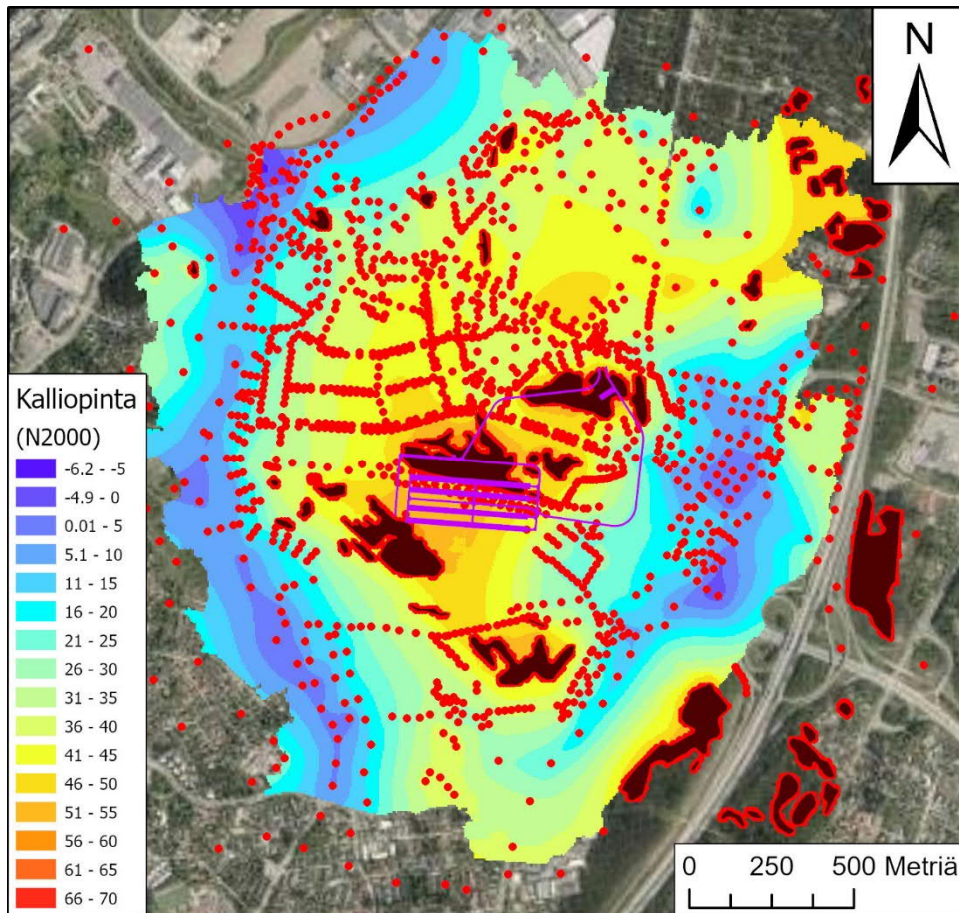
Kuva 3-1. Valuma-alueiden (3 kpl) rajaus punaisella. Valuma-alueiden purkupisteet (sininen kolmio). Pohjoisessa Valkealähteen pohjavesialueen raja (sininen) ja varsinaisen muodostumisalueen raja (vihreä).

Valuma-alueilla sijaitsevat tai sijainneet pohjaveden havaintoputket (osa putkista tuhoutunut vuosien saatossa) ja keskimääräinen pohjaveden pinnan taso on esitetty kuvassa (Kuva 3-2). Pääosa havaintoputkista on ns. maapohjaveden havaintoputkia (putken siiviläosuus irtomaakerroksissa). Välittömästi lämmön kausivaraston läheisyydessä sijaitsee 5 kalliopohjavesiputkea (asennettu touko-kesäkuussa 2021). Havaintojen perusteella pohjaveden pinnan taso mukailee maanpinnan topografiaa. Pohjaveden virtaus suuntautuu suunnitellun lämmön kausivaraston alueelta (pohjavesi noin tasolla +41...+52) ympäristöön. Kausivaraston itäpuolella sijaitsevan painanteen alueella pohjavesi on noin tasolla +23,5...+26 ja länsipuolella sijaitsevan painanteen alueella noin tasolla +18,5...+19,5.



Kuva 3-2. Pohjaveden havaintoputket ja keskimääräinen pohjaveden pinnan taso (N2000).

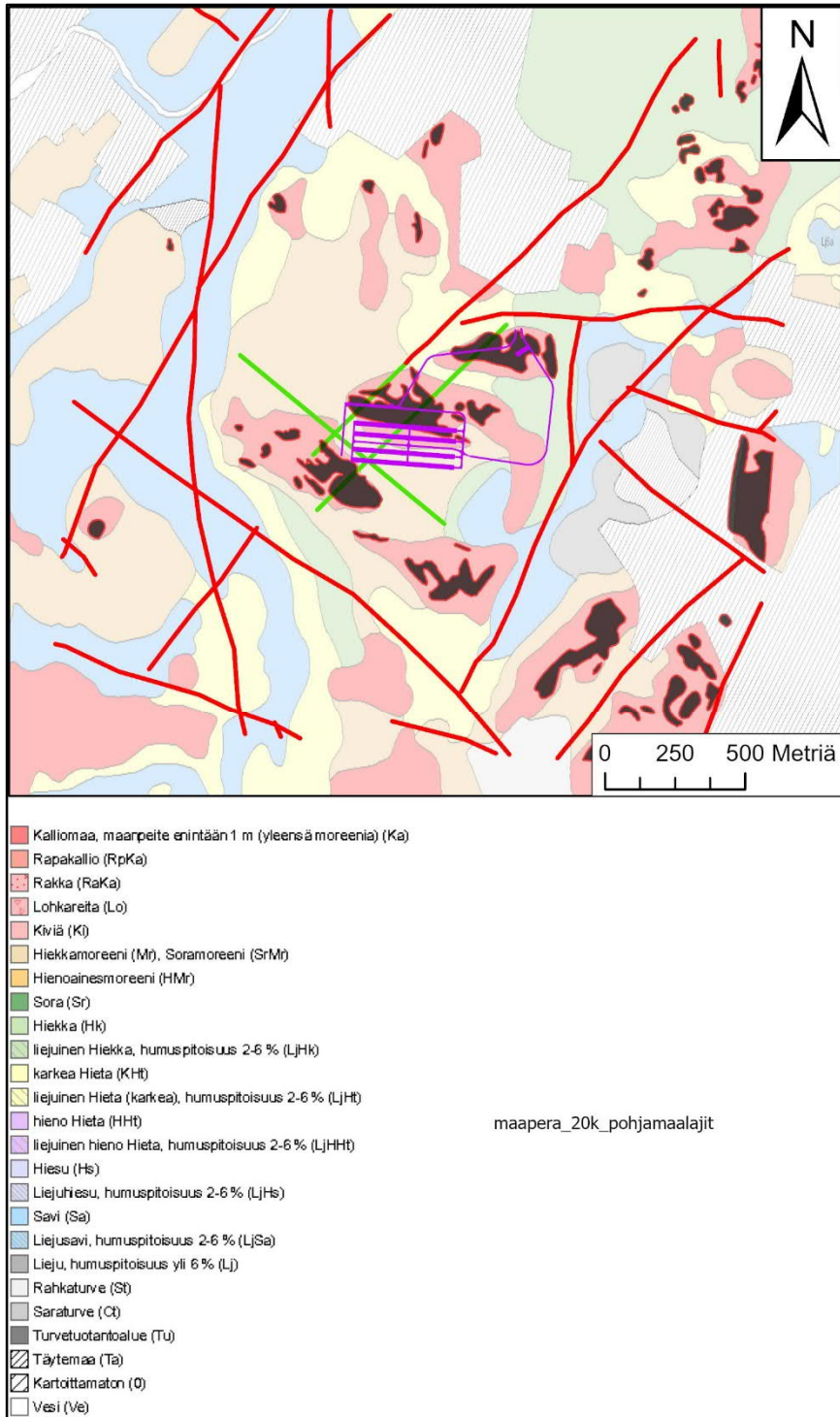
Mallinnettavan alueen kalliopinnan taso interpoloitiin pohjatutkimustietojen ja avokallioalueiden avulla. Lisäksi interpoloinnissa käytettiin arviopisteitä niillä alueilla, joilla ei ollut pohjatutkimuspisteitä taikka avokallioita ei esiintynyt. Likimääräinen kalliopinnan taso on esitetty kuvassa (Kuva 3-3). Kalliopinta sijaitsee lämmön kausivaraston alueella noin +41...+65 tasolla. Kausivaraston alueella kalliopinta on alimmillaan Kehä 3:n kohdalla.



Kuva 3-3. Kalliopinnan taso. Pohjatutkimuspiste / arviopiste (punainen pallo). Avokallioalueiden täyttöväri musta.

Suunnitellun lämmön kausivaraston välittömässä läheisyydessä irtomaapeite on ohut tai puuttuu kokonaan (Kuva 3-4). Kehä 3 kulkee lämmön kausivaraston kohdalla pääosin kalliolieikkauksessa. Painanteissa (kausivaraston itä- ja länsipuolella) esiintyy savea ja irtomaapeitteen paksuus on näillä alueilla pohjatutkimuksien perusteella paikoin yli 20 metriä. Pääosin irtomaapeite koostuu moreenista ja vähemmässä määrin lajittuneemmista kivennäismaalajeista (hiekk / hienohiekka). Kallioperän on tulkittu olevan rikkonaista lähinnä painanteiden alueella (Kuva 3-4, punaiset viivat, GTK). Lämmön kausivaraston alueelle on tulkittu kolme heikkousvyöhykettä (Kuva 3-4, vihreät viivat, AFRY Finland Oy).

Kevätkesällä 2021 suunnitellun lämmön kausivaraston päällä ja välittömässä läheisyydessä on suoritettu kallioperätutkimuksia (vinoja kallionäytekairauksia ja asennettu kallio pohjavesiputkia). Kairauksien päätymissyvyys oli kalliotilojen katon yläpuolella. Näiden tutkimuksien yhteydessä kallioperän rikkonaisuutta on tutkittu ns. vesimenekikokeiden avulla. Vesimenekikokeessa noin 6 metrin pituinen osuus kallioperään poratusta reiästä eristetään tulppaamalla ja tulppaväliin syötetään vettä kolmella paineella (3 MPa, 6 MPa, 3 MPa). Syöttöpaineen ja veden virtaaman sekä reiän dimensioiden perusteella voidaan laskennallisesti arvioida kallioperän hydraulinen johtavuus (K-arvo). Pohjaveden virtausmallia laadittaessa käytössä oli vesimenekikokeiden tuloksia 10 kairauspisteestä, joista kokeita oli suoritettu yhteensä 79 kpl. Kokeiden perusteella kallioperä on paikoin täysin tiivis (vettä ei virrannut tulppaväliin lainkaan 32 kokeessa 79:stä). Suurin vesimenekikokeiden perusteella määritetty K-arvo oli kallion pintaosassa ($K \approx 1,75 \times 10^{-6}$ m/s). Niiden vesimenekikokeiden perusteella, joissa vettä virtasi tulppaväliin (47 kpl) ja näin ollen hydraulinen johtavuus voitiin arvioida, K-arvojen geometrinen keskiarvo oli noin $9,7 \times 10^{-8}$ m/s ja harmoninen keskiarvo $3,8 \times 10^{-8}$ m/s.



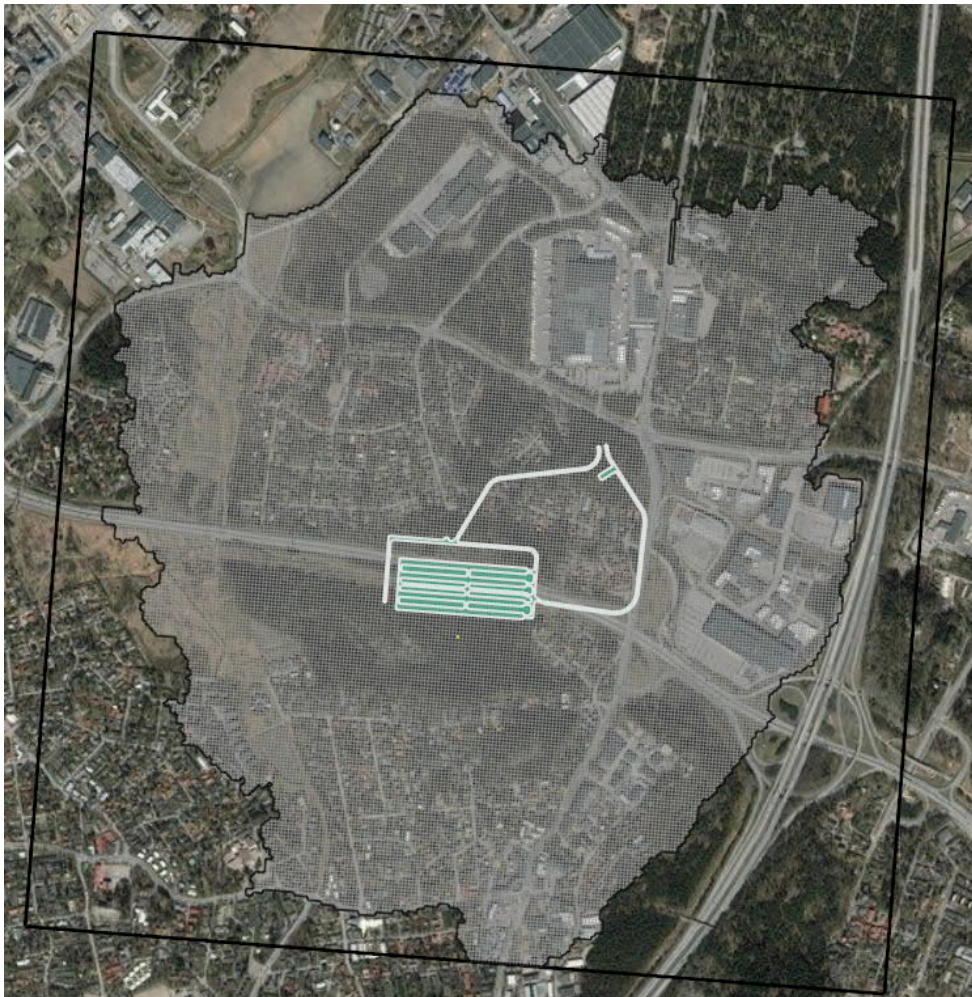
Kuva 3-4. Pohjamaalajit 1:20 000 / 1: 50 000 (GTK). Kallioperän tulkitut heikkousvyöhykkeet (punaiset viivat, GTK). Kallioperän tulkitut heikkousvyöhykkeet (vihreät viivat, AFRY Finland Oy). Kalliopaljastumat mustalla täytöllä.

4 Numeerinen virtausmalli

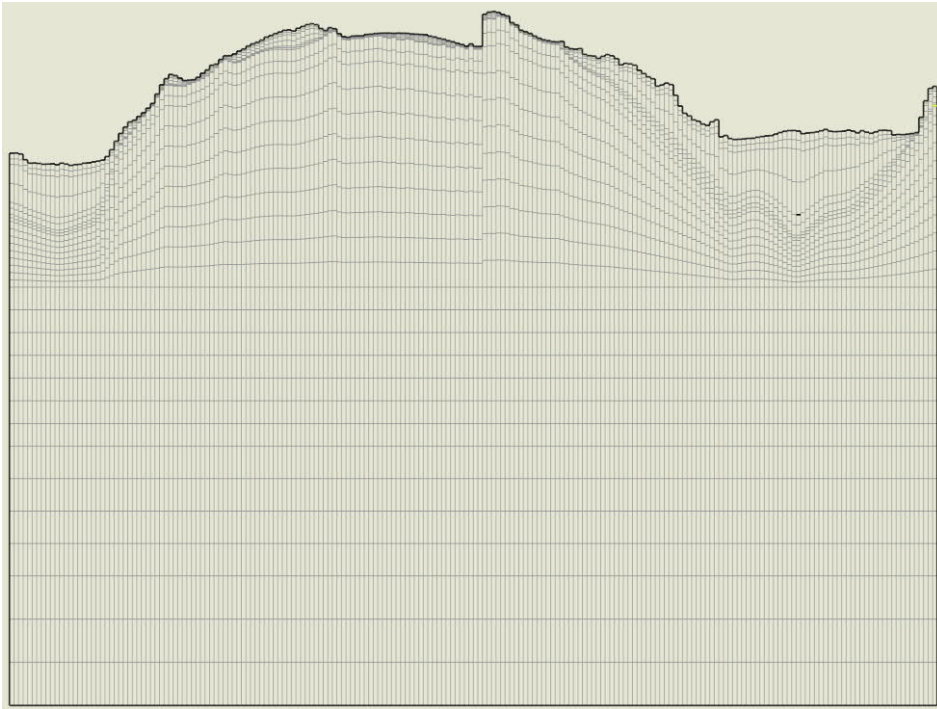
Virtausmallinnus suoritettiin Processing MODFLOW X -ohjelmalla, joka puolestaan käyttää Yhdysvaltojen geologisen tutkimuskeskuksen kehittämää MODFLOW -koodia.

Virtausmalliin sisältyvä alue määritettiin maanpinnan tasoa kuvaavan korkeusmalliin (Maanmittauslaitoksen 2m korkeusmalli) ja valuma-aluejakoon perustuen (ks. kappale 3). Hilaverkon ja lämmön kausivaraston sijainti on esitetty kuvassa (Kuva 4-1). Virtausmallin yksittäisen solun koko oli 10m x 10m (X-Y akseleiden suunnissa). Virtausmallin maapinta-ala oli 6,5 km² (Pit. 2,6 km x Lev. 2,5 km), josta aktiivisen mallialueen pinta-ala noin 3,89 km².

Virtausmallin hilaverkon avulla pyrittiin kuvaamaan yleispiirteisesti mallialueen maa- ja kallioperä. Virtausmalli koostui 31 kerroksesta (Kuva 4-2), joista 6 ylintä kuvasi irtomaapeitettä ja loput 25 kallioperää. Virtausmallin yläpintana toimi maanpinnan taso (Maanmittauslaitoksen 2m korkeusmallista 10 metrin solukokoon muokattu). Kalliopinnan taso (ks. Kuva 3-3) toimii irtomaakerroksien alapintana. Kallion alapinta, joka toimii myös mallin alapintana (no-flow boundary), ulotettiin tasolle -100 (N2000).



Kuva 4-1. Virtausmallin aktiivinen alue ja hilaverkko (harmaana).



Kuva 4-2. Länsi- itä suuntainen leikkaus virtausmallin kerroksista (z-akselia, eli pystyakselia liioiteltu 10 kertaisesti).

Kallioperän tulkitut heikkousvyöhykkeet kuvattiin mallissa muuta peruskalliomassaa korkeamman hydraulisen johtavuuden omaavina pystysuuntaisina vyöhykkeinä (Kuva 4-3), jotka ulotettiin kallion pinnasta noin -67 tasolle (N2000). Heikkousvyöhykkeisiin asetettiin K-arvoksi $9,7 \times 10^{-8}$ m/s (vesimenekikokeiden perusteella määritetty K-arvojen geometrinen keskiarvo). Peruskalliomassan K-arvoksi asetettiin $3,8 \times 10^{-8}$ m/s (vesimenekikokeiden perusteella määritetty K-arvojen harmoninen keskiarvo), jota kuitenkin säädettiin mallin kalibroinnin yhteydessä. Kallioperän tehokkaana huokoisuutena käytettiin arvoa 0,005.

Irtomaapeitteen ylimmän kerroksen (moreeni, hiekka, täyttökerrokset) hydraulisen johtavuuden arvona käytettiin $1,16 \times 10^{-5}$ m/s ja tehokkaana huokoisuutena 0,15. Tämän alapuolella painanteissa paikoin esiintyvän savikerroksen K-arvoksi asetettiin $5,8 \times 10^{-8}$ m/s ja tehokkaaksi huokoisuudeksi 0,03. Kalliopinnan päällä esiintyvän irtomaakerroksen (moreeni) K-arvoksi asetettiin $5,8 \times 10^{-6}$ m/s ja tehokkaaksi huokoisuudeksi 0,15.



Kuva 4-3. Kallioperän tulkittuja heikkousvyöhykkeitä kuvaavat hilaverkon solut (vihreällä).

Virtausmallissa pohjavettä asetettiin muodostuvaksi sadannan kautta (recharge). Koska mallialueella on runsaasti läpäisemättömiä pintoja (mm. päällystettyjä alueita ja rakennuksia), rajattiin nämä alueet pohjaveden muodostumisen ulkopuolelle (Kuva 4-6).



Kuva 4-4. Hilaverkon solut, joiden kautta ei muodostu pohjavettä (punainen). Mallin inaktiivinen alue harmaalla (ei muodostu pohjavettä, eikä mukana mallin laskennassa).

Virtausmallin itä- ja länsiosan painanteiden alueella sijaitsevien savikerroksien alueelle asetettiin mallin yläpuolelle kerrokseen purkusolut (Kuva 4-5). Purkusolujen (nk. drain solut) purkutaso asetettiin 0,1 metrin syvyydelle maanpinnan tasosta. Purkusolussa pohjaveden pinnan taso ei nouse ennalta asetetun purkutason yläpuolelle, vaan pohjavesi "poistuu" solusta mikäli pohjaveden pinta ylittää purkutason. Purkusoluuina käsiteltiin myös osa suurimmista teistä, sillä teiden rakennekerrokset toimivat kuivattavina "salojina".



Kuva 4-5. Virtausmallin purkusolut (keltaisella).

Mallialueen itä- ja länsiosan painanteiden alueelle kallioperään lisättiin vakiovedenpintaa (constant head) kuvaavia soluja (Kuva 4-6). Kyseisissä soluissa vedenpinnan taso pysyy mallinnuksen ajan ennalta asetetulla vakioidulla tasolla. Vakiovedenpinnaksi asetettiin länsiosaan +19,5 ja +19, itäosaan asetettiin +23. Edellä mainittujen tasojen oletettiin kuvastavan luontaisen pohjaveden pinnan tasoa kyseisten solujen alueella.



Kuva 4-6. Vakiovedenpintaa (constant head) kuvaavat solut (sinisellä).

5 Virtausmallisimulaatiot

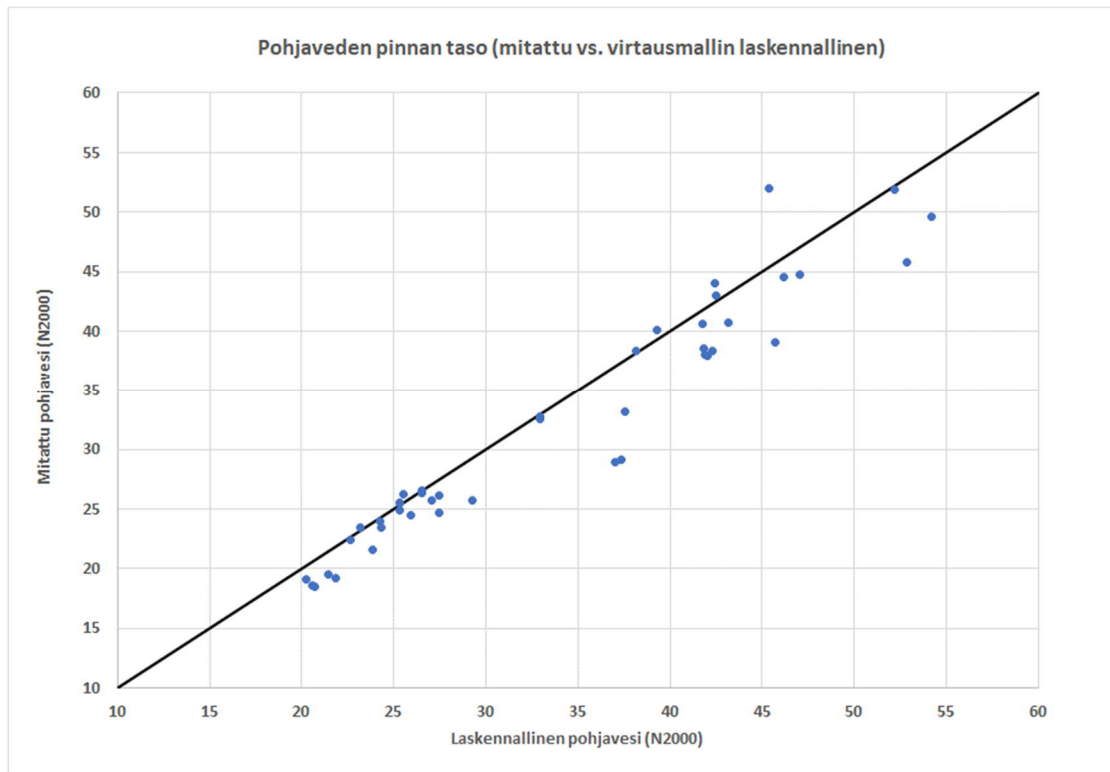
Virtausmalli kalibroitiin havaittujen pohjaveden pinnan tasojen perusteella tasapainotilan simulaatiolla. Tämän jälkeen virtausmallilla suoritettiin lämmön kausivaraston rakentamisen aikaista tilannetta kuvaava vaihtuvan virtauksen (transient) simulaatio.

5.1 Kalibrointi

Virtausmalli kalibroitiin pohjaveden pinnan tason havaintotietojen perusteella. Pohjaveden havaintoputkista osa on vuosien saatossa tuhoutunut ja viimeisimmät mittaustulokset ovat paikoin peräisin jopa 80-luvulta. Toisaalta uusimmat kalliopohjaveden havaintoputket on asennettu alueelle äskettäin, joten näiden mittaushistoria on lyhyt, käsittäen käytännössä vain yhden mittauksen. Joka tapauksessa havaintojen avulla voidaan luoda yleispiirteinen kuva pohjaveden pinnan tasosta.

Kalibrointi suoritettiin ajamalla mallilla useita kymmeniä tasapainotilan (steady-state) simulaatioita. Mallin parametreja säädettiin simulaatioiden jälkeen aina siihen asti, kunnes pohjaveden pinnan havaitun tason ja todellisuudessa mitatun tason välille saatiin paras mahdollinen vastaavuus. Kalibrointisuora on esitetty kuvassa (Kuva 5-1). Kalibroinnin tulosta voidaan pitää tyydyttävänä, ottaen huomioon mm. pohjaveden pinnan tason havaintoihin, sekä pinta-alaltaan suurehkon mallialueen maa- ja kallioperän ominaisuuksiin liittyvät epävarmuudet.

Ilmatieteenlaitoksen Helsinki – Vantaan Lentoeseman havaintoasemalla (FMISID 100968) vuosien 2016 – 2020 keskimääräinen vuosisadanta oli 751,16 mm. Tasapainotilan simulaatiossa pohjavettä muodostuu virtausmallin alueella noin 540 m³/d, joka on noin 7% edellä mainitusta keskimääräisestä vuosisadannasta. Pohjaveden muodostumismäärä on vastaa hyvin alueen olosuhteita (rakennettu ympäristö, ei korkean hydraulisen johtavuuden omaavia maalajeja).



Kuva 5-1. Kalibrointisora - Virtausmallin laskennallinen pohjaveden pinnan taso ja havaittu pohjaveden pinnan taso.

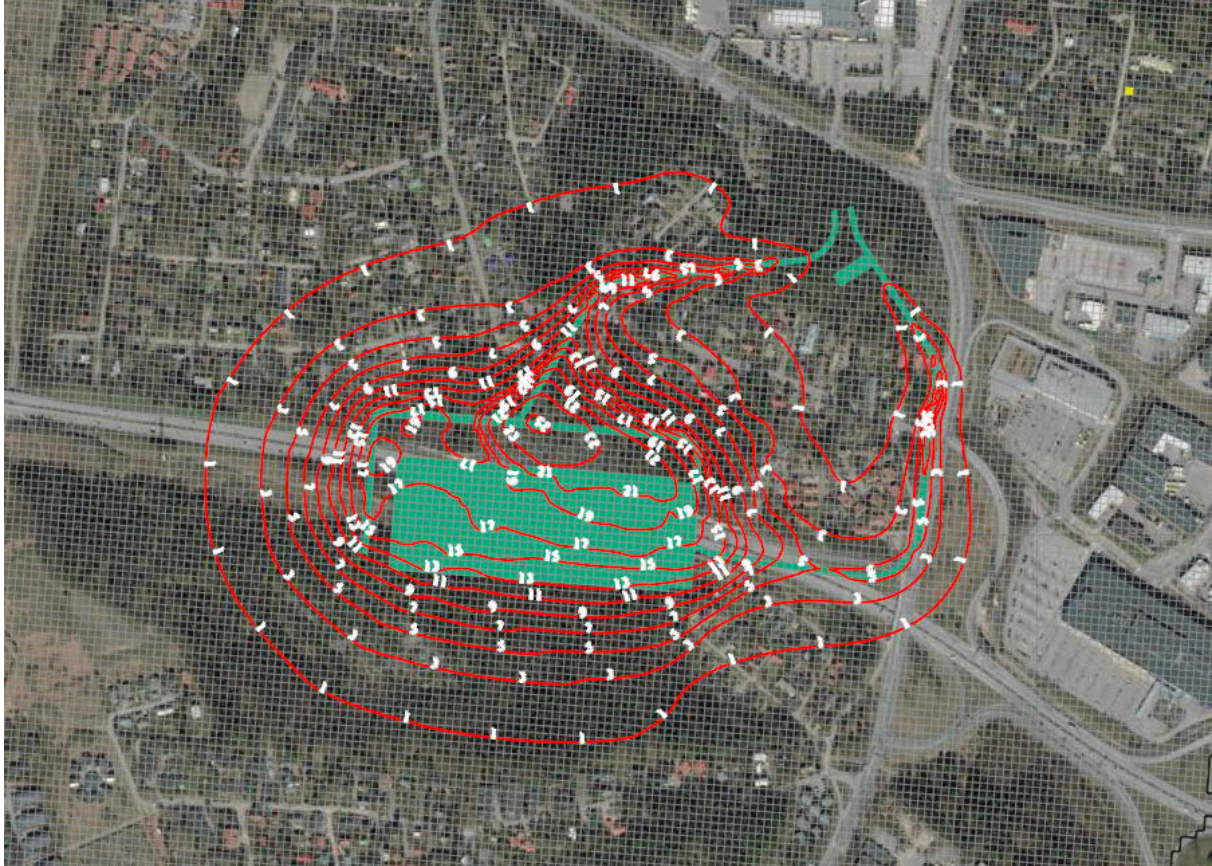
Tasapainotilan simulaatiossa sadannan kautta muodostunut pohjavesi (n. 540 m³/d) poistui mallialueelta purkusolujen (ks. Kuva 4-5) ja vakiovedenpintaa kuvaavien solujen (ks. Kuva 4-6) kautta. Purkusolujen kautta poistuva virtaama oli hieman yli 500 m³/d ja vakiovedenpintaa kuvaavien solujen ainoastaan reilut 30 m³/d.

5.2 Rakentamisen aikaisen tilanteen simulaatio

Rakentamisen aikaista tilannetta kuvaavan simulaation tarkoituksena oli selvittää, kuinka paljon ja millä etäisyydellä lämmön kausivarastosta pohjaveden pinnan taso rakentamisen seurauksena laskee. Lähtökohtaisesti pohjaveden pinnan tasoon kohdistuvat vaikutukset ovat suurimmat rakentamisen loppuvaiheessa, jolloin kaikki maanalaiset tilat on louhittu. Näin ollen tämä tilanne otettiin simulaatiossa tarkasteltavaksi.

Virtausmallissa lämmön kausivaraston kallioperään louhittavia tiloja käsiteltiin purkusoluna ja purkusoksi asetettiin lattian taso. Tämän jälkeen mallilla suoritettiin 2 vuoden mittainen vaihtuvan virtauksen (transient) simulaatio.

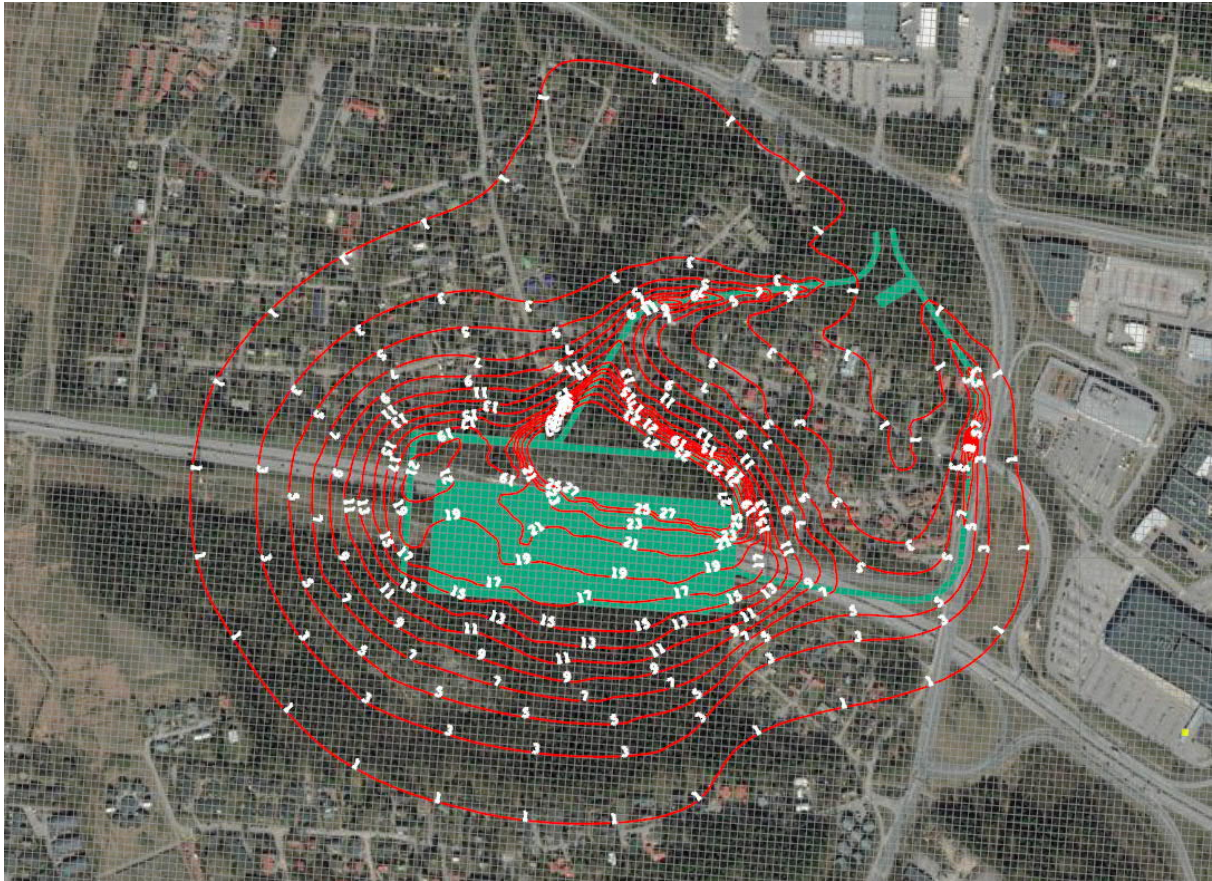
Kuvassa (Kuva 5-2) on esitetty pohjaveden pinnan tason alenema (metreinä) 6 kuukauden kuluttua siitä hetkestä, kunnes kaikki kalliotilat on louhittu. Vastaavasti kuvassa (Kuva 5-3) on esitetty alenema 1 vuoden ja kuvassa (Kuva 5-4) 2 vuoden kuluttua kalliotilojen louhimisesta.



Kuva 5-2. Pohjaveden pinnan tason alenema (m) 6 kuukauden kuluttua kalliotilojen louhimisen valmistuttua.

Pohjaveden suotovirtaama louhittuun tilaan on 6 kuukauden kuluttua louhinnasta noin 420 m³/d, 1 vuoden kuluttua noin 340 m³/d ja 2 vuoden kuluttua noin 320 m³/d.

Simulaation perusteella pohjaveden pinnan taso rakentamisen aikana laskee louhittujen tilojen välittömässä läheisyydessä. Tuloksia on tarkemmin käsitelty seuraavassa kappaleessa.



Kuva 5-3. Pohjaveden pinnan tason alenema (m) 1 vuoden kuluttua kalliotilojen louhimisen valmistuttua.



Kuva 5-4. Pohjaveden pinnan tason alenema (m) 2 vuoden kuluttua kalliotilojen louhimisen valmistuttua.

6 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Virtausmallisimulaatioiden perusteella pohjaveden pinnan taso kalliooperään louhittavien tilojen läheisyydessä ja erityisesti niiden päällä laskee rakentamisen aikana. Tuloksia tarkasteltaessa on syytä huomioida, että virtausmalli kuvaa alueen olosuhteita yleispiirteisesti.

Virtausmallinnuksessa lähdettiin siitä oletuksesta, että pohjaveden suotutumista louhittuihin tiloihin ei ole mitenkään rajoitettu (esim. kallion tiivistämistä injektoimalla ei ole suoritettu). Todennäköisesti kalliota tiivistetään ainakin ajotunneleiden alueella vuotovesivirtaamien minimoimiseksi. Tällöin ajotunneleiden kohdalla pohjaveden pinnan taso laskee huomattavasti vähemmän kuin simulaation tulokset osoittavat. Lisäksi simulaatiossa ei ole huomioitu mahdollisia pohjaveden suojaimeytyksiä, joiden avulla pohjaveden pinnan tasoa voidaan tarvittaessa ylläpitää rakentamisen aikana.

Kohteessa suoritettujen kallionäytekairauksien ja vesimenekikokeiden perusteella kalliooperä on paikoin täysin tiivistä. Koska virtausmallin pinta-ala on suuri ja kalliooperän ominaisuuksista on tarkempaa tutkimustietoa vain pieneltä rajatulta alueelta, käsiteltiin kalliooperää kauttaaltaan huokoisena massana. Tästä syystä virtausmalli hyvin todennäköisesti yliarvioi pohjaveden pinnan tasoon kohdistuvat vaikutukset ja pohjaveden pinnan taso laskee todellisuudessa vähemmän kuin simulaation tulokset osoittavat.

Lämmön kausivaraston suunnitelmien tarkentuessa, sekä mahdollisesti alueen maa-, kallioperä-, ja pohjavesiolosuhteiden tutkimustiedon karttuessa, voidaan uusien virtausmallisimulaatioiden avulla tarkentaa arviota pohjaveteen kohdistuvista vaikutuksista. Tällöin kyseeseen tulee esimerkiksi elementtimenetelmän hyödyntäminen mallinnuksessa. Elementtimenetelmässä mm. louhittavien tilojen dimensiot voidaan mallintaa hyvinkin tarkasti. Toisaalta virtausmallin antama tulos on aina approksimaatio, eikä kaikkea epävarmuutta voida poissulkea, joten menetelmän soveltamisessa tulee käyttää harkintaa.

LIITE 5

Vantaan Energia Oy, Lämmön kausivarasto,
Kuusikko, Vantaa

Kaivokartoitus -raportti

Kiinteistötunnus	Kaivotyyppi	käyttötarkoitus	Lisätietoja
	maalämpökaivo		2 kpl
	kaivo		
	kaivo		
	maalämpökaivo		rak. 2006, 180m syvä
	kaivo		
	rengaskaivo	Ei käytössä	rak. 1970, kuivuu nopeasti
	maalämpö		rak. 2006, n. 170m syvä
	rengaskaivo	kastelukäyttö	
	kaivo		
	rengaskaivo	kastelukäyttö	n. 3 m syvä
	maalämpökaivo		
	kaivo		
	kaivo		
	maalämpökaivo		rak. 2010, 150 m syvä
	maalämpökaivo		rak. 2011, 160 m syvä
	maalämpökaivo		rak. 2016, 180 m syvä
	maalämpökaivo		rak. 2013, 110 m syvä
	kaivo		
	maalämpökaivo		
	maalämpökaivo		2 kpl, rak. 2013, 160 m syviä
	rengaskaivo	kastelukäyttö	
	rengaskaivo	pesu- ja kastelukäyttö	rak. 60-luvulla, 6,7 m syvä
	maalämpökaivo		
	rengaskaivo	kastelukäyttö	7 m syvä, vettä n. 3 m
	kaivo		
	porakaivo	talousvesikäyttö	rak. 2010-luvulla, 2 asuntoa käyttää, yht. 3 hlö
	rengaskaivo	kastelukäyttö	4,6 m syvä
	rengaskaivo		rak. 50-luvulla, tulvavedet tulevat kaivoon
	maalämpökaivo ja rengaskaivo	kastelukäyttö	
	maalämpökaivo		2 kpl, keskeneräisiä
	porakaivo	talousvesikäyttö	rak. 1980, 60 m syvä
	rengaskaivo	kastelukäyttö	rak. 1959
	maalämpökaivo		rak. 2004
	porakaivo	ei käytössä	
	maalämpökaivo		7 kpl, 5 keskeneräistä
	rengaskaivo	kastelukäyttö	
	rengaskaivo	kastelukäyttö	
	maalämpökaivo		
	rengaskaivo	pesu- ja kastelukäyttö	2 kpl, (n. 6 m, rak. 1953 ja n. 5 m, rak. 1955)
	rengaskaivo	kastelukäyttö	
	rengaskaivo	Ei käytössä	
	rengaskaivo	Ei käytössä	rak. 1959
	kaivo		
	rengaskaivo	kastelukäyttö	
	maalämpökaivo		170 m syvä

maalämpökaivo			
maalämpökaivo ja rengaskaivo	kastelukäyttö		maalämpökaivo, rak 2015, 315 m syvä; rengaskaivo, rak. 1959
porakaivo	ei käytössä		rak. 1966, n. 4 m syvä
maalämpökaivo			2 kpl
maalämpökaivo			asvaltin alla
maalämpökaivo			rak. 2008, 180 m syvä
rengaskaivo	kastelukäyttö		
maalämpökaivo			
maalämpökaivo	kastelukäyttö		
rengaskaivo			
maalämpökaivo			
porakaivo	kastelukäyttö		rak. 1971-1972, n. 50 m syvä
porakaivo	kylmälaitteiden jäähdytysvesi		
rengaskaivo	kastelukäyttö		2 m syvä, vesi riittää hyvin
kaivo			
rengaskaivo	pesu- ja kastelukäyttö		rak. noin 1954, 5 m syvä
maalämpökaivo			2 kpl, n. 120 m syviä, rak. noin 2010
rengaskaivo	pesu- ja kastelukäyttö		
rangaskaivo ja maalämpökaivo	pesu- ja kastelukäyttö		tehty 30- ja 40-luvuilla
maalämpökaivo			2 kpl, rak. 2016, 150 m syvä
maalämpökaivo			rak. 2014
maalämpökaivo			
maalämpökaivo			tulossa toukokuun aikana, viim. kesäkuun aikana
maalämpökaivo			2 kpl, rak. 2004, 170 m syviä
rengaskaivo	kastelukäyttö		
maalämpökaivo			
maalämpökaivo ja rengaskaivo	kastelukäyttö		
maalämpökaivo			rak. 2015, 75 m syvä
kaivo			
maalämpökaivo			110 m syvä, vettä n. 107 m
maalämpökaivo			
kaivo			
rengaskaivo			vanha
kaivo			
kaivo			
maalämpökaivo			142 m syvä
rengaskaivo ja maalämpökaivo	kastelukäyttö		rengaskaivo, rak. 1958, n. 8 m syvä; maalämpökaivo, 150 m syvä
maalämpökaivo			
kaivo			ei käytössä
maalämpökaivo ja rengaskaivo	ankkalammen täyttö		rengaskaivo rak. 1950-luvulla
rengaskaivo	ei käytössä		
rengaskaivo	kastelukäyttö		
maalämpökaivo			2 kpl, rak. 2014, 145 m syviä
kaivo			
rengaskaivo ja maalämpökaivo			rengaskaivo 2,5 m syvä; maalämpökaivoja 2 kpl, keskeneräisiä

kaivo		
maalämpökaivo ja rengaskaivo	kastelukäyttö	
rengaskaivo ja maalämpökaivo	kastelukäyttö	2 kpl maalämpökaivoa
maalämpökaivo, porakaivo	talousvesikäyttö	maalämpökaivo rak. 2001, 175 m syvä
rengaskaivo	kastelukäyttö	rak. 60-luvulla, 7 m syvä
rengaskaivo, maalämpökaivo	kastelukäyttö	rengaskaivo 3,8m syvä
rengaskaivo	kastelukäyttö	rak. 1965, 5 m syvä
rengaskaivo ja maalämpökaivo	kastelukäyttö/uima-altaan täyttö	rengaskaivo, 5 m, rak. 1964 ja maalämpökaivo, 230 m, rak. 2020
rengaskaivo	juoma- ja pesukäyttö	rak. 1955/1956
rengaskaivo	kastelukäyttö	rak. 1950, n. 10 m syvä
kaivo		
kaivo		
maalämpökaivo		
rengaskaivo	pesu- ja kastelukäyttö	
maalämpökaivo		
porakaivo	juoma- ja pesukäyttö	rak. 1972, n. 100 m syvä
rengaskaivo	kastelukäyttö	7 m syvä
maalämpökaivo ja rengaskaivo	kastelukäyttö	
porakaivo	ei käytössä	rak. 60-luvun lopulla
kaivo		
kaivo		
rengaskaivo	kastelukäyttö	10-12 m syvä
rengaskaivo	kastelukäyttö	
rengaskaivo ja maalämpökaivo	kastelukäyttö	rengaskaivo, 7,5 m syvä, rak. 1956, maalämpökaivo, 204 m syvä, rak. 2016
kaivo		
rengaskaivo	ei käytössä	
rengaskaivo ja maalämpökaivo	kastelukäyttö	rengaskaivo, rak. 1968, 8 m syvä; maalämpökaivo, rak. 2019, 180 m syvä
maalämpökaivo		2 kpl
kaivo		
rengaskaivo	kastelukäyttö/uima-altaan täyttö	
kaivo		
maalämpökaivo		keskeneräinen
rengaskaivo ja maalämpökaivo	kastelukäyttö	keskeneräinen (maalämpökaivo)
porakaivo	juoma-, kastelu- ja pesukäyttö	3 hlö, rak. 1968
maalämpökaivo		keskeneräinen
porakaivo	kastelukäyttö	alun perin rengaskaivo, jota syvennetty
rengaskaivo ja maalämpökaivo	kastelukäyttö/uima-altaan täyttö	maalämpökaivo 205 m syvä
maalämpökaivo		keskeneräinen
maalämpökaivo		keskeneräinen
maalämpökaivo		
rengaskaivo	ei käytössä	2 kpl, rak. 50-60 -luvuilla
Kaivo		
rengaskaivo	kasteluvetenä	
rengaskaivo		vanha
maalämpökaivo		rak. 2012, 130 m syvä
		suunnitteilla maalämpökaivo vuonna 2022

00 11 10 0

rengaskaivo	kasteluvetenä	
rengaskaivo ja maalämpökaivo	kasteluvetenä	rengaskaivo, rak. 1954 ja maalämpökaivo, 130 m, rak. 2012
porakaivo	kasteluvetenä	
rengaskaivo	kasteluvetenä	maalämpökaivo rak. 2015 ja 160 m syvä
kaivo		
kaivo		
rengaskaivo	kastelukäyttö	rak. 1960
maalämpökaivo		2 kpl
rengaskaivo ja maalämpökaivo	kastelukäyttö	
maalämpökaivo		keskeneräinen

Vantaan Energia Oy

Vantaan Energia on yksi Suomen suurimmista kaupunki-energiayhtiöistä. Tuotamme lämpöä, sähköä ja energia-tehokkuuspalveluita. Mahdollistamme asiakkaillemme sujuvan arjen ilmastoystävällisillä, jatkuvasti kehittyvillä palveluilla.

Energia-alalla on merkityksellinen rooli ilmastonmuutoksen hillitsemisessä. Haluamme olla osa ratkaisua. Olemme kasvava kiertotalousenergiayhtiö, joka panostaa hiilineutraalien energiaratkaisujen löytämiseen. Luovumme fossiilisista polttoaineista vuonna 2026 ja etenemme kohti hiilinegatiivisuutta vuonna 2030.

www.vantaanenergia.fi