



Asemakaavan muutos 564-2243, Kaukovainion kaupunginosa (Kaukovainionportti)

KOOSTE SELVITYKSISTÄ

1. Puustokartoitus (Rakennusteho Group Oy, Plaana Oy 2021)
2. Luontoselvitys (Rakennusteho Group Oy, Natans Oy 2021)
3. Linnustoselvitys (Rakennusteho Group Oy, Plaana Oy, Aallokas Oy 2021)
4. Hulevesiselvitys (Rakennusteho Group Oy, Plaana Oy 2021)
5. Liikenneselvitys (Rakennusteho Group Oy, Plaana Oy 2022)
6. Liikennemeluselvitys (Rakennusteho Group Oy, Promethor Oy 2022)
7. Perustamistapalausunto (Rakennusteho Group Oy, Afry Finland Oy 2021)

PUUSTOKARTTOITUS

KAUKOVAINIONPORTTI

KARTTA 1:1000

Plaana

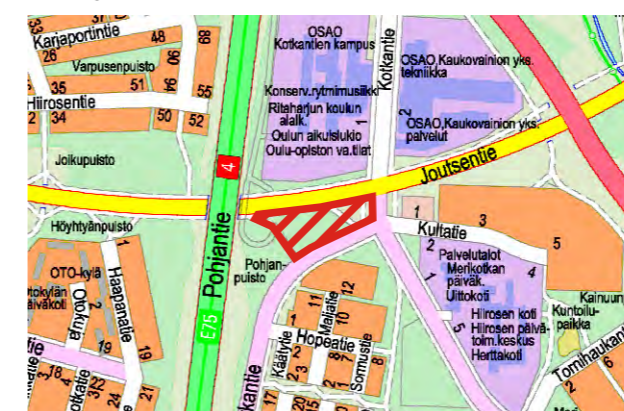
28.4.2021/HHe



SELITTEET

- Selvitysalueen raja
 - Valokuvan ottosuunta
 - ALUEEN KÄYTTÖ**
 - Nurmi- tai niitytpintainen alue
 - Pumppaamo
 - PUUSTO**
 - Koivuvaltainen puusto, seassa pihlajaa
 - Mäntyvaltainen puusto, varttunut, seassa koivua ja pihlajaa
 - Mäntyvaltainen puusto, nuorehko, seassa koivua
 - Runsas aluskasvillisuus: vadelmaa, koivun ja pihlajan taimia
 - Yksittäispuu ***
 - Be = *Betula*, koivu
 - Pic = *Picea pungens*, okakuusi
 - Pi = *Pinus sylvestris*, metsämänty
 - So = *Sorbus aucuparia*, kotipihlaja
 - Merkittävä yksittäispuu tai puuryhmä ***
 - Pi = *Pinus sylvestris*, metsämänty
 - * riippaoksainen
 - ** pallomainen latvus
 - Po = *Populus tremula*, metsähaapa
 - Tuulenpesäkoivuja
 - Puun rungossa aurasvaurioita
- * Puiden sijainti arvioitu maastokäynnillä

Selvitysalue punaisella opaskartalla



PUUSTOKARTOITUS

KAUKOVAINIONPORTTI

PUUSTOKARTOITUKSEN TEKSTIOSUUS JA VALOKUVIA

Plaana

28.4.2021/HHe

Yleistä:

Selvitysalueen itäosassa Merikotkantien länsipuolella on puistomaisesti hoidettu nurmipintainen viheralue, jossa kasvaa istutettuja okakuusia *Picea pungens* (kuva 1). Nurmialue muuttuu kivituhkakäytävän lounaispuolella niitypintaiseksi. Niityllä kasvaa yksittäisiä koivuja, joissa esiintyy tuulenpesiä. Niityn reunan puustosta erottuu kaksi haapaa (kuva 2).

Avoimen niityn jälkeen alueen luonne muuttuu metsäisemmäksi. Niityn reunalla puusto on pääosin lehtipuuvaltaista, valtapuulajina on koivu. Metsäisen alueen reunalla kasvaa laikkumaisena alueena nuorehkoja mäntyjä.

Selvitysalueen alavimmilla metsäisillä alueilla aluskasvillisuus on rehevää. Aluskasvillisuuden joukossa kasvaa runsaasti vadelmaa ja länteen päin mentäessä pihlajan ja koivun taimia.

Alueen näyttävin ja iäkkäin männikkö sijoittuu alueen korkeimmalle kohdalle selvitysalueen länsipuolelle (kuva 3). Alueen puusto on säännönmukaista ja kohtalaisen tasaikäistä. Metsäalue on hyvin hoidettua, jolloin pensaskasvustoa ei juuri ole ja metsänpohja on hyvin säilynyt. Maakotkantien varressa kasvaa riippuvaoksainen mänty, joka erottuu alueen muusta puustosta (kuva 4). Selvitysalueen ulkopuolella, metsäalueen poikki kulkevan kevyen liikenteen väylän reunassa kasvaa pyöreälatvainen mänty. Metsäalueen poikki kulkevan väylän päätepisteinä Joutsentien suunnassa on mäntyryhmä (kuva 5).

Joutsentien läheisyydessä puusto on koivuvaltaista. Suuret männyt näkyvät koivujen takaa ja havupuiden merkitys korostuu etenkin lehdettöminä vuodenaikoina (kuva 6). Joutsentielle näkyvä puusto, erityisesti männikkö, on osa Kaukovainion metsäistä siluettia, joka avautuu oppilaitosten suuntaan ja liittyy Joutsentien ja Maakotkantien katukuvaan. Selvitysalueen kohdalla Joutsentie on leikkauksessa, minkä vuoksi alueen korkean puuston katutilaa rajaava vaikutus korostuu.

Jatkosuunnittelussa huomioitavat seikat:

Selvitysalue liittyy olennaisesti Joutsentien, Merikotkantien ja Maakotkantien katukuvaan sekä koko Kaukovainiota kiertävään viherkehään. Merikotkantie toimii Kaukovainion asuinalueen sisääntuloväylänä, minkä vuoksi selvitysalueen puuston merkitys alueen yleisilmeen luojana korostuu. Tämä tulisi huomioida myös jatkosuunnittelussa ja kasvillisuudella vahvistaa Kaukovainion metsälähiö -identiteettiä.

Puustosta suositellaan säilyttämään alueen merkittävimmät yksittäiset puut ja puuryhmät. Säilytettävien puiden lisäksi suositellaan säilyttämään hyväkuntoista metsänpohjaa.



Kuva 1. Puistomaisesti hoidettu nurmi- ja niityalue. Okakuusiryhmä kuvassa oikealla.



Kuva 2. Niityn reunalla kasvavat haavat. Taustalla alueen edustavinta männikköä.



Kuva 3. Alueen edustavinta männikköä sekä hyväkuntoista metsänpohjaa.



Kuva 4. Riippuvaoksainen mänty Maakotkantien varressa. Puu näkyy kuvassa keskellä.



Kuva 5. Näkymän päätepisteinä oleva nuorehko mäntyryhmä.



Kuva 6. Joutsentien puoleista koivikkoa ja männikköä.

Kaukovainionportti, Oulu

Pohjanpuisto, Kaukovainio, luontoselvitys



Natans Oy 5.6.2021

Sisällys

Pohjanpuisto, Kaukovainio, luontoselvitys	1
Aluerajaus.....	3
Kostea niitty.....	4
Koivikko, pensoittunut	4
Männikkö, kuivahko kangas	4
Ruderaatti.....	5
Johtopäätökset	5

Aluerajaus

Tutkittu alue sijaitsee Pohjantien tuntumassa Joutsentien ja Maakotkantien välissä. Alue on pääosin puustoinen ja puistomainen. Viljeltyjä koristepuita on vain itäpään nurmikolla, yhteensä 11 kpl okakuusta (*Picea pungens*) muutamassa ryhmässä. Luontotyypit on kuvattu kartalla, missä myös rajaus (Kartta 1).



Kartta 1 Aluerajaus, luontotyypit ja vieraslajihavainnot. Erityisesti isotuomipihlajaa on runsaammin; kartalle on merkitty kookkain, kansikuvassa kukkiva. Jättipalsamia huomattiin pari pientä ryhmää, komealupiinia on maavallilla pieninä ryhminä useampia.

Nurmikko



Kuva 1 Puiston itäpää Maakotkantien takaa.



Kuva 2 Okakuusiryhmä.

Kostea niitty

Niityllä tyyppilaji on koiranputki. Kuvanoton aikaan 4.6.2020 se ei vielä kukkinut. Niityllä vallitsevat muutkin ns. suurruohot eli ravinteikkuudesta ja kosteudesta kielivät mesiangervo, nokkonen ja horsma. Mutta niityllä kasvaa yhä myös nurmipuntarpäätä (*Alopecurus pratensis*), joka on ollut paljon viljelty rehukasvi. Se kertonee tälläkin paikalla maankäytön muutoksista: 1953 peruskartan kertoman mukaan alue on ollut tuolloin yhä viljelykäytössä.



Kuva 3

Koivikko, pensoittunut

Niitty rajoittuu koivuvaltaiseen mutta sekapuustoiseen metsikköön, jossa on tiheää vattupensaikkaa, pihlajan ja muiden lehtipuiden taimia. Alueen reunoilla on myös avoimempaa ja ruohoisempaa

Pensaskerroksessa on myös pensasmainen tuomi, muutamia vaahterantaimia ja melko runsaasti isotuomipihlajaa, myös kukkivaa. Linnut levittävät isotuomipihlajaa pihapuu- tai puistoisiin.



Kuva 4

Männikkö, kuivahko kangas

Alueen korkeimmalla kohdalla on varttuneita mäntyjä varpukankaalla. Varvut ovat pääosin puolukkaa. Mutta sen rinnalla on myös oravanmarjaa, metsätähteä ja mustikkaa. Pihlajan taimia on myös täällä kuten useimmissa kaupunkimetsiköissä.



Kuva 5

Ruderaatti

Pohjantien maavallin kärki kääntyy puistoon. Maavallilla on paljastuneen maan kasveja, kuten muutamia komealupiineja (*Lupinus polyphyllos*) ja hietalituruoho (*Arabidopsis arenosa*), joka tunnetaan nimellä hietapitkähalko myös Oulun nimikkokasvina.



Kuva 6

Johtopäätökset

Kaukovainion Pohjanpuistosta ei havaittu uhanalaisia lajeja eikä luontotyyppejä. Alueelta ei löytynyt myöskään ns. direktiivilajien elinympäristöjä tai oleskelu- tai lisääntymispaikkoja. Lepakoille soveltuvia päiväpiiloja tai lisääntymispaikaksi soveltuvia rakenteita ei alueella havaittu.

Puiston tuntumassa on maavalli, jolla on muutamia komealupiineja (*Lupinus polyphyllos*). Ne saattavat olla suurempienkin kasvustojen alkuja. Komealupiini on säädetty kansallisesti haitalliseksi vieraslajiksi. Haitallista vieraslajia ei saa päästää ympäristöön eikä tuoda Suomeen EU:n ulkopuolelta eikä myöskään toisesta EU-maasta, pitää hallussa, kasvattaa, kuljettaa, saattaa markkinoille, välittää taikka myydä tai muuten luovuttaa.

Myös isotuomipihlaja (*Amelanchier spicata*) ja jättipalsami (*Impatiens glandulifera*) ovat Kansallinen vieraslajistrategian (VN 5.3.2012) lajeja. Ne ovat monin paikoin vakiintuneita ja leviäviä. Isotuomipihlajasta ei kuitenkaan ole välitöntä haittaa. Sen poistoa suositellaan muiden töiden ohessa. Pohjanpuistossa on runsaasti taimia, ja kansikuvassa on nähtävissä kukkiva yli parimetrinen pikku puu. Jättipalsami muodostaa myös suuria kasvustoja erityisesti rehevillä ja kosteilla paikoilla. Jättipalsamia poistetaan niitto- ja kitkemistalkoilla.

OULU

KAUKOVAINIONPORTIN
LINNUSTOSELVITYS

3.8.2021

Plana



Sisällys

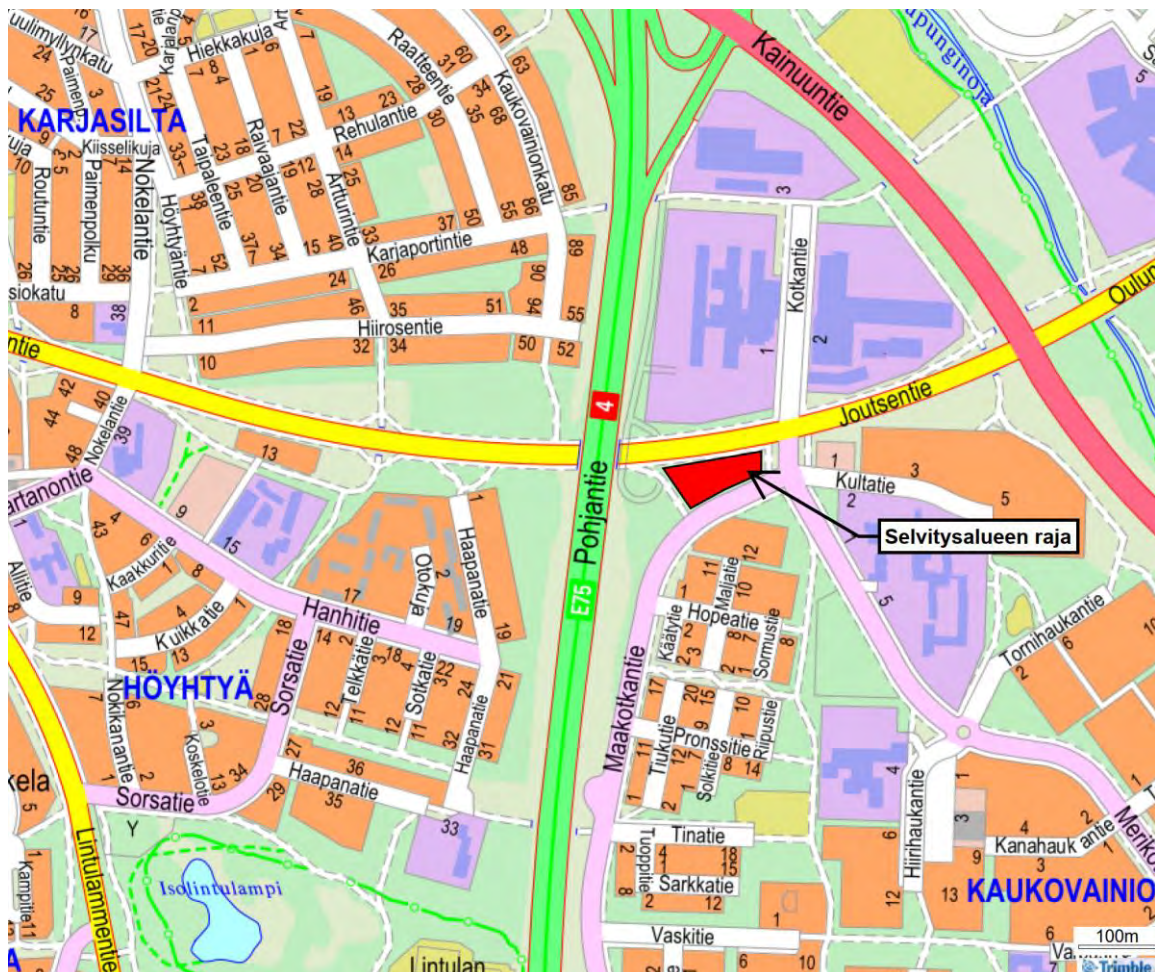
1 TAVOITTEET JA LÄHTÖKOHDAT	2
2 LINNUSTOSELVITYS	3
2.1 PESIMÄLINNUSTO	3
3 SUOSITUKSET MAANKÄYTÖLLE	5
4 LÄHTEET.....	5

Opaskartta: Oulun kaupunki, yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut

1 TAVOITTEET JA LÄHTÖKOHDAT

Kaukovainionportin linnustoselvitys on laadittu maankäytön suunnittelun perusselvitykseksi. Selvityksessä on tarkasteltu linnustoarvot Oulun Kaukovainionportin alueelta. Selvitysalue rajautuu etelässä Maakotkantiehen, lännessä Pohjantiehen, pohjoisessa Joutsentiehen ja idässä Merikotkantiehen. Alueen koko on noin 2,5 hehtaaria. Linnustoselvitys sisältää pesimälinnustokartoituksen, joka käsittää 2 tarkastelukertaa. Samalla havainnoitiin muita alueella esiintyviä lintuja ja nisäkkäitä.

Linnustoselvityksen laatimisesta on vastannut Plaana Oy, jossa projektipäällikkönä on toiminut Risto Hämäläinen. Linnustoselvityksen on tehnyt FT Esa Aalto Aallokas Oy:stä.



Kartta 1. Selvitysalueen rajaus opaskartalla (Karttatie 5/2021).

2 LINNUSTOSELVITYS

Linnustoselvityksen menetelmänä sovellettiin pesivän maalinnuston kartoituslaskentaa (Koskimies & Väisänen 1988). Selvitysalueella tehtiin kahden käyntikerran kartoituslaskenta (17.5.2021 klo 6:57–7:19 ja 22.6.2021 klo 4:04–4:24). Molemmat laskennat tehtiin heikkotuulisella ja poutaisella säällä. Kartoitus tehtiin tavanomaista tarkemmin siten, että mikään maaston kohta ei jäänyt 30 metriä kauemmas kuljetusta reitistä.

Molemmilla laskentakierroilla laskettiin ja merkittiin ylös kaikki havaitut linnut ja muut selkärangaiset eläimet. Tulosten raportoinnissa ei kuitenkaan ole huomioitu alueen yli lentäneitä eikä alueen ulkopuolella olleita lintuja. Alueen pienestä koosta johtuen lintuparit saatiin laskettua melko tarkasti.

Tulostaulukossa käytettävä yksikkö on lintupari. Pari voi tarkoittaa myös havaintoa yksittäisestä koiraasta tai naaraasta, sillä laskennassa harvoin havaitaan parin molempia yksilöitä samanaikaisesti. Lajien uhanalaisuustarkastelussa käytettiin uusinta uhanalaisuusluokitusta (Hyvärinen ym. 2019).

2.1 PESIMÄLINNUSTO

Kaukovainionportin runsas linnusto koostuu sekametsien ja puistojen lajeista. Pesiviksi tulkittuja lintuja laskettiin yhteensä 21 paria (840 paria / km²) ja lintulajeja 9. Lajit ja parimäärät on esitetty taulukossa. Uhanalaisia tai silmälläpidettäviä lintuja ei havaittu. Toisella laskentakierroksella kartoitusalueella havaittiin useita varoittavia lintuemoja poikasineen, mikä kertoo hyvin onnistuneista pesinnöistä.

Muista selkärangaisia eläimiä ei havaittu.

Käytetyllä kahden käyntikerran kartoituslaskennalla ei löydetä kaikkia alueella pesiviä ja pesintää yrittäneitä lintupareja ja toisaalta joitakin lyhytaikaisesti vierailleita lintuyksilöitä saatettiin tulkita pesiviksi. Pääosa lajistosta ja lintupareista tuli kuitenkin havaituiksi, joten toteutunutta laskennan tarkkuutta voidaan pitää riittävänä linnuston huomioimiseksi maankäytön suunnittelussa. Pesimälinnuston tarkan parimäärän selvittämiseksi tarvittaisiin 5-6 laskentakertaa pesimäkauden aikana.

Taulukko. Kaukovainionportin selvitysalueella havaitut pesimälajit ja parimäärät.

Laji	Parimäärä
Rautiainen	1
Räkättirastas	7
Punakylkirastas	3
Lehtokerttu	1
Pajulintu	2
Talitiainen	1
Sinitiainen	1
Varis	1
Peippo	4

3 SUOSITUKSET MAANKÄYTÖLLE

Alueella ei ole sellaisia lintujen elinympäristöjä, joita tulisi erityisesti huomioida suunnittelussa, eikä alueella ole havaittu uhanalaisia tai silmälläpidettäviä lintuja. Kookaspuustoinen metsikkö tarjoaa pesimäpaikkoja monille lähiympäristön linnuille. Metsää olisi hyvä säästää mahdollisimman paljon. Runsaan pesimälinnuston vuoksi mahdollinen puuston poistaminen tai harventaminen tulisi tehdä lintujen pesimäkauden 10.5.–10.8. ulkopuolisena aikana.

4 LÄHTEET

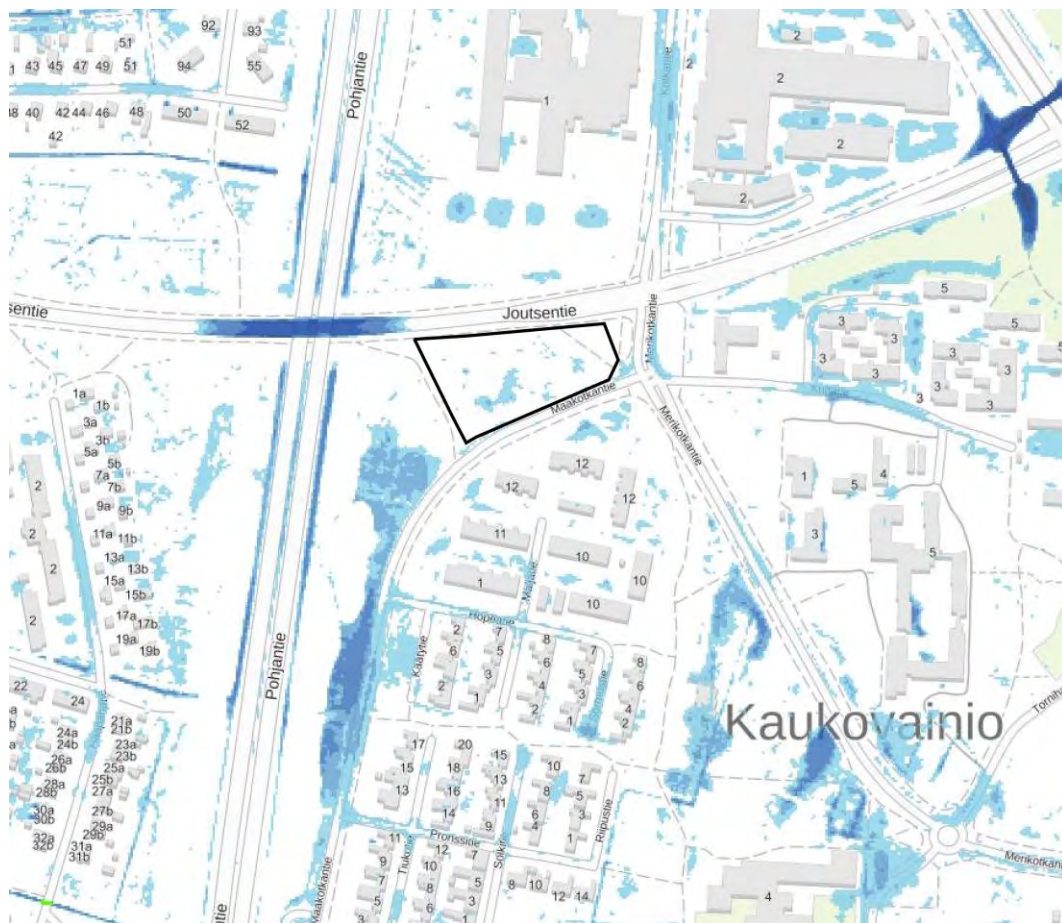
Koskimies P & Väisänen RA: 1988: Linnustonseurannan havainnointiohjeet. – Helsingin yliopiston eläinmuseo, Helsinki. 143 s.

Hyvärinen E, Juslén A, Kemppainen E, Uddström A & Liukko U-M: 2019: Suomen lintujen uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. – Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus, Helsinki.

Kaukovainionportti Asemakaavamuutos

Hulevesiselvitys

Oulu



© Kuva Syke, hulevesitulvakartta

Plana

Syyskuu 2021

Taitto: Plaana Oy

Kansikuva: Syke - alustava hulevesitulvakartta

Kartat: Oulun kaupunki, Plaana Oy

Plaana Oy:n projekti 21109, 9.9.2021

Tiivistelmä

Kaukovainionportin hulevesiselvitys on laadittu palvelemaan Maakotkantien ja Joutsentien väliselle alueelle suunnitellun asuinkorttelin asemakaavamuutosta. Selvityksessä on arvioitu alueen nykyisiä hulevesimääriä sekä tulevan tilanteen hulevesimääriä Vauhti-*viiva Oy:n* tonttitutkielman ja alueella aikaisemmin laadittujen selvitysten pohjalta. Selvityksessä tutkitaan nykyisen hulevesiverkoston hyödyntämismahdollisuuksia selvitysalueella.

Selvityksessä on tarkasteltu Kaukovainionportin ympäristön nykyisen hulevesiverkoston kapasiteettia tontilta poisjohdettavan huleveden purkupisteeseen Kaupunginojaan. Nykyisin verkoston laskennallinen kapasiteetti ylittyy mitoitussateen aikana, eikä verkostoon johdettavan huleveden määrää voida lisätä. Alueella ja sen läheisyydessä voi nykytilanteessa tapahtua vedenpinnan nousua rankkasateen aikana puistoalueilla sekä katujen ja Pohjantien painanteissa.

Tarkastelualueen hulevesien kokonaismäärän on arvioitu kasvavan mitoitussateen aikana 12 m³:stä noin 51 m³:iin. Kohteelle on esitetty määrällistä ja laadullista hulevesien hallintaa. Viivytystä tontilla on mahdollista toteuttaa pienillä viherpainanteilla ja viivytyssäiliöllä.

Ennen rakentamisen aloitusta tontilla kulkevat nykyiset hulevesiviemärit tulee siirtää.

Alkusanat

Selvityksessä on arvioitu kohteen nykyisiä sekä tulevia hulevesimääriä. Tulevia hulevesimääriä on arvioitu tonttitutkielman (Vauhtiviiva Oy). Selvityksessä annetaan ehdotus hulevesien hallintamenetelmistä alueella.

Selvitys perustuu maanmittauslaitoksen laserkeilausaineistoon, Oulun kaupungin verkosto- ja laitetietoihin, alueella tehtyihin maaperä- ja pohjatutkimuksiin, Suomen ympäristökeskuksen hulevesitulvakarttoihin sekä maastokäynnin havaintoihin.

Selvitys on laadittu Rakennusteho Group Oy:n toimeksiannosta Plaana Oy:ssä, jossa työstä on vastannut projektipäällikkö insinööri (Amk) Risto Hämäläinen.

Syyskuu 2021

Sisältö

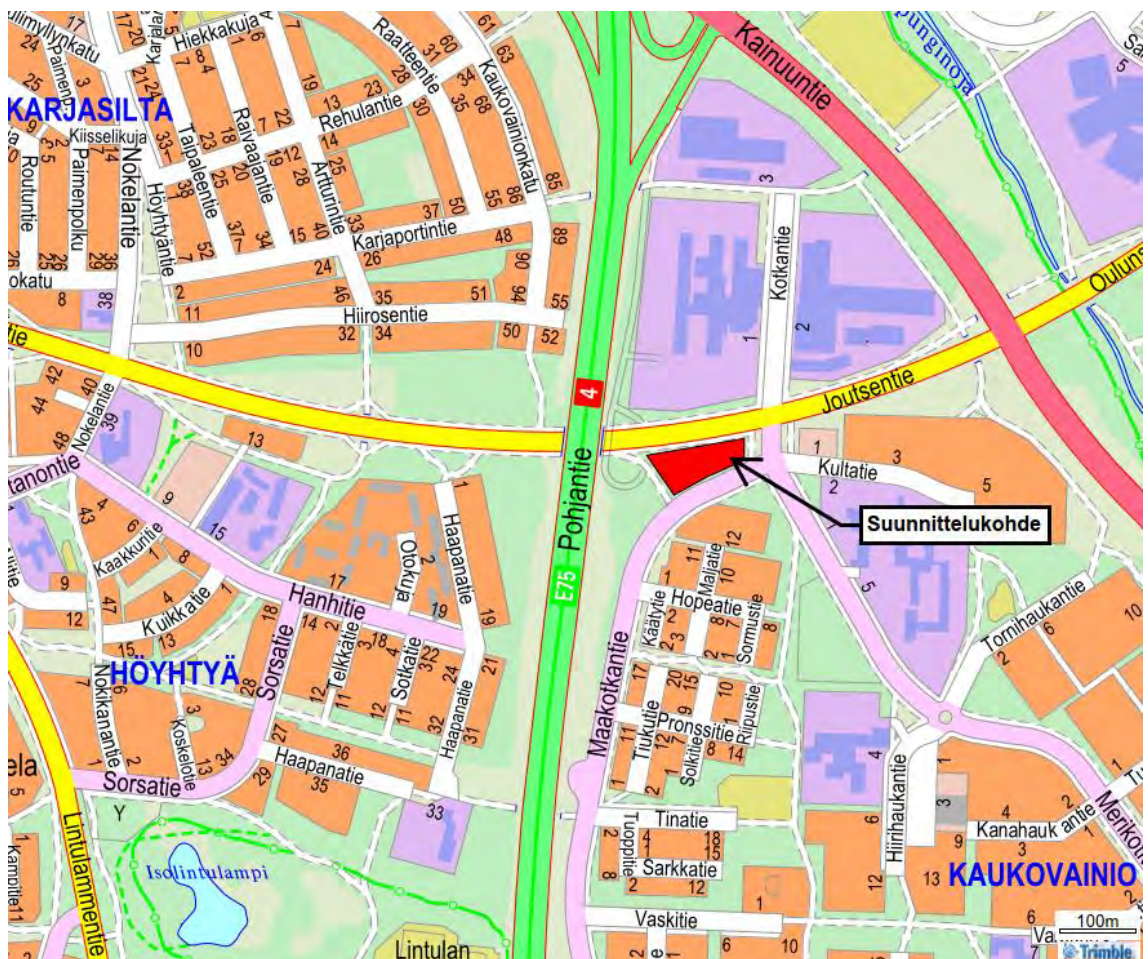
1	SELVITYSALUE	5
1.1	SIJAINTI JA TOIMINNOT	5
1.2	MAAPERÄ JA POHJAVEDET	6
2	HULEVEDET	7
2.1	OSAVALUMA-ALUEET JA NYKYINEN HULEVESIJÄRJESTELMÄ	7
2.2	TULVA-ALUEET	12
3	RAKENTAMISHANKKEEN VAIKUTUKSET HULEVESIIN	14
4	HULEVESIEN HALLINTA	17
5	HULEVESIEN HALLINTARAKENTEET	18
5.1	HULEVESIEN VIIVYTYS	18
5.2	KIINTOAINEIDEN EROTUS	21
6	SUOSITUKSET ASEMAKAAVA JA JATKOSUUNNITTELUA VARTEN	22
7	LÄHTEET JA AINEISTOT	23

1 Selvitysalue

1.1 Sijainti ja toiminnot

Suunnittelukohte sijaitsee Oulun keskustasta noin 2,5 kilometrin etäisyydellä, Kaukovainion kaupunginosassa. Suunnittelukohte rajautuu pohjoisesta Joutsentiehen, etelästä Maakotkantiehen, idästä Merikotkantiehen ja lännestä Pohjanpuistoon.

Kohde on merkitty voimassa olevassa asemakaavassa puistoksi (VP). Kohde on nykyisellään metsää.



Kuva 1 Suunnittelukohteen sijainti. Lähde: Oulun seudun karttapalvelu Karttatie 5/2021.

1.2 Maaperä ja pohjavedet

Maanpinnan taso vaihtelee tutkimusalueella +12,0...13,3 (N2000). Maanpinta polveilee tarkastelualueella, alimmat pisteet jäävät alueen keskivaiheille. Pohjavedenpinnantasoli tutkimustyönäikana (23.5.2016) +8,0...10,7 eli noin 2...4,2 metrin syvyydessä maanpinnasta. Mitattuun +8,0 tasoon vaikuttaa Joutsentien kuivatustaso. Alueen koillisnurkassa olevasta pohjavesiputkessa on mitattu pohjavedentaso korkeimmillaan +11,6 tasolla eli noin 1,6 metrin syvyydellä maanpinnasta.

Pohjatutkimustietojen mukaan maaperäjakauma on maanpinnasta lähtien seuraava:

- pintamaakerrokset; humusmaa 0,2...0,4 m
- löyhä, pintaosistaan osittain routimaton hiekka ja alaosaan routiva silttinen hiekka 0,5...2,5 m
- löyhä-keskitiivis, routiva silttinen hiekka 5...8 m, jossa hiekkaisia silttivälikeroksia
- tiivis hiekka ja moreeni

Tiivis pohjamaa alkaa yleisesti 5...8 metrin syvyydessä. Painokairaukset ovat päättyneet kiveen tai tiiviiseen maakerrokseen 3...9,5 metrin syvyydessä maanpinnasta. Puristinheijarikairaukset ovat päättyneet tiiviiseen maakerrokseen 8,2...12,2 metrin syvyydessä maanpinnasta.

Lähde: Kaukovainionportti, perustamistapalausunto AFRY Finland Oy

2 Hulevedet

2.1 Osavaluma-alueet ja nykyinen hulevesijärjestelmä

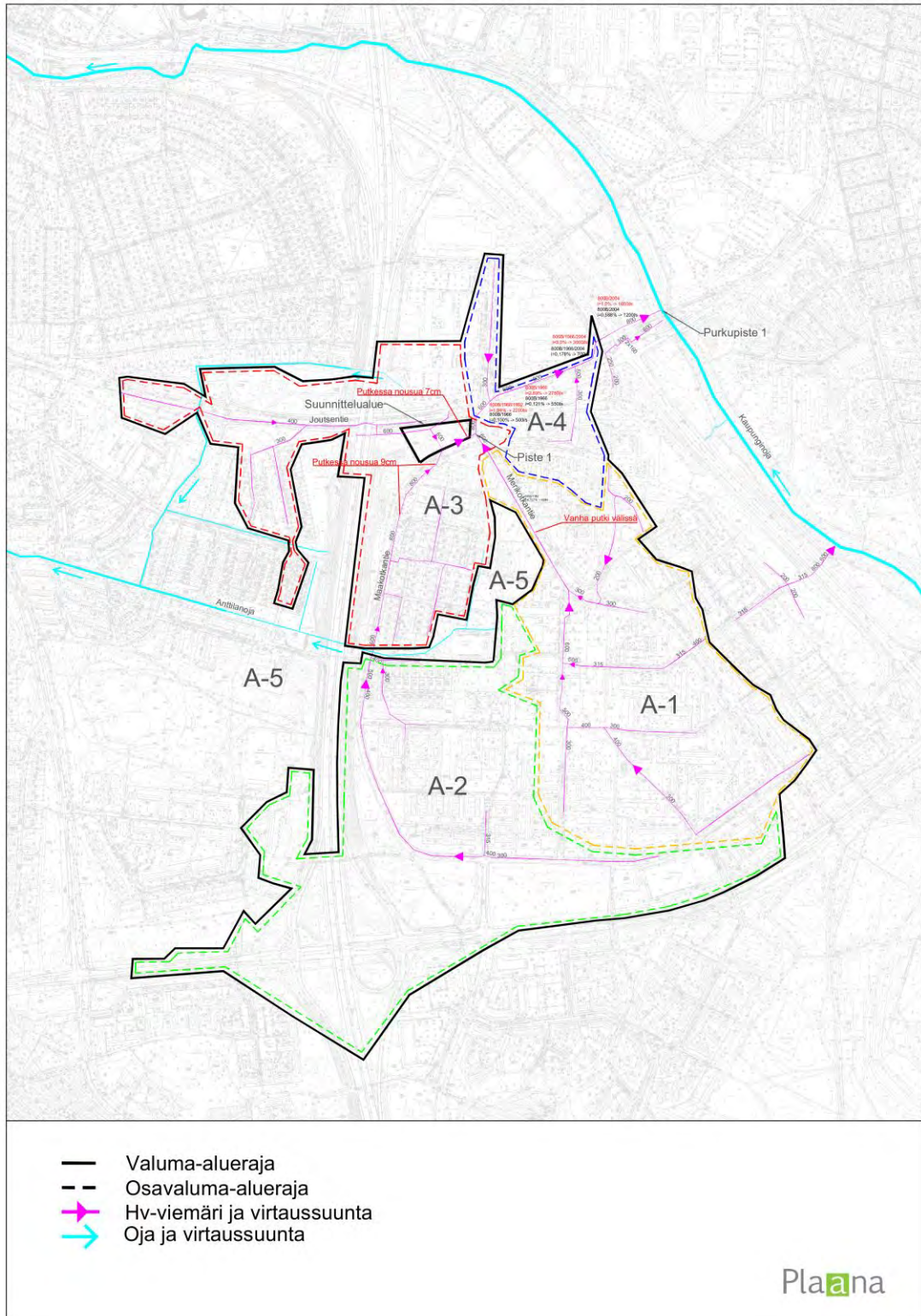
Selvityksessä on tarkasteltu Kaukovainionportin hulevesien reitti purkupisteiseen sekä määritetty osavaluma-alueet. Osavaluma-alueiden määrittäminen on tehty alueen hulevesiviemäreiden, maanpinnan muotojen (maastokäynti, mittatieto sekä MML laserkeilausaineisto) sekä Oulun veden hulevesirajakarttojen perusteella.

Alueiden kuivatus tapahtuu pääasiassa pintavaluntana ojien ja painanteiden kautta hulevesiviemäriin. Katu- ja asutusalueet ovat pääasiassa suorassa yhteydessä hulevesiverkostoon. Metsävyöhykkeet ja Pohjantien varrella olevat alavat alueet (ojat ja meluvallin reunat) kuivettuvat pääasiassa pintavaluntana maaperään sekä alueelta pois laskevaan Anttilanojaan. Selvityskohde on nykyisellään rakentamaton puistoalue, jossa viipyy hulevesiä, sen alavissa kohdissa.

Kaukovainion alueelle on laadittu vuonna 2016 Plaana Oy:ssä Kaukovainion keskuksen hulevesiselvitys. Hulevesiselvityksessä on tutkittu alueen ylä- ja alapuolisen purkuviemäriin nykytilannetta ja tulevaa tilannetta keskuksen uuden asemakaavan toteutuessa (keskuksen asemakaava-alue sijoittunut pääasiassa osavaluma-alueelle A-1).

Vuonna 2016 on todettu purkuviemäriin laskennallisen kapasiteetin olevan ylittynyt. Haastatteluissa (V-M Hyyrynen ja T Siikaluoma) ovat todenneet, ettei Kaukovainion alueella ole tapahtunut rankkaan sateen aikana ongelmia hulevesien kanssa. Kaukovainion keskuksen kaavaan päädyttiin laittamaan viivytyksvaatimukseksi $1 \text{ m}^3/100\text{m}^2$ vettä läpäisemätöntä pintaa kohden. Viivytyksvaatimus on toteutettu tonttikohtaisesti rakentamisen edetessä.

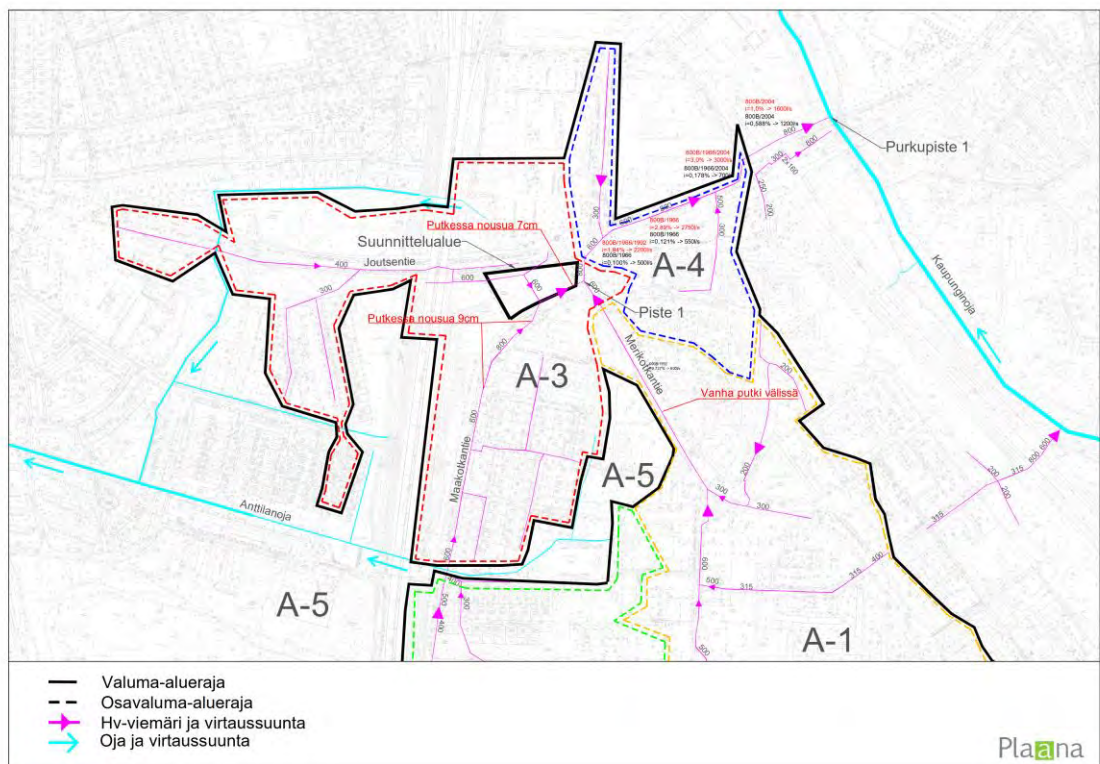
Kuvassa 2 on esitetty tarkastelualueen hulevesien purkureitit Kaupunginojaan asti. Alueen hulevesimäärien laskennassa on käytetty 4 osavaluma-aluetta (A1-A4). Osavaluma-alue A5 laskee Anttilanojaan.



Kuva 2 Tarkastelualueen hulevesien reitit Kaupunginojaan.

Osavaluma-alueiden hulevesimäärien laskemisessa on käytetty keskimääräisiä valumakertoimia alueiden laadun ja kaltevuuksien mukaisesti. Tyypilliset kohteeseen soveltuvat valumakertoimet ovat: katualueet 0,65, liikerakennusalueet 0,55, kerrostalokorttelialueet 0,60–0,40 ja puistoalueet 0,10–0,05.

Osavaluma-alueiden mitoitussateena käytettiin selvitysalueen pinta-alasta ja rakennetusta ympäristöstä johtuen kestoajaltaan 60 minuutin sadetta, joka toistuu kerran 10 vuodessa (käytetty myös vuoden 2016 Kaukovainion keskuksen hulevesiselvityksessä). Mitoitussateen rankkuudeksi saatiin 77 l/s*ha, jossa on huomioitu myös ilmastonmuutoksen vaikutukset (+20 %). Vuonna 2016 laaditussa Kaukovainion keskuksen hulevesiselvityksessä mitoitussateena on käytetty 64 l/s*ha, jossa ei ole huomioitu ilmastonmuutoksen vaikutusta.



Kuva 3 Ote suunnittelualueen osavaluma-alueista ja hulevesiverkosta, tarkastelualue sijaitsee osavaluma-alueella A3

Osavaluma-alueen A-1 koko on noin 42 hehtaaria. Osavaluma-alue koostuu puustovaltaisista puistoista, katualueista, asuinrakennuksista, liikerakennuksista ja yleisten rakennusten kortteleista. Katu ja kattopintojen hulevedet ohjataan pääasiassa hulevesiverkoston. Alueen hulevesiverkosto koostuu halkaisijaltaan 200–600 mm viemäristä.

Osa piha-alueiden pintavalunnasta kohdistuu puistoalueille. Puistoalueilla hulevedet viiväytyvät ja imeytyvät pääasiassa maaperään ja vähäisissä määrin johtuvat ritiläkansikaivojen kautta hulevesiverkoston.

Osavaluma-alueen hulevesiviemäri laskee Merikotkantien kautta Joutsentielle ja siitä edelleen kaupunginojaan. Osavaluma-alueella syntyvä virtaama on mitoitussateen aikana noin 1390 l/s eli noin 5000 m³/60min. Merikotkantien 600 mm hulevesiviemäriin kapasiteetti on laskennallisesti noin 600 l/s eli verkoston kapasiteetin ylittymistä alueella tapahtuu. Lammikoituminen tapahtuu alueella katujen painanteissa sekä puistoalueiden alavissa kohdissa. Alueen uudiskohteissa on toteutettu hulevesien viivytystä mm. rakenteellisesti hulevesi kasetein/säiliöin. Alueelle ei kohdistu tässä hankkeessa toimenpiteitä.

Osavaluma-alueen A-2 koko on noin 55,4 hehtaaria. Osavaluma-alue koostuu puistoista, katu- ja tiealueista ja asuinrakennuksista. Osa puistoalueesta rajautuu Anttilanojan valuma-alueeseen. Maakotkantien ja Pohjantien sekä Poikkimaantien välisellä alueella on laajoja puistoalueita, jotka keräävät ympäröivien teiden hulevesiä viipymään ennen purkautumistaan hulevesiverkoston. Alueen hulevesiverkosto koostuu halkaisijaltaan 300–500 mm viemäristä.

Osavaluma-alueen hulevesiviemäri laskee Maakotkantien ja Merikotkantien kautta Joutsentielle ja siitä edelleen kaupunginojaan. Osavaluma-alueella syntyvä virtaama on mitoitussateen aikana noin 1830 l/s eli noin 6600 m³/60min. Maakotkantien 500 mm hulevesiviemäriin kapasiteetti on laskennallisesti noin 200 l/s. Lammikoitumista tapahtuu alueen katujen ja teiden painanteissa sekä suurisäilytyksessä puistoalueiden alavissa kohdissa. Erityisen rankansateen aikana vettä voi kertyä alueen alikulkuihin. Alueelle ei kohdistu tässä hankkeessa toimenpiteitä.

Osavaluma-alueen A-3 koko on noin 31 hehtaaria. Suunnittelukohteet sijoittuvat alueen pohjoisosaan Maakotkantien ja Joutsentien väliselle puistoalueelle. Osavaluma-alue koostuu etelästä pientalovaltaisesta alueesta ja pohjoisesta asuinkerrostaloista ja puistosta. Maakotkantien ja Pohjantie välisellä meluvalli/puistoalueella lammikoituu nykyisellään pintavaluntaa. Alueen hulevesiverkosto koostuu halkaisijaltaan 300–800 mm viemäristä.

Maakotkantien hulevesiverkoston osassa on 800 mm putkiosuudella kohteita, joissa suunniteltuun laskusuuntaan nähden on nousua noin 7–9 cm. Vuonna 2016 tehdyssä hulevesisel-

vityksessä on laskettu Maakotkantien ja Joutsentien väliseen viemäriin virtaaman hidastumista. Laskettu kapasiteetti nousu kohdille on noin 500 l/s ja verkoston padottaessa noin 2200 l/s.

Osavaluma-alueen hulevesiviemäri laskee Maakotkantien ja Merikotkantien kautta Joutsentielle ja siitä edelleen kaupunginojaan. Osavaluma-alueella syntyvä virtaama on mitoitussateen aikana noin 1030 l/s eli noin 3700 m³/60min. Lammikoitumista tapahtuu Pohjantien meluvallin alueella sekä katujen painanteissa. Erityisen rankansateen aikana vettä voi kertyä alueen alikulkuihin. Alueen muutokset kohdistuvat Maakotkantien ja Joutsentien väliselle puistoalueelle.

Osavaluma-alueen A-4 koko on noin 8,5 hehtaaria. Osavaluma-alue koostuu katu-alueista ja asuinrakennuksista sekä vähäisissä määrin puistoalueesta. Alueen hulevedet ohjataan hulevesiviemäriin ja katujen sekä puistojen viheralueille viipymään.

Osavaluma-alueen hulevesiviemäri laskee Joutsentien kautta kaupunginojaan. Osavaluma-alueella syntyvä virtaama on mitoitussateen aikana noin 280 l/s eli noin 1010 m³/60min. Lammikoitumista tapahtuu alueen katujen painanteissa sekä puistoalueiden alavissa kohdissa. Erityisen rankansateen aikana vettä voi kertyä alueen alikulkuihin. Alueelle ei kohdistu toimenpiteitä.

Kaupunginojaan laskee hulevesiä osavaluma-alueilta A1-A4. Kaupunginojaan laskevan purkuviemäriin kapasiteetti on ylittynyt nykytilanteessa. Osaksi kapasiteetin ylittymisiin vaikuttaa purkuputkiston osamatkoilla vääränsuuntaiset vietot mutta osaksi myös alueen vanha infra. Aikaisemmissa lausunnoissa on todettu, ettei alueella ole tapahtunut vaaraa aiheuttavaa tulvimista, eikä puutteita verkostonkapasiteetissa ole. Nykytilantee ohjeistuksella hulevesiriskejä peilataan pitkälle tulevaisuuteen huomioiden ilmastonmuutoksen vaikutuksia yksittäisiin rankkasateisiin, keskimääräisen sademäärän kasvuun sekä talviaikaisiin valuntoihin lumipeiteajan lyhentyessä. Verkoston laskennallisen kapasiteetin ylittyminen on hälyttävä tekijä ja johtaa usein hulevesien määrälliseen hallintaan.

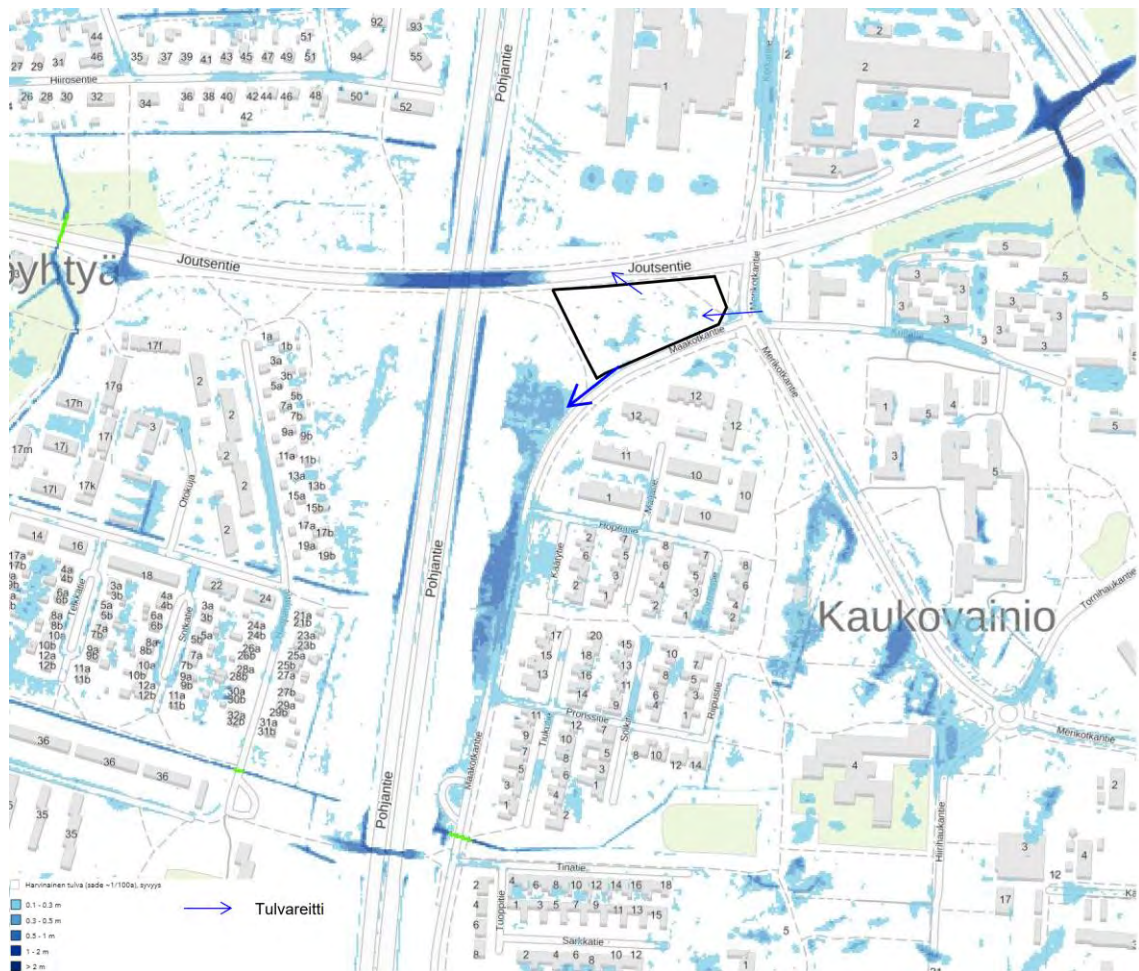
2.2 Tulva-alueet

Meritulvan vaikutukset

Alue ei sijaitsi harvinaisen 1/100 vuodessa tapahtuvan meritulvan alueelle.

Hulevesitulvan vaikutukset

Suomen ympäristökeskuksen laatiman kerran 100 vuodessa tapahtuvan hulevesitulvan karttaa on verrattu Maanmittauslaitoksen (MML) laserkeilausaineistoon sekä maastokäynnin havaintoihin. Vertailun perusteella voidaan todeta Syke:en aineiston olevan riittävän todenmukainen kuvastamaan alueen tilannetta harvinaisen rankkasateen aikana.



Kuva 4 Ote Suomen ympäristökeskuksen hulevesitulvakartasta kerran 100 vuodessa tapahtuvan rankkasateen aikana. (Syke)

Selvitysten perusteella voidaan todeta harvinaisen rankan 1/100 vuodessa tapahtuvan sateen aiheuttaman tulvan kohdistuvan tarkastelualueen keskivaiheille alavimpiin pisteisiin. Tarkastelualueella vesiä voi lammikoitua noin 20 cm syvyydellä.

Lähiympäristössä hulevesien tulvimista tapahtuu Pohjantien (vt4) meluvallin ja Maakotkantien välisellä alueella pääasiassa noin 10-20 cm syvyydellä ja maksimissaan noin 50 cm syvyydellä. Muutamissa paikoissa Maakotkantielle voi noista hulevesiä. Joutsentien alikuluissa hulevesiä voi lammikoitua jopa 1 metriin asti.

Suunnitellun tontinkäytön alueella on viipynyt sadevesiä. Poistuvan sadeveden viipymätilavuus tulee ottaa huomioon mitoitettaessa tulevaa maankäyttöä.

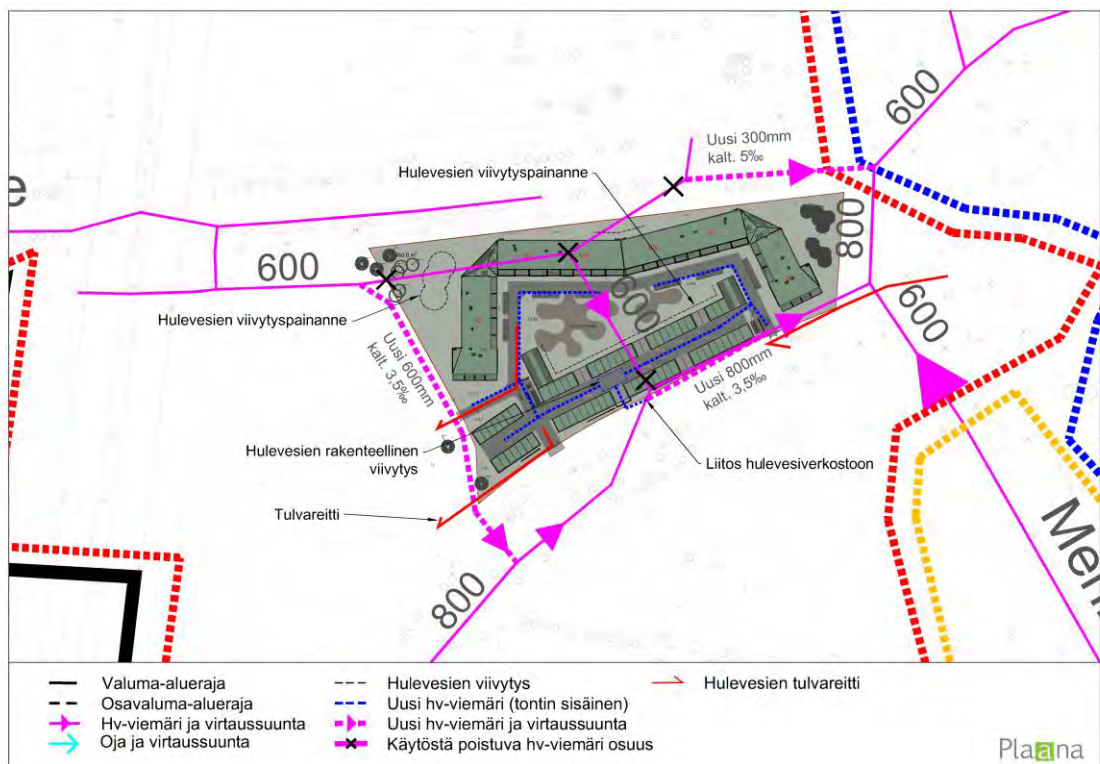
Suunnittelukohteen tulvareitit kohdistuvat nykyisellään Maakotkantien painannetta pitkin meluvallin ja Maakotkantien väliselle alavalle alueelle sekä vähäisemmissä määrin Joutsentielle. Suunnittelukohteen itäpuolelta kulkee nykytilanteessa tulvareitti Merikotkantien yli kääntyen kohti Joutsentietä. Tulevassa rakentamisessa tulee huomioida Merikotkantien tulvareitin vapaakulku ohjaamalla valuma Maakotkantien painanteessa meluvallin alueelle.

3 Rakentamishankkeen vaikutukset hulevesiin

Hankkeen vaikutuksien arvioimiseen määritettiin alueelle mitoitussateen aiheuttama mitoitusvirtaama. Virtaama määriteltiin nykyisen maankäytön ja alueen tulevan asemakaavan muutoksen mukaisen rakentamisen tilanteissa.

Mitoitussateen rankkuutena käytettiin selvitysalueen pinta-alasta ja rakennetusta ympäristöstä johtuen kestoajaltaan 10 minuutin kerran 5 vuodessa toistuvaa sadetta. Mitoitussateen rankkuudeksi saatiin 180 l/s*ha, jossa on huomioitu myös ilmastonmuutoksen vaikutukset (+20%).

Lisäksi selvitysalueelle määritettiin mitoitusvirtaama harvinaisen rankansateen aikana. Alueen hulevesitulvamitoitus tehtiin 1/100 vuodessa tapahtuvan ja 10 minuuttia kestävän sadannan mukaisesti. Tulvatilanteen mitoitussateen rankkuudeksi saatiin 330 l/s*ha, jossa on huomioitu ilmastonmuutoksen vaikutukset (+20%).



Kuva 5 Tontin mahdollinen tuleva rakentaminen (käyttösuunnitelma Vauhtiviiva Oy).

Taulukossa 1 on esitetty suunnittelualueella käytetyt valumakertoimet ja pinta-alat nykyisen ja tulevan maankäytön osalta. Tuleva maankäyttö pohjautuu Vauhtiviiva Oy:n käyttösuunnitelmaan (12.08.2021).

Taulukko 1 Nykyisen ja tulevan maankäytön pinta-alat, valumakerroimet ja virtaama tarkastelu-alueella

Pinnan tyyppi	Valuma-kerroin	Nyk. toteutunut pinta-ala m ²	Nyk. toteutunut virtaama m ³	Tuleva suunniteltu pinta-ala m ²	Tuleva suunniteltu virtaama m ³
Katto	0,8	0	0	3450	29,8
Asfaltti	0,7	0	0	1600	12,1
Nurmikivi	0,6	0	0	300	1,9
Leikkialueet	0,3	0	0	650	2,1
Sora	0,25	120	0,3	0	0
Nurmi/istutus	0,10	10380	11,2	4500	4,9
Yhteensä		10500	11,5	10500	50,8

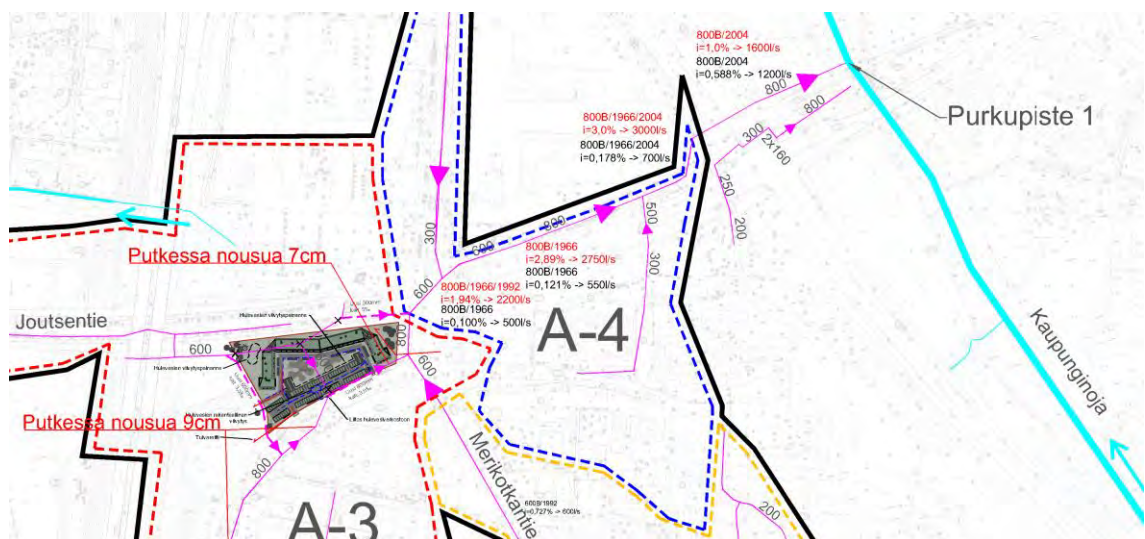
Nykytilanteessa tarkastelualueella syntyy mitoitussateen aikana hulevesiä noin 19 l/s eli noin 12 m³/10min. Harvinaisen rankansateen aikana alueella syntyy hulevesiä noin 35 l/s eli noin 21 m³/10min. Tulevassa tilanteessa tarkastelualueella syntyy mitoitussateen aikana hulevesiä noin 85 l/s eli noin 51 m³/10min. Harvinaisen rankansateen aikana alueella syntyy hulevesiä noin 155 l/s eli noin 93 m³/10min.

Alueella syntyvä hulevesimäärä kasvaa tulevassa tilanteessa laskennallisesti noin 4,4 kertaiseksi. Kasvu syntyy, kun nykyinen puistoalue muutetaan asuinrakentamisen käyttöön.

Vuonna 2016 laaditussa Kaukovainion keskuksen hulevesiselvityksessä on Kaukovainionportin hulevesimääräksi rakennetussa tilassa arvioitu 96 l/s eli noin 57 m³/10min. Aikaisemmin arvioitu syntyvä hulevesimäärä on linjassa nyt tarkentuneen käyttösuunnitelman suhteen.

Tarkastelualueella syntyvä hulevesi laskee Maakotkantien 800 mm hulevesiviemäriin, joka kerää ylempään osavaluma-alueen hulevesiä. Ennen hulevesiviemäriin laskua Joutsentielle siihen liittyy 600 mm hulevesiviemäri Merikotkantieltä. Maakotkantien ja Joutsentien välisellä alueella on mittaustietojen mukaan putkistossa nousua, joka rajoittaa kapasiteetin noin 500 l/s ja padotustilanteessa noin 2200 l/s. Lisäksi hulevesiviemäriin putkikoossa on epäselvyyksiä, Oulun veden vuoden 2021 verkostokartassa putki on merkitty 600 mm, kun se on ollut vuoden 2016 verkostokartassa 800 mm.

Joutsentiellä hulevesiviemäriin liittyy 300 mm putki Kotkantieltä sekä Kultatieltä tuleva 500 mm putki. Kainuuntien alikulkujen hulevedet pumpataan omaa linjaa pitkin Kaupunginojaan eivätkä ne liity Kaukovainion hulevesiviemäriin.



Kuva 6 Hulevesien purkureitti tarkastelualueelta Kaupunginojaan.

Rakentamisen yhteydessä nykyisiä tontilla kulkevia hulevesiviemäreitä tulee linjata uudelleen. Hulevesiviemärien uudelleen linjauksen yhteydessä olisi mahdollista korjata Maakotkantiellä kulkevan hulevesiviemäriin korkovirheitä.

Hulevesiverkoston kapasiteetin laskennan perusteella voidaan todeta runkolinjan olevan ylittynyt paikoin moninkertaisesti. Osavaluma-alueilla on reilusti alavaa tilaa, joissa hulevedet viiptyvät sateenaikana. Alavat alueet mahdollistavat viiptyville hulevesille turvallisia alueita odottaa purkautumistaan hulevesiverkostoon. Hulevesiviemäriin kapasiteetin ylittymisen takia on selvää, että kehitettävällä alueella tulee järjestää hulevesien määrällistä hallintaa.

4 Hulevesien hallinta

Tarkastelualueen hulevesiviemäri laskee alueen koillispuolella kulkevaan Kaupunginojaan. Kaupunginojassa on tiedossa olevia laadullisia ja määrällisiä haasteita. Tarkastelualueelta hulevesiviemäriin päätyvän huleveden purkuvirtaama on laskettu keskimääräisen virtausmatkan, valumakertoimien ja virtausreitien virtausnopeuden avulla. Laskennallisesti voidaan todeta muutosalueelta Kaupunginojaan laskevan hulevesiviemäriin kapasiteetin ylittävän reilusti. Alueen viimeisimmissä kaavoissa alueelle on osoitettu viivytysvaatimus.

Alueella ja sen läheisyydessä voi nykyisellään tapahtua hetkittäin kapasiteetin ylittymistä sadevesikaivojen ritiläkansien läpäisevyydessä ja runkoviemäriin. Verkoston padotustilanteessa hulevesiä kulkeutuu alueen alaviin kohtiin sekä ojiin/painanteisiin, jossa on turvallista viipymätilaa ennen purkautumista hulevesiviemäriin. Laskelmat on tehty huomioiden ilmastonmuutoksen vaikutukset, joka nostaa rajoilla olevan hv-viemäriin kapasiteetin ylittyneeksi.

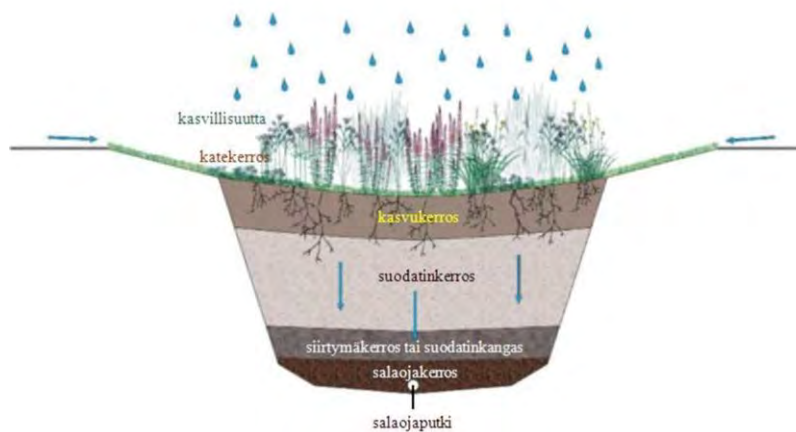
Hulevesien määrä tarkastelualueella tulee kasvamaan reilusti rakennettavien uusien vettä läpäisemättömien pintojen takia. Rakennettavien läpäisemättömien pintojen alle jää nykyisin alueen keskivaiheilla olleita pieniä alavia kohtia, jossa pintavaluntaa on viipynyt ja imeytynyt.

Tarkastelualueen hulevesitasapainon ylläpitämiseksi alueella tulee toteuttaa määrällistä hallintaa. Määrällistä hallintaa alueella voidaan toteuttaa viherpainantein/sadepuutarhana sekä hulevesisäiliön/kasetein. Tärkeimpänä hallintakeinona on kuitenkin vähentää alueella muodostuvia hulevesiä. Hulevesien muodostumista voidaan vähentää suosimalla viherkattoja esimerkiksi autokatoksissa ja läpäiseviä pintoja, kuten nurmikiviä piha-alueella.

5 Hulevesien hallintarakenteet

5.1 Hulevesien viivytys

Avoimia imeytys-/viivytysjärjestelmiä voidaan toteuttaa alueella ohjaamalla pintavalunta alueen keskiosassa olevalle pihalle. Biosuodatusta voidaan toteuttaa esimerkiksi istutusalueille. Biosuodatuksessa on tarkoituksena imeyttää pintavalunta maakerrosten läpi. Maakerrosten läpi puhdistettu pintavalunta voidaan kerätä salaojin hulevesiverkostoon. Biosuodatus viivyttää sekä poistaa tehokkaasti hulevesistä raskasmetalleja, ravinteita ja kiintoainesta.



Kuva 7 Biosuodatus tyyppirakenne (Hulevesien hallintarakenteet ja niiden kunnossapito, Ilmastokestävä kaupunki)

Vaihtoehtoisesti hulevesien määrällinen hallinta voidaan toteuttaa rakenteellisesti umpinaisella hulevesisäiliöllä ja/tai vastaavalla viivytysrakenteella. Uponor Rain Garden sopii pysäköinti-, katu- ja tiealueille sekä vastaaviin, pinnaltaan läpäisemättömiin kohteisiin. Järjestelmä soveltuu ihanteellisesti tiiviisti rakennettuihin ympäristöihin vähäisen tilantarpeen vuoksi. Järjestelmä on mahdollista sijoittaa myös maaperältään vaativiin olosuhteisiin, kuten pohjavesialueelle.

Suodatinjärjestelmällä voidaan sekä viivyttää että puhdistaa hulevesiä. Vesi johdetaan suodatinkerroksen läpi moduulin pohjalle ja puhdistettuna poistoputken kautta vesistöön tai sadevesiviemärijärjestelmään. Suodatinkerroksen (maa-aineskerrokset) valinnalla voidaan vaikuttaa puhdistustehoon ja viivytyksen keston. Suodatinkerroksella on mahdollista kerätä tehokkaasti huleveden sisältämät öljyt, raskasmetallit sekä ravinteet.



Kuva 8 Uponor Rain Garden suodatinjärjestelmä.



Kuva 9 Uponor Rain Garden suodatinjärjestelmän osat ja toiminta, joka perustuu biosuodatukseen.

Hulevesisäiliöllä varastoidaan hulevesiä, josta ne pikkuhiljaa purkavat vettä viemärijärjestelmiin. Myös ylisuuret hulevesiputket voidaan asentaa toimimaan hulevesisäiliöinä. Hulevesisäiliöt voidaan asentaa tarvittaessa myös pohjaveden pinnan alapuolelle, koska säiliöt ovat tiiviitä. Hulevesien poisto säiliöstä tapahtuu pumppaamalla tai viettoviemäriellä. Hulevesien viivytysjärjestelmää ei lähtökohtaisesti voi sijoittaa pelastusajoneuvon nostopaikoille.



Kuva 10 Hulevesikasettijärjestelmä hulevesien imeytykseen/viivytykseen (ACO Nordic Oy) kuvassa vasemmalta – oikealle: linjakaivo – erotuskaivo – viivytyskasetti – virtaukensäätökaivo

5.2 Kiintoaineiden erotus

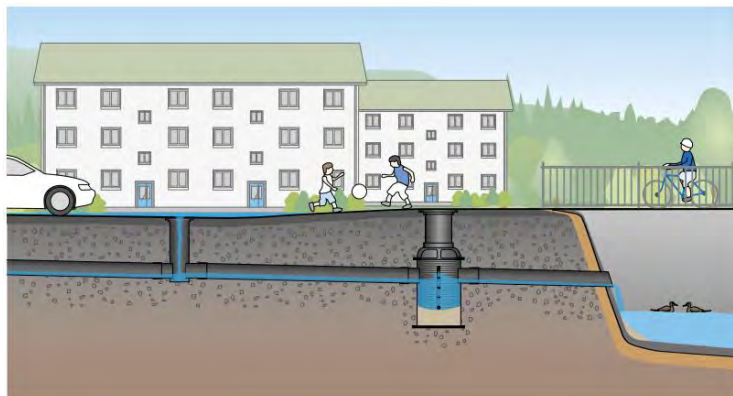
Kiintoaineiden erottamiseen voidaan käyttää kiintoaine-erottimia tai hiekanerotinkaivoja. Nämä käsittelymenetelmät vähentävät hulevesissä olevia partikkeleita enemmän kuin tavanomaiset sakkapesälliset hulevesikaivot. Kiintoaineiden erotus perustuu, että huleveden virtausnopeutta hidastetaan, jolloin hiukkaset laskeutuvat lietepesään.

Erottimien suunnittelu ja asennus eivät juuri poikkea normaalien kunnallisteknisten kaivojen suunnittelusta ja asennuksesta. Kiintoaineiden erottimet voidaan sijoittaa hulevesiverkostojen purkujen läheisyyteen tai esimerkiksi ennen hulevesisäiliötä, imeytysjärjestelmää tai kosteikkoja, jolla saadaan vähennetyksi viivytyjärjestelmien huoltotarvetta.

Smart trap:in toiminta perustuu virtauksen ohjauslevyyn, joka voidaan asentaa jo olemassa oleviin kaivoihin, joissa on sakkapesä. EuroHEK Filter kiintoaine-erottimilla erotetaan kiintoaineet jäte- ja hulevesistä. EuroHEK Filter toiminta perustuu pyörrevirtaan ja virtauksen hidastamiseen.



Kuva 11 Smart Trap –hulevesikaivo vasemmalla ja EuroHEK Filter –kiintoaine-erotin oikealla (www.uponor.fi ja www.wavin.com)



Kuva 12 Erottimen sijoitus ennen vesistöä (www.uponor.fi)

6 Suositukset asemakaava ja jatkosuunnittelua varten

Asemakaavamääräyksillä voidaan antaa tontti-, liikenne- ja viheralueille hulevesien hallintaa koskevia määräyksiä. Nämä määräykset voivat sisältää mitoitusta sekä teknisiä ratkaisuja koskevia vaatimuksia. Liian yksityiskohtaisia määräyksiä ei kuitenkaan tule antaa, vaan rakentajan tulee voida toteuttaa hulevesien viivytyksen haluamallaan tavalla.

Maakotkantiellä sijaitsevan Kaukovainionportin asemakaavaan suositellaan sisällytettäväksi määräys esim. seuraavasti:

”Alueella syntyvät hulevedet on ensisijaisesti pyrittävä imeyttämään maaperään. Mikäli hulevesien imeyttäminen alueella ei ole mahdollista tulee viivytyksen painanteiden, -altaiden tai -säiliöiden mitoitustilavuus mitoitaa vettä läpäisemättömien pintojen osalta kaavalla 1 m³/100 m² vettä läpäisemättömä pintamateriaalia kohden. Viivytyksrakenteiden tulee tyhjäntyä tasaisesti 12 tunnin kuluessa niiden täyttymisestä. Lisäksi viivytyksrakenteiden tulee varustaa mahdollisen rankkasateen varalta ylivuotomahdollisuudella.

Pysäköinti- ja liikennealueiden hulevesistä on poistettava kiintoainesta ja mahdollisia muita haitta-aineita. Puhtaat hulevedet kuten kattovedet voidaan johtaa viivytykseen, ilman laadullista hallintaa. Harvinaisen rankkasateen aikana tapahtuva tontin sisäisen hulevesijärjestelmän tulviminen tulee ottaa huomioon pinnantasausten suunnittelussa siten, että vesipinnan nousu kaivojen kohdalla johdetaan rajatason ylittyttyä turvallisia reittejä pitkin alueelta pois. Pois johdettavat tulvavedet eivät saa aiheuttaa vaaraa ympäristön muille kiinteistöille.”

7 Lähteet ja aineistot

Oulun kaupunki Hulevesien hallinnan suunnitteluohje 23.05.2019

Oulun kaupunki Oulun hulevesiohjelma

Hulevesiopas, Suomen Kuntaliitto Helsinki 2012

Oulun kaupungin kartta-aineisto

Plaana Oy, Kaukovainion keskuksen hulevesiselvitys 12/2016

Vauhtiviiva Oy, asemapiirros 12.08.2021

AFRY Finland Oy, Kaukovainionportti perustamistapalausunto, 14.06.2021

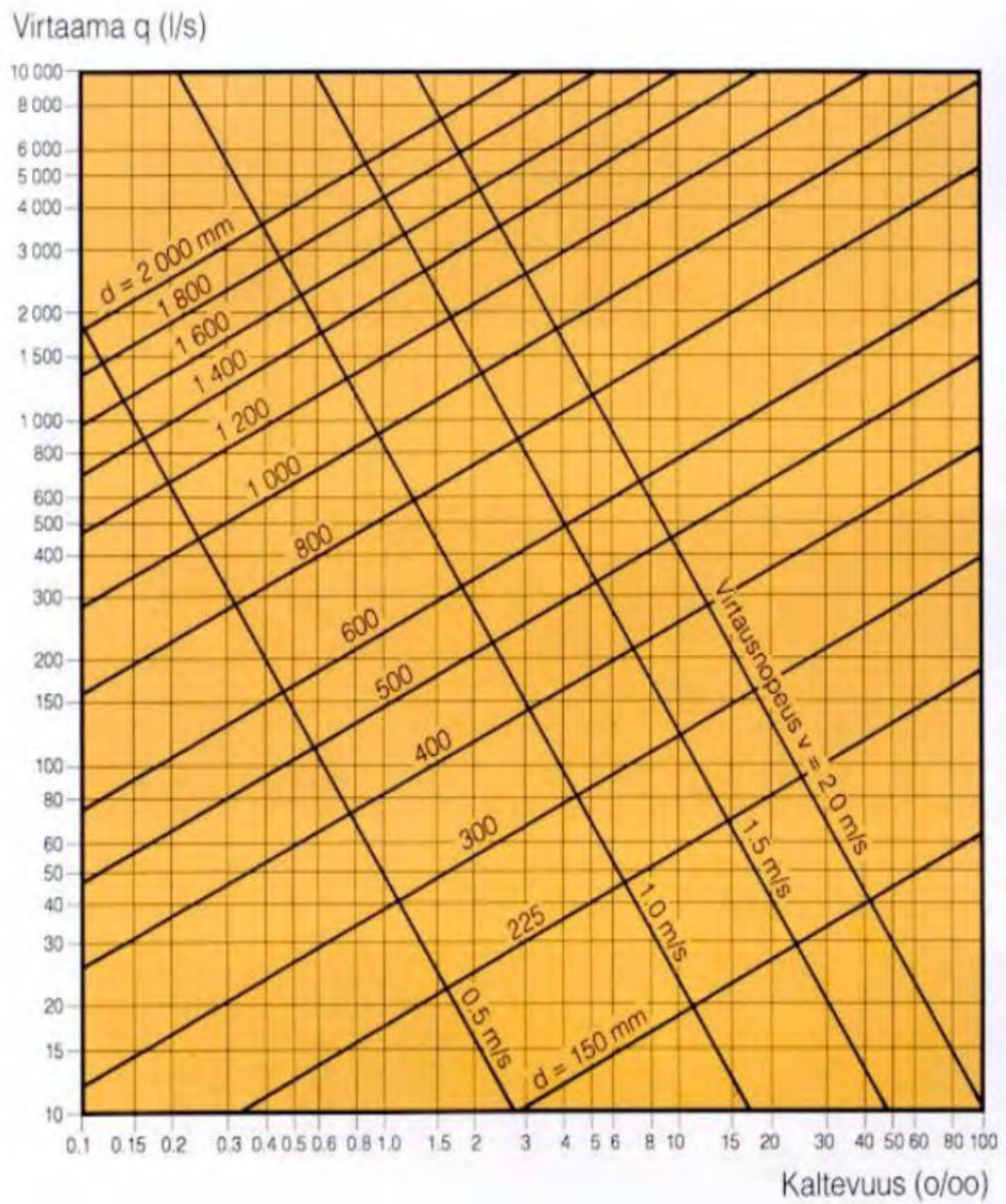
Maanmittauslaitoksen laserkeilausaineisto 7/2021

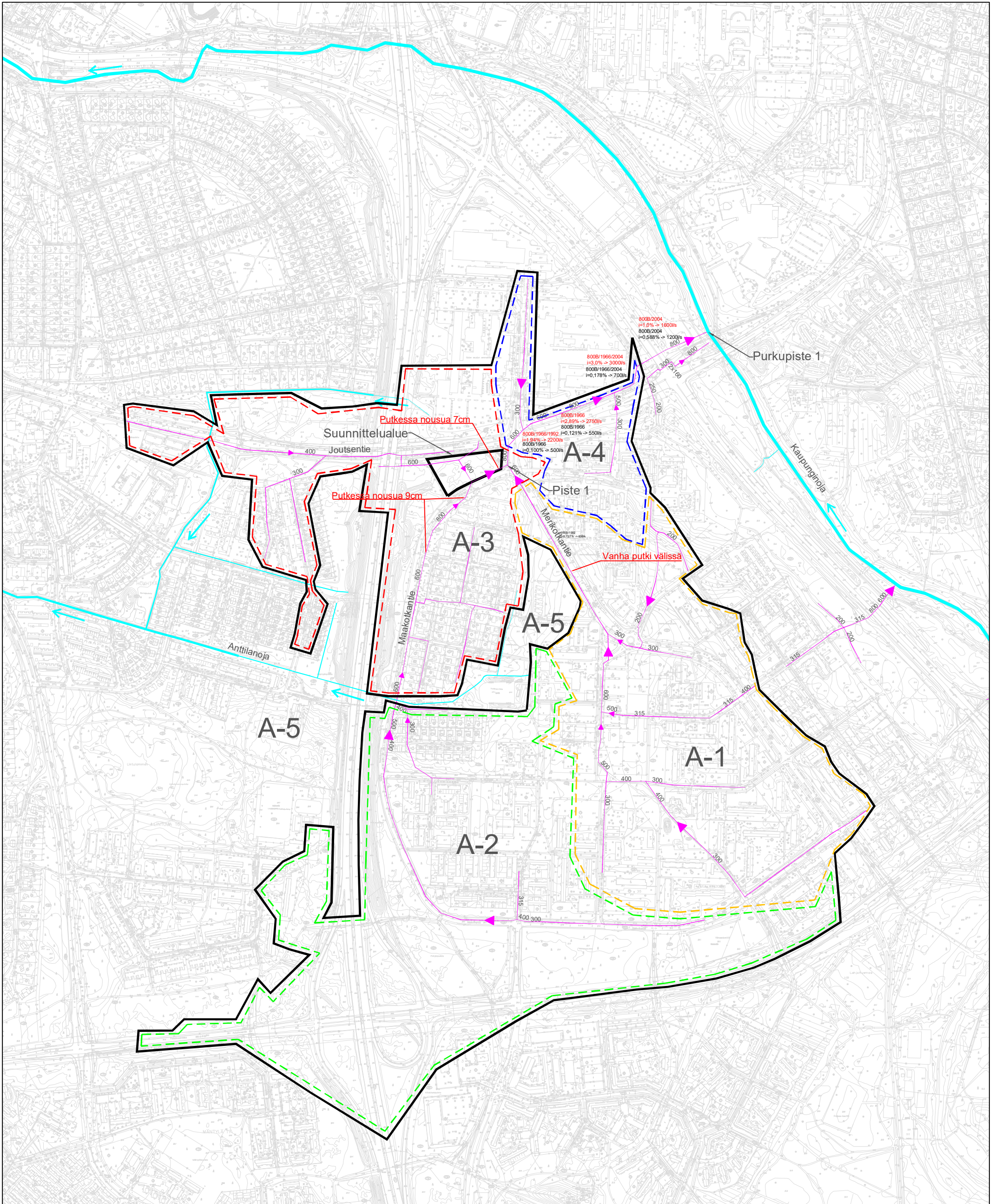
www.gtk.fi

www.paikkatietoikkuna.fi

www.uponor.fi

www.wavin.com

Liite 1 Hulevesiverkoston kapasiteetin arvioinnin tukena käytetty Colebrookin nomogrammi



- Valuma-alue raja
- Osavaluma-alue raja
- Hv-viemäri ja virtaussuunta
- Oja ja virtaussuunta

Plana

9.9.2021

Kaukovainionportti, Oulu

Liikenneselvitys

Oulu



© Kuva google maps

Plana

17.5.2022

Sisältö

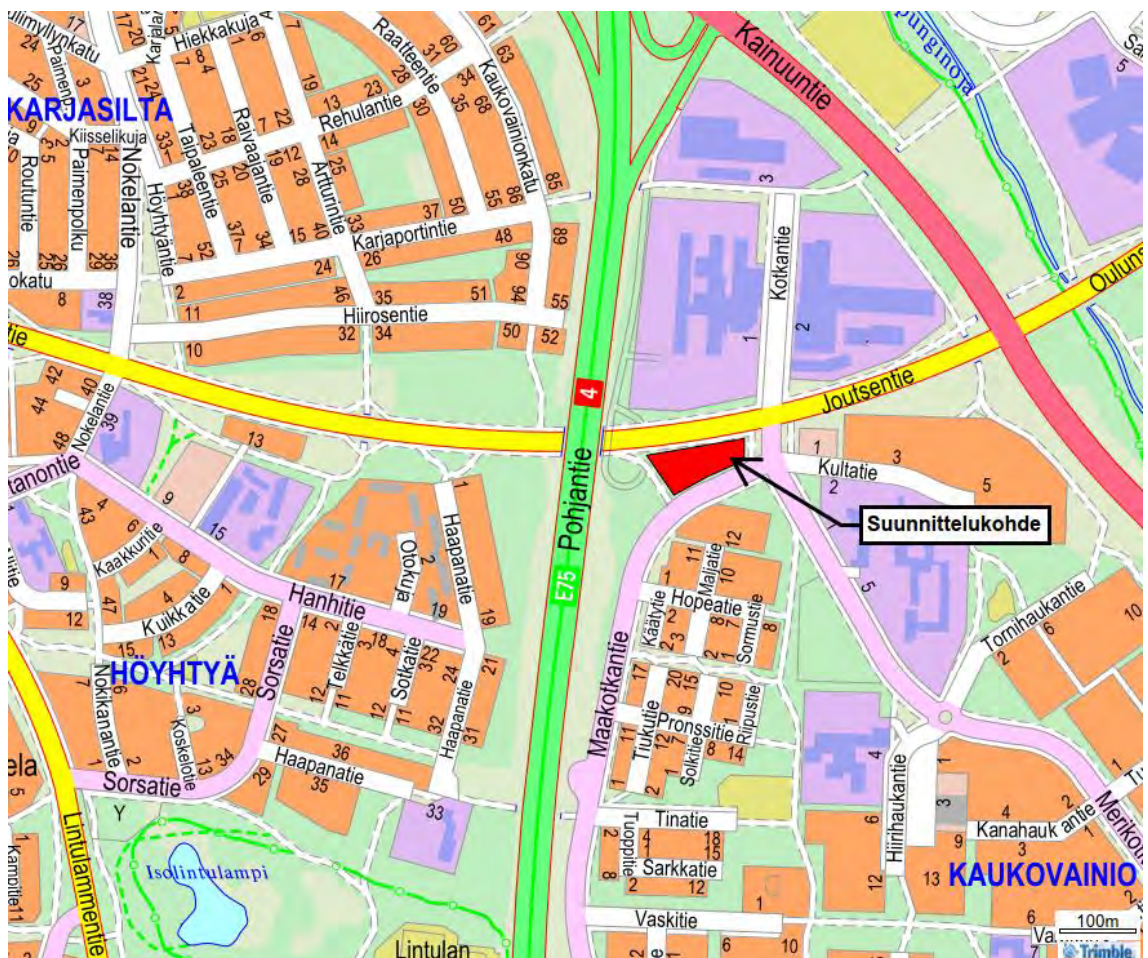
1. Suunnittelukohteen sijainti ja nykytila	1
1.1 Katuverkko ja liikennemäärä	2
1.2 Kävely ja pyöräily	4
1.3 Joukkoliikenne	5
2. Nykyinen ja tuleva maankäyttö	6
2.1 Nykyinen maankäyttö	6
2.2 Tuleva maankäyttö	7
3. Asemakaava muutoksen vaikutus liikennetuotokseen	10
3.1 Liikennetuotos	10
3.3 Liikennejärjestelyt	10
4. Johtopäätöksiä	11

Selvityksen laatimiseen on Plaana Oy:ssä osallistunut projektipäällikkö insinööri (Amk)
Risto Hämäläinen.

1. Suunnittelukohteen sijainti ja nykytila

Suunnittelukohde sijaitsee Oulun keskustasta noin 2,5 kilometrin etäisyydellä, Kaukovainion kaupunginosassa. Suunnittelukohde rajautuu pohjoisesta Joutsentiehen, etelästä Maakotkantiehen, idästä Merikotkantiehen ja lännestä Pohjanpuistoon.

Kohde on merkitty voimassa olevassa asemakaavassa puistoksi (VP). Kohde on nykyisellään metsää. Tässä selvityksessä tarkastellaan kohteen autoliikennetuotosta ja suunnittelukohteen asemakaavan muutoksen aiheuttamia muutoksia liikenteeseen.

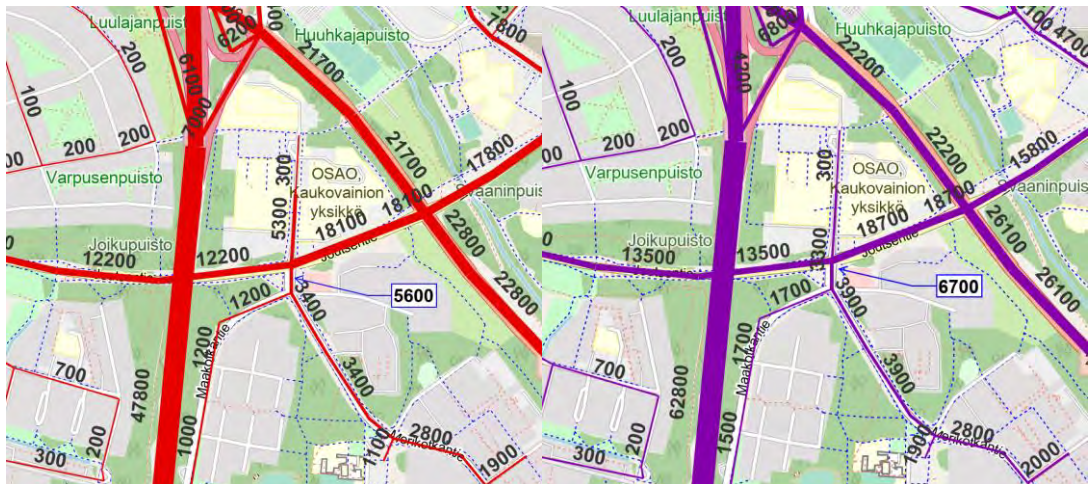


Kuva 1 Suunnittelukohteen sijainti. Lähde: Oulun seudun karttapalvelu Karttatie 5/2021.

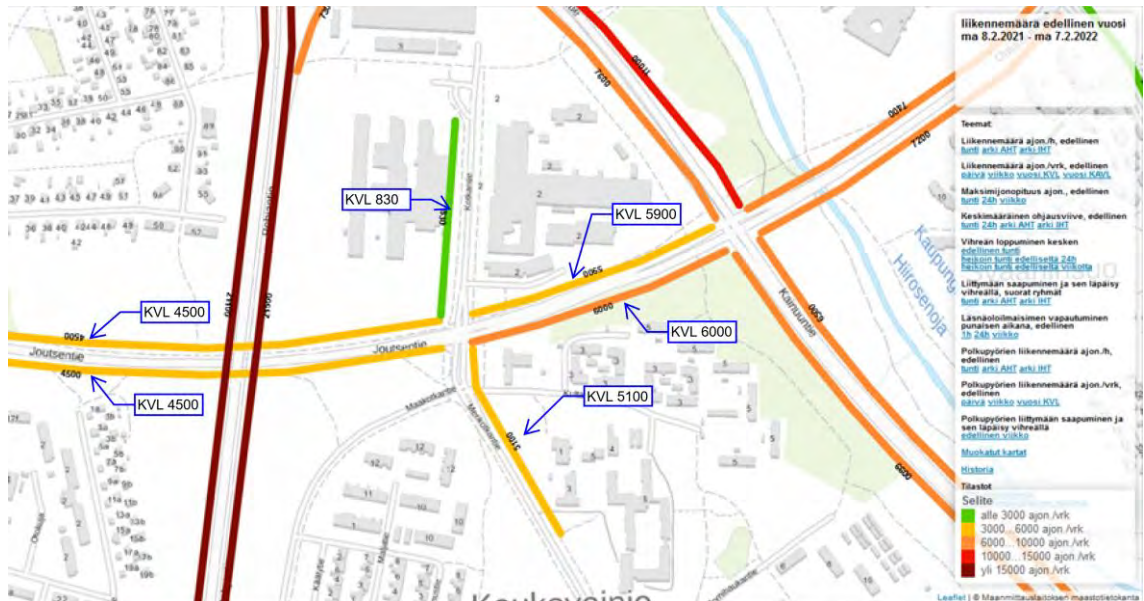
1.1 Katuverkko ja liikennemäärä

Joutsentien nopeusrajoitus on 50 km/h. Joutsentieltä käännyttäessä Merikotkantielle alkaa aluenopeusrajoitus 40 km/h. Ajoneuvoliikenne kulkee suunnittelualueelle Maakotkantieltä.

Kuvassa 2 on esitetty Oulun seudun liikennemallin mukaiset alueen keskimääräiset arkivuorokausiliikenne (KAVL) vuosina 2018 ja 2040. Suunnittelukohteen kohdalla Maakotkantiellä KAVL vuonna 2018 on ollut noin 1200 ajoneuvoa vuorokaudessa. Vuoteen 2040 mennessä Maakotkantien liikennemäärän on arvioitu kasvavan noin 500 ajoneuvolla. Merikotkantiellä ennen Joutsentien liittymää KAVL vuonna 2018 on ollut 5600 ajoneuvoa vuorokaudessa, liikennemäärän on arvioitu kasvavan noin 1100 ajoneuvolla vuoteen 2040 mennessä. Joutsentien liikennemäärän arvioidaan kasvavan vuodesta 2018 vuoteen 2040 noin 600–1300 ajoneuvolla vuorokaudessa.



Kuva 2 Arkivuorokauden keskimääräiset liikennemäärät vuosina 2018 ja 2040. Lähde: Oulun seudun liikennemalli 5/2021.



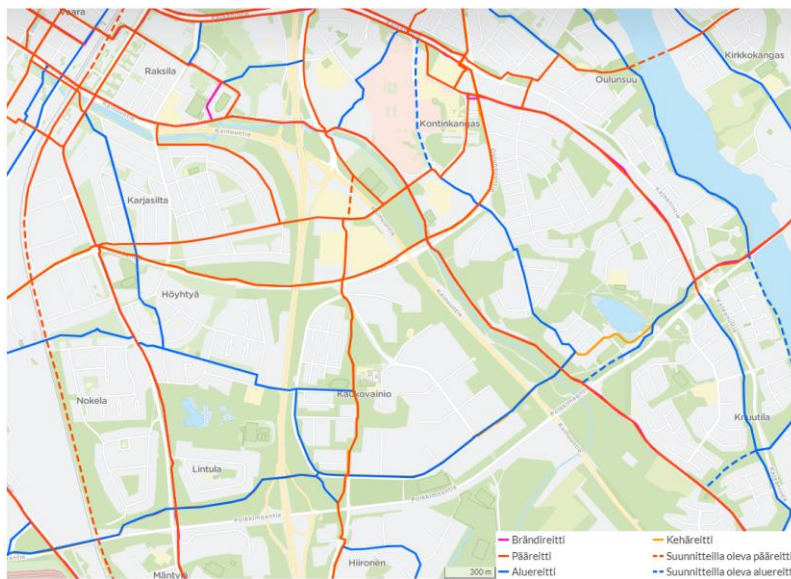
Kuva 3 Keskivuorokausiliikenne 8.2.2021-7.2.2022. Lähde: Insinööritoimisto Solutra Oy 2/2022.

Kuvassa 3 on esitetty suunnittelukohteen läheisyydestä liikennevalojen silmukoiden laskema keskimääräinen vuorokausiliikenne (KVL). Liittymässä ei ole poistuvansuunnan laskentaa, joten sivusuuntien liikennemäärissä voi olla pientä epätarkkuutta.

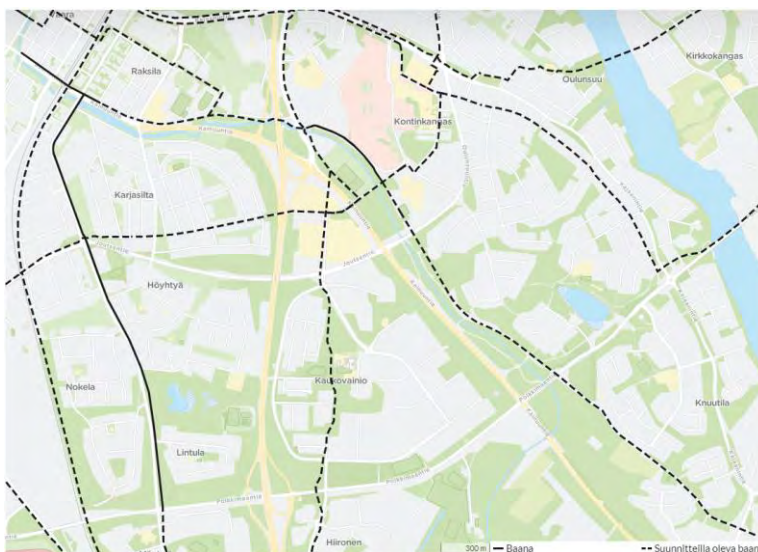
Verrattaessa vuoden 2018 keskimääräisiä arkivuorokausiliikennemääriä ja liikennevalojen silmukoiden tuottamaa keskivuorokausiliikenteen määriä nähdään suurin poikkeama Kotkantiellä. Kotkantien liikennemäärien pudotus johtuu todennäköisesti OAMK:in siirrosta Linnamaalle sekä etäopetuksen lisääntymisestä.

1.2 Kävely ja pyöräily

Alueella on kattavat kävelyn ja pyöräilyn yhteydet kaikkiin ilmansuuntiin. Suunnittelukohteen itäpuolella kulkee pääreitti, joka yhdistää kohteen keskustaan Kontinkankaan ja Raksilan kautta. Kontinkankaan ja Raksilan välille on valmistunut Maikkulanbaana. Kohteen itäpuolella kulkeva pääreitti on tulevaisuudessa muuttumassa Nelosbaana II, joka yhdistyy Maikkulabaanaan.



Kuva 4 Nykyiset ja suunnitteilla olevat pyörätiet suunnittelukohteen läheisyydessä. Lähde: Oulunliikenne.fi.



Kuva 5 Nykyiset ja suunnitteilla olevat baanat suunnittelukohteen läheisyydessä. Lähde: Oulunliikenne.fi

1.3 Joukkoliikenne

Kuvassa 6 on esitetty suunnittelukohteen ympäristön linja-autopysäkkiverkosto sekä linja-autoreitit. Kohde sijoittuu kaupunkirakenteen tiivistämisvyöhykkeelle, jossa tuetaan tulevaisuuden tehokkaan joukkoliikenteen syntymisen edellytyksiä.



Kuva 6 Alueen linja-autopysäkkien ja pysäkkikatosten sijainti sekä linja-autoreitit. Lähde: Oulun seudun karttapalvelu Karttatie 5/2021.

Suunnittelukohteesta noin 400 metrin etäisyydellä on seitsemän käytössä olevaa linja-autopysäkkiä. Suunnittelukohteen eteläpuolella oleva Maakotkantie E pysäkki on poistunut käytöstä ja korvautunut Kultatie E pysäkillä (tontin itäpuolella). Maakotkantiellä kulkee ainoastaan linja 21, joka käy kääntymässä Tinatien pp pysäkillä ja pysähtyy Maakotkantie P pysäkillä. Maakotkantie E pysäkki on tarkoitus poistaa ja maisemoida.

Lähimmät ja vilkkaimmat pysäkit ovat noin 200 metrin etäisyydellä Joutsentiellä, Maa- ja Merikotkantiellä. Alueella kulkee 8 eri linjaa talviarkena. Kultatie E pysäkillä pysähtyvät mm. vilkkaat runkolinjat. Linja-auto vuorot painottuvat arkipäiviin, tukemaan alueella sijaitsevien OSAO:n yksiköiden saavutettavuutta.

OSAO on käynnistänyt Oulu kampus 2030- hankkeen jatkosuunnittelun kohteen pohjoispuolelle. Yhdessä OSAO:n hankkeen ja kohteiden sijoittumisen

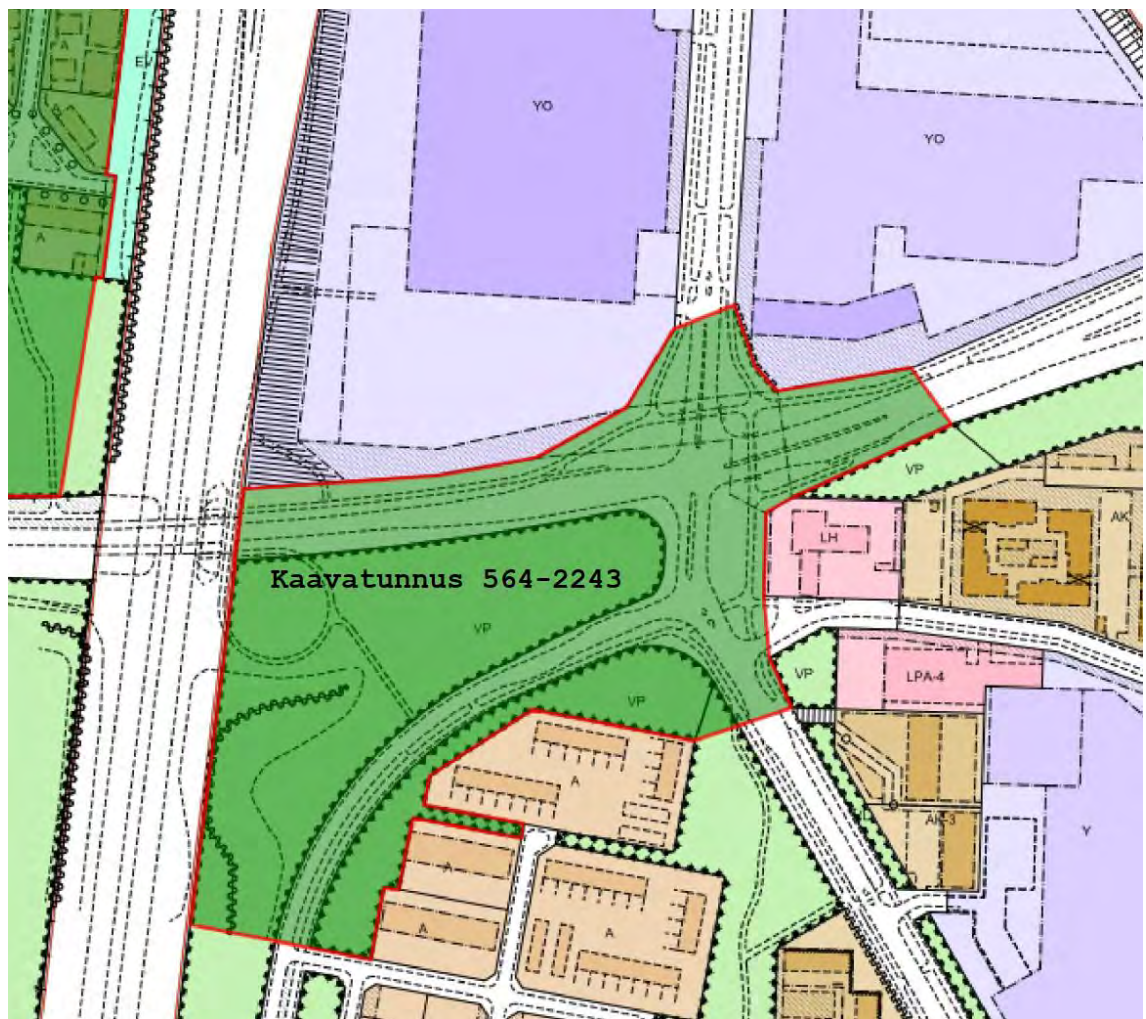
kaupunkirakenteen tiivistymisvyöhykkeelle, on tulevaisuudessa odotettavissa alueen joukkoliikennetarjonnan kehittymistä entisestään.

Uuden Oulun yleiskaavassa on varattu ohjeellinen 1. raitiotielinja Ritaharju-keskusta-Kaakkuri välille. Ohjeellinen raitiotielinja kulkisi yleiskaavassa Kotkantieltä Joutsentien yli Merikotkantielle kohti Kaakkuria.

2. Nykyinen ja tuleva maankäyttö

2.1 Nykyinen maankäyttö

Kohde on merkitty voimassa olevassa asemakaavassa puistoksi (VP). Kohde on nykyisellään metsää.



Kuva 7 Ote voimassa olevasta asemakaavasta. Lähde: Oulun seudun karttapalvelu Karttatie 5/2021.

2.2 Tuleva maankäyttö

Kaavasunnittelussa on tarkoituksena mahdollistaa alueelle kerrostalorakentamista. Arkkitehtitoimisto Vauhtiviiva Oy on laatinut tontinkäyttösuunnitelman. Suunnitelmassa on esitetty tontin laidoilte asuinrakentamista. Autopaikoitus on esitetty Maakotkanten varteen maantasossa osaksi katoksessa. Tontin eteläreunan länsipäähän on osoitettu ajoneuvoliittymä asukkaiden-, huolto- sekä pelastusliikenteelle. Tontin itäpäässä on liittymä pelastusliikenteelle.



Kuva 8 Kaukovainionportti, käyttösuunnitelma luonnos 17.5.2022. (Vauhtiviiva Oy)

Suunnittelukohteeseen on esitetty kaikkiaan kerrosalaneliöitä noin 10 300 k-m². Taulukossa 1 on esitetty autopaikkavaatimukset asemakaavamuutoksen jälkeen.

Oulun kaupungin pysäköintinormin autopaikkavaatimus asumiselle on sijainnin perusteella 1 ap/180 k-m² (pysäköintinormin tiivistämisvyöhyke). Pysäköintinormin perusteella kohteen autopaikkavaatimus on 58 ap. Vieraspaiikkoja tulee järjestää 1 ap/alkava 1000 k-m² eli 11 ap.

Lisäksi alueelle tarvitaan liikuntaesteisten autopaikkoja (le-ap) normilla 2 ap/ensimmäiset 50 ap ja sen jälkeen 1 ap/50 ap eli yhteensä 3 ap. Kokonaisuudessaan tarve on yhteensä 72 autopaikalle.

Taulukko 1 Autopaikkavaatimukset asemakaavamuutoksen jälkeen.

Autopaikkavaatimus (pysäköintinormin tiivistämisvyöhyke)						
Asuminen 10 300 k-m ²		Vierasautopaikat		Liikuntaesteiset autopaikat		Yhteensä
1 ap/180 k-m ²	58 ap	1ap/1000 k-m ²	11 ap	2 ap/50ap + 1ap/50ap	3 le-ap	69 ap + 3 le-ap

Pysäköintipaikkojen velvoitemäärästä voidaan hakea pysäköintinormin mahdollistamaa joustoa. Joustojen maksimimäärä kohteessa on 25 prosenttia. Kohteessa on mahdollista käyttää pysäköintinormin mahdollistamia joustoja seuraavasti, huomioiden 25 prosentin yläraja:

- Laadukas pyöräpysäköinti (esteetön ja lukittava sisätila 50 % sijaan 75 % laadukkaita pyöräpaikkoja) mahdollinen vähennys -10 % eli laadukkailla pyöräpaikoilla korvataan 6 velvoiteautopaikkaa
- Pyöräpysäköintipaikkojen toteutus yli normin edellytyksen (5 pp korvaa 1 ap), mahdollinen vähennys -10 % eli toteuttamalla 30 ylimääräistä pyöräpaikkaa korvataan 6 velvoiteautopaikkaa
- Yhteiskäyttöauto (1 yhteiskäyttöauto korvaa 5 ap), mahdollinen vähennys noin -10 % eli toteuttamalla yksi yhteiskäyttöauto korvataan 5 velvoiteautopaikkaa

Pysäköintinormin joustolla on mahdollista hakea yhteensä 15 autopaikan vähennystä velvoiteautopaikkamäärästä. Pysäköintipaikkojen velvoitemäärä ilman joustoja on 72 ap ja joustoja käyttäen vähintään 57 ap. Viitesuunnitteluvaiheessa ei ole ilmennyt tarvetta käyttää pysäköintinormin mahdollistamia joustotekijöitä, mutta ne on sisällytetään kaava-aineistoon mahdollisuutena tulevaisuutta varten.

Taulukossa 2 on esitetty pyöräpaikkavaatimukset asemakaavan muutoksen jälkeen. Pysäköintinormien pyöräpaikkavaatimus käyttäen tiivistämisvyöhykkeen vaatimusta asumiselle on 1 pyöräpaikka /30 k-m² eli 344 pyöräpaikkaa. Tämän lisäksi on toteutettava tila 1 erikoispyöräpaikalle jokaista alkavaa 1000 k-m² eli 11 erikoispyöräpaikalle. Yhteensä tarve on 355 pyöräpaikkaa.

Taulukko 2 Pyöräpaikkavaatimukset asemakaavamuutoksen jälkeen.

Pyöräpaikkavaatimus (pysäköintinormin tiivistämisvyöhyke)				
Asuminen 10 300 k-m ²		Erikoispyöräpaikat		Yhteensä
1 ap/30 k-m ²	344 pp	1ap/1000 k-m ²	11 pp	344 pp + 11 epp

Pyöräpysäköinnin laatuvaatimukset määritellään Oulun kaupungin pysäköintinormissa seuraavasti:

Asuinkerrostalossa tulee osoittaa vähintään 50 % polkupyöräpaikoista lukittavaan ja katettuun tilaan, joka on helposti saavutettavissa ja jossa osa paikoista on runkolukittavia. Nämä pyöräpaikat eivät voi olla 2-kerrostelineitä tai seinätelineitä.

Helposti saavutettava tila määritellään seuraavasti:

- Lukittu ja katettu tila, johon pyörä voidaan taluttaa renkaillaan. Tämä on huomioitava myös ovien mitoituksessa ja helposti avattavuudessa.
- Reitti on kynnyksetön ulkoa pyöräpaikalle (kynnyskorkeus max. 20 mm)
- Sijainti lähellä ulko-ovea
- Pyöräpysäköinnin sijoituessa muualla kuin 1. kerroksessa, luiskan maksimi kaltevuus on 8 % tai vaihtoehtoisesti oltava hissi, johon pyörä mahtuu pyörilleen (pyörä mitoitus 1800 x 600)

Muut pyöräpaikat voidaan sijoittaa 2-kerros- ja seinätelineisiin. Kaikki ulkona olevat telineet tulee olla runkolukittavia.

3. Asemakaava muutoksen vaikutus liikennetuotokseen

Kaavamuutosalueen liikennetuotoksen mitoitusperusteet ovat seuraavat:

Oulussa kerrostaloasukas tekee joukkoliikennevyöhykkeellä keskimäärin 2,36 kotiperäistä matkaa/vrk, joista henkilöautolla 53 %. Henkilöauton keskimääräinen kuormitus kotiperäisillä matkoilla on 1,56 henkilöä/auto. Koteihin tehtävät vierasmatkot huomioidaan liikennetuotoksen korjauskertoimella 1,16 (Suomen ympäristö 27/2008). Kerrostalon keskimääräisenä asukaslukuna on käytetty Oulun tilastollisesta vuosikirjasta 2015 laskettua asukaskeskiarvoa, joka on 1,54 asukasta/kerrostalohuoneisto. Huoneistojen lukumäärät on saatu alustavista kerrospohjista.

3.1 Liikennetuotos

Kaukovainionportin asukkaiden tuottama liikennetuotos kaavamuutoksen jälkeisessä tilanteessa on arviolta noin 580 matkaa (saapuva/lähtevä). Matkoista tehdään autolla noin 230 kappaletta, joka sisältää matkat sekä asukkailta että vierailijoilta (saattaja, hakeva ja jättävä).

Huoltoliikenteen liikennetuotokseksi asumisen osalta on tulevassa tilanteessa arvioitu noin 0,25 ajon. /vrk.

Tontin ajoneuvoliikenne kohdistuu pääasiassa Maakotkantien kautta Joutsentielle. Ajoneuvoliikenteen määrä alueella tulee lisääntymään noin parilla sadalla ajoneuvolla vuorokaudessa. Ajoneuvoliikenteen muutos Merikotkantien ja Joutsentien valo-ohjatun liittymän liikennemäärästä on prosenttiluokkaa.

3.3 Liikennejärjestelyt

Moottoriajoneuvojen asukaspysäköinti on järjestetty tontin etelälaidalle katoksiin. Vierasantopaikoitus on esitetty avopaikoille katoksien väliin. Saapuminen pysäköintialueelle on järjestetty tontin länsipuolelta. Itäpuolelle on osoitettu toinen liittymä pelastusliikenteelle. Pelastusreitit on suunniteltu ensihoito- ja sammutusyksikölle. Pelastautuminen rakennuksesta tapahtuu itsenäisesti parvekeluukkujen kautta.

Pyöräpysäköinti on osoitettu pääasiassa piha-alueella pyörävarastoihin sekä pyöräkatokseen. Muutamia pyöräpaikkoja on sijoitettu pihalle avopaikkoina sisäänkäyntien läheisyyteen. Asuinrakennuksen ensimmäisen kerroksen kulmiin

sijoittuu pyörävarastot, joista löytyy myös erikoispyöräpaikat. Pyöräpaikoituksen suunnittelussa on otettu huomioon helposti saavutettavat tilat ja muut pyöräpysäköintinormin vaatimukset.

Moottoriajoneuvoliikenne alueelta painottuu pääasiassa Joutsentiehen ja vähäisissä määrin Poikkimaantielle. Tontti liittyy kävely ja pyöräily verkostoon itä- ja länsilaidalta. Pyöräilyn pääsuunta kohdistuu tontilta pohjoiseen kohti Maikkulanbaanaa.

4. Johtopäätöksiä

Kohteen saavutettavuus autolla on hyvä. Ympäristössä kävelyn ja pyöräilyn olosuhteet ovat erinomaiset. Myös joukkoliikenne on saavutettavissa erinomaisesti. Kohteen huolto saadaan toteutetuksi toimivaksi ja turvalliseksi. Pelastustieyhteydet saadaan järjestettyä tontille kahden ajoneuvoliittymän kautta.

Esitetyn luonnossuunnittelun myötä tontille pystytään sijoittamaan vaadittava määrä autopaikoitusta ja pyöräpysäköintiä.

Liikenteen toimivuuden ja turvallisuuden kannalta hankkeella ei ole negatiivisia vaikutuksia alueen ympäristöön. Hanke ei estä muun alueen kehittämistä tulevaisuudessa mm. Nelosbaana II ja raitiotielinja mahtuvat kulkemaan myös jatkossa Merikotkantien varressa.

Oulun Rakennusteho Oy

LIIKENNEMELUSELVITYS

Asemakaavan muutos Kaukovainionportti, Oulu



HELSINKI
Viikinportti 4 B 18
00790 Helsinki
puh. 050 377 6565

TURKU
Rautakatu 5 A
20520 Turku
puh. 050 570 3476

Tilaaaja:
Oulun Rakennusteho Oy
Oskari Pyrrö

Liikennemeluselvitys

Kohde:
Asemakaavan muutos Kaukovainionportti, Oulu

Raportin numero:
PR10028-Y01

Raportin päiväys:
22.2.2022

Kirjoittaja(t):
Matias Virta, insinööri AMK
puh. 050 525 6509
sp. matias.virta@promethor.fi

Tarkastanut:
Jani Kankare, FM
puh. 040 574 0028
sp. jani.kankare@promethor.fi

Sisällysluettelo

1	Yleistä.....	4
2	Kohteen sijainti ja ympäristö	4
3	Sovellettavat melun ohjearvot ja suositukset	5
3.1	Melutason ohjearvot.....	5
3.2	Melutason määräysarvot ulkoalueille	6
3.3	Ohjeet asuinhuoneiden aukeamisesta	6
3.4	Suositus parvekkeiden melutasosta.....	6
4	Melutasojen laskenta	6
4.1	Laskentamenetelmät.....	6
4.2	Maastomalli ja rakennukset	6
4.3	Liikennetiedot.....	7
5	Laskentatulokset ja tulosten tarkastelu	7
5.1	Melutaso ulkoalueilla	7
5.2	Melutaso rakennusten ulkovaipalla	8
5.2.1	Rakennusten ulkovaipan äänitasoerovaatimukset.....	8
5.2.2	Asuinhuoneistojen avautuminen ja parvekkeiden sijoittuminen.....	9
5.2.3	Parvekkeiden äänitaso	9
6	Yhteenveto	9
7	Kirjallisuus.....	10

Liitteet:

- Liite 1 Tieliikennemelun päiväajan keskiäänitaso $L_{Aeq,7-22}$ ja yöajan keskiäänitaso $L_{Aeq,22-7}$ nykyisellä maankäytöllä ja nykyliikenteellä.
- Liite 2 Tieliikennemelun päiväajan keskiäänitaso $L_{Aeq,7-22}$ ja yöajan keskiäänitaso $L_{Aeq,22-7}$ nykyisellä maankäytöllä ja ennusteliikenteellä.
- Liite 3 Tieliikennemelun päiväajan keskiäänitaso $L_{Aeq,7-22}$ ja yöajan keskiäänitaso $L_{Aeq,22-7}$ suunnitellulla maankäytöllä ja ennusteliikenteellä.
- Liite 4 Rakennusten ulkovaippaan kohdistuvan tieliikennemelun suurin päiväajan keskiäänitaso $L_{Aeq,7-22}$ ja yöajan keskiäänitaso $L_{Aeq,22-7}$ suunnitellulla maankäytöllä ja ennusteliikenteellä.
- Liite 5 Liitteen 4 rakennusten ulkovaippaan kohdistuvan tieliikennemelun päiväajan keskiäänitaso kerroksittain 3D-viistokuvina.
- Liite 6 Asuinrakennusten oleskeluparvekkeiden suositeltu äänitasoero kerroksittain tieliikennemelun päiväajan keskiäänitason $L_{Aeq,7-22}$ ohjearvon 55 dB(A) saavuttamiseksi.

1 YLEISTÄ

Tässä selvityksessä tarkastellaan liikenteen aiheuttamaa melutasoa asemakaavan muutoskohteessa Kaukovainionportti, Oulu. Kaavamuutoksella muutetaan viheralueeksi kaavoitettu alue asuintontiksi. Kaava-alueen melutasoja on tarkasteltu laskennallisesti nyky- ja ennusteliikenteen tiedoilla. Laskennalla on määritetty ulkoalueiden melutaso ja meluntorjunnan tarve sekä rakennusten ulkovaipan äänitasoerovaatimukset ja parvekkeiden äänitasoero- ja suositukset. Kohteeseen on suunniteltu rakennettavan asuin- ja kerrostaloja.

Selvitys on tehty laskennallisesti mallintaen ohjelmalla Datakustik CadnaA 2021 MR1 käyttäen yhteispuhjoismaista tieliikennemelumallia [1]. Laskennallisen mallinnuksen tuloksien tarkastelussa on käytetty valtioneuvoston päätöksen 993/1992 [2] ohjeita ja ELY-keskuksen oppaan 02/2013 [3] ohjeita.

2 KOHTEEN SIJAINTI JA YMPÄRISTÖ

Kaava-alue sijaitsee Oulun Kaukovainiossa Joutsentien ja Maakotkantien välisellä maa-alueella (kuva 1). Kaava-alueelle on suunniteltu rakennettavan 6–7-kerroksisia asuin- ja kerrostaloja sekä yksikerroksisia pysäköintikatoksia ja pyörävarastoja. Kerrostalot sijoittuvat kaava-alueen Joutsentien puoleiselle alueelle ja muut rakennukset Maakotkantien puoleiselle alueelle. Leikki- ja oleskelualueet sijoittuvat kerrostalojen ja pysäköintikatosten väliin jäävälle alueelle. Kaava-alue on tällä hetkellä rakentamaton. Merkittävimmät melulähteet kohteen ympäristössä ovat Pohjantien ja Joutsentien tieliikenteet.



Kuva 1. Kohteen sijainti, kaava-alue on kuvassa rajattu punaisella (Kartan lähde: Paikkatietoikkuna).

3 SOVELLETTAVAT MELUN OHJEARVOT JA SUOSITUKSET

3.1 Melutason ohjearvot

Kaavoituksen ja maankäytön suunnittelussa sovellettavat ohjearvot on annettu valtioneuvoston päätöksessä 993/1992. Päätöstä sovelletaan meluhaittojen ehkäisemiseksi ja ympäristön viihtyisyyden turvaamiseksi maankäytön, liikenteen ja rakentamisen suunnittelussa sekä rakentamisen lupamenettelyssä. Päätöstä ei sovelleta katu- ja liikennealueilla eikä melusuoja-alueiksi tarkoitetuilla alueilla.

Melutason ohjearvot on annettu päiväajan klo 7–22 ja yöajan klo 22–7 ekvivalentti- eli keskiäänitasoina. Päätöksessä ei ole esitetty ohjearvoja hetkittäisille maksimiäänitasoille.

Lisäksi päätöksessä on maininta, että jos melu on luonteeltaan iskumaista tai kapeakaistaista, mittaus- tai laskentatulokseen lisätään 5 dB ennen sen vertaamista edellä mainittuihin ohjearvoihin. Tulokseen tehtävä 5 dB:n lisäys johtuu siitä, että iskumaisuus ja kapeakaistaisuus lisäävät melun häiritsevyyttä. Tieliikenteen aiheuttama melu ei ole normaalisti iskumaista tai kapeakaistaista.

Ulkoalueiden ohjearvot

Taulukossa 1 on esitetty päätöksen 993/1992 sisältämät ohjearvot ulkoalueiden melutasolle.

Taulukko 1. Ulkoalueiden keskiäänitason L_{Aeq} ohjearvot

Alueen käyttötarkoitus	A-painotettu keskiäänitaso L_{Aeq}	
	Klo 7–22	Klo 22–7
Asumiseen käytettävät alueet, virkistysalueet taajamissa ja taajamien välittömässä läheisyydessä	55 dB(A) ¹	50 dB(A) ^{1,2}
Hoito- tai oppilaitoksia palvelevat alueet	55 dB(A)	50 dB(A) ^{2,3}
Loma-asumiseen käytettävät alueet, leirintäalueet, taajamien ulkopuolella olevat virkistysalueet ja luonnonsuojelualueet	45 dB(A)	40 dB(A) ⁴

¹ Loma-asumiseen käytettävillä alueilla taajamassa voidaan soveltaa näitä ohjearvoja.

² Uusilla alueilla yöohjearvo on 45 dB(A).

³ Oppilaitoksia palvelevilla alueilla ei sovelleta yöohjearvoa.

⁴ Yöohjearvoa ei sovelleta sellaisilla luonnonsuojelualueilla, joita ei yleisesti käytetä oleskeluun tai luonnon havainnointiin yöllä.

Sisätilojen ohjearvot

Taulukossa 2 on esitetty päätöksen 993/1992 sisältämät ohjearvot ulkoa sisätiloihin kantautuvan melun melutasolle.

Taulukko 2. Sisätilojen keskiäänitason L_{Aeq} ohjearvot

Huoneen käyttötarkoitus	A-painotettu keskiäänitaso L_{Aeq}	
	Klo 7–22	Klo 22–7
Asuinhuone, potilas- ja majoitushuone	35 dB(A)	30 dB(A)
Opetus- ja kokoontumistila	35 dB(A)	-
Liike- ja toimistohuone	45 dB(A)	-

3.2 Melutason määräysarvot ulkoalueille

Ympäristöministeriön asetuksessa 360/2019 [4] on esitetty, että virkistykseen käytettävät rakennuksen piha- ja oleskelualueet on suunniteltava ja toteutettava siten, että melun keskiäänitaso ei ylitä 55 dB kello 7–22. Yöajan keskiäänitasolle asetuksessa ei ole arvoa.

3.3 Ohjeet asuinhuoneiden aukeamisesta

ELY-keskuksen oppaassa 02/2013 on esitetty ohje asuinhuoneiden aukeamisesta ja parvekkeiden sijoittamisesta. Oppaan mukaan, mikäli julkisivulla ylittyy päivällä keskiäänitaso 65 dB(A), tulee asuntojen aue- ta myös suuntaan, jossa ohjearvot täyttyvät (ns. läpitalon huoneisto). Lisäksi julkisivulle, jolla ylittyy päiväaikaan keskiäänitaso 65 dB(A), ei tulisi rakentaa parvekkeita vaan niiden sijaan viherhuoneita.

3.4 Suositus parvekkeiden melutasosta

ELY-keskuksen oppaan 02/2013 mukaan oleskeluparvekkeet rinnastetaan asuntojen pihoihin ja niihin sovelletaan samoja ohjearvoja. Käytännössä tämä tarkoittaa, että parvekkeen melutason ei tulisi ylittää ulkoalueiden päiväajan ohjearvoa $L_{Aeq7-22} = 55$ dB(A).

4 MELUTASOJEN LASKENTA

4.1 Laskentamenetelmät

Mallinnus tehtiin laskentaohjelmalla Datakustik CadnaA 2021 MR1 käyttäen yhteispohjoismaista tieliikennemelumallia. Laskentaohjelmassa maastomalli syötetään ohjelmaan kartta- ja paikkatietotiedostoja käyttäen, jolloin maasto muodostuu kolmiulotteisesti. Ohjelmaan voidaan antaa lisäksi syöttötietoina mm. laskenta-alueen maastopinnat ja suunnitellut melusuojaukset.

Laskennassa käytetään lähtötietoina liikennetietoja, joiden perusteella määritetään melulähteiden ns. lähtömelutasot. Lähtötasojen perusteella määritetään äänilähteiden aiheuttama äänenpainetaso tarkastelupisteissä erilaiset ääntä vaimentavat ja vahvistavat tekijät huomioiden. Tekijöinä huomioidaan mm. geometrinen leviäminen, este- ja maavaimennus sekä heijastukset erilaisista pinnoista.

Laskentatulokset vastaavat pitkän ajanjakson keskiäänitasoa. Laskentatuloksen epävarmuus on sitä suurempi, mitä kauempana tarkastelupiste sijaitsee.

Melulaskentojen laskentaruudukon kokona on käytetty 3 m × 3 m ja melutason laskentaetäisyytenä 1000 m. Rakennukset ovat heijastavia absorptiokertoimella 0,2. Ulkoalueiden melutasot on laskettu 2 m korkeudelle maanpinnasta ja ulkovaippaan kohdistuvat tasot pystysuunnassa 3 m välein. Laskennassa on otettu huomioon ensimmäisen kertaluvun heijastukset.

4.2 Maastomalli ja rakennukset

Maastomallina laskennoissa on käytetty Maanmittauslaitoksen korkeusmallia sekä maastotietokannan kohteita. Nykyisten rakennusten korkeudet on huomioitu ilmakuvien perusteella. Suunniteltujen rakennusten sijainnit ja korkeudet on huomioitu suunnitelmamateriaalin perusteella.

4.3 Liikennetiedot

Laskennassa käytetyt tieliikennetiedot saatiin Oulun kaupungilta (Erkki Martikainen). Käytetyt tieliikennetiedot on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Laskennassa käytetyt tieliikennetiedot

Tie (osuus)	KAVL nykyinen [ajon.]	KAVL ennuste [ajon.]	Yöajan liikenteen osuus [%]	Raskaan liikenteen osuus [%]	Nopeusrajoitus [km/h]
Joutsentie (Merikotkantieltä länteen)	9800	11800	6	3	50
Joutsentie (Merikotkantie–Kainuuntie)	13100	15100	10	3	50
Joutsentie (Kainuuntieltä itään)	16600	16600	6	3	50
Kainuuntie (Joutsentieltä etelään)	14600	14600	11	3	80
Kainuuntie (Joutsentieltä pohjoiseen)	21900	21900	11	3	60
Kotkantie	1500	1500	8	3	40
Maakotkantie	2000	2000	8	3	40
Merikotkantie	5500	5500	8	3	40
Pohjantie	47500	60000	11	7	100 ¹
Ramppi Kainuuntieltä Pohjantielle	6800	6800	11	3	60
Ramppi Pohjantieltä Kainuuntielle	8300	8300	11	3	60

¹ Raskaan liikenteen nopeutena on käytetty 80 km/h

5 LASKENTATULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

Seuraavassa on esitetty tiivistetysti melulaskennan tulokset. Melun leviämiskartat on esitetty liitteinä.

5.1 Melutaso ulkoalueilla

Asuinrakennusten ulko-oleskelualueiden melutasojen tarkastelussa on sovellettu valtioneuvoston päätöksen ohjearvoja päiväaikaan $L_{Aeq,7-22} \leq 55$ dB(A) ja yöaikaan $L_{Aeq,22-7} \leq 45$ dB(A).

Melukarttaliitteissä 1 ja 2 on esitetty liikenteen aiheuttama melutaso alueella nykyisellä maankäytöllä. Laskentojen mukaan merkittävimmät melulähteet ovat sekä nyky- että ennusteliikennemäärillä Pohjantien ja Joutsentien liikenteet. Päivä- ja yöajan ohjearvot ylittyvät koko kaava-alueella nykytilanteessa. Liikennemäärien kasvun seurauksena melutaso nousee kaava-alueella noin 1 dB ennusteliikennemäärillä.

Melukarttaliitteessä 3 on esitetty liikenteen aiheuttama melutaso alueella suunnitellulla maankäytöllä. **Suunnitellut asuinrakennukset ja pysäköintirakennukset suojaavat leikki- ja oleskelupiha-alueelta melulta. Melutaso on päiväaikaan ohjearvoa 55 dB(A) pienempi ja yöaikaan määritystarkkuuden rajoissa ohjearvon 45 dB(A) suuruinen. Oleskelualueiden suojaamiseksi ei ole tarpeen esittää täydentävää meluntorjuntaa.**

Laskennassa autokatosten ja pyörävarastojen on oletettu olevan kolmelta sivultaan ääniteknisesti tiiviitä meluesteinä (h = 3 m) toimivia rakenteita.

5.2 Melutaso rakennusten ulkovaipalla

Liitteessä 4 on esitetty uudisrakennusten ulkovaippaan kohdistuvan liikennemelun suurimmat päivä- ja yöajan keskiäänitasot. Liitteessä 5 on esitetty ulkovaippaan kohdistuva päiväajan keskiäänitaso kerroksittain 3D-viistokuvina. Päiväajan keskiäänitaso on suurimmillaan 70 dB(A) ja yöajan keskiäänitaso suurimmillaan 63 dB(A) asuinrakennusten Pohjantien suuntaisilla julkisivuilla. Keskiäänitaso kasvaa rakennusta ylöspäin noustessa. Enimmillään keskiäänitaso nousee 6–7 dB Pohjantien suuntaisilla julkisivuilla.

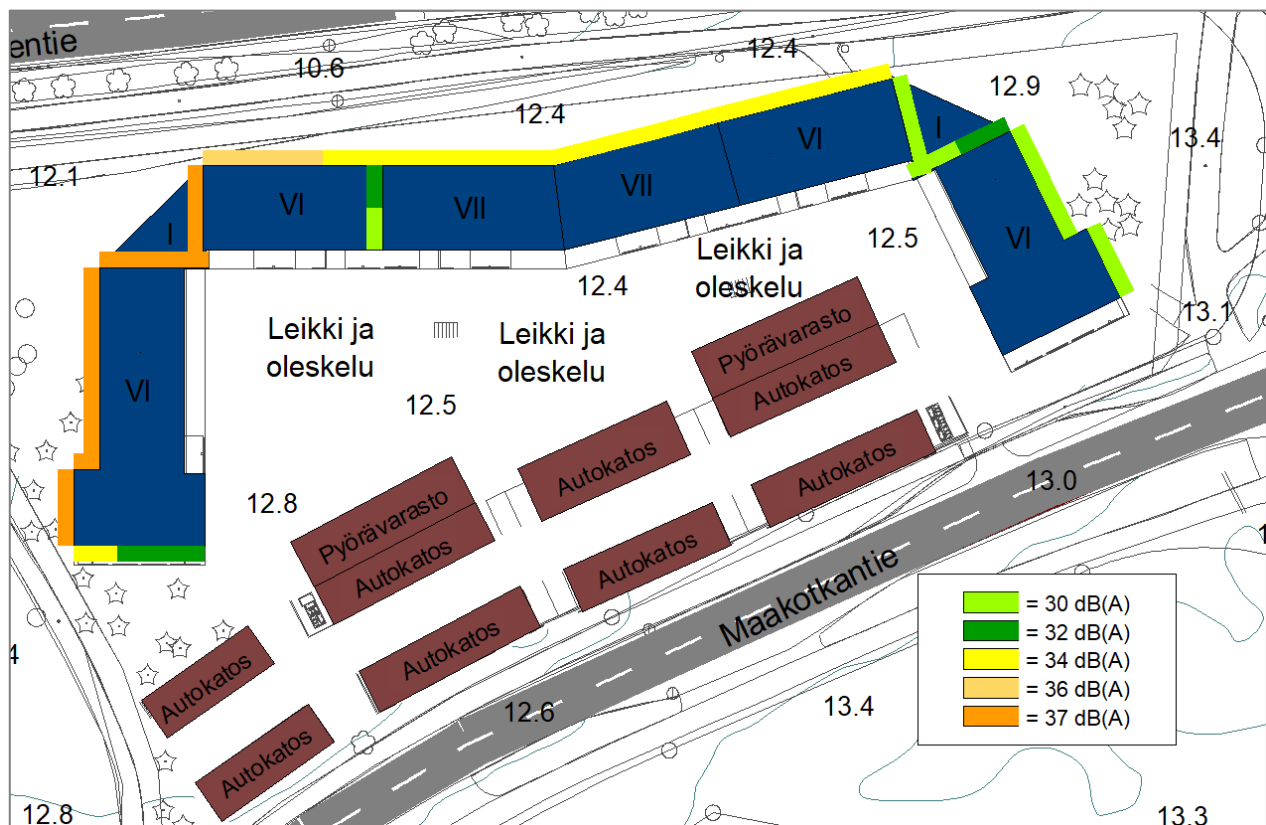
5.2.1 Rakennusten ulkovaipan äänitasoerovaatimukset

Ulkovaipan äänitasoerovaatimus lasketaan ulkovaippaan kohdistuvan tieliikenteen keskiäänitason ja sisällä sallitun keskiäänitason erotuksena. Laskennassa on käytetty taulukon 2 mukaisia sisääänitason ohjearvoja.

Edellä esitetyn perusteella määritetty ulkovaipan äänitasoerovaatimus on

- Pohjantien suuntaisilla julkisivuilla 37 dB(A)
- Joutsentietä sivuavilla julkisivuilla 34–36 dB(A).

Äänitasoerovaatimukset on esitetty tarkemmin kuvassa 2. Äänitasoerovaatimukset määräytyvät yksinomaan tieliikenteen aiheuttamasta rakennusten julkisivuun kohdistuvasta päiväajan keskiäänitasosta $L_{Aeq,7-22}$. Äänitasoerovaatimusten laskennassa on otettu huomioon varmuusvaraa 2–3 dB.



Kuva 2. Julkisivujen äänitasoerovaatimukset.

Ulkovaipan äänitasoerovaatimus ei ole sama asia kuin yksittäisten rakennusosien, kuten ikkunoiden, ääneneristävyys. Yksittäisten rakennusosien eristävyys (jotta äänitasoerovaatimus täyttyy) tulee rakennuslupavaiheessa mitoittaa tapauskohtaisesti huomioiden mm. erilaisten rakennusosien pinta-alojen keskinäinen suhde.

Ulkovaipan äänitasoerovaatimus voidaan määräyksissä esittää esimerkiksi seuraavasti: *Rakennuksen ulkoseinien, ikkunoiden ja muiden rakenteiden tulee olla sellaisia, että liikenteestä julkisivuun kohdistuvan melutason ja sisämelutason erotus on vähintään x dB(A).*

5.2.2 Asuinhuoneistojen avautuminen ja parvekkeiden sijoittuminen

ELY-keskuksen oppaan mukaan päiväajan keskiäänitason ylittäessä julkisivulla 65 dB(A), tulee asuntojen aueta myös suuntaan, jossa ohjearvot täyttyvät (ns. läpitalon huoneisto). Lisäksi julkisivulle, jolla ylittyy päiväaikaan keskiäänitaso 65 dB(A), ei tulisi rakentaa parvekkeita vaan niiden sijaan viherhuoneita.

Ulkovaippaan kohdistuva päiväajan keskiäänitaso ylittää 65 dB(A) Joutsentietä sivuavilla julkisivuilla sekä Pohjantien suuntaisilla julkisivuilla.

5.2.3 Parvekkeiden äänitaso

Asuinrakennusten parvekkeiden lasituksen tarpeen määrittämisessä ja suositellun äänitasoeron mitoitamisessa on käytetty tavoitearvona valtioneuvoston päätöksen 993/1992 ulkoalueiden päiväajan ohjearvoa 55 dB(A). Tämän perusteella määritetyt parvekkeiden äänitasoeroluvut on esitetty kerroksittain liitteessä 6. Esitetty äänitasoeroluku kuvaa parvekkeeseen kohdistuvan päiväajan keskiäänitason ja päiväajan ohjearvon välistä äänitasoeroa. Määrittämisessä on huomioitu, että seinäheijastus nostaa lasittamattoman parvekkeen äänitasoa keskimäärin kolme desibeliä ja näin ollen parveke on esitetty lasitettavan, kun julkisivuun kohdistuva päiväajan keskiäänitaso ylittää 52 dB(A).

Parvekkeiden äänitasoero vaihtelee huomattavasti eri julkisivuilla ja eri kerroksissa. Mikäli parvekkeiden melutaso tuodaan esille asemakaavassa, on se nyt suositeltavampaa esittää parvekkeen tavoiteäänitasona, esimerkiksi päiväajan keskiäänitaso $L_{Aeq,7-22} \leq 55$ dB(A) tai $L_{Aeq,7-22} \leq 60$ dB(A), kuin äänitasoerovaatimuksena. Äänitasoerovaatimuksen asettaminen parvekelinjoille johtaisi siihen, että vaatimuksen määräytyessä ylimpien kerroksien mukaan olisi se alemmissa kerroksissa tarpeettomasti liian suuri ja toisaalta myös eri suuruisten vaatimusten määrä olisi suuri.

Parvekkeet suositellaan lasitettaviksi kaikilla julkisivuilla liikenteen melua vastaan. Parvekelasitus pienentää parvekkeen takana olevaan huonetilaan aiheutuvaa liikenteen melua.

6 YHTEENVETO

Kaava-alueen suunnitellun maankäytön kannalta merkittävimmät melulähteet ovat Joutsentien ja Pohjantien tieliikenteet. Nykyisellä maankäytöllä koko kaava-alueella ylittyy melutason päivä- ja yöajan ohjearvot.

Suunnitellut asuinrakennukset ja pysäköintirakennukset suojaavat rakennusten piha-alueita liikenteen melulta hyvin. Sekä päivä- että yöajan ohjearvot täyttyvät leikki- ja oleskelualueilla. Näin ollen täydentävää meluntorjuntaa ei ole tarpeen esittää oleskelualueiden suojaksi.

Asuinrakennusten ulkovaipan äänitasoerovaatimukset ovat suurimmillaan 37 dB(A). Suurin vaatimus koskee Pohjantien suuntaisia julkisivuja. Muilla julkisivuilla vaatimus on 30–36 dB(A). Rakennusten suojan puolelle sijoituville julkisivuille ei ole esitetty äänitasoerovaatimusta. Ympäristöministeriön asetuksen 360/2019 mukaisesti kuitenkin ulkovaipan ääneneristys on suunniteltava ja toteutettava melualueilla siten, että ääneneristys on vähintään 30 desibeliä. Esitetyt ulkovaipan äänitasoerovaatimukset tulee ottaa huomioon asemakaavassa ja ympäristöministeriön asetuksen yleisvaatimus on huomioitava viimeistään rakennusten suunnittelussa ja toteutuksessa.

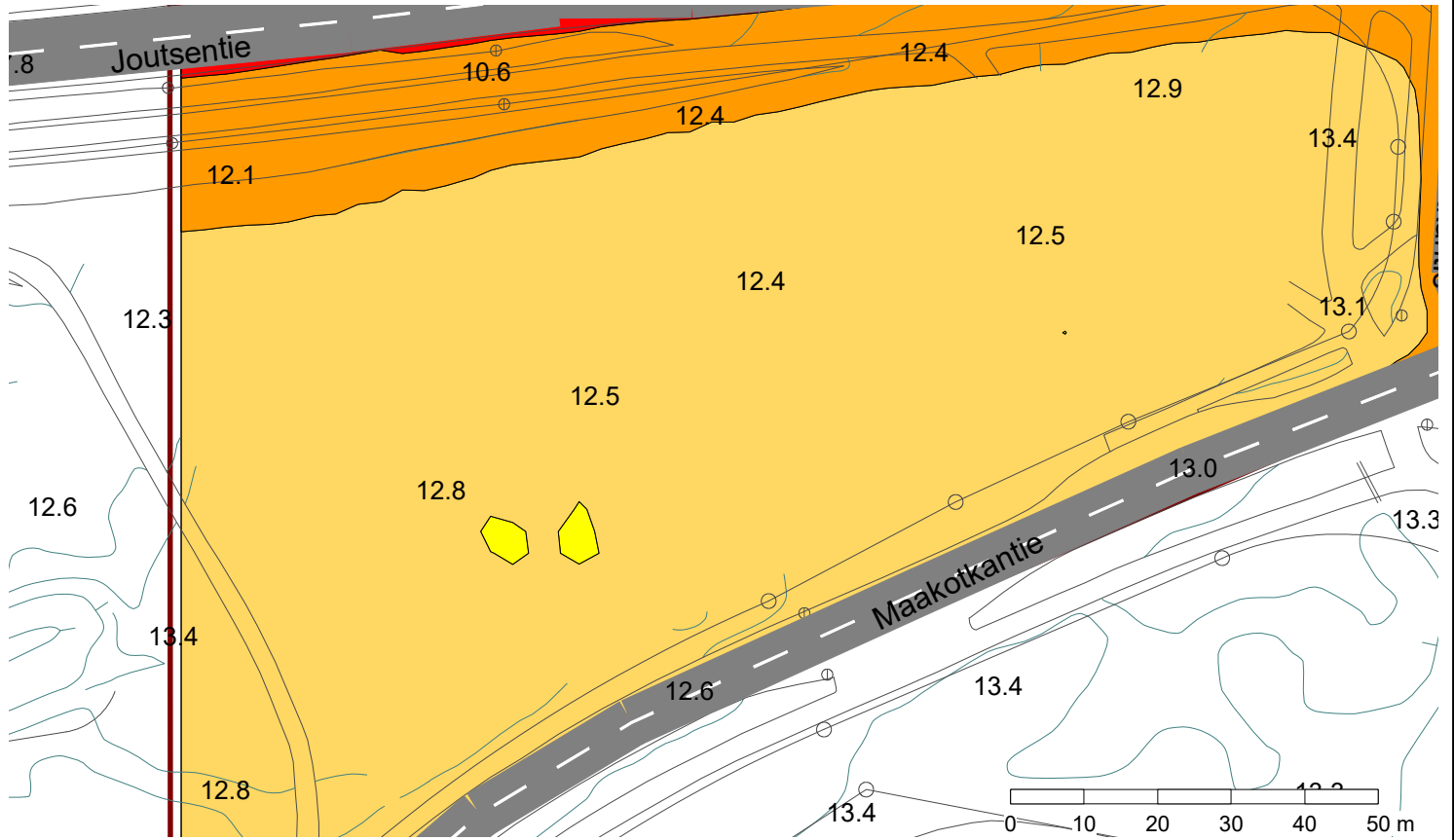
Osaan asuinrakennusten julkisivuja kohdistuu päiväaikaan yli 65 dB(A):n keskiäänitaso. Rakennusten suunnittelussa tämä on suositeltavaa huomioida suunnittelemalla mahdollisimman vähän huoneistoja, jotka avautuvat vain kyseisille julkisivuille.

Parvekkeet suositellaan lasitettavaksi kaikilla julkisivuilla liikenteen melua vastaan. Meluisimmilla julkisivuilla lasitusratkaisujen tulee olla hyvin ääntä eristäviä.

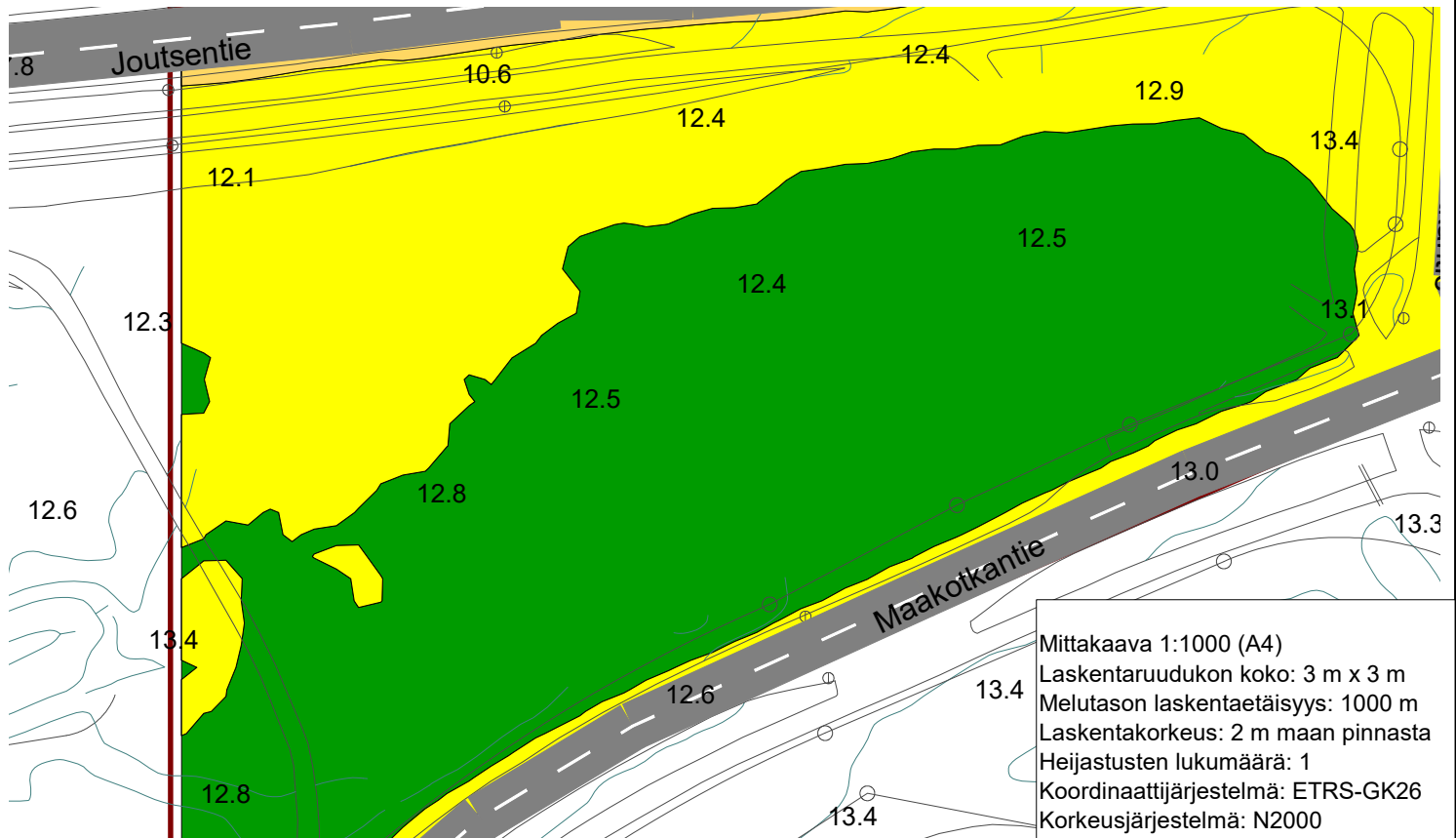
7 KIRJALLISUUS

1. Nielsen H. L et al., Road traffic noise. Nordic prediction method. TemaNord 1996:525. Århus 1996. 74 s. + liitt. 36 s.
2. Ympäristöministeriö. Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista 993/1992.
3. Airola Hannu, Melun- ja värinän torjunta maankäytön suunnittelussa, Elinkeino-. liikenne- ja ympäristökeskus, OPAS 02/2013.
4. Ympäristöministeriön asetus 360/2019 rakennuksen ääniympäristöstä annetun ympäristöministeriön asetuksen 5 ja 6 §:n muuttamisesta.

Päiväajan keskiäänitaso LAeq7-22.



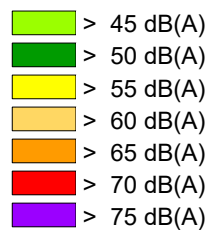
Yöajan keskiäänitaso LAeq22-7.



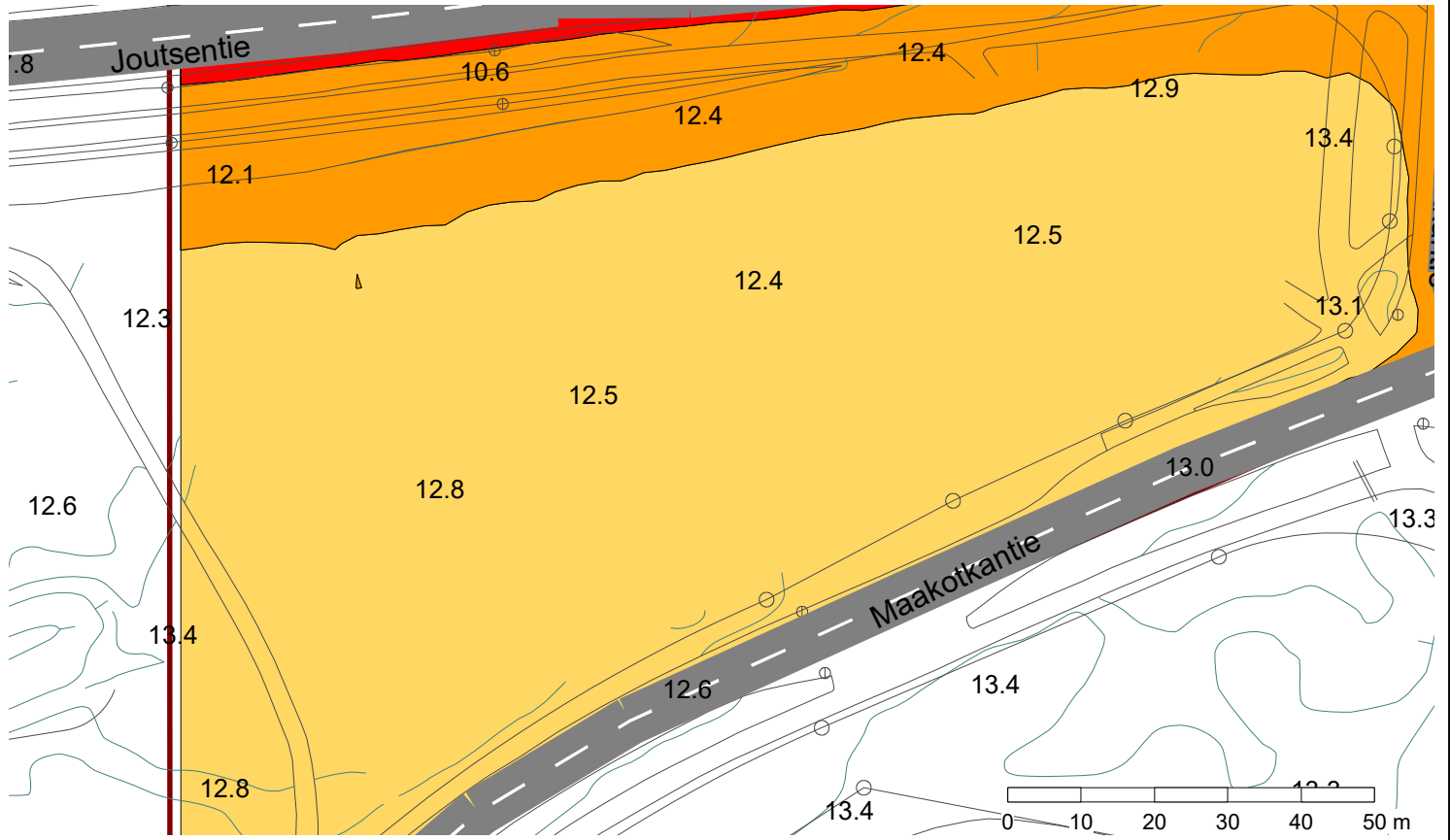
Mittakaava 1:1000 (A4)
 Laskentaruudun koko: 3 m x 3 m
 Melutason laskentaetäisyys: 1000 m
 Laskentakorkeus: 2 m maan pinnasta
 Heijastusten lukumäärä: 1
 Koordinaattijärjestelmä: ETRS-GK26
 Korkeusjärjestelmä: N2000

Liite
1

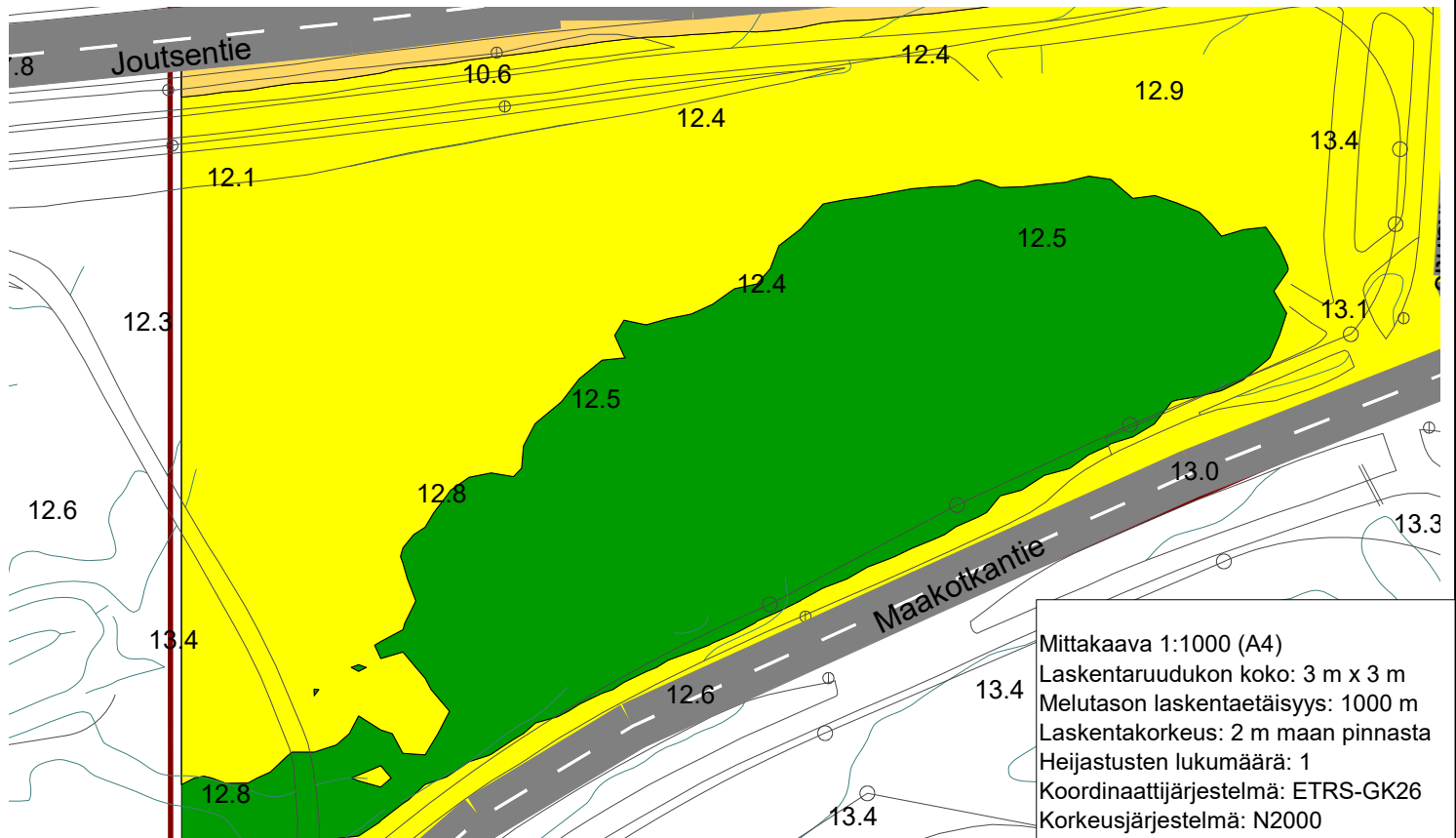
Liikennemeluserveys.
Oulun Rakennusteho Oy, Ak muutos Kaukovainionportti, Oulu
 Nykyinen maankäyttö ja nykyliikenne.
 Tieliikenteen aiheuttama päivä- ja yöajan keskiäänitaso.



Päiväajan keskiäänitaso LAeq7-22.



Yöajan keskiäänitaso LAeq22-7.



Liite
2

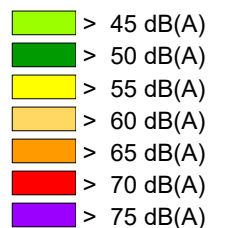
Liikennemeluserveys.
Oulun Rakennusteho Oy, Ak muutos Kaukovainionportti, Oulu
 Nykyinen maankäyttö ja ennusteliikenne.
 Tieliikenteen aiheuttama päivä- ja yöajan keskiäänitaso.



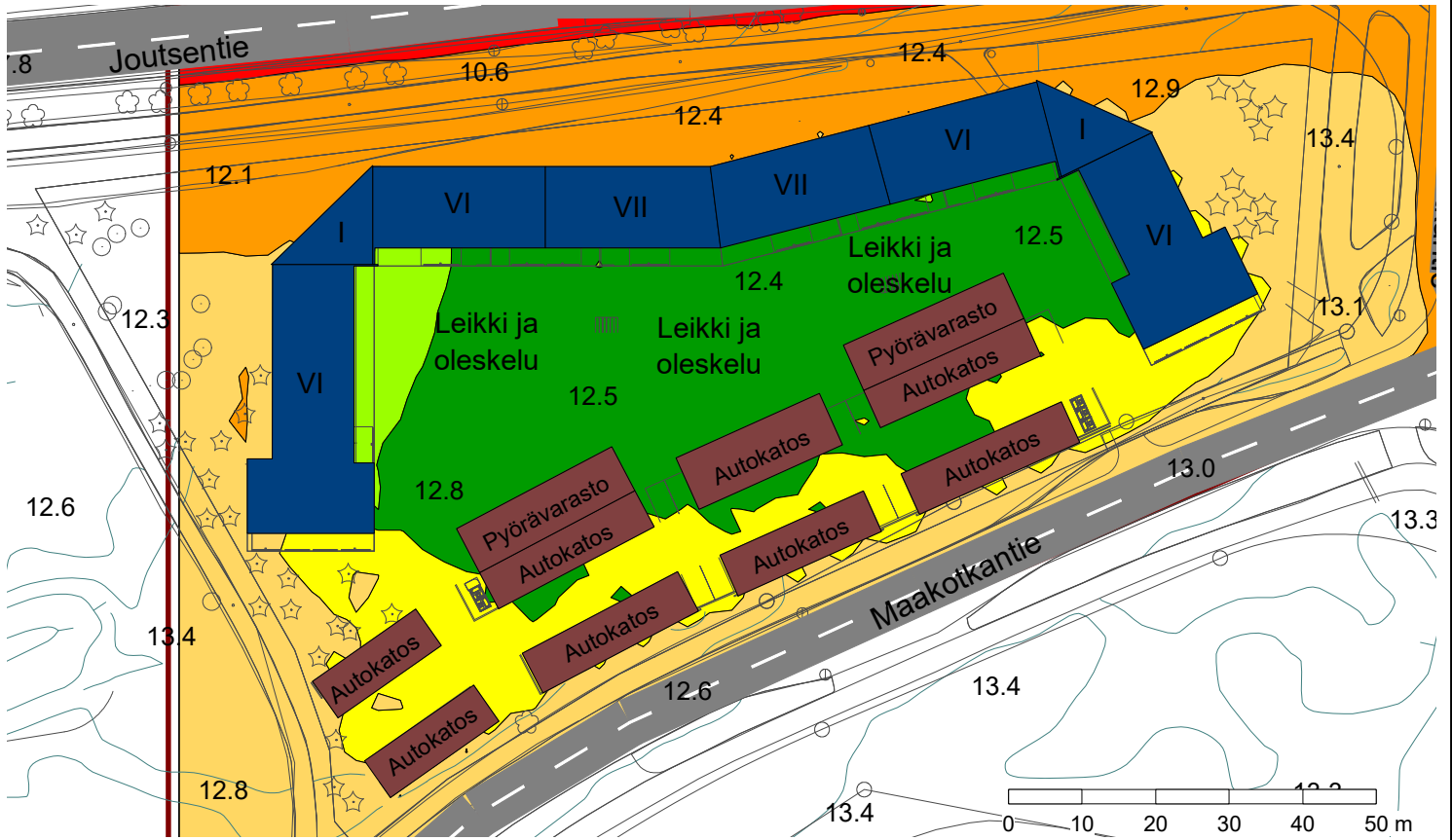
Raportti nro: PR10028-Y01

22.2.2022

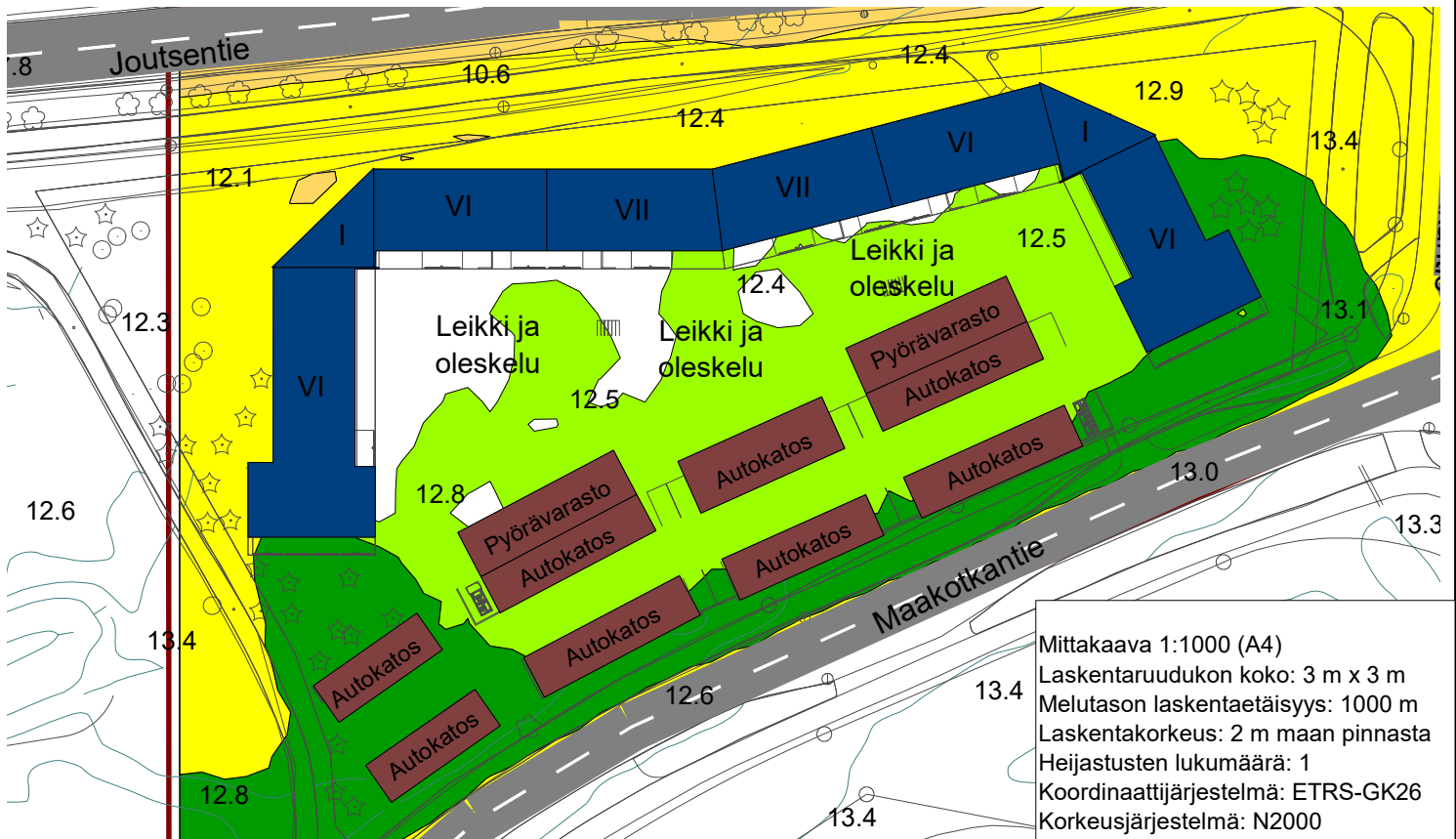
PROMETHOR



Päiväajan keskiäänitaso LAeq7-22.



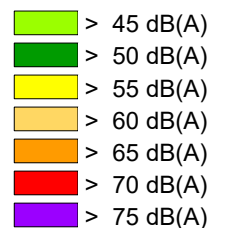
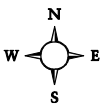
Yöajan keskiäänitaso LAeq22-7.



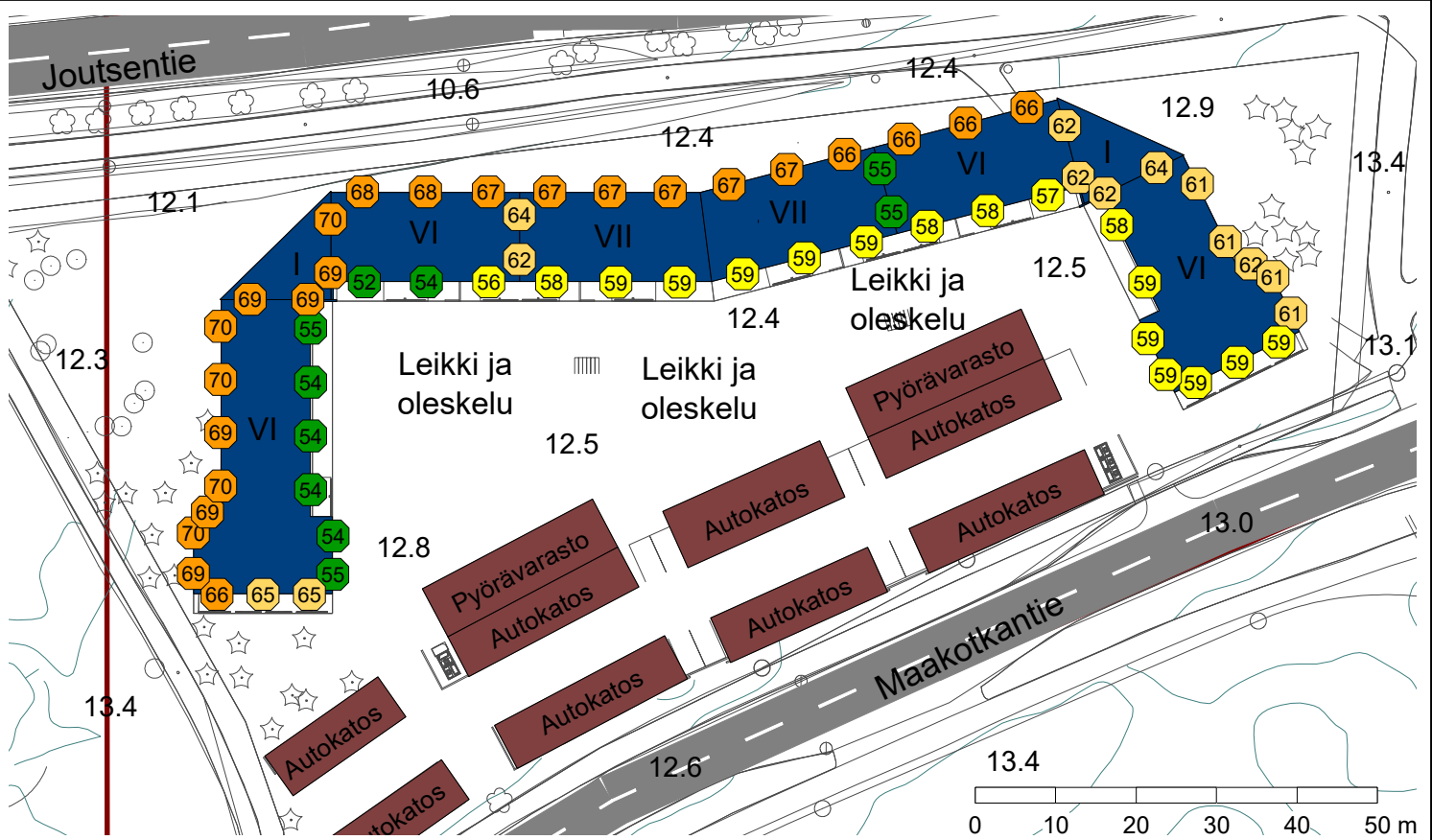
Mittakaava 1:1000 (A4)
 Laskentaruudun koko: 3 m x 3 m
 Melutason laskentaetäisyys: 1000 m
 Laskentakorkeus: 2 m maan pinnasta
 Heijastusten lukumäärä: 1
 Koordinaattijärjestelmä: ETRS-GK26
 Korkeusjärjestelmä: N2000

Liite
3

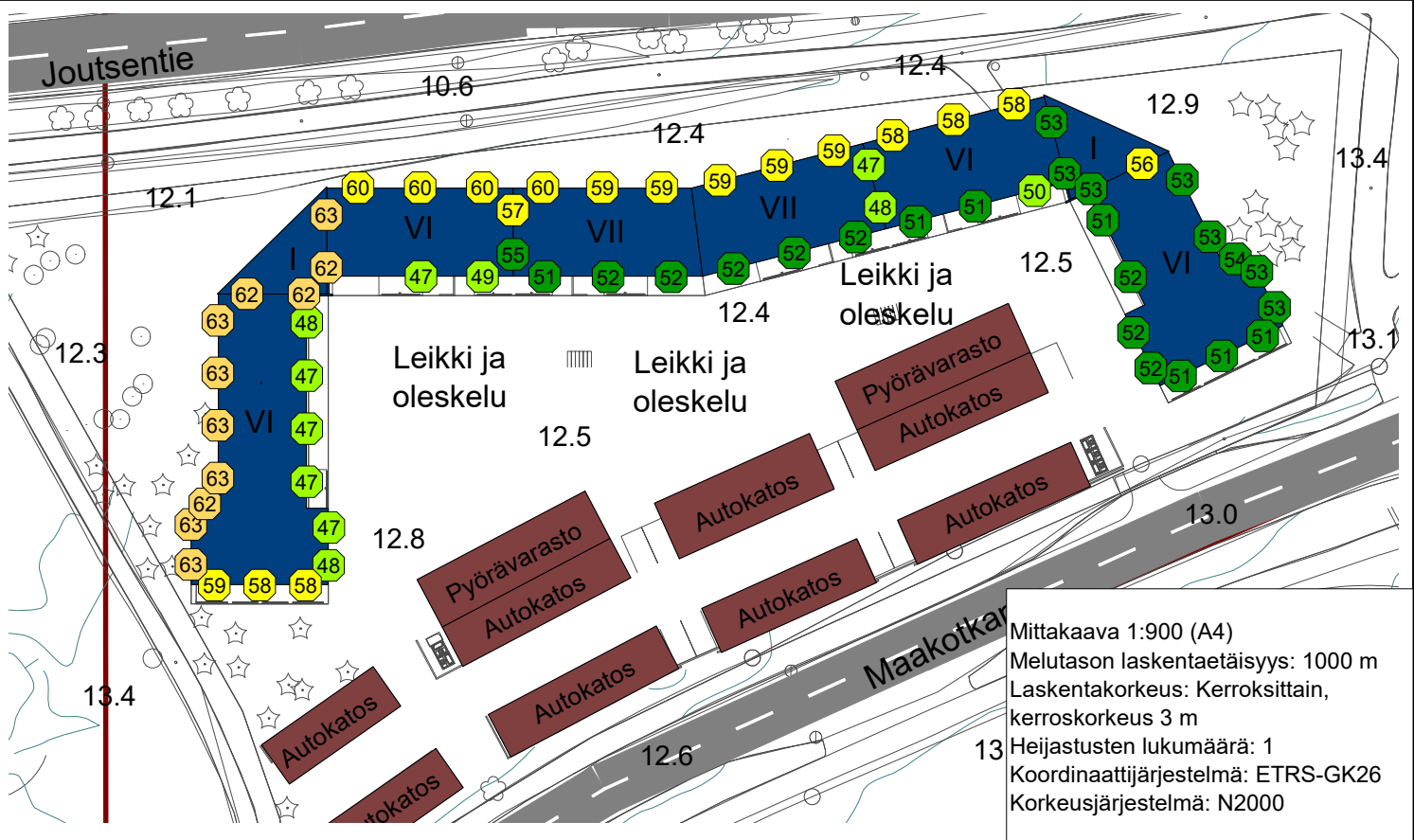
Liikennemeluserveys.
Oulun Rakennusteho Oy, Ak muutos Kaukovainionportti, Oulu
 Suunniteltu maankäyttö ja ennusteliikenne.
 Tieliikenteen aiheuttama päivä- ja yöajan keskiäänitaso.



Päiväajan keskiäänitaso LAeq7-22.



Yöajan keskiäänitaso LAeq22-7.



Mittakaava 1:900 (A4)
 Melutason laskentaetäisyys: 1000 m
 Laskentakorkeus: Kerroksittain, kerroskorkeus 3 m
 Heijastusten lukumäärä: 1
 Koordinaattijärjestelmä: ETRS-GK26
 Korkeusjärjestelmä: N2000

Liite
4

Liikennemeluselvitys.
Oulun Rakennusteho Oy, Ak muutos Kaukovainionportti, Oulu

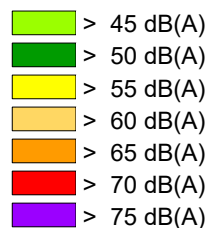
Suunniteltu maankäyttö ja ennusteliikenne.

Uudisrakennusten ulkovaippaan kohdistuva suurin tieliikenteen aiheuttama päivä- ja yöajan keskiäänitaso.

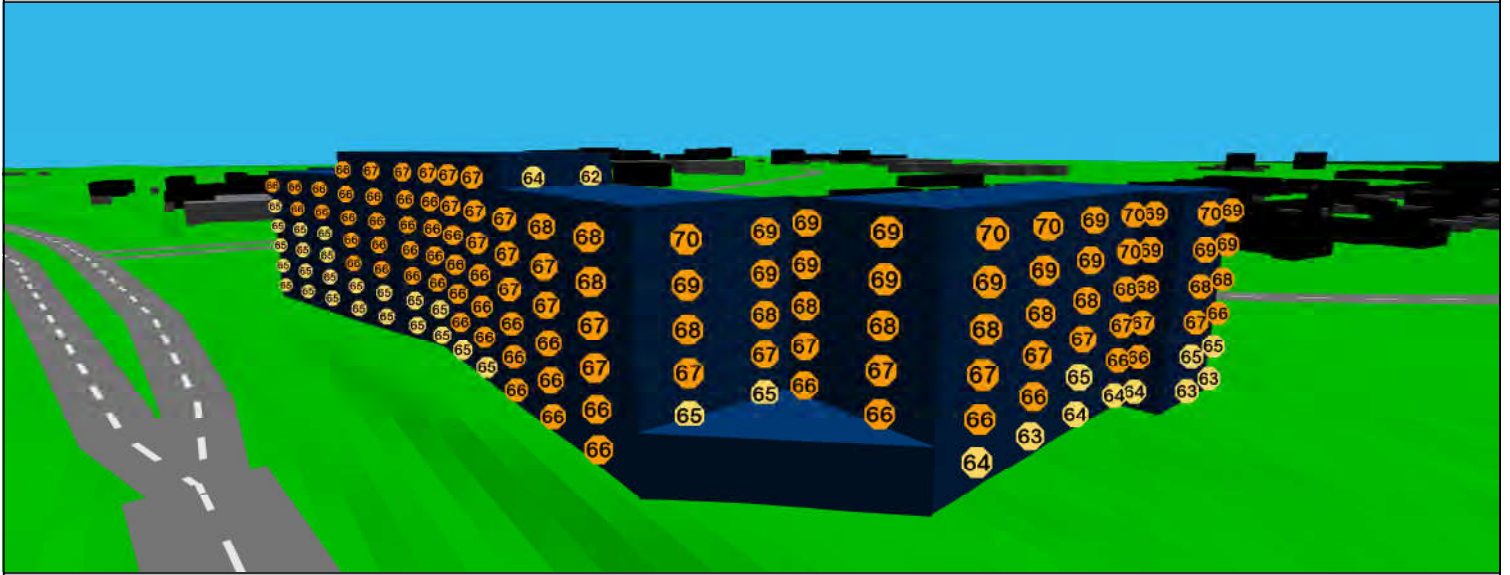
Raportti nro: PR10028-Y01

22.2.2022

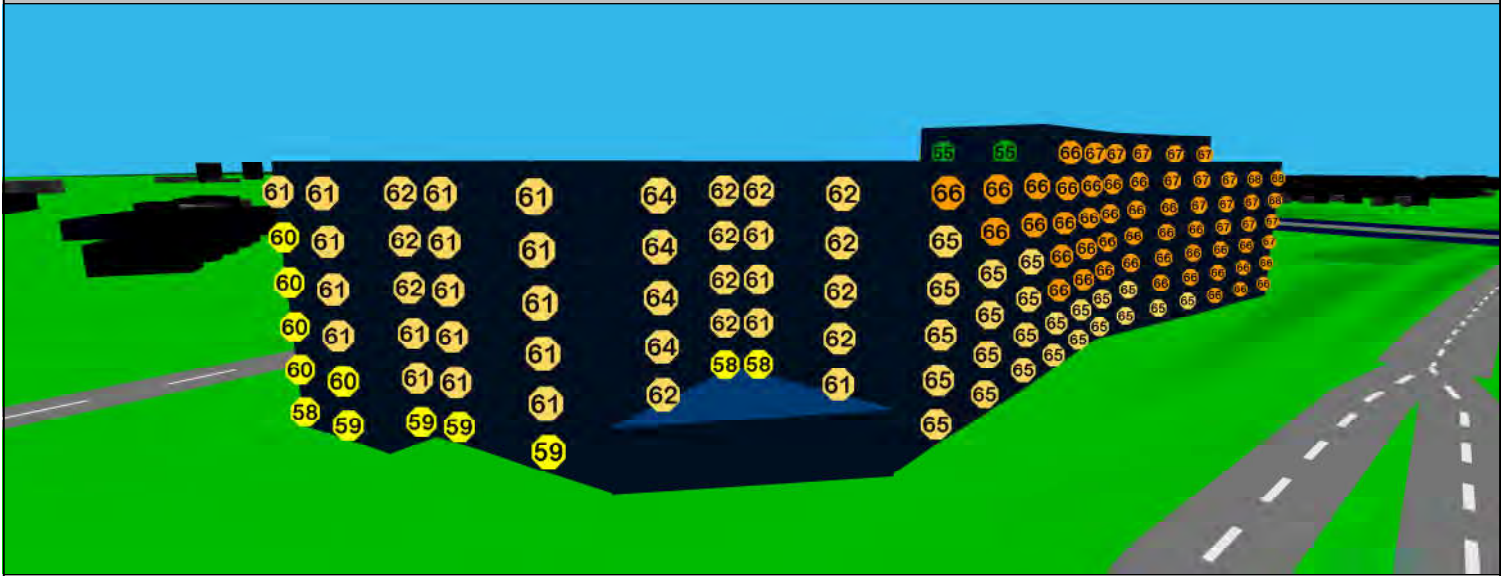
PROMETHOR



Näkymä luoteesta.



Näkymä koillisesta.



Näkymä etelästä



Liite
5

Liikennemeluserveys.
Oulun Rakennusteho Oy, Ak muutos Kaukovainionportti, Oulu

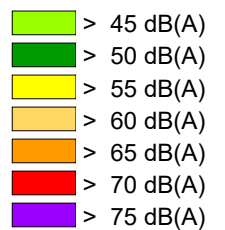
Suunniteltu maankäyttö ja ennusteliikenne.

Liitteen 4 uudisrakennusten ulkovaippaan kohdistuva tieliikenteen aiheuttama päiväajan keskiäänitaso kerroksittain.

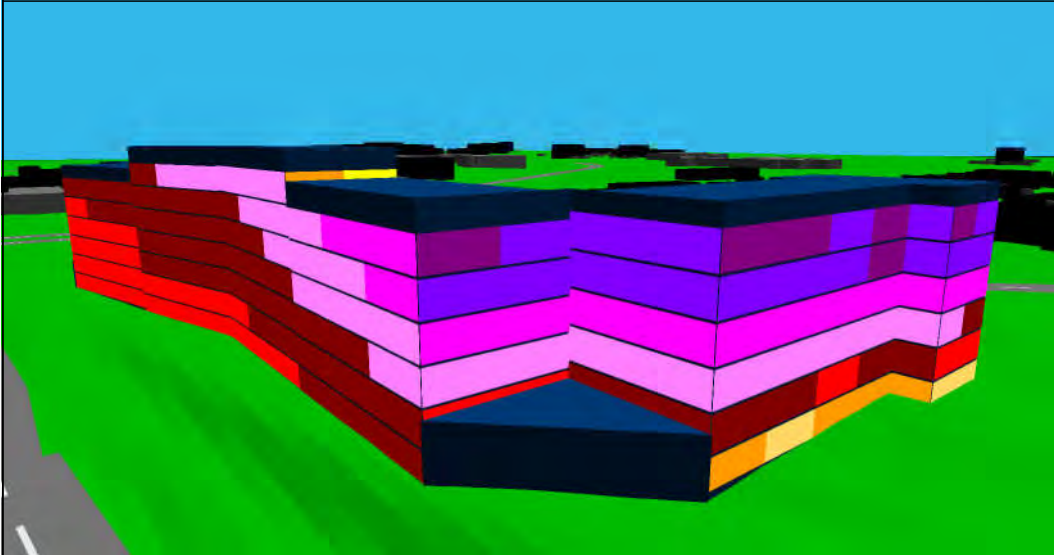
Raportti nro: PR10028-Y01

22.2.2022

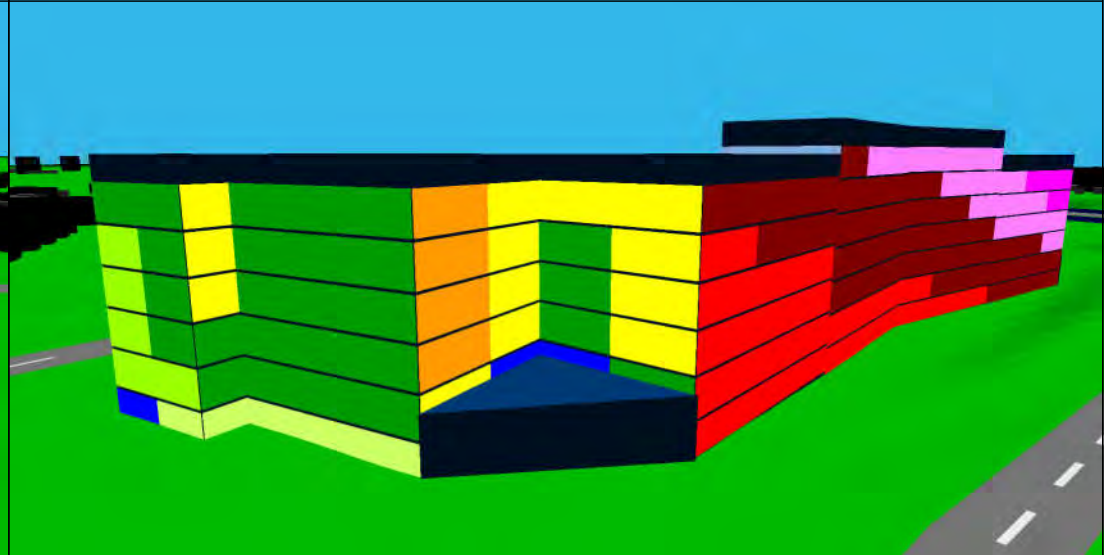
PROMETHOR



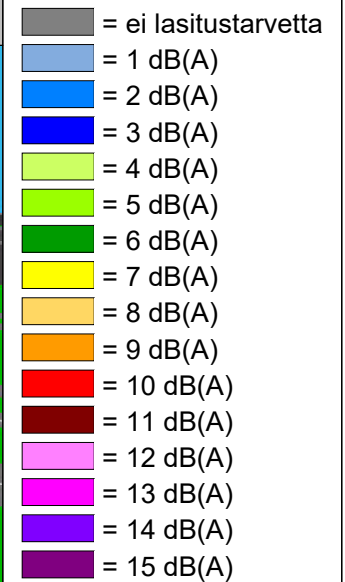
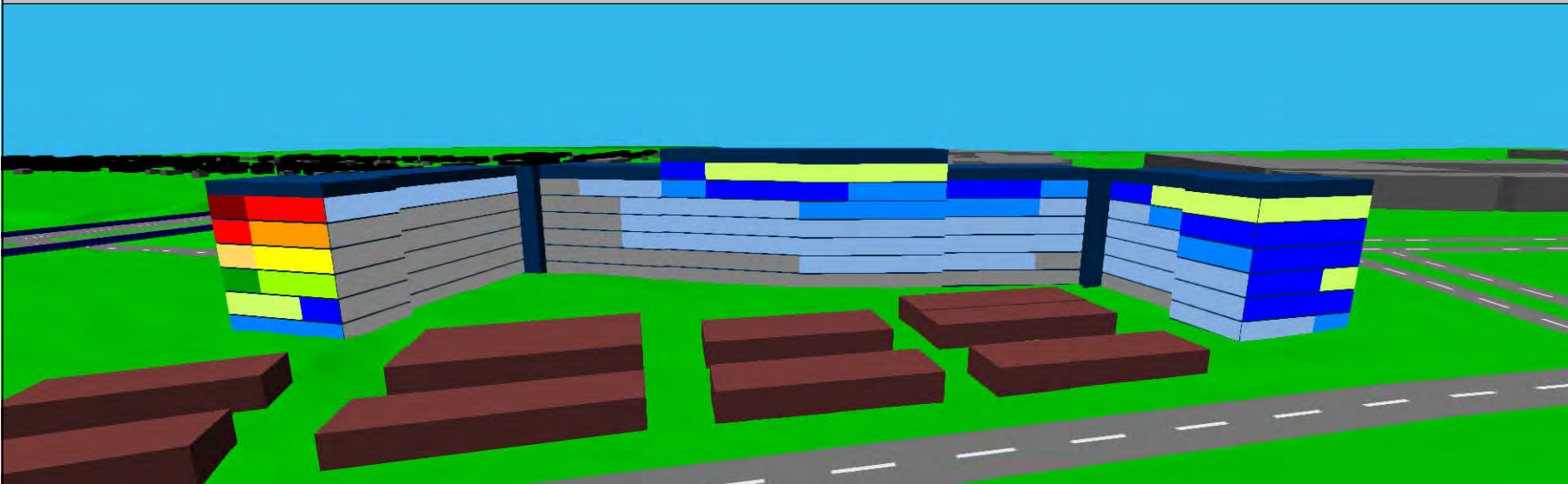
Näkymä luoteesta.



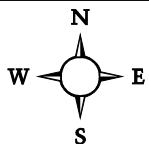
Näkymä koillisesta.



Näkymä etelästä



Liite
6



Liikennemeluserelvitys.

Oulun Rakennusteho Oy, Ak muutos Kaukovainionportti, Oulu

Suunniteltu maankäyttö ja ennusteliikenne.

Asuinrakennusten oleskeluparvekkeiden suositeltu äänitasoero kerroksittain tieliikenteen melua vastaan. Äänitasoero on mitoitettu niin, että parvekkeella saavutetaan päiväaikaan valtioneuvoston päätöksen 993/1992 mukainen ohjearvo 55 dB(A).



Ilmakuva tutkimusalueesta koillisesta päin

Asiakas: Oulun Rakennusteho Oy
Projekti: Kaukovainionportti, Oulu
Asiakirja: Perustamistapalausunto
Projektinumero: 101016963-001

Perustamistapalausunto

Yhteyshenkilö
Heikki Hekkala
Puhelin
050 412 3030
Sähköposti
heikki.hekkala@afry.com

Pvm.
14/06/2021
Projektiviite
101016963-001

Raportin numero

Asiakas
Oulun Rakennusteho

Kaukovainionportti

AFRY Finland Oy
Infrapalvelut, Oulu
Elektroniikkatie 13
FI-90590 Oulu
Tel. +358 10 3311
E-mail: etunimi.sukunimi@afry.com
www.afry.fi

Heikki Hekkala
DI, osastopäällikkö

Leena Kurkinen
DI, ympäristöasiantuntija

Anu Kivistö-Rahnasto
FM, ympäristöasiantuntija



Sisältö

1	Toimeksianto	1
2	Tehdyt pohjatutkimukset	1
3	Pilaantuneisuustutkimus	1
3.1	Maasto- ja laboratoriotutkimukset	1
3.2	Analyysitulokset	2
3.2.1	PAH-yhdisteet	3
3.2.2	Metallit	3
3.3	Kunnostustarve	4
4	Sulfaattimaaselvitys	4
4.1	Selvitysalue	4
4.2	Tehdyt tutkimukset	5
4.3	Tutkimustulokset ja johtopäätökset	5
5	Lähteet	7
6	Maasto- ja ympäristöolosuhteet tutkimusalueella	7
6.1	Ympäristöolosuhteet	7
6.2	Pohjasuhteet	7
7	Pohjarakennustapa	8
7.1	Tiedot suunnitelluista rakennuksista	8
7.2	Rakennusten ja rakenteiden perustaminen paaluille	8
7.3	Keveiden rakennusten ja rakenteiden perustaminen maanvaraisesti	9
7.4	Routasuojaus	10
7.5	Salaojitus	10
7.6	Radon	10
7.7	Piha- ja liikennealueet	11
7.8	Kunnallistekniikka	11
7.9	Kuivatus	12
8	Pohjarakennustyön suoritusohjeet	12
8.1	Maarakennus- ja tiivistystyöt, yleistä	12
8.2	Pohjaveden alentaminen	13
8.3	Paalutustyöt, yleistä	14
9	Jatkotoimet	14
9.1	Pohjarakennus	14
9.2	Pilaantuneisuustutkimus	14
9.3	Sulfaattimaaselvitys	15

Liitteet

Pohjatutkimusmerkinnät	Liite 1
Piha- ja liikennealueen päällysrakennekerrosten kiviainesten rakeisuuden ohjealueet	Liite 2
Putkijohtokaivannon siirtymäkiilat	Liite 3
Kylmän rakennuksen siirtymäkiilaus	Liite 4
Salaojasoran rakeisuuden ohjealueet / RIL 126-2020	Liite 5
Pilaantuneisuustutkimusten analyysitodistukset	Liite 6
Sulfaattimaa-analyysitulokset	Liite 7

Piirustukset

Pohjatutkimuskartta	1:500	101016963-001/GEO-1
Pohjatutkimusleikkaus 1-1	1:200/1:100	101016963-001/GEO-2
Pohjatutkimusleikkaus 2-2	1:200/1:100	101016963-001/GEO-3
Pohjatutkimuspiste 7		

1 Toimeksianto

Oulun Rakennusteho Oy:n toimeksiannosta AFRY Finland Oy on tehnyt perustamistapalausannon ja siihen liittyvät selvitykset ja tutkimukset Kaukovainionportti - hankkeen suunnittelua ja rakentamista varten. Pohjatutkimukset on tehty toukokuussa 2016 (Temotek Oy:n toimeksiannosta) ja pilaantuneisuus- sekä sulfaattimaaselvityksen tutkimukset on tehty toukokuussa 2021.

Tutkimuskohde sijaitsee Oulun kaupungissa, Kaukovainion kaupunginosassa, Pohjantien, Joutsentien ja Maakotkantien välisellä alueella.

Täydentävät tutkimukset ohjelmoitiin tilaajan toimittaman käyttösuunnitelmaluonnoksen perusteella. Tutkimusten tavoitteena on selvittää rakennuspaikan rakennettavuus, perustolosuhteet, maaperän pilaantuneisuus, sekä maaperän sulfaattipitoisuus.

2 Tehdyt pohjatutkimukset

Pohjatutkimuksina tutkimusalueella on tehty:

- tutkimusalueen pintavaaitus
- ympäröivien katujen kartoitus
- painokairauksia 10 tutkimuspisteessä
- puristinheijarikairauksia 4 tutkimuspisteessä
- häiriintyneiden maanäytteiden otto 4 tutkimuspisteessä
- pohjavedenpinnan mittaus 2 tutkimuspisteessä
- maanäytteiden peruskäsittely 15 kpl
- rakeisuusmääritykset + vesipitoisuus 10 kpl

Lisäksi alueella on aiemmin (vuonna 1996) tehty pohjatutkimuksia, mm. painokairauksia, maanäytteidenottoa ja pohjaveden havainnointia.

Pohjatutkimuspisteet on sidottu koordinaattijärjestelmään ETRS-GK26. Korkeudet on sidottu korkeusjärjestelmään N2000.

Maanäytteet on tutkittu silmämääräisesti ja edustaville maanäytteille on tehty rakeisuusmääritys ja vesipitoisuuden määritys maalajien, maalajiominaisuuksien ja maakerrosjaon selvittämiseksi.

3 Pilaantuneisuustutkimus

3.1 Maasto- ja laboratoriotutkimukset

Kohteessa toteutettiin pilaantuneisuustutkimuksen näytteenotto 17.-18.3.2021. Pohjavesinäytteet otettiin 8.4.2021. Tutkimukset tehtiin kiinteistön tämänhetkisen tilan kartoittamiseksi.

Pilaantuneisuustutkimuksia tehtiin yhteensä viidessä pisteessä. Kairaukset tehtiin monitoimikairalla ns. auger-tekniikalla jatkuvana maanäytesarjana. Pisteet sijoitettiin pohjatutkimuspisteisiin öljysäiliöiden lähialueelle sekä siten, että alueen maaperän tilasta saataisiin kattava kuva. Maanäytteet otettiin ohjeellisesti seuraavilta tasoilta: 0-0,5, 0,5-1 m, 1-2 m, 2-3 m. Kairaukset ulotettiin syvimmillään tasolle seitsemän metriä. Pohjavesinäyteputket asennettiin pisteisiin PVP2 ja PVP14.

Maanäytteistä tehtiin laboratoriossa seuraavat analyysit:

- suuntaa-antavat metallipitoisuudet näytteistä Innov-X -röntgenfluoresenssilaitteella
- öljyhiilivedyt C5-C40 (sis. liuottimet, VOC) 5 kpl
- PAH-yhdisteet 2 kpl
- PCB-yhdisteet 2 kpl
- metallit (As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, V, Zn) 5 kpl

Vesinäytteistä tehtiin laboratoriossa seuraavat analyysit:

- öljyhiilivedyt C5-C40 (sis. liuottimet, VOC) 2 kpl

Näytteet valittiin laboratorioon maastohavaintojen ja suuntaa-antavien Innov-X-mittausten perusteella. Maanäytteiden öljyhiilivetyjen C₅-C₁₀ (sis. VOC) pitoisuudet ovat suuntaa-antavia, koska inhimillisen erehdyksen vuoksi näytteiden analysointi viivästyi.

Näytteet analysoitiin SGS Finland Oy:n laboratoriossa. Laboratoriolla on FINAS- akkreditointi. Analyysitodistukset ovat liitteessä 6.

3.2 Analyysitulokset

Maanäytteiden haihtuvien öljyhiilivetyjen (C₅-C₁₀, bensiini) kokonaispitoisuudet olivat kaikissa näytteissä alle analyysimääritysrajojen. Myös yksittäisten komponenttien (28 kpl) pitoisuudet alittivat analyysin määritysrajat. Pitoisuudet alittivat kaikilta osin asuinalueilla sovellettavat alemmat ohjearvot (taulukko 1).

Taulukko 1. Maanäytteiden öljyhiilivetyjen ja PAH-yhdisteiden analyysitulokset. Täydelliset tulokset ovat liitteenä 6.

Tunnus	Bentseeni	Tolueneeni	Etyyliibentseeni	Ksyleeni	TEX	MTBE	TAME	Bensinijakeet (C ₅ -C ₁₀)	Keskittisleet (C ₁₀ -C ₂₂)	Raskaat öljyjakeet (C ₂₂ -C ₄₀)	Öljyjakeet (C ₁₀ -C ₄₀)	PAH-yhdisteet
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Maanäytteet	0,02				1	0,1	0,1		300 ²⁾	300 ²⁾	300	15
Kynnysarvo (VNA)	0,2	5	10	10		5 ¹⁾	5 ¹⁾	100	300	600		30
Alempi ohjearvo (VNA)	1,0	25	50	50		50 ¹⁾	50 ¹⁾	500	1 000	2 000		100
Ylempi ohjearvo (VNA)												
NP4 (0-0,5 m)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<3
NP4 (1,5-2 m)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,06	<0,1	<0,02	<0,02	<5	<20	<20	<40	-
NP5 (0,5-1 m)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,06	<0,1	<0,02	<0,02	<5	<20	<20	<40	-
NP7 (1-1,5 m)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,06	<0,1	<0,02	<0,02	<5	<20	<20	<40	-
NP9 (2-3 m)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,06	<0,01	<0,02	<0,02	<5	<20	<20	<40	-
NP13 (0-0,5 m)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,06	<0,1	<0,02	<0,02	<5	<20	28	<40	-
NP14 (0-0,5 m)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<3
NP14 (1-1,5 m)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,06	<0,1	<0,02	<0,02	<5	<20	29	<40	-
Vesinäytteet	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
PVP 2	<1	<1	<1	<3	<6	<1	<1	<200	<25	<25	<50	-
PVP 14	<1	<1	<1	<3	<6	<1	<1	<200	<25	<25	<50	-

¹⁾Summapitoisuus sisältäen seuraavat yhdisteet: metyyli-tert-butyylieetteri (MTBE) ja tert-amyylieetteri (TAME)

²⁾Yhteispitoisuus öljyjakeille (>C₁₀-40)

VNA, Valtioneuvoston asetus 214/2007

Keskittisleiden (C₁₀-C₂₂, polttoöljy, diesel) pitoisuudet alittivat kaikissa tutkituissa näytteissä analyysimääritysrajan <20 mg/kg. Pitoisuudet alittavat siten kaikilta osin myös valtioneuvoston asetuksen mukaisen alemman ohjearvotason 300 mg/kg.

Raskaiden öljyhiilivetyjen (C₂₂-C₄₀, voiteluöljy) pitoisuudet olivat pääosin analyysimääritysrajan (<20 mg/kg) alittavia. Pisteissä NP13 (0-0,5 m) ja NP14 (1-1,5 m) havaittiin pieni 28-29 mg/kg pitoisuus. Pitoisuudet alittavat kaikilta osin valtioneuvoston asetuksen mukaisen alemman ohjearvotason 600 mg/kg.

Öljyhiilivetyjen C₁₀-C₄₀ kokonaispitoisuudet alittivat kynnysarvon 300 mg/kg kaikissa näytteissä.

Pohjavesiputkista PVP2 ja PVP14 otetuissa vesinäytteissä haihtuvien öljyhiilivetyjen kokonaispitoisuudet (TVOC, C₅-C₁₀) olivat molemmissa näytteissä analyysin määritysrajan alittavia. Myös yksittäisten parametrien (28 kpl) pitoisuudet olivat alle analyysien määritysrajojen. Keskitisleitä (C₁₀-C₂₂) ja raskaita öljyhiilivetyjä (C₂₂-C₄₀) ei myöskään havaittu.

3.2.1 PAH-yhdisteet

Tutkituissa näytteissä NP4 (0-0,5 m) ja NP14 (0-0,5 m) ei havaittu PAH-yhdisteitä analyysin määritysrajan (<3 mg/kg) ylittävänä pitoisuutena.

3.2.2 Metallit

Maanäytteistä mitattiin kannettavalla Innov-X-röntgenfluoresenssi -analysaattorilla alkuaineiden suuntaa-antavat pitoisuudet. Mittauksissa ei havaittu kohonneita pitoisuuksia. Innov-X -mittausten tulokset on esitetty taulukossa 2. Pitoisuustaso varmistettiin laboratoriossa.

Taulukko 2. Maanäytteiden metallien kenttämittaustulokset (Innov-X).

Tunnus	As mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Hg mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg	Sb mg/kg	V mg/kg	Zn mg/kg
Kynnysarvo	5	1	20	100	100	0,5	50	60	2	100	200
Alempi ohjearvo	50	10	100	200	150	2	100	200	10	150	250
Ylempi ohjearvo	100	20	250	300	200	5	150	750	50	250	400
NP4	0-0,5	ND	ND	ND	22	ND	ND	5,6	ND	27	6,8
	0,5-1	ND	ND	ND	28	ND	ND	9,0	ND	28	8,3
	1-1,5	ND	ND	ND	22	ND	ND	7,6	ND	27	6,9
NP5	0-0,5	ND	ND	ND	21	ND	ND	8,3	ND	30	7,1
	0,5-1	ND	ND	ND	35	ND	ND	8,9	ND	25	7,0
	1-1,5	ND	ND	ND	26	ND	ND	13	5,9	20	8,5
NP7	0-0,5	ND	ND	ND	37	ND	ND	7,4	ND	44	15
	0,5-1	ND	ND	ND	42	ND	ND	12	ND	46	17
	1-1,5	6,1	ND	ND	53	13	ND	21	6,2	ND	32
NP9	0-0,5	ND	ND	ND	20	ND	ND	7,6	ND	33	15
	0,5-1	ND	ND	ND	26	ND	ND	8,3	ND	32	8,8
	1-1,5	ND	ND	ND	39	ND	ND	7,7	ND	41	21
NP13	0-0,5	ND	ND	ND	33	ND	ND	15	ND	29	42
	0,5-1	ND	ND	ND	37	ND	ND	7,5	ND	27	8,8
	1-1,5	ND	ND	ND	44	ND	ND	6,1	ND	20	8,5
NP14	0-0,5	ND	ND	ND	51	12	ND	27	ND	27	44
	0,5-1	ND	ND	ND	42	ND	ND	31	ND	36	57
	1-1,5	ND	ND	ND	39	ND	ND	12	ND	26	24

ND= not detected

Laboratorioanalyseissä ei havaittu kohonneita pitoisuuksia. Pitoisuudet alittivat kaikilta osin valtioneuvoston asetuksen (214/2007) mukaiset kynnysarvotasot ja esimerkiksi asuinalueilla sovellettavat alemmat ohjearvotasot (taulukko 3).

Taulukko 3. Maanäytteiden metallien laboratorioanalyysitulokset.

Tunnus	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Sb	V	Zn
Maanäytteet	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Kynnysarvo (VNA)	5	1	20	100	100	0,5	50	60	2	100	200
Alempi ohjearvo (VNA)	50	10	100	200	150	2	100	200	10	150	250
Ylempi ohjearvo (VNA)	100	20	250	300	200	5	150	750	50	250	400
NP4 (0-0,5 m)	1,0	<0,3	1,0	3,8	1,4	<0,2	1,4	1,2	6,6	3,8	<1
NP5 (0,5-1 m)	<0,7	<0,3	0,9	3,4	<1,4	<0,2	1,3	0,9	4	2,8	<1
NP7 (1-1,5 m)	1,5	<0,3	6,5	19	8,0	<0,2	9,1	2,1	27	16	<1
NP9 (0-0,5 m)	<0,7	<0,3	1,3	4,7	1,7	<0,2	1,9	1,3	5,0	6,6	<1
NP13 (0-0,5 m)	1,9	<0,3	4,1	17	13	<0,2	6,3	33	23	51	<1
NP14 (0-0,5 m)	2,3	<0,3	3,6	13	10,3	<0,2	6,0	21	18	33	<1

VNA, Valtioneuvoston asetus 214/2007

3.3 Kunnostustarve

Valtioneuvoston asetuksen 3 §:n mukaan maaperän pilaantuneisuus ja puhdistustarve on arvioitava, jos yhden tai useamman haitallisen aineen pitoisuus maaperässä ylittää asetuksen (214/2007) liitteessä säädetyn kynnysarvon. Alueella, jota käytetään teollisuus-, varasto- tai liikennealueena tai muuna vastaavana alueena, sovelletaan vertailuarvona yleensä ylempiä ohjearvoja. Muilla alueilla sovelletaan alempia ohjearvoja.

Nykyään maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen määrittely perustuu kohdekohtaiseen riskiarvioon, ei mekaaniseen ohjearvoihin vertaamiseen (Vna 214/2007). Riskinarvioinnissa huomioidaan haitallisten aineiden pitoisuuksien lisäksi muun muassa kohteen maaperä- ja pohjavesiolosuhteet, alueen käyttötarkoitus, mahdollisuus altistumiseen lyhyen ja pitkän ajan kuluessa sekä altistumisen seurauksena aiheutuvan haitan vakavuus. Koska arviointi on kohdekohtaista, voidaan sama haitta-aineen pitoisuustaso määrittellä toisaalla pilaantuneeksi ja toisaalla pilaantumattomaksi riippuen esimerkiksi alueen tulevasta käyttötarkoituksesta (Järvinen 2016, Ympäristö ja Terveys –lehti, 7/2016).

Kaavamuutos alueen muuttamisesta asuinkäyttöön on vireillä. Alueen nykyinen kaavamerkintä on VP (puisto). Kohde ei sijaitse pohjavesialueella.

Pohjavesipinta on 2...4 metrin syvyydellä maanpinnasta.

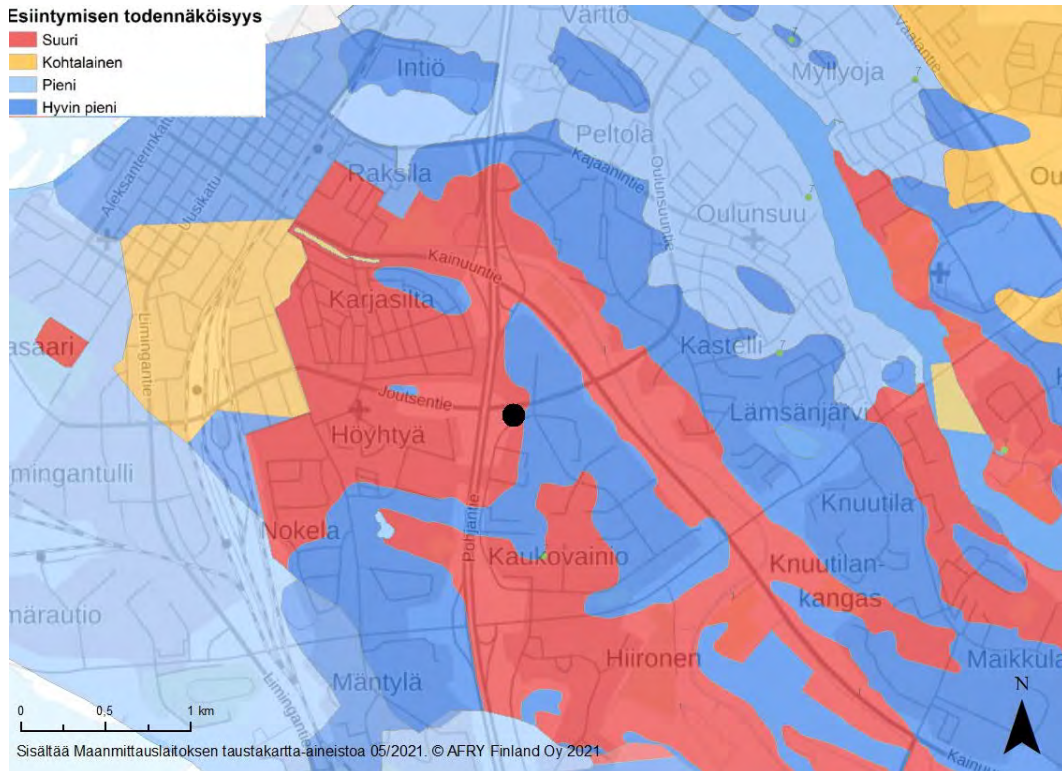
Edellä mainituista syistä pilaantuneisuuden perusarviointi voidaan toteuttaa vertaamalla haitta-ainepitoisuuksia Vna 214/2007 mukaisiin viitearvoihin.

Kohteessa ei havaittu valtioneuvoston asetuksen (214/2007) mukaisen kynnysarvotason ylittäviä pitoisuuksia. Tutkimustulosten perusteella kohdealueella ei ole maaperän kunnostustarvetta.

4 Sulfaattimaaselvitys

4.1 Selvitysalue

Oulun Kaukovainion portin suunniteltu rakennusalue sijoittuu alueelle, jossa GTK on arvioinut sulfaattimaiden esiintymistodennäköisyyden olevan suuri (Kuva 1). Ennakkotulkinta ei kuitenkaan sovellu yksittäisen hankekohteen happamoitumisriskin määrittämiseen.



Kuva 1 GTK:n ennakkotulkinta happamien sulfaattimaiden esiintymisen todennäköisyydestä Oulun alueella. Kaukovainion portin sijainti on merkitty mustalla pisteellä. (Geologian tutkimuskeskus 2020).

4.2 Tehdyt tutkimukset

Oulun Kaukovainion portin rakennushankkeen alueelta on otettu yhteensä 16 sulfaattimä- näytettä, neljästä eri näytepisteestä NP4, NP5, NP9, NP14.

Maanäytteet otettiin 1, 2, 3 ja 4 metrin syvyyksiltä. Osa maanäytteistä lähetettiin laborato- rioon, jossa näytteistä NP4 (4 m), NP5 (3 m) ja NP9 (4 m) määritettiin kokonaisrikkipitoi- suus sekä hapontuottoriski NAG-testillä. Nettohapontuottokyky (NAG) ja NAG-pH mitataan hapettamalla näyte vetyperoksidilla. Tämän jälkeen näyte titrataan emäksellä pisteeseen, jossa pH on 4,5 tai 7. Emäksen (NaOH) kulutuksesta lasketaan nettohapontuotto. NAG-pH on teoreettinen arvo, johon päädyttäisiin, mikäli näytteen kaikki sulfidinen rikki hapettuisi kerralla.

Analyytitulokset on esitetty liitteessä 7.

4.3 Tutkimustulokset ja johtopäätökset

Silmämääräisesti tarkasteltuna missään näytteessä ei havaittu sulfidiseen materiaaliin viit- taavaa ainesta. Kaikissa näytepisteissä silttinen hiekkakerros alkaa noin 2,0 metrin syvyy- deltä. Näytepisteiden pintakerros on humusta, ja noin 2 metriin asti on hiekkaa tai hieno- hiekkaa.

Taulukossa 4 on esitetty maanäytteiden hapontuottopotentialiriski karkeasti NAG:n, NAG- pH:n ja kokonaisrikkipitoisuuden perusteella arvioituna. Lisäksi voidaan pitää rajana, että yli 0,2 % kokonaisrikkipitoisuus näytteessä korreloi hyvin happamoitumisen kanssa erityi- sesti hienorakeisissa mineraalimaalajeissa (Auri ym. 2018).

Taulukko 4. Maan hapontuottoriski karkeasti arvioituna NAG ja kokonaisrikkipitoisuuden perusteella.

NAG pH*	NAG [kg H ₂ SO ₄ /t] 4,5pH*	Rikkipitoisuus mg/kg (%)**	
≥5	0-2	< 600	maa tuottaa vähän tai ei ollenkaan happoa
2,5-5	2-50	600-10 000	maa tuottaa kohtalaisesti happoa
≤2,5	≥50	> 10 000	maa tuottaa voimakkaasti happoa

* Liao ym.2007

** Pousette ym.2008

Taulukossa 5 on esitetty näytteiden tulokset. Kaikkien näytteiden sähkönjohtavuudet olivat matalat. Näytteiden kokonaisrikkipitoisuudet eivät olleet yli 0,2 %, eli maanäytteet eivät sen perusteella aiheuttaisi happamoitumista. Näytteiden pH:t eivät laskeneet selvästi happamaksi NAG-testissä, ja nettohapontuoton määrä ei ollut koholla. Kaikkien näytteiden rikkipitoisuudet olivat matalia. Pousette ym. luokittelun (Taulukko 4) mukaan tarkasteltuna kaikkien näytteiden kokonaisrikkipitoisuudet olivat matalat, joten tämän luokittelun mukaan maa-aineksella ei ole hapontuottopotentiaalia.

Mahdolliset sulfidiset maat eivät estä rakentamista alueelle, mutta sulfidimaiden käsittelyyn on kiinnitettävä huomiota. Paras keino hallita happamuuden syntymistä on estää potentiaalisten happamien sulfaattimaiden altistuminen ilmakehän hapelle. Hapan valunta voi syntyä, mikäli maaperää kuivatetaan sulfidikerrokseen asti tai mikäli maaperä pääsee hapettumaan esimerkiksi putkikaivantojen yhteydessä. Tällöin mahdollisten happamien kuivatusvesien käsittelyyn ja johtamiseen ympäristöön on kiinnitettävä huomiota. Mikäli maaperää joudutaan kuivattamaan sulfidikerrokseen asti, tulisi kuivatusvesien pH:ta seurata ja neutraloida, mikäli kuivatusvesien pH laskee alhaiseksi.

Maaperä voi päästä myös hapettumaan, mikäli sulfidisia maita joudutaan vaihtamaan rakennuspaikalla. Tällöin sulfidisten maiden läjitykseen on kiinnitettävä huomiota, jotta happamia valuntoja ei pääsisi valumaan ympäristöön. Yksinkertaisimmillaan poiskaivettujen sulfidisten massojen hapettuminen voidaan estää läjittämällä maamassat vedellä kyllästyneeseen tilaan, mikäli tällaiseen läjitykseen sopiva kohde on tiedossa. Läjitettäessä sulfidisia maita kuivalle maalle tulee sulfidimaat peittää ja eristää, jotta ilmakehän happi ei pääse hapettamaan sulfidia. Tarvittaessa kaivumaat on käsiteltävä esimerkiksi kalkilla. Läjitettäessä kuivalle maalle valumavesien pH:n seuranta on suositeltavaa, jotta tiedetään toimiiko peittorakenne vai kulkeutuuko läjityksen seurauksena happamia vesiä ympäristöön.

Happamien valuntojen lisäksi potentiaalisesti happamat sulfaattimaat voivat sisältää metalleja, jotka voivat kulkeutuvat happamien valuntojen mukana ympäristöön.

Tämän lausunnon tulokset perustuvat otettuihin näytteisiin ja tehtyihin testeihin. On huomioitavaa, että potentiaalisesti happamat sulfaattimaat esiintyvät usein laikuittaisina/linssimäisinä alueina. Rakentamistöiden yhteydessä maa-ainesta on havainnoitava ja tarpeen mukaan tehtävä lisämäärytyksiä mahdollisista sulfidimaakerroksista, jotta mahdollisten sulfidimaiden laajuus rakentamisalueella pystytään paremmin arvioimaan.

Taulukko 5 NAG, NAG pH, kokonaisrikkipitoisuus ja sähkönjohtavuus maanäytteissä.

Näyte	Aiku pH	NAG pH	NAG (pH 4,5) [kg H ₂ SO ₄ /t]	NAG (pH 7,0) [kg H ₂ SO ₄ /t]	Rikkipitoisuus mg/kg (%)	Sulfaattipitoisuus mg/kg (laskennallinen)	Sähkönjohtavuus (mS/m)
NP4 (4 m)	6,4	5,0	0,0	2,1	240 (0,02)	720	0,9
NP5 (3 m)	6,6	4,9	0,0	1,8	450 (0,05)	1350	0,7
NP9 (4 m)	7,4	5,1	0,0	1,9	200 (0,02)	600	1,0

5 Lähteet

AMIRA international. (2002). ARD TEST HANDBOOK, Melbourne

Auri, J., Boman, A., Hadzic, M. ja Nystrand, M. 2018. Opas happamien sulfaattimaiden kar-toitukseen turvetuotantoalueilla. Sulfa II-hanke.

GTK (2015) Mine Closure WIKI: net acid generation

Liao, B., Huang, L.N., Ye, Z., Lan, C.Y. & Shu, W.S. (2007). Cut-off Net Acid Generation pH in Predicting Acid-Forming Potential in Mine Spoils. Journal of Environmental Quality vol. 36/2007: 887-891, Madison WI: ASA.

Pousette, K., Eriksson, L., Knutsson, S. (2008). Acidification properties of sulphide soil – a classification system based on leaching tests. Julkaisusta: Flate K, Frydenlund T-E, Prestegarden J & Senneset K (toim.) Nordisk Geoteknikermøte i Sandefjord 4.-6. september 2008. Norsk Geoteknisk Forening: 415–42.

6 Maasto- ja ympäristöolosuhteet tutkimusalueella

6.1 Ympäristöolosuhteet

Tutkimusalue on rakentamatonta puistoaluetta ja metsää. Alueen puusto on pääosin korkeaa sekapuustoa (ks. kannen ilmakekuva). Alueen läpi kulkee kaksi kevyenliikenteen reittiä Joutsentieltä Maakotkantielle.

Maanpinnan korkeus vaihtelee tutkimusalueella tasovälillä +12,0...+13,3. Tutkimusalueen pohjoispuolella Joutsentien korkeus on tutkimusalueen kohdalla tasossa +7,9...+12,9. Joutsentie laskee idästä länteen ja tutkimusalueen itäpuolella Joutsentie alittaa Pohjantien. Itäpuolella kulkevan Merikotkantien korkeus on tutkimusalueen kohdalla tasovälillä +12,9...+13,1. Eteläpuolella kulkevan Maakotkantien korkeus on tutkimusalueen kohdalla noin tasovälillä +12,4...+13,0.

Katualueiden kuivatus on järjestetty sadevesiviemäröinnillä.

Tutkimuspaikalla pohjavedenpinta on tutkimusaikana (23.5.2016) havaittu noin tasossa +8,0...10,7 eli 2...4,2 m syvyydessä maanpinnasta. Pisteessä 2 mitattuun pohjavedenpintaan (taso +8,0) vaikuttaa vieressä kulkevan Joutsentien kuivatustaso. Sadannasta ja vuodenajasta riippuen pohjavedenpinta vaihtelee yleensä ±0,3...0,5 m.

Alueen koillisnurkassa olevassa aiemmin asennetussa pohjavesiputkessa on pohjavedenpinta havaittu korkeimmillaan (5.5.2010) tasolla +11,6 eli noin 1,6 m syvyydellä maanpinnasta.

6.2 Pohjasuhteet

Maakerrosjako on tutkimusalueella yleispiirteissään seuraava:

- pintamaakerrokset; humusmaa 0,2...0,4 m
- löyhä, pintaosistaan osittain routimaton hiekka ja alaosastaan routiva silttinen hiekka 0,5...2,5 m
- löyhä-keskitiivis routiva silttinen hiekka 5...8 m; sisältää hiekkaisia silttivälikerroksia
- tiivis hiekka ja moreeni

Löyhän kohtalaisesti kokoonpuristuvan silttisen hiekan sekä hiekkaisen silttivälikerrosten vesipitoisuudet ovat tutkimusten mukaan välillä 20...30 paino-%.

Tiivis pohjamaa alkaa yleisesti 5...8 m syvyydessä.

Rakeisuuden perusteella pohjavedenpinnan alapuolisen hienojakoisen hiekan vedenläpäisevyyden suuruusluokka on $k=1...10 \times 10^{-7}$ m/s, eli hiekka on kohtalaisesti ja huonosti vettäläpäisevää.

Hienoainespitoisuudesta johtuen pohjamaa häiriintyy herkästi märkänä tärinän ja mahdollisen suotoveden vaikutuksesta.

Painokairaukset ovat päättyneet kiveen tai tiiviiseen maakerrokseen 3...9,5 m syvyydessä. Puristinheijarikairaukset ovat päättyneet tiiviiseen maakerrokseen 8,2...12,2 m syvyydessä maanpinnasta.

7 Pohjarakennustapa

7.1 Tiedot suunnitelluista rakennuksista

Tutkimusalueelle on suunnitteilla rakentaa 6...7-kerroksisia asuinrakennuksia, auto- ja pyöräpajoitusta, sekä muita piharakennuksia ja -rakenteita.

Yleisperiaatteena on, että lattiatason tulee sijaita vähintään 0,3 m lopullisen maanpinnan ja vähintään 0,7 m kadun pinnan yläpuolella sekä vähintään 1 m pohjavesipinnan yläpuolella siten, että perustustaso on pohjavesipinnan yläpuolella. Mikäli lattiataso jää alemmaksi, kuin 0,3 m maanpinnasta, on suunnittelussa kiinnitettävä erityistä huomiota rakenteen kosteustekniseen toimivuuteen (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017).

Tontin ja ympäröivien teiden korkeustasojen perusteella lämpimien rakennusten suositeltava lattiataso on vähintään taso +13,5.

7.2 Rakennusten ja rakenteiden perustaminen paaluille

Tutkimusalueella esiintyy kohtalaisesti kokoonpuristuvia 5...8 m paksuja silttisiä hiekkakerroksia ja voimakkaammin kokoonpuristuvia 0,5...1 m paksuja hiekkaisia silttivälikerroksia 3...4 m syvyydellä maanpinnasta. Maakerrosten tiiveys vaihtelee paikallisesti rakennusalueella.

Suunnitellut 6...7-kerroksiset rakennukset ja kaikki raskaat sekä painumille herkätkä rakenteet perustetaan tutkimuspaikalla paaluilla. Alapohjat tehdään kantavana rakenteena.

Paaluina voidaan käyttää teräsbetonisia lyöntipaaluja. Paalut ovat tukipaaluina toimivia lyöntipaaluja, jotka tukeutuvat alapäästään tiiviiseen hiekkaan ja moreeniin.

Paalujen suunnittelussa ja paalutustyöissä noudatetaan Paalutusohjetta PO 2016 (RIL 254-2016) ja paalumateriaalin valmistajan ohjeita sekä Paalutuotelehden RT PO-2016 ohjeita.

Geotekninen luokka on GL2, seuraamusluokka CC2 ja paalutustyöluokka PTL2.

Teräsbetonipaaluina voidaan käyttää seuraavia paalutyyppisiä (paalutustyöluokka PTL2):

- RTB-250-16 (250x250 mm²) $R_{d,geo} = 698$ kN/paalu
- RTB-300-16 (300x300 mm²) $R_{d,geo} = 1\ 001$ kN/paalu

Arvioidut paalujen tavoitetasot kantavuuden saavuttamiseksi on esitetty pohjatutkimuspöytäkirjoissa 101016963-001/GEO-2 ja 3.

Paaluperustusten alle tehdään 0,3 m paksu veden kapillaarisen nousun katkaiseva alustäyttö eristyshiekasta tai murskeesta, jonka alle asennetaan suodatinkangas N3. Alustäyttö ja vierustäytöt tiivistetään vähintään tiiveyteen $D > 90$ %.

Alapohja tehdään kantavana rakenteena. Kantavan alapohjan lämmöneriste kannatetaan kantavasta rakenteesta. Mikäli alapohja betonoidaan maata vasten, alapohjan lämmöneristeen alle tehdään vähintään 0,3 m paksu kapillaarisen vedennousun katkaiseva salaojituskerros

Maanalaisissa tiloissa maanvaraisen alapohjan lämmöneristeen alle tehtävän kapillaarisen vedennousun katkaiseva salaojituskerros tulee olla vähintään 0,4 m paksu. Maanalaisissa tiloissa ulko- ja maanpaineisiin vasten tehtävä salaojituskerroksen paksuuden tulee olla vähintään 0,3 m. Salaojituskerroksesta tulee olla esteetön yhteys salaojiin.

Kapillaarisen vedennousun katkaisevassa salaojituskerroksessa käytettävän kiviaineksen tulee täyttää julkaisun Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus RIL 126-2020, kuvan 5.5a rakeisuusohjealueen 1a vaatimukset, ks. liite 5.

Ryömintätillallisen alapohjarakenteen tuuletus, pohjamaan kallistukset, yms. ks. Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017 ja Pohjarakenteiden suunnittelu RakMK-21753.

Perusmuurin ja alapohjan liittymässä on suositeltavaa käyttää tiivistyskaistaa / radonhuopaa. Tiivistyskaistan tarpeellisuus korostuu, kun taloissa tavoitellaan erittäin hyvää ilmatiiveyttä. Tiivistyskaistalla estetään lattian alla mahdollisesti olevien kaasumolekyyliden pääsyn huonetilaan, joita ovat radon, mikrobit ja tavanomainen maan haju.

Muut täytöt tehdään routimattomasta hiekasta tai vastaavasta, jonka kapillaarinen nousukorkeus on pienempi kuin 0,3 m.

Rakennusten vierustoilla suositetaan käytettäväksi siirtymäläattoja paikoissa, joissa tulee minimoida painumia ja painumaeroja (ajo-ovien edustat yms.).

Perustusalueella täytöt tiivistetään tiiveyteen $D > 92$ %, lattia-alueella tiiveyteen $D > 92$ % ja rakennuksen vierellä tiiveyteen $D > 90$ %. Täyttöjen tiivistys, ks. myös kohta 8.1, taulukko 6.

7.3 Keveiden rakennusten ja rakenteiden perustaminen maanvaraisesti

Kevyet autokatokset ja piharakennukset sekä -rakenteet voidaan perustaan maanvaraisesti anturaperustuksilla, mikäli niille voidaan sallia $s=20$ mm suuruusluokkaa olevia painumia. Maanvarainen perustaminen edellyttää rakenteen tarkempaa painumatarkastelua.

Anturaperustukset suunnitellaan 150 kN/m^2 sallitulle pohjapaineelle. Perustussyvyys tulee olla vähintään 0,6 m. Perustusten alle tehdään vähintään 0,5 m paksu kapillaarisen vedennousun katkaiseva alustäyttö murskeesta, josta on hienoaines poistettu. Alustäyttö erotetaan pohjamaasta käyttöluokan N3 suodatinkankaalla.

Jatkuvien anturoiden minimileveys on 0,5 m ja pilarianturoiden minimisivumitta 1,0 m.

Täyttöjen tiivistys, ks. kohta 8.1, taulukko 6.

Kylmien rakennusten ja rakenteiden siirtymäkiilarakenteet, ks. liite 4.

7.4 Routasuojaus

Julkaisun RIL 261-2013 "Routasuojaus" mukaan kerran 50 vuodessa esiintyvää mitoituspakkasmäärää, $F_{50} = 50\ 000\ \text{Kh}$, vastaava roudaton perustussyvyys mitattuna maanpinnasta anturan alapintaan tai anturan alapuolisen routimattoman alustäytön alapintaan on seinälinjalla 1,6 m ja nurkissa 2,1 m. kun alapohjarakenne on maanvarainen. Ryömintätalillisessa, ulkoilmasta tuulettuvassa alapohjarakenteessa roudaton perustussyvyys on vastavasti seinälinjalla 2,1 m ja nurkissa 2,4 m. Kylmien rakenteiden osalla roudaton perustussyvyys on 2,5 m.

Luonnonmaakerrokset tutkimusalueella ovat routivia. Rakennukset ja rakenteet routaeristään, ellei perustuksia viedä roudattomaan syvyyteen.

Mikäli käytetään routaeristettä, käytetään eristemateriaalia, jonka puristuslujuus on vähintään $120\ \text{kN/m}^2$, ja jonka vedenimeytyminen on < 2 tilavuus-%. Mikäli routaeristys sijoittuu liikennealueelle, tulee eristeen puristuslujuuden olla suurempi (lyhytaikainen puristuslujuus vähintään $300\ \text{kN/m}^2$). Perustuksen alle mahdollisesti sijoittuvan levyeristeen pitkäaikainen puristuslujuus tulee olla suurempi, kuin perustuksen pohjarasitus. Routaeristys mitoitetaan RIL 261-2013 mukaisesti, siirtymäkiilarakenteet, ks. liite 3 ja 4.

Kylmissä, matalaan perustettavissa rakennuksissa ja rakenteissa routaeristys voidaan sijoittaa yhtenäisenä koko rakennuksen / rakenteen alle. Kylmien rakenteiden siirtymäkiilarakenne, ks. liite 4.

Eristeiden alle tehdään vähintään 0,3 m ja kylmissä rakennuksissa vähintään 0,5 m paksu pohjaveden kapillaarisen nousun katkaiseva täyttö hiekasta tms., jonka kapillaarinen nousukorkeus on pienempi kuin 0,3 m.

7.5 Salaojitus

Salaojitus, ks. Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus RIL 126-2020, kohta 3 Rakennuspohjan kuivatuksen rakenteet ja järjestelmät.

Tutkimuspaikalla pohjavedenpinta on tutkimusaikana (5.5.2021 ja 23.5.2016) havaittu noin tasossa +8,0...11,6 eli 1,6...4,2 m syvyydessä maanpinnasta..

Suunnitellut rakennusten ja rakenteiden perustusten ja rakenteiden kuivana pysyminen varmistetaan salaojituksella. Salaojat sijoitetaan vähintään 0,2 m perustusten alapuolelle ja maanalaisissa tiloissa vähintään 0,4 m alapohjan lämmöneristeen alapuolelle.

Salaojien ympärille tehdään vähintään 0,2 m paksu ympärystäyttö salaojasorasta, jonka ympärille asennetaan suodatinkangas, käyttöluokka N2. Salaojitussoran tai sepelin tulee täyttää julkaisun RIL 126-2020 "Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus" kuvan 5.5a rakaisuusohjealueen, ks. liite 5.

7.6 Radon

Säteilyturvakeskuksen radontutkimusten perusteella Oulun alueella radonpitoisuus alittaa muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta asunnoissa enimmäispitoisuuden ($200\ \text{Bq/m}^3$).

Suunnittelussa ja rakentamisessa on suositeltavaa tehdä ainakin paksujen karkeiden alustäyttöjen yhteydessä alapohjan liittyvät rakenteet (perusmuuri, lattia, läpiviennit) ilmatiiviiksi (RT 81-10791, Rakennustieto Oy), tiivistyskaista, ks. kohta 7.2.

7.7 Piha- ja liikennealueet

Ks. RIL 234-2007 Pihojen pohja- ja päällysrakenteet, Suunnittelu- ja rakentamisohteet.

Siirtymäkiilasyvyteen (1,9 m) asti luonnonmaa on tutkimusalueella routivaa siltistä hiekkaa, kelpoisuusluokka H4. Ohjeen "Tierakenteen suunnittelu" (TIEH 2100029-04) mukaan pohjamaan alusrakenneluokka on uH, routaturpoama $t_{\text{märkä}}=12\%$, E-moduuli 20 MN/m^2 (märkä), ja $t_{\text{kuiva}}=6\%$. E-moduuli 35 MN/m^2 (kuiva).

Liikenne- ja pysäköintialueen tavoitekantavuutena voidaan käyttää Oulun kaupungin katurakenteiden suunnitteluohjeen katuluokan 4 mukaista 185 MN/m^2 kantavuutta päällysteen päältä ja kantavuutta 145 MN/m^2 kantavan kerroksen päältä.

Päällysrakenteet kantavuudella 185 MN/m^2 ja laskennollisella routanousulla 100 mm ovat seuraavat

- kulutuskerros, AB16 / kiveys (80 mm)	50 mm
- profiloitinkerros, kalliomurske # 0...16 mm	50 mm
- kantava kerros, kalliomurske # 0...56 mm	400 mm
- suodatinkerros, routimaton keski-/karkeahiekka	<u>600 mm</u>
yht. > 1 100 mm	

Vastaavasti kantavuudella 185 MN/m^2 ja laskennollisella routanousulla 50 mm päällysrakenteet ovat seuraavat

- kulutuskerros, AB16 / kiveys (80 mm)	50 mm
- profiloitinkerros, kalliomurske # 0...16 mm	50 mm
- kantava kerros, kalliomurske # 0...56 mm	400 mm
- suodatinkerros, routimaton keski-/karkeahiekka	<u>1 000 mm</u>
yht. > 1 500 mm	

Masuunihiekalla on erinomainen kantavuus ja hyvä roustaeristävyys. Masuunihiekkarakenteina kokonaiskerrospaksuus on ohuempi, alustavasti tarvittavat rakennekerrokset ovat

- kulutuskerros, AB16 / kiveys (80 mm)	50 mm
- profiloitinkerros, kalliomurske # 0...16 mm	50 mm
- kantava kerros, kalliomurske # 0...56 mm	150 mm
- masuunihiekka	500 mm
- suodatinkerros, routimaton keski-/karkeahiekka	<u>200 mm</u>
yht. > 950 mm	

Em. masuunihiekkapäällysrakenteella laskennollinen routanousu on suuruusluokkaa 75 mm.

Mikäli kaivupohjassa on humuksista tai hienojakoista maata, tms. häiriintynyttä maata, tulee se poistaa 1,9 m syvyyteen ja korvata kaivuhiekalla (homogenisointi).

Rakennekerrokset laatuvaatimuksineen ja tiiveysvaatimuksineen tehdään InfraRYL 2017 osa 1 Väylät ja alueet ja RIL 132-2000 "Talonrakennuksen maarakenteet" mukaisesti.

7.8 Kunnallistekniikka

Vesijohto- ja viemäri liittymät suunnitellaan kunnallisteknisten määräysten ja ohjeiden mukaisesti.

Putkijohdot perustetaan roudattomaan syvyyteen. Kaivupohja tasataan ja poistetaan mahdolliset kivet. Putkijohtojen ja rumpujen alle tehdään putken koosta riippuen asennusalausta

hiekaista $h=0,15$ m ($D<250$ mm) ja murskearina $h=0,3$ m, kun putken $\varnothing < 500$ mm ja vastaavasti murskearina $h=0,5$ m, kun putken $\varnothing \geq 500$ mm. Arinarakenne erotetaan pohjamaasta suodatinkankaalla käyttöluokka N3.

Kaivot perustetaan 0,5 m paksun murskearinana avulla pohjamaan varaan. Arinan alle ja sivuille asennetaan suodatinkangas käyttöluokka N3. Kaivojen ympärystäytöt tehdään routimattomasta hiekasta tms. rakennekerrosten alapintaan saakka, ja tiivistetään tiiviyteen $D>92$ %.

Putkijohtojen alkutäyttö tehdään putken toimittajan ohjeen mukaan. Liikennealueilla putkijohtokaivantojen lopputäyttö rakennekerrosten alapintaan saakka tehdään kaivetulla hiekalla, mikäli sen tiivistäminen onnistuu. Putkikaivannot täytetään ja tiivistetään kerroksittain, $h=0,3...0,4$ m.

Putkijohtojen kohdille yms. paikkoihin, missä voi esiintyä epätasaista painumaa ja routanousua, tehdään tarvittaessa (mikäli pohjamaa siirtymäkiilasyvyudessa osoittautuu näytteissä routivaksi) routimattomasta hiekasta siirtymäkiilat kaltevuuteen 1:5. Siirtymäkiilasyvyys on oltava vähintään 1,9 m, ks. liite 3.

Talvityönä täyttöjä tehtäessä on varauduttava jälkipainumien korjaamiseen seuraavan kesäkauden jälkeen.

7.9 Kuivatus

Kattovedet ohjataan kattovesijärjestelmällä pintavesiviemäriin.

Valumavesien poisjohtamiseksi piha- ja liikennealueella maanpinta kallistetaan rakennuksista pois päin viettäväksi rakennuksen vieressä 3 m matkalla vähintään kaltevuudella 1:20 ja kauempana kaltevuudella 1:50.

Piha- ja liikennealueiden osalla pintavesikuivatus järjestetään sadevesiviemäröinnillä ja tontin reuna-alueilla mahdollisiin reunapainanteisiin. Piha- ja liikennealueiden kallistukset ovat 1,5...2 %.

Rakennusalueen kuivatus ja pihan tasaus suunnitellaan erikseen.

8 Pohjarakennustyön suoritusohjeet

8.1 Maarakennus- ja tiivistystyöt, yleistä

Kaikki humukset ja hienorakeiset maa-ainekset, mahdolliset vanhat täytöt, yms. sekä kaivun yhteydessä häiriintyneet maa-ainekset poistetaan rakennusalueelta, sekä piha- ja liikennealueelta.

Rakentamiseen liittyvät kaivut tehdään luonnollisen pohjavesipinnan yläpuolella kaltevuudella 1:1,5 ja luonnollisen pohjavesipinnan alapuolella kaltevuudella 1:2. Paikallisesti kaivut tehdään pohjavesipinnan yläpuolella kaltevuudella 2:1 ja pohjavesipinnan alapuolella kaltevuudella 1:1 työturvallisuusnäkökohdat huomioiden. Yli 2 m syvät kaivannot ja kaivantojen kuivatus suunnitellaan erikseen tapauskohtaisesti.

Kaivutyöt tehdään työturvallisuusmääräyksiä ja ohjetta RIL 263-2014 Kaivanto-ohje noudattaen.

Täytöt tehdään suunnitelmissa esitetyistä materiaaleista. Muut erittelemättömät täytöt ja rakennekerrokset tehdään julkaisussa RIL 132 - 2000 "Talorakennuksen maarakenteet – yleinen rakennusselostus ja laatuvaatimukset" esitetyt laatuvaatimukset täyttävistä materi-

aaleista, ja tiivistetään tiiviyoluokkaan 1. Liikennealueiden osalta noudatetaan lisäksi Infra-rakentamisen yleiset laatuvaatimukset InfraRYL 2010 annettuja ohjeita.

Täytöt tiivistetään kerroksittain vähintään taulukon 6 mukaisiin tiiviyasteisiin tai kantavuusarvoihin, ellei suunnitelmissa ole muuta esitettyä.

Taulukko 6 Eri täyttökohteiden ohjeelliset tiiviy- ja kantavuusvaatimukset.

Kohde	Tiivistysluokka	Tiiviyaste ¹⁾ D _{vaad}	Kantavuusarvot, E _{1,2} [MN/m ²]	Kantavuussuhde E ₂ /E ₁
Maanvaraisten perustusten alustäyttö	1	≥ 95	E ₁ ≥ 60	< 2,2
Maanvaraisten lattioiden alustäyttö	1 ja 2	≥ 92	E ₁ ≥ 50	< 2,2
Perustusten, seinien ja muurien vierustäyttö	2	≥ 90	-	-
Putkijohtojen arina, tasauskerros ja ympärystäyttö	2	≥ 90	-	-
Pengertäyte	2	≥ 90	-	-
Suodatinkerros	1	≥ 90	-	-
Jakava kerros	1	≥ 92	E ₂ ≥ 95	< 2,2
Kantava kerros	1	≥ 95	E ₂ ≥ 160	< 2,2
Kulutuskerros	1	≥ 92	-	-
Puisto-, maisema- yms. täytöt	3 ja 4	-	-	-

¹⁾ Mikäli täytemateriaali on niin karkeaa, että Proctor-kokeen suoritus on vaikeaa, käytetään kantavuusarvoja.

Täyttöjen saavutettua tiiviyastetta kontrolloidaan seuraavasti:

- maanvaraisten perustusten alustäyttö, tiiveyskokeita vähintään 1 tiiveyskoe / 200 rakennus-m², kun rakennusalue < 3000 m², muulloin 1 tiiveyskoe / 500 rakennus-m²,
- maanvaraisen alapohjan alustäytöstä 1 tiiveyskoe / 200 m², jokaisesta tiivistettävästä kerroksesta, kun alue < 3000 m², muulloin 1 tiiveyskoe / 500 m², jokaisesta rakennekerroksesta,
- liikennealueilla 1 tiiveyskoe / 1000...5000 m², jokaisesta rakennekerroksesta.

Tiiveyskokeet sijoitetaan työn alkuun käytettävissä olevalle kalustolle sopivan kerrospaksuuden ja yliajokertojen selvittämiseksi.

Täyttötöistä tehdään ns. laadunvalvontalomake, johon merkitään käytettävä kiviainesmateriaali, tiivistettävä kerrospaksuus, tiivistyskone ja koneen paino, yliajokerrat, vallitseva säätila, tiivistettävä kerros (alustäyttö, jne.) ja vaadittu tiiviyvaatimus. Lomakkeen vahvistavat allekirjoituksellaan rakennustöiden valvoja ja ao. urakoitsija.

Täyttöihin käytettävän materiaalin tulee olla sulaa eikä se saa sisältää lunta, jäätä, juurakoita tms. Talvityönä täyttöjä tehtäessä tulee materiaalin olla mahdollisimman kuivaa (vesipitoisuus alle 3 %) ja tiivistettävää kerrospaksuutta on ohennettava 30...50 % vaadittujen tiiviyasteiden saavuttamiseksi. Massanvaihtotyötä ei saa tehdä talvityönä.

8.2 Pohjaveden alentaminen

Pohjaveden pinnan alapuolelle kaivettaessa kaivantojen kuivanapito tehdään pumppauskuopista ja -kaivoista pumppaamalla.

Hienojakoinen pohjamaa häiriintyy herkästi märkänä kaivun, tärinän ja suotoveden vaikutuksesta, joten pohjaveden pinta tulee alentaa ennen kaivu- ja täyttötöitä. Kaivannon kuivatustaso tulee olla vähintään 1 m kaivutasoa syvemmällä.

Työnaikaista pohjaveden alenemista seurataan esim. pohjavesiputkista ennen kaivuvaihetta.

8.3 Paalutustyöt, yleistä

Paalutustyössä noudatetaan InfraRYL osa 1 kohdassa 13200 annettuja ohjeita ja laatuvaatimuksia sekä paalutusohjetta PO 2016 (RIL 254–2016) ja paalumateriaalin valmistajan ohjeita sekä Paalutuotelehteä RT PO-2016.

Paalujen sallitut sijainti- ja kaltevuuspoikkeamat ovat PO 2016 mukaiset. Paalutustyöstä pidetään paalukohtaista paalutuspöytäkirjaa. Yksittäisen paalun sallittu sijaintipoikkeama on 150 mm, paaluryhmän painopisteen sijaintipoikkeama 50 mm ja yksittäisen paalun pystysuoruus 20 mm/m (Paalutusohje PO 2016 kohta 4.4.3).

Lyötyjen paalujen siirtymiä seurataan lähellä paalutusta päivittäin koko paalutustyön ajan. Jos vaakasiirtymät ovat yli 30 mm, paalutustyö keskeytetään ja ryhdytään toimenpiteisiin siirtymien estämiseksi (yhteys suunnittelijoihin). Jos paalujen nousut tai painumat ylittävät 10 mm, varmistetaan paalujen geotekninen kantavuus jälkilyönneillä.

Teräsbetoniset lyöntipaalut lyödään tavoitetasoonsa vapaapudotteisella järkäleellä varustetulla paalutuskoneella. Järkäleen massa tulee olla vähintään 40 kN (4 tn).

Jos paalun tunkeutuminen lakkaa kiven tai muun esteen vuoksi, on lyönti keskeytettävä ja varottava rikkomasta paaluja. Lyöntiä jatketaan pienellä pudotuskorkeudella (0,1...0,15 m) riittävän tuennan varmistamiseksi, vertaa PO 2016 ohjeet (kohdat 5.4.4 ja 5.4.5).

Paalujen loppulyöntiehdot tehdään Paalutusohjeen PO 2016 ja paalumateriaalin valmistajan ohjeen mukaisesti.

Paalujen tavoitetaso tarkistetaan käytettävälle paalutuskalustolle lyömällä 4-8 koepaaluja eri puolille paalutettavaa aluetta. Koepaalutuksesta pidetään jatkuvaa pöytäkirjaa.

9 Jatkotoimet

9.1 Pohjarakennus

Tämä asiakirja tarkistetaan sen jälkeen, kun rakennuksen lopullinen korkeusasema ja perustusten paikat ja tasot ovat varmistuneet.

Rakennusaikaisesta kaivannosta on tarvittaessa laadittava Rakennuskaivanto-ohjeen RIL 263-2014 mukaisesti kaivu- ja tuentasuunnitelma sekä kaivannon kuivanapitosuunnitelma työjärjestyksineen.

Kohteen pohjarakennussuunnitelmat tehdään hankkeen pohjarakennussuunnittelijan toimesta.

9.2 Pilaantuneisuustutkimus

Tutkimusten perusteella maaperässä ei esiinny haitta-ainepitoisuuksia, jotka rajoittaisivat kohteen tulevaa rakentamista.

Vaikka tutkimustulosten perusteella kohteessa ei ole kunnostustarvetta, alueen rakentamistöiden yhteydessä kannattaa tehdä aistinvaraista havainnointia, ja tarvittaessa tehdä kenttämittauksia haitta-ainepitoisuuksien tarkistamiseksi.

9.3 Sulfaattimaaselvitys

Ks. kohta 4.3.