

Turun kaupunki

**MAA-AINESPUISTON JA MUSTASUON KAAVA-ALUEIDEN
HULEVESISELVITYS**



Loppuraportti

P17575

9.7.2012



9.7.2012

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	1
1.1	Selvityksen lähtökohdat ja tavoitteet	1
1.2	Projektin organisaatio	3
1.3	Käsitteitä.....	3
2	SUUNNITTELUALUEEN NYKYTILA.....	4
2.1	Aiemmat selvitykset.....	4
2.2	Maankäyttö.....	5
2.3	Valuma-alueet ja virtausreitit.....	6
3	SUUNNITELLUN MAANKÄYTÖN HYDROLOGISET VAIKUTUKSET	8
3.1	Suunniteltu maankäyttö	8
3.2	Vaikutukset valuma-alueisiin ja virtausreitteihin	9
3.3	Vaikutukset hulevesien määrään ja laatuun	9
3.4	Hulevesien hallinnan tarve ja tavoitteet.....	13
4	HULEVESIEN HALLINTASUUNNITELMA	15
4.1	Hulevesien hallinnan periaatteet.....	15
4.2	Korttelikohtainen hulevesien hallinta.....	15
4.3	Yleisillä alueilla tehtävä hulevesien hallinta	17
4.4	Suunnitellun hulevesien hallintajärjestelmän kuvaus	18
4.5	Varautuminen erityistilanteisiin	20
4.6	Tulvareitit.....	20
4.7	Rakentamisen aikainen hulevesien hallinta	21
4.8	Maanlajitusalueen välivaiheen hulevesien hallinta	21
4.9	Ratkaisut kauppapuutarhojen kasteluveden turvaamiseksi.....	23
4.10	Hallintajärjestelmän kustannukset	25
5	MITOITUS- JA TOIMIVUUSTARKASTELUT	26
5.1	Hulevesimallinnus.....	26
5.2	Mitoitussateet	27
5.3	Hallintajärjestelmien mitoitus.....	28
5.4	Hallintajärjestelmän toiminnalliset tarkastelut	29
5.5	Suosituksat jatkosuunnitteluun	31
6	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	32

LIITE 1	VHT-P17575-201	Valuma-aluekartta, nykytila, 1:7500 (A1)	9.7.2012
LIITE 2	VHT-P17575-202	Valuma-aluekartta, tuleva tilanne, 1:7500 (A1)	9.7.2012
LIITE 3	VHT-P17575-203	Hulevesien hallinnan yleissuunnitelma ja tulvareitit, 1:2000 (A1)	9.7.2012
LIITE 4	VHT-P17575-204	Rakentamisen aikainen hulevesien hallinta, 1:4000 (A3)	9.7.2012

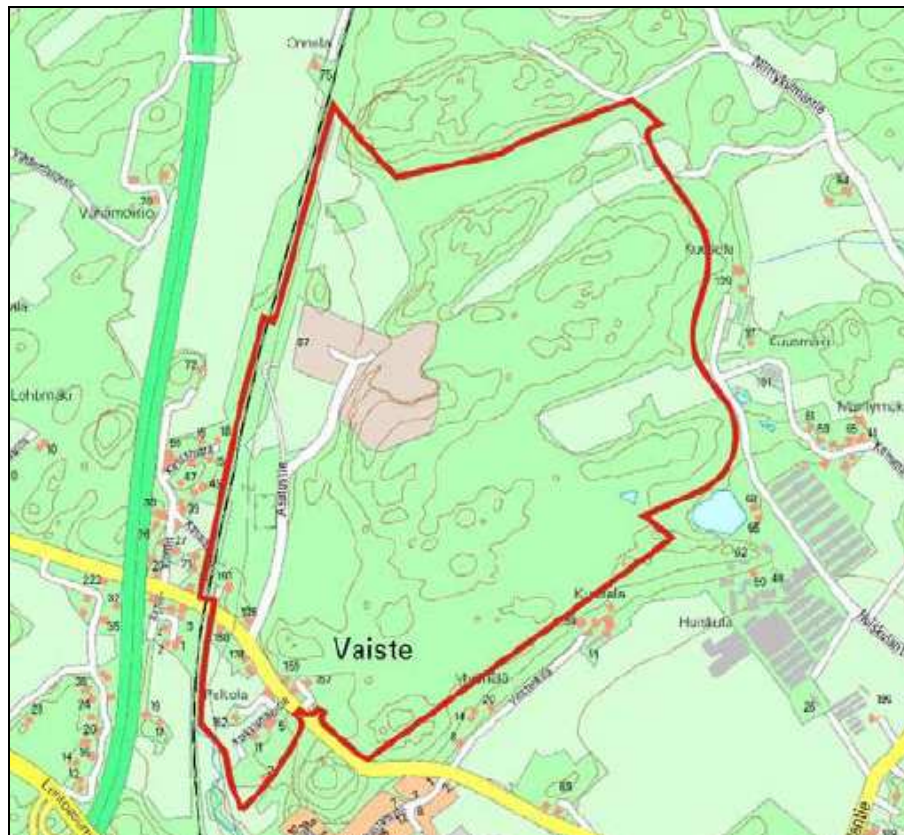
9.7.2012

TURUN KAUPUNKI MAA-AINESPUISTON JA MUSTASUON HULEVESISELVITYS

1 JOHDANTO

1.1 Selvityksen lähtökohdat ja tavoitteet

Tässä selvityksessä esitetään Turun kaupungin maa-ainespuiston ja Mustasuon asemakaavojen (myöhemmin suunnittelualue) laadintaa varten tarvittava hulevesiselvitys ja asemakaavatasoinen hulevesien hallinnan yleissuunnitelma. Vireillä olevan Maa-ainespuiston asemakaavan tarkoituksena on mahdollistaa laajan ylijäämämassojen sijoituspaikan sekä muiden maa-ainesten käsittelyä ja varastointia mahdollistavan alueen sijoittamisen Saramäen alueelle, nykyisen louhinta-alueen välittömään ympäristöön¹. Mustasuon asemakaavan tavoitteena on saada syntymään Toijalan radan ja Tampereen valtatie väliin yhtenäinen teollisuus- ja työpaikkakorttelien alue². Suunnittelualue sijaitsee n. 9 km Turun keskustasta pohjoiseen. Maa-ainespuiston kaava-alue rajautuu lännessä Toijalan rataan ja pohjoisen ja idän puolella pääosin rakentamattomiin metsä- ja peltoalueisiin. Välittömästi kaava-alueen itäpuolella sijaitsee Huiskulan puutarha. Mustasuon kaava-alue rajautuu pohjoisessa Hahdantiehen, idässä Toijalan rataan, etelässä Vaistenpolkuun ja lännessä Tampereen valtatiehen (VT 9). Maa-ainespuiston kaava-alueen pinta-ala on noin 168 ha ja Mustasuon alueen noin 77 ha. *Kuvissa 1 ja 2* on esitetty suunnittelualueen sijainti ja likimääräinen rajaus.

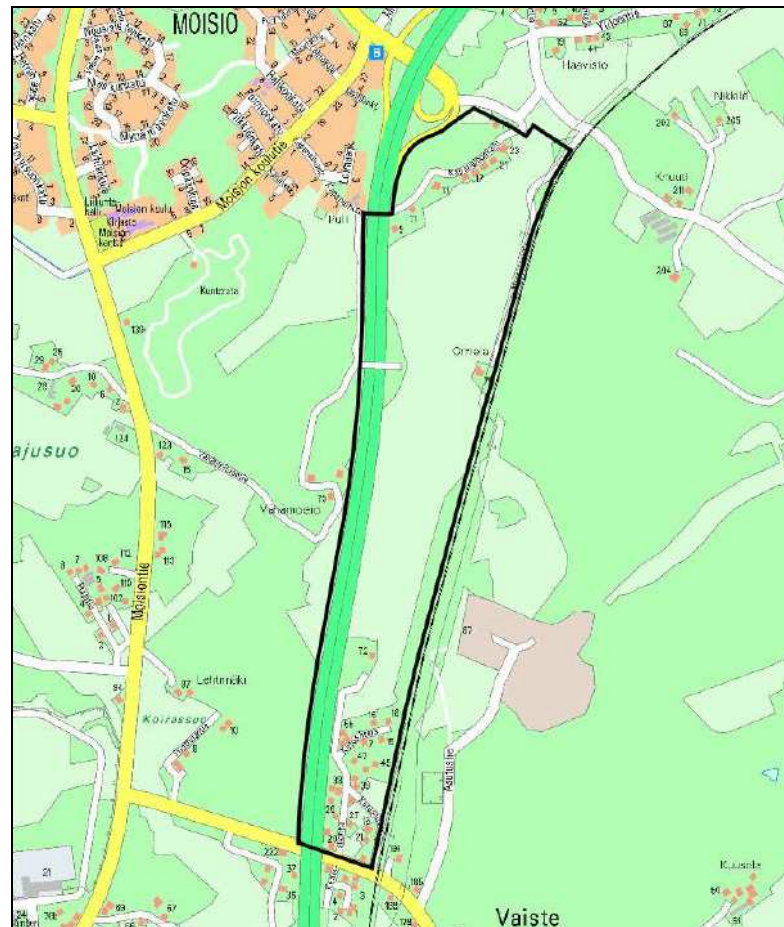


Kuva 1. Maa-ainespuiston sijainti ja likimääräinen rajaus¹.

¹ Turun kaupunki, Asemakaava ja asemakaavamuutos "Maa-ainespuisto" osallistumis- ja arviointisuunnitelma 25.3.2008

² Turun kaupunki, Asemakaava ja asemakaavamuutos "Mustasuo" osallistumis- ja arviointisuunnitelma 6.4.2010

9.7.2012



Kuva 2. Mustasuon AK alueen sijainti ja rajaus².

Maa-ainespuiston itäpuolella olevat kauppapuutarhat (mm. Huiskula) hyödyn-
tävät läheisten lampien vettä kasteluvetenä. Lampien vesi muodostuu osittain
suunnittelualueelta valuvista pintavesistä. Jotta lampien vettä voidaan kaava-
alueen rakentamisen jälkeenkin hyödyntää kasvien kasteluun, on hulevesien
hallinta toteutettava siten, että veden laatu säilyy hyvänä. Vaikka tällä hetkel-
lä lampien vettä ei käytetä elintarvikekasvien kasteluun, on tavoiteltavaa, että
veden laatu säilyy sellaisena, että elintarvikkeitakin voitaisiin vedellä kastella.

Tässä työssä laadittavaan hulevesien hallinnan suunnitelmaan sisältyy hallin-
tamenetelmien periaatteiden, sijoittumisen ja mitoituksen yleispiirteinen
suunnittelu. Työssä annetaan asemakaavan laadintaa ja kaavamääräyksiä
varten tarvittavat mitoitukset ja ohjeet hulevesien hallinnasta ja käsittelystä.
Erityinen huomio suunnittelussa asetetaan sille, että suunnittelualueen
hulevedet eivät vaarantaisi kasteluvetenä käytettävien lampien vedenlaatua.

9.7.2012

1.2 Projektin organisaatio

Hulevesiselvitys on tehty konsulttityönä FCG Finnish Consulting Group Oy:ssä, jossa työn projektipäällikkönä ja pääsuunnittelijana on toiminut dipl.ins. Perttu Hyöty ja suunnittelijana dipl.ins. Esa Ränkman. Projektiin on osallistunut suunnittelijana ja projektisihteerinä myös ins. (AMK) Anne-Marie Paljakka FCG:n Turun aluetoimistolta. Työn tilaaja on Turun Kaupunki. Työn ohjausryhmään ovat kuuluneet:

- Kari Linnakoski, kadunsuunnittelupäällikkö, YKV/suunnittelutoimisto
- Jani Eteläkoski, kaavoitusarkkitehti, YKV/asemakaavatoimisto
- Fredrik Klingstedt, YKV/ympäristönsuojelutoimisto
- Olli-Pekka Mäki, YKV/ympäristönsuojelutoimisto
- Kimmo Savonen, YKV/ympäristönsuojelutoimisto
- Seija Sorje, Turun Vesiliikelaitos
- Tapio Siirto, kiinteistöliikelaitos
- Mika Pitkänen, kiinteistöliikelaitos

1.3 Käsitteitä

Valunnalla tarkoitetaan sitä osaa sadannasta, joka virtaa vesistöä kohti maan pinnalla, maaperässä tai kallioperässä. *Hulevesillä* tarkoitetaan rakennetuilta alueilla muodostuvaa, sade- tai sulamisvesien aiheuttamaa pintavaluntaa.

Luonnontilaisia alueita rakennettaessa veden normaali kiertokulku häiriintyy johtuen luontaisen kasvillisuuden sekä vettä pidättävän maan pintakerroksen poistamisesta, painanteiden tasaamisesta ja heikosti vettä läpäisevien pintojen rakentamisesta. Veden haihdunta- ja imeytymismahdollisuuksien heikentyessä pintavalunta lisääntyy. Tasaiset pinnat ja tehokas kuivatus puolestaan lisäävät virtausnopeutta. Lisääntynyt ja nopeutunut pintavalunta huuhtoo valumapinnoilta mukaansa enemmän erilaisia epäpuhtauksia, kuten kiintoainesta, ravinteita sekä bakteereita. Hulevedet ja muu pintavalunta on perinteisesti koottu ojilla ja hulevesiviemäreillä ja johdettu pois rakennetuilta alueilta mahdollisimman nopeasti ja tehokkaasti kosteuden aiheuttamien haittojen ehkäisemiseksi. Tästä voi seurata useita ongelmia, kuten vesistöihin kohdistuvan epäpuhtauskuormituksen kasvua, eroosiota purku-uomissa, pohjavedenpinnan alenemista sekä kasvien ja eläinten elinolojen huononemista³.

³ US EPA. 1999. Preliminary data summary of urban storm water best management practices. EPA-821-R-99-012. Washington D.C.

9.7.2012

2 SUUNNITTELUALUEEN NYKYTILA

2.1 Aiemmat selvitykset

Suunnittelualueen tulevaa maankäyttöä koskien on tehty selvityksiä, joissa on arvioitu lähinnä maa-ainespuidon rakentamisen vaikutuksia ympäristölle. Saramäen maa-ainestoimintaa koskevassa ympäristövaikutusten arviointiohjelmassa⁴ maa-ainespuidon aluetta luonnehditaan luontoarvoiltaan tavanomaiseksi. Luontoarvoiltaan merkittävimmäksi kohteeksi mainitaan alueen itäpuolella oleva Huiskulan puutarhan kasteluvesilampi, joka on lepakoiden ruokailualue sekä rupikonnien ja viitasammakoiden lisääntymisalue⁵. Luonnonsuojelualueita ei suunnittelualueella tai sen välittömässä läheisyydessä ole. Maastonpiirteiltään maa-ainespuidon alue on hyvin vaihtelevaa korkeuserojen takia. Maa-ainespuidon lähimpänä sijaitsevia nykyisiä toimintoja ovat kiviaineslouhos ja kauppapuutarhat.

Suunnittelualueen läntisen puolen pintavedet valuvat Piipanojaan, joka on Vähäjoen yksi sivuhaara. Vähäjoki laskee Aurajokeen. Piipanojan aluetta on aikanaan ehdotettu luonnonsuojelualueeksi, minkä takia vuonna 1992 Piipanojan alueelle on tehty elollisen luonnon perusselvitys. Sen mukaan Piipanojan varren suojeluarvo muodostuu Lounais-Suomessa harvinaisena esiintyvän harmaaleppäkasvustosta. Lisäksi selvityksessä havaittiin monia lehtolajeja (mm. taikinanmarja, tesmayrtti, lehtoarho), jotka nostavat alueen suojeluarvoa⁶. Piipanojan varret ovat myös tunnettuja liito-oravan lisääntymis- ja levähdysalueita⁷.

Luontoarvoiltaan merkittävin kohde, joka suunnittelualueella sijaitsee, on suunnittelualueen itä-kaakkoiskulmassa sijaitseva Huiskulan puutarhan kasteluvesilampi. Lampeen valuu vesiä nykytilassa noin 20 ha:n suuruiselta valuma-alueelta. Vuonna 2008 laaditussa Saramäen luontoselvityksessä⁸ on todettu, että lammen valuma-alueen metsäpeitteisyyden ja vedenpidätys ja -luovutuskyvyn turvaaminen kaavoituksella on elinkeinon harjoittamisen kannalta tärkeää. On arvioitu, että 60 – 70 % altaan vedestä tulee nykytilassa valuma-alueelta ja 30 – 40 % pumpataan Maarian altaasta. Kesän huippukulutusaikana kasteluvettä kuluu kasvihuoneissa 4 l/m²/vrk, jolloin 50 000 m² kasvihuonepinta-alalla vettä kuluu 200 m³/vrk.

Saramäen luontoselvityksessä⁸ on todettu, että Maa-ainespuidon AK-alueella ei ole luonnonsuojelulain mukaisia suojeltavia luontotyyppieitä, mutta Piipanojan latvaosat ovat vesilain ja metsälain suojelemia pienvesiä.

Alueen hulevesien virtausreitit ja virtaamia on aiemmin arvioitu koko suunnittelualueen osalta alustavasti⁹. Arvion mukaan maa-ainespuidon lounaispuolelle sijoittuvan kadun pohjoispuolelta hulevedet johdetaan idän ja pohjoisen suuntaan. Kadun eteläpuoliselta alueelta hulevedet johdetaan kohti lounasta ja Toijalan rataa. Lounainen virtausreitti johtaa Piipanojaan, jonne johdettavien vesien virtaamaksi on arvioitu tulevassa tilanteessa enintään 2 300 l/s. Varsinaisen maa-ainesten sijoituspaikan hulevesivirtaamia tai hallintakeinoja ei ole aiemmin arvioitu.

⁴ Saramäen maa-ainestoiminta, ympäristövaikutusten arviointiohjelma 2.3.2011, Turun kaupunki

⁵ Turun kaupungin ympäristönsuojelutoimisto. Esiintymätiedot 2011. Savonen Kimmo 20.6.2012

⁶ Ehdotettujen luonnonsuojelualueiden elollisen luonnon perusselvitykset, Osa IX Piipanoja, Turun kaupunki, ympäristönsuojelutoimisto, julkaisu 5/92

⁷ Turun kaupungin liito-oravaselvitys keväällä 2008. Suomen Luontotieto Oy.

⁸ Saramäen luontoselvitys 2008, Turun kaupunki, Tmi Hannu Klemola

⁹ Alkuluonnos "Maa-ainespuidon" ja "Mustasuo" valuma-aluekartta 1:10 000. Eteläkoski, Jani. 27.5.2011.

9.7.2012

Maa-ainespuiston YVA-ohjelmassa mainitaan kaksi vaihtoehtoista täyttöpintaa. Vaihtoehdon 1A mukaisessa tilanteessa läjitysalueen pinta mukailee alueen nykyisten mäkien korkeusasemia, jolloin korkein kohta on tasolla + 57 m. Vaihtoehto 1B:n toteutuessa läjitysalueen lopullinen pinta on nykyistä maanpintaa korkeammalla, noin tasolla + 65 m. Kummankin vaihtoehdon toteutuminen muuttaa Maa-ainespuiston alueen virtausreitit ja valuma-aluejakoa.

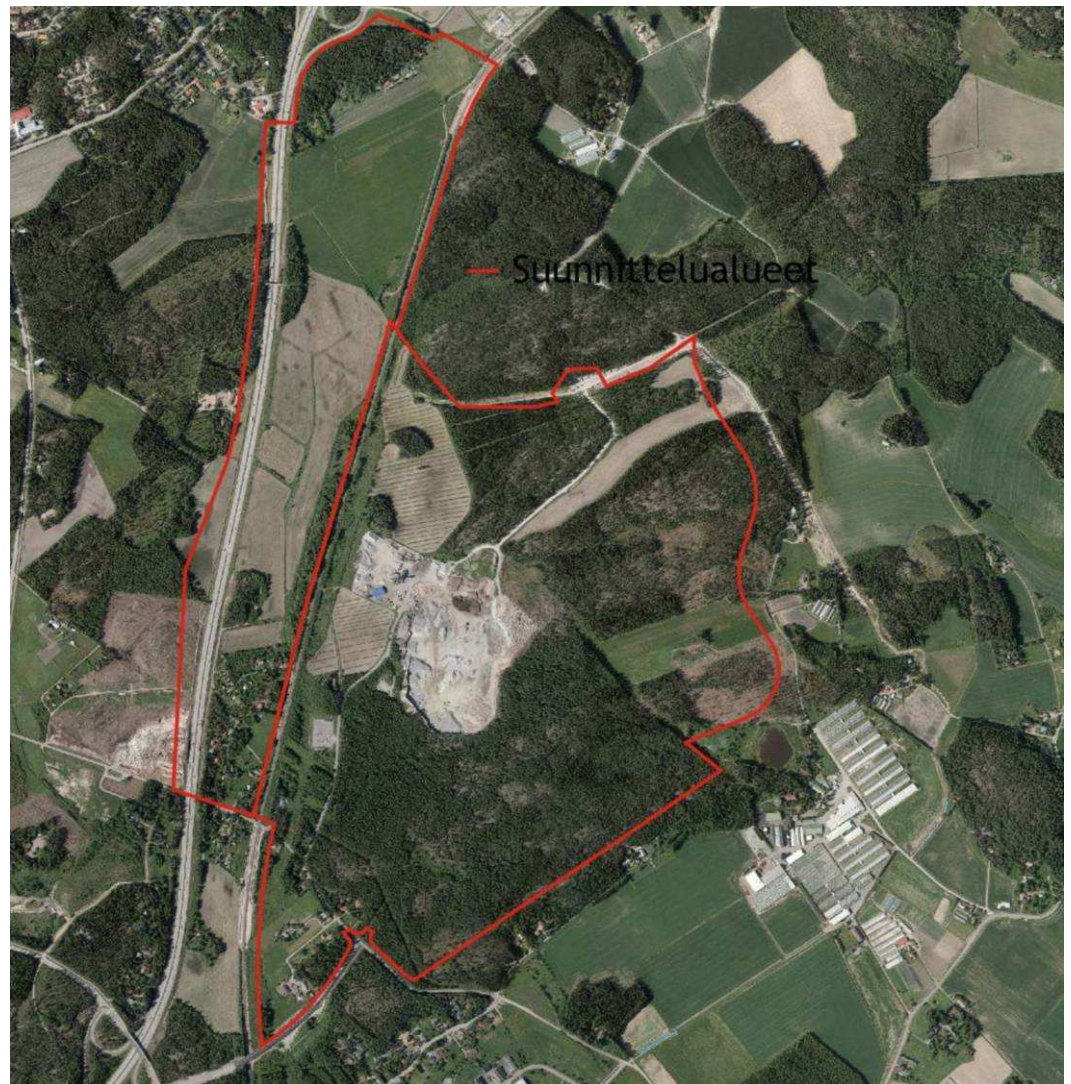
2.2 Maankäyttö

Maa-ainespuiston alue on nykytilassa suurimmaksi osaksi rakentamatonta metsää ja lisäksi alueelle sijoittuu kaksi peltoaluetta. Osa alueen metsistä on vähäpuustoisia kallioalueita. Suunnitellun täyttöalueen luoteiskulmassa toimii tällä hetkellä Turun kaupungilta vuokratulla alueella kalliolouhos sekä asfalttiasema-alue. Maa-ainespuisto on lentokorkeusrajoitusaluetta ja lentomelu- aluetta alueen länsipuolella sijaitsevan Turun lentokentän takia. Alueen pohjoispuolella sijaitsee Saramäen kallioon louhittu vesisäiliö.

Maa-ainespuisto on maaperältään kallioista, ja alueella on sekä avokallioita että ohuen moreenikerroksen peittämiä kallioalueita. Kallioalueiden välisissä laaksoissa vallitseva maalaji on savi. Peltoalueilla savikerroksen paksuus on 3-15 metriä. Läjitysalueen tuntumassa sijaitsee kauppapuutarhan kasteluvesivarastona toimiva tekolampi. Maa-ainespuiston tuntumassa on metsän rajalle muodostunutta tienvarren haja-asutusta. Alueen länsipuolella rata, valtatie 9 ja lentokenttäalue sekä niihin liittyvä maankäyttö ovat muovanneet maisemaa esikaupunki- ja liikenneympäristöksi. Hankeen välittömässä läheisyydessä ei sijaitse arvokkaaksi maisema-alueeksi luokiteltuja alueita tai kulttuuriympäristöjä.

Suunnittelualueella on voimassa Varsinais-Suomen maakuntakaava. Lisäksi alue sijoittuu vireillä olevan Lentoaseman ja sen ympäristön osayleiskaavan alueelle. Heti hankealueen pohjoispuolella on voimassa Kalliosäiliön asemakaava. Suunnittelualueen lounaispuolella sijaitsee Lentokentän eteläpuolinen asemakaava. Maa-ainespuiston alueella ei sijaitse vakituisia tai vapaa-ajan käyttöön tarkoitettuja rakennuksia. Alueen läheisyydessä sijaitsee kuitenkin haja-asutusalueita. Maa-ainespuiston suunnittelualuetta lähimpänä sijaitsevia nykyisiä toimintoja ovat kiviaineslouhos sekä kauppapuutarhat. Alueen nykyistä maankäyttö on havainnollistettu ortoilmakuvan avulla *kuvassa 3*.

9.7.2012



Kuva 3. Suunnittelualueen nykyinen maankäyttö.

2.3 Valuma-alueet ja virtausreitit

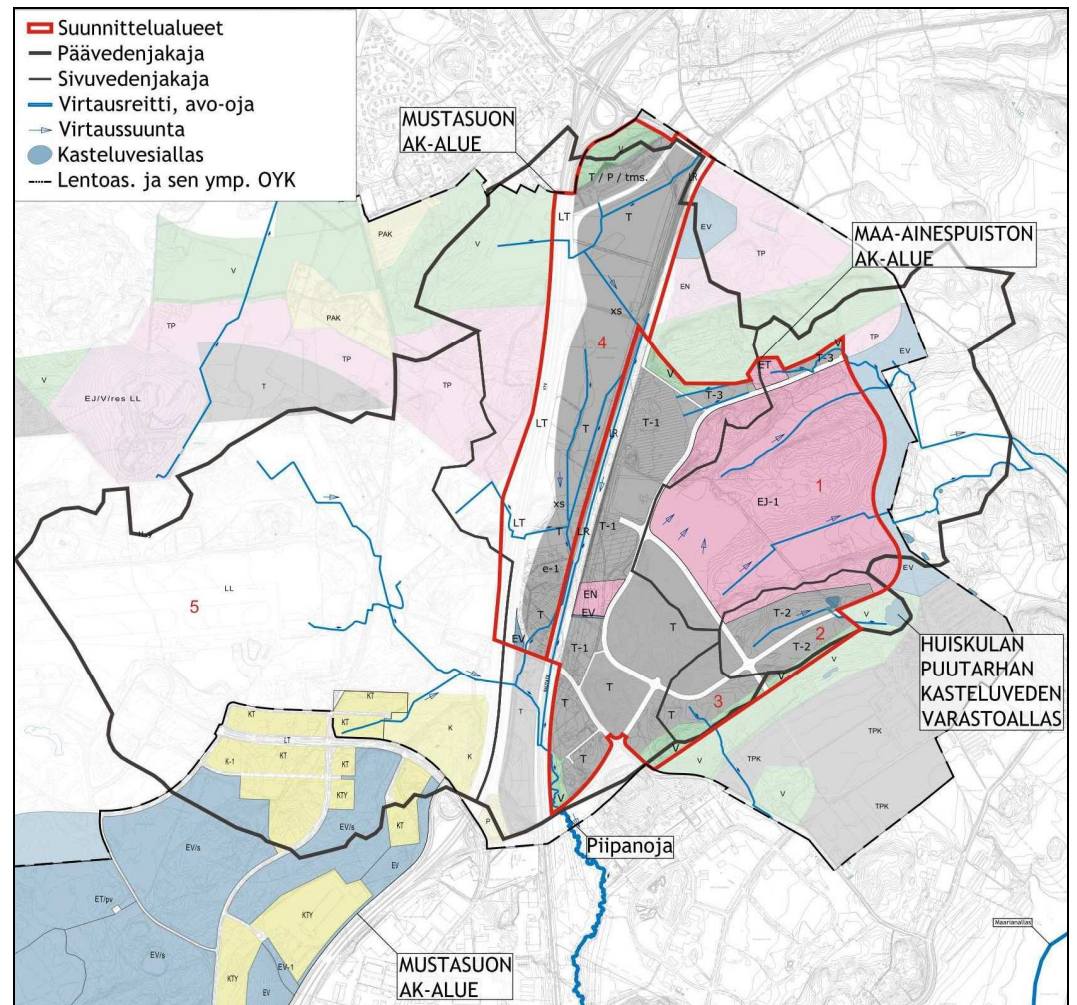
Työn suunnittelualue sijoittuu Vähäjoen valuma-alueelle, joka laskee Aurajoen alajuoksulle Turun keskustan tuntumaan. Tehty valuma-alerajaus sijoittuu kokonaan Turun kaupungin alueelle. Valuma-alerajauksessa on huomioitu suunnittelualueen ulkopuolisia alueita tarkoituksenmukaisella tavalla. Lännessä päävaluma-alueen raja kulkee lentokentän halki. Pohjoisessa valuma-alerajaus ylittää VT 9:n ja Paattistentien eritasoliittymään. Idässä valuma-alerajaus katkaistiin Niittykulmantien ympäristöön. Etelässä valuma-alueen raja kulkee Huiskulan puutarhan kasteluvesialtaalta länteen johtavaa kallioharjannetta myöten Käärmevallion sillan kohdalle.

Tehdyn päävaluma-alerajauksen sisällä valuma-aluejakoa oli työn aluksi tarkennettava pintavaluntareittien mukaisesti. Samalla alue jaettiin vaikutustenarviointia varten useammaksi (5) osavaluma-alueeksi. Tarkennettu valuma-aluejako ja tärkeimmät virtausreitit on esitetty karkealla tasolla **liitteenä 1** olevassa nykytilaa kuvaavassa valuma-aluekartassa.

Mustasuon AK-alue sijaitsee pääosin Ketusojan pienvaluma-alueella, joka laskee Piipanojan kautta Vähäjokeen. Piipanojaan tulee vesiä myös suunnittelualueen länsipuolelta lentokentän ympäristöstä. Toijalan radan länsipuolella muodostuvat vedet kulkevat radan itäpuolelle 800 x 1000 mm kivirummun

9.7.2012

kautta. Suunnittelualueen viimeisenä purkupisteenä Piipanojan reitillä on Käärmekallion silta. Siitä Piipanoja jatkuu Toijalan radan itäpuolella kohti etelää ja laskee lopulta Vähäjokeen. Maa-ainespuiaston AK:n alueelta vesiä valuu nykyisen louhinta-alueen koillispuolelta peltojen piiriojia pitkin Myllyjojan ja edelleen Maarian altaaseen (Vähäjokeen). Alueen länsi- ja lounaisosassa muodostuvat valumavedet ohjautuvat nykytilanteessa Piipanojan reitille. Pieni alue Maa-ainespuiaston AK-alueen eteläreunassa johtaa pintavetensä etelään Vaisteentien varteen. Huiskulan puutarhan kasteluvesialtaalla on pieni valuma-alue suunnittelualueen kaakkoiskulmassa. *Kuvassa 4* on ote laaditusta nykytilan valuma-aluekartasta.



Kuva 4. Ote laaditusta nykytilan valuma-aluekartasta.

9.7.2012

3 SUUNNITELLUN MAANKÄYTÖN HYDROLOGISET VAIKUTUKSET

3.1 Suunniteltu maankäyttö

Maa-ainespuiston vireillä olevassa asemakaavaluonnoksessa¹⁰ on osoitettu runsaasti teollisuus- ja varastorakentamista (T, T-1, T-2 ja T-3 alueet) sekä energiahuollon ja yhdyskuntateknisen huollon korttelialueita. Varsinainen maa-ainesten läjitysalue on osoitettu asemakaavaluonnoksessa jätteenkäsittelyn korttelialueeksi kaavamerkinnällä EJ-1. Virkistysalueita on osoitettu AK-alueen etelä- ja pohjoisreunoille.

Maa-ainespuiston asemakaava-alueella olevan EJ-1-alueen pinta-ala on noin 67 ha. Lopullisessa tilanteessa läjitysalueen pinta maisemoidaan, jolloin pinta on vettä läpäisevää. Pinnan muotoilun takia täyttöalueella muodostuu hulevesiä, jotka valuvat luiskakaltevuuksien määräämään suuntaan. EJ-1-alueen eteläpuolelle osoitetut teollisuus- ja varastoalueet (T-2) on kaavaluonnoksessa täydennetty hulevesien hallinnan osalta seuraavalla määräyksellä:

"Piha-alueille ja katoille kertyvät sadevedet tulee johtaa hiekan- ja öljynerotuskaivojen kautta sellaiseen hulevesiverkostoon, josta vesi voidaan ohjata erikseen osoitettavaan lasketusaltaaseen. Altaasta vesi johdetaan edelleen Huiskulan puutarhan käyttämään kasteluvesialtaaseen."¹⁰

Uudet katualueet, joita on suunniteltu alueelle, ovat suurelta osin asfalttipäällysteisiä, mutta reunaosat ovat nurmipintaisia. Alustavat suunnitelmat katujen tasauksista on huomioitu tässä työssä.

Mustasuon AK-alueen ensisijainen tavoite on aikaan saada Toijalan radan ja Tampereen valtatie varteen yhtenäinen teollisuus- ja työpaikkakorttelisto, joka voisi hyödyntää toiminnassaan sekä rataa että valtatieä. Kaavaluonnoksissa suurin osa alueesta on merkitty T-alueeksi.

Maa-ainespuiston ja Mustasuon asemakaava-alueiden suunniteltua maankäyttöä on nähtävissä *kuvassa 4*.

Suunnittelualueen länsi- ja lounaispuolella on lainvoimainen Lentokentän eteläpuolen AK-alue. Sen aiheuttamat muutokset maankäytössä on huomioitava ja tarkasteltava hulevesien muodostumisen kannalta. Lentokentän eteläpuolen asemakaava sijoittuu osittain tehdyn valuma-alueerajauksen sisälle ja sen alueelle on ja rakennettu kadut ja vesihuolto. Valuma-alueen sisälle sijoittuvat alueet ovat lähinnä toimisto- ja toimitilakortteleiden merkinnällä. Jonkin verran alueesta on alustavasti osoitettu suojaviheralueeksi.

Lentokentän ja sen ympäristön OYK:ssa on osoitettu lentokentän pohjoispuolelle jonkin verran työpaikka-aluetta. Hulevesien hallinnan kannalta ehkä merkittävin seikka on välittömästi lentokentän pohjoispuolelle esitetyt logistiikka-alueet, joiden myötä vettä läpäisemättömän pinnan määrä kasvaisi huomattavasti nykytilaan verrattuna.

¹⁰ Maa-ainespuiston asemakaavaluonnos, Turun kaupunki, 28.9.2011

9.7.2012

3.2 Vaikutukset valuma-alueisiin ja virtausreitteihin

3.2.1 Lopullinen tilanne

Maa-ainespuiston AK:n mukaisella rakentamisella on vaikutuksia nykytilanteen valuma-alerajoihin. Maa-ainesten läjitysalueen tasauksella erityisesti on vaikutusta, koska se tulee muodostamaan alueen sisäisen vedenjakajan. Tasauksen mukaan määrätty, mikä osa täyttöalueesta johtaa valumavedet koilliseen Myllyojan valumareitille ja mikä osa päättyy Piipanojan suuntaan kohti lounasta. Huiskulan puutarhan suuntaan valuvien hulevesien muodostumisalue kasvaa, kun täyttöalueen tasaus nostetaan ylemmäs mahdollistaen vesien valumisen nykyisen vedenjakajan yli kohti etelää ja kaakkoa.

Toijalan radan varteen sijoittuvat teollisuus- ja varastoalueet eivät muuta merkittävästi valuma-alerajausta tai virtausreittejä. Lähtökohtana on, että radan vierusojaan ei voida johtaa nykyistä suurempia hulevesivirtaamia. Tämän takia erityisesti maa-ainespuiston luoteiskulman kuivatuksen järjestäminen alueen pohjoisreunaa kohti itää olisi eduksi, mutta se ei ole mahdollista korkeuserojen takia. Siksi vedet on johdettava radan suuntaisesti kohti etelää.

Sisäisten sivuvedenjakajien suunnittelulla pyritään osittain tarkoituksella ohjaamaan hulevesiä haluttuihin suuntiin. Huomionarvoisia asioita ovat kauppuutarhojen kasteluvesialtaiden veden laadun ja määrän säilyttäminen nykyisellä tasolla. Tarvittaessa hyvälaatuinen kasteluvesi on pumpattava esimerkiksi Maarianaltaasta puutarhojen käyttöön.

3.2.2 Rakentamisen aikainen tilanne

Maa-ainespuiston läjitys tapahtuu hyvin pitkän ajan kuluessa, minkä takia on tarpeellista tarkastella valmiin tilanteen lisäksi rakentamisen aikaista hulevesien hallintaa. Rakentamisen aikaisen tilanteen tarkastelussa on oletettu, että suunnittelualueen muut osat ovat rakentuneet kaavaluonnosten mukaisella maankäytöllä.

Suunnittelukokouksessa 23.4.2012 työn ohjausryhmä sopi, että rakentamisen aikainen hulevesien hallinta tarkastellaan tilanteessa, jossa läjitys-alueen eteläosa (alueet 1 ja 2¹¹) on läjitetty ja kolmas alue on louhittu. Tämän alueen kokonaispinta-ala on noin 26 ha. Läjitysalueen itäreunalle on tällöin toteutettu patorakenne, joka katkaisee savimaiden valumisen kohti itää. Samalla nykyiset virtausreitit itään ovat katkenneet. Hulevedet louhitulta alueelta padon rakentamisen jälkeen pumpataan nykyisiä valumareittejä pitkin kohti itää ja Myllyojaa. Läjitysalueen rakentamisen aikaista hulevesien hallintaa on tarkasteltu tarkemmin luvussa 4.

3.3 Vaikutukset hulevesien määrään ja laatuun

3.3.1 Läpäisemättömien pintojen määrä

Suunnittelualueen rakentamisen hydrologiset vaikutukset arvioitiin läpäisemättömien pintojen perusteella, koska niiltä muodostuu suurin osa hulevesistä. Läpäisemättömistä pinnoista merkittävimpiä ovat kattopinnat, koska ne ovat usein kytketty suoraan tontin kuivatusjärjestelmään. Lisäksi kattojen kaltevuus on yleensä muita rakennettuja pintoja suurempi ja virtausvastus pieni, etenkin peltikatoilla. Näin ollen kattovedet johtuvat nopeasti syöksytor-

¹¹ Saramäen maankaatopaikan yleissuunnitelma, 2010

9.7.2012

vien kautta hulevesiviemäriverkkoon, maan pinnalla oleviin hulevesikouruihin tai vastaaviin ja edelleen osavaluma-alueen purkupisteeseen.

Valuma-alueilta määritettiin läpäisemättömien pintojen kokonaismäärä, jota on kuvattu kaupunkihydrologiassa yleisesti käytetyllä käsitteellä *Total ImperVIOUS Area* (TIA). Siinä vettä läpäisevienkin pintojen ajatellaan olevan osittain läpäisemättömiä eli esimerkiksi läpäiseviltä nurmipinnoilta muodostuu myös jonkin verran välitöntä hulevesivaluntaa. Tämä pätee etenkin rankkasadetilanteissa, joissa läpäisevät pinnat eivät kykene pidättämään tai imemään kaikkea niille satavaa vettä, vaan ovat vedellä kyllästyneitä.

Läpäisemättömien pintojen määrän lisäksi on huomioitava, että uudisrakentamisen myötä läpäisemättömien pintojen laatu tasoittuu ja kaltevuudet kasvavat. Näin ollen rakentaminen pienentää pintojen painanteisiin varastoituvan veden, eli painannesäilynnän määrää. Esimerkiksi luonnontilainen alue voi pidättää jopa 10 millimetrin sademäärän, kun taas uusi asfalttipinta pidättää vain alle millimetrin. Rakentamisen myötä myös päällystämättömät pinnat tiivistyvät luonnontilaan verrattuna. Kokonaisuudessaan rakentaminen tehostaa tonteilla tapahtuvaa hulevesien keräystä ja johtamista merkittävästi, mikä johtaa purkautuvien hulevesien määrän ja virtaaman selvään kasvuun. Tarkasteluissa käytetyt läpäisemättömän pinnan osuudet (TIA) ja painannesäilynnän ominaisarvot erilaisille pinnoille on koottu *taulukkoon 1*.

Taulukko 1. Tarkasteluissa käytetyt rankkasadetilanteissa pätevät pintojen TIA-arvot sekä painannesäilynnän ominaisarvot.

Pinta	TIA	Painannesäilyntä
<i>katto</i>	100 %	0 mm
<i>asfaltti</i>	90 %	1 mm
<i>sora, tiivis maa</i>	40 %	7 mm
<i>metsä, pelto</i>	10 %	12 mm

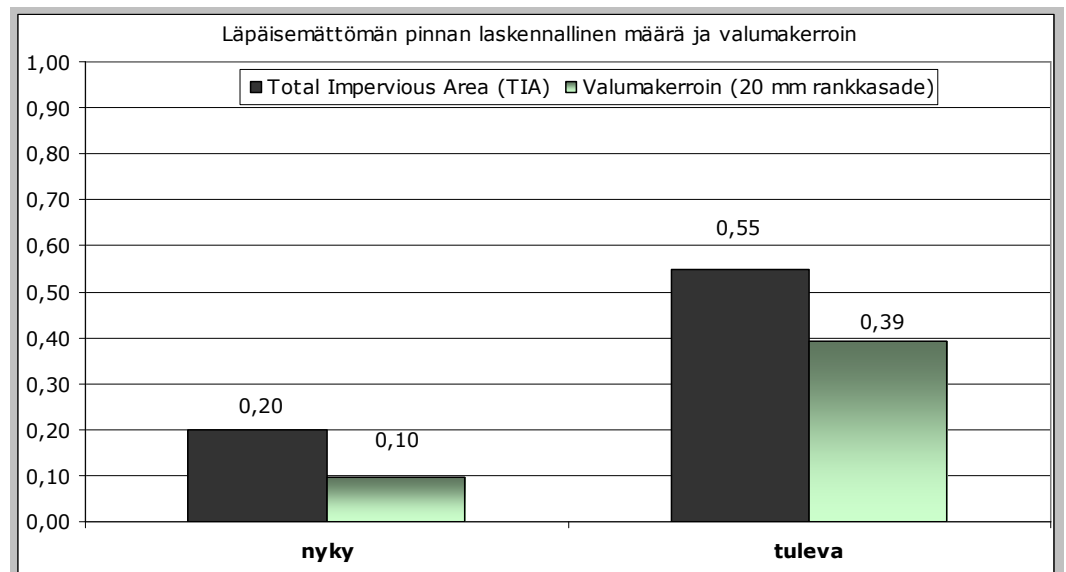
Taulukossa 1 esitettyjen TIA-ominaisarvojen ja alustavien maankäyttötietojen perusteella määritettiin läpäisemättömien pintojen kokonaismäärät (TIA) suunnitellun maankäytön mukaisen rakentamisen jälkeen. Suunnittelun alueen maankäyttösuunnitelmien mukainen rakentaminen kohdistuu lähes kokonaan rakentamattomille alueille. Läpäisemättömien pintojen määrän kasvu lisää hulevesivalunnan määrää. Vaikutuksia on kuvattu tarkemmin seuraavassa *kappaleessa 3.3.2*. Teollisuus- ja varastoaluetonttien rakentamisen jälkeen niiden TIA-arvot saattavat kasvaa jopa 75 - 80 %:in.

9.7.2012

3.3.2 Hulevesien määrä

Suunnittelualueelta muodostuvien hulevesien määrää arvioitiin keskimääräisellä valumakertoimella, joka kuvaa hulevesivalunnan osuutta yksittäisen sadetapahtuman sademäärästä. Valumakertoimen maksimiarvo on 1,0. Tarkastelussa oletettiin, että kaikki hulevesivalunta muodostuu edellä kuvatuilta läpäisemättömiltä pinnoilta (TIA). Kun otettiin lisäksi huomioon esitetyt painannesäilynnän aiheuttamat häviöt, voitiin laskea keskimääräinen rankkasadetapahtuman valumakerroin. Valumakerroin riippuu kuitenkin aina sadetapahtuman ominaisuuksista ja sitä edeltävistä olosuhteista kuten maaperän ja pintojen kosteudesta, joten tulosta ei voi yleistää koskemaan kaikkia tapauksia. Esimerkiksi erittäin rankoilla, harvoin toistuvilla rankkasateilla valumakertoimen arvot kasvavat. Tarkastelu havainnollistaa silti hyvin muodostuvien hulevesien määrän muutosta ja rakentamisen hydrologisia vaikutuksia.

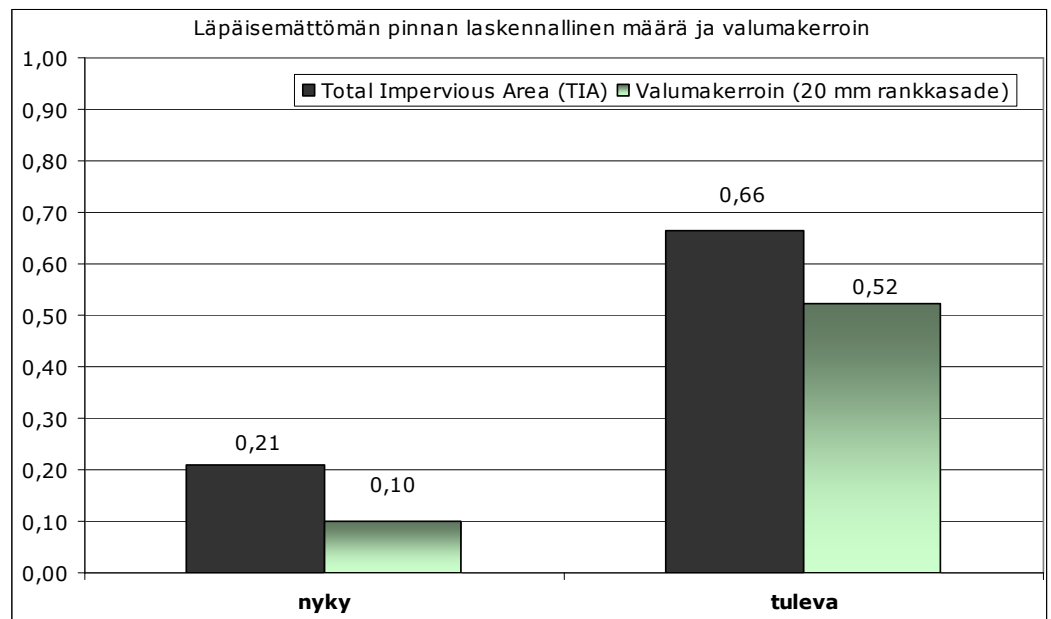
Taulukossa 1 esitettyjen ominaisarvojen ja Maa-ainespuiston AK-alueen maankäyttösuunnitelmien pohjalta laskettiin läpäisemättömien pintojen kokonaismäärät (TIA). Lisäksi laskettiin valumakertoimet rankkasateella, jonka sademäärä on 20 mm. Nykytilanteen ja tulevan tilanteen arvojen vertailu Maa-ainespuiston AK-alueen osalta on esitetty *kuvassa 5*.



Kuva 5. Maa-ainespuiston AK:n TIA-arvot ja valumakertoimet 20 mm rankkasadetapahtumalla nykytilanteessa ja tulevassa tilanteessa.

Kuvassa 6 on esitetty Mustasuon AK-alueen luonnoksen mukaisen maankäytön vaikutukset TIA-arvoihin ja valuma-kertoimiin 20 mm rankkasademäärällä.

9.7.2012



Kuva 6. Mustasuon AK-luonnoksen mukaan arvioidut TIA-arvot ja valumakerroimet.

3.3.3 Hulevesien laatu

Alustavien maankäyttöluonnosten perusteella arvioidaan, että Maa-ainespuiston hulevesistä noin 75 % tulee muodostumaan asfalttipinnoilta. Asfalttipintojen hulevedet sisältävät tyypillisesti liikenteestä, materiaalien kulumisesta ja talvikunnossapidosta peräisin olevia epäpuhtauksia kuten raskasmetalleja ja öljyä. Asfalttipinnoilta syntyvä runsas hulevesivalunta huuhtoo mukaansa pintojen epäpuhtaudet tehokkaasti ja toistuvasti pienemmillään sadetapahtumilla. Kattopinnoilta muodostuvat hulevedet ovat laadultaan suhteellisen puhtaita, vaikka voivatkin sisältää hieman mm. tuulen kuljettamaa kiintoainesta. Maa-ainespuiston varsinaisen läjitysalueen hulevesien laatu täytön ollessa valmis ei poikkea suuresti nykytilanteesta. Sijoitettavat maa-ainekset ovat puhtaita (ei pilaantuneita). Lisäksi täyttöalue maisemoidaan nurmipintaiseksi.

3.3.4 Vaikutukset kauppapuutarhojen kasteluvesilampien veden laatuun ja määriin

Maa-ainespuiston AK-alueen itäpuolella olevien kauppapuutarhojen kasteluvesialtaat tulee huomioida huolellisesti, jotta niiden vedenlaatu kaava-alueen rakentamisen jälkeenkin täyttäisi Maa- ja metsätalousministeriön asetuksen mukaiset laatuvaatimukset¹², jotka elintarvikkeiden kasteluvesille on asetettu. Asetuksen mukaan kasteluvesi tulee tutkituttaa, kun kastellaan sellaisenaan syötäviä kasvien osia ja vesi päätyy syötävään osaan. Vesinäytteestä on tutkittava vähintään *Escherichia Coli* (<300 pmy/100 ml) ja suolistoperäiset enterokokit (<200 pmy/100 ml) sekä arvioitava aistinvaraisesti väri ja haju (ei poikkeavaa). Kun kysymys on luonnon pintavesistä, on tutkittava myös syanobakteerien esiintyminen (ei massaesiintymää).

Tällä hetkellä Huiskulan puutarhassa ei kasvateta elintarvikkeita vaan pelkästään kukkia. Hulevesien laadullisen hallinnan suunnittelussa on kuitenkin varauduttava siihen, että alueen kasteluvesialtaiden laatua ei heikennetä rakentamisella. Huiskulan puutarhan taholta on esitetty huoli kasteluveden laadus-

¹² Maa- ja metsätalousministeriön asetus elintarvikkeiden alkutuotannon elintarvikehygieniasta 1368/2011.

9.7.2012

ta, jos kaavoitetun teollisuusalueen piha- ja katualueilta johdetaan vesiä altaaseen. Käsittelymenetelmistä huolimatta hulevesien laatu epäilyttää, ja erityisenä pelkona on teollisuuskortteleilla tai katualueilla sattuvat mahdolliset onnettomuudet.

Maa-ainespuiston asemakaavaluonnoksessa on alueen eteläreunassa osoitettu teollisuus- ja varastorakennusten korttelialueet T-2. Nämä alueet muodostuvat pääosan Huiskulan puutarhan kasteluvesialtaan valuma-alueesta.

Suunnittelun alueen rakentamisen myötä Piipanojaan päätyvä valunta tulee väistämättä muuttumaan luonnontilaan verrattuna. Suunnittelun alueen ja sen lähialueiden laadukkaalla ja hulevedet huomioivalla toteutuksella alueen valunnan laatua voidaan hallitusti parantaa, ja hulevesivirtaamia säätelemällä voidaan jäljitellä alueen luonnontilaista käyttäytymistä suhteellisen hyvin.

Suunnittelun alueelta, erityisesti Maa-ainespuiston AK-alueelta, Piipanojaan virtaavien vesien määrä tulee rankkasadetilanteissa lisääntymään nykytilanteeseen verrattuna. Ilman hulevesien hallintatoimenpiteitä lisääntyneet hulevesimäärät johtaisivat myös hetkellisten hulevesivirtaamien merkittävään kasvuun, mikä lisäisi eroosiota pintavaluntareiteillä. Ilman asianmukaista hulevesien hallintaa suunnittelun alueen rakentamisella voidaan arvioida olevan vaikutusta erityisesti Piipanojan yläosan virtaamiin.

3.4 Hulevesien hallinnan tarve ja tavoitteet

Suunnittelun alueen keskimääräisen valumakertoimen suuruus eli hulevesivalunnan määrä kasvaa noin nelinkertaiseksi. Kasvun vaikutukset korostuvat, koska tulevassa tilanteessa alueella on runsaasti teollisuus- ja varastoalueiden katto- ja asfalttipintoja, joilla hulevesivalunta on erittäin nopeaa. Tämä johtaa hulevesimäärien merkittävään kasvuun ja lyhyillä rankkasateilla alueen koko huomioiden suurehkoihin virtaamahuippuihin Piipanojaan johtavilla virtausreiteillä. Suuret hetkelliset virtaamat aiheuttavat eroosiota Piipanoja luiskissa ja pohjassa, mikä vaurioittaa ojan kasvillisuutta ja aiheuttaa veden samenenemistä.

Suunnittelun alueen itäpuolella olevat kasteluvesialtaat tulee huomioida vedenlaadun säilyttämiseksi. Puutarhojen edustajien ajatuksena on ollut, että suunnitelluilta teollisuus- ja varastoalueilta voitaisiin altaisiin johtaa kattovesiä, mutta ei piha- ja katualueiden vesiä. Tämä on perusteltua esimerkiksi mahdollisten onnettomuustilanteiden varalta. Huiskulan puutarhan kasteluvesialtaan valuma-alueelle sijoittuvien T-2-alueiden pihojen ja katujen kuivatusvesien johtaminen Kettinkikadun suuntaan (lounaaseen) ei osoittautunut mahdolliseksi korkeuserojen takia.

Suunnittelun alueen länsipuolelle, lentokentän ympäristöön sijoittuva maankäyttö lisää rankkasateiden aiheuttamia hulevesivirtaamia Piipanojan reitille. Tässä selvityksessä otetaan kantaa näiltä alueilta tulevien hulevesien viivytystarpeeseen. Viivytystarvetta arvioidaan hulevesimallinnuksen avulla.

Ylivirtaamien hallinta Mustasuon AK-alueella ja Maa-ainespuiston länsireunalla on erityisen tärkeää, koska Toijalan rataa kulkee suunnittelun alueen halki. Mustasuon AK-alueelta valuvat hulevedet kulkevat radan ali yhden 800 x 1000 mm kivirummun kautta. Tämän rummun kapasiteetti määrää, miten paljon hulevesiä on viivyttävä rummun yläpuolisella alueella. Kun huomioidaan Mustasuon länsi- ja lounaispuolelle aiottu maankäyttö hulevesien määrää kasvattavine vaikutuksineen, voidaan asettaa tavoitteeksi, että Mustasuon AK-alueelta Piipanojan suuntaan valuvien hulevesien määrä ei mitoitustilanteessa kasva nykyisestä. Mitoitustilanteena voidaan pitää kerran kym-

9.7.2012

menessä vuodessa toistuvaa rankkasadetta, jonka kestoaika on tarkastelupisteestä riippuen 1...3 h.

Radan alittavan rummun kapasiteetti on varmistettava myös harvemmin toistuvalla (1/50a) rankkasateella. Tavallinen mitoituspusterite rautatierummuille on kerran 20 vuodessa toistuva ylivirtaamatilanne¹³.

Ylivirtaamien kannalta myös Piipanojassa on haasteellisia kohtia. Suunnittelualueen alarajalla Käärmekekallion sillan vieressä on kiinteistö, jonka on ilmoitettu kärsineen tulvahaittaa jo nykyisillä virtaamilla. Hulevesien riittävä viivyttäminen onkin edellytys, jotta Piipanojan virtaamat eivät rankkasateiden vaikutuksesta merkittävästi kasvaisi suunnitellun maankäytön vaikutuksesta.

Edellä kuvattujen ali- ja ylivirtaamiin liittyvien haittojen ehkäisemisen lisäksi keskeinen tavoite on hulevesien laadun turvaaminen. Tontit tulee toiminnan niin vaatiessa varustaa hiekan- ja öljynerotinjärjestelmillä. Hulevesien hallinnan hyvä taso on turvattava monivaiheisella, hajautetulla järjestelmällä, jonka ansiosta yksittäisen hallintamenetelmän mitoituksen ylittyminen tai rakenteellinen vaurio ei johda hulevesien johtamiseen hallitsemattomasti ympäristöön. Näin hulevesien hallinnan kokonaisvarmuus lisääntyy ja ylivuotojen riski alenee. Samalla yksittäisen hallintamenetelmän mitoitus ja tilavaraus pienenevät, jolloin ne on mahdollista toteuttaa vähäisemmin rakennustöin ja sijoittaa joustavammin muun maankäytön mukaan.

Suunnittelualueella on suositeltavaa noudattaa hyviä hulevesien hallinnan periaatteita, joiden mukaisesti tontti kantaa vastuunsa aiheuttamistaan hulevesistä. Tonttikohtaisia järjestelmiä täydennetään alueellisin keskitetyin järjestelmin. Keskitettyjä järjestelmiä on mahdollista sijoittaa myös tontin sisälle, jos se soveltuu maankäyttösuunnitelmiin paremmin.

¹³ Varsinais-Suomen ELY-keskus, Kari Nieminen. Sähköpostiviesti 30.5.2012.

9.7.2012

4 HULEVESIEN HALLINTASUUNNITELMA

4.1 Hulevesien hallinnan periaatteet

Hulevesien hallinnan ja johtamisen yleisiä hyviä periaatteita on kuvattu tyypillisesti seuraavalla toimintatapojen prioriteettijärjestyksellä, jota voidaan pitää hyvänä ohjeistuksena myös suunnittelualueella:

- I. Ehkäistään hulevesien muodostumista ja niihin kohdistuvaa laatuhaittaa
- II. Hulevedet käsitellään ja hyödynnetään syntypaikallaan (hulevesien käyttö ja maahan imeyttäminen)
- III. Hulevedet johdetaan pois syntypaikaltaan suodattavalla ja hidastavalla järjestelmällä
- IV. Hulevedet johdetaan pois syntypaikaltaan hulevesiviemärissä yleisillä alueilla sijaitseville hidastus- ja viivytysalueille ennen vesistöön johtamista (viivyttäminen avouomissa)
- V. Hulevedet johdetaan hulevesiviemärissä suoraan vesistöön.

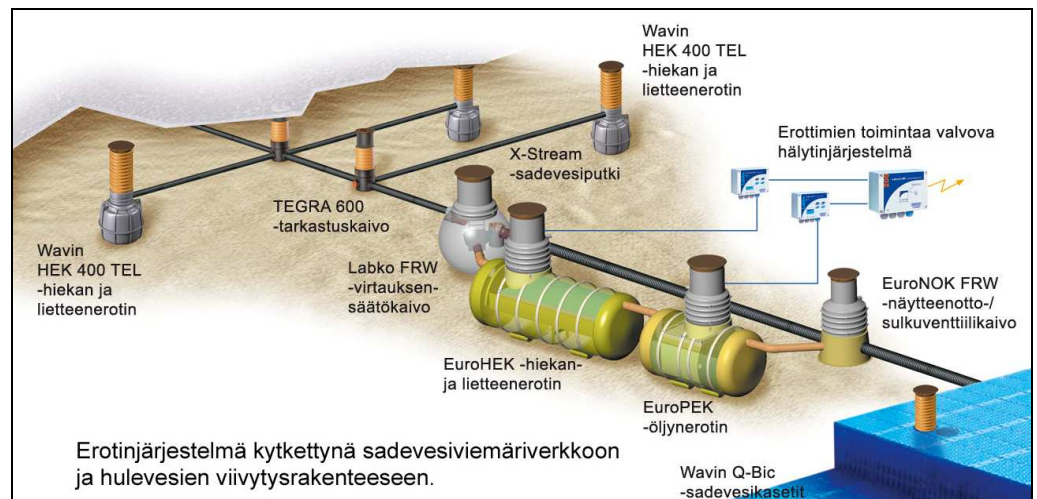
4.2 Korttelikohtainen hulevesien hallinta

Suunnittelualueelle esitetään tonttikohtaista hallintajärjestelmää, joka toteuttaa edellisessä luvussa kuvattuja toimintatapoja III ja IV. Toimintatavan II mukaista hallintaa sovelletaan suunnittelualueen itä- ja kaakkoisosassa, jossa muodostuvia hulevesiä hyödynnetään osittain kasteluvetenä. Tonttikohtaisilla hiekan- ja öljynerotinjärjestelmillä voidaan parantaa piha-alueilla muodostuvien hulevesien laatua ennen johtamista varsinaisiin viivytysjärjestelmiin.

Hiekan- ja öljynerotinjärjestelmän muodostamaa kokonaisuutta ja kytkeytymistä tontin hulevesiviemäriverkkoon on havainnollistettu *kuvassa 7*. Erotinjärjestelmä varustetaan virtauksensäätökaivolla, joka ohjaa erotinjärjestelmien puhdistuskyvyn ylittävät virtaamahuiput järjestelmän ohi. Virtauksensäätökaivo mitoitetaan siten, että erotinjärjestelmä pystyisi käsittelemään noin 95 % vuotuisesta sademäärästä¹⁴. Sekä erottimista että ohivirtauksesta vedet johdetaan näytteenottokaivoon, josta vedet puretaan tonttikohtaiseen hulevesien viivytysjärjestelmään. Näytteenottokaivot varustetaan lisäksi sulkuventtiileillä, jolloin erityistilanteissa purkuvirtaus voidaan katkaista kokonaan. Tällainen erityistilanne voi muodostua joillakin tonteilla esimerkiksi tulipalon takia, jolloin halutaan estää sammutusvesien kulkeutuminen ympäristöön.

Kattopinnoilta muodostuvat hulevedet voidaan johtaa suoraan hulevesiviemärillä viivytysohjauksella järjestelmään, koska kattovedet eivät tarvitse vastaavaa laadullista käsittelyä. Kattovesien suuri määrä johtaisi erotinjärjestelmän tarpeettomaan ylirajoittamiseen ja häittäisi likaisempien piha-alueen vesien käsittelyä.

9.7.2012



Kuva 7. Esimerkki erotinjärjestelmästä.¹⁴

Hulevesien viivytyspainanteet ovat kasvillisuuspinntaisia painanteita, joissa hulevesiä viivytetään hetkellisesti. Hulevesiä seisotetaan etenkin sademäärältään pienillä sadetapahtumilla, jotta mahdollisimman suuri osa vesistä suotautuisi maakerrosten läpi eteenpäin, imeytyisi maaperään tai haihtuisi ilmaan. Suotautuessaan maakerrosten läpi hulevesien kiinteät epäpuhtaudet jäävät maakerrokseen ja liuenneetkin epäpuhtaudet vähenevät maaperän mikrobiologisen ja kemiallisen toiminnan ansiosta. Suotautuvat vedet turvaavat maakerrosten vesitaloutta ja alivirtaamia. Painanteisiin voidaan istuttaa vaihteleviin kosteusolosuhteisiin soveltuvia kasvilajeja. Lentokentän ympäristössä pysyvien vesipintojen muodostaminen ei tule kyseeseen lentoliikennettä haittaavien heijastumien tai alueelle kerääntyvien lintujen takia. Näin ollen painanteen on tyhjennyttävä riittävän nopeasti rankkasadetapahtuman jälkeen.

Painanteiden purkuratkaisujen on suositeltavaa olla vaihteellaisia, jolloin purkuvirtaama voidaan rajoittaa tavanomaisia tilanteita varten alhaiseksi, mutta tulvatilanteessa voidaan johtaa myös suurempia virtaamia hallitun ylivuodon kautta. Perusvirtaama voidaan johtaa painanteen tyhjennysputken kautta tai suotautumalla. Ylivuoto voidaan toteuttaa joko suuremmalla putkella tai patokenkerein yli. Esimerkki viivytyspainanteesta on kuvassa 8.



Kuva 8. Esimerkki hulevesien viivytyspainanteesta.¹⁵

¹⁴ Wavin Labko Oy

9.7.2012

4.3 Yleisillä alueilla tehtävä hulevesien hallinta

Kortteli- ja tonttikohtaisten ratkaisujen lisäksi yleisille alueilla on sijoitettava alueellisia hulevesien hallintajärjestelmiä. Alueelliset menetelmät toteuttavat kappaleen 4.1. toimintatapoja III ja IV. Alueellisia menetelmiä tarvitaan tilanteissa, joissa tonttikohtaisten järjestelmien kapasiteetit ylittyvät sekä katu-ym. yleisten alueiden vesien hallintaan, koska näille ei osoitettane paikallista viivytyksvelvoitetta.

Alueelliset järjestelmät ovat viivyttäviä allas- ja ojarakenteita, joilla varmistetaan että kriittisissä pisteissä, kuten radan kuivatusojissa ja alittavassa rumussa sekä selvitysalueen alarajalla Piipanojassa alueen rakentaminen ei lisää hulevesivirtaamia haitallisessa määrin. Yleisille alueille suunniteltujen hallintajärjestelmien sijainnit käyvät ilmi **liitteen 2** valuma-aluekartasta ja **liitteen 3** yleissuunnitelmakartasta.

Viivytyksjärjestelmistä vedet puretaan säätökaivon, padon tai purkuputken kautta hallitusti siten, että purkurakenteen aukko kuristaa altaaseen tulevan virtaaman sallitulle tasolle ja ylittävä vesimäärä padottuu altaaseen. Purkurakenne voidaan tehdä moniportaiseksi esim. useammalla eri kokoisella aukolla siten, että allas viivyttää varsinaisen mitoitussateen lisäksi myös pienempien sateiden aiheuttamia virtaamia. Tavanomaisia virtaamia hallitsemalla vähennetään hulevesien laatuhaittaa mahdollistamalla tehokkaampi kiintoaineksen laskeutuminen sekä myös eroosiontorjunta on tehokkaampaa, kun virtaaman säätely kohdistuu useampiin sadetapahtumiin. Altailla on ympäristön korkeus-asemien perusteella määriteltävä maksimivedenkorkeus, jonka ylityksessä vesi ohjautuu ylivuotokynnyksen tai tulvapusken kautta eteenpäin. Esimerkki viivytyksaltaasta on esitetty *kuvassa 9*.



Kuva 9. Esimerkki viivytyksaltaasta, Tampere Herrainsuo.

9.7.2012

4.4 Suunnitellun hulevesien hallintajärjestelmän kuvaus

Suunnittelualueella hulevesien viivytys esitetään tehtävän kortteli- tai tontti-kohtaisten viivytysjärjestelmien ja yleisille alueille sijoittuvien keskitettyjen viivytysaltaiden yhdistelmänä. Maankäyttösuunnitelmien tarkentuessa on selvitettävä järjestelmien rakenne (painanne tai maanalainen kennorakenne). Keskitetyille viivytysaltaille on osoitettava kaavoissa riittävät tilavaraukset.

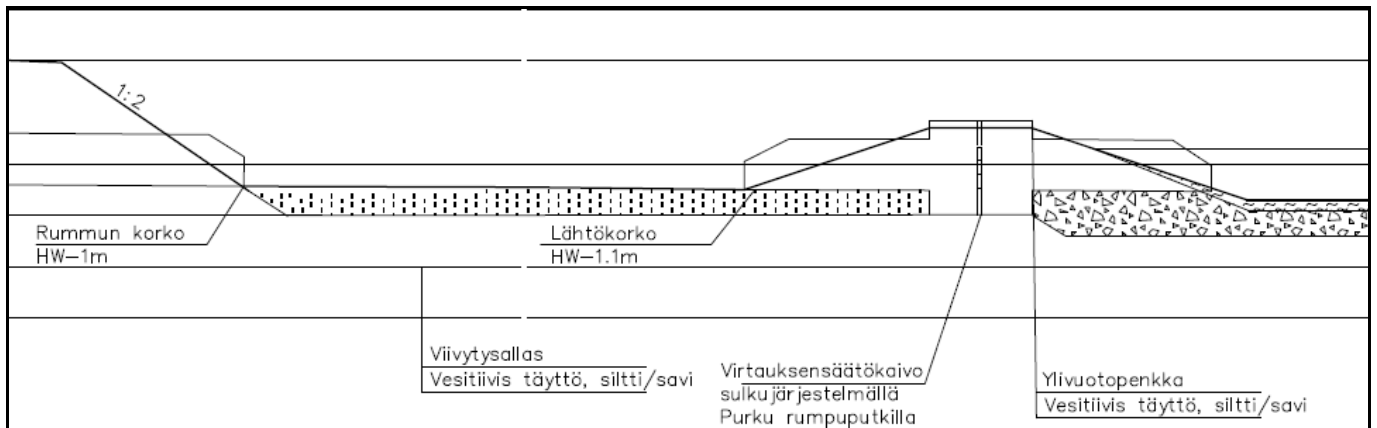
Seuraavassa on esitetty hulevesien hallintajärjestelmän tarvittava mitoitus hulevesien määrän kasvusta aiheutuvien ongelmien ehkäisemiseksi. Tarkempi mallinnukseen perustuva mitoitus tarkastelu on esitetty *luvussa 5*. Hallinnan tavoitteeksi ja mitoitusperusteeksi valittiin kerran viidessäkymmenessä vuodessa esiintyvän rankkasateen aiheuttaman virtaaman viivyttäminen nykytilanteessa esiintyvien virtaamien tasoon ennen Toijalan radan alitusta sekä kerran kymmenessä vuodessa esiintyvän maksimivirtaaman viivyttäminen lähelle nykytilan tasoa selvitysalueen alarajalla Piipanojassa.

Mustasuon AK-alueen kohdalla ensisijainen tavoite on ehkäistä virtaamien kasvu Toijalan radan alittavassa rummussa sekä radan kuivatusojissa, joiden kautta osa selvitysalueen vesistä ohjautuu. Mustasuon alueella on hyvät mahdollisuudet alueellisten viivytysaltaiden toteuttamiseen, jolloin tonttikohtaiset järjestelmät voidaan mitoittaa viivyttämään 10 mm:n sademäärä, joka vastaa määrältään esimerkiksi joka toinen vuosi toistuvan 30 min rankkasadetta tai kerran viidessä vuodessa toistuvaa 15 min rankkasadetta. Käytännössä tämä tarkoittaa tonttikohtaista viivytysjärjestelmää, jonka mitoitus on 1 m³ viivytystilavuutta / 100 m² vettä läpäisemätöntä pintaa. Mustasuon AK-alueelle osoitetaan lisäksi kaksi alueellista viivytysallasta, joista pohjoisempi viivyttää hulevesiä ennen kuin Ketusoja purkaa vetensä Toijalan radan varteen. Vaistenpolun pohjoispuolelle toteutetaan toinen alueellinen hulevesien viivytyspainanne, joka tasaa Mustasuon eteläisen alueen ja kaava-alueen pohjoisosista tulevien hulevesien virtaamaa ennen kuin vedet ohjautuvat Toijalan radan alitukseen.

Maa-ainespuiston AK-alueella maankäyttö muuttaa alueen hydrologiaa erittäin merkittävästi nykytilanteeseen nähden, jolloin virtaamien hallitsemiseksi tarvittavat ratkaisujen tulisi olla mitoitukseltaan järeitä. Alueelta on haastavaa osoittaa suuria tilavaroja alueelliselle viivytykselle, jolloin tontti- ja kortteli-kohtaisten järjestelmien merkitys korostuu. Tontti- tai korttelikohtaisella hallinnalla esitetään kuitenkin viivytettävän myös 10 mm:n sademäärä, jotta tonttikohtaisen järjestelmän mitoitusperuste ei kasvaisi tarpeettoman korkeaksi. Tonttikohtaisen järjestelmän mitoitus on näin ollen 1 m³/100 m² vettä läpäisemätöntä pintaa. Hulevedet alueelta johdetaan pääosin Vaijerikadun, Mutterikadun ja Vaistentien hulevesiviemäreitä pitkin Piipanojaan. Toijalan radan varteen sijoittuvien T-alueiden vedet johdetaan uutta radan suuntaista ojaa pitkin kohti etelää ja Piipanojaa. Uusi oja toteutetaan viivyttävänä rakenteena, jolloin virtaamaa kuristetaan pohjapadoilla tai padottavilla rummuilla. Uuden ojan vedet joudutaan maastonmuodoista johtuen ohjaamaan Toijalan radan kuivatusojaan nykyisen muuntamoaseman kohdalla. Vaistentien eteläpuolelle, rakennetun hulevesiviemärin rinnalle toteutetaan alueellinen hulevesien viivytysallas, joka tasaa teollisuus- ja varastoalueilta tulevia virtaamia ennen Piipanojaan johtamista. Radan varren T-alueilta valuvia vesiä ei voida korkeusasemasta johtuen johtaa Vaistentien viivytysaltaaseen.

Kuvassa 10 on esitetty esimerkkipoikkileikkaus radan varteen sijoittuvan viivyttävän ojan rakenteesta. Oja jaetaan pituussuunnassa useaan osaan päätypenkereillä kohdista, joissa mahdolliset pistoraiteet tulevat T-alueille. Toisin

9.7.2012



Kuva 13. Hulevesialtaan tyyppipituusleikkaus.

Suunnittelualueen ulkopuolella, Lentokentän etelä- ja pohjoispuolella on myös toteutettava riittävä hulevesien viivytyksjärjestelmä, jonka avulla varmistetaan Toijalan radan alittavan rummun kapasiteetin riittävyys tulevaisuudessa. Virtaamat eivät saisi rummun yläpuolella juurikaan kasvaa nykytilaan verrattuna, jos rummun kapasiteettia ei kasvateta. Tämä asettaa haasteen koko radan länsipuolisen valuma-alueen hulevesien hallinnassa.

Mallintamalla tehdyt tarkastelut järjestelmien toiminnasta ja mitoituksesta on esitetty *luvussa 5*.

4.5 Varautuminen erityistilanteisiin

Eryistilanteisiin, kuten tulipaloihin tai kemikaalivuotoihin, on varauduttava hulevesien hallintajärjestelmissä. Tärkeimpänä kohteena tässä mielessä on Maa-ainespuiston etelä- ja kaakkoisreunalla sijaitsevat T-2-alueet. Näiden tonttikohtaisessa järjestelmässä on varmistettava, että onnettomuustilanteissa likaantuneita vesiä ei pääse vuotamaan Huiskulan puutarhan kasteluvesialtaisiin johtaviin virtausreitteihin. Käytännössä tämä tarkoittaa esimerkiksi pihaj- ja katualueen kallistusten huolellista suunnittelua. Tonttikohtaiset hallintajärjestelmät tulee varustaa sulkuventtiilillä, mikäli mahdollista (esimerkiksi erotinjärjestelmien näytteenottoaivojen yhteyteen).

4.6 Tulvareitit

Hulevesien vähentämisen, viivyttämisen ja perinteisen johtamisen lisäksi on suunniteltava erityistilanteita varten hulevesien tulvareitit. Niillä turvataan hulevesien hallittu johtaminen ja rakenteiden kuivana pysyminen tilanteissa joissa hulevesiviemäriverkon ja hallintamenetelmien kapasiteetti ylittyy. Tonttien sisällä tulvareittejä voidaan muodostaa yksinkertaisimmillaan esimerkiksi käyttämällä yhtenäisiä reunakiveyksiä, jolloin hulevedet pysyvät tiettyyn rajaan asti katualueella. Myös pihojen kaltevuudet tulee suunnitella siten, että valumasuunnat ovat poispäin rakennuksista ja kaltevuudet riittävät hulevesien sujuvaan pintajohtamiseen. Katualueelta tulvavedet tulisi pyrkiä johtamaan maaston painanteisiin tai ojiin, joissa hulevedet eivät aiheuta aineellisia vahinkoja eivätkä haittaa alueiden käyttöä muuten kuin hetkellisesti.

Myös hulevesien hallintajärjestelmissä tulee olla aina hallitut ylivuotoreitit tulvatilanteita varten. Ylivuodon tarkoituksena on estää hallintajärjestelmän hallitsematon tulviminen esimerkiksi sen yläpuoliseen verkostoon ja rakennusten salaojiin asti. Tarkoituksena on myös estää rakenteelliset vauriot, joita hallitsemattomat tulvavedet voisivat aiheuttaa mm. altaiden ja biopidätysalueiden

9.7.2012

maa- ja kasvillisuusrakenteille. Tulvareitit tulee ketjuttaa siten, ensimmäisen järjestelmän tulviminen pyritään hallitsemaan seuraavalla hallintamenetelmällä. Kun kaikkien järjestelmien viivytystilavuus täyttyy, tulvareitin on oltava sujuva purkuvesistöön asti, jotta aineellisia vahinkoja voidaan ehkäistä.

Suunnittelualueen tulvareittejä on esitetty kartalla **liitteessä 3**.

4.7 Rakentamisen aikainen hulevesien hallinta

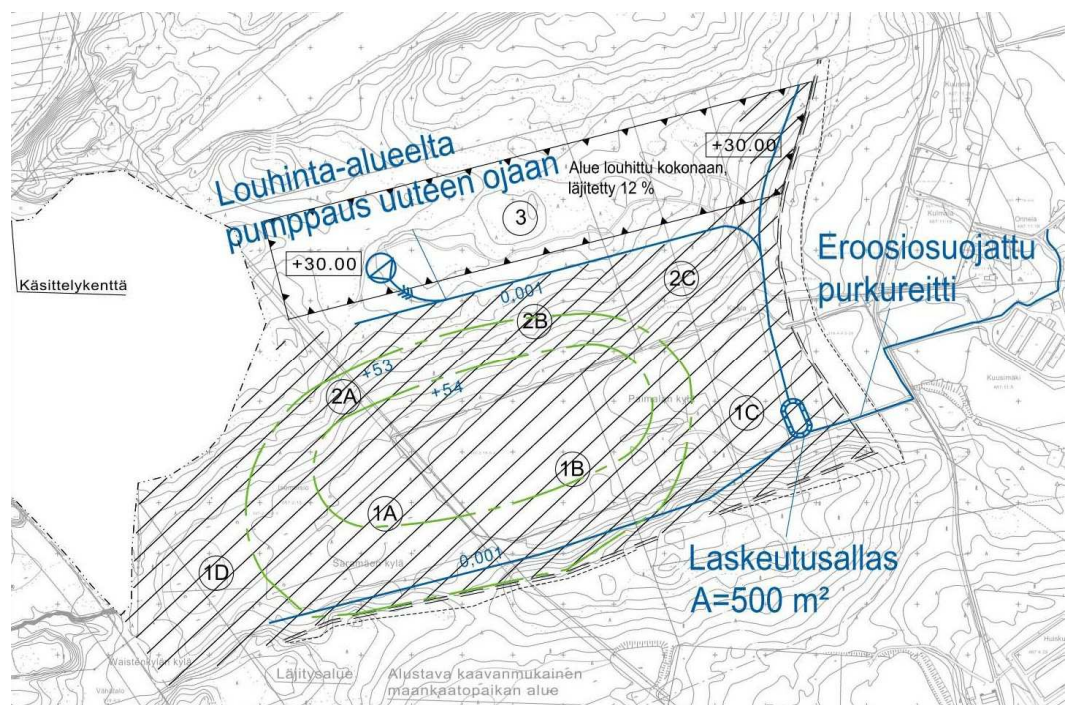
Suunnittelualueen tonttien rakentamisen aikainen hulevesien hallinta tulee ottaa huomioon kohteen jatkosuunnittelussa. Rakentamisen aikaiset hulevedet ovat poikkeuksetta laadultaan huonoja, koska hulevesiin huuhtoutuu mm. häiriintyneistä maakerroksista runsaasti kiintoaineista. Rakentamisen aikaisia hulevesiä tulee näin ollen seisottaa kiintoaineen laskeuttamiseksi. Vaikka rakentamisaikaiset hulevedet tulee ensisijaisesti allastaa, tulee niillekin suunnitella hallittu tulvareitti eroosiohaittojen minimoimiseksi.

Rakennusvaiheen vesien käsittely kannattaa järjestää rakentamalla viivytysaltaat etupainotteisesti suunniteltuihin paikkoihin.

4.8 Maanlajitysalueen välivaiheen hulevesien hallinta

4.8.1 Järjestelmän kuvaus

Tarkastelutilanteessa läjitysalueen eteläosa (alueet 1 ja 2) on läjitetty lopulliseen korkeustasoon ja kolmas alue on louhittu ja läjittäminen aloitettu. Alueiden 1-3 kokonaispinta-ala on noin 26 ha. Läjitysalueen itäreunalle on tällöin toteutettu reunapenger, joka katkaisee savimaiden valumisen kohti itää. Alueiden 1-2 täyttötaso on reunapenkereen yläpuolella, jolloin niillä muodostuvat hulevedet pääsevät purkautumaan alueen ulkopuolelle itään. Louhittu alue 3 on huomattavasti ympäristön maanpintoja alempana ja sinne kertyvät veden joudutaan pumppaamaan alueelta pois. Pumppaustarve määräytyy veden kertymisnopeuden ja siitä aiheutuvan haitan mukaan. Tarkasteltava tilanne on esitetty *kuvassa 14* alla ja tarkemmin **liitteessä 4**.



Kuva 14. Läjitysalueen rakentamisen aikainen hulevesien hallinta.

9.7.2012

Läjäytysalueen rakentamisen aikainen hulevesien hallinta kuvatussa vaiheessa käsittää pintavaluntareittien (ojien) rakentamisen alueen 1 eteläreunalle sekä alueen 2 pohjoisreunalle. Alueiden 2 ja 3 itäreunalle rakennetaan etelään viettävä oja. Ojat toteutetaan minimikaltevuudella 0,1 %, jolloin vesi pääsee myös suotautumaan maaperään. Alueen 3 louhitulta mutta vielä läjittämättömältä osalta vedet joudutaan pumppaamaan alueen 2 ja 3 välissä olevaan ojaan. Täytetyn alueen lounaisnurkan vedet johdetaan alueelta länteen.

Ojista vedet kulkeutuvat läjäytysalueen kaakkoiskulmaan rakennettavaan laskeutusaltaaseen. Altaassa veden virtausnopeus lasketaan pieneksi, jolloin kiintoaines pääsee laskeutumaan altaan pohjalle. Hyvin hienoa ainesta ei kuitenkaan altaassa saada laskeutumaan. Hienoaineksen poistamisessa voidaan hyödyntää esimerkiksi suodattavaa patoa altaan purkurakenteessa.

4.8.2 Mitoitus

Laskeutusaltaan mitoituksessa ei ole tarkoituksenmukaista varautua hyvin harvoin toistuvien rankkasateiden aiheuttamiin virtaamiin. Veden kuormittavuuden kannalta oleellisempaa on vähentää jatkuvaa kuormitusta, joka aiheutuu tavanomaisilla virtaamilla. Altaasta on järjestettävä riittävä ylivuoto tulvatilanteiden varalta, jolloin hyväksytään lyhykestoinen kiintoainekuormitus alapuoliseen vesistöön.

Käytetään altaiden mitoitusasteena vuotuista vuorokausisadetta (1/1a 24h), jonka intensiteetti on 4,2 l/s*ha. Täyttöalueelta 1 ja 2 virtaama tulee suoraan, alueelta 3 pumppauksen kautta jolloin virtaama määräytyy pumppujen tuoton kautta. Arvioidaan pumppauksen tuotoksi em. sadetta suoraan vastaava virtaama eli pumput pystyvät estämään vedenpinnan nousun louhitun montun pohjalla tällä sateella. Oletetaan valumakertoimeksi täyttöalueella 0,40 ja louhityksessä montussa valumakerrointa ei huomioida vaan kaikki satava vesi ajatellaan pumpattavan pois.

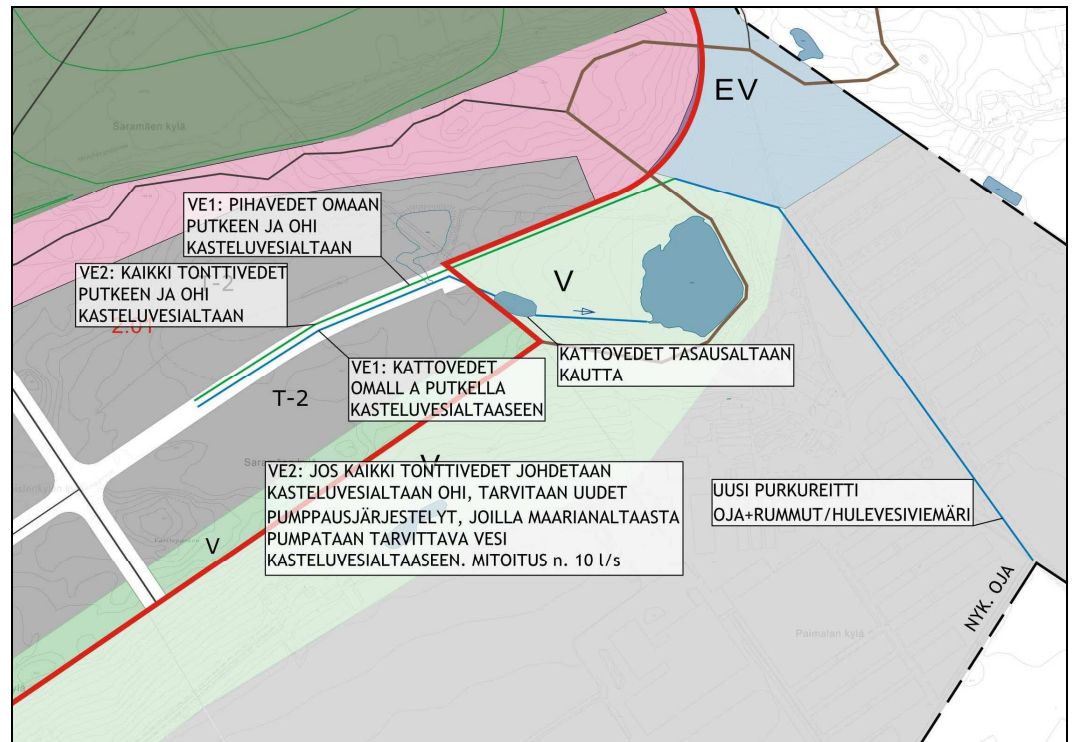
Tällöin alueelta 1 ja 2 tuleva virtaama on $18 \text{ ha} \cdot 40 \% \cdot 4,2 \text{ l/s} \cdot \text{ha} = 30 \text{ l/s}$ ja alueelta 3 pumpattava virtaama $5,5 \text{ ha} \cdot 4,2 \text{ l/s} \cdot \text{ha} = 23 \text{ l/s}$ eli yhteensä 53 l/s. Tämä virtaama tulisi hidastaa laskeutusaltaassa niin, että halutun kokoiset partikkelit ehtivät laskeutua altaan pohjalle ennen kuin virtaama on ehtinyt kulkea altaan läpi. Esimerkiksi karkea siltti, raekoko 0,02 mm, laskeutuu tunnissa yhden metrin. Tällöin laskeutusaltaan pintakuorma tulisi olla 1 m/h, joka saavutetaan em. 53 l/s virtaamalla kun altaan pinta-ala on 190 m². Tätä voidaan pitää altaan teoreettisena minimikokona. Koska virtaus altaassa ei koskaan jakaudu optimaalisesti eli altaan pinta-ala ei kokonaisuudessaan toimi laskeuttimena, pitää altaan koon olla 1,3...1,8-kertainen teoreettiseen arvoon verrattuna. Altaan koon pitäisi näin ollen olla 250-350 m². Koska tulovirtaaman määrittely perustuu oletuksiin, on syytä varautua vielä isompaan allaskokoon riittävän varmuuden saavuttamiseksi. Laskeutusaltaan kooksi esitetään valittavan 500 m², jolloin pintakuorma olisi noin 0,4 m/h. Altaan muodon tulisi olla pitkänomainen, pituuden noin 7...10 kertaa leveys. Altaan poikkileikkauksen tulee olla riittävän suuri, jotta virtausnopeus altaassa laskisi alle 1 cm/s arvoon. Esitetään altaan leveydeksi 10 metriä, pituudeksi 50 metriä ja syvyydeksi 1 metri, jolloin suositeltavat mitoitusarvot täyttyvät ja virtausnopeus 53 l/s virtaamalla olisi noin 0,5 cm/s. Mitoitus on tarkastettava seuraavassa suunnitteluvaiheessa.

Laskeutusaltaan toimintaa voidaan tehostaa altaan purkupäähän toteutettavalla suotopadolla tai biosuodatuskentällä, jolla voidaan tehostaa kiintoaineksen poistumista.

9.7.2012

4.9 Ratkaisut kauppapuutarhojen kasteluvien turvaamiseksi

Puutarhojen kasteluvien valuma-alue muuttuu sekä kooltaan että muilta ominaisuuksiltaan suunnitellun maankäytön myötä. Tässä kappaleessa esitetään vaihtoehtoisia ratkaisuja, joilla voidaan turvata jatkossa riittävän kasteluvien saanti. Toiminnanharjoittajien viesti on ollut, että kasteluvien taaseen ei tule johtaa kaavoitettujen T-2-alueiden piha- ja katualueiden vettä. Kattovesiä sen sijaan kasteluvienä voitaisiin käyttää. Kuvassa 15 on esitetty vaihtoehtoiset toteutustavat kartalla.



Kuva 15. Järjestelyt puutarhojen kasteluvien turvaamiseksi tulevaisuudessa.

Ensimmäinen vaihtoehto (VE1) on erottaa T-2-alueiden kattovedet piha- ja katualueen hulevesistä ja rakentaa hulevesiviemäri kattovesille, jotka päätyisivät Huiskulan kasteluvienalastaaseen. Piha- ja katualueen vettä tulee tässä tapauksessa johtaa omalla reitillä Huiskulan puutarha-alueen läpi kohti etelää.

Toinen vaihtoehto (VE2) on johtaa kaikki T-2-alueiden vedet hulevesiviemäriä ohi kasteluvienalasta Huiskulan alueen läpi kohti etelää. Tällä järjestelyllä varmistetaan, että alueelta ei kulkeudu epäpuhtauksia kasteluvienalastaaseen.

Kasteluvien määrän turvaamiseksi on saneerattava pumppausjärjestelyt, jolla vettä voidaan johtaa Maarianaltaasta kasteluvienalastaaseen. Pumppauksen mitoitus on noin 10 l/s. Vuorokaudessa kuluva maksimiviesimäärän arvioidaan olevan noin 200 m³. Keskimääräisen pumppauksen arvellaan olevan 150 m³/d läpi vuoden. Myös ensimmäisessä vaihtoehdossa saatetaan tarvita pumppauksen tehostamista hyvin vähäsatteisena ajanjaksona. Taulukossa 2 on esitetty vaihtoehtoisten ratkaisujen karkeat kustannusarviot.

9.7.2012

Taulukko 2. Kustannusarviot järjestelyistä, joilla turvataan kasteluveden saatavuus.

Vaihtoehto		Määrä	Yksikkökustannus	Yhteensä (ALV 0 %)
VE1	Kattovesille 500 M	320 m	250 €/m	80 000 €
	Tasausallas	250 m ²	200 €/m ²	50 000 €
	Muille vesille 315 M	780 m	175 €/m	137 000 €
	Muille vesille ojalinja	260 m	50 €/m	13 000 €
	YHTEESNÄ			280 000 €
VE2	500 M	780 m	250 €/m	195 000 €
	Ojalinja	260 m	50 €/m	13 000 €
	YHTEESNSÄ			210 000 €
Pumpaus	Pumppaamo	1 kpl	20 000 €	20 000 €
	Painelinja 160 M	1 300 m	60 €/m	78 000 €
	Käyttökustannus	20 kWh/d	0,085 €/kWh	650 €/a

9.7.2012

4.10 Hallintajärjestelmän kustannukset

Hallintajärjestelmien laitteisto- ja materiaalikustannukset arvioitiin yleissuunnitelmatasolla. Kustannuksissa ei ole esitetty perinteisten hulevesiviemäreiden ja kaivojen kustannuksia, koska ne eivät ole lisäkustannus, vaan ne tulisivat tontille kaikesta huolimatta. Kustannusarviot on koottu *taulukoon 3*.

Taulukko 3. Hulevesijärjestelmien laitteisto- ja materiaalikustannusarvioita.

Järjestelmä		Kustannusarvio (ALV 0%)
Yleisten alueiden viivytysaltaat ja -painanteet	Mustasuon pohjoinen viivytysallas, 7 500 m ² . Yks.hinta 25 – 40 €/m ²	190 000 – 300 000 €
	Mustasuon eteläinen viivytysallas, 3 500 m ² . Yks.hinta 25 – 40 €/m ²	90 000 – 140 000 €
	Vaistentien viivytysallas, 7 500 m ² . Yks.hinta 25 – 40 €/m ²	190 000 – 300 000 €
	Radan varren viivytysoja, 950 m. Yks.hinta 100 €/m	95 000 €
Tonttikohtaiset järjestelmät	Mustasuon AK, mitoitus 1 m ³ /100 m ² vettä läpäisemätöntä pintaa. T-tontteja 44,5 ha, TIA 75 % → Viivytystilavuutta 3 350 m ³ . Yksikköhinta 200 €/m ³ .	yhteensä 700 000 €
		15 500 €/ha*
	Maa-ainespuiston AK, mitoitus 1 m ³ /100 m ² vettä läpäisemätöntä pintaa. T-tontteja 70,9 ha, TIA 75 % → Viivytystilavuutta 5 300 m ³ . Yksikköhinta 200 €/m ³	yhteensä 1 100 000 €
		15 500 €/ha*
Laitteet	Wavin Labko: virtauksensäätökaivo, hiekanerotin, öljynerotin ja näytteenotokaivo sulkuventtiilillä	45 000 €/laitteisto

* Kokonaiskustannusarvio suhteutettu AK-alueen tonttipinta-alaan

9.7.2012

5 MITOITUS- JA TOIMIVUUSTARKASTELUT

5.1 Hulevesimallinnus

Suunnitellun hulevesien hallintajärjestelmän toimivuutta tarkasteltiin kokonaisuutena hulevesimallin avulla. Malliin rakennettiin karkealla tarkkuudella myös läheiset osavaluma-alueet verkostoineen, jotta alueesta voitiin muodostaa kokonaiskuva. Mallinnus suoritettiin FCG SWMM -ohjelmalla (Storm Water Management Model), joka sisältää hulevesien muodostumista kuvaavan hydrologisen valuma-aluemallin sekä virtausreittejä kuvaavan hydraulisen mallin.

Hydrologisella mallilla kuvataan erityisesti valuma-alueelta muodostuvan pintavalunnan määrää ajan suhteen. Hydrologinen malli perustuu syötteenä olevaan sadetapahtumaan ja valuma-alueiden ominaisuuksista johtuvien sadannan häviöiden laskemiseen. Malliin rakennettiin osavaluma-alueet ja valuma-reitit ominaisuuksineen. Ominaisuuksista huomioitiin mm. pinta-ala, läpäisevämmän pinnan määrä, keskimääräinen kaltevuus sekä virtausvastuskerroin. Mallinnuksen tuloksena saatiin valuma-aluekohtaiset purkautumiskäyrät, jotka toimivat syötteenä hydrauliselle verkostomallille.

Hydraulinen malli rakennettiin yhdistämällä edellä kuvattu hydrologinen valuma-aluemalli avo-uomista ja sadevesiviemäreistä muodostuvaan verkostomalliin. Hydrauliseen malliin sisällytettiin myös suunnitellut hulevesien hallintajärjestelmät purkujärjestelyineen. Mallin avulla voitiin tarkastella monipuolisesti mm. ajasta riippuvia virtaamien summakäyriä, vedenpinnan tasoja ja viivytyjärjestelmien tilavuuksia ajan suhteen. Hydraulisessa mallinnuksessa käytettiin nk. dynaamista menetelmää¹⁶, jolla voitiin tarkastella monimutkaisiakin ilmiöitä kuten paineellista virtausta, taaksepäin virtausta sekä virtausreittien tulvimista ja padotusta. Ote rakennetusta hulevesimallista on esitetty *kuvassa 16*.



Kuva 16. Ote suunnittelualueelle rakennetusta SWMM-hulevesimallista.

¹⁶ US EPA. 2009. Storm Water Management Model, User's manual, version 5.0.

9.7.2012

5.2 Mitoitussateet

Mitoitussade määritetään valuma-alueen pinta-alan, kertymisajan ja sateen toistuvuuden perusteella. Suurimmat hulevesivirtaamat saavutetaan yleensä silloin, kun rankkasateen kesto valitaan kertymisajan eli valuma-alueen etäisimmästä reunasta purkupisteeseen kuluvan virtausajan pituiseksi¹⁷. Toisin sanoen kertymisaika määrittää suurimpien virtaamahuippujen esiintymishetken rankkasateen alkamishetkestä lukien. Hulevesiviemäriverkostossa pahin hetkellinen tulvatilanne syntyy lyhytkestoisella, intensiteetiltään suurella rankkasateella silloin, kuin usean osavaluma-alueen huippuvirtaamat esiintyvät samanaikaisesti samassa verkoston osassa. Sen sijaan esimerkiksi hulevesien viivytysjärjestelmissä pahimman tulvatilanteen aiheuttaa yleensä pitkäkestoisempi rankkasade, jonka sademäärä on suuri.

Valuma-alueen koon ja muodon lisäksi kertymisaikaan vaikuttaa olennaisesti sateen rankkuus. Heikoilla sateilla vaaditaan pitkäkestoisempi sadetapahtuma virtaamahuipun saavuttamiseksi, kun taas hyvin rankoilla sateilla virtaamahuippu muodostuu pintojen nopean kastumisen johdosta selvästi lyhemmässä ajassa. Erot kertymisajoissa jäävät kuitenkin vähäisiksi, kun siirrytään kerran viidessä vuodessa tai tätä harvemmin toistuviin tilanteisiin.

Tarkasteluissa on käytetty Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU)¹⁸ loppuraportin mukaisia, tarkistettuja sateen keskimääräisiä intensiteettejä 1 km² aluesadannalle. Sadetiedot perustuvat Suomessa kesällä 2000–2005 aikana tehtyihin tutkasadehavaintoihin ja vastaavat Etelä-Suomen sateita. Mallinnuksessa on käytetty 15 min, 1h ja 3h kestoisia rankkasadetapahtumia, joiden intensiteetit ja sademäärät on esitetty *taulukossa 4*. Tarkasteluja tehtiin myös pidempikestoisilla (6h) sateilla, jotta mahdolliset järjestelmän heikkoudet tulisivat ilmi. Viivytysjärjestelmät mitoitettiin kerran kymmenessä vuodessa toistuvalla kolmen tunnin kestoiselle rankkasateelle (1/10a 3h).

Taulukko 4. Mallinnuksessa käytetyt rankkasadetapahtumat (1km²).

Kesto	Toistuvuus	Keskim. intensiteetti		Sademäärä
15 min	1/5a	0,73 mm/min	122 l/s*ha	11 mm
1h	1/10a	0,39 mm/min	64 l/s*ha	23 mm
	1/100a	0,60 mm/min	100 l/s*ha	36 mm
3 h	1/10a	0,18 mm/min	29,3 l/s*ha	29 mm

Edellä esitettyjen sadetapahtumien lisäksi Toijalan radan alittavan rummun välityskyky tarkastettiin kerran 50 vuodessa esiintyvällä tunnin kestoisella rankkasateella.

Ilmastonmuutoksen on ennustettu kasvattavan rankkasateiden intensiteettejä keskimäärin 15–20 % vuosiin 2071–2100 mennessä. Arviot perustuvat Ilmatieteen laitoksen ennusteisiin. RATU:n¹⁸ suositusten mukaisesti ilmastonmuutos voidaan huomioida käyttämällä 20 % nykyistä rankempia sateita. Tämä tarkoittaa esimerkiksi, että nykyhetken 1/10a toistuvuus vastaa ennustetun ilmastonmuutoksen mukaisessa tilanteessa likimäärin 1/5a toistuvuutta. Vastaavasti nykyinen 1/5a toistuvuus vastaa ennustetussa tilanteessa likimäärin 1/3a toistuvuutta.

¹⁷ Suunnittelukeskus Oy 2007. Hulevesien luonnonmukaisen hallinnan menetelmät, suunnitteluohje.

¹⁸ Aaltonen, J. ym. 2008. Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU). Suomen Ympäristö, 31. 123 s.

9.7.2012

5.3 Hallintajärjestelmien mitoitus

Hulevesien hallintajärjestelmäkokonaisuus mitoitettiin siten, että suunnitelluilla ratkaisuilla pystytään viivyttämään rakentamisen johdosta kasvavat hulevesivirtaamat nykytilanteen tasolle. Mitoitustilanteeksi valittiin kerran kymmenessä vuodessa toistuva kolmen tunnin sade, jonka havaittiin mallinnuksen perusteella aiheuttavan suurimmat virtaamat tärkeimmissä tarkastelupisteissä Toijalan radan alittavassa rummussa sekä Kärmekealliontien sillan alapuolella Piipanojassa.

Mitoituksessa on huomioitu alueen lainvoimaisten ja luonnostasoisten asema-kaavojen sekä Lentoaseman ympäristön osayleiskaavan mukaiset maankäytöt. Mustasuon sekä Maa-ainespuidon kaava-alueilla oletettiin olevan kortteli- ja tonttikohtaiset hulevesien hallintajärjestelmät, joiden mitoitus Mustasuolla on $1 \text{ m}^3/100 \text{ m}^2$ läpäisemätöntä pintaa ja Maa-ainespuidon kaava-alueella niin ikään $1 \text{ m}^3/100 \text{ m}^2$ läpäisemätöntä pintaa. Alueellisten viivytyksaltaiden mitoitus tehtiin hulevesimallilla iteroimalla, jolloin malliin syötettiin alaiden oletettu tilavuus sekä pinta-ala ja purkurakennetta säätämällä etsittiin taso, jossa järjestelmällä on haluttu viivytyksivaikutus tarkastelupisteissä.

Järjestelmät on mitoitettu lopullista tilannetta varten, jossa myös maa-ainesten läjitysalueelta ohjautuu pintavaluntaa Piipanojaan. Rakentamisen aikaisessa tilanteessa, jossa läjitysalue ei ole vielä loppuun asti toteutunut, suunniteltujen hulevesijärjestelmien mitoitus on varmallalla puolella.

Yleisille alueille sijoittuvien hallintamenetelmien keskeiset mitoitus tiedot on koottu *taulukkoon 5*, ja ne on kuvattu myös *liitteenä 3* olevassa yleissuunnitelmakartassa.

Taulukko 5. Alueellisten hulevesikosteikkojen mitoitus (1/10a 3h).

Hallintamenetelmä	Viivytystilavuus mitoitustilanteessa	Tilavaraus	Maksimisyvyys
Mustasuo, pohjoinen	5 000 m ³	7 500 m ²	n. 1,2 m
Mustasuo, eteläinen	2 500 m ³	3 500 m ²	n. 1,2 m
Vaistentie	5 000 m ³	7 500 m ²	n. 1,2 m

Painanteiden toimintaa tulee tarkentaa mallintamalla vielä järjestelmän toteutussuunnitteluvaiheessa.

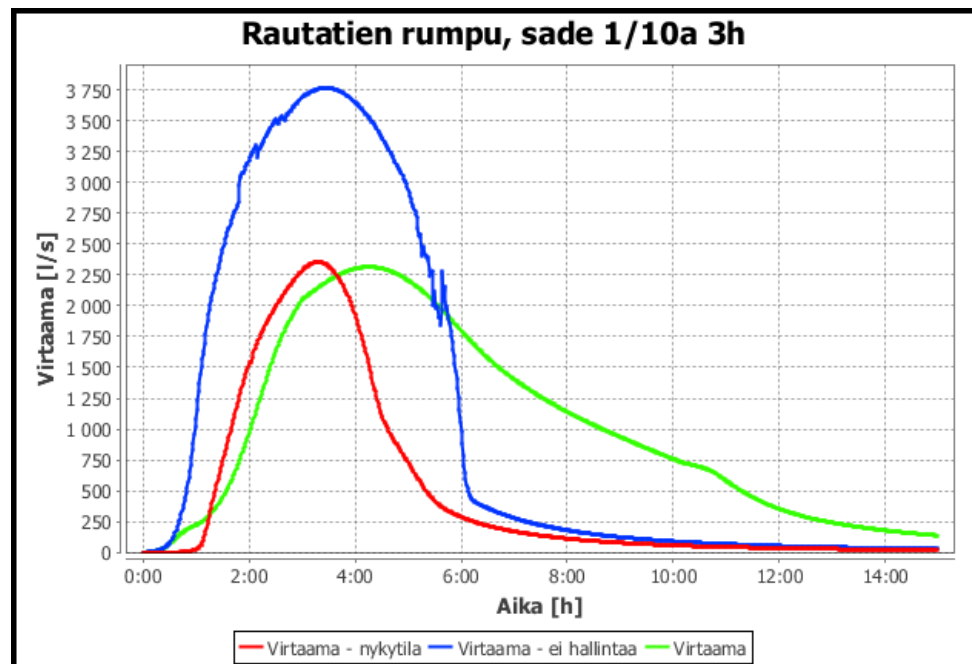
Tonttikohtaiset hiekan- ja öljynerotinjärjestelmät mitoitetaan tuotteiden valmistajan ohjeiden mukaisesti. Periaatteena on, että niillä hallitaan usein toistuvien sadetapahtumien hulevedet, jotka aiheuttavat säännöllisen ja haitallisen kuormituksen. Erottimien käsittelykapasiteetin ylittävät virtaamat johdetaan virtauksensäätökaivon avulla erottimien ohi (*by-pass*), jotta erottimien toiminta ei häiriintyisi.

9.7.2012

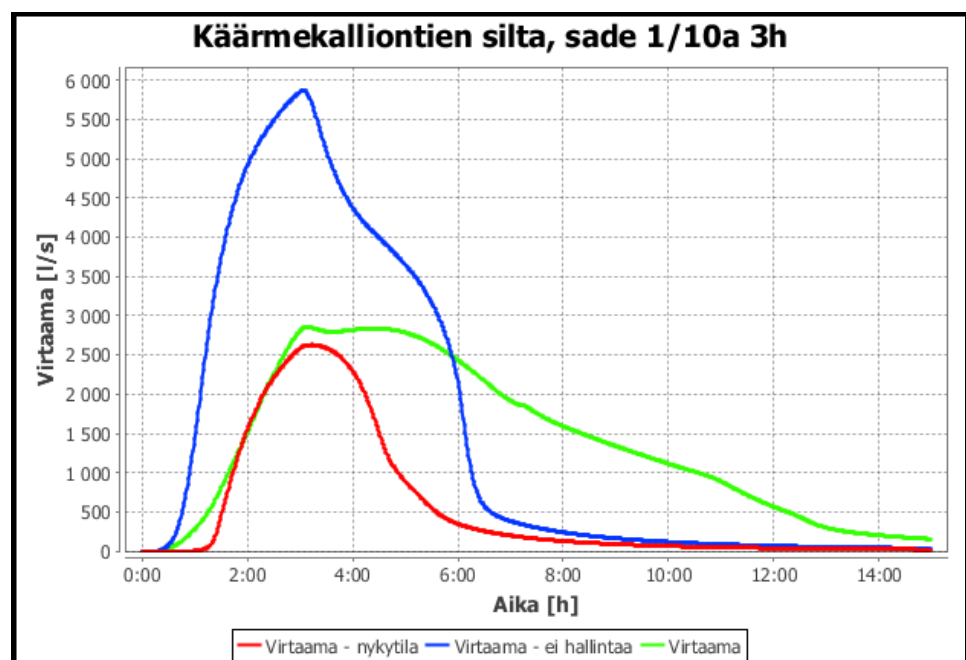
5.4 Hallintajärjestelmän toiminnalliset tarkastelut

Alueellisten viivytyspainanteiden suurimmaksi syvyydeksi asetettiin 1,2 m. Suurempi vesisyvyys saattaisi olla mahdollista, mutta se ei ole mitoituksen kannalta tarpeellista. Keskisyvyytenä altaissa voidaan olettaa olevan mitoitus-tilanteessa noin 0,7 m.

Seuraavissa kuvissa 17 ja 18 on havainnollistettu Toijalan radan ja Käärme-kalliontien sillan kohdalla mallintamalla arvioituja virtaamia nykytilanteessa (punainen käyrä), tulevassa tilanteessa ilman hulevesien hallintaa (sininen käyrä) ja suunnitellun hallintajärjestelmän kanssa (vihreä käyrä).



Kuva 17. Virtaamat eri tilanteissa Toijalan radan alittavassa rumpussa.



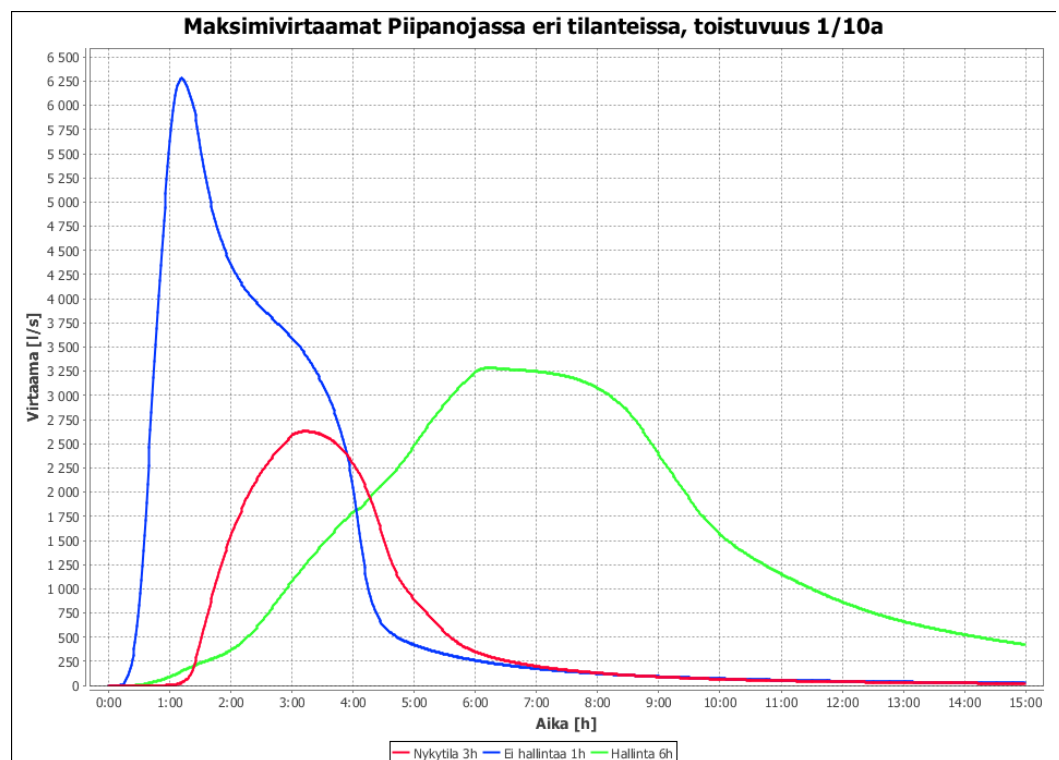
Kuva 18. Arvioidut virtaamat Piipanojassa suunnittelualueen reunalla.

9.7.2012

Kuvan 17 mukaan ilman hulevesien hallintaa virtaama Toijalan radan alittavassa rummulla kasvaisi lähes arvoon 4 m³/s sateella 1/10a 3h. Radan kuivatuksen kannalta tällaista virtaamaa ei voi sallia, koska radan alittava rumpu alkaa padottaa vettä, ja vaarana on, että veden pinnan noustessa rummun yläpuolella alkaa vettä suotautua ratapenkereen läpi. Suunnitellulla hulevesien hallinnalla mitoitustilanteen virtaama voidaan rajoittaa mitoitussateella tasoon n. 2,25 m³/s. Rummun kapasiteetti riittää tällaisen virtaaman johtamiseen. Mallin avulla tarkastettiin rummun kapasiteetti myös kerran 50 vuodessa esiintyvällä tunnin kestoisella rankkasateella, jolloin virtaama rummun yläpuolelle ei kasva mitoitustilanteeseen verrattuna. Pidempikestoisten, kerran 50 vuodessa toistuvien sateiden aiheuttamat virtaamat edellyttävät rummun kapasiteetin kasvattamista tai viivytykskapasiteetin kasvattamista.

Mallintamalla todettiin, että suunnitellulla hallintajärjestelmällä voidaan rajoittaa Piipanojan virtaama nykytilanteessa esiintyvien maksimien tasolle kolme tuntia ja sitä vähemmän kestäväällä sateella 1/10a toistuvuudella. Tätä pidempikestoisen sateen aiheuttama hulevesimäärä ylittää järjestelmän kapasiteetin ja esimerkiksi kuusi tuntia kestäväällä sateella virtaamaa ei enää täysin voida rajoittaa nykytilanteen tasolle. Lisäämällä hallintajärjestelmien tilavuutta pitkienkin sateiden aiheuttaman vesimäärän hallinta olisi mahdollista, mutta joutaisi todella suuriin viivytyksjärjestelmiin, joiden toteuttaminen ei olisi enää tarkoituksenmukaista saavutettuun hyötyyn nähden. Suurimman virtaamavon pieni lisäys nykytilanteeseen verrattuna pitkällä sateella on hyväksyttävää, koska hulevesien hallinnalla pystytään kuitenkin täysin ehkäisemään lyhyempien rankkasateiden vaikutukset.

Kuvassa 19 on esitetty Piipanojan maksimivirtaamat Käärmekekallion sillan kohdalla nykytilassa, tulevassa tilanteessa ilman hallintajärjestelmiä ja suunnitellun hallintajärjestelmän kanssa. Eri tilanteissa suurin virtaama aiheutuu eri kestoisilla sateilla. Nykytilassa suurin virtaama saavutetaan sateella 1/10a 3h, tulevassa tilanteessa ilman hallintaa sateella 1/10a 1h ja suunnitellun hallintajärjestelmän suurin virtaama sateella 1/10a 6h.



Kuva 19. Piipanojan maksimivirtaamat eri tilanteissa.

9.7.2012

Virtaaman kasvu Piipanojassa on mallinnuksen mukaan enimmillään noin 0,5 m³/s. Piipanojan kapasiteettia vastaanottaa tällaista virtaaman kasvua on vaikea arvioida ilman tarkempia mittauksia. Toki tiedetään, että suunnittelualueen eteläpuolella on havaittu ylivirtaamien aikaista tulvimista yhden kiinteistön alueella.

5.5 Suositukset jatkosuunnitteluun

Suunnittelualueen ja maa-ainesten läjitysalueen rakentamisen aikaiseen hulevesien hallintaan tulee kiinnittää huomiota. Periaatteet tähän on kuvattu edellä *kappaleissa 4.7. ja 4.8.*

Alueen suunnittelun edetessä tulee laatia hulevesien hallintajärjestelmien toteutussuunnitelma. Tällöin varmistetaan eri kunnallisteknisten suunnitelmien ja järjestelmien sovittaminen detaljitasolla yhteen.

Muiden Lentoaseman ympäristön osayleiskaava-alueiden hulevesien hallinta tulee suunnitella niiden kaavoitustilanteen edistyessä tai maankäytön muuten muuttuessa. Näiden alueiden tontti- tai korttelikohtainen hulevesien hallinta tulee tehdä tämän suunnitelman ja aikaisempien selvityksen periaatteita noudattaen. Tässä suunnitelmassa esitettyjen alueellisten viivytysohjeiden mitoitusta tulee tarkistaa maankäytön varmistuttua.

9.7.2012

6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä työssä on laadittu Maa-ainespuiston ja Mustasuon asemakaavoja varten tarvittava hulevesien hallinnan yleissuunnitelma. Työssä on arvioitu suunnittelualan sekä valuma-alueen muun suunnitellun maankäytön vaikutuksia hulevesien muodostumiseen, minkä perusteella suunniteltiin yleispiirteisellä tasolla hulevesien hallintamenetelmien periaatteet ja sijoittuminen. Lisäksi otettiin kantaa asemakaavan laadintaan ja kaavamääräyksiä varten tarvittavia mitoitusperusteita ja ohjeita hulevesien hallinnasta ja käsittelystä.

Työn suunnittelualan kokonaislaajuus oli noin 240 hehtaaria, kun huomioidaan sekä Maa-ainespuiston että Mustasuon asemakaava-alueet. Mustasuon AK-alue sekä osa Maa-ainespuiston alueesta sijoittuu Piipanojan pienvaluma-alueelle. Loput Maa-ainespuiston alueesta purkaa vetensä Myllyjojan kautta Maarian altaaseen. Hyvin pieni osa Maa-ainespuiston kaakkoiskulmasta purkaa vetensä kohti Huiskulan kauppapuutarhan kasteluvesiallasta. Suunnitteluala sijoittuu kokonaisuudessaan Turun kaupungin alueelle.

Suunniteltu maankäyttö suunnittelualueella on pääosin teollisuus- ja varastorakentamista. Maa-ainespuiston AK:n alueelle on suunniteltu melko laaja puhaiden ylijäämämaiden läjitysalue. Läjityksen on tarkoitus tapahtua hyvin pitkän ajan kuluessa. Hydrologisten vaikutusten arvioinnin perusteella suunniteltu maankäyttö lisää merkittävästi hulevesien muodostumista ja nopeuttaa hulevesivalunnan kertymistä erityisesti kohti Piipanojaa. Piipanojaan johdettavat hulevesivirtaamat voisivat olla moninkertaisia nykytilaan verrattuna, jos mitään hulevesien hallintatoimia ei tehtäisi. Erityisinä tarkasteltavina kohteina suunnittelualueella ovat Toijalan radan alittava rumpu sekä Piipanoja suunnittelualan eteläpuolella, joiden kummankaan virtaama ei saisi merkittävästi kasvaa nykytilaan verrattuna. Tämä oli suunnitellun hulevesien hallinnan kokonaisuuden lähtökohta.

Tehdyn selvityksen perusteella hulevesien hallintaratkaisuksi suositellaan kolmea alueellista hulevesien viivytyksallista, jotka sijoittuvat alueen luontaisille purkureiteille. Näiden lisäksi suositellaan tontti- tai korttelikohtaisia viivytyjärjestelmiä kummankin asemakaavan rakennettavilla teollisuus- ja varastotonteilla. Hiekan- ja öljynerotin järjestelmiä tulee hyödyntää, mikäli tontille sijoittuva toiminta on sellaista, että esim. öljypäästöt ovat mahdollisia.

Hallintajärjestelmien mitoitusta tarkasteltiin laaditulla SWMM-hulevesimallilla, joka rakennettiin koko lähivaluma-alueelle. Näin ollen huomioitiin myös Lentoseman ja sen ympäristön osayleiskaavan sekä Lentokentän eteläpuolen asemakaavan mukaiset maankäytöt. Mitoitustilanteeksi valittiin kerran 10 vuodessa toistuva 3 tunnin rankkasade. Tämän perusteella mitoitetun järjestelmän toimivuus varmistettiin lisäksi pidempikestoisella (6h) sateella sekä harvemmin toistuvalla (kerran 50 vuodessa) tunnin rankkasateella. Tonttikoh-taisen hulevesien hallintajärjestelmän mitoitukseksi esitetään kummankin asemakaavan alueella 1 m³ viivytystilavuutta 100 m² vettä läpäisemätöntä pintaa kohti. Suositellaan, että kaavamääräyksissä annetaan ainoastaan mitoitusperuste. Tällöin tontille sijoittuvalla toimijalla on useita vaihtoehtoja toteuttaa hulevesien viivytyksvelvoite.

Suunnitellulla hallintajärjestelmällä saadaan suunnittelualan uusilla rakennettavilla alueilla muodostuvat hulevedet hyvin hallintaan. Mallintamalla arvioidut virtaamat Toijalan radan alittavassa rummussa sekä Piipanojassa alemmassa rummussa pysyvät maltillisina eivätkä kasva merkittävästi nykytilaan verrattuna. Näin veden kiertokulku suunnittelualan ulkopuolella säilyy mahdollisimman luonnollisena, mikä edesauttaa Piipanojan alajuoksulla olevien luontoarvojen säilymistä.

9.7.2012

Kauppapuutarhojen kasteluveden laadun ja määrän turvaamiseksi esitetään pumppausjärjestelyjen rakentamista Maarianaltaasta Huiskulan puutarhan kasteluvesialtaaseen, josta voidaan järjestää kasteluveden jakelu myös muille pienemmille toimijoille. Tällä ehkäistään se, että mahdollisessa onnettomuustilanteessa kasteluveden laatu joutuisi vaaraan rakennettavilta alueilta johtuvien hulevesien johdosta. Jatkotarkasteluissa voidaan selvittää mahdollisuutta johtaa T-2-tonttien kattovesiä kasteluvesikäyttöön, koska niiden osalta laaturiski on vähäisempi.

Alueen suunnittelun edetessä tulee kiinnittää huomiota erityisesti läjitysalueen rakentamisen aikaiseen hulevesien hallintaan. Läjitysalueella muodostuvien hulevesien käsittelyksi esitetään laskeutusallasta, jota voidaan tehostaa tarvittaessa suodatusrakenteilla. Myös muiden alueiden rakentamisen aikaiseen hulevesien hallintaan tulee kiinnittää huomiota. Etupainotteisella hallintajärjestelmien rakentamisella vastataan tähän tarpeeseen.

Alueen suunnittelun edetessä tulee laatia hulevesien hallintajärjestelmien toteutus suunnitelma. Siinä tarkennetaan yksittäisten menetelmien sijoittumista, mitoitusta ja muita yksityiskohtia.

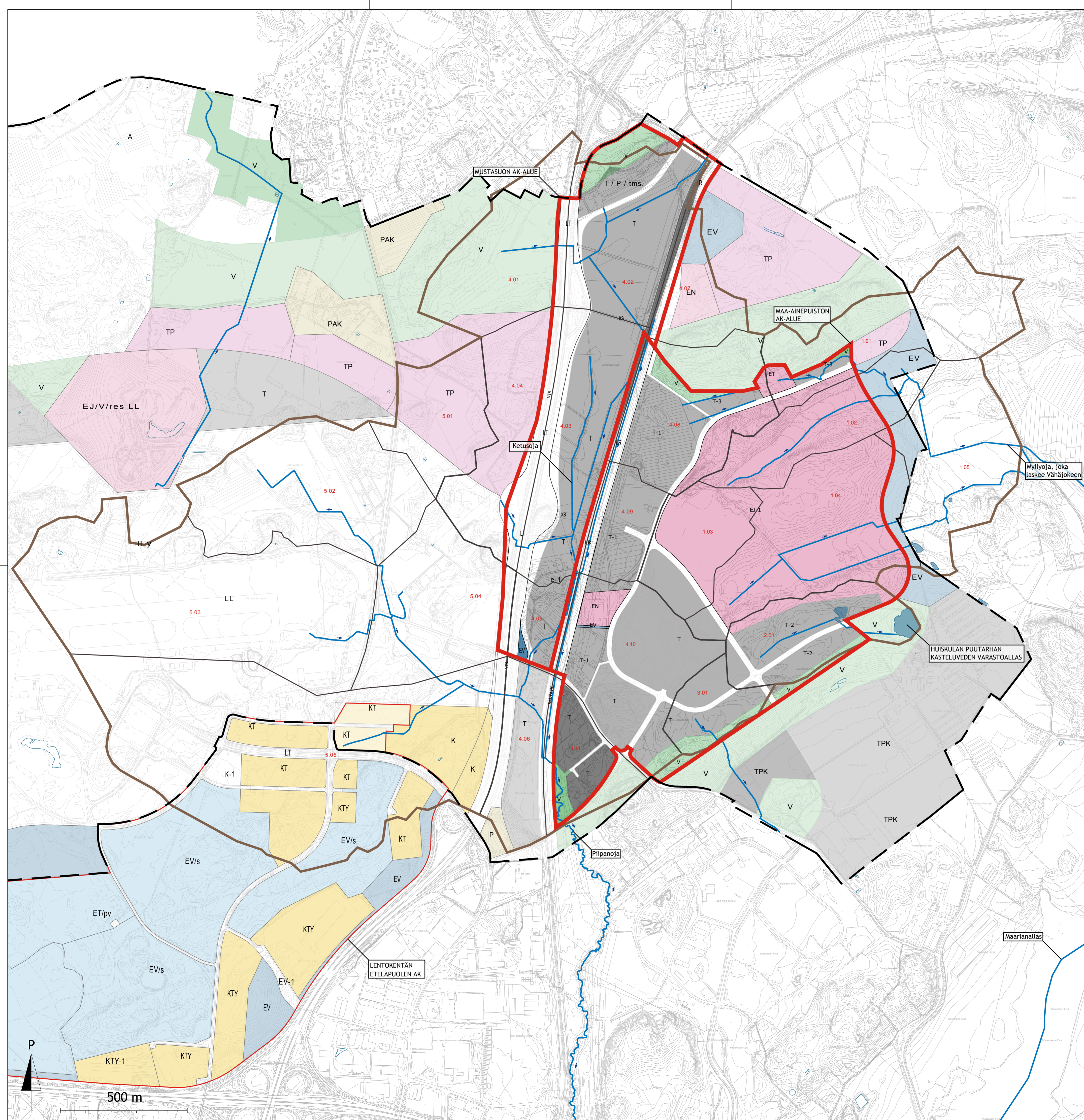
FCG Finnish Consulting Group Oy

Hyväksynyt:

Perttu Hyöty
toimialajohtaja, dipl.ins.

Laatinut:

Esa Ränkman
suunnitteluinsinööri, dipl.ins

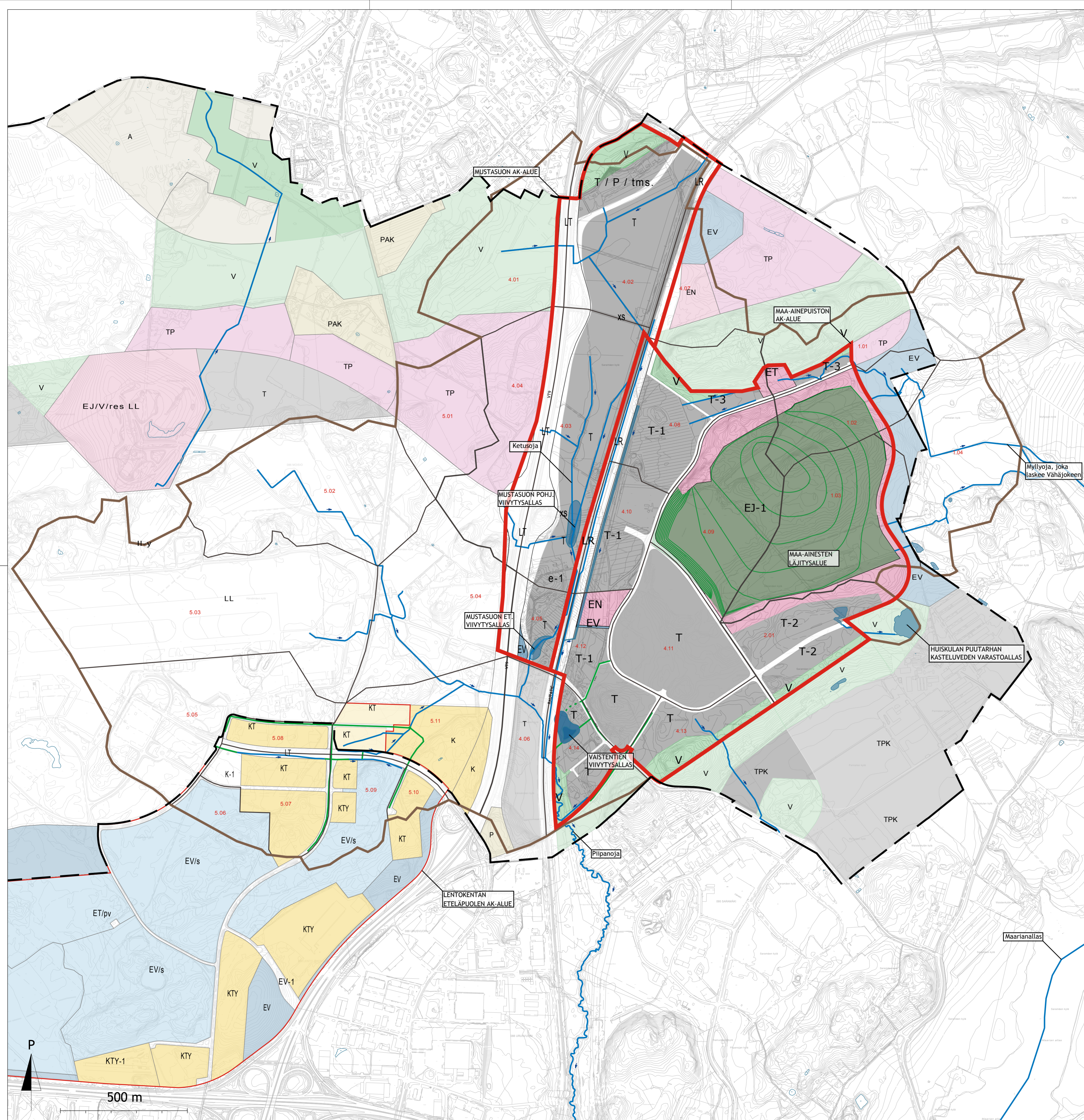


- Suunnittelualueet
- Päävedenjakaja
- Sivuvedenjakaja
- Virtausreitti, avo-oja
- ▶ Virtaussuunta
- Puutarhojen kasteluvesialtaana käytettävä lampi
- Teollisuus- ja varistorakennusten korttelialue
- T-2 Alue, jolla hulevedet johdettava hiekan- ja öljynerotuskaivojen kautta laskeutusaltaaseen.
- EJ-1 Jätteenkäsittelyn korttelialue.
- ET Yhd.kuntateknistä huoltoa palvelevien rakennusten ja laitosten alue.
- EN Energiahuollon korttelialue.
- EV Suojaviheralue.
- V Virkistysalue.
- LR Rautatie.
- Lentokentän eteläpuolen AK
- Lentoaseman ja sen ymp. OYK:n raja
- TP Työpaikka-alue (OYK)
- PAK Palvelujen, työpaikkojen ja asumisen alue (OYK)
- K Toimitilarakennusten alue (OYK)
- T Teollisuus- ja varastoalue (OYK)

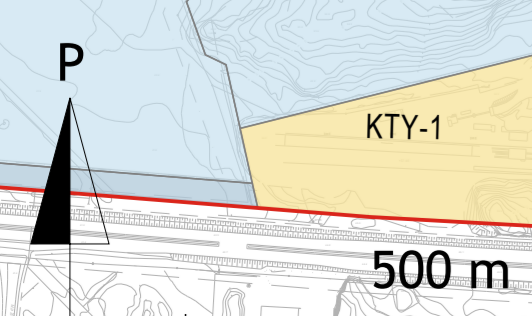
VALUMA-ALUEJAKO

Nro	Pinta-ala	
1.1	30,0 ha	
1.2	20,2	
1.3	15,7	
1.4	36,5	
1.5	27,9	VA 1 yht. 129,2 ha
2.1	19,6	VA 2 yht. 19,6 ha
3.1	8,7	VA 3 yht. 8,7 ha
4.1	26,5	
4.2	27,5	
4.3	30,1	
4.4	25,6	
4.5	7,5	
4.6	13,6	
4.7	11,4	
4.8	27,8	
4.9	10,4	
4.10	29,6	
4.11	13,4	VA 4 yht. 223,5 ha
5.1	16,9	
5.2	39,2	
5.3	67,2	
5.4	29,8	
5.5	94,8	VA 5 yht. 247,9 ha
YHT	628,9 ha	

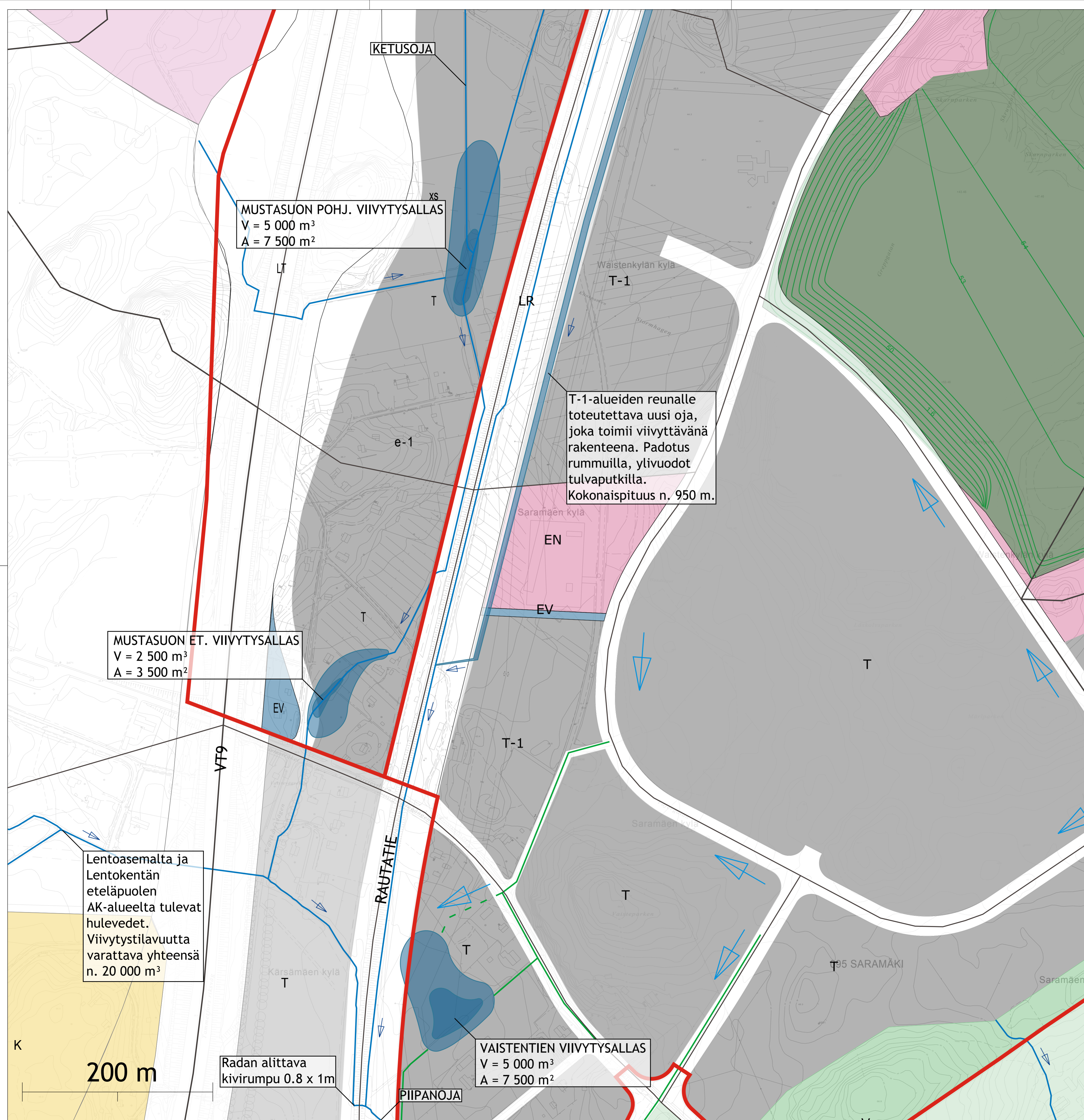
<p>Rakennuskohde TURUN KAUPUNKI MAA-AINESPUISTON JA MUSTASUON HULEVESISELVITYS</p>	<p>Piirustuksen sisältö NYKYILÄN VALUMA-ALUEKARTTA JA TULEVA MAANKÄYTTÖ</p>
<p>FCG Finnish Consulting Group Pyhäjärvenkatu 1, 33200 Tampere Puh. 0104096700, www.fcg.fi</p> <p>Päiväys 9.7.2012 Päsuunn. Perttu Hyöty Hyv. Perttu Hyöty</p>	<p>Mittakaavat 1:7500 (A1) Muutos</p> <p>VHS P17575 201</p> <p>Tiedosto</p> <p>Suunn./Piirt. Esa Ränkman Tarkastaja Perttu Hyöty Yhteyshenkilö Perttu Hyöty</p>



- Suunnittelualueet
- Päävedenjakaja
- Sivuvedenjakaja
- Virtausreitti, avo-oja
- Virtaussuunta
- Hulevesiviemäri
- Puutarhojen kasteluvesialtaana käytettävä lampi
- Alueellinen hulevesien viivytysallas
- T Teollisuus- ja varistorakennusten korttelialue
- T-2 Alue, jolla hulevedet johdettava hiekan- ja öljynerotuskaivojen kautta laskeutusaltaaseen.
- EJ-1 Jätteenkäsittelyn korttelialue.
- ET Yhd.kuntateknistä huoltoalvelevien rakennusten ja laitosten alue.
- EN Energiahuollon korttelialue.
- EV Suojaviheralue.
- V Virkistysalue.
- LR Rautatie.
- Lentokentän eteläpuolen AK
- Lentoaseman ja sen ymp. OYK:n raja
- TP Työpaikka-alue (OYK)
- PAK Palvelujen, työpaikkojen ja asumisen alue (OYK)
- K Toimitilarakennusten alue (OYK)
- T Teollisuus- ja varastoalue (OYK)



Rakennuskohde TURUN KAUPUNKI MAA-AINEPUISTON JA MUSTASUON HULEVESISÄLVIITYS	Piirustuksen sisältö TULEVAN TILANTEEN VALUMA-ALUEKARTTA	Mittakaavat 1:7500 (A1)
Pyhäjärvenkatu 1, 33200 Tampere Puh. 0104096700, www.fcg.fi	Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero VHS P17575 202 Tiedosto	Muutos Suunn./Piirt. Esa Ränkman Tarkastaja Perttu Hyötty Yhteyshenkilö Perttu Hyötty
Päiväys 9.7.2012 Pääsuunn. Perttu Hyötty Hyv. Perttu Hyötty	A S	



MUSTASUON POHJ. VIIVYTYSALLAS
 V = 5 000 m³
 A = 7 500 m²

MUSTASUON ET. VIIVYTYSALLAS
 V = 2 500 m³
 A = 3 500 m²

Lentoasemalta ja
 Lentokentän
 eteläpuolen
 AK-alueelta tulevat
 hulevedet.
 Viivytystilavuutta
 varattava yhteensä
 n. 20 000 m³

VAISTENTIEN VIIVYTYSALLAS
 V = 5 000 m³
 A = 7 500 m²

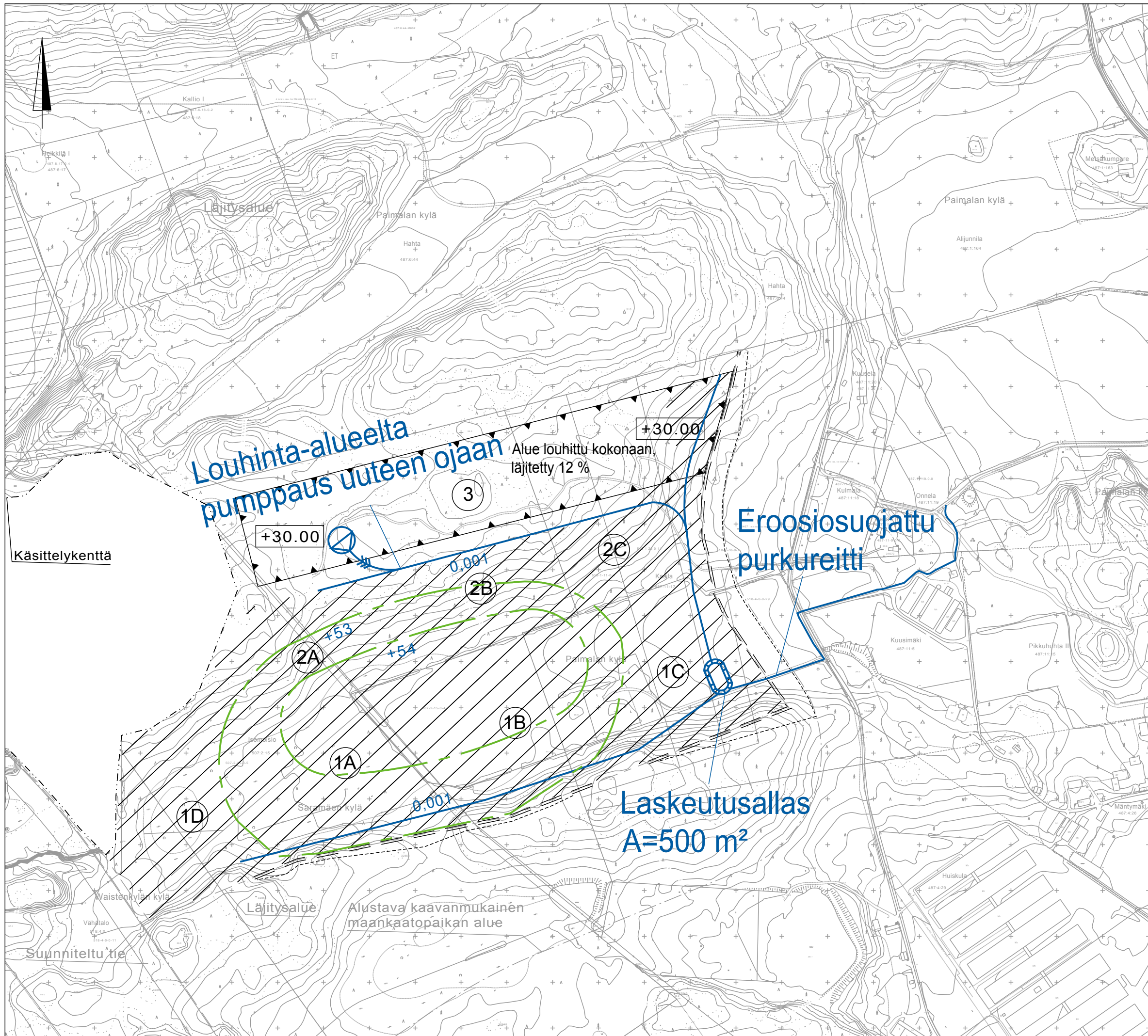
Radan alttava
 kivrumpu 0.8 x 1m

T-1-alueiden reunalle
 toteutettava uusi oja,
 joka toimii viivyttävänä
 rakenteena. Padotus
 rummuilla, ylivuodot
 tulvapatkilla.
 Kokonaispituus n. 950 m.

- ▬ Suunnittelualan raja
- ▬ Päävedenjakaja
- ▬ Sivuvienjakaja
- ▬ Virtausreitti, avo-oja
- ▬ Ojan virtaussuunta
- ▬ Hulevesiviemäri
- - - Uusi hulevesiviemäri
- ◡ Alueellinen hulevesien viivytysallas
- T Teollisuus- ja varistorakennusten korttelialue
- ▬ Tulvareitti

K
 200 m

Rakennuskohde TURUN KAUPUNKI MAA-AINESPUISTON JA MUSTASUON HULEVESISELVITYS	Rakennuksen sisältö	Mittakaavat
	YLEISSUUNNITELMAKARTTA JA TULVAREIITIT	1:2000 (A1)
Päiväys 9.7.2012 Pääsuunn. Perttu Hyöty Hyv. Perttu Hyöty	Suunnittelu, työnnumero ja piirustuksen numero VHS P17575 203 Tiedosto	Muutos Suunn./Piirt. Esa Ränkman Tarkastaja Perttu Hyöty Yhteyshenkilö Perttu Hyöty



- Alustava kaavanmukainen maankaatopaikan alue
- Läjitysalue
- Käsittelykenttä
- ==== Päätyspenger ja ulkoluiskan alareuna
- ▼▼▼ Louhinta-alue
- +30.00 Louhinnan pohjan korkeus
- 1A Toimintavaihe
- //// Toteutunut läjitys
- Uusi oja
- Arvioitu täytön pinta

HUOM! LÄJITYS PÄÄTTY VAIHTOEHTOON A

TURUN KAUPUNKI
SARAMÄEN HULEVESISELVITYS
Rakentamisen aikainen hulevesien hallinta (1-15 vuotta)
VHT-17575-204
1:4000 (A3)