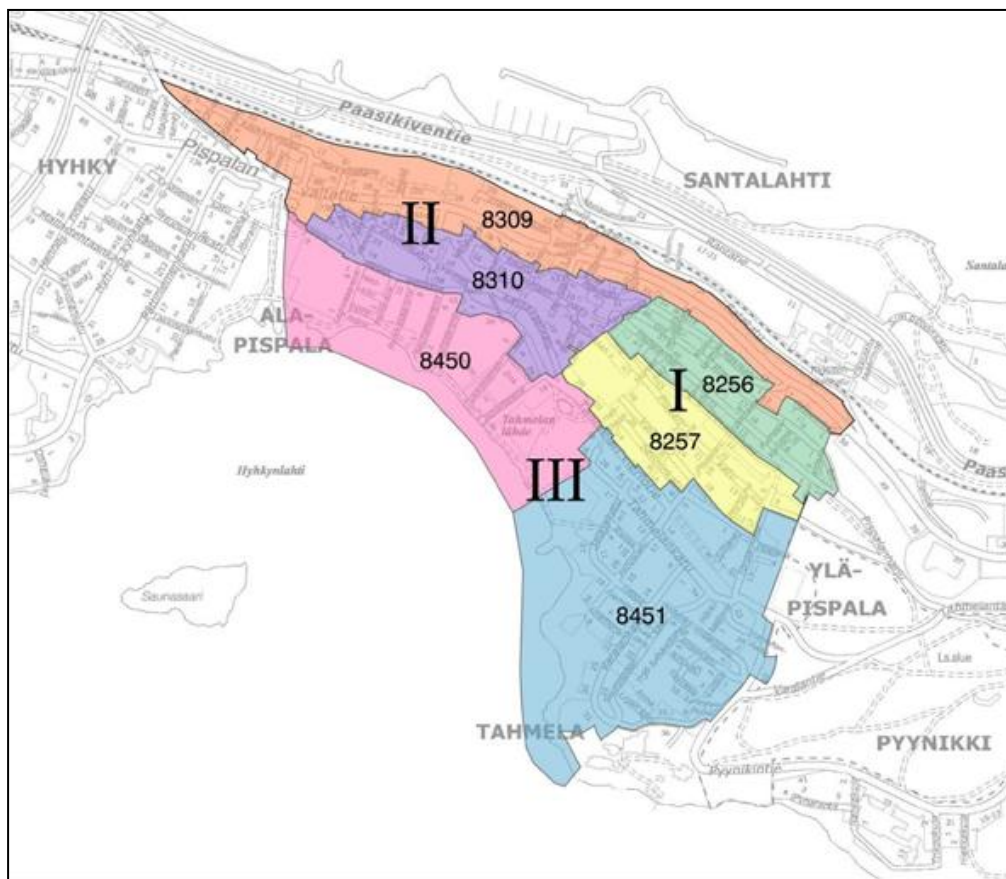


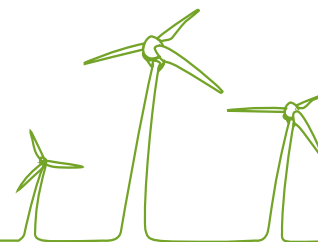
TAMPEREEN KAUPUNKI

PISPALAN ASEMAKAAVOJEN UUDISTAMISEN I-III VAIHEIDEN KAAVA-ALUEIDEN HULEVESI-, POHJAVESI- JA RAKENNETTAVUUSSELVITYS



LOPPURAPORTTI

ID 516 215



12.11.2012

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO.....	1
1.1	Työn lähtökohdat ja tavoitteet.....	1
1.2	Projektin organisaatio	2
1.3	Käsitteitä.....	2
2	SUUNNITTELUALUEEN KUVAUS	3
2.1	Maaperä, kallioperä ja pohjavedet	3
2.2	Maankäyttö- ja suunnittelutilanne.....	5
2.3	Havaitut ongelmat ja kehittämistarpeet	6
3	HYDROLOGISET TARKASTELUT JA HULEVESIMALLINNUS	8
3.1	Valuma-alueet ja -reitit	8
3.2	Alueen hydrologiset ominaisuudet.....	9
3.3	Hulevesimallinnuksen kuvaus	11
3.4	Hulevesiviemäriverkon toiminnan yleiset tarkastelut	13
3.5	Mallintamalla havaitut erityiset ongelmakohdat	14
4	SUUNNITELLUN MAANKÄYTÖN HYDROLOGISET VAIKUTUKSET	20
4.1	Suunniteltu maankäyttö	20
4.2	Vaikutukset hulevesien määrään ja laatuun	21
4.3	Vaikutukset pohjavesiin.....	22
4.4	Vaikutukset luontoarvoihin.....	23
4.5	Hulevesien hallinnan tarve ja yleiset tavoitteet	24
5	HULEVESIEN HALLINTATOIMENPITEIDEN SUUNNITTELU.....	25
5.1	Hulevesien hallinnan periaatteet	25
5.2	Hulevesien hallintamenetelmät yleisesti.....	25
5.3	Hulevesien hallintamenetelmien soveltaminen Pispalassa.....	29
5.4	Suosituksat hallintamenetelmien käytöstä ja mitoituksesta	30
5.5	Hulevesien johtaminen ja hallinta yleisillä alueilla	31
5.6	Hulevesien tulvareitit	31
5.7	Rakentamisen aikainen hulevesien hallinta.....	32
6	RAKENNETTAVUUSSELVITYS	33
6.1	Maaperä- ja pohjavesitiedot	33
6.2	Selvitysalueen rakennettavuus	34
6.3	Rakentamisen reunaehdot	37
7	YHTEENVETO JA SUOSITUKSET JATKOSUUNNITTELUUN	38
7.1	Yleistä	38
7.2	Hulevesien hallinta.....	38
7.3	Rakennettavuus ja pohjavedet	39
7.4	Jatkotoimenpiteet	39

12.11.2012

Liitteet

LIITE 1	VHT-P18717-201	Valuma-aluekartta	1:3000 (A0)	12.11.2012
LIITE 2	VHT-P18717-202	Nykytilanteen tulvareittitarkastelu. Asemapiirustus: Länsi	1:2000 (A0)	12.11.2012
LIITE 3	VHT-P18717-203	Nykytilanteen tulvareittitarkastelu. Asemapiirustus: Itä	1:2000 (A0)	12.11.2012
LIITE 4	VHT-P18717-204	Hulevesien hallinnan yleissuunnitelma, Torpankatu – Hirvikatu	1:1000 (A2)	12.11.2012
LIITE 5	VHT-P18717-205	Hulevesien hallinnan yleissuunnitelma, Rimminkatu – Uittotunnelinkatu – Tahmelan viertotie	1:1000 (A2)	12.11.2012
LIITE 6	GEO-P18717-210	Perustamistapakartta	1:2000	12.11.2012
LIITE 7	GEO-P18717-211	Pohjatutkimuskartta	1:2500 (A1)	12.11.2012
LIITE 8	GEO-P18717-212	Pohjatutkimuskartta, leikkaus 1-1	1:100/1:200	12.11.2012
LIITE 9	GEO-P18717-213	Pohjatutkimuskartta, leikkaus 2-2	1:100/1:200	12.11.2012
LIITE 10	GEO-P18717-214	Pohjatutkimuskartta, leikkaus A-A	1:100/1:200	12.11.2012
LIITE 11	GEO-P18717-215	Pohjatutkimuskartta, leikkaus B-B	1:100/1:200	12.11.2012

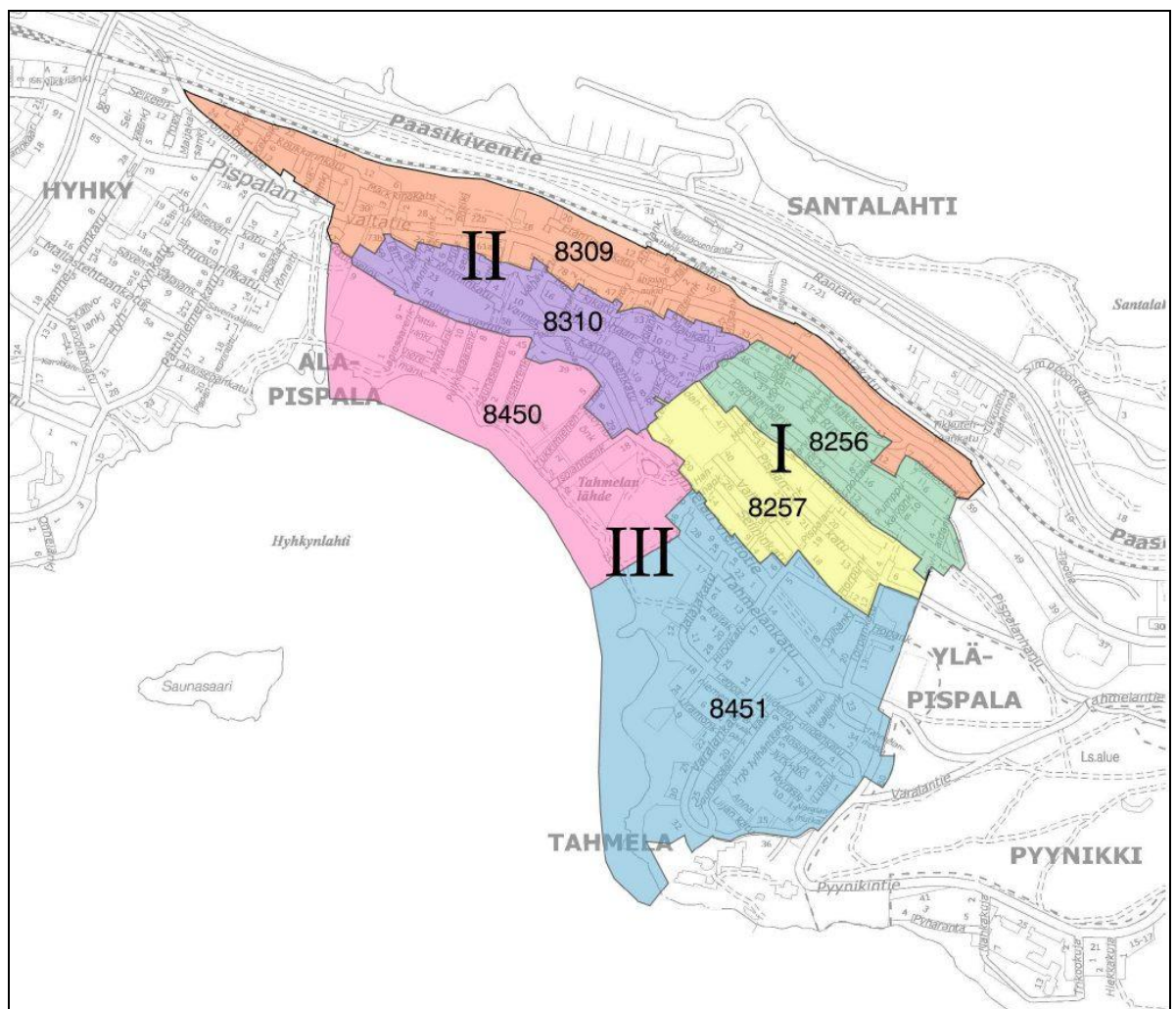
12.11.2012

Pispalan asemakaavojen uudistamisen I-III vaiheiden kaava-alueiden hulevesi-, pohjavesi- ja rakennettavuusselvitys

1 JOHDANTO

1.1 Työn lähtökohdat ja tavoitteet

Tässä työssä on laadittu Pispalan asemakaavojen uudistamisen pohjaksi selvitykset hulevesien hallinnasta ja käsittelystä sekä pohjavesistä ja rakennettavuudesta. Selvitysalue sijaitsee Pispalan kaupunginosassa, joka sijaitsee noin 2,5 km etäisyydellä Tampereen keskustasta Näsijärven ja Pyhäjärven välisellä Pispalan harjulla. Selvitysalue sisältää kuvan 1 mukaiset kuusi kaava-alueita, joiden asemakaavat uudistetaan kolmessa vaiheessa (I, II ja III). Asemakaavojen muuttamisen tavoitteena on Pispalan valtakunnallisesti merkittävän kulttuuriympäristön säilyminen ja alueen kehittyminen elinvoimaisena. Lisärakentamisen edellytykset selvitetään kaavoituksen yhteydessä. Kaava-alueet rajautuvat idässä Pyykin ja lännessä Hyhkin kaupunginosaan ja pohjoisessa aluetta rajaa Pispalan valtatie pohjoispuolella kulkeva rautatie. Valuma-alerajausten mukaisesti hulevesiselvityksessä käsiteltävän alueen pinta-ala nousee noin 125 hehtaariin.



Kuva 1. Selvitysalue käsittää Pispalan asemakaavojen uudistamisen I-III vaiheet.¹

¹ Kuva: Tampereen kaupunki

12.11.2012

Suunnittelun lähtökohtana on Pispalan erittäin haastava ympäristö ahtaine tontteineen, historiallisine rakennuksineen, suurine korkeuseroineen ja vaihtelevine pohjaolosuhteineen. Tavoitteena on löytää alueen ominaispiirteet huomioiden paras tapa hallita alueella muodostuvien hulevesien määrää ja laatua sekä selvittää uuden rakentamisen geotekniset edellytykset ja vaikutukset muihin toimintoihin.

Tässä työssä on tarkasteltu selvitysalueen nykyisten hulevesijärjestelmien välityskykyä muun muassa mallinnuksen sekä maastokäyntien avulla. Lisäksi työssä on arvioitu uusien asemakaavojen mukaisen maankäytön muutosten vaikutuksia hulevesien määrään, laatuun ja johtamisreitteihin. Tulevan tilanteen alueellisen ja tonttikohtaisen hulevesien hallinnan tarvetta on arvioitu sekä esitetty sitä varten tarvittavat alustavat mitoitusperusteet.

1.2 Projektin organisaatio

Selvitys on tehty konsulttityönä FCG Suunnittelu ja Tekniikka Oy:ssä, jossa työn projektipäällikkönä on toiminut dipl.ins. Perttu Hyöty, hulevesiselvityksen pääsuunnittelijana dipl.ins. Hannes Björninen ja pohjavesi- ja rakennettavuusselvityksen pääsuunnittelijana dipl.ins. Taina Holappa sekä geosiantuntijana dipl. ins. Matti Honkaniemi. Työhön ovat suunnittelijoina osallistuneet lisäksi dipl.ins. Lauri Sipilä, dipl.ins. Riitta Syvälä sekä tekn. kand. Pekka Raukola.

Työn tilaaja on Tampereen kaupunki, Kaupunkiympäristön kehittäminen, jossa yhteyshenkilönä on toiminut ympäristöasiantuntija Antonia Sucksdorff. Lisäksi tilaajan ohjausryhmään ovat kuuluneet:

- Maria Åkerman, Kaupunkiympäristön kehittäminen
- Pekka Heinonen, Kaupunkiympäristön kehittäminen
- Juha Brunnila, Rakennusvalvonta
- Sari Pietilä, Kaupunkiympäristön kehittäminen
- Riikka Rahkonen, Kaupunkiympäristön kehittäminen

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.

Pohjavedeksi kutsutaan sadevesistä ja lumen sulamisvesistä maa- ja kallioperään suotautuvaa ja varastoituvaa vettä. Pohjavesimuodostumaksi eli akviferiksi kutsutaan pohjaveden kyllästämää ja vettä hyvin johtavaa maa- tai kallioperän vyöhykettä, josta vettä voidaan pumpata käyttökelpoisia määriä.

Alueen *rakennettavuus* määräytyy pohjamaan ominaisuuksien, maanpinnan muotojen, pohjaveden tason ja aluetta ympäröivän muun rakentamisen perusteella. Pohjamaan ominaisuuksista rakentamisen kannalta merkittävimpiä ovat maapohjan kantavuus, routivuus, kokoonpuristuvuus ja kaivettavuus, pehmeikkökerroksen paksuus ja eloperäisen maa-aineksen osuus sekä kalliopinnan rikkonaisuus. Rakentamisen kannalta hankalimpia ovat jyrkät maastonmuodot, voimakkaasti routiva pohjamaa sekä heikosti kantavat pehmeikköalueet.

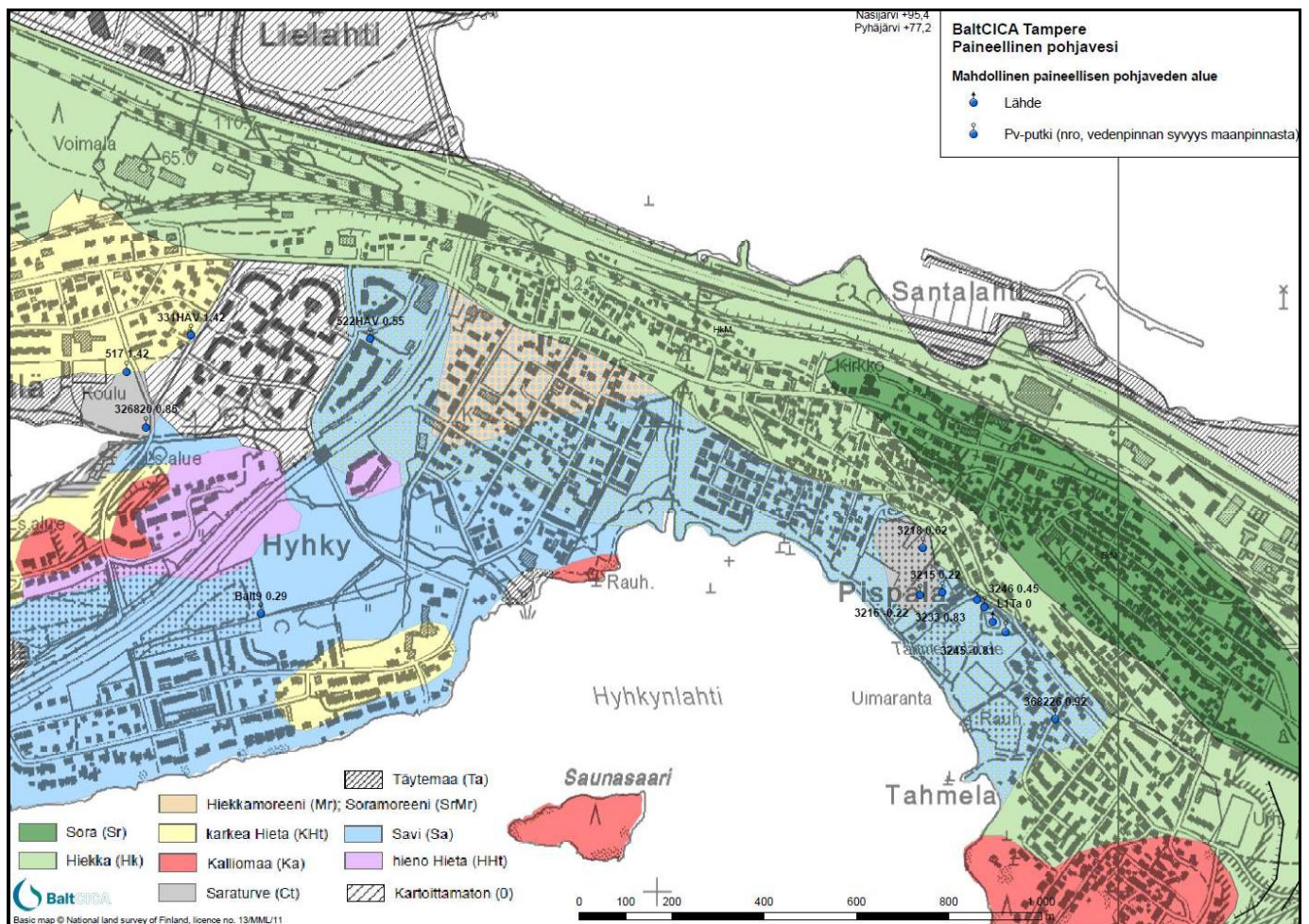
12.11.2012

2 SUUNNITTELUALUEEN KUVAUS

2.1 Maaperä, kallioperä ja pohjavedet

Selvitysalue sijoittuu pääosin jääkauden muodostamalle Pispalanharjulle. Alueen topografia on täten huomattavan vaihtelevaa, harjumuodostuman ollessa korkeimmillaan noin 80 metriä Pyhäjärven (77,2 mpy) ja noin 60 metriä Näsijärven (95,4 mpy) yläpuolella.² Pispalanharjun korkein kohta on noin 159 mpy, jonka lisäksi selvitysalueita kaakossa rajaava Pyynikinharju on korkeimmillaan tasossa 152 mpy³. Korkeudet on ilmoitettu Tampereen kaupungin käyttämässä korkeusjärjestelmässä N2000. Erityisen jyrkät korkeuserot ovat Pispalanharjun lounaisrinteessä. Luoteeseen mentäessä, Ala-Pispalan alueella selvitysalueen korkeuserot kuitenkin tasoittuvat.⁴

Maaperältään selvitysalue on vaihtelevaa. Selvitysalueen koillinen ydin on Pispalan sora- ja hiekkaharjua, joka koostuu hyvin lajittuneista sekä huuhtoutuneista sora- ja hiekkakerroksista. Pyhäjärven rannan lähiympäristössä maaperä on sen sijaan yleisesti ottaen savikkoa ja Tahmelan Varalan urheilupuiston pohjoispuolella on laajoja kallioalueita. Selvitysalueen pohjoisosassa maaperä on pääosin hiekkaa. Kuva 2 havainnollistaa selvitysalueen maaperää.



Kuva 2. Selvitysalueen maaperä.⁵

² Tampereen kaupunki. 2012. Pispalan asemakaavavaiheiden 1-3 eliöstö- ja biotooppiselvitys.

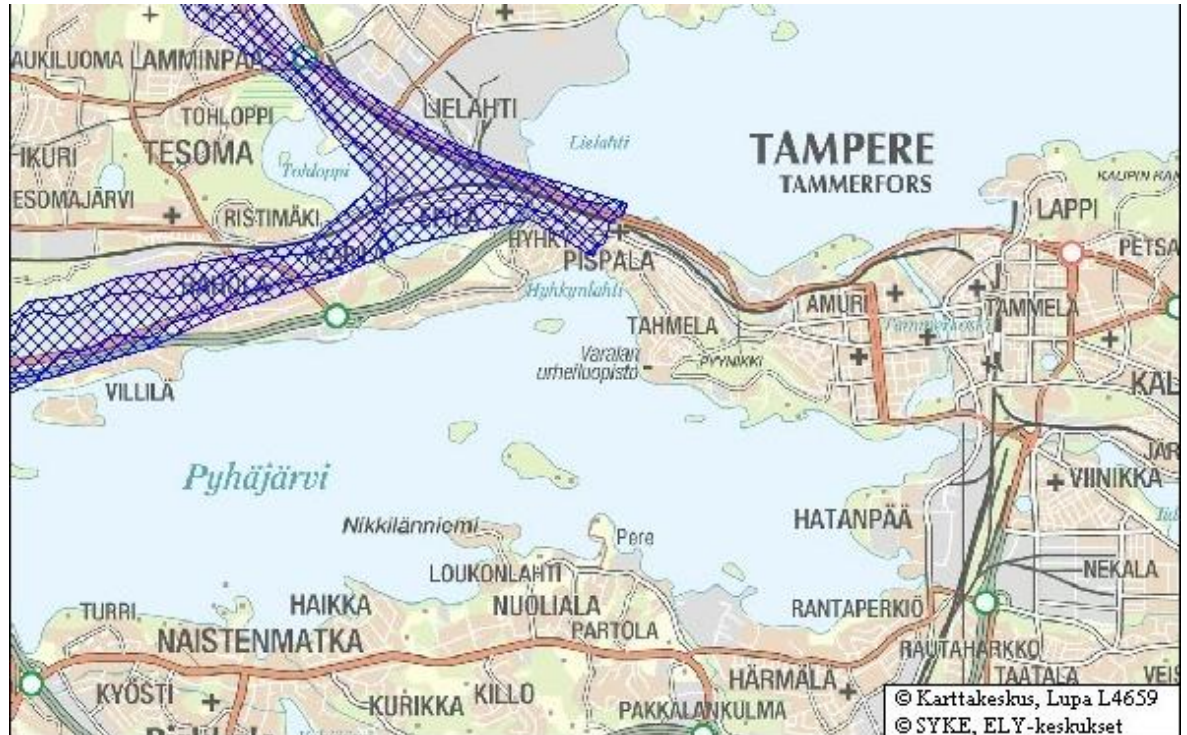
³ Tampereen kaupunki. 2011. Pispalan viherverkkotarkastelu. Pispalan asemakaavan uudistaminen, vaihe 1.

⁴ Tampereen kaupunki, Kulttuuriympäristöyksikkö. 2008. Ylä- ja Ala-Pispalan sekä Tahmelan arkeologinen inventointi 2008.

⁵ Kuva: Tampereen kaupunki, GTK, BaltCICA-hanke

12.11.2012

Selvitysalueen yhteydessä sijaitseva Epiläharju-Villilän pohjavesialue on luokiteltu vedenhankinnan kannalta tärkeäksi pohjavesialueeksi. Pohjavesialue jatkuu Tampereen kaupungista eteenpäin Nokian ja Ylöjärven suuntaan ⁶. Kuvassa 3 on esitetty Epiläharju-Villilän pohjavesialueen eteläisen osan sijainti.



Kuva 3. Epiläharjun-Villilän pohjavesialueen eteläinen osa. Pohjavesialue on esitetty tumman sinisellä värityksellä.⁶

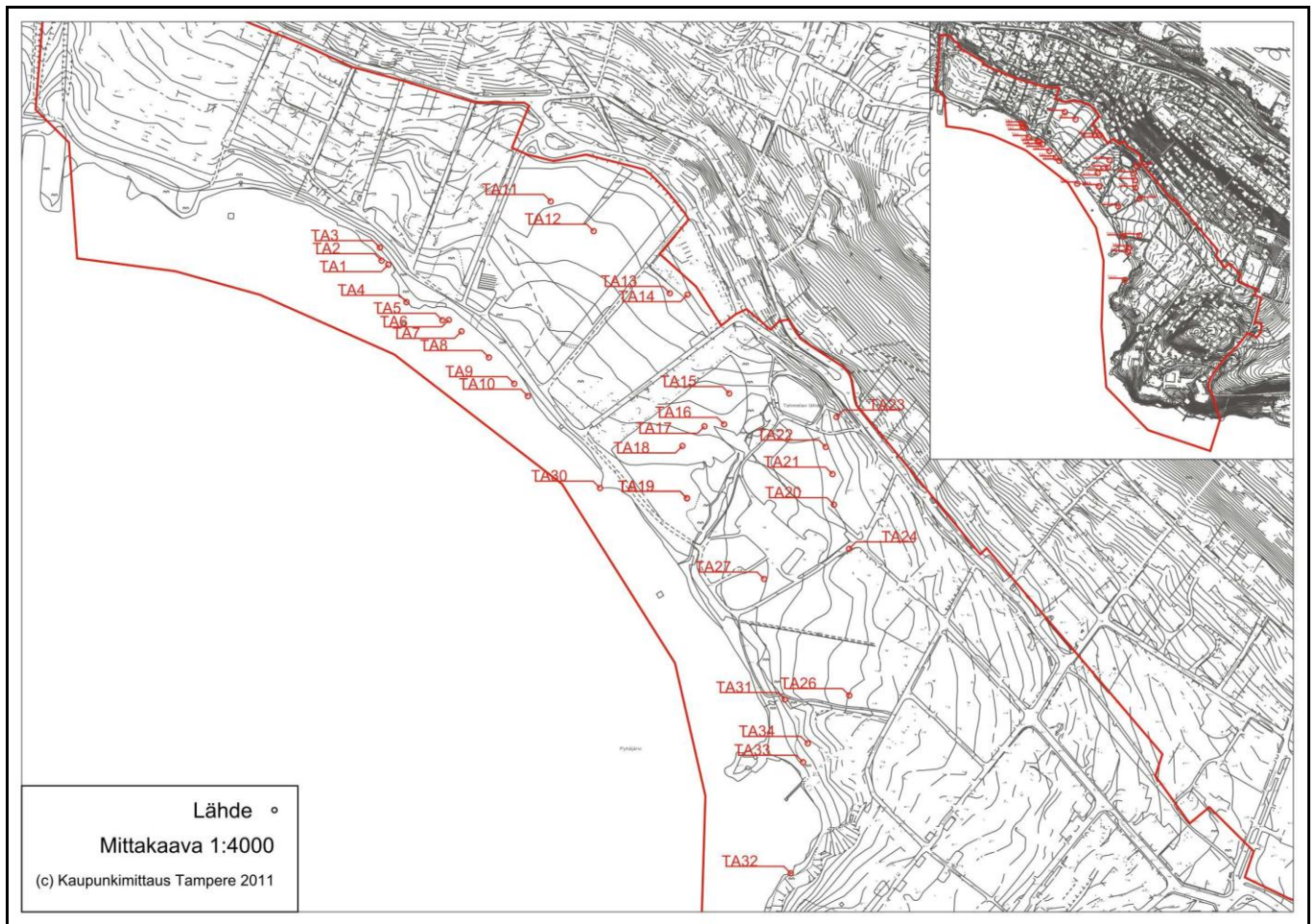
Selvitysalueella virtaa paikoitellen paineellista pohjavettä, jota muodostuu harjun reuna-alueella olevien vettä heikosti läpäisevien maakerrosten alla olevissa kerroksissa. Harjun sora- ja hiekkakerroksissa oleva pohjavesi virtaa Pyhäjärven suuntaan ja painuu rinteen alaosissa ja ranta-alueilla olevan savi- ja silttikerroksen alle. Näiden vettä heikosti läpäisevän kerroksen puhkaiseminen aiheuttaa pohjaveden purkautumista, joka voi olla suhteellisen voimakasta. Tällöin pohjaveden purkautuminen voi aiheuttaa pohjavesieroosiota sekä lähialueilla pohjaveden pinnan laskua ja tästä aiheutuvia maaperän painumia. Paineellista pohjavettä on havaittu olevan mm. Tahmelan ryytimaiden ja Tahmelan lähteen alueella. Tahmelan lähteen kohdalla pohjaveden painetaso on maanpinnan yläpuolella, Ryytimaiden kohdalla maanpinnan tasossa tai hieman sen alapuolella.

Selvitysalueella osa pohjavedestä on peräisin Näsijärvestä, jonka pinta on noin 18 metriä Pyhäjärveä ylempänä. Näsijärven vettä pääsee rantaimetyymisen kautta harjuun ja se kulkeutuu harjun sisällä olevan kalliokannaksen ylitse kohti Pyhäjärveä.

Selvitysalueella on useita lähteitä, joista osa on ns. kevatlähteitä ja osa ympärivuotisia. Suurin ja tunnetuin on Tahmelan lähde, josta aikoinaan toimitettiin koko Pispalan talousvesi. Lähteet sijoittuvat lähelle Pyhäjärven rantaa Pulkksaarenkadun, Tahmelan Viertotien ja Hirvikadun rajaamalle alueelle. Pienemmät lähteet on kartoitettu vuonna 2011 ja ne on esitetty kuvassa 4.

⁶ Ympäristötiedon hallintajärjestelmä Hertta 5.2.2012. Pohjavesialueet. Viitattu 8.8.2012.

12.11.2012



Kuva 4. Pyhäjärven ranta-alueelta kartoitetut lähteet.⁷

2.2 Maankäyttö- ja suunnittelutilanne

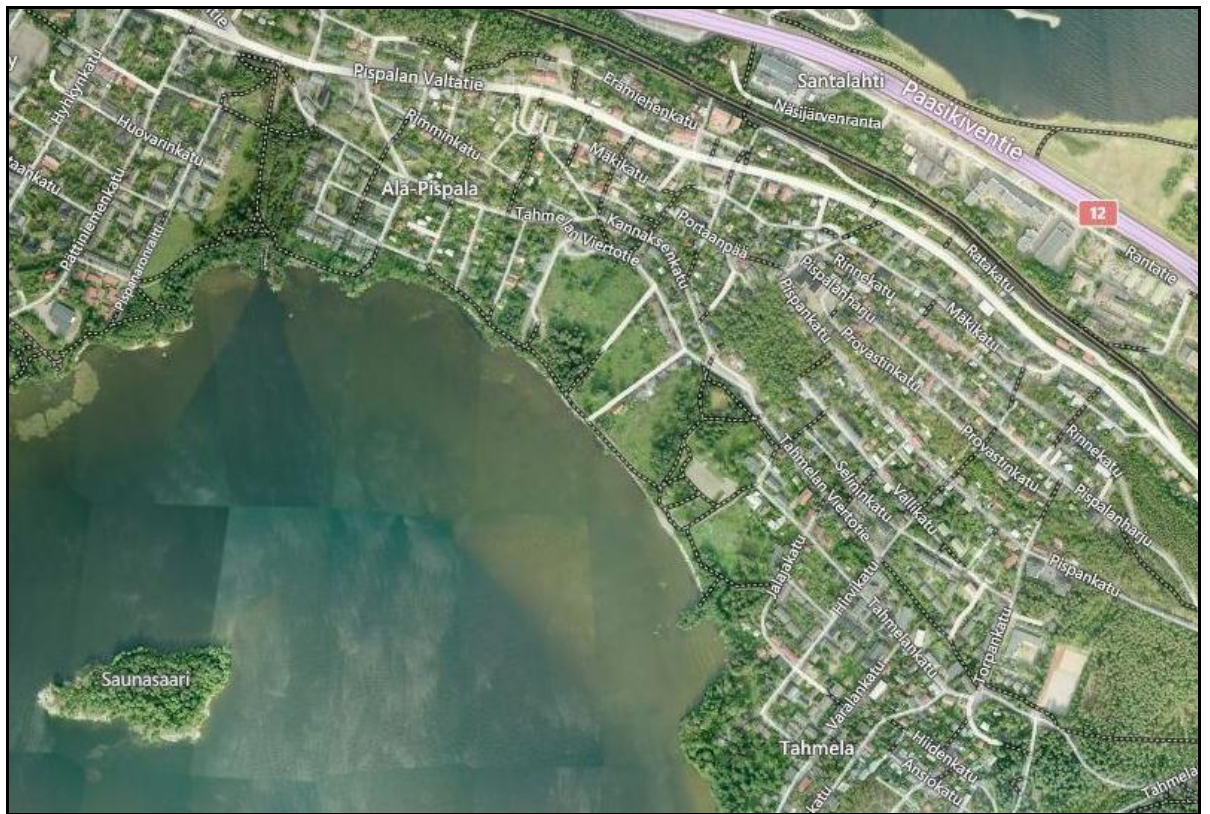
Selvitysalue on nykytilassa pääosin tiivistä pientalovaltaista asuinalueita. Alue on rakennettu rinteiden suuntaisesti, jonka johdosta tontit ovat rakennuksineen usein rinteessä. Kadut ovat puolestaan pääosin korkeuskäyrien suuntaisesti rakennettuja.

Jäljellä olevaa asemakaavoitettua rakennusoikeutta on monilla tonteilla kautta koko selvitysalueen. Rakennusoikeutta on huomattavasti jäljellä Ala-Pispalassa Rimminkadun ja Uittajankadun alueella, palstaviljelykäytössä olevalla tontilla Viikinsaarenkadun itäpuolella, Tahmelassa Jalajakadun varrella ja Ylä-Pispalassa Hirvikadun ja Tahmelankadun kulmauksessa sekä Torpankadun varrella.

Valmisteilla olevissa Pispalan asemakaavoissa (nro: 8256, 8257, 8309, 8310, 8450 ja 8451) tutkitaan alueen täydennysrakentamisen edellytyksiä eri näkökulmista ja alueen asukkaita kuullen. Koska selvitysalueella on vain vähän tyhjiä tontteja, mahdollisesta täydennysrakentamisesta valtaosa sijoittuu jo rakennetuille tonteille, jolloin täydennysrakentamiskohteet eivät ole pinta-alaltaan laajoja. Uudet rakennukset ovat enimmäkseen pientalojen täydennysrakentamista olemassa oleville tonteille, mikä voi kuitenkin olla valmiiksi tiiviillä alueella paikallisesti merkittävää niin kaupunkikuvallisesti kuin hulevesienkin kannalta. Lisäksi täydennysrakentaminen voi tarkoittaa muita pieniä rakennushankkeita kuten esimerkiksi autotallin tai piharakennuksen rakentamista. Selvitysalueen nykytilaa on havainnollistettu ilmakehuvaotteella *kuvassa 5*.

⁷ FCG Finnish Consulting Group Oy. 2011. Pispalan kevtälähteiden kartoitus.

12.11.2012



Kuva 5. Pispalan harju ortoilmakuvassa.⁸

2.3 Havaitut ongelmat ja kehittämistarpeet

Työn aikana alueella suoritettiin Tampereen kaupungin alueen asukkaille internet-pohjainen paikkatietokysely, jonka tarkoituksena oli selvittää asukkaiden kokemuksia seuraavista asioista:

- hulevesiviemäriverkon tulviminen tai hulevesien hallitsematon valuminen tonteilta yleiselle alueelle tai yleiseltä alueelta tonteille
- poikkeava maaperän kuivuminen tai kostuminen
- veden aiheuttama pintaerosio ja sen aiheuttamat vauriot
- lähteiden esiintyminen
- havaintoja paineellisesta pohjavedestä esimerkiksi rakennustyömailla

Kyselyn perusteella saatiin vain yksittäisiä riittävän täsmällisiä ja huomion arvoisia kommentteja, joista mainittakoon:

- hulevesien tulviminen Torpankadun ja Jylhäkadun ympäristössä
- hulevesien aiheuttama pintaerosio Torpankadun ja Hirvikadun välisellä nk. Omenapolulla. Toistuvia syöpyimiä erityisesti Hirvikadun läheisyydessä.

Lisäksi selvitysalueella on havaittu lukuisia muita ongelmapaikkoja, kuten eroosiolle alttiita kohtia erityisesti sorapintaisilla piha-alueilla ja kevyenliikenteenväylillä. Esimerkkejä tyypillisistä pintaerosion esiintymispaikoista on kuvassa 6. Eroosiopaikkojen haitat jäävät usein kuitenkin pieniksi ja lisäävät lähinnä ylläpitotarvetta.

Toinen erittäin tyypillinen ongelma on se, että katualueen hulevesikaivot sijaitsevat liian kaukana reunakivilinjasta. Tällöin pintavalunta ei ohjautu kaivoon, vaan jatkaa virtausta kadulla reunakiveä myöden eteenpäin. Jos reunakivessä on madallus tai aukko, pintavalunta ohjautuu katualueelta helposti ei-toivottuun paikkaan. Tämä

⁸ Ilmakuvat: Bing Maps. Microsoft Corporation ©.

12.11.2012

alentaa verkostossa todellisuudessa esiintyviä virtaamahuippuja, mikä on verkoston riittävyyden kannalta positiivista, mutta johtaa tulvavesien arvaamattomaan virtaamiseen maan pinnalla. Kolmas yleinen ongelma on tonttien hulevesien hallitsematon johtaminen ympäristöön, omalle tai viereiselle tontille tai katualueelle. Ongelmia on havainnollistettu *kuvassa 7*.

Tampereen Vedeltä saadun tiedon⁹ perusteella vesihuoltolaitokselle ei ole esitetty Pispalan alueelta korvausvaatimuksia viemäritulvista johtuen. Tampereen Veden mukaan valitukset ja yhteydenotot alueelta ovat koskeneet puuttuvia tulvareittejä sekä eroosio-ongelmia.



Kuva 6. Tyypillisiä pintaerosion esiintymispaikkoja Pispalassa. Hulevesien hallitsematon johtaminen tonttien sisällä ja paikoin erittäin suuret kaltevuudet johtavat helposti sorapintojen syöpmiseen.¹⁰



Kuva 7. Usein toistuvia ongelmia. Vasen kuva: katualueen hulevesikaivot liian kaukana reunakivestä. Oikea kuva: rakennusten hulevesiä johdetaan hallitsemattomasti ympäristöön tai viereiselle tontille. Rinnemaastossa tämä aiheuttaa eroosiota ja voi johtaa kosteusongelmiin.¹⁰

⁹ Verkostopäällikkö Pekka Laakkonen 31.8.2012, suullinen tiedonanto.

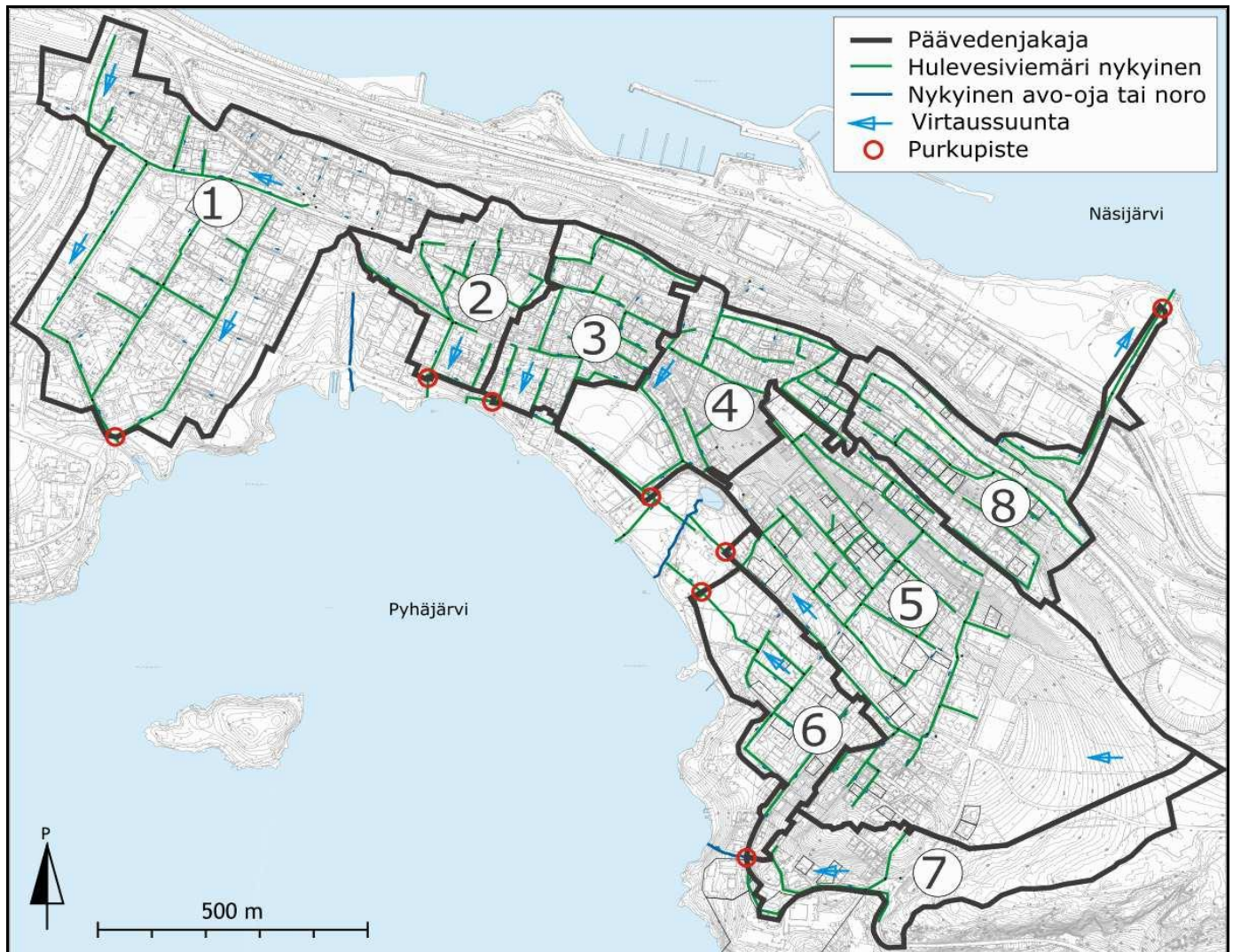
¹⁰ Kuva: FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

12.11.2012

3 HYDROLOGISET TARKASTELUT JA HULEVESIMALLINNUS

3.1 Valuma-alueet ja -reitit

Nykytilassa selvitysalueella muodostuvat hulevedet johdetaan hulevesiviemärintiä pitkin pääosin Pyhäjärveen. Pispalan ja Tahmelan alueelta (valuma-alueet 4, 5 ja 6) hulevedet puretaan Tahmelanlähteen avo-ojaan, joka laskee Pyhäjärveen. Vain selvitysalueen koilliskärjen (valuma-alue 8) hulevesivalunta johtuu Näsijärveen. *Kuvassa 8* on havainnollistettu selvitysalueen nykyistä valuma-aluejakoa sekä hulevesien pääsääntöiset virtaussuunnat.



Kuva 8. Selvitysalueen päävaluma-alueet.

Taulukko 1. Päävaluma-alueet.

Valuma-alue		Pinta-ala [ha]
1	Hyhkyn valuma-alue	31,9
2	Lapioaarenkadun valuma-alue	7,7
3	Saunasaarenkadun valuma-alue	8,3
4	Isolähteenkadun valuma-alue	11,8
5	Tahmelankadun valuma-alue	36,0
6	Tahmelan valuma-alue	8,1
7	Varalan valuma-alue	10,6
8	Pispalan pohjoisrinteen valuma-alue	10,9
Yhteensä		125,3

12.11.2012

3.2 Alueen hydrologiset ominaisuudet

Selvitysalueen hydrologisia ominaisuuksia arvioitiin laskennallisesti vettä läpäisemättömien pintojen perusteella, koska niiltä muodostuu suurin osa hulevesistä. Läpäisemättömistä pinnoista merkittävimpiä ovat kattopinnat, koska ne ovat usein kytketty suoraan tontin kuivatusjärjestelmään. Myös asfaltoidut ja kivettyt piha-alueet ovat tyypillisesti kuivatettu tehokkaasti, joten myös niiltä muodostuva hulevesivalunta on nopeaa ja voi olla määrältään suurta.

3.2.1 Hydrologisten maankäyttötyyppien määrittäminen

Läpäisemättömien pintojen määrittämistä varten selvitettiin eri maankäyttötyypit, joiden katsottiin asianmukaisella tarkkuudella edustavan selvitysalueen erilaisien alueiden hydrologisia ominaisuuksia. Esimerkialueilta laskettiin niiden sisältämät erilaiset pinnat likimäärin ja sen perusteella laskettiin maankäyttötyypille läpäisemättömien pintojen kokonaismäärä. Menetelmänä käytettiin kaupunkihydrologiassa yleisesti käytettyä käsitettä *Total Impervious Area* (TIA). Siinä vettä läpäisevienkin pintojen ajatellaan olevan osittain läpäisemättömiä eli esimerkiksi läpäiseviltä nurmipinnoilta muodostuu välitöntä pintavaluntaa. Tämä pätee etenkin rankkasadetilanteissa, joissa läpäisevät pinnat eivät kykene pidättämään tai imemään kaikkea niille satavaa vettä. Lisäksi rinnemaastossa pintavalunnan muodostuminen läpäiseviltä pinnoilta on huomattavasti tasaisia alueita suurempaa.

Maankäytöltään selvästi erilaisia rakennettuja alueita tunnistettiin neljä *taulukon 2* mukaisesti. *Kuvissa 9 ja 10* on havainnollistettu selvitysalueen eri maankäyttötyyppejä ilmakuvina. Rakennettujen alueiden lisäksi selvitysalueella huomioitiin kaksi vettä hyvin läpäisevää maankäyttötyyppiä: viheralueet tai puistot sekä metsäalueet.

Taulukko 2. Eri maankäyttötyyppien hydrologisia ominaisuuksia

Hydrologinen maankäyttötyyppi	Kattoa	Läpäisemätöntä päällystettä	Puoliläpäisevää päällystettä (sora, kiveys).	Läpäisemättömien pintojen kokonaismäärä, TIA [%]	Painannesäilyntä
Väljä pientaloalue	15 %	5 %	10 %	40	4-5 mm
Tiivis pientaloalue	25 %	5 %	25 %	53	3-4 mm
Rivitalo- ja luhtitaloalue	32 %	10 %	28 %	64	2-3 mm
Kerrostaloalue ja julkiset rakennukset	25 %	43 %	27 %	81	1-2 mm



Kuva 9. Vasemmalla on esimerkki väljästi rakennetusta pientaloalueesta ja oikealla tiivis pientaloalue.⁸

12.11.2012



Kuva 10. Vasemmalla on esimerkki tiiviisti rakennetusta rivitalo- ja luhtitalovaltaisesta asuinalueesta ja oikealla esimerkki kerrostalokorttelista ja julkisten palveluiden alueesta.⁸

Lisäksi erityisen suuret katu- tai tiealueet huomioitiin omina maankäyttötyypeinään. Näistä merkittävimpana *kuvassa 11* esitetty Pispalan valtatie, joka kulkee koko suunnittelualueen läpi. Sen asfalttipäällysteisen katualueen leveys on monin paikoin noin 16 metriä ja se on tehokkaasti kuivatettu.



Kuva 11. Pispalan valtatie asfalttipäällysteisen katualueen leveys on monin paikoin noin 16 metriä. Katualueella muodostuu paljon hulevesiä.¹⁰

12.11.2012

3.2.2 Muodostuvien hulevesien määrä

Selvitysalueella muodostuvien hulevesien määrää arvioitiin keskimääräisellä valuntakertoimella, joka kuvaa hulevesivalunnan osuutta yksittäisen sadetapahtuman sademäärästä. Valuntakertoimen maksimi-arvo on 1,0. Tarkastelussa oletettiin, että kaikki hulevesivalunta muodostuu edellä kuvatuilta läpäisemättömiltä pinnoilta (TIA). Lisäksi huomioitiin eri pintojen painannesäilynnän aiheuttamat häviöt, jolloin voitiin laskea keskimääräinen rankkasadetapahtuman valumakerroin. Valuntakerroin riippuu kuitenkin aina sadetapahtuman ominaisuuksista ja sitä edeltävistä olosuhteista kuten maaperän ja pintojen kosteudesta, joten tulosta ei voi yleistää kaikkiin tapauksiin. Valuntakerroin havainnollistaa silti hyvin hulevesien keskimääräistä muodostumistehoa alueella. *Taulukkoon 3* on koottu tarkasteltujen valuma-alueiden tärkeimmät hydrologiset parametrit.

Taulukko 3. Päävaluma-alueiden maankäyttö ja tärkeimmät hydrologiset parametrit.

Valuma-alue	Pinta-ala [ha]	Läpäisemättömyys, TIA	Valumakerroin [20mm sade]
VA1	31,9	58 %	0,49
VA2	7,7	59 %	0,51
VA3	8,3	55 %	0,46
VA4	11,8	42 %	0,34
VA5	36,0	40 %	0,32
VA6	8,1	49 %	0,40
VA7	10,6	22 %	0,16
VA8	10,9	52 %	0,43

3.3 Hulevesimallinnuksen kuvaus

3.3.1 Käytetyt menetelmät

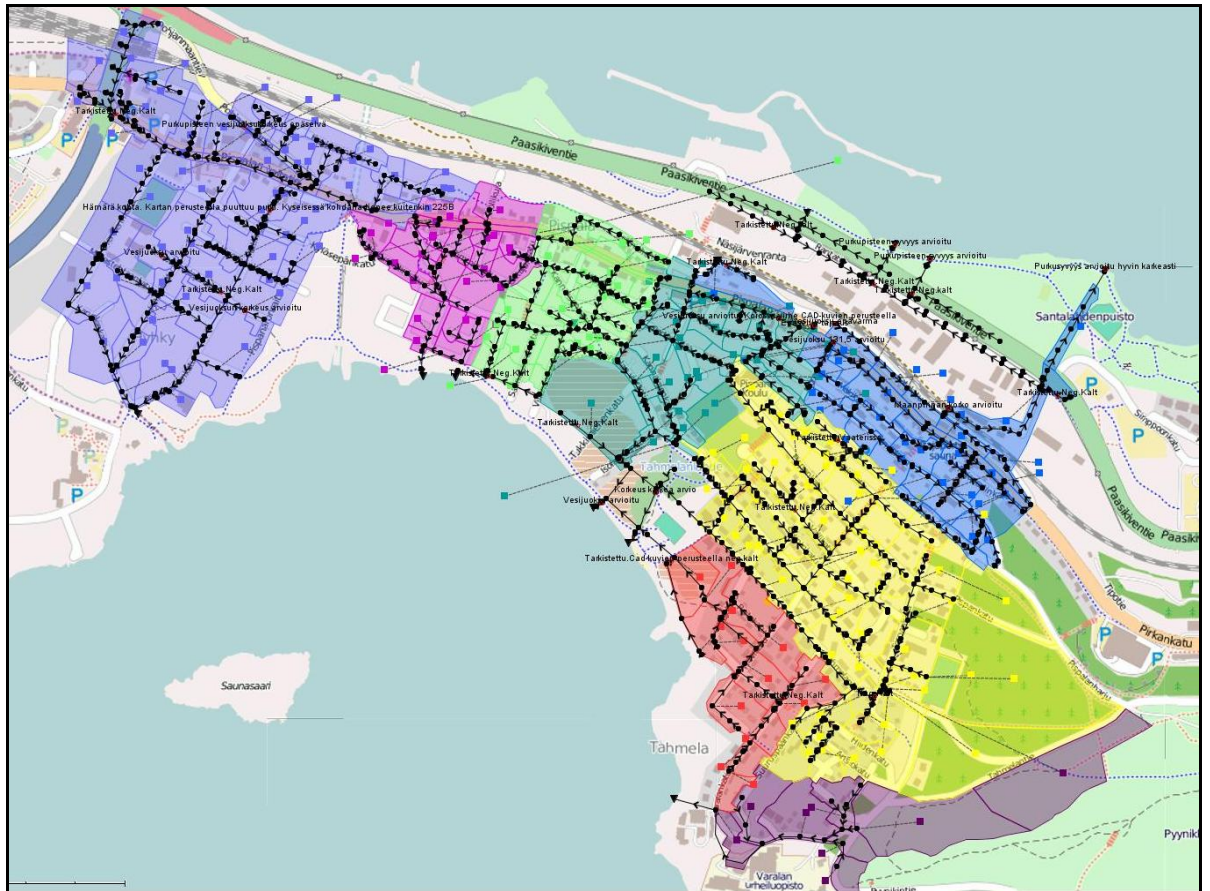
Selvitysalueen nykyisten hulevesiviemäriverkon toimivuutta ja riittävyttä tarkasteltiin tässä työssä laaditun monipuolisen hulevesimallin avulla. Mallinnus suoritettiin FCG SWMM -ohjelmalla (Storm Water Management Model), joka sisältää hulevesien muodostumista kuvaavan hydrologisen valuma-aluemallin sekä virtausreitit kuvaavan hydraulisen mallin. Ote rakennetusta hulevesimallista on esitetty *kuvassa 12*.

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, joista huomioitiin mm. pinta-ala, läpäisemättömän 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. Mallin avulla voitiin tarkastella monipuolisesti mm. ajasta riippuvia virtaamien summakäyriä, vedenpinnan tasoja ja altaiden tilavuuksia. Hydraulisessa mallinnuksessa käytettiin nk. dynaamista menetelmää¹¹, jolla voitiin tarkastella monimutkaisiakin ilmiöitä kuten paineellista virtausta, taaksepäin virtausta sekä virtausreittien tulvimista ja padotusta.

¹¹ US EPA. 2009. Storm Water Management Model, User's manual, version 5.0.

12.11.2012



Kuva 12. Ote selvitysalueesta rakennetusta SWMM-hulevesimallista.

3.3.2 Rankkasadetiedot

Tarkasteluissa on käytetty Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU)¹² loppuraportissa ja Hulevesioppaassa¹³ esitettyjä sateen keskimääräisiä intensiteettejä 1 km² aluesadannalle. Sadetiedot ovat viimeisimpiä yleisessä käytössä olevia tietoja ja ne perustuvat Suomessa kesällä 2000–2005 aikana tehtyihin tutkasadehavaintoihin ja vastaavat Etelä-Suomen sateita. Tarkasteluja tehtiin lukuisilla toistuvuudeltaan ja kestoltaan erilaisilla rankkasateilla, joista muutamia on koottu *taulukkoon 4*.

Taulukko 4. Esimerkkejä mallinnuksessa käytetyistä rankkasadetapahtumista.

Kesto	Toistuvuus	Keskim. intensiteetti		Sademäärä
15 min	1/2a	0,60 mm/min	100 l/s*ha	9 mm
	1/5a	0,73 mm/min	122 l/s*ha	11 mm
	1/10a	0,94 mm/min	156 l/s*ha	14 mm
30 min	1/2a	0,37 mm/min	61 l/s*ha	11 mm
	1/5a	0,50 mm/min	83 l/s*ha	15 mm
	1/10a	0,60 mm/min	100 l/s*ha	18 mm
1 h	1/2a	0,25 mm/min	42 l/s*ha	15 mm
	1/5a	0,32 mm/min	53 l/s*ha	19 mm
	1/10a	0,39 mm/min	64 l/s*ha	23 mm
	1/100a	0,60 mm/min	100 l/s*ha	36 mm

Ilmastonmuutoksen on ennustettu kasvattavan rankkasateiden intensiteettejä keskimäärin 15–20 % vuosiin 2071–2100 mennessä¹². Arviot perustuvat Ilmatieteen laitoksen ennusteisiin. RATU:n¹² suositusten mukaisesti ilmastonmuutos voidaan huomioida käyttämällä 20 % nykyistä rankempia sateita. Tämä tarkoittaa esimerkiksi,

¹² Aaltonen, J. ym. 2008. Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU). Suomen Ympäristö, 31. 123 s.

¹³ Kuntaliitto. 2012. Hulevesioppas.

12.11.2012

että nykyhetken 1/10a toistuvuus (*kerran kymmenessä vuodessa*) vastaa ennustetun ilmastomuutoksen mukaisessa tilanteessa likimäärin 1/5a toistuvuutta. Vastaavasti nykyinen 1/5a toistuvuus vastaa ennustetussa tilanteessa likimäärin 1/3a toistuvuutta.

3.3.3 Mallintamiseen liittyvät epävarmuudet

Hulevesimallilla kuvataan monimutkaista hydrologista tapahtumaketjua, jonka seurauksena hulevedet päätyvät rakennetulta alueelta vesistöön. Näin ollen mallintamista varten tehdään oletuksia ja yleistyksiä valuma-alue- ja aluerajausten ja parametrien suhteen. Hulevesimalli olettaa myös, että hulevedet päätyvät tehokkaasti hulevesiviemäriin, mutta todellisuudessa hulevesien ohjautuminen ensimmäiseen mahdolliseen ritiläkaivoon on usein tehotonta, kuten *kappaleessa 2.3* todettiin.

Mallinnukseen sisältyvistä epävarmuuksista huolimatta mallintaminen on ainoa tapa muodostaa kokonaiskuva monimutkaisen hydrologisen tapahtumaketjun seurauksista, hulevesiviemäriverkoston toiminnasta kokonaisuutena ja eri toimenpiteiden vuorovaikutuksesta toisiinsa. Seuraavissa kappaleissa on kuvattu mallintamalla havaittuja ongelmakohtia suunnittelualueen hulevesiviemäriverkостossa.

3.4 Hulevesiviemäriverkoston toiminnan yleiset tarkastelut

Hulevesimallin avulla etsittiin nykyisen hulevesiverkoston mahdollisia ongelmakohtia, joissa verkoston kapasiteetti on riittämätön ja tulvimista voi esiintyä jo kohtuullisen usein esiintyvillä rankkasateilla. Lisäksi mallintamalla voitiin paikallistaa niitä verkoston osuuksia, joihin verkostossa kulkeutuva kiintoaines todennäköisimmin sakkaantuu ja voi heikentää verkoston välityskykyä.

Seuraavissa kappaleissa on kuvattu verkoston yleistä toimintaa eri toistuvuuksilla esiintyvissä tilanteissa. Mallintamalla havaittuja erityisiä ongelmakohtia on kuvattu tarkemmin *kappaleessa 3.5*.

3.4.1 Toiminta usein esiintyvillä rankkasateilla

Mallintamalla todettiin, että tavanomaisissa rankkasadetilanteissa mallinnettu verkosto toimii pääpiirteissään hyvin. Tulvimista ei esiinny mm. kerran vuodessa (1/1a) toistuvilla 10–20 minuutin rankkasateilla.

Jos rankkasateen toistuvuutta kasvatetaan, paikallista lyhytkestoista tulvimista alkaa esiintyä. Esimerkiksi kerran kahdessa vuodessa (1/2a) esiintyvillä 10–20 minuutin rankkasateilla hulevesiviemäriverkoston kapasiteetti ylittyy paikoin. Herkin tulvimispaikka vaikuttaa olevan Tahmelankadun hulevesiviemäri kadun alapäässä, jossa koko valuma-alueen 5 verkosto yhdistyy. Yläpuolisen valuma-alueen koko on tässä pisteessä noin 36 hehtaaria ja verkostokartan perusteella purkuputki Tahmelan lähteen laskuojaan on kooltaan vain 300 B ja kaltevuus huonoimmalla osuudella vain 0,7 %.

3.4.2 Verkoston kunnan vaikutus toimintaan

Tarkasteluissa alkuoletuksena oli, että verkosto olisi hyvässä kunnossa ja merkittävää putkien ja kaivojen tukkoisuutta ei esiintyisi. Todennäköisempää kuitenkin on, että liukkaudentorjuntaan käytetty murske sekä päällystämättömiltä alueilta kertyvä kiintoaines sedimentoituu hulevesikaivoihin ja putkiin aiheuttaen kapasiteetin alenemista ja tukoksia. Tyypillisiä paikkoja sedimentin kertymiselle ovat jyrkkien viemäriosuuksien jälkeiset loivat paikat, jossa virtausnopeus pienenee. Yksittäisenkin putken osittainen tukkeutuminen alentaa koko kyseisen kohdan yläpuoleisen verkoston kapasiteettiä, millä voi olla arvaamattomia seurauksia rankkasadetilanteessa.

12.11.2012

3.5 Mallintamalla havaitut erityiset ongelmakohdat

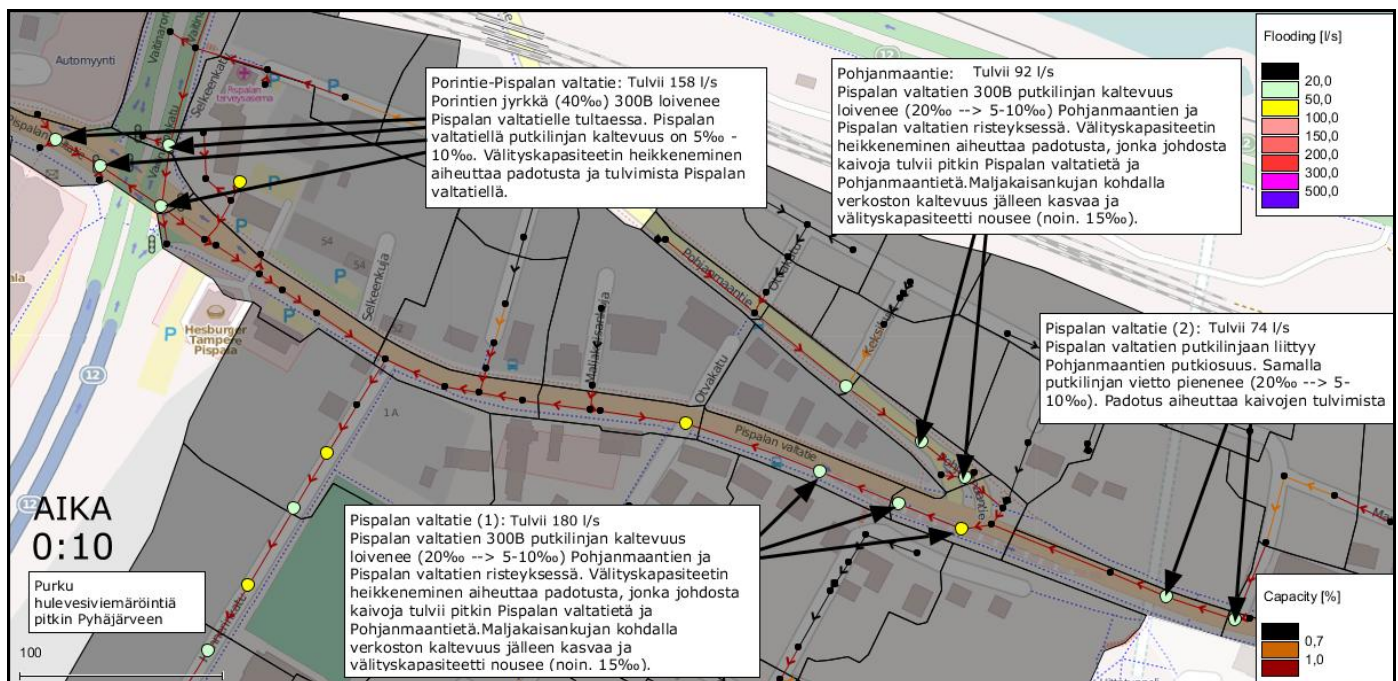
Hulevesiviemäriverkoston ongelmakohtien löytämiseksi mallinnustarkasteluja tehtiin kerran kymmenessä vuodessa toistuvilla rankkasateilla (1/10a). Nämä tilanteet ovat jo suhteellisen harvoin esiintyviä, eikä hulevesiviemäreitä yleensä mitoiteta johtamaan tällaisten tilanteiden virtaamia. Tavallista mitoitusta rankempia sateita on silti käytetty mallinnuksessa, jotta verkoston kapasiteettikapeikat varmasti löydetään. Huomioitavaa on, että verkoston mahdollinen heikko kunto tai tukkeumat voivat johtaa samoihin tilanteisiin jo huomattavasti pienemmilläkin rankkasateilla.

3.5.1 Valuma-alue 1: Pispalan valtatie

Pispalan valtatiellä hulevesiviemäriverkoston kaltevuus on Hennerinkadun risteyskän läheisyydessä loiva (5 ‰). Pienen pituuskaltevuuden takia verkoston välityskapasiteetti loppuu ja yläpuolisissa kaivoissa ilmenee tulvimista Pispalan valtatie ja Porintien risteysalueella. Tulviessaan vedet eivät todennäköisesti aiheuta kuitenkaan haittaa, vaan ne ohjautuvat tasausten mukaisesti moottoritien reunojiin.

Toinen ongelmakohta sijaitsee Pispalan valtatie ja Pohjanmaantien risteyskän läheisyydessä, jossa Pispalan valtatie 300B putkilinjan kaltevuus loivenee (20 ‰ → 5-10 ‰). Välityskapasiteetin heikkeneminen aiheuttaa padotusta, jonka johdosta kaivoja tulvii pitkin Pispalan valtatie ja Pohjanmaantietä. Pispalan valtatie ja Hennerinkadun risteyskän yhteydessä oleville putkiosuuksille saattaa myös kertyä sakkaa, kun hulevesien virtausnopeus verkoston loivilla osuuksilla hidastuu.

Tulvavedet pysyvät aluksi kuitenkin Pispalan valtatie katualueella, koska kadun reunakiveys on toteutettu hyvin. Mikäli hulevedet eivät päädy seuraaviin hulevesikaivoihin, tulvareittinä toimii Hyhkynkatu. Maljakaisankujan kohdalla verkoston kaltevuus jälleen kasvaa noin 15 ‰:een. Purkureittinä toimiva Hennerinkadun hulevesiviemärin (300 B) kapasiteetti loppuu ja voi aiheuttaa tulvimista Hyhkyn koulun kohdalla. *Kuvassa 13* on havainnollistettu ongelmakohtien sijaintia.



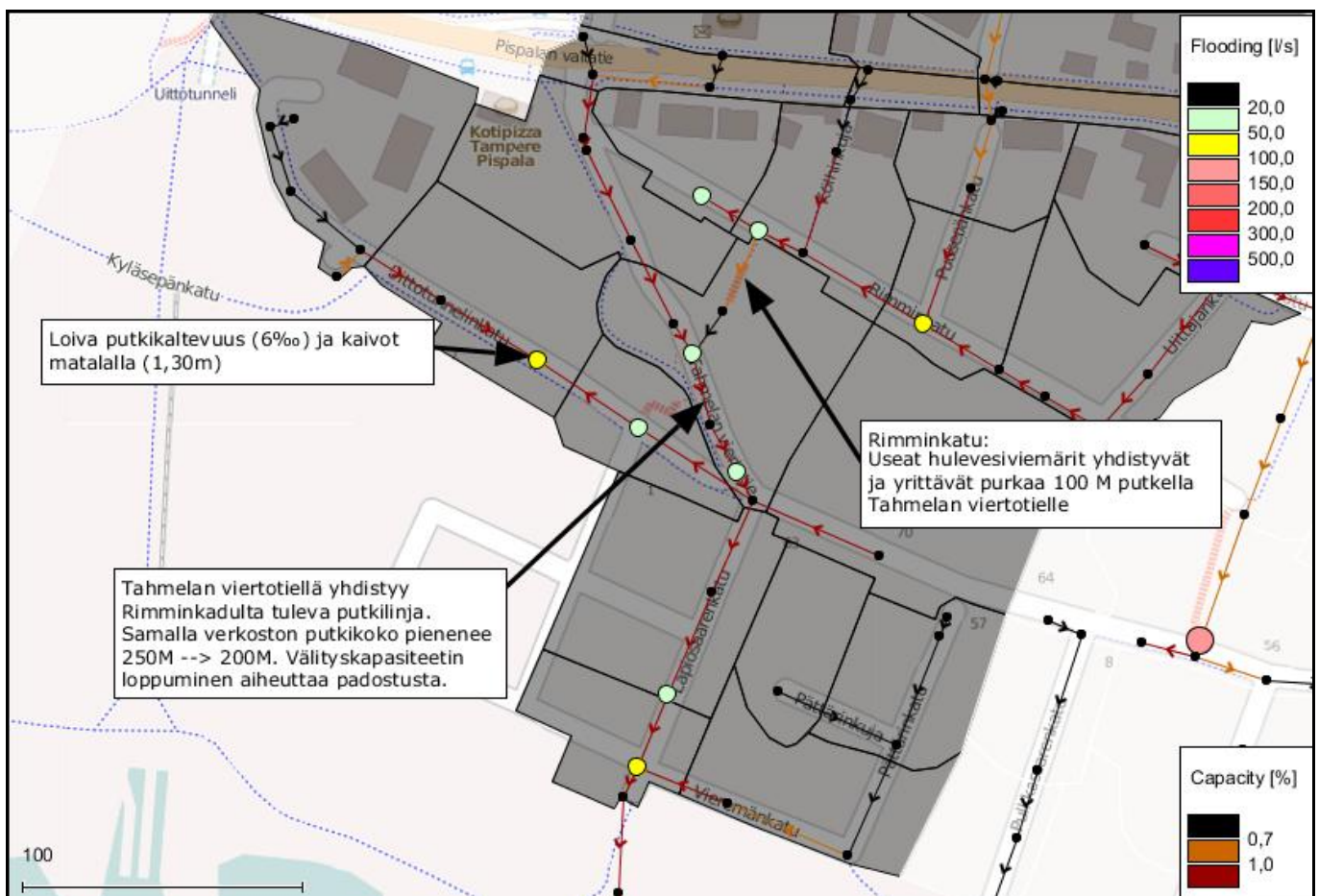
Kuva 13. Pispalan valtatiellä ilmenneet tulvimisongelmat.

12.11.2012

3.5.2 Valuma-alue 2: Rimminkatu–Uittotunnelinkatu–Tahmelan viertotie

Rimminkadulla useat hulevesiviemärit yhdistyvät ja purkautuvat pientä 110M hulevesiviemäriä pitkin kohti Tahmelan viertotietä. 110M putken välityskyky ei kuitenkaan riitä siihen tuleville hulevesille, mikä aiheuttaa padotusta ja tulvimista Rimminkadun verkostossa. Myös Tahmelan viertotien hulevesiviemäriin putkikoko pienenee 250M →200M kohdassa, jossa Rimminkadun suunnasta laskeva viemäri liittyy Tahmelan viertotien linjaan. Myös tässä kohdassa on havaittavissa lievää tulvimista.

Uittotunnelinkadulla ilmenee lievää tulvimista loivan putkikaltevuuden, tarkastuskaivojen mataluuden ja kadun tasauksessa olevan selvän painanteen vuoksi. Lisäksi suuri osa Tahmelan viertotien jyrkkää mäkeä valuvista tulvavesistä ohjautuu Uittotunnelinkadulle pahentaen lammikoitumista. *Kuvassa 14* on havainnollistettu Rimminkadun, Tahmelan viertotien ja Uittotunnelinkadun ongelmakohtia.

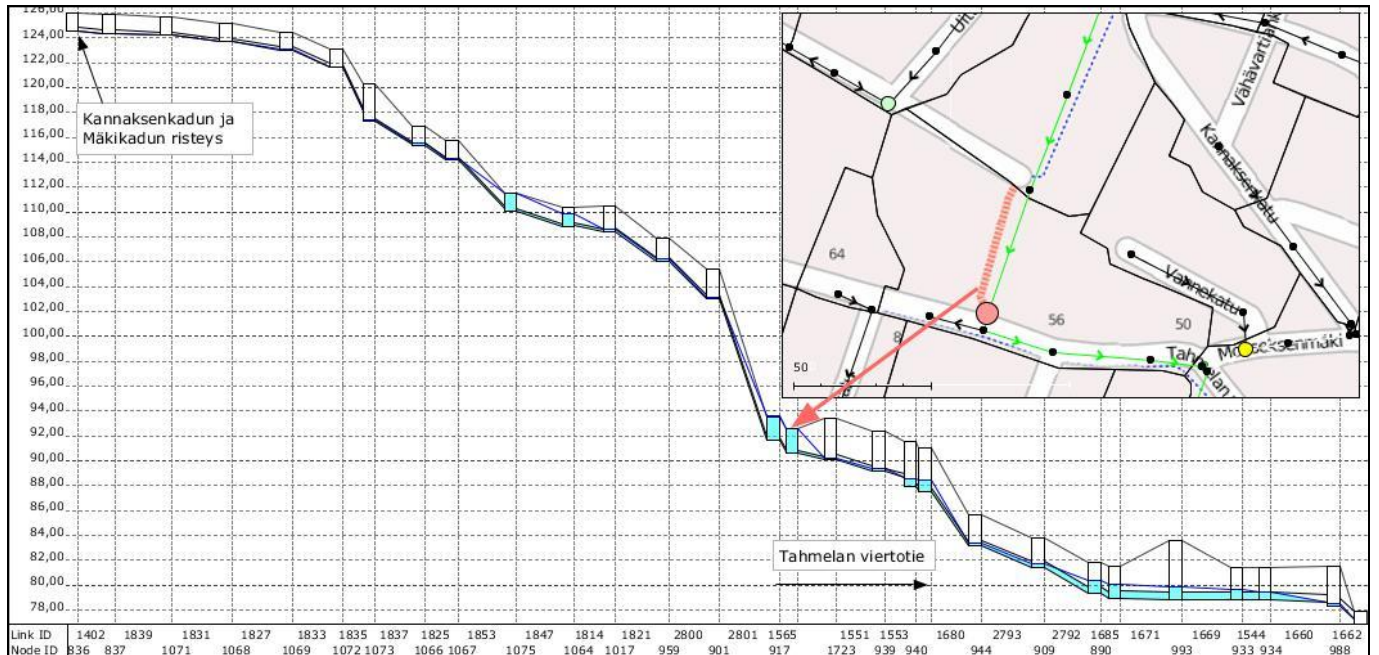


Kuva 14. Rimminkadulla, Uittotunnelinkadulla ja Tahmelan viertotiellä ilmenevät ongelmakohtat

12.11.2012

3.5.3 Valuma-alue 3: Tahmelan viertotie

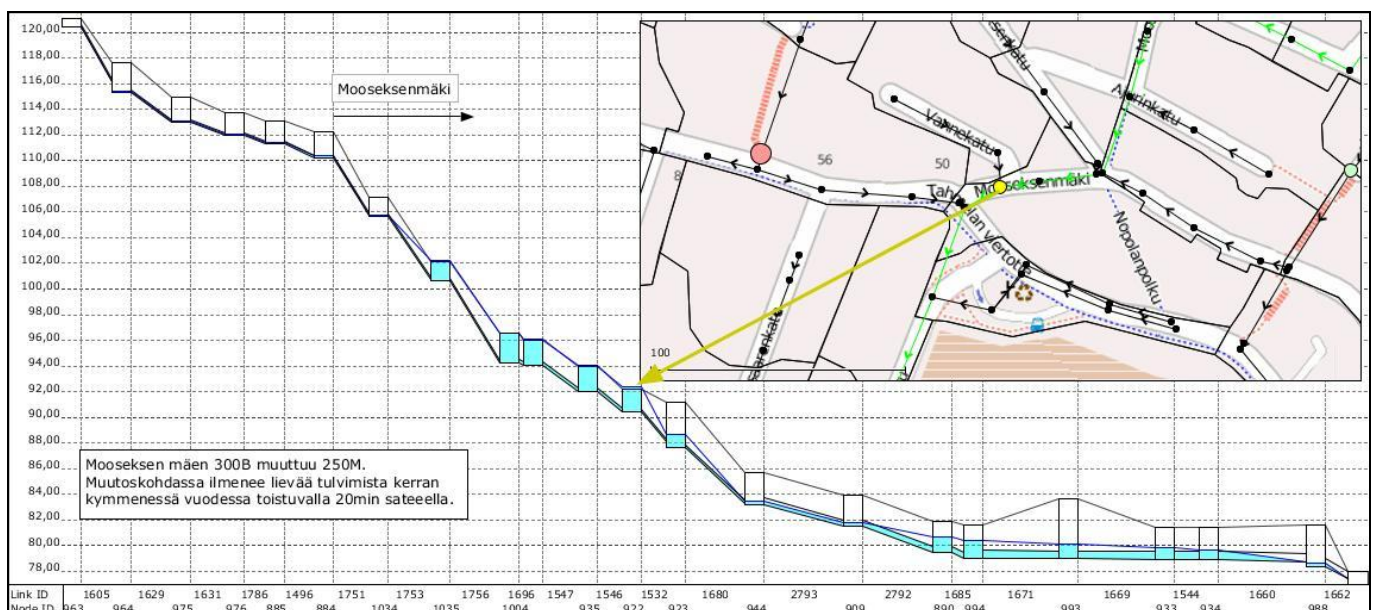
Kannaksenkadun ja Mäkikadun risteyksestä jyrkästi laskeva (240 ‰) 300B putkilinja liittyy noin 90 asteen kulmassa Tahmelan viertotien 200M linjaan. Yhtymäkohdassa ilmenee tulvimista putkikoon ja kaltevuuden pienenemisestä johtuen. Kuvassa 15 on esitetty pituusleikkaus ongelmakohtasta.



Kuva 15. Tahmelan viertotien yhteydessä sijaitseva ongelmakohta

3.5.4 Valuma-alue 3: Mooseksenmäki

Ongelmakohtassa putkikoko pienenee 300B → 250M. Putkikoon muutos aiheuttaa verkostossa padotusta ja lievää tulvimista. Kuvassa 16 on esitetty pituusleikkaus Mooseksenmäen ongelmakohtasta.

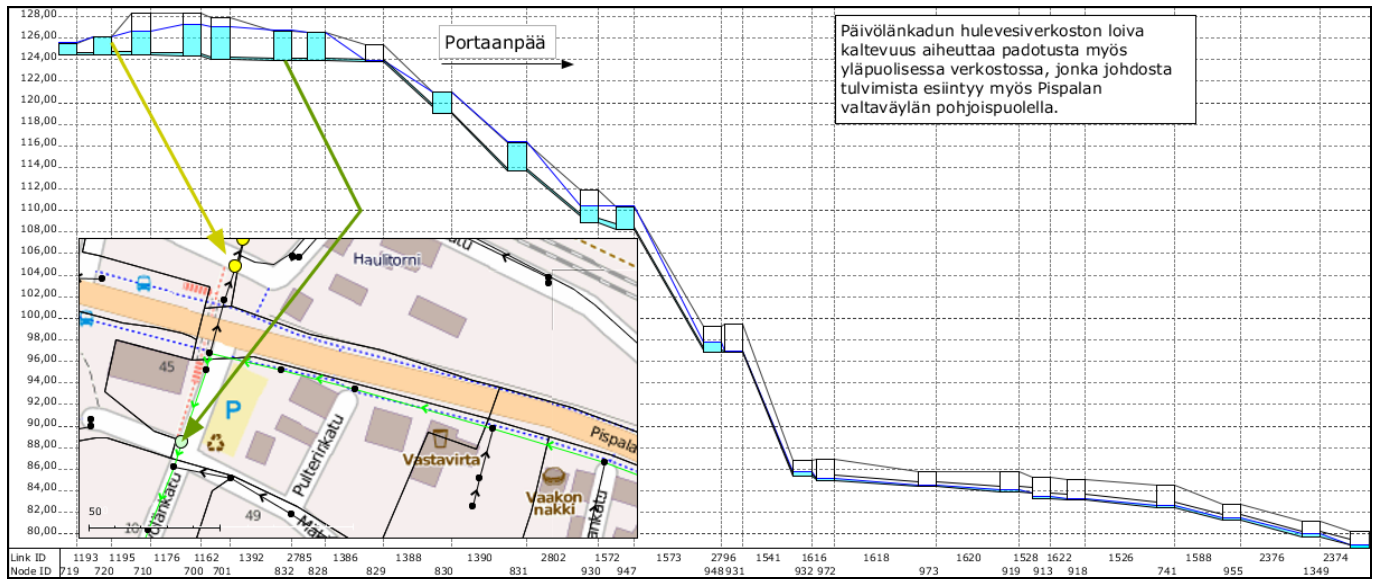


Kuva 16. Mooseksenmäen ongelmakohta.

12.11.2012

3.5.5 Valuma-alue 4: Päivölänkatu

Päivölänkadun suuntaisesti kulkeva 200M on loivassa kaltevuudessa (noin 4 ‰), jonka seurauksena putkiosuuden välityskapasiteetti on heikohko. Pispalan valtavyältä ko. viemäriin liittyy 300B hulevesiviemäri noin 50 ‰ kaltevuudessa. Päivölänkadun heikohko välityskapasiteetti aiheuttaa tulvimista myös yläpuolisessa verkostossa, Pispalan valtavyälän pohjoispuolella, joka on korkeusasemaltaan selvästi Pispalan valtavyälän alapuolella. Kuvassa 17 on esitetty pituusleikkaus Päivölänkadun putkilinjasta.

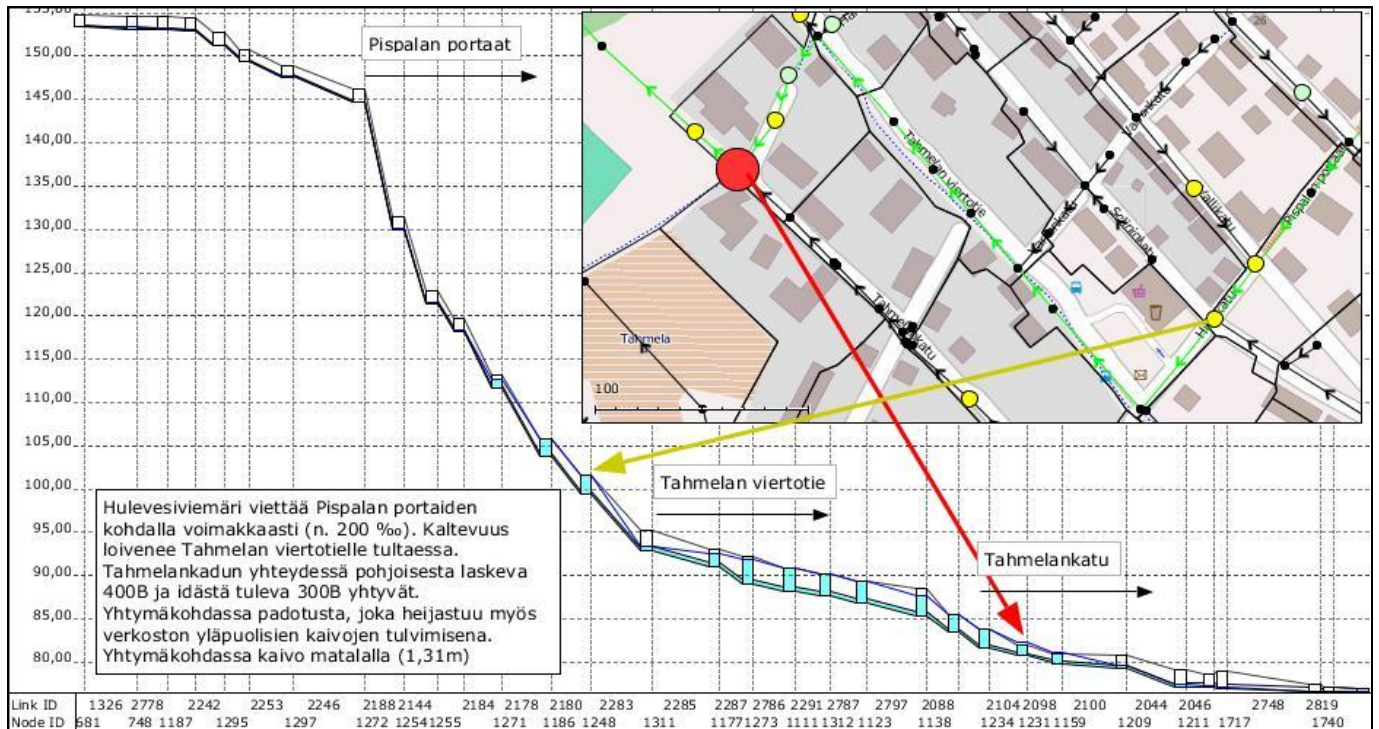


Kuva 17. Päivölänkadulla ilmenevät tulvaongelmat

12.11.2012

3.5.6 Valuma-alue 5: Tahmelankatu

Kerran kymmenessä vuodessa toistuvan rankkasateen aikana mallinnuksella havaittiin Tahmelankadun yhteydessä useita tulvivia kaivoja. Pahin ongelmakohta ilmenee Tahmelankadun päädyssä, jossa 300B runkolinjaan yhtyy 45 asteen kulmassa Tahmelan viertotieltä laskeva 400B putkiosuus. Putkien yhtymäkohdan läheisyydessä Tahmelankadun runkolinjan pituuskaltevuus pienenee (30‰ → 7‰). Risteyskohdassa ilmenevä padotus heijastuu myös Tahmelan viertotien ja Tahmelankadun yläpuolisten kaivojen tulvimisena. Ongelmakohtaa on havainnollistettu *kuvassa 18*.

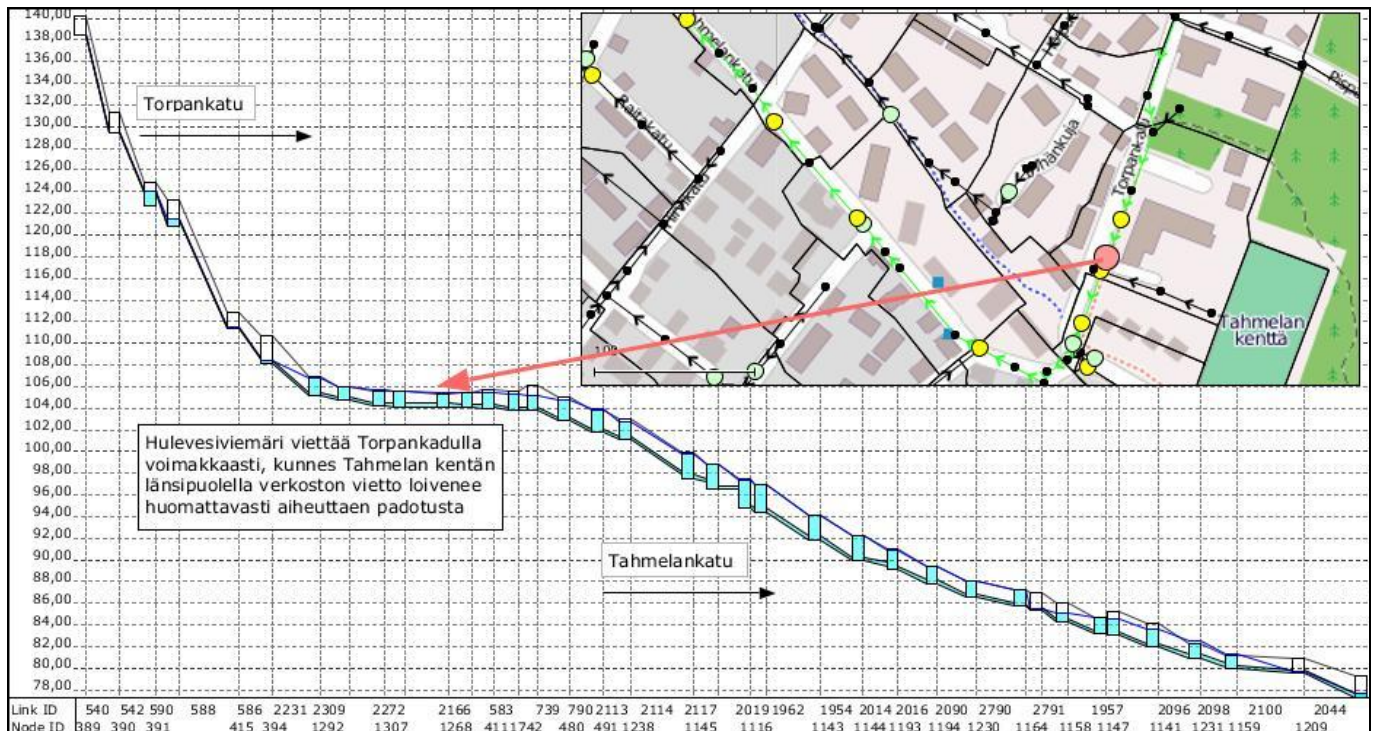


Kuva 18. Tahmelankadun länsipäädyssä ilmenevät tulva-ongelmat

12.11.2012

3.5.7 Valuma-alue 5: Torpankatu

Seurattaessa Tahmelankatua kaakkoon, havaitaan Tahmelan kentän lähetyvillä mallin mukaan tulvaongelmia. Ongelmakohdan yhteydessä pohjoisesta laskeva jyrkkä, yli 100 ‰ kaltevuuden putkilinjan vietto loivenee noin 5 ‰:en. Lisäksi ongelma-alueen yhteydessä olevat hulevesikaivot ovat hyvin matalia (1,2 m – 1,4 m). Torpankadun ja Tahmelankadun risteyksessä on puolestaan ilmennyt tulvaongelmia myös asukaskyselyiden perusteella. Ongelmat ovat johtuneet mm. hulevesien kuljettamien roskien ja lehtien tukkiessa katualueen ritiläkaivoja. Torpankadun loivalle putkiosuudelle saattaa myös kertyä myös sedimenttiä veden virtausnopeuden hidastuessa. *Kuvassa 19* on esitetty pituusleikkaus Torpankatu-Tahmelankadun hulevesiviemäroinnistä.



Kuva 19. Torpankadulla ja Tahmelankadulla ilmenevät tulvaongelmat. Pituusleikkauksesta näkyy, että verkoston vietto loivenee ongelma-alueella merkittävästi, samalla kun kaivojen syvyys on matala.

12.11.2012

4 SUUNNITELLUN MAANKÄYTÖN HYDROLOGISET VAIKUTUKSET

4.1 Suunniteltu maankäyttö

Selvitysalueelta löytyy paljon alueita, joissa on jäljellä olevaa rakennusoikeutta. Jäljellä oleva rakennusoikeus tarkoittaa Pispalassa käytännössä autotallien tai piharakennusten rakentamista sekä asuinrakennusten laajentamista tai uutta asuinrakennusta tontille. Osalla tonteista myös tontin jakaminen on mahdollista, mikä johtaa uuden asuinrakennuksen toteuttamiseen. Tyypillisiä esimerkkejä täydennysrakentamisesta on esitetty *kuvassa 20*.



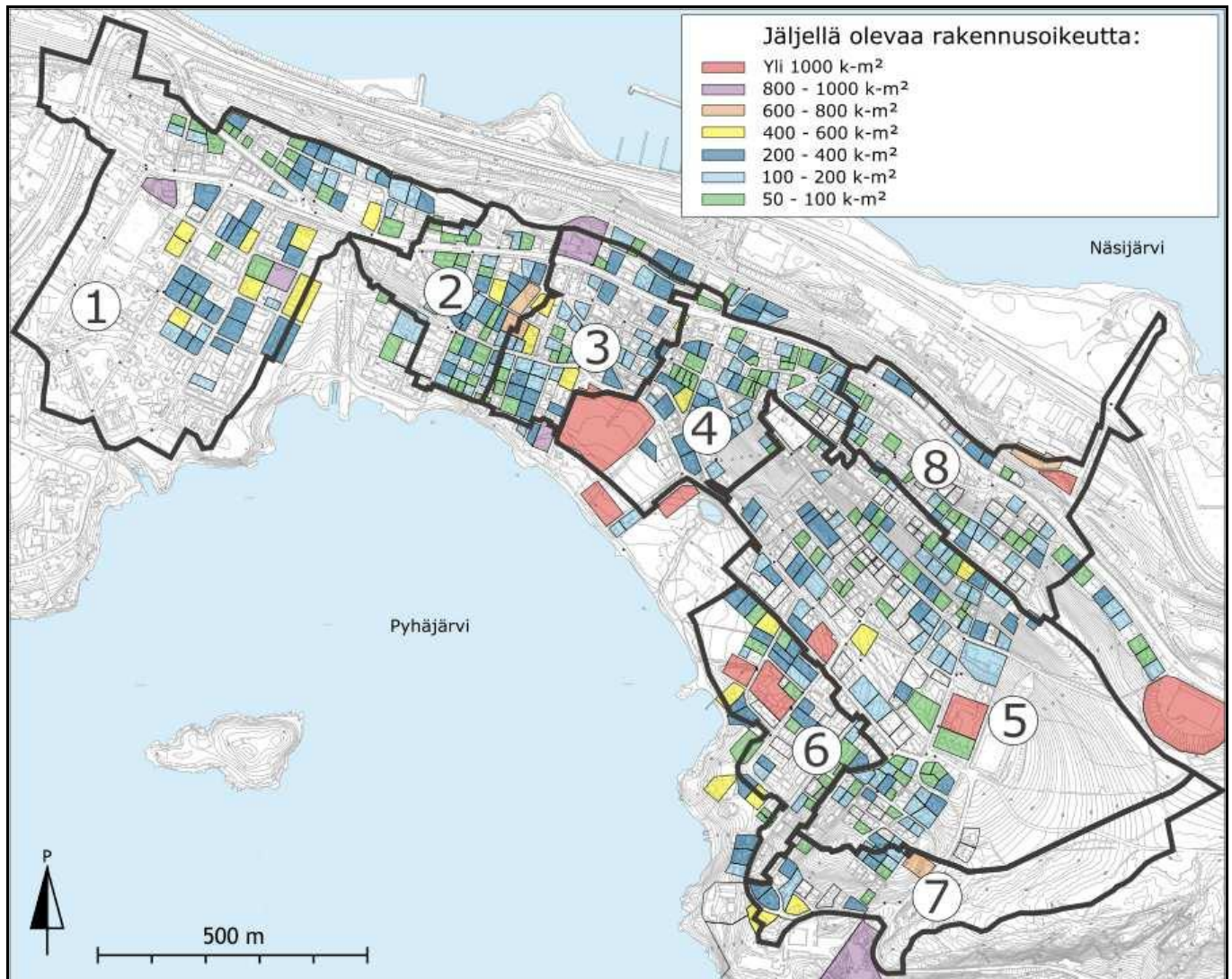
Kuva 20. Tyypillisiä esimerkkejä täydennysrakentamisesta Pispalassa. Vasemmassa kuvassa rakennetaan autotallia ja sen edustaa. Oikeassa kuvassa omakotitaloa. Kuvat ovat Kannaksenkadulta.¹⁰

Jäljellä oleva rakennusoikeus lisää toteutuessaan lähes yksinomaan kattopintojen määrää, jolla suora vaikutus hulevesien muodostumiseen. Lisärakentamiseen liittyy usein myös nykytilassa vettä läpäisevien piha-alueiden päällystäminen kiveyksillä tai asfaltilla. Näin ollen vähäinenkin lisärakentaminen on perusteltua huomioida hulevesitarkastelussa ja arvioida sen vaikutuksia hulevesiviemäriverkon riittävyyyteen tai havaittuihin ongelmakohtiin. Jäljellä olevaa rakennusoikeutta ja sen sijoittumista valuma-alueille on havainnollistettu *kuvassa 21*. Lisäksi *taulukossa 5* on esitetty valuma-alueiden tärkeimmät hydrologiset parametrit sekä jäljellä oleva rakennusoikeus. Taulukossa on verrattu jäljellä olevaa rakennusoikeutta valuma-alueen kokoon, joka antaa viitteitä muutoksen merkityksestä. Rakennusoikeus toteutuu pääsääntöisesti useaan kerrokseen, mikä tulee huomioida muutoksen suuruutta arvioitaessa. Täydennysrakentaminen johtaisi suhteellisesti suurimpaan muutokseen valuma-alueilla 2, 3, 4 ja 6.

Taulukko 5. Päävaluma-alueiden pinta-alat, jäljellä oleva rakennusoikeus sekä tärkeimmät hydrologiset parametrit. Valuma-alueiden TIA ja valumakertoimet ovat ilmoitettu valuma-alueiden painotettuna keskiarvona.

Valuma-alue	Pinta-ala [ha]	Läpäise-mättömyys, TIA	Valumakerroin [20mm sade]	Jäljellä oleva rakennusoikeus [k-m ²]	Jäljellä olevan rakennusoikeuden osuus valuma-alueen pinta-alasta
VA1	31,9	58 %	0,49	16 400	5 %
VA2	7,7	59 %	0,51	8 000	10 %
VA3	8,3	55 %	0,46	9 000	11 %
VA4	11,8	42 %	0,34	15 900	14 %
VA5	36,0	40 %	0,32	17 700	5 %
VA6	8,1	49 %	0,40	8 400	10 %
VA7	10,6	22 %	0,16	4 100	4 %
VA8	10,9	52 %	0,43	5 700	5 %

12.11.2012



Kuva 21. Selvitysalueen jäljellä oleva rakennusoikeus ja sijoittuminen valuma-alueille 1-8¹⁴.

4.2 Vaikutukset hulevesien määrään ja laatuun

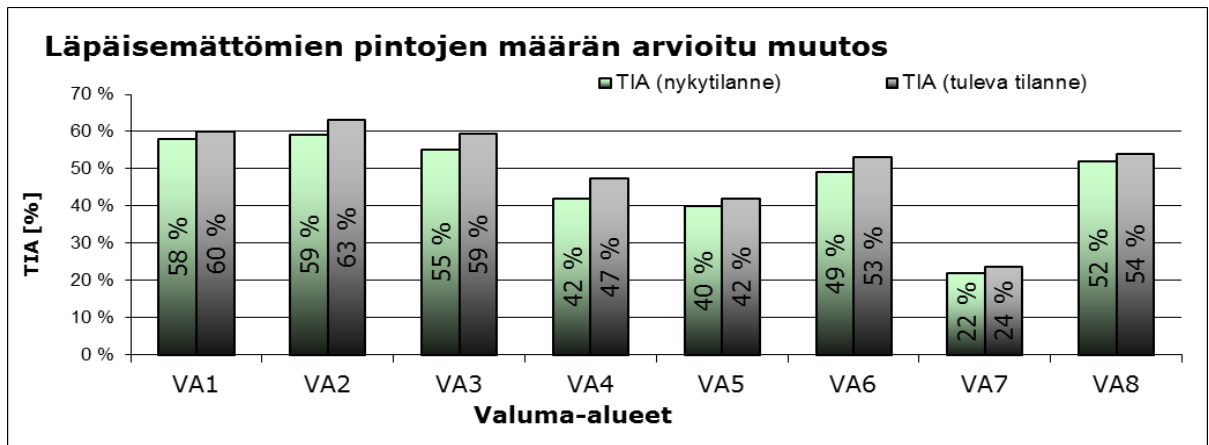
4.2.1 Vaikutukset hulevesien muodostumiseen

Tulevassa tilanteessa täydennysrakentamisen aiheuttamat hydrologiset muutokset koskevat lähinnä jo rakennettujen alueiden jäljellä olevan rakennusoikeuden hyödyntämistä sekä vähäistä uudisrakentamista. Täydennysrakentaminen lisää kuitenkin lähes yksinomaan kattopintojen määrää, vaikuttaen suorasti myös hulevesivalunnan syntymiseen.

Kuvassa 22 on esitetty diagrammina arviot selvitysalueen tulevasta vettä läpäisemättömien pintojen määrästä. Laskelmat perustuvat valuma-alueilla jäljellä olevaan rakennusoikeuteen, jonka on arvioitu aiheuttavan läpäisemättömän pinnan kasvua siten, että 100 k-m² rakennusoikeutta aiheuttaa 40 m² läpäisemättömää pintaa. Arvio perustuu oletukseen, että kaikki rakennusoikeus ei toteudu ja lisäksi rinnemaastossa rakennuksissa on useampia kerroksia, jolloin kattopinta-ala ei kasva suorassa suhteessa rakennusoikeuteen.

¹⁴ Kartta perustuu Tampereen kaupungin toimittamaan EHYT-selvitystä (Yhdyskuntarakenteen eheyttäminen Tampereella, 2011) varten koottuun rakennusoikeustietoon vuodelta 2009. Osa rakennusoikeuksien lähtötiedoista on epätarkkoja eikä uusia rakennuslupia ole päivitetty aineistoon. Aineisto kuvaa riittävällä tarkkuudella rakennusoikeuden käytön tilannetta tämän tarkastelun tarpeisiin.

12.11.2012



Kuva 22. Läpäisemättömien pintojen määrän muutos valuma-aluekohtaisesti jos 40 % käyttämättömästä rakennusoikeudesta rakennettaisiin.

Kuvasta nähdään, että kun jäljellä olevasta rakennusoikeudesta toteutuu noin 40 %, läpäisemättömien pintojen määrä kasvaa valuma-alueesta riippuen 2–5 prosenttiyksiköllä. Vastaavasti jos 100 % jäljellä olevasta rakennusoikeudesta toteutuisi ja toteutuisi yhteen kerrokseen, vettä läpäisemättömien pintojen määrä kasvaisi noin 4–13 prosenttiyksiköllä valuma-alueesta riippuen. Edellä kuvatun läpäisemättömien pintojen määrän lisääntymisen vaikutus ei olisi valuma-aluekokonaisuuden mittakaavassa merkittävää. Paikallisesti vaikutusta voi olla silti yksittäisien hulevesiviemäriverkoston kohtien toimintaan ja tulvimisherkkyyteen.

4.2.2 Vaikutukset hulevesien laatuun

Täydennysrakentamisen myötä hulevesien laadussa ei todennäköisesti ilmene merkittäviä muutoksia. Nykytilanteessa hulevesien epäpuhtauksia muodostuu muun muassa liikenteen päästöistä, ajoneuvojen ja pintamateriaalien kulumisesta sekä liukkauden torjunnasta (hiekoitus). Tyypillisiä epäpuhtauksia ovat kiintoainne, raskasmetallit sekä erilaiset öljy-yhdisteet. Myös rakennettujen alueiden kattopinnoilta muodostuvat, laadultaan suhteellisen puhtaat hulevedet voivat runsaimmillaan aiheuttaa ongelmia huuhtoessaan muilta pinnoilta ja virtausreiteiltä mukaansa kiintoainesta ja epäpuhtauksia.

Tulevassa tilanteessa tiiviimmin rakennetuilta alueilta ja erityisesti päällystetyiltä pinnoilta muodostuvat hulevedet voivat ajoittain kuitenkin sisältää enemmän epäpuhtauksia, etenkin jos täydennysrakentamisen myötä vettä läpäisemättömät asfalttipinnat lisääntyvät.

Pispalan kaltaisen kohteen erityispiirteenä hulevesien laatuun liittyen on päällystämättömillä pinnoilla esiintyvä eroosio, mikä aiheutuu pintavalunnan suurista virtausnopeuksista jyrkillä rinteillä. Rankemmilla sateilla eroosio ja siitä aiheutuva ainehuuhtouma alapuolisille purkureiteille voi olla hyvinkin huomattavaa.

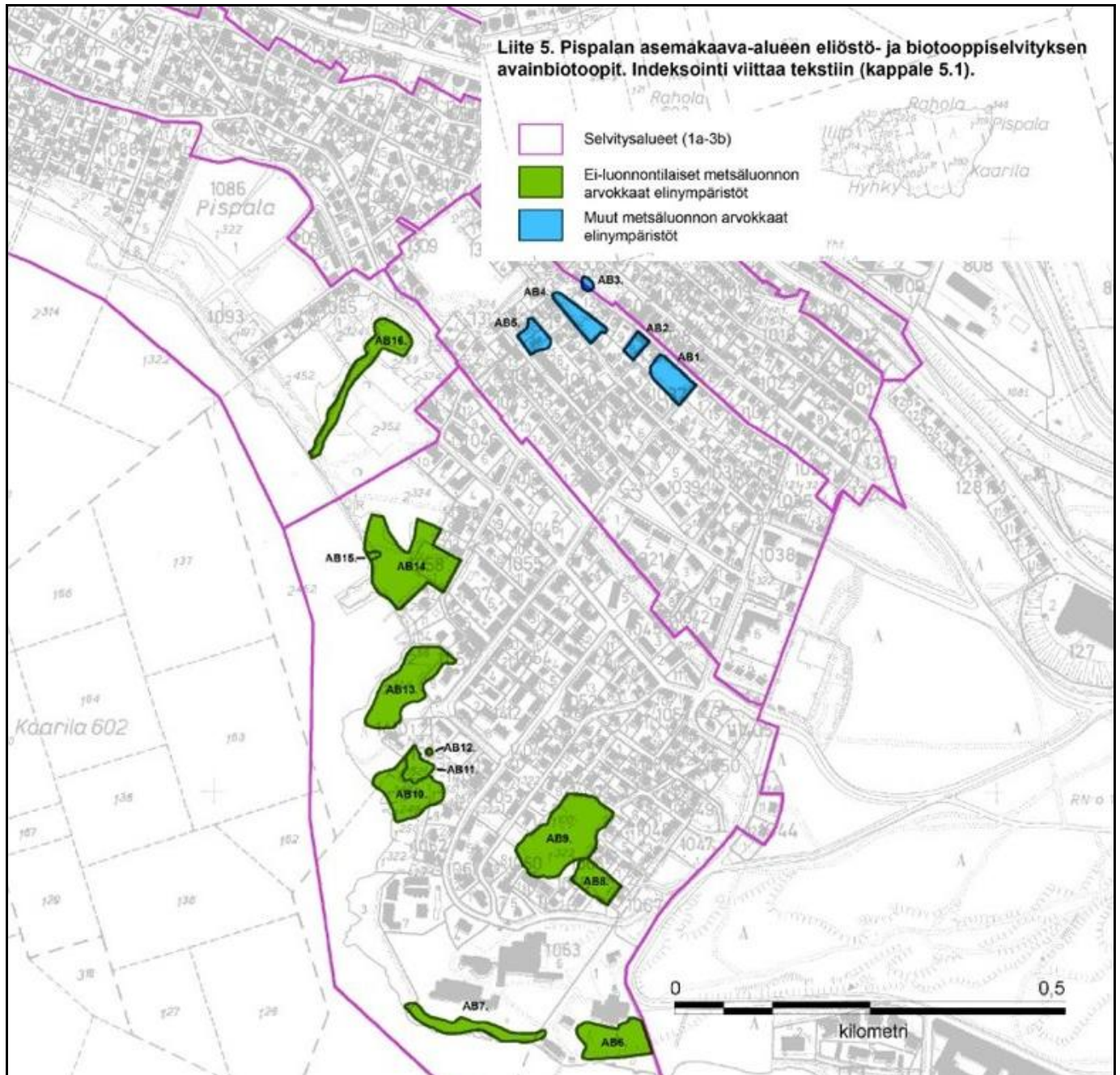
4.3 Vaikutukset pohjavesiin

Yleisesti pohjavettä syntyy, kun sade- tai sulamisvesi imeytyy riittävän läpäisevien maakerrosten läpi. Pispalan alueella pohjavettä muodostuu myös Näsijärvestä tulevasta vedestä, joka suotautuu vähitellen maakannaksen läpi Pyhäjärveen. Paikallisesti lisärakentaminen estää tai hidastaa pinta- tai sadevesien imeytymistä pohjamaahan. Tämä voi vaikuttaa paikallisesti pohjavedenpinnan tasoon, jos ympärillä on heikosti vettä johtavaa pohjamaata, mutta alueellista vaikutusta pohjavedentasoihin ei täydennysrakentamisella ole.

12.11.2012

4.4 Vaikutukset luontoarvoihin

Pispalan asemakaavavaiheiden I-III alueesta on laadittu eliöstö- ja biotooppiselvitys¹⁵, jossa mainitut avainbiotoopit on esitetty kuvassa 23. Tahmelan lähde ja sen laskuoja on Pispalan selvitysalueella hulevesien hallintaan liittyvä erityiskohde. Lähteeseen ei johdeta lainkaan hulevesiä, mutta Tahmelan lähteen laskuojaan puretaan muutamia alueen hulevesiviemäreitä. Mahdollinen täydennysrakentaminen ei kuitenkaan muuttaisi purkupisteiden nykyisiä virtaustilanteita olennaisesti. Koska Pispalassa hulevedet johdetaan lähes poikkeuksetta hulevesiviemäriin, ja tulvatilanteessakin katualueella, alueella ei ole muita merkittäviä avo-ojia tai puroja ja niihin liittyviä luontoarvoja.



Kuva 23. Ote eliöstö- ja biotooppiselvityksestä.¹⁵

¹⁵ Kari Korte, Tampereen kaupunki. Pispala asemakaavavaiheiden 1-3 eliöstö- ja biotooppiselvitys. tarkistettu 11.1.2012.

12.11.2012

Selvitysalueella on joitain suojeluarvoja sisältäviä paahteisia rinnepaikkoja, jotka eivät salli hulevesien aiheuttamaa lisäkostumista¹⁶. Nämä kohdat ovat paikallisia ja suurin vaikutus niihin on yksittäisillä rakennuspaikoilla tehtävillä toimenpiteillä. Lähtökohta on kuitenkin se, että tonteilta hulevesien pintavalunta johdetaan pääosin katualueen suuntaan, joten tonttien hulevedet eivät tule aiheuttamaan rinnealueiden lisäkostumista. Yksittäisissä rakennuskohteissa tulee lisäksi huomioida, että rakentamisaikana katualueen hulevedet eivät saa päästä valumaan työmaalle ja sen kautta maastoon hallitsemattomasti.

4.5 Hulevesien hallinnan tarve ja yleiset tavoitteet

Pispalan suunniteltu täydennysrakentaminen kohdistuu suurelta osin yksittäisille tonteille, joten täydennysrakentamisen pinta-ala suhteessa koko alueen kokoon on suhteellisen vähäinen. Täydennettävät alueet rakennetaan kuitenkin erittäin tiiviisti ja peitetään lähes kokonaan kattopinnoin tai pinnoitetaan heikosti vettä läpäisevin päällystein. Tämä johtaa paikallisesti imeytymisen vähenemiseen ja hulevesien muodostumisen lisääntymiseen ja virtaamien kasvuun hulevesiviemäreissä.

Maankäytön tiivistyessä luontaiset hulevesien valumareitit ja varastoitumisalueet häviävät ja niiden tilalle tulee tehostettuja kuivatusjärjestelyjä ja läpäisemättömiä pintoja. Pispalan kaltaisessa omalaatuisessa ympäristössä, jossa topografia on poikkeava ja rakentamisen tehokkuus tavanomaista suurempi, hulevesien hallinnan ongelmaksi nousee etenkin yhtenäisten tulvareittien puute. Puutteelliset tulvareitit voivat johtaa hulevesien valumiseen hallitsemattomasti rakennusten pihoihin tai pahimmillaan rakennuksien sisään. Tyypillinen riski on, että katujen reunakiveykset tai -painanteet eivät säily yhtenäisinä alueella tehtävistä muutostöistä johtuen.

Toinen huomioitava asia täydennysrakentamiskohteessa on nykyisen verkoston välityskyvyn riittävyys maankäytön tehostumisen jälkeen. Pispalassa tämän merkitys korostuu, koska hulevesiviemäriverkon yllättävä tulviminen voi johtaa hulevesien haitalliseen tulvimiseen katualueella tai leviämällä tonttien puolelle. Myös hulevesiviemäriverkoston purkureittien eroosioriskit ovat todellisia, koska verkoston kaltevuudet ja täten virtausnopeudet ovat suuria. Eroosio aiheuttaa purkureittien syöpymistä ja veden laadun paikallista heikkenemistä.

Pispalan hulevesien hallinnan suunnittelun tavoitteena on tonttikohtaisen hallinnan periaatteiden täsmentäminen. Erytisesti on tarpeen luoda yhtenäinen ohjeisto kuinka Pispalan alueella hulevesiä tulee hallita sekä ympäristö- että tulvahallinnan näkökulmat huomioiden. Pispalan alueen hulevesiviemäriverkkoa on tarpeen tarkastella yksityiskohtaisemmin kapasiteettikapeikkojen löytämiseksi ja niiden toiminnan parantamiseksi. Alueen tulvareitit tulee tarkastella kokonaisuutena harjun laelta vesistöön asti. Näitä tavoitteita silmällä pitäen on tässä työssä laadittu tarkasteluja, joita on kuvattu seuraavissa kappaleissa.

¹⁶ Tampereen kaupunki: keskustelut kaupungin puutarhuri – vihersuunnittelu.

12.11.2012

5 HULEVESIEN HALLINTATOIMENPITEIDEN SUUNNITTELU

5.1 Hulevesien hallinnan periaatteet

Hulevesien hallinnan lähtökohtana on ehkäistä hulevesien muodostumista ja niihin kohdistuvaa laatuhaittaa sekä pyrkiä säilyttämään veden kiertokulku mahdollisimman luonnollisena. Näihin tavoitteisiin pyritään hallitsemalla hulevesiä seuraavan prioriteettijärjestyksen mukaisesti. Priorisointi vastaa keväällä 2012 julkaistun valtakunnallisen Hulevesioppaan¹³ ohjeita.

- 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 (suodattaminen maassa ja maan pinnalla)
- IV. Hulevedet johdetaan pois syntypaikaltaan hulevesiviemärissä yleisillä alueilla sijaitseville hidastus- ja viivytysalueille ennen vesistöön johtamista (viivyttäminen avouomissa)
- V. Hulevedet johdetaan hulevesiviemärissä suoraan vastaanottavaan vesistöön.

Pispalan selvitysalueella hulevesien hallinnan periaatteeksi esitetään, että uudis- ja täydennysrakentamiskohteissa toimitaan toimintatapojen I–III mukaisesti. Tällöin korostuu tonttikohtainen hallinta, jolla pyritään kompensoimaan täydennysrakentamisen aiheuttamaa läpäisemättömien pintojen määrän kasvua. Pientaloalueilla tonttikohtaisen hulevesien hallinnan keskeisin asia on katkaista kattovesien suora purku hulevesiviemäriverkkoon ja johtaa ne jonkin tonttikohtaisen viivyttävän tai imeyttävän järjestelmän läpi. Hulevesien hallinnan tarve astuu voimaan uusien rakennuslupien yhteydessä.

5.2 Hulevesien hallintamenetelmät yleisesti

5.2.1 Hulevesien muodostumisen vähentäminen

Hulevesien muodostumista voidaan vähentää kasvattamalla valuma-alueilla tapahtuvaa haihduntaa ja imeytymistä maaperään. Suunnittelualan sisällä hulevesivaluntaa voidaan vähentää ja hidastaa minimoimalla läpäisemättömien pintojen määrä sekä suosimalla vaihtoehtoisia ratkaisuja kuten *läpäiseviä päällysteitä*, jotka mahdollistavat veden pidättymisen niiden pintakerrokseen.

Hulevesivaluntaa voidaan vähentää ja hidastaa läpäisevien päällysteiden, kuten reikälaattojen tai -kiveyksien käytöllä mm. piha-, jalankulku- ja pysäköintialueilla. Varsinaisten reikälaattojen ohessa myös väljästi saumatut betonikiveykset ovat hulevesien vähentämisen kannalta selvästi asfalttipintoja parempi vaihtoehto. Läpäisevät päällysteet vähentävät tehokkaasti etenkin matalan intensiteetin sadetapahtumien aiheuttamaa hulevesivaluntaa, koska päällyste ehtii imeä suurimman osan sille satavasta vedestä. Läpäisevässä maanperässä läpäisevien päällysteiden käytön hyödyt korostuvat, mutta heikomminkin läpäisevässä maanperässä rakenteiden toimintaa voidaan tehostaa salaajituksen avulla. Vaikka läpäisevän päällysteen vedenläpäisykyky ajan mittaan pienenisikin, näillä tapahtuva hulevesien muodostuminen ja virtaaminen on tavallisilla sadetapahtumilla aina vähäisempää, kuin esimerkiksi tiiviillä asfalttipinnoilla. Suuren intensiteetin rankkasateilla läpäisevä päällyste toimii likimain asfalttipinnan tavoin, mutta pintavalunnan virtausnopeudet jäävät asfalttipintoja alhaisemmiksi. Läpäisevän päällysteen käyttöä on havainnollistettu *kuvassa 24*.

12.11.2012



Kuva 24. Esimerkkejä läpäisevien päällysteiden käytöstä. Tampere, Vuores.¹⁰

5.2.2 Hulevesien viivyttäminen maan pinnalla

Pientaloalueilla tonttikohtaisen hulevesien hallinnan keskeisin asia on irtikytkeä kattovedet hulevesiviemäriverkosta. Kattovesien viivyttäminen maan pinnalla olevissa kasvillisuuspainanteissa eli sadeputarhoissa sekä kattovesisäiliöiden käyttö ovat yksinkertaisimpia ja edullisimpia tapoja tontilla muodostuvien hulevesien hallintaan. Pintaratkaisujen käyttö vaatii tontilta tilaa ja edellyttää, että hulevesien johtaminen tapahtuu poikkeustapauksia lukuun ottamatta maan pinnalla.

Sadeputarhat ovat ympäristöään alempana olevia kasvillisuuden peittämiä alueita, joihin hulevedet voivat hetkellisesti lammikoitua. Sadeputarhan tarkoituksena on viivyttää hulevettä, mutta maaperän ominaisuuksista riippuen myös imeytymistä tapahtuu. Sadeputarhan syvyys on pieni ja tavoitteena on että hetkellinen lammikoituminen olisi vain noin 10–15 cm:n luokkaa. Rakennettaessa maaleikkaus tulee ulottaa riittävän syvälle lopullisen pinnan alapuolelle, jotta painanteeseen voidaan tehdä halutun kasvillisuuden edellyttämät kerrokset.

Sadeputarhat kannattaa toteuttaa mahdollisimman hajautettuna, jolloin pieniä painanteita sijoittuu yksittäiselle tontille useampia. Hajauttamisen etuna on vesien johtamisen helpottaminen, kun eri puolilla tonttia muodostuvia hulevesiä ei tarvitse ohjata pitkiä matkoja keskitettyyn sadeputarhaan. Hajautus parantaa myös imeytymisen mahdollisuutta. Veden imeytyskykyä voidaan myös tehostaa syventämällä kaivantoa ja tekemällä massanvaihtoa. Tällöin kaivettava painanne täytetään karkealla maa-aineksella, jonne vedet imeytyvät painanteen pinnalta ja johtuvat edelleen ympäröivään maaperään. Lisäksi hulevesien varastointi painanteen rakennekerrokseen lisää menetelmän kapasiteettia suhteessa sen tarvitsemaan pinta-alaan ja varastoitu vesi voi hyödyntää paremmin painanteen kasvillisuutta.

Koska sadeputarhat aina imeyttävät jonkun verran vettä maaperään, tulee ne sijoittaa kuivatusta vaativien rakenteiden alapuolelle (alarinteeseen) riittävälle etäisyydelle, vähintään 3 metrin päähän. Kellarillisten rakenteiden kohdalla suojaetäisyyden tulee olla kaksinkertainen. Mikäli sadeputarha joudutaan sijoittamaan kuivatusta vaativien rakenteiden yläpuolelle (ylärinteeseen) alle 10 metrin etäisyydelle, tulee painanteen pohjan olla vettä heikosti läpäisevä tai rakenne tulee salaojittaa ja vedet johtaa ojaan tai sadevesiviemäriin. Mikäli mitoitussuurekset ovat pieniä ja maaperän perusteella jonkintasoinen imeytys on mahdollista, ei painanteeseen tarvitse välttämättä tehdä erillistä tyhjennysrakennetta viivytyksen vesimäärän poistamiseksi. Vastaavasti imeytymisen ollessa epätodennäköistä, tulee veden tyhjeneminen painanteesta varmistaa esimerkiksi purkuputkella tai patoaukolla. Sadeputarhan ulkonäköä on havainnollistettu kuvassa 25.

12.11.2012



Kuva 25. Omakotitalon hulevedet johdetaan maanpäällisin kouruin tontin kulmassa olevaan sadeputarhaan, joka mahdollistaa hulevesien hetkellisen lammikoitumisen. (Tampere, Vuores).

Rankkasadetilanteissa kaikki piha-alueiden hulevedet eivät pysty suotautumaan läpäisevien päällysteiden ja suodattavien rakenteiden läpi, joten ylimääräisille hulevesille on järjestettävä turvalliset pintavaluntareitit hulevesiviemäriin, maanalaiseen hulevesikennostoon tai -kaivoon. Piha-alueen salaojat voidaan edelleen kytkeä maanalaisiin viivytysjärjestelmiin, josta hulevedet purkautuvat hitaasti hulevesiviemäriverkoston kautta suunnittelualueen purkureiteille. Salaojien liittämisen osalta on varmistettava, että viivytysjärjestelmä ei padota vettä salaojiin.

5.2.3 Hulevesien varastoiminen ja imeyttäminen

Kattovesien keräämistä varten voidaan käyttää *kattovesisäiliöitä*, jotka asetetaan syöksyputken alle joko maan päälle tai maan alle. Säiliössä on ylivuotoputki jota pitkin ylimääräiset vedet voidaan johtaa haluttuun suuntaan sekä pohjalla hana tai venttiili, josta säiliö voidaan tyhjentää tai ottaa vettä esimerkiksi kastelukäyttöön. Kattovesisäiliöitä ei ole tarpeen mitoittaa suurille vesimäärille vaan sillä tuetaan muita hulevesien hallintajärjestelmiä. Maanpäällisten säiliöiden soveltuminen alueen ilmeeseen on varmistettava. Esimerkki muovisesta kattovesisäiliöstä sekä käsipumpulla varustetusta maanalaisesta hulevesikaivosta on esitetty *kuvassa 26*.



Kuva 26. Vasemmalla esimerkki 190 litran kattovesisäiliöstä. Oikealla tontin hulevesille varattu kaivo, josta vedet pumpattavissa hyötykäyttöön.

12.11.2012

Mikäli tontin käyttö estää maanpäällisten sadeputarhojen toteuttamisen, voidaan hulevesien viivytys toteuttaa myös *maanalaisilla viivytyskennostoilla, viivytyskaivannoilla tai -kaivoilla*, jotka soveltuvat erityisen hyvin hulevesien määrälliseen hallintaan ja niillä pystytään vastaanottamaan suuriakin virtaamapiikkejä. Viivytyskennostosta hulevedet puretaan vaiheittain hulevesiviemäriverkkoon ja sieltä jälleen yleisillä alueilla oleviin hulevesien viivytysjärjestelmiin tai purkureiteille.

Maanalainen viivytys voidaan toteuttaa yksinkertaisella hulevesikaivolla, jonka tilavuus täyttää viivytysvaatimuksen. Kaivosta tulee olla tyhjennysputki ja ylivuoto katualueen hulevesiviemäriin tai maastosta osoitettuun purkupaikkaan. Myös hulevesien viivyttämiseen tarkoitetuilla muovikennostoilla on suuri, jopa 95 % hyötytilavuus, jolloin suhteellisen pienellä rakennetilavuudella saavutetaan suuriakin hulevesien viivytystilavuuksia. Kennostot ja kaivot ovat helposti tarkastettavissa ja puhdistettavissa. Sen sijaan murskekaivannoilla toteutettuna hyötytilavuus jää vain noin 30 %:iin ja niiden puhdistaminen ja huolto on käytännössä mahdotonta.

Oikein rakennettuna maanalaiset viivytysrakenteet eivät vaikuta yläpuolisten alueiden liikennöitävyyteen, joten maanpäällinen tila voidaan käyttää joustavasti muihin toimintoihin. Viivytyskennostot ja -kaivot voidaan liittää ongelmitta hulevesiviemäriverkkoon ja erilaisiin tontin kaivojärjestelyihin. *Kuva 27* esittää esimerkkiä maanalaisesta kennostosta omakotitontilla.



Kuva 27. Esimerkki maanalaisesta kennostosta omakotitontilla.¹⁷

Kuvasta 27 poiketen normaalitilanteessa hulevesien purku tapahtuu katualueen hulevesiviemäriverkkoon, mikäli alueella sellainen on. Vesien imeyttäminen maaperään voi olla kuitenkin tapauskohtaisesti mahdollista. Lisäksi kennosto voidaan purkaa suoraan maastoon jos se on korkeusasemien puolesta mahdollista eikä aiheuta eroosioriskiä. Purku tapahtuu ensin kennoston pienikokoisen tyhjennysputken kautta, jolloin purkuvirtaama saadaan rajoitettua alhaiseksi. Viivytystilavuuden täytyttyä purkautumista tapahtuu samanaikaisesti myös suuremman ylivuotoputken kautta.

¹⁷ Kuva: Uponor Suomi Oy

12.11.2012

5.3 Hulevesien hallintamenetelmien soveltaminen Pispalassa

Pispalan suunnittelualueella voidaan soveltaa kaikkia edellä kuvattuja hulevesien hallintamenetelmiä, mutta toteutuksessa tulee huomioida alueen ominaispiirteet, etenkin jyrkkien rinteiden mukanaan tuomat haasteet sekä pohjavesitilanne. Menetelmien soveltuvuutta on tässä yhteydessä käsitelty lähinnä tekniseltä kannalta, tosin kulttuuriympäristöstä johtuen on rajattu pois esimerkiksi viherkatot, jotka muuten olisivat yksi mahdollisuus hulevesien hallintaan. Kulttuuriympäristön asettamia vaatimuksia myös hulevesien hallinnalle käsiteltäneen tarkemmin alueen rakentamistapaohjeissa.

Hulevesien imeyttäminen tonteilla olisi monin paikoin mahdollista maaperän vedenläpäisevyyden perusteella, mutta esimerkiksi sadepuutarhojen käyttöä rajoittaa rinnemaasto. Pispalan alueen rinnetonteilla, joilla rakennukset sijaitsevat lähes katualueessa kiinni ongelmaksi muodostuu se, että kadun puolella ei ole todennäköisesti tilaa painanteen rakentamiseen siten, että tarvittavat suojaetäisyydet täyttyvät. Lisäksi takapihalle sijoitettavasta painanteesta hallitun ylivuodon johtaminen katualueen hulevesiviemäriin voi olla korkeusasemista johtuen haastavaa. Näin ollen Pispalan alueella sadepuutarhat soveltuvat erityisesti loivapiirteisille tonteille, joilla on lisäksi mahdollisuus johtaa sadepuutarhan ylivuoto järkevälle reitille hulevesiviemäriin, joko etu- tai takapihalta.

Huleveden imeyttämismahdollisuuksiin vaikuttaa myös pohjaveden pinnantaso, mikä vaihtelee alueen sisällä. Ylempänä harjun rinteillä etäisyys maanpinnan ja pohjavedentason välillä on suuri, eikä esteitä tontilla muodostuvien hulevesien imeyttämiseksi ole kunhan suojaetäisyydet imeytysmenetelmän (esim. sadepuutarha) ja kuivatusta vaativan kohteen välillä ovat riittävät. Lähempänä Pyhäjärven ranta-alueita pohjaveden pinta on lähellä maanpintaa ja imeytymismahdollisuudet pienenevät. Imeytystä ei pitäisi soveltaa alueilla, jossa imeytysrakenteen (sadepuutarha, kaivanto tms.) pohjan ja pohjaveden korkeimman pinnantason väliin jää alle metrin etäisyys.

Korkea pohjavedenpinta rajoittaa myös muiden hulevesijärjestelmien käyttöä. Esimerkiksi maanalaisten viivytyskennostojen tai -säiliöiden käyttö korkean pohjaveden alueella on kyseenalaista, koska viivytystilavuudesta merkittävä osa voi olla jatkuvasti täynnä pohjavedestä johtuen.

Suosittelava ja soveltamiskelpoinen ratkaisu kattovesien hallinnalle koko suunnittelualueella on syöksytorvien yhteyteen toteutettavat maanpäälliset kattovesisäiliöt. Perinteinen tapa on tynnyri kunkin syöksytorven päähän. Säiliöihin kerättyä vettä voidaan käyttää mm. kasteluvetenä, mutta on kuitenkin pidettävä huoli että säiliöitä ei pidetä jatkuvasti täynnä, jotta niillä tarvittava viivytysvaikutus rankkasateen sattuessa. Lisäksi säiliöt tulee olla tyhjennettävissä talvea varten.

Piha-alueilla hulevesien muodostumista voidaan vähentää läpäisevillä päällysteillä, joita voidaan käyttää koko selvitysalueella. Läpäiseviä päällysteitä ei tulisi käyttää kuitenkaan varsinaisena imeytysmenetelmänä, eli niille ei tulisi johtaa laajemman alueen vesiä imeytettäväksi, paitsi kohteissa joissa imeytyksen reunaehdot täyttyvät. Myös läpäiseville päällysteille tulee suunnitella kaadot pois päin rakennuksista ja muista kuivatettavista kohteista maan imeytyskyvyn ylittävän vesimäärän poisjohtamiseksi. Tämä on tarpeen myös rakenteen tukkeutumisen varalta. Läpäiseviä päällysteitä tulee käyttää siten, että ne eivät ole alttiina eroosiolle. Jyrkillä tontin osilla esimerkiksi pelkkä sora/murskepinta syöpyy herkästi.

Tonttien tasaus ja rakenteiden sijoittuminen tulee suunnitella siten, että vedet johtuvat rakennuksista pois päin ja veden hallitsematon purkautuminen tontilta toiselle on estetty. Tontilta pitää järjestää hallittu tulvareitti kadulle tai yleiselle viheralueelle ja osoittaa suunnitelluille hulevesien hallintatoimenpiteiden ylivuoto. Tulvareitti tulee olla eroosiosuojattu.

12.11.2012

5.4 Suositukset hallintamenetelmien käytöstä ja mitoituksista

Pispalan asemakaavoissa esitetään edellytettävän hulevesien hallintaa uudisrakennusten osalta. Määräys koskee vain uusia rakennuksia ja niiden toteuttamiseen liittyvien läpäisemättömien pintojen toteuttamista, ei olemassa olevien rakennusten laajentamista. Määräystä voidaan lisäksi väljentää siten, että pienen autokatoksen tai vastaavan toteuttaminen ei edellytä hulevesijärjestelmän uusimista.

Tonttikohtaisille hulevesien hallintamenetelmille esitetään mitoituksiksi 1,5 m³ viivytystilavuutta jokaista 100 m² läpäisemätöntä pintaa kohden. Mitoitustilavuus vastaa 15 mm sademäärää, mikä kattaa esimerkiksi kerran kahdessa vuodessa toistuvan 60 minuutin rankkasateen ja suurimman osan lyhytkestoisista 10-20 minuuttia kestävästä rankkasateesta. Esitetty mitoitus viivyttaa tehokkaasti uudisrakentamisen aiheuttamien hulevesien purkautumista, jolloin Pispalan alueella havaitut hulevesiverkoston kapasiteetti-ongelmat eivät lisäänty uuden rakentamisen myötä. Koska hulevesimääräys kohdistuu vain uudisrakentamiseen, sen vaikutukset olemassa olevien tulva- yms. ongelmien vähentämisessä ovat vähäisiä. Viivytyismääräyksen tulee sisältää vaatimus ylivuotoreitin järjestämisestä sekä järjestelmän tyhjenemisestä 3-12 tunnissa täyttymisestään.

Läpäisemättömiä pintoja koskevan viivytystvaatimuksen lisäksi asemakaavoissa esitetään edellytettävän vettä läpäisevien päällysteiden käyttöä piha-alueilla ja pienialaisesti osassa yleisiä alueita. Läpäisemättömien asfalttipintojen tai yhtenäisten kiveysten sijaan käytettäisiin esimerkiksi harvoja kiveyksiä ja sora- tai murskepintoja, joilla muodostuvien hulevesien määrä on huomattavasti vähäisempi. Osittain tai kokonaan vettä läpäiseviä päällysteitä käytettäessä edellisessä kappaleessa kuvattu viivytyksvelvoite koskisi vain kattopintoja tai olisi ainakin selvästi pienempi. Läpäisevät päällysteet tulee rakentaa siten, että ne eivät ole alttiita eroosiolle.

Suunnittelualueen monimuotoisuuden takia ei voida esittää yksiselitteistä jakoa siitä, mitä hulevesien hallintamenetelmiä tulisi käyttää alueen missäkin osassa. Hallintamenetelmien valinta täytyy tehdä tontti- ja rakennuspaikkakohtaisesti, kun uuden rakentamisen sijoittuminen ja rakennuspaikan pohjaolot on selvitetty. Yleisellä tasolla voidaan antaa menetelmien soveltamisesta kuitenkin seuraavia ohjeita, joissa viitataan *kappaleessa 6* esitettyihin luokituksiin suunnittelualueen maaperästä ja rakennettavuudesta. Luokkien mukaiset karkeat aluerajaukset on esitetty *kappaleessa 6* olevassa *kuvassa 29*.

- Rakennettavuusselvityksen mukaisella IIa-alueella voidaan käyttää kaikkia edellä kuvattuja hallintamenetelmiä elleivät rakennuspaikan korkeuserot tai pohjaolot aseta kappaleissa 5.2. ja 5.3. kuvattuja rajoituksia.
- Rakennettavuusselvityksen mukaisella IIb-alueella tai paikallisesti IIa-alueen rakennuspaikoilla, joissa havaitaan pohjavesi lähellä maanpintaa, ei voida käyttää maanalaisia viivytysrakenteita tai huleveden imeytystä.
- Rakennettavuusselvityksen mukaisella alueella III hulevesien tonttikohtainen hallinta ei ole ehdottoman välttämätöntä, koska alueet sijaitsevat lopullisen purkupisteen, Pyhäjärven, välittömässä läheisyydessä. Tärkein huomioitava tekijä on tulvareittien varmistaminen yläpuolisilta alueilta valuvien vesien hallitukseksi johtamiseksi. Mahdollisessa tonttikohtaisessa hulevesien hallinnassa voidaan käyttää vain maanpäällisiä viivytyksratkaisuja.

12.11.2012

5.5 Hulevesien johtaminen ja hallinta yleisillä alueilla

Yleisillä alueilla hulevedet johdetaan ensisijaisesti hulevesiviemärisä sekä kadun varressa tai viheralueilla sijaitsevilla painanteilla ja ojissa. Lisäksi hulevesiviemäreiden kannet tulisi olla sellaisia, että kaivoihin ohjautuu oikeasti hulevesiä kuten *kuvan 28* esimerkissä.

Katualueella on huolehdittava, että reunakiveykset ovat yhtenäisiä ja riittävän korkeita. Rinnepaikoissa ajoratojen liittymiä tulee tarvittaessa korottaa tai niihin voidaan muotoilla ajoradalle pieni hidaste, jolla pysäytetään ja ohjataan myös kadulla tapahtuvaa pintavaluntaa. Jos tulvareitti purkaa maastoon, tulee purkukohtaan eroosiosuojaus olla erinomainen. Ojien alkuun olisi suositeltavaa muotoilla pieniä viivytyspainanteita tai kivipesiä, jotka tasaavat ojan virtaamia.



Kuva 28. Esimerkki hyvin vetävästä hulevesikaivon kannesta¹⁸.

Selvitysalueella tehdyt tulvareittitarkastelut on kuvattu *liitteinä 2 ja 3* olevissa karttaesityksissä. Yleisellä alueella havaittuihin ongelmakohtiin on esitetty yleispiirteisiä ratkaisuvaihtoehtoja *liitteinä 4 ja 5* olevissa yleissuunnitelmakartoissa.

5.6 Hulevesien 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. Tulvareitit tulee ketjuttaa siten, ensimmäisen järjestelmän tulviminen pyritään hallitsemaan seuraavalla hallintamenetelmällä. Kun kaikkien järjestelmien viivytystilavuus täyttyy, tulvareitin on oltava sujuva välityskyvyiltään riittävän suureen purkuojaan tai vesistöön asti, jotta aineellisia vahinkoja voidaan ehkäistä.

Pihojen kaltevuudet tulee suunnitella siten, että valumasuunnat ovat poispäin rakennuksista ja kaltevuudet riittävät hulevesien sujuvaan pintajohtamiseen. Hulevesien tonttikohtaisista maanalaisista ja maanpäällisistä viivytyksen menetelmistä tulee olla riittävät ja yhtenäiset tulvareitit katualueen hulevesiviemäriverkkoon. Tilanteissa, joissa hulevesiviemäriverkon kapasiteetti on ylittynyt, katualue toimii tulvareittinä.

¹⁸ Jupalco reunakivikansistot – ASY. <http://www.jupalco.com/kannet21.html>

12.11.2012

Katualueella tulvareittejä voidaan muodostaa käyttämällä yhtenäisiä reunakiveyksiä, jolloin hulevedet pysyvät tiettyyn rajaan asti katualueella. Soveltuvista kohdista hulevedet puretaan reunakiveysten aukoista yleisille alueille rakennettuihin viivytyspainanteisiin tai niihin johtaviin ojiin, joissa hulevedet eivät aiheuta aineellisia vahinkoja eivätkä haittaa alueiden käyttöä muuten kuin hetkellisesti.

5.7 Rakentamisen aikainen hulevesien hallinta

Rakentamisen aikaiset hulevedet ovat poikkeuksetta laadultaan huonoja, koska niihin huuhtoutuu mm. häiriintyneistä maakerroksista runsaasti kiintoaineista. Rakennusvaiheen hulevesien käsittely kannattaa järjestää tilapäisillä ratkaisuilla erillään lopullisen tilanteen hulevesien hallintajärjestelmistä, koska hulevesijärjestelmiä ei todennäköisesti voida rakentaa niin etupainotteisesti, että se olisi käyttökunnossa muun rakentamisen aikana. Lisäksi rakennusvaiheen runsas kiintoainehuuhtouma voi tukkia suodattavat hulevesien hallintamenetelmät.

Pispalan selvitysalueella tulee huomioida erityisesti rakennustyömaiden eroosio- ja sortumariskit, jotka kasvavat jyrkässä rinnemaastossa pintamaan ja kasvillisuuden poistamisen jälkeen. Rakennuskohteessa hulevedet tulisi ohjata ensisijaisesti työmaan sisälle kaivettavaan painanteeseen etenkin kohteissa, joissa vesien imeyttäminen maaperään on mahdollista ja pohjavesi on riittävän alhaalla. Jos vesien imeyttämien ei ole mahdollista, tulee vesiä pyrkiä seisottamaan ainakin hetkellisesti ja ohjata tämän jälkeen vedet hallitusti hulevesiviemäriin. Alavilla rakennuspaikoilla vesiä voidaan ohjata suoraan maastoon, jos eroosioriskiä ei ole. Irtoroskien ja rakennusjätteiden huuhtoutuminen hulevesien mukana eteenpäin tulee estää.

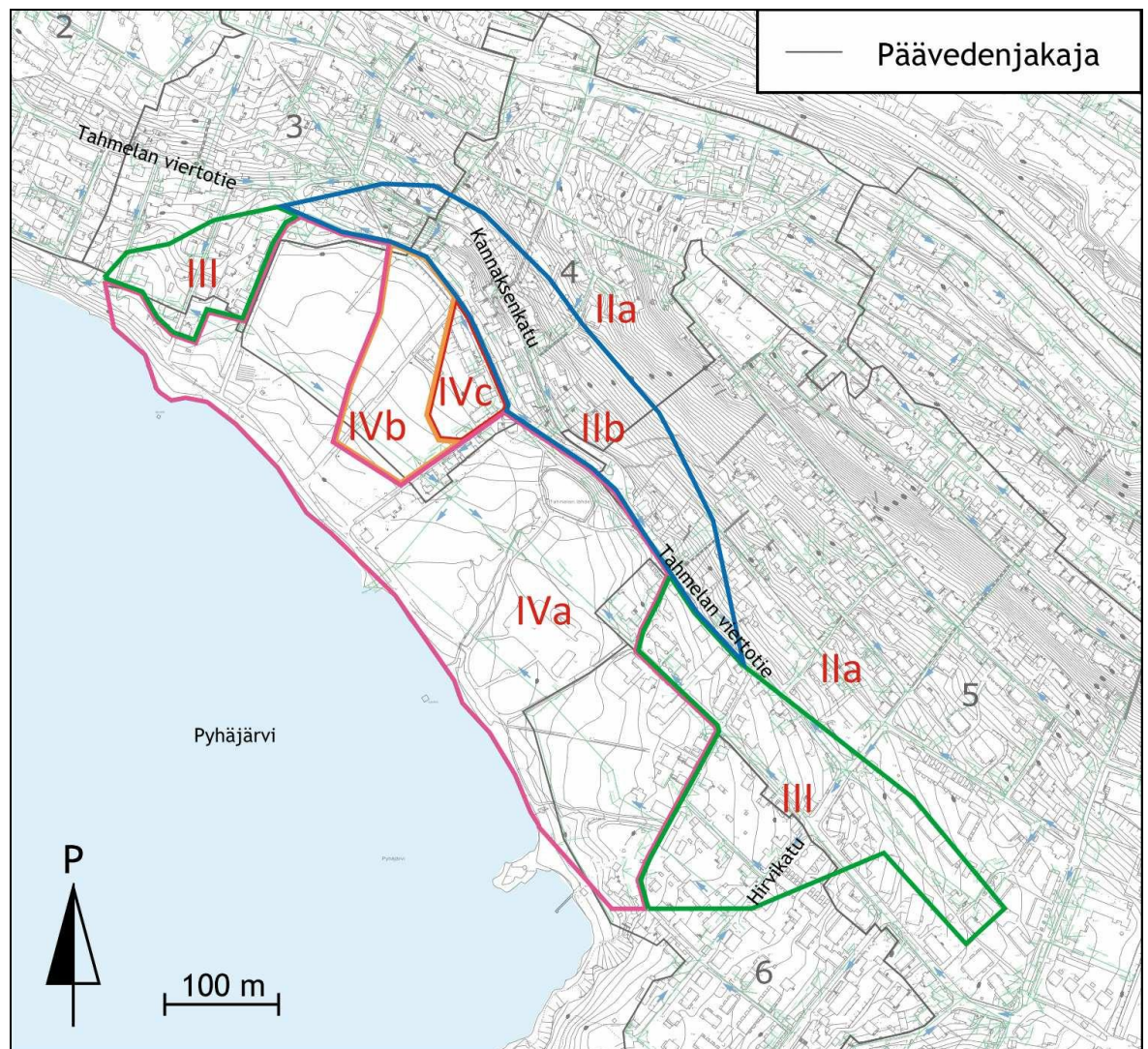
12.11.2012

6 RAKENNETTAVUUSSELVITYS

6.1 Maaperä- ja pohjavesitiedot

Selvitysalueelta löytyy vanhoja pohjatutkimuksia, jotka sijoittuvat pääosin rakennettujen katujen ja osittain rakennusten alueelle. Alueen pohjamaa on hyvin vaihtelevaa moreenirinteistä Pyhäjärven ranta-alueiden siltti- ja turvepehmeikköihin.

Luonnontilaisen pohjamaan ja rakennettavuuden mukaan selvitysalue voidaan jakaa karkeasti alla olevan kuvan mukaisesti (kuva 29). Tarkemmin pohjasuhteet on esitetty pohjatutkimuskartassa (liite 18717_211) ja pohjatutkimusleikkauksissa (liitteet 18717_212-215).



Kuva 29. Selvitysalueen luokitus (II-IV) pohjamaan ja rakennettavuuden mukaan.

II Moreeni- tai kitkamaarinteet

Tämä luokka kattaa laadittavan selvityksen tarkkuuden tasolla suurimman osan Pispalan asemakaavojen alueesta. Maanpinnasta lähtien on noin 0,5 – 1,5 m paksu tiivis moreeni-, hiekka- tai täyttökerros, jonka alapuolella on tiiveydeltään vaihtelevaa hiekkamoreenia tai hiekkaa. Pohjaveden taso on heti tiiviin pintakerroksen alapuolella rinteiden alaosissa (alue IIb), mutta etäisyys maanpintaan kasvaa rinteiden noustessa (alue IIa). Tahmelan Viertotien yläpuolisilta alueilta on vain vähän pohjavesihavaintoja, mutta esimerkiksi Tahmelan Viertotien ja Pispalan Valtatien risteuksen pohjoispuolella pohjaveden pinnan tasoksi on havaittu +91.30 maanpinnan ollessa noin tasolla +114.

12.11.2012

Kairaukset ovat päättyneet arviolta 2-6 metrin syvyyteen tiiviiseen moreeniin, kiveen tai kallioon.

III Rinteiden juuret ranta-alueen yläpuolella

Pohjamaa on löyhää silttiä ja paikoin savea tai löyhää hiekkaa 5-15 syvyyteen saakka, mistä alkaa tiivis moreeni. Pohjavedenpinnan taso vaihtelee ollen noin 1,0-2,0 m maanpinnan alapuolella.

IVa Tahmelan ranta-alue

Pohjamaa on löyhää silttiä ja paikoin savea tai löyhää hiekkaa 5-15 syvyyteen saakka, mistä alkaa tiivis moreeni. Tahmelan alueella pinnassa voi olla ohut alle metrin paksuinen turvekerros.

Pohjavedenpinnan taso vaihtelee ollen keskimäärin 0,3-1,0 m maanpinnan alapuolella. Paineellista pohjavettä on havaittu Tahmelan ryytimaiden ja Tahmelan lähteen alueella. Maanpinnan yläpuolelle ulottuva painetaso on havaittu Tahmelan lähteen itäpuolella olevissa pohjavesiputkissa.

Ranta-alueiden siltti- ja hiekkakerrokset ovat lajittuneita ja voimakas pohjaveden virtaus on kuljettanut hienoainesta pois koheesio- ja kitkamaakerroksista.

IVb ja IVc Palstaviljelyalue Isolähteenkadun, Tukkimiehenkadun ja Tahmelan viertotien välissä

Maanpinnasta lähtien on 1-3 (aluerajaus IVb) tai 3-5 metriä (aluerajaus IVc) paksu turvekerros, jonka alapuolella pohjamaa on löyhää silttiä tai hiekkaa enimmillään 15 metrin syvyyteen saakka. Turpeen maatumaisuusasteesta ei ole tarkempaa tietoa.

Pohjavesitietojen mukaan pohjavedenpinta on noin 0,3-1,4 metrin syvyydessä maanpinnasta, minkä lisäksi alueella sijaitsevien rakennusten perustamisasiakirjoissa on mainittu lievästi paineellinen pohjavesi. Maanpinnan yläpuolelle ulottuva painetaso on havaittu Isolähteenkadun länsipuolella olevassa pohjavesiputkessa.

6.2 Selvitysalueen rakennettavuus

Rakennettavuusluokituksen tarkoituksena on kuvata alueellisia perustamisolosuhteita kaavamääräysten laatimista varten. Luokitusrajat perustuvat käytössä olleeseen pohjatutkimustietoon. Selvitysalueella tehtyjä pohjatutkimuksia on rajallisesti ja ne painottuvat pääasiassa Tahmelan alueelle ja kaduille. Tontti- ja rakennuskohtaiset perustamistavat tulee tarkastella tapauskohtaisesti ja samalla tehdä paikalle tarvittavat pohjatutkimukset.

Koko selvitysalueella maaperä on pääosin routivaa, mikä pitää huomioida päällysrakenteiden mitoituksessa ja rakentamisen routasuojauksessa. Luonnontilainen pohjamaa on vaihtelevaa, mutta yhtenäistä koko alueella on voimakas pohja- ja pintaveden virtaaminen, mikä edesauttaa eroosiota ja hienoaineksen pois kulkeutumista.

Rakennettavuusluokitukset alueittain ovat seuraavien kappaleiden mukaiset:

12.11.2012

6.2.1 II Moreeni- ja kitkamaarinteet

Pohjamaa on pääosin hyvin kantavaa, joten rakenteet ja rakennukset voidaan perustaa pääasiassa maanvaraisesti. Rinteiden kaltevuus vaikeuttaa rakentamista ja yli 1:1,5 kaltevuuteen tulevia luiskia ei tulisi tehdä ilman luiskanvahvistusta tai tuentaa.

Alueella IIB pohjavedenpinta on lähellä maanpintaa, mikä voi aiheuttaa pintaeroosiota, luiskien sortumista tai hienoaineksen poiskulkeutumista kaivantoja tehtäessä. Tästä syystä alueella IIB tulisi välttää yli metrin syvyisten kaivantojen tekemistä tai varautua kaivantojen tuentaan tai pohjaveden poisjohtamiseen kaivantojen yläpuolella. Vesiä pois johdettaessa tulee varmistaa niiden hallittu kulkeutuminen hulevesiviemäriverkkoon esimerkiksi niskaojia käyttäen.

6.2.2 III Rinteiden juuret ranta-alueen yläpuolella

Koheesiomaan alueella rakennusten perustaminen tapahtuu pääasiassa paaluille. Kevyiden rakennusten tai rakenteiden maanvaraisperustaminen voi olla mahdollista massanvaihdon tai täytön päälle.

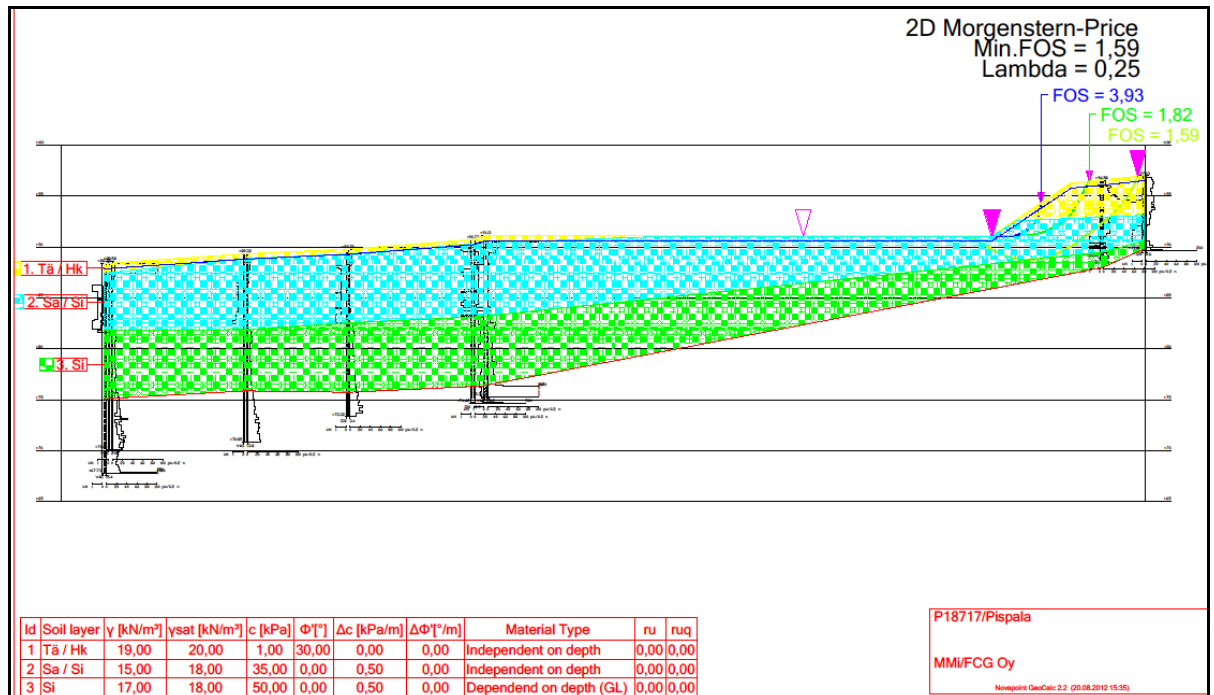
Vedellä kyllästynyt löyhä silttimaa on erittäin helposti häiriintyvää ja laajoja yhtäaikaista paalutusalueita tulee välttää. Paaluina tulisi käyttää poikkileikkaukseltaan hoikkia teräsputkipaaluja tai porapaaluja. Poikkileikkaukseltaan suurempia teräsbetonipaalujen käyttöä ei suositella, koska huokosvedenpaineen nousu paalutettaessa voi heikentää rinnealueilla luiskien stabiliteettia ja aiheuttaa rakennusalueella painumia. Myös teräsputki- tai porapaaluja käytettäessä huokosvedenpaine voi nousta. Haittojen välttämiseksi tulee suunnitella toimenpiteet, joilla seurataan huokosvedenpinnan nousua ja ehkäistään siitä aiheutuvat haitat. Maan liiallista huokosvedenpaineen nousua voidaan välttää lisäämällä lepoaikoja viereisten paalujen tai paaluryhmien välillä. Laajojen alueiden yhtäaikaista paalutusta tulee välttää.

Löyhä pohjamaa puristuu kokoon lisätäyttöjen vaikutuksesta. Piha-alueet, joita pengerretään nykyistä maanpintaa ylemmäs, on suositeltavaa esikuormittaa ennen rakentamista.

Pohjavedentason ollessa lähellä maanpintaa, tulee kaivantoja tehtäessä varautua ponteilla tehtävään tuentaan ja rinnealueilla veden poisjohtamiseen kaivannon yläpuolella. Kellarin rakentamista tai perustusten viemistä selvästi alueellisen pohjavedentason alapuolelle ei suositella. Kellarin rakentamisessa tulee varautua siihen, että pohjaveden painetaso saattaa olla havaittuja tasoja ylempänä.

Kuvassa 30 on mallinnettu kaivantoluiskan stabiliteetti rinnetontilla. Tarkastelussa kaivua on tehty noin viiden metrin syvyyteen ja leikkausluiskan kaltevuus on 1:1,5. Varmuus liukusortumaa vastaan on tällöin $F=1,59$, mikä on riittävä työnaikaisessa tilanteessa. Pohjarakennusohjeiden (2004) mukaan kokonaisvarmuusvaatimus alueellista sortumaa vartaan on pysyville maarakenteille vähintään 1,8. Piha-, puisto- ja virkistysalueilla, missä on vain vähäisiä ei asuin- tai työtilakäytössä olevia rakennuksia ja rakenteita, voidaan käyttää pienempää varmuutta 1,5.

12.11.2012



Kuva 30. Kaivantoluiskan laskennallinen stabiilitetti rakennettavuusalueella III

Kaivantojen ja täyttöjen osalta tulee kaivuluiskien stabiilitetti tarkastaa tapauskohtaisesti sekä työnaikaisessa että pysyvässä tilanteessa.

6.2.3 IV Tahmelan ranta ja palstaviljelyalueet

Alueelle ei suositella täydennysrakentamista, koska heikosti kantavaan pohjamaahan ja lähellä maanpintaa olevaan tai paineelliseen pohjaveteen liittyviä riskejä ei voida luotettavasti hallita.

Alueen maaperä edellyttäisi rakennusten perustamista paalujen varaan ja lisäksi IVb ja IVc -alueilla turpeen poistamista. Piha-alueet tulisi esikuormittaa tai muuten esirakentaa ennen muuta rakentamista. Tällaiset rakentamistoimet voivat aiheuttaa haitallisia muutoksia pohjavesiolosuhteissa. Paaluttaminen ja kaivutyöt voivat aiheuttaa pohjavettä salpaavan heikosti läpäisevän kerroksen puhkaisemisen tai ohenemisen niin, että pohjaveden purkautuminen kiihtyy voimakkaasti tai purkureiteissä tapahtuu muutoksia. Paineellisen pohjaveden purkautuminen voi aiheuttaa ympäristössä painumia tai pahimmassa tapauksessa sortumia. Stabiiloinnit tai massanvaihdot voivat muuttaa pohjaveden virtausreitit ja aiheuttaa paikoittain veden padottumista ja eroosiota. Alueen maanpinnan kaltevuus heikentää stabiilitettä ja lisää pohjavesiolojen muutoksista aiheutuvaa sortumariskiä.

Pohjavesiolojen muutokset olisivat riski myös alueella esiintyvien lähteiden ja niiden luonnonympäristön säilymiselle.

12.11.2012

6.3 Rakentamisen reunaehdot

Kaikki rakentamistoimenpiteet, jotka vaikuttavat pohjaveden virtauksiin, tulee huomioida suunnittelussa ja rakentamisessa.

Voimakas pohjavedenvirtaus Pyhäjärven suuntaan tekee selvitysalueesta poikkeuksellisen rakentamiskohteen, koska pohjavedenvirtaus vaikeuttaa pohjarakentamista ja laaja-alainen täydennysrakentaminen voi muuttaa pohjavesien virtausreittejä. Nykyisessä asemakaavassa on huomattavasti käyttämätöntä rakennusoikeutta Ryytimaiden alueella ja Jalajakadun sekä Hirvikadun ympäristössä, joissa pohjaveden virtaus on erityisen voimakasta ja pohjaveden painetaso lähellä maanpintaa tai paikoitellen maanpinnan yläpuolella.

Paineellisen pohjaveden, heikosti kantavan pohjamaan ja luontaisten lähteiden takia Ryytimaiden, Tahmelan lähteen ja Lorisevanpuiston alueille Tahmelan viertotien ja Jalajakadun alapuolella ei suositella rakentamista. Rakentaminen voi aiheuttaa paineellisen pohjaveden purkautumista tai pohjaveden virtauksen estymistä ja näistä johtuvia vakavia geoteknisiä ongelmia kuten painumia ja sortumia. Tahmelan viertotien alapuolisella alueella on myös useita luonnontilaisia lähteitä ja tihkupintoja, joiden säilymistä rakentaminen tulisi vaikeuttamaan.

Rakennettavuusluokitusalueilla Iib, III sekä asemakaavojen 8309, 8310 ja 8450 länsiosissa, jotka sijoittuvat Epilänharjun-Villilän pohjavesialueelle, ei suositella rakennettavan maalämpökaivoja.

Rakennettavuusluokitusalueille Iib, ja III rakennettaessa esitetään tehtäväksi hankekohtainen pohjavedenhallintasuunnitelma, jonka tulee sisältää seuraavat asiat:

- Rakennusalueen pohjavedenpinnan keskimääräinen korkeus ja vaihtelurajat vähintään puolen vuoden mittausjakson ajalta niin, että mittauskertoja on kerran kuukaudessa
- Arvio pohjaveden virtausreiteistä suunnittelualueen sisällä perustuen rakennusalueen pohjasuhteisiin, pohjavedentason mittaustietoihin sekä vesistöjen korkeusasemiin
- Arvio rakentamisen vaikutuksesta alueellisen pohjavedenpinnan korkeuden muutokseen ja mahdollisen pohjavedenpinnan alenemisen vaikutusalueen laajuus
- Ympäröivien rakennusten tai rakenteiden perustamistavat ja tarvittavat vakavuus- ja painumalaskelmat

Pohjavedenhallintasuunnitelman laatijalla tulee olla Maankäyttö- ja rakennusasetuksessa 49§ esitetty pätevyys pohjarakenteiden suunnittelusta sekä näyttöä vastaavien kohteiden pohjavedenhallintasuunnittelusta.

Hankekohtaisella pohjavedenhallintasuunnittelulla voidaan ennakoida rakentamisen ympäristövaikutuksia ja estää lähellä sijaitsevien rakennusten tai rakenteiden haitallisia painumia, rakentamisen aikaisia luiskan sortumia ja pinta- tai pohjaveden aiheuttamaa voimasta eroosiota.

12.11.2012

7 YHTEENVETO JA SUOSITUKSET JATKOSUUNNITTELUUN

7.1 Yleistä

Tässä työssä laadittiin Pispalan asemakaavojen uudistamisen pohjaksi selvitykset hulevesien hallinnasta ja käsittelystä sekä pohjavesistä ja rakennettavuudesta. Selvitysalue kattoi asemakaavojen nro:t 8256, 8257, 8309, 8310, 8450 ja 8451 mukaisen alueen. Alue on erittäin monimuotoinen niin pinnanmuotojen, pohjaolosuhteiden kuin rakentamisen tyyppin ja tehokkuuden osalta. Asemakaavojen uudistamisesta aiheutuvan lisärakentamisen määrää ja sijoittumista tarkasteltiin perustuen Tampereen kaupungin EHYT-selvitystä varten koottuihin tietoihin Pispalan jäljellä olevasta rakennusoikeudesta.

7.2 Hulevesien hallinta

Pispalassa esiintyy jo nykyisellään erinäisiä hulevesiongelmia, joista suuri osa on kuitenkin mittakaavaltaan pieniä. Tiiviistä rakentamisesta ja rinnemaastosta johtuen tyypillinen ongelma on yhtenäisten tulvareittien puute, jolloin rankemmillä sateilla maanpinnalla kulkevat hulevedet voivat ohjautua väärin paikkoihin. Jyrkillä rinnealueilla esiintyy paljon pintaeroosiota, jolloin mm. sorapintaisten pihojen ja kevyen liikenteen väylien pintakerros huuhtoutuu kovilla sateilla alamäkeen. Pispalan alueella on alueellisesti kattava hulevesiviemäriverkosto, mutta putkien koot ovat monin paikoin niin pieniä, että verkostokapasiteetti ei riitä rankkasateilla. Toinen hulevesiverkoston liittyvä ongelma on hulevesikaivojen virheelliset sijainnit tai kaivonkansien tukkeentuminen, jolloin maanpinnalla etenevät vedet eivät edes päädy hulevesiverkoston.

Täydennysrakentaminen tulee lisäämään vettä läpäisemättömän pinnan määrää ja sitä myötä hulevesien muodostumista suunnittelualueella, mutta muutokset ovat melko pieniä valuma-alueella. Koska hulevesiongelmia kuitenkin esiintyy jo nykytilanteessa, on selvää, että ongelmat tulisivat lisärakentamisen myötä kasvamaan ilman toimenpiteitä. Hulevesien hallinnan kannalta tärkein toimenpide on tulvareittien toiminnan varmistaminen. Tässä selvityksessä on esitetty toimenpiteet yleisillä alueilla havaittujen ongelmakohtien korjaamiseen ja näitä melko yksinkertaisia toimenpiteitä voidaan soveltaa muuallakin alueella vastaavia ongelmia havaittaessa.

Selvityksessä on esitetty myös tonttikohtaisten hulevesien hallintaratkaisujen toteuttamista. Tonttikohtaisen hallinnan avulla voidaan vähentää uuden rakentamisen aiheuttamia hulevesiongelmia ja ehkäistä nykyisten haittojen kasvua. Suunnittelualueen monimuotoisuuden takia tässä selvityksessä ei voitu esittää yksiselitteistä jakoa siitä, mitä hulevesien hallintamenetelmiä tulisi käyttää alueen missäkin osassa. Menetelmien soveltamisesta annettiin kuitenkin yleisellä tasolla teknisiä ohjeita, joissa viitattiin rakennettavuusselvityksessä esitettyihin luokituksiin suunnittelualueen maaperästä ja rakennettavuudesta.

Kaiken kaikkiaan Pispalassa voidaan soveltaa imeyttäviä ja viivyttäviä hallintamenetelmiä hyvinkin joustavasti, mutta toteutuksessa tulee huomioida alueen ominaispiirteet, erityisesti jyrkkien rinteiden mukanaan tuomat haasteet sekä pohjavesitilanne. Menetelmien tulee olla yksinkertaisia ja varmatoimisia, ja niiden soveltuminen kuhunkin rakennuspaikkaan tulee varmistaa tapauskohtaisesti, kun uuden rakentamisen sijoittuminen ja rakennuspaikan pohjaolot on selvitetty. Kulttuuriympäristön asettamia vaatimuksia hulevesien hallinnalle käsiteltäneiden tarkemmin alueen rakentamistapaohjeissa.

12.11.2012

7.3 Rakennettavuus ja pohjavedet

Suuri osa Pispalan asemakaavojen alueesta on rakennettavuudeltaan kantavaa moreeni- ja kitkamaa-alueita. Nykyisessä asemakaavassa on huomattava määrä rakennusoikeutta kuitenkin tonteilla, jotka sijoittuvat maaperältään ja rakennettavuudeltaan haasteellisille paikoille Pyhjärven ranta-alueille.

Selvitysalueelle tyypillisiä ovat vaihtelevat pohjavesiolosuhteet. Pohjavettä muodostuu sekä harjualueelle satavasta vedestä että Näsijärven vedestä rantaimetyksen kautta. Selvitysalueella pohjaveden virtaussuunta on Pyhjärveä kohti. Pohjaveden pinnan etäisyys maanpinnasta vaihtelee harjun laen useasta kymmenestä metrillä Tahmelan ranta-alueiden paineelliseen pohjaveteen.

Rakennettavuusselvityksessä keskityttiin tarkastelemaan olosuhteiltaan haastavampia ranta-alueita, mistä oli myös käytettävissä rinnealuetta enemmän pohjatutkimustietoa. Vaikeasti hallittavien paineelliseen pohjaveteen sekä luonnontilaisten lähteiden säilymiseen liittyvien riskien vuoksi Tahmelan ryytimaita ja Tahmelan lähteen lähialueita ei suositella rakennettavaksi.

7.4 Jatkotoimenpiteet

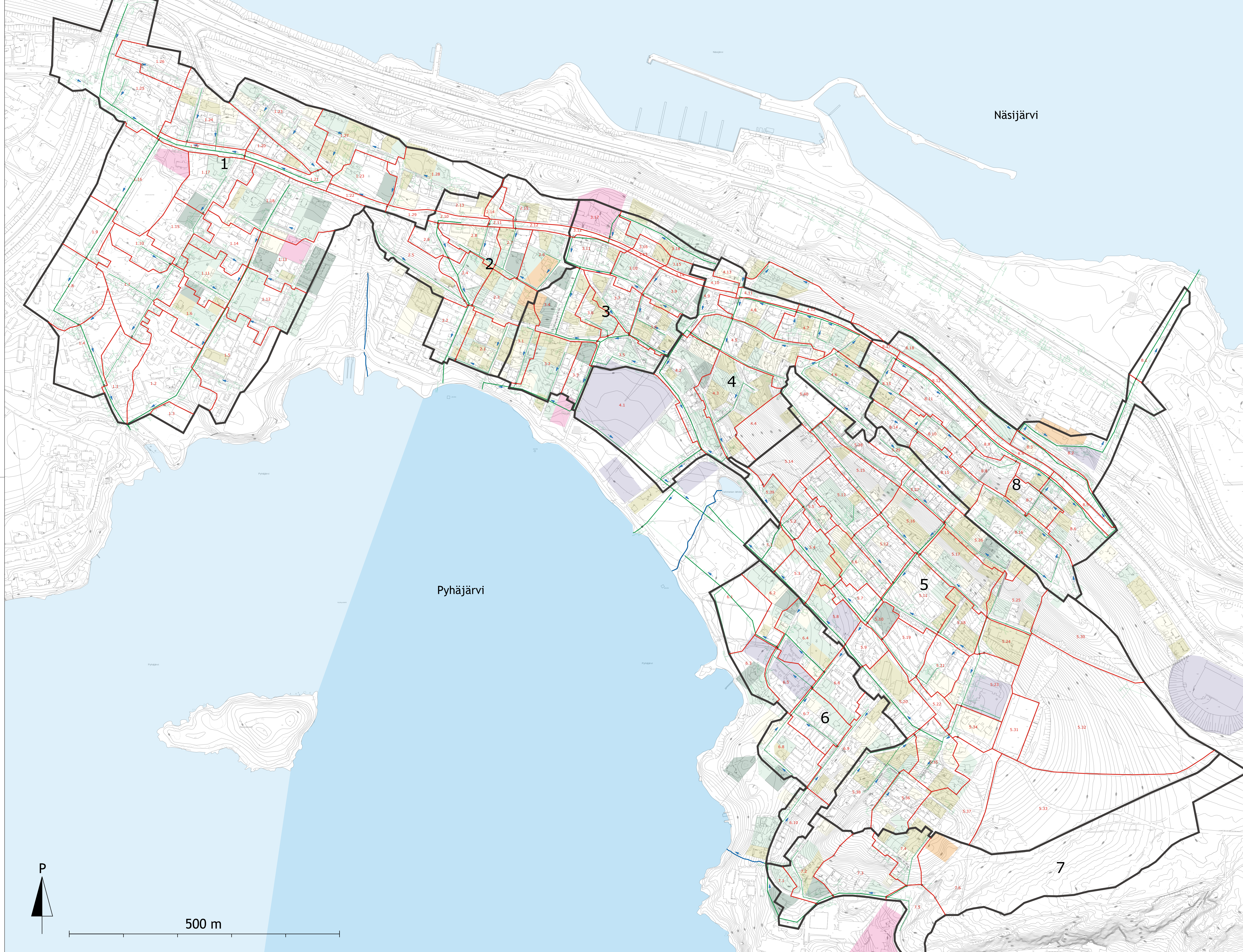
Hulevesien hallinnan konkreettisin suositeltava jatkotoimenpide on yleisillä alueilla havaittujen hulevesiongelmien ratkaisemisesta sopiminen Tampereen kaupungin ja Tampereen Veden välillä. Tässä selvityksessä on esitetty yleispiirteiset ratkaisut esille tulleisiin ongelmiin. Yhdessä kadun ja verkoston kunnossapitäjien kanssa tulisi selvittää mahdolliset muut ongelmapaikat ja määritellä niille korjaustoimenpiteet, aikataulu ja kustannusjako.

Hulevesien hallintasuunnitelmaa tulee tarkentaa kaavoituksen edetessä siten, että viimeistään kunkin asemakaavan ehdotusvaiheessa tarkistetaan uusien rakennuspaikkojen sijainti ja vaikutukset tulvareitteihin. Tätä selvitystä laadittaessa tulevat rakennuspaikat eivät ole yksityiskohtaisemmin selvillä, joten rakennushankkeiden suhdetta tulvareitteihin ei voitu tarkemmin määritellä. Tampereen kaupungin koordinoiman yleissuunnitelman tarkennuksen merkitys korostuu yleisen alueen hulevesiviemäriverkon ja maanpäällisten tulvareittien varmistamisessa. Muuten toteutuvien rakennuspaikkojen perusteella tehtävä tarkempi tulvareittitarkastelu jäisi rakennuslupavaiheeseen ja yksittäisen kiinteistön omistajan vastuulle, millä tasolla olisi kohtuutonta vaatia laajempaa aluekokonaisuutta käsittelevää tarkastelua. Tonttikohtaisen hulevesien hallinnan menetelmistä suositellaan annettavan lisäohjeistusta rakentamistapaohjeessa.

Rakennettavuusselvitystä ei voida asemakaavatasolla enää mainittavasti tarkentaa. Tontti- ja rakennuskohtaiset perustamistavat tulee tarkastella tapauskohtaisesti ja samalla tehdä paikalle tarvittavat pohjatutkimukset. Näiden osalta vastuu on rakennushankkeeseen ryhtyvällä, mutta kaupungin rakennusvalvonnan kannattaa kiinnittää erityistä huomioita mahdollisiin hankkeisiin rakennettavuusselvityksessä esitetyillä alueilla IIb ja III. Näille alueille rakennettaessa esitetään tehtäväksi hankekohtainen pohjavedenhallintasuunnitelma, jonka rakennettuja veloitetaan laatimaan pohjarakennesuunnittelun yhteydessä. IV-luokitetulle alueelle ei suositella myönnettävän rakennuslupia.

FCG Suunnittelu ja Tekniikka Oy

Tarkastaneet:	Perttu Hyöty toimialajohtaja, dipl.ins.	Matti Honkaniemi johtava asiantuntija, dipl.ins.
Laatineet:	Hannes Björninen projektipäällikkö, dipl.ins.	Taina Holappa projektipäällikkö, dipl.ins.



- Päävedenjakaja
- Osavaluma-alue
- x.xx Osavaluma-alueen numero
- o Osavaluma-alueen purkupiste
- Hulevesiviemäri nykyinen
- Nykyinen avo-oja tai noro
- ▶ Hulevesien virtausuunta

Jäljellä olevaa rakennusoikeutta:

- Yli 1000 k-m²
- 800 - 1000 k-m²
- 600 - 800 k-m²
- 400 - 600 k-m²
- 200 - 400 k-m²
- 100 - 200 k-m²
- 50 - 100 k-m²

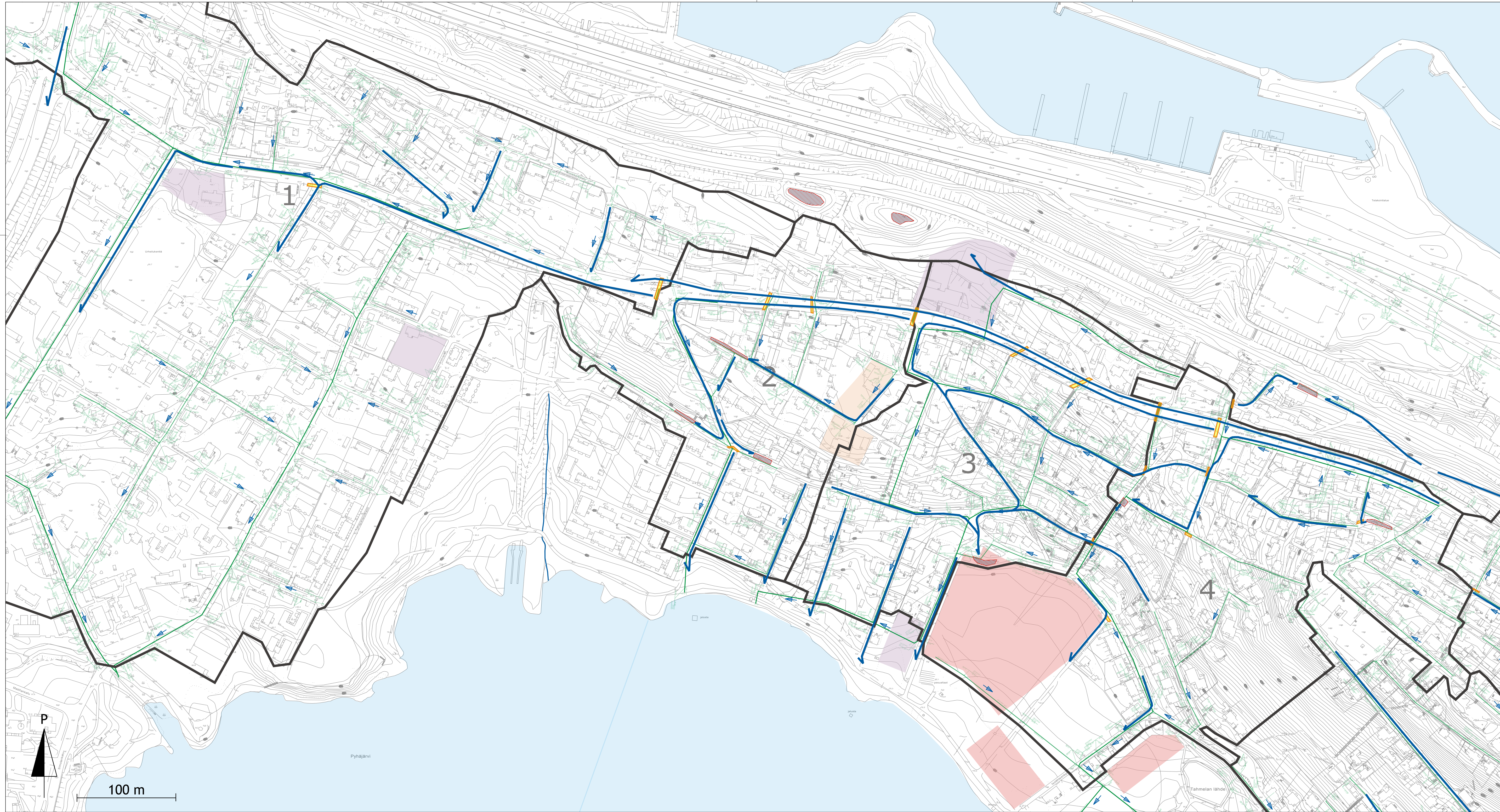
Kartta perustuu Tampereen kaupungin toimittamaan EHYT-selvitystä (Yhdyskuntarakenteen eheyttäminen Tampereella, 2011) varten koottuun rakennusoikeustietoon vuodelta 2009. Osa rakennusoikeuksien lähtötiedoista on epätarkkoja eikä uusia rakennuslupia ole päivitetty aineistoon. Aineisto kuvaa riittävällä tarkkuudella rakennusoikeuden käytön tilannetta tämän tarkastelun tarpeisiin

	Pinta-ala	Rak.oikeutta jäljellä
VA 1	31,9 ha	1 6400 k-m ²
VA 2	7,7 ha	8 000 k-m ²
VA 3	8,3 ha	9 000 k-m ²
VA 4	11,8 ha	15 900 k-m ²
VA 5	36,0 ha	17 700 k-m ²
VA 6	10,6 ha	8 400 k-m ²
VA 7	10,6 ha	4 100 k-m ²
VA 8	10,9 ha	5 700 k-m ²



500 m

Rakennuskohde TAMPEREEN KAUPUNKI Pitpalan asemakaavojen uudistamisen I-III vaiheiden kaava-alueiden hulevesi-, pohjavesi- ja rakennettavuusselvitys	Piirustuksen sisältö Valuma-aluekartta	Mittakaavat 1:3000 (A0)
Pyhäjärvenkatu 1, 33200 Tampere Puh. 0104096700, www.fcg.fi	Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero VHT P18717 201	Muutos
Päiväys 12.11.2012 Pääsuunn. H. Björnin Hyv. P. Hyöty	Tiedosto	Suunn./Piir. H. Björnin, R. Syväla Tarkastaja P. Hyöty Yhteyshenkilö H. Björnin



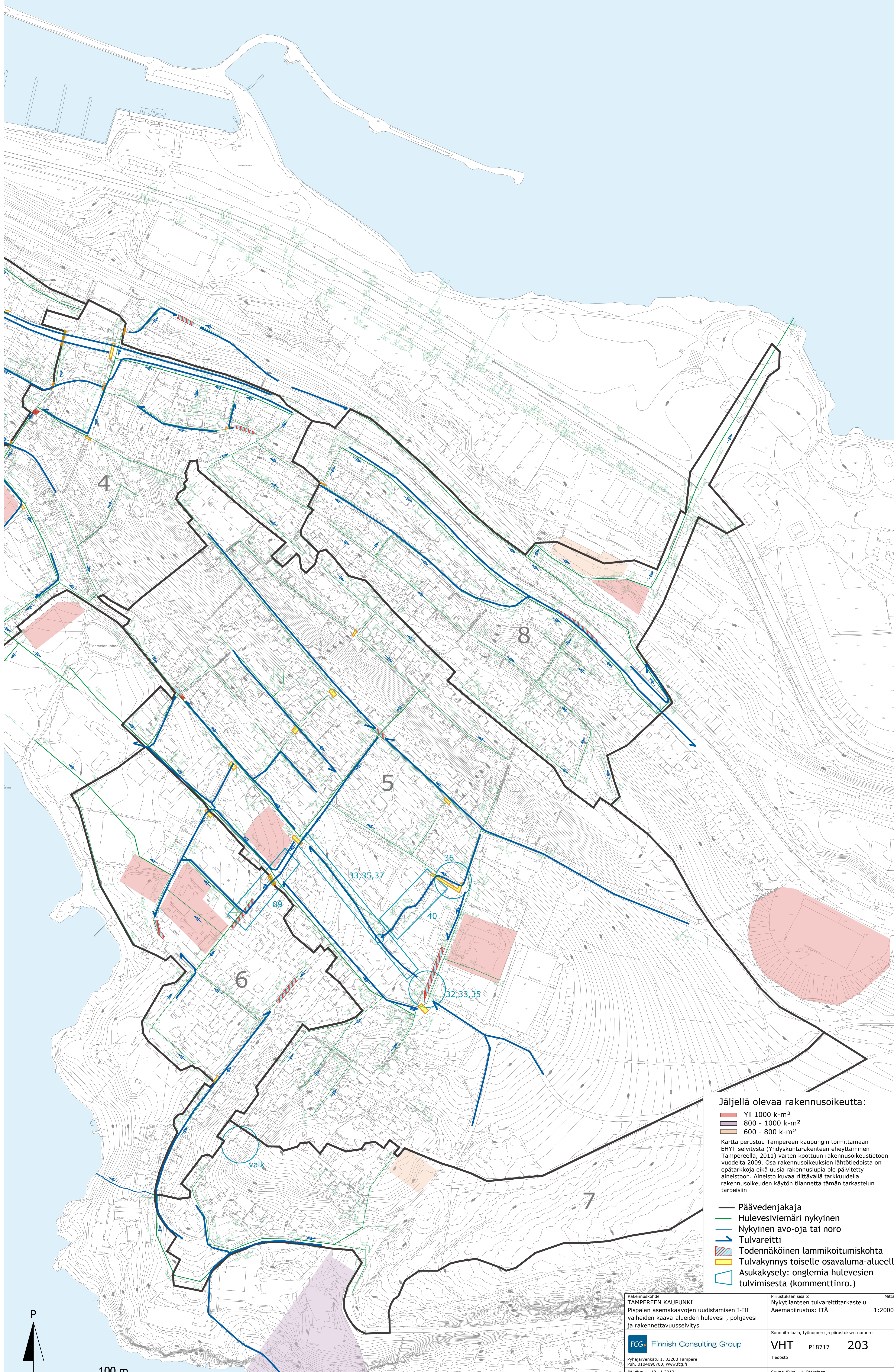
- Päävedenjakaja
- Hulevesiviemäri nykyinen
- Nykyinen avo-oja tai noro
- Tulvareitti
- ▨ Todennäköinen lammikoitumis kohta
- ▭ Asukakysely: onglemia hulevesien tulvimisesta (kommenttinro.)

Jäljellä olevaa rakennusoikeutta:

- ▭ Yli 1000 k-m²
- ▭ 800 - 1000 k-m²
- ▭ 600 - 800 k-m²

Kartta perustuu Tampereen kaupungin toimittamaan EHYT-selvitystä (Yhdyskuntarakenteen eheyttäminen Tampereella, 2011) varten koottuun rakennusoikeustietoon vuodelta 2009. Osa rakennusoikeuksien lähtötiedoista on epätarkkoja eikä uusia rakennuslupia ole päivitetty aineistoon. Aineisto kuvaa riittäväällä tarkkuudella rakennusoikeuden käytön tilannetta tämän tarkastelun tarpeisiin

Rakennuskohte TAMPEREEN KAUPUNKI Pispalan asemakaavojen uudistamisen I-III vaiheiden kaava-alueiden hulevesi-, pohjavesi- ja rakennettavuusselvitys	Piirustuksen sisältö Nykytilanteen tulvareittitarkastelu Aemapiirustus: LÄNSI Mittakaavat 1:2000 (A0)
Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero FCG Finnish Consulting Group Pyhäjärvenkatu 1, 33200 Tampere Puh. 0104096700, www.fcg.fi Päiväys 12.11.2012 Pääsuunn. H. Björninen Hyv. P. Hyöty	Muutos VHT P18717 202 Tiedosto Suunn./Piirt. H. Björninen Tarkastaja P. Hyöty Yhteyshenkilö H. Björninen A S



Jäljellä olevaa rakennusoikeutta:

- Yli 1000 k-m²
- 800 - 1000 k-m²
- 600 - 800 k-m²

Kartta perustuu Tampereen kaupungin toimittamaan EHYT-selvitystä (Yhdyskuntarakenteen ehyttäminen Tampereella, 2011) varten koottuun rakennusoikeustietoon vuodelta 2009. Osa rakennusoikeuksien lähtötiedoista on epätarkkoja eikä uusia rakennuslupia ole päivitetty aineistoon. Aineisto kuvaa riittäväällä tarkkuudella rakennusoikeuden käytön tilannetta tämän tarkastelun tarpeisiin

- Päävedenjakaja
- Hulevesiviemäri nykyinen
- Nykyinen avo-oja tai noro
- Tulvareitti
- Todennäköinen lammikoitumis kohta
- Tulvakynnys toiselle osavalmu-alueelle
- Asukakysely: ongelmia hulevesien tulvimisesta (kommenttinro.)

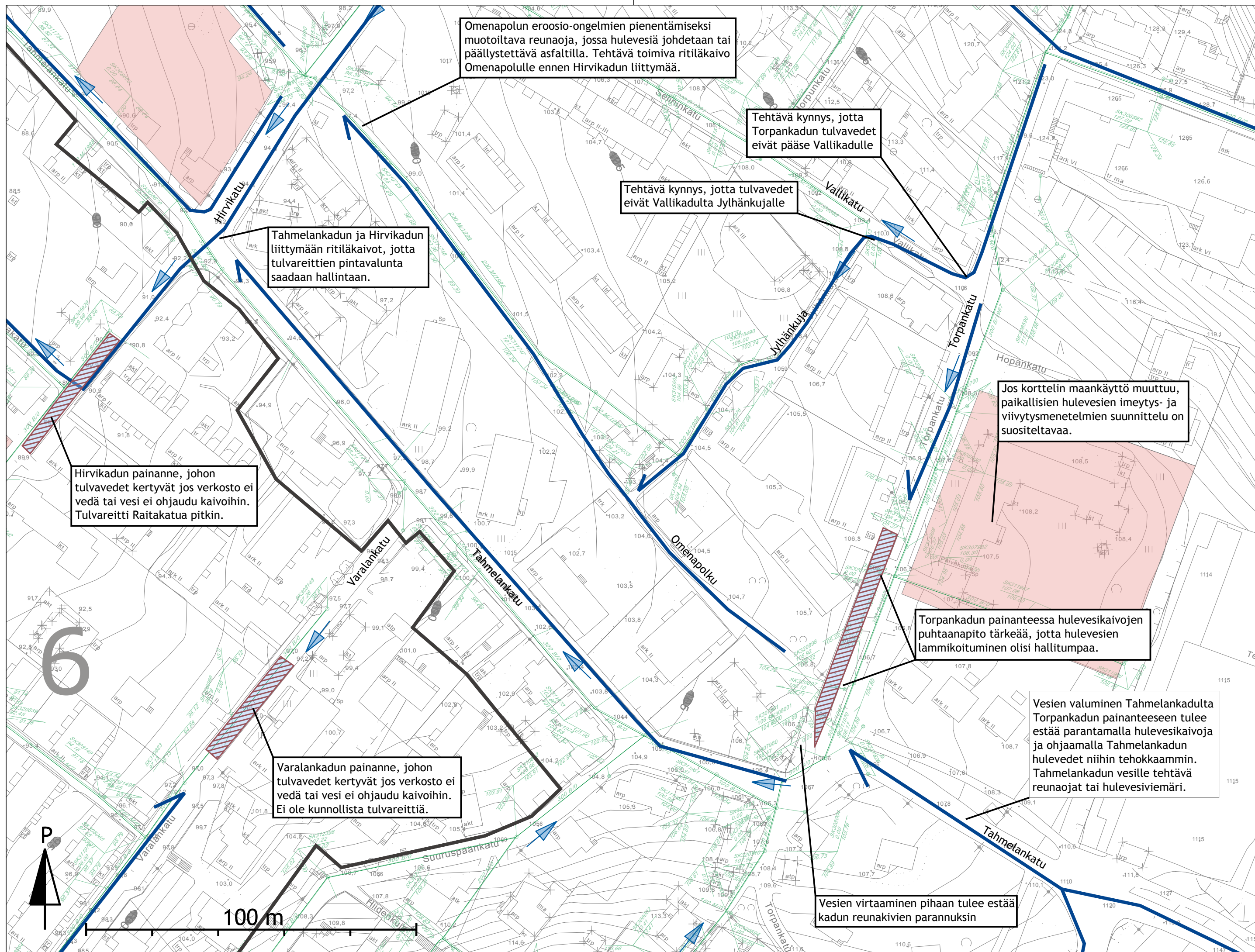
<p>Rakennuskohde TAMPEREEN KAUPUNKI Pispalan asemakaavojen uudistamisen I-III vaiheiden kaava-alueiden hulevesi-, pohjavesi- ja rakennettavuusselvitys</p>	<p>Piirustuksen sisältö Nykytilanteen tulvareittitarkastelu Aaemapiirustus: ITÄ</p>
<p>Pyhäjärvenkatu 1, 33200 Tampere Puh. 0104096700, www.fcg.fi</p> <p>Päiväys 12.11.2012 Pääsuunn. H. Björninen Hyv. P. Hyöty</p>	<p>Hittakaavat 1:2000 (A0)</p> <p>Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero Muutos</p> <p>VHT P18717 203</p> <p>Tiedosto</p>
<p>FCG Finnish Consulting Group</p>	<p>Suunn./Piirt. H. Björninen Tarkastaja P. Hyöty Yhteyshenkilö H. Björninen</p>

P



100 m

A
S



Omenapolun eroosio-ongelmien pienentämiseksi muotoiltava reunaoja, jossa hulevesiä johdetaan tai päällystettävä asfaltilla. Tehtävä toimiva ritiläkaivo Omenapolulle ennen Hirvikadun liittymää.

Tehtävä kynnyks, jotta Torpankadun tulvavedet eivät pääse Vallikadulle

Tehtävä kynnyks, jotta tulvavedet eivät Vallikadulta Jylhäkujalle

Tahmelankadun ja Hirvikadun liittymään ritiläkaivot, jotta tulvareittien pintavalunta saadaan hallintaan.

Hirvikadun painanne, johon tulvavedet kertyvät jos verkosto ei vedä tai vesi ei ohjaudu kaivoihin. Tulvareitti Raitakatuä pitkin.

Jos korttelin maankäyttö muuttuu, paikallisten hulevesien imeytys- ja viivytysmenetelmien suunnittelu on suositeltavaa.

Torpankadun painanteessa hulevesikaivojen puhtaanapito tärkeää, jotta hulevesien lammikoituminen olisi hallitumpaa.

Vesien valuminen Tahmelankadulta Torpankadun painanteeseen tulee estää parantamalla hulevesikaivoja ja ohjaamalla Tahmelankadun hulevedet niihin tehokkaammin. Tahmelankadun vesille tehtävä reunaajat tai hulevesiviemäri.

Varalankadun painanne, johon tulvavedet kertyvät jos verkosto ei vedä tai vesi ei ohjaudu kaivoihin. Ei ole kunnollista tulvareittiä.

Vesien virtaaminen pihaan tulee estää kadun reunakivien parannuksin

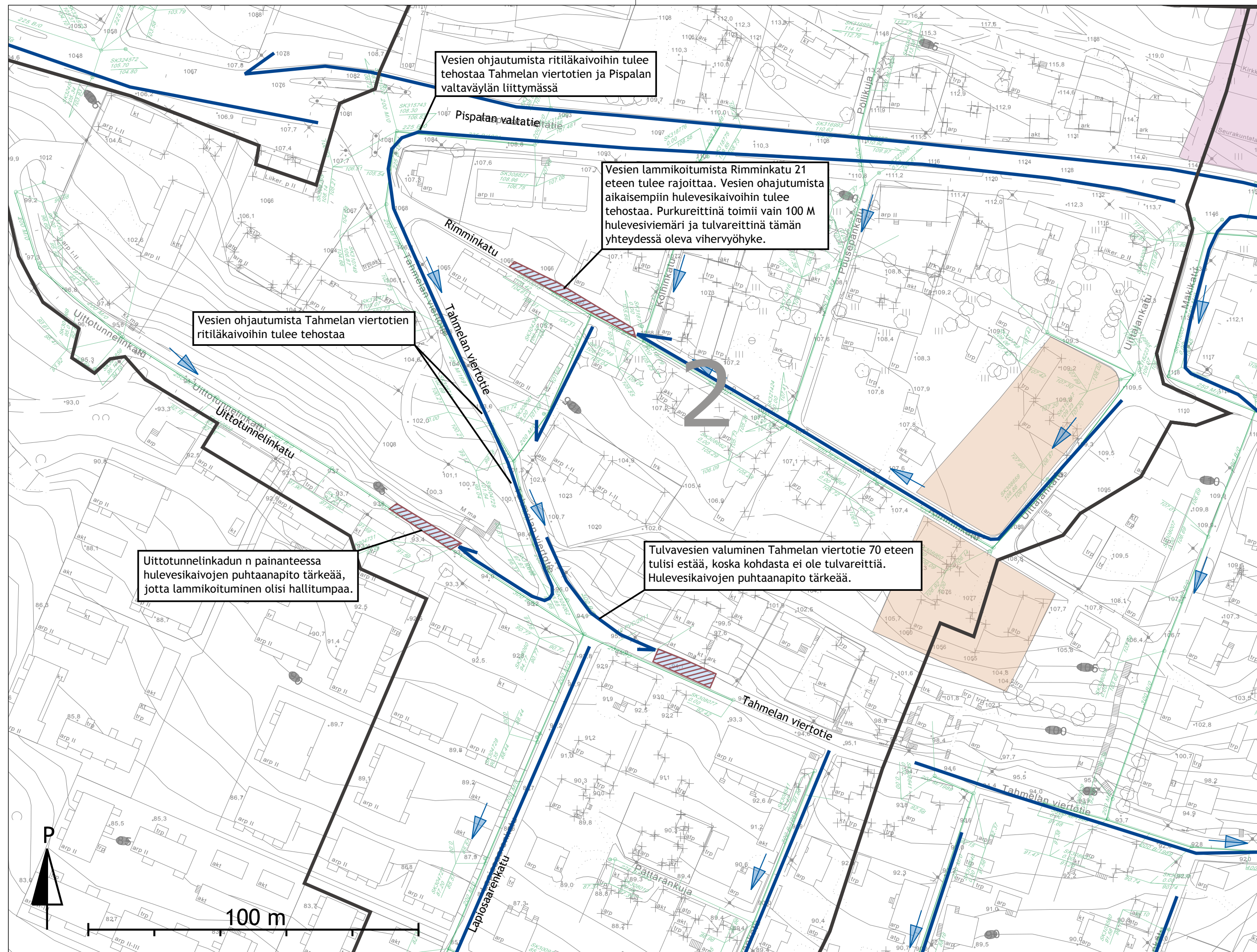
- Päävedenjakaja
- Hulevesiviemäri nykyinen
- Hulevesiviemäriin virtausuunta
- Nykyinen avo-oja tai noro
- Tulvareitti
- Todennäköinen lammikoitumiskohta







Jäljellä olevaa rakennusoikeutta:

- Yli 1000 k-m²
- 800 - 1000 k-m²
- 600 - 800 k-m²




Kartta perustuu Tampereen kaupungin toimittamaan EHYT-selvitystä (Yhdyskuntarakenteen eheyttäminen Tampereella, 2011) varten koottuun rakennusoikeustietoon vuodelta 2009. Osa rakennusoikeuksien lähtötiedoista on epätarkkoja eikä uusia rakennuslupia ole päivitetty aineistoon. Aineisto kuvaa riittäväällä tarkkuudella rakennusoikeuden käytön tilannetta tämän tarkastelun tarpeisiin

Rakennuskohte TAMPEREEN KAUPUNKI Pispalan asemakaavojen uudistamisen I-III vaiheiden kaava-alueiden hulevesi-, pohjavesi- ja rakennettavuusselvitys	Piirustuksen sisältö Hulevesien hallinnan yleissuunnitelma Torpankatu - Hirvikatu	Mittakaavat 1:1000 (A2)
	Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero VHT P18717 204	Muutos
Pyhäjärvenkatu 1, 33200 Tampere Puh. 0104096700, www.fcg.fi	Tiedosto	
Päiväys 12.11.2012 Pääsuunn. H. Björninen Hyv. P. Hyöty	Suunn./Piirt. H. Björninen, R. Syväälä Tarkastaja P. Hyöty Yhteyshenkilö H. Björninen	A S



-  Päävedenjakaja
-  Hulevesiviemäri nykyinen
-  Hulevesiviemäriin virtaussuunta
-  Nykyinen avo-oja tai noro
-  Tulvareitti
-  Todennäköinen lammikoitumiskohta

Jäljellä olevaa rakennusoikeutta:

-  Yli 1000 k-m²
-  800 - 1000 k-m²
-  600 - 800 k-m²

Kartta perustuu Tampereen kaupungin toimittamaan EHYT-selvitystä (Yhdyskuntarakenteen eheyttäminen Tampereella, 2011) varten koottuun rakennusoikeustietoon vuodelta 2009. Osa rakennusoikeuksien lähtötiedoista on epätarkkoja eikä uusia rakennuslupia ole päivitetty aineistoon. Aineisto kuvaa riittävällä tarkkuudella rakennusoikeuden käytön tilannetta tämän tarkastelun tarpeisiin

Rakennuskohde
TAMPEREEN KAUPUNKI
 Pispalan asemakaavojen uudistamisen I-III
 vaiheiden kaava-alueiden hulevesi-, pohjavesi-
 ja rakennettavuusselvitys

Piirustuksen sisältö
 Hulevesien hallinnan yleissuunnitelma
 Rimminkatu - Uittotunnelinkatu -
 Tahmelän viertotie
 Mittakaavat
 1:1000 (A2)



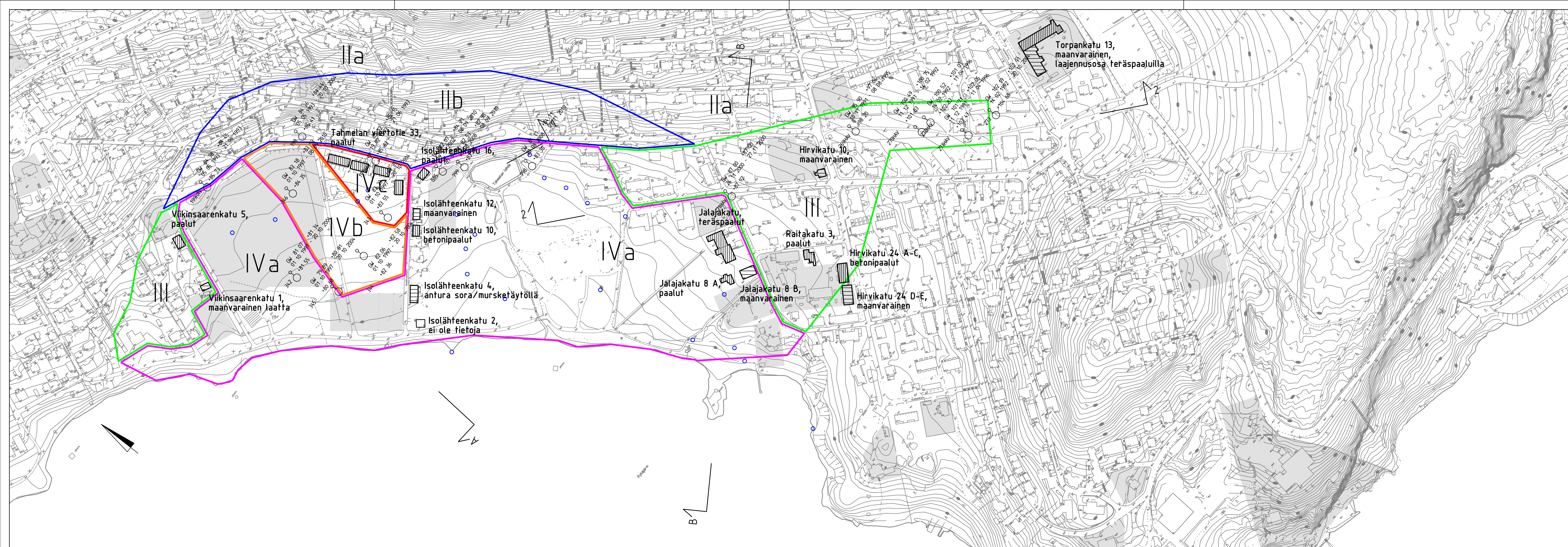
Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero
VHT P18717 205
 Muutos

Pyhäjärvenkatu 1, 33200 Tampere
 Puh. 0104096700, www.fcg.fi

Päiväys 12.11.2012
 Pääsuunn. H. Björninen
 Hyv. P. Hyöty

Suunn./Piirt. H. Björninen, R. Syvälä
 Tarkastaja P. Hyöty
 Yhteyshenkilö H. Björninen

A
S



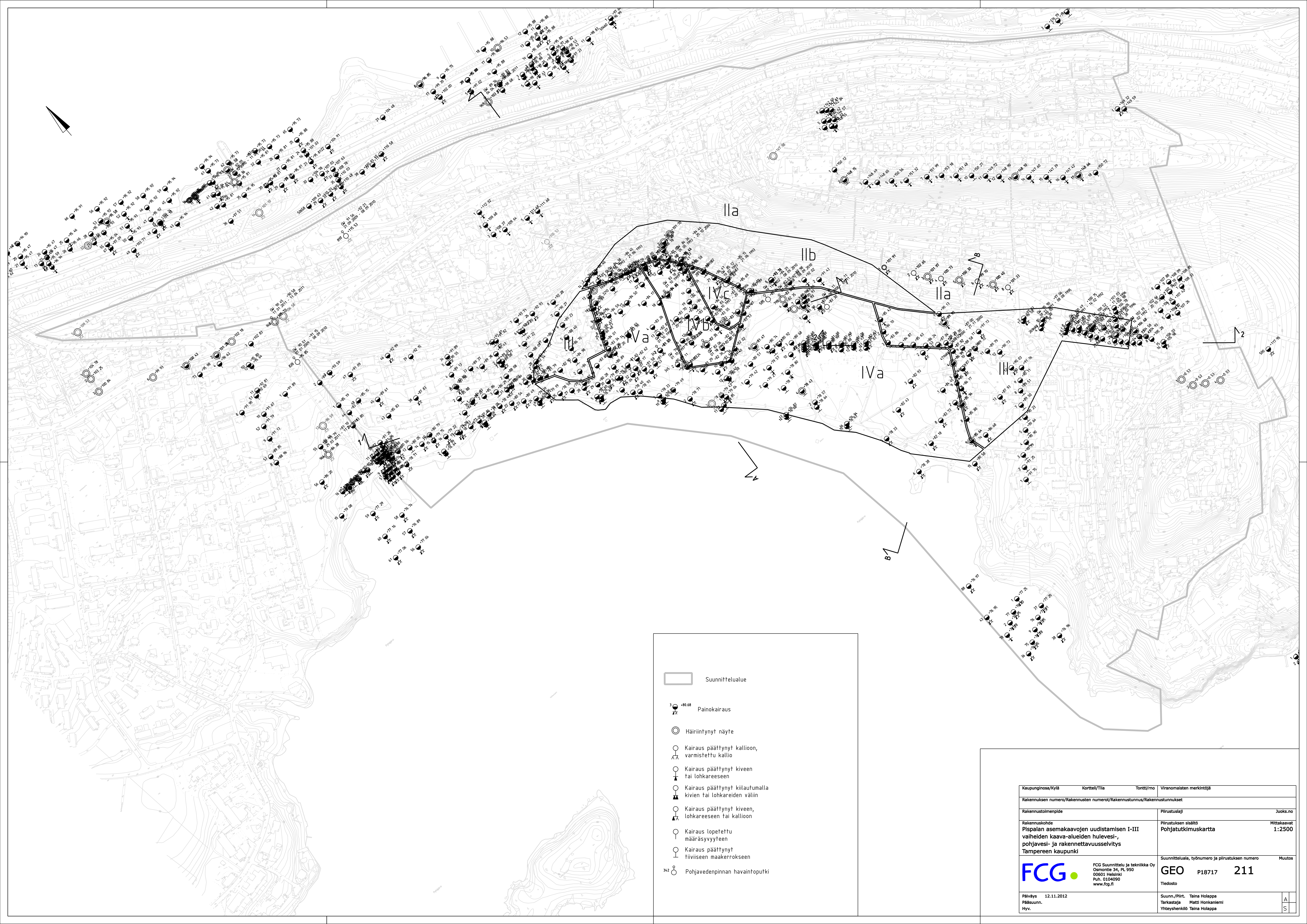
Nykyisten rakennusten perustustietoja:

- Paaluperustus
- Maanvarainen perustus
- Perustamistavasta ei ole tietoja
- Pohjavedenpinnan havaintoputki
- Lähde tai tiikkupinta

- II a** Pohjamaa routivaa moreenia tai kitkamaata. Rakentaminen pääasiassa maanvaraisesti
- II b** Pohjamaa routivaa moreenia tai kitkamaata. Rakentaminen pääasiassa maanvaraisesti, kaivantojen osalta huomioitava lähellä maanpintaa oleva pohjavesi
- III** Pohjamaa löyhää ja routivaa silttiä, paikoin savea. Perustaminen pääasiassa paaluille, maanvaraisperustaminen mahdollista massanvaihdon tai täytön päälle
- IV a** Pohjamaa löyhää ja routivaa silttiä, paikoin savea. Pohjavesi lähellä maanpintaa ja paikoin paineellista. Alueella lähteitä ja tiikkupintoja. Täydennysrakentaminen ei suositeltavaa.
- IV b** Löyhän hiekan tai siltin päällä turvetta 1-3 metriä. Pohjavesi lähellä maanpintaa ja paikoin paineellista. Alueella lähteitä ja tiikkupintoja. Täydennysrakentaminen ei suositeltavaa.
- IV c** Löyhän hiekan tai siltin päällä turvetta yli 3 metriä. Pohjavesi lähellä maanpintaa ja paikoin paineellista. Alueella lähteitä ja tiikkupintoja. Täydennysrakentaminen ei suositeltavaa.

Jäljellä oleva asemakaavoitettu rakennusoikeus yli 400 m²

Kaupunginosa/Kylä	Kortteli/Tila	Tontti/mo	Viranomaisten merkintöjä
Rakennuksen numero/Rakennusten numerot/Rakennustunnus/Rakennustunnukset			
Rakennustoimenpide	Piirustuslaji		
Rakennuskohde	Piirustuksen sisältö		
Pispalan asemakaavojen uudistamisen I-III vaiheiden kaava-alueiden hulevesi-, pohjavesi- ja rakennettavuusselvitys Tampereen kaupunki		Perustamistapakartta	
Suunnitteluala, työnumero ja piirustuksen numero		Muutos	
FCG FCG Suunnittelu ja teknikka Oy Osmonite 34, PL 950 00601 Helsinki Puh. 0104090 www.fcg.fi		GEO P18717 210	Tiedosto
Päiväys 12.11.2012	Suunn./Piirt. Taina Holappa/LTr		A
Pääsuunn. Hyv.	Tarkastaja Matti Honkanieni		S
	Yhteyshenkilö Taina Holappa		

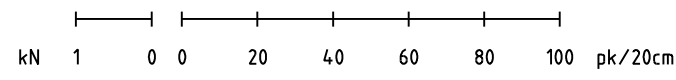


- Suunnittelualue
- Painokairaus
- Häiriintynyt näyte
- Kairaus päättynyt kallioon, varmistettu kallio
- Kairaus päättynyt kiveen tai lohkareseen
- Kairaus päättynyt kiilautumalla kivien tai lohkarneiden väliin
- Kairaus päättynyt kiveen, lohkareseen tai kallioon
- Kairaus lopetettu määräsyvyyteen
- Kairaus päättynyt tiiviseen maakerrokseen
- Pohjavedenpinnan havaintoputki

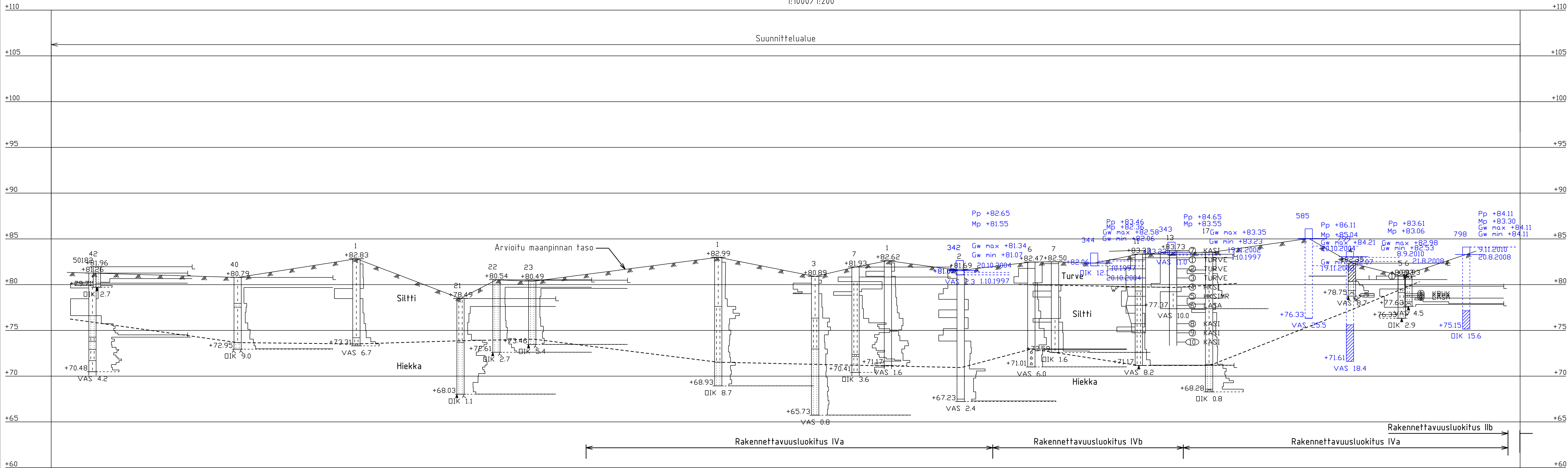
Kaupunginosa/Kylä	Kortteli/Tila	Tontti/no	Viranomaisten merkintöjä
Rakennuksen numero/Rakennusten numerot/Rakennustunnus/Rakennustunnukset			
Rakennustoimenpide	Piiustuslaji		Juoks.no
Rakennuskohde	Piiustuksen sisältö		Mittakaavat
Pispalan asemakaavojen uudistamisen I-III vaiheiden kaava-alueiden hulevesi-, pohjavesi- ja rakennettavuusselvitys Tampereen kaupunki	Pohjatutkimuskartta		1:2500
Suunnittelualue, työnnumero ja piiustuksen numero			Muutos
FCG FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy Osmonitie 34, PL 950 00601 Helsinki Puh. 0104090 www.fcg.fi			GEO P18717 211
Päiväys 12.11.2012 Pääsuunn. Hyv.			Tiedosto
Suunn./Piiust. Taina Holappa Tarkastaja Matti Honkanlempi Yhteyshenkilö Taina Holappa			A S

LEIKKAUS 1 - 1
1:1000/1:200

Painokairausvastuksien asteikko:



Suunnittelualue



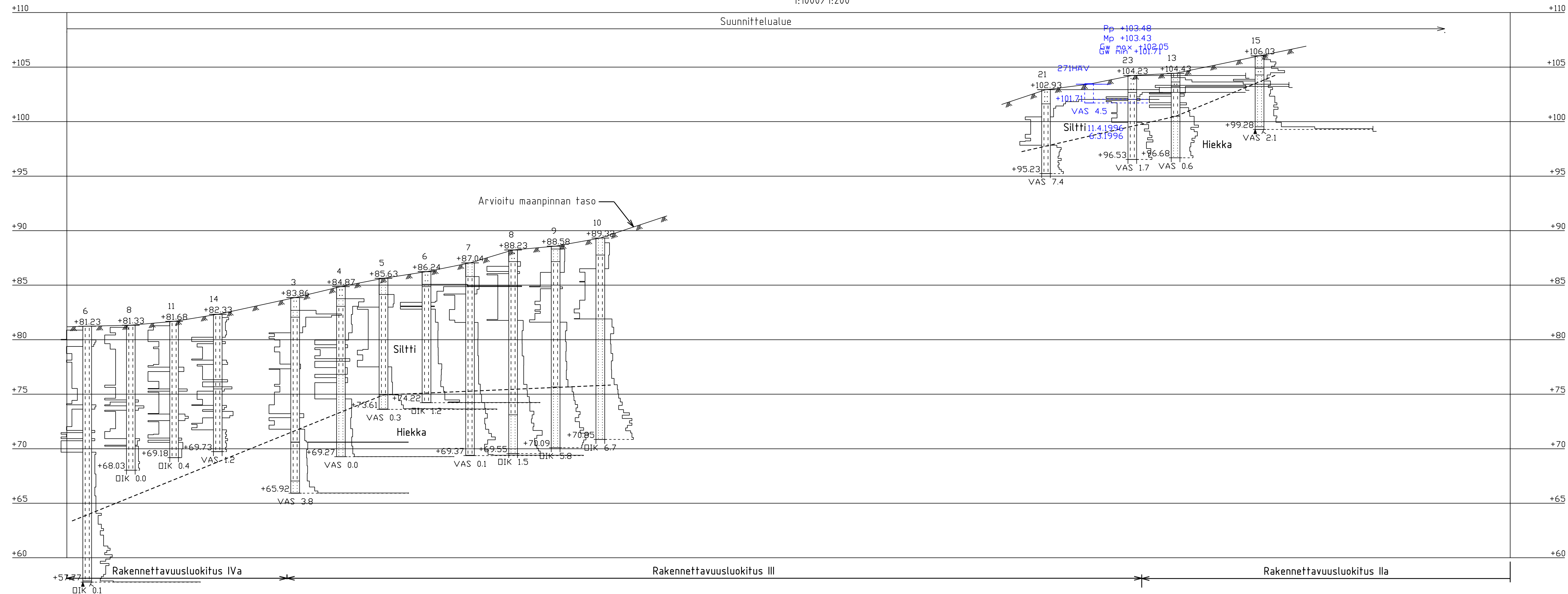
Rakennettavuusluokitus IVa

Rakennettavuusluokitus IVb

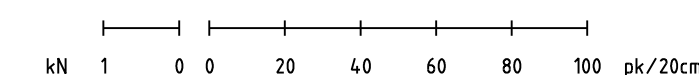
Rakennettavuusluokitus IVa

Rakennettavuusluokitus IIb

Kaupunginosa/Kylä	Kortteli/Tila	Tontti/mo	Viranomaisten merkintöjä
Rakennuksen numero/Rakennusten numerot/Rakennustunnus/Rakennustunnukset			
Rakennustoimenpide	Juoks.no		
Rakennuskohde	Piiirustuksen sisältö		
Pispalan asemakaavojen uudistamisen I-III vaiheiden kaava-alueiden hulevesi-, pohjavesi- ja rakennettavuus selvitys Tampereen kaupunki	Pohjatutkimuskartta, leikkaus 1-1 1:1000/1:200		
FCG	FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy Osmontie 34, PL 950 00601 Helsinki Puh. 0104090 www.fcg.fi	Suunnittelu, työnnumero ja piirustuksen numero	Muutos
		GEO P18717 212	
Päiväys 12.11.2012	Tiedosto		
Pääsuunn. Hyv.	Suunn./Piirt. Taina Holappa	Tarkastaja Matti Honkanieni	Yhteyshenkilö Taina Holappa



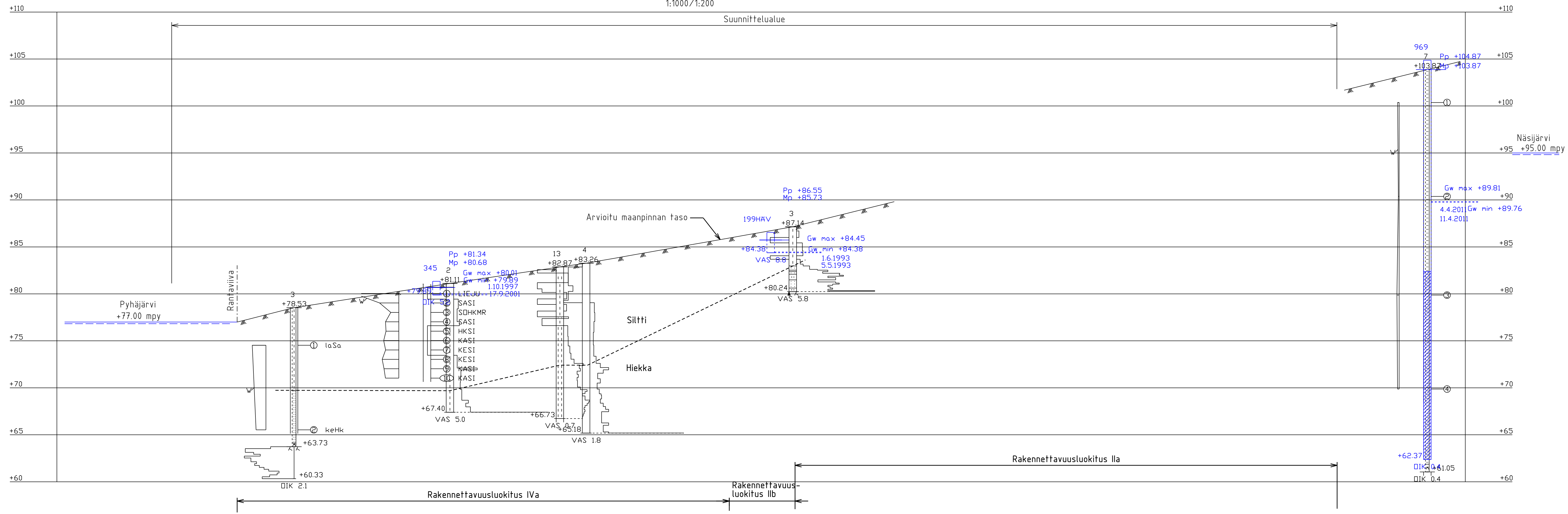
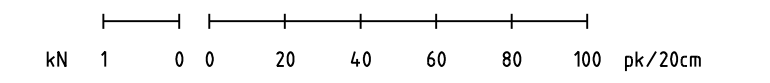
Painokairausvastuksien asteikko:



Kaupunginosa/Kylä	Kortteli/Tila	Tontti/mo	Viranomaisten merkintöjä
Rakennuksen numero/Rakennusten numerot/Rakennustunnus/Rakennustunnukset			
Rakennustoimenpide	Piirustuslaji	Juoks.no	
Rakennuskohde	Piirustuksen sisältö	Mittakaavat	
Pispalan asemakaavojen uudistamisen I-III vaiheiden kaava-alueiden hulevesi-, pohjavesi- ja rakennettavuusselvitys Tampereen kaupunki	Pohjatutkimuskartta, leikkaus 2-2 1:1000/1:200		
FCG	FCG Suunnittelu ja teknikka Oy Osmontie 34, PL 950 00601 Helsinki Puh. 0104090 www.fcg.fi	Suunnittelu, työnnumero ja piirustuksen numero	Muutos
		GEO P18717 213	
		Tiedosto	
Päiväys	12.11.2012	Suunn./Piirt.	Taina Holappa
Pääsuunn.		Tarkastaja	Matti Honkaniemi
Hyv.		Yhteyshenkilö	Taina Holappa
			A
			S

LEIKKAUS A - A
1:1000/1:200

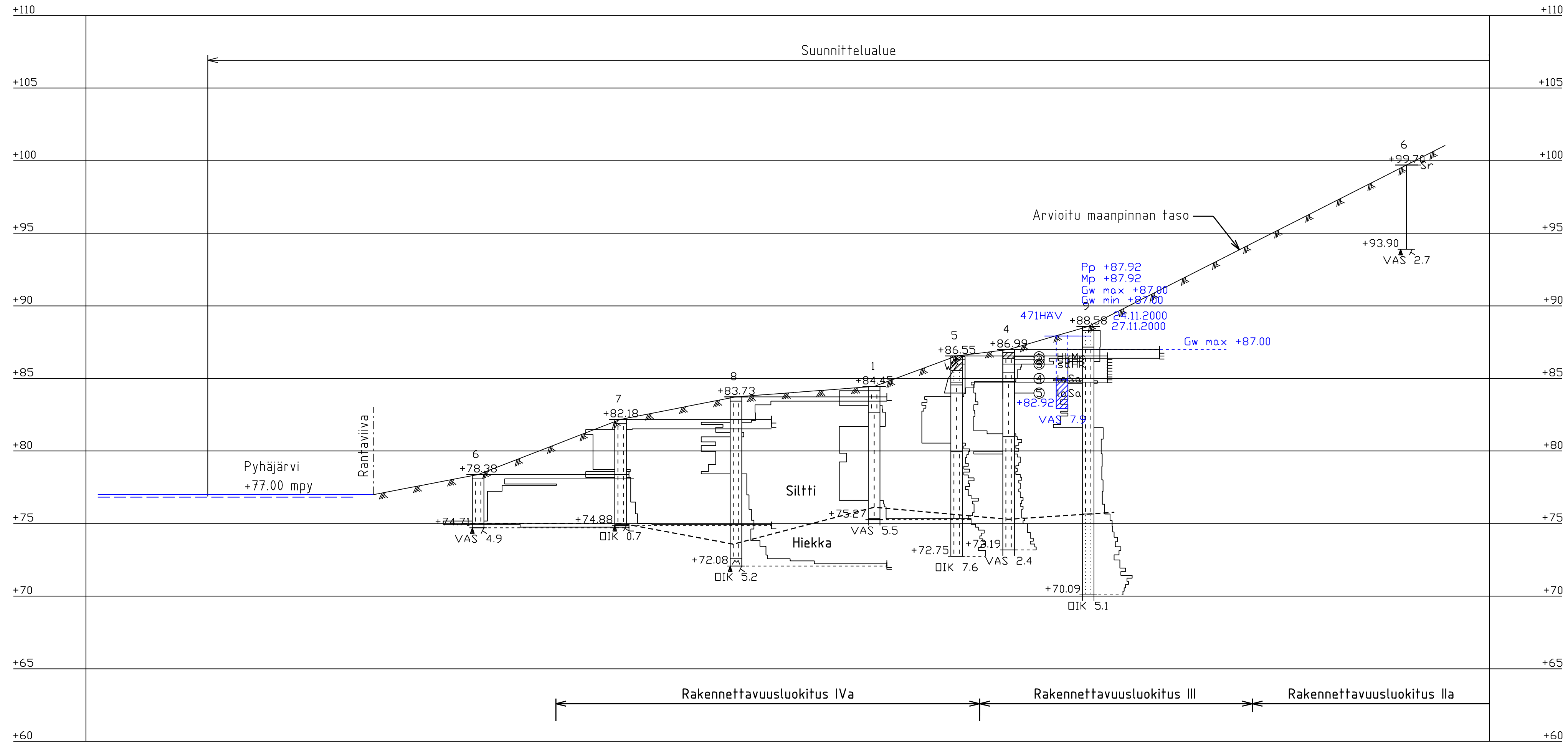
Painokairausvastuksien asteikko:



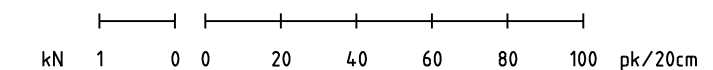
Kaupunginosa/Kylä	Kortteli/Tila	Tontti/mo	Viranomaisten merkintöjä
Rakennuksen numero/Rakennusten numerot/Rakennustunnus/Rakennustunnukset			
Rakennustoimenpide	Piiirustuslaji		
Rakennuskohde	Piiirustuksen sisältö		
Pispalan asemakaavojen uudistamisen I-III vaiheiden kaava-alueiden hulevesi-, pohjavesi- ja rakennettavuus selvitys Tampereen kaupunki		Mittakaavat	
Suunnitteluala, työnnumero ja piiirustuksen numero		Muutos	
FCG	FCG Suunnittelu ja teknikka Oy Osmonitie 34, PL 950 00601 Helsinki Puh. 0104090 www.fcg.fi	GEO	P18717 214
Tiedosto			
Päiväys	12.11.2012	Suunn./Piiirt.	Taina Holappa
Pääsuunn.		Tarkastaja	Matti Honkanieniemi
Hyv.		Yhteyshenkilö	Taina Holappa

A
S

LEIKKAUS B - B
1:1000/1:200



Painokairausvastuksien asteikko:



Kaupunginosa/Kylä	Kortteli/Tila	Tontti/mo	Viranomaisten merkintöjä
Rakennuksen numero/Rakennusten numerot/Rakennustunnus/Rakennustunnukset			
Rakennustoimenpide		Piirustuslaji	Juoks.no
Rakennuskohde Pispalan asemakaavojen uudistamisen I-III vaiheiden kaava-alueiden hulevesi-, pohjavesi- ja rakennettavuus selvitys Tampereen kaupunki		Piirustuksen sisältö Pohjatutkimuskartta, leikkaus B-B 1:1000/1:200	Mittakaavat
FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy Osmonitie 34, PL 950 00601 Helsinki Puh. 0104090 www.fcg.fi		Suunnittelualue, työnnumero ja piirustuksen numero GEO P18717 215	Muutos
Päiväys 12.11.2012 Pääsuunn. Hyv.		Suunn./Piirt. Taina Holappa Tarkastaja Matti Honkaniemi Yhteyshenkilö Taina Holappa	A S