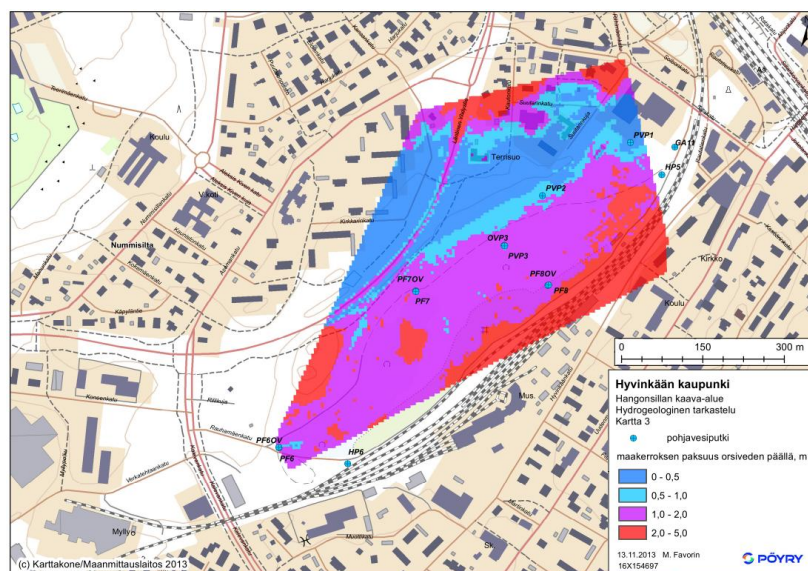


# HYVINKÄÄN KAUPUNKI KUNTATEKNIikka

Lausunto

Hangonsillan ratapihan kaava-alueen rakennettavuusselvitys





## SISÄLLYS

1	YLEISTÄ .....	1
2	POHJA- JA POHJAVESIOLOSUHTEET.....	1
	Tontti 1 ja 15.....	1
	Tontit 2 ja 3 .....	2
	Tontti 4, 5 ja VL alue .....	3
	Tontti 6 ja 7 .....	3
	Tontit 8 ja 9 .....	4
	Tontti 12 ja VU-alue.....	5
3	ALUEEN RAKENNETTAVUUS KAAVALUONNOKSEEN PERUSTUEN .....	5
3.1	Yleistä.....	5
3.2	Rakennukset .....	7
3.3	Tontit.....	7
3.4	Kadut ja kunnallistekniikka .....	8
4	POHJA- JA ORSIVEDEN TYÖNAIKAINEN JA PYSYVÄ HALLINTA .....	8
5	KUSTANNUSTARKASTELU .....	9
6	JOHTOPÄÄTÖKSET JA EHDOTUS JATKOTOIMENPITEISTÄ .....	11

## LIITTEET

**Piirustus 1001: Pohjatutkimukset, turpeen paksuus ja PIMA-alueet  
kaavaluonnoksen alueella**  
**Piirustus 1002-1006: Pohjatutkimusleikkaukset**

## 1 YLEISTÄ

Hangonsillan alue sijaitsee Hyvinkään kaupungin keskustassa, ratapiha-alueen läheisyydessä. Hyvinkään kaupunki on laatinut Hangonsillan kaava-alueelle kaavaluonnoksen. Tämän selvityksen tarkoituksena on arvioida alueen rakennettavuutta. Alueen pohjavesiolosuhteet on tunnistettu haastaviksi. Varsinaisen pohjavesipatjan päällä on orsivettä ja paikoin yli 3 m paksu turvekerros. Kaava-aluetta koskien on laadittu erillinen pohjavesi-/orsivesiselvitys, jossa on esitetty pohja- ja orsiveden tason ja laadun kannalta kaavoituksessa huomioon otettavia asioita (Pöyry Finland Oy, 13.11.2013).

## 2 POHJA- JA POHJAVESIOLOSUHTEET

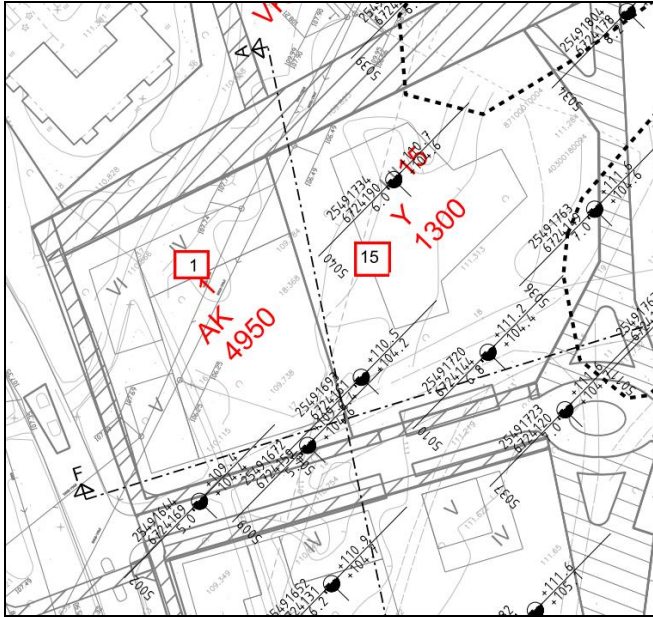
Hangonsillan kaava-alue sijoittuu lähes kokonaan entiselle suoalueelle. Alla esitetyt pohjasuhdekuvaukset kaavaluonnoksen tonteittain jaoteltuna perustuvat alueelta aikaisemmin 1970- ja 1980-luvulla tehtyihin painokairauksiin. Turve- ja savikerroksista ei ollut käytettävissä näyte- tai siipikairautietoja. Alueelle on tehty paikoin täyttöjä muun muassa 2013 asunomessujen paikoitusalueen kohdalle. Esitetyissä pohjatutkimuksissa ei ole havaittavissa 70- ja 80-luvun jälkeen tehdyt täytöt. Alueelta on aikaisempien tutkimusten yhteydessä tutkittu pilaantuneita maita. Pohjatutkimukset, turvekerroksen paksuus ja pilaantuneita maita sisältävät maa-alueet on esitetty kartalla piirustuksessa 1001. Liite piirustuksissa 1002...1006 on esitetty leikkauksissa pohjatutkimukset ja maalajitulkinnat alueelta.

Orsivedenpinta alueella on tasainen ja lähellä maanpintaa. Sen taso vaihtelee välillä +109,5...+111,0 laskien pohjoisesta etelään. Pohjavedenpinta on myös suhteellisen tasainen koko alueella. Sen taso on pohjoisessa noin +108 ja lounaisessa noin +105. Aivan alueen lounaisnurkassa pohjavedenpinta laskee jyrkästi noin tasoon +99.

### Tontti 1 ja 15

Tonteilla 1 ja 15 kaava-alueen luoteisosassa maanpinta on noin tasolla +109,5...+111,5. Pohjavedenpinta on tasolla +107...+108 eli pohjavettä peittävän kerroksen paksuus on tontilla 1 ja tontin 15 luoteisosassa 1,5 – 3 m ja tontin 15 kaakkoisosassa 3 – 4,5 m. Orsivettä esiintyy ainakin tontin 15 eteläosassa tasolla noin +110,5...+111. Ts. orsivettä peittävän maakerroksen paksuus tontin 15 eteläosassa on vain luokkaa 0,5 m.

Tontilla 15 maaperä on noin 1 m paksuudelta täyttöä, jonka alapuolella on 0,5...2,0 m paksuinen turvekerros. Turvekerros on paksuimmillaan tontin eteläosassa. Turvekerroksen alapuolella maaperä on savea tai silttiä noin 2,3...3,0 m paksuudelta, jonka alapuolella sijaitsee tiiviimpi hiekka- tai moreenikerros. Tontilta 1 ei ole kairauksia. Tontin 1 laidoilla turvekerros on hyvin ohut tai sitä ole lainkaan. Tontti 15:n reuna-alueet ulottuvat alueille, joilla on aikaisempien tutkimusten yhteydessä havaittu pilaantuneita maita.

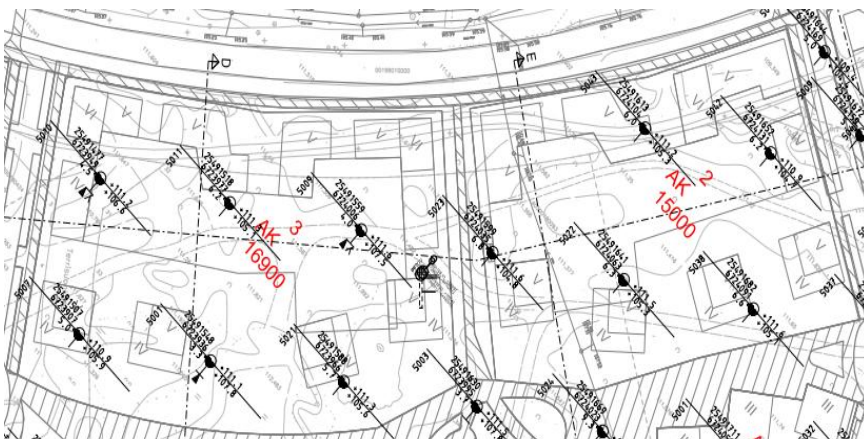


**Kuva 1. Tontit 1 ja 15**

### Tontit 2 ja 3

Tontilla 2 ja 3 maanpinta on noin tasolla +109...+112. Pohjavedenpinta on tasolla +105,5...+107 nouden etelästä pohjoiseen. Orsivedenpinta on vastaavasti tasolla +110...+110,5. Orsivettä peittää kaakkoisosassa 1 – 2 m maakerros ja pohjoisimmassa osassa 0 – 1 m maakerros. Pohjavedenpinnan päällä maakerrospaksuus on pääosalla aluetta yli 5 m, aivan pohjoisosassa kuitenkin 3 – 5 m.

Maaperä on turvetta 1,0...2,5 m paksuudelta. Ohuita täyttökerroksia on turvekerroksen päällä tonttien alueilla paikallisesti. Mm. lähellä tonttien 2 ja 3 rajaa, havaintoputkien PF7 ja PF7OV alueella on noin 0,8 m paksu kitkamaatäyttö. Turvekerrokset ovat ohuimmillaan tontin 3 itäosassa. Turvekerroksen alapuolella on ohut savi- tai silttikerros, jonka alapuolella sijaitsee tiiviimpiä kitkamaakerroksia.



**Kuva 2. Tontit 2 ja 3**

### Tontti 4, 5 ja VL alue

Tonteilla 4, 5 ja VL-alue sijaitsevat rinteessä. Maanpinta vaihtelee noin tasolla +109...+114. Pohjavedenpinta on tasolla +105...+105,5. Orsivettä esiintyy todennäköisesti vain alueen kaakkoisosassa, jossa se on tasolla noin +110...+110,3. Orsivettä peittävän maakerroksen paksuus on 1 – 2 m (alueen kaakkoisosassa) ja pohjavettä peittävän maakerroksen paksuus koko alueella yli 4 m.

Tontilta 4 on tehty vain yksi painokairaus. Tontilta 5 ei ole pohjatutkimuksia. Tontin 4 kairauspisteen kohdalla maaperä on 1,9 m syvyydelle savea tai turvetta. Todennäköisesti turvetta ja savea esiintyy vain tontin 4 itä-koillisosassa kairauspisteen ympärillä. Muulla osalla tonttia, VL alueella sekä tontilla 5 maaperä on pintaosastaan hiekkaa.



*Kuva 3. Tontit 4, 5 ja VL alue.*

### Tontti 6 ja 7

Tonttien 6 ja 7 maanpinta on noin tasolla +110,5...+111,5. Pohjavedenpinta on tonttien alueella tasolla noin +105...+105,5, joten sen päällä on kuivaa maata yli 5 m. Orsivedenpinta on tasolla noin +110, joten orsiveden päällä on maata vain 0,5 – 2 m.

Tontilta 6 ei ole pohjatutkimuksia. Tontilla 7 maaperä on noin 0,5...1,0 m paksuudelta täyttöä. Täyttökerroksen alapuolella on noin 1...1,5 m paksuinen turvekerros. Turpeen alapuolella on ohut savi tai silttikerros, jonka alapuolella sijaitsee tiiviimpi hiekka- tai moreenikerros. Savi/silttikerroksen paksuus vaihtelee huomattavasti.

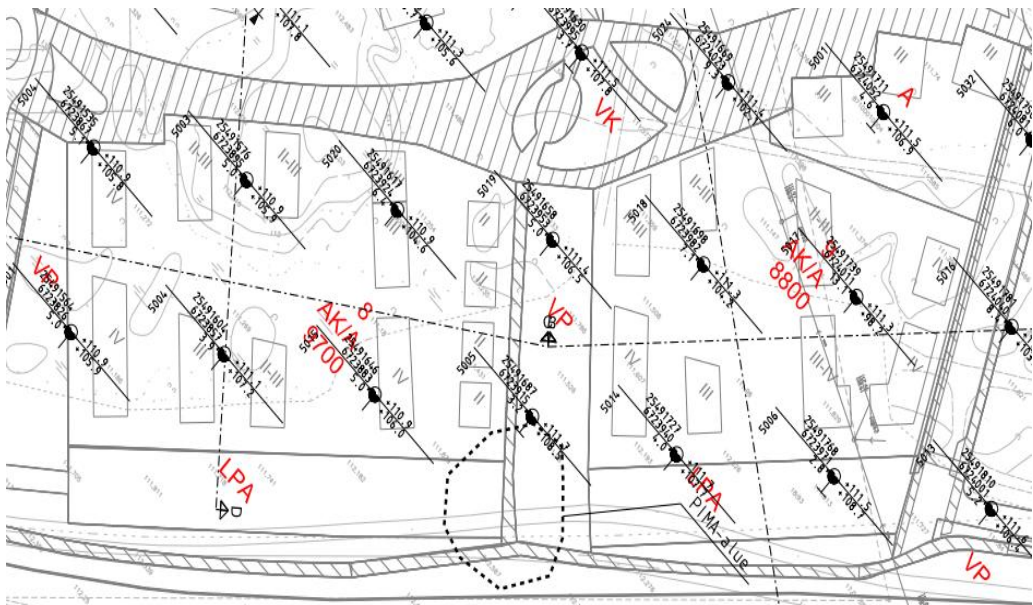


**Kuva 4. Tontit 6 ja 7**

### Tontit 8 ja 9

Tonteilla 8 maanpinta on noin tasolla +111,1...+112,2. Pohjavesi on tasolla noin +105,5...+106, joten maata pohjavedenpinnan päällä on tällä hetkellä yli 5 m. Orsivedenpinta on tasolla noin +109...+110, joten sen päällä maata on pääosassa aluetta vain 1 – 2 m ja paikoin yli 2 m.

Maaperä on noin 0,5 m paksuisen täyttökerroksen alapuolella turvetta 0,8...2,3 m paksuudelta. Paikoin tonttien radan puoleisilla sivuilla täyttöä voi olla enemmän. Turvekerroksen alapuolella on 0,5...1,0 m paksuinen savi- tai silttikerros, jonka alapuolella sijaitsee tiiviimpi hiekka- tai moreenikerros.

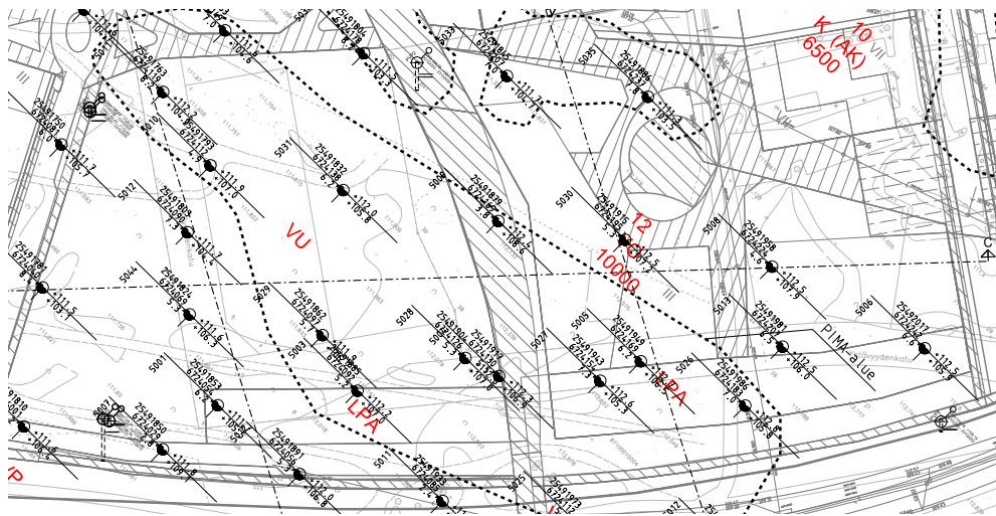


**Kuva 5. Tontit 8 ja 9**

## Tontti 12 ja VU-alue

Tontilla 12 ja VU -alueella maanpinta vaihtelee noin tasolla +111,5...+113. Pohjavedenpinta on tasolla noin +106...+108 nousten etelästä pohjoiseen. Pohjaveden päällä on maakerroksia siten nykyisellään ratapihan puoleisella osalla yli 5 m ohentuen luoteis-pohjoisosan noin 3 – 5 metriin. Orsivesi on alueella tasolla noin +110...+111. Orsiveden päällä maata on pääosalla aluetta 1 – 2 m, idässä hieman enemmän ja luoteisosassa vähemmän, 0,5 – 1 m.

Maaperä on täyttökerrosten alapuolella turvetta noin 2,0...3,0 m paksuudelta. Tontin 12 pohjoisosassa turvekerros ohenee noin 2,0 m paksuiseksi. Turvekerroksen alapuolella maaperä on 1,5...4 m paksuudelta hiekkaa tai silttiä, jonka alapuolella sijaitsee tiivis moreenikerros. Turpeen päällä on alueella ohuehkoja täyttökerroksia paikallisesti sekä laajemmin lähellä rautatiealuetta. Tontti 12 ja VU-alue sijaitsevat alueella, jolla on havaittu aikaisempien tutkimusten yhteydessä olevan pilaantuneita maita.



Kuva 6. Tontti 12 ja VU-alue

## 3 ALUEEN RAKENNETTAVUUS KAAVALUONNOKSEEN PERUSTUEN

### 3.1 Yleistä

Turpeen varaan rakennusten tai rakenteiden perustaminen ei ole mahdollista ilman pohjanvahvistustoimenpiteitä. Alueen esirakentamistoimenpiteissä ja myöhemmin myös muussa rakentamisessa on vältettävä vaikuttamasta pohjavettä salpaavaan turpeen alapuolisiin savi- tai silttikerrostumiin, jottei huonolaatuisiksi todettu orsivesi pääse sekoittumaan pohjaveden kanssa. Alueella nykyisellään vallitsevan orsivesitilanteen vuoksi rakennusten ja rakenteiden alin mahdollinen perustamissyvyys tulee olla kyseistä savi- tai silttikerrosta ylempänä.

Alueen esirakentamista tulee käsitellä pohja- ja orsivesitilanteen vuoksi koko kaava-alueen kattavana kokonaisuutena. Ennen esirakentamista suositellaankin koko alueelta turvekerros kuivatettavaksi kohdassa 4. kuvatulla tavalla. Orsiveden kuivatus mahdollisimman aikaisessa vaiheessa yhtenäisenä koko kaava-alueelta helpottaa ja nopeuttaa alueen esirakentamista. Alla on esitelty alueen esirakentamiseen soveltuvia pohjanvahvistusmenetelmiä rajoitteineen.



Massanvaihdossa turvekerros tai osa siitä kaivetaan pois ja korvataan esim. kalliomurske tai -louhetäytöillä. Massanvaihdon täytöissä vesi pääsee virtamaan vapaammin kuin alkuperäisissä turvekerroksissa, minkä vuoksi massanvaihdolla voidaan synnyttää haitallisia virtausyhteyksiä orsivedelle. Massanvaihdon tekemisen jälkeen tarvitaan paikoin esikuormitusaikaa massanvaihdon alapuolelle mahdollisesti jäävien turvekerrosten sekä savi- ja silttikerrosten lujittumiseen. Pois kaivetut (paikoin pilaantuneet) turvemassat on kuljetettava alueelta pois.

Esikuormituspenkereellä voidaan turvekerrosta kuormittaa ennen alueen varsinaista rakentamista. Tässä menetelmässä laitetaan turvekerroksen päälle painopenger esimerkiksi louheesta, jolloin turvekerros puristuu kasaan lisäkuormituksen vuoksi. Turvekerroksen painumisen vuoksi turpeesta poistuu orsivettä, minkä vuoksi esikuormitettavan alueen kuivatuksesta on huolehdittava ja orsivedet kerättävä erillisen kuivatusjärjestelmän avulla. Esikuormituksen käyttö pohjanvahvistusmenetelmänä vaatii, että aikaa esikuormitukselle on riittävästi käytössä, yleensä vähintään 6...24 kk.

Turpeen painuma-aikaa ei yleensä kovin tarkkaan voida määrittää laboratoriossa, minkä vuoksi esikuormituksen aikainen painumaseuranta on tärkeää. Käytännössä esikuormitusajan jälkeen turvemaassa tapahtuu jäännöspainumaa, minkä vuoksi esikuormitus ei yksistään sovellu hyvin painumaherkkien rakenteiden (esim. pituuskaltevuudeltaan loivien viettoputkien) alle käytettäväksi. Päälystämättömillä piha- ja puistoalueilla esikuormitusmenetelmä voi olla käyttökelpoinen. Esikuormituksen etuna on sen edullinen hinta verrattuna muihin pohjanvahvistusmenetelmiin. Esikuormitusmenetelmän käyttö alueella vaatii täydentäviä pohjatutkimuksia turpeen painuma- ja lujuusominaisuuksista.

Massastabiloinnissa turvekerrosta käsitellään lisäämällä siihen sideainetta, yleensä joko sementtiä tai sementin ja kalkin seosta. Massastabiloinnin päälle läjitetään painopenger lujittumisen ajaksi. Menetelmällä saadaan turve käsiteltyä käytännössä painumattomaksi piha- ja liikennealueilla. Rakennusten alla massastabilointi ei yleensä yksinään riitä. Stabiloinnin ei oleellisesti ole todettu vaikuttavan maan vedenläpäisevyyteen. Massastabilointia voidaan hyödyntää PIMA -maiden käsittelyssä. Massastabiloinnilla on mahdollista sitoa ja käsitellä haitta-aineet siten, että ne voidaan jättää maahan. Oikean massastabiloinnin sideaineseoksen ja määrän löytämiseksi tarvitaan stabiloituvuustutkimuksia laboratoriossa ja maastossa. Massastabiloinnin rajoitteena on korkeahko hinta verrattuna muihin esitettyihin pohjanvahvistusmenetelmiin.

Kevennysrakenteita voidaan ajatella hyödynnettäväksi alueilla, joissa orsi- ja pohjavesi on rakennekerroksia alempana ja rakennekerrokset ovat maltillisia. Mahdollisia kevennysmateriaaleja ovat esimerkiksi EPS, kevytsora ja vaahtolasimurske. Kevennysten tavoitteena maarakenteessa on eliminoida turpeelle rakennekerrosten täytöistä tulevan lisäkuormituksen aiheuttama painuma. Kevennykset voivat olla alueella käyttökelpoisia yhdessä esikuormituksen tai osittaisen massanvaihdon kanssa.

Paaluja voidaan alueella ajatella käytettäväksi rakennusten perustamisessa. Alueen esirakentamiseen paalutusta voi joutua käyttämään hyvin paikallisesti erikoistapauksissa, esim. katujen ja putkilinjojen osalla, mikäli muut em. vahvistustavat todetaan epäsoviviksi. Alueella käytettävien paalujen tulee olla *umpinaisia ja asentaa lyömällä tukipaaluiksi*.

### 3.2 Rakennukset

Rakennukset tulee perustaa alueella lähtökohtaisesti lyötävillä ja kärjestä umpinaisilla tukipaaluilla. Muun tyyppisiä paaluja ei alueella suositella käytettäväksi. Kevyet rakennukset on arvioitu paikoin (tonttien 1, 2, 3, 4, 5 ja osin tontin 15 alueilla) voitavan perustaa myös massanvaihdon varaan.

Mikäli orsivettä ei kuivateta, rakennusten perustaminen orsiveden alapuolelle nostaa kustannuksia ja vaati rakennusten suunnittelussa asiantuntemusta ja riittävän tarkat pohjatutkimukset. Mikäli rakennus tai vaadittu massanvaihto ulottuu orsivedenpinnan alapuolelle, ovat rakenteet tehtävä vesitiiviinä ja huolehdittava orsiveden paikallisesta kuivaamisesta ja keräämisestä.

Kellareita tai muita rakenteita, jotka ulottuvat turvekerroksen alapuolella sijaitsevaan savi- ja silttikerrokseen *ei alueella suositella*, mikäli orsivettä ei koko alueelta ole ensin kuivatettu. Myös uuden sadannan kautta muodostuvan orsiveden purkautuminen pohjavesivyöhykkeeseen tulee estää rakennuskohtaisilla kuivatusratkaisulla. Syvin mahdollinen rakennusten perustamissyvyys tulee alueella määrittää tapauskohtaisesti rakennuskohtaiset pohjatutkimusten ja tonttikohtaisen orsivesitilanteen mukaisesti.

PIMA -alueilla maan ja huokosveden mahdollinen aggressiivisuus tulee huomioida rakennusten perusteita suunniteltaessa.

### 3.3 Tontit

Suunnittelualueen keskivaiheilla kaavaluonnoksen tonttien 2 ja 3 alueilla voidaan turvekerros kaivaa piha- ja liikennealueilta pois, mikäli huolehditaan orsivesien kuivatuksesta ja keräyksestä sekä siitä ettei pohjavettä salpaavaa savi- tai silttikerrosta puhkaista. Massanvaihdot tulisi pitää pohjois-etelä suunnassa alueellisesti maltillisina, mikäli orsivettä ei koko kaava-alueelta kuivateta. Nopein ja orsiveden kannalta varmin esirakentamismenetelmä tonteille olisi kuitenkin turvekerroksen massastabilointi. Tonttien esikuormitus ja kuivatus vie turvekerrosten paksuudesta ja epätasaisista sekä paikoin olemattomista täytöistä johtuen todennäköisesti kauan. Esikuormituksen käyttömahdollisuus alueella suositellaan kuitenkin tutkittavaksi jatkosuunnittelussa, mikäli painuma-aikaa on runsaasti käytössä.

Suunnittelualueen keskivaiheilla kaavaluonnoksen tonttien 6, 7, 8 ja 9 alueilla massanvaihtosyvyys kasvaa täyttö- ja turvekerrosten paksuuden vuoksi suureksi, minkä vuoksi massanvaihto suurella osalla aluetta ole kokonaistaloudellisesti järkevä menetelmä mahdollisesti tarvittavien massanvaihtokaivantojen tuentojen ja pois kaivettavien massojen suuren määrän vuoksi. Nopein ja orsiveden kannalta varmin esirakentamismenetelmä tonteille on turvekerroksen massastabilointi. Tosin alueilla turpeen päällä paikoin olevat täytöt voivat vaikeuttaa myös stabilointityötä ja lisätä näin stabiloinnin yksikkökustannuksia.

Erityisesti asuntomessualueen parkkipaikkoina toimineet alueet ja muut alueet, joissa turvekerroksen päällä on jo olemassa olevia täyttöjä, voivat soveltua esikuormituksen käyttökohteiksi kohtuullisella painuma-ajalla, koska turvekerros on todennäköisesti jo jonkin verran kokoonpuristunut. Tällaisia alueita ovat tontit 6 ja 7 sekä itäiset osat tonteista 8 ja 9. Jatkosuunnittelun yhteydessä voidaan näiden tonttien osalta tarkastella esikuormituksen käyttökelpoisuuden lisäksi tarkastella myös kevennysrakenteiden käyttöä alueella yhdessä esikuormitusratkaisun kanssa. Tontin 8 reuna-alue sijaitsee

pilaantuneen maan alueella. Näiltä osin turvekerros piha- ja liikennealueiden alla suositellaan massastabiloitavaksi.

Suunnittelualueen pohjoisosassa kaavaluonnoksen tontin 1 ja osin tontin 15 alueella sekä suunnittelualueen länsiosassa tonteilla 4 ja 5 pintamaa ja ohut turvekerros voidaan kaivaa rakennusten ja rakenteiden alta pois aivan tontin 15 itäreunaa lukuun ottamatta, jossa turvekerros paksunee. Tontin 15 itäinen reuna-alue suositellaan piha- ja liikennealueiden alla massastabiloitavaksi turpeen syvyyden ja pilaantuneiden maiden vuoksi.

Suunnittelualueen pohjoisosassa kaavaluonnoksen VU, LPA, tontin 12 alueilla sekä suunnittelualueen länsiosissa tonttien 6 ja 14 alueilla on havaittu pilaantuneita maita. Turvekerros suositellaan päällystettyjen piha- ja liikennealueilla massastabiloitavaksi pilaantuneiden maiden ja turvekerroksen paksuuden vuoksi. Ilman koko kaava-alueen orsiveden kuivatusta laajoja massanvaihtoja ei suositella, jottei edesautettaisi pilaantuneen orsiveden kulkeutumista etäämmälle.

### **3.4 Kadut ja kunnallistekniikka**

Alueen katujen taseus tulisi suunnitella lähelle maanpintaa lisäkuormituksen välttämiseksi. Lähtökohtaisesti turvekerros katujen alla on stabiloitava tai kaivettava pois. Alustavan tarkastelun perusteella kaavaluonnoksen pohjoisilla ja luoteisilla alueilla voidaan turve kaivaa katujen alta ainakin osittain pois. Alueen etelä- ja itäosissa on varauduttava tekemään massastabilointia katujen alla. Jatkosuunnittelun yhteydessä voidaan täydentävien pohjatutkimusten perusteella tutkia myös esikuormituksen tai kevennysten käyttökelpoisuutta itäisillä ja eteläisillä alueilla, kun riittävät tiedot turpeen ja saven ominaisuuksista saadaan. Päällystämättömät puistoraitit voidaan lähtökohtaisesti perustaa alueella turpeen varaan lujitekangasta ja/tai esikuormitusta käyttäen.

Alueen kunnallistekniikka tulee pyrkiä sijoittamaan mahdollisimman pintaan, jottei pohjavettä salpaava savi- tai silttivyöhykettä puhkaista kaivannoilla. Tämä voi edellyttää putkijohtojen lämpöeristämistä monin paikoin. Putkijohtokanaaleihin tulee orsiveden virtauksen ehkäisemiseksi tehdä johtokaivantojen virtaussulkuja tasaisin välein. Putkijohtojen alta on turvekerros lähtökohtaisesti stabiloitava kaivettava pois. Alueelle tulevissa mahdollisissa viettoviemäreissä tulisi olla runsaasti kaatoa.

## **4 POHJA- JA ORSIVEDEN TYÖNAIKAINEN JA PYSYVÄ HALLINTA**

Ennen alueen esirakentamista orsivesi suositellaan kuivatettavaksi koko kaava-alueen turvealueelta. Tällöin alueen esirakentaminen helpottuu huomattavasti. Orsivesi voidaan kuivattaa orsiveden virtaussuuntiin kohtisuoraan olevin salaojin, joista vedet kerätään kokoojakaivoihin ja viemäroidään pois alueelta. Alueen reunoille suositellaan tehtäväksi niskaojat, joilla vähennetään alueelle tulevan veden määrää. Kuivatusjärjestelyistä tulee laatia erillinen kuivatussuunnitelma. Orsiveden pintaa tulee seurata nykyisistä ja uusista asennettavista orsivesiputkista. Tonttikohtaisessa esirakentamisvaiheessa orsiveden kuivatusta tehostetaan tarvittaessa paikallisesti.

Mikäli orsivettä ei kuivateta, massanvaihdot tulee pitää alueellisesti hyvin maltillisen kokoisina, jottei orsivedellä luotaisi haitallisia virtausyhteyksiä. Laajoja orsiveden virtaussuuntien suuntaisia eli pohjois-etelä suuntaisia massanvaihtoja alueelle ei

suositella tehtäväksi. Paikallisten massanvaihtojen ja esikuormituksen teon yhteydessä on orsivesi kuivatettava paikallisesti, mikäli koko alueen kattavaa kuivatusta ei tehdä. Pohja- ja orsiveden hallinnan kannalta on tärkeää, ettei turvekerroksen alapuoliseen pohjavettä salpaavaan savi- tai silttikerrokseen rakentamisen yhteydessä vaikuteta. Massanvaihdon tai stabiloinnin työmenetelmät eivät saa ulottua salpaavaan savi- tai silttikerrokseen.

Orsiveden alapuolelle sijoittuvat rakenteet tulee suunnitella tapauskohtaisesti huolellisesti siten, että orsivesi voidaan kuivattaa esim. salaojin ja kaivoin sekä kuivatusvedet johtaa pohjavesialueen ulkopuolelle. Orsiveden alapuoliset rakenteet voidaan tehdä vaihtoehtoisesti vesitiiviinä, jolloin kuitenkin tulee huolehtia orsiveden työnaikaisesta kuivatuksesta.

Pohjavettä salpaavan savi- tai silttikerroksen alapuolelle ulottuvaa rakentamista ei tulisi alueella sallia lainkaan, mikäli orsivettä ei onnistuta kuivattamaan ja uuden muodostuvan orsiveden virtausta pohjavesivyöhykkeeseen estämään rakennus- ja tonttikohtaisin kuivatusjärjestelyin.

## 5 KUSTANNUSTARKASTELU

Alla esitetyissä esirakentamisen neliökustannuksissa on arvioitu massanvaihdon ja massastabiloinnin kustannuksia tonteilla (päällystettävät alueet). Esitetyt neliökustannuksien avulla voidaan arvioida myös kutakin tonttia lähellä sijaitsevien katujen esirakentamisen neliökustannuksia.

Ennen varsinaisia esikuormitusrakenteita tehtävän koko alueen orsivesien kuivatuksen ja viemäroinnin arvioitu neliökustannus on 1...3 €/m<sup>2</sup>. Tonttikohtainen laaja kuivattaminen massanvaihtojen ja esikuormituksen osalta on kalliimpaa ja vaikuttaa myös alueen muiden tonttien olosuhteisiin. Alla esitetyissä taulukossa neliöhinnnoissa on oletettu, että kuivatus tehdään koko turvealueelta yhtenäisenä ennen esirakentamista.

Esikuormitusvaihtoehtoa ei ole kustannustarkasteluissa mukana, koska sen soveltumisesta alueelle oli käytettävissä olevien lähtötietojen puitteissa mahdotonta varmistaa. Mikäli esikuormitus todetaan jatkosuunnittelun yhteydessä käyttökelpoiseksi menetelmäksi, on esikuormituspenkereen neliöhinnaksi tonteilla arvioitu 12 €/m<sup>3</sup>. Lisäksi esikuormituksen kanssa tonteilla saatetaan tarvita paikoin kevennysrakenteita, joiden kustannukseksi on arvioitu tonteilla 25 €/m<sup>2</sup>. Esikuormitusmenetelmän kustannuksissa tulee kuitenkin arvottaa myös esikuormitukseen vaadittu aika. Todennäköisimmin esikuormitusta voidaan käyttää ainakin osittain tonteilla 1, 4...9 ja 15 sekä kaikilla kaava-alueen päällystämättömäksi jäävillä alueilla.

Kaavaluonnoksen tontti nro	Arvioitu kustannus €/m <sup>2</sup> tontin esirakentamiselle	Arvioitu käyttökelpoinen menetelmä, jonka mukaan kustannukset laskettu
Tontit 2 ja 3	55...65 euroa	Massanvaihto
Tontit 6, 7, 8 ja 9	65...70 euroa*	Massastabilointi
Tontit 1 ja 15	40...45 euroa*	Massanvaihto (PIMA:n osalta tarvittaessa massastabilointi)
Tontit 4 ja 5	30...35 euroa	Massanvaihto
Tontti 12	65...70 euroa*	Massastabilointi

**Taulukko 1. Kaavaluonnoksen tonttien arvioituja esirakentamisen neliökustannuksia.**  
 \*Tonttien 8, 12 ja 15 alueella sijaitsevien PIMA-alueiden mahdollisen massastabiloinnin kustannukseksi on arvioitu 100 €/m<sup>2</sup>. PIMA-alueille teräs- tai teräsbetonirakenteita, esim. rakennusten paaluja, suunniteltaessa on otettava huomioon myös pilaantuneiden maiden aggressiivisuus, joka vaikuttaa rakenteiden mitoitukseen ja sitä kautta kustannuksiin.

Käytetyt yksikkökustannukset perustuvat FORE- kustannushallintajärjestelmän kustannuksiin, joita on lisätty orsiveden ym. alueen esirakentamiselle aiheuttamat arvioidut lisäkustannukset.

Massastabiloinnin yksikkökustannushintana on tarkasteluissa käytetty 23 €/m<sup>3</sup>, jonka on arvioitu sisältyväksi sideainetta 130 kg/m<sup>3</sup>tr, joka on tyypillinen turpeelle vaadittu sideainemäärä. Massastabiloinnin hinta on voimakkaasti riippuvainen sideaineen määrästä. Pilaantuneiden maiden massastabiloinnin hintana on käytetty 33 €/m<sup>3</sup>.

Massanvaihdon yksikkökustannushintana on tarkasteluissa käytetty 21 €/m<sup>3</sup>. Hinnassa on oletettu, että vaihdettavat turvemassat voidaan sijoittaa ja uudet massat saadaan maksimissaan 3 km säteelle alueesta. Mikäli vaihdettavat massat sisältävät pilaantuneita maita, massat joudutaan kuljettamaan kauemmaksi tai massanvaihtokaivannot tukemaan, on yksikkökustannus selvästi suurempi. Massanvaihdon yksikköhintaan sisältyy orsivesien tehostettu kerääminen työnaikana.

Esikuormituspenkereiden osalta on oletettu, että esikuormituspenkereen paksuus on 1 m ja pengermateriaali saadaan 3...5 km säteeltä alueesta. Esikuormituksen yksikköhintana on käytetty 12 €/m<sup>2</sup>. Tähän sisältyy orsivesien tehostettu kerääminen esikuormitusvaiheessa. Kevennyksen yksikköhintana on tarkasteluissa käytetty 25 €/m<sup>2</sup>. Käytettävän kevennyksen paksuuden on oletettu olevan puoli metriä.

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA EHDOTUS JATKOTOIMENPITEISTÄ

Hangon sillan alueen esirakentaminen on pehmeän turvekerroksen, pilaantuneen orsiveden ja alueella sijaitsevan pohjavesiesiintymän vuoksi haasteellinen tehtävä. Alueen esirakentamista vaikeuttaa huonolaatuinen orsivesi, jota ei saa päästä sekoittumaan pohjaveden kanssa (pohjaveden pilaamiskielto).

- Alueen orsivesi suositellaan kuivatettavaksi ja viemäroitäväksi pois koko kaava-alueelta ennen alueen esirakentamisen aloittamista. Kuivatusta on tarvittaessa esirakentamisen aikana tehostettava.
- Pehmeä turvekerros tulee poistaa, käsitellä tai kokoonpuristaa ennen kuin alueelle voidaan rakentaa.
- Turvekerroksen alapuolista savi- tai silttikerrosta ei saa rakentamisen yhteydessä lähtökohtaisesti kaivaa tai muuten häiritä, jottei vaikuteta kerroksen pohjavettä salpaaviin ominaisuuksiin. Näin pyritään estämään kuivatuksen jälkeen turpeeseen jäävän ja uuden muodostuvan orsiveden ja pohjaveden sekoittuminen aluetta rakennettaessa.
- Savi- ja silttikerrokseen ulottuvaa kellarirakentamisen salliminen alueelle vaatii, että kaikki orsivesi onnistutaan alueelta poistamaan ja uuden sadannasta muodostuvan orsiveden kulkeutuminen kellarikaivantojen kautta pohjavesivyöhykkeeseen estetään rakennus- ja tonttikohtaisin kuivatusjärjestelmin.
- Alueen eri tonttien esirakentamismenetelmien tulee olla alueen orsivesitilanteen vuoksi keskenään yhtenäisiä tai yhteen sovitettavissa.
- Orsiveden keräyksestä tulee huolehtia esirakentamisen yhteydessä ja myös sen jälkeen, mikäli tehdään orsivettä kuivattavia rakenteita. Orsiveden alapuolelle ulottuvat rakenteet on suunniteltava alueella tapauskohtaisesti riittävän tarkkojen pohjatutkimusten perusteella.
- Massanvaihtoja tehtäessä on varmistettava, ettei orsivedelle luoda haitallisia virtausyhteyksiä pohjavesivyöhykkeeseen.
- Alueen esirakentamisessa on lähtökohtaisesti varauduttava käyttämään massastabilointia, joka on arvioitu ympäristön kannalta vähiten riskejä sisältäväksi menetelmäksi. Orsiveden kuivatus ennen esirakentamista koko turvealueelta mahdollistaa massanvaihtojen ja esikuormituspenkereiden sekä kevennysrakenteiden paremman hyödyntämisen alueella.
- Käytettävissä olleet lähtötiedot eivät riittäneet esikuormitustarkasteluiden tekemiseen alueelta. Alueen esirakentamisen jatkosuunnittelussa suositellaankin ensivaiheessa tehtävän lisää pohjatutkimuksia turpeen maatuneisuusasteesta sekä painuma- ja lujuusominaisuuksista, jotta voidaan arvioida esikuormitusratkaisun käyttökelpoisuutta alueella. Esikuormituksen yksikköhinta muihin esikuormitusmenetelmiin verrattuna on pieni, minkä vuoksi esikuormituksen käyttökelpoisuuden varmistamiseen tähtääviin tutkimuksiin on mielekäästä panostaa. Myös alueen nykyisistä turpeen päällä olevista täyttökerrostumista

tarvitaan tarkempaa tietoa esirakentamismenetelmien valintaa ja tarkempaa kohdentamista varten.

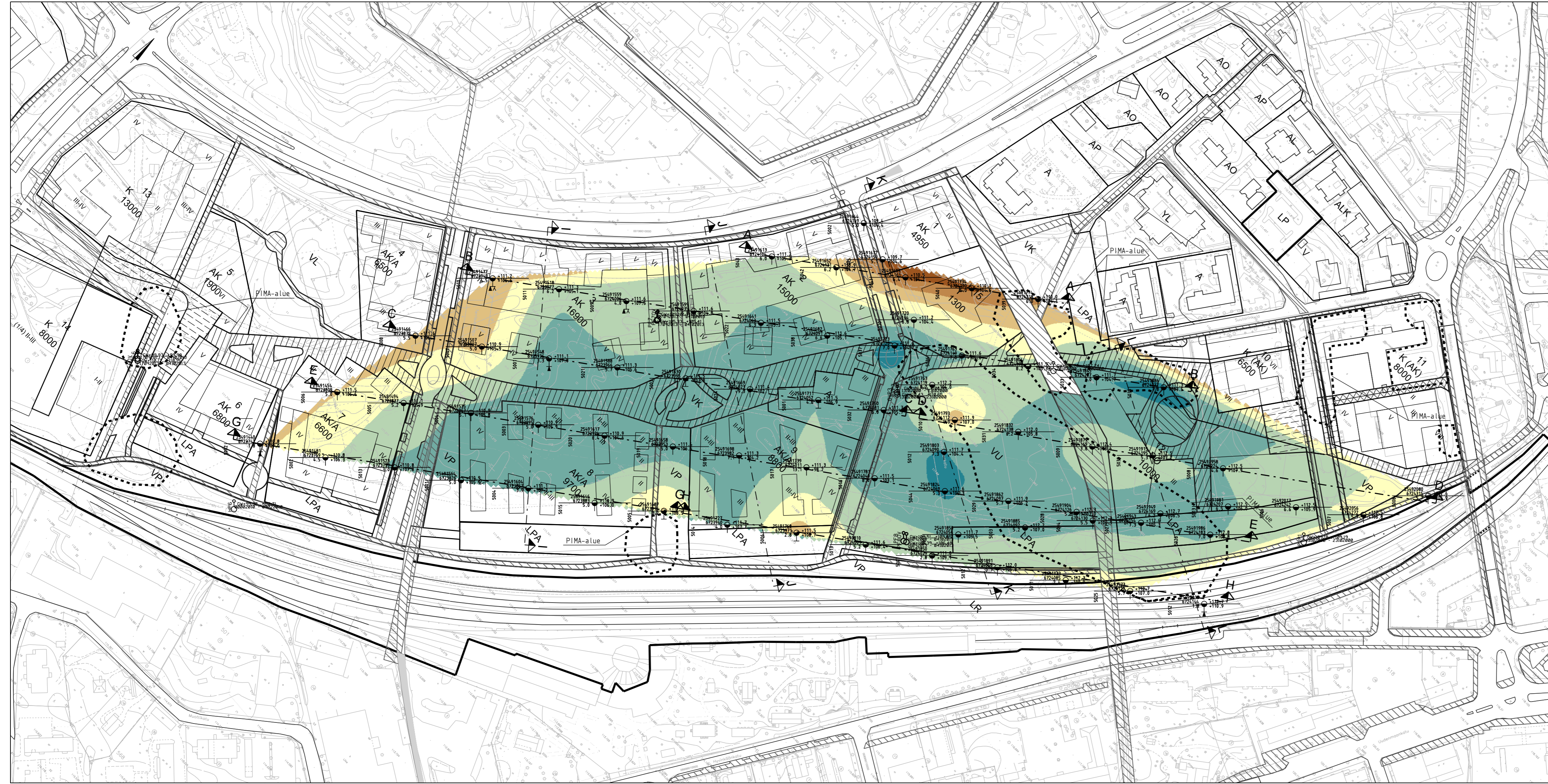
- Pilaantuneiden maat tulee huomioida alueen jatkosuunnittelussa. PIMA -alueiden osalta tulisi määrittää, voidaanko ne jättää tonteille sellaisenaan, kaavoitetaanko kyseiset alueet esim. puistoalueiksi vai puhdistetaanko tai käsitelläänkö pilaantuneet maat.
- Jatkotoimenpiteinä suositellaan lisäksi tehtäväksi stabiloitavuuskokeita turpeesta, ja erityisesti myös PIMA -alueilta, jotta saadaan parempaa suurusluokkatietoa stabiloinnin sideainemääristä ja sitä kautta yksikkökustannuksista.
- Alueen pohja- ja orsivesiputkia suositellaan seurattavan säännöllisesti (2...3 krt/vuodessa).

Vantaalla 2. kesäkuuta 2014

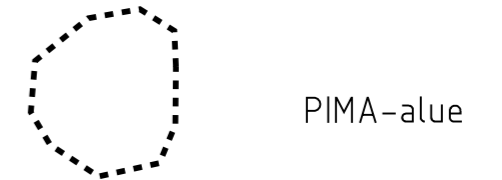
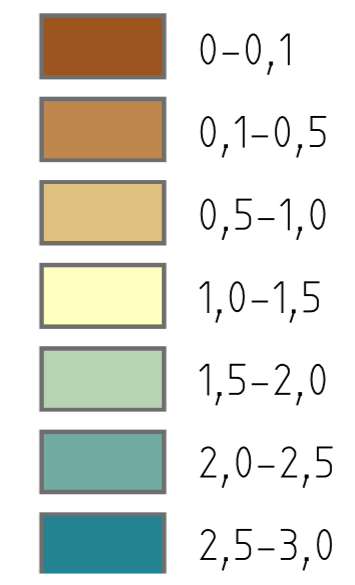
Pöyry Finland Oy

  
Marko Laurila

  
Jukka Ikäheimo



Turvekerroksen paksuus



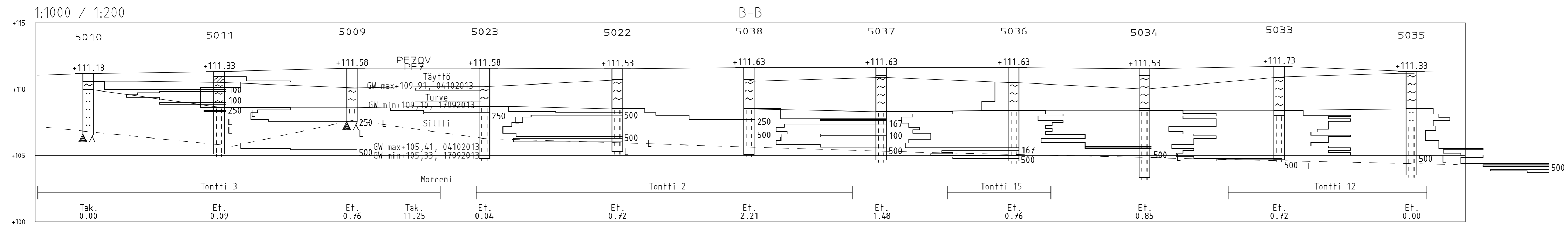
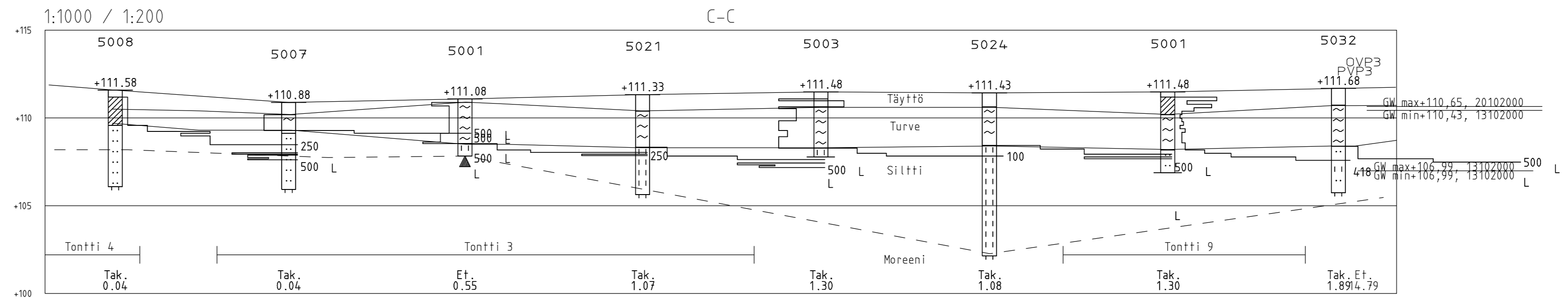
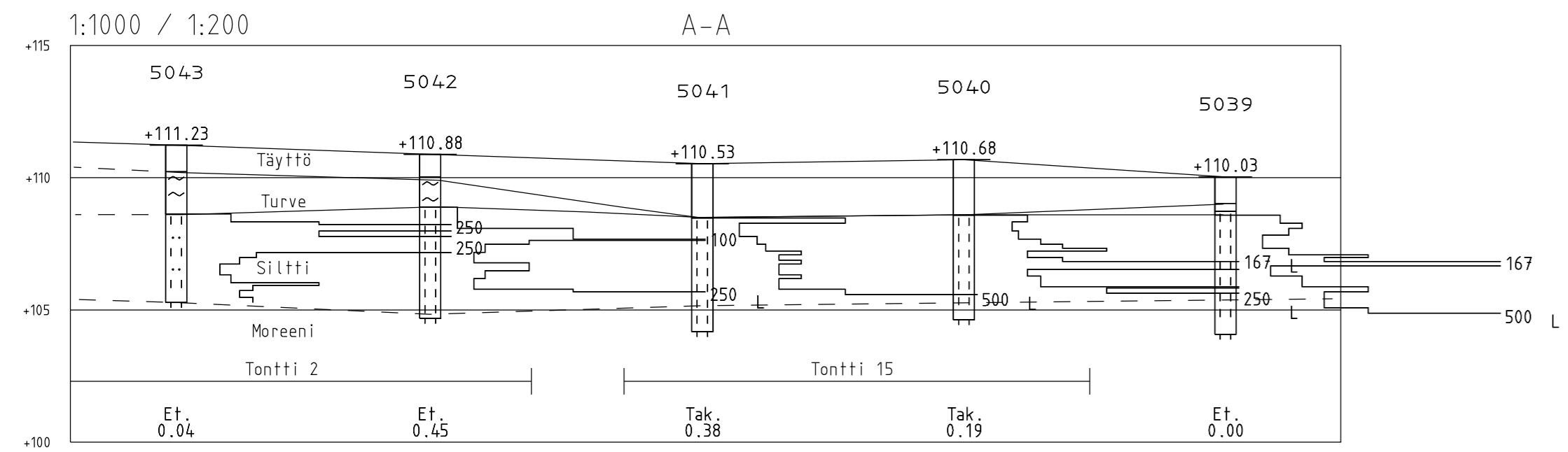
K.osa/kylä	Kortteli/Tila	Tontti/Rek.nro	Viranomaisen arkistointimerkintöjä varten
Rakennustoimenpide			Piirustuslaji
Tilaja, suunnittelukohteen nimi ja osoite			Juoks.nro
<b>HYVINKÄÄN KAUPUNKI</b> KUNTATEKNIikka Hangonsillan ratapihan kaava-alue			Piirustuksen sisältö
			Mittakaavat
			<b>Pohjatutkimuskartta</b>
			1:2000
			Työn ja piirustuksen n:o
			Muutos
			<b>16X219668.1001</b>

**PÖYRY**  
PÖYRY FINLAND OY  
Pl 500 (Jaakonkatu 3), 01621 VANTAA  
Puh. 09-682 661. Fax 09-682 6565

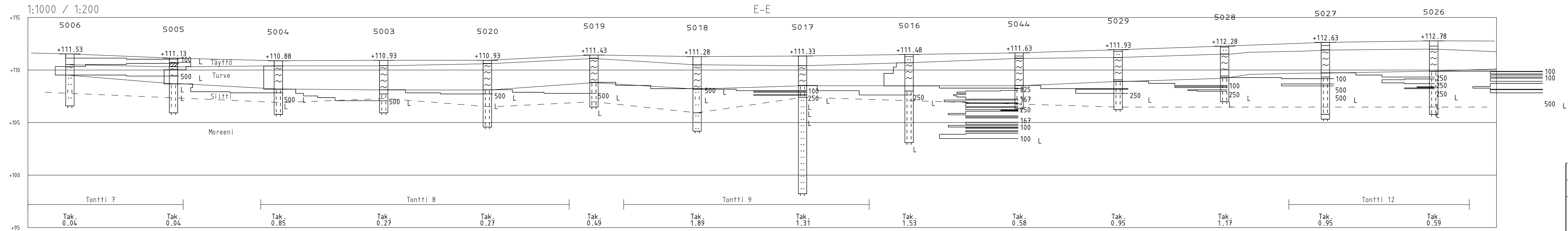
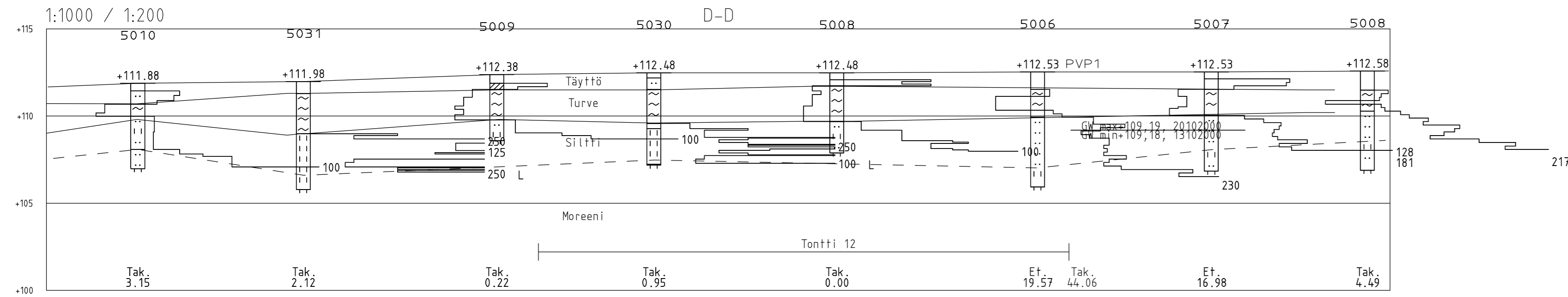
Suun. J. Alanen  
Piirt. J. Alanen  
Pvm. 6.6.2014

HYV. TARK.

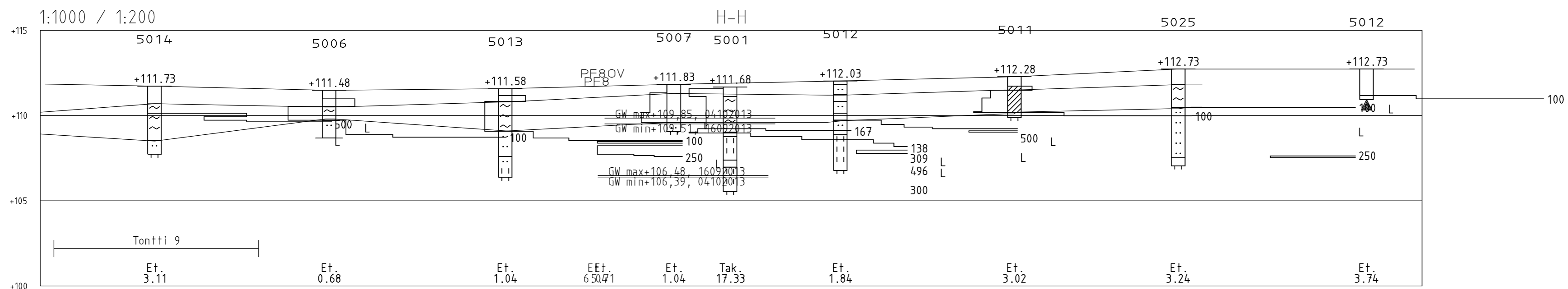
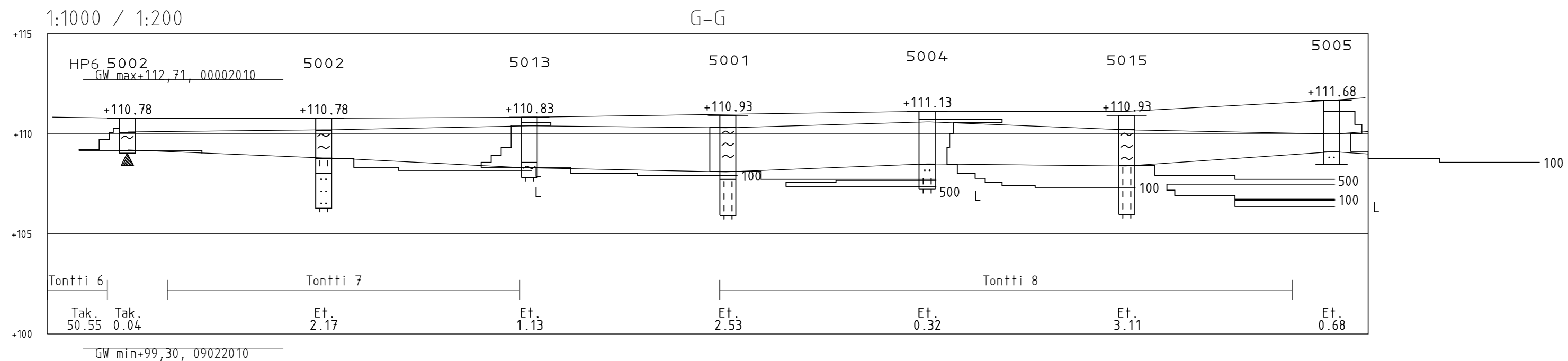




K.osa/kylä	Kortteli/Tila	Tontti/Rek.nro	Viranomaisen arkistointimerkintä varten
Rakennustoimenpide		Piirustuslaji	Juoks.nro
Tilaaaja, suunnittelukohteen nimi ja osoite	HYVINKÄÄN KAUPUNKI KUNTATEKNIikka Hangonsillan ratapihan kaava-alue		Pohjatutkimusleikkaukset A-A, B-B ja C-C Mittakaavat 1:1000/1:200
HYV.	Suun. J. Alanen Piirt. J. Alanen Pvm 6.6.2014	Työn ja piirustuksen n:o	Muutos
		16X219668.1002	

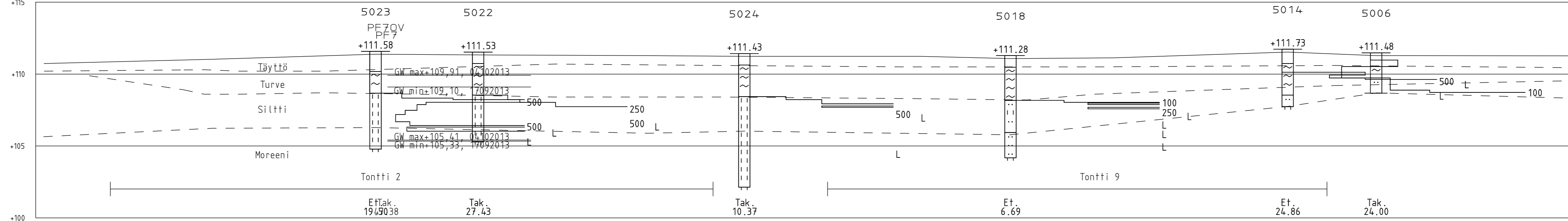


K.osa/kylä	Kortteli/Tila	Tontti/Rek.nro	Viranomaisen arkistointimerkintä varten
Rakennustoimenpide		Piirustuslaji	Juoks.nro
Tilaaaja, suunnittelukohteen nimi ja osoite	HYVINKÄÄN KAUPUNKI KUNTATEKNIikka Hangonsillan ratapihan kaava-alue		Piirustuksen sisältö Pohjatutkimusteikkaukset D-D ja E-E
		Mittakaavat	1:1000/1:200
		Työn ja piirustuksen n:o	Muutos
			16X219668.1003
<b>PÖYRY</b> PÖYRY FINLAND OY PL 500   Jaakonkatu 3   01621 VANTAA Puh. 09-682 661. Fax 09-682 6565		Suun. J. Alanen Piirt. J. Alanen Pvm 6.6.2014	
HYV.		TARK.	

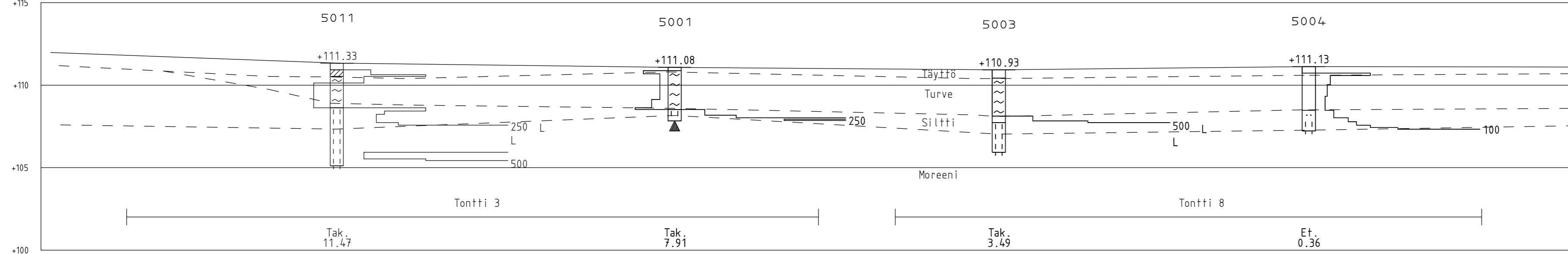


K.osa/kylä	Kortteli/Tila	Tontti/Rek.nro	Viranomaisen arkistointimerkintöjä varten
Rakennustoimenpide	Piirustuslaji	Juoks.nro	
Tilaaaja, suunnittelukohteen nimi ja osoite	Piirustuksen sisältö	Mittakaavat	
HYVINKÄÄN KAUPUNKI KUNTATEKNIikka Hangonsillan ratapihan kaava-alue	Pohjatutkimusleikkaukset G-G ja H-H	1:1000/1:200	
<b>PÖYRY</b> PÖYRY FINLAND OY PL 500 (Jaakonkatu 3), 01621 VANTAA Puh. 09-682 661. Fax 09-682 6565	Suun. J. Alanen	Työn ja piirustuksen n:o	Muutos
	Piirt. J. Alanen	16X219668.1004	
Pvm. 6.6.2014			
HYV.	TARK.		

1:500 / 1:200

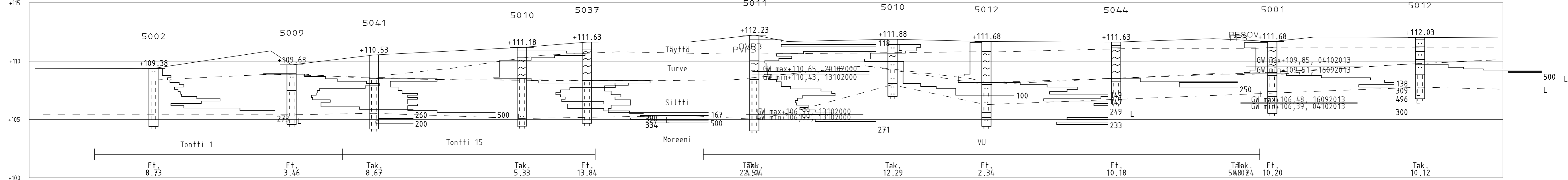


1:500 / 1:200

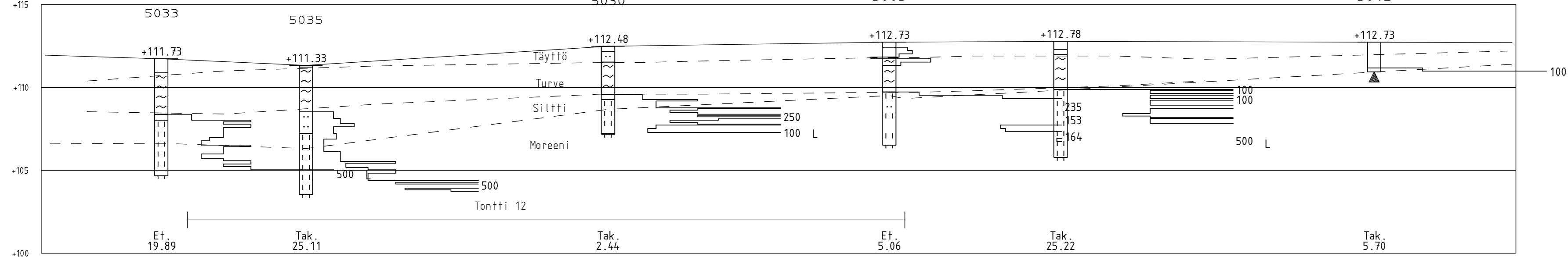


K.osa/kylä	Kortteli/Tila	Tontti/Rek.nro	Viranomaisen arkistointimerkintöjä varten	
Rakennustoimenpide	Piirustuslaji	Juoks.nro		
Tilaja, suunnittelukohteen nimi ja osoite	Piirustuksen sisältö	Mittakaavat		
<b>HYVINKÄÄN KAUPUNKI</b> KUNTATEKNIikka Hangonsillan ratapihan kaava-alue	<b>Pohjatutkimusleikkaukset</b> J-J ja I-I	1:500/1:200		
<b>PÖYRY</b> PÖYRY FINLAND OY PL 500 (Jaakonkatu 3). 01621 VANTAA Puh. 09-682 661. Fax 09-682 6565	Suun. J. Alanen	Työn ja piirustuksen n:o	Muutos	
	Piirt. J. Alanen	<b>16X219668.1005</b>		
Pvm. 6.6.2014				
HYV.	TARK.			

1:500 / 1:200



1:500 / 1:200



K.osa/kylä	Kortteli/Tila	Tontti/Rek.nro	Viranomaisen arkistointimerkintöjä varten	
Rakennustoimenpide			Piirustuslaji	Juoks.nro
Tilaja, suunnittelukohteen nimi ja osoite			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
HYVINKÄÄN KAUPUNKI KUNTATEKNIikka Hangonsillan ratapihan kaava-alue			Pohjatutkimusleikkaukset K-K ja L-L	1:500/1:200
 PÖYRY FINLAND OY PL 500 (Jaakonkatu 3), 01621 VANTAA Puh. 09-682 661. Fax 09-682 6565	Suun.	J. Alanen	Työn ja piirustuksen n:o	Muutos
	Piirt.	J. Alanen	16X219668.1006	
Pvm.	6.6.2014			
HYV. TARK.				