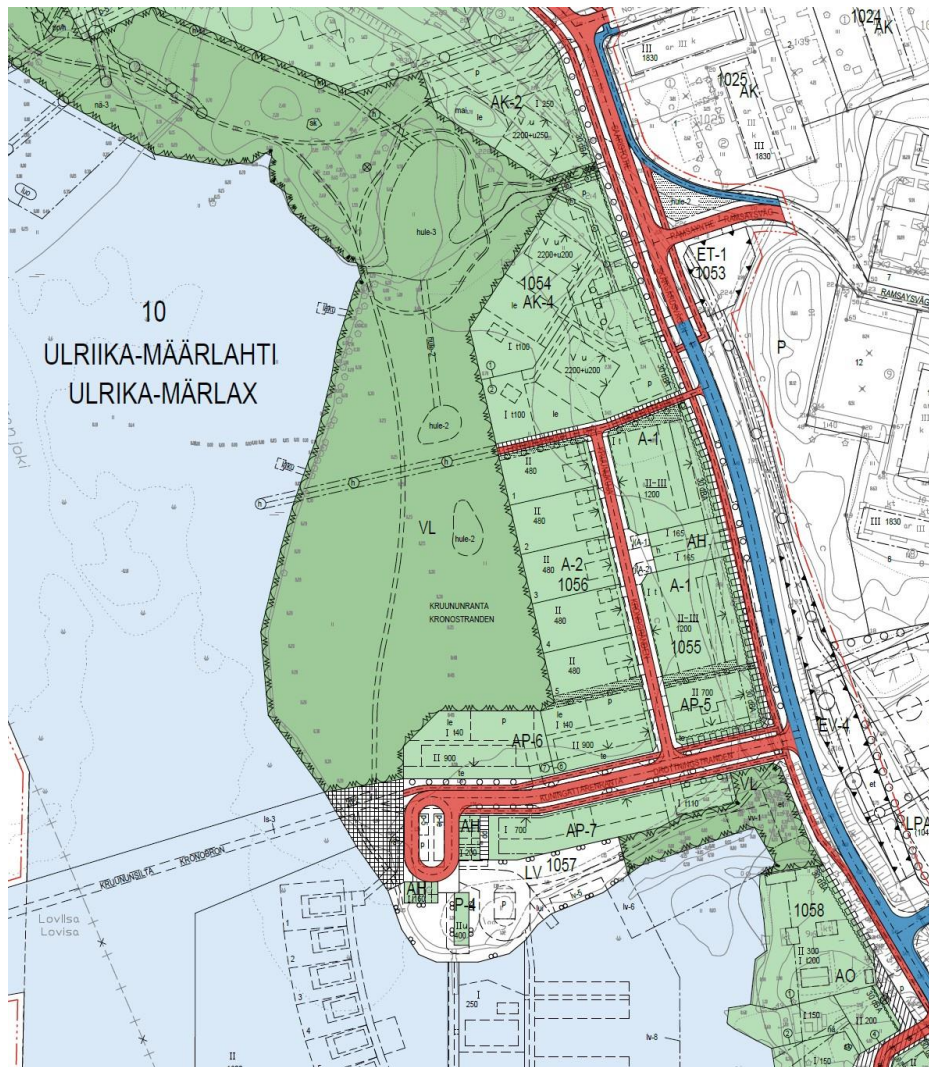


LOVIISAN KAUPUNKI

Kuningattarenrannan alue

Pohjanvahvistuksen yleissuunnitelma

P40012



25.6.2020

SISÄLLYSLUETTELO

1	TEHTÄVÄ	1
2	AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET JA SELVITYKSET	2
3	ALUEEN MAAPERÄ	2
4	ALUEEN RAKENNETTAVUUS	2
4.1	Rakennettavuusselvitys	2
4.2	Alueellinen stabiliteetti ja painuma	3
4.3	Ranta-alue ja ruoppausmassojen läjitys	3
5	POHJANVAHVISTUKSEN VAIHTOEHTOTARKASTELU	4
5.1	Paalulaatta	4
5.2	Massanvaihto	4
5.3	Stabilointi	5
6	POHJANVAHVISTUKSEN YLEISSUUNNITELMA	6
6.1	Pohjanvahvistustoimenpiteet	6
6.2	Alustava aikataulu	8

Liitteet:

Liite 1 Alueellinen vakavuus ilman pohjanvahvistustoimenpiteitä pengerryksen jälkeen

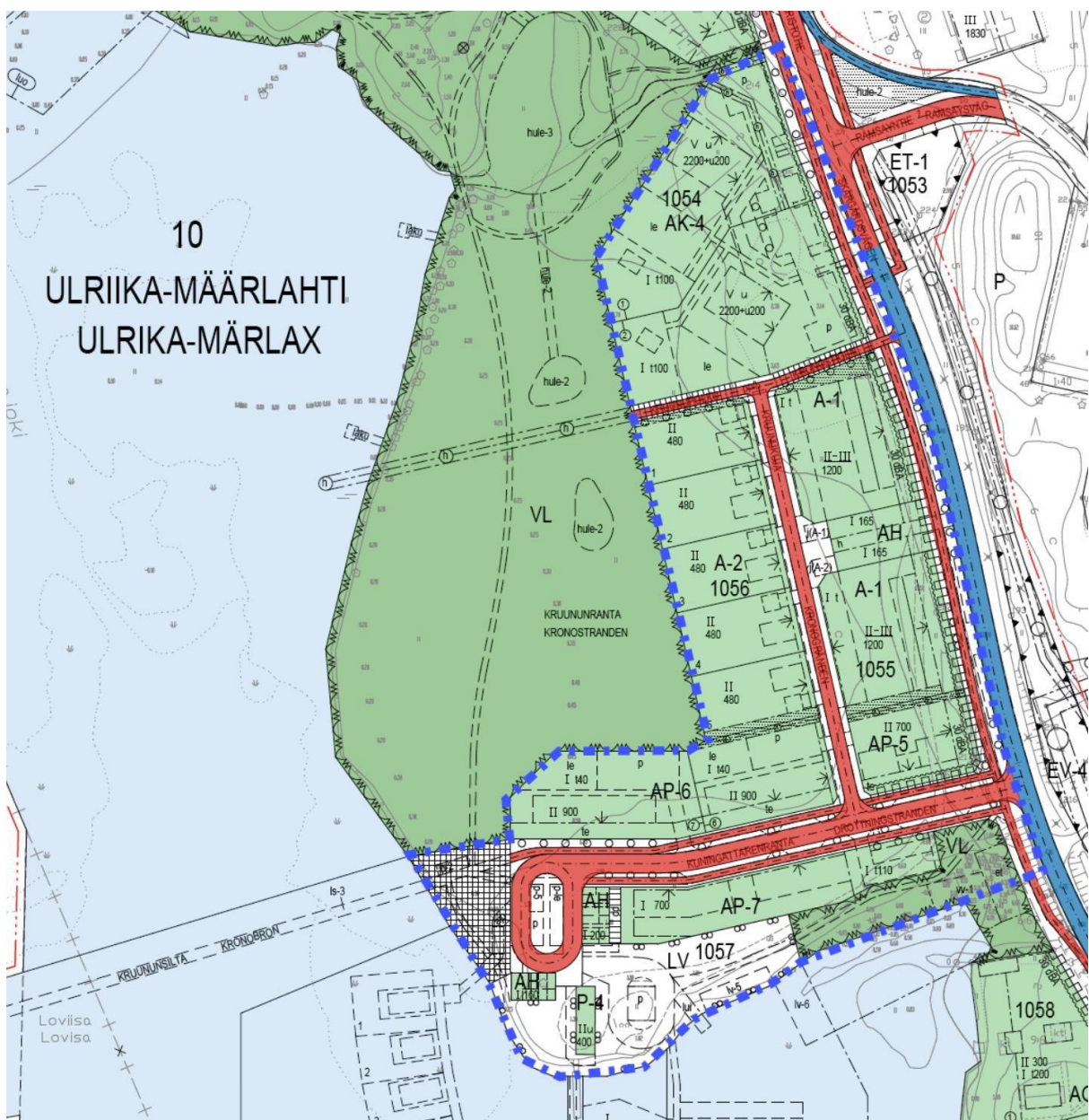
Piirustukset

- 01 Yleissuunnitelma, kartta 1:1 000
Alueen tasaus,
Pengerryshkorkeus
Arvioitu huonosti kantavan kerroksen paksuus
- 02 Yleissuunnitelma, kartta 1:1 000
Pohjanvahvistus alueittain

25.6.2020

1 TEHTÄVÄ

FCG Finnish Consulting Group Oy on tehnyt Loviisan kaupungin toimeksiantosta Kuningattarenrannan asuatomessualueen pohjanvahvistuksen yleissuunnitelman alkukesästä 2020. Työn tavoitteena oli selvittää pohjanvahvistusvaihtoehdot toteutussuunnittelua varten. Selvitys käsitti alueen tonttien, katujen, putkijohtolinjojen ja osin ranta-alueella tarvittavat pohjanvahvistustoimenpiteet. Ruoppausmassojen läjitykseen liittyvät ratkaisut eivät sisällyneet toimeksiantoon.



Kuva 1. Suunnittelukohte on Kuningattarenrannan keskiosan alue. Suunnittelualueen rajaus on esitetty sinisellä katkoviivalla.

25.6.2020

2 AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET JA SELVITYKSET

Alueella on tehty pohjatutkimuksia vuosina 2007 (Geotesti Oy), 2019 (Ramboll) ja FCG vuonna 2020 katujen rakennesuunnittelua varten. FCG tekee kesän 2020 aikana sulfidisaviselvitys. Näiden lisäksi Ramboll tekee alueen ruoppaamiseen liittyvää selvitystä ja suunnittelua. Esirakennusselvityksen yhteydessä ei tehty täydentäviä pohjatutkimuksia.

3 ALUEEN MAAPERÄ

Suunnittelualueen pinta-ala on noin 4 ha. Maanpinnan korkeustaso vaihtelee tasovälillä +0.5... +2. Noin 1,4 ha alueella maanpinnan taso on alle +1.0. Vanhojen selvitysten mukaan alueelle on läjitetty lähialueen ruoppauksesta syntyneitä massoja. Läjitystä varten suunnittelualueen ja rannan väliselle alueella on rakennettu puuponttiseinä.

Pohjamaa on noin 4...8 m paksuudelta liejua, pehmeää savea tai löyhää silttiä, jonka alla on 0...3 m paksuudelta moreenia. Saven häiriintymätön leikkauslujuus vaihtelee 9-16 kN/m² noin 5 m paksuisessa kerroksessa. Kerroksen vesipitoisuus vaihtelee 63 – 104% otettujen näytteiden perusteella. Maalaji vaihtelee laSa (3 kpl), hkSi (2 kpl) ja saSi (2 kpl) siipikairauspisteestä 13 otetuissa näytteissä 7 m syvyyteen asti.

Suunnitelmakartalla 001 on esitetty heikosti kantavan kerroksen laajuus 5 m ja 7 m käyrillä. Laajuus on arvioitu olemassa olevan tutkimustiedon perusteella. Arvion mukaan merkittävä osa korttelien 1055 ja 1056 alueesta heikosti kantavan kerroksen paksuus on luokkaa 5 m tai yli.

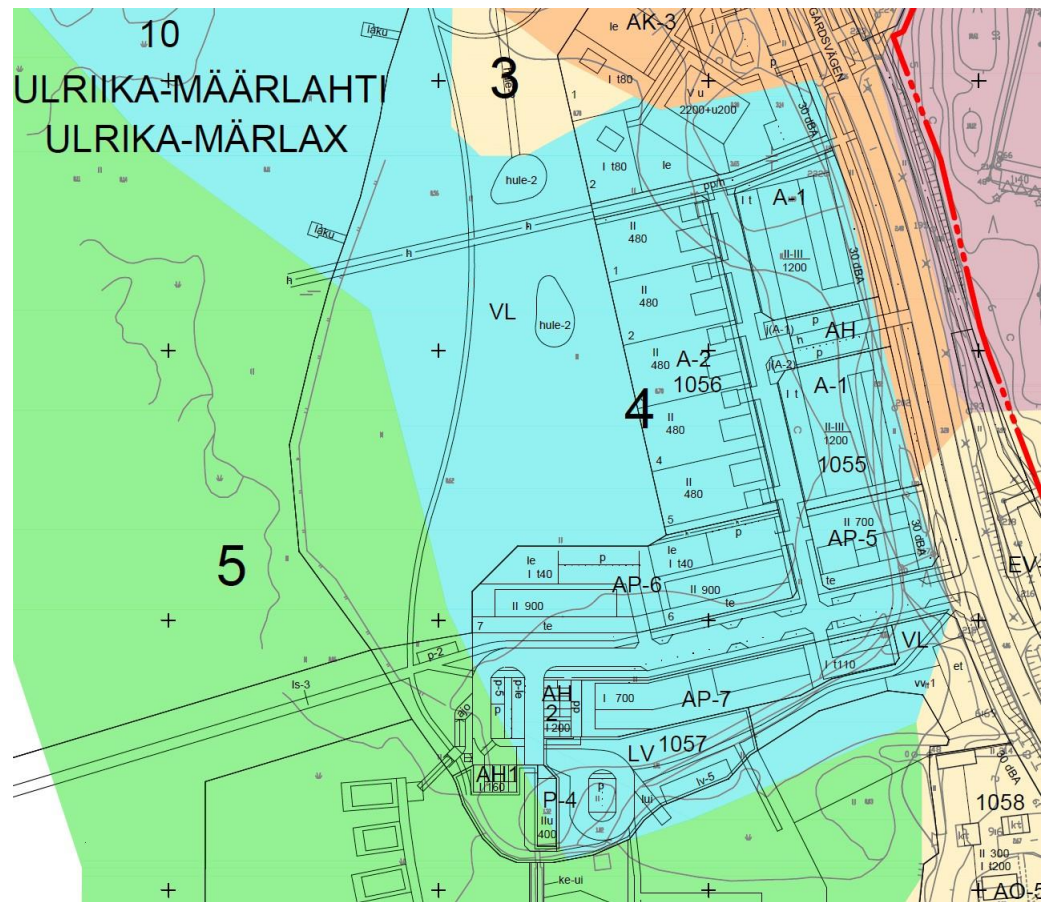
4 ALUEEN RAKENNETTAVUUS

4.1 Rakennettavuusselvitys

Itärannan asemakaava-alueen rakennettavuusselvityksen on laatinut Ramboll Finland Oy 20.1.2020. Suunnittelualue on selvityksessä jaettu pohjanvahvistustarpeen osalta alueeseen 4 ja 5 kuvan 2 mukaisesti. Pohjanvahvistusmenetelmiksi esitetään alueilla 4 ja 5:

- rakennukset; perustetaan tukipaalujen varaan
- Piha-alueet, parkkipaikat ja kentät: stabilointi tai paalulaatta
- kadut ja kunnallistekniikka: stabilointi tai paalulaatta

25.6.2020



Kuva 2: Ote Ramboll Finland Oy:n laatimasta rakennettavuuskartasta. Alueelle 5 (vihreä) massastabilointi ei tule kyseeseen heikosti kantavan kerroksen paksuuden vuoksi.

4.2 Alueellinen stabiliteetti ja painuma

Rakennettava alue joudutaan pengertämään noin tasoon +3.0 tulvan vuoksi. Pengerrys tulee aiheuttamaan lisäkuormituksen maaperään, jonka johdosta savi/silttikerros tulee kokoonpuristumaan (painuma). Kokoonpuristuman suuruudeksi on arvioitu olevan yli 0,5 m ilman pohjanvahvistustoimenpiteitä. Kokoonpuristuman suuruus riippuu kuormituksen lisäyksen suuruudesta (pengerryskorkeus), savi/silttikerroksen paksuudesta ja ko. painumaominaisuuksista.

Pengerrys tulee aiheuttamaan myös alueellisen stabiliteettiongelman. Tehdyn laskelman mukaan varmuus liukumalla tapahtuvaa sortumaa vastaan ei ole riittävä ilman pohjanvahvistustoimenpiteitä (liite 1).

Stabiliteetin parantaminen ja haitallisten painumien välttäminen edellyttää pohjanvahvistustoimenpiteitä myös rakennettavien tonttien alueella rakennusaloilla.

4.3 Ranta-alue ja ruoppausmassojen läjitys

Puistoalueeksi kaavoitettua aluetta on suunniteltu käytettäväksi ruoppausmassojen pienimuotoiseen läjitykseen. Ruoppausmassojen läjityksessä on va-

25.6.2020

rauduttava täyttöalueen vahvistuksiin sekä ruopattavan massan käsittelyyn. Ruoppaukseen liittyvän selvityksen tekee Ramboll.

5 POHJANVAHVISTUKSEN VAIHTOEHTOTARKASTELU

5.1 Paalulaatta

Paalulaattaratkaisu on teknisesti varma, mutta kustannuksiltaan kallein vaihtoehto pohjanvahvistusmenetelmänä. Paalulaattaratkaisua käytetään, kun muut pohjanvahvistusmenetelmät eivät enää ole riittäviä eli pohjaolosuhteet ovat erittäin vaikeat ja kuormitukset kuten pengerkorkeus on suuri. Tyypillisesti paalulaattaa käytetään siltojen tukipenkereissä erittäin syvillä ja heikoilla pehmeiköillä.

5.2 Massanvaihto

Keväällä 2020 tehtyjen pohjatutkimusten perusteella alueen maaperäolosuhteet ovat tarkentuneet. Heikosti kantavan kerroksen paksuus on suurimmillaan noin 8 m ja osalla aluetta alle 5 m (kts. piirustus 001).

Massanvaihtoa pidetään toteutuskelpoisena ja kustannustehokkaana vaihtoehtona, kun heikosti kantavan maakerroksen paksuus on alle 5 m. Kuningattarenrannan kadun parkki- ja torialueella pohjanvahvistus sekä mahdollisesti koko katulinja olisi toteutettavissa massanvaihdolla.

Massanvaihtoa ei pidetä taloudellisesti järkevänä pohjanvahvistustoimenpiteenä, kun massanvaihdon syvyys nousee yli 5 m ellei louhetta saada muun rakennustoiminnan yhteydessä kohteesta. Massanvaihdon taloudellisuuteen vaikuttaa:

- Louheen hinta ja kuljetusmatka
- Poiskaivettavan massan läjitys ja kuljetusmatka
- sulfidisaven mahdolliset vaikutukset toteutukseen

Sulfidisaven kannalta massanvaihto ei ole ensisijainen toteutustapa, koska kaivumassojen hapettuminen voi aiheuttaa ongelman. **Näistä syistä johtuen massanvaihtoa esitetään, kun se on teknisesti välttämätön kuten reunapenkereessä vesirajassa.** Toinen mahdollinen kohde on alueellisen **stabiiliteetin varmistaminen reunapenkereellä** tonttialueen rajalla. Myös ruoppausmassojen läjitys voi edellyttää reunapenkereiden rakentamista.

25.6.2020

5.3 Stabilointi

Soveltuvien pohjanvahvistustapa kohteeseen tulee olemaan pilarisyvästabilointi. Pilaripituudet tulevat olemaan tyypillisesti 5-8 m ja pengerryksestä aiheutuva kuormitus 0,5 – 2 m. Suunnittelun lähtökohdat ovat:

Tonttialueilla pilarisyvästabilointi:

- Harva pilariverkko estämään haitalliset painumat
- Täyttökerroksen kuormitusta voidaan pienentää käyttämällä kevennysmateriaalia (pilarien kuormitusmitoitus)
- Pilariväliä voidaan kasvattaa käyttämällä lujiteverkkoa holvaamisen parantamiseksi
- Alueellinen stabiliteetti varmistetaan reunapenkereellä

Katu- ja P-alueilla sekä torilla pilarisyvästabilointi:

- Liikennekuorman ja pengerkuorman mukainen pilariverkko mahdollinen kevennys huomioiden
- Vesihuoltolinjojen alueilla tihennetty pilaverkko, joka ulotetaan rakennuksille asti

Massastabilointi on teknisesti toimiva ratkaisu, kun pehmeän kerroksen alapinta on alle 5 m syvyydessä maanpinnasta eikä kuivakuorikerros tai täyttökerros estä työn suorittamista. Massastabilointi on kustannustehokas vaihtoehto, kun pengerkorkeus on suuri ja pehmeikön paksuus on pieni. **Massastabiloinnin** mahdollinen käyttöalue voi olla **torin** alue rannan läheisyydessä sekä **Kuningattarenrannan kadun loppuosalla ja parkkialueella** sekä **reuna- penger tonttien takarajalle** varmistamaan alueellinen stabiliteetti.

Massastabilointi voidaan käyttää myös yhdessä pilaristabiloinnin kanssa. Tällöin ylin heikko kerros massastabiloidaan ja pilarisyvästabilointi ulotetaan massastabiloinnin läpi heikon kerroksen alapintaan. Ratkaisulla saadaan parannettua työalustan kantavuutta ja kaivuolosuhteita. **Ko. ratkaisu tulee kyseeseen vesihuoltolinjan purkuyhteyden rakentamisessa Kruunupolulta merelle päin, jos linjan rakentamiseen päädytään.**

Pilarisyvä- ja massastabilointi edellyttävät stabiloinnin jälkeistä noin 0,5 m paksun täyttökerroksen rakentamista. Penger kuormittaa stabiloitua massaa ja parantaa sen lujittumista. Täyttökerrosta hyödynnetään työalustana.

25.6.2020

6 POHJANVAHVISTUKSEN YLEISSUUNNITELMA

6.1 Pohjanvahvistustoimenpiteet

Käytettävissä olevan tutkimustiedon, alueen käyttötarkoituksen ja pengerkorkeuden perusteella arvioidut pohjanvahvistusmenetelmät on esitetty suunnitelmakartta 002. Alueen laajuudesta, vaihtelevista pohjaolosuhteista ja käyttötarkoituksen vaatimuksista johtuen alueella esitetään useita eri pohjanvahvistusmenetelmiä kohdan 5 mukaisesti.

Korttelikohtaisesti pohjanvahvistusmenetelmistä todetaan:

Kortteli 1056, tontit 1-6:

- Pengerkorkeus 1,25 – 2 m
- Valittu pohjanvahvistusmenetelmä on pilarisyvästabilointi
- Lähes koko alueella heikosti kantavan kerroksen paksuus yli 5 m, maksimissaan 8 m
- Arvio tehty katualueen ja kahden tontin alueelle sijoittuvan kairauksen perusteella
- Alueellisen vakavuuden varmistamiseksi korttelin meren puoleiseen reunaan suositellaan **reunapenkereen** rakentamista
- Reunapenger voidaan toteuttaa massavaihdolla tai massastabiloinnilla. Myös lamellimainen pilaristabilointi on mahdollinen

Kortteli 1056, tontti 7:

- Pengerkorkeus 1 – 1,75 m kasvaen Saaristotielle päin.
- Osalla tonttia jouduttaneen tekemään pohjanvahvistusta katualueelle sijoittuvien kairausten perusteella
- Valittu pohjanvahvistusmenetelmä on pilarisyvästabilointi.
- Arvio tehty katualueen ja yhden tontin alueelle sijoittuvan kairauksen perusteella
- **Pohjanvahvistusalueen laajuus ja lopullinen tarve tulee arvioida lisätutkimusten perusteella**
- **Alueelle on varauduttava rakentamaan reunapenger tontin rajalle tai louhepenger vesirajaan.** Asia on varmistettava lisätutkimuksilla ja laskelmilla jatkosuunnittelussa
- Reunapenkereen tarpeeseen tulee vaikuttamaan rannan läheinen louhepenger, jonka rakentamiseen vaikuttaa vesialueen ruoppaus ja maa-alueen tuleva käyttö

Kortteli 1055:

- Pengerkorkeus 0,5 – 2 m pienentyen Saaristotielle päin
- Valittu pohjanvahvistusmenetelmä on pilarisyvästabilointi, koska Kruunukujan tutkimusten perusteella heikosti kantavan kerroksen paksuus on luokkaa 5 m
- Arvio tehty katualueen sijoittuvien kairauksen perusteella
- Korttelin alueelta ei ole tutkimuspisteitä
- **Pohjanvahvistusalueen laajuus ja lopullinen tarve tulee arvioida lisätutkimusten perusteella**

25.6.2020

- **Myös vaihtoehtoiset menetelmät (kevennys, massastabilointi, massanvaihto) voi tulla kyseeseen pengerkorkeuden pienentyessä ja pohjaolosuhteiden muuttuessa**

Kortteli 1054:

- Pengerkorkeus 0 – 1,5 m pienentyen pohjoisen ja Saaristotielle päin
- Osalla korttelialuetta on varauduttava pohjanvahvistukseen. Arvioitu vahvistettava alue on määritetty 5 kairauksen perusteella
- Valittu pohjanvahvistusmenetelmä on pilarisyvästabilointi, koska kokoonpuristuvan kerroksen paksuus on osalla aluetta yli 5 m.
- **Pohjanvahvistusalueen laajuus ja lopullinen tarve tulee arvioida lisätutkimusten perusteella**
- **Myös vaihtoehtoiset menetelmät (kevennys, massastabilointi, massanvaihto) voi tulla kyseeseen pengerkorkeuden pienentyessä ja pohjaolosuhteiden muuttuessa**
- Reunapenkereen tarpeellisuus tulee tarkentaa lisätutkimusten ja laskelmien jälkeen
- Alueen sisäiset kulkureitit, vesihuoltolinjat ja P-alueet tulee huomioida pohjanvahvistuksessa

Kadut ja vesihuoltolinjat:

- Pengerkorkeus 1 – 2 m lukuun ottamatta Saaristotien vierustaa
- Valittu pohjanvahvistusmenetelmä on pilarisyvästabilointi
- Pilaripituudet ja vahvistettavan alueet määritettävissä tehtyjen tutkimusten perusteella
- Vesihuoltolinjoilla tihennetty pilariverkko, joka ulotetaan kiinteistöille asti
- Kruunupolun jatkeena olevan hulevesiviemärilinjalla merelle on varauduttava pohjanvahvistukseen pilaroimalla ja massastabiloimalla painumien, maaperän työaikaisen kantavuuden sekä kaivantojen toteutuksen vuoksi, jos linja toteutuu kaavan mukaiseen sijaintiin

Torialue ja parkkipaikka:

- Pengerkorkeus 1,5 – 2 m
- Torialue, p-alue ja Kuningattarenrannan katu sijoittuu maaperäolosuhteilta muuttumisvyöhykkeelle
- Pohjanvahvistusmenetelmäksi soveltuu pilarisyvästabilointi, massastabilointi tai massanvaihto
- Lopullinen pohjanvahvistustapa määritettävä lisätutkimusten ja rannan louhepenkerein toteutuksen perusteella

Rannan louhepenger:

- Ranta-alueelle suositellaan rakennettavaksi louhetukipenger stabiliteetin ja aaltoeroosion vuoksi ruopattavalle laiturialueelle
- Louhepenger tehdään massanvaihtona
- Louhepenkeren pituus, upotussyvyys ja leveys tulee selvittää jatkosuunnittelussa yhdessä Rambollin kanssa

25.6.2020

6.2 Alustava aikataulu

Työn yhteydessä laadittiin alustava aikataulu pohjanvahvistustöiden suorittamisesta asuntomessualueella. Aikataulun mukaan pohjanvahvistustyöt pystytään toteuttamaan alueella käytettävissä olevan ajan puitteissa. Ympäristöluvan saaminen ruoppaustöille ja sulfaattipitoisen saven kaivamiseen on aikataulullisesti merkittävä. Ympäristöluvan saaminen kohteeseen vie vähintään 6 kk siitä kun hakemus jätetään käsittelyyn. Tyypillinen käsittelyaika on noin 1 vuosi, mikä tulee vaikuttamaan hankkeen toteutukseen. Aikataulun kannalta keskeisiä asioita ovat:

- Kaavan vahvistuminen
- Ympäristöluvan saaminen
- Lisätutkimusten käynnistäminen
- Eri alojen suunnitelmien eteenpäin vienti ja yhteensovittaminen
- Alueen ruoppaus
- Pilaristabilointimäärä 172 km
- Alueen pengerrys n. 40 000 m³

Pilaristabiloinnin työsaavutukseksi yhdellä koneella on arvioitu n. 900 m /tv. Tämän perusteella kohteessa tarvitaan vähintään kaksi stabilointiyksikköä ja työajaksi on tällöin arvioitu 20 viikkoa. Alueen pengerrykseen stabilointityön päätyttyä arvioidaan kuluvan noin 10 viikkoa.

Pohjanvahvistustöille on varatta aikataulussa luokkaa 6-10 kk. Jos ympäristöluvan saaminen viivästyy, olennainen asia on, voidaanko alueen stabilointitöitä tehdä tonteilla ennen lupaa.

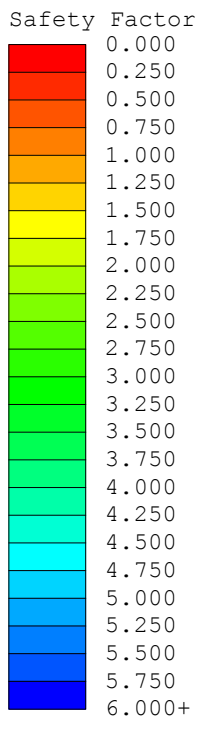
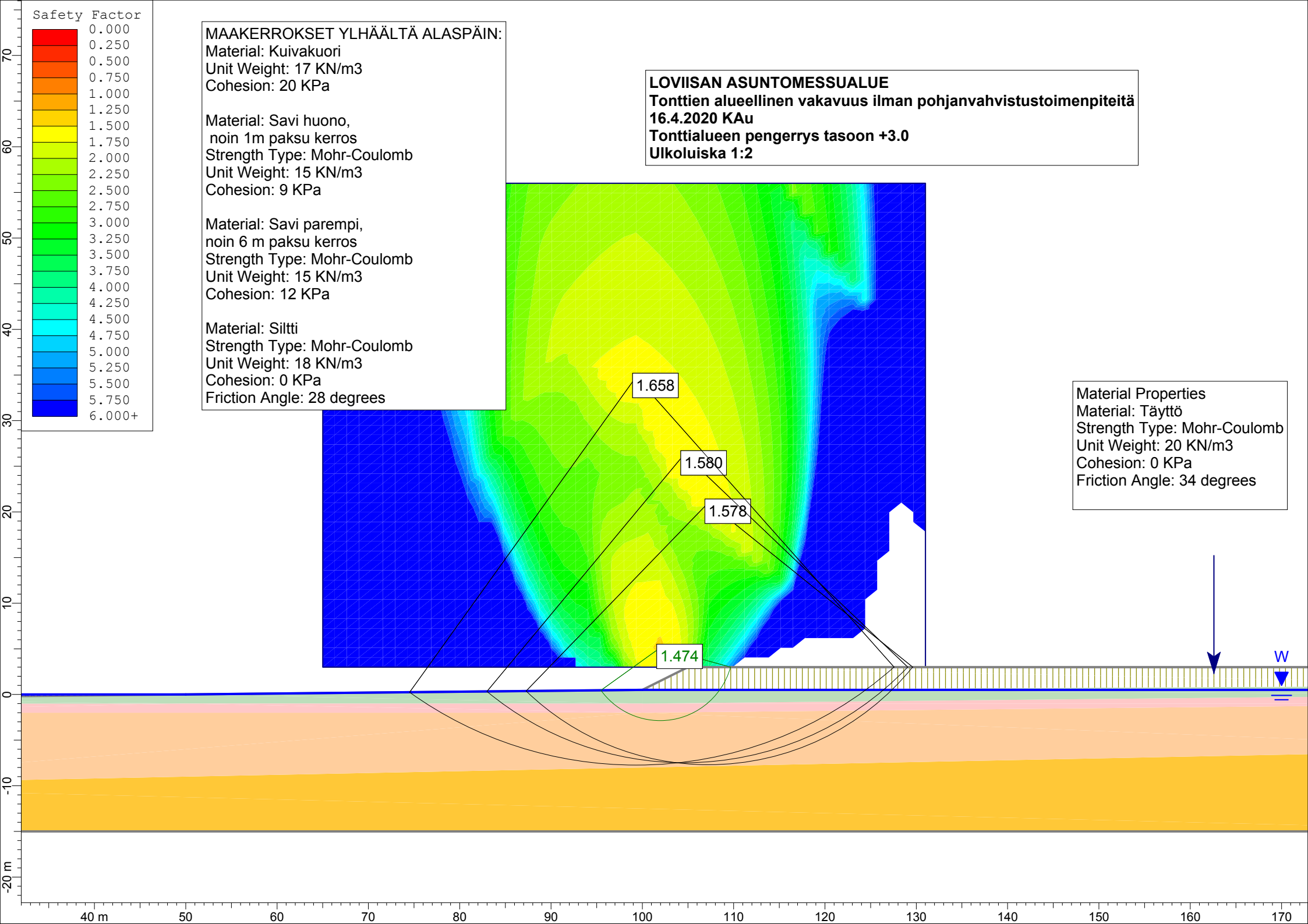
FCG Finnish Consulting Group Oy

Tarkastanut:

Jarmo Silvennoinen
aluepäällikkö, JKL

Laatinut:

Kai Auvinen
Ortogeo Oy, DI



MAAKERROKSET YLHÄÄLTÄ ALASPÄIN:
 Material: Kuivakuori
 Unit Weight: 17 KN/m³
 Cohesion: 20 KPa

Material: Savi huono,
 noin 1m paksu kerros
 Strength Type: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 15 KN/m³
 Cohesion: 9 KPa

Material: Savi parempi,
 noin 6 m paksu kerros
 Strength Type: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 15 KN/m³
 Cohesion: 12 KPa

Material: Siltti
 Strength Type: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 18 KN/m³
 Cohesion: 0 KPa
 Friction Angle: 28 degrees

LOVIISAN ASUNTOMESSUALUE
 Tonttien alueellinen vakavuus ilman pohjanvahvistustoimenpiteitä
 16.4.2020 KA
 Tonttialueen pengerrys tasoon +3.0
 Ulkoluiska 1:2

Material Properties
 Material: Täyttö
 Strength Type: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 20 KN/m³
 Cohesion: 0 KPa
 Friction Angle: 34 degrees

W



MERKINTÖJEN SELITYS

- +3.00 Likimääräinen tuleva pinnankorkeus
- Heikosti kantavan kerroksen paksuus
- 0.5 Tuleva pengerkorkeus 0,5 m
- 1.0 Tuleva pengerkorkeus 1,0 m

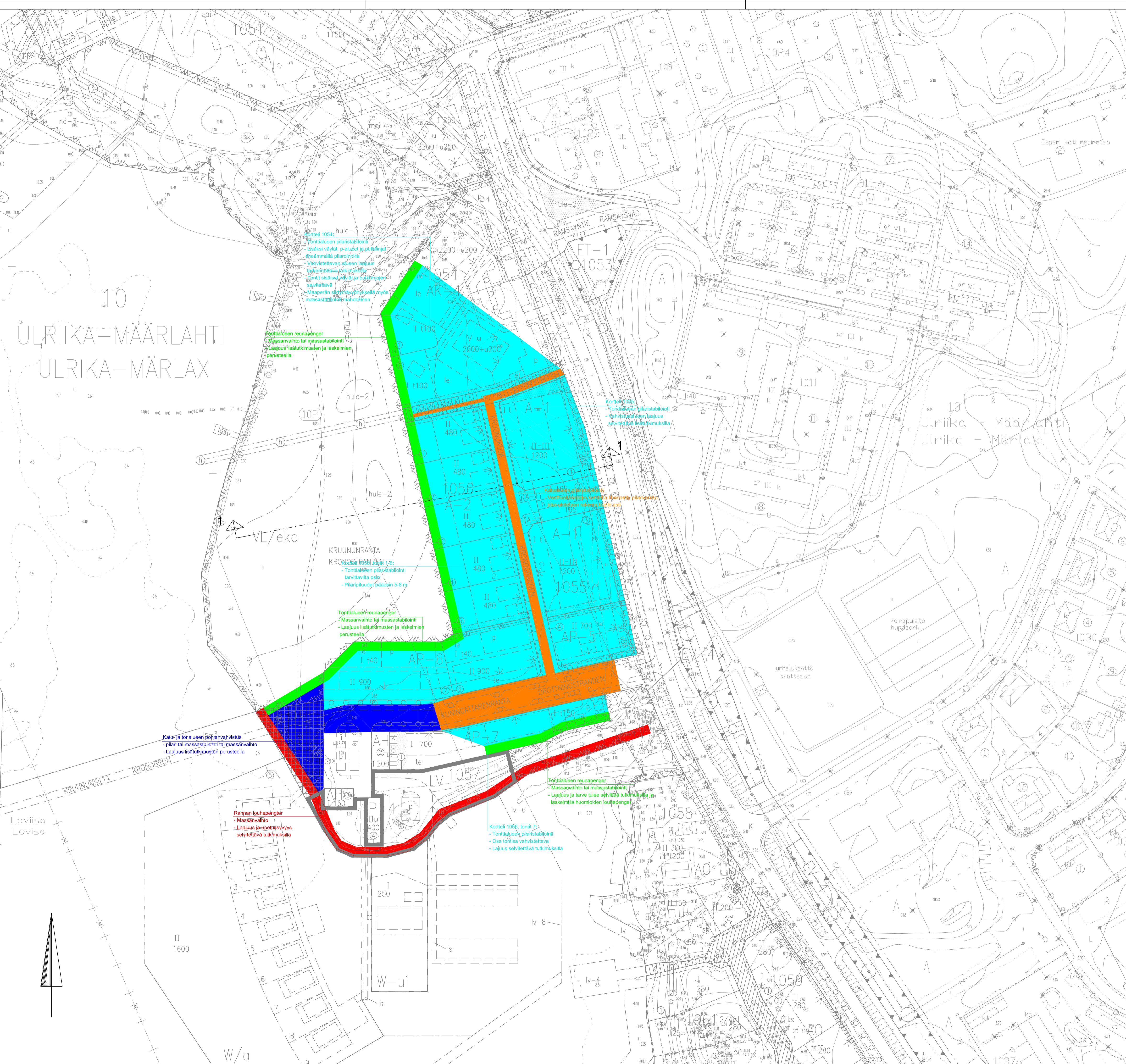
Pohjatutkimusten perusteella arvioitu heikosti kantavan kerroksen paksuus 5 m

ULRIKA-MÄARLAHTI
ULRIKA-MÄRLAX

Pohjatutkimusten perusteella arvioitu heikosti kantavan kerroksen paksuus 7 m

Piirustaja/ Slag av ritning	Rakennusohjelmie/ Byggnadsföregård	Piirustuksen sisältö/ Ritningens innehåll	Mittaka / Skala
Kaupunginosa/ Stadsdel	Korttelit/ kv. / Kvartaler, lägenhet	Asemapiirros	1:1000
10 Ulrika-Märlahti	1058, 1059, 1060, 1061, 1062		
Rakennuskäsitteen nimi ja osoite/ Byggnadens namn och adress		Suunn./ plan, sekt. / Typ nra/ Arb. nr / Pii. nra/ Biln. nr / Muutos/ Ändring	
Kuningattarenranta		GEO	P4.0012 100
Tonttialueiden tasaus ja pengerkorkeus			
	LOVISAN KAUPUNKI/LOVISA STAD ELINKÄIN- JA INFRASTRUKTUURIKESKUS CENTRALEN FÖR NÄRINGSU OCH INFRASTRUKTUR Kuningattarenkatu 15 B / Drottningatan 15 B 07900 LOVISA / 07900 LOVISA		Pvm. / Dat. 17.6.2020
		J Silvennoinen Yhteyshenkilö	Pvm. / Dat.

ULRIIKA=MÄÄRLAHTI ULRIKA=MÄRLAX



Piirustustyö / Slog av ritning	Rakennusmenopäde / Byggnadsöfård	Piirustuksen sisältö / Ritningens innehöll	Mittok. / Skala
Kaupunginosa / Stadsdel	Korttelit, lta / Kvarter, lägenhet	Kartta	1:1000
10 Ulrika-MäärLahti	1058, 1059, 1060, 1061, 1062		
Rakennuskohteen nimi ja osoite / Byggnadsens namn och adress			
Kuningattarenranta			
Pohjanvahvistusten yleissuunnitelma			
Suunn. / plan. sekt.	Työ nro / Arb. nr	Piir. nro / Ritn. nr	Muutos / Ändring
GEO	P40012	101	
	LOVISAN KAUPUNKI/LOVISA STAD		Pvm. / Dat.
	ELINKENO- JA INFRASTRUKTUURIKESKUS		17.6.2020
	CENTRALEN FÖR NÄRINGS- OCH INFRASTRUKTUR		
	Kuningattarenst. 15 B / Drottninggatan 15 B		
	07900 LOVISA / 07900 LOVISA		
		J Silvennoinen	Pvm. / Dat.
		Yhteishenkilö	
		Nm.sev. / Namfört.	