



Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto

HERNESAAREN OSAYLEISKAAVA-ALUE

Täyttö- ja pohjarakennetarkastelu

P14962

13.1.2012

13.1.2012

Tiivistelmä

Tässä selvityksessä on arvioitu Hernesaaren 19.8.2010 päivätyn osayleiskaavaaluonnoksen toteuttamisesta johtuvia maarakentamisen, pohjarakenteiden ja rantarakenteiden toteuttamistapoja ja niiden kustannuksia. Työssä on tehty myös alustavia suunnitelmia alueen toteuttamisessa käytävistä pohja-, maa- ja rantarakenteista korttelialueilla ja yleisillä alueilla. Alustavien suunnitelmien vaikutuksia on arvioitu kirjallisesti tässä raportissa sekä raporttiin liittyvin periaatekuvin.

Osayleiskaavaaluonnoksen suunnitelmissa esitettyjen merkittävimpien rakenteiden perustamistavat on esitetty perustamistapakartalla sekä sanallisesti raportissa. Rantarakenteet on esitetty erillisellä kartalla. Uudiskortteleissa on määritelty mahdolliset perustamistavat ja arvioitu perustamisen lisäkustannuksia maanvaraiseen perustamiseen nähden tapauksessa, jossa kaikki uudisrakennukset perustetaan porapaaluilla. Porapaalu on valittu kustannustarkasteluun siksi, että täytöissä on käytetty vuosien saatossa sekalaisia materiaaleja ja lyöntipaalujen tunkeutuvuus on kyseenalaista.

Maarakennusmassoja on arvioitu alueittain. Massalaskenta on suoritettu maa- ja meritäyttöjen, yleiskaivun sekä pilaantuneen sedimentin ja pehmeän maan ruoppauksen osalta. Erikseen on arvioitu tämän hetkisen suunnitelman mukaan alueen kaivussa poistuvien pilaantuneiden maiden määrää ja niiden käsittelykustannuksia. Lisäksi on arvioitu kaivu- ja ruoppausmassojen sijoittamismahdollisuuksia Hernesaaren tuleviin täyttöihin. Laskelmissa on käytetty seuraavaa alue-erittelyä: Helikopterikenttä ja Kilpavenesatama, Rantapuisto, Risteilijälaituri, Pienvenesatama ja Vesialtaat. Koko alueen maa-, täyttö-, pohja- ja rantarakentamisen alustava kustannusarvio on noin 190M€. Kustannusarviossa ei ole huomioitu pilaantuneen maan käsittelystä aiheutuvia kustannuksia.

Raportin loppuosassa on koottu asioita, joita tulisi tutkia ja selvittää suunnittelun edetessä. Jatko-tutkimusehdotukset koskevat mm. erilaisten paalutyyppeiden kokeilua, vanhojen perustusten hyödyntämismahdollisuuden selvittämistä ja pohjasuhteiden tarkempaa kartoittamista. Erikseen on selvitetty pysäköintivaihtoehtoja ja venetallin rakentamisesta rakennuksille tulevia vaatimuksia sekä niistä aiheutuvia kustannuksia.

Uusi täyttö tehdään lähtökohtaisesti louheesta. Helikopterikentän ja Kilpavenesataman alueelle sekä Rantapuistoon on mahdollista sijoittaa myös toisarvoisia massoja, kuten kitkamaita ja osin myös stabiloitua ruoppausmassaa. Alustavan arvion mukaan ylijäämämassoja voidaan sijoittaa Hernesaaren alueelle noin 770 000 m³.

Tulevat rakennukset perustetaan paaluilla. Paikoin voidaan perustaa myös maanvaraisesti, etenkin alkuperäisen Hernesaaren ja Hernesaarenkarin kohdalla. Lisäksi vanhojen telakkarakennusten raskaiden perustuksien hyötykäyttö tulevassa rakentamisessa kannattaa selvittää. Uudet sillat suositellaan perustettaviksi paaluilla. Kadut, yleiset alueet ja johdot voidaan perustaa täytön varaan.

Asukaspysäköinti järjestetään korttelipihojen sisäpuolelle rakennettavilla maanalaisilla pysäköintilaitoksilla. Pysäköintilaitoksen rakennetaan vesitiiviinä tulvatasoon asti. Pysäköintipaikan hinnaksi tulee arviolta noin 40 000 - 50 000 €/paikka. Osan asuintaloista alimpaan kerrokseen on suunniteltu venetalleja vesialtaan puolelle. Venetallit vaativat erityisratkaisuja mm. rakennuksen lämmön- ja kosteudeneristysten ja kulkuyhteyksien osalta. Venepaikan alustavaksi hinnaksi on arvioitu noin 110 000 €/paikka.

Rantarakenteet voidaan pääosin toteuttaa tavanomaisina ratkaisuin. Uusi risteilijälaituri rakennetaan korkeista kulmatukimuurielementeistä. Helikopterikentän ulkoreunat ja aallonmurtaja tehdään louheluiskana; kilpavenesataman puolelle rakennetaan reunamuurit kulmatukimuurielementeistä louhetäytön varaan. Rantapuiston eteläosan Tyrskysaaret rakennetaan karkeasta louheesta, ja pohjoiseen päin Rantapuisto toteutetaan reunamuurirakenteisena. Vesialtaissa ja Pienvenesatamassa, joissa tämänhetkisen tiedon mukaan on heikko stabiliteetti täytön alla olevan saven vuoksi, joudutaan reunamuurien taustan stabiliteetti hoitamaan esimerkiksi liukupinnan katkaisevalla sei-

13.1.2012

nällä. Kyseisillä alueilla on tehtävä lisätutkimuksia ongelma-alueiden laajuuden ja saven lujuuden selvittämiseksi.

13.1.2012

Sisällysluettelo

1	Johdanto.....	1
2	Kohteen kuvaus.....	2
2.1	Sijainti	2
2.2	Nykyiset rakennukset.....	2
2.3	Maankäyttö.....	2
3	Pohjasuhteet ja olevat rakenteet.....	5
3.1	Maaperäolosuhteet	5
3.1.1	Oleva maa-alue	5
3.1.2	Uusi täyttöalue.....	8
3.1.3	Pilaantuneet maat.....	8
3.1.4	Pilaantunut sedimentti.....	8
3.2	Pohjavesi.....	9
3.3	Olevat rakenteet	9
3.3.1	Säilytettävät rakennukset	9
3.3.2	Telakkahallit ja muut purettaviksi tulevat rakennukset	9
3.3.3	Rantarakenteet.....	9
3.3.4	Kunnallistekniikka merialueella	9
4	Hernesaaren kaivu ja täyttäminen.....	11
4.1	Yleistä.....	11
4.2	Ruoppaustyöt.....	11
4.2.1	Pilaantuneiden sedimenttien poisto	11
4.2.2	Saven ruoppaus	12
4.3	Täyttötyöt	12
4.3.1	Helikopterikentän ja risteilijälaiturin yleistäyttö.....	12
4.3.2	Täyttö rakennusten kohdalla	12
5	Pohjarakenteet	14
5.1	Uudiskortteleiden perustamistavat.....	14
5.1.1	Pysäköintiratkaisut.....	14
5.1.2	Asuinrakennuksen alle sijoitettavan venetallin rakenneratkaisut	19
5.2	Siltojen perustamistavat.....	21
5.3	Tukimuurien perustamistavat.....	23
5.4	Pilaantuneiden stabiloitujen sedimenttien, pilaantuneiden maiden ja stabiloitujen ruoppausmaiden sijoittaminen alueelle	23
5.5	Rakenteiden perustaminen, jos täyttöihin sijoitetaan stabiloituja sedimenttejä ja pilaantuneita maita	24
6	Rantarakenteet.....	25
6.1	Yleistä.....	25
6.2	Risteilijälaituri	25
6.3	Helikopterikenttä ja kilpavenesatama.....	26
6.4	Vesialtaat	27
6.5	Pienvenesatama	29
6.6	Rantapuisto	30
7	Katujen, puistojen ja muiden yleisten alueiden perustamistavat.....	32

13.1.2012

8	Määrät ja kustannukset	33
8.1	Yleistä.....	33
8.2	Liikennealueisiin liittyvät erityiskustannukset	33
8.3	Rantarakenteiden kustannukset.....	34
8.4	Maarakenteet.....	35
8.5	Perustamisen lisäkustannukset.....	38
8.6	Maa-, pohja- ja rantarakentamisen kokonaiskustannukset	39
9	Toteutus	41
10	Ehdotus jatkotoimenpiteistä	42

LIITTEET:

Liite 1	Tekstiosassa ja määrälaskelmissa käytetty aluejako
Liite 2	Korttelinumerointi
Liite 3	Kaivut ja täytöt
Liite 4	Hernesaaren laitureiden rakentamisajankohdat ja tyypit
Liite 5	Pienvenesataman stabiliteetti
Liite 6	Keskimmäisen vesialtaan stabiliteetti
Liite 7	Hernesaaren täytöt ja pengerrykset

HELSINGIN KAUPUNKISUUNNITTELUVIRASTO HERNESAAREN OSAYLEISKAAVA-ALUE

1 Johdanto

Helsingin kaupunkisuunnitteluvirastossa on valmisteilla Hernesaaren osayleiskaava. FCG Finnish Consulting Group Oy on laatinut aiemmin Hernesaaren kaavoitusta varten seuraavia raportteja:

- Hernesaaren osayleiskaava-alueen alustava täyttö- ja pohjarakennussuunnitelma, 2008
- Maaperän haitta-ainetutkimusten yhteenveto ja alustava riskinarviointi, 2010
- Hernesaaren osayleiskaava-alueen sedimenttitutkimukset, Tutkimusraportti, 2010

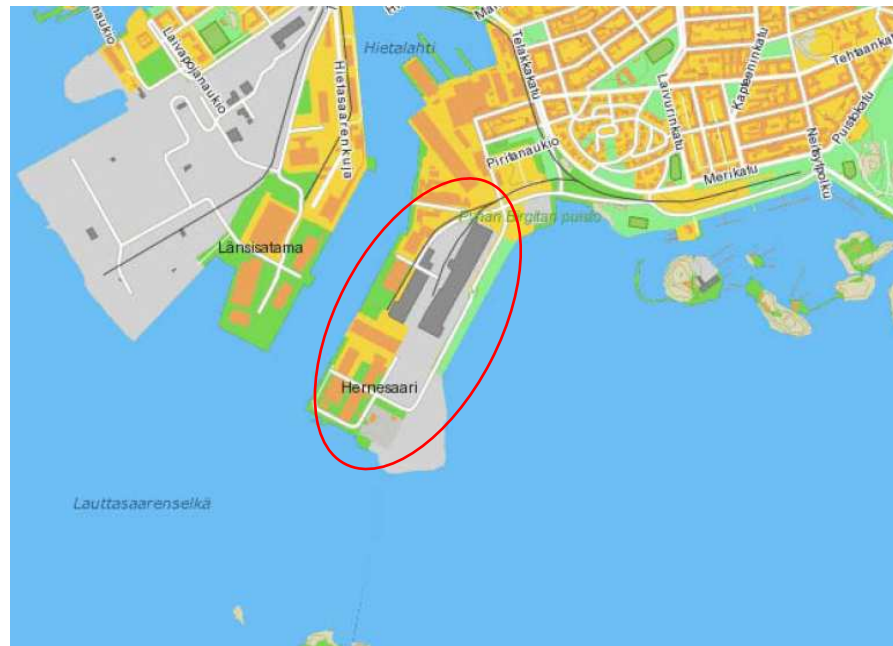
Osayleiskaavaluonnokseen, jonka pohjalta alustava täyttö- ja pohjarakennussuunnitelma tehtiin 2008, on tullut muutoksia. Lisäksi kaava-alueella on vuoden 2008 jälkeen tehty runsaasti geoteknisiä pohjatutkimuksia. Tämän selvityksen tarkoituksena oli arvioida Hernesaaren 19.8.2010 päivätyn osayleiskaavaluonnoksen mukaisen maankäyttösuunnitelman toteutettavuutta ja rakennuskustannuksia viimeisimpien haitta-aine-, sedimentti- ja pohjatutkimustulosten valossa.

Työtä ohjasivat Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston Teknistoloudellisesta toimistosta Kati Immonen ja Helena Korjus. Konsultin projektipäällikkönä toimi DI Harri Vehmas ja geoteknisenä asiantuntijana DI Matti Honkaniemi. Suunnittelijana toimi DI Suvi Saljola.

2 Kohteen kuvaus

2.1 Sijainti

Hernesaari sijaitsee Jätkäsaaren itäpuolella. Osayleiskaava-alue rajoittuu pohjoisessa Matalasalmenkujaan ja Laivakatuun ja muualla mereen. Suunnittelualueeseen kuuluva nykyinen maa-alue on kooltaan noin 32 ha. Kohteen sijainti on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Suunnittelukohteen sijainti

2.2 Nykyiset rakennukset

Hernesaaren alueella on ollut viime vuosikymmenien aikana pääasiassa STX Finlandin telakkatoimintoja. Telakkatoiminnot on keskiosan muutamia rakennuksia lukuun ottamatta siirretty jo muualle, ja tällä hetkellä vanhoissa telakkarakennuksissa on erilaisia väliaikaistoimintoja.

Alueen eteläosassa sijaitsevat venetelakka-, jäähalli- ja helikopterikentän terminaalirakennukset.

Suunnittelualueen pohjoisosassa on kaksi toimistorakennusta ja käytössä olevia silloja, jotka on tarkoitettu säilyttää.

Alueen lounaisosassa Munkkisaaren laiturissa toimii risteilijäsatama. Sen toiminta tullaan laajentamaan uudelle täyttömaalle alueen eteläkärkeen.

2.3 Maankäyttö

Osayleiskaavoituksen yhteydessä nykyinen teollisuus-, varasto- ja osin tilapäisesti virkistyskäytössäkin oleva Hernesaaren alue suunnitellaan muutettavaksi pääosin asumiskäyttöön. Tulevassa osayleiskaavassa Hernesaari tullaan varaamaan pääasiassa asumiselle, turismiin liittyville palveluille, helikopterikentälle, venesatamatoiminnoille, purjehduksen suurkilpailusatamaksi sekä

risteilijälaivojen satamakäyttöön. Hernesaaren maankäyttösuunnitelma on esitetty kuvissa 2 ja 3.

Alueen viihtyisyyttä lisätään vesiaiheilla, aukioilla, puistoilla ja katutiloilla. Rannat ovat pääosin yleisessä käytössä. Hernesaaren itärantaan rakennetaan puisto. Alueen eteläosaan rakennetaan pienvene- ja kilpavenesatamat.

Hernesaassa poikkeusluvin toimiva helikopterikenttä on tarkoitus sijoittaa kauemmaksi asutuksesta rakennettavalle erilliselle saarekkeelle. Saarekkeen itäreunaan on suunniteltu vedenalainen madallustäyttö, jonka tarkoituksena on estää vesiajoneuvojen pääsy liian lähelle helikopterin lentosektoreita.

Ajoneuvoliikenne kulkee saaren keskelle rakennettavalla pohjois-eteläsuuntaisella pääkadulla. Katu nousee saaren keskivaiheilla sillalle ja laskee etelää kohti takaisin maanpinnalle. Joukkoliikenne on tarkoitus hoitaa pääkatua pitkin kulkevilla raitiovaunuilla. Raitiovaunun päätepysäkki on saaren eteläosassa. Kulku helikopterikentälle järjestetään Hernesaaren ja helikopterikentän yhdistävällä nostosillalla. Risteilijälaivojen turistiliikenne aiheuttaa myös merkittävää tilauslinja-autoliikennettä. Nykyisellään suurimmat päivittäiset tarvittavat linja-automäärät ovat sadan auton luokkaa. Risteilijäsatamaan ajetaan pääkadulta haarautuvia katuja pitkin.

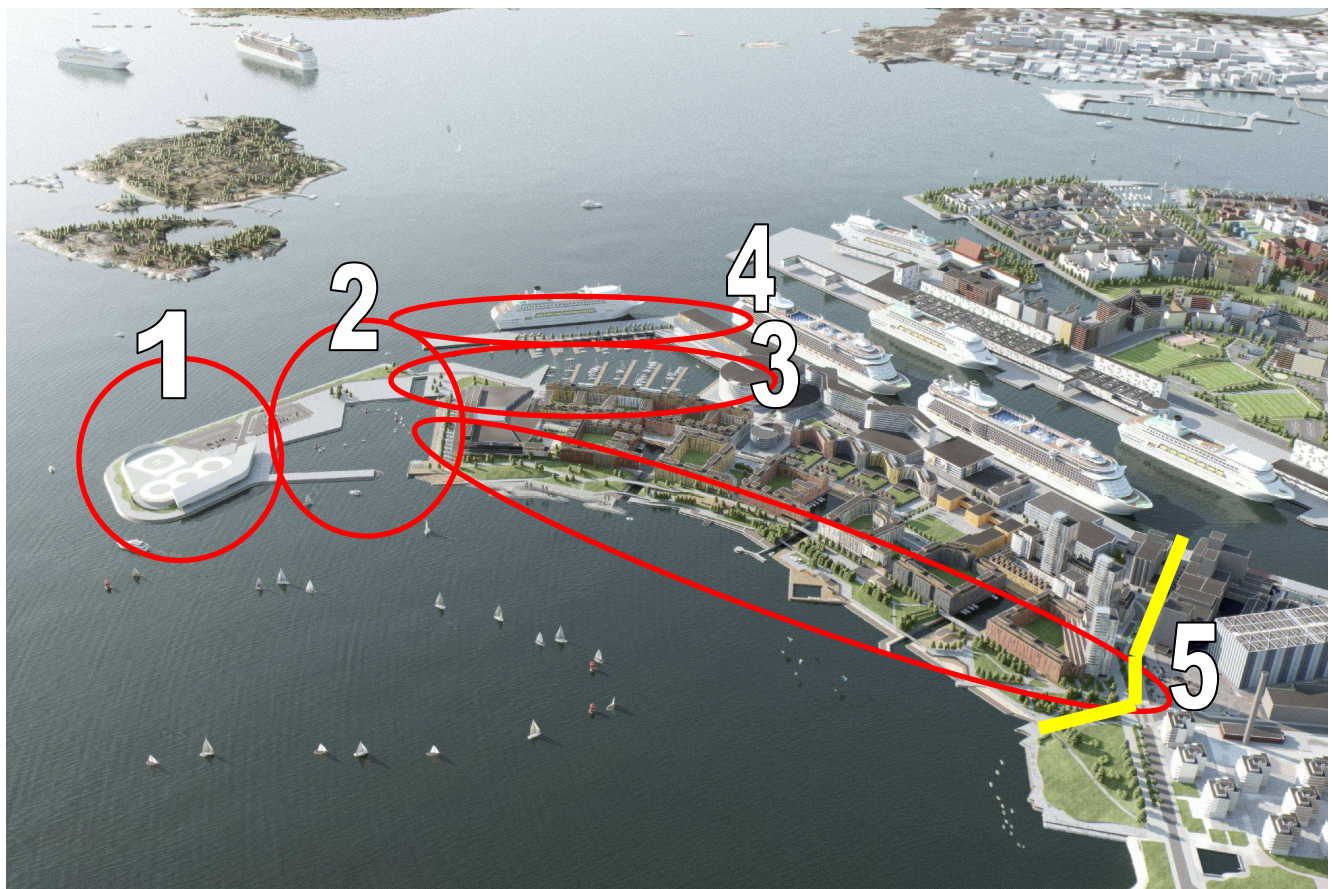
Kaikki asutus keskittyy pääkadun itäpuolelle. Pysäköinti on tarkoitus hoitaa korttelien sisäpuolelle sijoitettavilla pysäköintihalleilla, joiden katot toimivat korttelien pihakansina. Pysäköintihalleihin ajo tapahtuu pääkadun itäpuolella sijaitsevalta pihakadulta, joka yhdistyy poikkikaduun pääkatuun. Itäiseen rantapuistoon ei ole suunniteltu ajoneuvoliikennettä pelastusliikennettä lukuun ottamatta.

Asuntokylän sisällä oleviin vesialtisiin pääsee pienveneellä kolmen, rantapuiston läpi rakennettavan kanavan kautta. Asuntokylän vesialtaita reunustavien talojen alle on kaavailtu myös venetalleja, joista olisi kulku asuinkerrokseen joko sisä- tai ulkokautta. Venelaituritasolta ei ole ajateltu olevan hissiyhteyttä asuinkerrokseen.

Hernesaaren risteilijäliikenne kasvaa, kun tämänhetkistä risteilijäsatamaa jatketaan sen eteläkärjestä pistolaiturilla. Uuden risteilijälaiturin maan puolelle rakennetaan purjeveneille mitoitettu venesatama, jota varten nykyistä täyttöä kaivetaan laajalti pois. Helikopterikentän ja Hernesaaren eteläkärjen väliin rakennetaan kilpavenesatama, josta on vesiyhteys pienvenesatamaan. Suunniteltu purjeveneiden liikenne kilpavenesataman ja pienvenesataman välillä vaatii helikopterikentälle johtavalle tielle nostettavan sillan. Silta voidaan tehdä kiinteänä, mikäli purjeveneet kiertävät kilpavenesatamasta pienvenesatamaan itäpuolen kulkuaukosta. Tässä tarkastelussa on varauduttu nostosiltan sen suurempien kustannusten vuoksi. Siltatyöpyratkaisu tehdään myöhemmin tarkemman toiminnallisen suunnittelun yhteydessä.



Kuva 2. Havainnekuva etelästä katsottuna Hernesaaren maankäyttösuunnitelmasta



Kuva 3. Havainnekuva Hernesaaren maankäyttösuunnitelmasta, Suunnittelualueen raja keltaisella

1. Helikopterikenttä 2. Kilpavenesatama 3. Pienvenesatama 4. Uusi risteilijälaituri 5. Rantapuisto

3 Pohjasuhteet ja olevat rakenteet

3.1 Maaperäolosuhteet

3.1.1 Oleva maa-alue

Suunnittelualue on täytemaa-aluetta, joka on rakennettu teollisuuskäyttöön. Täyte on sekalaista: se sisältää kalliokiviaineksen ja saviaineksen lisäksi paikoin mm. rakennusjätettä, betonia, tiiltä, puuta, asfalttia, hiiltä ja lasia. Alueen keskiosassa on sijainnut Hernesaari ja eteläpäässä Hernesaarenkari, jotka ovat olleet kallioluotoja ennen täyttöä. Vanhat täytöt ja alkuperäiset saaret on esitetty liitteessä 7 "Hernesaaren täytöt ja pengerrykset".

Alue on pinnanmuodoltaan tasainen maanpinnan tason ollessa pääosin noin tasossa +2,0...+2,6. Alueen kaakkoiskulmassa on sijainnut tilapäinen louhevarasto, jossa louhekasojen korkeus on vaihdellut arviolta tasossa +10...+15. Suurin osa louheesta on kuljetettu pois ja maanpinta on tasattu. Maanpinnan korkeustasot on esitetty piirustuksessa P14962-01. Alue on valtaosin asfaltilla päällystettyä kenttää lukuun ottamatta entisen louhevaraston aluetta sekä Hernesaarenranta -tien itäpuoleista rantakaistaletta, jossa on nurmikko- ja sepelipintoja. Itäranta laskee luiskilla mereen samoin kuin valtaosa etelärannasta. Etelärannan keskivaiheilla on lumenkaatolaituri ja lounaiskulmassa on venelaituri. Länsiranta on koko pituudelta risteilijälaiturina. Laiturit on esitetty liitteessä 4 "Hernesaaren laitureiden rakentamisajankohdat ja tyypit".

Nykyisen Hernesaaren olevalta maa-alueelta on tehty 2000-luvulla runsaasti pohjatutkimuksia. Tutkimukset ovat käsittäneet pääasiassa puristinheijari- ja porakonekairauksia sekä jonkin verran näytteenottoa. Pohjatutkimukset on esitetty pohjatutkimuskartassa ja leikkauksissa (Piirustukset P14962-01...07). Alueelta on tutkittu myös pilaantuneiden maiden ja sedimenttien määriä.

Maakerrokset:

1. Rakennekerrokset: Päällimmäisenä on asfalttipäällyste sekä oletettavasti rakennekerroksia arviolta noin 0,6..1,0 m paksuudelta.

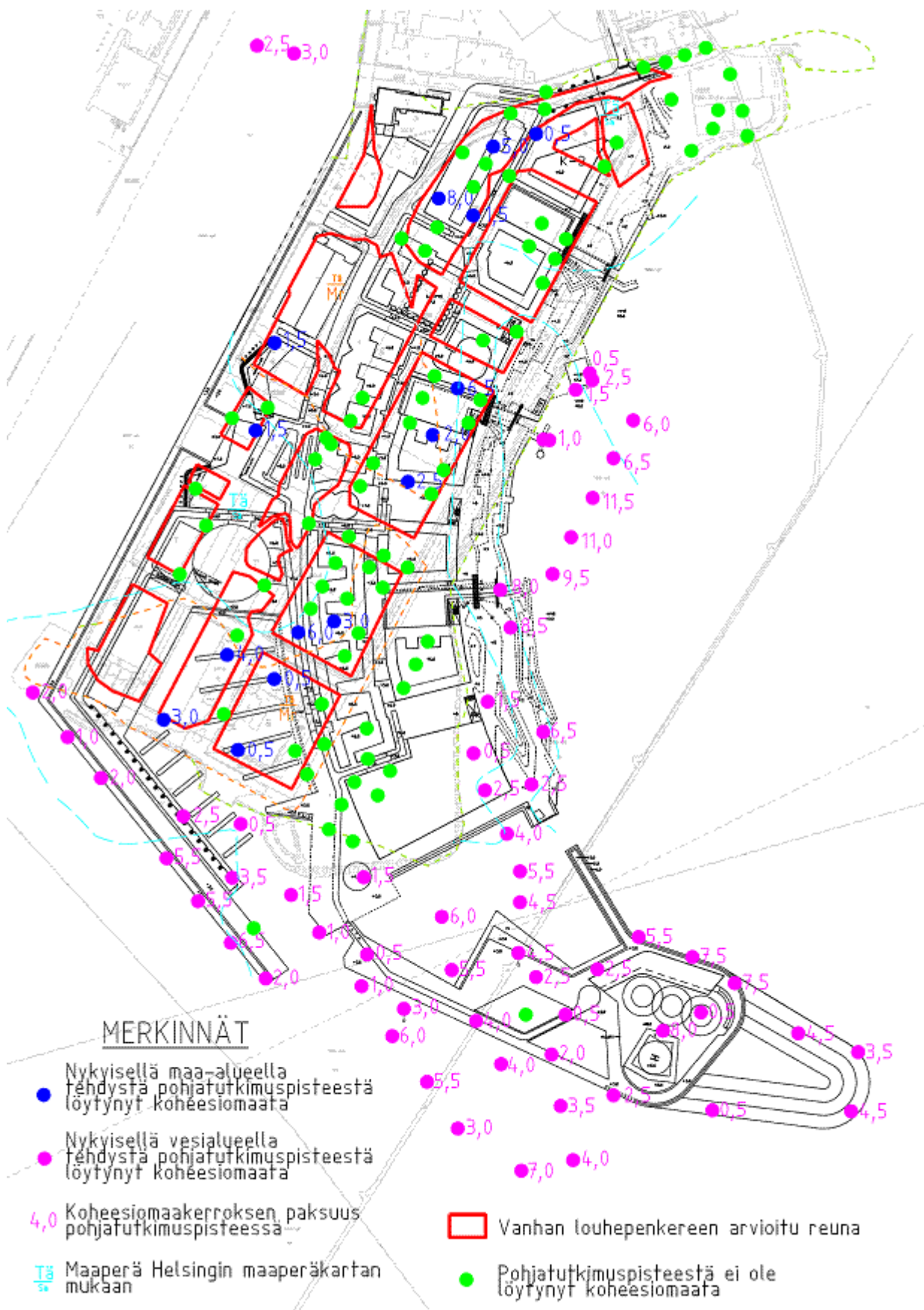
2. Täyttömaat: Rakennekerrosten alla on vaihtelevalla paksuudelta sekalaisia täyttömaita. Alueen rakentaminen on tapahtunut pääosin täyttämällä louheella merenpohjaan reunapenkereitä ja sitten reunapenkereiden väliin muodostuneet "altaat" kivisillä kitkamailla, ylijäämämassoilla. Myös huonompia massoja ja rakennusjätettä on paikoin käytetty. Varsinkin täyttöaltaisiin on tehty täyttöjä myös lieju- ja savikerrosten päälle. Pohjatutkimuksista nähdään, että reunapenkereet eivät ole syrjäyttäneet kaikkea täyttöaltaiden keskelle jäänyttä savea. Koska täytöt ovat alkaneet jo 1940-luvulla ja päättyneet 1990-luvulla, on iso osa penkereiden painumista ja muista liikkeistä tapahtunut tähän päivään mennessä. Helsingin GEO on vuonna 1991 arvioinut painumien suuruusluokaksi 100 – 200 mm, joten jäljellä olevat painumat tänä päivänä lienevät alle 100 millimetrin luokkaa. Täyttöjen alle jäänyt savi tuottaa kuitenkin ongelmia paikoissa, joihin on suunniteltu lisätäyttöä. Erityisen ongelmallinen paikka on suunnitellun pienvenesataman koillisreuna, missä on savea löytynyt jopa 6 metrin paksuudelta täytön alta.

Rakennusalueella on sijainnut kaksi saarta: Munkkisaari alueen pohjoisreunalla ja Hernesaari suurin piirtein nykyisen ns. Henry Fordin rakennuksen kohdalla (Henry Fordin katu 6 ja 4). Hernesaarenkari -matalikko on sijainnut nykyisen jäähallin kohdalla (Hernematalankatu 6). Uusimmassa osassa (itä- ja

eteläreunalla) täytöt on tehty siten, että savipohjan ollessa kyseessä on savaines ruopattu pois. Kyseisellä alueella tehdyistä uudemmista pohjatutkimuksista nähdäänkin, että täytön alla ei ole koheesiomaata. Eteläkärjessä sijaitsevan tilapäisen louhevaraston alueella ei ole tehty tutkimuksia lukuun ottamatta muutamaa porakonekairausta, jotka on tehty nykyisen täyttöalueen reunalta. Ruoppauksen toteutuminen on tarkistettava louhevaraston kohdalla esim. puristinheijarikairauksin ennen sinne kaavaillun rakennuksen suunnittelua.

Kuvassa 4 on havainnollistettu saven esiintymistä suunnittelualueella viimeisimpien pohjatutkimusten perusteella. Kuvaan on lisätty vanhojen louhepenkereiden reunat ja vuoden 1989 Helsingin maaperäkartan mukaiset maalajivyöhykkeet. Kuvasta nähdään, että savea on jäänyt joidenkin täyttöaltaiden sisä- ja osin ulkopuolellekin.

Saven esiintymistä Hernesaassa kuvataan myös piirustuksessa P14962-18. Vanhojen "täyttöaltaiden" sisäpuolelle jääneiden koheesiomaa-alueiden laajuutta on arvioitu pohjatutkimustulosten ja louhepenkereiden sijainnin perusteella. Louhepenkereiden reunojen sijainnit on saatu Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston kartasta "Munkkisaari - Hernesaari, täytöt ja pengerrykset, 20.9.1988)". Koheesiomaa-alueiden laajuus on selvitettävä pohjatutkimuksin suunnittelun edetessä. Kerrosrajojen selvittämiseen sopii menetelmäksi esimerkiksi puristinheijarikairaus ja koheesiomaan lujuusparametrien määrittämiseen siipikairaus. Lisäksi tarvitaan näytteenottoa täytöstä ja sen alapuolisista maakerroksista koheesiomaa-alueilla.



Kuva 4. Saven esiintyminen 2008 jälkeen tehdyissä puristinheijari- ja painokairauksissa

3.1.2 Uusi täyttöalue

Uusi täyttöalue on vanhaa merenpohjaa, jossa vesisyvyys vaihtelee välillä 10...14 m. (Merenpohjan tasot on esitetty piirustuksessa P14962-01)

Maakerrokset:

Tulevan täyttöalueen kohdalla on tehty melko kattavasti pohjatutkimuksia, joilla on selvitetty kerrospaksuuksia ja kallionpinnan tasoa. Tutkimusten perusteella merenpohja on savea / liejua. Kerroksen paksuus vaihtelee 0,5:sta 11,5 metriin. Suunnitellun vedenalaisen madallustäytön yläpinta on noin tasolla -1,0.

Saven alapuolella on vaihtelevanpaksuinen moreenikerros. Kallionpinta vaihtelee välillä -15...-24.

Pohjatutkimukset on esitetty kartalla ja poikkileikkauksin piirustuksissa P14962-01...07.

3.1.3 Pilaantuneet maat

Hernesaassa on tehty pilaantuneiden maiden tutkimuksia useassa erässä. Tutkimusten perusteella alueelta on löytynyt raskasmetalleilla ja orgaanisella aineksella pilaantuneita esiintymiä sekä sekapilaantunutta maata. Haitta-ainepitoisuudet ovat paikoin ylittäneet ongelmajätteen raja-arvon. Tutkimustulokset on esitetty FGC:ssä 2010 laaditussa raportissa "Hernesaaren osayleiskaava-alue, Maaperän haitta-ainetutkimusten yhteenveto ja alustava riskinarviointi".

Tässä selvityksessä on arvioitu tutkimustulosten perusteella Hernesaaren osayleiskaava-alueen mukaisia pilaantuneiden maiden määriä. Arvioissa on eritelty kaivussa poistuvien pilaantuneiden maiden määrät, mahdollisesti kaivutason alapuolelle jätettävien orgaanisella aineksella pilaantuneiden maiden määrät sekä ongelmajätepitoisuuden ylittävät määrät. Määräarviot ovat luvussa 8.4.

3.1.4 Pilaantunut sedimentti

Hernesaaren edustalla on tehty sedimenttitutkimuksia, joista viimeisimmät ovat kesältä 2011. Sedimenttitutkimusten tulokset esitetään 2011 valmistuvassa FGC:n raportissa.

Poistettavien pilaantuneiden sedimenttien määriä on arvioitu tämän raportin luvussa 8.4. Määrät on arvioitu siten, kaikki lievästikin pilaantuneet sedimentit eli ohjearvon 1 ylittävät sedimentit poistetaan. Tällöin maalle läjitettävää massoja on noin 260 000 m³. Mikäli sedimenttitutkimusten arvojen 1 ja 2 välissä olevat massat voidaan käsitellä normaaleina ruoppausmassoina erillisen riskinarvion perusteella, pienenee maalle läjitettävä määrä noin 70 000 kuutiometriä. Poistettavien sedimenttien sijoituspaikka ja -mahdollisuus selviää jatkosuunnittelussa. Huomattava on, että tutkimuspisteet ovat hyvin harvassa, ja määräarvio täten karkea. Jatkosuunnittelua varten tarvitaan lisätutkimuksia, jotta voidaan paremmin rajata pilaantuneet sedimenttialueet.

3.2 Pohjavesi

Pohjavedenpinta noudattelee merenpinnan tasoa ollen noin 2-5 metrin syvyydellä maanpinnasta.

3.3 Olevat rakenteet

3.3.1 Säilytettävät rakennukset

Korttelissa 20237 oleva Valtion viljavarasto on rakennettu 1950-luvulla eikä vaadi perustusten osalta nykyisellään toimenpiteitä. Korttelissa 20235 oleva Fordin talo on rakennettu 1940-luvulla eikä vaadi perustusten osalta nykyisellään toimenpiteitä. Korttelissa 20237 oleva Munkkisaaren teollisuustalo tultaan myös säilyttämään. Rakennus on rakennettu 1960-luvulla eikä vaadi perustusten osalta nykyisellään toimenpiteitä.

3.3.2 Telakkahallit ja muut purettaviksi tulevat rakennukset

Nykyiset telakkatoimintaan tehdyt hallit telakka purkaa poistuessaan alueelta. Hallien purulle ei ole vielä aikataulua.

3.3.3 Rantarakenteet

Alueen länsireunalla on säilytettävä, 675 metriä pitkä, eri aikoina (v.1939 lähtien) rakennettu, eri laiturityypeistä koostuva risteilijälaituri, jonka kunnan Helsingin satama on tutkinut. Laitureiden rakentamisajankohdat ja tyypit on esitetty liitteessä 4 "Hernesaaren laitureiden rakentamisajankohdat ja tyypit".

Hirsiarkkulaituriosuuksilla ei ole havaittu merkittäviä vaurioita sukeltajien tarkastuksissa. Hirsiarkkulaitureiden kunto on kohtuullinen, mutta ne pitäisi tarkastaa lopullisen kuntoarvion saamiseksi.

Paalulaituriosuudella paalut on korjattu tai korvattu uusilla teräsputkipaaluilla ja eteen on pantu ponttiseinä virtaussuojaksi, pohjaan on tehty eroosiolaatta keväällä 2008.

Putkiponttiseinät ovat uusia ja hyvässä kunnossa, samoin eteläpään venelaiturin kulmatukimuurit.

Eteläkärjessä sijaitsevalle lumenkaatolaiturille ei ole kaavailtu alustavien suunnitelmien mukaan hyötykäyttöä vaan se tultaneen purkamaan pienvenesataman alta pois.

Muilta osin rantarakenteet ovat järjestettyjä tai järjestämättömiä louheluiskia, jotka valtaosin tulevat jäämään tulevien täyttöjen alle.

3.3.4 Kunnallistekniikka merialueella

Hernesaaren itäpuolella kulkee mm. Lauttasaaren-Munkkisaaren paineviemäri sekä Viikinmäen jätevedenpuhdistuslaitoksen puhdistettujen jätevesien purkutunneli.

Paineviemäri on rakennettu merenpohjaan ja kulkee suunnitellun uuden täyttöalueen poikki. Viemäri tulee siirtää ennen ruoppaus- ja täyttötöitä.

Purkutunneli on kalliotunneli ja kulkee myös täyttöalueen poikki. Purkutunnelin kattotaso on noin tasolla -77. Täytöllä ei ole vaikutusta purkutunneliin.

4 Hernesaaren kaivu ja täyttäminen

4.1 Yleistä

Uusi täyttö tehdään louheella, joka tulee pääosin Helsingin alle rakennettavista tunneleista kuten kaukolämpö-, jätevesi- ja muista tekniikkatunneleista ja varastoista. Tulevista liikenteen suurhankkeista ainakin Pisara-rata kulkee logistisesti sopivalla etäisyydellä. Sijainti meren äärellä suo myöskin liikenteellisesti tai kustannuksellisesti käyttökelpoisen vesikuljetusmahdollisuuden kauempana olevilta hankkeilta tai soran tuonnin mereltä.

Koko suunnittelualueella tilanne on sen kaltainen, että louhetäyttöihin rakennusten paalutuksissa saatetaan törmätä kaikkialla. Louhetäyttöjen läpäisy muilla kuin porapaaluilla on kohdekohtaisesti kokeilemalla selvitettävä.

Osittain täytöt näyttäisivät vuosikymmenien aikana painuneen tiiviiksi ja saavutaneen kovan pohjan. Täten voidaan tarkemman selvityksen jälkeen käyttää paikoin maanvaraista perustamista.

Uusien täyttöjen alueelle tulee varsinaisesti vain helikopterikentän rakennukset, joiden täyttötyöt voidaan haluttaessa tehdä niin pienikivisellä kivennäismaalla, että paalutukset voidaan tehdä lyöntipaaluilla. Vaihtoehtoisesti helikopterikentän rakennukset voidaan perustaa myös syvätiivistetyn täytön varaan.

Kaikilta täyttöalueilta poistetaan asfaltti ja mahdolliset humusta sisältävät kerrokset.

Merialueilta poistetaan pilaantuneet sedimentit erillisen selvityksen ja luvan mukaisessa laajuudessa. Merenpohjassa on laajalti ohut kerros meriläjitykseen kelpaamattomia sedimenttejä, joiden käsittelyä on selvitetty FCG:n 2011 laatimassa erillisessä "Sedimentin kunnostusperiaatteet" -raportissa ja myös tässä raportissa.

Maa-alueilta pilaantuneet maa-ainekset, joka joudutaan kaivamaan pois, vietään luvallisiin vastaanottopaikkoihin. Alueilta, jotka eivät vaadi kaivamista, pilaantuneita maa-aineksia poistetaan erillisen riskitarkastelun ja ympäristöluvan vaatimassa laajuudessa.

Vanhon purettavien rakennusten perustusten osalta on syytä selvittää perustusten hyötykäytön mahdollisuus, koska niiden poistaminen on erittäin hankalaa ja kallista ja todennäköisesti ne voitaisiin jättää täyttöjen alle/talojen perustukseksi. Hallit ovat huomattavan laaja-alaisia ja vankasti perustettuja.

4.2 Ruoppaustyöt

4.2.1 Pilaantuneiden sedimenttien poisto

Ennen muiden pehmeiden maakerrosten poistoa tulee poistaa pilaantuneet sedimentit ruopattavien alueiden pinnalta. Poistettavien sedimenttien kerrospaksuus on keskimäärin 1 m. Sedimenttikerroksen poistaminen tehdään sitä varten suunnitellulla ns. ympäristökauhalla. Tarkemmin työmenetelmät ja toimenpiteet tulevat käsiteltäväksi sedimentti- ja yleisruoppauksen ympäristölupia haettaessa.

Pilaantuneiden sedimenttien loppusijoitus tehdään ympäristöluvan mukaisesti. Sijoituspaikka on oltava selvillä ympäristölupaa haettaessa. Stabiloituja sedimenttejä voidaan sijoittaa rakenteen kannalta esimerkiksi tulevan helikopterikentän täyttöihin. Helikopterikentälle on tulossa vain kopteriliikennettä palveleva terminaalirakennus; muuten kenttä toimii liikenne- ja pysäköintipaikkana. Mikäli sedimenttien sijoittaminen voidaan suunnitella tulvatason alapuolelle, alueelta on löydettävissä sijoituspaikka melko suurelle määrälle (kts. luku 5.4).

4.2.2 Saven ruoppaus

Täyttöpenkereiden alta ruopataan savi pois kitkamaahan tai kallioon saakka koko täytettävältä alueelta ennen täyttöä. Savi poistetaan täyttöpenkereiden ulkoluiskien rajaamalta alueelta.

Täyttöjen luiska-alueilla ja vedenalaisen täytön osalla voidaan harkita savi-massojen stabilointia paikoilleen. Mikäli stabiloimalla voidaan jättää myös pilaantuneet sedimentit louhetäytön sisään, on menetelmä taloudellisesti järkevä vaihtoehto. Tiedossa ei ole, että vedenalaista stabilointia olisi vastaavissa olosuhteissa tehty, mutta toimiva menetelmä on todennäköisesti koerakentamalla löydettävissä.

4.3 Täyttötyöt

4.3.1 Helikopterikentän ja risteilijälaiturin yleistäyttö

Hernesaaren kaakkoiskärkeen tulee tehtäväksi laaja louhetäyttö helikopterikentän risteilijälaiturin takia. Myös itärantaa laajennetaan itään päin. Täyttö tehdään ylikorkeana päätypenkereen ruopatulle pohjalle ja tasataan suunnitelmakorkeuksiin penkereen painuttua tiiviiksi. Mikäli täytön edetessä havaitaan, että sedimenttiä on jäänyt ruopatulle pohjalle ja se työntyy täytön edellä valliksi, se poistetaan.

Täyttöalueet ovat alttiita voimakkaalle merenkäynnille. Täyttöjen merenpuoleiset helmat luiskataan kaltevuuteen 1:3. Tarkemman aaltoilutarkastelun perusteella tulee päätettäväksi miten muotoillaan merenalainen penger: onko esimerkiksi tarve tehdä luiskan eteen tasanne, jolla saadaan rantaan nousevan aallon korkeutta rajoitettua. Noin -3 tasosta ylöspäin luiska suojataan louheverhouksella. Luiskaan kaadetaan isoja kiviä ja vesirajasta ylöspäin tehdään ladottua luiskaa.

Uusi risteilijälaituri rakennetaan pistolaiturina Hernesaaren nykyisestä luoteiskulmasta. Se toimii myös pienvenesataman aallonmurtajana. Laituri rakennetaan ruopatulle, tasatulle pohjalle korkeista kulmatukimuurielementeistä. Risteilijälaiturin tyyppipoikkileikkaus on esitetty piirustuksessa P14962-14.

Mikäli helikopterikentän eteläreunaan joskus on tarve jatkaa risteilijälaituria, tulee penkereen sisään asentaa kulmatukimuuri tai ponttiseinä laiturilinjalle jo tässä vaiheessa, koska myöhemmin asentaminen keskeyttämättä tai rajoittamatta merkittävästi olevia toimintoja ei ole mahdollista. Helikopterin lentosektorit on suunniteltu siten, että lopputilanteessa helikopterikenttä ja sen viereinen risteilijälaituri voivat toimia samanaikaisesti.

4.3.2 Täyttö rakennusten kohdalla

Uudelle täyttöalueelle on suunniteltu muutama rakennus. Kaksi kookasta rakennusta tulee itärannalle osittain uuden ja osittain vanhan täytön päälle. He-

likopterikentälle tulee yksi rakennus, jonka perustamistapa riippuu siitä, miten yleistäyttö tehdään sen kohdalla.

Rakennusten kohdalla on mahdollista käyttää kahta vaihtoehtoista täyttötappaa riippuen siitä, käytetäänkö rakennusten perustamistapana lyöntipaalutusta vai muuta perustamistapaa.

Mikäli halutaan käyttää rakennusten perustamiseen lyöntipaaluja, tulee rakennusten kohtien täyttö tehdä kivettömällä kitkamaalla. Käytännössä tämä lienee järkevää vain, jos jostain syystä ajaututaan merihiekkatäyttöihin. Tällöin reunapenkereet olisivat louhetta ja täytön ydin merihiekkaa.

Tunnelilouhe voi olla läpäistävissä pienempiläpimittaisilla (noin 400 mm) teräspaaluilla, kun paalujen asennukseen käytetään suuritehoista vibrausta. Kokemuksen puuttuessa tämä asennustapa vaatii koerakentamista, jos siihen päädytään. Kantavuus voidaan tarvittaessa varmistaa lyömällä ja iskuaaltomittauksella.

Ilman suuria ongelmia tunnelilouheen läpi paalutus voidaan suorittaa porapaalutuksena. Porapaalutuksen ongelmana on hinta, mutta toisaalta etuna suuri kantavuus.

Tunnelilouheelle voidaan helikopterikentän rakennuksen osalta harkita myös maanvaraista perustamista. Tällöin louheen tiivistäminen on suoritettava syvätiivistyksenä. Mikäli helikopterikentän täyttöihin sijoitetaan stabiloituja ruoppausmassoja, rakennus on perustettava paaluilla.

5 Pohjarakenteet

5.1 Uudiskortteleiden perustamistavat

Valtaosa suunnitelluista rakennuksista, sekä raskaat sillat ja kansirakenteet tulevat perustettavaksi paaluilla. Uusien täyttöjen alueella voidaan käyttää teräsbetonisia lyöntipaaluja edellyttäen, että käytetty täyttömassa on kivetöntä. Koska hienorakeisilla materiaaleilla ei voida suoraan mereen täyttää, betoni-paalujen käytön mahdollisuus alueella lienee vähäistä. Lähinnä kysymykseen tulevat välpätyn louheen käyttö penkereiden sisäosissa tai merihiekan käyttö. Uutta täyttöä tulee lähinnä eteläisimmässä korttelissa. Koska siellä savet on poistettu nykyisen penkereen alta ja poistetaan tulevien penkereiden alta, matalan rakennuksen kyseessä ollen vaihtoehtona on perustaminen maanvaraan syvätiivistetylle täytölle.

Vanhan täytön epämääräisyydestä johtuen nykyisillä maa-alueilla saatetaan joutua käyttämään porattavia paaluja. Lyöntipaalujen soveltuvuus tarkistetaan kohdekohtaisesti pohjatutkimuksilla tai koepaaluksilla.

Alkuperäisten luotojen lähiympäristössä, missä olevat täytöt ovat 5-7 metrin luokkaa maksimissaan, voidaan tehdä massanvaihto kivettömällä mailla, mahdollistamaan lyöntipaalujen käyttö.

Kevyemmät rakennukset, kuten rantakahvilat ym. voidaan yleensä perustaa nykyisen maan tai syvätiivistetyn täytön varaan.

Asuinkortteleiden keskelle rakennettavat pysäköintihallit voidaan perustaa nykyisen täytön varaan niiltä osin, kun täyttöjen alle ei ole jäänyt pehmeitä maita. Ennen täyttötöitä kaavan selvittyä on tarpeellista tehdä täyttösuunnitelma, jossa määritellään yksityiskohtaisesti täyttömateriaalit, täyttötasot ja täyttöjen etenemissuunnat.

Piirustuksessa P14962-08 on näytetty rakennukset, joiden osalta muun kuin paaluperustuksen käyttö voi olla mahdollista.

5.1.1 Pysäköintiratkaisut

Hernesaaressa ei ole kalliopysäköintiin sopivaa kallioresurssia. Alueella olevat kallioluodot ovat niin pienialaisia, ettei niiden käyttö kalliopysäköintiin ole teknisesti eikä taloudellisesti mahdollista.

Hernesaareen on suunniteltu maanpäällistä pysäköintiä vain helikopterikentän ja kilpavenesataman välisellä alueella. Muualla ei pidempiaikaista pysäköintiä ole suunniteltu. Ilmeisesti pienvenesatamaan on kuitenkin henkilöautoliikennettä tavaroiden viemiseksi ja noutamiseksi veneilyyn liittyen. Mahdollisesti jonkin verran pysäköintipaikkoja liikkeissä asiointia ja vierailijoita varten on järjestettävissä katujen varsille.

Hernesaaressa asukkaiden pysäköinti järjestetään valtaosaltaan tämänhetkisen suunnitelman mukaan maanalaisena pysäköintinä asuinkortteleiden sisällä. Pysäköintilaitokseen ajo on suoraan pihakadulta rakennusrungon läpi rakennuksen alimmassa kerroksessa, jossa ei ole asuinhuoneistoja. Pysäköintihallin katto on samalla korttelin sisäpiha, noin tasossa +6, joka on myös alin asuinkerrokorkeus. Tässä raportissa tarkastellaan kahta eri maanalaista py-

säköintiratkaisua teknisenä ratkaisuna ja vertaillaan niiden kustannuksia. Pysäköintipaikkojen määrän mitoitus, autopaikka 115 neliötä kohti, vaatii joitain muitakin pysäköintijärjestelyjä kuin yksikerrospysäköinnin korttelien sisäpihalla.

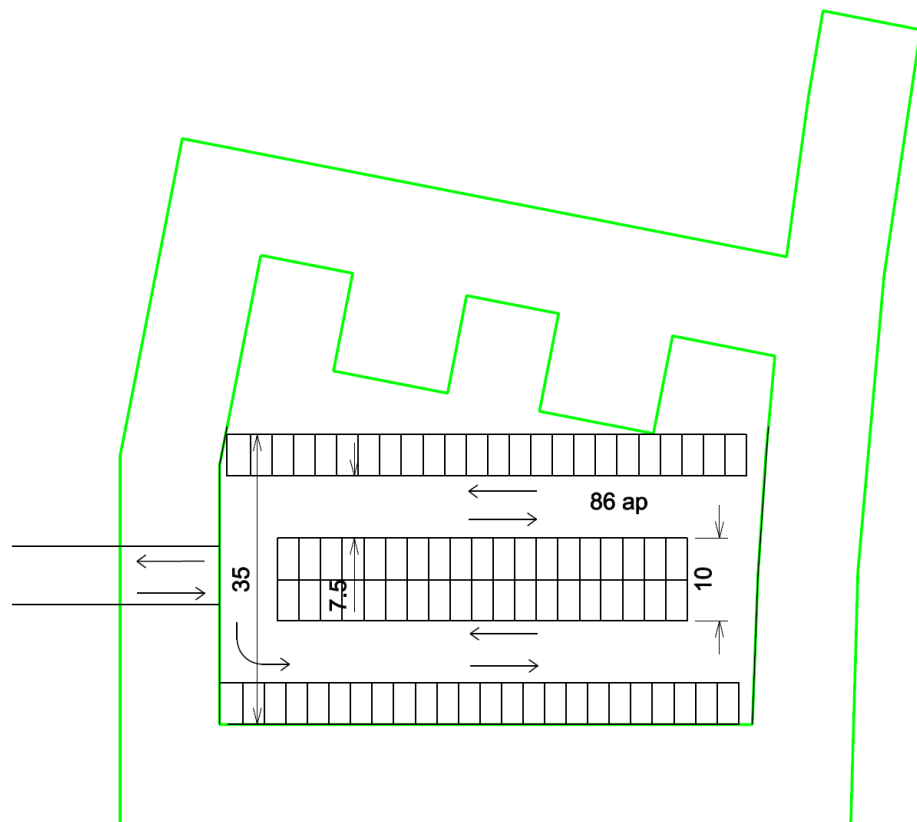
Tällaisia voisivat olla muun muassa:

1. Pysäköinti kahdessa kerroksessa korttelien sisäpihalla, jolloin alempi kerros olisi pääsääntöisesti tulvarajan alla.
2. Pysäköinnin ulottaminen talojen asuinrunkojen alle korttelin sisäpihan lisäksi
3. Pysäköintitalojen käyttäminen osaratkaisuna tai kokonaisratkaisuna alueella

Tutkitut vaihtoehdot ovat:

1. Pysäköinti asuinrakennuskorttelin keskellä tulvasuojaustason yläpuolella noin tasolla +3,00.
2. Pysäköinti asuinrakennuskorttelin keskellä kaksikerroksisessa pysäköintirakennuksessa, joista alempi on tulvasuojaustason alapuolella noin tasolla +0,50 ja ylempi tulvasuojaustason yläpuolella noin tasolla + 3,50.

Ohessa on esitetty kustannuslaskelma molemmille vaihtoehdoille korttelissa 14 (kts. liite 2). Laskelmassa on oletettu, että pysäköintirakennus on erillisenä maanvaraisena rakennuksena korttelin sisällä. Näin on menetelty siksi, ettei pysäköintilaitosta tarvitse perustaa paaluille. Mikäli korttelin sisään voidaan sijoittaa riittävä määrä autopaikkoja menemättä asuinosan alle, voi pysäköintilaitos olla maanvarainen. Osassa asuinkortteleita ei käytettävissä olevan tilan takia ole mahdollista näin menetellä, jolloin joudutaan pysäköintihallin perustamaan paaluille.



Kuva 5. Pysäköintijärjestelyt asuinkorttelissa (kortteli 14). Yksikerroksinen pysäköintilaitos.

Kaksikerroksisessa pysäköintilaitoksessa ajoyhteydet kadulta ja itse pysäköintilaitos on tarkasteltu rakenteella, jossa rakenne on vesitiivis tasolle + 3 saakka.

5.1.1.1 Pysäköinti asuintalojen ulkopuolella korttelipihan alla tulvasuojaustason alapuolella noin tasossa + 0,50

Asuinkorttelin pysäköintilaitoksen kustannukseksi ei ole laskettu porrashuoneita eikä hissejä vaan on ajateltu kaikilta osin pystyttävän käyttämään rakennusten hissejä ja porrashuoneita. Pysäköintihalli on laskettu tasolle +3 vesitiiviinä rakenteena siten, että halli on pihalla rakenteellisesti erillisenä maanvaraisena rakenteena paaluille perustettujen rakennusten korttelin keskellä. Pysäköintilaitokselle on laskettu erilliset seinät pihatasolle +6 saakka sekä alapohja, välipohja ja yläpohja vesieristeineen pysäköintilaitoksen koko alueelle. Todennäköisesti osittain voidaan käyttää toteutusvaiheessa asuinrakennusten ja pysäköintilaitoksen välillä yhteisiä seiniä, jolloin kustannukset alenevat jonkin verran. Rakennusten ja pysäköintilaitoksen välisen korttelipihan rakentamisen kustannuksia ei ole laskettu mukaan pysäköintilaitoksen kustannuksiin.

Mikäli asuintaloon rakennetaan suorat yhteydet maan alla alemmasta, tulvatason alapuolisesta pysäköintilaitoksesta porrashuoneisiin, tulee yhteys (esimerkiksi pelkkä porras) tehdä asuintalon puolella vesitiiviinä rakenteena. Ylempi kerros voi käyttää normaalisti hissejä ja porrashuoneita ilman erikois-

järjestelyjä. Asuinrakennuksen ja pysäköintilaitoksen seinät voivat ainakin osittain olla yhteisiä +3,0 tasolla.

Koska pysäköinti tapahtuu erillisessä hallissa, kaikki paloasiat ja ilmastointijärjestelyt koskevat ainoastaan pysäköintihallia. Pysäköintihallin koosta johtuen halli on kokonaan yhtä palo-osastoa. Riippuen halliin asuintaloista tulevista yhteyksistä ja niiden tiheydestä voi olla tarve järjestää keskialueelle hätäpoistumisyhteys. Todennäköisesti tällaista tarvetta ei kuitenkaan ole näillä kortteliden mitoilla.

Koska korttelin sisällä on yksi yhtenäinen pysäköintitila, halliin ajo ja poisajo voidaan hoitaa yhdellä kaksisuuntaisella tai valo-ohjatulla yksisuuntaisella rampilla sopivaan paikkaan.

Vesitiiviille rakenteelle voidaan harkita vaihtoehtoisena rakenteena kuivatettua, tulvasuojattua rakennetta. Tässä vaihtoehdossa pysäköintitilan ulkopuolelle maahan rakennetaan pystyeristysseinä tulvasuojaustasoon saakka esimerkiksi HDPE-kalvolla tai pontilla. Lattian alle tehdään rakennuspohjan täyttö vedenvirtausta pidättävällä materiaalilla, esimerkiksi hienorakeisella hiekalla, ja/tai rakennetaan erillinen tiivistyskerros rakennuksen alle kalvo- tai bentoniittirakenteisena.

Esimerkkinä on laskettu korttelin 14 (kts. liite 2) korttelipihan alla oleva pysäköintitila yksikerros- ja kaksikerrosratkaisuna siten, että kaksikerrosratkaisun alaosa toteutetaan vesitiiviinä.

5.1.1.2 Pysäköinnin kustannukset

Oheisissa taulukoissa on esitetty arvioidut kustannukset eri pysäköintivaihtoehtoisissa. Kustannusten arvioinnissa on käytetty vuoden 2011 kustannustasoa.

HVe

13.1.2012

Taulukko 1. Pysäköintipaikan kustannukset korttelissa 14 (alv 0%, kustannustaso 2011/08)**Autopaikan hinta korttelipihalla yhdessä kerroksessa n. +3**

	yks	määrä	€/yks	€
Salaojituseros, salaojat ja alapohjan täyttö	m2	2 400	40	96 000
Seinän ja pilarien perustukset	m3	350	300	105 000
Maanvarainen lattia	m2	2 400	80	192 000
Ulkoseinä	m2	600	120	72 000
Seinät sisäänkäynneille	m2	180	120	21 600
Pihaholvi	m2	2 400	250	600 000
Rakennuskustannus yhteensä				1 086 600
IV-koneistus	m2	2 400	80	192 000
Savunpoisto	m2	2 400	40	96 000
Sähkö	m2	2 400	105	252 000
Vesi	m2	2 400	25	60 000
Rakennuskustannus yhteensä			86 ap	1 686 600
Rakennuskustannus yhteensä autopaikkaa kohden				19 612
Kate 10% + käyttö- ja yhteiskulut 15% = 25%				
Rakennuttaminen ja suunnittelu 15% + suunnittelun aikainen kustannusnousuvaraus 30% + rakentamisen aikainen kustannusnousuvaraus 10% + varaus ennalta arvaamattomille kustannuksille 10% = 65%				
AUTOPAIKAN HINTA ALV 0%			per autopaikka	40 449

Autopaikan hinta korttelipihalla kahdessa kerroksessa n. +0,50 ja +3,50

	yks	määrä	€/yks	€
Alempi kerros				
Alapohjan täyttö	m2	2 400	20	48 000
Salaoitus välitason korkeudelle	jm	200	30	6 000
Seinän ja pilarien perustukset	m3	450	300	135 000
Vesitiivis pohjalaatta	m2	2 400	200	480 000
Pohjan vesieristys	m2	2 400	35	84 000
Ulkoseinä	m2	600	200	120 000
Seinät sisäänkäynneille	m2	180	250	45 000
Väliholvi pilareineen ja palkkeineen	m2	2 400	200	480 000
Ajoluiskat	m2	600	400	240 000
Perusvesipumppaamo	kpl	1	20 000	20 000
Alakerroksen kustannus				1 604 000
Ylempi kerros				
Pilarit	kpl	16	700	11 200
Pihaholvi	m2	2 400	250	600 000
Ulkoseinä	m2	420	120	50 400
Seinät sisäänkäynneille	m2	180	80	14 400
Ajoluiska ylös	m2	100	400	40 000
Porrashuone ja hissi	kpl	2	40 000	80 000
Yläkerroksen kustannus				796 000
Rakennuskustannus yhteensä				2 400 000
IV-koneistus	m2	4 800	80	384 000
Savunpoisto	m2	4 800	50	240 000
Sähkö	m2	4 800	105	504 000
Vesi	m2	4 800	15	72 000
Rakennuskustannus yhteensä			157 ap	3 600 000
Rakennuskustannus yhteensä autopaikkaa kohden				22 930
Kate 10% + käyttö- ja yhteiskulut 15% = 25%				
Rakennuttaminen ja suunnittelu 15% + suunnittelun aikainen kustannusnousuvaraus 30% + rakentamisen aikainen kustannusnousuvaraus 10% + varaus ennalta arvaamattomille kustannuksille 10% = 65%				
AUTOPAIKAN HINTA ALV 0%			per autopaikka	47 293

* Autopaikka sisäpihalla, autopaikalla omat seinät, alempi taso vesitiivis rakenne, parkkipaikan koko 36x60 m, luiskat sisältyvät laskelmaan, parkki maanvarainen, hissikustannus ei mukana

5.1.2 Asuinrakennuksen alle sijoitettavan venetallin rakenneratkaisut

5.1.2.1 Venetallit asuinrakennuksen alimmassa kerroksessa

Hernesaareen on suunniteltu kolme asuinrakennuskortteleiden sisälle tulevaa merivesiallasta, joihin on yhteys mereltä. Näiden kolmen altaan yhdelle reunalle on suunniteltu asuinrakennusten alimpaan kerrokseen venetalleja.

Venetallien sijoittaminen rakennukseen aiheuttaa muutoksia rakennuksen runkoon ja rakenteisiin:

1. Alustavasti on ajateltu, että vesialtaan puoleinen seinä perustetaan suuriläpimittaisilla porapaaluilla ja paalut ulottuvat ensimmäisen asuinkerroksen lattiaan. Meriosuudella paalut on suojattu betonitäytteisillä suojaholkeilla jäänkorkeusvaihtelun aiheuttamaa eroosiota vastaan.

2. Venetallin ulkoseinälinjalla on kulmatukimuurityyppinen laiturirakenne ympäri venetallien.

3. Venetallista tulee olla kävely-yhteydet ensimmäiseen kerrokseen, josta pääsee myös hisseille. Yhteydet tulee rakentaa niin, ettei kosteus pääse asuintiloihin sitä kautta. Alueet tulee myös osastoida eri paloalueiksi.

4. Venetallin rakenteiden on oltava kosteutta kestäviä ja lämpöeristyksen asuintiloihin riittävä.

5. Veneisiin pääsemiseksi venetallin kahden venepaikan väliin tarvitaan ponttoninen kulkusilta.

6. Venealtaan puolelle tarvitaan esimerkiksi nosto-ovi, jonka suunnittelussa tulee huomioida jään korkeusvaihtelut talviaikana. Kesällä veteen voi mennä jokin verkkotyyppinen oven alaosa.

7. Jotta venetallissa on riittävästi tilaa pystysuunnassa, yläpuolella olevan rakennuksen kellarikerroksen lattian on oltava vähintään tasolla +3,8. Tällöin 1. asuinkerroksen lattiataso on noin 1 m ylempänä kuin muualla. Mikäli kerros määrää ei haluta vähentää, rakennusten räystäskorkeuksia on nostettava venetallien kohdalla noin 1 metrillä. Pysäköintihallin ja kellarikerroksen lattioiden tasoero vaatii myös järjestelyitä. Korkeustasot tulee sovittaa koko korttelissa, missä yhdessä talossa on venetalli ja muissa ei ole.

Venetallin periaateleikkaus on esitetty piirustuksessa P14962-16.

Taulukko 2. Venetallista aiheutuvat lisäkustannukset asuinrakennukselle (alv 0%, kustannustaso 2011/08)

Venetalleista aiheutuvat lisäkustannukset, yksi venetalli

1 Porapaalut ja eroosiosuojaus	Yksikkö	Määrä	Hinta € / yks.	Kustannus
Porapaalujen muuttaminen pienpaaluryhmistä yksittäisiksi isoiksi porapaaluiksi	-	-	-	382 000
Eroosiosuojauksesta aiheutuva kustannus	jm	22	1 000	22 000
Venetallin altaan puolen seinän lisäpalkki venetallin kattoon	jm	70	400	28 000
2.Kulmatukimuuri venetallin ympäri				
Lisätukimuurit talon päätyihin	jm	17	4 000	68 000
Venetallin tukimuurin lisähinta sovitettuna talon rakenteisiin(muuten altaan reunalla)	jm	70	1 500	105 000
ja kävelytaso betonista				
Venetallista portaat hissin lähtötasolle(yksi kerros), sisältää tarvittavat palo-ovet	kpl	5	5 000	25 000
4. Kosteus- ja lämpöeristys venetallissa				
Venetallin katto- ja seinäpintojen kosteus-ja lämmöneristys	m2	875	100	87 500
5. Kulkusillat veneisiin				
Veneiden välissä olevat kulkusillat	kpl	8	2 000	16 000
6.Venetallin oviratkaisu				
Rulo-ovet kesäkäyttöön	kpl	8	7 000	56 000
Settilankutus talven varalle jäätyvälle osuudelle	kpl	8	10 000	80 000
7. Venetallin lisäkorkeus ja yhteydet korttelin muihin tiloihin				
Oletus, korkeusvaade hoidetaan kaavalla	-	-	-	0
Korkeustasojen sovitustasokorkeus pysäköinnin ja naapuritalojen kanssa,arvio	-	-	-	100 000
8. Venetallin ruoppaus, osa pilaantuneita maita				
	m3	1 190	30	35 700
9. Venetallin talotekniikka; sprinkler,savunpoisto,sähköt,vedet				
	m2	595	200	119 000

Yhteensä 1 124 200

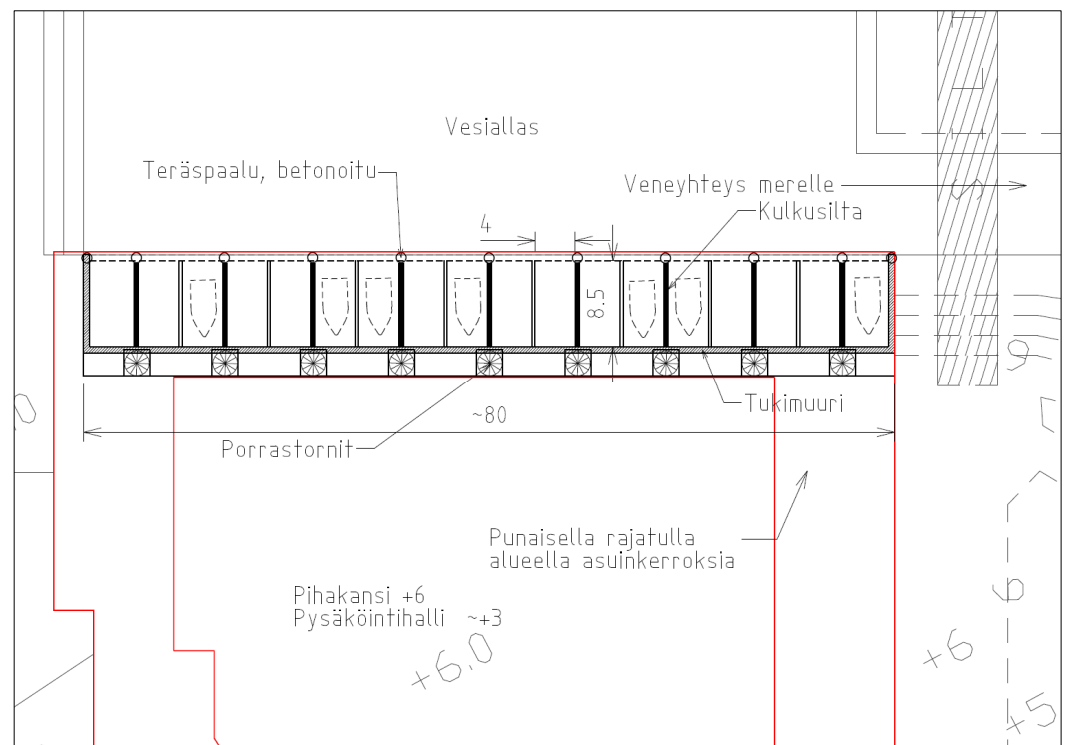
Yhteiskustannus 35 % 393 470

Rakennuttaminen ja suunnittelu 15 % 168 630

Riskivaraus 30 % 337 260

Venetallista taloon aiheutuvat lisäkustannukset yhteensä € 2 023 560

Lisäkustannukset/venepaikka (18 paikkaa/venetalli) € 112 420



Kuva 6. Periaatekuva asuinkeinoihin sijoitettavasta venetallista.



Kuva 7. Esimerkki venetallista (Venetsia)

5.2 Siltojen perustamistavat

Hernesaaren pääkatu on suunniteltu sillaksi noin 200 metrin matkalla. Sillan kohdalla on paikoin savea täytön alla. Silta perustetaan tukipaaluilla kallion varaan. Lyöntipaalujen käytettävyys on selvitettävä kohdekohtaisilla tutkimuksilla.

Itärannan vesialtaiden yhteyteen on suunniteltu kuusi siltaa: yksi kevyen liikenteen silta ja yksi pelastusliikenteelle suunniteltu raskaampi silta kutakin vesiallasta kohti. Eteläisimmät sillat tulevat uuden täytön päälle, ja loput rakennetaan nykyiselle täyttöalueelle. Raskaammat sillat perustetaan paaluilla, joiden upotustapa riippuu täytön kivisyydestä. Kevyen liikenteen sillat voidaan toteuttaa hoikkarakenteisina ja perustaa olevan täytön tai syvätiivistetyn uuden täytön varaan. Kevyiden siltojen perustamistavaksi suositellaan kuitenkin paaluperustusta, joka mahdollistaa kanavarakenteiden korjaamisen ilman ylimääräisiä vahvistustoimenpiteitä.

Yhteys Hernesaaresta helikopterikentälle järjestetään tämänhetkisen suunnitelman mukaan nostosillalla. Nostosilta tulee suunnitella mahdollisimman lyhyeksi, jotta kustannukset pysyisivät hallinnassa, mikäli liikennettä vesialtaiden välillä ei muuten voida hoitaa. Edullisin ratkaisu olisi keskittää purjeveneiden laiturit kilpa-altaan puolelle ja tehdä moottoriveneille riittävän korkea kiinteä silta kanavan yli.



Kuva 8. Esimerkki kanavan ylittävästä ajoneuvoliikenteelle suunnitellusta sillasta (Uutelan kanava)



Kuva 9. Esimerkki kanavan ylittävästä kevyen liikenteen sillasta. (Kauppatori)

5.3 Tukimuurien perustamistavat

Pääkatu tuetaan tukimuurein Hernesaaren eteläpäässä, jossa katu laskee sil-
lalta tasolle +3. Korkeimmillaan 4-metriset tukimuurit rakennetaan kulmatu-
kimuurielementeistä olevan täytön varaan. Kadun eteläpäässä, missä tuki-
muurit sijoittuvat vanhan täyttöaltaan sisäpuolelle, on pienehkö riski painu-
mille, jos täytön alla on pehmeitä maita. Tarkistusporauksilla ja tarvittaessa
syvätiivistyksellä painumat saadaan hallintaan.

Helikopterin nousu- ja laskeutumisaluetta reunustava, noin 5 metriä korkea
tukimuuri rakennetaan syvätiivistetyn täytön varaan kulmatukimuuriemen-
teistä. Helikopterikentän tyyppipoikkileikkaus on esitetty piirustuksessa
P14962-12. Muita tukirakenteita on käsitelty rantarakenteiden yhteydessä lu-
vussa 6.

5.4 Pilaantuneiden stabiloitujen sedimenttien, pilaantuneiden maiden ja stabiloitujen ruoppausmaiden sijoittaminen alueelle

Alustavasti on tutkittu mahdollisuuksia sijoittaa pilaantuneita maita tai sedi-
menttejä ja ruoppausmassoja. Sijoittaminen vaatii erilliset ympäristötekniset
selvitykset, koska nämä paikat on valittu jatkokäytön kannalta mahdollisina,
mutta kaikki sijoituspaikat eivät ole sellaisia, joihin sijoittamisesta olisi aiem-
pia kokemuksia tai selvityksiä. Massojen sijoittaminen Hernesaareen vaatii
välivarastointimahdollisuuden, joka täytyy ottaa huomioon massatalouden ko-
konaisuutta suunniteltaessa.

Helikopterikentän ja kilpavenesataman alueelle olisi mahdollista sijoittaa arvi-
olta yhteensä 740 000 m³rtr massoja. Näistä noin 38 000 m³rtr sijoittuisi me-
renpinnan yläpuolelle alueelle, jonka suunniteltu lopullinen korkeustaso on
vähintään +3,0. Massa sijoitettaisiin tällä alueella välille +1,0...+2,0 siten, et-
tä sen päälle tulisi yhteensä 1 metrin paksuudelta suoja- ja rakennekerroksia.
Lisäksi helikopterin laskeutumisalustan alle tukimuurien sisään saataisiin sijoit-
tettua noin 52 000 m³rtr pilaantuneita massoja. Nämä massat asetettaisiin
välille +3...+7 s.e. päällimmäiseksi tulisi jälleen noin metrin paksuudelta puh-
taita rakennekerroksia. Helikopterikentän täyttöön tason +1 alapuolelle sekä
kilpavenesataman altaaseen tason -5 alapuolelle mahtuisi vielä noin 700 000
m³rtr massoja.

Rantapuiston alueelle voitaisiin sijoittaa noin 30000 m³ pilaantuneita mas-
soja. Pilaantuneen kerroksen alapinta olisi tasolla +1,0 ja yläpinta 1 metrin
verran lopullisen maanpinnan alapuolella.

Koko alueen täyttöihin tarvitaan louhetta arviolta vähintään 2 570 000 m³, ja
alueelle sijoitettavien massojen enimmäismäärä on noin 770 000 m³. Mikäli
kaikki savi ruopataan tulevien täyttöluisien alta, sijoitettavia massoja syntyy
arviolta noin 1 300 000 m³.

Taulukko 3. Rakentamisessa poistettavien pilaantuneiden massojen ja ruoppausmassojen määrät ja mahdolliset sijoituspaikat

Syntyvät massat	määrä m3ktr
Sedimentit	263 000
PIMA VE 1*	86 000
PIMA VE 2**	56 000
Ruopattu puhdas savi	938 000
Yhteensä	1 257 000...1 287 000

Sijoitusmahdollisuudet	määrä m3trr
Helikopterikenttä +1 alapuolella & kilpavenesataman allas -5 alapuolella	648 000
Helikopterikenttä +1...+2	38 000
Helikopterikenttä +3...+7	52 000
Rantapuisto	30 000
Yhteensä	768 000

* Poistetaan orgaanisilla haitta-aineilla pilaantuneet maat korttelialueilla myös kaivutason alapuolelta

** Jätetään kaivutason alapuolella olevat orgaanisilla haitta-aineilla pilaantuneet maat korttelien alle

5.5 Rakenteiden perustaminen, jos täyttöihin sijoitetaan stabiloituja sedimenttejä ja pilaantuneita maita

Pilaantuneiden maiden ja sedimenttien mahdolliset sijoituspaikat on valittu siten, että ne sijoittuvat sellaisten maarakenteiden alle, joita pienehkö syntyvä painuma ei haittaa.

Niiltä osin, kun sijoituspaikat sijaitsevat rakennusten alla, lähinnä helikopterikentän rakennusten alla, rakennukset tulee perustaa paaluilla, ellei ole kyseessä kevytrakenteiset rakennukset.

6 Rantarakenteet

6.1 Yleistä

Hernesaareen on suunniteltu monia erityyppisiä rantarakenteita. Länsirannalla sijaitsevaa risteilijälaituria jatketaan pistolaiturina Hernesaaren eteläpuolelle. Laituri rakennetaan korkeista kulmatukimuurielementeistä. Pienvenesataman ja kilpavesataman reunamuurit tehdään myös kulmatukimuurielementeistä. Helikopterikentän merenpuoleiset osat ja aallonmurtaja tehdään louheverhoiltuna luiskana. Itärannan eteläosan "Tyrskysaaret" tehdään karkeasta louheesta. Tyrskysaarista pohjoiseen itäranta porrastetaan kulmatukimuurein. Asuntokylään rakennetaan kolme vesiallasta, jotka yhdistyvät kanaaleilla mereen. Asuntokylän altaiden tukimuurit tehdään korkealaatuisina, luonnonkivipintaisina ja massiiviluonnonkivirakenteina.

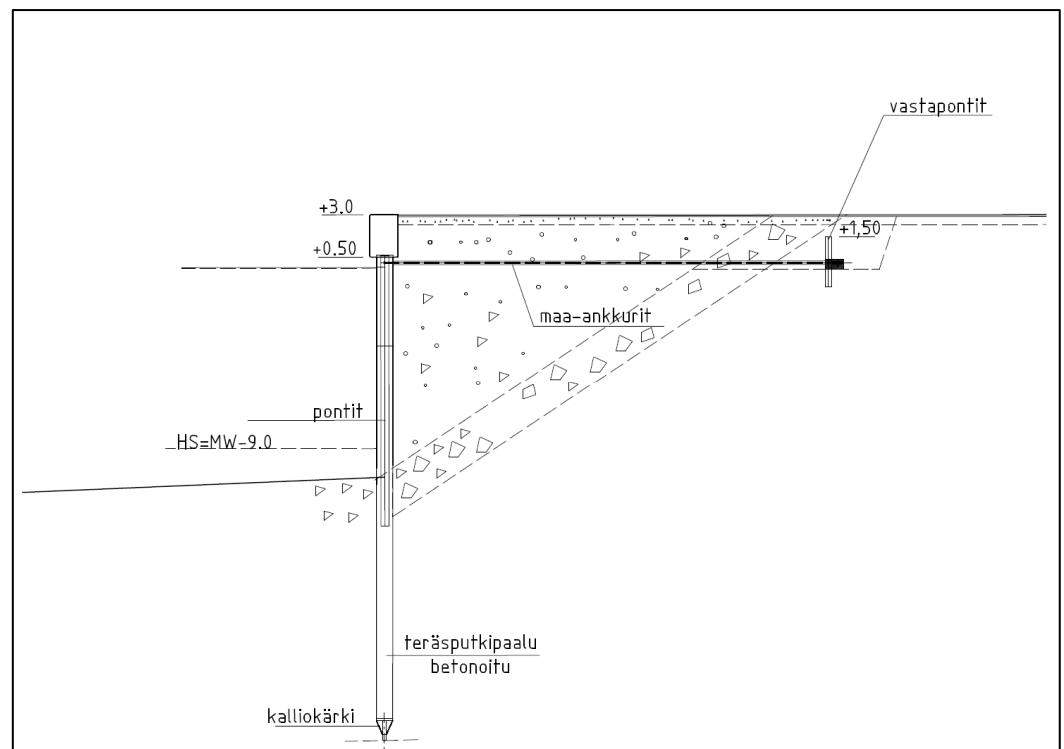
Rantarakenteet on selostettu yksityiskohtaisemmin seuraavissa luvuissa. Rantarakenteet on esitetty myös kartalla ja leikkauksin piirustuksissa P14962-12...17. Tekstissä ja määrälaskelmissa käytetty aluejako on esitetty liitteessä 1.

6.2 Risteilijälaituri

Uusi risteilijälaituri toteutetaan suurina kulmatukimuurielementteinä kaivetun ja tasatun pohjan varaan. Pehmeät maa-ainekset ruopataan ennen louhetäytön tekoa. Täytön paksuus kulmatukimuurin alla vaihtelee 0 metristä noin 8 metriin.

Risteilijälaiturin poikkileikkaus on esitetty piirustuksessa P14962-14.

Nykyistä risteilijälaituria uudistetaan ja oikaistaan laiturin pohjoispäässä. Uusi osa tehdään alustavasti paalu-ponttirakenteisena (Kuva 10).



Kuva 10. Paalu-ponttirakenteinen laituri

6.3 Helikopterikenttä ja kilpavenesatama

Helikopterikenttä on suunniteltu rakennettavaksi laajana louhetäyttöä erilliselle saarekkeelle, jonne kuljetaan nostosiltaa pitkin Hernesaaresta. Helikopterikentän ja saaren eteläkärjen väliin jäävästä vesialueesta tehdään kilpavenesatama.

Pehmeät maat ja pilaantuneet sedimentit ruopataan ennen täyttöä. Täyttö tehdään ylikorkeina reunapenkereinä, joiden kaltevuus on vähintään 1:3. Reunapenkereen merenpuolelle tehdään tarvittaessa noin 15 metriä leveä tasanne 3 metrin syvyyteen merenpinnasta. Luiskat verhoillaan louheella merenpinnalla. Välillä -1...+3 luiskat tehdään koneladontana. Reunapenkereiden sisäpuoli täytetään louheella tai merihiekalla, ja sinne voidaan myös sijoittaa stabiloituja ruoppausmassoja. Huomattava on, että reunapenkereiden sisäpuolelle tehdyn täytön materiaali vaikuttaa helikopterikentälle rakennettavan rakennuksen ja tukimuurin perustamistapaan. Perustamistapoja on käsitelty luvuissa 4.3.2 ja 5.

Helikopterikentän pohjoispuolelle suunnitellun kilpavenesataman reunat toteutetaan betonipintaisina kulmatukimurielementteinä. Aallonmurtaja tehdään louheluiskana ja verhoillaan louheella tasolta -3 tasolle +0. Vedenpinnan yläpuoliset porrastukset voidaan tehdä lohkotuilla noin 1x1 raakakivillä. Porrastukset voidaan myös korvata louheluiskalla. Aallonmurtajan kärki on tehtävä lyhyeltä matkaa kulmatukimuurina, jotta taataan veneiden esteetön sisäänkäsy kilpavenesatamaan.

Muut helikopterikentälle suunnitellut 1 metrin korkuiset reunamuurit tehdään em. raakakivistä, kivitörmästä tai vastaavista.

Kopterikentän itäpuolelle on suunniteltu tehtävän vedenalainen madallustäyttö, jotta ohi kulkeva vesiliikenne ei harhau du liian lähelle helikopterin lentosektoreita. Siihen voidaan käyttää myös toisarvoisia massoja, kuten ruopattuja sedimenttejä ja savia. Tällöin on erityisesti huolehdittava luiskaneerosuojauksesta.

Helikopterikentän ja kilpavenesataman tyyppipoikkileikkaukset on esitetty piirustuksissa P14962-12 ja -13.



Kuva 11. Luiskan louheverhous. Etualalla maakiviverhous ja taustalla louheverhous. Tien reunassa on raakakivistä tehty muuri. (Vuosaaren satama)

6.4 Vesialtaat

Asuntokylään on suunniteltu kolme vesiallasta, jotka yhdistyvät kanaaleilla mereen. Kaikki altaat kaivetaan nykyiselle täyttöalueelle; vain eteläisimpään altaaseen johtava kanaali tulee uudelle täyttöalueelle.

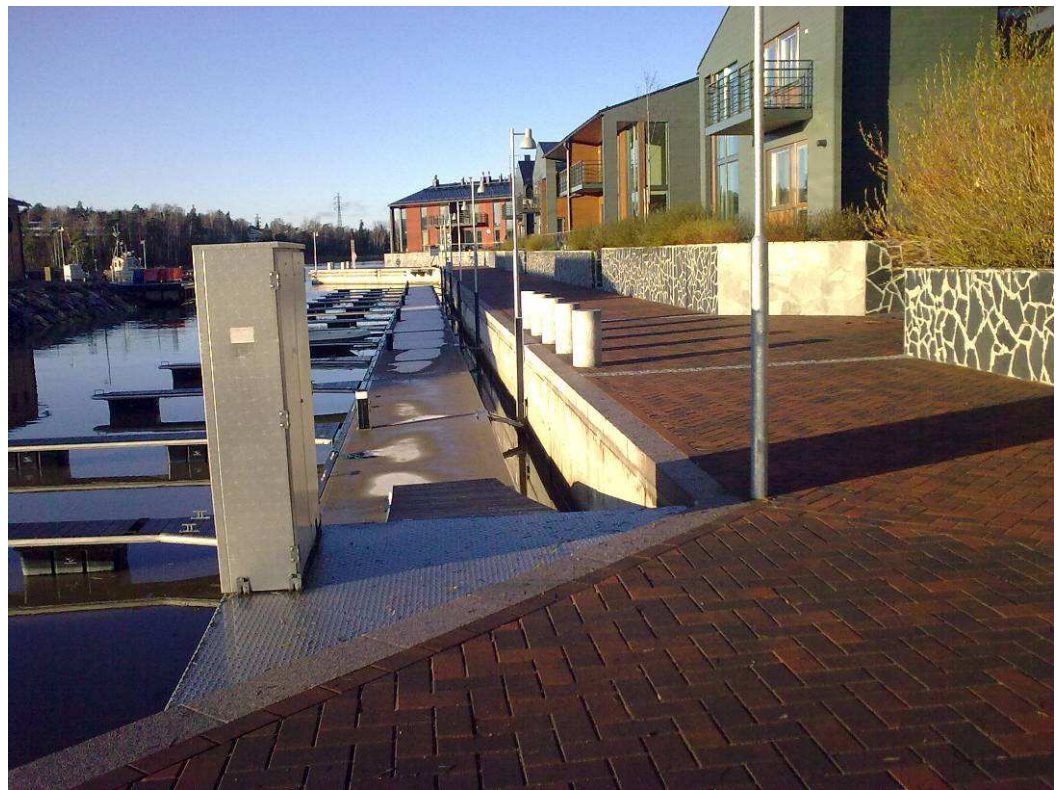
Keskimmäisen vesialtaan kohdalta on löydetty savea vanhan täyttöaltaan alapuolelta. Vesialtaan poikkileikkauksesta tehtiin stabiiliteettilaskelmia, joissa vanhan täytön leikkauskestävyyskulmana käytettiin arvoja 20° ja 28°. Laskelmien perusteella keskimmäisen altaan stabiiliteetti ei ole riittävä ($>2,0$). Vaarallisimmat liukupinnat kulkivat täytötkerroksen kautta. Täytön alapuolisen savikerroksen kautta kulkevien liukupintojen varmuus ei myöskään ollut riittävä. Vanhojen täyttöaltaiden sisäpuolelle tulevien reunamuurien taakse ehdotetaan tehtäväksi teräspaaluseinä, joka katkaisee vaaralliset liukupinnat. Koska jo pelkästään vanhan täytötkerroksen stabiiliteetti on huono, suositellaan tukiseinän asentamista myös pohjoisen vesialtaan reunamuurien taakse, joiden kohdalla ei ole löytynyt savea täytön alta. Mahdollista tarvetta rakentaa

liukupintaa katkaisevia seinämiä paaluista (mahdollisesti osittain ponteista) tai penkereen kuorman siirtämistä paaluille on tutkittava myöhemmässä suunnittelussa kokonaisuutena muun paalutuksen suunnittelun kanssa. Samalla tulee suunniteltavaksi edullisin riittävä ratkaisu. Stabiliateetilaskelmien tulokset on esitetty liitteessä 6.

Reunamuurit toteutetaan maalla rakennettavina kulmatukimuurielementteinä vedenpintaan saakka. Tukimuurien alustan täytön riittävä painumattomuus tulee varmistaa ja tarvittaessa tehdä paikallinen massanvaihto pehmeitä kerroksia löydettyäessä. Vedenpinnan yläpuolinen muuri toteutetaan paikalla valuna yhtenäiseksi rakenteeksi.

Altaiden reunamuurit tulevat verhoiltavaksi näkyviltä pinnoiltaan, vesipinnan yläpuolella, betonirakenteeseen kiinni valetuilla korkealuokkaisilla, esimerkiksi poltetuilla luonnonkivillä. Porrastukset tehdään massiivisina luonnonkivirakenteina täytölle jatkuvan betonianturan varaan.

Vesialtaan tyyppipoikkileikkaukset on esitetty piirustuksissa P14962-15 ja -16.



Kuva 12. Vesialtaiden alueella käytetään korkealuokkaisia materiaaleja. (Herttoniemi)



Kuva 13. Vesialtaan reunoilla kiertää puinen "boardwalk". (Pohjoisranta) Tällä kävelytasolla helpotetaan veneisiin pääsyä laiturin yleistason ollessa korkealla.

6.5 Pienvenesatama

Pienvenesatama tulee kaivettavaksi nykyiselle täyttöalueelle. Sataman reunamuurit rakennetaan täytön varaan betonipintaisista kulmatukimuurielementeistä. Pienvenesataman alueen täyttöjen alta on löytynyt paikoin savea. Satama-altaan itäreunalta tehtiin stabiliteettilaskelmia kahdesta eri kohdasta. Vanhan täytön leikkauskestävyyskulmalle käytettiin arvoja 20° ja 28°. Leikkaus s1 on kohdasta, jossa altaan reuna täytetään tasolle +3,0 ja pääkatu kulkee kannella. Stabiliteetti ei ollut riittävä ($>2,0$) suuremallakaan leikkauskestävyyskulman arvolla. Leikkaus s2 on etelämpää, kohdasta, jossa satama-altaan reuna on tasolla +3,0 ja pääkatu on sen vieressä penkereellä tasolla +6,0. Täytön alle mallinnettiin 1 m paksuinen silttikerros ja täytölle käytettiin samoja lujuuksia kuin yllä. Liukupinnat hakeutuivat silttikerrokseen eikä stabiliteetti ollut riittävä. Stabiliteettiongelma voidaan ratkaista katkaisemalla vaaralliset liukupinnat teräspaaluseinällä. Muita mahdollisia stabiliteetin parantamismenetelmiä on esitetty luvussa 10. Ongelma-alueen kartoittamiseksi on tehtävä täydentäviä pohjatutkimuksia laiturilinjalla. Stabiliteettilaskelmien tulokset on esitetty liitteessä 5.

Betoniset reunamuurit varustetaan tarvittavilla törmäys- ja kiinnitysvarusteilla. Venelaiturit toteutetaan tavanomaisina kelluvina betoniponttoneina, jotka kiinnitetään rantarakenteisiin kulkusilloin ja vesialueella pohja-ankkurein.

Muut porrastukset tehdään betoni- tai raakakivirakenteina.



Kuva 14. Venelaituriratkaisut tavanomaiseen tapaan

6.6 Rantapuisto

Hernesaaren itärantaan on suunniteltu rantapuisto, joka jatkuu koko matkan saaren eteläosasta pohjoiseen. Puiston eteläosaan tulee niin sanotut Tyrsksaaret, jotka rakennetaan karkeista louhekivistä muun louhetäytön päälle. Karkeiden louhekivien ja täytön väliin tehdään suodatinkerros vettä läpäisevästä materiaalista, jotta eroosio ei pääse kuluttamaan reunapengertä. Ranta muotoillaan polveilevasti nousevaksi Tyrsksaarilta länteen päin. Ylemmäs, missä maakerrokset ovat paksumpia, asennetaan kasvukerrokset ja istutetaan puita / pensaita.

Tyrsksaarilta pohjoiseen ranta reunustetaan luonnonkivipintaisilla kulmatukimuureilla. Ranta nousee porrastetusti länteen. Porrastukset tehdään 1x1 m raakakivistä tasolle +3 asti. Loput porrastukset kuuluvat puistosuunnitelmaan, ja niiden laatuksiteerit määritellään myöhemmässä suunnittelussa. Vesialueille johtavia kanaaleja reunustavat porrastukset tehdään betonianturalle massiiviluonnonkivistä.

Keskimmäisen altaan edustalle rantaan rakennetaan kasuunirakenteinen aallonmurtaja.



Kuva 15. Rantapuisto. Etualalla Tyrskysaaret ja taaempänä porrastettu ranta.



Kuva 16. Tyrskysaaret vaativat raskaan eroosiosuojauksen, joka voidaan toteuttaa esimerkiksi karkeilla louhektivillä. (Vuosaaren satama)

7 Katujen, puistojen ja muiden yleisten alueiden perustamistavat

Hernesaaren täyttöpenkereet ovat valtaosin vanhoja, ja niissä tapahtuvat painumat ovat suurelta osin tapahtuneet ja alueet asettuneet paikoilleen. Siksi kunnallistekniset asennukset, kadut ja raitit sekä muut yleiset alueet voidaan perustaa suoraan täyttöjen varaan. Pääkadun korkeusero muuhun alueeseen vaatii tukirakenteita, joita on käsitelty luvussa 5.3. Uusien täyttöalueiden ja uuden ja vanhan täytön raja-alueiden osalta tulee huolehtia tulevien painumien rajoittamisesta työnaikaisella ylikuormituksella ja pehmeiden maiden poistamisella. Penkereissä tapahtuu mahdollisesti jatkossa pientä painumaa, joka ei kuitenkaan riko kunnallisteknisiä rakenteita. Huollettavuuden turvaamiseksi todennäköisesti lähes kaikki sähkö-, tietoliikenne-, kaukolämpö-, vesi- ja viemäriasennukset tulevat uusittavaksi yleistasausten noston takia.

8 Määrät ja kustannukset

8.1 Yleistä

Kustannukset on laskettu elokuun 2011 hintatasossa.

Siltojen yksikköhintoina lukuun ottamatta nostosiltaa on käytetty In-Infra.net -hankeosahinnastoa. Risteilijälaiturin reunamuurin yksikköhinta on saatu Helsingin Satamalta.

Maarakennusmassojen hintoihin on lisätty rakentamiseen liittyvistä vaiheista kuten välivarastoinnista ja tilapäisistä rakentamisen vaatimista järjestelyistä aiheutuvia kustannuksia. Muilta osin kustannukset on laskettu FCG Finnish Consulting Group Oy:n toimesta, koska vastaavien rakenteiden kustannuksia suunnittelukohteen erityinen luonne huomioon ottaen ei ole yleisesti saatavilla.

8.2 Liikennealueisiin liittyvät erityiskustannukset

Liikennealueisiin liittyvät erityiskustannukset on laskettu edellä esitettyjen ratkaisujen mukaisina nykyhintatasossa.

Taulukko 4. Liikennealueisiin liittyvät erityiskustannukset (alv 0%, kustannustaso 2011/08)

Rak.töiden kustannus (sis katteen 10% + käyttö- ja yhteiskulut 15%)	25 %
Rakennuttaminen ja suunnittelu	15 %
Suunnittelun aikainen kustannusnousuvaraus	30 %
Rakentamisen aikainen kustannusnousuvaraus	10 %
Varaus ennalta arvaamattomille kustannuksille	10 %
Suhdannekorjaus	0 %

Rakenne	Yksikkö	Määrä	Hinta € / yks.	Peruskustannus A	Rak.töiden kustannus B	Kokonaiskustannusarvio
					1,25xA	1,65xB
Pääkadun silta	jm	190	12 140	2 306 600,00	2 883 250	4 757 363
Helikopterikentän tukimuri 5 m	jm	325	3 210	1 043 250,00	1 304 063	2 151 703
Pääkadun tukimuurit 1-4 m	jm	200	2 140	428 000,00	535 000	882 750
Yhteensä						7 791 816

8.3 Rantarakenteiden kustannukset

Rantarakenteiden kustannukset on laskettu edellä esitettyjen ratkaisujen mukaisina nykyhintatasossa.

Taulukko 5. Rantarakenteiden kustannukset alueittain (alv 0%, kustannustaso 2011/08)

Rak.töiden kustannus (sis katteen 10% + käyttö- ja yhteiskulut 15%)	25 %
Rakennuttaminen ja suunnittelu	15 %
Suunnittelun aikainen kustannusnousuvaraus	30 %
Rakentamisen aikainen kustannusnousuvaraus	10 %
Varaus ennalta arvaamattomille kustannuksille	10 %
Suhdannekorjaus	0 %

	Yksikkö	Määrä	Hinta € / yks.	Peruskustannus A	Rak.töiden kustannus B	Kokonaiskustannusarvio
				1,25xA	1,65xB	
Helikopterikenttä ja kilpavenesatama						
Koneladottu louheluiska	m2	12 700	60	762 000	952 500	1 571 625
Laiturimuuri, betonipintainen	jm	500	2 140	1 070 000	1 337 500	2 206 875
Tukimuuri 1-2 m, raakakivi tai vastaava	jm	525	430	225 750	282 188	465 609
Raakakiviporrastus	jm	750	360	270 000	337 500	556 875
Nostosilta	jm	25	35 710	892 750	1 115 938	1 841 297
Rantapuisto						
Karkea louheluiska	m2	7 000	40	280 000	350 000	577 500
Laiturimuuri, betonipintainen	jm	550	2 140	1 177 000	1 471 250	2 427 563
Tukimuuri 1-2 m, raakakivi tai vastaava	jm	1 350	430	580 500	725 625	1 197 281
Risteilijälaituri						
Laiturimuuri, betonipintainen	jm	350	2 140	749 000	936 250	1 544 813
Laiturimuuri >10m, betonipintainen	jm	450	14 290	6 430 500	8 038 125	13 262 906
Pohjoisosan laiturin uudistus, paalu-ponttirakenne	jm	60	17 860	1 071 600	1 339 500	2 210 175
Pienvenesatama						
Laiturimuuri, betonipintainen	jm	900	2 140	1 926 000	2 407 500	3 972 375
Liukupinnan katkaiseva teräspaaluseinä	jm	170	9 000	1 530 000	1 912 500	3 155 625
Tukimuuri 1-2 m, betonipintainen	jm	900	430	387 000	483 750	798 188
Vesialtaat						
Allas A (pohjoisin)						
Laiturimuuri, luonnonkivipinnoitettu	jm	460	2 500	1 150 000	1 437 500	2 371 875
Tukimuuri 1-2 m, luonnonkivipinnoitettu	jm	610	1 070	652 700	815 875	1 346 194
Liukupinnan katkaiseva teräspaaluseinä	jm	270	9 000	2 430 000	3 037 500	5 011 875
Kevyen liikenteen silta	kpl	1	214 290	214 290	267 863	441 973
Pelastusliikenteen silta	kpl	1	214 290	214 290	267 863	441 973
Allas B (keskimmäinen)						
Laiturimuuri, luonnonkivipinnoitettu	jm	390	2 500	975 000	1 218 750	2 010 938
Tukimuuri 1-2 m, luonnonkivipinnoitettu	jm	580	1 070	620 600	775 750	1 279 988
Liukupinnan katkaiseva teräspaaluseinä	jm	270	9 000	2 430 000	3 037 500	5 011 875
Kasuuni A=250 h=5m	kpl	1	214 290	214 290	267 863	441 973
Kevyen liikenteen silta	kpl	1	214 290	214 290	267 863	441 973
Pelastusliikenteen silta	kpl	1	214 290	214 290	267 863	441 973
Allas C (eteläisin)						
Laiturimuuri, luonnonkivipinnoitettu	jm	430	2 500	1 075 000	1 343 750	2 217 188
Tukimuuri 1-2 m, luonnonkivipinnoitettu	jm	640	1 070	684 800	856 000	1 412 400
Kevyen liikenteen silta	kpl	1	214 290	214 290	267 863	441 973
Pelastusliikenteen silta	kpl	1	214 290	214 290	267 863	441 973
Yhteensä €					59 544 849	

8.4 Maarakenteet

Ruopattavat maat

Ruoppausmassojen määrät on laskettu olettaen, että kaikki pehmeät maat ruopataan tulevien täyttöluiskien alareunojen rajaamalta alueelta. Ruoppausmassojen määrästä on vähennetty ennen ruoppausta poistettavien pilaantuneiden sedimenttien määrät.

Pilaantuneiden sedimenttien määriä on arvioitu syksyyn 2011 mennessä tehtyjen tutkimusten perusteella. Määrät on arvioitu siten, että kaikkialta tulevien täyttöluiskien reunojen rajaamalta alueelta poistetaan keskimäärin 1 metrin paksuinen kerros, joka sisältää ohjearvon 1 ylittävää pilaantunutta sedimenttiä. Ruopattavat alueet on esitetty piirustuksessa P14962-08.

Pilaantuneet maat

Pilaantuneiden massojen poistamisen kustannukset koko Hernesaaren alueella, jos kaikki pilaantuneet massat poistettaisiin, on arvioitu FCG:n raportissa "Hernesaaren osayleiskaava-alue, Maaperän haitta-ainetutkimusten yhteenvehto ja alustava riskinarviointi" (1.12.2010). Raportissa on arvioitu poistettavien pilaantuneiden massojen määräksi 152 000 m³ ja kokonaiskustannukseksi 15 800 000 euroa. Kustannukset sisältävät kaivun ja kuormauksen, kaivantojen täytön, kuljetuksen, vastaanoton, rakennuttamisen (10 %), työmaakatteen (10 %) sekä valvonnan ja analyysit (5 %).

Raportin perusteella tehtiin korkeustasoittain maastomalli pilaantuneista maaineksista. Maastomallin avulla on laskettu rakentamisen yhteydessä poistettava pilaantuneiden maiden määrä. Koska tarkempia tutkimuksia ja rajoituksia pilaantuneista maista ei ole olemassa, on oletettu, että poistettavat massat vastaavat kustannuksiltaan keskimääräisiä eli kustannukset määräytyvät massamäärien suhteessa. Lisäksi on pyritty selvittämään ongelmajätepitoisuuksia sisältävien massojen osuus rakentamisen yhteydessä poistettavista pilaantuneista maista, sekä ongelmajätepitoisuuksia sisältävien massojen määrät alueilla, joille ei muuten olisi tulossa kaivua. Lopuksi on arvioitu orgaanisella aineksella pilaantuneet kaivutasojen alapuolelle jäävät massat, jotka mahdollisesti voidaan jättää poistamatta erillisen riskiarvioinnin perusteella.

Edellä mainittujen laskelmien perusteella voidaan arvioida kustannuksia, joita pilaantuneiden massojen poistosta on syntymässä. Määrät ja kustannukset on esitetty taulukossa (*Taulukko 7*). Kustannukset on laskettu erikseen vaihtoehdolle, jossa poistetaan myös kaivutason alapuolella olevat orgaanisella aineksella pilaantuneet maat ja vaihtoehdolle, jossa em. massoja ei poisteta.

Kaivu- ja täyttötyöt

Yleistäyttömäärät on laskettu nykyisillä maa-alueilla maanpinnasta suunniteltuun korkoon. Vesialueilla täyttö on laskettu saven alapinnasta suunniteltuun korkoon. Muualla kuin rannoilla massoista on vähennetty 1 metrin paksuiset rakennekerrokset.

Yleiskaivumäärät on laskettu olevasta maanpinnasta suunniteltuun tasoon. Pilaantuneet maat vähennetään näistä määristä. Yleistäyttö- ja kaivualueet on esitetty kartalla liitteessä 3. Seuraavissa taulukoissa on jaoteltu massamäärät lajeittain (kaivu, täyttö, ruoppaus jne).

HVe

13.1.2012

Taulukko 6. Maarakennuskustannukset alueittain (alv 0%, kustannustaso 2011/08)

Rak.töiden kustannus (sis katteen 10% + käyttö- ja yhteiskulut 15%)	25 %
Rakennuttaminen ja suunnittelu	15 %
Suunnittelun aikainen kustannusnousuvaraus	30 %
Rakentamisen aikainen kustannusnousuvaraus	10 %
Varaus ennalta arvaamattomille kustannuksille	10 %
Suhdannekorjaus	0 %

	Yksikkö	Määrä	Hinta € / yks.	Peruskustannus A	Rak.töiden kustannus B	Kokonaiskustannusarvio
				1,25xA	1,65xB	
Pilaantuneiden sedimenttien ruoppaus						
Helikopterikenttä ja kilpavenesatama	m3ktr	138 300	14,50	2 005 350	2 506 688	4 136 034
Madallustäyttö	m3ktr	11 700	14,50	169 650	212 063	349 903
Rantapuisto	m3ktr	70 500	14,50	1 022 250	1 277 813	2 108 391
Risteilijälaituri	m3ktr	30 000	14,50	435 000	543 750	897 188
Pienvenesatama	m3ktr	12 000	14,50	174 000	217 500	358 875
	Σ	262 500				
					Yhteensä	7 850 391
Pilaantuneiden sedimenttien käsittely rannalla						
Helikopterikenttä ja kilpavenesatama	m3ktr	138 300	28,50	3 941 550	4 926 938	8 129 447
Madallustäyttö	m3ktr	11 700	28,50	333 450	416 813	687 741
Rantapuisto	m3ktr	70 500	28,50	2 009 250	2 511 563	4 144 078
Risteilijälaituri	m3ktr	30 000	28,50	855 000	1 068 750	1 763 438
Pienvenesatama	m3ktr	12 000	28,50	342 000	427 500	705 375
	Σ	262 500				
					Yhteensä	15 430 078
Pehmeiden maiden ruoppaus						
Helikopterikenttä ja kilpavenesatama	m3ktr	570 700	7,00	3 994 900	4 993 625	8 239 481
Madallustäyttö	m3ktr	47 100	7,00	329 700	412 125	680 006
Rantapuisto	m3ktr	247 300	7,00	1 731 100	2 163 875	3 570 394
Risteilijälaituri	m3ktr	63 300	7,00	443 100	553 875	913 894
Pienvenesatama	m3ktr	9 900	7,00	69 300	86 625	142 931
	Σ	938 300				
					Yhteensä	13 546 706
Yleistäyttö nykyisellä merialueella						
Helikopterikenttä ja kilpavenesatama	m3rtr	1 966 900	12,00	23 602 800	29 503 500	48 680 775
Madallustäyttö	m3rtr	130 300	12,00	1 563 600	1 954 500	3 224 925
Rantapuisto	m3rtr	746 800	12,00	8 961 600	11 202 000	18 483 300
Risteilijälaituri	m3rtr	311 400	12,00	3 736 800	4 671 000	7 707 150
Pienvenesatama	m3rtr	16 700	12,00	200 400	250 500	413 325
	Σ	3 172 100				
					Yhteensä	78 509 475
Yleistäyttö nykyisellä maa-alueella						
Rantapuisto	m3rtr	20 300	12,00	243 600	304 500	502 425
Pienvenesatama	m3rtr	450	12,00	5 400	6 750	11 138
Yleistäyttö maalle	m3rtr	150 000	12,00	1 800 000	2 250 000	3 712 500
	Σ	170 750				
					Yhteensä	4 226 063
Yleiskaivu (pilaantuneita maita ei eritelty)						
Pienvenesatama	m3ktr	147 500	3,50	516 250	516 251	851 815
Vesialtaat	m3ktr	41 100	3,50	143 850	143 851	237 355
Korttelit	m3ktr	123 400	3,50	431 900	431 901	712 637
	Σ	312 000				
					Yhteensä	1 801 806
					Yhteensä	121 364 519

Taulukko 7. Pilaantuneen maa-aineksen arvioidut määrät alueittain sekä käsittelykustannukset. Viisi ensimmäistä saraketta ovat tämänhetkisen suunnitelman mukaiset kaivussa poistuvat määrät. Kuudes sarake kuvaa kaivutason alapuolelle mahdollisesti jätettävää orgaanisella aineksella pilaantunutta maata. Viimeisessä sarakkeessa on eritelty ongelmajätepitoisuuden ylittävien orgaanisella aineksella ja/tai raskasmetalleilla pilaantuneiden massojen osuus kaivun mukana poistuvista massoista. Korttelialueilla kaivutasoksi on määritetty +1,0, kun pysäköintihallit tehdään 1-kerroksisina. Kortteleihin 3 ja 7 ei ole suunniteltu pysäköintihalleja. Kaivun mukana poistuvat pilaantuneiden maiden määrät on laskettu kortteleissa 3 ja 7 sen mukaan, että nykyistä maata poistetaan n. 1 metrin kerros kyseisten kortteleiden kohdalla.

Kortteli	Raskasmetallit m3ktr	Orgaaniset m3ktr	Sekapilaantunut Raskasmetallit>Orgaaniset m3ktr	Sekapilaantunut Raskasmetallit<Orgaaniset m3ktr	Sekapilaantunut Raskasmetallit=Orgaaniset m3ktr	Kaivutason alapuolelle jäävät orgaaniset m3ktr	Ongelmajätepitoisuuden ylittävät m3ktr
1	2590	30	0	0	0	3070	1800
2	80	0	0	270	0	820	200
3	890	0	0	0	0	2000	250
4	3090	240	20	0	0	8790	0
5	3160	60	0	150	0	4540	500
6	1730	1250	0	0	180	1930	0
7	0	250	0	0	0	130	0
8	1010	0	0	0	320	4110	600
9	200	130	0	0	70	1 650	0
10	0	0	0	0	0	500	0
11	400	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0
13	70	0	0	0	0	1 170	0
Kortteleissa 3 ja 7 kaivu n. 1m maanpinnasta. Kortteleiden 14 ja 15 alueilta ei tutkimuksia.							
Alue							
Allas a	0	1 280	0	50	0	600	0
Allas b	300	0	0	0	0	0	0
Allas c	290	20	0	0	0	100	0
Pienvenesatama	24 920	1 860	6 270	2 960	2 580	2 650	2 200
Muu maa-alue							560

Yhteensä m3ktr, kun poistetaan myös kaivutason alapuolelle jäävät orgaaniset

89 340

Keskimääräinen käsittelykustannus (alv 0%) €/yks

100

Yhteensä €**8 934 000**

Yhteensä m3ktr, kun ei poisteta kaivutason alapuolelle jääviä orgaanisia

57 280

Keskimääräinen käsittelykustannus (alv 0%) €/yks

100

Yhteensä €**5 728 000**

* Käsittelykustannus sisältää kaivun, kuormauksen, kuljetuksen (100 km), vastaanoton, rakennuttamisen (10 %), työmaakatteen (10 %) sekä valvonnan ja analyysit (5 %). Ei sisällä kaivannon täyttöä. Ei sisällä riskivaroja. Kustannustaso (2011/08)

8.5 Perustamisen lisäkustannukset

Valtaosin alueella rakennukset sijaitsevat täytön varassa. Täytöillä on pitkä painumishistoria ja on hyvin todennäköistä, että täyttöjen painuminen on lähes pysähtynyt. Mutta koska alueelle tulee merkittäviä lisätäyttöjä ja täyttö on osin epämääräistä, voi paikallisia ongelmia silti ilmetä ja maanvarainen perustaminen vaatii lisäselvityksiä. Koska paalutuskaan ei välttämättä ole ongelmatonta, olisi järkevää selvittää maanvaraisen perustamisen mahdollisuutta erillisellä selvityksellä. Koerakentamisella voitaisiin varmistua maanvaraisen rakentamisen mahdollisuudesta. Kokeilemisen arvoisia menetelmiä ovat mielestämme syvätiivistys, vibraustiivistys ja rakennettavien rakennusten alueen ylikuormittaminen merkittävällä, metrejä korkealla ylikuormituksella.

Samassa yhteydessä olisi hyvä selvittää vanhojen, erittäin raskailla perustuksilla olevien hallien kohdalla mahdollisuus jättää perustukset purkamatta ja käyttää perustukset uusien rakennusten perustuksina. Tämä siitä syystä, että perustusten purkaminen on kallista ja paaluja tuskin pystytään uusien paalujen tieltä täysin poistamaan ja ne siten tulevat aiheuttamaan jatkorakentamiselle ongelmia.

Tässä selvityksessä perustamisen lisäkustannukset on varmuuden vuoksi laskettu porapaalutuksella, jolloin paalutuksen aikaisista lisäkustannuksista riski on suhteellisen pieni.

Taulukko 8. Perustamisen lisäkustannukset maanvaraiseen perustamiseen nähden (alv 0%, kustannustaso 2011/08)

Hinnat sisältävät

Yleiskustannus 16 %

Rakennuttaminen 8 %

Kortteli	Kerroksia	Keskimääräinen paalupituus (jm)	Kerrosala (kem2)	Kustannus (€/kem2)	Lisäkustannus (€)
1	>3	12	26 600	135	3 591 000
2	>3	18	29 650	155	4 595 750
3	>3	14	32 700	140	4 578 000
4	>3	12	37 650	135	5 082 750
5	>3	6	12 100	120	1 452 000
6	>3	10	33 650	130	4 374 500
7	>3	22	5 300	165	874 500
8	>3	16	50 200	150	7 530 000
9	>3	10	33 150	130	4 309 500
10	>3	17	15 800	150	2 370 000
11	>3	14	20 600	140	2 884 000
12	>3	16	18 300	150	2 745 000
13	>3	16	19 200	150	2 880 000
14	>3	12	19 850	135	2 679 750
15	>3	16	32 800	150	4 920 000
				Σ €	54 866 750

GeoKuTi 96, hinnat muutettu euroiksi ja korotettu indeksillä

Porapaalun hinnaksi arvioitu 2x tb-paalun hinta (300x300)

Jatkosuunnittelussa kortteleittain ja rakennuksittain perustamiskustannukset voivat vaihdella merkittävästi, koska osittain voidaan käyttää edullisempia be-

toni- tai teräslyöntipaaluja ja mahdollisesti hyödyntää vankkoja vanhoja tehdasrakennusperustuksia perustuksissa. Olevien teollisuusrakennusten perustusten ja paalutusten purkukustannuksia ei ole huomioitu perustamisen lisäkustannuksissa.

8.6 Maa-, pohja- ja rantarakentamisen kokonaiskustannukset

Alueen maa-, pohja- ja rantarakentamisen kokonaiskustannukset on ohessa kerätty yhteen. Kokonaiskustannuksiin sisältyy:

- yleiskaivu
- yleistäyttö
- pilaantuneiden sedimenttien ruoppaus ja käsittely rannalla
- pehmeiden maiden ruoppaus
- rantarakenteet
- sillat ja tukimuurit

Kokonaiskustannuksissa ei ole mukana:

- pilaantuneen maan käsittely
- perustamisen lisäkustannukset maanvaraiseen perustamiseen nähden kortteleissa
- pysäköintihallien kustannukset
- venetallin rakentamisesta aiheutuvat lisäkustannukset asuinrakennukselle

Taulukko 9. Alueen kokonaiskustannukset (alv 0%, kustannustaso 2011/08)

Rak.töiden kustannus (sis katteen 10% + käyttö- ja yhteiskulut 15%)	25 %
Rakennuttaminen ja suunnittelu	15 %
Suunnittelun aikainen kustannusnousuvaraus	30 %
Rakentamisen aikainen kustannusnousuvaraus	10 %
Varaus ennalta arvaamattomille kustannuksille	10 %
Suhdannekorjaus	0 %

Kokonaiskustannusarvio €		Yhteensä €
Nykyinen maa-alue		
Kaivu, ruoppaus ja täyttö	4 425 137	10 065 250
Rantarakenteet	0	
Erityisrakenteet	5 640 113	
Helikopterikenttä ja kilpavenesatama		
Kaivu, ruoppaus ja täyttö	69 185 738	77 979 722
Rantarakenteet	6 642 281	
Erityisrakenteet	2 151 703	
Madallustäyttö		
Kaivu, ruoppaus ja täyttö	4 942 575	4 942 575
Rantarakenteet	0	
Erityisrakenteet	0	
Rantapuisto		
Kaivu, ruoppaus ja täyttö	28 808 588	33 010 931
Rantarakenteet	4 202 344	
Erityisrakenteet	0	
Risteilijälaituri		
Kaivu, ruoppaus ja täyttö	11 281 669	28 299 563
Rantarakenteet	17 017 894	
Erityisrakenteet	0	
Pienvenesatama		
Kaivu, ruoppaus ja täyttö	2 483 458	10 409 646
Rantarakenteet	7 926 188	
Erityisrakenteet	0	
Vesiallas A		
Kaivu, ruoppaus ja täyttö	79 118	9 693 008
Rantarakenteet	9 613 890	
Erityisrakenteet	0	
Vesiallas B		
Kaivu, ruoppaus ja täyttö	79 118	9 707 838
Rantarakenteet	9 628 719	
Erityisrakenteet	0	
Vesiallas C		
Kaivu, ruoppaus ja täyttö	79 118	4 592 652
Rantarakenteet	4 513 534	
Erityisrakenteet	0	
Yhteensä €		188 701 184

9 Toteutus

Alueen toteutusaikataulusta ja toteutusjärjestyksestä ei tällä hetkellä ole voimassaolevaa etenemissuunnitelmaa. Asuntorakentaminen alkanee lähestyvässä 2020-lukua ja johtuen suurista täyttömääristä on täyttörakentaminen kannattavaa aloittaa vuosia ennen, jotta ylijäämämassoja voidaan kerätä markkinoilta merkittävästi. Täyttörakentamisen ja asuntorakentamisen välissä on välttämättä rakennettava katualueen runkoa ja - tekniikkaa sekä rantarakenteita merkittävästi ennen asuntorakentamisen aloittamista. Vaikka suuri helikopterikentän täyttö- ja rakentamistyö etenisikin omaa tahtiaan asuntorakentamisen rinnalla, tulee infratöille varata ainakin kolme vuotta ennen asuntorakentamisen alkua. Mikäli alueelle sijoitetaan pilaantuneita sedimenttejä tai pilaantuneita maita, on niiden välivarastoinnin ja käsittelyn vaatimien tilojen ja lupien vaatima lisäaika aikatauluun huomioitava erikseen.

Alueelta poistettavien pilaantuneiden maiden ja sedimenttien mahdollinen sijoittaminen alueelle vaatii selvää suunnitelmaa ja aikataulutusta, jotta alueen täytöt tulevat rakennettua riittävässä laajuudessa ennen massojen sijoittamista. Osin joudutaan sedimenttien sijoittamista muualle tai niiden välivarastointia varmasti suorittamaan, koska ruopattavat sedimentit sijaitsevat samoilla alueilla kuin niiden mahdollinen loppusijoituspaikka. Samoilla välivarastointipaikoilla voidaan hoitaa massojen kiinteyttäminen stabiloimalla.

Jotta massojen käsittelylle ja loppusijoitukselle voidaan saada tarvittavat luvat, tulee periaatepäätökset sijoittamispaikoista tehdä riittävän ajoissa, jotta teknisten ratkaisujen hakemiselle jää riittävästi aikaa.

Yleisesti asuinalueen toteuttaminen voidaan tehdä usealla eri tavalla. Luonnollisin tapa teknisesti on toteuttaa rakentaminen maalta merelle päin, jolloin täytetyt alueet saavat riittävän ajan ja liikkeet täytöissä ehtivät loppumaan. Haittapuolena tässä etenemissuunnassa on tietenkin se, että uudet asukkaat joutuvat kärsimään työnaikaisen liikenteen aiheuttamista haitoista koko rakentamisen ajan.

Koska alueen halkaiseva katu on keskialueiltaan hyvin korkealla ja rakennukset ovat kiinni kadussa ja rakennusten perustamistaso on noin kuusi metriä alempana, kannattaa selvittää voidaanko työnaikainen liikenne hoitaa muuta kuin tulevaa pääkatua pitkin. Tällaisia reittejä voisivat olla itärannan puisto-alue tai länsipuolen alue risteilijäliikennealueen ja jäävien rakennusten lähellä ja tulevan venesataman poikki. Tällöin talot ja kadut voitaisiin rakentaa rinnan välttämättä suuria korkeuseroja ja niistä johtuvia kustannuksia ja riskitilanteita.

Korkean katupenkereen ja pienvenesataman sekä vesialtaiden vakavuus voi olla liian alhainen, joten kyseisillä alueilla olisi syytä tehdä lisäselvityksiä.

Koska valtaosa täytöistä on vanhoja ja kauan painuneita, maanvarainen perustaminen saattaa olla mahdollista. Koetiivistyksellä pudotustiivistyksenä olisi saatavissa todennäköisesti tilanteesta lisätietoa.

Koska alueen varhaisemmista täyttömateriaaleista ei ole selkeätä kuvaa, voi alueella olla paikallisia ongelmia esimerkiksi täyttöihin joutuneen betonin ja terästen takia.

Yleisesti alueella voidaan käyttää hyväksi havaittuja tavanomaisia rantarakenteita eikä erikoisratkaisuihin yleisesti ole tarvetta.

10 Ehdotus jatkotoimenpiteistä

1. Paalujen ja paalutettavuuden kokeilu

Koska alueella on eriaikaisia täyttöjä, jotka on tehty oman aikansa täyttöta-voilla ja täyttömateriaaleista, voidaan paalutuksissa törmätä erilaisiin esteisiin kuten suurikokoiseen louheeseen sekä kiviin ja jopa metalleihin, voi paalutus tuottaa paikoitellen suuria ongelmia. Koska täyttömateriaalit ja täyttötavat vaihtelevat vierekkäisilläkin tonteilla ja tonttien sisällä merkittävästi, kokeilut tulee tehdä alueellisesti riittävän laajoina huomioiden täytöistä oleva historia-tieto. Paalutettavuuden tutkimiseksi ehdotamme paalutettavuuskokeita, jossa tutkittaisiin seuraavia asioita tai ainakin osaa niistä:

- paalujen tunkeutuvuus eri alueilla eri tavalla tehdyissä täytöissä ilman paa-luille tehtävää esireikää

- esireiän tekeminen paalulle lyömällä

- esireiän tekeminen paalulle vibraamalla tehokkaalla suurtaajuusvibralla (keskipakoisvoima yli 800 kN)

- ns. poralyöntipaalun kokeilu paalutuksessa: Paalun asennus aloitetaan lyö-mällä, mutta paalun kärki on varustettu valmiiksi niin, että paalun kohdatessa esteen, esimerkiksi lohikareen, voidaan jatkaa porapaalutuksena. Paalun kärki on varustettu porapaalun kertakäyttö-rengaskruunulla, joka on alapäästään valettu esimerkiksi betoniin siten, että pilotti voidaan kiinnittää kertakäyttö-kruunuun ja porata betonikärki rikki ja jatkaa kiven poraamista ja tehdä paa-lusta porapaalu. Mikäli esteitä ei tavata, jatketaan paalu loppuun lyöntipaalu-na.

- selvitetään pyöreän betonipaalun käyttömahdollisuus: Periaatteessa pyöreän paalun etuna on kulmien puuttuminen. Vaikeasti läpäistävissä täytteissä neli-kulmaisen paalun kulmat ovat vaarassa vaurioitua ja niissä olevat raudoituk-set joutua siten alttiiksi korroosiolle. Koska pyöreä paalu ei ole vakiotuotan-nossa vaan erikoistoimitus, kannattaa samalla miettiä paalun rakenne koko-naisuutena. Tällaiseen paaluun voi valita erikoislujan betonin, laittaa jännite-tyt teräkset (jos se vähentää teräsmäärää) ja laittaa tarkkailureiän tarkastus-ta varten. Euroopasta lienee saatavissa haluttaessa putkimallisia keskipakova-lettuja paaluja kokeilua varten. Satama-alueiden suurten paalumäärien uskoisi kiinnostavan suomalaisiakin betonipaaluvalmistajia paalukehitykseen.

- vibrattava paalu: Suuritehoisella vibralla voidaan mahdollisesti läpäistä täy-töt ja saada paalu tunkeutumaan kovaan pohjaan. Selvitystä vaatii ainakin, minkä verran paaluihin syntyy vaurioita ja haitallisen suurta taipumaa. Mikäli ei kaikkien paalujen kantavuutta haluta varmistaa lyömällä ja iskuaaltomitta-uksella, täytyy vibrauksen ja iskuaaltomittauksen välille muodostaa kalibro-i-malla vastaavuus.

Erityisesti vibraus voisi olla käyttökelpoinen pienikokoisella tunnelilouheella täytetyillä alueilla, mikäli siellä paaluja tarvitaan.

2. Vanhojen perustusten hyötykäyttömahdollisuus

Vanhojen purettavien rakennusten perustusten osalta on syytä selvittää pe-rustusten hyötykäytön mahdollisuus, koska niiden poistaminen on erittäin hankalaa ja kallista. Joka tapauksessa massiiviset hallien paalutukset jäävät

valtaosin haittaamaan tulevia paalutuksia, vaikka perustukset purettaisiinkin. Todennäköisesti vähintään osa perustuksista voitaisiin hyödyntää ja rakennusten ulkopuolella jättää poistamatta, koska yleisesti lopullinen taso alueella on metrejä perustustason yläpuolella. Telakkatoiminnassa olleet hallit ovat huomattavan laaja-alaisia ja sekä perustukset että lattiat ovat hyvin ja vanvasti rakennettuja. Samassa yhteydessä on hyvä tutkia mahdolliset täyttöjen aggressiivisuuden vaikutukset vanhoihin perustuksiin.

3. Pohjaveden laadun selvitys

Tulevien perustusten korroosion minimoimiseksi on selvitettävä pohjaveden aggressiivisuus vesinäytteille tehtävillä laboratoriokokeilla. Vesinäytteiden analysoimisen lisäksi suositellaan olemassa olevien perustusten tarkastelua siksi, että pohjaveden aggressiivisuuden vaikutukset todennäköisesti ovat havaittavissa rakenteista, jotka ovat olleet kyseisessä ympäristössä jo hyvän aikaa.

4. Maanvaraisen perustamismahdollisuuden selvitys

Valtaosin alueella rakennukset sijaitsevat täytön varassa. Täytöillä on pitkä painumishistoria, yleisesti 35 - 45 vuotta, ja on hyvin todennäköistä, että täyttöjen painuminen on valtaosin pysähtynyt tai lähes pysähtynyt.

Koska alueelle tulee merkittäviä lisätäyttöjä ja täyttö on osin epämääräistä, voi paikallisia ongelmia silti ilmetä ja maanvarainen perustaminen vaatii lisäselvityksiä. Koska paalutukseen ei välttämättä ole ongelmia, olisi järkevää selvittää maanvaraisen perustamisen mahdollisuutta erillisellä selvityksellä. Koerakentamisella voitaisiin varmistua maanvaraisen rakentamisen mahdollisuudesta.

Kokeilemisen arvoisia menetelmiä ovat syvätiivistys pudotustiivistyksenä, vibraustiivistys ja rakennettavien rakennusten alueen ylikuormittaminen merkittävällä, metrejä korkealla ylikuormituksella. Vibraustiivistys voisi tapahtua suurtehoisella vibralla käyttäen esimerkiksi täytön mittaista teräksistä aineputkea. Oikein suunnitellulla instrumentoinnilla saadaan riittävä varmuus maanvaraisen perustamisen mahdollisuudesta.

Todennäköisesti maanvarainen perustaminen kannattaa tehdä massiivilaatalle, jolloin yksittäiset pienialaiset ongelmakohdat täytössä eivät aiheuta rakenteille ongelmia.

Massiivinen kattava laatta koko asuinkorttelin alla voidaan todennäköisesti huomioida alueelle mahdollisesti jätettävien pilaantuneiden maiden vaikutuksen riskiarvioinnissa edullisesti.

Samoin oikeaan korkeuteen sijoitettuna massiivilaatta voi toimia myös tulva-
korkeuden alapuolelle sijoittuvan pysäköintilaitoksen pohjana.

5. Pilaantuneiden maiden, sedimenttien ja saven sijoittaminen alueelle

Pilaantuneiden sedimenttien loppusijoitus tehdään ympäristöluvan mukaisesti. Stabiiloituja sedimenttejä voidaan sijoittaa esimerkiksi tulevan helikopterikentän täyttöihin. Helikopterikentälle on tulossa vain kopteriliikennettä palveleva terminaalirakennus; muuten kenttä toimii liikenne- ja pysäköintipaikkana. Mikäli sedimenttien sijoittaminen voidaan suunnitella merivesipinnan alle, alueelta on löydettävissä sijoituspaikka melko suurelle määrälle sedimenttejä.

Täyttöjen luiska-alueilla ja vedenalaisen täytön osalla voidaan harkita savi-massojen stabilointia paikoilleen. Erityisesti mikäli stabiloimalla voidaan jättää myös pilaantuneet sedimentit louhetäytön sisään, on menetelmä taloudellisesti järkevä vaihtoehto. Tiedossa ei ole, että vedenalaista stabilointia olisi vastaavissa olosuhteissa tehty, mutta toimiva menetelmä on todennäköisesti koerakentamalla löydettävissä. Erityisesti helikopteriliikenteen nousu- ja las-kusektorien takia tehtävä suojatäyttö on täyttöä, jolla ei ole merkittävästi muita vaatimuksia kuin riittävä stabiliteetti.

Ruoppausmassojen minimointi ja/tai hyötykäyttö helikopterikentän täytöissä tulisi selvittää esim. koerakennusprojektin avulla. Koska penkereen painumat-
tomuudelle voidaan asettaa lievemmat raja-arvot, tulee kysymykseen myös stabiloidun saven käyttö penkereen sydänosassa tai jopa sydänosan alle jää-vän savimassan stabilointi paikalleen vedenalaisena työnä. Ulkomailla on ve-
denalaisesta stabiloinnista kokemusta ainakin muilla kuin savimailla.

6. Lisäpohjatutkimukset

Alueilla, missä on korkea täyttö ja vieressä ruopataan, on alustavasti lasken-nallisesti havaittu olevan riittämätön stabiliteetti. Koska laskentaparametrit on jouduttu arvioimaan kairausten perusteella, tulisi ne varmistaa parametrien määrittämisellä in situ tai laboratoriossa. Määritys on haasteellista, mutta sillä voi olla vältettävissä liukupinnan syntymisen estävien paalutusten tai ponti-tusten rakentaminen.

7. Rantarakenteen ja paalutuksen yhdistäminen

Siellä, missä lisätutkimusten perusteella on tunnistettavissa stabiliteettion-gelma asuntokylän vesialtaan tai pienvenesataman suuntaan, on lisättävä stabiliteettia esimerkiksi liukupinnan katkaisevalla tukiseinällä. Koska vesial-taiden ja pienvenesataman rantarakenteet on suunniteltu tehtäväksi reuna-muureina, olisi hyödyllistä selvittää, millä tavoin rantarakenne ja stabiliteetin vuoksi vaadittava rakenne voitaisiin yhdistää. Rakenne voisi olla esimerkiksi teräksisistä pora- tai lyöntipaaluista rakennettu seinä, jonka yläosaan kiinnite-tään teräsbetonisia kuorielementtejä ja valetaan yläosa lopuksi yhtenäiseksi. Reunamuuri voidaan pinnoittaa halutulla materiaalilla, esim. luonnonkivillä. Paalutus voisi toimia samalla myös rakennuksen perustuksena.

Stabiliteettia voidaan parantaa myös tekemällä vesialtaan kohdalle ruoppaa-malla massanvaihto louheella saven alapintaan, noin tasolle -10.

FCG Finnish Consulting Group Oy

Hyväksynyt:



Matti Honkaniemi
Johtava asiantuntija, DI

Laatinut:



Harri Vehmas
projektipäällikkö, DI

LÄHTEET

Helsingin maaperäkartta, geotekninen kartta, 1988

Hernesaaren osayleiskaava-alue, Maaperän haitta-ainetutkimusten yhteenveto ja alustava riskinarviointi, FCG Finnish Consulting Group Oy, 1.12.2010

Hernesaaren osayleiskaava-alueen alustava täyttö- ja pohjarakennussuunnitelma, FCG Finnish Consulting Group Oy, 2008

Hernesaaren osayleiskaava-alueen sedimenttitutkimukset, tutkimusraportti, FCG Finnish Consulting Group Oy, 9.4.2010

Hernesaaren osayleiskaava-alueen täydentävät sedimenttitutkimukset, 2011

Hernesaaren osayleiskaava-alueen täydentävät sedimenttitutkimukset, 2011

Länsisataman haraus- ja vedensyvyystiedot, Helsingin sataman tekniikkaosasto, 23.7.2010

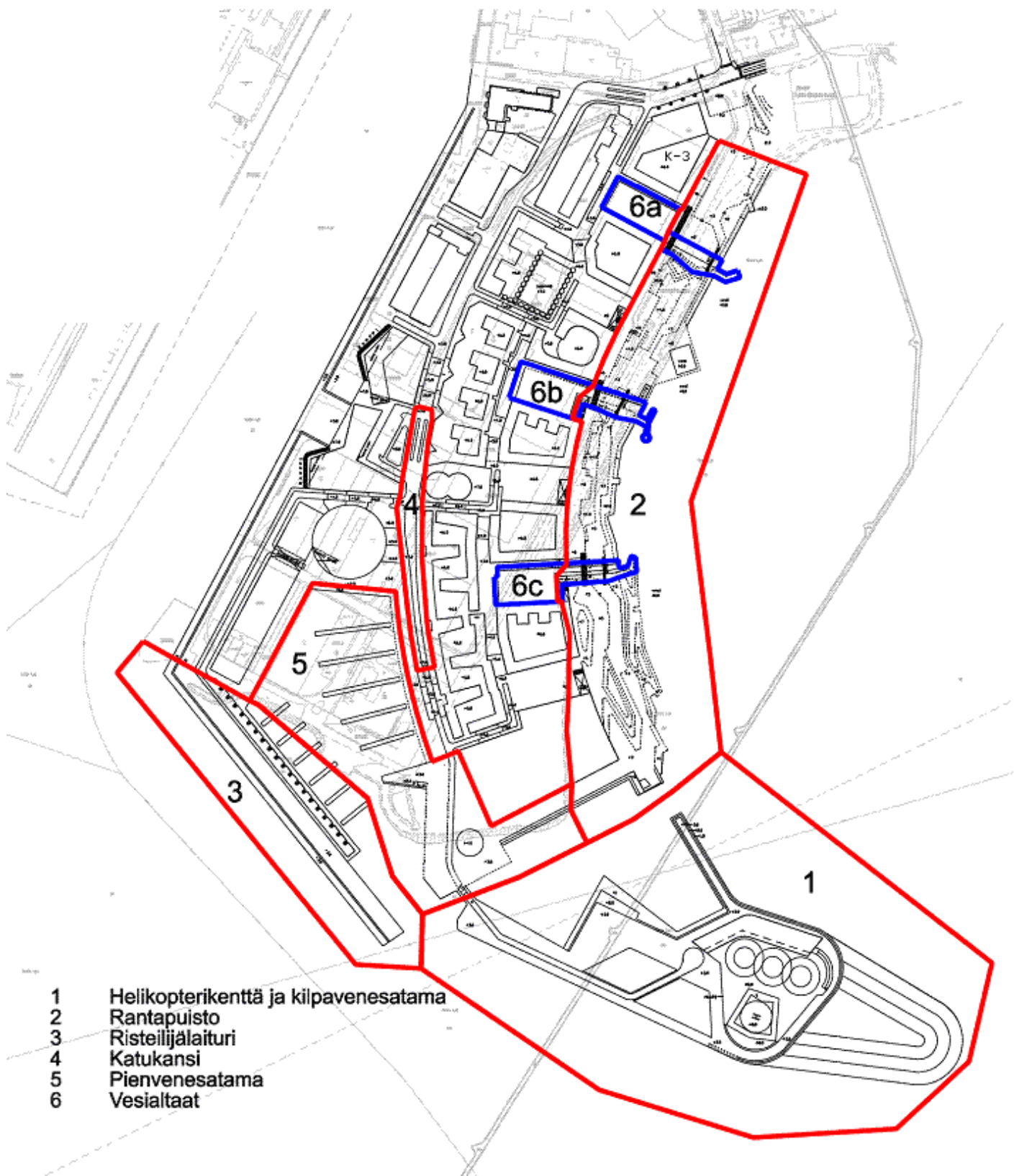
Maankäyttömalli, Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto, 6/2011

Munkkisaari-Hernesaari, Täytöt ja pengerrykset, Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto, 20.9.1988

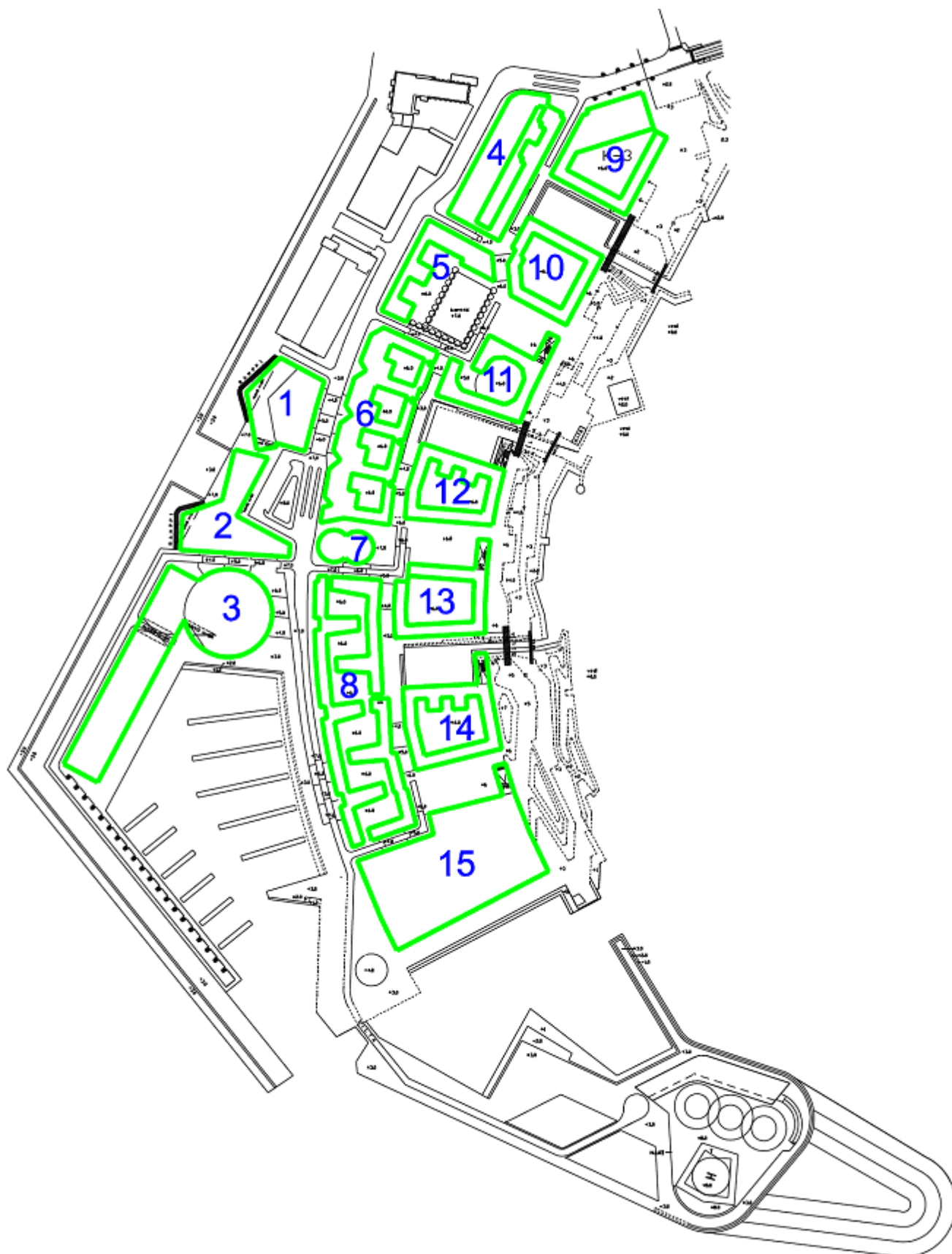
<http://www.adactive.fi/asiakkaat/jatkasaari/>

<http://ksv.hel.fi/fi/projektisivu/hernesaari/hernesaari>

Liite 1 Tekstiosassa ja määrälaskelmissa käytetty aluejako

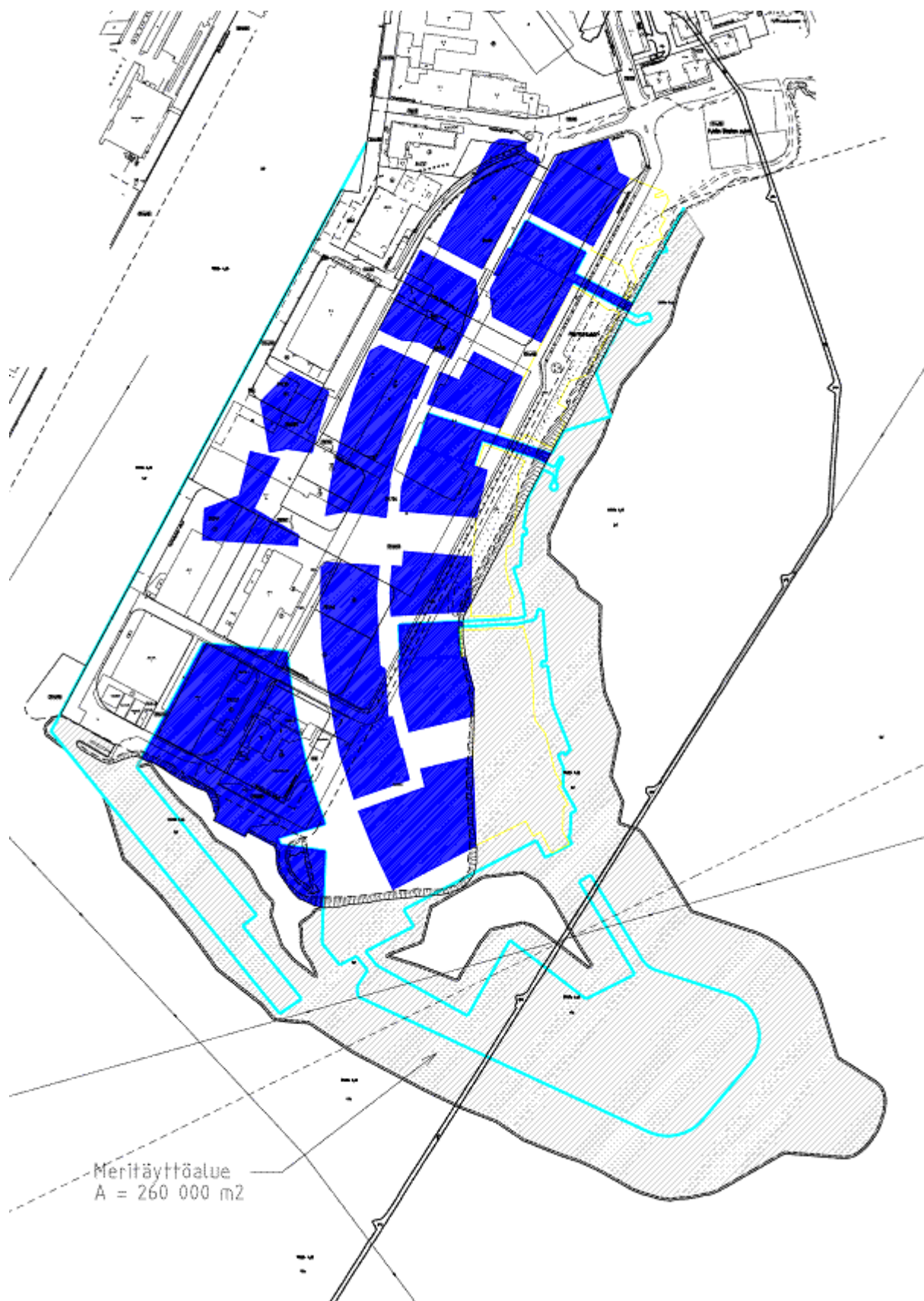


Liite 2 Korttelinumerointi

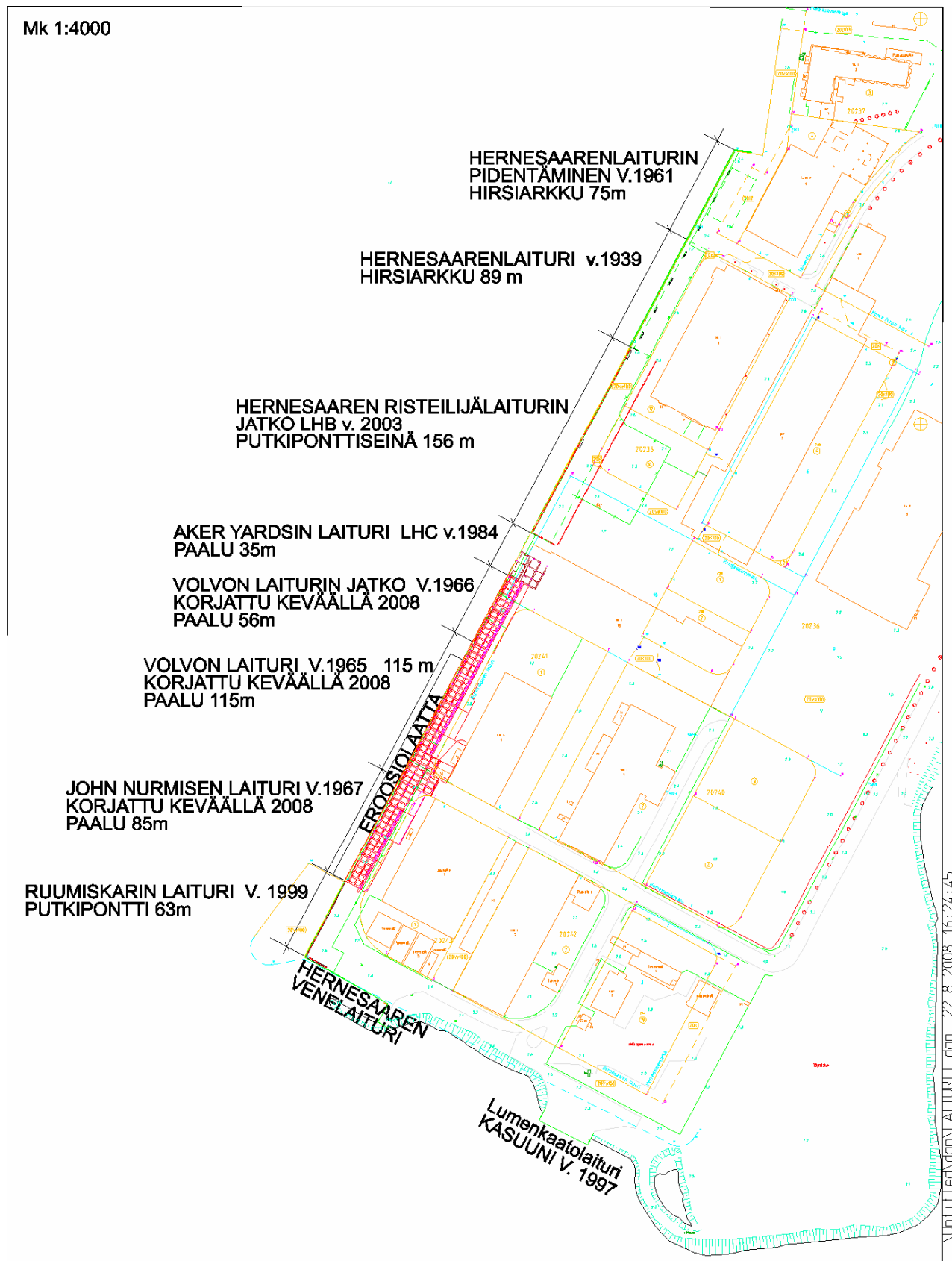


Liite 3 Kaivut ja täytöt

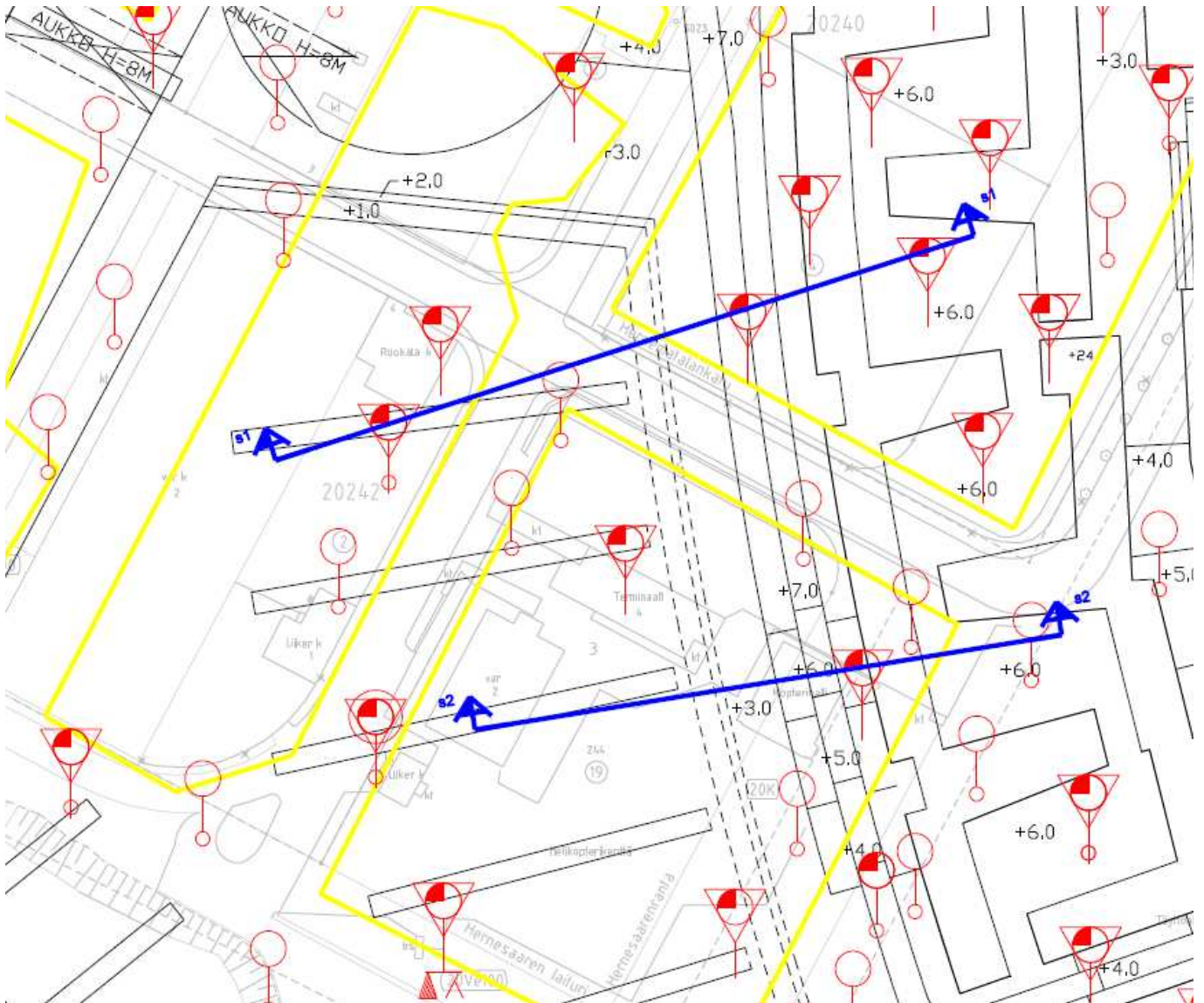
Kaivu sinisellä, rasteroimaton maa-alue täytetään. Kaivutaso on asuinkortteleiden kohdalla +1,0, kun pysäköintihallit tehdään 1-kerroksisina.



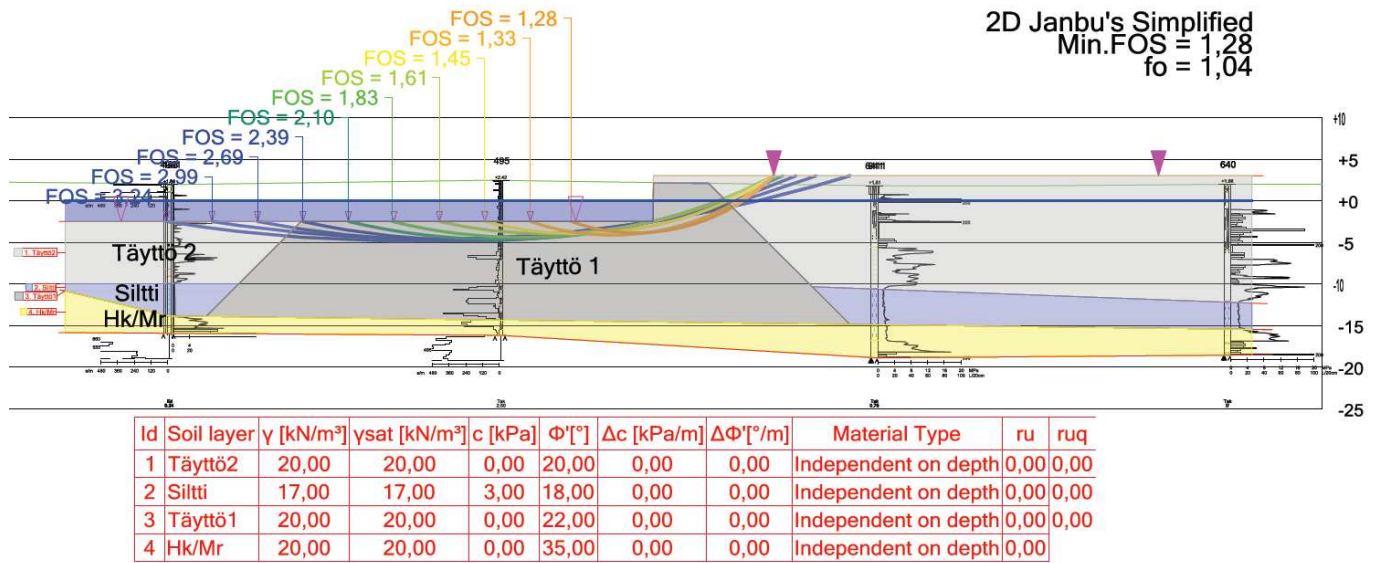
Liite 4 Hernesaaren laitureiden rakentamisajankohdat ja tyypit



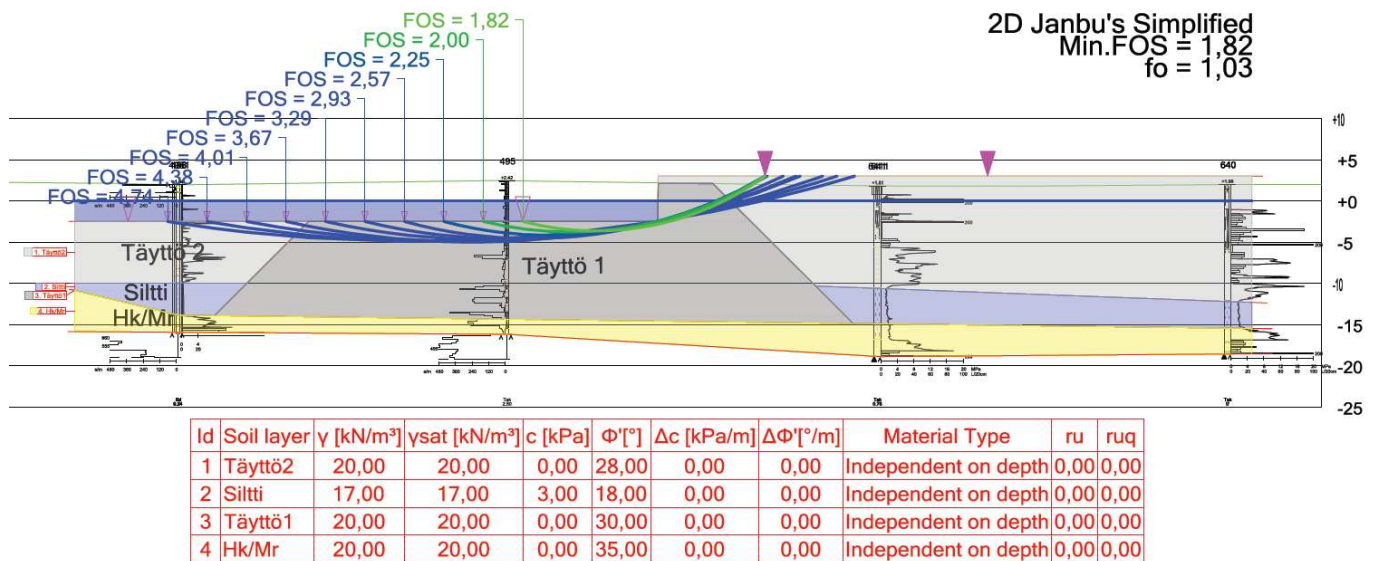
Liite 5 Pienvenesataman stabiliteetti



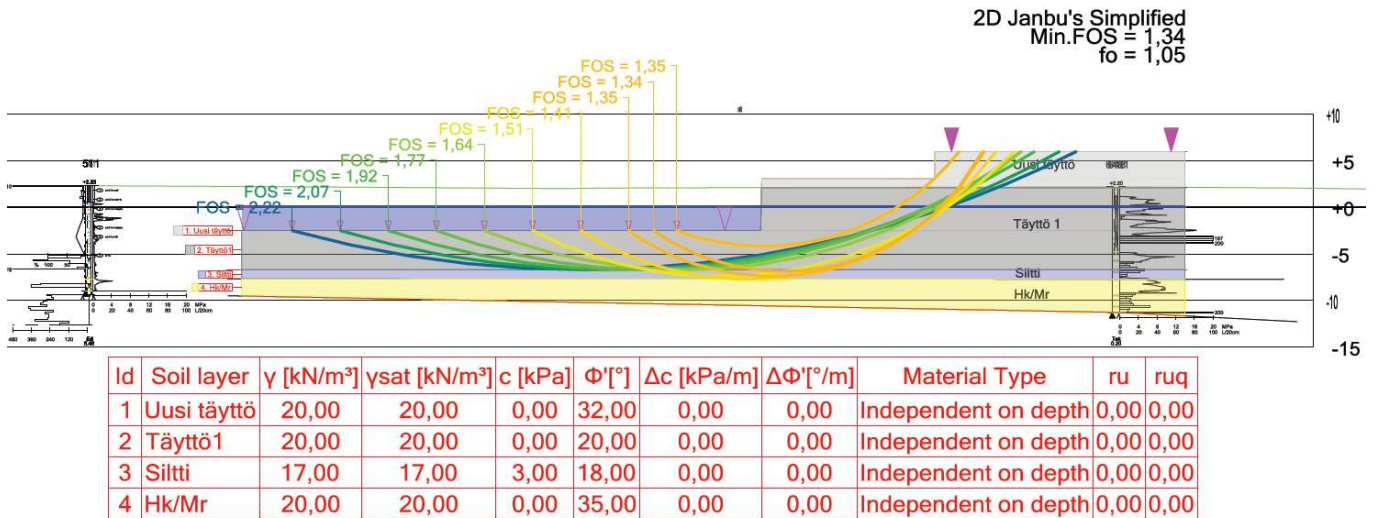
Kuva A. Leikkaukset, joiden kohdalta stabiliteetti on laskettu. Kuvassa keltaisella vanhojen täyttöalaiden reunat, harmaalla nykytilanne ja mustalla uusi suunnitelma. Leikkauksessa s1 satama-altaan reuna osuu vanhan louhepenkereen kohdalle. Laskentamallissa on oletettu, että louhetäyttö ulottuu kovaan pohjaan asti. Leikkauksessa s2 satama-altaan reuna on vanhan täyttöaltaan kohdalla. Mallissa on oletettu, että täytön alle on jäänyt 1 m paksuinen silttikerros. Molempien leikkausten stabiliteetit on laskettu käyttäen vanhalle "allastäytölle" leikkauskestävyyskulmia 20° ja 28° . Louhetäytön leikkauskestävyyskulma on oletettu 2° suuremmaksi kuin "allastäytön".



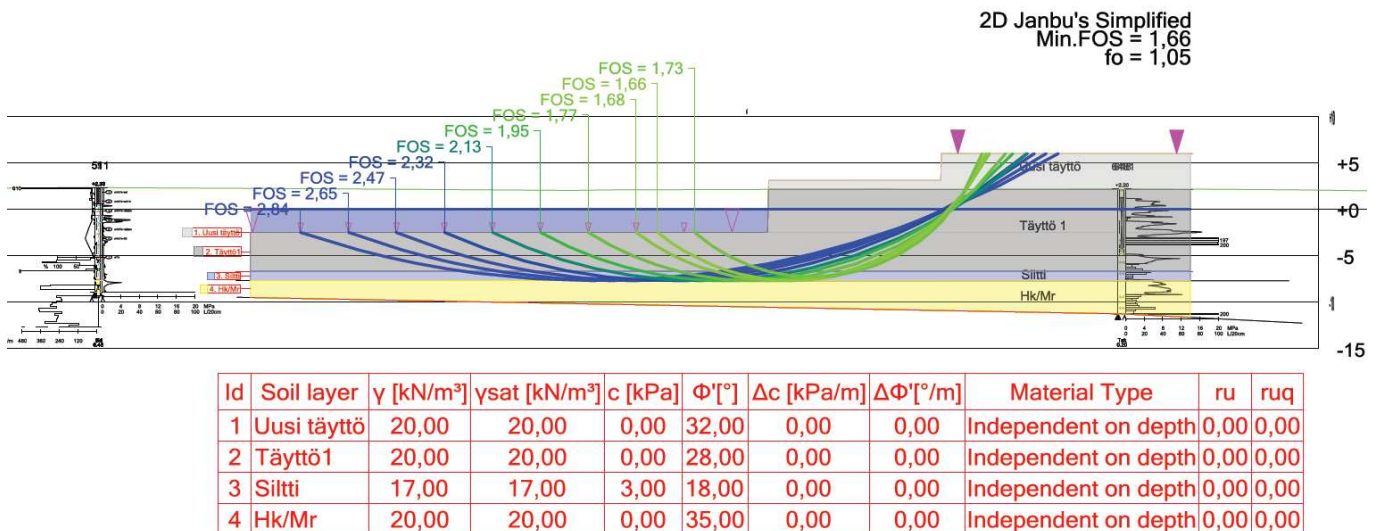
Leikkaus s1. Vanhan täytön leikkauskestävyyskulma $\varphi = 20^\circ$, $F = 1,28$



Leikkaus s1. Vanhan täytön leikkauskestävyyskulma $\varphi = 28^\circ$, $F = 1,82$

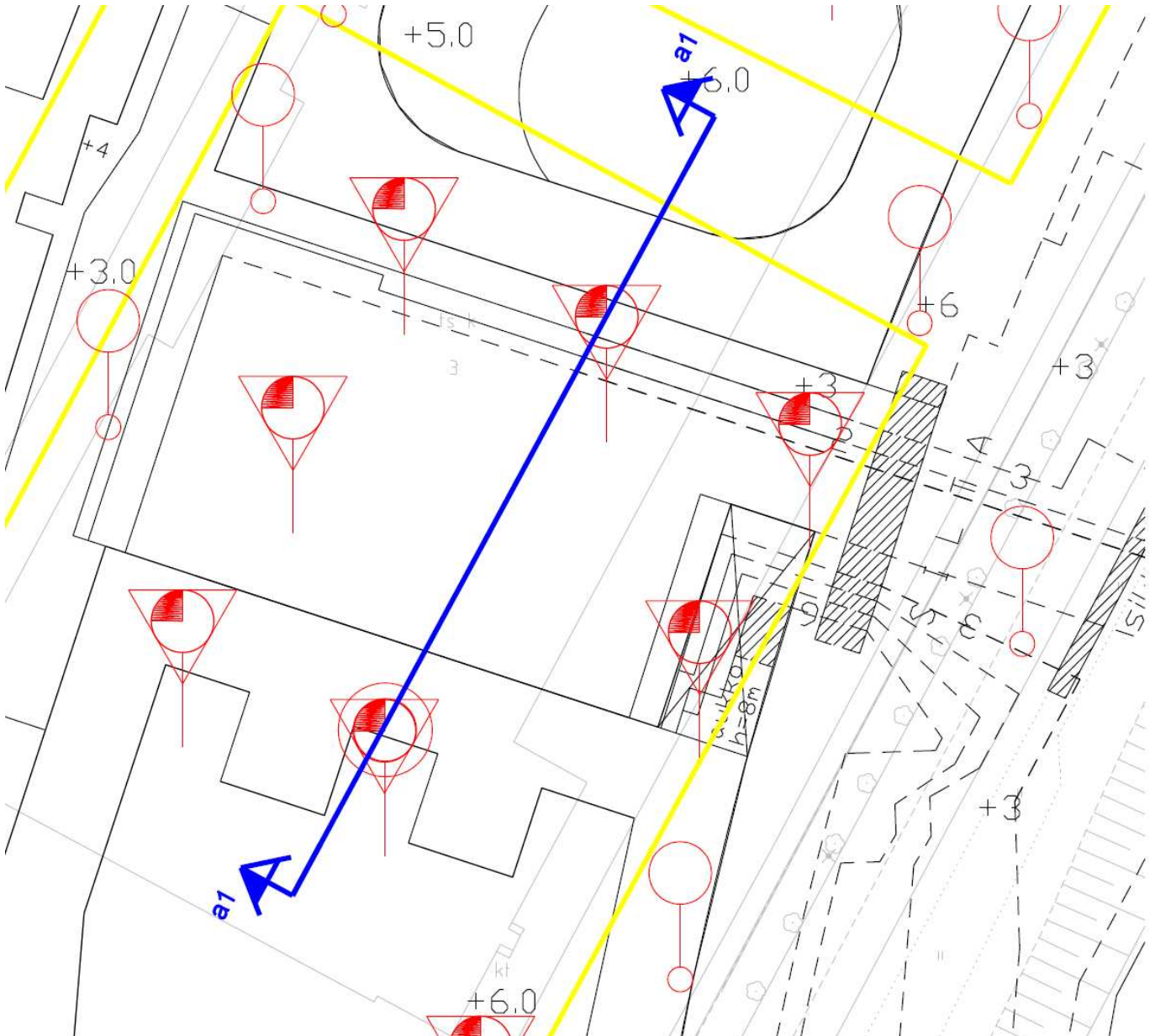


Leikkaus s2. Vanhan täytön leikkauskestävyysskulma $\varphi = 20^\circ$, $F = 1,34$. Liukupinnat hakeutuvat silt-tikerrokseen.

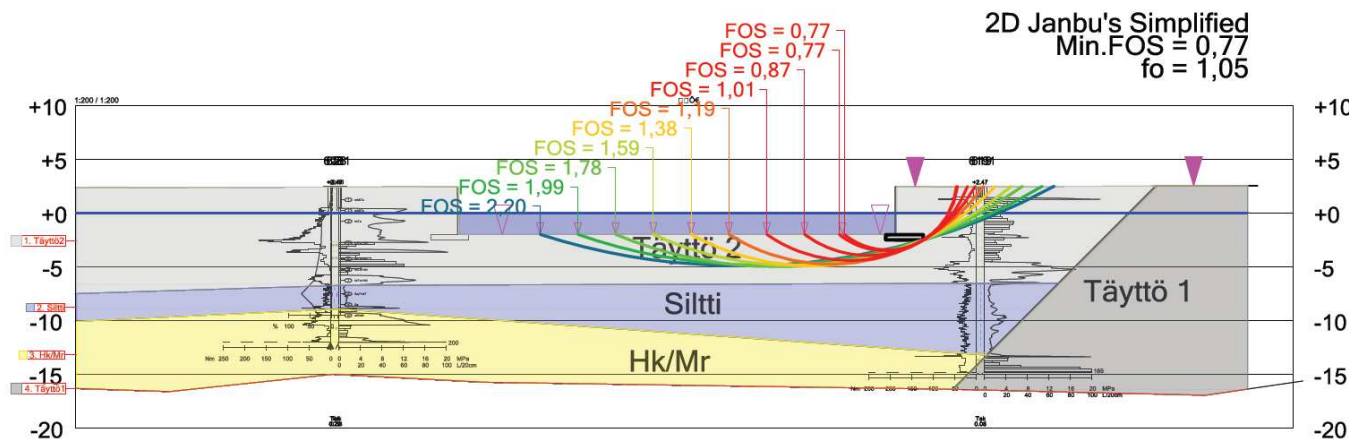


Leikkaus s2. Vanhan täytön leikkauskestävyysskulma $\varphi = 28^\circ$, $F = 1,66$. Liukupinnat hakeutuvat silt-tikerrokseen.

Liite 6 Keskimmäisen vesialtaan stabiliteetti

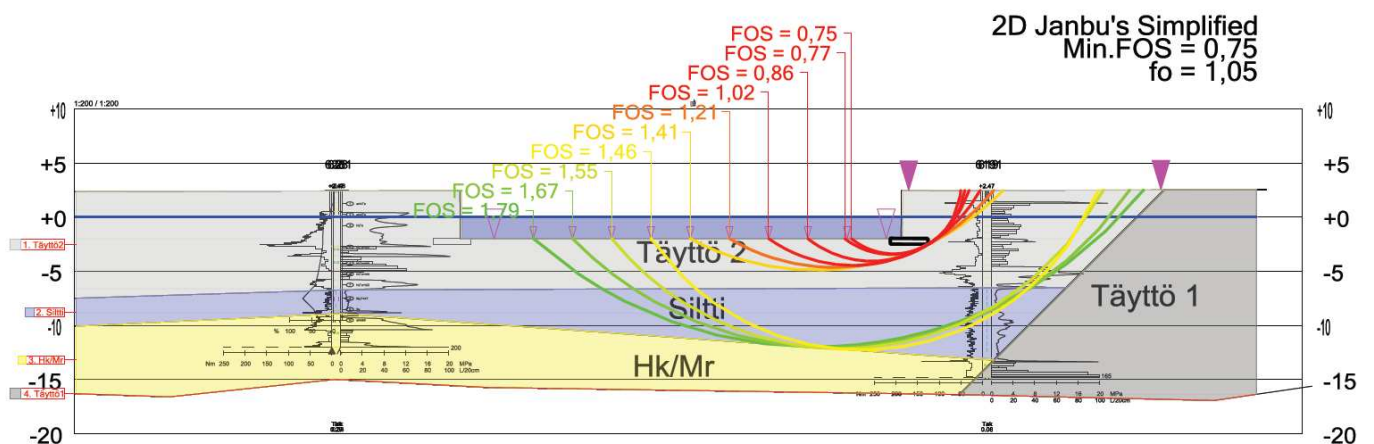


Kuva B. Leikkaus, jonka kohdalta stabiliteetti on laskettu. Kuvassa keltaisella vanhojen täyttöaltaiden reunat, harmaalla nykytilanne ja mustalla uusi suunnitelma. Leikkaus osuu vanhan täyttöaltaan kohdalle. Oikeassa reunassa on vanhaa louhepengertä. Laskentamallissa on oletettu, että louhetäyttö ulottuu kovaan pohjaan asti. Stabiliteetti on laskettu käyttäen vanhalla "allastäytölle" leikkauskestävyysskulmia 20° ja 28° . Louhetäytön leikkauskestävyysskulma on oletettu 2° suuremmaksi kuin "allastäytön".



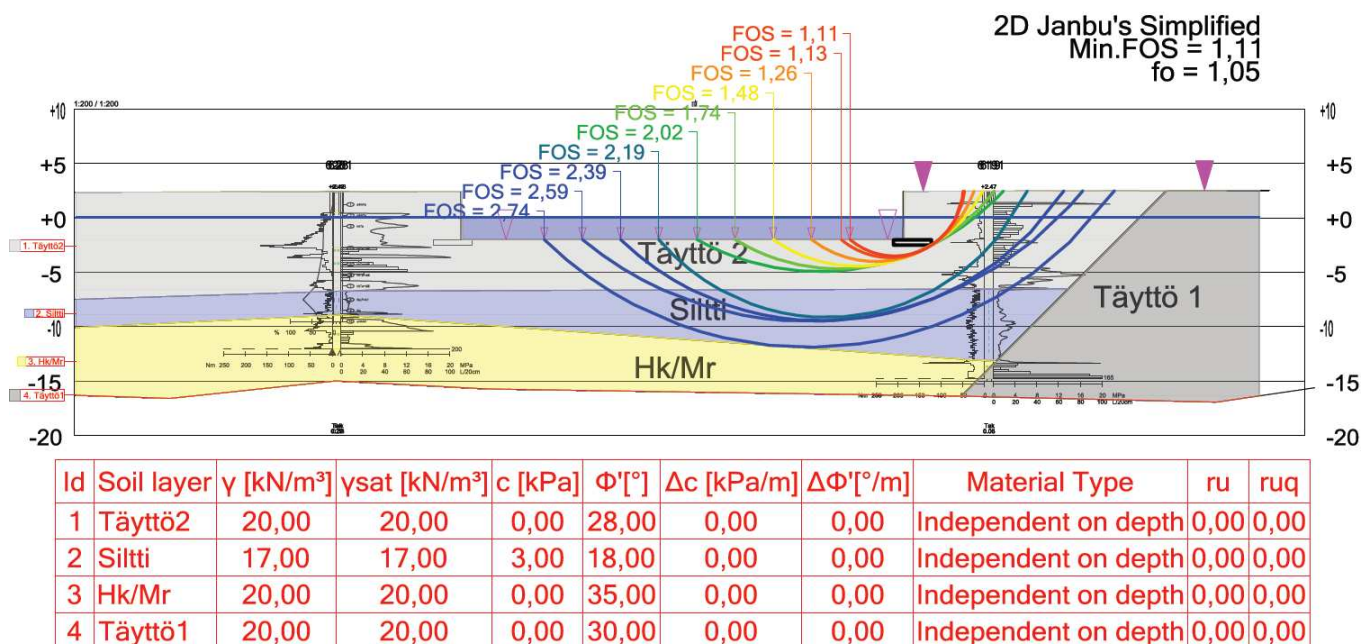
Id	Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	c [kPa]	Φ' [°]	Δc [kPa/m]	$\Delta \Phi'$ [°/m]	Material Type	ru	ruq
1	Täyttö2	20,00	20,00	0,00	20,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00
2	Siltti	17,00	17,00	3,00	18,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00
3	Hk/Mr	20,00	20,00	0,00	35,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00
4	Täyttö1	20,00	20,00	0,00	22,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00

Leikkaus a1, oikea puoli. Vanhan täytön leikkauskestävyysskulma $\varphi = 20^\circ$, $F = 0,77$. Liukupinnat ha-
keutuvat täyttökerrokseen. ($c-\varphi$ -menetelmä)

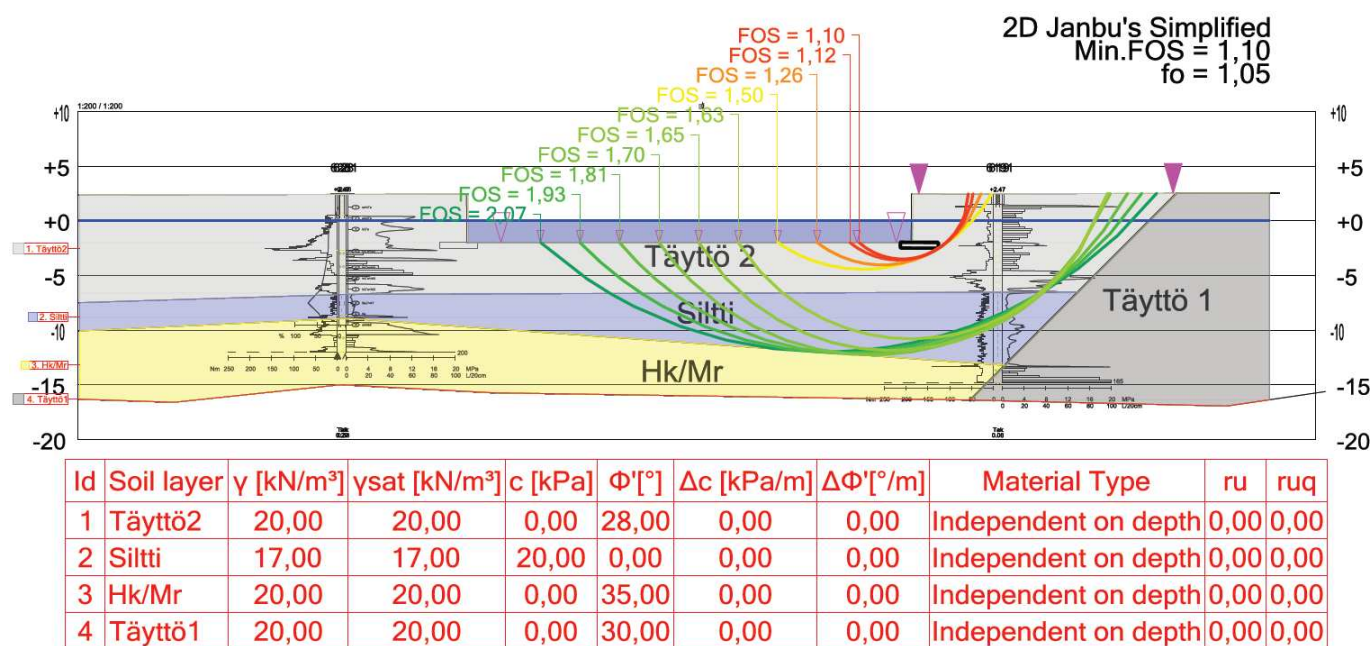


Id	Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	c [kPa]	Φ' [°]	Δc [kPa/m]	$\Delta \Phi'$ [°/m]	Material Type	ru	ruq
1	Täyttö2	20,00	20,00	0,00	20,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00
2	Siltti	17,00	17,00	20,00	0,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00
3	Hk/Mr	20,00	20,00	0,00	35,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00
4	Täyttö1	20,00	20,00	0,00	22,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00

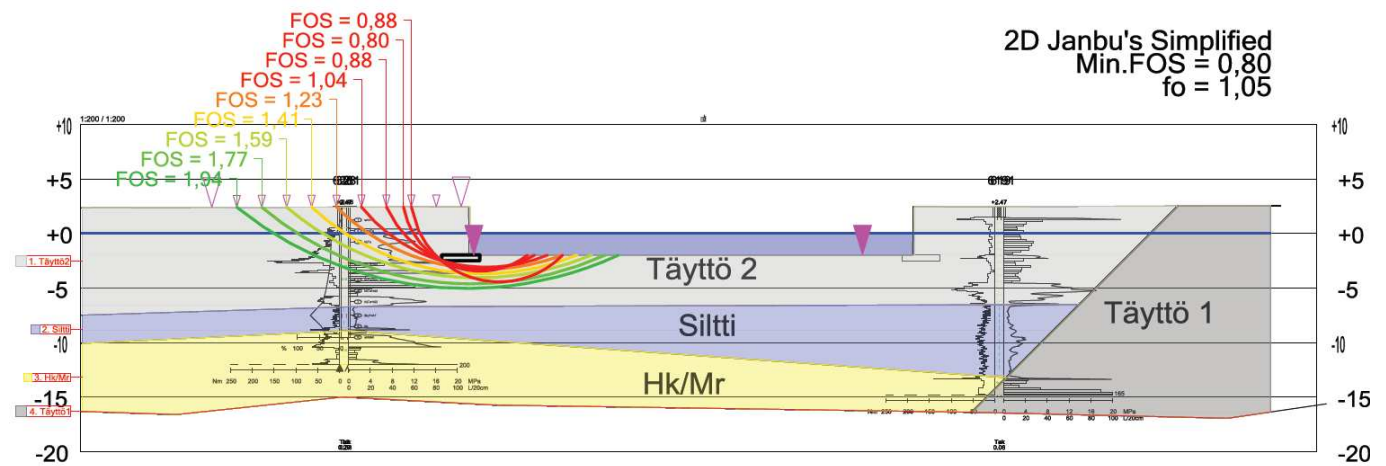
Leikkaus a1, oikea puoli. Vanhan täytön leikkauskestävyysskulma $\varphi = 20^\circ$, $F = 0,75$.
($\varphi=0$ -menetelmä)



Leikkaus a1, oikea puoli. Vanhan täytön leikkauskestävyyskulma $\varphi = 28^\circ$, $F = 1,11$. Vaarallisimmat liukupinnat hakeutuvat täyttökerrokseen. ($c-\varphi$ -menetelmä)

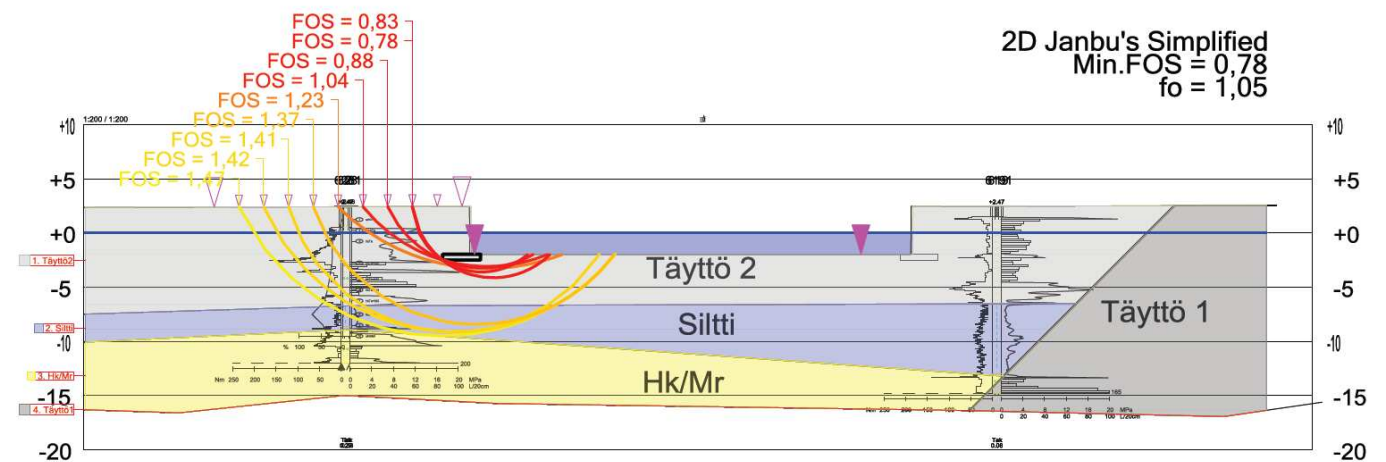


Leikkaus a1, oikea puoli. Vanhan täytön leikkauskestävyyskulma $\varphi = 28^\circ$, $F = 1,10$. Vaarallisimmat liukupinnat hakeutuvat täyttökerrokseen. ($\varphi=0$ -menetelmä)



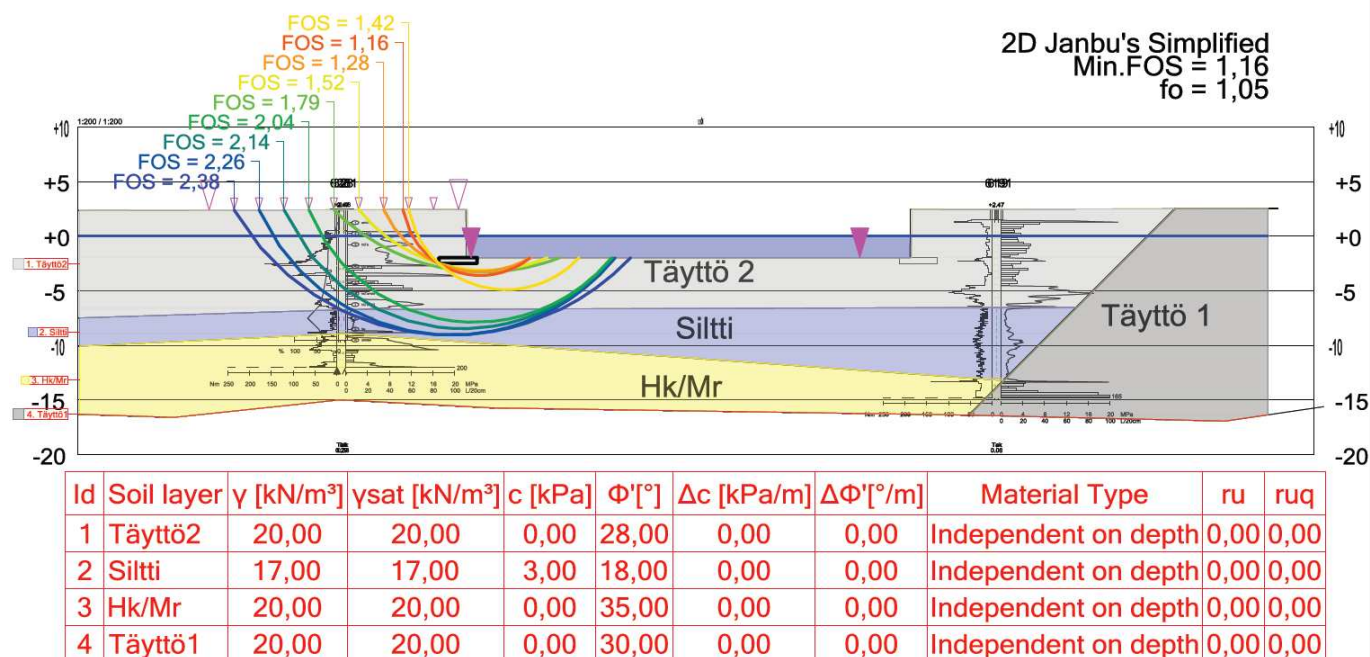
Id	Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	c [kPa]	Φ [°]	Δc [kPa/m]	$\Delta \Phi$ [°/m]	Material Type	ru	ruq
1	Täyttö2	20,00	20,00	0,00	20,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00
2	Siltti	17,00	17,00	3,00	18,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00
3	Hk/Mr	20,00	20,00	0,00	35,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00
4	Täyttö1	20,00	20,00	0,00	22,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00

Leikkaus a1, vasen puoli. Vanhan täytön leikkauskestävyysskulma $\varphi = 20^\circ$, $F = 0,80$. Vaarallisimmat liukupinnat hakeutuvat täyttökerrokseen. ($c-\varphi$ -menetelmä)

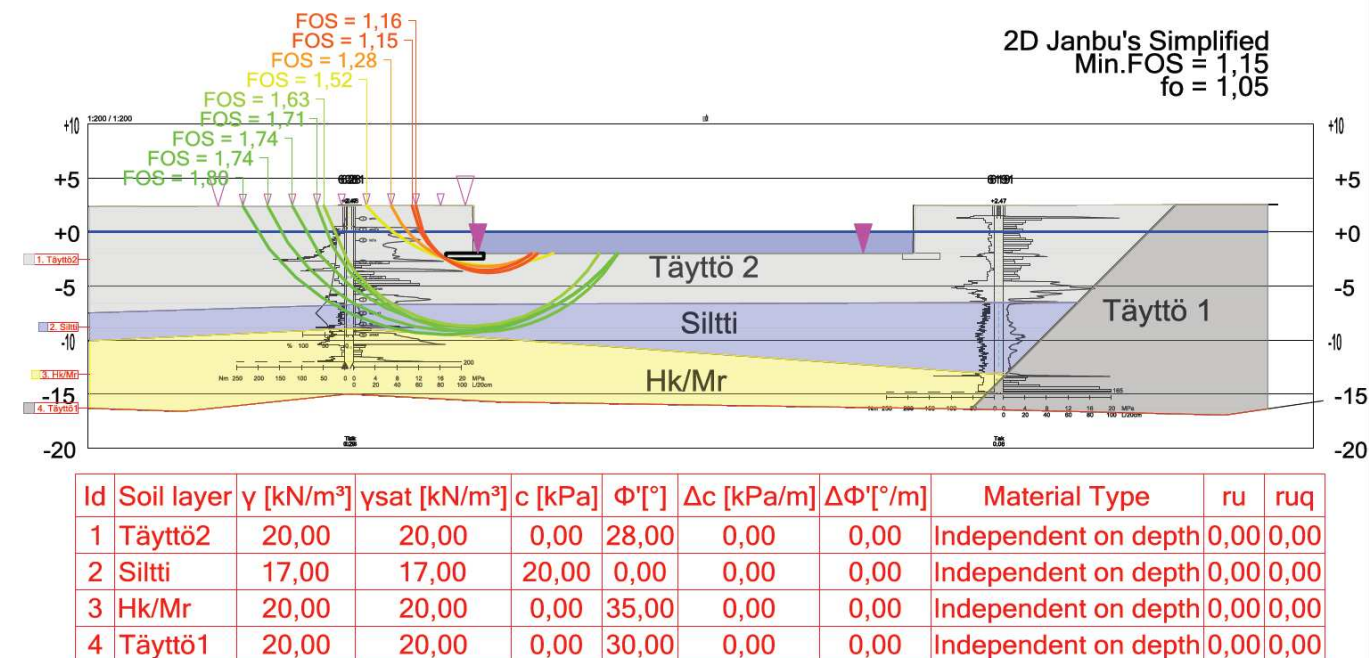


Id	Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	c [kPa]	Φ [°]	Δc [kPa/m]	$\Delta \Phi$ [°/m]	Material Type	ru	ruq
1	Täyttö2	20,00	20,00	0,00	20,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00
2	Siltti	17,00	17,00	20,00	0,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00
3	Hk/Mr	20,00	20,00	0,00	35,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00
4	Täyttö1	20,00	20,00	0,00	22,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00

Leikkaus a1, vasen puoli. Vanhan täytön leikkauskestävyysskulma $\varphi = 20^\circ$, $F = 0,78$. Vaarallisimmat liukupinnat hakeutuvat täyttökerrokseen. ($\varphi=0$ -menetelmä)



Leikkaus a1, vasen puoli. Vanhan täytön leikkauskestävyyskulma $\varphi = 28^\circ$, $F = 1,16$. Vaarallisimmat liukupinnat hakeutuvat täyttökerrokseen. ($c-\varphi$ -menetelmä)



Leikkaus a1, vasen puoli. Vanhan täytön leikkauskestävyyskulma $\varphi = 28^\circ$, $F = 1,15$. Vaarallisimmat liukupinnat hakeutuvat täyttökerrokseen. ($c-\varphi$ -menetelmä)

Liite 7 Hernesaaren täytöt ja pengerrykset

