
Östersundomin yleiskaava

Massojenhallintaohjelma



Anton Palolahti, Jussi Pesonen, Eeva Vahtera

1.1

20.10.2012

The logo for SITO, consisting of a stylized blue 'S' symbol followed by the word 'SITO' in a bold, blue, sans-serif font.

SISÄLTÖ

1	YLEISTÄ	3
1.1	Toimeksianto	3
1.2	Selvityksen tavoite	3
2	EKOTEHOKAS MAANRAKENTAMINEN	3
2.1	Maanrakentamisen ekotehokkuuden ja kestäväen kehityksen määritelmä	3
2.2	Maanrakentamisen ekotehokkuuteen vaikuttavat tekijät	4
2.3	Ekotehokkuuden arviointi	5
2.4	Kaavoituksen merkittävyys aluerakennushankkeen massahallinnan kannalta	6
2.5	Yhteiskunta ja lainsäädäntö	6
3	ALUEEN KUVAUS	8
4	MASSAHALLINTA	11
4.1	Laskentamalli	11
4.2	Massatalous	13
4.3	Massahallinta	17
4.4	Massahallinnan epävarmuustekijät	19
5	KUSTANNUS-HYÖTYANALYYSI	21
6	YHTEENVETO	25

Liitteet

Kartat

Liite 1	Aluejakokartta
Liite 2	Rakennettavat alueet
Liite 3	Rakennettavuuskartta
Liite 4	Massatalouskartta
Liite 5	Massahallintakartta, keskitetty toiminta
Liite 6	Esirakennettavat alueet

Taulukot

Liite 7	Massalaskentataulukko
Liite 8	Esirakennuslaskentataulukko

TÄSSÄ RAPORTISSA KÄYTETTYJÄ KÄSITTEITÄ

Kaivumassa	Rakentamisen yhteydessä kaivettava, siirrettävä tai muualle kuljetettava maa- tai kiviaines.
Maa- ja kiviaines- huolto	Maa- ja kiviainestuotannon ja piilovirtojen käsittelyn turvaamiseksi varatut määrälliset ja laadulliset alueet, kestäväkehitys sekä toiminnan jatkuvuus.
Piilovirta	Kaivumaat, jotka on otettu luonnosta ja käytetty lopputuotteen valmistuksessa, mutta eivät näy itse tuotteessa Piilovirtoja ei tilastoida.
Ylijäämämaa	Puhtaat kaivumaat, joille ei ole käyttöä syntykohteessa. Ylijäämämaat käytetään hyödyksi muualla rakennettaessa tai kuljetetaan maankaatopaikoille läjitettäväksi.
m3rtr	Rakenneteoreettinen kuutiomäärä
m3ktr	Kiintoteoreettinen kuutiomäärä

1 Yleistä

1.1 Toimeksianto

Sito on laatinut Östersundomin yleiskaava-alueen massojenhallintaohjelman Helsingin kaupungin toimeksiannosta. Sitossa työstä ovat vastanneet DI Anton Palo-lahti, DI Eeva Vahtera ja RI Jussi Pesonen. Tilaajan edustajana on työssä toiminut Pekka Leivo kaupunkisuunnitteluvirastosta.

1.2 Selvityksen tavoite

Selvityksen tarkoituksena on ollut määrittää Östersundomin yleiskaava-alueen rakentamisessa syntyvien ja tarvittavien uusiutumattomien luonnonvarojen (maa- ja kiviainesmateriaalien) määrää ja niiden alueellista jakautumista. Lisäksi tavoitteena oli määrittää ja ehdottaa tarvittavat toimenpiteet luonnonvarojen käytön omavaraisuuden saavuttamiseksi. Selvitys täydentyy ja tarkentuu kaavoituksen, suunnittelun ja toteutusaikataulun tarkentuessa.

Massalaskenta ja –hallinta perustuu yhteiseen yleiskaavaluonnokseen B, 9.2.2012, esitettyihin korttelialueisiin sekä aikaisemmin tehtyihin selvityksiin.

Massahallinnan tavoitteena on ekotehokas materiaalikierto ja alueellinen omavaraisuus. Rakentamisessa kulutetaan luonnonvaroja, mutta rakentamisen aikana syntyy myös materiaalivirtoja. Tehokas materiaalikierto tarkoittaa sitä, että materiaali tuotetaan ja käytetään mahdollisimman lähellä syntypaikkaa, materiaalikierrosta poistuu mahdollisimman vähän raaka-ainetta ja materiaali käytetään parhaassa mahdollisessa käyttötarkoituksessa.

Selvityksen kohteena ovat rakentamisen aikana syntyvät kaivumassat sekä tarvittavat materiaalit. Kaivumailla tarkoitetaan rakentamisen aikana syntyviä maa- ja kalliokiviaineksia sekä piilovirtoja (ylijäämämaita). Rakentamisessa tarvittavat materiaalit ovat vastaavasti sellaisenaan rakentamiseen kelpaavat kaivumassat, seulomalla tai murskaamalla jalostetut kiviainekset tai kasvukerrokset.

Selvityksessä ei ole tarkasteltu pilaantuneita maita tai rakentamisessa tarvittavia kovakiviä, joita ovat mm. asfaltti-, betoni- tai raidesepeleli.

2 Ekotehokas maanrakentaminen

2.1 Maanrakentamisen ekotehokkuuden ja kestävän kehityksen määritelmä

Ekotehokkaalla maanrakentamisella tavoitellaan ympäristökuormitusten kokonaisvaltaista vähentämistä pyrkimällä samanaikaisesti tuottamaan kustannussäästöjä ja kilpailuetua. Ekotehokkuuden määritelmälle ei ole olemassa standardia ja siten käsitettä voidaan tulkita monin eri tavoin.

Tässä yhteydessä ekotehokkuudella tarkoitetaan tehokasta uusiutumattomien luonnonvarojen massojenhallintaa. Mittaaminen tehdään luonnonvarojen syntymisen (rakentamisen aikana louhittavat, kaivettavat ja siirrettävät kaivumassat) sekä kulutuksen (rakentamisessa tarvittavat materiaalit) osalta maapinta-alaa kohti. Esi-rakentamisen osalta tarkastelua on tehty myös vertaamalla vaihtoehtoisten pohjanvahvistustekniikoiden kustannuksia ja massataloutta perinteisimpiin menetelmiin.

Energia- ja luonnonvarojen kulutus on tässä yhteydessä rajattu koskemaan uusiutumattomia luonnonvaroja halutun lopputuloksen saavuttamiseksi tarvittavien massansiirtojen näkökulmasta. Käytännössä aluerakentamishankkeen ekotehokkuuteen liittyy useita muitakin näkökulmia, mutta tässä tarkastelussa pyritään keskittymään massahallinnan osalta ydinkysymyksiin.

Rakennussuunnitelmien tulisi toteuttaa useita tavoitteita. Yleiskaavan perusteella pääkaduille ja rakentamiseen varatuilla korttelialueille on osoitettu likimääräinen sijoituspaikka, asemakaavan perusteella suunnitellaan ja toteutetaan maanrakennustyöt siten, että saavutetaan mahdollisimman hyvä massatasapaino sekä massojen hallinta.

Ekotehokkaan infrarakentamisen tunnuspiirteitä ovat mm. /Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 49/2007/:

- maaperän järkevä käyttö
- maa-ainesten säästeliäs käyttö
- rakenteiden ja materiaalien tuottamisen kustannustehokkuus ja suhteellisen alhaiset ympäristöön kohdistuvat paineet (energian käyttö, kuljetusmatkat, tärkeät pohjavesialueet)
- rakenteiden ja niiden osien turvallisuus, pitkäikäisyys ja huollettavuus sekä vähäinen ennakoimattoman vaurioitumisen riski
- rakenteiden ja niiden osien uusiokäytettävyys
- rakenteiden kokeminen arvokkaina, miellyttävinä ja maisemaan sopivina

2.2 Maanrakentamisen ekotehokkuuteen vaikuttavat tekijät

Kiviaineshuollolla on suuri merkitys yhteiskunnan infrastruktuurin toimivuudelle. Uusiutumattomien luonnonvarojen (kivi- ja maa-ainekset) kulutus Suomessa on noin 120 milj. tonnia vuodessa eli noin 20 tonnia henkilöä kohden. Tonneilla mitattuna kiviainesteollisuus on Suomen suurin teollisuuden ala, eikä laajamittaista kiviaineksen käyttöä voida korvata millään muulla materiaalilla.

Luonnonvarojen käytön suhteellinen osuus infrarakentamisessa on selvästi suurempi kuin muiden ympäristövaikutusten. Arvion mukaan tien-, kadun ja ratarakentaminen aiheuttaa noin 1 %:n osuuden Suomen uusiutumattoman energian kuluksista ja hiilen, rikin ja typen oksidien päästöistä.

Ympäristökuormitukseen voidaan vaikuttaa vähentämällä uusiutumattomien luonnonvarojen käyttöä sekä niihin liittyviä liikennepäästöjä eli kuljetusmatkoja.

Ylijäämämaa- ja -kiviainesten hyödyntämisen elinkaaritarkastelut osoittavat, että ylijäämäkiven jalostaminen murskaamalla on tapahtumana yhtä tehokasta tai tehotonta kuin muukin murskaustoiminta. Säästöjä voidaan saavuttaa kuljetusmatkojen pienentymisellä, jos murskaus tapahtuu lähellä käyttökohdetta eikä ylijäämäkivelle ole osoitettua tarkoituksen mukaista käyttökohdetta ilman jalostamista.

Ympäristökuormitukseen vaikuttaa merkittävästi myös piilovirtojen syntyminen. Tässä yhteydessä piilovirroilla tarkoitetaan rakentamisen yhteydessä syntyneitä tarpeetonta ylijäämämaata. Piilovirrat ovat luonnonvaroja, jotka syntyvät lopputuotteen eli talon- tai tierakentamisessa, mutta jotka eivät ole mukana lopputuotteessa.

Tarpeetonta ylijäämämaata syntyy muun muassa:

- käyttö- tai ottokohteiden puuttuessa
 - tasapainoton massatalous
- suunnitelma- ja rakennustarkkuuden sekä työvirheiden vuoksi
 - lähtötietojen puutteellisuus
 - suunnitelmien epätarkkuus
 - rakennusaikaiset virheet
- laadun vuoksi
 - kaivumassa on sellaisenaan vaikeasti hyödynnettävissä rakentamisessa

Ekotehokkuuteen vaikuttava tekijä on myös massatuotantoon käytetty pinta-ala eli maaperän säästeliäs käyttö. Rakennettaessa hyvin kantaville ja merkittäviä luonnonvaroja sisältäville kallioalueille tulee arvioida tuotettu raaka-ainevaranto pinta-alaa kohden. Kallio ja siitä jalostettava murske muodostaa merkittävimmän infra-alan raaka-ainetuotantolähteen. Rakentaminen peittää alleen mahdollisen raaka-ainevarannon ja ohjaa kiviainestuotantoa usein kuljetusmatkaltaan kaukaisempiin raaka-aineen hankintakohteeseen.

Rakennettaessa alaville ja heikosti kantaville maille, maaperän säästeliäs käyttö tarkoittaa tehokasta ja tiivistä rakennuskantaa hyvien liikenneyhteyksien päässä. Alavien pehmeikköalueiden pinta-alaa kohden tarvittava taloudellinen ja materiaallinen panostus on merkittävä, jolloin panostuksen ekotehokkuus on perusteltavissa muilla tekijöillä kuin massahallinnan tehokkuudella.

Maanrakentamisen massahallinnan ekotehokkuuteen vaikuttavat tekijät ovat:

- Materiaali käytetään parhaassa mahdollisessa käyttötarkoituksessa
- Lyhyet kuljetusmatkat
- Käytön minimointi
- Ekologisen jalanjäljen minimointi (tuotantoon käytetyn pinta-alan minimointi tai rakennuskannan sijoittaminen rakentamiselle edulliselle paikalle)
- Ympäristökuormituksen minimointi (kuljetusmatkojen ja ylijäämämaan vähentäminen)

2.3 Ekotehokkuuden arviointi

Maanrakentamisen tai luonnonvarojen ekotehokkuuden arviointiin ei ole valmista mallia. Tässä yhteydessä muodostettiin indikaattorit ekotehokkuuden arviointia varten asiantuntijoiden näkemyksen pohjalta.

Arvioinnin perusteeksi valittiin seuraavat indikaattorit:

- Rakentamisen aikana syntyvät kaivumassat lajikkeittain, m³rtr, m³rtr/m²
- Tarvittavat maa- ja kiviainekset lajikkeittain, m³rtr, m³rtr/m²
- Rakentamisen aikana syntyvät piilovirrat (ylijäämämaa), m³rtr, m³rtr/m²
- Rakentamisen aikana tarvittavat jalosteet, m³rtr, m³rtr/m²

Syntyvien ja tarvittavien materiaalien suora erotus ei ole ekotehokkuuden indikaattori, koska rakentamisessa syntyvät materiaalit eivät välttämättä ole laadullisesti sellaisenaan hyödynnettävissä tai niitä syntyy tarpeeseen nähden liikaa, väärässä paikassa tai väärään aikaan.

2.4 Kaavoituksen merkittävyys aluerakennushankkeen massahallinnan kannalta

Kasvukeskuksissa rakentamiseen soveltuvien maiden määrä pienenee jatkuvasti ja perustamisolosuhteet heikkenevät vastaavasti. Östersundomissa on rakentamiseen hyvin kelpaavia alueita, mutta myös perustamisolosuhteiltaan erittäin vaativia alueita.

Rakentamisen kaivutöiden, maanrakentamisen ja kalliolouhinnan yhteydessä muodostuu eri laatuista materiaaleja, jotka kattavat osan kiviaineksen käyttötarpeesta. Ylijäämäainekset on materiaalia, joka on jostain syystä poistettu alkuperäiseltä paikaltaan ja jolle ei ole osoitetta käyttökohdetta.

Kaavoituksessa tulee osoittaa ja varata riittävät alueet kivi- ja maa-aineshuollolle. Niiden osoittamiseksi on selkeä ja perusteltu tarve – sekä ympäristöllinen että taloudellinen.

Kiviaineshuoltoon liittyviä toimintoja voivat olla lyhytaikaiset (rakennusaikaiset), pitkäaikaiset sekä pysyvät toiminnot. Näitä toimintoja ovat mm. välivarastointi, jalostaminen murskaamalla tai seulomalla, maa-ainesten ottaminen ja pysyvä läjittäminen.

Kaavoituksen perusteella määrätään puitteet sekä toimintaedellytykset massataloudelle sekä massojen hallinnalle.

2.5 Yhteiskunta ja lainsäädäntö

Yhteiskunnan ohjaus vaikuttaa koko toiminnan taustalla. Lainsäädäntö sisältää velvoitteita, jotka eri osapuolten on otettava huomioon.

Lupakäytännöt eivät kannusta ylijäämämassojen tehokkaaseen hyödyntämiseen. Kaivumassat ovat lainsäädännön perusteella jätettä ja eriarvoisessa asemassa verrattuna neitseellisiin luonnonvaroihin. Kaivumassojen sekä neitseellisten luonnonvarojen ottamiseen ja käyttöön liittyy useita lainsäädännöllisiä lupamenettelyjä ja -prosesseja. Niille on yhteistä pitkäaikaiset käsittelyajat sekä niihin liittyvät pitkäaikaiset vaikutukset esimerkiksi maankäyttöön. Tästä johtuen lainsäädäntö on merkittävässä asemassa massahallintaa suunniteltaessa.

Merkittävimpiä toimintaa ohjaavia tekijöitä ovat mm.:

- Rakentamisen aikaiset kaivumassat
 - Kaikki rakentamisen aikana syntyneet kaivumassat ovat jätelain mukaisesti jätettä.
 - Jätteen käsittely (esimerkiksi sijoittaminen maankaatopaikalle, louheen jalostaminen murskaamalla) on ympäristöluvanvaraista toimintaa ja edellyttää ympäristölupaa sekä määrän ollessa vuosittain yli 100 tonnia/vrk myös YVA – menettelyä.
 - Poikkeuksena tapaukset, joissa kaivumassat käsitellään tai hyödynnetään rakennuspaikalla tai muulla rakentamisessa jätelain vastaavat vaatimukset täyttävän hyväksytyt suunnitelman tai luvan mukaisesti (kuten rakennus-, toimenpide- tai maisematyölu- pa, asemakaava, yleiskaava)

- Jalostaminen ja kaupallinen toiminta
 - Ylijäämälouheen jalostaminen ja kaupallinen hyödyntäminen on jätteen käsittelyä, joka edellyttää YVA - menettelyä ja ympäristö- lupaa määrän ollessa yli 100 tonnia/vrk.
 - Jalostamista voidaan suorittaa rakennuspaikalla lyhytaikaisesti (alle 50 vuorokautta) ja määrän ollessa alle 100 ton- nia/vuorokaudessa kunnalle tehtävän melua - ja tärinää aiheut- tavan lyhytaikaisen ilmoituksen avulla. Laki naapurussuhteista (26/1920) edellyttää kuitenkin, että asutuksen lähellä suoritetta- va mahdollisesti häiritsevä toiminta saattaa edellyttää ympäristö- lupaa.
 - Kaupungin omistamia tai hallinnoimia hankkeita koskee laki jul- kisista hankinnoista.
 - CE-merkintä on pakollinen 1.7.2013 alkaen. CE-merkintä on valmistajan tai myyjän vastuulla. CE-merkintä on vaatimusten- mukaisuusmerkintä ja se osoittaa tuotteen täyttävän rakennus- tuotedirektiiviin perustuvat vaatimukset. Merkintä koskee tuotteita, joilla on voimassa eurooppalainen harmonisoitu tuotestan- dardi. Näitä ovat mm. kiviainekset sitomattomiin ja hydraulisesti sidottuihin materiaaleihin maa- ja vesirakentamisessa sekä tie- rakenteissa, kiviainekset teiden ja liikennöityjen alueiden asfalt- timassoihin ja pintauksiin, betonikiviainekset, raideseapeliki- viainekset.

- Välivarastointi
 - Välivarastointitoiminta vaatii ympäristöluvan.
 - Kaivumassojen varastointiajan ollessa yli kolme vuotta, väliva- rastointialue käsitetään maankaatopaikaksi, joka vaatii maan- kaatopaikan ympäristöluvan ja mahdollisesti YVA - menettelyn.

- Kaivumassojen läjittäminen/sijoittaminen
 - Kaivumassojen läjittäminen rakennushankkeessa tai vastaavaan käyttöön toisessa hankkeessa perustuu rakennuslupa- an, toi- menpidelupa- an tai maisematyölu- paan. Läjittämiselle syntyy tar- vetta hankkeen sisäisen massatasapainon saavuttamiseksi tai mahdollisesti taloudellisen hyödyn saavuttamiseksi.

- Kaivumassojen pysyvä läjittäminen sitä varten varatulle maa-alueelle edellyttää YVA – menettelyä sekä ympäristölupaa, jos määrä ylittää 50 000 tonnia vuodessa. Läjityksen ollessa alle 50 000 tonnia vuodessa toimintaa varten tarvitaan ympäristölupa.
- Maa- ja kiviainesten ottaminen
 - Kaivumassojen ottaminen, poistaminen ja hyödyntäminen rakennuspaikalla tapahtuu myönnetyn rakennusluvan, toimenpide-luvan tai maisematyöluvan perusteella.
 - Kun maa-aineksia otetaan pois kuljetettavaksi, varastoitavaksi tai jalostettavaksi tarvitaan maa-aineslain mukainen maa-ainestenottolupa. Laajamittainen toiminta edellyttää myös YVA -menettelyä sekä ympäristölupaa (laajuus yli 25 ha tai ottomäärä vähintään 200 000 kiintokuutiometriä vuodessa).
- Maa-ainesvero ja jätevero
 - Maa-ainesvero tai jätevero eivät tällä hetkellä koske kaivumas-soja.
- Tilastointi ja raportointi
 - Rakentamisen yhteydessä syntyviä ja tarvittavia massoja tai niihin liittyviä kuljetuksia ei raportoida tai tilastoida. Poikkeuksena on Helsingin kaupungin omat katu- ja viherrakennustyömaat.
 - Maa-aineslain mukaiset ottoalueet sekä ympäristöluvanvaraiset toimijat (mm. maankaatopaikat) raportoivat vuosittain määrätie-dot ELY-keskuksille (NOTTO- ja VAHTI- rekisterit). Tiedot on saatavissa erikseen pyydettäessä.
 - Tilastoinnin, valvonnan, seurannan, ohjauksen ja raportoinnin ulkopuolella on tällä hetkellä yli puolet massaliikenteestä.

3 Alueen kuvaus

Nykytila

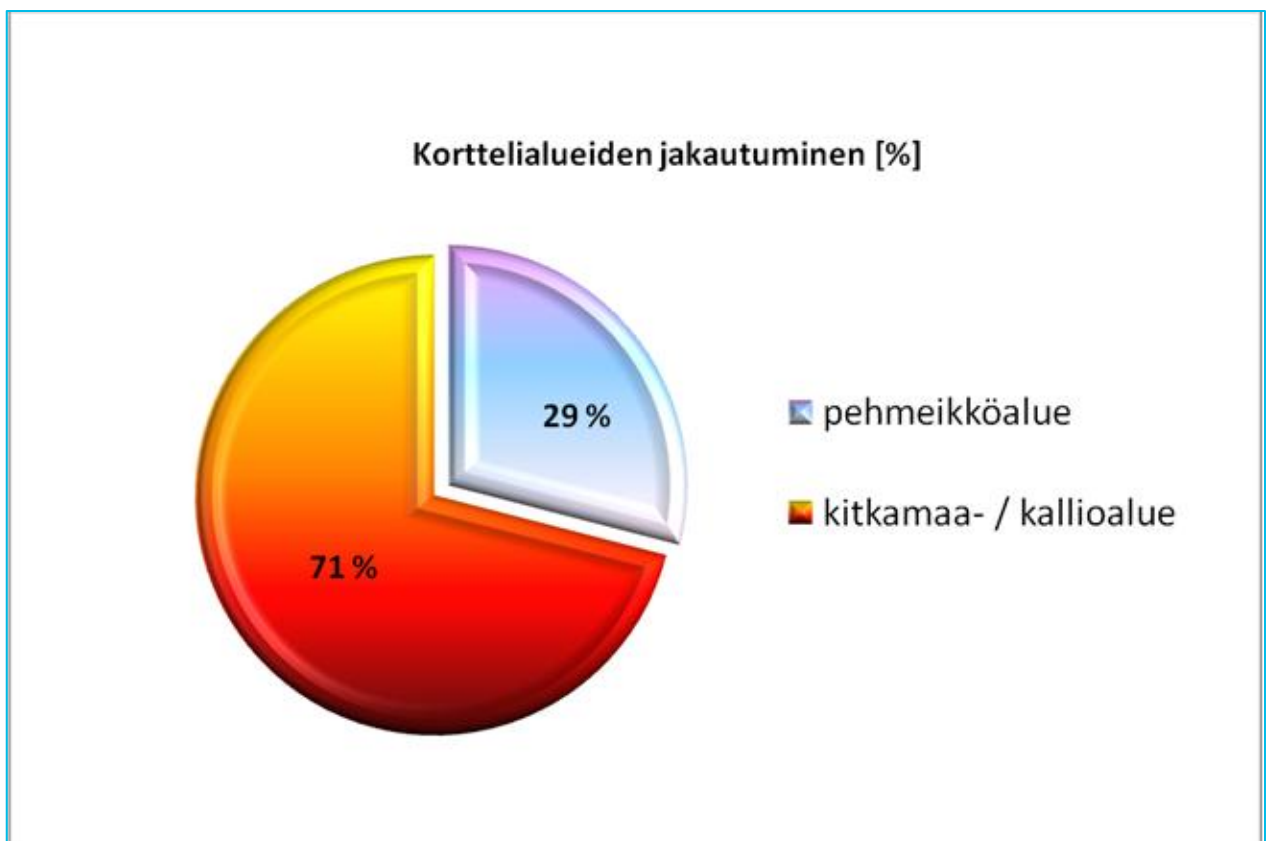
Östersundomin yleiskaava-alueeseen kuuluvat Helsingin Östersundomin lisäksi Vantaan Länsimäen ja Länsisalmen alueet sekä Sipoon Majvik ja Granön saari. Östersundomissa asuu nykyisin n. 2 000 ihmistä, joista yli puolet asuttavat Landbon ja Karhusaaren uudisrakennusalueita. Maisemallisesti alue on harvaan rakennettua maaseutua ja metsää. Suurin osa alueesta on asemakaavoittamatonta.

Maanpinnan korkeus vaihtelee alueella välillä +0-+60 m. Maastonpiirteiltään suunnittelualue koostuu laajoista jyrkkäpiirteisistä kallioalueista sekä tasaisista pelto-alueista. Kallioiden väliin on muodostunut kapeita ruhjelaaksoja, joihin on kerrostunut moreenia, savea ja turvetta. Östersundomin rannikkoalue on pääosin tulvarajan +2,8 m alapuolella sijaitsevaa alavaa maata. Rannikkoalueet ja purolaaksot ovat pehmeikköalueita, joissa saven paksuus vaihtelee 0 – 25 m:n välillä. Suunnittelualueen lounais- ja keskiosissa on paksuja pehmeikköalueita, jotka ovat nykyisin peltomaana.

Östersundomin suunnittelualueella on rantaviivaa n. 24,5 km, josta n. 12 km on rauhoitettua Natura-aluetta. Noin 9,5 km rantaviivasta on huvila- ja omakotiasutusta. Natura-alueen lisäksi Östersundomin alueella on muitakin luonnonsuojelukohteita, kuten alueen pohjoisreunassa Vantaan ja Sipoon puolelle jatkuva Sipoonkorpi. Fazerilan pohjavesialue sijaitsee osittain Östersundomin alueen länsiosassa.

Tulevaisuus

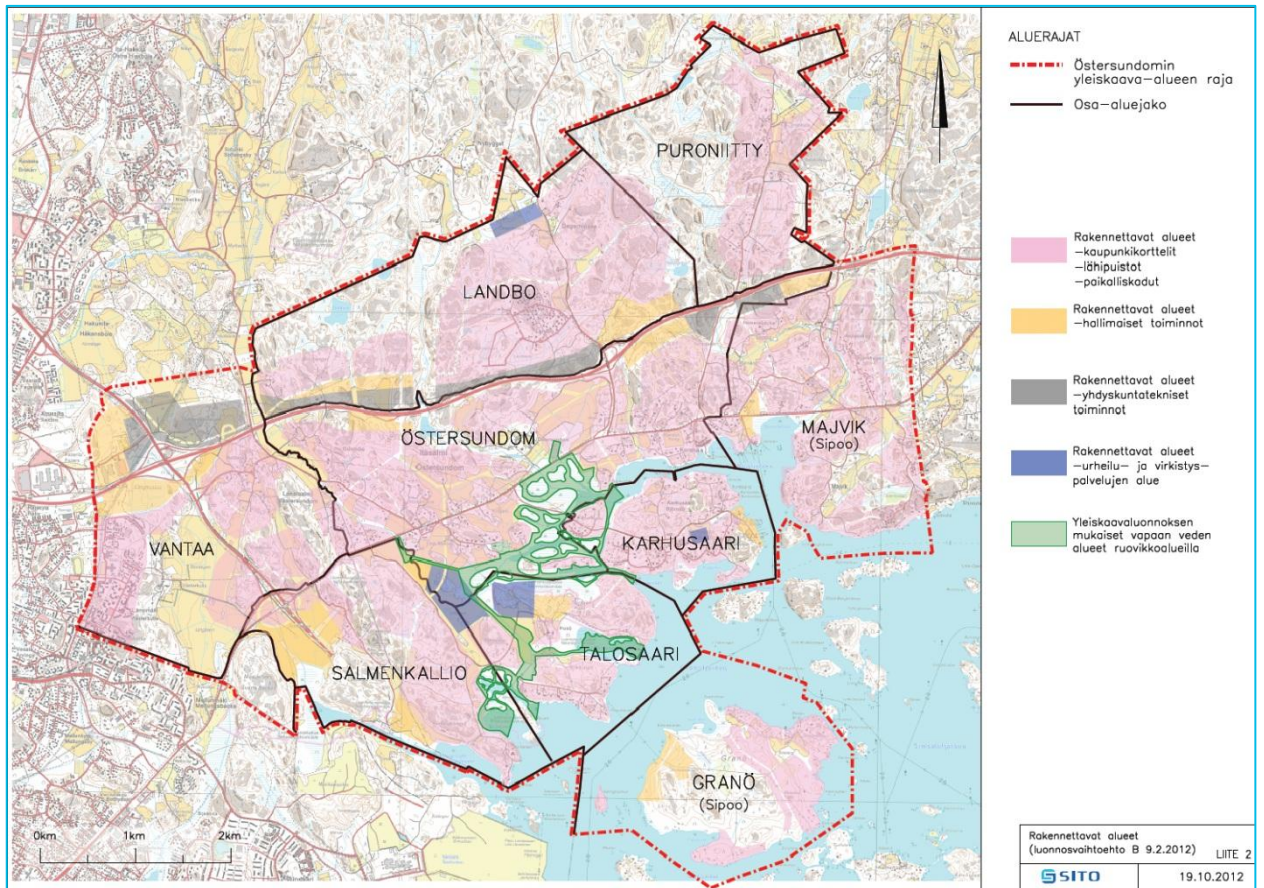
Tavoitteena on, että tulevaisuudessa Östersundom on Helsingin kaupungin ekotehokas kaupunginosa. Suunnittelualueelle rakennetaan n. 70 000 asukkaan luonnoläheinen asuinalue, joka liitetään Helsinkiin sujuvilla raideliikenneyhteyksillä.



Kuva 1. Östersundomin yleiskaava-alueen luonnos B:n korttelialueiden jakautuminen pehmeikkö- sekä kitkamaa- ja kallioalueilla

Oleellista Östersundomin rakentamisessa tulee olemaan alueen tiivis pientalorakenne. Suurin osa yleiskaavaluonnoksessa B (9.2.2012) esitetyistä rakennettavista asuinalueista tulee olemaan omakoti- /pientalovaltaisia. Kerrostaloalueet keskittyvät pääasiassa tulevan raideliikenteen varsille.

Östersundomin rantaviivan läheisyyteen rakennetaan pientalovaltaista kaupunkia. Luonnonsuojelualueet ja Natura 2000–alueet jätetään rakentamisen ulkopuolelle. Umpeen kasvanut ruovikkoalue on suunniteltu osittain ruopattavaksi. Kuvassa 2 on esitetty rakennettavat alueet sekä ruopattava alue.



Kuva 2. Rakennettavat alueet kaavaluonnoksen B (hyv. 9.2.2012) mukaan ja aluejako.

Alueen kuvaus massojenhallinnan näkökulmasta

Alueen kokonaispinta-ala on n. 45 km². Massahallinnan kannalta tarkasteltu pinta-ala on n. 16 km², joka käsittää tulevat korttelirakennusalueet, yhdyskuntatekniset kalliorakennushankkeet sekä alavat esirakentamista vaativat alueet (korttelirakennusalueet sekä viherrakennusalueet sekä ruoppausalueen). Jo rakennetut alueet tiivistyvät lähinnä täydennysrakentamisen seurauksena.

Östersundomin alueella on runsaasti jyrkkäpiirteistä kallioista maastoa, josta muodostuu osittain alueella tarvittavat maa- ja kiviainekset rakentamisen tarpeisiin. Alueen kiviaineshuollon turvaaminen vaatii kuitenkin suunnitelmallista kiviaineksen ottamista ja jalostamista murskeeksi. Koska rakentamista ei voida aina ajoittaa optimaalisesti maamassojen kierrättämisen kannalta, tulee alueella varautua myös louheen ja muiden maa-ainesten varastointiin varastointi- ja jalostusaluein.

Massojenhallinnan kannalta epäedullisia alueita ovat Östersundomin alavat tulva-vaara-alueet, joiden korkeusaseman nostamiseen sekä pohjanvahvistamiseen kuuluu merkittäviä määriä maamassoja. Östersundomin alueella on lisäksi syviä savikkoja, joiden rakentamisen yhteydessä syntyy runsaasti ylijäämämaita.

Ruovikkoalueilla suoritettava ruoppaushanke on massojenhallinnan kannalta epäedullisin, koska syntyvät massat ovat laadultaan erittäin heikkolaatuista vetistä savea. Ruoppausalueella maamassojen hallintaa hankaloittaa lisäksi se, että ruoppaus on tarkoitus suorittaa myös Natura-alueella, jonne maamassojen läjittäminen on todennäköisesti mahdotonta.

Massojenhallinnan kannalta oleellista on riittävän lähellä rakennettavaa aluetta sijaitsevat varastointi- ja jalostusalueet. Näiden tulee olla lyhyen etäisyyden päässä rakennettavasta alueesta sekä hyvien liikenneyhteyksien varrella, jotta niiden hyödyntäminen on ekologisesti ja taloudellisesti kannattavaa.

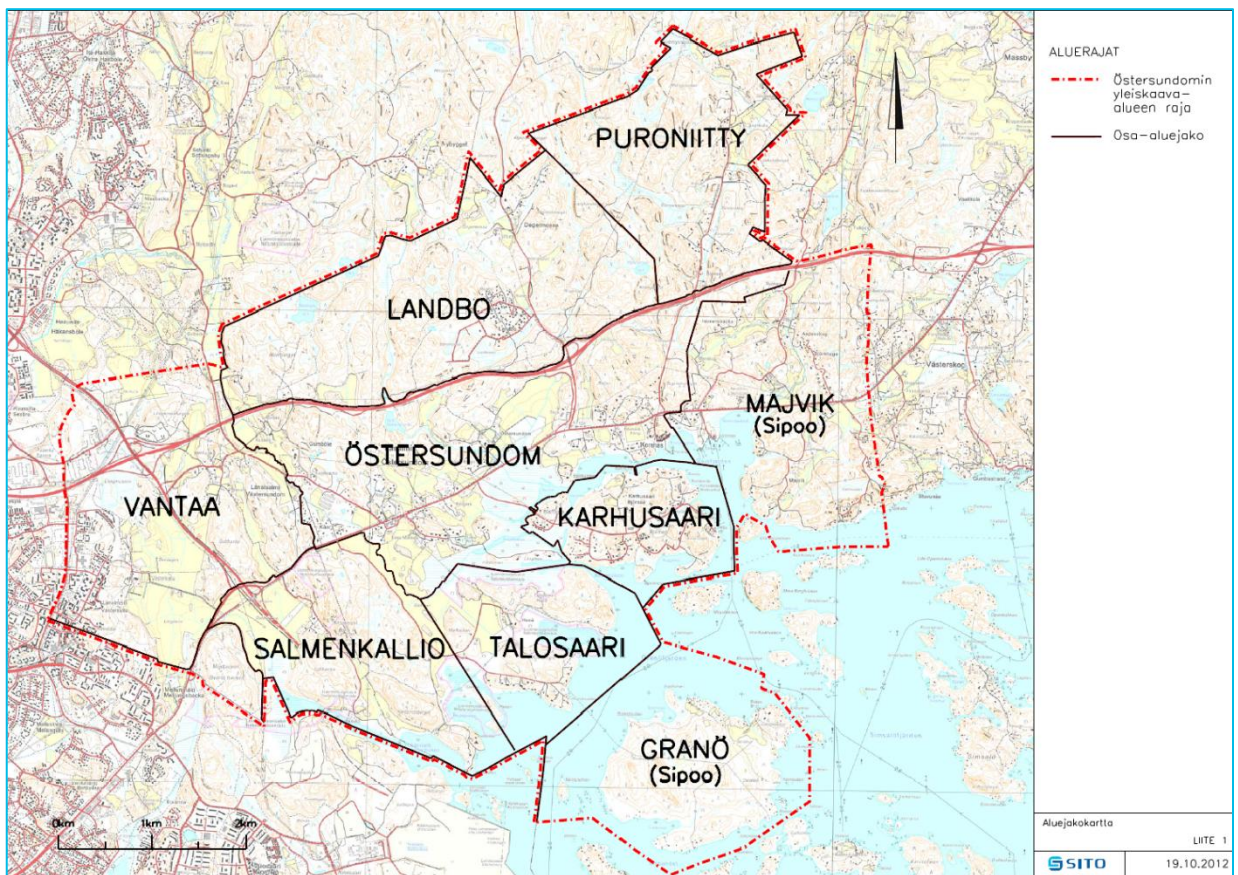
4 Massahallinta

4.1 Laskentamalli

Massalaskenta tarkoittaa tässä yhteydessä rakentamisen aikana kaivettavien tai louhittavien luonnonvarojen eli kaivumassojen sekä rakentamisessa tarvittavien materiaalien määrälaskentaa paikkaan sidottuna.

Tässä vaiheessa käytettävissä ei ole yleis- tai rakennussuunnitelmia. Tässä työssä suunniteltiin tyyppirakenteet pohjanvahvistuksineen tarkasteltavalle 1586 hehtaarin alueelle.

Laskenta suoritettiin liitteessä 1 ja kuvassa 3 esitetyn aluejaon mukaan korttelikohteisesti. Yleiskaavaluonnoksessa esitetyt korttelialueet on jaettu osa-alueisiin sekä massataloudellisesti merkittäviin kalliorakennushankkeisiin, ruoppaushankkeeseen sekä esirakentamista vaativiin alueisiin. Lisäksi laskennassa otettiin huomioon tiedossa olevat merkittävät kalliorakennushankkeet, tulvavaara-alueiden korkeusaseman nostot sekä Krapuojan ruoppaushanke.



Kuva 3. Östersundomin osa-aluejako

Tarkasteltuja korttelityyppejä on neljä (omakotitalo, rivitalo, kerrostalo sekä hallirakennuskorttelit). Korttelityypin koko on 1 hehtaaria. Tarkasteltava alue on jaettu

maaperän rakennettavuuden suhteen vaikeisiin pohjaolosuhteisiin, tasamaastoon sekä kalliomaastoon.

Jokaisen korttelityypin massojen syntyminen ja käyttötarve on laskettu jokaisen maaperän rakennetyypin mukaan (esimerkiksi omakotitalo tasaisella maalla). Tyypikorttelit on monistettu koskemaan koko aluetta GTK:n rakennettavuusselvityksen (28.11.2011) kartta-aineiston mukaisesti.

Kullekin korttelityypille on laskettu kaivumassojen ja tarvittavien lajikkeiden määrä. Näin saadaan laskettua alueellinen massatalous.

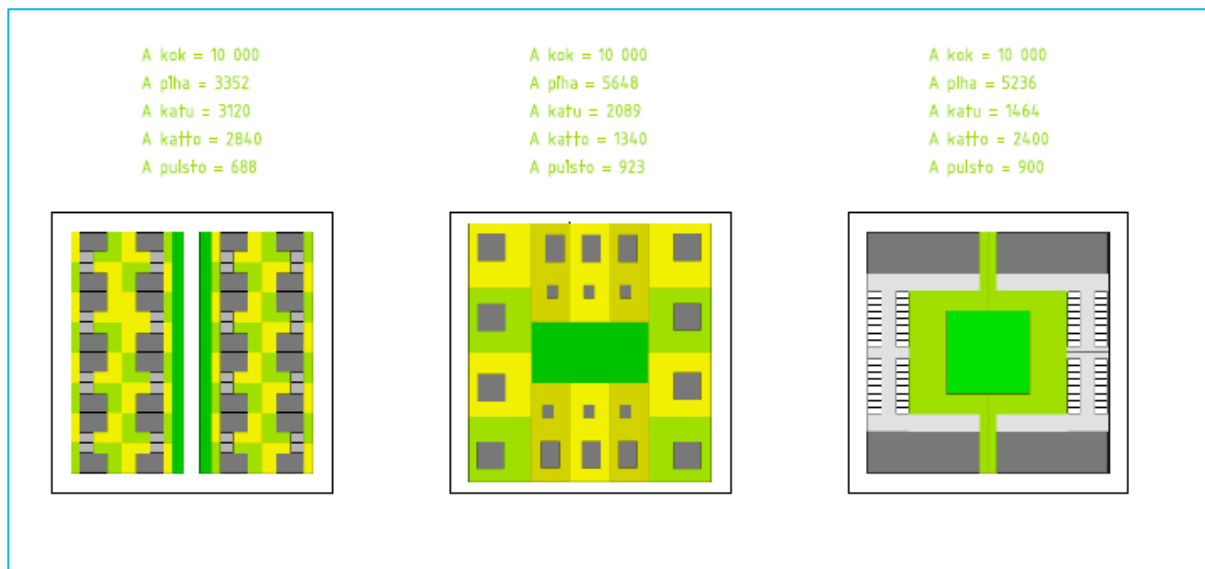
Syntyvät maa-ainekset on luokiteltu neljään lajikkeeseen, louhe, kitkamaa, koheesiomaa (savi, siltti, sääolosuhdeherkät materiaalit) sekä pintamaa.

Tarvittavat maa-ainekset on luokiteltu neljään lajikkeeseen, rakennepenkereet (kantava kitkamaa tai louhe), rakennekerrokset (murskattu kiviaines), täytöt (alempiluokkaiset täyttömateriaalit, kuten moreeni) sekä kasvukerros (multa).

Massalaskelmissa kalliolouheen kertoimena on käytetty kerrointa 1,6 (1 m3ktr = 1,6 m3trr) sekä ruoppausmassan osalta löyhtymiskertoimena vastaavasti kerrointa 1,5. Muiden lajikkeiden osalta kertoimena on käytetty arvoa 1. Kaikki tässä raportissa esitetyt tilavuusmäärät on muutettu em. kertoimilla vastaamaan lopputilannetta eli eri materiaaleilla tuotetun rakenteen tilavuutta.

Alueen yksityiskohtainen tasaussuunnittelu, rakennussuunnittelu tai pohjatutkimukset on vasta alkutekijöissään, joten laskennassa on tehty yleistyksiä lähtötietojen puutteellisuuden vuoksi.

Massatalouslaskennassa ei ole huomioitu mahdollisia moottori- tai valtatiehankkeita tai kovakiven tarvetta. Kovakivi tarkoittaa mm. asfaltti-, betoni- ja raidesepeä.



Kuva 4. Korttelityypit.

4.2 Massatalous

Massatalouslaskennan tuloksena saadaan kokonaiskuva alueella syntyvistä ja tarvittavista maa- ja kiviaineksista sekä alueellinen kokonaismassatalous. Laskennan tulokset on esitetty taulukoissa 1, 2 ja 3. Massatalous on esitetty yksinkertaistettuna kartalla liitteessä 4 sekä kuvassa 5.

Alueelle rakentamisen yhteydessä syntyvät maa- ja kalliomateriaalit on esitetty taulukossa 1. Aluerakentamisen yhteydessä kaivetaan, kuljetetaan ja siirretään yhteensä noin 31 milj. m³trr kaivumassoja. Tästä määrästä arvioidaan olevan rakentamiseen laadultaan kelpaavia materiaaleja noin 23 milj.m³trr ja vastaavasti syntyvät materiaalit ovat louhetta, kitka- ja koheesiomaa-aineksia, sedimenttiä sekä pintamaata.

Alueella rakentamisen yhteydessä tarvittavat maa- ja kalliomateriaalit on esitetty taulukossa 1. Aluerakentamisen yhteydessä tarvitaan rakentamiseen penger- ja rakennekerrosmateriaaleja, täyttömaita sekä kasvukerrosmateriaalia yhteensä noin 29 milj.m³trr. Tämä määrä vastaa pääkaupunkiseudun noin 4 vuoden nykykäyttöä.

Syntyvät ja tarvittavat massalajikkeet ja määrät eivät ole suoraan yhteen sovitettavissa, koska osa materiaalista käytetään syntypaikallaan, osa hyötykäytetään vastaavassa rakennuskohteessa rakentamiseen, osa materiaalista ei kelpaa rakentamiseen sellaisenaan tai materiaali syntyy eri aikaan tarpeeseen nähden.

Alueellinen massatalous on esitetty taulukossa 2. Alueelliset tunnusluvut on esitetty taulukossa 3. Massatalous on yksinkertaistettu kuvaus alueen massamääristä. Alueen massahallinnan suunnittelu vaikuttaa materiaalivirtojen käytön tehokkuuteen.

Alueen massatalous on alijäämäinen rakenne- ja täyttömateriaalien suhteen noin 6,7 milj.m³trr. Alijäämän määrään vaikuttaa merkittävästi rakennushankkeiden ajoitus sekä niiden todellinen toteutuma.

Alue on myös ylijäämäinen koheesiomaiden, sedimentin sekä pintamaan osalta noin 9,3 milj.m³trr. Läjitetessä heikkolaatuiset materiaalit hyötykäyttökohteeseen tai yksittäiseen läjityspaikkaan, tarvittava tukimateriaalitarve on noin 30% eli noin 2,8 milj.m³trr. Tukimateriaalia tarvitaan läjityksen aikana työmaateiden rakentamiseen sekä varmistetaan rakenteen vakavuus ja koossa pysyminen. Tukimateriaali ei ole mukana massalaskelmissa, vaan se otetaan valitulta läjityspaikalta.

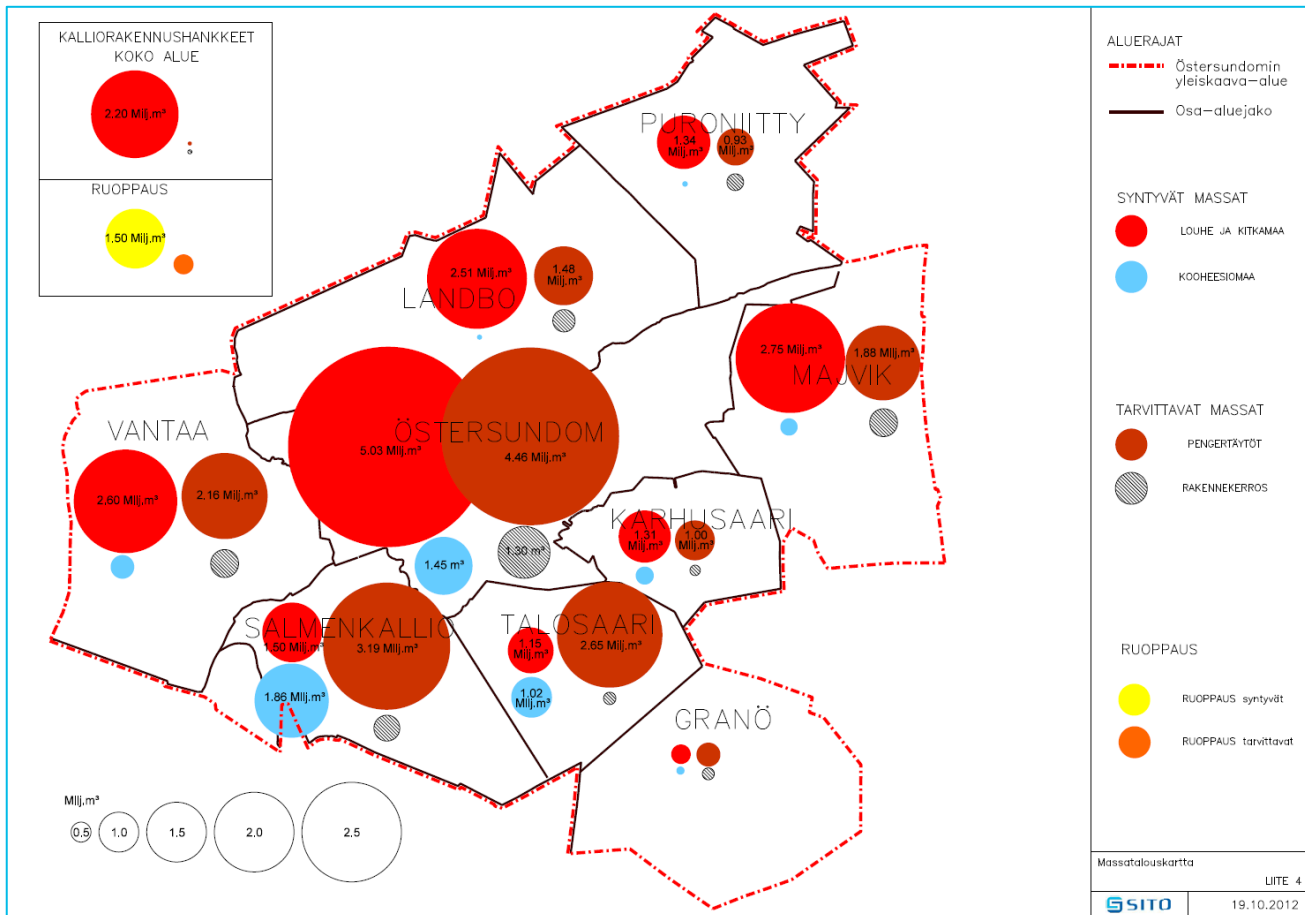
Jalostettavien materiaalien osalta alueella tarvitaan noin 5,3 milj.m³trr sora- tai kivimurskettä sekä kasvukerrokseen kelpavaa multaa noin 1,6 milj.m³trr.

Rakentaminen alkaa todennäköisesti Östersundomin, Salmenkallion ja Talosaaren kaupunginosista. Näiden alueiden massatalous on tarvittavien materiaalin osalta erittäin alijäämäinen sekä heikkolaatuisten materiaalien osalta hyvin ylijäämäinen.

Materiaalivirtojen kannalta oleellisia asioita ovat alueen pohjasuhteet, maaston muoto sekä tuleva maankäyttötarkoitus. Sekä tarvittavien täyttömateriaalien että syntyvien ylijäämämaiden osalta merkittävimpiä hankkeita ovat esirakentamiseen liittyvät massanvaihdot.

Massalaskennan tarkemmat tulokset ja perusteet korttelityypeittäin on esitetty liitteessä 7. Tässä esitetty massatalous esirakentamisen osalta perustuu liitteessä 8 esitettyjen esirakennusmenetelmien vaihtoehtoon 2.

Kuvassa 5 on esitetty kaava-alueen massatalous osa-aluejaon mukaisesti.



Kuva 5. Massatalous.

Taulukko 1. Syntyvät ja tarvittavat materiaalit (milj. m³rtr).

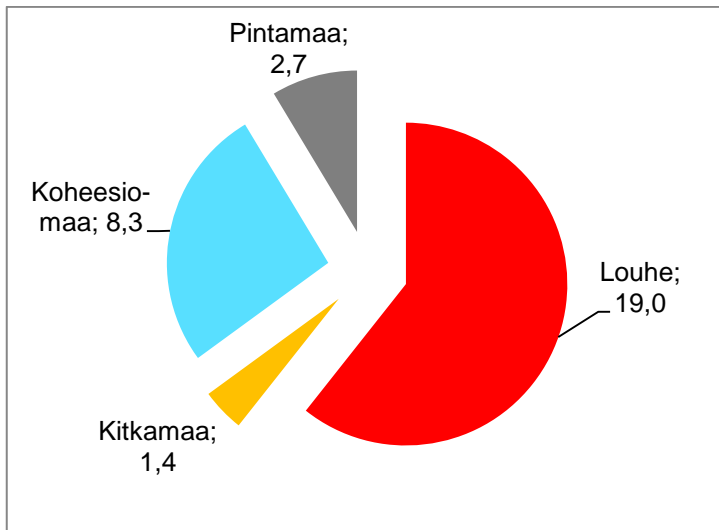
	Kalliorak- hankkeet	Ruoppaus- hanke	Salmen- kallio	Talo- saari	Karhu- saari	Vantaa	Majvik	Gränö	Öster- sundom	Landbo	Puro- niitty	Yht.
Syntyvät kaivumassat												
Louhe	2,20		1,33	1,07	1,24	1,89	2,57	0,37	4,75	2,37	1,20	18,99
Kitkamaa			0,17	0,08	0,07	0,17	0,18	0,12	0,28	0,14	0,14	1,35
Koheesiomaa			0,42	0,10	0,05	0,33	0,25	0,20	0,39	0,13	0,14	2,01
Pintamaa			0,36	0,15	0,12	0,40	0,32	0,19	0,68	0,26	0,22	2,70
Yhteensä	2,20	0,00	2,28	1,40	1,48	2,79	3,32	0,88	6,10	2,90	1,70	25,05
Tarvittavat materiaalit												
Rakennepenger	0,10		1,42	0,65	0,51	1,50	1,40	0,50	2,70	1,23	0,79	10,80
Täytöt			0,33	0,16	0,09	0,40	0,30	0,10	0,70	0,25	0,14	2,47
Rakennekerros	0,10		0,65	0,31	0,26	0,70	0,70	0,30	1,30	0,56	0,42	5,30
Kasvukerros			0,18	0,11	0,08	0,20	0,20	0,10	0,40	0,19	0,17	1,63
Tulvatäyttö			1,25	0,88	0,33	0,29	0,14	0,00	0,84			3,73
Yhteensä	0,20	0,00	3,83	2,11	1,27	3,09	2,74	1,00	5,94	2,23	1,52	23,93
Esirakentaminen, massanvaihto ja ruoppaus												
Massanvaihtoleikkaus		0,50	1,44	0,92	0,40	0,26	0,18	0,00	1,06	0,00	0,00	4,76
Massavaihtopenger		0,50	1,44	0,92	0,40	0,26	0,18	0,00	1,06	0,00	0,00	4,76
Ruoppaus sedimentti		1,50										1,50

Kallio muunnettu kertoimella 1,6 rakenneteoreettiseksi. Muiden osalta kerroin 1.
Taulukko 2. Massatasapaino (milj. m³rtr).

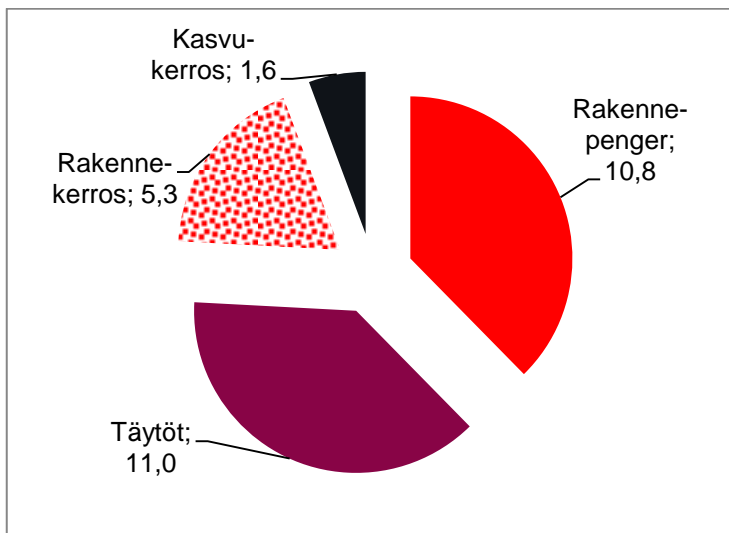
	Yksikkö	Kalliorak- hankkeet	Ruoppaus- hanke	Salmen- kallio	Talo- saari	Karhu- saari	Vantaa	Majvik	Gränö	Öster- sundom	Landbo	Puro- niitty	Yhteensä
Pinta-ala	ha			201	96	76	218	204	98	388	174	131	1586,0
Syntyvät kaivumassat													
Massatasapaino	milj.m ³ rtr	2,00	-0,50	-3,59	-1,77	-0,28	-1,09	0,03	-0,41	-1,57	0,47	-0,01	-6,72
Vlijäämämaat	milj.m ³ rtr		2,00	2,04	1,06	0,49	0,79	0,55	0,29	1,73	0,20	0,19	9,34
Murskausatarve	milj.m ³ rtr			0,65	0,31	0,26	0,70	0,70	0,30	1,30	0,56	0,42	5,30
Jalostettava kasvukerros	milj.m ³ rtr			0,18	0,11	0,08	0,20	0,20	0,10	0,40	0,19	0,17	1,63

Taulukko 3. Alueelliset indikaattoritunnusluvut (ei sisällä kallio- ja ruoppaus-hankkeita).

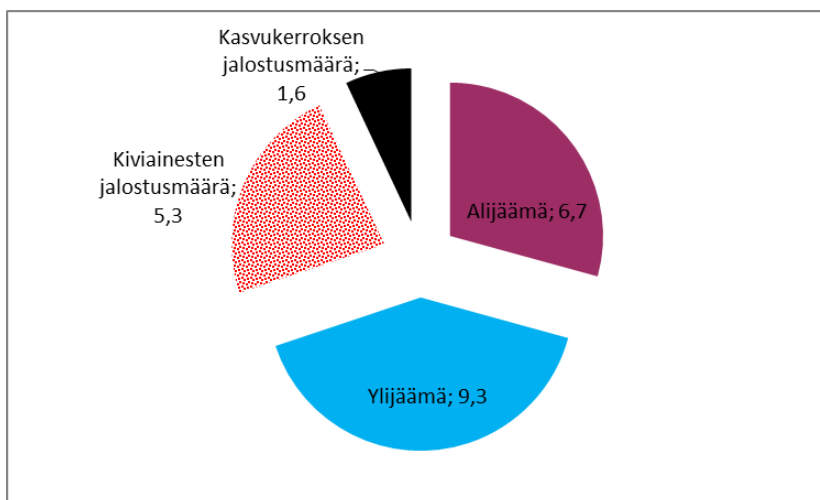
	Yksikkö	Salmenka	Talosaari	Karhusaar	Vantaa	Majvik	Gränö	Östersund	Landbo	Puroniitty	Yhteensä
Pinta-ala	ha	201	96	76	218	204	98	388	174	131	1586,0
Syntyvät kaivumassat											
Louhe	m ³ rtr/m ²	0,66	1,11	1,63	0,87	1,26	0,38	1,22	1,36	0,92	1,20
Kitkamaa	m ³ rtr/m ²	0,08	0,08	0,09	0,08	0,09	0,12	0,07	0,08	0,11	0,09
Koheesiomaa	m ³ rtr/m ²	0,21	0,10	0,07	0,15	0,12	0,20	0,10	0,07	0,11	0,13
Pintamaa	m ³ rtr/m ²	0,18	0,16	0,16	0,18	0,16	0,19	0,18	0,15	0,17	0,17
Yhteensä	m³rtr/m²	1,13	1,46	1,95	1,28	1,63	0,90	1,57	1,67	1,30	1,58
Tarvittavat materiaalit											
Rakennepenger	m ³ rtr/m ²	0,71	0,68	0,67	0,69	0,69	0,51	0,70	0,71	0,60	0,68
Täytöt	m ³ rtr/m ²	0,16	0,17	0,12	0,18	0,15	0,10	0,18	0,14	0,11	0,16
Rakennekerros	m ³ rtr/m ²	0,32	0,32	0,34	0,32	0,34	0,31	0,34	0,32	0,32	0,33
Kasvukerros	m ³ rtr/m ²	0,09	0,11	0,11	0,09	0,10	0,10	0,10	0,11	0,13	0,10
Tulvatäyttö	m ³ rtr/m ²	0,62	0,92	0,43	0,13	0,07	0,00	0,22	0,00	0,00	0,24
Yhteensä	m³rtr/m²	1,91	2,20	1,67	1,42	1,34	1,02	1,53	1,28	1,16	1,51
Esirakentaminen, massanvaihto											
Massanvaihtoleikkaus	m ³ rtr/m ²	0,72	0,96	0,53	0,12	0,09	0,00	0,27	0,00	0,00	0,30
Massavaihtopenger	m ³ rtr/m ²	0,72	0,96	0,53	0,12	0,09	0,00	0,27	0,00	0,00	0,30



Kuva 6. Alueella syntyvät kaivumassat (milj. m3tr).



Kuva 7. Alueella tarvittavat materiaalit (milj.m3tr).



Kuva 8. Massatasapaino (milj.m3tr).

4.3 Massahallinta

Massatalouden tuottama määrälaskentatieto toimii pohjana massahallinnan suunnittelulle. Massahallinnan suunnittelu on massansiirtojen suunnittelua, jonka lähtötietoina ovat hankkeessa tai alueella rakentamisen aikana syntyvät kaivumassat ja toisaalta hankkeessa tarvittavat materiaalit.

Massahallinnan suunnittelun oleellisia lähtötietoja ovat hankkeiden tai alueiden rakennusaikataulu sekä kaivumassojen laatu. Tarkasteltaessa laajaa sekä aikatauluttamatonta aluetta, massojen hallinnassa on pidättäydyttävä luomaan puitteet ekotehokkaalle toiminnalle.

Helsingin kaupunki on käynnistänyt kehittämisohjelman koskien kaivumaiden hyödyntämistä. Kehittämisohjelman laatiminen on käynnissä tällä hetkellä. Kehittämisohjelman tavoitteena on esittää kaivumaiden hyödyntämiselle vaihtoehtoiset visiot 2050 valinnan perusteeksi.

Massahallinnan tavoitteeksi Östersundomin kaava-alueelle on asetettu omavaraisuuden saavuttaminen. Keinoja ovat syntyvien massojen ohjaaminen suoraan käyttökohteeseen, välivarastointi- ja käsittelykapasiteetin järjestäminen alueelle, riittävä kiviainestuotanto kulutukseen nähden sekä ylijäämän osalta sijoituspaikat tai käyttökohteen osoittaminen.

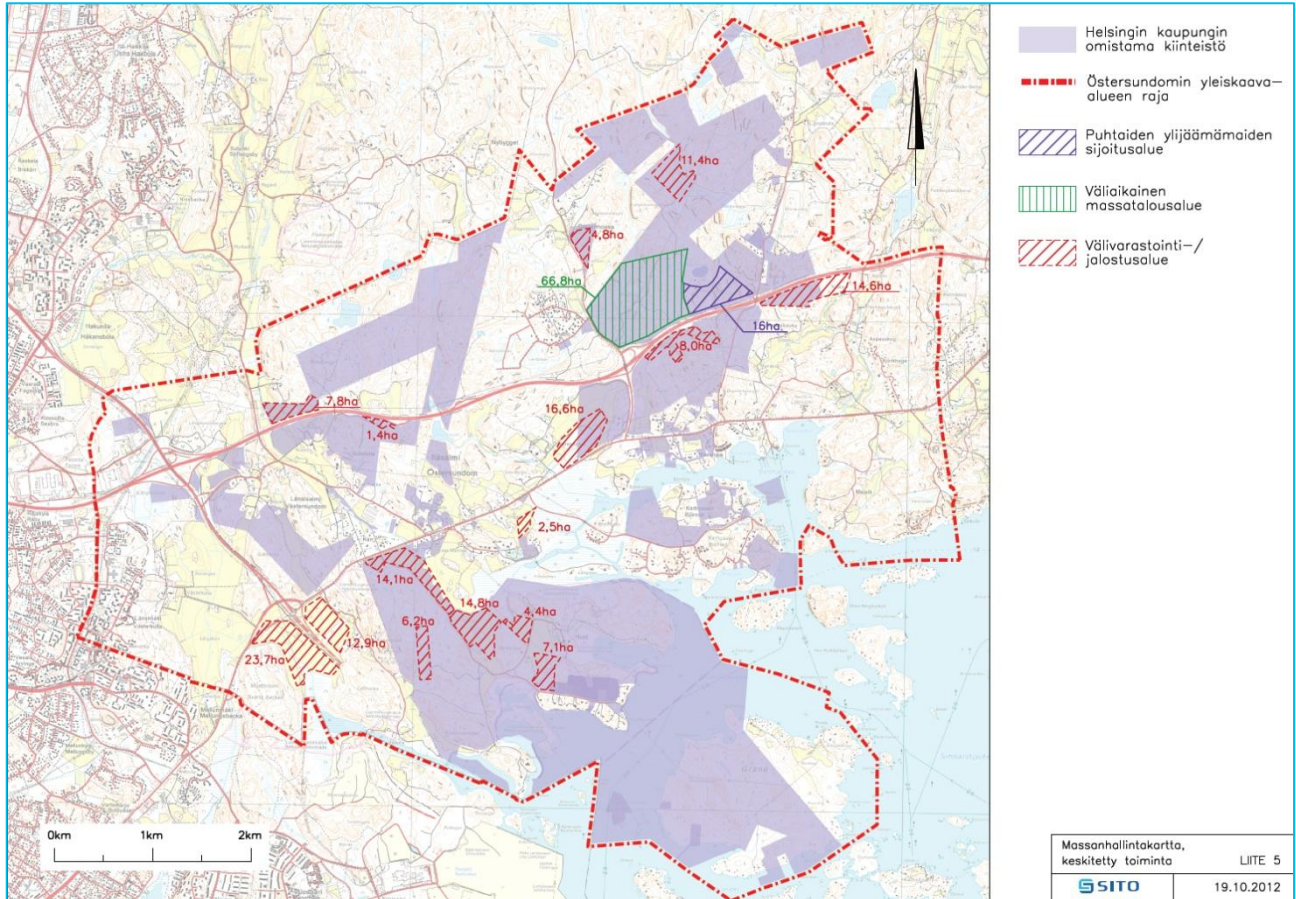
Omavaraisuuden saavuttamiseksi alueella on korvattava alijäämä ja varmistettava ylijäämälle sijoituspaikat. Lisäksi tavoitteen saavuttamiseksi alueelle on varattava välivarastointi- ja jalostusalueita, joiden avulla kuljetusmatkat pyritään minimoimaan sekä pitämään tuotteet alueella.

Massavajeen korvaamiseksi sekä ekologisen jalanjäljen pienentämiseksi alueelle on suunniteltu kiviaineksen ottoapaikka Landbon itäpuoliselle alueelle. Kuljetusten tehostamiseksi sekä alueen maisemoinnin ja ennallistamisen vuoksi alueelle sijoitetaan myös muualla ylijäämämaaksi koettua materiaalia. Tarvittavat jalostus- sekä välivarastointialueet on esitetty kartalla ja niiden käyttötarve ajallisesti vaihtuu rakentamisen edetessä (karttaliite 5 ja kuva 9.). Keskitetyllä toiminnalla saavutetaan mm. seuraavat edut: kuljetusmatkojen vähentyminen menopaluukuljetuksina, ekologinen jalanjälki on pieni eli tuotettu materiaalmäärä käytettyä pinta-alaa kohden suuri sekä toiminta on kustannustehokasta. Kuvassa 9 on esitetty keskitetyn toiminnan aluetarpeet.

Vuosittain on arvioitu tarvittavan noin 30 hehtaarin alue välivarastointia sekä murskeen jalostamista varten. Mullan valmistukseen tarvittava alue on vuosittain yhteensä noin 3 hehtaaria. Yhteensä väliaikaiset aluetarpeet vuositasolla ovat 0,7%: kaava-alueen pinta-alasta. Väliaikaisilla alueilla varastoidaan sekä jalostetaan alueelle syntyneitä kaivumassoja. Alueita käytetään noin 5-10 vuoden ajan rakentamisen ja asutuksen edetessä.

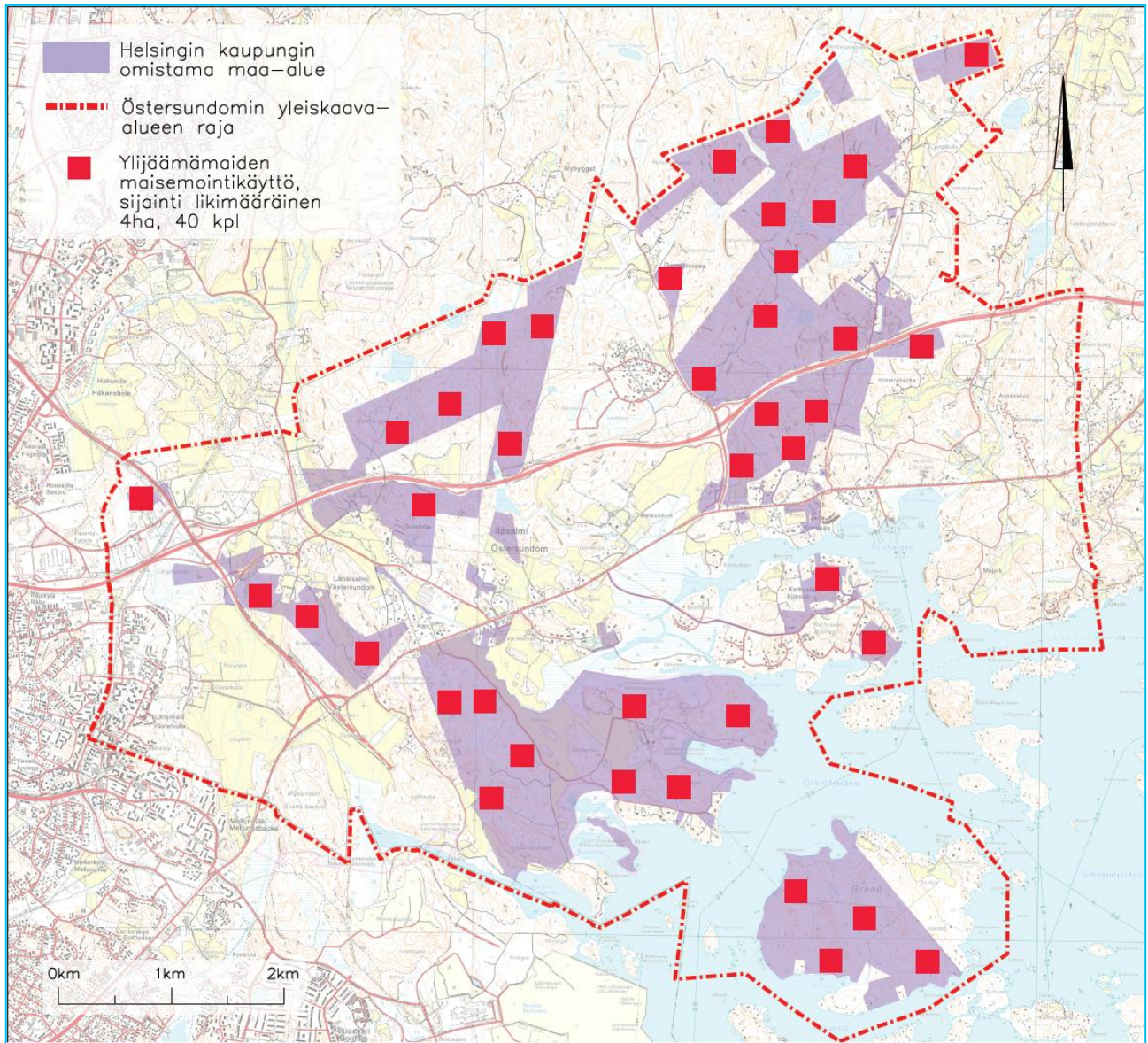
Massahallinnan pidempiaikaiseen turvaamiseen tarvitaan noin 70 hehtaarin väliaikainen massatalousalue, joka vastaa noin 1,6%:tia kaava-alueen pinta-alasta. Massatalousalueelta otetaan tarvittava alijäämä sekä sen viherryttämiseen asuinkäyttöön hyötykäytetään ylijäämämaita. Massatalousalueen käyttöaika on noin 20-30 vuotta. Alueelle perustetaan myös pysyvä alue puhtaiden ylijäämämaiden sijoitukselle, jonka pinta-ala on noin 16 hehtaaria.

Rakentamisen aikana syntyvät massat pyritään ohjaamaan suoraan käyttökohteeseen. Tähän voidaan vaikuttaa rakennushankkeiden aikataulutuksella. Alueelle kannattaa käynnistää massamääriltään merkittäviä esirakennushankkeita, joiden rakentamisaikataulu muodostuu muissa alueen hankkeissa syntyvien massojen ehdoilla.



Kuva 9. Keskitetyn toiminnan aluetarpeet.

Ylijäämämaiden osalta on myös tarkasteltu hajautettua toimintamallia (kuva 10.) Hajautetussa mallissa ylijäämämaiden käyttö ja kiviainesten tuotanto kohdistetaan alueen tuleviin viheralueisiin. Tähän tarkoitukseen tarvitaan noin 40 kpl neljän hehtaarin alueita. Hajasijoitus ei ole kustannus- tai ekotehokasta, koska pienalainen rakentaminen aiheuttaa suhteessa suuremmat kustannus- ja rakennusainemene-kin kuin keskitetty toiminta. Hajautettua toimintaa kannattaa mahdollisesti käyttää paikkakohtaisesti tukemaan kokonaisuutta.



Kuva 10. Hajautetun toiminnan aluetarpeet.

Tässä yhteydessä ei ole tarkasteltu mallia, jossa ylijäämämaat jalostetaan stabi-loimalla tai esimerkiksi aikaa hyväksikäyttämällä hyötykäytetään alueen massava-jeen paikkaamiseksi esimerkiksi tulva-alueiden täytöissä.

4.4 Massahallinnan epävarmuustekijät

Maanrakentamisessa varaudutaan normaalisti noin 15-20 % lisä- ja muutostyö-määriin rakennusvaiheessa. Rakennusvaiheessa on hankkeesta käytettävissä suoritettut pohjatutkimukset ja yleissuunnitelmia tarkemmat rakennussuunnitelmat. Lisä- ja muutostöiden määrään vaikuttaa mm. lähtötietojen tarkkuus sekä suunnit-telun ja toteutuksen laatu.

Tarkasteltaessa massataloutta kaavoitusvaiheessa epävarmuustekijät ovat luon-nollisesti tätä suurempia. Syntyvien massojen osalta suurimmat epävarmuustekijät liittyvät rakentamisen aikana syntyvien materiaalien laatuun ja määrään sekä tar-kempien suunnitelmien puuttumiseen.

Esirakentamisen, kalliorakennushankkeiden sekä tulvatäyttöjen osalta hankkeiden ajoittaminen ovat merkittäviä tekijöitä, joiden vaikutuksia voidaan kompensoida vä-livarastoimalla massoja tulevaa tarvetta varten.

Esirakentamisen osalta syntyviin ja tarvittaviin materiaaleihin ja määriin vaikuttaa merkittävästi suunnitteluratkaisut sekä rakentamiseen käytettävissä oleva aika.

Rakentamisen aikana syntyvä louhe on merkittävä raaka-ainelähde. Talo-, kallio- tai tierakentamisen aikana syntynyt ylijäämälouhe on tuotantokustannuksiltaan merkittävästi saavutettua louheen tai murskeen arvoa suurempi. Yksittäinen hanke pyrkii siten luontaisesti minimoimaan syntyvän louheen määrän ja myös toisaalta hankkiutumaan ylijäämästä taloudellisesti parhaalla tavalla eroon. Louheen määrä saattaa siten olla arvioitua huomattavasti pienempi tai se ostetaan alueen ulkopuo-lisiin hankkeisiin. Louheesta on pulaa pääkaupunkiseudulla. Epävarmuustekijöiden merkitystä ja vaikutuksia on arvioitu taulukossa 4.

Taulukko 4. Epävarmuustekijöitä ja niiden vaikutus.

Vaikuttava tekijä	Muutostila	Vaikutus
Hankkeiden ajoitus ja toimintaedellytykset	Louhe ja kitkamaa kul-keutuvat alueen ulkopuo-lelle käyttökohteen tai käsittelyalueen puuttues-sa tai markkinatilanteen vuoksi (50%).	Alijäämä kasvaa 10 milj.m3rtr.
Määrä, toteutusratkaisut, lähtötiedot	Koheesiomaiden osuus kasvaa 50%.	Ylijäämän osuus kasvaa 4,6 milj. m3rtr. Alijäämän osuus kasvaa vastaavasti 4,6 milj.m3rtr
Laatu, lähtötiedot	Rakentamiseen kelpaavi-en massojen osuus on pienempi kuin arvioitu (50%).	Ylijäämän osuus kasvaa 10 milj. m3rtr. Alijäämän osuus kasvaa vastaavasti 10 milj.m3rtr

5 Kustannus-hyötyanalyysi

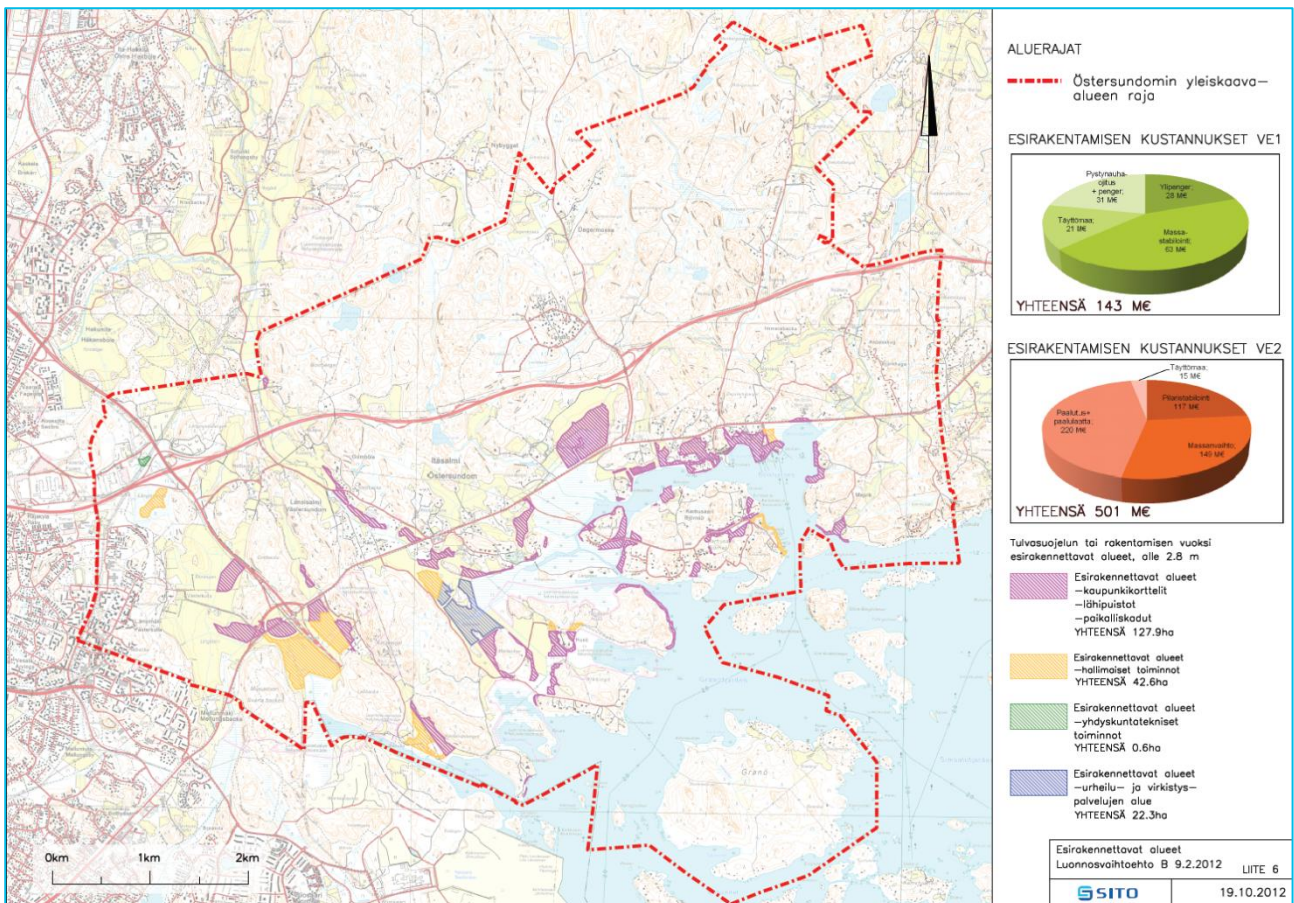
Ekotehokkaan toiminnan tulisi olla myös kustannus-hyötysuhteeltaan toteuttamiskelpoinen. Lisäksi kustannuksia arvioimalla voidaan määrittää taloudellisilta vaikutuksiltaan merkittävimmät osa-alueet jatkotoimenpiteiden kohdistamiseksi.

Kustannus-hyötyanalyysissä on keskitytty massahallinnan kannalta ydinkysymyksiin ja tuotu esiin mahdollisia vaihtoehtoisia ratkaisumalleja. Ydinkysymykset, joiden osalta karkaasta kustannus-hyötytarkastelu on suoritettu ovat :

- Esirakentaminen
- Ylijäämämaiden määrä/sijoittaminen/hyötykäyttö/kierrätys
- Tarvekiviainesten tuottaminen
- Kuljetusmatkat ja välivarastointi

Esirakentaminen

Östersundomissa on noin 250 hehtaaria esirakennettavia alueita. Alueet on esitetty kuvassa 11. Alueiden pohjaolosuhteiden vuoksi heikosti kantava savi- tai muu pehmeikköalue on lujitettava kantamaan tulevat kuormitukset. Lisäksi alueella on alavia alueita, joiden korkeusaseman nostamiseen tarvitaan runsaasti massoja tulvavaaran vuoksi. Esirakentamiskustannukset eli pohjanvahvistuskustannukset määräytyvät pääosiltaan suunnittelun aikana tehtävien suunnittelu- ja toteutusratkaisujen perusteella.



Kuva 11. Esirakennettavat alueet.

Vaihtoehdossa 1 esirakennettavat alueet lujitetaan rakennuskelpoisiksi pääosin pystysalaojituksella sekä ylipengerrystä käyttämällä. Kustannusarvio on noin 100 milj. €, tarvittavat ylipengermateriaalit ovat noin 3,5 milj.m³rtr. Ylipengermateriaaleja käytetään alueen rakentamisessa ja siten ne eivät ole ylijäämää. Vaihtoehdon rajoituksia ovat mm.: normaalia pidempi rakennusaika sekä tekniseen toteutukseen liittyvät suunnittelu- ja käyttörajoitukset. Käyttörajoituksia ovat mm. talojen perustustarve paaluttamalla.

Vaihtoehdossa 2 esirakennettavat alueet lujitetaan rakennuskelpoisiksi nykyisin yleisesti käytössä olevilla menetelmillä (paalutus, syvästabilointi ja massanvaihto) tonttikohtaisesti. Kustannusarvio on noin 500 milj. €, tarvittava massamenekki on 4,8 milj. m³rtr ja vastaavasti ylijäämämaan määrä 4,8 milj.m³rtr.

Eri vaihtoehdot muodostavat lähtökohdan esirakentamiselle. Niiden perusteella voidaan havaita teknisten ratkaisujen erilaisuus. Laskennan perusteet on esitetty yksityiskohtaisemmin liitteessä 8.

Ylijäämämaat

Alueella muodostuu runsaasti ylijäämämateriaaleja. Ylijäämämateriaalin sijoittaminen läjitysalueelle vaatii maapinta-alaa sekä läjittämisen aikana noin 30% tukimateriaalia (esim. louhetta). Tukimateriaalin avulla alueelle rakennetaan ajoväylät sekä tukirangat, jotka estävät sortumat. Vastaavien läjitysalueiden hoidon ja ylläpidon kustannukset ovat noin 8 eur/m³rtr ilman maalle laskettavaa arvoa kunnallisessa tarjonnassa. Tällä hetkellä ei ole tiedossa alueen ulkopuolista kunnallista tai yksityistä maanvastaanottoa tarvittavalle määrälle.

Östersundomin rakentamisen yhteydessä syntyy noin 9 milj.m³rtr ylijäämämaita, joille tulee osoittaa käyttökohde tai läjitys. Tukimateriaalit huomioon ottaen tarvittava läjitystilavuus on 12 milj.m³rtr. Läjitys- ja sijoituspaikaksi on tässä raportissa ehdotettu Landbon itäpuolella sijaitsevia maa-alueita. Maa-alueita käytetään samanaikaisesti mursketuotantoon ja välivarastointiin. Ylijäämämateriaali käytetään esim. alueelle suunniteltujen sisäisten puistojen rakentamisessa. Kuvatus kaltainen toiminta edellyttää vähintään osayleiskaavatasoisen suunnitelman olemassaoloa. Työsuoritusten jälkeen alue voidaan ottaa virkistyskäyttöön tai asemakaavoittaa asuin- tai teollisuustontteiksi.

Ylijäämämaitten sijoittaminen osoitetulle alueelle maksaa noin 96 milj.euroa. Vastaavasti kustannukset sijoitettaessa ylijäämämaat alueen ulkopuolelle olisivat kustannuksiltaan luokkaa 480 milj. euroa. Muualle sijoitettaessa kustannukset on arvioitu vuoden 2012 hintatason mukaisesti, vaikka todellista läjitysalueita ei tällä hetkellä ole tiedossa.

Ylijäämämaitten sijoitusta voidaan lähestyä myös niiden määrän kautta. Ylijäämämaitta muodostuu merkittävästi esirakentamisessa sekä ruoppaushankkeesta ja toisaalta alueella on massavajetta. Rakentamisessa voidaan keskittyä suunnittelu- ja toteutusratkaisuihin, joiden avulla syntyvä ylijäämä muodostuu mahdollisimman vähäiseksi. Tämä edellyttää mahdollisesti pidempää rakennusaikataulua, lisätutkimuksia sekä koerakentamista. Varteenotettava menetelmä sekä esirakentamisen että ruoppaushankkeen osalta on ylipengerrykset sekä pystysalaojitus. Pystysalaojituksen tehoa parantamaan sekä ylipenkereen korvaajana voidaan käyttää myös vakuumikonsolidaatiota.

Tarvekiviainesten tuottaminen eli louhinta

Alueella on huomattavan paljon kallioisia ja jyrkkäpiirteisiä alueita, joilla joudutaan suorittamaan louhintaa rakentamisen aikana tai sen vuoksi. Asutuksen keskellä tasauslouhinnan kustannus on luokkaa 25 eur/m³tr. Harvaan asutulla seudulla kustannustaso on noin 15 eur/m³tr ja syväotona kiviaineksen tuotannossa alle 6 eur/m³tr. Kalliotilojen osalta louhintakustannukset ovat lujitustarpeesta riippuen luokkaa 30-50 eur/m³tr.

Louhinta rakentamisen yhteydessä ei ole kannattavaa raaka-ainetuotannon kannalta. Suoritettaessa louhintatyöt alueellisesti laajempina kokonaisuuksina tai aluetta kiviainestuotantoon soveltaen saavutetaan merkittäviä kustannussäästöjä ja alueen massaomavaraisuus voidaan saavuttaa.

Nyt tehdyn tarkastelun perusteella alueen kokonaistuotanto on louheen osalta 19 milj.m³tr eli 1,20 m³tr/m² (0,75 m³tr/m²). Alueella on kallioalueita tai alueita, joiden maapeite on ohut, noin 842 hehtaaria. Rakentamisen alle käyttämättä jäävä kiviainesvaranto on karkeasti noin 270 milj. m³tr (170 milj.m³tr).

Massavajeesta sekä edellä mainituista kustannuseduista johtuen, alueelle on omavaraisuuden sekä rakennustuotannon jatkuvuuden kannalta perustettava kiviainesten ottoalueita. Tarvittava tuotantomäärä on 6,7 milj.m³tr. Määrän osalta tulee ottaa huomioon epävarmuustekijät.

Tarvekiviainesten jalostaminen

Alueen rakentamisessa tarvitaan murskattuja kivilajikkeita noin 5,3 milj.m³tr sekä kasvualustaa noin 1,7 milj. m³tr.

Murskeen tuottaminen ylijäämälouheesta ei poikkea kustannuksiltaan sen tuottamisesta primäärisestä kiviaineksesta. Kustannussäästöt syntyvät lähinnä kuljetuskustannuksista sekä materiaalille omistajan määrittelemästä raaka-ainehinnasta. Tuotettaessa kivijalosteita alueella kustannustaso on kuljetuksineen noin 16 eur/m³tr. Vastaavasti alueen ulkopuolelta tuotuna kustannustaso on luokkaa 20...30 eur/m³tr saatavuudesta ja etäisyydestä riippuen.

Kasvualustan tuottaminen, kiviainesten jalostaminen ja ylijäämämaiden sijoittaminen kannattaa keskittää samalle alueelle, jolloin saavutetaan meno- ja paluukuljetusten ja toiminnan pitkäjänteisyyden tuoma etu.

Kuljetusmatkat ja välivarastointi

Kuljetusmatkojen vaikutusta kustannuksiin voidaan arvioida laskemalla kustannus- ja liikennepäästö vaikutus matkan kaksinkertaistuessa viidestä kymmeneen kilometriin.

Välivarastoinnista aiheutuu lisäkustannuksia, koska materiaali on purettava varastoalueelle ja lastattava uudelleen. Välivarastointi on kannattavaa vain, jos varastoitavalle aineelle on alueella jatkossa käyttötarve. Välivarastointitilan tai materiaalin syntypaikan läheisyydessä olevan käyttökohteen puuttuessa materiaali kulkeutuu alueen ulkopuolisiin kohteisiin. Tulevaisuudessa louheesta ja murskeesta on pääkaupunkiseudulla pula, jolloin kohteet kilpailevat tuotteista. Välivarastointialueiden puuttuessa edestakaiset materiaalien ost- ja kuljetustoimenpiteet aiheuttavat turhia kustannuksia sekä liikennepäästöjä.

Välivarastointikapasiteetti toimii puskurina, jos aikataulutukset hankkeiden välillä ei rakentamisen tahdistamisesta johtuen onnistu.

Taulukossa 5 on esitetty yhteenveto kustannushyötyanalyysistä. Kustannusanalyysin perusteella ekotehokkaan maanrakentamisen kustannushyötysuhde on noin 2 - 4 kertainen verrattuna suunnittelelattomaan tilanteeseen tai jos tunnistetuille massahallinnan tarpeille ei ole osoitettu ratkaisua.

Tekijöiden välillä on teknisiä eroja ja niillä on erilaisia riippuvuussuhteita toisistaan. Analyysin perusteella voimavarat ja tutkimuspanostus voidaan keskittää alueen kannalta merkittäviin aihepiireihin.

Taulukko 5. Karkea kustannus-hyötyanalyysi.

Aihepiiri	Vaihtoehtoiset kustannukset, milj. euroa	Määrä / laajuus
Esirakentaminen VE2 / VE1	500 / 140	250 hehtaaria
Ylijäämämaiden läjittäminen ulkopuolelle 80km / alueella 8 km <i>CO2 päästöt, tonnia</i>	480 / 100 75 000 / 7 500	9 milj. m3rtr
Massojen kuljetusmatkat alueen sisällä meno- paluu 10 km / 5 km <i>CO2 päästöt, tonnia</i>	4,8 / 2,4 24 000 / 12 000	41 milj. tonnia (ei sis. lastaus)
Ei välivarastointia / väli- varastointi (sis.lastaus + 2 km lisä- matka)	- / 15	8 milj. m3rtr
Kiviaineksen tuottaminen (louhinta) asutus- / työ- maa alueella / tuotanto- lähtöisesti	300 / 150 / 40	6 milj. m3rtr tuotanto
Jalosteiden tuottaminen alueen ulkopuolelta / alu- eella	150 / 96	6 milj.m3rtr mursketta (säästö kuljetusmatka, tilaajan materiaali)
Ruoppaushanke: ruop- paus ja sedimentin läjit- täminen / vakuumikonso- lidointi (ei läjitystarvetta)	35 / 20...40	1,0 milj. m2rtr 1,5 milj. m3rtr

6 Yhteenveto

Östersundomin kaava-alueen massatalous on kiviainesten osalta noin 7 milj. m³tr alijäämäinen ja toisaalta alueella syntyy yli 9 milj.m³tr heikkolaatuisia piilovirtoja (ylijäämäistä).

Alueen rakentamisessa kulutetaan yli 5 milj.m³tr kiviainesjalosteita (mursketta) sekä noin 1,6 milj.m³tr kasvukerrosmateriaalia (multaa).

Kustannusanalyysin perusteella ekotehokkaan massahallinnan kustannushyötysuhde on 2 – 4 kertainen verrattuna suunnittelemaan tilanteeseen. **Tehostamisella sekä ennakkoivalla massahallinnalla voidaan saavuttaa noin 1 miljardin euron säästö suunnittelemaan tilanteeseen verrattuna.**

Massatasapainon ja omavaraisuuden saavuttamiseksi ja infrarakentamisen eko- ja kustannustehokkuuden turvaamiseksi alueelle on perustettava tarvittavat alueet, jotka on esitetty kuvassa 9 ja karttaliitteessä 5.

Massalaskentaan liittyy huomattavia epävarmuustekijöitä massojen laadun ja määrien osalta. Tässä vaiheessa ei ole käytettävissä yksityiskohtaisia pohjatutkimustuloksia tai aluekohtaisesti suunniteltuja korkeustasoja. Toisaalta yksittäisen alueen yksityiskohtainen tarkastelu johtaa kokonaisuuden kannalta helposti väärin johtopäätöksiin. Tästä syystä alueelle on luotu mahdollisimman hyvin tulevaa rakentamista kuvaava laskenta- ja arviointimalli. Malli tuottaa aluekohtaiset tunnusluvut ja tarkentuu yhden hehtaarin (korttelin) tasolle. Arviointeja tulee tarkentaa suunnittelun edetessä.

Alueella voidaan saavuttaa massatasapaino varmistamalla riittävä varamaapaikka (otto-alue) sekä läjitystilavuus ylijäämämaille. Maanrakentamisen maa- ja kiviaineshuollon tehostamiseksi ja turvaamiseksi sekä jalosteiden tuottamiseksi alueelle tarvitaan pitkä- ja lyhytaikaiset toiminta-alueet. Lyhytaikaisten alueiden (käyttöaika 5-10 vuotta) tarve on noin 33 hehtaaria vuodessa ja pitkäaikaisten alueiden (käyttöaika 20-30 vuotta) tarve noin 70 hehtaaria sekä pysyville toiminnoille noin 16 hehtaaria. Toiminta-alueilla tuotetaan alueella tarvittavat kiviaines- ja kasvukerrosjalosteet (murskeet ja kasvukerrokset) sekä varmistetaan ylijäämämaiden osalta hyötykäyttö- ja loppusijoitus. Toiminta-alue palvelee alueen infrarakentamista ja käyttötarpeen jälkeen ne otetaan muuhun käyttöön, kuten asuin- tai teollisuustonteiksi tai viheralueiksi.

Ensisijaista massahallinnan kannalta on, että materiaali käytetään mahdollisimman lähellä syntyipaikkaansa sekä laadultaan parhaassa mahdollisessa käyttötarkoituksessa. Noudattamalla massahallinnan periaatteita saavutetaan säästöjä sekä ympäristön että talouden kannalta. Massojen liikkeet ovat joka tapauksessa seudullisia sekä kaupungin sisällä vapaasti tapahtuvia. Tässä yhteydessä on tarkastelussa pysytty yleiskaava-alueen rajojen sisäpuolella ja pääpaino on toimenpiteissä, joilla saavutetaan alueellinen omavaraisuus.

Alueiden käyttöönotto edellyttää osittain kaavamerkintöjä pysyvien alueiden osalta sekä jatkossa osayleiskaava- ja asemakaavavaiheessa tehtävää suunnittelua. Alueille on myös haettava tarvittavat luvat (maanottolupa, ympäristölupa sekä tarvittaessa YVA - menettely). Näihin on varattava aikaa kahdesta viiteen vuotta.

Toiminnan ja jatkosuunnittelun osalta on asetettava tavoitteet sekä ohjattava, valvottava ja seurattava toteutumista. Tavoitteiden lähtökohdan muodostaa tässä raportissa esitetyt laskettavissa olevat määrät ja tunnusluvut.

Suosituksena on, että massahallinnan suunnittelu on hankkeen suunnittelun edetessä tarkentuva prosessi. Prosessista vastaa erillinen ohjausryhmä. Ohjausryhmä vastaa massahallinnan toimintaedellytysten toteutumisesta eli aluevarauksista sekä tarvittavien lupien hankinnasta. Massahallinnan toteutusvaiheesta vastaa työryhmä, jonka vastuulla on kaupungin maiden ja toimintojen omistusoikeus sekä töiden suorittaminen tai kilpailuttaminen.

Lähteet

Östersundomin yhteinen yleiskaava, Teknistaloudellinen selvitys, luonnos. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston yleissuunnitteluosaston selvityksiä 2011:11.

Maaperän rakennettavuusselvitys – Östersundom. GTK, Etelä-Suomen yksikkö, 28.11.2011.

Krapuojan suistoalueen haitta-aine- ja kaivumaiden sijoituspaikkaselvitys, Luonnos 12.5.2012, FGC Oy.

Helsingin kaavoituksen ekotehokkuustyökalu (HEKO), VTT, tutkimusraportti VTT-R-06550-10, 2010.

Ekotehokkuuden arviointi ja lisääminen Helsingissä, Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston yleissuunnitteluosaston selvityksiä 2008-2.

MateriaEuro, Luonnonvarojen käyttö Helsingin katujen rakentamisessa ja ylläpidossa, Helsingin kaupunki, Rakennusvirasto, Osahanke 1: Katujen materiaalipanos, Loppuraportti, Helsingin kaupungin rakennusviraston julkaisut 2005:1.

Uudenmaan liitto, Uudenmaan kiviaineshuollon kehityskuva, Uudenmaan 1. vaihemaakuntakaavan selvityksiä, Uudenmaan liiton julkaisu E94-2007.

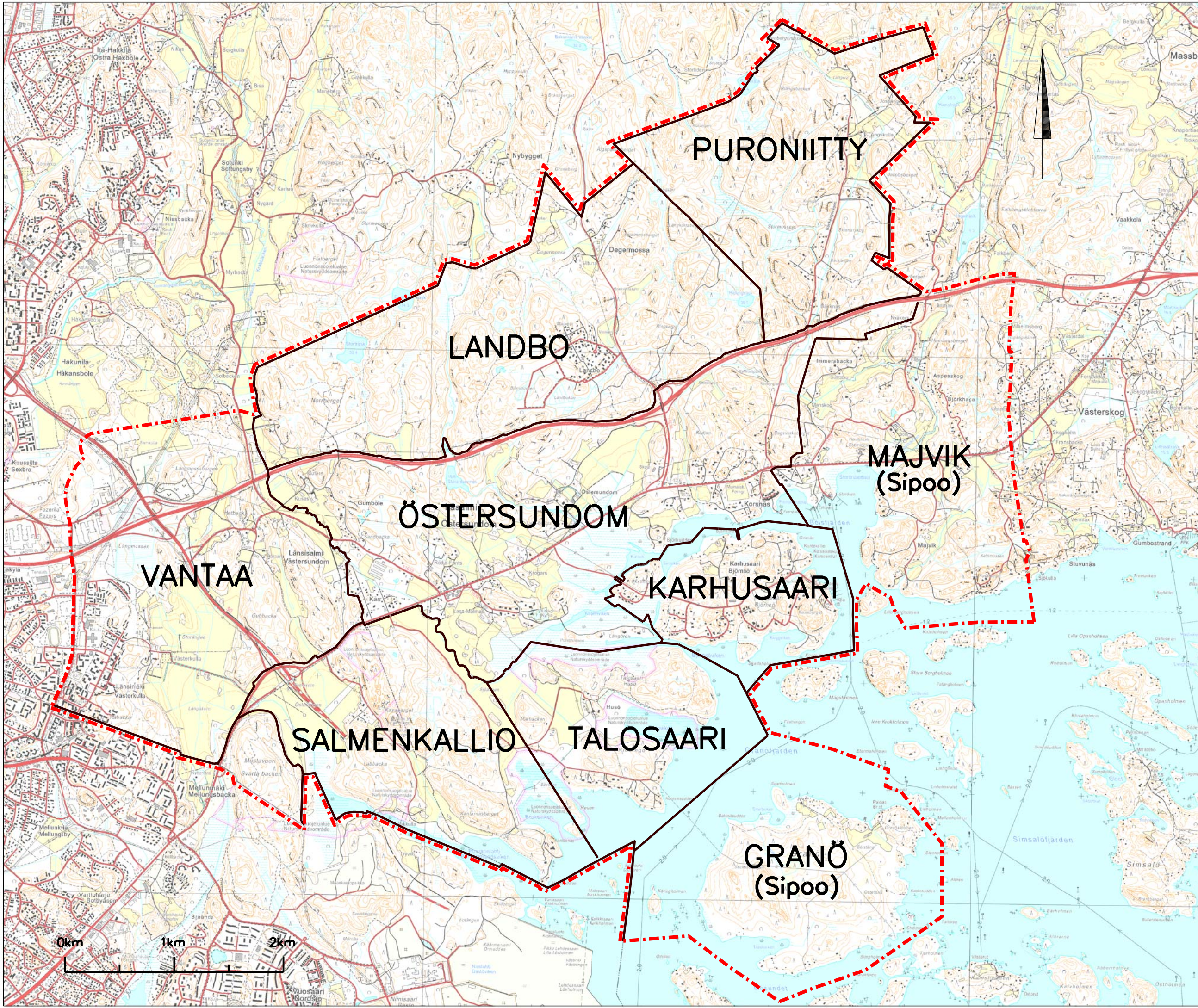
Ekotehokkuus investointien ST-hankinnoissa, Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 49/2007.

Läjitysainemateriaalien vähentäminen ja hyötykäyttö, esiselvitys, Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 57/1995.

Rakentaminen ja kiviainekset – tuotteita ylijäämästä (RAKI-hanke), loppuraportti, Etelä-Suomen yksikkö, KA33/2010/6, GTK, 15.3.2010.

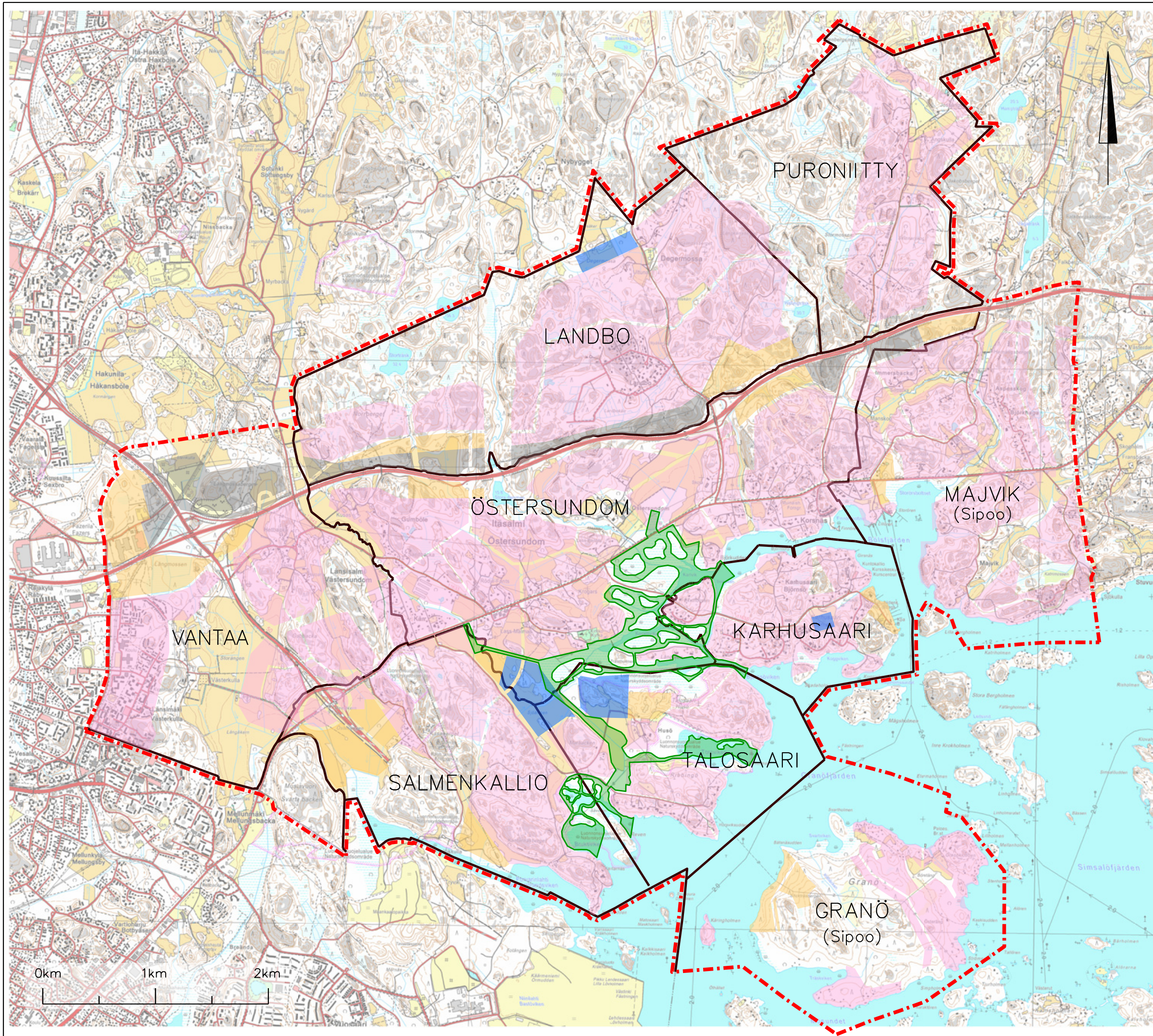
Ylijäämämassatarkastelu, Helsingin kaupunki, Sito Oy, 2005.

Helsingin kaupungin kaupunkisuunnitteluvirasto,
<http://www.hel.fi/hki/ksv/fi/Etusivu>, 25.9.2012



ALUERAJAT

- - - Östersundomin yleiskaava-alueen raja
- Osa-aluejako



ALUERAJAT

- - - Östersundomin yleiskaava-alueen raja
- Osa-aluejako

Rakennettavat alueet
 -kaupunkikorttelit
 -lähipuistot
 -paikalliskadut

Rakennettavat alueet
 -hallimaiset toiminnot

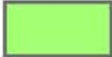



Rakennettavat alueet
 -yhdyskuntatekniset toiminnot

Rakennettavat alueet
 -urheilu- ja virkistys- palvelujen alue

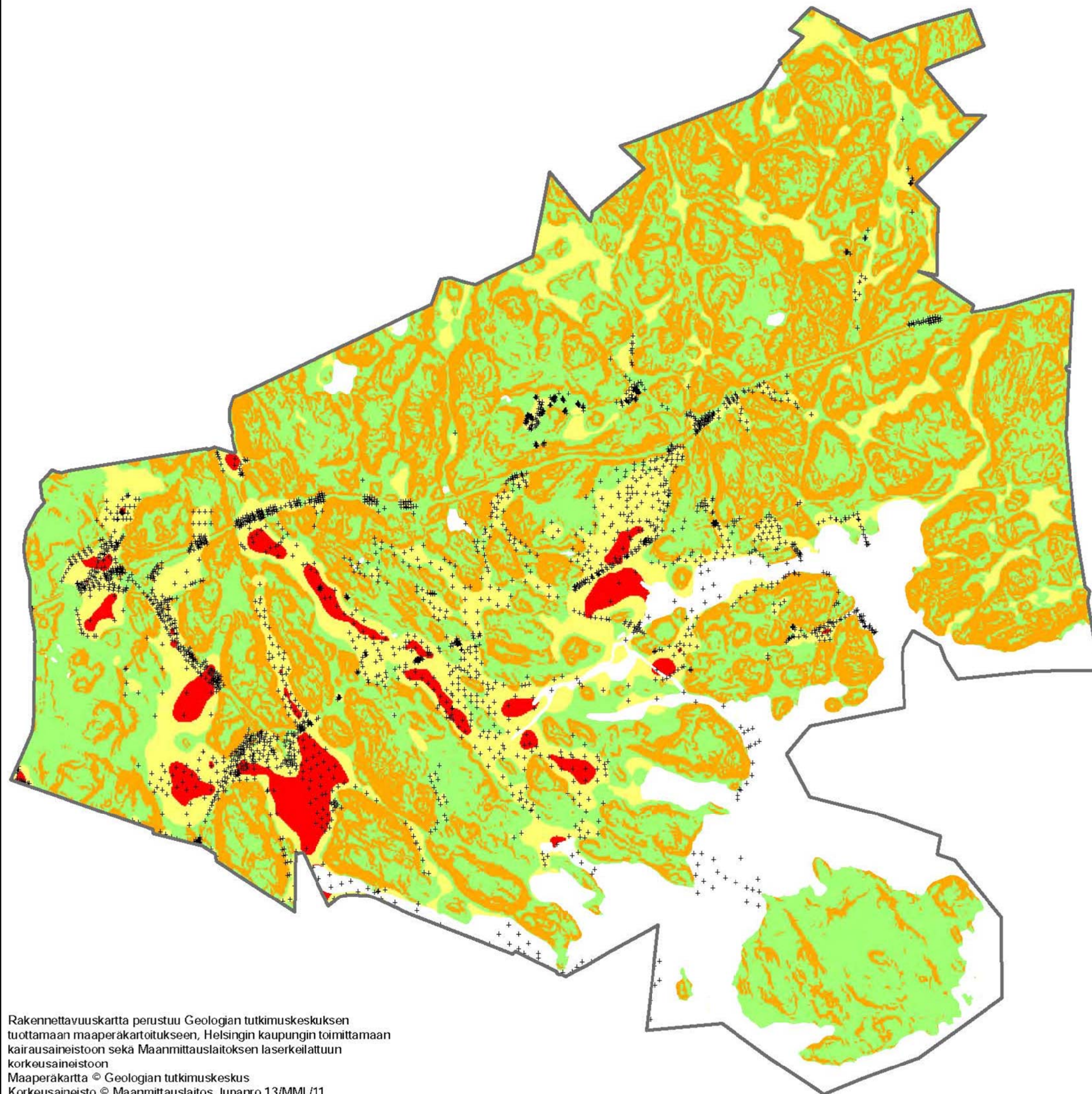
Yleiskaavaluonnoksen mukaiset vapaan veden alueet ruovikkoalueilla

HELSINGIN KAUPUNKI
Östersundomin yhteinen yleiskaava-alue

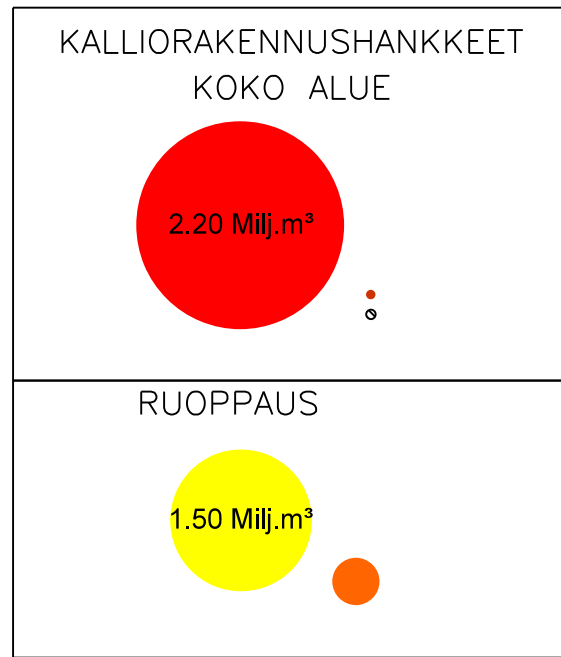
Rakennettavuusluokat -
paino- ja puristinheijarikairausten
päätymissyvyyteen perustuva

Normaalit pohjasuhteet		kairaussyvyys alle 3 m
Vaativat pohjasuhteet		Rinnekaltevuus yli 10 %
		Kairaussyvyys 3-15 m
Erittäin vaativat pohjasuhteet		Kairaussyvyys yli 15 m

Rakennettavuusselvityksessä käytetyt kairaukset on esitetty kartalla mustalla ristillä.
Tämä kartta on korjattu 28.11.2011



Rakennettavuuskartta perustuu Geologian tutkimuskeskuksen tuottamaan maaperäkartoitukseen, Helsingin kaupungin toimittamaan kairausaineistoon sekä Maanmittauslaitoksen laserkeilattuun korkeusaineistoon
Maaperäkartta © Geologian tutkimuskeskus
Korkeusaineisto © Maanmittauslaitos, lupanro 13/MML/11



ALUERAJAT

Östersundomin yleiskaava-alue

Osa-aluejako

SYNTYVÄT MASSAT

LOUHE JA KITKAMAA

KOOHEESIOMAA

TARVITTAVAT MASSAT

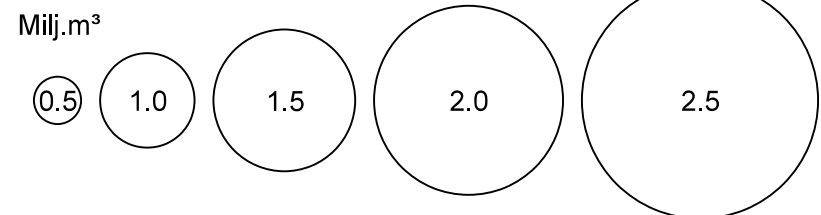
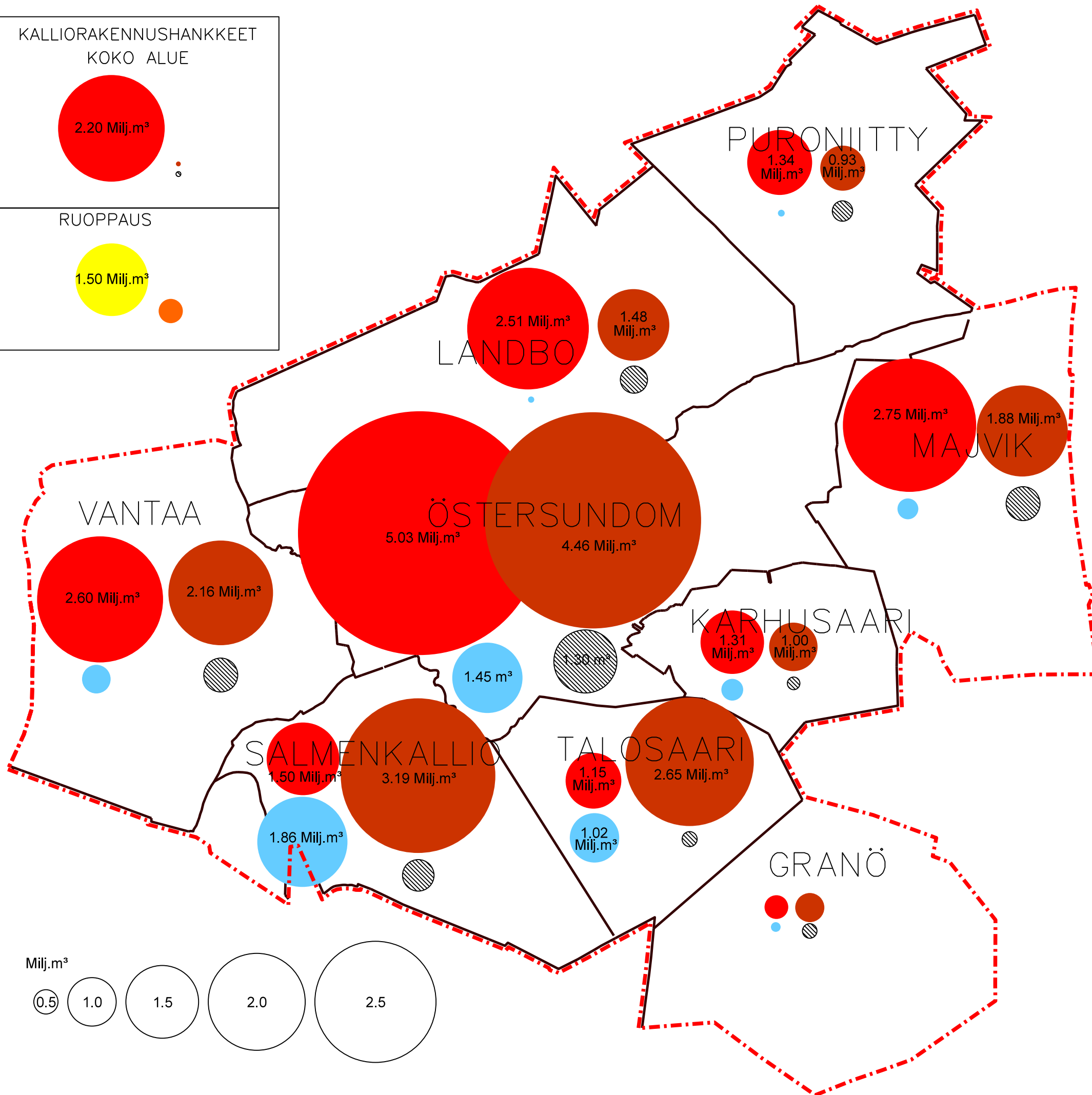
PENGERTÄYTÖT

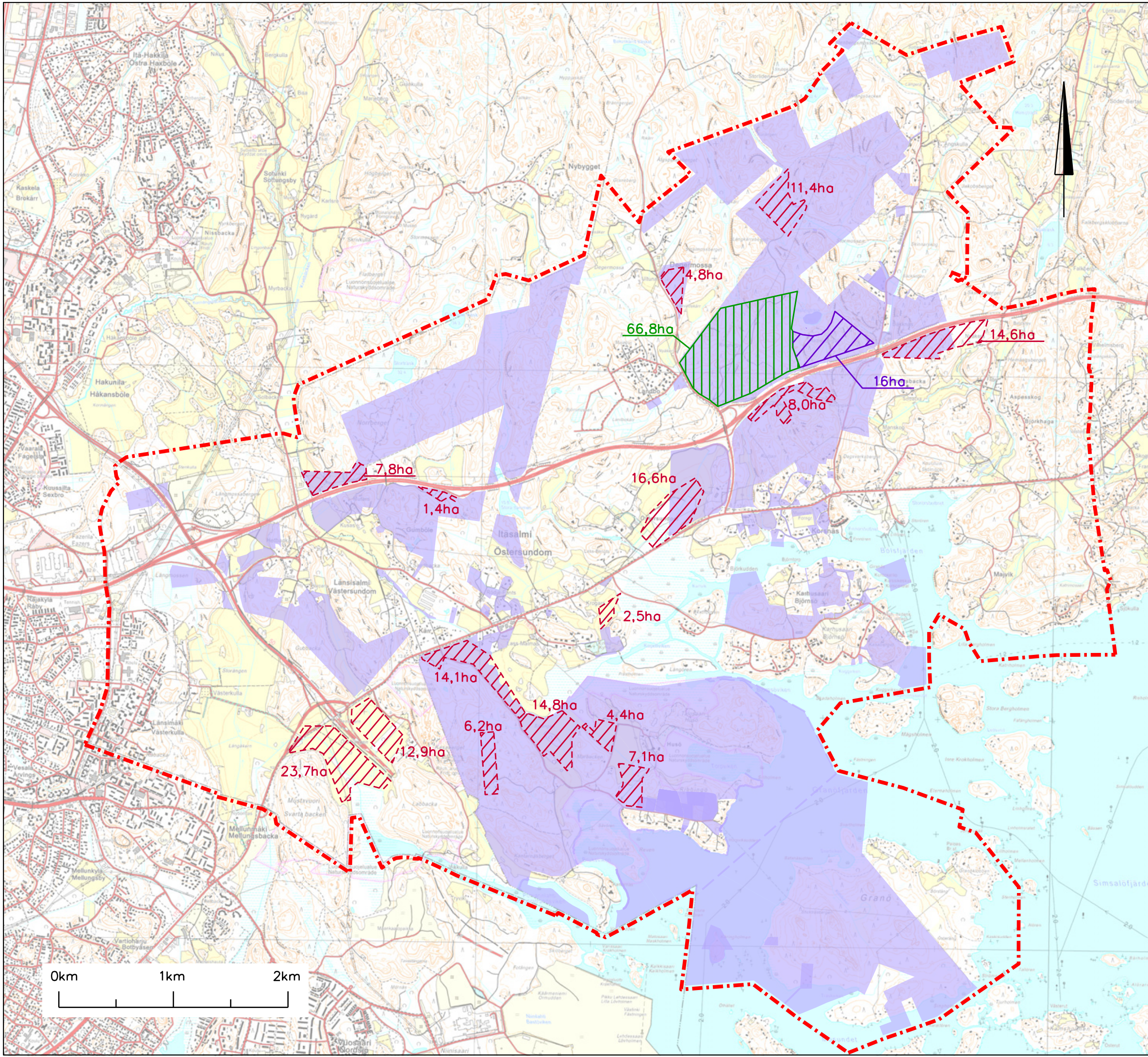
RAKENNEKERROS

RUOPPAUS

RUOPPAUS syntyvät

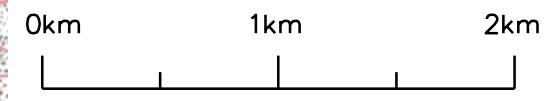
RUOPPAUS tarvittavat

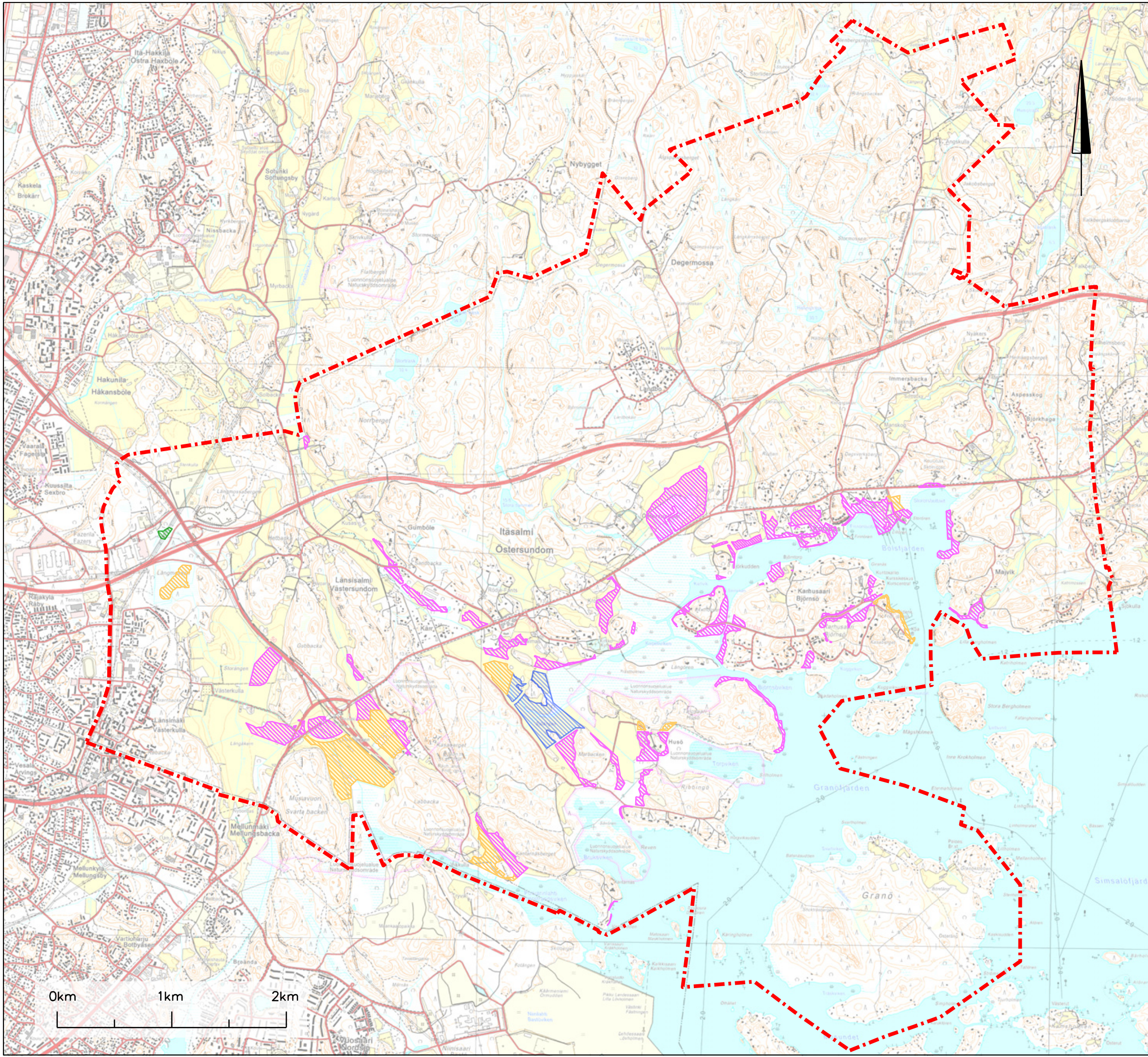




- Helsingin kaupungin omistama kiinteistö
- Östersundomin yleiskaava-alueen raja
- Puhtaiden ylijäämämaiden sijoitusalue
- Väliaikainen massatalousalue
- Välivarastointi-/jalostusalue

11,4ha
 4,8ha
 66,8ha
 14,6ha
 16ha
 8,0ha
 7,8ha
 1,4ha
 16,6ha
 2,5ha
 14,1ha
 14,8ha
 4,4ha
 7,1ha
 6,2ha
 12,9ha
 23,7ha

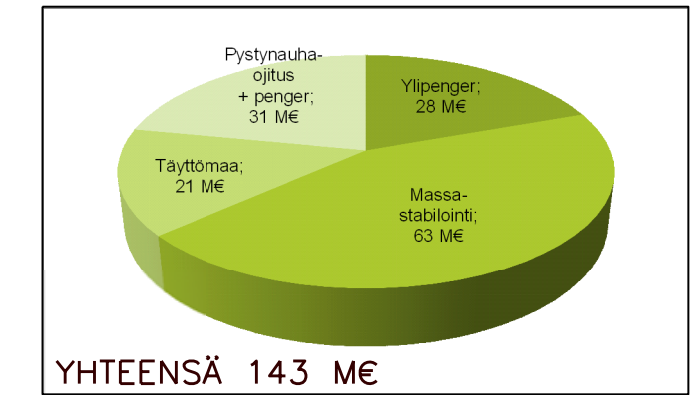




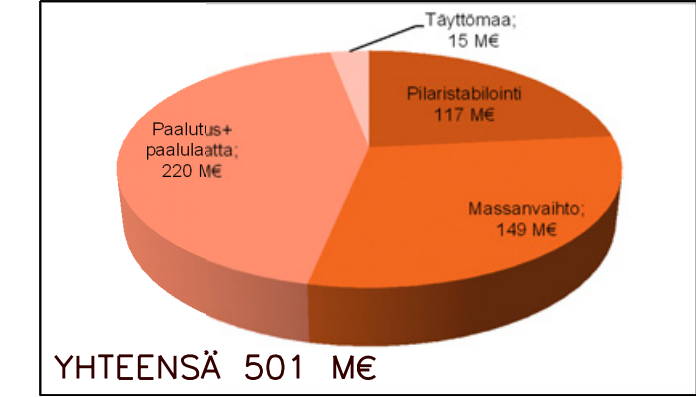
ALUERAJAT

--- Östersundomin yleiskaava-
alueen raja

ESIRAKENTAMISEN KUSTANNUKSET VE1



ESIRAKENTAMISEN KUSTANNUKSET VE2



Tulvasuojelun tai rakentamisen vuoksi esirakennettavat alueet, alle 2.8 m

- Esirakennettavat alueet
-kaupunkikorttelit
-lähipuistot
-paikalliskadut
YHTEENSÄ 127.9ha
- Esirakennettavat alueet
-hallimaiset toiminnot
YHTEENSÄ 42.6ha
- Esirakennettavat alueet
-yhdyskuntatekniset toiminnot
YHTEENSÄ 0.6ha
- Esirakennettavat alueet
-urheilu- ja virkistys-
palvelujen alue
YHTEENSÄ 22.3ha

Hallit/vaikeat pohjaolosuht	24	1198	337200	-14000	-336002	24	0	116400	-4850	-116400	24	27926	0	1164	27926	24	45600	7200	1600	38400	319200	66000	68400	7200
Omakotitalo/ tasainen maa	16	8778	90031	-5078	-81253	16	21785	42793	-1313	-21008	16	32837	0	2052	32837	16	33846	21027	801	12819	72299	9775	50750	21027
Kerrostalo/fasainen maa	11	6801	56507	-4519	-49706	11	15015	23069	-732	-8054	11	54648	0	4968	54648	11	20020	13499	593	6521	38390	8400	32787	13499
Rivitalo/fasainen maa	15	14304	121914	-7174	-107610	15	20952	28128	-478	-7176	15	76046	0	5070	76046	15	27936	12120	1054	15816	84984	9288	55770	12120
Hallit/tasainen maa	22	2112	105600	-4704	-103488	22	28050	62700	-1575	-34650	22	101640	0	4620	101640	22	41800	6600	1600	35200	89100	89100	62700	6600
Omakotitalo/jyrkkä kallio	23	445504	206625	10386	238879	23	16702	81426	-2814	-64724	23	0	0	0	0	23	22714	30227	-327	-7513	186168	28930	72953	30227
Kerrostalo/jyrkkä kallio	24	468288	187708	11691	280580	24	19656	90599	-2956	-70943	24	0	0	0	0	24	30046	29453	25	594	173785	32988	71534	29453
Rivitalo/jyrkkä kallio	39	813736	318599	12696	495137	39	36317	146266	-2819	-109949	39	0	0	0	0	39	83678	31512	1338	52166	193128	48298	145002	31512
Hallit/jyrkkä kallio	9	130896	48150	9194	82746	9	7650	51300	-4850	-43650	9	0	0	0	0	9	24300	2700	2400	21600	60300	13500	25650	2700
Massat yhteensä	218	#####	-1 863 106		30 382		166 277	-818 843		-652 566	218	326 383	0		326 383	218	395 186	-190 092		205 094	1546592	425616	703904	190092
		1,89					0,17					0,33					0,40			1,5	0,4		0,7	0,2

Massat alueittain **Granö**

	Louhe	m3krt	m3rtr	m3rtr	m3rtr	Kitkamaa	m3krt	m3rtr	m3rtr	m3rtr	Savi	m3krt	m3rtr	m3rtr	m3rtr	Multa	m3krt	m3rtr	m3rtr	m3rtr	Massalajikkeet	Täytöt m3rtr	Rakennekerrokset m3rtr	Multa m3rtr	Tulvatäyttö m3rtr	Tulva-alueiden pinta-ala, ha
	hehtaareita	syntyvät	tarvittavat	massat/ 1ha	massatasapaino	hehtaareita	syntyvät	tarvittavat	massat/ 1ha	massatasapaino	hehtaareita	syntyvät	tarvittavat	massat/ 1ha	massatasapaino	hehtaareita	syntyvät	tarvittavat	massat/ 1ha	massatasapaino	Rakennepenkereet m3rtr	Täytöt m3rtr	Rakennekerrokset m3rtr	Multa m3rtr	Tulvatäyttö m3rtr	Tulva-alueiden pinta-ala, ha
Omakotitalo/vaikeat pohja	0	0	0	-7337	0	0	0	0	-7714	0	0	0	0	652	0	0	0	0	701	0	0	0	0	0	0	0
Kerrostalo/vaikeat pohjaol	0	0	0	-10492	0	0	0	0	-5140	0	0	0	0	749	0	0	0	0	583	0	0	0	0	0	0	0
Rivitalo/vaikeat pohjaolosi	0	0	0	-12398	0	0	0	0	-4352	0	0	0	0	1164	0	0	0	0	1054	0	0	0	0	0	0	0
Hallit/vaikeat pohjaolosuht	0	0	0	-14000	0	0	0	0	-4850	0	0	0	0	1164	0	0	0	0	1600	0	0	0	0	0	0	0
Omakotitalo/ tasainen maa	65	35662	365752	-5078	-330090	65	88501	173846	-1313	-85345	65	133401	0	2052	133401	65	137501	85423	801	52078	293716	39712	206170	85423		
Kerrostalo/fasainen maa	0	0	0	-4519	0	0	0	0	-732	0	0	0	0	4968	0	0	0	0	593	0	0	0	0	0	0	
Rivitalo/fasainen maa	0	0	0	-7174	0	0	0	0	-478	0	0	0	0	5070	0	0	0	0	1054	0	0	0	0	0	0	
Hallit/tasainen maa	15	1440	72000	-4704	-70560	15	19125	42750	-1575	-23625	15	69300	0	4620	69300	15	28500	4500	1600	24000	60750	42750	4500	0	0	
Omakotitalo/jyrkkä kallio	15	290546	134755	10386	155791	15	10892	53104	-2814	-42211	15	0	0	0	0	15	14813	19713	-327	-4900	121414	18868	47578	19713		
Kerrostalo/jyrkkä kallio	0	0	0	11691	0	0	0	0	-2956	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	
Rivitalo/jyrkkä kallio	0	0	0	12696	0	0	0	0	-2819	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1338	0	0	0	0	0	0	
Hallit/jyrkkä kallio	3	43632	16050	9194	27582	3	2550	17100	-4850	-14550	3	0	0	0	0	3	8100	900	2400	7200	20100	4500	8550	900		
Massat yhteensä	98	371 280	-588 557		-217 278		121 068	-286 799		-165 731	98	202 701	0		202 701	98	188 914	-110 536		78 378	495979	123829	305048	110536		
		0,37					0,12					0,20					0,19			0,5	0,1		0,3	0,1		

Massat alueittain **Majvik**

	Louhe	m3krt	m3rtr	m3rtr	m3rtr	Kitkamaa	m3krt	m3rtr	m3rtr	m3rtr	Savi	m3krt	m3rtr	m3rtr	m3rtr	Multa	m3krt	m3rtr	m3rtr	m3rtr	Massalajikkeet	Täytöt m3rtr	Rakennekerrokset m3rtr	Multa m3rtr	Tulvatäyttö m3rtr	Tulva-alueiden pinta-ala, ha
	hehtaareita	syntyvät	tarvittavat	massat/ 1ha	massatasapaino	hehtaareita	syntyvät	tarvittavat	massat/ 1ha	massatasapaino	hehtaareita	syntyvät	tarvittavat	massat/ 1ha	massatasapaino	hehtaareita	syntyvät	tarvittavat	massat/ 1ha	massatasapaino	Rakennepenkereet m3rtr	Täytöt m3rtr	Rakennekerrokset m3rtr	Multa m3rtr	Tulvatäyttö m3rtr	Tulva-alueiden pinta-ala, ha
Omakotitalo/vaikeat pohja	9	1504	67534	-7337	-66030	9	0	69427	-7714	-69427	9	5864	0	652	5864	9	18139	11828	701	6311	76968	31446	28547	11828		
Kerrostalo/vaikeat pohjaol	8	187	84123	-10492	-83936	8	93	41213	-5140	-41120	8	5990	0	749	5990	8	14560	9818	593	4742	70947	30544	23845	9818		
Rivitalo/vaikeat pohjaolosi	0	0	0	-12398	0	0	0	0	-4352	0	0	0	0	1164	0	0	0	0	1054	0	0	0	0	0	0	
Hallit/vaikeat pohjaolosuht	2	100	28100	-14000	-28000	2	0	9700	-4850	-9700	2	2327	0	1164	2327	2	3800	600	1600	3200	26600	5500	5700	600		
Omakotitalo/ tasainen maa	18	9876	101285	-5078	-91410	18	24508	48142	-1313	-23634	18	36942	0	2052	36942	18	38077	23656	801	14422	81337	10997	57093	23656		
Kerrostalo/fasainen maa	6	3709	30822	-4519	-27113	6	8190	12583	-732	-4393	6	29808	0	4968	29808	6	10920	7363	593	3557	20940	4582	17884	7363		
Rivitalo/fasainen maa	30	28608	243828	-7174	-215220	30	41904	56256	-478	-14352	30	152093	0	5070	152093	30	55872	24240	1054	31632	169968	18576	111540	24240		
Hallit/tasainen maa	3	288	14400	-4704	-14112	3	3825	8550	-1575	-4725	3	13860	0	4620	13860	3	5700	900	1600	4800	12150	8550	900	0	0	
Omakotitalo/jyrkkä kallio	73	1413990	655809	10386	758181	73	53010	258438	-2814	-205428	73	0	0	0	0	73	72091	95937	-327	-23845	590880	91822	231545	95937		
Kerrostalo/jyrkkä kallio	20	390240	156423	11691	233817	20	16380	75499	-2956	-59119	20	0	0	0	0	20	25039	24544	25	495	144821	27490	59612	24544		
Rivitalo/jyrkkä kallio	34	709411	277753	12696	431658	34	31661	127514	-2819	-95853	34	0	0	0	0	34	72950	27472	1338	45478	168368	42106	126412	27472		
Hallit/jyrkkä kallio	1	14544	5350	9194	14544	1	850	5700	-4850	-4850	1	0	0	0	0	1	2700	300	2400	6700	1500	2850	300	0	0	
Massat yhteensä	204	#####	-1 665 427		907 030		180 420	-713 021		-632 601	204	246 884	0		246 884	204	319 848	-226 657		93 191	1369678	276712	673677	226657		
		2,57					0,18					0,25					0,32			1,4	0,3		0,7	0,2		

Esirakentamisen kustannukset V2

	Kustannukset	
Salmenkallio		
pilaristabilointi	43 282 800	
massanvaihto	50 496 600	
paalutus + paalulaatta	80 794 560	
täyttömaa	5 004 400	
Kustannukset yhteensä		179 578 360 €

	Kustannukset	
Talosaari		
pilaristabilointi	17 245 800	
massanvaihto	32 352 600	
paalutus + paalulaatta	32 192 160	
täyttömaa	3 524 400	
Kustannukset yhteensä		85 314 960 €

	Kustannukset	
Karhusaari		
pilaristabilointi	11 875 050	
massanvaihto	13 854 225	
paalutus + paalulaatta	22 166 760	
täyttömaa	1 342 400	
Kustannukset yhteensä		49 238 435 €

	Kustannukset	
Vantaa		
pilaristabilointi	7 786 350	
massanvaihto	9 084 075	
paalutus + paalulaatta	14 534 520	
täyttömaa	1 110 800	
Kustannukset yhteensä		32 515 745 €

	Kustannukset	
Majvik		
pilaristabilointi	5 415 300	
massanvaihto	6 317 850	
paalutus + paalulaatta	10 108 560	
täyttömaa	593 600	
Kustannukset yhteensä		22 435 310 €

	Kustannukset	
Östersundom		
pilaristabilointi	31 788 900	
massanvaihto	37 157 050	
paalutus + paalulaatta	59 339 280	
täyttömaa	3 377 600	
Kustannukset yhteensä		131 662 830 €

Kustannukset 500 745 640 €

Esirakentamisen kustannukset V1

	Kustannukset	
Salmenkallio		
ylipenger	9 233 664 €	
massastabilointi	23 084 160 €	
täyttömaa	7 102 960 €	
pystynauhaojitus + penger	11 542 080 €	
Kustannukset yhteensä		50 962 864 €

	Kustannukset	
Talosaari		
ylipenger	6 475 104 €	
massastabilointi	9 197 760 €	
täyttömaa	4 640 160 €	
pystynauhaojitus + penger	4 598 880 €	
Kustannukset yhteensä		24 911 904 €

	Kustannukset	
Karhusaari		
ylipenger	2 533 344 €	
massastabilointi	6 333 360 €	
täyttömaa	1 918 160 €	
pystynauhaojitus + penger	3 166 680 €	
Kustannukset yhteensä		13 951 544 €

	Kustannukset	
Vantaa		
ylipenger	1 661 088 €	
massastabilointi	4 152 720 €	
täyttömaa	1 488 320 €	
pystynauhaojitus + penger	2 076 360 €	
Kustannukset yhteensä		9 378 488 €

	Kustannukset	
Majvik		
ylipenger	1 155 264 €	
massastabilointi	2 888 160 €	
täyttömaa	856 160 €	
pystynauhaojitus + penger	1 444 080 €	
Kustannukset yhteensä		6 343 664 €

	Kustannukset	
Östersundom		
ylipenger	6 797 632 €	
massastabilointi	16 954 080 €	
täyttömaa	4 920 480 €	
pystynauhaojitus + penger	8 477 040 €	
Kustannukset yhteensä		37 149 232 €

Kustannukset 142 697 696 €