

Helsingin kaupunki, Kaupunkiympäristö
**Malminkentän esirakentamisen
vaiheistus**

Yleissuunnitelmaraportti

14.6.2024

TYÖNUMERO 3209

HYVÄKSYTTY 19.6.2024

Sisällys

1. JOHDANTO	4
1.1. YLEISTÄ	4
1.2. LÄHTÖTIEDOT JA AIEMMIN TEHDYT SELVITYKSET	6
2. SUUNNITTELUALUEEN YLEISKUVAUS	8
2.1. HISTORIA JA NYKYTILANNE.....	8
2.2. ALUEJAKO JA KAAVOITUSTILANNE	10
2.3. OLEMASSA OLEVAT SÄILYTETTÄVÄT TAI VAROTTAVAT RAKENTEET JA KOHTEET	11
2.4. POHJATUTKIMUKSET JA MUUT TUTKIMUKSET SEKÄ MITTAUKSET.....	17
2.5. MAAPERÄOLOSUHTEET JA POHJAVESI	17
2.6. MAAPERÄN YMPÄRISTÖTEKNISET OMINAISUUDET	19
3. SUUNNITTELUALUEEN YLEISTASAUS	21
3.1. YLEISTASAUksen KUVAUS JA KEHITYSVAIHEET	21
3.2. KEHITYSEHDOTUKSET	21
4. HULEVESIEN HALLINTA	22
4.1. NYKYISET HULEVESIJÄRJESTELYT.....	22
4.2. TYÖNAIKAISET HULEVESIJÄRJESTELYT	22
4.3. LOPPUTILANTEEN HULEVESIJÄRJESTELYT	22
4.4. HULEVESIIN LIITTYVIÄ LUPATARPEITA JA ERITYISIÄ NÄKÖKOHTIA	23
5. LONGINOJAN LINJAUksen MUUTOS	24
5.1. LÄHTÖKOHdat JA TARKOITUS	24
5.2. HUOMIOITAVIA NÄKÖKOHTIA	24
6. VÄLIAIKAISTOIMINTOJEN TOIMINTAEDELLYTYKSET ESIRAKENTAMISEN AIKANA.....	24
6.1. LOGISTIIKKA- JA VARASTOINTIALUE	24
6.2. LUMEN VASTAANOTTOPAIKKA	25
6.3. MUUT VÄLIAIKAISTOIMINNOT	25
7. ESIRAKENTAMISEN RATKAISUVAIHTOEHDOT JA GEOTEKNISET TARKASTELUT.....	26
7.1. SYVÄSTABILOINTI.....	26
7.2. ESIKUORMITUS JA PYSTYOJITUS	27
7.3. PUUPAALUTUS.....	28
7.4. PAALULAATTA.....	29
7.5. MASSANVAIHTO	30
7.6. KEVENNYS.....	30
7.7. GEOLUJITTEET	31
7.8. SIIRTYMÄRAKENTEET	31
8. ESIRAKENTAMISEN VAIHEISTUS	31
8.1. YLEISTÄ	31
8.2. ALUEILLA HUOMIOITAVAT ERITYISPIIRTEET	32
8.3. VAIHEISTUKSEN VARIAATIOT	35
8.3.1. <i>Vaiheistus VE 1A</i>	35

8.3.2.	Vaiheistus VE 1B	37
8.3.3.	Vaiheistus VE 2A	39
8.3.4.	Vaiheistus VE 2B	40
8.4.	KAAVA-ALUEIDEN RAKENTAMISJÄRJESTYS JA -AIKATAULU	42
9.	RAKENNUSTEN PERUSTAMINEN	43
9.1.	YLEISTÄ	43
9.2.	ESIRAKENTAMISMENETELMIEN VAIKUTUKSET RAKENNUSTEN JA RAKENTEIDEN PERUSTAMISEEN	44
10.	ESIRAKENTAMISEN KUSTANNUSLASKELMAT	44
10.1.	LASKENTAPERIAATTEET	44
10.2.	KUSTANNUSLASKENNAN TULOKSET	46
10.3.	KUSTANNUKSIIN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ	48
11.	ESIRAKENTAMISEN HIILIDIOKSIDIPÄÄSTÖLASKELMAT	48
11.1.	LASKENTAPERIAATTEET	48
11.2.	HIILIDIOKSIDIPÄÄSTÖLASKENNAN TULOKSET	49
11.3.	HIILIDIOKSIDIPÄÄSTÖIHIN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ	50
12.	YHTEENVETO JA SUOSITUKSET JATKOTOIMENPITEISTÄ	50
12.1.	YHTEENVETO	50
12.2.	SUOSITUKSET JATKOTOIMENPITEIKSI JA LISÄSELVITYSTARPEIKSI	53

Liitteet

Suunnitelmapiiirustukset:

GEO 3209-100	Aluejakokartta
GEO 3209-400	Pohjanvahvistuskartta, mahdolliset esikuormitusalueet
GEO 3209-401	Pohjanvahvistuskartta, mahdolliset stabilointialueet
GEO 3209-402	Pohjanvahvistuskartta, muut pohjanvahvistusvaihtoehdot
GEO 3209-500	Pohjatutkimuskartta, pohjoisosa
GEO 3209-501	Pohjatutkimusleikkaukset, pohjoisosa
GEO 3209-502	Savikerroksen paksuus, pohjoisosa
GEO 3209-503	Täyttöpaksuus, pohjoisosa
GEO 3209-504	Pohjatutkimuskartta, eteläosa
GEO 3209-505	Pohjatutkimusleikkaukset, eteläosa
GEO 3209-506	Savikerroksen paksuus, eteläosa
GEO 3209-507	Täyttöpaksuus, eteläosa
GEO 3209-508	Pohjanvahvistusvaihtoehdot, vesiaiheet
GEO 3209-509	Kaivu- ja täyttöaluekartta
GEO 3209-600	Perustamistapakartta
GEO 3209-700	Vaiheistuskartta VE1A
GEO 3209-701	Vaiheistuskartta VE1B
GEO 3209-702	Vaiheistuskartta VE2A
GEO 3209-703	Vaiheistuskartta VE2B
GEO 3209-704	Vaiheistusaikataulut

Muut liitteet:

Liite 1:	Huomioita esirakentamiseen liittyen
Liite 2:	Laskentaraportti
Liite 3.1:	Kustannus- ja päästölaskelmat, pengermateriaali vastaanottohinnalla
Liite 3.2:	Kustannus- ja päästölaskelmat, pengermateriaali ostohinnalla

Helsingin kaupunki, Kaupunkiympäristö Malminkentän esirakentamisen vaiheistus

YLEISSUUNNITELMARAPORTTI

1. JOHDANTO

1.1. Yleistä

Tässä työssä on laadittu suunnitelma Malminkentän alueelle suunnitellun uuden asuinalueen esirakentamisen vaiheistuksesta. Työn tavoitteena oli määritellä Malminkentän esirakentamiseen soveltuvat menetelmät osa-alueittain sekä esirakentamisen vaiheistus, kustannukset ja hiilidioksidipäästöt ottaen huomioon alueen vesistöön ja väliaikaiskäyttöön liittyvät seikat. Suunnittelualue rajautsineen ja osa-alueineen pohjautuu 1.12.2015 päivättyyn Malmin lentokentän alueen kaavarunkoon.

Koko Malminkentän alueesta on 2000-luvulla laadittu kaksi esirakentamisen konsulttityötä: Malmin lentokenttäalue, Esirakentamissuunnittelu, Destia Oy 25.9.2017 ja Malmin entinen lentokenttä, esirakentamisen esiselvitys, Ramboll Finland Oy 23.8.2021. Ensimmäisen työn lopputuloksena ehdotettiin alueen pääasialliseksi pohjanvahvistusmenetelmäksi syvästabilointia. Ilmastotietoisuuden lisääntyessä on kuitenkin tullut tarve tarkastella muun muassa rakentamista myös hiilidioksidipäästöjen näkökulmasta. Helsingin kaupunki on julkaissut Hiilineutraali Helsinki 2030 -päästövähennysohjelman, jossa kaupunki on asettanut tavoitteekseen olla hiilineutraali vuonna 2030, nollaavansa päästönsä vuoteen 2040 mennessä ja pyrkivänsä tämän jälkeen hiilinegatiivisuuteen. Malminkentän esirakentamisen osalta kaupunki tavoittelee esirakentamisen hiilipäästöjen puolittamista verrattuna tilanteeseen, jossa kaikki esirakentaminen toteutettaisiin pääosin syvästabiloinnilla käyttäen perinteisiä kalkki-sementtisideaineita. Ramboll Finland Oy on työssään 2021 tutkinut vaihtoehtojen esirakentamismenetelmien soveltuvuutta alueelle ja vertaillut eri vaihtoehtojen hiilipäästöjä. Päästöjä voidaan työn tulosten perusteella vähentää käyttämällä esikuormitusta syvästabiloinnin sijaan ja korvaamalla perinteisiä stabiloinnin sideaineita uusiomateriaalipohjaisilla sideaineilla. Hiilidioksidia voidaan lisäksi sitoa käyttämällä puupaaluja.

Malminkentän kaavoituksen ja kehittämisen edetessä alueella on tunnistettu geo- ja ympäristötekniisiä erityispiirteitä, joilla on suuri merkitys ympäristön säilymiseen vahingoittumattomana ja alueen rakennusteknisen laatutason säilymiseen niin esirakentamisvaiheessa, rakentamisvaiheessa kuin alueen valmistuttuakin. Näitä erityispiirteitä ovat happamat sulfaattimaat, korkea orsivedenpinnan taso, paksut ja tasaiset savikot ja alueen halki virtaava Longinoja sivuojuineen. Longinoja on paikallisesti merkittävä taimenpuro.

Happamat sulfaattimaat voivat aiheuttaa ympäristön pH:n laskua joutuessaan hapen kanssa kosketuksiin, esimerkiksi kaivamisen yhteydessä. Samalla niistä voi liueta ympäristöön haitallisia raskasmetalleja. Happamien, metallipitoisten hulevesien huuhtoutuminen Longinojaan tai sen sivuojiin voi heikentää vaelluskalojen elinympäristöä merkittävästi. Happamien sulfaattimaiden kaivamista on siis mahdollisuuksien mukaan vältettävä, ja kaivettuna niiden käsittelyyn on kiinnitettävä erityistä huomiota.

Orsivedenpinta on alueella korkealla – hyvin lähellä maanpintaa. Rakentamisen myötä orsivedenpintaa ei saisi laskea, sillä orsivedenpinnan lasku voi johtaa pohjamaan kokoonpuristumiseen ja sitä kautta aiheuttaa alueellisia painumia. Lisäksi orsivedenpinnan lasku saattaa altistaa aiemmin vedellä kyllästyneiden, potentiaalisesti happamien sulfaattimaiden altistumista hapelle, jolloin ne voivat muuttua aktiivisiksi happamiksi sulfaattimaiksi. Suunnittelualueen laajuus ja tasaisuus luovat haasteita painovoimaisen viemäroinnin toteuttamiselle, sillä viemärikanaalien ulottaminen orsivedenpinnan alapuolelle voi aiheuttaa orsivedenpinnan pysyvää laskua.

Paksut savikerrokset yhdistettynä vähäiseen maanpinnan korkeusvaihteluun edellyttävät onnistunutta pohjanvahvistusta. Pienetkin painumaerot voivat johtaa viemäroinnin ja vesienohjauksen toimimattomuuteen. Lisäksi alueen ulkonäöllinen laatutaso voi kärsiä. Osa vähäpäästöisemmistä pohjanvahvistusmenetelmistä on haastavampia saada onnistumaan siten, ettei haitallisia painumia synnyisi rakentamisen jälkeen. Toisaalta paine päästöjen vähentämiseen on suuri. Tasapainon löytäminen rakentamisen laadun ja päästöjen välillä on haastava tehtävä, mutta huolellisella suunnittelulla ja toteutuksella mahdollista saavuttaa.

Esirakentamisen vaiheistukseen liittyvät vahvasti alueelle suunnitellut väliaikaistoiminnot, joista merkittävimpiä lienevät väliaikainen lumen vastaanottoaika, veneiden talvisäilytysalue sekä massojen vastaanottoon suunniteltu logistiikka-alue. Nämä sijoittuvat Malminkentän pohjoisosiin. Lisäksi eteläosassa toimii Stadin ammattiopiston ajoharjoitteluala. Eteläiset alueet on puolestaan jo asemakaavoitettu, ja niiden rakentaminen käynnistyy ennen keski- ja pohjoisosien rakentamista.

Kaikki edellä mainitut reunaehdot ja tulokset huomioiden Malminkentän esirakentaminen on hyvin monitahoinen kokonaisuus. Tässä työssä on pyritty arvioimaan esirakentamisen ja samalla kaavoituksen tarkoituksenmukaista toteutusjärjestystä laatua ja hiilidioksidipäästöjen vähentämistä unohtamatta.

Työn ohjausryhmään ovat kuuluneet:

- Pekka Leivo, Myle
- Kaarina Laakso, Myle
- Matti Neuvonen, Myle
- Kaisa Jama, Aska
- Valtteri Heinonen, Aska
- Kimmo Kuisma, Kanslia
- Outi Rissanen, Kanslia
- Mirva Koskinen, Make
- Asko Aalto, Make
- Risto Niinimäki, Make
- Virpi Nikulainen, Yla
- Mikko Suominen, Yla
- Heikki Takainen, Like

Työn suunnitteluryhmään ovat kuuluneet:

- Suvi Saljola, GeoPro Consulting Oy, geotekniikka
- Mikko Mielonen, GeoPro Consulting Oy, geotekniikka
- Mikko Riikonen, GeoPro Consulting Oy, geotekniikka

-
- Harri Vehmas, GeoPro Consulting Oy, geotekniikka
 - Perttu Hyöty, Sitowise Oy, hulevesien hallinta

1.2. Lähtötiedot ja aiemmin tehdyt selvitykset

Malminkentän maankäyttöön liittyen on tehty runsaasti erilaisia ohjeita, selvityksiä, tutkimuksia ja suunnitelmia. Tämän työn lähtötietona ovat toimineet seuraavat:

Helsingin kaupungin ohjeet

- Malmin lentokenttäalueen katu ympäristön designmanuaali, 15.10.2020
- Kaivumaiden hallinta Malminkentällä, Ohje suunnitteluun, urakka-asiakirjoihin ja työmaille 1.2.2024
- Malminkentän tarkennettu työmaavesiohje, 13.12.2023
- Malminkentän mallipohja: Työmaan ympäristöasiakirja 30.11.2023

Katu- ja kunnallistekniset suunnitelmat, esirakentamissuunnitelmat ja puistosuunnitelmat

- Malmin lentokenttäalue, Esirakentamissuunnittelu, Destia Oy 25.9.2017 (*viitattu nimellä Destia 2017*)
- Malmin entinen lentokenttä, Esirakentamisen esiselvitys, Ramboll Finland Oy 23.8.2021 (*viitattu nimellä Ramboll 2021*)
- Lentoasemankorttelien katusuunnitelmat, Sweco Finland Oy 2023 (luonnoksia)
- Malmin lentoasemanpuisto, yleissuunnitelma, Maisema-arkkitehtitoimisto Maanlumo Oy 21.10.2022
- Malminkenttä, Lentoasemanpuisto, Vesihuollon, hulevesien hallinnan ja tasauksen yleissuunnitelma, Sitowise Oy 14.10.2022
- Malminkenttä, Lentoasemanpuisto, Geotekninen yleissuunnitelma, Sitowise Oy 14.10.2022
- Sunnuntaiintyönojan siirron yleissuunnitelmapiirustus, tekijä ja päivämäärä ei tiedossa
- Malmin maakaasun siirto johdon esirakentaminen, FCG 20.4.2022
- Malmin maakaasun runkolinjan siirto, maisema- ja hulevesitarkastelu, Sitowise Oy 28.5.2021
- Nallenrinteen katujen ja kunnallistekniikan rakentamissuunnitelmat, Sitowise Oy 21.8.2023
- Nallenrinne ja Lentoasemakorttelit KTYS, Sitowise Oy, 4.10.2019
- Pikitehtaankorttelit, korttelien esirakentamisen yleissuunnitelma, Sitowise Oy 15.7.2022
- Pikitehtaankortteleiden kunnallistekninen yleissuunnitelma, Sitowise Oy 28.10.2022
- Sunnuntaikorttelit, korttelien esirakentamisen yleissuunnitelma, Sitowise Oy 30.9.2022
- Sunnuntaikortteleiden kunnallistekninen yleissuunnitelma, Sitowise Oy 1.12.2022

Väliaikaistoimintojen suunnitelmat

- Malminkentän väliaikainen frisbeegolf-rata, Maisema-arkkitehtitoimisto Näkymä Oy 3.5.2023
- Malminkenttä, Logistiikka-alue 1, Ramboll Finland Oy 27.10.2023
- Malmin lumenvastaanottoalue, Yleissuunnitelma, Ramboll Finland Oy 13.10.2021

- Malmin tilapäinen lumenvastaanottoalue, Rakentamissuunnitelmat, Sitowise Oy 15.9.2023
- Malminkentän väliaikainen niittyjen hoitosuunnitelma, Helsingin kaupunki 2023
- Tattariharjuntie tilapäinen liittymä, Sitowise Oy 21.12.2020
- Malmin lentokenttäalueen KL-Reitit ja pohjoinen ajoyhteys, Destia Oy 16.3.2022
- Malmin tilapäisen veneiden talvitelakointialueen yleissuunnitelma, Ramboll Finland Oy 28.2.2023
- Malmin lentokenttäalueen väliaikainen ulkokuntoilu- ja leikkipaikka, WSP Finland Oy 20.5.2021
- Malmin lentokenttäalueen väliaikaiskäytön yleissuunnitelma, Sitowise Oy 29.11.2019
- Malminkentän väliaikaiskäytön yleissuunnitelman päivitys, Sitowise Oy 1.2.2024

Ympäristötekniset ja muut suunnitelmat sekä selvitykset

- Malminkenttä – orsivesipinnan nousun vaikutus alueella muodostuvan orsiveden laatuun, Ramboll Finland Oy 26.6.2023
- Malminkenttä, HASU-tutkimuspisteet, Ramboll Finland Oy 16.2.2024
- Malminkenttä, KIKA-tutkimuspisteet, Ramboll Finland Oy 29.12.2023
- Malminkenttä, PIMA-tutkimuspisteet, Ramboll Finland Oy 20.2.2024
- Malmin lentoaseman kaavarungon alue, maaperän pilaantuneisuus ja sen vaikutus maankäyttöön, Ramboll Finland Oy 11.11.2016
- Malminkentän vesi-, sedimentti- ja huokosilmaseuranta 2021, Ramboll Finland Oy 22.8.2022
- Malminkentän vesi-, sedimentti- ja huokosilmaseuranta 2022, Ramboll Finland Oy 21.11.2023
- Longinoja, Valuma-alue selvitys ja vesienhallinnan suunnitelma Sitowise Oy 21.18.2018
- Malminkentän kuivatusjärjestelmäselvitys, Ramboll Finland Oy 8.2.2024
- Vertailutason määrittäminen, HNH30 – Malminkentän esirakentamisen päästöjen puolittaminen, Ramboll Finland Oy 1.11.2023

Koerakenteiden suunnitelmat

- Malmin lentokenttäalueen tilapäiset reittiyhteydet, pohjoinen ajoyhteys Suurmetsäntielle, Kevennetty koealue KK1, Ramboll Finland Oy 16.2.2022
- Malmin lentokenttäalueen tilapäiset reittiyhteydet, pohjoinen ajoyhteys Suurmetsäntielle, Koesyvästabilointi, Ramboll Finland Oy, 14.2.2022
- Malmin lentokenttäalueen tilapäiset reittiyhteydet, pohjoinen ajoyhteys Suurmetsäntielle, Longinojan ylityksen puupaalut ja geolujite, Ramboll Finland Oy 10.3.2022
- Malmin entinen lentokenttä, Maakaasun siirtoputken muutos, Koestabilointialue PS6, Ramboll Finland Oy, 14.2.2022
- Malminkenttä, Pohjoiset koepenkeräykset, Ramboll Finland Oy 12.1.2024 (esikopioita)
- Malmin lentokenttäalueen koepilarointirakenteet, Destia Oy 6.6.2019

2. SUUNNITTELUALUEEN YLEISKUVAUS

2.1. Historia ja nykytilanne

Valtaosa suunnittelualueesta on Malmin entisen lentoaseman aluetta. Malmin entinen lentoasema on toiminut vuosina 1936–1952 Helsingin päälentoasemana. Tätä ennen alue on ollut viljelyskäytössä.

Suunnittelualueen luoteisosassa sijaitsee historiallinen Fallkullan tila. Tilan nykyinen päärakennus on 1900-luvun alusta. Alkuperäinen paikalla sijainnut rakennus on tiettävästi rakennettu 1860-luvulla. Osa alueen talousrakennuksista on peräisin 1800-luvulta. Tila on siirtynyt Helsingin kaupungin omistukseen vuonna 1934.

Suunnittelualueen länsiosassa sijaitseva Sunnuntaipalstojen omakotialue on rakennettu 1910–1920-luvuilla. Merkittävä osa alueen nykyisistä rakennuksista on vuosilta 1975–2000. Alueen keskellä on rakentamatonta aluetta, jonka halki kulkee Lentokentänoja.

Suunnittelualueen eteläosassa sijaitseva Nallenmäki on iältään vaihteleva pientaloalue. Vanhimmat rakennukset ovat 1910-luvulta ja uusimmat 2000-luvun alusta. Nallenmäen topografia on nimensä mukaan jyrkkäpiirteistä.

Alueen itäosassa sijaitsevan Hyttitien varressa on pienteollisuus- ja varastorakennuksia, jotka on rakennettu 1970- ja 1980-luvuilla. Lentokentän itäpuolelle on kehittynyt laajemminkin pienteollisuus- ja varastointitoimintaa Tattarisuolle ja Tattariharjuun.

Tattarisuon teollisuusalueen ja lentokentän välissä sijaitsee täyttöalue, jolla toimii tällä hetkellä vuonna 1998 avattu mikroautorata sekä nuorten liikennekoulutusalue. Vuosina 1966–67 tehdyn suunnittelemtoman läjityksen seurauksena tapahtui sortuma nuorten liikennekoulutusalueen kohdalla.

Lentotoiminta loppui keväällä 2021. Tämän jälkeen alueella on tehty erilaisia tulevaa rakentamista palvelevia koerakenteita, muun muassa syvästabilointia ja puupaalutusta. Alueen eteläosassa toimii Stadin ammattiopiston logistiikka-alan toimipiste. Muilta osin entisen lentokentän alue on toistaiseksi pääosin virkistyskäytössä. Kesä- ja talvikausilla kaupunki järjestää alueella erilaisia liikunta- ja vapaa-ajantoimintoja.



Kuva 1. Vasemmalla ilmakeku vuodelta 1932. Nallenmäen ja Sunnuntaipalstojen alueille on jo rakennuksia. Lentokentän alue on vielä peltoa. Oikealla ilmakeku vuodelta 1943, jolloin lentokenttä on käytössä.



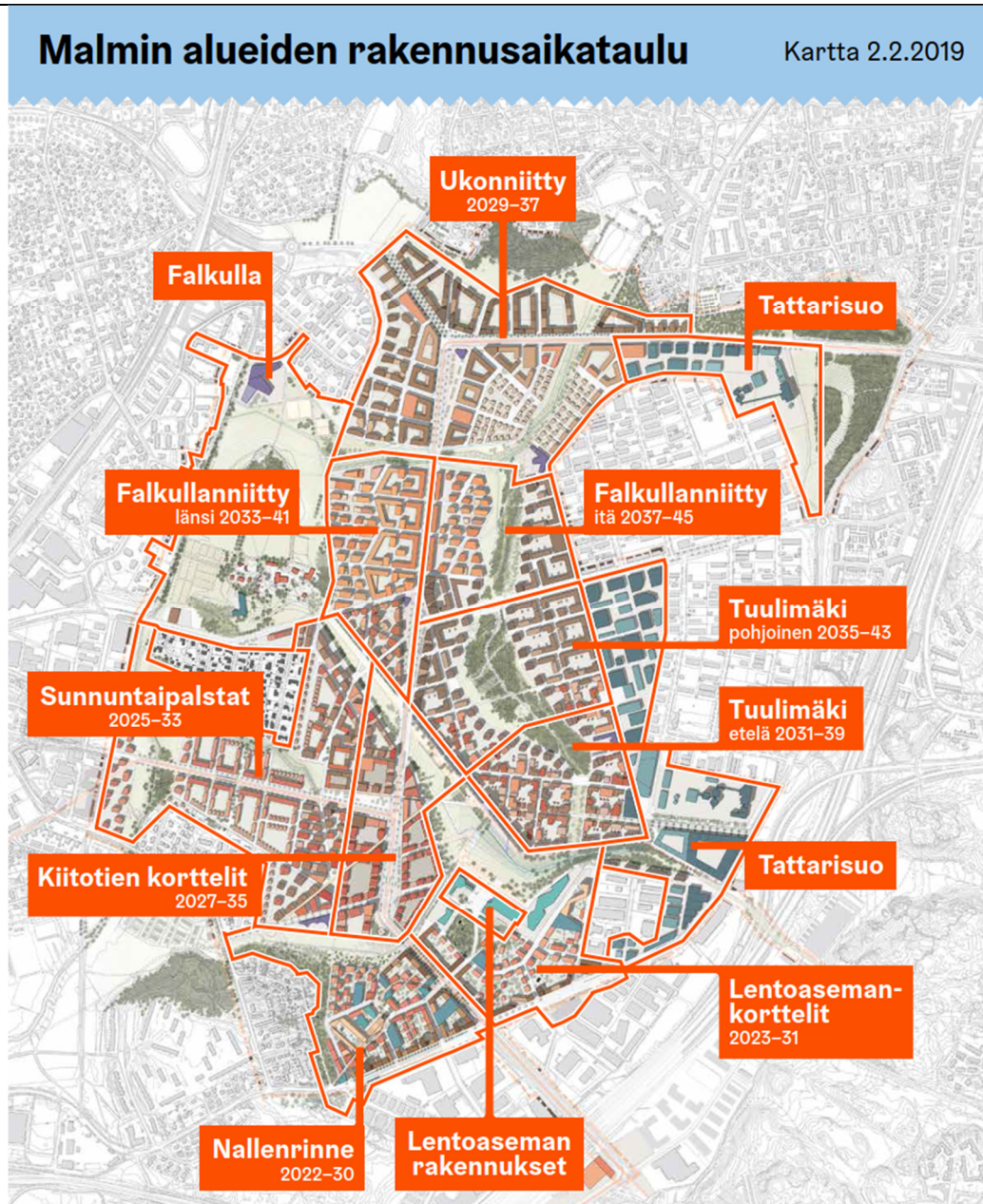
Kuva 2. Ilmakeku vuodelta 2023. Lentokenttätöiminta on päättynyt.

2.2. Aluejako ja kaavoitustilanne

Malminkentän alueelle on laadittu kaavarunkoon perustuva osa-aluejako ja arvio rakentamisaikataulusta. Rakentaminen on jo aloitettu alueen eteläosan maakaasuputken siirrolla, ja Nallenrinteen asemaakaava-alueen rakentamisen on määrä käynnistyä vuoden 2024 aikana.

Uudet, lainvoimaiset asemakaavat on olemassa Nallenrinteen lisäksi Fallkullasta, Lentoasemankortteleista ja Malmin lentoaseman rakennuksista. Kiitotienkortteleiden ja Sunnuntaikortteleiden asemakaavoitus on parhaillaan käynnissä. Kaavoituksessa on tähän mennessä edetty etelästä pohjoiseen, ja Fallkullaa lukuun ottamatta kaikki uudet asemakaava-alueet sijaitsevatkin Malminkentän eteläosissa. Aloitus etelästä on luontevaa, sillä olemassa olevaa Tattariharjuntietä voidaan hyödyntää rakentamisen logistiikassa. Lisäksi eteläosissa on alueita, jotka ovat pohjasuhteiltaan otollisia rakentamiseen ilman mittavia esirakentamistöitä, ja näiden alueiden ylijäämämaita voidaan hyödyntää muualla alueella esimerkiksi täyttö- tai esikuormituspengermateriaalina.

Kuvassa 3 on esitetty Helsingin kaupungin vuonna 2019 laatima aluejako ja rakentamisaikataulu. Rakentaminen etenee vaiheittain ja jatkuu tämänhetkisen arvion mukaan 2040-luvun puoliväliin saakka. Kyseistä aluejakoa on käytetty tämän työn lähtökohtana. Tarkasteluiden perusteella on erotettu erillisiksi kohteiksi vielä Longinoja, Sunnuntainiitynoja ja Lentoasemanpuiston laajat vesiaiheet. Uomilla ja vesiaiheilla täydennetty aluejako on esitetty piirustuksessa GEO 3209-100.



Kuva 3. Malminkentän alueiden rakentamisaikataulu, Helsingin kaupunki 2.2.2019. Sunnuntaipalstat -osa-alueen nykyinen nimi on Sunnuntaikorttelit.

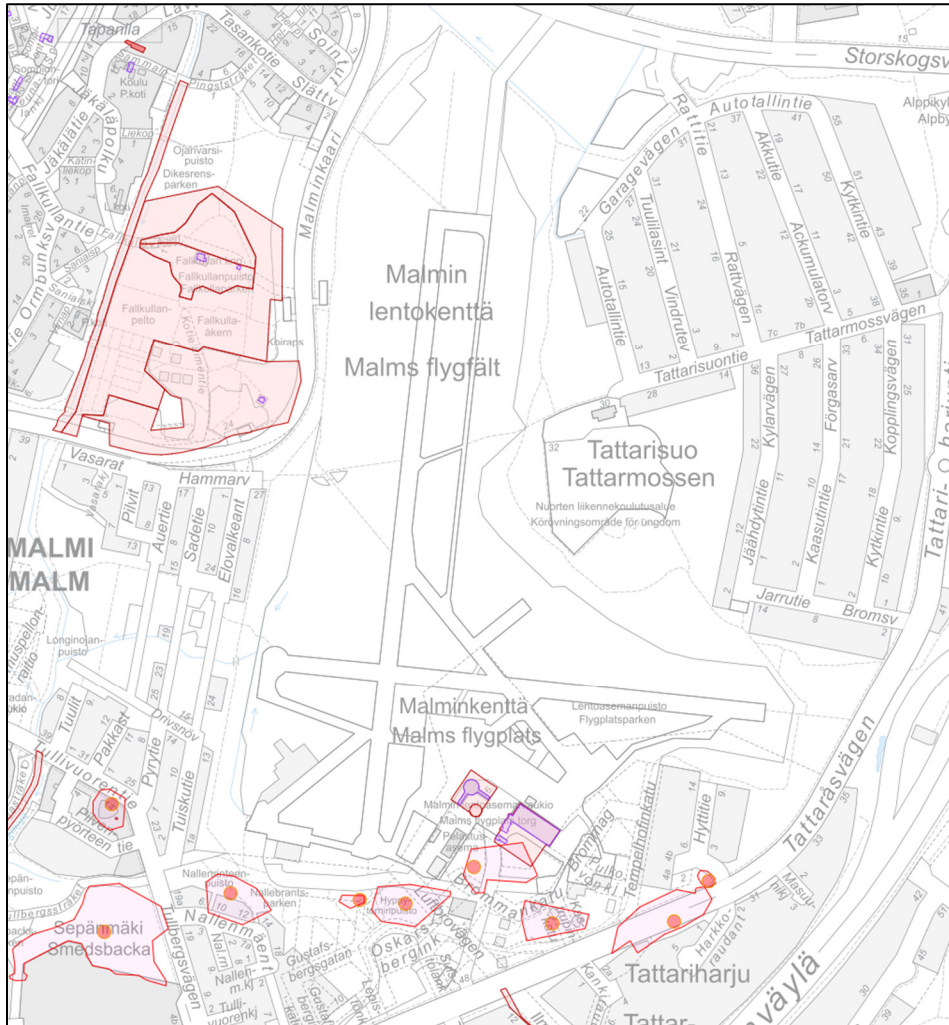
2.3. Olemassa olevat säilytettävät tai varottavat rakenteet ja kohteet

Malminkentällä on monia kohteita, joiden olemassaolo tulee ottaa huomioon alueen suunnittelussa ja rakentamisessa. Joukkoon kuuluu muun muassa rakennuksia, infraa ja luontoarvoiltaan arvokkaita kohteita.

Fallkullan ja Malmin lentoaseman rakennusten kaava-alueilla on kaavassa suojeltuja rakennuksia ja alueita: Lentoasemarakennus, lentokonehalli sekä lentoaseman autotalli on suojeltu kaupunkikuvallisesti, rakennustaiteellisesti ja historiallisesti arvokkaina rakennuksina sr-1 ja sr-2 -merkinnöin. Fallkullassa on suojeltu kulttuurihistoriallisesti ja maisemallisesti arvokkaat lähivirkistysalueet,

puistot ja pelto-, laidun- tai niittyalueet. Fallkullan tilan päärakennus sekä toinen alueella oleva asuinrakennus on suojeltu voimassa olevassa asemakaavassa merkinnällä sr-2.

Entisen lentokentän eteläpuolella on 1. Maailmansodan aikaisia taisteluhautoja, jotka täyttävät kiinteän muinaisjäänneksen tunnusmerkit.

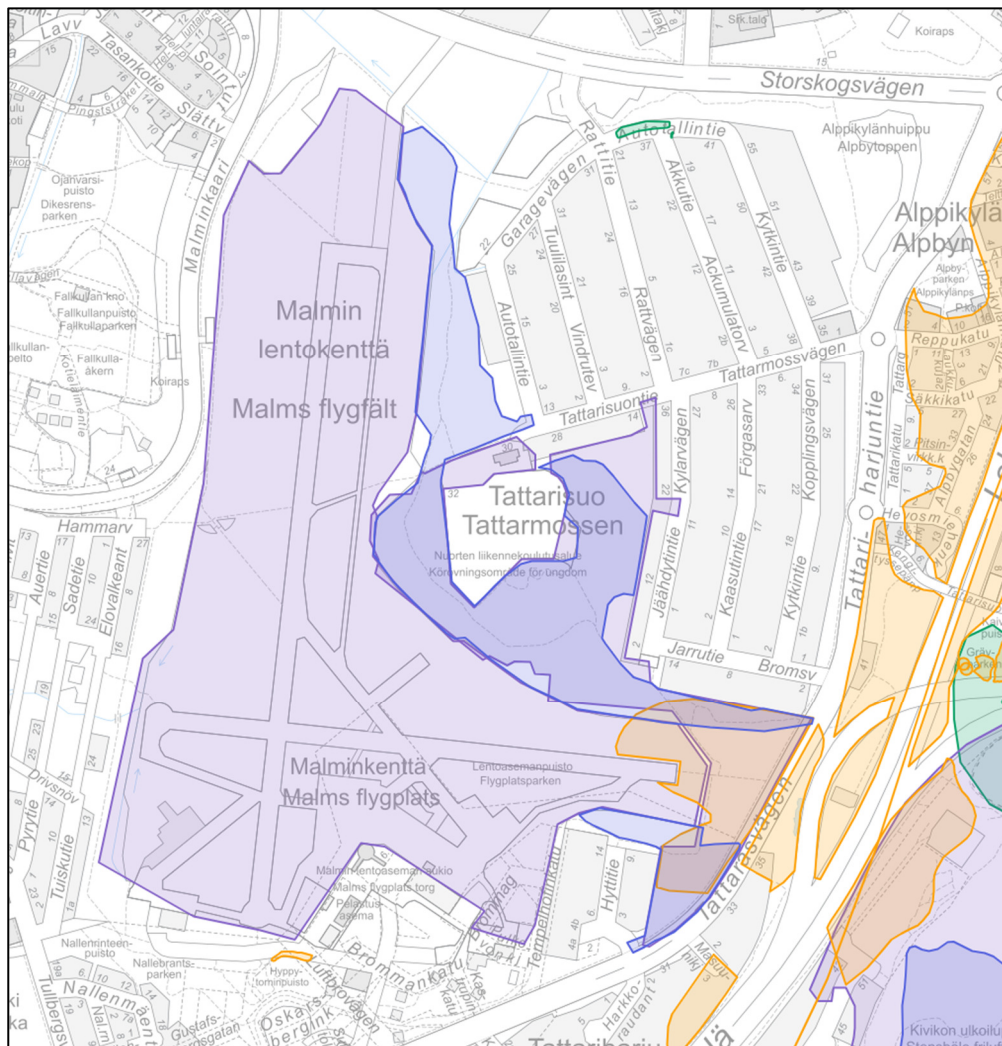


Kuva 4. Suojeltuja rakennuksia ja alueita Fallkullassa ja lentokenttärakennusten alueella, rajaukset punaisella ja violetilla. Muinaisjäänneksiä entisen lentokentän eteläpuolella punaisella rajauksella ja ympyrällä merkittynä.

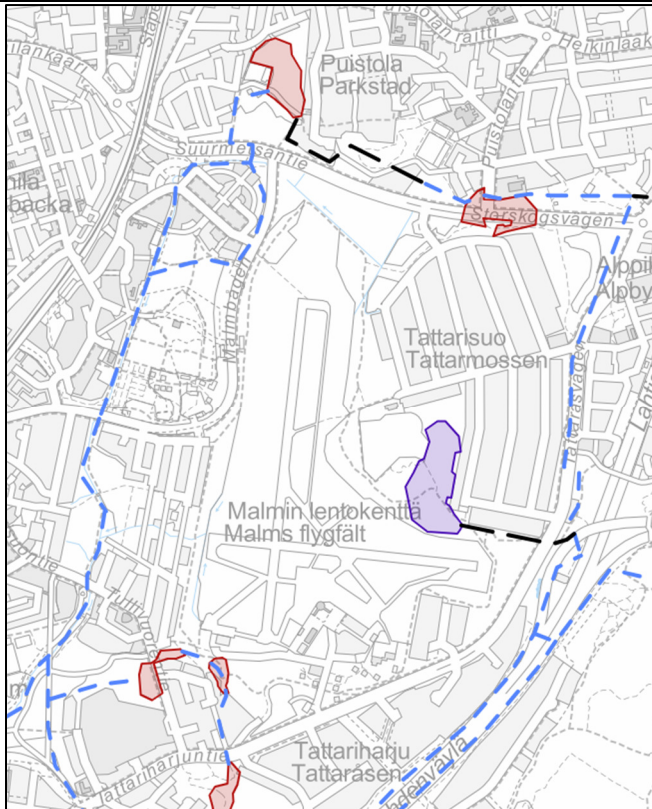
Tattarisuon pohjoispäässä Autotallintien ojaassa on arvokas kasvillisuuskohte, jossa kasvaa ojatädäkettä. Tattarisuon lehto ja kiitoteiden ympäristö ovat tärkeitä lintualueita. Tattarisuon lehto on myös arvokasta kääpäaluetta. Arvokkaita geologisia kohteita ovat Tattarisuo-Kivikon turvekerrostuma alueen kaakkoisosassa ja kordierittiigneissiesiintymä.

Liito-oravan elinalueita on Tattarisuon lehdossa ja Malminkenttää ympäröivillä alueilla etelässä ja pohjoisessa.

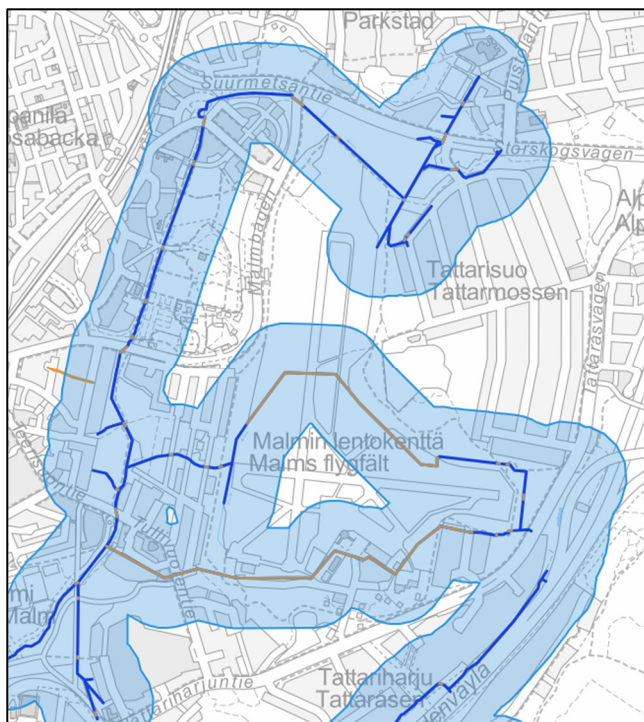
Longinoja ja sen sivuojat virtaavat alueen halki. Entisen lentokentän läpi kulkevat osuudet on putkittettu. Longinoja on määritelty herkäksi vesikohteeksi, minkä vuoksi sen vaikutusalueella on kiinnitettävä erityistä huomiota työmaavesien ja kaivumaiden käsittelyyn.



Kuva 5. Arvokkaita luontokohteita. Violetilla rajauksella tärkeät lintualueet. Sinisellä rajauksella kääpä- ja orvakkakohteet. Pohjoisessa vihreällä Autotallintien oja. Kaakossa oranssilla rajauksella turvekerrostuma ja etelässä oranssilla kordieriittigneissiesiintymä.

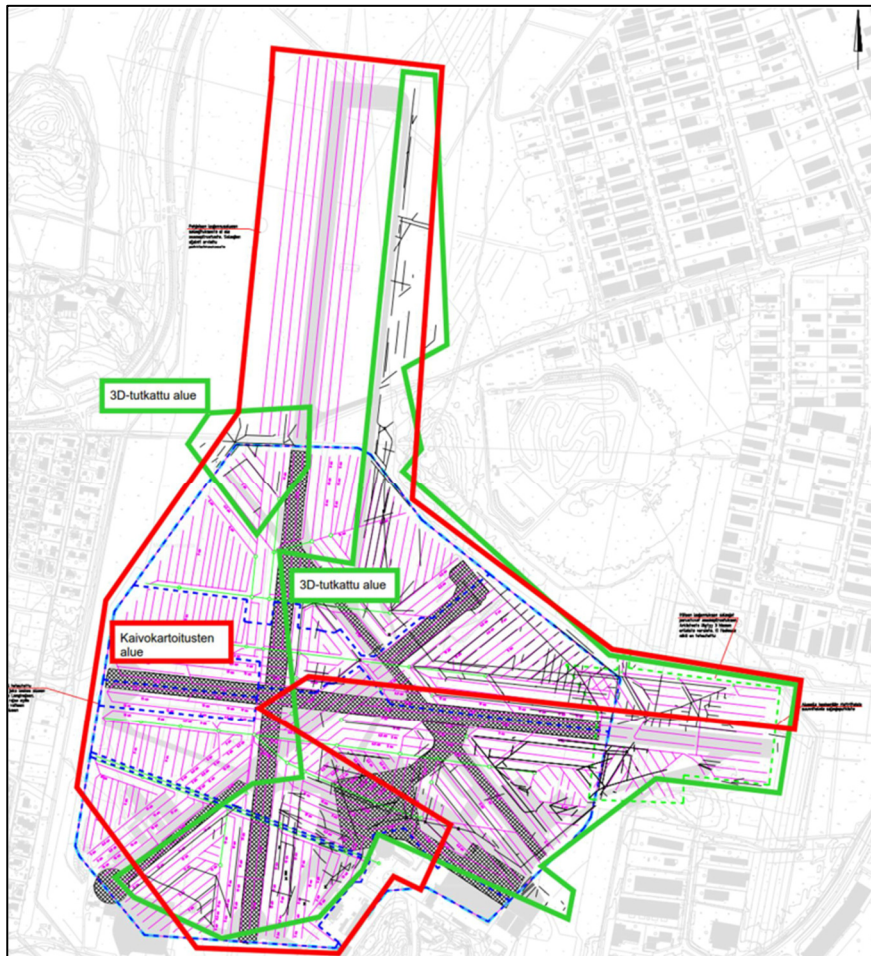


Kuva 6. Liito-oravan esiintyminen alueella. Punaisella ydinalueet ja violetilla elinalueet. Nykyiset kulkureitit mustalla katkoviivalla ja yhteystarpeet sinisellä katkoviivalla.



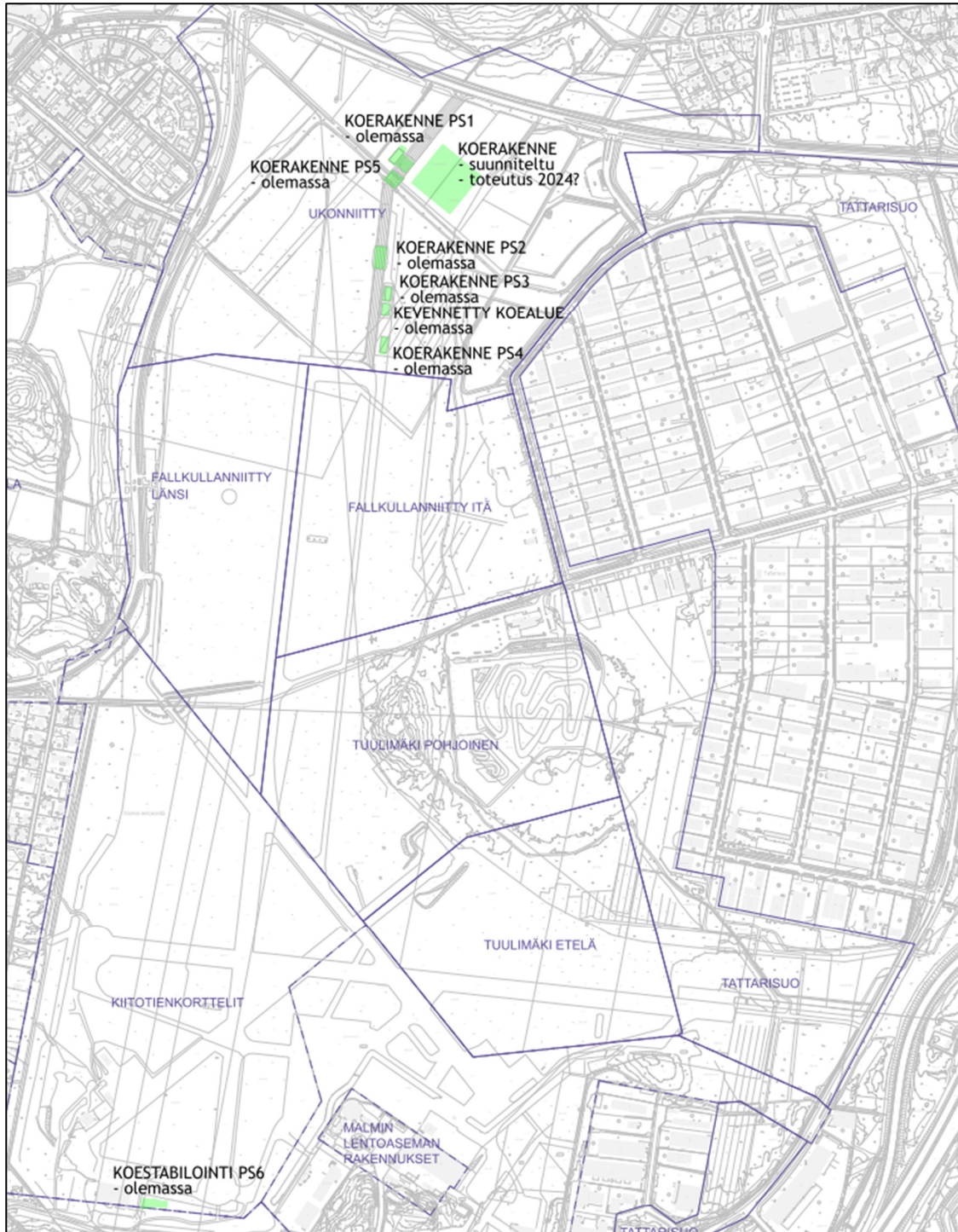
Kuva 7. Vesistöt ja herkäet vesikohteet. Longinojan avo-osuudet sinisellä ja putkitetut osuudet ruskealla viivalla. Herkkien vesikohteiden aluerajaus sinisellä rasterilla.

Malminkentällä on salaojaverkosto, joka on pääosin rakennettu 1930-luvulla ennen käytöstä poistetun lentokentän rakentamista. Verkoston alkuperäiset osuudet ovat tiilisaloja. Uusia yhteyksiä on tehty jälkeinpäin muoviputkilla. Ramboll Finland Oy:n tekemien tutkimusten perusteella salaojat sijaitsevat runsaan metrin syvyydellä maanpinnasta. Verkosto toimii edelleen kuivatusjärjestelmänä, mikä tulee huomioida alueen esirakentamisessa. Rakentamisella ei saa aiheuttaa orsivedenpinnan laskua. Alueen rakentamisen myötä salaojaverkosto tulee käytännössä tuhoutumaan, kun esimerkiksi rakennuksia paalutetaan, uutta kunnallistekniikkaa rakennetaan ja alueita pilaristabiloidaan. Salaojaverkoston poistamista maasta voidaan harkita, mikäli se esimerkiksi haittaa pilaristabilointia / on riski sille, että putken osia voi jäädä pilareiden sisään aiheuttaen heikkousvyöhykkeitä. Kun salaojaverkoston purkuyhteydet tuhoutuvat / poistetaan käytöstä, salaojaverkostolla ei itsessään liene haitallisia vaikutuksia maaperään tai pohja-/orsiveteen, vaikka se jäisikin pääosin paikoilleen, koska vesi ei pääsisi sieltä poistumaan. Aikojen saatossa putket saattavat lopulta painua kasaan. Aiheeseen liittyen on laadittu selvitys ”Orsivesipinnan nousun vaikutus alueella muodostuvan orsiveden laatuun” Ramboll Finland Oy:n toimesta. Raportin yhteenvedossa on todettu, ettei mahdollinen salaojaverkoston tuhoutumisesta aiheutuva orsivedenpinnan nousu aiheuta lisääntyntä haittaa Longinojan taimenkannoille taikka nosta merkittävästi esimerkiksi alumiinin ja sulfaatin pitoisuutta suotovesissä, verrattuna esimerkiksi hapettumaan pääsevän potentiaalisen hasu-kerroksen suotovesiin. Merkittävämpänä riskinä raportissa pidetäänkin sitä, mikäli orsivedenpinnat laskevat alueen rakentamisen seurauksena.



Kuva 8. Tutkimuskartta alueen vanhoista salaojista, Ramboll Finland Oy 2023.

Alueella on toteutettu erilaisia pohjanvahvistuksen koerakenteita. Koerakentamisen tavoitteena on löytää geoteknisesti soveltuvia vaihtoehtoja suuren hiilijalanjäljen omaavalle kalkki-sementtistabiloinnille. Pilaristabilointia on tehty useilla uusiomateriaaleihin pohjautuvilla sideaineilla ja seurattu pilareiden lujuuden kehittymistä. Penkereitä on tehty maanvaraisena, kevennettynä ja puupaaluilla vahvistettuna. Lisää koerakentamista on suunnitteilla – muun muassa pystyjoitettuja koepenke-
reitä.



Kuva 9. Koerakenteiden sijainnit kartalla. Lyhenne PS tarkoittaa pilaristabilointia.

2.4. Pohjatutkimukset ja muut tutkimukset sekä mittaukset

Tämän selvityksen lähtötietoina on ollut käytettävissä yli 7000 kpl Soili-palvelusta haettua arkistopohjatutkimuspistettä suunnittelualueelta sekä sen lähiympäristöstä. Pohjatutkimusmenetelminä on käytetty ainakin seuraavia:

- puristinheijarikairaus
- painokairaus
- porakonekairaus
- siipikairaus
- CPTU-kairaus
- häiriintynyt näytteenotto
- häiriintymätön näytteenotto
- koekuoppa
- pohjavesiputki
- orsivesiputki.

Alueella on aloitettu 2016 vesi- ja huokosilmatarkkailu, joka on hiljalleen laajentunut. Tarkkailu on keskeistä Longinojan kuormituksen kannalta. Tarkkailua tehdään eri puolille aluetta asennetuilla pohja- ja orsivesiputkilla, huokosilmaputkilla ja Longinojan pintavesisondeilla.

Happamia sulfaattimaita ja pilaantuneita maita on kartoitettu ja viimeisimmät koontitaulukot on päivitetty helmikuussa 2024. Nämä kartoitukset jatkuvat edelleen.

Läjitetyn happaman sulfaattimaan ympäristövaikutuksia tutkitaan niin kutsutuilla laatikkokokeilla, joissa seurataan stabiloidun ja stabiloimattoman saven hapontuottoa. Tulokset raportoidaan myöhemmin kokeiden valmistuttua.

2.5. Maaperäolosuhteet ja pohjavesi

Maaperäkuvaus perustuu pääosin seuraaviin aiemmassa vaiheissa tehtyihin selvityksiin: "Hienora-keisten maalajien kerrosjärjestys ja ominaisuudet Helsingin Malmin lentokentän kaava-alueella, Geologian tutkimuskeskus 31.3.2017" ja Malmin Lentokenttäalue Esirakentamissuunnittelu, Destia 25.9.2017".

Pohjamaa alueella voidaan jakaa karkeasti seuraaviin kerroksiin ylhäältä alaspäin lueteltuna (tarkempi maaperäkuvaus laskentakohteittain erillisessä laskentaraaportissa luvussa 2):

1. Täyttö- ja kuivakuorisavikerros. Kerroksen paksuus vaihtelee pääasiassa 1...1,5 m välillä. Täyttökerros muodostuu pääasiassa sekalaisista kitkamaa- ja rakennekerrostäytöistä sekä asfaltti- ja betonirakenteista. Täytöt ovat osittain sekoittuneet kuivakuorimaiseen kerrokseen. Rakennekerrokset ovat pääosin peräisin aiemmasta lentokenttätoiminnasta.
2. Pehmeä savi. GTK:n raportin perusteella savikerros voidaan jakaa kahteen eri kerrokseen, joita rajaavana pintana voidaan pitää hiekkapitoista horisontaalista kerrosta. Savikerroksen ylempi osa on Litorinameren murtoveden ajalta ja on arvioitu keskimäärin vesi- ja humuspitoisemmaksi kuin savi-kerroksen alempi osa. Alempi osuus on kerrostunut Ancylusjärvivaiheen aikana. Aiemmassa savi-kerroksessa on havaittavissa vettä johtavia kerroksia, joita on tiheämmin savikerroksen alaosassa ja nämä alimmat kerrokset ovat mahdollisesti muodostuneet aikaisemmassa geologisessa vaiheessa. Lisäksi savi voidaan jakaa karkeasti itä- ja länsipuoliseen osuuteen: itäpuolella Tattarisuon vieressä

- savi on erittäin vesipitoista, runsaasti orgaanista ainesta sisältävää savea, jossa esiintyy runsaasti häiriörakenteita ja vettä johtavia karkeampia kerroksia. Länteen päin siirryttäessä savi muuttuu lujuudeltaan sitkeämmäksi ja vettä johtavat kerrokset vähenevät, vesi- ja humuspitoisuuden pysyessä kuitenkin korkeina. Osalla aluetta on savikerroksen päällä vaihtelevan paksuinen turvekerrostuma.
3. Silttinen tai hiekkainen kerros. Saven alapuolella on keskitiivistä tai tiivistä hiekkaa ja/tai silttiä. Kerrospaksuus vaihtelee huomattavasti suunnittelualueella ja paikoin kerros on erittäin tiivis, eikä sitä voida erottaa kairausvastuksissa moreenista.
 4. Moreenikerros. Pohjamoreeni on pääasiassa tiivistä ja se voidaan havaita lähes koko suunnittelualueen kairauksissa. Moreenikerroksen alapuolella on peruskallio.

Tämän lisäksi pienellä osuudella suunnittelualueella ei ole kairauksissa havaittavissa savikerrosta ollenkaan ja näillä alueilla voidaan jättää yläpuolisesta selostuksesta kohta 2 huomioimatta.

Ramboll Finland Oy:n 23.8.2021 "Esirakentamisen esiselvitys" -raportissa on hyvä yhteenveto pohjavesiasioista:

"Pohjavettä muodostuu suunnittelualueen keski- ja reunaosissa sekä lähialueilla, joiden maaperä on moreenia tai hyvin vettäläpäisevää hiekkaa tai soraa. Pohjaveden päävirtaussuunta suunnittelualueella on länteen. Pohjaveden virtausta tapahtuu lähinnä savi- ja silttikerrosten alapuolisissa hiekka-, sora- ja moreenikerroksissa. Savialueilla pohjavedenpinnan taso on lähellä maanpintaa. Lentokentän alueella pohjavesi on osittain paineellista ja ylimmät havaitut pohjaveden pinnan tasot ovat olleet noin 0,2–1 m maanpinnan yläpuolella (Sito 2015).

Lähin luokiteltu pohjavesialue Tattarinsuo (0109102, I-luokka, vedenhankinnan kannalta tärkeä pohjavesialue) sijaitsee suunnittelualueen itäpuolella Lahdenväylän alla ja sen itäpuolella. Pohjavesialue rajoittuu kaavarunkoalueen reunaan. Pohjavesialueelta purkautuu pohjavettä Pumppaamonpuron lähteeseen ja Jarrutienojaan Porvoonväylän rampin kupeessa, sekä Longinojan suuntaan Autotallintien ja Akkutien risteyksestä Tattarisuon teollisuusalueen pohjoispuolella. Näistä Pumppaamonpuron lähteen antoisuus on arviolta noin 300 m³/d. (Sito 2015)

Destian raportin (2017) perusteella kaava-alueella on tehty pohjavedentarkkailua yhteensä 28 havaintoputkesta. Viiteen putkeen on asennettu automaattimittarit, jotka mittaavat pohjavesipinnan tasoa kerran vuorokaudessa. Muista tarkkailun piirissä olevista putkista pohjavesipinnan taso käydään mittaamassa kuukauden tai kahden kuukauden välein."

Sittemmin alueelle on asennettu uusia orsivesi- ja pohjavesiputkia, ja vanhoja on tuhoutunut. Nykyään alueella on käynnissä laajamittainen vesi- ja huokosilmatarkkailu, joka käsittää pohjavesi-, orsivesi- ja huokosilmaputkia, pintavesiseurantaa sekä sedimenttitutkimuksia, joiden tuloksista raportoidaan vuosittain.

Viimeisimmässä Ramboll Finland Oy:n laatimassa dokumentissa "Malminkentän vesi- ja huokosilmaseuranta, seurantaohjelma 2024" on todettu orsivedestä mm. seuraavaa: "Orsivesi liikkuu saven yläpuolisessa täyttömaassa sekä saven kuivakuorikerroksessa (Malminkentällä aktiivinen hapan sulfaattimaakerros). Orsiveden päävirtaussuunta Malminkentän alueella on lounaaseen / länteen kohti Lentokentänjojaa. Entisen lentokentän alueella on salaojitus, jonka kautta suoto- ja orsivedet pääasiassa päätyvät Longinojaan. Orsiveden pinnankorkeus määrittelee happamien sulfaattimaiden hapettumissyvyyden."

Aiempien vuosien seurantaraporttien ja viimeisimmän seurantaohjelman perusteella orsivesiputkien alueellinen kattavuus Malminkentällä on ollut huono. Vuosina 2023-2024 on suunniteltu asennettavan lisää orsivesiputkia, jotta orsivedenpinnan vaihteluista saataisiin tarkempi käsitys.

2.6. Maaperän ympäristötekniset ominaisuudet

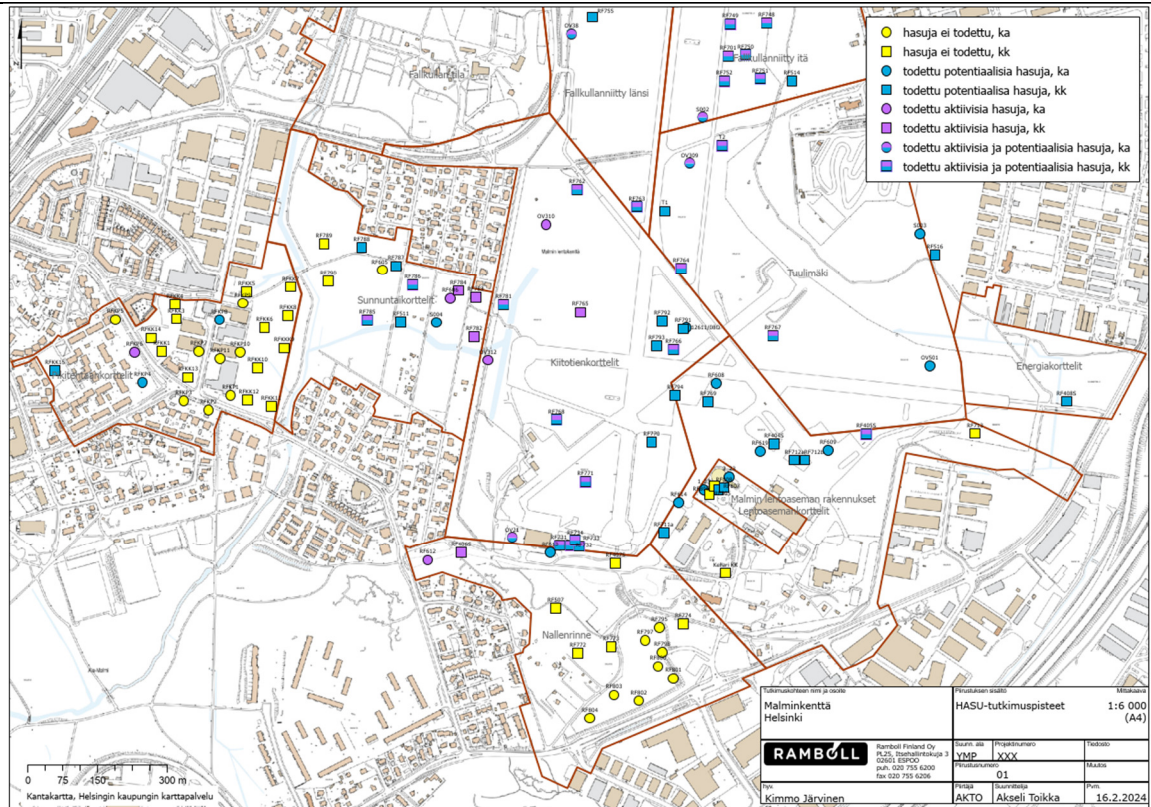
Maaperän pilaantuneisuutta on tutkittu monessa eri vaiheessa. Pilaantuneiksi kohdiksi on tunnistettu entinen paloharjoitusalue, lentokoneiden tankkausalue, lämpökeskuksen alue sekä jätevedenpuhdistamon alue. Näillä alueilla haitta-aineet ovat pääasiassa öljyjä ja PAH-yhdisteitä. Pilaantuneisuus vaikuttaa rajoittuvan enintään 2 m syvyyteen.

Kynnysarvon ylityksiä on todettu lähes koko alueella. Valtaosa kynnysarvon ylityksistä on havaittu arseenin osalta, mutta ylityksiä löytyy myös muiden metallien ja orgaanisten haitta-aineiden kategorioista.

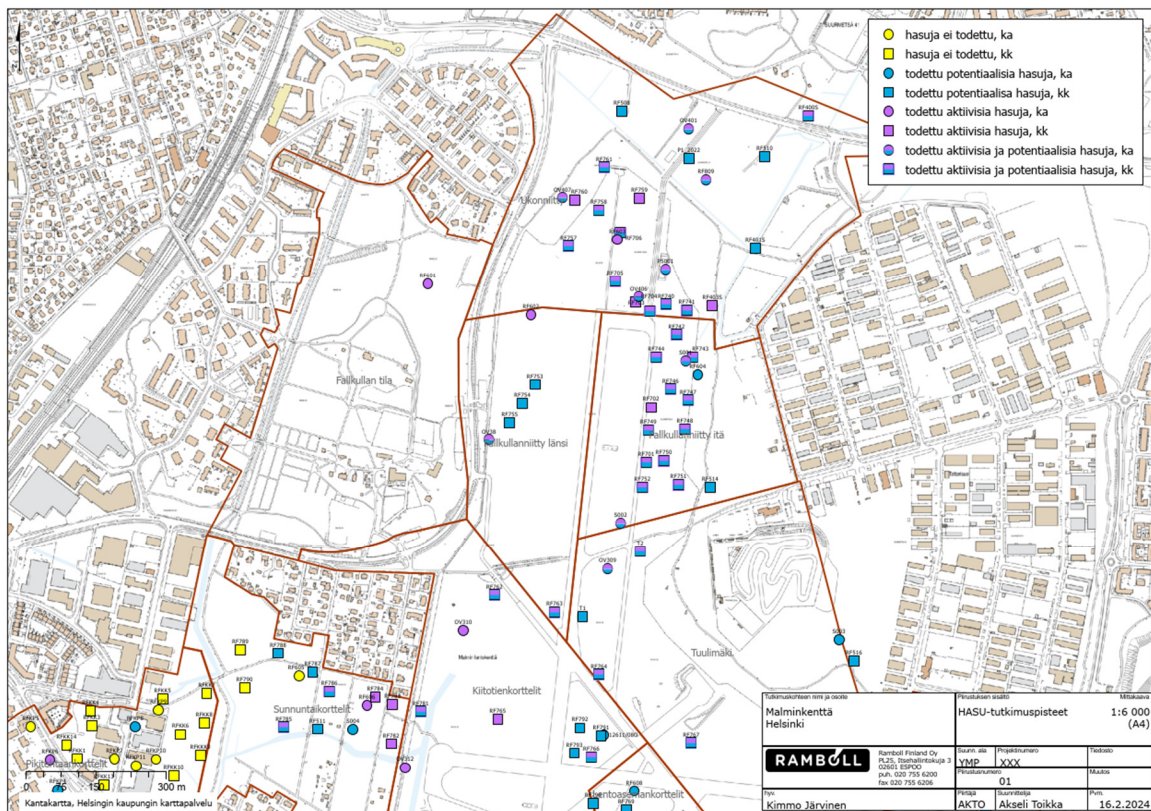
Alueella on havaittu yksittäisiä vaarallisen jätteen cut-off-arvojen ylityksiä Tuulimäessä ja Sunnuntaikortteleissa.

Happamien sulfaattimaiden esiintymistä alueella on tutkittu viime vuosina, ja tutkimus on edelleen käynnissä. Ramboll Finland Oy on laatimassa tutkimusten perusteella happamien sulfaattimaiden pintamalleja. Aktiivisen ja potentiaalisen happaman sulfaattimaan rajapinta on alueen esirakentamisen ja myöhemmän rakentamisen kannalta oleellinen tieto, sillä ollessaan vedellä kyllästynyt potentiaalinen hapan sulfaattimaa ei tuota ympäristöön happoa, mutta joutuessaan kosketuksiin hapon kanssa, se voi alkaa luovuttamaan ympäristöön happoja ja metalleja. Orsivedenpintaa ei täten saisi päästää laskemaan aktiivisen ja potentiaalisen happaman sulfaattimaan rajapinnan alapuolelle.

Aktiivisia ja potentiaalisesti happamia sulfaattimaita on todettu lähes koko Malminkentän alueella. Nallenrinteessä ja Sunnuntaikortteleiden länsireunalla happamia sulfaattimaita ei ole toistaiseksi todettu.



Kuva 10. HASU-tutkimuskartta etelä, Ramboll Finland Oy 2024



Kuva 11. HASU-tutkimuskartta pohjoinen, Ramboll Finland Oy 2024

3. SUUNNITTELUALUEEN YLEISTASAUS

3.1. Yleistasausten kuvaus ja kehitysvaiheet

Yleispiirteinen taseus laadittiin Malminkentän kaavarunkoalueelle ensimmäisen kerran vuonna 2017 osana vesihuollon, hulevesien hallinnan ja tasauksen yleissuunnittelua. Yleistasausta on sen jälkeen päivitetty alkuvuodesta 2019 valmistuneessa yleissuunnitelmassa, jossa esitettiin tasaukselle kaksi vaihtoehtoa, joista VE1:ssä suositeltavat minimikaltevuudet eivät toteutuneet kaikilla kaduilla ja VE2:ssä täyttöjä kasvatettiin siten että minimikaltevuudet saataisiin toteutettua kaikilla kaduilla. Malminkentän alueen yleistaseus on päivitetty viimeksi koko alueelle osana Lentoasemanpuiston yleissuunnitelmaa, mikä valmistui lokakuussa 2022. Tämä yleistaseus perustui edellisen vaiheen vaihtoehtoon 2. Yleistasausta on paikallisesti päivitetty tämän jälkeen Sunnuntaikortteleiden alueella (KTYS 12/2022) sekä Kiitotienkortteleiden alueella (tällä hetkellä tekeillä oleva KTYS).

Tasauksen suunnittelussa on pyritty suunnitteluohjeiden mukaisiin pituuskaltevuuksiin ja valtaosalla kaduista minimikaltevuus on suunnittelun yleispiirteisyys huomioiden sovelias 1 %. Muutamilla pääkaduilla, kuten Kiitotienkorttelit itä-länsi -suunnassa leikkaavalla Kolmannella kiitotiellä sekä koillinen-lounas -suuntaisella Toisella kiitotiellä, minimikaltevuudeksi on hyväksytty 0.7 %. Kolmannelle kiitotielle on lisäksi esitetty pyykkilautasasta, eikä maanpinnan tulvareittiä pystytty osoittamaan. Tätä ei kuitenkaan nähty ongelmana, koska Kiitotienkorttelien läpi kadun suuntaisesti kulkeva hulevesireitti on joka tapauksessa tulvamitoitettu. Vastaava tilanne on Autotallintiellä Tatarisuon nykyisten tonttien korkeusaseman takia ja sielläkin hulevesiviemärit tulee tulvamitoittaa. Suunniteltu taseus on nykyisen maanpinnan yläpuolella enimmillään noin 3.5 metriä Kiitotienkortteleiden alueella sekä noin 3.8 metriä Fallkullanniityn alueella.

3.2. Kehitysehdotukset

Yleistaseus tulee päivittää säännöllisesti, arviolta noin parin vuoden välein huomioiden asemakaava-kohtaisesti laadittavat tarkemmat katujen ja yleisten alueiden suunnitelmat sekä vesienhallintaan liittyvät suunnitelmat (mm. Sunnuntainiitynoja, Longinojan latvan siirto). Yleistasausten päivityksen tulee noudattaa alla esitettyjä aiemmissa suunnitteluvaiheissa määritettyjä reunaehtoja tai siinä tulee esittää perustelut niistä poikkeamiselle:

- Alin suositeltava taso liikennöitäville alueille on 1/100a tulvakorkeus +0,4 metriä
- Longinojan vanhan uoman pohjan korko noin +14 Fallkullan kiilan alueella, kaavarunkoalueen luoteisnurkassa
- Longinojan uusi reitti sijoittuu leveälle puistokaistaleelle Ukonniityn ja Fallkullanniityn osien alueiden välissä. Ojan pohjan korko on siirretyn Suurmetsäntien alituksen kohdalla noin +14.1 ja vanhaan uomaan liityttäessä Falkullan alueen reunalla noin +13.5. Longinojan uuden uoman ja sitä ympäröivän viheralueen korkotaso välillä +14...+16 (taso kortteleiden reunalla).
- Kaduilla pituuskaltevuuden minimiarvo 7 ‰, tavoitteena 1 ‰.
- Longinojan pohja Lentokentänojan purkupisteessä on noin +11.8.
- Lentoasemanpuiston tulva-alueen pohjan taseo noin +13 lukuun ottamatta pysyvän veden alueita, joiden pohjat ovat alimmillaan noin +12 tasolla.
- Tasauksella muodostetaan maanpinnan tulvareitit, jotka purkavat rakenteen sisältä joko vesistöön tai puistoalueelle. Missä tämä ei ole mahdollista, hulevesiviemärit tulvamitoitetaan.

- Suunnittelualueen eteläosassa tasauksen reunaehtoina ovat säilytettävien lentokenttärakennusten ympäristön korkeustaso, viheralueille jäävät mäet sekä ympäröivät rakennetut alueet.
- Suunnittelualueen reunoilla, missä liitytään rakennettuun ympäristöön, taseus on liitettävä jouheasti olemassa olevaan korkeustasoon.
- Puistoksi jäävillä puustoisilla alueilla korkotaso pyritään säilyttämään ennallaan.

4. HULEVESIEN HALLINTA

4.1. Nykyiset hulevesijärjestelyt

Malminkentän alue on suurimmaksi osaksi hyvin tasaista maanpinnan ollessa vanhan lentokentän alueella noin tasolla +14.5...+15.0. Aluetta kiertää Longinoja, joka on yksi Helsingin merkittävistä kaupunkipuroista. Longinojan pääuoma saa alkunsa vanhan lentokentän pohjoispuolella, missä Suurmetsänoja sekä Autotallintienoja kohtaavat. Pääuoman latva ei ole luonnontilainen vaan kaivettu aiemman lentokenttätöiminnan takia. Latvaosa on hyvin loiva ja uoman pohja lähellä nykyistä maanpintaa. Toinen merkittävä alueen virtausreitti on itä-länsisuuntainen Lentokentänoja, johon purkaa putkitettuna vanhan lentokentän alitse johdettu Jarrutienoja Tattariharjuntien suunnasta.

4.2. Työnaikaiset hulevesijärjestelyt

Lähes koko kaavarungon alue sijoittuu savikolle, jota tullaan laajamittaisesti pohjanvahvistamaan kantavuuden parantamiseksi. Rakennusvaiheen hulevesien hallinnassa tulee huomioida kiintoaineskuormituksen lisäksi myös mahdolliset sulfaattisavien aiheuttamat happamoitumisongelmat, stabiloinnista johtuvat emäksiset valumavedet ja turvealueita stabiloitaessa toisinaan esiintyneet typpipäästöt. Työnaikaisten hulevesien käsittelyn osalta noudatetaan Pääkaupunkiseudun työmaavesiohjetta sekä Malminkentälle laadittua paikkaan kohdennettua työmaavesien hallinnan ohjetta.

Työmaavesien hallinnasta tulee laatia erilliset suunnitelmat. Työmaavesien hallinta on järkevintä tehdä väliaikaisilla järjestelyillä. Päävesiaiheet tehdään ennen korttelialueiden rakentamista eikä niihin tulisi johtaa käsittelemättömiä työmaavesiä.

Rakennettavan kohteen koon ja muodon perusteella määräytyy kannattaako työmaavesien käsittely tehdä hajautetusti vai keskitetysti. Esimerkiksi pääkatua rakennettaessa ei todennäköisesti ole järkevää johtaa vesiä pitkänomaisen työmaan päästä toiseen vaan kerätä ja käsitellä ne pienemmissä lohkoissa. Aluemaisissa kohteissa työmaavesien pumppaaminen yhteen kohtaan käsittelyä varten taas voi olla kannattavaa, kun pumppausmatkat suhteessa muodostuvien vesien määrään ovat pienempiä.

Huomioiden maaperäolosuhteet ja purkuvesistön herkkyys, työmaavesien käsittely todennäköisesti edellyttää teknisempiä ratkaisuja (erilaiset erottimet, mahdollisesti saostuskemikaalien käyttö, pH:n kemiallinen säätö jne). Jotta itse puhdistuslaitteistoa ei jouduta mitoittamaan rankkasateella muodostuville virtaamille, käsittelyrakenteiden yhteyteen tarvitaan väliaikaista varastotilavuutta kuormituksen tasaamiseksi.

4.3. Lopputilanteen hulevesijärjestelyt

Suunniteltu maankäyttö tulee merkittävästi lisäämään Malminkentän alueella muodostuvien hulevesien määrää sekä laadullista kuormitusta. Ilman toimenpiteitä haittavaikutukset kohdistuvat

Longinojaan, johon kaikki alueen hulevedet purkavat. Hulevesien määrällinen ja laadullinen hallinta monivaiheisella järjestelmällä on suunnittelualueella tämän takia ehdottomasti tarpeen.

Hulevesien hallinnan yleisenä tavoitteena Malminkentän alueella on ehkäistä Longinojaan purettavien hulevesien määrän merkittävä kasvu ja laadun merkittävä heikkeneminen nykytilanteeseen verrattuna. Tämä edellyttää laaja-alaisia keskitettyjä hulevesien viivytysratkaisuja virtaamien ja vesimäärien hallitsemiseksi sekä hajautettuja hulevesien käsittelyratkaisuja kiinteistöillä, katualueilla sekä hulevesiviemäreiden purkupisteissä huleveden laadun parantamiseksi ja Longinojaan kohdistuvan kuormituksen vähentämiseksi. Lisäksi kiinteistöjen alueella tulisi pyrkiä imeyttämään ainakin osa kattovesistä orsiveden muodostamiseksi.

Hulevesijärjestelmän keskeisimmät osat ovat Lentoasemanpuisto, Sunnuntainiitynoja sekä Longinojan siirretty latva.

Lentoasemanpuistoon on esitetty mittavaa hulevesiaihetta ja tulvaniittyjä, mitkä keräävät hulevedet alueen keskiosista sekä Tattarisuon eteläosasta. Lentoasemanpuistosta hulevedet puretaan tulvami-toitettua kanavaa pitkin Kiitotienkortteleiden läpi Sunnuntainiitynojaan. Lentoasemanpuiston vesiaiheet tulisi toteuttaa kuivatyönä ja pitää kiitotiealueen allittava vanha hv-viemäri käytössä tämän ajan, jotta Jarrutienojan vedet kiertävät puistotyömaan.

Sunnuntainiitynoja on uusi tulvatasanteellinen pääuoma, joka tulee korvaamaan Sunnuntaikortteleiden rakentamisen alle jäävän Lentokentänojan. Uusi uoma tulee rakentaa kuivatyönä ennen Pikitehtaankadun rakentamista ja kääntää Lentokentänojan virtaus vasta kun pintarakenteet ja istutukset ovat ehtineet asettua.

Longinojan latvan siirtoa on kuvattu tarkemmin luvussa 5. Uuden Longinojan uoman yhteyteen rakennetaan laajat tulva-alueet Malminkentän pohjoisosan hulevesien hallinnan tarpeisiin.

4.4. Hulevesiin liittyviä lupatarpeita ja erityisiä näkökohtia

Aiemmissa suunnitteluvaiheissa on arvioitu, että päävirtausreittien muutosten toteuttaminen (Sunnuntainiitynoja, Longinojan latvan siirto) saattaisi edellyttää vesilain mukaista lupaa. Uudenmaan Ely-keskus on antanut Sunnuntainiitynojaista lausunnon, jonka mukaan vesilain lupaa ei tarvitse haakea. Myös Longinojan latvaosuus on rakennettu oja, jonka osalta on sovittu pyydettävän virallinen lausunto siirtoon liittyvästä lupatarpeesta.

Työmaavaiheeseen ja työmaavesien hallintaan liittyy erillisiä luvan tai ilmoituksen tarpeita, joita on kuvattu tarkemmin työmaavesiohjeissa. Alla on poimittu muutamia työmaavesien hallintaan liittyviä tarpeita. Malminkentän tapauksessa työmaat ovat pitkäaikaisia ja työmaavedet voivat olla ympäristölle haitallisia. Työmaavesien hallinnan ympäristöluvan tarpeesta on syytä pyytää lausunto Elyltä.

Toiminta	Lupa/ilmoitus	Lupaviranomainen
Vesien johtaminen hulevesi- tai jätevesiviemäriin	Johtamislupa	Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY), verkko-osasto
Ojan tekeminen ja ojen ruoppaus happamilla sulfaattimailla	Ilmoitusvelvollisuus 60 vrk ennen työn aloittamista	Uudenmaan ELY-keskus
Työmaavesien johtaminen kaupungin omistamalle maa- tai vesialueelle	Maanomistajan suostumus ja tarvittaessa herkillä alueilla ympäristönsuojelun lausunto	Kaupunkiympäristön toimiala
Toiminta, josta saattaa aiheutua vesistön pilaantumista (esim.	YSL 27 § 1 kohdan mukainen ympäristölupa	Etelä-Suomen aluehallintovirasto

pitkäaikainen työmaa, josta ympäristölle haitallisia työmaavesiä johdetaan hulevesiviemäriin tai suoraan vesistöön)

5. LONGINOJAN LINJAUKSEN MUUTOS

5.1. Lähtökohdat ja tarkoitus

Longinojan latva tulee jäämään Ukonniityn kaava-alueen sisälle eikä sille ole osoitettavissa riittävästi tilaa tulevan korttelirakenteen sisältä. Malminkentän kaavarungossa esitetty Suurmetsäntien uusi linjaus edellyttää jo pääuomalle uutta reittiä ilman ympäröivien kortteleiden rakentamistakin. Uoma siirretään uudelle reitille viheralueelle, joka on osoitettu Ukonniityn ja Fallkullanniityn osa-alueiden väliin.

Virtaussuunta muuttuu nykyisen Autotallintienojan ja Suurmetsänojan yhtymiskohdassa, mistä vedet ohjataan ensin lounaaseen ja sitten länteen kohti Longinojan nykyistä uoma. Nykyistä Suurmetsänojaa kehitetään Suurmetsäntien pohjoispuolelta alkaen ja Suurmetsäntietä idästä laskevat hulevedet, jotka purkavat nykyisellään Tattarisuonojaan, johdetaan tien pohjoispuolella Suurmetsänojaan. Siirrettävä uoma toteutetaan noin 30 metriä leveänä kaksitasoumana, missä perusuomaa reunustaa leveä tulvatasanne. Tulvatasanteelle toteutetaan korttelirakenteesta tulevien hulevesiviemäreiden purkupisteisiin viivytys/suodatusrakenteita, joiden tarkoituksena on ehkäistä pääuomaan kohdistuvaa kiintoainekuormitusta.

5.2. Huomioitavia näkökohtia

Koska Longinojan latva on kaivettu oja, sen siirto ei luultavasti edellytä vesilain mukaista lupaa. Tämä tulee varmistaa pyytämällä Ely-keskukselta lausunto luvantarpeesta. Joka tapauksessa uoman siirron valmistelu tulee aloittaa riittävän ajoissa ennen kuin Ukonniityn alueen tai sen läpi kulkevien pääkatujen rakentaminen alkaa. Uusi uoma tulisi rakentaa kuivatyönä ja antaa pintarakenteiden ja istutusten asettua riittävästi ennen kuin virtaama käännetään uuteen uomaan. Nykyiseen eikä uuteen pääuomaan saa johtaa käsittelemättömiä työmaavesiä.

Pääuomaan liittyvä tulva-alue Fallkullanniityn ja Tattarisuon välissä on erotettavissa pääuomasta alueen rakennusvaiheessa ja sitä voitaisiin todennäköisesti hyödyntää työmaavesien hallinnassa, kunhan väliaikaiset ratkaisut on eristetty pääuomasta.

6. VÄLIAIKAISTOIMINTOJEN TOIMINTAEDELLYTYKSET ESIRAKENTAMISEN AIKANA

6.1. Logistiikka- ja varastointialue

Rakentamisen väliaikainen logistiikka- ja varastointialue sijaitsee Fallkullanniity idässä ja on kooltaan noin 3 ha. Aluetta on tarkoitus käyttää Malminkentän esirakentamisessa syntyvien maamassojen välivarastointiin. Alueen pohjanvahvistusmenetelmäksi on suunniteltu geolujitteiden käyttöä.

Rakentamisen logistiikka-alueen toiminta voi jatkua melko ongelmitta niin kauan, kun alueelle on kulkuyhteys esimerkiksi jo rakennettua pohjoista ajoyhteyttä pitkin. Ajoyhteys voidaan säilyttää

Longinojan uuden uoman rakentamisen yhteydessä, mikäli ko. kohtaan asennetaan väliaikainen rumpu.

Fallkullanniitty idän esirakentamismenetelmistä logistiikka-alueen toiminta lienee helpoimmin yhteensovitettavissa esikuormituksen kanssa, joka itsessään on tietynlaista massojen välivarastointia – toisaalta logistiikka-alue toimii itsessään jo pienenä esikuormituspenkereenä. Esikuormituspenkereen kasvaessa korkeaksi voi ajoyhteyden järjestäminen alueella muodostua ongelmalliseksi. Esikuormituksen aikana esikuormituspenkereestä ei voida poistaa esikuormitukseen tarkoitettua materiaalia, vaikka muualla alueella ilmenisikin samanaikaista tarvetta massoille.

Mikäli Fallkullanniitty idän esirakentaminen toteutetaan pitkälti pilaristabiloimalla, voinee logistiikka-alue pysyä toiminnassa siihen asti, kunnes on tarve päästä stabiloimaan logistiikka-alueen kohtaa ja sen välitöntä ympäristöä.

6.2. Lumen vastaanottopaikka

Väliaikainen lumen vastaanottopaikka sijaitsee Ukonniityssä ja on kooltaan noin 5 ha. Lumen vastaanottopaikan suunniteltu sijainti on erittäin keskeisellä alueella Malminkentän esirakentamisen kannalta, koska se jää Longinojan nykyisen uoman sekä uuden uomalinjauksen väliin. Aluetta on tarkoitus käyttää talviaikana kaupunkialueilta aurattavien ja poistettavien lumimassojen varastointiin. Nykyisin yksi lumen vastaanottopaikoista sijaitsee Nallenrinteessä, jonka rakentaminen alkaa oletettavasti ensimmäisenä, jolloin Nallenrinteen lumen vastaanottopaikkakin tulee poistumaan käytöstä. Uuden lumen vastaanottopaikan pohjanvahvistusmenetelmäksi on suunniteltu stabilointia ja osin geolujitteiden käyttöä.

Lumen vastaanottopaikan toiminta voi jatkua melko ongelmitta niin kauan, kun alueelle on kuluyhteys esimerkiksi jo rakennettua pohjoista ajoyhteyttä pitkin. Oletettavasti tahtotilana on pitää lumen vastaanottopaikka toiminnassa mahdollisimman pitkään.

Ukonniityn esirakentamismenetelmistä lumen vastaanottopaikan toiminta on helpoimmin yhteensovitettavissa stabiloinnin kanssa, jonka ei nähdä vaikuttavan lumen vastaanottopaikan toimintamahdollisuuksiin oleellisella tavalla. Esikuormituksen yhteensovittaminen lumen vastaanottopaikan toiminnan kanssa on epäilemättä haasteellisempaa kuin stabiloinnin osalta, ja vaatii mm. tarkempia tarkasteluja tarvittavista esikuormituspenkereiden korkeuksista sekä niiden stabiliteetista.

6.3. Muut väliaikaistoiminnot

Muita merkittäviä väliaikaistoimintoja Malminkentän alueella ovat

- veneiden talvitelakointialue Ukonniityssä
- koerakentamisalueet pääosin Ukonniityssä
- STAO:n ajoharjoittelualue Kiitotienkortteleissa.

Veneiden talvitelakointialueesta ei tässä vaiheessa ole tarkempia suunnitelmia, mutta alustavien tietojen perusteella sen pohjanvahvistusmenetelmäksi on suunniteltu stabilointia. Alue on kooltaan noin 3,5 ha ja se sijaitsee lumen vastaanottopaikan itäpuolella, toisella puolella pohjoista ajoyhteyttä. Alueen toimintamahdollisuuksiin esirakentamisen aikana pätevät samat seikat kuin lumen vastaanottopaikan osalta.

Koerakentamisalue sijoittuu Ukonniittyyn pohjoisen ajoyhteyden läheisyyteen. Pohjoinen ajoyhteys on pääosin stabiloitu ja koerakentamisalueelle on tehty ja on suunnitteilla erilaisia koerakenteita vaihtelevilla pohjanvahvistustavoilla. Tämän koerakentamisalueen toimintamahdollisuuksiin esirakentamisen aikana pätevät pitkälti samat seikat kuin edellä on mainittu lumen vastaanottoaikaan liittyen. Monet koerakenteista vaativat pitkäaikaista seurantaa ja tässä mielessä olisi hyvä, mikäli koerakentamisalue voitaisiin pitää mahdollisimman pitkään käytössä.

STAO:n ajoharjoittelualue sijaitsee Kiitotienkortteleiden alueella. Tiedossa ei ole, onko alueelle tehty varsinaisia pohjanvahvistustoimenpiteitä ajoharjoittelutoimintaa varten, mutta oletettavasti ei ole, sillä harjoittelutoiminta taitaa tapahtua pääosin vanhojen lentokenttäalueiden kohdilla. STAO:n ajoharjoittelualueen toiminta on huonosti yhteensovittavissa niin stabiloinnin kuin esikuormituksen kanssa, ja se oletettavasti tulee päättymään, kun esirakentaminen alueella alkaa.

Edellä mainittujen lisäksi Malminkentän alueella on ja sinne on suunniteltu monenlaista kevyempää väliaikaistoimintaa kuten ulkoilureittejä ja frisbeegolf-rata, mutta näiden toimintaedellytysten on katsottu pääosin päättyvän vaiheittain siinä vaiheessa, kun esirakentaminen alueella etenee.

7. ESIRAKENTAMISEN RATKAISUVAIHTOEHDOT JA GEOTEKNISET TARKASTELUT

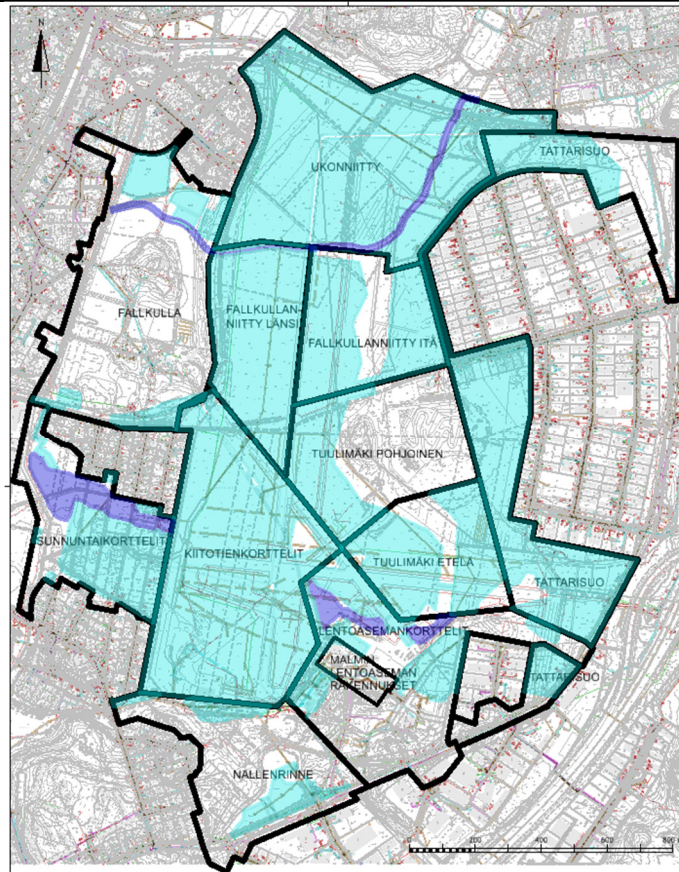
7.1. Syvästabilointi

Syvästabilointi on pohjanvahvistusmenetelmä, jossa maaperään sekoitetaan lujittuvaa sideainetta ja näin parannetaan savikerroksen geoteknisiä ominaisuuksia. Suunnittelualueen savikerroksen paksuudet vaihtelevat huomattavasti 0...18 metrin välillä. Syvästabilointimenetelmänä voidaan käyttää pilaristabilointia sekä osalla alueesta massastabilointia syvyysrajoitukset huomioiden. Stabilointi pohjanvahvistusmenetelmänä sopii lähes koko suunnittelualueelle.

Stabilointi on kuitenkin kustannus-päästöteknisesti melko kallis pohjanvahvistusmenetelmä. Tätä voidaan kompensoida käyttämällä sideaineena tai osana sideaineseosta uusiomateriaaleja. Tällaisten sideaineseosten lujittumisen tutkimiseksi on tällä hetkellä käynnissä ja suunnitteilla koerakenteita alueelle. Suunnittelualueen pohjanvahvistusmäärät ovat kuitenkin erittäin suuret ja uusiomateriaalien käytössä tulee huomioida erilaisten materiaalien saatavuus. Lisäksi stabiloinnin lujittumiseen etenkin humuspitoisimmilla alueilla tulee kiinnittää erityistä huomiota. Alueella paikoin esiintyvien turvekerrosten osalta suositellaan ensisijaisesti vaihtoehtoisia pohjanvahvistusmenetelmiä kuten massanvaihtoa stabiloinnin sijasta, sillä turvekerrosten stabiloimisesta kaupunkiympäristössä on huonoja kokemuksia mm. havaittujen hajuhaittojen vuoksi.

Stabilointia suositellaan myös tonttialueille esirakentamisen yhteydessä piha-alueiden pohjanvahvistukseksi sekä alueen yleistasausten mahdollistamiseksi. Tämä myös tasapuolistaa tonttien myyntikäsittelyä sekä osaltaan estää pitkien liukupintojen muodostumista, sillä tonttikohtaisesti toteuttajat voisivat esittää erittäin kirjavia pohjanvahvistustapoja, joiden vertailu tonttimyyntikilpailussa voi olla erittäin haastavaa.

Stabilointia ja sen mitoitusta on käsitelty tarkemmin liitteenä olevassa laskentaraportissa.



Kuva 12: Stabiloinnin mahdollisia käyttöalueita, vaaleansinisellä pilaristabilointi ja tummemmalla sinisellä uomien massastabilointi.

7.2. Esikuormitus ja pystyjoitus

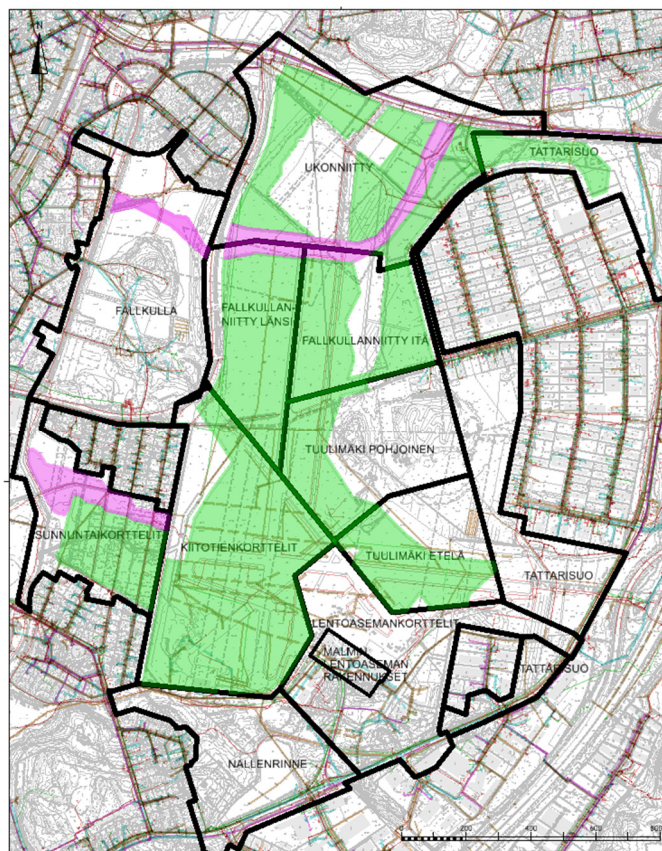
Esikuormituksella tarkoitetaan pohjanvahvistusmenetelmää, jossa maanpinnan päälle rakennetaan tyypillisesti tulevaa tasausta korkeampi esikuormituspenger, joka aiheuttaa alapuolisen maan painumaa. Painumisessa pohjamaassa luonnollisesti esiintyvää huokosilmaa ja -vettä poistuu ja tämä tyypillisesti aiheuttaa myös pohjamaan lujittumista. Pystyjoilla tarkoitetaan pohjamaahan asennettavia salaojanauhoja, joita pitkin huokosten tyhjentyminen tapahtuu nopeammin. Kun painumaa on tapahtunut laskennallisesti ennalta määritelty määrä, poistetaan ylimääräinen rakennettu penger. Tällöin painuminen on pääosin tapahtunut ja jatkuu hitaana sekundääripainumana. Esikuormitus pohjanvahvistustapana on hidas, sillä painumat eivät hienorakeisissa maissa, kuten savessa, tapahdu välittömästi. Lähtökohtaisesti pystyjojanauhat lopetetaan savikerroksen alaosassa eikä niitä uloteta savikerroksen alapuoliseen vettä johtavaan kerrokseen, jotta vältytään haitallisilta pohja- ja orsivesivaikutuksilta sekä virtauskanavan muodostumiselta pohjavesi- ja orsivesipintojen välille.

Savikerroksesta tehtyjen ödometrikokeiden perusteella alueen saven konsolidaatiokertoimet vaihtelevat huomattavasti. Konsolidaatiokerroin kuvastaa saven aika-painuma -riippuvuutta, eli pienempi konsolidaatiokerroin tarkoittaa hitaampaa painumaa. Kuten tämän raportin maaperäkuvauksessa on selostettu, alueen savikerroksissa on havaittavissa vaihtelevan paksuisia silttisiä ja/tai hiekkaisia vaakasuuntaisia linssejä. Näillä on merkittävä vaikutus savikerroksen painumanopeuteen.

Esikuormituksessa pohjanvahvistusmenetelmänä on myös ongelmana niin kutsutun sekundääripainuman eli viruman osuus. Tyypillisesti etenkin hienorakeisissa maissa painumanopeus kokonaispainuman loppuvaiheessa hidastuu vielä huomattavasti, kun maahuokosten ylipaine kuormituksen vaikutuksesta on pieni. Tämä aiheuttaa pitkäaikaista, mutta suuruusluokaltaan pientä painumaa jopa useita kymmeniä vuosia tulevaisuuteen. Tarkastelualueella saven humuspitoisuus on kohtuullisen suuri ja pohja- ja/tai orsivesitason vaihtelun taikka muun tekijän vaikutuksesta tapahtuvan huomuksen maatumisen nopeutta on hankala arvioida.

Esikuormitusta suositellaan käytettäväksi pääasiassa alueilla, joilla voidaan sallia maltillisia pitkäaikaisia painumia. Lisäksi esikuormitetuilla alueilla suositellaan kunnallistekniikan osuudet asennettavan esimerkiksi betoniarinalle, joka varmistaa putkiliitosten pysyvyyden sekä rajoittaa merkittävästi painumaerojen muodostumista.

Esikuormitusta ja pystyöjitusta on käsitelty tarkemmin liitteenä olevassa laskentaraportissa.



Kuva 13: Mahdollisia esikuormituksen käyttöalueita: vihreällä alueellinen esikuormitus ja punaisella uomien esikuormitus.

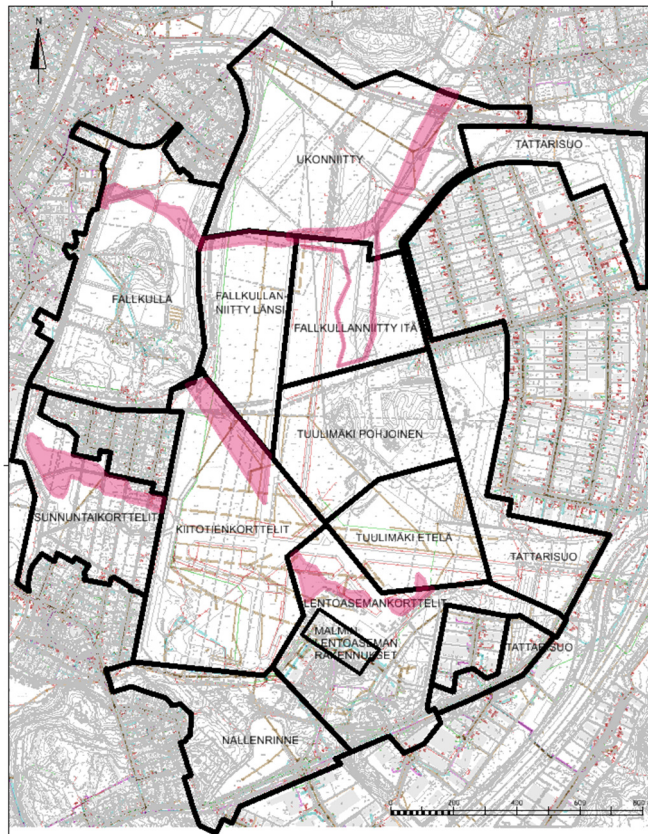
7.3. Puupaalutus

Puupaalutuksella tarkoitetaan pohjanvahvistusmenetelmää, jossa maaperään asennetaan puisia paaluja, jotka siirtävät yläpuolisia kuormia heikosti kantavien pohjamaiden lävitse alapuolisiin tiiviimpiin maakerrostumiin tai vaihtoehtoisesti jakavat kuormitukset heikossa maakerroksessa kantavalla paaluvaipan koheesiolla. Puupaalutuksen yhteydessä käytetään usein geolujitteella

vahvistettua kiviainesarinaa muodostamaan holvaavan laattamaisen rakenteen paalujen päälle, joka siirtää yläpuolisia kuormia paalujen välityksellä pohjamaahan.

Puupaalujen käyttö pohjanvahvistusmenetelmänä toimii parhaiten tilanteessa, jossa pohja- ja/ai orsivedentason vaihtelu on pientä tai mahdollisimman hyvin ennustettavissa. Mikäli puupaalut ovat pitkäaikaisesti pohjavesi- ja/ai orsivesitason yläpuolella alkavat ne lahoamaan ja menettävät lujuutensa lahonneelta osaltaan. Tästä syystä puupaaluja suositellaan käytettäväksi ensisijaisesti alueilla, joilla puupaalut pysyvät vedenpinnan alapuolella tai missä niiden päiden lahoaminen pitkän ajan kuluessa ei aiheuta merkittäviä ongelmia, esimerkiksi hulevesiaihteiden läheisyydessä.

Puupaalutusta on käsitelty tarkemmin liitteenä olevassa laskentaraaportissa.



Kuva 14: Puupaalujen mahdollisia käyttöalueita uomien luiskien sekä puistoalueiden pohjanvahvistuksena.

7.4. Paalulaatta

Paalulaatalla tarkoitetaan teräsbetonista laattarakennetta, joka siirtää yläpuoliset kuormat paalujen avulla tiiviiseen pohjamaahan tai kallioon. Paalulaatta on pohjanvahvistusmenetelmästä usein kallein sekä lähes poikkeuksetta päästöiltään suurin. Paalulaatta rakenteena sisältää toisaalta vähiten riskiä tulevien painumien ja siirtymien kannalta.

Paalulaatan arvioidaan olevan varmin pohjanvahvistusratkaisu pääväylälle, kunnallistekniikan runkolinjoille ja tulevalle raitiotielinjaukselle. Painumattomana rakenteena paalulaatta edellyttää välittömään läheisyyteensä siirtymärakenteita, jotta haitallisia painumaeroja ei pääse syntymään painumattomien ja painuvien rakenteiden välille.

7.5. Massanvaihto

Suunnittelualueella on paikkoja, joissa savikerroksen paksuus on maltillinen tai savikerrosta ei havaita kairausvastuksissa lainkaan. Näillä alueilla voidaan vähintään matalampia rakennuksia tai tukimuuri- ja muita rakenteita perustaa massanvaihdon varaan.

Massanvaihtoa ei tässä suunnitteluvaiheessa ole vielä suunniteltu erikseen pohjanvahvistusmenetelmänä. Massanvaihto kannattaa kuitenkin pitää mielessä kaavoituksen edistyessä mahdollisuuksien mukaan kevyempien rakennusmassojen sijoittelua optimoidessa.



Kuva 15. Esimerkkikohta savikerroksen arvioidusta päättymiskohdasta sekä mahdollisesta massanvaihtoalueesta suunnittelualueen pohjoisosassa.

7.6. Kevennys

Suunnittelualueelle tulee pääasiassa niin paksuja täyttökerroksia, ettei kevennys ole yksinomaan riittävä pohjanvahvistusmenetelmä laajoilla alueilla. Kevennystä voidaan käyttää paikallisesti alueilla, joilla tasaus ei nouse merkittävästi nykyistä maanpintaa ylemmäs, suurusluokkana alle metrin. Kevennysrakenteita suositellaan kuitenkin käyttämään pohjanvahvistusmenetelmänä rinnan esimerkiksi stabiloinnin tai esikuormitusrakenteen kanssa.

Kevennysrakenteita suunniteltaessa on syytä huomioida kevennysrakenteen tilavuuspainon lisäksi mahdollinen käyttö eristerakenteena. Esimerkiksi kunnallistekniikan lopputäytöissä voidaan saavuttaa pienemmät jännityslisäykset sekä matalampi asennussyvyys yhdellä rakenteella, millä voidaan edesauttaa viettoon perustuvan kunnallistekniikan käyttöä loivapiirteisesti kaltevalla alueella.

Lisäksi kevennysrakenteilla voidaan pienentää syntyviä painumia korvaamalla lopullisissa rakennekerroksissa osa täytöstä kevennysmateriaalilla. Kevennys soveltuu esimerkiksi siirtymärakenteisiin paalutetun ja syvästabiloidun rakenteen rajapintaan.

7.7. Geolujitteet

Geolujitteita suositellaan käytettäväksi muiden pohjanvahvistustoimenpiteiden kanssa rinnan. Geolujitteita suositellaan käytettäväksi etenkin esikuormitusrakenteiden, muiden painumariskialttiiden kohtien kanssa sekä puupaalujen yläpuolisissa täytöissä.

Lisäksi geolujitteita suositellaan käytettäväksi jäykistämään kunnallistekniikan alapuolisia arinarakenteita, siirtymärakenteita pohjanvahvistusmenetelmien välillä sekä esimerkiksi tukimuurien tai muiden liikuntasaumallisten rakenteiden pohjia.

Geolujitteilla ei yleisesti voida vähentää painumia, mutta niiden avulla voidaan vähentää painumajen muodostumista.

7.8. Siirtymärakenteet

Malminkentän alue tulee rakentumaan vaiheittain, ja on hyvin todennäköistä, että alueella tullaan käyttämään lukuisia eri pohjanvahvistusmenetelmiä – toisia laajamittaisemmin, toisia pienemässä mittakaavassa. Eri alueiden suunnitelmien tarkentuessa tulee kiinnittää huomiota siirtymärakenteiden tarpeeseen esimerkiksi painumattomien ja käytön aikana painuvien rakenteiden välille / siirryttäessä pohjanvahvistustavalta toiselle / siirryttäessä pohjanvahvistetulta alueelta pohjanvahvistamattomalle alueelle / siirryttäessä pohjanvahvistetulta alueelta savikon reuna-alueelle tai kantavalle pohjamaalle. Siirtymärakenteina voidaan käyttää esimerkiksi kevennystä, lujitteita, massanvaihtoa, määrämittäisiä puupaaluja / pilaristabilointia tai edellä mainittujen yhdistelmiä.

8. ESIRAKENTAMISEN VAIHEISTUS

8.1. Yleistä

Malminkentän esirakentamisen vaiheistukseen vaikuttavat monet eri tekijät. Keskeisiä vaiheistukseen vaikuttavia elementtejä ovat muun muassa:

- Alueen rakentumiseen ja esirakentamiseen varattava aika: mitä nopeammin jotakin aluetta halutaan päästä rakentamaan, sitä vähemmän pohjanvahvistusmenetelmiä on käytettävissä. Vastaavasti löyhempi rakentamisaikataulu mahdollistaa useampien pohjanvahvistusratkaisujen käytön.
- Alueen mielekäs rakentamisjärjestys ja -tapa: halutaanko aluetta rakentaa esimerkiksi pikkuhiljaa etelästä pohjoiseen, jolloin alueet valmistuvat likimain vaiheittain ja rakentamisessa voi kestää pidempään, vai halutaanko aluetta rakentaa esimerkiksi pohjoisesta ja etelästä alkaen samaan aikaan, jolloin kokonaisrakentamisaikataulu voi olla nopeampi, mutta käytännössä koko alue on työmaana pitkään ja alueet valmistuvat tiiviimmässä aikataulussa.
- Käytettävä pohjanvahvistusmenetelmä. Tässä vaiheessa on tunnistettu, että potentiaalisia laajamittaiseen esirakentamiseen soveltuvia menetelmiä Malminkentän alueella ovat stabilointi sekä esikuormitus pystyjoituksella. Nämä eroavat toisistaan merkittävästi ajantarpeen, kustannusten sekä hiilidioksidipäästöjen osalta.
- Kustannukset: käytettävissä oleva kustannusraami voi ohjata käytettävän pohjanvahvistusmenetelmän valintaa, jolla on suora vaikutus aikatauluun.
- Maamassojen saatavuus: esikuormituspenkereisiin tarvitaan paljon materiaalia, ja laajamittaisen esikuormitusten aikatauluun sekä kustannuksiin vaikuttavat olennaisesti se, paljonko maa-materiaalia on vuositasolla saatavissa ja mihin hintaan (vastaanottohinnalla vai ostotavarana).

- Hiilidioksidipäästöt: päästövähennystarpeet voivat ohjata käytettävän pohjanvahvistusmenetelmän valintaa, jolla on suora vaikutus aikatauluun.
- Vesi: oleellisena kokonaisuutena koko alueen esirakentamiseen liittyy hulevesien hallinta. Alueen pohjoisosassa merkittävänä reunaehtona on herkän vesistökohteen, Longinojan, nykyinen uoma sekä Longinojan uoman siirtäminen uudelle linjaukselle. Eteläosassa vastaavasti nykyisen Lentokentänojan korvaaminen uudella Sunnuntainiitynoilla sekä Lentoasemanpuiston hulevesiaiheilla luovat vaiheistukseen oleellisella tavalla vaikuttavan reunaehdon. Uusien uomien luisien kasvittumiselle on varattava aikaa arviolta 1...2 kasvukautta tai käytettävä muita eroosiosuojarakenteita, jotta ne kestävät virtauksen aiheuttaman eroosion.
- Kunnallistekniikka: eri kaava-alueiden rakentamisjärjestyksessä on myös huomioitava se, että kultakin alueelta on oltava toimivat vesi-, jätevesi- ja hulevesiyhteydet ja purkupaikka näille, jotta tonttialueiden rakentaminen on mahdollista.
- Väliaikaiset toiminnot: alueella olevien ja sinne suunniteltujen väliaikaistoimintojen kuten STAO:n ajoharjoitteluradan, lumen vastaanottopaikan ja veneiden talvitelakointialueen toiminnan jatkaminen mahdollisimman pitkään voi merkittävästi ohjata käytettävän pohjarakennusmenetelmän valintaa sekä rakentamisjärjestystä.

Koska esirakentamisen vaiheistus on hyvin monen osatekijän summa, erilaisia vaiheistusvariaatioita on olemassa lukuisia määriä, eikä vain yhtä oikeaa ratkaisua ole olemassa. Yksi vaiheistusratkaisu voi olla hyvä esimerkiksi alhaisten hiilidioksidipäästöjen ja rakentamiskustannusten osalta, kun taas toinen mahdollistaa alueen nopean rakentamisen.

Tässä työssä on tarkasteltu vaiheistusta seuraavissa tapauksissa:

VE1A: Longinoja siirretään mahdollisimman aikaisessa vaiheessa esirakentamista ja koko Malminkentän alueen pääasiallisena pohjanvahvistusmenetelmänä käytetään esikuormitusta pystyojilla.

VE1B: Longinoja siirretään mahdollisimman aikaisessa vaiheessa esirakentamista ja koko Malminkentän alueen pääasiallisena pohjanvahvistusmenetelmänä käytetään stabilointia.

VE2A: Longinoja siirretään esirakentamisen loppuvaiheessa ja koko Malminkentän alueen pääasiallisena pohjanvahvistusmenetelmänä käytetään esikuormitusta pystyojilla.

VE2B: Longinoja siirretään esirakentamisen loppuvaiheessa ja koko Malminkentän alueen pääasiallisena pohjanvahvistusmenetelmänä käytetään stabilointia.

Kaikissa em. vaiheistustarkasteluissa lähtöoletuksena on ollut, että Sunnuntainiitynoja rakennetaan heti esirakentamisen alkuvaiheessa.

8.2. Alueilla huomioitavat erityispiirteet

Eri kaava-alueilla on myös lukuisia vaiheistukseen vaikuttavia tekijöitä ja reunaehtoja. Näitä eri kaava-alueilla huomioitavia erityispiirteitä on koottu tämän raportin liitteenä oleviin huomiokortteihin ja pääkohdat listattu alle kaava-aluekohtaisesti.

Fallkulla

Fallkullan alueelle on suunniteltu verrattain vähän uudisrakentamista, joten esirakentamistarvekin on vähäinen. Suurin osa Fallkullan alueesta säilyy käytännössä nykyisellään. Merkittävimpänä muun alueen esirakentamiseen kytkeytyvänä tekijänä on Longinojan siirto, sillä Longinojan uuden

linjauksen loppupää kulkee Fallkullan kaava-alueen läpi ennen liittymistään nykyiseen Longinojan uomaan.

Fallkullan voimassa olevassa asemakaavassa ja suunnitellussa yleistasuksessa on ristiriita Longinojan uuden uoman sijainnin osalta. Suunniteltu yleistasaus ei ylipäätään juurikaan ulotu Fallkullan kaava-alueelle, ja sitä olisi hyvä täsmentää näiltä osin.

Fallkullan ja Fallkullanniitty lännen välissä kulkevan Malminkaaren liikenne saadaan siirrettyä lopulliselle reitille vasta kun Neljäs kiitotie on valmis. Esirakentamisen osalta olisi hyvä tutkia, onko Malminkaarta mahdollista siirtää pidempiaikaiselle kiertotielle. Malminkaaren liikennettä ei todennäköisesti ole mahdollista katkaista kokonaan esirakentamisen ajaksi, koska kyseessä on paikallisesti merkittävä pääreitti.

Fallkullanniitty länsi

Fallkullanniitty lännen alueella on kolme erityisen merkittävää esirakentamiseen ja vaiheistukseen liittyvää tekijää: Longinojan uusi uoma kulkee Fallkullanniitty lännen pohjoisosassa, alueen länsireuna osuu käytössä olevan Malminkaaren kohdalle ja alueen etelänurkassa on käytössä oleva nykyinen hulevesiviemäri, joka on pidettävä toimintakunnossa, kunnes uusi hulevesijärjestelmä Sunnuntainiitynoista Jarrutienojalle saakka on valmis Sunnuntaikorttelien, Kiitotienkorttelien sekä Tuulimäki etelän alueilla.

Fallkullanniitty itä

Samoin kuin Fallkullanniitty lännessä, myös Fallkullanniityn itäosassa uusi Longinojan uoma kulkee alueen pohjoisosaa pitkin, minkä lisäksi uuden Longinojan uoman tulva-alue jakaa Fallkullanniitty idän kahtia. Muita alueella erityisesti huomioitavia tekijöitä ovat alueelle sijoittuva rakentamisen väliaikainen logistiikka-alue sekä alueen kahtia jakava metsäinen alue, joka säilytetään. Jo rakennettu pohjoinen ajoyhteys voisi toimia kulkuyhteytenä alueelle, jos sitä jatketaan etelän suuntaan.

Kiitotienkorttelit

Kiitotienkorttelien alueella on lukuisia esirakentamiseen ja vaiheistukseen vaikuttavia tekijöitä. Alueen pohjoisosan halki kulkeva hulevesiviemäri sekä alueen länsipuolella kulkeva Lentokentänoja on pidettävä käytössä, kunnes uusi hulevesijärjestelmä on saatu rakennettua Sunnuntainiitynoista Jarrutienojalle saakka, sisältäen Kiitotienkortteleiden keskeltä kulkevan maanalaisen hulevesikanalin. Alueen länsipuolella on myös nykyisiä ja säilytettäviä asuinalueita. Kiitotienkortteleiden pohjoisnurkka osuu nykyisen Malminkaaren kohdalle, ja tätä aluetta päästään rakentamaan vasta, kun Malminkaaren liikenne on siirretty Neljännelle kiitotielle – ellei käytetä työnaikaisia liikennejärjestelyjä. Yleisestikin alueen läpi kulkevalla Viima-raitiotieyhteydellä ja sen tavoitellulla aikataululla voi olla vaikutuksia esirakentamiseen ja vaiheistukseen. Alueen eteläosassa sijaitsee myös STAO:n ajoharjoittelualue.

Lentoasemankorttelit ja Malmin lentoaseman rakennukset

Lentoasemankorttelien alueella merkittävimmät esirakentamiseen ja vaiheistukseen liittyvät seikat liittyvät hulevesiin. Alueelle on rakennettava uusi hulevesilinja nykyisen tilalle siten, että vanha pysyy toiminnassa rakentamisen ajan. Alueen pohjoisosaan on suunniteltu Lentoasemanpuiston hulevesialtaita, jotka liittyvät laajemmin koko eteläosan hulevesijärjestelyihin kuten edellä esimerkiksi

Kiitotienkortteleiden kohdalla on kerrottu. Jo siirretty maakaasulinja kulkee pitkällä matkalla koko Lentoasemankorttelien kaava-alueen läpi.

Malmin lentoaseman rakennukset -kaava-alue sijaitsee Lentoasemankorttelien sisällä. Tällä alueella on säilytettäviä historiallisia lentoasemarakennuksia, jotka lähiympäristöineen säilytetään.

Nallenrinne

Koko Malminkentän alueelta kaavoitus ja suunnittelu on edennyt pisimmälle Nallenrinteessä. Alueella huomioitavia seikkoja ovat muun muassa alueen pohjoisosassa kulkeva nykyinen kunnallistekniikka sekä siirretty kaasulinja, säilytettävä metsäalue länsireunassa sekä alueella sijaitsevat historialliset linnoitukset. Alueen eteläosassa nykyisellä kadulla on jo tehty mittavia pohjanvahvistusmenpiteitä.

Sunnuntaikorttelit

Sunnuntaikorttelien alue rajautuu pohjois- ja eteläosistaan rakennettuihin ja säilytettäviin asuinalueisiin. Merkittävimpänä alueen esirakentamiseen vaikuttavana kokonaisuutena on Sunnuntainiitynojan rakentaminen, joka korvaa alueen läpi nykytilanteessa kulkevan Lentokentänojan. Myös Viima-raitiotieyhteys ja sen tavoiteltu aikataulu vaikuttavat esirakentamiseen ja vaiheistukseen, koska uusi Pikitehtaankatu ja Longinojan ylittävä silta sijoittuvat nykyisen Lentokentänojan päälle ja kytkeytyvät näin sen siirtoon. Alueen poikki kulkee nykyinen jäteveden keräilyviemäri, joka on siirrettävä pois esirakentamisen alta. Longiojan nykyinen uoma kulkee alueen länsireunaa pitkin, ja se säilytetään lähiympäristöineen nykyisellään.

Tattarisuo

Tattarinsuon pitkänomaisella ja monimuotoisella kaava-alueella on monia esirakentamiseen ja vaiheistukseen vaikuttavia tekijöitä. Tämä alue ulottuu käytännössä koko Malminkentän tarkastelualueen päästä päähän. Alueen pohjoisosan nykyiset ojajärjestelyt liittyvät Longinojan siirtoon. Alueen pohjoisosassa on myös suunnitteilla kaasujohdon siirto. Alueen keskiosassa nuorten liikennekoulutusalueella on aiemmin tapahtunut hallitsematon maatäytöistä johtunut sortuma, jonka vuoksi savi on laajalta alueelta häiriintynyt ja täytemaa-ainekset ovat osin sekoittuneet savikerroksen kanssa. Alueen eteläosassa kulkeva Jarrutienoja linkittyy Lentoasemanpuiston uusiin hulevesijärjestelyihin ja edelleen Sunnuntainiitynojaan. Lisäksi alueen eteläosassa kulkee jo siirretty kaasulinja.

Yleistaus ei kaikilta osin ulotu Tattarinsuon alueelle ja sitä olisi hyvä päivittää näiltä osin.

Tuulimäki etelä

Tuulimäki etelän länsiosassa merkittävin esirakentamiseen ja vaiheistukseen liittyvä seikka on nykyinen kiitotiealueen alittava hulevesiviemäri, jonka tulee pysyä käytössä siihen asti, kunnes Sunnuntainiitynojan uudet hulevesijärjestelyt ja Lentoasemanpuiston kautta kulkeva uusi reitti ovat valmiina. Tähän liittyvä Jarrutienoja kulkee myös Tuulimäki etelän länsiosan poikki. Alueen keski-osa on metsä on tarkoitus säilyttää osana tulevaa viheraluetta. Alueen koillisnurkka sijoittuu Tattarisuo-kohdassa kuvatus sortuma-alueen arvioidulle reuna-alueelle.

Tuulimäki pohjoinen

Tuulimäki pohjoisen länsiosassa merkittävin esirakentamiseen ja vaiheistukseen liittyvä seikka on nykyinen kiitotiealueen alittava hulevesiviemäri, jonka tulee pysyä käytössä siihen asti, kunnes

Sunnuntaiintyönojan uudet hulevesijärjestelyt ovat valmiina. Alueen keskiosan metsä on tarkoitus säilyttää osana tulevaa viheraluetta. Alueen itäosa sijoittuu käytännössä kokonaisuudessaan Tattarisuo-kohdassa kuvatulle sortuma-alueelle.

Ukonniitty

Kaikista Malminkentän alueista eniten vaiheistukseen ja esirakentamiseen liittyviä reunaehtoja löytyy Ukonniityn alueelta. Alueen pohjoisreuna on Suurmetsäntien kohdalla ja länsireuna Malminkäärin kohdalla, ja näitä alueita päästään rakentamaan vasta, kun uudet katuyhteydet on rakennettu ja liikenne siirretty kulkemaan niitä pitkin. Longinojan nykyinen uoma kulkee alueen koillisnurkasta ja kääntyy luoteeseen, jakaen Ukonniityn alueen kahteen osaan. Samaten Longinojan uusi uoma lähtee Ukonniityn pohjoisreunasta etelä-lounaaseen ja kääntyy kaava-alueen rajalla länteen. Ukonniityn pohjoisosassa kulkee nykyinen jäteveden pääviemäri, joka tulee siirtää pois esirakentamisen tieltä. Uusi korvaava viemäri linja on laaja kokonaisuus, johon liittyy uuden suuren jätevesipumpun rakentaminen sekä paineviemäriyhteys Fallkullan länsireunaan. Lisäksi alueen keskellä on jo toteutettuja sekä pitkälle suunniteltuja väliaikaistoimintoja: lumen vastaanottoa paikka, veneiden talvitelakointialue sekä pohjoinen ajoyhteys koerakentamiskohteineen.

8.3. Vaiheistuksen variaatiot

Erilaisia vaiheistusvaihtoehtoja on tarkemmin kuvattu vaiheistuskartoissa GEO 3209-700...703. Tässä niistä esitetään pääpiirteet.

8.3.1. Vaiheistus VE 1A

Tarkastellussa vaiheistusvaihtoehdossa 1A tehdään Longinojan siirto esirakentamisen alkuvaiheessa ja käytetään koko Malminkentän pääasiallisena pohjanvahvistusmenetelmänä esikuormitusta.

Vaiheistusvaihtoehto 1A pääpiirteissään:

1. vaiheessa tehdään valmistelevat työt ja rakennetaan uomien kohdalle esikuormituspenkereet. Longinojan esikuormitusalueen alkupäässä nykyinen Longinojan uoma on joko putkitettava tai toteutettava esimerkiksi louhesalaojana. Myös pohjoisen ajoyhteyden kohdalla uomaan on laitettava rumpu, mikäli rakentamisen logistiikka-alue halutaan pitää käytössä.

Tässä vaiheessa pitää mm. Ukonniityn pohjoisosan poikki kulkevan pääviemäri linjan sekä Sunnuntaikorttelien poikki kulkevan viemäri linjan olla siirrettynä muualle.

Lumen vastaanottoa paikka on tässä vaiheessa oletettavasti pilaristabiloitu ja käytössä. Liikenne kulkee Malminkaarta ja Suurmetsän tietä pitkin.

Esikuormitukselle on varattava aikaa arviolta 3...5 vuotta. Lisäksi uoman on annettava kasvua 1...2 kasvukautta ennen käyttöönottoa.

Nallenrinteen suunnittelu- ja kaavoitustilanne on tällä hetkellä pisimmällä ja alueen esirakentamistyöt tulevat todennäköisesti tehtäväksi heti aluerakentamisen alkuvaiheessa.

2. vaiheessa tehdään valmistelevat työt ja aloitetaan esirakentaminen Kiitotien korttelien, Lentoasemankorttelien sekä Tuulimäki etelän alueella. Kiitotien korttelien sekä Tuulimäki etelän alueille rakennetaan esikuormituspenkeri. Lentoasemankortteleissa oleellisimpia

työvaiheita ovat tässä vaiheessa Lentoasemanpuiston hulevesialtaiden ja -järjestelyjen toteuttaminen sekä uuden hulevesilinjan rakentaminen siten, että nykyinen HV1000B pysyy käytössä.

STAO:n ajoharjoittelualueen toiminta loppuu esikuormituspenkereen rakentamisen myötä.

Esikuormitusaikaa tarvitaan arviolta 4...5 vuotta.

Longinojan sekä Sunnuntainiitynojan esikuormituspenger voidaan purkaa, kun esikuormitus katsotaan valmistuneeksi, tämän jälkeen tehdään kasvillisuusrakenteet ja annetaan luiskien kasvittua.

Osa Tattarisuosta voidaan ottaa rakenteille esimerkiksi tässä vaiheessa.

3. vaihe voi alkaa, kun Longinojan uusi uoma on pääosin käyttökunnossa. Ennen käyttöönottoa Malminkaari on väliaikaisesti siirrettävä kiertotielle tai katkaistava, jotta uuden uoman kohdalle voidaan tehdä stabilointi ja väliaikainen rumpu.

Kolmannen vaiheen aluksi jatketaan pohjoista ajoyhteyttä etelän suuntaan. Rakentamisen logistiikka-alue joko poistetaan käytöstä tai sen toiminta yhteensovitetaan esikuormituksen kanssa.

Kolmannessa vaiheessa tehdään esikuormituspenkereet laajoille alueille Ukonniittyyn, Tattarisuon pohjoispäähän, Fallkullanniitty itään ja suurimpaan osaan Fallkullanniitty länttä. Esikuormitusaikaa tarvitaan arviolta 4...5 vuotta.

Ukonniityn alueella voi olla mahdollista jatkaa väliaikaisen lumen vastaanottopaikan, veneiden talvitelakointialueen sekä koerakentamisen toimintaa, mikäli ne on pohjanvahvistettu etukäteen erillisten suunnitelmien mukaisesti ja niiden toiminta yhteensovitetaan esikuormituksen kanssa.

4. vaiheessa puretaan esikuormituspenkereet Kiitotienkorttelien ja Tuulimäki etelän alueilta, tehdään täydentävät pohjanvahvistustoimenpiteet sekä rakennetaan Lentoasemanpuiston hulevesijärjestelmä valmiiksi, sisältäen hulevesikanaalin.

Kun uusi hulevesireitti Sunnuntainiitynojasta Tuulimäki etelään Jarrutienojalle saakka on valmis, voidaan nykyinen hulevesijärjestely ja Lentokentänoja poistaa käytöstä.

5. vaiheessa Lentokentänoja sekä nykyisen kiitotiealueen alittava hulevesiviemäri on poistettu käytöstä, jolloin Sunnuntaikorttelien alueelle voidaan tehdä esikuormituspenger. Lisäksi tehdään esikuormituspenkereet Fallkullanniitty lännen eteläosaan ja Tuulimäki pohjoisen länsiosaan.

6. vaiheessa puretaan esikuormituspenkereet Ukonniitystä, Tattarisuon pohjoisosasta sekä Fallkullanniityn länsi- ja itäosasta sitä mukaa kun esikuormituksen katsotaan valmistuneen.

Pohjoisosan esikuormituspenkereiden purun jälkeen voidaan rakentaa katurakenteet ja

kunnallistekniikka. Näiden valmistuttua Malminkaaren ja Suurmetsäntien liikenne siirretään Neljännelle kiitotielle.

Kun liikenne kulkee Neljättä kiitotietä pitkin, voidaan tehdä reunaosien täydentävät pohjanvahvistustoimenpiteet mm. nykyisen Malminkaaren ja Suurmetsäntien kohdalla. Samalla viimeistellään Longinojan uoma niiltä osin, kun se on kulkenut nykyisten teiden kohdalla.

7. vaiheessa puretaan viimeiset esikuormituspenkereet Sunnuntaikorttelien, Kiitotienkorttelien pohjoisosan sekä Tuulimäki pohjoisen alueelta. Näiden purkamisen jälkeen voidaan tehdä täydentävät pohjanvahvistustoimenpiteet valmiiksi sekä rakentaa kadut ja kunnallistekniikka.

Tattarisuon länsiosa sekä Tuulimäki pohjoisen itäosa voidaan rakentaa esimerkiksi tässä vaiheessa.

8.3.2. Vaiheistus VE 1B

Tarkastellussa vaiheistusvaihtoehdossa 1B tehdään Longinojan siirto esirakentamisen alkuvaiheessa ja käytetään koko Malminkentän pääasiallisena pohjanvahvistusmenetelmänä stabilointia.

Vaiheistusvaihtoehto VE1B pääpiirteissään:

1. vaiheessa tehdään valmistelevat työt ja aloitetaan esirakentaminen uusien uomien stabi-loinneilla. Nykyinen pääviemäri linja, joka risteää rakennettavan uoman kanssa, tulee olla siirrettyinä muualle. Longinojan ja Sunnuntainiitynojan sekä Lentoasemanpuiston vesiaiheet stabiloidaan ja rakennetaan kuivatyönä. Pohjanvahvistusten jälkeen rakennetaan uomiin liit-tyvät kasvillisuusrakenteet ja annetaan uomien luiskien kasvittua 1...2 kasvukautta.

Longinojan uuden uoman rakentaminen Malminkaaren ali edellyttää liikenteen siirtämistä väliaikaiselle kiertotielle sekä väliaikaisen rummun rakentamista Malminkaaren kohdalle. Kiitotienkortteleiden alueella tehdään hulevesikanava valmiiksi. Tuulimäki etelässä tehdään tarvittavat putkilinjat, jotta nykyinen kiitotiealueen alittava hulevesiviemäri saadaan kään-nettyä rakennettuun uuteen hulevesijärjestelmään.

Hulevesirakenteiden valmistuttua voidaan nykyinen kiitotiealueen alittava hulevesiviemäri sekä Lentokentänoja poistaa käytöstä.

Nallenrinteen suunnittelu- ja kaavoitustilanne on tällä hetkellä pisimmällä ja alueen esira-kentamistyöt tulevat todennäköisesti tehtäväksi heti aluerakentamisen alkuvaiheessa.

Rakentamisen logistiikka-alue voidaan pitää käytössä, mikäli pohjoista ajoyhteyttä jatketaan etelän suuntaan ja Longinojan ylityskohtaan rakennetaan väliaikainen rumpu.

2. vaiheessa Lentokentänoja on poistunut käytöstä ja Sunnuntaikorttelien alueella voidaan aloittaa esirakentaminen täydessä mittakaavassa. Lentoasemankorttelien alueella voidaan jatkaa esirakentamista, mm. uuden hulevesilinjan rakentaminen siten, että nykyinen HV1000B pysyy rakentamisen ajan käytössä.

Osa Tattarisuosta voidaan ottaa rakenteille esimerkiksi tässä vaiheessa.

Toisessa vaiheessa myös Longinoja voidaan siirtää kulkemaan uutta linjausta pitkin, jolloin voidaan myös aloittaa Ukonniityn ydinalueiden sekä Tattarisuon pohjoisosan esirakentaminen laajamittaisesti. Tässä vaiheessa Ukonniityn pohjoisosassa kulkevan pääviemärin tulee olla siirrettynä muualle. Longinojan uoman pohjoispää viimeistellään pääosin tässä vaiheessa.

Lumen vastaanottoaika, koerakentamisalue sekä veneiden talvitelakointialue voidaan pitää käytössä stabilointityön aikana.

Työnaikaiset hulevedet voidaan pääosin ohjata käsiteltyinä ja puhdistettuina Longinojan vanhaan uomaan.

3. vaiheessa voidaan aloittaa Fallkullanniitty lännen sekä Kiitotienkorteileiden pohjoisosan laajamittainen esirakentaminen.

Fallkullanniitty lännen puhdistettujen ja käsiteltyjen hulevesien purkureittinä voi toimia Longinojan uusi uoma ja Kiitotienkorteileissa Sunnuntainiityn uusi uoma.

4. vaiheessa voidaan aloittaa esirakentaminen Fallkullanniitty idässä sekä Kiitotienkorteileiden eteläosassa.

Fallkullanniitty idässä rakentamisen logistiikka-alueen toiminta päättyy esirakentamisen alkaessa. Longinojan tulva-aluetta voidaan hyödyntää hulevesien käsittelyssä.

Kiitotienkorttelien eteläosassa rakentaminen aloitetaan pohjoisesta, jotta Neljäs kiitotie saadaan pääosin valmiiksi. Tästä rakentaminen etenee etelään, jolloin STAO:n ajoharjoitusalueen toiminta päättyy.

Kun Ukonniityssä esirakentaminen etenee katurakentamiseen, päättyy lumen vastaanottoaika, koerakentamisalueen sekä veneiden talvitelakointialueen toiminta.

5. vaiheessa Malminkaaren ja Suurmetsäntien liikenne siirretään Neljännelle kiitotielle, jolloin päästään rakentamaan Fallkullan alue, Fallkullanniityn länsiosa sekä Ukonniityn pohjoisosa valmiiksi.

6. vaiheessa voidaan ottaa työn alle Tuulimäki pohjoisen sekä Tattarisuon keskiosan esirakentaminen. Hulevesien hallinnassa voidaan hyödyntää mm. Longinojan tulva-aluetta.

7. Viimeisessä vaiheessa voidaan esirakentaa Tuulimäki etelän sekä Tattarisuon loppuosuudet. Puhdistettujen ja käsiteltyjen hulevesien hallinnassa voidaan hyödyntää rakennettuja Lentoasemanpuiston vesiaiheita.

8.3.3. Vaiheistus VE 2A

Tarkastellussa vaiheistusvaihtoehdossa 2A tehdään Longinojan siirto esirakentamisen loppuvaiheessa ja käytetään koko Malminkentän pääasiallisena pohjanvahvistusmenetelmänä esikuormitusta.

Vaiheistusvaihtoehto VE2A pääpiirteissään:

1. vaiheessa tehdään valmistelevat työt ja aloitetaan esirakentaminen Sunnuntainiitynojan, Kiitotienkorttelien sekä Tuulimäki etelän esikuormittamisella. Tässä vaiheessa Sunnuntaikorttelien alueella kulkevan pääviemärilinjat tulee olla siirrettynä muualle. STAO:n ajoharjoitteluradan toiminta Kiitotienkorttelien alueella päättyy esirakentamisen alkamisen myötä.

Esikuormitukseen on varattava aikaa noin 4...5 vuotta ja lisäksi Sunnuntainiitynojan on annettava kasvittua 1...2 kasvukautta, ennen kuin se voidaan ottaa käyttöön.

Nallenrinteen suunnittelu- ja kaavoitustilanne on tällä hetkellä pisimmällä ja alueen esirakentamistyöt tulevat todennäköisesti tehtäväksi heti aluerakentamisen alkuvaiheessa.

2. vaiheessa esirakentaminen alkaa Lentoasemankorttelien alueella, jossa oleellisina työvaiheina ovat mm. Lentoasemanpuiston hulevesiaiheiden rakentaminen sekä uuden hulevesiviemärilinjat rakentaminen siten, että nykyinen HV1000B pysyy käytössä rakentamistyön ajan.

Osa Tattarisuosta voidaan ottaa rakenteille esimerkiksi tässä vaiheessa.

3. vaiheessa aloitetaan esikuormituspenkereiden purku Sunnuntainiitynojan, Kiitotienkorttelien sekä Tuulimäki etelän kohdalla. Esikuormituspenkereiden materiaali siirretään vaiheittain seuraavaksi esikuormitettaville alueille Sunnuntaikortteleihin, Tuulimäki pohjoiseen ja Kiitotienkortteleiden luoteisnurkkaan. Esikuormitukseen on varattava aikaa noin 4...5 vuotta.

Alkuvaiheessa hulevesikanaali tehdään valmiiksi Kiitotienkortteleiden kohdalla, kun esikuormituspenker on purettu. Kun hulevesijärjestelmä on valmis Sunnuntainiitynojasta Tuulimäki etelään saakka, kytketään nykyinen hulevesiviemäri uuteen järjestelmään, jolloin kiitotiealueen alittava hulevesiviemäri ja Lentokentänoja voidaan poistaa käytöstä.

4. vaiheessa aloitetaan Fallkullanniitty lännen esikuormitus, kun kiitotiealueen alittava vanha hulevesiviemäri on poistettu käytöstä. Materiaalia esikuormituspenkereeseen siirretään Kiitotiekorttelien esikuormituspenkereestä.

5. vaiheessa voidaan aloittaa esirakentaminen Tuulimäki pohjoisen itäosassa, Tuulimäki etelän koillisosassa sekä Tattarisuon keskiosassa.

6. vaiheessa tehdään esikuormituspenker Longinojan uuden uoman kohdalle. Uoman pohjoispää sijoittuu osin nykyisen uoman kohdalle, joka on putkitettava tai toteutettava

esimerkiksi louhesalaojana. Tässä vaiheessa pitää mm. Ukonniityn pohjoisosan poikki kulkevan pääviemäriinlinjan olla siirrettynä muualle.

Lumen vastaanottopaikka on tässä vaiheessa oletettavasti pilaristabiloitu ja käytössä. Liikenne kulkee Malminkaarta ja Suurmetsän tietä pitkin.

Esikuormitukselle on varattava aikaa arviolta 3...5 vuotta. Lisäksi uoman on annettava kasvittua 1...2 kasvukautta ennen käyttöönottoa.

Longinojan esikuormituspengeri voidaan purkaa, kun esikuormitus katsotaan valmistuneeksi, tämän jälkeen tehdään kasvillisuusrakenteet ja annetaan luiskien kasvittua.

7. vaihe voi alkaa, kun Longinojan uusi uoma on pääosin käyttökunnossa. Ennen käyttöönottoa Malminkaari on väliaikaisesti siirrettävä kiertotielle tai katkaistava, jotta uuden uoman kohdalle voidaan tehdä stabilointi ja väliaikainen rumpu.

Seitsemännen vaiheen aluksi jatketaan pohjoista ajoyhteyttä etelän suuntaan. Rakentamisen logistiikka-alue joko poistetaan käytöstä tai sen toiminta yhteensovitetaan esikuormituksen kanssa.

Seitsemännessä vaiheessa tehdään esikuormituspenkereet laajoille alueille Ukonniittyyn, Tattarisuon pohjoispäähän ja Fallkullanniitty itään. Esikuormitusaikaa tarvitaan arviolta 4...5 vuotta.

Ukonniityn alueella voi olla mahdollista jatkaa väliaikaisen lumen vastaanottopaikan, veneiden talvitelakointialueen sekä koerakentamisen toimintaa, mikäli ne on pohjanvahvistettu etukäteen erillisten suunnitelmien mukaisesti ja niiden toiminta yhteensovitetaan esikuormituksen kanssa.

8. vaiheessa puretaan pohjoisosan esikuormituspenkereet sekä toteutetaan katurakenteet ja kunnallistekniikka. Lumen vastaanottopaikan ja veneiden talvitelakointialueen toiminta päättyy viimeistään tässä vaiheessa. Kun Neljäs kiitatie on valmis, siirtyy Malminkaaren ja Suurmetsäntien liikenne kulkemaan sinne. Tämän jälkeen voidaan viimeistellä pohjoisosan reuna-alueiden pohjarakenteet sekä Longinojan uoma niiltä osin, kun se on kulkenut nykyisten teiden kohdalla.

8.3.4. Vaiheistus VE 2B

Tarkastellussa vaiheistusvaihtoehdossa 2B tehdään Longinojan siirto esirakentamisen loppuvaiheessa ja käytetään koko Malminkentän pääasiallisena pohjanvahvistusmenetelmänä stabilointia.

Vaiheistusvaihtoehdo VE2B pääpiirteissään:

1. vaiheessa tehdään valmistelevat työt ja aloitetaan esirakentaminen uusien uomien stabiloinneilla Sunnuntainiitynojan ja Lentoasemanpuiston alueilla. Tässä vaiheessa nykyisen viemäriinlinjan Sunnuntaikorttelien alueella tulee olla siirrettynä muualle. Vesiaiheet rakennetaan ja stabiloidaan kuivatyönä. Pohjanvahvistusten jälkeen rakennetaan uomiin liittyvät

kasvillisuusrakenteet ja annetaan uomien luiskien kasvittua 1...2 kasvukautta.

Kiitotienkortteleiden alueella tehdään hulevesikanava valmiiksi. Tuulimäki etelässä tehdään tarvittavat putkilinjat, jotta nykyinen kiitotiealueen alittava hulevesiviemäri saadaan käännettyä rakennettuun uuteen hulevesijärjestelmään. Hulevesirakenteiden valmistuttua voidaan nykyinen kiitotiealueen alittava hulevesiviemäri sekä Lentokentänoja poistaa käytöstä.

Nallenrinteen suunnittelu- ja kaavoitustilanne on tällä hetkellä pisimmällä ja alueen esirakentamistyöt tulevat todennäköisesti tehtäväksi heti aluerakentamisen alkuvaiheessa.

2. vaiheessa Lentokentänoja on poistunut käytöstä ja Sunnuntaikorttelien alueella voidaan aloittaa esirakentaminen täydessä mittakaavassa. Puhdistetut ja käsitellyt hulevedet voidaan johtaa vanhaan Lentokentänojan uomaan taikka uuteen Sunnuntainiitynojaan. Lentoasemankorttelien alueella voidaan jatkaa esirakentamista, mm. uuden hulevesilinjan rakentaminen siten, että nykyinen HV1000B pysyy rakentamisen ajan käytössä. Osa Tattarisuosta voidaan ottaa rakenteille esimerkiksi tässä vaiheessa.

3. vaiheessa rakennetaan Kiitotienkortteleiden alue valmiiksi Malminkaaren kohdalle osuvaa luoteisnurkkaa lukuun ottamatta. Tässä vaiheessa STAO:n ajoharjoittelun alueen toiminta päättyy Kiitotiekortteleiden eteläpäässä. Puhdistetut ja käsitellyt hulevedet voidaan johtaa Sunnuntainiitynojaan.

4. vaiheessa esirakentaminen jatkuu Tuulimäki etelän sekä Tattarisuon eteläosan alueilla. Puhdistetut ja käsitellyt hulevedet voidaan johtaa Lentoasemanpuiston vesiaiheisiin.

5. vaiheessa esirakennetaan Tuulimäki pohjoisen sekä Tattarisuon keskiosan alueet. Puhdistetut ja käsitellyt hulevedet voidaan johtaa Lentoasemanpuiston vesiaiheisiin tai Tattarisuon hulevesiverkostoon.

6. vaiheessa aloitetaan laajamittainen esirakentaminen Fallkullanniitty lännen alueella. Liikenne kulkee Malminkaarella, joten alueen länsireunaa ei voida vielä tässä vaiheessa esirakentaa. Puhdistetut ja käsitellyt hulevedet voidaan johtaa Sunnuntainiitynojaan.

7. vaiheessa stabiloidaan pääosa Longinojan uudesta uomasta kuivatyönä. Longinojan uuden uoman rakentaminen Malminkaaren ali edellyttää liikenteen siirtämistä väliaikaiselle kiertotielle sekä väliaikaisen rummun rakentamista Malminkaaren kohdalle. Kasvillisuusrakenteiden valmistumisen jälkeen uoman on annettava kasvittua 1...2 kasvukautta, ennen kuin se voidaan ottaa käyttöön.

8. vaiheessa voidaan aloittaa esirakentaminen Fallkullanniitty idässä. Fallkullanniitty idässä rakentamisen logistiikka-alueen toiminta päättyy esirakentamisen alkaessa. Longinojan tulva-alueita voidaan hyödyntää hulevesien käsittelyssä.

9. vaiheessa Longinoja voidaan siirtää kulkemaan uutta linjausta pitkin, jolloin voidaan aloittaa Ukonniityn ydinalueiden sekä Tattarisuon pohjoisosan esirakentaminen

laajamittaisesti. Tässä vaiheessa Ukonniityn pohjoisosassa kulkevan pääviemärin tulee olla siirrettyä muualle. Longinojan uoman pohjoispää viimeistellään pääosin tässä vaiheessa.

Lumen vastaanottopaikka, koerakentamisalue sekä veneiden talvitelakointialue voidaan pitää käytössä stabilointityön aikana. Kun Ukonniityssä esirakentaminen etenee katurakentamiseen, päättyy lumen vastaanottopaikan, koerakentamisalueen sekä veneiden talvitelakointialueen toiminta.

Työnaikaiset hulevedet voidaan pääosin ohjata käsiteltyinä ja puhdistettuina Longinojan vanhaan uomaan.

10. vaiheessa Malminkaaren ja Suurmetsäntien liikenne siirretään Neljännelle kiitotielle, jolloin päästään rakentamaan Fallkullan alue, Fallkullanniityn länsiosa sekä Ukonniityn pohjoisosa valmiiksi.

8.4. Kaava-alueiden rakentamisjärjestys ja -aikataulu

Malminkentän kaavoitus on edennyt etelästä alkaen: Nallenrinteestä ja Lentoasemankortteleista on voimassa oleva asemakaava, lisäksi Sunnuntaikortteleista on käsitelty tarkistettu asemakaavaehdotus ja Kiitotienkorttelien asemakaavaluonnosta valmistellaan parhaillaan. Lisäksi Fallkullasta alueen länsireunassa on voimassa oleva asemakaava, joskin Fallkullan alue säilyy pitkälti nykyisellään ja merkittävimpana vaiheistukseen vaikuttavana tekijänä siellä on osuus uuden Longinojan uomasta. Alueen keski-, itä- ja pohjoisosissa kaavoitus ei vastaavalla tavalla ole toistaiseksi käynnissä.

Edellä mainituista kaavoituksellisista syistä rakentaminen on järkevää aloittaa alueen eteläosasta, ja tämä on ollut lähtökohtana kaikissa esitetyissä vaiheistusvaihtoehdoissa. Yhtenä merkittävimmistä rakentamisjärjestykseen ja aikatauluun vaikuttavista seikoista on etenemistapa: halutaanko aluetta rakentaa esimerkiksi kaava-alue kerrallaan likimain valmiiksi saakka edeten etelästä pohjoiseen, vai halutaanko koko Malminkentän alueen läpimenoaikataulua lyhentää rakentamalla aluetta esimerkiksi pohjoisesta ja etelästä samaan aikaan – molemmista ratkaisuista on esitetty vaihtoehtoiset vaiheistustarkastelut.

Eteläosan rakentamisen kannalta keskeinen tekijä on uuden hulevesireitin rakentaminen Sunnuntainiitynojan Kiitotienkorttelien ali ja Lentoasemankorttelien kautta Tuulimäki etelään nykyiselle Jarrutienojalle saakka. Uuden hulevesijärjestelyn vuoksi Sunnuntaikorttelien, Kiitotienkorttelien, Lentoasemankorttelien sekä Tuulimäki etelän alueet ovat todennäköisesti ensimmäisinä rakennettavien joukossa, jolloin kaavoituksenkin on tässä vaiheessa syytä painottua näihin.

Pohjoisosan rakentamisen kannalta keskeinen tekijä on Longinojan siirto, joka vaikuttaa Ukonniityn, Fallkullanniitty lännen, Fallkullanniitty idän, Tattarisuon pohjoisosan sekä Fallkullan alueen rakentamiseen. Mikäli laajamittainen rakentaminen haluttaisiin käynnistää koko alueella suhteellisen nopealla aikataululla, tulisi myös em. alueet ottaa kaavoituksen alle. Vaihtoehtoisesti Longinoja voisi olla järkevää erottaa omaksi kaava-alueekseen, jotta sen kohdalla esirakentaminen voitaisiin aloittaa aiemmassa vaiheessa ja muiden alueiden kaavoitukselle jäisi enemmän aikaa. Tätä varten olisi jatkosuunnitteluvaiheissa hyvä tehdä yksityiskohtaisempia tarkasteluja uoma-alueen pohjanvahvistusvaihtoehtoista sekä niiden liittymisestä ympäröivien kaava-alueiden pohjanvahvistusvaihtoehtoihin, jotta mahdollisessa Longinojan omassa asemakaavassa olisi varattu riittävästi tilaa uoma-

alueelle tehtäville pohjanvahvistuksille ja toisaalta jotteivät Longinojan pohjanvahvistukset liikaa rajoittaisi ympäröidien kaava-alueiden pohjanvahvistusratkaisuja.

Tuulimäki pohjoinen Malminkentän alueen keskivaiheilla sekä Tattarisuon alue Malminkentän itäreunalla eivät muodosta erityisen merkittäviä reunaehtoja koko alueen rakentamisen tai vaiheistuksen suhteen, joten kaavoituksen näkökulmasta niitä ei liene tarpeen priorisoida muiden kaava-alueiden edelle.

Nykyisen pohjoisen ajoyhteyden jatkaminen etelään voisi palvella koko alueen rakentamista riippumatta etenemistavasta: mikäli alue rakentuu etelästä pohjoiseen, voisi pohjoinen ajoyhteys toimia logistiikkareittinä alueelle siten, ettei työmaaliikenteen tarvitse kulkea valmistuneiden alueiden läpi. Mikäli eteläistä ja pohjoista aluetta rakennetaan samanaikaisesti, voisi pohjoinen ajoyhteys toimia logistiikkareittinä näille alueille ja näiden alueiden välillä.

Käytettävä pääasiallinen pohjanvahvistusmenetelmä sekä valittava etenemistapa (etelästä pohjoiseen / etelästä ja pohjoisesta yhtäaikaan) vaikuttavat merkittävästi siihen, kuinka paljon aikaa Malminkentän esirakentamiseen tarvitaan. Tässä työssä esitettyjen vaiheistusvaihtoehtojen perusteella on koko alueen esirakentamisajaksi arvioitu:

- vaihtoehdossa 1A noin 20 vuotta
- vaihtoehdossa 1B noin 12 vuotta
- vaihtoehdossa 2A noin 30 vuotta
- vaihtoehdossa 2B noin 18 vuotta.

Lähtötietona olleessa dokumentissa *Malmin alueiden rakennusaikataulu (2.2.2019)* oli koko alueen arvioitu rakentuvan vuosien 2022–2045 välillä, eli noin 23 vuodessa. Ottaen huomioon tämänhetkisen suunnittelu- ja kaavoitustilanteen, olisi ko. aikataulua hyvä tarkastella uudelleen tässä työssä arvioitujen esirakentamisaikojen perusteella. Mikäli aikataulussa ei voida joustaa, ohjaa tämä pohjanvahvistusmenetelmän valintaa stabiloinnin suuntaan, siinä missä joustavampi aikataulu mahdollistaisi esikuormituksen laajemman hyödyntämisen.

9. RAKENNUSTEN PERUSTAMINEN

9.1. Yleistä

Arvioidut perustamistavat perustuvat alueelta saatuun pohjatutkimustietoon sekä suunniteltuun yleistasaukseen.

Alueen rakennukset perustetaan pääasiassa paaluilla. Paaluina voidaan yleisesti käyttää lyötäviä teräsbetonipaaluja. Happamien sulfaattimaiden esiintyminen alueella tulee ottaa paalujen rasitusluokkaa määriteltäessä huomioon.

Fallkullassa, Nallenrinteessä, Lentoasemankortteleissa, Tattarisuon eteläosassa ja Tuulimäki etelässä osa rakennuksista voidaan perustaa maan tai kallion varaan. Rakennusten arvioidut perustamistavat on esitetty tämän raportin liitteenä olevassa perustamistapakartassa. Lopulliset perustamistavat suunnitellaan tarkemmin rakennuskohtaisesti täydentävien pohjatutkimusten perusteella myöhemmissä suunnitteluvaiheissa.

9.2. Esirakentamismenetelmien vaikutukset rakennusten ja rakenteiden perustamiseen

Tähänastisen kokemuksen perusteella Helsingin kaupunki on linjannut, että Malminkentän esirakentamisen yhteydessä esirakennetaan yleisten alueiden lisäksi myös korttelialueet. Näin pystytään välttämään ja minimoimaan eri alueiden rajapinnoissa ja mahdollisissa epäjatkuvuuskohdissa tapahtuvia muodonmuutoksia, jotka aiheuttaisivat esteettistä ja toiminnallista haittaa.

Pilaristabilointi rakennuksen alapohjan alla auttaa vähentämään alustäyttöjen painumaa ja pienentää ryömintätilaan suuntautuvien liukupintojen riskiä. Lyöntipaalaus onnistuu pilaristabiloiduilla pohjilla yleensä hyvin, tosin voimakkaasti lujittuneen pilarin läpi lyöminen voi johtaa paalun sijaintipoikkeamiin. Pilaristabiloidulla alueella lyöntipaalaus on syytä varustaa kalliokärjillä. Massastabiloinnin ei arvioida hankaloittavan paalutusta.

Esikuormitukseen käytettävän pengermateriaalin valinnassa kannattaa ottaa huomioon alueen suunniteltu käyttötarkoitus. Korttelialueilla täytöt eivät saisi sisältää isoja lohkareita, jotta täyttöjen läpi tehtävä paalaus sujuisi ongelmitta. Esikuormitetuilla alueilla voi syntyä pitkäaikaisia, vaikeasti ennustettavia jälkipainumia. Tätä syystä tulevat viemärit edellyttävät esikuormituksen lisäksi muutakin pohjanvahvistusta.

Puupaaluilla tehtävää vahvistusta ei suositella alueille, joilla puupaalujen yläpää saattaisivat pitkän ajan kuluessa altistua vedenpinnan laskun aiheuttamalle lahoamiselle taikka esimerkiksi paalutettavien uudisrakennusten kohdille tai niiden välittömään läheisyyteen.

10. ESIRAKENTAMISEN KUSTANNUSLASKELMAT

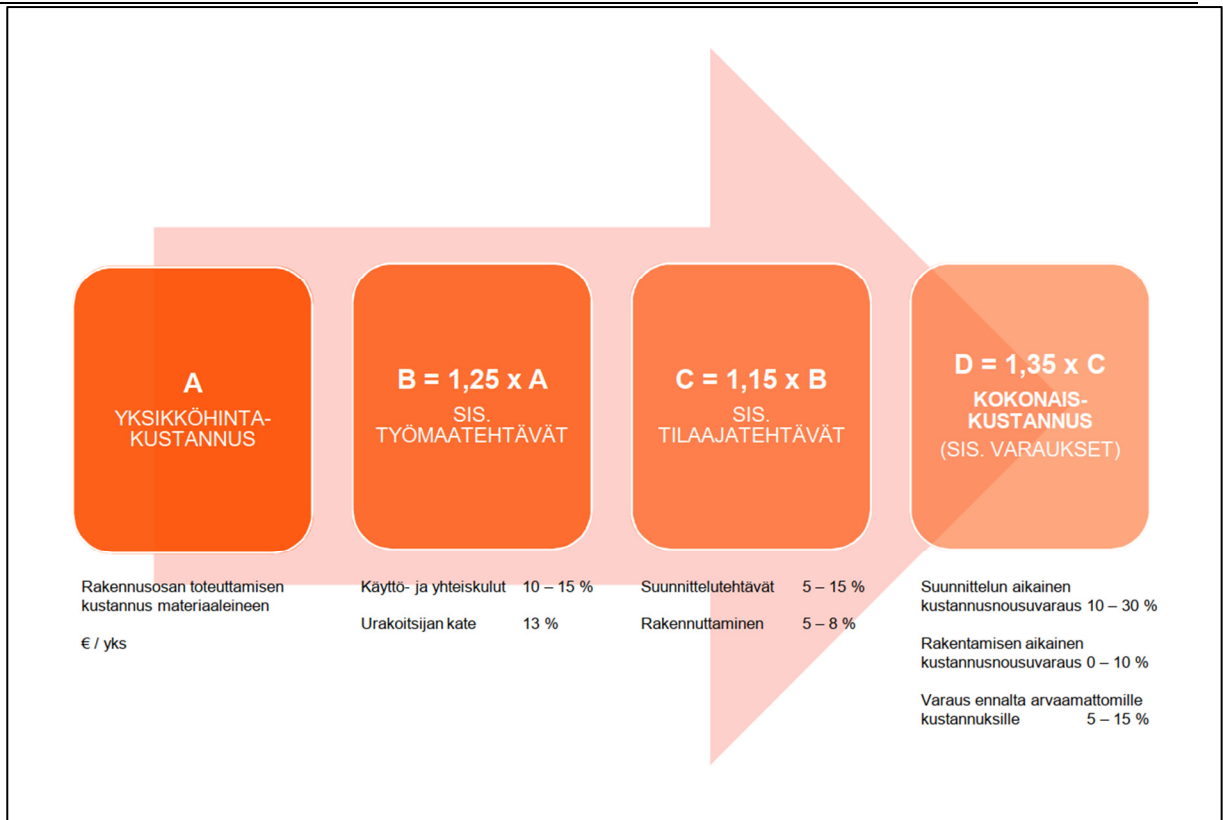
10.1. Laskentaperiaatteet

Esirakentamisen kustannukset on laskettu Ihku -portaalissa kaava-alueittain. Lisäksi Longinoja, Sunnuntaikortteleiden vesiaiheet, Lentoasemanpuiston vesiaiheet sekä raitiotien paalulaatta on erotettu omiksi osa-alueikseen.

Yleistäytön massamäärät on laskettu suunniteltuun yleistasauspintaan, josta on vähennetty yhden metrin tila tuleville rakennekerroksille.

Kustannuksiin on lisätty Helsingin kaupungin määrittämät kertoimet, ks. kuva 16 alla.

Laskelmissa on käytetty kahta vaihtoehtoista pengermateriaalin yksikköhintaa: Vastaanotettavan materiaalin yksikköhintana on käytetty 4 €/m³rt ilman kaupungin kustannuskertoimia, ja ostettavan pengermateriaalin yksikköhintana on käytetty 15 €/m³rt ilman kaupungin kustannuskertoimia.



Kuva 16. Helsingin kaupungin kustannuskertoimet

Massojen kuljetusmatkoina on käytetty seuraavia:

- Kuljetus välivarastoon tai välivarastosta 20 km
- Kuljetus läjitykseen 50 km
- Sisäiset siirrot 1 km
- Ostomateriaalien kuljetus 25 km

Esirakentamiskustannukset on laskettu neljästä eri vaihtoehdosta:

- VE 0. Esirakentamiskustannuksena syvästabilointi, sideaineena kalkki 50 % ja sementti 50 %
- VE 1. Esirakentamiskustannuksena syvästabilointi, sideaineena kalkki, sementti ja kipsi (GTC)
- VE 2. Esirakentamiskustannuksena esikuormitus siellä, minne menetelmä soveltuu ja muualla syvästabilointi GTC:llä
- VE 3. Esirakentamiskustannuksena puupaalutus siellä, minne menetelmä soveltuu ja muualla syvästabilointi GTC:llä

Esirakentamiskustannuksiin on sisällytetty seuraavat rakennusosat:

- pintamaan poisto
- yleiskaivu
- kaivumaiden vastaanotto, koheesiomaat ja eloperäiset
- massanvaihto
- yleistäyttö
- pilaristabilointi (KC50 ja GTC)
- uomien massastabilointi (KC50 ja GTC)

-
- massanvaihto
 - puupaalutus ja geoverkolla vahvistetut arinat
 - raitiotielinjan paalulaatta
 - esikuormituspenkereet, materiaali vastaanottohinnalla
 - pystyojat
 - kevennystäytöt
 - viemäreiden betoniarinat

Työmaavesien käsittelyä ja kaivetun happaman sulfaattimaan käsittelyä ei ole laskettu. Näiden määrät ja kustannukset tarkentuvat myöhemmin, kun saadaan lisää kokeellisiin järjestelyihin ja tuotekehitykseen perustuvaa tutkimustietoa.

10.2. Kustannuslaskennan tulokset

Alla oleviin taulukoihin on koottu Malminkentän uusien alueiden esirakentamiskustannukset. Jokainen osa-alue on laskettu erikseen ja vesiaiheet on erotettu omiksi alueikseen. Laskelmista on tehty kaksi sarjaa, joista toisessa on oletettu kaikki pengermateriaali saatavan vastaanottohinnalla, ja toisessa on oletettu kaikki pengermateriaali ostettavan.

Ihku -portaalissa ei ole käytetty rakentamisen lisäprosentteja, vaan kaupungin kustannuskertoimet on lisätty koontitaulukkoon jälkeinpäin. Ihku -laskelmien tulosteet ovat tämän raportin liitteessä 3.

Laskelmista havaitaan, että rakennuspohjien syvästabilointi muodostaa merkittävän osan kustannuksista. Jatkosuunnittelussa onkin tarkkaan harkittava, millä tavoin ja millä reunaehdoilla kortte-
leiden sisäosat esirakennetaan.

Taulukko 1. Esirakentamiskustannukset alueittain eri pohjanvahvistusvaihtoehdoilla, penger-materiaali vastaanottohinnalla

Esirakentamiskustannukset M€ alv 0%						
Sis. kaupungin kustannuskertoimet: työmaatehtävät 25%, tilaajatehtävät 15% ja varaukset 35%						
Kohde	VE 0	VE 0*	VE 1	VE 1*	VE 2	VE 3
Fallkullanniitty itä	34,7	19,2	27,8	15,7	21,9	-
Fallkullanniitty länsi	34,9	19,6	27,9	16,1	28,7	-
Kiitotienkorttelit	79,8	45,4	64,2	37,6	59,4	72,2
Lentoasemankorttelit	13,4	9,7	11,6	8,7	-	-
Nallenrinne	4,7	3,4	4,1	3,1	-	-
Sunnuntaikorttelit	19,2	11,2	15,7	9,5	11,4	-
Tuulimäki	46,8	29,2	38,8	25,2	32,8	-
Ukonniitty	65,4	37,4	52,8	31,1	45,4	-
Fallkullan tila	8,9	5,3	7,4	4,6	3,1	-
Longinojan siirto	20,2	-	15,7	-	16,3	26,6
Sunnuntainiitynojan siirto	5,8	-	4,7	-	3,7	-
Lentoasemanpuiston vesiaiheet	6,6	-	5,4	-	-	-
Raitiotielinjan paalulaatta	9,9					

VE 0 = Stabilointi, sideaine 50% kalkkia ja 50% sementtiä

VE 1 = Stabilointi, sideaine kalkki, sementti, kipsi (GTC)

VE 2 = Esikuormitus tai esikuormitus ja pystyöjitus sekä stabilointi GTC

VE 3 = Puupaalutus sekä stabilointi GTC

*= Rakennusten aloja ei stabiloida, vähennys 50%

Taulukko 2. Esirakentamiskustannukset alueittain eri pohjanvahvistusvaihtoehdoilla, penger-materiaali ostohinnalla

Esirakentamiskustannukset M€ alv 0%						
Sis. kaupungin kustannuskertoimet: työmaatehtävät 25%, tilaajatehtävät 15% ja varaukset 35%						
Kohde	VE 0	VE 0*	VE 1	VE 1*	VE 2	VE 3
Fallkullanniitty itä	37,3	21,7	30,3	18,2	34,7	-
Fallkullanniitty länsi	39,0	23,7	32,0	20,2	45,6	-
Kiitotienkorttelit	87,1	52,8	71,6	45,0	93,9	101,9
Lentoasemankorttelit	13,8	10,1	12,2	9,3	-	-
Nallenrinne	5,0	3,8	4,5	3,5	-	-
Sunnuntaikorttelit	20,4	12,3	16,7	10,5	18,0	-
Tuulimäki	49,3	31,7	41,3	27,8	47,4	-
Ukonniitty	69,9	41,8	57,2	35,6	59,2	-
Fallkullan tila	9,1	5,5	7,4	4,6	4,1	-
Longinojan siirto	20,4	-	16,1	-	22,1	27,4
Sunnuntainiitynojan siirto	5,8	-	4,7	-	5,0	-
Lentoasemanpuiston vesiaiheet	6,6	-	5,4	-	-	-

Raitiotielinjan paalulaatta	9,9
-----------------------------	-----

VE 0 = Stabilointi, sideaine 50% kalkkia ja 50% sementtiä

VE 1 = Stabilointi, sideaine kalkki, sementti, kipsi (GTC)

VE 2 = Esikuormitus tai esikuormitus ja pystyjoitus sekä stabilointi GTC

VE 3 = Puupaalutus sekä stabilointi GTC

*= Rakennusten aloja ei stabiloida, vähennys 50%

10.3. Kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä

Yleistäyttöön ja esikuormitukseen tarvittavien maamassojen määrä on suuri ja kustannuksiin vaikuttaa merkittävästi se saadaanko massoja ns. vastaanottohinnalla vai joudutaanko massoja ostamaan. Ostomassojen hinta on suuruusluokaltaan noin 3-4 -kertainen vastaanotetun massan hintaan.

Puupaalut ovat muihin pohjanvahvistusmenetelmiin verrattuna suhteellisen kalliita, mutta toisaalta niiden hiilinegatiivisuuden voidaan katsoa kompensoivan hintavaikutusta. Menetelmän yleistymisen voisi myös johtaa yksikköhintojen halpenemiseen.

Happamien sulfaattimaiden ja työmaavesien käsittelymenetelmät eivät ole vielä tiedossa. Näiden kustannukset voivat muodostua suuriksikin.

11. ESIRAKENTAMISEN HIILIDIOKSIDIPÄÄSTÖLASKELMAT

11.1. Laskentaperiaatteet

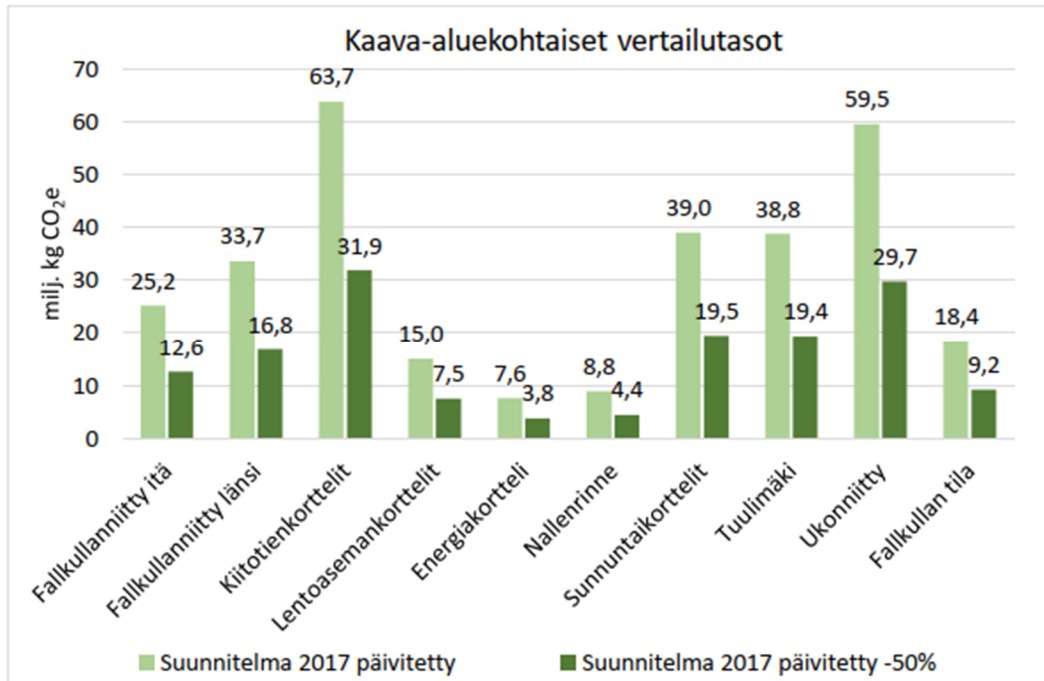
Esirakentamisen hiilidioksidipäästöt on laskettu Ihku -portaalissa kaava-alueittain. Lisäksi Longinoja, Sunnuntaikortteleiden vesiaiheet, Lentoasemanpuiston vesiaiheet sekä raitiotien paalulaatta on erotettu omiksi osa-alueikseen. Laskelmista on tehty kaksi sarjaa, joista toisessa on oletettu kaikki pengermateriaali tuotavan välivarastosta, ja toisessa on oletettu kaikki pengermateriaali tuotavan suoraan kaupalliselta kiviainestuottajalta.

Yleistäytön massamäärät on laskettu suunniteltuun yleistauspintaan, josta on vähennetty yhden metrin tila tuleville rakennekerroksille.

Massojen kuljetusmatkoina on käytetty seuraavia:

- Kuljetus välivarastoon tai välivarastosta 20 km
- Kuljetus läjitykseen 50 km
- Sisäiset siirrot 1 km
- Ostomateriaalien kuljetus 25 km

Ramboll Finland Oy on työssään Vertailutason määrittäminen, HNH30 – Malminkentän esirakentamisen päästöjen puolittaminen, 1.11.2023 määrittänyt hiilidioksidipäästöjen lähtötason ja kaava-alueittain perustuen kalkkisementtisväästabilointiin. Työssä on otettu huomioon viimeisin alueen yleistaus. Suurimmat päästöt muodostuvat Kiihtotienkortteleista, Sunnuntaikortteleista, Tuulimäestä ja Ukoniitystä. Näillä alueilla on paksut, yhtenäiset savikot, joilla on suora yhteys päästöihin mittavien pohjanvahvistustarpeiden myötä.



Kuva 17. Vähähiilisyystavoitteet kaava-alueittain, Ramboll 2023

Tässä työssä esirakentamisen hiilidioksidipäästöt on laskettu neljälle eri pohjanvahvistusvaihtoehdolle:

- VE 0. Esirakentamistratkaisuna syvästabilointi, sideaineena kalkki 50 % ja sementti 50 %
- VE 1. Esirakentamistratkaisuna syvästabilointi, sideaineena kalkki, sementti ja kipsi (GTC)
- VE 2. Esirakentamistratkaisuna esikuormitus siellä, minne menetelmä soveltuu ja muualla syvästabilointi GTC:llä
- VE 3. Esirakentamistratkaisuna puupaalutus siellä, minne menetelmä soveltuu ja muualla syvästabilointi GTC:llä

Vaihtoehto VE 0, jossa pääasiallisena pohjanvahvistusmenetelmänä käytetään perinteistä kalkki-sementtisyvästabilointia, vastaa lähtötasoa, josta hiilidioksidipäästöjä tulisi vähentää 50 %. vaihtoehtoisissa VE 1...VE 3 on vertailtu vähäpäästöisempien menetelmien vaikutusta kokonaispäästöihin.

11.2. Hiilidioksidipäästölaskennan tulokset

Alla olevaan taulukkoon on koottu Malminkentän uusien alueiden esirakentamisen hiilidioksidipäästöt. Jokainen osa-alue on laskettu erikseen ja vesiaiheet on erotettu omiksi alueikseen. Ihku -laskelmien tulosteet ovat tämän raportin liitteessä 3.

Laskelmista havaitaan, että rakennuspohjien stabilointi muodostaa merkittävän osan hiilidioksidipäästöistä. Tämä näkyy erona Rambollin 2023 määrittämässä hiilipäästöjen vertailutasoissa verrattu tämän raportin tuloksiin.

Taulukko 3. Esirakentamisen päästöt alueittain eri pohjanvahvistusvaihtoehdoilla

Esirakentamisen hiilidioksidipäästöt M kg CO ₂ e						
Kohde	VE 0	VE 0*	VE 1	VE 1*	VE 2	VE 3
Fallkullanniitty itä	50,5	25,9	34,4	17,9	10,7	-
Fallkullanniitty länsi	50,3	26,0	34,4	18,1	14,8	-
Kiitotienkorttelit	112,7	58,3	77,0	40,4	33,3	29,9
Lentoasemankorttelit	13,0	7,2	9,1	5,2	-	-
Nallenrinne	4,6	2,6	3,3	2,0	-	-
Sunnuntaikorttelit	26,4	13,7	18,1	9,6	6,4	-
Tuulimäki	58,2	30,4	40,0	21,3	21,0	-
Ukonniitty	91,6	47,3	62,6	32,8	38,8	-
Fallkullan tila	11,7	6,0	7,9	4,1	0,9	-
Longinojan siirto	30,9	-	20,9	-	4,4	4,0
Sunnuntainiitynojan siirto	7,8	-	5,3	-	1,0	-
Lentoasemanpuiston vesiaiheet	8,2	-	5,6	-	-	-
Raitiotielinjan paalulaatta	5,2					

VE 0 = Stabilointi, sideaine 50% kalkkia ja 50% sementtiä

VE 1 = Stabilointi, sideaine kalkki, sementti, kipsi (GTC)

VE 2 = Esikuormitus tai esikuormitus ja pystyöjitus sekä stabilointi GTC

VE 3 = Puupaalutus sekä stabilointi GTC

*= Rakennusten aloja ei stabiloida, vähennys 50%

Mikäli huomioidaan, että puuhun sitoutuneen hiilidioksidin määrä on noin 1000 kg hiilidioksidia yhtä puukuutiota kohti, esirakentamisen nettopäästöt voivat olla negatiiviset alueilla, joilla puupaalujen käyttö on mahdollista.

11.3. Hiilidioksidipäästöihin vaikuttavia tekijöitä

Yleisellä tasolla jos pohjarakentamiseen on käytettävissä enemmän aikaa, myös hiilidioksidipäästöihin on tällöin mahdollista vaikuttaa enemmän, koska käytettävissä oleva pohjarakentamisen keinovalikoima on suurempi. Esirakentamisen hiilidioksidipäästöihin voidaan vaikuttaa käyttämällä stabiloinnissa uusiomateriaaleihin pohjautuvia sideaineita, ja käyttämällä stabiloinnin sijaan esikuormitusta tai puupaalutusta. Puupaaluilla voidaan jopa sitoa hiiltä.

Stabilointiin käytettävien uusiosideaineiden, esikuormitukseen käytettävien ylijäämämaiden tai puupaalujen saatavuus kuitenkin osaltaan rajoittaa vähähiilisten ratkaisuiden käyttömahdollisuuksia.

12. YHTEENVETO JA SUOSITUKSET JATKOTOIMENPITEISTÄ

12.1. Yhteenveto

Koska esirakentamisen vaiheistus on hyvin monen osatekijän summa, erilaisia vaiheistusvariaatioita on olemassa lukuisa määrä, eikä vain yhtä oikeaa ratkaisua ole olemassa. Yksi vaiheistusratkaisu voi

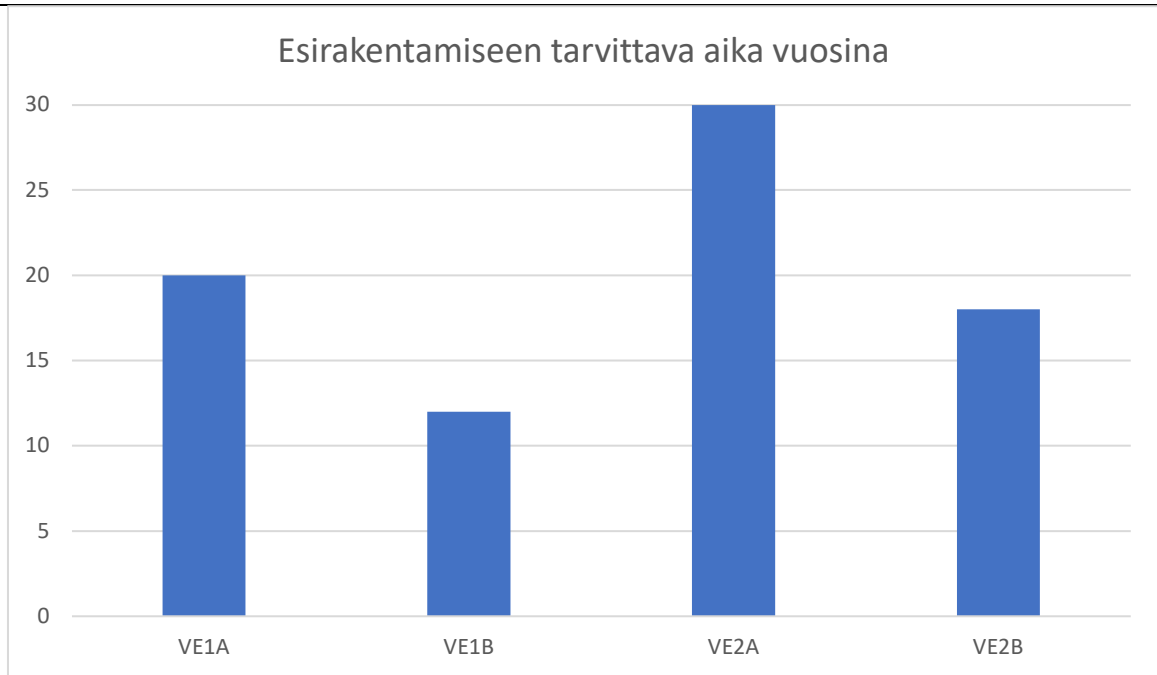
olla hyvä esimerkiksi alhaisten hiilidioksidipäästöjen ja rakentamiskustannusten osalta, kun taas toinen mahdollistaa alueen nopean rakentamisen.

Kaavoituksellisista syistä rakentaminen on järkevää aloittaa alueen eteläosasta. Yhtenä merkittävimmistä rakentamisjärjestykseen ja aikatauluun vaikuttavista seikoista on etenemistapa: halutaanko aluetta rakentaa esimerkiksi kaava-alue kerrallaan likimain valmiiksi saakka edeten etelästä pohjoiseen, vai halutaanko koko Malminkentän alueen läpimenoaikataulua lyhentää rakentamalla aluetta esimerkiksi pohjoisesta ja etelästä samaan aikaan.

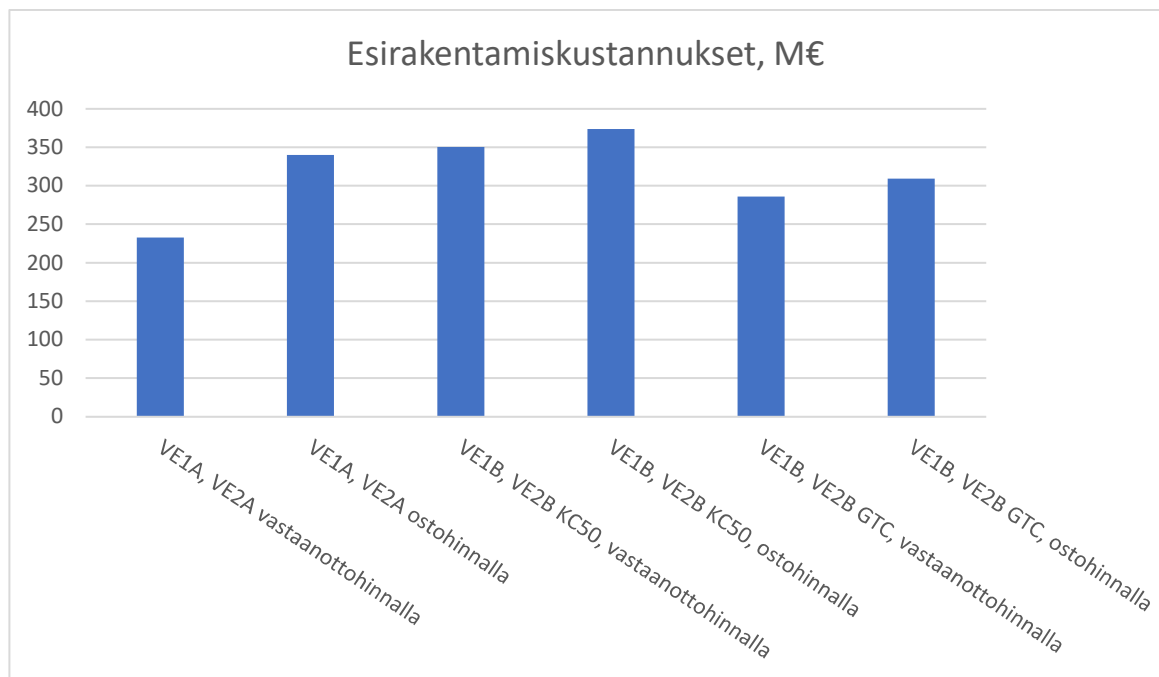
Lentokentänojan ja Longinojan siirroilla on suuri vaikutus koko alueen rakentamisjärjestykseen. Näitä kohteita kannattaakin jatkossa käsitellä vähintään yhtä merkittävinä kokonaisuuksina kuin kaavarungon sisällä olevia kaava-alueita.

Pohjanvahvistusmenetelmien valintaa ohjaavat käytettävissä oleva aika, kustannukset, hiilidioksidipäästöt ja tavoiteltava laatutaso. Alueen laajamittaiseen pohjanvahvistukseen soveltuvista menetelmistä voidaan todeta, että syvästabilointi on kallein ja suuripäästöisin, mutta toisaalta nopein. Huolellisella suunnittelulla ja toteutuksella syvästabilointi on myös luotettava menetelmä, jolla esimerkiksi jälkipainumien riski on hyvin hallittavissa. Esikuormitus puolestaan on vähäpäästöisin, hitain ja kustannuksiltaan edullisin, jos pengermateriaali saadaan hankittua vastaanottohintaan. Toisaalta esikuormitukseen sisältyy riski hitaista käytönaikaisista painumista. Puupaalutus taas on nopeaa ja jopa hiilinegatiivista, mutta kallista, eikä menetelmä ole laajamittaisessa käytössä. Jotta päästöt, kustannukset, aika ja laatutaso pysyvät hallinnassa, alueen esirakentamista on syytä katsoa jatkossakin kokonaisuutena, vaikka joidenkin osa-alueiden suunnittelu etenee nopeammin kuin toisten.

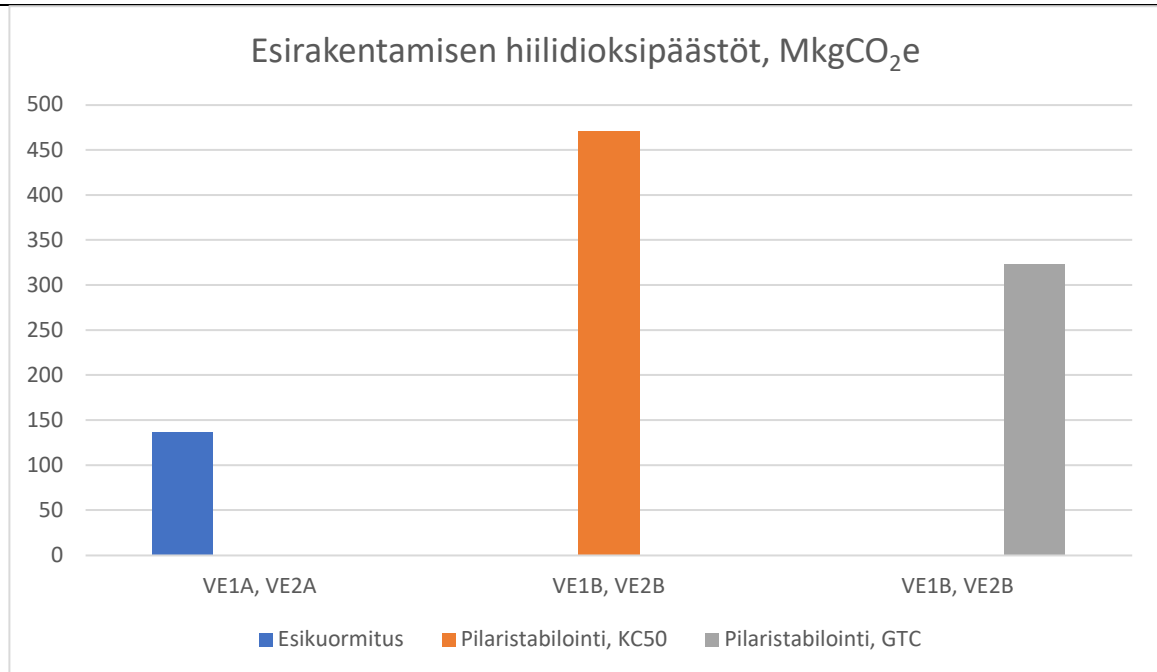
Yhteenvedo tässä työssä esitettyjen vaiheistusvaihtoehtojen VE1A, VE1B, VE2A ja VE2B esirakentamisajasta, esirakentamiskustannuksista ja hiilidioksidipäästöistä esitetään pylväsdiagrammeissa alla.



Kuva 18: Esirakentamiseen tarvittava aika vuosina vaiheistusvaihtoehdoissa VE1A, VE1B, VE2A ja VE2B.



Kuva 19: Esirakentamiskustannukset vaiheistusvaihtoehdoissa VE1A, VE1B, VE2A ja VE2B sekä eroteltuna sen mukaan, saadaanko kaikki penger materiaali vastaanottohinnalla vai ostohinnalla. Stabiloinnissa huomioitu kaikki korttelialueet kokonaisuudessaan.



Kuva 20: Esirakentamisen hiilidioksidipäästöt vaiheistusvaihtoehdoissa VE1A, VE1B, VE2A ja VE2B. Stabiloinnissa huomioitu kaikki korttelialueet kokonaisuudessaan. Stabiloinnissa huomioitu kaikki korttelialueet kokonaisuudessaan.

12.2. Suositukset jatkotoimenpiteiksi ja lisäselvitystarpeiksi

Alueen savikerros on muodostunut pääosin kahdessa tai useammassa geologisessa vaiheessa. Savi-kerroksessa on havaittavissa selviä silttisiä tai hiekkaisia vaakasuuntaisia kerroksia, joilla voi olla suuri vaikutus mm. luiskien stabiliteettiin sekä esikuormituksella aiheutetun painuman nopeuteen. Jatkosuunnittelun yhteydessä suositellaan tehtäväksi CPTU-kairauksia sekä otettavaksi jatkuvia näytteitä, joiden perusteella näiden horisontaalisten kerrosten ilmentymistiheyttä sekä vedenjohtavuusominaisuuksia voidaan tutkia tarkemmin.

Alueelta on tehty lukuisia ödometrikokeita, joiden tulosten dokumentointiin / hallintaan suositellaan kiinnitettävän huomiota, jotta niiden hyödyntäminen suunnittelun lähtötietoina olisi jatkossa helpompaa. Suosittelemme koottavaksi kartan ja raportin vähintään tähän mennessä tehdyistä kokeista sekä niiden tuloksista koottuna esim. excel-työkaluun. Tähän taulukkoon on syytä kasata myös muut näytepisteistä saadut koetulokset, kuten esim. vesipitoisuudet ja tilavuuspainot. Taulukkoa olisi syytä päivittää sitä mukaa, kun uusia kokeita tehdään.

Malminkentän alueella on lentokentän ajoilta peräisin oleva, ilmeisen toimiva salaojaverkosto. Salaojaverkosto tulee alueen rakentamisen myötä valtaosin tuhoutumaan, jolloin se tuskin aiheuttaa haittaa esimerkiksi jatkamalla alueen kuivattamista, kun salaojien purkureitit tuhoutuvat rakentamisen myötä. Salaojaverkoston osalta olisi kuitenkin hyvä tutkia, haittaako salaojaputkisto esimerkiksi pilaristabilointitöitä – esimerkiksi rikkoutuvatko putket stabilointityön yhteydessä ja aiheuttavatko putket laatuominaisuuksia pilareihin, mikäli esimerkiksi putken kappaleita sotkeutuu stabilointipilariin? Onko salaojaverkoston sijainti paikannettavissa siten, että salaojat voidaan huomioida

pilarien sijoittelussa? Salaojien poistaminen kaivamalla voi tulla kalliiksi, mikäli tällainen katsotaan välttämättömäksi esimerkiksi stabilointityön onnistumisen kannalta.

Koko alueen esirakentamista koskien olisi hyvä laatia yhtenäinen ohjeistus, jossa määritellään tavoiteltava laatutaso. Ohjeistuksessa tulisi esittää esimerkiksi stabiliteetilaskelmien vaaditut laskennalliset varmuustasot rakentamisen aikaisissa ja lopullisessa tilanteessa sekä valmiiden rakenteiden sallitut painumat ja painumaerot / kaltevuuden muutokset lopullisessa tilanteessa. Tavoiteltavan laatutason määrittely voi merkittävästi ohjata käytettävän pohjanvahvistusmenetelmän valintaa: esimerkiksi esikuormitukseen pystyjoilla liittyy käytönaikaisten sekundaaripainumien riski, jolloin käyttöänsä aikana tulee varautua mahdollisiin korjaus- ja kunnossapitokustannuksiin. Toisaalta mikäli tällainen riski ollaan valmiita hyväksymään, esikuormituksen laajamittainen käyttäminen voisi mahdollistaa merkittävät kustannus- ja hiilidioksidipäästösäästöt esirakentamisvaiheessa.

Paikoin rakennusalueella sekä etenkin sen reunoilla on alueita, joissa selkeää savista kerrosta ei ole kairausvastuksissa havaittavissa. Lisäksi savikerros on paikoin ohut ja osa suunnitelluista vesiaiheista sekä mahdollisesti syvemmälle ulottuvat kunnallistekniikkakaivannot (esim. pumppaamot) saattavat leikkautua koko savikerroksen lävitse. Tällaisissa tilanteissa on mahdollista alueen orsi- tai hulevesien sekä pohjaveden päästä sekoittumaan toisiinsa. Lisäksi esimerkiksi suunnitelluissa hulevesiaiheissa on hulevesialtaan pohjan taso monin paikoin alempana kuin orsivedenpinnan taso. Jatkosuunnittelussa tulee tutkia, kuinka vesikerrosten haitallinen sekoittuminen ja/tai orsi- sekä pohjavedenpinnan haitallinen lasku voidaan estää esimerkiksi pohjavedensuojaurakentein. Ensisijaisena keinona tulisi tutkia rakenteiden, esimerkiksi hulevesialtaiden, sijoittamista sellaisiin kohtiin, joissa savikerroksen leikkautumisen vaaraa ei ole (= savikerros on tarpeeksi paksu). Samalla tulee huomioida, ettei esimerkiksi hulevesialtaan kaivamisella aiheuteta altaan pohjan nousua.

Korttelialueiden vesiaiheiden puoleisilla reunoilla tarvitaan arviolta 8 m leveä lamelli- tai massastabilointikannas pitkien liukupintojen katkaisemiseksi. Näille alueille voidaan kaavoituksessa harkita tehtäväksi katu- tai kevyenliikenteen väylä tai mahdollisesti enemmän raittimainen väylä. Näin pohjanvahvistusalue voidaan erottaa rakennusten alapuolisesta stabilointiverkosta erikseen ja tiheimmät stabilointipilariverkot tai massanvaihto eivät haittaa tulevia paalutustöitä.

Jonkin tulevan vesiaiheen kohdalla olisi hyödyllistä tehdä esikuormituskoe, jolla voitaisiin varmistua siitä, saadaanko potentiaalista hapanta sulfaattimaata painettua riittävän syvälle vesiaiheen tulevaan pohjaan nähden esikuormitusta käyttämällä. Samalla tulisi tutkia saven lujuuttamista esikuormituksen alla, joka on oleellinen tieto koko esikuormituksen onnistumisen kannalta.

Aiemmissa koko aluetta koskevissa selvityksissä ei ole huomioitu mahdollista pohjanvahvistustarvetta tulevien rakennusten kohdalla. Rakennusten kohdat vaativat valtaosalla aluetta esirakentamistoimenpiteitä, jotta lopputuloksesta saadaan yhdenmukainen ja laadukas sekä välttyään käytönaikaisten painumien aiheuttamilta ongelmilta rakennusten alapohjissa ja ympärillä. Pilaristabilointi rakennusten kohdalla tuottaa erittäin suuret hiilidioksidipäästöt, joita ei aiemmissa selvityksissä ja päästövähennystarpeissa ole huomioitu. Jatkosuunnitteluvaiheissa tulisi tutkia tarkemmin vaihtoehtoa, jossa laajamittaisesti käytettäisiin pilaristabilointia pohjanvahvistustapana yleisillä katu- ja muilla alueilla, ja tonttien alueet pystyjitettäisiin ja esikuormitettaisiin. Yleisten alueiden pilaristabilointi ja pengertäytön rakentaminen niille ennen tonttialueiden pystyjoitusta ja esikuormitusta voisi osaltaan auttaa riittävän esikuormituksen aikaisen stabiliteetin saavuttamisessa. Katujen, kunnallistekniikan ja yleisten alueiden stabilointi on laadullisesti hyvä ratkaisu, johon ei liity samantyyppistä epävarmuutta kuin esikuormitukseen ja pystyjoitukseen esimerkiksi sekundaaripainumien

osalta. Toisaalta mahdolliset sekundaaripainumat rakennusten alla eivät olisi yhtä haitallisia kuin yleisillä katualueilla.

Longinojan alueen erottamista omaksi kaava-alueekseen kannattaa harkita. Tällöin Longinojan kohdalla esirakentaminen voitaisiin aloittaa aiemmassa vaiheessa ja muiden lähialueiden kaavoitukseen jäisi enemmän aikaa. Tällöin tulee tarkkaan pohtia, mitä pohjanvahvistustoimenpiteitä Longinojan mahdollisella kaava-alueella voidaan tai tulee tehdä, jotta niillä ei merkittävästi rajoiteta ympäröivien alueiden esirakentamismenetelmiä.

Longinojan latvan kohdalla nykyinen uoma ja tuleva uoma kulkevat rinnakkain noin 270 metrin matkalla. Latvaosan uuden uoman ja sen tulvatasanteiden toteuttamista olisi hyvä tarkastella detaljitasolla, koska tällä voi olla vaikutusta pohjanvahvistusmenetelmän valintaa laajemminkin. Esimerkiksi: miten nykyinen uoma voidaan pitää käytössä uuden uoman pohjanvahvistustöiden aikana, miten tarvittavat pohjanvahvistustyöt voidaan tehdä vaikuttamatta nykyisen uoman vedenlaatuun, onko ko. kohtaa mahdollista toteuttaa louhesalaojana tai putkitettuna ojana vai estyykö tämä vaelluskalojen vuoksi?

Rakennettaviin hulevesiaiheisiin liittyen olisi hyvä tutkia tarkemmin koko aluetta koskien uomien toteuttamista: sikäli kun uomat on tarpeen rakentaa kuivatyönä, miten työn aikaisesti hallitaan orsivettä? Aiheuttaako uomien kaivaminen kuivatyönä happamia työmaavesiä ja mahdollisten potentiaalisten sulfaattimaakerrosten hapettumista ja happanemista? Kauanko kaivettuja uomia on tarpeen pitää kuivana? Minkälaisia kasvillisuus- ja pintarakenteita uomat vaativat? Vaativatko uomat erityisiä orsivedensuojusrakenteita, sikäli kun uomien pohja on monin paikoin alempana kuin orsi-vedenpinta?

Nykyisen pohjoisen ajoyhteyden jatkaminen etelään voisi palvella koko alueen rakentamista riippumatta etenemistavasta: mikäli alue rakentuu etelästä pohjoiseen, voisi pohjoinen ajoyhteys toimia logistiikkareittinä alueelle siten, ettei työmaaliikenteen tarvitse kulkea valmistuneiden alueiden läpi. Mikäli eteläistä ja pohjoista aluetta rakennetaan samanaikaisesti, voisi pohjoinen ajoyhteys toimia logistiikkareittinä näille alueille ja näiden alueiden välillä.

Hulevesien ja työmaavesien käsittelyprosesseja tulisi testata ja tutkia esimerkiksi kenttäkokeella, jolla varmistetaan, miten alueella on mahdollista päästä pääkaupunkiseudun uuden työmaavesiohjeen ja Malminkentän erillisen työmaavesiohjeen tavoitteisiin. Tällä hetkellä ei ole tarkkaan tiedossa, minkälaista prosessia ja käsittelyä kiintoainespitoisuuden vähentäminen 30 milligrammaan per litra vaatii. Todennäköisesti laitosmainen käsittely voi olla tarpeen, ja hule- sekä työmaavesien käsittelystä voi koitua mittavatkin lisäkustannukset.

Helsinki 14.6.2024
GeoPro Consulting Oy

Suvi Saljola, DI, FISE PV Infrarakentaminen, PV Uudisrakentaminen, PV Korjaus- ja muutostyö
Mikko Riikonen, DI, FISE PV Infrarakentaminen, V+ Uudisrakentaminen, V+ Korjaus- ja muutostyö
Mikko Mielonen, Ins.AMK, FISE V Infrarakentaminen, V+ Uudisrakentaminen, V+ Korjaus- ja muutostyö