

Yhteyshenkilö
Mansikkamäki, Juho

Pvm.
22/12/2023

Projektiviite
101023703

Sähköposti
juho.mansikkamaki@afry.com

Asiakas
Tampereen kaupunki

Esirakentamisselvitys (luonnos)

Alasjärven länsipuolen asemakaava-alue (8931)

Tämä on selvityksen luonnosversio, jota täydennetään tietyiltä osin tammi-helmikuussa 2024, erityisesti päivitetyn puistosuunnitelman ja pinnantasauksen johdosta

Sisältö

1	Toimeksianto	4
2	Suunnittelualueen yleiskuvaus	5
3	Lähtötiedot	6
3.1	Pohjasuhteet ja maaperäkuvaus	6
3.2	Pohjavesi	6
4	Aluejako.....	7
5	Alueen yleistasaus	9
6	Esirakentaminen.....	10
6.1	Yleiset alueet	12
6.2	Korttelialueet	14
6.3	Pohjavesi ja tulvapenger.....	15
6.4	Vaihtoehtoiset pohjanvahvistusmenetelmät	18
6.4.1	Massastabilointi	18
6.4.2	Geolujitettu pengerraalaus.....	19
6.4.3	Dynaaminen syrjäyttäminen	21
6.5	Massojen välivarastointi	23
7	Geotekniset laskelmat	24
8	Määrä- ja kustannuslaskelmat	25
8.1	Esirakentamisen kustannukset.....	25
8.2	Korttelialueiden esirakentamiskustannukset.....	26
9	Hiilijalanjätkilaskelmat	26
9.1	Laskennan rajaus ja käytetyt oletukset	27
9.2	Esirakentamisen päästöt.....	28
9.3	Vaikutukset hiilinieluihin ja -varastoihin	30

9.4	Epävarmuustekijät.....	34
9.5	Johtopäätökset	34
10	Jatkotoimenpide-ehdotukset.....	35
11	Lähteet	36

Liitteet

Liite 1.1	Kovan pohjan korkeusasema
Liite 1.2	Yleistasauksen ja nykyisen maanpinnan erotus
Liite 1.3	Alustavat pohjanvahvistustoimenpiteet
Liite 1.4	Alasjärven rantaviiva eri vedenkorkeustasoilla
Liite 2.1	Havainneleikkaukset A – A ja B – B
Liite 3.1	Välivarastointialueet
Liite 4.1	Pinnantasaussuunnitelma
Liite 5.1	Määrä- ja kustannusarvio
Liite 6.1	Päästölaskenta

1 Toimeksianto

Toimeksiantona on ollut selvittää Alasjärven länsipuolen asemakaava-aluekokonaisuuden 8931 esirakentamistarve ja -toimien laajuus, sekä selvittää myös kohteeseen parhaiten soveltuvat esirakentamismenetelmät. Menetelmien arvotus on tehty yhdessä tilaajan kanssa huomioiden tekninen soveltuvuus, riskit, CO₂-päästöt ja yksikkökustannukset.

Selvitys liittyy Tampereen kaupungin kaavoitukseen uudesta asuinalueesta ja se on laadittu alueen jatkosuunnittelun ja päätöksenteon pohjaksi. Asemakaavatyössä 8931 mahdollistetaan raitiotiekadun, sekä sitä ympäröivien asuin- ja muiden kortteleiden ja kaupunginosapuiston rakentaminen nykyisen Tammer-golf Ry:n omistaman golfkentän alueelle.

Esirakentamisselvityksen laatijana on toiminut AFRY Finland Oy. Toimeksiantajan edustajana suunnittelutyön ohjauksesta ovat vastanneet projektiarkkitehti Markku Kaila, geotekniikkainsinööri Ville-Pekka Olden sekä massakoordinaattori Matti Pokkinen.

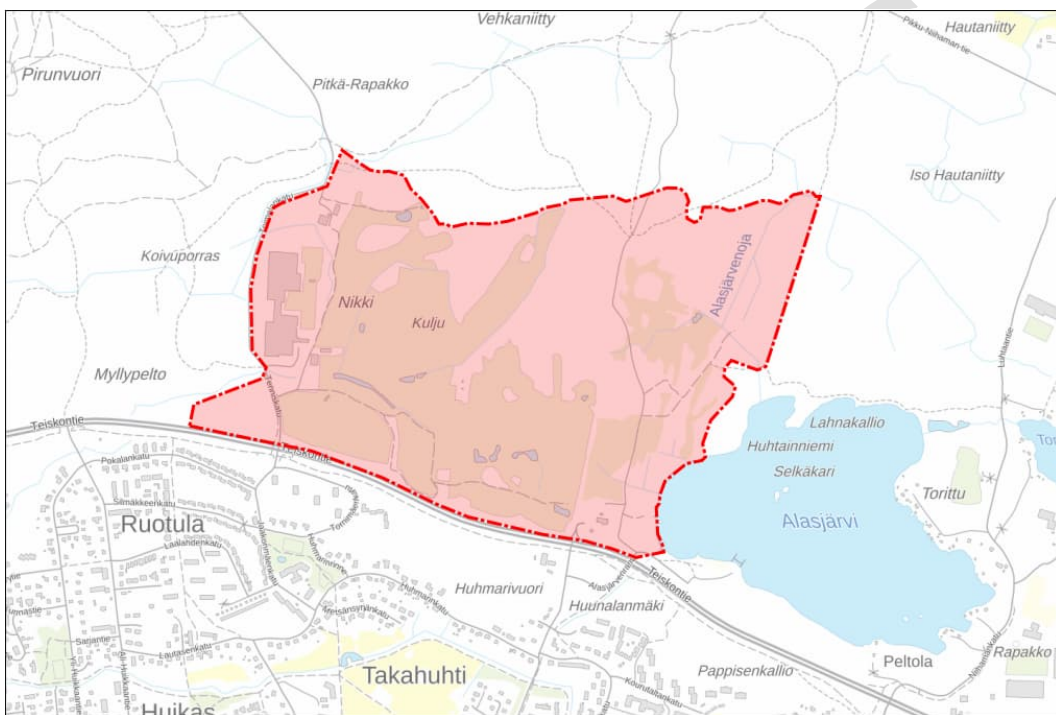
Konsultin suunnittelutyöryhmä on koostunut seuraavista henkilöistä:

- Juho Mansikkamäki, projektipäällikkö ja vastuusuunnittelija
- Iikka Hyvönen, geosuunnittelija
- Matti Holopainen, geosuunnittelija
- Mia Lääkkölä, pinnantasaussuunnittelu
- Riikka Anttonen, päästölaskenta

Esirakentamisselvityksessä kaava-alue on jaettu pienempiin osaluoksiin A, B, C ja D. Selvityksessä on kuvattu eri alueiden pohjanvahvistustarpeet ja niiden toteutusperiaatteet sisältäen eri työvaiheet ja eri vaiheiden arvioidut kustannukset sekä päästölaskelma esirakentamisen aiheuttamista hiilidioksidipäästöistä. Toimeksianto on myös sisältänyt suunnittelualueen alustavan maanpinnan korkeustason määrittämisen.

2 Suunnittelalueen yleiskuvaus

Asemakaavan suunnittelalueen rajana on lännessä Toimelankatu sekä korttelin 4607 länsiraja, pohjoisessa Kauppi-Niihaman metsäalueilla sijaitseva Tampereen kaupunkipuiston aluerajausesitys, idässä Alasjärven ranta ja Lahnakallion luonnonsuojelualueelle esitetty aluerajaus sekä etelässä Teiskontie. Alueen laajuus on noin 110 ha. Suunnittelalueen rajat ovat esitetty alla olevassa kuvassa 2.1.



Kuva 2.1 Suunnittelalueen rajaus kartalla

Esirakentamisselvitys keskittyy pääosin hieman tätä suppeammalle rakennettavuusselvitysalueelle, jolla on riittävät pohjasuhdetiedot työn suorittamiseksi, ja jolle suunnitellut rakentamistoimenpiteet kohdistuvat.

Suunnittelualueella sijaitsee tällä hetkellä Tammer-golf Ry:n omistama 18-väyläinen golfkenttä. Kenttä on avattu käyttöön vuonna 1969 ensin 9-väyläisenä ja laajennustoimenpiteiden jälkeen 18-väyläisenä vuonna 1987. Ennen golfväylien rakentamista alue on ollut pääasiassa maatalouskäytössä ja koostunut useasta viljelyskäytössä olleesta pellostasta.

3 Lähtötiedot

3.1 Pohjasuhteet ja maaperäkuvaus

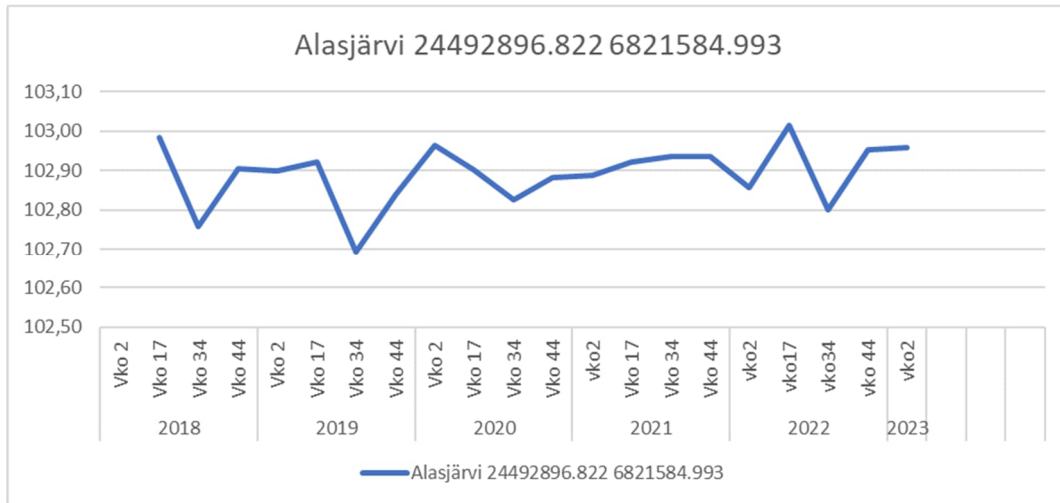
Suunnittelualue on pääosin ympäröivien moreeni- ja kalliokohoumien väliin muodostunutta pehmeikköaluetta. Alueen itä- ja koillisosissa on moreeni- ja kallioaluetta, mutta muuten pohjamaa on löyhää silttiä ja savea. Lisäksi alueella on huomattavia eloperäisiä turve- ja liejakerroksia sekä sekalaisia täyttömaakerroksia.

Tarkempi kuvaus suunnittelualueen maaperästä löytyy Ramboll Finland Oy:n laatimasta rakennettavuusselvityksestä (8931 Alasjärven asemakaava-alue, Rakennettavuusselvitys, 11.6.2023), jota on käytetty tämän selvityksen lähtötietona.

3.2 Pohjavesi

Alueelle on asennettu yhteensä 9 kpl pohjavesiputkia vuosien 2022-2023 välisenä aikana. Pohjaveden pinnankorkeus on havaittu tasovälillä +101,6 (14.03.2023)...+103,45 (9.2.2022) ollen 0,3-3 metrin syvyydessä maanpinnantasosta mitattuna. Mitattujen havaintojen perusteella pohjaveden eivät todennäköisesti virtaa pois alueelta, vaan ne kerääntyvät alueen keskiosaan purkautuen ojiin. Pohjaveden pinnantasot mukailevat alueen keskiosassa Alasjärven pinnankorkeutta.

Alueen itäpuolella olevan Alasjärven pinnankorkeus on kaupungin suorittaman vedenpinnankorkeusmittauksen (kuva 3.1.) mukaan noin tasolla +102,9. Alasjärven vedenpinnantasoa säätelee pohjapato, joka on rakennettu Alasjärven lounaiskulmassa sijaitsevaan purkuojaan.

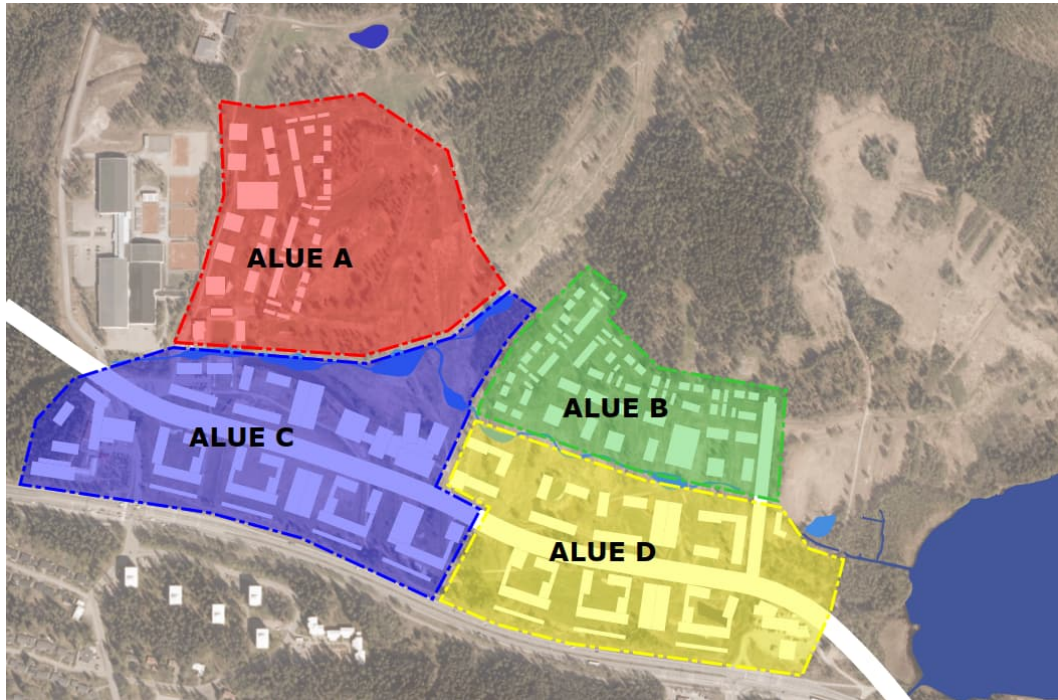


Kuva 3.1. Alasjärven vedenpinnan korkeusseuranta 2018-2023 (Tampereen kaupunki).

Pohjaveden pinnankorkeuksia sekä laatua on selvitetty tarkemmin Ramboll Finland Oy:n laatimassa yhteenvetoraportissa kaava-alueen ympäristötutkimuksista.

4 Aluejako

Alasjärven länsipuolen asemakaava-alue 8931 on jaettu neljään osaluokkaan, jotka ovat nimetty kirjaimin A, B, C ja D. Aluejako perustuu kaavarungossa esitettyihin korttelikonaisuuksiin ja niiden välissä oleviin puistoalueisiin sekä suunniteltuun itä-länsi suuntaiseen uuteen hulevesien hallintaan liittyvän ojastoon. Suunnittelualan aluejako on esitelty kuvassa 4.1.



Kuva 4.1 Suunnittelualan aluejako

Kaava-alueen rakentaminen alkaa keskialueelle sijoittuvasta hulevesiuomasta viitasammakon edellyttämät toimenpiteet huomioiden. Kaava-alueen alapuolisia vesistöjä luontoarvoineen on suojeltava erityisesti esirakentamisen aikana. Hulevesien työnaikaisesta hallinnasta on laadittava erilliset suunnitelmat ja rakentamisalueilla syntyvät hulevedet on käsiteltävä työnaikaisilla hallintarakenteilla, joita ovat mm. viivytys- ja laskeutusaltaat, painanteet sekä suotopadot.

Varsinaisista kunnallisteknisistä rakentamistoimista alkavat ensimmäisenä raitiotiekadun sekä sen ympärillä sijoittuvien korttelirakenteiden rakentaminen. Tämän jälkeen rakentuu vaiheittain alueen keskuspuisto sekä korttelialueet luoteisille ja koillisille alueille.

Alueella nykyään toimiva Tammer-golf jatkaa toimintaansa samanaikaisesti raitiotiekadun rakentamisen kanssa alueen pohjoisosassa, mikä on huomioitava esirakentamistöissä sekä täyttö- ja kaivumaiden välivarastoinnissa.

5 Alueen yleistasaus

Selvitysalueelle on laadittu yleistasaus, joka on oleellinen lähtökohta esirakentamistoimenpiteiden suunnittelulle, pohjarakennusvaihtoehdoille, aluekuivatukselle sekä kustannus- ja päästölaskennalle. Tasaussuunnitelma on esitetty liitteessä 4.1.

Yleistasaus on laadittu siten, että rakennettavat alueet liittyvät luontevasti suunnittelualuetta ympäröivään maastoon. Nykyistä maanpintaa on tarkasteltu käyttämällä Maanmittauslaitoksen v.2023 laseraineistoa, Tampereen kaupungin kantakartta-aineistoa, sekä erillisiä tarkemittauksia.

Tasauksen lähtökohtana on käytetty Ramboll Finland Oy:n aiemmin laatimaa alueen alustavaa yleistasasta sekä Tampereen Raitiotieallianssin Pirkkala-Linnainmaa -haaran hankesuunnitteluvaiheen yleistasasta.

Aikaisempiin suunnitteluvaiheisiin verrattuna yleistasausaluetta on laajennettu huomioiden myös seuraavat alueet:

- alueen länsipäässä, ulottuen kattamaan Myllypellononjan ja Teiskontien väliin rakentuvan uuden korttelin alueen
- pohjoisessa Kaupin puistoalueella mahdollistamaan hulevesien kiinnioton nykyiseen avouomaan, jonka purkuyhteyttä lännen suuntaan halutaan nostaa
- idässä kattamaan nykyisen liiketontin Teiskon tien varrella

Tasaukseen on lisätty aiemman alikulkusillan lisäksi karkeasti luonnosteltu toinen alikulkusillan sijainti Jaakonmäenkadun risteyksestä länteen päin viitesuunnitelmaluonnoksen mukaisesti.

Tasaussuunnitelmaa on rajattu jättäen pois nykyisen frisbeegolfkentän alueen.

Alueen toimintojen osalta on tarkasteltu lähtötietoina myös seuraavia suunnitelmia:

- 8931_viitesuunnitelmaluonnos_230712_VeB
- Alasjärvi_viheralueet_YS_Luonnos – 1
- Alasjärvi_viheralueet_YS_Leikkaukset
- S2_Hulevesien_hallinta_Alasjarvi_230222_LUONNOS

Yleistasauksen minimikaltevuutena on käytetty 2 prosenttia, joka mahdollistaa painovoimaisen viemäroinnin sekä aluekuivatuksen, korttelialueet huomioiden, suunniteltuun hulevesiojastoon. Korttelialueiden yleistasauksessa on huomioitu alueen pohjaveden pinnankorkeus siten, että rakennusten oletettu perustamis- ja kuivatustasot ovat pohjaveden pinnantasoa ylempänä. Yleistasauksessa on oletettu, että rakennusten perustukset ja kuivatustasot ovat noin 1,5 metrin syvyydellä yleistasauksesta.

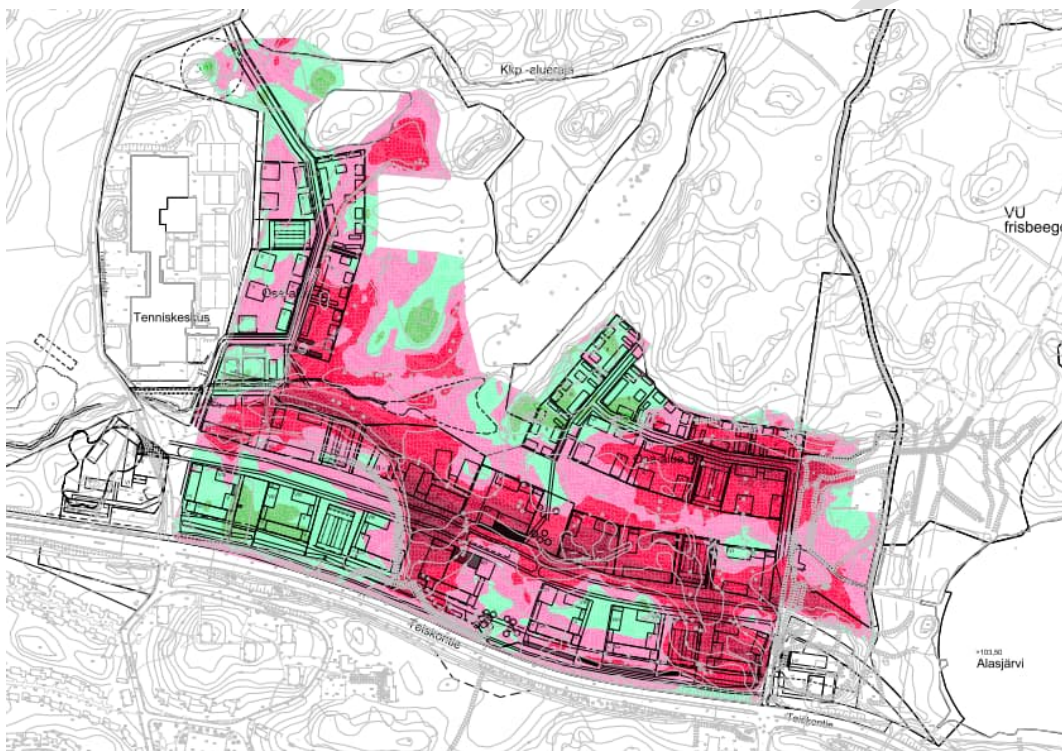
Yleistasauksessa on myös huomioitu Alasjärven tulvatasojen aiheuttama riski. ELY-keskuksen lausunnossa on esitetty alin suositeltava rakentamiskorkeus, joka on +104.2. Alasjärven tulviminen kaava-alueelle estetään rakentamalla alueen itäreunaan pohjois-etelä suuntainen katu vähintään korkeustasoon +104.70.

6 Esirakentaminen

Esirakentamisella tarkoitetaan ennen varsinaista rakentamista tehtäviä pohjarakennustoimenpiteitä, joilla parannetaan maaperän rakennettavuutta. Esirakentamisen avulla jopa täysin rakennuskelvoton maapohja voidaan muokata kunnallistekniikalle sekä asuinrakentamiselle soveltuvaksi.

Kaava-alueelle suunnittelussa yleistasauksessa tuleva maanpinta on suunniteltu nykyisen maanpinnan tason yläpuolelle suurimmalla osalla aluetta. Kuvassa 6.1 on esitetty värein nykyisen maanpinnan ja tulevan maanpinnan erotus. Vihreällä väritetyillä alueilla tuleva maanpinta on nykyisen maanpinnan alapuolella. Punaisella väritetyillä alueilla tuleva maanpinta on nykyisen maanpinnan yläpuolella.

Suunniteltujen täyttöpölköiden paksuus vaihtelee yleistasausten korkeusasemien mukaan 0,5...4,5 metrin välillä. Täyttömaiden lisäkuormasta johtuen alueella oleva eloperäinen ja löyhässä tilassa oleva hienoainespitoinen maaperä kokoonpuristuu, eli painuu. Esirakentamistöiden tarkoituksena on mahdollistaa alueelle kaavoitettu rakentaminen sekä minimoida alueelle rakennettavan kunnallistekniikan ja rakenteiden käytön aikaiset haitalliset painumat.



Kuva 6.1 Suunnitellun yleistasausten ja nykyisen maanpinnan erotus

Alueelle soveltuvista esirakentamismenetelmistä suositeltavimmat ovat teknis-taloudellisin perustein massanvaihto sekä esikuormitus ylipölköillä.

Massanvaihto on yleisesti Suomessa käytetty pohjanvahvistusmenetelmä, missä heikosti kantavat ja eloperäiset maakerrokset (turve ja lieju) korvataan karkearakeisilla ja kantavilla täyttömateriaaleilla. Massanvaihto toteutetaan joko kaivamalla tai pengertämällä. Massanvaihdon täyttömateriaalina käytetään louhetta

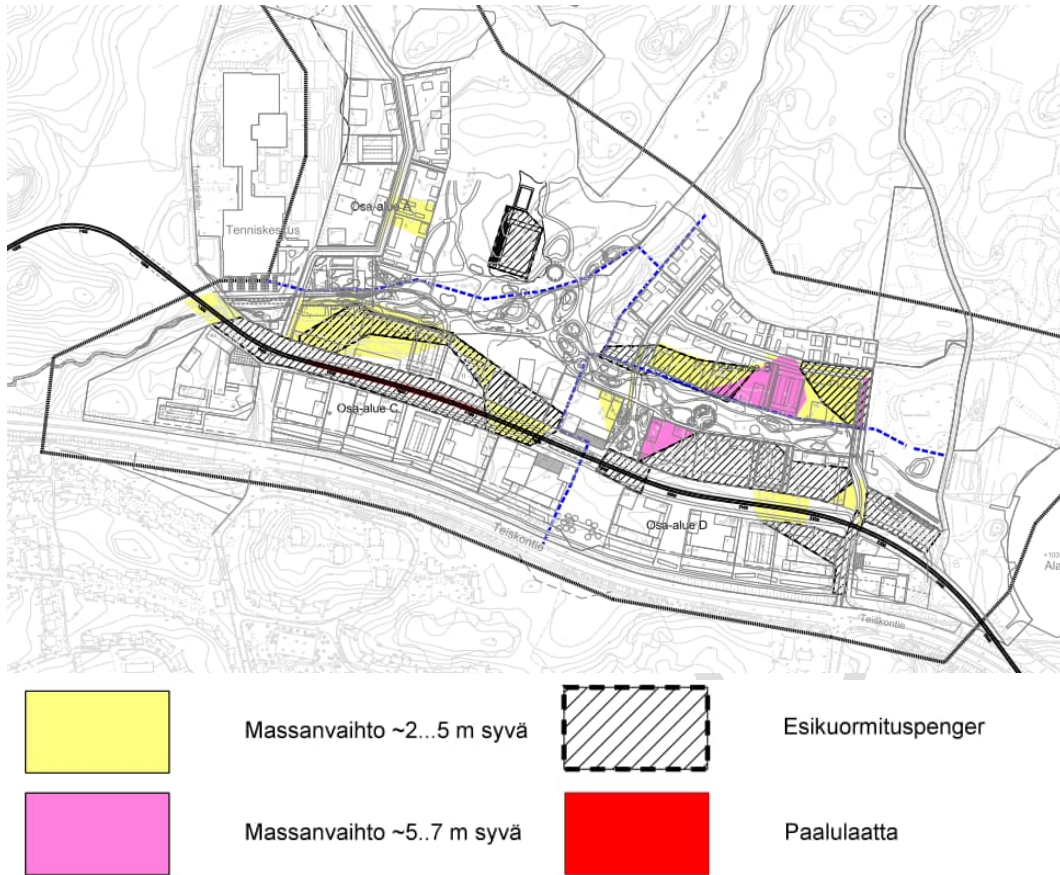
tai muita kitkamaalajeja kuten soraa, hiekkaa tai moreenia. Paalutettavilla massanvaihtoalueilla suositeltavia täyttömateriaaleja ovat paalutyypistä riippuen hiekka, murske tai pienikivinen sora.

Esikuormitus on syvätiivistysmenetelmä, missä rakennettavaa aluetta kuormitetaan ennen varsinaista rakentamista kuormituksella, joka on suurempi kuin tuleva kuorma. Esikuormitusajan jälkeen ylipenger poistetaan suunniteltuun tasoon asti ja pois kaivettu materiaali hyödynnetään uudelleen alueella. Esikuormituksen kesto on tyypillisesti 0,5 – 3 vuotta riippuen siitä miten hyvin maapohja läpäisee vettä sekä painuvan kerroksen paksuudesta.

6.1 Yleiset alueet

Liitteen 1.3 suunnitelmapiirustuksessa sekä kuvassa 6.2 on esitetty alustavat esirakentamistoimenpiteet osa-alueittain. Alustavissa toimenpidevaihtoehdoissa on käytetty neljää erilaista esirakentamistapaa:

1. Matala massanvaihto, syvyys ~2...5 metriä
2. Syvä massanvaihto, syvyys ~5...7 metriä
3. Esikuormituspenger
4. Paalulaatta



Kuva 6.2 Kaava-alueen alustavat esirakentamistoimenpiteet

Suurimmat esirakentamistyöt kohdistuvat alueen keskellä olevan nykyisen ojauoman ympäristöön, missä maaperän pintaosa koostuu vaihtelevan paksuisesta turvekerroksesta. Esirakentamistoimenpiteenä turvealueilla käytetään massanvaihtoa. Paksuimmat turvekerrokset ovat jopa 6-7 metrin syvyisiä osa-alueilla C ja B.

Esikuormituspenkereitä on suunniteltu alueille, missä esiintyy paksuja kokoonpuristuvia hienoainespitoisia maakerroksia (savi, siltti). Esikuormituspenkereitä on suunniteltu käytettävän lisäksi alueille missä poistetun turvekerroksen alapuolelle jää kokoonpuristuvia maakerroksia, joita ei ole tarve poistaa.

Turvepehmeikköjen lisäksi alueella on laajalti savipehmeikköjä, joita ei esitetä esirakennettavaksi. Näillä alueilla tulee tapahtumaan painumia mikä tulee huomioida jatkosuunnittelussa ja rakentamisessa.

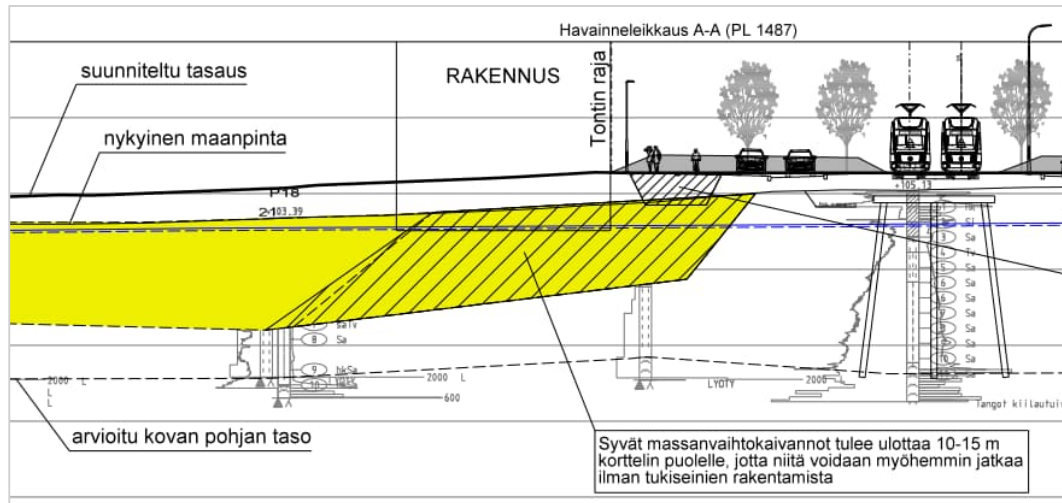
Esirakentamistoimenpiteitä ei ole myöskään esitetty puistoalueille. Puistoalueiden maaperä on pääosin pehmeää ja heikosti kantavaa.

Alustavat esirakennustoimenpiteet perustuvat olemassa olevaan pohjatutkimusaineistoon sekä alueesta aiemmin laadittuihin selvityksiin. Uusia pohjatutkimuksia ei ole tämän selvitystyön yhteydessä tehty. Pohjatutkimusten avulla on pystytty arvioimaan, millä alueilla on suurin tarve esirakentamistoimenpiteille. Esirakennettaville alueille on kuitenkin tehtävä jatkosuunnittelun yhteydessä lisää pohjatutkimuksia, joiden avulla esirakentamistoimenpiteiden ja maaperäolosuhteiden tarkempi laajuus saadaan selvitettyä.

6.2 Korttelialueet

Merkittävä osa esirakentamisesta kohdistuu kaava-alueen yleisiin alueisiin, kuten katu- ja puistoalueet, ja osa kiinteistö rakentamista varten varatuille korttelialueille. Liitteen 1.3 kartassa on esitetty myös korttelialueiden alustavat esirakentamistoimenpiteet. Korttelialueiden esirakentamistoimenpiteet suoritetaan vasta kortteiden rakentamisen yhteydessä.

Korttelialueilla on myös alueita, joissa on tarpeen tehdä esirakentamista samassa yhteydessä yleisten alueiden esirakentamisen kanssa ennen katujen- ja kunnallistekniikan rakennustoimia. Näitä alueita ovat katu- ja korttelialueiden rajapinnassa tehtävät massanvaihdot. Kuvassa 6.3 on esitetty esimerkki korttelialueella tehtävästä massanvaihdosta yleisten alueiden esirakentamistöiden yhteydessä. Kyseisessä kohdassa massanvaihtokaivanto on ulotettava 10-15 metriä korttelialueen puolelle, jotta massanvaihtokaivantoa voidaan jatkaa myöhemmin ilman tukiseinien rakentamista.



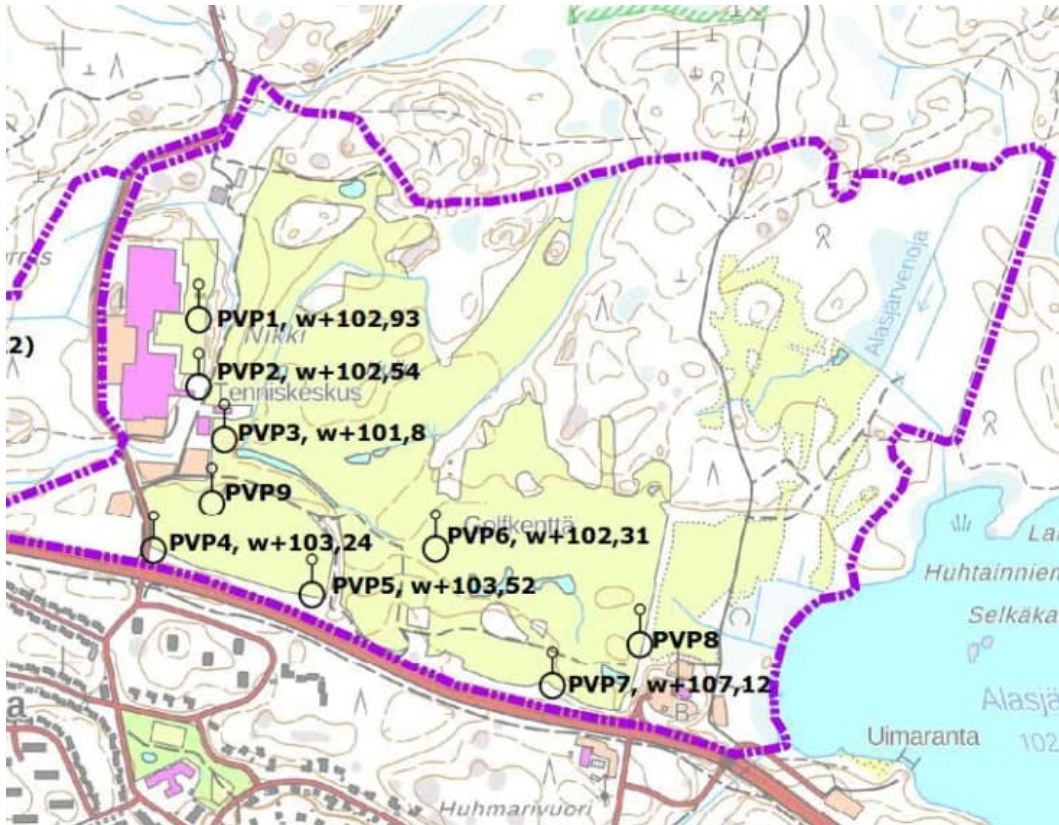
Kuva 6.3 Esimerkki katu- ja korttelialueiden esirakentamistoimenpiteiden yhteensovittamisesta

Korttelien rakennusten lopulliset perustamistavat ovat määritettävä tonttikohtaisesti tehtyjen pohjatutkimusten perusteella myöhemmissä suunnitteluvaiheissa.

6.3 Pohjavesi ja tulvapenger

6.4 Pohjavesi

Syksy 2023 on alueella ollut poikkeuksellisen runsassateinen ja pohjaveden pinnat ovat tällä hetkellä luontaisesti korkealla. Pohjavesiseurannan perusteella alueella pohjavesi on pääosin tasossa +102...+103, tai sen alapuolella. Poikkeuksena voidaan pitää Teiskontien varren itäisintä putkea PVP 7, jossa pohjavesipinta on selvästi ylempänä, tasolla +105...+107. Vaikuttaa siltä, että kyseisellä kohtaa Teiskontien eteläpuolella oleva kallio-/moreenimäki syöttää pohjavettä alueelle ja kyse on oletettavasti suhteellisen paikallisesta poikkeamasta pohjavesipinnan tasoissa.



Kuva 6.4 Alasjärven länsipuolen ympäristötutkimusraportti (luonnos 5.12.2023). Ramboll Finland Oy / J. Sunell

Alueen läpi rakennettavan Ratikkakadun tasaus tulee olemaan +106...+107. Tavallisesti kellarillisten asuintalojen kuivatustaso on 4 metriä valmiin maanpinnan tason alapuolella. Tällöin Ratikkakadun vieressä ja Ratikkakadun ja Teiskontien välisellä alueella kellareiden kuivatustaso olisi noin +102...+103. Tämä vastaa nykyistä keskimääräistä pohjavedenpinnan tasoa, joten rakentaminen ei vaikuttaisi pysyvään pohjavedenpinnan tasoon pois lukien PVP 7 alue. Kyseisellä alueella pohjavedenpinnan lasku tasolle +102...+103 voisi aiheuttaa pieniä painumia Teiskontiehen, mutta läheisyydessä ei ole rakennuksia tai rakenteita, joille pinnan laskusta olisi haittaa. Asemakaava-alueella painumariski voidaan estää esikuormituksella. Tässä selvityksessä ei ole arvioitu, voisiko pohjavesipinnan paikallinen alentuminen aiheuttaa haitallisia ekologisia vaikutuksia.

Alasjärven vesipinnan korkeustaso on noin +103,0 ja ELY-keskuksen lausunnon mukaan korkein mahdollinen tulvataso +104,2. Rakennusten

kellaritilat sijoittuisivat näin ollen osittain em. tulvatason alapuolelle, joten järven tulviminen asemakaava-alueelle tulee estää rakenteellisesti.

Kellarien rakentamiselle Ratikkakadunvarteen ei näin ollen nähdä geoteknistä estettä. Rakentamiseen liittyy normaaleja pehmeikköalueelle rakentamiseen liittyviä haasteita. Maapohja 4 m syvyydessä on pääosin pehmeää ja vetistä, mikä pitää huomioida mm. paalutuskoneiden työalustojen suunnittelussa ja kuivatusrakenteiden toimintaan tulee kiinnittää huomiota.

Lähempänä puiston reunalla lähempänä ojaa olevien rakennusten osalta tilanne riippuu lopullisesta pinnantasauksesta. Mikäli pihan pinnantasausta menee +106 tason alapuolelle, kellareiden perustustaso lähestyy ojan normaalia vesipinnan, joka alueesta riippuen on noin +101 tasolla. Tällöin kellarilliseen perustamiseen liittyvät haasteet kasvavat ja kellarin rakentaminen voi edellyttää vesipainetiiviitä betonirakenteita. Tämä kasvattaa rakentamisen kustannuksia.

6.5 Tulvapenger

ELY-keskus on antanut lausunnon Tampereen kaupungin pyynnöstä alimmasta suositeltavasta rakentamiskorkeudesta. Alimmalla suositeltavalla rakentamiskorkeudella tarkoitetaan korkeustasoa, jonka alapuolelle ei tulisi sijoittaa kastuessaan vaurioituvia rakenteita. Alasjärven alin suositeltava rakentamiskorkeus on N2000 +104,20 m. Tässä suosituksessa on mukana aaltoiluvara. (Lausunto, PIRELY/500/2023).

Liitteen 1.4 kartassa on esitetty Alasjärven rantaviiva kolmella eri vedenkorkeustasolla nykytilanteessa. Karttaesityksessä on käytetty maanpinnan korkeusaseman lähtötietona maanmittauslaitoksen vuoden 2023 maanpinnan laserkeilausaineistoa. Vedenpinnan noustessa korkeustasoon +104,2 Alasjärvi pääsee tulvimaan länteen golfkentän ja Tenniskadun suuntaan sekä etelään Rahjukosken suuntaan.

Alasjärven tulviminen kaava-alueelle estetään rakentamalla osa-alueen B ja C välinen katuyhteys vähintään korkeustasoon +104,7. Em. korkeustasossa on huomioitu 0,5 metrin korkuinen kuivavara. Kadun toimiminen tulvapenkereenä huomioidaan kadun rakenteissa siten, että katurakenteen sisään tai luiskaan rakennetaan tiivisteosa, mikä estää veden suotautumisen katurakenteen läpi. Tiivisteosa on mahdollista rakentaa maarakenteisena esim. hienoainespitoisesta moreenista.

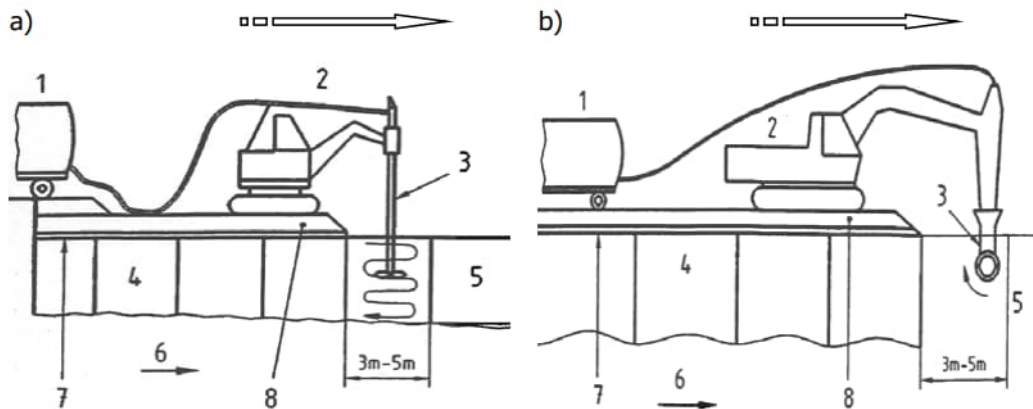
6.6 Vaihtoehtoiset pohjanvahvistusmenetelmät

Massanvaihdon sijaan syviin turvepehmeikköihin on olemassa myös muita vahvistusmenetelmiä.

6.6.1 Massastabilointi

Soveltuvista menetelmistä Suomessa yleisesti käytössä on massastabilointi (massasyvästabilointi), jossa turpeen sekaan sekoitetaan sideaineita ja siten parannetaan turpeen jäykkyyttä ja lujuutta. Tyypillisin sideaine turpeen stabiloinnissa on sementti, mutta sitä voidaan osittain korvata myös muilla päästöiltään kestävämmillä sideaineilla. Turve on heikosti stabiloituvaa, eikä sideaineena tällä tietoa voida käyttää pelkästään uusiosideaineita, mikä merkittävästi nostaa menetelmän päästöjä ja kustannuksia.

Merkittävä turpeen syvästabilointiin liittyvä riski on hajuhaitat. Pääkaupunkiseudun vastaavissa kohteissa on ilmennyt, että stabiloitu turve aiheuttaa alueelle pahaa hajua. Oletettavasti stabilointiprosessi ja/tai sideaineet kiihdyttävät tai muuttavat turpeen luontaista hajoamisprosessia. Ilmiötä ja sen syitä tutkitaan, mutta toistaiseksi ilmiö heikentää menetelmän käytettävyyttä asuin- ja oleskelualueilla merkittävästi.



c)

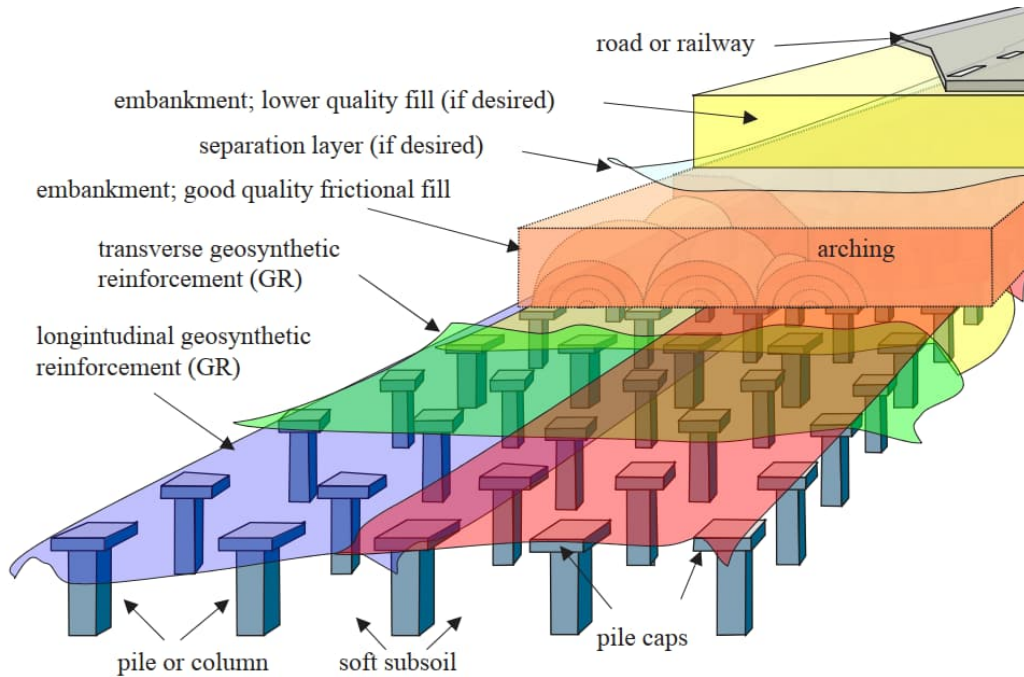
1. Sideainesäiliö ja vaaka
2. Massastabilointikone
3. Sekoitustyökalu
4. Massastabiloitu maa
5. Massastabiloitava maa
6. Massastabiloinnin suunta
7. Suodatinkangas (tai geolujite)
8. Työalusta (tiivistyspenger)



Kuva 6.5 Massastabiloinnin periaatekuva. Liikenneviraston ohjeita 17/2018, Syvästabiloinnin suunnittelu (valokuva Heikki Hämäläinen).

6.6.2 Geolujitettu pengerraalaus

Geolujitettu pengerraalaus (Basal Reinforced Piled Embankment) on lujitekankailla vahvistettu pengerraalaus, eli käytännössä paalulaattarakenne, jossa teräsbetonilaatta on korvattu geolujitteilla. Rakente ei ole täysin painumaton, mutta paalulaattaan verrattuna kustannuksiltaan edullisempi ja merkittävästi vähäpäästöisempi. Rakenteella on myös mahdollista korvata pilaristabilointia.



Kuva 6.7 Geolujitteilla vahvistettu pengerpaalutus (S. van Eekelen & M. Brugman 2016)

Tämän tyyppistä rakennetta ei ole käytetty Suomessa muutoin, kuin koeluontoisesti tulvapenkereiden ja kevyenliikenteen väylien tyyppisten rakenteiden perustamiseen. Euroopassa rakenne on kuitenkin yleisesti käytössä merkittävienkin väylien perustamisessa. Alasjärven hieman konsolidoituneet turvepehmeiköt soveltuisivat menetelmälle lähtökohtaisesti hyvin.

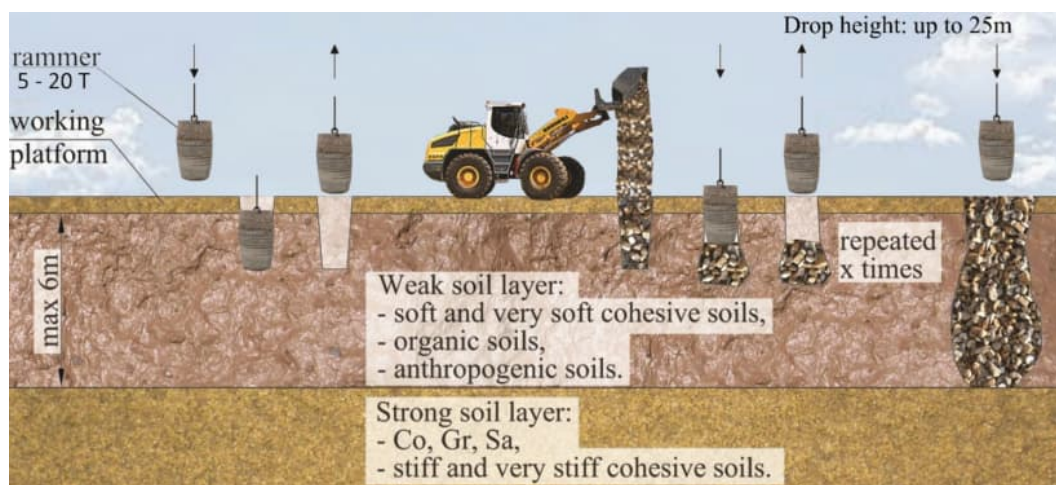
Menetelmä on massanvaihtoa kalliimpi, mikäli massanvaihtomassat ovat helposti saatavissa. Päästöiltään menetelmä on massanvaihtoa parempi, mikäli rakenteessa pystytään käyttämään puupaaluja. Rakenne voi tulla kyseeseen myös, mikäli syviä kaivantoja ei voida viereisten suojattavien kohteiden takia tehdä.



Kuva 6.8 Geolujitetun pengerpaalutuksen rakentamista kaupunkialueella Hampurissa, Saksassa. (S. van Eekelen & M. Brugman 2016)

6.6.3 Dynaaminen syrjäyttäminen

Dynaaminen syrjäyttäminen (Dynamic Replacement) on menetelmä, jossa rakennetaan maahan pehmeän kerroksen läpi ulottuvia kiviPilareita syvätiivistyskalustolla. Pudotusjärkälettä pudotetaan murskeen päälle ja syntyvää kraatteria täytetään murskeella sitä mukaa, kun murskepilari syrjäytyy syvemmälle turpeeseen. Vastaavia pilareita tehdään vahvistettavalle alueelle esim. 4 metrin välein ja pilareiden väliin jää tiivistynyttä luonnonmaata.



Kuva 6.9 Dynaamisen syrjäyttämisen periaatekuva (Sekowski et al. 2018).

Menetelmää ei Suomessa ole käytetty, mutta tarvittava kalusto on täällä yleisesti saatavilla. Menetelmä soveltuu erityisesti turvepehmeiköille. Menetelmä voi olla merkittävästi vähäpäästöisempi turpeen massastabilointiin ja myös massanvaihtoon verrattuna. Menetelmä voi myös olla edullisempi. Haittapuolena menetelmässä on, että rakenne ei ole painumaton ja painumat ovat jossain määrin epätasaisia, sillä pilarit painuvat vähemmän kuin niiden väliin jäävä luonnon maa. Menetelmässä voi kuitenkin olla merkittävää potentiaalia piha-alueilla ja pienemmillä kaduilla, joissa painumakriteerit eivät ole tiukkoja.



Kuva 6.10 Dynaamista syrjäyttämistä aluekohteessa (Menard Canada)

Kaikki edellä mainitut menetelmät vaativat jonkinasteista koeluontoista rakentamista, ennen kuin niitä voitaisiin kohteessa laajamittaisemmin käyttää, joten tässä vaiheessa esitettävät esirakentamistoimenpiteet eivät näihin tukeudu.

6.7 Massojen välivarastointi

Kuvassa 6.11 on esitetty alueella parhaiten massojen varastoalueiksi soveltuvat alueet. Vihreällä värillä on merkitty alueet, joissa maaperän kantavuus on hyvä ja siten alueelle voidaan varastoida korkeita, jyrkkään luiskaan pengerrettyjä kasoja. Keltaisella merkityt alueet ovat myös soveltuvia, mutta ne ovat pinta-alaltaan pienempiä tai maapohjaltaan heikoimpia.

Näiden lisäksi erityisesti alueen pohjoisosassa on laajoja puistoalueita, joissa välivarastointia tai kaivumassojen lopullista läjitystä voisi tehdä. Näitä alueita ei kuitenkaan ole merkitty, koska maankäytön tavoitteena on ollut säästää alueen nykyistä golfkentän puustoa.

Ensimmäisessä rakennusvaiheessa Teiskontien varressa olevat noin 1,5 ha ja 2,8 ha alueet olisivat ensisijaiset alueet. Ensin mainitulle

pystyttäisiin varastoimaan vähintään noin 70 000 m³ ja jälkimmäiselle noin 130 000 m³ kitkamaita.

Jatkosuunnittelussa tulee huomioida myös rakentamisen vaiheistus, mikä rajoittaa todennäköisesti esitetyn 2,8 ha alueen käyttöä ainakin pitempiaikaisempaan varastointiin, sillä talonrakentamisen on suunniteltu alkavan ko. alueelta.

Alueelle on esitetty runsaasti esikuormituspenkereitä. Näitä penkereitä voidaan hyödyntää myös parempilaatuisten maa-ainesten, kuten louheen ja moreenin välivarastoina. Tällöin kuitenkin pengerrys pitää tehdä suunnitelmallisesti huomioiden mm. pohjamaan kantavuus ja mahdollinen painumaseuranta.



Kuva 6.11 Massojen välivarastointiin soveltuvat alueet.

7 Geotekniset laskelmat

Tämän selvityksen yhteydessä ei ole tehty uusia geoteknisiä laskelmia. Rakennettavuusselvityksessä (Ramboll 2023) on esitetty raitiotien kohdalta tehdyt painumalaskelmat massanvaihto- ja esikuormitustapauksissa.

8 Määrä- ja kustannuslaskelmat

8.1 Esirakentamisen kustannukset

Esirakentamisen kustannukset on arvioitu FORE-laskentapalvelun hinnaston (MAKU-indeksin perustaso 2015=100, MAKU-pisteluku 130,37) perusteella sekä asiantuntija-arvioina. Kustannusarvion yksikköhinnoissa on huomioitu alueelta vietävien ja alueelle tuotavien massojen kuljetuksesta aiheutuvat kustannukset. Lisäksi on huomioitu mm. leikkausmassojen hyödyntämispotentiaali alueella golfkentän rakennekerroksissa käytettyjen kiviainesten osalta.

Kustannusarvio on tehty ainoastaan kaava-alueen esirakentamisen osalta huomioiden korttelialueet, yleiset alueet sekä kadut. Arviossa ei ole huomioitu raitiotien rakentamisen kustannuksia pois lukien niiltä osin, kun esirakentamista joudutaan tekemään myös raitiotiekadun kohdalla viereisten alueiden esirakentamistarpeitten, mm. syvien massanvaihtojen takia.

Kustannusarviossa ei myöskään ole huomioitu esimerkiksi rakentamisen vaiheistuksen takia tarvittavia tukiseiniä ja työnaikaisia patorakenteita. Edellä mainitut tarpeet tulee arvioida jatkosuunnittelun yhteydessä yksittäisten korttelialueiden rakentamisen vaiheistuksen selvittyä.

Taulukossa 8.1 on esitetty kustannusarviot esirakentamisselvityksen osa-alueiden A, B, C ja D osalta. Alueen esirakentamisen arvioidut kustannukset ovat yhteensä noin 18 800 000 €. Kustannusarviossa ei ole huomioitu tilaaja- tai työmaatehtävien kustannuksia. Kustannusarvio rakennusosittain on esitetty tämän raportin liitteessä 5.1.

Taulukko 8.1 Esirakentamisen kustannukset osa-alueittain

Osa-alue	Esirakentamisen kustannukset (alv. 0 %)	
A	1 825 500 €	
B	3 459 000 €	
C	8 705 200 €	
D	4 827 000 €	

8.2 Korttelialueiden esirakentamiskustannukset

Suurin osa esirakentamisen kustannuksista kohdistuu korttelialueille, joissa alueiden toiminnalliset ja ulkonäölliset vaatimukset asettavat tiukempia vaatimuksia alueen esirakentamiselle verrattuna esimerkiksi nurmi- tai murskepintaisiin puistoalueisiin.

Esirakentamiskustannuksista noin 70 % kohdistuu korttelialueille ja vastaavasti noin 30 % yleisiin- ja katualueisiin. Edellä mainitun perusteella yleisten- ja katualueiden esirakentamisen kustannusarvio on noin 5 500 000 €, jossa on huomioitu rakentamisen vaiheistuksesta johtuvat korttelialueille ulottuvat massanvaihdot.

9 Hiilijalanjälkilaskelmat

Laskenta perustuu tämän esirakentamisselvityksen yhteydessä arvioituihin ohjeellisiin massa- ja materiaalmääriin sekä Infrarakentamisen vähähiilisuuden arviointimenetelmään. Päästötietokantoina on käytetty CO2data.fi Infra - päästötietokantaa. Päästöt on esitetty hiilidioksidiekvivalentteina ja ne kattavat fossiiliset kasvihuonekaasupäästöt (GWP fossil, tCO_{2e}). Materiaalmäärien

yksikkömuunnokset sekä työsuoritteiden arvioinnit päästötietokannan yksiköihin perustuvat Ratu-työsaavutukset -julkaisuun ja InfraRYL 2015 Määrämittausohjeeseen ja ne on esitetty laskentaliitteissä (Liite 6.1).

Esirakentamisen hiilijalanjälkilaskennassa on tarkasteltu erirakentamisen päästöjä neljän eri osa-alueen (A, B, C, D) osalta. Osa-alueesta C on lisäksi laadittu vaihtoehdot VE1 ja VE2, joista toisessa paalulaatan paalutus tehdään teräspaaluilla (VE1) ja toisessa teräsbetonipaaluilla (VE2).

9.1 Laskennan rajaus ja käytetyt oletukset

Laskenta kattaa standardin EN 17472:2022 mukaisesti vaiheen ennen käyttöä, eli materiaalien valmistuksen (moduulit A1-A3) ja kuljetuksen sekä työmaatoimintojen päästöt (moduulit A4-A5). Lisäksi on arvioitu maankäytön muuttumisen johdosta hiilinieluihin ja -varastoihin kohdistuvien muutosten aiheuttamia päästöjä. Varhaisen suunnitteluvaiheen takia laskennassa ei ole huomioitu käyttövaiheen päästöjä eikä elinkaaren loppuosaa (moduuli C) tai mahdollisia elinkaaren ulkopuolisia vaikutuksia (moduuli D).

Laskennassa on tehty seuraavat projektikohtaiset oletukset:

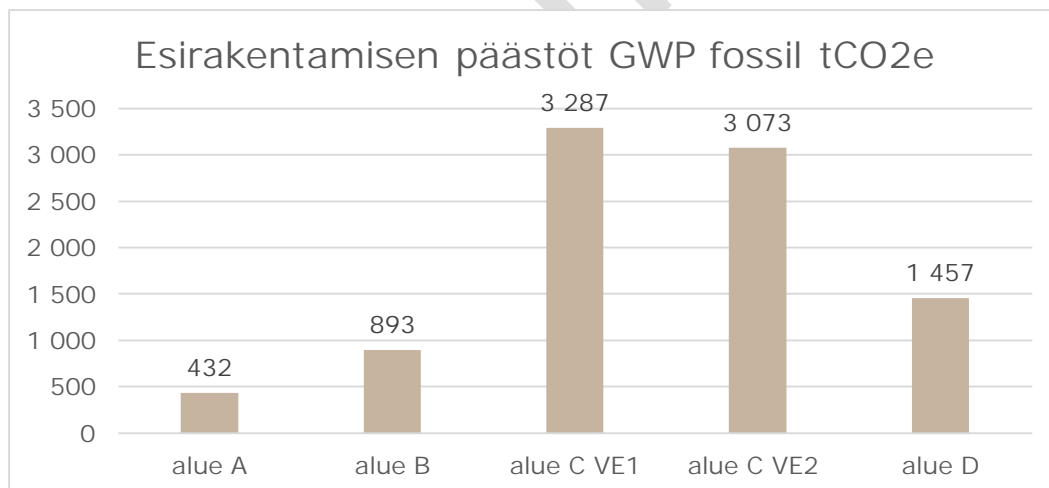
- Täyttömaa-ainekset ovat muissa hankkeissa syntyvää ylijäämää
- Oletus että 200 000 m³ louhetta saadaan 2 km päästä
- Loput alueella käytettävät maa-ainekset saadaan 10 km päästä (Näistä aineksista moreenia on 30% ja louhetta 70%)
- Louhe välivarastoidaan alueella kasalla ennen käyttöä.
- Ylikuormituspenkereet ovat louhetta tai mursketta. Kun penger puretaan, maa-aines käytetään alueella.
- Kaivetut pintamaat välivarastoidaan alueella, jonka jälkeen ne viedään 10 km päähän.
- Kaivumassoista 90 % käytetään alueella ja 10 % viedään 10 km päähän.
- Massanvaihdon leikkausmassat viedään hankkeen ulkopuolelle 10 km päähän.

- massanvaihdossa poistettavasta massasta 80% on turvetta ja 20% savea. Tilalle vaihdetaan louhetta.

Sisäisten kuljetusten osalta on käytetty 1km kuljetusmatkaa. Kuljetusmatkoissa on em. oletuksia lukuun ottamatta käytetty infran vähähiilisyden arviointimenetelmässä esitettyjä minimietäisyyksiä materiaaleille, joiden kuljetusmatkoista ei tässä vaiheessa ole tarkempaa tietoa.

9.2 Esirakentamisen päästöt

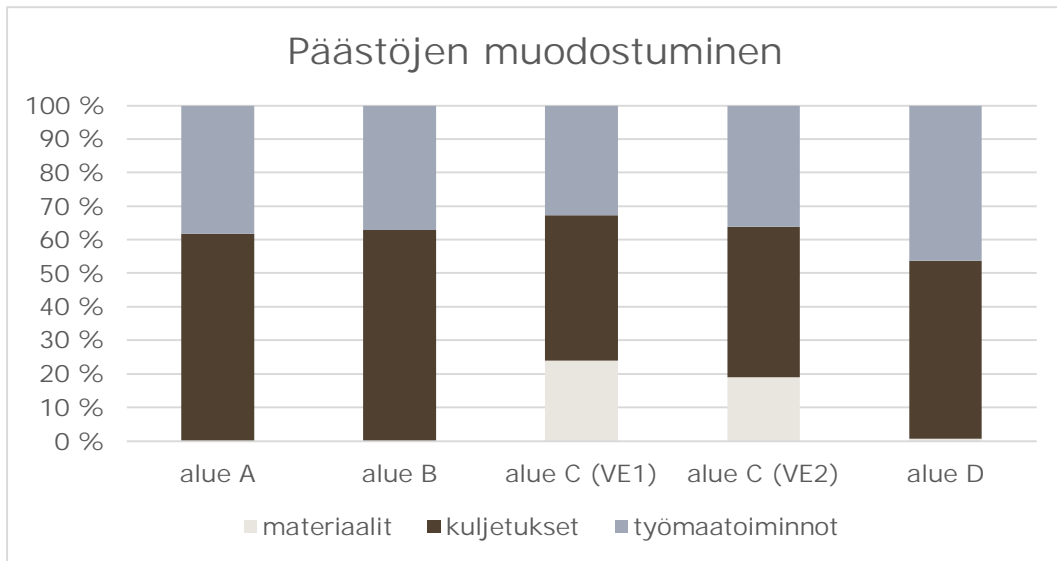
Esirakentamisen päästöt on esitetty kuvaajassa 9.1. Koko alueen esirakentamisesta aiheutuvat päästöt ovat noin 6 100 tCO₂e mikäli osa-alueen C paalulaatta toteutetaan teräspaaluilla tai noin 5 900 tCO₂e mikäli paalutus tehdään teräsbetonipaaluilla. Päästöt ovat selkeästi korkeimmat osa-alueella C, mikä johtuu alueen merkittävästi muita alueita suuremmista massamääristä sekä paalulaatan materiaaleista.



Kuvaaja 9.1 Esirakentamisen päästöt tCO₂e osa-alueittain. Alueen C vaihtoehdossa VE1 paalulaatta toteutetaan teräspaaluilla ja vaihtoehdossa VE2 teräsbetonipaaluilla.

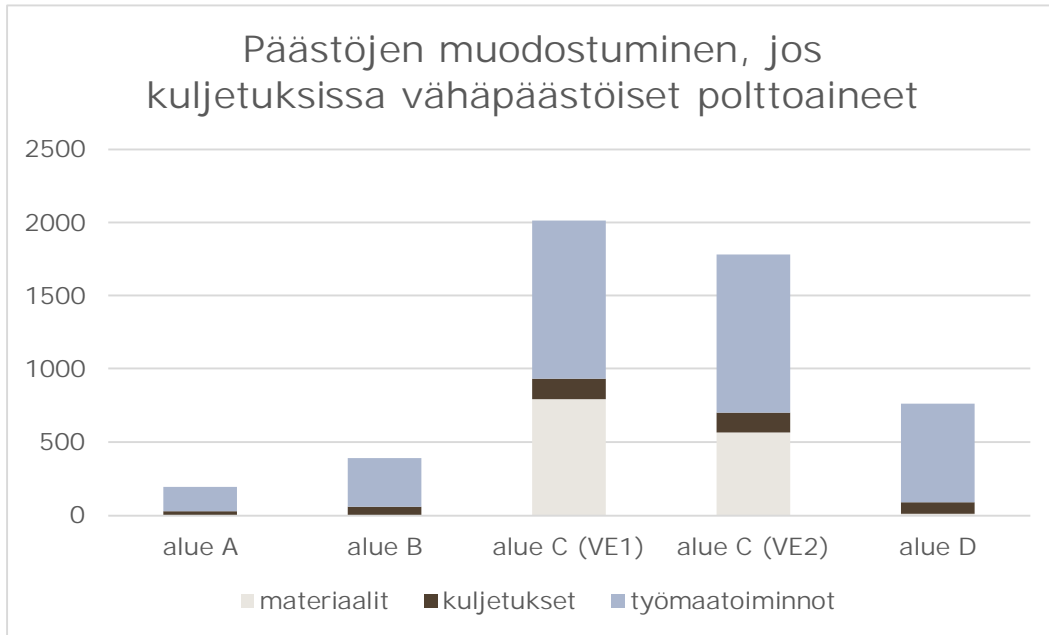
Koska esirakentaminen muodostuu pitkälti maarakentamisesta ja painavien maamassojen siirroista, muodostuu suurin osa (48 %) kokonaispäästöistä kuljetuksista. Työmaatoiminnot eli konetyö vastaavat noin 37 % kokonaispäästöistä ja materiaalit noin 15 %.

Kuvaajassa 9.2 on esitetty päästöjen jakautuminen osa-alueittain. Materiaalien osuus on selvästi pienin, sillä valtaosa esirakentamisen materiaaleista on maa-aineksia, jotka saadaan laskentaoletusten mukaan ylijäämänä muilta työmailta. Maa-aineksille ei täten ole laskettu hankinnan (louhinnan tai kaivun) päästöjä.



Kuvaaja 9.2 Esirakentamisen päästöjen muodostuminen moduulien A1-A5 osalta. Valtaosa materiaaleista on ylijäämämaita ja louhetta, joille ei ole laskennassa osoitettu hankinnan päästöjä.

Kuvaajassa 9.3 on esitetty ohjeellisena vertailuna päästöjen muodostuminen, mikäli kuljetuksissa käytetään vähäpäästöisiä polttoaineita ja näistä aiheutuva päästövähennys on 90 %.



Kuvaaja 9.3 Päästöjen muodostuminen moduuleissa A1-A5, mikäli kuljetuksissa hyödynnetään vähäpäästöisiä polttoaineita (90% pienemmät päästöt).

9.3 Vaikutukset hiilinieluihin ja -varastoihin

Vaikutukset alueen hiilinieluihin ja -varastoihin on arvioitu olettaen, että kaikki puut ja 20 cm pintamaata poistetaan. Lisäksi on arvioitu massanvaihdossa poistettavaan turvemaahan sitoutuneen hiilen määrä. Poistettavien maamassojen määrät on saatu hanketiedoista.

Puuston lajikohtaiset tilavuudet on saatu Luonnonvarakeskuksen avoimesta MVMI-aineistosta (Luke 2021a), ja puuston hiilivarasto on laskettu hankealueen pinta-alojen, puuston keskitilavuuksien ja puiden laskennallisen hiilipitoisuuden avulla. Hiilipitoisuuden laskennassa on käytetty havu- ja lehtipuille tiheyksiä 0,76 t/m³ ja 0,75 t/m³ (Lehtonen ym. 2004), ja puun biomassasta on oletettu olevan hiiltä 50 % (Alakangas ym. 2016). Puuston hiilinielu taas on arvioitu MVMI-aineiston (Luke 2021b) maakuntakohtaisen keskimääräisen puuston tilavuuden muutoksen avulla. Pirkanmaan osalta kasvunopeus on tilastojen mukaan 4,5 % vuodessa.

Puustoalueiden maaperän hiilinielujen ja -varastojen laskemiseksi on määritetty kasvupaikkatyyppi MVMI-paikkatietoaineiston avulla. Hiilinielu on laskettu käyttämällä maaperälle tehdyn jaottelun mukaisia Tilastokeskuksen kasvihuonekaasuinventaarion kertoimia (Tilastokeskus 2021, taulukko 1 (liite 6f)). Maaperän hiilivaraston määrän laskennassa on hyödynnetty keskimääräistä lukuarvoa hiilen määrälle kivennäismaalla (Liski ym. 2006).

Golfkenttäalueiden osalta hiilinielun ja -varaston suuruudet on arvioitu ruotsalaisessa tutkimuksessa saatujen kertoimien perusteella (Tidåker et al. 2017). Massanvaihtojen yhteydessä poistettavaan turvemaan sitoutuneen hiilen määrä taas on arvioitu turvemaan keskimääräisen turvepitoisuuden ja turpeen keskimääräisen hiilipitoisuuden avulla (Minkkinen & Laine 1998). Kaikkien tulosten osalta hiilen määrä on muutettu hiilidioksidiksi moolimassasuhteen 3,67 mukaisesti (IPCC 2007), ja kaikki hiilinielut ja -varastot on oletettu menettävän maanmuokkausten yhteydessä.

Taulukossa 9.1 on esitetty paikkatietoaineistoon perustuva arvio eri alueiden maaperätyyppien jakautumisesta. Koko puustoalue on Luken MVMI-aineistossa luokiteltu kivennäismaaksi, ja kivennäismaalle ja golfkenttäalueille on käytetty hiilitaselaskelmissa omia kertoimiaan. Muihin alueisiin sisältyy esimerkiksi rakennettuja alueita, joita ei ole huomioitu laskennassa.

Taulukko 9.1 Hankkeen osa-alueiden maaperätyypin jakautuminen hehtaareina.

[ha]	Puustoalue	Golfkenttä	Muut alueet
Alue A	1,12	8,56	0,63
Alue B	0,96	4,76	0,02
Alue C	2,77	11,16	1,51
Alue D	1,97	8,20	2,16

Arviot hankealueelta poistettavan puuston määrästä on esitetty taulukossa 9.2. Määrät on esitetty kuutiometreinä puulajeittain.

Taulukko 9.2 Hankealueilta poistettavan puuston määrä kuutiometreinä puulajeittain.

[m ³]	Mänty	Kuusi	Koivu	Muut lehtipuut	Yhteensä
Alue A	14,9	36,9	19,0	7,7	78,6
Alue B	14,0	26,2	19,4	4,7	64,4
Alue C	88,3	359,8	30,8	18,1	497,0
Alue D	43,8	57,8	36,2	14,3	152,1

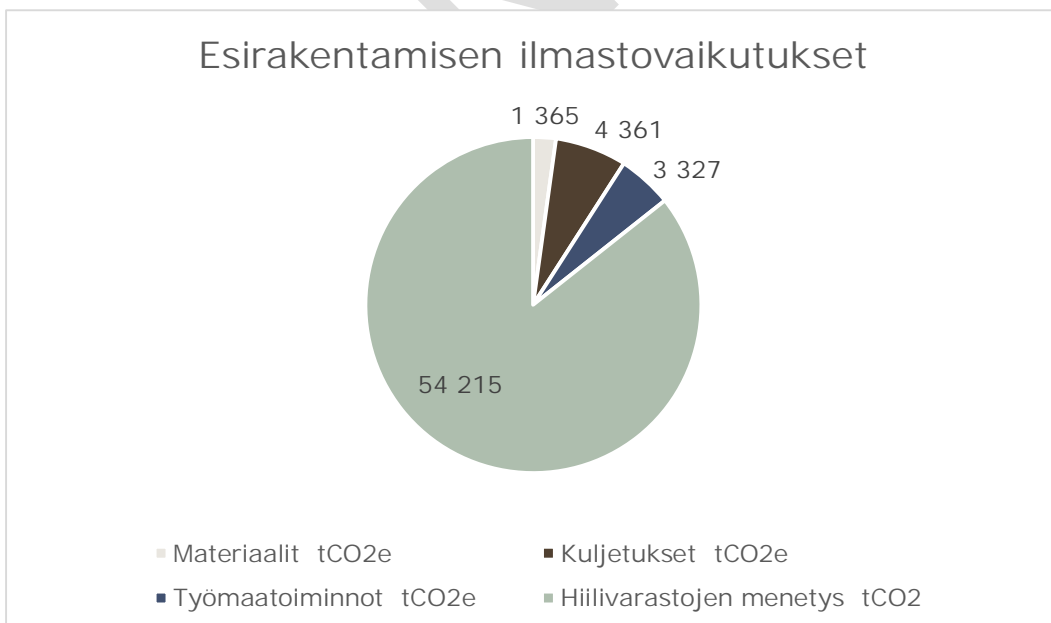
Arviot menetetyistä hiilinieluista ja -varastoista eri hankealueilla on esitetty taulukossa 9.3. Arvioihin on sisällytetty sekä puuston että maaperän pintakerroksen nielut ja -varastot. Lisäksi on arvioitu

massanvaihtojen yhteydessä poistettavaan turvemaahan sitoutuneen hiilen määrä.

Taulukko 9.3 Arvio hankkeen myötä poistuvien hiilinielujen ja -varastojen koosta.

	Alue A	Alue B	Alue C	Alue D	
Hiilinielu	7,7	5,6	35,0	12,3	tCO ₂ /a
Hiilivarasto	2879	1708	4607	3072	tCO ₂
Massanvaihtojen turpeen hiili	1415	11492	23150	5892	tCO ₂

Maaperän ja puuston poiston vuoksi menetettävä hiilivaraston määrä on lähes kuusinkertainen varsinaisesta esirakentamisesta aiheutuviin päästöihin verrattuna (kuvaaja 9.4).



Kuvaaja 9.4 Esirakentamisen ilmastovaikutukset muodostuvat paitsi itse rakentamisesta, myös rakentamisen tieltä menetettävän maaperän ja puuston hiilivaraston ja -nielujen menetyksestä.

Varastoihin sitoutuneen hiilen vapautumisaika riippuu massojen ja puuaineksen loppukäsittelystä; polttoon menevän puuaineksen tai turpeen osalta vapautuminen tapahtuu viimeistään polton yhteydessä. Hiilivarastojen lisäksi puuston ja maaperän poistuttua vuosittain menetettävä hiilinielu on arviolta 61 tCO₂.

9.4 Epävarmuustekijät

Laskenta on tehty hankeosalaskentana varhaisessa suunnitteluvaiheessa, jossa materiaalimäärät ja toimittajat sekä kuljetusolosuhteet ovat vielä arvioita. Ohjeelliset määrääriiot sisältävät oletettavasti myös hukan.

Laskennassa on käytetty päästötietokannan geneerisiä resursseja, joiden päästöarvo on lähtökohtaisesti valmistajakohtaisia arvoja korkeampi eikä huomioi esim. valmistajakohtaisia materiaalien kierrätys sisältöjä.

Laskennan ulkopuolelle jätettyjä resursseja ja prosesseja ovat puiden raivaus ja kantojen poisto ja lajittelu sekä paalulaatan valaminen osaluueella C. Näiden osuus kokonaispäästöistä arvioidaan pieneksi.

Hiilinielujen ja -varastojen laskennassa on hyödynnetty hanketietojen lisäksi yleisiä maa- ja maakuntakohtaisia paikkatietoja ja kertoimia, mikä lisää epävarmuutta tuloksiin.

9.5 Johtopäätökset

Esirakentamisen ilmastovaikutukset aiheutuvat paitsi työmaatoiminnoista, materiaaleista ja kuljetuksista myös rakentamisen tieltä poistettavan puuston ja maaperän hiilivarastojen menetyksestä. Yksi merkittävimmistä keinoista rakentamisen päästövähennysten saavuttamiseksi on kuljetusmatkojen vähentäminen ja vähäpäästöisiä polttoaineita käyttävän kuljetuskaluston valinta.

Alueen esirakentamisen yhteydessä alueelta poistetaan puuston lisäksi massanvaihdolla suuria määriä pintamaita sekä turvetta, joista etenkin

turpeeseen on aikojen saatossa sitoutunut merkittävä määrä hiiltä. Varastoihin sitoutuneen hiilen vapautumisaika riippuu massojen ja puuaineksen loppukäsittelystä. Ilmastovaikutusten ja kiertotalouden kannalta puulle ja turpeelle olisi hyvä osoittaa jokin korkeamman jalostusasteen käyttömuoto kuin poltto/energiahyödyntäminen. Erityisesti turpeen osalta materiaalin hyötykäyttömahdollisuuksien selvitys olisi hyvä tehdä hyvissä ajoin etukäteen alan yritysten kanssa. Turpeen osalta vaihtoehtoina voivat olla esim. hyödyntäminen kasvualustojen tai aktiivihillen raaka-aineena.

10 Jatko-toimenpide-ehdotukset

Tämä raportti laskelmineen tulee päivittää päivittyneen puistosuunnitelman ja sitä myötä päivittyvän yleispinnantasauksen perusteella.

Esitetyt esirakentamistoimenpiteet ovat alustavia ja perustuvat paikoitellen hyvin vähäiseen pohjatutkimusmäärään. Tästä syystä esirakentamistoimenpiteisiin liittyy tässä suunnitteluvaiheessa paljon epävarmuutta.

Turpeen poiskaivusta syntyy potentiaalisesti hyvin suuret CO₂ päästöt. Turpeen loppukäyttömahdollisuuksia on syytä arvioida tästä näkökulmasta jatkossa. Dynaamisella syrjäyttämällä voidaan myös potentiaalisesti pienentää em. päästöjä merkittävästi. Menetelmän koeluontoista käyttöä alueella tulisi myös selvittää jatkossa.

Suunnitellun koulun piha-alueella on todennäköisesti laaja pehmeikkö, mutta alueelta ei ole pohjatutkimuksia. Jatkosuunnittelussa alueelta on syytä tehdä pohjatutkimuksia esirakentamistarpeen arvioimiseksi.

11 Lähteet

Alakangas ym. 2016. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia (Properties of the fuels used in Finland). VTT Technical Research Centre of Finland Ltd., Espoo (2016). [<https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2016/T258.pdf>]

Eekelen van Suzanne J.M., & Brugman Marijn H.A. 2016. Design Guideline, Basal Reinforced Piled Embankments. SBRCURnet, Deltares. Published by CRC Press.

IPCC 2007. Climate Change 2007. AR4 Synthesis Report. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_full_report.pdf]

Liski ym. 2006. Carbon accumulation in Finland's forests 1922–2004—an estimate obtained by combination of forest inventory data with modelling of biomass, litter and soil. Annals of forest science 63.7 (2006): 687-697. [<https://www.afs-journal.org/articles/forest/pdf/2006/07/f6070.pdf>]

Luke 2021a. Avoin data, Luke - aineistonlatauspalvelu. [<https://kartta.luke.fi/opendata/valinta.html>]

Luke 2021b. Puuston keskikasvu metsämaalla, Luke - Tilastotietokanta. [https://statdb.luke.fi/PxWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__04%20Metsa__06%20Metsavarat/1.25_Puuston_keskikasvu_metsamaalla.px/?rxid=f8ed5f38-9607-4c55-91c9-791d660b234e]

Lehtonen ym. 2004. Biomass expansion factors (BEFs) for Scots pine, Norway spruce and birch according to stand age for boreal forests. Forest Ecology and Management 188 (2004) 211–224.

Minkkinen & Laine 1998. Effect of forest drainage on the peat bulk density of pine mires in Finland. Canadian Journal of Forest Research, 28(2), 178-186.

[https://www.researchgate.net/profile/Kari-Minkkinen-2/publication/249534602_Effect_of_forest_drainage_on_the_peat_bulk_density_of_pine_mires_in_Finland/links/5e4ea16392851c7f7f48df4c/Effect-of-forest-drainage-on-the-peat-bulk-density-of-pine-mires-in-Fin]

Rakennustieto Oy. Infra 2015 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö. Määramittausohje.

Sekowski J., Kwiecien S., Kanty P. 2018. The Influence of Dynamic Replacement Method on the Adjacent Soil Int J Civ Eng (2018) 16: 1515–1522 <https://doi.org/10.1007/s40999-017-0231-6>

Tidåker, P., Wesström, T., & Kätterer, T. 2017. Energy use and greenhouse gas emissions from turf management of two Swedish golf courses. Urban Forestry & Urban Greening, 21, 80-87.

Tilastokeskus 2021. Greenhouse gas emissions in Finland 1990 to 2019. National inventory report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol. [<https://unfccc.int/documents/271571>]

Väylävirasto. Infrarakentamisen vähähiilisyden arviointimenetelmä. Väyläviraston ohjeita 43/2023.

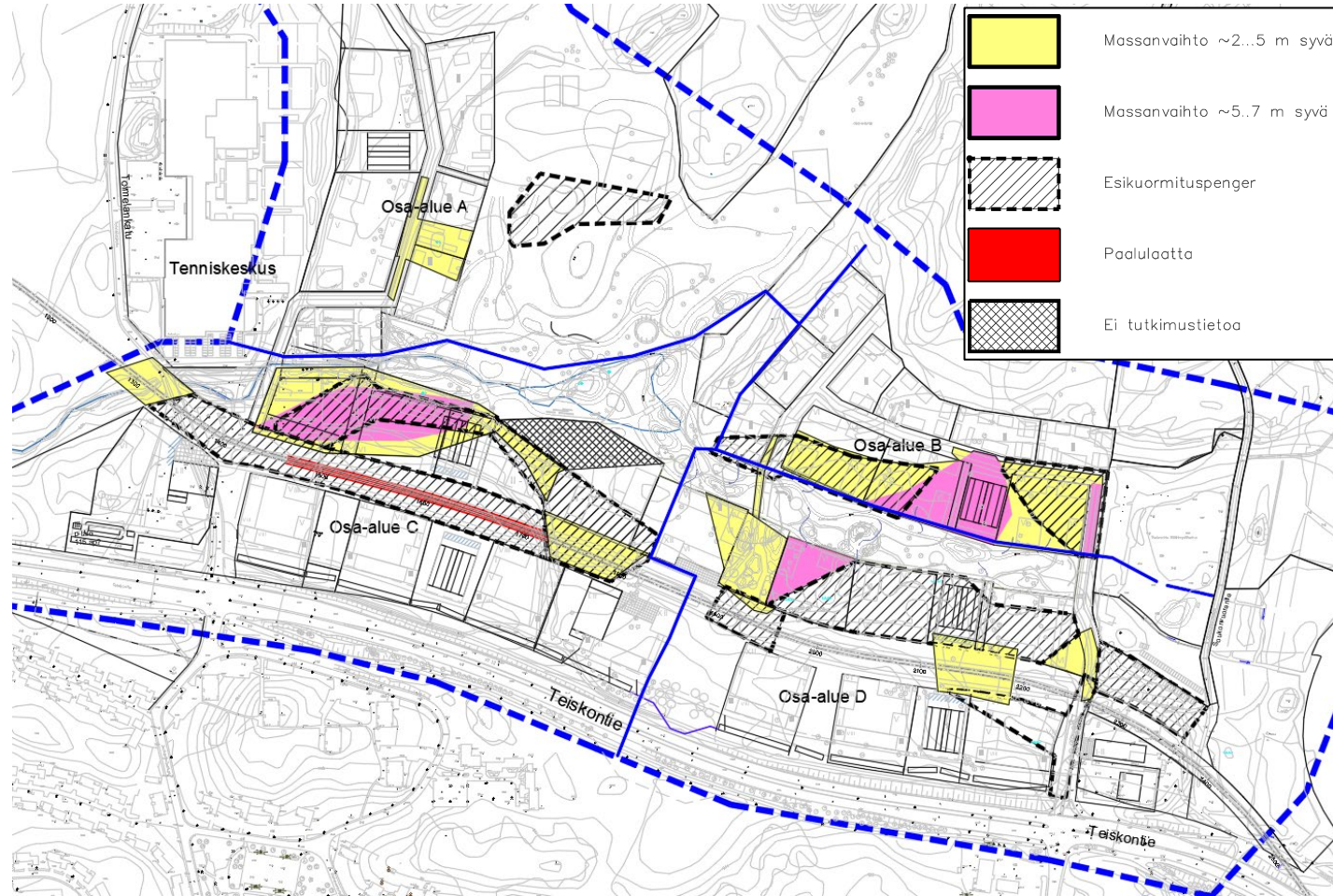
[https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2023-43_vahahiilisyden_arviointimenetelma_web.pdf]

Väylävirasto 2018. Liikenneviraston ohjeita 17/2018, Syvästabiloinnin suunnittelu (J. Forsman).

[https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo_2018-17_syvastabiloinnin_suunnittelu_web.pdf]

Alasjärven esirakentamisselvitys

- Rakennettavuusselvityksen perusteella alue on pääosin pehmeiköä; savea ja turvetta.
- Savipehmeiköt eivät kuitenkaan pääosin ole kovin syviä, ja niissä painumat tapahtuvat nopeasti. Näin ollen ne eivät vaativuudeltaan poikkea nykyisin tavanomaisina pidettävistä olosuhteista.
- Esirakentamistoimenpiteitä vaativat lähinnä turvepehmeiköt, jotka sijaitsevat pääosin Sadevesipuiston varressa. Suurin osa korttelialueista ei edellytä ennakoivia esirakentamistoimenpiteitä.
- Pääasiallisena toimenpiteinä on esitetty turpeille massanvaihtoja (keltaiset ja vaaleanpunaiset alueet), sekä saville esikuormituspenkereitä (viivoitettu alue).
- Osa massanvaihtoista on syviä ja massanvaihtojen kokonaistilavuus on noin 250 000 m³.
- Alueelle tarvitaan myös täyttöjä noin 300 000 m³, joten alueelle tarvitaan kokonaisuudessaan noin 550 000 m³ täyttömaita (tämä vastaa louheena noin 300 000 m³ kiintokalliosta saatavaa louhetta).
- Esirakentamisen (pohjanvahvistukset ja täytöt) kustannukset alueella ovat arviolta noin 20 MEUR, josta noin 12 MEUR kohdistuu korttelialueille ja 8 MEUR yleisille alueille.
- Suurimmat rakentamiseen liittyvät päästöt syntyvät poiskaivetusta turpeesta vapautuvasta hiilestä. Suorista päästöistä massojen kuljetus aiheuttaa suurimmat päästöt.



Alasjärven esirakentamisselvitys

