

KERAN RAKENTAMISEN AIKAISTEN MASSOJEN HALLINTA

ESPOO, KERAN KAAVARUNKOALUE

ENV1249

7.6.2019 **LUONNOS**

Sisälllys

1	Johdanto	3
2	Espoon kaupungin kestävän kehityksen tavoitteet	3
3	Kera kaavoituksen näkökulmasta	4
4	Keran nykytila.....	7
4.1	Rakennuskanta ja toiminnot	7
4.2	Kaavoitus.....	8
4.3	Pohja- ja pintavesi	8
4.4	Maaperä	9
4.5	Pilaantuneet alueet.....	9
5	Purun ja rakentamisen aikana syntyvät massat.....	10
5.1	Yleistä	10
5.2	Kysely maanomistajille	10
5.3	Rakennusmateriaalit.....	11
5.4	Asfaltti	11
5.5	Ylijäämämaat ja louhe	11
6	Rakentamisen aikana hyötykäytettävät massat	13
6.1	Yleistä	13
6.2	Korkotason vaikutus massamääriin	14
6.3	Maa-ainekset.....	15
6.4	Betoni	16
6.5	Louhe	16
6.6	Asfaltti ja tiili.....	16
6.7	Hyötykäytön luvitus.....	17
7	Massojen hallinnan vaikutukset asemakaavamääräyksiin	18
7.1	Hyötykäytön edellyttämät aluevaraukset.....	18
7.2	Hyötykäyttöä rajoittavat tekijät	18
7.3	Pilaantuneet alueet.....	19
8	Hiilijalanjälki	20
9	Massojen hallinnan edistäminen.....	22

9.1	Osapuolten roolien selkeyttäminen	22
9.2	Väliavarastointi.....	22
9.3	Massakoordinointi	23
9.4	SeutuMaisa	23
9.5	Espoon kaupunki	23
9.6	Maanomistajat.....	24
9.7	Rakennuttajat.....	24
9.8	Suunnittelijat	24
9.9	Kommunikointi/viestintä.....	24

Liitteet

Liite 1	Purkubetonin kiinteistökohtaiset määrät
Liite 2	Purkuasfaltin kiinteistökohtaiset määrät
Liite 3	Kaivuumassojen alueellinen jakauma
Liite 4	Muodostuva kallioulouhe alueittain
Liite 5	Aluekartta, paikannusindeksit

7.6.2019 LUONNOS

1 Johdanto

Keran kaavarunkoalueen kehittäminen on etenemässä asemakaavoitusvaiheeseen ja osalla alueesta asemakaavoitus on jo käynnissä. Asemakaavamääräyksiin ja rakentamisen ohjaamiseen kaivataan työkaluja kestävän kehityksen mukaisesta massojenhallinnasta alueen rakentuksessa. Samoin pilaantuneen maan kunnostusten ja pilaantuneiden alueiden hallinnoinnin toimintatapoihin halutaan yhtenäisyyttä alueen toimijoiden välille. Selkeyttämällä etukäteen mahdollisia toimintamalleja pyritään alueen maanomistajat ja rakennuttajat sitouttamaan kestävään kehitykseen tähtääviin toimintatapoihin. Tieto ohjaa yksityisiä maanomistajia, suunnittelijoita ja Espoon kaupunkia huomioimaan kestävän kehityksen edellytykset riittävän aikaisessa vaiheessa hankkeiden toteutusta.

Tämän selvityksen tarkoituksena on lisäksi osoittaa paitsi ilmastonmuutoksen torjuntaan tähtäävien toimenpiteiden vaikutukset, myös niiden taloudellinen merkitys. Hiilijalanjäljen pienentäminen voidaan toteuttaa kustannuksia säästävällä tavalla suunnittelemalla toimet etukäteen.

Selvityksen tilaajina ovat olleet Espoon kaupungin kaupunkitekniikan keskus ja kaupunkisuunnittelukeskus, joiden yhteyshenkilöinä ovat olleet Virpi Nikulainen ja Tiina Piironen. Espoon kaupunki on teettänyt Keran alueesta samanaikaisesti koordinoituina selvitykset hulevesistä (Ramboll Finland Oy) sekä alueen silloista ja alikuiluista (WSP Finland Oy).

2 Espoon kaupungin kestävän kehityksen tavoitteet

Espoo on Suomen toiseksi suurin kaupunki, jonka asukasmäärä on yli 270 000 henkilöä ja pinta-ala 528 km² (maa-alaa 312 km²). Espoo on voimakkaan kasvun aluetta. Ennusteen mukaan Espoon väkiluku vuonna 2027 olisi lähes 321 000 asukasta.

Espoossa on useita kaupunkikeskuksia, joita ovat Espoon keskus, Espoonlahti, Leppävaara, Matinkylä ja Tapiola. Lisäksi on pienempiä paikalliskeskuksia. Espoon haasteena kestävän kehityksen kannalta onkin erityisesti hajautunut kaupunkirakenne, joka aiheuttaa haasteita mm. julkiselle liikenteelle. Myös monipuolinen teollisuus luo omat haasteensa kestävän kehityksen strategian toteuttamiselle [1,2].

Espoon kaupungin ympäristöstrategian juuret ulottuvat 1970-luvulle, jolloin Espooseen perustettiin ympäristönsuojelulautakunta ja sen myötä ympäristöpoliittinen tavoiteohjelma. 1990-luvulla siirryttiin tekemään varsinaisia kaupungin yhtenäistä ympäristöstrategioita. Vuonna 2013 strategiaa alettiin kutsua nimellä Espoo-tarina. Nykyinen Espoo-tarina on hyväksytty 11.9.2017 ja se on nelivuotinen. Espoo-tarina sisältää Espoon vision, arvot ja toimintaperiaatteet, jotka on esitetty alla.

Espoon visio

Verkostomainen viiden kaupunkikeskuksen Espoo on vastuullinen ja ihmellinen edelläkävijäkaupunki, jossa kaikkien on hyvä asua, oppia, tehdä työtä ja yrittää ja jossa espoolainen voi aidosti vaikuttaa.

Espoon arvot ja toimintaperiaatteet

Espoo on asukas- ja asiakaslähtöinen.

7.6.2019 **LUONNOS**

Espoossa on tärkeää, että arki sujuu. Espoon parhaat voimavarat ovat asukkaat, yhteisöt ja yritykset. Asukkaiden aktiivinen osallistuminen palvelujen kehittämiseen ja yhteistyö kumppaneiden kanssa takaavat tulokselliset ja asukkaiden tarpeisiin vastaavat palvelut.

Espoo on vastuullinen edelläkävijä.

Edelläkävijyys merkitsee ennakkoluulottomuutta ja luovuutta, avoimuutta, nykyisen kyseenalaistamista ja rohkeutta tehdä asioita uudella tavalla. Edelläkävijyyteen sisältyy tutkimuksen ja kansainvälisen kokemuksen hyödyntäminen, kokeilut ja myös niihin liittyvien epäonnistumisten kestäminen. Kehitämme Espoota sosiaalisesti, ekologisesti ja taloudellisesti kestävästi.

Espoo on oikeudenmukainen.

Toimimme avoimesti, oikeudenmukaisesti, tasa-arvoisesti, yhdenvertaisesti, inhimillisesti ja suvaitsevasti.

Kehitysohjelmat

Espoo-tarinaa toteutetaan poikkihallinnollisilla kehitysohjelmilla. Kehitysohjelmia on neljä erilaista, joista Kestävä Espoo on yksi. Kestävä Espoo -kehitysohjelmassa keskitytään toimenpiteisiin, joilla voidaan tukea kaupungin hiilineutraalius 2030 tavoitteen saavuttamista. Espoon kaupunki on sitoutunut tähän tavoitteeseen ja sen saavuttamiseksi etsitään uusia ratkaisuja mm. kaukolämmön ja älykkäiden energiaratkaisujen kehittämiseksi yhteistyössä Fortumin kanssa. Kestävä Espoo -kehitysohjelman hyötytavoitteiksi on esitetty seuraavat viisi kohtaa:

1. Rakennamme ja kehitämme Espoota älykkäillä ratkaisulla
2. Espoolaisten liikkuminen sujuvoituu ja monipuolistuu
3. Päästötön energian tuotanto ja älykkäät energiaratkaisut
4. Espolaiset toimivat vastuullisesti

5. Lähiympäristön luontohyödyt ja virkistytymismahdollisuudet kasvavat

Suurimpana haasteena kaupungilla on väestönkasvu ja vaikka yksilökohtaiset päästöt ovatkin vähentyneet seurannan aikana, kokonaispäästöjen pienentämisessä ei olla päästy tavoitteeseen.

Kaavoituksen osalta tavoitteena on kehittää tiiviitä rakennetun ympäristön alueita, joilla suositaan ekologisia rakennusmateriaaleja ja hyödynnetään uusiutuvaa energiaa. Kaavoituksella voidaan myös edesauttaa liikkumisen aiheuttamien päästöjen vähentämistä mahdollistamalla erityisesti kevyen liikenteen ja joukkoliikenteen sujuminen.

Keran alue nousee esiin Kestävä Espoo –kehitysohjelman yhtenä kärkiprojektina. Keran alueen osalta nousee esille erityisesti tarve määritellä alueen toiminnallisuus ja pyrkiä edistämään puhtaiden ja älykkäiden kaupunkiratkaisujen käyttöönottamista.

3 Kera kaavoituksen näkökulmasta

Keran alueen suunnittelun keskeisenä lähtökohtana on ollut muodostaa alueesta kaupunkimainen uusi iso paikalliskeskus juna-aseman pohjois- ja eteläpuolelle. Laajat teollisuus- ja logistiikka-alueet poistuvat ja aluetta kehitetään kerrostalovaltaiseksi paikalliskeskukseksi kouluineen ja puistoineen (kuva 1). Alue tukeutuu voimakkaasti joukkoliikenteeseen. Keraan on tarkoitus tulla selkeä keskustakortteleiden vyöhyke, johon tulee runsaasti työpaikkoja; asuinkortteleiden maantasokerrosten on tarkoitus olla suurelta osin liike- ja toimitiloja. Radan erottavaa vaikutusta vähennetään yli- ja alikulkureiteillä [3].

7.6.2019 LUONNOS



Kuva 1 Keran asemakaavarunkoalueen havainnekuva, Lähde: Asemakaavarunko, Arkkitehtuuritoimisto B&M Oy, 31.3.2017.

Viheralueet on tarkoitus toteuttaa mahdollisimman laajoine yhtenäisinä kokonaisuuksina. Virkistysyhteydet jatkuvat radan etelä- ja pohjoispuolitse turvallisilla yhteyksillä. Pääkatuverkot noudattelevat olemassa olevia katuverkkoja. Ajoneuvojen pysäköinti on tarkoitus keskittää kehäkadun varteen. Keran alueesta on tarkoitus kehittää kävelyyn, pyöräilyyn ja joukkoliikenteeseen tukeutuva keskusta-alue.

Keran osayleiskaava tuli lainvoimaiseksi 29.8.2018. Keran osayleiskaavalle on asetettu tavoitteeksi alueen suunnittelu kestävän kehityksen käytäntöjä toteutettavaksi, energiatehokkaaksi, toiminnoiltaan monipuoliseksi, kaupunkimaiseksi ja omaleimaiseksi alueeksi.

Kaavarunkoalueella sijoittuvat Keran, Karamalminrinteen ja Karapellon asemakaava-alueet. Asemaakaavoitus näillä alueilla on parhaillaan meillä. Kaikki kolme em. aluetta sisältävä Keran asemakaavarunko on valmistunut 31.3.2017 (kuva 2). Asemakaavarunkoalue on kokonaisudessaan noin 79 ha, josta puistoja on yhteensä noin 6,5 ha. Suunnitelman mukaan alueelle on tulossa noin 532 000 k-m² asuinrakentamista ja liike-, palvelu- ja työpaikkarakentamista noin 147 000 k-m². Alueelle tulee myös kaksi uutta koulua ja päiväkodit niiden yhteyteen.

Puisto- ja aukioalueita tulee radan molemmin puolin pohjois- ja eteläpuoleiset alueet yhdistäväksi puistovyöhykkeeksi. Pysäköinti sijoitetaan keskistetyksi pysäköintitaloihin ja -laitoksiin mahdollisimman lähelle katukehää. Polkupyöräilyä tuetaan kattavalla pyöräilyverkostolla. Kaupunkirata on alueen tärkein joukkoliikennepalvelu, lisäksi alueelle on suunniteltu tiheävuorovälinen runkolinja, joka muuttuu myöhemmin raitiotielinjaksi.

Hulevesien hallinta perustuu osayleiskaavan mukaan kiinteistö- ja korttelikohtaisiin sekä alueellisiin hulevesien viivytysratkaisuihin ja viivytäviin ja suodattaviin kaupunkipainanteisiin. Maaperäolosuhteiltaan noin puolet alueesta sijoittuu hiekkamoreenimaalle ja noin puolet savialueelle. Maaperän tai pohjaveden pilaantuneisuutta on selvitetty vain pienillä alueilla ja nykytiedolla ei vielä pystytä määrittämään mahdollisten pilaantuneiden alueiden laajuutta. Suunnittelualueen pohjoisosan viheralueille sijoittuu kaksi liito-oravien ydinaluetta.

7.6.2019 LUONNOS



Kuva 2. Keran asemakaavarunkoalue, Lähde: Asemakaavarunko, Arkkitehtuuri- ja suunnitteluyhtiö B&M Oy, 31.3.2017.

Energian osalta Keran alueella tullaan pyrkimään mahdollisimman suureen uusiutuvan energian hyödynnettävyyteen ja korkeaan energiaomavaraisuusasteeseen. Mahdollisia ratkaisuja ovat mm. aurinko- ja geotermia sekä kotimaista uusiutuvaa polttoainetta käyttävä polttolaitos. Alue sijoittuu olemassa olevan kaukolämpöverkoston alueelle, jonka kapasiteetti riittää kattamaan tulevan lämmitysenergian tarpeen.

Alueen toteuttaminen on tarkoitus vaiheistaa siten, että alueelle saadaan palveluita heti alusta lähtien. Tässä voidaan hyödyntää osin nykyisiä rakennuksia. Julkiset liikenneyhteydet toteutetaan heti alussa toimiviksi.

7.6.2019 **LUONNOS**

4 Keran nykytila

4.1 Rakennuskanta ja toiminnot

Asemakaavarunkoalue on aiemmin ollut pääosin teollisuus-, varasto-, toimisto- tai logistiikkakäytössä. Kaavarunkoalueen nykyiset toiminnot ja rakennukset näkyvät ilmakuvassa vuodelta 2017 (kuva 3) ja maanomistusta on havainnollistettu kuvassa 4. Alueen suurimpia nykyisiä toimijoita ja työnantajia ovat Inex Partners Oy ja Nokia Oyj, joista Inex Partnersin toiminta siirtyy muualle vuoden 2019 aikana. Oy Aga Ab:n tuotantotoiminta on loppunut alueella vuonna 1995 ja Julius Tallberg Kiinteistöjen alueella toiminta on osin loppunut; kristillinen koulu jatkaa toimintaansa toistaiseksi. Lisäksi Espoon kaupungilla on merkittävää maaomistusta, joka kohdentuu tie- ja katualueisiin.

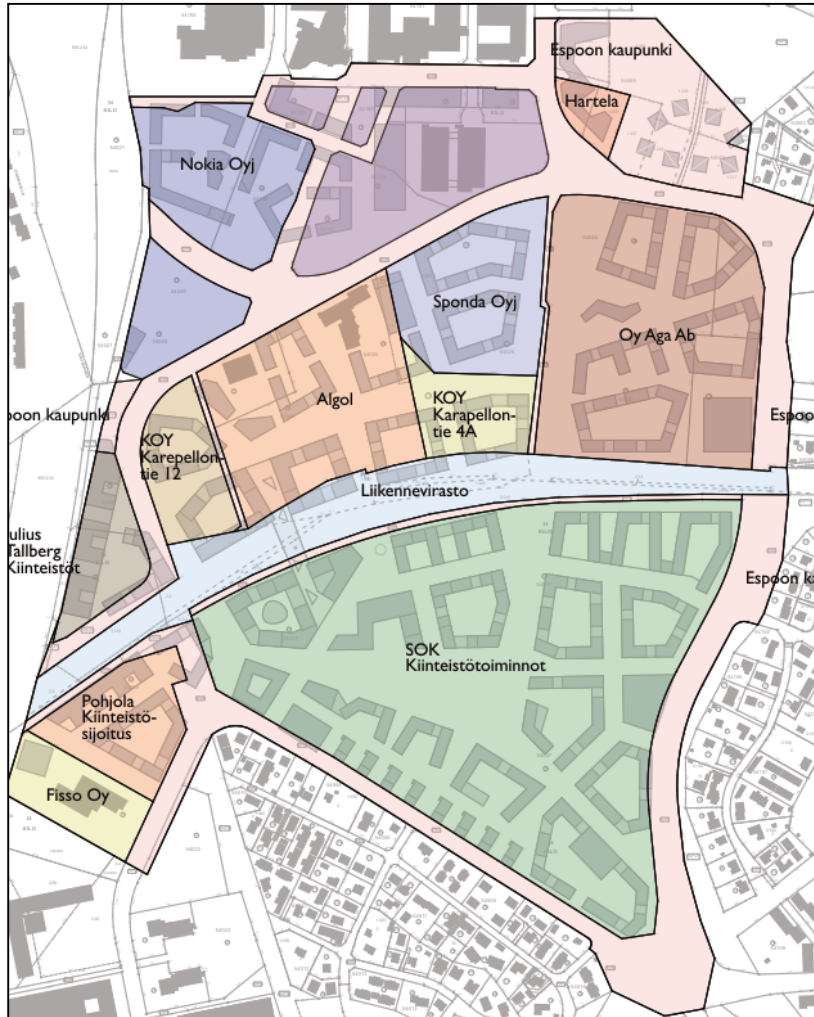
Alueen halki kulkee itä- ja länsisuuntaisesti Rantarata, jonka varrella sijaitsee Keran asema. Rantaradan pistoraiteita on sijainnut sekä Algolin että SOK:n omistamilla maa-alueilla, mutta rakenteet on purettu tai peitetty.

Merkittävä osa rakennuskannasta on 1960-luvulta; säilytettävä Keraamiikkatehdas on rakennettu vuonna 1917. Rakenteet ovat pääsääntöisesti betonisia. Merkittävä osa Kerasta on asfaltoitu.



Kuva 3. Ilmakuva 2017. (Lähde: Espoon karttapalvelu, 11.6.2018.)

7.6.2019 LUONNOS



Kuva 4. Maanomistus ja korttelirakenne, Lähde: Asemakaavarunko, Arkkitehtuuritoimisto B&M Oy, 31.3.2017.

4.2 Kaavoitus

Keran osayleiskaava tuli lainvoimaiseksi 29.8.2018. Suunnittelualueella on voimassa useita eri asemakaavoja. Alue on pääosin asemakaavoitettu työpaikka-alueeksi. Rantaradan pohjoispuoli on asemakaavoitettu 1970-luvun alussa, eteläpuoli 1980-luvun alussa. Alueella on vireillä kolme asemakaavamuutosta: Karamalminrinne (130517), Karapelto (130516) ja Kera (130140). Yksityiset maanomistajat teettävät maankäytön suunnittelua ja yhteistyökumppanina on vahvasti Espoon kaupunki.

4.3 Pohja- ja pintavesi

Suunnittelualue ei sijaitse luokitellulla pohjavesialueella. Etäisyys lähimpään I-luokan pohjavesialueeseen (Puolarmetsä, 0104902) on noin 4,3 km. Alueella on ainakin osin erilliset orsivesi- ja pohjavesikerrokset. Savipatjan alla sijaitseva pohjavesi on paineellista ja sen painetaso on noin 2 m nykyisen maanpinnan alapuolella, tasolla +24 mpy. Likimain samassa korkeusasemassa tai hieman ylempänä sijaitsee orsiveden pinnan taso; orsivesipinta on esim. Spondan kiinteistöllä paikoin vain noin 0,6 m nykyisen maanpinnan alapuolella. Pohjaveden virtauksen on arvioitu suuntautuvan kaakkoon, kun pinnankorkeuksien perusteella orsivesi virtaa etelään.

Pääosa Keran alueen hulevesistä johdetaan pohjoispuoleisessa radanvarsiojassa itään Leppävaaran suuntaan. Hulevedet päätyvät tässä ojassa Mankkaanpuroon, noin 500 m kaava-alueen itäpuolella olevan radanalituksen kautta. Lisäksi pieni osa Keran alueen koilliskulman hulevesistä johtuu koillisen suuntaan kohti Monikonpuroa. Ja vastaavasti pieni osa Keran alueen kaakkoiskulman hulevesistä johtuu Nuijamäkinimisen tien hulevesiviemäriä kohti Mankkaanpuroa. [8]

7.6.2019 **LUONNOS**

Mualla maaperän on todettu paikoin sisältävän öljyhiilivetyjä ja raskasmetalleja rajatuilla alueilla niiltä osin kuin tietoja on saatavilla. Kaikkien kiinteistöjen osalta tutkimustietoa ei ole saatavilla ja osalla tutkimusvaihe on kesken.

5 Purun ja rakentamisen aikana syntyvät massat

5.1 Yleistä

Jätelaki (646/2011) velvoittaa yleisesti toimijoita noudattamaan jätteen tuottamisessa ja käsittelemisessä etusijajärjestystä:

1. Jätteen määrän ja haitallisuuden vähentäminen
2. Uudelleenkäyttö
3. Hyödyntäminen aineena (kierrätys)
4. Hyödyntäminen energiana
5. Loppusijoitus

Keran rakentumisessa jätelain velvoitteet voidaan täyttää mm. seuraavien toimenpitein:

- kaivumaiden ja/tai ylijäämämaiden määrän vähentäminen
- kaivumaiden käsittely teknisen laadun parantamiseksi
- rakennusten ja rakenteiden purkumateriaalin hyödyntäminen
- purkuasfaltin hyödyntäminen
- kaivumassojen hyödyntäminen.

Kaikki kyseiset toimenpiteet edesauttavat myös rakentamisen toteuttamista kestävästä kehityksen periaatteiden mukaisesti.

5.2 Kysely maanomistajille

Keran asemakaavarungon alueen maanomistajille tehtiin kesäkuussa 2018 kysely, jolla kartoitettiin sekä purun aikana syntyvien hyötykäytettävien massojen määrää, että laatua (maa ja betoni). Lisäksi pyydettiin arvioimaan hankkeiden aikataulua. Tarkoituksena oli myös saada maanomistajien tietoisuuteen, että massojen hyötykäyttöä edistetään kaavoittajan toimesta. Kyselyyn saatiin vastaukset neljältä maanomistajalta. Vastauksia on hyödynnetty materiaaalilaskennoissa.

7.6.2019 LUONNOS

5.3 Rakennusmateriaalit

Suunnittelualueelta purettavista rakennuksista syntyvän purkubetonin massamäärä on koko alueella yhteensä noin 85 000 m³, jos kaikki alueella olevat rakennukset puretaan. SOK Kiinteistötoimintojen omistamalta alueelta purettavan betonin määrä on noin 47 000 m³, eli noin puolet koko suunnittelualueen kokonaismäärästä. Algol Oy:n kiinteistöiltä purkubetonia arvioidaan syntyvän noin 9 000 m³, Oy AGA Ab:n kiinteistöiltä noin 6 700 m³ ja Nokia Oyj:n omistamilta kiinteistöiltä noin 5 800 m³. Suunnittelualueen lounaiskulmassa sijaitsevilta Fisso Oy:n ja Pohjola Kiinteistösijoitus Oy:n kiinteistöiltä purkubetonin määrä on molemmissa arviolta runsaat 4 000 m³. Huomioitavaa kuitenkin on, että lopulliset alueiden kehittämissuunnitelmat eivät ole selvillä ja purettavat rakennukset selviävät myöhemmin.

Purkubetonin määrät on esitetty kiinteistökohtaisesti eroteltuna liitteen 1 taulukossa.

Purettavien rakennusten rakennusmateriaalit on arvioitu valokuvien perusteella. Rakennusten pinta-alat on mitattu ilmakuvien perusteella. Kerrosluvun ja käyttötarkoituksen osalta tiedot perustuvat Espoon kaupungin karttapalvelun rakennustietoihin. Purkubetonin määrän laskennassa oletuksena oli, että betonimäärä rakennuksissa on 0,7 t/m²/kerros.

Muiden purettavien materiaalien määrää ei tässä yhteydessä arvioida, koska niiden ei arvioida olevan hyötykäyttökelpoisia. Tiilen hyötykäyttö maarakentamisessa on MARA-asetuksen piirissä, mutta murenevuu- tensa vuoksi sen hyödyntämispotentiaali maarakentamisessa on heikko.

5.4 Asfaltti

Suunnittelualueelta purettavan asfaltin kokonaismäärä on noin 22 500 m³ ja asfaltoidun alueen kokonaispinta-alaksi on arvioitu

185 000 m². Yli puolet purkuasfaltista, noin 12 000 m³, arvioidaan tulevan SOK Kiinteistötoimintojen omistamalta alueelta. Algol Oy:n kiinteistöiltä purettavan asfaltin määrä on arviolta noin 2 600 m³, Oy AGA Ab:n kiinteistöiltä noin 2 200 m³ ja Sponda Oyj:n kiinteistöiltä noin 1 000 m³. Muiden kiinteistönomistajien alueilla purkuasfaltin arvioidut määrät ovat pääosin noin 400–800 m³.

Purkuasfaltin kiinteistökohtaiset määrät on esitetty liitteen 2 taulukossa.

Asfaltoitujen alueiden pinta-alat on mitattu ilmakuvien perusteella. Massamäärän arvioinnissa asfaltin paksuudeksi on arvioitu 0,1 m, lukuun ottamatta SOK:n aluetta, jossa asfaltin paksuudeksi on arvioitu 0,15 m. Suurempi kerrospaksuus perustuu alueella tehtyihin pohjatutkimuksiin. On lisäksi todennäköistä, että joillain alueilla on painumien vuoksi tehty useampia asfalttikerroksia.

5.5 Ylijäämämaat ja louhe

Rakentamisen takia kaivettavia maamassoja arvioidaan syntyvän suunnittelualueella yhteensä 760 000 m³ siinä tapauksessa, että korkotasoa ei muuteta nykyisestä. Liitteen 3 taulukossa on esitetty kaivumassojen alueellinen jakauma tulevien korttelialueiden mukaisesti. Laskelmassa tulevien rakennusten ja puistoalueiden kohdalla kaivusyvyydeksi on arvioitu 1 m ja piha- sekä katualueilla 1,5 m. Kaivumäärät muuttuvat, jos korkotasoa esim. nostetaan, jolloin kaivumäärä vähenee.

Osassa suunnittelualuetta on maaperäkartan (Espoon kaupungin karttapalvelu) perusteella kallioisia alueita, joilla maakerroksen paksuus vaihtelee välillä 0...1 m. Kallioisilla alueilla kallion päällä olevan maakerroksen paksuudeksi on laskennassa arvioitu 0,5 m. Kallioisilta alueilta arvioidaan muodostuvan louhetta yhteensä noin 12 500 m³. Pääosa (noin 9 000 m³) louheesta tulee suunnittelualueen pohjois- ja luoteisosasta kortteleiden G1–G4 alueilta (kuva 6). Kallioisten alueiden pinta-

7.6.2019 LUONNOS

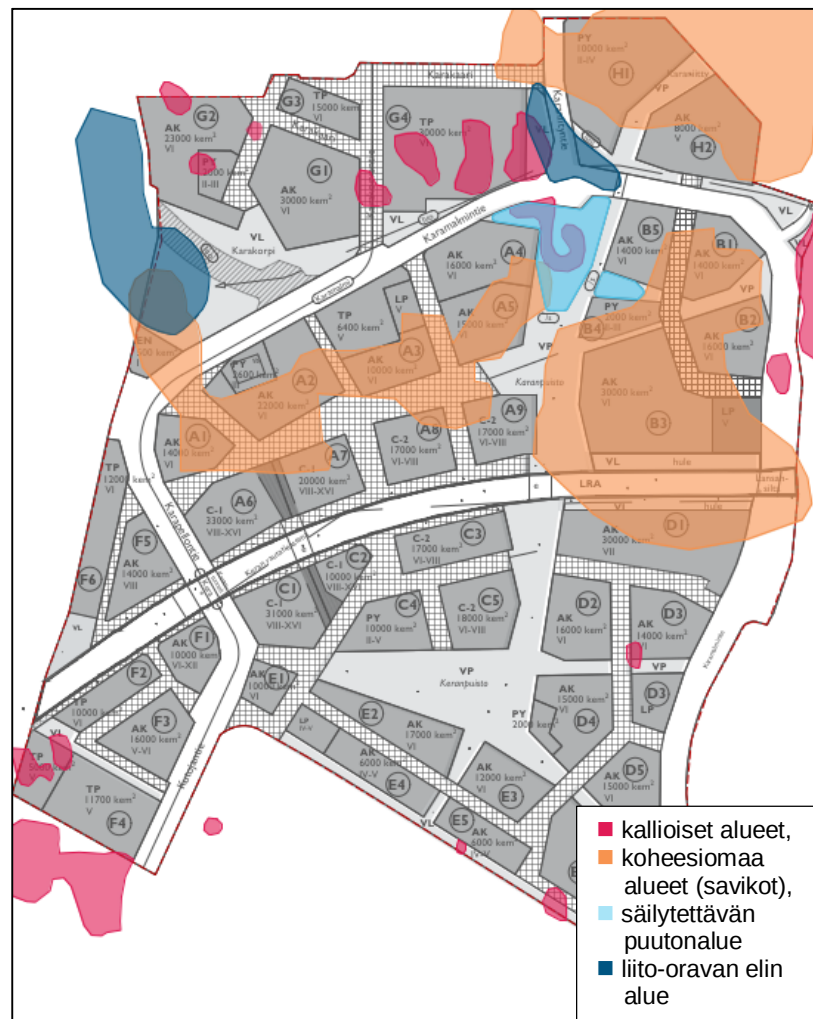
alat ja eri alueilta muodostuvan kalliolouheen määrät on esitetty liitteessä 4 ja kallioiden alueiden sekä koheesiomaa-alueiden sijainnit kuvassa 6.

Suurimmat ylijäämämaamassat tulevat SOK Kiinteistötoimintojen kiinteistöltä, jossa korttelialueilla (C1–C5, D1–D5 ja E1–E6, kuva 6) tullaan rakentamisen takia kaivamaan tonttialueilla maa-aineksia noin 153 000 m³, puistoalueilla noin 51 000 m³ ja katualueilla noin 64 000 m³ olettaen, ettei korkotasoihin tule muutoksia nykytilanteeseen.

Kortteleiden A1–A9 alueella rakentamisen takia kaivettavia maa-aineksia syntyy arviolta noin 99 000 m³ ja tulevilla katualueilla noin 53 000 m³. Alueen nykyisiä omistajia ovat KOY Karapellontie 12, Algol Oy, Sponda Oyj, KOY Karapellontie 4A ja Espoon kaupunki.

Nokia Oyj:n kiinteistöillä tulevien kortteleiden G1–G4 alueilla tonttialueilta kaivetaan maa-aineksia noin 70 000 m³, puistoalueilta noin 22 000 m³ ja katualueilta noin 31 000 m³. Tulevilla korttelialueilla on maaperäkartan mukaan kalliisia alueita arviolta 11 000 m² laajuudella. Lisäksi alueen lounaisosassa on liito-oravan tärkeä elinalue, joka on säilytettävä metsäaluetta.

Oy AGA Ab:n alueella (B1–B5) maa-aineksia tullaan kaivamaan noin 60 000 m³. Massamäärästä noin 29 000 m³ kohdistuu tuleville puistoaluille ja noin 11 000 m³ tuleville katualueille. Puusto säilytetään noin 11 000 m² puistoalueella.



Kuva 6. Kaavarunkoalueen kallioiden ja koheesiomaa-alueiden (savikot) sekä liito-oravan elinalueet ja säilytettävä puusto. Kuvassa esitetty kortteleiden indeksit.

7.6.2019 LUONNOS

Merkittävä vaikutus hyödyntämispotentiaaliin on kaivumaiden laadulla. Erityisesti AGAn omistamalla alueella kaivettavaksi tulee koheesiomaita (75 % kaivusta), joiden hyötykäyttö on haastavaa verrattuna kitkamaihin. Koheesiomaiden hyötykäyttö edellyttää lähtökohtaisesti toimenpiteitä, kuten stabilointi, eikä ole tällä hetkellä taloudellisesti kannattavaa. Myös korttelialueilla A1–A9 sijaitsee merkittävä osuus koheesiomaata, noin 25 % kaivumassasta.

6 Rakentamisen aikana hyötykäytettävät massat

6.1 Yleistä

Rakentamisen massatarve riippuu tulevasta korkotasosta, rakentamisen tasosta (erityisesti kellarikerrosten määrästä), perustamistavasta ja tulevien rakenteiden edellyttämästä geoteknisestä laadusta.

Keran alueella tullaan nostamaan maanpintaa nykyisestä, mutta tarkkoja korkotasoja ei ole vielä päätetty. Kaivumassojen vähentymisen lisäksi korkotasojen korottaminen edesauttaa kaivumassojen hyötykäyttöä, koska se tuo lisää tilavuutta massojen hyödyntämiseen. Espoon kaupungin tahtotilana on, että täyttömassoja tuodaan ulkopuolelta mahdollisimman vähän ja olemassa olevien ainesten hyötykäytöllä korvataan neitseellisiä kiviaineksia mahdollisuuksien mukaan. Purkutöissä ja rakentamisen edellyttämässä kaivuissa syntyvien massojen hyödyntäminen vähentää neitseellisen kiviaineksen käyttötarvetta.

Alueella muodostuvat massalaadut ja niiden mahdolliset hyötykäyttökohteet on esitetty taulukossa 1.

7.6.2019 LUONNOS

Taulukko 1. Kaavarunkoalueella muodostuvat massajakeet ja niiden todennäköiset hyötykäyttökohteet.

Massa	Hyötykäyttökohteet	Huomiot
Kitkamaat	Kaikessa maa-rakentamisessa	Välivarastointialueet edesauttavat hyödyntämistä alueella.
Koheesio-maat	Ei hyötykäyttökohteita ilman käsittelyä	Käsittely välivarastointialueilla nykytilanteessa taloudellisesti kannattamatonta.
Pintamaa	Kasvualusta	Uuden kasvualustan valmistaminen sekoittamalla, edellyttää välivarastoaluetta.
Kynnysarvo-maa	Kaivualue	Ilmoitusmenettelyllä hyödynnettävissä teknisen soveltuvuuden mukaan.
	Muu kuin kaivualue	Hyödyntäminen edellyttää välivarastoaluetta ja ympäristölupaa. Soveltuu hyödynnettäväksi teknisten ominaisuuksien mukaan.
Pilaantunut maa-aines	Kaivualue	Ilmoitusmenettelyllä hyödynnettävissä teknisen soveltuvuuden ja haitta-ainepitoisuuden mukaan.
	Muu kuin kaivualue	Hyödyntäminen edellyttää välivarastoaluetta ja ympäristölupaa. Soveltuu hyödynnettäväksi teknisten ominaisuuksien ja haitta-ainepitoisuuksien mukaan.
	Kapselointi tiivisrakenteilla	Edellyttää ympäristölupaa.

Massa	Hyötykäyttökohteet	Huomiot
Louhe	Kaikki maarakentaminen	Välivarasto- ja murskausalueet edesauttavat hyödyntämistä alueella.
Betoni	Väylät, tiet, aukiot ja puistot	Hyödyntäminen edellyttää välivarastoalueita. Ilmoitusmenettely. Hyödyntäminen puistorakenteissa edellyttää ympäristölupaa
	Uusiobetoni	Hyötykäyttö betoniasemalla. Aseman perustaminen Keraan tutkittava.
Asfaltti	Väylät ja kentät	Korkeintaan 1 000 t kohteessa ilmoitusmenettelyllä. Kierrätysmahdollisuus tutkittava.
Tiili	-	MARA-asetuksen mukaan hyötykäytettävissä, mutta ominaisuuksien puolesta ei sovellu maarakentamiseen.

Kunkin massalaadun osalta hyötykäyttömahdollisuuksia on avattu seuraavissa kappaleissa.

6.2 Korkotason vaikutus massamääriin

Yleisellä maanpinnan tason korotuksella saadaan vähennettyä ylijäämämaiden muodostumista ja tarvetta viedä niitä pois alueelta. Kappa-leessa 5.5 esiteltiin kaivumaiden määrä tilanteessa, jossa Inexin alueella maan pinta jää nykytasolle. Tällöin kokonaismassamääräksi muodostuisi kaivumaiden osalta 268 000 m³.

7.6.2019 LUONNOS

Tämän työn yhteydessä laadittiin Espoon kaupungille massalaskuri, jolla voidaan yleisellä tasolla arvioida korkotason vaikutusta massatasapainoon: kaivumaiden muodostumiseen ja täyttömaiden tarpeeseen. Esimerkkinä laskettiin Inexin alueelle nollamassatilanne, joka on esitetty taulukossa 2. Hyödyntämällä puistoalueita kaivumaiden sijoitukseen voidaan noin 0,5 m maanpinnan korotuksella kyseisellä kiinteistöllä minimoida massojen kuljetustarve.

Taulukko 2. Inexin alueella maanpinnan nostamisesta syntyvä massatarve.

Kortteli- alue	Maan- käyttö	Pinta-ala (m ²)	Maanpinnan korotus (m)	Muodostuva massa (m ³)
C1–C5, D1–D5, E1–E6	rakennus	66 000	0,5	0
	piha	58 000	0,5	29 000
	katu	43 000	0,5	21 000
	puisto	51 000	1,0	–51 000
	yhteensä	218 000		–1 000

Inexin alueella muodostuvat massat ovat pääosin kitkamaita, joiden hyödyntäminen on mahdollista. Esimerkissä ei ole huomioitu betonin hyötykäyttöä. Betonin hyötykäyttö katualueiden rakennekerroksissa neitseellisen kiviaineksen sijaan on koko alueen osalta merkittävä mahdollisuus materiaalien kierrätykseen. Esitetyt hyötykäytöt edellyttävät aikataulujen osumista ja toimivia välivarastointimahdollisuuksia.

6.3 Maa-ainekset

Rakentamisen aikana alueen nykyiset pintamaat tulee kaivaa erilleen, jolloin niistä voidaan valmistaa kasvualustaa rakennuspaikalla tai lähistöllä. Kasvualustan tekeminen kannattaa tehdä samoilla kenttäalueilla, jotka varataan massojen välivarastointiin.

Koheesiomaiden hyödyntäminen edellyttää toimenpiteitä (esimerkiksi stabilointia), eikä se nykyisellä kustannusrakenteella ole kannattavaa. Merkittävä kustannussäästö ja säästö mm. kuljetuksessa saavutetaan, jos koheesiomaita voidaan jättää kaivamatta. Perustamistapa voidaan tällöin suunnitella esim. stabiloinnilla tai esikuormittamalla. Esikuormitus kestää tyypillisesti 0,5–1 vuotta.

Kitkamaita syntyy alueella merkittäviä määriä ja pienehköillä hankealueilla niiden välivarastointi on mahdotonta. Kitkamaiden hyödyntäminen edellyttää usein suuria välivarastoalueita.

Tällä hetkellä esimerkiksi kynnysarvomaiden (pitoisuus kynnysarvojen ja alemman ohjearvon välissä) käsittelyyn, välivarastointiin ja hyödyntämiseen kaivualueen ulkopuolella tarvitaan ympäristölupa. Valmisteilla oleva eräiden maa-ainesjätteiden hyödyntämistä maarakentamisessa käsittelevä lainsäädäntö (MASA-asetus) saattaa vaikuttaa lupatarpeeseen sekä varastoinnin, käsittelyn että hyödyntämisen osalta.

Pilaantuneen maaperän sijoittaminen esimerkiksi puistoalueelle kapselirakenteeseen voi osoittautua kokonaistaloudellisesti kannattavaksi. Kapseloinnissa pilaantunut maa loppusijoitetaan tiiviiden pohja- ja pintarakenteiden väliin. Rakenne toteutetaan niin, ettei siitä aiheudu riskiä ympäristölle tai alueen käyttäjille. Pilaantuneen maa-aineksen kunnostaminen massanvaihdolla ja sijoittamalla maat ulkopuoliseen vastaanottopaikkaan maksaa noin 100 €/m³. Vastaavasti kustannus on noin 90 €/m³, jos sijoitus tehdään 1 m kerrospaksuuteen kapselirakenteen sisään ja noin 60 €/m³, jos kapselirakenne on 2 m paksu.

Maiden ja erityisesti huonolaatuisten maiden hyötykäytöllä voidaan saada merkittäviä kustannusetuja päästövähennysten lisäksi.

7.6.2019 LUONNOS

6.4 Betoni

Betonimurskeen hyötykäyttöä maarakentamisessa on helpotettu nk. MARA-asetuksella (VNa 843/2017), jossa annettujen reunaehtojen täytyessä ei edellytetä ympäristönsuojelulain (527/2014) mukaisen luvan hakemista. Asetus koskee myös kevytbetoni- ja kevytsorajätettä. Asetuksen mukainen hyötykäyttö voidaan tehdä ilmoitusmenettelyllä, jolloin viranomaisen käsittelyaika on lyhyt.

Keran alueella asetuksen mukaisia hyötykäyttökohteita ovat väylä- ja kenttärakenteet sekä teollisuus- ja varastorakennusten pohjat, jota voitaneen soveltaa paikoituspalveluiden korttelialueiksi merkityillä alueilla esimerkiksi pysäköintitaloihin. Teiden ja katujen alueilla (väylärakenteet) hyödyntämistä ohjaa myös Betonimurskeen hyödyntäminen infrarakentamisessa pääkaupunkiseudulla –ohje (Helsingin, Espoon ja Vantaan kaupunki, 17.3.2015) ja putkilinjojen kaivantojen täyttöjen osalta HSY:n betonimurskeohje (2014). Ohjeissa esitetään rakenteet, joihin betonimurske soveltuu ja missä niitä ei voida käyttää. HSY:n ohjeistus mm. kieltää betonin hyötykäytön putkikaivantojen täytöissä.

Ilmoitusmenettelyssä hyötykäyttökerroksen suurin kerrospaksuus on 1,5 m sekä väylä- ja kenttärakenteelle että rakennuspohjalle. Suurin sallittu palakoko on 90 mm ja materiaalin haitta-aineiden pitoisuuksille on asetettu raja-arvot. Laskennallisesti lähes kaikki Keran asemakaavarunkoalueelta purettava betoni mahtuisi hyötykäytettäväksi alueelle rakennettaville katualueille. Laskelma perustuu siihen, että hyötykäyttö tapahtuisi 70 % kadun leveydestä 1 m kerrospaksuuteen.

Puistoalueilla hyödyntäminen saattaa olla teknisesti mahdollista ja puistojen pinta-alat ovat niin suuria, että hyödyntämispotentiaali on merkittävä. Sijoittaminen ei kuitenkaan ole MARA-asetuksen mukaista ja se edellyttää ympäristölupaa, jonka käsittelyaika riippuu lupaviranomaisesta (kunnan ympäristöviranomainen tai aluehallintovirasto). Pääsääntöisesti käsittelylle kannattaa varata aikaa noin vuosi.

Betonia on mahdollista hyödyntää myös raaka-aineena uuden betonin valmistusprosessissa. Osuus kokonaiskiviainesmäärästä voi olla noin 30 %. Tällä hetkellä käytäntö ei ole yleinen, mutta on osoitettu uusiobetonin olevan laadultaan soveltuvaa erityyppisiin rakennuskohteisiin. Betonin valmistus ei todennäköisesti kuitenkaan ole mahdollista Keran alueella, vaan raaka-aineena hyödynnettävä betoni tulee kuljettaa betoniasemalle murskattavaksi.

6.5 Louhe

Suunnittelualueen kallioisilta alueilta muodostuvan louheen määrän arvioidaan olevan 12 500 m³. Erityisesti kaava-alueen pohjois- ja luoteisosissa on kalliopaljastumia, joissa mahdollisesti joudutaan louhimaan. Lisäksi rautateiden alikulun kohdalla syntyy louhetta. Välivarastoalueilla on hyvä varautua louheen varastointiin ja murskaustyöhön, joka edellyttää meluilmoituksen tekemistä, jos toiminnalle ei muuten haeta ympäristölupaa.

6.6 Asfaltti ja tiili

MARA-asetuksessa mahdollistetaan paitsi betonin myös asfaltin ja tiilen hyötykäyttö maarakentamisessa ilmoitusmenettelyllä. Asfalttia voidaan hyödyntää väylä- ja kenttärakenteissa, mutta hyödyntämisen määrä on rajattu 1 000 tonniin maarakentamiskohdetta kohti. Keran alueella on laajoja asfaltoituja kenttiä, joiden purkuasfaltin kokonaismäärä on arviolta noin 54 000 t. Jotta hyötykäyttöön saadaan merkittävä osuus purettavasta asfaltista, tulee harkita asfalttiaseman perustamista mahdollisimman lähelle Keraa. Asfalttiasema voi hyödyntää tietyn osuuden purkuasfalttia uuden asfalttimassan valmistuksessa. Myös mm. kattohuopaa voi hyödyntää asfaltin valmistuksessa. Tällä hetkellä lähin asfalttiasema sijaitsee Ämmäsuolla HSY:n ekoteollisuuskeskuksessa.

7.6.2019 LUONNOS

Tiilen hyödyntäminen maarakentamisessa rajattiin selvityksestä pois, koska kuormittuvissa rakenteissa tiilen murskautuminen haittaa teknisten vaatimusten täyttymistä.

6.7 Hyötykäytön luvitus

Pilaantuneiden maiden kaivu edellyttää aina ilmoitusta pilaantuneen maan kunnostamisesta eli ns. PIMA-ilmoitusta. Haitta-ainepitoisuudeltaan kynnysarvon alittavia maita voidaan hyödyntää vapaasti. Maat, joiden pitoisuudet ylittävät kynnysarvot, voidaan hyödyntää PIMA-ilmoituksella kaivualueella ja muilla alueilla ympäristöluvalla. Ilmoituksen käsittelijä on Uudenmaan ELY-keskus ja ympäristöluvan Etelä-Suomen aluehallintovirasto.

PIMA-ilmoituksen käsittelyaika on 45 vrk. Ympäristölupaprosessi vie pidempään ja kohteen vaativuudesta ja lupaviranomaisesta riippuen voi kestää 4 kk...18 kk.

Valmisteilla oleva asetus tiettyjen maa-ainesjätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa (MASA-asetus) voi muuttua tietyissä tilanteissa hyötykäyttöä kohonneita haitta-ainepitoisuuksia sisältävien maa-ainesten osalta. Kynnysarvomaiden hyödyntäminen todennäköisesti tullaan saattamaan ilmoitusmenettelyn piiriin, mikä helpottaa toimimista esimerkiksi Keran alueella. Ilmoitusmenettely todennäköisesti ei rajoitu kaivu-alueeseen vaan massoja voidaan hyödyntää vapaammin.

Jätteiden hyötykäyttö voidaan vastaavasti tehdä ilmoituksella tai ympäristöluvalla. Ilmoituksella voidaan hyötykäyttää mm. betonia, tiiltä ja asfalttia tietyissä MARA-asetuksen VNa 843/2017 määrittelemissä rakenteissa. Jos hyötykäyttöä halutaan esim. paksummissa kuin asetuksen sallimissa rakenteissa, tulee hyödyntämiselle hakea ympäristö lupa. Asfaltille rajoituksena on korkeintaan 1 000 t hyötykäyttö kohdetta kohden.

Luvittava viranomais määrätty hyödynnettävän jätteen määrän mukaisesti (VNa 713/2014). Kunnan viranomais luvittaa betoni-, tiili- tai

asfalttijätteen hyödyntämisen 50 000 t/vuodessa asti ja aluehallintovirasto tätä suuremmilla määrillä. Jätteen sekaisen maan vastaava luvitusraja on 20 000 t/vuodessa. Jättemäärät ovat harkinnanvaraisia, jolloin pienemmälläkin määrällä lupa voidaan ohjata aluehallintovirastoon. Jos hyödynnettävä jättemäärä ylittää 50 000 t/vuodessa, hyödyntäminen voi tulla YVA-lain piiriin, jolloin vaaditaan hankkeen ympäristövaikutusten arviointia (YVA-menettely). YVA-tarpeen määrittelee ELY-keskus.

MARA-ilmoituksen käsittelyaika vaihtelee muutamasta päivästä muutama viikkoon. Ympäristöluvan käsittelyaika vaihtelee. Usein kunnan käsittelyssä oleva lupapäätös voidaan saada 3...6 kk kuluessa, kun aluehallintovirastossa käsittely kestää vähintään 6 kk. YVA-prosessin kesto on yleensä yli vuoden, minkä lisäksi tulee haettavaksi ympäristölupa.

Jätteiden ja pilaantuneiden maiden välivarastointi ja käsittely vaativat ympäristöluvan. Maiden tai kiviainesten jalostaminen voidaan usein toteuttaa ilman lupaa tai ilmoitusmenettelyllä. Jätteiden käsittely (esim. seulonta tai murskaus) vaatii ympäristöluvan.

Välivarasto- ja käsittelyalueiden luvan osalta hakijana voi olla Espoon kaupunki, alueen maanomistajat tai näiden yhteiselin tai käsittelytoiminnan harjoittaja. Luvan käsittelijä on aluehallintovirasto ja käsittelyaika vähintään 6 kk.

7.6.2019 **LUONNOS**

7 Massojen hallinnan vaikutukset asemakaavamääräyksiin

7.1 Hyötykäytön edellyttämät aluevaraukset

Hyötykäytön edellytyksenä on, että hyödynnettävät massat saadaan pois purkutyön tai kaivun edetessä ja että ne ovat käytössä silloin, kun niitä maarakentamisessa tarvitaan. Usein massojen syntymisen ja käytön aikataulut eivät kohtaa ja massat joudutaan tästä syystä kuljetta-
maan muihin vastaanottopaikkoihin. Näin käy erityisesti, kun hankkeet ovat pienialaisia. Massojen varastointi edistää huomattavasti mahdollisuuksia alueellisen hyötykäytön toteutumiseen. Välivarastoalueiden tulee sijaita riittävän lähellä kuljetusmatkojen vähentämiseksi ja niiden tulee olla riittävän suuria toiminnan pyörittämiseen.

Välivarastoalueet ovat väliaikaiskäyttöä, mikä tulee huomioida kaavoituksessa ja jotta toiminnalle voi myöntää ympäristölupaa. Väliaikaiskäyttö voidaan merkitä asemakaavaan esimerkiksi rakentamisen tukitoimintoalueena. On myös mahdollista pyytää kaavoittajalta lausunto ympäristölupaa varten siitä, että toiminta ei ole kaavan vastaista ja että se ei haittaa kaavan toteuttamista. Välivarastoinnin ja aluevarausten tulee olla kuitenkin suunnitelmallisia ja aluevaraukset ennakoivia. Aluevarauksissa on hyvä huomioida välivarastoinnin lisäksi tarpeet massojen jalostamiseen. Jalostamistoimenpiteitä voivat olla esim. maiden seulonta ja stabilointi, louheen murskaus ja seulonta tai betonin murskaus ja pulverointi.

Kappaleessa 4 on esitetty arvioita alueen rakentamisessa muodostuvista massoista. Rakentaminen tulee kestämään vuosia ja purkumateriaalien muodostuminen on tyypillisesti etupainotteista, kun taas niiden hyötykäyttö voi tapahtua hankkeiden myöhemmissä vaiheissa. Välivarasto- ja käsittelyalueiden kokoa on näiden arvioiden perusteella vaikea

määrittää. Käytännössä on havaittu, että toimiva välivarasto- ja käsittelyalueen koko tulisi olla vähintään 1 ha. Pienempiä, yhden massalajikkeen varastoalueita, voidaan toteuttaa pienemmilläkin alueilla, mutta aktiivinen massojen liikkuminen ja jalostaminen vaativat tilavarauksia toimiakseen.

7.2 Hyötykäyttöä rajoittavat tekijät

Keran osayleiskaavaan on merkitty suojaviheralueita sekä liito-oravan kulkuyhteys, joissa maanrakennus, puiden kaataminen ja näihin verrattavissa oleva toiminta on luvanvaraista (rakennuslaki 128 §). Lisäksi alueella on luonnonsuojelulain 49 § perusteella suojattuja liito-oravan liisäntymis- ja levähtämispaikkoja, joissa toiminta on rajoitettua.

Alueen rajoille tehtävät viemäriiliitokset rajaavat maanpinnan tasoja. Viemärinto on tarkoitus hoitaa painovoimaisesti viettoviemäreinä, jolloin ne voivat paikoin kulkea syvällä. Korkotasojen ei voida putkilinjojen takia paikoin nostaa, koska viemäreiden enimmäissyvyudet rajaavat täyttöpak-suuksia.

Alueen rakennusten ja muiden alueiden perustamistavat tulee ottaa huomioon korkotasojen suunniteltaessa. Lisätäytöt voivat jossain tapauksissa aiheuttaa kalliita muutoksia tehtäviin perustamistasoihin varsinkin heikosti kantavilla alueilla.

Erityisesti ympäristölupaa edellyttävät hyödyntämistoimet tulee suunnitella riittävän ajoissa, jotta luvat saadaan varmasti ennen toiminnan aloittamista. Lupaviranomaisen käsittelyaikojen lisäksi suunnittelulle tulee varata aikaa. Oikein ajoitettuina lupahakemukset eivät merkittävästi vaikuta suunnitteluprosessin aikatauluun. Ympäristölupaa voidaan myös harkita haettavaksi koko asemakaavarunkoalueelle kerralla, jos toimijat pääsevät asiasta yhteisymmärrykseen ja luvan hakemiselle löytyy siitä vastaava taho.

7.6.2019 LUONNOS

Ajallisesti ja alueellisesti riittämätön välivarastointi- ja käsittelykapasiteetti on merkittävin alueellista hyötykäyttöä rajoittava tekijä. Välivarastoalueiden ajoittaminen on haastavaa, kun alueen toimijat ovat pääosin yksityisiä. Kera on kuitenkin alueena niin rajattu, että välivarasto voi sijaita missä vain kaava-alueella ja välimatkat pysyvät edelleen lyhyinä.

7.3 Pilaantuneet alueet

Keran kaavarunkoalueelle on parhaillaan tekeillä useita maaperän ja pohjaveden pilaantuneisuustutkimuksia. Kuten osayleiskaava edellyttää, pilaantuneisuus tulee olla selvitetty asemakaavoituksen yhteydessä. Lisäksi OYK edellyttää kunnostamaan pilaantuneet alueet ennen rakentamiseen ryhtymistä käyttötarkoituksen mukaisella tavalla. Aiemasta teollisuus- ja varastotoiminnasta johtuen maaperän ja pohjaveden pilaantuminen useilla alueilla on mahdollista.

Pilaantuneisuuden arviointi tehdään riskinarvioperusteisesti huomioiden tuleva rakentaminen, haitta-aineiden ominaisuudet ja altistajat. Toisin sanoen tavoitepitoisuuksien määrittämistä ei voida tehdä alueella yleispiirteisesti. Pilaantuneisuuden määrittämiseksi ehdotetaan kuitenkin esitettäväksi maanomistajille yleisiä suuntaviivoja kunnostustavoitteiksi. Suuntaviivojen hyväksyttäminen ELY-keskuksella antaa hankkeille varmuutta kustannusarvioiden tekemiseen ja aikatauluttamiseen. Yleiset kunnostustavoitteet auttavat myös kunnostamisen kestävyysparantamisessa.

Jos maanpintaa nostetaan nykyisestä, monen haitta-aineen osalta kunnostustarve poistuu (tyypillisesti raskasmetallit). Vaikka maaperällä ei olisi kunnostustarvetta, muodostuu rakentamisen vuoksi kaivettaessa pilaantuneita massoja, joiden hyötykäyttö alueella on vaikeata (esim. orgaanisia haitta-aineita sisältävät maat).

Pilaantuneiden maiden kunnostus ja varsinkin niiden hyötykäyttö tehostuu huomattavasti, jos alueella on varauduttu välivarastoalueilla ja riittävän massiivisilla hyötykäyttökohteilla. Välivarastoalueet tarvitsevat ympäristöluvan, jotta niillä voidaan varastoida ja käsitellä pilaantuneita maita. Hyötykäyttö esimerkiksi puistoalueella sijaitsevaan kapselirakenteeseen saattaa osoittautua kustannustehokkaaksi ratkaisuksi (kappale 5.3). Puistoalueet tulevat Espoon kaupungin omistukseen, jolloin kaupunki muodostuu vastuulliseksi toimijaksi ja lupavelvolliseksi. Kustannukset rakenteiden osalta kohdistuvat toimijaan ja hyötyjiä ovat maanomistajat, joiden maaperän kunnostamisen kustannukset pienenevät. Rakenteiden kustannuksia voidaan periä maanomistajilta, kuitenkin huomioiden pilaantuneiden maiden vastaanottojen yleiset markkinahinnat.

Pilaantuneiden maiden hyödyntäminen vaatii yleensä erityisrakenteita (tiivisrakenteita, suojakerroksia, vedenjohtamisjärjestelyjä) ja vesien tarkkailua, joka pienissä yksiköissä tulee niin kalliiksi, että maat on halvempi kuljettaa pitkiäkin matkoja erillisiin vastaanottopaikkoihin.

Maanomistajien tulee huomioida maaperätutkimuksia teetettäessä huolellinen ennakkosuunnittelu ja alueen lähtötietojen kartoittaminen. Tutkimuksissa on erityisen tärkeää arvioida maaperän lisäksi pohjaveden ja huokoskaasun haitta-aineet. Alueella on todettu yhdisteitä, jotka voidaan tutkia luotettavasti vain kaasu- ja nestefaasista, ei maa-aineksesta (klooratut hiilivedyt).

Alueella todetut klooratut hiilivedyt ovat yhdisteitä, joiden mittava esiintyminen maaperässä voi vaikuttaa joko kaavoitukseen tai rakentamiskatauluun. Yhdisteiden esiintyminen voi estää esimerkiksi kellarikerrosten tai asuinrakennusten kaavoituksen pahimmin pilaantuneille alueille. Koska yhdisteet ovat hyvin haihtuvia, niiden kulkeutuminen sisäilmaan tulee estää. Ne voivat myös vaikuttaa työsuojeluun maarakennustöiden aikana.

7.6.2019 LUONNOS

Keran osayleiskaava edellyttää maaperän tutkimista asemakaavoituksen yhteydessä. Tätä velvoitetta esitetään täsmennettäväksi asemakaavamääräyksissä ja kaavaselostuksessa. Kuvassa 5 esitetyillä alueilla tulee maaperätutkimusten yhteydessä selvittää huokoskaasun ja pohjaveden haitta-aineet. Jos näitä molempia ei tutkita, tulee päätös perustella laadittavassa tutkimusraportissa ja hyväksyttää valvovalla viranomaisella. Asemakaavamääräyksissä tulee huomioida kuvassa 5 värikoodein esitetyt alueet esimerkiksi maaperän mahdollisesta puhdistus/kunnostustarpeesta kertovalla saa-merkinnällä. Kaavaselostuksessa tulee edellyttää niiden maaperän, pohjaveden ja huokoskaasun kunnostussuunnitelman ja ilmoituksen pilaantuneen maaperän kunnostamisesta hyväksyttämistä ELY-keskuksessa ennen rakennusluvan myöntämistä. Vaihtoehtoisesti, jos kunnostustarvetta tai tarvetta ilmoitukseen pilaantuneen maaperän puhdistamisesta ei ole, tulee ELY-keskukselta pyytää hyväksyntä kunnostustarpeen arvioinnille.

Myös yleisillä alueilla (lähinnä katualueilla) suositellaan tehtäväksi maaperän, huokoskaasun ja pohjaveden haitta-ainetutkimukset siinä tapauksessa, että viereisillä kiinteistöillä esiintyy kulkeutuvia haitta-aineita (kuten kloorattuja yhdisteitä). Tällöin on mahdollista, että kaivumassoissa on haitta-aineita ja kaivu edellyttää päätöstä pilaantuneen maan puhdistamisesta. Kaivumassojen hyötykäyttö tulee harkita haitta-aineiden ominaisuuksien mukaan.

8 Hiilijalanjälki

Espoon ilmasto-ohjelman 2016–2020 mukaan merkittävimmät mahdollisuudet päästöjen vähentämiseksi ovat kaukolämmössä, liikenteessä ja kulutussähkössä. Hyötykäyttämällä Keran alueen purkumateriaaleja, erityisesti betonia, paikan päällä maarakentamisessa voidaan vähentää mm. kuljetuksesta aiheutuvia päästöjä. Lisäksi kierrätysbetonin käytöllä rakenteissa voidaan sitoa jopa 50 % valmistuksesta aiheutuneista hiilidioksidipäästöistä [4]. Uusiokäyttämällä paikalta kaivettuja maamassoja voidaan vähentää ns. neitseellisen kiviaineksen käyttöä, jolloin kuljetuksesta ja kaivusta syntyvät päästöt vähenevät.

Sementin valmistuksessa aiheutuvista hiilidioksidipäästöistä (CO₂) noin puolet sitoutuu betonimurskeeseen. Betoni sitoo hiilidioksidia karbonisaatioreaktiossa. Murskaamisessa betonin pinta-ala kasvaa ja pintojen karbonisaatioreaktiot kiihtyvät [5]. Murskauksessa betonista tulee siis parempi hiiliinielu. [9]

Hyötykäytön tehostaminen vaikuttaa rakentamisen hiilijalanjälkeen erityisesti seuraavien mekanismien kautta:

- Kuljetusmatkat poistuvat/lyhenevät, kun hyötykäyttö tehdään lähellä jätteen syntypaikkaa.
- Neitseellisen kivimateriaalin käyttötarve vähenee – kohteeseen ei tarvitse kuljettaa täyttömateriaalia muualta.
- Louhinnan ja kiven murskauksen päästöjä ei synny hyötykäytettävän materiaalin osalta.

Kaivettavien maiden ja jättejakeiden kuljetuksesta aiheutuvat kokonaishiilidioksidipäästöt arvioitiin. Laskennassa on vertailtu kahta vaihtoehtoa. Vaihtoehdossa 1 kaivumassat viedään pois alueelta ja tilalle tuodaan neitseellistä maata. Vaihtoehdossa 2 kaivumassat välivarastoidaan ja hyötykäytetään kohteessa. Taulukossa 3 on esitetty maiden ja

7.6.2019 LUONNOS

purkuainesten kuljetuksen kokonaispäästöt hiilidioksidin osalta. Taulukossa on huomioitu asfaltin hyötykäyttömahdollisuus, joka kohteelle on 1 000 tonnia.

Taulukko 3. Maiden kuljetuksista muodostuvien päästöjen vertailu.

	Ajomatka (km)	tkm ¹⁾	CO ₂ (kg) ²⁾	Kokonaispäästö CO ₂ t
Vaihtoehto 1				
Materiaalin pois vienti	17	935	34	1 845
Materiaalin tuonti	10	550	20	1 050
Yhteensä				2 895
Vaihtoehto 2				
Materiaalin pois vienti	1	55	3	163
Materiaalin tuonti	1	55	3	158
Yhteensä				320

¹⁾ tkm = tonnikipometri (ajoneuvon kokonaispaino kerrottuna ajetulla matkalla), laskuissa käytetty puoliperävaunuyhdistelmää (25 t)

²⁾ Ajoneuvon synnyttämä hiilidioksidimäärä (kg), joka syntyy ajomatkan edestakaisesta ajamisesta.

Vaihtoehto 1: Kaivettavat maat viedään Ämmäsuon jätteenkäsittelykeskukseen tai Kulmakorven maanläjitysalueelle puoliperävaunuyhdistelmällä (25 t). Laskelmassa on huomioitu ajomatka (17 km yhteen suuntaan) ja maantieajon osuus (80 %). Ajettaessa Ämmäsuolle auto on täynnä ja palatessa tyhjä. Rakennuskohteeseen tuodaan puoliperäyhdistelmällä (25 t) neitseellistä maa-ainesta, jolloin auto on tyhjä menomatalla ja täysi palatessa. Laskelmassa on huomioitu ajomatka (10 km yhteen suuntaan) ja maantieajon osuus (80%). Vaihtoehdossa 1 kuljetusten kokonaishiilidioksidipäästöksi saatiin 2 835 t.

Vaihtoehto 2: Kaivettavat maat välivarastoidaan Keran alueella ja ne kuljetetaan takaisin täyttöihin puoliperävaunuyhdistelmällä. Laskelmassa on huomioitu välivaraston ja maarakennuskohteen välinen ajomatka (1 km yhteen suuntaan), joka on kokonaan kaupunkiajoa. Purkuvaiheessa auto on täysi ajettaessa välivarastolle ja tyhjä palatessa. Täyttövaiheessa auto ajaa välivarastolle tyhjänä ja palaa kohteeseen täytenä. Vaihtoehdossa 2 kuljetusten kokonaishiilidioksidipäästöksi saatiin 320 t.

Kummassakin vaihtoehdossa materiaalia kuljetetaan pois 54 260 kuormallista purkuvaiheessa. Täyttövaiheessa materiaalia kuljetetaan takaisin 52 500 kuormallista.

Saavutettu päästövähennys on kuljetuksen osalta yhteensä 2 575 t hiilidioksidia. Laskennassa on otettu huomioon vain kuljetuksesta syntyvät päästöt eikä muun muassa lastauksessa ja purussa syntyviä päästöjä ole huomioitu.

Molemmille edellä esitellyille vaihtoehdoille laskettiin päästöjen lisäksi säästöt kuljetusten polttoainekustannuksissa (taulukko 4). Laskennassa käytettiin samoja arvoja kuin päästölaskelmissa matkojen ja kuormien lukumäärien osalta. Polttoaineen hintana käytettiin 0,74 €/l.

7.6.2019 LUONNOS

Taulukko 4. Maiden kuljetuksista muodostuvat polttoainekustannukset.

	Ajo (1000 km)	Polttoaine- kulutus (m ³)	Polttoainekus- tannus (€)	€/ kg CO ₂ ¹⁾
Vaihtoehto 1²⁾				
Materiaalin pois vienti	1845	621	460 000	
Materiaalin tuonti	1050	353	260 000	
Yhteensä	2895	974	720 000	0,25
Vaihtoehto 2²⁾				
Materiaalin pois vienti	109	37	27 000	
Materiaalin tuonti	105	35	26 000	
Yhteensä	214	72	53 000	0,17

¹⁾ Taulukon 1 kokonaispäästöt jaettuna polttoainekustannuksilla.

²⁾ Laskelmissa käytetty VTT:n aineiston arvoja IV-luokan, kantavuudeltaan 25 t puoliperävaunulle. Polttoainekulutus täytenä 40,8 l/100 km ja 26,5 l/100 km. Hiilidioksidipäästöt tyhjänä 218 g/km ja täytenä 336 g/km.

Vaihtoehto 1:n kuljetuskustannukset ovat laskelmien mukaan 13,5-kertaiset vaihtoehto 2:n verrattuna. Syntyvät polttoainekustannukset suhteutettiin kuljetuksessa syntyviin hiilidioksidipäästöihin. Polttoainekustannus tuotettua hiilidioksidikiloa kohden on ilman hyötykäyttöä suurempi kuin jos materiaalit hyötykäytetään lähellä niiden syntyaluetta. Lisäksi vaihtoehdossa 2 saadaan merkittäviä taloudellista hyötyä neitseellisen aineiden ostotarpeen vähentymisestä.

9 Massojen hallinnan edistäminen

9.1 Osapuolten roolien selkeyttäminen

Väliavarastoinnista, massojen koordinoinnista ja hyötykäytön alueellisista luvista voi vastata näkemyksemme mukaan joko Espoon kaupunki, maanomistajien yhteinen elin, kokonaan ulkopuolinen toimija tai näiden yhdistelmä. Yksittäiset hankkeet voivat hoitaa viranomaisilmoituksilla tehtäviä toimenpiteitä. Vastuut tulee jakaa ainakin seuraavissa vaiheissa:

- Väliavarastoinnin suunnittelu
- Väliavarastoinnin aluevaraukset
- Väliavarastoinnin lupien hakeminen
- Alueelliset hyötykäyttöjen edellyttämät ympäristöluvut
- Väliavarastotoiminnan harjoittaminen
- Massakoordinaattorin nimeäminen

Asemakaavavaiheessa Espoon kaupungin ja maanomistajien tulee sopia kyseisten vaiheiden vastuunjaosta. Koska rakentamisella osalla alueesta on kiire, sopimisen tulee tapahtua mahdollisimman pian, jos masatasapainoa halutaan tukea koko rakentamisen kaaren ajan.

9.2 Väliavarastointi

Massojen hallinnan ja hyötykäytön edistämiseksi ehkä tärkeimpänä tekijänä on massojen varastoinnin ja käsittelyn mahdollistaminen. Massojen syntymisen ja tarpeen aikataulut eivät useinkaan kohtaa, jolloin niitä joudutaan väliavarastoimaan. Väliavarastointialueen vaatiman tilan löytäminen yksittäisen rakennuskohteen alueelta on usein vaikeaa.

7.6.2019 LUONNOS

Koko alueen rakentumisen ajan välivarastointisuunnitelma tulee laatia mahdollisimman pian. Samassa yhteydessä tulee tehtäväksi välivarastointialueiden varaaminen ja niiden omistamisesta sopiminen eri tahojen kesken. Alueen maanomistus huomioiden, tulee maanomistajien sopia yhteistyössä yhteisistä välivarastoalueista tai Espoon kaupungin ottaa väliaikaisesti vastuulleen maa-alueita, joissa välivarastointia voidaan tehdä.

Toimivat välivarastoalueet edellyttävät riittävän laajojen ympäristölupien tai luvan hakemista toiminnalle. Jos joko Espoon kaupunki tai maanomistajien yhteinen organisaatio toimivat luvanhakijana, voi kyseinen taho kilpailuttaa välivarastoinnin ulkopuoliselle urakoitsijalle.

Varsinainen välivarastotoiminta voidaan ulkoistaa. Alustavien tiedustelujen perusteella HSY tai Espoon kaupunki eivät ole halukkaita otta-
maan vastuulleen välivarastointitoimintaa. Periaatteena toiminnalle on hyvä pitää, että se on taloudellisesti kannattavaa eli massojen kierrättä-
misestä ja neitseellisten aineiden korvaamisesta saadaan tuotot, joilla välivarastotoiminta voidaan kattaa. Tällöin massamäärien tulee olla riit-
tävän suuria ja kaikki rakennuttajat sitoutuneita kierrätystoimintaan. Toi-
minnan suunnitelmallisuus edellyttää, että tarvittavat luvat hyötykäytölle
ovat olemassa riittävän aikaisin.

9.3 Massakoordinointi

Erillisen massakoordinaattorin nimeäminen on osoittautunut toimivaksi järjestelyksi mm. Helsingissä. Massakoordinaattori voi tulla kaupungin organisaatiosta ja olla yhteinen useilla kaava-alueilla tai työhön voidaan kilpailuttaa ulkopuolinen taho.

Massakoordinaattorin tehtäviä hankkeissa ovat mm. massatietojen ke-
rääminen hankesuunnittelutasolla ja rakennussuunnitteluvaiheessa, vä-
liverastokapasiteetin arviointi ja lupien haku, välivarastotoimintojen kil-

pailutus sekä toteutuneiden massamäärien ja hyödyntämismäärien do-
kumentointi. Tärkeimpänä tehtävänä voi pitää hankkeiden aikataulujen
yhteensovittamista ja aikatauluihin tulevien muutosten huomioimista mas-
sojen hallinnassa.

Massakoordinaattorin tehtävä on tarpeellinen huolimatta kehitettävistä
massojen hallinnan työkaluista, joilla massojen lähteitä ja tarpeita pyri-
tään koordinoimaan. Tällainen kehitysvaiheessa oleva työkalu on Hel-
singin seudun ympäristöpalveluiden SeutuMaise-projekti, jossa Keran
osayleiskaava on yhtenä pilottihankkeena.

9.4 SeutuMaise

HSY:n tavoitteena on luoda yhteinen seudullinen tietovarasto ja paikka-
tietopohjainen tietojärjestelmä pääkaupunkiseudun maamassojen hal-
lintaan. Seudullisten maamassavirtojen hallinnan (SeutuMaise) projek-
tin tavoitteena on toteuttaa vuosina 2017–2019 paikkatietopohjainen pi-
lottityökalu tukemaan kaivumassojen tilastoinnin, seurannan ja rapor-
toinnin kehittämistä sekä kuljetusten seurannan hallintaa [6]. Hankkee-
seen osallistuvat HSY ja pääkaupunkiseudun kunnat.

Vähentämällä kaivumassojen kuljetuspäästöjä tuetaan ekologista ja
kestävää rakentamista sekä vähähiilisen kaupungin periaatteita. HSY:n
strateginen tavoite on olla mukana parantamassa pääkaupunkiseudun
kiertotaloutta materiaali- ja energiatehokkuuden sekä materiaalivirtojen
hyödyntämisen näkökulmasta. SeutuMaisan hyödyntäminen Keran alu-
eella on mahdollista siinä tapauksessa, että hanke etenee ripeästi.
Muussa tapauksessa sen keräämä tieto ei tule olemaan riittävän yksi-
tyiskohtaista Keran alueen rakennuttajille.

9.5 Espoon kaupunki

Hyötykäyttöä voidaan edistää luomalla kaava-aluetta koskeva materiaa-
likierrätyksen prosessi, jossa ohjeistetaan maanomistajia huomioimaan

7.6.2019 LUONNOS

vaiheet, joissa hyötykäyttöä voidaan edistää. Prosessi voi sisältää hyötykäytön edistämisen toimenpiteet mm. aluevarauksiin, luvitukseen, suunnitteluun ja rakennuttamiseen liittyen.

Espoon kaupunki voi edellyttää maanomistajilta kohdekohtaista suunnitelmaa materiaali kierrätyksen toteuttamisesta suunnitelmien varhaisessa vaiheessa. Toteutus suunnitelmien tarkentuessa massahallinnan suunnitelmaa voidaan samoin tarkentaa. Varhaisessa vaiheessa tehtävällä alustavalla suunnitelmalla pyritään sitouttamaan rakentajat Keran alueen visioon kierrätyksen edelläkävijänä. Ideasuunnitelma voidaan edellyttää maankäyttösopimuksen liitteeksi ja tarkennettu suunnitelma esimerkiksi rakennuslupavaiheessa.

Kaupunki voi myös koordinoita esimerkiksi kierrätyskentän lupahakemuksen laatimista, toiminnan järjestämistä ja kilpailuttaa toimijat.

9.6 Maanomistajat

Keran alueella maanomistus on jakaantunut usealle taholle. Espoon kaupunki omistaa lähinnä yleisiä tori-, puisto- ja katualueita. Varsinkin pienten maanomistajien kannalta kierrätyksen ja hyödyntämistestien nostaminen sekä samalla taloudellisten etujen saaminen vaatii alueen toimijoiden yhteistyötä. Varastoalueen tarve, lupaprosessien hitaus ja velvoitteet voivat estää massojen kierrätyksen, jolloin massat kuljetaan ulkopuolisiin vastaanottopaikkoihin ja rakentamisessa käytetään neitseellisiä materiaaleja muodostaen samalla lisäkustannuksia ja -päästöjä.

Tyypillisesti maanomistajan haettavaksi voivat tulla esimerkiksi pilaantuneen tai kynnysarvomaan hyödyntämisen ympäristölupa tai betonin hyödyntämisen ympäristölupa, jos hyödyntäminen ei toteudu MARA-asetuksen puitteissa.

9.7 Rakennuttajat

Alueen rakennuttajien tulee suunnitteluohjeissa vaatia uusiomateriaalien hyödyntämistä rakenteissa ja huomioida tarvittavat luvat ja ilmoitukset hyvissä ajoin. Välivarastojen toiminnan tulee olla niin hyvin suunniteltua, että niillä sijaitsevat massat voidaan huomioida suunnitelmissa.

Hyödyntämismahdollisuus tulee huomioida myös urakkatarjousten arvioinnissa niin, että niissä joko edellytetään ehdottomasti hyödyntämään välivarastoalueita tai alueiden hyödyntämisestä saa tarjouspisteitä.

9.8 Suunnittelijat

Suunnittelijoiden tehtävänannossa tulee olla edellytys selvittää kaikissa suunnitteluratkaisuissa mahdollisuudet uusiomateriaalien käyttöön. Uusiomateriaalien käytölle ja suunnitteluun on laadittu useita ohjeita. Helsingin, Espoon ja Vantaan kaupungit ovat tehneet ohjeen betonimurskeen käytöstä infrarakentamisessa ja HSY suunnittelusta, rakentamisesta ja ylläpidosta. Espoon kaupunki on lisäksi antanut suunnittelijoille tarkistuslistan betonimurskeen hyötykäytön edellytyksistä.

9.9 Kommunikointi/viestintä

Merkittävä vaikutus hyötykäytön ja kierrätyksen onnistumiseen on viestinnällä, joka kattaa koko hankeketjun: suunnittelu- ja rakentamisvaiheet sekä alueen tulevat asukkaat. Alkuvaiheessa viestinnässä voidaan hyödyntää tätä raporttia ja sanallista viestintää maanomistajien ja kaavoittajien kokouksissa. Maanomistajille ja myöhemmässä vaiheessa rakennuttajille voidaan tarjota yhdenmukaista ohjeistusta annettavaksi hankkeissa eteenpäin suunnittelijoille; tästä voi vastata esimerkiksi välivarastoinnin järjestelämisestä vastaava taho.

Toteutusvaiheessa merkittävää on toimiva välivarastointi ja työmaiden varmuus saatavilla olevista massoista.

7.6.2019 **LUONNOS**

Tuleville asukkaille kierrätysteemaa voidaan tehdä näkyväksi rakenteissa tai muuten viestiä alueellisten ilmastotavoitteiden olemassaolosta ja niiden toteuttamiseksi tehdyistä toimenpiteistä.

Vahanen Environment Oy

Milja Vepsäläinen

Marko Sjölund

MMT

DI

VIITTEET

1. Espoon kaupunki, https://www.espoo.fi/fi-FI/Espoon_kaupunki
2. Liimatainen, Markus 2017: Espoon kaupungin ympäristöohjelmat ja strategiat – Kestävä kehitys ja kaupunkihallinnon muutos – Pro gradu-tutkielma, Helsingin yliopisto Valtiotieteellinen tiedekunta Yhteiskuntapolitiikka
3. Kaupunkisuunnittelulautakunnan pöytäkirja 26.4.2017
4. Tekniikka ja talous: Betonimurske käyttäytyy kuin pakastemarjat – toimii myös hiilidioksidivarastona, 13.12.2014
5. Helsingin, Espoon ja Vantaan Kaupunki: Ohje betonimurskeen hyödyntäminen infrarakentamisessa pääkaupunkiseudulla, 17.3.2015
6. HSY, <https://www.hsy.fi/fi/asiantuntijalle/seututieto/hankkeet/Sivut/SeutuMaisa.aspx>, 19.12.2017
7. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Päättös UDELY/3446/2014
8. Keran osayleiskaava-alueen hulevesiselvitys, Pöyry 2014
9. Kokkonen, Markku 2012: Kuljetusten ympäristövaikutukset Suomessa – Tekniikan ja liikenteen ala – Opinnäytetyö, Jyväskylän ammattikorkeakoulu