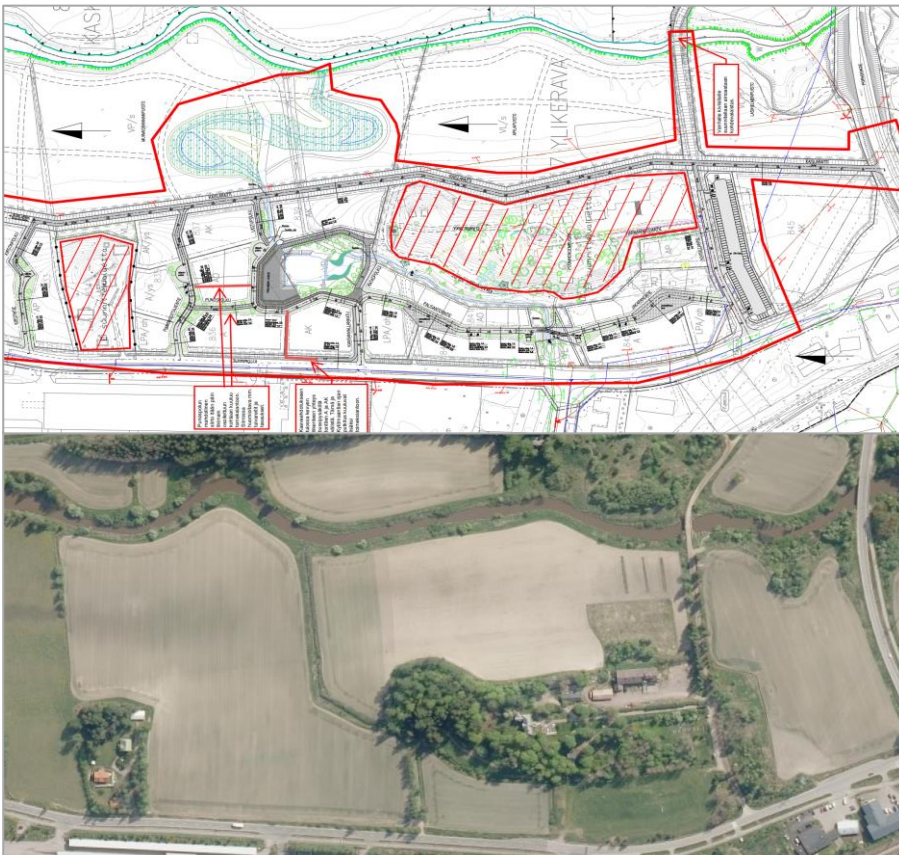


Vastaanottaja  
**Keravan Kaupunki**

Asiakirjatyyppi  
**Uusiomateriaaliselvitys**


Päivämäärä  
**6.5.2021**

# Keravan Asuntomessualue (Jokilaakson kaava-alue 1) Uusiomateriaaliselvitys



Päivämäärä **6.5.2021**

Laatija **Ari Mäkinen** 

Tarkastaja **Marjo Koivulahti**   
Hyväksyjä  
Kuvaus **Uusiomateriaaliselvitys**

Viite 1510062732-007

## SISÄLTÖ

<b>1.</b>	<b>Johdanto</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Kohdekuvaus</b>	<b>2</b>
2.1	Yleistiedot	2
2.2	Maa- ja kallioperäolosuhteet	3
2.3	Pohjavesialueet	3
2.4	Pohjavedenpinta	3
2.5	Muuta huomioitavaa suunnittelualueeseen liittyen	3
2.6	Massatalous	3
2.7	Hankkeelle suunniteltavat merkittävimmät väylät ja alueet	4
2.8	Materiaalien välivarastointi	4
<b>3.</b>	<b>Selvityksessä huomioidut uusiomateriaalit</b>	<b>5</b>
3.1	Kohteen sisäinen materiaalien kierrätys	5
3.1.1	Kaivumassat	5
3.1.2	Kierrätyskiviainekset	5
3.2	Selvityksessä huomioidut muualta tuotavaksi harkittavat uusiomateriaalit	5
3.2.1	Lentotuhka sideaineena massastabilointiin tai käyttö massiivirakenteena	5
3.2.2	Betonimurske	6
3.2.3	Käsitelty jätteenpolton pohjakuona	6
3.2.4	Pohjatuhka/pohjahiekka/leijupetihiekka	6
3.2.5	Vaahtolasi	6
3.2.6	Kokonaiset renkaat ja rengasleike	7
<b>4.</b>	<b>Uusiomateriaalien potentiaaliset käyttökohteet suunnittelualueella</b>	<b>7</b>
4.1	Hyötykäytön yleisperiaatteita	7
4.2	Uusiomateriaalien mahdolliset käyttökohteet suunnittelualueella	8
4.2.1	Rakennekerrokset ja pengerrykset	8
4.2.2	Saven massastabilointi	9
4.2.3	Varsinaisen suunnittelualueen ulkopuolinen huomio	10
4.3	Tarvittavat lisätutkimukset materiaalien käytön mahdollistamiseksi	10
<b>5.</b>	<b>Uusiomateriaalien käytön yleinen arviointi ja huomioitavia asioita</b>	<b>10</b>
5.1	Lähtökohdat	10
5.2	Riskit	11
5.2.1	Ympäristövaikutusten arviointi ja hallinta	11
5.2.2	Saatavuus, rakentaminen ja käyttö teknisestä näkökulmasta	11
5.3	Taloudelliset vaikutukset	13
5.4	Päästövähennykset	14
5.5	Vaikutukset rakenteiden elinkaareen	14
<b>6.</b>	<b>Hankkeessa huomioitavia asioita</b>	<b>14</b>
6.1	Suunnittelu	14
6.2	Luvitus	15
6.3	Urakan valmistelu	15
6.4	Rakentaminen	16
6.5	Ylläpito ja seuranta	16
<b>7.</b>	<b>Tiivistelmä</b>	<b>16</b>
<b>8.</b>	<b>Lähdeluettelo/lisätietoja saatavissa</b>	<b>16</b>

## LIITTEET

Liite 1 (1 s.) Uusiomateriaaliselvityksessä huomioidut materiaalit taulukoituna

## 1. JOHDANTO

Tämä uusiomateriaaliselvitys on tehty Keravan kaupungin toimeksiannosta osana Jokilaakson kaava-alueen 1 (Keravan Asuntomessualue 2024) katujen, vesihuollon ja hulevesialtaiden katu- ja rakennussuunnittelutyötä. Asuntomessualueen tavoitteena on löytää kiertotalousratkaisuja esim. uusio- ja teollisuuden ylijäämämateriaalien hyödyntämiseen alueen suunnittelussa ja rakentamisessa.

Uusiomateriaaliselvitys on toteutettu heti työkokonaisuuden alkuvaiheessa viikon 14/2021 aikana käytettävissä olleiden tietojen ja luonnossuunnitelmien perusteella. Tämän yleisluontoisen selvityksen tavoitteena oli kartoittaa kohteen lähialueelta saatavilla olevia uusiomateriaaleja sekä niiden hyödyntämismahdollisuuksia hankkeella, huomioiden kohteen erityispiirteet, materiaalien teknistä-loudellinen soveltuvuus sekä hankkeen sisäinen maa-ainesten kierrätys.

Uusiomateriaaliratkaisut on tässä selvityksessä tuotu esiin pääperiaatteidensa osalta esimerkinomaisina mahdollisuuksina katu-, rakenne- ja geosuunnitteluun alustaviksi lähtötiedoiksi, joiden teknistä ja taloudellista tarkoituksenmukaisuutta kohteessa käytettäväksi tulee arvioida tarkemmin vastaavien suunnittelijoiden toimesta kyseisten suunnitteluosioiden edetessä. Tämä selvitys itsessään ei sisällä minkäänlaisia tarkempia rakennelaskelmia, mitoitusta tai materiaalien varmistettuja saatavuus- ja hintaneuvotteluja materiaalituottajien kanssa (joiltain osin alustavia tiedusteluja tehty).

Hankkeessa käytettäväksi harkittujen materiaalien tarkemmat tekniset ja ympäristöominaisuudet tulee selvittää/varmistaa ennen hyötykäyttöä. Ajoissa tehdyt tutkimukset nopeuttavat uusiomateriaalirakentamista ja mahdollistavat tarvittaessa lupaprosessien käynnistämisen ajoissa. Mikäli materiaalien käyttö todetaan suunnittelun alkuvaiheessa tarkoituksenmukaiseksi, tulee myös materiaalien saatavuusneuvottelut käynnistää mahdollisimman nopeasti. Joillakin uusiomateriaaleilla saattaa olla keruu- ja välivarastointitarve (materiaalia ei välttämättä synny tasaisesti ympäri vuoden tai sitä ei ole varastoituna suuria määriä).

Tilaajan on mahdollista hyödyntää tässä selvityksessä esitettyjä uusiomateriaalien ja niiden käyttömahdollisuuksien lähtötietoja myös muissa maarakennushankkeissaan.





## 2.2 Maa- ja kallioperäolosuhteet

Suunnittelualueelle on aiemmin tehty A-Insinöörit Oy:n toimesta mm. rakennettavuus selvitys ja siihen liittyviä pohjatutkimuksia vuonna 2019 sekä lisäpohjatutkimuksia (kairauksia, laboratoriotutkimuksia) vuosina 2020-2021, ja edellä mainittuihin perustuen A-Insinöörit Oy on laatinut lausunnot rakennettavuudesta yleisille alueille ja erikseen asuinalueille. Maaperäkuvaus perustuu kyseisiin selvityksiin.

Alueen korkein kohta sijaitsee kartanonmäellä tasossa +48, peltoalueella maanpinnan taso laskee Keravanjoen suuntaan välillä +40...+34 (lännestä itään). Alueen pohjoisosan omakotitalot sijaitsevat mäellä, jonka korkein kohta on tasossa +45.

Suunnittelualue sijaitsee lähes kokonaisuudessaan savikolla, jonka kerrospaksuus vaihtelee pääasiassa 5-17 metrin välillä. Saven vesipitoisuus vaihtelee 40-90 % ja humuspitoisuus pääosin 1-4 % välillä (liejuista saveakin siis esiintyy). Saven alapuolella maalaji vaihtelee löyhästä tiiviiseen siltin, hiekan ja eri moreenimaalajien välillä eri kerrospaksuuksin (kitkamaan kerrospaksuusvaihtelu jopa 1-25 metriä, paksuimmillaan Keravanjoen varrella).

Tarkemmat tiedot Rakennettavuus selvityksessä (2019) sekä Rakennettavuus lausunnoissa (2021).

## 2.3 Pohjavesialueet

Suunnittelualueella ei ole luokiteltua pohjavesialuetta.

## 2.4 Pohjavedenpinta

Suunnittelussa on huomioitava pohjaveden korkeus sekä mahdollinen paineellinen pohjavesi (havaittu ainakin Porvoontien alueella). Pohjaveden korkeus on havaintopisteissä vaihdellut maanpinnan tasosta kolmen metrin syvyyteen (uudessa pohjavesi putkessa 6 metrin syvyydessä, havainto kuitenkin tuore ja vielä epävarma). Tarkemmat havaintotiedot Rakennettavuus selvityksessä (2019) sekä Rakennettavuus lausunnoissa (2021).

MARA-asetuksen mukaisesti ilmoitettaessa pohjaveden enimmäiskorkeuden ja MARA-rakenteen alapinnan välisen etäisyyden tulee olla vähintään yksi metri (koskee myös luokittelematonta pohjavettä).

## 2.5 Muuta huomioitavaa suunnittelualueeseen liittyen

Keravanjoki kulkee suunnittelutehtävärajauksen ulkopuolella, mutta kuitenkin sen välittömässä läheisyydessä, joka tulee huomioida suunnittelussa mm. joen tulvavaara-alueen suhteen. MARA-asetuksen mukaisesti ilmoitettaessa maarakentamiskohteen etäisyys vesistöä, talousvesikäyttöön tarkoitettusta kaivosta tai lähteestä tulee olla vähintään 30 metriä.

Suunnittelualueen läpi, osin tulevan kevyen liikenteen väylän (Merikalliontaival) linjalla, kulkee etelä-pohjoissuunnassa myös Keski-Uudenmaan vesiensuojelun liikelaitos kuntayhtymän siirtoviemäri/meriviemäri, jonka suoja-alue viemäriin itäpuolella on vähintään 10 m ja länsipuolella 20 m. Pohjaveden pintaa ei saa laskea siirtoviemäriin alueella. Viemäriin päälle tehtävät maatäytöt, muut rakenteet ja liikenne eivät saa lisätä viemäriputkeen aiheutuvaa ulkoista räsitusta. Siirtoviemäriin ja mahdollisesti risteävien muiden alitusten/ylitysten suunnitelmat on hyväksyttävä liikelaitos kuntayhtymällä. Tulevaisuudessa KUVES:lla on tarkoitus rakentaa uusi linja vanhan linjan itäpuolelle (10-20 metrin muutos nykyiseen linjaan nähden) samaan vesijuoksun korkotasoon.

## 2.6 Massatalous

Kohteella syntyvät massat, määrät ja massojen hallintasuunnitelma tarkentuvat suunnittelun edetessä. Pääosin kohteella mahdollisesti syntyvät kaivumassat ovat heikkolaatuisia pinta- ja savimaa-aineksia. Suunnittelualueen läheisyydessä on muutamia kohteita (mm. meluvalli), joihin näiden massojen hyödyntämistä voidaan tarkastella.

Suurempien massanvaihtojen vaihtoehtoiksi ja painuma-/stabiliteettiongelmiin hallitsemiseksi on rakennettavuus selvityksessä ja rakennettavuus lausunnoissa esitetty tarkasteltavaksi mm. massa- ja

pilaristabilointia, esikuormitusta ja kevennettyjä maarakenteita (perusmaa-aineksia kevyempiä materiaaleja) käyttäen.

## 2.7 Hankkeelle suunniteltavat merkittävimmät väylät ja alueet

Suunnitteluhankkeen merkittävimmät väylät ja yleiset alueet on esitetty taulukossa 1. Väylille ja yleisille alueille vaadittavia pohjanvahvistusratkaisuja tai vähintäänkin niiden tarkasteluja on koko suunnittelualueella.

**Taulukko 1. Suunnitteluhankkeen merkittävimmät väylät ja yleiset alueet karkeine mitta-arvioineen (tarkouspyynnön pohjana olleesta luonnoksesta/suunnittelualue-rajauksesta) ja rakennettavuuslausuntohuomioineen.**

Väylät			
Nimi/aihe	Kuvaus karkeasti	Mitat karkea arvio	Rakennettavuuslausunnon huomiot.
Kivisillantie	Vanhan tien uusiminen	6 m x 160 m	Paksulla savikolla, painuma- ja stabiliteettiriski. Selvitettävä pohjanvahvistus-, stabilointi-, esikuormitus-, kevennysrakenne- tai massanvaihtomahdollisuudet.
Jakarandatie	Uudet pihakadut (lisäksi näihin liittyen yhteisölliset alueet)	5,5 m x 195 m	
Palisanterintie		5,5 m x 220 m	
Kansanvallankatu	Uusi katu	5 m x 240 m	
Kirstintie ja Kirstinpolku	Uusi katu ja uusi KLV	5 m x 85 m (katu) 4 m x 50 m (KLV)	Länsiosassa savikko ohuempaa (~5 m), maanvaraisen perustamisen mahdollisuus tutkittava. Itäosassa todennäköisesti kuitenkin tarve pohjanvahvistuksille tai kevennerakenteille.
Punospolku	Uusi KLV	4 m x 60 m	Mahdollisesti tarve pohjanvahvistuksille tai kevennerakenteille.
Pianonsoittajientie	Uusi katu	5 m x 110 m	Savikerrokset ohuempia, mutta painumat ja stabiliteetti silti tarkistettava ja pohjanvahvistus-, stabilointi-, esikuormitus-, kevennysrakenne- tai massanvaihtomahdollisuudet selvitettävä.
Merikalliontaival	Uusi KLV	5,5 m x 810 m (noin paalut 0-400 viemärilinjän ulkopuolella)	Paaluväli ~460-820 paksulla savikolla, painuma- ja stabiliteettiriski. Selvitettävä pohjanvahvistus-, stabilointi-, esikuormitus-, kevennysrakenne- tai massanvaihtomahdollisuudet. Paaluvälillä ~0-460 savikerrokset ohuempia, mutta ylläolevat seikat silti tarkistettava ja tarve/mahdollisuudet selvitettävä.
Lastupolku	Uusi KLV	4 m x 50 m	Todennäköisesti tarve pohjanvahvistuksille tai kevennerakenteille.
Pianonsoittajientien jatke	Uusi KLV	4 m x 40 m	Todennäköisesti tarve pohjanvahvistuksille tai kevennerakenteille.
Muut alueet ja ratkaisut			
Kivisillantien LP-alue	Uusi parkkialue	20 m x 130 m	Paksulla savikolla, painuma- ja stabiliteettiriski. Selvitettävä pohjanvahvistus-, stabilointi-, esikuormitus-, kevennysrakenne- tai massanvaihtomahdollisuudet.
Finlandia-aukio, hulevesiallas ja -uomat, Jokilaakson kosteikkoalue	-	-	Aukioon/altaaseen liittyvien rakenteiden perustamistapa oletettavasti paalutus (?). Yleisesti, painumaherkät rakenteet tarvitsevat joka tapauksessa pohjanvahvistusta.

## 2.8 Materiaalien välivarastointi

Suunnittelualueelle ei ole osoitettu varasto- tai läjitysalueita. Välivarastointialuetta saatetaan tarvita kohteella muodostuvien ja uudelleen käytettävien uusiomateriaalien varastointiin. Näitä materiaaleja voivat olla esimerkiksi purettujen rakennekerrosten materiaalit; kuten louhe, murske, sora ja hiekka (kohteella näitä lähinnä Kivisillantien parantamisen ja rakennekerrosten uusimisen yhteydessä syntyvät massat) sekä muut heikkolaatuisemmat kaivumaat (kohteella pääosin savea). Mahdollisesti muualta hankkeelle käytettäväksi tuotavista materiaaleista esimerkkejä ovat betonimurske, pohjatuha/leijupetihiekka ja jätteenpolton kuona sekä stabilointikäyttöön jättepohjaiset sideaineet. Tietysti monilla materiaalitoimittajilla on omat varastointialueensa, josta materiaalit voidaan toimittaa suoraan käyttökohteeseen/rakenteeseen kun niitä tarvitaan, mutta tällöin logistiikkaketjun tulee toimia saumattomasti, jottei rakentamiseen tule viiveitä ja ongelmia.

Mikäli uusiomateriaaleja varten todetaan olevan ennakkoon keruu- ja välivarastointitarve, on sopivan välivarastointialueen osoittaminen oleellista uusiomateriaalien hyödyntämisen kannattavuuden mahdollistamiseksi. Materiaalikohtaisesti on huomioitava välivarastoinnin MARA-asetuksen -mukaisuus tai ympäristöluvanvaraisuus. Mikäli materiaalien välivarastointi kohteella olisi mahdollista, varastokasat voisivat tarvittaessa toimia mahdollisesti paikoitellen myös esikuormituspenkereenä. Esimerkiksi Kivisillantien tulevan LP-alueen mahdollinen käyttö välivarastointialueena on suositeltavaa

selvittää. MARA-asetuksessa (Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa eli ns. MARA-asetus 843/2017) määrätään mm. seuraavaa: "Jätteen väliaikaisessa varastoinnissa on noudatettava parasta käyttökelpoista tekniikkaa. Väliaikaisen varastoinnin saa aloittaa aikaisintaan neljä viikkoa tai, jos jäte varastoidaan suojattuna, 12 kuukautta ennen hyödyntämistä". Näin ollen yli 12 kuukauden varastointiaika vaatii ympäristöluvan. Välivarastointialueen tulisi sijaita mahdollisimman lähellä kohdetta. Pitkät kuljetusmatkat välivarastolle ja edelleen sieltä työmaalle tai muualle ovat kustannuserä ja lisäävät myös muodostuvien kasvihuonekaasujen määrää.

### 3. SELVITYKSESSÄ HUOMIOIDUT UUSIOMATERIAALIT

Alustavan arvion mukaan kohteen ympäristöolosuhteet mahdollistavat uusiomateriaalien hyödyntämisen pääasiassa MARA-ilmoitusmenettelyllä (Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa VNa 843/2017), joka tulee jättää viimeistään 1 kk ennen rakentamista. Mikäli ilmoituksen edellytykset eivät täyty, kohteelle voidaan hakea ympäristölupa ajoissa ennen rakentamista. Kunnan myöntämän ympäristöluvan käsittelyaika on tyypillisesti 3-6 kk. Selvityksessä keskityttiin selvittämään MARA-kelpoisia materiaaleja pääasiassa 50 km etäisyydellä kohteelta. Materiaaleja on esitelty yleisellä tasolla tiivistetysti seuraavissa alaluvuissa sekä tämän selvityksen liitteessä 1 (selvityksessä huomioidut uusiomateriaalit taulukoituna).

Kohteessa esitetään käytettäväksi teknisiltä ominaisuuksiltaan luonnonkiviaineksen kaltaisia uusiomateriaaleja. Suunnittelualueelle soveltuvia uusiomateriaaleja ovat tietyin edellytyksin esimerkiksi betonimurske, energiateollisuuden lentotuhka ja pohjatuhka/leijupetihiekka, jätteenpolton käsitelty pohjakuona sekä vaahtolasi.

Myös kohteelta kaivettavien kaivumaiden hyödyntäminen sellaisenaan tai jalostettuna tulee huomioida esimerkiksi valliratkaisuissa tai maisemoinneissa.

#### 3.1 Kohteen sisäinen materiaalien kierrätys

Kohteelta kaivettavien massojen hyödyntäminen (joko sellaisenaan tai jalostettuna) kyseessä olevalla suunnittelualueella, kohteeseen liittyvissä muissa osioissa tai muilla lähialueilla todetaan olevan kierrättämisen osalta tärkeä tavoite.

##### 3.1.1 Kaivumassat

Hankkeella mahdollisesti syntyvät kaivumassat ovat pääasiassa pinta- ja savimaa-aineksia. Heikkolaatuisia kaivumaita voidaan hyödyntää mm. maisemointitöissä ja luiskaverhouksissa. Heikkolaatuisten kaivumaiden teknisiä ominaisuuksia ja hyötykäyttömahdollisuuksia on tarvittaessa mahdollista parantaa erilaisilla jalostusmenetelmillä (esim. stabiloimalla).

##### 3.1.2 Kierrätyskiviainekset

Olemassa olevista rakennekerroksista (Kivisillantien uusiminen) kaivettava murske, sora ja muu maa-aines voidaan hyödyntää kohteessa erilaisissa rakennusosissa materiaalien laadusta riippuen.

#### 3.2 Selvityksessä huomioidut muualta tuotavaksi harkittavat uusiomateriaalit

Teiden, katujen ja kevyen liikenteen väylien päällysrakenteissa (tai täyttö- ja pengerrakenteissa) voidaan tarvittaessa hyödyntää myös hankkeen ulkopuolelta tuotavia uusiomateriaaleja. Monet uusiomateriaalit ovat vähintäänkin jonkin verran luonnonkiviaineksia kevyempiä ja ne ovat tyypillisesti myös luonnon kiviaineksia eristävämpiä materiaaleja, joten niiden ominaisuuksia voidaan pyrkiä hyödyntämään painumaherkille ja routiville pohjamaille rakennettaessa. Mahdollisen massastabiloinnin toteutuksessa on suositeltavaa huomioida metsä- ja energiateollisuudesta sideainekäyttöön soveltuvat materiaalit.

##### 3.2.1 Lentotuhka sideaineena massastabilointiin tai käyttö massiivirakenteena

Metsä -ja energiateollisuuden lentotuhkia voidaan hyödyntää massastabiloinnin sideaineena yhdessä esimerkiksi sementin kanssa. Lentotuhka tarvitsee parhaan toimivuuden ja reaktiivisuuden takaimiseksi yleensä rinnakkaisaktivaattoriksi sementtiä, mutta toisaalta pelkällä sementillä stabilointiin nähden lentotuhkalla pystytään korvaamaan osa kaupallisesta sideaineesta.



Mahdollisesti massastabiloinnissa hyödynnettävissä olevaa hyvälaatuista lentotuhkaa syntyy useammallakin voimalaitoksella/tuotantopaikalla 50 kilometrin säteellä kohteesta (esim. Keravan Energia 7 km, Vantaan Energia 30 km, jne.). Stabilointi vaatii kuitenkin aina kohde- ja sideainekohtaiset ennakkolaboratoriotutkimukset reseptiikan toimivuuden varmistamiseksi. Hinta- ja saatavuusneuvottelet on käytävä tapauskohtaisesti erikseen, mutta lähtökohtana lentotuhkan hinnalle stabilointikäyttöön voidaan pitää karkeasti 0-10 €/tonni (kaupalliset: sementti 90-100 €/t, CaO 120-130 €/t, GTC 110-120 €/t).

Tuhkan hyödyntämisestä massiivirakennekäytössä on myös hyviä kokemuksia. Massiivirakenteella tarkoitetaan tuhkaista sellaisenaan (tai sideaineella jalostettuna) muodostettavaa yhtenäistä rakennetta (tai rakennekerrosta), kuten esimerkiksi väylärakentamisen päällysrakenteissa vaikkapa jakavaa kerrosta tai valli-/pengerrakennetta. Massiivituhkarakenteilla voidaan tuhkan routaeristävyys takia usein ohentaa kokonaisrakennepaksuutta. Tuhka voidaan lujittaa siten, että sillä on hyvät kantavuusominaisuudet. Oikein toteutetun lentotuhkarakenteen etuja perinteisiin rakenteisiin verrattuna on keveys ja routaeristävyys. Lentotuhkan keveyttä voidaan hyödyntää massiivisissa kohteissa, kuten korkeissa penkereissä ja valleissa sekä paalulaattakohteiden kuormien keventämisessä.

### 3.2.2 Betonimurske

Betonimurske valmistetaan pääosin purkutyömailla syntyvästä betonijätteestä. Hyvälaatuista betonimursketta on teknisesti mahdollista käyttää kaikissa (tie-, katu- ja KLV) päällysrakenteen ja pengertäytön kerroksissa. Betonimurske lujittuu tiivistyksen jälkeen rakenteessa, saavuttaen jopa parempia kantavuuksia kuin luonnonkiviainekset. Parempi kantavuus mahdollistaa ohuemmat rakennekerrokset, mikäli routa ei muodostu mitoittavaksi tekijäksi. Betonimurskeita on myös tuotteistettu ja CE -merkitty. Kyseisillä tuotteilla on usein olemassa omat suunnitteluohjeensa.

Keravan lähistöltä tuotteistettua betonimursketta on saatavilla eri toimittajilta ainakin 0/45 ja 0/90 raekoossa (esim. Rudus Oy 20 km, NCC Oy 20 km, Gles Oy 35 km, Purkupiha Oy 20 km jne.). Hintataso vaihtelee noudettuna noin 0-1 €/t ja kohteelle toimitettuna noin 2-4 €/t välillä. Käytännössä on kuitenkin hyvä muistaa, että purkubetonista (laatuluokitus BEM II-IV) valmistetun betonimurskeen laatuominaisuudet on suositeltavaa varmistaa ennen käyttöä vaikka tuote olisikin CE-merkitty. Suositeltavimmin käytettävä I, II tai III -luokan betonimursketta soveltuviissa rakenteissa.

### 3.2.3 Käsitelty jätteenpolton pohjakuona

Jätteenpolttolaitoksella yhdyskuntajätteen poltossa syntyy jätteenpolton pohjakuonaa. Yhdyskuntajätteenpolton pohjakuonaa jalostetaan käsittelymenetelmän avulla maarakennuskäyttöön soveltuvaksi materiaaliksi. Materiaalia on yleensä saatavilla eri fraktioissa esimerkiksi suodatinkerrokseen ja jakavaan kerrokseen soveltuvassa raekoossa.

Käsitellyn yhdyskuntajätteenpolton pohjakuonan potentiaalisia hyödyntämiskohteita ovat esimerkiksi tie-, katu-, ja kenttäratkaisujen päällysrakenteiden jakavat- ja suodatinkerrokset sekä pengertäytöt. Keravalta 50 km etäisyydeltä löytyy käsiteltyä kuonaa kahdesta paikasta (HSY Ämmässuo 50 km ja Fortum Riihimäki/Hausjärvi välivarasto 50 km). Hinta- ja saatavuusneuvottelet on käytävä tapauskohtaisesti erikseen, mutta lähtökohtana käsitellyn pohjakuonan hinnalle voidaan pitää 0 €/t.

### 3.2.4 Pohjatuhka/pohjahiekka/leijupetihiekka

Pohjatuhka vastaa rakeisuudeltaan ja käytettävyydeltään tyypillisesti hiekkaa tai hienoa soraa (0,002-16 mm) ja leijupetihiekka hieman karkeampaa maa-ainesta (0,063-32 mm). Ne soveltuvat tie-, katu- ja kenttärakenteiden päällysrakenteiden suodatinkerrokseen, jakavaan kerrokseen, pengertäyttöihin ja muihin täyttöihin korvaamaan luonnonkiviaineksia. Pohjatuhkaa on mahdollista käyttää myös massastabiloinnissa pintaosaan levitettävänä ja sekoitettavana lisäaineena. Pohjatuhkaa/pohjahiekkaa/leijupetihiekkaa syntyy vastaavilla energiantuotantolaitoksilla kuin lentotuhkiakin, mutta määrät ovat yleensä merkittävästi pienempiä.

### 3.2.5 Vaahtolasi

Vaahtolasimurske on valmis tuote, jota valmistetaan eri raekokoihin pääasiassa välillä 0...60 mm. Vaahtolasimurskeen tilavuuspaino rakenteessa on vain viidesosa verrattuna luonnon kiviainesmurskeeseen, mutta se vastaa kantavuudeltaan karkeaa hiekkaa. Vaahtolasimurskeella voidaan rakentaa

kevennyspenkereitä jyrkilläkin luiskakaltevuuksilla. Vaahtolasi on routimaton materiaali ja lämmöneristävyydeltään vastaa neljä kertaa paksumpaa hiekkakerrosta.

Vaahtolasi soveltuu mm. tie-, katu- ja kenttärakenteissa jakavaan ja suodatinkerrokseen (routaeristeenä, keventävänä rakenteena ja/tai kuivatuskerroksena) sekä siltapenkereisiin ja tukimuurien taustatäyttöihin. Suomessa CE-merkittyä vaahtolasia valmistaa Foamit-tuotenimellä Uusioaines Oy Forssassa. Hinta ja saatavuusneuvottelut tapauskohtaisesti (karkea arvio hintatasosta 50-60 €/m<sup>3</sup>). Kyseinen vaahtolasi on valmis tuote eikä sen käyttö vaadi ympäristölupaa tai MARA-ilmoitusmenetelyä, vaan käyttö on näiltä osin vapaaata.

### 3.2.6 Kokonaiset renkaat ja rengasleike

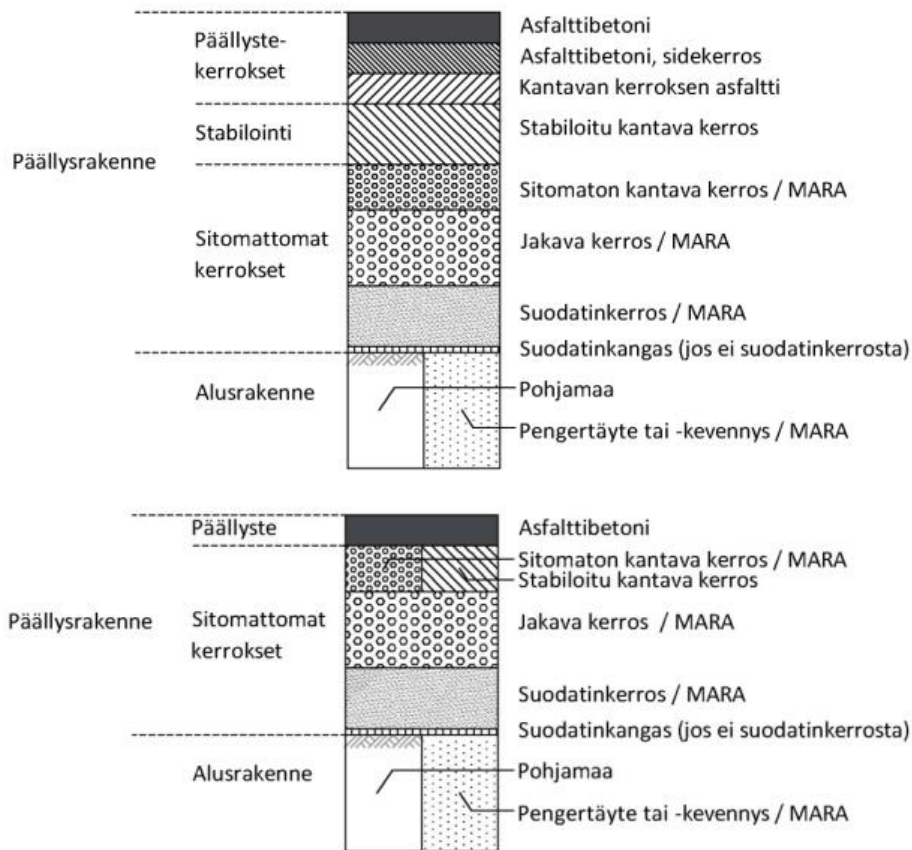
Rengasleikkeen ja kokonaisten renkaiden tilavuuspaino on alhainen, joten niitä on käytetty kevennysrakenteissa. Renkaat ja rengasleikkeen palat ovat vettä raskaampia, jolloin materiaali ei kellu. Rengasmateriaalit ovat joustavia ja niillä on alhainen moduuli. Rengasmateriaalikerroksen päälle toteutetaan paksut rakennekerrokset. Muita mahdollisia käyttökohteita renkailla ja rengasleikkeelle ovat eristys- ja kuivatusrakenteet sekä meluvallit. Kuusakoski Oy myy kokonaisia käytettyjä renkaita Vantaan toiminnoissaan (hinta- ja saatavuusneuvottelut tapauskohtaisesti) sekä kerran leikattua rengasleikettä RR1 mm. Hyvinkään toiminnoissaan (hinta kohteelle toimitettuna <10 €/t).

## 4. UUSIOMATERIAALIEN POTENTIALISET KÄYTTÖKOHEET SUUNNITTELUALUEELLA

### 4.1 Hyötykäytön yleisperiaatteita

MARA-asetuksen vaatimuksien täytyessä jätemateriaaleja voidaan hyödyntää ilman ympäristönsuojelulain (527/2014) mukaista ympäristölupaa. Asetukseen sisältyvien uusiomateriaalien käytölle on asetettu tiettyjä reunaehtoja, joita ovat mm.: Suurin sallittu uusiomateriaalin kerrospaksuus tiepenkereessä ja luiskatäytöissä on 1,5 m, kerroksen alapinnan etäisyyden yläpään pohjavedenpintaan tulee olla vähintään 1,0 m ja uusiomateriaalirakenteen etäisyys vesistöön ja talousvesikaivoon vähintään 30 metriä. Vaaditut enimmäisarvot ovat rakentamissovellutuskohtaisia ja kaikki asetuksen materiaalit eivät ole mahdollisia kaikkiin sovellutuksiin.

Uusiomateriaalia on mahdollista hyödyntää päällysrakenteessa sekä pengertäytöissä kuvassa 3 esitetyllä tavalla (alempi tyyppiesimerkki soveltuu tarkasteltavaksi suunnittelukohteelle).



**Kuva 3. Tyypiesimerkit tavanomaisesta väylä- ja kenttärakenteesta, joissa on mahdollista hyödyntää MARA-asetuksen nojalla uusiomateriaaleja (alempi tyypiesimerkki soveltuu tarkasteltavaksi suunnittelu-kohteelle). (MARA-soveltamisohje, VNa 843/2017).**

Yllä esitettyjen esimerkkien lisäksi uusiomateriaalia voidaan hyödyntää myös esimerkiksi luiskamateriaalina. Päällyste ei ole välttämätön edellytys uusiomateriaalin käytölle, vaan uusiomateriaaleja voidaan soveltuvilta osin hyödyntää myös peitetyissä rakenteissa (esim. sorateillä tai hiekkapintaisilla kentillä). Uusiomateriaalien hyödyntäminen osana rakennekerroksia tulee kuitenkin tarkastella rakennekohtaisesti huomioiden em. uusiomaarakentamisen reunaehdot.

## 4.2 Uusiomateriaalien mahdolliset käyttökohteet suunnittelualueella

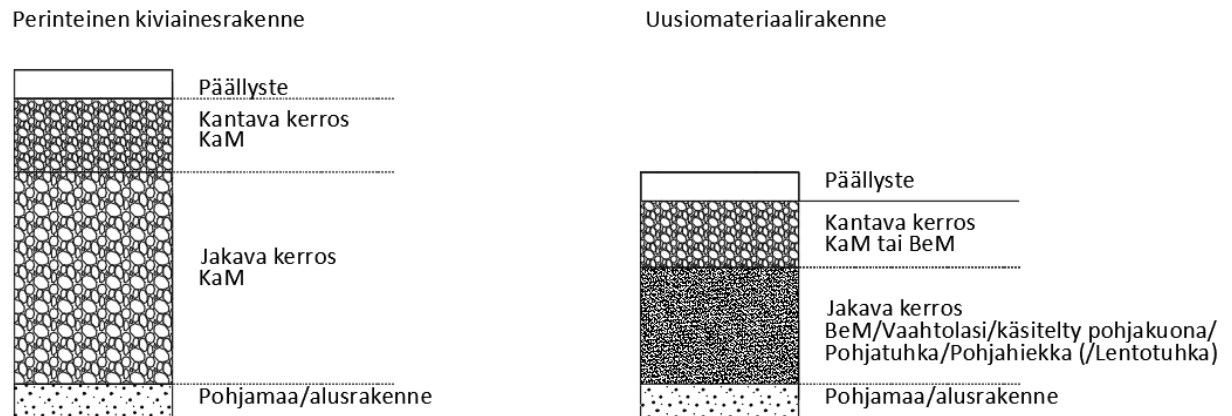
Potentiaalisia uusiomateriaalien käyttökohteita suunnittelualueella ovat teiden, katujen ja kevyen liikenteen väylien päällysrakenteissa suodatin-, jakava- ja kantava kerros sekä alusrakenteissa pohjamaata korvaavat penger-/kevennysratkaisut. Lisäksi muita mahdollisia käyttökohteita ovat saven massastabilointi.

### 4.2.1 Rakennekerrokset ja pengerrykset

Suunnittelualueella selkeimmiksi uusiomateriaalien hyötykäyttökohteiksi arvioidaan Merikalliontaival, Kivisillan tien pysäköintialue (kenttä) sekä mahdollisesti Kivisillantie. Myös muut lyhyemmät väylät ovat mahdollisia hyödyntämiskohteita, mutta uusiomateriaalien käytöllä saadaan parhaiten etua yhtenäisissä ja laajoissa rakenteissa. Lisäksi uusiomateriaalien käyttö on usein selkeintä ja helpointa alueilla, joissa on mahdollisimman vähän muita rakenteita/tekniikkaa ja rakenteen aukikaivutarve (esimerkiksi kunnallistekniikan rakentamisen tai huoltotöiden vuoksi) on epätodennäköistä tai vähäistä.

Teknisesti päällysrakenteissa olisi mielekästä tavoitella esimerkiksi yhdistelmää, jossa pystyttäisiin hyödyntämään suodatin- ja/tai jakavassa kerroksessa uusiomateriaalin (esim. vaahtolasi, pohjakuona, mahdollisesti tuhka) keveyttä ja mahdollista routaeristävyttä, sekä kantavassa ja/tai jakavassa kerroksessa esimerkiksi betonimurskeen kantavuutta. Tällöin kokonaiskerrospaksuus ja tarvittavien luonnon kiviainesten määrä pienenevät huomattavasti (kuva 4). Esimerkiksi lentotuhkan massiivirakennekäytössä tulee kuitenkin kiinnittää erityishuomiota rakenteen kuivatukseen (rakennettuun tuhkerakenteeseen ei saa päästä kulkeutumaan merkittävästi lisää vettä/kosteutta), kyseessä

olevalla suunnittelualueella pohjaveden pinta saattaa rajata lentotuhkan massiivirakennekäytön pois.) Alusrakenteessa pohjamaan päälle (tai osittain massanvaihdoilla korvaamalla) rakennettavassa penkereessä voidaan käyttää kevennysratkaisuja (esim. rengasleike jne), mutta tämä kasvattaisi todennäköisesti raittien ja katujen rakennepaksuutta tarpeettomasti ja rakenteet eivät todennäköisesti näitä ratkaisuja tule tarvitsemaan.



**Kuva 4. Karkeasti uusiomateriaalirakenteen etuja perinteiseen kiviainesrakenteeseen nähden. Parhaimmillaan esimerkiksi routivilla ja painumaherkillä pohjamailla saattaa olla mahdollista rakentaa uusiomateriaalien avulla huomattavasti ohuempia kokonaisrakenteita perinteisiin kiviaineksiin nähden ilman, että kantavuus- tai routivuusominaisuudet heikkenevät.**

Alustavasti jatkosuunnitteluun tarkasteltavaksi esitettäviä rakenne-/materiaaliratkaisuja ovat esim. (kerrospaksuudet ja mitoitus tulee tehdä katu- ja rakennesuunnittelun yhteydessä, jossa tulee tarkastella kokonaisuudessaan ratkaisujen toimivuus ja taloudellisuus):

Kivisillantien ja Kivisillantien pysäköintialueen päällysrakenteet

- Päällyste: asfaltti
- Kantava kerros: betonimurske
- Jakava kerros: betonimurske, käsitelty pohjakuona, vaahtolasi (lentotuhka, mutta alueen pohjavesiolosuhteet saattavat rajata käytön ulkopuolelle, vaatii tuhkerakkeen kuivatuksen)
- Suodatinkerros: käsitelty pohjakuona, pohjatuhka/leijupetihiekka, vaahtolasi
- Alusrakenteet/penkereet: käsitelty pohjakuona, pohjatuhka/leijupetihiekka

Merikalliontaival päällysrakenteet:

- Päällyste: asfaltti
- Kantava kerros: murskattu luonnon kiviaines tai betonimurske
- Jakava kerros: käsitelty pohjakuona, vaahtolasi (lentotuhka, mutta alueen pohjavesiolosuhteet saattavat rajata käytön ulkopuolelle, vaatii tuhkerakkeen kuivatuksen)
- Suodatinkerros: käsitelty pohjakuona, pohjatuhka/leijupetihiekka tai vaahtolasi
- Alusrakenteet/penkereet: käsitelty pohjakuona, pohjatuhka/leijupetihiekka

Muut kevennykset ja pengerrykset alueen alusrakenteissa:

- käsitelty pohjakuona, pohjatuhka/leijupetihiekka, kokonaiset renkaat ja rengasleike (vaativissa ja mahdollisesti välttämättömissä paikoissa tai vaahtolasi)

Teknisen toimivuuden lisäksi on jatkosuunnittelun alkuvaiheessa huomioitava tarkemmin myös eri materiaalien ja toteutusvaihtoehtojen kustannusvaikutukset rakenteeseen. Mikäli uusiomateriaaliratkaisuja lähdetään viemään jatkosuunnitteluun, tulee rinnalla tehdä koko ajan vaihtoehtoinen ja toteutuskelpoinen (vertailu-) suunnitelma perinteisiä kiviainesratkaisuja käyttäen.

#### 4.2.2 Saven massastabilointi

Rakennettavuusselvityksessä ja rakennettavuuslausunnoissa on yhtenä vaihtoehtona alueen saviolle esitetty pohjanvahvistusta stabiloinnin avulla. Vuoden 2021 alussa alueen lisäpohjatutkimusten yhteydessä on toteutettu kahdesta näytepisteestä stabiloituvuustutkimuksia savelle ja liejuiselle savelle. Tutkimuksissa on käytetty sideaineina kolmea eri määrää kaupallisia sideaineita (GTC ja kalkki-

sementti KC30, määrinä 80, 120 ja 150 kg/m<sup>3</sup>), joilla runkoaineet ovat lujittuneet pääsääntöisesti varsin hyvin.

Stabiloinnin sideaineena saattaisi kuitenkin olla mahdollista hyödyntää myös lentotuhkaa kaupallisten sideaineiden lisäksi pienentämään kaupallisten sideaineiden määrää. Tämän varmistaminen vaatisi kuitenkin uusia stabiloitavuuskokeita, joilla määritetään toimiva jättepohjainen sideaineresepti (sideaineen komponentit ja sideainemäärä kg/m<sup>3</sup>) ja selvitettäisiin samalla reseptimuutoksen kustannusvaikutukset (lentotuhkan käytön kustannusvaikutuksia on pyritty arvioimaan karkealla tasolla suuntaa antavasti luvussa 5.3.). Stabiloitavuuskokeisiin tulee varata aikaa 4 kk (1 kk ja 3 kk lujittumisaika ennen puristuskokeita). Tarvittaessa on testattava myös sideaineen ympäristökelpoisuus. Mahdollinen jättepohjaisten sideaineiden hyödyntäminen pohjaveden pinnan alapuolella tai alle 1 m etäisyydellä pohjavedenpinnasta edellyttää ympäristölupaa.

#### 4.2.3 Varsinaisen suunnittelualueen ulkopuolinen huomio

Varsinaisen suunnittelualueen ulkopuolelta, mutta välittömään läheisyyteen ja asuntomessuhankkeeseen liittyen, huomioina mahdollinen meluvallirakentaminen. Heikosti kantavalle pohjamaalle perustettaessa saavutetaan etua, mikäli meluvalli rakennetaan perinteisiä maa-aineksia kevyemmistä materiaaleista, kuten esimerkiksi lentotuhkasta (Keravan Energia?) tai kokonaisista renkaista maaverhoilulla. Meluvalli saattaa olla mahdollista rakentaa myös esimerkiksi lentotuhkalla (ja sementillä) stabiloidusta savesta, jolloin luiskakaltevuudet voidaan toteuttaa pelkkään jalostamattomaan saveen verrattuna jyrkemmillä luiskakaltevuuksilla. Samassa yhteydessä voidaan tarkastella vallin pohjamaan vahvistamista stabiloinnin avulla.

#### 4.3 Tarvittavat lisätutkimukset materiaalien käytön mahdollistamiseksi

Mikäli uusiomateriaaliratkaisuja otetaan mukaan suunnitteluvaiheen tarkempaan tarkasteluun, voidaan joiltain osin käyttää valmiita esimerkinomaisia ja materiaalille tyypillisiä lähtötietoja/-arvoja alustavissa laskelmissa ja tarkasteluissa, mutta samalla tulee huomioida myös mahdollinen lisätutkimustarve materiaaliominaisuuksien selvittämiseksi tarkemmin, jollei materiaalituottajalta ole niitä valmiiksi tarjota. Mahdollisten lisätutkimusten toteuttaminen neuvoteltava materiaalituottajan kanssa.

- Uusiomateriaalien käyttäminen täytöissä tai penkereissä ei välttämättä vaadi teknisiä tutkimuksia
- Päällysrakennekäyttö vaatii teknisten ominaisuuksien varmistamisen. Esimerkiksi lento- ja pohjatuhkista tarvitaan käyttöeräkohtaiset (esim. lujuus, lämmönjohtavuus, jäätymis-sulamis -kestävyys, routivuus) tiedot, jollei pidempiaikaista laatu- ja sen vaihteluseurantaa ole tehty. Esimerkiksi laatuluokitellusta betonimurskeesta ja vaahtolasimurskeesta tekniset ominaisuustiedot on jo varmistettu tarvittavilta osin.
- Jättepohjaisen sideaineen (esim. lentotuhkan) stabilointikäyttö vaatii aina kohde- ja sideainekohtaiset laboratoriotutkimukset

## 5. UUSIOMATERIAALIEN KÄYTÖN YLEINEN ARVIOINTI JA HUOMIOITAVIA ASIOITA

### 5.1 Lähtökohdat

Uusiomateriaalit ovat toimivia vaihtoehtoja luonnonkiviaineiksille erilaisissa pohjarakenteissa sekä täytöissä ja soveltuvilta osin päällysrakenteissa. Hyödyntämällä uusiomateriaaleja suunnitelmallisesti voidaan vähentää rakennushankkeen ilmastovaikutuksia. Tämä Keravan Asuntomessualueen suunnittelukohteeseen tulee todennäköisesti sisältämään merkittävän määrän välttämättömiä pohjanvahvistuksia tai vaihtoehtoisesti massanvaihtoa ja penkereiden sekä päällysrakenteiden kevennysratkaisuja. Yleisesti ottaen päällysrakenteen kiviaineksia korvaavien uusiomateriaalien käyttö vähentää hanketta varten louhittavien ja jalostettavien kiviainesten määrää ja siten louhinnassa syntyviä hiilidioksidipäästöjä. Päästövähennyksiä saavutetaan myös, jos luonnonkiviainesten kuljetusmatka (tonni-km) on suurempi kuin uusiomateriaalien kuljetusmatka (tonni-km) suhteutettuna materiaaleilla aikaansaattavan valmiin rakennekerroksen tilavuuteen (m<sup>3</sup>rtr) – mikäli uusiomateriaali on kevyempää kuin luonnonkiviaines, voidaan sitä kuljettaa pidemmältä (km) kuin kiviainesta. Lisäksi stabiloinnin sideainekäyttöön soveltuvien jättemateriaalien käytön avulla voidaan vähentää esim. sementin tai kalkin määrää sideaineseoksessa, jolloin niistä aiheutuu vähemmän hiilidioksidipäästöjä



hankkeessa. Usein päästövähennysten ohella saavutetaan myös kustannussäästöjä esimerkiksi kuljetuskustannuksissa ja materiaalin hinnassa.

## 5.2 Riskit

### 5.2.1 Ympäristövaikutusten arviointi ja hallinta

Uusiomateriaalien käyttöä rakentamisessa ohjaa niiden rakentamiskäytön ympäristöluvanvaraisuus. Materiaalien ympäristökelpoisuus tulee varmistaa ennen kuin ne voidaan hyväksyä rakennuskäyttöön. Uusiomateriaalien käytön kohteella ei arvioida lisäävän maarakentamisesta johtuvia vaikutuksia ympäröivälle luonnolle ja eliöstölle. Tarkasteleva hanke ei sijaitse luokitellulla pohjavesialueella. Alueella on kuitenkin uusiomateriaalien käytössä huomioitava pohjaveden pinnan taso paikoitellen lähelle maan pintaa sekä mahdollinen paineellinen pohjavesi. Tässä selvityksessä on pyritty keskittymään MARA-kelpoisten materiaalien hyödyntämiseen, mutta materiaalien ja sovellutusten sekä rakenneratkaisujen MARA-kelpoisuudesta tulee varmistua vielä suunnittelun edetessä. MARA-asetuksen mukaisesti uusiomateriaalikerroksen alapinnan ja pohjaveden yläpinnan välissä tulee olla vähintään 1 metri. Rakenteiden suunnitteluvaiheessa tulee tarkistaa uusiomateriaalikerroksen alapinnan ja pohjavedenpinnan tasot siten, että 1 m vähimmäisetäisyys täyttyy. MARA-rakenteen paksuus voi olla enintään 1,5 metriä ja etäisyys vesistöön ja talousvesikaivoon tulee olla vähintään 30 metriä.

Uusiomateriaalien logistiikkaketjun aikana on huolehdittava asian mukaisesta suojauksesta (esim. hienojakoisilla pölyävillä materiaaleilla kuljetukset peitettynä, samoin välivarastointi, tarvittaessa rakentamisaikainen kastelu). Ohjeiden vastaisesti toimien materiaalit saattavat muodostaa terveysriskin työntekijöille ja ohikulkijoille esimerkiksi pölyämisen muodossa. Riittävä suojaaminen estää myös mahdollisten haitta-aineiden leviämisen ympäristöön.

Uusiomateriaalien käytön avulla voidaan vähentää rakentamisessa syntyviä hiilidioksidipäästöjä (CO<sub>2</sub>), kun osa hankkeelle jalostettavista ja kuljetettavista luonnonkiviaineksista voidaan korvata paikallisilla uusiomateriaalivaihtoehdoilla. Massastabiloinnissa sementtiä korvaavien sideaineiden käyttö vähentää lisäksi sementin valmistuksessa syntyviä hiilidioksidipäästöjä. Lisäksi menetelmän avulla voidaan mahdollisesti korvata massanvaihtotoimenpiteet, jossa syntyy hiilidioksidipäästöjä kaivu- ja kuljetustöissä.

### 5.2.2 Saatavuus, rakentaminen ja käyttö teknisestä näkökulmasta

Käytettäessä uusiomateriaaleja korvaamaan luonnon kiviaineksia, tulee materiaalien teknisten ominaisuuksien soveltua ko. rakennusosaan. Yleisesti uusiomateriaalien on täytettävä InfraRYL:ssä tavanomaisille materiaaleille esitetyt materiaalivaatimukset. Joillekin uusiomateriaaleille, esimerkiksi tuhkillle, nämä vaatimukset eivät kuitenkaan sellaisenaan sovellu. Tällöin on tarkasteltava uusiomateriaalin vaatimuksia rakennusosakohtaisesti siten, että tekniset ja toiminnalliset vaatimukset täyttyvät. Nämä vaatimukset esitetään rakennussuunnitelmassa. Materiaalin toimittaja osoittaa materiaalihyväksynnän ja tutkimustulosten avulla materiaalien täyttävän suunnitelmassa esitetyt materiaalivaatimukset ja materiaalin kelpoisuuden ko. rakenteeseen. Materiaalivaatimusten täytyessä, ei useimpien uusiomateriaalien käyttö eroa merkittävästi vastaavista luonnon maa- ja kiviaineksista maarakennusmateriaalina.

Uusiomateriaalien laatu vaihtelee riippuen alkuperäisen materiaalin koostumuksesta ja tuhkillla myös iän ja säilytystavan mukaan. Materiaalitoimittaja vastaa siitä, että materiaali täyttää sille esitetyt vaatimukset toimitettaessa ja urakoitsija varmistaa työmaalla ennen rakentamista, että toimitettu materiaali on sopimuksen mukaista. Uusiomateriaalien saatavuus saattaa vaihdella, mihin on varauduttava suunnitteluvaiheessa mm. luonnon kiviaineksiin perustuvalla vaihtoehtosuunnitelmalla.

Tarkempia materiaalien saatavuusneuvotteluja ei käyty tässä selvitysvaiheessa, vaan ne on käytävä hankkeen puitteissa tuottajatahojen kanssa.

### **Massastabiloinnin sideaineet**

Uusiomateriaalien saatavuudessa ja laadussa esiintyy vaihtelua. Esimerkiksi tuhkaa ei synny energiantuotantolaitoksilla tasaisesti ympäri vuoden ja tuhkan laatu saattaa vaihdella riippuen mm. käytetystä polttoprosessista, polttoaineesta ja käsittelystä. Kaikkien massastabilointikalustolla hyödynnettävien sideaineiden tulee olla kuivia ja niiden "kulkeminen/juoksevuus" laitteistossa tulee olla ongelmaton. Sideaineiden logistiikan tulee tapahtua kaikkienensa ("tuotanto"/purku laitteilla,

kuljetukset, varastointi) kuivana. Massastabiloinnissa on mahdollista hyödyntää myös kosteita sideaineita, seosaineita ja lisärunkoaineita, jolloin kosteat materiaalit levitetään stabiloitavan maakerroksen pintaan ja esisekoitetaan kaivinkoneella massaan, lopullisen sekoituksen tapahtuessa massastabilointikalustolla muiden sideaineiden syöttö- ja sekoitustyön yhteydessä.

Massastabilointi edellyttää aina etukäteen laboratoriossa tehtäviä kohde-, runkoaine- ja sideainekohaisia stabiloituvuustutkimuksia, joilla määritetään/optimoidaan teknistaloudellinen reseptiikka toteutukseen. Saatavuus on varmistettava ajoissa, mikäli tarvetta käytölle löytyy.

Mahdollinen jätepohjaisten sideaineiden hyödyntäminen pohjaveden pinnan alapuolella tai alle 1 m etäisyydellä pohjavedenpinnasta edellyttää ympäristölupaa.

### **Betonimurske**

Betonimursketta on teknisesti mahdollista käyttää kaikissa päällysrakenteen ja pengertäytön kerroksissa. MARA-asetuksessa hyödynnettävälle betonimurskeelle on asetettu maksimiraekokovaatimus 90 mm, mutta esim. kantavassa kerroksessa InfraRYL edellyttää käytettäväksi pienempiraakeista betonimursketta. Betonimurske on jossain määrin itselujittuvaa, joten lujittuneen betonimurskekerroksen kaivuvastus saattaa olla hieman suurempi kuin luonnon kiviaineksen, mutta kaivu on toteutettavissa tavallisella kaivinkoneella ja betonimurske on uudelleen tiivistettävissä ja hyödynnettävissä samaan paikkaan.

Betonimurskeita on olemassa useaa eri laatuluokkaa. Betonimurskelaatujen II-IV raaka-aineina käytetään purkubetonia, joiden materiaalikohtainen laatu ja haittomuus tulee varmistaa ennen niiden käyttöä rakentamisessa (laatu saattaa vaihdella toimittajasta riippuen). Betonimurskeen korkea pH voi aiheuttaa alumiinin korroosiota tai polyesterista valmistetun lujitteen lujuuden alenemista.

Keravan alueella (35 km etäisyydellä kohteesta) tuotteistettua betonimursketta on saatavilla eri toimittajilta ainakin 0/45 ja 0/90 raekoossa. Betonirakenteiden purkumäärät ovat olleet viime vuosina merkittäviä esimerkiksi pääkaupunkiseudulla, mutta betonimurskeiden saatavuudessa saattaa silti olla vaihtelevuutta, eli käyttöön saatavilla oleva määrä tulee varmistaa ajoissa.

### **Käsitelty jätteenpolton pohjakuona**

Pohjakuonaa on saatavilla käyttötarkoituksen mukaisessa raekoossa (esim. 0/2, 2/5, 5/16 ja 16/50 mm) päällysrakennekerrokseen. Hyödyntämiskohteen suunnittelussa on huomioitava, että kuonan mineraaliainepartikkelit ovat hauraampia kuin tavanomainen kiviaines, eivätkä ne näin ollen kestä kuormitusta samalla tavalla kuin luonnonkiviainesmateriaali. Heikommasta raelujuudesta huolimatta kuonat kuitenkin soveltuvat teknisesti suunnittelualueen alhaisemmin kuormitettujen katujen rakennekerrokseen, silloin kun niiden yläpuolisen murskekerroksen paksuus on riittävä. Saatavuus on varmistettava ajoissa, mikäli tarvetta käytölle löytyy. Pohjakuonan korkea pH voi aiheuttaa alumiinin korroosiota tai polyesterista valmistetun lujitteen lujuuden alenemista.

### **Lentotuhka massiivirakennekäyttöön**

Lentotuhkaa on käytetty tie-, katu- ja kenttärakenteissa kerros- (lähinnä jakavassa kerroksessa) ja pengermateriaalina sekä vallirakentamisessa. Lentotuhkat luokitellaan teknisten ominaisuuksiensa perusteella luokkiin LT I, II ja IV (ohjekortti Infra 062-710191), joiden perusteella määräytyvät tuhkalta suositellut käyttösovellutukset. Tuhkan käyttö päällysrakennekerroksissa edellyttää ennakoon tehtäviä laboratoriotutkimuksia.

Muodostuessaan tuhka on kuivaa, pölyvää ja hienojakoista materiaalia ja sen rakeisuus vaihtelee välillä 0,002...0,1 mm. Tuhka on itselujittuva ja sen lujittumista voidaan nopeuttaa aktivaattoreilla (esim. sementti). Lujittuneen tuhkan kaivuvastus saattaa olla suurempi kuin luonnon kiviaineksen, mutta kaivu on toteutettavissa tavallisella kaivinkoneella. Lujittuneen, mutta aukikaivetun/rikotun tuhkarakenteen (-materiaalin) ominaisuudet eivät vastaa alkuperäisiä, joten tällöin rakenteesta pois kaivettua tuhkaa ei suositella käytettäväksi uudelleen päällysrakennekerroksissa. Tuhkan tekniset ominaisuudet ja erityisesti lujittumiskyky heikentyvät, mikäli se varastoidaan suojaamattomana (lisäksi tuhka häiriintyy herkästi sateen vaikutuksesta). Lentotuhkaa tiivistettäessä vesipitoisuuden on oltava optimivesipitoisuusalueella, tiivistyksen epäonnistuminen vaarantaa rakenteen pitkäaikaiskestävyyden. Lentotuhka on voimakkaasti vettä kapillaarisesti nostava materiaali ja se vaatii ainakin päällysrakennekäytössä alapuolelleen suodatin-/kapillaarikatkon muodostavan kerroksen toisesta

materiaalista. Päälysrakennekäytössä veden kulkeutuminen tuhkerrokseen myös rakenteen si-  
vuilta on estettävä. Tuhkan korkea pH voi aiheuttaa alumiinin korroosiota tai polyesteristä valmiste-  
tun lujitteen lujuuden alenemista. Saatavuus on varmistettava ajoissa, mikäli tarvetta käytölle löytyy.

### ***Pohjatuhka, leijupetihiekka***

Pohjatuhka vastaa rakeisuudeltaan ja käytettävyydeltään tyypillisesti hiekkaa tai hienoa soraa  
(0,002-16 mm) ja leijupetihiekka hieman karkeampaa maa-ainesta (0,063-32 mm). Ne soveltuvat  
teiden, katujen ja kevyenliikenteen väylien sekä kenttien päälysrakenteiden suodatinkerrokseen, ja-  
kavaan kerrokseen, pengertäyttöihin ja muihin täyttöihin. Pohjatuhkan ja leijupetihiekan käytössä on  
huomioitava niiden kyky nostaa vettä kapillaarisesti. Käytettäessä tuhkia esimerkiksi putkijohto-  
kaivannoissa on otettava huomioon tuhkien korroosio-ominaisuudet (Tuhkarakentamisen käsikirja  
2012). Varastointi ei vaikuta merkittävästi pohjatuhkan ja leijupetihiekan teknisiin ominaisuuksiin.  
Saatavuus on varmistettava ajoissa, mikäli tarvetta käytölle löytyy.

### ***Vaahtolasi***

Vaahtolasimurske on tuote, jota valmistetaan eri raekokoihin pääasiassa välillä 0...60 mm (sisältää  
erittäin vähän hienoainesta). Vaahtolasi soveltuu mm. tie-, katu- ja kenttärakenteissa jakavaan ja  
suodatinkerrokseen (routaeristeenä, keventävänä rakenteena ja/tai kuivatuskerroksena) sekä silta-  
penkereisiin ja tukimuurien taustatäyttöihin. Käsiteltävyys vastaa luonnonmursketta.

### ***Kokonaiset renkaat ja rengasleike***

Rengasleikkeen ja kokonaisten renkaiden tilavuuspaino on alhainen, joten niitä on käytetty keven-  
nysrakenteissa. Muita mahdollisia käyttökohteita renkaalle ja rengasleikkeelle ovat eristys- ja kuiva-  
tusrakenteet sekä meluvallit. Rengasmateriaalit ovat joustavia ja niillä on alhainen moduuli. Rengas-  
materiaalikerroksen päälle toteutetaan paksut rakennekerrokset. Rengasmateriaalien kokoonpuris-  
tuvuus on huomioitava. Kokoonpuristuvuus on suurin kokonaisilla renkailla. Rengasleikkeen tiivisty-  
mistä saattaa tapahtua liikenne- kuorman alla vielä 1-2 vuotta rakentamisen jälkeen. Saatavuus on  
varmistettava ajoissa, mikäli tarvetta käytölle löytyy.

## **5.3 Taloudelliset vaikutukset**

Uusiomateriaalien kustannuskilpailukykyyn vaikuttaa merkittävästi materiaalien kuljetusetäisyydet  
ja alueen kiviainestilanne. Suurissa hankkeissa kuljetusmatkan pienikin optimointi on usein kannat-  
tavaa. Betonimursketta on saatavilla suunnittelualueelle lähimmillään 20 km päästä, käsiteltyä poh-  
jakuonaa 50 km etäisyydeltä, renkaita 20 km ja rengasleikettä 35 km etäisyydeltä ja tuhkia mahdol-  
lisesti 7-30 km etäisyydeltä. Uusiomateriaalit ovat keskimäärin luonnonkiviaineksia kevyempiä, mikä  
voi tuoda kustannussäästöä kuljetuksiin. Valmiiksi tuotteistetuilla uusiomateriaaleilla on toimittajan  
määrittelemä hintataso tarvittavista määrästä ja kuljetusetäisyyksistä riippuen. Uusiomateriaalirat-  
kaisuiden käytöllä voidaan saavuttaa taloudellista hyötyä niiden ollessa hankintahinnaltaan edulli-  
sempia, kuin perinteiset materiaalit. Tuotteistettujen materiaalien hinta on usein edullisempi kuin  
vastaavan luonnonmateriaalin, esimerkiksi betonimurskeen viitteellinen hinta tämän selvityksen mu-  
kaan saattaa olla lastattuna 0-1 €/t (+kuljetuskustannukset) ja kohteelle tuotuna 2-4 €/t. Yleisellä  
tasolla voidaan todeta, että tuotteistamattomien uusiomateriaalien (esim. tuhkan ja käsitellyn kuo-  
nan) hinta voi joissain tapauksissa olla tehtaalla 0 euroa, sillä materiaalitoimittajat saattavat olla  
halukkaita toimittamaan materiaalia jopa kuljetuskustannusten hinnalla työmaalle, koska materiaa-  
lien läjittäminen kaatopaikalle on erittäin kallista. Jätteenä kaatopaikalle toimitetun jätteen vero on  
vuoden 2016 alusta ollut 70 eur/tonni. Toisenlaisiinkin materiaalien hankintakustannuksiin on kui-  
tenkin varauduttava ja hintaneuvottelut on käytävä tapauskohtaisesti erikseen. Hankkeen sisällä  
muodostuvien uusiomateriaalien hyödyntäminen tuo usein kustannussäästöjä, kun materiaalia ei tar-  
vitse toimittaa vastaanotettavaksi jätteidenkäsittelyalueelle tai maankaatopaikoille.

Massastabiloinnin osalta voidaan todeta, että kohteissa, joissa riittävän lujittumistason aikaansaa-  
miseksi tarvittava sideainemäärä on suuri, on jättepohjainen hinnaltaan (€/tonni) edullisempi sideaine  
yleensä perusteltu stabiloinnin kustannusten rajoittamiseksi. Tämän uusiomateriaaliselvityksen  
suunnittelualueen savinäytteille toteutettujen stabiloituvuustutkimusten perusteella stabilointiin vai-  
kuttaisi riittävän suhteellisen maltilliset määrät sideainetta, jolloin esimerkiksi lentotuhkan käytöllä  
sideaineseoksessa ei välttämättä saavuteta merkittävää taloudellista säästöä. Täysin hypoteettisesti  
ajatellen, mikäli esimerkiksi määrän 80 kg/m<sup>3</sup> kaupallista sideainetta (GTC tai KC30, karkea hinta-  
arvio 120 €/t) voisi korvata sideainereseptillä sementti 40 kg/m<sup>3</sup> + lentotuhka 100 kg/m<sup>3</sup> (karkea

hinta-arvio sementti 100 €/t ja tuhka 0 €/t), tulisi esimerkiksi 20 000 m<sup>3</sup> savimäärän stabiloinnin sideainekustannukset olemaan kyseisillä resepteillä pelkästään kaupallisella sideaineella 192 000 € ja sementti+tuhka sideaineella 80 000 €. Kokonaiskustannusero kuitenkin kaventuu hieman jätepohjaisen sideaineseoksen suuremmasta käytettävästä kokonaissideainemäärästä ja hitaammasta työtekniikasta johtuen. Edellä mainittu laskentaesimerkki on puhdasta spekulointia ja massastabilointi vaatii aina kohde- ja reseptiikkakohtaiset stabiloituvuustutkimukset ratkaisujen teknistaloudellisuuden varmistamiseksi.

Uusiomateriaalien kustannuksissa on kuitenkin huomioitava mahdolliset laadunvarmistuksesta, laboratorioanalyysistä, jalostusprosessista ja muista mahdollisista selvityksistä koituvat kustannukset sekä näihin toimintoihin kuluva aika.

Tämän selvitystyön yhteydessä tehtiin alustavia hintatiedusteluja useimpien materiaalien osalta, mutta tarkempia hinta- ja saatavuusneuvotteluja ei käyty, joten uusiomateriaalien käytön tarkempia taloudellisia vaikutuksia ei näin ollen ole tarkasteltu.

#### 5.4 Päästövähennykset

Uusiomateriaaleja hyödyntämällä on mahdollista saavuttaa päästövähennyksiä sekä materiaalien tuotantovaiheessa että kuljetuksessa. Päästöarvo uusiomateriaalien tuotannolle arvioidaan yleensä neutraaliksi. Esimerkiksi tuhkien tuotantoprosessien päästöt kohdennetaan varsinaisille tuotteille. Materiaalin tuotannossa syntyneet päästöt lasketaan kuuluvaksi ensimmäisen elinkaaren vaiheeseen ja uusiomateriaalien tapauksessa syntyneet päästöt lasketaan osaksi päätuotteen elinkaarta. Hyöty kuljetuspäästöissä saavutetaan, jos uusiomateriaalin kuljetusmatka (tonni-km) on lyhyempi kuin luonnonkiviaineksella suhteutettuna ko. materiaaleilla toteutetun valmiin rakenteen tilavuuteen (m<sup>3</sup>-rtr). Mikäli uusiomateriaali on luonnon kiviainesta kevyempää, voidaan sitä kuljettaa pidempi matka saman tonni-km -määrän muodostumiseksi.

Suurissa hankkeissa päästövähennyspotentiaali on merkittävä – hyötyä voidaan saavuttaa sekä materiaalivalinnoilla että hyödyntämällä muodostuvia massoja alueella. Päästövähennykset katu- ja kunnallistekniikan hankkeissa, joissa on tehty vertailevia päästölaskelmia, ovat olleet 15-50 % Etelä-Suomessa. Myös pohjanvahvistusten päästöintensiivisyyttä voidaan pienentää korvaamalla osa sementistä ja/tai kalkista teollisuuden jättemateriaaleilla. Sideaineoptimoinnilla on väyläkohteiden syvästabiloinneissa saavutettu jopa 50 % päästövähennys.

Hankkeella muodostuvien kaivumassojen määrä tarkentuu suunnittelun edetessä, mahdolliset kaittevat materiaalit ovat kuitenkin pääasiassa heikkolaatuista savea, jotka sellaisenaan ovat todennäköisimmin päätyvässä läjitykseen. Uusiomateriaalien hyödyntäminen luonnon maa- ja kiviainesten sijaan on keskimäärin suoraan verrannollinen hyödyntämisasteeseen. Kaivumassojen hyödyntäminen/jalostaminen alueen sisällä vastaavasti vähentäisi poiskuljetuksesta muodostuvia päästöjä.

#### 5.5 Vaikutukset rakenteiden elinkaareen

Tekniset vaatimukset täyttävillä uusiomateriaaleilla suunnitelmallisesti ja laadukkaasti toteutettujen rakenteiden tekninen toimivuus on vastaava (ja joissakin tilanteissa mahdollisesti jopa parempi) kuin pelkästään luonnon kivi- ja maa-aineksilla toteutetulla rakenteella.

Uusiomateriaaleilla voidaan saavuttaa etuja mm. kantavuudessa, lämmöneristävyudessa ja roudan kestävyudessa. Joidenkin sideaineena käytettävien uusiomateriaalien on havaittu parantavan stabiloitujen rakenteiden pitkän ajan lujuuskehitystä.

## 6. HANKKEESSA HUOMIOITAVIA ASIOITA

### 6.1 Suunnittelu

Tämä selvitys on laadittu yleisluontoisena uusiomateriaalien käyttömahdollisuuksien kartoittamisena. Jos päätetään, että uusiomateriaalit otetaan mukaan hankkeeseen:

Työselostuksessa tulee esittää tarkemmin mm.

- kohteet, joissa uusiomateriaaleja voidaan hyödyntää

- uusiomateriaalien laatuvaatimukset
- rakentamishjeet, viittaukset InfraRYLiin ja viittaukset mahdollisiin muihin ohjeisiin
- vaatimukset tilaajalle tehtävästä uusiomateriaalirakenteen dokumentoinnista
- vaatimus MARA-ilmoituksen tai ympäristöluvan mukaisesta urakoitsijan dokumentointivelvoitteesta
- luonnonkiviaineeksiin perustuva vaihtoehtoinen suunnitelma

#### Piirustukset

- uusiomateriaalien hyötykäyttö on esitettävä piirustuksissa

#### Selvitykset

- Neuvottelut materiaalituottajan kanssa on käynnistettävä hyvissä ajoin ennen toteutukseen ryhtymistä materiaalien saatavuuden ja tarkempien määrien varmistamiseksi ja varastointitoimien aloittamiseksi. Materiaalien saatavuus ja käyttökohteiden yhteensovittaminen on huomioitava ja varmistettava.
- stabiloinnin sideaineen soveltuvuus on testattava laboratoriossa ja tarvittaessa kenttäkokeilla. Tarvittaessa on testattava myös ympäristöominaisuudet.

## 6.2 Luvitus

Hankkeella käytettäväksi esitetyt uusiomateriaalit ovat pääosin MARA-asetuksen (Valtioneuvoston asetus 843/2017, 403/2009) ilmoitusmenettelyn mahdollistamia uusiomateriaaleja, kuten esimerkiksi betonimurske, jätteenpolton kuona, rengasmateriaalit ja energiateollisuuden tuhkamateriaalit. Ilmoituksessa huomioitavia seikkoja ovat mm.: materiaalien sisältämien haitta-aineiden liukoisuudet eivät saa ylittää asetuksessa ilmoitettuja raja-arvoja, suunnittelualue ei sijaitse luokitellulla pohjavesialueella, pohjaveden ylimmän tason ja MARA-rakenteen alapinnan välillä tulee olla etäisyyttä vähintään 1 metri ja rakenteen suurin sallittu kokonaispaksuus on 1,5 metriä sekä etäisyys vesistöön vähintään 30 metriä. MARA – ilmoitusmenettely on ympäristölupaprosessia nopeampi menettelytapa. Suunnitelmissa on esitettävä, kuka vastaa MARA rekisteröinti-ilmoituksen tekemisestä sekä loppuraportin laatimisesta.

Mikäli hyötykäyttö edellyttää ympäristölupamenettelyä, on jätteen hyödyntämisen lupamenettely taulukon 2 mukainen.

**Taulukko 2. Infrarakentamisessa hyödynnettävien jätteiden lupaprosessit.**

Käsiteltävä jäte	Luvan myöntäjä
Pilaantumattoman maa-ainesjätteen, betoni-, tiili- tai asfalttijätteen tai pysyvän jätteen muu käsittely kuin sijoittaminen kaatopaikalle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kunnan ympäristöviranomaisen, kun käsiteltävä jätemäärä &lt;50 000 tonnia vuodessa</li> <li>• AVI, jos &gt;50 000 t/a</li> </ul>
Muiden tavanomaiseksi jätteeksi luokiteltujen uusiomateriaalien käsittely poisluokien sijoittaminen kaatopaikalle (esim. Kivihiilen, turpeen ja puuperäisen aineksen polton lentotuhkat, pohjatuhkat ja leijupetihiekat)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kunnan ympäristöviranomaisen, kun käsiteltävä jätemäärä &lt;20 000 tonnia vuodessa</li> <li>• AVI, jos &gt;20 000 t/a</li> </ul>

Käytännön kokemukset ovat osoittaneet, että lupien käsittelyajat ovat olleet kaupungeissa noin 2-5 kk ja Aluehallintovirastossa yli 1 vuosi. Näin ollen ympäristölupaprosessin käynnistäminen on tarpeen aloittaa hyvissä ajoin. Ympäristöluvat materiaalien hyötykäytölle on järkevää hakea ennakoivasti, vaikka ei varmuudella tiedettäisikään, tullaanko kyseessä olevia materiaaleja käyttämään hankkeessa. Rakentamisessa käytettävän uusiomateriaalin tulee vastata ympäristölupahakemuksessa ilmoitettua materiaalia.

## 6.3 Urakan valmistelu

Urakan valmisteluvaiheessa on huomioitava ja esitettävä mm. sopimukset materiaalintoimittajan kanssa ja vastuunjako rakennuttajan, urakoitsijan ja materiaalintoimittajan välillä, käytettävän uusiomateriaalin laadunhallintatoimenpiteet ja laadunvalvontasuunnitelma (uusiomateriaalien



käyttäminen maarakentamisessa ei edellytä tavanomaista laadunvalvontaa poikkeavaa menettelytapaa, mikäli materiaali on CE-merkittyjen tai tuotteistettujen, uusiomateriaalin työmaavastaanoton vaatimukset, mahdolliset rajoitukset työmaajalostukseen ja uusiomateriaalien välivarastointiin yms. Lisäksi on selvítettävä tarve ulkopuoliselle asiantuntijavalvojalle ja tarvittaessa nimetään tämä.

#### 6.4 Rakentaminen

Rakentamisessa tulee noudattaa InfraRYL:n, Keravan kaupungin ja materiaalitoimittajien ohjeita.

#### 6.5 Ylläpito ja seuranta

MARA-asetus velvoittaa hyödyntämispaikan haltijan antamaan maarakentamisen päätyttyä selvityksen (loppuraportti) rekisteröinti-ilmoituksen vastaanottaneelle viranomaiselle siitä, miten rekisteröinti-ilmoituksen mukainen jätteiden hyödyntäminen on toteutunut.

## 7. TIIVISTELMÄ

Tässä Keravan Asuntomessualueeseen liittyvässä uusiomateriaalien yleisselvityksessä pyrittiin kartoittamaan mahdollisesti käytettävissä olevia materiaaleja lähialueilta ja tarkastelemaan niiden käyttömahdollisuuksia monesta näkökulmasta. Suunnittelualueella on tarvetta väylien osalta kevenneille pengeri- ja päällysrakennetkaisuille sekä pohjanvahvistuksille.

Selvityksessä huomioitujen uusiomateriaalien on esitetty sijainti-, MARA-kelpoisuus/ympäristölupatarve-tietoineen ja alustavine hintatietoineen liitteessä 1 niiltä osin, kuin ne tässä vaiheessa mahdollista esittää. Materiaalit ovat pääosin MARA-kelpoisia päällystettyyn väylärakenteeseen. Kohteen väylärakenteiden ja materiaalien sijoittelun suunnittelun yhteydessä tulee vielä varmistua muidenkin MARA-ehojen täyttymisestä (mm. uusiomateriaalirakenteen maksimikerrospaksuus, etäisyys pohjaveden pintaan ja vesistöön jne.).

Alustavasti potentiaalisimmiksi uusiomateriaalien käyttökohteiksi arvioidaan Merikalliontaipaleen, Kivisillantien ja Kivisillantien pysäköintialueen (kentän) päällysrakennekerrokset. Mahdollisuus kevenneiden pengeri- ja täyttörakenteiden muodostamiseen uusiomateriaalien avulla tulee tarkastella jatkosuunnittelussa tarkemmin. Pohjanvahvistaminen massastabiloinnilla osin lentotuhkaa hyödyntäen on yksi mahdollinen tarkasteltava vaihtoehto jatkosuunnittelussa, samoin suunnittelualueen läheisyyteen sijoittuvan meluvallin rakentamisessa kannattaa huomioida ja tarkastella uusiomateriaalien käyttömahdollisuus.

## 8. LÄHDELUETTELO/LISÄTIETOJA SAATAVISSA

[www.uusiomaarakentaminen.fi](http://www.uusiomaarakentaminen.fi)

Tuhkarakentamisen käsikirja (2012) Energiantuotannon tuhkat väylä-, kenttä- ja maarakenteissa [http://www.uusiomaarakentaminen.fi/sites/default/files/images/2012--Ramboll--Tuhkarakentamisen\\_kasikirja.pdf](http://www.uusiomaarakentaminen.fi/sites/default/files/images/2012--Ramboll--Tuhkarakentamisen_kasikirja.pdf)

Massastabilointikäsikirja (2014) [http://www.uusiomaarakentaminen.fi/sites/default/files/images/Massastabilointik%C3%A4sikirja%20YLEISVERSIO%20-%202014\\_06\\_24.pdf](http://www.uusiomaarakentaminen.fi/sites/default/files/images/Massastabilointik%C3%A4sikirja%20YLEISVERSIO%20-%202014_06_24.pdf)

Materiaalituottajien ohjeistukset (esim. Ruduksen Betoroc-murskeohje rakentamista ja suunnittelua varten, Vaahtolasin Foamit-suunnitteluohjeet jne.)

Teittinen, T. (2019) Uusiomaarakentamisen ympäristövaikutusindikaattorit ja päästölaskenta tie- ja katurakentamisessa. Diplomityö, Aalto-yliopisto.

Uusiomateriaalien käyttö väylärakentamisessa, Väyläviraston ohjeita 6/2020, Väylä. [https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo\\_2020-06\\_uusiomateriaalien\\_kaytto\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2020-06_uusiomateriaalien_kaytto_web.pdf)

	Yritys	Sijainti	Materiaali	Poltto-/raaka-aine	Rakaisuus	Ympäristökelpoisuus	Etäisyys, km	Syntymäärä	Lisätietoja
Tuhkat ja kuonat	Keravan Energia	Kerava	Biovoimalaitoksen lentotuhka	Leijupetikattila, pääpolttoaineita turve ja puu.	0,002-0,1 mm	MARA-kelpoinen * (päälystettyyn rakenteeseen)	7	3 700 t/a (2020)	* Huom. MARA-kelpoisuus pätee toistaiseksi syntyneeseen tuhkaan, kuluvana vuonna kuitenkin tullut muutoksia polttoprosessiin ja polttoainesuhteisiin, eli nykytilanne varmistettava kun tilanne vakiintunut.
			Biovoimalaitoksen pohjatuhka		0,002-16 mm	MARA-kelpoinen * (päälystettyyn rakenteeseen)	7	2 300 t/a (2020)	Keravan Energialla kiinnostusta hankkeeseen, nykyinen sopimus tuhkien käytöstä päättymässä.
	Vantaan Energia	Järvenpää	Järvenpään voimalaitoksen lentotuhka	Puuperäiset polttoaineet ja kiinteät	0,002-0,1 mm	-	5	2 408 t (2020)	Valtioneuvoston asetuksen 331/2013 mukaisesti tarkasteltuna näytteen edustama tuhka ei sovellu sellaisenaan sijoitettavaksi vaarallisen jätteen kaatopaikalle. Liukoisen sulfaatin pitoisuus ylitti vaarallisen jätteen kaatopaikan liukoisuusarvon 1,9-kertaisesti ja TDS 1,8-kertaisesti.
			Järvenpään voimalaitoksen pohjatuhka	kierrätyspolttoaineet SRF	0,002-16 mm	MARA-kelpoinen	5	1 026 t (2020)	Välivarastossa Hausjärvellä. MARA-kelpoinen 843/2017 mukaisella ilmoitusmenettelyllä: väylä- ja kenttärakentamisessa peitetyissä ja päälystetyissä rakenteissa, teollisuus- ja varastorakennusten pohjarakentamisessa sekä tuhkamursketierakenteissa.
	Vantaan Energia	Vantaa	Martinlaakson voimalaitoksen hiilikattilan lentotuhka	Kivihiihi	0,002-0,1 mm	MARA-kelpoinen (päälystettyyn rakenteeseen)	30	2 264 t (2019)	Hiilen poltto loppuu 2022. Tavanomainen jäte, MARA-kelpoinen ilmoitusmenettelyllä: väylä- ja kenttärakentamisessa päälystetyissä rakenteissa sekä teollisuus- ja varastorakennusten pohjarakentamisessa.
			Martinlaakson voimalaitoksen hiilikattilan pohjatuhka		0,002-16 mm	MARA-kelpoinen	30	205 t (2020)	Hiilen poltto loppuu 2022. Tavanomainen jäte, MARA-kelpoinen ilmoitusmenettelyllä kaikkiin VnA 843/2017 rakenteisiin
			Martinlaakson voimalaitoksen biokattilan lentotuhka	Metsäpolttoaineet (50,1%); teollisuuden puutahteet (15,7%); kierrätyspuu (19,6%); jyrshinturvet (14,6%)	0,002-0,1 mm	MARA-kelpoinen (päälystettyyn rakenteeseen)	30	6 361 t(2020)	Tavanomainen jäte, MARA-kelpoinen ilmoitusmenettelyllä: väylärakentamisessa päälystetyissä rakenteissa sekä teollisuus- ja varastorakennusten pohjarakentamisessa.
			Martinlaakson voimalaitoksen biokattilan petihiekka		0,063-32	MARA-kelpoinen	30	3 969 t (2020)	Tavanomainen jäte, MARA-kelpoinen ilmoitusmenettelyllä: väylärakentamisessa peitetyissä ja päälystetyissä rakenteissa, kenttärakentamisessa päälystetyissä rakenteissa, teollisuus- ja varastorakennusten pohjarakentamisessa sekä tuhkamursketeissa.
	Fortum	Riihimäki/Hausjärvi (välivarasto)	Käsitelty yhdyskunta-jätteenpolton kuona	Yhdyskuntajäte	0/2 0/16 ja 0/32	MARA-kelpoinen (päälystettyyn rakenteeseen)	50 50		
	Fortum	Riihimäki/Hausjärvi (välivarasto)	Järvenpään leijukattilan pohjahiekka		Vastaa karkeaa hiekkaa (Hk)	MARA-kelpoinen	50		
HSY	Ämmässuo, Espoo	Käsitelty yhdyskunta-jätteenpolton kuona	Yhdyskuntajäte	0/2 2/5 5/16 16/50	MARA-kelpoinen **	50	Yhteensä eri jakeita 50 000-70 000 t/a (osuudet vaihtelevat noin 13-25 % välillä)	** Kaikki jakeet ovat MARA-kelpoisia päälystettyihin väyliin. Yli 5 mm jakeet ovat kelpoisia myös päälystettyyn kenttään. Valmistaneet myös MARA-kelpoisia 2-50 mm seosta päälystettyyn kenttään. Tarve on syytä tietää mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta materiaalia osataan varata hankkeeseen ja siitä saadaan myös analyysitiedot ennen toimitusta. Käsitely on kausiluontoista, joten jos rakentaminen tehdään 2023, niin materiaalit on oltava viimeistään 2022 käsitelystä. Suurempia määriä tarvittaessa pitää massaa kerätä jo aiemmilla vuosilla. Näillä näkymin massan saisi 0 €/tn noudettuna, mutta ovat valmiita myös neuvottelemaan asiasta.	
Betonimurske	Gles Oy	Mantsälä	Betonimurske	Purkubetoni	0/90	MARA-kelpoinen	35		Toimitettuna n. 2 €/tonni
	Rudus Oy	Vantaa Länsisalmi	Betonimurske BeM III Betonimurske BeM II	Purkubetoni Purkubetoni	0/90 0/45	MARA-kelpoinen	20		Toimitettuna noin 4 €/tonni
	NCC Oy	Mantsälä	Betonimurske	Purkubetoni	0/90 0/45	MARA-kelpoinen	20		
	Purkupiha Oy	Vantaa	Betonimurske Demorock	Purkubetoni	0/90	MARA-kelpoinen	20		Noudettuna 0-1€/tonni Toimitettuna n. 3€/tonni
	Talosiirto Oy	Vantaa	Betonimurske	Purkubetoni	0/40	MARA-kelpoinen	35		
Renkaat	Kuusakoski Oy	Vantaa	Käytetyt renkaat	Käytetyt renkaat		MARA-kelpoinen	20		Kuusakosken Vantaan toimipisteellä myydään käytettyjä renkaita. Lisätietoja: Vantaan palvelupisteen päällikko Mika Hiironen.
Rengasleike	Kuusakoski Oy	Hyvinkää ja Heinola	Rengasleike	Käytetyt renkaat	Kerran leikattu RR1	MARA-kelpoinen	35	Etelä-Suomessa renkaita noin 30 000 t/a	RR1 hinta <10€/t toimitettuna. Lisätietoja: Thomas Söderström Puh. 020 781 7449
Vahtolasi	Uusioaines Oy	Forssa	Foamit/Vahtolasi		Valmistaa eri raekoon tuotteita	Vahtolasimurske on tuote, joten sen käyttö ei vaadi ympäristölupamenettelyä eikä MARA-ilmoitusta.	120	Valmistuskapasiteetti yhteensä noin 300 000 m³/vuosi	Vahtolasimurske on tuote, joten sen käyttö ei vaadi ympäristölupamenettelyä eikä MARA-ilmoitusta, vaan vahtolasi rinnastetaan mihin tahansa tuotteeseen ja se kuuluu kyseistä tuotetta säätelevien tuote-säädösten piiriin. Näillä osin käyttö on siis täysin vapaata. Valmistaa eri raekoon tuotteita, tilausneuvottelut tarpeen mukaan (karkea hintatasoarvio 50-60 €/m³).