

Vastaanottaja

Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne-, ja ympäristökeskus
Timo Bäcklund

Asiakirjatyyppi

Uusiomateriaaliselvitys

Päivämäärä

2.1.2019 (päivitetty 12.9.2019)

Vt8 Eurajoen ohitus

Tiesuunnitelmavaiheen

uusiomateriaaliselvitys

Päivämäärä **2.1.2019 (päivitetty 12.9.2019)**

Laatija **Elina Ahlqvist (2.1.2019 asti) , Marjo Koivulahti,
Ari Mäkinen** 

Tarkastaja **Satu Rajava**

Hyväksyjä

Kuvaus **Esiselvitysraportti**

Viite 1510043291-006

SISÄLTÖ

1.	Johdanto	3
2.	Kohdetiedot	4
2.1	Kohteen maa- ja kallioperäolosuhteet	4
2.2	Kohteen ympäristöolosuhteet	4
2.3	Hankkeelle suunniteltavat rakenteet	5
2.4	Hankkeen massatalous	5
3.	Uusiomateriaalien saatavuus ja soveltuvuus	5
3.1	Kohteen olosuhteiden vaikutuksia uusiomateriaalitarpeisiin ja yleistä uusiomateriaaleista	5
3.2	Lentotuhka ja pohjatuhka (tai leijupetihiekka)	6
3.3	Betonimurske	7
3.4	Vaahtolasi	7
3.5	Muut materiaalit	7
3.6	Hankkeen ylijäämämaat	7
4.	Uusiomateriaalien potentiaaliset käyttökohteet	8
4.1	Käyttökohteiden valintakriteerit	8
4.2	Vt8 uusi tielinjaus, eritasoliittymät ja siltapaikat	8
4.3	Muut väylät (alempi tieverkko, kevyen liikenteen väylät) sekä paikoitusalue	8
4.4	Hulevesien käsittelyalueet	9
5.	Uusiomateriaalien käytön vaikutusten arviointi	9
5.1	Ympäristövaikutukset	9
5.2	Taloudelliset vaikutukset	10
6.	Jatkosuunnittelussa selvitettävät ja huomioitavat asiat	10
6.1	Yleistä	10
6.2	Massastabilointi	11
6.3	Kevennys- ja pengermateriaalikäyttö	11
6.4	Laadunvarmistus	11
6.5	Muita huomioitavia asioita	11
6.6	Ympäristölupa-asiat	11
7.	Tiivistelmä	13

LIITTEET

Liite 1	(4 s.) Uusiomateriaalien kuvaukset
Liite 2	(1 s.) Uusiomateriaalit ja tuotantolaitokset pääasiassa 50 km etäisyydellä kohteesta
Liite 3	(1 s.) Uusiomateriaalituottajien yhteystietoja
Liite 4	(1 s.) Esimerkkejä uusiomateriaalien käytön edellyttämistä tutkimuksista

1. JOHDANTO

Tämä uusiomateriaaliesiselvitys on tehty Vt8 Eurajoen ohituksen tiesuunnitelmaa varten. Selvityksen tavoitteena on kartoittaa kohteen lähialueelta saatavilla olevia uusiomateriaaleja sekä niiden hyödyntämismahdollisuuksia hankkeella karkealla tasolla.

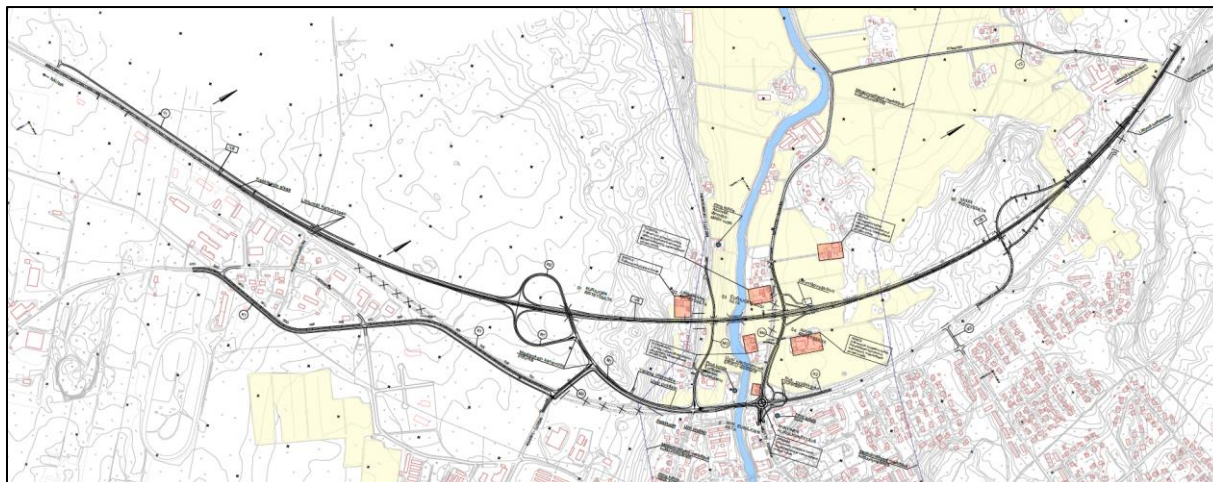
Tässä selvityksessä on tarkasteltu rakennettavan Eurajoen ohituksen eri rakenneratkaisuihin kelpaavia uusiomateriaaleja, huomioiden kohteen erityispiirteet sekä hankkeen massatalous. Selvityksessä esitellään yleispiirteisesti myös uusiomateriaalien käytön edellyttämiä tutkimuksia ja ympäristöluvanvaraisuutta hankkeella. Selvitys on laadittu Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen toimeksiannosta ja työn tilaajana on toiminut henkilö Timo Bäcklund.

Vt8 Eurajoen ohitus -rakentamishankkeella syntyy uusiomateriaaleja esimerkiksi hankkeen ylijäämämaista. Lisäksi hankkeen läheisyyteen sijoittuu energia-, metalli- ja kaivannaisteollisuutta, joiden tuottamia hyvälaatuisia uusiomateriaaleja on mahdollista hyödyntää hankkeella erilaisissa rakenteissa. Teollisuudessa syntyvillä uusiomateriaaleilla on usein monipuolisia materiaaliominaisuuksia luonnonkiviainekseen verrattuna. Esimerkkinä lentotuhka, jolla on sekä lujittumis- että lämmöneristävyyssominaisuuksia. Lentotuhkan lämmöneristävyyssominaisuuden voidaan hyödyntää parhaiten massiivirakenteena routiville pohjaolosuhteille rakennettaessa, jolloin esimerkiksi tie-, katu- ja kenttärakenteissa päällysrakenteen kokonaispaksuutta voidaan ohentaa. Toisena esimerkkinä betonimurske lujittuu tiivistyksen jälkeen rakenteessa, saavuttaen jopa parempia kantavuuksia kuin luonnonkiviainekset. Parempi kantavuus mahdollistaa ohuemmat rakennekerrokset, mikäli routa ei muodostu mitoittavaksi tekijäksi. Lentotuhkan lujittumisominaisuus tarjoaa myös mahdollisuuden sen hyödyntämisessä erilaisten stabilointiratkaisujen sideainekomponenttina. Vt8 Eurajoen ohitus -hankkeella yksi mahdollisuus jokivarren pehmeiden sulfidisavimaiden käsittelyyn on massastabilointi, jonka sideaineena voitaisiin käyttää mm. lentotuhkaa lujittamassa ja neutraloimassa happamia massoja.

2. KOHDETIEDOT

Valtatie 8 parantaminen Eurajoen kohdalla kuuluu koko vilkasliikenteisen Turku-Pori yhteysvälin kehittämishankkeeseen. Nykyisin valtatiellä on Eurajoen kuntakeskuksen kohdalla lähekkäin olevia tasoliittymiä. Liittymien sivusuunnista on pääsy päätien liikennevirtaan ruuhka-aikoina vaikeaa ja liikenneturvallisuuden taso on erittäin heikko.

Vt8 Eurajoen ohituksen rakentaminen on pituudeltaan noin 4,4 km kohde itse valtatie osalta. Parantamistoimenpiteitä koskeva yleissuunnitelmavaihe on käynnistynyt vuonna 2009 ja yleissuunnitelma on valmistunut tammikuussa 2011. Tiesuunnitelmavaihe on käynnistynyt vuonna 2018. Uusi tielinjaus kulkee enimmillään noin 350 m nykyisen valtatielinjauksen länsipuolella (kuva 1).



Kuva 1. Vt8 Eurajoen ohitus, yleissuunnitelman mukainen ratkaisu.

Valtatie on suunnittelualueen alusta Eurajoen eritasoliittymään asti kapea nelikaistainen keskikajteella varustettu tie (poikkileikkaus 19,0 / 14,0). Nelikaistainen osuus päättyy noin 500 m eritasoliittymän jälkeen, joten nelikaistainen osuus ulottuu koko eritasoliittymän alueelle. Eurajoen pohjoispuolella Poriin päin valtatie on jatkuva ohituskastatie (2+1 kaistaa keskikajteella), jolla ohituskastojen suunta vaihtelee. Eritasoliittymästä pohjoiseen ohituskastaa on etelään eli Raumalle päin ja ohituskastan suunta vaihtuu pohjoiseen eli Poriin päin eritasoliittymästä 1,5 kilometrin päässä.

Uuden valtatielinjauksen rakentamisen lisäksi hankkeeseen liittyy mm. alemman tieverkon, pyöräteiden, jalkakäytävien ja valtatie linja-autopysäkkien yhteyteen toteutettavan liityntäpysäköintialueen rakentamista.

2.1 Kohteen maa- ja kallioperäolosuhteet

Yleissuunnitelmavaiheen pohjatutkimusten sekä maaperäkarttojen avulla saadun tiedon perusteella suunnittelualueella on sekä moreeni- ja kalliioalueita, että myös hyvin pehmeitä savialueita. Suunnittelualueen eteläosassa maaperä on pääasiassa moreenia. Vt8 paaluvälillä 0–2400 kallion päällä on 1–5 metriä paksu, lohkarainen moreenipeite. Eurajoen jokilaaksossa moreenin päälle on kerrostunut savikkoa. Linnamaantien ja Auvintien välisellä alueella (noin paalut 2400–2800) savikon syvyys vaihtelee noin 2–8 metrin välillä ollen suurimmillaan Eurajoen pohjoispuolella. Ohuempi savikko jatkuu Auvintien pohjoispuolella noin Vt 8:n paalulle 3000 saakka. Suunnittelualueen pohjoisosa on valtaosaltaan moreenia ja avokalliota. Paikoin kalliopainanteisiin on kerrostunut turvetta. Vt 8 paaluvälillä 3700–3800 on savikkoa. Jokilaaksoalueella vettä pidättävät paksut savikerrokset voivat muodostaa salpavettä, pohjaveden virratessa moreenikerrosta pitkin kohti Eurajokea.

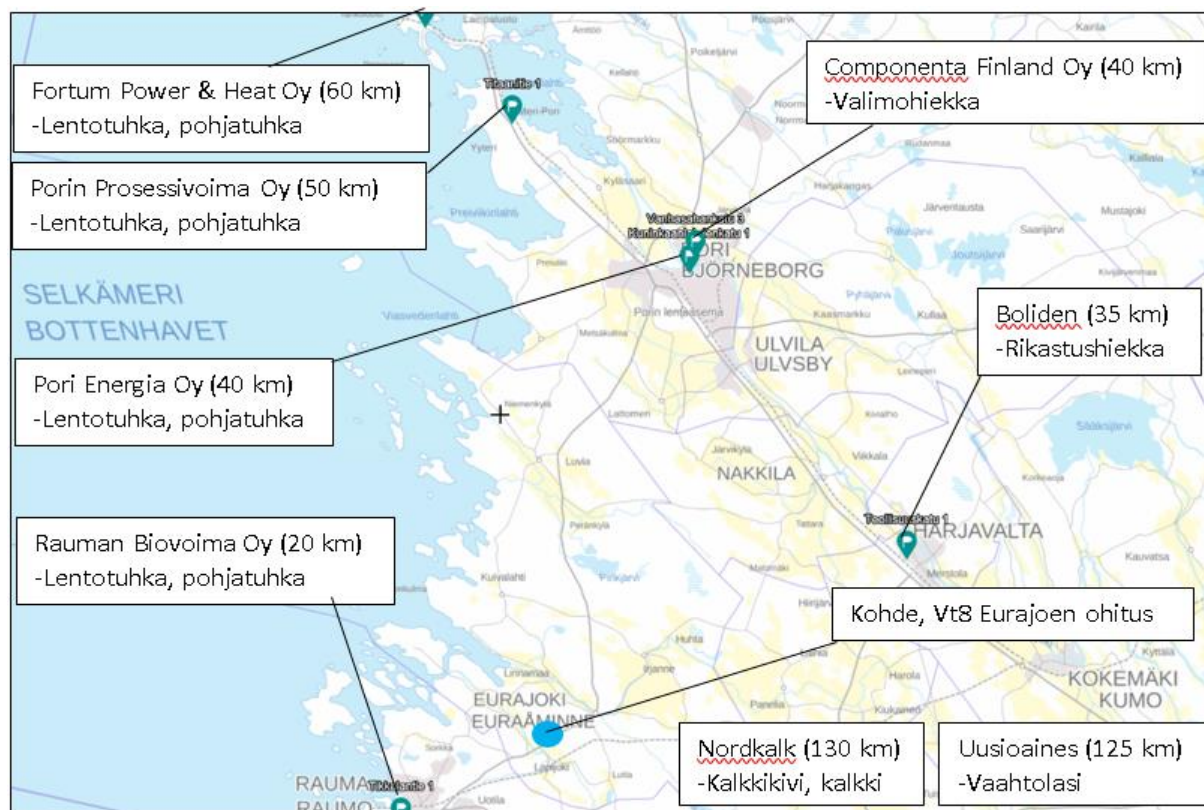
Kohteelle laadituissa suunnitelmissa korostuvat hankkeen maa- ja kalliioleikkauksissa syntyvien ylijäämämassojen käyttökelpoisuus hankkeen rakennekerroksissa ja pengertäytöissä, joka vaikuttavat hankkeella tarvittavien kiviainesten määrään, sekä läjitysalueiden tarpeeseen.

2.2 Kohteen ympäristöolosuhteet

Hankkeen suunnittelualueella ei ole pohjavesialueita. Hankkeen vaikutusalueella ei myöskään sijaitse Natura 2000-verkostoon kuuluvia alueita. Jokilaakson kulttuurimaisema (maisema, rakennuskanta, historiallinen tielinjaus) huomioitava toteutuksessa.

hankinnan, käytön ja laadunvalvonnan erityispiirteitä on tarkasteltu tämän selvityksen kappaleessa 6. CE-merkittyjen uusiomateriaalin osalta kuitenkin huomioitava, että käytettäväksi suunnitellun materiaalin ominaisuudet on joka tapauksessa tarpeellista tarkistaa ennakkonäytteillä sekä rakentamisessa käytettäviä näyte-eriä tutkimalla.

Neuvottelut materiaaliuottajan kanssa on käynnistettävä hyvissä ajoin ennen toteutusvaihetta materiaalien saatavuuden ja tarkempien määrien varmistamiseksi sekä logistiikkaketjun yhteensovittamiseksi. Tämä selvitys ei sisältänyt kustannus- tai toimitusneuvotteluja materiaaliuottajien kanssa.



Kuva 2. Vt8 Eurajoen ohitus -hankkeen kannalta potentiaalisimmiksi arvioidut uusiomateriaalit ja niiden tuottajat sekä etäisyydet kohteesta (karttapohja maanmittauslaitos/karttapaiikka).

3.2 Lentotuhka ja pohjatuhka (tai leijupetihiekka)

Vt8 Eurajoen ohitus -hankkeen läheisyydessä toimivia tuhkantuottajia ovat Pori Energia Oy, Porin Prosessivoima Oy, Fortum Power & Heat Oy Meri-Pori ja Rauman Biovoima Oy. Niiden toiminnoissa lentotuhkien syntymäärä vuositasona on yhteensä noin 50 000 tonnia, josta tämän hetken arvion mukaan noin kolmasosa tai parhaassa tapauksessa hieman alle puolet saattaisi olla neuvoteltavissa hankkeen käyttöön. Tällä arvioidulla käytettävissä olevalla tuhkamäärällä (15 000... 20 000 t) olisi karkeasti arvioituna mahdollista rakentaa 12 000...18 000 m³ massiivituhrakennetta. Eri voimalaitosten tuhkia ei tule sekoittaa keskenään, vaan yksi rakennuskohte on toteutettava yhdellä tuhka-laadulla alusta loppuun tai ainakin on tehtävä selvä rajapinta tai siirtymärakenne materiaalin vaihtuessa. Kyseisissä voimalaitoksissa syntyvien pohjatuhkien määrä vuositasona on yhteensä noin 15 000 tonnia, josta todennäköisimmin merkittävä osa saattaisi olla käytettävissä Vt8 Eurajoen ohitus -hankkeessa. Sideainekäytön osalta esimerkiksi Rauman Biovoiman lentotuhkasta on hyviä kokemuksia usean vuoden ajalta ja useasta eri vaiheesta Rauman Sampaanalanlahden massastabilointi-hankkeessa, jossa hankalahkoa (vaikeasti lujitettavaa) savimaista pehmeää massaa on stabiloitu lentotuhkan ja kaupallisen sideaineen avulla erinomaisin tulokset. Kyseiselle tuhkalta on tiedossa käyttöä ainakin vuoteen 2022 asti, mutta jonkinlaisista tuhkaeristä lienee kuitenkin mahdollista neuvotella aiemminkin.

Osa tuhista voidaan todennäköisesti hyödyntää maarakentamisessa Mara-asetuksen mukaisesti, mutta tällä hetkellä voimassa olevan lainsäädännön mukaan osa saattaa vaatia ympäristölupamenettelyn, tilanne on tarkistettava laitoksilta tapauskohtaisesti käyttöä harkittaessa (tarkemmat tuotantolaitos- ja materiaali-kohtaiset tiedot löytyvät liitteistä 1 ja 2).

Teollisuuden sivutuotteiden (kuten tuhkien) jalostaminen on kehittynyt viime vuosina, parantaen niiden lujittumisominaisuuksia. Entistä parempien lujittumisominaisuuksien avulla tällaisten sideaineiden avulla on mahdollista vähentää entisestään kaupallisen sideainekomponentin käytön tarvetta ja

säästää stabilointikustannuksissa. Jalostettujen sivutuotesideaineseosten saatavuus olisi hyvä selvittää pohjanvahvistuksia koskevassa tarkemmassa suunnitteluvaiheessa.

Tuhkista ja tuhkarakentamisesta yleisesti löytyy lisätietoa liitteestä 2 sekä esimerkiksi Rakennustietosäätiön *RT-kortista Infra 062-710191 Tuhkien käyttö maarakentamisessa* tai *Tuhkakäsikirjasta UUMA3-hankkeen* internet-sivuilta www.uusiomaarakentaminen.fi/rakentaminen.

3.3 Betonimurske

Satakunnan alueella tuotteistettua betonimursketta tuottavat tahot on suositeltavaa selvittää (tämän selvityksen puitteissa ei tarkempia materiaalin tuotantotietoja saatu selvitettyä). Mahdollisia alueella toimivia betonimurskeen tuottajia ovat esimerkiksi Rudus Oy ja betonielementtitehtaat. Esimerkiksi Ruduksen Betoroc on CE-merkitty tuote (esim. Betoroc BeM II, CE-merkitty 0/45), joka on hyödynnettävissä MARA-asetuksen mukaisesti. Betonimurskeen hintaan vaikuttavat alueen purkukohteiden ja -betonin määrä sekä kiviainesten saatavuus.

Tarkempia tietoja betonimurskeista ja betonimurskeilla rakentamisesta löytyy liitteestä 2 ja mm. valmistajien (esim. Ruduksen Betoroc <http://www.rudus.fi/tuotteet/kierratys/betonimurske>) julkaisuista ja ohjeista. Liikenneviraston ohjeistuksissa on myös saatavana tietoa betonimurskeen käytöstä.

3.4 Vaahtolasi

Vaahtolasia valmistetaan Suomessa Forssassa Uusioaines Oy:n toimesta. Tehtaan tuotantokapasiteetti on jopa 300 000 m³ vaahtolasia vuodessa. Vaahtolasi on CE-merkitty tuote ja sen etuja luonnonmateriaaleihin nähden ovat keveys, lämmöneristävyys ja suuri vedenläpäisevyys. Vt8 Eurajoen ohitus -hankkeella vaahtolasia voitaisiin tarvittaessa hyödyntää siltarakenteiden tai tukimuurien taustatäytöissä.

Tarkempia tietoja vaahtolasista ja vaahtolasilla rakentamisesta löytyy liitteestä 2 ja mm. valmistajan julkaisuista ja ohjeista (esim. <https://www.foamit.fi/wp-content/uploads/2018/04/Foamit-suunniteluohje-infra-ID-9119.pdf> ja http://www.foamit.fi/wp-content/uploads/2016/10/RT-kortti_Infra-1.pdf).

3.5 Muut materiaalit

Nordkalk Oy Ab:n Paraisten louhimolla päätuotteen eli kalkkikiven louhinnan yhteydessä syntyy kiviaineksia, joista valmistetaan murskeita ja sepeliä useisiin eri raekokoihin ja käyttötarkoituksiin, kuten tie- ja piharakenteiden rakennekerroksiin sekä asfaltin ja betonin kiviaineksi. Lisäksi kalkkikiven louhinnassa syntyvällä sivukivellä on emäksisyytensä ansiosta neutralointiominaisuus, joka voitaisiin hyödyntää hankkeen hulevesien laskeutusaltaiden/käsittelypainanteiden rakenteissa neutraloimassa hulevesien mahdollista happamuutta. Nordkalkin toiminnoissa pääasiallisena tuotteena syntyvä kalkki on sellaisenaan sopiva lisäaine stabiloinnin sideainekomponentiksi. Lisätietoja materiaaleista ja esim. kivifraktioista löytyy toimijan internet-sivuilta.

Boliden Harjavallan nikkelintuotannon toiminnoissa syntyy nikkelikuonaa/rikastushiekkaa. Teknisesti se on karkean luonnonhiekan kaltaista ja on hyödynnettävissä suodatinkerroksessa korvaamaan luonnonhiekkaa, mutta materiaalin ympäristöominaisuudet tulee varmistaa.

Componenta Finland Oy:n Porin toiminnoissa rautavalutuotteiden valmistuksen yhteydessä syntyy valumuoteista peräisin olevaa valimohiekkaa. Teknisesti se on luonnonhiekan kaltaista ja on hyödynnettävissä esimerkiksi suodatinkerroksessa korvaamaan luonnonhiekkaa, mutta materiaalin ympäristöominaisuudet tulee varmistaa.

3.6 Hankkeen ylijäämämaat

Hankkeella syntyy runsaasti hyvälaatuisia leikkausmassoja (mm. hiekka- ja sora-moreenia). Leikkausmassat tulee hyödyntää kohteella mahdollisimman tehokkaasti pengerryksissä, täytöissä, pintaverhoilussa ja maisemoinnissa. Ylijäämämassojen läjityksen vaihtoehtoksi tulee selvittää massatarpeet mahdollisissa muissa lähialueen rakentamiskohteissa.

4. UUSIOMATERIAALIEN POTENTIAALISET KÄYTTÖKOHEET

4.1 Käyttökohteiden valintakriteerit

Vt8 Eurajoen ohitus -hankkeessa kaivettavat massat on tarkoitus hyödyntää hankkeella tehtävissä rakenteissa mahdollisimman tehokkaasti. Hankkeen yleissuunnitelmassa esitetyn arvion mukaan massatalous on todettu selkeästi ylijäämäiseksi. Näin ollen pengerryksiin ja valleihin tarvittavat kelloiset massat ovat saatavissa hankkeelta, joten uusiomateriaaleja ei kannata tälle hankkeelle tuoda pengermateriaaliksi, lukuun ottamatta mahdollisia kevennystarpeita joen ranta-alueilla.

Uusiomateriaalien hyödyntämisen potentiaalisten käyttökohteiden tarkastelussa on kuitenkin merkittävimpänä mahdollisuutena havaittu hankealueelle suunnitellut massanvaihto-osuudet, joiden korvaaminen massastabiloinnilla tulisi huomioida. Massastabiloinnissa olisi mahdollista hyödyntää lujittumis- ja neutraloisominaisuuden omaavia teollisuuden sivuvirtoja (stabilointireseptiikka pelkillä kaupallisilla sideaineilla ei välttämättä tuo ratkaisua sulfidisaviongelmiiin, mutta emäksiset tuhka ja jättekalkki saattavat yhdessä kaupallisen sideaineen kanssa tuoda parempia tuloksia sekä lujuustason että neutraloinnin kannalta). Toisena potentiaalisena hyödyntämismahdollisuutena pyrittiin kartoittamaan erityisesti vaihtoehtoisia päällysrakennusratkaisuja.

Uusiomateriaalien käytön tarkastelussa on huomioitu teollisuuden sivuvirtojen ja erityisesti tuhkien hyödyntäminen. Tuhkien hyödyntäminen maarakennuskäytössä vähentää niiden, sekä hankkeella käytettäväksi kelpaamattomien pehmeiden kaivuumaisten läjitystarvetta kaatopaikoille, jotka vähentävät yhdessä maanajosta syntyviä kustannuksia ja hiilidioksidipäästöjä.

4.2 Vt8 uusi tielinjaus, eritasoliittymät ja siltapaikat

Suunnitteluhankkeen päätien osuuden alustavien pohjarakennusratkaisujen vaihtoehtoina on suunniteltu massanvaihtoa ja paalulaattarakenteita. Lento- ja pohjatuhkia voidaan tavanomaisen maa-materiaalin sijaan hyödyntää pohjavedenpinnan yläpuolisissa rakenteissa pengerrakenteissa keven-tämässä pohjanvahvistusrakenteiden vastaanottamaa kuormitusta, joka voi tuoda säästöjä pohjan-vahvistusrakentamisessa.

Massanvaihdon, paalulaattarakenteiden ja pilaristabilointialueiden vaihtoehtoisena ja ratkaisuja tu-kevana menetelmänä on suositeltavaa tutkia uusiomateriaalisideaineseosta hyödyntävää massasta-bilointimenetelmää. Massastabiloinnin sideaineseoksessa voidaan hyödyntää lujittumisominaisuuden omaavia teollisuuden sivutuotteista muodostuvia seoksia, joilla voidaan korvata stabiloinnin sideai-nekäytössä osa kaupallisen sideaineen tarpeesta. Lentotuhkien ja esimerkiksi kaupallisen CaO:n (tai jättekalkin) emäksiset ominaisuudet auttaisivat todennäköisesti myös neutraloimaan hankealueella mahdollisesti esiintyvät sulfidimaat (esim. Eurajoen jokilaakson ylittävällä osuudella noin paaluvälillä 2400-2800, arviolta 8 000 m³). Edellä mainittu mahdollisuus on suositeltavaa tutkia. Energiantuo-tannon polttoprosessissa syntyvien jättejakeiden jalostamisella voidaan nykyään valmistaa entistä parempia sideaineseoksia käytettäväksi massastabiloinnissa.

Eritasoliittymien ja erityisesti Eurajoen ylittävän sillan mahdollisten tukirakenteiden taustatäydyissä on harkittava mahdollisuutta käyttää hyödyksi vaahtolasimursketta. Vaahtolasin pienen tilavuuspai-non ja suuren kitkakulman ansiosta voidaan rakenteiden kuormituksia vähentää merkittävästi. Maan-paine on murto-osa verrattuna perinteiseen soratäyttöön, sillä vaahtolasin tilavuuspaino rakenteessa on vain viidesosa verrattuna murskeeseen, mutta vaahtolasi vastaa kantavuudeltaan karkeaa hiek-kaa. Paaluperustuksissa voidaan estää maanpainumisen aiheuttama lisäkuormitus tai heikon stabili-teetin aiheuttama sivuttaiskuormitus paaluille.

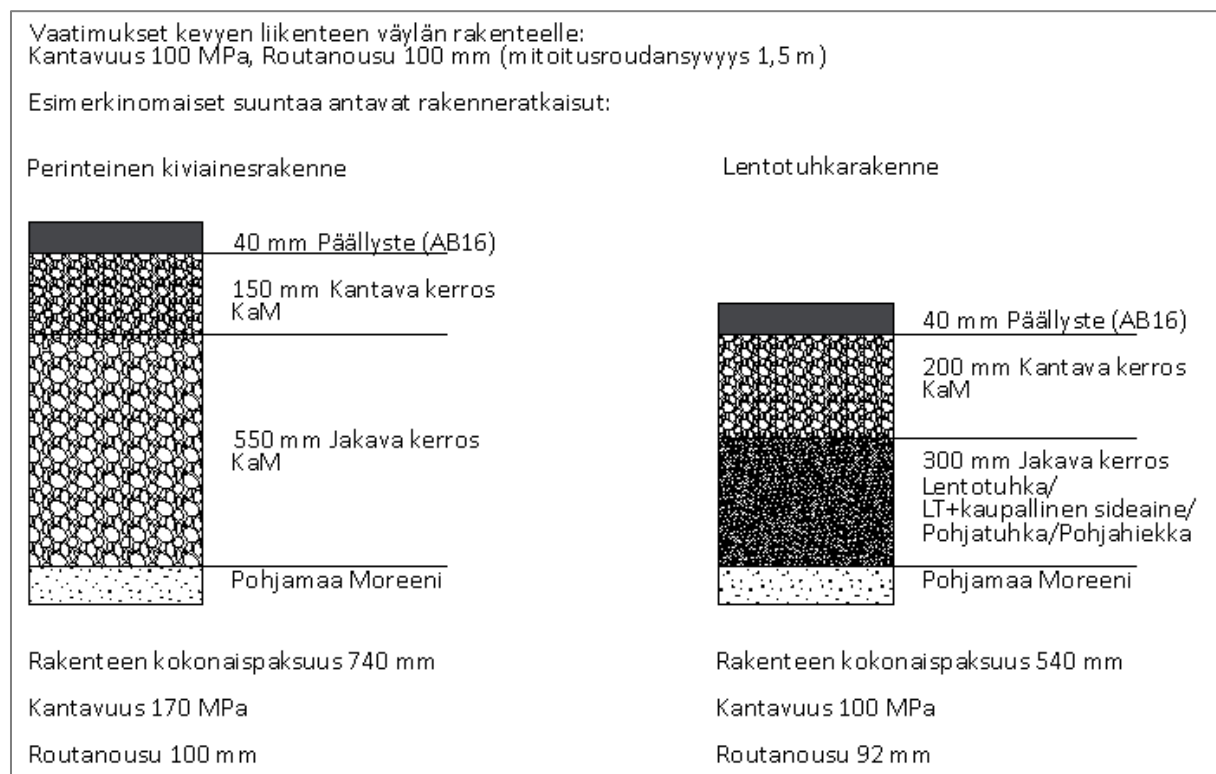
Muutoin hankkeen pääväylällä ja sen eritasoliittymissä on uusiomateriaaleista mahdollista hyödyntää lähinnä betonimursketta, joka soveltuu kantavan ja jakavan kerroksen materiaaliksi.

4.3 Muut väylät (alempi tieverkko, kevyen liikenteen väylät) sekä paikoitusalue

Hankkeen pääväylää alemmalla tieverkolla sekä jalkakäytävillä, pyöräteillä ja paikoitusalueella on mahdollista käyttää uusiomateriaaleja monissa rakennekerroksissa. Teknisesti suodatinkerrosmate-riaaleiksi kelpaavat rakeisuudeltaan hiekkaa muistuttavat pohjatuhka, valimohiekka sekä rikastus-hiekka. Jakavan ja kantavan kerroksen materiaaleiksi soveltuvat esimerkiksi betonimurske sekä (to-dennäköisesti stabiloitu) lentotuhka.

Kuvassa 3 on esitetty esimerkinomaisia suuntaa antavia rakenneratkaisuja kevyen liikenteen väylälle (esim. Vt8 Eurajoki, Y20J) perinteisellä kiviainesratkaisulla sekä tuhkaratkaisulla. Molempien

ratkaisujen periaatteena on täyttää kantavuusvaatimus 100 MPa sekä maksimiroutanousu 100 mm (mitoitusroutansyvyys 1,5 m, pohjamaana routiva moreeni). Tuhkarakenteen mitoituksessa on käytetty mm. *Tuhkakäsikirjassa* esitettyihin parametreihin perustuvia arvoja esim. eristyskerroimen (tuhkalla 1,7) ja E-moduulin (tuhkalla käytetty tässä 50 MPa) osalta.



Kuva 3. Esimerkinomainen ja suuntaa antava vertailu perinteisen kiviaineksen ratkaisusta ja tuhka-materiaaliratkaisusta kevyen liikenteen väylällä (kuva ei mittakaavassa).

Kuvassa 3 esitetyn esimerkinomaisen ja suuntaa antavan tuhkarakenteen kokonaispaksuus on 200 mm ohuempi kuin esitetyn perinteisen kiviainesratkaisun. Näin ollen perinteiseen ratkaisuun nähden tuhkarakenteen toteuttamisella on mahdollista saavuttaa kiviainessäästöjä sekä ohuempi ja kevyempi kokonaisrakenneratkaisu. Saman periaatteen mukaisesti on hankkeella toteutettavissa uusiomateriaaleja hyödyntäen erilaisia ratkaisuja erilaisilla rakennepaksuuksilla mm. alemmalla tieverkolla, kevyen liikenteen väylillä ja paikoitusalueilla. Edellä mainitut ratkaisut vaativat materiaalikoh- taisia lisätutkimuksia ennen massiivirakenteiden toteutusta, jotta toimivuudesta voidaan varmistua.

4.4 Hulevesien käsittelyalueet

Kalkkikiven louhinnassa syntyvällä sivukivellä on emäksisyytensä ansiosta neutralointiominaisuus, joka voitaisiin hyödyntää hankkeen hulevesien laskeutusaltaiden/käsittelypainanteiden rakenteissa neutraloimassa hulevesien mahdollista happamuutta.

5. UUSIOMATERIAALIEN KÄYTÖN VAIKUTUSTEN ARVIOINTI

5.1 Ympäristövaikutukset

Uusiomateriaalien hyödyntämisen tavoitteena on vähentää neitseellisen luonnonkiviaineksen käyttöä, jolloin voidaan saavuttaa ympäristöystävällisiä ja kestävä kehityksen periaatteiden mukaisia taloudellisia rakenneratkaisuja. Uusiomateriaaleilla voidaan useissa tapauksissa saavuttaa ominaisuuksiltaan vastaavan veroisia rakenteita, kuin luonnonkiviaineksellakin. Lisäksi uusiomateriaaleja oikealla tavalla hyödyntämällä, rakenteiden ominaisuudet voivat olla luonnonkiviainesrakenteita parempia sekä teknisiltä- että ympäristöllisiltä ominaisuuksiltaan, kuten esimerkiksi uusiomateriaalien luonnonkiviaineksia parempien routaeristävyysominaisuuksien hyödyntäminen päällysrakennekerroksissa.

Uusiomateriaalien käyttöä rakentamisessa ohjaa niiden rakentamiskäytön ympäristöluvanvaraisuus. Materiaalien ympäristökelpoisuus tulee tutkia ennen kuin ne voidaan hyväksyä rakennuskäyttöön. Ympäristöluvanvaraisuudesta johtuen materiaalien käyttökohteet rajoittuvat pohjavesialueiden ja

ympäristön kannalta riskialttiiden alueiden ulkopuolelle. Uusiomateriaalien käytön edellytyksenä onkin, että niistä ei pääse liukenemaan vesistöihin kemikaaleja tai metalleja haitallisina pitoisuuksina.

Uusiomateriaalien käytön avulla voidaan vähentää rakentamisessa syntyviä hiilidioksidipäästöjä (CO_2), 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 Taloudelliset vaikutukset

Uusiomateriaaliratkaisuiden käytöllä voidaan saavuttaa taloudellista hyötyä niiden ollessa hankintahinnaltaan edullisempia, kuin perinteiset materiaalit. Kun uusiomateriaalien monipuoliset tekniset ominaisuudet osataan hyödyntää oikealla tavalla, niiden avulla voidaan vaikuttaa myös rakenteiden elinkaareen. Esimerkiksi routaeristys-, ja kevennysrakenteiden avulla voidaan rajoittaa päällysrakenteille haitallisia epätasaisia painumia ja routanousuja. Vt8 Eurajoen ohitus -hankkeella merkittäviä kustannussäästöjä saattaa olla saavutettavissa, mikäli suunnitellut massanvaihdot, paalulaattarakenteet ja pilaristabiloinnit pystytään korvaamaan kokonaan tai osittain massastabiloinnin avulla.

Uusiomateriaalien kustannuskilpailukykyyn vaikuttaa merkittävästi materiaalien kuljetusetäisyydet ja alueen kiviainestilanne. Tämän selvitystyön yhteydessä ei käyty minkäänlaisia uusiomateriaalien hintaneuvotteluja tai tehty hintatiedusteluja, eikä uusiomateriaalien käytön taloudellisia vaikutuksia näin ollen ole tarkasteltu. Valmiiksi tuotteistetuilla uusiomateriaaleilla on toimittajan määrittelemä hintataso tarvittavista määrästä ja kuljetusetäisyyksistä riippuen. Yleisesti voidaan todeta, että muiden uusiomateriaalien (esim. tuhkan) hinta voi olla tehtaalla 0 euroa tai jopa negatiivinen, sillä usein materiaalitoimittajat ovat halukkaita toimittamaan materiaalia kuljetuskustannusten hinnalla työmaalle, koska materiaalien läjittäminen kaatopaikalle on erittäin kallista. Jätteenä kaatopaikalle toimitetun jätteen vero on vuoden 2016 alusta 70 eur/tonni. Uusiomateriaalien hankinnassa syntyy kustannuksia ainakin kuljetuksista sekä mahdollisesta varastoinnista ja sekoituksesta. Nämä tulee neuvotella ja sopia materiaalituottajan kanssa aina tapauskohtaisesti. Sopimus materiaalin toimituksesta tulee tehdä kirjallisesti ja siihen voidaan kirjata materiaalien saatavuus, -varastointi, -kuljetus, -aikataulu, -laatu yms. tietoja.

6. JATKOSUUNNITTELUSSA SELVITETTÄVÄT JA HUOMIOITAVAT ASIAT

6.1 Yleistä

Uusiomateriaalien käyttäminen maarakentamisessa ei edellytä tavanomaista laadunvalvontaa poikkeavaa menettelytapaa, mikäli materiaali on CE-merkittyjen tai tuotteistettu.

Tuotteistamattomien ja vähän tutkittujen materiaalien käyttäminen rakenteissa edellyttää kohdekohtaisien maa-aineksien ja uusiomateriaalien ennakkotutkimusta maastossa ja laboratoriossa. Uusiomateriaalisovellutusten suunnittelu onkin tehtävä huolellisesti ja riittävän ajoissa, jotta jokaiseen vaiheeseen osataan varautua.

Materiaalitutkimusten avulla pyritään etsimään rakennettavalle kohteelle optimaalisin toteutustapa ajatellen sen toiminnallisuutta, käyttöominaisuuksia, pitkäaikaiskestävyyttä sekä kustannustehokkuutta. Rakennuspaikalla vallitsevat olosuhteet huomioiden määritetään esimerkiksi käytettävien materiaalien seossuhteet tai mahdollisesti lisänä käytettävien sideaineiden tarvittava määrä, joiden avulla saavutetaan halutut ja riittävät ominaisuudet. Käytettäväksi suunniteltujen materiaalien tai materiaaliseoksien soveltuvuuden varmistamiseksi tulee laboratoriossa usein määrittää mm. seuraavat perusominaisuudet:

- Vesipitoisuus
- Rakeisuus
- Hehkutushäviö
- Lujuus / Lujittumisominaisuudet
- Jäätymis-sulamiskestävyys
- Routivuus (routakäyttäytyminen)
- Vedenläpäisevyys
- Optimivesipitoisuus
- Maksimikuivairtoiheys

Perusominaisuuksien selvitystyön yhteydessä on usein mahdollista hyödyntää aiemmin tutkittua tietoa. Materiaalitutkimusten yhteydessä saadaan määritettyä myös rakentamista ohjaavaa tietoa ja

raja-arvoja, kuten esimerkiksi tiivistystyölle asetettavat vaatimukset ja materiaalien vesipitoisuuden hyväksyttävä vaihteluväli. Esimerkkejä uusiomateriaalien rakentamiskäytön edellyttämistä teknisistä tutkimuksista on esitetty taulukkomuodossa liitteessä 4.

6.2 Massastabilointi

Heikkolaatuisten massojen stabilointiin valittava menetelmä ja toteutuksen sijainti tulee huomioida jo suunnitteluvaiheessa. Heikkolaatuiset massat on mahdollista stabiloida ja käyttää nykysijainnissaan tai kaivaa ylös ja stabiloida uudella käyttökohteella. Menetelmän valintaan vaikuttaa käytettävä materiaali ja käyttötarkoitus. Ennen kaivuutyötä tehtävän stabiloinnin avulla leikkuumassat ovat helpommin käsiteltävissä ja kuljetettavissa, sekä niitä voidaan hyödyntää ja muotoilla heti käyttökohteelle tuotaessa. Usein pehmeät maa-ainekset, kuten esimerkiksi häiriintymisherkkä siltti ovat haasteellisia kuljetettavia ilman käsittelyä.

Heikkolaatuisen maa-aineksen stabiloitavuutta tulee tutkia myös laboratorioissa stabiloitavuustutkimuksen avulla. Stabiloitavuustutkimuksessa materiaalin lujittumista tutkitaan eri sideaineyhdistelmien avulla. Tällä menettelytavalla saadaan optimoitua saavutettavat tekniset ominaisuudet sekä kustannukset. Stabiloitavuustutkimus on tarpeen tehdä sekä in-situ että ex-situ-menetelmissä. Heikkolaatuisen maa-aineksen sulfidipitoisuus ja sen edellyttämät toimenpiteet, kuten esimerkiksi neutralointi, tulee huomioida stabiloitavuustutkimuksessa.

6.3 Kevennys- ja pengermateriaalikäyttö

Kun uusiomateriaaleja suunnitellaan käytettäväksi penger- ja kevennysmateriaaleina, tulee selvittää tiedot rakenteen painosta, kerralla tiivistettävän kerroksen paksuudesta ja optimivesipitoisuudesta tiivistämistä varten. Mitoitusta varten tulee olla lisäksi tiedossa myös materiaalin lujuusparametrit (kitka ja koheesio). Tutkittujen materiaalien parametreina käytetään mitattujen arvojen varovaisia keskiarvoja. Mikäli materiaalin edellä mainittuja tietoja ei ole tutkittu, tarvitaan tutkimukset niiden määrittämiseksi koerakentamisella ja soveltuvilla laboratoriokokeilla.

Kevennys- ja pengerrakenteen suunnittelua ja rakentamista varten tuhista on oltava tiedossa ainakin maksimikuivairtiheys ja optimivesipitoisuus sekä mitoituspaino rakenteessa. Tuhkien tilavuuspaino vaihtelee tuhkalaadultaan ollen arviolta 12-16 kn/m³, vaahtolasimurskeella tilavuuspaino vaihtelee olosuhteiden mukaan (hyvin kuivatettu rakenne 3,5 kn/m³, ajoittain veden alla 6 kn/m³, pitkään veden alla 10 kn/m³). Luonnonkiviainesten (hiekkamurske) tilavuuspainot vaihtelevat arviolta 16-22 kn/m³. Tuhilla saavutettava tiiveysaste on käytännössä tavoitteellisesti 90...92 %. Materiaalimoduuli ja täytön/kevennyksen pintakerroksen kantavuus (E2) tulee selvittää ylempien kerrosten mitoitusta varten. Tarkempia tietoja löytyy mm. tuhkarakentamisen käsikirjasta www.uusiomaarakentaminen.fi.

Hankkeella syntyvistä hyvälaatuisista leikkausmassoista on suositeltavaa tutkia ainakin hiekan osalta ominaisuudet ja hyötykäyttömahdollisuudet esimerkiksi suodatinkerroskäyttöä ajatellen. Myös muiden hyvälaatuisten leikkausmassojen hyötykäyttömahdollisuudet penger-, valli- ja verhoilumateriaaleina tulee tarkastella.

6.4 Laadunvarmistus

Uusiomateriaaleilla toteutettavassa rakentamisessa tulee noudattaa kutakin rakennetta varten laadittua työsuunnitelmaa, koska joidenkin rakenneratkaisujen kohdalla saatetaan tarvita poikkeavia rakennusmenetelmiä tai toimintatapoja eritoten työn alkuvaiheessa. Laadunvarmistusmenetelmät ovat pääpiirteittäin samoja, kuin perinteisillä materiaaleilla rakennettaessa, mutta joiltain osin laadunvarmistusta varten tehtävää seurantaa tulee tehdä tavanomaista tiheämmin. Yleisesti uusiomateriaaleilla toteutettavassa rakentamisessa on tärkeää noudattaa suunniteltua vesipitoisuutta ja seurata sitä, sekä huolehtia rakennekerrosten huolellisesta tiivistämisestä ja tiivistystyön laadun seurannasta.

6.5 Muita huomioitavia asioita

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 osaltaan myös tarkemmassa rakennussuunnitteluvaiheessa. Useilla uusiomateriaaleilla on monipuolisia teknisiä ominaisuuksia, jotka voivat olla hyödynnettävissä monissa eri sovellutuksissa.

6.6 Ympäristölupa-asiat

Uusiomateriaalien ympäristökelpoisuus maarakennuskäytön kannalta tulee selvittää ennen niiden käyttöä rakentamisessa. Uusiomateriaalien hyödyntäminen väylä- ja kenttärakenteissa voi onnistua MARA-ilmoitusmenettelyllä (Valtioneuvoston asetus 843/2017, 403/2009), mikäli materiaalien

sisältämien haitta-aineiden liukoisuudet eivät ylitä asetuksessa ilmoitettuja raja-arvoja. Mikäli haitta-aineiden liukoisuudet ylittävät raja-arvot, tulee materiaalin hyötykäyttöä varten hakea ympäristölupa (ympäristönsuojelulaki (584/2017)). MARA – ilmoitusmenettely on ympäristölupaprosessia nopeampi menettelytapa. Taulukossa 1 on esitetty jätteen hyödyntämisen ympäristölupamenettelyjä eri tapauksissa.

Taulukko 1. Infrarakentamisessa hyödynnettävien jätteiden lupaprosessit.

Käsiteltävä jäte	Luvan myöntäjä
Pilaantumattoman maa-ainesjätteen, betoni-, tiili- tai asfalttijätteen tai pysyvän jätteen muu käsittely kuin sijoittaminen kaatopaikalle	- Kunnan ympäristöviranomainen, kun käsiteltävä jätemäärä <50 000tonnia vuodessa - AVI, jos >50 000t/a
Muiden tavanomaiseksi jätteeksi luokiteltujen uusiomateriaalien käsittely pl. sijoittaminen kaatopaikalle (esim. Kivihiilen, turpeen ja puuperäisen aineksen polton lentotuhkat, pohjatuhkat ja leijupetihiekat)	- Kunnan ympäristöviranomainen, kun käsiteltävä jätemäärä <20 000tonnia vuodessa - AVI, jos >20 000t/a

Betonijätteen pienimuotoisen hyödyntämisen yläraja on 100-1000 tonnia, jolloin hyödyntämisestä riittää ilmoitus ympäristölautakuntaan

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.

7. TIIVISTELMÄ

Vt8 Eurajoen ohitus -hankkeen selvästi ylijäämäinen massatalous kaventaa uusiomateriaalien käyttömahdollisuuksia kohteella. Hankkeen läheisyydessä kuitenkin syntyy erilaisia uusiomateriaaleja, joita on mahdollista hyödyntää lähinnä alemman tieverkon, kevyen liikenteen väylien ja paikoitusalueen päällysrakenteissa sekä pehmeiden ja happamien maamassojen stabiloinnissa.

Vt8 Eurajoen ohitus -hankeella potentiaalisiksi arvioidut uusiomateriaalit ja niiden käyttökohteet:

- taloudellisesti merkittävämpänä mahdollisuutena hankkeella nähdään massanvaihdon, paalulaattarakenteen ja pilaristabilointialueiden sijaan tai tueksi massastabilointi uusiosideaineita sideaineseoksessa hyödyntäen. Tämä ratkaisu tulee yleensä kyseeseen helpohkoissa kohteissa ja olosuhteissa ja ylipäättään massastabiloinnin toteutus vaatii lisätutkimuksia kohdekohtaisilla materiaaleilla ja erilaisilla sideainevaihtoehdoilla, jotta voidaan varmistua ratkaisun toimivuudesta. Stabilointireseptiikka pelkillä kaupallisilla sideaineilla ei välttämättä tuo ratkaisua sulfidisaviongelmien, mutta yhdessä kaupallisen sideaineen (sementti) kanssa voidaan seoksessa käyttää selvästi emäksisiä materiaaleja, kuten lentotuhkaa ja jätelakkki+kaupallinen kalkki, joiden avulla esimerkiksi Eurajoen jokilaakson mahdollisten sulfidisavien (noin paaluvälillä 2400-2800, arviolta 8 000 m³) lujittaminen ja neutraloiminen on suositeltavaa tutkia. Esimerkiksi Rauman Biovoiman lentotuhkasta on hyviä kokemuksia usean vuoden ajalta ja useasta eri vaiheesta Rauman Sampaanalanlahden massastabilointihankkeessa, jossa hankalahkoa (vaikeasti lujitettavaa) savimaista pehmeää massaa on stabiloitu lentotuhkan ja kaupallisen sideaineen avulla erinomaisin tulokset. Kyseiselle tuhkalta on tiedossa käyttöä ainakin vuoteen 2022 asti, mutta jonkinlaisista tuhkaeristä lienee kuitenkin mahdollista neuvotella aiemminkin.
- jalkakäytävillä ja pyöräteillä sekä paikoitusalueella uusiomateriaalien käyttömahdollisuuksia monissa rakennekerroksissa, potentiaalisimpina materiaaleina lento-/pohjatuhka sekä betonimurske. Mahdollista toteuttaa perusratkaisuja ohuempia kokonaisrakennepaksumuksia ja sitä kautta saavuttaa kiviainessäästöjä. Lentotuhkan lämmöneristävyysominaisuuden voidaan hyödyntää parhaiten massiivirakenteena routiville pohjaolosuhteille rakennettaessa, jolloin esimerkiksi tie-, katu- ja kenttärakenteissa päällysrakenteen kokonaispaksumutta voidaan ohentaa. Betonimursketta voidaan hyödyntää mm. teiden ja katujen kantavissa ja jakavissa kerroksissa. Betonimurske lujittuu tiivistyksen jälkeen rakenteessa, saavuttaen jopa parempia kantavuuksia kuin luonnonkiviainekset. Betonimurskeen parempi kantavuus mahdollistaa ohuemmat rakennekerrokset, mikäli routa ei muodostu mitoittavaksi tekijäksi. Edellä mainitut toteutukset vaativat materiaaliakohtaisia lisätutkimuksia ennen massiivirakenteiden toteutusta.
- eritasoliittymien ja erityisesti Eurajoen ylittävän sillan mahdollisten tukirakenteiden taustatäyttöihin vaahtolasimursketta.
- kalkkikivi hulevesien laskeutusaltaiden/käsittelypainanteiden rakenteissa neutraloimassa hulevesien mahdollista happamuutta.

Esitetyistä materiaaleista vaahtolasimurskeen käyttö on vapaata (ei ympäristölupakäytäntöä), sillä kyseessä on tuote. Betonimurske, lentotuhka, pohjatuhka ja valimohiekka kuuluvat MARA-ilmoitusmenettelyn piiriin, mutta mikäli materiaalin haitta-aineiden liukoisuudet ylittävät MARA:ssa esitetyt raja-arvot, tulee materiaalin hyötykäyttöä varten hakea ympäristölupa.

Uusiomateriaalien käytön avulla voidaan vähentää rakentamisessa syntyviä hiilidioksidipäästöjä (CO₂), 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.

Tämä uusiomateriaaliselvitys on laadittu pitkälti yleissuunnitelmasivaiheen tietojen perusteella (joulukuussa 2018-tammikuussa 2019) ja selvitystä on joiltain osin tarkennettu syyskuussa 2019, kun myös tiesuunnitelmatiedot ja -ratkaisut ovat tarkentuneet.

1. LENTOTUHKA JA POHJATUHKA (TAI LEIJUPETIHIEKKA)

Tuhka on energiantuotannon polttoprosessissa muodostuvaa palamatonta ainetta, jonka koostumus vaihtelee polttoprosessista, polttoaineesta ja tuhkanerotustekniikasta riippuen. Lentotuhkat ovat hienorakeista, erikokoisista pallomaisista hiukkasista ja pienistä neulasmaisista kiteistä koostuvaa materiaalia. Lentotuhkan rakeisuus vastaa lähinnä siltin rakeisuutta eli raekoko vaihtelee välillä 0,002...0,1 mm. Lentotuhka on itselujittuva potsolaaninen materiaali, jonka lujittumista voidaan nopeuttaa aktivaattoreilla (sementti, kalkki, kipsi). Lentotuhkaa on hyödynnetty maarakentamisessa mm. tie- ja kenttärakenteissa sekä penger- ja meluvallirakentamisessa.

Lentotuhkaa voidaan hyötykäyttää sideaineen seosaineena joko pehmeiden massojen massastabiloinnissa tai kerrosstabiloinnissa. Massiivituhkarakenteilla voidaan tuhkan routaeristävyys ohentaa kokonaisrakennepaksuutta. Tuhka voidaan lujittaa siten, että sillä on hyvät kantavuusominaisuudet. Oikein toteutetun lentotuhkarakenteen etuja perinteisiin rakenteisiin verrattuna on keveys, routaeristävyys ja kantavuus. Lentotuhkan keveyttä voidaan hyödyntää massiivisissa kohteissa, kuten korkeissa penkereissä ja valleissa sekä paalulaattakohteiden kuormien keventämisessä. Lentotuhkan kuivatilavuuspaino on melko pieni, mutta maarakenteessa lentotuhkan vesipitoisuus kasvaa ja on tyypillisesti n. 25...30 % (veden massan suhde kuivaan tuhkan massaan).

Uusiomateriaalien saatavuuden osalta on huomioitava käytettävät yksiköt ja ilmoitustavat materiaalmäärissä. Usein massamääristä keskusteltaessa voi olla epäselvyyksiä, että onko kysymyksessä kuivista vai kosteista tonnimääristä ja materiaalin tiivistysvesipitoisuuskään ei välttämättä ole sama kuin laitoksella materiaalin kostutusvesipitoisuus purkutilanteessa. Vesipitoisuuden laskentatapa voi vaihdella, koska vesipitoisuuden voi laskea suhteessa kuivamassaan tai märkään kokonaismassaan tai ilmoittaa kuiva-ainepitoisuutena. Toisaalta rakenteiden suunnittelun kannalta oleellisia yksiköitä tonnien sijaan ovat materiaaleilla aikaan saatavat valmiit rakennekuutiometrit. Karkeana ohjeena lentotuhkien osalta on, että kuivat tuhkatonnit kerrotaan kertoimella 0,8...0,9 ja saadaan suuntaa antavasti kyseisellä tuhkamäärällä saavutettava valmis massiivirakennetilavuus m³ (näin ollen esim. 2 000 tonnilla kuivaa tuhkkaa saadaan aikaiseksi 1 600...1 800 m³ valmista massiivirakennetta).



Kuvat 1 ja 2. Lentotuhkaa.

Pohjatuhkien rakeet ovat särmikkäitä ja niillä on huokoinen pinta. Jotkin rakeista ovat lasittuneita. Hienoaineksessa on lentotuhkarakeiden kaltaisia hiukkasia. Pohjatuhka ei kuitenkaan ole potsolaaninen materiaali, joka lujittuu ajan myötä. Rakeisuudeltaan pohjatuhka vastaa karkeaa tai soraista hiekkaa ja rakeisuus vaihtelee yleensä välillä 0,002...16 mm. Pohjatuhkaa voidaan käyttää esimerkiksi suodatinkerrosmateriaalina tai materiaalina täytöissä ja penkereissä.



Kuvat 3 ja 4. Vasemmalla pohjatuhkaa, oikealla pohjahiekkaa (leijupetihiekkaa).

Lentotuhkan ja pohjatuhkan hyötykäyttö on mahdollista MARA -asetuksen (VNa 843/2017) ilmoitusmenettelyllä väylä- ja kenttärakenteissa (ns. massiivirakennekäyttö sekä lentotuhkan käyttö stabilointiaineena), edellytyksenä on asetuksessa ilmoitettujen kriteerien täyttyminen. Mikäli lentotuhka ja/tai suunniteltu käyttökohde ei täytä MARA-asetuksen mukaisia vaatimuksia, tulee lentotuhkan hyötykäyttöä varten hakea ympäristölupa. Ympäristönsuojeluasetuksen (VNa 584/2017) mukaisesti ympäristöluvan käsittelee aluehallintovirasto (> 20 000 tonnia vuodessa) tai kunnan ympäristönsuojeluviranomainen (< 20 000 tonnia vuodessa).

Tuhkista ja tuhkarakentamisesta yleisesti löytyy lisätietoa esimerkiksi Rakennustietosäätiön *RT-kortista Infra 062-710191 Tuhkien käyttö maarakentamisessa* tai *Tuhkakäsikirjasta* UUMA3-hankkeen internet-sivuilta www.uusiomaarakentaminen.fi.

2. BETONIMURSKKE

Betonijätettä syntyy Suomessa pääosin purkutyömailla. Edellytykset betonin kierrätykselle ovat hyvät, sillä lajitteleva purkutekniikka on kehittynyt ja purkubetoni voidaan hyödyntää yleensä kokonaan. Tuotteistetuilla betonimurskeilla on olemassa omat suunnittelu- ja käyttöohjeet.

Betonimurske on kiviainespohjaisena teknisesti ja ympäristöominaisuuksiltaan melko turvallinen materiaali. Käytännössä on kuitenkin hyvä muistaa, että purkubetonista (laatu luokitus BEM II-IV) valmistetun betonimurskeen laatuominaisuudet on suositeltavaa varmistaa ennen käyttöä vaikka tuote olisikin CE-merkitty.

Betonimurske soveltuu hyvin maarakentamiseen, sillä se sisältää reagoimatonta sementtiä ja näin ollen se lujittuu uudelleen käytettäessä. Lujittumisen ansiosta betonimurskeella voidaan saavuttaa jopa parempia kantavuuksia kuin luonnonkiviaineksilla. Parempi kantavuus mahdollistaa ohuempia rakennekerrokset, mikäli routa ei muodostu mitoittavaksi. Betonimurske soveltuu käytettäväksi esimerkiksi huoltoteiden päällysrakenteissa sekä teiden ja katujen kantavissa ja jakavissa rakennekerroksissa.



Kuvat 5 ja 6. Betonimursketta

Betonimurskeen hyötykäyttö on mahdollista MARA -asetuksen (VNa 843/2017) ilmoitusmenettelyllä väylä- ja kenttärakenteissa, asetuksessa esitettyjen kriteerien täytyessä. Mikäli betonimurske ja/tai suunniteltu käyttökohde ei täytä MARA-asetuksen mukaisia vaatimuksia, tulee betonimurskeen hyötykäyttöä varten hakea ympäristölupa. Ympäristönsuojeluasetuksen (VNa 584/2017) mukaisesti ympäristöluvan käsittelee aluehallintovirasto (> 50 000 tonnia vuodessa) tai kunnan ympäristönsuojeluviranomainen (< 50 000 tonnia vuodessa).

Tarkempia tietoja betonimurskeista ja betonimurskeilla rakentamisesta löytyy mm. valmistajien (esim. Ruduksen Betoroc <http://www.rudus.fi/tuotteet/kierratys/betonimurske>) julkaisuista ja ohjeista. Liikenneviraston ohjeistuksessa on myös saatavana tietoa betonimurskeen käytöstä.

3. VAAHTOLASI

Vaahtolasimurske on puhdistetusta kierrätyslasista valmistettu kevytkiviaines. Valmistusprosessissa lasi jauhetaan ja siihen lisätään vaahdotusainetta. Tämän jälkeen massa paisutetaan uunissa 900 °C:ssa, jolloin se kovettuu ja jäähtyessään halkeaa murskeeksi.

Vaahtolasimurske muistuttaa ulkonäöltään ja olomuodoltaan karkeaa seulottua kiviainemursketta tai betonimursketta. Vaahtolasimursketta valmistetaan tyypillisesti raekokoihin välillä 0...60 mm (sisältää hienoaainesta erittäin vähän). Vaahtolasirakeesta ~90 % on ilmahuokosia, joten se on erittäin kevyt materiaali. Vaahtolasimurskeen tilavuuspaino rakenteessa on vain viidesosa verrattuna murskeeseen, 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 kuivatuserroksena) sekä siltapenkereisiin ja tukimuurien taustatäyttöihin. Suomessa CE-merkittyä vaahtolasimursketta (Foamit tuote, ei vaadi minkäänlaista ympäristölupa- tai MARA-menettelyä vaan käyttö on vapaata) valmistaa eri fraktioihin ja vaihtelevia käyttötarkoituksia varten Uusioaines Oy Forssassa.



Kuvat 7 ja 8. Vaahtolasimursketta (kuvat foamit.fi/ Uusioaines Oy)

Tarkempia tietoja vaahtolasista ja vaahtolasilla rakentamisesta löytyy liitteestä 2 ja mm. valmistajan julkaisuista ja ohjeista (esim. <https://www.foamit.fi/wp-content/uploads/2018/04/Foamit-suunnitteluohje-infra-ID-9119.pdf> ja http://www.foamit.fi/wp-content/uploads/2016/10/RT-kortti_Infra-1.pdf).

4. KALKKIKIVI JA KALKKI (CAO)

Nordkalk Oy:n Paraisten ja Lappeenrannan toiminnoissa kalkkikiven louhinnassa sekä siitä jalostettavien tuotteiden valmistuksessa syntyy merkittävä määrä pääosin kalkkikivipitoisia sivukiviä. Kalkkikivi on pääosin kalsiumkarbonaattista koostuva sedimenttikivilajike.

Kalkkikivimurske soveltuu käytettäväksi mm. tie-, katu- ja kenttärakenteiden kantavissa-, jakavissa- ja suodatinkerroksissa sekä asfalttimassoissa ja pintauksissa. Kalkkikivi on neutraloiva materiaali, jota voidaan käyttää myös ojissa ja hulevesien viivytysaltaissa hulevesien pH:n nostamiseksi.

Nordkalkin toiminnoissa pääasiallisena tuotteena syntyvä kalkki on sellaisenaan sopiva lisäaine stabiloinnin sideainekomponentiksi. Lisätietoja materiaaleista ja esim. kivifraktioista löytyy toimijan internet-sivuilta.



Kuva 9. Kalkkikiveä (kuva Nordkalk.fi)

5. VALIMOHIEKKA JA RIKASTUSHIEKKA

Valimohiekalla tarkoitetaan Vt8 Eurajoen ohitus -hankkeen yhteydessä Componenta Finland Oy Porin toiminnoissa syntyvää valimohiekkaa ja rikastushiekalla Boliden Harjavallan toiminnoissa syntyvää rikastushiekkaa.

Boliden Harjavallan nikkeliintuotannon toiminnoissa syntyy nikkelikuonaa/rikastushiekkaa. Teknisesti se on karkean luonnonhiekan kaltaista ja on hyödynnettävissä suodatinkerroksessa korvaamaan luonnonhiekkaa, mutta materiaalin ympäristöominaisuudet tulee varmistaa.

Componenta Finland Oy:n Porin toiminnoissa rautavalutuotteiden valmistuksen yhteydessä syntyy valumuoteista peräisin olevaa valimohiekkaa. Teknisesti se on luonnonhiekan kaltaista ja on hyödynnettävissä esimerkiksi suodatinkerroksessa korvaamaan luonnonhiekkaa. Valimohiekat kuuluvat MARA-asetuksen piiriin, mutta materiaalin ympäristöominaisuudet tulee varmistaa.

LIITE 2 (1 s.) Uusiomateriaaleja ja tuotantolaitoksia pääasiassa 50 km etäisyydellä kohteesta

11.12.2018

Vt8 Eurajoen ohitus. Uusiomateriaalien hyödyntämismahdollisuudet rakentamisen yhteydessä, tuotantolaitoksia ja materiaaleja pääasiassa 50 km etäisyydellä. Taulukko tarkoitettu vain hankkeen suunnittelukäyttöön.

Tuotantolaitos	Sivutuote / Materiaali	Raaka-aine	Ympäristölainsäädäntö	Syntymäärä ~ [t / vuosi]	Arvio saatavuudesta 2019-2022 + muita tietoja	Etäisyys Eurajoelle		Koordinaatit ETRS-TM35FIN	
								N	E
Pori Energia Oy Aittaluodon voimalaitos	Lentotuhka Pohjatuhka	Puu (55 %), turve (45 %)	Pohjatuhka todennäköisesti hyödynnettävissä MARA-ilmoituksella. Lentotuhkan tilanne vaihdellut, mahdollisesti hyödynnettävissä MARA-ilmoituksella. Nämä kuitenkin varmistettava (mikäli MARA-kriteerit eivät täyty, hyötykäyttö ympäristölupamenettelyllä).	LT 6 000 PT 4 000	Materiaalit eivät ole tällä hetkellä korvamerkittyjä mihinkään muuhun käyttöön eli ovat mahdollisesti neuvoteltavissa hankkeelle. Uusi kattila/polttoprosessin muutos tulossa 2020, puun osuus polttoaineessa kasvaa arviolta 80 %:iin.	40 km		6828199.778	223534.612
Porin Prosessivoima Oy Kaanaan Voimalaitos	Lentotuhka Pohjatuhka	Rinnakkaispoltto (puu 60 %, turve 30 %, hiili ja kierrätyspolttoaine 10 %)	Pohjatuhka todennäköisesti hyödynnettävissä MARA-ilmoituksella. Lentotuhkan tilanne vaihdellut, mahdollisesti hyödynnettävissä MARA-ilmoituksella. Nämä kuitenkin varmistettava (mikäli MARA-kriteerit eivät täyty, hyötykäyttö ympäristölupamenettelyllä).	LT 11 000 PT 4 000	Materiaalit eivät ole tällä hetkellä korvamerkittyjä mihinkään muuhun käyttöön eli ovat mahdollisesti neuvoteltavissa hankkeelle.	50 km		6838932.975	210857.924
Rauman Biovoima Oy	Lentotuhka Pohjatuhka	Rinnakkaispoltto (puupohjaiset pääasiassa, lisänä turve, kierrätyspolttoaineet ja käynnistysapuna öljy)	Pohjatuhka todennäköisesti hyödynnettävissä MARA-ilmoituksella. Lentotuhkan tilanne vaihdellut, mahdollisesti hyödynnettävissä MARA-ilmoituksella. Nämä kuitenkin varmistettava (mikäli MARA-kriteerit eivät täyty, hyötykäyttö ympäristölupamenettelyllä).	LT 30 000 PT 4 000	Materiaaleille tiedossa käyttöä ainakin vuoteen 2022 asti, jonkinlaisista tuhkaeristä lieenee kuitenkin mahdollista neuvotella. Kuivapurku mahdollista ja kuivavarastointikapasiteetti noin 3 000 t.	20 km		6788639.804	202888.114
Fortum Meri-Pori	Lentotuhka Pohjatuhka	Kivihiili (varalla öljy)	Tuhka ollut CE-merkittyä, mutta tällä hetkellä merkistä luovuttu muun käyttötarkoituksen vuoksi. Mahdollisesti hyödynnettävissä MARA-ilmoitusmenettelyllä, mutta asia varmistettava erikseen (mikäli MARA-kriteerit eivät täyty, hyötykäyttö ympäristölupamenettelyllä).	LT 0...10 000 PT 0... 2 000	Materiaalien syntymäärät vaihtelevat suuresti, sillä kyseessä on varavoimalaitos. Ainakin vuodelle 2019 muuta käyttöä, mutta tilanteesta riippuen tuhkia on mahdollisesti neuvoteltavissa kohteelle.	60 km		6845811.740	204640.696
Uusioaines Oy, Forssa	Vaahtolasi	Kierrätyslasi	Vaahtolasimurske on tuote, joten sen käyttö ei vaadi ympäristölupamenettelyä eikä MARA-ilmoitusta, vaan vaahtolasirinnastetaan mihin tahansa tuotteeseen ja se kuuluu kyseistä tuotetta säätelevien tuote-säädösten piiriin. Näiltä osin käyttö on siis täysin vapaata.	Valmistaa eri raekoon tuotteita, valmistuskapasiteetti yhteensä jopa 300 000 m³ / vuosi	Tilausneuvottelut tarpeen mukaan.	125 km		6745844.512	312774.907
Boliden Harjavalta	Nikkelikuona/ rikastushiekka	Pääasiassa Nikkeli	Todennäköisesti hyötykäyttö vaatii ympäristöluvan	-	Neuvoteltavissa.	35 km		6807716.267	239072.450
Componenta Finland Oy Pori	Valimohiekka	Rautavalutuotteiden valmistuksessa käytettävä muottihiekka	Todennäköisesti mahdollista MARA-ilmoituksella, ympäristöominaisuudet kuitenkin varmistettava	-	Neuvoteltavissa.	40 km		6829244.721	223979.831
Nordkalk Oy Ab	Kalkkikivi Kalkki (tuote)	Kalkkikiven louhinta	Kalkki ei tuotteena tarvitse ympäristölupamenettelyä, kalkkikiveä löytyy sekä tuotteistettuna että tuotteistamattomana.	-	Tilausneuvottelut tarpeen mukaan.	130 km		6693323.152	240078.509
Rudus Oy, Satakunnan toiminnot	Betonimurske, Betoroc BEM II 0/45 mm ja 0/90 mm	Purkubetoni	Rudus tuottaa CE-merkittyä betonimursketta, joka on hyödynnettävissä MARA-ilmoitusmenettelyllä.	-	Ruduksen toiminnan tietoja (toiminnan volyymia, betonimurskeen tuotantomääriä, varastotilannetta yms.) ei saatu selvitettyä tässä vaiheessa, mutta otettiin esimerkkinä mukaan. Tilausneuvottelut tarpeen mukaan.	-	-	-	-

LIITE 3. Vt8 Eurajoen ohitus. Kartoitettujen uusiomateriaalituottajien yhteystietoja. Taulukko tarkoitettu vain hankkeen suunnittelukäyttöön.

Tuotantolaitos	Laitoksen/toiminnan osoite	Yhteyshenkilö	Puhelin	Sähköposti	www-sivut / tai muu lähde
Pori Energia Oy Aittaluodon voimalaitos	PL 176 / Kuninkaanlahdenkatu 28101 PORI	Ari Savola (Environmental Manager)		ari.savola@porienergia.fi	www.porienergia.fi
Porin Prosessivoima Oy (Kaanaan Voimalaitos)	Titaanitie 1 28840 PORI				
Rauman Biovoima Oy	Tikkalantie 1 26100 RAUMA	Timo Pitkänen (Toimitusjohtaja)	020 4143 611	timo.pitkanen@upm.com	www.raumanbiovoima.fi
Fortum Power & Heat Oy (Meri-Porin voimalaitos)	Tahkoluodontie 28900 PORI	Katri Nyberg	040 801 9205	katri.nyberg@fortum.com	www.fortum.com
Uusioaines Oy	Kurikkamäentie 23 30420 Forssa	Katri Pohjola (Palvelupäällikkö)	050 439 8970	katri.pohjola@uusioaines.com	www.uusioaines.com
Boliden Harjavalta	Teollisuuskatu 1 29200 HARJAVALTA	-	02 535 8111	-	www.boliden.com
Componenta Finland Oy Pori	Vanhasahankatu 3 28200 PORI	-	+358 10 403 00	-	www.componenta.com
Nordkalk Oy Ab, Parainen	Skräbbölentie 18, 26100 PARAINEN	Erno Somervuori (Myyntipäällikkö)	040 125 2558	erno.somervuori@nordkalk.com	www.nordkalk.com
Rudus Oy		Jani Pieksemä (Kierrätysliiketoimintajohtaja, Hki)	0400 829 905	jani.pieksema@rudus.fi	www.rudus.fi

LIITE 4 (1 s.) Esimerkkejä uusiomateriaalien rakentamiskäytön edellyttämistä tutkimuksista

Esimerkkejä uusiomateriaalien rakentamiskäytön edellyttämistä tutkimuksista			
Huom! Kaikki eivät välttämättä ole pakollisia kohteesta, käyttötarkoituksesta tai jo olemassa olevista tiedoista (esim. materiaaliuuttajilta saatavat tiedot) riippuen.			
	Stabilointi	Massiivirakenne	
Käyttötapa/ käsitteltävä aines	Pehmeät maa-ainekset (savi, siltti, lieju, turve, ruoppausmassat)	Routaeristävä, keventävä, kuivattava tai muutoin luonnonmateriaaleja säästävä massiivirakenne uusiomateriaaleista	Betonimurske / hankkeella purettavat sillat ja jäteasemilla varastoitu murske
Työ- /sekoitusmenetelmä	- Massastabilointi - Aumastabilointi - Seulamurskainkauha - Pilaristabilointi	Monia työ- ja käyttötapoja	Murskaus mobiilimurskauslaitteiston avulla
Sovellutus	Esim. - Pohjamaan stabilointi (esim. massanvaihdon sijaan) - Allas-/täyttömassojen stabilointi - Meluvallit - Penkereet ja luiskat	Esim. - Tie-, katu-, KLV- tai kenttärakenteessa eristävä ja-/tai keventävä rakennekerros - Suodatinkerros - Meluvallit - Penkereet ja luiskat	- Tie-, katu-, KLV- tai kenttärakenteessa kantava rakennekerros
Maasto: Pohjatutkimukset yms.	Kairaukset, mm. - maakerrosten rajat ja ominaisuudet • lujuusominaisuudet (yleensä siipikaira) • näytteenotto • pohjavesimittaukset	Kairaukset, mm. - tarvittaessa maakerrosten rajat ja ominaisuudet • lujuusominaisuudet (yleensä siipikaira) • näytteenotto • pohjavesimittaukset	Käyttökohteen rakenteen mitoitus • materiaalimoduuli • pintakerroksen kantavuus ylempien kerrosten mitoitusta varten
Laboratorio: Maa-ainesten ja uusiomateriaalien indeksiominaisuudet	- geotekniset perusominaisuudet, mm. • vesipitoisuus • humuspitoisuus • rakeisuus • tiheys • hienousluku (tarvittaessa) - kemialliset ominaisuudet, tarvittaessa harkinnan mukaan mm.: pH, sulfidipitoisuus, kloridi	- geotekniset perusominaisuudet, mm. • vesipitoisuus • humuspitoisuus • rakeisuus • pH - Proctor-koe • optimivesipitoisuus • maksimikuivairtotiheys	- geotekniset perusominaisuudet, mm. • rakeisuus - Proctor-koe • optimivesipitoisuus • maksimikuivairtotiheys
Laboratorio: Stabiloituvuus- tutkimukset / muut tarkentavat tutkimukset	- sideaineseosvaihtoehtojen selvittäminen • optimisideaineseoksen määrittäminen - sideainemäärän vaikutus lujittumiseen • saavutettava puristuslujuus • aikalujittuminen • lujittumisajan kokoonpuristuma (esikuormitettaessa) - materiaalien laatuvaihtelujen vaikutus (esim. vesipitoisuuden vaihtelu) - olosuhdetekijöiden vaikutus (esim. lämpötila) - vaatimukset työn toteutukselle - tarvittaessa ympäristötutkimukset	Tarvittavilta osin esim. - seosaineilla optimiseossuhteet • mahdollisesti tarvittavan sideaineen (ja sen määrän) selvittäminen • tiivistymisominaisuudet • saavutettava puristuslujuus • aikalujittuminen • routivuus (segregaatiopotentiaali) • jäätymis-sulamiskestävyys • vedenläpäisevyys • lämmönjohtavuus • kapillaarinen nousukorkeus - materiaalien laatuvaihtelujen vaikutus (esim. vesipitoisuuden vaihtelu) - vaatimukset työn toteutukselle - tarvittaessa ympäristötutkimukset	- Betonimurskeen luokitus • käytettävän raaka-aineen laatu • murskaustyön laadunvalvonta