



ecolan®

INFRA® TR
MATERIAALIHYVÄKSYNTÄ
RAPORTTI I

ECOLAN.FI

SISÄLLYS

1. TIIVISTELMÄ.....	2
2. HANKKEEN TAUSTA	3
3. KOERAKENNE OSANA LIVIN MATERIAALIHVÄKSYNTÄÄ.....	4
4. SÖÖRMARKUN KIERTOTIEN KOERAKENTEEN TOTEUTTAMINEN.....	6
4.1 MATERIAALIN KULJETUS	7
4.2 MATERIAALIN VÄLIVARASTOINTI.....	7
4.3 MITOITUSOHJE JA PERIAATEPOIKKILEIKKAUSKUVAT	8
4.4 LUPAMENETTELY.....	11
4.4 MATERIAALIN KÄSITTELY JA TYÖSTÄMINEN RAKENNUSVAIHEESSA	11
5. RAKENTEEN INSTRUMENTOINTI.....	13
6. SEURANNAN JATKUMINEN JA SEURAAVAT TOIMENPITEET	17
7. TOTEUTUS OSANA CIRCWASTE-HANKETTA JA ALUEELLISET HYÖDYT.....	18

1. TIIVISTELMÄ

Ecolan Oy:n valmistamalle ja tuotteistamalle Ecolan Infra®TR tuhkarakeelle haetaan Liikenneviraston materiaalihvähäsyntää, jonka myötä tuhkarake on tarkoitus vakioida Liikenneviraston väylärakentamiseen hyväksytyksi tuotteeksi. Materiaalihvähäsyntäprosessi aloitettiin keväällä 2018 neuvotteluilla Liikenneviraston edustajien kanssa, ja sen odotetaan kestävän ainakin vuoden 2019 loppuun saakka.

Osana materiaalihvähäsyntäprosessia on toteutettu osuus vilkasliikenteisen väylän kiertotiestä Ecolan Infra® TR tuhkarakeella. Tällaisella koerakenteella voidaan tutkia mm. deformaatiota ja dynaamisen kuormituksen aiheuttamia vaurioita materiaalissa. Liikenneviraston teknisen yksikön ohjeistuksen mukaisesti kohdetta etsittiin vuonna 2018 alkavista väylähankkeista, ja soveltuva kohde löytyi Liikenneviraston VT8-hankekokonaisuuteen kuuluvasta Söörmarkun eritasoliittymähankkeesta Porin pohjoispuolelta.

Liikenneviraston ohjeistuksen mukaisesti noin 100 m pitkä osuus kiertotiestä rakennettiin tuhkarakeella syyskuussa 2018. Rakenteen mitoituksen ja vertailurakenteen suunnittelusta vastasi WSP Finland, ja rakenne toteutettiin yhteistyössä eritasoliittymän pääurakoitsijan Kreaten sekä aliurakoitsija Viitanen & Viitanen Oy:n kanssa. Hanke toteutettiin osana alueellista Circwaste-hanketta.

Kiertotieosuus otettiin käyttöön lokakuussa 2018. Rakenne on instrumentoitu, ja seuraaminen ja mittaaminen jatkuvat talven yli kesään 2019 saakka, jolloin kiertotie puretaan. Tässä raportissa kuvataan koerakenneprojektin vaiheet tähän mennessä.

2. HANKKEEN TAUSTA

Ecolan Oy:n valmistamaa ja tuotteistamaa Ecolan Infra® TR tuhka-asetta voidaan käyttää korvaamaan täyttö- ja suodatinkerroksen luonnonkiviainesta erilaisissa tie-, katu- ja kenttärakenteissa, sekä putkijohtokaivannoissa. Ecolan Infra®TR on tasalaatuinen tuote, joka ominaisuuksiltaan täyttää MARA-asetuksen vaatimukset (VNa 843/2017 eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa).

Ecolan Infra® TR on hienojakoisesta tuhka-asetta teollisesti rakeistettua karkearakeista materiaalia, jonka rakeisuutta voidaan säätää seulomalla. Ecolan Infra® TR tuhkarakeen valmistuksessa käytetään raaka-aineena suomalaisessa energiateollisuudessa syntyvää lento- ja pohjatuhkaa. Tuhkarake valmistetaan rumpurakeistusmenetelmällä tuhkan luontaisia lujittumisominaisuuksia hyödyntämällä Nokian ja Viitasaaren tehtailla.

Ecolan Infra®TR tuhka-asetta on käytetty menestyksekkäästi viiden vuoden ajan, ja se on kevytkiviainesstandardin mukaisesti CE-merkitty. Tuotteen käytön ympäristövaikutuksista ja teknisistä ominaisuuksista on hyvin tietoa saatavilla, ja tuhkarakeen käyttö määräytyy MARA-asetuksen mukaisesti. Ennen maanrakennuskäyttöä akkreditoitu laboratorio analysoi tuhkarake-äytteet, jotta soveltuvuus rakennusmateriaaliksi voidaan varmistaa MARA-asetuksen mukaisesti. Perinteisestä jalostamattomasta tuhka-asetta tuhkarake eroaa pienemmän liukoisuuden, paremman käsiteltävyyden sekä säänkestävyyden osalta.

Ecolan Infra® TR tuhkarakeelle haetaan nyt Liikenneviraston materiaalihyväksyntää, jonka tarkoituksena on standardoida tuhkarake niin, että tuhkarake on materiaalihyväksynnän myötä vakioitu Liikenneviraston väylärakentamiseen hyväksytty tuote, jonka tasalaatuiset ominaisuudet ja käyttäytyminen tunnetaan niin hyvin, että loppukäyttäjä voi hyödyntää tuhka-asetta rakentamisessa ennalta tunnettujen suunnitteluparametrien mukaan. Materiaalihyväksyntä osaltaan mahdollistaa esimerkiksi InfraRYL- ohjeistuksen tekemisen, joka puolestaan edistää merkittävästi voimalaitostuhkista jalostetun tuhkarakeen hyötykäyttöä nykyistä laajemmin.

Tuhkarakeen käyttöä lisäämällä voidaan vähentää neitseellisten kiviainesten käyttöä infrarakentamisessa, sekä edesauttaa voimalaitostuhkien hyödyntämistä jatkojalostetuna tuotteena perinteisen massiivirakenteisiin tehtävän ”suoran dumpaamisen” tai kaatopaikkatäyttöjen sijaan.

3. KOERAKENNE OSANA LIVIN MATERIAALIHYVÄKSYNTÄÄ

Materiaalihyväksyntä voidaan myöntää materiaalitoimittajan hakemuksesta hyvin tuotteistetulle uusiomateriaalille, josta on riittävä käyttökokemus. Materiaalihyväksynnän saamisen jälkeen uusiomateriaalia voidaan käyttää Liikenneviraston hankkeilla ilman erillistä hankekohtaista materiaalihyväksyntää, ja sitä voidaan pitää keskeisenä askeleena kohti End of Waste -menettelyä, jossa jätevirroista jalostettu materiaali siirtyy jätestatukselta tuotestatukselle. Materiaalihyväksyntäprosessi on monivaiheinen, ja koerakenne on vain yksi osa kokonaisuutta. Tässä raportissa kuvataan ainoastaan koerakenteen toteuttamiseen liittyvää prosessia.

Ensimmäinen materiaalihyväksyntää koskeva tapaaminen järjestettiin 9.5.2018. Todettiin, että Liikenneviraston valvonnassa toteutettavan koerakenteen kautta voidaan saada sellaista tietoa materiaalin kestävydestä, jota vaaditaan materiaalihyväksynnän myöntämiseksi. Sopivaksi kohteeksi ehdotettiin esimerkiksi kiertotietä. Tarkoituksena oli korvata kiertotien rakenteesta noin sadan metrin matkalta suodatinkerroksen perinteinen neitseellinen kiviainesmateriaali (hiekkä) tuhkaerakenteella siten, että perinteisin materiaalein rakennetun ja tuhkarakenteella tehtyjen tieosuuksien kestävyyttä voidaan seurata ja verrata noin vuoden ajan. Rakenne instrumentoidaan ja sitä mitataan suunnitelmallisesti vuoden ajan. Kiertotien käytön päätyttyä rakenne avataan, ja mahdolliset deformaatiomuutokset tutkitaan. Mittauksista vastaa ulkopuolinen mittausalalan yritys, jolloin tieto on luotettavaa kaikilta osin.

Vilkasliikenteiseltä väylältä kiertotielle ohjattu liikenne kuormittaa tierakennetta deformaatiotutkimuksen vaatimalla tavalla, ja kapea väylä on omiaan alentamaan ajonopeutta niin, että kuormitusta tapahtuu ajallisesti mahdollisimman pitkään. Lisäksi kiertotielle ominainen kapeus edesauttaa testauksessa sitä, että kuormitus osuu samaan kohtaan tien rakenteessa.

Liikenneviraston ohjeistus koerakenteesta lyhyesti:

- Riittävän kuormituksen varmistamiseksi väylän, jolta kiertotie tehdään, tulee olla vilkkaasti liikennöity.
- Deformaation riittäväksi toteutukseksi kiertotien tulisi olla käytössä noin vuoden ajan.
- Vertailtavuuden varmistamiseksi osa kiertotiestä toteutetaan Ecolan Infra® TR -materiaalilla, ja osa perinteisillä materiaaleilla.
- Rakenteiden toimintaa ja kestävyyttä seurataan vuoden ajan erilaisin mittauksin, ja näitä tuloksia Liikennevirasto hyödyntää materiaalihyväksyntäprosessissa.
- Koerakenteen oikean mitoituksen varmistamiseksi tiivis yhteistyö suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden kanssa on keskeistä.

Toukokuussa 2018 Ecolan Oy:n edustajat lähtivät kartoittamaan Liikenneviraston ohjeistuksen mukaisesti Liikenneviraston ja ELY-keskusten väylähankkeita, joihin mahdollisesti toteutettaisiin kiertotie kesän 2018 aikana. Sopivan kohteen etsinnässä piti huomioida myös kohteen sijainti Ecolan Oy:n tuotantolaitoksista, sillä pitkät kuljetusmatkat ovat ongelmallisia niin aikataulullisesti, ympäristövaikutuksiltaan kuin taloudellisestikin. Nokian tuotantolaitoksen ympäristössä potentiaalisia kohteita kartoitettiin Liikenneviraston ja Varsinais-Suomen ELY-keskuksen koordinoimista hankkeista.

Hämeenkyrössä Valtatie 3:n parantaminen välillä Kostula–Kyröskoski, ja siihen tehtävät kiertotiet näyttäytyivät potentiaalisena kohteena, mutta kohde hylättiin, sillä hanke oli I-luokan pohjavesialueella, ja läheisessä ojassa uhanalainen jokihelmisimpukkaesiintymä. Liikenneviraston VT 8 -hankekokonaisuuden projektipäällikkö Kari Partiainen puolestaan osoitti potentiaalisia osahankkeita, kuten Nousiainen-Mynämäki sekä Söörmarkun eritasoliittymä, joihin kiertoteitä aiottiin toteuttaa.

Partiainen tiedusteli pääurakoitsijoiden alustavaa suostumusta koerakenteen toteuttamiseen, ja Söörmarkun eritasoliittymän pääurakoitsija Kreaten työpäällikkö antoi alustavan suostumuksensa koerakenteen toteuttamiseen. Viime kädessä päätösvalta oli kuitenkin työmaavalvojalla sekä aliurakoitsijalla. Koerakenteen mahdollistumiseen vaikutti merkittävästi se, että Söörmarkun hankkeen työmaavalvoja Bent Poussulla oli aiempaa kokemusta tuhkarakentamisesta.

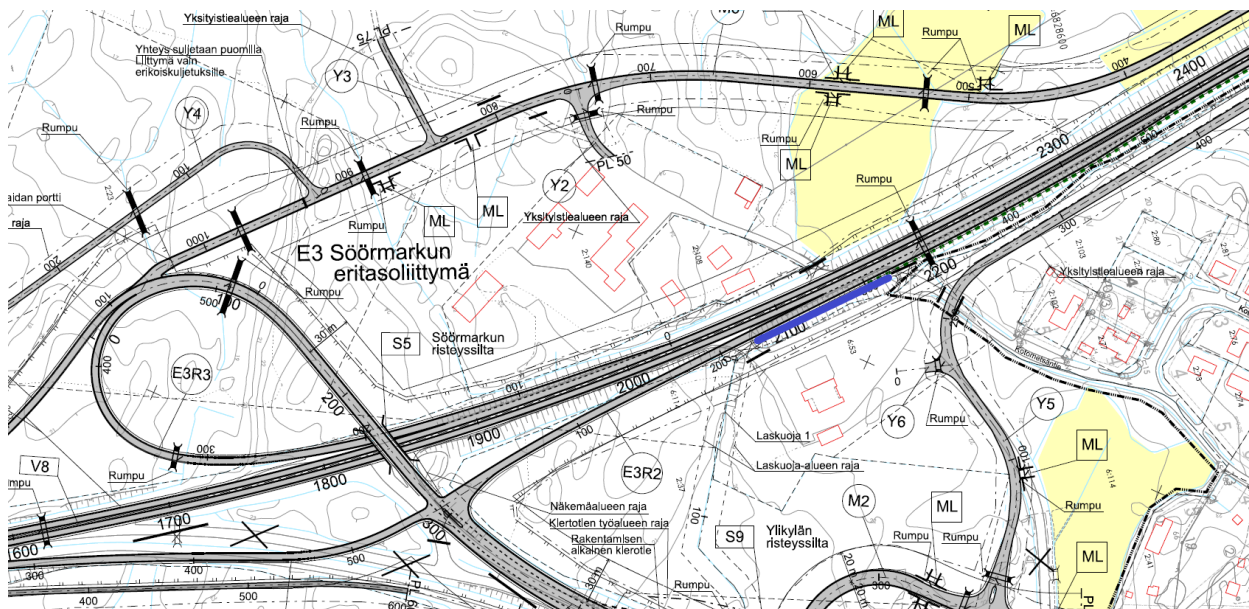
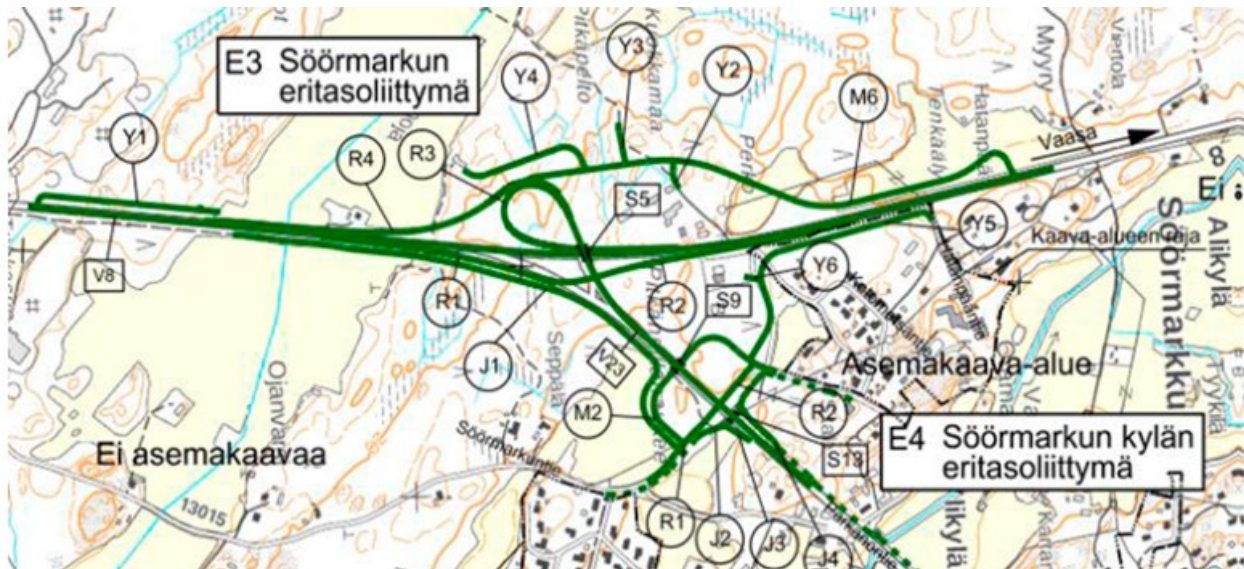
Alustava rakennusaikataulu koerakenteen toteuttamiselle oli elokuussa 2018, mutta aikataulu kuitenkin muuttui useasti hankkeen aikana, ja kiertotie toteutettiin lopulta syyskuun puolessa välissä. Koska koerakenne toteutettiin alkuperäisen hankesuunnitelman ulkopuolisena, koerakenteen totetusaikataulua sopeutettiin muihin hankkeen aikatauluihin, ja koerakenteen toteutuksen varmistaminen vaati jatkuvaa yhteydenpitoa ja koordinoitua työmaavalvojan kanssa.

Alustavan aikataulun varmistuttua Ecolan tilasi mitoitusohjeet sekä periaatepoikkileikkaukset WSP Finland Oy:ltä. WSP Finland vastasi hankkeen muusta mitoituksesta, joten oli mielekästä käyttää samaa suunnittelijaa. Kyseinen suunnittelija oli myös aiemmin suunnitellut tuhkarakerakenteita.

Koerakenteen instrumentointisuunnitelma valmisteltiin yhteistyössä Liikenneviraston kanssa. Samalla lähdettiin kartoittamaan mahdollisuutta alueelliseen Circwaste-hankeyhteistyöhön.

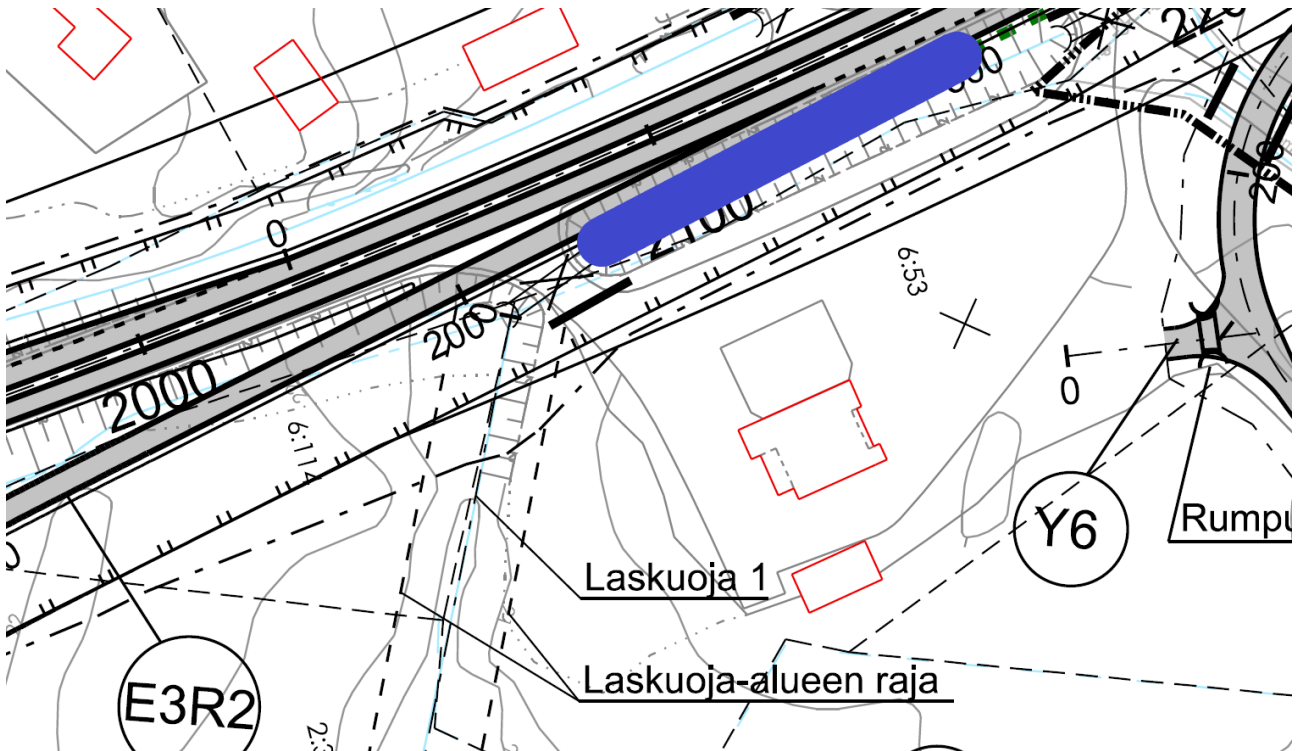
4. SÖÖRMARKUN KIERTOTIEN KOERAKENTEEN TOTEUTTAMINEN

- Hankkeen tilaaja: Liikennevirasto/Varsinais-Suomen ELY-keskus sekä Porin kaupunki
- Pääurakoitsija: Kreate Oy
- Aliurakoitsija: Viitanen & Viitanen Oy
- Uusiomateriaalin materiaalitoimittaja: Ecolan Oy
- Mitoitus: WSP Finland Oy



Kiertotie on merkitty kuvaan sinisellä viivalla. Kiertotie rakennettiin Valtatie 8:lle Porista noin 10 km pohjoiseen. Tässä kohdassa VT 23 ja VT 8 risteävät. Liikennemäärä VT 8 liittymän eteläpuolella n. 13 354 ajoneuvoa/vrk, josta raskasta n. 9 %, ja liittymän pohjoispuolella n. 4 724 ajoneuvoa/vrk, josta raskasta n. 14 %.

Koerakenteen sijainti tarkemmin. Rakenne sijaitsee käytöstä poistetun huoltoaseman edessä.



4.1 MATERIAALIN KULJETUS

Rahti kilpailutettiin kolmella toimijalla, ja edullisimman tarjouksen teki VR Transpoint. Tuhkaraetta ajettiin yhteensä noin 1000 tonnia, ja yksi auto kuljetti kerrallaan noin 40 tonnia materiaalia. Näin ollen kuljetuksia tuli yhteensä noin 25 autokuormaa. Ajo kesti neljä päivää. Tuhkarae kuljetettiin Nokian tuotantolaitokselta välivarastoon Porin Ahlasiin Peittoon Kierrätystermiiniin, jossa se varastoitiin 10.8.-12.9.2018. Välimatka Nokialta Söörmarkkuun oli noin 100 km, ja välivarastointipaikasta Peittoosta matka kohteeseen oli noin 10 km. Välivarastointi kohteessa ei ollut mahdollista.

4.2 MATERIAALIN VÄLIVARASTOINTI

Välivarastointi todettiin tarpeelliseksi, sillä jos materiaali olisi ajettu Nokialta suoraan rakenteeseen, pitkän kuljetusmatkan vuoksi materiaalivirran oikea-aikaisuutta ei olisi voitu varmistaa. Lisäksi koerakenteen toteutusaikataulussa oli epävarmuutta. Toteutusaikataulun muutoksiin pystyttiin varautumaan paremmin tuomalla materiaali lähemmäs kohdetta. Alkuperäinen välivarastointi oli suunniteltu viikon mittaiseksi, mutta hankkeen aikataulumuutoksista johtuen välivarastointi kesti noin kuukauden. Tuhkarae varastoitiin asfaltoidulla kentällä, jonka hulevedet johdetaan ja käsitellään asianmukaisesti.



Tuhkaräe väliavarastoituna Peittoon Kierrätystermiiniin.

4.3 MITOITUSOHJE JA PERIAATEPOIKKILEIKKAUSKUVAT

Ecolan Infra toimitti suunnittelijalle mitoitusohjeen sekä RT-kortin, joiden pohjalta WSP Finland Oy suunnitteli mitoituksen tien liikennemääriin ja kuormitusluokkaan perustuen. Suunnittelulle väliaikaiselle kiertotiele sovellettiin pysyvästä tierakenteesta poikkeavaa tavoitekantavuutta ja päällystepaksuutta. Tierakenteen oletetaan olevan toiminnassa korkeintaan vuoden. Tuhkaräe-koerakenne mitoitettiin vastaamaan vertailukohdaksi osalle kiertotietä rakennettavaa murskerakennetta. Kantavuusmitoituksessa Infra TR – kevytkiviaineksen E-moduulina on käytetty arvoa 65...70 MN/m² ja routamitoituksessa materiaalin eristävyden vastaavuuskerrointa 2,0 RT-tuotekortin mukaisesti.

Kiertotien läheisyydessä tehtyjen pohjatutkimusten perusteella maanpinta vaihtelee noin tasolla +18,6...22,2. Pohjamaa on pääosin routivaa moreenia / siltistä hiekkamoreenia. Paikoin pohjamaan pinnassa on ohut kerros savea tai savista silttiä. Alusrakenneluokka tierakenteen mitoituksessa on SH (E = 20 MPa, t = 12 %). Seuraavalla sivulla on esitetty WSP Finlandin suunnittelema mitoitusdokumentti.

Rakentamisessa huomioitiin laskennallinen routanousu eri materiaalien välillä, ja kiertotien molempiin päihin muotoiltiin routanousua tasaava siirtymäkiila n. 10-15 m matkalle murskerakenteen ja INFRA TR rakenteen routanousun tasaamiseksi.

Söörmarkku, kiertotie

Laskija: OKu

Tilaaaja: Ecolan Oy

Pvm: 02.08.2018

1,5 [m]

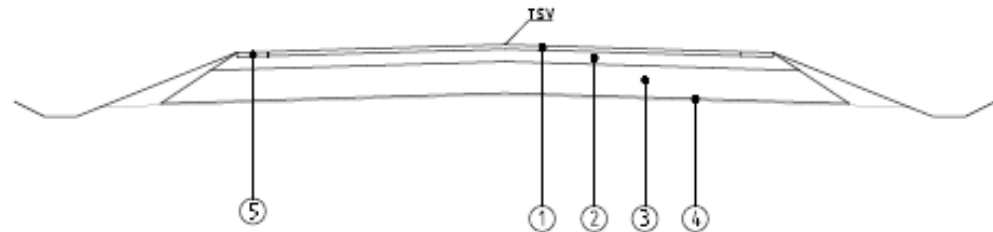
V2	25,0 AB; V2 - 1500	V2
25,0 AB		25,0 AB
sH	sH-870-fil-R	sH
25,0 AB; V2 - 1500		25,0 AB; sH-870-fil-R

Kerros	Materialiaa 1					Materialiaa 2					Materialiaa 3							
	Materialiaa 1 R_t [m]	a_t	t [%]	n	E [MN/m ²]	Materialiaa 2 R_t [m]	a_t	t [%]	n	E [MN/m ²]	Materialiaa 3 R_t [m]	a_t	t [%]	n	E [MN/m ²]			
Päälyste 4	0,00	1,00	0	0	2500	228	0,00	1,00	0	2500	225	0,00	1,00	0	2500	220		
Päälyste 3	0,00	1,00	0	0	2500	228	0,00	1,00	0	2500	225	0,00	1,00	0	2500	220		
Päälyste 2	0,00	1,00	0	0	2500	228	0,00	1,00	0	2500	225	0,00	1,00	0	2500	220		
Päälyste 1	AB	0,07	1,00	0	2500	228	AB	0,07	1,00	0	2500	225	AB	0,07	1,00	0	2500	220
Kantava	KaM 0/56	0,20	0,90	0	280	158	KaM 0/56	0,40	0,90	0	280	156	KaM 0/56	0,40	0,90	0	280	152
Jakava	KaM 0/90	0,50	0,90	0	200	101					47						45	
Suodatin	N3					20	fill-R®	0,40	2,00	0	70	47	fill-R®	0,40	2,00	0	65	45
Suodatinkangas						20	N3				20	20	N3				20	20
						20					20	20					20	20
						20					20	20					20	20
Pohjamaan routapaisumiserroin/kantavuus						20				20	20					20	20	
						12				12						12		
						[%]				[%]						[%]		
						[MN/m ²]				[MN/m ²]						[MN/m ²]		

RN_{laak}	RN_{salI}	[mm]	RN_{salI}	[mm]	RN_{salI}	[mm]	RN_{salI}	[mm]
Rakenekerrosten paksuus	96	[mm]			32	[mm]		
Kantavuus päällysteen päältä	0.77	[m]			0.87	[m]		
Kantavuus kantavan päältä	228	[MN/m ²]			225	[MN/m ²]		
	158	[MN/m ²]	E _{vaaD}	[MN/m ²]	152	[MN/m ²]	E _{vaaD}	
			E _{vaaD}	[MN/m ²]			E _{vaaD}	
Siirtymäkilakaalitevuus			160	[MN/m ²]			160	[MN/m ²]
Siirtymäkilasyvyys (InfraRyl 2010)	SkHk = 1,5, SkM = 1,8, SKSr = 1,8, SKLo = 1,95							

KIERTOTIE 1:100

Murskerakenne
sH-770-M



Kiertotie	
1	Asfaltti AB
2	Kantava KaM #0-55
3	Jakava KaM #0-90
4	Suodatinkangas
5	Piennartäyte KaM #0-16

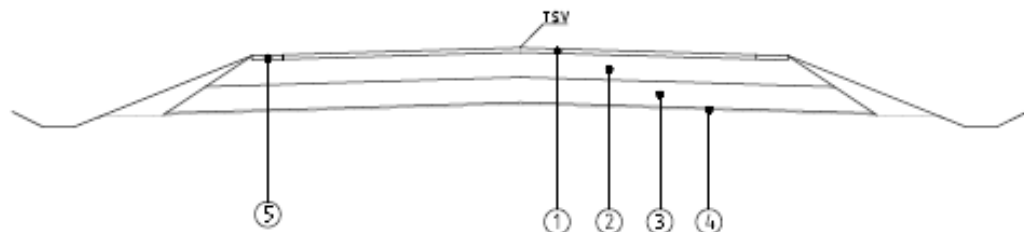
E = 158 MN/m²

Yhteensä 770 mm

Laskennallinen routanousu 98 mm

KIERTOTIE 1:100

fill-R -kaerakenne
sH-870-fill-R



Kiertotie	
1	Asfaltti AB
2	Kantava/Jakava KaM #0-55
3	Suodatin fill-R #0-40
4	Suodatinkangas
5	Piennartäyte KaM #0-16

E = 156 MN/m²

Yhteensä 870 mm

Laskennallinen routanousu 32 mm

4.4 LUPAMENETTELY

Materiaalin käyttöä koskeva lupamenettely on normaalisti MARA-asetuksen ilmoitusmenettelyn alainen, mutta rakenteeseen sijoitetun materiaalin määrän jäädessä alle 1000 tonniin, viranomaisten ohjeistuksesta MARA-ilmoituksen sijaan tehtiin Porin kaupungin ympäristöviranomaisille ilmoitus jätteen hyödyntämisestä maaperässä.

Ilmoitukseen liitettiin seuraavat asiakirjat:

- allekirjoitettu ilmoitus jätteen hyödyntämisestä maaperässä
- periaatepoikkileikkauskuva suunnitellusta rakenteesta sekä vertailurakenteesta
- geotekninen suunnitelmaselostus
- karttakuva, jossa osoitetaan, että tiealueella ei ole merkittyä kiinteistötunnusta
- karttakuvaan sinisellä merkitty kiertotien sijainti
- kokouskutsu, jossa osoitetaan, että Ely-keskus on ottanut alueen hallintaansa

Rakenteen toteuttamisen jälkeen ilmoitusta täydennetään seurantaraportilla.

4.4 MATERIAALIN KÄSITTELY JA TYÖSTÄMINEN RAKENNUSVAIHEESSA



Väliavarastosta materiaali ajettiin neljällä kasettiautolla suoraan kaivinkoneen eteen levitettäväksi. 1000 tonnia materiaalia ajettiin rakenteeseen noin kuudessa tunnissa. Tuhkarae ajettiin suoraan täytemaasta tehdyn penkereen päälle, johon oli levitetty suodatinkangas. Kaivinkone työskenteli tuhkarakeen päällä tiivistäen materiaalia painollaan jo levitysvaiheessa. Kaivinkoneella yli ajettaessa tiivistämätön tuhkarae saatiin niin kantavaksi, että kuorma-autot pystyivät ajamaan materiaalin päällä. Levitystä viimeisteltiin noin 45 minuuttia viimeisen kuorman tultua ja tämän jälkeen materiaalia jyrättiin noin

1,5 h. Kokonaisuudessaan 100 metrin mittaiselle tieosuudelle suodatinkerroksen rakentaminen rakeistetusta tuhkasta kesti noin 8 tuntia.



Rakentamispäivän sääolosuhteet olivat vaihtelevat. Aamulla satoi ja aamupäivällä tuuli nava-kasti. Materiaalin levittäminen kaivinkoneella tapahtui perinteisin työmenetelmin.



Kun materiaali oli saatu levitettyä kaivinkoneella, se tiivistettiin tärtyjyrällä työohjeen mukaisesti 6-7 kertaa yli jyräämällä.

5. RAKENTEEN INSTRUMENTOINTI

Koerakenteen pituus on noin 100 metriä, ja tarkoituksena on seurata tuhkarakeella tehdyn koerakenteen deformaatiota ja urautumista, sekä tuhkarakeen murskautumista rakentamisen ja käytön eri vaiheissa. Murskautumista ja urautumista seurataan rakenteeseen sijoitettavien tuhkarapussien avulla. Menetelmä perustuu siihen, että pusseihin täytetyn tuhkarakeen rakeisuuskäyrä tunnetaan ja dokumentoidaan tarkasti. Pussin materiaali päästää veden läpi, mutta hienoaines jää pussin sisään. Seurantajakson päätyttyä pusseihin täytetyn rakeen rakeisuus voidaan tarkistaa uudestaan, ja rakeisuuskäyriä vertailemalla voidaan todeta mahdollinen jauhautuminen/murskautuminen. Kokeessa tutkitaan murskautumista erilaisilla tuhkarakeen ja KaM 0-55 kerrospaksuuksilla (40cm-40cm, 50cm-30cm) sekä rasituksiltaan erilaisissa tien kohdissa (mutka/notkelma, liittymä, suora tieosuus)

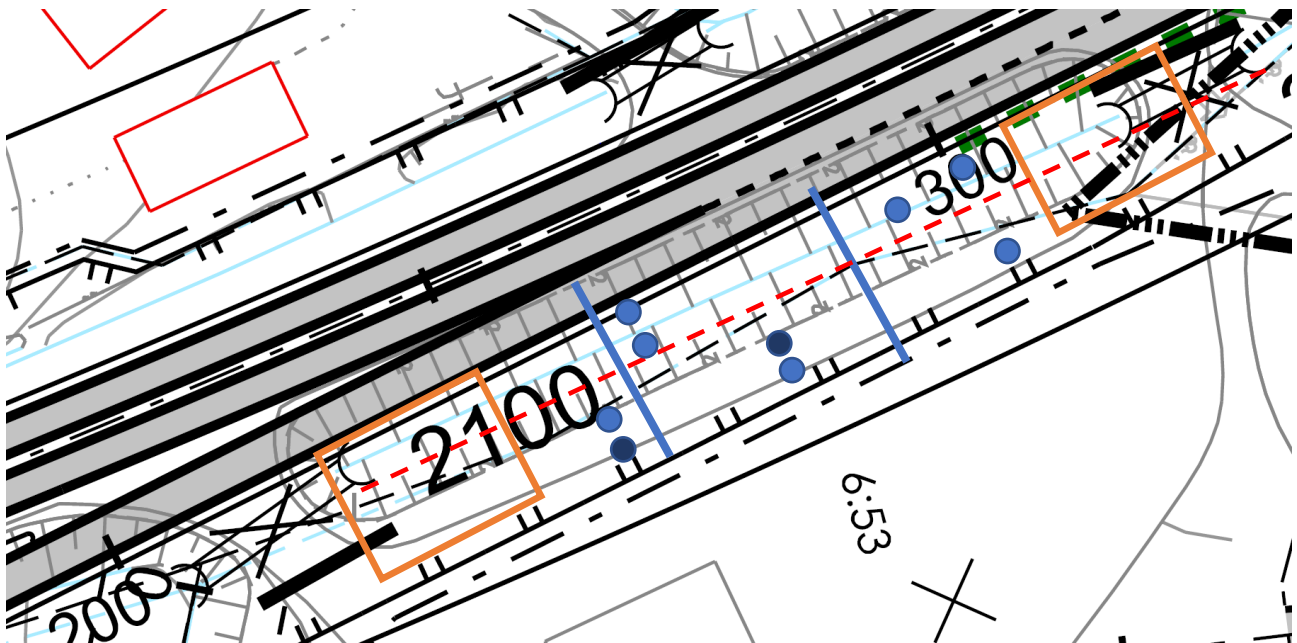
Oheinen kuva osoittaa instrumentointien sijainnin rakenteessa:

Siniset viivat: vaakasuuntaiset näytteet tien leveydeltä

Oranssit suorakulmiot: alueet, joissa tehty siirtymäkiilat (kerrospaksuudet vaihtelevat)

Siniset ympyrät: rakenteeseen jätetyt pussit (40 cm ja 50 cm tuhkarakerros)

Tummansiniset ympyrät: rakenteesta jyräämisen jälkeen nostetut pussit (40 cm tuhkarakerros)



Vaakasuuntaisesti otetut näytteet tierakenteen leveydeltä

Alkuperäisenä suunnitelmana oli asettaa Ecolan Infra® TR tuhkarakeella täytetyt koko tierakenteen levyiset kangasputket kolmeen rasitukseltaan mahdollisimman erilaiseen kohtaan kierto-tien koerakenteessa.

Tarkoituksena oli, että pussi, joka on täytetty Infra TR-rakeella, tehdään rakennetta pidemmäksi, ja jätetään hieman löysäksi, jotta rae pääsee tiivistymään ja liikkumaan luontaisesti. Putkien oli tarkoitus olla rakenteessa koko koerakenteen käyttöajan.

Ensimmäisen testauksen osalta kuitenkin todettiin putkien painon kasvavan niin suureksi, ettei niiden asentamista rakenteeseen voitu mielekkäästi toteuttaa ilman nostovälineitä, joita ei rakennuskohteelle ollut mahdollista saada. Pitkittäispussien sijaan päädyttiin ottamaan levitetyn (ei jyrätyn) näytteen pinnasta koontinäyte tien poikittaisessa suunnassa kerätyistä osanäytteistä. Koontinäytteen voidaan olettaa edustavan kattavasti levitetyn materiaalin pintakerroksen rakeisuuskäyrää. Tällaisia poikittaissuunnassa otettuja koontinäytteitä otettiin kahdesta olosuhteiltaan mahdollisimman erilaisesta paikasta koerakenteessa. Näytteiden rakeisuuskäyräanalyytit on kuvattu myöhemmin tässä raportissa.

Kiertotietä purettaessa tullaan näistä merkityistä linjoista dokumentoimaan silmämääräinen urautuminen (halkaisija, muodonmuutos) sekä pintakerroksesta otetaan uudet rakeisuusunäytteet, joiden rakeisuuskäyrät dokumentoidaan. Rakeisuutta verrataan lähtötilanteen rakeisuuskäyrään. Silmämääräinen raehalkeamien muodostuminen dokumentoidaan. Voidaan olettaa, että mahdollinen murskautumisesta johtuva lisääntynyt hienoaines kulkeutuu rakenteessa alaspäin, ja näin vääristää rakeisuuskäyrän tulosta jonkin verran, mutta rakeisuuskäyrien vertailun voidaan silti odottaa antavan vertailutietoa materiaalin hienontumisesta. Poikkisuuntaisen seurannan ensisijaisena tarkoituksena on kuitenkin seurata mahdollista urautumista rakenteessa.

Lyhyet pystysuuntaisesti rakenteeseen asetettavat pussit

Pystysuuntaisia pusseja asetettiin rakenteeseen yhteensä 9 kappaletta, kaksi samanlaista kerrallaan samalle linjalle tiessä, noin 1-2 m etäisyydelle toisistaan. Näin seurantapussit eivät häiriinny siitä, että toinen näyte poistetaan rakenteesta aiemmin, ja toinen jää rakenteeseen. Näyteparien väliin jätettiin 10-20 m. Pussit täytettiin tuhkarakeella, jonka rakeisuuskäyrä on dokumentoitu ja pussit sijoitetaan koerakenteen mukaiseen Infra TR-kerrokseen siten, että kolmessa näyteparissa pussit täytettiin 60 cm korkeudelle tuhkaraketta (tiivistymiskertoimen mukaisesti tiivistetty pinta 40 cm) ja kolmessa näytteessä 70 cm korkeudelle (tiivistymiskertoimen mukaisesti tiivistetty pinta 50 cm). KaM-kerrosta oli tarkoitus ohentaa samassa suhteessa. Näin pystytään vertailemaan tuhkarakeen kestävyyttä myös pienemmillä KaM-kerroksilla. Jotta rakenteiden erilainen kuormitus voitiin varmistaa, suuremman kerrospaksuuden pussit sijoitettiin rakenteeseen, jossa kerrospaksuus on korotettu kokonaisuudessaan noin 15 metrin matkalta.



Täytetty näytepussi tuettuna rakenteeseen.



Näyte rakenteen tasossa odottamassa jyräystä.



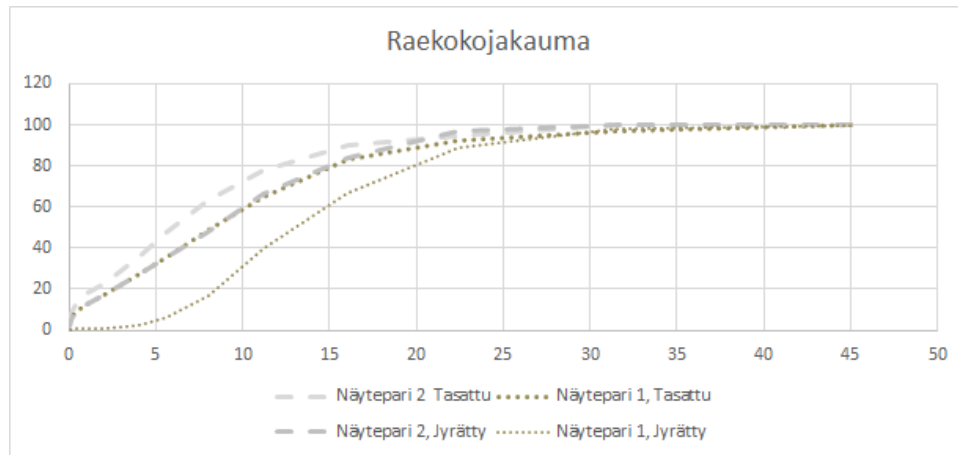
Kuva pinnasta jyräyksen jälkeen



Murtumien dokumentointia

Ensimmäiset pussit 40 cm näytepareista (yhteensä 2 kpl) poistettiin heti jyräyksen jälkeen kerroksesta, jotta voitiin arvioida jyräyksen vaikutus murskautumiseen. 40 cm näyteparien jäljelle jääneet pussit (4 kpl) jätetään rakenteeseen koerakenteen käytön päättymiseen saakka. Samoin 50 cm näytteet (3 kpl) jätettiin kaikki rakenteeseen. Näin kummallakin kerrospaksuudella saadaan riittävä määrä näytteitä vertailtavaksi. Pussin pohjalta ja pinnasta erotettiin suodatinkankaalla 10 cm paksuiset osiot, joiden rakeisuus voidaan arvioida erilleen. Suodatinkangas osioiden välillä estää myös hienoaineksen valumisen pohjalle, jolloin hienoaineksen määrää murskautumisen seurauksena voidaan luotettavammin verrata heti jyräyksen jälkeen poistettujen näytepussien rakeisuuskäyriin. Käytön päätyttyä näytteet seulotaan kerroksittain, ja rakeisuuskäyriä verrataan ensimmäisten näytteiden rakeisuuskäyrään.

Jyräys suoraan Infra® TR rakenteen pinnalta ei murskannut rakeita; hienoaineksen määrä rakenteen pinnalla ei lisääntynyt havaittavasti jyräyksessä. Kuva alla osoittaa raekokojakauman olevan yhtenäinen sekä tasauksen jälkeen että jyräyksen jälkeen otetuilla näytteillä.



Infra TR-rakenteen pinnan raekokojakaumat tasauksen (pallo) ja jyräyksen (neliö) jälkeen.

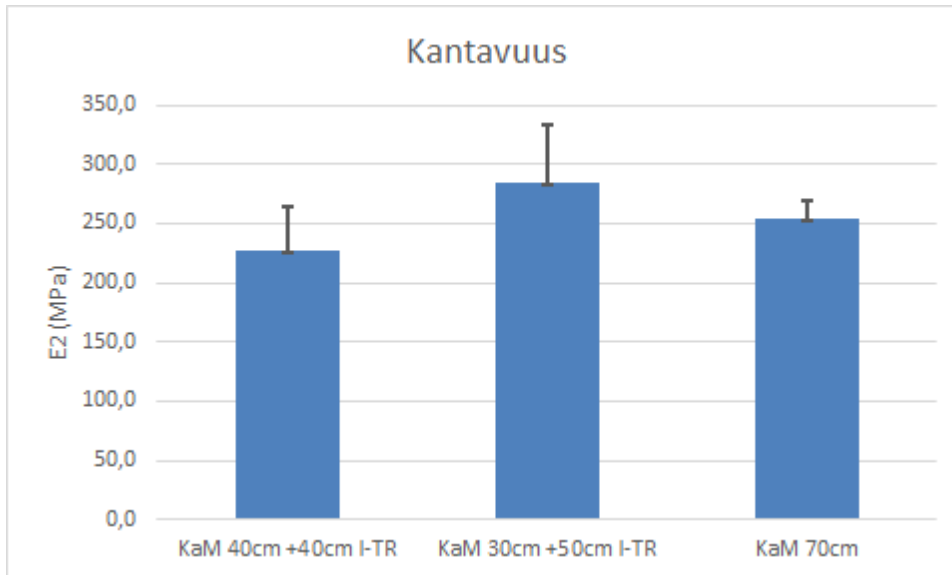
Kantavuusmittaukset

Kantavuudet mitattiin 16.11.2018 pudotuspainolaitteella (Kuab FVD-50), ja mittaukset suoritti West Coast Roadmasters Oy. Pudotuspainolaitemenetelmä soveltui koerakenteen kantavuuden mittaamiseen erityisesti siksi, että se on menetelmänä levykuormituskoetta huomattavasti nopeampi toteuttaa, ja aiheutti näin vähemmän haittaa kiertotien liikenteelle. Kantavuus mitattiin 10 metrin välein koko kiertotien osuudelta kummaltakin kaistalta. Vastakkaisilla kaistoilla mittaukset sijoitettiin 5 metrin välein toisiinsa nähden. Mittauspäivänä lämpötila oli +8°C, mittaukset suoritettiin klo 18:00-20:00 välisenä aikana, jolloin liikennevirta oli päivän pienin. Väylä on



vilkkaasti liikennöity ja turvallisuuden varmistamiseksi mittauslaitteen takana käytettiin törmäriautoa.

Kantavuuksissa eri rakenteiden välillä ei ollut merkitsevää eroa; Infra® TR 40cm rakenteessa muodonmuutosmoduuli E2 oli 227MPa, Infra® TR 50cm 284MPa ja KaM 70 cm 253Mpa.



Raskaalla pudotuspainolaitteella mitattujen kiertotien koerakenteiden kantavuudet kuukausi päällystämisen jälkeen. Mittauspisteitä oli Infra® TR 40cm (KaM 40cm+40cm I-TR) rakenteen kohdalla 18kpl, Infra® TR 50 cm rakenteella (vain lyhyt osuus koerakenteesta) 5kpl, ja KaM 70cm rakenteella 10kpl.

6. SEURANNAN JATKUMINEN JA SEURAAVAT TOIMENPITEET

- Kantavuusmittaukset toistetaan touko-kesäkuussa.
- Ensimmäisten rakeisuusanalyysien tulokset kootaan yhteen.
- Murskautuneiden rakeiden osuus näytteestä dokumentoidaan.
- Tarkemittaukset, joilla todetaan rakenteen painuminen.
- Urautumismittaukset – Kari Lehtonen (ohjeistus)
- West Coast Roadmasters Oy:n toteuttama kitkamittaus

7. TOTEUTUS OSANA CIRCWASTE-HANKETTA JA ALUEELLISET HYÖDYT

Tällä nyt toteutettavalla pilottihankkeella voidaan merkittävästi edistää uusiomateriaalien hyödyntämistä infrarakentamisessa, ja jakaa tietoa tuotteen käytettävyydestä. Paikalliset toimijat saavat kokemuseräistä tietoa uusiomateriaalin käytöstä, ja saatu tieto ja ymmärrys antavat valmiuksia toteuttaa seuraavia kiertotaloutta edistäviä hankkeita Satakunnan alueella sekä laajemmin Suomessa.

Hankkeen suurimpana hyötynä voidaan nähdä tekninen vertailutieto siitä, millaisia etuja tuhkan jalostamisella on suhteessa raakatuhkaan. Kaikki data ja koerakenteesta sekä toteutuksesta saatu tieto on vapaasti yhteistyökumppaneiden käytössä. Esimerkiksi raakatuhkiin verrattuna tuhkarakeen parempi tekninen suorituskyky routaeristeenä, ja sitä kautta saatava kaupallinen potentiaali, voi osaltaan kannustaa uusia toimijoita tuhkan teolliseen jalostamiseen, ja näin tehostaa tuhkien hyödyntämistä perinteisen dumpaamisen sijaan. Tätä teknistä suorituskykyä testataan koerakenteessa, ja tulokset dokumentoidaan julkiseen käyttöön. Tällä hetkellä monet voimalaitokset perustavat omia kenttäprojekteja vain siksi, että ne voivat suoraan käyttää (dumpata) raakatuhkaa kenttärakenteisiin, ja voivat näin välttää jäte/vastaanottomaksun, joka syntyisi, jos tuhka siirtyisi pois voimalaitoksen alueelta.

Hanke antaa arvokasta tietoa teollisuuden sivuvirtojen tuotteistamiseen liittyvistä prosesseista, ja pyrkii edistämään sitä, että voimalaitostoimijat näkevät kaupallisia mahdollisuuksia niiden tuottamien sivuvirtatuhkien teollisessa jalostamisessa. Näin tuhkan jalostuksesta saatava hyöty (tekninen paremmuus ja käytettävyys) voitaisiin näin parhaiten käyttää rakennuskohteissa, joissa aidosti tarvitaan maanrakennusmateriaalia. Tämä palvelee niin voimalaitoksia, ympäristöä, kiertotalouden tavoitteita kuin urakoitsijoitakin.

Todennettu (LiVin valvoma, kolmansien osapuolten mittaama) tieto siitä, miten rakeistettu tuhka käyttäytyy työstettäessä ja rakenteessa suhteessa neitseellisiin luonnonmateriaaleihin edistää uusiomateriaalien tunnettuutta ja käyttöä, ja tuhkien hyödyntämistä laajemmin maanrakentamisen toimijoiden keskuudessa. Kaikki mitattu tieto koostetaan julkiseksi raportiksi, ja myös käyttökokemus kirjataan osaksi raporttia. Koerakenteen kestävyyttä ja toteuttamista on mahdollista seurata, ja kiinnostuneille voidaan järjestää esimerkiksi seuranta/tutustumiskäyn-
tejä, jossa kohteen toimivuutta voidaan arvioida paikan päällä.

Positiivisten käyttökokemusten saaminen on edellytys sille, että tuhkatuotteiden hyödyntäminen leviää yleiseksi käytännöksi, ja suhtautuminen myös muihin uusiomateriaaleihin muuttuu suotuisammaksi. Nyt vallalla on ajatus, että tuhka on hankalaa käyttää, koska se on hyvin altis säävaihteluille. Hankkeen käytännön kokemukset edistävät tuhkapohjaisiin materiaaleihin liittyvien positiivisten mielikuvien syntyä, ja käyttökokemukset pystytään dokumentoimaan niin, että tieto saadaan leviämään myös muille toimijoille.

Hanke tuottaa tietoa julkiselle tilaajaosapuolelle uusiomateriaalien käyttöön liittyvistä seikoista ja prosesseista. Uusiomateriaalien laajemmalle hyödyntämiselle infrarakentamisessa ja markkinoiden avautumiselle on keskeistä, että materiaalin tekniset ominaisuudet (eristävyys, kantavuus, tiivistyminen etc.) ja tasalaatuisuus voidaan todentaa helposti ja luotettavasti. Käytännössä tämä vaatii materiaalin tuotteistamista.



Muille toimijoille tämä hanke antaa tietoa siitä, millaisten teknisten vaatimusten tulee toteutua, jotta uusiomateriaalista voidaan tehdä hyväksyttävä tuote, ja millaisia osia tuotteistamisprosessissa on. Samalla tavalla olemme omassa materiaalihyväksyntäprosessissamme hyödyntäneet aiemmin saman prosessin läpi käyneiden toimijoiden ja tuotteiden (Betoroc, vaahtolasi) julkisia selvityksiä, ja nyt tuhkarakeen tuotteistus osaltaan tarjoaa lisää tietoa prosessin kulusta. Prosessi ei ole täysin selvä esim. Liikenneviraston suunnalta, joten hankkeessa tehdään tärkeää pioneerityötä prosessin vakiinnuttamiseksi.

Koerakenteen toteutuksella valmistellaan tulevia laajempia hankkeita, joita voidaan toteuttaa esimerkiksi Peittoon kierrätyspuiston kehittämisen seuraavissa vaiheissa. Paikallisten markkinoiden muodostuminen on ensimmäinen askel siihen, että voimaloiden tuhkia pystytään jalostamaan paikallisesti. Materiaalitoimittajana Ecolan sitoutuu edistämään alueellista kiertotaloutta rakentamisessa, ja osaltaan tuo tietoa ja osaamistaan alueen toimijoiden käyttöön. Hyötykäytön edistämisen näkökulmasta näemme suurimman hyödyn tulevan alueellisen urakoitsija- ja suunnittelijayhteistyön kautta, joka edesauttaa uusiomateriaalien tunnettuutta alueella.

Alueen toimijat, jotka ovat keskeisessä osassa infra-rakentamisen materiaalivalintoja tehtäessä, saavat käytännön tietoa uudesta vaihtoehtoisesta materiaalista, ja voivat vertailla materiaalin toimivuutta suhteessa perinteisiin kiviaineksiin verrattuna. Tämä avaa markkinoita myös muille uusiomateriaalien toimittajille, kun uusiomateriaalien hyödyntämiseen liittyviä epäilyksiä saadaan hälvennettyä.



LIFE15 IPE FI 004

Circwaste-hanke saa EU:lta rahoitusta, jolla hankkeen materiaalit on tuotettu. Materiaaleissa esitetty sisältö edustaa kuitenkin ainoastaan hankkeen omia näkemyksiä, joista EU:n komissio ei ole vastuussa.
