



Oulun koerakentamiskohde: Kipsitie-kadun rakentaminen

Tieinfran kestävyys & kiertotalous -päivä ke 15.5.2019

Tapio Siikaluoma

*Oulun kaupunki,
yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut*

OULU

Oulu Capital
of Northern
Scandinavia



Taustaksi

EU:n tavoitteena on vaarattoman rakennus- ja purkujätteen kierrätyksen ja uudelleenkäytön lisääminen vähintään 70 paino% vuoteen 2020 mennessä.

Kiertotalous on ollut yksi valtiovallan kärkihankkeista.

Energia- ja materiaalitehokkuus on yksi Oulun kaupungin ympäristöohjelman päätavoitteista.

Valtion ja kuntien rooli kiertotalouden edistämisessä on merkittävä säädösten, määräysten ja ohjeiden laatijana.

Valtioneuvoston periaatepäätöksessä 13.6.2013 valtion ja kunnan eri sektorit sitoutettiin edistämään energia- ja ympäristöystävällisiä ratkaisuja julkisissa hankinnoissa.

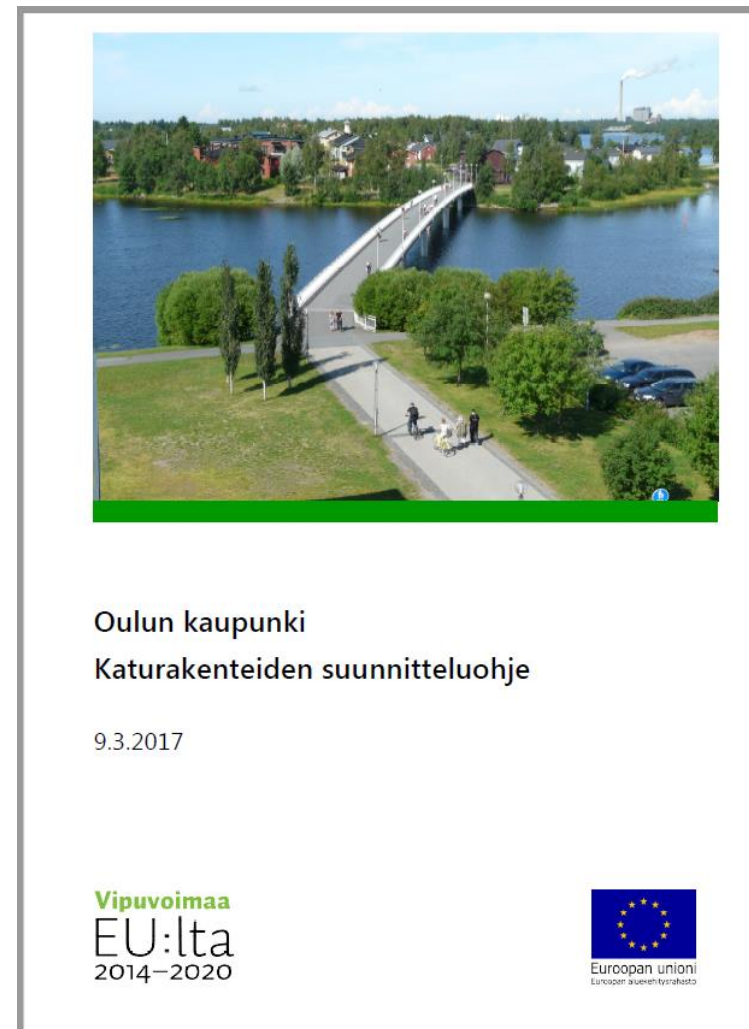


Oulun kaupungin Resurssiviisas infra –kehittämishanke ***10/2016-12/2017***

Kiertotaloushanke, jossa mm. laadittiin katurakenteet suunnitteluohje, joka sisältää rakenteen mitoituksen betonimurskeella ja rakeistelulle tuhkalle.

Lisätietoa sivulla:

<https://www.ouka.fi/oulu/kadut-kartat-ja-liikenne/resurssiviisas-infrastrukturi>



Oulun koerakentamiskohde: Case Kipsitie

Kipsitie on Ruskon työpaikka-alueen noin 0,4 km pitkä tonttikatu.



Koerakentamisen tavoitteet

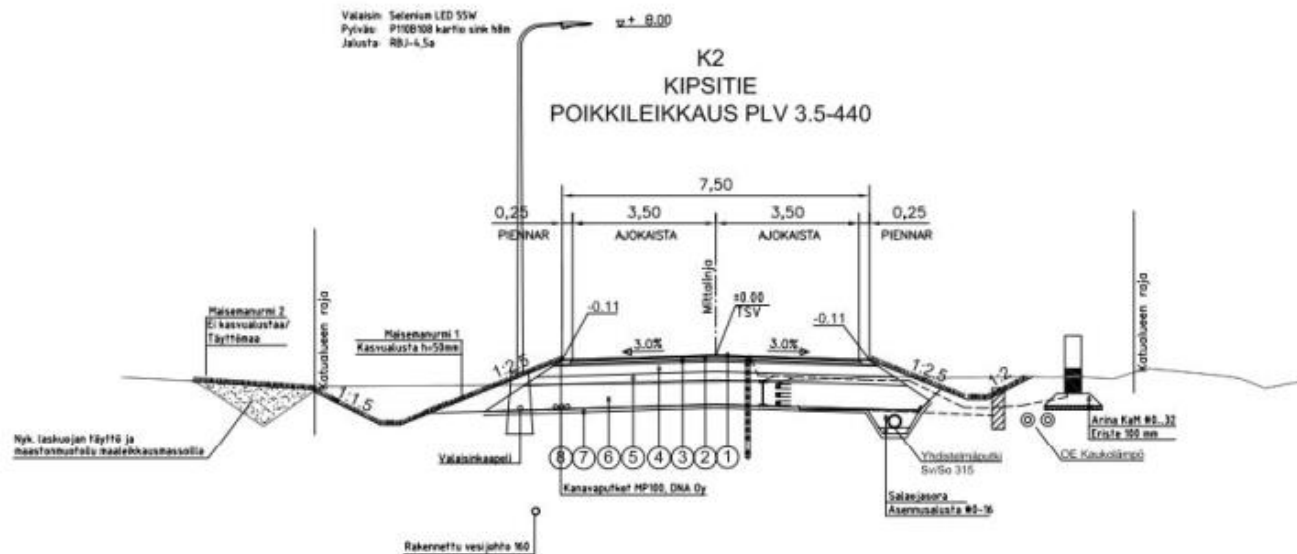
Oulussa on jo pitkään käytetty SSAB:n Raahen tehtaan masuunihiekkaan ja Tornion terähtehtaan OKTO-eristettä katurakentamisessa.

Oulun alueella syntyy tuhkaa voimalaitosten polttoprosessien sivutuotteena ja purkubetonia rakennuskannan uusituessa.

Kipsitie-hankkeen tavoitteena on selvittää näiden materiaalien eli betonimurskeen (BEM) ja (rakeistetun) tuhkan soveltuvuutta katurakentamiseen:

- arvioidaan rakennettavuutta
- arvioidaan ympäristökelpoisuutta
- seurataan materiaalien ja rakenteiden käyttäytymistä
- täydennetään ja korjataan suunnitteluohjetta

Kipsitielle on tehty kolme koerakennetta ja kiviaineisrakenne (vertailurakenne)



Piv. 3.5-130

1	Päälyste	AB 16	40 mm
2	Päälyste	ABK 22	60 mm
3	Profiointi	Kan #0-32	50 mm
4	Kantava	Kan #0-56	250 mm
5	Jakava	Kan #0-56	200 mm
6	Suodatin	RAK. Tuhka	400 mm
7	Suodatinkangas	N3	
8	Piennartäyte	Kan #0-16	40 mm

A-1000

Lämpötilasauva
Kosteusanturi
Siirtymäanturi
Lysimetri

Piv. 260-360

1	Päälyste	AB 16	40 mm
2	Päälyste	ABK 22	60 mm
3	Profiointi	Kan #0-32	50 mm
4	Kantava	Kan #0-56	100 mm
5	Jakava	BeM III	500 mm
6	Suodatin	BeM III	500 mm
7	Suodatinkangas	N3	
8	Piennartäyte	Kan #0-16	40 mm

B-1250

Lämpötilasauva
Kosteusanturi
Siirtymäanturi
Lysimetri

Piv. 130-260

1	Päälyste	AB 16	40 mm
2	Päälyste	ABK 22	60 mm
3	Profiointi	Kan #0-32	50 mm
4	Kantava	BeM III	250 mm
5	Jakava	BeM III	200 mm
6	Suodatin	RAK. Tuhka	400 mm
7	Suodatinkangas	N3	
8	Piennartäyte	Kan #0-16	40 mm

Työmaakatselmuksessa 100 mm betonimurskeen yläosasta sovitettiin korvattavan murskeella #0-56

Lämpötilasauva
Kosteusanturi

Piv. 360-447

1	Päälyste	AB 16	40 mm
2	Päälyste	ABK 22	60 mm
3	Profiointi	Kan #0-32	50 mm
4	Kantava	Kan #0-56	250 mm
5	Jakava	Kan #0-56	200 mm
6	Suodatin	Hiekka	600 mm
7	Suodatinkangas	N3	
8	Piennartäyte	Kan #0-16	40 mm

D-1200

Lämpötilasauva

Rakentamisvaihe kesä-syksy 2017



OULU



Rakeistettu tuhka

Rakeistetun tuhkan raaka-aineena käytettiin Oulun Energian voimalaitoksessa syntyvää lentotuhkaa. Polttoprosessin pääraaka-aineina on puu ja turve. Rakeistaminen tehtiin Rakeistus Oy:n kehittämällä rumpurakeistuslaitteistolla, johon lisättiin kalkkia parantamaan rakeen mekaanisia ominaisuuksia.



Betonimurske

Betonimurskeen raaka-aineena käytettiin alueen erään tontin alueelta saatua purkubetonia, joka on peräisin eri kohteista. Betoni murskattiin ja seulottiin. Materiaalille oli tehty puhtaustutkimus.



Kerrosten ajoa



OULU

Havaintoja rakentamisvaiheesta

BeM-rakenne

- Materiaalissa oli laatuongelmia, joka aiheutti, että kantavan kerroksen päältä mitattu kantavuus oli selvästi huonompi kuin murskerakenteessa.
- BeM-rakenteet ovat kilpailukykyisiä vastaavilla luonnon kiviaineksella rakennettujen rakenteiden kanssa. Kantavuus- ja routivuustarkasteluiden perusteella luonnonkiviaines voidaan korvata betonimurskeella ilman, että sillä on vaikutusta rakennepaksuuteen.
- BeM-kerroksen tiivistämisessä valssijyrällä ei havaittu poikkeavuuksia tiivistämisessä ja työtavoissa perinteiseen murskerakenteeseen verrattuna.

Rakeistettu tuhka

- Kaivinkoneella tiivistämisen jälkeen, rakeistetun tuhkakerroksen pinta on niin kantava, että lastissa olevalla kuorma-autolla voidaan ajaa rakeistetun lentotuhkakerroksen päällä.
- Valssijyrän käyttäminen rakeistetun tuhkakerroksen tiivistämisessä on mahdollista murskekerroksen päältä, mutta tuhkakerroksen päältä tiivistettäessä pinta muuttuu liukkaaksi ja valssi lähtee liukumaan tiivistetyn pinnan päällä.
- Sateella rakeistetun tuhkan pinta liettyy ja voimakkaalla sateella rakentaminen rakeistetulla tuhalla joudutaan keskeyttämään.

Koerakentamiskohteen seuranta

Rakentamisen jälkeinen seuranta kestää 3 vuotta, joista talvi 2017-2018 on raportoitu.

Rakenteet on instrumentoitu lämpötilaprofiilin, kosteuden ja siirtymän mittausantureilla.

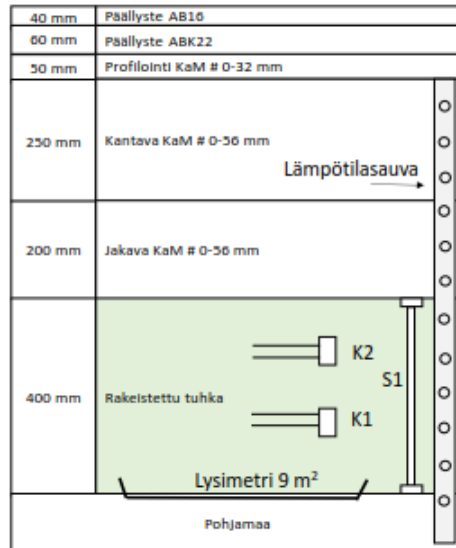
Ympäristökelpoisuuden määrittämiseksi kahteen koerakenteeseen on asennettu suotovesien keräilyyn lysimetrit.

Koerakenteiden kantavuus mitattiin pudotuspainolaitteella syksyllä sekä keväällä roudan sulamisen jälkeen.

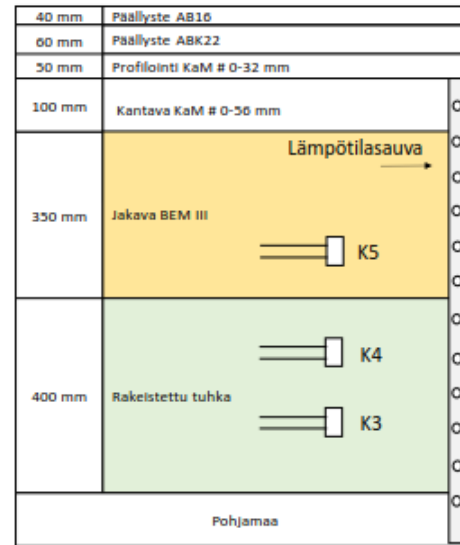
Koerakenteet vaaittiin maksimiroudan syvyyden aikana sekä roudan sulamisen jälkeen.

Mittausantureiden sijainti

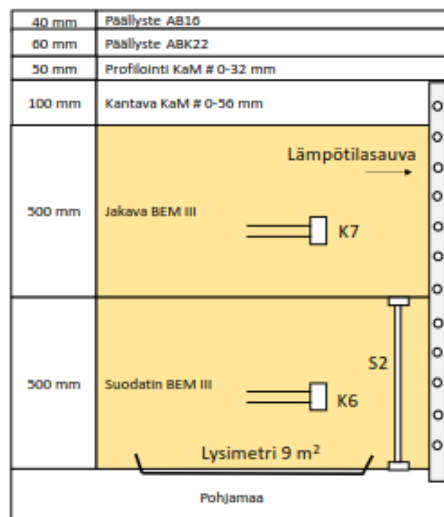
PL 70



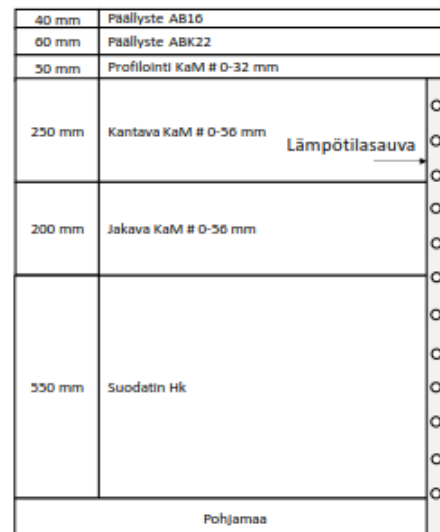
PL 190



PL 310



PL 390



Seurannan tuloksia: pakkasmäärä ja roudan syvyys

Pakkasmäärän kertymä talvella 2017-2018 oli 24600 °Ch. Talvi oli keskimääräistä leudompi.

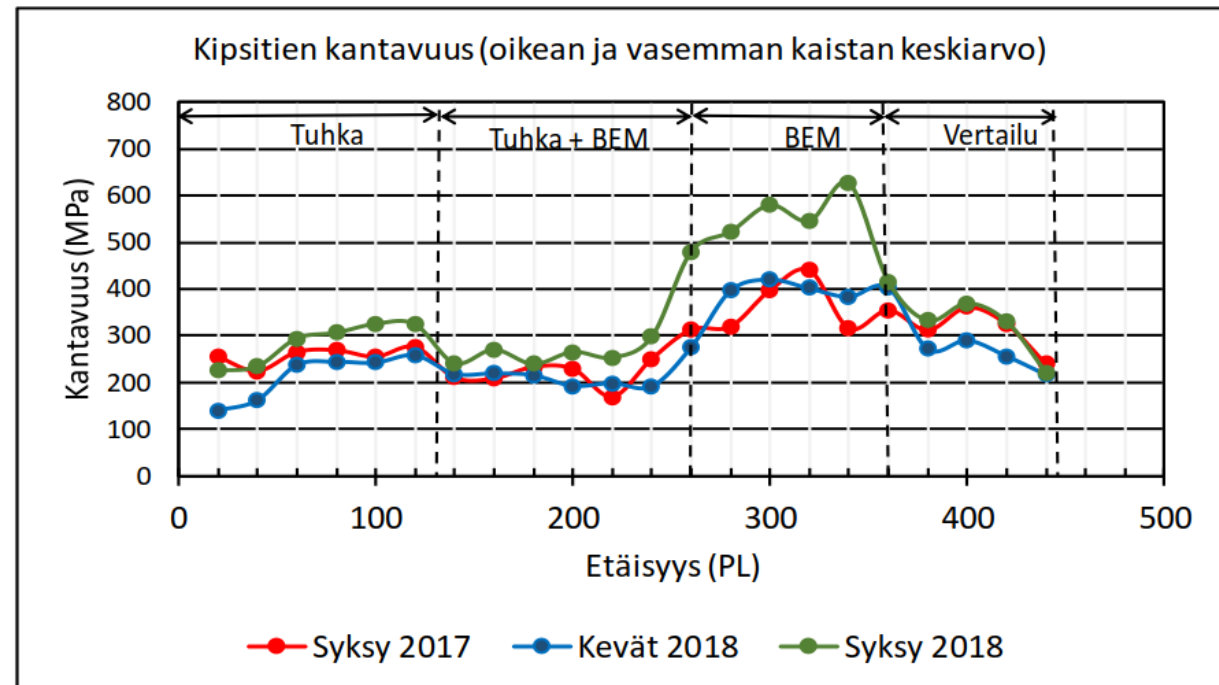
Pohjaveden korkeuden vaihtelu vuoden aikana on 50 cm.

	PL 70 Tuhkarakenne	PL 190 Tuhka + BEM	PL 310 BEM	PL 390 Vertailurakenne
Maksimi roudan syvyys m	1,46	1,41	1,58	1,70
Routa sulanut	18.5.2018	17.5.2018	18.5.2018	21.5.2018

Koerakenteen kantavuus

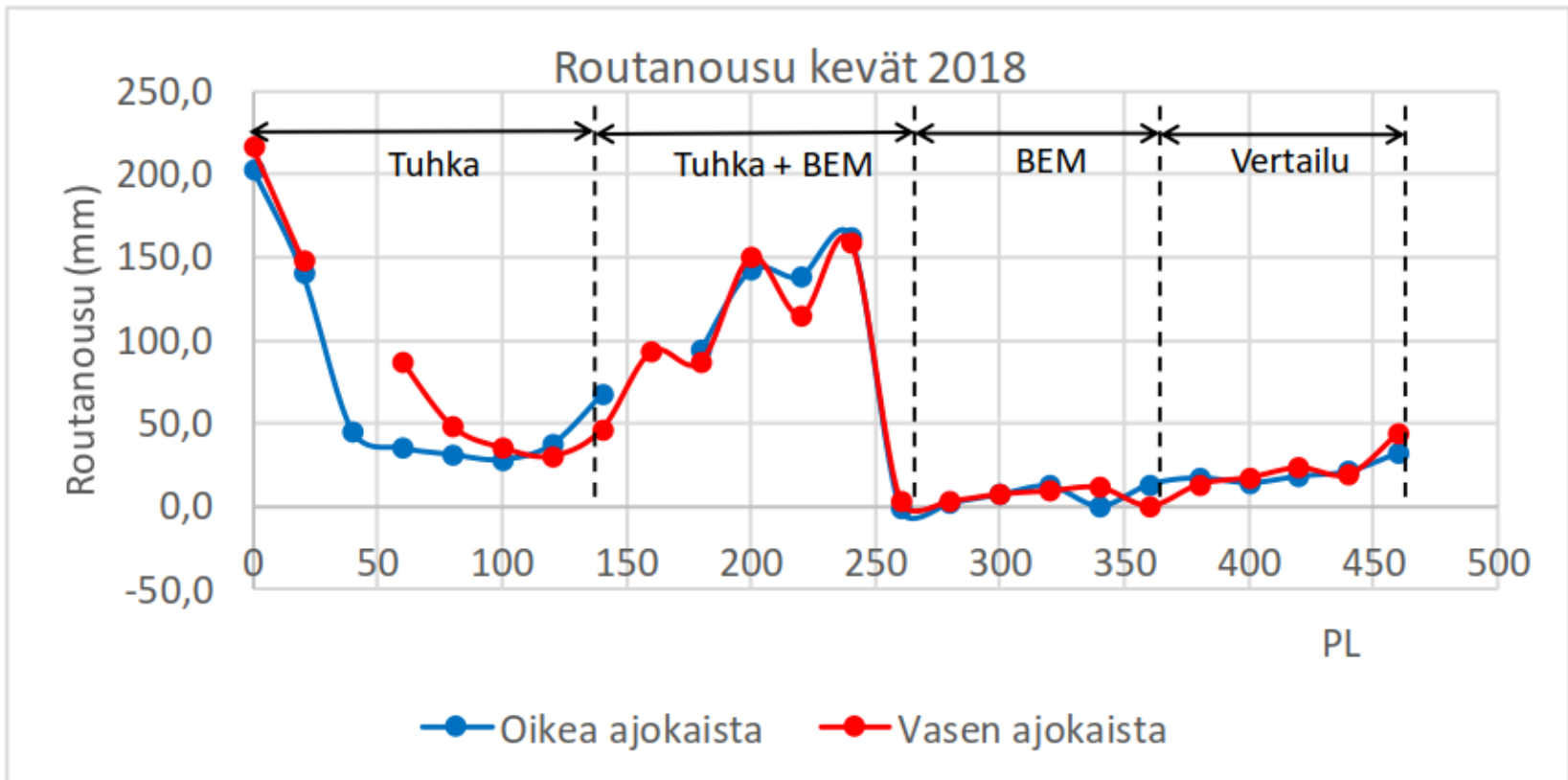
Pienin kantavuus on rakenteessa tuhka+BEM. Rakenteessa tuhka kantavuus on hieman suurempi mutta kevät kantavuus kohteen alkuosassa on selvästi pienempi.

Suurin kantavuus on koerakenteessa BEM, jossa kantavuus on myös kasvanut vuoden aikana.



Koerakenteen routanousu

Koerakenteessa tuhka ja koerakenteessa tuhka+BEM on epätasaista routanousua. Koerakenteessa BEM routanousu hyvin pieni.



Koerakenteen ympäristökelpoisuus

Merkittävin suotoveden laatuero on tuhkan kloridin ja sulfaatin pitoisuuksissa, jotka ovat tuhkamateriaalilla huomattavasti suurempia kuin betonimurskeella.

Metallipitoisuuksissa on myös materiaalikohtaisia eroja, mutta pitoisuudet ovat verrattain pieniä.

Seurantavaiheen johtopäätökset

Erot roudan syvyyksissä olivat verrattain pieniä, eikä selvästi eristävää vaikutusta raetuhkalla ja betonimurskeella ollut mittauspisteissä havaittavissa.

Betonimurskeen vesipitoisuus pysyy lähes vakiona eikä merkittävää veden lisäsitoutumista tapahdu.

Routanousu oli koerakenteessa tuhka ja koerakenteessa tuhka+BEM epätasaista maksimiroutanousun ollessa 210 mm. Koerakenteessa BEM ei ollut havaittavissa routanousua. Vertailurakenteessa routanousu vaihteli 0...40 mm välillä.

Kantavuus oli BEM-rakenteessa 500...600 MPa. Muilla koerakenteilla kantavuustaso vastaa lähinnä vertailurakennetta. Kantavuudessa on kuitenkin vaihtelua kaikissa rakenteissa.

Tuhkan kloridi- ja sulfaattipitoisuudet ovat huomattavasti suurempia kuin betonimurskeella. Liukoissa metallipitoisuuksissa on myös materiaalikohtaisia eroja, mutta pitoisuudet ovat verrattain pieniä



Kierrätysmateriaalien käytöstä 1/2

Suunnittelun kannalta kierrätysmateriaaleista on tärkeä tietää:

- teknisten vaatimusten täyttyminen (mm. routivuus, kantavuus)
- ympäristökelpoisuus
- soveltuvuus kohteeseen (kunnallistekniikka on katujen alla)
- muut ominaisuudet (esim. materiaalin lujittuminen on ominaisuus myöhemmin väistämättä tulevien kaivutöiden kannalta)

Olosuhde	Murske - Hk	MaHk	LD-MaHk	OKTO	Rakeistettu tuhka	BeM
Paljon kunnallistekniikkaa	+++	-	-	+++	-	-
Pohjamaa erittäin routivaa	++	+++	+++	+++	+++	+
Pohjamaa huonosti kantavaa	++	+++	+++	++	++	++
Pohjavesi korkealla (sijoittuu rakenteeseen)	++	++	++	++	-	-
Pohjavesialue, I luokka	+++	-	-	-	-	-
Korroosiolle alttiit rakenteet	+++	+	+	++	-	-
Vedenalainen täyttö	++ ²⁾	-	-	-	-	-
Suolattavat kadut	+++	++	++	++	-	-
Päällystämätön rakenne	+++	++	++	++	- ³⁾	- ³⁾
Vaatii ilmoitusmenettelyn	Ei	Ei	Ei	Ei	Kyllä ¹⁾	Kyllä ¹⁾
+++	Soveltuu hyvin					
++	Soveltuu kohtalaisesti					
+	Soveltuu tietyin edellytyksin					
-	Ei sovellu tai soveltuu huonosti					
1)	Jos asetuksen ilmoitusmenettelylle asettamat ehdot eivät täyty, rakentamiseen tulee hakea ympäristölupaa. Lupa haetaan joko kunnalta tai aluehallintovirastolta. Materiaalin käyttöön lupa myös Oulun kaupungilta.					
2)	Vedenalainen täyttö murskeella tai louheella					
3)	Tehtävä peittokerros, jos ei päällystetä heti					

Kierrätysmateriaalien käytöstä 2/2

Rakentamisen kannalta kierrätysmateriaaleista on tärkeä tietää:

- saatavuus
- alkuperä (jäljitettävyyys)
- tasalaatuisuus
- rakennettavuus (mm. tiivistettävyyys)
- tuotteistus (CE-merkintä)

(Alustavat) päätelmät Kipsitien kohteesta:

Kun BeM on vaatimusten mukaista sitä voidaan hyödyntää katurakenteissa.

Rakeistettu tuhka liettyy ja routii ja ei sellaisenaan sovellu katurakentamiseen.

Kiitos.

Lisätietoja os. tapio.siikaluoma@ouka.fi