

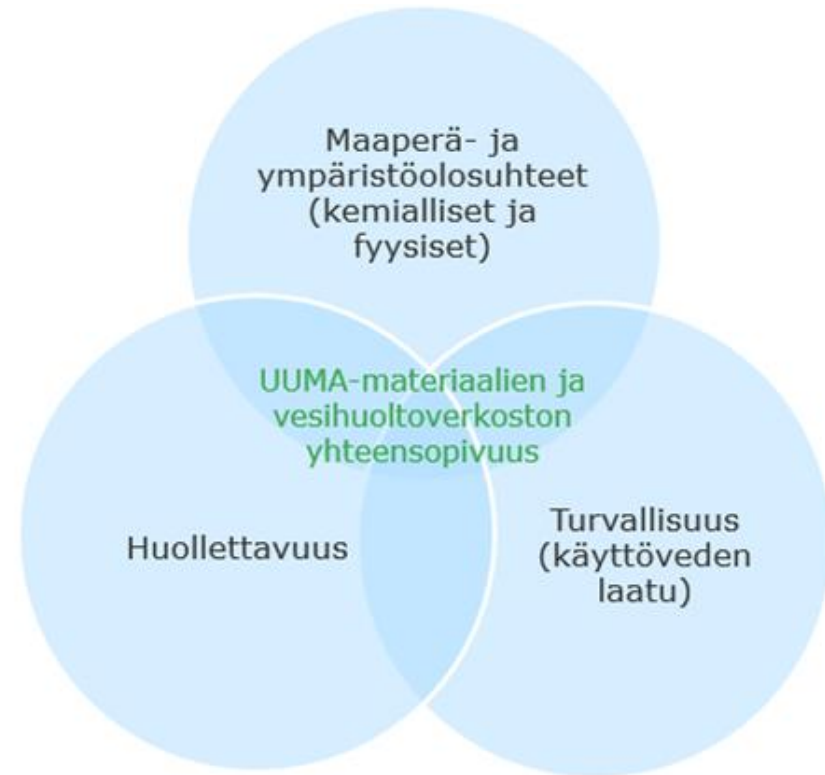
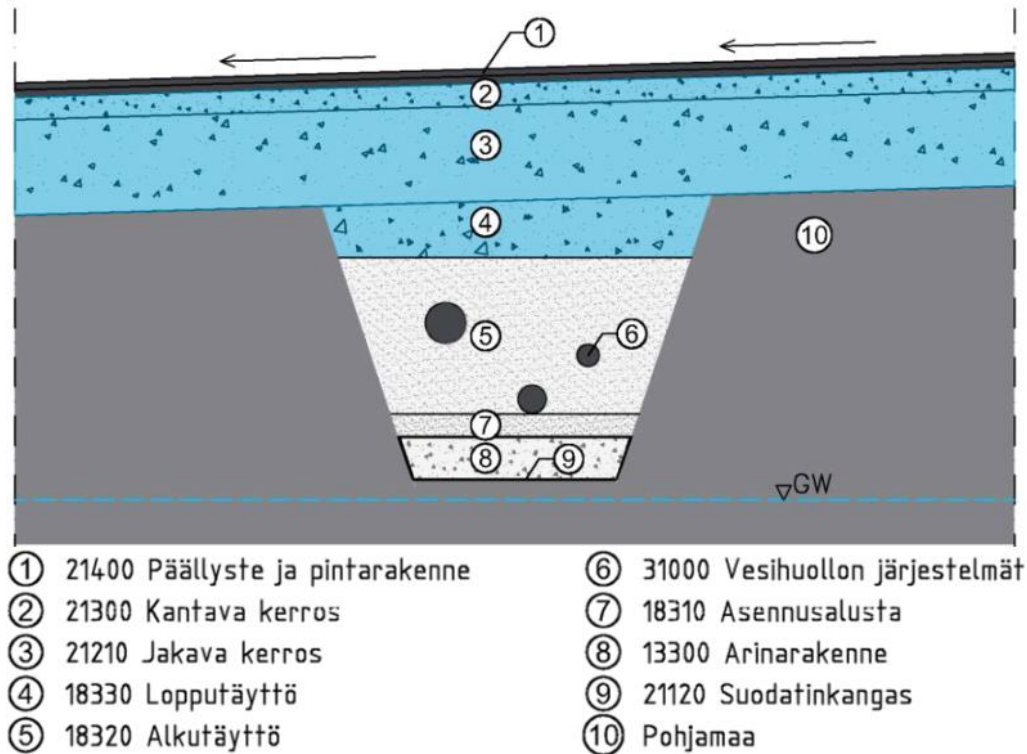


UUMA vuosiseminaari 14.11.2021

**KIERRÄTYSMATERIAALIT HSY:N VERKOSTOTYYÖMAILLA, taustaselvitys
2021**

”KIERRÄTYSMATERIAALIT HSY:N VERKOSTOTYÖMAILLA” taustaselvitys 2021

Verkoston rakennusosien ja uusiomateriaalien yhteensopivuus



Kuva 5.1. Periaate UUMA-materiaalien ja vesihuoltoverkoston rakennusosien yhteensopivuuden arviointiin.

HSY:n UUMA OHJEET



VAAHTOLASIMURSKE

Käyttöohje suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon



27.06.2014



BETONIMURSKE

Käyttöohje suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon

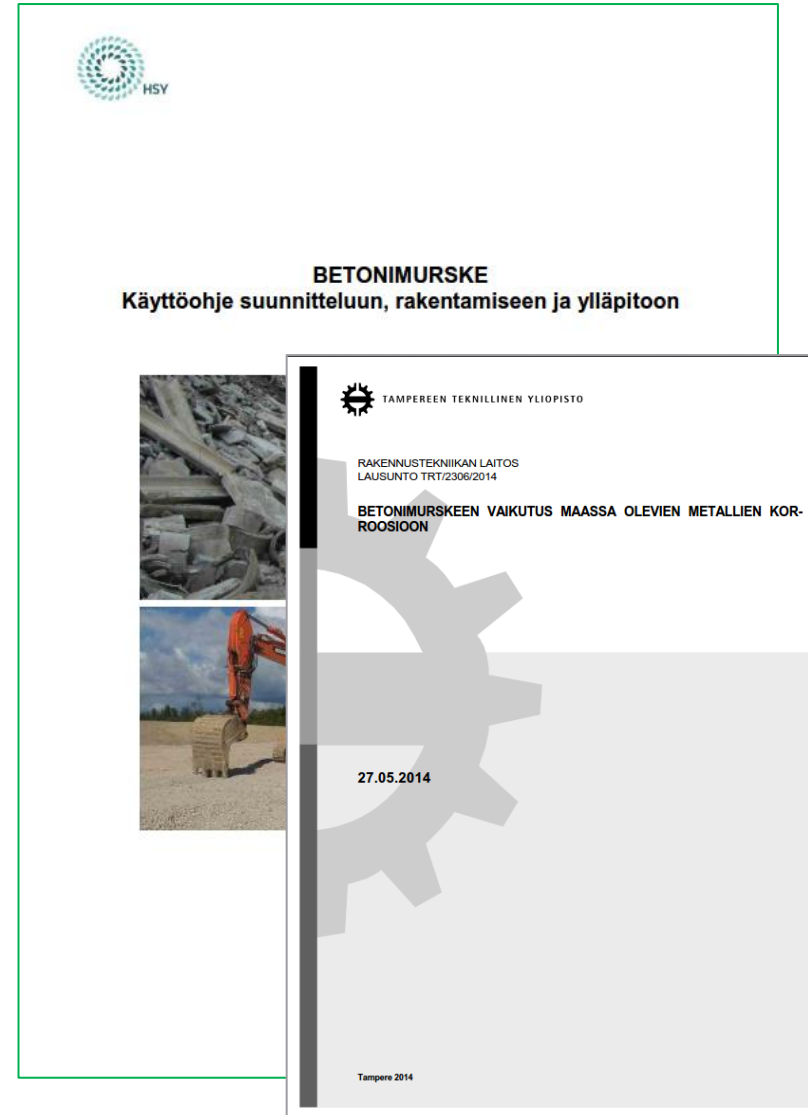


07.10.2014

HSY:n UUMA OHJEET



11.11.2021



2. UUMA-materiaalit Suomessa

2.3

2.	UUMA-MATERIAALIT MAARAKENTAMISESSA SUOMESSA
2.1	Teollisuuden sivuvirrat
2.2	Rakennus- ja purkutyömaiden mineraaliset jätteet
2.3	Rakennustyömaiden maa-ainesjätteet
2.4	Rakennustyömaiden seostetut maa-ainesjätteet

2.1

Uusiomateriaali

Käsitelty jätteenpolton kuona

Lentotuhka ⁽³⁾

Pohjatuhka, pohjahiekka ⁽³⁾

Rikinpoiston lopputuote

Masuunihiekka ⁽⁴⁾

Masuunikuona ⁽⁴⁾

Ferrokromikuona (OKTO-tuotteet)

Kalsiitin rikastushiekka

Valimohiekka

Sivukivet ⁽⁵⁾

Fosfokipsi

Vahtolasimurske

Rengasleike (rengasrouhe)

Kuitusavi

Kuituliete

Siistausliete

Meesa

Suotokakku

2.2

Uusiomateriaali
Asfalttirouhe ⁽²⁾
Betonimurske
Tiilimurske
Betoniliete
Puretun päällysrakenteen UUMA-materiaali
Rakenteesta purettu kevytsora
Rakenteesta purettu vahtolasimurske ⁽⁶⁾
Maarakenteesta purettu EPS tai XPS
Rakenteesta purettu suodatinkangas
Betoniset reunakivet ⁽⁸⁾
Maatuhka (lentotuhkatäyttö tms.)

Uusiomateriaali
Puretun päällysrakenteen kiviaines, hiekka, yms. luonnonmateriaali
Louhe
Kitkamaa
Kuivakuorisavi
Siltti, savi ja lieju
Turve
Ruoppausmassa
Pintamaa (kasvualustoihin)
Kaupunkimoreeni (" <u>Helsinkimoreeni</u> ")
Reunakivet, luonnonkivet ⁽⁴⁾
Hiekotushiekat ja -sepelit
Sulfidisavi (happamat sulfaattimaat) – kaivumaa
Pilaantunut maa

2.4

Uusiomateriaali
Pilaristabiloitu kaivumaa
Massastabiloitu kaivumaa, in situ -stabiloitu
Massastabiloitu maa, <u>ex-situ -stabiloitu</u>
Suihkuinjektointiliete
Suuntaporauksessa muodostuva bentoniittiliete ⁽³⁾

UUMA-materiaalit HSY:n toimita-alueella

Taulukko 3.1 PK-seudulla käytävissä olevia UUMA-materiaaleja, joita on teknisesti mahdollista hyödyntää katujen, kenttien, yms. rakentamisessa.

Taulukossa on esitetty ominaisuuksia, joilla on tai saattaa olla vaikutusta materiaalien soveltuvuuteen verkostojen yhteydessä.

Sarakkeet: A rakennusosa, jossa mahdollista käyttää / B rakenteessa lujittuminen / C pH / D korroosiovaikutus / E vedenläpäisevyys (verrattuna kalliomurskeeseen).

Uusiomateriaali	A	B	C ⁽¹⁾	D	E
Käsitelty jätteenpolton pohjakuona	jakava, suodatin, pengertäyttö, lopputäyttö?	lujittuu hie-man, riippuu rakeisuudesta	9,0-11,2 ^(g)	hienommista lajitteista liu-kenee kloridia käytön aika-na, suomalaista korroo-siotutkimusta tarvittaisiin	pienempi
Lentotuhka kivihiilen poltosta tai biopoltosta	jakava, pengertäyttö, lopputäyttö?	lujittuu ⁽²⁾	10,8-11,5 ^(a) 9-13 ^(e)	tuhkalajit tarkasteltava ma-teriaaleittain, PK-seudun kivihiilituhkat ovat mahdol-lisesti ei-syövyttäviä ^(e) . Biopoltton tuhkien korroo-sio-ominaisuuksista ei liene riittävästi tutkimustietoa	pienempi
Pohjatuhka	suodatin, pengertäyttö, lopputäyttö	ei lujitu	8-10 (arvio)	korroosiovaikutus vastaava kuin kiviaineksella, korkea pH voi olla korroosiolähde ⁽³⁾ ^(d)	pienempi
Pohjahiekka (leijupetihiekka)			11,3-11,7 ^(h)		≈ sama
Vahtolasimurske	kevennys, routaeriste, lopputäyttö	ei lujitu	10-11 ^(b)	korroosiovaikutus vastaava tai pienempi kuin kiviainek-sella	suurempi
Rengasleike (ren-gasrouhe)	kevennys lopputäyttö	ei lujitu	6-7 (arvio)	ei korroosiovaikutusta, suo-tautuva vesi voi olla ruos-teista teräsvöiden takia	suurempi
Betonimurske	kantava, jakava, pengertäyttö, lopputäyttö	lujittuu/ei lu-jitu, riippuu BeM-luokasta	11 ^(c) < 12,5 ^(f)	ei korroosiovaikutusta muil-le kuin alumiinille ja polyes-terille (korkea pH) ^(f)	pienempi
Tiilimurske	pengertäyttö, suodatin, lopputäyttö	ei lujitu	< 11 (arvio)	korroosio-ominaisuudet lie-nevät vastaavat kuin beto-nimurskeella (?)	vastaava
Puretun päällysrakenteen kiviaines, yms. luonnonma-teriaali	jakava, suodatin, pengertäyttö, lopputäyttö	ei lujitu	(4)	(4)	vastaava
Puretun päällysrakenteen UUMA-materiaali		(2)	(5)	(5)	vaihtelee

2 UUMA-materiaalien tekninen kelpoisuus

MARA-kelpoisuus tai ympäristölupa ei määrittele teknistä kelpoisuutta!

HYVÄKSYTTY betonimurske (työmaavalokuvia)



Hyväksytty, BeM II



Hyväksytty, BeM II



Hyväksytty, BeM II



Hyväksytty, BeM II

INFRA RYL:n mukaista

HYLÄTTY betonimurske (työmaavalokuvia)



Hylätty, perusteet, mm:
- Lajittuneisuus
- Raekokojakauma



Hylätty, perusteet, mm:
- Lajittuneisuus
- Raekokojakauma



Hylätty, perusteet, mm:
- Lajittuneisuus
- Raekokojakauma
- Roskaisuus



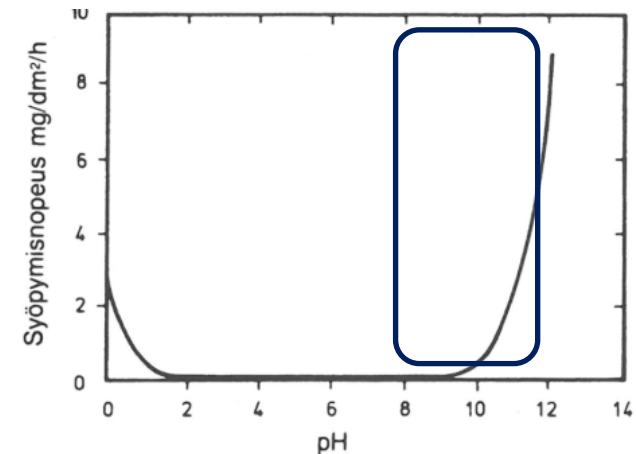
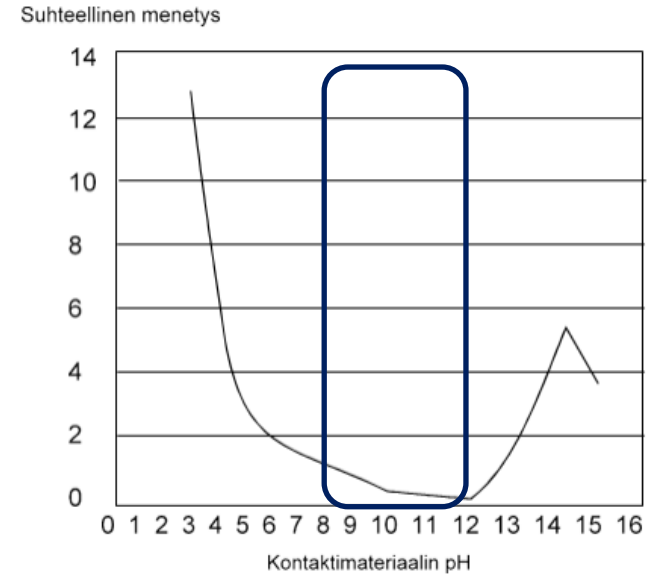
Hylätty, perusteet: , mm
- Roskaisuus
- Lajittuneisuus
- Raekokojakauma

Ei täytä INFRA RYL:N vaatimuksia
-Rakaisuus
-Roskaisuus

5 . Vaikutukset muihin materiaaleihin Putki- ja pinnoitemateriaalien korroosio

Sinkki- ja alumiinipinnoitteet

- Korroosiosuojaus perustuu:
 - hapen saannin estymiseen teräksen pinnalla
 - katodisella suojusvaikutuksella naarmuissa, iskujäljissä ja leikkauspinoilla
- Korkeat ja matalat pH:t aggressiivisia ympäristöjä
- Myös korkea SO₂-pitoisuus on sinkille syövyttävä, kun sinkki reagoi sulfaatin kanssa muodostaen liukenevia sinkkisulfidi ja -sulfaattiyhdisteitä



Alumiinin syöpymisnopeus eri pH-arvoilla (Höglund 2004).

Putki ja pinnoitemateriaalien korroosio

Maaperän syövyttävyyteen vaikuttaa useita eri tekijöitä

- Maaperän kosteus (vesipitoisuus) → edellytys elektrolyysiliuoksen syntyyn
- Lämpötila → pääsääntöisesti nopeuttaa korroosiota
- pH-arvo → materiaalikohtainen vaikutus
- Veden- ja ilmanläpäisevyys → hapen saanti, myös sähkönjohtavuuteen vaikutusta
- Happipitoisuus → edellytys korroosiolle (pl. anaerobisten bakteerien toiminta)
- Elektrolyyttipitoisuus tai sähkönjohtavuus → korroosionopeuteen vaikuttava
- Redox-potentiaali → pelkistävä vai hapettava ympäristö
- Rikin ja kloorin eri yhdisteet, etenkin sulfaatti- ja kloridipitoisuudet → suoraan korroosiota aiheuttavat ja/tai välillisesti elektrolyysin sähkönjohtavuutta lisäävät
- Hajavirrat ja bakteerien toiminta → merkittävät paikalliset vaikutukset

Putki ja pinnoitemateriaalien korroosio

Betonin turmeltuminen

- Maaperän alhaisen pH:n (<6,5) katsotaan vaikuttavan syövyttävästi betonimateriaaleihin.
- Kun pH laskee <4,0, on betonimateriaalin turmeltuminen erittäin nopeaa, ja maaperän katsotaan olevan rasittavuudeltaan alueella, jossa hyväksyttävää käyttöikää ei betonirakenteelle saavuteta millään betonikoostumuksella.
- Joissakin uusiomateriaaleissa (esim. rikinpoiston lopputuote) sulfaattipitoisuus voi olla korkea.
- Uusiomateriaalit ovat sulfaattipitoisuus huomioiden pääasiassa suotuisa ympäristö betonille.

Taulukko 5. Kemiallisen rasituksen ympäristöluokkien raja-arvot (Betoninormit BY 65, Suomen Betoniyhdistys 2016)

Kemiallinen ominaisuus	Koemenetelmä	XA1	XA2	XA3
Pohjavesi				
SO ₄ ²⁻ mg/l	SFS-EN 196-2	≥ 200 ja ≤ 600	> 600 ja ≤ 3000	> 3000 ja ≤ 6000
pH	ISO 4316	≤ 6,5 ja ≥ 5,5	< 5,5 ja ≥ 4,5	< 4,5 ja ≥ 4,0
CO ₂ mg/l aggressiivinen	SFS-EN 13577	≥ 15 ja ≤ 40	> 40 ja ≤ 100	> 100 kyllästymiseen asti
NH ₄ ⁺ mg/l	ISO 7150-1	≥ 15 ja ≤ 30	> 30 ja ≤ 60	> 60 ja ≤ 100
Mg ²⁺ mg/l	EN ISO 7980	≥ 300 ja ≤ 1000	> 1000 ja ≤ 3000	> 3000 kyllästymiseen asti
Maaperä				
SO ₄ ²⁻ mg/kg ^{a)} kokonaisuus	SFS-EN 196-2 ^{b)}	≥2000 ja ≤3000 ^{c)}	>3000 ^{c)} ja ≤12000	>12000 ja ≤24000
Happamuus Baumann Gullyn mukaisesti ml/kg	prEN 16502	> 200	Ei esiinny käytännössä	

^{a)} Savimaat, joiden läpäisevyys on pienempi kuin 10⁻⁵ m/s, voidaan luokitella alempaan luokkaan.
^{b)} Testausmenetelmän periaate on uuttaa SO₄²⁻ suolahapolla. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää vesiuuttoa, jos betonin käyttöpaikalla on siitä kokemusta.
^{c)} Raja-arvo 3000 mg/kg lasketaan arvoon 2000 mg/kg, jos betonin toistuva kuivuminen ja kastuminen tai kapillaarinen kastuminen saattavat aiheuttaa betonin sulfaatti-ionien kasaantumisriskin.


Putki ja pinnoitemateriaalien korroosio


Polymeerit (muovit)


- Polymeerien kestävyys vaihtelee materiaalikohtaisesti
- Tyypillisesti muovimateriaalit polyeteeni ja polypropeeni kestävät hyvin maaperän kemiallista ympäristöä
- Joidenkin uusiomateriaalien korkea pH rajaa polyesterin käytön pois


Taulukko 6. 7 Polymeerien kestävydet eri ympäristöolosuhteissa (Forsman et al. 2012).

Polymeerityyppi	Vastustuskyky										
	Korkea lämpötila	Veden absorboituminen	Hapot	Emäkset	Biologinen hajoaminen	Suolavesi	Mineraaliöljyt	Lentobensiini	Liukeneminen	UV-säteet, stabiloimaton polymeeri	UV-säteet, stabiloitu polymeeri
Polyesteri	Heikko	Hyvä	Hyvä	Heikko	Hyvä	Hyvä	Hyvä	Hyvä	Hyvä	Hyvä	Hyvä
Polyamidi	Heikko	Hyvä	Heikko	Hyvä	Hyvä	Hyvä	Hyvä	Hyvä	Hyvä	XXXX	Hyvä
Polyeteeni	XXXX	Hyvä	Hyvä	Hyvä	Hyvä	Hyvä	Hyvä	XXXX	Hyvä	XXXX	Hyvä
Polypropeeni	Hyvä	Hyvä	Hyvä	Hyvä	Hyvä	Hyvä	Hyvä	XXXX	Hyvä	XXXX	Hyvä


Heikko


Kohtalainen


Hyvä


Erittäin hyvä

UUMA-MATERIAALIEN VAIKUTUKSET MUIHIN MATERIAALEIHIN

Taulukko 5.1 Verkoston rakennusosien yhteensopivuus joidenkin uusiomateriaalien kanssa (uusiomateriaali lopputäytössä). Sopivuus on arvioitu **korroosioriskin** kannalta kolmeportaisesti ”+”, ”0”, ”-” = soveltuu, mahdollisesti soveltuu, ei sovellu ja ”?” = ei tiedossa.

Kaikki taulukossa esitetyt UUMA-materiaalit ovat teknisen toimivuuden, rakennettavuuden, aukikaivun ja työturvallisuuden kannalta soveliaita lopputäyttöön (rengasleike RL sovelias lähinnä puistoalueilla).

huom! tässä esitettyä arvioita on mahdollista tarkentaa lisätutkimusten tuloksilla.

UUMA-materiaali Rak.osa + materiaali	JpKu	LT (1)	PT (2) LpHk	VaM (kevenne)	RL (kevenne)	BeM TiM
Vesijohdot (putket)						
PE	+	+	+	+	+	+
PE diffuusiosuojattu	+	+	+	+	+	+
PVC	+	+	+	+	+	+
Valurauta (tavan- omaiset pinnoitteet)	?	?	0	+	+	+
Teräs	?	?	0	+	+	+
Viemärit (putket ja kaivot)						
Betoni	?	?	+	+	+	+
PE	+	+	+	+	+	+
PVC	+	+	+	+	+	+
PP	+	+	+	+	+	+
Valurauta (tavan- omaiset pinnoitteet)	?	?	0	+	+	+
GRP	+	+	+	+	+	+
Tiivisteet						
EPDM (3)	0	0	0	+	+	0
NBR (3)	0	0	0	+	+	0
Varusteet (liitostarvikkeet, laipat, venttiilit, palopostit, liittimet)						
Alumiini	- (4)	- (4)	- (4)	- (4)	+	- (4)
Teräs	?	0	0	+	+	+
HST	+	+	+	+	+	+
Kupari	+	+	+	+	+	+
Sinkitty teräs	?	0	+	+	+	+

JpKu = käsitelty jätteenpolton kuona
 LT = lentotuhka kivihiilen poltosta
 PT = pohjatuhka
 LpHk = pohjahiekka (leijupetihiekka)

VaM = vaahtolasimurske
 RL = rengasleike (rengasrouhe)
 BeM = betonimurske
 TiM = tiilimurske

5. UUMA-MATERIAALIEN VAIKUTUKSET MUIHIN MATERIAALEIHIN

Taulukko 5.2 Verkoston rakennusosien yhteensopivuus joidenkin uusiomateriaalien kanssa (uusiomateriaali lopputäytössä). Sopivuus on arvioitu **kemikaalien vesijohdon seinämän läpäisyriskin** kannalta kolmeportaisesti ”+”, ”0”, ”-” = soveltuu, mahdollisesti soveltuu, ei sovellu ja ”?” = ei tiedossa.

Kaikki taulukossa esitetyt UUMA-materiaalit ovat teknisen toimivuuden, rakennettavuuden, aukikaivun ja työturvallisuuden kannalta soveliaita lopputäyttöön (rengasleike RL sovelias ähinnä puistoalueilla).

huom! tässä esitettyä arvioita on mahdollista tarkentaa lisätutkimusten tuloksilla.

UUMA-materiaali Rak.osa + materiaali	JpKu	LT	PT LpHk	VaM (kevenne)	RL (kevenne)	BeM TiM
Vesijohdot (putket)						
PE	?	?	?	?	?	?
PE diffuusiosuojattu	+	+	+	+	+	+
PVC	?	?	?	?	?	?
Valurauta (tavan- omaiset pinnoitteet)	+	+	+	+	+	+
Teräs	+	+	+	+	+	+

JpKu = käsitelty jätteenpolton kuona
 LT = lentotuhka kivihiilen poltosta
 PT = pohjatuhka
 LpHk = pohjahiekka (leijupetihiekka)

VaM = vaahtolasimurske
 RL = rengasleike (rengasrouhe)
 BeM = betonimurske
 TiM = tiilimurske

8. JATKOTOIMENPITEET

Uusiomateriaalien valmistajat ja toimittajat:

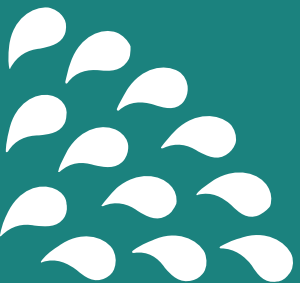
- "Korroosioselvitysten" tekeminen uusiomateriaaleille, joille sellaista ei ole vielä tehtynä.
- Betonimurskeelle ja vaahtolasimurskeelle ovat HSY ja teollisuus laatineet yhdessä käyttöohjeet verkostokohteisiin. Vastaavat ohjeet suositellaan laadittavaksi myös muille uusiomateriaaleille, joilla on merkitystä verkostorakentamisen kannalta.

HSY:n ohjeistus ja koulutus

- Tulisi laatia kattava "Uusiomateriaalit ja verkostorakentaminen" -ohje esim. UUMA 4 Tekniset verkostot ja uusiomateriaalit ryhmässä, josta saataisiin valtakunnallinen yhtenäinen ohjeistus. HSY:n mahdollinen oma ohje karsittuna valtakunnallisesta ohjeesta.
- HSY:n betonimurskeohje 2014 sekä Vaahtolasiohje 2014 tulisi päivittää (mm. MARA-asetus 2018, InfraRYL 2017, MaaRYL 2021 ja BeM laadunhallintastandardi 2017).
- Tulisi laatia selkeä listaus, josta materiaalitoimittajat tietäisivät, mitä heiltä odotetaan (selvityksiä, tutkimuksia, ...).
- Koulutusta suunnittelijoille, rakennuttajille, urakoitsijoille, yms. uusiomaarakentamisesta.
- Uusiomaarakenteiden paikkatieto tulee tallentaa siten, että uusiomaarakenteet näkyvät HSY:n verkkokartalla.

Puhtaasti parempaa arkea | En rent bättre vardag | Purely better, every day

KIITOS!



Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä
Samkommunen Helsingforsregionens miljöjänster
Helsinki Region Environmental Services Authority