

Kohde: Naantali, Matalahti, CircVol

**KORTTI (18-16)**

Avainsanat: ruoppausmassa, maalle läjitys, massastabilointi, lentotuhka, masuunikuona, uunipöly, pohjakuona

Kohteen sijainti ja kuvaus	Naantali, Matalahti, CircVol-projekti, ruoppausmassojen stabiloinnin kenttäkoe, tuleva parkkipaikka
Uusiomateriaalien hyödyntäminen	Maalle läjitettyjen ruoppausmassojen massastabilointi uusiosideaineilla
Toteutusajankohta	Ruoppaus ja läjitys: 9/2019–1/2020 Kenttäkoe: 4/2020–11/2020 (massastabilointi yms.)
Kohteen erityispiirteitä	Alueen liejusaven korkea sulfidipitoisuus (hasu-maata)
Kohteen laajuus	Koeläjitysalue: 820 m <sup>2</sup>
Lupatarve	Ympäristölupa: Ei tarvittu, syynä lyhytaikainen koetoiminta (527/2014, YSL, 31§) Koetoimintalupa: myöntäjä Naantalin kaupunki
Hyödynnetty uusiomateriaali	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruoppausmassa: 270 t</li> <li>• Lentotuhka: 35 t (Lassila&amp;Tikanoja, Naantali)</li> <li>• Masuunikuona: 10,6 t (Finnsementti KJ 400)</li> <li>• Uunipöly: 5 t (Nordkalk)</li> <li>• Pohjakuona: 7,5 t (Suomen erityisjäte 0/2 mm)</li> <li>• Renotech Mix: 3,75 t (kuona, tuhka, kipsi, Renotech)</li> <li>• Ecolan Mix: 3,75 t (sementti, tuhka, Ecolan)</li> </ul>
UUMA-rakentamiseen liittyvät tutkimukset	
- ennakkoon	Teknistä kelpoisuutta on selvitetty laboratoriotutkimuksilla ja visuaalisesti. Myös mitattu koe-erien lujittumista (puristuslujuus).  Materiaalien, sekoitusten ja stabiloitujen massojen ympäristökelpoisuutta (pitoisuudet, liukoisuus ym.) on tutkittu laboratoriossa. Esitesti on tehnyt GTK ja Turun AMK.
- rakentamisvaiheessa	Näytteitä otettiin rakentamisen aikana yhteensä 250 ämpäriä. Asennettiin myös näyteputket, joiden asennus epäonnistui.
- rakentamisen jälkeen	Seurattiin puristuslujuutta, metallien liukenemistä, valuma- ja hulevesien kemiallisia ominaisuuksia, näytteiden sisäisen rakenteen muutoksia (röntgentomografia), stabiloitujen näytteiden pH:ta sekä rakenne- ja geoteknisiä ominaisuuksia 6 kuukautta.
- jatkotutkimustarpeet	Seurattu maalle nostettujen ruoppausmassojen happamoitumista ja niiden vaikutusta hulevesiin. Seurattu käsittelyn vaikutusta happamoitumiseen. Laskettu hiilijalanjälkeä.
UUMA-rakentamisen vaikutukset	Ruoppausmassaa oli läjitettynä maalle 270 t. Ruoppausmassa massastabiloitiin menestyksekkäästi uusiosideaineiden avulla. Rakennettiin tämän päälle parkkipaikka. Estettiin haitta-aineiden leviäminen ja ympäristön happamoituminen. Tavoitepuristuslujuus 150 kPa saavutettiin keskimäärin.
Havaintoja ja kokemuksia UUMA-rakentamisesta	Saavutettu lujuus ylitti paikoin selvästi tavoitteen ollen jopa 2000 kPa, joten käytetyt sideainemäärät osin liian suuria.  Sideaineista liukeni MARA-asetuksen raja-arvon ylittäneitä määriä vanadiinia (V). Happamat sulfaattimaat huomioitava huolellisesti.
Organisaatio	CircVol-projektin hankepartnerit (Turku Science Park Oy, Åbo Akademi, Turun ammattikorkeakoulu, Geologian tutkimuskeskus, Suomen Ympäristökeskus), Naantalin kaupunki, Lassila & Tikanoja, Finnsementti Oy, Nordkalk Oy Ab, Suomen Erityisjäte Oy, Renotech Oy, Ecolan Oy
Liitetiedot	Kuvat 1 ja 2: kohteen sijainti Kuva 3: koeruudut ja niiden sideaineet Kuva 4: koeruuduista otettujen näytteiden puristuslujuudet Taulukot 1, 2 ja 3: ympäristötutkimustuloksia

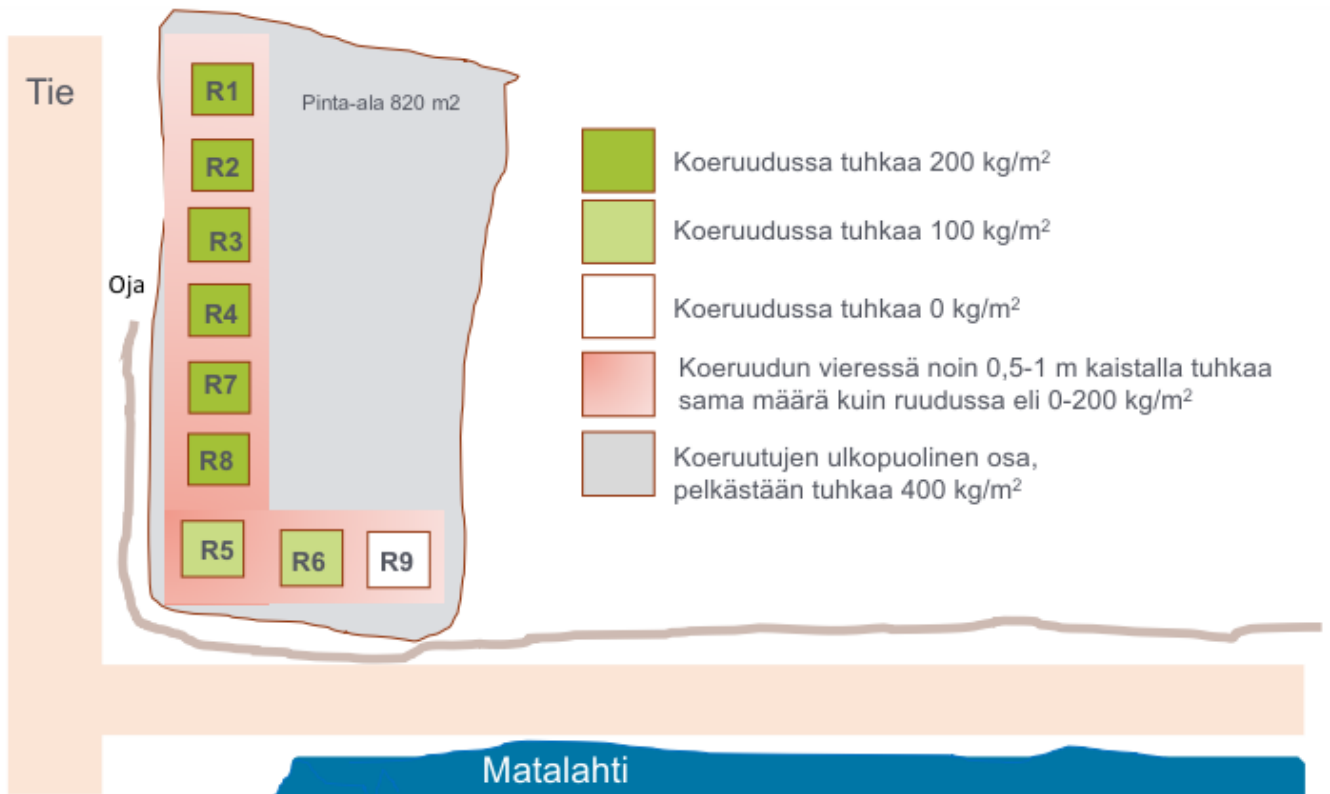
	Kuva 5: hiilijalanjälki Kuvat 6, 7 ja 8: valokuvia rakentamisesta
Kohteen raportointi	Geologian tutkimuskeskus. (2021). <i>CircVol-projekti Ruoppausmassojen stabiloinnin kenttäkoe Naantalin Matalahdella</i> . Tutkimusraportti 19/2021. Saatavilla: <a href="https://circvol.fi/wp-content/uploads/2021/06/Ruoppausmassojen-stabiloinnin-kentta-koe-Naantalin-Matalahdella.pdf">https://circvol.fi/wp-content/uploads/2021/06/Ruoppausmassojen-stabiloinnin-kentta-koe-Naantalin-Matalahdella.pdf</a>  <i>Naantalin Matalahden ruoppausmassojen stabiloinnin kenttäkoe. Loppuraportti toiminnasta Naantalin ympäristönsuojeluviranomaiselle” 11.3.2021</i>
Kohdekortin laatija	Peter Kolis, Ramboll Finland Oy, 12.05.2022



Kuva 1. Naantali, Matalahti. Kohteen sijainti. (GTK 2021)

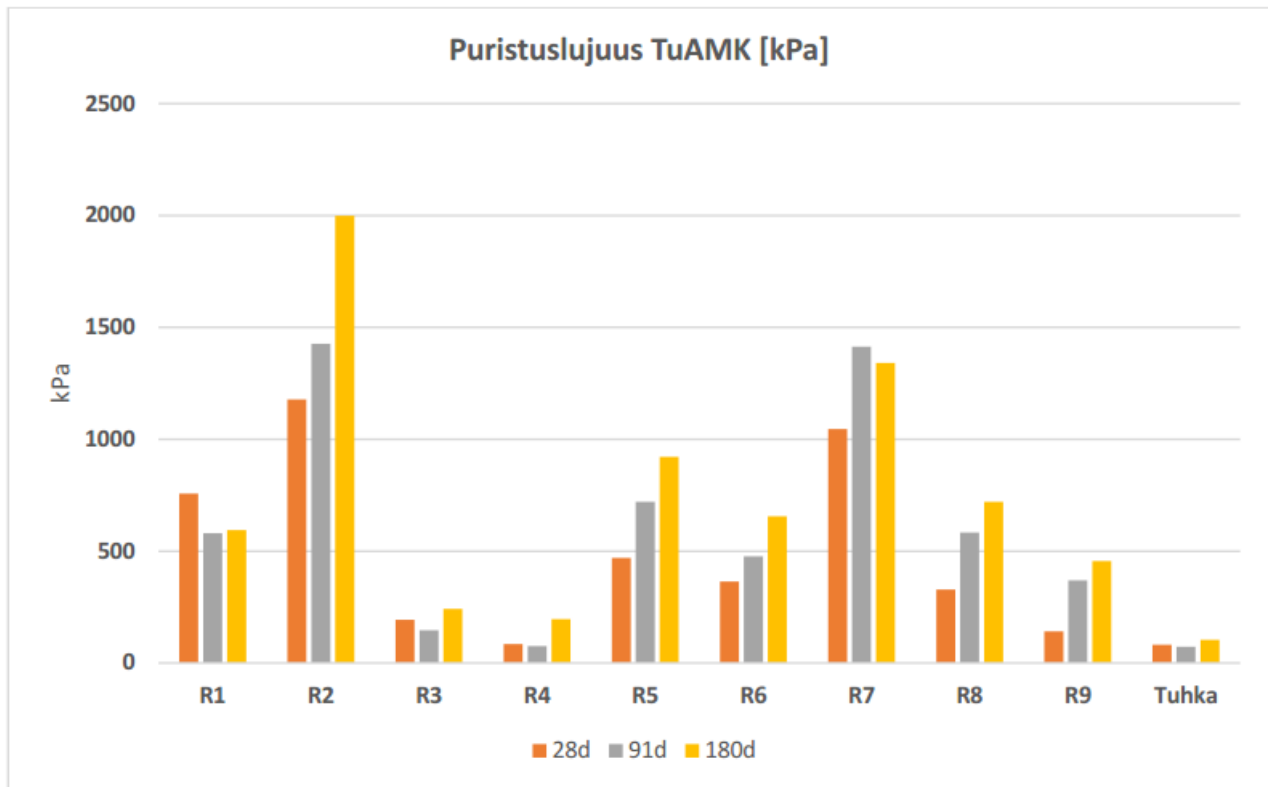


Kuva 2. Matalahti. Ruoppausalueiden, läjitysalueiden ja koalueen sijainti. (GTK 2021)



Resepti	Ruoppaus- massa	Tuhka	Sementti	Kuona	Uunipöly	Pohja- kuona	Mix	Mix
	Matalahti	Naantali	Finn- sementti	Finn- sementti	Nordkalk	Erytis- jäte	Renotech	Ecolan
<b>1</b>	30 000	5 000	3 750	0	0	0	0	0
<b>2</b>	30 000	5 000	1 250	2 500	0	0	0	0
<b>3</b>	30 000	5 000	0	0	0	0	0	3 750
<b>4</b>	30 000	5 000	0	0	0	0	3 750	0
<b>5</b>	30 000	2 500	3 750	0	0	2 500	0	0
<b>6</b>	30 000	2 500	1 250	2 500	0	2 500	0	0
<b>7</b>	30 000	5 000	1 250	1 250	1 250	0	0	0
<b>8</b>	30 000	5 000	625	1 875	1 250	0	0	0
<b>9</b>	30 000	0	1 250	2 500	2 500	2 500	0	0
<b>Summa [kg]</b>	270 000	35 000	13 125	10 625	5 000	7 500	3 750	3 750

Kuva 3. Matalahti. Koemassastabilointiruutujen sijainnit ja koeruuduissa käytetyt sideaineseokset. (GTK 2021)



Kuva 4. Koeruuduista otetuista näytteistä tehtyjen puristuskoekappaleiden puristuslujuudet. Turun AMK:n koetulokset. (GTK 2021)

Taulukko 1. Matalahti. Kantavuusmittausten tuloksia (GTK 2021).

Taulukko 18. Taulukossa on esitetty kentällä tehtyjen tiiviysmittausten (L&T) tuloksia. Ensimmäisen kuukauden (1 kk) mittaustulokset on tehty Loadman-laitteella ja 4 kk:n ja 6,5 kk:n mittaukset levykuormituskoelaitteella. Tähdellä (\*) merkityistä mittauksista ei saatu tulosta, koska maa ei painunut maksimikuormituksen aikana.

	1 kk	Loadman		4 kk			6,5 kk		
Resepti	$E_1$ (MPa)	$E_{max}$ (MPa)	$E_2/E_1$	$E_1$ (MPa)	$E_2$ (MPa)	$E_2/E_1$	$E_1$ (MPa)	$E_2$ (MPa)	$E_2/E_1$
R1	63	88	1,92	88	165	1,9	9 549	19 099	*
R2	180	217	1,24	434	531	1,2	*	*	*
R3	64	90	1,41	161	1736	10,8	9 549	9 549	*
R4	47	56	1,19	21	33	1,6	531	76	0,1
R5	150	224	1,67	19 099	*	*	19 099	*	*
R6	69	191	3,07	269	335	1,2	637	106	0,2
R7	296	352	1,36	*	*	*	9 549	*	*
R8	144	271	2,06	92	120	1,3	*	*	*
R9	65	121	1,95	289	398	1,4	6 366	19 099	3
Tuhka1	13	14	1,04	18	20	1,1	32	36	1,1
Tuhka2	11	18	1,82	18	20	1,1	33	34	1

Taulukko 2. Matalahti. Ympäristötutkimustuloksia. Menetelmät: Kuningasvesiuuttaminen (ISO 11466), ICP-OES tai ICP-MS, pyrolyttisesti (GTK 2021).

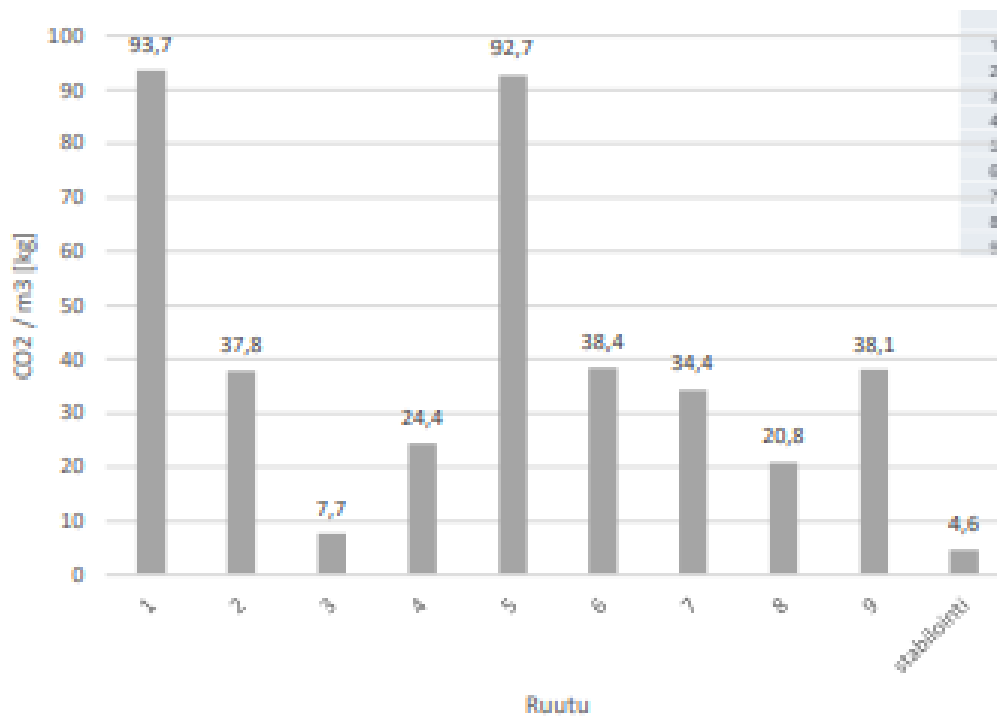
Taulukko 14. Sideaineista mitatut alkuaineiden kokonaispitoisuudet (AR-uutto, < 2mm) sekä PIMA-asetuksessa (VNa 214/2007) esitetyt kynnyks- ja ohjearvot: musta = kynnyksarvo, oranssi = alempi ohjearvo, punainen = ylempi ohjearvo. Sideaineiden pitoisuuksien kynnyks- ja ohjearvojen ylitykset on merkitty vastaavin värein taulukkoon.

Parametri mg/kg	Lentotuhka	Sementti	Kuona	Uunipöly	Pohjakuona	Renotech mix	Ecolan mix	PIMA-asetus
As	32,4	22,4	0,82	13,1	11,1	2,82	16,0	5/50/100
Ba	246	208	664	383	242	676	211	-
Cd	4,55	0,41	< 0,01	1,14	2,70	0,26	0,53	1/10/20
Co	18,7	20,6	2,90	13,8	48,3	3,00	15,7	20/100/250
Cr	64,9	49,1	25,0	29,0	174	33,0	27,2	100/200/300
Cu	145	137	< 1	30,4	1 730	23,0	60,6	100/150/200
Hg	0,839	0,036	< 0,005	0,033	0,014	0,044	0,435	0,5/2/5
Mo	9,67	29,6	0,13	5,04	11,7	1,25	10,9	-
Ni	61,5	42,8	3,90	37,5	140	6,30	41,1	50/100/150
Pb	128	40,0	< 0,1	70,4	886	15,5	21,4	60/200/750
S	11 300	10 500	6 970	8 300	9 960	5 410	14 700	-
Sb	3,77	3,61	< 0,02	1,46	48,5	0,22	2,74	2/10/50
Se	2,82	0,72	3,37	1,72	0,61	1,82	1,13	-
V	73,1	118	396	58,8	29,4	436	61,4	100/150/200
Zn	911	268	2,00	79,0	6 170	89,0	150	200/250/400

Taulukko 3. Matalahti. Ympäristötutkimustuloksia. Menetelmät: Analysoitu kaasukromatografi-  
sesti (ISO 18287, GTK 2021).

Taulukko 15. Sideaineista mitatut PAH-yhdisteiden pitoisuudet sekä PIMA-asetuksessa (VNa 214/2007) esitetyt kynnyks- ja ohjearvot: musta = kynnyksarvo, oranssi = alempi ohjearvo, punainen = ylempi ohjearvo. Sideaineiden PAH-yhdisteiden pitoisuuksien kynnyks- ja ohjearvojen ylitykset on merkitty vastaavin värein taulukkoon.

PAH EPA 16 yhdisteet mg/kg	Pohjakuona	Ecolan Mix	Renotech Mix	PIMA-asetus
Asenaftteeni	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-
Asenaftyleeni	0,010	0,73	< 0,01	-
Antraseeni	< 0,01	0,23	< 0,01	1/5/15
Bentso(a)antraseeni	< 0,01	0,35	< 0,01	1/5/15
Bentso(b/j)fluoranteeni	0,011	0,22	< 0,01	-
Bentso(k)fluoranteeni	< 0,01	0,054	< 0,01	1/5/15
Bentso(a)pyreeni	< 0,01	2,5	< 0,01	0,2/2/15
Bentso(g,h,i)peryleeni	0,012	< 1,0	< 0,01	-
Dibentso(a,h)antraseeni	< 0,01	< 1,0	< 0,01	-
Fenantreeni	0,039	2,6	< 0,01	1/5/15
Fluoreeni	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-
Fluoranteeni	0,021	1,5	< 0,01	1/5/15
Kryseeni	< 0,01	0,39	< 0,01	-
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	< 0,01	< 1,0	< 0,01	-
Naftaleeni	0,083	13	< 0,02	1/5/15
Pyreeni	0,028	0,64	< 0,01	-
Summa 16 EPA-PAH	0,29	25	< 0,17	15/30/100



Kuva 5. Matalahti. Koeruutujen hiilijalanjälki (GTK 2021).



Kuva 6. Matalahti. Ruoppausmassaa ennen sideaineen levitystä (GTK 2021).



*Kuva 7. Matalahti. Sideaineen levitys suursäkistä (GTK 2021).*



*Kuva 8. Matalahti. Sideaineiden lisääminen koeruuuihin ja sekoitus jysijällä (massastabilointi, GTK 2021).*