

KOKKOLAN SATAMA KOKKOLAN SATAMAN LAAJENTAMINEN, UUMA- INDIKAATTORIT

Indikaattorilaskennan päivitys 2023

Tuuli Teittinen

ESITYKSEN SISÄLTÖ

Johdanto

01

Indikaattorilaskennan
menetelmä ja lähtötiedot

02

Tulokset

03

Yhteenveto

04

UUMA-INDIKAATTORILASKENTA

- Uuma-indikaattorilaskennan päivityksen tavoitteena oli arvioida, millaisia ympäristövaikutuksia on Kokkolan sataman laajentamisella uusiomateriaaleja hyödyntäen.
- Aiempi indikaattoriselvitys laadittiin vuonna 2021.
- Selvityksessä hyödynnettiin uusiomaarakentamisen indikaattorimallia, joka on esitetty raportissa ”Uusiomaarakentamisen vaikutukset ja indikaattorit, esimerkksiselvitys” (Teittinen ym. 2021).

Luonnonvarojen
kulutus ja
materiaalitehokkuus



Kasvihuonekaasu-
päästöt



Kuljetukset



Kustannukset



TARKASTELTAVAT INDIKAATTORIT

Luonnonvarat ja resurssitehokkuus	Yksikkö	Kuvaus
Neitseellisten luonnonvarojen käyttö	t	Hankkeen ulkopuolelta tuotavien kiviainesten, maa-ainesten ja muiden rakennusmateriaalien ja -tuotteiden määrä.
Jalostetut kiviainekset	t	
Jalostamattomat kiviainekset	t	
Muu maa-aines	t	
Muut materiaalit ja tuotteet	t	
Uusiomateriaalien käyttö	t	Hankkeessa käytettävien jäte- tai sivutuotepäisten uusiomateriaalien, kierrätystuotteiden ja kierrätyskasvualustojen määrä ja hankkeessa hyödynnetyt muualta tuodut ylijäämämaat.
Jätteiden hyödyntäminen	t	
Sivutuotteiden hyödyntäminen	t	
Hankkeen ulkopuolelta tuodut ylijäämämaat	t	
Hankkeessa muodostuvat kaivumaat (ruoppausmassat)	t	Hankkeessa muodostuvat kaivumaat.
Läjitukseen	t	
Hyötykäyttöön sellaisenaan hankkeen sisällä	t	
Hyötykäyttöön jalostettuna hankkeen sisällä	t	
Hyötykäyttöön sellaisenaan muualla	t	
Hyötykäyttöön jalostettuna muualla	t	
Materiaalien kokonaiskulutus	t	Hankkeessa käytettyjen neitseellisten materiaalien, uusiomateriaalien ja ylijäämämaiden summa.
Uusiomateriaalien osuus	%	Uusiomateriaalien osuus materiaalien kokonaiskulutuksesta.

Kasvihuonekaasupäästöt	Yksikkö	Kuvaus
Kokonaispäästöt	t CO ₂ -ekv.	Hankkeen rakentamisen aikaiset kasvihuonekaasupäästöt CO ₂ -ekvivalentteina.
Materiaalien päästöt	t CO ₂ -ekv.	Materiaalien valmistuksen aiheuttamat päästöt.
Kuljetuspäästöt	t CO ₂ -ekv.	Kuljetuksista aiheutuvat päästöt.
Työsuoritusten päästöt	t CO ₂ -ekv.	Työkoneiden käytön päästöt.

Taloudelliset vaikutukset	Yksikkö	Kuvaus
Kustannukset	€	Hankkeen kustannukset

TARKASTELTAVAT VAIHTOEHDOT

Tarkasteltavat vaihtoehdot ovat samat kuin Kokkolan sataman laajentamisen YVA:ssa.

VE0+ Hankkeen toteuttamatta jättäminen

- Lupien mukainen tilanne
- Pinta-ala kasvaa 22 ha
- Täyttöjä 1,1 milj. m³ josta
 - analsiimihiekka 0,4 milj. m³
 - ruoppausmassa 0,1 milj. m³
 - muut 0,6 milj. m³
- Uusia laitureita 1,0 km

VE1 Laituri ja satamatoimintojen kehittäminen

- Edellyttää uusia vesi- ja ympäristölupia
- Pinta-ala kasvaa 78 ha
- Täyttöjä 5,3 milj. m³
 - analsiimihiekka 2,8 milj. m³
 - ruoppausmassa 0,6 milj. m³
 - muut 1,9 milj. m³
- Uusia laitureita 2,4 km

VE2 Laituri ja satamatoimintojen kehittäminen

- Edellyttää uusia vesi- ja ympäristölupia
- Pinta-ala kasvaa 130 ha
- Täyttöjä 10,3 milj. m³
 - analsiimihiekka 5,0 milj. m³
 - ruoppausmassa 2,5 milj. m³
 - muut 2,5 milj. m³
- Uusia laitureita 3,6 km

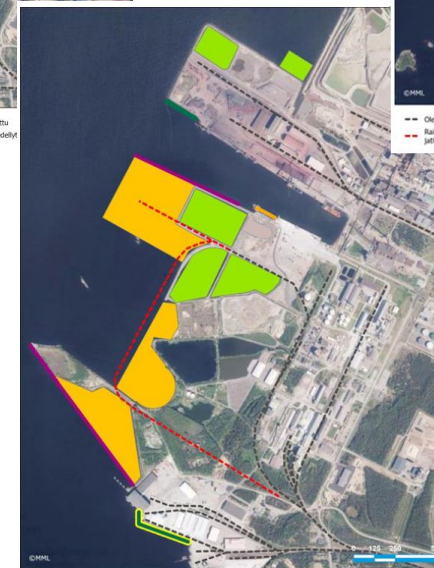


VE0+

VE1



VE2



VERTAILU RAKENTAMISEEN ILMAN UUSIOMATERIAALEJA

Vaihtoehdolle VE1 laadittiin myös vertailuvaihtoehto VE1B, jossa sataman laajentaminen toteutettaisiin vain ns. perinteisillä materiaaleilla ilman uusiomateriaaleja, joiden käyttö edellyttää ympäristölupaa.

VE1 Laituri ja satamatoimintojen kehittäminen

- Edellyttää uusia vesi- ja ympäristölupia
- Pinta-ala kasvaa 78 ha
- Täyttöjä 5,3 milj. m³
 - analsiimihiekka 2,8 milj. m³
 - ruoppausmassa 0,6 milj. m³
 - muut 1,9 milj. m³
- Uusia laitureita 2,4 km

VE1 ja VE1B



VE1B Rakentaminen perinteisillä materiaaleilla

- Pinta-ala kasvaa 78 ha
- Täyttöjä 5,3 milj. m³
 - kalliomurske 4 milj. m³
 - ruoppausmassa 0,6 milj. m³
 - ylijäämämaat 0,7 milj. m³
- Uusia laitureita 2,4 km

LASKENTAMENETELMÄ

- Indikaattorilaskennan lähtötietoina käytettiin suunnitelmien mukaisia massamääriä.
- Kasvihuonekaasupäästöjen laskennassa laskettiin sataman laajentamisessa käytettävien rakennusmateriaalien valmistuksen ja kuljetusten sekä työmaatoimintojen CO₂ekv.-päästöt.
- Päästökertoimien lähteenä käytettiin kansallista infrarakentamisen päästötietokantaa <https://co2data.fi/infra>.
 - Tietokannassa ei ole päästökertoimia kaikille sataman laajentamisessa käytettäville uusiomateriaaleille. Uusiomateriaalien, jotka voidaan käyttää rakentamisessa sellaisenaan ilman käsittelyä, päästökertoimeksi oletettiin 0 perustuen Infrarakentamisen vähähiilisyyden arviointimenetelmän luonnoksessa esitettyyn jaotteluun uusiomateriaalien päästökertoimista (Väylävirasto, 2023)
- Kuljetuspäästöjen laskennassa oletuksena oli kuljetus maansiirtoautolla, täysi kuorma mennessä, tyhjä kuorma paluumatkalla. Analsiimihiekan kuljetuksen oletettiin tapahtuvan putkikuljetuksena, josta huomioitiin sähkönkulutus Suomen keskimääräisen sähköntuotannon päästökertoimella laskettuna.

*Laskennassa huomioidut
elinkaaren vaiheet*



LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Materiaalimäärät eri vaihtoehtoissa
(Altaat + penkereet)

	VE0+		VE1		VE2		Muuntokerroin
	Tilavuus, m3	Massa, t	Tilavuus, m3	Massa, t	Tilavuus, m3	Massa, t	t / m3
TÄYTÖT							
Ruoppausmassa	76 000	136 800	502 000	903 600	2 300 000	4 140 000	1,8
Stabiloitu ruoppausmassa	25 000	45 000	167 000	300 600	180 000	324 000	1,8
Analsiimihiekka	400 000	520 000	2 800 000	3 640 000	5 029 000	6 537 700	1,3
Ylijäämämaat	165 000	330 000	694 000	1 388 000	730 000	1 460 000	2,0
Betonimurske	104 000	208 000	329 000	658 000	578 000	1 156 000	2,0
Tiilimurske	16 000	25 600	51 000	81 600	90 000	144 000	1,6
Pima-maa	65 000	130 000	205 000	410 000	360 000	720 000	2,0
Pohjatuhka	16 000	30 400	51 000	96 900	90 000	171 000	1,9
Lentotuhka	49 000	58 800	154 000	184 800	270 000	324 000	1,2
Jäteasfaltti	26 000	42 900	83 000	136 950	145 000	239 250	1,7
Murske	65 000	130 000	206 000	412 000	363 000	726 000	2,0
Päällyste	33 000	79 200	103 000	247 200	181 000	434 400	2,4
Yhteensä	1 040 000	1 736 700	5 345 000	8 459 650	10 316 000	16 376 350	
PENKEREET							
Kiisuliuske	293 000	527 400	293 000	527 400	293 000	527 400	1,8
Louhe	40 000	72 000	582 000	1 047 600	1 430 000	2 574 000	1,8
Murske	4 000	8 000	21 000	42 000	41 000	82 000	2,0
Lohkareet	18 000	29 700	82 000	135 300	166 000	273 900	1,7
Suodatinkangas (m2)	24 000	40	110 000	182	222 000	366	0,002
Ruoppausmassa	-	-	50 000	90 000	137 000	246 600	1,8
Yhteensä	379 000	637 140	1 138 000	1 842 482	2 289 000	3 704 266	

LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Vertailuvaihtoehto VE1B, rakentaminen perinteisillä materiaaleilla

	VE1B	
	Tilavuus, m3	Massa, t
TÄYTÖT		
Ruoppausmassa	502 000	903 600
Ylijäämämaat	694 000	1 388 000
Murske	4 046 000	8 092 000
Päällyste	103 000	247 200
Yhteensä	5 345 000	10 630 800
PENKEREET	KUTEN VE1	

LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Yksikkökustannukset

Yksikkökustannukset	Hinta, €	Yksikkö	Huomio
Materiaalit (kuljetettuina)			
Ruoppausmassa	0	t	
Stabiloitu ruoppausmassa	15	t	Stabiloinnin työsuorite + sideaine
Analsiimihiekka	0,1	t	Pumppauskustannus: sähkönkulutus on 1,33kWh/t analsiimihiekkaa, sähkön hinta 0,08 €/kWh
Ylijäämämaat	0	t	
Betonimurske	0	t	
Tiilimurske	0	t	
Pima-maa	0	t	
Pohjatuhka	0	t	
Lentotuhka	0	t	
Jäteasfaltti	0	t	
Kiisupitoinen kiilleliuske	8	t	Pelkkä kuljetus
Murske	7	t	
Louhe	5	t	
Muut kiviainekset (moreeni)	5	t	
Työsuoritteet			
Ruoppaus	10	m3	
Penkereen rakentaminen: proomutäyttö	2	m3	
Penkereen rakentaminen: päätypengerrys	2	m3	
Jakava kerros	3	m3	
Kantava kerros	4	m3	

Materiaalien kuljetusmatkat

Materiaali	Kuljetusmatka, km	Huomio
Ruoppausmassa	0	Suoraan ruoppaajalta
Stabiloitu ruoppausmassa	0	Suoraan ruoppaajalta
Analsiimihiekka	1,5	Putkikuljetus
Ylijäämämaat	8	VE 2 kuljetusmatka 20 km
Betonimurske	8	
Tiilimurske	8	
Pima-maa	30	
Pohjatuhka	1,5	
Lentotuhka	1,5	
Jäteasfaltti	8	
Kiisupitoinen kiilleliuske	65	
Neitseelliset kiviainekset	15	

TULOKSET

LUONNONVAROJEN KULUTUS JA MATERIAALITEHOKKUUS



Luonnonvarat ja resurssitehokkuus	Yksikkö	VE0+	VE1	VE2	Kommentti
Neitseellisten luonnonvarojen käyttö	t	318 940	1 884 282	4 090 666	
Kiviainekset	t	239 700	1 636 900	3 655 900	Murske, louhe, lohkareet
Muut materiaalit ja tuotteet	t	79 240	247 382	434 766	Asfaltti, suodatinkangas
Uusiomateriaalien käyttö	t	1 918 100	7 424 250	11 603 350	
Jätteiden hyödyntäminen	t	1 060 700	5 508 850	9 615 950	Stabiloitu ruoppausmassa, analsiimihiekka, pima-maa, pohjatuhka, lentotuhka, jäteasfaltti
Hankkeen ulkopuolelta tuodut ylijäämämaat	t	330 000	1 388 000	1 460 000	Ylijäämämaa
Sivukivi	t	527 400	527 400	527 400	Kiisupitoinen kiilleliuske
Hankkeessa muodostuvat kaivumaat (ruoppausmassat)	t	136 800	993 600	4 386 600	
Läjitykseen	t	-	-	-	
Hyötykäyttöön sellaisenaan hankkeen sisällä	t	136 800	993 600	4 386 600	Alueelta ruopatut ruoppausmassat
Materiaalien kokonaiskulutus	t	2 373 840	10 302 132	20 080 616	
Uusiomateriaalien ja ruoppausmassojen osuus	%	87 %	82 %	80 %	

- Uusiomateriaalien ja hankkeessa muodostuvien, hyödynnettävien ruoppausmassojen osuus on kaikissa vaihtoehdoissa vähintään 80 % materiaalien kokonaiskulutuksesta.

Meneekö ruoppausmassoja myös
läjitykseen vai pystytäänkö kaikki
hyödyntämään?

KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT



- VE0+ rakentamisen päästöt ovat n. 12 700 t CO₂e.
- VE1 rakentamisen päästöt ovat n. 42 600 t CO₂e.
- VE2 rakentamisen päästöt ovat n. 75 800 t CO₂e.
- Suurin osa päästöistä muodostuu materiaalien valmistuksesta ja kuljetuksesta.
- Uusiomateriaaleja hyödyntämällä voidaan kuitenkin vähentää materiaalien päästöjä merkittävästi, jopa 58 % verrattuna rakentamiseen perinteisillä kiviaineksilla (VE1B). Uusiomateriaaleja saadaan läheltä, joten myös materiaalien kuljetuspäästöt ovat pienemmät kuin perinteisessä rakentamisessa.

Kasvihuonekaasupäästöt	Yksikkö	VE0+	VE1	VE2
Kokonaispäästöt	tCO ₂ -ekv.	12 749	42 636	75 807
Materiaalien päästöt	tCO ₂ -ekv.	6 690	26 545	44 719
Kuljetuspäästöt	tCO ₂ -ekv.	4 944	11 702	18 768
Työsuoritusten päästöt	tCO ₂ -ekv.	1 115	4 389	12 319

VE1B
94 396
63 616
26 391
4 389

RUOPPAUSMASSOJEN STABILOINTI UUSIOSIDEAINEELLA

- Päästölaskelmassa ruoppausmassojen stabilointi oletettiin tehtävän sementtisineaineella (Oiva), sideainemäärä 60 kg/m³.
- Sementin valmistus on erittäin päästöintensiivistä, joten stabilointi sementillä aiheuttaa suuret CO₂-päästöt (n. 0,6 kgCO₂/kg sideainetta).
- Esimerkiksi vaihtoehdossa VE1 ruoppausmassojen stabilointi muodostaa 23 % materiaalipäästöistä.
- Stabiloinnin päästöjä voidaan vähentää käyttämällä uusiosideaineita. Esimerkiksi, jos sideaineena käytettäisiin 30 kg/m³ sementtiä ja 200 kg/m³ lentotuhkaa (päästökerroin 0), stabiloinnin sideaineen päästöt voitaisiin puolittaa.

KUSTANNUKSET



- VE0+ rakentamisen kustannukset ovat n. 9,6 milj. €.
- VE1 rakentamisen kustannukset ovat n. 31,7 milj. €.
- VE2 rakentamisen kustannukset ovat n. 66,9 milj. €.
- Uusiomateriaalien hyödyntämisellä voidaan alentaa materiaalikustannuksia. Perinteisillä materiaaleilla lasketun vertailuvaihtoehdon VE1B kustannukset olisivat n. 80,5 milj. €, eli n. 2,5-kertaiset verrattuna suunniteltuun vaihtoehtoon VE1, jossa hyödynnettäisiin runsaasti uusiomateriaaleja.

Kustannukset ovat hyvin karkeita arvioita ja ne on arvioitu samoilla yksikköhinnoilla kuin vuoden 2021 selvityksessä. Arviosta puuttuu päällystyksen ja pohjanvahvistuksen kustannukset.

Taloudelliset vaikutukset	Yksikkö	VE0+	VE1	VE2
Kustannukset	€	9 600 000	31 700 000	66 900 000

VE1B
80 500 000

POHJANVAHVISTUKSET

- Kokkolan sataman laajentamisen kaikissa tarkastelluissa vaihtoehtoissa tullaan tekemään myös pohjanvahvistuksia. Koska pohjanvahvistuksen tapa ei vielä ole tiedossa, pohjanvahvistuksia ei sisällytetty indikaattorilaskelmiin vaan niitä tarkasteltiin erikseen.
- Vuoden 2021 indikaattoriselvityksessä tarkasteltiin vaihtoehtoisten pohjanvahvistusmenetelmien, painopenger, tiivistyspaalutus puupaaluilla ja pudotustiivistys, CO₂-päästöjä ja kustannuksia hehtaaria kohden.
- Puupaalutuksen kustannus suurin, mutta puupaalujen sisältämä hiilivarasto on merkittävä.

	Määrä	Yksikkö	Hinta, €/yksikkö	Kustannus, €	Päästöt, kgCO ₂ ekv./ha	Hiilivarasto, kgCO ₂ /ha	Selite
Painopenger	40 000	m3	8	320 000	34 171		Penkereen korkeus 4 m, hinta sis. rakentaminen ja purkaminen
Puupaalutus	100 000	m	8	800 000	232 068	2 044 450	Paaluja 1 kpl/m ² , paalun pituus 10 m
Pudotustiivistys (syvätiivistys)	10 000	m ²	25	250 000	39 829		Syvätiivistyskaluston polttoaineenkulutus 1,5 l/m ²
Ruoppausmassan stabilointi	60 000	m ³	15 €/t	1 620 000	2 347 194		Sideainemäärä 60 kg/m ³

Hiilivarasto: Puun kasvaessaan sitoma hiili hiilidioksidina, noin 1,55 kg CO₂ / kg puuta

Lähde: Rakentamisen hiilivarasto, VTT 2017.

YHTEENVETO

- Uusiomateriaalien ja hankkeessa muodostuvien, hyödynnettävien ruoppausmassojen osuus on kaikissa vaihtoehdoissa vähintään 80 % materiaalien kokonaiskulutuksesta.
- Rakentamisen CO₂e-päästöt ovat n. vaihtoehdossa VE0+ n. 12 700 t CO₂e, VE1 n. 42 600 t CO₂e. Ja VE2 n. 75 800 t CO₂e.
- Suurin osa päästöistä muodostuu materiaalien valmistuksesta ja kuljetuksesta. Uusiomateriaaleja hyödyntämällä voidaan kuitenkin vähentää materiaalien päästöjä merkittävästi, jopa 58 % verrattuna rakentamiseen perinteisillä kiviaineksilla.
- Tarkastelusta ilmenee, että pitkäjänteinen ja suunnitelmallinen jätejakeiden hyödyntäminen näin suuren mittakaavan rakentamiskohteessa on sekä taloudellisesti että materiaalitehokkuuden ja päästöjen näkökulmasta suositeltavaa.