



In situ menetelmävalinta ja tarvittavat taustatutkimukset

Ville Kilponen
Projektipäällikkö
Ramboll Finland Oy

I N S I T U O N S I T E E X S I T U

In situ puhdistaminen toteutetaan paikan päällä, maa-aineksia kaivamatta tai pohjavettä siirtämättä

On-site puhdistaminen toteutetaan paikan päällä, siirtämällä haitta-aineet maan pinnalle

Ex situ puhdistaminen tehdään siirtämällä ja käsittelemällä haitta-aineet alueen ulkopuolella

FYSIIKKA BIOLOGIA KEMIA

Fysikaaliset menetelmät perustuvat pääosin haitta-aineiden faasimuunnoksiin

Biologiset menetelmät perustuvat pääosin mikrobien kykyyn käyttää haitta-aineita osana metaboliaansa

Kemialliset menetelmät perustuvat pääosin kemiallisiin hapetus-pelkistys reaktioihin

FYSI KAALI SET

- ✓ Maan pesu
- ✓ Elektrokinetiikka
- ✓ Termodesorptio
- ✓ Trap'n treat
- ✓ Kyteminen
- ✓ Ilmahuuhtelu
- ✓ Huokosilmäkäsittely
- ✓ Pump & Treat
- ✓ Massanvaihto
- ✓ ...

BI OLOGI SET

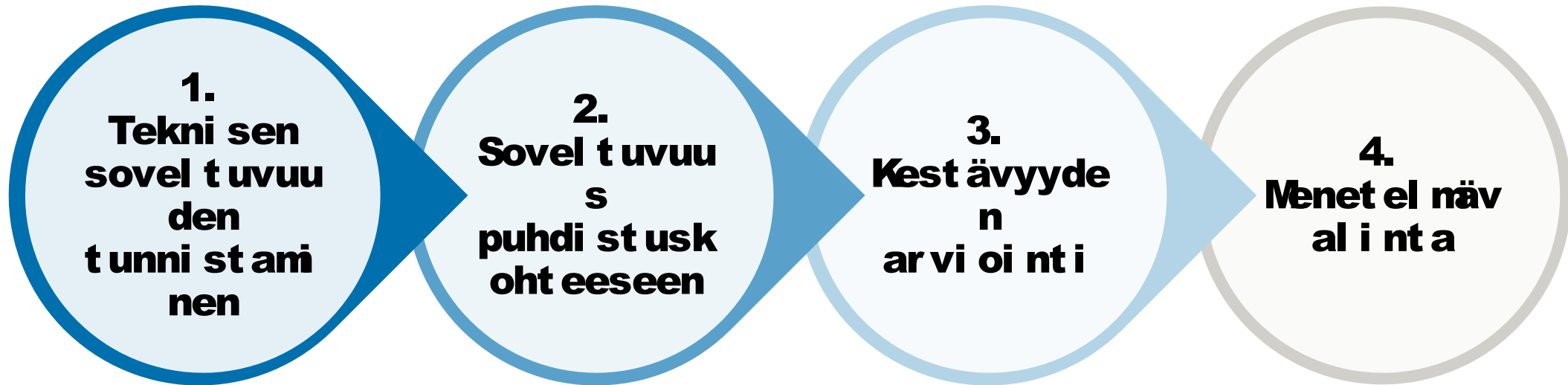
- ✓ Luontainen biohajoaminen
- ✓ Tehostettu biologinen puhdistus
- ✓ Fytoremediaatio
- ✓ Kompostointi
- ✓ Bioreaktorit
- ✓ Sienikäsittelyt
- ✓ Peltokäsittely
- ✓ ...

KEM ALLI SET

- ✓ Kemiallinen hapetus
- ✓ Kemiallinen pelkistys
- ✓ Reaktiiviset vyöhykkeet
- ✓ Surfaktantit
- ✓ Liuottimet
- ✓ Kiinteytys / stabilointi
- ✓ Eristys / kapselointi
- ✓ ...

✓ In situ ✓ On-site ✓ Ex situ

ASKELEET KOHTI MENETELMÄVALINTAA



Teknisen soveltuvuuden tunnistaminen

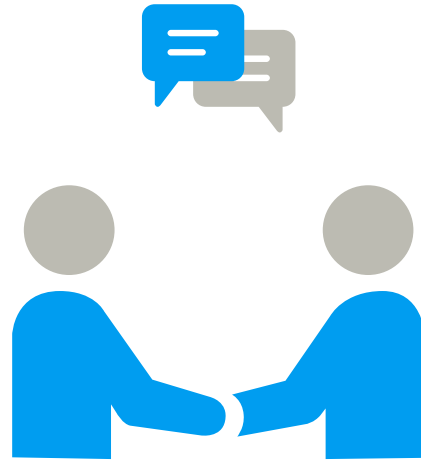
- ✓ Millä haitta-aineilla maaperä on pilaantunut?
- ✓ Orgaanisia, epäorgaanisia vai molempia?
- ✓ Haitta-aineiden ominaisuudet
- ✓ Maaperä- ja pohjavesiolosuhteet
- ✓ Puhdistettavan alueen koko sekä puhdistettavan maa-aineksen määrä.
- ✓ Pitoisuustaso ja puhdistustavoite
- ✓ Haitta-aineiden sijainti

→ Lista menetelmistä, joilla haluttu pitoisuustaso on mahdollista saavuttaa



Soveltuvuus puhdistuskohteeseen

- ✓ Hankkeen muut tavoitteet
- ✓ Aikataulu, budjetti
- ✓ Vaihtuukset muihin sidosryhmiin.
- ✓ Vaihtuukset alueen lähiympäristöön ja asukkaisiin
- ✓ Riskit, onko menetelmää tarvitta pilotoida?



Kestävyyden arviointi

Ympäristö

Ilma
Ma
Vesi
Ekosysteemit
Raaka-aineet
Energia
Jäte



Yhteiskunta

Terveys
Turvallisuus
Tasa-arvo
Aluevaikutukset
Yhteisön osallistaminen
Epätietoisuus ja

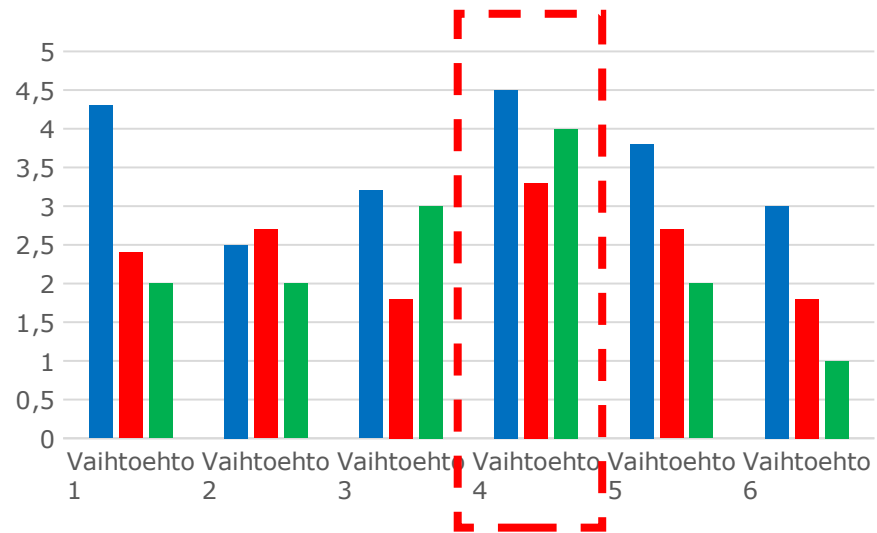


Talous

Suorat kustannukset
Epäsuorat kustannukset
Johdannaisvaikutukset
Työllisyysvaikutukset
Elinkaari
Joustavuus



Menetelmävalinta



■ Talous ■ Yhteiskunta ■ Ympäristö

Valitaan menetelmä, joka:

- ✓ Minimi (ilmasto) päästöjä
- ✓ Tehostaa resurssikäyttöä
- ✓ Edistää alueen biodiversiteettiä
- ✓ Välttää pitkäaikaisseurannan
- ✓ Kytkeytyy aluekehitykseen
- ✓ Rakennusten poistaminen
- ✓ Ma-ainesten



Taustatutkimukset menetelmävalinnan tekemiseen

Mitä tyypillisesti nykyisin tutkitaan ja
mitä lisäksi voitaisiin tutkia?

KUNNOSTUSTAVOITTEEN MÄÄRITTÄMINEN

- Riskinarviointi edellyttää riittäviä lähtötietoja ja puutteelliset taustatutkimukset lisäävät arvioinnin epävarmuutta.
- Riskinarvioinnin kohdalla epävarmuus tai puuttuvat tiedot johtavat konservatiivisiin oletuksiin, joissa riskiä yliarvioidaan.
- Epävarmuuden vuoksi saatetaan poistaa 90 % haitta-aineista, vaikka 50 % reduktio riittäisi riskin poistamiseen.

Yli 90 %:ssa puhdistuskohteista kunnostuskäytännöt perustuvat kaivamiseen ja ohjearvojen suoraan soveltamiseen (PIRISTE, 2017)

90%

- ✓ Riskiperusteinen kunnostustavoite
 - Riittävän laadukas näytteenotto, haitta-ainepitoisuuksien keskiarvoistaminen
 - Millä alueella altistumista tapahtuu?
 - Puhdistustoimenpiteiden kohdistaminen kriittisiin kohtiin.
- ✓ Puhdistustoimenpiteet riskiä aiheuttaviin haitta-aineisiin
- ✓ Puhdistustoimenpiteiden suhteuttaminen riskin poistamiseen

HYVIÄ KÄYTÄNTÖJÄ ENNAKKOTUTKIMUKSIIN

- Kuvataan tarkemmin mitkä ovat alueen maalajit ja miten haitta-aineet ovat jakautuneet näiden välillä.
- Esitetään kunnostettavan maa-aineksen määrä maalajeittain.
- Haitta-aine voi myös olla jakaantunut useaan eri matriisiin (maa, vesi ja huokosilma) joista osa, tai kaikki, edellyttävät eri käsittelymenetelmiä.
- Osa in situ –menetelmistä tarvitsee vettä ja menetelmän kustannuksiin vaikuttaa se, joudutaanko vettä tuomaan puhdistusalueelle ulkopuolelta.
- Pohjavesiolosuhteet olisi hyvä selvittää, vaikkei haitta-aineista riskiä aiheutuisi pohjaveden laadulle.
- Pohjaveden sekä maaperän fysikaaliskemialliset ominaisuudet vaikuttavat suoraan esimerkiksi reagenssien mitoitukseen ja siten kustannuksiin.

- ✓ Maaperäolosuhteet
 - ✓ Haitta-aineiden sijoittuminen maalajeittain
 - ✓ Kuinka paljon kohteessa on kunnostettavaa täyttöhiekkaa, silttiä, savea
- ✓ Pohjavesiolosuhteet
 - ✓ Pohjaveden käytettävyys in situ –menetelmiin.
 - ✓ Onko pohjavettä käyttökelpoisella syvyydellä? Mikä sen määrä on?
 - ✓ Mikä on pohjaveden laatu in situ –menetelmiä ajatellen?
 - ✓ Kuluttaako pohjavesi itsessään happea?
- ✓ Laboratorioanalyysit
 - ✓ Ravinteet, hivenaineet (rauta ja mangaani), happi, pH, orgaaninen hiili, kiintoaines, COD

Esimerkki menetelmävalinnasta. Pilaantuneen maaperän kunnostus Jyväskylän Mäki-Matissa

Pilaantuneen maaperän kunnostus ja menetelmävalinta Jyväskylän Mäki-Matissa

Kohteen tausta

Alueella on sijainnut huoltoasema, minkä seurauksena maaperään on päässyt dieseliä ja bensiiniä.

Alueen maaperä on kunnostettu massanvaihhdolla, huokosilmatekniikalla ja pohjaveden pumppauksin huoltamon purkamisen jälkeen 2000-luvun alussa.

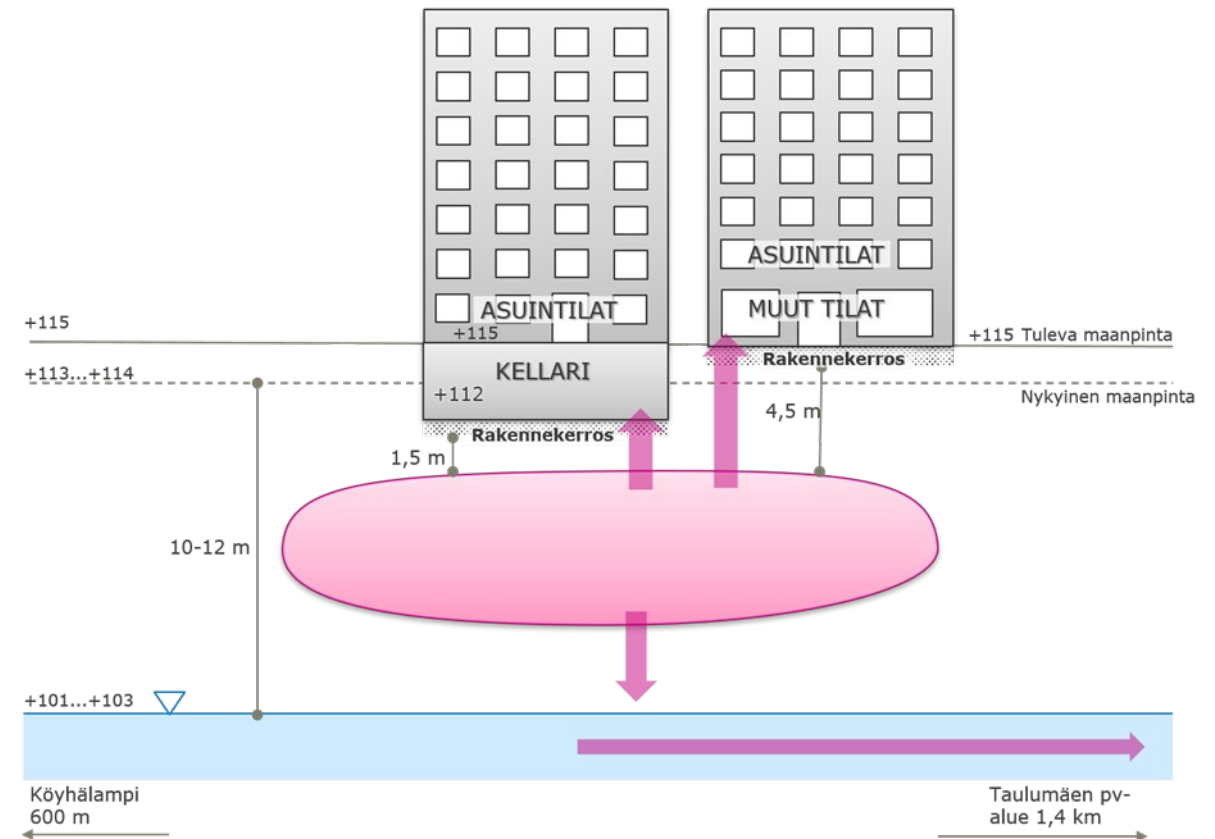
Alueen maaperään jäi kunnostuksen jälkeen polttoaineita ja alueen todettiin soveltuvan parkkialueeksi.

Alue sijaitsee hyvällä sijainnilla keskustan tuntumassa ja yliopiston vieressä. Alueelle ollaan rakentamassa asuinkerrostaloja.



Riskinarvio

- Ihmisten altistuminen kohteessa esiintyville haitta-aineille on teoriassa mahdollista sisäilman hengittämisen kautta
- Laskennallisen tarkastelun perusteella bentseenin sekä aromaattisten öljyhiilivetyjen pitoisuudet voisivat teoriassa ylittää sisäilman pitkäaikaisaltistuksen vertailuarvot (TCA) rakennusten kellaritiloissa.
- Lisäksi kevyempien öljyhiilivetyjen summapitoisuus voi ylittää TVOC-vertailuarvon
- Alueilla, joille rakennusten alimmat kerrokset tulevat maan tasoon, voisi tarkastelun perusteella aiheutua kuormitusta ainoastaan TVOC-summapitoisuuden osalta
- TVOC-vertailuarvon ylitys ei automaattisesti tarkoita haitallisia terveysvaikutuksia, mutta kohonneista hiilivetypitoisuuksista voi aiheutua hajuhaittoja
- **Ongelma: miten alueen voisi kunnostaa, kun maaperässä on haihtuvia yhdisteitä noin 9 m syvyyteen saakka.**



Menetelmävaihtoehdot

MASSANVAIHTO (KAIKKI)

- Tehokkuus
95...100 %
- Kustannus
- Kesto
n. 3...4 kk
- Joustava ja
pysyvä ratkaisu
- Ei
jäännösriskejä
- Suuret
CO2 päästöt
- Suuri jätemäärä
- Noin 400
rekkakuormaa

KEMIALLINE N HAPETYS

- Tehokkuus
60...80 %
- Kustannus
- Kesto
n. 2...3 kk
- Pysyvä ja tehokas
ratkaisu
- Edellyttää haitta-
aineen tarkempaa
rajaamista
- Pienet
CO2 päästöt
- Ei maa-aines
jätettä
- Huomaamaton
toteutus

MASSANVAIHTO (PUOLET)

- Tehokkuus
40...60 %
- Kustannus
- Kesto
n. 3...4 kk
- Joustava ja
pysyvä ratkaisu
- Madaltaa
jäännösriskejä
- Suuret
CO2 päästöt
- Merkittävä
jätemäärä
- Noin 200
rekkakuormaa

HUOKOSKAASU -KÄSITTELY

- Tehokkuus
30...50 %
- Kustannus
- Kesto
n. 2...4 vuotta
- Todennäköisyys
pitoisuuksien
myöhemmälle
nousulle
- Pienet
CO2 päästöt
- Ei maa-aines
jätettä
- Puhdistus näkyy
tuleville
asukkaille

EI TOIMEN- PITEITÄ

- Tehokkuus
0...10 %
- Ei kustannuksia
- Ei CO2 päästöjä
- Ei
jättemateriaalia
- Jäännösriskien
ilmeneminen
rakennuksessa
todennäköistä
- Negatiivinen
vaikutus
kiinteistön
arvostukseen

Riskinhallinnan vaihtoehtovertilu

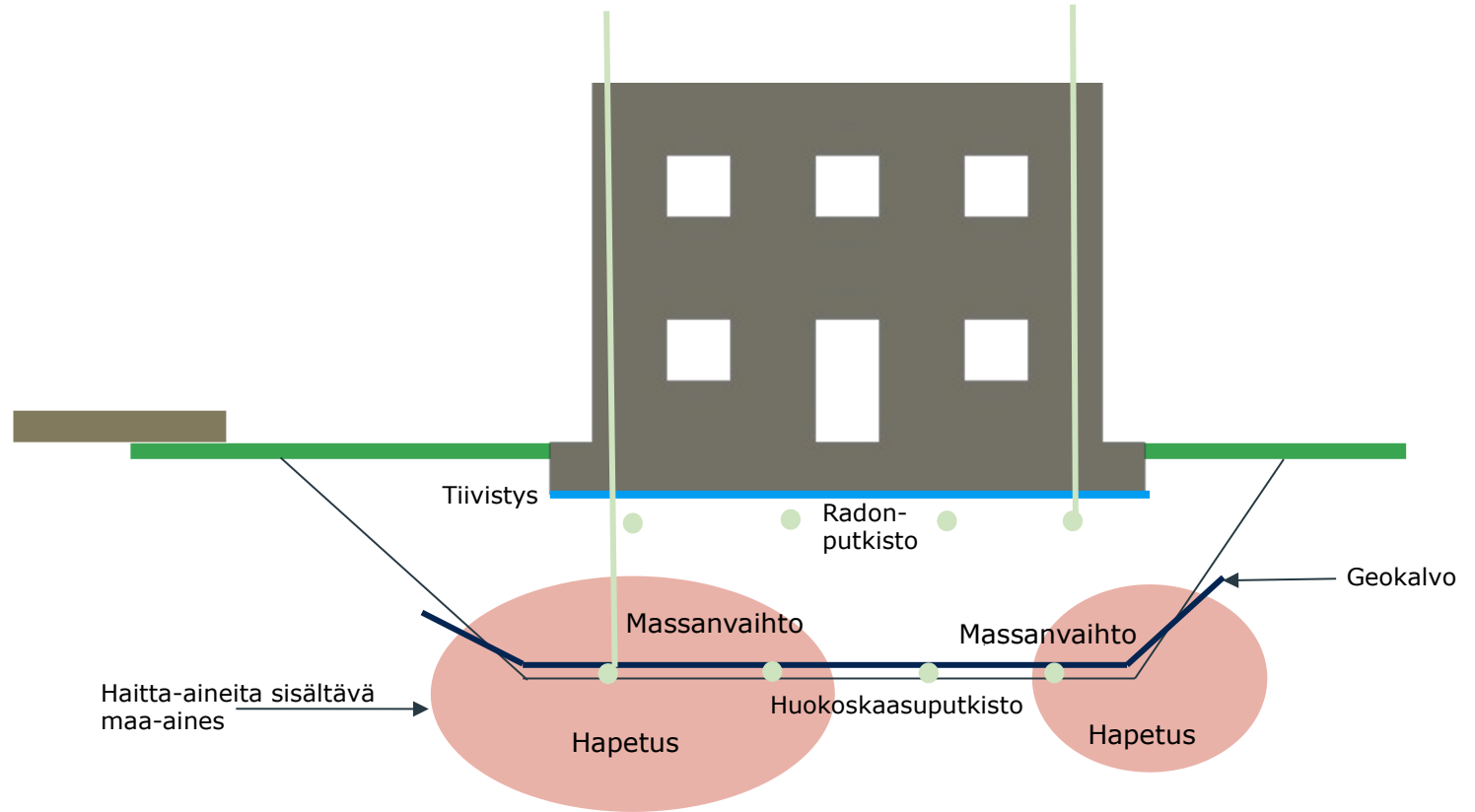
	VAIHTOEHTO #0	VAIHTOEHTO #1	VAIHTOEHTO #2	VAIHTOEHTO #3	VAIHTOEHTO #4	VAIHTOEHTO #5	VAIHTOEHTO #6
TASO 1 0 – 2 m	Alipaineistettu alapohja / radonputkisto	Bitumitiivistys	Bitumitiivistys	Bitumitiivistys	Bitumitiivistys	Bitumitiivistys	Bitumitiivistys
	Massanvaihto	Alipaineistettu alapohja / radonputkisto	Alipaineistettu alapohja / radonputkisto	Alipaineistettu alapohja / radonputkisto	Alipaineistettu alapohja / radonputkisto	Alipaineistettu alapohja / radonputkisto	Alipaineistettu alapohja / radonputkisto
		Massanvaihto	Massanvaihto	Massanvaihto	Massanvaihto	Massanvaihto	Massanvaihto
				Geokalvo	Geokalvo	Geokalvo	Massanvaihto
TASO 2 2 – 4 m	Massanvaihto	Massanvaihto	Massanvaihto	Hajuhavaintoja	Huokoskaasu- putkisto	Huokoskaasu- putkisto	Hajuhavaintoja
		Geokalvo	Geokalvo		Hajuhavaintoja	Hajuhavaintoja	
TASO 3 4 – 8 m	Massanvaihto	Huokoskaasu- putkisto	Huokoskaasu- putkisto	Kemiallinen hapetus	Kemiallinen hapetus	Haitta- ainepitoinen maa	Haitta- ainepitoinen maa
		Haitta- ainepitoinen maa	Kemiallinen hapetus				

Riskinhallinnan vaihtoehtovertilu

	VAIHTOEHTO #0	VAIHTOEHTO #1	VAIHTOEHTO #2	VAIHTOEHTO #3	VAIHTOEHTO #4	VAIHTOEHTO #5	VAIHTOEHTO #6
Haitta-aineiden poisto maaperästä	90 ... 95 %	70 ... 80 %	80 ... 95 %	70 ... 80 %	80 ... 90 %	10 ... 30 %	0 %
Hajuhaitan ilmenemisen todennäköisyys	1 / 100 a	1 / 70 a	1 / 90 a	1 / 50 a	1 / 70 a	1 / 30 a	1 / 10 a
Kustannus							
<u>Aikataulu</u> Suunnittelu Toteutus Jälkiseuranta	1 - 2 kk 2 - 4 kk 0 kk	1 - 2 kk 2 - 4 kk > 48 kk	2 - 3 kk 2 - 4 kk 24 - 48 kk	2 - 3 kk 2 - 4 kk 24 - 48 kk	2 - 3 kk 2 - 4 kk 24 - 48 kk	1 - 2 kk 2 - 4 kk > 48 kk	1 - 2 kk 1 - 2 kk > 48 kk
Kiinteistöhuolto	Ei	Koneellinen IV Huokoskaasu IV	Koneellinen IV Huokoskaasu IV	Koneellinen IV EI huokoskaasua	Koneellinen IV Huokoskaasu IV	Koneellinen IV Huokoskaasu IV	Koneellinen IV EI huokoskaasua
Jälkiseuranta	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä

Toteutuksen periaatepiirros

- Pohjan tiivistys, alipaineistettu alapohja ja radonputkisto
- Massanvaihto 6 m syvyyteen, johon asennettiin geokalvo ja huokoskaasuputkisto.
- Kemiallinen hapetus kohdistettiin 6-9 m syvyyteen.



AIKATAULU

	Toukokuu	Kesäkuu	Heinäkuu	Elokuu	Syyskuu	Lokakuu	Marraskuu
Kunnostussuunnittelu							
Pima-ilmoituksen käsittely (lainvoimainen)							
Urakka-asiakirjat							
Kilpailutus (hankinta ja odotusajat)							
Urakkaneuvottelut							
Vastaanoton kipailutus							
Ponttiseninät, aitaus, työmaatie, ym.							
Massanvaihto							
Kemiallinen hapetus							
Huokoskaasuputkiston ja kaivojen rakentaminen							
Kalvorakenteet							
Kaivannon täyttö							
Putkistojen koekäyttö							
Työmaan luovutus							
Rakennusluvan hakeminen							

Yhteenveto

Riskiperusteinen kunnostustavoite

Altistumisreitit, altistujat, ekologinen riski, terveysriski, riskin todennäköisyys, jne...

Tekninen soveltuvuus

Puhdistettava haitta-aine, haitta-
aineen ominaisuudet,
puhdistustavoite, maaperä- ja
pohjavesiolosuhteet, jne...

Puhdistuskohteen olosuhteet

Sopivuus hankkeeseen, aikataulu,
budjetti, alueen muut toimijat,
vaikutus sidosryhmiin, vaikutus
alueen asukkaisiin, jne...

Vaihtoehtovertailu,
kestävyyden arvionti
ja menetelmävalinta

KIIITOS!

Ville Kilponen
Projektipäällikkö

ville.kilponen@ramboll.fi
040-486 0685

