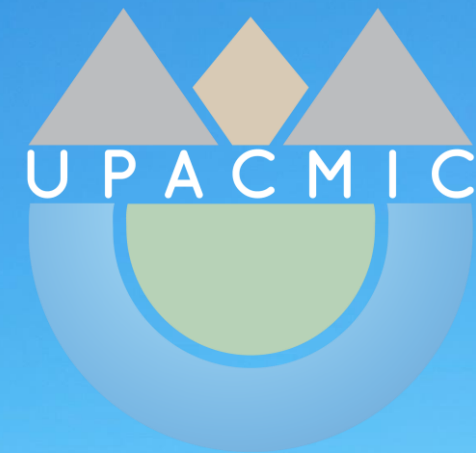


UPACMIC – Layman's report

Sivutuotteiden ja vaihtoehtoisten
rakennusmateriaalien hyödyntäminen kaivosten
suojarakenteissa

(Utilisation of by-products and alternative construction materials in
new mine construction)



Yhteistyössä:



Pyhäsalmi Mine

feasib



UNIVERSITY
OF OULU



HUESKER
Ideas. Engineers. Innovations.



LIFE12 ENV/FI/000592



Ympäristöministeriö
Miljöministeriet
Ministry of the Environment

RAMBOLL

skarta

fortum
For a cleaner world

PROJEKTIN YHTEENVETO

Yleiskatsaus

- Kesto: 2013-2022
- Projektin kumppanit: Ramboll Finland Oy, Skarta Finland Oy, Fortum Waste Solutions Oy
- Taustaa: Kaivostoiminnassa käytetään suuria määriä uusiutumattomia luonnonvaroja ja kaupallisia eristemateriaaleja. Samanaikaisesti teollisuudessa muodostuu maarakentamiseen soveltuvia sivuvirtoja.
- Aihealue: Vaihtoehtoiset rakennusmateriaalit kaivosrakentamisessa.


Tavoitteet

- Lisätä tietoisuutta vaihtoehtoisten rakennusmateriaalien käyttömahdollisuuksista kaivossektorilla.
- Todentaa, että projektin ratkaisut ovat toimivia, kilpailukykyisiä ja ympäristöystävällisiä.
- Hyötykäyttää kierrätysmateriaaleja ja säästää uusiutumattomia luonnonvaroja.
 - Yhteistyötä teollisuuden ja kaivossektorin välille.

Lisätietoja

- Kaikki projektin materiaalit ja tulokset on julkaistu projektin internetsivuilla:
<https://projektit.ramboll.fi/life/upacmic/>
- Projektin esittelyvideo:
 - <https://projektit.ramboll.fi/life/upacmic/mat/sku/UPACMIC-FIN-H264.mp4>
 - <https://youtu.be/musHjIYNI3w>



 **Heikko**
materiaalitehokkuus

 **Parempi**
materiaalitehokkuus

TAUSTAT

- Arvion mukaan EU-tasolla kaivosteollisuudessa syntyy vuosittain yli 400 miljoonaa tonnia jätettä. Pelkästään Suomessa kaivosjätteitä muodostuu arviolta 50 miljoonaa tonnia.
- Kaivosrakentamisessa tulee huomioida kaivosjätteen haittavaikutuksien minimoiminen suojaavilla pohjarakenteilla. Osassa nykyisistä kaivoksista tällaisia rakenteita ei ole, sillä ne on rakennettu vanhan lainsäädännön mukaisesti. Kaivosyhtiön velvollisuuksiin kuuluu sulkemisvaiheessa suojarakenteiden rakentaminen sekä kaivosalueen ennallistaminen. Huolelliset sulkemistoimenpiteet ovat erityisen tärkeitä silloin, kun kyseessä on vaarallinen jäte, josta voi liueta haitta-aineita sadeveden mukana pohjavesiin. Vaarattomat jätteet tulee maisemoida, esimerkiksi sivukivialueet. Kaivoksen suojaamistoimenpiteet ja maisemointi kuluttavat paljon erilaisia materiaaleja.
- Teollisuudessa, esimerkiksi voimalaitoksilla ja paperitehtailla, muodostuu paljon maarakentamiseen soveltuvia materiaaleja. Näitä sivuvirtoja kutsutaan uusiomateriaaleiksi. Vaihtoehtoisilla materiaaleilla voidaan korvata uusiutumattomia luonnonvaroja, kuten harju- ja moreeniainesta sekä kaupallisia eristemateriaaleja, kuten bentoniittituotteita ja geosynteettisiä materiaaleja. Hyötykäyttö vähentää myös teollisuuden jätteenkäsittelyn kustannuksia. Sivuvirtojen hyötykäyttö on kannattavaa, jos kuljetuskustannukset ja kuljetuksesta aiheutuvat päästöt pysyvät maltillisena.
- Vaihtoehtoisilla materiaaleilla on hyödyllisiä ominaisuuksia, jotka soveltuvat eri tarkoituksiin. Esimerkiksi kuitusavella on pieni vedenläpäisevyys, joten se soveltuu hyvin suojarakenteisiin. Joillakin materiaaleilla kuten kalkkikivellä on kemiallisia ominaisuuksia, joita voidaan hyötykäyttää vesien käsittelyssä. Luonnosta otettavia kasvukerrosmateriaaleja voidaan korvata anareobisella mädätysjäännöksellä.

Esimerkkejä teollisuuden sivuvirroista:



Jätekipsi



Kuitusavi



Voimalaittoisten
lentotuhkat



Jätekalkki



Valimohiekka



Anaerobinen
mädätysjäännös

MATERIAALISELVITYKSESTÄ TOTEUTUKSEEN

- Materiaaliselvityksessä verrataan materiaalien laatua, määrää ja kustannuksia sopivien materiaalien kartoittamiseksi.
- Materiaalitestaus on välttämätöntä materiaalin soveltuvuuden varmistamiseksi ko. sovellukseen.
- Pilotoinneilla todennetaan menetelmien toimivuus.

Pyhäsalmen kaivos,
Pyhäjärvi

Hituran kaivos, Nivala

Sorsasalon teollisuusjätekeskus,
Kuopio



Selvitetään paikallisten materiaalien mahdollisuudet ja rajoitukset: saatavuus, määrä, laatu, kustannukset, aikataulu



Laboratoriotutkimukset ja suunnittelu (tekniset ominaisuudet ja ympäristökelpoisuus)



Kenttätutkimukset (rakenteille potentiaalisimpien materiaalien testaus)



Täysimittainen pilotointi (parhaiksi todettujen materiaalien käyttö oikeissa rakenteissa)

MATERIAALITUTKIMUKSET

Materiaalitutkimusten avulla selvitetään materiaalin soveltuvuus suunniteltuun rakenteeseen.

Materiaalitutkimukset sisältävät:

- vesipitoisuus
- pH
- rakeisuus
- puristuslujuus
- vedenläpäisevyys
- routanousu
- liukoisuus
- reaktiivisuus

Materiaalitestaukset toteutettiin kahdessa vaiheessa;

1. materiaalit sellaisenaan
2. materiaaliseokset

- Suojarakenteiden materiaaleilta vaaditaan pieniä vedenläpäisevyyssarvoja. Esimerkiksi, jos paikallinen moreeni ei täytä vaatimuksia, sen ominaisuuksia voidaan parantaa sekoittamalla siihen vaihtoehtoisia materiaaleja, kuten lentotuhkaa. Saavutetaan teknisesti laadukas ratkaisu, jolloin paikallisen maa-ainesten hyötykäyttö on mahdollista.



UUSIEN RATKAISUJEN PILOTOINTI



Pintasuojarakenteen kenttätesti Pyhäsalmissa 2016 – 2019

- Rikastushiekka-altaiden suojarakennemateriaalien testaus kenttäolosuhteissa. Suojarakenteiden tarkoitus on estää rikastushiekan hapettuminen.
- Testattiin kipsiä, tuhkaa sekä niiden seoksia moreenin tai rikastushiekan kanssa
- Suuret sylinterimäiset rakenteet, joiden pohjalla lysimetrit keräsivät suotautuneen veden. Vesinäytteitä seurattiin 5/2016-8/2017.
- Tulokset:
 - Paksua kipsikerrosta (500 mm) on vaikea tiivistää, mutta tiivistys onnistuu hyvin ohuelle kerrokselle (150 mm).
 - Hyvin tiivistetyn kerroksen vedenläpäisevyys on vähäisempää.
 - Tuhka ei tässä tapauksessa suojannut rikastushiekkaa hapettumiselta.



Reaktiivisten rakenteiden pilotointi Hiturassa 2021-2022

- Kaivosjätealueelta suotautuva vesi on hapanta ja metallien saastuttamaa.
- Passiivinen vesienkäsittely: allasrakenne, jossa vesi virtaa painovoimaisesti ja materiaalit reagoivat vaarallisten aineiden kanssa.
- Käytettiin reaktiivisia materiaaleja (kalkkikivi, geopolymeeri) sekä kaupallista tuotetta (adsorptiomatto) uusissa olosuhteissa.
- Tulokset:
 - Passiivinen vesienkäsittely soveltuu happamille vesille
 - Veden metalliarvot pienenevät ja pH neutraloitui.
 - Kalkkikivipato toimi pilotointiolosuhteissa n. 1,5 kk.
 - Geopolymeerin käytöstä saatiin lupaavia tuloksia.
 - Kaupalliset matot toimivat pilotointiolosuhteissa n. 2 kk.



Pintarakenne Hiturassa 2017-2018 ja 2021

- Pintarakenne 1: Hituran toisen rikastushiekka-altaan suojarakenne (26,5 ha) koostuu kahdesta kerroksesta: vähän vettäläpäisevä tiivistyskerros ja suojaava kasvukerros. Tiivistyskerroksesta 56 % on rakennettu kuitusavella ja loput moreenilla. Kuitusavi on paperiteollisuudessa muodostuva sivuvirta.
- Pintarakenne 2: Esimurska-alueen (3,3 ha) maisemoinnissa hyötykäyttettiin ylijäämäsavea kaivosalueelta. Paikallisen (0,3 km) ylijäämämaan hyötykäyttö on ympäristöystävällisempi ja edullisempi ratkaisu verrattuna esimerkiksi moreeniin (16 km) tai kuitusaveen (167 km).
- Tulokset:
 - Pilotoinnilla todennettiin, että kuitusavella voidaan korvata perinteistä moreenia ja kerroksen läpäisi puolet vähemmän vettä.
 - Kuitusaven hyötykäytöllä säästettiin 30 000 m³ luonnon moreenia.
 - Noin 26 000 m³ erilaisia jättemateriaaleja hyötykäyttettiin rikastushiekka-altaan pintarakenteen kasvukerroksessa.
 - Kuitusavella käytöllä voidaan vähentää päästöjä, jos materiaalia on saatavilla riittävän lähellä rakennuskohdetta.
 - 20 000 m³ luonnon moreenia säästettiin ylijäämämaan hyötykäytöllä pintarakenteessa.
 - Ylijäämämaiden hyötykäytöllä voidaan vähentää päästöjä ja kustannuksia.

Pysyteristysseinä Kuopion Sorsasalossa 2020-2022

- N. 150 m pitkä ja keskimäärin 14 m korkea pystyteristysseinä kahden kaatopaikka-alueen välissä. Seinämä estää veden suotautumista vaarallisen ja vaarattoman jätteen välillä. Seinämä on rakennettu miltei 100% kierrätysmateriaaleista.
- Tulokset:
 - Noin 24 000 m³ luonnon moreenia säästettiin ja rakenne toimii suunnitellusti.



Kuitusavi
tiiviskerros



Ylijäämämaa
pintasuojarakenne



Pystyteristysseinä

PROJEKTIN TULOKSET

- Projektin tulokset ja kokemukset palvelevat kaivosrakentamisen kehitystarvetta ja ovat askel kohti ympäristöystävällisempää rakentamista.
- Tietoisuus vaihtoehtoisten rakennusmateriaalien käyttömahdollisuuksista kaivosrakentamisessa on lisääntynyt.
- Projekti on käytännön toimi EU:n jätehierarkian mukaisesti ja askel kohti kierrätysyhteiskunnan rakentamista.
- Yhteensä noin 100 000 m³ luonnon resursseja säästettiin (tämä määrä täyttäisi seitsemän jalkapallokenttää kahden metrin paksuudelta). Vastaava määrä sivutuotteita ja ylijäämämaita välttyi kaatopaikalle sijoittamiselta.
- Useita materiaalireseptejä testattiin ja eri tarpeisiin sopivia ratkaisuja löydettiin.
- Passiivisen vesienkäsittelyn todettiin soveltuvan happaman suotoveden neutralointiin.

Tiedon jakaminen alan kohderyhmille:

- 42 tapahtumaan osallistumista
 - 2 järjestettyä työpajaa
 - 3 konferenssiesitystä
- 4 julkaistua konferenssikirjoitusta
- 5 uutiskirjettä
- 3 haastattelua
- 10 uutisartikkelia
- Artikkelit ammattilehdessä, Materia-lehti 7/2022
- Opas *Uusiomateriaalien hyödyntäminen kaivosten suojarakenteissa*

