

KAIVOSVESIEN HALLINTA JA KÄSITTELYMENETELMÄT



PÖYRY

**KIRSI HAANPÄÄ
PÖYRY FINLAND OY**

**KESTÄVÄ KAIVOSTOIMINTA -TUTKIMUSSEMINAARI
21.11.2013, MUTKU RY**

ESITYKSEN SISÄLTÖ



1. Miksi aiheesta keskustellaan – konsultin näkökulma
2. Kaivosvesien hallinta nyt ja tulevaisuudessa
3. Kaivosvesien käsittelymenetelmät nyt ja tulevaisuudessa
4. Kokemuksia ja ajatuksia
5. Yhteenveto

MIKSI AIHEESTA KESKUSTELLAAN – KONSULTIN NÄKÖKULMA

- Kaivosteollisuuden uuden nousun myötä kaivosten ympäristöongelmat nousseet esille medioissa
- Yleinen ympäristötietoisuus lisääntynyt verrattuna aiempaan Suomen kaivosteollisuuden kulta-aikaan
- Vesitaseen hallinta ja vesienkäsittely yleisinä puheenaiheina
- Lupamääräykset kiristyvät, kaikkien kaivosalan toimijoiden tietoisuus lisääntynyt viime vuosina
- Kaivosyhtiöt sitoutuneita hoitamaan vesienhallintansa kuntoon ja toimimaan ympäristön kannalta kestävällä tavalla



Lähde: <http://www.tailings.info>

ESITYKSEN SISÄLTÖ

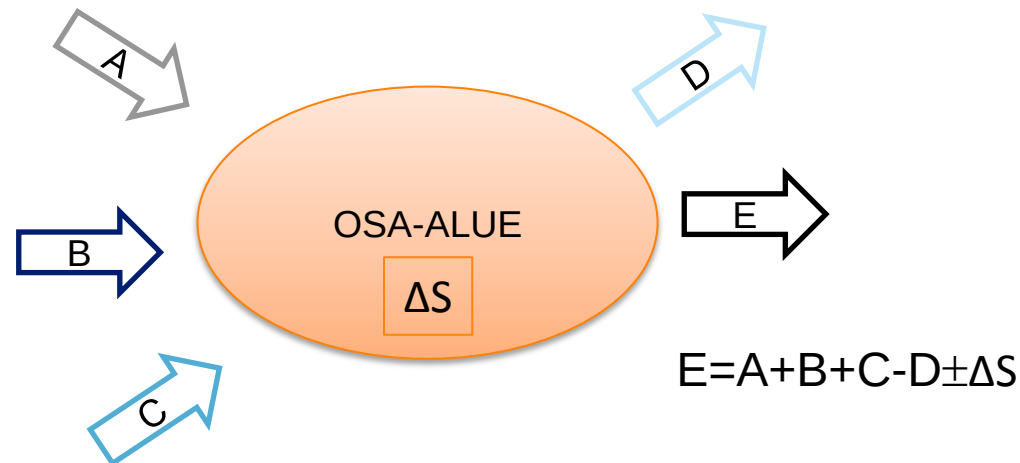


1. Miksi aiheesta keskustellaan – konsultin näkökulma
2. Kaivosvesien hallinta nyt ja tulevaisuudessa
 - Vesitase, mikä se on ja mihin sitä tarvitaan?
 - Vesitaseen hyödyntäminen kaivoksen vesienhallinnan suunnittelussa
3. Kaivosvesien käsittelymenetelmät nyt ja tulevaisuudessa
4. Kokemuksia ja ajatuksia
5. Yhteenveto

MIKÄ ON VESITASE?

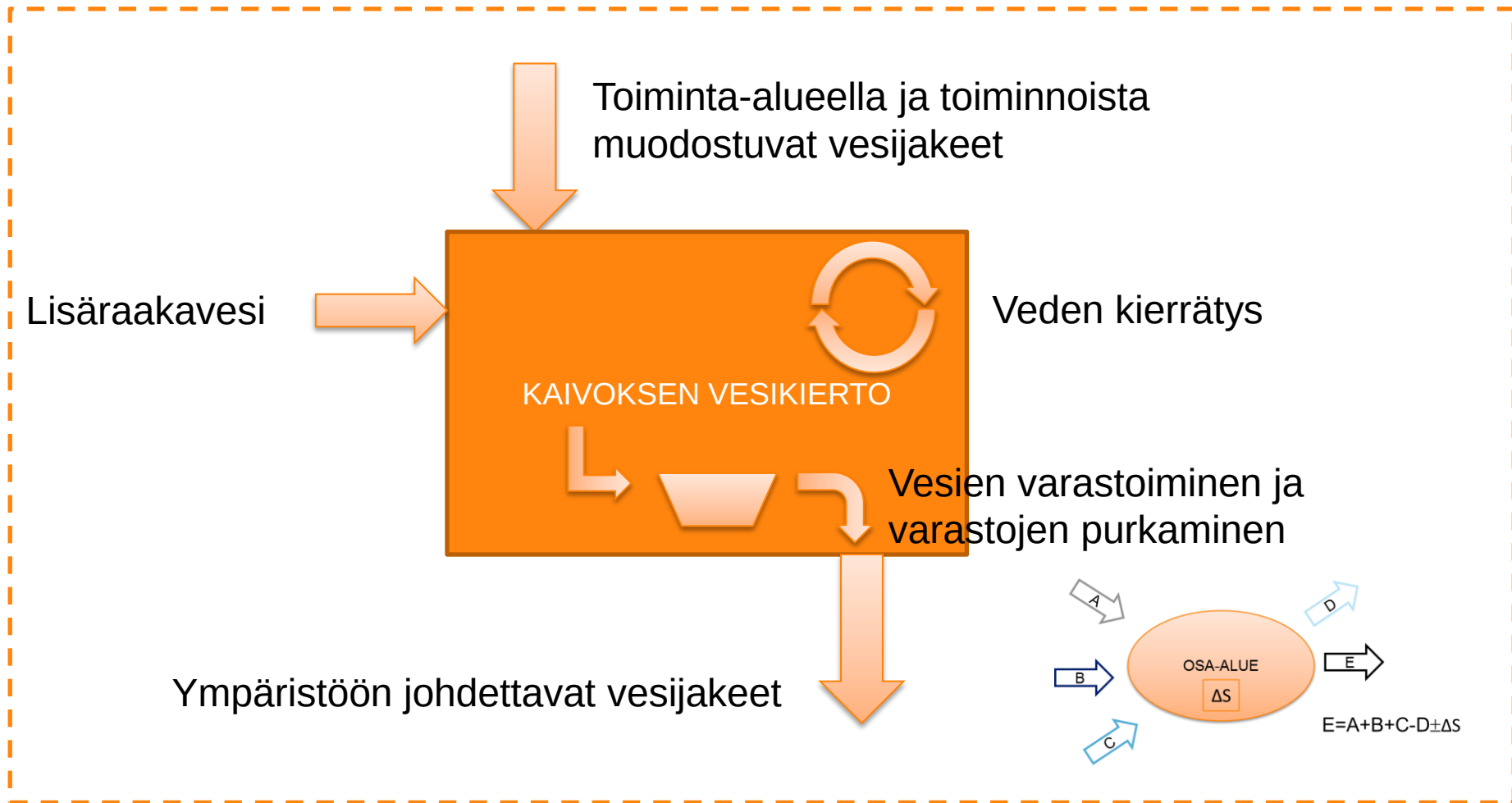
Taselaskennan pääperiaate – "Site Wide Water Balance"

Tuleva = Lähtevä ± Varastoituminen



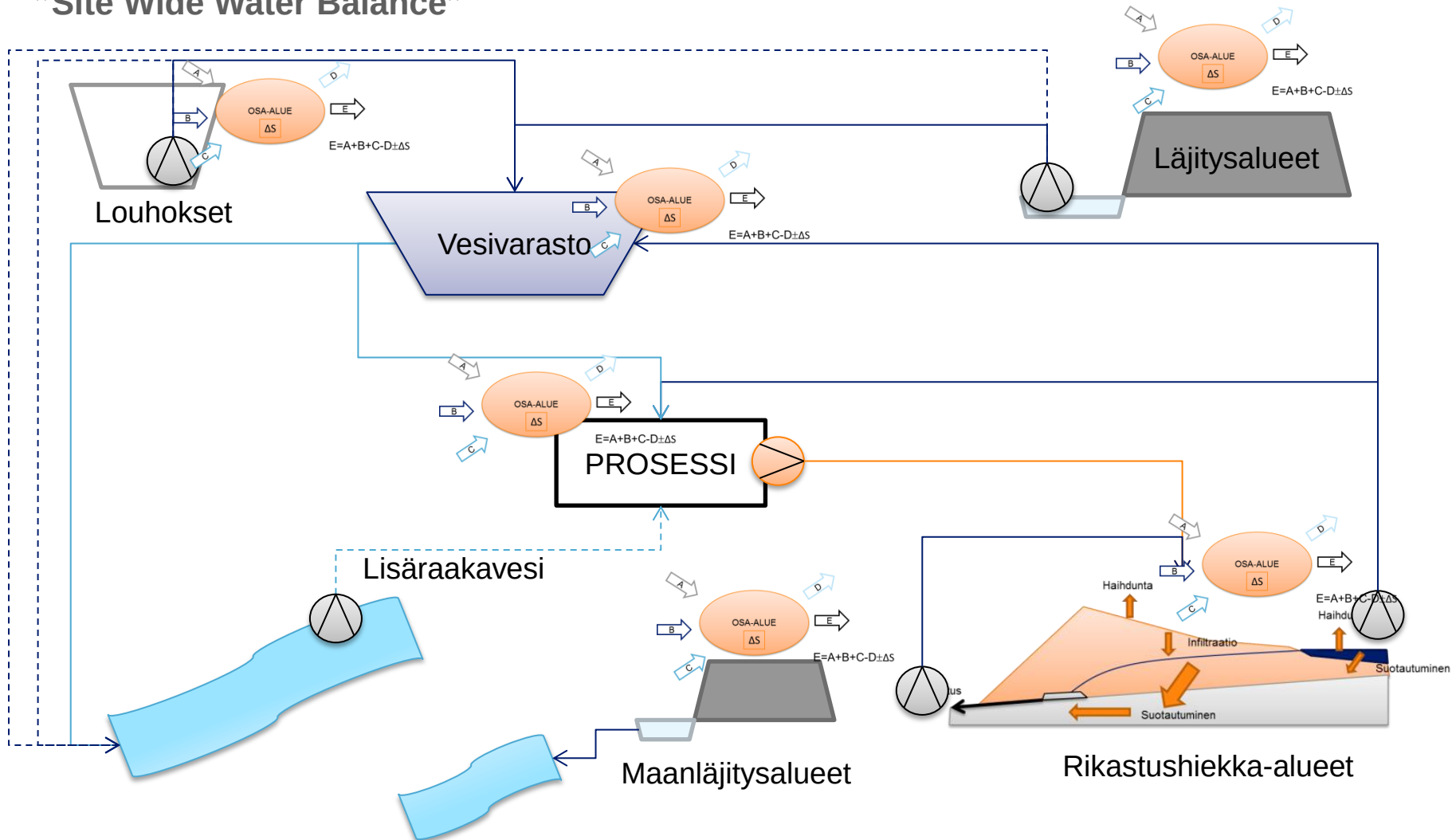
MIKÄ ON VESITASE?

”Site Wide Water Balance”



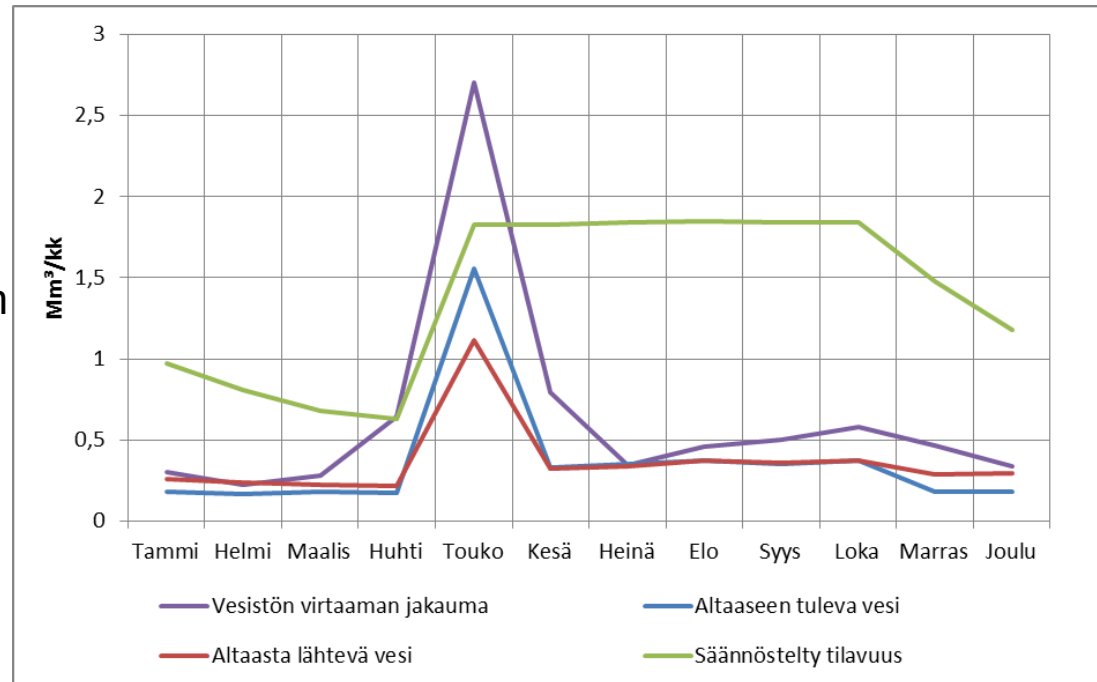
MIKÄ ON VESITASE?

"Site Wide Water Balance"



VESITASEEN HUOMIOIMINEN KAIVOKSEN VESIENHALLINNAN SUUNNITTELUSSA – VEDEN VARASTOIMINEN

- Vesitaselaskennan tuloksista tiedetään määrät muodostuville vesille
- Ympäristön vaatimuksista saadaan rajoitukset / ehdot yliteveden määrälle ja ylitevesien purkamisen jakautumiselle
 - Usein tavoitteena, että vesiä puretaan silloin kuin vesistöjen virtaamat suurimmillaan
 - Ristiriita veden varastoimisen tavoitteiden kanssa!
- Varastoiminen on välttämätöntä, jotta pumppauskapasiteetit ja putkilinjojen dimensiot eivät muodostu kohtuuttomiksi



- Vettä on varastoitava myös sen riittävyyden takaamiseksi
- Vesivarastoaltaille on laadittava säännöstelylaskelmat ja suunnitelmat altaiden säännöstelylle.

VESITASEEN HUOMIOIMINEN KAIVOKSEN VESIENHALLINNAN SUUNNITTELUSSA – PUMPPAUKSEN MITOITUS

- Pumppaamojen toimintapiste
 - Pumput käyvät parhaalla hyötysuhteella
 - Mitoitus virtaaman ja nostokorkeuden suhteen
 - Nostokorkeuteen vaikuttaa painelinjan dimensio, materiaali, pituus ja topografia
 - **Keskimääräisen virtaaman mukaan**
- Pumppaamon maksimitoimintapiste
 - Hetkellinen maksimivirtaama
 - Pumput voivat toimia huonommalla hyötysuhteella
- Pumput taajuusmuuttajaohjattuina
 - Pumppaus joustavampaa (moottori pyörii prosessin tarpeen mukaisella nopeudella)
 - Taajuusmuuttajat nykyään verrattain halpoja
 - Säästöjä energiakustannuksissa
 - Pumppujen käyttö ”pumppuystävällisempää” (käyttölaitteiston raskautuksen pieneminen)

VESITASEEN HUOMIOIMINEN KAIVOKSEN VESIENHALLINNAN SUUNNITTELUSSA - VARAJÄRJESTELMÄT

- Vesitaseen mukaisiin vesimääriin liittyy aina vesien laatu
- Vesienhallintajärjestelmän on oltava riittävän joustava, mikäli
 - Vesimäärät ovat poikkeavia
 - Vesien laatu on poikkeavaa
- Varajärjestelmän kunnollinen käyttö edellyttää vesimäärien ja vesien laadun riittävää tarkkailua ja varautumissuunnitelmaa poikkeuksellisten tilanteiden varalle
- Varajärjestelmä voi olla esim.
 - Valmiiksi rakennettu lisäpumppauskapasiteetti kriittisillä pumppaamoilla (esim. normaali pumppukonfiguraatio 1+1 ja poikkeustilanteessa 2+0)
 - Siirrettävien pumppaamojen varustaminen
 - Varautuminen lisäpumppaukseen rakentamalla riittävän suuret putkilinjat tai varalinjat tai huomioimalla maksimitilanne paineluokissa

VESITASEEN HUOMIOIMINEN KAIVOKSEN VESIENHALLINNAN SUUNNITTELUSSA – MITTAUS JA SÄÄTÖ

- Vesienhallintajärjestelmä tulisi varustaa riittävillä säädöillä ja automatiikalla
- Pitää ymmärtää miten logiikka ja ohjaus toimii ja mitä mahdollisuuksia ja rajoituksia on
 - ESIMERKKI: louhosten kuivatusvedet voidaan pumpata kuivana kautena vesivarastoon ja märkänä kautena vesivaraston ohi muuhun vesialtaaseen (tai esim. ylivuotona)
 - Jokainen pumppausvaihtoehto on kuvattava erikseen ohjauslogiikkaan ja vietävä sinne ("if", "if and", "then").
- Virtaamia ja varastoitumista tarkkailtava jatkuvasti
 - Ohjauslogiikka perustuu veden syöttöön, varastoitumiseen ja vettä käyttävän yksikön vaatimuksiin. Rajoittavia tekijöitä ovat pumppujen ja putkistojen kapasiteettien lisäksi varastotilanteet.
 - Vettä käyttävässä yksikössä voi olla esim. tarve vedelle ja pumppujen ja putkistojen kapasiteetit ovat riittävät, mutta varasto vähäinen.
 - Voi olla myös, että varastoa on, mutta veden siirron välineistön kapasiteetit eivät riitä.
- Kalibrointi vaaditaan, jotta voidaan varmistua siitä, että logiikka toimii oikein
 - Systeemin kalibroinnin kannalta tarvitaan enemmän virtaamanmittauspisteitä kuin vesitaseen kannalta.

ESITYKSEN SISÄLTÖ

1. Miksi aiheesta keskustellaan – konsultin näkökulma
2. Kaivosvesien hallinta nyt ja tulevaisuudessa
3. Kaivosvesien käsittelymenetelmät nyt ja tulevaisuudessa
 - Vesienkäsittelyn haasteet
 - Haitallisia komponentteja kaivosvesissä
 - Yhden vesivirran käsittelystä jaekohtaiseen käsittelyyn
 - Aktiiviset ja passiiviset käsittelymenetelmät
 - Vesienkäsittelyn kehityssuunta
4. Kokemuksia ja ajatuksia
5. Yhteenveto



VESIENKÄSITTELYN HAASTEET

- Käsiteltäviä kaivosvesiä
 - Louhosten kuivatusvedet
 - Valumavedet malmin ja sivukiven läjitysalueilta
 - Rikastushiekka-alueiden vedet
 - Suotovedet
- Eri lähteistä peräisin olevat vedet saattavat olla koostumukseltaan hyvinkin erilaisia
- Käsittelyä vaativia vesiä voi syntyä vielä kaivoksen aktiivisen toiminnan jälkeenkin, esim. sulfidisten malmin hapettuminen voi jatkuva satoja vuosia



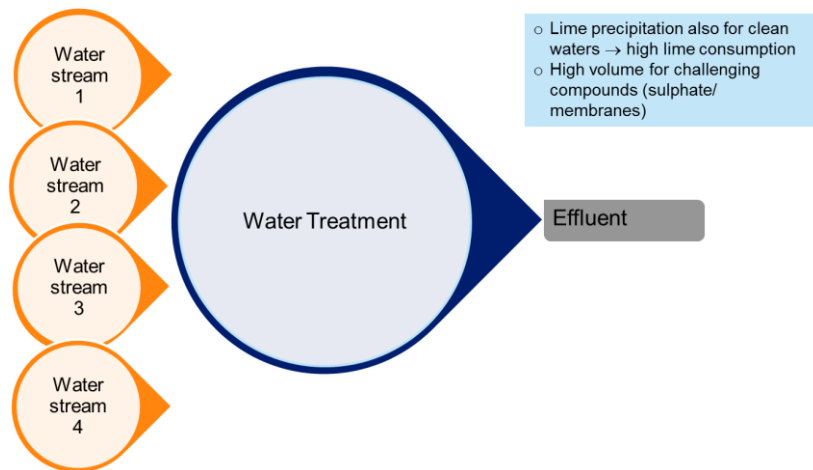
Lähde: Mroueh, U-M ja Vestola, E. 2008.
Sulfaatinpelkistykseen hyödyntäminen happamien
Kaivosvesien käsittelyssä.

HAITALLISIA KOMPONENTTEJA KAIVOSVESISSÄ

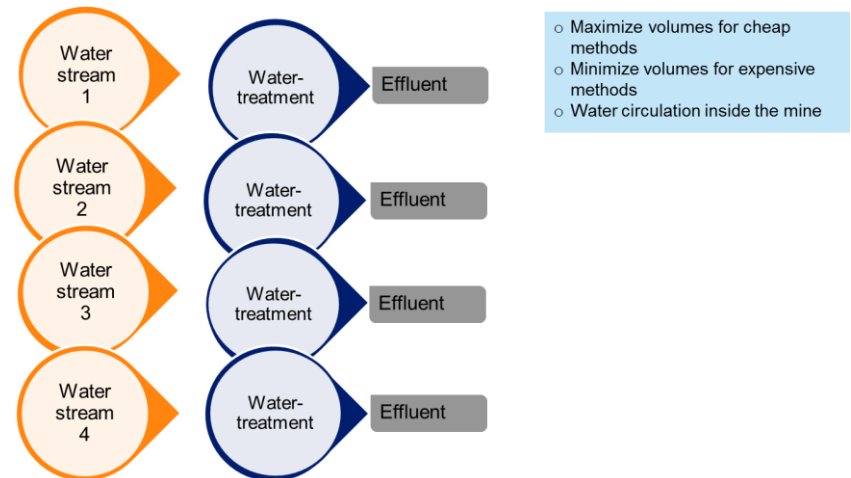
- Kiintoaineet
- Happamoituneet kaivosvedet
 - Sulfidiset mineraalit tuottavat rikkihappoa altistuessaan ilmalle ja vedelle
- Liuenneet metallit ja muut haitalliset aineet (esim Cu, Ni, Pb, Zn, Hg, Cd, Mn, Al, As, ...)
- Kaivosvesiin päätyvät metallit ja niiden pitoisuudet ovat tapauskohtaisia, mutta periaatteessa kaikkia malmissa esiintyviä metalleja voi päätyä kaivosvesiin
- Happamat olosuhteet lisäävät liukenemista voimakkaasti
- Syanidi (Au prosessit)
- Emäksiset kaivosvedet
- Räjähdyksinejäämien typpiyhdisteet
- Runsasliukoiset suolat
- Kemikaalijäämät (esim. vaahdotuskemikaalit)

YHDEN VESIVIRRRAN KÄSITTELYSTÄ JAEKOHTAISEEN KÄSITTELYYN

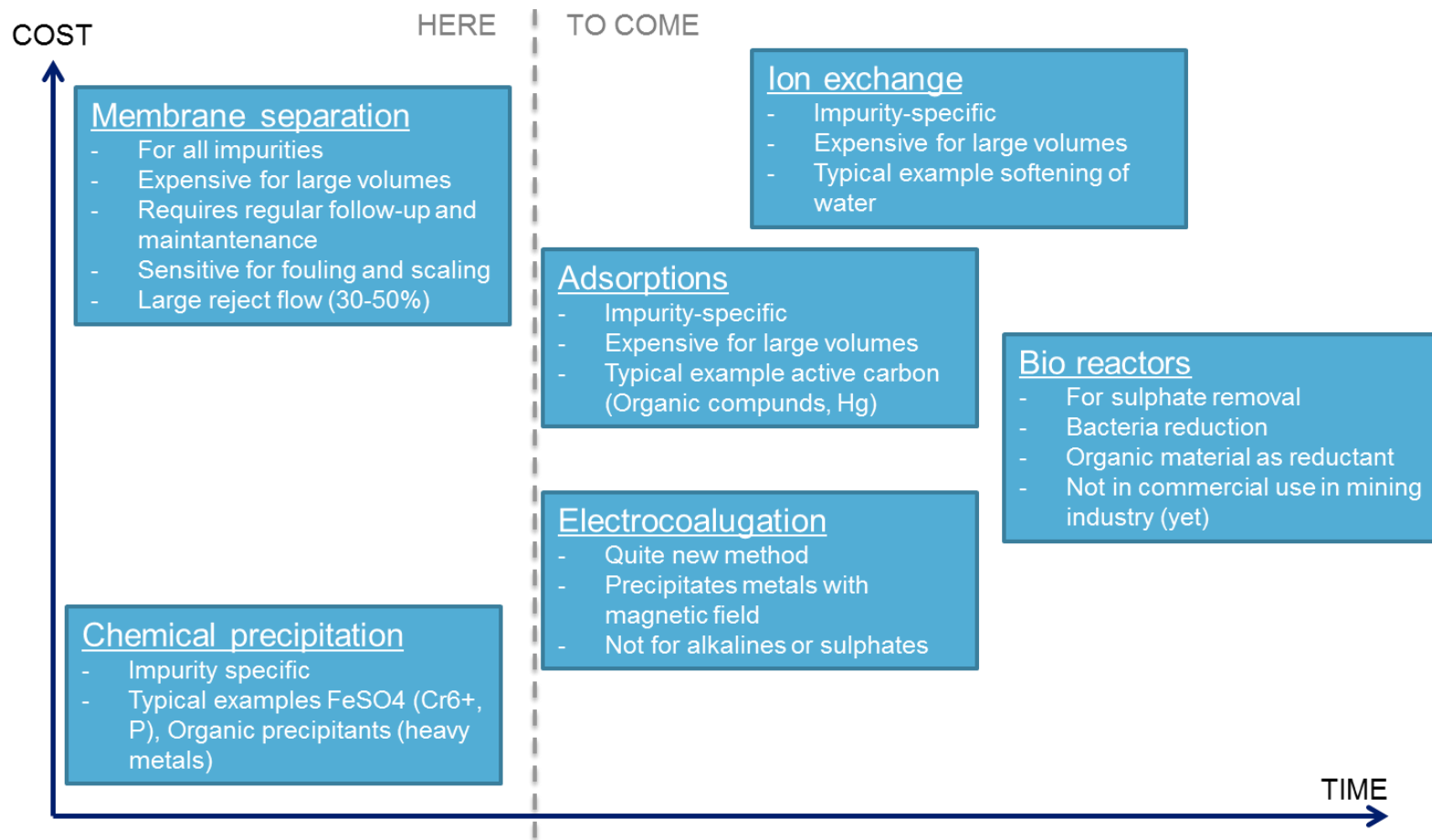
CURRENT SITUATION



NEXT GENERATION



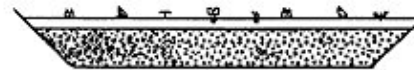
AKTIIVISET JA PASSIIVISET KÄSITTELYMENETELMÄT



AKTIIVISET JA PASSIIVISET KÄSITTELYMENETELMÄT

- Rakennetut kosteikot
- Reaktiiviset seinämät ja suotopatjat
- Yhdistelmät
- Rakennusaineina orgaaniset materiaalit, kalkkikivi ja tiiviit maakerrokset tai kalvot
- Vesi puhdistuu fysikaalisten, kemiallisten ja biologisten prosessien avulla
- Vaativat paljon tilaa mutta vähän ylläpitoa → soveltuvat hyvin pitkäaikaiseen käyttöön

A. Aerobic Wetlands



1-3 in. Water
1-3 ft. Organic Matter

B. Anaerobic Wetlands



1-3 in. Water
1-2 ft. Organic Matter
.5- 1 ft. Limestone

C. Alkalinity Producing Systems (APS)



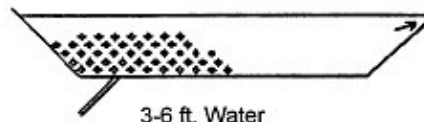
3-6 ft. Water
6-12 in. Organic Matter
1-2 ft. Limestone
Drainage System

D. Anoxic Limestone Drains (ALD)



2-4 ft. Soil
20-40 mil Plastic Liner
surrounding or covering LS
Trench or bed of Limestone

E. Limestone Pond



3-6 ft. Water
1-3 ft. Limestone

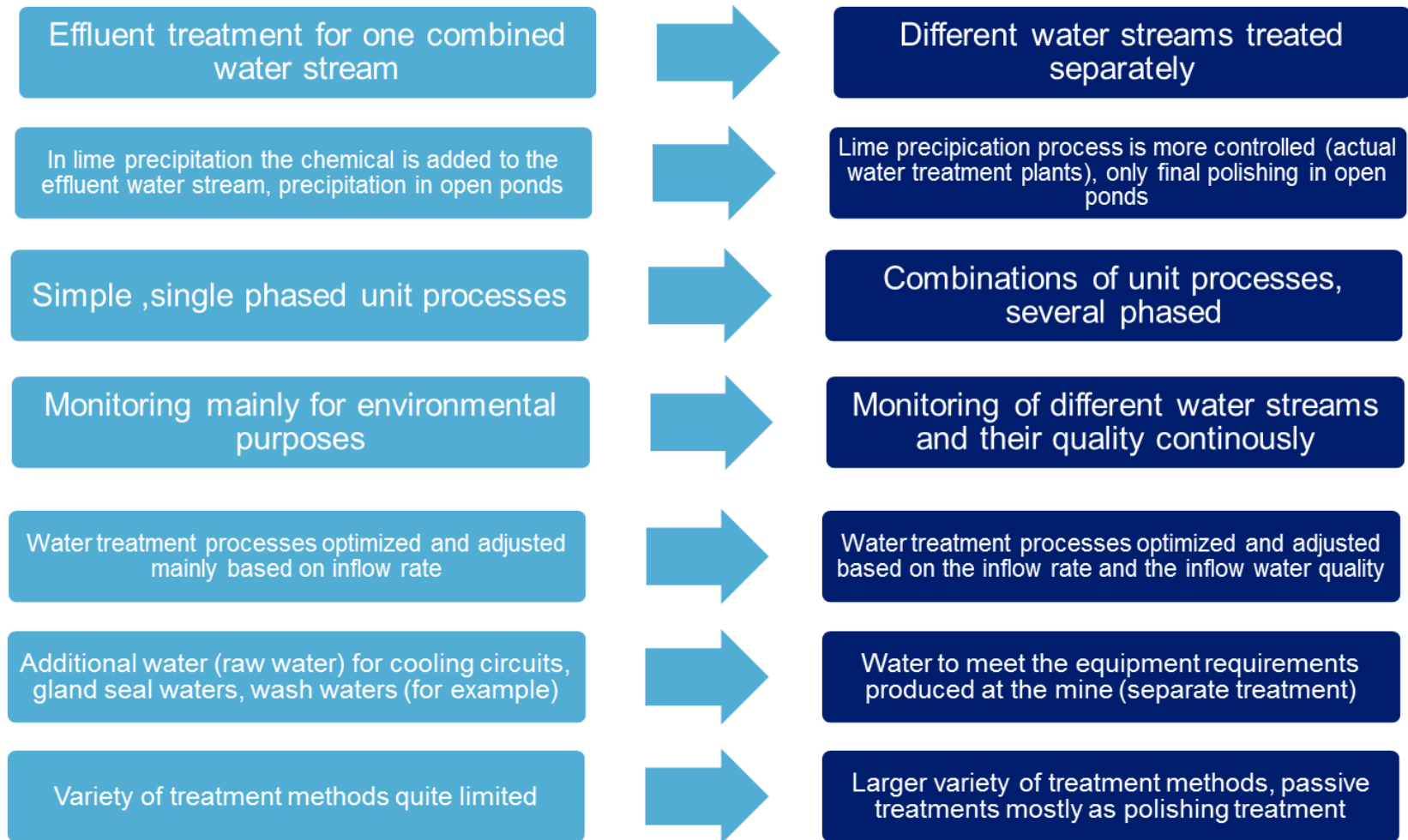
F. Open Limestone Channel (OPC)



Small or large sized Limestone placed
along sides and in bottom of culverts,
diversions, ditches, or stream channels.

Lähde: West Virginia University Extension Service. *Overview of Passive Systems For Treating Acid Mine Drainage.* (<http://www.wvu.edu>)

VESIENKÄSITTELYN KEHITYSSUUNTA



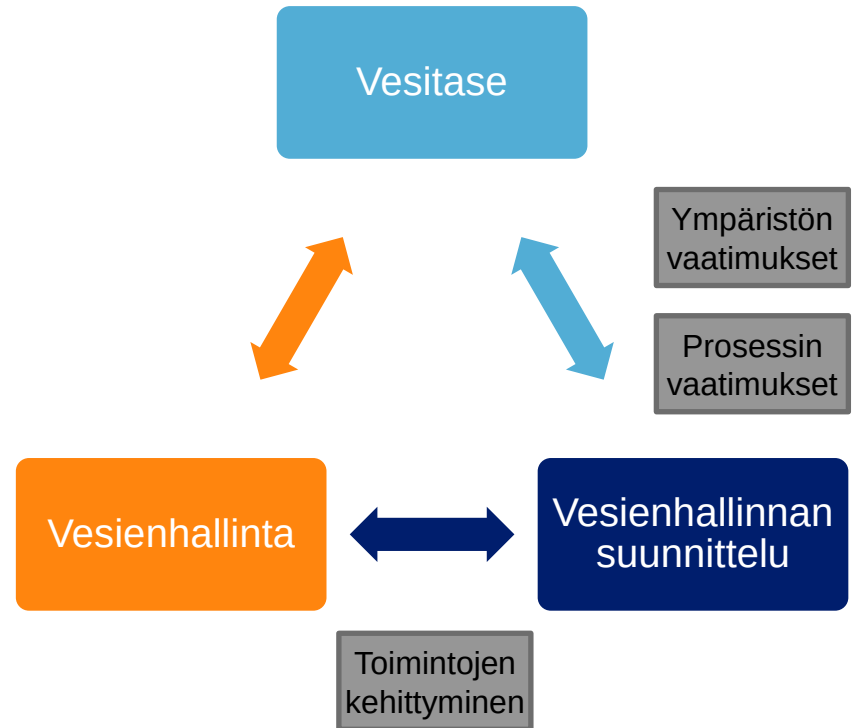
ESITYKSEN SISÄLTÖ

1. Miksi aiheesta keskustellaan – konsultin näkökulma
2. Kaivosvesien hallinta nyt ja tulevaisuudessa
3. Kaivosvesien käsittelymenetelmät nyt ja tulevaisuudessa
4. Kokemuksia ja ajatuksia
5. Yhteenveto



KOKEMUKSIA JA AJATUKSIA

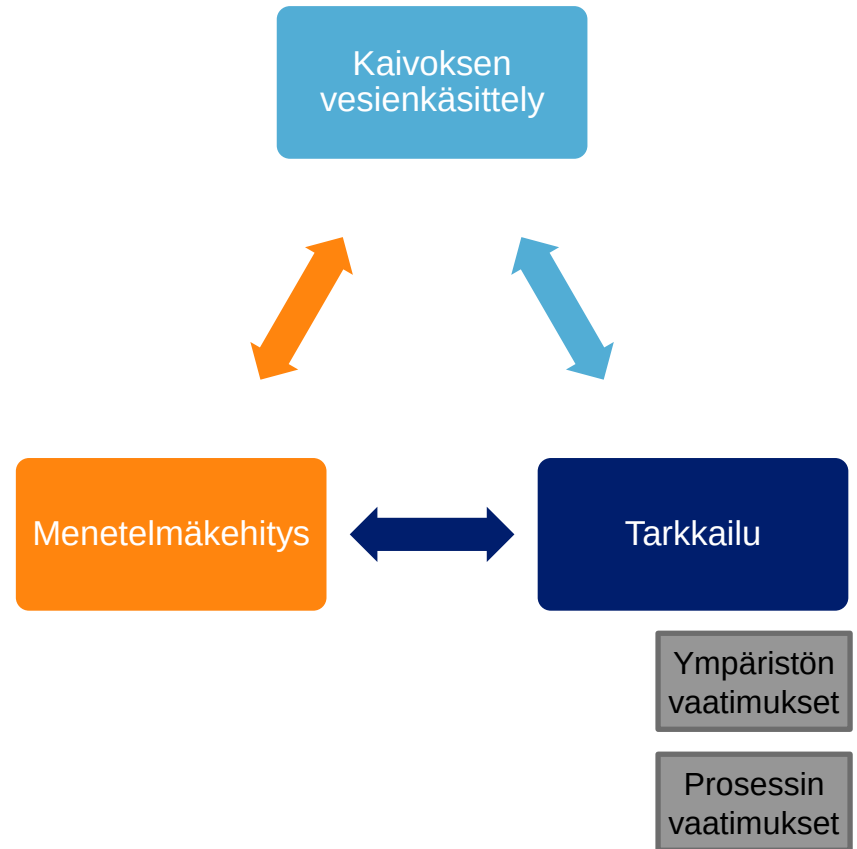
- VESITASEEN PÄIVITYS JA YLLÄPITO TUOTANTOVAIHEESSA
 - ❑ Päivitys ja ylläpito on jatkuva prosessi
 - ❑ Vesitasetta peilataan havaittuihin virtaamiin ja tehdään tarvittavat korjaukset
 - ❑ Rikastushiekka-alueiden ja louhosten realisoituneet vesitaseet erityishuomiossa (myös sivukivialueet)
 - ❑ Huomioidaan ympäristövaikutusten seuranta ja seurannan johtopäätökset sekä mahdolliset uudet vaatimukset
 - ❑ Huomioidaan prosessin vaatimusten päivitykset (esim. kierrätysasteen kasvu, vesikierron tehostaminen ym.)



KOKEMUKSIA JA AJATUKSIA

- VESIENKÄSITTELYMENETELMÄT

- ☐ Hankevaiheessa muodostuvien vesijakeiden laadut arvioita, jotka perustuvat laboratorio- tai pilot-mittakaavan testeihin
- ☐ Muodostuvien vesijakeiden laatu realisoituu vasta tuotannon alettua
- ☐ Tarkkailu keskiössä: huomioidaan ympäristövaikutusten seuranta ja seurannan johtopäätökset sekä mahdolliset uudet vaatimukset
- ☐ Huomioidaan prosessin vaatimusten päivitykset (esim. kierrätysasteen kasvu, vesikierron tehostaminen ym.)
- ☐ Investointina vesienkäsittelyyn tulee kuitenkin varautua jo hankevaiheessa. "Parhaassa" tapauksessa investointia voidaan kuitenkin siirtää.



ESITYKSEN SISÄLTÖ

1. Miksi aiheesta keskustellaan – konsultin näkökulma
 2. Kaivosvesien hallinta nyt ja tulevaisuudessa
 3. Kaivosvesien käsittelymenetelmät nyt ja tulevaisuudessa
 4. Kokemuksia ja ajatuksia
 5. Yhteenveto
-



YHTEENVETO

- Vesitase ei ole yksi numero ja se muuttuu kaivoksen elinkaaren aikana.
- Eri skenaarioille laadittu riittävän tarkka vesitase antaa kaivokselle mahdollisuuden yksityiskohtaiseen vesienhallinnan varautumissuunnitelmaan.
- Vesimäärien lisäksi aina on tiedettävä vesien laadut. Tarkkailu on sekä vesimäärien että laatuojen suhteen keskiössä.
- Tulevaisuudessa aktiiviset vesienkäsittelymenetelmät yleistyvät. Passiiviset menetelmät ovat kuitenkin edelleen soveltuvia.

KIITOS!



Kirsi-Marja Haanpää
Projektipäällikkö, Pöyry Finland Oy

kirsi-marja.haanpaa@poyry.com
+358 50 351 9641