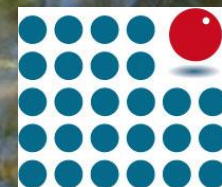




Tulevaisuuden tarpeet kaivosten vesienkäsittelyssä

Vesi-Forum 7.10.2010



OSKE
YMPÄRISTÖTEKNOLOGIAN
KLUSTERIOHJELMA

Taustatiedot

- Tämä puheenvuoro perustuu pääosin Pöyryn Oulu Innovation Oy:lle ja Cewicille laatimaan katsaukseen:

” Osaamis- ja tarvekartoitus Pohjois-Suomen kaivannaisteollisuuden vesiensuojelussa ja – käsittelyssä ”
- Selvitystä ohjaa ja koordinoi ohjausryhmä, jossa oli jäseninä:
Pasi Keinänen Oulu Innovation Oy
Eero Huttunen Cewic
Simo Pehkonen Cewic
Jouni Kääriäinen Cewic
Raimo Ihme SYKE/Vesienhoitoyksikkö
- Selvityksen laatijoista on esittelijän lisäksi tässä tilaisuudessa vastaamassa mahdollisiin kysymyksiin DI/MMK Juhani Anhava



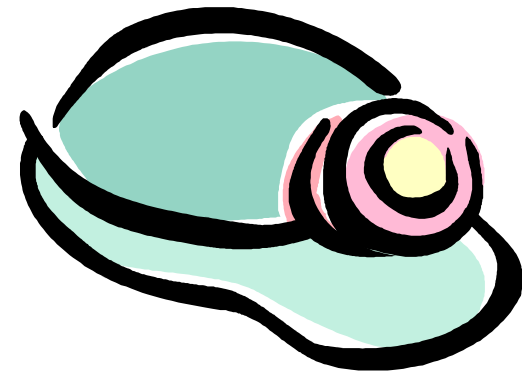
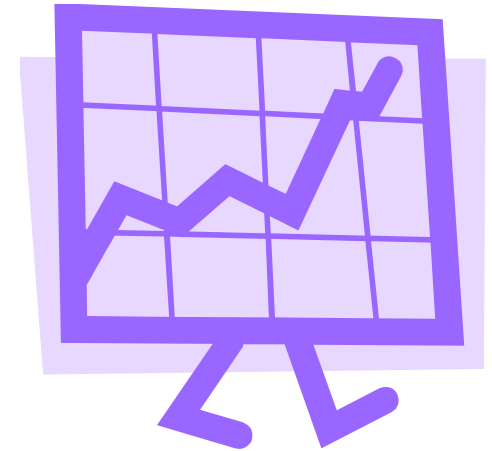
Oulu Innovation Oy

Osaamis- ja tarvekartoitus Pohjois-Suomen kaivannaisteollisuuden vesiensuojelussa ja -käsittelyssä



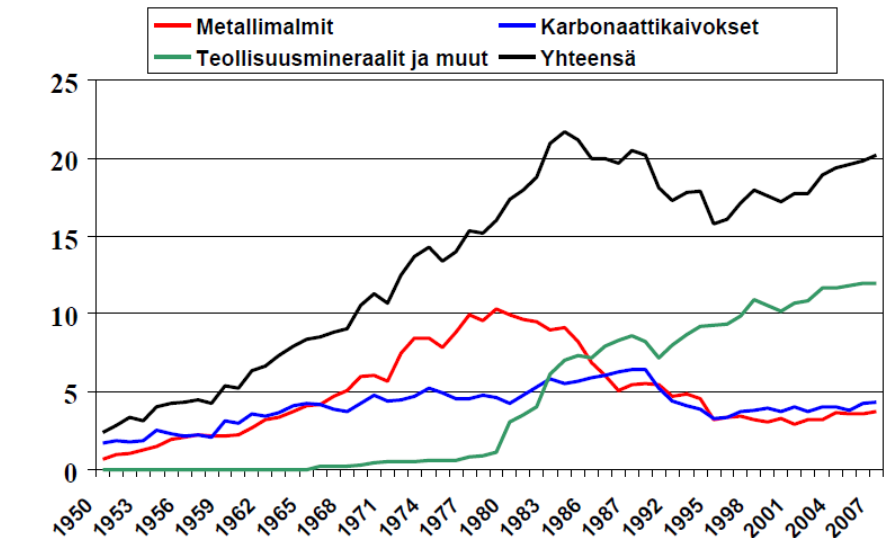
Johdanto Suomen kaivannaisteollisuuteen

- Olemme jokapäiväisessä elämässään tekemisissä kaivannaisteollisuuden tuotteiden kanssa. Esimerkiksi kännykän valmistamiseen tarvittavien metallien saamiseksi tarvitaan 20 eri kaivosta. Maataloustuotteiden tuottamiseen tarvitaan monissa tapauksissa merkittäviä määriä mineraalisia lannoitteita. Biomassan hyödyntäminen esim. biopolttoaineiden tuotannossa kasvattaa lannoitustarvetta.
- Kaivannaisteollisuus on olennainen osa Suomen kansantaloutta, jonka palveluksessa oli vuonna 2007 suoraan n. 14 000 henkilöä
- Toimialan merkityksen kasvu liittyy laajempaan mineraalisten luonnonvarojen globaalin kysynnän ja raaka-ainekilpailun kasvuun.
- Tässä puheenvuorossa käsitellään kaivannaisteollisuuden vesiensuojelua ja vesien käsittelyä ja tarpeita Pohjois-Suomessa teollisuusmineraalien ja metallimalmien osalta (kaivoslain 503/1965 mukaiset kaivoskivennäiset)



Tuotantomäärien (malminlouhinta) kehittyminen Suomessa

Louhinta Suomessa 1950-2007



Lähde: TEM, 2008

Kaivosten tuotantomäärät Suomessa ovat kasvusuunnassa

- Vuoden 2007 jälkeen käynnistyneet kaivokset huomioiden kokonaistuotanto on korkeammalla tasolla kuin koskaan aiemmin.
- Metallisten malmien osuus pienentynyt huomattavasti 1970-luvulta 2007 vuoteen saakka mutta viime vuosina osuus on taas kasvusuunnassa.
- Metallimalmien osalta Pohjois-Suomen kaivosten osuus malmin kokonaislouhinnasta oli vuonna 2007 n. 97 %. Karbonaattikivien osalta osuus oli n. 3 % ja muiden teollisuusmineraalien osalta noin 8 %

Kaivostoiminnan nykytilanne Suomessa – Metalliset malmit

Pohjois-Suomen

Aktiiviset kaivokset 2010

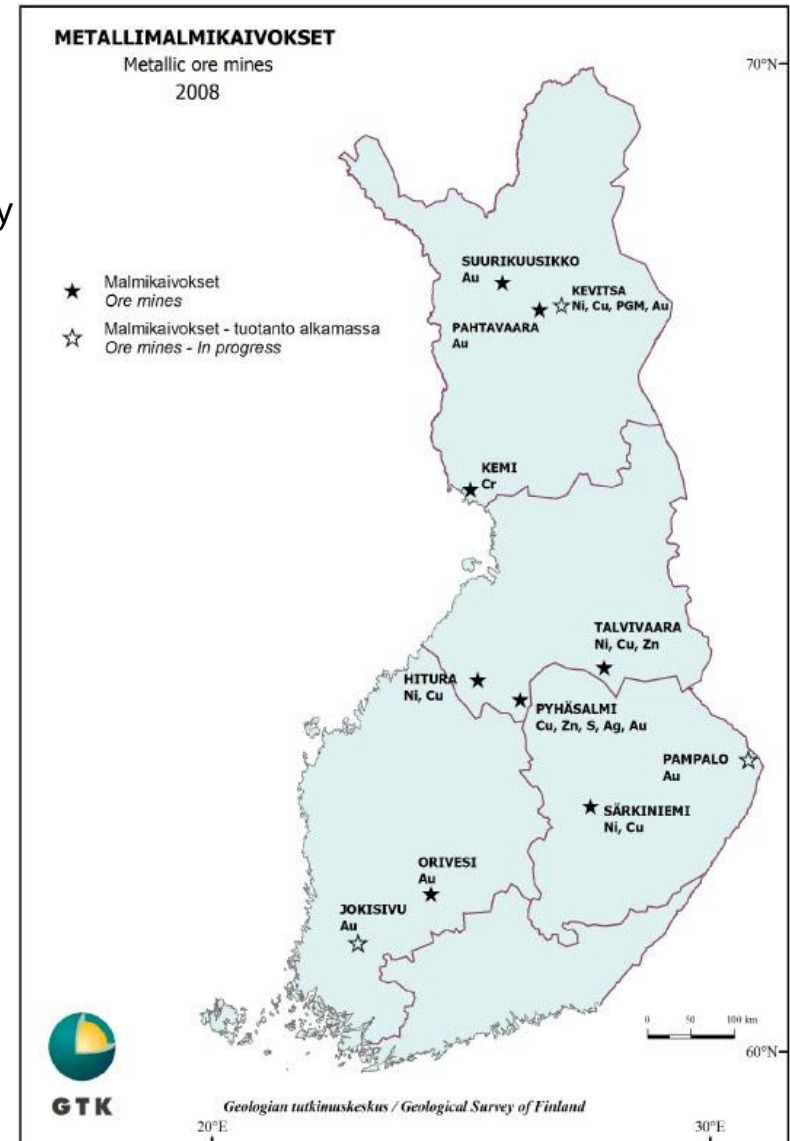
- Suurikuusikko Kittilä (Au), Agnico-Eagle
- Pahtavaara Sodankylä (Au), Lapland Goldminers Oy
- Elijärvi Kemi (Cr), Outokumpu Chrome Oy
- Talvivaara Sotkamo (Ni), Talvivaara Oy
- Hitura Nivala (Ni), Belvedere Resources Oy
- Pyhäsalmi (Cu, Zn), Inmet Finland Oy

Rakenteilla

- Kevitsa Sodankylä (Ni), Kevitsa Mining Oy
- Laivakangas Raahe (Au), Nordic Mines AB

Suunnitteilla

- Hannukainen Kolari (Fe), Northland Exploration Finland Oy
- Suhanko Ranua (PGE), Gold Fields Arctic Platinum Oy
- Mustavaara Taivalkoski (V), Vanadis Mines Oy
- Viiankiaapa Sodankylä (Ni), Anglo American B.V.
- Kaukua Posio (PGE), Nortec Minerals Oy



Kaivostoiminnan nykytilanne Suomessa - Teollisuusmineraalit

Pohjois-Suomen

Aktiiviset kaivokset 2010

- Kalkkimaan Tornio (Dol), SMA Saxo Mineral Oy
- Ristimaa Tornio (Kva), SMA Saxo Mineral Oy
- Metsäsianniemi Kiiminki (Mg, Al, Fe), Paroc Oy
- Reetinniemi Paltamo (Dol, Klk), Juuan Dolomiittikalkki Oy
- Lahnaslampi/Punasuo ja Uutela Sotkamo (Talkki +Ni), Mondo Minerals B.V.
- Pyhäsalmi (S), Inmet Finland Oy

Suunnitteilla

- Ruonaaja Kolari (Klk), Nordkalk Oyj
- Sokli Savukoski (Apatiitti), Yara Suomi Oy
- Mieslahti ja Pihlajavaara (talkki), Mondo Minerals B.V.



Kalsiitti



Dolomiitti

INDUSTRIAL MINERALS AND ROCKS

Mines and quarries in Finland 2008

Lithology

- Caledonian tectonic units
- Mainly Neo- and Mesoproterozoic sediments
- Mesoproterozoic rapakivi granites
- Paleoproterozoic igneous rocks
- Paleoproterozoic schists
- Archean rocks

Commodities

- Calcite, calcite marble
- W Calcite, wollastonite, calcite marble
- D Calcite, calcite and dolomite marbles
- ◆ Dolomite marble
- ⊕ Quartz
- ⊕ Feldspars and quartz
- ⊗ Pyrite
- ⊕ Apatite, calcite, dolomite, mica
- Talc and nickel
- ▲ Industrial rock
- ▲ Gemstone
- Soapstone



Geological Survey of Finland

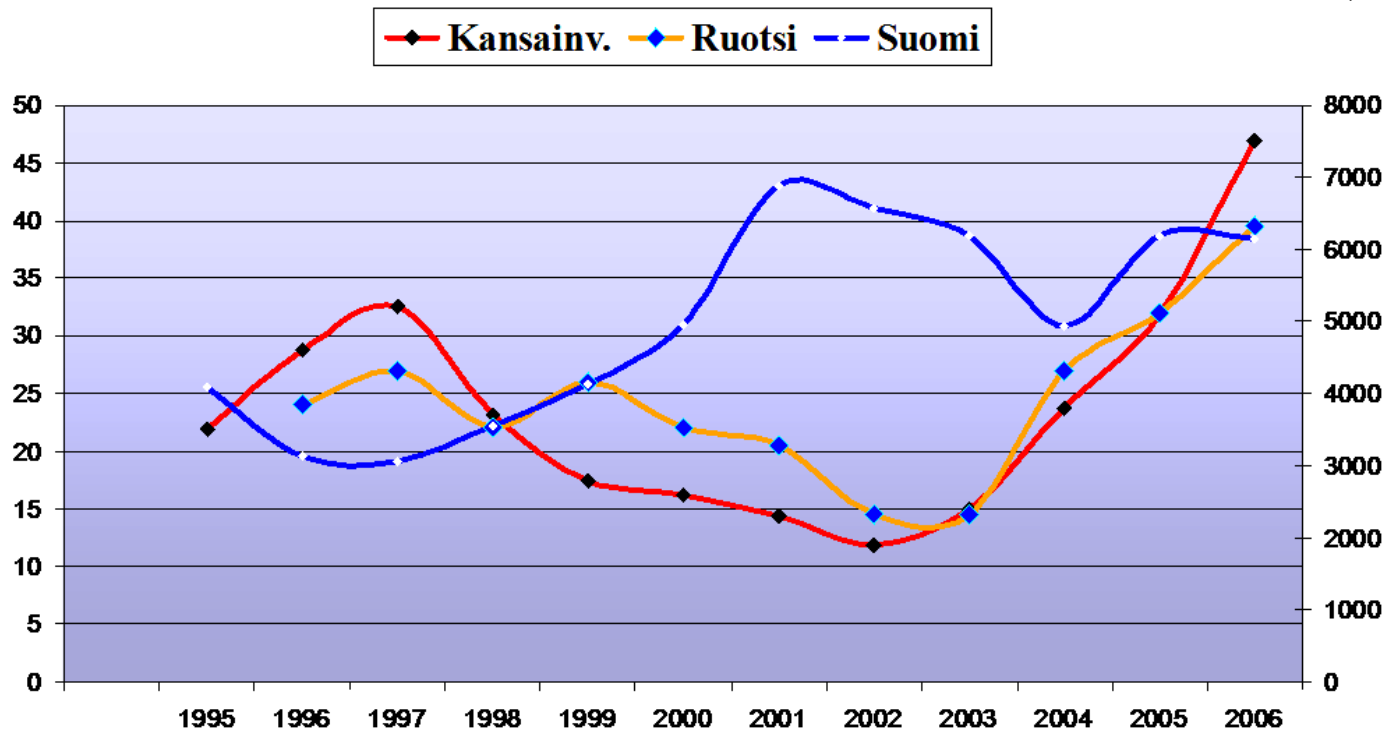
www.gtk.fi

Panostus malminetsintään kansainvälisesti, Ruotsissa ja Suomessa 1995-2006

- Suomi ja Ruotsi vasemmalla ja globaali panostus oikealla asteikoilla \$ (1 000 000)
- Suomi 2007 50 milj. €, Ruotsi 2007 80 milj. €
- GTK:n osuus etsinnästä ollut vuosittain n. 10-15 M€

milj. €

US \$ milj.



Lähde: KTM

Esiintymispotentiaali Pohjois-Suomi, Yhteenveto

- Nykyiset toiminnassa tai rakenteilla olevat hankkeet sekä viime vuosien malminetsintäpanostukset huomioiden voidaan Pohjois-Suomen osalta potentiaalisina pitää seuraavan tyyppisiä malmeja:
 - Kultamalmit
 - Nikkelimalmit
 - Teollisuusmineraalit (talkki, karbonaattikivet)
 - Rautamalmit (lähinnä Hannukaisen ja Kolarin alueen muut esiintymät)
 - PGE-malmit (Platina –ryhmän malmit)
 - Hightech-metallit
- Kaivostoimijat todennäköisimmin kanadalaisia ja/tai ruotsalaisia yrityksiä

Mines and Current Projects

Gold

- Iso-Kuortko - Agnico-Eagle Ltd
- Kiittä - Agnico-Eagle Ltd
- Huuhimaa - Dragon Mining Ltd
- Ketukuisikko - Taranis Resources Inc.
- Naakenavaara - Taranis Resources
- Pahtavaara - Lappland Goldmines
- Kuusamo - Dragon Mining Ltd
- Kuusamo - Belvedere Resources Oy
- Laivakangas - Nordic Mines Ab
- Hirsikangas - Belvedere Resources Oy
- Kopsa - Belvedere Resources Oy
- Iiomantsi - Endomines Oy
- Onkomaaki - Belvedere Resources Oy
- Häveri - Lappland Goldminers Ab
- Orivesi - Dragon Mining Ltd
- Jokisivu - Dragon Mining Ltd
- Kaapelinkulma - Dragon Mining Ltd

Palladium & Platinum

- Arctic Platinum - Gold Fields

Base Metals

- Keivitsa nickel-PGE - First Quantum Minerals Ltd
- Sodankylä nickel - Anglo American Exploration B.V.
- Kaukua nickel-PGE - Nortec Ventures Corp.
- Kuhmo nickel - Vulcan Resources Ltd
- Talvivaara nickel, zinc, copper - Talvivaara Mining Co.
- Pyhäsalmi - Inmet Mining
- Rautavaara nickel, zinc, copper - Western Areas NL & Magnus Minerals Oy JV
- Kytlylähti cobalt, copper - Vulcan Resources Ltd
- Särkiniemi, Valkaisenranta nickel - Vulcan Resources Ltd

Diamond

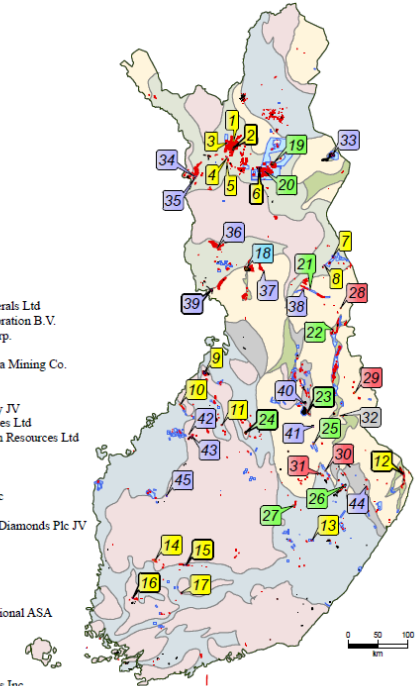
- Kuusamo - Sunrise Diamonds Plc
- Kolomo - Karelian Diamond Resources Plc
- Kaavi-Kuopio - Sunrise Diamonds Plc
- Kaavi - Mantle Diamonds Ltd & Kopane Diamonds Plc JV

Silver

- Taivaljärvi - Silver Resources Oy

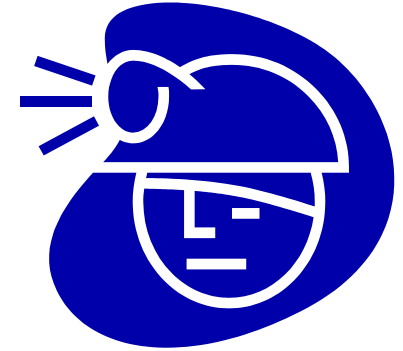
Other Commodities

- Soldi phosphorus, niobium - Yara International ASA
- Sivakkalehto iron - Tertiary Minerals Plc
- Kolari iron - Northland Resources Ab
- Rumavuoma uranumi - Areva
- Rama uranumi - Areva
- Mustavaara vanadium - Adriana Resources Inc.
- Kemi chromium - Outokumpu
- Punasuo talc - Mondo Minerals Oy
- Alanen talc - Talc de Luzenac
- Länttä lithium - Keliber Resources Ltd Oy
- Koivusaareneva ilmenite - Kalvinit Oy
- Eno uranumi - Areva
- Kaatiala rare metals - Nortec Ventures Corp.



■ Mine
■ Prospect
■ Land Tenure 5 February 2010
■ Mining Concessions
■ Claims
■ Claim Reservations

Kaivosteollisuuden työllistävä vaikutus ja markkinat



- Kaivosten ympäristölupapäätöksistä tai suoraan yrityksiltä saatujen tietojen mukaan tällä hetkellä toiminnassa olevissa kaivoksissa on 1195 omaa työntekijää ja 940 urakoitsijaa sekä rakenteilla olevissa kaivoksissa noin 250 työntekijää. Suunnitteluasteella olevien kaivosten työntekijätarve on noin 1000 henkilöä.
- Lisäksi varhaisessa suunnitteluvaiheessa (YVA) olevien kaivosten, kuten Soklin ja Mustavaaran työvoimatarve olisi tuotantovaiheessa arviolta noin 400 henkilöä.

Kaivos	Hankevastaava	Kunta	Henkilöstömäärä
Toiminnassa olevat:			
Kalkkimaan kalkkikaivos	SMA (Saxo) Mineral Oy	Tornio	15 +urakoitsijat**
Kemin kromiittikaivos	Outokumpu Chrome Oy	Kemi	150 + 80 urakoitsijaa**
Kittilän kaivos	Agnico-Eagle AB	Kittilä	n.130*
Alasen talkkikaivos	Luzenac Suomi Oy	Sotkamo	n.80*
Juurikkaniemen vuolukivikaivos	Kivia Oy (Tullikivi Oyj)	Kuhmo	ei tuotantoa tällä hetkellä
Uutelan kaivos, Tyvisuon talkkikaivos ja Sotkamon (Lahnaslammen) kaivos	Mondo Minerals Oy	Sotkamo	yht.n 100 + 20 urakoitsijaa**
Pahtavaaran kultakaivos	Lapland Goldminers Oy	Sodankylä	60*
Reetiniemen, Heponiemen ja Niemelän dolomiittikaivokset	Juuan Dolomiittikalkki Oy	Paltamo	<10*
Hituran nikkeliikaivos	Outokumpu Mining Oy	Nivala	50 + 40 urakoitsijaa**
Talvivaaran kaivos	Talvivaara Projekti Oy	Sotkamo/Kajaani	n.400, +600-800 välillistä *
Pyhäsalmen kaivos	Pyhäsalmi Mine Oy	Pyhäjärvi	n.200*
Rakenteilla olevat:			
Laivakankaan louhos	Nordic Mines AB	Raahe	120-150*
Keivtsan kaivos	Keivtsa Mining	Sodankylä	<100*
Suunnitteilla/koelouhintavaiheessa:			
Mieslahden kaivos	Mondo Minerals Oy	Paltamo	ei merkittävää lisäystä**
Kutuvuoman louhos	ScanMining Oy Pahtavaaran kaivos	Kittilä	ei tietoa
Laurinajan louhos (Hannukainen)	Northland Exploration Finland Oy	Kolari	362 +708 välillistä työpaikkaa**
Sompujärven PGM-esiintymän maanalainen tutkimustoiminta	Gold Fields Arctic Platinum Oy	Keminmaa	ei tietoa
Pihlajavaaran kaivos	Mondo Minerals Oy	Puolanka	n.5, +välilliset 5-10**
Taivaljärven hopeakaivoshanke	Silver Resources Oy	Sotkamo	80-100**
Hirvilavanmaan louhos	ScanMining Oy	Kittilä	30*
Ahmavaaran esiintymä	Arctic Platinum Partnership	Ranua	ei tietoa
Suhangon kaivos	Gold Fields Arctic Platinum Oy	Ranua, Tervola	300-500*
Ruonaojan kalkkivikaivos	Nordkalk Oyj Abp	Kolari	ei tietoa
Potentiaaliset (ei vielä lupia):			
Soklin kaivoshanke	Yara	Savukoski	200** 1)
Mustavaaran kaivoshanke	Akkermann	Taivaalkoski	170+ välilliset työpaikat**
Anglo American Sodankylä		Sodankylä	ei tietoa

* tieto saatu ympäristölupapäätöksistä

** tieto saatu yrityksiltä

1) rakennusvaiheessa 700-1000 henkilöä

Nykyiset lupaehdot ja vesiä koskevat määräykset ja velvoitteet toiminnassa tai rakenteilla olevissa kaivoksissa

- Vesistöön johdettavien käsiteltyjen kaivosvesien lupaehdot:
 - Vesienkäsittelymenetelmät toimivissa ja rakenteilla olevissa kaivoshankkeissa: vähintään selkeytysaltaat, 64 %:ssa lisäksi pintavalutus/kosteikkokäsittely ja noin 30 %:ssa neutralointi/kemikalointi
 - Lupaehdot vesistöön johdettavan veden määrästä: kuusi kaivoshanketta, joissa kaikissa vesimäärä on sidoksissa purkuvesistön virtaamaan. Vaatimus luotettavan vesistön virtaamaseurannan järjestämisestä.
 - Lupaehdot vesistöön johdettavan veden pitoisuuksille: kiintoaine, kiintoaineen hehkutusjäännös (epäorgaaninen aines), metallit (arseeni, nikkeli, kupari ja antimoni), WAD-syanidi (kultamalmikaivokset) sekä veden pH, joiden lupaehdot päätöksissä ovat (suluissa pintavalutuskentälle tulevien vesien luparajat) :



Metalli	Luparaja (mg/l)	Luparaja (yksitt.pitoisuus, mg/l)	Tavoitearvo (mg/l)
Arseeni	< 0,3 - 0,4 (0,5 < 1,0)	0,5 - 1,0 (1,7)	
Nikkeli	< 0,3 - 2,5 (< 0,5)	1,0 - 1,5 (0,8)	0,3
Kupari	0,2 < 0,5	0,6 - 1,0	
Sinkki	1,0 < 1,5	2,0	
Antimoni	(< 0,5)	(0,8)	

Nykyiset lupaehdot ja vesiä koskevat määräykset ja velvoitteet toiminnassa tai rakenteilla olevissa kaivoksissa



- Määräyksiä käytettävien räjähteiden typen niukkaliukoisuudesta (6 päätöstä) ja sivukiven tai malmin sekaan jäävän räjähtämättömän räjähdysaineen määrän minimoimisesta
- Lisäselvityksiä typpikuormituksen vähentämisestä (2 päätöstä)
- Vesistökuormitusta koskevia lupamääräyksiä neljässä kaivoshankkeessa:
 - Nikkelikuormitus (n=3) < 200 kg/a – 400 kg/a
 - Arseenikuormitus (n=1) max. 200 kg/a
 - Kuparikuormitus (n=2) 200 – 350 kg/a
 - Sinkkikuormitus (n=1) 1800 kg/a
- Sanitteettijätevedet:
 - Vesien käsittely yleensä omassa puhdistamossa (esim. biologinen puhdistusprosessi)
 - Lupaehtojen mukaiset puhdistustehovaatimukset: BHK₇ 80-90 %, Kok.P 70-85 % ja Kok.N 30-40 % puhdistamolta lähtevät vedet

Lainsäädäntö määräykset ja ohjauskeinot



- Kaivostoimintaa Suomessa säädellään mm. *kaivoslain* (503/1965) ja sen perusteella annetun asetuksen (663/1965) nojalla
 - Lain uudistus loppusuoralla
- Vesiensuojelun ja vesien käytön kannalta merkittävimpiä kaivostoimintaa ohjaavia lakeja ovat vesi- ja ympäristölainsäädäntö.
- Toiminta vaatii lähes aina myös *vesilain* (264/1961) mukaista lupaa.
 - Myös uudistustyön alla
- Muita ohjauskeinoja:
 - YVA, vesiensuojelun periaatteet vuoteen 2015, vesienhoitosuunnitelmat, maankäyttö ja rakennuslaki, jätelaki, erämaalainsäädäntö sekä poro- ja saamelaislainsäädäntä Lapissa

Lainsäädäntö määräykset ja ohjauskeinot

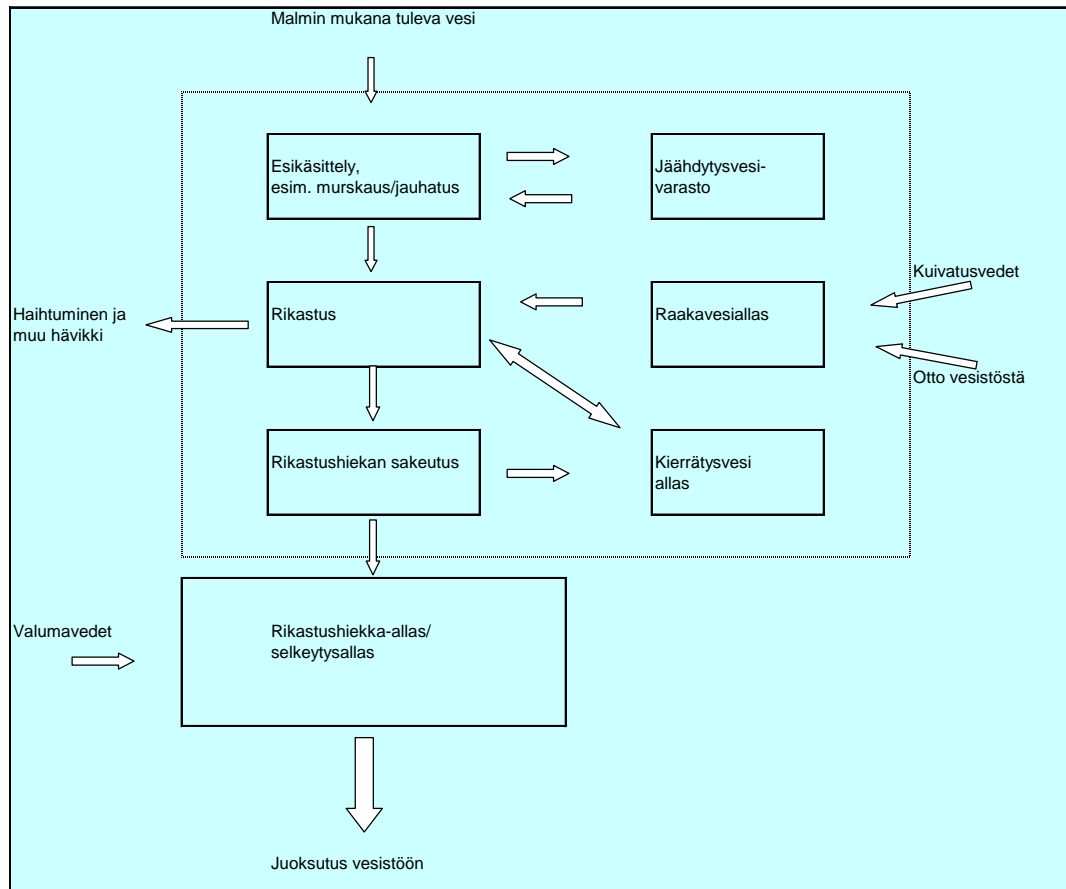


- **Eu-direktiivit**

- luontodirektiivi, (92/43/ETY), luonnon monimuotoisuus ja lajit (Natura)
- lintudirektiivi, (79/409/ETY), luonnon monimuotoisuus ja lajit (Natura)
- ympäristövastuudirektiivi, (2004/35/EY)
- suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutusten arviointi, (2001/42/EY)
- vesipuitedirektiivi, (2000/60/EY), ympäristötavoitteet
- vesiympäristön vaaralliset aineet, (2006/11/EY), liitteenä luettelo aineista
- kaivannaisjätedirektiivi, (2004/35/EY), jätehuolto, veden tila
- IPPCdirektiivi, (96/61/EY), vähentää teollisuuden päästöjen vaikutusta mm. veteen
- Seveso II-direktiivi, (2003/105/EY), vaarallisten kemikaalien käsittely

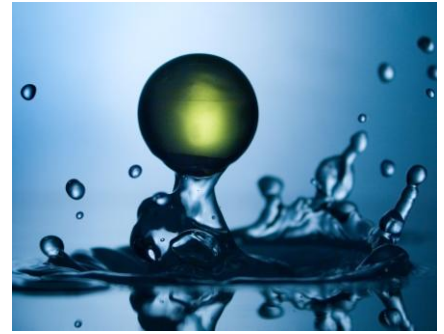
Kaivosvesien erityisluonne ja käsittely

- Kaivosvesien pääjakeet ovat prosessivedet, kiertovedet ja jätevedet.



Pyhäsalmen kaivos. Kuva: Outokumpu Oyj

Kaivosvesien erityisluonne ja käsittely



● Prosessivedet

- Kaivosten kuivanapitovesi kelpaa tavallisesti sellaisenaan prosessivedeksi eikä näin ollen juurikaan edellytä kemiallista käsittelyä.
- Lisäksi on hyvin yleistä, että rikastamoissa tarvitaan lisäksi pintavettä 40 – 60 % koko kaivoksen vedenkulutuksesta, ja se otetaan laadultaan ja antoisuudeltaan sopivasta läheisestä joesta tai järvestä.
- Tämän pintaveden käyttö ei normaalisti edellytä kemiallista käsittelyä vaan pelkästään määrän ja laadun tasausta suurissa varastoaltaissa ja mekaanista käsittelyä välppien ja mikrosiivilöiden avulla.
- Vaativimmat käyttökohteet kuten pumppujen, sekoittimien ym. laitteiden tiivistevesi ja voimalaitosten suljetuissa kierrossa oleva vesi ja vesihöyry, joiden kulutus on muuhun prosessiveteen verrattuna vain murto-osa, edellyttää mekaanisen käsittelyn ohella kemiallista puhdistusta sekä voimalaitoksilla lisäksi veden kovuuden poistoa tai täyssuolanpoistoa ionivaihtotekniikalla tai kalvosuodatuksella.
- Koska kemiallisesti puhdistetun veden määrä on hyvin pieni, siinä tarvittavien kemikaalien määrä on vastaavasti erittäin vähäinen.

Kaivosvesien erityisluonne ja käsittely



- **Kiertovedet**

- Kaivostoiminnan kiertovesissä on tavallisesti niitä metalleja, joita kaivoksessa louhitaan ja rikastetaan.
- Kiertovesiä ei normaalisti Suomessa käsitellä, mikäli siihen ei ole erityistä tarvetta.
- Kiertovesien käsittelyssä on otettava huomioon ensiksikin prosessin normaali pH, mikä monissa kaivoksissa on vahvasti happamalla puolella ja pH-arvo on suuruusluokkaa 2-3. Esimerkiksi raudan saostaminen kiertovesien käsittelyssä edellyttää pH-arvon nostamista tasolle 5-6, mikä edellyttää neutralointikemikaaleina tavallisesti käytettävän kalkin tai natriumhydroksidin laajamittaista käyttöä, mikä puolestaan lisää kustannuksia.
- Kiertovesien käyttöä on kaiken kaikkiaan arvioitava kaivoskohtaisesti, koska malmien koostumukset ja niistä rikastettavat metallit vaihtelevat suuresti ja tapauskohtaisesti.
- Oman linjansa rikastusprosesseissa muodostaa ns. biokasaliuotus, jonka on käytössä mm. Talvivaaran kaivoksella. Biokasaliuotuksessa tarvittavien laajojen alueiden vesienhallinta ja käsittely luo omat haasteensa vesiensuojelun kannalta.

Kaivosvesien erityisluonne ja käsittely



- **Jätevedet**

- Kaivosalueet ovat usein laajoja, jolloin epäpuhtauksia sisältäviä valuma- ja suotovesiä syntyy lisäksi mm. erilaisilta varastointi- ja läjitysalueilta, jotka kerätään käsittelyyn ennen vesistöön johtamista.
- Käsitellään normaalisti suurissa laskeutusaltaissa, eikä poistettavien vesien käsittelyssä normaalisti käytetä kemiallista puhdistusta.
- Jätevesien käsittelyssä adsorptiomenetelmille on Suomessa jonkin verran potentiaalista kysyntää kaivosteollisuudessa ja metallien adsorptiossa kiertovesistä.
- Kaivosvesille tyypillisiä epäpuhtauksia ovat mm. poikkeava pH, metallipitoisuudet, räjähdysaineperäiset typpiyhdisteet, käsittelystä ja kuivatuksesta peräisin oleva mineraaliaines sekä rikastusprosessien kemikaalijäämät. Koneista ja laitteista voi joutua vesiin myös öljyjäämiä.
- Louhosvesien laatu riippuu mm. räjähdkeemikaalien laadusta ja kallioperän ominaisuuksista. Louhoksen kuivatusveden väkevyys riippuu paljolti muodostuvan veden määrästä. Räjähdeiden typpiyhdisteet ovat pääosin nitraatteina ja ammoniumtyypinä. Suurin osa rikastuskemikaaleista sitoutuu itse rikasteeseen, mutta osa kulkeutuu veden muodostamassa lietteessä rikastushiekka-altaaseen, jossa tapahtuu orgaanisen aineksen muuntumista ja hajoamista.

Kaivosvesien erityisluonne ja käsittely



● Jätevedet

- Kiintoainepitoisuutta ja sameutta sekä kiintoainehiukkasiin sitoutuneita epäpuhtauksia vähennetään maapohjaisissa selkeytsaltaassa/-altaissa, missä vesi puhdistuu virtausjärjestelyin painovoimaisesti.
- Selkeytsaltaassa vedestä poistuu kiintoainesta ja siihen sitoutuneita ravinteita ja metalleja.
- Laskeutuvuusominaisuuksista riippuen selkeytystä voidaan joskus joutua tehostamaan kemikaloinnilla erityisesti toiminnan edetessä ja altaiden selkeystilavuuden pienentyessä. Selkeytys ei tehoa liuenneessa muodossa oleviin haitta-aineisiin. Mikäli niitä halutaan poistaa, vettä täytyy käsitellä kemiallisesti saostamalla. Syntyvä sakka (esim. metallihydroksidisakka) erotetaan vedestä laskeuttamalla. Vesien käsittely riippuu luonnollisesti vesien laadusta ja määrästä sekä lupaehtovaatimuksista.
- Uusissa kaivoksissa vedet yleisesti johdetaan altaista pintavalutuskentille, missä veden kiintoainepitoisuus edelleen vähenee. Myös ravinteiden osalta tapahtuu reduktiota. Reduktio riippuu paljolti paikallisista oloista ja kentän mitoituksista (mm. hydraulinen kuorma, oikovirtaukset jne), mutta kiintoaineen poistuma on yleisesti 60-90 % ja kokonaistypen 20-40 %. Typen poistuma riippuu paljon lämpötilasta ja sille on eduksi, mikäli kentälle muodostuu myös hapettomia alueita. Myös esim. arseeni pidättyy kentällä hyvin, reduktio oli Päckilän (2008) tutkimuksen mukaan keväällä 55 % sekä kesällä ja syksyllä yli 90 %.

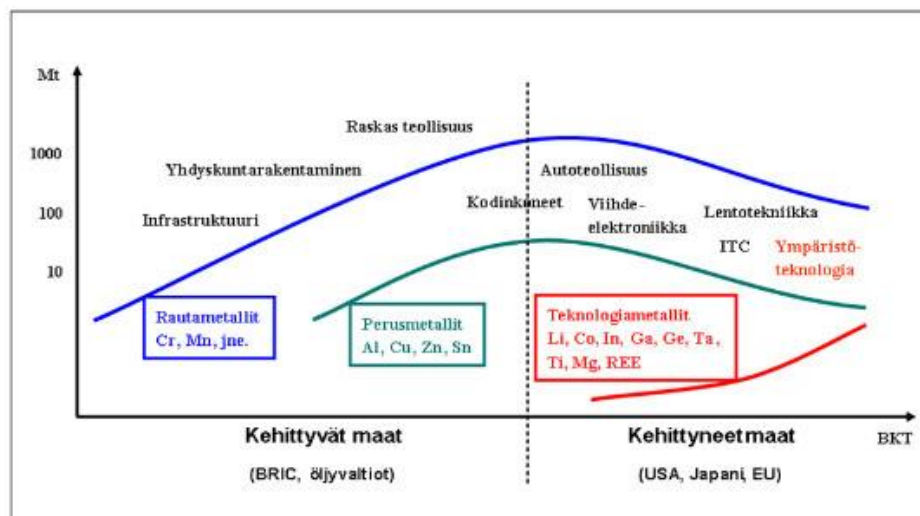
Kaivosvesien erityisluonne ja käsittely



- **Syanidi kultakaivosten vesissä**
 - Kultakaivoksilla on yleisesti käytössä syanidimenetelmä, missä kulta liuotetaan esim. natriumsyanidiliuokseen. Menetelmää käytetään mm. Kittilän kultakaivoksella ja siihen perustuva rikastusprosessi on tulossa mm. Raahen rakenteilla olevaan kultakaivokseen.
 - Syanidi on kohtuullisen helppo tuhota kemiallisesti ja siten syanidivesien puhdistus on yleisesti ottaen varmatoimista. Ympäristökatastrofeja aiheuttaneet onnettomuudet ovat yleensä johtuneet patojen murtumisesta. (ympäristökatastrofi Tisza-Tonava-jokialueella).
 - Mainittakoon, että Pahtavaarassa on kuitenkin käytössä puhdas mekaaninen rikastusprosessi, koska malmin mineralogia sallii tämänkaltaisen rikastustekniikan.
 - Syanidi-menetelmään liittyvät uhkakuvat ja sen vaarallisuus ovat saaneet aikaiseksi sen, että Euroopan parlamentti on tehnyt esityksen 5.5.2010, että syanidia käyttävä kaivostekniikka kiellettäisiin EU:n alueella. Parlamentti perustelee esitystään mm. vesipuitedirektiivillä.
 - Suomen mittava kultapotentialiaali huomioiden vaihtoehtoisten menetelmien kehittäminen Suomen oloihin sopivaksi on toiminnan kannalta iso kysymys.

Liiketoimintapotentiaali ja tulevaisuuden tarpeet Pohjois-Suomessa

- Kaivostoimintaa säädellään monin viranomais määräyksin ja velvoittein. Nämä kiristyvät säädökset ja lait toimivat samalla hyvin voimakkaina markkina-ajureina luoden ympäristöteknologialle uusia ja kasvavia markkinoita.
- Raaka-aineiden tarve ja hinnat kasvavat lähitulevaisuudessa. Erityisesti kasvaa tarve strategisten teknologiametallien osastolla, joita tarvitaan mm. autoteollisuudessa (mm. sähköautojen akut) ja elektroniikassa.



Talouksien kehittyessä tarvittavien metallien kysyntä siirtyy kohti harvinaisempia metalleja (strategiset-/teknologiametallit) (Lähde GTK internetsivut).

Liiketoimintapotentiaali ja tulevaisuuden tarpeet Pohjois-Suomessa

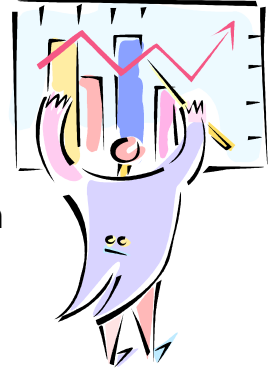


- Raaka-aineiden kysynnän kasvu, hyvä potentiaali Pohjois-Suomessa ja ympäristövaatimusten ja tietoisuuden lisääntyminen mahdollisuuksia kaivostoiminnassa lähiaikoina merkittävästikin, vaikka vaikutukset kohdistuvat laajemmin koko tuotantoketjuun kuin pelkästään vesipuolelle.
- Vesien hallinnan ja käsittelyn rajapinnassa on mm. sähkö- ja automaatiotekniikka. Yksi käytännön esimerkki/menestystarina on Kauppalehden artikkelissa 26.8.2010 mainittu keminmaalainen Lapin alueen menestyjäksi noussut sähkö- ja automaatioyritys, jonka menestyksen takana oli mm. Talvivaaran kaivoksen kuljetusjärjestelmän sähköistys ja automatisointi. Samassa artikkelissa oli maininta, että kuljetusjärjestelmän toimittaa tervolalainen konepajayritys, joka oli kauppalehden Kasvaja- vertailussa viime keväänä Pohjois-Suomen ykkönen.

Liiketoimintapotentiaali ja tulevaisuuden tarpeet Pohjois-Suomessa

- **Kaivosinvestoinnit Pohjois-Suomessa**

- Kaivosinvestoinnit ovat mittavia hankkeita. Esimerkiksi Northlands Resourcesin kaivoshanke pelkästään Ruotsin puolella on noin 470 milj. euron investointi.
- Soklin hankkeen kustannusarvio rautateineen on luokkaa 700 - 800 milj. €
- Jos esimerkiksi yhden suuren kaivoksen perustaminen olisi keskimäärin suuruusluokkaa 200-300 milj. €, kymmenen uutta kaivosta tarkoittaa 2- 3 miljardin € investointeja.
- Vertailun vuoksi mainittakoon, että esim. Vantaa-Helsinki kehäradan kustannusarvio on 500 – 600 milj. € ja Oulu-Seinäjoki ratahankkeen 1. ja 2. vaihe yhteensä noin 550 milj.€.
- Näin suuret kaivosinvestoinnit heijastuvat voimakkaasti ympäröivään yhdyskuntaan. Haasteena on suurten ympäristöä voimakkaasti muovaavien hankkeiden ympäristövaikutusten minimointi mm. ympäristötekniologian mahdollistamin keinoin.



Liiketoimintapotentiaali ja tulevaisuuden tarpeet Pohjois-Suomessa



- **Veteen liittyvät investoinnit**

- Kaivosrakentamisessa alkuvaiheen suurimmat työt ovat esiintymän paljastamiseen liittyvät louhinta- ja maansiirtotyöt, altaiden rakentaminen, kuivatus- ja muut kaivoksen infraan liittyvät rakennustyöt. Tyypillistä kaivosrakentamiseen liittyvää vesirakentamista ja veteen liittyvää toimintaa ovat mm. seuraavat kokonaisuudet:
 - ulkopuolisten vesien eristäminen ja poisjohtaminen
 - aluekuivatus
 - raakavedenhankinta (ottamot, säännöstelyrakenteet, putkilinjat ja siirtopumppaamot, kanavat jne.). Näihin voi liittyä tapauskohtaisesti isojakin vesistöjärjestelyitä patoineen.
 - talousveden hankinta, usein oma vedenottamo, ja pienpuhdistamo
 - raakavesi, kierrätys- ja rikastushiekka-altaat sekä poistovesijärjestelyt ja näihin liittyvät patorakenteet (patoturvallisuusasiat)
 - kaivoksen kuivana-pitopumppaus
 - rikastusprosessi veden kiertojärjestelmiseen
 - veden mittaus, säätö- ja käsittely-yksiköt
 - lietteiden (pautojen) siirto ja pumppaus
 - suotovesien keräily, hallinta ja käsittely (sivukivialueet, rikastushiekka-alueet)
 - poistovesien käsittely, (pintavalutuskentät) ja johtaminen, mittaus ja näytteenotto

Liiketoimintapotentiaali ja tulevaisuuden tarpeet Pohjois-Suomessa



- **Veteen liittyvät investoinnit**

- **Aluekuivatuksen** rakentaminen kaivosalueelle maksaa karkeasti arvioiden noin 50 000 eur/km² sisältäen eristysosat ja kuivatusojituksen kaivosrakenteille (mm. tiet). Kuivatustarve riippuu merkittävästi paikallisista olosuhteista. Kaivokset sijaitsevat tyypillisesti ainakin osittain suoalueilla, mikä heijastuu myös kuivatustarpeeseen.
- Kaivosten **raakavesitarve** on usein huomattavan suuri huolimatta kaivoksen kuivatusvesien hyödyntämisestä sekä prosessivesien kierrätyksestä. Raakaveden hankinnan kustannukset riippuvat tuotantovolyymistä sekä soveltuvan vesistön etäisyydestä kaivokseen nähden. Suuren kaivoksen raakavesipumppaamon kustannusarvio on suuruusluokkaa 200 000 eur. Raakavesijärjestelmän kokonaiskustannus riippuu merkittävästi tarvittavan putkilinjan pituudesta sekä putken kapasiteetista. Esimerkinomaisena hinta-arviona putkilinjan kustannus olisi suuruusluokkaa 150-200 eur/m.
- Merkittävä osa kaivoksen **vesikierrosta** tapahtuu rikastamon sisällä. Sisäisen vesikierron ja käsittelyn järjestäminen sisältyy investointimielessä rikastamon osuuteen, eikä siitä voida esittää kustannusarviota tässä yhteydessä. Ulkoiseen vesikiertoon kuuluvat putket ja vesivarastoaltaat, niihin liittyvät padot jne. Näiden investointikustannukset riippuvat vaadittavasta veden varastointitarpeesta mutta ovat lähes aina useita miljoonia euroja.
- Kaivoksilla on useimmiten oma **vedenottamo ja jätevedenpuhdistamo** johtuen niiden tyypillisesti syrjäisestä sijainnista. Joissakin tapauksissa talousvesi saadaan kunnallisesta verkostosta ja jopa saniteettijätevedet voidaan puhdistaa yhdessä yhdyskuntajätevesien kanssa. Tyypillisesti talousveden hankinnassa hyödynnetään porakaivoa, jonka kustannusarvio voi olla suuruusluokkaa 200 000 – 250 000 eur sisältäen tarvittavat jakeluverkostot kaivoksen sisällä. Mikäli joudutaan hyödyntämään pintavettä talousveden hankinnassa, kustannus on selvästi suurempi. Jätevedenpuhdistamon kustannus riippuu puhdistamon kapasiteetista ja sovellettavasta puhdistamotyypistä mutta voi olla luokkaa 150 000 – 500 000 eur.

Liiketoimintapotentiaali ja tulevaisuuden tarpeet Pohjois-Suomessa

- **Veteen liittyvät investoinnit**



- Kaivoksen **kuivanapitopumppaus** saattaa vaatia useiden satojen tuhansien eurojen investoinnin riippuen pumpattavista vesimääristä, jotka ovat merkittävästi riippuvaisia alueen geologiasta ja hydrogeologisesta ympäristöstä.
- **Suotovesien** laadusta riippuen niiden käsittely voi muodostaa merkittävän kuluerän. Hyvälaatuisten suotovesien kyseessä olleen voidaan selvittää pelkillä ojitus- ja pumppausjärjestelyillä. Huonolaatuisia suotovesiä voidaan käsitellä esim. kemikaloimalla (suotovesien neutralointi). Neutralointiaseman rakentaminen maksaa kapasiteetista riippuen luokkaa 100 000 – 300 000 eur. Hintaan vaikuttaa mm. käsiteltävät vesimäärät, poistettavien metallien laatu ja lukumäärä.
- **Poistovesien** käsittelyn kustannukset (pintavalutuskenttä) riippuvat paitsi käsiteltävistä vesimääristä myös paikallisista olosuhteista, kuten topografiasta ja purkuvesistöistä. Tyypillisesti pintavalutuskentän rakentaminen maksaa 5 000 – 25 000 eur.

- Veteen liittyvien investointien osuus kaivoshankkeen kokonaiskustannuksista on hyvin karkealla tasolla arvioituna **3-5 %** hankkeen kokonaiskustannuksista riippuen mitä sisällytetään vesipuolen investointiin. Vaihteluvälin ylärajalla esim. veden varastointiin liittyvät padot sisältyvät kustannusarvioon. Tällöin esim. 4 % 2,5 miljardin €:sta tarkoittaa 100 milj. €:n vesipuolen investointeja

Liiketoimintapotentiaali ja tulevaisuuden tarpeet Pohjois-Suomessa



- **Veteen liittyvät mahdollisuudet**

- Vesienkäsittelyyn liittyviä liiketoimintamahdollisuuksia voitaisiin lisäksi löytää seuraavilta vesienkäsittelyn ja hallinnan osa-alueilta:
- Rikastusprosessin kiertovesien ja jätevesien käsittelyn optimointi sekä toiminnan tehokkuuden että kustannusten minimoinnin kannalta (kiertovedet esim. sulfaatti)
- Jätevesien metallisten epäpuhtauksien ja ravinteiden nykyistä tehokkaampi vähentäminen
- Jätevesien käsittelykustannusten vähentäminen erilaisia apuaineita tai muuta uutta teknologiaa käyttäen. Orgaanisten yhdisteiden korvaaminen epäorgaanisilla yhdisteillä on nouseva trendi.
- Nykyistä tehokkaampien tai toimintavarmempien menetelmien kehittäminen mm. syanidin ja radioaktiivisten epäpuhtauksien vähentämiseksi, koska ne ovat herättäneet runsaasti keskustelua julkisuudessa sekä viranomaisten ja toiminnanharjoittajien välillä
- Jätevesien käsittelyprosessien toiminnan parantaminen ja optimointi matalissa lämpötiloissa
- Kuivatus- ja suotovesien hallinta
- Monitoroinnin ja seurannan kehittäminen hyödyntäen erilaisia anturit ja langaton kaukovalvonta/mittausteknologioita, kaukokuvausta/kartoitusta jne.

Liiketoimintapotentiaali ja tulevaisuuden tarpeet Pohjois-Suomessa

- **Veteen liittyvät mahdollisuudet**

- Käytännön kehittelykohteina aivan lähitulevaisuudessa voisi mainita biologisen puhdistuksen käytännön toteutukset sekä pintavalutuskenttien toiminnan tehostaminen ja varmistaminen Pohjois-Suomen kylmissä olosuhteissa. Liiketoimintapotentiaalia, kilpailutilannetta ja markkinoiden laajuutta ajatellen vastaavat olosuhteet vallitsevat ainakin Kanadassa, Venäjällä, Ruotsissa ja Norjassa, joista kaksi ensiksi mainittua maata edustavat merkittävimpiä markkinoita. Pohjois-Suomella on hyvät edellytykset olla mukana tässä kehitystyössä, koska teoreettisen ja käytännön tutkimustoiminnan perusta on vankka ja yliopistoilla, tutkimuslaitoksilla ja yrityksillä on valmiit toimivat yhteydet.
- Kaivosten mittavat patorakenteet vaativat jatkuvaa suotovesien ja rakenteiden tarkkailua myös turvallisuusmielessä. Tämä luo mahdollisuuksia hyödyntää erilaisia ympäristötekniisiä sovellutuksia, mm. kuitutekniikka. Eräänä yleisenä teemana voisi mainita rikastushiekkojen stabilointimenetelmien tutkimukset sekä uusien pohjarakennemateriaalien löytäminen rikastushiekka-altaille.
- Suomen vesiohjelmassa – kansallisaarteesta elämän lähteeksi (Vahala ja Klöve) todetaan, että tilaajat odottavat enenevässä määrin kokonaisratkaisuja, entistä laajempia tuote ja palvelukonsepteja. Suurissa hankkeissa näiden tarjoaminen edellyttää kriittistä massaa ja verkottumista sekä hyvää projektiosaamista, siis klusteripohjaista toimintaa. Tämä pätee erittäin hyvin laajojen kaivos Hankkeiden toteutuksessa.



**END SLIDE.
THANK YOU!**



PÖYRY

Engineering balanced sustainability™

CONTACT:

Kari Kainua

Juhani Anhava