



Kaivostoiminnan prosessit ja päästöt

Tommi Kauppila, GTK



GTK

www.gtk.fi

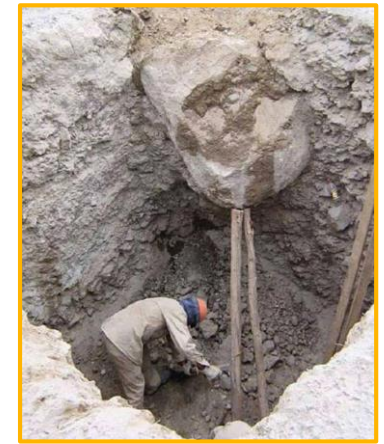
Onko kaivos ympäristöuhka?

- ”Kaivoshanke uhkaa heikentää veden laatua monissa Saimaan vesialtaissa mukaan lukien Koloveden kansallispuisto norppa-alueineen, Mikkonen kertoo tiedotteessa.”
- ”Saimaa on vaarassa avokaivoksen jätevesien vuoksi, mutta louhinta tuottaa myös runsaasti laajalle leviävää pölyä, jonka haitta-alue ulottuisi niin Lintulaan kuin Valamoonkin.” Pipsa Tulikivi, HS, 22.7.



Kaivosta edeltää pitkä etsintävaihe

- Myös tulevat sukupolvet tarvitsevat esiintymiä hyödynnettäväkseen
- Uusien esiintymien löytyminen edellyttää etsintäaktiiviteettia
 - Malminetsintä (=esiintymien paikallistaminen ja arviointi) on korkeariskistä yritystoimintaa
 - Onnistumisprosentti on noin 1:1000 ja laskussa (Rio Tinto: 1:500 kairatusta aiheesta tulee hyödynnettäväksi)
 - Hyvin pitkät läpimenoajat (keskimäärin 20+ vuotta)
- Globaalia toimintaa – kaikki alueet kilpailevat samasta malminetsinnän riskirahoituksesta
- Malminetsinnästä saatava data jää myöhemmin hyödynnettäväksi



(Grafiitti)kaivos myy mineraalijauhetta



LOUHITTAAN



KULJETETAAN



ROM-KASALLE



MURSKATAAN



JAUHETAAN



EROTETAAN MUISTA
MINERAALEISTA



POISTETAAN GRAFIITTI-
JAUHEESTA VETTÄ



KUIVATAAN



VARASTOIDAAN



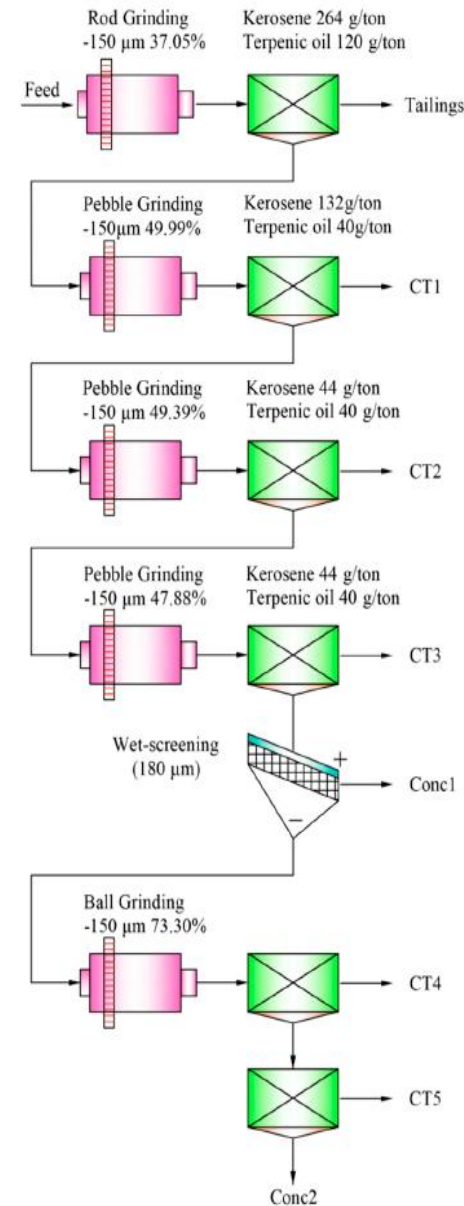
MYYDÄÄN GRAFIITTIJAUHETTA

Kaivoksen prosessit

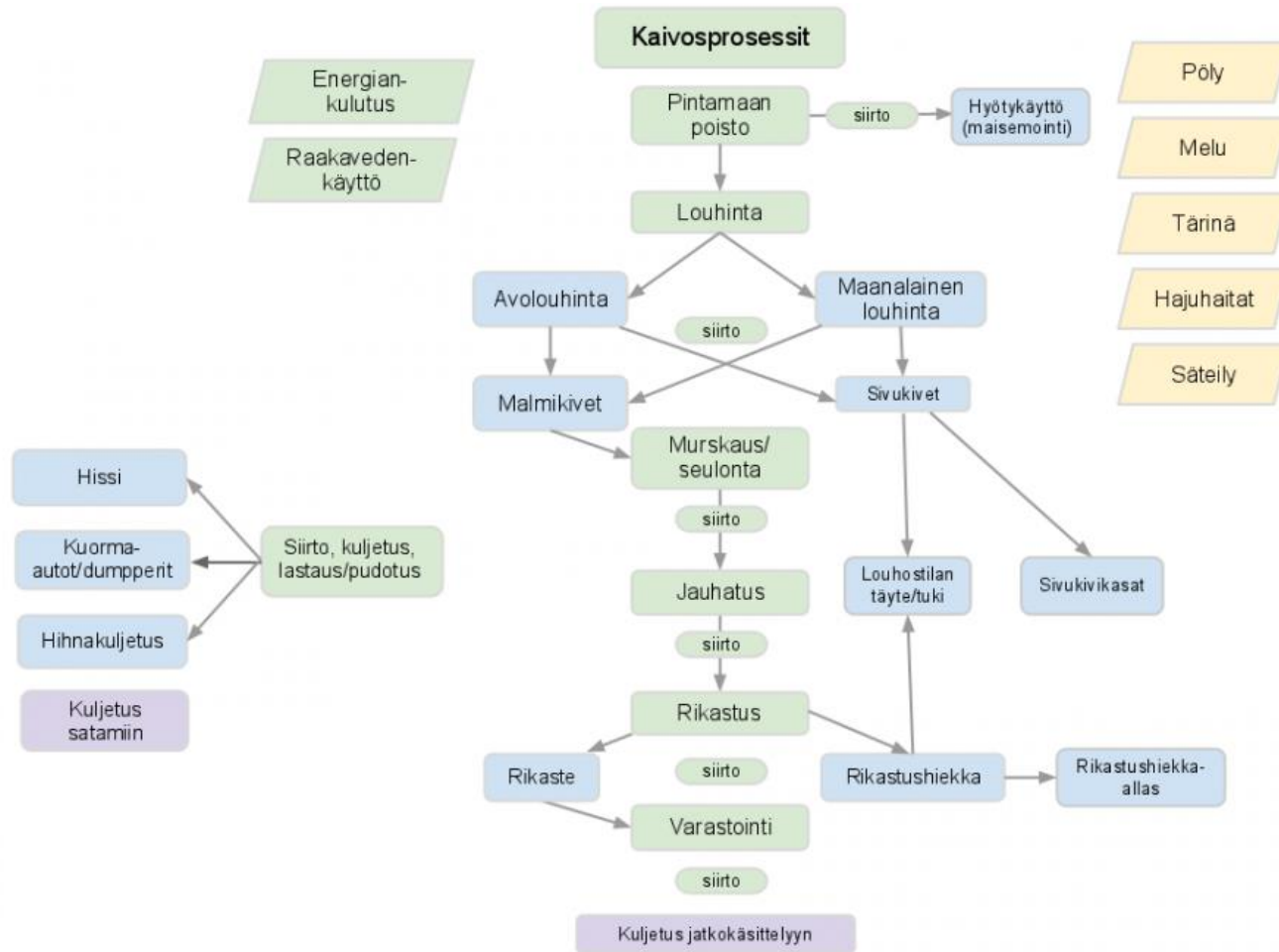


Grafiitin rikastaminen

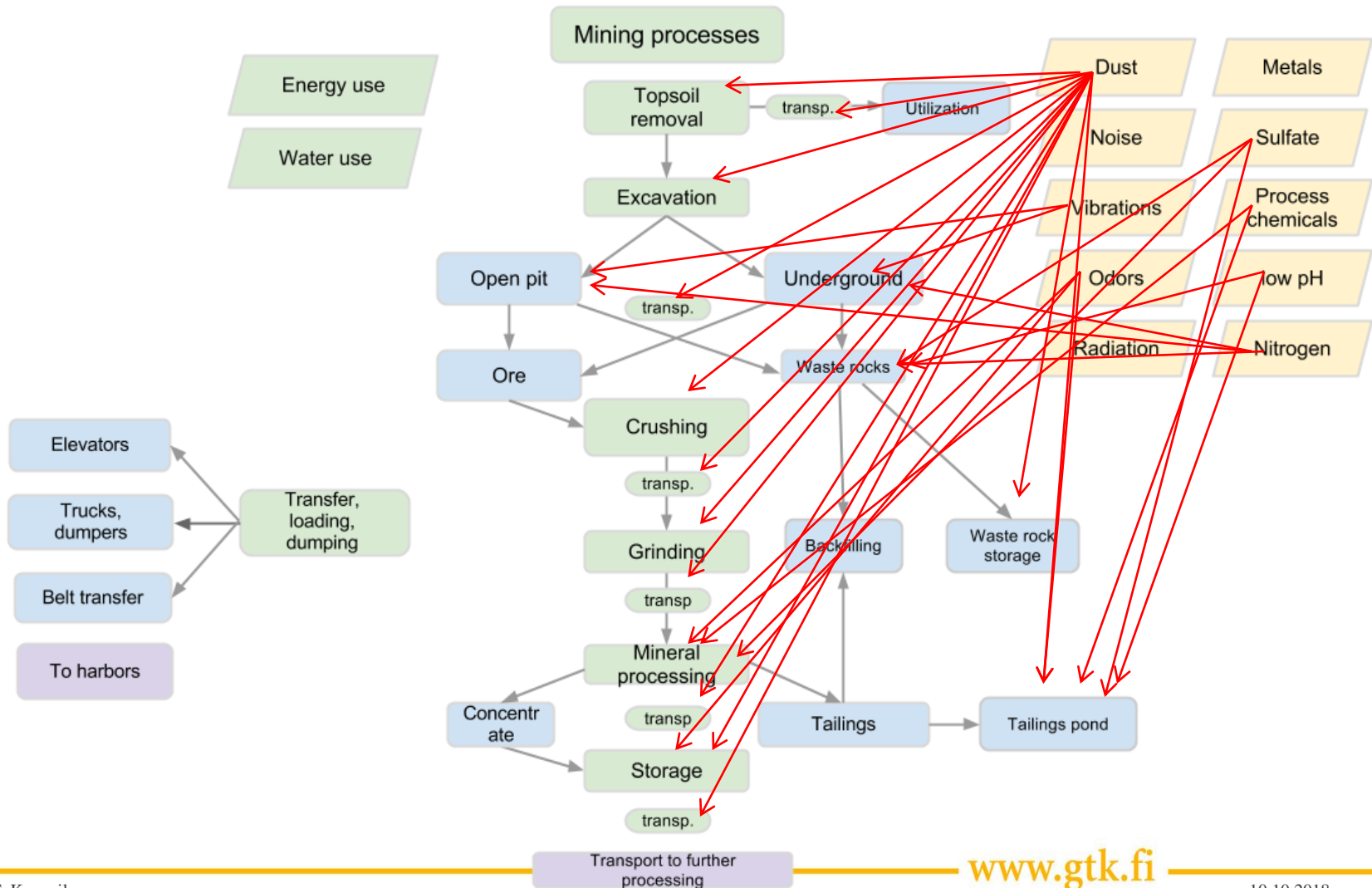
- Jauhetaan mahdollisimman vähän (isot rakeet kalliimpia)
- Grafiitti on varsin helppo rikastaa vaahdottamalla
 - Mutta puhtausvaatimus kova
 - Kertauksia vaaditaan
- Vaahdotuksen pH n. 8
- Mäntyöljyä käytetään vaahdottimena (120 g/tn)
- Lisätään kerosiinia (lamppuöljy) kokoojaksi (250-750 g/tn)



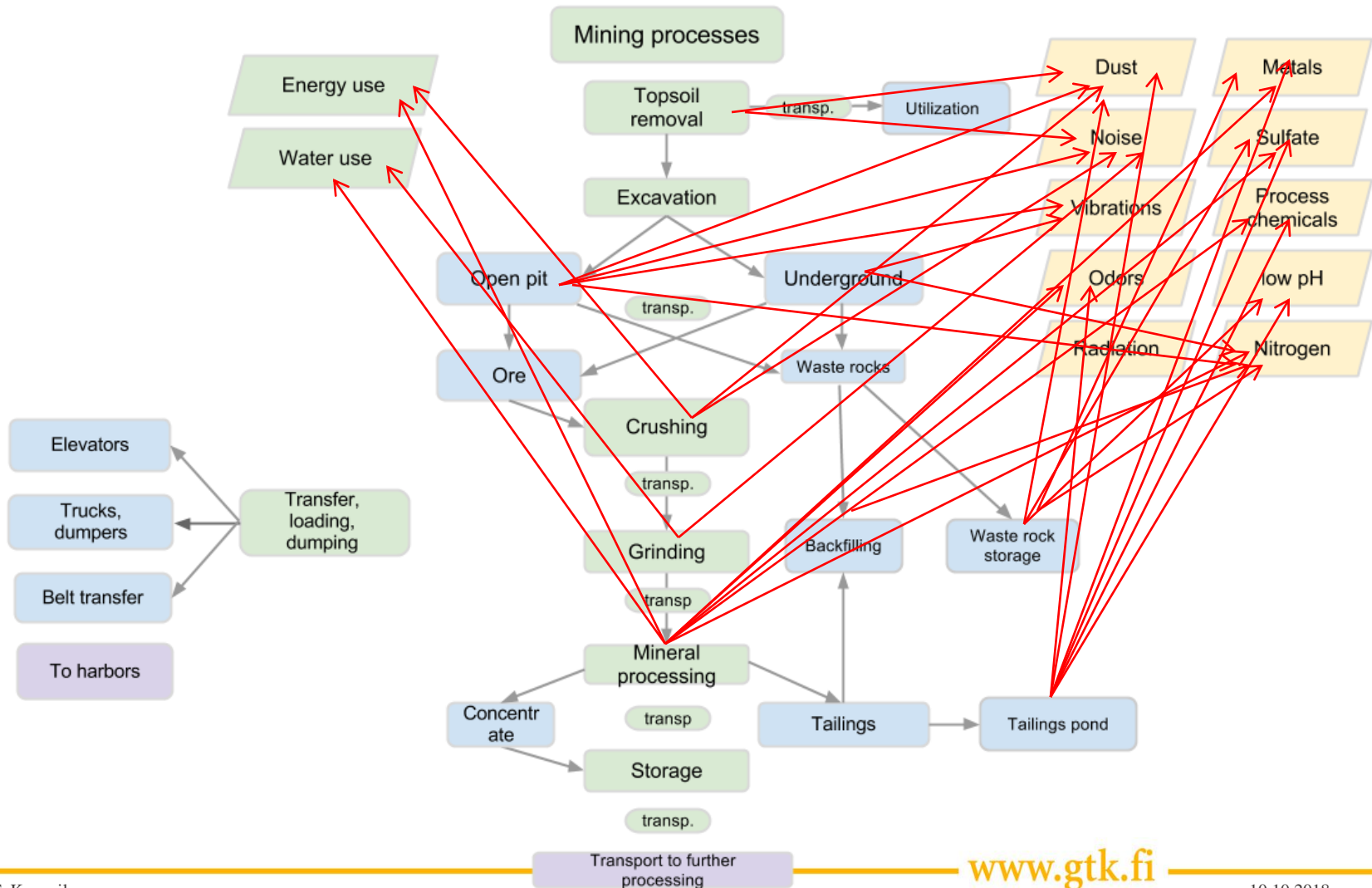
Päästöt syntyvät prosesseista



Päästöt syntyvät prosesseista



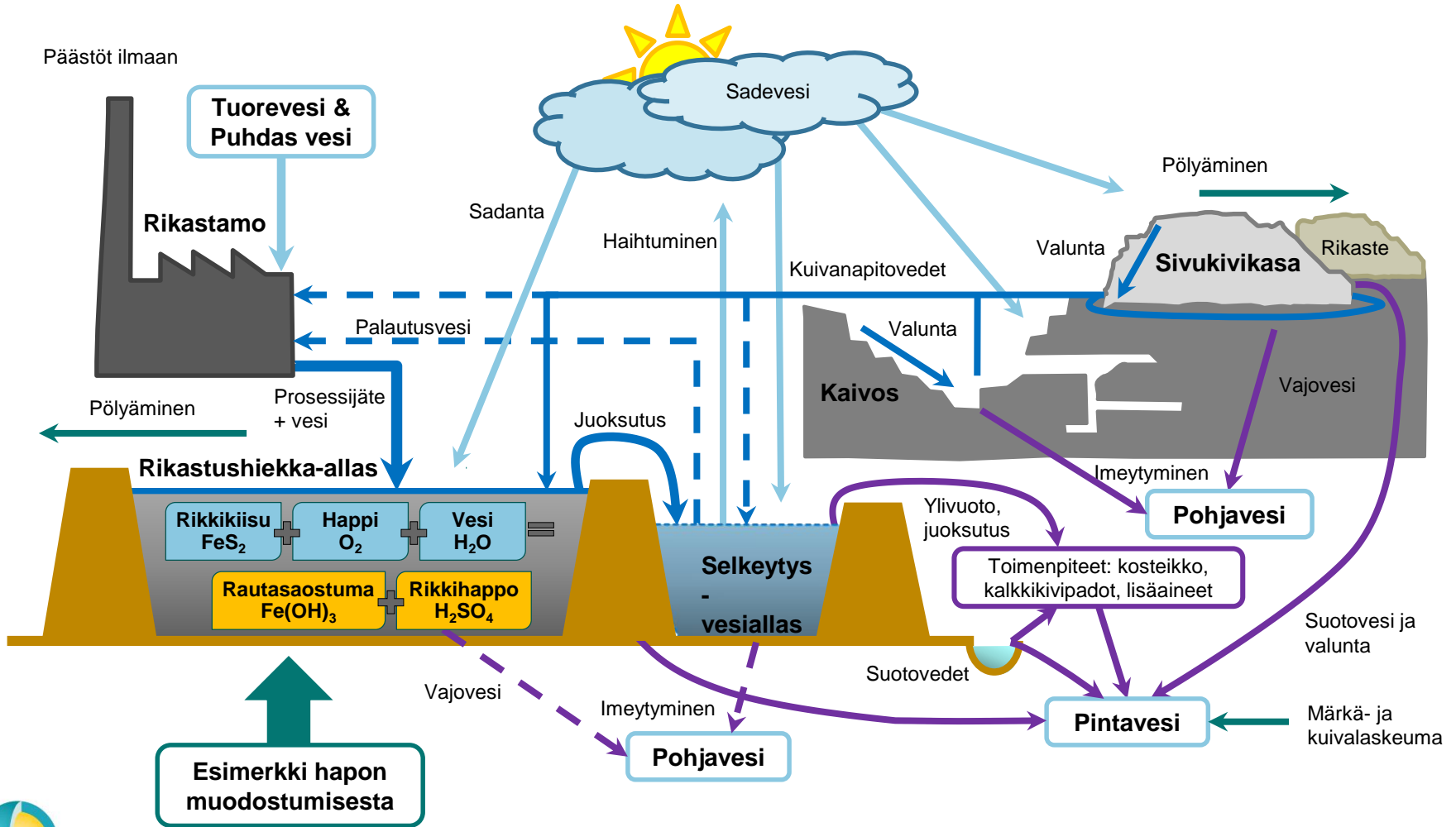
Päästöt syntyvät prosesseista



Kaivannaisjätteiden hallinta on avainkysymyksiä

- Malmiesiintymien mineraalit ovat pääsääntöisesti syntyneet oloissa jotka poikkeavat nykyisistä maan pinnan olosuhteista
- Kaivostoiminnassa malmi nostetaan maan pinnalle, murskataan, jauhetaan ja sitä käsitellään kemiallisesti
- Rikastusjätteet (rikastushiekka, e. tailings) ja sivukivet joutuvat varastoinnissa useimmiten alttiiksi ilman ja veden vaikutukselle
- Mineraalien muuttumista voi tapahtua rikastushiekan ja sivukivien lisäksi ylijäämämaissa, louhosten seinämissä ja kallion raoissa
- Erityisen merkittävää on ns. hapan kaivosvaluma (AMD, ARD)

Kaivostoiminnan vedet

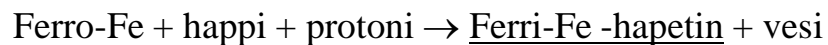
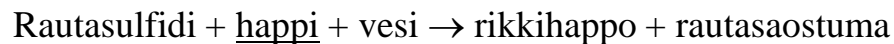
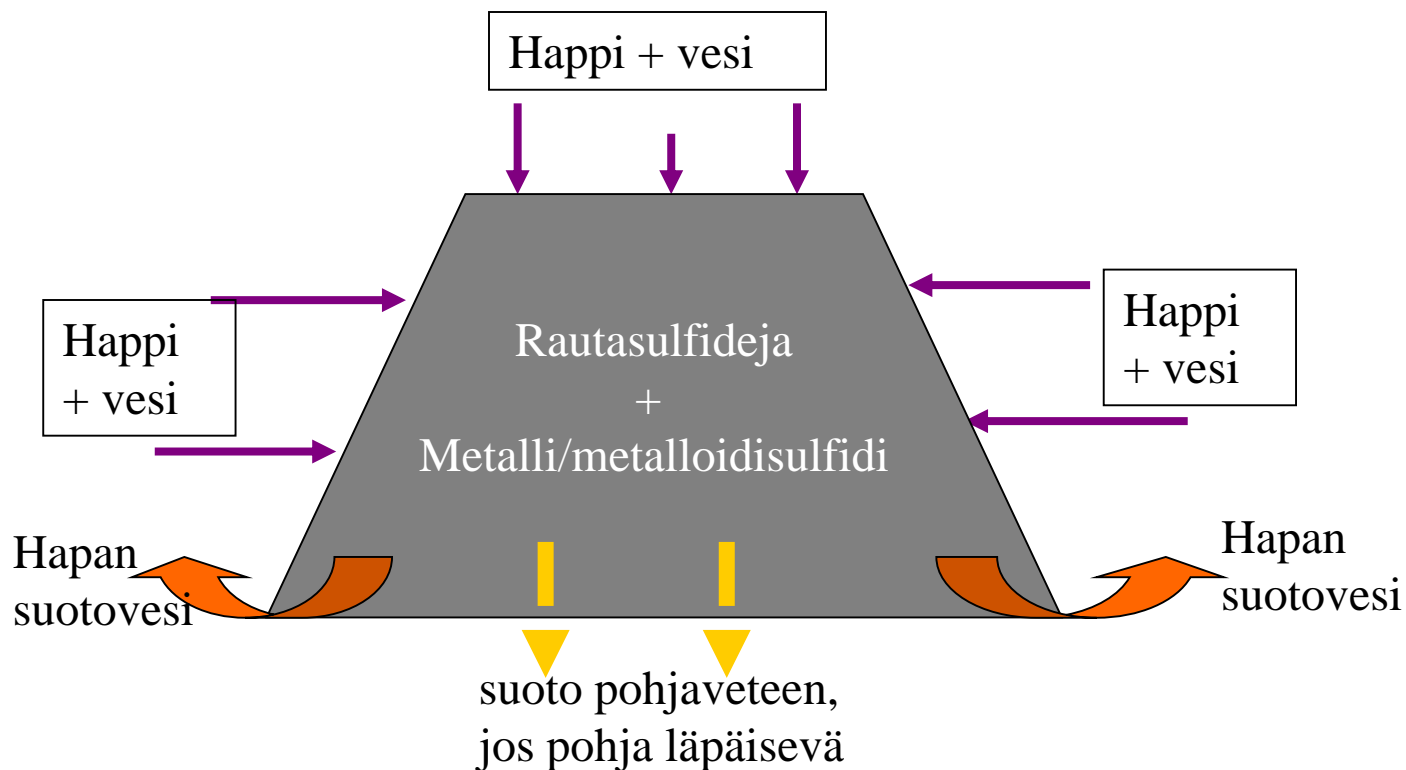


Metallikaivosten ympäristögeokemiaa

- Metallit (esim. Al, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Pb, Ni, Zn, V)
 - Peräisin malmiesiintymästä, osa myös malmin rikastuskemikaaleista
- Puolimetallit = metalloidit (As, Sb)
 - Peräisin malmiesiintymästä
- Suolat (esim. sulfaatit, kloridit),
 - Rikastuskemikaalit, osa myös liuenneesta malmikivestä
- Ravinteita (typpiyhdisteet)
 - Räjähdyksaineet (N), prosessi-/vesien puhdistuskemikaalit (kalkki)
 - Fosfori
- Orgaanisia yhdisteitä
 - Rikastuskemikaalit, polttoöljyt, räjähdysaineet

HAPAN KAIVOSVALUMA

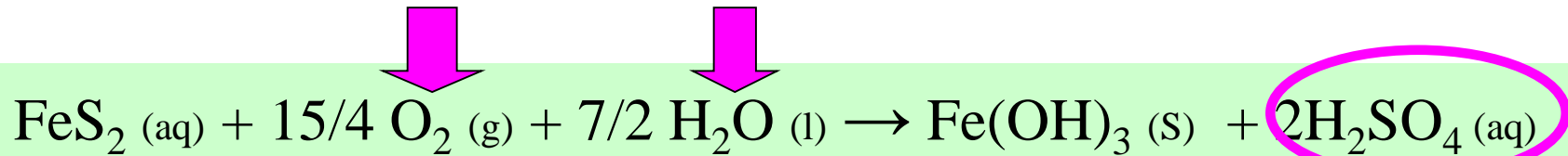
aiheutuu Fe-sulfidihapettumisen käynnistämästä veden happamoitumisesta



Rautasulfidien hapettuminen

happi + kosteuden vaihtelu

⇒ *happamuus (rapautuminen kasvaa)*

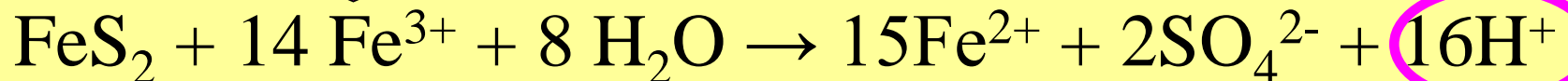
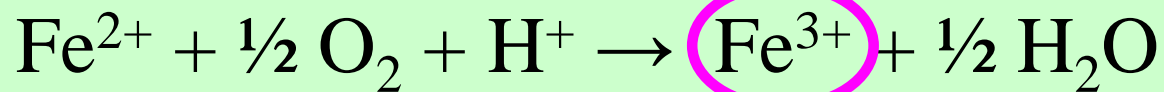


Wikipedia

voimistuu 10⁶-kertaisesti, kun

⇒ ferrirauta (Fe³⁺) hapettimena

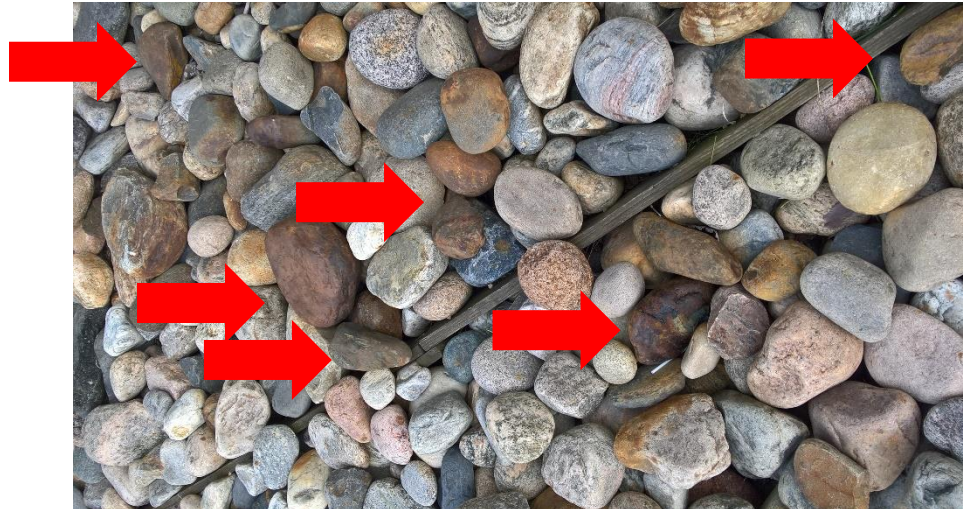
+ bakteeritoiminta + matala pH



Sulfidihapettuminen on luonnollinen ilmiö

Ilmiön primaari aiheuttajat

- Kivi/mineraaliaines, joka sisältää hapettumiselle alttiita sulfideja + happi + vesi
- Nettovaikutus riippuu happoa tuottavien ja neutraloivien mineraalien määrästä (NP/AP; useita testausmenetelmiä)



Hapettumisen hallinta

- Rikastushiekka läjitetään yleensä vesilietteenä
 - Altaan pinta pysyy kosteana kaivoksen toiminnan aikana, eikä hapettumista juuri tapahdu
- Toiminnan jälkeen käytetään peittorakenteita
 - Hapen ja veden pääsy jätteeseen estetään
 - Kuivapeitto, märkäpeitto, yhdistelmä
 - Paljon tutkimustietoa, BREF asiakirja
- Kaivostäyttö vähentää maan päälle läjitettävää määrää
- Läjittäminen veden alle on tehokas tapa
- Jätejakeiden erottelu, 'desulphurization'
 - Sivukivien kohdalla erityisen tärkeää

Kaivosten ympäristöasioiden hallinta

- Kaivosten ympäristöhaittojen hallinta ei ole mahdoton tehtävä
 - Kaivostoiminnan parhaat ympäristökäytännöt
- ‘Suuruuden ekonomia’ vaikuttaa olennaisesti ympäristövaikutuksiin
 - Suuri määrä käsiteltävää ainesta synnyttää suuret määrät kaivannaisjätettä ja kuluttaa paljon vettä (‘tonneista unsseja’)
 - Näiden seikkojen ymmärtäminen ja hallinta on avainasemassa kaivosten ympäristökysymyksissä
- Ympäristövaikutusten etukäteisarviointi on tärkeässä osassa myös sosiaalisten vaikutuksien vähentämisessä
 - Ympäristöosaajien rekrytointi heti hankkeen alussa
- Osaava konsulttisektori, viranomaiset ja tutkijat
- Kaivoksen sulkeminen on oleellista ympäristövaikutusten kannalta

Vastuulliset kannattavuusselvitykset

- Heinäveden grafiittikaivoksen vastustajat tyrmäävät: "Ei voi tulla kannattavaa", SS, 7.10.2018
- Kun esiintymä on paikallistettu, sitä aletaan tutkia kairauksin ja geofysiikan keinoin
- Tavoitteena on saada käsitys esiintymän koosta ja laadusta
 - Pörssilähtöiset koodistot säätelevät lopullista arviointia
- Malminäytteistä tehdään myös rikastuskokeita eri mittakaavoissa
- Kannattavuusselvitykset (feasibility study)
 - Tekniset seikat (rikastus, louhinta, ympäristö, infra)
 - Taloudelliset seikat; kaivoksen sulkemisen kustannukset myös
- Kaivoksen ennenaikainen sulkeminen on yleensä ympäristön kannalta huono vaihtoehto
- Tulee välttää liian optimistisia kannattavuusselvityksiä

Kaivosten aluejalanjälki on kohtuullinen

- Kaivospiirien yhteispinta-ala on n. 0,03 milj. ha (30 000 ha)
- Liikennealueiden pinta-ala on n. 0,82 milj. ha
- Viljelysmaan pinta-ala on n. 2,4 milj. ha
- Metsätalousmaata on n. 22,8 milj. ha
 - Metsätalouden apualueita (metsätiet, varastoalueet yms.) on n. 0,2 milj. ha

- Silti, esimerkiksi hydrologisista syistä, kaivospiireistä ei ole syytä tehdä tarpeettoman isoja

Paikalliset sosiaaliset ja taloudelliset vaikutukset

- Alueelliset ja paikalliset toimijat ovat aivainasemassa kaivoshankkeen tullessa paikkakunnalle
- Vaaditaan toiminnanharjoittajan ja paikallishallinnon yhteistyötä jotta hankkeesta saatavat hyödyt voidaan maksimoida ja sosiaaliset sekä taloudelliset haitat minimoida
- Tutkimustietoa ja kokemuksia tästä aihepiiristä karttuu Suomessa koko ajan
 - Kokemuksia tulee jakaa uusien kaivospaikkakuntien päättäjille
- Yritysten tarve ‘sosiaalisen toimiluvan’ ja hyväksyttävyyden hankkimiseen tukee tätä tavoitetta
- Yleinen tiedotus ja oikea tieto kaivosalasta ja sen riskeistä voi vähentää sosiaalisia vaikutuksia

Vaikutukset matkailuun eivät välttämättä ole rajuja

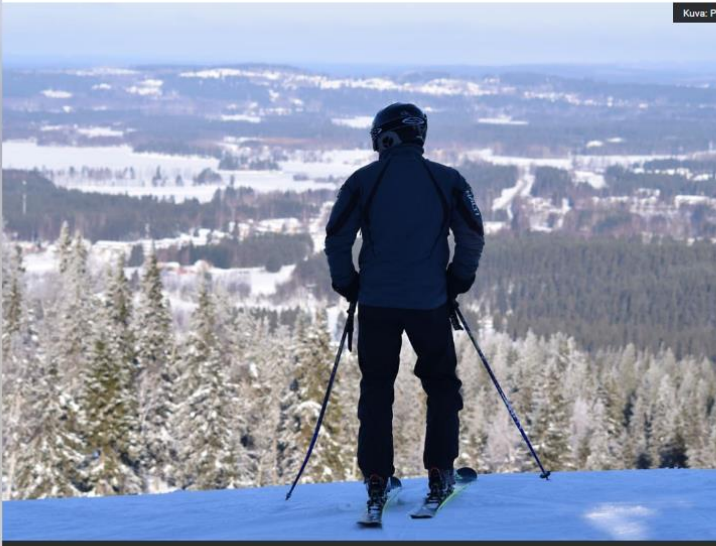
yle Uutiset Areena Urheilu Valikko

UUTISET Tuoreimmat Urheilu Sää Kotimaa Ulkomaat Talous Poliittika Kulttuuri Kolumnit

Mistä Vuokatin matkailun tuplaava kuningasidea? Katinkulta ja hiihtoputki olivat aikansa menestyksiä

Vuokatin seuraavina tavoitteina siintävät Itärinteiden 200 miljoonan investointi sekä kahden jään jäähalli. Mutta riittävätkö nämä tuplaamaan matkailun?

Vuokatti, Sotkamo 31.1.2018 klo 11:40



Kuva: P...

Sotkamon matkailukeskus Vuokatti haluaa kasvaa reippaasti tulevina vuosina.



Kaikki kaivokset suljetaan joskus

- Kaikilla kaivoksilla on rajallinen elinkaari (life-of-mine, LOM):
 - Tyypillinen nyt aloittava kultakaivos 8 v
 - Tyypillinen kuparikaivos 30 v
- Kaivoskohteilla voi olla vaikutuksia pitkään toiminnan lopettamisen jälkeenkin
 - Hidas mineraalisten jätteiden rapautuminen; Acid Rock Drainage
 - Vesienhallintaongelmia
- Kaivoksen sulkeminen vaikuttaa myös alueen talouteen ja sosiaaliseen rakenteeseen
 - Tarjoaa myös paljon mahdollisuuksia kaivoksen jälkeiseen toimintaan

EXPLORATION (20+ yrs)

PRODUCTION

POST CLOSURE (10- eternity)

CONSTRUCTION

CLOSURE

T. Kauppila

10.10.2018 (2-3 yrs)

(2-3 yrs)

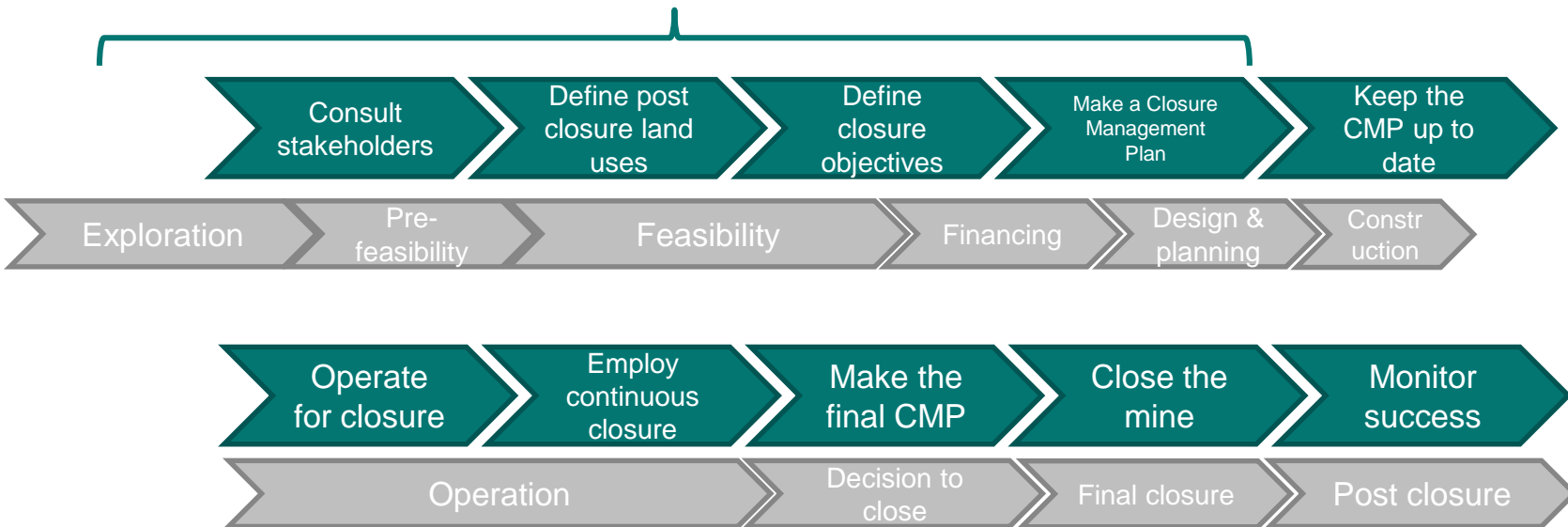
www.gtk.fi



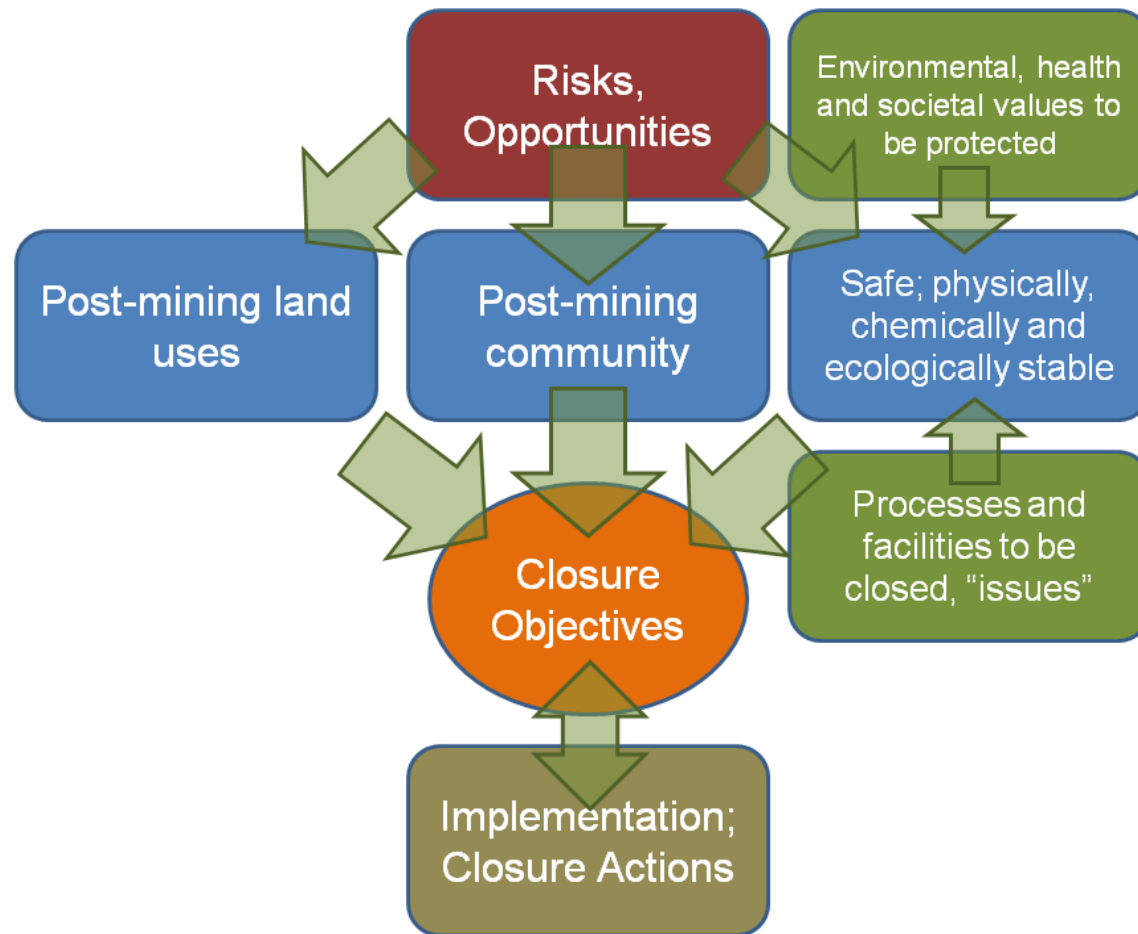
Kaivoksen sulkeminen on pitkä prosessi

YVA-prosessi!

Vuoropuhelu feasibilityyn,
suunnittelun ja rahoituksen kanssa



Sulkemisen tavoitteiden määrittely: riskien minimointi ja hyötyjen maksimointi



Kaivoksen jälkeinen maankäyttö ohjaa sulkemista



Intercontinental
Shanghai



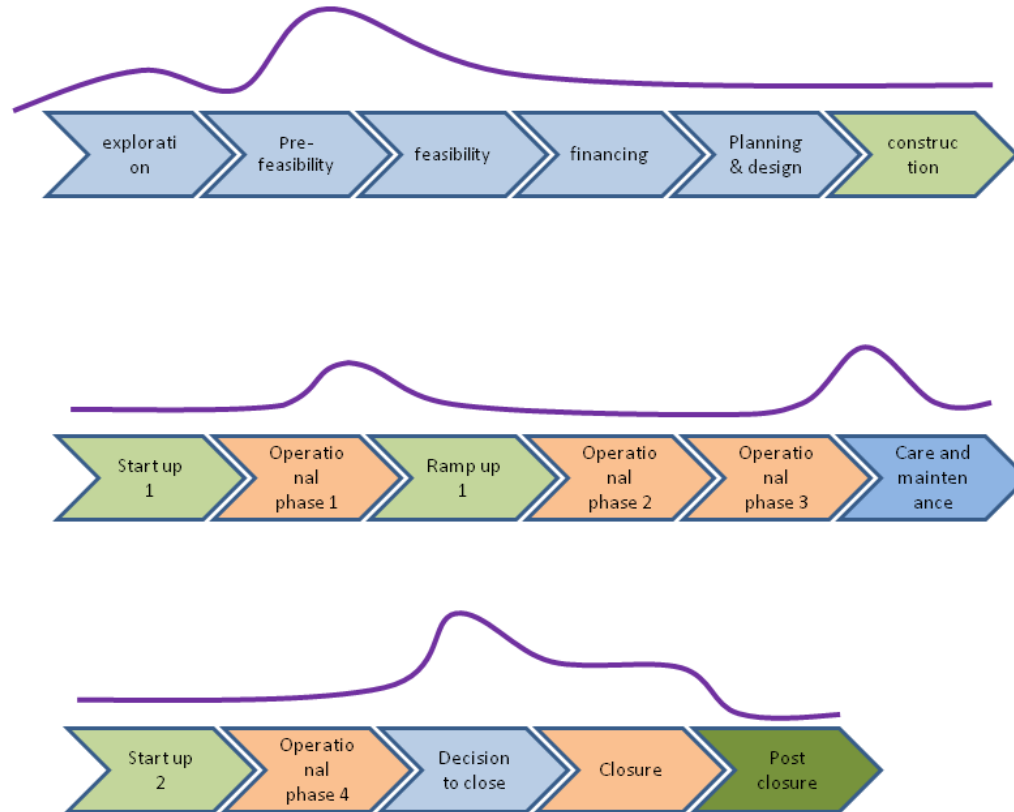
GTK

T. Kauppila

www.gtk.fi

10.10.2018

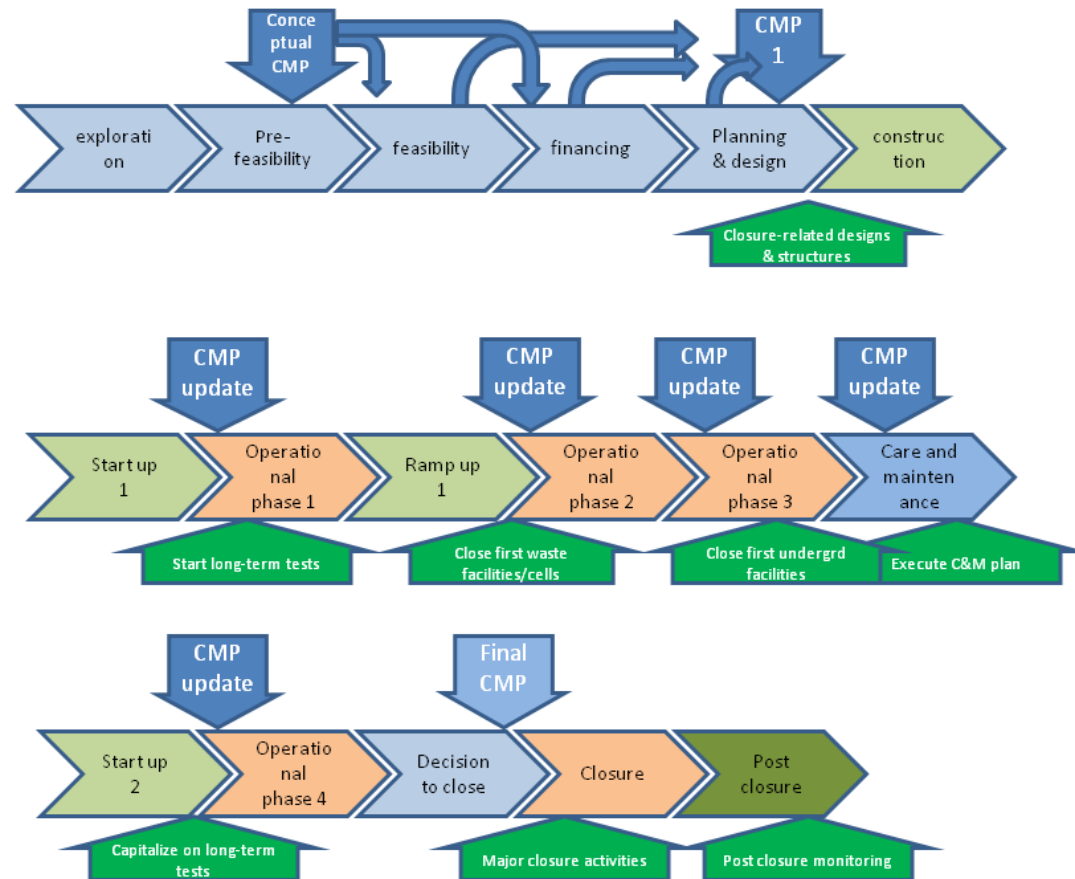
Sidosryhmätyöskentelyn tulee olla jatkuvaa; tavat ja intensiteetti vaihtelevat



Sulkemissuunnitelma

- Sulkemissuunnitelma (CMP, Closure Management Plan) on sulkemisen hallinnan keskeinen dokumentti
- Lainsäädäntö vaatii sulkemissuunnitelmaa jo kaivoslupahakemuksesta alkaen, jolloin se on myös virallinen dokumentti.
 - Varsinainen ylläpidettävä CMP on yleensä eri dokumentti
- Sulkemissuunnitelman tarkkuus kasvaa hankkeen edetessä
 - Konseptuaalinen
 - Yksityiskohtainen
 - Lopullinen; tekninen suunnittelu, hallinnolliset toimet, due diligence
- CMP on jatkuvasti ylläpidettävä dokumentti, jonka tarkoituksena on luoda varmuus sulkemisen tavoitteiden toteutumisesta
 - Epävarmuuksien jatkuva vähentäminen

Sulkemissuunnitelman ylläpitäminen hankkeen eri vaiheissa



Kaivoksen toiminta tähtää sulkemiseen

- Sulkemisprosessin hallinnan ja sulkemissuunnitelman ylläpidon ja jalkauttamisen tavoitteena on että ‘kaivoksen toiminta tähtää sulkemiseen’ (operate the mine for closure)
 - Kaivoksen suunnittelulla ja toiminnalla ei vaaranneta sulkemisen tavoitteita vaan edistetään niitä
 - Jatkuvan sulkemisen periaate
- Kaivoksen tulee myös pystyä osoittamaan että se on koko ajan turvallisesti suljettavissa
 - Erityisesti pitkäkestoiset seisakit; care and maintenance
- Riskien, epävarmuuksien ja taloudellisten vastuiden jatkuva vähentäminen



Sulkeminen ja raha-asiat

- Kaivoksen sulkeminen vaatii runsaasti resursseja ja rahaa. Nämä kustannukset pitäisi ottaa huomioon jo kannattavuussuunnittelussa.
- TUKES: “Kaivosluvan haltijan on asetettava kaivostoiminnan lopetus- ja jälkitoimenpiteitä varten **vakuus**, jonka on oltava riittävä kaivostoiminnan laatu ja laajuus, toimintaa varten annettavat lupamääräykset ja muun lain nojalla vaaditut vakuudet huomioon ottaen. Lupaviranomainen määrää vakuuden lajin ja suuruuden.”
- YSL: jätteen käsittelytoiminnan vakuus.
 - Kaivannaisjätteen jätealueen vakuuden on katettava myös kustannukset, jotka aiheutuvat jätealueen vaikutusalueella olevan, kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelmassa tarkemmin määritetyn maa-alueen kunnostamisesta tyydyttävään tilaan.
- Vakuuden oikean suuruuden määrittäminen on vaikeaa
 - Riittävä, muttei toimintaa estävä
 - Yleisperiaate: Sulkeminen tilanteessa jossa toiminnanharjoittajaa ei ole
- Vakuuden ‘soveltamisala’ on syytä määrittää tarkasti
 - Sulkemissuunnitelmasta on tässä paljon apua
 - Vakuudet on tarkoitettu ennalta arvioitavien kustannusten kattamiseen
- Vakuus ei saisi olla kunnollisen sulkemisen vaihtoehto vaan kannustava
 - Vakuuden ja vastuiden pienentäminen jatkuvalla sulkemisella

Yhteenveto

- Kaivosten ympäristövaikutukset liittyvät useimmiten jätteiden ja veden hallintaan
- Grafiittikaivoksella pölykin voi levitä ympäristöön
- Kestävät hyödyt kaivostoiminnasta edellyttävät paikallista yhteistyötä ja aktiivista otetta
- Sulkeminen on tärkeä osa kaivoksen elinkaarta
- Vaikutusten hallinta on mahdollista
- Osaaminen on Suomessa lisääntynyt viime vuosina
- Matkailu ei välttämättä kärsi kaivoksesta

tommi.kauppila@gtk.fi



GTK

T. Kauppila

www.gtk.fi

10.10.2018