



Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
Närings-, trafik- och miljöcentralen
Centre for Economic Development, Transport and the Environment

MUTKU-päivät 2-3.4.2014

Käytöstä poistettujen kaivannaisjätealueiden tutkiminen

Kari Pyötsiä
Tampere 18.3.2014

Kari Pyötsiä Pirkanmaan ELY-keskus

21.3.2014



Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
Närings-, trafik- och miljöcentralen
Centre for Economic Development, Transport and the Environment

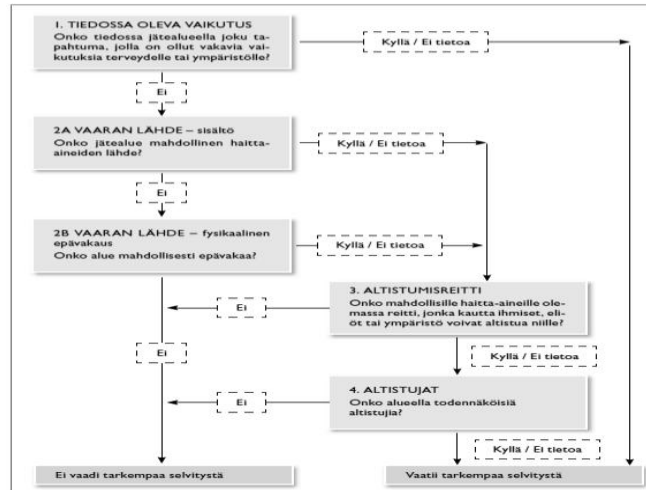
LÄHTÖKOHDAT

- Käytöstä poistetut tai hylätyt vakavaa ympäristön pilaantumista tai ympäristölle mahdollista vaaraa aiheuttavat kaivannaisjätteet on luetteloitava
 - Direktiivi kaivannaisteollisuuden jätehuollosta (2006/21/EY) + 5 komission päätöstä
 - VA kaivannaisjätteistä (190/2013)
- Komission ohjeistus kartoitukseen
- Ympäristöministeriön raportti 24/2013





Esivalintamenettely YM raportin (24/2013) mukaan:



21.3.2014

KP/ELY ja JN/Pöyry

3



- Kohteet Pirkanmaalla: **Ylöjärvi, Haveri, Kylmäkoski ja Ylöjärvi, Lakiala**
- **HAVERI:**
 - Ensimmäiset rautamalmin louhinnat 1800-luvulla
 - Kulta-, kupari- ja hopeakaivoksena vuosina 1942-1960
 - Rikastushiekka-alue n. 1,5 Mt
 - Suomen IP-Tekniikka: Pima-tutkimukset ja riskinarvio (2003), kunnostussuunnitelma (2006) (Kaivosmäki)

4



- Ongelmina maaperän kupari ja lyijy
- Altistuminen pölyn hengittämisen ja maan nielemisen kautta
- WSP Environmental Oy: pima-
tutkimukset, riskinarvio ja toimenpide-
esitys (2008) (Kaivosmäki)
- Kunnostusratkaisuna pilaantuneiden
alueiden eristäminen
- Ongelmina maaperän sinkki ja lyijy sekä
pohjaveden arseeni ja nikkeli
- Kunnostusratkaisuna massanvaihto



Kaivannaisjätealue

- Ramas-hanke: näytteitä rikastushiekka-alueelta ja pinta- ja pohjavesistä (2005-2007)
- Pöyry Finland: yhteenveto aiemmista tuloksista ja hahmotelma rikastushiekka-alueen kunnostuksen periaatteista (2012)
- Kunnostusratkaisuna eristäminen ja kasvettaminen sekä suotovesien käsittely



Kylmäkoski

- Kylmäkoskelta louhittiin kuparia ja nikkeliä vuosina 1971-74. Valtauskirjan mukaan päätuotteeksi ilmoitettiin nikkeli. Jouluaaton aattona 1975 ilmoittivat KTM:lle lopettaneensa toiminnan 'malmivarojen loppumisen vuoksi' ja myyneensä alueen eteenpäin.
- Kokonaislouhintamäärä oli 0,84 Mt, josta muodostui rikastushiekkaa 0,65 Mt ja sivukiveä 0,15 Mt.

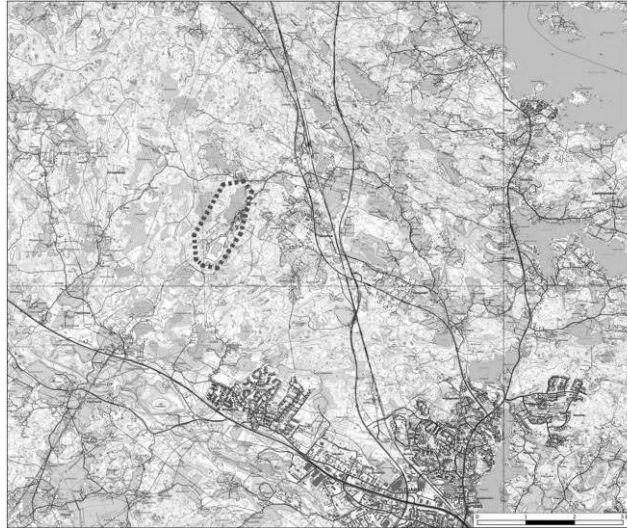


- Kylmäkoski
 - Kupari-nikkelikaivoksena vuosina 1971-1974
 - Pöyry Finland Oy: olemassa olevan tiedon kokoaminen, haastattelut, toimenpidesuosituksset (2013)
 - Toimenpidesuosituksena alueelta virtaavien pintavesien seuranta





CASE YLÖJÄRVI, Lakiala



9



Kaivoksen historiaa

- Toiminta-aika 1943 – 1966
 - Avolouhos ja myöhemmin kaivos
- Tuotteet kupari, volframi ja arseeni
- Louhinta 4 Mt, josta syntyi jätettä 4 Mt
- Kaksi jätealuetta, 4 ha ja 17 ha, myös kaivoskäytäviä täytetty rikastushiekalla
- Kaivoksen aikana järven pintaa laskettiin ja 1970- luvulla nostettiin 7,5 m
- 17 ha jätealue on osittain peitetty vuosina 1987-1988
- Jätealueella on nykyisin PVTTK koeräjäytystoimintaa

10



Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
Närings-, trafik- och miljöcentralen
Centre for Economic Development, Transport and the Environment

Kaivoksen vanha jätealue vuonna 1953 ja uusi jätealue vuonna 1976



11



Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
Närings-, trafik- och miljöcentralen
Centre for Economic Development, Transport and the Environment

Kaivoksen jätealueen nykyinen tila



17 JANUARY 2012

12



Ympäristövaikutukset, tehdyt tutkimukset

YLEISESTI JÄTEALUEESTA JA SEN SUOTOVESIEN VAIKUTUSALUEELTA ON KATTAVAT TUTKIMUSTULOKSET

- Jätealueen sisältämien arvomineraalien pitoisuuksien selvitys, Outokumpu Oy 1981
- Arseenin pitoisuuksien selvitys jätekasan pintaosista vuonna 2006
- Jätealueen sisäisen veden tutkimukset, kolme havaintoputkea, 2002
- Kasan suotovesien purkautumisalueiden maaperätutkimukset suoalueella 2002
- Jätealueelta purkautuvan veden tutkimukset
 - Jätealueen lähiympäristö 2000-2002
 - Jätealueen ja Parosjärven välinen puro 2000-2002
 - Jätealueen ja Hirvijärven välinen alue 1989
 - Parosjärveen jätealueelta laskevan puron suu 1976-2002
 - Saarijärvestä Parosjärveen laskeva puro 1978-2002
- Parosjärven veden profiilinäytteet (1-11m) 1995-2013
- Parosjärven pintaveden tutkimukset 1980-2009
- Parosjärven alapuolinen vesistönsosa 1976-2012 4 näytepistettä
- Sedimentin arseenipitoisuuksia Parosjärven laskuojan alueelta 3 pisteestä



KAIVOKSEN VAIKUTUSTEN TUTKIMUSALUE





HAITTA-AINEET JA NIIDEN KULKEUTUMINEN I

HAITTA-AINEET

Rikastushiekassa olevat sulfidimineraalit hajoavat hapellisissa olosuhteissa bakteerien avulla, jolloin muodostuu myös happoa, joka liuottaa yhdisteitä, jotka purkautuvat kasan suotoveden mukana:

- arseenia, kuparia, sinkkiä, booria, nikkeliä, sulfaattia, rautaa (Fe 2+), happoa
- pH purkautuvassa vedessä 3,9-4,8
- Jätekasassa on karkean arvion mukaan mm. arseenia yhteensä **4600 t**, kuparia **580 t**, sinkkiä **530 t** ja rautaa **242 000 t**.
- Jätekasen sisäisessä vedessä on arseenia luokkaa **4000 – 7000 µg/l**

15



- Suoalueella purkautuvasta vedestä arseeni sitoutuu rautasaostumiin, jotka sisälsivät 500-6000 mg/kg arseenia
- Parosjärven veden pinnan alapuolella on rikastushiekkaa (vanha läjitysalue sekä järven sedimentissä)



HAITTA-AINEET JA NIIDEN KULKEUTUMINEN II

KULKEUTUMINEN

Jätealueen ympärillä 4 suotoveden purkautumislammikkoa

- Korkeimmat arseenipitoisuudet jätealueen pohjois- ja luoteispuolella purkautuvassa vedessä (1500-2000 µg/l), muissa suunnissa 10-100 µg/l
- Sulfaatin pitoisuus oli korkea, 500-700 mg/l, eri puolilla jätekasaa purkautuvassa vedessä
- Vedessä oli rautaa max. 40-60 mg/l
- Kuparin ja sinkin pitoisuus oli korkeimmillaan luokkaa 1000 – 2000 µg/l



17



HAITTA-AINEET JA NIIDEN KULKEUTUMINEN III

KULKEUTUMINEN

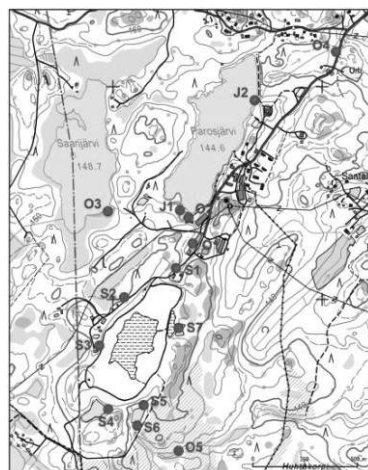
Jätealueelta Parosjärveen tuleva oja O2

- Arseenipitoisuudet 1976-1989, keskiarvo 335 µg/l, 1990- luvulla 166 µg/l ja 2000-2002: 130 µg/l
- Kuparipitoisuus 1976-1989: 1080 µg/l, 1991-2002 keskimäärin 280 µg/l
- Nikkelipitoisuus 1976-1989 keskimäärin 104 µg/l ja 1991-2002 keskimäärin 50 µg/l

Saarijärvestä Parosjärveen tuleva oja O3

- Pitoisuudet 1978-2002, keskiarvoina:
 - arseni 9 µg/l
 - kupari 13 µg/l
 - nikkeli 11 µg/l

- Pitoisuudet ovat olleet taustatasoa



18



HAITTA-AINEET JA NIIDEN KULKEUTUMINEN IV KULKEUTUMINEN

Parosjärven vesi

Järven pintaveden arseenipitoisuuksia:

- 1980 - 1989 40 µg/l
 - 1990 - 1999 59 µg/l
 - 2000 - 2009 98 µg/l
- Kuparin ja nikkelin pitoisuudet näyttäisivät laskeneen ajanjaksolla 1980-2009, 2000- luvun keskimääräiset pitoisuudet nikkelillä olivat 4,4 µg/l ja kuparilla 55 µg/l
 - Syvyysprofiilitulosten 1995-2001 (n=13) perusteella arseenin pitoisuus on korkein järven pohjan tuintumassa:
 - 1 m 82 µg/l
 - 5 m 97 µg/l
 - 8-9 m 119 µg/l
 - 11 m 183 µg/l

19



HAITTA-AINEET JA NIIDEN KULKEUTUMINEN V

KULKEUTUMINEN

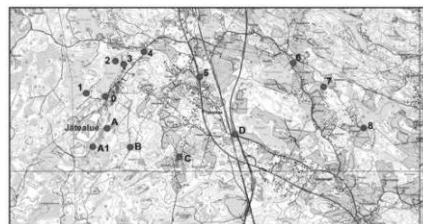
Parosjärven laskuoja

- Pisteistä 3,4,5 ja 6 on mittaustuloksia ajalta 1976-2012 ja pisteistä 7-10 vuodelta 1989
- Pitoisuuksien keskiarvot ovat olleet seuraavat

- Pitoisuuksien keskiarvot:

	arseeni	kupari	nikkeli	rauta	
1976-1989					
• puro 3	32	108	40	900	
• puro 4	36	129	29	1200	
• puro 5	23	60	29	1280	
• puro 6	14	32	28	890	
1991-2012					
• puro 3	79	49	4	940	
• puro 4	70	44	4	1380	
• puro 5	60	40	4	1370	
• puro 6 (analyysi 2012)	27	12			

Pisteissä 8,9 ja 10 (1989) pitoisuus oli < 10 µg/l



20



HAITTA-AINEET JA NIIDEN KULKEUTUMINEN VI

KULKEUTUMINEN

Sedimentit (Ramas 2007)

Järvisedimentit:

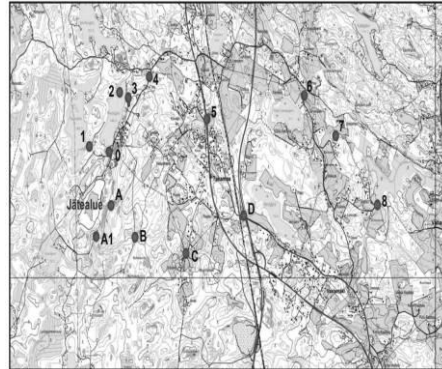
- Parosjärven alapuolinen kosteikko
arsenipitoisuus 0-1,8 m 1100-4500 mg/kg
1,8 m 179 mg/kg
- Vähä- Vahantajärvi (3 km etäisyys)
arsenipitoisuus 0-0,15 m 54-580 mg/kg
0,3 m 54 mg/kg
- Näsijärvi (7 km etäisyys)
arsenipitoisuus 0,04-0,05 m 37 mg/kg
0,20-0,21 m 235 mg/kg
0,29-0,30 m 17 mg/kg

Parosjärven laskuojan orgaaninen sedimentti

0,3-1,3 km etäisyys, arsenipitoisuus 110-228 mg/kg

Vähä-Vahantajärven laskuoja

6 km etäisyys, arsenipitoisuus 25 mg/kg



21



HAITTA-AINEille altistuminen

Parosjärvi ja sen laskuoja

- Arseeni on terveydellisen ja ekologisen altistumisen kannalta merkittävin aine Parosjärvessä ja sen laskuojassa
- Kuparin pitoisuus Parosjärvessä ja sen laskuojassa on haitallinen herkimmille vesieliöille
- Nikkelin pitoisuus Parosjärvessä ei ylitä vesieliöille haitallista tasoa
- **Raskasmetallien alhaisen pH:n, sulfaatin ja raudan yhteisvaikutuksesta Parosjärven eliöstö on todennäköisesti erittäin niukkaa**
- Parosjärven ja Vähä-Vahantajärven välillä (pisteet 3,4 ja 5) on veden laadussa selvä kaivosvesien vaikutus, mikä vaikuttaa eliöstön koostumukseen
- Vähä-Vahantajärven alapuolisessa vesistössä kaivosvesien vaikutus on vähäistä

22



Kaivoksen jätealueen lähiympäristö

- Jätealue on ulkopuolisilta suljettua aluetta, mikä rajoittaa ihmisten altistumismahdollisuutta
- Aluetta ei ole kokonaan peitetty, mikä mahdollistaa raskasmetallipitoiselle pölylle altistumisen
- Kasan suotovedessä on korkeita raskasmetalli- ja arseenipitoisuuksia sekä alhainen pH ja korkea sulfaatti- ja rautapitoisuus, jotka ovat eliöstölle haitallisia
- Arseenin saostumisalueilla jätealueen ympärillä on pintamaassa korkeita arseenipitoisuuksia, jotka ylittävät mm. pilaantuneen maan ylempään ohjearvon



Paras käyttökelpoinen tekniikka rikastushiekka-alueiden hallinnassa

Kaivosten rikastushiekka-alueiden BAT Reference Document (01/2009)

kuvaava hyviä menettelytapoja tällaisten alueiden jälkihoidossa. Näistä keskeisiä ovat:

- Kasan peittäminen veden imeytymisen ja hapen kulkeutumisen estämiseksi (savipeitto)
- Ulkopuolisten valumavesien pääsyn estäminen jätealueelle
- Puhtaiden sadevesien ohjaaminen kasan päältä pilaantuneen alueen ulkopuolelle
- Happamien suotovesien hallittu kerääminen kasan ympäriltä ojituksilla tasausaltaaseen
- Happamien suotovesien käsittely esim. maasuodattimessa tai muulla tavalla
- Jätealueen tarkkailu; sisäinen vesi, suotovesien määrät ja pitoisuudet, käsitellyn veden pitoisuudet
- Vaikutusalueen tarkkailu; tässä tapauksessa Parosjärvi ja sen laskuoja



Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
Närings-, trafik- och miljöcentralen
Centre for Economic Development, Transport and the Environment

KUNNOSTUSOHJEISTUSTA

KAIVOSTOIMINNAN YMPÄRISTÖTEKNIikka

P. M. Hakkinen (toim.) ja P. Niemi (toim.) GTK
U.-M. Moush, P. Vahasto, M. Wahlström, T. Saarinen, M. Juvonkoski, E. Vuokola, E. Mäkelä, VTT
T. Leino, Oskari Oy
M. Kosunen, Maa ja Vesi Oy
T. Hatakka, J. Iivä, T. Kauppi, J. Levetinen, P. Lintinen, P. Saarela, GTK
H. Piipyn, Oskari Oy
P. Valtari, J. Nurminen, Silver Oy
P. Toila, Teollisuus
V. Korppi, VTT



KAIVOKSEN SULKEMISEN KASIKIRJA



EUROPEAN COMMISSION

Reference Document on
Best Available Techniques for

Management of Tailings and
Waste-Rock in Mining Activities

January 2009