

**Geologian tutkimuskeskus, mineraalitekniikka Outokumpu  
AMPUMARATOJEN TULEVAISUUS –SEMINAARI, Helsingin Messukeskus  
GoExpo-messujen yhteydessä 5.3.2010 klo 12.00-17.00;  
Järjestäjä: Ampumaharrastusfoorumi**

- Väinö Hintikka valmistui DI v. 1972 Teknillisestä Korkeakoulusta, kaivostekniikan opintosuunnalta pääaineena mineraalien hienonnuks ja rikastus
- Hän toimi tutkimusinsinöörinä Outokumpu yhtiön Metallurgisessa Tutkimuslaitoksessa, Porissa 1972-1985, jolloin hän siirtyi VTT:n, Mineraalitekniikan laboratorioon Outokumpuun, jossa hän edelleen toimii Erikoistutkijana. (laboratorio liitettiin vuoden 2004 alusta Geologian tutkimuskeskukseen KTM:n toimesta).
- Hänen toimenkuvaan ovat kuuluneet malmien hyödyntämiseen liittyvien prosessien tutkimus- ja kehitystyö sekä uusien prosessien kehittäminen liittyen, jauhatukseen, vaahdotukseen ja niiden prosessisäätöön, kuin myös sekä magneettierotus että paineliuotusprosessit.
- Pilaantuneiden maiden puhdistus, uutena mineraalitekniikan sovellutuksena, on ollut noin 1990 lähtien uutena, erityisenä mielenkiinnon ja kehityksen kohteena jatkuvasti kasvavalla volyyymillä.
- Hänellä on tutkimustöistensä noin 65 kansainvälistä julkaisua, joista 25 on tieteellistä (patentit mukanaan luettuina). Julkaisut liittyvät luonnollisesti tehtyjen tutkimustöiden aihepiireihin.
- Yksi tutkimus- ja kehitysaihe on hänen työurallaan noussut ylitse muiden; - ongelmajätteiden hyötykäyttö erityisesti raskasmetallien talteenotto pilaantuneista maista, ja niiden käyttö primaaristen luonnonvarojen korvaajina (Säästäjinä, Malmit yms.).

# GTK:n tutkimus kohdistuu mm. pilaantuneiden maiden puhdistukseen.

## Maan käyttö ja ympäristö

Tutkittuja ja tällä menetelmällä testattuja kohteita on jo runsaasti

- *Haulikkorata kohteita* 4 kpl (Malmi, Viikinmäki, Lintharju (Suonenjoki),
- *Luodikkorata kohteita* 7 kpl Malmi, Viikinmäki (useita), Lintharju (useita),  
Ylämylly (useita), Kouvola, Lappeenranta, Niinisalo
- Kohteiden vaihtuessa on hyödynnetty edellisistä opittua kokemusta
- Kohteiden lukumäärän kasvaessa on kokonaisuosaaminen luonnollisesti parantunut

# Tutkimuksella saatuja tuloksia

- Menetelmäkehitystä erityyppisten ongelmakohteiden puhdistukseen
- Parhaimmillaan on kehitetyllä tekniikalla saatu uusiokäyttöön soveltuvaa *puhdistettua maata*, joka täyttää nykyiset *ympäristönormit* ja antaa *kierrätykseen soveltuvan raskasmetallirikasteen (luodit tai haulit)*. Nämä *tuovat puhdistuskustannuksia kompensoivat tuloja*.
- *Merkittävänä etuna on maiden kuljetuksen poisjäännin antama säästö; - Puhdistus voi tapahtua paikanpäällä siirrettävällä puhdistusasemalla.*
- Vain metallirikasteet tarvitsevat kuljetuksen. *Metallien kierrätyksestä on lisäksi etuna primääristen luonnonvarojen säästöt (malmit ja niiden jalostusketjujen raaka-ainesäästöt )*.

# Ampumaratojen puhdistuksen peruste

- Lyijy (Pb) on *erittäin paha hermomyrkky*, joka voi aiheuttaa erityisesti kasvuikäisissä kehityshäiriöitä ja pysyviä hermovaurioita.
- Maa-aineksen puhdistus on kestävän kehityksen arvojen mukainen velvoite, koska maa-aineksen epäpuhtaudet tulevat ravinneketjussa ihmisten ravinteiden kautta kehoomme, aiheuttaen terveyshaittoja.
- Sillä turvataan myös pohjavesivarantojen puhtaus ja käyttökelpoisuus; lyijystä syntyy vesiliukoisia yhdisteitä ilman ja veden vaikutuksesta.
- Ampumaratojen puhdistuksessa on siis *päätavoitteena maa-aineksen puhtaus, ja puhdistuksesta saatavalla metallirikasteella voidaan kompensoida puhdistuskustannuksia.*
- Samalla metallit tulevat kerätyksi pois maata turmelemasta, ja saadaan hyötykäyttöön.

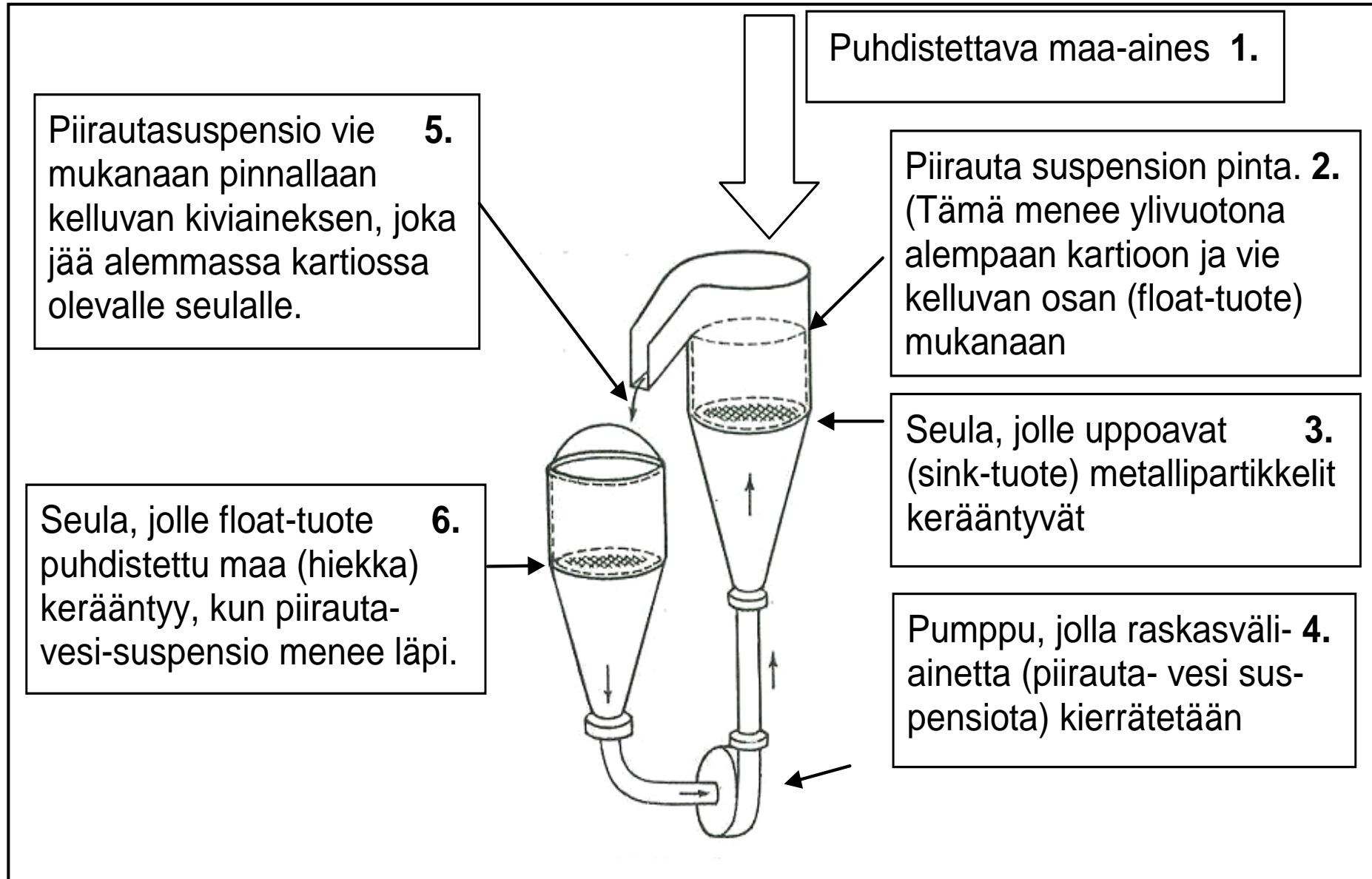
**Tyypillinen turvesuohaulikkorata. Autojen takana näkyvät ampumalavat. Ampuminen on tapahtunut lampeen päin. Lintharju Suonenjoki (pohjavesialue).**



# Moreenipohjainen luodikkorata, josta otettiin tutkimusnäytteet. Ylämylly Liperi (pohjavesialue).



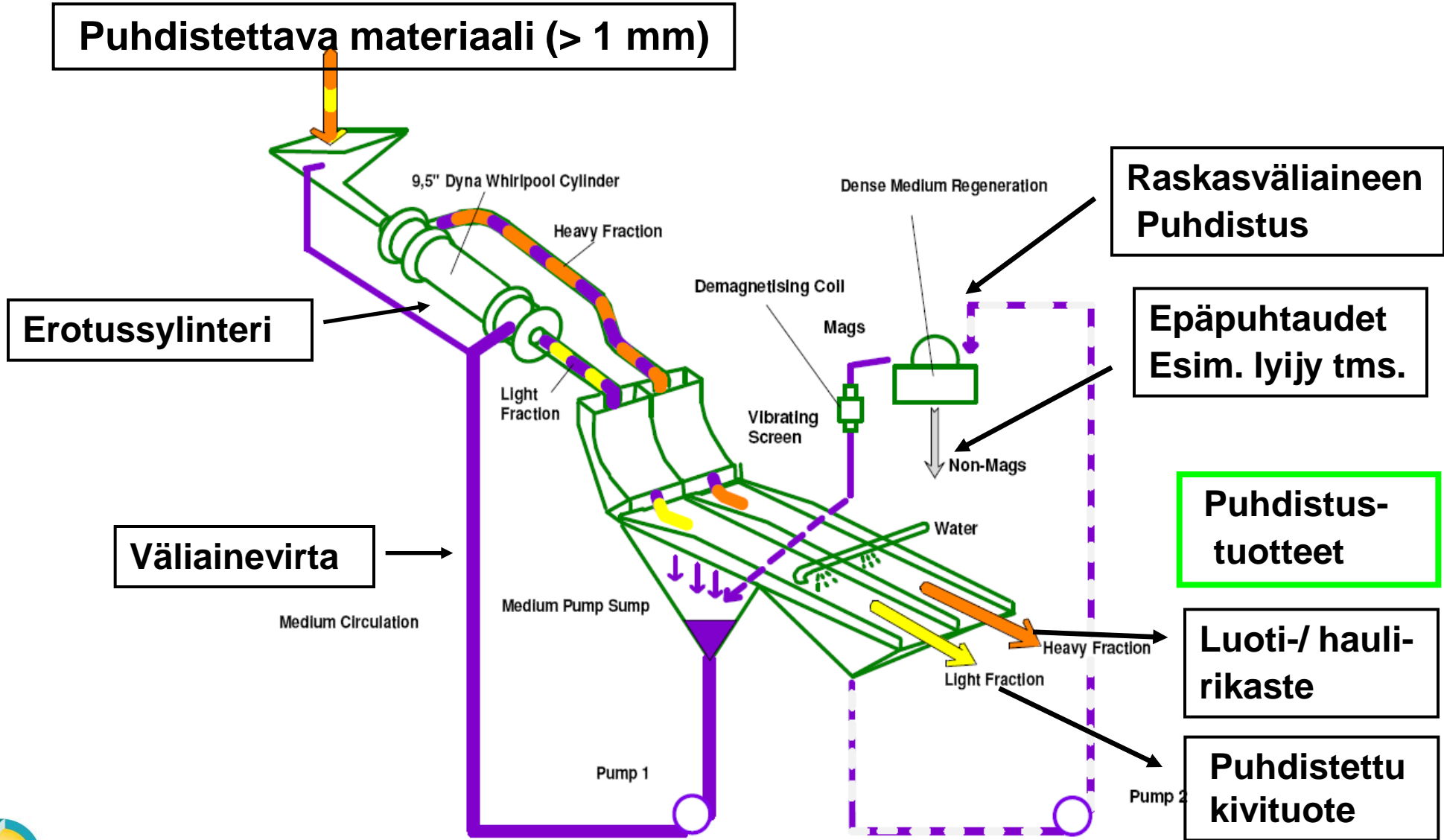
# Sink-float erotuksen periaatekaavio



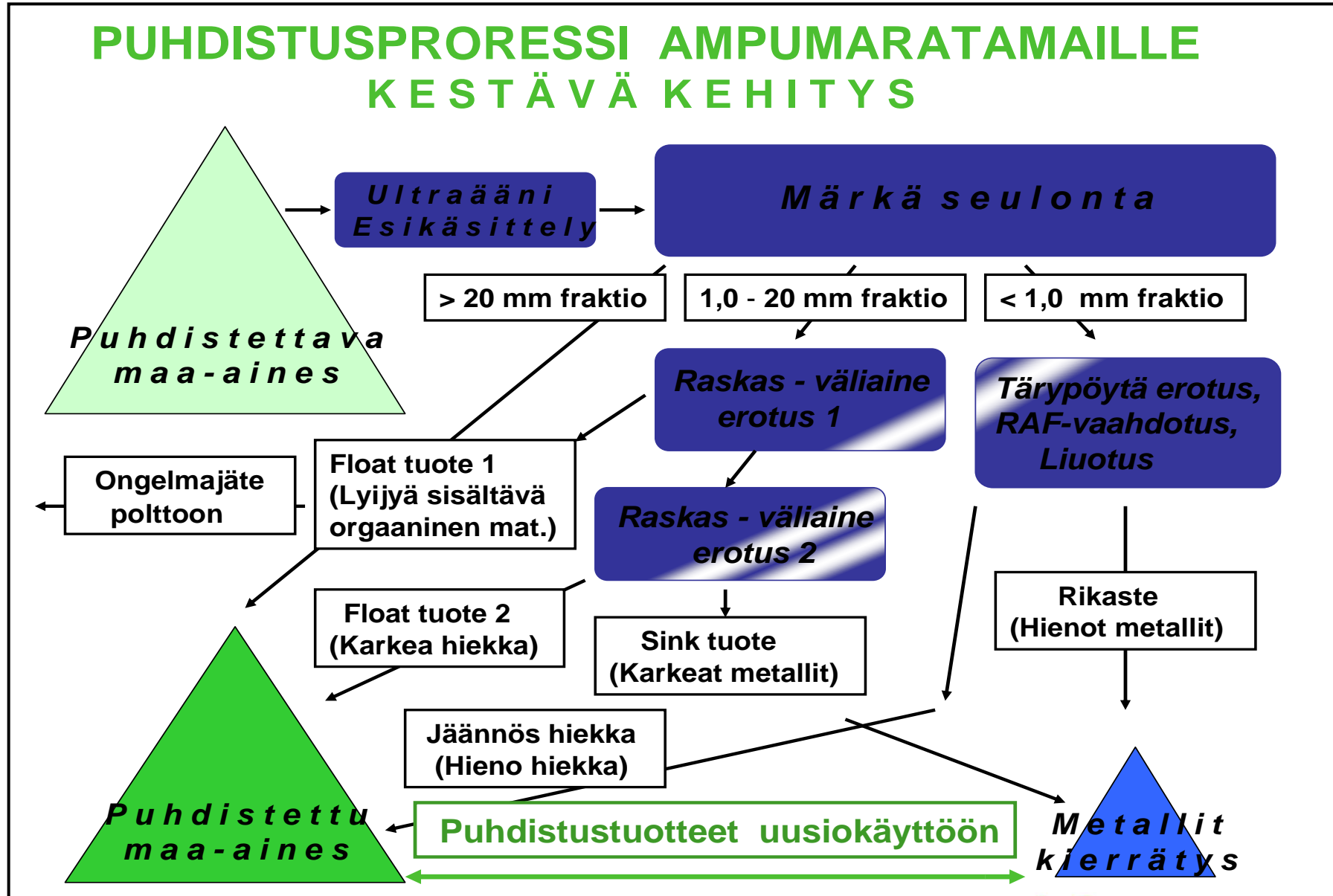
# Raskasväliaine-erotus; tulokset fraktioittain, Ylämylly

Tuote	Massa (%)	Pb + Cu (%)	Saanti (%)
5/ 16 mm luodit (Sink-tuote 2)	2,63	95	70,36
5/ 16 mm kiviaines (Float-tuote 2)	6,51	0,029	0,05
5/ 16 mm elopäräinen (Float-tuote 1)	0,10	3,632	0,10
Lasy > 5 mm	9,24	27,13	70,51
1/ 5 mm luodit (Sink-tuote 2)	0,70	95	18,61
1/ 5 mm kiviaines (Float-tuote 2)	22,48	0,1	0,63
Lasy > 1 mm	32,42	9,84	89,76
Lasy < 1 mm	67,58	0,539	10,24
Kok lasy	100,0	3,6	100,0

# Raskasväliaine-erotuskaavio ampumaratamaiden puhdistukseen



# Tutkimuksissa kehitetty ja useilla materiaaleilla testattu prosessi.



# Luotiratamaasta erotetut puhdistustuotteet

## Kestävä kehitys => ympäristömyönteisyys

Puhdistettu kiviaines uusiokäyttöön  
suoraan kohteessa



Luotirikaste, kierrätys  
metallien valmistus



**Ampumaratamaan luotipenkoista tuotettua metallirikastetta. Sen hinta on  $0,8 \times 1,7$  (Pb) +  $0,2 \times 5,4$  (Cu) = 2,4 €/kg = 2440 €/t rikaste  
Maa-aineksen arvosisältö 24,4 €/t on jos se sisältää 1,0 % luoteja  
Kevitsan 0,3 % Ni; 0,4 % Cu malmi rikast. myyntiarv. 2500 €/t /t rik.**



# Haulikkoradasta erotetut haulit, (kolme eri aluetta)



## Näytteiden haulipitoisuudet maaineksessa

Vasen	31,9 %
Keskimmäinen	5,1 %
Oikea	16,1 %

## Näytteet edustavat

50 cm x 50 cm pinta-  
alalta ja 3 cm syvää  
maanpintakerrosta.

Kolmea erilaista  
haulitihentymäaluetta

**Ampumaradan puhdistuksesta saadusta luotirikasteesta sulatuksella saadut lyijy- ja kupari- tuotteet kierrätykseen. Samalla tavalla voidaan hyödyntää haulitkin.**



# Edellisistä valamalla tehdyt tuotteet

Kiinteytetyt lyijy ja kupari tuotteet jatkojalostukseen



Lyijytuotteen puhtaus on 98% ja kuparituotteen on 94%, vaikka sulatuskokeet olivatkin vain alustavia kokeita.

# Arvioidut puhdistuskustannukset ampumaratamaille. Koetehdas mittakaavainen ajo (120 t). (Jäännös lyijy 135 ppm)

	1000 €/jakso	€/tonni
<b>Palkat</b>	<b>97</b>	<b>1,93</b>
<b>Prosessointi kustannukset</b>	<b>302</b>	<b>6,05</b>
<b>Yhteensä</b>		
<b>Kohteen valmistelu ja lopetustyöt</b>	<b>152</b>	<b>3,03</b>
<b>Yhteensä</b>		
<b>Projektin hoito (toimeksiantajan puolelta)</b>	<b>17</b>	<b>0,34</b>
<b>Kokonaistoimintakustannukset</b>	<b>471</b>	<b>9,42</b>
<b>Yhteensä</b>		
<b>Pääomakustannukset</b>		<b>10,4</b>
<b>(2,6 M€ x 0,2)/500 000 t/v)</b>		
<b>KOKONAISKUSTANNUKSET</b>		<b>~ 20</b>

**Kustannukset on laskettu 6 kk vuodessa, katkeavalla kaksivuorojärjestelmällä 25 t/h toimivalle laitokselle.**

# YMPÄRISTÖONGELMAT ENNEN JA NYT

## AMPUMARADAT yms. RASKASMETALLI KONTAMINAATIO

- Vaikean luokan ympäristöongelma = Aikapommi
- Loppusijoitus, Tulilankaa jatketaan; - Ei paukahan meidän käsiin
- Kestävän kehityksen mukainen ratkaisu

POMMI PURETAA,  
OSAT HYÖTY KÄYTTÖÖN  
MIKÄLI MAHDOLLISTA

