



HAITTA-AINEET TALTEEN 3D –TULOSETUILLA SUODATTIMILLA

Ari Väisänen

20.9.2019



Sisältö

- Haitta-aine voi olla kriittinen raaka-aine
- Haitallisten metallien talteenotto
- Metallisiepparit
- 3D tulostetut metallisiepparit
- Metallien poisto jätevedestä
- Uraanin talteenotto kaivosvesistä
- Elohopean ympäristöanalytiikka



KESKI-SUOMEN LIITTO

Regional Council of Central Finland

30 September 2019

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Kriittiset raaka-aineet

Critical Raw Materials

Antimony	Fluorspar	LREEs	Phosphorus
Baryte	Gallium	Magnesium	Scandium
Beryllium	Germanium	Natural graphite	Silicon metal
Bismuth	Hafnium	Natural rubber	Tantalum
Borate	Helium	Niobium	Tungsten
Cobalt	HREEs	PGMs	Vanadium
Coking coal	Indium	Phosphate rock	

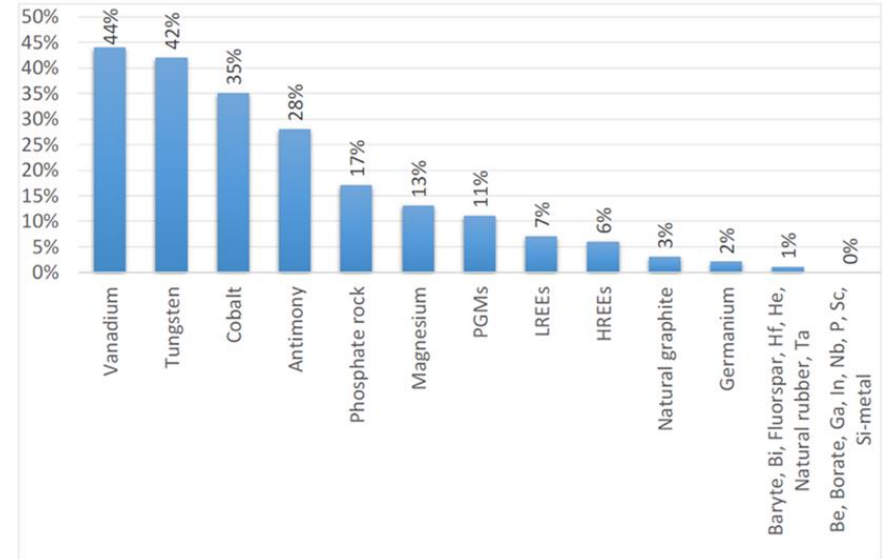


Figure 1. Current contribution of recycling to meet EU demand of CRMs: end-of-life recycling Input Rate (EOL-RIR). *Source:* JRC elaboration based on (Deloitte Sustainability, 2015) and (Deloitte Sustainability et al., 2017)).

Table 1: The 2017 List of Critical Raw Materials to the EU (HREEs = Heavy Rare Earth Elements¹⁰, LREEs = Light Rare Earth Elements¹¹, PGMs = Platinum Group Metals¹²)



KESKI-SUOMEN LIITTO

Regional Council of Central Finland

30 September 2019

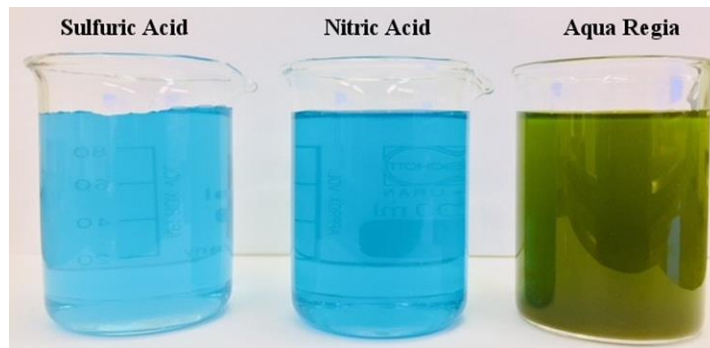
Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Haitallisten metallien talteenotto

- Metallien tulee olla liuenneena (3D siepparit)
- Lietteet ja saostumat voidaan liuottaa mineraalihappojen avulla
- Jätevesilietteelle poltto + tuhkalle happoliuotus
→ fosfori, haitalliset metallit ja arvoaineet voidaan erottaa



KESKI-SUOMEN LIITTO

Regional Council of Central Finland

30 September 2019

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Metallisiepparit



- Toiminta perustuu ioninvaihtoon
- Tarkkaan määritellyn kemiallisen rakenteen avulla kykenevät sieppaamaan halutun metalli-ionin
- Olennaisessa asemassa kemiallinen funktionaalisuus



KESKI-SUOMEN LIITTO

Regional Council of Central Finland

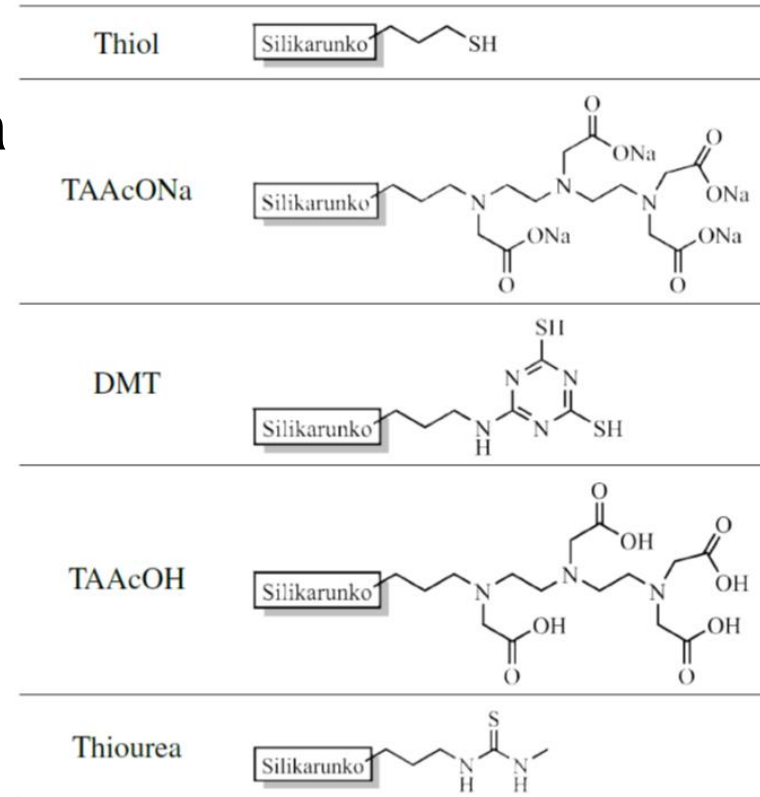
30 September 2019

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

- Siepparien runkona on tyypillisesti polymeeri tai silika
- Thioli sopii hopealle ja elohopealle
- Tiourealla voidaan poistaa kuparia rautaa ja tinaa

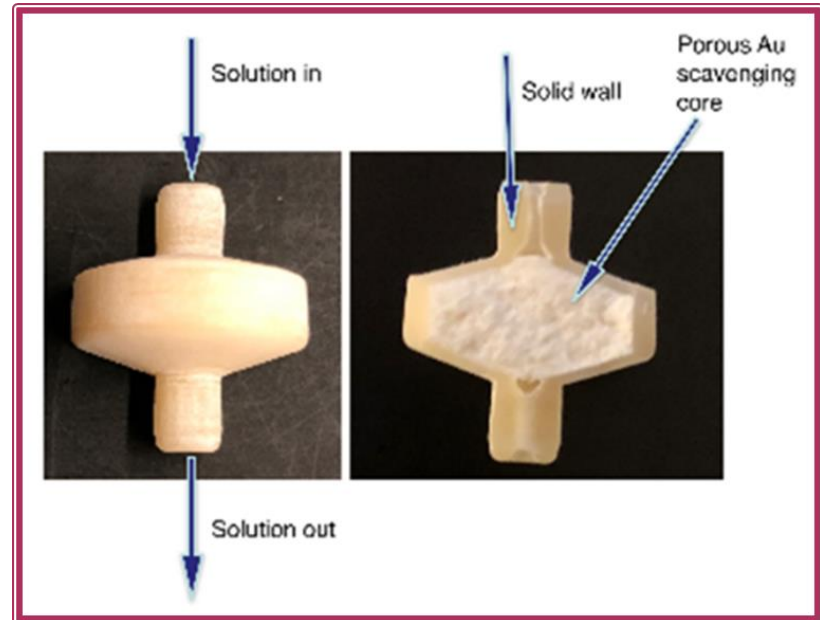
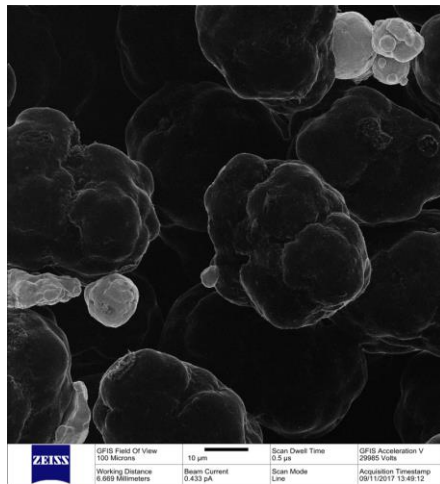


3D tulostetut metallisiepparit

- 3D tulostuksen tuomat edut:
 - rakenteen ja virtausominaisuuksien räätälöinti
 - helppo ja turvallinen käyttää
 - toimii alhaisissa pitoisuuksissa
 - erittäin nopea reaktioaika (muutama sekunti)
 - toimii laajalla pH alueella (1-12)
 - suodatin valmistuu yhdellä tulostuksella
 - uudelleenkäytettävyys



- Syntetisoimalla funktionaaliset ryhmät tulostettavaan polymeeriin saadaan huomattavan kestäviä rakenteita
- Hybridimateriaalit (hartsit + tulostuspolymeeri) voidaan tulostaa
- Tulostuspolymeereina mm. PP, PS, Nylon



- Tehokas metallien talteenotto

Au Fe Zn Pb Cd U Hg Sn Sc Pd Pt REEs

- Hyvä selektiivisyys
- Tehokas pienten pitoisuuksien talteenotossa
- Talteenottoaste jopa 95 – 100%
- Suodatinyksiköt voidaan yhdistää
- Orgaanisille yhdisteille kehitteillä omat materiaalit



KESKI-SUOMEN LIITTO

Regional Council of Central Finland

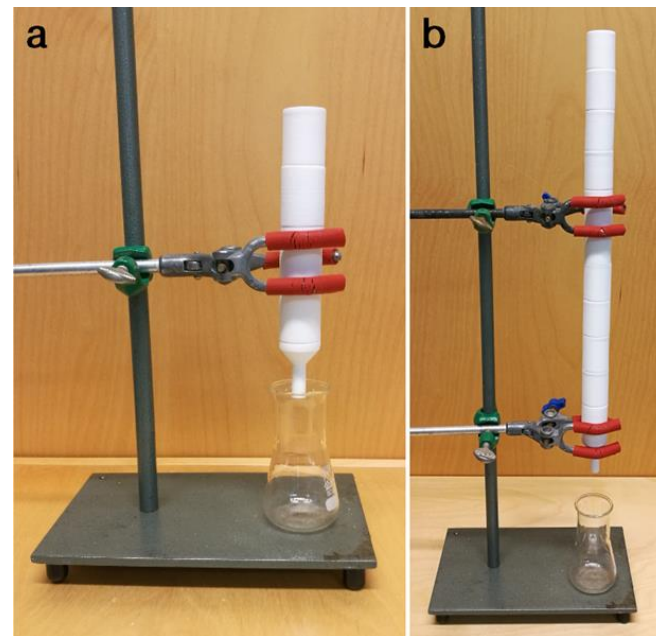
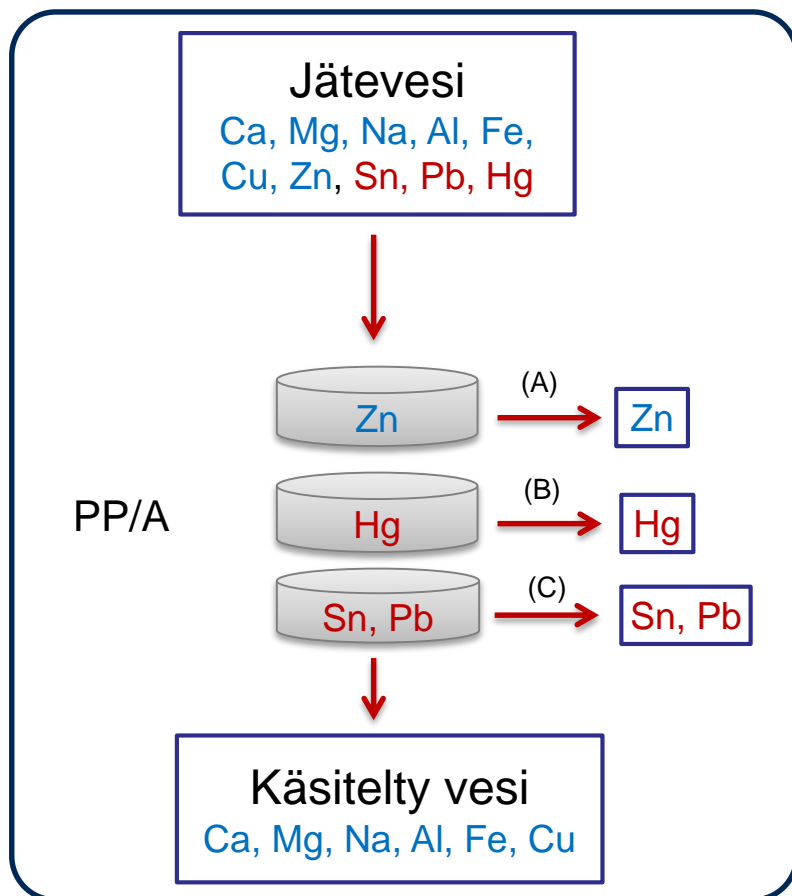
30 September 2019

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Metallien poisto jätevedestä



Metallien talteenotto 3D siepparilla



KESKI-SUOMEN LIITTO

Regional Council of Central Finland

30 September 2019

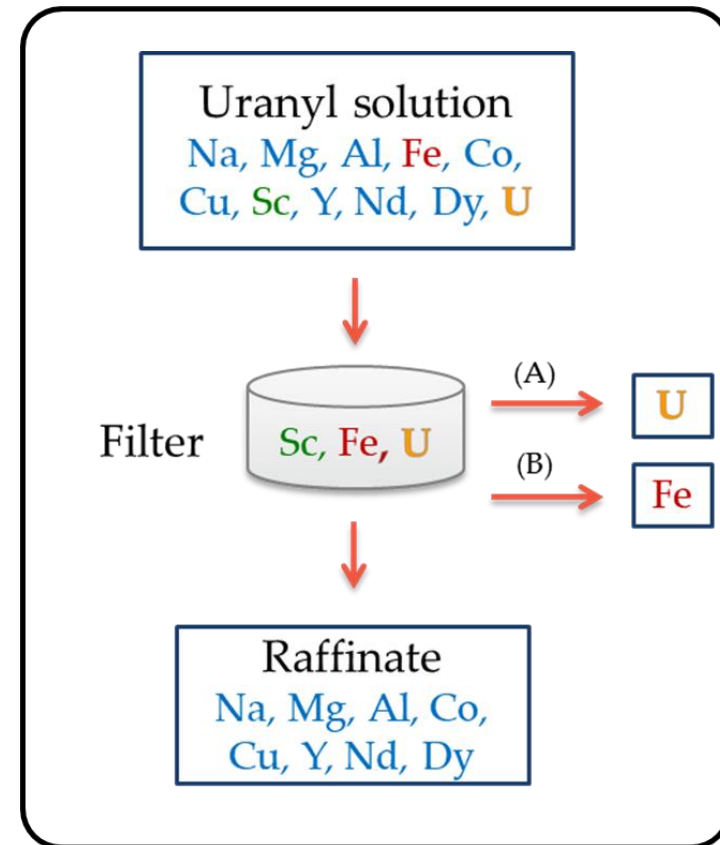
Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Uraanin talteenotto kaivosvesistä

- Uranyyli saadaan erotettua tehokkaasti liuoksesta
- Selektiivisyys saavutetaan pesuliuoksilla
- Rauta ja uraani voidaan pestä pois suodattimesta
- Suodatin uudelleenkäytettävä
- Skandium erittäin vaikeasti irroitettava → poltto



Elohopean konsentrointi

- Luonnonvesinäytteiden elohopea konsentroidaan 3D thiol –siepparin avulla.
- Vesi kestäväidään vetykloridin avulla ja imetään suodattimen läpi
- Max. 500 mL vettä voidaan konsentroida yhden suodattimen avulla
- Pesu 2 mL tilavuuteen tiourealla



- Konsentrintikerroin 90 saavutetaan analysoimalla näyte ICP-MS:lla Perkin Elmer NexION 350
- Spiikattujen (10 ng/L) näytteiden saannot $\geq 99\%$
- Määritysraja kokonaiselohopealle 0,1 ng/L



Kiitokset mielenkiinnostanne!



KESKI-SUOMEN LIITTO

Regional Council of Central Finland

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto