



KESKI-SUOMEN LIITTO



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ

Vihreämpiä vaihtoehtoja akku- ja magneettijätteen hyödyntämiseen

Elmeri Lahtinen ja Siiri Perämäki

10.11.2020

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Nikkelimetallihydridiakut

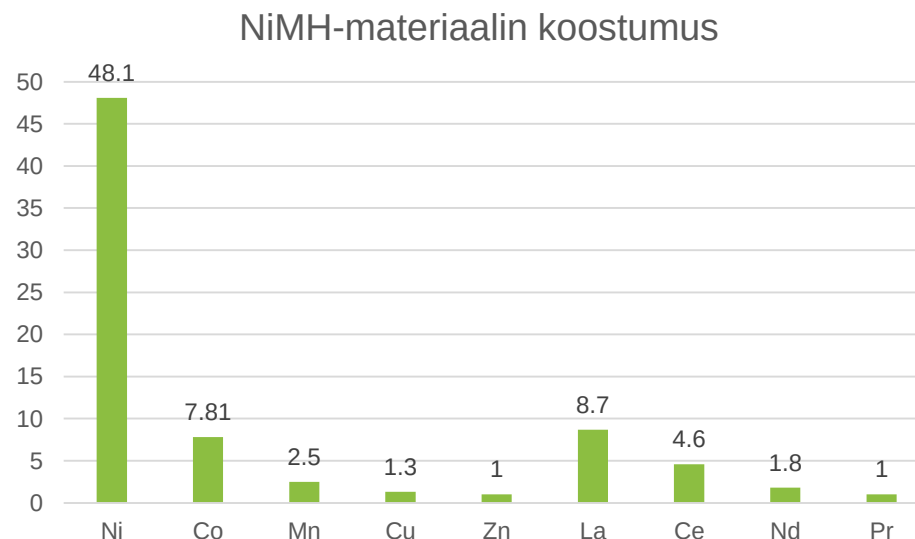
- NiMH-akkuja hyödynnetään kuluttajaelektroniikassa mm. niiden korkean kapasiteetin vuoksi
- Hyödynnetty myös osassa hybridautoja
- Korvasivat isolta osin NiCd-akut
- Litiumioniakkujen valtava suosio vie markkinaosuutta myös NiMH-akuilta



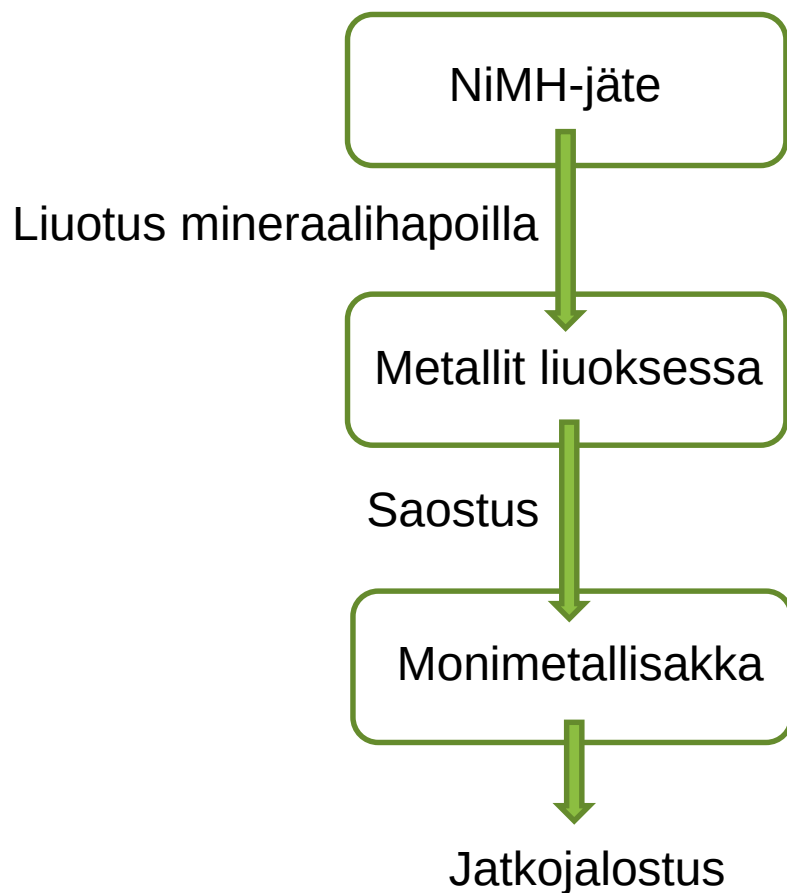
→ Kierrossa olevien NiMH-akkujen kierrätysmenetelmiä kehitettävä

NiMH-akkujäte

- Koostuvat pääasiassa nikkelistä, koboltista, lantaanista sekä ceriumista
- Sisältävät merkittäviä määriä kriittisiä raaka-aineita
- Tehokkaammalla kierrätyksellä voitaisiin tukea mm. Euroopan metalliomavaraisuutta



Perinteinen hydrometallurginen käsittely

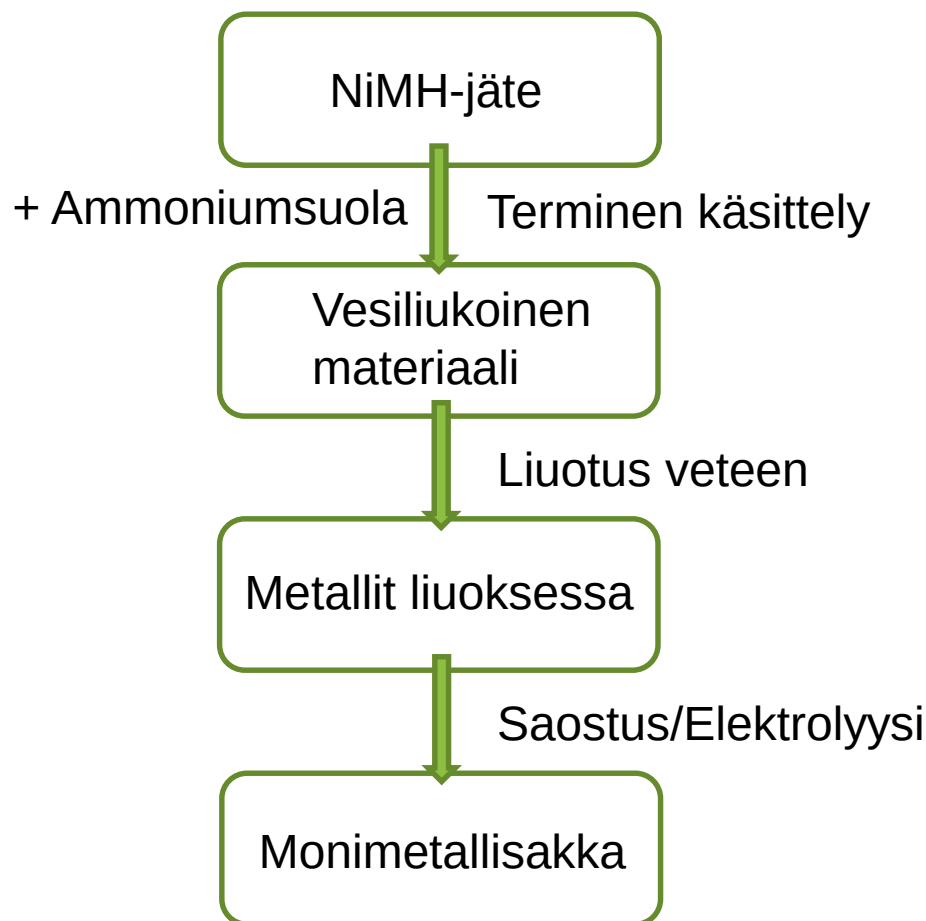


- Etuina materiaalin tehokas liukeneminen mineraalihappoihin
- Haittana suuri hapon kulutus ja tuotetut jätefraktiot
- Voidaanko hapon käyttöä liuottamiseen välttää?

Vaihtoehdot happoliuotukselle

- Materiaalin lähtötilanne
 - Anodin materiaali AB_5 (Pääasiassa $LaNi_5$)
 - Katodin materiaali $Ni(OH)_2$
- Materiaali itsessään huonosti liukoista
- Vaihtoehdot käsittelyyn
 - ✗ Mineraalihapot
 - ✗ Erilaiset hapetusmenetelmät
 - ? Orgaaniset hapot
 - ✓ Materiaalin konvertointi vesiliukoiseksi

Hydrometallurginen käsittely ilman happoja



- Menetelmässä voidaan välttää haitallisten happojen käyttö
- Perustuu ammoniumsuolan sublimaatioon
- Liuotus voidaan toteuttaa pelkällä vedellä



KESKI-SUOMEN LIITTO

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Hydrometallurginen käsittely ilman happoja

NiMH-jäte
+ Ammoniumsuola

~ 250-350C 1h



~ 100 % konversio
vesiliukoiseksi

H₂O



Lähes kaikille
metalleille >90%
liukoisuus

Saostus/
Elektrolyysi



Talteenotetut
kriittiset metallit



KESKI-SUOMEN LIITTO

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

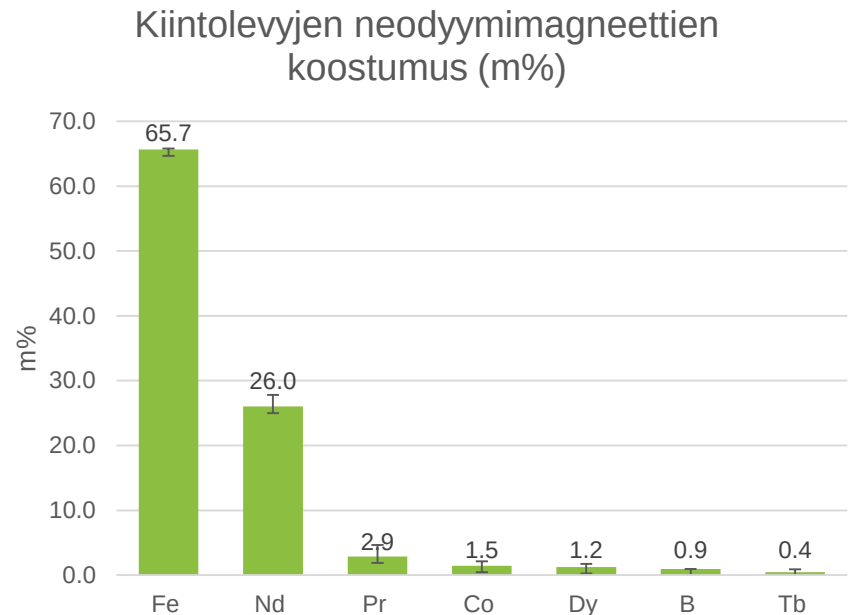
Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Neodyymimagneetit

- Sisältävät pääasiassa neodyymiä, rautaa ja booria
- Vahvimpia kestopagneetteja
- EU:ssa käytetään neodyymiä 400 t vuodessa magneettien valmistukseen
- Jopa 50 % EU:n tarpeesta voitaisiin saada sekundäärivirroista
- Etuja mm. energiasäästöt, ympäristövaikutusten väheneminen



Magneettien esikäsittely



Alkutilanne

- NdFeB-magneetteja
- Pinnoite osittain irronnut



Demagnetointi

- 350 °C, 3 h
- Helpompi käsiteltävyys



Murskaus

- Murskaus ja seulonta
- Alle 0,5 mm jae kokeisiin

Perinteinen talteenottomenetelmä



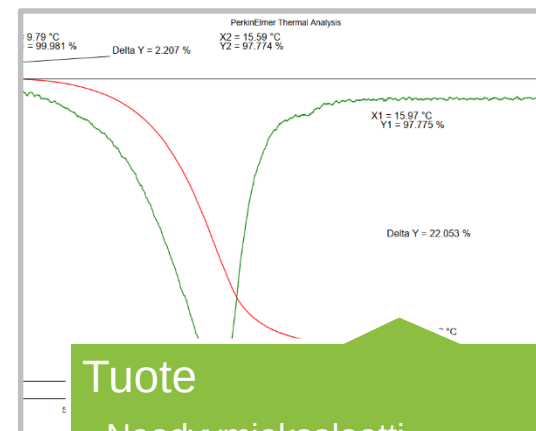
Liutus

- Liutus vetykloridihappoon
- Kaikki materiaali liukeni



Saostus

- Oksaalihappolisäys
- 90 % talteenotto Nd:lle



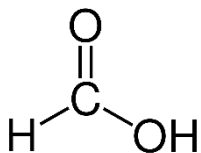
Tuote

- Neodyymioksalaatti
- Puhtaus 99,9%

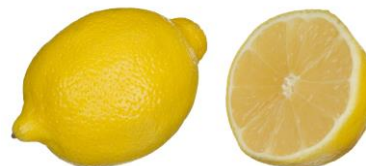
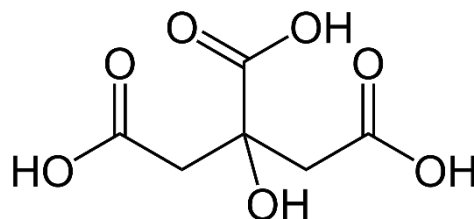
Laimeiden orgaanisten happojen hyödyntäminen?

- Voidaan käyttää mineraalihappojen korvaajina
- Etuina: vähemmän haitallisia, helposti saatavilla ja edullisia

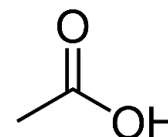
Muurahaishappo



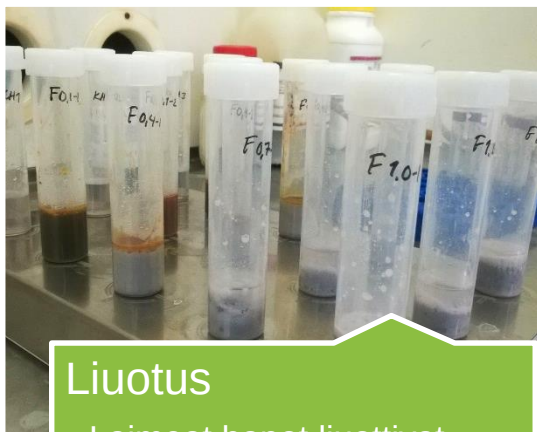
Sitruunahappo



Etikkahappo



Uusi menetelmä: orgaaniset hapot



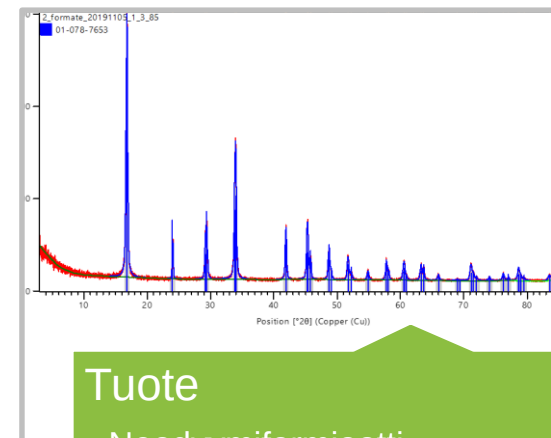
Liuotos

- Laimeat hapot liuottivat materiaalin täysin
- Aika: 3-5 h



Saostus

- Saostuma muodostui ilman reagenssilisäystä
- Talteenotto n. 70 %



Tuote

- Neodyymiformiaatti
- Puhtaus 99,9%

Kiitos mielenkiinnostanne!

Kysymyksiä?

