

Terästeollisuuden sivuvirtojen hyödyntäminen: tutkimuksesta teknologioihin SYMMET-projektissa

Vuorimiesyhdistyksen metallurgijaoston syysseminaari

11.11.2020 Aleksi Laukka



Sisältö

- **SYMMET** projektin tausta ja tulokset
- **Sivuvirtojen hyödyntäminen**
- **Esimerkkejä**
- **Yhteenvedo**

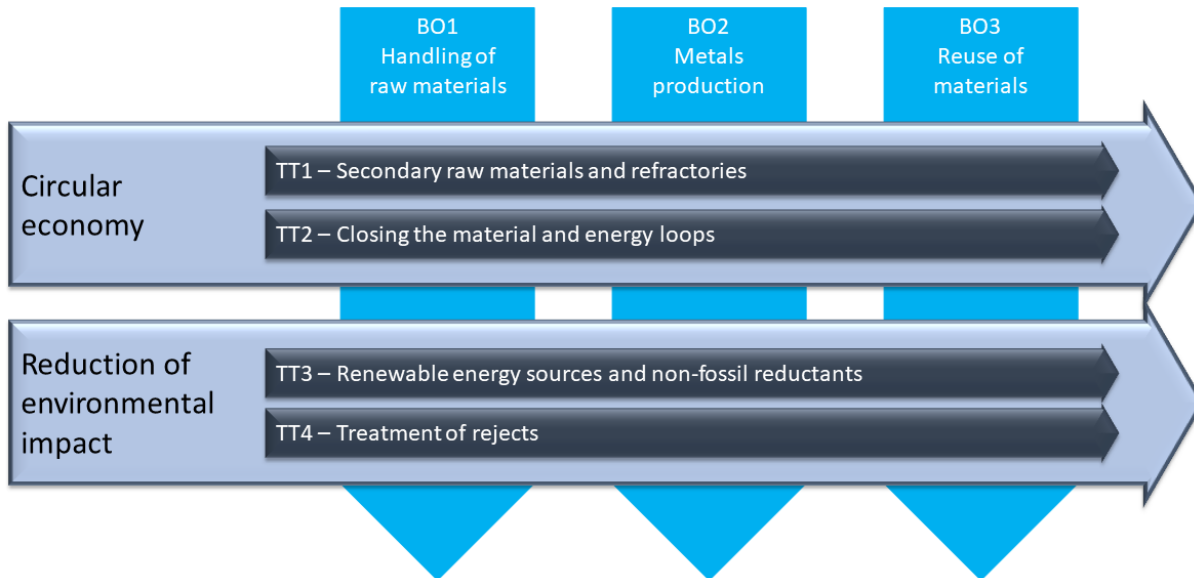


SYMMET projektin tausta ja tulokset



SYMMET

Symbiosis of metals production and nature



– Tavoitteina :

- Edistää metallinjalostuksen yksikköprosessien materiaali- ja energiatehokkuutta
- Edistää tuotantolaitosten sisäistä materiaalivirtojen kierrätystä ja uudelleenkäyttöä
- Metallinjalostuksen ympäristövaikutusten vähentäminen (suorat päästöt)

– Projektiin osallistuneita henkilöitä: 85

– Julkaisuja projektin aikana: 77

– Kiertotalous projektin keskiössä

- Sekundäärivirtojen hyödyntäminen pienentää epäsuorasti CO₂-päästöjä



Sivuvirtojen hyödyntäminen



Sivuvirtojen hyödyntäminen

- **Metallinvalmistusteollisuuden sivuvirroissa:**
 - Suuria vaihteluita virtojen kokoluokissa
 - Osittain tai kokonaan hyödyntämättömiä virtoja on paljon
- **Uudelleenkäyttöä rajoittaa synty- ja jatkokäyttökohteen etäisyys**
 - Suurten muodostumismäärien sivuvirrat haastavia jatkokäsitellä kaukana muodostumispaikasta
 - Tehtaan sisäinen kierrätys ekologisin vaihtoehto
 - Rajoitukset sivuvirtojen eri aineiden konsentraatioissa
- **Päästörajoitusten ja verotuksen vaikutus sivuvirtojen hyödyntämiselle**

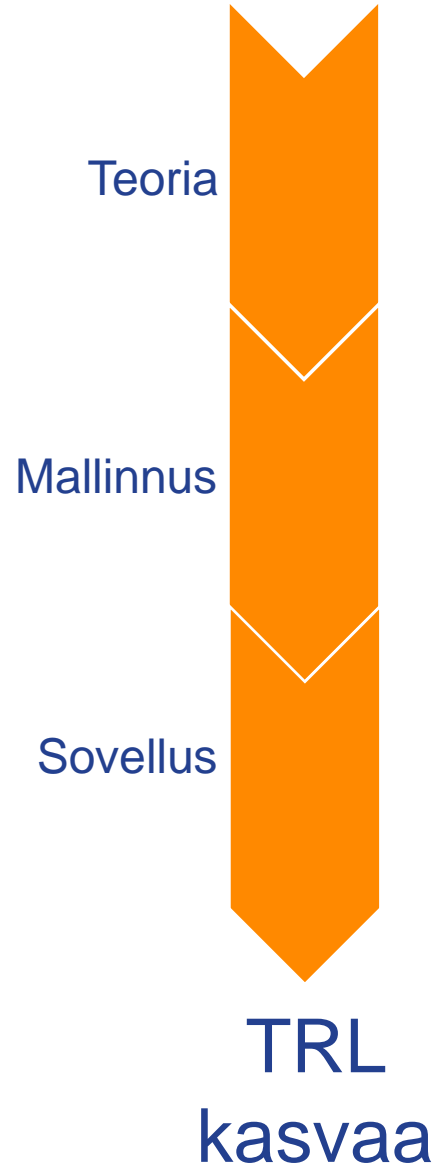


Sivuvirtojen hyödyntäminen

- Metalliteollisuudesta saatavia sivuvirtoja: kuonat, lietteet, pölyt, vesivirrat
- Takaisinkytkentä niitä synnyttäviin prosesseihin
- Kierrätys muihin prosesseihin
- Puhdistus ennen loppusijoitusta
- Erotellun aineen tuotteistaminen
- **Jalostus uudeksi tuotteeksi**

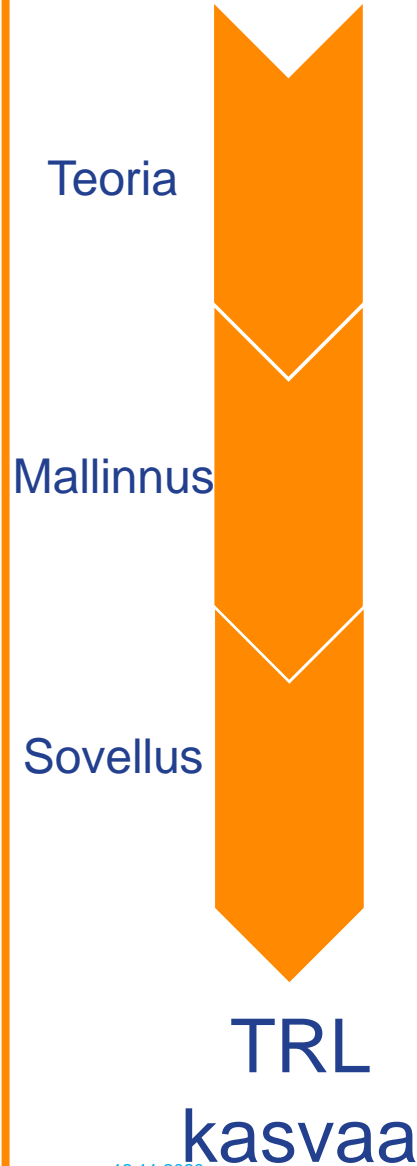


Sivuvirtojen hyödyntäminen



Esimerkkinä vaiheet uudelleenhyödyntämiseen:

- Missä syntyy
- Mitä syntyy
- Paljonko syntyy
- Mistä koostuu
- Miten erotellaan
- Mitä erottaminen vaatii
- Mitä erottelun jälkeen on jäljellä
- Erotellun materiaalin oma uudelleenhyödyntämisen sykli
- Erottelamisen kustannustehokkuus
- Mitä uudelleenkäyttö vaatii
- Kuinka paljon uudelleenkäytettävää materiaalia voidaan syöttää prosessiin
- Mihin uudelleenkäytettävä materiaali vaikuttaa prosessissa ja loppu-/välituotteessa
- Kustannustehokkuus
- Koekäyttö
- Uudelleenhyödyntämisen käyttöönotto
- Jatkokehitys



Esimerkkinä vaiheet uudelleenhyödyntämiseen:

- Missä syntyy
- Mitä syntyy
- Paljonko syntyy
- Mistä koostuu
- Miten erotellaan
- Mitä erottaminen vaatii
- Mitä erottelun jälkeen on jäljellä
- Erotellun materiaalin oma uudelleenhyödyntämisen sykli
- Erottelamisen kustannustehokkuus
- Mitä uudelleenkäyttö vaatii
- Kuinka paljon uudelleenkäytettävää materiaalia voidaan syöttää prosessiin
- Mihin uudelleenkäytettävä materiaali vaikuttaa prosessissa ja loppu-/välituotteessa
- Kustannustehokkuus
- Koekäyttö
- Uudelleenhyödyntämisen käyttöönotto
- Jatkokehitys



Uudet

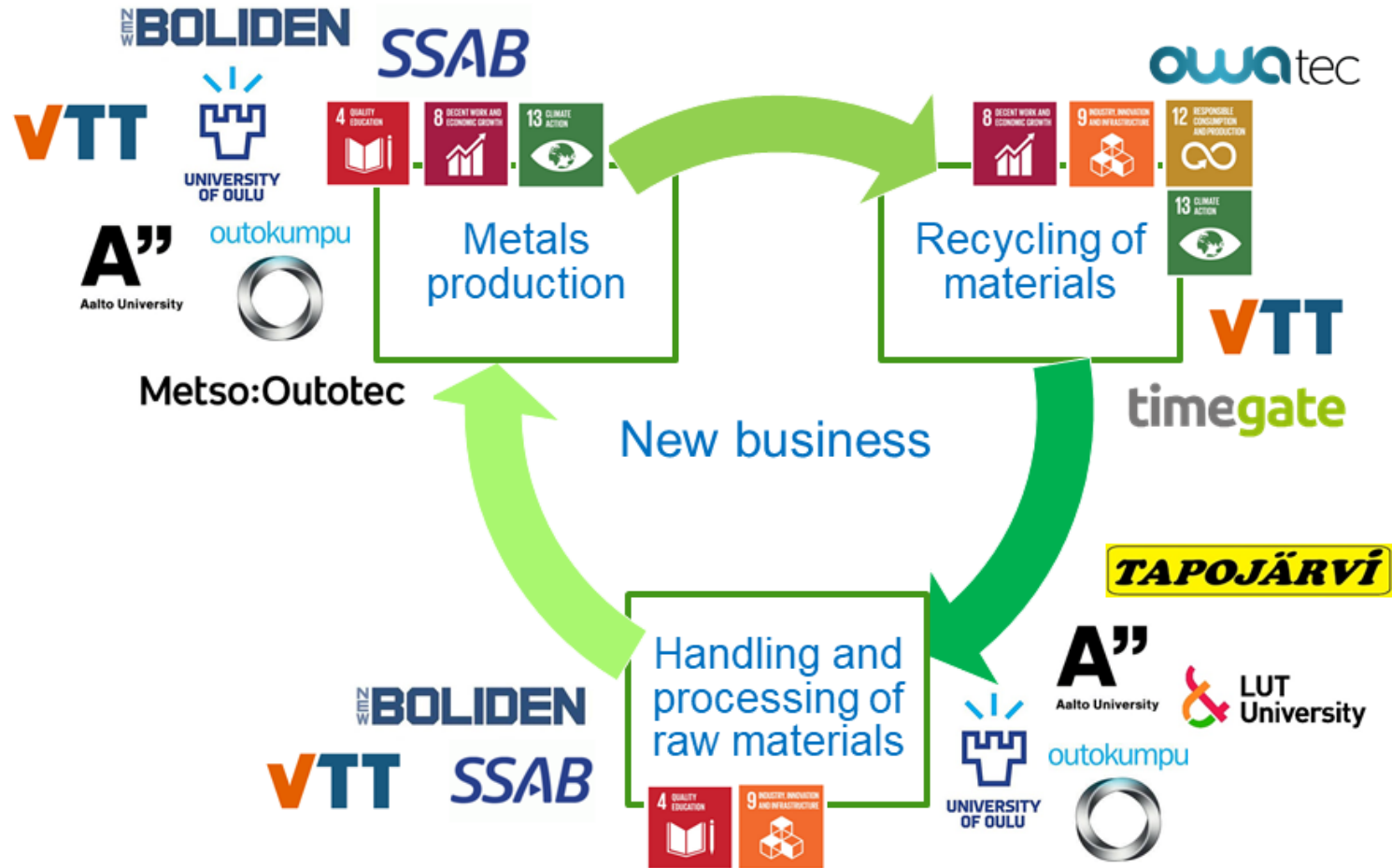
- teoriat
- teknologiat
- materiaalit
- tuotteet
- Vaatimukset

Muutokset

- päästörajoitukset
- lainsäädännöt
- raaka-aine



SYMMET

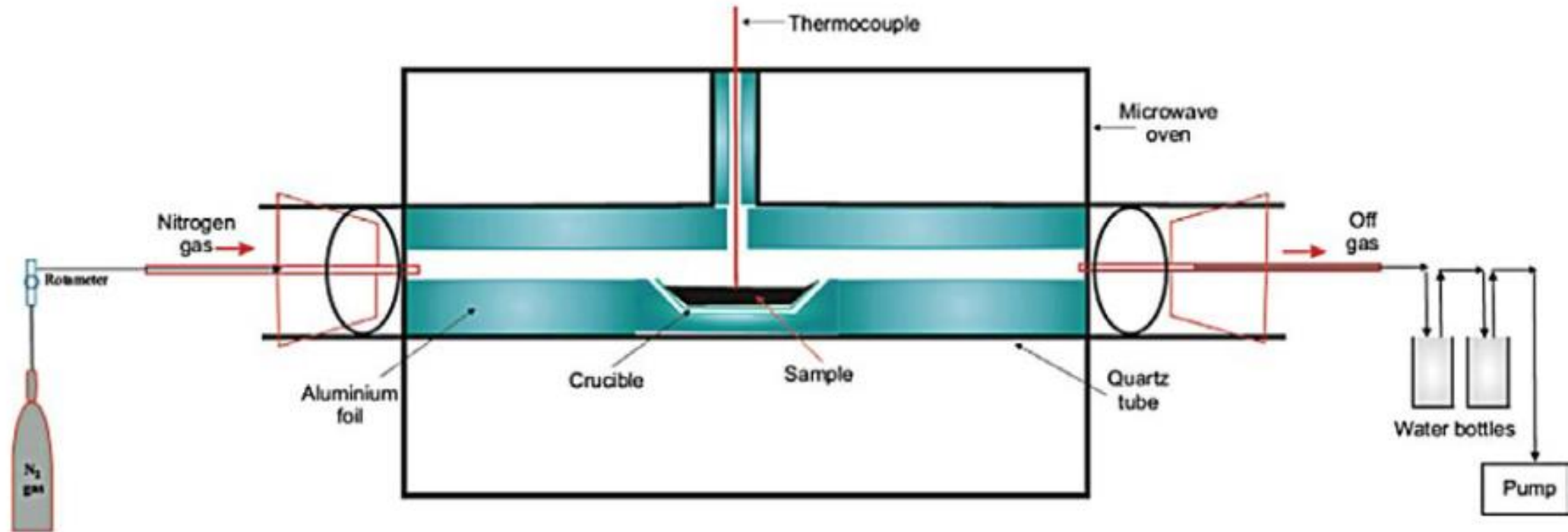




Esimerkkejä kehitetystä teknologioista



Soveltava mikroaaltoteknologia masuuni- ja LD-liejujen prosessointiin ja jälleenkäyttöön



SYMMET Final Report, 2020



Sivuvirta

- Masuunilieju (n. 35 000 t/a)
- LD (BOF) –lieju (n. 40 000 t/a)

- Hienojakoista jätettä, joka syntyy näiden prosessien savukaasujen puhdistuksesta

- Sisältää metalleja oksidimuodoissa

- Liejujen suorassa kierrättämisessä rajoittavana tekijänä on korkea sinkkipitoisuus
- Höyrystyy ja kondensoituu uunin seinämille



Ratkaisu

- **Mikroaaltoja hyödyntämällä saadaan ratkaistua monta asiaa yhdellä kertaa:**
 - Liejujen kuivaus
 - Sinkin poisto liejuista
 - Raudan pelkistys liejuissa
- **Saatiin arvokasta tietoa sivuvirran materiaalien mikroaaltojen absorptiosta, sinkin poistotehokkuudesta, sekä raudan saannista**
- **Näiden tulosten pohjalta teollisen mittakaavan laitteiston kehitys on käynnissä**



Terästuotannon kuonien tuotteistamisen uusia tapoja



SYMMET Final Report, 2020



Sivuvirta

- Masuunkuona
 - LD(BOF)-kuona
 - Rikinpoistokuona
 - Senkkakuona
-
- Erittäin suuret määrät kuonia
-
- Kuonien keskinäiset alkuainepitoisuudet vaihtelevat



Ratkaisu

- **Uusi menetelmä kalsiumformaatin valmistukseen**
- Käyttökohteina mm. erilaiset kylmäkestävyyskohteet (sementti, sulatusaineet) ja SO_x jäämien poistoon

- **Ei tarvitse muurahaishappoa: hyödyntää muurahaishapon välituotetta, metyyliformaattia**

- **Saanto vaihtelee 31 ja 84 % välillä riippuen kuonasta**

- **Alustavia tuloksia jatkuvatoimisesta uutosta**



Sinkkijäänöskuonan alkaliaktivointi

Milled zinc residue slag



Alkali-activation of slag



**Samples casted with
20x20x80 mm moulds.**



SYMMET Final Report, 2020



Sivuvirta

- Sinkinvalmistuksessa syntyvä rautapitoinen kuona
- Syntyy suurissa määrin
- Hyödykkeeksi suunniteltu Portland sementin korvike on suuressa kysynnässä rakennusalalla

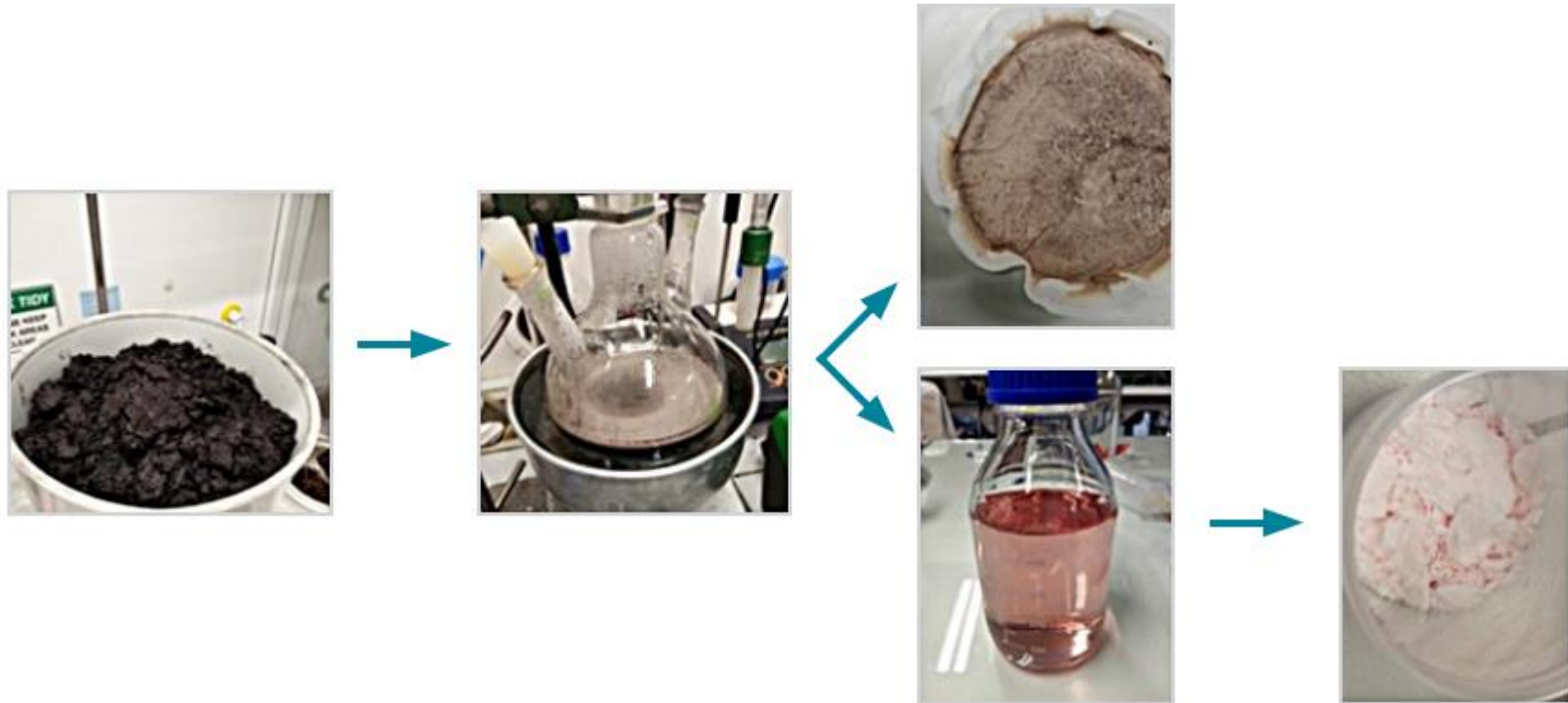


Ratkaisu

- **Kuonan korkeampi CaO-pitoisuus lisää vahvuutta**
- **Mahdollista tehdä täysin ekologista sementtiä**
- **Yksinkertainen valmistuskaava**
 - Esim. sinkkijäänöskuonaa, metakaoliinia ja alkaliaktivaattoria; vain yksi osa seoksesta täytyy jauhaa, loppuja voi käyttää sellaisenaan
- **Verrattuna tavallisen betonin noin 30 MPa vahvuuteen, eri seoksilla päästään jopa tämän yli**
- **Metakaoliinia voidaan saada muun teollisuuden sivuvirroista**



Mangaanin selektiivinen talteenotto anodiliejusta



SYMMET Final Report, 2020



Sivuvirta

- Sinkin elektrolyyttisen rikastuksen anodilieju
- Korkea Mn-pitoisuus (> 40 p.-%)
- Liejussa myös muita mukavuuksia, kuten lyijyä, natriumia, kalsiumia ja sinkkiä
- Mangaanin rooli erikoisteräksien seosaineena on kasvamassa
- Esim. Autoteollisuus



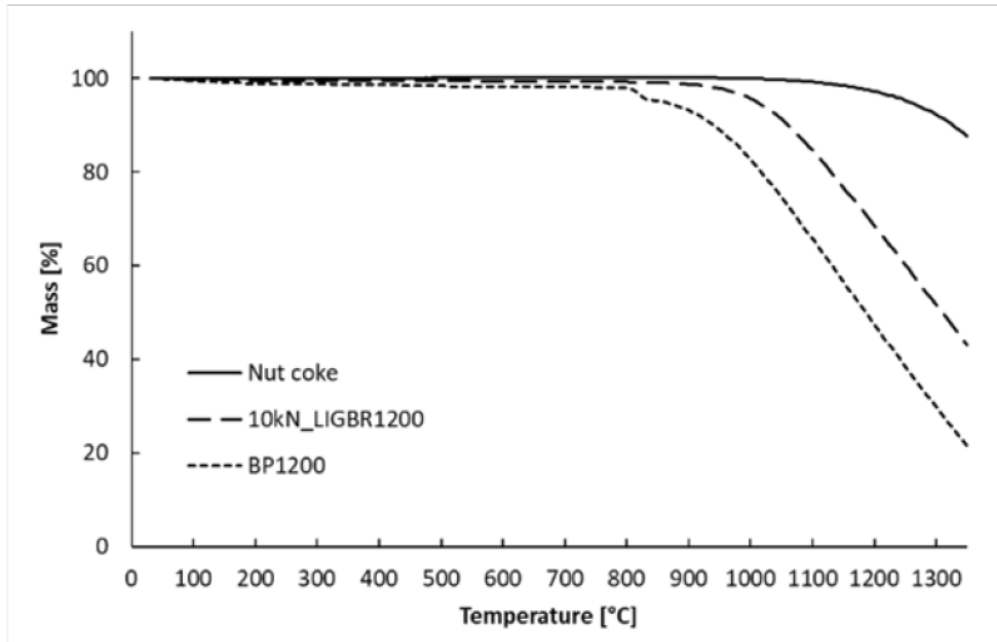
Ratkaisu

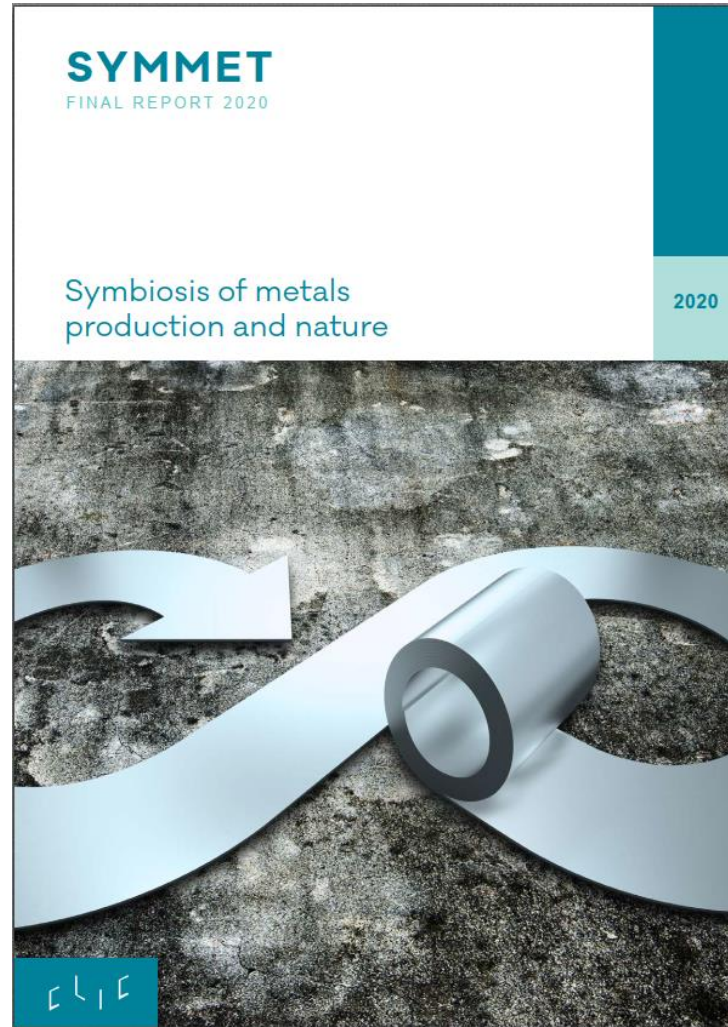
- Yksivaiheinen uuttoprosessi
- Käyttämällä vetyperoksidia pelkistimenä 60 °C lämpötilassa, 98 % tehokkuus mangaanin talteenotolle
- Jäljelle jäävä uuttojäämä voi olla korkean lyijy- ja hopeapitoisuuden johdosta edelleen käytettävissä lyijysulattamalla

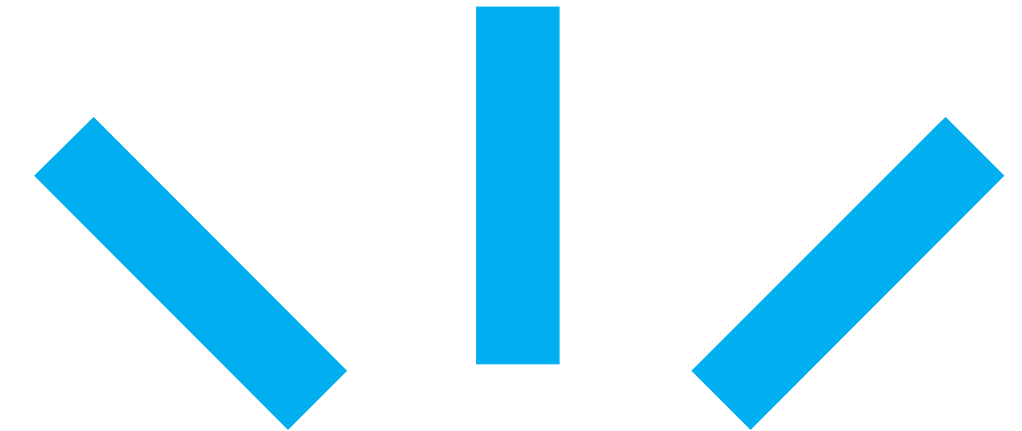


CO₂-päästöjen vähennyksestä

- Bioetanolin tuotannon sivuvirtana syntyvän hydrolyysiligniinin pyrolysoiminen pelkistinmateriaaliksi
 - Korvaamaan koksia
- Sovellettavissa metallituotannon kuonien pelkistämiseen ja niistä metallien talteen saamiseen
- Biohiilellä ongelmaksi muodostuu liian korkea reaktiivisuus verrattuna koksiin
 - Briketöimällä biohiiltä saavutetaan matalampi reaktiivisuus -> voidaan käyttää osittain korvaamaan koksia







Yhteenveto



Yhteenveto

- Erittäin onnistunut ja tuottelias projekti, vaikka kesto oli vain kaksi vuotta
- Tässä käytiin läpi pintaraapaisu kiertotalouden tuloksiin, projektin toinen osa liittyi ympäristövaikutusten minimoimiseen
- Sivuvirtojen osalta saavutettiin suuri määrä eri teknologisen valmiusasteen omaavia kierrätys- tai jalostusmenetelmää
- Teräs- ja värimetalliteollisuudessa riittää edelleen sivuvirtoja hyödynnettäväksi



Kiitos mielenkiinnostanne!

