

Uusiovedet vihreään vedyn tuotannossa - Case Mikkelä

Agenda

- Tiivistelmä
- Esipuhe
- Johdanto
- Vety
- Vetytalous
- Vetytalous (1/2)
- Vetytalous (2/2)
- Vedyn luokittelu ja vihreä vety
- Raaka-aineet
- Tuotantomenetelmät
- Yhteenveto

Tiivistelmä

- Vedyn tuotanto jätevesistä
 - Tutkittu laboratoriomittakaavassa
 - Ei aiempaa tutkimusta uusiovesien soveltuvuudesta
- Vetytalouden ja vedyn tuotantomenetelmien tarkastelu
 - Fossiilipohjaiset menetelmät
 - Uusiutuvat menetelmät
- Vetyanalytiikan menetelmät
 - Rotaatio-Raman-spektroskopia
 - Kaasukromatografia
- Kunnallisen jäteveden käsittelytekniikat
- Kokeellinen osuus
- Tulostarkastelu

Tutkimuksessa tarkasteltiin uusiovesien mahdollisuuksia vihreän vedyn tuotannossa. Kokeellinen osuus käsitteli eri vesilaatujen testausta elektrolyttisessä vedyn tuotannossa. Tulokset osoittivat, että vedyn tuotantokapasiteetti riippuu useista tekijöistä, kuten veden epäpuhtauksista ja sähkökemiallisista ominaisuuksista.

Johdanto

- Energiankulutuksen strategiset elementit
 - Elintason standardien lisääntyminen
 - Talouskasvu ja väestön kasvu
 - Kehittyvä teknologia
- Vedyn merkitys energian kantajana
 - Turvallisuus ja edullisuus
 - Hiilidioksiditon ratkaisu
 - Käyttömahdollisuudet eri sektoreilla
- Vedyn tuotantomenetelmät
 - Maakaasun höyryreformointi
- Vihreän vedyn tuotanto
- Tutkimuksen kokeellinen osa

Energiankulutuksen kannalta keskeisiä elementtejä ovat elintason standardien lisääntyminen, talouskasvu, väestön kasvu ja kehittyvä teknologia. Vety on nouseva teknologia energian kantajana, ja sen tuotantomenetelmät kuten elektrolyysi ja fotokatalyysi ovat keskeisiä. Tutkimuksessa tarkastellaan erilaisten vesilaatujen soveltuvuutta vedyn tuotantoon.

Vety

- Vedyn yleisyys ja ominaisuudet
 - Maailmankaikkeuden runsain alkuaine
 - Väritön, hajuton, mauton ja palava epämetalli
- Vedyn esiintyminen ja reaktiivisuus
 - Esiintyy kaasumaisena molekyylinä H₂
 - Ei esiinny puhtaana luonnossa
- Vedyn kemialliset ominaisuudet
 - Muodostaa yhdisteitä lähes kaikkien alkuaineiden kanssa
 - Vetysidon elämän perustana
- Vedyn käyttötarkoitukset
 - Käytetään polttoaineena ja ammoniakin tuotannossa
 - Tuotetaan luonnollisesti käymistuotteena

Vetytalous

- Ympäristönsuojelun tärkeys
 - Yhä useammat ihmiset tiedostavat ympäristönsuojelun merkityksen
 - Tarve puhtaille ja uusiutuville energianlähteille
- Vety energianlähteenä
 - Vety on puhdas, luotettava ja potentiaalinen kestävän energian lähde
 - Mahdollistaa siirtymisen kohti vähähiilistä taloutta
- Hiilineutraali vety
 - Lupaava potentiaali kansainvälisillä markkinoilla
 - Tärkeä rooli liikenteessä ja teollisuudessa
- Uusiutuvan energian merkitys
 - Ympäristöystävällisempi kuin fossiiliset polttoaineet
- Vetytalouden peruslähtökohta

Vetytalous

- Vedyn käytön kasvu
 - Vuonna 2019 Euroopassa käytettiin 339 TWh vetyä
 - Ennuste vuodelle 2050: 667–4 000 TWh
- Vedyn edut
 - Korkein gravimetrinen palamislämpö: 286 kJ/mol
 - Palaminen johtaa veden muodostumiseen
 - Energiantuotto suurempi kuin muilla polttoaineilla
- Vedyn energiasaanto
 - 122 kJ/g, 2,75 kertaa suurempi kuin hiilivetypolttoaineilla
- Vedyn käyttö
 - Öljynjalostus, ammoniakkin ja metaanin tuotanto
- Vedyn rooli energiasiirtymässä

Vetytalous

- Vesiteollisuuden merkitys vetytaloudessa
 - Vakiintunut toimija vesihuollossa
 - Edistää kestävä ja vastuullista vetyteollisuutta
- Vesiteollisuuden vaikutus vesistressiin
 - Ehkäisee vesistressin lisääntymistä
 - Vähentää kilpailua vesivaroista
- Jätevesien hyödyntäminen vedyn tuotannossa
 - Kestävä vaihtoehto muiden vesivarojen ja talousveden hyödyntämiselle
- Vesilaitosten rooli vesivarojen hallinnassa
 - Ilmastosta riippumattomat vesivarat
- Vedentarpeen hallinta
- Suomen jätevesimäärät ja vedyn tuotantokapasiteetti

Vetytalous (1/2)

Yhtiö	Paikkakunta	Arvioitu valmistumisvuosi
Solar Foods	Vantaa	2023
EPV Energia	Vaasa	2024
Helen	Helsinki	2024
P2X Solutions	Harjavalta	2024
Neste	Porvoo	2025
STR Tecoil	Hamina	2025
Vantaan Energia	Vantaa	2025
Westenergy	Mustasaari	2025
Blastr Green Steel	Inkoo	2026
CPC Finland	Kristiinankaupunki	2026
Green North Energy	Naantali	2026
Keravan Energia	Kerava	2026

Vetytalous (2/2)

Yhtiö	Paikkakunta	Arvioitu valmistumisvuosi
P2X Solutions	Joensuu	2026
Ren-Gas	Kotka	2026
Ren-Gas	Lahti	2026
Ren-Gas	Mikkeli	2026
Ren-Gas	Pori	2026
Ren-Gas	Tampere	2026
St1	Lappeenranta	2026
Flexens	Kokkola	2027
Solvay Chemicals	Kouvola	2028
SSAB	Raahe	2030
ET Fuels	Ranua	-

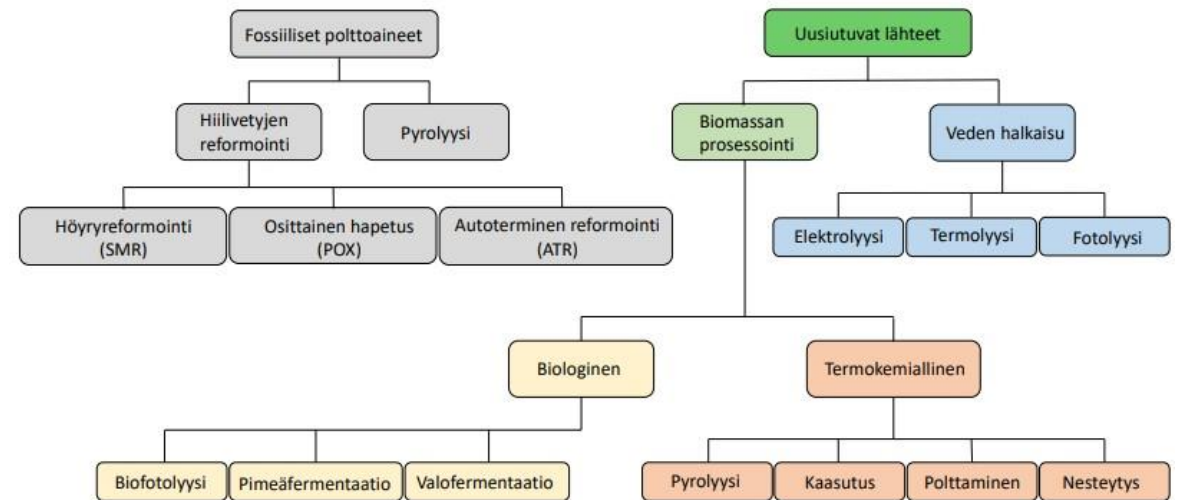
Vedyn luokittelu ja vihreä vety

Väri	Musta vety	Harmaa vety	Sininen vety	Turkoosi vety	Keltainen vety	Vaaleanpunainen vety	Vihreä vety
Prosessi	Kaasutus	Höyryreformointi	Höyryreformointi tai kaasutus (CO ₂ talteenotto 85-95%)	Pyrolyysi	Rikki-jodisykli	Elektrolyysi	Elektrolyysi
Lähde	Kivihili	Metaani	Metaani tai kivihili	Metaani	Ydinvoima	Ydinvoima	Uusiutuva energia

- Vedyn luokittelu ilmastopolitiikan näkökulmasta
 - Perustuu ilmastonmuutosta edistäviin päästöihin vedyn tuotannossa
 - EU:n laajuinen vedyn luokitusjärjestelmä tekeillä
- Nykyinen epävirallinen vedyn luokitus
 - Perustuu vedyn tuotantomenetelmiin
 - Ei tarkastele prosessin raaka-aineiden tai energian alkuperää
- UN/ECE:n vedyn luokittelu
 - Seitsemän vetyväriä tuotantotavan ja lähteen mukaan
 - Musta, ruskea, harmaa, sininen, turkoosi, keltainen, vaaleanpunainen, vihreä
- Vihreän vedyn merkitys
 - Energiavektori, joka mahdollistaa yhteiskunnan dekarbonisaation
 - Sopii vihreän kemian vaatimukseen

Tuotantomenetelmät

- Vedyn tuotantomenetelmät
 - Fossiiliset ja uusiutuvat raaka-aineet
 - Suuret keskitetyistä laitoksista pieniin hajautettuihin yksiköihin
- Hajautetut pienyksiköt
 - Merkittävä rooli tulevaisuudessa
 - Vihreän vedyn potentiaali liikenteen polttoaineena
- Fossiiliset menetelmät
 - Hiilivetyreformointi ja pyrolyysi
 - Rikinpoisto, plasmareformointi, vesifaasin reformointi, ammoniakin reformointi
- Uusiutuvat menetelmät
 - Biomassan kaasutus ja biologinen vedyntuotanto
- Kalvoreaktorit



Yhteenveto ja johtopäätökset

Yhteenveto

Työssä keskityttiin uusiovesien mahdollisuuksiin vihreän vedyn tuotannossa. Tutkimuksessa tarkasteltiin eri menetelmillä tuotettujen uusiovesien soveltuvuutta vihreän vedyn tuotantoon. Vedyn tuotantoa eri veden laaduilla tutkittiin laboratoriomittakaavassa.

- Työssä tarkasteltiin vetytaloutta sekä laajalti erilaisia fossiilipohjaisia ja uusiutuviin lähteisiin pohjautuvia vedyn tuotantomenetelmiä. Lisäksi tarkasteltiin erilaisia vetyanalytiikan menetelmiä. Tutkielmassa käsiteltiin myös kunnallisen jäteveden käsittelytekniikoita uusiovesien tuotannossa, osittain pohjautuen Mikkelin jätevedenpuhdistamon pilot-mittakaavan prosesseihin.
- Tutkimuksen tulokset auttavat ymmärtämään vedyn tuotannon ja käytön mahdollisuuksia sekä tarjoavat arvokasta tietoa jatkotutkimuksia varten. Tämä tutkimus on askel kohti kestävää uusiutuvan energian käyttöä ja jätevedenkäsittelyn symbioosia.