

Puun pienpolton hiukkaspäästöjen puhdistustekniikat

Heikki Suhonen, NOETON Oy

Primääriset vs. sekundääriset tekniikat

Primääriset

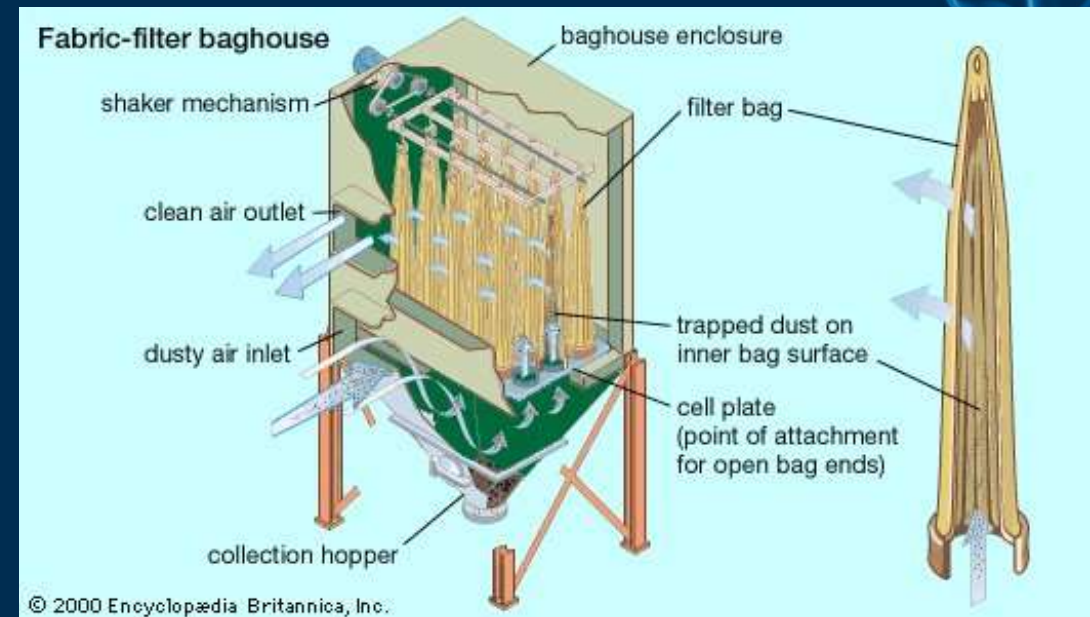
- Polttoaineen vaikutus
- Polttoainepeti / arina
- Tulipesän ja palamisilmavirtojen suunnittelu
 - Primääri (arina), sekundääri ja tertiääri ilmasyötöt
- Käyttöopastus

Sekundääriset

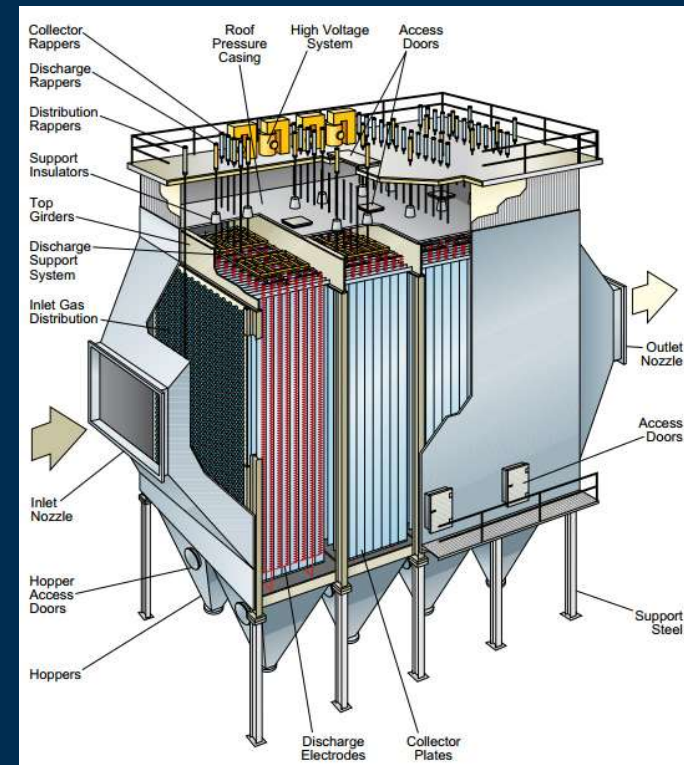
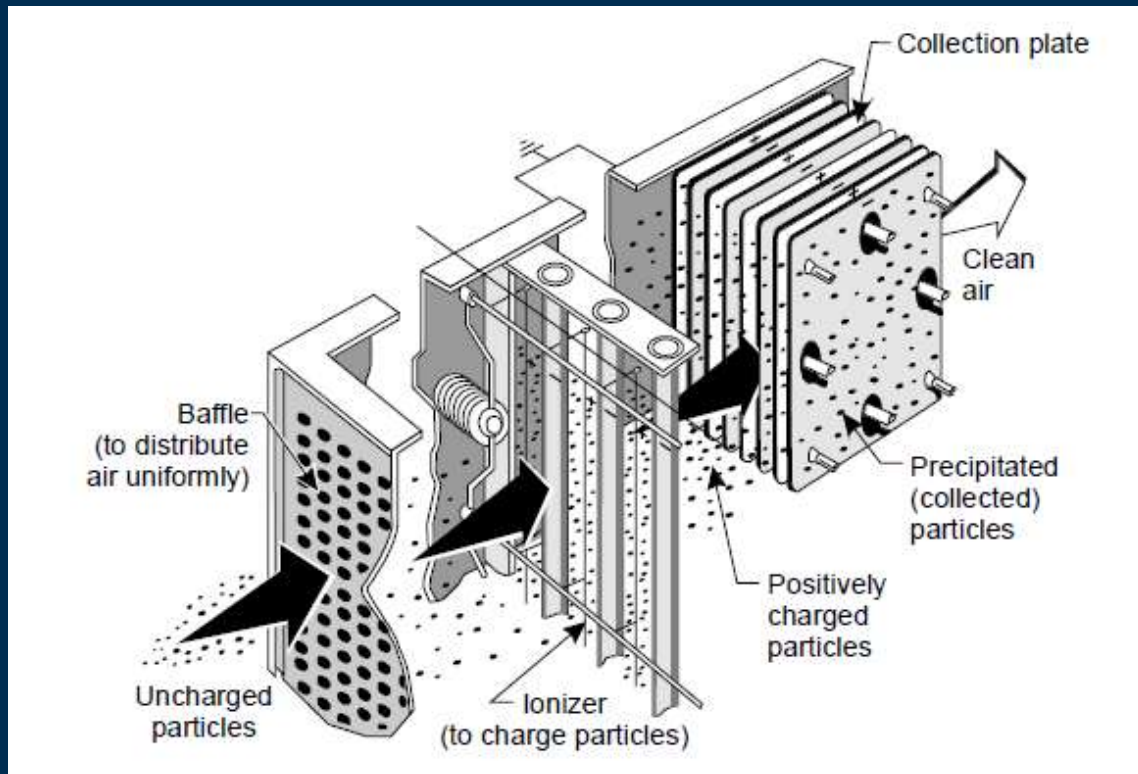
- Hiukkasten suodatus
- Katalyyttiset menetelmät

Hiukkasten suodatustekniikoita

- **Sedimentaatio** – vaikuttaa vain suuriin hiukkasiin
- **Inertia** – aiheuttaa painehäviötä
- **Diffuusio** – heikko vaikutus
- **Termoforeesi** – heikko vaikutus

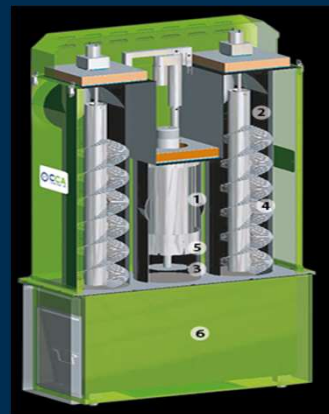
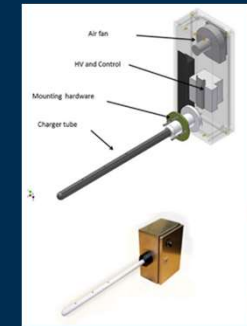


Sähkösuodatin (ESP)



Kaupalliset pienen kokoluokan sähkösuodattimet

- Oekosolve Oekotube (Switzerland)
- Kutzner + Weber Airjekt (Germany)
- Tassu ESP Electrical Diffusion Filter (Finland)
- Carola Clean Air (Germany)
- Schröder AL-Top (Germany)
- Spartherm Airbox (Germany)
- Exodraft (Denmark)



Sähköisten laitteiden ongelmia

- Hinta
 - Suurjännitelähde + muuta elektroniikkaa
- Noen kertyminen varauselektrodiin ⁽¹⁾
 - Suuret nokipäästöt sytytysvaiheessa ja panosten lisäyksissä
 - Noki muodostaa sähköisesti johtavan kerroksen
 - Suojailma / rakenteellinen suoja
- Puhdistus ja huolto
 - Kerätyn hiukkasmassan poisto
 - Nuohous / automaattinen puhdistus ravistamalla tai vedellä
- Hiukkasten irtoaminen uudestaan savukaasuvirtaan
- Otsoni

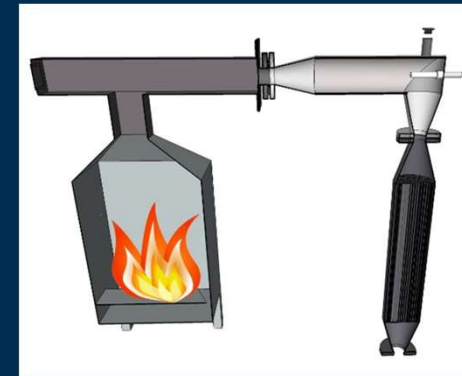


(1) Migliavacca et al (2014) <https://doi.org/10.3303/CET1437005>

Uudet sähköiset menetelmät

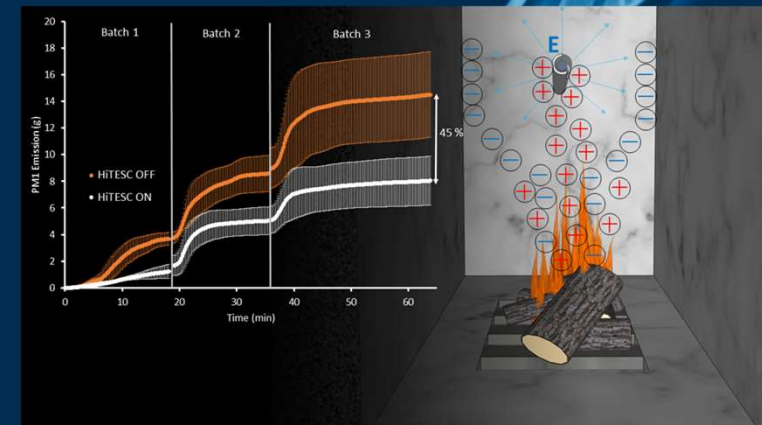
Sähköllä tehostettu hiukkasten poisto⁽¹⁾

- Esimerkiksi lämmönvaihdin tai sykloni muutetaan hiukkassuodattimeksi sähköteknologialla
- Kondensoiva lämmönvaihdin – automaattinen puhdistusratkaisu



Palamisprosessissa muodostuvan luonnollisen sähköisen varauksen hyödyntäminen⁽²⁾

- Hiukkaset ovat sähköisesti varattuja tulipesässä
- Tarvitaan vain sähkökenttä -> ei erillistä koronavaraajaa -> ei otsonia
- Keräyspinta on noen hapettumislämpötilan yläpuolella -> ei säännöllistä huoltoa
- Heikompi erotustehokkuus kuin sähkösuodattimilla



(1) Suhonen et al. (2021) <https://doi.org/10.3390/en14010109>

(2) Suhonen et al. (2021) <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127831>

Hiukkasten muodostuminen

Kondensaatio

Nukleaatio

OC

Tuhka

EC



Temperature

< 500 °C Organic vapors

550 °C Alkali chloride vapors

650-750 °C Alkali hydroxide vapors

950-1050 °C Alkali metal vapors

Noki

Kemialliset prosessit ja ionisaatio



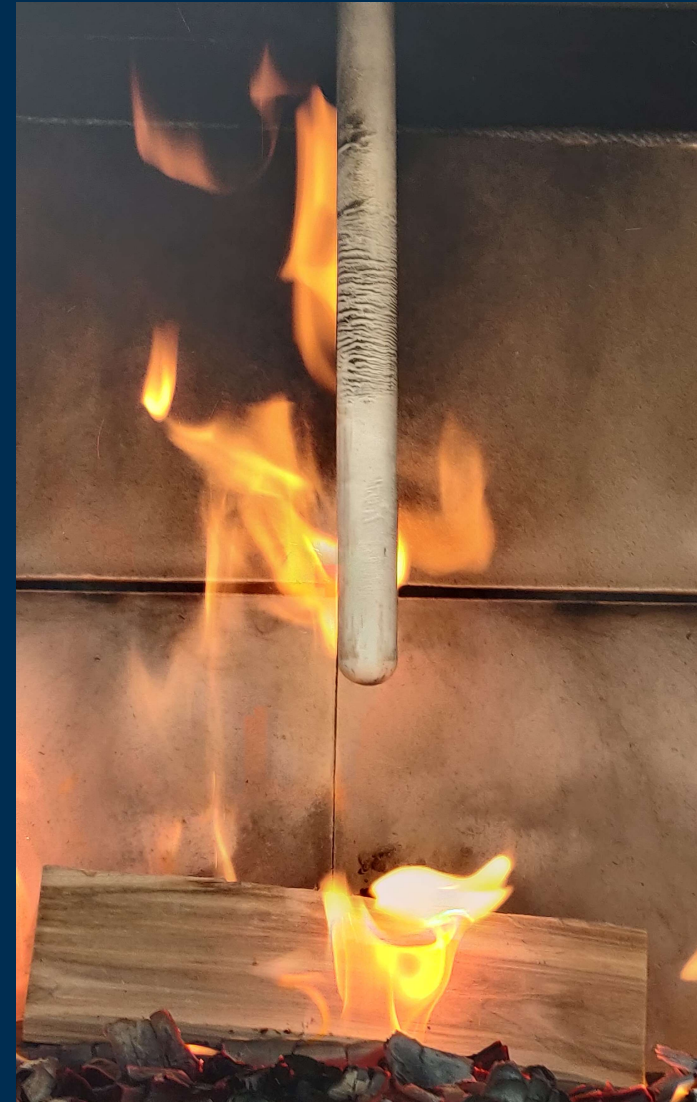
NOETON päästösieppari

Suojattu elektrodi

- ei koronavaraajaa
- ei likaantumisongelmaa

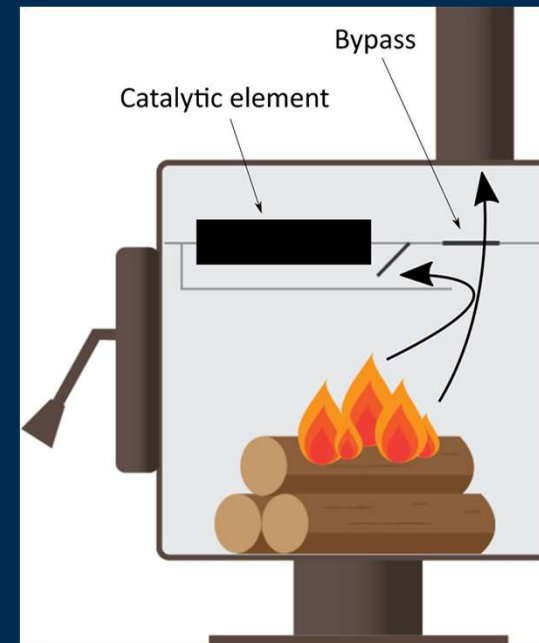
Asennus tulipesään

- itsepuhdistuva
- ei säännöllistä huoltoa loppukäyttäjältä
- integroitavuus polttolaitteeseen

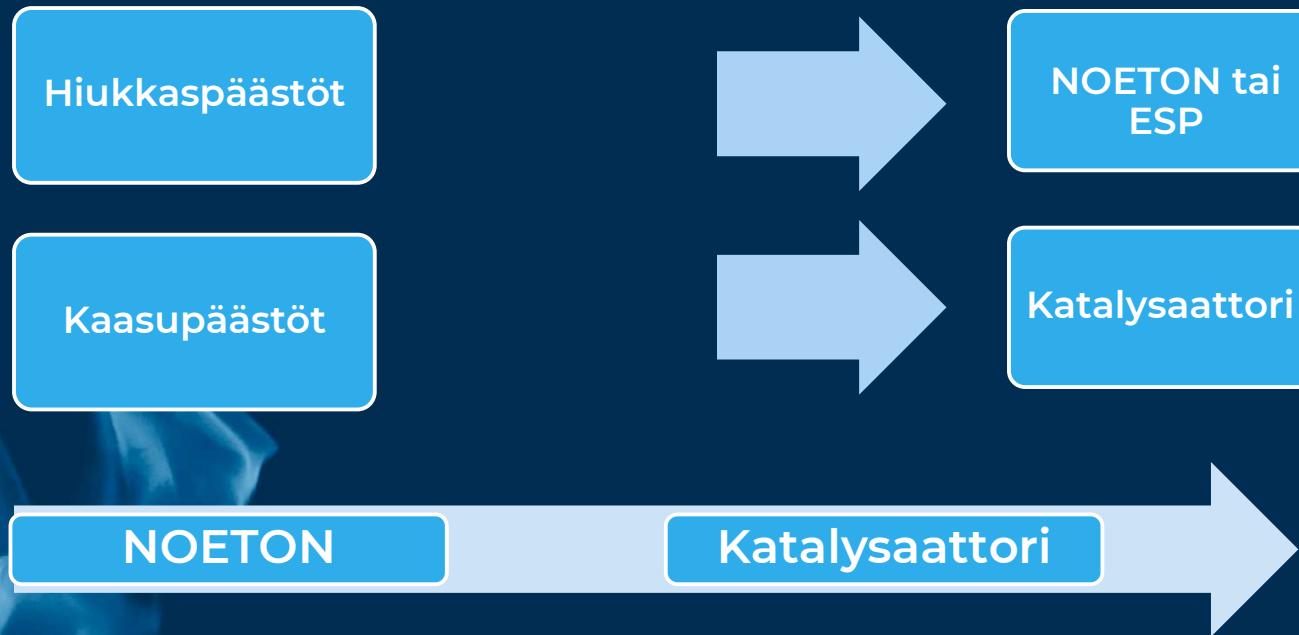


Katalyyttiset menetelmät

- Katalyytti laskee päästöjen hapettumislämpötilaa
- Käytössä pienpoltossa etenkin Yhdysvalloissa
- Pienentää pääasiassa kaasumaisia päästöjä
 - Katalyytin tukirakenteena yleensä keraaminen hunajakkenno
 - Hiukkasten sieppaamiseksi tiivis rakenne -> painehäviöt
- Ongelmia:
 - Deaktivaatio likaantumisen tai katalyytin myrkyttymisen kautta
 - Hiukkasmassa kerääntyminen katalyytin pinnalle on ongelma
 - Sytytysvaiheessa yleensä ohituskanava



Yhteenveto



Kiitoksia!

<https://www.noeton.fi/>

<https://www.linkedin.com/company/noeton/>