

Palaminen

Suurin osa ilmansaasteista tulee palamisprosesseista



Tämä teos on lisensoitu Creative Commons Nimeä-EiKaupallinen-JaaSamoin 4.0 Kansainvälinen -lisenssillä.
Tarkastele lisenssiä osoitteessa <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Kaupallinen käyttö sallittu vain KiertotalousAMK-hankkeen 2018–2020 (OKM rahoituspäätös OKM/302/523/2017) partnereille.

Mikä tie valitaan päästöjen hallintaan?

1. Parannetaan leviämistä

- a) Korkeat piiput
- b) Ajoittaiset rajoitukset
 - Vuodenajat
 - Vuorokaudenajat
 - Säätilanteet

2. Päästöjen puhdistustekniikka

3. Päästöjen vähentäminen prosessia muuttamalla



Huomioon otettavaa

- Resurssien talteenotto
- Saasteiden loppusijoitus
- Järjestelmien ja laitteiden suunnittelu
- Kustannukset
- Muuttuuko vanha ongelma uudeksi ongelmaksi?



Ilmapäästöjen lähteet

Kuvituskuvia eri päästölähteiden osuuksista löytyy esim.

<http://www.air-quality.org.uk/08.php>

Britannian ilmapäästöt v. 2001
Voimalaitokset, jalostamot,
terästeollisuus, liikenne – päästöt
pääosin palamisesta

SO₂, NO_x, PM₁₀, CO



Päästöt ilmaan Suomessa 1980-2012

Kuvaaja Suomen päästöjen kehityksestä: Tilastokeskus, Ympäristötilasto 2014



Palavat aineet

- Hiilivedyt
- Muita: rikki, fosfori, jotkut metallit, NH_3
- Hiilivetyjen palamisreaktio yleisessä muodossa:
 - $\text{C}_x\text{H}_y + (x+y/4)\text{O}_2 \rightarrow x\text{CO}_2 + y/2 \text{H}_2\text{O}$
- Palaminen etenee vaiheittain
 - Usein kiinnostavia vain lopputuotteet



Palamisen edellytykset

- Polttoaine
- Happi
 - Yleensä ilmasta
 - Joskus puhdas happi (pullosta)
 - Ilmaylimäärä
- Riittävän korkea lämpötila
- Keskeytymätön ketjureaktio



Polttoaineiden lämpöarvo

- Kalorimetrinen lämpöarvo
 - Mitataan pommikalorimetrissä
 - Palamisessa syntynyt vesihöyry tiivistynyt takaisin nesteeksi
- Tehollinen lämpöarvo
 - Vesi poistuu vesihöyrynä
 - Vastaa todellista palamistapahtumaa
- Kalorimetrinen $l_a >$ tehollinen l_a



Seossuhde

- Missä suhteessa polttoainetta ja ilmaa pitää sekoittaa, jotta palaminen voi tapahtua
 - Liian rikas seos (vähän ilmaa)
 - Liian laiha seos (vähän polttoainetta)
 - Lower explosive limit / laiha raja / alempi syttymisraja
 - Upper explosive limit / rikas raja / ylempi syttymisraja



Lämpötilan vaikutus

- Kemiallisten reaktioiden nopeus kasvaa lämpötilan myötä
 - Vaikeitakin aineita (esim. vaaralliset jätteet) voidaan usein polttaa sekoittamalla hyvin kuumaan ilmaan ja antamalla riittävästi aikaa reagoida
 - Korkeissa lämpötiloissa voi muodostua eri yhdisteitä (erit. typpi)



Ilma palamisreaktiossa

- Jos ilma ja polttoaine eivät sekoitu tehokkaasti, osa polttoaineesta jää palamatta (vaikka ilmaa teoriassa riittävästi)
- Käytännössä aina käytetään enemmän ilmaa (ilmaylimäärä), kuin reaktioyhtälön mukaan tarvittaisiin (stoikiometrinen määrä)



Ilmakerroin

- $\lambda = L_1/L_0$
- L_1 käytetty ilmamäärä
- L_0 teorettinen (stoikiometrinen) ilmamäärä
 - Saadaan laskettua reaktioyhtälöstä



Täydellinen palaminen

- Palaminen olisi täydellistä, jos olisi riittävästi:
 - Lämpöä (jaetaan muualle)
 - Aikaa (on rahaa..)
 - Ilmaa (jäähdyttää, voi lisätä typpipäästöjä)
- Käytännössä näitä ei ole käytettävissä rajattomasti
 - Hyvän sekoituksen tarve

