



## Projekti INFO

11

### Kaasuvirtausmittaukset

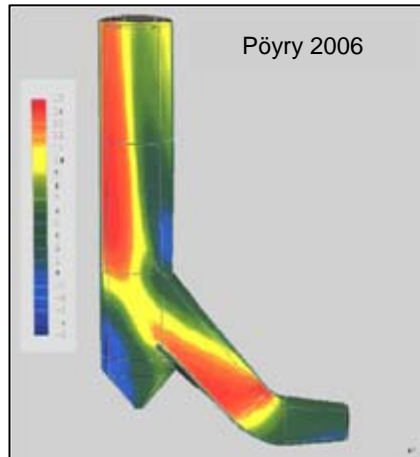
Kaasuvirtauksen määrittäminen jaetaan epäsuoriin ja suoriin mittausten menetelmiin.

Epäsuorat menetelmät:

1. Taselaskenta  
(Esim. energiantuotannossa taselaskenta perustuu polttoaineanalyyysiin, polttoaineen syöttöön ja tasepisteen jäännöshapteen)
2. Puhallintietoihin perustuva laskenta  
-savukaasuvirtauksen määrittäminen perustuu ns. virtauskalibroidun puhaltimen arvojen seurantaan

Suorat menetelmät:

- 1) Pitot-putki
- 2) Annubar-putki
- 3) Ultraääneen perustuvat mittaukset
- 4) Doppler-ilmiöön perustuvat mittaukset
- 5) Termiset mittaukset



Virtausprofiili kanavassa

### 1) Pitot-putki

- \*Mittaa paine-eroa putken suuaukon pisteessä; etupuolella vallitsee ylipaine ja toisella puolella alipaine
- \*Virtausnopeuden kasvaessa paine-ero kasvaa ja on verrannollinen tilavuusvirtaukseen (tulee mitata myös lämpötila ja paine (staattinen) häiriöttömältä mittausalueelta)
- \*Halpa menetelmä, mittaus ei aiheuta painehäviötä
- \*Mittausjärjestely vaatii suurta huolellisuutta; häiriöttömän mittaustähtäyksen ennen ja jälkeen mittaustason tulisi olla "noin 5-20 kertaa mittauskanavan halkaisija"
- \*Hiukkaset ja kosteus voivat häiritä mittausta (ellei huomioitu mittaustärjestelmässä)

### 2) Annubar-putki

- \*Pitot-putken sovellus, jossa voidaan mitata läpi kanavan useammasta pisteestä (jolloin saadaan keskimääräinen virtausnopeus)
- \*Muutoin edut ja haitat kuten Pitot-putkella



### 3) Ultraääneen perustuva mittaus

- \*Kanavan (putken) vastakkaisille puolille on sijoitettu sähköakustiset muuntimet, jotka toimivat sekä ultraäänen lähettiminä että vastaanottajina
- \*Mittaus perustuu ultraäänen etenemisnopeuden muutokseen
- \*Keskimääräinen virtausnopeus saadaan laskettua ultraäänen kulureitillä
- \*Aineen laatu ja lämpötila vaikuttavat
- \*Monikanavaisilla järjestelmillä voidaan pienentää virtausprofiilimuutosten vaikutusta

### 4) Termiset mittaukset

- Kaksi pientä mittaustähtäystä (anturia), joissa molemmissa lämpötilan mittaus
- \*toinen mittaustähtäys mittaa virtaavan kaasun lämpötilan
  - \*toista mittaustähtäystä joko
    - a) lämmitetään vakio teholla, jolloin lämpötilaero on suoraan verrannollinen virtaavan kaasun massavirtaukseen -> vakaa ja kosteissa oloissa anturi pysyy kuivana tai
    - b) pyritään pitämään vakio lämpötilaero anturien välillä, jolloin mitataan mittaustähtäyksen syötetty teho -> epävakaa mittaus, jota kosteus häiritsee

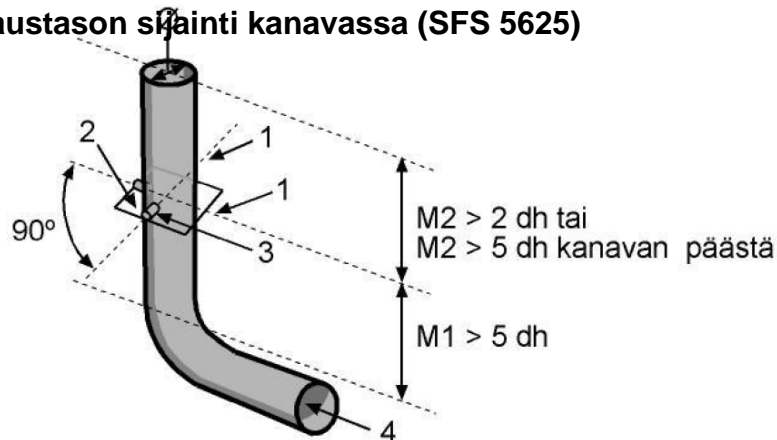
## Virtausmittauksen laadunvarmistus

\*Mittaustaso valitaan siten, että virtaus on mittauskohdassa mahdollisimman häiriötöntä

\*Mittalaitteet on yleensä kalibroitu ja testattu (laitevalmistajan toimesta) laboratorio-olosuhteissa, jolloin oletuksena on ollut ideaali virtausprofiili, stabiili koostumus ja kuiva kaasu (ei hiukkasia). Myös lämpötila ja paine ovat olleet kalibroinnissa vakioita. Näin ollen kaikkia mittauksen kannalta olennaisia häiriötekijöitä ei ole kalibroinnissa huomioitu.

\*Luotettava virtausmittaus edellyttääkin, että tarkistusmittaukset tehdään aina mittausasossa ja mittausolosuhteissa

## Mittaustason sijainti kanavassa (SFS 5625)



- 1 Mittausyhteiden linjat
- 2 Mittaustaso
- 3 Mittausyhde
- 4 Kaasun virtaussuunta

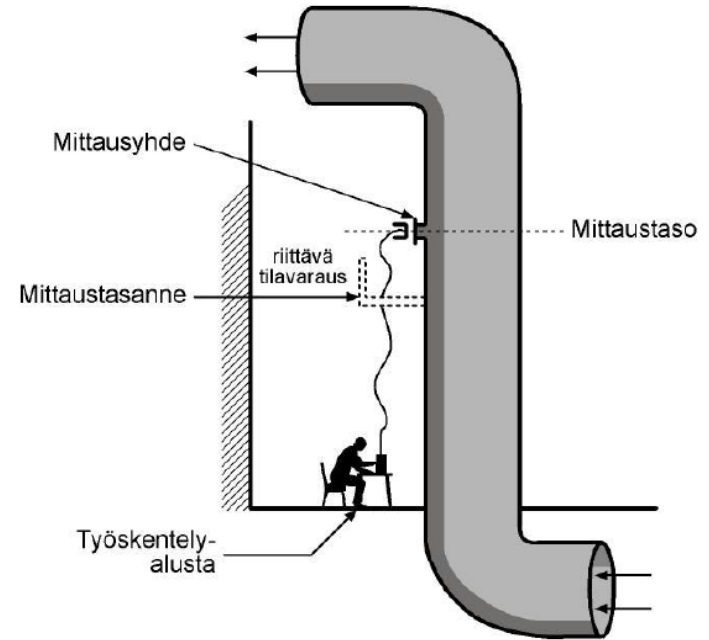
*Mittaustason sijainti kanavassa (lähde: Päästömittausten käsikirja, 2006)*

## Kaasuvirtausmittauksen haasteita

Virtausmittaukseen vaikuttavat voimakkaasti mittausolosuhteet:

- 1) Mittauspisteen sijainti mittauskanavassa
  - \*virtausprofiili (laminaari, turbulenssi)
  - \*lämpötilajakauma
  - \*kierteisyys, mutkat
- 2) Kaasun koostumus (tiheys, hiukkaset, kosteus, kemialliset ominaisuudet)
- 3) Virtauksen ajallinen vaihtelevuus (transienttiolosuhteet)

## Mittauspaikka (SFS 5625)



*Mittauspaikka (lähde: Päästömittausten käsikirja, 2006)*

## Vertailumenetelmät (kaasuvirtausmittaus)

**Merkkiainemenetelmässä** kaasumainen radioaktiivinen merkkiaine syötetään pulssina prosessiin ennen puhallinta ja sen kulkua seurataan säteilyn ilmaisien avulla. Tilavuusvirtaus saadaan jakamalla mittaus-tasojen välinen tilavuus mitatulla aikaerolla. Akkreditoituna kalibrointi-palveluna saatavilla. **Pitot-putkimenetelmä** on myös vertailumenetelmä, mutta sen tarkkuus ei ole riittävä mittausjärjestelmän kalibrointiin. **Taselaskenta** vertailumenetelmänä on riippuvainen laskennan syöttötieto-jen tarkkuudesta, eikä välttämättä sovellu kalibrointiin.