

# Tehnoloogiad 1-50 WM<sub>th</sub> võimsusega katelde heitmete piirväärtuste saavutamiseks

Professor Alar Konist

# Emissioonide (õhuheitmete) piirväärtused

- **Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv 2015/2193 (25. november 2015)**, keskmise võimsusega põletusseadmetest õhku eralduvate teatavate saasteainete heite piiramise kohta
- Teatavad saasteained: SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> ja tolmu (?!). Sätestab nõuded ka CO monitooringuks.
- Eesmärk/nõuded: piirata/vähendada „teatavate“ saasteainete emissioone
- Põhjendus:
  - „...saasteainete heidet õhku on möödunud kümnendite jooksul märkimisväärselt vähendatud, kuid samal ajal õhusaaste tase ikka veel probleemne mitmel pool Euroopas ning liidu elanikud puutuvad endiselt kokku õhusaasteainetega, mis võivad kahjustada nende tervist ja heaolu.“;
  - „Teadushinnangud näitavad, et liidu elanike eluiga väheneb õhusaaste tõttu keskmiselt kaheksa kuud.“;
  - „Keskmise võimsusega põletusseadmetes kütuse **põletamisel tekkiv saasteainete** heide ei ole üldiselt reguleeritud liidu tasandil, kuigi selle **osatahtsus õhusaastes suureneb**, eelkõige **seetõttu, et** ajendatuna kliima- ja energiapoliitikast **kasutatakse kütusena üha rohkem biomassi.**“

# UUED PIIRVÄÄRTUSED: olemasolevad 1 - 5 MW põletusseadmed alates 2030

- v.a mootorid ja gaasiturbiinid

Saasteaine	Tahke biomass	Muud tahkekütused	Gaasiõli	Vedelkütused (v.a gaasiõli)	Maagaas	Gaaskütused (v.a maagaas)
SO <sub>2</sub>	200 <sup>1</sup> või 300 <sup>2</sup>	1 100	—	350	—	200 <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	650	650	200	650	250	250
Tolm	50	50	—	50	—	—

<sup>1</sup>Väärtust ei kohaldata seadmetele, mis põletavad üksnes puidupõhist tahket biomassi.

<sup>2</sup>300 mg/Nm<sup>3</sup> põhku põletavate seadmete puhul.

<sup>3</sup>400 mg/Nm<sup>3</sup> koksiahjude madala kütteväärtusega gaaside puhul (raua- ja terasetööstus).

Ühikud **mg/Nm<sup>3</sup>**, kuivad gaasid; hapniku sisaldus:

- 6 vol% tahke kütus,
- 3 vol% gaasiline ja vedel kütus,
- 15 vol% gaasiline ja vedel kütus mootrites ja turbiinides

# UUED PIIRVÄÄRTUSED: olemasolevad 5 - 50 MW põletusseadmed alates 2025

- v.a mootorid ja gaasiturbiinid

Saasteaine	Tahke biomass	Muud tahkekütused	Gaasiõli	Vedelkütused (v.a gaasiõli)	Maagaas	Gaaskütused (v.a maagaas)
SO <sub>2</sub>	200 <sup>1</sup> või 300 <sup>2</sup>	400 <sup>3</sup>	—	350 <sup>4</sup>	—	35 või 400 <sup>5</sup> või 170 <sup>6</sup>
NO <sub>x</sub>	650	650	200	650	200	250
Tolm	30 või 50 <sup>7</sup>	30 või 50 <sup>7</sup>	—	30	—	—

<sup>1</sup>Väärtust ei kohaldata seadmetele, mis põletavad üksnes puidupõhist tahket biomassi.

<sup>2</sup>300 mg/Nm<sup>3</sup> põhku põletavate seadmete puhul.

<sup>3</sup>1100 mg/Nm<sup>3</sup> seadmete puhul, mille nimisoojusvõimsus on üle 5 MW ja võrdne või väiksem kui 20 MW.

<sup>4</sup>850 mg/Nm<sup>3</sup> seadmete puhul, mille nimisoojusvõimsus on üle 5 MW ja võrdne või väiksem kui 20 MW ja milles põletatakse rasket kütteõli, kuni 1. jaanuarini 2030.

<sup>5</sup>Koksiahju madala kütteväärtusega gaaside puhul ning 200 mg/Nm<sup>3</sup> kõrgahju madala kütteväärtusega gaaside puhul (raua- ja terasetööstus).

<sup>6</sup>Biogaasi puhul.

<sup>7</sup>Seadmete puhul, mille nimisoojusvõimsus on üle 5 MW ja võrdne või väiksem kui 20 MW.

# UUED PIIRVÄÄRTUSED: uued 1 - 50 MW põletusseadmed alates 20. detsembrist 2018

- Uus põletusseade: kui ei saa tõendada, et käitamist alustati enne 20. detsembrit 2018.

Saasteaine	Tahke biomass	Muud tahkekütused	Gaasiõli	Vedelkütused (v.a gaasiõli)	Maagaas	Gaaskütused (v.a maagaas)
SO <sub>2</sub>	200 <sup>1</sup>	400	—	350 <sup>2</sup>	—	35 või 400 <sup>3</sup> või 100 <sup>4</sup>
NO <sub>x</sub>	300 või 500 <sup>5</sup>	300 <sup>5</sup>	200	300	100	200
Tolm	20 või 30 või 50 <sup>6</sup>	20 <sup>6</sup>	—	20 või 50 <sup>7</sup>	—	—

<sup>1</sup>Väärtust ei kohaldata seadmete puhul, mis põletavad üksnes puidupõhist tahket biomassi.

<sup>2</sup>1700 mg/Nm<sup>3</sup> väikestes eraldatud võrkudesse või üliväikestes eraldatud võrkudesse kuuluvate seadmete puhul kuni 1. jaanuarini 2025.

<sup>3</sup>madala kütteväärtusega koksiahjugaaside korral ning 200 mg/Nm<sup>3</sup> madala kütteväärtusega kõrgahjugaaside korral (raua- ja terasetööstus).

<sup>4</sup>biogaasi puhul.

<sup>5</sup>500 mg/Nm<sup>3</sup> seadmete puhul, mille summaarne nimisoojusvõimsus  $\geq 1$  MW ja  $\leq 5$  MW.

<sup>6</sup>50 mg/Nm<sup>3</sup> kui summaarne nimisoojusvõimsus  $\geq 1$  MW ja  $< 5$  MW; 30 mg/Nm<sup>3</sup> kui summaarne nimisoojusvõimsus  $\geq 5$  MW ja  $< 20$  MW.

<sup>7</sup>50 mg/Nm<sup>3</sup> kui summaarne nimisoojusvõimsus  $\geq 1$  MW ja  $< 5$  MW.



# Piirväärtuste mõju

- Rakendumine:
  - Üle 5 MW põletusseadmed alates 01.01.2025
  - 1 kuni 5 MW põletusseadmed alates 01.01.2030
  - Uued põletusseadmed alates 20.12.2018
- EL-is mõjutatud kaitiste arv umbes 143 000. Eestis mõjutatud kaitiste arv kokku umbes 800.
- Peamised objektid on biomassiga (hakkpuit) töötavad katlad, teatud juhtudel ka vedelkütustel töötavad katlad.
- Direktiivi valguses on biomassi põletamisel olulised TSP ja NO<sub>x</sub> (teatud juhtudel ka SO<sub>2</sub>) emissioonid, põlevkiviõli puhul ka SO<sub>2</sub> emissioon.



# Biomassi põletamine

- Direktiiv käsitleb „teatud“ saasteaineid.
- Biomass on roheline energia. Biomass põletamisega võivad kaasneda olulised saasteainete heitmed:
  - Mittetäielik põlemine: CO, LOÜ (VOC), tahm, kondenseeruvad orgaanilised ühendid (tõrvad), PAH-id.
  - Kütuse koostisest tulenevad saasteained: NO<sub>x</sub>-id, osakesed anorgaaniliste ühendite (Na, K, Cl, Ca, Mg, P, S) kondenseerumise tulemusena, raskemetallid, polüklooritud dioksiinid ja furaanid.



# Õhuheitmeid mõjutavad

## TSP

- Katla ehitus, tüüp ja opereerimistingimused.
- Kütuse tüüp ja kvaliteet.
- Puhastusseadmed.

## NO<sub>x</sub>

- Katla ehitus, tüüp ja opereerimistingimused.
- Kütuse tüüp, koostis ja kvaliteet.
- Puhastusseadmed.

## SO<sub>2</sub>

- Katla ehitus, tüüp ja opereerimistingimused.
- Kütuse väävlisisaldus
- Puhastusseadmed

# Katla ehitus

- Tahke kütuse põletamisel:
  - Aeg
  - Turbulents
  - Temperatuur
- Maagaasi põletamisel:
  - Temperatuur

## Hakkpuidu põletamise tehnoloogiate võrdlus

	<b>Keevkihtpõletus</b>	<b>Restkolle</b>
TSP koormus	KÕRGE	KESKMINE
Suitsugaaside omadused	KONSTANTSED	MUUTUVAD
TSP omadused	PÜSIVAD	MUUTUVAD
Katla võimsus	Tavaliselt >30 MW	Tavaliselt <50 MW

- Hästi töötavate (opereeritud) katelde saasteainete emissioonid enamasti „madalad“.
- „Madalate“ emissioonide saavutamise eeltingimus on katla optimaalne suurus – esmane meede.



# Opereerimistingimused – esmane meede

- Primaar- ja sekundaarõhu jagamine ja suhe – rusikareegel  $1/3 + 2/3$ . Primaarõhk – piisav pürolüüsi toimumiseks. Liigne sekundaarõhk suurendab TSP heitkoguseid.
- Kõrge temperatuur suurendab NO<sub>x</sub> heitmeid.
- Madal temperatuur suurendab LOÜ ja kondenseeruvate orgaaniliste ühendite (tõrvade) teket.
- Kõrge temperatuuriga ja hapniku puudusega kaasneb mittetäielik põlemine.
- **CO vs NO<sub>x</sub>** – oluline aspekt direktiivi 2015/2193 rakendamisel. NO<sub>x</sub> heitmeid on võimalik vähendada, vähendades liigõhku. Sellega kaasneb aga mittetäielik põlemine ja CO teke.
  - TSP heitmete vähendamiseks on oluline tagada täielik põlemine

# Kütuse mõju

## • Tüüp

- Puidupellet: TSP ja NO<sub>x</sub> emissioonid tavaliselt madalamad kui hakkpuidu või halupuu põletamisel.
- Puidupõhine biomass tekitab vähem TSP ja NO<sub>x</sub> heitmeid (vt ka koostis).
- Kiirekasvulise biomassi (kõrrelised) kasutamisega kaasnevad kõrged NO<sub>x</sub> heidmed.

## • Kvaliteet

- Niiskussisaldus – sõltuvalt väärtusest, võib mõjutada katla ja puhastusseadmete tööd. Väiksema võimsusega katlad on tundlikumad. Liiga kõrge niiskus takistab mittetäielikku põlemist: kõrge TSP, lisaks tõrvad ja PAH-id.

## • Koostis

### Maksimaalne (kuivaine) lämmastiku sisaldus kütuses piirnormide täitmiseks

- Vedelkütus 3 % O<sub>2</sub>
  - ~0,2 mass %; uued katlad
  - ~0,4 mass %; olemasolevad katlad
- Tahke kütus 6 %O<sub>2</sub>
  - ~0,11 kuni ~0,2 mass %; uued katlad
  - ~0,25 mass %; olemasolevad katlad

### Maksimaalne (kuivaine) väävli sisaldus kütuses piirnormide täitmiseks

- Vedelkütus 3 % O<sub>2</sub>
  - ~0,2 mass %; uued ja olemasolevad katlad
- Tahke kütus 6 %O<sub>2</sub>
  - ~0,06 mass %; uued ja olemasolevad katlad
  - ~0,1 mass %; põhu põletamisel uutes ja olemasolevates kateldes



# Puhastusseadmed – sekundaarne meede

- Valik sõltub sellest, mida on vaja suitsugaasidest „eraldada“
  - Gaasilised saasteained:
    - SO<sub>2</sub> – suitsugaaside pesur / skraber, kemisorptsioon ...
    - NO<sub>x</sub> – katalüütiline konverter, suitsugaaside retsirkulatsioon ...
  - Osakesed (TSP) – elektrifilter, käisfilter ...
- Efektiivsust mõjutavad:
  - Puhastusseadmete tüüp
  - Puhastusseadme ehitus

# Olukorrast Eestis

- Suures osas kateldest kasutatakse hakkpuitu, kohati ka turvast.
- Kuivaine elementkoostis (m%):



## Puit

- Süsinik 49...51
- Vesinik 5,9...6,2
- Lämmastik 0,1...0,2
- Väävel <0,05



## Turvas

- Süsinik 50...55
- Vesinik ~6
- Lämmastik 1...2
- Väävel 0,1...0,5

- Hakkpuidu kasutamisel ei ole probleeme SO<sub>2</sub> ja esmaste meetmete rakendamisel NO<sub>x</sub> heitmetega, küll aga **TSP**.
- Õlikatelde korral probleemiks sõltuvalt õli koostisest, kas SO<sub>2</sub> ja/või NO<sub>x</sub>.



# TSP vähendamise võimalused olemasolevate katelde korral

- Oluliste TSP heitmete väärtuseid mõjutavate parameetrite kontroll – esmased meetmed:
  - Kütuse kvaliteet – nt peenfraktsiooni sisaldus hakkpuidus
  - Põlemisrežiimi optimaalsus – vähendab ülipeenosakeste heitmeid ja tahma (põlemata orgaanika) heitmeid (kokkuvõttes vähem ohtlike osakesi) – tagatud üldiselt paremini (mitte alati!) modernsete automaatkontrolliga katelde korral.
  - NB! Katla seisukord – avad peavad olema seal, kus nad projekti järgi olid!
- Katlad on enamasti varustatud tsükloniga / multitsükloniga, mõnikord ka suitsugaaside pesuriga / skraberiga – sekundaarsed meetmed.

# TSP vähendamine

- TSP vähendamine võib põhineda kolmel jõul:
  - Mass või inertsijõud – tsüklonid, skruberid / pesurid
  - Pinna või adhesioonijõud – kottfiltrid
  - Elektri jõud – elektrifiltrid
- Piirväärtus 20...50 mg/Nm<sup>3</sup> saavutatav ainult sekundaarsete meetmetega.

Käisfiltrist / elektrifiltrist / suitsugaaside pesurist tulev TSP kontsentratsioon tavaliselt <5...50 mg/Nm<sup>3</sup>.

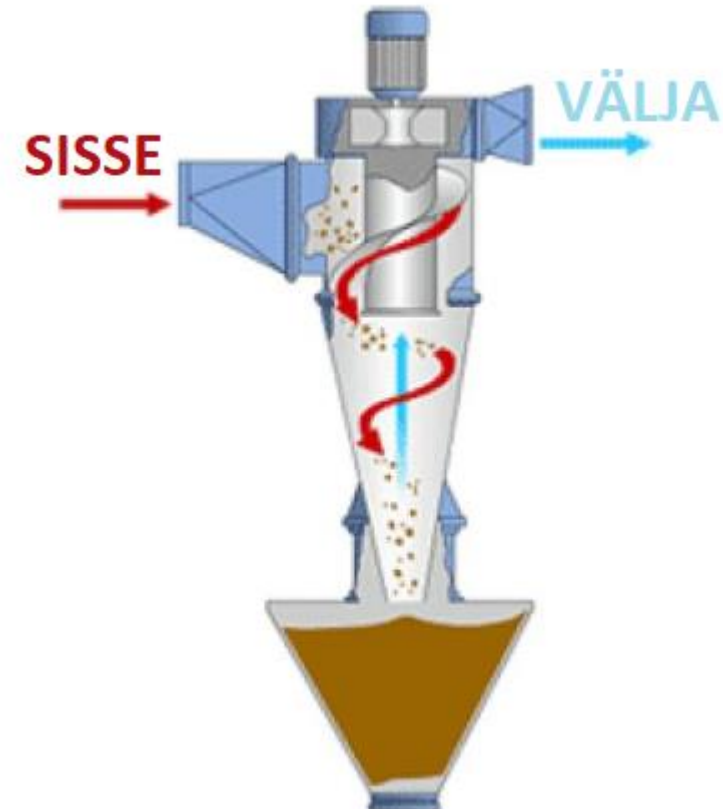
Tsüklonist / multitsüklonist tulev TSP kontsentratsioon tavaliselt 150...300 mg/Nm<sup>3</sup>.

Katlast tulev TSP kontsentratsioon tavaliselt 2...3 g/Nm<sup>3</sup>.

# Tsüklonid/multitsüklonid

- Puhastamine põhineb inertsijõul.
- Kasutatavad laias temperatuuride vahemikus.
- Lihtsa ehitusega, usaldusväärsed, odavad.
- Efektiivsus sõltub:
  - Osakeste suurusest,
  - Osakestele avaldatavast (inertsij)õust,
  - Ajast, mille jooksul jõudud avaldatakse.
- Efektiivsused:
  - osakesed  $>10 \mu\text{m}$ : 85...90 %\*,
  - osakesed  $<2,5 \mu\text{m}$ :  $<1 \%$ .

\*sõltuvalt sisenevast TSP kontsentratsioonist ja osakestest; efektiivsus langeb märkimisväärselt lekete korral (kriitilised kohad: vaateavad, tuhalukk (tuhk on abrasiivne))



# Tsüklonid/multitsüklonid

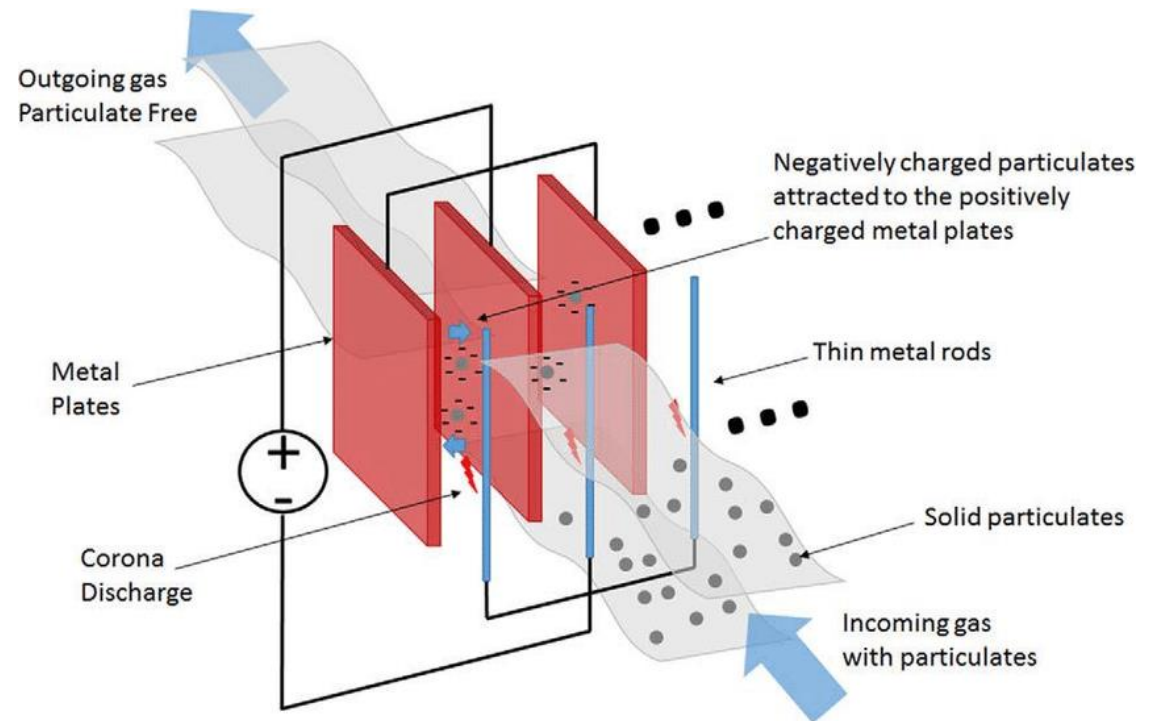
Eelised	Puudused
<ul style="list-style-type: none"><li>- Madal / keskmine rõhulang</li><li>- Lihtsa ehitusega</li><li>- Kasutatav laias TSP kontsentratsioonide vahemikus</li><li>- Ei ole tundlik leegile ja kasutatav laias temperatuuride vahemikus</li><li>- Väike vajalik seadme alune pind</li><li>- Odavad</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Suhteliselt kõrged</li><li>- Madal efektiivsus väikeste osakeste korral</li><li>- Tõrvad võivad kondenseeruda</li></ul>

**Kasutatavad eelpuhastuseks – nn esimene puhastusaste – ei taga direktiivis nõutud TSP kontsentratsiooni.**

**Eemaldab suuremad osakesed ja parandab sellega järgnevate puhastusastmete tööd.**

# Elektrifiltrid (sh märgärastusega elektrifiltrid)

- Põhineb alalisvoolu kõrgpinge elektriväljas osakestele laengu andmisel ning laetud osakeste eraldamisel gaasivoost:
  - Osakesed laetakse negatiivse laenguga ning tõmmatakse positiivselt laetud elektrootodide külge.
  - Plaatide puhastatakse löökide või vibratsiooniga.
  - Suurtes rakendustes on kasutusel erineva elektriväljatugevusega tsoonid.
- Tavaliselt kasutatav temperatuurini kuni 480 °C (kuid pigem 360 °C)





# Elektrifiltrite tööd mõjutavad tegurid

- **Suitsugaaside kulu/kiirus** – peab vastama optimaalsele kulule. Suurem kulu vähendab efektiivsust, põhjustades osakeste tagasiviimist gaasivoogu. Väike kulu põhjustab gaasivoo mitteoptimaalset jaotumist.
- **Osakeste suurus ja suuruse jaotus** – Suuremad osakesed omandavad laengu lihtsamini, liiga suur väikeste osakeste kontsentratsioon takistab laengu teket.
- **Osakeste omadused** – mõningad osakesed ei omanda laengut, mõned osakesed võivad kaotada laengu liiga kiiresti. See sõltub osakeste keemilisest koostisest ja suitsugaaside temperatuurist.



# Elektrifiltrid

## Eelised

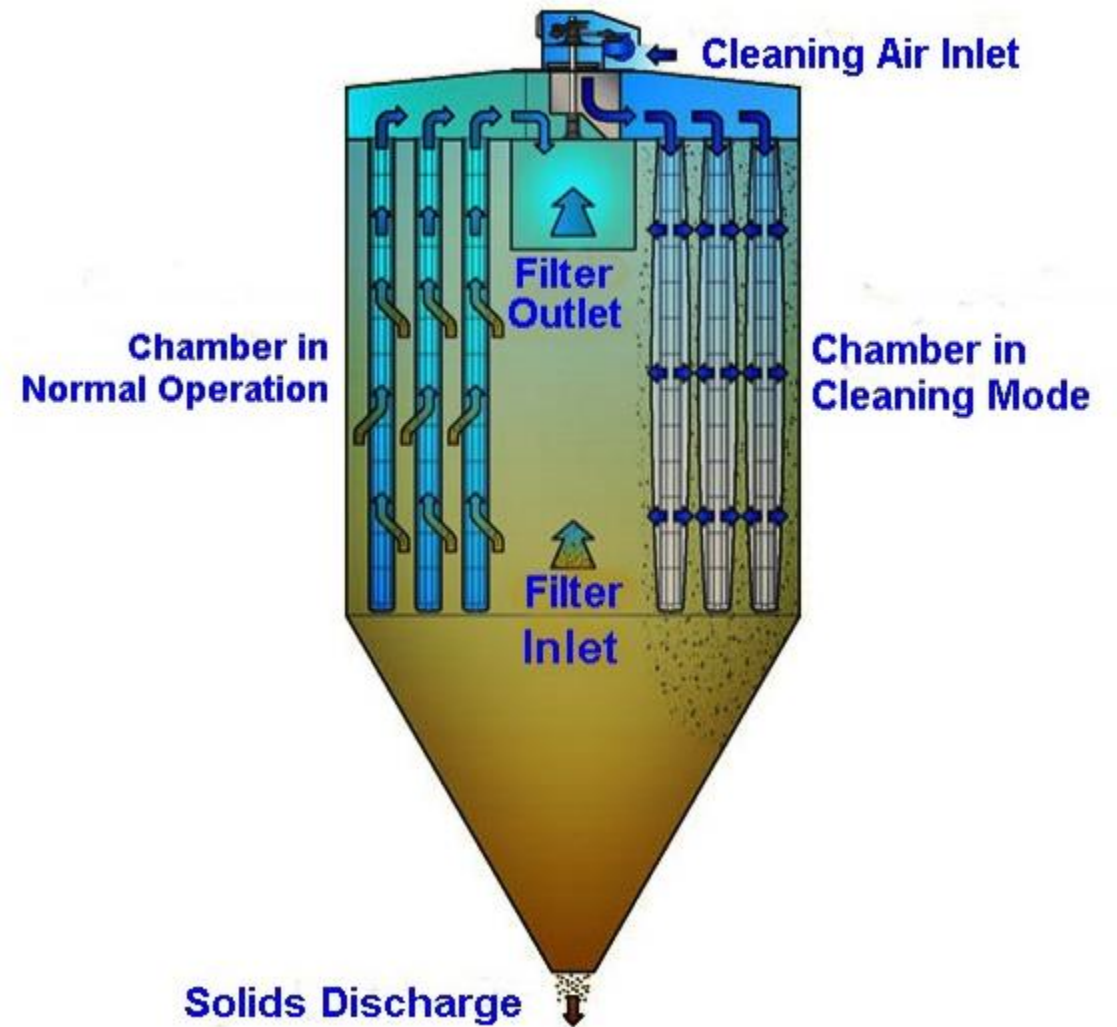
- Potentsiaalselt suur efektiivsus >99 %
- Eemaldab väga väikesed osakesed
- Eemaldab nii kuivad kui märjad osakesed
- Kasutatav ka kõrgete temperatuuride korral
- Väike rõhulang
- Madalad hoolduskulud (sõltub suitsugaasidest)

## Puudused

- Suur soetusmaksumus
- Tundlik suitsugaaside kulu muutustele
- Tundlik osakeste koormuse muutustele
- Kõrgepinge ja sellest tulenevad ohutusnõuded
- Efektiivsus langeb kasutamise käigus
- Põlemata osa osakestes peab olema <5 %

# Käisfiltrid

- Põhineb osakeste püüdmisel filtermaterjaliga. Nii pind- kui ka mahtfiltrimine.
- Üldiselt kasutatakse osakeste püüdmiseks, kuid rakendatav ka teatud gaaside püüdmisel.
- Väheneb oluliselt raskemetallide heide (v.a. Hg).
- Kasutatavad tavaliselt temperatuuride vahemikus 200 kuni 250 °C. Spetsiaalsete materjalid korral võimalik kasutada ka kõrgema temperatuuri juures.





# Käisfiltrid

- Käisfiltrite kasutamine koos eelneva kustutamata lubja doseerimisega suitsugaasidesse kaotab suitsugaaside ( $\text{SO}_2$  kemisorptsioon) pesuri kasutamise vajaduse.
- Tähtsus kasvanud seoses dioksiinide ja raskemetallide püüdmisega.
  - Käisfiltreid võimalik kasutada koos eelneva adsorbendi doseerimisega – üks efektiivsemaid puhastusmeetodeid, mis võimaldab muuhulgas eemaldada suitsugaasidest raskemetalle, dioksiine, furaane, aromaatsid süsivesinike jne.

# Käisfiltrid

## Eelised

- Väga kõrge efektiivsus >99 %
- Eemaldab väga väikesed osakesed
- Väikesed mõõtmed
- Automaatne puhastamise võimalus ja lihtne puhastamise vajaduse monitooring
- Lihtsalt rakendatav sõltumata protsessist

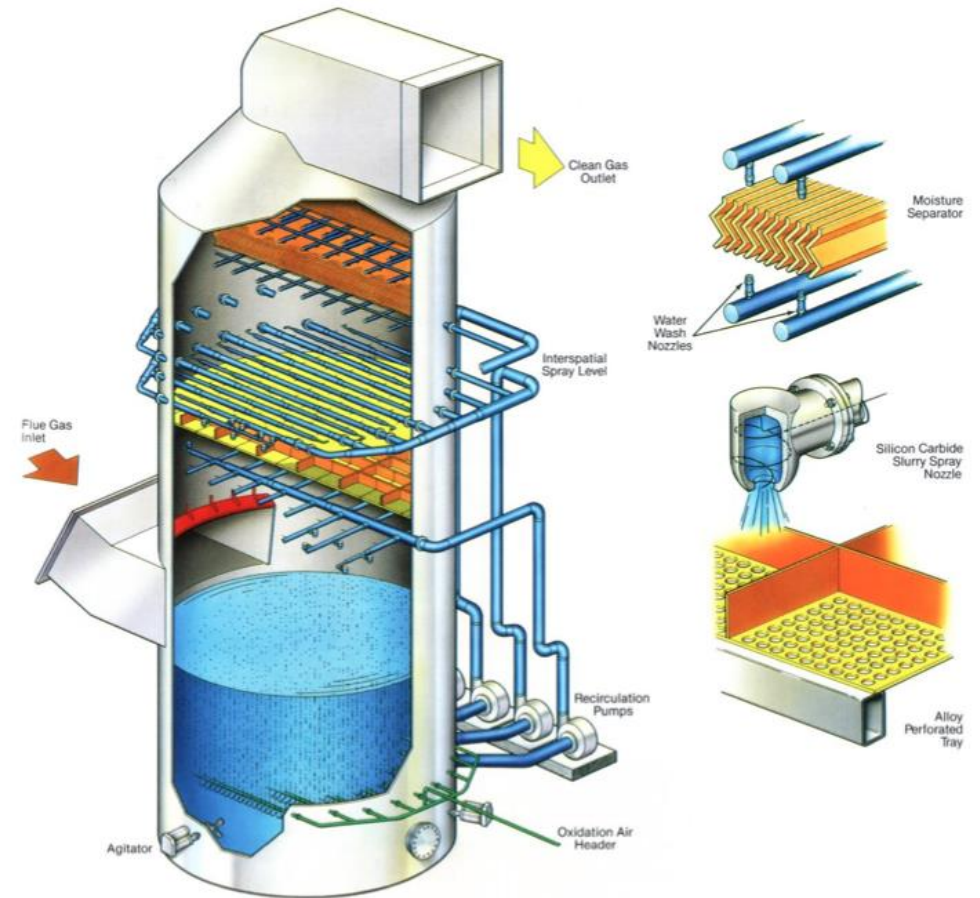
## Puudused

- Tundlik suitsugaaside liikumise kiirusele läbi filtri
- Temperatuur piiratud 250 °C-ni (v.a. spetsiaalsed materjalid)
- Suitsugaas ei tohi kondenseeruda
- Filtrite vahetamise vajadus (tavaliselt 3 - 5 aasta tagant)
- Kuumad osakesed võivad kahjustada filtreid
- Suur rõhulang
- Puhastamiseks vajalik suruõhk

Alternatiiv kangast filtermaterjalile on keraamilised filtrid, mis taluvad kõrgeid temperatuure.

# Suitsugaaside pesur

- TSP püütakse veepiiskadega – eeldab suurt kontaktpinda.
- Adsorbeerib/lahustab sõltuvalt lahuse pH väärtusest suitsugaasides sisalduvaid gaase (nt HCl, SO<sub>2</sub>).
- Potentsiaalselt kõrge TSP püüdmise efektiivsusega.
- Efektiivsuse tagamiseks peab olema varustatud õigesti konstrueeritud ja hooldatud tilgapüüdjaga.
- Võimaldab vähendada raskemetallide heitmeid.



# Suitsugaaside pesur

## Eelised

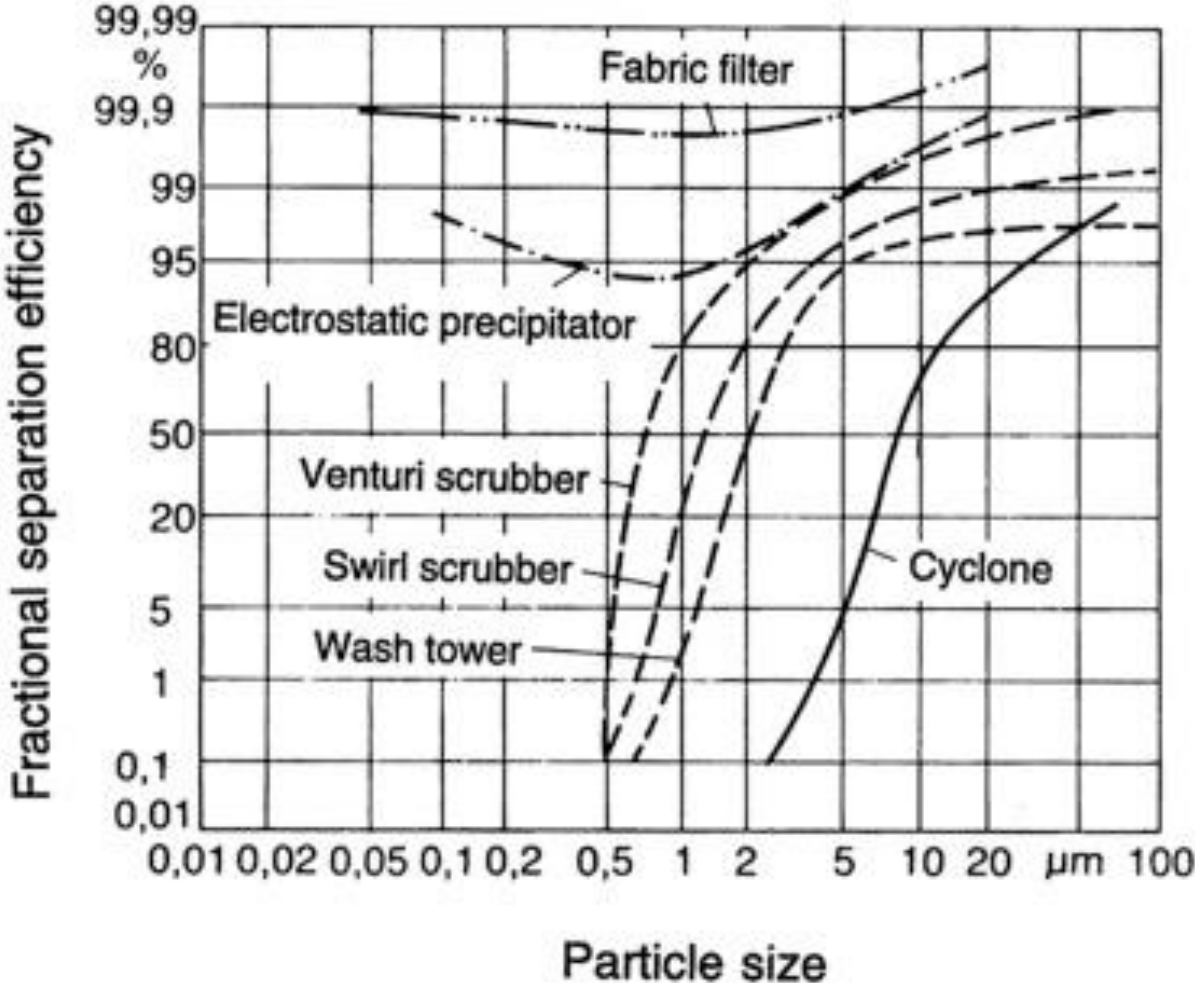
- Kondenseerumisel vabaneb energia
- Väga kõrge efektiivsus >99 %
- Eemaldab potentsiaalselt väga väikesed osakesed
- Väikesed mõõtmed
- Kasutatav suitsugaaside kõrge temperatuuri ja niiskuse korral
- Puudub plahvatusoht
- Eemaldab nii TSP kui ka gaasilisi ühendeid

## Puudused

- Korrosioon
- Ummistumine / saastumine
- Energiakulu, väiksemate osakeste püüdmisel tekib suurem rõhulang
- Saastunud vee teke
- „Muda“ teke
- Vajalik kaitsta jäätumise eest

**Tavaliselt madal efektiivsus 0,1...2 µm osakeste korral.**

# Efektivsused



Allikas: Fritz & Kern, Reinigung von Abgasen (Flue gas cleaning). Vogel, Würzburg, 1990

# Oodatavad efektiivsused ja emissioonid

Rakendatav tehnoloogia	Efektiivsus, %				Saavutatv kontsentratsioon, mg/Nm <sup>3</sup> , 6 % O <sub>2</sub>
	<PM1	PM2,5	PM5	PM10	
Multitsüklon	-	-	85 – 90		150 - 250
Elektrifilter (lihtsustatud)	>96,5	>98,3	>99,95	>99,95	35 - 100
Elektrifilter					<20 - 35
Käisfilter	>99,6	>99,6	>99,9	>99,95	<20

Tehnoloogia valikuks peab olema teada nii osakeste koostis kui ka suuruse jaotus antud rakenduses.

Reaalselt rakendatavad tehnoloogiad emissioonide piirväärtuste saavutamiseks biomassi põletamisel:

- 1. elektrifilter või**
- 2. pigem käisfilter**



# Maksumus

- Ligikaudsed soetusmaksumused:
  - (Multi)tsüklon: umbes 30 000 €
  - Elektrifilter: 80 000 € - 800 000 €
  - Käisfilter: 50 000 € - 600 000 €
  - Skraber: 80 000 € - 1 000 000 €
- Üldiselt lisainvesteering 15 kuni 25 % eelnevast koguinvesteeringust
- Lisakulud:
  - Elekter?
  - Suruõhk?
  - Lisaseadmed?
  - Tuhaärastus?
  - Hooldus?
  - Juurdeehitus?

Käisfiltril suurem rõhulang, elektrifiltril energiakulu elektrivälja tekitamiseks. Käisfiltri suuruse (maksumuse) määrab suitsugaaside kulu, elektrifiltri suuruse määrab efektiivsus ja tuha koostis.



# Economic viability

- The operation of additional units for intensified flue gas cleaning can significantly reduce both the energetic efficiency and the commercial viability of the plants, since the requisite secondary measures are not only costly, but also result in additional energy consumption, which greatly reduces the overall efficiency of the plant.

For example, the requisite secondary measures for a combustion plant of 1 MWth with an investment volume of €200,000 would entail additional investment costs of €150,000. Moreover, there is further annual expenditure for management, auxiliary energy and disposal. There is clearly a serious imbalance here between income and expenses. Operators will undoubtedly be unable to pass these additional costs on to private heat users. The upshot is that existing biomass plants in the 1-5 MWth capacity range, in particular, which make up the majority of the medium combustion plants in the electricity conversion sector, would be deprived of their commercial basis and an end would be put to any new investment in wood-fired heating plants and biomass (heating and) power stations.

- The EU Commission's impact assessment did not involve any examination of the technical feasibility or the economic consequences of the implementation of the proposed emission limit values for biomass combustion plants.<sup>8</sup> This is despite the fact that emission limit values for solid biomass must of necessity build on investigations into the state of the art and the best available technology for biomass plants in the small, medium and top performance bracket if ambitious emission reduction targets are to be specified without "throwing the baby out with the bathwater" or putting the existence of an entire sector in jeopardy as a result of exaggerated and unadjusted requirements.



# Ilmsed probleemid

- Maksumus üldiselt kõrge. Tegelik maksumus pole täpselt teada.
- Tegelik efektiivsus (nt elektrifiltri või skraberri korral) pole teada.
- Lisanduvad hoolduskulud.
- Kasvav elektrikulu.
- Olematu käis- ja elektrifiltrite rakendamise kogemus väikeste põletusseadmete korral.
- Katlamajade suurus lisaseadmete lisamiseks.
- Teatud juhtudel jääb alles NO<sub>x</sub>-de ja SO<sub>2</sub>-e probleem.



# SO<sub>2</sub> eemaldamine

- Madala väävlisisaldusega kütuse (nt hakkpuit) korral ei ole probleem.
- Rohtse biomassi kasutamisel, turba kasutamisel ja kõrge väävlisisaldusega õli kasutamisel vajalik rakendada sekundaarseid meetmeid:
  - Suitsugaaside pesur,
  - FGD tehnoloogia



# NO<sub>x</sub> vältimine

NO<sub>x</sub>-ide teke on seotud:

- temperatuuriga
- kütusega
- Sekundaarsete mehhanismidega (prompt) – enamasti mitteoluline
- Biomassi põletamisel tekib NO<sub>x</sub> enamasti kütuse lämmastikust (kütuse NO<sub>x</sub>).
- Maa(gaasi) põletamisel tekib NO<sub>x</sub> õhulämmastiku reageerimisel hapnikuga (termiline NO<sub>x</sub>)
- Vältimine võimalik primaarsete meetmetega:
  - Katla disain – põlemisgaaside retsirkulatsioon, primaarõhk, sekundaarõhk
  - Katla opereerimine – liigõhk, primaarõhu ja sekundaarõhu suhe
  - Põleti disain – gaasi korral nn *low-NO<sub>x</sub>* põletid

Saasteaine	Tahke biomass	Muu tahke kütus	Vedelkütus	Raske kütteõli	Maagaas	Muu gaasiline kütus
SO <sub>2</sub>	200	400	170	350	-	35
Meede	Puhta ja kuiva kütuse kasutamine/ aluselise suspensiooni/lahuse pihustamine suitsugaasi (semi-wet FGD)	semi-wet / wet FGD	LFO kasutamine, dry FGD semi-wet / wet FGD	semi-wet / wet FGD		Puhta kütuse kasutamine, dry FGD
NO <sub>x</sub>	650	650	200	650	200	250
Meede	Esmased meetmed (O <sub>2</sub> reguleerimine, erinevate põlemistsoonide kasutamine, põlemisgaaside retsirkulatsioon, low-NO <sub>x</sub> põletid)	Esmased meetmed	Esmased meetmed	Esmased meetmed	Esmased meetmed	Esmased meetmed
PM	30 <sup>1</sup>	30	30	30	-	-
Meede	Elektrifiltrid (ESP), kottfiltrid (FF)	ESP FF	LFO kasutamisel pole meetmeid vaja, muidu multitsüklon ja ESP	multitsüklon ESP		



# Direktiivi rakendamise tulemused

- **make most of the existing biomass plants economically unviable and prevent any new investment at all.**
- These secondary measures will also greatly increase the investment and operating costs. There is not expected to be any appreciable amount of sulphur in the flue gas from most of the biomass fuels, so a general limit value would simply lead to an increase in the regular measuring costs without any other effect being achieved.
- directive on the limitation of the emissions of certain pollutants into the air from medium combustion plants 1-50 MW (MCP) is leading to an outcome, which is not cost-effective. This is especially the case for small existing boilers (under 10 MW) using solid biomass and for boilers operating less than 1500 h per year. In addition to too high investment costs compared to health and environmental benefits, there are space restraints in existing boilers.
- The particulate matter (PM) emission limit values set in the directive should be 200 mg/Nm<sup>3</sup> for the above mentioned boilers (annex II, part 1), which would allow the use of primary abatement measures such as multi-cyclones. Up to 0.5-1 million euro investment costs for these smaller boilers, which are around 20-30% of the cost of a new boiler, cannot be justified.
- MCP directive hampers the use of renewables and the replacement of fossil fuels.



# Tänaan kuulamast!

[alar.konist@ttu.ee](mailto:alar.konist@ttu.ee)