

Tehnologije pročišćavanja dimnih plinova u WtE postrojenjima



IVAN LONČAR, mag.ing.mech.

MAGMA d.o.o. Industrijska 27, 34000 Požega, Hrvatska



Predavač i profesionalni kontekst



Ivan Lončar,
mag.ing mech.

Voditelj odjela razvoja/ Magma d.o.o.

Ivan.loncar@magma-pz.hr

www.magma-pz.hr



STRUČNO ISKUSTVO:

- Projektant filterskih postrojenja
- Voditelja radova montaže
- Voditelj puštanja u pogon

KLJUČNA PORUKA

„WtE postrojenje je održivo samo onoliko koliko je učinkovit i pouzdan njegov sustav pročišćavanja dimnih plinova.”

SADRŽAJ:

1

Uvod

2

Tehnologije pročišćavanja dimnih plinova

3

Uklanjanje krutih čestica iz dimnih plinova

4

Magma – Reference filtera

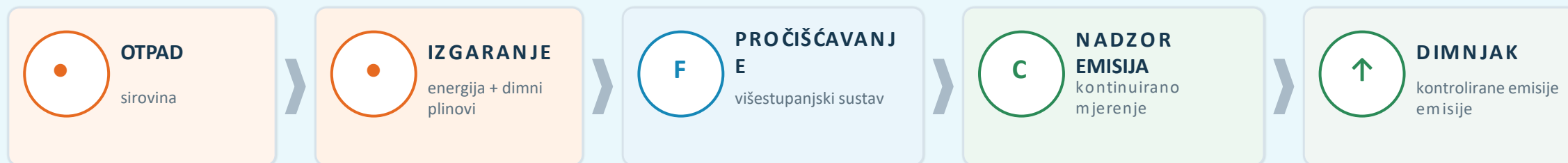
5

Daljnji smjer razvoja

1 Uvod

Zašto je pročišćavanje dimnih plinova bitno?

Okolišna prihvatljivost WtE postrojenja u velikoj mjeri ovisi o tome koliko učinkovito kontrolira emisije nakon izgaranja.



KLJUČNA PORUKA

WtE nije definiran samo učinkovitošću izgaranja, nego i sposobnošću da sigurno kontrolira ono što izlazi iz dimnjaka.

Pročišćavanje dimnih plinova predstavlja ključnu barijeru između procesa izgaranja i atmosfere.



ZDRAVLJE LJUDI

Smanjuje izloženost prašini, kiselim plinovima, NO_x, Hg, teškim metalima dioksinima i furanima.



ZAŠTITA OKOLIŠA

Ograničava emisije u zrak i posljedično opterećenje tla, voda i ekosustava.



USKLAĐENOST

Omogućuje stabilan rad unutar emisijskih zahtjeva i pouzdanu procesa.



POVJERENJE JAVNOSTI

Transparentno mjerenje i dokazivo emisije ključni su za vjerodostojnost projekta.

Moderni WtE = proizvodnja energije + višestupanjsko pročišćavanje + kontinuirani nadzor emisija

2 Tehnologije pročišćavanja dimnih plinova

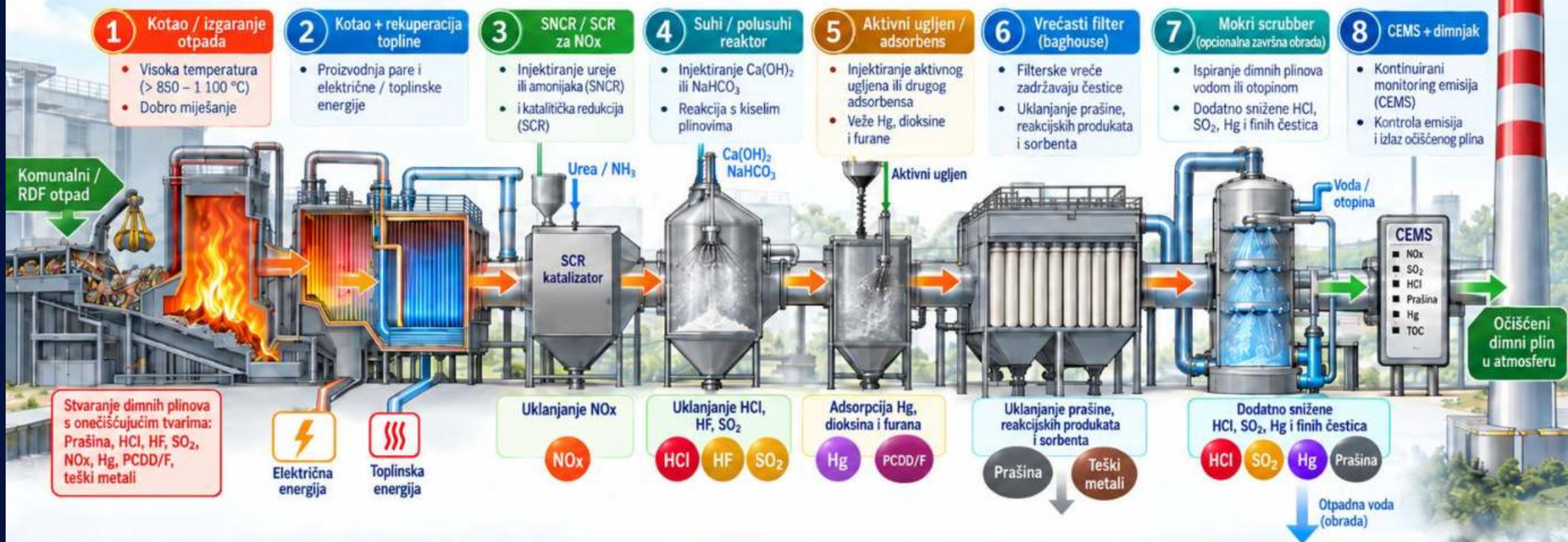
Kod modernog Waste-to-Energy postrojenja ne govori se o jednoj tehnologiji, nego o **više-stupanjskom sustavu pročišćavanja dimnih plinova**.

U praksi se kombinira nekoliko procesa, jer različite tehnologije ciljaju različite onečišćujuće tvari; od kojih su najbitnije emisije krutih čestica, „kiseli” plinovi (HCl, HF, SO₂), NO_x plinovi, živa, razni teški metali, dioksini i furani.



PROČIŠĆAVANJE DIMNIH PLINOVA U WASTE-to-ENERGY POSTROJENJU

Višestupanjski sustav za kontrolu prašine, kiselih plinova, NOx, teških metala i organskih mikrozagađivača



ŠTO SE UKLANJA?

Prašina / lebdjeće čestice

Pepeo, čađa, reakcijski produkti i fine čestice

Kiseli plinovi (HCl, HF, SO_2)

Nastaju iz sadržaja klora, fluora i sumpora u otpadu

Dušikovi oksidi (NOx)

Nastaju pri visokim temperaturama izgaranja

Živa i teški metali

Hg, Cd, Pb, Cr, Ni, As...
Vežu se na adsorbense i čestice

Dioksini i furani (PCDD/F)

Vrlo toksični organski mikrozagađivači
Vežu se na aktivni ugljen i čestice

OPTIMALNA KONFIGURACIJA

Optimizirano izgaranje + SNCR/SCR + suhi/polusuhi reaktor + aktivni ugljen + vrećasti filter + opcionalni mokri scrubber + CEMS

1 2 3 4 5 6 7 8

INTEGRIRANO RJEŠENJE ZA ČISTI ZRAK I ODRŽIVO ENERGIJU

PREDNOSTI

- Vrlo niske emisije**
Znatno ispod strogih graničnih vrijednosti.
- Visoka fleksibilnost rada**
Prilagodba različitim vrstama otpada i opterećenjima.
- Oporaba energije**
Proizvodnja električne i/ili toplinske energije.
- Uskladenost s modernim ekološkim zahtjevima**
Ispunjavanje svih važećih propisa o emisijama.

Uklanjanje krutih čestica iz dimnih plinova

Uklanjanje krutih čestica iz dimnih plinova jedan je od osnovnih koraka svakog sustava pročišćavanja. Cilj nije samo smanjiti ukupnu koncentraciju prašine, nego učinkovito izdvojiti i vrlo fine čestice koje mogu nositi teške metale i druge štetne spojeve. U industrijskoj praksi dvije najvažnije tehnologije za takvo otprašivanje su elektrostatski filteri (ESP) i vrećasti filteri (bagfilteri)



ELEKTROSTATSKI FILTER (ESP)

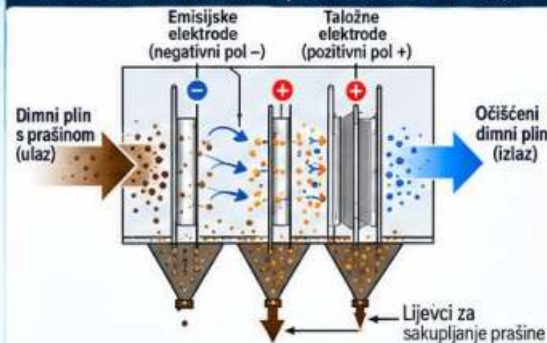
Princip rada i funkcionalna shema



PRINCIP RADA (KORACI)

- 1 Ulaz dimnog plina**
Dimni plin s česticama prašine ulazi u ESP.
- 2 Elektrostatsko nabijanje**
Visokonaponski istosmjerni napon (30–100 kV DC) stvara jako električno polje. Čestice se nabijaju.
- 3 Migracija**
Nabijene čestice pod utjecajem električnog polja migriraju prema taložnim pločama i talože se.
- 4 Otresanje (rapping) i uklanjanje prašine**
Povremene vibracije i otresanje (rapping) uklanjaju složeni sloj prašine s ploča, koji pada u lijevke te se transportira u silose.
- 5 Izlaz čistog plina**
Očišćeni dimni plin izlazi kroz dimnjak u atmosferu.

FUNKCIONALNA SHEMA (POJEDNOSTAVLJENO)



GLAVNE KOMPONENTE



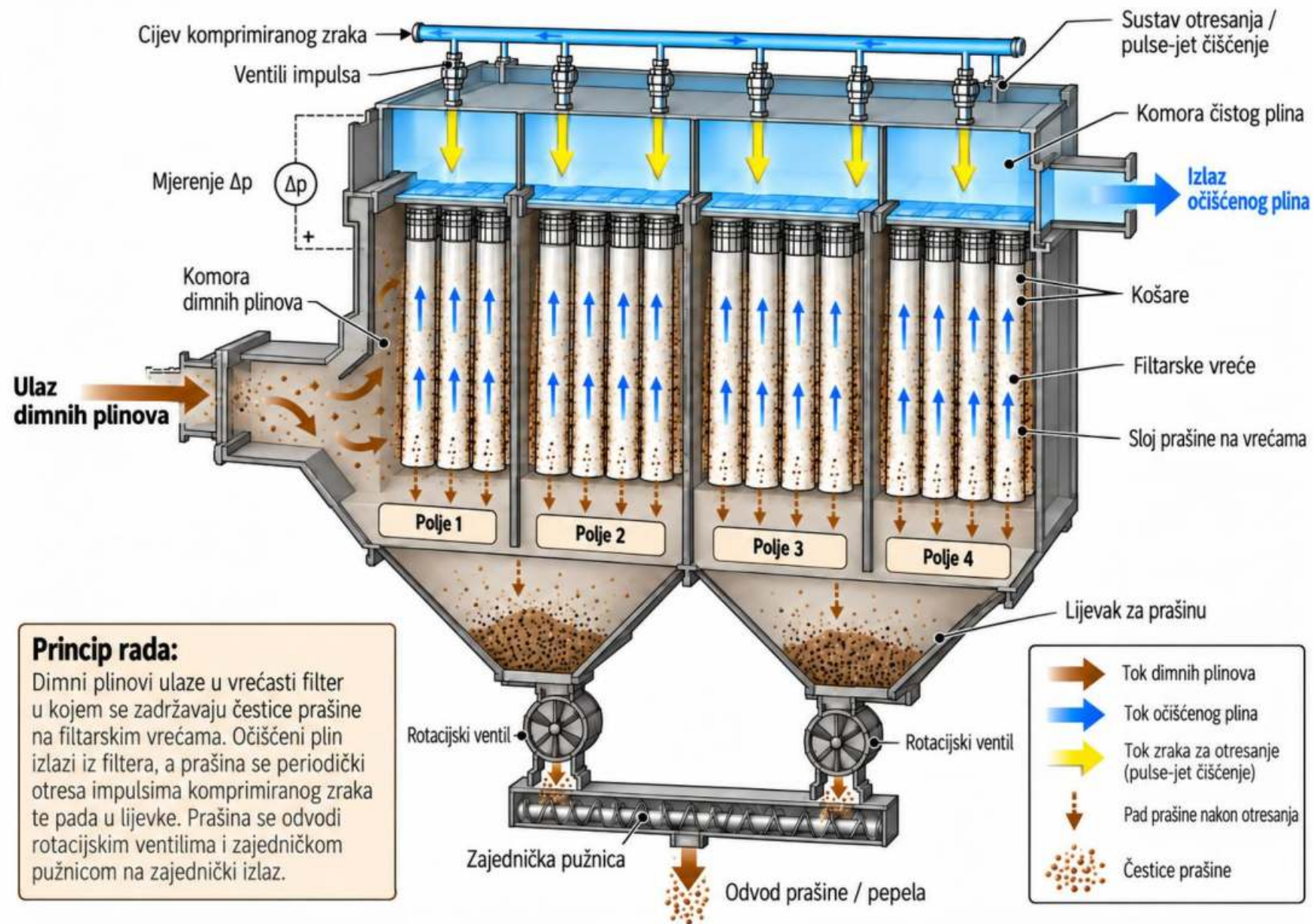
PREDNOSTI

- ✓ Vrlo visoka učinkovitost (> 99,9 % uklanjanja prašine)
- ✓ Nizak pad tlaka (mala potrošnja energije)
- ✓ Pogodan za velike protoke plina
- ✓ Dug vijek trajanja
- ✓ Mogućnost rada u teškim uvjetima (visoke temperature, agresivni plinovi)
- ✓ Širok raspon primjena

TIPIČNE PRIMJENE



Funkcionalna shema vrećastog filtera



4 Magma – Reference filtera





Elektrostatski filter

BE-TO Slavonija

Slavonski Brod • 32,5 MW; > 100.000 m³/h • Emisije ispod <30 mg/Nm³



Elektrostatski filter

BE-TO Glina2

- Glina • 24 MW; > 75.000 m³/h • Emisije ispod <30 mg/Nm³





Elektrostatski filter

BE-TO Sava

• Stara Gradiška • 12 MW; > 30.000 m³/h • Emisije ispod <30 mg/Nm³



Elektrostatski filter

BE-TO Hrast Đakovo

• Đakovo • 19 MW; > 55.000 m³/h • Emisije ispod <30 mg/Nm³



Elektrostatski filter

BE-TO Županja

• Županja • 23 MW; > 70.000 m³/h • Emisije ispod <20 mg/Nm³



Elektrostatski filter

BE-TO Viro

• Virovitica • 17 MW; > 60.000 m³/h • Emisije ispod <30 mg/Nm³



Elektrostatski filter

BE-TO Karlovac

• Karlovac • 26 MW; > 85.000 m³/h • Emisije ispod <20 mg/Nm³



Elektrostatski filter

BE-TO Brinje

• Brinje • 26 MW; > 85.000 m³/h • Emisije ispod <20 mg/Nm³



Elektrostatski filter

BE-TO Gospić

• Gospić • 23,3 MW; > 85.000 m³/h • Emisije ispod <20 mg/Nm³



Elektrostatski filter

BE-TO Slatina

• Slatina • 21,4 MW; > 80.000 m³/h • Emisije ispod <20 mg/Nm³



Elektrostatski filter

BE-TO Hungrana

- Szabadegyháza • 26,9 MW; > 85.000 m³/h
- Emisije ispod <20 mg/Nm³



Elektrostatski filter

BE-TO Sisak (2026.)

• Sisak • 17 MW; 65.000 m³/h • Emisije ispod <30 mg/Nm³



Elektrostatski filter

BE-TO Osijek (2026.)

• Osijek • 17 MW; > 65.000 m³/h • Emisije ispod <30 mg/Nm³



Vrećasti (Bag) filter:

Biomase Energie de Montsinéry

- Monsinery, Francuska Gvajana • 20 MW;
- > 90.000 m³/h • Emisije ispod <20 mg/Nm³

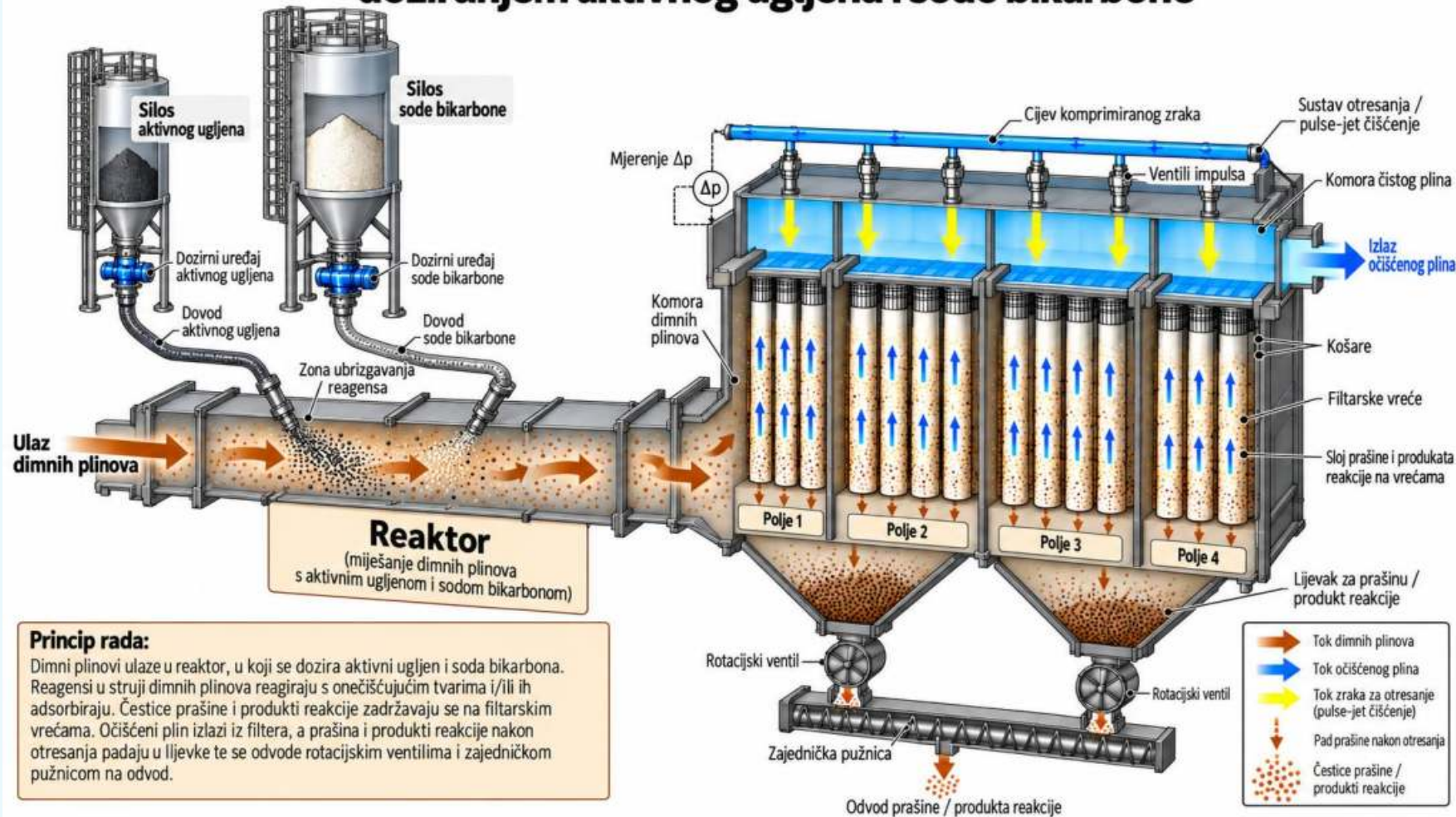


Kriterij	ESP	Vrećasti filter
Učinkovitost uklanjanja prašine	>99,5 %	>99,9 %
Izlazna prašina	tipično 5–20 mg/Nm ³	tipično <1–5 mg/Nm ³
Pad tlaka	vrlo nizak, ~100–300 Pa	viši, ~1.000–2.000 Pa
Radna temperatura	vrlo visoka, ovisno o izvedbi	ograničena materijalom vreća
Fini PM	vrlo dobro	izvrsno
Osjetljivost na svojstva prašine	visoka	niža
Rad s reagentima / aktivnim ugljenom	ograničeno	vrlo pogodno
HCl / SO ₂ / Hg / PCDD/F	samo indirektno / uz dodatne sustave	vrlo dobro u kombinaciji s reagentima
Energetska potrošnja	Niža-srednja (VN)	viša zbog Δp
Tipična primjena	veliki protoci, visoke temperature	WtE, kemijska obrada plinova, tražene vrlo niske emisije
Tipične industrije	termoelektrane, cementare, metalurgija, kogeneracije na biomasu, mineralna industrija	WtE/spalionice, biomasa, kemijska industrija, farmacija, prehrambena industrija, fini procesni prahovi

5 Daljnji smjer razvoja firme Magma

→ Neutralizacija dimnih plinova

Funkcionalna shema postrojenja s vrećastim filterom, doziranjem aktivnog ugljena i sode bikarbone



HVALA NA POZORNOSTI

IVAN LONČAR, mag.ing.mech.

Magma d.o.o. Industrijska 27, 34000 Požega

ivan.loncar@magma-pz.hr • magma@magma-pz.hr • www.magma-pz.hr



WASTE TO ENERGY IV • SLAVONSKI BROD • 1.–2. LISTOPADA 2026.

OD OTPADA DO STRATEŠKE ENERGIJE