



Akademija tehničkih znanosti Hrvatske

Okrugli stol s panelom: “Energetska uporaba (opasnog) otpada”



7. listopada 2026.

14:00 – 16:00 sati



HEP vijećnica
(Velika vijećnica)

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet strojarstva i brodogradnje
Ivana Lučića 5, Zagreb

Panelist:

mr. sc. Perica Jukić

zamenik direktora društva za rad ogranka **Eco Energy**

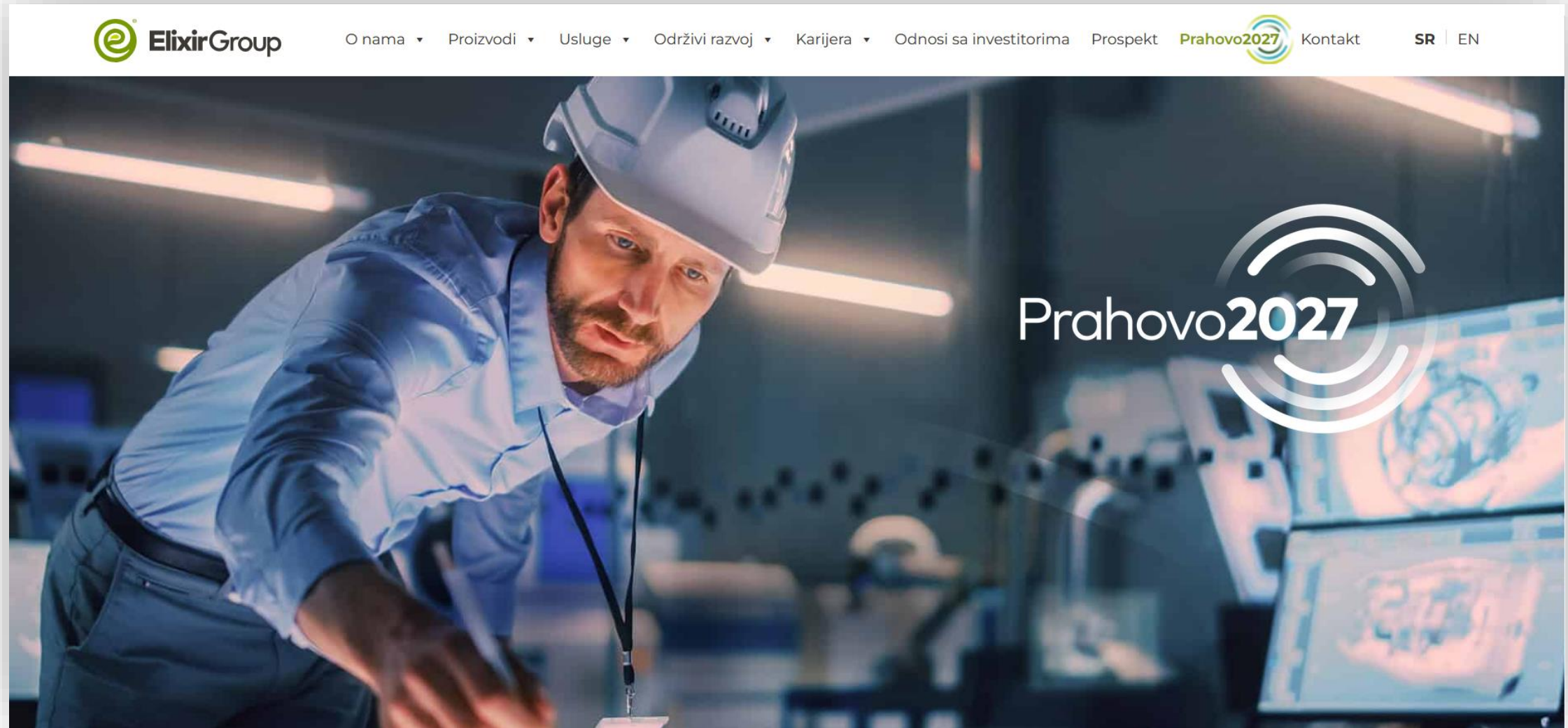


Tema uvodnog izlaganja

- Kratak uvid u tehnologiju Energane na otpad u kompaniji Eliksir Prahovo
- Izazovi razvoja i pripreme projekta
- Propisi, lokalna zajednica, podrška države i zaštita životne sredine



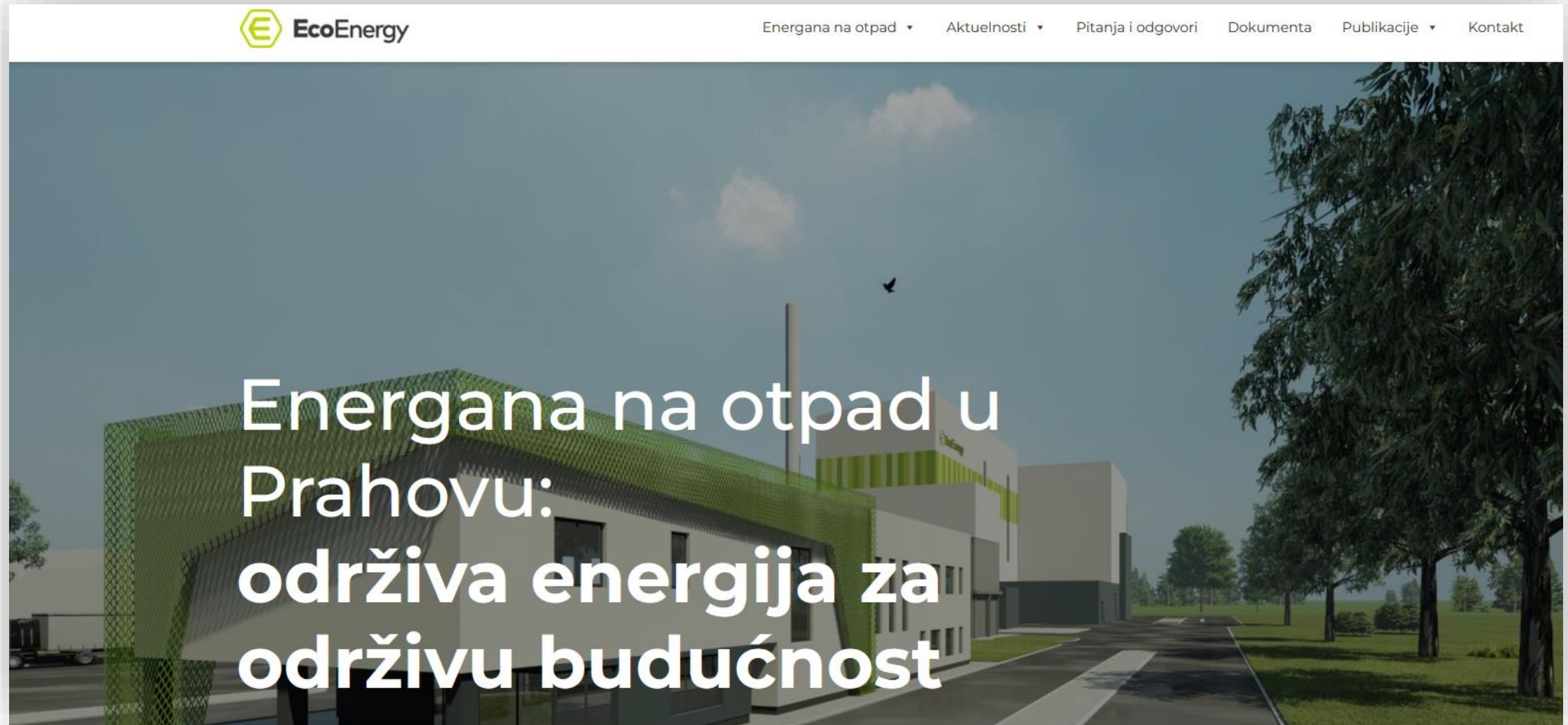
Elixir Group - www.elixirgroup.rs



Elixir Group – kratki video



Eco Energy - <https://elixirecoenergy.rs/>

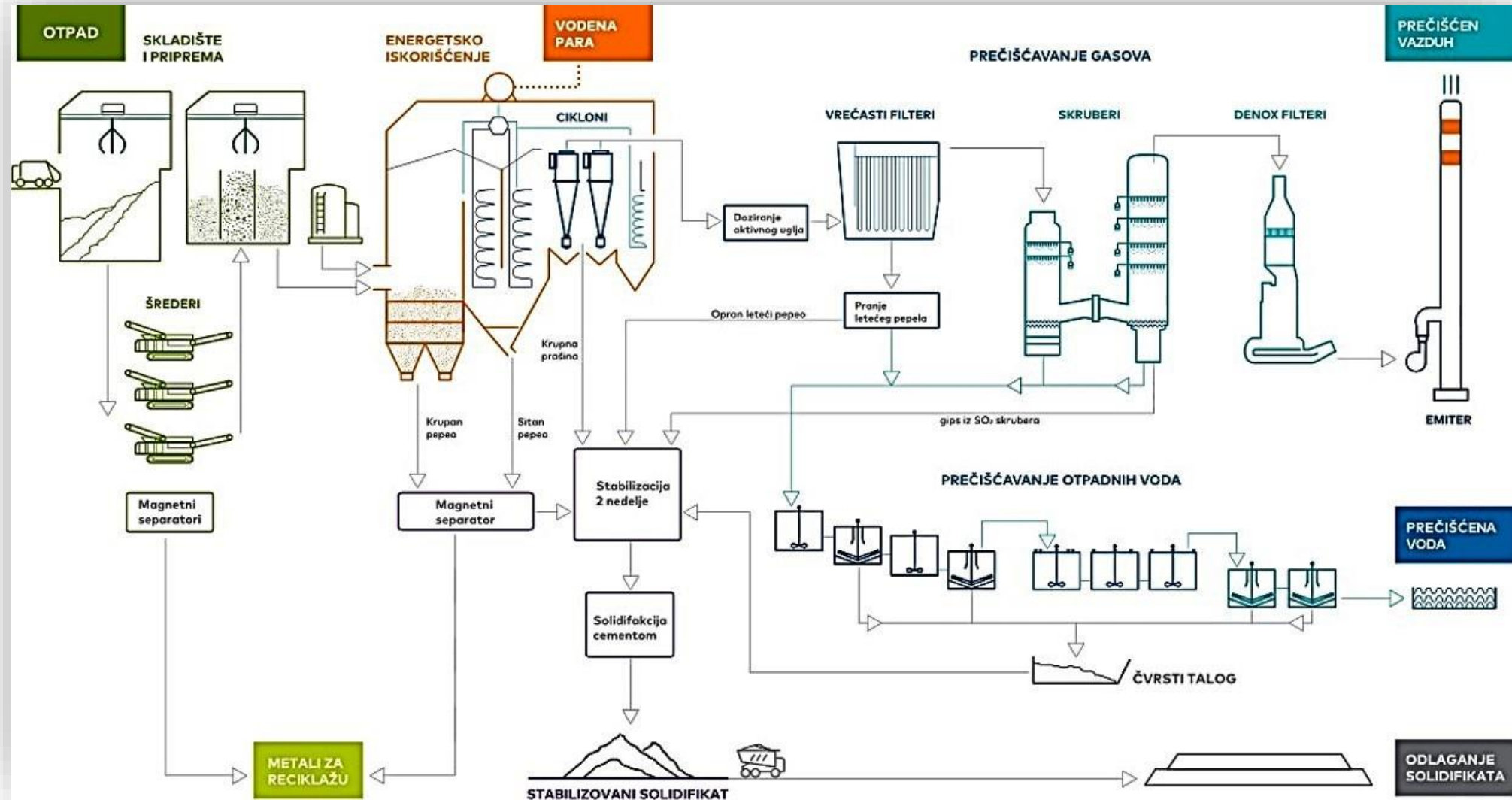


Uloga Energane na otpad u industrijskom kompleksu Elixir Prahovo

- Termički tretman opasnog i neopasnog otpada
- Proizvodnja pare za postojeće pogone Elixir Prahovo.
- Projektovani godišnji kapacitet: do 100.000 t otpada, uz 8.000 h rada.



Prikaz tehnološkog procesa u Energani na otpad



Tehnološke celine postrojenja

- **WC08:**
prijem, skladištenje i predtretman
- **WC09:**
otprašivanje predtretmana
- **WC11:**
BFB kotao, dimni gasovi i otpadne vode
- **WC12:**
solidifikacija ostataka
- **UC02:**
procesna i demi voda



WC08 • prijem i skladištenje

- **Prethodno prihvatanje** (pre-acceptance) proverava dokumentaciju i pogodnost otpada pre dopreme.
- **Prijem** (acceptance) potvrđuje identitet i kvalitet pošiljke. Čvrsti, tečni i muljni tokovi imaju odvojene linije pripreme
- Odvojeni prostori za upakovani otpad, čvrsti otpad, tečnosti i mulj.
- Kontrola pri prijemu je početak zaštite procesa.



Regalno skladište



Bunker otpada



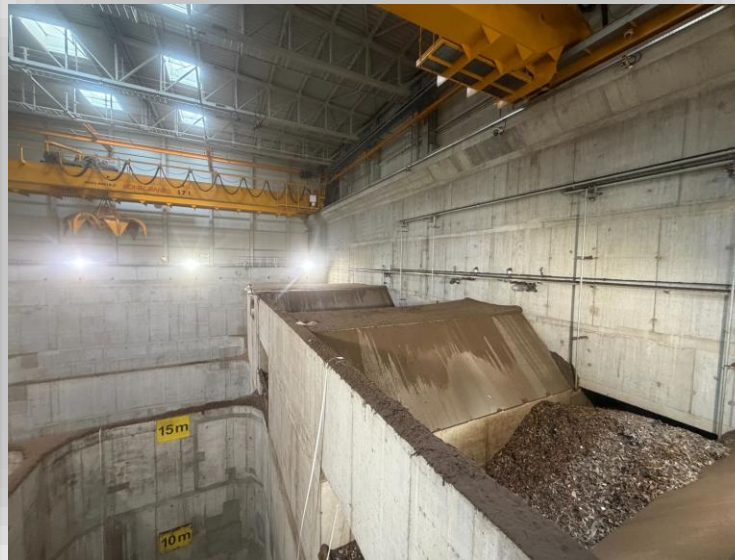
Upakovani otpad

WC08 · čvrsti otpad

- Čvrsti otpad prolazi kroz šredovanje i njegovo usitnjavanje.
- Bunker i kranovi povezuju predtretman sa doziranjem u kotao.



Primarni i sekundarni šreder Lindner



Bunker i kranovi



Linija šredovanja stupna dizalica

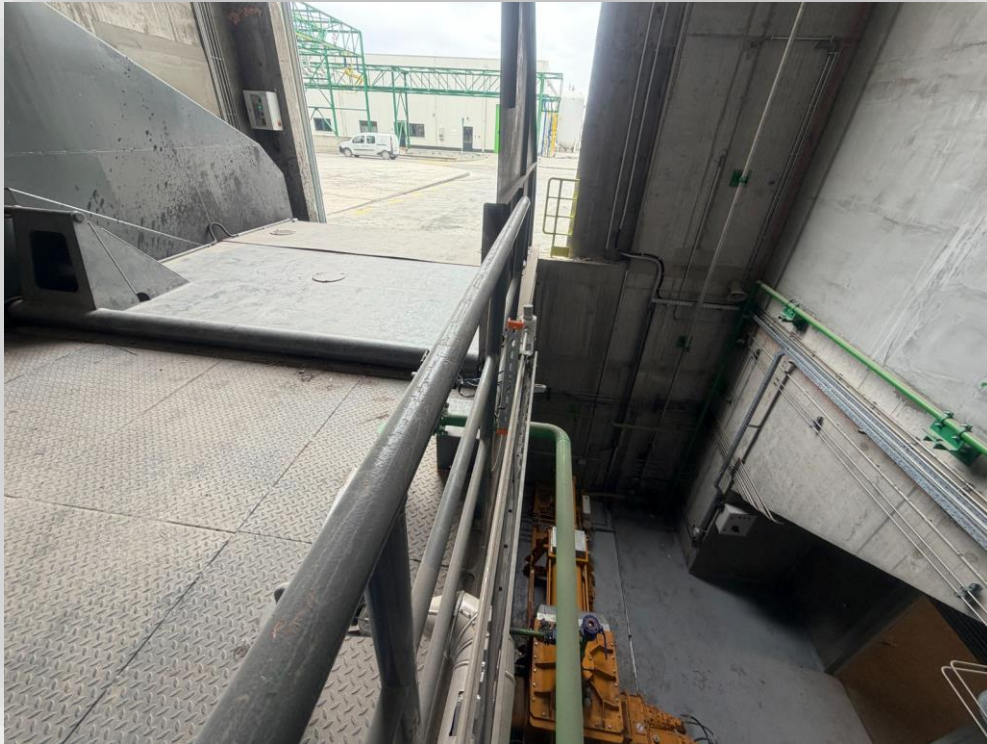
WC09 · otprašivanje

- Odsis i filtracija smanjuju prašinu na linijama predtretmana.
- Kontrola prašine je važna za radnu sredinu i pouzdanost opreme.



WC08 · predtretman mulja

- Odvojena linija omogućava prihvati i kontrolisano doziranje muljnog otpada.
- Sastav i vlaga utiču na stabilnost mešavine goriva.



WC08 · tečni otpad

- Rezervoari i pretakanje čine zaseban tok od prijema do doziranja.
- Dve nezavisne injekcione tačke u kotlu omogućavaju atomizaciju.



Rezervoari tečnog otpada



Stanica za pretakanje



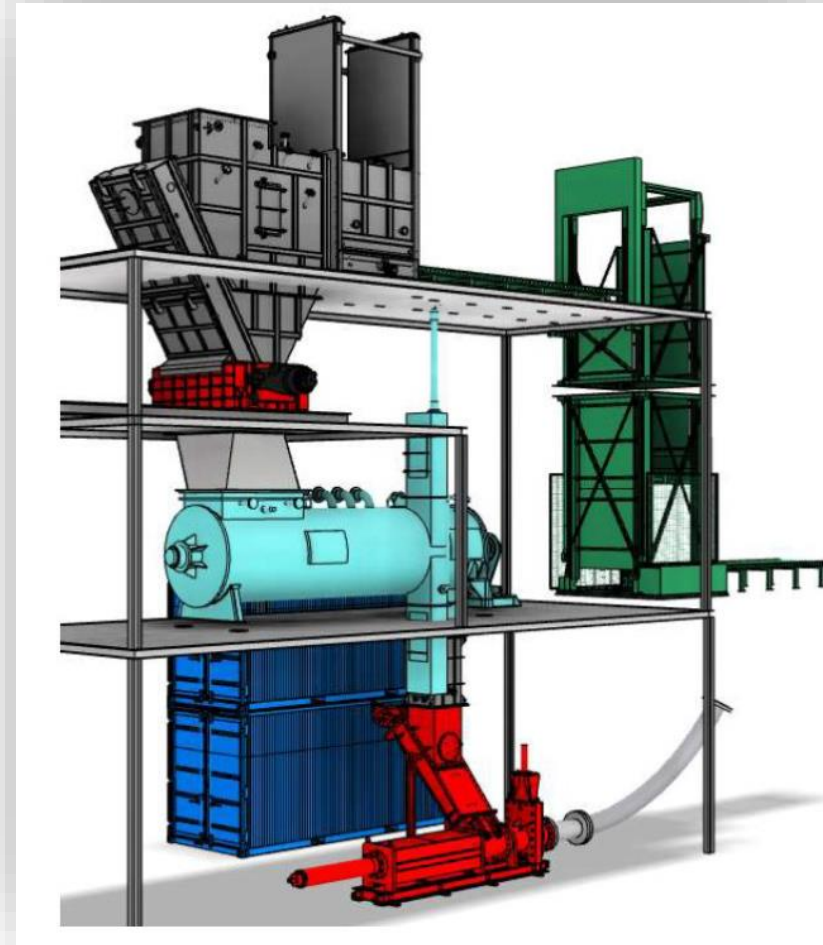
Skladište tečnog otpada

WC08 · SID linija

- Upakovani opasni otpad prolazi kroz komoru za inertizaciju azotom, usitnjavanje i homogenizaciju.
- Klipna pumpa vodi pripremljeni materijal do kotla.

Tok procesa tretmana opasnog otpada

1. Doprema otpada do linije
2. Transport do komore za inertizaciju
3. Inertizacija azotom
4. Primarno usitnjavanje
5. Homogenizacija materijala i transport ka kotlu pomoću klipne pumpe
6. Sekundarno usitnjavanje
7. Doziranje u kotao



SID · zaštita pre usitnjavanja

- Smanjenje koncentracije kiselika u komori prethodi otvaranju ambalaže.
- Sekundarni šreder priprema materijal za doziranje.



Komora za inertizaciju i šredovanje



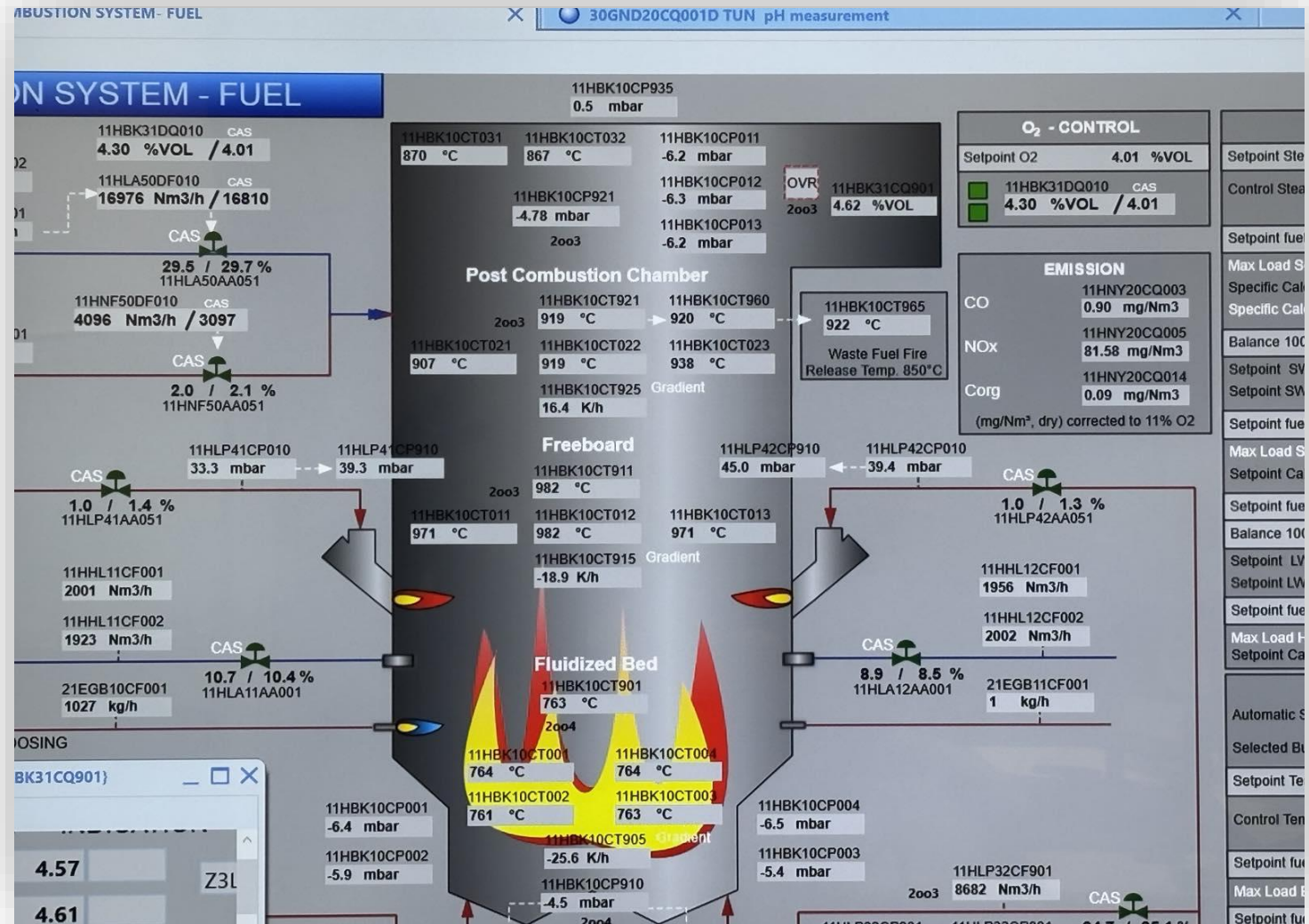
Homogenizacija i mešanje



Sekundarni šreder u WC11

WC11 · kotao sa fluidizovanim slojem

- BFB ložište prihvata pripremljeni čvrsti otpad i posebne tečne tokove.
- Toplota sagorevanja prenosi se u vodeno parni sistem.
- Vazduh za fluidizaciju prolazi kroz rešetku sa mlaznicama.
- Mešanje goriva i sloja peska poboljšava prenos toplote i sagorevanje.



Presek kotla i put dimnih gasova

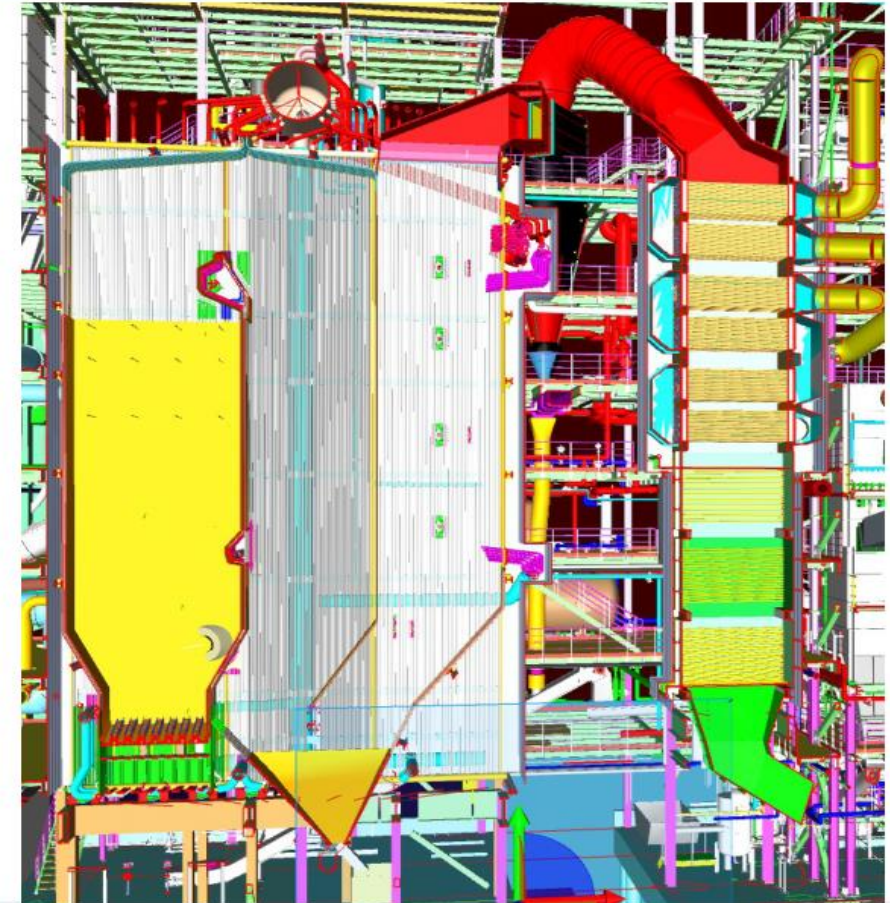


Boiler – Principle structure

always a solution

Design of the steam generator

- 4-pass design, bottom-supported
- Incinerator, 2nd and 3rd pass: one compact interconnected membrane wall design
- Incinerator („1st pass“): fluidized bed, splash zone, lower and upper freeboard
- 2nd pass designed as radiation pass
- 3rd pass: flue gas in upward direction (evaporation) and SH bundle
- After 3rd pass: cyclone separators
- SCR gas and wet gas reheater in the upper part of the 4th pass (flue gas around the tubes)
- 4th pass, lower part: 3 economizer bundles
- steam drum placed above 2nd pass



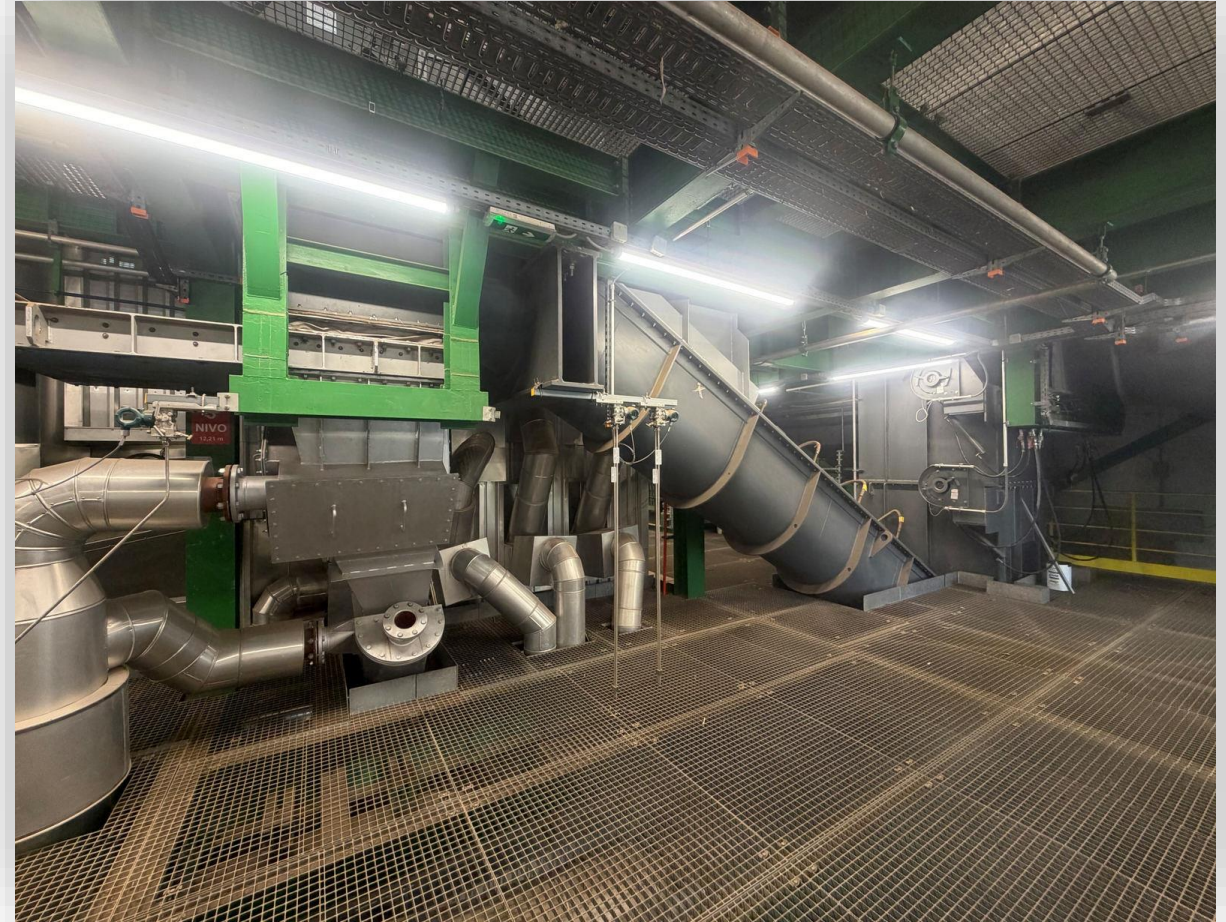
October 2025

25

www.ak2energy.com



Doziranje goriva u ložište

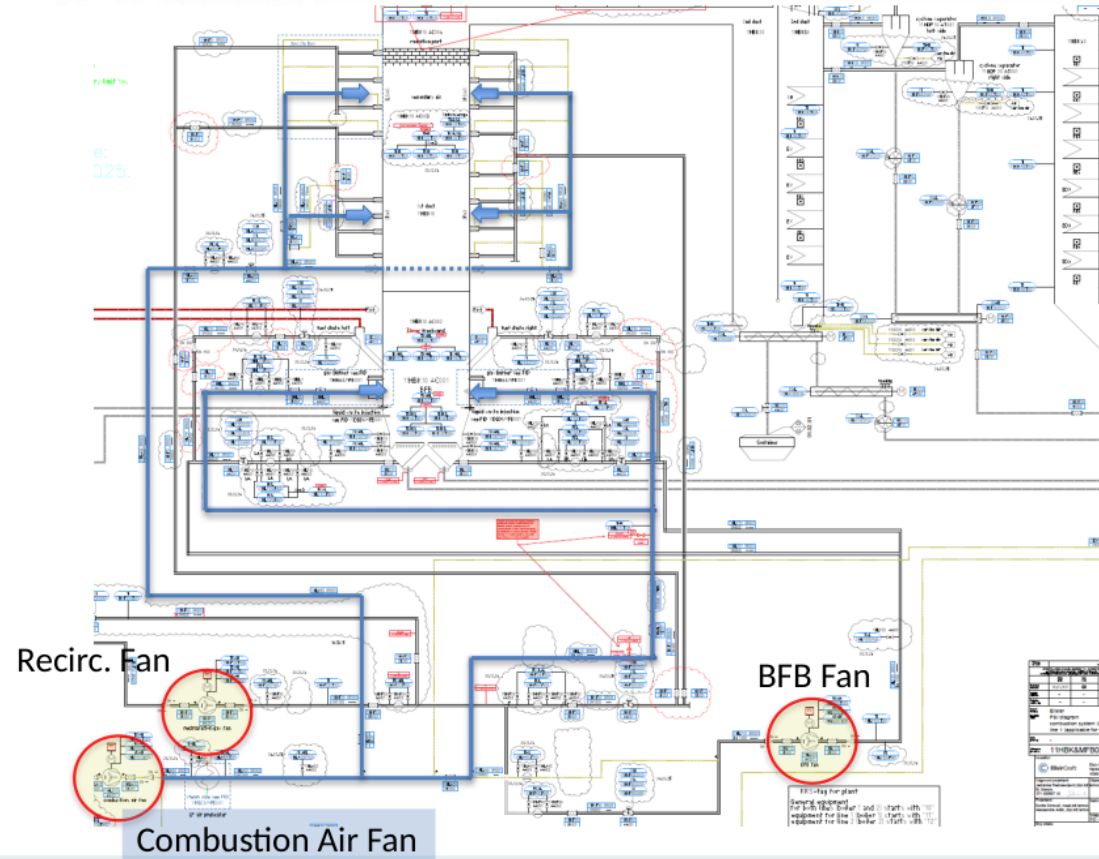


BFB · vazduh i recirkulacija gasova



Combustion air / Recirculation gas – PID

always a solution



Special features of the Design

- Booster arrangement for air fans (serial connection)
- Combustion air fan controls secondary air pressure

— Combustion Air

October 2025

47

www.ak2energy.com



Proizvodnja pare

- Toplinska snaga 30 MW i 35 t/h pare 13 bar i 206 °C.
- Para se koristi u industrijskim pogonima na lokaciji.



Izlaz pare



Bubanj kotla



Spojni most i fluidi

Napojna voda i UC02

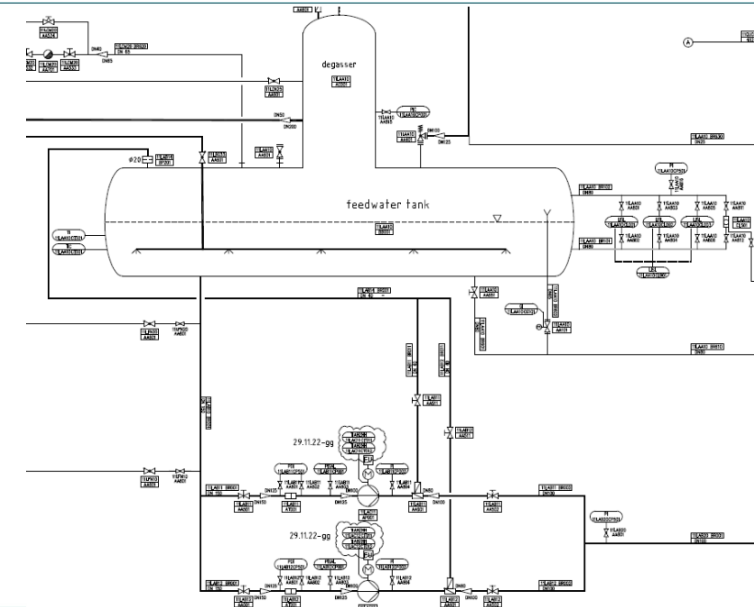
- Demi i procesna voda snabdevaju odgovarajuće sisteme.
- Napojni spremnik i termička deaeracija pripremaju vodu za kotao.



AK²ENERGY

Feedwater system – PID

always a solution



October 2025

41

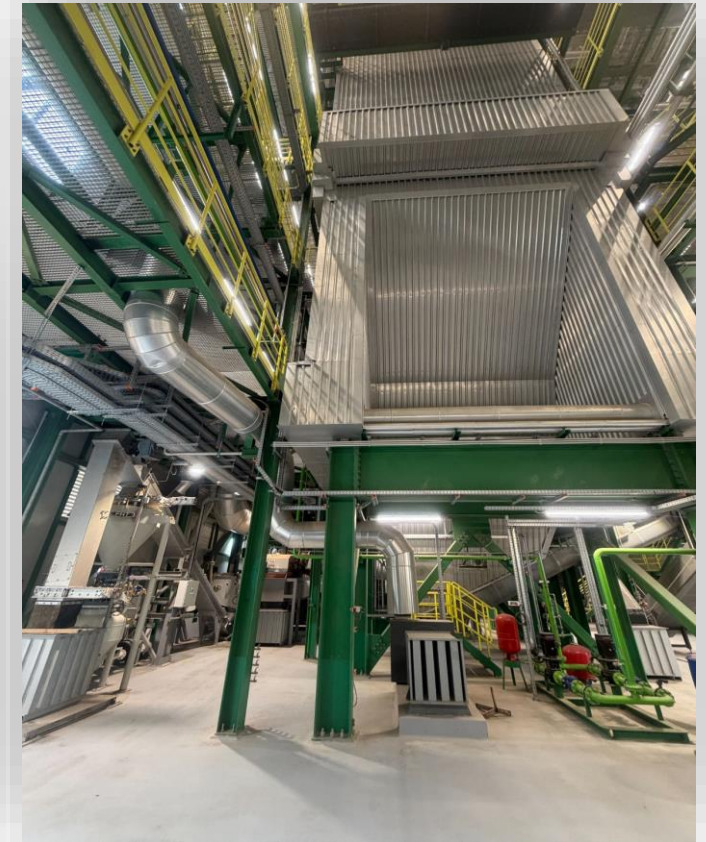
www.ak2energy.com

WC11 · pepeo sa dna ložišta (bottom ash)

- Izdvajanje peska i krupnih ostataka ispod ložišta.
- Ostatak zatim ide na dalji tretman i kontrolu.



Loibl linija za pepeo i šljaku



Transport pepela

Put dimnih gasova

- Prvi, drugi, treći, četvrti prolaz dimnih gasova
- Nakon ekonomajzera sledi reaktor sa aktivnim ugljem, suvo i mokro prečišćavanje, SCR i dimnjak.



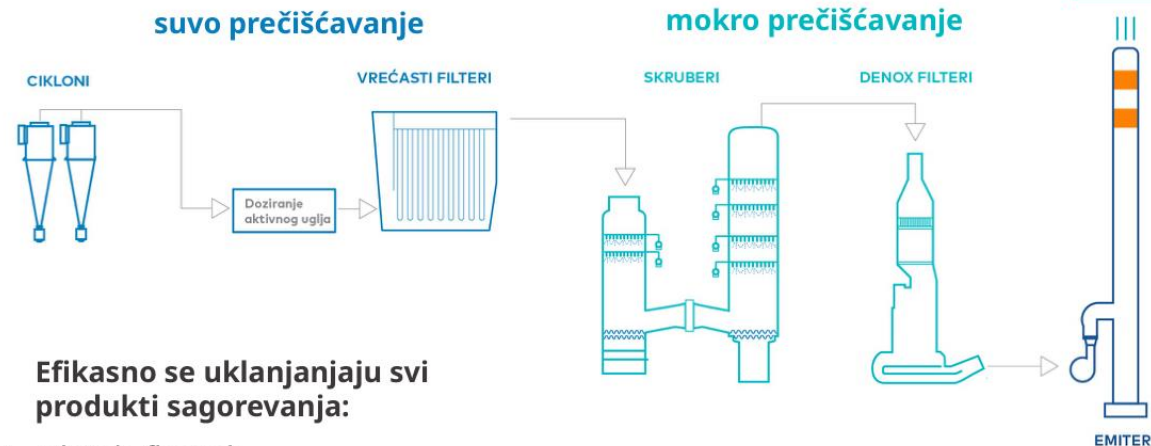
Suvo prečišćavanje

- Aktivni ugalj veže deo organskih zagađujućih materija i teških metala.
- Vrećasti filteri zadržavaju fine čestice i reakcije ostatke.



DVOSTRUKO
prečišćavanje dimnih gasova

WASTE TO ENERGY
TEHNOLOGIJA



**Efikasno se uklanjaju svi
produkti sagorevanja:**

- Hloridi, fluoridi
- Teški metali
- Sumpor dioksid (SO₂)
- Azotni oksidi (NO_x)
- Dioksini, furani

**Tehnologija prečišćavanja vazduha u
skladu sa najvišim EU standardima.**

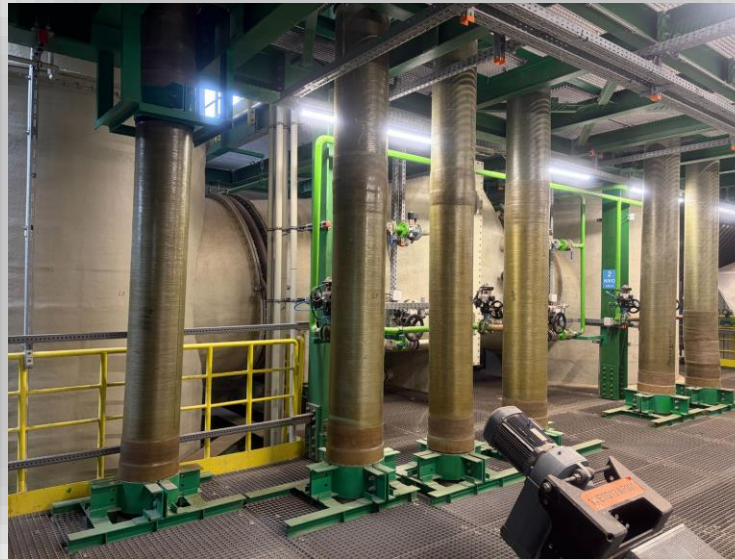


Mokro prečišćavanje

- Prvi skruber uklanja teške metale muljeve i druge kisele komponente.
- Drugi stepen cilja SO_2 - nus produkt gips. Proces stvara tokove vode za zaseban tretman.



HCl i SO_2 skruber



Instalacije skrubera



SCR i praćenje emisija

- Selektivna katalitička redukcija smanjuje NO_x uz odgovarajući reagens.
- Kontinuirano merenje emisija daje podatke za upravljanje i izveštavanje.



WWTP • tretman otpadnih voda

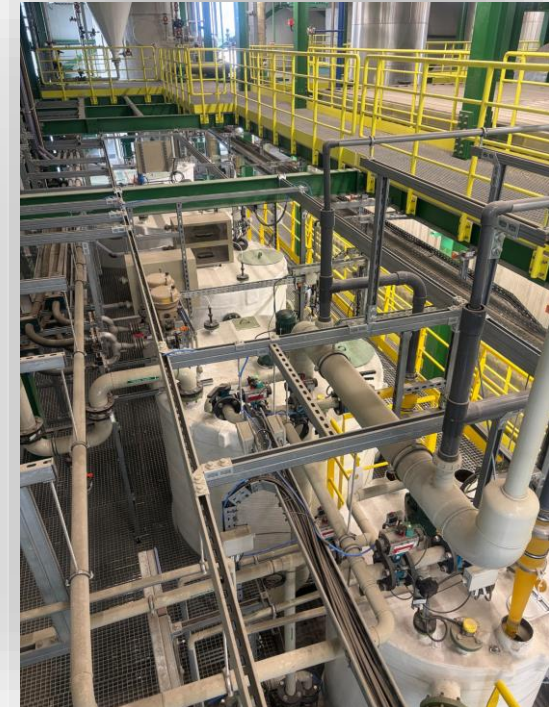
- Otpadne vode iz mokrog pranja prolaze neutralizaciju, taloženje i završnu kontrolu.
- Odvojeni čvrsti tokovi se dehidriraju.



Tretman otpadne vode



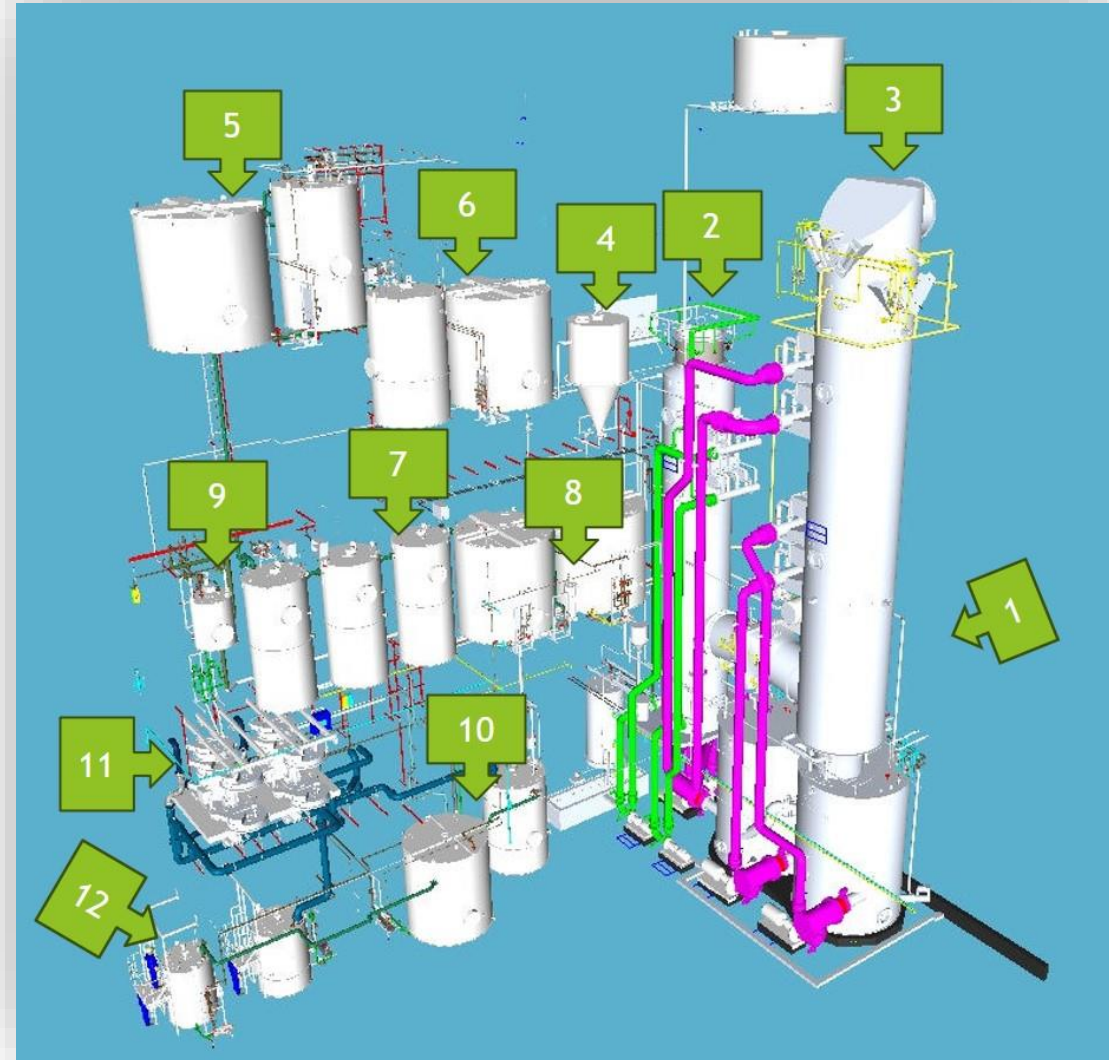
Centrifuga



WWTP oprema

WWTP • procesni koraci

1. Priprema krečnog mleka
2. HCL Skruber i HCL rezervoari
3. SO₂ Skruber i SO₂ rezervoari
4. Rezervoar gipsa za SO₂ Skruber
5. Korak 1 (Reaktor kiseline i Taložnik)
6. Korak 2 (Reaktor za neutralizaciju i Taložnik)
7. Korak 3 (Reaktor pH stabilizaciju, Taložni, Flokulaciju i Taložnik)
8. Rezervoar završne kontrole
9. Bafer rezervoar suspenzije gipsa
10. Reaktor i taložnik suspenzije pepela
11. Centrifuge i rezervoar filtrata
12. Prelazni rezervoar



WC12 · stabilizacija i solidifikacija

- Pepeo i ostatak tretmana otpadnih voda mešaju se sa vezivom i vodom.
- Tretman prethodi kontrolisanom odlaganju nastalog solidifikata.



Silos cementa i mikser



Linija solidifikacije



Komanda, Linija solidifikacije

Izazovi · kvalitet ulaznog otpada

- Razvoj procedura pre-acceptance i acceptance za raznovrsne tokove otpada (BAT 9).
- Kontrola identiteta, sastava i kvaliteta svake pošiljke prema kriterijumima prihvata.
- Rezultati provere određuju pripremu goriva i stabilnost rada kotla.

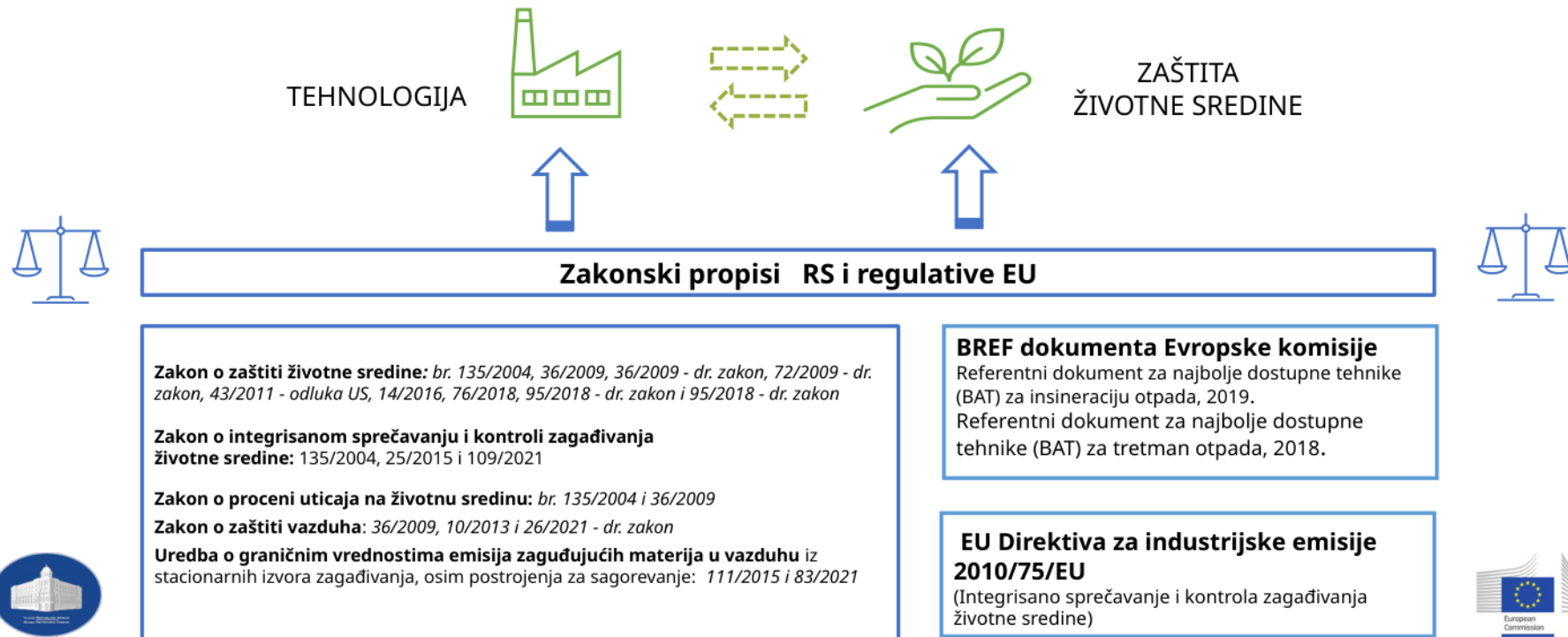


Pravni okvir · više povezanih postupaka

- Upravljanje otpadom, procena uticaja i integrisano sprečavanje zagađenja zahtevaju usaglašene podatke i uslove rada.
- BAT za spaljivanje otpada je tehnički referentni okvir.



WASTE TO ENERGY
ZAKONSKI OKVIR



Pravni izazov · od projekta do rada

- Klasifikacija ulaznog otpada, dozvoljeni tokovi i dokazivanje usaglašenosti povezuju projektovanje i rad.
- Uslovi dozvola, monitoring i evidencije moraju biti operativno primenjivi.



Lokalna zajednica · rane konsultacije

- Konsultacije su počele pre zakonske javne rasprave u postupku procene uticaja.
- Građani su posebno pitali za kvalitet vazduha i dostupnost podataka.



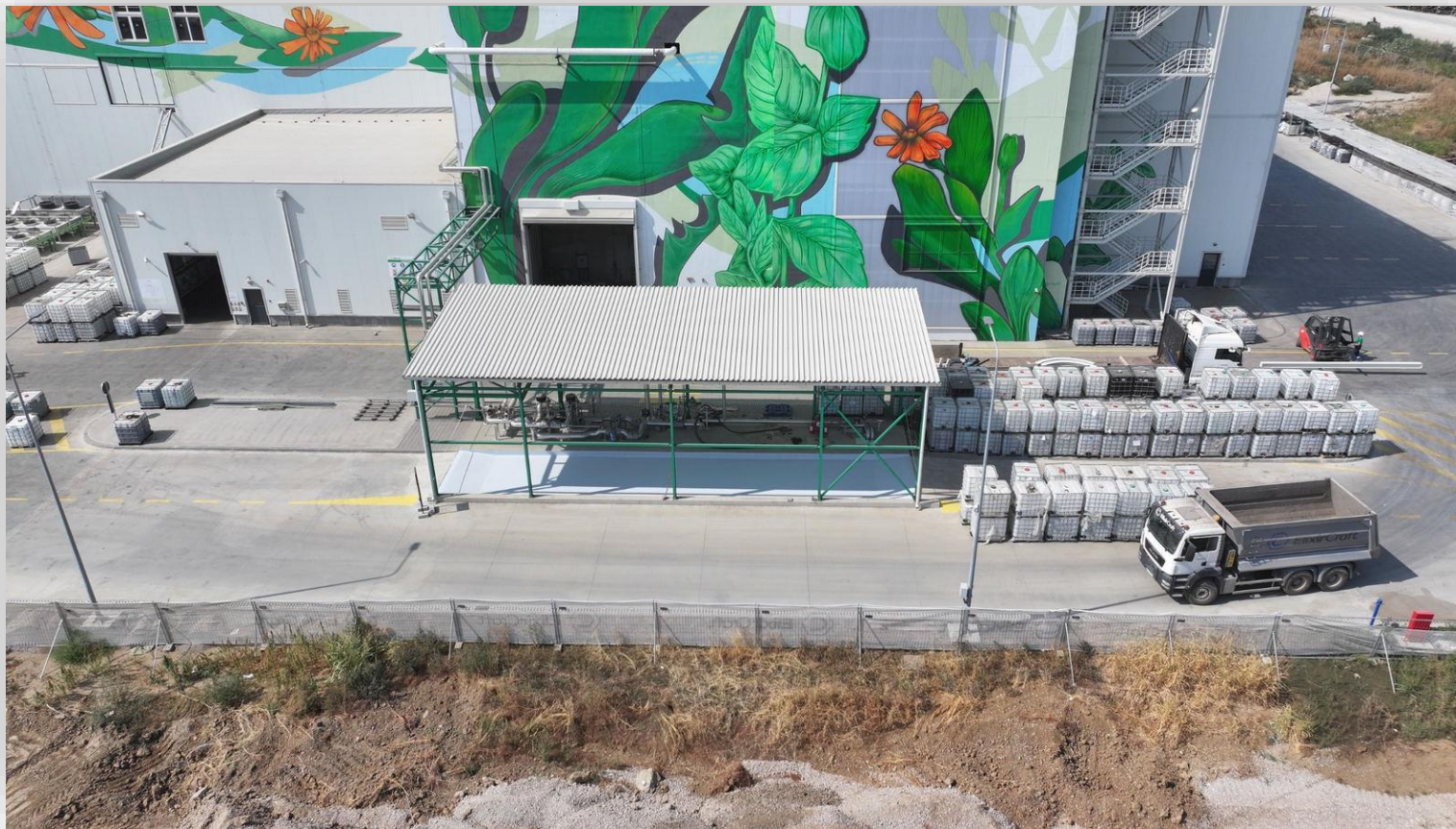
Lokalna zajednica · konkretni odgovori

- Izveštaj opisuje kancelariju za saradnju, javne sastanke i studijsku posetu.
- Predloženi su civilna kontrola i automatska merna stanica za Negotin.



Podrška države · šta je presudno

- Predvidljiv postupak dozvola i jasna koordinacija nadležnih institucija.
- Nadzor i dostupni podaci o stanju životne sredine.
- Infrastruktura i sistemsko upravljanje otpadom.



Mere zaštite životne sredine

- Kontrola ulaznog otpada i bezbedan predtretman.
- Višestepeno prečišćavanje gasova i vode.
- Tretman ostataka, kontinuirano praćenje emisija i komunikacija sa javnošću.



Pouke iz Prahova

- Tehnologija mora odgovarati realnom sastavu otpada.
- Operativna pouzdanost zavisi i od linija prijema, predtretmana i ostataka.
- Javno poverenje traži otvorene podatke i uvažavanje pitanja zajednice.



Zaključci iz dva dokumenta

Izveštaj o konsultacijama

- Rane konsultacije pomogle su da se pitanja građana ugrade u razvoj projekta.
- Civilna kontrola i javno dostupni podaci o vazduhu ostaju važni naredni koraci.

Bela knjiga

- Energetska oporaba dopunjuje reciklažu za otpad koji se ne može reciklirati.
- Njena uloga u Srbiji vezana je za smanjenje deponovanja, uz stroge BAT standarde i transparentan rad.

Izvori: Izveštaj o konsultacijama, str. 22; Bela knjiga, str. 160–161.

Hvala na pažnji!

Pitanja i panel diskusija

Perica Jukić · Eco Energy

