

WASTE TO ENERGY IV

UHTH® OD OTPADA DO STRATEŠKE ENERGIJE

Ultra visokotermalna hidroliza
kao platforma za sintezni plin, vodik i uporabu materijala

prof. Zlatan Bakalović

Carbon Free Solutions d.o.o. • direktor
We Don't Dispose. We Energize.



MEĐUNARODNA KONFERENCIJA O ODRŽIVOM UPRAVLJANJU OTPADOM

SLAVONSKI BROD | 1.–2. LISTOPADA 2026.

Profesionalni kontekst



PODRUČJE RADA

- EPC i savjetovanje za energetiku
- Dekarbonizacija i projekti waste-to-energy
- Integracija energije i industrijskih tokova

TEMA PREDAVANJA

UHTH® (ultra visokotermalna hidroliza)
kao platforma za sintezni plin, vodik i oporabu materijala.

Pet tema u 20 minuta

1

Zašto je otpad strateški resurs?

10 MIN

izlaganje

2

Kako radi UHTH® bez kisika?

3

Syngas, vodik i materijali

4

Usporedba s konvencionalnim WtE

5

Pilot i potrebni dokazi

01

LINEARNI MODEL OTPADA

Odlaganje gubi materijal i energiju. Procesni koncept traži uporabu rezidualnih tokova.

OD OTPADA DO STRATEŠKE ENERGIJE



GLOBALNI OKVIR

Zašto je potreban drukčiji pristup?

GODIŠNJA SVJETSKA PROIZVODNJA

2,3 mlrd t/god

13% RECIKLIRANJE

50%+ ODLAGALIŠTA



- Linearni scenarij navodi rast od **70 %** do 2050.
- Odlaganje uzrokuje **metan** i **procjedne vode**.
- Spaljivanje zahtijeva **kontrolu emisija** i ostataka.

USPOREDBA

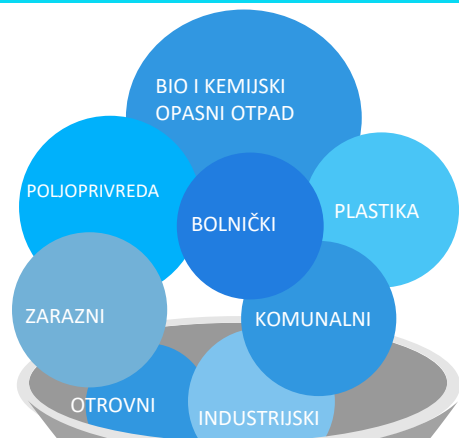
UHTH[®] i konvencionalni WtE

KRITERIJ	UHTH [®]	SPALJIVANJE	PROVJERA
Reakcija	bez O ₂	Izgaranje	O ₂ u reaktoru
Primarni izlaz	Syngas	Toplina	Sastav / energija
Emisije	0*	BAT kontrola	Mjerenje dioksina
Učinkovitost	>85 %*	<25 %*	Ista granica sustava
Primjenjivost	Više tokova*	RDF / MSW	Test sirovine

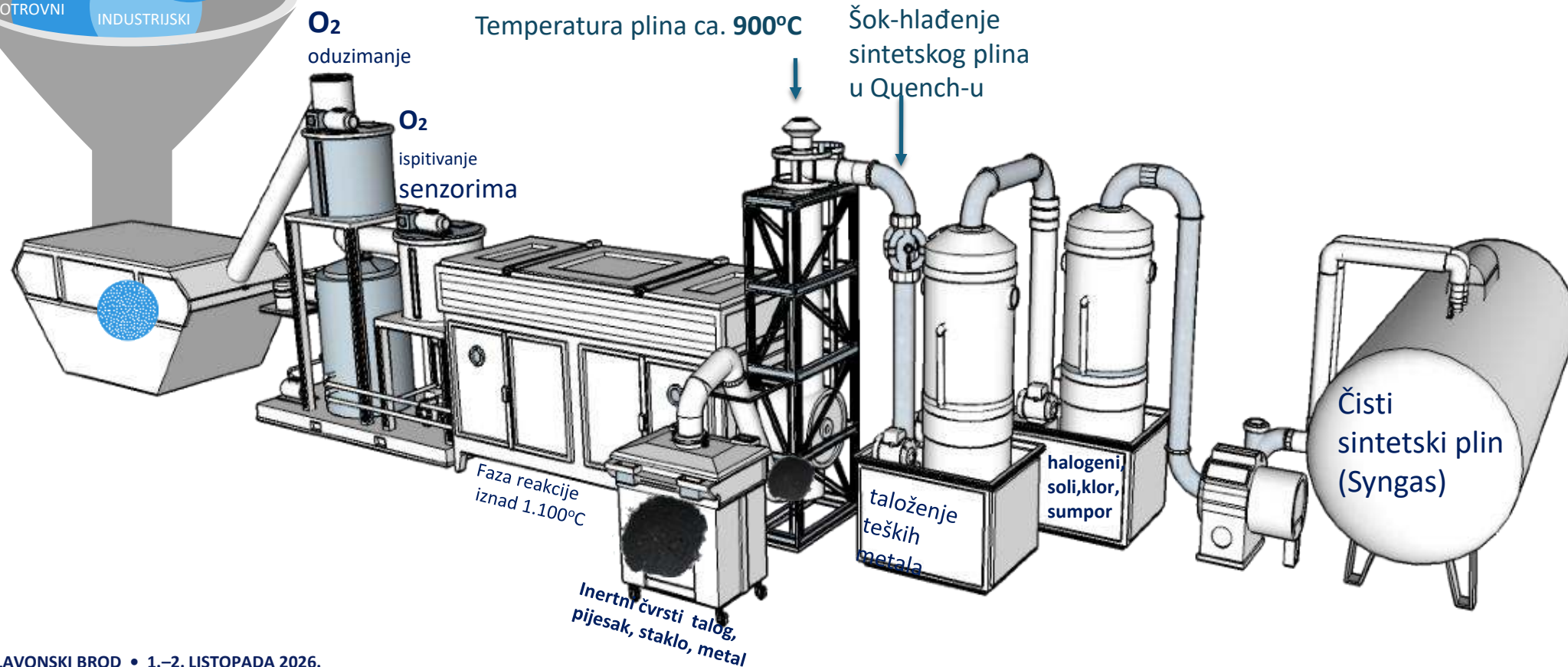
Od ulaza do syngasa i krutih frakcija – 17 minuta



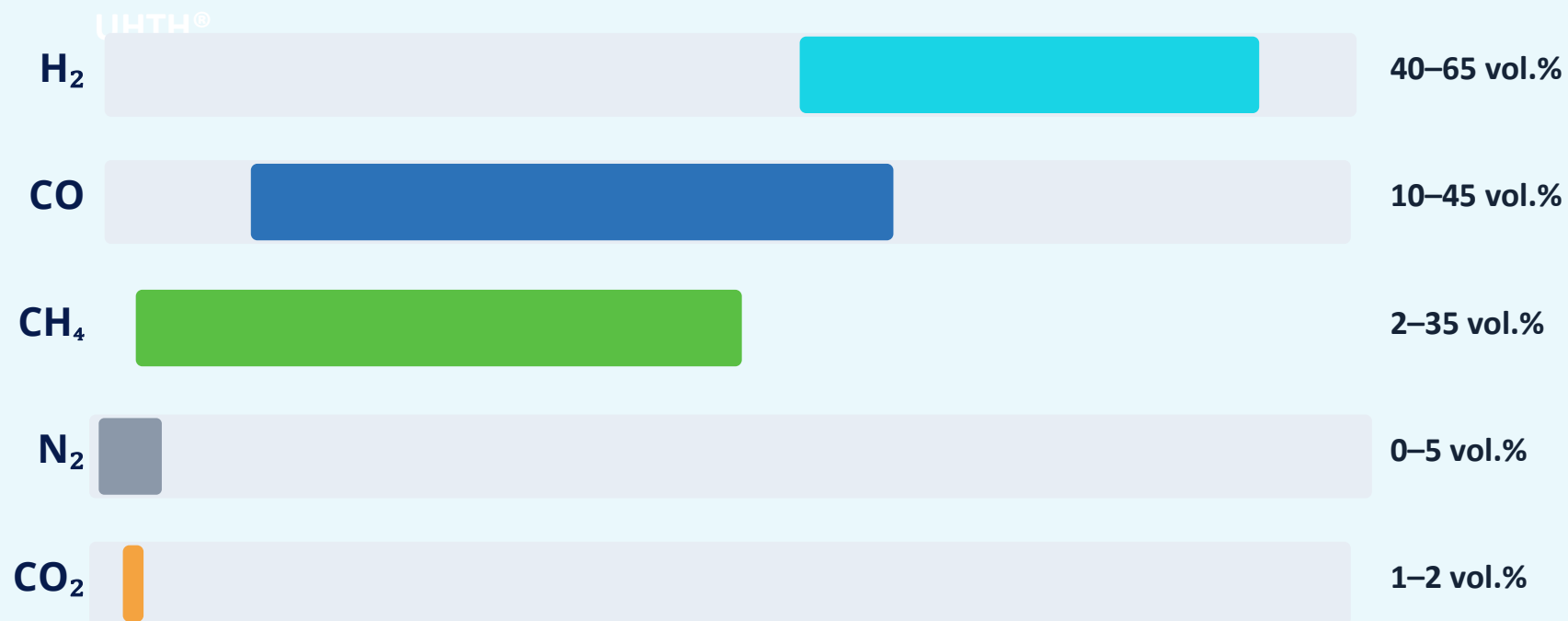
UHTH proces u pet koraka



• Ekološki • čisto • učinkovito • isplativo



Syngas je temelj energetske primjene



40–65%

H_2

- Kondicionirani plin ulazi u daljnje procese.
- Kvaliteta ovisi o sastavu i vlazi ulaznog otpada.

Jedan syngas, više mogućih primjena



Električna energija

CHP / generatori /
integracija s lokalnom
potrošnjom



Toplina i para

Industrijski procesi,
sušenje, daljinsko
grijanje



Izdvajanje H₂

Mobilnost,
industrija ili daljnja
kemijska uporaba



Kemikalije

Metanol i drugi
proizvodi uz
odgovarajuću
procesnu liniju



Gorivo / izravna uporaba

Kontrolirano
izgaranje syngasa ili
nadogradnja u
goriva

H₂ iz nerekiclabilne plastike: ilustrativni T25 scenarij

ŠTO TA KOLIČINA ZNAČI U MOBILNOSTI

25–35 gradskih autobusa / dan
~9 kg H₂ / 100 km

25–35 kamiona ili vozila za odvoz otpada / dan
isti ilustrativni obrazac potrošnje kao za gradski autobus

UHTH
40- 65 % H₂ Nastaje kao usputni produkt

8.000 t/god

ulaz: nerekiclabilna plastika

920–1.281 kg H₂/dan

navedeni raspon dnevne
proizvodnje

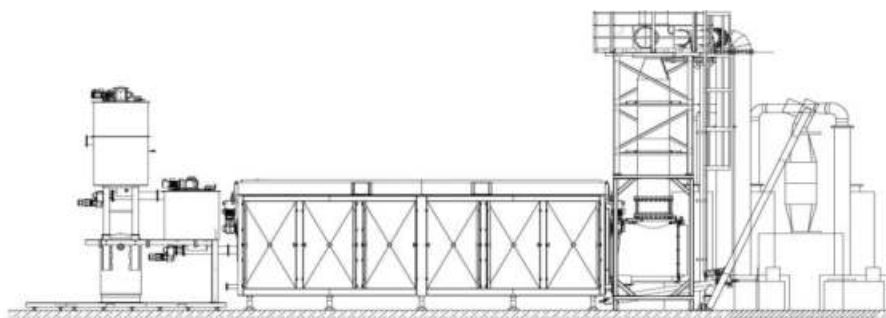
51 vol.% H₂

u prikazanom sastavu syngasa

Modularnost & Mobilnost: od 5 do 100+ tona dnevno

UHTH T5

5 t/dan



Godišnja prerada **1.600 t (320 dana)**

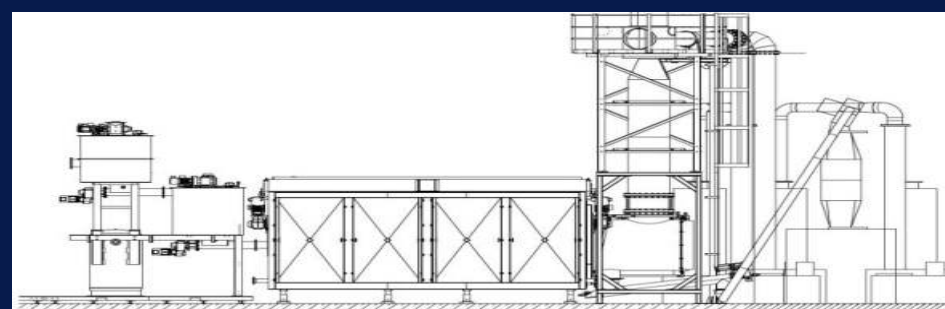
Radna temperatura **> 1.100 °C**

Syngas **1,4–4,8 mil. Nm³/god**

Dimenzije **13 × 3 × 5 m**

UHTH T25

25 t/dan



Godišnja prerada **8.000 t (320 dana)**

Radna temperatura **> 1.100 °C**

Syngas **7,2–24 mil. Nm³/god**

Dimenzije **26 × 6 × 10 m**

Od pilota prema industrijskoj primjeni



T5 testno postrojenje · Pfaffikon, Švicarska



Zračna luka München – Freising

- ❑ T25 Pilot postrojenje - odobreno od BimSchG
- šestogodišnje testiranje pilot postrojenja prije industrijske proizvodnje



Varaždin Industrijsko postrojenje

- ❑ T25 na završnoj montaži

Kako UHTH pretvoriti u izvediv projekt u Hrvatskoj?

1 UHTH®

Definirati otpadni tok

Količina, sastav, vlaga, LHV, onečišćenja, kontinuitet i trošak zbrinjavanja.

2

Validirati proces

Test uzorka, masena i energetska bilanca, kvaliteta syngasa, emisije i čvrsti ostatci.

3

Zaključati off-take

Električna energija, toplina, H₂ ili kemijski proizvod — prije konačnog dimenzioniranja.

4

Dozvole + bankabilnost

Lokacija, okoliš, sigurnost, ugovori za otpad i energiju, CAPEX/OPEX i jamstva.

Projektni kriteriji koji odlučuju o uspjehu

stabilan feedstock · dokazive performanse · regulatorna usklađenost

siguran off-take · realna cijena zbrinjavanja · ugovorna jamstva

Prihodi ovise o dokazanim izlazima

MOGUĆI PRIHODI

- ✓ Naknada za obradu otpada
- ✓ Prodaja H₂ ili energije
- ✓ Metali i agregati
- ✓ Ušteda na CO₂ ispustu

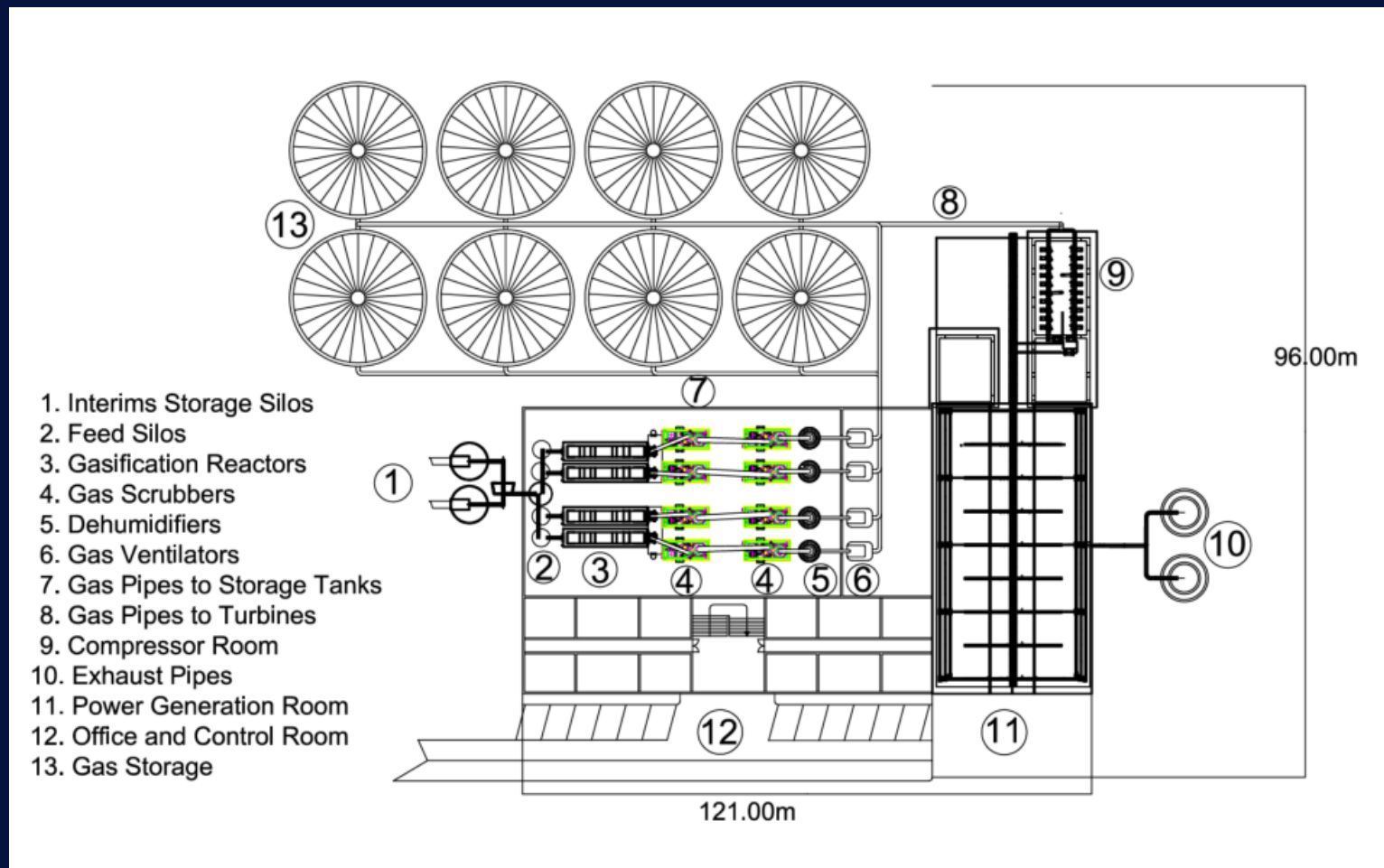
***ZAHTIJEVA FINACIJSKI MODEL**

TROŠKOVI I RIZICI

- CAPEX/OPEX za 5 - 15 god.
- Pročišćavanje plina i emisija
- Dozvole i certificiranje izlaza
- Ugovori i kvaliteta ulaza

POTREBNA FINACIJSKA ANALIZA

Slavonski Brod: projektna zamisao



- ✓ Industrijska zona
- ✓ cilj 32 000 t/god,
- ✓ uz mogućnost skaliranja
- ✓ do 100+ t/dan
- ✓ status i rok: 4 godine

Pokazatelje treba potvrditi prije ulaganja

CILJEVI

- 2,2 MWth sinteznog plina.
- 600 kg H₂/dan uz separaciju.
- 12 t/dan vitrificiranog agregata.
- predviđeni rok provjeriti.

POTVRDA

pilot

bilanca, emisije, dozvole i ugovori



TRI PORUKE ZA KRAJ

01

OTPAD NIJE KRAJ PROCESA. OTPAD JE POČETAK NOVOG RESURSA

Vrijednost nastaje onda kada prestanemo otpad promatrati kao teret i počnemo ga koristiti kao izvor energije i materijala.

02

TEHNOLOGIJA VRIJEDI ONOLIKO KOLIKO JE MOŽEMO DOKAZATI.

Emisije, učinkovitost, energetska izlaz i uporaba moraju biti mjerljivi, provjerljivi i potvrđeni u stvarnim uvjetima.

03

HRVATSKOJ NE TREBA JOŠ JEDNA STUDIJA. TREBA JOJ PROVJERLJIV PILOT-PROJEKT

Definirani ulazni tok, lokacija, korisnik energije i jasni KPI-jevi pretvaraju koncept u stvarno rješenje.

OD OTPADA DO STRATEŠKE ENERGIJE

HVALA NA POZORNOSTI

PITANJA I RASPRAVA

prof. Zlatan Bakalović

Carbon Free Solutions d.o.o.



info@carbonfreesolutions.hr • www.carbonfreesolutions.hr

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

OD OTPADA DO STRATEŠKE ENERGIJE