

PREDSTAVITEV PILOTSKEGA REAKTORJA ZA SUŠENJE IN RAZKUŽEVANJE KOMUNALNIH IN/ALI INDUSTRIJSKIH MULJEV IZ ČISTILNIH NAPRAV

**Primer uspešnega povezovanja gospodarstva z znanostjo:
Gorenje Surovina Maribor in Univerza v Mariboru**

**Javni razpis za spodbujanje raziskovalno razvojnih
projektov na problemskih območjih z visoko
brezposelnostjo v letih od 2013 do 2015 – RRPO 2013**

Izhodišča projekta za sušenje in razkuževanje komunalnega in/ali industrijskega mulja

- Mulj je surovina ali emergent, ki ga je mogoče ob ustreznih obdelavi koristno uporabiti:
 - kot gnojilo,
 - za kompostiranje,
 - gradbeni material,
 - zemljino,
 - gorivo
- Proces sušenja zahteva veliko energije → uporaba bioplina, energija muljev in drugih odpadkov
- Sušenje blata
 - do stopnje sušenja v razponu 48-80 % SS ni priporočljivo, lepljivo
 - delno sušenje (do 30-48 % SS) – uporaba v kmetijstvu
 - sušenje (80-97 % SS) – energijska izraba ali gradbeni material
- Potrebna čiščenje zraka pred izpustom v ozračje
-

Cilji projekta za sušenje in razkuževanje komunalnega in/ali industrijskega mulja

- Ekonomsko in okoljsko učinkovito sušenje muljev (smernice krožnega toka snovi nazaj v naravo),
- Izhodni produkt je mulj osušen na poljubno vsebnost vode, definirane z njegovo uporabo,
- Ustrezna mikrobiološka varnost in stabilizacija mulja,
- Odprava potencialno motečih emisij:
 - filtracija trdih delcev in patogenov iz kondenzata vode
 - med postopkom sušenja se ne sme razvijati smrad
- Sušenje mulja lahko poteka z odpadno energijo – npr. odpadne hladilne vode,
- Biološka predelava mulja na regiskem nivoju, ocenjena količina 20.000 ton letno,
- Zagotoviti zadostne kapacitete za termično obdelavo 70.000 ton blat iz čistilnih naprav letno

Potencialna uporabnost v kmetijstvu

- Potencialno koristne snovi: organske snovi, dušik, fosfor, kalij ter v manjših količinah kalcij, žveplo in magnezij
- Omejitve:
 - pregnojenost evropskih kmetijskih zemljišč
 - vsebnost težkih kovin, organskih polutantov ter patogenih organizmov

Mulj kot emergent

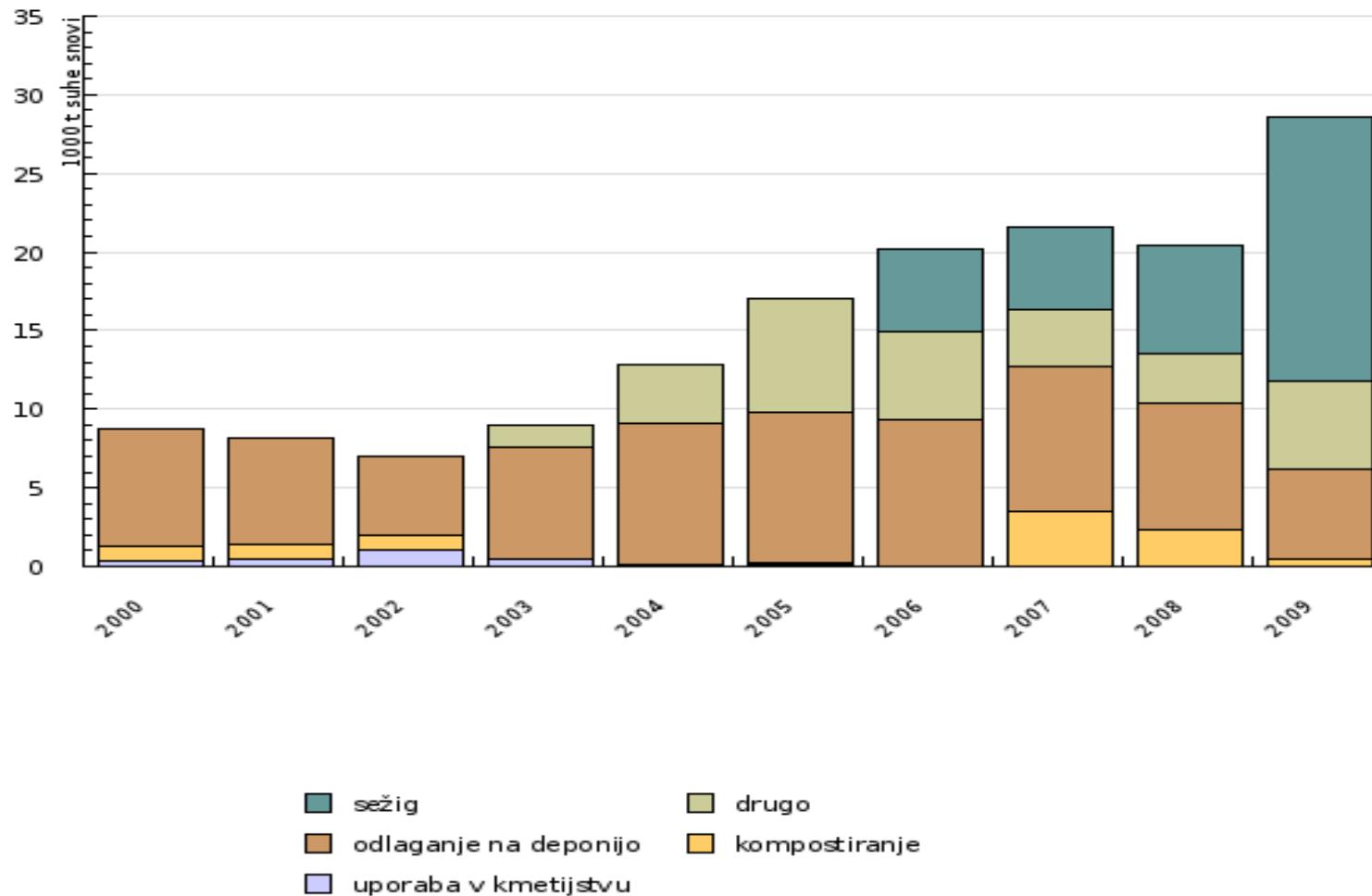
- Ustrezno osušen vsebuje 2500 do 4000 Kcal/Kg (35-60% kurilne vrednosti rjavega premoga)
- Omejitve: izpusti ogljikovega dioksida, dušikovih oksidov, dioksinov, furanov, ...
- Potrebna dodatna energija za sušenje – v primeru skladiščenja do 10% vlage

Količina mulja na komunalnih čistilnih napravah se povečuje → ravnanje v smeri sežiga.

- V letu 2009 cca 29.000 ton blata
 - od leta 2000 do leta 2009: od 9 tisoč ton na okoli 29 tisoč ton
 - 16.800 t sežig, 6.000 t odloženo na odlagališčih, 510 t kompostirano in cca 5.500 t izvoženo
 - uporaba v kmetijstvu izjemno majhna (10 t)
- pedološke karte in laboratorijske preiskave Kmetijskega inštituta Slovenije → tla v Sloveniji dobro oskrbljena z organsko snovjo
 - na 86,2 % kmetijskih zemljiščih več od 2 %, na 30,9 % zemljišč pa več od 4 % organske snovi,

- po 15. 7. 2009 neobdelanih muljev iz komunalnih čistilnih naprav na odlagališča ni več dovoljeno odlagati
- med sežigalnicami imata dovoljenje za sežig muljev iz čistilnih naprav sežigalnici:
 - Energetika Celje
 - Pinus Tki d.d. Rače
- sosežig muljev v cementarni Anhovo

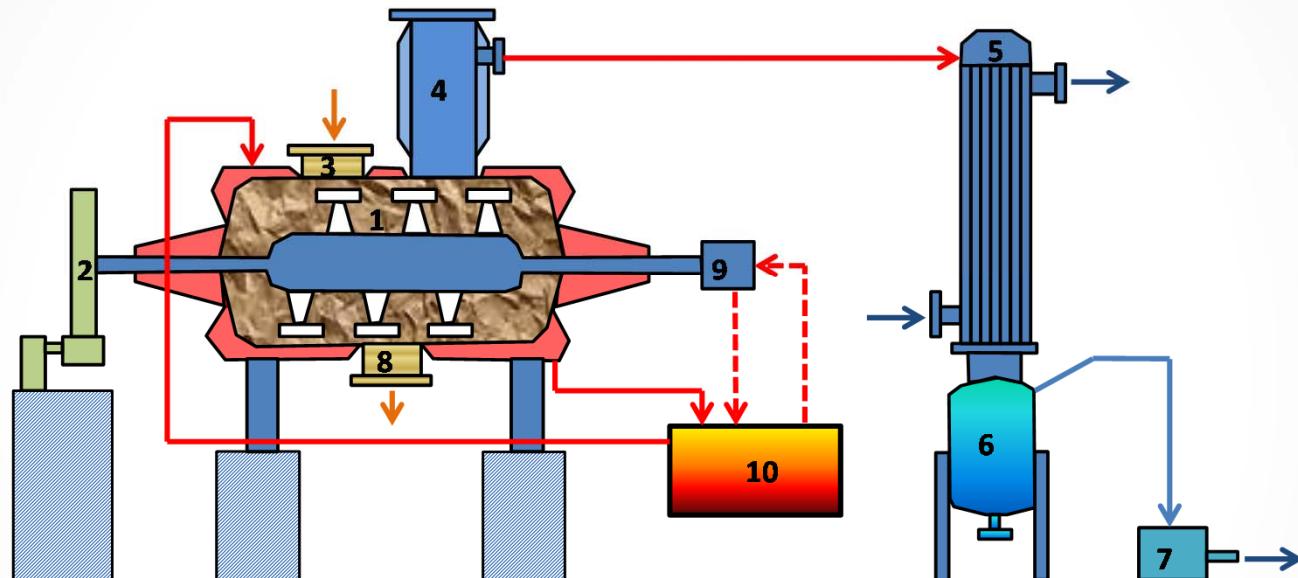
Trendi v Sloveniji _ mulji iz ČN



Vir: Zbirka Komunalne in skupne čistilne naprave, Agencija RS za okolje, 2010

Pilotni reaktor sušenja in razkuževanja komunalnega in industrijskega mulja

Koncept naprave

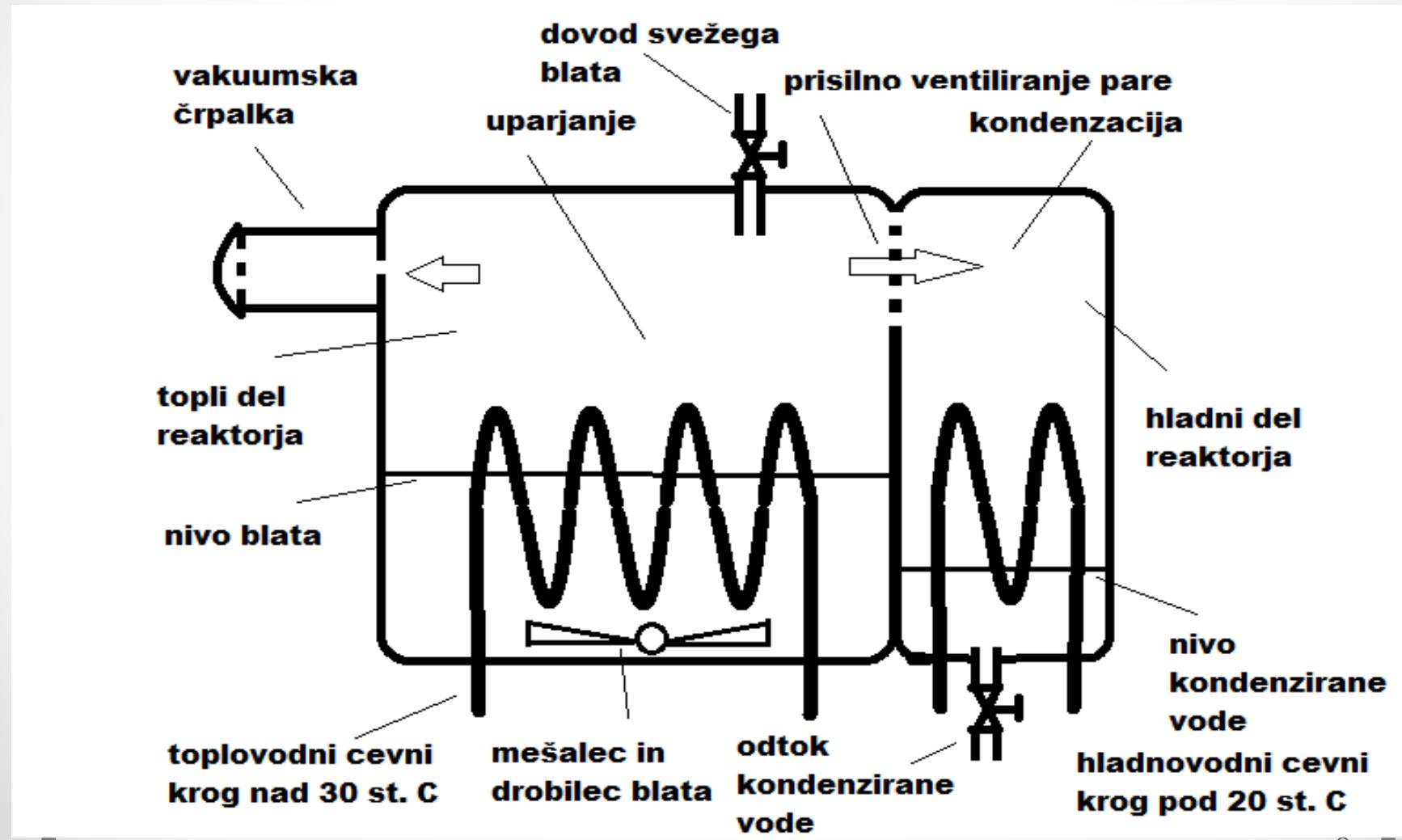


Rotacijski lopatasti kontaktni vakuumski sušilnik

1. Vakuumska posoda z lopastastim mešalom
2. Pogonski sklop
3. Vstopna odprtina za polnjenje mulja
4. Prašni filter
5. Kondenzator
6. Posoda za kondenzat
7. Vakuumska črpalka
8. Odprtina za praznjenje posušenega mulja
9. Vrtljivi priključek gretja mešala
10. Grelnik vode

Pilotni reaktor sušenja in razkuževanja komunalnega in industrijskega mulja

Shematski prikaz pilotnega reaktorja sušenja



Pilotni reaktor sušenja in razkuževanja komunalnega in industrijskega mulja

Postopek sušenja

Moker mulj

Komunalni mulj iz ČN

- Stabiliziran
- Centrifugiran
- Nestabiliziran

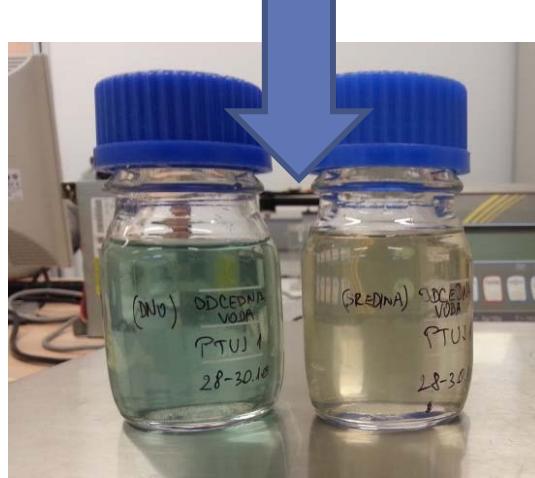
Industrijski mulj (klavniški mulj)

- Nestabiliziran

Sušenje in mešanje



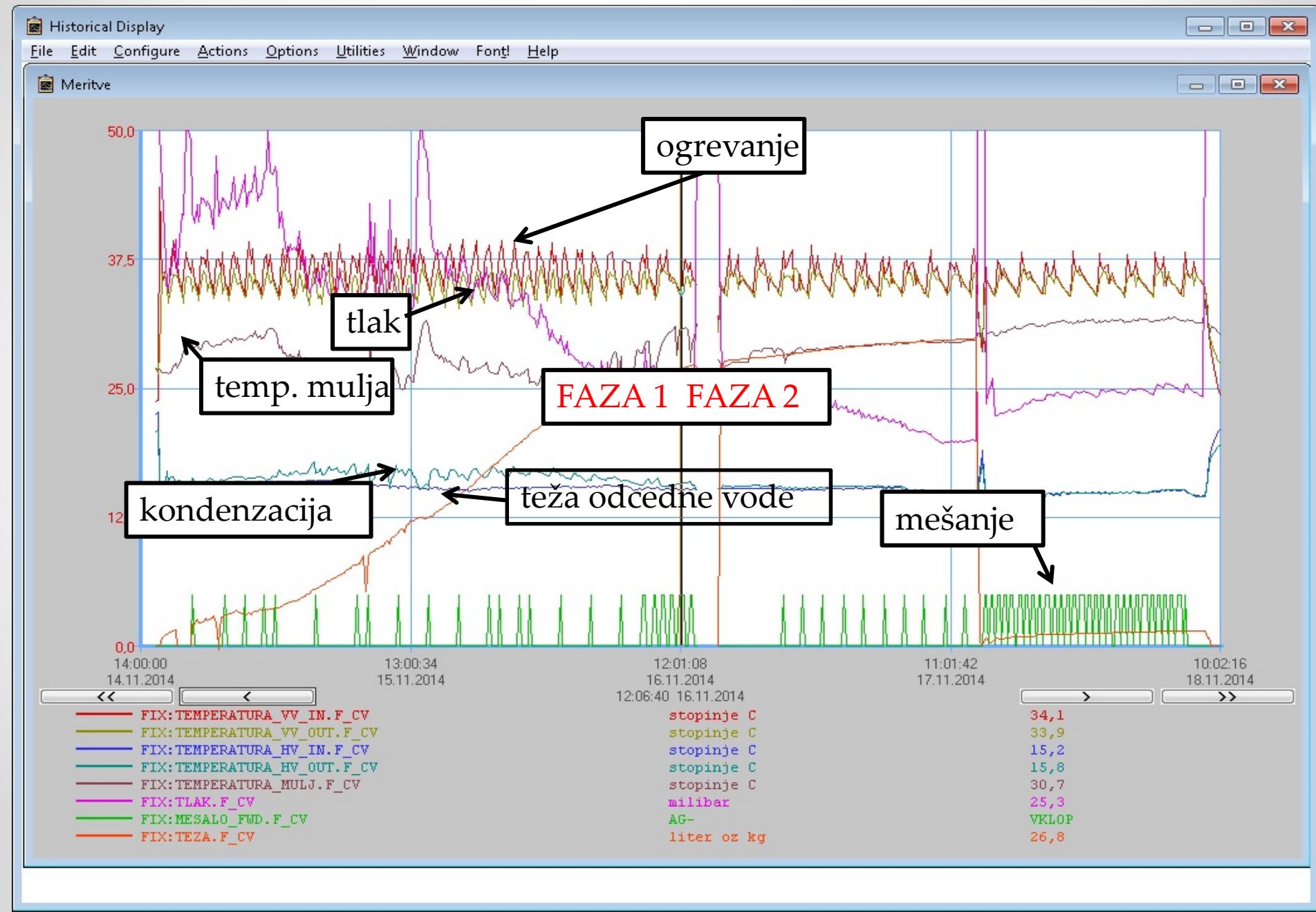
Posušen mulj



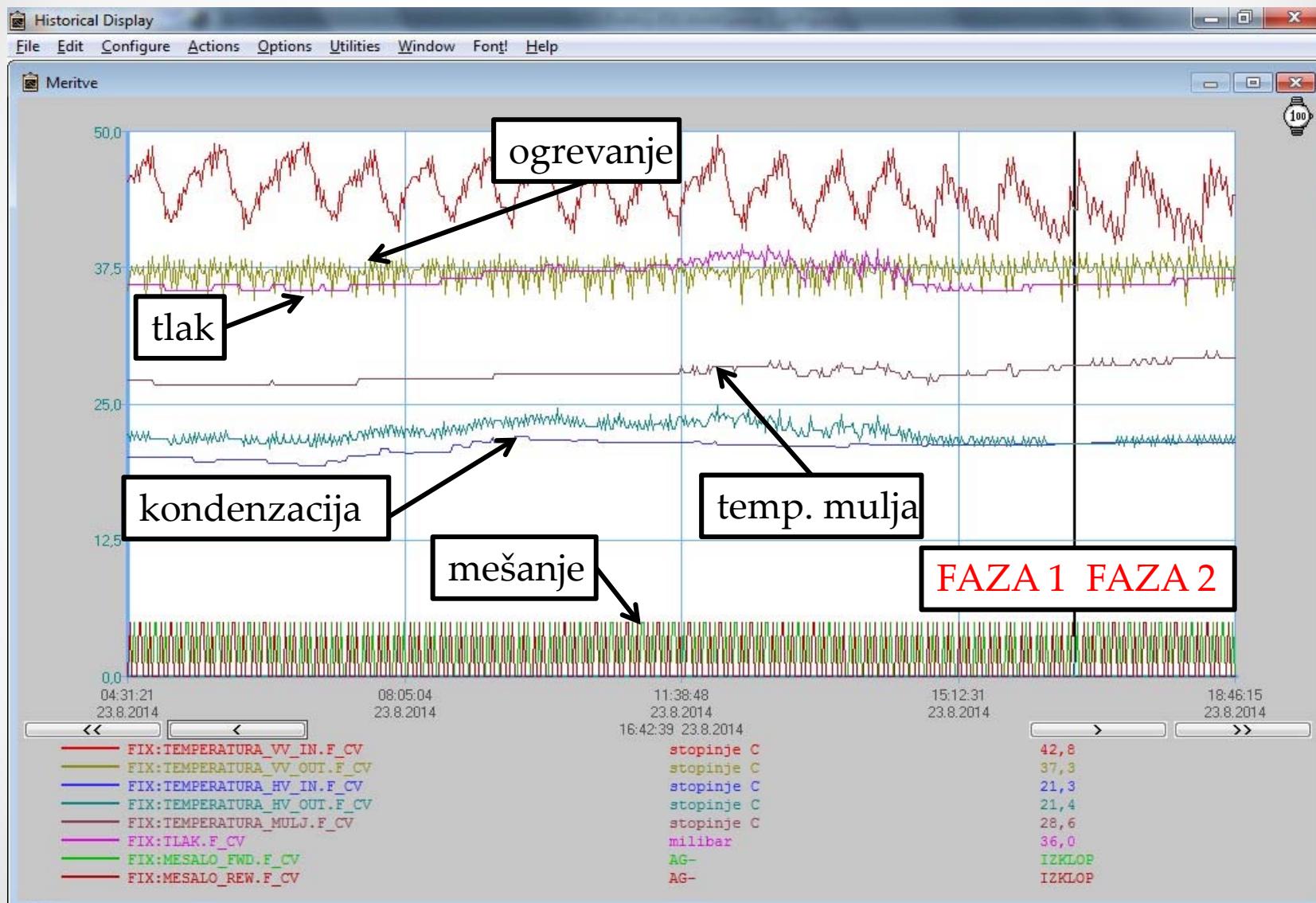
Kondenzat

40 kg mulja (15% SS):
- 33.3 litrov vode !!!
- 6.7 kg suhega
mulja (90% SS)

Vodenje in nadzor procesa – nestabilizirani mulj



Vodenje in nadzor procesa – stabilizirani mulj



Rezultati sušenja

Mulj	Stanje	Začetna vлага (%)	Čas sušenja (h)			Dosežena stopnja vlage (%)
			kapilarna voda	celična voda	skupaj	
KČN Maribor	Stabiliziran, necentrifugiran	77,38	30	60	90	10,6
KČN Slovenska Bistrica 1	Nestabiliziran, centrifugiran	73,44	39	26	65	14,32
KČN Slovenska Bistrica 2	Nestabiliziran, centrifugiran	73,48	28	45	73	6,07
KČN Ptuj	Nestabiliziran, centrifugiran	85,75	28	37	65	12,51
IČN KZ Rače (klavniški mulj)	Nestabiliziran, centrifugiran	81,49	75	56	131	5,81
KČN Šoštanj – Velenje (digestat bioplinarne)	Nestabiliziran, centrifugiran	72,61	40	29	69	17,01
Papirniški mulj	Nestabiliziran, centrifugiran	52,45	45	13	58	2,9



Pilotni reaktor sušenja in razkuževanja komunalnega in industrijskega mulja

FIZIKALNE UGOTOVITVE PROCESA SUŠENJA

- Uspemo posušiti različne mulje:
 - komunalni stabilizirani mulj,
 - komunalni nestabilizirani mulj,
 - industrijski nestabilizirani mulj.
- Dosežemo suhost mulja vse do 5% ostanka vode v suhem mulju.
- Proses sušenja je brezsmraden zaradi vakuumske tehnologije.
- Zaradi presnove mikrobov nastanejo različni fermentacijski plini (metan, amonijak, merkaptani in drugo) in posledično nestabilno tlačno stanje v reaktorju
- Kondenzacija poteka drugače kot pri klasični zasičeni pari.
- Problem je sušenje celične vode _ dolgi čas sušenja; ukrep:
 - Dvofazno sušenje
 - Drobljenje sušine
 - Strgalo sušine

Pilotni reaktor sušenja in razkuževanja komunalnega in industrijskega mulja

UGOTOVITVE MIKROBIOLOŠKIH ANALIZ

- V izčrpanem zraku ni bilo prisotnih bakterij.
- V sušini ni bilo prisotnih drugih bakterij kakor v izhodiščnem mulju, se je pa število bakterij /gram znižalo za faktor 10 do faktor 100 .
- Presenetljiva je bila ugotovitev, da imajo vse čistilne naprave enako bakterijsko sestavo sušine.
- V izcedni vodi so bile prisotne bakterije v izredno nizkem številu (manj kakor 100/ml), niso pa prisotni vsi sevi, kakor v mulju.

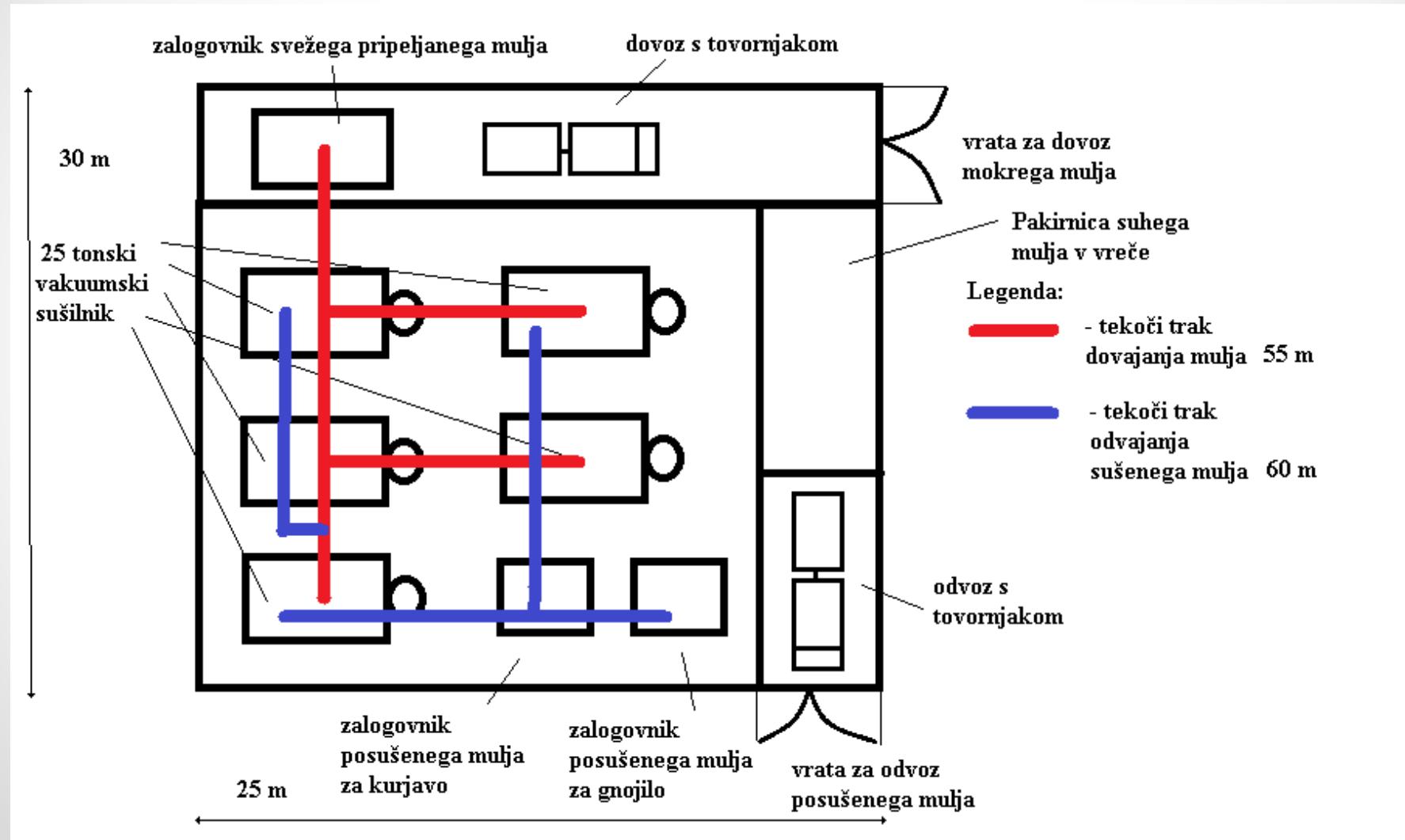
Pilotni reaktor sušenja in razkuževanja komunalnega in industrijskega mulja

UGOTOVITVE MIKROBIOLOŠKIH ANALIZ

- V izčrpanem zraku ni bilo prisotnih bakterij.
- V sušini ni bilo prisotnih drugih bakterij kakor v izhodiščnem mulju, se je pa število bakterij /gram znižalo za faktor 10 do faktor 100 .
- Presenetljiva je bila ugotovitev, da imajo vse čistilne naprave enako bakterijsko sestavo sušine.
- V izcedni vodi so bile prisotne bakterije v izredno nizkem številu (manj kakor 100/ml), niso pa prisotni vsi sevi, kakor v mulju.

Pilotni reaktor sušenja in razkuževanja komunalnega in industrijskega mulja

PREDLOG ZA INDUSTRIJSKO NAPRAVO



Pilotni reaktor sušenja in razkuževanja komunalnega in industrijskega mulja

PREDLOG ZA INDUSTRIJSKO NAPRAVO

- Naprava , sestavljeno iz petih cca. 75 m³ velikih vakuumskih posod s kapaciteto sušenja cca. 25 ton mokrega mulja (5-25% delež suhe snovi, ostalo voda)
- Vsaka enota mora imeti zaključen informacijski, energetski in procesorski del, kar omogoča obratovalno neodvisnost takšne enote od ostalih.
- 24 urni cikel sušenja da dosežemo cca. 60% delež suhe snovi v mulju - 6,25 ton osušenega mulja na enoto
- V peti vakuumski posodi sušimo mulj na želeno vrednost

Pilotni reaktor sušenja in razkuževanja komunalnega in industrijskega mulja

Komunalni mulj



Industrijski mulj



moker mulj



posušen mulj



Pilotni reaktor sušenja in razkuževanja komunalnega in industrijskega mulja





Hvala za pozornost!

	Trajanje [ure]	Izparilna energija $Q = m(c_p \cdot \Delta T + h_{izp})$ [kWh]	Kalorimetrija		Kalorimetrija		Izkoristek [%]	Norm. Index [kWh/liter]
			$Q = \int_{v0}^{v1} k \cdot \Delta \Theta \cdot dV$ [kWh]	Gretje	Hlajenje	Gretje		
ČN Maribor (stab) 41.22 kg / 78.49 % 9.125 kg / 9.12 %	58	22.05	32.49	12.95	32.74	12.98	67.8	1.03
Slov. Bistr. (nestab) 41.97 kg / 73.48 % 11.18 kg / 6.07 %	73	21.08	28.15	19.29	28.37	19.33	74.9	0.93
ČN Ptuj (nestab) 39.3 kg / 85.75 % 6.87 kg / 12.51%	65	23.06	33.66	22.42	33.66	22.43	68.5	1.02
KČN Rače (nestab) 45.0 kg / 81.49 % 6.54 kg / 5.81 %	131	25.29	41.27	20.67	41.59	20.70	61.3	1.14
ČN Šoštanj (nestab) digestat 45.0 kg / 72.61 % 12.64 kg / 17.01 %	69	21.37	31.39	20.47	31.63	20.50	68.1	1.02 17.44
17.55kg / 42.43%	47	19.18	23.12	15.12	23.30	15.15	82.9	0.84
Surovina (nestab) celuloza 38.06 kg / 52.45 % 19.26 kg / 2.9 %	54	13.58	23.37	14.95	23.55	14.98	58.1	1.20