

Tehničko rešenje

| | |
|-------------------------------------|---|
| Autori rešenja: | 1. Prof. dr Dragiša Tolmač, Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin. 2. Prof. dr Slavica Prvulović, Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin. |
| Naziv rešenja: | Postrojenje za Sušenje Šećera (dekstroze), kapaciteta 2.200 kg/h Industrijski prototip |
| Korisnik: | DOO „IPOK“ - Industrija prerađevina od kukuruza 23000 Zrenjanin Pančevačka 70 |
| Karakter rešenja: | Tehničko rešenje u oblasti unapređenja kvaliteta procesa sušenja šećera - dekstroze |
| Kada je rešenje realizovano: | 1999. godine |
| Gde su prikazani rezultati: | Objavljeni su rezultati istraživanja na domaćim i međunarodnim naučno-stručnim skupovima i u časopisima (vidi spisak literature). |

Opis tehničkog rešenja

Vlažan šećer dovodi se sistemom pužnih transportera u sušaru šećera. Sušara šećera: rotaciona, prečnika bubnja $D=2100$ mm, a dužine $L=15$ m. Sušara šećera (2) snabdevena je razmenjivačem toplote para-vazduh (1).

Energetski fluid za zagrevanje sušare je para: pritiska $p = 4$ bar, i temperature $t = 143$ °C. Pomoću centrifugalnog ventilatora (7) ostvaruje se strujanje toplotnog vazduha kroz sušaru.

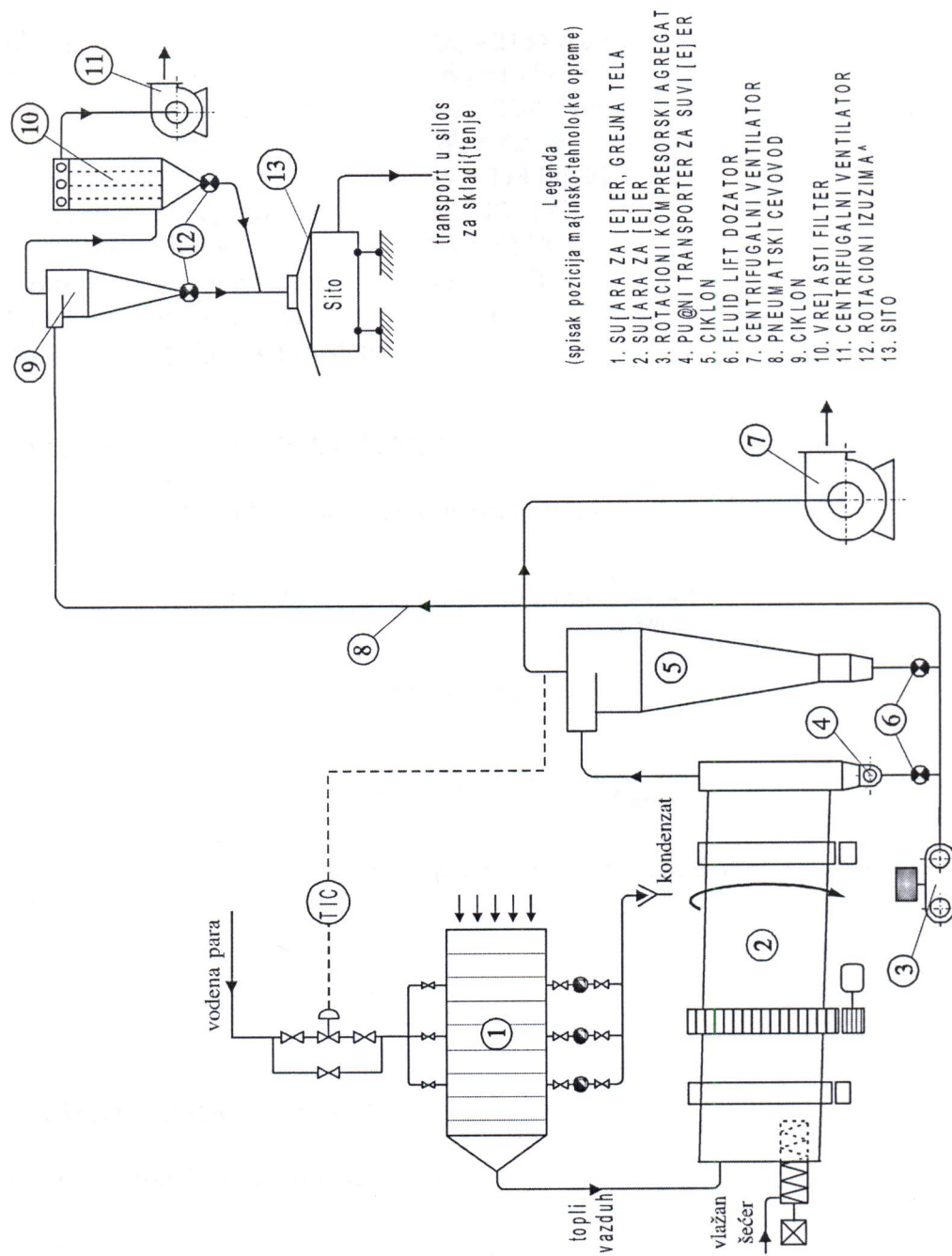
Osušen šećer se, pomoću pužnog transportera (4) i fluid lift dozatora (6), ubacuje u pneumatski cevovod i transportuje uz pomoć rotacionog kompresora (3) do mesta za uvrećavanje.

Šećerna prašina odvaja se u ciklonu (5) i posredstvom fluid lift dozatora (6), ubacuje se u pneumatski cevovod.

Pneumatski cevovod ima na sebi priključak za dovod pare, kao i za odvod pare prilikom povremenog pranja i pražnjenja cevovoda.

Predviđen je potisni sistem pneumatskog transporta sa izvlačenjem vazduha preko filtera (10) i ventilatora (11).

Pomoću ciklona (9) i fluid lift dozatora (12), šećer se transportuje do sita (13), gde se prosejava, a zatim se vrši transport šećera u silos, za skladištenje [5].



Tehnološka šema postrojenja za sušenje šećera (dekstroze)

Proračun kapaciteta i instalisane snage mašinsko-tehnološke opreme

PRORAČUN SUŠARE ZA ŠEĆER (poz. 2)

Parametri za proračun:

| | |
|---------------------------------|---------------------|
| Količina vlažnog šećera | $G_N = 2134$ [kg/h] |
| Početna vlaga - ulaz | $W_1 = 13$ % |
| Količina suvog šećera | $G_T = 2200$ [kg/h] |
| Krajnja vlaga - izlaz | $W_2 = 8,5$ % |
| Isparela voda | $W = 114$ [kg/h] |
| Temperatura toplog vazduha | $t_E = 120$ [°C] |
| Temperatura bridova | $t_A = 52$ [°C] |
| Temperatura vlažnog šećera | $t_N = 25$ [°C] |
| Temperatura suvog šećera | $t_G = 45$ [°C] |
| Temperatura spoljašnjeg vazduha | $t_L = 0$ [°C] |

ISKORIŠĆENJE TOPLOTE U SUŠARI

1. Sadržaj toplote po Nm^3 vazduha na ulazu u sušaru:

$$t_E = 120 \text{ [°C]}; \quad h_E = c_{pm} \cdot t_E = 1,3 \cdot 120 = 156 \left[\frac{kJ}{Nm^3} \right]$$

2. Sadržaj toplote po Nm^3 vazduha na izlazu:

$$t_A = 52 \text{ [°C]}; \quad h_A = c_{pm} \cdot t_A = 1,3 \cdot 52 = 68 \left[\frac{kJ}{Nm^3} \right]$$

gde je: $c_{pm} = 1,3$ [kJ/m³K] - specifična toplota vazduha pri $t_L = 0$ °C.

$$3. \quad h = h_E - h_A = 156 - 68 = 88 \left[\frac{kJ}{Nm^3} \right]$$

POTREBNA KOLIČINA TOPLOTE

1. Toplota potrebna za otparavanje vode:

$$\dot{Q}_w = W \cdot [2487 + 1,92 \cdot (t_A - t_N)] = 114 \cdot [2487 + 1,92 \cdot (52 - 25)] = 289427 \left[\frac{kJ}{h} \right]$$

2. Toplota potrebna za zagrevanje šećera:

$$\dot{Q}_s = 2200 \cdot \left(C \cdot \frac{100 - W_2}{100} + \frac{W_2}{100} \cdot 4,18 \right) \cdot (t_G - t_N)$$

$$\dot{Q}_s = 2200 \cdot \left(1,25 \cdot \frac{100 - 8,5}{100} + \frac{8,5}{100} \cdot 4,18 \right) \cdot (45 - 25) = 66120 \left[\frac{kJ}{h} \right]$$

3. Toplota za zagrevanje vazduha koji ulazi u sušaru na mestima slabog zaptivanja i kroz procepe (falš vazduh):

4. Gubici od zračenja i provođenja toplote . . . (4% od 1, 2, 3):

$$\dot{Q}_z = 0,04 \cdot (\dot{Q}_w + \dot{Q}_s + \dot{Q}_p) = 0,04 \cdot (289427 + 66120 + 1647) = 14287 \left[\frac{kJ}{h} \right]$$

5. Potrebna količina vazduha:

$$V_L = \frac{\dot{Q}_w \cdot \dot{Q}_s \cdot \dot{Q}_p \cdot \dot{Q}_z}{h} = \frac{371481}{88} \cong 4300 \left[\frac{Nm^3}{h} \right]$$

6. Gubici toplote sa izlaznim vazduhom:

$$\dot{Q}_L = V_L \cdot (h_A - h_L) = 4300 \cdot (68 - 0) = 292400 \left[\frac{kJ}{h} \right]$$

7. Ukupna količina toplote:

$$\dot{Q}_u = \dot{Q}_w + \dot{Q}_s + \dot{Q}_p + \dot{Q}_z + \dot{Q}_L = 289427 + 66120 + 1647 + 14287 + 292400 = 663881 \left[\frac{kJ}{h} \right]$$

8. Specifična potrošnja toplote po 1 kg isparele vode:

$$q = \frac{\dot{Q}_u}{W} = \frac{663881}{114} = 5823 \left[\frac{kJ}{kgH_2O} \right]$$

9. Potrebna količina vodene pare sa parametrima: p = 4[bar]; t = 143 [°C]; r = 2132 [kJ/kg]

$$\dot{m}_p = \frac{\dot{Q}_u}{r} = \frac{663881}{2132} = 312 \left[\frac{kg}{h} \right]$$

10. Količina vazduha:

Minimalna količina ulaznog vazduha $V_L = 4300 \text{ [Nm}^3\text{/h]}$ pri 120 [°C] :

$$4300 \cdot \frac{273 + 120}{273} = 6190 \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

Brzina vazduha kroz telo sušare:

prečnik sušare iznosi $D = 2,13 \text{ [m]}$

$$F = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} = \frac{2,13^2 \cdot 3,14}{4} = 3,56 \text{ [m}^2\text{]}$$

Brzina vazduha u rotacionim sušarama ovog tipa kreće se prema [7], caa $V = 0,5 \text{ [m/s]}$

Količina vazduha:

$$Q = 3600 \cdot 0,5 \cdot 3,56 = 6408 \text{ m}^3/\text{h}$$

Pad pritiska u sušari:

| | |
|------------------------------|-------------------------------|
| filter | 170 [Pa] |
| razmenjivač toplote – grejač | 200 [Pa] |
| ulaz u sušaru | 150 [Pa] |
| sušara | 150 [Pa] |
| izlaz iz sušare | 150 [Pa] |
| vezni cevovod | 250 [Pa] |
| ciklon | 1500 [Pa] |
| | <hr/> |
| | 2600 [Pa] \approx 3000 [Pa] |

Na osnovu proračuna usvaja se centrifugalni ventilator (poz.7), sledećih karakteristika:

$$\begin{aligned} Q &= 6500 \text{ [m}^3/\text{h]} \\ p &= 3000 \text{ [Pa]} \\ N &= 11 \text{ [kW]} \\ n &= 1585 \text{ [min}^{-1}\text{]} \\ t &= 20 \text{ [}^\circ\text{C]} \end{aligned}$$

Površina razmenjivača toplote (para-vazduh) poz. 1 iznosi:

$$A = \frac{Q_u}{k \cdot \Delta t_m} = \frac{185 \cdot 10^3}{150 \cdot 42} = 30 \text{ [m}^2\text{]}$$

gde je: $k = 150 \text{ [W/m}^2\text{K]}$ - koeficijent prenosa toplote [8].

Srednja logaritamska razlika temperature:

$$\begin{aligned} \text{vodena para} & \quad 143^\circ\text{C} \rightarrow 90^\circ\text{C} \\ \text{vazduh} & \quad 120^\circ\text{C} \leftarrow 20^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\Delta t_m = \frac{70 - 23}{\ln \frac{70}{23}} = 42 \text{ }^\circ\text{C}$$

PRORAČUN PNEUMATSKOG TRANSPORTA ŠEĆERA

Podaci za proračun:

$$\begin{aligned} G_s &= 2200 \text{ [kg/h]} && \text{- kapacitet,} \\ L_h &= 32 \text{ [m]} && \text{- horizontalno,} \\ L_v &= 18 \text{ [m]} && \text{- vertikalno,} \\ n &= 3 && \text{- kolena.} \end{aligned}$$

Usvojen je sistem potisnog transporta sa sledećim parametrima:

$$\begin{aligned} V &= 28 \text{ [m/s]} && \text{- brzina transporta,} \\ D &= 100 \text{ [mm]} && \text{- prečnik cevovoda.} \end{aligned}$$

1. Količina vazduha

$$Q_f = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot V = \frac{0,10^2 \cdot \pi}{4} \cdot 28 \cdot 3600 = 792 \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

$$C_K = \frac{G_s}{\rho \cdot Q_f} = \frac{2200}{792 \cdot 1,2} = 2,3 \left[\frac{kg}{kg} \right]$$

2. Gubici na trenje:

$$\Delta p_{tr} = \left(\lambda \cdot \frac{L}{d} + \sum \xi_i \right) \cdot \frac{\rho \cdot V^2}{2} \cdot (1 + K \cdot C_K)$$

$K = 0,5$ - koeficijent otpora, [7]

$$L = L_h + L_v + L_{ekv} = 32 + 18 + 3 \cdot 8 = 74 \text{ [m]}$$

$R/d = 6$ prema [7]:

$$L_{ekv} = 3 \cdot 8 = 24 \text{ [m]}$$

$\sum \xi_i = 0,7$ - suma koeficijenata lokalnih otpora, [7]

$$\Delta p_{tr} = \left(0,02 \cdot \frac{74}{0,10} + 0,7 \right) \cdot \frac{1,2 \cdot 28^2}{2} \cdot (1 + 0,5 \cdot 2,3) = 15676 \text{ [Pa]}$$

3. Geodetski gubici:

$$p_h = \frac{\rho \cdot C_K \cdot L_v}{10^{-1}} = \frac{1,2 \cdot 2,3 \cdot 18}{10^{-1}} = 500 \text{ [Pa]}$$

4. Otpor ciklona i filtera, prema [7]:

$$\Delta p_{cf} = \Delta p_c + \Delta p_f = 500 + 1000 = 1500 \text{ [Pa]}$$

5. Gubici za savlađivanje dodatnih otpora:

$$p_r = K_r \cdot C_k \cdot \frac{V^2 \cdot \rho}{2} = 1,2 \cdot 2,3 \cdot \frac{28^2 \cdot 1,2}{2} = 1300 \text{ [Pa]}$$

6. Ukupni pad pritiska:

$$p = \Delta p_{tr} + p_h + \Delta p_{sf} + p_r = 15676 + 500 + 1500 + 1300 \approx 19000 \text{ [Pa]}$$

Usvaja se rotacioni kompresorski agregat (poz.3), sledećih karakteristika:

$$\begin{aligned} Q &= 860 \text{ [m}^3\text{/h]} \\ p &= 30\,000 \text{ [Pa]} \\ N &= 22 \text{ [kW]} \end{aligned}$$

7. Proračun površine filtera:

$$F = \frac{Q}{180} = \frac{860}{180} = 4,77 \approx 5 \text{ [m}^2\text{]}$$

Za hvatanje šećerne prašine usvaja se vrećasti filter površine $F = 16 \text{ m}^2$ (poz.10) koji je znatno veće površine od preporučene iz razloga što se radi o lepljivom materijalu, [7].

Za aspiraciju filtera usvaja se centrifugalni ventilator (poz.11):

$$\begin{aligned} Q &= 2500 \text{ [m}^3\text{/h]} \\ p &= 2000 \text{ [Pa]} \\ N &= 3 \text{ [kW]} \end{aligned}$$

8. Proračun prečnika ciklona (poz.9)

$$Q = 2500 \text{ [m}^3\text{/h]} \text{ vazduha}$$

$$F = \frac{2500}{7000} = 0,357 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$D_\phi = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,357}{\pi}} = 0,674 \text{ [m]}$$

Usvaja se prečnik ciklona $D = 675 \text{ mm}$.

Specifikacija mašinsko-tehnološke opreme za sušenje i transport šećera

| Poz | Naziv | Jedinica mere | Količina |
|-----|--|---------------|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Grejna tela sušare – razmenjivač toplote (para-vazduh), površine $A = 30 \text{ m}^2$ i toplotne snage $\dot{Q}_p = 185 \text{ kW}$ | kom | 1 |
| 2. | Rotaciona sušara za šećer, prečnika bubnja $D = 2100 \text{ [mm]}$, i dužine $L = 15 \text{ [m]}$, materijal izrade Č.4574 | kom | 1 |
| 3. | Rotacioni kompresorski agregat sa elektromotorom, temeljnom pločom i svom pripadajućom opremom sledećih karakteristika: $Q = 860 \text{ [m}^3\text{/h]}$, $p = 30 \text{ [kPa]}$, $N = 22 \text{ [kW]}$ | kom | 1 |
| 4. | Pužni transporter za suvi šećer; $D = 250 \text{ [mm]}$, $L = 2,5 \text{ [m]}$, materijala izrade od Č.4574, sa pogonom $n = 66 \text{ [min}^{-1}\text{]}$ - motor reduktor | kom | 1 |
| 5. | Ciklon za izdvajanje šećerne prašine; prečnika $D = 1150 \text{ [mm]}$ i materijala izrade Č.4574 | kom | 1 |
| 6. | Fluid lift dozator tip 100; sa pogonom $N = 2,2 \text{ [kW]}$, $n = 20 \text{ [min}^{-1}\text{]}$ i materijalom izrade ČL.4574 | kom | 2 |
| 7. | Centrifugalni ventilator; kapaciteta $Q = 6500 \text{ [m}^3\text{/h]}$, $p = 3000 \text{ [Pa]}$, $N = 11 \text{ [kW]}$, | kom | 1 |
| 8. | Pneumatski cevovod NV100 mm, od materijala Č.4574 dužine $L = 55 \text{ [m]}$ | kom | 1 |
| 9. | Ciklon za izdvajanje šećera; prečnika $D = 675 \text{ [mm]}$, materijal izrade Č.4574 | kom | 1 |
| 10. | Vrećasti filter sa automatskim otresivanjem vreća; površine $F = 16 \text{ [m}^2\text{]}$ | kom | 1 |
| 11. | Centrifugalni ventilator; kapaciteta $Q = 2500 \text{ [m}^3\text{/h]}$, $p = 2000 \text{ [Pa]}$, $N = 3 \text{ [kW]}$ | kom | 1 |
| 12. | Rotacioni izuzimač za šećer; $N = 2,2 \text{ [kW]}$, $n = 20 \text{ [min}^{-1}\text{]}$, materijala izrade ČL.4574 | kom | 2 |
| 13. | Sito; $N = 1,5 \text{ [kW]}$, $n = 1450 \text{ [min}^{-1}\text{]}$ | kom | 1 |

ZAKLJUČAK

Tehničkim rešenjem se omogućuje kvalitetno sušenje šećera – dekstroze i omogućava povećanje kapaciteta proizvodnje šećera sa 6.000 t/god. na 15.000 t/god. Pored toga dobijen je i bolji kvalitet osušenog proizvoda – šećara, što je bio i jedan od ključnih problema i zahteva tržišta. Na osnovu svega toga, bitno je poboljšan postojeći proizvod i tehnologija sušenja šećera.

IPOK - Industrija prerađevina od kukuruza
23000 Zrenjanin
Pančevačka 70

Telefon: +381 23 544537
Telefaks: +381 23 546655
E-mail: office@ipok.co.rs

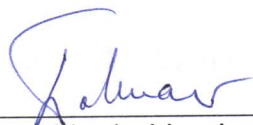
DOO „IPOK„ U STEČAJU
BROJ 255
DATUM 10. 07. 2012 GOD
ZRENJANIN

POTVRDA

Dole, svojim potpisima, potvrđujemo da je tehničko-tehnološko rešenje: **“Postrojenje za sušenje šećera (dekstroze), kapaciteta 2.200 kg/h”**, kao industrijski prototip realizovano i ispitano i da se nalazi u proizvodnom pogonu „IPOK – a“ Industrije Prerađevina od Kukuruz, Zrenjanin.

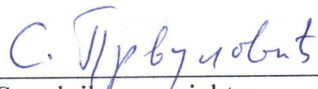
Zrenjanin, 10. 07. 2012. god.

Potpisi:



Rukovodilac ispitivanja
(Projektant)

Prof. dr Dragiša Tolmač



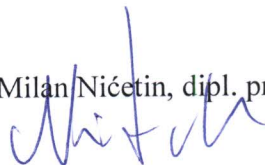
Saradnik na projektu

Prof. dr Slavica Prvulović



Za korisnika
„IPOK“, Zrenjanin

Milan Nićetin, dipl. pravnik



M.P.

IPOK - Industrija prerađevina od kukuruza
23000 Zrenjanin
Pančevačka 70

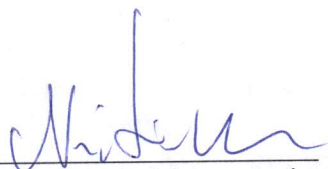
Telefon: +381 23 544537
Telefaks: +381 23 546655
E-mail: office@ipok.co.rs

MIŠLJENJE KORISNIKA

O realizaciji tehničkog rešenja: "Postrojenje za sušenje šećera (dekstroze), kapaciteta 2.200 kg/h".

Mišljenja smo da navedeno tehničko rešenje izgrađeno u preduzeću „IPOK“, Zrenjanin, omogućava povećanje kapaciteta proizvodnje šećera na 15.000 t/god. Pored toga dobijen je i bolji kvalitet osušenog proizvoda – šećara, što je bio i jedan od ključnih problema i zahteva tržišta.

Zrenjanin, 10. 07. 2012. god



Korisnik tehničkog rešenja
„IPOK“, Zrenjanin

Milan Nićetin, dipl. pravnik





Технички факултет "Михајло Пупин"
Буре Баковића бб
23000 Зрењанин
www.tfzr.uns.ac.rs
Датум: 11.07.2012.
Број: 04 – 2036/9

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

са 51. седнице Наставно – научног већа Техничког факултета
"Михајло Пупин" у Зрењанину, одржане 11.07.2012. године.

Непотребно изостављено!

9.

ИЗВЕШТАЈИ КАТЕДРИ

9.33.

Након уводне речи проф. др Милана Павловића, председника већа и разматрања предлога Катедре за машинско инжењерство, једногласно је донета

ОДЛУКА

Наставно – научно веће Техничког факултета «Михајло Пупин» у Зрењанину, именује рецензенте за процену техничког решења: "Постројење за сушење шећера (декстрозе), капацитета 2.200 kg/h".

Аутори: Проф. др Драгиша Толмач и проф. др Славица Првуловић.

За рецензенте се именују:

1. Проф. др Мирослав Ламбић, Технички факултет "М. Пупин", Зрењанин,
2. Проф. др Миладин Бркић, Пољопривредни факултет, Нови Сад.

За тачност извода оверио
Драгана Бугарчић

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО – НАУЧНОГ ВЕЋА

Проф. др Милан Павловић

Доставити:

1. Ауторима
2. Рецензентима
3. Архиви



Република Србија – АП Војводина
Универзитет у Новом Саду
Технички факултет «Михајло Пупин»
Зрењанин, Туре Ђаковића бб
www.tfzr.uns.ac.rs
Тел.023/550-515 факс: 023/550-520
ПИБ: 101161200



Дел.бр: 01-2645
Датум: 18.09.2012.

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

са 53. седнице Наставно – научног већа Техничког факултета
«Михајло Пупин» у Зрењанину, одржане 12.09.2012. године.

Непотребно изостављено!

8.

ИЗВЕШТАЈИ КАТЕДРИ

8.7. Катедра за машинско инжењерство одржана 12.09.2012.године

Након уводне речи проф. др Милана Павловића, председника Већа и предлога Катедре,
Наставно – научно веће једногласно доноси

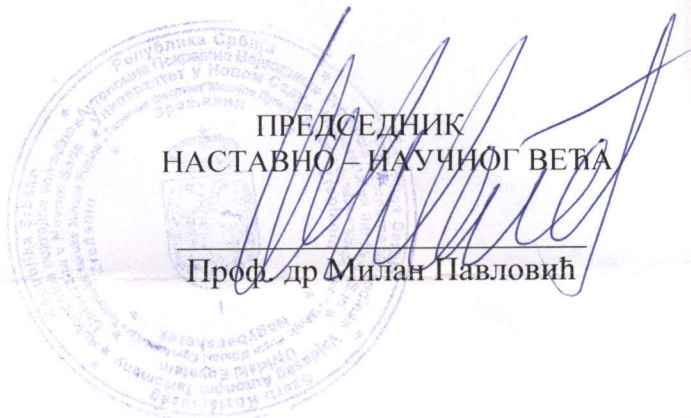
ОДЛУКУ

УСВАЈА СЕ Извештај Рецензије за процену техничког решења: „Постројење за сушење шећера (декстрозе), капацитета 2.200 kg/h.“ Аутора проф. др Драгиша Толмач, проф. др Славица Првуловић. Рецезенти: проф. др Мирослав Ламбић, Технички факултет „М.Пупин“, Зрењанин и проф. др Миладин Бркић, Пољопривредни факултет, Нови Сад. Извештај Рецензије чини саставни део овог записника.

За тачност извода оверио
Ружица Ивковић

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО – НАУЧНОГ ВЕЋА

Проф. др Милан Павловић





Република Србија – АП Војводина
Универзитет у Новом Саду
Технички факултет «Михајло Пупин»
Зрењанин, Буре Ђаковића бб
www.tfzr.uns.ac.rs
Тел.023/550-515 факс: 023/550-520
ПИБ: 101161200



Дел.бр: 01-2645
Датум: 18.09.2012.

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

са 53. седнице Наставно – научног већа Техничког факултета
«Михајло Пупин» у Зрењанину, одржане 12.09.2012. године.

Непотребно изостављено!

8.

ИЗВЕШТАЈИ КАТЕДРИ

8.7. Катедра за машинско инжењерство одржана 12.09.2012.године

Након уводне речи проф. др Милана Павловића, председника Већа и предлога Катедре,
Наставно – научно веће једногласно доноси

ОДЛУКУ

УСВАЈА СЕ Извештај Рецензије за процену техничког решења: „Постројење за сушење шећера (декстрозе), капацитета 2.200 kg/h.“ Аутора проф. др Драгиша Толмач, проф. др Славица Првуловић. Рецензенти: проф. др Мирослав Ламбић, Технички факултет „М.Пупин“, Зрењанин и проф. др Миладин Бркић, Пољопривредни факултет, Нови Сад. Извештај Рецензије чини саставни део овог записника.

За тачност извода оверио
Ружица Ивковић

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО – НАУЧНОГ ВЕЋА

Проф. др Милади Павловић