

**UČINKOVITOST STACIONARNOG SUSTAVA ZA  
IZGNOJAVANJE NA FARMI MUZNIH KRAVA****N. Šebalj, D. Filipović****Sažetak**

Istraživanje učinkovitosti kombiniranog stacionarnog sustava za izgnojavanje provedeno je na farmi muznih krava u Oštrom Vrhu pored Starog Petrovog Sela. Sustav se sastoji od dva krilna čistača, oscilirajuće motke s lopaticama i hidrauličkog potiskivača gnoja. U staji je tijekom istraživanja bilo 60 muznih krava Holštajnsko-frizijske pasmine koje su dnevno u prosjeku proizvele 1944.5 kg gnoja. Dnevno je obavljano pet ciklusa izgnojavanja, a prosječna učinkovitost čišćenja iznosila je 97.8%. Ukupno vrijeme trajanja jednog ciklusa izgnojavanja iznosilo je u prosjeku 29.7 minuta, odnosno 2.48 minuta po jednom grlu dnevno. Utrošak energije po jednom ciklusu izgnojavanja iznosio je 2.15 kWh, od čega 89.8% otpada na oscilirajuću motku i potiskivač gnoja, a svega 10.2% na krilne čistače.

Ključne riječi: govedi gnoj, krilni čistači, oscilirajuća motka s lopaticama, hidraulički potiskivač, utrošak energije

*Uvod*

U suvremenom uzgoju goveda posebna se pažnja mora posvetiti osiguranju povoljnih uvjeta držanja životinja i voditi briga o zaštiti okoliša. Pri tome značajnu ulogu ima sustav odstranjivanja gnoja iz staje, jer je potrebno pravovremeno i učinkovito odstraniti gnoj kako bi se što je više moguće spriječila njegova fermentacija unutar staje pri čemu nastaju štetni plinovi, prvenstveno amonijak, koji utječu na zdravlje životinja. Emisija amonijaka je jedan od glavnih uzroka zagađivanja okoliša u govedarskoj proizvodnji (Zhang i sur., 2005), a ujedno je i uzrok loših mikroklimatskih prilika u stajama (Kavolelis, 2006). Pod onečišćen fekalijama je glavni izvor emisije amonijaka u staji (Braam i sur., 1997b), a uz to što amonijak loše utječe na zdravlje životinja, dulje zadržavanje gnoja na području kretanja goveda povećava i opasnost pojave mastitisa i oboljenja nogu (Ikeguchi i Kamo, 1997).

---

Nevio Šebalj, dipl.ing., diplomirao na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu; Prof.dr.sc.  
Dubravko Filipović, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb

Prljavi pod predstavlja i mjesto gdje nastaju mikroorganizmi koji mogu biti uzročnici različitih bolesti. Iako se općenito smatra da je u stajama sa slobodnim načinom držanja goveda manja opasnost od povreda (Caput, 1996), kod onečišćenog poda se povećava klizanje životinja, a time i mogućnost pada, pri čemu može doći i do težih povreda (Swierstra i sur., 2001). Redovitim i učinkovitim izgnojavanjem postižu se bolji mikroklimatski uvjeti u staji, bolja higijena i smanjuje mogućnost povreda životinja zbog pada (Braam i sur., 1997a).

Različite izvedbe staja i sustavi držanja goveda uvjetuju i izvedbu sustava za izgnojavanje (Boxberger i sur., 1995). Od sustava za izgnojavanje se traži kvalitetno čišćenje, pouzdanost u radu i sigurnost za životinje, te sustav mora biti izveden tako da je mogućnost ozljeđivanja životinja svedena na najmanju mjeru i da što manje uznemirava životinje (Steiner i Keck, 2000). Primjena odgovarajućeg sustava za izgnojavanje doprinosi i smanjenju potrebnog ljudskog rada po jedinici proizvoda (Stipić i sur., 1993), a time i ekonomski uspješnijoj proizvodnji. Djelotvornost sustava za izgnojavanje se iskazuje minimalnim udjelom ljudskog rada, minimalnim zagađenjem okoliša i ekonomičnosti primjene (Caput, 1996).

Kako je učinkovitost izvođenja postupka izgnojavanja od izuzetne važnosti iz razloga što njime direktno utječemo na poboljšanje uvjeta držanja životinja i smanjenje ljudskog rada, a time i na proizvodne rezultate, provedeno je istraživanje učinkovitosti procesa izgnojavanja na farmi muznih krava u Oštrom Vrh. Ova farma je izabrana zbog toga što bi takve specijalizirane obiteljske farme s pedesetak muznih krava (Caput, 2003) trebale biti nositelji razvitka proizvodnje mlijeka u Hrvatskoj.

#### *Opis farme i procesa izgnojavanja*

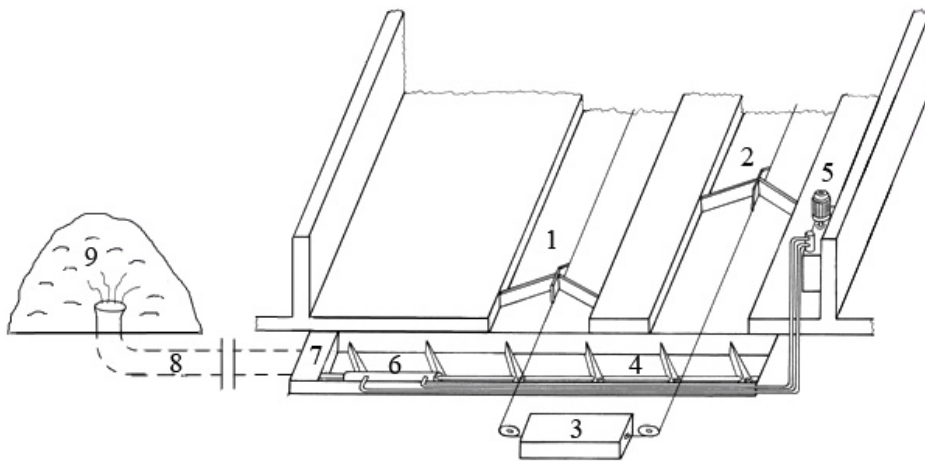
Farma muznih krava u Oštrom Vrh. smještena je u blizini Starog Petrovog Sela (45° 14' N, 17° 31' E), oko 10 km istočno od Nove Gradiške. Na farmi se primjenjuje slobodni način držanja krava u staji dimenzija 53x16 m. U staji se, osim prostora za muzne krave s boksovima, nalazi hranidbeni hodnik širine 3 m duž cijele staje, te izmuzište i mini mljekara. Uz staju se nalaze i prostorije za krave i telad, za krave u suhostaju i za smještaj stočne hrane. U staji se nalazi 60 ležišta dimenzija 240x125 cm koja su međusobno odijeljena cijevnim pregradama visine 100 cm. Ležišta su smještena u dva reda ispred kojih se nalaze blatni hodnici.

Krave na farmi su holštajnsko-frizijske pasmine (Holstein Friesian), koja je najmlječnija pasmina krava rasprostranjena gotovo po cijelom svijetu, a

nastala je selekcijom od crnošare istočno-frizijske pasmine (Uremović, 2004). Prosječna visina krava je oko 145 cm, a tjelesna masa oko 650 kg. Za uzgoj ove pasmine potrebni su odgovarajući uvjeti držanja i dobra hranidba kvalitetnom voluminoznom hranom, kao i odgovarajućim količinama koncentrata. Tijekom istraživanja na farmi su se nalazile 62 krave i jedan bik, a u samoj staji 60 krava, što znači da je kapacitet staje u potpunosti iskorišten.

Na farmi se primjenjuje kombinirani stacionarni sustav izgnojavanja pri čemu se koriste dva krilna čistača (delta strugača) za čišćenje blatnih hodnika i guranje gnoja izvan staje, oscilirajuća motka s lopaticama za poprečni transport gnoja i hidraulički potiskivač koji gura gnoj kroz spojnu cijev na gnojište (Slika 1). Ovakav sustav izgnojavanja se pokazao najprikladnijim na manjim farmama sa slobodnim načinom držanja krava (Heinloo i Leola, 2006).

Slika 1. – SHEMA SUSTAVA IZGNOJAVANJA NA FARMI MUZNIH KRAVA U OŠTROM VRHU  
 1-lijevi krilni čistač, 2-desni krilni čistač, 3-pogon krilnih čistača, 4-oscilirajuća motka s lopaticama, 5-pogon oscilirajuće motke, 6-hidraulički cilindar, 7-potiskivač gnoja, 8-spojna cijev, 9-gnojište  
 Figure 1. – SCHEME OF MANURE REMOVAL SYSTEM ON DAIRY FARM IN OSTRI VRH  
 1-left delta scraper, 2-right delta scraper, 3-delta scrapers drive, 4-reversible bar scraper, 5-reversible bar drive, 6-hydraulic cylinder, 7-press-flap, 8-connection pipe, 9-manure storage



Dva krilna čistača kreću se po blatnim hodnicima duljine 43 m, a radna širina im je 2.5 m. Svaki krilni čistač se sastoji od dva kraka duljine 1.5 m i visine 10 cm. U radnom pomaku pri guranju gnoja kraci su rastvoreni pod kutem od 90°, a u povratnom pomaku se sklapaju pod kutem od 15°. Za pogon se koristi trofazni elektromotor nazivne snage 1.5 kW i broja okretaja 1400

o/min. Na elektromotor je spojen reduktor koji taj broj okretaja smanjuje na izlaznih 19.5 o/min. Pogonski uređaj je smješten izvan staje, a vuča krilnih čistača se ostvaruje putem lanca. Blatni hodnici su izvedeni s padom od 3%, a uzduž njih se nalaze kanalići za tekući gnoj. Gnoj izguran iz staje krilnim čistačima pada u poprečni kanal duljine 20 m, širine 50 cm i dubine 40 cm. Transport gnoja do kraja poprečnog kanala obavlja se pomoću oscilirajuće motke s lopaticama. Pravocrtno oscilirajuće kretanje motke ostvaruje se hidrauličkim putem pomoću hidrauličkog cilindra s dva izlazna vratila pri čemu je jedno vratilo spojeno s motkom, a na drugom se nalazi potiskivač koji potiskuje gnoj kroz cijev na gnojište. Upravljačkim ventilom se ulje usmjerava naizmjenično u jednu i drugu stranu cilindra i na taj način gura oscilirajuća motka i potiskivač naprijed-natrag. Energiju za pogon motke ulju daje hidraulička pumpa koja ostvaruje protok ulja od 27 L/min, a pokreće je trofazni elektromotor nazivne snage 5.5 kW i broja okretaja 1440 o/min.

Oscilirajuća motka je izrađena od čeličnog četvrtastog profila, a kreće se po vodilicama ugrađenim u dno kanala. Na motku su na svakih 95 cm navareni svornjaci za zglobno vezanje lopatica. Lopatice su izrađene od lijevanog željeza s mjedenim kliznim ležajem koji se natakne na svornjak motke. Ukupno ima 22 lopatice duljine 40 cm i visine 8 cm. Tijekom rada lopatice se zbog trenja o dno kanala postepeno otklanjaju od oscilirajuće motke do kuta od 90° gurajući gnoj u hrpicama prema naprijed. Pri povratnom kretanju motke lopatice se priklanjaju uz motku pod kutem od 10° tako da ne guraju gnoj prema natrag. Na taj način se gnoj postepeno predaje od lopatice do lopatice prema kraju poprečnog kanala. Na kraju kanala gnoj predan od zadnje lopatice preuzima potiskivač koji ga gura u tlačni sanduk spojen na cijev promjera 45 cm i duljine 15 m kroz koju se gnoj odvodi do gnojišta.

#### *Materijal i metode rada*

Istraživanje je provedeno na farmi muznih krava u Oštrom Vrhu tijekom mjeseca listopada 2007. godine, a temelji se na praćenju mehaniziranog procesa izgnojavanja odnosno mjerenju vremena potrebnog za izgnojavanje, na praćenju količine odstranjenog i neodstranjenog gnoja iz staje, te energije potrebne za izgnojavanje.

Mjerenje utrošenog vremena za izgnojavanje vršeno je pomoću digitalne štoperice Casio, a pritom je mjereno vrijeme utrošeno za izgnojavanje unutar staje i vrijeme potrebno za transport gnoja kroz poprečni kanal prema gnojištu. Dobiveni podaci iskorišteni su i za određivanje utroška ljudskog rada. Pri ovom

istraživanju vršeno je sakupljanje odstranjenog i neodstranjenog gnoja iz staje da bi se dobio uvid u količinu gnoja koju je potrebno svakodnevno odstraniti i utvrdila učinkovitost sustava za izgnojavanje. Sakupljanje odstranjenog gnoja vršeno je na krajevima lijevog i desnog blatnog hodnika po završetku ciklusa izgnojavanja, a neodstranjenog po blatnim hodnicima nakon prolaska krilnih čistača. Sakupljanje gnoja vršeno je zasebno iz lijevog i desnog blatnog hodnika, jer je bila velika razlika u količini i sastavu gnoja s obzirom na sadržaj vode i slame. Određivanje mase gnoja vršeno je vaganjem na decimalnoj vagi Libela Celje maksimalne nosivosti 200 kg i točnosti  $\pm 100$  g, a volumena punjenjem plastičnih posuda poznate zapremine. Za određivanje sadržaja vode u gnoju uzeti su uzorci koji su vagani prije i nakon sušenja u trajanju od pet dana na sobnoj temperaturi na preciznoj vagi Precia Molen maksimalne nosivosti 8 kg i točnosti  $\pm 0.2$  g.

Utrošak energije za pogon sustava za izgnojavanje mjereno je očitanjem potrošene električne energije na trofaznom brojilu Iskra. Snaga pogonskih elektromotora mjerena je strujnim kliještima s ugrađenim vatmetrom Iskra, a snaga na osovini elektromotora dobivena je računskim putem na osnovi poznatog stupnja korisnog djelovanja.

#### *Rezultati istraživanja i rasprava*

U staji je tijekom istraživanja 60 muznih krava dnevno proizvodilo u prosjeku 1944.5 kg gnoja što je volumno iznosilo oko 2.5 m<sup>3</sup> pri čemu je prosječna volumna gustoća gnoja iznosila 779.2 kg/m<sup>3</sup>. Po kravi to iznosi 32.4 kg gnoja dnevno, ali treba konstatirati da je dio tekućeg gnoja (urina) otjecao kroz kanaliće u poprečni kanal. Za nastiranje je dnevno korišteno oko 150 kg slame, odnosno 2.5 kg po jednoj kravi, a prosječna duljina sječke iznosila je 21.7 cm uz standardnu devijaciju od 6.5 cm. Gnoj u lijevom blatnom hodniku koji se nalazi do hranidbenog hodnika bio je veće specifične gustoće zbog većeg sadržaja vode i minimalnog sadržaja slame. U desnom blatnom hodniku koji se nalazi između dva reda ležaja bilo je maseno i volumno znatno više gnoja koji je imao veći sadržaj slame i manji sadržaj vode pa je njegova volumna gustoća bila za 28.4% manja u odnosu na gnoj iz lijevog blatnog hodnika. Prosječne dnevne količine i neka svojstva gnoja prikazani su u tablici 1. Svojstva gnoja kao što su volumna gustoća, sadržaj vode, sadržaj slame i druga bitna su kod izbora sustava za izgnojavanje (El-Mashad i sur., 2005).

Tablica 1. – PROSJEČNE DNEVNE KOLIČINE I NEKA SVOJSTVA GNOJA  
Table 1. – AVERAGE DAILY QUANTITIES AND SOME MANURE PROPERTIES

| Dio staje<br>Stall part     | Masa gnoja<br>Manure mass<br>(kg) | Volumen gnoja<br>Manure volume<br>(dm <sup>3</sup> ) | Sadržaj vode<br>Water content<br>(%) | Volumna gustoća gnoja<br>Manure bulk density<br>(kg/m <sup>3</sup> ) |
|-----------------------------|-----------------------------------|--|--------------------------------------|--|
| Lijevi hodnik<br>Left alley | 623.0                             | 629.7  | 89.3                                 | 989.4  |
| Desni hodnik<br>Right alley | 1321.5                            | 1865.7   | 78.5                                 | 708.3  |
| Ukupno<br>Total             | 1944.5                            | 2495.4   | 82.0                                 | 779.2  |

Na farmi muznih krava u Oštrom Vrhu provodi se pet ciklusa izgnojavanja dnevno. Nakon prolaska krilnih čistača u staji je u prosjeku ostajalo 8.6 kg neočišćenog gnoja što iznosi 2.2% proizvedene mase gnoja u intervalu između dva ciklusa izgnojavanja (Tablica 2). Neočišćeni gnoj iza lijevog krilnog čistača ostajao je zbog toga što je rijedak gnoj ostao u udubljenjima betonske podloge koja su nastala tijekom izrade ili kasnije zbog oštećenja. Kod desnog čistača se zbog veće količine gnoja tijekom izgnojavanja stvorila veća hrpa, te je došlo do mjestimičnog prebacivanja gnoja preko krakova čistača. Uzimajući u obzir dobivene rezultate može se zaključiti da prosječna učinkovitost sustava izgnojavanja u staji iznosi 97.8%. Iako se može reći da je učinkovitost čišćenja sustava za izgnojavanje zadovoljavajuća, zbog neravnomjerno raspoređenog gnoja u blatnim hodnicima i veće količine gnoja u desnom blatnom hodniku, povećanjem broja ciklusa izgnojavanja dnevno povećala bi se i učinkovitost čišćenja. Steiner i Keck (2000) preporučuju provođenje 3-6 ciklusa izgnojavanja dnevno, dok Braam i sur. (1997a) preporučuju čak 12 ciklusa izgnojavanja dnevno, jer smatraju da se češćim izgnojavanjem zbog kraćeg zadržavanja fekalija u staji postižu bolji mikroklimatski uvjeti i bolja higijena.

Tablica 2. – UČINKOVITOST SUSTAVA IZGNOJAVANJA U STAJI  
Table 2. – EFFICIENCY OF MANURE REMOVAL SYSTEM IN STALL

| Dio sustava za<br>izgnojavanje<br>Part of manure<br>removal system | Masa odstranjenog gnoja<br>po ciklusu<br>Removed manure mass<br>per cycle<br>(kg) | Masa neodstranjenog<br>gnoja<br>Non removed manure<br>mass<br>(kg) | Učinkovitost izgnojavanja<br>Manure removal efficiency<br>(%) |
|--|---|--|---|
| Lijevi čistač<br>Left scraper                                      | 122.5   | 2.1  | 98.3  |
| Desni čistač<br>Right scraper                                      | 257.8   | 6.5  | 97.5  |
| Ukupno<br>Total  | 380.3   | 8.6  | 97.8  |

S obzirom na brzinu kretanja radnih organa, teoretska brzina rada krilnih čistača iznosi 0.17 m/s odnosno 10 m/min. Budući da krilni čistači imaju jedan zajednički pogonski sklop, njihovo kretanje je naizmjenično. Dok se lijevi čistač kreće, desni miruje i obrnuto, tako da je stvarna brzina izgnojavanja bila upola manja od teoretske. Prema Steiner i Keck (2000), brzina izgnojavanja ne bi smjela biti veća od 4 m/min ako se želi mogućnost ozljeđivanja životinja svesti na najmanju moguću mjeru i što manje uznemiravati životinje.

Tablica 3. – UTROŠAK VREMENA POTREBNOG ZA IZGNOJAVANJE  
Table 3. – MANURE REMOVAL TIME REQUIREMENT

| Dio sustava za izgnojavanje<br>Part of manure removal system | Teoretska brzina<br>Theoretical velocity (m/s) | Utrošak vremena po jednom ciklusu<br>Time requirement per one cycle (min) | Stvarna brzina izgnojavanja<br>Real manure removal velocity (m/min) | Omjer brzina<br>Velocity ratio |
|--|--|---|---|--------------------------------|
| Krilni čistači<br>Delta scrapers                             | 0.17   | 8.6   | 5.0   | 2 : 1                          |
| Oscilirajuća motka<br>Reversible bar                         | 0.13   | 21.1  | 0.9   | 9 : 1                          |

Napomena: Sekunde su preračunate u decimalne brojeve  
Note: Seconds are converted into decimal numbers

Teoretska brzina rada oscilirajuće motke s lopaticama iznosi 0.13 m/s odnosno 7.8 m/min, dok je stvarna brzina izgnojavanja iznosila svega 0.9 m/min. Nedostatak kod ovog sustava izgnojavanja je velika količina gnoja koja odjednom dolazi iz staje u poprečni kanal i zbog toga dolazi do prebacivanja gnoja preko lopatica. Uz to, velika masa gnoja otežava i normalno otklanjanje i priklanjanje lopatica što znatno usporava proces. Navedeni razlozi su utjecali na to da je vrijeme potrebno za guranje gnoja do kraja poprečnog kanala u stvarnosti bilo devet puta veće od teoretski potrebnog vremena. Ukupno trajanje jednog ciklusa izgnojavanja u prosjeku je iznosilo 29.7 minuta, od čega 71% otpada na oscilirajuću motku i potiskivač gnoja, a 29% na krilne čistače. Dnevno se na izgnojavanje prosječno utroši 148.5 minuta, odnosno 2 sata, 28 minuta i 30 sekundi, a prosječni utrošak vremena za izgnojavanje po kravi iznosi 2.48 minuta dnevno.

Tablica 4. – UTROŠAK ENERGIJE ZA IZGNOJAVANJE  
Table 4. – ENERGY REQUIREMENT FOR MANURE REMOVAL

| Dio sustava za izgnojavanje<br>Part of manure removal system | Prosječna snaga elektromotora<br>Average electro-motor power (kW) | Utrošak energije po jednom ciklusu<br>Energy requirement per one cycle (kWh) | Utrošak energije po jednom metru<br>Energy requirement per one meter (Wh/m) |
|--|---|--|---|
| Krilni čistači<br>Delta scrapers                             | 1.22  | 0.22   | 2.56  |
| Oscilirajuća motka<br>Reversible bar                         | 4.75  | 1.93   | 55.14   |

Prosječna snaga potrebna za pogon krilnih čistača iznosila je 1.22 kW, što predstavlja 81.3% nazivne snage pogonskog elektromotora. U početku kretanja krilnih čistača potrebna je manja snaga, a što se više povećava količina gnoja raste i potrebna snaga za pogon. Kod oscilirajuće motke primijećen je suprotan trend. Najveća snaga bila je potrebna u početku zbog velike količine gnoja koja odjednom dolazi iz staje i tada je pogonski elektromotor najjače opterećen. Kada se dio gnoja izgura prema kraju kanala smanjuje se i opterećenje. Prosječna snaga potrebna za pogon oscilirajuće motke iznosila je 4.75 kW, što predstavlja 86.4% nazivne snage pogonskog elektromotora. Utrošak električne energije po jednom ciklusu izgnojavanja u prosjeku je iznosio 2.15 kWh, od čega 89.8% otpada na oscilirajuću motku, a svega 10.2% na krilne čistače. Pri tome treba uzeti u obzir da pogonski sklop oscilirajuće motke ujedno pokreće i potiskivač koji potiskuje gnoj kroz cijev na gnojište. Utrošak energije po metru izgnojavanja kod krilnih čistača je iznosio 2.56 Wh/m, a kod oscilirajuće motke i potiskivača 55.14 Wh/m. Dnevno se na izgnojavanje u prosjeku utroši 10.75 kWh, što iznosi 0.18 kWh po kravi.

Najveći dio energije utrošen je za pogon oscilirajuće motke i potiskivača gnoja. Zbog velike količine gnoja u jednom ciklusu, velikog opterećenja i duljeg vremenskog trajanja transporta gnoja kroz poprečni kanal, preporučuje se povećanje dnevnog broja ciklusa izgnojavanja. Povećanjem broja ciklusa smanjila bi se količina gnoja po jednom ciklusu, a time i vršna opterećenja motora i utrošak vremena po ciklusu izgnojavanja. Ujedno bi se, kao što navode Braam i sur. (1997a) zbog kraćeg zadržavanja fekalija u staji, postigli još bolji mikroklimatski uvjeti i higijena u staji.



### *Zaključak*

Tijekom istraživanja na farmi muznih krava u Oštrm Vrh 60 muznih krava je dnevno u prosjeku proizvelo 1944.5 kg gnoja. Dnevno je obavljano pet ciklusa izgnojavanja, pri čemu je prosječna učinkovitost čišćenja iznosila 97.8%. Ukupno trajanje jednog ciklusa izgnojavanja iznosilo je u prosjeku 29.7 minuta. Od toga je 8.6 minuta utrošeno za izgnojavanje u staji, a 21.1 minuta za transport gnoja od staje do gnojišta. Prosječna snaga potrebna za pogon krilnih čistača iznosila je 1.22 kW, a za pogon oscilirajuće motke i potiskivača gnoja 4.75 kW. Utrošak energije po jednom ciklusu iznosio je 2.15 kWh, od čega 1.93 kWh otpada na oscilirajuću motku i potiskivač gnoja, a 0.22 kWh na krilne čistače.

### LITERATURA

1. Boxberger, J., T. Amon, A. Pöllinger, B. Haidn (1995.): Mechanische Entmistung. Landtechnik 50 (6): 343-353.
2. Braam, C. R., J. J. M. H. Ketelaars, M. C. J. Smits (1997a.): Effects of floor design and floor cleaning on ammonia emission from cubicle houses for dairy cows. Netherlands Journal of Agricultural Science 45 (1): 49-64.
3. Braam, C. R., M. C. J. Smits, H. Gunnink, D. Swierstra (1997b.): Ammonia emission from a double-sloped solid floor in a cubicle house for dairy cows. Journal of Agricultural Engineering Research 68 (1): 375-386.
4. Caput, P. (1996.): Govedarstvo. Udžbenik Sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku, Celeber, Zagreb.
5. Caput, P. (2003.): Govedarstvo Hrvatske i inozemni trendovi. Stočarstvo 57 (3): 203-216.
6. El-Mashad, H.M., W.K.P. van Loon, G. Zeeman, G.P.A. Bot (2005.): Rheological properties of dairy cattle manure. Bioresource Technology 96 (5): 531-535.
7. Heinloo, M., T. Leola (2006.): Synthesis a local driver driven manipulator for the scraper of a press manure removal. Zbornik radova 34. Simpozija "Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede", Opatija: 527-534.
8. Ikeguchi, A., M. Kamo (1997.): Mass transfer of moisture and ammonia from manure and manure litter mixture in free-stall housing. Transactions of the ASAE 40 (4): 1191-1197.
9. Kavolelis, B. (2006.): Impact of animal housing system on ammonia emission rates. Polish Journal of Environmental Studies 15 (5): 739-745.
10. Steiner, B., M. Keck (2000.): Stationäre Entmischungsanlagen in der Rinder- und Schweinehaltung. FAT-Berichte 542: 1-18.
11. Stipičić, N., I. Jakopović, M. Uremović, Z. Robić (1993.): Neke pretpostavke za uspješan razvoj stočarstva u Hrvatskoj. Stočarstvo 47 (7-8): 307-318.

12. Swierstra, D., C. R. Braam, M. C. Smits (2001.): Grooved floor system for cattle housing: Ammonia emission reduction and good slip resistance. *Applied Engineering in Agriculture* 17 (1): 85-90.
13. Uremović, Z. (2004.): *Govedarstvo. Udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.*
14. Zhang, G., J. S. Strøm, B. Li, H. B. Rom, S. Morsing, P. Dahl, C. Wang (2005.): Emission of ammonia and other contaminant gases from naturally ventilated dairy cattle buildings. *Biosystems Engineering* 92 (3): 355-364.

#### **EFFICIENCY OF THE STATIONARY MANURE REMOVAL SYSTEM ON DAIRY FARM**

##### **Summary**

An investigation into the efficiency of combined stationary manure removal system was carried out on a dairy farm in Ostri Vrh near Staro Petrovo Selo. The system consists of two delta scrapers, reversible bar scraper and hydraulic press-flap. During the investigation there were 60 Holstein Friesian cows in the stalls, which produced on average 1944.5 kg of manure daily. The five manure removal cycles per day were carried out with average efficiency of 97.8%. Total time of one manure removal cycle was on average 29.7 minutes, which was 2.48 minutes per cow daily. Energy requirement per one manure removal cycle was 2.15 kWh, of which 89.8% was required for reversible bar scraper with hydraulic press-flap, and only 10.2% for delta scrapers.

Key words: dairy cattle manure, delta scrapers, reversible bar scraper, hydraulic press-flap, energy requirement

Primljeno: 10.4.2008.