

Mr inž. Josip Gašparac,
Institut za mehanizaciju poljoprivrede — Zagreb

ISPITIVANJE UREĐAJA ZA ČIŠĆENJE STAJSKOG GNOJA SA BESKONAČNIM LANCEM U ZATVORENIM STAJAMA ZA GOVEDA

U V O D

Čišćenje gnoja u zatvorenim stajama za goveda spada u vrlo teške radove koji angažiraju dosta veliki dio radnog vremena ukoliko se radovi obavljaju ručno. Za mehanizirano iznošenje gnoja postoji više vrsta uređaja, kao s amo-tamo oscilirajućom motkom s lopaticama, s lančastim transporterom, traktorom sa buldožerskom daskom i dr. Upotrebom ovakvih uređaja ušteduje se radno vrijeme, olakšava se posao radnicima, a svakodnevno višekratno čišćenje staje osigurava dobivanje higijenskog mlijeka. Na Agrokombinatu — »Zagreb«, pogon Lužnica kod Zaprešića, izvršena su ispitivanja lančastog transportera za iznošenje gnoja iz zatvorene staje.

METODIKA ISPITIVANJA

Uređaj je ispitivan po metodici Instituta, a obuhvaćena su slijedeća mjerenja:

- utrošeno radno vrijeme za čišćenje;
- brzinu kretanja lanca;
- snaga elektromotora pri pojedinim fazama rada;
- iznešenu količinu gnoja iz staje, odnosno utovarena u prikolicu ili na gnojštu

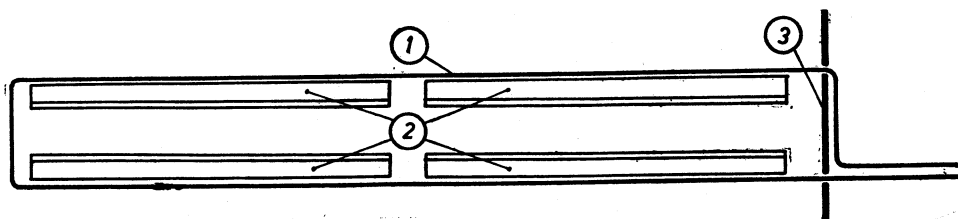
OPĆI OPIS I TEHNIČKI PODACI UREĐAJA

Opći opis

Uređaj sa beskonačnim lancem proizvodnje »SAFIZ« namijenjen je za iznošenje svježeg stajskog gnoja iz zatvorenih staja za goveda (sl. 1). Uređaj se sastoji iz slijedećih sklopova:

- a — beskonačnog lanca s kosinom za istovar,
- b — transportne trake,
- c — mosne dizalice s čeljusnim hvatačima (kao poseban uređaj).

Slika 1 — Skica uređaja za čišćenje stajskog gnoja.



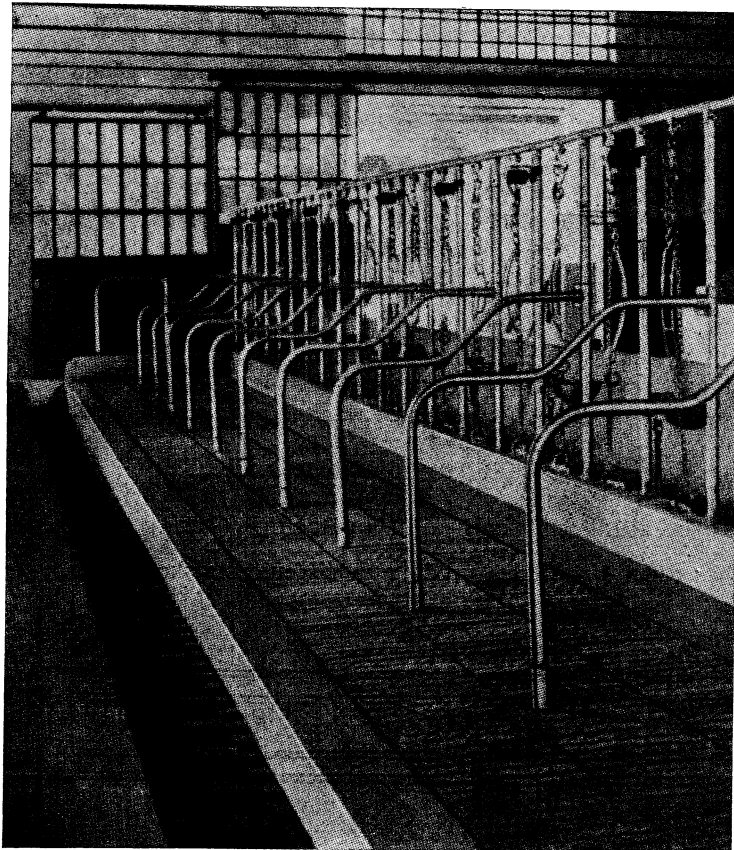
Slika 2
1 = Uređaj za čišćenje; 2 = stajalište; 3 = Zid staje

a) Beskonačni lanac s kosinom za istovar

Beskonačni lanac je smješten u betonirani kanal iza stajališta. Na lancu (Galovom) su kruto pričvršćene poprečne letvice. Letvice su drvene, okovane željezom i s njima se potiskuje gnoj iz staje na kosinu za istovar, gdje je smješten pogonski elektromotor s redukcionim sklopom. Reducirani broj okretaja se prenosi na lanac lančanicom. Gnoj pada s lanca na transportnu traku. Očišćeni (prazan) lanac se vraća u staju. Promjena smjera kretanja lanca je omogućena vodećim lančanicima.

b) Transportna traka

Smještena je ispod mjesta gdje s lanca pada gnoj. Traka je od gumi-ranog platna, napetog preko dva bubnja, pogoni se posebnim elektromotorom. Gnoj koji padne na traku prenosi se u gnojište.



c) Mosna dizalica

Most je smješten nad gnojištem, a pomiče se po stranicama gnojišta kotačima pogonjenim elektromotorima. Na mostu se nalazi dizalica sa čeljusnim hvatačem pogonjena elektromotorom. Upravljanje dizalicom se obavlja sa sjedala koje je prigradeno na mostu. Dizalicom se gnoj utovaruje u prikolicu ili razbacuje po gnojištu (kod svakog čišćenja).

Tehnički podaci

Beskonačni lanac:

Izmjere:

Ukupna dužina lanca:	172,85 m
Dužina lanca u staji:	144,45 m
Efektivna dužina čišćenja (ita stajališta):	120,74 m

Dimenzije kanala za gnoj:

— dubina uz stajalište	30 cm
— dubina uz prolaz	25 cm
— širina	40 cm

Dimenzije kosine za istovar:

— ukupna dužna	3,5 m
— dužina do mjesta istovara	2,85 m
— ukupna širina	1,07 m
— nagib	22,8°

Razmak između letvica na lancu 46 cm

Dimenzije letvica 38x5x5 cm

Brzina kretanja lanca 0,11 m sec⁻¹

Vrijeme koje je potrebno da lanac prođe cijeli put 26,2 min

Elektromotor:

Vrsta:	trofazni asinhroni kavezni, snaga 4,1 kW, broj okretaja 1430 min ⁻¹
--------	--

Transportna traka:

Izmjere:

— dužina	1,5 m
— širina	0,5 m
— visina od tla	0,35 m

Elektromotor:

Vrsta:	trofazni asinhroni kavezni, snaga 1,1 kW, broj okretaja 1410 min ⁻¹
--------	--

Mosna dizalica:

Put kretanja: uzdužno	16,5 m
poprečno	16,5 m

Dimenzije:

— najveća dužina	16,5 m
— najveća širina	3,0 m
— najveća visina	5,3 m
— najveća visina utovara	2,6 m

Elektromotor dizalice:

Vrsta:	trofazni asinhroni, snaga 2,2 kW broj okretaja 1420 min ⁻¹
--------	--

REZULTATI ISPITIVANJA

Uvjeti ispitivanja

Uređaj je smješten u staju kapaciteta 100 kom. krava koje su razmještene u dva usporedna reda. Između njih se nalazi hodnik za dopremu hrane i valovi. Iza svakog reda nalazi se kanal u kojem je položen lanac uređaja za čišćenje. Dužina slame za stelju je varirala od 20—40 cm. Slama se doprema u balama, a bale su formirane prešom kombajna. Temperatura zraka u staji je varirala od +3,4 do +8,4°C, a izvan staje od +8 do —22,2°C. Relativna vlaga zraka u staji je iznosila 85—89%, a izvan staje 64—84%. Gnoj koji se nalazio u kanalu bio je normalni svježi stajski gnoj s nešto malo više vode nego što je uobičajeno — voda je bila dodana kod pranja stoke prije mužnje. Prosječna količina (po kravi) varirala je od 16,8—29,2 kp.

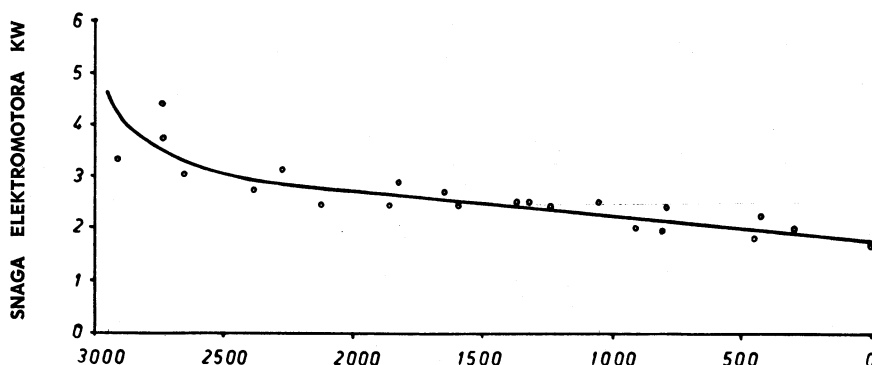
Organizacija rada

Čišćenje se obavlja dva puta dnevno i to ujutro oko 8 sati i poslije podne oko 16,30 sati. Izmetine, koje se nalaze na stajalištu, prigrće jedan radnik vilama u kanal uređaja. Nakon što su sva stajališta očišćena, radnik uključuje sklopke uređaja (lanca i trake). Iznijeti gnoj iz staje koji pada u gnojnište zahvaća se mosnom dizalicom i razbacuje. Dizalicom upravlja posebni radnik. Kada je sav gnoj iznijet izvan staje, radnik u staji isključuje uređaj. Nakon toga se razbacuje nova (suha) slama pod krave na stajalištu.

Postignuti rezultati pri ispitivanju beskonačnog lanca s kosinom

Ispitivani uređaj je imao prosječni učin oko 6000 kp h^{-1} odnosno uz prosječno vrijeme trajanja čišćenja od 21,3 min učin je bio 2130 kp (vidi tabelu broj 1). Napominjemo da su ovo prosječni rezultati u kojima je uzeto u obzir kako jutarnje tako i popodnevno čišćenje. Količine gnoja u jutarnjem čišćenju su nešto veće od popodnevni (oko 55% ukupne količine) te se učin kreće (ujutro) od 101 do 136 kp min^{-1} . Maksimalni učin koji je postignut u jutarnjem čišćenju bio je 8200 kp h^{-1} , odnosno 136 kp min^{-1} a efektivno vrijeme čišćenja je iznosilo 21,5 min, pa je, prema tome, u času početka čišćenja na lancu bilo oko 2900 kp gnoja.

Na grafikonu 1 se vidi da utrošena snaga elektromotora za pogon lanca uređaja pada po hiperbolnoj krivulji. Napominjemo da je elektromotor (početna količina 2740 kp gnoja) u jednom ispitivanju bio preopterećen za 120%.



Grafikon 1 — Krivulja snage elektromotora lanca

Ovo preopterećenje je u dopustivim granicama za tu vrstu i tip motora. Ovakvi motori mogu podnijeti preopterećenje od 25% kroz 30 min. rada, odnosno 50% kroz 2 min. rada. Također navodimo da je ova maksimalno registrirana snaga elektromotora izmjerena neposredno nakon pokretanja smrznutog lanca. To znači, da ovdje moramo uzeti u obzir i snagu za savladavanje dodatnog otpora pokretanja lanca.

Tabela br. 1

Prosječna količina očišćenog gnoja za 1 čišćenje	kp min ⁻¹ kp h ⁻¹	100 6000
Prosječno vrijeme rada uređaja za jedno čišćenje	min	21,3
Utrošeno radno vrijeme po jednom čišćenju po 1 kravi	min	0,0213
Utrošeno radno vrijeme na dan po 1 kravi	min	0,0426
Prosječna efektivno očišćena količina za jedno čišćenje gnoja	kp	2130
Izmjerena količina gnoja u 1 čišćenju	kp min ⁻¹	75,5
— minimalna	kp h ⁻¹	4530
— maksimalna	kp min ⁻¹ kp h ⁻¹	136 8200
Izmjerena efektivna očišćena količina gnoja za jedno čišćenje	kp	1650
— minimalna	kp	2920
Izmjereno vrijeme trajanja rada za jedno čišćenje	min	20,1
— minimalno	min	21,7
— maksimalno		
Prosječna izmjerena snaga elektromotora lanca	kW	2,5
Maksimalna izmjerena snaga elektromotora lanca	kW	4,43
Minimalna izmjerena snaga elektromotora lanca (prazan lanac)	kW	1,66
Prosječni utrošak električne energije za jedno čišćenje	kWh	0,93
Vrijeme potrebno za čišćenje 1 m efektivnog kanala	min m ⁻¹	0,17
Utrošena snaga za pražnjenje 1 m efektivnog lanca		
— pri opterećenju	kW m ⁻¹	0,021
— neopterećeni lanac	kW m ⁻¹	0,014
Utrošak električne energije po q očišćenog gnoja	kWh	0,033

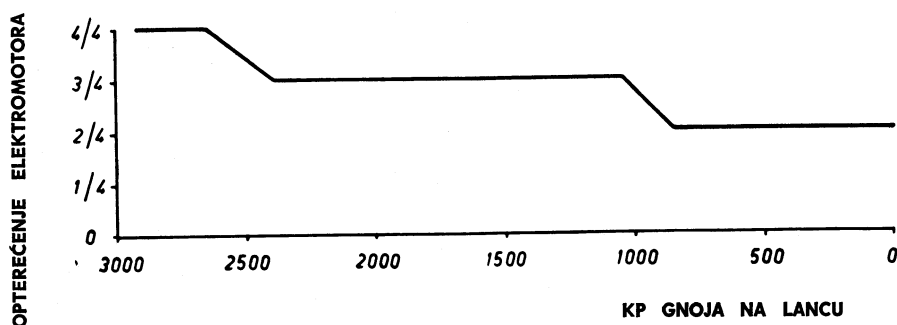
Kod nesmrznutog lanca maksimalna izmjerena snaga bila je 3,3 kW, dakle ispod nominalno deklarirane snage motora, premda je na lancu bila veća količina gnoja nego u prethodnom slučaju (2920 kp). Kada je lanac potpuno rasterećen elektromotor je opterećen sa 56% nazivne snage.

Na tabeli 2 i na grafikonu 2 su navedeni podaci o rasterećivanju elektromotora za jedno od ispitivanja (2740 kp gnoja na lancu). Opažamo da je elektromotor radio 14,4% radnog vremena pod punim opterećenjem, a 42,8% pod 3/4 opterećenja, te isto toliko vremena pod 2/4 opterećenja.

Tabela br. 2

Nazivno opterećenje	radnog vremena
4/4	14,4%
3/4	42,8%
2/4	42,8%

Ovakvo iskorištenje radnog vremena je potpuno logično i opravdano za kontinuirano rasterećivan lančasti transporter kakav je de facto ovaj uređaj za čišćenje staja. Napominjemo da je krivulja na grafikonu 2 izrađena na temelju većeg broja mjerenja rasterećivanja.



Grafikon 2 — Odnos opterećenja elektromotora lanca prema rasterećivanju lanca

Prosječna utrošena snaga elektromotora bila je 2,5 kW. Kako je već naprijed navedeno, maksimalna registrirana snaga bila je 4,4 kW, a minimalna (kada je lanac potpuno rasterećen) bila je 1,6 kW. Prosječni utrošak električne energije bio je 0,93 kWh, odnosno 0,033 kWh po q očišćenog gnoja. Vrijeme koje je utrošeno da se očisti 1 metar efektivnog kanala uređaja bilo je 0,17 min m⁻¹. Pod efektivnim kanalom uređaja se podrazumijeva samo onaj dio kanala (jarka) koji se nalazi iza stajališta.

Jedan dio ispitivanja je obavljen pod vrlo nepovoljnim uvjetima. Utvrđeno je da se lanac mogao pokrenuti pri -12°C vanjske temperature zraka, dok su se kod temperature od -22,2°C zamrzli ostaci gnoja i osoke na dijelu lanca izvan staje, pa je bilo potrebno razbijati led i lanac održavati toplom vodom. Kada je kod te niske temperature lanac bio odmrznut, normalno je dalje radio.

Postignuti rezultati kod ispitivanja mosne dizalice

Mosna dizalica je ispitivana u 1) radu na utovaru gnoj iz gnojišta u prikolicu i 2) radu na odstranjivanju gnoj koji padne s transportne trake, te njegovom razbacivanju (planiranju) gnojištem.

1) **Rad na utovaru.** Dizalicom je utovarivan gnoj u prikolicu nosivosti 2 t. Utvrđeni su slijedeći podaci:

— vrijeme potrebno za utovar jedne prikolice	351 s
— težina utovarenog gnoj u jednu prikolicu	13,2 q
— prosječno vrijeme trajanja jednokratnog utovara	35,1 s
— učin na 1 h čistog rada	135 q
— maksimalna izmjerena snaga elektromotora	3,6 kW
— minimalna izmjerena snaga elektromotora	1,07 kW

Pod jednokratnim radom hvatača podrazumijevamo slijedeće faze rada: vožnja poprečno, spuštanje, zahvaćanje gnoj, dizanje, vožnja poprečno, usmjerivanje nad prikolicu (vožnja uzdužno) spuštanje, otvaranje čeljusti hvatača, te dizanje praznog hvatača.

Maksimalna izmjerena snaga elektromotora bila je 3,6 kW, a minimalna 1,06 kW. Ova maksimalna snaga registrirana je u trenutku kada su čeljusti hvatača čupale gnoj iz gnojišta. Preopterećenje motora je tada iznosilo 64%. Kao što smo već prije naglasili, ovakva preopterećenja elektromotora su dopustiva u vrlo kratkom vremenskom razdoblju, kao što je npr. u času čupanja gnoj. Za vrijeme dizanja, kao i za vrijeme poprečne vožnje punog hvatača, izmjerena snaga je varirala od 2,14 do 2,66, tj. opterećenje elektromotora je variralo od 98—120% od nazivne snage. Minimalna snaga je izmjerena kada je el. motor radio »na prazno«.

2) **Rad na razbacivanju.** Dizalicom je odstranjivan svježi (vlažni) stajski gnoj koji padne s transportne trake u gnojište i njome razbacivan po gnojištu. Izmjereno radno vrijeme koje je potrebno da se gnoj od jednog čišćenja isplanira (ovisi o količini gnoj u jednom čišćenju) iznosilo je 11,2 — 17,3 min, odnosno za jednokratni rad hvatačem 30—60 s. Pod jednokratnim radom hvatača podrazumijevamo slijedeće faze rada: vožnja poprečno, spuštanje, zahvaćanje gnoj, dizanje, vožnja poprečno i uzdužno, spuštanje, otvaranje čeljusti, dizanje i vožnja uzdužno. Maksimalna registrirana snaga bila je ista kao pod »1)«, a za vrijeme dizanja i vožnje punog hvatača je varirala od 1,78 do 2,66 kW, to znači da je opterećenje motora bilo od 81 do 120%.

Rad dizalice kod niskih temperatura bio je otežan zato što je gnoj s osokom (u početku rada) bio smrznut, pa je trebalo više puta spuštati i dizati hvatač da bi se mogla zgrabiti potrebna količina gnoj. Kod ekstremno niskih temperatura (—22,2°C) dizalica nije radila.

Analiza utroška radnog vremena

Rezultati kronografiranja radova u staji navedeni su na tabeli br. 3, a komparirani su s utrošcima radnog vremena u staji gdje se ti radovi obavljaju ručno, odnosno s podacima ispitivanja u jednoj sličnoj staji iz DDR-a.

Tabela 3 — Utrošak rada za pojedine radne zahvate po jednoj kravi

Vrsta rada zahvata	Staja 1		Staja 2		Staja 3	
	min	%	min	%	min	%
Hranjenje	10	23,2	3	17,1	2,3	11,8
Čišćenje gnoja	10	23,2	2,5	14,3	2,25	11,3
Mužnja	20	46,6	9	51,5	14,4	76,9
Ostali radovi	3	7,0	3	17,1	—	—
Ukupno	43	100	17,5	100	18,95	100

Primjedbe uz tabelu br. 3:

staja 1 — svi se radovi obavljaju ručno,

staja 2 — mužnja u staji, doprema hrane vagončićem, čišćenje gnoja uređajem s neprekidnim lancem — podaci iz DDR

staja 3 — ispitivana staja — mužnja u staji, doprema hrane traktorskom prikolicom, beskonačni lanac za čišćenje gnoja.

Komparirajući utrošak radnog vremena potrebnog za čišćenje gnoja u stajama 2 i 3 vidimo da se na taj zahvat troši približno jednako radnog vremena. Ako uzmemo utrošak radnog vremena za ručno čišćenje kao 100%, vidimo da je utrošak radnog vremena kod mehaniziranog čišćenja od 23 do 25%, tj. uštede radnog vremena su vrlo velike.

ZAKLJUČAK

Učin ispitivanog uređaja bio je 6000 kp h⁻¹ svježeg stajskog gnoja. Prosječno vrijeme rada uređaja, za jedno čišćenje bilo je 21,3 min, a prosječna efektivno očišćena količina gnoja bila je 2130 kp. Prosječno utrošeno vrijeme po jednoj kravi je iznosilo 2,25 min, dok se za čišćenje 1 q gnoja troši 0,03 kWh električne energije. Uređaj zadovoljava svojoj namjeni.

LITERATURA

1. H. Hensel, G. Czarnetzki, H. Lorenz: Technische Hilfsmittel beim Entmisten und Einstreuen in Ridenställen.
Institut für Landmaschinenlehre der Karl Marx Universität Leipzig 1963. god.