

# Analiza rada transportnih sredstava u silosu "PZ Jankovci"

---

**Lučić, Franjo**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:305536>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-19**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Franjo Lučić

Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Biljna proizvodnja

**ANALIZA RADA TRANSPORTNIH SREDSTAVA U SILOSU „PZ JANKOVCI“**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2020.**

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**  
**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Franjo Lučić

Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Biljna proizvodnja

**ANALIZA RADA TRANSPORTNIH SREDSTAVA U SILOSU „PZ JANKOVCI“**  
**Diplomski rad**

**Osijek, 2020.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Franjo Lučić

Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Biljna proizvodnja

**ANALIZA RADA TRANSPORTNIH SREDSTAVA U SILOSU „PZ JANKOVCI“**  
**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. prof. dr. sc. Darko Kiš, predsjednik
2. prof. dr. sc. Luka Šumanovac, mentor
3. dr. sc. Domagoj Zimmer, član
4. prof. dr. sc. Tomislav Jurić, zamjenski član

**Osijek, 2020.**

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. PREGLED LITERATURE .....	4
2.1. Tehnološko-tehničke karakteristike transporta .....	4
2.1.1. Fizikalno-mehanička svojstva materijala .....	4
2.1.2. Kut prirodnog pokosa (unutrašnje trenje materijala) .....	4
2.1.3. Koeficijent trenja (kut vanjskog trenja) .....	4
2.1.4. Abrazivnost materijala .....	5
2.1.5. Tehnički opis transporta .....	5
2.2. Elevatori .....	6
2.2.1. Općenito .....	6
2.2.2. Opis rada elevatora .....	8
2.3. Lančasti transporter (redler) .....	9
2.3.1. Općenito .....	9
2.4. Pužni transporter .....	11
2.4.1. Općenito .....	11
2.4.2. Izračunavanje snage za pogon pužnog transportera .....	12
3. MATERIJAL I METODE RADA .....	13
3.1. Poljoprivredna zadruga Jankovci .....	13
3.2. Opis organizacijske jedinice „Ratarstvo“ .....	14
3.3. Opis organizacijske jedinice „silos“ .....	18
3.3.1. Objekt za ulazno-izlaznu kontrolu sirovina .....	18
3.3.2. Prijemno mjesto .....	18
3.3.3. Silos sa sušarama .....	19
4. REZULTATI .....	20
4.1. Rukovanje sustavom transportnih sredstava .....	20
4.2. Elevator .....	21
4.2.1. Podnožje elevatora .....	22
4.2.2. Elevatorske cijevi .....	23
4.2.3. Vjedra .....	24
4.2.4. Održavanje elevatora .....	25
4.2.5. Podmazivanje elevatora .....	26
4.3. Lančasti transporter .....	28
4.3.1. Pogonska glava .....	29

4.3.2. Zatezna glava .....	29
4.3.3. Korito .....	29
4.3.4. Lanac .....	30
4.4. Održavanje redlera .....	31
4.5. Održavanje pužnog transportera .....	32
4.6. Radni učinak transportnog sustava u silosu „PZ JANKOVCI“ .....	34
5. RASPRAVA .....	35
6. ZAKLJUČAK .....	37
7. POPIS LITERATURE .....	38
8. SAŽETAK .....	39
9. SUMMARY .....	40
10. POPIS SLIKA I TABLICA .....	41
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA .....	42
BASIC DOCUMENTATION CARD .....	43

## 1. UVOD

Transportni strojevi za prenošenje materijala na kraće udaljenosti imaju veoma veliki značaj kako u razvoju privrede jedne zemlje tako i u poljoprivredi. Zadatak transportnih strojeva je manipulacija materijala sa što manje utroška energije, ljudskog rada i povećanja kapaciteta transportiranog sredstva radi smanjenja učešća transporta u konačnoj cijeni materijala zbog konkurentnosti na tržištu. (Dedijer, 1976.)

Prilikom tehničko-tehnološkog procesa transporta materijala u poljoprivredi, veoma veliki utjecaj na sam tijek transporta imaju karakteristike materijala koji se transportira kao što su:

- Sipkost materijala
- Volumna ili naspina masa
- Pogodnost skladištenja
- Osjetljivost na udarce i uvjete transporta
- Abrazivnost
- Agresivnost
- Osjetljivost na relativnu vlažnost
- Izdvajanje prašine
- Ograničenost visine padanja prilikom utovarno-istovarnog procesa
- Mjera protupožarne zaštite
- Zahtjevi za dužinom transporta
- Neophodnost pakiranja materijala koji se transportira i sl.

Sve gore navedene karakteristike znatno poskupljuju učešće transporta u gotovoj ili finalnoj cijeni proizvoda (materijala).

Svi transportni strojevi za manipulaciju i transport materijala dijele se u dvije osnovne grupe, a to su:

- 1) Transportni strojevi koji rade s prekidima ili strojevi s periodičkim transportom
- 2) Transportni strojevi neprekidnog ili kontinuiranog transporta

Transportni strojevi koji pripadaju prvoj skupini rade periodično s prekidima; oni premještaju materijal odvojenim kretanjima mjenjajući pri tome radni i povratni hod. (Dedijer, 1976.)

Transportni strojevi koji pripadaju drugoj skupini primjenjuju se na svim mjestima gdje je potrebno premještati velike količine sitnozrnatog i sitnokomadnog materijala u neprekidnom toku, te mogu postići određene kapacitete bez obzira na dužinu transporta. (Dedijer, 1976.)

Uređaji neprekidnog transporta se mogu podijeliti u tri osnovne skupine:

- a) strojevi s vučnim elementom
  - b) strojevi bez vučnog elementa
  - c) pomoćni uređaji
- 
- a) Uređaji s vučnim elementom obuhvaćaju strojeve koje teret premještaju kretanjem beskonačne trake, lanca ili užeta. U ovu skupinu pripadaju: trakasti transporteri, lančani transporteri (redleri), elevatori, konvejeri i sl.
  - b) U strojeve bez vučnog elementa ubraja se pužni transporteri, spiralni transporteri, vibracijski transporteri, valjkasti transporteri, pneumatska postrojenja i sl.
  - c) U pomoćne uređaje ubraja se: gravitacijski transporteri, dodavači, dozeri i sl.

**Za okomit transport koriste se:** elevatori, okomiti lučni transporteri, vertikalni pužni transporter i gravitacijski transporter.

**Za vodoravni transport koriste se:** trakasti transporter, lančani transporter, pužni transporter, vibrirajući transporter, pneumatski transporter, aerožljebovi.

U tehničko-tehnološkom procesu transporta pri utovaru i istovaru žitarica u silosima „PZ Jankovci“, koriste se **kombinirani transporteri** za okomit (vertikalni) i vodoravni (horizontalni) transport.

Za **okomit (vertikalni) transport** žitarica koristi se **elevator**, a za **vodoravni (horizontalni) transport** koristi se **lančasti transporter** (redler).

Prilikom transporta žitarica dolazi do pojave uzvratne sitne prašine i pljeve, koji se separiraju i **pužnim transporterom** odvođe izvan objekta i utovaruju se u prikolice te se odvoze na predviđena odlagališta (deponije).

Proizvodi imaju različitu namjenu i mogu poslužiti u razne svrhe. Mogu služiti za umnožavanje (reprodukciju), znači kao sjemenska roba, a većinu se može smatrati merkantilnom (trgovačkom robom), te mogu biti poluproizvodi ili gotovi proizvodi.



Sjemenka (zrno) pšenice služi za reprodukciju tj. za proizvodnju nove pšenice. Prema tome ona je sjemenska roba. Ostatak proizvedenih količina služi za preradu u brašno. Sada je to već merkantilna roba, a i poluproizvod.

Kukuruz primjerice, isto služi za reprodukciju (sjemenska roba) proizvodi se za preradu (merkantilna roba), prema tome i poluproizvod ili se izravno upotrebljava za ishranu stoke, a tada je gotov proizvod.

Sve navedene kulture s obzirom na njihove karakteristike i namjenu skladištiti će se i čuvati u određenim skladištima, kojih ima puno vrsta i tipova.

Ovisno o vrsti proizvoda i njegovoj namjeni razlikuje se nekoliko načina uskladištenja. To može biti obično uskladištenje, što znači da će se proizvod smjestiti u odgovarajuće skladište izravno, ali s time da se vodi briga o uvjetima uskladištenja. Zatim se proizvod može skladištiti uz pomoć sušenja i dosušivanja što je u većini slučajeva potrebno kod uskladištenja zrnatih proizvoda i konačno čuvanje proizvoda.

Njihove karakteristike prilikom transporta kao i tehničko-tehnološki podatci transportera koji sudjeluju prilikom utovarno-istovarnih procesa analizirat će se u daljnjem tekstu ovog rada u silosu „PZ Jankovci“ (Slika 1.).



Slika 1. Silos „PZ Jankovci“

(Izvor: Vlastita fotografija)

## 2. PREGLED LITERATURE

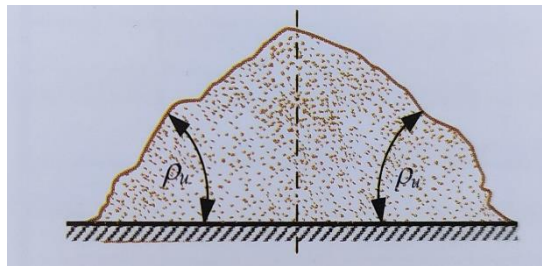
### 2.1. Tehnološko-tehničke karakteristike transporta

#### 2.1.1. Fizikalno-mehanička svojstva materijala

Prilikom transporta materijala potrebno je znati osnovna svojstva materijala koji sudjeluju u procesu transporta, a to je: kut prirodnog pokosa (unutrašnje tranje rasutog materijala), koeficijent trenja (kut vanjskog trenja), abrazivnost materijala (habanje).

#### 2.1.2. Kut prirodnog pokosa (unutrašnje trenje materijala)

Kut prirodnog pokosa je kut unutrašnjeg trenja rasutog tereta između djelića istog materijala. Ovom trenju odgovara određeni koeficijent ( $\mu$ ) i kut trenja ( $\rho$ ), tako da je koeficijent trenja  $\mu = \text{tg}(\rho)$ . (Šumanovac i sur., 2011.)



Slika 2. Kut prirodnog pokosa  
(Izvor: Šumanovac i sur., 2011.)

Kut ( $\rho$ ) čini prirodnu kosinu rasutog materijala pri njegovom slaganju odnosno nasipanju na horizontalnu površinu. (Šumanovac i sur., 2011.)

#### 2.1.3. Koeficijent trenja (kut vanjskog trenja)

Koeficijent trenja je trenje između dva različita materijala kao što su na primjer rasuti tereti i dijelovi pretovarno-transportnog postrojenja. Naročito je bitno poznavati koeficijente vanjskog trenja ( $f$ ) između određene vrste rasutog materijala i materijala iz kojih se prave dijelovi strojeva i postrojenja o koje se transportirani materijal tare pri radu, odnosno pretovarno-transportnim manipulacijama. (Šumanovac i sur., 2011.)

#### 2.1.4. Abrazivnost materijala

Abrazivnost materijala je osobina rasutih materijala da pri kretanju i trenju s dijelovima pretovarno-transportne mehanizacije i uređaja oštećuju dijelove i postupno ih troše. Abrazivnost je uvjetovana: tvrdoćom, hrapavošću površine te oblikom i dimenzijama djelića rasutog materijala.

Po stupnju abrazivnosti rasuti materijali mogu se podijeliti u četiri osnovne skupine:

- a. Ne habajući materijali: brašno, pšenica, zob...
- b. Slabo habajući materijali: gips, okrugli šljunak...
- c. Srednje habajući materijali: antracit, suhi pijesak, suhi cement...
- d. Izrazito habajući materijali: koks, željezna ruda, suhi tucani kamen...

Transportna sredstva koja se koriste u tehničko-tehnološkom procesu transporta materijala: lančasti transporter, elevator, pužni transporter. (Šumanovac i sur., 2011.)

#### 2.1.5. Tehnički opis transporta

Lančastim transporterom (redlerom) na poslužnoj fazi na visini oko 11,5 m materijal se vodi na elevator koji „hrani“ sušaru prve faze sušenja, a višak materijala se preljevnim vodom i preklopnom kutijom odvodi u jednu od triju tampon ćelija.

Svaka ova tampon ćelija ima volumen oko 20 t da može uskladištiti materijala za oko 3, 5 sati rada sušare, dakle ukupno da može uskladištiti materijala za oko 10,5 sati rada sušare. Kako bi se osiguralo da se materijal u ovim ćelijama ne kvari predviđen je uređaj za ventiliranje ćelija. Dvije ćelije potrebne su da bi se osiguralo pravilno pražnjenje ćelija prije prijema novog materijala. Nakon faze sušenja materijal se smješta u ćelije za odležavanje prije druge faze sušenja. Potrebno „ležanje“ materijala je oko 6 i 10 sati. Upotrebljavaju se približno jednake ćelije kao i za sirovi materijal, što omogućava da u dvije ćelije „odleži“ materijal oko 7 sati, što zadovoljava tehnološke potrebe tehnologije u radu skladištenja žitarica.

Materijal se nakon druge faze sušenja transportira, odnosno diže elevatorom i redlerom na poslužnoj stazi u siloske baterije. Preklopne kutije i zasuni kojima je pristup otežan jer su smješteni na gornjem dijelu postrojenja opremljene su elektromotorima na daljinsko upravljanje, a elementima u donjem dijelu postrojenja upravlja se ručno.

U periodu kada sušara ne radi sve tampon ćelije mogu se koristiti kao silosne ćelije za skladištenje materijala, što je omogućeno tehnološkim vezama u transportnoj opremi.

Transportna sredstva koja se koriste u tehničko-tehnološkom procesu transporta materijala su:

- LANČASTI TRANSPORTER (Redler)- kapaciteta 60 t/h, dužine cca 40+38 metara, s 2+2 kontrolna prozora ulaznom i izlaznom kutijom i pogonskim motorreduktorom snage 22 kW, te s 11 priteznica sa stremenima.
- ELEVATOR- kapaciteta 60 t/h s povratnom kočnicom, čuvačem broja okretaja, ulaznom i izlaznom kutijom te motor reduktorom snage 22 kW ukupne visine 35m.
- TRANSPORTNI PUŽ- za otpatke u cijevnoj izvedbi  $\Phi 150$  mm, sa dva ulazna i izlaznim grlom, sa platnenim nastavkom te pogonskim motorom snage 1,1 kW dužine 10,5 m ostvaruje 20 t/h.

## 2.2. Elevatori

### 2.2.1. Općenito

Elevator je pretovarno-transportni uređaj s neprekidnim djelovanjem, a koristi se za pretovarno-transportne radove poglavito za rasute materijale. Elevatori se rabe poglavito za vertikalni transport, a za kosi transport samo pod velikim kutom nagiba ( $\beta > 60^\circ$ ). (Šumanovac i sur., 2011.)

Prema konstrukciji radnog organa elevatora dijelimo ih na:

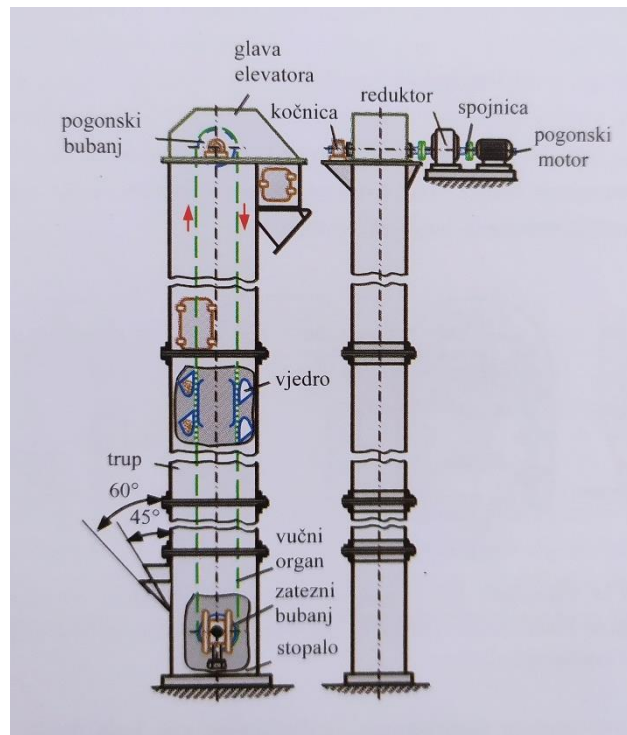
- Elevatore s jedrima
- Elevatore s viljuškama
- Elevatore s ljuškama
- Ostali

U tehničko-tehnološkom transportu materijala u silose „PZ Jankovci“ koriste se elevatori s vjedrima. Elevator se sastoji iz sljedećih dijelova:

1. Vučni organ
2. Transportna traka
3. Pogonski bubanj
4. Zatezni bubanj
5. Gornji dio glave
6. Srednji dio trupa
7. Donji dio stopala
8. Elektromotor
9. Reduktor

## 10. Spojka

## 11. Vratilo s povratnom kočnicom



Slika 3. Elevator vjedričar

(Izvor: Šumanovac i sur., 2011.)

Učinek elevatora kao pretovarno-transportnog uređaja s neprekidnim djelovanjem izračunava se po obrascu :

$$V = 3,6\psi \frac{e}{a} v (m^3/h) \text{ ili } Q = 3,6\psi \frac{e}{a} v \gamma (t/h)$$

gdje je:

$V$ - obujam materijala koji se transportira ( $m^3/h$ )

$Q$ - kapacitet (norma) elevatora ( $t/h$ )

$e$ -volumen jednog vjedra ( $m^3$ )

$a$ - razmak između vjedara ( $m$ )

$v$ - brzina radnog organa ( $m/s$ )

$\psi$ -koeficijent popunjenosti vjedara

$\gamma$ - specifična odnosno volumna masa ( $t/m^3$ )

Za izračunavanje snage za pogon elevatora koristi se sljedeća empirijska formula:

$$P = \frac{QH}{367\eta_m\eta_e} (kW)$$

gdje je:

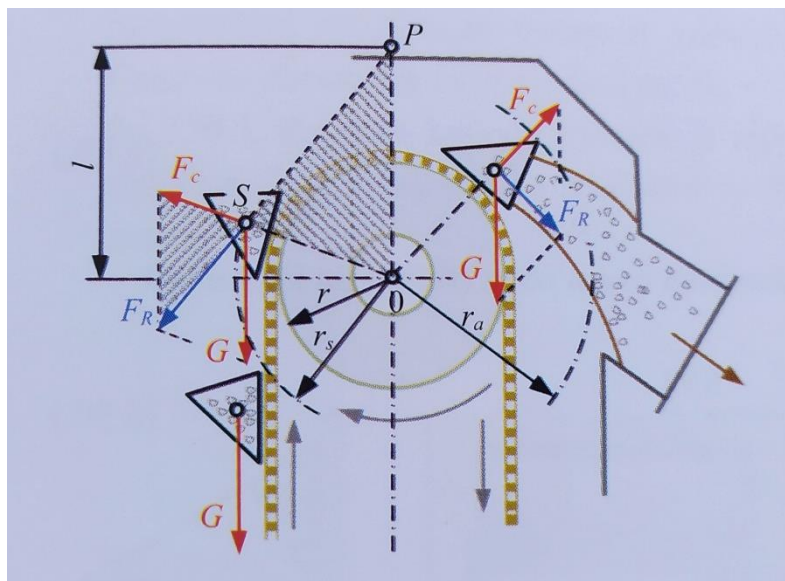
$H$ - visina podizanja (razmak između zatezne i pogosne glave), (m)

$\eta_m$ -koeficijent korisnog djelovanja pogosnog mehanizma (0,70)

$\eta_e$ - koeficijent pogonskog djelovanja elevatora (0,65)

### 2.2.2. Opis rada elevatora

Materijal dolazi slobodnim padom u podnožje elevatora. U podnožju ga zahvaćaju vjedrice, prenašaju ga u glavu elevatora gdje preko remenice dobiju kružno gibanje. Mjenjajući smjer i uslijed centrifugalne sile izbacuju u izlazni otvor žitarice na lančasti transporter (redler). Traka s praznim vjedrima prolazi drugom stranom elevatorske cijevi koja služi za prazan hod. Pogon elevatora vrši se na osovini glave elevatora, a isti se može regulirati preko spojke i reduktora ili transmisijom.



Slika 4. Opća shema djelovanja sila na pražnjenje vjedara

(Izvor: Šumanovac i sur., 2011.)

Centrifugalno djelovanje sile pri pražnjenju materijala iz vjedara se izračunava po obrascu:

$$C = m \frac{v^2}{r_s}$$

gdje je:

$m$ - masa materijala u jedrima (kg)

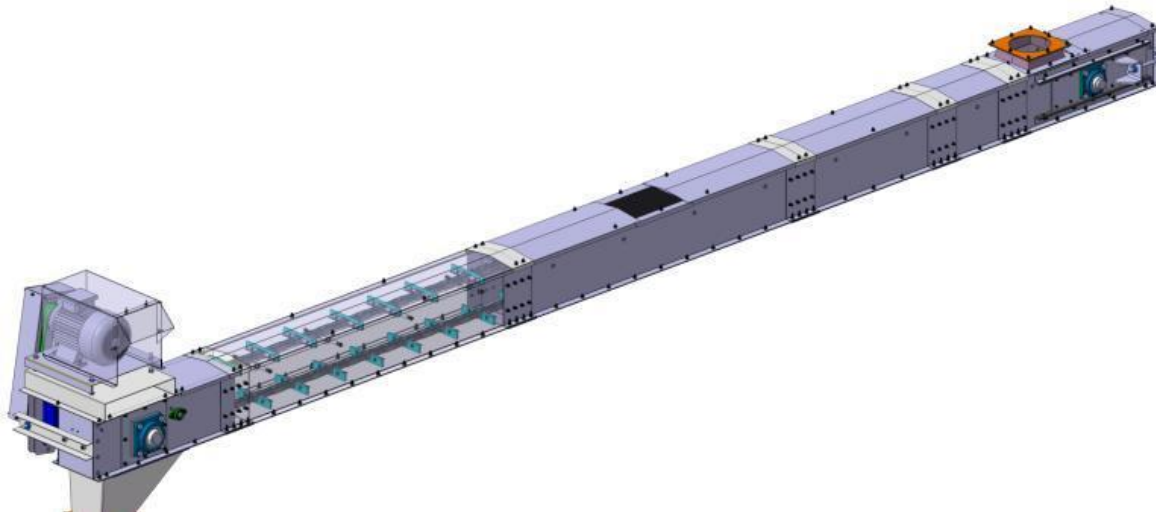
$r$  - radijus težišne točke (s) od središta pogonskog vratila O(m)

$v$ - brzina gibanja težišne točke (s) materijala u vjedru (m/s)

## 2.3. Lančasti transporter (redler)

### 2.3.1. Općenito

Lančasti transporter (redler) koristi se za transport zrnatih, praškastih i sitnije sortiranih materijala u horizontalnom, kosom i vertikalnom transportu. Ovaj transport čini najčešće unutrašnji transport u silosima, što je također vidljivo i u silosima „PZ Jankovci“. Jednostavne su i čvrste konstrukcije te malih gabaritnih dimenzija. Lančasti transporter tipa „UTVA“ LT koristi se za horizontalni transport ili za transport do nagiba 12° u odnosu na horizontalu. (Šumanovac i sur., 2011.)



Slika 5. Horizontalni lančasti transporter (redler)

(Izvor: <https://setingsilos.com/proizvodi/lancasti-transporter-redler/>)

Tablica 4. Parametri lančastog transportera Kovinar

TIP	a	b	c	Ødk6	e	f	g	h	k	l	m
LT 30/15	150	300	236	50	660	1100	370	65	280	410	400
LT 30/17, 5	175	300	261	50	660	1100	430	80	310	410	500
LT 38/20	200	380	286	70	660	1100	510	100	360	510	600
LT 38/22,5	225	380	311	70	660	1100	510	100	420	510	600
LT 43/25	250	430	336	80	660	1100	560	120	455	565	750
LT 43/27, 5	275	430	361	90	660	1100	560	120	455	565	800

Izvor: Uputstvo za rad i održavanje lančastog transportera Kovinar, PZ „Jankovci“

Učinak lančastog transportera izračunava se po sljedećem obrascu:

$$Q = 3600Fv\gamma(t/h),$$

gdje je:

$F$ - površina poprečnog presjeka sloja materijala u radnom kanalu oklopa ( $m^2$ )

$v$ - brzina gibanja vučnog lanca ( $m/s$ )

$\gamma$ - volumna masa materijala ( $kg/m^3$ )

Stvarna površina poprečnog presjeka materijala zavisi od površine presjeka radnog kanala oklopa, od vrste i karakteristike materijala, brzine gibanja i volumena vučnog organa (lanca).

$$F = F_k\psi = bh\psi$$

gdje je:

$F_k$ - površina poprečnog presjeka radnog kanala ( $m^2$ )

$b$ - širina oklopa ( $m$ )

$h$ - visina radnog kanala oklopa ( $m$ )

$\psi$ - koeficijent popunjenosti radnog kanala oklopa ( $\psi = \frac{F}{F_k}$ )

Koeficijent ( $\psi$ ) sastoji se iz sljedećih elemenata:

$$\psi = K_1 K_2 K_3$$

$K_1$ - koeficijent relativne brzine (0,6-0,9)

$K_2$ - koeficijent smanjenja površine presjeka materijala (0,95)

$K_3$ - koeficijent zbijanja materijala pri kretanju lanca u oklopu ( $\sim 1,05$ )

Izračunavanje pogonske snage lančastog transportera:

$$P = \left[ \frac{Lw_0}{270\eta_m} (Q + 7,2 g l v) \pm \frac{QH}{270\eta_m} \right] 0,735 (kW),$$

gdje je:

$L'$ - horizontalna projekcija dužine transportera odnosno radnog kraka vučnog organa

$w_0$ -koeficijent otpora radnog organa i materijala

$H$ - visinska razlika transporta materijala (razlika u razini utovarnog i istovarnog otvora)

$\eta_m$ - koeficijent korisnog djelovanja mehanizma



## 2.4. Pužni transporter

### 2.4.1. Općenito

Pužni transporter se primjenjuje za transport rasutog tereta na manje udaljenosti, a koristi se za transport suhozrnatih i praškastih materijala na udaljenosti 30 do 40 m. Transport je poglavito horizontalan, ali je moguće ostvariti i kosi i vertikalni transport. (Šumanovac i sur., 2011.)



Slika 6. Pužni transporter

(Izvor: [http://www.tehnoradionica.rs/puzni-transporter-250x13000\\_-316l/#!](http://www.tehnoradionica.rs/puzni-transporter-250x13000_-316l/#!) )

Spirala (zavojnica) je desnohodna, a vratilo puža je napravljeno od cijevnog željeza. Sekcije puža imaju duljinu 2,5 m i njegov je najvažniji dio. Koristi se za transport sitnozrnatog i praškastog materijala kao što su: zrna žitarica, brašno, pljeva i nečistoća. Radni organ pužnog transportera ima kružno gibanje, a materijal se translacijski giba uzduž cijevi transportera zahvaljujući djelovanju spirale puža. To znači da se za svaki okretaj puža materijal pomakne naprijed za jedan puni korak spirale.

Transportni efekt ili učinak pužnog transportera ovisi o promjeru cijevi, koraku spirale, koeficijentu popunjenosti, specifične mase materijala i broja okretaja puža te se izračunava prema Šumanovac i sur. (2011.):

$$Q = 60 \frac{D^2 \pi}{4} s n \psi \gamma K_{\beta} (\text{t/h})$$

gdje je:

$D$ - promjer puža transportera (m)

$s$ - korak puža spirale (m)

$n$ - broj okretaja puža (o/min)

$\psi$ - koeficijent popunjenosti volumena cijevi na dužini (s)

$\gamma$ - specifična volumna masa ( $\text{t/m}^3$ )

$K_{\beta}$ - koeficijent nagiba

Uzima se da je  $s$  jednako (0,5 do 1)  $D$  za zrnati i sitni materijal.

#### 2.4.2. Izračunavanje snage za pogon pužnog transportera

Prilikom transporta materijala pužnim transporterom nastaju sljedeći otpori:

1. Otpor trenja između materijala i cijevi transportera
2. Otpor trenja između materijala i puža
3. Trenje u krajnjim i unutrašnjim ležajevima između sekcija kao i u čeonom ležaju koji nastaju uslijed djelovanja aksijalne sile puža
4. Dodatni otpori uslijed nagomilavanja i miješanja materijala

$$P \left[ (L'W_0 \pm H) \frac{Q}{270\eta_m} \right] 0,735 \text{ (kW)}$$

gdje je:

$Q$ - Učinak transportera (t/h)

$L$ - Horizontalna porjeksija transportne linije (m)

$H$ - Visina transportiranja (m)

$W_0$ - Empirijski koeficijent otpora gibanja tereta

$\eta_m$ - Koeficijent korisnog djelovanja prijenosnog mehanizma

### **3. MATERIJAL I METODE RADA**

#### **3.1. Poljoprivredna zadruga Jankovci**

Poljoprivredna zadruga Jankovci osnovana je još 1953. godine u središtu Vukovarsko-srijemske županije u Općini Stari Jankovci.

Procvat doživljava sedamdesetih godina prošlog stoljeća kada je započela s intenzivnom kupovinom poljoprivrednog zemljišta, nabavom poljoprivredne mehanizacije i transportnih sredstava.

Osamdesetih godina prošlog stoljeća nastavljaju se ulaganja u prerađivački dio (silosi i sušare), a s povratkom na okupirana područja započela je obnova ratom devastirane infrastrukture i razvoj sjemenarstva te kooperacije. Brzom prilagodbom na nove uvjete poslovanja ubrzano se razvija i podiže u vodećeg poljoprivrednog proizvođača Općine Stari Jankovci.

2016. godine „PZ Jankovci“ i svo njezino zemljište kupuje srpski poduzetnik Petar Matijević. PZ Jankovci“ obrađuje oko 2000 ha oranica, od toga 1500 ha svojih površina, dok je ostatak zakup državnog zemljišta i fizičkih osoba.

Uzgaja se pšenica, kukuruz, suncokret, šećerna repa i soja, a zadruga je također i partner nekoliko stotina kooperanata koje kreditira te otkupljuje njihove proizvode.

U sklopu poljoprivredne zadruge Jankovci nalazi se i „PZ Negoslavci“ koji posjeduje dvije farme za uzgoj tovnih bikova.

„PZ Jankovci“ posjeduje 12 betonskih silosa ukupnog kapaciteta 30000 t 10 limenih ćelija kapaciteta 550 t po komadu, 3 usipna koša svaki kapaciteta 50 t i jedan usipni koš koji se nalazi u sklopu dorade sjemena, 3 sušare kapaciteta 16 t/h, za uskladištenje roba vlastite proizvodnje i obiteljskih gospodarstava.

Zbog karakteristika silosa u mogućnosti su čuvati robu u dužem periodu bez promjena u kvaliteti uskladištene robe. U ratarskoj proizvodnji „PZ Jankovci“ nastoji držati korak s vremenom uvođenjem najsuvremenijih tehnologija, kako u području mehanizacije tako i u informatičkim sustavima obrade podataka. Osnovna djelatnost „PZ Jankovci“ je ratarska proizvodnja i sjemenarstvo i to u novoizgrađenom pogonu za doradu sjemenske pšenice i soje.

„PZ Jankovci“ trenutno zapošljava oko 50 radnika.

### 3.2. Opis organizacijske jedinice „Ratarstvo“

Poljoprivredna zadruga Jankovci obrađuje oko 2000 ha oranica širom cijele Vukovarsko-srijemske županije. Ekonomsko dvorište prostire se na oko 6 ha u kojima se nalaze idući samohodni i priključni strojevi te zgrade i hale.

#### SAMOHODNI STROJEVI

Tablica 1. Popis samohodnih strojeva

<b>TRAKTORI I KOMBAJNI</b>	<b>SNAGA (kW)</b>
<i>FENDT 512</i>	88
<i>FENDT 936V</i>	264
<i>IMT 533</i>	24
<i>JOHN DEERE 2850</i>	44
<i>JOHN DEERE 6110</i>	80
<i>JOHN DEERE 6110</i>	80
<i>JOHN DEERE 8220</i>	161
<i>JOHN DEERE 8230</i>	169
<i>JOHN DEERE 8370R</i>	272
<i>JOHN DEERE T550</i>	228
<i>JOHN DEERE T670</i>	294
<i>CLAAS LEXION</i>	264
<i>MASSEY FERGUSON 4270</i>	80
<i>MASSEY FERGUSON 6280</i>	88
<i>MASSEY FERGUSON 6280</i>	88
<i>JCB 4CX</i>	81
<i>LIU GONG</i>	136
<i>STILL-viličar</i>	35
<i>STILL RX 70-30</i>	50
<i>MAZDA B2500 TD</i>	80
<i>MAZDA BT 50</i>	105
<i>PEUGEOT EXPERT 1.9 D</i>	88
<i>PEUGEOT 4007</i>	115
<i>VOLKSWAGEN CADDY</i>	74

VALTRA T194	147
VALTRA T194	147
VALTRA T194	147
VALTRA T194	147
VALTRA T194	147

## PRIKLJUČNI STROJEVI

Tablica 2. Popis priključnih strojeva

NAZIV	OBJAM, ŠIRINA RADNOG ZAHVATA I BROJ RADNIH TIJELA
CISTERNA- KAMIONSKA	12000 l
CISTERNA- KAMIONSKA	12000 l
CISTERNA- KAMIONSKA	18000 l
CISTERNA- KAMIONSKA	10000 l
KOSILICA MALČER TFZ 1300	130 cm
KOSILICA MALČER TMH 1600	160 cm
<i>GRUBER NARDI</i>	3 m
<i>LEMKEN KOMPAKTOR</i>	6 m
<i>LEMKEN SISTEM KORUND</i>	9 m
<i>LEMKEN RUBIN</i>	3 m
<i>RAU MULTITILER</i>	4 m
<i>KUHN MULTIMASTER</i>	6
<i>KUHN VARIMASTER</i>	5
<i>LEMKEN SMARAGD</i>	5
<i>LEMKEN JUWEL</i>	6
<i>LEMKEN DIAMANT</i>	7
PODRIVAČ <i>SLATINA</i>	3
PRIKOLICA PRETOVARNA HAWE ZA REPU	30 t
PRIKOLICA PRETOVARNA HAWE ULW ZA ŽITARICE	25 t
<i>TEHNOSTROJ</i> PRIKOLICA	8 t
<i>TEHNOSTROJ</i> PRIKOLICA	8 t

<i>TEHNOSTROJ PRIKOLICA</i>	8 t
<i>TEHNOSTROJ PRIKOLICA</i>	8 t
<i>TEHNOSTROJ PRIKOLICA</i>	8 t
<i>TEHNOSTROJ PRIKOLICA</i>	8 t
<i>TEHNOSTROJ PRIKOLICA</i>	8 t
<i>TEHNOSTROJ PRIKOLICA</i>	8 t
<i>TEHNOSTROJ PRIKOLICA</i>	8 t
<i>TEHNOSTROJ PRIKOLICA</i>	8 t
<i>TEHNOSTROJ PRIKOLICA</i>	8 t
<i>TEHNOSTROJ PRIKOLICA</i>	8 t
<i>TEHNOSTROJ PRIKOLICA</i>	10 t
<i>TEHNOSTROJ PRIKOLICA</i>	10 t
<i>ZMAJ PRIKOLICA</i>	8 t
<i>ZMAJ PRIKOLICA</i>	8 t
<i>ZMAJ PRIKOLICA</i>	8 t
<i>ZMAJ PRIKOLICA</i>	8 t
<i>ZMAJ PRIKOLICA</i>	8 t
<i>ZMAJ PRIKOLICA</i>	8 t
<i>ZMAJ PRIKOLICA</i>	8 t
<i>ZMAJ PRIKOLICA</i>	8 t
<i>ZMAJ PRIKOLICA</i>	8 t
<i>RAU PRSKALICA</i>	600 l
<i>RAU PRSKALICA</i>	2800 l
<i>HARDI CM+</i>	2800 l
<i>HARDI NAVIGATOR</i>	3000 l
<i>HARDI NAVIGATOR</i>	3000 l
<i>AMAZONE</i>	2 t
<i>AMAZONE</i>	2 t
<i>AMAZONE</i>	3 t
<i>KUHN AXIS 30.2</i>	24 m
<i>KUHN</i>	6 m
<i>KUHN MAXIMA RR 4300</i>	6 m
<i>KUHN MAXIMA RR 4300</i>	6 m
<i>KONGSKLIDE</i>	8 redi

<i>KONGSKLIDE</i>	8 redi
<i>KONGSKLIDE</i>	8 redi

### ZGRADE I HALE

Tablica 3. Popis zgrada i hala

ALATNICA
BRAVARIJA
ČELIČNI SILOSI
DORADA SJEMENA
HALA ZA DORADU SJEMENA
HALA ZA KOOPERACIJU
HALA ZA STROJEVE-KOMBAJNI
HALA ZA STROJEVE-PRIKLJUČCI
HALA ZA STROJEVE-TRAKTORI
HALA ZA STROJEVE-OTVORENA
KUĆICA ZA ČUVARE
LABORATORIJ + UREDI NA SILOSU
MEHANIČKA RADIONA
NADSTREŠNICA ZA POPRAVAK STROJEVA
PISTA ZA PRANJE SA SEPARATORIMA
POLJOPRIVREDNA TRGOVINA
PROSTORIJA ZA KOLSKU VAGU + URED
SILOS
SKLADIŠTE MINERALNOG GNOJIVA
SKLADIŠTE SJEMENSKE ROBE
SKLADIŠTE ULJA
SKLADIŠTE EKONOMIJE
STAMBENO-POSLOVNA ZGRADA



Slika 7. Ekonomsko dvorište „PZ Jankovci“  
(Izvor: Vlastita fotografija)

### 3.3. Opis organizacijske jedinice „silos“

Na lokaciji Vinkovačka 15 u Starim Jankovcima nalazi se organizacijska jedinica silos „PZ Jankovci“ koja se sastoji od: Objekt za ulazno-izlaznu kontrolu sirovina, prijemno mjesto, silos sa sušarama.

#### 3.3.1. Objekt za ulazno-izlaznu kontrolu sirovina

Ovaj objekt sastoji se od porte, laboratorija za uzimanje i obradu uzoraka robe, kolska vaga (50t). Objekt je samostojeći s vlastitim grijanjem, telefonom i protupožarnim sustavom.

**Kolska vaga:** elektronska (s mjernim dozama, automatskim ispisom rezultata vaganja dužine 20 m

**Laboratorij:** za određivanje vlage, primjese, bjelančevina, proteina, pepela i sedimentacije. U laboratoriju se nalazi automatski izuzimač uzoraka.

#### 3.3.2. Prijemno mjesto

Za merkantilne sirovine nalaze se tri usipna koša kapaciteta 50 t/h dužine istovarne platforme 18 m koji su natkriveni. Kraj usipnih koševa nalazi se zaštitna kućica za rukovodioca istovarne platforme.



### 3.3.3. Silos sa sušarama

Osnovna namjena je prijem, čišćenje i skladištenje žitarica i uljarica. Izgrađene su betonske ćelije kapaciteta 1100 t po komadu, a ima ih 12 komada. Između njih nalaze se tri manja betonska silosa kapaciteta 300 t po komadu. Izgrađeno je jedno podno skladište u kojem se nalaze 4 ćelije, dvije ćelije po 2500 t po komadu i dvije ćelije 1500 t po komadu. Zatim 10 limenih ćelija kapaciteta 550 t po komadu. Što čini ukupan kapacitet silosa oko 30000 t. Od opreme u objektima nakaze se horizontalni i vertikalni transportni uređaji, kao i oprema za čišćenje žitarica od mehaničkih nečistoća, pljevice, prašine i sl.

Od horizontalnih i vertikalnih transportnih uređaja u „PZ Jankovci“ postoji iduće brojno stanje: 15 elevatora, 24 lančasta transportera, 5 trakastih transportera i 6 pužnih transportera.

U pogonu za doradu nalazi se: selektor, 4 elevatora, stroj za zaprašivanje, 2 trakasta transportera, tampon ćelija kapaciteta 30 t.

U silosu „PZ Jankovci“ posjeduju tri prečistaća (2 komada Schmidt kapaciteta 120 t/h i 1 komad Schmidt kapaciteta 60 t/h) pomoću kojih se u procesu manipuliranja žitaricama obavlja pročišćavanje. Dobiveni otpad se dijelom koristi za stočnu hranu, a dijelom se odvozi na deponiju. Kod pripreme objekta za prijem žitarica vrši se fumigacija koju obavljaju specijalno opremljene firme i stručnjaci sa svojim sredstvima i ambalažom.

Žitarice i uljarice se dalje u ovim objektima ne prerađuju, ali se ponekad, ovisno o potrebi, tretiraju i određenim insekticidima.

Na silosu se nalaze 3 sušare: Rade Končar kapaciteta 2 stupa po 16 t/h

Cer Čačak kapaciteta 1 stup po 16 t/h

Setting Delnice kapaciteta 6 t/h.

Sve su tri sušare izravne plinske sušare, na sebi imaju plamenike za izgaranje plina na samoj sušari. Broj samohodnih i priključnih strojeva koje silos „PZ Jankovci“ posjeduje je: 2 viličara, utovarivač, kombinirka, 7 prikolica „Zmaj“ kapaciteta 8 t i traktor *John Deere* 6110.

## 4. REZULTATI

### 4.1. Rukovanje sustavom transportnih sredstava

Sustavom transportnih sredstava može rukovati jedino osoblje obučeno za rukovanje postrojenjem, kao i upoznato s internim aktom kojima je regulirana zaštita od požara i eksplozija te zaštite na radu.

Prije svakog puštanja u rad treba provjeriti je li sva oprema tehnički ispravna za rad u skladu s uputstvom proizvođača opreme. Prije puštanja motora u rad za pogon transporter, potrebno je prema željenoj tehnološkoj shemi rada podesiti preklopne kutije u potreban položaj te zasune koje treba postaviti u položaj „otvoreno“. Svi ostali zasuni koji u pojedinoj operaciji nisu u funkciji trebaju ostati u položaju „zatvoreno“.

Na izlaznoj glavi svakog lančanog transporter nalazi se tzv. „sigurnosni poklopac“ s prigradenom krajnjom sklopkom. Dođe li do zagušenja izlaznog otvora iz tog transporter, materijal će „odgurati“ taj poklopac, a on krajnjom sklopkom isključiti pogonski motor tog transporter, a sustav blokade sve ostale elektromotore u toj liniji blokade. U tom slučaju potrebno je utvrditi i ukloniti uzrok zagušenja izlaznog otvora, očistiti transportnu liniju, osloboditi „sigurnosni poklopac“ i ponovno pustiti liniju u rad.

Tampon ćelije služe za čuvanje viška materijala u periodu prihvata, koju sušara u normalnom protoku ne može osušiti. Iz tampon ćelija napajaju se sušare kada nema prijema materijala. Kod prestanka rada postrojenja, svu transportnu opremu treba isprazniti od materijala koji se transportira. Pogonski motori transporter dimenzionirani su na start s punim opterećenjem, tj. s transporterom punim žitarica.

Ovo se međutim smije koristiti samo u slučaju kratkotrajnog prekida el. struje, a ne smije se koristiti ako je materijal iz bilo kojeg razloga stajao u transportnom sustavu dulje od 24 sata. Prilikom revizije ćelija posebnu pažnju treba obratiti na zaštitu čovjeka. U ćeliju u kojoj ima materijala zaposlenik koji radi **nikada se ne smije** spuštati niti obavljati nikakvu manipulaciju kako materijala tako i sredstava za transport.

U slučaju nastanka naslaga materijala na stjenkama ćelija, materijal se smije obrušavati jedino **odozgo**. U protivnom se materijal može urušiti na zaposlenika i usmrtni ga. Dođe li do premošćivanja materijala u ćelijama, također se ne smije obrušavati odozdo. U tom slučaju treba bušačom garniturom probušiti premošćeni sloj odozgo i postupno ga obrušavati kroz taj provrt isključivo **odozgo**.

Do premošćivanja materijala u ćeliji dolazi onda kada karakteristika robe nije bila pogodna za skladištenje u silosu. Za materijal koji se u silosu čuva preko zimskog perioda preporučuje se iskoristiti povoljne karakteristike okolnog zraka u zimskom periodu i pothladiti uskladišteni materijal na temperaturu od 0 do +5°C, čime se osjetno smanjuju biokemijski procesi uskladištenog materijala i štete uslijed tih istih procesa.

## **4.2. Elevator**

Glava elevatora sastoji se od: kućišta, pogonske osovine, remenice te dva ležaja. Kućište glave elevatora sastavljeno je iz donjeg dijela te dva gornja dijela, koji su međusobno spojeni posebnim spojnicama radi bržeg sastavljanja odnosno rastavljanja. Na gornjem dijelu kućišta na strani izlaza ugrađen je priključak za aspiraciju.

U kućištu elevatora smještena je pogonska remenica, koja je učvršćena na pogonskoj osovini. Pogonska osovina uležištena je na dva ležaja, koji su obično preko temeljnih ploča učvršćeni na betonska postolja ili su pak postavljena na posebne stalke ili zavjesipta iz čeličnih profila. Kod elevatora manjih kapaciteta od 1 t/h, svi se ležajevi postavljaju na donji dio kućišta glave elevatora. Na prolazu osovine kroz stranicu kućišta postavljene su brtve, kako ne bi dolazilo do prašenja uslijed transporta žitarica (materijala).

Na donjem dijelu kućišta glave elevatora nalaze se prirubnice za spajanje elevatorskih cijevi te prirubnica izlaza s odgovarajućim pregradnim kosinama. Na izlaznoj kosini smješten je „jezik“ za podešavanje najmanjeg mogućeg razmaka između elevatorskih vjedrica i izlazne kosine. Ovo podešavanje je obavljeno nakon konačne montaže elevatora.



Slika 8. Glava elevatora Kovinar  
(Izvor: Vlastita fotografija)

#### 4.2.1 Podnožje elevatora

Podnožje elevatora sastoji se iz kućišta u kojem je smještena povodna remenica, koja ujedno služi za zatezanje trake, a učvršćena je na osovini koja leži na dva posebna ležaja. Kućišta ovih ležajeva izvedena su tako da se mogu klizati u vodilicama koje su učvršćene na stranice kućišta podnožja.

U svrhu zatezanja ova su ležišta preko poluzja povezana s utegom, tako da se zatezanje trake vrši automatski. Kod nekih tipova elevatora manjeg kapaciteta nema automatskog zatezanja pomoću utega, već se isto obavlja ručnim napravama za natezanje.

Kod elevatora manjih kapaciteta, kao i kod elevatora gdje osovina podnožja pogoni neki stroj, ležajevi osovine podnožja ugrađuju se kao čvrsti, a zatezanje se obavlja skraćivanjem trake. Na čeonim stranicama kućišta podnožja postavljene su ulazne kutije. Ove kutije pričvršćuju se u tvornici na optimalnu visinu, a potrebno je paziti na to da spoj kosina kutija s čeonom stranicom podnožja ne bude niži od središnjice povodne stranice. U donjem dijelu podnožja nalaze se kosi zasuni, koji služe za čišćenje podnožja, kao i za ispuštanje materijala, ukoliko dođe do začepjenja elevatora.



Slika 9. Podnožje elevatora Kovinar  
(Izvor: Vlastita fotografija)

#### 4.2.2. Elevatorske cijevi

Između glave i podnožja elevatora nalaze se elevatorske cijevi koje služe kao oklop i zaštita traci s vjedricama. Cijevi se izrađuju u duljinama od dva metra, a međusobno se preko prirubnica spajaju s vijcima. Kod ugradnje cijevi ne smiju biti ubetonirane u podove, već moraju biti posve slobodne. Na jednoj od elevatorskih cijevi nalazi se prozor i montažni otvor s vratima, kroz koji se vrši spajanje i zatezanje trake te spajanje vjedrica.



Slika 10. Elevatorske cijevi Kovinar  
(Izvor: Vlastita fotografija)

#### 4.2.3. Vjedra

Vjedrice se oblikuju prema vrsti materijala kojeg transportiraju, a u tehnologiji transporta žitarica u silosu „PZ Jankovci“ postoji izvedba samo za zrnate produkte. Broj vjedrica na jedan metar trake ovisi o kapacitetu i tipu elevatora.



Slika 11. Elevatorsko vjedro Kovinar  
(Izvor: Vlastita fotografija)

#### 4.2.4. Održavanje elevatora

Rad elevatora mora biti tih bez vibracija i udara. Zategnutost gumene trake mora se obvezno kontrolirati i po potrebi korigirati za vrijeme probnog rada. Maksimalna efikasnost u eksploataciji postiže se samo pravilnim održavanjem i redovitom kontrolom. Radi toga je neophodno raspolagati potrebnim rezervnim dijelovima, tako da zastoj u radu bude minimalan, a time i efekt iskorištenosti elevatora veći.

Uz elevator je poželjno imati:

- Komplet ležajeva

- Gumene uloške za elastičnu spojnicu
- Galov lanac
- Garnituru vjedrica
- Garnituru rezervnih dijelova za motorreduktor

Redovito i pravilno podmazivanje elevatora bitan je čimbenik jer od tog neposredno ovisi funkcionalnost i vijek trajanja čitavog sustava rada elevatora.

**Glava elevatora** osim što mora biti održavana u pogledu antikorozivne zaštite, zahtjeva održavanje ležajeva pogosnke osovine. Ležajevi se održavaju na taj način, što se kod trajnog pogona obavlja čišćenje i izmjena maziva nakon 6000 radnih sati, a kod periodičnog pogona nakon isteka roka uporabe maziva za ležajeve. Koristi se mazivo LIS2 „višenamjenska mast“ proizvođača „INA“.

**Podnožje elevatora**, kao i glava elevatora, sadrži ležajevi i zatezne osovine, a smješteni su u kućištima koji imaju povodnu stazu. Bitno je da ova staza bude uvijek čista, te da kućišta ležajeva lako kližu, kako bi bilo osigurano zatezanje elevatorske trake. Uređaj za zatezanje mora u svojim uleženjima biti uvijek pokretan.

**Elevatorske cijevi** treba održavati u pogledu antikorozivne zaštite, posebno na mjestima gdje one prolaze kroz betonske podove.

**Transportna traka s vjedricama** ne zahtjeva posebno održavanje, osim nadzora u pogledu čistoće radne površine, spoja te spoja vjedrica s trakom. Vjedrice su izložene jakom habanju, te treba voditi brigu da sve koje su ishabane, a naročito na ojačanim mjestima budu pravovremeno zamjenjene ispravnima i neoštećenima zbog nenarušavanja tehnološkog procesa transporta. Prije puštanja u rad potrebno je pregledati je li traka dovoljno zategnuta, postaviti odgovarajući teret u spremnik za utege, te kod pojedinačnog pogona pregledati razinu ulja u reduktoru.

#### 4.2.5. Podmazivanje elevatora

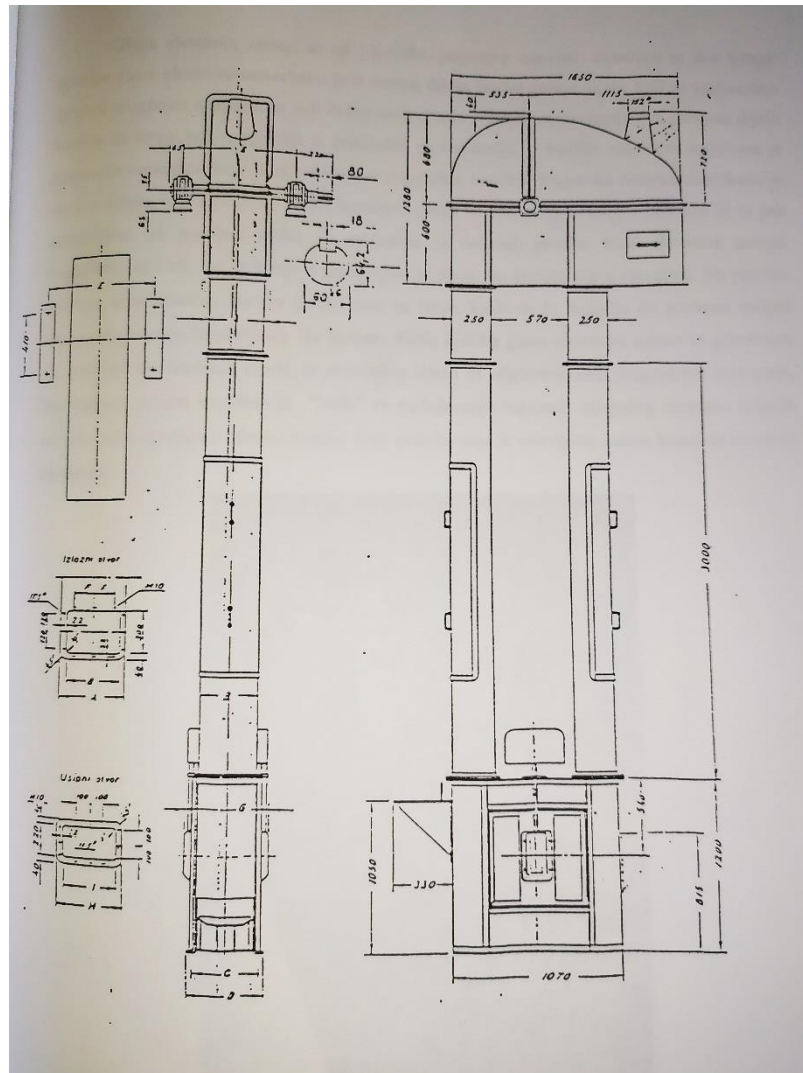
Važnost redovitog i pravilnog podmazivanja elevatora potrebno je istaknuti jer od toga ovisi neposredno njegova funkcionalnost i vijek trajanja. Poslije svakih 250 do 300 sati rada potrebno je izmijeniti ulje u reduktoru i strogo voditi brigu da kod nalivanja ulja ne pređe propisanu razinu ulja. Sljedeća promjena ulja vrši se svakih 2000 do 2500 sati rada. Kod normalnog rada



reduktora temperatura kućišta ne smije biti veća od 50 do 60°C. Podmazivanje ostalih ležajeva elevatora vrši se kohezivnim mazivom svakih 1500 do 2000 sati rada. Pri promjeni ulja i podmazivanju ležajeva treba voditi brigu o čistoći maziva i pribora za podmazivanje jer prisustvo prljavštine skraćuje vijek trajanja ležajeva. Pranje novih neupotrebljenih ležajeva obavlja se u nafti ili u ulju ugrijanom na 90 do 110°C, ukoliko je mazivo za konzerviranje zapeklo.

Preporučuje se upotreba sljedećih ulja i maziva:

- Ulja: SAE 60 do 90
- Maziva: Litijska mast LIS1/3
- Mobil: Mobilux Grease 2
- Shell: Alvania Grease 3 i SKF 28

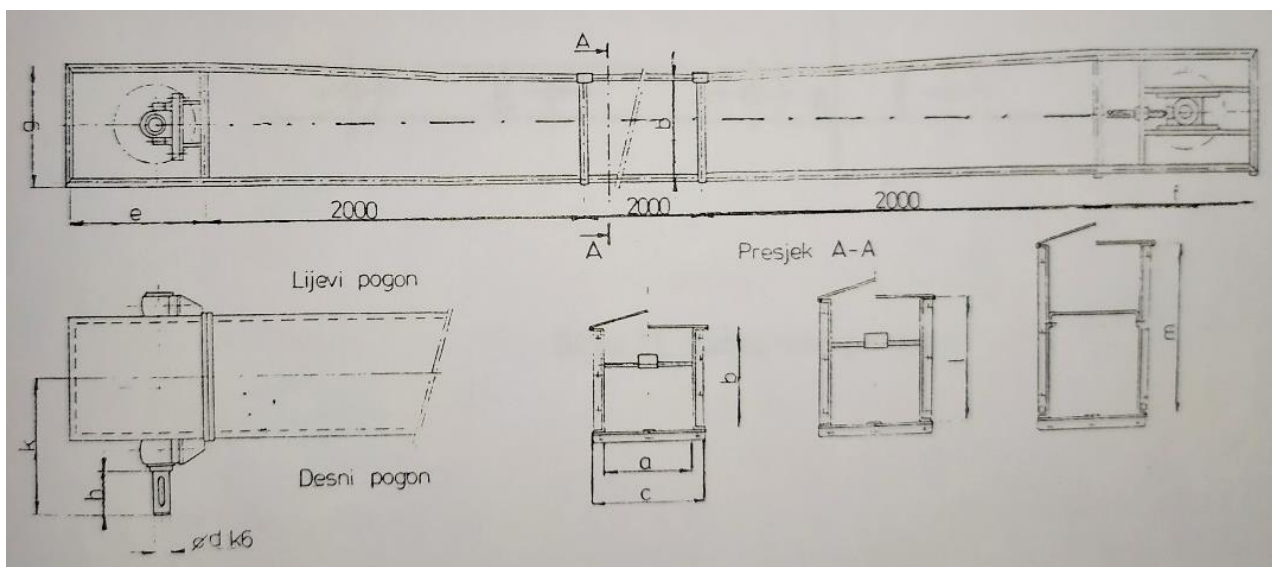


Slika 12. Mjerna shema elevatora Kovinar

(Izvor: Uputstvo za rad i održavanje elevatora Kovinar, PZ „Jankovci“)

### 4.3. Lančasti transporter

Lančasti transporteri služe za transport žitarica u silosima, mlinovima i drugim sličnim pogonima. S njima se mogu transportirati i drugi materijali brašnastog oblika, ako veličina ne prelazi veličinu oraha. Pomoću lančastog transportera ostvariv je i transport po kutom od 120°. Rad ovog transportera zasniva se na povlačenju žitarica u korito pomoću lanca i njegovih transportnih članaka. Lanac radi kao beskonačni tako da svojim donjim dijelovima povlači za sobom materijal dok je gornji dio lanca slobodan. Ulaz materijala u lančasti transporter obavlja se preko ulaznih kutija u kojima je ugrađen djelilac, kako isti ne bi dospijevao u prostor između članaka slobodnog dijela lanca. Na koritu iza ulaza žitarica postavljen je kontrolni prozor od ulaza, a u smjeru transporta žitarica. Materijal koji se transportira putuje u jednako mjernom sloju, čija je visina kod punog kapaciteta obično jednaka unutarnjoj širini korita. Ispuštanje materijala je preko posebnih zasuna. Krajnje izlazna kutija u ovom slučaju služi za ispuštanje onih zrna koje lanac prenosi preko otvora, kako ne bi došlo do zaglavljivanja. Ovaj se višak materijala odvodi u vreću. Kako bi se mogao kontrolirati izlaz materijala iz transportera, iznad izlaza postavljaju se kontrolni prozori.



Slika 13. Mjerna shema lančastog transportera

(Izvor: Uputstvo za rad i održavanje lančastih transportera Kovinar, PZ „Jankovci“)

#### 4.3.1. Pogonska glava

**Pogonska glava** jednostavne je konstrukcije. U sebi ima pogonsko vratilo s lančanicom, koje je preko ležajeva oslonjeno na samu pogonsku glavu. Sastoji se od limenog kućišta i osovine na kugličastim ležajevima na kojoj je učvršćen pogonski lančanic. Na gornjem dijelu pogonske glave nalazi se kontrolni poklopac.

#### 4.3.2. Zatezna glava

**Zatezna glava** konstruirana je tako da osigura lako i potpuno zatezanje transportnog lanca pomoću obične hidraulične dizalice, a da pri tom sva eventualna zakošenja sistema za zatezanje ne utječu na pravilan položaj osovine povodnog kola, odnosno da ona u svakom trenutku zauzima pravilan položaj u odnosu na pravac kretanja transportnog lanca. Osovina je nepokretna, a povodno kolo se na nju oslanja preko kotrljajućih ležaja.

Sastoji se od limenog kućišta, zatezne osovine uležištene u zateznim napravama na kojoj je učvršćen zatezni lančanic te zatezne naprave. Na gornjem dijelu kućišta zatezne glave nalazi se kontrolni poklopac te aspiracioni priključak za centralnu aspiraciju. Ovaj priključak može se ugraditi na bilo kojem mjestu na koritu.

#### 4.3.3. Korito

**Korito** se sastoji iz limenog kućišta, poklopca, vodilice, donjeg kraka lanca i vodilice gornjeg kraka lanca koje je na koritu učvršćeno posebnim držačima. Poklopac se učvršćuje tako da se u slučaju potrebe može lako skidati. Donja vodilica je metalna dok je gornja vodilica slobodnog dijela lanca drvena, kako bi lanac pravio što manje buke prilikom rada.



Slika 14. Korito lančastog transportera Kovinar  
(Izvor: Vlastita fotografija)

#### 4.3.4. Lanac

**Lanac** je člankasti s ugrađenim transportnim člancima, koji potiskuju materijal koji se transportira. Lanac se zbog velikog habanja koje je prouzročeno trenjem žitarica i vodilica izrađuje od specijalnog čelika te se obično cementira i termički obrađuje. Na svakih 5 do 10 m duljine lanca postavlja se transportni članak, posebni kožni skidač koji čisti korito, jer je lanac vodilica izdignut iznad dna za 4 do 5 cm. Ovo je naročito važno kada se istim transportnim sredstvom, transportiraju različiti transportni materijali. Ovi se kožni skidači s vremenom istroše te ih je potrebno zamijeniti novima. Ukoliko je lančasti transporter predviđen kao reverzibilni, odnosno za rad u oba pravca, tada je konstrukcija lanca nešto drugačija jer bi se kod promjene smjera transporta običan lanac zaglavljivao.



Slika 15. Lanac transportera Kovinar  
(Izvor: Vlastita fotografija)

#### 4.4. Održavanje redlera

**Korito redlera** u pravilu ne zahtijeva nikakvo periodičko održavanje, osim antikorozivne zaštite kada se za to ukaže potreba te zamjena istrošenih dijelova kao što su:

- Dno korita
- Donja vodilica lanca
- Gornja vodilica lanca

**Pogonske i zatezne** osovine održavaju se u ležajima zamjenom maziva za ležajeve, i to:

- Kod trajnog pogona svakih 6000 radnih sati
- Kod ostalih slučajeva nakon isteka roka trajanja upotrebljivog maziva (koristi se mazivo“višenamjenska litijeva mast“ LIS2 proizvođača „INA“

Zamjena dijelova vrši se nakon uočavanja istrošenosti i to:

- Lančanici ( promjena koraka uslijed istrošenosti)
- Osovine (ako su „izjedene“ transportiranim materijalom)
- Ležajevi

**Lanac** ne iziskuje posebno održavanje već kontrolu zategnutosti te ispravnost koraka i kožnih skidača. Pravilna zategnutost lanca očituje se u tome, što lanac u pogonu pravilno naliježe na gornje vodilice, ne odiže se od njih (previše zategnuto) niti čini nabore (labavo). Istrošeni lanac ima povećan korak te se „penje“ na zubce lančanika i potrebno ga je zamijeniti.

#### **4.5. Održavanje pužnog transportera**

Maksimalna učinkovitost u eksploataciji pužnog transportera postiže se samo ako se transporter pravilno održava i kontrolira. Iz tog razloga potrebno je imati na raspolaganju određene rezervne dijelove tako da zastoji u radu budu minimalni, a time i koeficijent korisnosti što veći. Važnost redovitog i pravilnog podmazivanja pužnog transportera je potrebno također istaknuti jer od toga neposredno ovisi i njegov vijek trajanja.

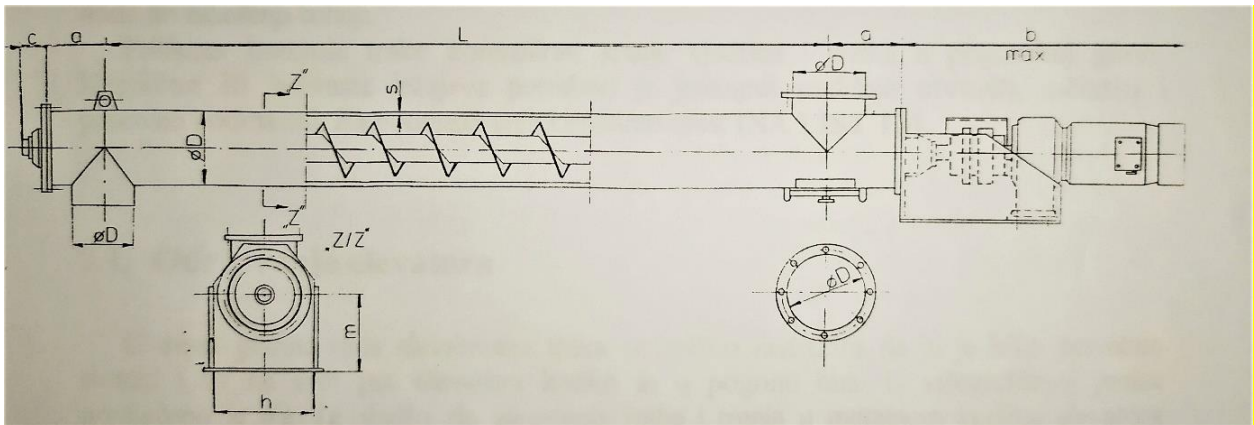
Podmazivanje krajnjeg ležaja obavlja se svakih 1500 do 2000 radnih sati, a potrebno je jednom godišnje ili nakon 3000 do 3500 radnih sati potpuno izmijeniti mazivo u krajnjim ležajevima.

Veću pozornost treba posvetiti istrošenosti kliznog ležaja. U slučaju njegove prevelike istrošenosti trpit će krajnji ležajevi, a spirala puža će uzrokovati povećan lom transportnog materijala i u konačnici će oštetiti cijev puža. U praksi je zabilježeno najprije povećano grijanje mjesta dodira, a u ekstremnim slučajevima i pojava iskrenja. Čestu kontrolu treba posvetiti „kaznenom poklopcu“ koji je povezan s mikroprekidačem i signalizira začepljenost transportnog puta. Radi manjkavosti izvedbe često se događa da transportni materijal dolazi iz suprotnog smjera te se zadržava iza „kaznenog poklopca“ i prijeći njegovu osnovnu namjenu, otklon u predviđenom smjeru, aktiviranje mikroprekidača i pravovremeno zaustavljanje transportnog procesa.

Također je uočen nedostatak na zadnjoj sekciji puža koja se prilikom začepljenja prva deformira. Poželjno bi bilo da se od proizvođača opreme unaprijed zahtjeva da se sekcija spirale na kraju puža dodatno ojača.



Slika 16. Spirala (zavojnica) pužnog transportera PTC  
(Izvor: Vlastita fotografija)



Slika 17. Mjerna shema pužnog transportera „PTC“  
(Izvor: Uputstvo za rad i održavanje pužnih transportera PTC, PZ „Jankovci“ )

Tablica 4. Parametri pužnog transportera

Tip	ØD	a	b	c	s	h	m
PTC 125	127	100	589	70	3	210	140
PTC 160	159	160	660	70	4	260	170
PTC 220	219	200	814	85	4,5	310	200
PTC 270	273	220	840	85	5	380	250
PTC 320	323	260	895	90	5,6	440	280
PTC 400	406	320	990	90	6,3	520	335

Izvor: Uputstvo za rad i održavanje pužnih transportera PTC, PZ „Jankovci“

#### 4.6. Radni učinak transportnog sustava u silosu „PZ JANKOVCI“

U okviru analize rada transportnog sustava silosa „PZ JANKOVCI“ obavljeno je kronometriranje svih segmenata radnog ciklusa silosa, kojim je utvrđeno sljedeće:

- Lančasti transporter (redler) silosa „PZ JANKOVCI“ ima ostvareni prosječni učinak od 60 t/h, dok je kod određenih kultura učinak sljedeći: za pšenicu 60-70 t/h, suncokret 50-60 t/h, soju 55-60 t/h i kukuruz 60-70 t/h.
- Elevator vjedričar silosa „PZ JANKOVCI“ također ima učinak 60 t/h.
- Pužni transporter ima radni kapacitet od 20 t/h.
- Sušara „Rade Končar“ ima učinak 32 t/h sa dva stupa po 16 t/h.
- Učinak u doradi sjemena pšenice iznosi 15 t tijekom jedne smjene (odnosi se na robu koja je pročišćena, odvojene primjese, zaštićena od glodavaca i uvrećana u vreće mase 25 kg).
- Učinak u doradi sjemena soje iznosi 13 t tijekom jedne smjene (odnosi se na robu koja je pročišćena i odvojene primjese).
- Tijekom kronometriranja rada silosa utvrđen je tehnički zastoj od 30 – 40 min, koji nije posljedica tehničke neispravnosti stroja niti pravilno izvođenog radnog ciklusa pojedinih dijelova transportnog sustava.



## 5. RASPRAVA

U sastavu postrojenja silosa „PZ JANKOVCI“ zastupljena su različita transportna sredstva koja se koriste u tehničko-tehnološkom procesu transporta poljoprivrednih zrnatih materijala (lančasti transporter, elevator, pužni transporter), kao što ih navode Šumanovac i sur. (2011.).

Navedena transportna sredstva primjenjena su zbog toga što je u silosu potrebno premješati velike količine sitnozrnatog materijala u neprekidnom toku, pri čemu se ostvaruju određeni kapacitet i učinak sustava bez obzira na dužinu transporta, sukladno navodima Dedijera, (1976.)

Prilikom analize rada transportnog sustava silosa „PZ JANKOVCI“ utvrđeno je kako je tehničko stanje lančastog transportera uredno što je rezultat pravilnog i redovitog održavanja, u skladu s Uputstvom za rad i održavanje pužnih transportera Kovinar, PZ „Jankovci“.

Tehničko stanje lančastog transportera je izvanredno, što je utvrđeno pregledom stroja prije početka radne sezone. Tijekom redovitog rada lančastog transportera evidentiran je jedan ozbiljniji kvar, i to puknuće osigurača karike lanca. Upravo zbog dužeg vijeka trajanja i niže razine buke na lančastom transporteru su zamijenjene drvene vodilice sa plastičnima.

Analizom rada elevatora je utvrđeno kako promatrani vjedričar do sada nije ima tehničke probleme, odnosno zastoje. Osim sezonskog pregleda, utvrđeno je kako servisna služba postrojenja obavlja redovite preglede potrošenosti ležaja i pregled vučnog organa na kojem se nalaze vjedrice.

Prilikom istraživanja pužnog transportera uočen je manji tehnički zastoj zbog pucanja osovine koja spaja dva elementa puža. Oštećena osovina je zamijenjena odgovarajućim rezervnim dijelom te je rad elevatora nastavljen bez daljnjih zastoja.

Analizirana sušara je vidno oštećena tijekom Domovinskog rata te je nužno servisirati uređaj za raspodjelu suhe robe. S obzirom da je riječ o skupljem tehničkom zahvatu, navedeno je naznačeno u planu budućih aktivnosti.

Utvrđeni tehnički zastoj silosa „PZ JANKOVCI“ posljedica je česte najezde glodavaca, uslijed čega nastaju oštećenja naponskih kablova mikroprekidača i sklopki transportnog sustava, a to se odražava u obliku prekida u njegovom radu.

Kronometriranjem učinaka rada transportnog sustava silosa „PZ JANKOVCI“ utvrđeno je da svi pojedinačni segmenti sustava rade u okvirima svojih kapaciteta, uz izmjereni tehnički zastoj koji se nije mogao predvidjeti i preventivno izbjeći.

Provedenim istraživanjem utvrđeno je da u transportni sustav silosa „PZ JANKOVCI“ svojom tehničkom opremljenošću i redovitim održavanjem zadovoljavaju svoju primarnu funkciju – transport poljoprivrednih zrnatih materijala (žitarica) tijekom sezone njihovog spremanja u silose.

## 6. ZAKLJUČAK

Analizirajući silos „PZ Jankovci“ zaključuje se kako isti nalazi na dobroj i površinski mnogo velikoj lokaciji. Zbog vrlo velike površine tijekom žetve ne dolazi do zagušenja i zastoja prometa kada se izvodi nekoliko tehnoloških procesa istovremeno (prijem sušenja i otprema robe).

Na samom ulazu u silos nalazi se uređaj za izuzimanje uzoraka koji je smješten prije kolske vage, navedeni uređaj koristi pneumatsku sondu s kojom se uzorci uzimaju brzo i učinkovito. Pored hidraulične istovarne platforme postoji zaštitna kućica za rukovatelja koji bi tijekom svog rada ostao zaštićen od prašine koja nastaje prilikom istovara materijala. Lančasti transporter u usipnom košu ne posjeduje detektor metala što može uzrokovati problem pucanja lanca ako tijekom istovara dođe do ispadanja metalnih dijelova s traktora ili prikolica.

Što se tiče sustava transporta žitarica, s tehničke je strane on dobro ustrojen. S obzirom da je stupanj tehničke zastarjelosti „PZ Jankovci“ jako visok, provedba nadzora te održavanje cjelokupnog sustava nije toliko loše.

Prilikom analize sustava transporta u „PZ Jankovci“ uočeno je da se u koritima lančastih transporterata nalaze vodilice sačinjene od plastičnih materijala koje pridonose puno manjem intenzitetu buke te samim time omogućuju tiši i mirniji rad, kao i produžetak vijeka trajanja lanca, vodilice te dna samog korita.

Transportna su sredstva u današnjoj tehnologiji dorade i skladištenja žitarica krajnje neophodna, gdje bi bez njih bilo gotovo nemoguće skladištenje i manipulacija velikih količina žitarica u sustavima skladišta i silosa.

Samo učešće transportnih sredstava u sustavu troškova je značajno, a kreće se oko 20 % od osnovne cijene žitarica, ali se povećanjem kapaciteta transporta i organizacijom samog rada u sustavu transporta i skladištenja žitarica taj udio u cijeni troškova može donekle korigirati i smanjiti.

Ovo smanjenje troškova u cijeni koštanja jedinične cijene žitarica u tehnologiji transporta i skladištenja uvjetovan je praćenjem i uvođenjem modernijih i naprednijih tehnoloških linija kako u pogledu transporta tako i u cjelokupnom poduzeću i poljoprivredi.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Brčić, J. (1985.): Mehanizacija u biljnoj proizvodnji. Školska knjiga, Zagreb
2. Brkić, D., Vujčić, M., Šumanovac, L., Lukač, P., Kiš, D., Jurić, T., Knežević, D. (2005.): Eksploatacija poljoprivrednih strojeva. J. J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet, Osijek.
3. Dedijer S. (1976.): Transportni strojevi IP. „Svjetlost“, Sarajevo.
4. Dedijer S. (1986.): Transportni strojevi I. Mašinski fakultet, Beograd.
5. Kostić, R., Georgijević, M. (2007.): Podna transportna sredstva. Ideja ekom, Novi Sad
6. Landeka, S. (1996.): Mehanizacija poljoprivredne proizvodnje. Rotograf, Vinkovci.
7. Ritz J. (1978.): Osnovi uskladištenja ratarskih proizvoda. Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb.
8. Šumanovac, L. (2001.): Transport u poljoprivredi, Skripta, Osijek-Vinkovci
9. Šumanovac, L., Sebastijanović, S., Kiš, D. (2011.): Transport u poljoprivredi. Poljoprivredni fakultet, Osijek.
10. Uputstvo za rad i održavanje pužnih transportera PTC, PZ „Jankovci“
11. Uputstvo za rad i održavanje lančastog transportera Kovinar, „Jankovci“
12. Uputstvo za rad i održavanje elevatora Kovinar, „Jankovci“
13. Zimmer, R., Banaj, Đ., Brkić, D., Košutić, S. (1997.): Mehanizacija u ratarstvu, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.

## **8. SAŽETAK**

U radu analiziran je rad transportnih sredstava u silosu „PZ Jankovci“. Na početku rada spomenuto je nekoliko riječi o samome silosu, a zatim je u daljnjem tekstu općenitije opisan rad transportnih sustava, kao i njihovi važni dijelovi, detaljni postupak održavanja istih te poduzimanje mjera zaštite za rukovoditelje pogona. Unatoč postojanju pozitivnih čimbenika (brzina, učinak, preciznost) iz svega navedenog može se zaključiti kako je pored suvremene opreme koja se nalazi na silosu, još uvijek udio ljudskog rada relativno visok.

**Ključne riječi:** transport, održavanje, silos, redleri

## 9. SUMMARY

In this paper, the work of transport means in the silo "PZ Jankovci" is analyzed. At the beginning of the paper, a few words about the silo itself were mentioned, and then the following is a more general description of the operation of transport systems, as well as their important parts, detailed maintenance procedure and protection measures for their workers. Despite the existence of positive factors (speed, performance, precision) from all the above it can be concluded that in addition to modern equipment located in the silo, the part of human work is still relatively high.

**Keywords:** transport, maintenance, silo, redler

## 10. POPIS SLIKA I TABLICA

Slika 1. Silos „PZ Jankovci“ .....	3
Slika 2. Kut prirodnog pokosa.....	5
Slika 3. Elevator vjedričar.....	8
Slika 4 Opća shema djelovanja sila na pražnjenje vjedara.....	9
Slika 5. Horizontalni lančasti transporter (redler).....	10
Slika 6. Pužni transporter.....	12
Slika 7. Ekonomsko dvorište „PZ Jankovci“.....	19
Slika 8. Glava elevatora .....	22
Slika 9. Podnožje elevatora.....	24
Slika 10. Elevatorske cijevi.....	24
Slika 11. Elevatorsko vjedro .....	25
Slika 12. Mjerna shema elevatora .....	27
Slika 13. Mjerna shema lančastog transportera.....	28
Slika 14. Korito lančastog transportera .....	30
Slika 15. Lanac transportera.....	31
Slika 16. Spirala (zavojnica) pužnog transportera .....	33
Slika 17. Mjerna shema pužnog transportera „PTC“.....	34
Tablica 1. Popis samohodnih strojeva.....	14
Tablica 2. Popis priključnih strojeva.....	15
Tablica 3. Popis zgrada i hala.....	17
Tablica 4. Parametri pužnog transportera .....	34

## **TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**

**Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku**

**Diplomski rad**

**Fakultet Agrobiotehničkih znanosti Osijek**

**Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo, smjer Biljna Proizvodnja**

Analiza rada transportnih sustava u silosu „PZ Jankovci“

**Franjo Lučić**

### **Sažetak:**

U radu je analiziran rad transportnih sredstava u silosu „PZ Jankovci“. Na početku rada spomenuto je nekoliko riječi o samome silosu, a zatim je u daljnjem tekstu općenitije opisan rad transportnih sustava, kao i njihovi važni dijelovi, detaljni postupak održavanja istih te poduzimanje mjera zaštite za rukovoditelje pogona. Unatoč postojanju pozitivnih čimbenika (brzina, učinak, preciznost) iz svega navedenog može se zaključiti kako je pored suvremene opreme koja se nalazi na silosu, još uvijek udio ljudskog rada relativno visok.

Rad je izrađen na Fakultetu Agrobiotehničkih znanosti Osijek

**Mentor:** prof. dr. sc. Luka Šumanovac

**Broj stranica:** 42

**Broj grafikona i slika:** 17

**Broj tablica:** 5

**Broj literaturnih navoda:** 13

**Broj priloga:**

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** transport, održavanje, silos, redler

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. prof. dr. sc. Darko Kiš, predsjednik
2. prof. dr. sc. Luka Šumanovac, mentor
3. dr. sc. Domagoj Zimmer, član
4. prof. dr. sc. Tomislav Jurić, zamjenski član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnici fakulteta Agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1



Analysis of the operation of vehicles in the silo „PZ Jankovci“  
**Franjo Lučić**

**Abstract:**

In this paper, the work of transport means in the silo "PZ Jankovci" is analyzed. At the beginning of the paper, a few words about the silo itself were mentioned, and then the following is a more general description of the operation of transport systems, as well as their important parts, detailed maintenance procedure and protection measures for their workers. Despite the existence of positive factors (speed, performance, precision) from all the above it can be concluded that in addition to modern equipment located in the silo, the part of human work is still relatively high.

Key words: transport, maintenance, silo, redler

**Thesis performed at:** Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

**Mentor:** Luka Šumanovac, PhD

**Number of pages:** 42

**Number of figures:** 17

**Number of tables:** 5

**Number of references:** 13

**Number of appendices:**

**Original in:** Croatian

**Keywords:** transport, maintenance, silo, redler.

**Thesis defended on date:**

**Reviewers:**

1. Darko Kiš, PhD, Full Professor, president
2. Luka Šumanovac, PhD, Full Professor, mentor
3. Domagoj Zimmer, PhD, member
4. Tomislav Jurić, PhD, Full Professor, member

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1