

HORIZONTALNA PREŠA-BALIRKA POTISKA 30 TONA

HORIZONTAL PRESS-BALER WITH THRUST FORCE OF 30 TONS

Nikola Vlah, Franjo Maroević, Damir Maderić

Stručni članak

Sažetak: Glavni zadatak ovog članka je opisati problem zbrinjavanja otpada, opisati rad i upravljanje te proračun hidrauličkog sustava preše-balirke. Objasnjena je važnost preše-balirke kod zbrinjavanja, rukovanja i reciklaže otpada. Stroj je izrađen tako da se njime može prešati i balirati sve vrste komunalnog otpada, a u većini slučajeva to je papir, karton te plastična i aluminijska ambalaža. Upravljanje strojem omogućuje elektrohidraulički sustav upravljanja. Strojem se može upravljati ručno i automatski. Ručni rad se koristi samo prilikom servisiranja i održavanja balirke, dok se automatski način rada koristi kod prešanja i baliranja otpada. Izračunate su sve fizikalne veličine potrebne za izradu elektrohidrauličkog sustava preše-balirke, te su na temelju tih vrijednosti odabrani ključni elementi sustava iz kataloga proizvođača hidrauličkih elemenata. Proračunom je ispitana sigurnost na izvijanje klipnjača prilikom opterećenja, što nam osigurava da stroj radi pouzdano i sigurno.

Ključne riječi: zbrinjavanje otpada, preša-balirka

Professional paper

Abstract: The main task of this article is to describe the problem of waste disposal, description of work, management, and calculation of the hydraulic system of press-baler. The importance of press-baler for disposal, recycling and waste handling is explained. The machine is designed so that it can press all types of communal waste. In the majority of cases it is paper, cardboard, and plastic and aluminium packing. Electro-hydraulic control system manages the machine. The machine can be operated in two modes, manual and automatic. Manual operation is used only during servicing and maintenance of press-baler, while the automatic mode is used for pressing and baling waste. All physical values needed to create electro-hydraulic baling system were calculated, and on the base of calculated values key elements were selected from the catalogue of hydraulic components. The safety at twisting of connecting rod during workload was evaluated with calculation, which ensures us that the machine works reliably and safely.

Key words: waste management, press-baler

Popis oznaka:

A [m²] - površina

a - faktor sigurnosti

d [m] - promjer

E [N/m²] - modul elastičnosti

F [N] - sila

I [m⁴] - plošni moment

l [m] - duljina

p [Pa] - tlak

Re - Reynoldsov broj

Q [m³/s] - protok

s [m] - hod

t [s] - vrijeme

V [m³] - volumen

w [m/s] - brzina

δ - korekcijski faktor

λ - koeficijent trenja

η_{hm} – hidrauličko-mehanički koeficijent korisnog djelovanja

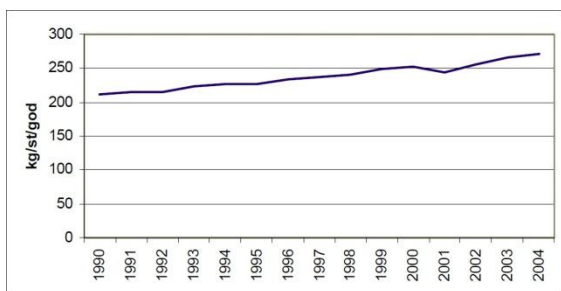
ν [m²/s] - kinematička viskoznost

ρ [kg/m³] - gustoća

ξ - koeficijent otpora ξ_{tt}

1. PROBLEM ZBRINJAVANJA OTPADA

U posljednjih 30-40 godina zabilježen je priličan porast količine otpada. U svijetu danas više od 50 % stanovništva živi i radi u urbanim sredinama gdje je zabilježen najveći porast otpada. Procjenjuje se da se u Republici Hrvatskoj na godinu proizvede i do 10 milijuna tona otpada, od čega se na komunalni otpad odnosi oko 1,5 milijuna tona (ili 270 kilograma po stanovniku). Organiziranim skupljanjem i dovozom otpada na odlagališta obuhvaćeno je otprilike 86% stanovništva Republike Hrvatske.



Slika 1. Skupljeni i odloženi komunalni otpad po stanovniku, 1990. – 2004.

Problematici upravljanja otpadom trebalo bi prići tako da se:

- izbjegne i smanji otpad i opasna svojstva otpada čiji se nastanak ne može spriječiti
- odvojeno skuplja otpad i iskoriste se njegova vrijedna svojstva u materijalne svrhe (reciklaža)
- obradi otpad koji se ne može ponovo upotrijebiti
- kontrolirano odlaže ili deponira što manje otpada

Tradicionalno se otpad smatra smećem, no takvo razmišljanje treba mijenjati jer suvremene tehnologije gotovo potpuno omogućavaju iskorištavanje svih vrsta i količina otpada. Postoji više vrsta strojeva koji se koriste i uvelike pomažu u zbrinjavanju, rukovanju, sortiranju i reciklaži otpada.

Ti strojevi su razvrstani u dvije skupine:

- oprema za komunalnu tehnologiju
- strojevi za reciklažu otpada

Opremi za komunalnu tehnologiju pripadaju pužni i hidraulički preskotejneri, rolokontejneri te kamioni smećari, dok strojeve za reciklažu otpada čine preše za baliranje i reciklažna dvorišta.

2. OPIS STROJA

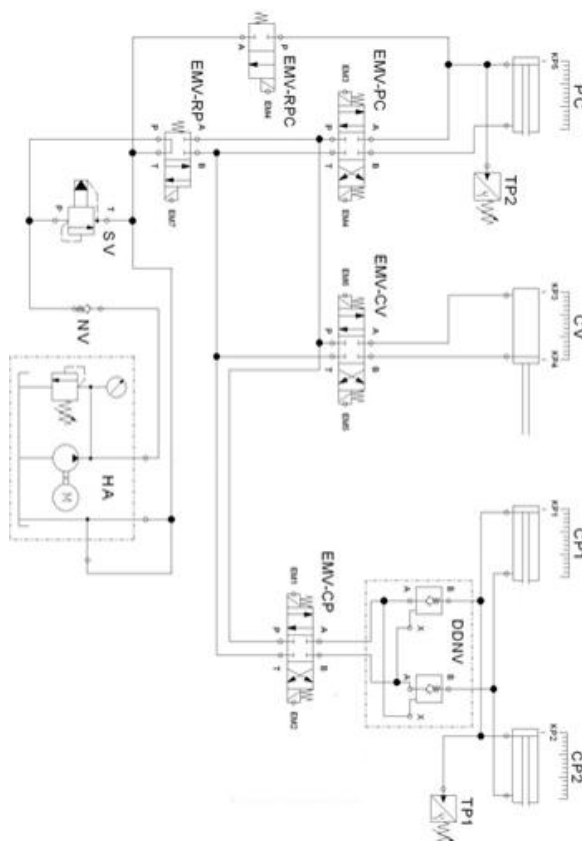
Preša balirka pomoću potisnog cilindra preša i smanjuje radni volumen otpada. Stražnji cilindar služi za spuštanje i podizanje vrata, koja služe kao brana prilikom prešanja. Preostala dva cilindra otvaraju poklopce usipne komore i imaju zadatak da prije prešanja zatvore poklopce da otpad ne bi izlazio prilikom prešanja. Kao sigurnosni element služi zaštitna mreža, te štiti radnika od ozljeda. Ona mora biti u zatvorenom položaju da bi mogli upaliti hidroagregat preše te da možemo početi prešanje. Vezanje (baliranje) otpada je ručna akcija, a obavlja se pomoću mehanizma za vezanje žice koja sprečava rasipanje otpada nakon prešanja. Elektromanipulacijski ormarić, na kojem se nalaze tipkala za upravljanje, je mozak ovog stroja i pomoću njega se izvode sve operacije osim vezanja otpada u bale.



Slika 2. HPB – 30

3. HIDRAULIČNA I ELEKTRO SHEMA

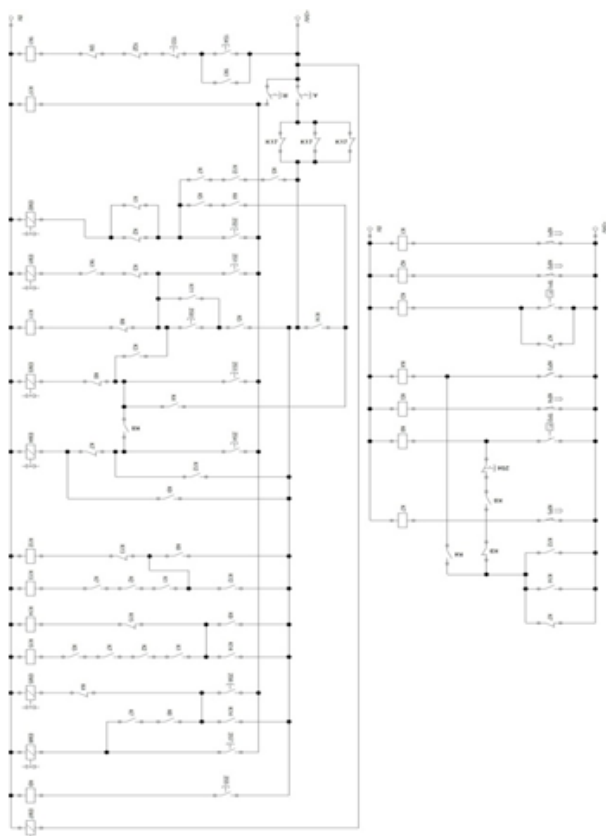
3.1. Hidraulička shema



Slika 3. Hidraulička shema

Hidraulička shema sastavni je dio svakog hidrauličkog sustava. Ona predočava raspored svih hidrauličkih elemenata da bi se lakše shvatila njena funkcionalnost. Hidroagregat preše-balirke opskrbljuje cijeli hidraulički sustav radnim fluidom. Njegov rad se temelji na konstantnom protoku (dobavi) radnog fluida u sve dijelove sustava, te osigurava konstantan radni tlak u sustavu. Sigurnosni ventil omogućuje da tlak u sustavu ne prijeđe maksimalnu dopuštenu vrijednost, kako ne bi došlo do npr. pucanja cjevovoda ili propuštanja brtvi na elementima sustava. Razvodnici usmjeravaju i zatvaraju protok radnog fluida, a najviše se koriste za upravljanje izvršnim elementima (u ovom slučaju cilindrima). Cilindri pretvaraju hidrauličku energiju u mehaničku i na taj način svladavaju zadane sile i opterećenja.

3.2. Elektroskema

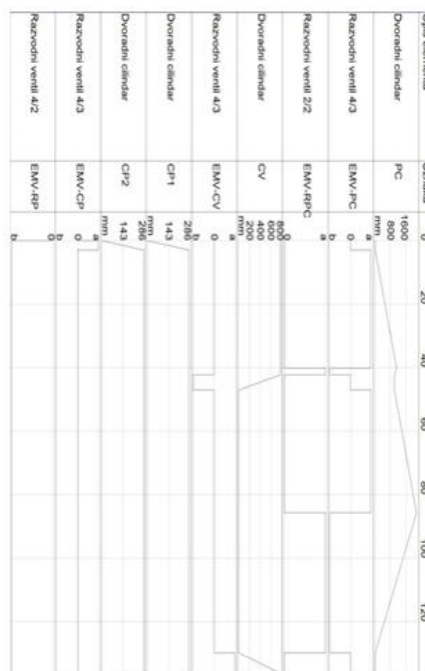


Slika 4. Elektroskema

Elektro-skema se često koristi u hidrauličkim sustavima, ali nije nužna jer se hidrauličkim elementima može upravljati i ručno. Njezin glavni zadatak je upravljanje svim elementima u sustavu koji se mogu upravljati pomoću električne struje. Njezini sastavni dijelovi su preklopnici (sklopnici) i releji, te se njihovom kombinacijom dolazi do određenih funkcija upravljanja strojem.

4. DIJAGRAM PUT – KORAK

Ovaj dijagram je sastavni dio hidrauličke sheme, a prikazuje odvijanje radnog procesa ovisno o vremenu. U njemu su uključeni svi upravljački i izvršni elementi. On prikazuje način rada i odvijanje procesa svakog pojedinog elementa, te se iz njega vide korisni tehnički podaci i podaci o načinu rada hidrauličke sheme.



Slika 5. Dijagram put-korak

5. PRORAČUN

ZADANO:

- Sila potisnog cilindra
 $F_{PC} = 30 \text{ t} = 300000 \text{ N}$
- Sila cilindra vrata
 $F_{CV} = 3,5 \text{ t} = 35000 \text{ N}$
- Sila cilindara poklopaca
 $F_{CP} = 2 \text{ t} = 20000 \text{ N}$
- Volumen dobave pumpe
 $Q_P = 36 \text{ l/min} = 0,0006 \text{ m}^3/\text{s}$
- Hod klipa potisnog cilindra
 $s_{PC} = 2155 \text{ mm} = 2,155 \text{ m}$
- Hod klipa cilindra vrata
 $s_{CV} = 771 \text{ mm} = 0,771 \text{ m}$
- Hod klipa cilindara poklopaca
 $s_{CP} = 286 \text{ mm} = 0,286 \text{ m}$
- Tlak potisnog cilindra
 $p_{PC} = 200 \text{ bar} = 20000000 \text{ N/m}^2$
- Tlak cilindra vrata
 $p_{CV} = 80 \text{ bar} = 8000000 \text{ N/m}^2$
- Tlak cilindara poklopaca
 $p_{CP} = 75 \text{ bar} = 7500000 \text{ N/m}^2$
- Promjer klipnjače potisnog cilindra
 $d_{2-PC} = 125 \text{ mm} = 0,125 \text{ m}$
- Promjer klipnjače cilindra vrata
 $d_{2-CV} = 45 \text{ mm} = 0,045 \text{ m}$
- Promjer klipnjače cilindara poklopaca
 $d_{2-CP} = 40 \text{ mm} = 0,04 \text{ m}$
- Gustoća radnog fluida
 $\rho = 878 \text{ kg/m}^3$
- Kinematička viskoznost
 $\nu = 48 \text{ mm}^2/\text{s} = 0,000048 \text{ m}^2/\text{s}$
- Hidrauličko-mehanički koeficijent korisnog djelovanja

- $\eta_{hm} = 0,9$
- Modul elastičnosti (za CK45)
 $E = 2,1 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$

5.1. Dimenzioniranje potisnog cilindra

Površina klipa potisnog cilindra:

$$A_{1-PC} = \frac{F_{PC}}{p_{PC} \cdot \eta_{hm}} = 0,01667 \text{ m}^2$$

Promjer klipa potisnog cilindra:

$$d_{1-PC} = \sqrt{\frac{A_{1-PC} \cdot 4}{\pi}} = 0,146 \text{ m}$$

Promjer klipa potisnog cilindra uspoređuje se sa standardnim promjerima, te se prema izračunatoj vrijednosti iz kataloga proizvođača hidrauličkih cilindara Mapro odabire prvi veći promjer koji iznosi 160 mm, a proračun se ponovi.

Površina klipa potisnog cilindra:

$$A_{1-PC} = \frac{d_{1-PC}^2 \cdot \pi}{4} = 0,020116 \text{ m}^2$$

Tlak potisnog cilindra:

$$p_{PC} = \frac{F_{PC}}{A_{1-PC} \cdot \eta_{hm}} = 16570392,69 \text{ Pa}$$

Izračunata vrijednost zadovoljava uvjete postavljene radnim zadatkom.

Površina klipnjače potisnog cilindra:

$$A_{2-PC} = \frac{d_{2-PC}^2 \cdot \pi}{4} = 0,012272 \text{ m}^2$$

Brzina izvlačenja klipnjače potisnog cilindra:

$$w_{i-PC} = \frac{Q_P}{A_{1-PC}} = 0,0298 \text{ m/s}$$

Brzina uvlačenja klipnjače potisnog cilindra:

$$w_{u-PC} = \frac{Q_P}{A_{1-PC} - A_{2-PC}} = 0,0765 \text{ m/s}$$

Vrijeme izvlačenja klipnjače potisnog cilindra:

$$t_{i-PC} = \frac{S_{PC}}{w_{i-PC}} = 72,25 \text{ s}$$

Vrijeme uvlačenja klipnjače potisnog cilindra:

$$t_{u-PC} = \frac{S_{PC}}{w_{u-PC}} = 28,17 \text{ s}$$

5.1.1. Sigurnost od izvijanja potisnog cilindra

Dopuštena sila izvijanja:

$$F_{K \text{ doz}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{PC}}{l_{K-PC}^2 \cdot a} = 382037,862 \text{ N}$$

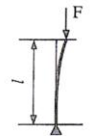
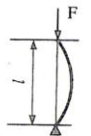

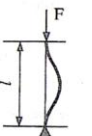
Izabrano opterećenje na potisnom cilindru je manje od izračunate dopuštene sile na izvijanje, pa proračun zadovoljava.

Plošni moment potisnog cilindra:

$$I_{PC} = \frac{d_{2-PC}^4 \cdot \pi}{64} = 1,1984 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

Slobodna dužina savijanja potisnog cilindra:

$$l_{K-PC} = 2 \cdot l = 2 \cdot s_{PC} = 4,31 \text{ m}$$

Tipovi opterećenja prema Euleru			
tip 1 jedan kraj slobodan, drugi upet	tip 2 (osnovni tip) dva kraja vođena osloncem	tip 3 jedan kraj vođen osloncem drugi upet	tip 4 dva kraja tvrdno upeta
			
$l_k = 2l$	$l_k = l$	$l_k = l \cdot \sqrt{\frac{1}{2}}$ (0,707)	$l_k = \frac{l}{2}$

Slika 6. Tipovi opterećenja prema Euleru

5.2. Dimenzioniranje cilindra vrata

Površina klipa cilindra vrata:

$$A_{1-CV} = \frac{F_{CV}}{p_{CV} \cdot \eta_{hm}} = \frac{35000}{8000000 \cdot 0,9}$$

$$A_{1-CV} = 0,0048611 \text{ m}^2$$

Promjer klipa cilindra vrata:

$$d_{1-CV} = \sqrt{\frac{A_{1-CV} \cdot 4}{\pi}} = 0,0787 \text{ m}$$

Promjer klipa cilindra vrata uspoređuje se sa standardnim promjerima, te se prema izračunatoj vrijednosti iz kataloga proizvođača hidrauličkih cilindara Mapro odabire prvi veći promjer koji iznosi 80 mm, a proračun se ponovi.

Površina klipa cilindra vrata:

$$A_{1-CV} = \frac{d_{1-CV}^2 \cdot \pi}{4} = 0,00502655 \text{ m}^2$$

Sila cilindra vrata:

$$F_{CV} = p_{CV} \cdot A_{1-CV} \cdot \eta_{hm} = 36191,16 \text{ N}$$

Površina klipnjače cilindra vrata:

$$A_{2-CV} = \frac{d_{2-CV}^2 \cdot \pi}{4} = 0,00159 \text{ m}^2$$

Brzina izvlačenja klipnjače cilindra vrata:

$$w_{i-CV} = \frac{Q_P}{A_{1-CV}} = 0,1194 \text{ m/s}$$

Brzina uvlačenja klipnjače cilindra vrata:

$$w_{u-CV} = \frac{Q_P}{A_{1-CV} - A_{2-CV}} = 0,1746 \text{ m/s}$$

Vrijeme izvlačenja klipnjače cilindra vrata:

$$t_{i-CV} = \frac{S_{PC}}{w_{i-CV}} = 6,46 \text{ s}$$

Vrijeme uvlačenja klipnjače cilindra vrata:

$$t_{u-CV} = \frac{S_{CV}}{w_{u-CV}} = 4,42 \text{ s}$$

5.2.1. Sigurnost od izvijanja cilindra vrata

Dopuštena sila izvijanja:

$$F_{K \text{ doz}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{CV}}{l_{K-CV}^2 \cdot a} = 50130,52 \text{ N}$$

Izabrano opterećenje na cilindru vrata je manje od izračunate dopuštene sile na izvijanje, pa proračun zadovoljava.

Plošni moment potisnog cilindra:

$$I_{CV} = \frac{d_{2-CV}^4 \cdot \pi}{64} = 2,013 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4$$

Slobodna dužina savijanja potisnog cilindra:

$$l_{K-CV} = 2 \cdot l = 2 \cdot s_{CV} = 1,542 \text{ m}$$

5.3. Dimenzioniranje cilindra poklopca

Površina klipa cilindra poklopca:

$$A_{1-CP} = \frac{F_{CP}}{p_{CP} \cdot \eta_{hm}} = 0,002963 \text{ m}^2$$

Promjer klipa cilindra poklopca:

$$d_{1-CP} = \sqrt{\frac{A_{1-CP} \cdot 4}{\pi}} = 0,0614 \text{ m}$$

Promjer klipova cilindra poklopca uspoređuje se sa standardnim promjerima, te se prema izračunatoj vrijednosti iz kataloga proizvođača hidrauličkih cilindra Mapro odabire prvi veći promjer koji iznosi 63 mm, a proračun se ponovi.

Površina klipa cilindra poklopca:

$$A_{1-CP} = \frac{d_{1-CP}^2 \cdot \pi}{4} = 0,003117 \text{ m}^2$$

Sila cilindra poklopca:

$$F_{CP} = A_{1-CP} \cdot p_{CP} \cdot \eta_{hm} = 21039,75 \text{ N}$$

Površina klipnjače cilindra poklopca:

$$A_{2-CP} = \frac{d_{2-CP}^2 \cdot \pi}{4} = 0,0012566 \text{ m}^2$$

Brzina izvlačenja klipnjača cilindra poklopca:

$$w_{i-CP} = \frac{Q_P}{A_{1-CP}} \cdot \frac{1}{2} = 0,096 \text{ m/s}$$

Brzina uvlačenja klipnjača cilindra poklopca:

$$w_{u-CP} = \frac{Q_P}{A_{1-CP} - A_{2-CP}} \cdot \frac{1}{2} = 0,161 \text{ m/s}$$

Vrijeme izvlačenja klipnjača cilindra poklopca:

$$t_{i-CP} = \frac{S_{CP}}{w_{i-CP}} = 2,97 \text{ s}$$

Vrijeme uvlačenja klipnjača cilindra poklopca:

$$t_{u-CP} = \frac{S_{CP}}{w_{u-CP}} = 1,77 \text{ s}$$

5.3.1. Sigurnost od izvijanja cilindra poklopca

Dopuštena sila izvijanja:

$$F_{K \text{ doz}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{CP}}{l_{K-CP}^2 \cdot a} = 227441,024 \text{ N}$$

Izabrano opterećenje na cilindrima poklopca je manje od izračunate dopuštene sile na izvijanje, pa proračun zadovoljava.

Plošni moment potisnog cilindra:

$$I_{CP} = \frac{d_{2-CP}^4 \cdot \pi}{64} = 1,25664 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4$$

Slobodna dužina savijanja potisnog cilindra:

$$l_{K-CP} = 2 \cdot l = 2 \cdot s_{CP} = 0,572 \text{ m}$$

5.4. Dimenzioniranje presjeka cjevovoda

Promjer usisne cijevi:

$$d_u \geq \sqrt{\frac{4 \cdot Q_p}{\pi \cdot w_{\max-u}}} = 0,03192 \text{ m}$$

Promjer tlačnih cijevi:

$$d_t \geq \sqrt{\frac{4 \cdot Q_p}{\pi \cdot w_{\max-t}}} = 0,01236 \text{ m}$$

Promjer povratnih cijevi:

$$d_p \geq \sqrt{\frac{4 \cdot Q_p}{\pi \cdot w_{\max-p}}} = 0,01596 \text{ m}$$

Presjeke cjevovoda odabire se prema izračunatim vrijednostima iz kataloga proizvođača hidrauličkih cjevovoda Hansa Flex,

te se odabire:

- za usisnu cijev: PR 35–1.5 V2, odnosno unutarnji promjer 32 mm
- za tlačne cijevi: PR 16–1.5 V2, odnosno unutarnji promjer 13 mm
- za povratne cijevi: PR 20–2 V2, odnosno unutarnji promjer 16 mm

5.5. Dimenzioniranje veličine spremnika

Volumen spremnika:

$$V_{sp} = 3 \cdot V_{cil} = 0,147 \text{ m}^3 = 147 \text{ l}$$

Volumen cilindra:

$$V_{cil} = V_{PC} + V_{CV} + V_{CP} = 0,049 \text{ m}^3$$

Volumen potisnog cilindra:

$$V_{PC} = A_{1-PC} \cdot s_{PC} = 0,04335 \text{ m}^3$$

Volumen cilindra vrata:

$$V_{CV} = A_{1-CV} \cdot s_{CV} = 0,003875 \text{ m}^3$$

Volumen cilindra poklopaca:

$$V_{CP} = A_{1-CP} \cdot s_{CP} \cdot 2 = 0,001783 \text{ m}^3$$

5.6. Pad tlaka u cijevima i cjevnim elementima

$$\Delta p = \sum \Delta p_c + \sum \Delta p_m = 796914,9172 \text{ Pa}$$

Izračunata vrijednost zadovoljava uvjete postavljene radnim zadatkom.

5.6.1. Pad tlaka kroz različite promjere cjevovoda

$$\sum \Delta p_c = \Delta p_{uc} + \Delta p_{tc} + \Delta p_{pc} = 529996,7788 \text{ Pa}$$

5.6.1.1. Pad tlaka u usisnom dijelu cjevovoda

$$\Delta p_{uc} = \lambda_u \cdot \rho \cdot \frac{l_{uc}}{d_u} \cdot \frac{w_{uc}^2}{2} = 98,248 \text{ Pa}$$

Brzina strujanja radnog fluida kroz usisnu cijev:

$$w_{uc} = \frac{4 \cdot Q}{d_u^2 \cdot \pi} = 0,746 \text{ m/s}$$

Izračunata vrijednost je u granicama dopuštenih vrijednosti i zadovoljava uvjete postavljene radnim zadatkom.

Reynoldsov broj za određivanje vrste strujanja u usisnoj cijevi:

$$Re_u = \frac{w_{uc} \cdot d_u}{\nu} = 497,33$$

Koeficijent trenja za laminarno strujanje u usisnoj cijevi:

$$\lambda_u = \frac{64}{Re_u} = 0,128686$$

5.6.1.2. Pad tlaka u tlačnom dijelu cjevovoda

$$\Delta p_{tc} = \lambda_t \cdot \rho \cdot \frac{l_{tc}}{d_t} \cdot \frac{w_{tc}^2}{2} = 387780,2724 \text{ Pa}$$

Brzina strujanja radnog fluida u tlačnim cijevima:

$$w_{tc} = \frac{4 \cdot Q}{d_t^2 \cdot \pi} = 4,5204 \text{ m/s}$$

Izračunata vrijednost je u granicama dopuštenih vrijednosti i zadovoljava uvjete postavljene radnim zadatkom.

Reynoldsov broj za određivanje vrste strujanja u tlačnim cijevima:

$$Re_t = \frac{w_{tc} \cdot d_t}{\nu} = 1224,275$$

Koeficijent trenja za laminarno strujanje u tlačnim cijevima:

$$\lambda_t = \frac{64}{Re_t} = 0,052276$$

5.6.1.3. Pad tlaka u povratnom dijelu cjevovoda

$$\Delta p_{pc} = \lambda_p \cdot \rho \cdot \frac{l_{pc}}{d_p} \cdot \frac{w_{pc}^2}{2} = 142118,2584 \text{ Pa}$$

Brzina strujanja radnog fluida u povratnim cijevima:

$$w_{pc} = \frac{4 \cdot Q}{d_p^2 \cdot \pi} = 2,9842 \text{ m/s}$$

Izračunata vrijednost je u granicama dopuštenih vrijednosti i zadovoljava uvjete postavljene radnim zadatkom.

Reynoldsov broj za određivanje vrste strujanja u povratnim cijevima:

$$Re_p = \frac{w_{pc} \cdot d_p}{\nu} = 994,733$$

Koeficijent trenja za laminarno strujanje u povratnim cijevima:

$$\lambda_p = \frac{64}{Re_p} = 0,06434$$

5.6.2. Pad tlaka koji uzrokuju cijevni elementi

$$\sum \Delta p_m = \sum_{n=1}^{n=14} \Delta p_e + \sum_{n=1}^{n=8} \Delta p_{tt} + \sum_{n=1}^{n=6} \Delta p_{tp}$$

$$\sum \Delta p_m = 266918,1384 \text{ Pa}$$

5.6.2.1. Pad tlaka uzrokovan elementima

Pad tlaka u svim elementima:

$$\sum_{n=1}^{n=14} \Delta p_e = \Delta p_e \cdot 14 = 203196,1708 \text{ Pa}$$

Pad tlaka u jednom elementu:

$$\Delta p_e = \delta_e \cdot \xi_e \cdot \rho \cdot \frac{w_e^2}{2} = 14514,0122 \text{ Pa}$$

Vrijednosti koeficijenta otpora ξ za vrste spojeva i cijevne elemente					
Skica					
ξ	0,05	0,2 - 0,75	0,2 - 1,2	0,3	0,5
Skica					
ξ	0,5	0,5	0,5 - 0,6	0,75 - 1,0	1,0
Skica					
ξ	1,0	1,2	1,3	2,0	2 - 2,5
Skica					
ξ	5 - 15				

Slika 7. Vrijednost koeficijenta otpora ξ za vrste spojeva i cijevne elemente

Brzina strujanja radnog fluida u cijevnom elementu:

$$w_e = \frac{4 \cdot Q}{d_e^2 \cdot \pi} = 7,63944 \text{ m/s}$$

Izračunata vrijednost je u granicama dopuštenih vrijednosti i zadovoljava uvjete postavljene radnim zadatkom.

Reynoldsov broj za određivanje vrste strujanja u cijevnom elementu:

$$Re_e = \frac{w_e \cdot d_e}{\nu} = 1591,55$$

Korekcijski faktor za Re_e :

$$\delta_e = 1,133$$

Korekcijski faktor δ								
Re	25	50	100	250	500	1000	1500	2300
δ	30	15	7,5	3,0	1,5	1,25	1,15	1,0

Slika 8. Vrijednosti korekcijskog faktora δ

5.6.2.2. Pad tlaka uzrokovan T-spojevima u tlačnom dijelu cjevovoda

Pad tlaka u svim T-spojevima u tlačnom dijelu cjevovoda:

$$\sum_{n=1}^{n=8} \Delta p_{tt} = \Delta p_{tt} \cdot 8 = 47561,768 \text{ Pa}$$

Pad tlaka u jednom T-spoju u tlačnom dijelu cjevovoda:

$$\Delta p_{tt} = \delta_{tt} \cdot \xi_{tt} \cdot \rho \cdot \frac{w_{tt}^2}{2} = 5945,221 \text{ Pa}$$

Brzina strujanja radnog fluida u T-spoju u tlačnom dijelu cjevovoda:

$$w_{tt} = \frac{4 \cdot Q}{d_{tt}^2 \cdot \pi} = 4,5204 \text{ m/s}$$

Izračunata vrijednost je u granicama dopuštenih vrijednosti i zadovoljava uvjete postavljene radnim zadatkom.

Reynoldsov broj za određivanje vrste strujanja u

T-spoju u tlačnom dijelu cjevovoda:

$$Re_{tt} = \frac{w_{tt} \cdot d_{tt}}{\nu} = 1224,275$$

Korekcijski faktor za Re_{tt} :

$$\delta_{tt} = 1,205$$

5.6.2.3. Pad tlaka uzrokovan T-spojevima u povratnom dijelu cjevovoda

Pad tlaka u svim T-spojevima u povratnom dijelu cjevovoda:

$$\sum_{n=1}^{n=6} \Delta p_{tp} = \Delta p_{tp} \cdot 6 = 16160,1996 \text{ Pa}$$

Pad tlaka u jednom T-spoju u tlačnom dijelu cjevovoda:

$$\Delta p_{tp} = \delta_{tp} \cdot \xi_{tp} \cdot \rho \cdot \frac{w_{tp}^2}{2} = 2693,3666 \text{ Pa}$$

Brzina strujanja radnog fluida u T-spoju u povratnom dijelu cjevovoda:

$$w_{tp} = \frac{4 \cdot Q}{d_{tp}^2 \cdot \pi} = 2,9842 \text{ m/s}$$

Izračunata vrijednost je u granicama dopuštenih vrijednosti i zadovoljava uvjete postavljene radnim zadatkom.

Reynoldsov broj za određivanje vrste strujanja u

T-spoju u povratnom dijelu cjevovoda:

$$Re_{tp} = \frac{w_{tp} \cdot d_{tp}}{\nu} = 994,733$$

Korekcijski faktor za Re_{tp} :

$$\delta_{tp} = 1,2526$$

6. UPUTE ZA ODRŽAVANJE

Tablica 1. Redovne akcije održavanja

INTERVAL	POSTUPAK	OPIS POSTUPKA
Dnevno	Čišćenje uređaja i okoline	Svaki dan nakon završetka rada počistiti ostatke smeća koji su se mogli nakupiti na radnom djelokrugu i unutar uređaja
	Provjera količine hidrauličkog ulja	Ukoliko se zamijeti značajan gubitak hidrauličkog ulja u intervalu od 1 dana, došlo je do puštanja ulja. U tom slučaju ne započinjati rad – potrebno je kontaktirati ovlašteni servis
Tjedno	Podmazivanje zglobova i pomičnih dijelova uređaja	Ručnom mazalicom podmazati sve zglobove i pomične dijelove uređaja ¹
	Provjera količine ulja u hidrauličkom sustavu	Ukoliko se zamijeti manjak ulja, dopuniti spremnik ulja ²
Nakon prvih 1500 radnih sati (6 mjeseci)	Izmjena ulja i filtra ulja	Volumen spremnika ulja 100 litara. Minimalna količina ulja u spremniku je 70 litara ²
Godišnje (3000 radnih sati)	Izmjena ulja i filtra ulja	Volumen spremnika ulja 100 litara. Minimalna količina ulja u spremniku je 70 litara ²

7. ZAKLJUČAK

Dobiveni rezultati su u granicama dopuštenih vrijednosti. Rezultati kontrolnih proračuna klipnjača na izvijanje garantiraju da se nijedan cilindar neće izvnuti za zadano opterećenje, te na taj način osigurava pouzdan rad preše-balirke. Ukupan pad tlaka u sustavu iznosi približno 8 bara, što je jako malo u odnosu na radni tlak od 166 bara. Tako mali pad tlaka neće poremetiti sigurnost i pouzdanost rada balirke. Postoji puno prostora za napredak i poboljšanje nekih dijelova, a to se može postići dodatnim ulaganjem u proizvod (kao npr. upravljanje pomoću PLC-a i sl.)

8. POPIS LITERATURE

- [1] Jahić, M. Urbani sistemi upravljanja čvrstim otpadom. I. izdanje. Bihać, 2005.
- [2] <http://www.scribd.com/doc/50026912/20/ZBRINJA-VANJE-OTPADU-U-REPUBLICI-HRVATSKOJ>, listopad 2011.
- [3] www.azo.hr/lgs.axd?t=16&id=1635, listopad 2011.
- [4] Programi: Festo Fluid Sim 3.5 Hidraulica Full Version; Mechanical 2006.
- [5] Nikolić, G. ; Novaković, I.J. Pneumatika i hidraulika : II. dio : HIDRAULIKA. IV. izdanje. Zagreb : Školske novine, 2003.,
- [6] Tehnička dokumentacija poduzeća Tehnix d.o.o Donji Kraljevec
- [7] Katalozi proizvođača (Kladivar, Hansa Flex, Mapro)
- [8] <http://www.scribd.com/doc/41697473/PiH-skripta>, listopad 2011.
- [9] http://vtsbj.hr/images/uploads/PNEUMATIKA_I_HI-DRAULIKA_PREADAVANJE_10-11-12.pdf, listopad 2011.

Kontakt autora:

Vlah Nikola

Veleučilište u Varaždinu

J. Križanića 33

42000 Varaždin

099/6948-508

040/643-035

nikola.vlah@gmail.com

Maroević Franjo, dipl.ing., vanjski suradnik

Veleučilište u Varaždinu

J. Križanića 33

42000 Varaždin

098/914-4286

franjo.maroevic@vz.htnet.hr