

ODRŽAVANJE HORIZONTALNE HIDRAULIČKE PREŠE

Kralj, Krunoslav

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:965043>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-15**



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
STROJARSKI ODJEL
PROIZVODNO STROJARSTVO

KRUNOSLAV KRALJ

**ODRŽAVANJE HORIZONTALNE
HIDRAULIČKE PREŠE**

ZAVRŠNI RAD

KARLOVAC, 2022

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
STROJARSKI ODJEL
PROIZVODNO STROJARSTVO

KRUNOSLAV KRALJ

ODRŽAVANJE HORIZONTALNE HIDRAULIČKE PREŠE

ZAVRŠNI RAD

Mentor: Tomislav Božić, dipl.ing.stroj.

KARLOVAC, 2022



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Klasa:

602-11/___-01/___

ZADATAK ZAVRŠNOG / DIPLOMSKOG RADA

Datum:

Ime i prezime	Krunoslav Kralj		
OIB / JMBG			
Adresa			
Tel. / Mob./e-mail			
Matični broj studenta	0123420005		
JMBAG			
Studij (staviti znak X ispred odgovarajućeg studija)	preddiplomski	<input checked="" type="checkbox"/> specijalistički diplomski	
Naziv studija	Specijalistički diplomski stručni studij strojarstva		
Godina upisa	2020.		
Datum podnošenja molbe			
Vlastoručni potpis studenta/studentice			

Naslov teme na hrvatskom:

Održavanje horizontalne hidrauličke preše

Naslov teme na engleskom:

Maintenance of a hydraulic press

Opis zadatka:

Završni rad sastoji se od dva dijela, teoretskog i eksperimentalnog. U teoretskom dijelu rada objasniti vrste hidrauličkih preša. U nastavku teoretskog dijela rada objasniti principe rada horizontalne preše prilikom prešanja sekundarnih sirovina. U eksperimentalnom dijelu rada opisati sve zahvate prilikom redovnog- preventivnog održavanja s posebnim osvrtom na sustav hidrauličkih elemenata, pumpa, hidraulička crijeva, filtere, senzore temperatura. Napraviti tehnološki postupak redovnog održavanja. Sve aktivnosti koje poslodavac dozvoljava objaviti, razlogom zaštite tehnoloških operacija i promjenama u odnosu na standardnu prešu, popratiti foto dokumentacijom. Završni rad napraviti sukladno pravilniku o izradi završnih radova i uputama za pisanje Veleučilišta u Karlovcu.

Mentor:

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

IZJAVA

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se mentoru, dipl. Ing. stroj. Tomislavu Božiću na prihvaćanju mentorstva, strpljenju, pristupačnosti, te brojnim korisnim savjetima prilikom izrade ovog rada.

Krunoslav Kralj, 01.08.2022

SAŽETAK

ODRŽAVANJE HORIZONTALNE HIDRAULIČKE PREŠE

U ovome radu prikazana je važnost sortiranja, baliranja i recikliranja sekundarnih sirovina. Teorijski dio prikazuje vrste hidrauličkih preša koje se mogu podijeliti na horizontalne i vertikalne, i sve njihove komponente kao što su : razvodni upravljački ormari, hidrauličke pumpe, senzori, hidraulički cilindri, hidrauličko ulje i sve komponente hidrauličkog sustava. Također su opisane komponente transportne trake koja je veoma bitna radi uštede vremena i povećanja obujma prešanja.

U eksperimentalnom dijelu rada prikazani su održavanje, moguće pogreške, i kvarovi svih komponenti hidrauličke preše i transportne trake, te načini na koji ih naj jednostavnije otkloniti, odnosno popraviti.

Ključne riječi : sekundarna sirovina, horizontalna preša, komponente, pogreške, kvarovi, održavanje.

SUMMARY

MAINTENANCE OF A HORIZONTAL HIDRAULIC PRESS

This work shows importance of sorting , baling, and recycling of secondary raw materials. Theoretical part shows types of hidraulic presses such as horizontal and vertical, and all their components like: distribution control cabinets, hydraulic pumps, sensors, hydraulic cylinders, hidraulic oil and all components of the hidraulic system. The components of the coveroy belt are also described, which is very important in order to save time and increase the volume of pressing.

Experimental part shows working, maintenance, possible errors, and malfunctions of all components of hydraulic press and conveyer, and easiest ways how to eliminate or repair them.

Key words: secondary raw materials, horizontal hidraulic press, components, errors, malfunctions, maintenance.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. TEORIJSKI DIO	4
2.1 VERTIKALNA PREŠA	4
2.2 HORIZONTALNA PREŠA.....	7
3. PUNJENJE GROTLA HIDRAULIČKE PREŠE.....	11
3.1 GRAJFER.....	11
3.2 TRANSPORTNA TRAKA.....	14
4. EKSPERIMENTALNI DIO	16
4.1 KOMPONENTE HORIZONTALNE HIDRAULIČKE PREŠE	16
4.2 KOMPONENTE TRANSPORTNE TRAKE	35
4.3 PREVENTIVNO ODRŽAVANJE TRANSPORTNE TRAKE	40
4.4 INTERVENTNO ODRŽAVANJE TRANSPORTNE TRAKE	42
4.5 PREVENTIVNO ODRŽAVANJE HIDRAULIČKE PREŠE	45
4.6 INTERVENTNO ODRŽAVANJE HIDRAULIČKE PREŠE	48
5. ANALIZA EKSPERIMENTALNOG DIJELA.....	52
6. ZAKLJUČAK	53
LITERATURA	54

POPIS SLIKA

Slika 1. Grafički prikaz količine sekundarnih sirovina [2]	1
Slika 2. Miješani papir [3].....	2
Slika 3. Utovar miješanog papira [4].....	2
Slika 4. Vertikalna preša [5].....	5
Slika 5. Vezanje uža [6].....	6
Slika 6. Horizontalna hidraulička preša AVOS -1810 [7].....	7
Slika 7. Perforator na hidrauličkoj preši [8]	8
Slika 8. Mobilni perforator HSM PF 1200 [9].....	9
Slika 9. Usitnjivač [10]	10
Slika 10. Grajfer [4].....	11
Slika 11. Grajfer Moley 24 V [11].....	12
Slika 12. Moley 230 V [11].....	13
Slika 13. Lančane transportne trake [13].....	15
Slika 14. Razvodni ormar [16].....	17
Slika 15. Ciklus rada PLC-a [15].....	18
Slika 16. Vanjski dio upravljačkog ormara	19
Slika 17. Drugi dio vanjskog ormara	20
Slika 18. Prešanje materijala[16]	21
Slika 19. Vezanje žice [16].....	22
Slika 20. Rad klipne pume [17].....	23
Slika 21. Položaj pumpe [13]	23
Slika 22. Senzor temperature BÜHLER Thermotronic 61 [18].....	24
Slika 23. Senzor pritiska [19]	25
Slika 24. Sigurnosni prekidač [20]	26
Slika 25. Hidraulički cilindar [21].....	27
Slika 26. Hidraulički razvodnik [25].....	31
Slika 27. Nepovratni ventil [25]	32
Slika 28. Tlačni ventil [26].....	33
Slika 29. Protočni ventili [25].....	34
Slika 30. Sklop za pokretanje transportne trake [13]	35
Slika 31. Ležajevi [28].....	37
Slika 32. Sklop za podmazivanje lanca [13]	38
Slika 33. RFID sustav [13]	39
Slika 34. Elektro - mehanička sklopka [29]	40
Slika 35. Zatezač lanca [13].....	41
Slika 36. Teflonske ploče [1].....	42
Slika 37. Potezna naprava[31].....	42
Slika 38. Alat za zakovice [32].....	43
Slika 39. Elektromotor [32].....	44
Slika 40. Dvodijelno kućište ležaja [33].....	45
Slika 41. Termalno ispitivanje hidrauličke pumpe [34].....	47
Slika 42. Držač hidrauličkog crijeva [35]	47
Slika 43. Onečišćenje ulja [36].....	48
Slika 44. Postupak honanja [40]	51

POPIS TABLICA

Tablica 1. Specifikacije vertikalnih preša [5]	5
Tablica 2. specifikacija HSM PF 1200 perforatora	9
Tablica 3. Specifikacije usitnjavača [10]	10
Tablica 4. Specifikacije grajfera Moley 24 V	12
Tablica 5. Specifikacije grajfera Moley 230 V	13
Tablica 6. Specifikacije traka prema prekidnom opterećenju [14].....	15
Tablica 7. Viskoznost ulja [23]	30

1. UVOD

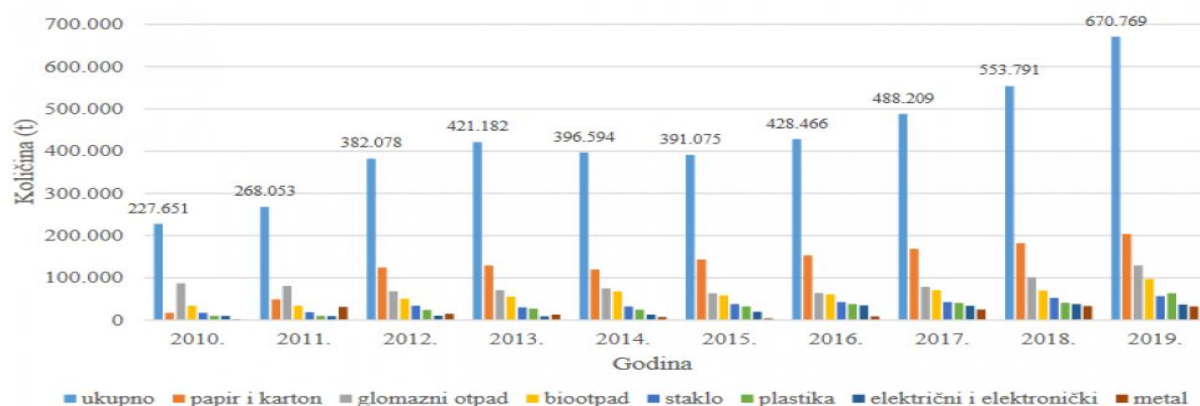
U svijetu je poznato kako iz dana u dan dolazi do velikog razvoja industrije što dovodi i do sve veće potražnje sirovine kao što su drvo, metal, i dr. Prevelika potrošnja sirovina odrazila se na sve manju dostupnost istih, povećanje cijena proizvoda, te uništavanja okoliša. Proces proizvodnje papira doprinosi zagađenju te uništavanju okoliša, te je iz tog razloga u velikoj mjeri kritiziran od strane ekologa. Prema globalnoj procjeni šumskih resursa, u svijetu se svakodnevno sječe oko 160.000 stabala, od čega se veliki postotak koristi u industriji za proizvodnju papira. Za proizvodnju jedne tone papira potrebno je oko 24 stabala drva. Kako bi se očuvao okoliš, smanjili troškovi materijala, sve više se prakticira upotreba sekundarnih sirovina.

Sekundarna sirovina može se opisati kao materijal koji je korišten, te uz pomoću raznih tehnoloških postupaka recikliran za ponovnu upotrebu u proizvodnji.

Reciklirani papir je stvoren kako bi se smanjio utjecaj proizvodnje papira na okoliš. Papir se može reciklirati 5 do 7 puta. Podaci ukazuju da uporaba jedne tone recikliranog papira može spriječiti sječu čak 17 stabala. [1]

Dobar primjer uporabe sekundarne sirovine su novine ili karton, iz kojih se uz pomoću određenih tehnoloških postupaka dobiju ambalaže za jaja.

Slika 1. prikazuje količinu odvojenih sekundarnih sirovina koje se koriste za recikliranje prema godinama.



Slika 1. Grafički prikaz količine sekundarnih sirovina [2]

Kako bi se smanjili troškovi transporta sekundarnih sirovina taj isti materijal se preša i balira uz pomoću hidrauličke preše koja proizvodi tzv. bale.

Prilikom utovara šlepera s balama moguće je prevoziti do 22 tona tereta, dok bi bez baliranja bilo moguće prevoziti samo do 6 tona tereta. Prema navedenom vidi se velika važnost baliranja, moguće je prevoziti veći teret u jednom transportu što znači ušteda goriva, i puno je lakši utovar bala nego materijala koji nije baliran.

Slika 2. i 3. prikazuju razliku miješanog papira prije procesa baliranja i utovar bala nakon postupka baliranja.



Slika 2. Miješani papir [3]



Slika 3. Utovar miješanog papira [4]

Neke od ostalih prednosti baliranja su:

- smanjenje troškova uklanjanja sekundarne sirovine i najma spremnika za otpad,
- smanjivanje opasnosti od nastanka požara,
- lakše skladištenje sirovine,
- precizniji uvid u stanje na skladištu,
- lakše vaganje materijala,
- lakša prodaja balirane sirovine jer kupac vizualno može procijeniti što kupuje,
- mala mogućnost kontaminiranja sirovine od strane štetočina, vlage, neugodnih mirisa i prašine.

2. TEORIJSKI DIO

Hidraulička preša smatra se kompleksnim radnim strojem, te kako bi shvatili princip njezinoga rada i rada transportne trake potrebno je upoznati se sa svim njezinim komponentama.

Hidrauličke preše za prešanje sekundarnih sirovina prema načinu prešanja mogu se podijeliti u dvije skupine:

- Vertikalne preše (okomito prešanje),
- Horizontalne preše (vodoravno prešanje).

2.1 VERTIKALNA PREŠA

Vertikalne preše su puno manjih dimenzija nego horizontalne što im omogućava laki transport i premještanje iste na drugu lokaciju. Prešanje materijala je okomito, uglavnom se primjenjuju gdje nije pre veliki opseg posla baliranja.

Podjela vertikalnih preša za baliranje:

- limenki i PET boca,
- tekstila, odjeće i vune,
- mekane plastike,
- aluminija,
- guma,
- tvrde plastike,
- otpadnog drva,
- papira, kartona i plastične folije.

Svaka vrsta preše ima određeni pritisak, te iz toga razloga je poželjno da se koristi baš za materijal za koji je predviđena.

Za primjer vertikalne preše u nastavku je objašnjena vertikalna preša za baliranje papira i kartona. Najveću upotrebu ove vrste preše imaju trgovački centri koji prema potrebi baliraju sekundarnu sirovinu poput papira ili kartona.

Slika 4. prikazuje izgled vertikalne preše za papir proizvođača XT Pack iz Kine koja posjeduje ISO 9001 certifikat



Slika 4. Vertikalna preša [5]

Tablica 1. prikazuje specifikacije različitih modela vertikalne preše od istoga proizvođača

Tablica 1. Specifikacije vertikalnih preša [5]

Model	XTY-300le11070	XTY-400LE12080	XTY500LE15076	XTY600LE190100
Pritisak	30 t	40t	50t	60t
Otvor za punjenje dužina/visina	1100/500mm	1200/500mm	1500/500mm	1800/500mm
Težina bale	150-250 kg	200-400 kg	300-500 kg	250-700 kg
Snaga	5 kw	7.5 kw	7.5 kw	11 kw
Težina preše	1900 kg	2200 kg	2800 kg	3500 kg
Dimenzije preše- dužina/širina/visina	1500/1050/2900 mm	1600/1150/3000 mm	2000/1150/3100 mm	2260/1350/3520 mm
Dimenzije bala dužina x širina	1100/700 mm	1200/800 mm	1500/760 mm	1800/1000 mm

Glavni nedostaci vertikalnih preša su ručno punjenje s materijalom za baliranje, i vezanje bala.. Postupak punjenja preše materijalom mora se izvršavati kada je preša ugašena. Nakon što se prostor za materijal napuni potrebno je zatvoriti otvor za punjenje, upaliti prešu, i pritisnuti gumb kako bi pokrenuli elektromotor koji pokreće pumpu i uz pomoću klipa preša materijal. Postupak se ponavlja sve dok se ne dobije željena veličina bale. Vezanje bala vrši se ručno uz pomoću plastične trake, čvrstog uža ili tanke čelične žice.

Plastična traka ili čvrsto uže nisu idealno rješenje jer radi velikog pritiska materijala postoji mogućnost njihovog pucanja. Kod ovakve vrste prešanja moguće je proizvesti svega 4-6 bala/sat.

Neke od prednosti vertikalnih preša su:

- jeftinije u odnosu na horizontalne (3000\$ - 50000 \$),
- jeftino i jednostavno održavanje,
- lagani transport,
- dostupnost dijelova,
- rijetki kvarovi,
- jednostavno rukovanje s prešom.

Slika 5. prikazuje postupak ručnog vezanja uža.



Slika 5. Vezanje uža [6]

2.2 HORIZONTALNA PREŠA

Horizontalne preše su puno većih dimenzija nego vertikalne, te se prešanje vrši vodoravno. Ovakve vrste preša primjenjuju se u firmama koje se bave isključivo prešanjem materijala radi lakšeg transporta. Njemačka tvrtka Avermann vodeća je firma u proizvodnji horizontalnih hidrauličkih preša.

Radi velikih dimenzija, vibracija, i sila ovakvu vrstu preše je potrebno pričvrstiti uz pomoću vijaka na podlogu gdje se postavlja kako ne bi dolazilo do pomicanja.

Za razliku od vertikalnih preša ove vrste preše mogu proizvesti i preko 30 bala/sat, te je cijeli postupak proizvodnje bala potpuno automatiziran.

Slika 6. prikazuje izgled automatske horizontalne hidrauličke preše proizvođača Avermann



Slika 6. Horizontalna hidraulička preša AVOS -1810 [7]

Neke od prednosti horizontalnih hidrauličkih preša:

- jednostavno upravljanje,
- rijetki kvarovi,
- mogućnost prešanja velikog volumena materijala,
- mogućnost prešanja svih vrsta materijala,
- čvrste bale pravilnog oblika,
- automatsko vezanje,
- mogućnost ugradnje dodatnih komponenti,
- prešanje otpada (RDF).

Horizontalna hidraulička preša radi velikog pritiska pogodna je za prešanje svih vrsta materijala, ali radi povećanja kvalitete određenog materijala poželjno je ugraditi dodatne komponente kao što su perforator ili usitnjivač.

2.2.1 PERFORATOR ZA PET AMBALAŽU

Ako se balira sortirana plastika, na usipnom grotlu preše ugrađuje se perforator za PET ambalažu. Perforator služi za bušenje PET ambalaže kako bi se iz nje oslobodio zrak, time se povećava efikasnost prešanja. Bušenje se vrši uz pomoću dva rotirajuća bubnja koji na sebi imaju naoštrene šiljke. Šiljci su montažni radi lakog oštrenja i zamjene. Perforator je smješten na vodilicama te se može izvući iz usipnog grotla preše kad nije potreban.

Slika 7. prikazuje izgled perforatora ugrađenog na hidrauličkoj preši.



Slika 7. Perforator na hidrauličkoj preši [8]

Ako se preša druga vrsta materijala mora se ukloniti jer postoji mogućnost oštećenja perforatora, npr. prilikom prešanja kartona radi njegovog volumena i čvrstoće šiljci neće biti u mogućnosti propustiti materijal u grotlo što može dovesti do preopterećenja perforatora, oštećenja vodilica ili oštećenja šiljaka.

Ako se želi izbjeći montaža i demontaža perforatora kako proizvodnja bala ne bi bila prekinuta poželjno je koristiti mobilni perforator kao zasebni stroj koji se ne montira na hidrauličku prešu, nego postavlja iznad transportne trake uz pomoću viljuškara.

Slika 8. prikazuje mobilni perforator HSM PF 1200 smješten iznad transportne trake koja vodi do grotla hidrauličke preše.



Slika 8. Mobilni perforator HSM PF 1200 [9]

Tablica 2. prikazuje specifikacije perforatora HSM PF 1200 proizvedenog u Njemačkoj.

Tablica 2. specifikacija HSM PF 1200 perforatora

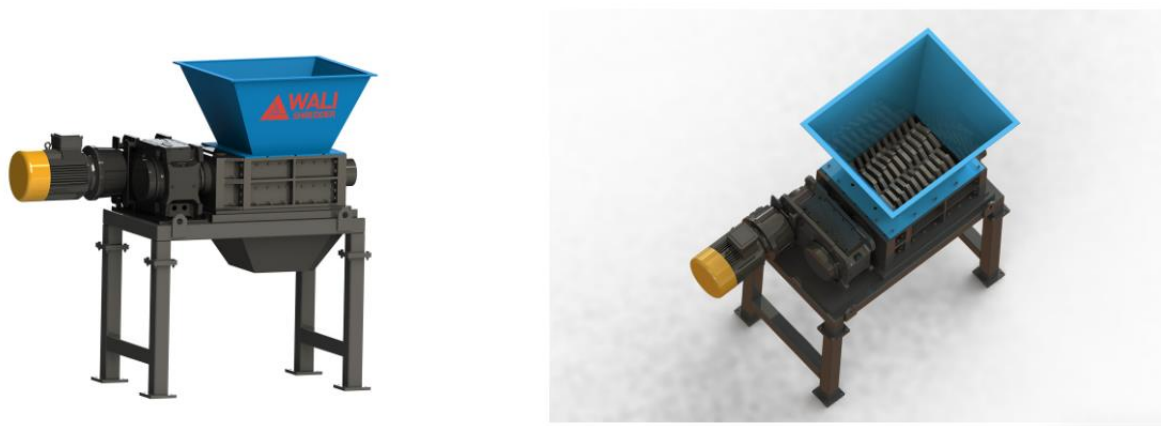
Snaga	8 kW
Voltaža	400 V
Frekvencija	50 HZ
Dimenzije (širina x visina x duljina)	1560 x 500 x 1200 mm
Kapacitet rada	Cca 37500 boca / sat
Težina	950 kg

2.2.2 USITNJAVAČ (SHREDDER)

Poznato je kako iz dana u dan postoji sve više problema oko zbrinjavanja otpada radi pretrpanosti odlagališta. Upravo radi toga usitnjivač je našao svoju primjenu te se najviše koristi prilikom baliranja RDF-a odnosno nekorisnog otpada, kako bi se smanjio volumen otpada, te usporilo zatrpavanje odlagališta.

Isto kao i kod perforatora postoje dvije vrste usitnjivača koji se montira na hidrauličku prešu ili mobilni. Širina oštrica, oblik zuba, broj zubaca po osovini, broj osovina i njihov raspored određuju karakteristike rada svakog usitnjivača. Dimenzije usitnjenog materijala mogu iznositi čak 30mm.

Slika 9. pokazuje izgled usitnjivača WALI proizvedenog u Kini s dvije osovine.



Slika 9. Usitnjivač [10]

Tablica 3. prikazuje razliku usitnjivača ovisno o modelu.

Tablica 3. Specifikacije usitnjivača [10]

Model	Snaga (kW)	Grotlo za drobljenje (mm)	Promjer osovine (mm)	Debljina zuba	Broj zuba	Dimenzije (širina x visina x duljina)
WLD2	5.5	350/450	235	10/20	35/17	1235/880/1500
WLD3	15	550/610	280	10/20/30	60/30/20	2250/930/2008
WLD4	22	580/810	300	20/40	40/20	1910/1340/2273
WLD5	30	610/1000	320	20/30/40/50	50/34/26/20	2425/1680/2217

3. PUNJENJE GROTLA HIDRAULIČKE PREŠE

Punjenje grotla može se izvoditi na dva načina, uz pomoću transportne trake za materijal ili pomoću grajfera za rasuti materijal. Kod horizontalnih preša radi velike količine materijala koji se balira najčešće se upotrebljavaju transportna traka i grajfer, dok se kod vertikalnih preša kao što je prije navedeno punjenje vrši uz pomoću radnika.

3.1 GRAJFER

Grajfer se najviše upotrebljava u pogonima gdje nije moguće uvesti transportnu traku za materijal radi nedostatka prostora za ugradnju navedene, ili ako radi opsega posla nije potrebno uvesti istu. Grajferi se ugrađuju na fiksne dizalice, male bagere, pa sve do strojeva teških do 55 tona. Postoje različite veličine, ali je poželjno koristiti grajfer koji ima kapacitet prihvata materijala koliko je potrebno da se napuni grotlo hidrauličke preše.

Slika 10. prikazuje izgled grajfera ugrađenog na bager, pomoću kojega se puni grotlo hidrauličke preše.



Slika 10. Grajfer [4]

Kako bi se osigurao dugi vijek trajanja, hvataljke grajfera najčešće su izrađene od HARDOX i WELDOX čelika otpornog na habanje, dok su vrhovi oštrica izrađeni od legura kaljenog čelika.

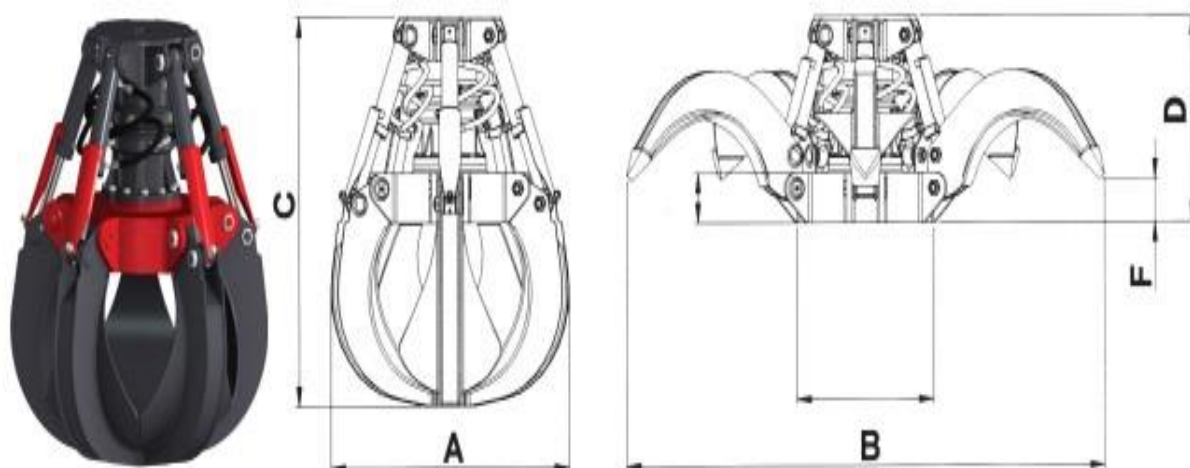
Prilikom baliranja niti jedan materijal ne može biti 100% sortiran, te postoji mogućnost da se u njemu nalaze otpadni metali ili čestice metala. Kako bi se uklonili metali iz materijala grajferi imaju mogućnost ugradnje magneta koji može biti upravljani uz pomoću generatora ili 24V baterije.

Prilikom prihvata materijala radnik koji radi na stroju uključuje magnet koji na sebi zadržava materijal, te nakon ispusta materijala koji se balira, prenosi grajfer na mjesto gdje želi ispustiti metal, te isključuje magnet. Magnet može biti cijelo vrijeme uključen.

Grajferi s generatorom radi svoje jačine 230V najčešće se koriste prilikom obrade samih metala, dok je prilikom uklanjanja metala iz sekundarnih sirovina poželjnije koristiti verziju sa 24V baterijom radi uštede energije. Prema broju oštrica (zuba) postoje dva tipa grajfera s četiri oštrice i s pet oštrica.

Za primjer grajfera u nastavku je prikazan Moley od Američkog proizvođača MOLEY MAGNETICS.

Slika 11. prikazuje oznake dimenzija i izgled grajfera Moley 24 V koji koristi bateriju za stvaranje magnetskog polja.



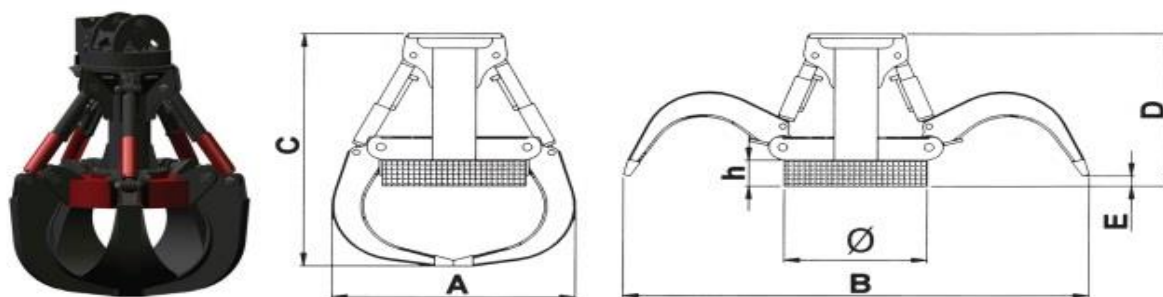
Slika 11. Grajfer Moley 24 V [11]

Tablica 4. prikazuje specifikacije grajfera Moley 24 V ovisno o modelu koliki mu je kapacitet, te sve pripadajuće dimenzije.

Tablica 4. Specifikacije grajfera Moley 24 V

Model (MPV-P)	Kapacitet (kubika m ³)	Težina (kg)	Broj zuba	Veličina magneta (Ø)	Veličina (cm)					Voltaža	Radni stroj (tona)
					A	B	C	D	F		
250/5	0.32	620	5	58	110	216	119	66	10	24	9-15
300/5	0.39	650	5	58	112	226	200	66	15	24	9-15
450/5	0.59	800	5	58	127	246	135	66	15	24	15-22

Slika 12. prikazuje oznake dimenzija i izgled grajfera Moley 230 V koji koristi generator za stvaranje magnetskog polja.



Slika 12. Moley 230 V [11]

Tablica 5. prikazuje specifikacije grajfera Moley 230 V ovisno o modelu koliki mu je kapacitet, te sve pripadajuće dimenzije.

Tablica 5. Specifikacije grajfera Moley 230 V

Model (MPV- FH-EL)	Kapacitet (kubika m ³)	Težina (kg)	Broj zuba	Veličina magneta- cm (Ø x H)	Veličina (cm)					Voltaža	Jačina (kW)	Radni stroj (tona)
					A	B	C	D	E			
450/4	0.59	1400	4	78 x 20	137	254	170	101	8	230 V	3	26-33
450/5	0.59	1459	5	78 x 20	137	254	170	101	8	230 V	3	26-33
550/4	0.72	1480	4	78 x 20	137	266	175	101	10	230 V	3	26-33
550/5	0.72	1550	5	78 x 20	137	266	175	101	10	230 V	3	26-33
700/4	0.92	1900	4	89 x 25	157	292	180	96	10	230 V	4.5	28-50
700/5	0.92	2050	5	89 x 25	157	292	180	96	10	230 V	4.5	28-50
800/4	1.04	2200	4	101 x 25	165	302	177	109	10	230 V	5.5	31-50
800/5	1.04	2350	5	101 x 25	165	302	177	109	10	230 V	5.5	31-50
1000/4	1.30	2300	4	101 x 25	175	332	193	109	15	230 V	5.5	33-50
1000/5	1.30	2500	5	101 x 25	175	332	193	109	15	230 V	5.5	33-50
1200/4	1.60	2430	4	101 x 25	185	382	198	109	22	230 V	5.5	33-50
1200/5	1.60	2600	5	101 x 25	185	382	198	109	22	230 V	5.5	33-50
1500/4	2.00	3350	4	127 x 25	203	426	210	124	15	230 V	8	36-55
1500/5	2.00	3550	5	127 x 25	203	426	210	124	15	230 V	8	36-55

Prema tablicama 4. i 5. možemo zaključiti kako se Moley 24 V grajfer koristi kod manjih radnih strojeva, te imaju samo 4 oštrice, dok se Moley 230 V koristi kod većih radnih strojeva, te mogu imati 4 ili 5 oštrica.

3.2 TRANSPORTNA TRAKA

Transportne trake za svrhu baliranja mogu se podijeliti na:

- **lančane transportne trake s gumom,**
- **transportne trake od čeličnih ploča.**

Lančane transportne trake zbog svog stabilnog i izdržljivog dizajna, i mogućnosti proširenja preferiraju se u industriji recikliranja. Svi lančani trakasti transporteri imaju zavarenu konstrukciju okvira za teške uvjete rada, s visokim okomitim bočnim stupovima radi stabilnosti i čvrstoće konstrukcije. [13]

Slovenska firma ANSI proizvodi 3 serije lančane transportne trake ovisno o opterećenju, materijalu, i opsegu posla: [13]

- **LAKO OPTEREĆENJE:** korak lanca od 100 mm za malo opterećenje i snaga elektromotora od 4kW,
- **SREDNJE OPTEREĆENJE:** korak lanca od 125 mm za srednje opterećenje i snaga elektromotora od 4kW,
- **TEŠKO OPTEREĆENJE:** korak lanca od 200 mm i snaga elektromotora 4 – 7,5 kW.

Poželjno je koristiti lančane transportne trake za teško opterećenje jer je moguć transport svih vrsta materijala velike količine, dok se npr. traka za lako opterećenje koristi samo prilikom baliranja manje količine lakšeg materijala poput folije, kartona, itd.

Prema načinu ugradnje transportne trake možemo ih podijeliti na:

- transportnu traku za ugradnju u udubljenu jamu,
- podignuta transportna traka.

Transportna traka u udubljenoj jami koristi se za lakše, brže i učinkovitije punjenje. Nagib ovakve vrste trake je uglavnom 30 °. Punjenje se može vršiti uz pomoću viljuškara koji na sebi ima ugrađene tzv. ruke, uz pomoću kojih se materijal jednostavno gura u traku, isti taj viljuškar služi za odvoz gotovih bala.

Podignuta transportna traka ima nagib do 15 °, te se puno manje koristi jer je otežano punjenje materijalom. Prilikom utovara s rukama viljuškara postoji mogućnost ispadanja materijala što smanjuje produktivnost. Poželjno je koristiti bager ili grajfer, ali u tom slučaju je potreban još jedan radnik koji će s viljuškarom odvoziti gotove bale.

Slika 13. a) prikazuje izgled ugrađene transportne trake u jami, b) prikazuje izgled podignute transportne trake



a)

b)

Slika 13. Lančane transportne trake [13]

Antiabrazivne trake (guma) smatraju se najkvalitetnijim trakama jer imaju gumeni pokrov (zaštitni sloj) izrađen od smjese otporne na abraziju, habanje, rezanje, udarno opterećenje i starenje uzrokovano vanjskim utjecajem. Radna temperatura iznosi im od -35°C do +80°C. Najčešće se proizvode u širinama: 400, 500., 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000 mm . [14]

Tablica 6. prikazuje kako debljina trake utječe na prekidno opterećenje.

Tablica 6. Specifikacije traka prema prekidnom opterećenju [14]

PREKIDNO OPTEREĆENJE	N/mm	250/2	315/3	400/3	500/3	630/4	800/4	1000/5
broj platna	n °	2	3	3	3	4	4	5
zaštitni sloj	mm	4+2	4+2	4+2	5+2	5+2	5+2	5+2
ukupna debljina	mm	7,4	8	8,3	10,5	10,9	11,5	12
ukupna masa	kg/m ²	8,8	9,5	10	12,6	13	13,8	14
istezanje	%	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
min. promjer bubnja	mm	250	315	315	500	500	630	800
hod natezača	%	2	2	2	2	2	2	2

4. EKSPERIMENTALNI DIO

Hidraulička preša smatra se kompleksnim radnim strojem, te kako bi shvatili princip njezinoga rada i rada transportne trake potrebno je upoznati se sa svim njezinim komponentama.

4.1 KOMPONENTE HORIZONTALNE HIDRAULIČKE PREŠE

Pod komponente horizontalne hidrauličke preše ubrajaju se:

- razvodni upravljački ormar,
- hidrauličke pumpe,
- senzor temperature,
- senzor pritiska,
- sigurnosni prekidač,
- hidraulički cilindar za prešanje,
- hidraulički cilindar za odvajač,
- hidraulički cilindar za potiskivač,
- hidrauličko ulje,
- hidraulički ventili,
- filter ulja,
- filteri zraka,
- petljači,
- škare za rezanje vezne žice,
- igle za podizanje žice.

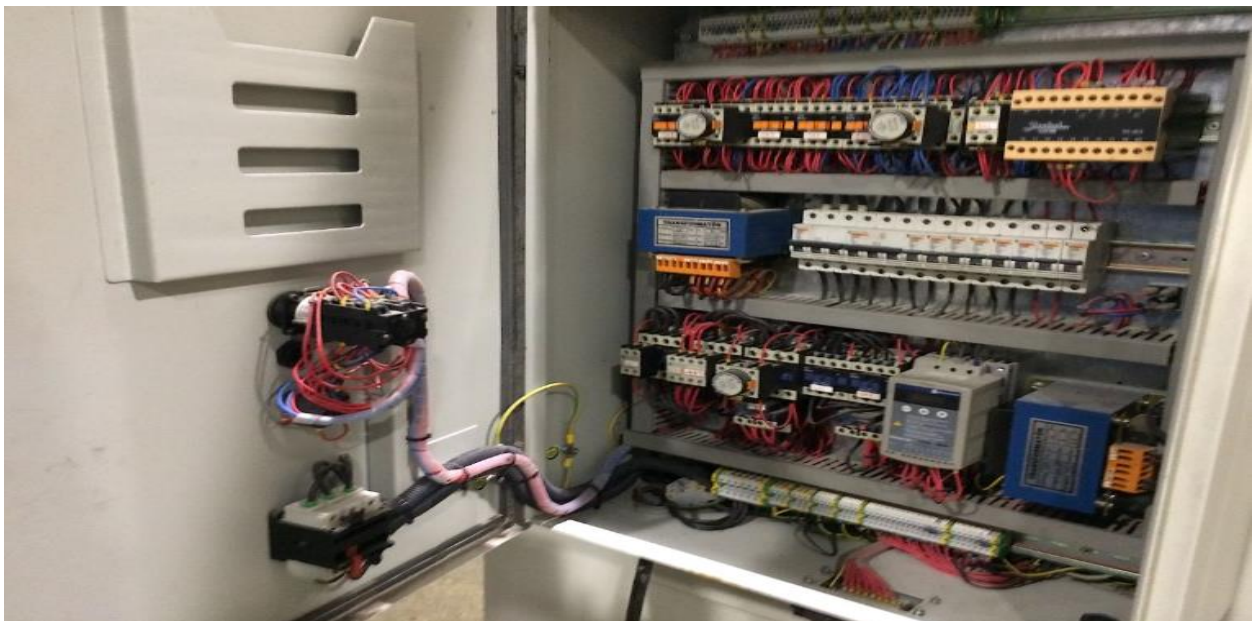
Razvodni upravljački ormar

Razvodni upravljački ormar smatra se najbitnijom komponentom hidrauličke preše. Njegova uloga je napajanje, kontrola, i zaštita svih komponenti od preopterećenja, i mogućeg kratkog spoja. Pošto se radi o visokim naponima radi sigurnosti razvodni upravljački ormar smije spajati i održavati isključivo klasificirani električar.

Za spajanje razvodnog ormara koriste se kablovi s dvostrukom gumenom izolacijom. Prije samog spajanja poželjno je provjeriti protok struje, te ispravnost izolacije koja se ispituje uz pomoću mjerenja električnog otpora.

Unutarnji dio razvodnog ormara sastoji se od osigurača, fidove sklopke, utičnice, kablova, PLC-a, ventilatora za hlađenje razvodnog ormara i dr. Svaka komponenta je spojena na svoj **magnetski (automatski) osigurač** koji ako struja preraste određenu vrijednost izbaci sklopku. Iznad svake sklopke nalazi se cedulja koja označava komponentu, te ako se desi izbacivanje sklopke lako možemo odrediti gdje je nastala pogreška. Fidova sklopka je zaštitni uređaj koji ne štiti od samog preopterećenja sustava, već služi ako dođe do kratkog spoja uzrokovanog radi kontakta dvaju vodova ili radi prisustva vode. Fidova sklopka se spaja sa zaštitnim uzemljenjem. [15]

Slika 14. prikazuje izgled unutrašnjosti razvodnog ormara sa svim komponentama.



Slika 14. Razvodni ormar [16]

PLC je programirajući logički kontroler koji se sastoji od procesorske jedinice (CPU), ulaznih i izlaznih dijelova, memorijskog bloka, mrežnog modula koji služi za napajanje i komunikaciju te modula za proširenje. CPU se sastoji od mikroprocesora, memorije i izvora napajanja koji međusobno funkcioniraju. Mikroprocesor je zadužen za izvršavanje programa koji je pohranjen u memoriji, a izvor napajanja osigurava potreban napon.

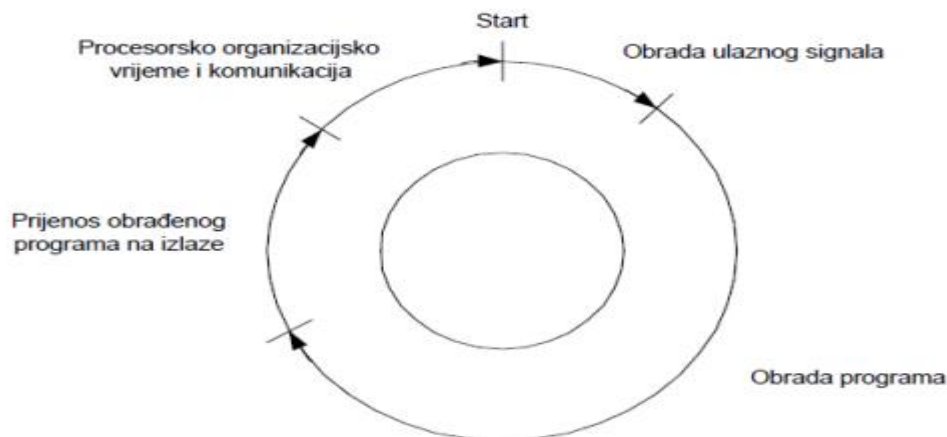
Kod hidrauličke preše PLC ima mogućnost određivanja veličine bala, i brojač koji pokazuje koliko bala je napravljeno.

Na ulaz PLC uređaja spajaju se najviše senzori temperature, pritiska, brzine, senzor razine hidrauličkog ulja, itd. Izlazi iz PLC uređaja se spajaju na komponente sa kojima se upravlja, kao što su elektromotori, pumpe, brzina transportne trake, itd. [15]

Princip rada PLC uređaja može se podijeliti u 4 faze: [15]

1. Obrada ulaznih podataka - PLC provjerava sve ulaze (prekidače, senzore), i ti se podatci spremaju u memoriju CPU-a,
2. Obrada programa – Prema stanju ulaznih signala, rezultat se sprema u izlazni memorijski registar CPU-a,
3. Prijenos na izlaze – Svi spremljeni podatci iz prethodnog koraka prosljeđuju se na izlaze PLC uređaja,
4. Procesorsko organizacijsko vrijeme i komunikacija – odvijaju se potrebne operacije za provođenje procesa, te komunikacija s vanjskim jedinicama.

Slika 15. prikazuje shematski prikaz rada PLC uređaja podijeljenog u 4 faze.



Slika 15. Ciklus rada PLC-a [15]

Vanjski dio upravljačkog ormara

Vanjski dio razvodnog upravljačkog ormara sastoji se od glavne sklopke, potenciometra, prekidača, tipka i indikatora. Uz pomoću navedenih komponenti odabiremo željenu funkciju koju zadajemo hidrauličkoj preši.

Slika 16. prikazuje upravljački dio razvodnog ormara koji se nalazi na vanjskoj strani.

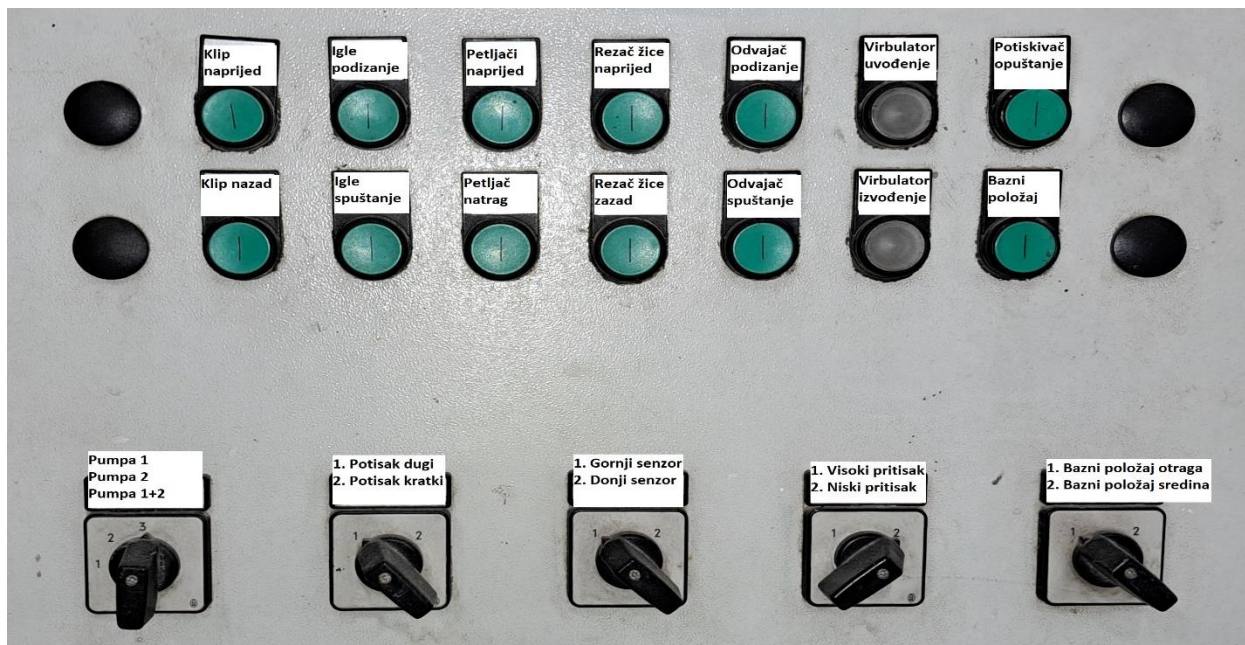


Slika 16. Vanjski dio upravljačkog ormara

Tipka upravljački napon služi za uključivanje napona za komponente hidrauličke preše. Kada se pritisne upravljački napon hidraulička preša i dalje ne radi već je u stanju pripravnosti. Pumpa upaljeno služi za pokretanje pumpi koje isto tako stoje u pripravnosti dok ne namjestimo željeni rad preše. Kako bi se namjestio automatski režim rada hidrauličke preše uz upravljački napon i pumpe, potrebno je pokrenuti traku s tipkom traka upaljeno, i namjestiti željenu brzinu s potenciometrom oznake brzina trake, i uz pomoću prekidača ručno/automatik prebaciti sklopku na automatik.

Bijele tipke ne koriste se za upravljanje, one su fiksne i služe kao indikatori koji svijetle kada je neka od komponenti upaljena. Crvene tipke služe za gašenje komponenti. Crni gumbovi koji nemaju nikakvu oznaku, oni služe za ugradnju dodatnih funkcija hidrauličke preše.

Slika 17. prikazuje upravljački dio razvodnog ormara koji služi za ručni rad hidrauličke preše, i namještanje rada komponenti.



Slika 17. Drugi dio vanjskog ormara

Sklopke kao što su prikazane na slici 17. služe za namještanje rada komponenti hidrauličke preše.

Prvom sklopkom namješta se koje pumpe će biti uključene. Prilikom rada hidrauličke preše poželjno je uključiti obje pumpe kako ne bi opteretili samo jednu. Ako se uključi samo jedna pumpa ukupan pritisak u hidrauličkom sustavu smanjit će se za pola, tako da se npr. umjesto 200 tona pritiska dobije samo 100 tona. Način rada sa samo jednom pumpom prakticira se uglavnom kada je druga pumpa u kvaru, na taj način može se nastaviti proizvodnja dok se pumpa ne popravi i zamjeni.

Drugom sklopkom namješta se brzina klipa, odnosno koliko brzo će hidraulička pumpa raditi i tjerati ulje kroz cilindar. Vrijeme dugog pritiska iznosi 10 sekundi, a vrijeme kratkog pritiska 6 sekundi.

Sklopkom za gornji i donji senzor namjesti se koliko materijala je potrebno u grotlu. Donji senzor je postavljen na visinu klipa, a gornji je postavljen malo ispod transportne trake. Donji senzor se koristi kada se preša tvrdi materijal poput debelog industrijskog kartona, kako nebi došlo do zaštopavanja, odnosno klip nije u mogućnosti probiti veću količinu materijala.

Sklopka za visoki i niski pritisak namješta potiskivač koji stvara protu silu klipu, i na taj način kao rezultat dobije se veća ili manja težina bale.

Sklopka za bazni položaj određuje da li će se klip prilikom prešanja nalaziti na sredini, ili na početnom položaju. Na ovaj način dodatno se smanjuje volumen materijala u grotlu.

Prilikom prešanja materijala uglavnom se koristi automatski režim rada. Hidraulička preša ima programirano određeno vrijeme trajanja svakoga ciklusa koji se svode na :

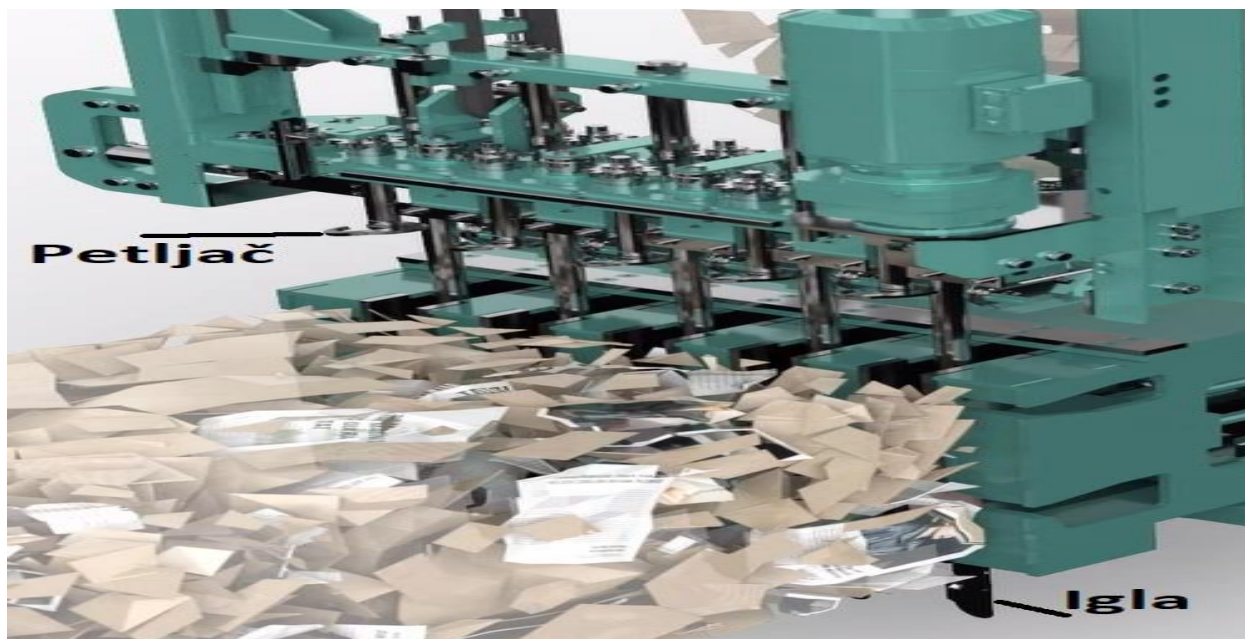
- punjenje grotla s materijalom sve dok senzor ne odredi da je grotlo napunjeno,
- pritisak klipa naprijed preša materijal,
- pritisak klipa nazad vraća klip u početni položaj kako bi se ponovno napunilo grotlo,
- spuštanje odvajača koji spušta materijal za ponovno prešanje,
- podizanje odvajača , nakon čega ponovno slijedi prešanje,
- postupak se ponavlja sve dok sustav ne prepozna željenu veličinu bale,
- spuštanje igla koje zahvate vezne žice,
- podizanje igla,
- rezanje žica uz pomoću rezača,
- vraćanje rezača u početni položaj,
- vezanje žica s petljačima.

Slika 18. prikazuje položaj klipa naprijed prilikom prešanja materijala



Slika 18. Prešanje materijala[16]

Slika 19. prikazuje komponente za vezanje žice (petljači i igle).



Slika 19. Vezanje žice [16]

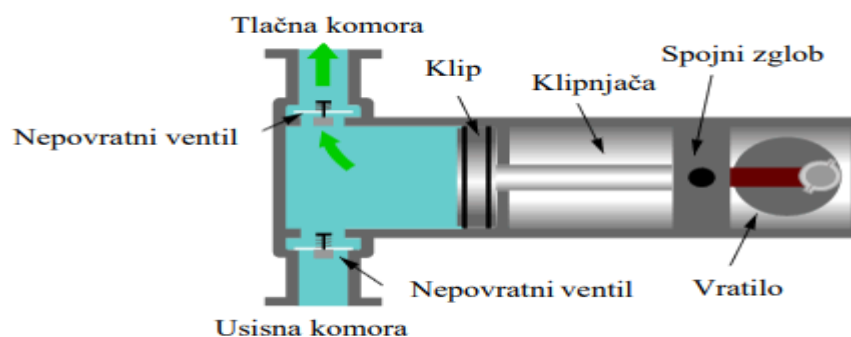
Za namještanje ručnog rada hidrauličke preše potrebno je napraviti svaki korak kao što je napisano i kod automatskog režima rada, jedino se sklopka prebaci s automatike na ručno. Klip naprijed pritišće materijal koji prešamo prema naprijed , nakon toga potrebno je pritisnuti klip nazad u početni položaj. Nakon što se klip nalazi u početnom položaju, pritisne se odvajač spuštanjem kako bi se pritisnuo materijal koji se nalazi u grotlu prema dolje i omogućio daljnje prešanje, vraća se odvajač u početni položaj uz pomoću odvajač podizanje, i ponavlja postupak sve dok se ne dobije željena veličina bala. U zadnjem koraku potrebno je ponovno pritisnuti klip naprijed, pritisne se igle spuštanjem koje služe kako bi zahvatile žice za vezanje bala, igle se podižu uz pomoću tipke igle podizanje. Nakon što su žice podignute pritisne se rezač žica naprijed kako bi odrezao žice u dva dijela jedan dio koji služi za vezanje bale koju proizvodimo, a drugi dio koji će služiti za vezanje sljedeće bale. Zadnji korak je vezanje žica koji se izvodi uz pomoću petljača, pritisne se tipka petljač naprijed i drži 5 sekundi i vrati petljače u početni položaj.

Prema navedenom može se vidjeti kako je automatski režim rada hidrauličke preše puno jednostavniji i brži način rada, jednostavno se pusti preša da proizvodi bale samostalno. Prilikom ručnog rada s hidrauličkom prešom potrebno je puno više znanja.

Hidraulička pumpa

Hidraulička pumpa je pogonski stroj hidrauličkog sustava, koja uz pomoću elektromotora mehanički izvor energije pretvara u energiju hidrauličkog fluida. Mogu se podijeliti na zupčaste, krilne i klipne pumpe. Hidraulička pumpa ima ulogu samo protoka ulja, jer ne stvara pritisak. Pritisak se stvara prilikom otpora protoka ulja u sustavu.

Slika 16. prikazuje rad klipne pumpe u dvije faze. U prvoj fazi uz pomoću vratila klip se vraća u početni položaj (desno) i kroz usisnu komoru uz pomoću vakuuma povlači hidrauličko ulje iz spremnika, te zatvara nepovratni ventil kod tlačne komore. U drugoj fazi zatvara se nepovratni ventil kod usisne komore, te gibanje klipa prema naprijed (lijevo) tjera ulje u tlačnu komoru odnosno hidraulički sustav.



Slika 20. Rad klipne pumpe [17]

U većini slučajeva kod hidrauličkih preša koriste se klipne pumpe koje su se pokazale najizdržljivijima. Hidraulička pumpa se montira iznad spremnika za hidrauličko ulje.

Slika 21. prikazuje mjesto označeno pod brojem 1 na hidrauličkoj preši gdje su ugrađene hidrauličke pumpe.



Slika 21. Položaj pumpe [13]

Senzor temperature [18]

Hidrauličko ulje ima određenu viskoznost ovisno o temperaturi, ako je temperatura pre velika smanjuje se viskoznost ulja što može uzrokovati propuštanje brtvi na hidrauličkoj pumpi, ili propuštanje ulja na hidrauličkim vodovima. Kako bi se izbjegle pre visoke temperature potrebna je ugradnja senzora temperature.

Za primjer senzora temperature u nastavku je opisan BÜHLER Thermotronic 61.



Slika 22. Senzor temperature BÜHLER Thermotronic 61 [18]

Senzor temperature ugrađuje se na spremnik hidrauličkog ulja, te je uz pomoću kablova spojen na PLC uređaj. Ovakva vrsta senzora ima led zaslon sa mogućnošću podešavanja najniže i najviše temperature. Kod hidrauličkih preša poželjno je namjestiti temperaturu na 74 °C, ako temperatura prelazi ovu vrijednost senzor šalje informaciju na PLC uređaj koji automatski isključuje hidrauličku prešu i izbacuje obavijest previsoka temperatura hidrauličkog ulja. Prilikom isključivanja preše jedino u radu ostaje rashladni sustav. Rashladni sustav uz pomoću elektromotora i ventilatora puše hladni zrak prema hladnjaku (kileru) i na taj način hladi hidrauličko ulje.

Senzor pritiska [19]

Senzor pritiska bitna je komponenta kod svakoga hidrauličkog sustava. Njegova uloga je podešavanje pritiska, kontrola, i izbacivanje greški ako je pre veliki pritisak.

Slika 23. prikazuje senzor pritiska marke Parker.



Slika 23. Senzor pritiska [19]

PARKER senzor ima digitalni displej , a željeni parametri se namještaju uz pomoću tipki koje se mogu vidjeti na slici 23. Tipka pod broj 1 služi za odabir opcije koja se želi namještati kao što su mjerna jedinica, minimalni pritisak i maksimalni pritisak. Mjerna jedinice mogu biti izražene u: : MP-a, bari, PSI. Uz pomoću tipki označenih a brojem 2 podešavaju se vrijednosti koje su namjestene s tipkom 1. Parametri koji se namještaju mogu biti zaštićeni s lozinkom. Za namještanje lozinke potrebno je spojiti programski modul na konektor označenim pod brojem 3. Konektor pod brojem 3 spaja se na PLC. Pod brojem 4 nalazi se tlačni priključak senzora koji se uz pomoću spojnice spaja na hidrauličke vodove ili spremnik ulja. Tlačni priključak je napravljen od nehrđajućeg čelika, te unutar sebe ima kvalitetnu mjernu ćeliju. Kućište senzora je metalno, otporno na vlagu, vibracije i udarce.

Elektronički dio unutar kućišta je zaštićen protiv obrnutog polariteta, prenapona i kratkih spojeva. Pogodan je za ugradnju i u skućene prostore, jer je malih dimenzija te ima mogućnost zakretanja za 290 °.

Sigurnosni prekidač

Radi sigurnosti zaposlenika niti jedna vrata hidrauličke preše ne smiju biti otvorena radi opasnosti od nagnjećenja i rotirajućih dijelova. Kako bi osigurali da se hidraulička preša automatski ugasi ako se otvore neka od vrata ugrađuje se sigurnosni prekidač.

Slika 24. prikazuje izgled sigurnosnog prekidača marke SCHMERSAL koji se ugrađuje na vrata.



Slika 24. Sigurnosni prekidač [20]

Ovakav tip prekidača radi na principu zatvaranja strujnoga kruga, kada su vrata zatvorena struja teće kroz prekidač, a kada se vrata otvore metalni dio izlazi iz kućišta prekidača i prekida strujni krug. Na ovaj način prekidač dojavljuje grešku preko PLC-a i hidraulička preša se automatski ugasi. Druga vrsta prekidača koja se može ugraditi na hidrauličku prešu je magnetski prekidač koji radi na istom principu ali umjesto mehaničkog dijela ima magnete. Zbog prisutnosti prašine i sitnih čestica poželjna je ugradnja mehaničke vrste prekidača.

Neke od prednosti SCHMERSAL sigurnosnog prekidača [20]:

- velika tolerancija na nesukladnost vrata,
- mogućnost ugradnje na klizna vrata i na vrata sa šarkama,
- laka montaža,
- mala potrošnja energije ispod 4 V.

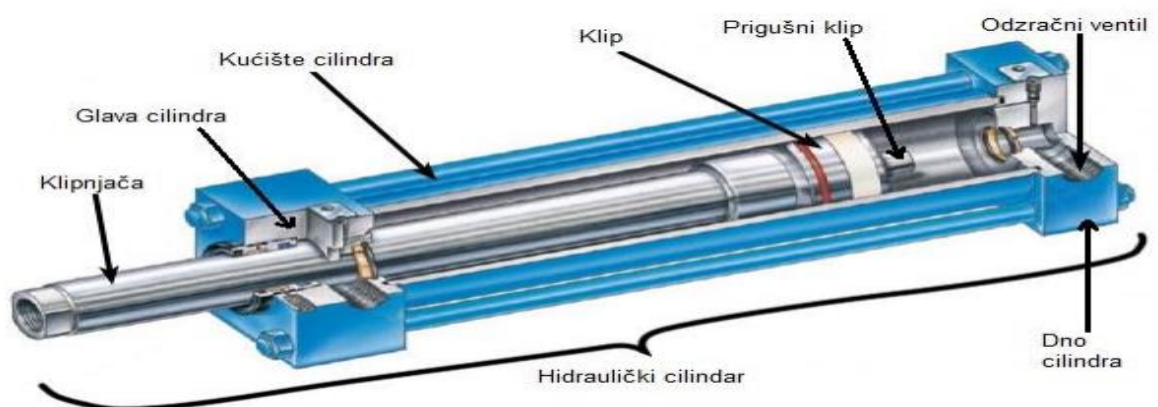
Hidraulički cilindar

Hidraulički cilindar je aktuator koji pretvara energiju tlačnog fluida u mehaničku energiju. Najčešće se za fluid koriste mineralna ulja, ali mogu se koristiti i sintetička ulja i emulzije ovisno o vrsti i namjeni cilindra. Ulje pod određenim tlakom djeluje na površinu klipa te ostvaruje određenu silu koja uzrokuje pravocrtno gibanje klipa i preko klipnjače ostvaruje rad. [21]

Osnovni dijelovi hidrauličkog cilindra :

- klip,
- klipnjača,
- glava cilindra,
- dno cilindra,
- cijev cilindra ili kućišta,
- prigušni klip,
- priključci i pomoćne komponente (matice, vijci, osigurači i dr.).

Slika 25. prikazuje izgled hidrauličkog cilindra i njegove dijelove.



Slika 25. Hidraulički cilindar [21]

Funkcija klipa je da uslijed djelovanja tlaka na njegovu površinu preko klipnjače ostvari silu u smjeru djelovanja tlaka. Kako bi iskoristivost djelovanja klipa bila što veća potrebno je kvalitetno brtvljenje na klipu. Kod većih hodova klipa potrebno je i kvalitetno vođenje kako bi broj radnih ciklusa bio što veći. Klipovi se mogu izrađivati od: čelika za automate, konstrukcijskih čelika, čelika za cementiranje, čelika za poboljšavanje, nehrđajućih čelika, te drugih materijala za specijalne namjene. [21]

Klipnjača je element koji se nalazi unutar cilindra, te prenosi silu s klipa na dio konstrukcije koja mora obaviti rad. Na jedan kraj klipnjače učvršćuje se klip dok je drugi kraj poveznica s izvršnim elementom konstrukcije. Mogu biti u obliku šipke ili cijevi. Materijali od kojih se izrađuju klipnjače su: čelici za poboljšavanje (C45 u poboljšanom stanju-najčešće primjena), nehrđajući čelici i razni drugi za specijalne namjene. Klipnjača mora posjedovati dobra tribološka svojstva radi klizanja kroz glavu cilindra. [21]

Glava cilindra (prednji poklopac) služi za vođenja klipnjače i brtvljenja brtvama smještenim u njoj. Služi još za smještanje priključka za radnu tekućinu i odzračivanje, također kod cilindara s regulacijom prigušenja za ugradnju vijaka za regulaciju, stezanje hidrauličkog cilindra za konstrukciju i još neke druge specijalne zahtjeve. [21]

Dno cilindra (stražnji poklopac) ima funkciju zatvaranja cijevi, smještanja priključka i odzračivanje, ugradnja vijka za regulaciju prigušenja, stezanje cilindra na konstrukciju bilo to kruto s vijcima ili na način da se ugradi ušica s kliznim ili zglobnim ležajem i ostale specijalne namjene. [21]

Prigušni klip je dio glave klipa koji služi za prigušenje udara klipa o njegov krajnji položaj tj. prigušni klip svojim napredovanjem smanjuje izlazni protok i samim time i brzinu gibanja klipa. Prigušenjem se uspori gibanje klipa prije nego što on dođe do kraja hoda (početnog položaja). Smanjujući brzinu klipa na kraju hoda smanjuju se naprezanja koja djeluju na komponente cilindra i vibracije koje se prenose na konstrukciju stroja kod kojega se cilindri primjenjuju. [21]

Hidrauličko ulje [22]

Hidrauličko ulje može se opisati kao radni medij hidrauličkog sustava. Hidrauličko ulje prenosi energiju od hidrauličkih pumpi prema cijelom sustavu. Većina ulja koja se proizvode su mineralna ili sintetička. Hidraulička ulja na bazi minerala dobivaju se iz sirove nafte, dok se sintetička hidraulička ulja proizvode pomoću kemijski proizvedenih baznih tekućina. Sintetička ulja mogu se izraditi tako da imaju vrhunska fizikalna svojstva u usporedbi s mineralnim uljima, na primjer veću izdržljivost pri visokim temperaturama, biorazgradivost i stabilnost oksidacije.

Kod hidrauličke preše prilikom odabira ulja važno je gledati sljedeće karakteristike:

- termičku stabilnost, unutar raspona radnih temperatura,
- otpornost na vatru,
- nije korozivno,
- niska sklonost kavitaciji,
- tolerancija na vodu,
- potpuno odbijanje od vode,
- konstantna viskoznost,
- dugi vijek trajanja s malim promjenama na karakteristikama ulja,
- cijena,
- zaštita od habanja,

Svako hidrauličko ulje može se poboljšati, a to se postiže uz pomoću dodavanja aditiva ovisno o uvjetima rada:

- Aditiv za zaštitu protiv habanja – pomaže produžiti vijek trajanja opreme i strojeva, to se uglavnom koristi kod hidrauličkih ulja tipa AW.
- Cold Flow – aditivi koji omogućava korištenje u hladnim vremenskim uvjetima.
- Protiv pjenjenja – Sredstvo protiv pjenjenja za hidraulično ulje smanjuje pjenjenje unutar ulja. Stvaranje pjene može smanjiti kvalitetu podmazivanja, što uzrokuje nastanak štete nekih od komponenti.
- Antioksidans – Omogućuje duža razdoblja korištenja bez izmjene ulja, a istovremeno smanjuje naslage taloga.
- Zaštita od hrđe – stvara zaštitni sloj koji smanjuje rizik od oštećenja od hrđe uslijed kontakta s kisikom.

Viskoznost hidrauličkog ulja može se opisati kao otpor protoka. Opisuje unutarnje trnje ulja koje se kreće unutar hidrauličkog sustava. Visoka viskoznost opire se kretanju jer joj molekularni sastav stvara veliko unutarnje trenje. Ulje niže viskoznosti lakše se kreće hidrauličkim sustavom jer je njezina molekularna struktura rezultat vrlo malog trenja prilikom kretanja. Prilikom odabira ulja za hidraulički sustav mora se paziti da ulje ne bude pre male viskoznosti jer može uzrokovati popuštanje brtvi i hidrauličkih komponenti i izazvati curenje.

Tablica 7. koristi se za odabir hidrauličkog ulja ovisno o vrsti pumpe, temperaturi i pritisku.

Tablica 7. Viskoznost ulja [23]

Pump Type	Temp °C/°F max.	Pressure bar/psi	Viscosity ISO VG
Gear	70/158	34.5/500	32-68
	60/140	34.5/500	15-32
Vane	70/158	34.5/500	15-22
	70/158	69/1,000	22-46
	60/140	69/1,000	15-32
	40/104	69/1,000	10-15
Piston	70/158	34.5/500	15-22
	70/158	172.5/2,500	22-46
	60/140	172.5/2,500	32-46
	40/104	172.5/2,500	15-22
	70/158	293/4,250	46-68
	60/140	293/4,250	22-46
	40/104	293/4,250	15-22

Prvi stupac sadrži vrste hidrauličkih pumpi kao što su zupčasta, krilna i klipna pumpa. Drugi stupac prikazuje najveću radnu temperaturu hidrauličkog ulja. Treći stupac prikazuje pritisak izražen u barima/psi. Zadnji stupac sadrži viskoznost hidrauličkog ulja.

Kao primjer može se uzeti klipna hidraulična pumpa maksimalne temperature 70 ° C i pritiska 293 Bar-a. Prema tome vidi se da viskoznost ulja mora iznositi od 46-68.

Hidraulički ventili

Hidraulički ventil je mehanički uređaj koji služi za kontrolu smjera kretanja fluida i regulaciju pritiska kroz hidraulički sustav. Obično su izrađeni od čelika, ventili su dizajnirani za rad u uvjetima visokog pritiska kako bi se osigurala učinkovitost hidrauličkih sustava u svakom trenutku. U svom najosnovnijem obliku, hidraulički ventil radi na principu otvaranja i zatvaranja kako bi se omogućio protok drugim komponentama. Ostali ventili sprječavaju prekoračenje maksimalnog tlaka.

Podjela hidrauličkih ventila:

- Razvodnici,
- nepovratni ventili,
- tlačni ventili,
- protočni ventili.

Hidraulički razvodnik

Hidraulički razvodnik ima ulogu određivanja smjera strujanja fluida kroz hidraulički sustav. Kvalitetu razvodnika karakteriziraju unutrašnji otpor (pad tlaka) i propuštanje (koji trebaju biti što manji), te brzina rada (frekvencija uključivanja i isključivanja – treba biti što veća). Općenito kao i za svaki drugi ventil, radna karakteristika razvodnika ima takav oblik da se otpor (pad tlaka) povećava s povećanjem protoka kroz razvodnik. [22]

Slika 26. prikazuje izgled hidrauličkog razvodnika sa 4 radna priključka i 4 radna položaja.



Slika 26. Hidraulički razvodnik [25]

Na svakom hidrauličkom razvodniku nalaze se oznake uz pomoću kojih se spaja na hidraulički sustav. P označava ulazne priključke, R ili T za spajanje odvoda odnosno (spremnika), radni priključci označavaju se s slovima A,B,C, upravljački priključci X ili Y, dok su pomoćni priključci označeni s L. Oznaka broja priključaka i radnih položaja označava se npr. 4/3, odnosno razvodnik s 4 priključka i 3 radna položaja.

Nepovratni ventil

Nepovratni ventil je najjednostavniji tip upravljačkog ventila koji se koristi u hidrauličkim sustavima. Njegova uloga je zatvaranje protoka fluida u jednom smjeru i propuštanje protoka fluida u suprotnom smjeru. Nepovratni ventili mogu se koristiti za predpunjenje, kao prenosni ventil, prednaprezanje ili za zaštitu hidrauličkih komponenti od previsokog tlaka. Pladanj ventila za zatvaranje može biti u obliku kugle, konusa, tanjura ili čahure. Nepovratni ventili koji koriste pladanj u obliku kugle je najekonomičniji ali ima negativan utjecaj deformiranja tijekom rada, iz tog razloga radi velikih pritiska poželjno je koristiti druge tipove nepovratnih ventila.

Slika 27. prikazuje izgled nepovratnog ventila i sheme. Prema shemi protok fluida kreće se od A prema B, ali kada se priključak X dovede pod pritisak mogući je protok fluida u suprotnom smjeru od B prema A.



Slika 27. Nepovratni ventil [25]

Tlačni ventili

Tlačni ventili imaju ulogu utjecanja tlaka na tlak unutar sustava ili samo jednom dijelu. Služe za upravljanje i reguliranje tlaka. Mogu se podijeliti na ventile za ograničavanje tlaka, redosljedne ventile i redukcijske ventile.

Ventili za ograničavanje tlaka služe kako hidraulički sustav ne bi prešao maksimalni dopušteni pritisak. Mogu se koristiti kao sigurnosni ventili (štiti od previsokog pritiska), kao kočni ventili (štiti od tlačnih udara koji se stvaraju kod zatvaranja razvodnika) ili kao ventili za protudržanje. Potrebni su i prisutni u svim hidrauličkim sustavima, tipično se postavljaju na izlazu pumpe, za zaštitu pumpe i sustava od prekomjernog tlaka.

Redosljedni ventili još se nazivaju priključni, tlačni priključni ili uključni/isključni ventili, i slijedni. Po konstrukciji i djelovanju nalikuju ventilima za ograničenje tlaka. Redosljedni ventili prilikom određene razine pritiska uključuju ili isključuju dio hidrauličkog sustava iz rada.

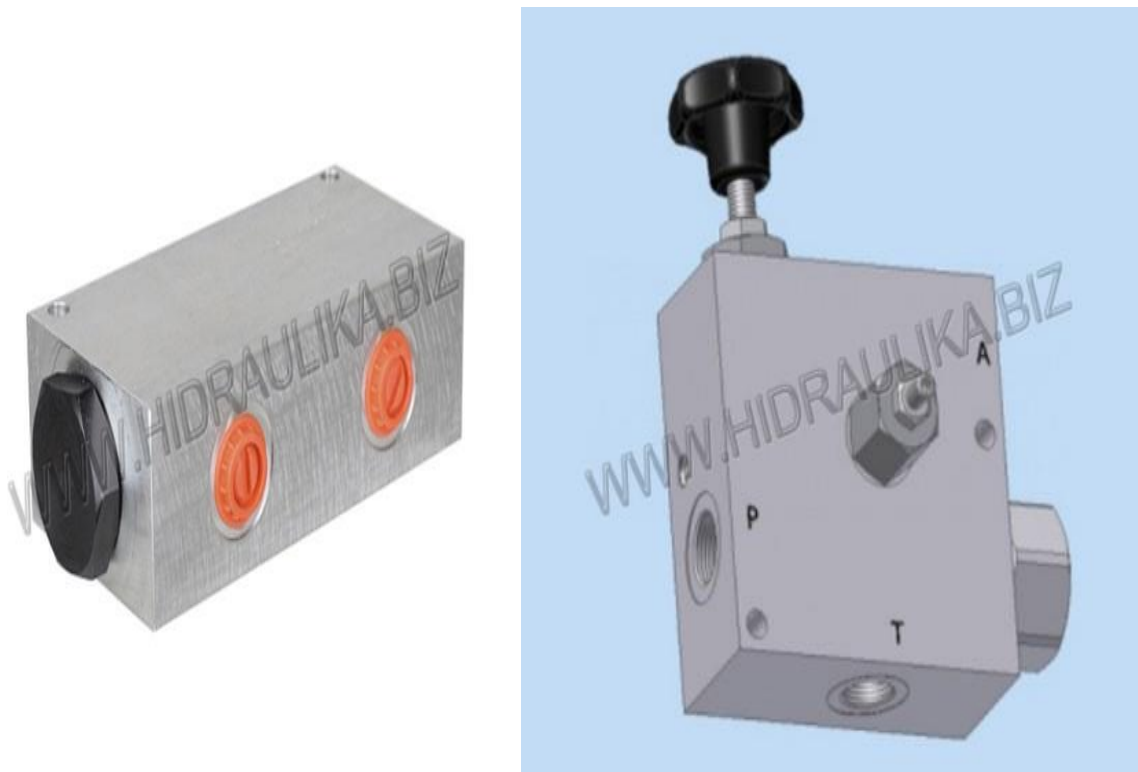
Redukcijski ventili nazivaju se još i ventili za regulaciju tlaka. Njihov zadatak je održavanje približno konstantne zadane razine sniženog izlaznog tlaka uz povišen ulazni tlak. Izlazni tlak služi za napajanje aktuatora, tako da se taj tlak namješta sukladno potrebama aktuatora.



Slika 28. Tlačni ventil [26]

Protočni upravljački ventili imaju zadatak da protok u sustavu prilagođavaju potrebama sustava. Kao prigušni elementi koriste se prigušnice i dijafragme (blende). Općenito prigušnice imaju oblik uskih kanala, a dijafragme imaju oblik ploče s uskim otvorom za protjecanje. Za razliku od prigušnica, hidraulički otpor dijafragmi u radnom području gotovo ne zavisi od viskoznosti fluida, a time niti od temperature. Zbog toga se dijafragme koriste npr. za mjerenje protoka. Regulatori protoka imaju zadatak da održavaju konstantni zadani protok u sustavu, nezavisno od opterećenja. [24]

Slika 29 prikazuje izgled protočnog ventila. Na lijevoj strani nalazi se protočni ventil konstantnog protoka, dok je na desnoj strani trograni regulator, koji služi za prilagođavanje protoka.



Slika 29. Protočni ventili [25]

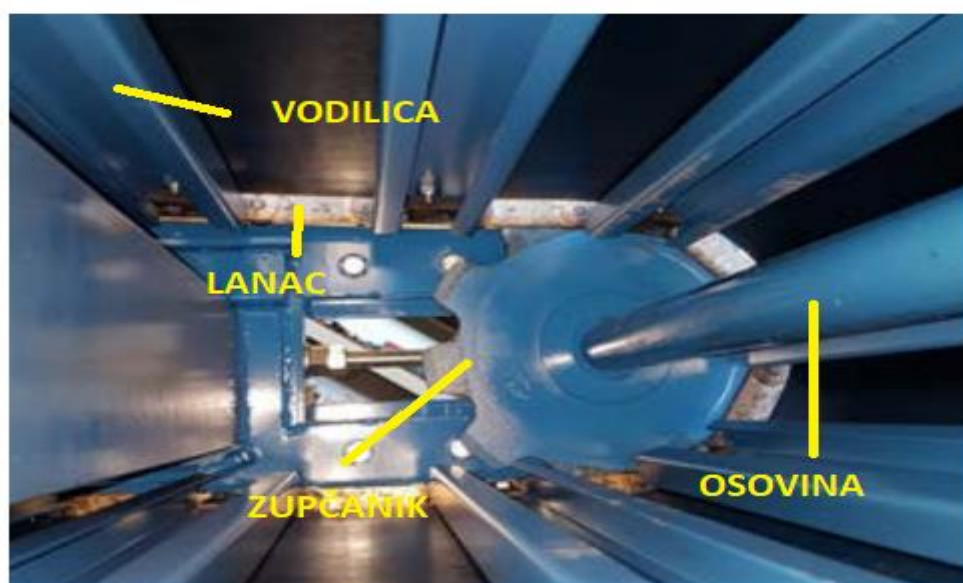
4.2 KOMPONENTE TRANSPORTNE TRAKE

Pod komponente transportne trake ubrajaju se:

- elektromotor,
- osovina,
- ležajevi,
- lanac,
- spremnik za podmazivanje,
- elektro – mehanička sklopka,
- vodilica,
- RFID sustav.

Osovina transportne trake je spojena s elektromotorom, i na njoj se nalaze zupčanici koji služe za pokretanje transportne trake preko lanca. Veličina zupčanika ovisi o opterećenju transportne trake, i najčešće se odabiru ovisno o dužini koraka lanca. Što je opterećenje trake veće, korak lanca mora biti veći, prema tome i veličina zupčanika mora biti veća. Prilikom kretanja transportne trake vodilica ima ulogu prigušivanja vibracija i udarnih opterećenja. Vodilica prilikom kretanja kliže preko teflonskih (PTFE) ploča koje imaju niski koeficijent trenja.

Slika 30. prikazuje gdje se nalaze komponente za pokretanje transportne trake.



Slika 30. Sklop za pokretanje transportne trake [13]

Ležajevi [27]

Ležajevi su elementi strojeva koji služe za vođenje pokretnih strojnih dijelova, te prenose vanjska opterećenja između tih dijelova i onih koji se nalaze u relativnom gibanju prema njima, a mogu se podijeliti na valjne i klizne ležajeve. Klizni ležajevi rade na principu trenja klizanja, a valjni ležajevi na trenju valjanja. Prema smjeru prenošenja opterećenja dijele se na radijalne i aksijalne ležajeve. Kod radijalnih opterećenje djeluje okomito na os ležaja, dok kod aksijalnog opterećenje djeluje uzduž osi ležaja. Kod transportne trake prema položaju osovine koriste se radijalni ležajevi. Svaki od ležajeva ima određene prednosti i nedostatke. Klizni ležajevi se koriste kod mobilnih transportnih traka.

Prednosti kliznih ležajeva :

- velika brzina vrtnje,
- miran i tih hod,
- nizak koeficijent trenja uz dobro podmazivanje,
- jednostavna izrada,
- dobra otpornost na udarno opterećenje,
- nisu osjetljivi na prašinu,
- jeftiniji od valjnih ležajeva,
- zauzimaju manje prostora u radijalnom položaju,
- prigušuju udarce, vibracije i šumove,
- mogu biti izrađeni u dijeljenoj izvedbi.

Nedostatci kliznih ležajeva:

- veliko trenje kod pokretanja i malih brzina,
- neprecizno vođenje,
- osjetljivost na nedostatak podmazivanja,
- zahtijeva održavanje,
- na kvalitetu utječu materijal i toplinska obrada.

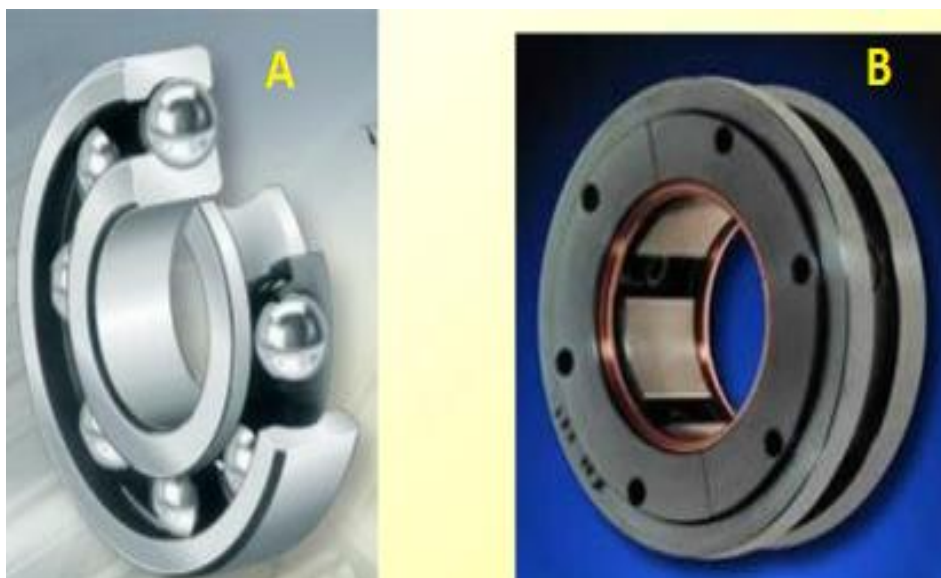
Prednosti valjnih ležajeva:

- koeficijent trenja je, zbog valjnog trenja, 25 do 50 % niži nego kod kliznih ležajeva,
- visoka nosivost pri relativno malim dimenzijama,
- zbog manjeg trenja, manji su gubici snage i ležajevi se manje zagrijavaju,
- precizna vrtnja zbog manje zračnosti među valjnim elementima,
- jednostavno održavanje,
- upotrebljivi su za sve položaje vratila,
- standardizirani su, pa je time osigurana jednostavna zamjenjivost ležajeva.

Nedostaci valjnih ležajeva su:

- veća osjetljivost na udarna opterećenja,
- slaba otpornost na mehaničke vibracije, a zvučne čak proizvode,
- skuplji su od jednostavnih kliznih ležajeva,
- sastavljeni su iz velikog broja pojedinačnih dijelova,
- nisu reparabilni, tj. u slučaju kvara treba zamijeniti čitav ležaj,
- zahtjevnija montaža i demontaža.

Slika 31. A prikazuje izgled kugličnog ležaja, B prikazuje klizni ležaj.



Slika 31. Ležajevi [28]

Spremnik za podmazivanje

Prilikom kretanja transportne trake između lanca i zupčanika dolazi do trenja. Kako bi se smanjio negativan utjecaj trenja na ove elemente, i osigurao dugi vijek trajanja transportne trake potrebno je vršiti podmazivanje lanca, a to se izvodi uz pomoću spremnika za podmazivanje. Unutar spremnika stavlja se ulje za podmazivanje. Na vrhu posude nalazi se ventil koji nakon otvaranja propušta ulje kroz crijeva za odvod ulja, svako crijevo je predviđeno za jednu stranu lanca. Ulje preko crijeva dolazi do četkica koje su prislonjene na lanac (vidi slika 32.) , i na taj način vrši se podmazivanje. Kako bi podmazivanje lanca bilo pravilno i ujednačeno, poželjno je vršiti podmazivanje kada je transportna traka uključena.

Slika 32. prikazuje sklop za podmazivanje lanca. Broj 1 označava spremnik za ulje, pod brojem 2 nalazi se ventil za otvaranje, broj 3 označava crijeva za odvod ulja za podmazivanje, 4 prikazuje metalne četkice za podmazivanje.



Slika 32. Sklop za podmazivanje lanca [13]

RFID sustav

Prije svega prilikom rada na hidrauličkoj preši najbitnija je sigurnost zaposlenika. Prilikom kretanja transportne trake zaposlenik se ne bi smio nalaziti unutar iste. Radi toga sve više se upotrebljavaju RFID senzori. RFID senzori rade na principu elektromagnetskog polja za automatsko prepoznavanje i praćenje. RFID sustav sastoji se od malenog radijskog transpondera, radio prijemnika i odašiljača. Kada se aktivira elektromagnetski impuls s obližnjeg RFID uređaja za prijem podataka, informacije se prenosi u čitač. Kada čitač primi informacije automatski se isključuje transportna traka zajedno s hidrauličkom prešom. Postupak odašiljanja signala i princip rada RFID sustava prikazan je na slici 33.



Slika 33. RFID sustav [13]

Elektro – mehanička sklopka

Elektro – mehanička sklopka ima ulogu isto kao i kod RFID sustava za zaštitu zaposlenika. Razlika je u tome što se isključivanje trake odnosno hidrauličke preše vrši ručno. Na bočnim stranicama transportne trake nalazi se metalna sjala koja je spojena na elektro – mehaničku sklopku, te potezanjem iste aktivira se sklopka i na taj način zaustavlja rad transportne trake i hidrauličke preše.

Slika 34. prikazuje izgled elektro – mehaničke sklopke TELEMECANIQUE XY2 - CH i sajle koja ulazi u nju.



Slika 34. Elektro - mehanička sklopka [29]

4.3 PREVENTIVNO ODRŽAVANJE TRANSPORTNE TRAKE

Pod preventivno održavanje transportne trake ubrajaju se podmazivanje lanca, provjeravanje RFID sustava i elektro-mehaničke sklopke, zatezanje lanca, izmjena teflonskih (PTFE) ploča.

Podmazivanje lanca važno je kako bi se osigurao dugi vijek trajanja lanca za transportnu traku. Potrebno je redovito provjeravati razinu ulja, i barem dva puta tjedno vršiti podmazivanje. Prije podmazivanja provjerava se prostor kod zupčanika ako ima sitnih čestica moraju se ukloniti inače će na sebe upiti ulje za podmazivanje. Ventil koji se nalazi na spremniku za ulje napravljen je tako da ima mogućnost reguliranja brzine odnosno količine ulja koju će ispuštati. Poželjno je namjestiti da podmazivanje traje cijeli dan dok je transportna traka u radu. Prilikom punjenja spremnika obavezno se mora odstraniti prašina ako se nalazi na njemu kako ne bi došlo do začepjenja crijeva ili samoga ventila.

Provjera RFID sustava i elektro – mehaničke sklopke mora se izvršavati prije samoga početka rada. Transportna traka se pusti u pogon i prvo se provjerava elektro – mehanička sklopka, potezanjem metalne sajle s vanjske strane trake provjerava se da li je sklopka ispravna. Najčešća greška takve vrste sklopke je odpuštena sajla, koja prilikom povlačenja nema dovoljnu silu da aktivira sklopku. U tom slučaju potrebno je na vrhu transportne trake zategnuti sajlu, te ponovno pričvrstiti uz pomoću tzv. žabica. Nakon provjere elektro – mehaničke sklopke provjerava se RFID sustav. Zaposlenik jednostavno odašiljač približi prema prijemu.

Ako prijemnik ne reagira postoji mogućnost da dolazi do smetnji koje najčešće uzrokuju prašina. Potrebno je odstraniti prašinu uz pomoću kompresora.

Zatezanje lanca u pravilu bi se trebalo provoditi barem jednom mjesečno, ali u slučaju zapažanja nepravilnosti transportne trake koji se stječe iskustveno potrebno je i ranije. Zatezanje se vrši pomicanjem osovine transportne trake. Sa svake strane osovine nalaze se zatezači koji su spojeni na kućište ležaja i polagano i ravnomjerno zatežemo obje strane sve dok ne dobijemo napeti lanac.

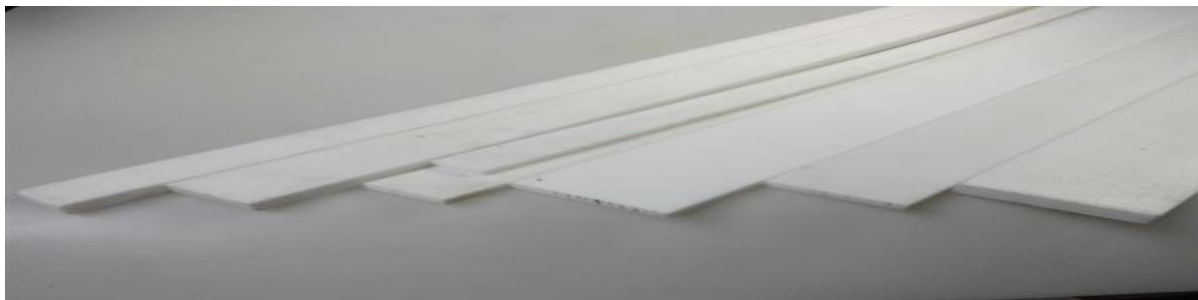
Slika 35. prikazuje izgled sklopa za zatezanje lanca. Broj 1 označava kućište ležaja na koji je spojen natezač označen pod brojem 3. Pod brojem 2 nalazi se osovina unutar ležaja.



Slika 35. Zatezač lanca [13]

Teflonskih (PTFE) ploče kao što je već spomenuto imaju ulogu prigušivanja vibracija preko vodilica koje kližu po njoj. Teflonske ploče imaju dinamički i statički koeficijent sličan željezu, otporan je na temperature od $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+260\text{ }^{\circ}\text{C}$. Radi svojih karakteristika imaju dugi vijek trajanja, ali radi utjecaja trenja poželjno ju je mijenjati prilikom redovnog velikog servisa koji se provodi dva puta godišnje. Sama izmjena teflonskih ploča veoma je jednostavna. Kako bi se pristupilo pločama potrebno je maknuti poklopce koji služe kako bi se prilikom servisa moglo pristupiti dijelu trake koji je ugrađen u pod (okolo cijele trake nalazi se kanal kojim se može hodati). Sa svake strane ploče nalaze se po dva vijka s upuštenom glavom koje je potrebno otpustiti i izvaditi. Kako bi se oslobodila teflonska ploča, ispod vodilice kod ploče koja se mjenja, postavlja se dizalica i podiže minimalno dok se ne oslobodi opterećenja, nakon toga ploča se izvlači i stavlja se druga, postupak se nastavlja dok se ne izmjene sve ploče.

Slika 36. prikazuje izgled teflonskih ploča različitih dimenzija, uglavnom se proizvode dužine od 1000mm.



Slika 36. Teflonske ploče [1]

4.4 INTERVENTNO ODRŽAVANJE TRANSPORTNE TRAKE

Pod interventno održavanje transportne trake ubrajaju se zamjena karika lanca, vodilica, osovine sa zupčanicima, elektromotora.

Lanac transportne trake s vremenom se izdužuje i potrebno ga je zatezati, ako se lanac koristi duži period radi izduživanja i konstantnog opterećenja postoji mogućnost pucanja karika. Nakon što smo odredili mjesto na kojemu je došlo do pucanja karika, potrebno je približiti krajeve lanca jedno prema drugome uz pomoću potezne naprave (vidi slika 37.). Potezna naprava prilikom potezanja oko sebe omotava sajlu i na taj način približava krajeve lanca. Kukice se pričvrste dalje od mjesta gdje je puknula karika kako bi imali mogućnost izmjene.



Slika 37. Potezna naprava[31]

Karike se spajaju uz pomoću alata za zakovice. Alat je potrebno namjestiti na mjesto gdje se nalazi zakovica i umetnuti uložak potrebne veličine. Pošto se radi o velikim industrijskim lancima potrebna je velika sila za spajanje zakovičnog spoja, koja se postiže spajanjem pneumatskog udarnog čekića na alat za zakovice.



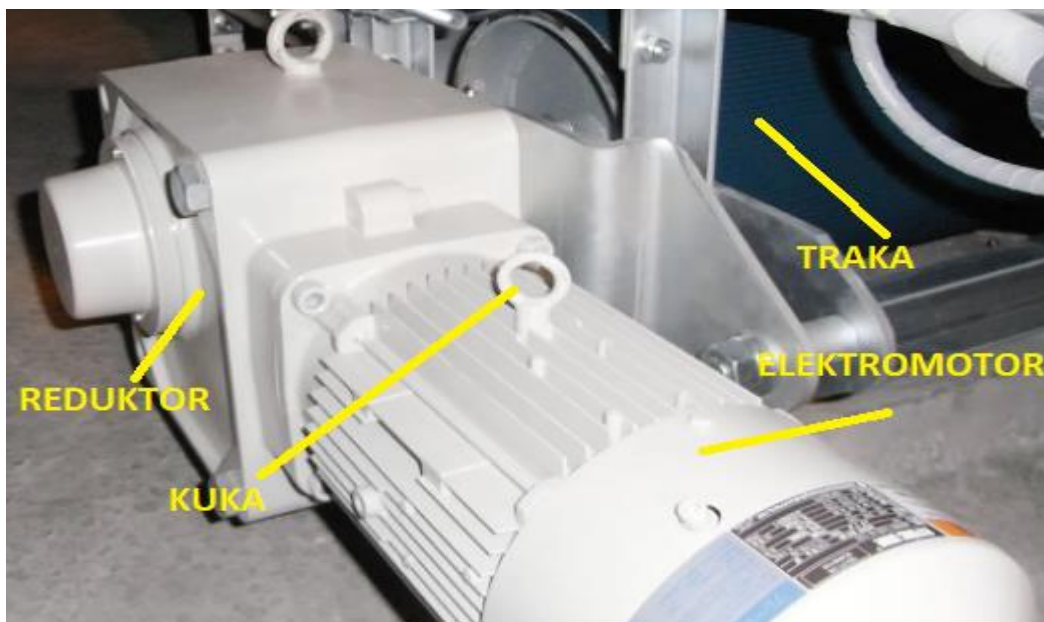
Slika 38. Alat za zakovice [32]

Vodilice prilikom stalnog opterećenja ili prekomjerenog punjenje transportne trake imaju tendenciju da se saviju. Ukoliko se vodilica savine nema više ulogu klizanja po teflonskim pločama i s time postoji mogućnost oštećenja teflonskih ploča ako se nastavi s radom, a u najčešćem slučaju dolazi do zastoja transportne trake radi pre velikog trenja. Izmjena vodilica vrši se na istom principu kao i kod izmjena teflonskih ploča. Potrebno je uz pomoću dizalice podignuti traku, otpustiti vijke i zamijeniti vodilicu. Izgled vodilice prikazan je na slika 30.

Osovina sa zupčanicima pokazala se veoma izdržljivom. Prilikom preopterećenja najčešće dolazi do pucanja lanca koji je puno manje čvrstoće nego osovina, i iz tog razloga veoma rijetko dolazi do oštećenja osovine. Ako se oštete zupčanici koji se nalaze na osovini mogući je popravak uz pomoću reparaturnog zavarivanja uz predhodno zagrijavanje istoga. Ukoliko dođe do puknuća osovine poželjno ju je zamjeniti jer prilikom popravka nikada ne može u potpunosti biti centrirana, i imati istu izdržljivost. Kako bi zamjenili osovinu potrebni je maknuti lance sa zupčanika (odstraniti jednu kariku) osloboditi osovinu s reduktora koji je spojen na elektromotor, izvući osovinu izvan ležajeva. Radi svoje težine osovinu je potrebno privezati s gurtama na viljuškar. Suprotnim postupkom nova osovina se vraća natrag.

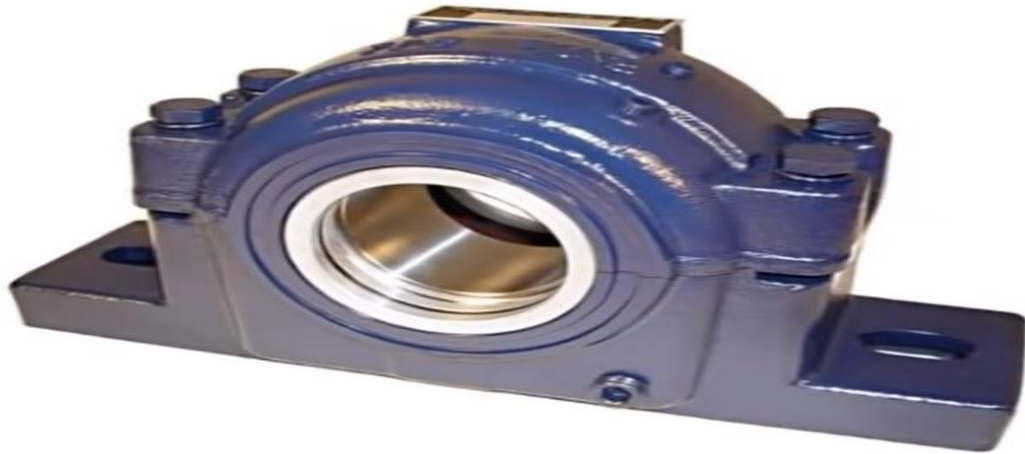
Elektromotor za pokretanje transportne trake smatra se najbitnijom komponentom iste. Do kvarova elektromotora najčešće dolazi prilikom konstantnog preopterećenja (previše materijala na transportnoj traci) koje uzrokuje deformaciju osovine, ili radi oštećenja izolacije namotaja koja se može desiti ako čestice prašine uđu ispod kućišta te uzrokuju pregrijavanje. Pregrijavanje može uzrokovati kratki spoj, neravnomjerno okretanje rotora, iz tog razloga je potrebno ispuhivanje elektromotora uz pomoću kompresora.

Kako bi se zamijenio elektromotor, potrebno ga je osloboditi od reduktora transportne trake, te odstraniti vijke koji ga drže zategnutim na postolju. Na elektromotoru nalazi se metalna kuka (vidi slika 39.) na koju se spaja gurta, te uz pomoću viljuškara makne elektromotor. Drugi elektromotor vraća se suprotnim postupkom.



Slika 39. Elektromotor [32]

Ležajevi uz pravilan rad i održavanje imaju dugi vijek trajanja, ali ponekad ih je potrebno zamijeniti. Najčešće se mjenjaju prilikom redovnog servisa jednom godišnje, ali ponekad radi pre velikog opterećenja i vibracije dolazi do njihovog oštećenja, te ih je potrebno zamijeniti. Izmjena ležajeva se vrši na način da se kućište sa ležajem oslobodi od elektromotora i osovine sa zupčanicima na način koji je objašnjen u prethodnom dijelu rada. Kako bi se oslobodilo kućište ležaja potrebno je skroz odпустiti napinjač kako ne bi imao vezu sa konstrukcijom. Nakon odpuštanja napinjača, kućište se vadi iz konstrukcije. Radi lakše izmjene ležajeva najčešće se koriste dvodijelna kućišta (vidi slika 40.) gdje je potrebno ukoniti vijke za spajanje, gornji dio kućišta se ukloni, stavlja se novi ležaj, ponovno spajamo kućište sa vijcima i vraćamo na konstrukciju.



Slika 40. Dvodijelno kućište ležaja [33]

4.5 PREVENTIVNO ODRŽAVANJE HIDRAULIČKE PREŠE

Pod preventivno održavanje hidrauličke preše ubrajaju se izmjena ulja, filtera ulja i zraka, provjera hidrauličkih crijeva.

Kao što je već opisano u ovom radu, hidrauličko ulje s vremenom i nakon određenog rada gubi svoje karakteristike koje negativno utječu na rad komponenti, smanjenju pritiska, mogućnost propuštanja brtvi, ventila, i curenja na spojnim mjestima hidrauličkih crijeva.

Zamjena hidrauličkog ulja ovisi o starosti hidrauličke preše. Ako je hidraulička preša nova preporuča se nakon početka rada izmjena ulja nakon 6 mjeseci ili 1500 radnih sati, a nakon toga interval izmjene ulja provodi se na svakih godinu dana ili 3000 radnih sati. Na upravljačkom ormariću nalazi se brojačnik koji broji radne sate hidrauličke preše.

Proces izmjene ulja može se podijeliti u sljedeće faze:

- Priprema novoga hidrauličkog ulja – potrebno je osigurati dovoljnu količinu ulja, i dovesti je do mjesta gdje će se vršiti izmjena.
- Ispuštanje starog hidrauličkog ulja – izvodi se uz pomoću ventila za ispuštanje koji se nalazi na dnu hidrauličkog spremnika, i pretočiti ga u spremnike za odlaganje staroga ulja. Ispust se može vršiti na dva načina tako da se na ventil spoji crijevo koje se spoji sa spremnikom za staro ulje, ili ispuštanje ulja u kante, te ručno pretakanje.

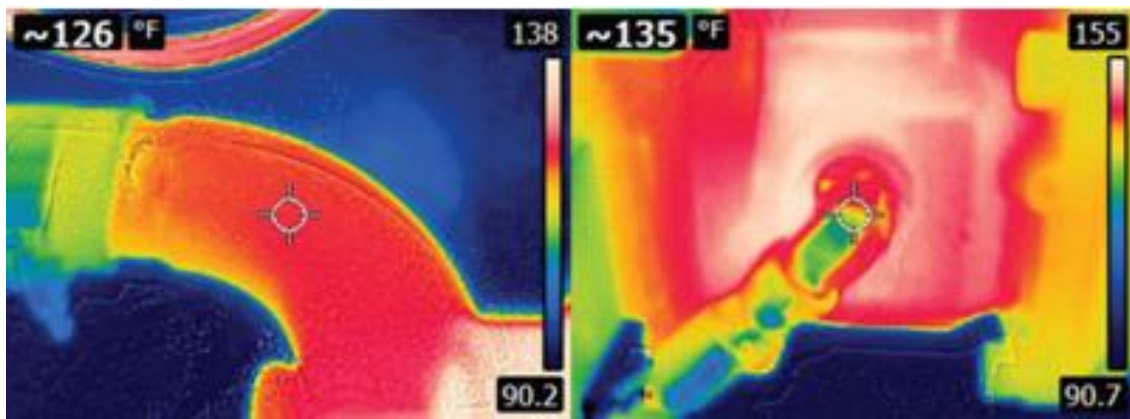
Kako bi pražnjenje bilo efikasnije potrebno je ukloniti filter ulja. Jednostavno se otpusti i izvadi iz kućišta filtera

- Pregled dna spremnika – prilikom ispuštanja ulja nikada nije moguće ispustiti ga do kraja. Vizualno se može vidjeti koliko hidrauličkog ulja je ostalo na dnu spremnika. Odstranjivanje ostatka ulja vrši se uz pomoću električne pumpe za ulje. Crijevo od pumpe spušta se kroz otvor za nadolijevanje ulja do dna spremnika i ispumpava se ostatak ulja.
- Zatvaranje ventila
- Izmjena filtera ulja – na filter je potrebno staviti novu brtvu, i stegnuti u kućište filtera
- Izmjena filtera zraka – stari filter se otpusti, izvadi, i novi filter se stegne na isto mjesto.
- Ispuštanje ulja iz sustava – potrebno je otpustiti hidraulička crijeva i pustiti da ulje isteče iz njih, i ponovno ih pritegnuti nazad.
- Punjenje spremnika – kroz otvor za dolijevanje uljeva se potrebna količina hidrauličkog ulja. S bočne stranice spremnika nalazi se mjerač za ulje gdje se vidi koliko ulja treba uliti, zatvori se otvor i pušta hidraulička preša u rad. Nakon što ulje prođe kroz hidraulički sustav potrebno je doliti malu količinu ulja.

Kod velikih hidrauličkih preša nije potrebno ozračivanje hidrauličkih sistema. Ozračivanje se u pravilu provodi kod manjih hidrauličkih sustava.

Ispravan rad **hidrauličke pumpe** najviše ovisi o redovnoj izmjeni ulja. Ako hidrauličko ulje promjeni svoju viskoznost može prouzročiti pregrijavanje pumpe i curenje na spojevima. Preveliki pritisak, zagađeno ulje, zrak unutar sustava također mogu dovesti do oštećenja pumpi. Kako bi se provjerilo da ne dolazi do pregrijavanja pumpi koristi se infracrvena kamera koja prikazuje mjesto pregrijavanja. Temperatura hidrauličkog ulja u spremniku mora biti ista temperaturi u cijelom hidrauličkom sustavu. Ako neka od komponenti ima povišenu temperaturu, hidraulička preša se mora ugasiti i otkloniti kvar. poželjno je ispitivanje provoditi što češće.

Slika 41. prikazuje termalno ispitivanje dovoda hidrauličkog ulja iz spremnika prema pumpi, i hidrauličke pumpe. Na lijevoj strani slike nalazi se dovod gdje je izmjereno 126 °F (52°C), dok je na desnoj strani kod hidrauličke pumpe izmjereno 135 °F (57 °C). Prema navedenom dolazi do pregrijavanja hidrauličke pumpe, te je potrebno odrediti razlog, i otkloniti ga.



Slika 41. Termalno ispitivanje hidrauličke pumpe [34]

Crijeva za odvod i dovod hidrauličkog ulja do pumpe provjeravaju se svakih 20 sati. Ako crijevo nije čvrsto pričvršćeno može dovesti do probijanja zraka u sustav.

Hidraulička crijeva prilikom rada primaju veliki pritisak, te je s vremenom moguće da se držači hidrauličkih crijeva otpuste ili u najgorem slučaju puknu. Uloga držača je da apsorbiraju opterećenja hidrauličkih crijeva. Ako su oštećeni ili otpušteni moguće je nastajanje oštećenja hidrauličkih crijeva. Provjera se mora izvršavati svakih 20 sati, a vrši se vizualno i zatezanjem okastim ključem. Držači su napravljeni od plastike kako ne bi oštetili crijeva.

Slika 42. prikazuje izgled držača hidrauličkog crijeva. Napravljen je od dva dijela: donji dio na sebi ima provrte i uz pomoću vijaka se pričvrsti na konstrukciju. Hidrauličko crijevo stavlja se u utor i gornji dio se uz pomoću vijaka stegne na donji dio.



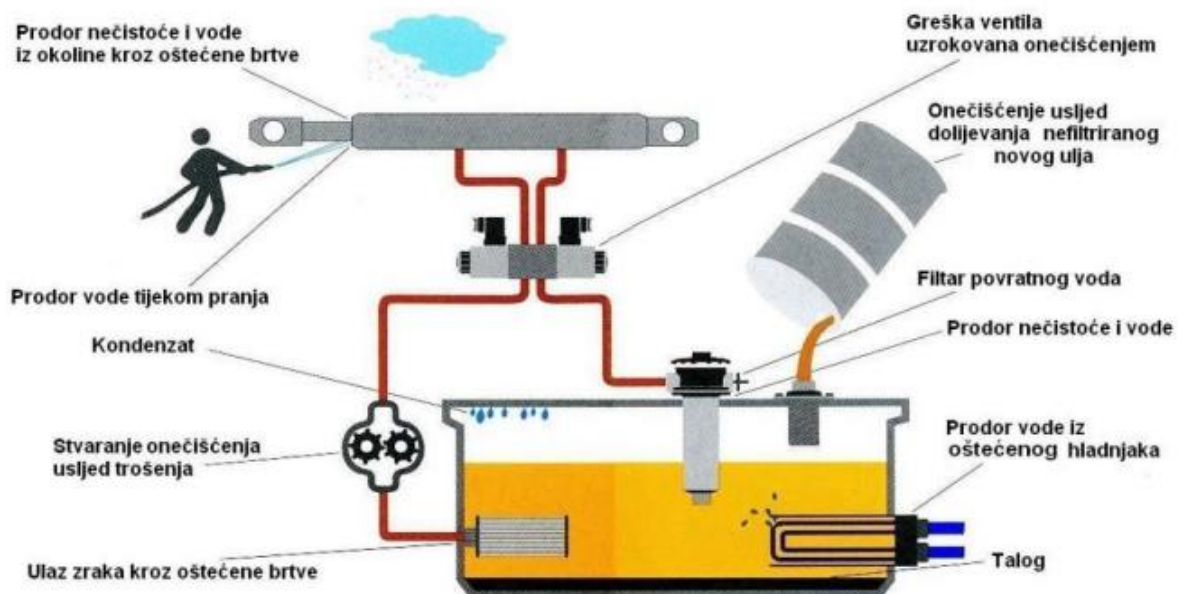
Slika 42. Držać hidrauličkog crijeva [35]

4.6 INTERVENTNO ODRŽAVANJE HIDRAULIČKE PREŠE

Ako **hidrauličko ulje** prije intervala mijenjanja promijeni svoju boju iz zlatne boje u tamno smeđu potrebno je napraviti laboratorijsko ispitivanje ulja. Dva najčešća razloga tamnog ulja su toplinski stres i oksidacija. Laboratorijsko ispitivanje se izvodi kako bi se otkrilo da li postoji neki problem u hidrauličkom sustavu i da se provjeri da li je ulje promijenili svoje karakteristike osim boje koja se najčešće dešava radi zagađivanja kroz filtere. Ako ulje zadovoljava nije ga potrebno mijenjati i na taj način se uštedi puno novaca s obzirom na cijene ulja i njegove količine koja ulazi u spremnik.

Ako je hidrauličko ulje izgubilo viskoznost radi toplinskog stresa potrebno je odrediti mjesto na kojemu je nastalo pregrijavanje, a to se izvodi s infracrvenom kamerom dok je hidraulički sustav u radu. Element na kojemu se proizvodi povišena temperatura potrebno je zamjeniti (najčešće hidraulički ventili).

Na slici 43. vidljivi su svi mogući uzroci onečišćenja hidrauličkog ulja.



Slika 43. Onečišćenje ulja [36]

Klipna hidraulička pumpa pokazala se najizdržljivijom, i uz pravilno provedeno održavanje hidrauličkog sustava može imati dugi vijek trajanja. Svako postrojenje koje koristi ovakav tip pumpe trebao bi imati jednu rezervnu na skladištu, jer se za sami postupak reparacije može čekati i do mjesec dana, što bi uzrokovalo ogromne troškove ako pogon nije u funkciji. Najpoznatiji Hrvatski predstavnik za reparaturu i prodaju hidrauličkih pumpi je Bosch Rexroth.

Najčešći problemi klipnih hidrauličkih pumpi [37]:

- Nedovoljan usisni volumen koji dolazi kao posljedica prevelikog otpor na usisnom vodu, ili neispravan elektromotor. Ako je brzina pumpe previsoka, razina tekućine u spremniku je niska, potrebno je nadolijati ulje.
Curenje ulja na crijevu za dovod ili zaštopan filter ulja također mogu uzrokovati ovu pogrešku, potrebno je promijeniti brtvu ili dotegnuti crijevo i promijeniti filter.
- Promjenjivi izlazni protok može biti posljedica radi loše kontrole varijabilnog mehanizma, tragovi istrošenosti, itd. što rezultira nestabilno kretanje kontrole klipa. Zbog nedovoljne energije ili oštećenih dijelova, slab rad prigušivačkog klipa koji sadrži oprugu uzrokovat će nestabilno kretanje upravljačkog klipa. Nestabilni protok najčešće je povezan s promjenama pritiska, te kod takvih kvarova potrebno je rastavljanje hidrauličke pumpe, odnosno reparacija.
- Pre niski izlazni tlak može biti posljedica curenja usisnog crijeva, neispravnih protočnih ventila, nepovratnih ventila, itd. Potrebno je pronaći mjesto curenja i dotezanje, najčešće je potrebno zamijeniti brtve.
- Ako je maksimalni izlazni tlak previsok potrebno je podesiti sigurnosni ventil
- Curenje ulja na klipnoj pumpi može biti uzrokovana :
 - uljna brtva vretena je oštećena ili je osovina neispravna ili izgrebana,
 - unutarnje curenje je pre veliko, što uzrokuje povećanje tlaka na uljnoj brtvi, uljna brtva je oštećena,
 - vijci kućišta pumpe su labavi.

Najčešće greške **hidrauličkih cilindra** [38]:

- Ako je protočni ventil ili usmjerni ventil zaglavljen postoji mogućnost kvara hidrauličkog cilindra. Potrebno je provjeriti onečišćenje ulja, i otpustiti ventil kako bi se provjerilo da nečistoća nije blokirala jezgru i zaustavila protok ulja. Provjerava se trošenje tijela ventila, čiste se i zamjenjuju filteri i ulje.

- Hidraulički cilindar je blokiran, ne pomiče se u niti jednom smjeru. Potrebno je provjeriti da li su linije osi cijevi cilindra i klipne šipke poravnate, ako postoje odstupanja potrebno je skinuti hidraulički cilindar i napraviti reparaciju, jer je lako moguće došlo do savijanja klipne šipke.
- Početno kretanje hidrauličkog cilindra je sporo, što može biti uzrokovano nižim temperaturama gdje ulje ima visoku viskoznost i slabu fluidnost. Moguće je zamijeniti ulje s novim koje ima bolju viskoznost i bolje karakteristike s obzirom na temperaturu. Poželjna je ugradnja grijača koji ima ulogu zagrijavanja ulja prilikom pokretanja.
- Nestabilan rad i nedovoljan pritisak može biti uzrokovano unutarnjim curenjem hidrauličkog cilindra radi oštećenja brtve tijela cilindra, šipke i zatvarača. Razlog curenja brtvi može biti radi njezine naboranosti, puknuća, istrošenosti, starenja, deformacija, itd. Glavni razlog trošenja klipne brtve je nepravilno podešavanje upravljačkog ventila brzine, koji uzrokuje previsoki stražnji tlak, nepravilna ugradnja brtve, ili onečišćeno ulje. Potrebna je regulacija upravljačkog ventila i izmjena brtvi.

Popravak hidrauličkog cilindra zahtjeva pravilnu pripremu prije i za vrijeme rastavljanja. Prije samoga rastavljanja potrebno je čišćenje vanjskog dijela cilindra kako bi se spriječilo nepotrebno prodiranje prašine, ulja, masti i sličnih nečistoća unutar cilindra, također je potrebno očistiti prostor oko cilindra. Crijeva se odspajaju, te se na njih i na priključke na cilindru stavljaju čepovi radi sprječavanja ulaska nečistoća. Nakon ovoga postupka moguće je ispustiti hidrauličko ulje iz cilindra.

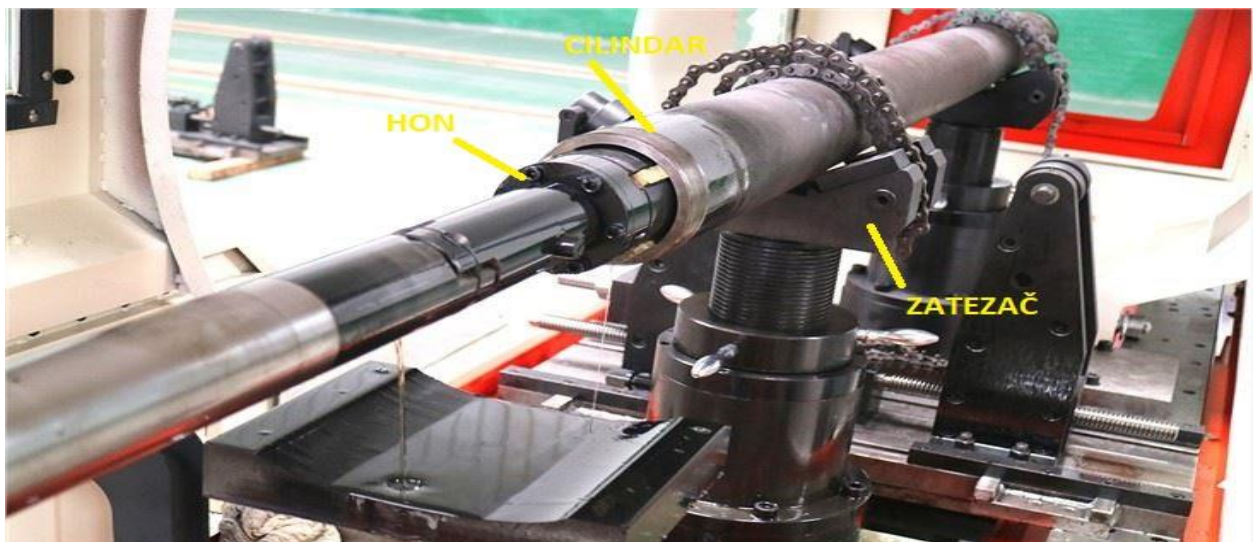
Prilikom popravka svi dijelovi moraju se očistiti s otapalom na bazi nafte, te ispuhati s komprimiranim zrakom.

Za otvaranje cilindra potrebno je otpuštanje navojne glave cilindra kako bi se mogla izvaditi šipka i klip. Ako je potrebno ukloniti klip sa šipke, na šipku se stavlja protumatica. Nakon vađenja šipke skida se završni poklopac koji se jednostavno izvuče, te slijedi skidanje sklopa za brtvu i brtve. Svi dijelovi se pregledavaju da li imaju oštećenja, poželjna je izmjena brtvi i poliranje unutarnjeg dijela cilindra, sklopa za brtve i šipke.

Ako je prilikom pregleda ustvrđeno oštećenje cilindra ili šipke potrebna je obnova ili zamjena istih.

Ako postoje oštećenja, prije sklapanja potrebno ih je popraviti, popravak se izvodi uz pomoću honanja. Honanje je mehanička operacija za brušenje materijala gdje se dijamanatna zrna koriste kao alat za brušenje. Alat za brušenje naziva se hon ili honing glava. Ovakva vrsta obrade daje finu završnu površinu gdje nije potrebna nikakva druga obrada. Honanjem se osim popravka oštećene površine povećava otpornost na habanje. [39]

Slika 44. prikazuje izgled postupka honanja. Hon je spojen na osovinu koja se rotira, i pomiče u vodoravnom smjeru. Četkice prilikom rotacije lagano izlaze iz kućišta hona te bruse površinu cilindra. Zatezači služe kako bi pričvrstili cilindar da prilikom honanja ne bi došlo do pomaka istoga.



Slika 44. Postupak honanja [40]

5. ANALIZA EKSPERIMENTALNOG DIJELA

U eksperimentalnom dijelu rada prikazani su principi rada svih komponenti i najjednostavniji načini preventivnog i interventnog održavanja.

Može se zaključiti kako svaka od komponenti transportne trake i horizontalne hidrauličke preše ima svoje određene prednosti i nedostatke, te se pravilnim i redovitim održavanjem postiže učinkovitiji rad, produkuje vijek istih, i smanjuje mogućnost kvarova kod kojih je potrebno interventno održavanje koje uzrokuje velike zastoje u proizvodnji.

6. ZAKLJUČAK

Hidraulički sustavi u današnje vrijeme zastupljeni su u mnogim granama proizvodnje i gotovo je nezamislivo obavljati poslove bez njih. Radi pretrpavanja odlagališta otpadom sve više se prakticira sortiranje sekundarnih sirovina i primjena hidrauličkih preša za baliranje radi lakšeg odlaganja i smanjenja volumena nekorisnog otpada. Sve više se teži ljudsku radnu snagu zamijeniti automatiziranom proizvodnjom, ali kada je u pitanju održavanje hidrauličkih sustava potrebno je određeno iskustvo i edukacija radnika za provođenje pravilnog i kvalitetnog održavanja i rada na hidrauličkoj preši. Edukacija se smatra najbitnijom stavkom prilikom rukovanja hidrauličkom prešom radi sigurnosti zaposlenika, jer postoje određene opasnosti od ozljeda prilikom rada na istoj.

LITERATURA

- [1]<https://hr.history-hub.com/koliko-stabala-je-potrebno-da-bi-1-tonu-papira>
- [2]https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2017_01_3_120.html
- [3]<https://www.euractiv.com/section/emissions-trading-scheme/news/eu-climate-laws-cost-paper-recyclers-40-of-their-profits/>
- [4]<https://www.istockphoto.com/search/search-by-asset?searchbyasset=true&assettype=image&assetid=482166846>
- [5]<https://www.xtbaler.com/baler-machines/vertical-balers/paper-carton-balers/>
- [6]https://www.youtube.com/watch?v=3yVzrNXeN-w&ab_channel=DILOYA
- [7]<https://kenburn.co.uk/waste-balers/avermann/horizontal-balers/>
- [8]https://www.youtube.com/watch?v=z22_2pYPky0&ab_channel=AnisTrend-TheBalerCompany
- [9]<https://eu.hsm.eu/en/compressing-invalidating/pet-perforators/30/hsm-pf-1200>
- [10]<http://www.walirecycling.com/pro-detail/BnA7xwLb>
- [11]<https://www.moleymagneticsinc.com/product/magnet-grapples/>
- [12]<https://www.nkbaler.com/Horizontal-Hydraulic-Baler.html>
- [13]<https://www.anis-trend.com/product/chain-belt-conveyors/>
- [14]<https://tehnoguma-zg.hr/antiabrazivne-transportne-trake/>
- [15]<https://repository.ffri.uniri.hr/islandora/object/ffri%3A816/datastream/PDF/view>
- [16]https://www.youtube.com/watch?v=StGDSXOFMIg&ab_channel=AvermannMaschinenfabrik
- [17]<https://engineering.stackexchange.com/questions/200/what-are-characteristic-values-for-a-piston-pump>

- [18]https://www.buehler-technologies.com/uploads/tx_szdownloadcenter/de110007_Thermotronik_61-AAG2-4.pdf
- [19]<https://www.parker.com/literature/HPCE/New/CAT-4083-UK.pdf>
- [20]https://products.schmersal.com/upload/orig/10/00/34/50/DOC_MAR_BRO_b-css_SEN_AIN_V2.pdf
- [21]http://repositorij.fsb.hr/6276/1/Kocelj_2016_zavrzni_prediplomski.pdf
- [22]<https://www.crownoil.co.uk/guides/hydraulic-oil-guide/>
- [23]<https://www.machinerylubrication.com/Read/25967/hydraulic-oil-lubrication-viscosity>
- [24]https://www.vuka.hr/fileadmin/user_upload/knjiznica/on_line_izdanja/Pneumatika_i_hidraulika_-_skripta.pdf
- [25]<https://www.hidraulika.biz/c/hidraulika/5-hidraulicki-razvodnici/hidraulicki-upravljan-razvodnik/>
- [26]<https://shop.haberkorn.hr/hidraulicki-sistemi-hidraulicke-komponente/ventili-za-mobilnu-hidrauliku/regulator-kolicine-protoka/tlacno-kompenzirani-regulatori-protoka/886106-tlacno-kompenzirani-trosmjerni-ventil-regulatora-protoka-fvpv-s-prioritetnim-i-bypass-prikljuckom>
- [27]<https://www.bib.irb.hr/321780/download/321780.ES-skripta-760-kon.pdf>
- [28]<https://www.slideserve.com/heller/elementi-strojeva-ii>
- [29]<https://www.acquirecontrol.co.uk/telemecanique-xy2-ch-emergency-stop-safety-system/>
- [30]<https://www.rcm-machines.com/en/materials/teflon/ptfe/flat/ptfe,-teflon,-sheet-50--x-10-x-1000-mm/rcptfef50-10>
- [31]<https://www.merkur.si/verizno-dvigalo-potezna-naprava-2t-5mmx2-2m/>
- [32]<https://kenki-corporation.com/2018/09/16/about-driving-pulley/>
- [33]https://www.youtube.com/watch?v=ZTsq2zKz-8&ab_channel=SolveIndustrialMotionGroup

- [34]<https://www.machinerylubrication.com/Read/31181/thermal-imaging-checks>
- [35]https://www.alibaba.com/product-detail/Standard-Single-Light-Duty-Pipe-Clamp_62278685223.html
- [36]<https://repozitorij.vuka.hr/islandora/object/vuka%3A353/datastream/PDF/view>
- [37]<https://oemhydraulicpump.com/piston-pump-repair-method/>
- [38]<http://m.hr.glit-hydraulic.com/info/how-to-quickly-diagnose-faults-in-hydraulic-cy-55507231.html>
- [39]<https://hr.man-trailer.com/4319747-honing-is-what-it-is-how-is-cylinder-honing-performed>
- [40]<https://www.guanludrilling.com/deep-hole-honing-machines/hydraulic-cylinder-honing-machine.html>