



ICES
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija

Program: Strojništvo
Modul: Orodjarstvo

POSODOBITEV OLJNEGA AGREGATA KARTONSKEGA STROJA

Mentor: dr. Martin Zupančič, univ. dipl. inž. stroj.

Kandidat: Matej Kramar

Mentor v podjetju: Matija Bolka, univ. dipl. inž. stroj.

Lektorica: dr. Aleksandra Gačič, univ. dipl. prof. zgo. in slov.

Ljubljana, december 2020

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju dr. Martinu Zupančiču za vse nasvete in strokovno pomoč pri diplomskem delu.

Rad bi se zahvalil tudi svojemu mentorju v podjetju Matiji Bolku za strokovno pomoč pri diplomskem delu.

Zahvaljujem se tudi lektorici dr. Aleksandri Gačič, ki je moje diplomsko delo pregledala jezikovno in slovnično.

Posebno bi se rad zahvalil gospodu Janezu Tomažinu iz podjetja DIMAS.

IZJAVA

Študent Matej Kramar izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom dr. Martina Zupančiča, univ. dipl. inž. stroj.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne 22. 1. 2021_

Podpis: _____

POVZETEK

V diplomskem delu je predstavljena posodobitev oljnega agregata za mazanje ležajev sušilnih valjev in gladilnega valja kartonskega stroja. Izvedeno je bilo v sodelovanju z delodajalcem Količevo Karton in zunanjim izvajalcem podjetja DIMAS. Cilj diplomskega dela je bil znižati stroške vzdrževanja zaradi menjave ležajev, ugotovljenih na temelju meritev, in prav tako zmanjšati izredne zastoje, ki nastanejo zaradi okvare ležajev.

V uvodu so predstavljene osnovne stvari, ki so povezane z deli oljnega agregata. Ugotovljeno je bilo trenutno stanje agregata in izvedena je bila meritev olja. Meritev ni ustrezala standardu in zahtevam, ki se uporablja pri novejših agregatnih sistemih. Predlogi za posodobitev so bili podani v smislu, kako se lahko sistem z manjšimi predelavami in ne prevelikim vložkom tudi ustrezno posodobi.

Na koncu diplomskega dela je predstavljena posodobitev, ki je bila izvedena na strani filtracije in preprečevanja vdora vode v agregat. Izvedena je bila še meritev čistosti olja po ISO-standardu. Ugotovili smo, da bi s posodobljeno filtracijo in merjenjem ISO-kode olja občutno izboljšali delovanje celotnega sistema ter s tem zmanjšali zastoje in menjave glede na meritve ležajev na sušilnih valjih.

KLJUČNE BESEDE

- kartonski stroj – sušilna skupina
- centralno mazanje
- oljni agregat
- filtriranje
- čistost olja
- ISO-kode
- meritve

ABSTRACT

The diploma work presents the modernization of the oil generator for lubrication of drying roller bearings and the smoothing roller of a cardboard machine. It was carried out with the employer Količevo Karton and an external contractor DIMAS. The aim of the diploma work was to reduce maintenance costs due to the replacement of bearings determined on the basis of measurements and also to eliminate extraordinary congestion caused by bearing failure.

The introduction presents the basic things related to the parts of an oil generator. Subsequently, the current condition of the unit was determined and the oil was measured, but it did not meet the standard used in newer units and does not meet their requirements. Proposals for modernization have been made in terms of how the system can also be properly modernized with minor modifications rather than over-input.

At the end of the task, an update was presented, which was performed on the side of filtration and prevention of water intrusion into the unit. The purity of the oil was also measured according to the- ISO code. We found that the updated filtration and measurement of the ISO code oil would significantly improve the performance of the entire system and this reduce congestion and changes compared to the measurements of the bearings on the drying rollers.

KEYWORDS

- cardboard machine- drying section
- central lubrication
- oil generator
- filtration
- oil cleanliness
- ISO Codes
- measurement

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	Predstavitev problema.....	1
1.2	Cilji naloge	1
1.3	Predstavitev podjetja.....	1
1.4	Predpostavke in omejitve	4
1.5	Metode dela	4
2	SESTAVA OLJNEGA AGREGATA	4
2.1	Vrsta mazalnih sistemov	4
	Posamično mazanje.....	4
	Centralno mazanje	5
2.2	Reference za učinkovito mazanje ležajev kartonskega stroja	6
2.3	Filtriranje	10
3	TRENTNO STANJE OLJNEGA AGREGATA.....	12
3.1	Oljni agregat- ogrevanje in hlajenje olja.....	13
3.2	Hlajenje olja	14
3.3	Sistemi tlak	16
3.4	Filtracija in nega olja	17
3.5	Menjava olja.....	18
3.6	Dodatno filtriranje pri povratnem vodu.....	19
3.7	Dodatni filtri pred vsakim kompletom omejevalca pretoka	20
3.8	Odzračevalnik agregata	21
3.9	Tip in kvaliteta omejevalcev pretoka in progresivnih razdelilcev	21
	Tipi omejevalcev pretoka.....	21
	Šobe v omejevalcih pretoka	22
	Progresivni razdelilci	23
3.10	Cirkulacijsko oljni mazalni sistem za mazanje ležajev gladilnega valja	23
	Oljni agregat.....	24
	Izvedba meritev meritve olja in analiza olja	25
4	PREDLOGI ZA IZBOLJŠAVE.....	27
4.1	Vgradnja elektro grelnika.....	27
4.2	Vgradnja 4 ventilov za povezavo tlačnih in povratnih vodov	28
4.3	Vgradnja sifona	29
4.4	Vgradnja dodatne filtracije in pričakovane prednosti.....	30
4.5	Odzračevalnik agregata	31
4.6	Filtracija in nega olja	32
5	POSODOBITEV	32
5.1	Posodobitev filtracije	33
5.2	Čiščenje olja in agregata in meritve čistosti olja	34
	Poročilo o analizi olja- podjetja OelCheck.....	37
	Meritev čistosti olja med obratovanjem.....	39
5.3	Čiščenje agregata	40

5.4	Predelava odzračevanja.....	43
5.5	Poročilo o menjavi ležajev.....	43
6	ZAKLJUČKI.....	44
7	LITERATURA IN VIRI	45

KAZALO SLIK

Slika 1:	shematski prikaz kako nastane kartonski trak.....	3
Slika 2:	ročna tlačilka.....	5
Slika 3:	sestavni deli agregata.....	6
Slika 4:	hitrost obratovanja stroja od leta 1979 do leta 2020.....	7
Slika 5:	primer 1: $\beta_6(c) = 200$	10
Slika 6:	primer 2: $\beta_6(c) = 1000$	11
Slika 7:	leva slika filter iz steklenih vlaken desna slika filter iz celuloznih vlaken pri 400 kratni povečavi	11
Slika 8:	primerjava učinkovitosti celuloznega proti filtru iz steklenih vlaken.....	12
Slika 9:	merjenje temperature- povratna cev 1	13
Slika 10:	merjenje temperature- povratna cev 2	13
Slika 11:	izmerjena temperatura na steni rezervoarja	14
Slika 12:	merjenje temperature na kondenzatni cevi.....	14
Slika 13:	temperatura hladilne vode v izmenjevalcu	15
Slika 14:	izstopna temperatura iz izmenjevalca	15
Slika 15:	temperatura olja po hladilniku	16
Slika 16:	shema sistema	16
Slika 17:	shema filtriranja olja.....	17
Slika 18:	shema filtrov- agregata	18
Slika 19:	posoda filtra	19
Slika 20:	magnet za lovljenje delcev.....	19
Slika 21:	filtrirna vreča	20
Slika 22:	izgrajena vreča in povečava vsedlin.....	20
Slika 23:	filter pri omejevalcu pretoka	21
Slika 24:	odzračevalnik.....	21
Slika 25:	omejevalec pretoka.....	22
Slika 26:	šoba v omejevalcih pretoka	22
Slika 27:	vgradnja dodatnega filtra	23
Slika 28:	stanje po predelavi oktobra 2016	24
Slika 29:	shema oljnega agregata mazanja gladilnega valja.....	24
Slika 30:	vgrajeni 2 črpalki ena horizontalna druga vertikalna.....	25
Slika 31:	meritve kakovosti olja z napravo HYPRO FPM75	25
Slika 32:	olje pri 400 kratni povečavi	26
Slika 33:	shema ogrevanja olja.....	28
Slika 34:	shema vgradnje ventilov	29

Slika 35: shema za predelavo vgradnjo sifona v sistem.....	30
Slika 36: predlog vgradnje novih filtrov	31
Slika 37: odzračevalnik s silikagelom	32
Slika 38: filter- HYPRO ohišje F8 z filtrom HP107	33
Slika 39: odvzem vzorca za meritve ISO kode iz agregata	34
Slika 40: meritve ISO kode	35
Slika 41: filtriranje olja v PVC posodah	36
Slika 42: odvzem vzorca	36
Slika 43: poročilo analize olja	38
Slika 44: meritve čistosti olja med obratovanjem	39
Slika 45: meritve relativne vlage v odvisnosti od temperature.....	40
Slika 46: izpust olja in vsedline na dnu rezervoarja	41
Slika 47: čiščenje rezervoarja- vsedline.....	41
Slika 48: čiščenje sten rezervoarja z krpami.....	42
Slika 49: odstranitev vode iz olja	42
Slika 50: odzračevalnik z silikagelom HyPro HPB-103.....	43
Slika 51: menjava ležajev od leta 2015 do 2020.....	44

KAZALO TABEL

Tabela 1: primer ISO kode	9
Tabela 2: primer ISO kode priporočene od podjetja HYPRO	10

POJMOVNIK

lekaža:	vrsta netesnosti ali puščanje med dvema elementoma
gramatura:	masa 1 m ² kartona ali papirja
ISO-koda:	razred čistosti olj v skladu s standardom ISO 4406:1999
by-pass:	obvod
abraziven:	obrabni delec
kalandriranje:	stiskanje kartonskega traku med dvema valjema
tambur:	valj, na katerega je navit kartonski trak
permeabilnost:	prepustnost snovi

KRATICE IN AKRONIMI

BAT:	Best available Techniques – najboljša možna tehnologija
CFUD:	Compact filter unit – filtrirna enota podjetja HYPRO – model CFU – tip D
SKF:	podjetje, ki izdeluje ležaje, ležajna ohišja, masti za mazanje ležajev
Gsm:	gram per square meter - gram na kvadratni meter
MW:	megavat
kW:	kilovat
µm:	mikrometer
β:	Beta
bar:	enota za merjenje tlaka
ppm:	parts per million – število delcev na milijon
vm:	molska prostornina
mm:	milimeter
m/min:	metrov na minuto
l/min:	litrov na minuto

1 UVOD

V uvodu bo predstavljen agregat za mazanje sušilnih valjev in gladilnega valja.

1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Kartonski stroj KS3 ima vgrajena dva mazalna sistema, in sicer za mazanje sušilnih valjev in mazanje gladilnega valja, ampak oba povezana v en agregat, ki je bil izdelan v letu 1976. Ta dva sistema sta bila že večkrat posodobljena in delno razširjena, vendar veliko težavo predstavljata od začetka do danes, ker se je hitrost s 160 m/min povišala na 530 m/min. Po mojem mnenju je oljni mazalni sistem, ob vse večjih hitrostih obratovanja, najbolj nepredvidljiv ter lahko vpliva na slabšo zanesljivost in skupno učinkovitost kartonskega stroja.

1.2 CILJI DIPLOMSKEGA DELA

Namen diplomskega dela z naslovom »Posodobitev oljnega agregata sušilne skupine kartonskega stroja« sta posodobitev agregata in zaustavitev dohoda vode v sistem, s tem pa izboljšanje kakovosti olja s filtriranjem olja ter, kar se da, izničiti izpade ležajev in zmanjšati strošek vzdrževanja, ker lahko z zanesljivostjo delovanja sistema izboljšamo delovanje mazalnega sistema in podaljšamo življenjsko dobo ležajev. V diplomskem delu je tudi predstavljen primer povprečne menjave ležajev v zadnjih petih letih, ki se naredijo na temelju izrednih ustavitvev ali pa pri meritvi treslajev ležajev sušilnih valjev v podjetju Količevo Karton.

1.3 PREDSTAVITEV PODJETJA

Podjetje Količevo Karton je bilo ustanovljeno leta 1920 in je največja papirnica v Sloveniji. Na začetku so proizvajali lepenko in papir, nato pa se je proizvodnja preusmerila v izdelavo premaznih kartonov. Leta 1960 so postavili kartonski stroj 2, tako imenovani KS2, ki proizvaja karton s širino 2200 mm in hitrostjo 160 m/min ter gramaturo od 195 do 500 gsm. Stroj KS2 proizvede 45.000 ton na leto. Leta 1978 so zgradili še kartonski stroj 3 – KS3, ki pa proizvaja karton širine 4400 mm z gramaturo od 180 do 450 gsm. Leta 1979 je hitrost znašala 160 m/min, v letu 2020 pa hitrost znaša 530 m/min in na leto proizvedejo 225.000 ton. Podjetje je bilo od leta 1994 do leta 1996 v lasti italijanskega podjetja Safa, nato pa od leta 1996 do leta 1998 v lasti italijanskega podjetja Sario, zatem ga je leta 1998 prevzel avstrijski lastnik skupine MM – Mayr Melnhof. V skupini je približno 10.000 zaposlenih in se delijo na dve skupini, in sicer na MM Karton, ki je zelo velik proizvajalec premaznih kartonov, in MM Packging, ki je eden izmed vodilnih proizvajalcev embalaže iz premaznega kartona v Evropi. Skupina MM Karton ima v šestih državah sedem tovarn kartona in eno tovarno lesovine ter približno 2.500 zaposlenih. Na letni ravni

vseh sedem tovarn proizvede 1,7 milijona ton kartona, s tem, da v Količevem na obeh strojih proizvede približno 270.000 ton.

Papirnica proizvaja tudi lastno energijo, in sicer z elektrarno na bio plin (525 kW) in dvema parnima turbinama, ki skupaj proizvedeta 68 MW in 80 t/h pare, ter z dvema hidroelektrarnama 244 kW + 90 kW. Proizvodnja lesovine poteka na dveh žagarskih obratih, kjer se razreže na metrske dolge kose in jih nato s transportnimi trakovi dovajajo v dva luščilna bobna s kapaciteto 1000 vm, kjer se odstrani lubje, nato pa jih z brusnimi kamni z močjo 2,5–2,8 MW obrusijo, da nastanejo fina vlakna. V pripravi snovi, odvisno od programa, izbirajo med desetimi različnimi kategorijami papirja in kartona, ki se uporabijo za različne plasti. Za pripravo papirne suspenzije je treba papir ali karton razpustiti v razpuščevalnikih. V razpuščevalnikih se očistijo vsi delci, kot so plastika ali drugi trdi delci, nato pa se prečiščena vlakna še mehansko in termično obdelajo in s črpalkami dovedejo do natoka na kartonskem stroju.

Kartonski trak sestavljajo trije sloji – zgornji, srednji in spodnji, ki pa vsebujejo različno kakovost vlaknin. Te se združijo v mokrem delu v eno plast, ta pa gre na naslednjo stopnjo v stiskalnice z namenom, da se odstrani čim večji del vode iz kartonskega traku, preden gre na naslednjo stopnjo, ki pa je sušenje traku. V sušilnem delu se kartonski trak suši na 51 valjih in enem gladilnem valju, ki karton zgladi. Valji so segreti na 130 stopinj, kjer pa za vsak kilogram kartona izpari kilogram vode. Naslednja stopnja po sušenju je kalandriranje traku na želeno debelino, preden gre v premazni del, kjer se mu dodata dva premaza na zgornjo in en premaz na spodnjo stran. S tem se dosežejo gladkost, potiskljivost, sijaj in belina. Ko preide iz premazne stopnje, se navije na tambur in s tem je postopek na stroju zaključen. Za tem sledi še previjanje tamburja na manjše zvitke ali pa zvitke, ki gredo na razrez za različne formate, ki jih nato odpeljejo v skladišče. Slika 1 prikazuje proces, kako nastane kartonski trak. (Količevo Karton d. o. o., 2018)



Slika 1: Shematski prikaz, kako nastane kartonski trak
(Vir: Interni, Količevo Karton d. o. o., 2015)

1.4 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

Papirna industrija spada v kategorijo procesne industrije in je s tem izrazito odvisna od posameznih elementov tega proizvodnega procesa. Kartonski stroj nima pametnih komponent in zato vsaka okvara lahko povzroči krajši ali daljši izpad proizvodnje.

1.5 METODE DELA

S študijem interne literature in strokovne literature pri podjetju bom v diplomskem delu uporabil opisno metodo.

Za primerjavo trenutnega stanja in stanja po posodobitvi bom uporabil meritve in primerjalno metodo.

2 SESTAVA OLJNEGA AGREGATA

2.1 VRSTA MAZALNIH SISTEMOV

Pri gradnji strojev se uporabljata dve vrsti mazanja, in sicer posamično in centralno mazanje. V fazi konstruiranja je treba vedeti, kakšen medij bomo uporabili, ali bo to olje ali mast, kar je odvisno od zahtev stroja (temperatura, hitrost ...), ki ga bomo uporabljali.

Posamično mazanje

Posamično mazanje je najbolj preprosto mazanje zaradi manjšega vložka pri vgradnji, saj potrebujemo samo delavca z ročno tlačilko (slika 2), ki vsebuje mast, in tako lahko opravi svoje delo. Delo opravi tako, da na mestih, kjer so nameščeni priključki za mazanje, ročno tlačilko priklopi in s stiskanjem namaže toliko, kolikor že vnaprej določenega maziva premikajoči se del zahteva. Vendar je tako mazanje tudi zelo kritično, ker je prisoten človeški dejavnik in lahko pride do napak. Na primer, delavec lahko pozabi namazati določeni ležaj ali premikajoči se strojni del in zaradi tega lahko pride do velikih in dragih tako imenovanih strojnih lomov. Zato se posamično mazanje uporablja pretežno na strojih, ki niso zahtevni za vzdrževanje. Pri strojnih delih je zadovoljivo namazano takrat, ko pride ven nova mast, vendar jo moramo odstraniti v primeru, da ne pride v stik z drugim delom na stroju. Mazati je treba po navodilih proizvajalca, vendar je tudi odvisno od tega, koliko časa stroj miruje ali obratuje, saj med mirovanjem ni potrebe po mazanju.



Slika 2: Ročna tlačilka
(Vir: <https://www.flurti.si>)

Centralno mazanje

Centralno mazanje je bilo razvito z namenom, da se omogoči mazanje tam, kjer posamično mazanje ni bilo mogoče ali pa ni delovalo, ter z namenom, da se izloči človeški dejavnik. Na začetku se je centralno mazanje uporabilo v avtomobilski industriji, kasneje se je začelo uporabljati pri industrijskih strojih. Centralno mazanje sestavljajo naslednji strojni deli: pogon (črpalka z elektro motorjem), varnostni ventili, razvodniki, tlačni ventili, cevi, spojke, odzračevalniki, indikatorji pretoka, merilec ravni, grelci olja, termometri, termostati, hladilci olja ... Centralno mazanje deluje z namenom nenehnega mazanja ali mazanja na časovne intervale, odvisno od potrebe in izvedbe. Tukaj ima človeški dejavnik le nalogo, da občasno preverja in doda mazalno sredstvo (olje ali mast). Prednost centralnega mazanja v primerjavi s posamičnim mazanjem je, da se ne onesnažuje okolica mazalnih točk, ker so mazalne točke povezane s cevovodi le-ti pa so neprodušno zaprti. S tem imamo večji nadzor nad mazanjem in tem, da je vsak gibljivi element enakomerno namazan.

Pri vsaki vgradnji centralnega mazalnega sistema je treba upoštevati:

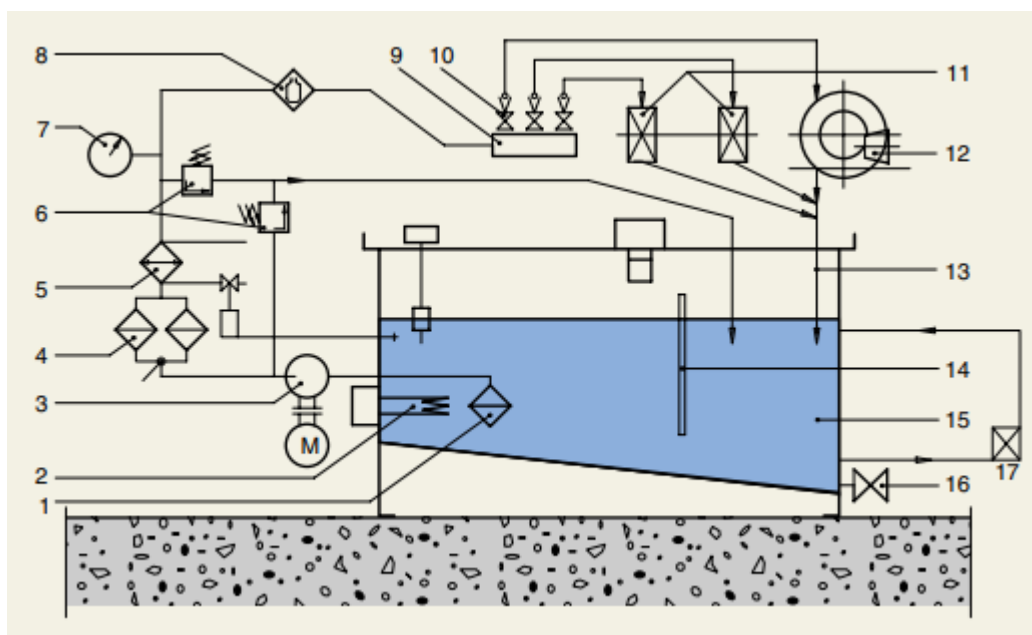
- koliko mazalnih mest imamo,
- kakšne so zahteve mazanja,
- koliko maziva je treba dovajati,
- časovne intervale razen v primeru, da to ni potrebno,
- pogoje, kot so dolžina mazalnih cevovodov, temperature, ki so pri stroju,
- dimenzija cevi ter
- izvedba tesnil ležajnega ohišja.

Šele, ko so vsi ti podatki zbrani, lahko začnemo izbirati sistem in mazivno sredstvo, ki bi zadoščalo našim potrebam.

Sestavni deli agregata so naslednji (slika 3):

1. sesalni filter,

2. grelec,
3. črpalka z elektro motorjem,
4. dvojni filter,
5. hladilnik s termostatom,
6. varnostni ventil,
7. termometer,
8. odvzem vzorca olja,
9. nadzor pretoka,
10. kazalnik pretoka,
11. ležajno ohišje,
12. omejevalnik hitrosti,
13. povratni vod,
14. prekatna stena,
15. rezervoar,
16. izpustni ventil,
17. odvajalnik vode (Vir: Rolling and bearings in paper machines 2020).



Slika 3: Sestavni deli agregata

(Vir: Rolling and bearings in paper machines 2020)

2.2 REFERENCE ZA UČINKOVITO MAZANJE LEŽAJEV KARTONSKEGA STROJA

V nadaljevanju navajam nekaj podatkov iz zadnjega, nadgrajenega priročnika »Rolling bearings in paper machine«, ki ga je podjetje SKF izdalo v letošnjem letu. Poškodbe in okvare ležajev na sodobnih papirnih strojih so v osnovi povezane s poškodbami tekalnih površin zaradi: nepravilnega mazanja, kontaminiranega

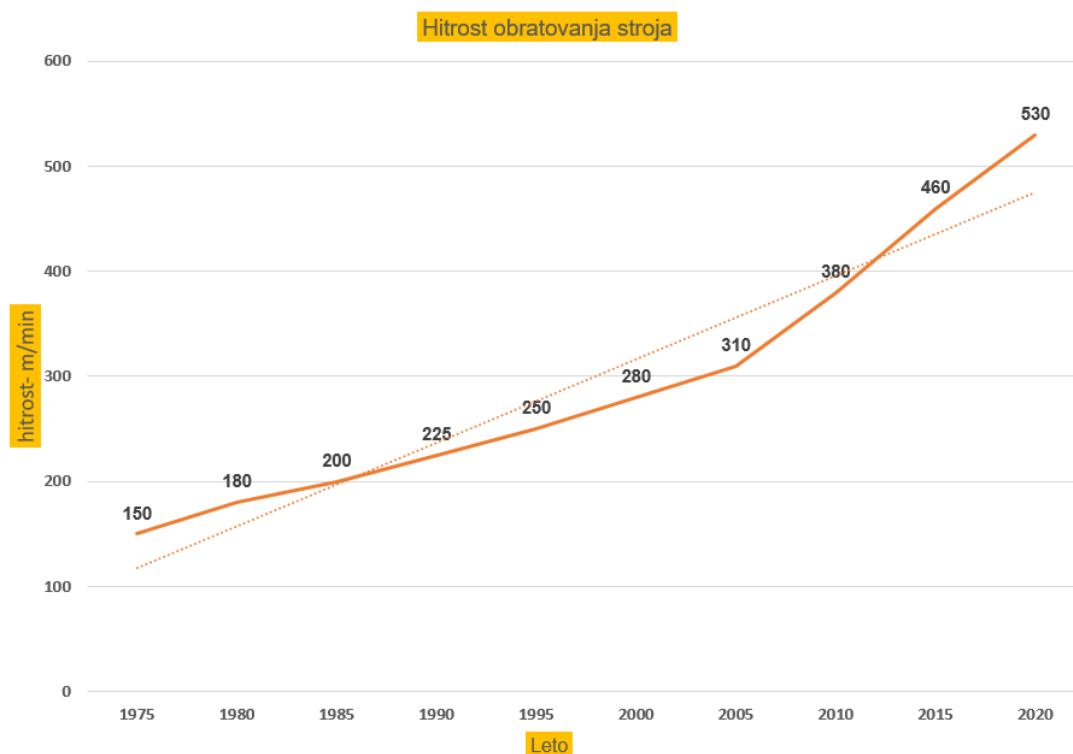
mazalnega sredstva, prisotnosti vode v mazalnem sredstvu, napačne montaže, vibracij in prehoda električne energije.

Povečevanje hitrosti starih strojev lahko povzroča različne vplive na skrajšanje življenjske dobe ležajev, kot je primer pri kartonskem stroju:

- povečanje obremenitve ležajev ob večjih obremenitvah stikov med valji, napetosti klobučevin in sit,
- povišanje temperature pare,
- neustrezno mazanje.

Ob povečevanju hitrosti stroja (slika 4), še posebej, če te presegajo originalno konstrukcijsko hitrost, je treba obravnavati več področij. Preveriti je treba tip in ga po potrebi ustrezno prilagoditi, prav tako je treba preveriti velikost, zračnost in nasede ležajev ter način mazanja.

Na okvarjenem ležaju je zelo težko, če že ne nemogoče, analizirati vzrok okvare (RCA – Root Cause Analysis). Pri takih raziskavah so potrebni podatki o obratovalnih pogojih, analiza maziva, načrt vgradnje in poročilo o vgradnji. (Vir: Rollings and bearings in paper machines 2020).



Slika 4: Hitrost obratovanja stroja od leta 1979 do leta 2020
(Vir: Lastni, 2020)

Kakovost maziva – mazanje z oljem:

Preverjanje čistosti: Olje se mora neprestano čistiti. Pomembno je, da se filtrirajo tako trdi delci (nečistoče) kot tudi izloča voda.

Priporočilo čistosti: Pri izbiri ustreznih filtrov in izločevalcev vode si moramo prizadevati, da je:

- vsebnost vode v olju mora biti pod 200 ppm. Taka količina predstavlja pravo uravnoteženje med stroški za doseg te vrednosti in vplivom na življenjsko dobo ležaja. Za učinkovito odstranjevanje proste in vezane vode v olju in istočasno zraka je vsekakor najboljša rešitev vakuumski dehidrator. Za odstranjevanje proste vode lahko vgradimo tudi filtre, ki so sposobni prevzeti določeno količino proste vode
- Med obratovalnimi pogoji, ko je olje pri obratovalni temperaturi, veže olje več proste vode. V takem stanju se lahko tolerira vsebnost vode do 500 ppm.
- Ležaji ne smejo biti izpostavljeni večji količini vode. V tem primeru obstaja veliko tveganje, da prosta voda v olju začne proces korozije.
- Opomba: vsi oljno recirkulacijski sistemi morajo imeti vgrajen sistem za stalno odstranjevanje vode.
- Število delcev nečistoč mora ustrezati standardu ISO 4406 vrednosti 18/15/12. (Vir: Hyprofiltration 2020)

Kaj pomenijo vrednosti? Koda čistosti po ISO 4406:1999 se uporablja za določitev ravni nečistoč (delcev) v milimetru olja. Štejejo se tri velikosti delcev od 4 $\mu_{[c]}$, od 6 $\mu_{[c]}$ in od 14 $\mu_{[c]}$. ISO koda je vedno izražena v treh številkah, kjer vsaka številka predstavlja kodo onesnaženja za ustrezno velikost delcev.

Pomembno: Vsako povečanje številke pomeni dvakrat večje onesnaženje olja oziroma vsako znižanje posamezne številke pomeni znižanje onesnaženja na polovico.

Dva primera: laboratorijsko štetje delcev od 4 $\mu_{[c]}$, od 6 $\mu_{[c]}$ in od 14 $\mu_{[c]}$ – (tabela 1) spodaj:

- prvi primer: zelo onesnaženo olje ISO 4406: 24/22/19 (tabela 1),
- drugi primer: zelo čisto olje: ISO 4406: 13/10/16 (tabela 1). (Vir: Hyprofiltration 2020)

ISO 4406:1999 Code Chart

ISO Code	Particles per Milliliter (PPM)		Sample Values Before Filtration			
	Lower Limit	Upper Limit	Particle Size	PPM	ISO 4406 Code Range	ISO Code
24	80,000	160,000	4 μ_{M}	151773	80,000-160,000	24
23	40,000	80,000	4.6 μ_{M}	87210		
22	20,000	40,000	6 μ_{M}	38363	20,000-40,000	22
21	10,000	20,000	10 μ_{M}	8229		
20	5,000	10,000	14 μ_{M}	3339	2,500-5,000	19
19	2,500	5,000	21 μ_{M}	1048		
18	1,300	2,500	38 μ_{M}	112		
17	640	1,300	68 μ_{M}	2		
16	320	640				
15	160	320				
14	80	160				
13	40	80	4 μ_{M}	69	40-80	13
12	20	40	4.6 μ_{M}	35		
11	10	20	6 μ_{M}	7	5-10	10
10	5	10	10 μ_{M}	5		
9	2.5	5	14 μ_{M}	0.4	0.32-0.64	6
8	1.3	2.5	21 μ_{M}	0.1		
7	0.64	1.3	38 μ_{M}	0.0		
6	0.32	0.64	68 μ_{M}	0.0		

Tabela 1: Primer ISO kode
(Vir: Hyprofiltration 2020)

Vendar podjetje HY-PRO predlaga nekoliko nižje vrednosti ISO 4406 za ležaje papirne industrije in s tem podaljšanje življenjske dobe ležajev. Iz naslednje tabele je razvidno, koliko se podaljša življenjska doba ležaja, če se onesnaženo olje filtrira do določene nižje kode ISO 4406. (Tabela 2). (Vir: Hyprofiltration 2020)

Roller Contact Bearing Life Extension

Current ISO Code	New ISO Code	New ISO Code	New ISO Code	New ISO Code
	2 x Life	3 x Life	4 x Life	5 x Life
28/26/23	25/23/19	22/20/17	20/18/15	19/17/14
27/25/22	23/21/18	21/19/16	19/17/14	18/16/13
26/24/21	22/20/17	20/18/15	18/16/13	17/15/12
25/23/20	21/19/16	19/17/14	17/15/12	16/14/11
24/22/19	20/18/15	18/16/13	16/14/11	15/13/10
23/21/18	19/17/14	17/15/12	15/13/10	14/12/9
22/20/17	18/16/13	16/14/11	14/12/9	13/11/8
21/19/16	17/15/12	15/13/10	13/11/8	-
20/18/15	16/14/11	14/12/9	-	-
19/17/14	15/13/10	13/11/8	-	-
18/16/13	14/12/9	-	-	-
17/15/12	13/11/8	-	-	-
16/14/11	13/11/8	-	-	-
15/13/10	13/11/8	-	-	-
14/12/9	13/11/8	-	-	-

Tabela 2: Primer ISO-kode, ki jo priporoča podjetja HYPRO
(Vir: Hyprofiltration 2020)

2.3 FILTRIRANJE

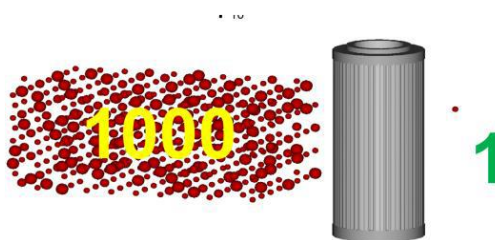
Pri filtriranju so izredno pomembni prepustnost filtra, učinkovitost in material, iz katerega je narejen.

Prepustnost filtra oziroma stopnja filtriranja je danes 6 μm , čeprav SKF poudarja predvsem večji pomen čistosti oziroma doseganja kode ISO 4406. Po drugi strani SKF navaja, da je treba izločiti vse delce, celo manjše od 10 μm , saj imajo le-ti škodljiv vpliv na tekalne površine ležaja.

Meri se učinkovitost filtra oziroma faktor znižanja propustnosti, imenovan β (BETA)-faktor. Le-ta je vezan na eno velikost nečistoč (delcev). Torej, večji, kot je β -faktor, učinkovitejši je filter. Ob β -faktorju je treba navesti, za katere velikosti delcev ta faktor velja. (Vir: Hyprofiltration 2020)



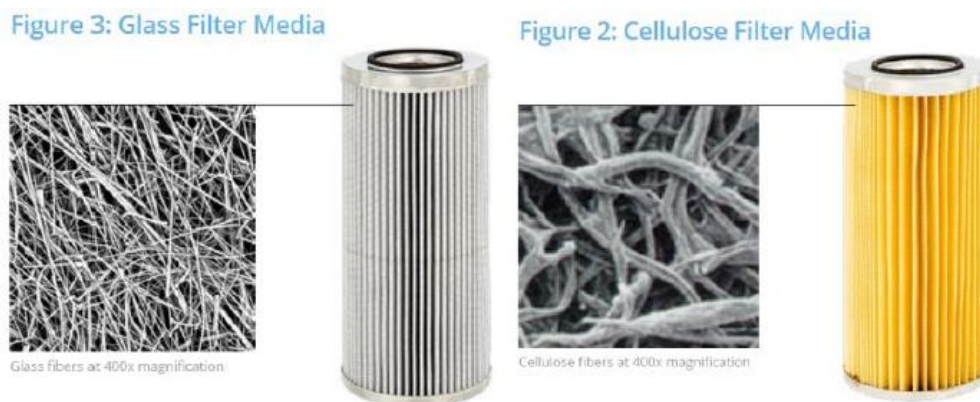
Slika 5: Primer 1: $\beta_{6(c)} = 200$
(Vir: Hyprofiltration 2020)



Slika 6: Primer 2: $\beta_{6(c)} = 1000$
(Vir: Hyprofiltration 2020)

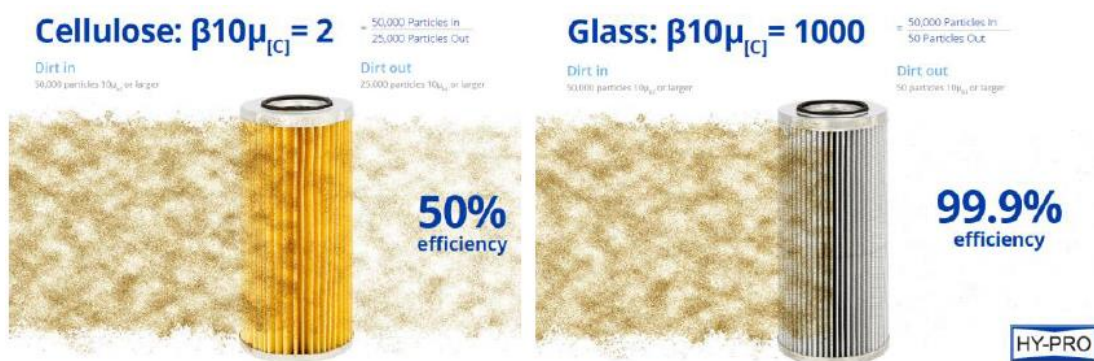
β -faktor pri številnih proizvajalcih filtrnih vložkov (po postopku ISO 16889, kasneje nadgrajen na ISO4572 iz leta 1999) velja za laboratorijske pogoje (nenehen pretok, temperatura ...). Če to velja za filter, so rezultati pri dejanskem obratovanju bistveno slabši. Blagovna znamka HYPRO dosega vrednost $\beta > 1000$ pri obratovalnih oziroma dinamičnih pogojih. Pomembno je, da višji, kot je β -faktor, višja je življenjska doba filtrnega vložka. Obrazložitev: Vsak abrazivni delec, ki ga filter prepusti, »proizvede« dodatne delce pri vsakem zaključenem krogu filtra. Večji, kot je torej β -faktor pri filtru, čistejše je olje in manj filtracije je potrebno.

Danes so kakovostni filtri iz steklenih vlaken, v določenih primerih iz vlaken nerjavečih jekel – dynafuzz. Celulozna vlakna so v uporabi zelo redko. HYPRO že več kot deset let ne uporablja celuloznih vlaken. Upoštevati je treba kakovost materiala in učinkovitost filtracije – filter ima oznako za določeno stopnjo filtriranja v mikronih. To pomeni, da naj bi filtriral delce te in večje velikosti. Vendar so filtri izdelani iz različnih materialov z enako oznako filtracije, imajo pa povsem različno učinkovitost filtracije oziroma β -faktor. Filter iz celuloznih vlaken ne more imeti enakomerne filtracije po celi površini. Celulozni filter na določenih mestih zadrži 10 mikronskih delcev, na določenih mestih pa prepusti 200 mikronskih delcev. Organska, celulozna vlakna so nepredvidljiva tako po velikosti kot življenjski dobi. Filtri iz celuloznih vlaken ponekod ne dosegajo vrednosti ISO, boljše kot 22/20/17. (Vir: Hyprofiltration 2020)



Slika 7: Leva slika filter iz steklenih vlaken, desna slika filter iz celuloznih vlaken pri 400-kratni povečavi
(Vir: Hyprofiltration 2020)

Filter iz celuloznih vlaken večinoma prepušča $4 \mu_{[d]}$ in $6 \mu_{[d]}$ nečistoče, kar generira visoko vsebnost pri vsakem kroženju skozi sistem (verižna reakcija). Filter enake oznake, vendar iz steklenih vlaken, bo dosegal vrednosti ISO 18/15/8 ali 15/13/9 ali boljše, kar pa je tudi odvisno od stanja sistema in stopnje vnosa nečistoč. Filter element, izdelan iz steklenih vlaken, ima, v primerjavi s celuloznimi vlakni, štiri- do petkrat daljšo življenjsko dobo. Primerjavo β -faktorja prikazuje slika 8.



Slika 8: Primerjava učinkovitosti celuloznega filtra v primerjavi s filtrom iz steklenih vlaken
(Vir: Hyprofiltration 2020)

Masa zadržanih nečistoč (delcev): filtri HY-PRO imajo zelo visoko maso zadržanih delcev, zaradi tega je tudi daljša življenjska doba ob isti učinkovitosti. (Vir: Hyprofiltration 2020)

3 TRENUTNO STANJE OLJNEGA AGREGATA

Oljno-cirkulacijski sistem je bil leta 1976 zgrajen po takratni BAT – najboljši razpoložljivi tehnologiji, vendar je današnji BAT razumljivo povsem drugačen ter ustreza tudi drugačnim obratovalnim pogojem in tehničnim zahtevam (učinkovitost, vzdrževalnost in razpoložljivost) in v primeru KS3 predvsem hitrosti stroja. Določene komponente mazalnega sistema so tudi zelo stare, nekatere zamenjane, elementi v njih pa vprašljive funkcionalnosti, zato jih je treba preventivno preveriti in oceniti njihovo funkcionalnost. To velja za omejevalce pretoka tipa SP/SMB5, SP/SMB8 in SP/SMB9 ter njihove elemente (šobe, vzmeti, filtre). Količina olja za posamezno mazalno mesto je neznana. Sistemski tlak je bil, verjetno zaradi lekaž, ponastavljen na nižjo tlačno raven (namesto > 20 bar na približno 13 bar), kar sicer znižuje lekaže ob zagonih, vendar sistemu onemogoča kombinacijo omejevalca pretoka in progresivnega razdelivca za pravilno delovanje. Po podatkih proizvajalca mora biti minimalna razlika tlaka zaradi uporov za brezhibno delovanje 5 bar, torej za dva zaporedno vgrajena elementa 10 bar, 3 bare tako ostane za tlačne izgube v cevovodu, višinsko razliko, padec tlaka v filtru na oljnem agregatu in pred omejevalcem pretoka. Na nekaterih mestih je izklopljen elektro sistem nadzora

pretoka, vzrok pa je zelo verjetno v nezanesljivem sistemu zaradi prenizkega tlaka, kar se intenzivneje opazi ob hladnih zagonih, ko so upori mrzlega olja v ceveh še večji.

Oljni agregat ni več v enakem stanju kot na začetku. Danes obratuje večinoma ročno, še posebej ob zagonih in zaustavitvah. Agregat ne zadošča BAT, to pa se odraža v slabi kakovosti olja, večji porabi energije ter potrebi po večjem fizičnem nadzoru in ročnih nastavitvah (ročni ventili, večja poraba filtrov ...). Vsekakor je na tem mestu treba opozoriti na povečanje hitrosti obratovanja v zadnjih letih, kar spremljata tudi višje hitrosti in temperature v sušilni skupini.

3.1 OLJNI AGREGAT – OGREVANJE IN HLAJENJE OLJA

Ogrevanje in ohlajanje olja na delovno temperaturo sta bili izvedeni s pomočjo laserskega merilnika (Raytek Raynger MX) pri temperaturi med rednim obratovanjem. V agregat sta speljana dva povratna voda. Prvi cevovod je imel temperaturo 72 °C (slika 9), drugi pa 65 °C (slika 10).



*Slika 9: Merjenje temperature – povratna cev 1
(Vir: Lastni, 2020)*



*Slika 10: Merjenje temperature – povratna cev 2
(Vir: Lastni, 2020)*

Preverili smo parni grelnik in odprli ročne ventile za rezervoarjem tako, da gre lahko del olja skozi grelnik ali pa neposredno v črpalko (mimo grelnika). Predvidevam, da gre le malo olja skozi grelnik, in sicer ob vprašljivem pretoku, saj je upor do črpalke nižji. Z laserskim merilnikom smo izmerili temperaturo na steni agregata (slika 11).



*Slika 11: Izmerjena temperatura na steni rezervoarja
(Vir: Lastni, 2020)*

Temperatura na kondenzatni cevi je 112 °C (slika 12). Na iztoku (kondenčni lonec) teče kondenzat v kanal. Količine kondenzata ne moremo oceniti. Poleg pare in verjetno tudi hladilne vode olje v izmenjevalcu, če ni večjega pretoka ob visokih temperaturah, izgubi svojo sposobnost in kvarno vpliva na ležaje.



*Slika 12: Merjenje temperature na kondenzatni cevi
(Vir: Lastni, 2020)*

3.2 HLAJENJE OLJA

Vstopna temperatura hladilne vode v izmenjevalcu (voda-olje) je 14,5 °C (slika 13), izstopna pa 19,5 °C (slika 14). Merjena je bila temperatura cevi.



Slika 13: Temperatura hladilne vode v izmenjevalcu
(Vir: Lastni, 2020)



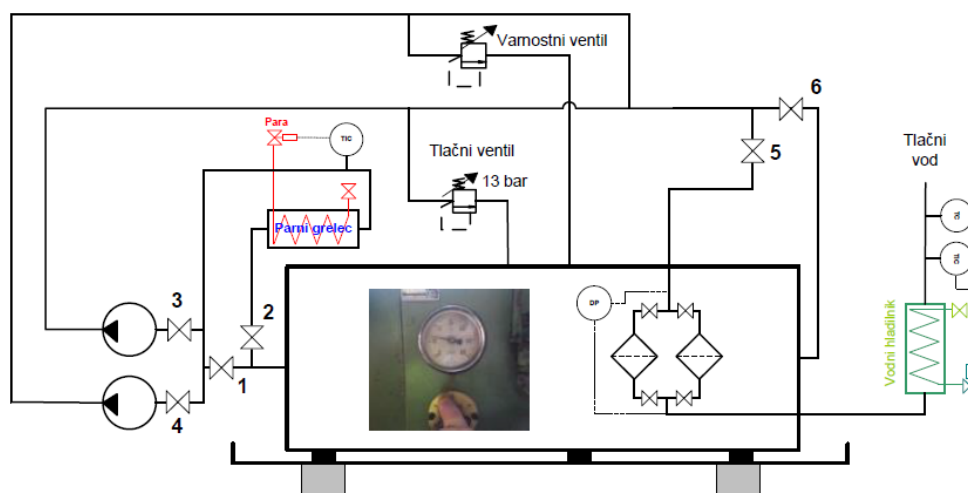
Slika 14: Izstopna temperatura iz izmenjevalca
(Vir: Lastni, 2020)

Pri temperaturi olja po hladilniku je treba preveriti, na koliko je nastavljena regulacija. Če je nastavljeno na 50 °C, je hladilnik za te pogoje premajhen, poraba vode pa visoka. Opozoriti je treba, da bi zaustavitev ogrevanja zmanjšala tudi porabo vode, olje pa bi bilo ohlajeno na želeno vrednost (slika 15).



Slika 15: Temperatura olja po hladilniku
(Vir: Lastni, 2020)

3.3 SISTEMSKI TLAK



Slika 16: Shema sistema
(Vir: Dimas d. o. o., 2020)

Slika 16 prikazuje shemo sistema. Odprti so ventili 1, 2, 3, 4 in 5, ventil 6 je zaprt. Varnostni ventil ni bil v funkciji in cevna povezava v rezervoar hladna. Tlačni ventil je bil v funkciji in cevna povezava v rezervoar je bila vroča. Parni grelec in hladilnik sta obratovala.

Ugotovili smo, da je tlačni ventil nastavljen na 13 barov, kar pomeni, da je obratovalni tlak na oljnem agregatu pred filtrom 13 barov. V sistemu so izgube oziroma padci tlaka – filtri, hladilnik, višinska razlika, padci tlaka v cevovodih, padci tlaka v SP/SMB9 (oziroma SP/SMB8) in progresivnih razdelivcih. Za pravilno

delovanje SP/SMB9 in progresivnih razdelivcev ob obratovalni temperaturi je treba imeti dovolj velike zaloge v tlačnem vodu (nižje temperature, zamašeni filtri).

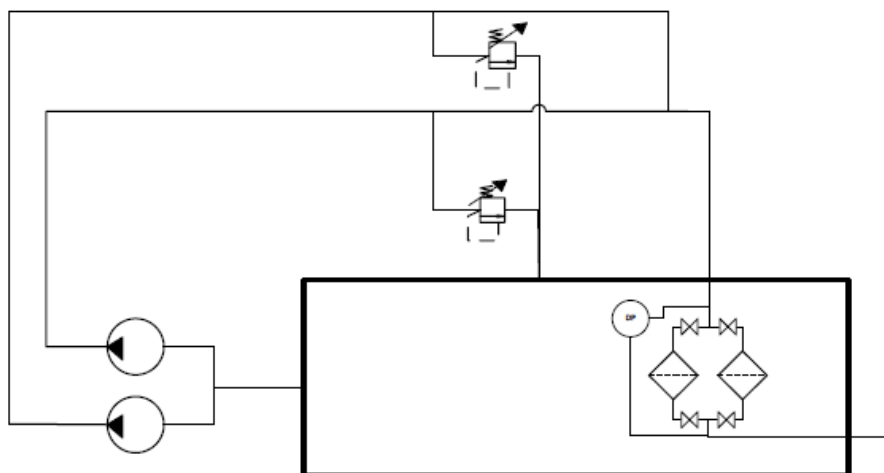
3.4 FILTRACIJA IN NEGA OLJA

Trenutno imamo na tlačnem vodu vgrajena dva filtra (eden je vedno rezervni), ki ne ustrezata zahtevam po želeni kakovosti olja, ker sta bistveno premajhna. Pred 40 leti sta skladno s takratno tehnologijo popolnoma ustrezala.

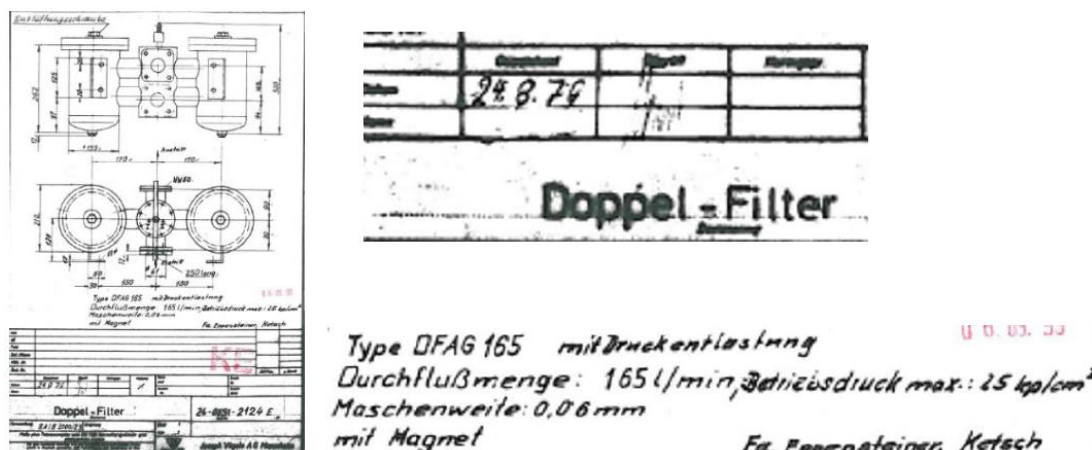
Po naših informacijah papirnice v Sloveniji na tej lokaciji uporabljajo filter ustrezne velikosti in filtracije 6 in/ali 12 mikrometra, ISO-kakovosti največ 18/15/12, z vložki iz steklenih vlaken in prehodnosti filtriranja $\beta > 1000$.

Vse to omogoča:

- daljšo življenjsko dobo filtra,
- ustrezno kakovost olja, kar posledično pomeni tudi daljšo življenjsko dobo ležajev,
- daljšo življenjsko dobo olja,
- učinkovitejšo rabo energije,
- nižje stroške filtriranja. (Vir: Dimas d. o. o., 2020)



Slika 17: Shema filtriranja olja
(Vir: Dimas d. o. o., 2020)



Slika 18: Shema filtrov – agregata
 (Vir: Interni, Količevo Karton d. o. o., 1979)

Po informacijah se filtrirni vložek menja, ko je razlika tlakov med 0,5 in 1 barom. Po našem mnenju je to potrebno zaradi prenizkega systemskega tlaka, ki je povezan s temperaturo oziroma viskoznostjo olja ob zagonih. Po filtrih je tako ob zamaščenih filtrih tlak samo še 12 barov.

3.5 MENJAVA OLJA

Po priporočilih SKF naj bi se olje zamenjalo:

- v primeru 20-odstotne spremembe viskoznosti olja v primerjavi s svežim oljem,
- v primeru TAN-spremembe, ki je večja od 2 (mg KOH/g) v primerjavi s svežim oljem,
- ob povečani vsebnosti vode nad 500 ppm ali vsebnosti vode, ki je nad vrednostjo zasičenosti olja, ko je stroj hladen,
- ob največ dvakratnem povečanju ISO-kode: 18/15/12, vendar največ na 20/17/14,
- ob prisotnosti trdih delcev trdote:
 - nad 200 HV in velikosti nad 6 µm,
 - nad 100 HV in velikosti nad 15 µm,
 - nad 50 HV in velikosti nad 30 µm,
- skladno s kakovostjo olja in aditivov ter ko pride do povečanja dovoljenih vrednosti splošne analize. (Vir: Hyprofiltration, 2020)

Upoštevati pa je treba, da ima lahko vsak kartonski stroj prilagojena pravila in načela za menjavo olja.



Slika 19: Posoda filtra
(Vir: Lastni, 2020)

Na pokrovu filtra so vzmeti, ki držijo filter na mestu, in lovilci kovin – magnet, na katerega se primejo železni delci.



Slika 20: Magnet za lovljenje delcev
(Vir: Lastni, 2020)

3.6 DODATNO FILTRIRANJE PRI POVRATNEM VODU

Pri povratnem vodu priteče olje spet v agregat, kjer se še dodatno filtrira v lovilni vreči (slika 21). V lovilno vrečo se lovi nesnaga povratnega voda, ki se menja na približno 14 dni.



Slika 21: Filtrirna vreča
(Vir: Lastni, 2020)



Slika 22: Izgrajena vreča in povečava usedlin
(Vir: Lastni, 2020)

3.7 DODATNI FILTRI PRED VSAKIM KOMPLETOM OMEJEVALCA PRETOKA

Na lokaciji pred omejevalci so nameščeni dodatni filtri, ki v osnovi služijo kot zaščito komponent mazalnega sistema, in sicer omejevalcev pretoka in progresivnih razdelivcev. V primeru neustreznega filtra na oljnem agregatu služijo kot dodatni filtri za doseganje boljše kakovosti olja. Prepustnost teh filtrov ni znana, vendar je vsekakor najmanj 100 mikrometrov. Omenjeni filtri so iz celuloznih vlaken (slika 23). (Vir: Dimas d. o. o., 2016)



*Slika 23: Filter pri omejevalcu pretoka
(Vir: Dimas d. o. o., 2016)*

3.8 ODZRAČEVALNIK AGREGATA

Odzračevalnik rezervoarja je po današnjih BAT neustrezen, ker prepušča nečistoče in vlago v rezervoar (slika 24).



*Slika 24: Odzračevalnik
(Vir: Lastni, 2020)*

3.9 TIP IN KAKOVOST OMEJEVALCEV PRETOKA IN PROGRESIVNIH RAZDELILCEV

Tipi omejevalcev pretoka

Obstaja več tipov omejevalcev pretoka, ki se razlikujejo glede na pretok in razvoj. V osnovi vsi omejevalci pretoka delujejo na isti način. V tem primeru bomo našli uporabljenih tri tipe:

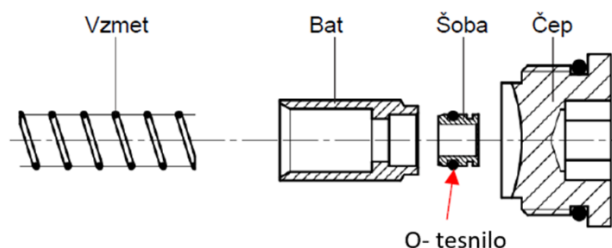
- SP/SMB5 so verjetno prvo vgrajeni omejevalci iz leta 1976 z maksimalnimi pretoki do 6 l/min.
- SP/SMB8 so nadgradnja SP/SMB5. Njihov maksimalni pretok znaša 8 l/min. Imajo drugačno notranjost in drugačno izvedbo šob. Zunanost je popolnoma enaka.
- SP/SMB9 so nadgradnja SP/SMB8. Imajo enake šobe, omogočajo pa vizualni pregled pretoka. (Vir: Vogel-schmiertechnik, 2020)



Slika 25: Omejevalec pretoka
(Vir: Vogel-schmiertechnik, 2020)

Šobe v omejevalcih pretoka

Predlagamo, da se izvede preverjanje dejanskega stanja vgrajenih šob na stroju in skladno s potrebami tudi menjava. Po izkušnjah, ki jih imamo, šobe (stare 20 let in več) ne delujejo brezhibno. Večinoma se uniči O-tesnilo (slika 26) ali pa se šoba izrabi. Količine pretoka na posameznih mazalnih mestih (v skupinah) so zato vprašljive. Zaradi tega so tudi možni izteki ob hladnih zagonih. (Vir: Dimas d. o. o., 2016)



Slika 26: Šoba v omejevalcih pretoka
(Vir: Interni, Količevo Karton d. o. o., 2016)

Pri novih sušilnih valjih (predelava oktober 2016) smo vgradili dodatni filter podjetja HYPRO (slika 27) s propustnostjo 12 μm za varovanje delovanja šobe. Na tej

lokaciji so pretoki najmanjši in je zaradi tega velikost le 0,55 mm, kar ustreza pretoku 0,115 l/min. Zaradi hitrega zabitja filtra (12 ur) se je vgradil filter prepustnosti 25 μ m. Na drugih položajih mazalnega sistema, kjer so pretoki bistveno večji in s tem šobe v omejevalcih temu primerno večje, slaba kakovost olja nima vpliva na delovanje omejevalcev pretoka. (Vir: Dimas d. o. o. 2016)



Slika 27: Vgradnja dodatnega filtra
(Vir: Dimas d. o. o., 2016)

Progresivni razdelivci

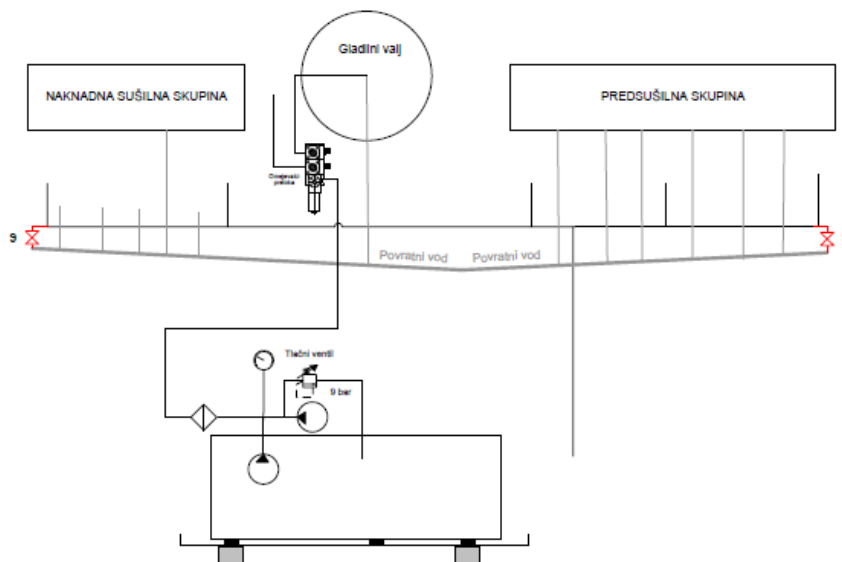
Progresivni razdelivci so stari, ampak ne povzročajo težav in zato ni dodatnih potreb po preverjanju.

3.10 CIRKULACIJSKO-OLJNI MAZALNI SISTEM ZA MAZANJE LEŽAJEV GLADILNEGA VALJA

Trenutni način obratovanja:

Zadnja posodobitev sistema mazanja gladilnega valja je bila izvedena oktobra 2016. Vgradili smo dva nova omejevalca pretoka SP/SMB9 na, iz slaloma demontirano, osnovno ploščo in filter. Istočasno smo povečali pretok olja iz cca. 1 l/min na cca. 3,3 l/min. Slika 28 prikazuje stanje po zastoju. (Vir: Dimas d. o. o. 2016)

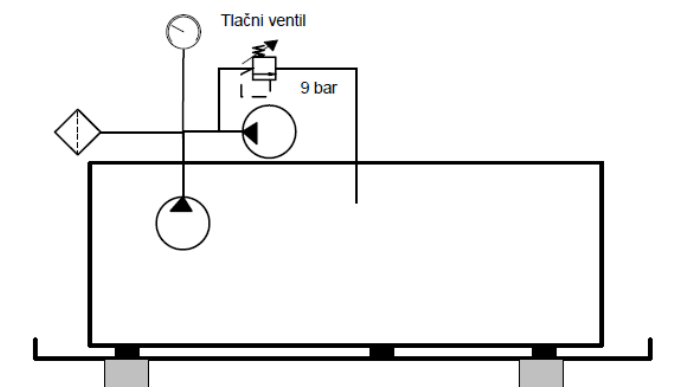
Črpalčki sta nameščeni na hidravličnem agregatu za mazanje celotnega stroja KS3. V sistemu ni vgrajenega ustreznega filtra.



Slika 28: Stanje po predelavi oktobra 2016
(Vir: Dimas d. o. o., 2016)

Oljni agregat

Na oljnem agregatu sta dve ločeni črpalčki. V primeru izpada ene je druga rezervna. Vgrajeni sta ena horizontalno, druga vertikalno (slika 30).



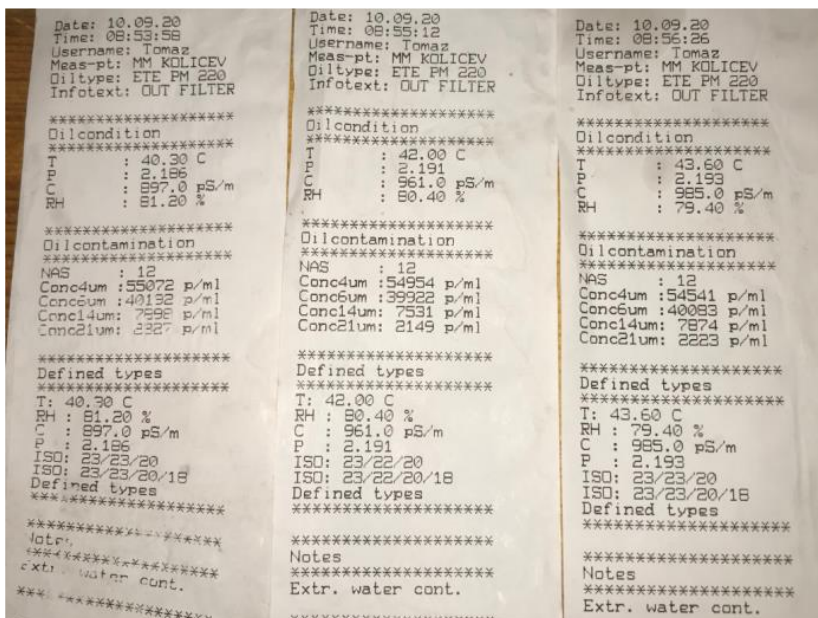
Slika 29: Shema oljnega agregata mazanja gladilnega valja
(Vir: Dimas d. o. o., 2016)



Slika 30: Vgrajeni dve črpalki, ena horizontalna, druga vertikalna (Vir: Lastni, 2020)

Izvedba meritev olja in analiza olja

Izvedli smo tri meritve kakovosti olja na cirkulacijskem agregatu (september 2020). Uporabili smo napravo HYPRO FPM75, ki poleg meritve ISO-kode (slika 31) opravlja tudi meritev vsebnosti vlage, permeabilnost, prevodnost in temperaturo.



Slika 31: Meritve kakovosti olja z napravo HYPRO FPM75 (Vir: Dimas d. o. o., 2020)

Vzorčili smo v rezervoarju, neposredno iz cevi na merilnem mestu. Za analizo odvzetih vzorcev smo ugotovili, da je:

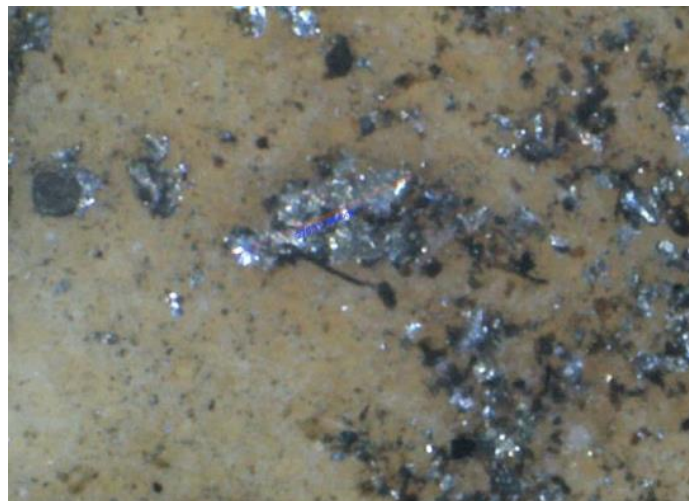
- dejanska ISO-koda 23/23/20,
- priporočena ISO-koda med 16/14/11 in 15/13/10,
- razlika čistoče: cca. 8 razredov (25.000 %),
- dejanska relativna vlaga: cca. 80 %,
- priporočena relativna vlaga: 20–40 %,
- dejanska učinkovitost filter elementov: 50 % in
- priporočena učinkovitost filter elementov: 99,975 %. (Vir: Dimas d. o. o. 2020)

Za mazanje ležajev papirnega stroja je predlagana ISO-koda najmanj 16/14/11 ali 15/13/10 in vsebnost vode maksimalno 300 do 500 ppm, pri obratovalni temperaturi.

ISO-koda v rezervoarju naj bi bila 19/17/15, kar omogoča:

- manjšo obremenjenost filtrov v tlačnem vodu, njihovo daljše obratovanje do končne razlike tlaka,
- nižje stroške vzdrževanja in
- boljšo kakovost olja ter s tem daljšo uporabno dobo ležajev. (Vir: Dimas d. o. o., 2020)

Pri analizi olja smo pregledali olje pri 400-kratni povečavi (slika 32) in odkrili abrazivne delce velikosti 100 in več mikrometrov. Verjetno najpomembnejši osnovni vzrok za okvare ležajev sušilnih valjev, ker naj bi imeli takšni ležaji po podatkih uporabno dobo ob primernem vzdrževanju tudi do 40 let. (Vir: Dimas d. o. o. 2020)



Slika 32: Olje pri 400-kratni povečavi
(Vir: Dimas d. o. o., 2020)

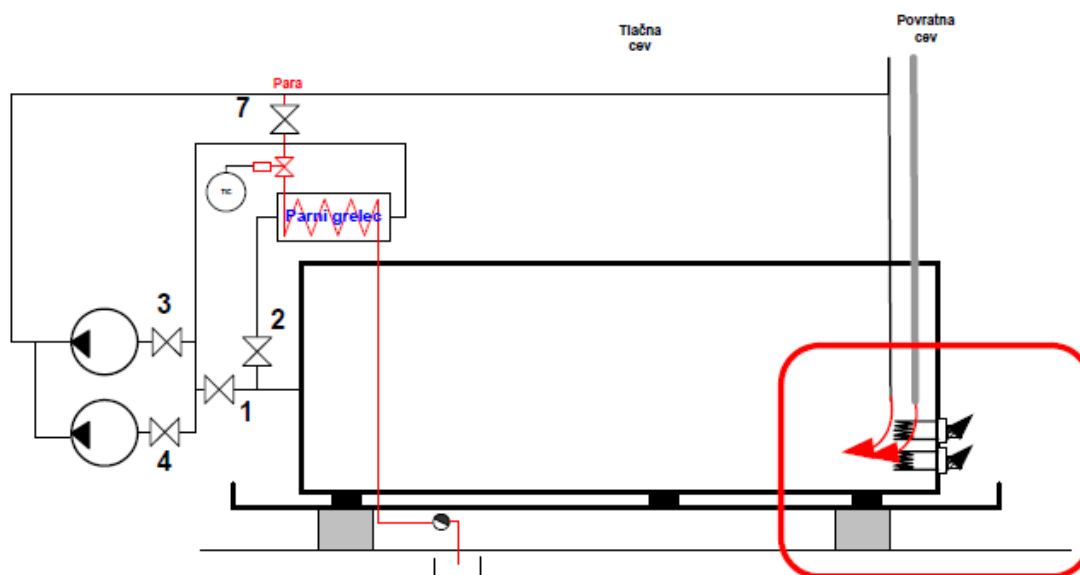
4 PREDLOGI ZA IZBOLJŠAVE

Predloge podajamo z namenom izboljšanja sistema mazanja. Pripomogli bi k:

- zmanjševanju težav z lekažami ob zagonih ter po krajših in daljših zastojih kartonskega stroja,
- ogrevanju med zastojem, ko na stroju ni na razpolago pare, ker bi le-ta omogočila takojšnji zagon stroja skladno z željo operaterja,
- dvigu systemskega tlaka agregata, ki je trenutno prenizek (zaradi lekaž) in s tem zagotovili ustrezno delovanje komponent sistema (omejevalci pretoka in progresivni razdelivci),
- zmanjševanju porabe hladilne vode in pare,
- izboljšavi kakovosti mazalnega olja, kar bi odpravilo težave poškodb ležajev pri vse večji hitrosti kartonskega stroja in slabi kakovosti olja. S tem bi se zmanjšale težave lekaž skozi labirinte, kjer se nalagajo nečistoče iz olja in preprečujejo odtok olja nazaj v ohišje,
- bistveno manj oziroma nič menjavam filtrirnih vložkov na samem stroju in podaljšali intervale zamenjave filtrirnih vložkov na hidravličnem agregatu. (Vir: Dimas d. o. o., 2020)

4.1 VGRADNJA ELEKTRO GRELNIKA

Olje se v fazi zagona segreva samo s parnim grelnikom. Ob zastojih se para izklopi in ogrevanja ni. Če ventila ne zapremo takoj, lahko hladilna voda po nepotrebem hladi olje, istočasno pa se porablja voda. Ob zastojih se olje v sistemu dodatno hladi predvsem v ceveh, ležajih in ležajnih ohišjih, ker povečuje njegovo viskoznost. Odvisno od časa in spretnosti vzdrževalca se olje med zastojem bolj ali manj ohladi. V fazi zagona, od prihoda pare do prihoda olja na stroj, je čas zelo kratek. Olje ima višjo viskoznost, težje odteka in prihaja do lekaž. Če bi bil sistemski tlak olja še višji, bi bile lekaže še večje. To nakazuje na to, da sistem ne deluje dobro. V sistemu so namreč omejevalci pretoka, ki potrebujejo dovolj visok tlak za brezhibno delovanje. Ob dovolj visokem tlaku (razlika približno 5 barov) je količina olja skozi omejevalec bolj ali manj vedno enaka. Druge papirnice v skupini MM elektro grelnik imajo. Nekatere imajo dodatno še parni grelnik ali grelnik s termo oljem, kar pomeni, da imajo dva prekata v rezervoarju. (Vir: Dimas d. o. o., 2020)



Slika 33: Shema ogrevanja olja

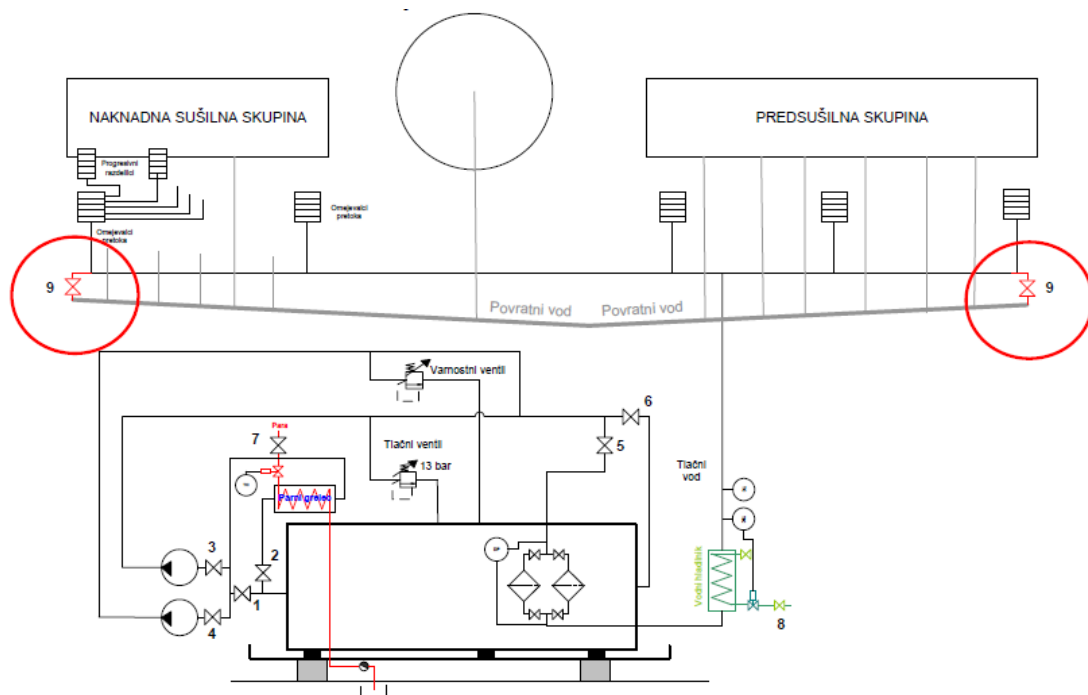
(Vir: Dimas d. o. o., 2020)

Predlagamo vgradnjo ustreznega elektro grelnika ali celo dveh, ker bi ob izpadu enega drugi še vedno deloval in bi bila obremenitev olja manjša. Cevi za kroženje olja po agregatu se izvedejo tako, da je krožeče olje v stiku z grelnikom. Enako se napeljejo povratni cevovodi. Druga možnost je vgradnja grelnika v cevovodnem sistemu. (Vir: Dimas d. o. o., 2020)

4.2 VGRADNJA ŠTIRIH VENTILOV ZA POVEZAVO TLAČNIH IN POVRATNIH VODOV

Večina drugih papirnic v skupini MM ima povezavo tlačnih cevi in povratnih cevi, ventili pa so vgrajeni na skrajnem koncu sistema.

Ob zastojih se ventili v prvi fazi samodejno odprejo. Večinoma so to krmiljeni ON-OFF-ventili. Le-ti se odpirajo in zapirajo skladno s temperaturo olja in predvsem obratovanjem stroja. Če imamo dvojno regulacijo kroženja (agregat in prikazano kroženje), potrebujemo določeno logiko krmiljenja. V našem primeru bi v prvi fazi vgradili ročne ventile. Ko odpremo ventile, bo olje krožilo in s tem bo upor preko tlačnih cevi in povratnih cevi neposredno nazaj v rezervoar bistveno manjši. Ob zaustavitvi/zastoju stroja so ventili odprti, elektro grelniki pa delujejo glede na temperaturno regulacijo. (Vir: Dimas d. o. o., 2020)



Slika 34: Shema vgradnje ventilov
(Vir: Dimas d. o. o., 2020)

Prednosti predlaganih predelav:

Glavna prednost je odprava ali bistveno znižanje lekaž po kratkih in predvsem daljših zastojih. Olje v tlačnih cevovodih bi imelo z vgradnjo dodatnega grelnika in vgradnjo štirih ventilov ob zagonih bistveno višjo temperaturo na mazalnih mestih, kar bi pomenilo nižjo viskoznost in boljšo pretočnost. To bi odpravilo lekaže zaradi prenizke temperature olja.

Druge prednosti:

- učinkovitejše čiščenje cevi v krogotoku tlačne cevi in preko ventilov povratnih cevi. Pri tem bi bila po posameznih odcepih na razpolago polna kapaciteta črpalk in višja temperatura olja,
- učinkovitejše filtriranje olja in lažje doseganje zelenih ISO-vrednosti. (Vir: Dimas d. o. o., 2020)

4.3 VGRADNJA SIFONA

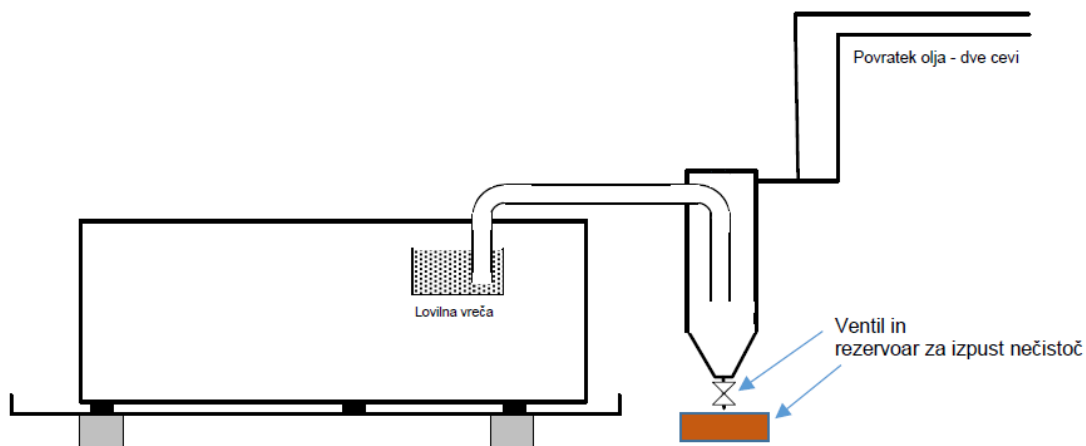
Namesto »lovilnih vreč« naj se vgradi pred-sifon za lovljenje težkih nečistoč.

To pomeni:

- »ne-odpiranje« rezervoarja (ni vnosa nečistoč),

- dodatni volumen obstoječega rezervoarja,
- občasno odvajanje nečistoč z ventilom v ločen rezervoar,
- manjšo porabo olja (možen ponovni vnos izločenega po filtraciji),
- da ni porabe in odstranjevanja vreč (manjši vpliv na okolje),
- boljše kakovost olja v rezervoarju (odzračevanje, izločanje nečistoč in vode,
- razbremenitev vzdrževalcev in znižanje stroškov.

Predlagamo vgradnjo sifona ustrezne oblike in dimenzij za zagotovitev mirnega teka olja iz sifona v rezervoar ter odvajanje nečistoč in vode v ločen rezervoar. Vhod olja v sifon je s strani, tako da olje, vsaj v začetni fazi, kroži okoli oboda sifona. (Vir: Dimas d. o. o., 2020)



Slika 35: Shema za predelavo in vgradnjo sifona v sistem
(Vir: Dimas d. o. o., 2020)

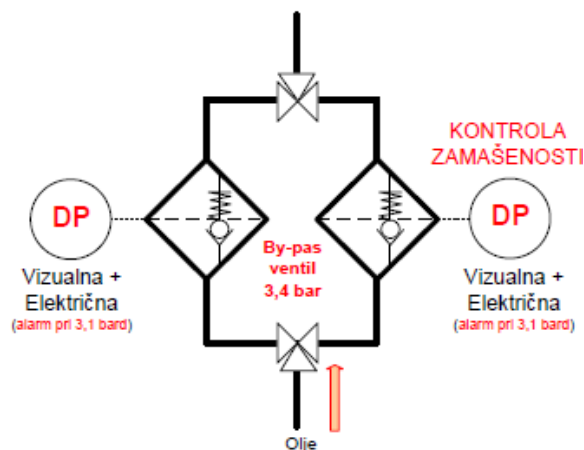
4.4 VGRADNJA DODATNE FILTRACIJE IN PRIČAKOVANE PREDNOSTI

Predlagamo zamenjavo neustreznega oziroma premajhnega dvojnega filtra na oljnem agregatu z novim dvojnimi filtrom, ustrezne velikosti in kakovosti filtrirnih vložkov.

To bi pomenilo:

- nov dvojni filter,
- ustrezen padec tlaka ob čistilnem vložku,
- ustrezen pretok,
- $\beta > 1000$,
- filter iz steklenih vlaken,
- prehodnost je 12 mikronov,
- by-pass ventil, ki se odpre pri 3,4 bara,

- alarm zamaščenosti pri 3,1 bara,
- možnost absorpcije vode in
- doseganje ustrezne ISO-kode. (Vir: Dimas d. o. o., 2020)



Slika 36: Predlog vgradnje novih filtrov
(Vir: Dimas d. o. o., 2020)

Pri vgradnji filtrov sta smiselni izvedba čiščenja mazalnega sistema in menjava olja.

Prednosti očiščenega sistema so:

- menjavanje filter vložkov samo na agregatu,
- manjša poraba filter vložkov na leto,
- ustrezna kakovost filtracije olja,
- čistejše olje in daljša doba ležajev pri povišanju hitrosti stroja,
- manjša poraba olja, ker se ga pri vsaki menjavi filtra nekaj izgubi ter
- razbremenjeni vzdrževalci.

4.5 ODZRAČEVALNIK AGREGATA

Predlagamo vgradnjo novejšega tipa odzračevalnika s silikagelom. Podobnega imamo že vgrajenega na kartonskem stroju 2 (KS2).



Slika 37: Odzračevalnik s silikagelom
(Vir: Hyprofiltration, 2020)

Prednosti silikagelnih odzračevalnikov so:

- zmanjševanje vsebnosti vode v rezervoarju ter s tem podaljšana življenjska doba ležajev in filtrirnih vložkov, če le-ti absorbirajo vodo,
- daljša življenjska doba olja. (Vir: Hyprofiltration, 2020)

4.6 FILTRACIJA IN NEGA OLJA

Predlagamo vgradnjo enakih filtrov, kot jih imamo na sušilnih valjih A, B, C in D. Predlagana propustnost glede na trenutno stanje kakovosti olja je 25μ . S tem bodo na stroju 3 enaki filtri (po vgradnji ločenega filtra na vodilno stran valjev A, B, C, D).

Prednost predlagane rešitve je, da se ob bistveno boljši filtraciji (stanju ležajev) zgornji filter ne bo več mašil, ker je vsaj sedemkrat prepustnejši). S tem ne bo menjav na tem mestu.

Pri vgradnji novega »bolj« ustreznega filtra lahko pričakujemo daljšo življenjsko dobo najpomembnejših dveh ležajev na stroju. Ob upoštevanju drugih predlogov (tudi novo olje) bi priporočili filter s propustnostjo 6μ . (Vir: Dimas d. o. o., 2020)

5 POSODOBITEV

Posodobitev filtriranja in čiščenja agregata smo izvedli med remontom stroja.

5.1 POSODOBITEV FILTRACIJE

Vgrajeni so bili filtri podjetja DIMAS, tipa HYPRO, model F8, s filtrom HP107 (slika 38) in s pripravljenimi priključki za vgradnjo električnega grelnika olja, ki bi drastično znižal lekaže ob hladnih zagonih.



Slika 38: Filter – HYPRO, ohišje F8 s filtrom HP107
(Vir: Dimas d. o. o., 2020)

V ohišju F8 sta vgrajena filtrirna elementa HP107L36-16AB:

- Pred zagonom predlagamo, da se filter elementa HP107L36-16AB (imenska propustnost 16 mikrometrov pri faktorju propustnost $\beta = 1000$) zamenja in pri tem izšola vzdrževalce z vgradnjo HP107L36-25MB (imenska propustnost 25 mikrometrov pri faktorju propustnost $\beta = 1000$). Na začetku bi se odločili le za odvajanje velikih delcev nečistoč.
- Oznaka filter elementa A pomeni tudi odvajanje vode.
- Filter elementi tipa HP107L36 imajo vgrajen by-pass ventil, ki se odpira pri 3,4 bara. Težav s propustnostjo v ohišju filtra, po vgradnji by-pass ventila, torej ni več. V začetnem čiščenju sistema bodo časi menjave filter elementa krajši, čeprav se predvidevajo bistveno daljši kot pri obstoječih filter elementih.
- Decembra 2020 smo izvedli ponovne meritve čistoče olja (ISO kode). Lasersko napravo smo priklopili neposredno na cevi, in to za obstoječimi filtri

neznane propustnosti (verjetno med 100 in 200 mikrometrov pri faktorju propustnost $\beta = 1000$). Rezultat je ISO 23/22/20 in relativna vlaga 81 %.

- Po informacijah znaša cca. 20 barov, kar je primerno pri prejšnjih pregledih (zamenjan je bil manometer, ki je kazal napačno). V prejšnjih ogledih smo ugotovili, da je sistemski tlak nastavljen na okoli 12–13 barov. Pri zamašitvi filter elementa za razliko tlaka 1 bar se je tlak znižal na vrednost, ki ni zagotavljala dovolj pretoka olja na ležaje – alarmi. Vse to je sicer vezano na hladne zagone (ni električnega grelnika in by-pass povezav) in posledično lekaže. (Vir: Dimas d. o. o., 2020)

5.2 ČIŠČENJE OLJA IN AGREGATA TER MERITVE ČISTOSTI OLJA

Pri predelavi filtrov smo izpraznili in očistili agregat ter prefiltrirali olje. Izmerili smo ISO-kodo trenutnega stanja olja in olja po filtraciji. Vzorec smo poslali v podjetje OilCheck, ki analizira vzorce olja in je neodvisno podjetje.

Vzorec smo vzeli, ko je bilo olje še toplo, izmerili smo ISO-kodo (december 2020) – (slika 39), olje se je prečrpalo v PVC-posode in tam je bila opravljena filtracija.



Slika 39: Odvzem vzorca za meritev ISO-kode iz agregata
(Vir: Dimas d. o. o., 2020)



Slika 40: Meritve ISO-kode
(Vir: Dimas d. o. o., 2020)

Meritve kakovosti olja pred praznjenjem rezervoarja so bile zelo podobne prejšnjim:

- ISO-koda čistosti olja je bila 23/22/19/19 – priporočljiva je nekje pri 17/15/14 ali nižje;
- relativna vlaga je znašala 86 % pri temperaturi 21,5 °C.

Olje smo prečrpali z napravo HYPRO FC1040G. Sesalna cev FC-naprave je črpala olje (in delno usedline) z dna rezervoarja. Prečrpali smo okoli 1500 l olja. Preostanek (usedline, blato, del olja) smo odstranili. Večkratno smo prečrpali (cca. 15-krat) in filtrirali olje iz soda v sod. Na napravi HYPRO FC1040G so bili vgrajeni filtri – 1 kos HP75L8-149WB kot prefilter, 1 kos HP75L8-6MB prvi filter in 1 kos HP75L8-3MB kot drugi filter (slika 41).



Slika 41: Filtriranje olja v PVC-posodah
(Vir: Dimas d. o. o., 2020)

Dan po filtraciji nam ni uspelo odvzeti vzorca, ker je bilo olje premrzlo. Zaradi tega smo se odločili za odvzem vzorca olja, ki smo ga poslali na analizo v OelCheck (slika 42). Cilj analize je ugotavljanje celovitega kemijsko-fizikalnega stanja olja. Vzorec smo vzeli kmalu po prvem zagonu mazalnega agregata. Približno 1500 l filtriranega olja smo dodali še 200 l svežega olja.



Slika 42: Odvzem vzorca
(Vir: Dimas d. o. o., 2020)

Poročilo podjetja OelCheck o analizi olja

V poročilu je napisano, da se je število delcev bakra in železa izredno povečalo zaradi korozije ali pa abrazivne obrabe ter da je malce povečana tudi količina magnetnega železa delcev ($>5 \mu$) in povečano kazalo PQ. Vsebnost vode je povečana in povzroča korozijo. Olje je zelo motno, zato optični senzor ne more določiti ustrezne natančnosti delcev, ki so v olju, in to vpliva na točnost meritve čistosti olja (slika 43). Priporočata se menjava olja in čiščenje celotnega sistema. (Vir: OelCheck, 2020)

LAB REPORT



Unit ID **Paper mill Kolicvevo**
 Component **Oil lubrication tank**
 Current sample number **4467141**

OELCHECK GmbH · Kerschelweg 28 · 83098 Brannenburg

Manufacturer: **Andritz**
 Sample from: **Oil lub tank**
 Oil/Grease brand name: **Mobil vacoline 533**
 Oil quantity: **2000 l**

Diagnosis for the current laboratory values

Iron and copper have increased significantly through corrosion or abrasive wear. A slightly increased amount of magnetic ferrous particles (>5 µ) is detected from the increased PQ index. The water content has increased. Too much water may cause corrosion, for example. The viscosity at 100°C and the viscosity index cannot be determined correctly because of the high water content. The oil looks distinctly hazy. The optical sensor of the particle counter is not able to provide exact values for the individual particles within the turbid oil. This might affect the particle counting values which are needed to determine the cleanliness class. I recommend that you change the oil as soon as possible if you have not already done so. The system should be thoroughly cleaned or flushed during the oil change to avoid negative impact on the new oil.

Sample Rating



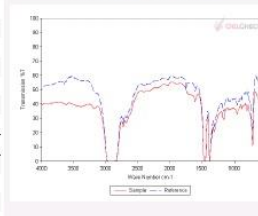
action

ANALYSIS RESULTS		Current sample	Previous samples
LAB NUMBER		4467141	
SAMPLE RATING			
Date tested		30.12.2020	
Sample taken on		16.12.2020	
Last oil change on		-	
Refill volume	l	200	
Oil in use/Relubrication interval	a	1	
Total operating time	a	-	
Oil changed		-	
WEAR			
Iron	Fe mg/kg	190	
Chrom	Cr mg/kg	1	
Tin	Sn mg/kg	0	
Aluminum	Al mg/kg	0	
Nickel	Ni mg/kg	0	
Copper	Cu mg/kg	63	
Lead	Pb mg/kg	2	
Molybdenum	Mo mg/kg	2	
Manganese	Mn mg/kg	2	
PQ index	-	48	
CONTAMINATION			
Silicon	Si mg/kg	3	
Potassium	K mg/kg	2	
Sodium	Na mg/kg	12	
Water K. F.	ppm	5949	
OIL CONDITION			
Viscosity at 40°C	mm²/s	225.54	
Viscosity at 100°C	mm²/s	n/a	
Viscosity index	-	n/a	
Oxidation	A/cm	2	
ADDITIVES			
Calcium	Ca mg/kg	30	
Magnesium	Mg mg/kg	1	
Boron	B mg/kg	0	
Zinc	Zn mg/kg	322	
Phosphorus	P mg/kg	315	
Barium	Ba mg/kg	0	
Sulphur	S mg/kg	4933	
ADDITIONAL TESTS			
Cleanliness class	ISO 4406	25/24/18	
A: >4µm = ISO >4µm	Particles/100ml	27358204	
B: >6µm = ISO >6µm	Particles/100ml	9530535	
C: >14µm = ISO >14µm	Particles/100ml	175167	
D: >21µm	Particles/100ml	16722	
E: >38µm	Particles/100ml	116	
F: >70µm	Particles/100ml	0	
Cleanliness class	SAE AS 4059	> 12A	

Bottle and Cap



Infrared Spectrum



Slika 43: Poročilo analize olja
 (Vir: OelCheck, december 2020)

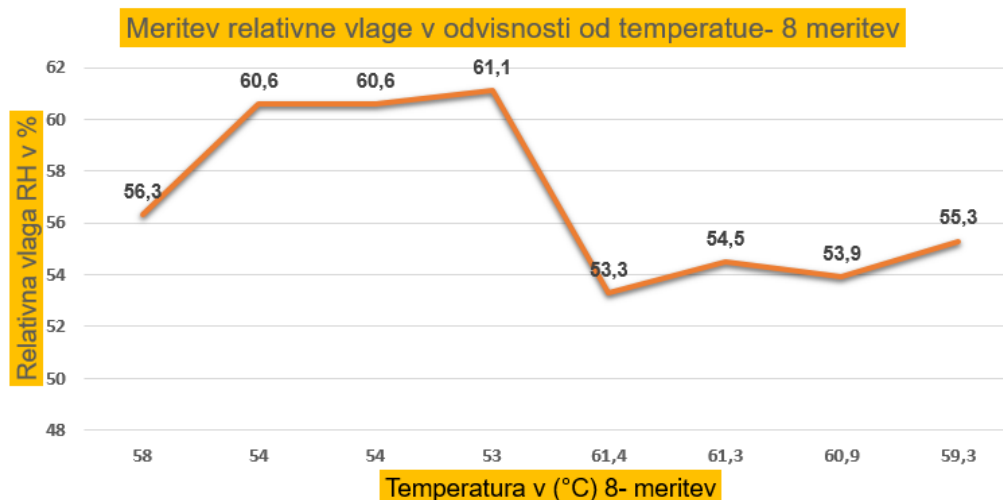
Meritev čistosti olja med obratovanjem

Izvedena je bila meritev (januar 2021) med obratovanjem in pri rezultatih je razvidno, da je pri 55,40 °C v olju 60,61 % vlage. Glede na rezultate se je vlaga znižala za približno 26 %, ampak ISO-koda je še vedno slaba. Na to lahko vpliva tudi visoka vsebnost vode v olju (slika 44). Pri meritvah je tudi pomembno, pri koliko stopinjah se meri relativna vlaga (slika 45).

<pre> ***** HyPro PFM75 ***** Date: 01.01.-0 Time: 00:00:0/ Username: Tomaz Meas-pt: KOLICEVO Oiltype: VACOLI 533 Infotext: - ***** Oilcondition ***** T : 55,00 C P : 2,541 C : 1586 pS/m RH : 55,30 % ***** Oilcontamination ***** NAS : 12 Conc4um : 56593 p/ml Conc6um : 40868 p/ml Conc14um : 5636 p/ml Conc21um : 1632 p/ml ***** Defined types ***** T: 55,00 C RH : 55,30 % P : 2,541 C : 1586 pS/m ISO: 23/22/20 ISO: 23/22/20/18 Defined types ***** Notes ***** High water cont. ***** </pre>	<pre> ***** HyPro PFM75 ***** Date: 01.01.-0 Time: 00:00:0/ Username: Tomaz Meas-pt: KOLICEVO Oiltype: VACOLI 533 Infotext: - ***** Oilcondition ***** T : 54,00 C P : 2,528 C : 1303 pS/m RH : 60,60 % ***** Oilcontamination ***** NAS : 12 Conc4um : 56125 p/ml Conc6um : 39873 p/ml Conc14um : 5786 p/ml Conc21um : 1793 p/ml ***** Defined types ***** T: 54,00 C RH : 60,60 % P : 2,528 C : 1303 pS/m ISO: 23/22/20 ISO: 23/22/20/18 Defined types ***** Notes ***** High water cont. ***** </pre>	<pre> ***** HyPro PFM75 ***** Date: 01.01.-0 Time: 00:00:0/ Username: Tomaz Meas-pt: KOLICEVO Oiltype: VACOLI 533 Infotext: - ***** Oilcondition ***** T : 54,00 C P : 2,528 C : 1303 pS/m RH : 60,60 % ***** Oilcontamination ***** NAS : 12 Conc4um : 56125 p/ml Conc6um : 39873 p/ml Conc14um : 5786 p/ml Conc21um : 1793 p/ml ***** Defined types ***** T: 54,00 C RH : 60,60 % P : 2,528 C : 1303 pS/m ISO: 23/22/20 ISO: 23/22/20/18 Defined types ***** Notes ***** High water cont. ***** </pre>	<pre> ***** HyPro PFM75 ***** Date: 01.01.-0 Time: 00:00:0/ Username: Tomaz Meas-pt: KOLICEVO Oiltype: VACOLI 533 Infotext: - ***** Oilcondition ***** T : 55,00 C P : 2,524 C : 1226 pS/m RH : 61,10 % ***** Oilcontamination ***** NAS : 12 Conc4um : 56293 p/ml Conc6um : 39683 p/ml Conc14um : 5695 p/ml Conc21um : 1758 p/ml ***** Defined types ***** T: 55,00 C RH : 61,10 % P : 2,524 C : 1226 pS/m ISO: 23/22/20 ISO: 23/22/20/18 Defined types ***** Notes ***** High water cont. I_Laser too high pred filterom ***** </pre>
--	--	--	---

Slika 44: Meritev čistosti olja med obratovanjem (Vir: Dimas d. o. o., 2021)

Nihanje relativne vlage v odvisnosti od temperature pri osmih izvedenih meritvah ISO-kode.



Slika 45: Meritev relativne vlage v odvisnosti od temperature
(Vir: Lastni, 2021)

5.3 ČIŠČENJE AGREGATA

Po izčrpanju olja iz rezervoarja smo odprli čistilno odprtino in pregledali notranjost agregata.

Ugotovitve:

- rezervoar je razdeljen na štiri prekate (prostore),
- fizični vstop osebe v rezervoar ni mogoč,
- izpustni ventil pri čistilni odprtini je na najnižji točki rezervoarja. Rezervoar je z vseh strani nagnjen proti izpustni točki (slika 46).

Izvedba in podatki:

Opravili smo posnemanje usedlin in blata v največji možni meri (posnemala in krpe). Za pranje z visokotlačno napravo se nismo odločili, ker bi morda prišlo do odstopanja barve. Odstranili smo cca. 30–50 kg usedlin in blata ter nekaj olja. Delno smo očistili perforirano pločevino (samo z ene strani). Četrti prekat ni bil pregledan, ker ni dosegljiv. Za demontažo »privarjenega« motorja črpalke za mazanje gladilnega valja in rezanje zgornje plošče rezervoarja se nismo odločili.

Po črpanju filtriranega olja v rezervoar smo v by-pass filtracijo priklopili filtrirno napravo CFUD:

- 7 l/min;
- uporaba (zamenjava) različnih filter elementov, tudi že rabljenih.



*Slika 46: Izpust olja in usedline na dnu rezervoarja
(Vir: Dimas d. o. o., 2020)*



*Slika 47: Čiščenje rezervoarja – usedline
(Vir: Dimas d. o. o., 2020)*



Slika 48: Čiščenje sten rezervoarja s krpami
(Vir: Dimas d. o. o., 2020)

Po čiščenju olja, rezervoarja in ponovnem polnjenju v rezervoar smo v by-pass priklopil enoto CFUD in olje v rezervoarju dodatno filtrirali. Pred ponovnim zagonom smo preverjali prisotnost vode v rezervoarju.

Ugotovili smo, da se eventualno izločena »težja« prosta voda iz olja nabira na najnižji točki rezervoarja. Tu je bila tudi priklopljena CFUD-enota. Na odvzemni točki za vzorce CFUD-enote smo preverjali prisotnost proste vode. Pregled kaže, da je prišlo do vdora vode zaradi čiščenja z visokotlačnim čistilcem ali pa zaradi izlivanja vode iz sušilnih valjev po tlačnih preizkusih morda pri nekaterih poškodovanih labirintih na ležajnih ohišjih. S tem se je posledično odstranilo 50 do 60 litrov vode (slika 49).



Slika 49: Odstranitev vode iz olja
(Vir: Dimas d. o. o., 2020)

5.4 PREDELAVA ODZRAČEVANJA

Vgradili smo odzračevalnik s silikagelom tipa HYPRO HPB-103 (slika 50).

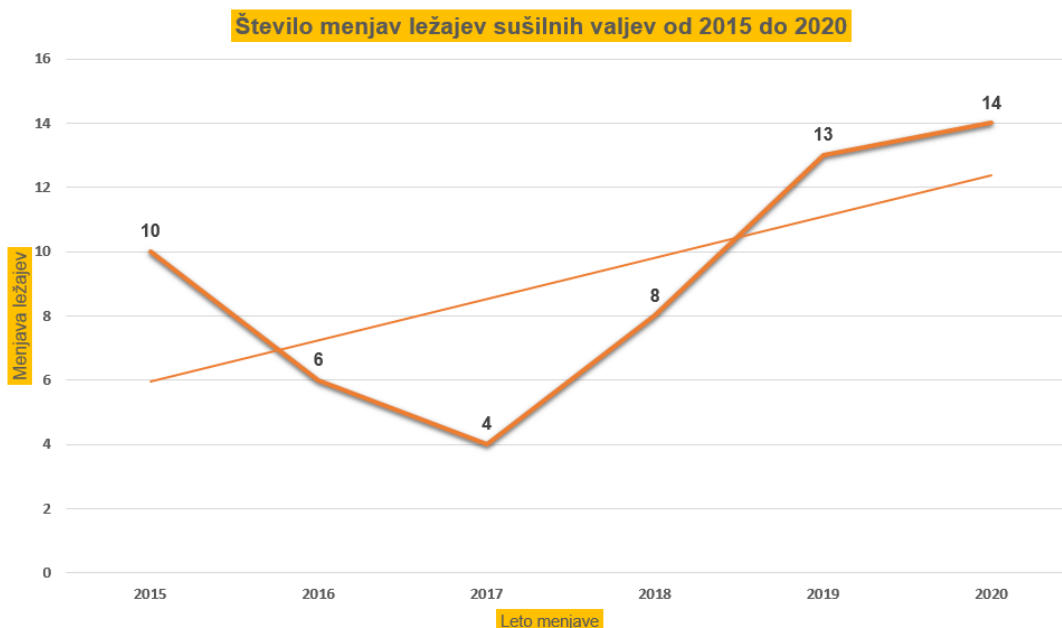


Slika 50: Odzračevalnik s silikagelom HyPro HPB-103
(Vir: Lastni, 2020)

Prednost tega odzračevalnika je, da odstrani vodo iz zraka, še preden pride do mazalnega medija. Ko silikagel absorbira vodo, ta s časoma spremeni barvo in pokaže, kdaj je treba filter zamenjati.

5.5 POROČILO O MENJAVI LEŽAJEV

V obdobju od leta 2015 do leta 2020 se je zamenjalo 55 ležajev na sušilnih valjih, kar v povprečju pomeni devet ležajev na leto. Na sliki 51 je lepo razvidno, da se trend dviguje. S posodobitvijo filtracije, menjavo olja, čiščenjem oljnega sistema in meritvami olja po ISO-standardu bi do menjave ležajev še prihajalo, vendar bi trend menjave ležajev s časom padal.



*Slika 51: Menjava ležajev od leta 2015 do leta 2020
(Vir: Lastni, 2020)*

6 ZAKLJUČKI

Namen diplomskega dela je bil, da predstavimo, na kakšen način bi posodobili oljno-mazalni sistem sušilne skupine in gladilnega valja. Z izboljšanim filtriranjem, menjavo odzračevalnika in z rednim preverjanjem kakovosti olja bi učinkovito izboljšali delovanje sistema in podaljšali življenjsko dobo ležajev ter dosegli finančni prihranek.

Veliko podjetij v papirni industriji, ki imajo kontinuiran proces, daje velik poudarek mazanju in kakovosti mazalnega medija (ki se dovaja ali pa kroži po oljno-mazalnem ali hidravličnem sistemu), ker se zavedajo njegove pomembnosti. Zato podjetja investirajo v sisteme dodatnega filtriranja in naprave za čiščenje ter meritve čistoče olj.

S filtrom za dehidracijo vode v olju smo znižali vsebnost vlage/vode za cca. 26 %. Zaradi večje onesnaženosti z delci celotnega sistema pa se ISO-koda (čistost) olja ni dosti izboljšala, saj je to dolgotrajen postopek, kar dosežemo s čiščenjem celotnega sistema, za kar so vgrajeni tudi filtri s steklenimi vlakni, ki sproti čistijo celoten sistem (predvideva se, da se bo ISO-koda s časom izboljšala).

7 LITERATURA IN VIRI

Dimas d. o. o. 2016, 2020.

Diplomsko delo Pušnik K. (2015) *Posodobitev nadzornega in krmilnega sistema hidravličnega agregata* Diplomsko delo, Maribor, Fakulteta za strojništvo. Pridobljeno dne 13.12.2020 z naslova <https://dk.um.si/lzpisGradiva.php?id=54341&lang=slv&prip=rul:10961626:d5>

Grilj, C. (2005). *Vzdrževanje strojev in naprav: priročnik za vzdrževanje in proizvodnjo*. Slovenska Bistrica: Izza.

Hy-pro Catalog 4.0 2020. Pridobljeno dne 10. 12. 2020 z naslova <http://www.gordulo.hu/wp-content/uploads/2018/03/HyPro4.pdf>.

Hyprofiltration 2020. Pridobljeno dne 17. 12. 2020 z naslova <https://www.hyprofiltration.com/products/filter-assemblies/reservoir-accessories/hpb>.

Količevo karton d. o. o. (1979, 2015, 2016, 2018). Interno gradivo podjetja.

OelCheck – Lab report. Pridobljeno dne 4. 1. 2021.

Oljna hidravlika v industriji 2009 Avtor doc. dr. Jožef Pezdarnik, univ. dipl. inž., in asistent dr. Franc Majdič, univ. dipl. inž. (neobjavljeno delo).

Ročna tlačilka 2020. Pridobljeno 10. 12. 2020 z naslova <https://www.flurti.si/rocna-mazalica-3065bgs>.

Rolling bearings in paper machines 2020. Pridobljeno dne 11. 12. 2020 z naslova https://prme.ru/pub/catalogues/skf/data/examples_of_application/pulp_and_paper_industry/rolling_bearings_in_paper_machines.pdf.

Vogel-schmiertechnik 2020 Pridobljeno 15. 12. 2020 z naslova <https://www.vogel-zentralschmierung.de/verteiler/mengenbegrenzer/>.