



ICES
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija

Program: Strojništvo

Modul: Orodjarstvo

**IZBOLJŠAVA HLAJENJA TURBINSKEGA
GENERATORJA IN OLJNEGA SISTEMA Z
AMIAD FILTRI V PODJETJU ENERGETIKA
LJUBLJANA, ENOTA TE-TOL**

Mentor: mag. Viktor Jemec

Mentor v podjetju: Jože Ocepek, inž. str.

Lektorica: Ana Peklenik, prof. slov.

Kandidat: Bane Krojitorović

Ljubljana, februar 2022

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju magistru Viktorju Jemcu, ki me je usmerjal, pomagal in me vodil skozi diplomsko nalogo.

Zahvaljujem se tudi mentorju v podjetju g. Jožetu Ocepku za njegovo strokovno svetovanje in pomoč pri izdelavi diplomske naloge.

Iskreno se zahvaljujem podjetju Energetika Ljubljana, ki mi je omogočilo študij ob delu in pridobitev višje izobrazbe.

Zahvaljujem se tudi lektorici Ani Peklenik, ki je mojo diplomsko nalogo jezikovno in slovnično pregledala.

Zahvaljujem se svoji družini za potrpežljivost in vso podporo, ki sem je bil deležen med študijem.

IZJAVA

Študent Bane Krojitorović izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom mag. Viktorja Jemca.

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

Dne __09.03.2022__

Podpis: ____Bane Krojitorović____

POVZETEK

V diplomskem delu smo na kratko opisali podjetje Energetika Ljubljana in enoto TE-TOL. Predstavili smo poslovanje, cilje in izzive, s katerimi se podjetje sooča. Ukvarjajo se s proizvodnjo električne in toplotne energije ter proizvajajo industrijsko paro. Zato se soočajo s filtriranjem hladilne vode. Uporabljajo jo za hlajenje naprav, ki smo jih v tem diplomskem delu opisali. Predstavili smo naprave, ki jih je treba hladiti s hladilno vodo, ter težave, ki so nastajale ob uporabi mehanskih filtrov za filtriranje hladilne vode. Pregledali smo vse težave, se posvetovali in odločili za izboljšavo hladilnega sistema za turbinski generator in oljni sistem. Z uporabo avtomatskih filtrov Amiad smo odpravili vse težave, ki so jih povzročali mehanski filtri. Izboljšava hladilnega sistema je popravila vse napake, ki smo jih pred tem imeli, torej smo z naložbo dosegli zastavljeni cilj.

KLJUČNE BESEDE

- strojništvo
- turbinski generator
- oljni sistem
- mehanski filtri
- filtri Amiad – avtomatski samočistilni filtri

ABSTRACT

In our diploma thesis, we briefly described the company Energetika Ljubljana and the unit: TE-TOL, company operations, what goals they have and what problems they face. As the company is engaged in the production of electric and thermal energy as producing industrial steam, they are faced with filtering the cooling water used to cool the devices described in this thesis. We presented devices that need cooling with cooling water, and the problems that arose with the use of mechanical filters for filtering cooling water. We reviewed all the issues, we consulted and decided to improve the cooling system for the turbine generator and oil system. By using automatic Amiad filters, we solved all the problems that were caused by mechanical filters. Since the investment in improving the cooling system corrected all the defects we have had before, we achieved our goal.

KEYWORDS

- mechanical engineering
- turbine generator
- oil system
- mechanical filters
- Amiad filters – automatic self-cleaning filters

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	Predstavitev problema.....	1
1.2	Cilji naloge.....	1
1.3	Predstavitev okolja	1
1.4	Predpostavke in omejitve	2
1.5	Metode dela	2
2	ENERGETIKA LJUBLJANA, ENOTA TE-TOL	2
2.1	Cilj družbe Energetika Ljubljana, enota TE-TOL.....	2
2.2	Proizvodnja in poraba goriv v enoti TE-TOL	3
3	SESTAVA SISTEMA ZA HLAJENJE TURBINSKEGA GENERATORJA, OLJNEGA SISTEMA IN UPORABA MEHANSKIH FILTROV	4
3.1	Opis turbinskega agregata	4
3.2	Turbinski generator	5
3.3	Oljni sistem.....	8
3.3.1	Opis oljnega sistema.....	8
3.3.2	Sestava oljnega sistema	8
3.3.3	Regulacije oljnega sistema	14
3.4	Črpalka za povišanje tlaka hladine vode – ČPT.....	14
3.5	Mehanski filtri za filtriranje hladilne vode	15
3.6	Potek hladilne vode za hlajenje turbinskega generatorja in oljnega sistema z mehanskimi filtri.....	16
3.7	Napake mehanskih filtrov in odločitev za uporabo filtrov Amiad.....	16
4	FILTRI AMIAD	16
4.1	Razpis za namestitev filtrov Amiad	16
4.2	Način izvedbe projekta	17
4.3	Postavitev filtrov Amiad in tlačni preizkus	17
4.4	Zagon in prvo obratovanje avtomatskih filtrov Amiad.....	19
4.5	Avtomatizacija in delovanje Filtrov Amiad.....	20
4.5.1	Opis delovanja filtra Amiad	20
4.5.2	Avtomatizacijski samočistilni postopek.....	21
4.5.3	Načini delovanja filtracijskega sistema	22
4.5.4	Sprožitev avtomatizacije samočistilnega postopka.....	24
4.5.5	Nadzorna plošča samodejnih filtrov Amiad za ročno krmiljenje	24
4.6	Potek hladilne vode za hlajenje turbinskega generatorja in oljnega sistema z avtomatskimi filtri Amiad	27
4.7	Vzdrževanje filtrov Amiad	28
4.7.1	Zgodovina vzdrževanja	28
4.7.2	Definicija vzdrževanja	28
4.7.3	Namen in vrste vzdrževanja.....	28
4.7.4	Vzdrževanje filtrov Amiad – avtomatski samočistilni filtri	28

5	ZAKLJUČEK.....	29
	LITERATURA IN VIRI	30
	PRILOGA.....	31

KAZALO SLIK

Slika 1: Enota: TE-TOL – Termoelektrarna Toplarna Ljubljana.....	3
Slika 2: Turbinski agregat TA 1	6
Slika 3: Turbinski agregat TA2	7
Slika 4: Turbinski agregat TA3	7
Slika 5: Rezervoar olja	9
Slika 6: Hladilniki olja.....	10
Slika 7: Pomožna oljna črpalka 55 kW.....	11
Slika 8: Pomožna oljna črpalka 22 kW (Lastni vir)	11
Slika 9 Pomožna oljna črpalka gnana s svežo paro 90 bar.....	12
Slika 10: Pomožna oljna črpalka na enosmerni tok.....	13
Slika 11: ČPT – črpalka za povišanje tlaka	14
Slika 12: MF (mehanski) filtri	15
Slika 13: Grobi filter Amiad SAF za filtriranje hladilne vode	18
Slika 14: Fini filter Amiad SAF za fino filtriranje hladilne vode.....	19
Slika 15: Sestava Amiad filtra SAF	21
Slika 16: Krmilna omarica filtra Amiad	22
Slika 17: Pregled napak ki jih izpiše program v računalniku.....	23
Slika 18: Pregled napak ki jih izpiše program v računalniku.....	23
Slika 19: Nadzorna plošča filtra Amiad, kjer so razvidni filtri in njihovo stanje	25
Slika 20: Nadzorna plošča filtra Amiad s prikazom posameznih funkcij	25
Slika 21: Nadzorna plošča filtra Amiad s prikazom sistema avtomatskega čiščenja, časa trajanja in časa čiščenje posameznega filtra	26
Slika 22: Nadzorna plošča s prikazom vseh označenih sistemskih pogojev za pravilno delovanje avtomatskega filtra Amiad.....	27

KRATICE IN AKRONIMI

TE-TOL: Termoelektrarna Toplarna Ljubljana

Amiad filtri: avtomatski samočistilni filtri

VT: visoko tlačni del turbine

ST: srednje tlačni del turbine

NT: nizko tlačni del turbine

ČPT: črpalka za povišanje tlaka

By-pass ventil: obhodni ventil

SAF – sofisticiran avtomatski filter

1 UVOD

1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Predstavili bomo problem, ki nastaja pri uporabi mehanskih filtrov za čiščenje hladilne vode pri hlajenju turbinskega generatorja in oljnega sistema. Izpostavili bomo razloge za uporabo drugačnega oz. drugega sistema za čiščenje oz. filtriranje hladilne vode, ki je namenjena hlajenju turbinskega generatorja in oljnega sistema. Predstavili bomo problem, ki nastaja z uporabo mehanskih filtrov, in izboljšave hladilnega sistema, ki jih sprememba prinaša.

1.2 CILJI NALOGE

Cilj naloge je doseči učinkovitejše delovanje turbinskega agregata brez motenj, konstanto temperaturo v turbinskem generatorju in oljnem sistemu ter preprečevanje uničevanja notranjosti cevi, po katerih se pretaka hladilna voda. Da to dosežemo, je treba zagotoviti večjo čistočo oz. boljše filtriranje hladilne vode, ki hladi turbinski generator in oljni sistem. Ko to dosežemo, bomo zagotovili nemoteno delovanje turbinskega agregata, preprečili dodatne izpade in uničevanje cevi, po katerih se pretaka hladilna voda. Poleg tega bomo lažje vzdrževali naprave in cevi, po katerih se pretaka hladilna voda. Pregled se opravlja pri vsaki ustavitvi turbinskega agregata. Po potrebi se opravi vzdrževanje naprav. Po končani ogrevalni sezoni, ko se določeni turbinski agregat zaustavijo in ni več potrebno njihovo delovanje, se opravi temeljit pregled in remont naprav. Pri remontu se ugotovi učinkovitost naprav in potrebe po popravilih. Vsi dotrajani materiali se zamenjajo. Vsaka naprava se pripravi za optimalno delovanje v naslednji ogrevalni sezoni.

1.3 PREDSTAVITEV OKOLJA

Podjetje Energetika Ljubljana, enota TE-TOL, se ukvarja z ogrevanjem Ljubljane. Enota TE-TOL proizvaja električno energijo, toplotno energijo in industrijsko paro. Zaradi narave dela in potreb po produktih njeno delovanje poteka 24 ur na dan 7 dni v tednu. V naslednjih poglavjih bomo predstavili podjetje in njegove cilje. V naslednjih poglavjih bomo predstavili izboljšavo procesa, in sicer izboljšavo hladilnega sistema za turbinski generator in oljni sistem.

1.4 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

Omejitev pri izdelavi diplomske naloge nismo imeli, podjetje Energetika Ljubljana, enota: TE-TOL, nam je dovolila uporabiti vse ugotovitve ter zapise, kot tudi naročila, cene projekta, uporabo imena izvajalcev. Raziskava v diplomski nalogi je torej potekla brez kakršnih koli težav.

1.5 METODE DELA

Za izdelavo diplomske naloge smo uporabili naslednje metode dela:

- analitično metodo,
- opisno metodo in
- primerjalno metodo.

2 ENERGETIKA LJUBLJANA, ENOTA TE-TOL

Družba Termoelektrarna Toplarna Ljubljana je bila z vpisom v sodni register 31. 1. 2014 pripojena k družbi Javno podjetje Energetika Ljubljana. Z vpisom v sodni register je družba TE-TOL prenehala obstajati kot samostojna pravna oseba. Cilj združitve teh dveh podjetij je enovita družba z vsemi obstoječimi dejavnostmi, ki bodo razvojno, organizacijsko in tržno karseda učinkovite v celoviti energetske oskrbi. Sedanji direktor TE-TOL je Samo Lozej, direktor združenega podjetja Energetika Ljubljana (Energetika Ljubljana, 2014).

TE-TOL in Energetika Ljubljana že od leta 1966 predstavljata enoten proizvodno-oskrbovalni tehnološki sistem največjega daljinskega sistema ogrevanja v državi. Leta 1971 se je iz Toplarne Ljubljana izločila enota Komunalna energetika Ljubljana in postala samostojna družba. Od takrat dalje sta družbi ves čas poslovno tesno povezani (Energetika Ljubljana, 2014).

2.1 CILJ DRUŽBE ENERGETIKA LJUBLJANA, ENOTA TE-TOL

Enovita družba Energetika Ljubljana bo z vsemi dejavnostmi lahko omogočala dolgoročno celovito energetske oskrbo za vse prebivalce Ljubljane in osrednje Slovenije. Izziv ali ključna naloga enovite družbe je poleg ustreznega tržnega prilagajanja predvsem realizacija potrebnega razvoja tako na strani energetskega vira kot na strani omrežja. Po pripojitvi družbe TE-TOL je družba Energetika Ljubljana organizacijsko razdeljena na 11 delovnih področij in skupno zaposluje 584 zaposlenih (Energetika Ljubljana, 2019).



Slika 1: Enota TE-TOL – Termoelektrarna Toplarna Ljubljana
(Lastni vir)

2.2 PROIZVODNJA IN PORABA GORIV V ENOTI TE-TOL

Enota TE-TOL obratuje 365 dni v letu in 24 ur na dan. Na leto povprečno proizvede 1100 GWh vroče vode, 150 GWh pare in 405 GWh električne energije. Toplota za potrebe sistema daljinskega ogrevanja Ljubljane, ki ga zagotavlja Energetika Ljubljana, je proizvedena v visoko učinkoviti sproizvodnji. To je najučinkovitejši način izrabe goriva oz. proces, pri katerem energijo goriva pretvarjamo v električno energijo in toploto hkrati. To pomeni, da je toplota proizvedena sočasno oz. skupaj z električno energijo. Vedno poleg mehanske oziroma električne energije nastaja tudi

toplota, ker popolna pretvorba energije goriva v delo ni možna (Energetika Ljubljana, 2019).

Energetika Ljubljana oziroma njena enota TE-TOL je največja visoko učinkovita sproizvodnja v Sloveniji. Kar polovico vse toplote predstavlja delež toplote v obliki vroče vode, ki jo proizvede sistem daljinskega ogrevanja v Ljubljani. Vsa električna energija je proizvedena v sproizvodnji in predstavlja 3 % vseh potreb po električni energiji v Sloveniji (Energetika Ljubljana, 2019).

Za proizvodnjo energije se v enoti TE-TOL od leta 2002 uporablja rjavi premog z zelo nizko vsebnostjo žvepla in pepela. Od leta 2008 je v uporabi tudi lesna biomasa oziroma lesni sekanci. K zmanjševanju vplivov na okolje je pomembno prispevala uvedba okoljsko sprejemljivejšega premoga, ki prihaja iz Indonezije, hkrati pa tudi k zmanjševanju obremenitve deponije s pepelom. Še dodatno je k zmanjševanju obremenitve okolja prispevala uvedba lesne biomase. S povprečno porabo 105.000 ton lesnih sekancev, iz katerih se v enoti TE-TOL proizvede okoli 15 % toplotne in električne energije, se je za enak odstotek zmanjšala poraba premoga, in sicer na povprečno 312.000 ton letno. Energetika Ljubljana je največji porabnik lesne biomase v energetske namene in predstavlja zgled številnim termoenergetskim objektom iz tujine, ki jo nemalokrat obiščejo kot primer dobre prakse. Visoko učinkovito sproizvodnjo v enoti TE-TOL bo v prihodnosti nadomestila plinsko-parna enota, ki bo nadomestila del premogovne tehnologije. S slednjim se bodo nadaljevali ukrepi za izboljšanje kakovosti zraka ter zagotovila zanesljiva oskrba s toploto in električno energijo (Energetika Ljubljana, 2019).

3 SESTAVA SISTEMA ZA HLAJENJE TURBINSKEGA GENERATORJA, OLJNEGA SISTEMA IN UPORABA MEHANSKIH FILTROV

3.1 OPIS TURBINSKEGA AGREGATA

Sveža suha pregreta para vstopa v turbinski agregat preko dveh hitro zapornih ventilov, ki sta montirana na zgornjem vstopnem ohišju. Na vstopnem ohišju so nameščeni regulacijski ventili razvoda VT (6), ki regulirajo natok pare v skupine šob 1. stopnje. Prva stopnja je izvedena kot Curtis kolo z dvema vencema. Po vstopu pare v pretočni del turbine (VT) prehaja para skozi prvih 15 stopenj, pri tem oddaja del svoje energije rotorju. V tem delu opravljene poti se določene količine pare odvezemajo na dveh mestih (1. in 2. odjem) za regeneracijsko ogrevanje napajalne vode za kotel. Po 15. stopnji se odvzema večja količina pare za potrebe tehnološke pare in gretja (regulirani 3. odjem pare), preostali del pare gre skozi regulacijske

ventile srednje tlačne stopnje (ST) v 16 stopnjo. Ta preostali del pare odda del svoje energije pri ekspaniranju do 20. stopnje. Na tem delu poti se ponovno odvzema para za ogrevanje vode (dodatna voda), in sicer neregulirani 4. odjem. Po prehodu pare skozi 20. stopnjo pride do delitve pare, kjer se večja količina pare odvzame za potrebe ogrevanja (toplotna postaja), to je regulirani 5. odjem. Preostali del pare gre skozi dva pretočna parovoda v ohišje NT dela turbine. V NT delu turbine para ekspanira do tlaka v kondenzatorju, pri tem odda preostanek svoje energije rotorju. Količina pare, ki pride v kondenzator, se utekočini oz. kondenzira in v obliki kondenzata zapusti turbinski postroj. Turbina 1 ima dve ohišji. Prvega sestavljata stopnji VT in ST, drugega pa stopnja NT. Obe ohišji sta lite izvedbe in deljivi v horizontalni ravnini. Prvo ohišje se opira na sprednji in srednji ležajni podstavek. Ta se sestoji iz zgornjega in spodnjega vstopnega ohišja ter zgornjega in spodnjega notranjega ohišja. Zgornje ohišje ima dva priključka za pretočna parovoda proti stopnji NT oziroma drugemu ohišju in drugemu priključku za vstop sveže pare. Spodnje ohišje pa ima pet priključkov za odjeme in dva za pretočne vode sveže pare. Nizkotlačno ohišje oziroma drugo ohišje se opira na srednji ležajni podstavek ter na dve stranski temeljni plošči izstopnega dela turbine. To je sestavljeno iz vstopnega in izstopnega dela, ki sta spojena z vijaki. Izstopni del ohišja prenaša zadnje ležajno ohišje (Jugoturbina Karlovac, 1965).

Zaščite pred izpadom turbine: število vrtljajev, tlak olja za mazanje, tlak olja za regulacijo, aksialni pomik rotorja zaradi izrabljenosti segmentov odzivnega ležaja, tlak oziroma podtlak v kondenzatorju, vibracije rotorja turbine, različni parametri ki jih kontrolirajo električni inštrumenti (npr. temperature: oljnega sistema in turbinskega generatorja) ter te signale sprejema elektromagnet zaščite turbine (Jugoturbina Karlovac, 1965).

3.2 TURBINSKI GENERATOR

Turbinski generator mehansko energijo pretvori v električno, ki gre naprej v omrežje. Gre za sinhronski stroj, ki pretvarja mehansko energijo v električno. Glavna sestavna dela generatorja sta stator in rotor. Vzbujačno navitje, ki je položeno v utore rotorja, napajamo z enosmernim tokom preko ščetk in drsnih obročev ter ustvarimo magnetne pole. Da se inducira električna napetost v navitjih statorja, moramo rotor vrteti. Obremenjevanje generatorja opravljamo s povečanim dovajanjem pare na turbino. Poveča se vrtilni moment na gredi turbine in rotor generatorja prične prehitevati vrtilna polja ostalih generatorjev. Zaradi tendence po prehitevanju rotorja se poveča proizvodnja delovne energije, generator prevzame večje breme omrežja. Zaradi povečanega delovnega toka se zmanjša potrebni nazivni vzbujačni fluks, ker pa mora generator biti vedno nazivno vzbujen, si manjkajoči fluks nadomesti iz vira vzbujanja generatorja. Protimoment vrtilnemu momentu turbine je močno vrtilno magnetno polje rotorja. Zaradi želenega prehitevanja rotorja generator ne more pasti iz sinhronizma, zgolj prevzame ali

zmanjša breme. Zaradi izgub v generatorju se tvori velika količina toplote, ki jo je treba odvesti. Imamo 3 turbinske agregate, vsakega z različnimi karakteristikami. Vsi trije so izmenično sinhronski. Vzbujanje je tiristorsko, hladijo se s prisilnim obtokom zraka, ki se hladi preko vodnih hladilcev (Interno gradivo, 1981).

Turbinski generator 1:
število vrtljajev: 3000 min^{-1}
nazivna moč: 49.400 kVA
napetost: 10,5 kV
električni tok: 2716 A
(Interno gradivo, 1981).



*Slika 2: Turbinski agregat TA 1
(Lastni vir)*

Turbinski generator 2:
število vrtljajev: 3000 min^{-1}
nazivna moč: 40.000 kVA
napetost: 10,5 kV
električni tok: 2200 A
(Interno gradivo, 1981).



*Slika 3: Turbinski agregat TA2
(Lastni vir)*

Turbinski generator 3:
število vrtljajev: 3000 min^{-1}
nazivna moč: 63.000 kVA
napetost: 10,5 kV
električni tok: 3468 A
(Interno gradivo, 1981).



*Slika 4: Turbinski agregat TA3
(Lastni vir)*

3.3 OLJNI SISTEM

3.3.1 Opis oljnega sistema

Oljni sistem turbine je cirkulacijski in ima vlogo mazanja ležajev in zobnikov. Poleg tega ima še druge funkcije, in sicer: odvajanje toplote rotorja, poganjanje servomotorja regulacije in druge hidravlične naprave regulacije – zaščite, prenos hidravličnih signalov v sistem za regulacijo in zaščito preprečevanja korozije. Pri normalnih vrtljajih oskrbujeta turbino z oljem glavni oljni črpalki. Celotna količina olja s tlakom 6 bar vstopa v razdelilni ventil, kjer se deli na olje za regulacijo s tlakom 6 bar ter na olje za mazanje s tlakom okoli 2,5 bar. Del olja za regulacijo gre skozi oljni čistilec, drugi del pa gre direktno za pogon servo motorjev (če bi šel drugi del olja tudi skozi filter, bi lahko zamašenost filtra povzročila počasnejšo odzivnost servomotorja). Reducirano olje za mazanje gre preko enega hladilnika za olje (drugi je rezerva) naprej v sistem za mazanje. V primeru nezadostnega tlaka ali količine olja imamo pet pomožnih oljnih črpalk. Opomba: na sistemu za mazanje je ventil, ki loči olje za mazanje ležajev turbine in generatorja. Pri zagonu turboagregata moramo biti pazljivi, da je ventil odprt in da so vsi ležaji oskrbovani z oljem (Jugoturbina Karlovac, 1965).

3.3.2 Sestava oljnega sistema

Rezervoar olja: količina olja v rezervoarju do normalnega nivoja je 12 m³. Količina olja v celotnem sistemu je 14 m³. V primeru izpiranja sistema se uporabi manjša količina olja, in sicer 8 m³. V rezervoarju olja je nivo olja določen, in sicer je 300 mm od zgornjega roba (Jugoturbina Karlovac, 1965).



*Slika 5: Rezervoar olja
(Lastni vir)*

Hladilnik olja: imamo dva hladilnika olja (eden v obratovanju in drugi v rezervi). Hladilni medij je voda, ki prihaja iz črpalk za povišanje tlaka. Voda je iz reke Ljubljanice. Na izstopu hladilne vode je nameščena indikacijska posoda, v kateri je mogoče opaziti morebitno netesnost hladilca olja. Hladilna površina enega hladilca je 50 m². Količina pretoka olja skozi hladilec je 600 l/min. Količina pretoka hladilne vode 40 m³/min. Temperatura hladilnega medija je lahko maksimalno 22 °C. Turbinski agregat ima v predležju prvega ležaja vgrajeno črpalko za olje, ki je zobniške izvedbe. Ta črpalka oskrbuje celoten sistem z oljem med obratovanjem turbinskega agregata. Tlak olja, ki ga daje, je 6 bar, pretok 740 l/min. Za kakovostno oskrbo z oljem potrebuje črpalka minimalno 884 min⁻¹ (Jugoturbina Karlovac, 1965).



Slika 6: Hladilniki olja
(Lastni vir)

Pomožna oljna črpalka, gnana z elektromotorjem zobniške izvedbe za polno obremenitev, se nahaja na koti 0, kjer so vse oljne črpalke za turbinskega agregat. Tlak olja, ki ga daje črpalka, je 6 bar, pretok olja 920 l/min, število vrtljajev 3000 min⁻¹ (Jugoturbina Karlovac, 1965).



*Slika 7: Pomožna oljna črpalka 55 kW
(Lastni vir)*

Pomožna oljna črpalka za polno obremenitev zobniške izvedbe, gnana z elektromotorjem nazivne moči 22 kW, ima pretok 1034 l/min (Jugoturbina Karlovac, 1965).



*Slika 8: Pomožna oljna črpalka 22 kW
(Lastni vir)*

Pomožna oljna črpalka zobniške izvedbe, gnana s svežo paro 90 bar, 520 °C. Tlak olja, ki ga daje, je 3–6 bar. Količina olja 1000 l/min je pri št. vrtljajev 3000 min⁻¹.

Pomožna oljna črpalka za mazanje zobniške izvedbe je gnana z elektromotorjem. Tlak olja je 2 bar, količina olja 460 l/min. Število vrtljajev je 3000 min⁻¹. Pomožna oljna črpalka se uporablja za mazanje ležajev ter obratovanje vrtilne naprave po zaustavitvi turbinskega agregata ali pred zagonom turbinskega agregata.



*Slika 9: Pomožna oljna črpalka gnana s svežo paro 90 bar
(Lastni vir)*

V primeru popolnega t. i. električnega mrka pa imamo še pomožno oljno črpalko za mazanje zobniške izvedbe, gnano z elektromotorjem na enosmerno napetost. Elektromotor se napaja iz akumulatorskih baterij, ki so v novo zgrajenem stikališču.

Pri obratovanju daje črpalka tlak olja 2 bar, pretok olja je 460 l/min pri 3000 min⁻¹ (Jugoturbina Karlovac, 1965).



Slika 10: Pomožna oljna črpalka na enosmerni tok
(Lastni vir)

Presostat tlaka olja elektro črpalke za polno obremenitev (stara) vključuje črpalko, ko tlak olja pred filtrom v sistemu regulacije pade pod 4,5 bar. Presostat tlaka olja elektro črpalke za polno obremenitev (nova) vključuje črpalko, ko tlak regulacijskega olja za filtrom pade pod 5 bar. Presostat tlaka olja, priključen na olje za mazanje, vključuje pomožno oljno el. črpalko za mazanje na enosmerni tok pri padcu tlaka mazalnega olja na 0,5 bar in po časovnem releju izklopi turbinski agregat. Presostat tlaka olja vrtilne naprave izključi elektromotorni pogon vrtilne naprave pri padcu tlaka olja pod 0,7 bar (Jugoturbina Karlovac, 1965).

3.3.3 Regulacije oljnega sistema

Sistem regulacije turbine avtomatsko upravlja z natokom sveže pare v in skozi turbino z namenom, da se ohranja zahtevani parameter delovanja turbine znotraj postavljenih parametrov (Jugoturbina Karlovac, 1965).

Glavne zahteve regulacije so:

- vzdrževanje hitrosti vrtenja turboagregata na konstantni vrednosti;
- vzdrževanje tlakov reguliranih odjemov pare (regulira se tretji in peti odjem pare);
- vzdrževanje pretoka pare skozi NT del turbine;
- zaščita previsokih vrtljajev rotorja.

Osrednji člen sistema je elektronski regulator, ki sprejema informacije o delovanju turbine od dajalnikov vrtljajev, pretvornikov tlaka za tretji in peti odjem ter od pretvornika pretoka kondenzata. Te informacije regulator pretvarja v električne signale za odpiranje oz. zapiranje razvodne pare. Električni signali regulatorja gredo do elektrohidravličnih pretvornikov. Vsak pretvornik da hidravlični impulz za premikanje svojemu razvodniku pare v obliki tlaka impulznega olja. Razvodi pare delujejo na hidravlično-mehanskem principu (Jugoturbina Karlovac, 1965).

3.4 ČRPALKA ZA POVIŠANJE TLAKA HLADINE VODE – ČPT

Na vsakem bloku imamo po dve ČPT. Eno damo v pogon, ko je turbina na obratih (3000 min^{-1}), drugo pa imamo v rezervi. Z njo povečamo tlak hladilne vode, tako da se generator in olje nemoteno hladita. Pri pripravi in zagonu ČPT moramo odpreti sesalni in tlačni ventil ter jo odzračiti. Odzračiti je treba tudi tlačno stran hladilnega voda in pakete generatorja. Pri potapljanju je treba odpreti tudi ventil proti paketom generatorja (Jugoturbina Karlovac, 1965).



Slika 11: ČPT – črpalka za povišanje tlaka
(Lastni vir)

3.5 MEHANSKI FILTRI ZA FILTRIRANJE HLADILNE VODE

Mehanski filtri imajo pretok vode 350 m³/h in zadržujejo prehod umazanih trdih delcev v velikosti 7.000 mikronov. Mehanske filtre moramo po potrebi (v primeru zamašitve) izpirati v kanal. Na vsakem bloku sta dva mehanska filtra, ki ju uporabljamo za čiščenje Ljublanice pred ČPT. Vedno je v obratovanju eden od filtrov, drugi pa v rezervi. V filtru je diagonalno postavljena mreža, ki lovi nesnago, na tlačnem vodu pa je merilec, ki kaže zamašenost filtra. Pri menjavi MF najprej zamenjamo tablico, ki nam pove, kateri filter je v obratovanju. Na bloku 1 in 2 najprej odpremo vstopni ventil rezervnega filtra ter šele nato zapremo vstopni ventil zamašenega filtra. Pri zamašenem filtru odpremo ventil za izpiranje v kanal in pustimo, da se izpira 15–20 min. Nato zapremo ventil za izpiranje v kanal in MF ostane v rezervi. Na bloku 3 je postopek izpiranja malo drugačen. Na zamašenem filtru odpremo še obvodni (bypass) ventil tlačnega voda in damo v pogon še drugo ČPT. Po 15–20 minutah izpiranja zapremo obvodni ventil in ventil za v kanal izključimo eno ČPT ter pustimo filter v rezervi. Pri pripravi in potapljanju moramo paziti na odzračevanje sesalnega voda in mehanskega filtra (Jugoturbina Karlovac, 1965).



Slika 12: MF (mehanski) filtri
(Lastni vir)

3.6 POTEK HLADILNE VODE ZA HLAJENJE TURBINSKEGA GENERATORJA IN OLJNEGA SISTEMA Z MEHANSKIMI FILTRI

Hladilno vodo črpamo iz reke Ljubljanice in neposredno hladi turbinski kondenzator. Pri vstopu hladilne vode v turbinski kondenzator je odvzeta cev za smer hlajenja turbinskega generatorja in oljnega sistema. Hladilna voda gre nato na čiščenje oz. filtriranje skozi enega od dveh mehanskih filtrov. Potem gre voda na eno od dveh ČPT in se porazdeli, en del gre na oljne hladilce, drugi proti paketom generatorja. Ventil proti paketom generatorja odpiramo, ko je turbina na obratih 3000 min^{-1} . Na vseh treh generatorjih s hladilno vodo hladimo zrak, ki s pomočjo lopatic na rotorju cirkulira in hladi generator. Hladilci na generatorjih blokov 1 in 2 so v samem statorskem navitju, na generatorju 3 pa so hladilci zunaj generatorja. Zrak kroži skozi generator ven na hladilce in nazaj v generator (Jugoturbina Karlovac, 1965).

3.7 NAPAKE MEHANSKIH FILTROV IN ODLOČITEV ZA UPORABO FILTROV AMIAD

Zaradi mehanskih filtrov in njihovega delovanja so se pojavljale težave. Med glavnimi težavami so bili izpadi turbinskega agregata zaradi večkratnega zabitja oz. zamašitve mehanskih filtrov, nekonstantna temperatura turbinskega generatorja in oljnih hladilcev ter nastajanje oblog umazanije oz. mulja v notranjosti cevi, po katerih se pretaka hladilna voda. Do nekonstantne temperature turbinskega generatorja je prihajalo zaradi oblog umazanije v notranjosti cevi. Zaradi oblog v notranjosti cevi, ki so nastajale zaradi slabega filtriranja mehanskih filtrov, smo pri remontu imeli težave s čiščenjem notranjosti cevi. Na nekaterih mestih, kjer ni bilo mogoče očistiti oziroma izprati umazanije, je bilo treba cev odrezati in zavariti drugo. Zaradi vseh težav, ki so nastajale, smo se odločili za izboljšavo sistema. Po dolgem raziskovanju, odločanju in posvetovanju z drugimi strojnimi tehnologiji smo prišli na idejo za uporabo filtrov Amiad. Odločitev je bila sprejeta, začeli smo s postopkom izboljšave hladilnega sistema za hlajenje turbinskega generatorja in oljnega sistema z uporabo filtrov Amiad.

4 FILTRI AMIAD

4.1 RAZPIS ZA NAMESTITEV FILTROV AMIAD

Podali smo razpis za namestitev filtrov Amiad skladno z našimi zahtevami. Iskali smo filtre, ki omogočajo filtriranje hladilne vode oz. nečistočo čistijo do 300 mikronov pri pretoku $350 \text{ m}^3/\text{h}$. Za doseganje takega filtriranja je potrebna v notranjosti plošča z izvrtinami od 0,3 mm. Prijavila so se različna podjetja, odločili smo se za podjetje

CMC Ekocon Group d.o.o. Podjetje je postavilo najboljše karakteristike, zahtevana cena za postavitev in druge montaže je bila ustrezna. Tako smo se z njimi dogovorili, kako bo potekal projekt. Podjetje je pristalo na dobavo in postavitev filtrov Amiad ter podlago za upravljanje filtrov Amiad z avtomatiziranim delovanjem in računalniškim vodenjem. Pred dobavo je podjetje samo izvedlo pregled in opravilo meritve pretoka vode, da bi priskrbelo pravi material in filtre Amiad, ki bi ustrezali našemu hladilnem sistemu.

4.2 NAČIN IZVEDBE PROJEKTA

Tehnično specifikacijo za demontažo in montažo filtra ter predelavo projektne dokumentacije primarnega hladilnega sistema za hlajenje generatorja in oljnega sistema je izdelal oddelek za strojno vzdrževanje. Razpis in naročilo filtrov Amiad je opravil strojni tehnolog strojnega vzdrževanja. Poskrbel je tudi za razpis za montažo filtrov Amiad, predelavo cevovoda in vgradnjo zapornih loput. Montažo filtrov Amiad, predelavo cevovodov in vgradnjo zapornih loput je opravil znanji izvajalec in sicer podjetje CMC Ekocon Group d.o.o., ki je poskrbelo tudi za antikorozijsko zaščito. Tlačni preizkus in preizkusno obratovanje je opravil oddelek za strojno vzdrževanje. Preizkusi primarnega hladilnega sistema ne bodo vplivali na okoljski vidik. Pred začetkom del je bilo treba izdelati pisni sporazum in varnostni načrt s potrebnimi ukrepi.

4.3 POSTAVITEV FILTROV AMIAD IN TLAČNI PREIZKUS

Ko so bili filtri nameščeni, smo od podjetja CMC Ekocon Group d.o.o. dobili navodila za njihovo uporabo. Skladno z njimi smo opravili tlačni preizkus. Ta se opravi tako, da se cel sistem potopi v hladilno vodo, da se preveri njegova tesnitev. Tako se preveri, ali na kakšnem mestu hladilna voda prepušča, da se lahko odpravijo morebitne napake. Vse napake morajo biti odpravljene in hladilni sistem vzpostavljen, ko se začne ogrevalna sezona. Za zagon turbinskega agregata mora biti celoten hladilni sistem vzpostavljen brez napak. Opravljeni tlačni preizkus je bil uspešen, kar pomeni, da je vse tesnilo, kot je treba, in niso bila ugotovljena nikakršna prepuščanja.



*Slika 13: Grobi filter Amiad SAF za filtriranje hladilne vode
(Lastni vir)*



Slika 14: Fini filter Amiad SAF za fino filtriranje hladilne vode
(Lastni vir)

4.4 ZAGON IN PRVO OBRATOVANJE AVTOMATSKIH FILTROV AMIAD

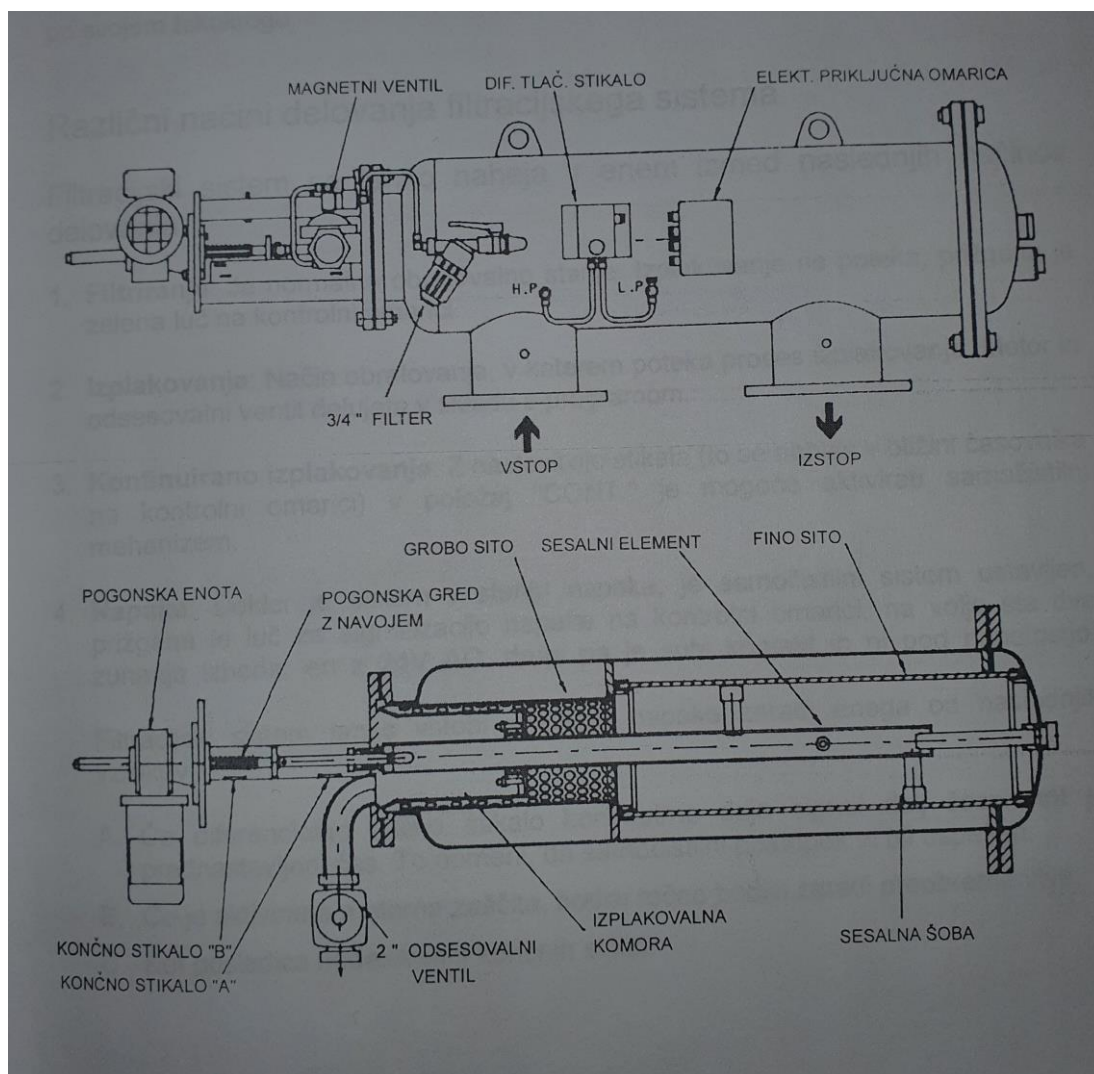
Najprej se moramo prepričati, da so vse električne povezave izvedene pravilno in v skladu s priloženimi risbami. Poskrbeti moramo da so krmilna in 24-V prekinjala vključena in preveriti, ali so vključene motorne zaščite. Vključimo motor v obratovanje in preverimo smer obračanja motorja. Motor se mora vrteti v smeri urinega kazalca in premikati proti filtrskemu ohišju, dokler ne doseže končnega stikala A. Če se zavrti v nasprotno smer, moramo nemudoma izklopiti električni tok in s tem zaustaviti delovanje motorja. Napako odpravimo tako, da zamenjamo faze in motor se bo vrtel v pravilno smer. S pritiskom na gumb TEST na kontrolni omarici sprožimo suho izplakovanje in se prepričamo, da vse faze izplakovanja delujejo pravilno, kot je opisano v delovanju filtra. Odpremo vstopni ventil v filter, medtem pa mora biti izstopni filter zaprt, obtočni ventil odpremo le minimalno, da bo pretok skozi filter minimalen. S tem sprožimo izplakovalni cikel. Nato se prepričamo, da se je odesovalni ventil samodejno postavil v položaj odprto in pozorno opazujemo, ali se vse izplakovalne faze izvedejo. Posebej moramo biti pozorni na vse morebitne

netesnosti. Za 5 sekund zapremo $\frac{1}{4}$ " ventil v točki nizkega pritiska diferencialnega tlačnega stikala. Roka diferencialnega tlačnega stikala se bo premaknila v rdeče območje in filter bo pričel z izplakovalnim procesom, nato odpremo $\frac{1}{4}$ " ventila. Postopno odpiramo izstopni ventil in zapremo obtočni ventil. Poženemo filter pod načrtovanimi hidravličnimi pogoji. Nastavimo časovnik na 6–8 ur (D. N. Chevel, 2014).

4.5 AVTOMATIZACIJA IN DELOVANJE FILTROV AMIAD

4.5.1 Opis delovanja filtra Amiad

Filter Amiad oz. avtomatski samočistilni filter SAF je sofisticiran avtomatski filter, enostaven za upravljanje, s samočistilnim mehanizmom, ki ga poganja električni motor. Načrtovano je sestavljen za delo z različnimi tipi sit in stopnjami filtracije od 500 do 25 mikronov, na voljo je z vstopnim/izstopnim premerom 6" (DN-150 mm), 8" (DN-200 mm), 10" (DN-250 mm). Voda vstopa skozi vstopno cev v grobo sito, od zunaj navznoter in skozi fino sito odznotraj navzven. Filtrska pogača se nalaga na finem situ in povzroča nastanek padca tlaka. Grobo sito je načrtovano za zaščito čistilnega mehanizma pred večjimi delci umazanije. Na grobo sito ni dovoljeno nalagati večjih količin raztopljenih trdnih delcev in se ne čisti avtomatsko (D. N. Chevel, 2014).



Slika 15: Sestava Amiad filtra SAF
(Vir: D. N. Chevel, 2014)

4.5.2 Avtomatizacijski samočistilni postopek

Filter Amiad SAF sproži samočistilni postopek takrat, ko tlačna razlika na situ doseže prednastavljeno vrednost ali po preteku predhodno določenega časa. Čiščenje filtrskega elementa izvaja sesalni element, ki se vrti v spiralnem gibanju in odstranjuje filtrsko pogačo s sita ter jo izrine skozi odsesovalni ventil. Vrtlino gibanje sesalnega elementa poganja dvopotna (naprej/nazaj) pogonska enota, ki je na sesalni element pritrjena preko navojne gredi, ki omogoča linearno gibanje. Odsesovalni ventil se v času trajanja čistilnega cikla aktivira preko 3-potnega magnetnega ventila. Med samočistilnim procesom, ki traja približno 60 sekund, filtrirana voda stalno teče po svojem tokokrogu (D. N. Chevel, 2014).

4.5.3 Načini delovanja filtracijskega sistema

Filtracijski sistem lahko deluje po enem od naslednjih načinov.

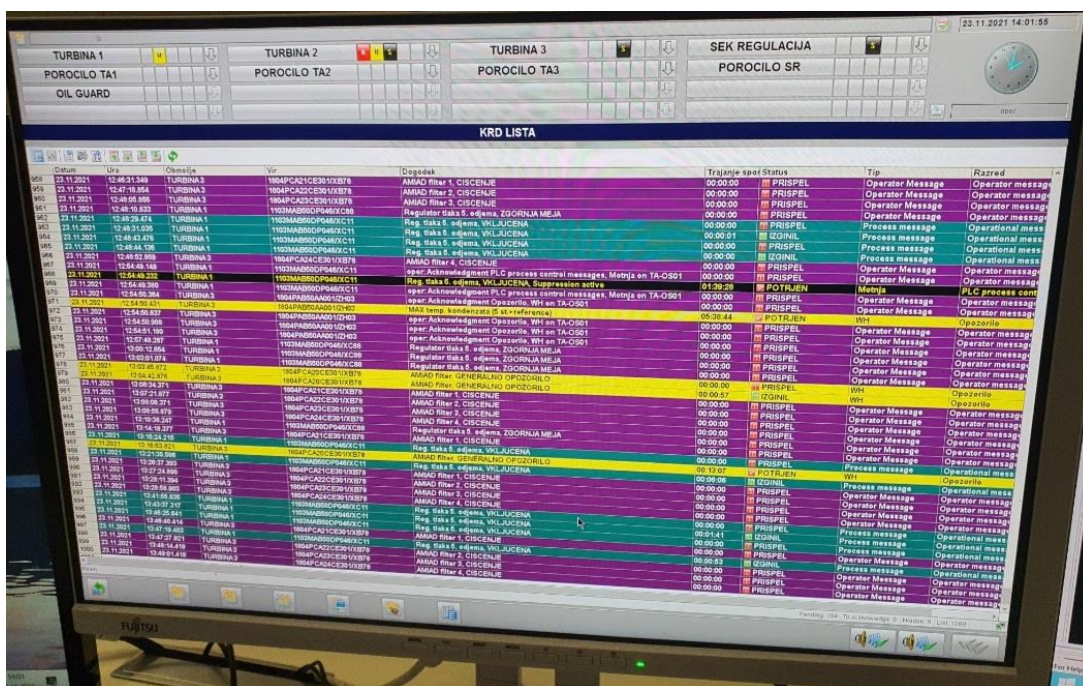
1. Filtriranje: je normalno obratovalno stanje. Izplakovanje ne poteka, prižgana je zelena luč na kontrolni omarici.
2. Izplakovanje: način obratovanja, v katerem poteka process izplakovanja, prižgana je zelena luč na kontrolni omarici.
3. Kontinuirano izplakovanje: z nastavitvijo stikala (to se nahaja v bližini časovnika na kontrolni omarici). V položaj CONT. je mogoče aktivirati samočistilni mehanizem.
4. Napaka: dokler je sistem v stanju napake, je samočistilni sistem ustavljen, prižgana je rdeča luč za signalizacijo napake na kontrolni omarici, na voljo sta dva zunanja izhoda: eden s 24-V AC, drugi pa je suhi kontakt in ni pod napetostjo (D. N. Chevel, 2014).



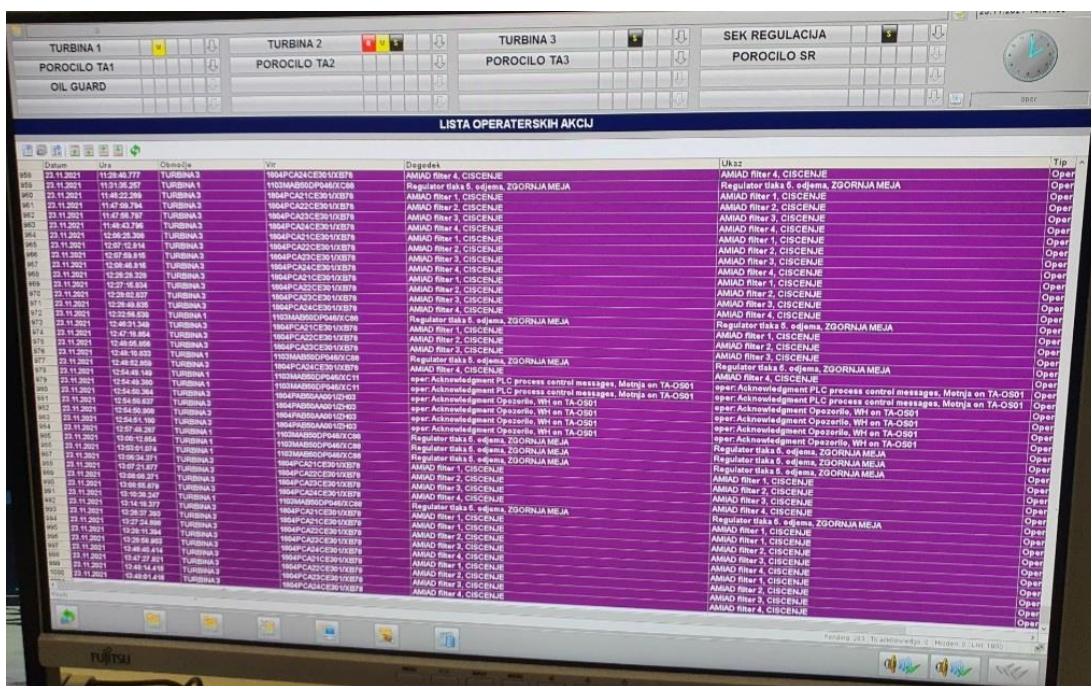
Slika 16: Krmilna omarica filtra Amiad
(Lastni vir)

V stanje napake lahko stopi zaradi naslednjih vzrokov (D. N. Chevel, 2014):

- če diferencialno tlačno stikalo kontinuirano prikazuje signal dlje časa, kot je prednastavljeni čas. To pomeni, da samočistilni postopek ni bil uspešen;
- če je aktivirana motorna zaščita, ročno ali pa zaradi preobremenitve;
- lahko je to posledica te napake nedelovanje katerega od končnih stikal.



Slika 17: Pregled napak ki jih izpiše program v računalniku (Lastni vir)



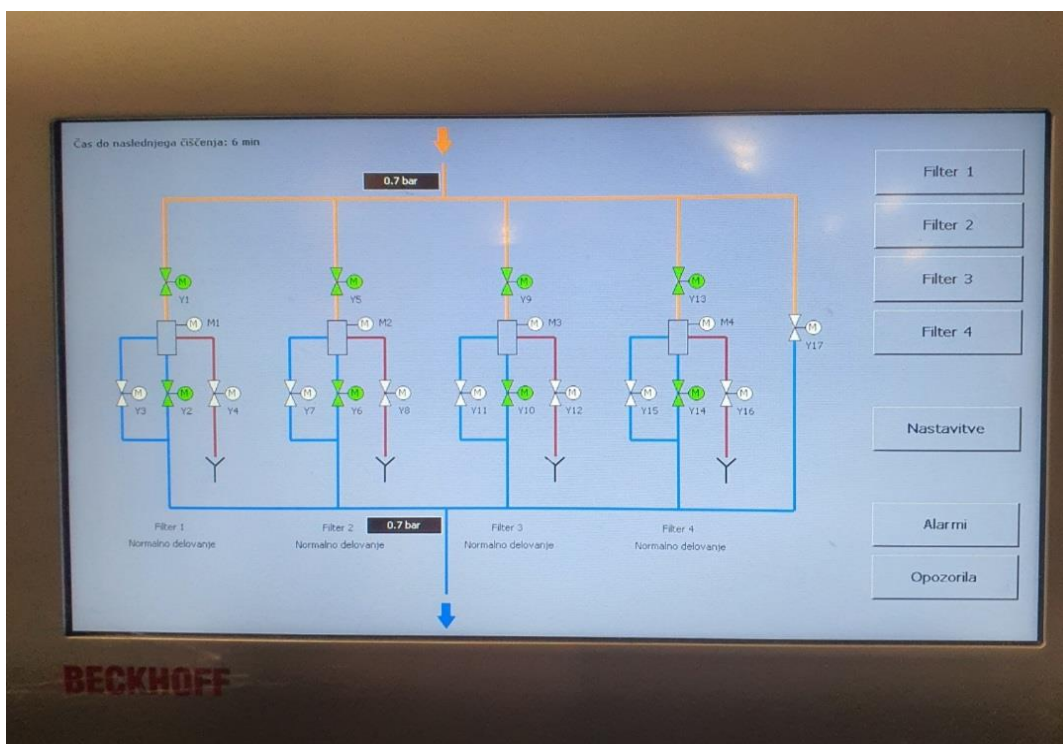
Slika 18: Pregled napak ki jih izpiše program v računalniku (Lastni vir)

4.5.4 Sprožitev avtomatizacije samočistilnega postopka

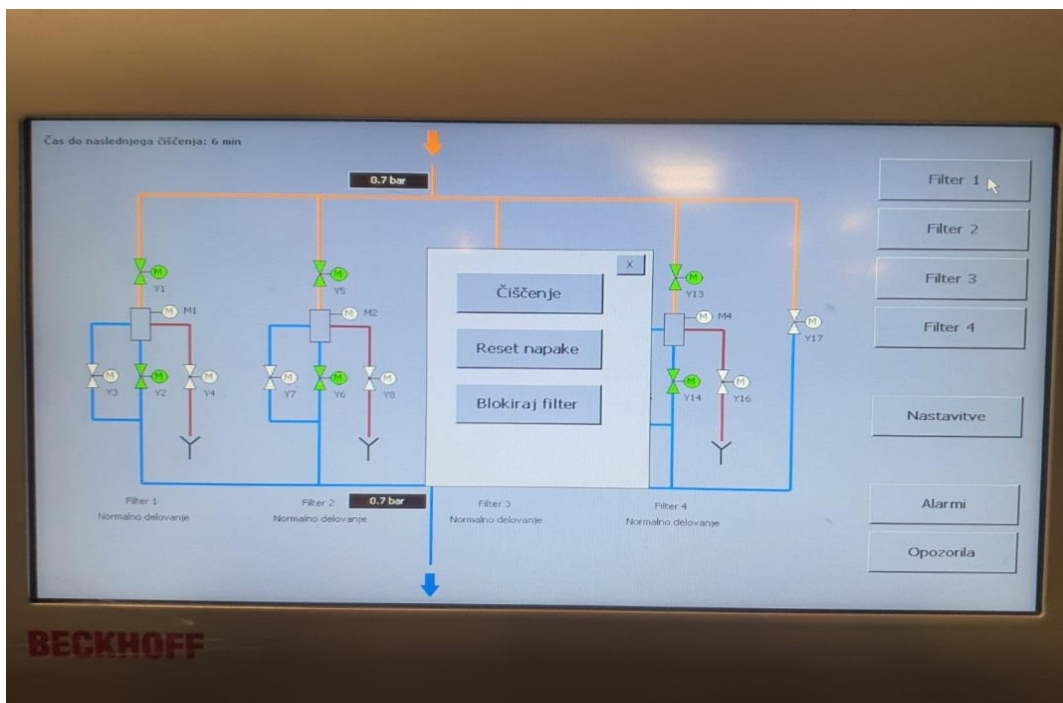
Do sprožitve samočistilnega postopka pride zaradi signala, ki ga aktivira diferencialno tlačno stikalo. To se nahaja na filtrskem telesu. Električni signal pošlje takrat, ko tlak na obeh straneh doseže prednastavljeno vrednost – 0,5 bar. Takrat kontrolna omarica sprejme ta signal in sproži postopek izplakovanja. Nastavljen je tudi čas samočistilnega postopka. Sproži se skladno z nameščenim samočistilnim intervalom in ni odvisen od padca tlaka. V kontrolni omarici imamo tudi možnost namestitve kontinuiranega izplakovanja oz. samočiščenja. To pomeni, da se konstantno izpira ne glede na kakovost in pretok vode. Obstaja tudi možnost samosprožitve čiščenja z pritiskom gumba TEST na kontrolni omarici (D. N. Chevel, 2014).

4.5.5 Nadzorna plošča samodejnih filtrov Amiad za ročno krmiljenje

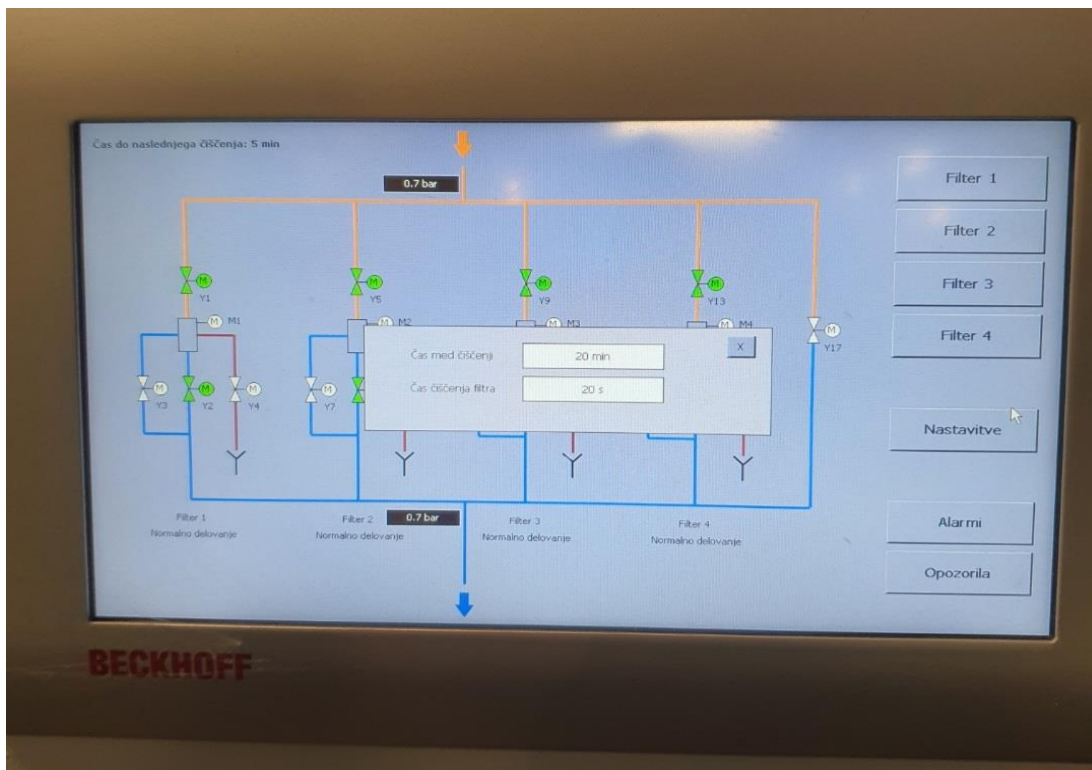
Nadzorna plošča je neke vrste računalnik za ročno uporabo filtrov. Nameščen je program filtra Amiad in na zaslonu je prikazano delovanje filtrov. V programu lahko upravljamo z vsemi filtri ročno, lahko jih ročno postavimo v fazo izpiranja, določene napake lahko resetiramo in lahko tudi postavimo določen filter v fazo blokade. To pomeni, da je filter, ko je vključena blokada, ločen. Če je eden od filtrov obarvan rdeče, pomeni, da je v napaki, takrat ročno resetiramo filter in ga postavimo v fazo izpiranja. Če je filter v redu, se po končanem postopku ne obarva ponovno rdeče. To pomeni, da je ročno krmiljenje pomagalo. Če se filter zopet obarva rdeče, ga s posebno funkcijo postavimo v blokado. Takrat se napiše obvestilo o okvari službi obratovanja. Ta pregleda filter in odpravi mehansko napako (D. N. Chevel, 2014).



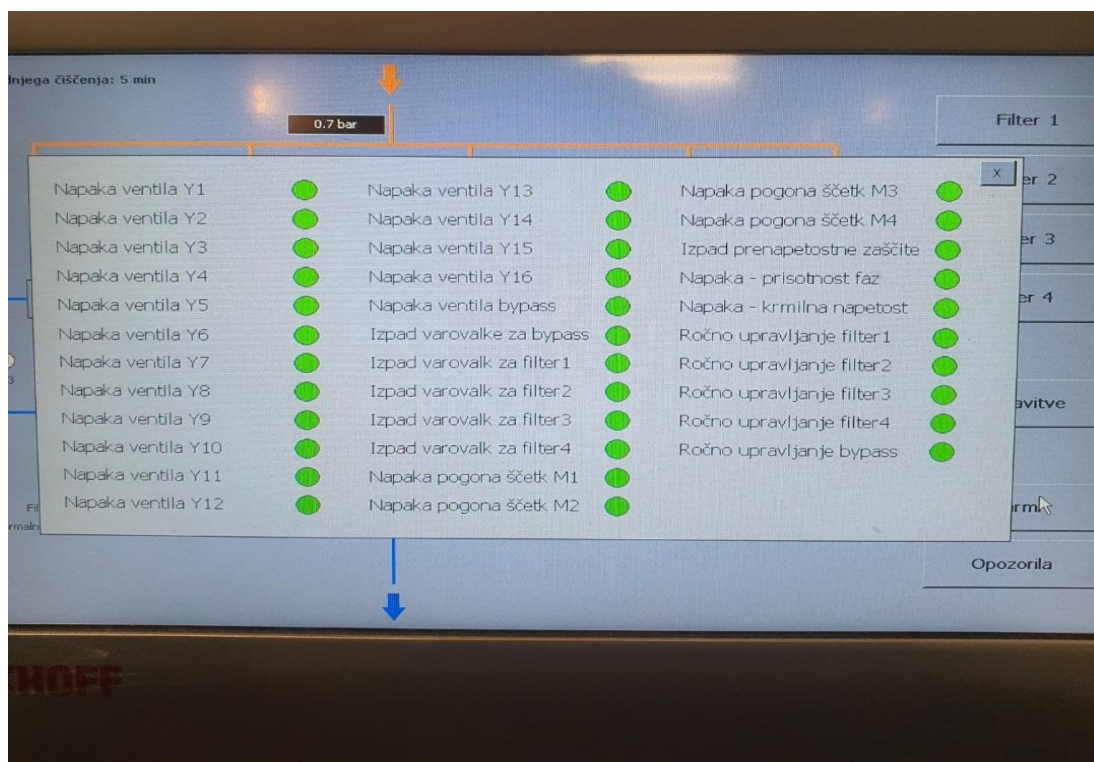
Slika 19: Nadzorna plošča filtra Amiad, kjer so razvidni filtri in njihovo stanje (Lastni vir)



Slika 20: Nadzorna plošča filtra Amiad s prikazom posameznih funkcij (Lastni vir)



Slika 21: Nadzorna plošča filtra Amiad s prikazom sistema avtomatskega čiščenja, časa trajanja in časa čiščenje posameznega filtra (Lastni vir)



Slika 22: Nadzorna plošča s prikazom vseh označenih sistemskih pogojev za pravilno delovanje avtomatskega filtra Amiad
(Lastni vir)

4.6 POTEK HLADILNE VODE ZA HLAJENJE TURBINSKEGA GENERATORJA IN OLJNEGA SISTEMA Z AVTOMATSKIMI FILTRI AMIAD

Hladilno vodo črpamo iz reke Ljubljanice, ki neposredno hladi turbinski kondenzator. Pri vstopu hladilne vode v turbinski kondenzator je odvzeta cev za smer hlajenja turbinskega generatorja in oljnega sistema. Hladilna voda gre nato na čiščenje oz. filtriranje skozi grobi filter Amiad. Potem gre na eno od dveh črpalk ČPT in se porazdeli, en del gre na oljne hladilce, drugi del skozi fini filter Amiad, kjer se še enkrat fino filtrira, nato gre proti paketom generatorja. Ventil proti paketom generatorja odpiramo, ko je turbina na obratih 3000 min^{-1} . Na vseh treh generatorjih s hladilno vodo hladimo zrak, ki s pomočjo lopatic na rotorju kroži in hladi generator. Hladilci na generatorjih blokov 1 in 2 so v statorskem navitju, na generatorju 3 pa so hladilci zunaj generatorja in zrak kroži skozi generator ven na hladilce in nazaj v generator.

4.7 VZDRŽEVANJE FILTROV AMIAD

4.7.1 Zgodovina vzdrževanja

Vzdrževanje je bilo še nedavno objektivno zapostavljena dejavnost in je predstavljalo predvsem nujna popravila zaradi že nastalih okvar in napak. Človek, ki je delal za strojem, ga je najbolje poznal in tudi popravil. Delovna sredstva so bila dokaj preprosta, avtomatizirani proizvodni procesi so bili redki in posamezni sestavni deli so bili pogosto predimenzionirani. Od prve industrijske revolucije pa do danes se vloga vzdrževanja v gospodarstvu še ni postavila na mesto, ki bi mu pripadalo (Jemec, 2007).

4.7.2 Definicija vzdrževanja

Vzdrževanje je kombinacija vseh tehničnih, administrativnih in menedžerskih dejanj med uporabnim obdobjem sredstva, ki ima namen ohraniti ali vzpostaviti stanje, v katerem lahko izvršuje zahtevano funkcijo (Jemec, 2007).

4.7.3 Namen in vrste vzdrževanja

Vzdrževanje je kombinacija ukrepov z namenom zmanjšati tveganje nastanka odpovedi ali neustreznega delovanja. Preprečiti ali zmanjšati želimo: stroške vzdrževanja, izgube v proizvodnji in neustrezno kakovost, zamujanje dobave, popravila, stroške zaradi poškodb pri delu, stroške zaradi vplivov na okolje, stroške zaradi neskladnosti z zakonodajo stroške izgubljenega ugleda podjetje (Jemec, 2007).

Vrste vzdrževanje so: kurativno in preventivno vzdrževanje, terotehnoški pristop k vzdrževanju, logistični pristop k vzdrževanju, vzdrževanje glede na stanje, načrtovano vzdrževanje, CPV – celostno produktivno vzdrževanje, ekspertni pristop k vzdrževanju, samovzdrževanje (Jemec, 2007).

4.7.4 Vzdrževanje filtrov Amiad – avtomatski samočistilni filtri

V našem podjetju uporabljamo preventivno in napovedno vzdrževanje naprav. Vzdrževanje avtomatskih samočistilnih filtrov oz. filtrov Amiad opravlja naša vzdrževalna služba. Porazdeljena je po sektorjih in vsaka skupina je zadolžena za določeno vrsto naprav. Vsak dan opravlja obhode zadolženih naprav in jih redno pregleduje. Filtre Amiad določena skupina vzdrževalcev pregleda vsak dan, predvsem da vidijo da vse tesni in nikjer ni prepuščanja. Filter pregledujemo tudi uporabniki filtrov Amiad in če opazimo kako nepravilnost, jo sporočimo naši vzdrževalni službi in oni opravijo popravilo. Učinkovitost filtrov Amiad je zelo dobra

in tudi vzdrževalna dela niso draga, kajti vse nepravilnosti in težave, ki smo jih imeli v preteklosti z mehanskimi filtri, so zdaj odpravljene.

5 ZAKLJUČEK

V podjetju Energetika Ljubljana, enota TE-TOL, imamo veliko naprav, ki jih moramo hladiti s hladilno vodo. Primarni hladilni sistem uporablja za hlajenje vodo iz reke Ljubljanice, zato moramo poskrbeti za njeno dobro filtriranje. Ker so stari mehanski filtri slabo filtrirali, smo se soočali z težavami, ki smo jih opisali v diplomski nalogi. Največja težava so bili nenadni izpadi turbinskega generatorja zaradi nekonstantne temperature v turbinskem generatorju in oljnem sistemu. Tudi vzdrževalna dela so bila težavna in draga, ker so bile cevi, po katerih se pretaka hladilna voda, polne mulja oz. oblog umazanije. Če turbinski agregat izpade in ne obratuje, je to za podjetje zelo velik strošek, zato smo morali najti rešitev, da jih preprečimo.

V diplomski nalogi smo predstavili podjetje Energetika Ljubljana, natančneje enoto TE-TOL, v kateri se soočamo z težavami, kot je slaba filtracija hladilne vode. Zaradi težav, ki so se dogajale oz. nastajale z uporabo mehanskih filtrov, smo se odločili za izboljšavo sistema za filtriranje hladilne vode in izbrali avtomatske filtre Amiad. Z avtomatskimi filtri Amiad smo odpravili vse težave, hladilna voda se namreč po menjavi zelo dobro filtrira. S tem smo dosegli, da so temperature v turbinskem generatorju in oljnem sistemu konstantne, tudi vzdrževalna dela so lažja za izvedbo, kajti cevi, po katerih se pretaka hladilna voda, so čiste. Ocenjujemo, da je podjetje Energetika Ljubljana z uporabo avtomatskih filtrov Amiad veliko pridobila in privarčevala. Ker je turbinski agregat obratoval brez nenadnih izpadov zaradi hladilne vode, smo s tem preprečili visoke stroške, ki jih je podjetje imelo, kadar turbinski agregat ni obratoval v ogrevalni sezoni. Tudi vzdrževanje filtrov in hladilnega sistema je cenejše. Vodstvo podjetja zagovarja stališče, da so izboljšave, ki doprinesejo h gospodarnosti in kakovosti delovanja. Zato spodbuja podajanje predlogov izboljšav, ki k temu pripomorejo.

LITERATURA IN VIRI

D. N. Chevel, K. (2014). *Navodila za montažo, obratovanje in vzdrževanje*, Ref. 92-9430, *Amiad water systems Ltd.*, D. N. Galil Elyon 1, 12335, Israel.

Energetika Ljubljana, Javni holding (2019, 2014). *Energetika Ljubljana in Termoelektrarna Toplarna Ljubljana sta postali ena družba*. Pridobljeno 29. 1. 2022 z naslova <https://www.energetika.si/aktualno/energetika-ljubljana-termoelektrarna-toplarna-ljubljana-sta-postali-ena-druzba>.


Energetika Ljubljana, Javni Holding (2019). *Visoko učinkovita sproizvodnja toplotne in električne energije*. Pridobljeno 29. 1. 2022 z naslova <https://www.energetika.si/energetika-ljubljana/o-druzbi/kaj-delamo/visoko-ucinkovita-sproizvodnja-toplotne-elektricne>.

Jemec, Viktor (2007). *Tehnologija vzdrževanja: učbenik za predmet tehnologija v 2. in 3. letniku programa strojni mehanik*. Velenje: Modart

Montaža turbogeneratorja TE-TOL Ljubljana S 2146-2 (1981). Interno gradivo. Ljubljana: TE-TOL

Pogonski propisi za kondenzacionu parnu turbinu s dva regulirana oduzimanja pare (1965). Karlovac: Jugoturbina.

PRILOGA: PONUDBA ZA GENERATOR 3



CMC GROUP d.o.o.
IOC Zapolje 1/10
SI-1370 Logatec

T: +386 1 759 08 00
E: info@cmc-group.si
www.cmc-group.eu

Stran 1 od 2

Ponudba 19-1100

Račun:

JAVNO PODJETJE ENERGETIKA
LJUBLJANA d.o.o.
Verovškova ulica 62

1000 LJUBLJANA
SLOVENIJA


ID št. za DDV: SI23034033
Št. kupca: 120214


Kraj in Datum: Logatec, 27.03.19
Datum veljavnosti: 31.12.19
Vaš sklic: Generator 3

Zap. št.	Št.	Opis	Količina ME	Cena enote	DDV %	Vrstični popust %	Znesek
1.	A111	1. Samočistilni filtri na vstopu hladilne vode v generator in turbino 3 FILTER AMIAD DN 200; 1000 micron, BRUSHAWAY - komplet filtrov DN 200, Brushaway z elektromotor - kontrolna omarica za krmiljenje sistema, - medprirobnične lopute z elektromotornim pogonom, - tlačni senzori za merjenje tlaka pred in za filtri, - elektromagnetni ventil za izpust odpadne vode, - minimalni pretok za potrebe pranja: 35 m ³ /h, - minimalni tlak za izpiranje: 2 bare, - pretok: 360 m ³ /h, - transport filtrov, - zagon filtra, OPOMBE: - v ponudbo ni zajeta montaža in priprava električnih povezav, - rok dobave: po dogovoru (minimalno 2 meseca od podpisa pogodbe), - Garancija: * 12 mesecev - brez letnih pregledov, * 36 mesecev - z letnimi pregledi, - Plačilni pogoji: po dogovoru (zavarovano). - V ponudbo je zajeta tudi shema vgradnje.	1 KPL	93.116,50	22		93.116,50
2.	A111	2. Samočistilni filtri na vstopu hladilne vode mlinov kotla 3 AVTOMATSKI FILTER AMIAD, tip SAF 1500 * minimalni delovni tlak: 2 bara * maksimalni delovni tlak: 10 bar * minimalni delovni pretok: 6 m ³ /h * maksimalni pretok: 60 m ³ /h * napajanje: 400 V AMIAD OHIŠJE FILTRA 4", SAF 1500, 200 mikronov - transport filtrov, - zagon filtra,	2 KOS	13.587,60	22	10	24.457,68

Osnovni kapital: 492.926,96 EUR.
Reg. pri Okrožnem sod. v Ljubljani.
Matična št. 5393396.
ID številka za DDV: SI87944081.

Sberbank banka d.d., IBAN: SI56 3000 0000 0484 163, BIC/SWIFT: SABRSI2X
SKB Banka d.d., IBAN: SI56 0311 2100 0293 194, BIC/SWIFT: SKBAS22X
NLB d.d., IBAN: SI56 0202 1001 2091 870, BIC/SWIFT: LJBAS22X
Abanka d.d., IBAN: SI56 0510 0801 5843 390, BIC/SWIFT: ABANSI2X





CMC GROUP d.o.o.
IOC Zapolje 1/10
SI-1370 Logatec

T: +386 1 759 08 00
E: info@cmc-group.si
www.cmc-group.eu

Stran 2 od 2

Ponudba 19-1100

Zap. št.	Št.	Opis	Količina ME	Cena enote	DDV %	Vrstični popust %	Znesek
		3. Zagon opreme in preskusno obratovanje					
3.	VIR4000005	Zagon opreme in preskusno obratovanje	2 KOS	750,00	22		1.500,00
		Dobavni rok: po dogovoru					
						Skupaj EUR brez DDV	119.074,18
						22% DDV	26.196,32
						Skupaj EUR z DDV	145.270,50


Skupni znesek popusta 2.717,52

DDV %	Znesek brez DDV	Znesek DDV	Znesek z DDV
22	119.074,18	26.196,32	145.270,50
Skupaj	119.074,18	26.196,32	145.270,50


Model in sklic plačila: S100 120214-191100

Plačilni pogoji 30 dni zavarovano. Način zavarovanja po dogovoru.
Način dobave: CPT SLO delovišče, nerazloženo!
Za zaupanje se Vam zahvaljujemo ! Družba posluje brez žiga !

Komercialist
Marko Špacapan



Direktor
Robert Macinič



Družba posluje brez žiga!

Osnovni kapital: 492.926,96 EUR.
Reg. pri Okrožnem sod. v Ljubljani.
Matična št. 5393396.
ID številka za DDV: SI87944081.

Sberbank banka d.d., IBAN: SI56 3000 0000 0484 163, BIC/SWIFT: SABRSI2X
SKB Banka d.d., IBAN: SI56 0311 2100 0293 194, BIC/SWIFT: SKBASI2X
NLB d.d., IBAN: SI56 0292 1001 2091 870, BIC/SWIFT: LJBASI2X
Abanka d.d., IBAN: SI56 0510 0801 5843 390, BIC/SWIFT: ABANSI2X

