

VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA,
MARIBOR

DIPLOMSKO DELO
VZDRŽEVANJE PRETOČNIH POLJ HE VUHRED IN
OŽBALT

Kandidat: David Kopic

Študent izrednega študija

Vpisna številka: 11190040045

Program: STROJNIŠTVO

Mentor: mag. Jože Ravničan, univ.dipl.ing. str.

Mentor v podjetju: dr. Boštjan Gregorc, univ. dipl. ing. str.

Maribor, september 2012

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisan David Kopic, št. indeksa 11190040045, sem avtor diplomske naloge z naslovom Vzdrževanje pretočnih polj HE Vuhred in Ožbalt. Mentor diplomske naloge je Jože Ravničan, univ.dipl.ing.strojništva.

S svojim podpisom zagotavljam, da je diplomsko delo izključno rezultat mojega dela. Poskrbel sem, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia. Zavedam se, da je plagiatorstvo, to je predstavljanje tujih del in misli kot moje lastne, kaznivo po Zakonu o avtorskih in sorodnih pravicah, Uradni list, št. 16/2007 (v nadaljevanju ZASP). Prekršek podleže tudi ukrepom VSŠ Academia skladno z njenimi pravili.

Skladno z 32. členom ZASP dovoljujem VSŠ Academii objavo diplomske naloge na spletnem portalu šole.

Lovrenc na Pohorju, september 2012

Podpis študenta:

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju mag. Jožetu Ravničanu, univ. dipl. ing. strojništva za pomoč in vodenje pri pripravi diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi podjetju Dravske elektrarne Maribor d.o.o., ki mi je omogočilo študij na Višji strokovni šoli Academia v Mariboru,

in mentorju iz podjetja dr. Boštjanu Gregorcu, univ. dipl. ing. strojništva, za strokovno pomoč pri pripravi diplomske naloge.

Posebno zahvalo namenjam svoji družini za razumevanje in podporo v času študija.

POVZETEK

Diplomsko delo opisuje proces remonta pretočnih polj na HE Ožbalt in HE Vuhred. Obe elektrarni sta po svoji zasnovi identični z enako vgrajeno turbinsko in hidromehansko opremo.

Namen diplomskega dela je opisati delovne procese in zapisati zaporedje izvedbe del, ki se odvijajo v samem poteku remonta na pretočnih poljih.

Delovni procesi so v diplomskem delu prikazani v obliki delovnih navodil, ki bodo v prihajajočih letih v pomoč delovnim skupinam pri remontih pretočnih polj na teh dveh elektrarnah. Remonti pretočnih polj se izvajajo ciklično, praviloma vsakih 15 let.

Z rednimi remonty dosegamo visoko stopnjo zanesljivosti delovanja pretočnih polj.

Ključne besede: hidroelektrarna, remont, pretočno polje, zapornica, reka Drava.

ABSTRACT

The maintenance of flowing fields in hydro power plants Ožbalt and Vuhred

This case study as a diploma work describes refitting process of flowing fields in hydro power plants Ožbalt and Vuhred. The turbine and hydro mechanical equipment, which is integrated in into the both hydro power plants is identically planned. The purpose of this case study is to describe working procedures and record the sequence of working tasks performance which take place in the actual course of the flowing fields refitting.

The working procedures in this case study are presented in the form of work instructions which will assist working groups in the next refittings of flowing fields, which will take place in the future on the both hydro power plants. The refittings of flowing fields are being carried out cyclically, generally every 15 years.

With regular refitting a high degree of reliability of flowing fields is being achieved.

Key words: Hydro power plant, refitting, flowing field, gate, river Drava

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	10
1.1 OPREDELITEV OBRAVNAVANE ZADEVE.....	10
1.2 NAMEN IN CILJI DIPLOMSKEGA DELA.....	10
1.3 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE.....	11
1.4 UPORABLJENE METODE RAZISKOVANJA.....	11
2 DRAVSKE ELEKTRARNE MARIBOR	11
2.1 DRAVSKE ELEKTRARNE MARIBOR SKOZI ZGODOVINO	12
2.4 VLOGA IN POMEN PRETOČNIH POLJ ZA HIDROELEKTRARNE	17
3 HIDROELEKTRARNA VUHRED.....	19
3.1 GLAVNE KARAKTERISTIKE PRETOČNEGA POLJA HE VUHRED.....	21
3.2 OBRATOVANJE PRETOČNIH POLJ	22
4.1 PREVENTIVNO VZDRŽEVANJE	24
4.2 REDNA NEGA NAPRAV (TEDENSKA, MESEČNA).....	24
4.3 IZREDNI PREGLED NAPRAV.....	25
4.4 REDNE LETNE REVIZIJE.....	25
5 REMONT PRETOČNEGA POLJA	26
5.1 KONCEPT IZVEDBE REMONTA PRETOČNIH POLJ NA HE VUHRED	27
5.2 PRIPRAVLJALNA DELA.....	27
5.3 REVIZIJA PORTALNEGA ŽERJAVA.....	27
5.4 REVIZIJA POMOŽNIH ELEMENTOV IN VLAGALNIH ŠKARIJ	28
5.5 PREGLED VLAGALNIH NIŠ S POTAPLJAČEM.....	29
5.9.1 Pregled konstrukcij.....	39
5.9.2 Kontrola in popravilo tekalnih vozičkov	40
5.9.3 Kontrola praga in bočnih vodil drsne stene in tesnilnih površin	41
5.9.4 Čiščenje in pregled verižnikov Galove verige	41
5.9.5 Sanacija protivodilnih koles (4 kom) in bočnih vodilnih koles (2 kom)	41
5.9.6 Pregled transmisije, kotnih prenosov, zamenjava ležajev, olja, tesnila.....	44
5.9.7 Popravilo in pregled funkcionalnosti obstoječega mazalnega sistema.....	46

5.9.8 Obnova členastih verig (2 para verig na zaklopki, 2 para na kotalki).....	48
5.9.9 Dela na neskončni pogonski verigi (2 para)	51
5.10.0 Protikorozijska zaščita (PKZ)	51
5.10.1 Dela na zunanjih in notranjih površinah spodnje kotalke, zaklopke in tekalnih vozičkah (skupna površina ca. 430m ²)	52
5.10.4 Zunanje in notranje površine konstrukcije pogonov dviga (140 m ²).....	53
6.1 MONTAŽNA DELA NA KOTALNI ZAPORNICI	55
6.2 MONTAŽNA DELA NA ZAKLOPKI	56
7 PREIZKUSI DELOVANJA PRETOČNEGA POLJA	58
8 DISKUSIJA.....	59
9 ZAKLJUČEK.....	61
10 VIRI	63
11.1 LITERATURA.....	63
11.2 SPLETNI VIRI	63

KAZALO SLIK

Slika 1: Dravske elektrarne Maribor, upravna stavba v Mariboru	11
Slika 2: HE Fala-najstarejša dravska elektrarna	13
Slika 3: Velike vode v juliju 2012 (pretok 1470m ³)	16
Slika 4: Poledenelost kotalne zapornice (februar 2012 temp. okoli -20°C)	18
Slika 5: Prerez turbinskega stebra	19
Slika 6: Slika načrta prereza pretočnega polja HE Vuhred, Arhiv HE Vuhred.....	21
Slika 7: Zgornja zapornica HE Vuhred	22
Slika 8: Spodnja zapornica HE Vuhred	23
Slika 9: Vbrizgavanje penetracijskega olja med lamele Galove verige	25
Slika 10: Slika pretočnega polja 3 na HE Vuhred (v remontu)	26
Slika 11: Slika portalnega žerjava in pomožnih zapornic (desno) na HE Vuhred	28
Slika 12: Vstavljanje pomožne zapornice	30
Slika 13: slika načrta vstavljenih pomožnih zapornic	31
Slika 14: Demontaža z odstranjevanje Galove verige	34
Slika 15: Demontaža zgornjega horizontalnega tesnila.....	35
Slika 16: Demontaža protivodilnih koles	36
Slika 17: Oder pretočnega polja HE Vuhred	36
Slika 18: Demontaža vozičkov	37
Slika 19: Odložena spodnja zapornica na stolicah	38
Slika 20: Primer poroznosti betonske konstrukcije (potrebna sanacija razpoke v betonu)	39
Slika 21: Fotografija tekalnih koles vozičkov	40
Slika 22: Vijačne listnate vzmeti protivodilnih koles.....	42
Slika 23: Primer razstavljenega protivodilnega kolesa.....	43

Slika 24: Bočno vodilno kolo	43
Slika 25: Horizontalne in vertikalne gredi s kotnimi prenosniki.....	45
Slika 26: Parkljasta sklopka.....	45
Slika 27: Primer pogonskega dela pretočnega polja.....	46
Slika 28: Mazalni vodi iz nerjavnih cevi	47
Slika 29: Del sestavnice členaste verige.....	48
Slika 30: Del načrta spojnega svornika	49
Slika 31: Del načrta krajnega obroča.....	50
Slika 32: Drsni segmentni ležaj zaklopne zapornice	56
Slika 33: Bočno tesnilo pripravljeno na montažo.....	57
Slika 34: Vogalni stik vertikalnega tesnila	57
Slika 35: Pretočno polje po končanem remontu predano v obratovanje	58

KAZALO TABEL

Tabela 1: Prikaz starosti posamezne hidroelektrarne in jezov	12
Tabela 2: Padavinsko območje	14
Tabela 3: Terminski gantogram.....	62

1 UVOD

V skupini strojnega vzdrževanja na hidroelektrarni Ožbalt se kot redno zaposleni redno srečujem s problematiko, ki se pojavlja na pretočnih poljih hidroelektrarne Ožbalt. V diplomskem delu so opisani postopki, ki se jih zaposleni poslužujemo, da zagotavljamo najvišjo možno stopnjo zanesljivosti delovanja pretočnih polj elektrarn in posledično celotne dravske verige.

Pretočna polja so na elektrarne umeščena z namenom zagotavljanja zelenega nivoja reke na jezu in pretočnosti rečne vode v vseh mogočih pogojih. Zagotavljajo tudi varnost agregatov in zgradbe jeza pred zalitjem.

Diplomsko delo v veliki meri temelji na izkušnjah delavcev, ki so v preteklih letih skrbeli za nemoteno delovanje pretočnih polj. Imajo namreč veliko izkušenj z večjimi vzdrževalnimi deli na pretočnih poljih, kot so prenove in remont, ki so jih izvajali v letih poprej.

1.1 Opredelitev obravnavane zadeve

Diplomsko delo opisuje proces remonta pretočnih polj na HE Ožbalt in Vuhred. Opisani so vse faze del, ki se pojavljajo v remontu pretočnih polj.

1.2 Namen in cilji diplomskega dela

Namen diplomske naloge je predstavitev del, ki se izvajajo v procesu remonta pretočnih polj na HE Vuhred in HE Ožbalt. Naloga temelji na strojnih delih, ki pa še zdaleč niso edina dela, ki se pojavijo v remontu pretočnih polj. Poleg strojnih del se izvajajo še gradbena dela in dela na električni opreми.

Vzporedno s predstavitvijo poteka vzdrževalnih del, naloga poskuša predstaviti tudi pomen zanesljivosti delovanja pretočnih polj za celotno dravsko verigo, za okolje in za ljudi, ki živijo v neposredni bližini reke Drave.

1.3 Predpostavke in omejitve

V tej točki bi izpostavil dejstvo, da tudi sicer opravljam poklic vzdrževalca na elektrarni Ožbalt in se s problematiko pretočnih polj dnevno srečujem.

V nalogi je predstavljena periodika in obseg različnih vzdrževalnih del, ki se izvajajo na pretočnih poljih, kot so:

- manjša vzdrževalna dela (tedenska, mesečna, polletna in letna) in
- večja vzdrževalna dela (remonti in prenove, ki se izvajajo v daljšem časovnem obdobju).

1.4 Uporabljene metode raziskovanja

Potrebni podatki so zbrani znotraj podjetja iz starejših delovnih poročil s tega področja in po pričevanju starejših sodelavcev, ki so se s takšnimi deli v preteklosti že srečevali.

2 DRAVSKE ELEKTRARNE MARIBOR

Diplomsko delo sem pripravljaj v podjetju Dravske elektrarne Maribor d.o.o., kjer sem zaposlen kot vzdrževalec v strojnem vzdrževanju srednje Drave.

Podjetje Dravske elektrarne Maribor d.o.o. je največji proizvajalec električne energije iz obnovljivih virov v Sloveniji.

Z 8 hidroelektrarnami na reki Dravi in s 3 malimi hidroelektrarnami Dravske elektrarne Maribor proizvedejo kar 80 odstotkov slovenske električne energije, ki ustreza kriterijem obnovljivih virov in standardom mednarodno priznanega certifikata RECS (Renewable Energy Certificates System). Kakovostno hidroenergijo zagotavlja na okolju prijazen način in s spoštovanjem načel trajnostnega razvoja.

Hidroelektrarne, v katerih DEM proizvajajo električno energijo so naslednje: HE Dravograd, HE Vuzenica, HE Vuhred, HE Ožbalt, HE Fala, HE Mariborski otok, HE Zlatoličje, HE Formin, mala MHE Melje (Drava), MHE Markovci, ter MHE Ceršak (Mura).

Skupna moč vseh elektrarn na pragu znaša 590 MW, kar na letni ravni predstavlja 2660 milijonov kWh električne energije. V podjetju se lahko pohvalimo z dobrim $\frac{1}{4}$ deležem proizvodnje električne energije v Sloveniji. [3]



Slika 1: Dravske elektrarne Maribor, upravna stavba v Mariboru

Vir: Arhiv DEM

2.1 Dravske elektrarne Maribor skozi zgodovino

Pričetek izgradnje dravskih elektrarn sega v leto 1914, ko se je za potrebe Tovarne dušika Ruše pričela gradnja prve elektrarne na Fali.

V letu 1943 sta obratovala že dva stroja na HE Dravograd in začela se je gradnja HE Mariborski otok.

Leta 1952 je začel obratovati prvi agregat na HE Vuzenica, leta 1955 pa tudi že agregat na HE Vuhred.

HE Ožbalt je pričel z obratovanjem prvega agregata v letu 1960.

Prva kanalska elektrarna v Zlatoličju z jezom v Melju je pričela obratovati v letu 1968, druga pa v Forminu leta 1978 z jezom v Markovcih.

Toliko kot so stare hidroelektrarne je stara tudi oprema pretočnih polj. Iz spodnje preglednice je razvidna starost pretočnih polj po posameznih elektrarnah.

	Leto izgradnje	Starost (v letih)
HE Dravograd	1943	69
HE Vuzenica	1952	60
HE Vuhred	1955	56
HE Ožbalt	1960	52
HE Fala	1914	98
HE Mariborski otok	1943	69
Jez Melje	1968	42
Jez Markovci	1978	34

Tabela 1: Prikaz starosti posamezne hidroelektrarne in jezov

Vir: Arhiv DEM

V praksi se računa, da je življenjska doba hidromehanske opreme ca 60 let.

Iz tabele je razvidno, da so pretočna polja na HE Fala neprekinjeno v obratovanju že skoraj 100 let, vendar so zaradi rednega preventivnega vzdrževanja in občasnih delnih prenov še vedno v zadovoljivem stanju.

V letošnjem letu se je pričela prenova na pretočnih poljih HE Fala in HE Dravograd, medtem ko s prenovo pretočnih polj HE Mariborski otok čakamo do zaključka dela na prenovi pretočnih polj na HE Vuzenici.

Na HE Vuzenica poteka proces generalne obnove vseh pretočnih polj.[1]



Slika 2: HE Fala-najstarejša dravska elektrarna

Vir: Arhiv DEM

2.2 Značilnosti povodja reke Drave

Tok reke Drave po Sloveniji je dolg 148,9 km. V Slovenijo priteče na slovensko-avstrijski meji pri Dravogradu, Slovenijo pa zapusti pri Ormožu, kjer odteče na Hrvaško. V svojo strugo zajema padavinsko območje petih držav (Italije, Švice, Avstrije, Slovenije in Hrvaške). Padavinsko območje je veliko okrog 14.500 km². [2]

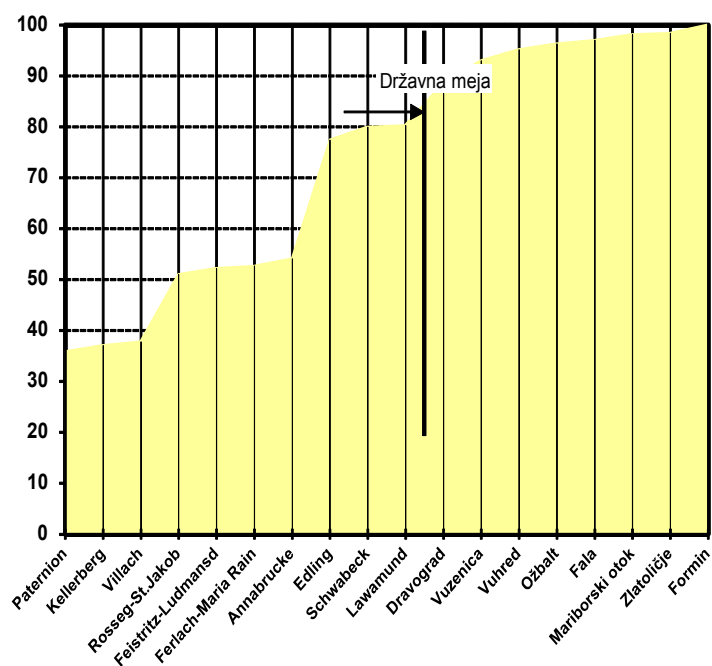


Tabela 2: Padavinsko območje

Vir: Arhiv DEM, Zdravko Močnik

2.3 Energetski potencial reke Drave

Energetski potencial reke Drave je na slovenskem ozemlju v osmih elektrarnah popolnoma izkoriščen. Ob srednjem letnem pretoku $297 \text{ m}^3/\text{s}$ je največji turbinski pretok med 450 in $550 \text{ m}^3/\text{s}$. Pri povprečnem pretoku lahko elektrarne na Dravi proizvedejo 2.833 milijonov kWh na leto, od tega v zimskem obdobju 636 milijonov kWh, v prehodnem 886 milijonov kWh in v poletnem obdobju 1311 milijonov kWh. S svojo proizvodnjo zadovoljujejo do 26 % slovenskih potreb. S skupno maksimalno razpoložljivo močjo 573.000 kW krijejo 37 % potreb po moči poleti in 20 % pozimi. [1]

- Najmanjša nizka voda $70 \text{ m}^3/\text{s}$
- Srednja nizka voda $150 \text{ m}^3/\text{s}$
- Srednja voda $290 \text{ m}^3/\text{s}$
- 20-letna voda $2100 \text{ m}^3/\text{s}$
- 100-letna voda $2900 \text{ m}^3/\text{s}$
- Najvišja opazovana voda (leta 1851) $5200 \text{ m}^3/\text{s}$



Slika 3: Velike vode v juliju 2012 (pretok 1470m³)

Vir:lasten

Značilno karakteristiko srednjega letnega pretoka z nizkimi vodami v jesensko-zimskih mesecih in z visokimi vodami v pomladno-poletnih mesecih da reki Dravi predvsem povodje Visokih Tur. Izrazita odstopanja od srednjih mesečnih pretokov so praviloma v mesecih avgustu in septembru.

Leta 1997 je Vodnogospodarski inštitut iz Ljubljane izdelal Hidrološko študijo Drave, v kateri je ocenjena verjetnost nastopa visokih vod reke Drave. Te vrednosti, imenovane »Predpostavljene vrednosti visokih vod«, ki veljajo za statistično dobo ponovitve, znašajo za profil hidroelektrarne Mariborski otok:

- na dve leti $1248 \text{ m}^3/\text{s}$,
- na pet let $1618 \text{ m}^3/\text{s}$,
- na deset let $1877 \text{ m}^3/\text{s}$,
- na dvajset let $2156 \text{ m}^3/\text{s}$,
- na petdeset let $2794 \text{ m}^3/\text{s}$ in
- na sto let $2794 \text{ m}^3/\text{s}$.

V prejšnjem stoletju so zabeleženi izrazito visoki pretoki v septembru, leta 1965 ($2585 \text{ m}^3/\text{s}$), leta 1966 ($2450 \text{ m}^3/\text{s}$) in leta 1998 ($1950 \text{ m}^3/\text{s}$). [1]

2.4 Vloga in pomen pretočnih polj za hidroelektrarne

Pretočna polja so za hidroelektrarne primarnega pomena. Njihova vloga je pretočnost rečne vode v vseh možnih pogojih, tudi ko je iz različnih razlogov ne moremo odvesti skozi agregate hidroelektrarne.

Ti razlogi so lahko naslednji:

- povečanje pretoka reke do take količine, da je agregati niso več sposobni pretvoriti v električno energijo,
- nedelovanje katerega od agregatov,
- nenaden izpad agregata (napaka na agregatu ali njegovi spremljajoči opremi),
- vzdrževalna dela na agregatu (izjemoma, praviloma izvajana v okviru revizij in remontov) in
- različnih potreb po električni energiji.



Slika 4: Poledenost kotalne zapornice (februar 2012 temp. okoli -20°C)

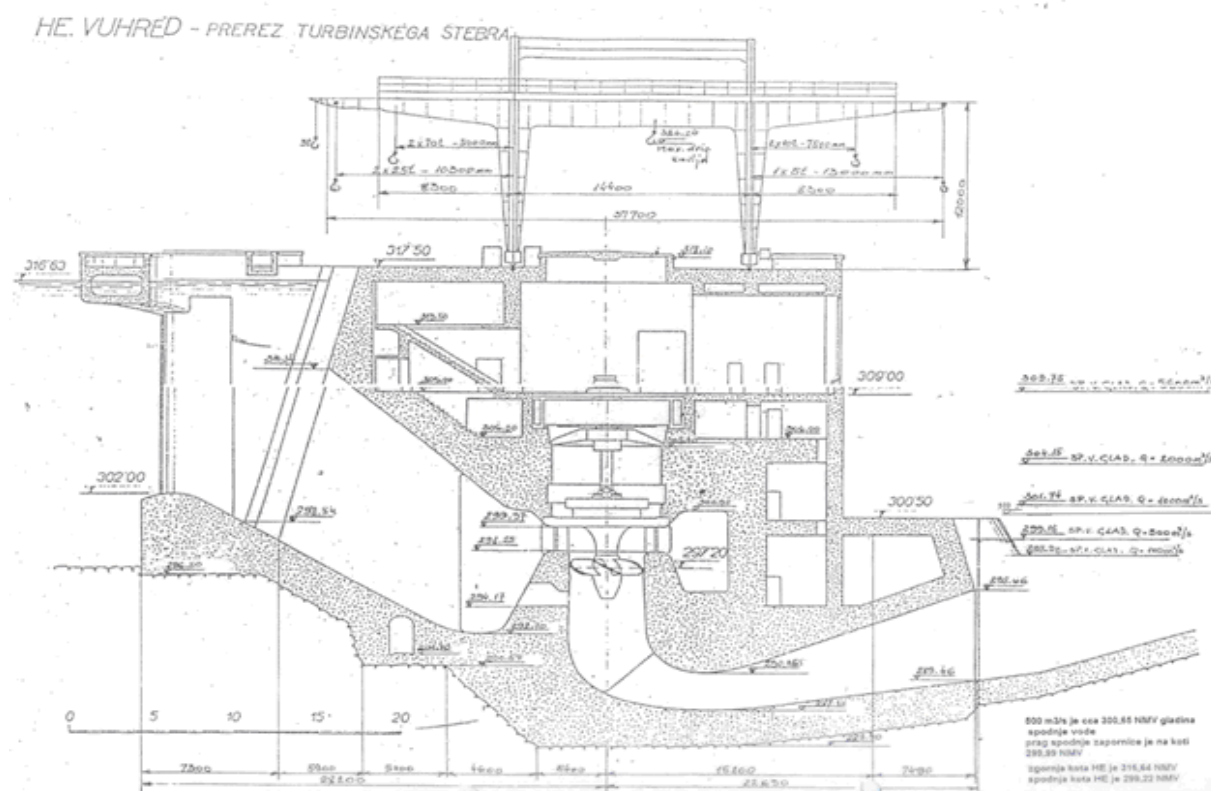
Vir: lasten

3 HIDROELEKTRARNA VUHRED

HE Vuhred deluje na območju, kjer se Radeljsko polje zapira v ozko rečno korito. Je prva od dveh stopenj, ki si delita razpoložljivi padec na odseku Drave med Vuzenico in Falo.

Topografske in geološke raziskave, izvedene takoj po drugi svetovni vojni, so pokazale, da je na tem odseku mogoče zgraditi dve elektrarni. Prva je HE Vuhred, ki izkorišča 17,4 m padca in ima pri moči 72 MW letno proizvodnjo 297 milijonov kWh, druga pa je HE Ožbalt. [4]

Pričetek gradnje sega v leto 1952. HE Vuhred je bila prva elektrarna v takratni Jugoslaviji, ki je bila projektirana in zgrajena na osnovi lastnih izkušenj in opremljena izključno z domačo opremo. Prva dva agregata sta se zavrtila leta 1956, tretji pa leta 1958. V drugi fazi prenove gornjedravske elektrarne, zaključene leta 2005, sta bila z zamenjavo turbin in druge opreme, povečana moč elektrarne na pragu in pretok. [4]



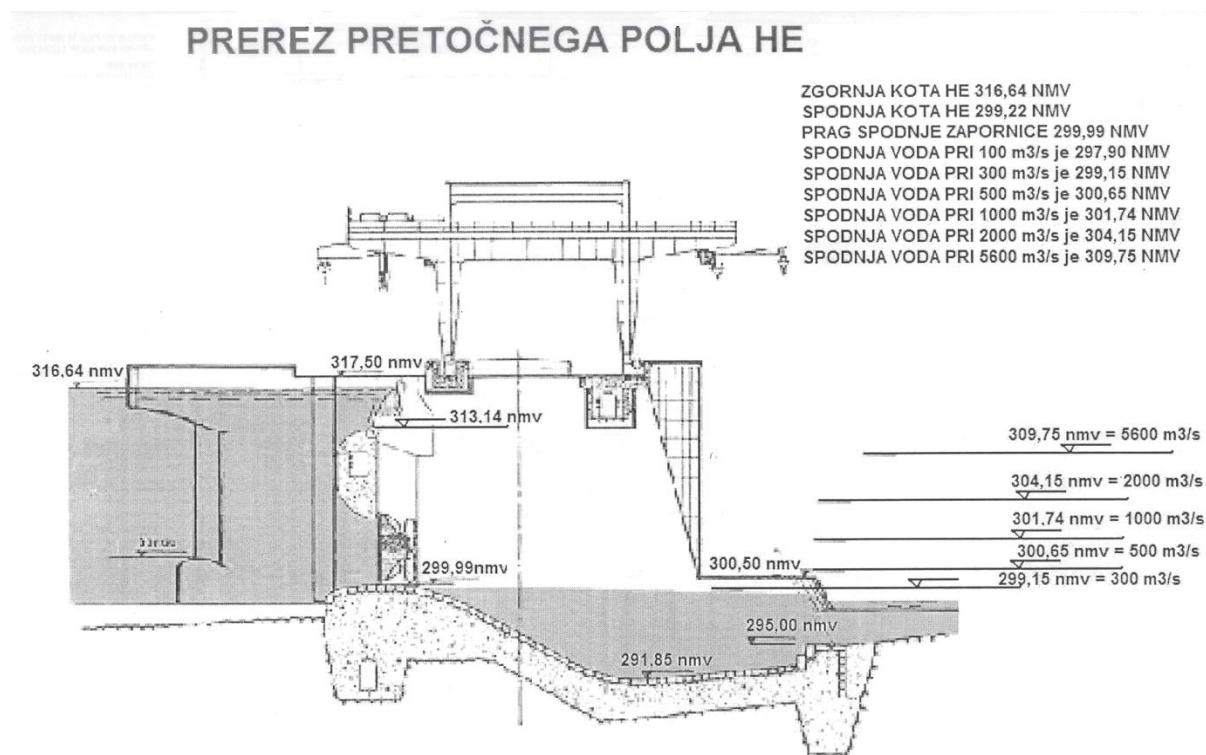
Slika 5: Prerez turbinskega stebra

Vir: Arhiv DEM

Akumulacijsko jezero elektrarne v dolžini 13,1 km vsebuje 10,3 milijona m³ vode, od katere se lahko 2,2 milijona m³ izkoristi za proizvodnjo električne energije. Jezovno zgradbo sestavljajo trije turbinski stebri med štirimi pretočnimi polji ter leva in desna obrežna zgradba. V turbinskih stebrih so vgrajene vertikalne Kaplanove turbine in nad njimi generatorji, ki so priključeni na mrežne transformatorje ob zunanjem stikališču. V turbinskih stebrih je tudi vsa potrebna oprema za vodenje posameznega agregata. V sredini 17 m širokega pretočnega polja je vodoravno nameščena železobetonska jezovna preklada, ki deli pretočno polje na zgornji in spodnji del. Pretočno polje zapirata spodnja kotalna tablasta zapornica in zgornja zapornica. Na jezovni zgradbi je nameščen portalni žerjav 150 T, potreben za dviganje in spuščanje težjih delov opreme. [4]

3.1 Glavne karakteristike pretočnega polja HE Vuhred

Na HE Vuhred so štiri pretočna polja umeščena med tri turbinske stebre. Pretočna polja služijo kot varnostna naprava za odvajanje vode v primeru, če je pretok vode večji kot je pretok skozi agregate. Na HE Vuhred je pretok skozi tri agregate $550 \text{ m}^3/\text{s}$, če je pretok višji, je potrebno odvečno vodo preliti skozi pretočna polja, ker bi v nasprotnem primeru pričela voda zalivati objekt. Največji možen pretok skozi pretočna polja je $5800 \text{ m}^3/\text{s}$, oziroma 1450 m/s skozi eno pretočno polje. Pretočno polje je sestavljeno iz zgornje zapornice s pogonom, zajezne stene in spodnje zapornice s pogonom. Širina pretočnega polja je 17 m , višina odprtine zgornje zapornice je $3,5 \text{ m}$, zajezna stena je visoka 6 m , odprtina spodnje zapornice pa je $5,2 \text{ m}$. Skupni gabariti pretočnega polja so širina 17 m , višina pa je 16 m .



Slika 6: Slika načrta prereza pretočnega polja HE Vuhred, Arhiv HE Vuhred

Vir: Arhiv DEM

3.2 Obratovanje pretočnih polj

Obratovanje pretočnih polj na HE Ožbalt in Vuhred je vodeno iz centra vodenja preko sistema vodenja elektrarn. Naloge sistema vodenja so v nadzoru, vodenju, registraciji dogodkov, komuniciranju in ustvarjanju sporočil o stanju elektrarne (agregatov, zapornic, pomožnih naprav in bazena) tako, da lahko elektrarna varno obratuje in da je zagotovljen vpogled v delovanje naprav. Obstaja pa možnost ročnih manipulacij agregatov, zapornic in pomožnih naprav še iz stikalnega prostora elektrarne.

Obratovanje posameznih zapornic si sledi po vnaprej določenem zaporedju.

V normalnih razmerah elektrarna obratuje z zgornjimi zapornicami po vrstnem redu 3-4-1-2, torej prvo sredinski, nato še krajni. Zgornje zapornice so v celoti daljinsko vodene.

Ob povečanju pretokov do vrednosti, ki presega kapaciteto pretočnosti preko zgornjih zapornic, odvečno vodo odvedemo skozi spodnje zapornice praviloma po enakem vrstnem redu kot zgornje zapornice.



Slika 7: Zgornja zapornica HE Vuhred

Vir: lasten



Slika 8: Spodnja zapornica HE Vuhred

Vir: lasten

4 VZDRŽEVANJE PRETOČNIH POLJ

Glede na pomembnost pretočnih polj za vsako elektrarno, je na pretočnih poljih zelo pomembno sprotno preventivno vzdrževanje. S tem dosegamo predvsem večjo zanesljivost delovanja pretočnih polj, zmanjšujemo nastanek večjih okvar in dosegamo daljšo življenjsko dobo pretočnih polj.

4.1 Preventivno vzdrževanje

Skozi leta obratovanja pretočnih polj se na njih redno vrši sprotno preventivno vzdrževanje.

V okviru vzdrževalnih del na pretočnih poljih se na napravah izvaja način preventivnega vzdrževanja v naslednjih oblikah:

- redna nega naprav (tedenska, mesečna),
- izredni pregled naprav in
- redne letne revizije.

4.2 Redna nega naprav (tedenska, mesečna)

V okviru redne nege pretočnih polj se opravljajo kontrolna dela v smislu vizualnih pregledov konstrukcij, verig, pogonov, končnih stikal, tesnost reduktorjev in gumi tesnil na zapornicah.

Preglede pretočnih polj opravlja oseba, ki je zadolžena za redne obhode na hidroenergetskem objektu (dežurni elektrarne ali oseba iz skupine vzdrževanja elektrarne).

4.3 Izredni pregled naprav

Se izvede po prenehanju visokih voda. V teh razmerah so pretočna polja zaradi povečanega režima delovanja bolj izpostavljena kakšnim poškodbam konstrukcij, tesnil ali pogonov. Zato po prenehanju stanja visokih vod opravimo detajlnejši pregled pretočnih polj.

4.4 Redne letne revizije

Izvajajo se po navadi po zaključku revizij in remontov, praviloma od meseca aprila dalje. Ker so pretočna polja vodena daljinsko iz centra vodenja, jih takrat izklopimo iz obratovanja za čas opravljanja del. V tem času se na pretočnih poljih izvajajo aktivnosti, ki zagotavljajo brezhibnost delovanja pretočnih polj skozi celo leto. Takrat se opravi mazanje mazalnih mest, pregled in nega vseh naprav ter opreme pretočnega polja.

Problemi, ki se najpogosteje pojavljajo, izhajajo predvsem iz neobratovanja posameznih zapornic daljše časovno obdobje (včasih več let). Tukaj se pogosto srečujemo s problemi slabe gibljivosti Galovih verig na mestih, kjer je vzdrževanje verig močno omejeno zaradi nedostopnosti. Pomanjkljivosti sprotno rešujemo, kajti zanesljivost pretočnih polj je za vsako elektrarno primarnega pomena.



Slika 9: Vbrizgavanje penetracijskega olja med lamele Galove verige

Vir: lasten

5 REMONT PRETOČNEGA POLJA

Remonti pretočni polj se pojavljajo predvidoma na vsakih 15 let in predstavljajo večji logistični in finančni zalogaj za podjetje. Takrat se izvajajo dela, ki so po obsegu (ca. 2 leti za posamezno pretočno polje) že zelo blizu prenovi pretočni polj. V glavnem se takrat zamenjajo vsa tesnila na obeh zapornicah, popravi se AKZ zaščita kovinskih konstrukcij, očistijo, razgibajo in namažejo se vse členaste verige, opravijo se meritve tesnilnih vbetoniranih vodil, pregledajo se reduktorji in transmisije.



Slika 10: Slika pretočnega polja 3 na HE Vuhred (v remontu)

Vir: lasten

5.1 Koncept izvedbe remonta pretočnih polj na HE Vuhred

Remont pretočnih polj predstavlja vzdrževalna dela na pretočnih poljih, ki zagotavljajo zanesljivost (varnost) delovanja pretočnih polj za nadaljnjih 15 let. Sledi generalna prenova pretočnih polj.

V glavnem gre tukaj za menjavo vseh tesnil, popravilo PKZ zaščite najbolj obremenjenih delov kovinske konstrukcije, vzdrževalna dela na členastih verigah in pregled pogonov s pripadajoče opreme. Večjih posegov, kot so menjave konstrukcij posameznih zapornic, tukaj ne izvajamo.

Tako kot je turbinska oprema pomembna za proizvodnjo električne energije, so pretočna polja pomembna za varnost obratovanja celotne dravske verige.

Res je, da obnova pretočnih polj ne bo imela finančnega učinka, kot ga je imela prenova agregatov. Bo pa po našem mnenju po izteku življenjske dobe nujno potrebna, predvsem v smislu ohranjanja varnosti in zanesljivosti obratovanja dravske verige.

5.2 Pripravljalna dela

V pripravljalna dela ob remontu pretočnih polj spadajo tista dela, ki jih je možno opraviti pred pričetkom remonta. Ta dela zajemajo določitev obsega del v remontu, določitev delovne skupine za izvedbo remonta, nabavo tesnilnega in vijačnega materiala, pregled in popravilo delovnih priprav, naprav ter orodja.

5.3 Revizija portalnega žerjava

Pred pričetkom del na pretočnem polju je nujno potrebno izvesti izredno revizijo portalnega žerjava, saj je v času remonta zanesljivost delovanja žerjava primarnega pomena. Praktično vsa opravila se opravljajo s pomočjo žerjava. Vse morebitne pomanjkljivosti nujno odpravimo še pred pričetkom prenove pretočnih polj!

Revizija zajema detajlni vizualni pregled konstrukcije, jeklenih vrvi, kavljev, reduktorjev, zavor in elektromotorjev. Preveri se brezhibnost delovanja zvočnih signalov, končnih stikal,

sistema centralnega mazanja in naprav, ki nam onemogočajo preobremenitve dvigov posameznih kavljev.



Slika 11: Slika portalnega žerjavnika in pomožnih zapornic (desno) na HE Vuhred

Vir: lasten

5.4 Revizija pomožnih elementov in vlagalnih škarij

Zavedati se je treba, da je tudi pomožne zapornice in vlagalne škarje načel zob časa. V sklopu pripravljanih del je zato potrebno izvesti revizijo tudi te pomožne opreme. Revizija zajema kontrolo vertikalnih gumijastih tesnil in horizontalnih tesnilnih linij izdelanih iz lesa, pregled konstrukcije zapornic ter stanje PKZ-ja. Pri vlagalnih škarijah moramo biti pozorni na delovanje mehanizma - kavljev za zajemanje zapornice.

5.5 Pregled vlagalnih niš s potapljačem

Na dan vlaganja zapornic je potrebno izvršiti pregled bočnih vertikalnih niš s potapljačem. Največji poudarek je potrebno dati čistosti horizontalnega praga na dnu pretočnega polja, kjer leži prva zaporna tabla.

Na pragu po navadi naletimo na težavo, kot je velika zamuljenost, predvsem na pretočnih poljih, ki so bila dalj časa v mirovanju, s spodnjo kotalno zapornico.

Prag se lahko očisti s kratkim odprtjem spodnje kotalne zapornice za ca. 1 m.

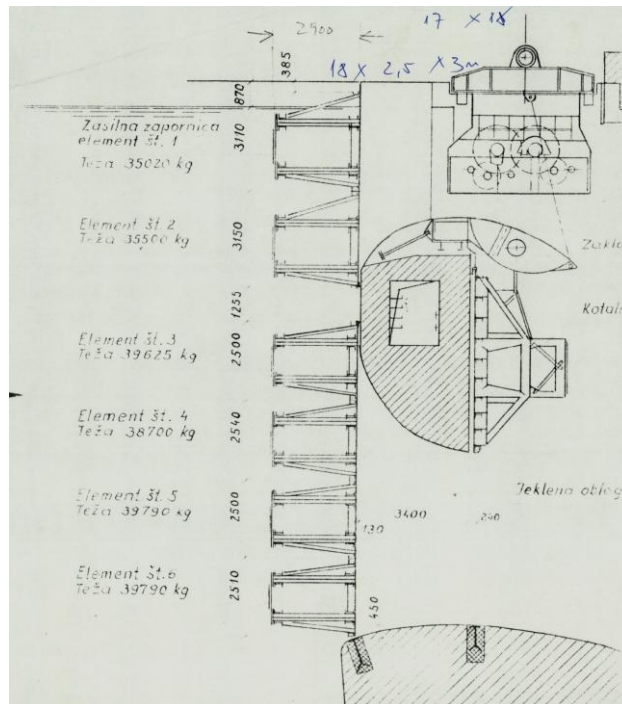
5.6 Zapiranja pretočnega polja s pomožnimi zapornicami

Vlaganje pomožnih zapornic se vrši po točnem vrstnem redu s portalnim žerjavom ob pomoči potapljača, ki spremlja drsenje pomožnih zapornic po vlagalnih nišah. Po namestitvi zapornice na želeno mesto, potapljač preveri obojestransko odpustitev vlagalnih škarij in da signal za dvig škarij iz vode. Pomožnih zapornic je šest. Prve štiri zapornice nam zaprejo spodnjo kotalno zapornico, zadnji dve pomožni zapornici pa zgornjo zaklopno zapornico.



Slika 12: Vstavljanje pomožne zapornice

Vir: lasten



Slika 13: slika načrta vstavljenih pomožnih zapornic

Vir: Arhiv DEM

Zgornja slika prikazuje zaporedje vloženih pomožnih zapornic, težo in višino posamezne zapornice.

5.7 Tesnjenje pomožnih zapornic

Ko imamo vstavljene vse pomožne zapornice, pričnemo s praznjenjem prostora, ki nastane med pomožnimi in delovnimi zapornicami. Obe delovni zapornici odpremo do skrajne točke, tako vzpostavimo pogoje za izpust vode.

Navadno se na stikih pomožnih zapornic pojavljajo mesta, kjer nam doteka voda. To dotekanje vode rešujemo s vstavljanjem »leša« v ta mesta.

Ko dosežemo zadovoljivo tesnost pomožnih zapornic, pričnemo z nameščanjem potopnih črpalk na mesta, kjer vode drugače ne moremo izprazniti.

Za nadaljnje delo v prenovi je dobra tesnost pomožnih zapornic izrednega pomena!

Sledi dvig spodnje kotalke za ca. 1m, postavitev naslonov »stolic« na katerih se kotalna zapornica fiksira na določeni višini, zapahnitev zgornje zaklopke in postavljanje delovnih odrov.

5.8 Demontažna dela

Pred pričetkom demontažnih del mora delovna skupina nujno upoštevati navodila za varno delo. Upoštevati mora splošna pravila iz varstva pri delu in nositi ustrezno osebno zaščitno opremo (delovna obleka, čelada, zaščitne rokavice, zaščitni čevlji).

Obvezna je uporaba varovalnih sredstev za delo (čoln, rešilni obroči, rešilni jopiči, varnostni pasovi).

Delo se opravlja večinoma na višini in nad vodo.

Pri demontažnih delih so člani delovne skupin podvrženi naslednjim nevarnostim:

- delo ob in na vodi,
- nevarnost padcev in zdrsov,
- nevarnost vreznin,
- nevarnost opeklin,
- nevarnost stisnitev,
- nevarnost padajočih predmetov in
- nevarnost udara električnega toka.

5.8.1 Demontažna dela na zgornji zaklopni zapornici

Z demontažo začnemo na zgornji zaklopni zapornici. Demontažna dela na zaklopki predstavljajo:

- dvig zaklopke v zgornji položaj,
- demontaža dveh bočnih (L+D) vertikalno postavljenih letev s tesnilno gumo,
- demontaža horizontalnega tesnila s pripadajočimi ploščatimi letvami,
- izdelava in montaža ušes za dvig zaklopke (po potrebi),
- demontaža verig in
- demontaža pokrovov mehanizmov.



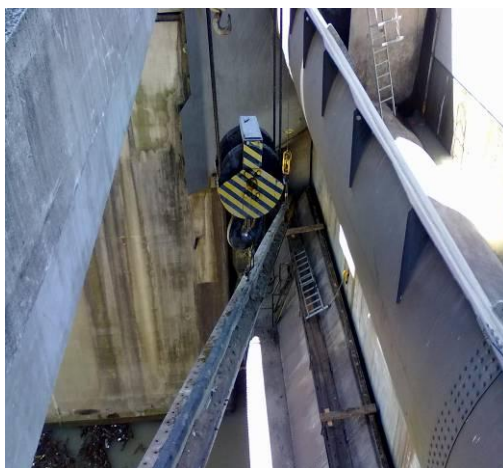
Slika 14: Demontaža z odstranjevanje Galove verige

Vir: lasten

5.8.2 Demontažna dela na spodnji kotalni zapornici

Po končanju demontažnih del na zgornji zapornici, nadaljujemo z demontažo na spodnji kotalni zapornici, kjer izvajamo naslednja dela:

- demontaža zgornjega horizontalnega tesnila,
- demontaža protivodilnih koles (4 kom)(slika15),
- demontaža bočnih vodilnih koles(2 kom),
- demontaža vertikalnih tesnil(2 kom),
- demontaža spodnjega horizontalnega tesnila s pripadajočimi letvami,
- odlaganje zapornice na kovinsko lesene podloge,
- demontaža vozičkov,
- odlaganje spodnje zapornice na tri stolice višine pribl. 1 m,
- fiksiranje zapornice na bočna vertikalna vodila,
- demontaža Galove verige spodje zapornice in
- po končanju demontažnih del na kotalni zapornici sledi kompletno odranje pretočnega polja-sledi priprava in izvedba protikorozijske zaščite.



Slika 15: Demontaža zgornjega horizontalnega tesnila

Na zgornji sliki je viden položaj zgornjega tesnila spodnje zapornice, da je omogočen izvlek tesnila (omejitev v dolžini).



Slika 16: Demontaža protivodilnih koles

Vir: lasten

Na zgornji levi sliki je prikazana demontaža protivodilnega kolesa iz trebuha spodnje kotalne zapornice, ki ga je predhodno potrebno očistiti naplavin in mivke. Desna slika prikazuje delavca ob fiksiranju listnate vijajčne vzmeti protivodilnega kolesa s pomočjo zagozde.



Slika 17: Oder pretočnega polja HE Vuhred

Vir: lasten

Zgornja slika prikazuje delovni oder, ki se uporablja pri izvajanju PKZ na tesnilni steni ter montažnih delih na zgornji zaklopki. Na sliki je prikazan nov nanos PKZ na spodnji kotalki.



Slika 18: Demontaža vozičkov

Vir: Lasten

Na sliki je razvidno odmikanje tekalnega vozička s pomočjo verižnega dvigala od stene-
pripravljanje vozička na izvlek z žerjavom.



Slika 19: Odložena spodnja zapornica na stolicah

Vir: lasten

Na zgornji sliki je dobro razvidna demontaža tesnil, vozičkov, protivodilnih koles, odložena spodnja zapornica, prag in vmesna betonska stena s kovinsko prevleko.

5.9 Kontrole, pregledi, defektaža

5.9.1 Pregled konstrukcij

Ob pregledu konstrukcij se opravi pregled kovinskih konstrukcij (korozija, mehanske poškodbe) in pregled gradbenih konstrukcij, ki ga opravi gradbena služba.

Ob ugotovi nepravilnosti, kot so lahko razne razpoke na konstrukcijah, betonih in debelini materialov, trajne deformacije materialov, odstopanje kovinskih materialov od betonskih konstrukcij, ipd, le te odpravijo še pred pričetkom izvajanja PKZ.



Slika 20: Primer poroznosti betonske konstrukcije (potrebna sanacija razpoke v betonu)

Vir: lasten

5.9.2 Kontrola in popravilo tekalnih vozičkov

Tekalni voziček je dvodelen s štirimi tekalnimi kolesi (premera 900mm), ki so uležajena s valjčnimi ležaji (valji premera 72mm). Oba tekalna vozička (L+D) sta sestavljena iz zgornjega in spodnjega vozička, na spoju sta medsebojno gibljiva v območju svornika.

Po demontaži tekalnih vozičkov le te transportiramo v delavnico izvajalca mehanskih del, kjer se opravijo naslednja dela:

- demontaža tekalnih koles,
- čiščenje in kontrola tekalnih koles,
- kontrola kotalnih elementov v kotalnih kolesih in zamenjava le teh v primeru prekomerne obrabe ali korozijskih poškodb,
- zamenjava tesnil,
- montaža koles in
- mazanje.



Slika 21: Fotografija tekalnih koles vozičkov

Vir: lasten

5.9.3 Kontrola praga in bočnih vodil drsne stene in tesnilnih površin

Tukaj se opravi pregled vseh tesnilnih površin pretočnega polja, ki nam zagotavljajo dobro tesnost, manjšo obrabo tesnil in enakomernost vlečnih sil, ki nastajajo pri dvigovanju zapornice. Ob pojavu večjih odstopanj od optimalnih vrednosti, lokalne deformacije nujno saniramo.

Opravi se:

- geodetska kontrola ravnosti in pravokotnosti bočnih ščitov na zg. zapornici,
- geodetska kontrola praga, vseh vertikalnih vodil, tesnilnih letev in tesnilne stene in
- pregled betonov ter obloge pred kotalno zapornico.

5.9.4 Čiščenje in pregled verižnikov Galove verige

Tukaj se posvetimo detajlnemu čiščenju verižnikov s pomočjo pralnega špirita, oz. diesel-a za lažji vizualni pregled verižnikov. Tukaj se poslužimo neporušitvene metode analize morebitnih poškodb materiala (PT, UZ...).

5.9.5 Sanacija protivodilnih koles (4 kom) in bočnih vodilnih koles (2 kom)

Vsaka spodnja zapornica ima vgrajena 4 protivodilna kolesa, ki imajo funkcijo vodenja položaja spodnje zapornice v položaju, v katerem ne pride do poškodb tesnil spodnje zapornice. Sila vzmeti protivodilnega kolesa deluje v smeri toka vode.

Bočna vodilna kolesa imajo funkcijo vodenja zapornice v bočnih legah pri gibanju zapornice. Zapornici preprečujejo gibanje v levo ali desno smer.

Sanacija obsega:

- razstavljanje, čiščenje in pregled koles,
- po potrebi varjenje, brušenje in struženje koles in
- zamenjava vijčnih listnatih vzmeti na protivodilnih kolesih.



Slika 22: Vijčne listnate vzmeti protivodilnih koles

Vir: lasten

Zgornja slika prikazuje vijčne listnate vzmeti protivodilnih koles, ki se v remontu zamenjajo. Ob demontaži protivodilnih koles se opaža veliko polomljenih vzmeti zaradi premajhnega prostora, v katerem so vgrajene. V trenutku povečanja tlačnih sil se namreč premer spodnjega dela vijčne listnate vzmeti nekoliko poveča.



Slika 23: Primer razstavljenega protivodilnega kolesa

Vir: lasten

Na sliki je razvidno mesto (luknja) skozi katerega fiksiramo protivodilno kolo ob demontaži in montaži.



Slika 24: Bočno vodilno kolo

Vir: lasten

5.9.6 Pregled transmisije, kotnih prenosov, zamenjava ležajev, olja, tesnila

Pogona vsake zapornice sta ločena, torej posamezen pogon za vsako zapornico. Pogon poteka preko elektromotorja, ki je nameščen na eni strani (pogonski strani) preko reduktorjev in zobniških prenosov na drugo stran preko transmisijske gredi.

Ta del remonta obsega:

- pregled, niveliranje, zamenjava ležajev, mazanje horizontalnih in vertikalnih transmisijskih gredi,
- obnova parkljastih sklopk, ki zajema izdelavo centrirnih vložkov, razstavitev in čiščenje sklopk, sestavljanje sklopk in nastavitev aksialne zračnosti sklopk,
- pregled ležajev reduktorjev in kotnih prenosnikov-vizualni pregled pogonov z odpiranjem pokrovov ohišji reduktorjev,
- pregled obrabe in zračnosti kontaktnih površin zobniških bokov in
- popravilo zavor, ki predstavlja zamenjavo zavornih oblog.



Slika 25: Horizontalne in vertikalne gredi s kotnimi prenosniki

Vir: lasten



Slika 26: Parkljasta sklopka

Vir: lasten



Slika 27: Primer pogonskega dela pretočnega polja

Vir: lasten

5.9.7 Popravilo in pregled funkcionalnosti obstoječega mazalnega sistema

Namen mazanja mazalnih mest je predvsem v zmanjšanju trenja na dinamično obremenjenih mestih. Mazanje mazalnih mest poteka preko mazalnih vodov do posameznih mazalnih mest. Za mazanje se uporabljajo različne vrste strojnih masti. Mazalni interval se ciklično ponavlja 1x letno v sklopu rednih letnih revizij. V okviru popravila in pregleda mazalnega sistema se opravijo naslednja dela:

- zamenjava gibljivih cevi,
- zamenjava nerjavnih cevi s priključki,
- zamenjava mazalk in
- razne predelave mazalnih vodov.



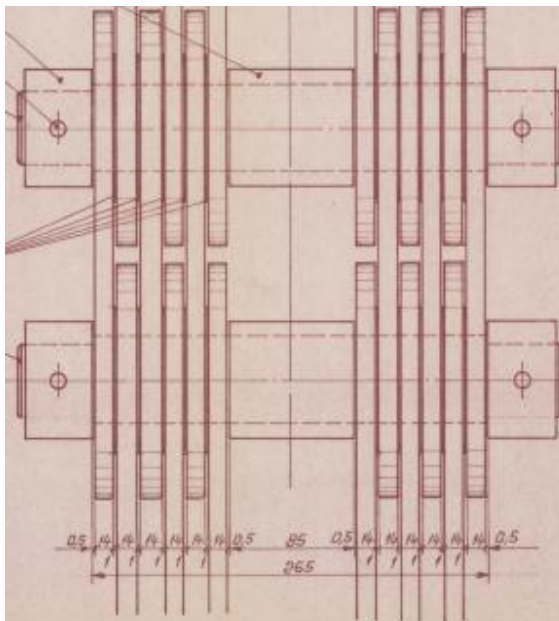
Slika 28: Mazalni vodi iz nerjavnih cevi

Vir: lasten

Na zgornji fotografiji je prikazan sistem mazalnih vodov na tekalnem vozičku. Preveri se tesnost mazalni cevi (predvsem na spojih), kjer pogost prihaja do puščanja masti.

5.9.8 Obnova členastih verig (2 para verig na zaklopki, 2 para na kotalki)

Dolžina členaste verige za kotalno zapornico znaša 23,13 m, za zgornjo zapornico pa 15,425 m. Kratek opis verige pa je predstavljen z izrezki iz načrtov, ki jih poseduje podjetje Dravske elektrarne Maribor d.o.o.

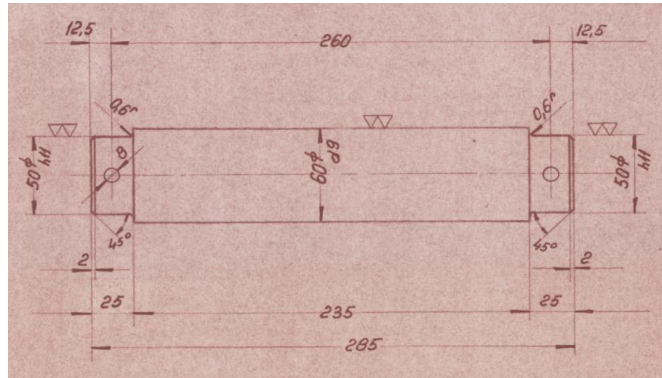


Slika 29: Del sestavnice členaste verige

Vir: Arhiv DEM

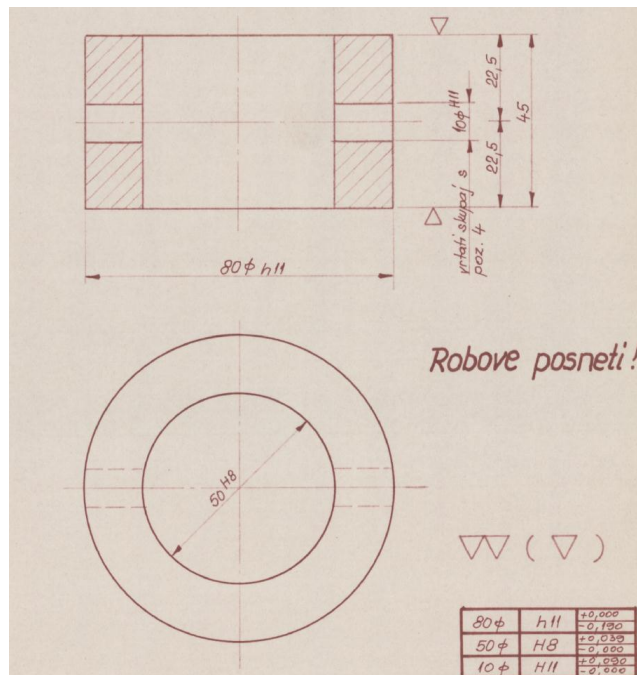
Na zgornji sliki je predstavljena sestava montažnega členka členaste verige, z vidnimi lamelami in vmesnimi podloškami, krajnimi obroči ter vmesno pušo.

Spodnji sliki prikazujeta načrt svornika spojnega članka in krajnega obroča z merami za izdelavo.



Slika 30: Del načrta spojnega svornika

Vir: Arhiv DEM



Slika 31: Del načrta krajnega obroča

Vir: Arhiv DEM

Obnova členastih verig zajema:

- čiščenje verig z namakanjem v (disel-u),
- razstavljanje na segmente (demontaža vsakega 10. sornika),
- razgibavanje verig s istočasno uporabo penetracijskih olj,
- izdelava novih svornikov in krajnih obročev,
- izdelava kotalnih obročev (material: Č.0645),
- izdelava distančnih podložk iz medenine,
- vrtanje lukenj za zatiče,
- sestava verige s pomočjo posebne priprave in
- mazanje verig.

5.9.9 Dela na neskončni pogonski verigi (2 para)

Obseg vzdrževalnih del neskončne verige je enak obsegu vzdrževalnih del na ostalih členastih verigah, torej:

- demontaža verige,
- čiščenje in pregled verige,
- razgibavanje verige s istočasno uporabo penetracijskih olj in
- ponovno mazanje.

5.10.0 Protikorozijska zaščita (PKZ)

V procesu remonta pretočnih polj se daje velik poudarek stanju kovinskih konstrukcij. Zavedati se je treba dejstva, da so pretočna polja izpostavljena številnim kvarnim dejavnikom, ki vlivajo na propadanje PKZ posamezne zapornice. Ti dejavniki so: mehanske poškodbe, abrezije, UV vpliv, pogosta vlažnost površin in temperaturne spremembe.

Glede na stanje PKZ se odločamo o nadaljnjih aktivnostih na posamezni zapornici. Odločamo se med lokalnim in celotnim peskanjem posamezne zapornice. V remontu je planirano, da se površine popravljajo v glavnem lokalno, kajti zagotoviti je treba vzdržnost PKZ zaščite za ca 15 let, nato sledi generalna obnova.

5.10.1 Dela na zunanjih in notranjih površinah spodnje kotalke, zaklopke in tekalnih vozičkah (skupna površina ca. 430m²)

Dela obsegajo:

- visokotlačno pranje z vodo,
- strojno čiščenje poškodb do stopnje St 3, konično se zabrusijo tudi prehodi v nepoškodovan premaz v širini 5-10cm,
- prebrušenje- aktiviranje celotne zunanje površine zaklopke in kotalke, odpraševanje, čiščenje, kontrola stanja očiščenih površin,
- 2 x 60μ epoksi-katranskega premaza na gole površine ca. 130m² (Sika Poxitar F ali Avertol Epotar Hp) in
- 2 x 60μ epoksi-katranskega premaz na vse zunanje površine Sika Poxitar F; končna debelina suhega premaza mora znašati min. 300-350μm

5.10.2 Vbetonirane kovinske obloge (zgornja, spodnja in vse stranske kovinske obloge, skupna površina 120 m²)

Dela obsegajo:

- visokotlačno pranje z vodo,
- strojno čiščenje poškodb do stopnje St 3, konično se zabrusijo tudi prehodi v nepoškodovan premaz v širini 5-10cm, odpraševanje, čiščenje, kontrola stanja očiščenih površin,
- 3 x lokalni epoksi-katranski premaz (Sika Poxitar F ali Avertol Epotar Hp) v skupni debelini 250 μm in
- 2 x 60 μm pokrivni epoksi-katranski premaz na vse zunanje površine (Sika Poxitar F ali Avertol Epotar Hp).

5.10.3 Bočni ščiti in drsna stena (Skupaj 150 m²)

Dela obsegajo:

- peskanje površin do stopnje Sa 3 po ISO 8501-1, hrapavost min. 60 µm, kontrola stanja očiščenih površin,
- 1 x 120 µm plamenska metalizacija s cinkom, skladno s ISO 2063
- 1 x 40 µm epoksi temelj (Agropx 10 EG ali SikaCor EG1),
- 2 x 50 µm epoksi premaz odporen na mehanske obremenitve (Agropx HS SW ali Sika Poxicolor SW).
- Končna debelina suhega premaza mora znašati min. 260µm.
-

5.10.4 Zunanje in notranje površine konstrukcije pogonov dviga (140 m²)

Dela obsegajo:

- VT pranje s pomočjo vroče vode,
- strojno brušenje in aktiviranje površin do stopnje PSt 3 po SIST 12944-4, ostali premazi morajo biti popolnoma matirani,
- aktiviranje vseh površin s brušenjem,
- odpraševanje ročno čiščenih površin z organskimi topili, kontrola stanja,
- temeljni premaz ročno očiščenih površin z (ICOSIT 6630 Primer-1 x 60 µm,
- 2 x vmesni alkidni nanos na ročno čiščene gole površine (ICOSIT 6630 HS) v D.S.F. 2 x 60 µm,
- 1 x dekorativni premaz v D.S.F. 60 µm (ICOSIT EG5)

Površine montažnih pokrovov se demontirajo in odpeljejo na peskanje (20 m²):

- peskanje do stopnje Sa 2,5 po DIN 55928
- 1 x 60 µm epoksi cink fosfat temelj (Agropox Phosphat ali SikaCor EG Phosphat),
- 1 x 60 µm epoksi vmesni premaz (Agropox 10 EG ali Sikacor EG1)
- poliuretanski pokrivni premaz (Agropur Color ali SikaCor EG5),
- Skupna debelina suhega premaza mora znašati min. 220 µm.

Po končanju PKZ se uporabi obstoječi oder (od izvajalcev PKZ) za montažo tesnil na zgornji zaklopki (velja za HE Vuhred, na HE Ožbalt se uporabi obstoječi podest).

6 MONTAŽA OPREME, TESNIL

Poudarek pri montažnih delih je potrebno posvečati predvsem na tesnjenju tesnil na spojih v vogalih, ki se nahajajo na zgornji zapornici v stiku med vertikalnima in horizontalnim tesnilom, in pa na spodnji v vogalu na stiku med vertikalnima in horizontalnima tesniloma.

Vse naštete stike je potrebno ob montaži premazati s tekočo tesnilno maso.

Označevanje lukenj na tesnilih izvedemo s pomočjo letev, luknje pa izvrtamo s rezkarjem, katerega ϕ naj znaša min. 1mm > kot znaša ϕ vstavljenega vijaka.

Poseben poudarek tudi namenimo horizontalnima tesniloma spodnje zapornice, in sicer tesnili na »mehko« privijemo, za tem zapornico približamo na prag in nato dokončno privijemo s silo, ki velja za privijanje gum. Dokončno tesnili nastavimo ob prisotnosti vode, na mestih kjer tesnili ne tesnita, vijake pritegnemo.

Za vijačni material uporabimo nerjavne vijake in matice na mestih, kjer je do njih možno dostopati s kotnim brusilnikom (izrezovanje v primeru poškodbe navojev), in navadne pocinkane vijake in matice na mestih, kjer to ni mogoče.

6.1 Montažna dela na kotalni zapornici

Po končanju s PKZ aktivnostmi nadaljujemo s montažnimi deli na spodnji zapornici:

- montaža novih gum tesnilnega okvirja na kotalno zapornico (vrtanje lukenj, vijačenje),
- montaža protivodilnih koles in stranskih koles,
- montaža verige,
- postavitve zapornice v pravilen položaj in
- montaža tekalnih vozičkov.

6.2 Montažna dela na zaklopki

Montažna dela na zaklopki delno opravljamo iz delovnega odra (na HE Vuhred), ki ga koristimo od izvajalca PKZ del. Tukaj poteka delo pretežno na višini, zato je potrebno še posebej dosledno uporabljati zaščitna sredstva.

Dela si vrstijo po naslednjem vrstnem redu:

- čiščenje segmentnih ležajev in priprava na montažo,
- izdelava in zamenjava drsnih segmentov za 2 krajna in 6 vmesnih ležajev,
- obešanje zaklopke na žerjav in montaža zaklopke,
- montaža verig in
- montaža vzdolžnih in bočnih tesnil (vrtanje lukenj, vijačenje).



Slika 32: Drsní segmentni ležaj zaklopne zapornice

Vir: lasten



Slika 33: Bočno tesnilo pripravljeno na montažo

Vir: lasten

Na zgornji sliki je dobro razvidno bočno tesnilo privijačeno na letev s nerjavnimi vijaki in novim slojem PKZ.



Slika 34: Vogalni stik vertikalnega tesnila

Vir: lasten

7 PREIZKUSI DELOVANJA PRETOČNEGA POLJA

Po končanih montažnih delih se izvede:

- preizkus in nastavitev zgornje in spodnje zapornice (suhi test),
- preizkus in nastavitev zgornje in spodnje zapornice ob zalitju zapornic z vodo (moker test), maksimalno prepuščanje 0,2 l /tm/s,
- preizkus in nastavitve krajnih položajev zapornic,
- nastavitev tokovne zaščite motorjev pogona zapornic,
- preizkus in nastavitev avtomatskega pozicioniranja zapornic,
- dvig vseh zasilnih zapornic,
- vizualni pregled vse opreme in odstranitev vseh morebitnih ovir na pretočnem polju in
- predaja pretočnega polja v obratovanje.



Slika 35: Pretočno polje po končanem remontu predano v obratovanje

Vir:lasten

8 DISKUSIJA

Glede na pomembnost pretočnih polj za elektrarne, so vzdrževalna dela na pretočnih poljih nujna za nemoteno delovanje posamezne elektrarne in celotne Dravske verige. Zanesljivost delovanja pretočnih polj je v smislu varnosti ljudi in elektrarne pomembnejša od delovanja agregatov. Ob nastopu velikih vod se pretočnost rečne vode skozi agregate bistveno zmanjšuje (zmanjšanje razlike med zgornjim in spodnjim vodostajem), povečuje pa se pretočnost skozi pretočna polja.

V diplomski nalogi je prikazan namen, periodika in potek različnih vzdrževalnih del, ki se pojavljajo na pretočnih poljih HE Ožbalt in Vuhred.

V letnem obratovalnem ciklusu pretočnega polja se na njem opravljajo naslednja dela:

- redna nega naprav (tedenska, mesečna),
- izredni letni pregledi in
- letne revizije.
-

Podrobneje je opisan proces remonta pretočnega polja, ki zagotavlja nemoteno delovanje pretočnega polja za nadaljnjih 15 let. Temu sledi generalna prenova pretočnega polja.

Remont pretočnega polja predstavlja za zaposlene na elektrarni trenutno veliko povečanje obsega del, zato je v času remonta potrebno zagotovi zadostno število delavcev na elektrarni.

V okviru pripravljanih del se priporoča sestaviti delovno skupino petih delavcev strojne stroke, od tega morata biti dva upravljavca žerjava za opravljanje remontnih del.

Bistvena dela, ki se pojavljajo v remontu pretočnih polj so:

- ovrednotenje časa trajanja remonta z upoštevanjem letnih značilnosti (hidrologija, nizke temperature,
- dobava vsega potrebnega materiala za izvedbo remonta (tesnilni, vijačni material),
- demontaže,
- izvedbe PKZ,
- montaže,
- preizkusi in
- predaja pretočnega polja ponovno v obratovanje.

9 ZAKLJUČEK

Ob dobri optimizaciji del bi bilo mogoče remontna dela enega pretočnem polju končati v času enega leta. Iz dosedanjih izkušenj izhaja, da bi bil najugodnejši čas začetka remontnih del v jesenskem času. Ob normalnih vremenskih in hidroloških razmerah bi bilo mogoče v jesenskem času izvesti vsa demontažna dela.

Tako bi v zimskem času lahko opravljali dela v delavnici:

- razstavljanje tekalnih vozičkov,
- vrtanje tesnil in
- pregledi elektromotorjev, reduktorjev in transmisij.

Spomladi, predvidoma v mesecu aprilu, bi že lahko pričeli z deli PKZ zaščite kovinskih konstrukcij, nato nadaljevali z montažnimi deli in do jeseni zaključili s preizkusnimi deli.

V okviru remontnih del je smiselno razmisliti (jih mogoče že delno definirati) o delih, ki se bodo opravljala v procesu generalne prenove.

Tukaj imamo v mislih optimizacijo sledečih del:

- razmislek v smeri rekonstrukcije tesnjenja spodnje zapornice na pragu (problemi s tesnjenjem na pragih ob vsakem odpiranju spodnji zapornic) in
- izboljšava tehnologije PKZ na tesnilni steni in bočnih ščitih v smeri zmanjšanja trenja na zgornjem vertikalnem tesnilu, ter vseh štirih bočnih tesnil (manjša obraba tesnil).

Večji sklopi del so ponazorjeni s pomočjo terminskega gantograma.

Št.	Aktivnost	Št. dni	September	Oktober	November	December	Januar	Februar	Marec	April	Maj	Junij	Julij	Avgust
1.	Pripravljalna dela	30 dni	x				Remonti na agregatih elektrarne							
2.	Zapiranje pretočnega polja	3 dni		x										
3.	Demontažna dela	45 dni		x	x									
4.	Kontrole, pregledi, defektaža	30 dni				x				x				
5.	PKZ	60 dni								x	x			
6.	Montaža opreme, tesnil	60 dni										x	x	
7.	Preizkusi delovanja PP	14 dni												x

Tabela 3: Terminski gantogram

Vir: lasten

10 VIRI

11.1 Literatura

1. Šmon, M.: *Dravske elektrarne Maribor-60 let*, Založba Ostroga, Maribor, 2011.
2. Zdravko MOČNIK, univ. dipl. inž; Dravske elektrarne Maribor d.o.o.

11.2 Spletni viri

3. <http://www.dem.si/slo/opodjetju> (15.3.2012)
4. <http://www.dem.si/slo/elektrarneinproizvodnja/13> (5.4.2012)