



75

STROJARSTVO
OD IZAŽOVA DO RJEŠENJA
MECHANICAL ENGINEERING
FROM CHALLENGE TO SOLUTION

7. MEĐUNARODNI KONGRES
DANI INŽENJERA STROJARSTVA

7TH INTERNATIONAL CONGRESS
MECHANICAL ENGINEERS DAYS



ZATVORENI KRUG RASHLADNE VODE -
NA NOVOM BLOKU L U EL-TO ZAGREB

Goran Bosanac dipl. ing.

Miroslav Šander dipl. ing. mr. sc.

Inženjering za naftu i plin d.o.o., Zagreb
Savezne Republike Njemačke 10



Hrvatska komora inženjera strojarstva
Croatian chamber of mechanical engineers





1. Uvod

Toplinska energija se iz EL-TO isporučuje korisnicima:

kroz vrelovodni sustav grada Zagreba za podmirivanje ogrjevnog i sanitarnog (potrošna topla voda) konzuma, a manjim dijelom kroz parni sustav za podmirivanje potrošnje tehnološke pare i parnog grijanja.

Novi blok L je ZAMJENA BLOKA "A" NOVIM KOMBI KOGENERACIJSKIM BLOKOM, neto električne snage od cca. 150 MW. Novi Blok L je postrojenje s ukupnim stupnjem djelovanja većim od 86 % u kogeneracijskom ciklusu rada.

Pri nazivnom opterećenju plinske turbine daju oko 75%, a parna turbina oko 25% ukupne snage kombi kogeneracijske elektrane.

Blok se sastoji od dvije plinske turbine s pripadajućim generatorima nazivne snage od 2x55 MWe (pri ISO uvjetima), iz kojih se plin iz turbine uvodi u kotlove na ispušne plinove (KIP) koji proizvode potrebne količine pare za pogon parne turbine.

Ugrađuju se 2 vertikalna kotla na ispušne plinove, dvotlačne izvedbe s dimnjacima visine 60 m. Para proizvedena u kotlovima vodi se prema parnoj turbini s generatorom nazivne snage 36,8 MWe, koja u svim režimima radi protutlačno, ima jedno regulirano oduzimanje (maks. 70 t/h, 245°C i 11 bar), dok su jedno neregulirano oduzimanje i ispuh parne turbine spojeni s dva ogrjevna kondenzatora za proizvodnju topline do 110 MWt

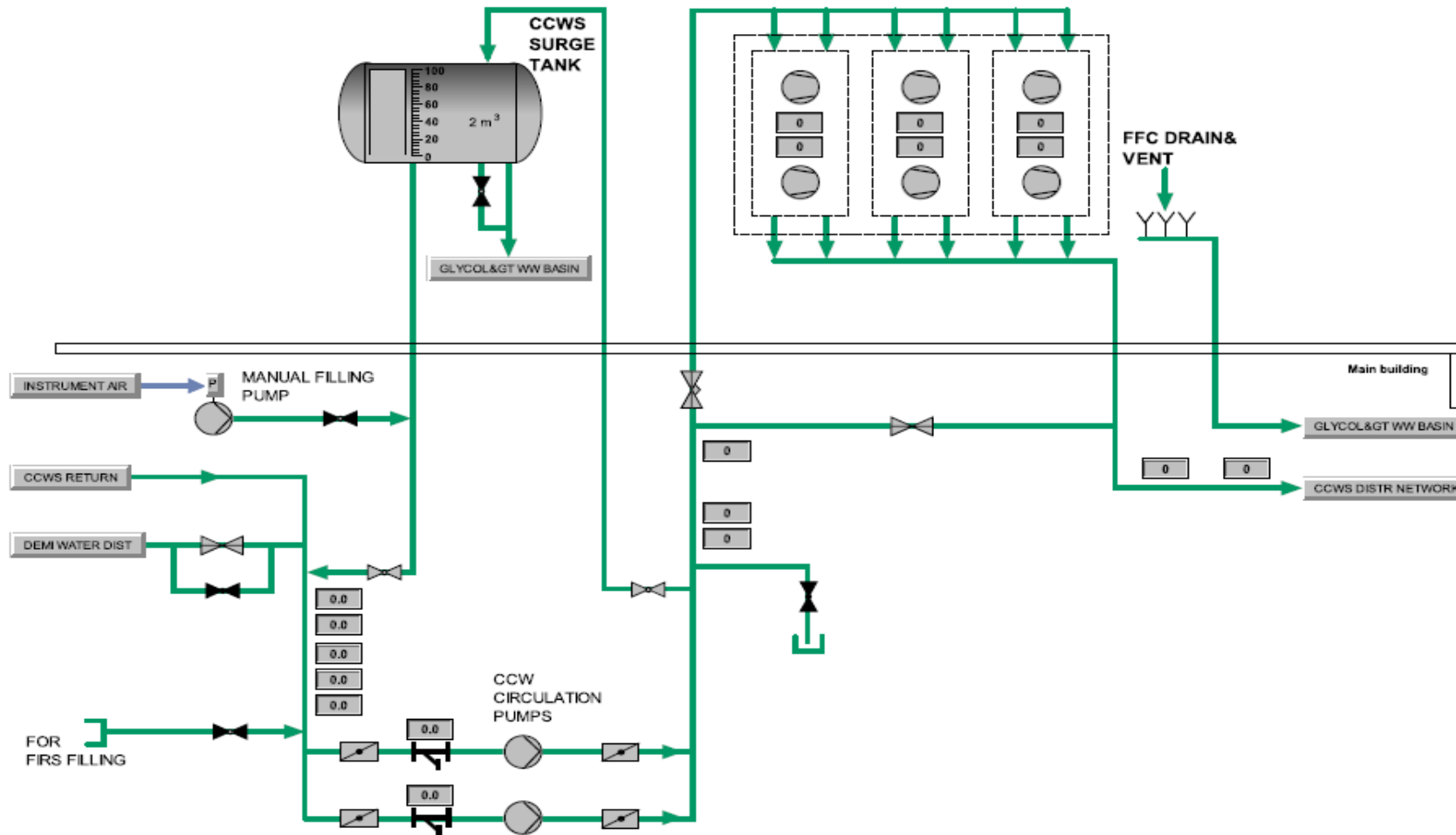
3. PRIKAZ ZATVORENOG KRUGA RASHLADNE VODE



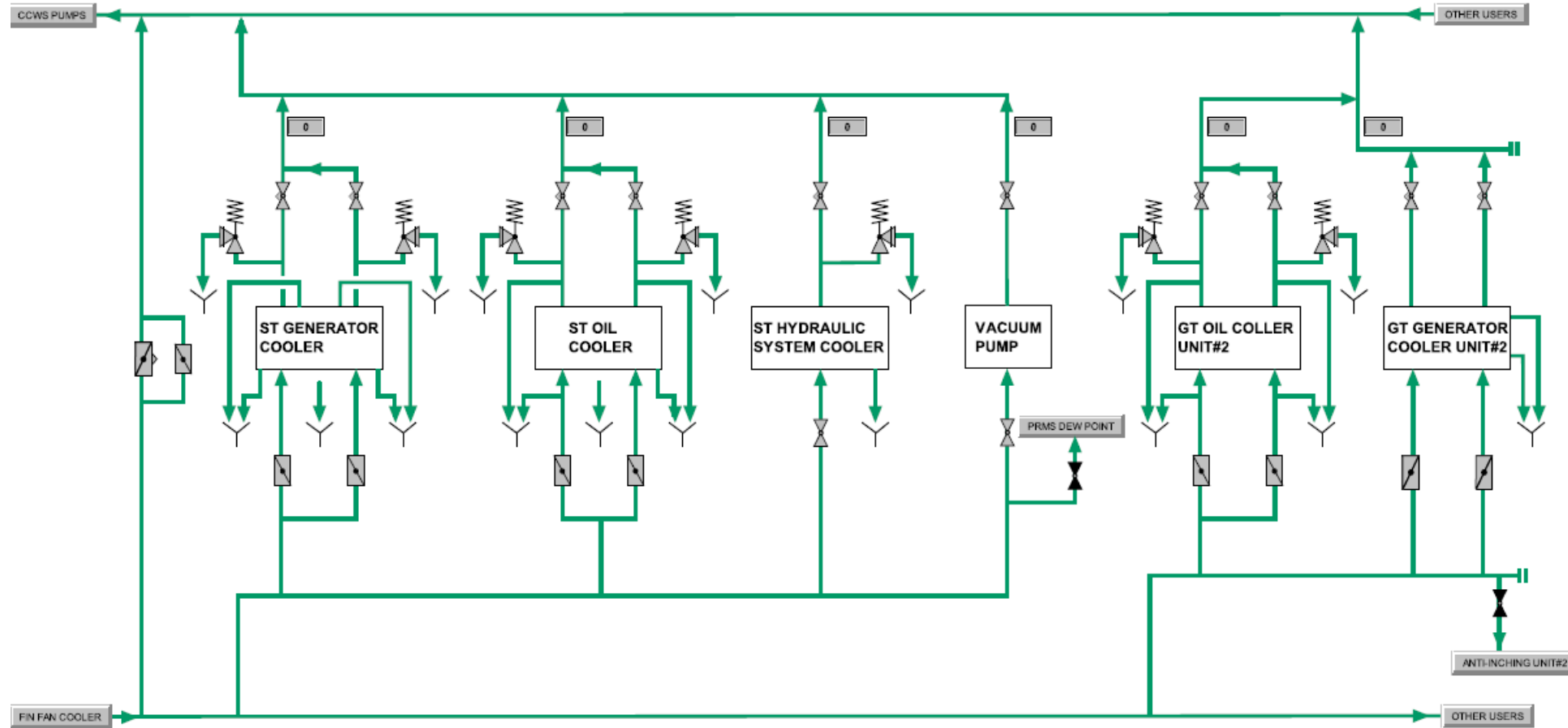
Rashladna voda zatvorenog sustava kruži kroz sustav zatvorene petlje, pri tome se odvija prijelaz topline iz hladnjaka opreme na samu rashladnu vodu. Rashladna voda hladi se preko zračnih izmjenjivača topline rashladne vode ili tzv. FIN-FAN hladnjaka – smješteni na krovu postrojenja. Glavne komponente zatvorenog kruga rashladne vode su:

- Pumpe zatvorenog kruga rashladne vode
- Zračni hladnjaci zatvorenog kruga rashladne vode (na krovu)
- Ekspanzijski spremnik zatvorenog kruga rashladne vode
- **Pumpa ručnog punjenja**
- Armatura i cjevovodi zatvorenog kruga rashladne vode
- Hladnjaci generatora parne turbine
- Hladnjaci ulja za podmazivanje parne turbine
- **Hladnjaci hidrauličkog ulja parne turbine**
- Hladnjaci ulja za podmazivanje jedinica plinskih turbina
- Hladnjaci generatora plinskih turbina
- Hladnjak vakuumske pumpe

4. Grafički prikaz zatvorenog kruga rashladne vode (vide se pumpe, zračni hladnjaci, ekspanzijska posuda)

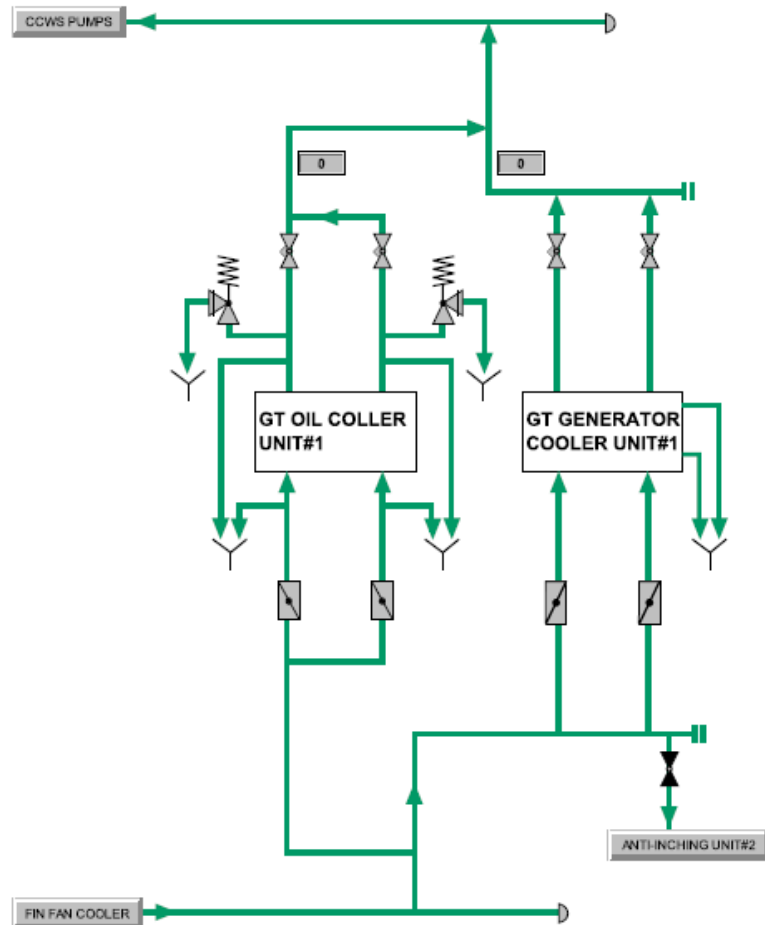


5. Grafički prikaz zatvorenog kruga rashladne vode (vide se hladnjaci generatora parne turbine, ulja parne turbine, hidraulike, hladnjaci generatora plinske turbine)



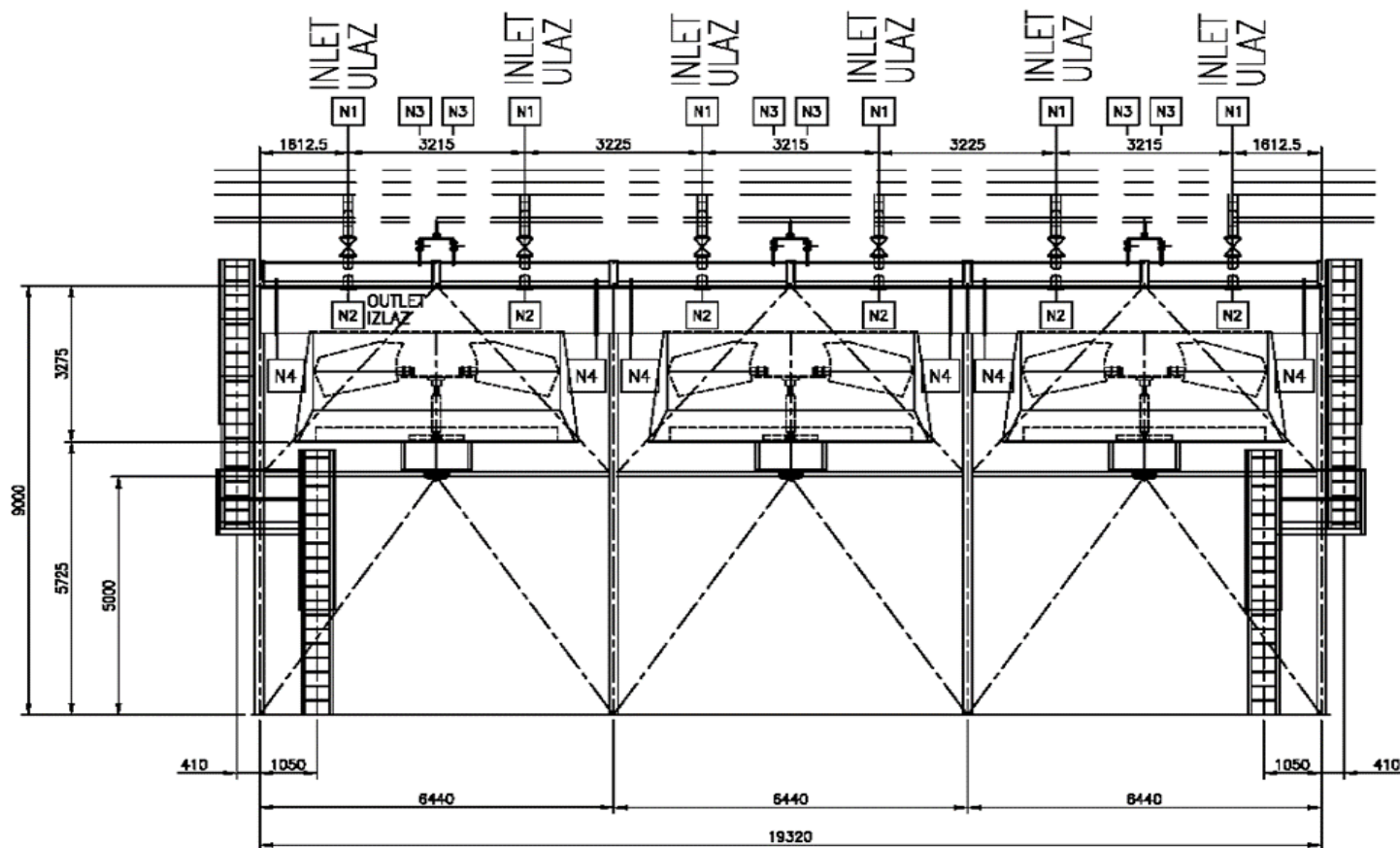


7. Grafički prikaz zatvorenog kruga rashladne vode (vide se hladnjaci generatora plinske turbine, ulja plinske turbine)



Sustav upravljanja zatvorenim sustavom rashladne vode sadržava sve algoritme upravljanja za nadgledanje i održavanje pogonskih uvjeta za **sljedeće komponente sustava zatvorenog kruga rashladne vode**: protok rashladne vode, **kontinuirani dovod zraka na zračne hladnjake**, traženu temperaturu rashladne vode, odzraka na **zračnim hladnjacima**, drenaža na **zračnim hladnjacima**, nadzor pumpi zatvorenog kruga rashladne vode, nadzor pneumatskih ventila zatvorenog kruga rashladne vode, nadzor elektromotornih ventila zatvorenog kruga rashladne vode.

8. ZRAČNI HLADNJACI ZATVORENOG KRUGA RASHLADNE VODE



Svaki set zračnog hladnjaka (FIN-FAN Cooler) se sastoji od baterije cijevnih toplinskih izmjenjivača koji su zračno hlađeni. Propuh zraka kroz cijevne snopove toplinskih izmjenjivača se ostvaruje s jednobrzinskim ventilatorima.

Ručni ventil se nalaze na ulazu i izlazu iz svakog hladnjaka, kako bi se u slučaju potreba omogućila izolacija i održavanje svakog pojedinog snopa cijevi.

Zračni hladnjaci (FIN-FAN Cooler) u potpunosti su opremljeni predfabriciranom čeličnom konstrukcijom, ljestvama, šetnicama, platformama, rukohvatima odgovarajućom zaštitom od tuče kao i svim potrebnim dodatnim uređajima koji omogućuju montažu zračnih hladnjaka na krovšte kombikogeneracijske jedinice

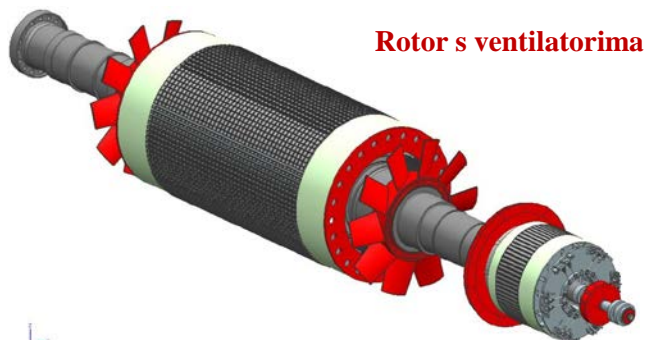
9. OPREMA KOJA SE HLADI ZATVORENIM KRUGOM RASHLADNE OPREME JE:



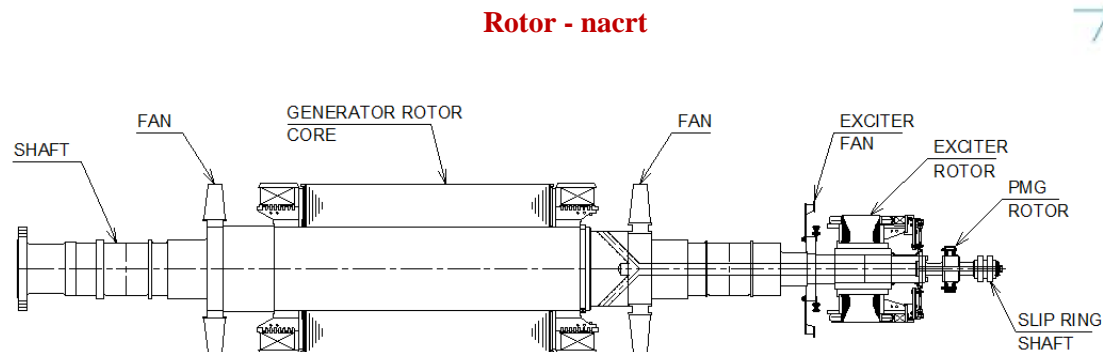
- GENERATOR PARNE TURBINE
- ULJNI SUSTAV PARNE TURBINE
- VAKUUM PUMPA
- ULJNI SUSTAV PLINSKE TURBINE #1
- ULJNI SUSTAV PLINSKE TURBINE #2
- ELEKTRIČNI GENERATOR PLINSKE TURBINE #1
- ELEKTRIČNI GENERATOR PLINSKE TURBINE #2

10. HLAĐENJE GENERATORA PARNE TURBINE

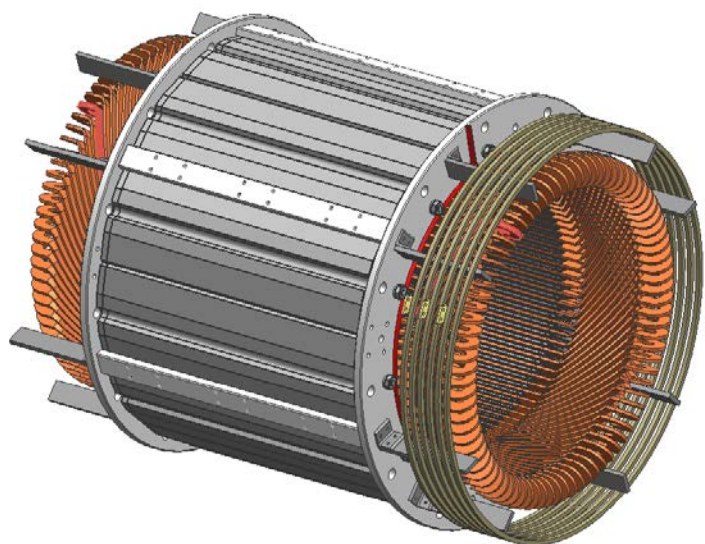
Generator parne turbine prema standardu IEC60034. Generator indirektno hladi stator & rotor. Izolacijski sustav je prema klasi F. Zrak cirkulira kroz generator i hladi, a zrak je hlađen vodom. Stupanj zaštite od prašine IP54 prema IEC60034-5. Glavni dijelovi generatora: Kućište / Statorska jezgra / Statorski namotaji / Vratilo / Rotorska jezgra / Rotorski namotaji / Ležajevi / Hladnjak / Sustav uzbuđivanja / PMG / Uljni sustav / Zaštita & sustav nadzora



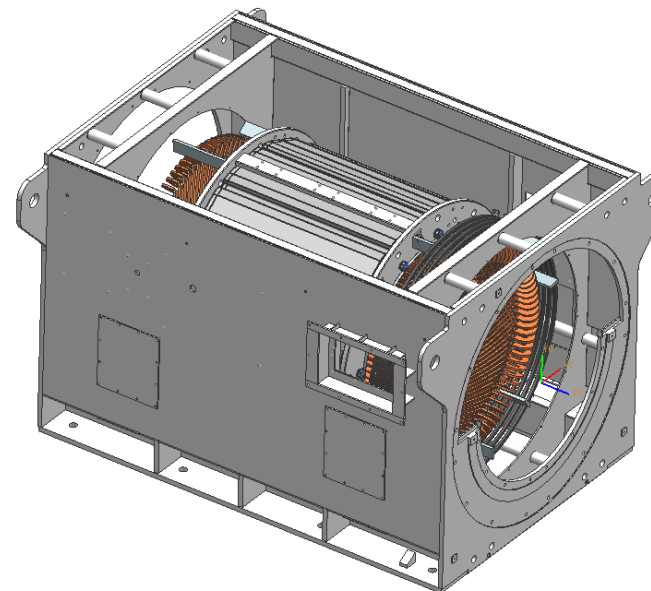
Rotor s ventilatorima



Rotor - nacrt

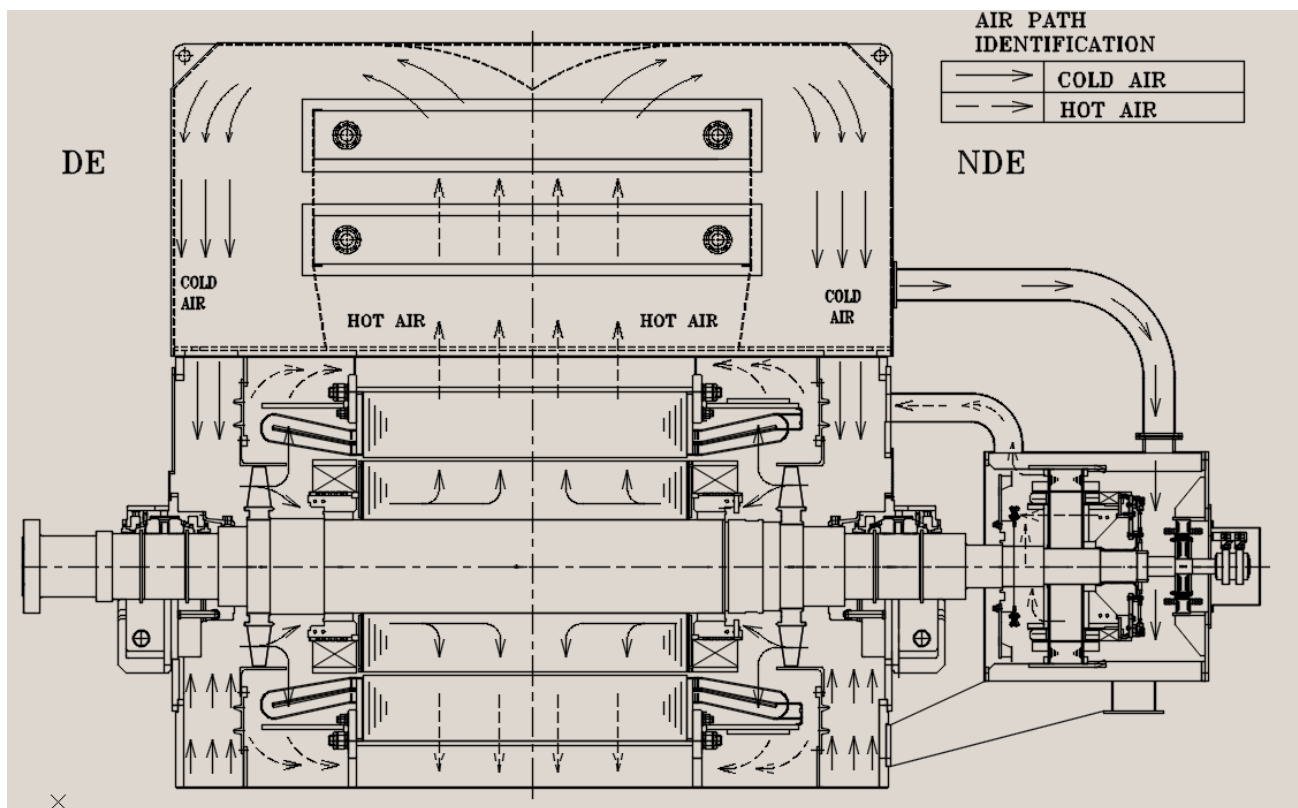


Stator

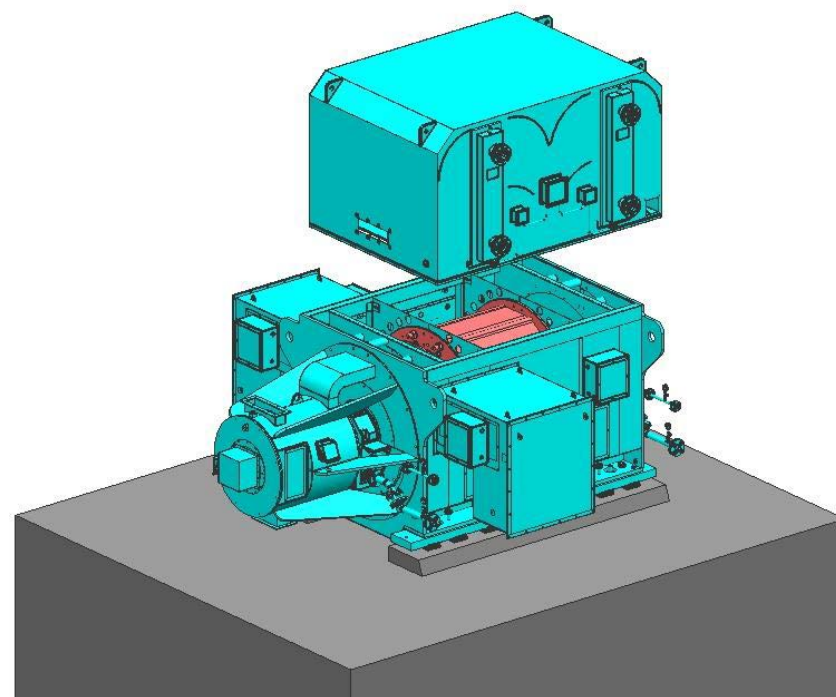


Stator unutar kućišta

Zrak koji kruži kroz rotor i stator, a hladi se vodom koristi se za **hlađenje** generatora. Toplina namota rasipa se u rashladni medij putem izolacije namota, a laminirana jezgra rasipa toplinu do rashladnog medija. Ventilatori postavljeni u vratilu olakšavaju **učinkovito hlađenje** tako što cirkuliraju zrak pa hladni zrak zamjenjuje **vrući zrak**, nakon čega se **vrući ohlađuje** te se kruženje nastavlja. Prema standardu IEC60034-6 metoda **hlađenja** koja se koristi je IC81W (gornji hladnjak). **Vrući zrak** iz stroja rasipa se kroz snop rebrastih cijevi koji se hladi hladnom vodom koja **teče** kroz cijevi.



Hlađenje generatora



Montaža hladnjaka na generator

HVALA
THANK YOU



STROJARSTVO
OD IZAZOVA DO RJEŠENJA
MECHANICAL ENGINEERING
FROM CHALLENGE TO SOLUTION



Hrvatska komora inženjera strojarstva
Croatian chamber of mechanical engineers

