

VÝSTAVBA, REKONŠTRUKCIA A MODERNIZÁCIA  
VÝROBY TEPLA A ROZVODOV TEPLA V MESTE HANDLOVÁ,  
STAVBA 1: ZDROJ TEPLA A ELEKTRICKEJ ENERGIE  
STAVBA 2: VONKAJŠIE ROZVODY TEPLA

Zámer podľa zákona č. 24/2006 Z. z.

TECHNICKÁ ŠPECIFIKÁCIA NA PRÍKLADE VÝROBCOV  
ZARIADENÍ TOK A ORC  
A PODROBNÁ TECHNICKÁ ŠPECIFIKÁCIA CVST

## Obsah

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 1. Termoolejový kotol (TOK).....                    | 2  |
| 1.1. Spaľovacia komora a výmenník tepla.....        | 2  |
| 1.2. Systém dávkovania paliva do kotla .....        | 5  |
| 1.3. Systém odvodu popola.....                      | 6  |
| 1.4. Systém skladovania biomasy .....               | 7  |
| 1.5. Systém na odvod a odťah spalín .....           | 7  |
| 1.6. Systém čistenia spalín.....                    | 9  |
| 1.7. Elektrický systém.....                         | 10 |
| 1.8. Zariadenie na stlačený vzduch .....            | 11 |
| 1.9. Termoolejový okruh.....                        | 11 |
| 1.10. Okruh teplej vody .....                       | 12 |
| 2. Organický rankinov cyklus (ORC).....             | 13 |
| 3. Centrálna výmenníková stanica tepla (CVST) ..... | 22 |
| 3.1. Stručný popis funkcie CVST .....               | 22 |
| 3.2. Rozsah dodávky strojnej technológie .....      | 23 |
| 3.3. Základné technické parametre .....             | 23 |
| 3.4. Ostatné technologické úseky.....               | 24 |
| 3.5. Stavebné úpravy a demontáže.....               | 25 |
| 3.6. Meranie a regulácia, elektroinštalácia .....   | 26 |

## ÚVOD

Popis technologických úsekov zariadení vychádza

### a/ pre TOK a ORC

- z projektu pre stavebné povolenie „SO01 Zdroj tepla a elektrickej energie, strojná časť, technická správa“ (Fabian,J., Vaňko,I., 03/2022), na príklade
  - technickej špecifikácie zariadenia „4-ťahový oceľový kotol na drevnú štiepku pre systémy ORC“ spoločnosti UNICONFORT,
  - technickej špecifikácie zariadenia „Termoolejový a vodou chladený ORC turbogenerátor“ spoločnosti TURBODEN;

### b/ pre CVST

- z projektu pre stavebné povolenie „SO03 Výmenníková stanica zdroja tepla, strojná časť, technická správa“ (Fabian,J., Vaňko,I., 03/2022).

*Pozn.: Dodávateľa technológií nie sú určené. Pri popise technológií sa uvažuje s ekvivalentnými zariadeniami.*

## 1. Termoolejový kotol (TOK)

### 1.1. Spaľovacia komora a výmenník tepla

KOTOL UNICONFORT MOD GLOBAL/G-500-OD

Model UNICONFORT MOD GLOBAL/G-500-OD je určený pre štyri spaľovacie cykly, s výpočtovým tepelným potenciálom cca 5 470 kW, a ohrevom termálneho oleja na 310 °C.

Obr.1: 4-ťahový oceľový kotol na drevnú štiepku pre systémy ORC, typ UNICONFORT MOD GLOBAL/G 500 OD



Kotol je vybavený podstavcom určeným na inštaláciu posuvného roštu. Kotol bol navrhnutý a skonštruovaný na spaľovanie biomasy, lesnej drevnej štiepky, alebo podobných materiálov. Nosná konštrukcia bola vyrobená z oceľového plechu o hrúbke 10 až 12 mm, ktorý unesie tepelné namáhanie a prevádzkový tlak. Veľkoobjemová suchá spaľovacia komora má viac ťahov spalín na zlepšenie procesu spaľovania a na zlepšenie zrážania prachu obsiahnutého v spalínach. Spaľovacia komora dosahuje teploty v rozmedzí 900 - 1 300 ° C a je vybavená dvierkami na pravidelné čistenie ohniska.

**Špeciálna spaľovacia komora** so vstupom splyneneho paliva s vysokou turbulentnou rýchlosťou so

špeciálnym systémom vstrekovania sekundárneho vzduchu.

Celá veľkoobjemová spaľovacia komora je vybavená hrubou žiaruvzdornou výmurovkou s vysokým obsahom oxidu hlinitého vyrobenou zo žiaruvzdorných tehál na dosiahnutie vysokej teploty a tým na optimalizáciu spaľovania. Tehly sú pripevnené kotvením a žiaruvzdorným odliatkom s vysokými izolačnými vlastnosťami.

Kotol je kompletne izolovaný a oplechovaný lakovaným oceľovým obložením.

#### Horák s „pohyblivým roštom“

Horák s pohyblivým roštom, modulovanými stupňami, s prvkami z niklovej ocele, ktoré odolávajú vysokým teplotám, so striedavou transláciou, aby sa zabezpečil prísun a distribúcia paliva z dopravy paliva do spaľovacej komory kotla a odvod popola zo spaľovania do zberného miesta popola.

Obr.2: Horák s pohyblivým roštom



Nosná konštrukcia roštu kotla je chladená vodou o parametroch PN6 bar a  $T_{max}$  109 °C.

Celý rošt kotla je rozdelený do troch zón s nastaviteľnými prúdmi vzduchu:

- prvá zóna je na sušenie paliva,
- druhá zóna je miestom, kde dochádza k splyňovaniu a primárnemu spaľovaniu,
- tretia zóna je miesto, kde je dokončený proces spaľovania a vytvára sa popol.

Rošt kotla môže byť vybavený infračervenými senzormi na monitorovanie hladiny paliva a jeho stavu spaľovania; tieto snímače majú pneumatický čistiaci systém.

#### SPAĽOVACIA KOMORA KOTLA

- **Adiabatická spaľovacia komora**<sup>1</sup> vyrobená z uhlíkovej ocele je z vnútornej strany úplne obložená vysoko kvalitným žiaruvzdorným a izolačným materiálom, ktorý je schopný udržiavať teploty a zaistiť tak primeranú ochranu nosnej konštrukcie.

Adiabatická spaľovacia komora je rozdelená do dvoch zón:

- prvá zóna má vhodnú veľkosť pre celý proces spaľovania vďaka teplotám, ktoré sa udržiavajú nad odporúčanými hodnotami, spaľovací vzduch sa privádza do komory s vysokou rýchlosťou, v zóne vzniká turbulentné prúdenie spalín,
- druhá zóna je komora „po spaľovaní“, stále adiabatická, je o niečo väčšia, čo vedie k značnému zníženiu rýchlosti prúdenia spalín pri rovnakom prietoku. Má dvojaký účel, a to dlhodobé udržiavanie spalín vo vnútri spaľovacej komory a podporu odlúčenia TZL (prachu) zo spalín vďaka zvláštnej konštrukcii komory a turbulentnému vstrekovaniu spaľovacieho vzduchu.

Spaľovacia komora je vybavená hrubou armatúrou:

- kontrolné otvory a vlez,
- priezory,
- prívody vzduchu,
- ukazovatele nastavenia a kontroly spaľovania,
- ventilátory na prívod spaľovacieho vzduchu.

---

<sup>1</sup> Adiabatický dej alebo adiabatický proces je termodynamický dej, pri ktorom nedochádza k tepelnej výmene medzi látkou a okolím (sk.wikipedia.org)

## TERMOOLEJOVÝ VÝMENNÍK TEPLA

Termoolejový kotol má výmenník tepla spalín na báze silikónového oleja, v horizontálnom prevedení tvaru rovnobežnostena.

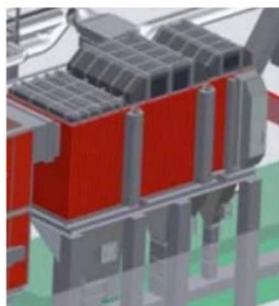
Konštrukcia konvekčných plôch<sup>2</sup> s vertikálnym pohybom spalín, a inštaláciou špeciálnych dúchadiel spalín umožňuje lepšiu tepelnú výmenu a zabraňuje usadzovaniu popola zo spalín na rúrkových povrchoch výmenníka tepla.

Popol zo spaľovania sa zhromažďuje v násypkách pod sálavou komorou a konvekčným rúrkovým výmenníkom, kde je nainštalovaný dopravník - redler na automatický odvod a prepravu popola do vhodnej nádoby.

Cirkulácia termooleja („organický silikónový olej siloxane“ - pracovnej látky), je v protiprúde s vysokou rýchlosťou prúdenia.

Konštrukčné materiály kotla sú z vysoko kvalitnej ocele, čo zaručuje vysoký výkon a účinnosť, ako aj spoľahlivú nepretržitú dlhodobú prevádzku v najnáročnejších podmienkach.

### Ekonomizér



Spaľovacie plyny vychádzajúce zo zväzku rúrok výmenníka tepla sú vedené cez príslušné potrubia do ekonomizéra.

Spaliny vo vnútri ekonomizéra sú vedené zvisle, zvonka rúrok, zatiaľ čo pracovná látka termálny olej preteká rúrkovým výmenníkom vo vnútri rúrok v protiprúde.

### Výmenník tepla



Širokohlý rúrkový výmenník je vyrobený z hladkých rúr z ocele C14, s krivkami pripojenia „U“ k dvojitej rúre. Ďalšie prvky sú: vstupné a výstupné rozdeľovače oleja s pripojovacími prírubami a spojkami pre poistné ventily, odvzdušňovací ventil, uzávery teplomeru, podpory rúrkových vedení, izolačné panely, izolácie z minerálnej vlny, oplechovanie z nehrdzavejúcej ocele a pozinkovaného plechu, revízne vstupy.

### Nosná konštrukcia

Nosná konštrukcia kotla je vyrobená zo špeciálnych nosníkov a dosiek.

Konštrukcia je navrhnutá tak, aby udržiavala kotol kompaktný a umožňovala tepelné rozpínanie jednotlivých častí pri prevádzkovej teplote.

### Vonkajšia izolácia

Termoolejový kotol je zvonka uzavretý pozinkovaným plechom, alebo plechom z uhlíkovej ocele. Je vybavený inšpekčnými vstupmi pre spaľovaciu komoru a rúrkovnicu výmenníka tepla.

### Dodávané príslušenstvo a prístroje

<sup>2</sup> Konvekcia je prenos fyzikálnej vlastnosti, napr. zdieľanie tepla (sk.wikipedia.org)

Kotol je vybavený nasledujúcimi komponentmi:

- spínač diferenčného tlaku, riadenie cirkulácie pracovnej kvapaliny (silikónový olej, siloxán),
- snímač teploty oleja OUT,
- snímač teploty oleja IN,
- vysielateľ teploty spalín,
- manometre, regulácia primárneho a sekundárneho tlaku.

### **Systém automatického čistenia**

Na vonkajšie čistenie rúrkovnice výmenníka tepla kotla je k dispozícii systém vyfukovania popola stlačeným vzduchom s automatickým ovládaním.

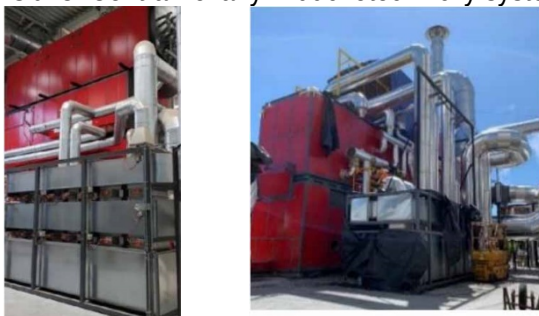
Systém sa skladá z týchto hlavných častí: ventilátor, ovládanie, 4-pólový el. motor,  $P_{el} = 0,25 \text{ kW}$ , redukčná jednotka 1:15, koncový spínač ventilátora potrubia vzduchu, dýzy, prírubové pripojenia, guľový ventil z nehrdzavejúcej ocele, mechanické ovládanie a regulácia uhla fúkania tlakového vzduchu pomocou vačky. Prevádzka zariadenia je úplne automatická a riadená pomocou počítača.

### **Centralizovaný prívod a rozvod spaľovacieho vzduchu**

Technické riešenie sleduje optimalizáciu zmiešavania čerstvého vzduchu, horúceho vzduchu a recirkulácie spalín.

Zostava: rozvod čerstvého vzduchu v lakovanej oceli, rozvod recirkulácie spalín, zmiešavací kolektor, ventilátor studeného vzduchu, ventilátor na recirkuláciu spalín, séria viaclistových klapiek vzduchu a spalín ovládaných elektrickými pohonmi na reguláciu prietoku vzduchu a spalín v zmiešavači a smerom k spaľovaciemu zariadeniu, nosná konštrukcia kolektora, izolácie z minerálnej vlny, oplechovanie z lakovaného plechu.

Obr.3: Centralizovaný vzduchotechnický systém



## **1.2. Systém dávkovania paliva do kotla**

Mechanický dávkovací systém paliva pozostáva z:

- násypka z ocele, doplnená snímačmi minimálnej / maximálnej hladiny paliva pre aktiváciu systému podávania,
- oceľová gilotínová uzatváracia klapka aktivovaná hydraulickým alebo pneumatickým systémom (vzduchová nádrž na uzavretie v prípade núdze) vybavená stavovým spínačom stavu „otvorený“ a „zatvorený“,
- zavádzač paliva s dvoma skrutkami na privádzanie paliva, pozostávajúci z oceľového krytu, ktorý je vodou chladený s parametrami chladiacej vody PN6 bar a  $T_{max} 109 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , dva skrutkové dopravníky na privádzanie paliva ovládané prevodovými motormi; systém je vyrobený z lakovanej ocele a je vybavený zaplavovacím termostatickým ventilom, ktorý je automaticky uvedený do činnosti a je pripojený k protipožiarnejmu systému (hasiacej vode) s min. PN2,5 bar.

Obr.4: Systém dávkovania paliva DUPLO



### 1.3. Systém odvodu popola

#### Systém na odvod popola

je v zostave:

- zásobníky z uhlíkovej ocele umiestnené pod spaľovacou komorou a výmenníkom tepla; zásobníky sú obložené žiaruvzdorným materiálom vhodnej hrúbky a typu, zvonka izolované minerálnou vlnou s povrchovou úpravou pozinkovaním alebo s hliníkom v závislosti od prevádzkovej teploty; sú tiež vybavené prístupovými dvierkami na údržbu a čistenie a pripojovacími prírubami k spaľovaciemu zariadeniu a k výstupným ventilom popola,
- dvojité klapkové oddeľovacie ventily pre ťažké aplikácie, jeden pre každú vykladaciu násypku,
- elektromotor na vybijací pohyb,
- senzory na kontrolu otvárania a zatvárania ventilov,
- PLC riadenie a bezpečnosť výtlačných ventilov,
- napájanie ovládacieho panela MCC na pohyb ventilov.

**Systém na zber a prepravu zvyškov spaľovania zo systému na odstraňovanie popola** spaľovacej komory a výmenníka tepla do zbernej nádoby redlerovým dopravníkom s dvojitou trakčnou reťazou, vybavený:

- spodné kovové hnacie prvky so samomaznými lopatkami z teflónu na zníženie hluku a funkcie škrabky,
- lakovaný plášť z uhlíkovej ocele uzavretý proti prachu; vybavený je skrutkovanými panelmi na vrchu pre rýchlu údržbu a čistenie,
- infračervené snímače proti upchávaniu,
- maznice pre reťaz (s rastlinným olejom),
- motor prevodovky,
- zaplavovací termostatický ventil na odvádzanie nespálených plynov,
- PLC riadenie a bezpečnosť redlera,
- napájanie ovládacieho panela MCC na presun redlera

Redler je uložený na betónovej konštrukcii objektu TOK a ORC a je k nemu pripevnený protikusmi z uhlíkovej ocele.

Obr.5: Systém na odvod popola a systém zberu a prepravy zvyškov spaľovania





#### 1.4. Systém skladovania biomasy

Systém na zber a prepravy paliva z existujúceho skladu paliva do kotla, transportný redler s dvojitou trakčnou reťazou je v zostave:

- spodné kovové hnacie prvky so samomaznými lopatkami z teflónu na zníženie hluku a funkcie škrabky,
- oceleové puzdro uzavreté proti prachu, otváracé na vrchu, aby sa umožnilo nakladanie; vybavený je skrutkovanými panelmi na vrchu pre rýchlu údržbu a čistenie,
- infračervené snímače pre prevádzku a bezpečnosť vybavené automatickým čistením stlačeným vzduchom,
- infračervené snímače proti upchávaniu,
- maznice pre reťaz (s rastlinným olejom),
- motor prevodovky,
- zaplavovací termostatický ventil (na obnovenie oddelenia medzi skladom paliva a kotlom), pripojený k protipožiarneho systému rozvodu hasiacej vody (PN min 2,5 bar),
- PLC riadenie a bezpečnosť redlera,
- napájanie ovládacieho panela MCC na presun redlera.

Redler je uložený na betónovej konštrukcii budovy a je k nemu pripevnený oceľovými protikusmi.

Obr.6: Systém zberu a prepravy paliva



#### 1.5. Systém na odvod a odt'ah spalín

Systém hlavných spalínových potrubných rozvodov

umožňuje odvádzanie spalín z výfuku výmenníka tepla do dymovodov. Pozostáva z:

- spalínové potrubné rozvody z ocele,
- spojovacie príruby medzi spalínovodmi z ocele,
- objímky a spojovacie tyče na podporu spalínových potrubí zhora.

Obr.7: Systém hlavných spalínových potrubných rozvodov a extrakcia spalín



Systém potrubných rozvodov na recirkuláciu spalín

umožňuje privádzanie časti splodín horenia späť do spaľovacej komory. Pozostáva z:

- spalinové potrubné rozvody z ocele,
- spojovacie príruby medzi spalinovodmi z ocele,
- objímky a spojovacie tyče na podporu potrubí zhora,
- potrubie v tvare T v hlavnom dymovode na pripojenie k recirkulačnému potrubiu,
- 1 x elektrická hlavná uzatváracia klapka na recirkuláciu dymu,
- 1 x inverterom (fr. meničom) riadený recirkulovaný dymový ventilátor,
- zmiešavacie zariadenia recirkulácie spalín a spaľovacieho vzduchu do spaľovacej komory kotla,
- PLC na riadenie klapiek spalín a vzduchu, a ventilátorov,
- napájanie ovládacieho panela MCC pre chod ventilátora.

### **Odtáh spalín**

zabezpečuje elektrický spalinový ventilátor, spalinové potrubie a komín, udržiavanie podtlaku spalín v spaľovacích zariadeniach počas prevádzky. Spalinový ventilátor je vybavený:

- el. motor,
- spojovacia kladka el. motora ventilátora,
- podporné uloženie ventilátora z uhlíkovej ocele,
- riadiaci inverter, (fr. menič),
- PLC riadenie z hľadiska kontroly a bezpečnosti,
- napájanie ovládacieho panela MCC pre chod zariadenia.

Obr.8: Odtáh spalín spalinovým ventilátorom



### **Oceľový komín na odvod spalín**

Je vyrobený z niekoľkých prírubových kusov, s celkovou výškou nad zemou 20 m, DN1000/800 (horizontálna časť, priemer sa mení na trase) resp. DN1000/1160 (vertikálna časť, vnútorný a vonkajší priemer) inštalovaný pri existujúcej budove. Je vybavený:

- vysoké výstupy na meranie emisií, 3 zaslepovacie príruby DN 100,
- dvierka dole na odstránenie popola,
- doplnky pre inštaláciu plošiny na kontrolu emisií z výstupov a prístupového rebríka.

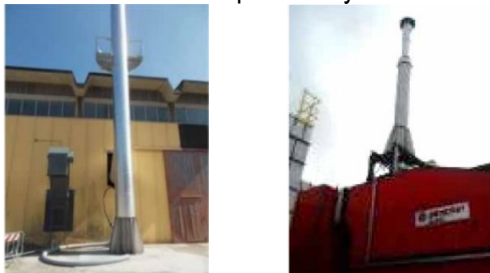
### **Bezpečnostný komín z nehrdzavejúcej ocele**

inštalovaný nad spaľovacou komorou s núdzovým otvorom klapky pre prípad núdze alebo pre prípad výpadku energie. Výška nad zemou 18,56 m, DN500 (horizontálna časť) resp. DN500/520 (vertikálna časť, vnútorný a vonkajší priemer). Bezpečnostný komín umožňuje veľmi rýchle vypúšťanie spalín, aby sa zabránilo nadmernému zahriatiu oleja.

Komín je vyrobený z nehrdzavejúcej ocele a má podstavec na pripevnenie, čistiaci poklop, stredný spojovací krúžok, 90° spojku pre pripojenie ku kotlu pre montáž na stenu.



Obr.9: Komín a bezpečnostný komín



## 1.6. Systém čistenia spalín

### Batéria jednoduchých cyklónových odprašovačov

sú schopné pri nízkych otáčkach zachytiť až asi 60% zvyškového prachu zo spaľovania paliva.

Zostava:

- nosná konštrukcia z lakovanej uhlíkovej ocele,
- cyklónový odlučovač popolčeka z uhlíkovej ocele,
- cyklónový odlučovač izolovaný minerálnou vlnou, a povrchovou úpravou panelmi z pozinkovanej ocele alebo hliníkového plechu,
- gilotínová klapka na manuálne vypúšťanie.

### Vysoko efektívny rukávový filter na spaliny

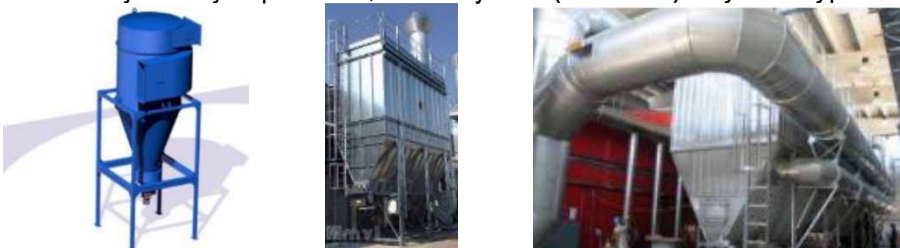
Vybavený je vysokoteplotnou lakovanou oceľovou konštrukciou. Je v zložení:

- filtračná komora na zachytávanie TZL, zvyškov zo spaľovania paliva obsahujúca filtre s bezpečnostnými košmi,
- usadzovacia komora na zber popolčeka, doplnená odnímateľnými nádobami na bežné čistenie, automatickým časovaným pneumatickým systémom na neustále čistenie filtrov a hlavným elektrickým panelom s napätím 380 voltov,
- izolácia z minerálnej vlny vyrobená z pozinkovaného oceľového plechu,
- doprava popolčeka skrutkovým dopravníkom zaústeným do v 10 000 litrovej oceľovej nádoby.

Systém bypassu rukávového filtra sa skladá z:

- sada dvojstenných spalínových armatúr z ocele, navrhnutá tak, aby umožňovala spalínám prúdiť do rukávového filtra, alebo ho úplne obísť,
- 2 ks elektrické vstupné a výstupné uzatváracie klapky elektrického rukávového filtra,
- 1 ks elektrická uzatváracia klapka obtoku spalín,
- PLC riadenie klapiek.

Obr.10: Cyklónový odprašovač, rukávový filter (BAG filter) a systém bypass rukávového filtra



## 1.7. Elektrický systém

Kompletné elektrické zariadenia a materiál medzi automatizáciou (PLC) a riadením (MCC), nainštalovaným na zariadeniach TOK, a všetkými prístrojmi a motormi nainštalovanými na spaľovacom telese a výmenníku tepla pozostáva z:

- káble,
- pozinkované oceľové rúry a / alebo potrubia,
- plastové plášte,
- káblové priechodky.

Panel elektrickej automatizácie (PLC) a riadiaci panel (MCC) pre programované automatické riadenie spaľovania a napájanie elektromotorov zahrnutých v rozsahu dodávky predstavuje

- Schneider, Siemens alebo ekvivalentný automatizačný PLC pre riadenie a správu spaľovacieho zariadenia, ako aj pre nastavenie hlavných parametrov počas prevádzky.

PLC má analógové a digitálne vstupy na komunikáciu so všetkými prístrojmi, ktoré sú súčasťou dodávky. PLC:

- ovláda spaľovanie nastavením primárneho, sekundárneho a terciárneho vzduchu a dávkuje palivo,
- ovláda podtlak vo vnútri spaľovacej komory nastavením odťahu spalín,
- reguluje zvyškový kyslík v spaliniach prostredníctvom riadenia vzduchových ventilátorov a merania kyslíka v spalínových potrubiach z výmenníka tepla (kyslíková sonda je súčasťou dodávky),
- reguluje teplotu vratnej vody do výmenníka tepla (regulácia recirkulácie potrubia, trojcestný ventil recirkulačné čerpadlo),
- kontroluje vypúšťanie popola,
- riadi bezpečnostné panely pre správu signálov z bezpečnostných nástrojov a zaistenie bezpečnosti spaľovacieho zariadenia.

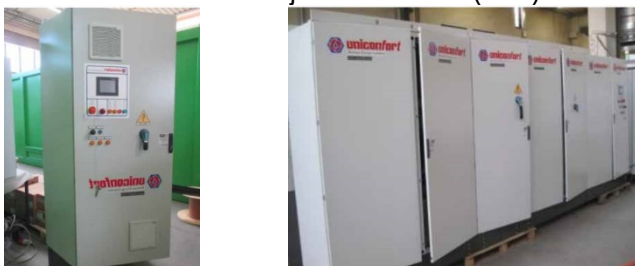
Panely spravujú minimálne nasledujúce bloky:

- vysoká teplota spaľovacej komory,
- nízky tlak spaľovacej komory,
- nízky tlak výmenníka tepla,
- vysoký tlak výmenníka tepla,
- vysoká teplota výmenníka tepla,
- nízky tlak chladiaceho okruhu,
- vysoký tlak chladiaceho okruhu,
- žiadna cirkulácia v chladiacom okruhu,
- žiadna externá UPS,
- žiadna hasiaca voda.

Všeobecný externý alarm:

- hlavný vypínač,
- riadiaci invertor, (fr. menič) hlavných motorov,
- relé a stýkače,
- 5,4 palcový predný dotykový panel,
- štart / stop / núdzové tlačidlá,
- zapnuté svetlo a siréna,
- klimatizácia.

Obr.11: Panel elektrickej automatizácie (PLC) a riadiaci panel (MCC)



### Počítač na diaľkové ovládanie s monitorom a sieťovou kartou

Pomocou diaľkového ovládania je možné:

- zobrazíť podmienky a hlavné prevádzkové parametre systému,
- nastaviť prevádzkovú logiku,
- nastaviť alarmy,
- sledovať hlavné parametre,
- získať prístup k službe vzdialenej asistencie od technického oddelenia dodávateľa.

Pre prevádzku je potrebné zaistiť pripojenie a aktiváciu vysokorýchlostného internetového bodu.

## 1.8. Zariadenie na stlačený vzduch

Zariadenie je v zostave:

- 1 ks vzduchový kompresor,
- 1 ks tlaková zásobná nádrž vzduchu,
- inštalácia stlačeného vzduchu na dodávku stlačeného vzduchu používateľom vrátane regulačných ventilov s alarmami.

## 1.9. Termoolejový okruh

### Núdzový chladič

Dodáva sa výmenník tepla ako núdzový chladič na chladenie termálneho oleja vodou v prípade poruchy primárnych čerpadiel, keď je výmurovka TOK horúca, vrátane plavákového ventilu a anodickej ochrany proti korózii.

Obr.12: Núdzový chladič a obehové čerpadlo



### Akumulačná nádrž

na zber tepelného oleja v prípade čiastočného vypustenia zariadenia je uzavretá expanzná nádoba v horizontálnej konštrukcii, natlakovaná dusíkom N<sub>2</sub> pri tlaku 0,45 bar s objemom 10 000 litrov.

Ventily pre systém tepelného oleja, 1 sada

obsahuje ventily pre tepelný olej pre primárny okruh a pre prevádzkový výmenník tepla. Zostava pozostáva zo všetkých potrebných uzatváracích ventilov a bezpečnostných ventilov, filtrov a spätných ventilov pre každé čerpadlo, riadenie regulačných ventilov pre dodávané ovládania, ako aj vypúšťacie a odvzdušňovacie ventily v dostatočnom množstve.

#### **Meracie a bezpečnostné zariadenia** pre okruh tepelného oleja

Dodáva sa 1 sada v zostave: meracie a regulačné prístroje pre celý popísaný rozsah dodávky, doplnené všetkými potrebnými snímačmi teploty.

Potrubné trasy vrátane dokumentácie,

Požadovaný je výkres schémy potrubia pre vedenie od menovitého priemeru DN65, stanovenie požadovaných kĺzných uložení, pevných uložení a montážnych závesov. Izolácia potrubia je súčasťou rozsahu dodávky.

#### **Elektrická inštalácia**

Elektroinštalačný materiál, špeciálne vodiče a vedenia, ako aj pripojenie strojov a zariadení sú pripojené k hlavnej elektrickej skrini.

#### **Prvá náplň**

Dodáva sa prvá náplň - organický silikónový olej (siloxán), alebo podobný typ pre hydraulický okruh.

### **1.10. Okruh teplej vody**

Príprava teplej vody na pripojenie:

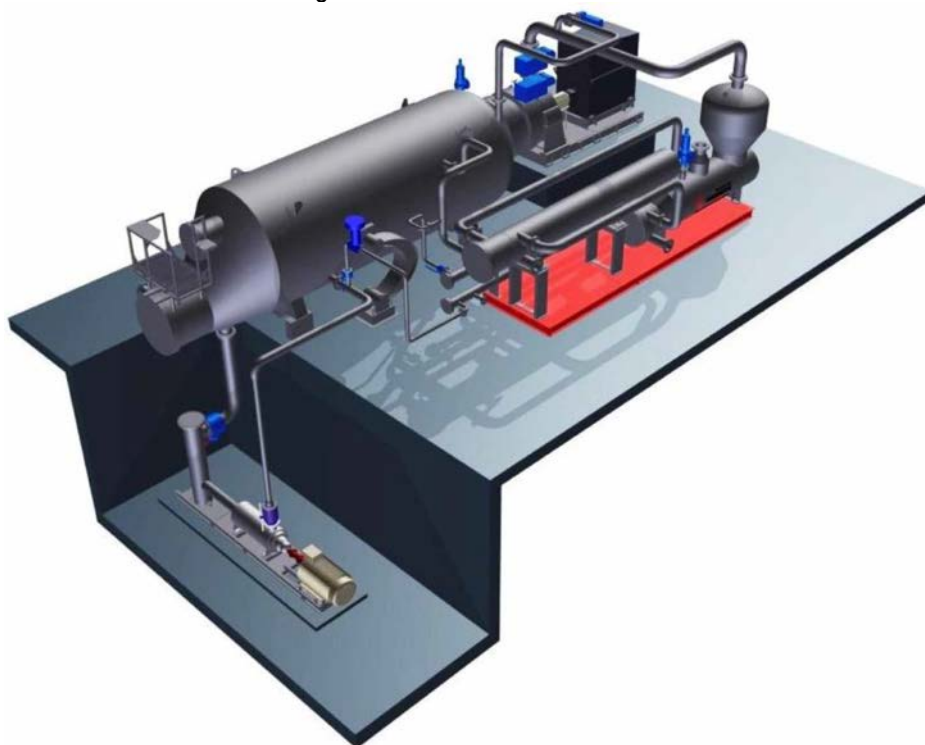
- kondenzátor ORC,
- bezpečnostný výmenník tepla olej na vodu,
- teplovodný výmenník tepla na teplú vodu pre spotrebiteľa,
- odvod tepla, suché chladiče vzduchu,
- chladiace časti kotla.

## 2. Organický rankinov cyklus (ORC)

Teplonosná pracovná látka organický silikónový olej (para pracovnej látky), je vyrábaná v termoolejovom kotle pri požadovaných vstupných parametroch, teplota a tlak, a dopravovaná potrubným rozvodom a regulačnými a uzatváracími armatúrami do turbíny ORC zariadenia.

### Popis systému

Obr.13: Príklad ORC turbogenerátora



ORC turbogenerátor premieňa tepelnú energiu na elektrickú energiu za použitia turbíny spriahnutej s elektrickým generátorom.

Tepelná energia s vysokou teplotou pracovnej látky sa dodáva do zariadenia ORC

- termoolejovým okruhom.

Časť tepelnej energie, ktorá sa nepremení na elektrickú energiu, odhliadnuc od strát, sa môže použiť na

- kombinovanú výrobu tepla a energie (naš prípad),
- alebo sa po ochladení rozptyľuje do atmosféry (neuvažuje sa).

ORC turbogenerátor funguje na princípe organického rankinovho cyklu<sup>3</sup>. Prevádzkové kvapaliny prúdia v

---

<sup>3</sup> Organický rankinov cyklus (ORC) označuje použitie organickej, vysokomolekulovej hmotnostnej tekutiny na zmenu fázy pri nižšej teplote ako zmena fázy vody a pary. Kvapalina umožňuje rekuperáciu tepla rankinovým cyklom z nižších teplôt, ako je spaľovanie biomasy, priemyselné odpadové teplo, geotermálne teplo, solárne rybníky atď. Nízko teplotné teplo sa premení na užitočnú prácu, ktorá sa sama môže premeniť na elektrickú energiu.

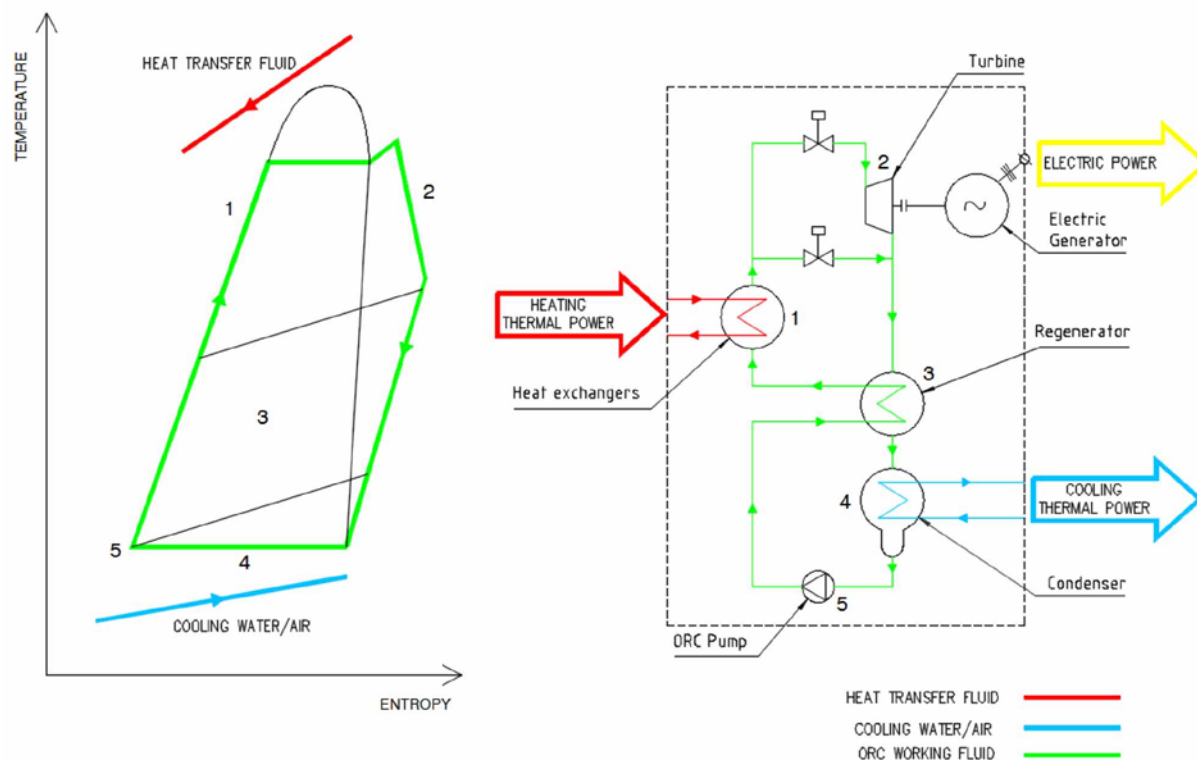
Pracovný princíp organického rankinovho cyklu je rovnaký ako princíp Rankinového cyklu: pracovná kvapalina sa čerpá do kotla, kde sa odparuje, prechádza expanzným zariadením a potom cez výmenník tepla kondenzátora, kde sa nakoniec znovu kondenzuje.

Organickým rankinovým cyklom sa zhodnocuje odpadové teplo. Technológia bola vyvinutá koncom 50-tych rokov min. stor.

uzavretom okruhu, kde podliehajú termodynamickým premenám ako:

1. predhriatie, výpar, ohriatie, získanie tepla z pracovnej kvapaliny;
2. expanzia v turbíne, spriahnuté s elektrickým generátorom;
3. rekuperácia tepla z výfukových pár turbíny v regenerátore;
4. kondenzácia pár pracovnej kvapaliny po prenose tepla do okruhu chladiacej vody;
5. prečerpávanie pracovnej kvapaliny ORC.

Obr.14: Príklad termodynamického cyklu v zjednodušenej schéme ORC turbogenerátora (tzv NONSPLIT (jeden okruh vysokoteplotnej pracovnej kvapaliny), verzia s regenerátorom)



## REGENERÁTOR

V regenerátore je kvapalina pracovnej tekutiny ORC čerpaná napájacím čerpadlom, ktoré rekuperuje<sup>4</sup> teplo z výfukových pár turbíny, čím sa zvyšuje účinnosť turbogenerátora ORC.

## KONDENZÁTOR

V kondenzátore pary pracovnej kvapaliny ORC kondenzujú prenosom tepla do okruhu chladiacej vody.

Biomasa je k dispozícii po celom svete a môže byť použitá na výrobu elektrickej energie v malých až stredne veľkých elektrárňach. Problém vysokých špecifických investičných nákladov na stroje, ako sú parné kotly, sa prekonáva v dôsledku nízkeho pracovného tlaku v elektrárňach ORC. Ďalšou výhodou je dlhá prevádzková životnosť stroja v dôsledku charakteristík pracovnej kvapaliny, ktorá je na rozdiel od pary neerodujúca a nekorodujúca pre hadice ventilov a lopatky turbíny. Proces ORC tiež pomáha prekonať relatívne malé množstvo vstupného paliva dostupného v mnohých regiónoch, pretože efektívna elektrárňa ORC je možná pre menšie elektrárne.

<sup>4</sup> Rekuperácia vzduchu je spôsob vetrania budov so spätným získavaním tepla. V obvodovej stene obytných miestností sú zabudované nastaviteľné otvory pre prívod vzduchu. Z kuchyne, kúpeľne a WC je vzduch odvádzaný ventilátorom. Odpadový vzduch prúdi z týchto miestností s vyššou teplotou do vetracieho zariadenia, kde mu výmenník tepla odoberie časť tepelnej energie a odovzdá ju čerstvému vzduchu, ktorý je do výmenníka privádzaný z vonku. Tento systém je síce náročný ale ušetrí veľké množstvo energie. Má účinnosť až 60 – 80%. Preto sa často používa pri nízkoenergetických domoch.



## TURBÍNA

Pary pracovnej tekutiny ORC v turbíne expandujú. V tomto stave sa vnútorná energia pary premieňa na mechanickú energiu. Vďaka termodynamickým vlastnostiam pracovnej tekutiny (silikónový organický olej), pary pracovnej látky, ktoré prúdia v turbíne, sa prehrievajú (suchá para), čo má výhody týkajúce sa opotrebovania mechanických komponentov turbíny.

Turbína je navrhnutá tak, aby umožňovala výmenu ložísk a mechanických tesnení bez demontáže plášťa turbíny a bez otvárania okruhu pracovnej tekutiny ORC.

Technické vlastnosti (stroje s prevodovkou medzi turbínou a elektrickým generátorom):

Turbína je spojená s generátorom pomocou redukčnej prevodovky, ktorá má nasledujúce vlastnosti:

Technické dáta:

|                     |                                  |
|---------------------|----------------------------------|
| - typ               | ... paralelný hriadeľ            |
| - konfigurácia      | ... horizontálna                 |
| - počet stupňov     | ... 1                            |
| - otáčky turbíny    | ... asi 3 000 ot./min            |
| - otáčky generátora | ... 50 Hz, stroje 1 500 ot / min |
| - ložiská           | ... ložiskový čap                |
| - prevody           | ... dvojité špirálové            |

Štandard:

- AGMA 6011-I03

Technické vybavenie:

- snímač teploty ložísk
- snímač vibrácií puzdra

Dva flexibilné klby spájajú prevodovku s turbínou a generátorom (po jednom na každej strane), čo umožňuje plynulý chod v prípade malého nesúosia medzi hriadeľmi.

## ELEKTRICKÝ GENERÁTOR

Elektrický generátor premieňa mechanickú energiu na elektrickú energiu.

Elektrický generátor je synchronný, bude pracovať paralelne s elektrickou sieťou.

Pripojenie k elektrickej sieti (paralelná prevádzka) je automaticky vykonávané riadiacim systémom turbogenerátora ORC.

Technické vybavenie:

- snímače teploty vinutí statora (fáza 1, fáza 2, fáza 3),
- snímače teploty ložísk rotora (predné a zadné) (iba pri veľkostiach 1 MW a vyšších),
- rámové vysielače vibrácií.

## ČERPADLO NA NAPÁJANIE PRACOVNEJ KVAPALINY ORC a príslušný filter

Napájacie čerpadlo pracovnej tekutiny ORC je poháňané 3-fázovým motorom pripojeným k frekvenčnému meniču, pre účely optimálnej kontroly a minimalizáciu spotreby energie.

Na vstupe napájacieho čerpadla je nainštalovaný kontrolovateľný košový filter.

Na výstupe napájacieho čerpadla je nainštalovaný spätný ventil.

Technické vybavenie:

- puzdrový snímač vibrácií podľa ISO 10816-3,
- snímače teploty vinutí motora,
- snímače teploty ložísk motora.

## MAZACÍ SYSTÉM

Systém poskytuje vhodné mazanie nasledujúcich komponentov:

- turbínové ložiská,
- turbínové mechanické upchávky,
- mechanické upchávky podávacieho čerpadla,
- ložiská elektrického generátora,
- prevodovka.

Systém pozostáva z:

- redundantné objemové motorové čerpadlá,
- olejová nádrž,
- membránový akumulátor,
- ventily a príslušenstvo,
- montované rúrky z nehrdzavejúcej ocele alebo pozinkovanej ocele,
- prístrojové vybavenie,
- elektricky ventilovaný chladič alebo výmenník tepla olej/voda.

Mazací systém musí byť chránený pred akýmikoľvek problémami s napájaním, preto je pripojený k zdroju neprerušiteľného napájania.

Technické vybavenie:

- vizuálne indikátory (tlakomery a teplomery),
- spínače minimálnej hladiny, tlaku a prietoku a spínače maximálnej teploty,
- vysielace teploty, tlaku a hladiny.

## POTRUBIE A PRÍSLUŠNÉ PODPERY

Súčasťou je potrubie spájajúce diely, ktoré sú z výroby predmontované na nosných oceľových konštrukciách.

V prípade potreby sa inštalujú vlnovcové spoje v rámci procesných rozhraní.

## TURBÍNOVÉ VENTILY

Vstup pary turbíny je riadený nasledujúcimi ventilmi bezpečnostných zariadení.

Na každom úseku turbogenerátora ORC je nainštalované bezpečnostné zariadenie, ktoré je možné uzavrieť automatickými ventilmi. Špecifikované sú sekcie:

- vysokotlakový úsek, chránený bezpečnostným zariadením na objeme pary výparníka alebo prehrievača,
- nízkotlakový úsek, chránený bezpečnostným zariadením na objeme pary regenerátora,
- drenážny (pomocný) oddiel chránený bezpečnostným zariadením v hornej časti drenážnej nádrže.

Bezpečnostné zariadenia sú riešené pružinovými poistnými ventilmi. Tento spôsob zaručuje minimálne straty pracovnej tekutiny ORC počas normálnej prevádzky.

Bezpečnostné zariadenia sú vyberané, dimenzované a inštalované podľa štandardnej série ISO 4126.

## OSTATNÉ VENTILY

Medzi ostatné ventily nevyhnutné pre bezpečnosť, prevádzku a údržbu hlavných a pomocných obvodov pracovnej kvapaliny ORC a okruhu mazacieho oleja patria napríklad:

- uzatváracie ventily na údržbu napájacieho čerpadla a príslušného filtra,
- prevádzka a uzatváracie ventily vo vákuovom systéme,
- prevádzka a uzatváracie ventily v okruhu mazacieho oleja,

- distribučný ventil pre predhrievač ,
- vypúšťacie a odvzdušňovacie ventily.

Sú to vypúšťacie, odvzdušňovacie a ďalšie ventily nevyhnutné pre prevádzku turbogenerátora ORC v časti vykurovacích a chladiacich okruhov v rámci procesných rozhraní turbogenerátora ORC.

## ELEKTRICKÉ PANELY

Napájacie a riadiace panely obsahujú elektrické a automatizačné zariadenie turbogenerátora ORC.

Vo vnútorných inštaláciách môžu byť panely NN umiestnené v miestnosti turbogenerátora ORC.

V prípade generátorov VN sa odporúča nainštalovať VN panely do vyhradenej miestnosti oddelenej od NN panelov, napriek tomu je možné umiestniť VN aj NN panely do prevádzkových priestorov v miestnosti ORC, ak sú splnené požiadavky európskych noriem (IEC EN 61936-1, EN 50522).

Rozmery elektrických panelov a detaily prívodu kábla sú uvedené na výkresoch PD.

Konfigurácia a pripojenie elektrických panelov a príslušného zariadenia je popísané v zjednodušenej jednoriadkovej schéme.

Popis riešenia elektrických panelov:

Panel Q0: ochranný, synchronizačný a regulačný panel, obsahuje ochranné relé generátora, synchronizátor a automatický regulátor napätia (AVR).

Panel Q1: napájací panel, napätie podľa elektrického generátora. Panel obsahuje hlavný istič, ktorý je výsuvný (NN) alebo pevný, ale dá sa ľahko vymeniť (VN), potrebné sú transformátory (TA/TV). V synchronných aplikáciách VN sa tomuto panelu dá vyhnúť, ak je poskytnutý v elektrickom systéme vhodný rozvádzač a súvisiace pomocné zariadenia, toto riešenie musí byť analyzované a odsúhlasené so spoločnosťou TURBODEN.

Panel Q3: panel automatizácie NN obsahujúci všetky elektrické zariadenia potrebné na ovládanie/riadenie/ochranu ORC (okrem ochranného relé generátora umiestneného do Q0 alebo Q1). Elektrickú energiu dodáva jeden (dva) zdroje neprerušiteľného napájania (UPS), aby sa zaistilo bezpečné ovládanie ORC.

Panel Q4: výkonový panel NN obsahujúci menič (VSD) poháňajúci elektromotor podávacieho čerpadla pracovnej tekutiny ORC.

*Miestne skrine:* RTU (vzdialená externá jednotka) alebo JB (spojovacia skrinka) sa používajú iba v niektorých konfiguráciách na zber a distribúciu signálov alebo elektrického napájania.

### *Skratový prúd v mieste pripojenia*

Podmieneny skratový prúd (I<sub>cc</sub> alebo skratový prúdový prúd pre panely USA-CAN) každého panelu je uvedený v zjednodušenom jednoriadkovom diagrame.

### *Prístrojové vybavenie*

Prístrojové vybavenie je potrebné na účinné a bezpečné ovládanie turbogenerátora ORC.

Konfiguračné parametre prístrojového vybavenia sa nesmú meniť.

### *Riadiaci systém*

Elektronický systém neustále monitoruje a riadi operácie ORC tým, že prispôsobuje automatické operácie sledovaniu variácií primárneho procesu vrátane variácií tepelného zaťaženia.

Systém monitoruje proces a stav pomocných zariadení pomocou prístrojov v teréne, pričom v riadiacom algoritme vypočítava príslušný výkon a pôsobí priamo na regulačné ventily rýchlosti turbíny a na aktuálnu rýchlosť otáčania napájacieho čerpadla.

Riadiaci systém poskytuje sekvenciu automatického spustenia vrátane všetkých kontrol integrity prístrojového vybavenia a stavu procesu, sekvencií zastavenia a správy pomocných systémov.

Riadiaci systém funguje aj ako základný systém riadenia procesov, ktorý implementuje softvérové bloky v prípade prekonania prahu pred alarmom na súbore externých parametrov (napr. nedostupná spojovacia sieť, nízka teplota teplotonosnej kvapaliny atď.) alebo interných (napr. kondenzátor) parametrov ako vysoký tlak, rýchlosť turbíny atď.). V prípade tejto nechcenej udalosti sa zariadenie okamžite zastaví a alarm sa zaznamená do registra systému diaľkového dohľadu.

Riadiaci systém je nezávislý na zaznamenávaní údajov v zariadení a na systéme zobrazovania údajov; v prípade poruchy dohľadu osobného počítača alebo v prípade problémov s káblovým/sieťovým prepojením medzi riadiacim systémom a osobným počítačom sa zariadenie neodstaví.

Štandardná konfigurácia obsahuje PLC založené na platforme Siemens Simatic a firemný riadiaci softvér TURBODEN vyvinutý v softvérovom prostredí Siemens.

#### *Nezávislý funkčný bezpečnostný systém (bezpečnostný reťazec)*

Aby bol turbogenerátor ORC v bezpečnom a stabilnom stave, existuje aj funkčný bezpečnostný systém nezávislý na riadiacom PLC.

Systém je vybavený hardvérom odlišným od toho, ktorý používa základný systém riadenia procesov; ak riadiaci PLC nebude schopný vrátiť proces pod prevádzkové limity, bezpečnostný reťazec uvedie turbogenerátor ORC rýchlo do bezpečného stavu.

Každá bezpečnostná slučka je implementovaná pomocou komponentu, ktorý je v súlade s klasifikáciou bezpečnostnej prístrojovej funkcie.

Vstup generujúci núdzové zastavenie je:

- núdzové tlačidlo,
- alarm elektrickej ochrany generátora,
- vibrácie turbíny,
- otáčky turbíny,
- vysokotlakové obvody ORC,
- vysoká teplota mazacieho oleja,
- netesnosti prírub ventilátorov,
- odstavenie PLC (riadenie procesu).

#### *Systém záznamu a vizualizácie údajov*

Systém má nasledujúce vlastnosti:

1. Zariadenie s farebnou grafikou, s identifikáciou kartami a číselnými hodnotami premenných podľa normy TURBODEN;
2. Podrobná vizualizácia subsystému;
3. Vizualizácia stavu zariadenia (napr. fáza uvedenia do prevádzky, poruchy, alarmy atď.);
4. Záznam alarmu s údajmi a časom na vyhradenej vizualizačnej stránke;
5. Údaje zaznamenané v číselnom formáte a v grafoch;
6. Automatické ukladanie hlavných analógových signálov. Zaznamenané hodnoty je možné zobrazovať v časových diagramoch. Rozsah intervalu časového diagramu je možné nastaviť od 10 s do 30 dní;
7. Automatické zaznamenávanie alarmov a porúch na osobný počítač v zozname alarmov.

TURBODEN bude diaľkovo monitorovať zoznam alarmov na diagnostické účely. Z tohto dôvodu je k dispozícii pripojenie ADSL.

Technické vlastnosti systému SCADA sú vhodné na správne používanie systému a sú aktualizované na najnovšiu úroveň. Podľa požiadavky sa systém operatívne aktualizuje.

Podľa konfigurácie sa merajú a zaznamenávajú parametre:

Teploty:

- okruh teplotonosnej kvapaliny,
- chladiaci okruh kondenzátora,
- okruh pracovnej tekutiny ORC,

- ložiská elektrického generátora,
- vinutia statora generátora,
- okruh mazacieho oleja,
- turbína,
- okolité prostredie;

Tlaky:

- okruh pracovnej tekutiny ORC;

Elektrické parametre:

- prúd,
- napätie,
- frekvencia siete,
- účinník ( $\cos \varphi$ );

Ďalšie parametre:

- úrovně,
- rýchlosť turbíny,
- vibrácie rotujúcich strojov,
- poloha ventilov.

Turbogenerátor ORC má merač výkonu a energie na meranie hrubej elektrickej energie a vlastnej spotreby.

#### *Konfigurácia WCC-K s jedným systémom*

Systém záznamu údajov SCADA je umiestnený v priemyselnom osobnom počítači s dotykovým panelom priamo na vstavanom ovládacom paneli. Tento systém je prepojený s riadiacim PLC systémom Profinet, čím v reálnom čase prijíma prevádzkové parametre turbogenerátora ORC.

Iné konfigurácie s riadiacim systémom na báze PLC: systém záznamu údajov SCADA je umiestnený na osobnom počítači pripojenom k riadiacemu PLC prostredníctvom siete Ethernet, čím v reálnom čase prijíma prevádzkové parametre turbogenerátora ORC.

Do osobného PC bude nainštalovaná profesionálna verzia najnovšieho operačného systému Microsoft, 2 disky, myš a klávesnica.

Osobný počítač so systémom SCADA v miestnosti riadenia ORC, je k PLC pripojený metalickým káblom s maximálnou dĺžkou 100 metrov; pre dlhšie káblové trasy je variantne k dispozícii pripojenie z optických vlákien vrátane príslušných prevodníkov. Osobný počítač je v dodávke zariadenia a je napojený z UPS-ky.

## VÁKUOVÝ SYSTÉM

Systém automaticky odstraňuje vzduch a všetok nekondenzovateľný plyn, ktorý sa môže nachádzať v okruhu pracovnej tekutiny ORC.

Systém pozostáva z:

1. vákuová pumpa,
2. separačná nádrž,
3. potrubie, ventily a príslušenstvo až po rozhranie,
4. prístrojové vybavenie.

## SYSTÉM DISTRIBÚCIE STLAČENÉHO VZDUCHU

Stlačený vzduch aktivuje pneumatické zariadenia potrebné pre správnu činnosť turbogenerátora ORC. Distribučný systém stlačeného vzduchu je až po body dodávky na rozhraní.

Distribučný systém začína z bodov umiestnených podľa špecifikácie na výkrese rozhrania a distribuuje vzduch každému pneumatickému spotrebiču, ktorý je súčasťou dodávky TURBODEN. Je vybavený

všetkými potrebnými ventilmi, podperami a nástrojmi.

## OCEĽOVÉ KONŠTRUKCIE PRE ZARIADENIA montované na podperných oceľových konštrukciách

Zariadenia turbogenerátora ORC sú namontované na vhodných oceľových konštrukciách (ok) poskytujúcich oporu a ukotvenie, chránené a lakované podľa normy TURBODEN.

V prípade strojov z EÚ sa na oceľové konštrukcie pre zariadenia montované na oceľové konštrukcie vzťahuje podobne ako na strojové zariadenia ORC smernica o strojových zariadeniach 2006/42/ES.

## ZABEZPEČOVACÍ SYSTÉM PRE PRÍRUBOVÉ SPOJE

Všetky spoje jednotlivých prvkov použitých v turbogenerátore ORC sú klasifikované podľa európskej normy EN 1127-1, príloha B a nemeckej normy TRBS 2152-2, ako technicky trvanlivé. V tomto prípade sa spoje nepovažujú za emisné body pre klasifikáciu okolia. TURBODEN dodá v rozsahu dodávky správu pre tieto zariadenia vypracovanú notifikovaným orgánom.

Stroje používajúce siloxán ako pracovnú kvapalinu ORC inštalovaných v interiéri sú vybavené zabezpečovacím systémom pre prírubové spoje, tento systém zabraňuje nepretržitému nasávaniu prírub. Systém pozostáva z:

1. samostatné ochranné kryty obklopujúce tlakové príruby (kryty prírub) so vstupom vzduchu,
2. pripojovacie potrubie každého krytu príruby k odsávaciemu ventilátoru,
3. výfukový ventilátor certifikovaný pre zónu 2,
4. spínač diferenčného tlaku certifikovaný pre zónu 2,
5. detektor organických tekutín certifikovaný pre zónu 2,
6. časť výtláčného potrubia až po prírubu rozhrania.

Ventilátor nepretržite nasáva vzduch z krytov prírub spolu s parou tekutiny, ktorá by mala unikáť z tlakovej príruby, čím je zaistené účinné vetranie podľa IEC 60079-10-1.

Kedykoľvek snímač zistí únik, pričom prah zásahu je nastavený na hodnotu o jeden rád nižšiu, ako je dolná medza horľavosti (LFL), senzor bezpečne zastaví turbogenerátor ORC.

Ventilátor sa zapne na požiadavku o spustenie turbogenerátora ORC a zostane v chode počas prevádzkovej fázy a najmenej 7 hodín po zastavení zariadenia.

V prípade poruchy ventilátora spínač diferenčného tlaku bezpečne zastaví zariadenie.

Všetky nástroje a vybavenie systému sú dodávané ako zariadenia pre neprerušiteľný chod.

Turbogenerátor ORC je skonštruovaný tak, aby bol vďaka svojej konštrukcii trvalo technicky tesný a vybavený certifikovaným systémom detekcie sania/úniku, je zostavou podľa smernice 2014/34/EÚ; Kompletná zostava zariadenia ORC potom neklasifikuje okolitý priestor ako relevantný z hľadiska výbuchu.

V stavebnej časti je riešená inštalácia zariadení pre vetranie priestoru ORC na základe požiadavky ty. TURBODEN pre odvedenie zbytkového tepla z tohto priestoru a požiadavky na vetranie tohto priestoru. Turbogenerátor ORC nemôže fungovať v priestore s klasifikáciou výbušného prostredia.

## PRACOVNÁ KVAPALINA ORC

Dodávateľ zabezpečí prvú dodávku a naplnenie turbogenerátora ORC pracovnou kvapalinou ORC potrebnou pre termodynamický cyklus.

Pracovnou kvapalinou ORC je organický silikónový olej siloxán, klasifikovaný ako horľavý podľa európskeho predpisu 1272/2008; podrobnosti o súvisiacich rizikách sú uvedené v karte bezpečnostných údajov.

Na uvedenie do prevádzky a spustenie turbogenerátora ORC bude dodané dostatočné množstvo kvapaliny, fy. TURBODEN turbogenerátor komplet naplní pracovnou látkou.

V prípade potreby bude dodané aj malé náhradné množstvo na doplnenie.



Kvôli horľavosti musí byť kvapalina správne skladovaná v súlade s kartou bezpečnostných údajov. Kvapalina musí mať vysokú úroveň čistoty, aby zaručila menovité výkony turbogenerátora ORC počas jeho životnosti. Kvapalina sa môže poškodiť (technické zhoršenie), ak je vystavená teplotám presahujúcim definované maximálne teploty.

V mechanických tesneniach turbíny a čerpadla môže dochádzať k úniku oleja smerom dovnútra okruhu pracovnej tekutiny ORC.

Tento únik môže byť fyziologický alebo môže súvisieť so zlyhaním tesnení, v dôsledku čoho sa výkon môže počas životnosti jednotky znižovať, množstvo poklesu silne závisí od veľkosti a konfigurácie turbogenerátora ORC, pôvodný výkon je možné obnoviť regeneráciou kvapaliny, oddelením olejovej frakcie.

Pre stroje používajúce ako pracovnú kvapalinu ORC siloxán, spoločnosť TURBODEN dodáva odlučovač oleja na odstraňovanie mazacieho oleja z pracovnej kvapaliny ORC počas prevádzky turbogenerátora ORC, čím sa zamedzí vyššie uvedenému zhoršeniu výkonu.

## OSTATNÉ PRACOVNÉ KVAPALINY

Ostatné pracovné kvapaliny potrebné pre pomocné zariadenia sú:

- mazací olej,
- olej do vákuovej pumpy.

## PRÍVOD DUSÍKA

Zariadenia ORC – pracovné a skladovacie priestory siloxánu sú pred prvým plnením inertizované dusíkom<sup>5</sup>.

## NEPRERUŠITEĽNÝ ZDROJ NAPÁJANIA

Aby bola zaručená prevádzka riadiaceho systému a pomocných služieb, ktorú nemožno prerušiť ani v prípade poruchy napájania, je potrebný systém neprerušiteľného napájania s jedným jednofázovým výstupom a jedným trojfázovým výstupom podľa zjednodušeného jednoriadkového diagramu.

V prípade poruchy elektrickej siete systém neprerušiteľného napájania napája tieto systémy:

- všetky mazacie systémy,
- riadiaci systém,
- nezávislý bezpečnostný systém,
- systém záznamu a vizualizácie dát,
- zabezpečovací systém pre prírubové spoje.

## PRÍVOD STLAČENÉHO VZDUCHU

Prívod stlačeného vzduchu potrebný pre prevádzku ORC turbogenerátora až po miesto pripojenia rozhrania.

## OKRUHY CHLADIACEJ VODY KONDENZÁTORA

Vodou je chladený kondenzátor a pomocné systémy, vrátane všetkých potrebných komponentov (čerpadlá, prietokové regulačné ventily, poistné ventily, protipríruby, potrubia, prístrojové vybavenie, odvodňovacie potrubia atď.).

---

<sup>5</sup> Dusík je inertný plyn a má nízky rosný bod. Z priestorov vytlača kyslík, znemožňuje oxidáciu výbušných plyných zmesí, čím sa predchádza explóziám.

### 3. Centrálna výmenníková stanica tepla (CVST)

Predmetom projektu je realizácia novej centrálnej výmenníkovej stanice tepla (CVST), typ voda-voda, menovitý výkon 7 000 kW, teplotný spád zima 95/65°C, leto 75/50°C, PN25 / PN16, v existujúcich priestoroch existujúceho stavebného objektu nového energetického zdroja, KGJ a ORC. CVST zabezpečí teplo pre vykurovanie (ÚK) a prípravu teplej vody (TV) pre SCZT KMET Handlová.

Prevádzkové režimy CVST

Zima

CVS bude ohrievať vykurovaciu vodu SCZT KMET Handlová z teploty 65°C na požadovanú výstupnú teplotu zima max 95°C. Ohrievajúcim médiom bude teplá voda z uvažovaného nového energetického zdroja tepla a elektriny ORC, palivo biomasa, teplotný spád 100/60°C.

Leto

CVST bude ohrievať vykurovaciu vodu SCZT KMET Handlová z teploty 50°C na požadovanú výstupnú teplotu, leto max 75°C. Ohrievajúcim médiom bude teplá voda z uvažovaného nového energetického zdroja tepla a elektriny ORC, palivo biomasa.

VST je na primárne médium - vykurovaciu vodu z nového ORC zariadenia pripojená na primárnej strane novým vnútorným oceľovým izolovaným potrubným rozvodom tepla 2 x DN250.

Na sekundárnej strane novej výmenníkovej stanice tepla ORC zariadenia, bude do nového rozdeľovača a zberača tepla paralelne novým vnútorným oceľovým izolovaným potrubným rozvodom napojená teplá voda z existujúcich zariadení, zdrojov tepla, 1 ks biomasový kotol (VESKO = K1), 2 ks KGJ (KGJ-1, KGJ-2), t.j. zdrojov tepla pre nový vonkajší rozvod tepla a nové výmenníkové stanice tepla v existujúcich plynových kotolniach SCZT KMET Handlová.

Maximálny výkon odovzdávacej stanice tepla (CVST) je  $P_{max} = 8\,400\text{ kW}$ . CVST je navrhovaná z dvoch doskových rozoberateľných výmenníkov tepla, každý o max výkone  $P_{max} = 4\,200\text{ kW}$ .

#### 3.1. Stručný popis funkcie CVST

Základné zariadenia CVST:

- 2 ks doskový výmenník tepla v prevádzke max výkon 4 200 kW, prevádzkový výkon 3 500 kW,
- uzatváracie a vypúšťacie armatúry/ventily
- regulačné armatúry, primár 2 ks, sekundár 2 ks,
- čerpadlá primárnej strany CVS, riešené v rámci projektu ORC zariadenia, 2 ks,
- čerpadlá sekundárnej strany CVS, nové 2 ks,
- poistné ventily, 2 ks,
- elektrorozvádzač spolu s riadiacim systémom,
- kontrolné a meracie prístroje
- teplomery, tlakomery na vizuálnu kontrolu
- merač tepla sekundár, pre exist. zdroje tepla a nové ORC zariadenie, 2 ks,
- tlaková nádobka s membránou vyrovnávajúca, objem 5,0 m<sup>3</sup>.

Inštalovaný výkon CVST ... 8 400 kW

Prevádzkový výkon CVST ... 7 000 kW

Centrálna výmenníková stanica tepla je riešená ako tlakovo nezávislá s doskovými výmenníkmi

rozoberateľnými, napríklad ALFA-LAVAL. CVS je navrhnutá ako skladačka z jednotlivých zariadení vo voľnom priestore existujúceho stavebného objektu KGJ a ORC.

VST ako celok sa skladá z:

- **primárneho okruhu**, prívod a vrat vykurovacej vody z uvažovaného nového zdroja tepla ORC zariadenie, novými obehovými čerpadlami Grundfos, novými regulačnými armatúrami výstupnej vykurovacej vody z jednotlivých výmenníkov tepla,
- **sekundárneho okruhu**, prívod a vrat vykurovacej vody z SCZT KMET Handlová novými obehovými čerpadlami z jednotlivých odovzdávacích výmenníkových staníc tepla v existujúcich PK 1,3,4,5,8,10,13,15 cez nové regulačné armatúry prietoku jednotlivých výmenníkov tepla, do nového rozdeľovača a zberača tepla VST bude paralelne napojená teplá voda z existujúcich zariadení, zdrojov tepla, 1 ks Biomasový kotol, 2ks KGJ,
- **okruhu doplňovania**, sekundárneho okruhu VST z nových zariadení doplňovania CZT KMET Handlová, 3 ks doplňovacie čerpadlo Grundfos, cez nový dvojcestný el. reg. ventil doplňovania
- **zabezpečovacieho zariadenia VST**, poistné ventily na sekundárnej strane výmenníkov, tlaková nádrž s membránou, vyrovnávací nádrž sekundárneho okruhu VST, poistný ventil doplňovania sekundárneho okruhu VST, dvojcestná el. regulačná armatúra odpúšťania sekundárneho okruhu VST,
- zariadenia merania, regulácie, SKR a prevádzkového rozvodu silnoprúdu zariadení VST

Okruh merania a regulácie je predmetom samostatnej časti toho projektu CVST.

### 3.2. Rozsah dodávky strojnej technológie

#### Primárna voda

Potrubia primárnej strany VST sa pripoja na:

- prírodné primárne potrubie DN250 v priestore objektu ORC a KGJ 1,2 KMET Handlová,
- vratné primárne potrubie DN250 v priestore ORC a KGJ 1,2 CZT KMET Handlová.

Potrubia budú uložené pomocou oceľových typových prvkov na stavebné konštrukcie objektu. Potrubie sa opatrí nátermi, zaizoluje sa minerálnou vlnou a oplechuje pozinkovaným plechom.

#### Sekundárna voda

Potrubia sekundárnej strany VST sa pripoja na nový potrubný rozvod sekundárneho vykurovacieho okruhu CZT KMET Handlová, a to na:

- prírodné potrubie DN200 a DN250 v priestore VST CZT,
- výstupné potrubie do rozvodu CZT KMET Handlová, DN200 a DN250.

Nové vnútorné prepojenie existujúceho sekundárneho rozvodu kotla na biomasu a KGJ a navrhovanej sekundárnej strany VST (potrubie 2x DN250),

### 3.3. Základné technické parametre

#### Primárna strana

- |                                    |                                           |
|------------------------------------|-------------------------------------------|
| - max. tepelný výkon VST           | ... 2 x 4 200 kW                          |
| - prevádzkový výkon VST            | ... 2 x 3 500 kW                          |
| - menovitý teplotný spád           |                                           |
| zima                               | ... 100/70 °C                             |
| leto                               | ... 80/60 °C                              |
| - výpočtový prietok                | ... 41,80 kg/s                            |
| - tlakový rozdiel                  | ... 45 kPa                                |
| - odpor výmenníka na vodnej strane | ... 35,0 kPa (pri prietoku 186,25 m3/hod) |

- objem výmenníka tepla ... 187 l
- pracovní stupeň primárního okruhu ... min. PN25 (pracovní stupeň I)
- konstrukční teplota ... 110°C
- připojovací hrdlá ... DN 150, PN 25
- hmotnost výmenníka tepla ... 2 x 2 301 kg (prevádzková)

Obidva výmenníky VST budú vybavené bezpečnostnými rýchlozávermi, pri prekročení výstupnej teploty vody na sekundárnej strane sa rýchlozávernými ventilmi uzavrie vstup vykurovacej horúcej vody do výmenníka.

#### Sekundárna strana

- max. tepelný výkon VST ... 2 x 4 200 kW
- prevádzkový výkon VST ... 2 x 3 500 kW
- menovitý teplotný spád
  - zima ... 95/65 °C
  - leto ... 75/50 °C
- výpočtový prietok ... 41,8 kg/s
- tlakový rozdiel ... 30 kPa
- objem vyk. sústavy (s VST) ... 170 m<sup>3</sup>
- pracovní stupeň sekundárneho okruhu ... min. PN16 (pracovní stupeň I)
- konstrukční teplota ... 110°C
- objem výmenníka tepla ... 185 l

### 3.4. Ostatné technologické úseky

#### Zabezpečovacie zariadenie

Sekundárny vykurovací systém VST bude proti neprípustnému zvýšeniu tlaku zabezpečený odpúšťacími a poistnými ventilmi.

Zmena objemu vykurovacieho systému primárnej strany CVST pri útlmových režimoch a nábehoch je vyrovnávaná prostredníctvom novej tlakovej nádoby s membránou o dostatočnej veľkosti a tlaku. Pre kontrolu nádob bude súčasťou dodávky aj servisný ventil MK osadený na pripojovacom hrdle nádoby.

#### Úprava vody a dopĺňovanie

Nová chemická úprava vody bude v zostave: 1ks filter - mechanická nominálna filtrácia, 1ks zmäččovací zariadenie, riadiaci ventil, riadiaca jednotka, impulzný vodoměr, filtračné nádoby, soľanková nádrž, 2ks dávkovacia stanica, pevná sacia zostava, nerezový vstrekovací kit, záchytná vaňa, filtračné zariadenie pre bočnú filtráciu uzatvorených okruhov. Zariadenie bude v modulovom systéme. Ide o plne automatické zariadenie. Vstupy: surová pitná voda, tabletovaná soľ, prostriedok na chemické viazanie kyslíka, multifunkčná kotlová chemikália.

Doplňovanie tlakového systému na udržiavanie prevádzkového tlaku sekundárnej strany CVST bude zabezpečené novým expanzným a doplňovacím zariadením v zostave: dvojcestný el. reg. ventil, uzatváracie armatúry, vodoměr, spätný ventil, s doplňovaním z výtlačného potrubia rozvodu upravenej vody. Na doplňovacom potrubí v mieste doplňovania vykurovacej vody bude inštalovaný odpúšťací el. reg. ventil. Objemová teplotná rozťažnosť sekundárnej strany VST bude eliminovaná v jednej tlakovej nádobe s vakom typu Expanzomat, G 5000, PN10, objem 5000 l, prevádzkový tlak 4,5 až 5,0 bar. Expanzomat bude pripojený na vratné potrubie sekundárnej vykurovacej vody.

### Čerpadlá CVST

Vykurovací voda je po priechode čerpadlom dopravovaná z výtlačného hrdla obehového čerpadla cez spätnú armatúru a uzatváraciu armatúru výtlačným potrubím. Čerpadlá sú chladené vzduchom, bez použitia chladiacej vody, čerpadlá sú vybavené PTC sondami, výrobca Grundfos.

Obehové čerpadlá sekundárnej sieťovej vody SCZT Handlová slúžia na dopravu vykurovacej vody v potrebnom množstve a tlaku. **Obehové čerpadlá** sú dve horizontálne odstredivé, článkové čerpadlá poháňané elektromotorom. Každé čerpadlo je projektované na 100% menovitého prietoku a 100% menovitej dopravnej výšky, pričom vždy jedno je v chode pre výmenníky VST a každé môže byť samostatne v prevádzke pri výpadku druhého čerpadla.

### Spojovacie potrubia

Potrubné rozvody VST, sekundárne aj primárne, sú navrhnuté z ocelových rúr hladkých PN40/III, materiál 11 353.1 (STN 42 5715). Oblúky DN15 až DN 50 budú zhotovované pri montáži ohýbaním rovných rúr. Všetky závitové armatúry budú montované do potrubia so závitovou spojkou. Armatúry a spoje – sekundárna strana VST min. PN16 a primárna strana PN25.

Primárne a sekundárne potrubie VST bude na najvyšších miestach odzdušnené odzdušňovacím potrubím DN 25 až DN 40 a armatúrami. Na najnižších miestach potrubných rozvodov sa osadia vypúšťacie armatúry s nástavcom na hadicu. Odfukujúce potrubie poistného ventilu bude vyvedené do novej otvorenej nádoby upravenej vody  $V = 10,0 \text{ m}^3$ .

### Nosné oceľové konštrukcie a uloženia

Prepojovacie potrubia v priestore VST budú uchytené o stavebné konštrukcie exist. objektu, steny, podlaha, strop alebo pomocné oceľové konštrukcie pomocou závesného systému pre potrubia, s klznými podperami.

Vyrovňavacia nádoba VST (tlaková nádoba s vakom) budú položené na podlahe v blízkosti VST.

### Tepelné izolácie a nátery

Minimálna hrúbka izolácie je závislá od vnútorného priemeru potrubia alebo armatúry, podľa požiadaviek vyhlášky č. 14/2016 Z. z.

2 ks Doskový výmenník VST bude zaizolovaný špeciálnou tepelnou izoláciou, ktorá bude súčasťou dodávky výmenníka.

Potrubia neizolované: odzdušňovacie a vypúšťacie potrubie, expanzné potrubie, odpadové potrubia, odfuky poistných ventilov.

Pred zaizolovaním je potrebné potrubia opatriť náterom.

## 3.5. Stavebné úpravy a demontáže

CVST bude osadená v existujúcom priestore objektu KGJ a ORC, na prízemí objektu, s prístupom z exteriéru spojovacou chodbou, a na podlaží vo výške +6,00 m, s prístupom po oceľovom schodisku. Temperovanie priestoru VST je existujúce, vetranie priestoru VST je existujúce.

Pre nové technologické zariadenia VST, obehové čerpadlá, doplňovacie čerpadlá, výmenníky tepla bude potrebné vybudovať nové základy, so soklom min 5 cm nad úrovňou podlahy.

V rámci demontážnych prác sa zrealizuje:

- demontáž časti existujúcich potrubí DN125, 100, 150, pre napojenie primárnej a sekundárnej strany VST,

- pre vytvorenie miesta pre inštalovanie VST je potrebné vykonať demontáže existujúceho oceľového podlažia +6,00 m, následne sa vybuduje nové podlažie +6,00 m, spriahnutý strop, oceľová konštrukcia, vlnitý plech a železobetónová podlaha.

Pre uloženie nových 2 ks obehových čerpadiel sekundárnej strany CVST CZT Handlová a nových 3 ks

doplňovacích čerpadiel bude potrebné vybudovať nové základy.

### 3.6. Meranie a regulácia, elektroinštalácia

V súčasnosti je v existujúcom objekte KGJ-1 a KGJ-2 osadený riadiaci systém, ktorý bude primerane upravený a doplnený novým zariadením MaR a SKR. Bude využitá existujúca elektrická prípojka. Nový riadiaci systém pre novú VST, napojenie na existujúce zdroje tepla KGJ-1, KGJ-2 a BK, predstavuje riešenie regulačných obvodov VST a merania množstva tepla a množstva doplňovacej vody. Podrobnosti sú uvedené v technickej správe.