

**Zadání:**



**Západočeská univerzita Plzeň**  
Fakulta elektrotechnická



# **Semestrální práce - elektrárny**

Vypracoval:  
Datum:

*Tomáš Kavalír*

# Elektrárna Tušimice:

## Obecně:

Počátek výroby elektřiny v lokalitě Tušimice se datuje do let 1963-1964, kdy zde byla uvedena do provozu Elektrárna Tušimice I. Její mladší sestra Elektrárna Tušimice II, se čtyřmi 200 MW bloky, byla uvedena do provozu v letech 1973-1974.

Stejně jako ETU I, která již dosloužila, byla i Elektrárna Tušimice II postavena přímo u zdroje paliva - Doly Nástup Tušimice. Umístění elektrárny v centru výskytu hnědého uhlí s pasovou dopravou od těžebních strojů až do elektrárny byly a jsou hlavní předností lokality Tušimice, neboť zcela odpadají náklady za dopravu uhlí po železnici. To významně snižuje výrobní náklady a řadí elektrárnu mezi nejefektivnější provozy v České republice. Proto byla a je elektrárna od doby svého spuštění vždy maximálně využívána...

## Kotel a technologická zařízení s tím spojená:

V elektrárně Tušimice II jsou instalovány čtyři uhelné kotle typu PG 660. Kotel PG 660 je řešen jako průtlačný, dvoutahový, s granulačním ohništěm a přímým foukáním uhelného prášku s přehříváky a přihříváky páry. K přípravě prášku je symetricky instalováno 6 ventilátorových mlýnů s práškovými hořáky zaústěnými v rozích a bočních stěnách spalovací komory. Pro zapalování prášku a stabilizaci hoření jsou určeny 4 kombinované hořáky na zemní plyn. K dopravě spalovacího vzduchu slouží u každého kotle dva vzduchové ventilátory, které vhánějí proud vzduchu přes ohříváky vzduchu typu Ljungström do vzduchových kanálů kotle. Spaliny ze zadního tahu kotle se odvádějí dvěma samostatnými spalinovými kanály. V každém z nich proudí spaliny přes LJ, elektrostatické odlučovače popílku a kouřový ventilátor. Cesta spalin dále pokračuje do blokové odsiřovací jednotky a poté do společného komína. Výrobce všech čtyř kotlů je VŽKG Vítkovice. Každý z kotlů PG 660 dosahuje těchto parametrů: Jmenovitý výkon kotle  $660 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$ , ekonomický výkon kotle  $530 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$ , minimální výkon se stabilizací  $240 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$ , teplota přehřáté páry  $540 \text{ }^\circ\text{C}$ , tlak přehřáté páry  $17,5 \text{ MPa}$ , teplota napájecí vody  $253 \text{ }^\circ\text{C}$ , nominální množství spalin (200 MW)  $1\,050\,000 \text{ Nm}^3\cdot\text{h}^{-1}$ , teplota za kotlem  $185 \text{ }^\circ\text{C}$ , účinnost dle výrobce  $86,5 \%$ .

### **Zásobníky surového paliva**

Zásobníky surového paliva (ZSP) všech čtyř kotlů jsou umístěny ve stavbě mezistrojovny souvisle vedle sebe po celé délce budovy výrobních bloků. Zásobníky každého kotle jsou vedle sebe rozmístěny podle polohy jednotlivých mlýnských okruhů. Palivo se do ZSP dopravuje dvěma nezávislými pasovými linkami. Při automatickém zauhlení mezi minimální a maximální hladinou paliva mají ZSP obsah cca 1500 t, který vystačí při

průměrné výhřevnosti zhruba na pětihodinový provoz při jmenovitém výkonu bloku.

### **Uhelná mlýnice**

Mlecí zařízení kotle se skládá ze šesti samostatných jednotek s ventilátorovými mlýny. Spaliny o teplotě 900 - 1100 °C jsou nasávány z ohniště ventilačním účinkem mlecího kola a slouží pro vysoušení paliva před vstupem do mlýna. Mlecí zařízení je dimenzováno tak, aby jmenovitý výkon kotle byl pokryt provozem čtyř až pěti mlýnů. Po umletí a dosušení v mlýně vstupuje uhelný prášek spolu s nosným médiem do třidiče a dále do práškovodu k hořákům.

### **Ventilátorové mlýny**

Kotel je vybaven 6 kusy ventilátorových mlýnů VM o průměru kola 3 100 mm s maximálním mlecím výkonem 52 t.h<sup>-1</sup> paliva a s regulačním rozsahem 60 - 100 %.

### **Zadní tahy kotlů**

Zařízení umělého tahu je za kotlem provedeno ve dvou paralelních větvích. V každé větvi (kouřovodu) je za regeneračním ohřívákem vzduchu (LJ) umístěn elektrostatický odlučovač popílku a kouřový ventilátor (KV). KV slouží pro dopravu spalin a překonání tlakových ztrát spalinového traktu. V době odstávky odsiřovacího zařízení dopravují spaliny do společného 300 metrů vysokého komína.

### **Elektrostatický odlučovač**

Elektrostatický odlučovač (EO) zachycuje tuhé látky obsažené ve spalinách. Kouřové plyny vstupují z kotle do EO. Popílek unášený kouřovými plyny se nabíjí a usazuje na usazovacích elektrodách. Usazené částice vytváří na elektrodách vrstvu, která je odstraňována v pravidelných intervalech pomocí oklepávačů. V elektrárně Tušimice se používají elektrostatické odlučovače dodané ZVVZ Milevsko, typu EKF 2x50-10, 5-3x5-03, které mají horizontální, komorové uspořádání o 3 sekcích. Celková plocha usazovacích elektrod jedné sekce je 3612 m<sup>2</sup>, účinnost podle výrobce je 99,1 %.

### **Doprava strusky**

Pod výsypkou spalovací komory jsou instalovány dva šnekové vyhrnovače strusky. Z obou vynašečů je struska kontinuálně vyhrnována do centrálního drtiče strusky. Po rozdrčení padá struska přes násypku do ejektoru, odkud je unášena tlakovou splavovací vodou ejektorovým potrubím do společných splavovacích kanálů až na bagrovací stanici.

### **Partie za kotlem**

Pokračováním membránových stěn zadního tahu je dolní plechová část s dvěma výsypkami popílku, na které navazují dva samostatné spalinové (kouřové) kanály. Výsypky jsou zakončeny přírubami pro odvod popílku svodkami. Další doprava popílku je zajištěna pneumaticky tzv. suchou cestou. V případě poruchy pseudopravy padá popílek do čajníků a je spolu se splavovací vodou dopraven do bagrovací stanice.

### **Výsypky elektrostatických odlučovačů (EO)**

Pod každou sekci EO jsou instalovány 3 výsypky tj. celkem 18 výsypek pro kotel ve třech řadách za sebou. Doprava odloučeného popílku je zajištěna pomocí suché pneumatické dopravy nebo poruchově přes čajníky do splavovacích kanálů a na bagrovací stanici.

### **Odsiřovací zařízení spalin mokrou vápencovou vypírkou**

Mokrá vápencová vypírka zajišťuje odstraňování oxidu siřičitého, obsaženého ve spalinách. Podstatou je reakce vápence ve formě vodní suspenze s oxidem siřičitým za přispění oxidace vzduchem. V elektrárně Tušimice je použit typ odlučovacího zařízení - mokrá vypírka spalin v bublinkovém reaktoru od výrobce Marubeni Corporation, Chiyoda Corporation, Burmeister and Wain Energy A/S. Účinnost tohoto zařízení dosahuje podle výrobce až 96,3 %. Absorpční modul se skládá z bublinkového reaktoru odsiřovací jednotky (JBR) s předchladičím zónou, která je součástí vlastního reaktoru a odlučovače kapének. Spaliny přicházející od kotle vstupují do rotačního regeneračního výměníku typu Ljungström (LJ). V LJ dochází k ochlazení nevyčištěných a ohřátí vyčištěných kouřových plynů. Teplo předává strana nevyčištěných kouřových plynů od kotle vyčištěným spalinám od reaktoru. Spaliny vstupují z rotačního výměníku do chladičím zóny, kde jsou sprchovány vápenco - sádrovcovou suspenzí, čímž je zabezpečeno nasycení spalin vodou. Z chladičím zóny vstupují spaliny do reaktoru odsiřovací jednotky (JBR). Po opuštění reaktoru, ve kterém je dokončena hlavní část odsiřovací reakce a zachycení zbytkových pevných částic, prochází spaliny dvoustupňovým svisle uspořádaným odlučovačem kapének, v němž je zachycena přebytečná vlhkost. Dále jsou vyčištěné spaliny nasávány spalinovým ventilátorem, následně ohřáty v LJ a zavedeny kouřovodem do komína.

Doprava vápence a sádrovce, příprava suspenze a odvodnění sádrovce je společné pro celý závod.

### **Doprava vápence**

Vápencový štěrk je z vlakových souprav vykládán do prostoru hlubinného zásobníku, ze kterého je dopravován na skládku nebo přímo do zásobníku surového vápence pasovými dopravníky.

### **Krytá skladovací plocha**

Jestliže je naplněn zásobník hrubého vápence na požadovanou hladinu, převede se doprava vápence na skladovací plochu. Skladovací plocha má rozměr 25 x 120 m a kapacitu 18 000 t.

### **Příprava vápencové suspenze**

Ze zásobníku hrubého vápence jsou vedeny dvě samostatné linky, z nichž každá obsahuje dopravníky, kladivový mlýn (drtič), zásobník drceného vápence a věžový mlýn. Vápencová suspenze je dopravena do dvou nádrží (tanků) vápenné suspenze vybavených míchadly. Pro odstranění prašnosti v prostoru drtiče je budova vybavena odprašovacími zařízeními. Součástí odprašovacího zařízení jsou ventilátory a pytlivé filtry. Vápencová suspenze je z nádrží čerpána do reaktorů.

### **Sekce odvodnění sádrovce**

V separátoru sádrovce se suspenze odebíraná z reaktoru dělí na sádrovcové krystaly a mateční roztok. Odvodnění sádrovce je zajišťováno třemi vakuovými pásy, z nichž dva zajišťují potřeby plného výkonu elektrárny.

### **Přeprava sádrovce**

Přeprava odvodněného sádrovce od vakuových filtrů je zajišťována jedním dopravníkem (není zálohován) s tím, že jsou k dispozici dvě možnosti způsobu dopravy sádrovce, a to do skladu nebo na pás pro dopravu deponátu.

### **Oxidační kompresory**

Oxidační zařízení je vybaveno čtyřmi oxidačními kompresory pro dodávku oxidačního vzduchu do absorberů. Pro plný výkon celého odsíření je nutný provoz tří kompresorů.

### **DENOX**

Z důvodu dodržení emisních limitů stanovených pro emise oxidů dusíku a oxidu uhelnatého došlo k úpravám kotle (práškových hořáků, mlýnů včetně regulačních orgánů) a vlastního spalovacího procesu (změna distribuce spalovacího vzduchu do kotle /množství a místa/ např. instalace 8 ks dyšen dohořivacího vzduchu po obvodu spalovací komory atp.). Součástí úprav je i samostatný program v řídicím systému bloku (PROCONTROL), jehož algoritmy mají přímou vazbu na emise CO a NO<sub>x</sub>.

### **Měření emisí**

Cílem kontinuálního měření je zabezpečení souhrnu měření emisních veličin a jejich monitorování. Na základě vyhodnocování jednotlivých veličin a jejich vzájemných vztahů zasahuje obsluha do řízení spalovacího procesu a odsiřovacího procesu s cílem dosáhnout minimalizace emisí škodlivin do ovzduší a nepřekročení emisních limitů ve spalinách.

Měření TZL se provádí fotometrickou měřicí metodou na přístroji Sick RM 210, OMD 41.

Měření plynů SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, O<sub>2</sub> se provádí absorpční IR-fotometrií a UV fotometrií na přístrojích URAS 3G, RADAS 1G, Horiba ENDA 600.

## **Vodní hospodářství a chemická úpravna vody:**

### **Čerpací stanice surové vody**

Stanice je vybudována na přivaděči vody pro bývalou Lomazickou vodní elektrárnu na levém břehu Ohře. Je určena zejména pro čerpání surové vody pro elektrárnu Tušimice II a dále také pro Tušimice I (převážně pro požární zajištění). Voda je přiváděna přes stavidlové uzávěry ke strojně stíraným česlím a odtud přívodním kanálem do prostoru bývalých mikrosít č. 6, 7, 8 a dále kanálem do sací jímky čerpadel. Čerpadla surové vody přečerpávají vodu výtlačnými řády do vodojemu ETU II. Propojením vodojemů se voda dostává do vodojemu ETU I vodojemy jsou vzájemně

propojeny s možností individuálního provozu. Odtud je přídavná voda pomocí gravitačních řádů rozvedena po elektrárně. Objem vodojemů ETU II je 2 x 500 m<sup>3</sup>. Celkový objem vodojemů ETU I a ETU II je 3000 m<sup>3</sup>.

### **Voda pro odsíření - filtrace**

Zdrojem technologické vody pro odsíření jsou gravitační řády surové vody z Ohře pro ETU II. Napojení odběrních potrubí je v technologickém kanálu v prostoru před uzavíracími klapkami gravitačních řádů. Technologie filtrace (FS) sestává z filtračního automatu s rotačním bubnem pro první stupeň filtrace surové vody (jemnost filtrace do 100 µm). Předfiltrována voda je vypouštěna do jímky předfiltrace. Z jímky předfiltrované vody je tato voda čerpána přes jemné svíčkové filtry (druhý stupeň filtrace vody - jemnost filtrace do 50 µm) a dále dopravována do procesu odsířovací jednotky. Z jímky předfiltrované vody je také čerpána voda pro mlecí linky vápence. Voda z proplachu filtrů, vypouštěcí a odkalovací potrubí jsou zavedena do odkalovací jímky. Voda z ní se čerpá ponornými čerpadly na CHÚV.

### **Chemická úpravna (CHÚV)**

Úpravna vody zajišťuje výrobu vody požadované kvality pro potřeby elektrárny ETU II. Na CHÚV se vyrábí demineralizovaná voda pro napájení kotlů a změkčená voda pro doplňování horkovodního topení. Surová voda je přivedena do CHÚV gravitačně odbočkou ze 2 hlavních gravitačních řádů surové vody pro elektrárnu.

Surová voda se nejprve čirí. Čiřením se z vody odstraní koloidní a částečně organické látky, které způsobují zákal a zbarvení vody a negativně ovlivňují proces výměny iontů na ionexech. Čiření je „kyselé“, síranem železitým s přísadkou pomocného organického flokulantu a následnou pískovou filtrací.

Největší množství čířené filtrované vody se dále upravuje demineralizací pomocí ionexů na demineralizačních linkách.

Část čířené filtrované vody se upravuje změkčováním. Malá část čířené filtrované vody se používá na proplachy, ředění některých chemikálií a jako ucpávková zahlcovací voda pro některá čerpadla.

Demineralizace se provádí v ionexových filtrech, které jsou v linkovém uspořádání. Demineralizační linky jsou třístupňové v řazení, silně kyselé katexy, slabě bazický anex a silně bazický anex.

Konečný stupeň doúpravy přídavné demivody pro bloky je směsný ionexový filtr. Katexy jsou regenerovány HCl protiproudě. Anexy jsou regenerovány souproudě, spojitou regenerací NaOH. Demineralizační linky mají společné regenerační hospodářství. Agresivní odpady z CHÚV jsou svedeny do nádrží a přečerpány do neutralizační stanice.

### **Pískový filtr změkčené vody**

Pískový filtr je určen pro boční filtraci okruhů změkčené vody. Změkčená voda je k filtru přivedena z okruhů změkčené vody, po filtraci voda vystupuje z filtru a vrací se zpět do okruhů změkčené vody I a II. Voda slouží pro doplňování dynamické nádrže horkovodu Tušimice - Kadaň.

### **Čerpací a filtrační stanice chladicí vody (ČSCHV)**

Zajišťuje chladicí vodu pro kondenzátory čtyř turbín o výkonu 4 x 200 MW a čtyř turbonapáječek o výkonu 4 x 7,5 MW. Je situována v samostatné budově za výrobním blokem v blízkosti čtyř chladících věží typu Ittersen

s přirozeným tahem. S výrobním blokem je spojena potrubími výtlačných a vratných řádů chladicí vody, dále pak potrubím přídatné vody do sací jímky chladicích čerpadel (CHČ) z gravitačního řádu, které je vedeno jako svodné potrubí výstupu z LCH jednotlivých bloků. Ochlazená voda z van věží je vedena betonovými kanály, které se na sebe postupně napojují a jsou svedeny do dvou samostatných sacích jímek, umístěných pod budovou ČSCHV.

Filtrační stanice průběžně zpracovává část oběhového množství surové chladicí vody s výkonem zhruba  $3\,000\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$  a odstraňuje mechanické nerozpustné nečistoty větší než  $100\ \mu\text{m}$ . Podmínkou je, aby jejich obsah nepřekročil  $100\text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$  surové vody. Vlastní kontinuální filtrace vody probíhá ve 3 filtrech od výrobce DDS (DANGO & DIENENTHAL, Siegen) ze SRN. Čistění filtrů probíhá bez přerušování filtrace jejich zpětným proplachem přefiltrovanou vodou. Odpadní kaly z proplachu filtrů odvádí sběrné potrubí s namontovaným elektronickým průtokoměrem do sběrného potrubí kalů a dále potrubím kalů do splavovací jímky bagrovací stanice I. Plynulý odvod kalů je nutný pro bezporuchový provoz filtrační stanice. Samostatnou část čerpací stanice tvoří tzv. požární čerpací stanice, sestávající ze dvou čerpadel 80 - CVAV - 200 a dvou čerpadel 250 - CVAV - 400.

Výstup z požární stanice je proveden nízkotlakým řádem a vysokotlakým řádem. Nízkotlaký řád je provozován tlakem  $0,5\text{ MPa}$  a regulaci tlaku zajišťuje regulační ventil. Řád zajišťuje venkovní rozvod požární vody.

Vysokotlaký řád je provozován s tlakem  $0,9\text{ MPa}$  a tlak je udržován vhodným řazením požárních čerpadel. Řád zajišťuje vodu pro výrobní blok.

### **Pitná voda**

Pitná voda je odebírána na základě smlouvy z veřejného vodovodu SČVK a je používána pro sociální účely. Množství je měřeno. Pitná voda je přiváděna potrubím DN 150 do suterénu budovy stanice, kde po rozdělení do dvou větví DN 100 plní vrchem oba vodojemy, které slouží k akumulaci pitné vody pro případ špičkových odběrů. Na konci plnicích potrubí jsou uzavírací plovákové ventily. Vodojemy jsou opatřeny bezpečnostním přepadem zaústěným do dešťové kanalizace. Na vstupním potrubí před rozdělením do vodojemů je uzavírací šoupě s elektrickým pohonem, kterým je automaticky regulována hladina ve vodojemech.

### **Bloková úprava kondenzátu (BÚK)**

Nedílnou součástí výrobního zařízení energetického bloku s průtlačným kotlem je úprava kondenzátu, která umožňuje kontinuálně upravovat (čistit) vodu parovodního okruhu. V ETU II je instalována blokovaná úprava kondenzátu (BÚK) s externí regenerací ionexů, která umožňuje upravit až  $500\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$  kondenzátu na každém bloku. Linka na úpravu kondenzátu jednoho bloku sestává ze tří stupňů.

### **Filtrace kondenzátu**

Filtrace kondenzátu se provádí náplavnými filtry. Na naplavené vrstvě filtračního materiálu se zachycují nerozpustné sloučeniny železa, mědi a další mechanické nečistoty. Rozdíl mezi klasickou filtrací a filtrací náplavnou spočívá v tom, že u náplavných filtrů se při každém filtračním cyklu naplavuje nová vrstva filtračního materiálu.

## **Demineralizace kondenzátu**

Demineralizace kondenzátu se provádí směsnými filtry s externí regenerací. Jako náplň směsných filtrů je použito směsi silně kyselého katexu a silně bazického anexu v poměru 1:1. Účelem demineralizace je odstranění rozpuštěných solí. Regenerace ionexových náplní směsných filtrů se provádí externě v místnosti externí regenerace, která je společná pro všechny směsné filtry. Směsný filtr č. 10 slouží k doúpravě demineralizované vody z CHÚV pro doplňování kondenzátu na jednotlivé bloky ETU 2.

## **Pojistný filtr**

Pojistný filtr slouží k zachycování úlomků ionexových zrn proniklých z předcházejícího stupně. Při poruše scezovacích roštů směsných filtrů zabrání vniknutí ionexu do okruhu voda - pára a tím havárii zařízení.

## **Dávkování chemikálií**

Posledním stupněm úpravy kondenzátu je jeho alkalizace dávkováním roztoku čpavku do demineralizovaného kondenzátu. Čpavku se používá k úpravě pH napájecí vody dle ČSN 07 7403 a ČSN 07 7401.

## **Dávkování kyslíku**

Pro zlepšení antikoročních vlastností potrubí je do napájecí vody dávkován plynný kyslík (do napájecího potrubí turbonapáječky (TN) a elektronapáječky (EN). Kyslík se dávkuje v plynné formě z tlakových lahví umístěných v plechovém přístřešku - bateriové stanice - na vnější zdi strojovny za blokem B24.

## **Napájecí stanice výrobního bloku 200 MW**

Skládá se z turbonapáječky (TN) a dvou elektronapáječek (EN) umístěných ve strojovně jako regenerační a vysokotlaké ohříváky. Jako základní napájecí agregát kotle je projektována TN, která se dále přednostně využívá při najíždění bloku ze studeného stavu provozem na cizí páru.

## **Neutralizační stanice**

V budově neutralizace jsou instalovány 3 vertikální neutralizační nádrže (NeN) o objemu 145 m<sup>3</sup> vzájemně propojitelné. Pro účel promíchání a vyčerpání NeN slouží 3 recirkulační čerpadla. Homogenizace odpadní vody v jednotlivých nádržích se realizuje cirkulačními čerpadly a současně s mícháním tlakovým vzduchem, až do dosažení konstantní hodnoty pH. Po dokonalé homogenizaci vzduchem a recirkulací a provedené neutralizaci se odpadní vody vypouštějí do bagrovací jímky. Chemikálie (hydroxid sodný 45% a kyselina solná 31% ) se přivádí z objektu CHÚV.

## **Kanalizace**

Slouží k odvádění odpadních vod z ETU II. Kanalizace v ETU II je řešena jako oddílná, se samostatnými řady pro:

- odvod splaškových vod,
- odvod srážkových vod spolu s vodami drenážními.

Odvod odpadních vod vznikajících ve vlastním provozu elektrárny je začleněn v technologickém potrubním schématu elektrárny.

Odpadní vodu z ETU II tvoří směs vyčištěné splaškové vody, dešťové vody, spodní drenážní vody a chladicí voda (odluhu)

**Splašková voda** (splašková kanalizace)



Odvod splaškové vody ze sociálních zařízení a kuchyně ETU II zajišťuje kanalizační řad tvořený z kameninových hrdlových trub (DN 250 – 300 mm, hloubka uložení 1,5 – 6 m). Veškeré splaškové vody jsou svedeny do čerpací stanice splaškových vod a odtud přečerpávány do vlastní čistírny odpadních vod. Proces čištění probíhá v lince biologického čištění. Provoz čistírny odpadních vod se řídí schváleným „PŘ čistírny odpadních vod ETU II“. Vyčištěné splaškové vody jsou odvedeny do dešťové kanalizace.

#### **Dešťová voda** (dešťová kanalizace)

Kanalizační řad dešťové vody odvádí srážkové vody z areálu ETU II. Do tohoto řadu jsou dále zaústěny vyčištěné vody z čistírny splaškových odpadních vod, vody vyčerpané z jímek spodních drenážních vod a odluh chladicí vody z chladicího okruhu. Kanalizační řad je z kameninových trub (DN 250 – 300 mm, hloubka uložení 1,5 – 8 m). Hlavní kmenový sběrač je z betonových trub (DN 600 – 1200 mm, hloubka uložení až 12 m).

Veškeré výše uvedené odpadní vody jsou odváděny z areálu ETU II kmenovým sběračem do Lužického potoka a následně do záchytné nádrže, přes kterou je tok potoka převáděn. Ta je vybavena stabilní nornou stěnou pro zachycení ropných látek v případě jejich úniku. Zachycené ropné látky lze přepustit do záchytné bezodtokové dvoukomorové jímky, ze které jsou likvidovány. Provozování záchytné nádrže se řídí schváleným manipulačním řádem.

#### **Technologická odpadní voda** (průmyslová kanalizace)

Technologická odpadní voda z pomocných provozů elektrárny je svedena „průmyslovou kanalizací“ do bagrovací stanice, kde se používá jako přídavná voda pro plavící okruh pro hydraulickou dopravu strusky na odkaliště.

#### **ČOV**

Čistírna odpadních vod je umístěna ve dvou budovách. Jedná se o samostatnou čerpací stanici odpadních vod a vlastní čistírnu odpadních vod.

Čistírna odpadních vod je biologická, systém nízkozatěžované aktivace je doplněn nitrifikací, denitrifikací a regenerací kalu. Proces probíhá v lince biologického čištění. ČOV se skládá z tříkomorového selektoru, denitrifikační nádrže, aerační (aktivační) nádrže, dosazovací nádrže, regenerační nádrže kalu a zásobní nádrže kalu s odvodňovacím zařízením.

V areálu ETU je vybudovaná oddílná kanalizace:

- splašková - pro odvádění splaškových vod ze sociálních zařízení a z kuchyně
- dešťová - pro odvádění srážkových vod z areálu ETU, odvod čerpaných drenážních vod
- průmyslová - odvádí vody ze strojovny a kotelny do bagrovací stanice

Do dešťové kanalizace jsou dále zavedeny: Přepad ze sací jímky chladicích čerpadel, výstup z ČOV areálu Prahy (HUNTER DOUGLAS), výstup z ČOV areálu ZS - JIH (ELNA SLUŽBY) a výstup z ČOV areálu ZEMPO – HOLAN.

#### **Likvidace zaolejovaných vod (LOV)**

Odpadní vody ze strojovny se shromažďují v jímkách u hlavních kondenzátorů. Z těchto jímek je voda přečerpávána kalovými čerpadly na

kotelnu do splavovacích kanálů a na bagrovací stanici (BS), nebo do LOV. Tato nová trasa vede potrubním kanálem na CHÚV a dále do strojovny Čerpací stanice - likvidace odpadních vod, kde navazuje ruční uzavírací armaturou na stávající vstupní potrubí do usazovací nádrže LOV.

Usazovací nádrž je osazena pojízdným zařízením na stírání hladiny a odsávání kalu ze dna nádrže. Pohyblivá norná stěna slouží k posunování ropných látek z hladiny nádrže k místu sběru. Místo sběru je možné uzavřít - oddělit od usazovací nádrže závěsným hradítkem, ovládaným z plošiny. Zařízení pro sběr olejů z volné hladiny je typu BIMBO, které obsahuje sběrný ponorný pás, ždímací jednotku, gravitační separátor oleje a filtry. Odloučené ropné látky se plní do barelů 200 l, které jsou v počtu 10 kusů umístěny v budově nad usazovací nádrží. Předčištěná voda teče přes nornou stěnu a přepadovou hranu do zásobní nádrže, odkud je přečerpávána stávajícím čerpadlem potrubní trasou na bagrovací stanici. Toto čerpadlo je umístěno ve strojovně čerpací stanice likvidace odpadních vod. Kal ze dna usazovací nádrže je čerpadlem na pojízdném zařízení odsáván do zahušťovací nádrže kalu. Přebytečná voda z této nádrže se vrací buď čerpadlem nebo přes přepad zpět do usazovací nádrže.

## **Turbína a generátor 200MW:**

Celkem jsou instalovány 4 turbogenerátory, každý o výkonu 200 MW.

Turbína soustavy ŠKODA je třítělesová, rovnotlaká, kondenzační s přihříváním páry a osmi neregulovanými odběry páry pro ohřev kondenzátu, napájecí vody, topné vody výměňkových stanic a pohon turbonapáječky. Turbína má tyto parametry: Jmenovitý výkon 200 MW, jmenovité otáčky  $3000 \text{ min}^{-1}$ , jmenovitý tlak páry před VT ventilem 16,2 MPa, jmenovitá teplota páry před VT ventilem  $535 \text{ }^\circ\text{C}$ , tlak páry na výstupu VT tělesa při 200 MW je 4,13 MPa, teplota páry na výstupu VT tělesa při 200 MW je  $343 \text{ }^\circ\text{C}$ , jmenovitý tlak páry před ST tělesem při 200 MW je 3,68 MPa, jmenovitá teplota páry před ST tělesem turbíny je  $535 \text{ }^\circ\text{C}$ , kritické otáčky se projevují v pásmu  $1350 - 2300 \text{ min}^{-1}$ , jmenovitá teplota chladicí vody  $22 \text{ }^\circ\text{C}$ , nejvyšší teplota chladicí vody  $35 \text{ }^\circ\text{C}$ , olejová náplň (pro mazací a rozvodový systém) pro turbínu má objem 28 000 l a pro generátor obsahuje 6 000 l.

### **Věžová chladicí voda**

Chlazení věžové vody probíhá ve čtyřech chladících věžích s přirozeným tahem typu Itterson, každá pro jeden výrobní blok s možností propojení. Věžová voda je čerpaná čtyřmi chladícími čerpadly s regulovatelným oběžným kolem a diagonálně postavenými lopatkami - každé pro jeden výrobní blok s možností propojení. Bilance spotřeby chladicí vody: Potřebné množství vody pro chlazení kondenzátoru je  $19\,200 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ , chladiče oleje turbogenerátoru  $345 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ , přídavná voda do jímky vývěv  $150 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ , kondenzátor turbonapáječek  $1\,800 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ , chladiče  $36 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ .

### **Generátor 200 MW**

Alternátory Škoda o výkonu 235 MVA a napětí 15,75 kV mají kombinované chlazení - povrchové chlazení vodíkem a statorové vinutí je chlazeno kondenzátem, který proudí dutými vodiči.

Generátor je štítového provedení, to je s vlastními ložisky ve štítech statoru. Rotor generátoru je s rotorem nízkotlaké části parní turbíny spojen pevnou spojkou. Střední část tvoří vlastní kostru statoru a vnější části jsou konstruovány jako svařovaná víka. Kostra statoru je z montážních důvodů dělena na vnitřní a vnější kostru. Statorové vinutí je chlazeno vodou - kondenzátem přímo doplňovaným z okruhu turbíny. Ostatní části stroje - rotor, statorové železo, čelní části statoru se chladí přetlakovým vodíkem. Elektrický výkon elektrárny je vyveden přes blokové transformátory 240 MVA/15,75/400 kV dvěma vedeními do rozvodny Hradec.

### **Plynové hospodářství alternátoru**

Zajišťuje naplnění turboalternátoru vodíkem ( $H_2$ ) a jeho trvalý provoz s vodíkovou náplní o předepsaném tlaku a čistotě. Vzhledem k výbušnosti směsi vodíku a vzduchu v rozmezí od 4 do 74 % vodíku ve vzduchu se neplní generátor přímo vodíkem, ale tak, že se z něho vytlačí nejprve vzduch oxidem uhličitým ( $CO_2$ ) a teprve pak se nahrazuje oxid uhličitý vodíkem, neboť směs vodíku a  $CO_2$  je nevybušná. Stejně je tomu i při vyprazdňování stroje, kdy se z vodíkové náplně přechází na vzduchovou. Při této manipulaci se z generátoru vytlačí vodík oxidem uhličitým a pak teprve je možno  $CO_2$  nahradit vzduchem. Plynové hospodářství se skládá z rozvodu vodíku, rozvodu  $CO_2$ , rozvodu vzduchu a ze skupiny ventilů, které umožňují proplachování generátoru oxidem uhličitým, plnění vodíkem a připouštění vodíku při poklesu tlaku. Kromě toho plynové hospodářství obsahuje ještě vysoušeč vodíku a plynový panel.

### **Olejové hospodářství alternátoru**

Olejové hospodářství tvoří okruh pro vodíkové strany ucpávek, okruh pro vzduchové strany ucpávek a vývěva pro odstraňování plynů pohlcených v těsnícím oleji. Přetlak oleje na vodíkové straně ucpávek nad tlakem vodíku je 65 kPa. Přetlak oleje dodávaného na vzduchovou stranu ucpávek je 50 kPa nad tlakem vodíku.

### **Vodní hospodářství alternátoru**

Vodní hospodářství turboalternátoru zajišťuje cirkulaci upravené chladicí vody, napájející duté vodiče statorového vinutí. K chlazení se používá kondenzátu, jehož vodivost, průtok a teplota se musí pohybovat v předepsaných mezích. Dosáhne-li jeho vodivost nastaveného maxima, provádí se proplachování okruhu čistým kondenzátem. Množství statorové chladicí vody protékající hlavním okruhem je asi  $36 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ .

## **Řídicí systém:**

Řízení bloků se děje ze dvou blokových dozoren. Původní již zastaralý řídicí systém bloků byl v letech 1994-1997 vyměněn za moderní řídicí systém PROCONTROL P firmy ABB. Řídicí systém byl vyměněn i na zauhlování a celkovou modernizací včetně řídicího systému prošla v posledních letech i chemická úprava vody, kde v obou případech byl instalován řídicí systém VALMET

## **Malá vodní elektrárna Želina:**

Do organizační jednotky Elektrárny Tušimice patří také malá vodní elektrárna Želina. V provozu byla v letech 1908-1925, v roce 1994 byla opět uvedena do původního stavu a v současné době dodává v závislosti na průtoku vody 300-450 kW elektřiny. Je to pozoruhodná architektonická a technicko-historická památka.

Souhrnné údaje

Popis: Želina

Typ instalace: Vodní elektrárny

Město: Želina

Kraj: Ústecký

Rok instalace: 1994

Výkon: 630 kW

Počet soustrojí vodní elektrárny: 2 ks

Typ vodní elektrárny: MVE

## **Paroplynová elektrárna Vřesová:**

Nová paroplynová elektrárna (PPC) byla vybudována v letech 1993 - 1996 a je začleněna do zpracovatelské části SUAS ve Vřesové. Základním palivem pro bloky o celkovém instalovaném elektrickém výkonu 2x 200 MWel je energoplyn. Ten je vyráběn v tlakové plynárně dokončené v roce 1970, která je vybavena 26 generátory pro tlakové zplyňování uhlí v pevném loži typu Lurgi. Vstupní surovinou pro zplyňování (za pomoci kyslíku a páry) je poměrně kvalitní sušené kusové hnědé uhlí připravené v sekci sušárna. Tlaková plynárna je vybavena čištěním plynu Rectisol, odsířením plynu Haldor - Topsoe z roku 1993, odfenolováním a odčpavkováním odpadních plynárenských vod, které jsou biologicky dočištěny. Dále je zařazena termická likvidace zápachajících odpadních plynů (z roku 1986). Potřebný kyslík je vyráběn v kyslíkárně. Výstavba paroplynové elektrárny byla vyvolána ukončením odběru svítiplynu a přechodem odběratelů na zemní plyn. Roční výroba více než 1 miliardy m<sup>3</sup> energoplynu představuje cca 50 % spotřeby PPC. Tato produkce je využita v pásmu trvalého provozu energetického zařízení. Jmenovitý výkon elektrárny je využíván v souladu s požadavky odběratele elektřiny ČEZ, a. s. jen v pásmech energetických špiček resp. při potřebě regulačního výkonu elektrizační sítě ČR (2000 h/rok). K dosažení jmenovitého výkonu zdroje je jako další palivo využíván zemní plyn. Kromě energoplynu stávající technologie zplyňování produkuje vynucené vedlejší produkty. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> atd.

## **Základní technické parametry:**

Paroplynová elektrárna je tvořena dvěma bloky, každý o instalovaném výkonu 200 MW. Součástí každého bloku je plynová a parní turbína. Doplnkovým palivem, umožňujícím rychlé změny výkonů bloku a palivem záložním, je zemní plyn. Obě paliva jsou spalována ve spalovacích komorách plynové turbíny. Vzduch pro spalování a pro chlazení průtočné části turbíny je dodáván turbokompresorem, který je umístěn na jedné hřídeli s turbínou. Spaliny o teplotě kolem 1100 stupňů vstupují do plynové turbíny, která pohání generátor. Na výstupu z turbíny mají spaliny teplotu cca 540 stupňů a jsou vedeny do kotle na odpadní teplo. Kotel je dvoutlaký, bez přitápění. Pára je vedena do dvoutělesové dvoutlakové kondenzační parní turbíny se dvěma regulovanými odběry, která pohání vlastní generátor. Teplo obsažené ve spalinách je před výstupem na komín využito pro předohřev vody k vytápění karlovarské aglomerace. Spaliny vypouštěné z kotle plně vyhovují všem normám pro ochranu ovzduší.

ELEKTRICKÁ ENERGIE vyrobená oběma bloky je přes blokový transformátor vyvedena linkou 220 kV do rozvodné sítě. Řídicí systém bloku umožňuje plně využít vlastností plynové turbíny a dává při vysoké automatizaci provozu možnost využívat zdroj jako špičkový. Parní část provozu elektrárny je těsně propojena s klasickou teplárnou ve Vřesové. Spojení obou technologií vytvořilo pružný a provozně spolehlivý celek. Napojení plynové turbíny na parní část bloku a moderní řídicí systém umožňují plně využít dynamických vlastností spalovací turbíny a získat tak špičkový zdroj elektrické energie za přijatelných provozních i investičních nákladů. Zvýšení dynamických vlastností bloku bylo výrazně posíleno vybudováním nové výrobní jednotky kyslíku firmou Linde GAS, která byla uvedena do provozu v červenci 2005. Energetická účinnost od vstupu uhlí po výstupní svorky bloku se pohybuje v úrovni cca 40 %.

Materiály použité v této semestrální práci jsou především z informačních letáků a WWW stránek...

## Trenažer:

Trenažer je umístěn v Chomutově, je to zařízení, určené především pro výcvik nových operátorů dohledového centra a pro simulaci různých dějů a stavů, které mohou v řízení elektrárenského bloku nastat. Velikou výhodou je, že se vše děje pouze programově a ne naostro, jako v reálném provozu. Můžou se tak tímto zkoušet různé poruchové stavy, které by v běžném provozu nemohly být zkoušeny, neboť by mohly mít vliv na bezpečnost a životnost zařízení v elektrárenském bloku. Z dlouhodobějšího hlediska je tak jistě možno optimalizovat některé procesy, které po důkladném testování na trenažéru mohou být využity a jsou využívány v elektrárenských blocích. Vše je umístěno v jedné místnosti a programové vybavení je spuštěno na platformách běžných osobních počítačů. Z cenových důvodů nejsou použity originální programové balíčky pro dohledová centra, řídicí pracoviště a velíny, jako je tomu například u tepelné elektrárny Tušimice, kde jsou použity softwarové produkty od firmy ABB. Cena takovýchto produktů je obrovská a jistě by přesáhla cenu trenažeru. Proto je zvolen kompromis a je použito jednodušší programové vybavení, které má omezenější rozsah použití. Grafickou podobu a funkci si do značné míry utvářejí zaměstnanci trenažeru...