

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**  
**FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Návrh projektu energocentra Klatovské nemocnice včetně  
připojení na distribuční síť**

**Vedoucí práce:** doc. Ing. Zbyněk Martínek, CSc.

**Autor:** Bc. Milan Vacovský

**2015**

## **ABSTRAKT**

Předkládaná diplomová práce je projekčním návrhem energocentra Klatovské nemocnice včetně připojení na distribuční síť.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

VN rozvaděč, NN rozvaděč, trafostanice, transformátor, dieselažregát.

## **ABSTRACT**

This study is the planning stage Energocentre Klatovské hospitals were connected to the distribution network.

## **KEY WORDS**

HV switchgear, low voltage switchgear, transformer, transformer, diesel generator.

### **Prohlášení**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této diplomové práce, je legální.

.....

V Plzni dne 20/3/2015

Bc. Milan Vacovský

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Zbyňku Martínkovi, CSc. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

# OBSAH

## SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

<b>ÚVOD .....</b>	<b>8</b>
<b>1 ZÁKLADNÍ POŽADAVKY NA ENERGOCENTRA.....</b>	<b>9</b>
1.1 Požadavky na energocentrum.....	9
1.2 Podmínky připojení na distribuční soustavu. ....	10
1.3 Shrnutí požadavků.....	11
<b>2 NÁVRH TRANSFORMAČNÍ STANICE.....</b>	<b>12</b>
2.1 Návrh transformátorů .....	12
2.1.1 Rozdělení příkonů traf podle objektů.....	12
2.1.2 Rozdělení příkonů traf podle navržených spotřebičů.....	14
2.2 Stavební část.....	15
2.3 VN Rozvaděč .....	17
2.4 NN Rozvaděč .....	19
2.5 Popis řešení kabelových tras .....	23
2.5.1 Uzemnění .....	23
<b>3 NÁVRH ZÁLOŽNÍHO ZDROJE.....</b>	<b>24</b>
3.1 Požadavky na záložní zdroj.....	24
3.2 Popis navrženého motorgenerátoru .....	25
3.3 Rozvaděč RD 01.....	30
<b>4 PŘIPOJENÍ NA DISTRIBUČNÍ ROZVODNOU SÍŤ .....</b>	<b>31</b>
4.1 Popis připojení.....	31
4.2 Měření odebrané energie .....	31
<b>5 EKONOMICKÁ BILANCE.....</b>	<b>33</b>
5.1 Položkový rozpočet .....	33
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>34</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>35</b>
<b>SEZNAM LITERATURY .....</b>	<b>36</b>

## **SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK**

TS .....	trafostanice
TR.....	transformátor
VN .....	vysoké napětí
NN .....	nízké napětí
DG .....	dieselagregát
MG.....	motor generátor
VZT .....	vzduchotechnika

## ÚVOD

Předkládaná práce je návrhem energocentra Klatovské nemocnice v úrovni dokumentace pro realizaci stavby. Tato práce je dílčím projektem celkové akce pod názvem „Dostavba Klatovské nemocnice“. Na tvorbě toho projektu pracovalo řada projektantů mnoha profesí. Na elektro části pracovali tři projektanti a společně si vyměňovali požadavky na jednotlivé části a etapy stavby. Tato předkládaná dokumentace řeší energocentrum Klatovské nemocnice.



# 1 ZÁKLADNÍ POŽADAVKY NA ENERGOCENTRA

Projekt navazuje na dokumentaci pro územní řízení, kde byly stanoveny základní energetické požadavky jednotlivých objektů.

## 1.1 Požadavky na energocentrum

Základní požadavky na energocentrum vycházejí z dokumentace pro územní řízení. Tyto požadavky se následně upřesňovaly na koordinačních schůzkách se zástupci Klatovské nemocnice a se zástupci projektantů ostatních profesí.

Popis nemocnice ze zadání od PPA.

Dokumentace k územnímu řízení:

*Návrh trafostanice je vypracován na základě energetické bilance jednotlivých připojovaných objektů. Jedná se o připojení následujících objektů:*

<i>SO 01 Komplement</i>	<i>682 kW</i>
<i>SO 02 Lůžkový objekt</i>	<i>569 kW</i>
<i>SO 03 Skladový objekt</i>	<i>40 kW</i>
<i>SO 05 Sklad medicínálních plynů</i>	<i>47 kW</i>
<i>SO 06 Parkovací dům</i>	<i>46 kW</i>
<i>SO 07 Lůžkový objekt II. etapa</i>	<i>353 kW</i>
<i>SO 10 Vrátnice</i>	<i>8 kW</i>
<i>Venkovní osvětlení</i>	<i>4 kW</i>
<i>Celkem</i>	<i>1 749 kW</i>

*Do této bilance je dále nutno zahrnout předpokládanou rezervu pro odd. nukleární medicíny a dialýzy na místě stávající rehabilitace a dílen – asi 350 kW. Není zahrnuta nárazová spotřeba radiologických zařízení, která se krátkodobě pohybuje kolem 100 – 200 kW.*

*Celkový potřebný cílový výkon 2299 kW.*

*Jako standard se předpokládá použití rozvaděče VN typu SM6, suché transformátory.*

*V trafostanici bude použita centrální automatická kompenzace. Proud naprázdno každého transformátoru bude vždy kompenzován individuálně kondenzátorem v rozvaděči NN. Měření bude na straně vn, přístroje pro měření musí být úředně cejchovány a musí odpovídat standardům ČEZ. Trafostanice je umístěna v objektu energocentra. Trafostanice bude*

*prostorově rozdělena na rozvodnu VN s rozvaděčem VN místnost transformátorů a rozvodnu NN. Přívody i vývody kVN budou provedeny spodem.*

## **1.2 Podmínky připojení na distribuční soustavu.**

Podmínky k připojení nemocnice stanovil provozovatel distribuční soustavy ve svém stanovisku k žádosti o připojení.

Ze stanoviska provozovatele distribuční soustavy cituji zásadní technické údaje a požadavky:

*„Mezi stávající transformační stanicí Klatovy-Nemocnice číslo KT\_1866 a budoucí níže uvedenou transformační stanicí, bude taženo nové zemní kabelové vedení VN místo původního. V nově budované níže uvedené transformační stanici budou provedeny níže jmenované úpravy distribuce. Investorem úprav zařízení distribuční soustavy může být pouze provozovatel.*

*V místě odběru bude vybudována nová transformační stanice VN/NN, která bude smyčkově napojena na zemní kabelové vedení VN a to z jedné strany dle výše uvedených úprav a z druhé strany dle stanoviska na přeložku č. 8120019170. VN část transformační stanice musí být přístupná z veřejného prostranství a bude rozdělena na část distribuční a na část zařízení v majetku žadatele. V trafostanici musí být prostorově oddělena elektricky odpojitelná část zařízení VN, která se stane součástí distribučního rozvodu, od části zařízení VN žadatele. Distribuční část zařízení VN bude obsahovat 2xpřívodní pole (skříň) VN, 1 x pole (skříň) podélného oddělení pro odpojení části VN žadatele a jim příslušející část přípojníc. Použitá technologie distribuční části zařízení bude odpovídat schváleným standardům vybraného materiálu používaného v distribučních zařízeních provozovatele. Provozním pracovníkům provozovatele bude ze strany žadatele zajištěn neomezený přístup k distribuční části zařízení VN trafostanice za účelem provádění potřebných manipulací, údržby a oprav. Prostor v trafostanici pro umístění distribuční části zařízení VN v majetku provozovatele poskytne žadatel bezplatně a tato část zařízení VN bude zapsána do evidence nemovitostí – evidenčního listu trafostanice jako věcné břemeno.*

*Měřicí zařízení pro obchodní měření odběru el. energie bude osazeno na straně VN (v poli před transformátory) části zákazníka, měřicí transformátory napětí (MTP) s převodem 22000/100V s třídou přesnosti 0,5, výkonu 10VA, dále měřicí transformátory proudu (MTP) s převodem 75/5 A, třída přesnosti 0,5S, výkon 10VA. Měření bude osazeno ve skříni měření typu SM2,*

*ke které bude zatažena telefonní linka pro možnost dálkového odečtu spotřeby elektrické energie přes modem. Dle vyhlášky 326/2005 se bude jednat o měření typu A. “*

### **1.3 Shrnutí požadavků**

Stavebně byl pro energocentrum vyčleněn prostor v 1.PP nové budově SO03 (skladový objekt). V tomto prostoru se musí umístit VN rozvaděč, dva transformátory, NN rozvaděče, dieselagregát.

Z prostorových a požárně-bezpečnostních důvodů nelze použít klasické olejové transformátory s olejovou jímkou. V projektu transformační stanice musí být vyřešeno dostatečná výměna vzduch tak, aby v uvedeném prostoru byla zajištěno dostatečné chlazení především transformátorů.

## 2 NÁVRH TRANSFORMAČNÍ STANICE

### 2.1 Návrh transformátorů

V nové budově SO 03 v I.P.P. je navržena trafostanice v energocentru. Energocentrum je prostorově rozděleno na VN rozvaděč, transformátory + NN rozvodna, dieselagregát a rozvodnu pro záložní zdroj. Z prostorových a bezpečnostních důvodů jsou navrženy suché transformátory Trihal ve skříni s krytím IP31 od výrobce Schneider Elektrik. Tyto transformátory byly schváleny investorem i z důvodu, že jsou použity v jiných nemocnicích Plzeňského Kraje. Dalším důvodem pro použití suchých transformátorů je skutečnost, že jsou prostorově méně náročné, nepotřebují olejovou vanu. Dalším důležitým faktorem je požárně bezpečnostní řešení stavby.

Návrh transformátorů je vypracován na základě energetické bilance jednotlivých připojovaných objektů, která byla poskytnuta zpracovateli jednotlivých objektů.

#### 2.1.1 Rozdělení příkonů traf podle objektů

Trafo TR1 TRIHAL 2000kVA (optim.chod trafa na 85% = 1 700kVA)

SO01+02 (Ing. Mottl) .....1170kW

SO 07 (Ing. Mottl) .....300kW

Stávající objekt kuchyně + dílny 250kW

---

Celkem .....1 720kW

Trafo TR2 TRIHAL 1600kVA(optim.chod trafa na 85% = 1 360kVA)

SO01+02 (Ing. Mottl) .....1130kW

SO 07 (Ing. Mottl) .....150kW

SO 05 (p.Pech) .....40kW

SO 06 (p.Pech) .....27kW

SO 03 (Vacovský) .....40kW

---

Celkem .....1 387kW



Obr. 1 Transformátor Trihal [1]



Obr. 2 ochranný kryt IP31 [1]

### 2.1.2 Rozdělení příkonů traf podle navržených spotřebičů

Trafo TR1 TRIHAL 2000kVA (optim.chod traťa na 85% = 1 700kVA)

SO01+02:

*Zdravotnická technologie.....542kW.*

*Výtahy.....36kW*

*Osvětlení.....290kW*

*Výpočetní a administrat.technika.....130kW*

*Ostatní spotřebiče a drobná techn.....84kW*

<i>Kompresory a vakuum</i> .....	88kW
SO01+02 .....	1170kW
SO 07 (II.etapa) .....	300kW
Stávající objekt kuchyně + dílny	250kW
<hr/>	
<b>Celkem</b> .....	<b>1 720kW</b>

Trafo TR2 TRIHAL 1600kVA(optim.chod trafo na 85% = 1 360kVA)

SO01+02 :

<i>Radiologie</i> .....	100kW.
<i>Vzduchotechnika</i> .....	650kW
<i>Sterilizace</i> .....	230kW
<i>Náhradní ohřev TUV</i> .....	150kW
SO01+SO02 .....	1130kW
SO 07 (II.etapa).....	150kW
SO 05 .....	40kW
SO 06 .....	27kW
SO 03 .....	40kW
<hr/>	
<b>Celkem</b> .....	<b>1 387kW</b>

Zkratové poměry vycházejí z předpokládaného zkratového výkonu 300 MVA v distribučním kabelovém rozvodu 22 kV, odkud je nová trafostanice připojena. Hodnotu zkratového výkonu stanovil provozovatel distribuční soustavy.

## 2.2 Stavební část

### Odvětrání trafostanice

Odvětrání trafostanice se bude dimenzovat na maximální stanovenou spotřebu nemocnice, tj. dva transformátory 2000kVA. Pro možnost vyhodnocení odvětrání počítám

obě varianty (tj. jeden transformátor 1600kVA a druhý transformátor 2000kVA). V případě potřeby v budoucnu při obtížném odvětrání je možnost osadit nucené větrání do severní stěny.

### 1. Varianta 1 x trafo 2000kVA + 1 x trafo 1600kVA

1.trafo 2000kVA ztráty naprázno 4kW, ztráty nakrátko 20 kW

2.trafo 1600kVA ztráty naprázno 3,1kW, ztráty nakrátko 16 kW

---

Ztráty celkem .....43,1kW

### 1. Varianta 1 x trafo 2000kVA + 1 x trafo 2000kVA

1.trafo 2000kVA ztráty naprázno 4kW, ztráty nakrátko 20 kW

2.trafo 2000kVA ztráty naprázno 4kW, ztráty nakrátko 20 kW

---

Ztráty celkem .....48kW

Rovnice pro stanovení ventilace (od výrobce)

$$S=0,18P/\sqrt{H}$$

$$S'=1,10xS$$

P= součet ztrát trafo v kW

S= plocha vstupního otvoru (s respektováním mřížoví) v m<sup>2</sup>

S'= plocha výstupního otvoru (s respektováním mřížoví) v m<sup>2</sup>

H= výška mezi dvěma otvory v m

(rovnice platí pro průměrnou teplotu okolí 20st.C a max. nadm. výšce 1000m)

$$S1= \frac{0,18 \times 43,1}{\sqrt{1,755}} = 5,856\text{m}^2 \quad S1'=6,44 \text{ m}^2$$

$$S2= \frac{0,18 \times 48}{\sqrt{1,755}} = 6,52\text{m}^2 \quad S2'=7,17 \text{ m}^2$$

### Navržená ventilace

Z východní strany je navrženo přirozené sání, které je zajištěno dvěma otvory ve zdi trafostanice. Trafa budou stát na kolejnicích, pod nimi bude otevřený prostor -750mm. Tento prostor bude z východní strany mít nasávání studeného vzduchu otvorem o velikosti 1,8m<sup>2</sup>. Vzduch musí projít přes pochozí pororošt s velikostí oka 25x25 (chodník), dále přes žaluzii



větracího tvorů trafostanice. V úrovni podlahy je navržen otvor pro sání o velikosti  $5,4\text{m}^2$  zakrytý žaluzií.

-sání východní strana  $7,2\text{m}^2$  při respektování mřížoví (-10%)  **$6,48\text{m}^2$**  – (střed sání 320mm)

-výtlak severní strana  $4,78\text{m}^2$  při respektování mřížoví  $4,3\text{m}^2$  + jižní strana žaluzie ve dveřích  $4,5\text{m}^2$  (střed výtlaku 2,075), výtlak celkem  **$8,8\text{m}^2$**

Navržená ventilace bude v případě 1. varianty dostačující s dostatečnou rezervou. V případě 2. varianty bude přirozená ventilace na hraně, zde je pak možné osadit nucenou ventilaci do severní stěny.

### 2.3 VN Rozvaděč

Je navržen VN rozvaděč typu SM6 v provedení DM1-A, DM1-A , GBC-A, IMB, IM, IMP.

Zapojení části rozvaděče v majetku provozovatele distribuční soustavy:

IMP – skříň s odpínačem a svodiči přepětí - VN kabel AXEKVCEY 3x1x240 směr stávající TS Nemocnice

IM – skříň s odpínačem - VN kabel AXEKVCEY 3x1x240 směr stávající TS Křesťanský vršek

IMB – podélná spojka s odpínačem (oddělení části provozovatele distribuční soustavy – od zákaznické části)

Zapojení části rozvaděče v odběratele:

GBC-A – měření proudu a napětí

DIM1-A – vývod kabel AXEKVCEY 3x1x70 na trafo č.2

DIM1-A -- vývod kabel AXEKVCEY 3x1x70 na trafo č.1



Obr. 3 VN rozvaděč SM6 [2]

VN rozvaděč je rozhraním, kde končí distribuční vedení (měření z VN strany GBC-A – skříň SM2). Z tohoto důvodu bude část VN rozvaděče přístupná provozovateli distribuční soustavy (ČEZ Distribuce, a.s.), který musí mít ke své části VN rozvaděče neomezený přístup oddělený pletivem od přístupu odběratele (bude osazen FAB zámek ČEZ Distribuce, a.s.). Tato část VN rozvaděče bude součástí distribuční soustavy a provozovatel DS požaduje právo na vstup do cizí nemovitosti zajistit smlouvou o zřízení věcného břemene – služebnosti. V poli VN rozvaděče GBC-A budou osazeny měřicí transformátory (MTN) s převodem 22000/100V s třídou přesnosti 0,5, výkonu 10VA, dále měřicí transformátory proudu (MTP) s převodem 75/5A, třída přesnosti 0,5 S, výkon 10 VA. Mezi rozvaděčem VN (pole měření GBC-A) a skříní měření budou vedeny pevně na roštu a volně v kabelovém kanálu kabely CYKY 5C x 2,5 pro připojení napětí a CYKY 4B x 2,5 pro připojení měřicích transformátorů proudu. Na rozvaděč VN budou kabely připojeny pomocí přímých adaptérů RSSS Raychem, na transformátor budou kabely připojeny pomocí vnitřních koncovek POLT Raychem. Pro instalaci VN rozvaděče v trafostanici jsou navrženy samostatné dveře.



Obr. 4 Připojení VN kabelu na TR [1]

## 2.4 NN Rozvaděč

K transformátorům TR1 a TR2 jsem navrhl NN rozvaděče o 10-ti polích. Budou v provedení skříňového typu Prisma Plus výrobce Schneider Electric. Jednotlivá pole rozvaděče budou z důvodu prostorové úspory v provedení zády k sobě. Rozvaděče budou obsahovat přívodní pole, vývodová pole a kompenzaci.

### Rozvaděč RH 01

1. pole - napojení praporce trafa do sběrnice NN rozvaděče
2. pole přívodní

jistič NW32H1 nastaven na hodnotu 2750A - jištění transformátoru T1 přívod od traťové vodiči 3 x (3 x YY500) + 2xYY500. Dále zde bude osazen měřicí modul PM810 a jednotka Micrologic 5.0 H pro měření a přenos dat do velína.

### **3. pole – podélná spojka**

jistič NW25H1 nastaven na hodnotu 2200A – propoj bude proveden vodiči 3 x (3 x YY500) + 2xYY500, jistič podélné spojky bude opatřen zámkem, podélná spojka bude sloužita jen pro případ havárie jednoho z transformátorů, popř. při výměně. Pouze v těchto případech bude podélná spojka použita, spotřeba nemocnice bude techniky snížena na výkon provozuschopného transformátoru. V havarijním plánu budou vyjmenována zařízení, které je možno v těchto případech vypnout (např. klimatizace, apod.). Za běžného provozu bude podélná spojka vypnuta a opatřena zámkem!

### **4. pole – vývod do SO 01+02**

jistič NW20H1 nastaven na hodnotu 1800A – vývod do SO01+02, 3 x (2 x YY500) + YY500, dále Micrologic 5.0 A pro měření a přenos dat do velína + svodiče přepětí tř.B.

### **5. pole – vývod přes ATS panel**

jistič NW16H1 nastaven na hodnotu 1400A – vývod do dieselagregátu na ATS panel, 3 x (2 x YY300) + YY300, dále Micrologic 5.0 A pro měření a přenos dat do velína + svodiče přepětí tř.B.

### **7. pole – vývod stávající objekty**

-Jistič NSX250H nastaven na hodnotu 200A – vývod Kuchyně AYKY 3x120+70 + svodiče přepětí tř.B

-Jistič NSX250H nastaven na hodnotu 200A – vývod Kotelna + Dílny AYKY 3x120+70+ svodiče přepětí tř.B

-Jistič NSX250H REZERVA

-Jistič NSX250H REZERVA

### **8. pole**

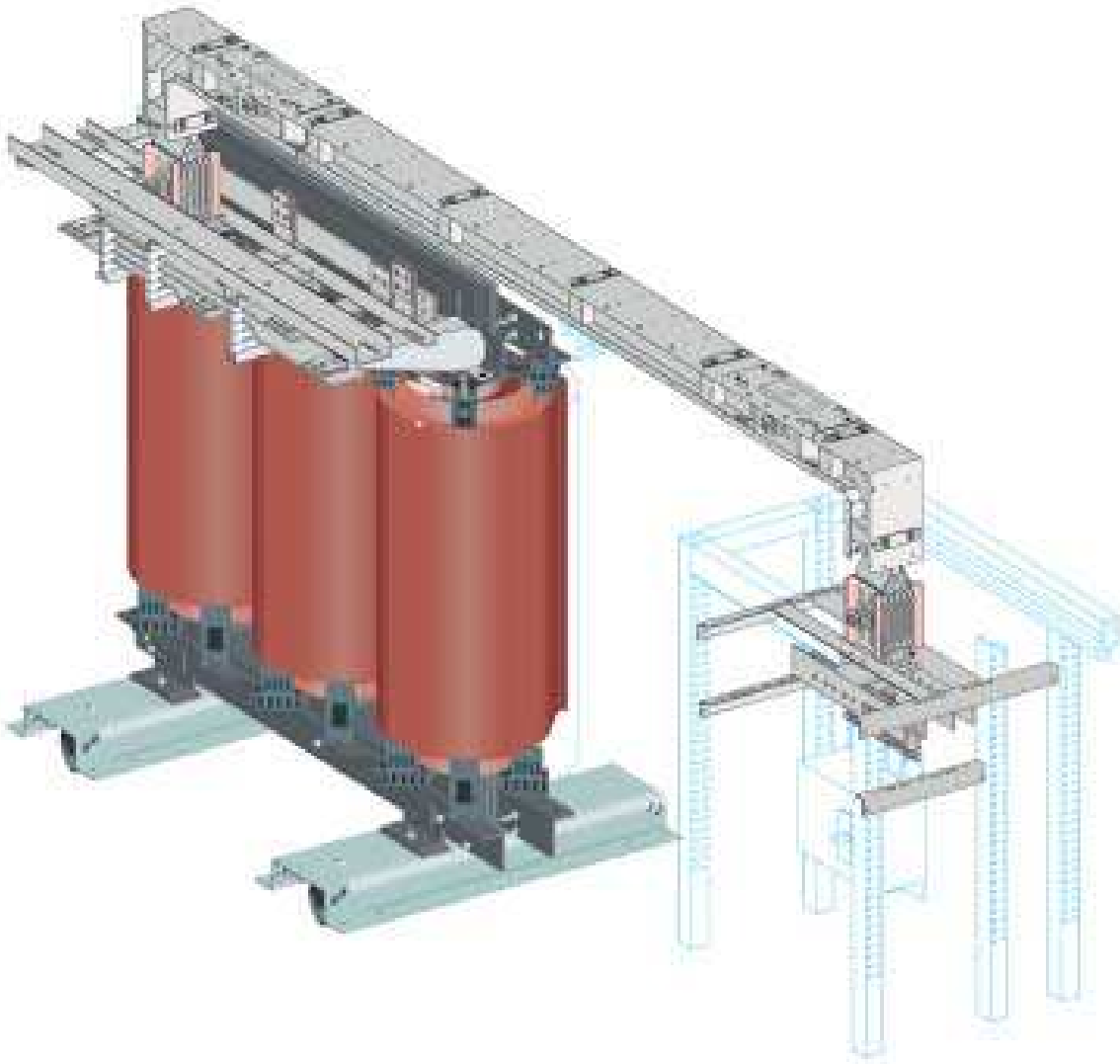
- Jistič NSX250H -kompenzace

-Jistič NSX400H REZERVA pro SO 07 (II.etapa)

### 9. pole Kompenzace

Pole kompenzace–300kVAr. Kompenzuje se pouze jalový výkon v transformátoru. Kompenzace zařízení bude umístěno v jednotlivých budovách.

### 10. pole REZERVA



Obr. 5 Připojení NN kabelů na TR [1]

### Rozvaděč RH 02

**1. pole - napojení praporce trafa do sběrnice NN rozvaděče**

**2. pole přívodní**

jistič NW25H1 nastaven na hodnotu 2200A - jištění transformátoru T1 přívod od trafa vodiči 3 x (3 x YY500) + 2xYY500. Dále zde bude osazen měřicí modul PM810 a jednotka 21

Micrologic 5.0 H pro měření a přenos dat do velína.

### **3. pole – podélná spojka**

jistič NW25H1 nastaven na hodnotu 2200A – propoj bude proveden vodiči 3 x (3 x YY500) + 2xYY500, jistič podélné spojky bude opatřen zámkem, podélná spojka bude sloužita jen pro případ havárie jednoho z transformátorů, popř. při výměně. Pouze v těchto případech bude podélná spojka použita, spotřeba nemocnice bude techniky snížena na výkon provozuschopného transformátoru. V havarijním plánu budou vyjmenována zařízení, které je možno v těchto případech vypnout (např. klimatizace, apod.). Za běžného provozu bude podélná spojka vypnuta a opatřena zámkem!

### **4. pole – vývod do SO 01+02**

jistič NW20H1 nastaven na hodnotu 1800A – vývod do SO01+02, 3 x (2 x YY500) + YY500, dále Micrologic 5.0 A pro měření a přenos dat do velína + svodiče přepětí tř.B.

### **5.pole Kompenzace**

Pole kompenzace–300kVAr. Kompenzuje se pouze jalový výkon v transformátoru. Kompenzace zařízení bude umístěno v jednotlivých budovách.

### **7. pole – vývod stávající objekty**

-Jistič NSX250H nastaven na hodnotu 100A – Vývod SO 03 kabelem 1-CHKEV 4x50 + svodiče přepětí tř.B

-Jistič NSX250H nastaven na hodnotu 200A – vývod SO05+06 AYKY 3x120+70+ svodiče přepětí tř.B

-Jistič NSX250H REZERVA SO07 (II.etapa)

-Jistič NSX250H REZERVA

### **8. pole**

- Jistič NSX400H –kompenzace

- Jistič NSX400H –kompenzace

-Jistič NSX400H REZERVA

-Jistič NSX400H REZERVA

### **9. pole REZERVA**

## 10. pole Kompenzace

Pole kompenzace–150kVAr. Kompenzuje se pouze jalový výkon v transformátoru. Kompenzace zařízení bude umístěno v jednotlivých budovách.

### 2.5 Popis řešení kabelových tras

Kabelové trasy nejsou přesně specifikovány. Ve výkazu výměr je uveden výpis jednotlivých instalačních materiálů (kabelových kanálů, žlabů apod). Skutečné provedení tras se bude řídit možnostmi na stavbě a koordinací s ostatními instalovanými technologiemi, zejména vzduchotechnikou. Podle toho je pak nutno volit vhodné konkrétní materiály a upevňovací prvky.

V trafostanici, VN rozvaděči a dieselagregátu je navržen kabelový kanál o šířce 600 – 5000mm. Celý prostor pod VN a NN rozvaděči je otevřený. Ve stavební části objektu je navržena ocelová konstrukce pro osazení VN a NN rozvaděčů. Kabelový kanál v trafostanici i VN rozvaděči je zakryt pochozím plechem tl.4mm a zakryt diaelektrickým kobercem. Kabely budou pokládány na dno kabelového kanálu 1,5D od sebe. Na dně kabelového kanálu bude osazen kabelový rošt, kde budou jednotlivé kabely uchyceny SONAP páskou. Propojení mezi rozvaděčem VN a transformátory bude proveden kabely 2 x (3 x 22-AXEKCY 70), uloženými v kabelovém kanálu, kde budou zazděny do bet. žlabu a překryty beton. deskou. Připojení trafa na VN straně bude v provedení zdola (nutné specifikovat při objednávce). Pro podélnou spojku mezi NN rozvaděči RH01 a RH02 bude použit most z kabel. žebříku 600/60. V místnosti dieselagregátu kabelová trasa přechází z kabelového kanálu do kabelového žlabu pod stropem. Toto bude zajištěno dvěma kabelovými stoupacími žebříky šířky 1000mm. Dále bude kabelová trasa pokračovat pod stropem v kabelových žlabech 3 x 600/85. Při průchodu kabelové trasy přes jednotlivé požární úseky bude použita protipožární malta a protipožární tmel.

#### 2.5.1 Uzemnění

Uzemňovací soustava je řešena samostatnou projektovou dokumentací. Do prostoru trafostanice bude vyvedena uzemňovací soustava. Odtud bude vedeno pospojení – v rozvodně VN i v prostoru transformátorů a rozvaděčů NN se provede okružní zemnič vodičem FeZn 30/4, ze kterého budou připojovány jednotlivé zemnicí body zařízení a konstrukcí.

## 3 NÁVRH ZÁLOŽNÍHO ZDROJE

### 3.1 Požadavky na záložní zdroj

V nové budově SO 03 v 1.P.P. bude umístěn záložní zdroj el. energie, který bude zajišťovat náhradní napájení pro nově budované objekty.

Dieselagregát bude zálohovat následující objekty:

SO 01 Komplement	558kW
SO 02 Lůžkový objekt	464 kW
SO 03 Skladový objekt	4 kW
SO 05 Sklad medicínálních plynů	42 kW
SO 10 Vrátnice	3 kW
Celkem potřebný výkon	1 070 kW

Na základě energetické bilance a s ohledem na budoucí možné rozšíření a bezproblémové starty motorů vyšších výkonů byl zvolen náhradní zdroj o výkonu 1000 kVA. Soustrojí bude osazeno v energocentru, které je součástí objektu SO 03. Rozvaděč RD 01 bude uzemněn ze zemnicí přípojnice. Zemnicí přípojnice bude osazena v rozvodně a bude připojena z uzemňovací soustavy objektu. Odhlučnění dieselagregátu je součástí stavební části projektu. Ve stavební části projektu resp. v projektu vzduchotechniky bude navržen vývod výfuku nad střechu objektu, potřebná vzduchotechnika pro chladicí i spalovací vzduch, ukotvení dieselagregátu. V místnosti dieselagregátu budou osazeny NN rozvaděč RD01 a ATSI. Dieselagregát, ATS panel a rozvaděč RD01 jsou vzájemně propojeny, který je součástí dodávky včetně propojení s dieselagregátem. Rozvaděč RD01 bude obsahovat stykačovou kombinaci, která přepíná napájení podle vyhodnocení stavu sítě. ATS panel bude připojen na rozvaděč dieselagregátu, který má tři pole a bude hned vedle ATS panelu. ATS panel bude obsahovat tlačítko **TOTAL STOP DA** – vypíná dieselagregát a bude pouze na hlavním ATS panelu v samostatné místnosti energocentra.

#### ATS Panel

ATS panel zajistí přepojení zátěže při výpadku sítě elektronicky řízenou odezvou na výpadek sítě. V ATS panelu bude ukončen silový přívod od MG a na druhých svorkách



stykače bude ukončen přívod z RH01 kabel 3 x (2 x YY300) + YY300. Při běžné provozu bude přívod z RH01 pod napětím – a rozvaděč RD01 rovněž.

### 3.2 Popis navrženého motorgenerátoru

Dle zadání je navržen motorgenerátor typu P1100 E1 o výkonu stand-by 1100 kVA/880kW (definice výkonu L.T.P. dle ISO 5828). Umístění MG v místnosti strojovny je přizpůsobeno rozměrům místnosti strojovny a souvisejícím technologiím – VZT a výfukovému potrubí, které jsou nutné k zabezpečení bezproblémového chodu soustrojí. Rozvaděč automatického přepínání výkonu je umístěn v prostoru strojovny motorgenerátoru spolu s dalšími poli rozvaděčů distribuce zálohovaného napětí. Kabelová trasa silových, ovládacích a signálových propojení MG a ATS je navržena v kabelovém žlabu zavěšeném pod stropem místnosti strojovny MG. Motor s generátorem jsou pružně uloženy na základovém rámu. Napojení na výfukové potrubí je provedeno přes pružné členy zachycující kmity a rázy vznikající chodem soustrojí. Celé soustrojí je pak kotveno do betonového základu. Havarijní jímka pro zachycení provozních kapalin v případě havárie je tvořena prostorem místnosti za předpokladu ošetření podlahy nátěrem odolávajícím ropným produktům a zvýšením prahů v místnosti. Umístění a ukotvení MG je podmíněno dostatečnou únosností podlahy strojovny – nutno prověřit a zajistit možná rizika (např. zda není pod prostorem strojovny další podzemní podlaží, popřípadě nosnost a kvalitu podlahy a tloušťku betonové vrstvy). Spouštění náhradního zdroje je plně automatické a řízeno řídicím systémem řady GC400. Automatika zabezpečuje start a připojení MG do 15 sec. Po obnovení napětí v síti automatika agregát opět zastaví a připraví k dalšímu startu. Kromě automatického startu a zastavení stroje kontroluje toto zařízení ještě předem nastavené hodnoty provozního režimu motoru – teplotu oleje, tlak oleje a napětí na svorkách generátoru. Překročí-li některá z těchto hodnot vymezenou hranici, zařízení začne signalizovat akusticky a opticky začátek poruchy. V tom případě je nutné, aby obsluha závadu urychleně odstranila. Nestane-li se tak, automatika za určitou dobu agregát zastaví. Vlastní přepínání mezi napájením ze sítě a z MG zajišťuje rozvaděč ATS- typ SWR-DE.

Pro provoz v režimu STBY s automatickým startem v případě výpadku napájení z veřejné distribuční sítě je soustrojí vybaveno předehřevem chladicí kapaliny, jenž udržuje teplotu chladicí kapaliny v rozmezí cca 30 - 50 °C a nabíječ startovacích akubaterií. Řídicí systém řady, kromě dvoustupňové poruchové signalizace, měří veškeré elektrické i

mechanické hodnoty soustrojí, je schopen též vzdálené komunikace.

### **Specifikace MG – technická data**

Technická data soustrojí: Motor Perkins je naftový, čtyřdobý, řadový, přeplňovaný osmiválec s přímým vstřikem paliva, chlazený vodou. Generátor typu FGW, řada LL - jednoložiskový, bezkartáčový s elektronickou regulací napětí.

Typ soustrojí	<b>P1100E1</b>
Typ motoru	<b>Perkins 4008TAG2A</b>
Typ generátoru	<b>Leroy Somer LL8124B</b>
Výkon L.T.P. dle ČSN ISO 8528	<b>1100 kVA/880kW</b>
Výkon P.R.P. dle ČSN ISO 8528	<b>1000 kVA/800kW</b>
Spotřeba nafty při P <sub>j</sub> - 100%	<b>241 l/hod</b>
Spotřeba nafty při P <sub>j</sub> – 75%	<b>173 l/hod</b>
Objem nádrže	1000 litrů
Množství chladícího vzduchu	1152 m <sup>3</sup> /hod
Množství nasávaného vzduchu	80,5 m <sup>3</sup> /hod
Maximální tlaková ztráta na chladiči motoru	250 Pa
Chlazení	vodní
Spouštění	elektrické
<b>Rozměry soustrojí:</b>	
Délka	4790 mm
Šířka	2040 mm
Výška	2235 mm
Hmotnost	7568 kg

Tab. 1 Technické údaje záložního zdroje TR [3]



Obr. 6 Záložní zdroj [3]

### VZT

Součástí dodávky dieselagregátu bude kompletní dodávka VZT systému, zajišťující přívod spalovacího a chladícího vzduchu pro dostatečné chlazení MG. Hranicí dodávky VZT budou protidešťové žaluzie na přívodu a odvodu chladícího vzduchu. Z důvodů dosažení povolených limitů hluku (daných NV č. 148/2006 Sb.), budou do VZT potrubí navrženy buňkové tlumiče hluku. Potrubí VZT budou osazeny uzavíratelnými klapkami. Ovládání servoklapky zajišťuje vlastní řídicí systém MG. VZT potrubí je rozděleno na dvě části - přívod spalovacího a chladícího vzduchu a odvod otepleného vzduchu ze strojovny. Ze zadání místnosti strojovny MG byla navržena následující vzduchotechnika:

**Sací větev** - vedle vstupních vrat je na fasádě objektu umístěna protidešťová žaluzie o rozměru 2000x2500mm. Tento rozměr je po vstupu do místnosti redukován na 2500x2000mm a do tohoto jsou umístěny buňkové tlumiče hluku v délce 3000mm. Délku tlumičů je nutno upravit po zpracování hlukové studie pro dosažení optimální délky tlumící komory pro splnění povolených limitů hluku. Navržený rozměr průřezu vzduchotechniky odpovídá množství chladícího vzduchu 1233m<sup>3</sup>/min při dovolené rychlosti proudění 6m/s a dovolenému protitlaku na chladiči 250 Pa. Sací část vzduchotechniky bude ukončena regulační klapkou se servopohonem typu Belimo – otevírání pružinou.

**Výdechová větev** – na chladič soustrojí bude napojeno přes pružnou vložku a redukci vzduchotechnické potrubí o rozměru 2000x2200mm opatřené opět buňkovými tlumiči hluku o délce 3000mm. Toto potrubí bude zaústěno do vzduchotechnické stavební komory, ze které bude odváděn chladící vzduch protidešťovou žaluzií o rozměru 4000x1200mm. O navržených průřezech výdechové části a hlukových poměrech platí stejné podmínky jako v sací části potrubí.

### **Výfukové potrubí**

Z motorgenerátoru vystupují dva přírubové spoje spalinového potrubí 2x Js 150 , na tyto navazují vlnovce (kompenzátory kmitů) a potrubím ( 2xTr154x2mm) jsou zavedeny do prvního stupně tlumiče hluku výfuku typu GV 1200/2000. Z tohoto pak již vystupuje jedna trasa výfuku o průměru 250 mm, která je vedena přes druhý stupeň tlumiče hluku výfuku do venkovního prostředí při budově a je ukončen nad střechou objektu protidešťovou úpravou. Provedení výfuku je tříložkové o složení – vnitřní nerezová trubka, tepelná izolace o tloušťce 60mm a krycí nerezový plech, v trase potrubí je provedeno odkalení a v ukončení je vložena záchytná mřížka. Potrubí bude po celé délce izolováno izolací typu Rockwool o tloušťce 60 mm a opláštěno Al plechem. Odkalení výfukové trasy je provedeno na tlumičích hluku výfuku.

### **Ovládací fázovací rozvaděč – SWR-DE**

Pro zajištění vlastní přepínání zálohovaného napětí je navržen řídicí systém řady PROMAN typ GC 400. Tento řídicí systém umožňuje kombinaci různých provozních režimů. Je plně kompatibilní se systémem řízení energocenter PROMAN.

MG v energetické síti lze provozovat několika způsoby. Navržený řídicí systém umožňuje následující provozní stavy:

- a) nouzový provoz
- b) ostrovní provoz
- c) paralelní provoz soustrojí v ostrovní síti
- d) paralelní provoz soustrojí s rozvodnou sítí

### **Nouzový provoz**

Nouzový provoz je určen pro automatické zálohování spotřeby v případě výpadku sítě. Za provozu je generátor připojen přímo ke spotřebě, z tohoto pohledu jde o ostrovní provoz.

Soustrojí reaguje automaticky na výpadek sítě spuštěním, odpojením spotřeby od sítě a připojením na generátor. Odstavení je také automatické.

### **Ostrovní provoz**

Ostrovní provoz je určen pro napájení spotřeby většinou jako jediný zdroj energie. Generátor je tedy přímo připojen ke spotřebě a spouštění i odstavování se děje ručně nebo dálkově.

### **Paralelní provoz soustrojí v ostrovní síti**

Tento provoz má většinou stejné určení jako předchozí, avšak pro napájení spotřeby je použito více soustrojí, které jsou sfázovány a tudíž pracují paralelně. Spouštění a odstavování se děje ručně nebo automaticky podle zátěže.

### **Paralelní provoz soustrojí s rozvodnou sítí**

Tento provoz je určen pro výrobu elektrické energie do sítě a to k vlastní potřebě nebo k prodeji. Generátor je za provozu připojen do rozvodné sítě a energie je spotřebě dodávána prostřednictvím této sítě. Spouštění a odstavení se děje ručně nebo automaticky (např. ve špičkách nebo pro omezení čtvrt hodin).

### **PHM**

Doplňování paliva pro provoz motorgenerátoru je zajištěno z externí palivové dvouplášťové nádrže o obsahu 1000 litrů. Nádrž je umístěna v prostoru strojovny MG a z tohoto důvodu je max. použitý obsah 1000 litrů, což zaručuje dobu zálohování cca 5 hodin (spotřeba soustrojí 241 l/hod při 100% zatížení). Propojení nádrže PHM a MG je provedeno ocelovým potrubím, plnění nádrže je zajištěno stáček pistolí z autocisterny přímo do hrdla nádrže. Nádrž je vybavena mechanickým hladinoměrem a kapacitním snímačem hladiny, odvětrání nádrže je vyvedeno mimo prostor místnosti strojovny.

### **Elektroinstalace**

Silové, ovládací a signálové propojení mezi MG a rozvaděčem automatiky ATS typ SWR-DE je navrženo v kabelových žlabech zavěšených pod stropem místnosti. Hlavní jistič soustrojí je umístěn v samostatné skříni v blízkosti silového vyústění z generátoru.

## **Uzemnění**

Všechny kovové části MG budou připojena na společnou zemnicí soustavu umístěné v rozvodně.

### **3.3 Rozvaděč RD 01**

#### **1. Pole přívodní**

jistič NW16H1 nastaven na hodnotu 1600A – přívod vodiči 3 x (2 x YY500) + YY500. Dále zde bude osazen měřicí modul PM810 a jednotka Micrologic 5.0 H pro měření a přenos dat do velína.

#### **2. pole – vývod do SO 01+02**

jistič NW16H1 nastaven na hodnotu 1600A – propoj bude proveden vodiči 3 x (2 x 1-CHKE-V 240) + 1-CHKE-V 240 .

#### **3. pole – vývod stávající objekty**

- Jistič NSX250H nastaven na hodnotu 200A – vývod SO 05 + svodiče přepětí tř.B
- Jistič NSX160H nastaven na hodnotu 80A – vlastní spotřeba SO03
- Jistič NSX250H REZERVA
- Jistič NSX400H REZERVA

## 4 PŘIPOJENÍ NA DISTRIBUČNÍ ROZVODNOU SÍŤ

### 4.1 Popis připojení

Připojení nové trafostanice bude provedeno zasmyčkováním stávajícího VN kabelu AXEKVCEY 3x(1x240). Stávající kabelové VN vedení AXEKVCEY 3x(1x240) „Křesťanský vršek – Nemocnice“ bude před TS odkopáno, naspojováno VN spojkou REYCHEM na novém zemním kabelem AXEKVCE 3x1x240 a bude připojen do VN rozvaděče nově vybudované trafostanice. Z nového VN rozvaděče bude vyveden další nový zemní kabel AXEKVCE 3x1x240, který bude veden ve společném výkopu a bude připojen do stávající trafostanice. Nové zemní kabely VN budou uloženy do ochranné trubky pr.160mm, zakrytí bude provedeno ochrannými plastovými deskami a výstražnou folií. Na rozvaděč VN budou kabely připojeny pomocí přímých adaptérů RSSL Raychem. Na transformátor budou VN kabely AXEKVCEY 3x(1x70) připojeny pomocí vnitřních koncovek POLT Raychem.

#### **VN Rozvaděč:**

*Část ČEZ Distribuce, a.s.:*

IMP – skříň s odpínačem a svodiči přepětí - VN kabel AXEKVCEY 3x1x240 směr stávající TS Nemocnice

IM – skříň s odpínačem - VN kabel AXEKVCEY 3x1x240 směr stávající TS Křesťanský vršek

IMB – podélná spojka s odpínačem (oddělení části provozovatele distribuční Soustavy – od zákaznické části)

*Část Nemocnice:*

GBC-A – měření proudu a napětí

DIM1-A -- vývod na trafo č.2

DIM1-A -- vývod na trafo č.1

### 4.2 Měření odebrané energie

Dle stanoviska ČEZ Distribuce, a.s. č.4120421303 bude měření spotřeby na straně VN. V poli VN rozvaděči GBC-A budou osazeny měřící transformátory (MTN) s převodem 22000/100V s třídou přesnosti 0,5, výkonu 10VA, dále měřící transformátory proudu (MTP)

s převodem 75/5A, třída přesnosti 0,5 S, výkon 10 VA. Měření bude osazeno ve skříni měření typu SM2.



## 5 EKONOMICKÁ BILANCE

Ekonomickou bilanci jsem rozdělil na dva samostatné položkové rozpočty trafostanice a náhradního zdroje.

V objektu trafostanice jsou tyto dílčí oceněné soubory:

- VN rozvaděč
- Transformátory
- NN rozvaděče
- Kabelové soubory
- Nosné kabelové systémy
- Úprava stávajících kabelových rozvodů
- GZS
- Podíl přidružených výkonů

V objektu náhradního zdroje jsou tyto dílčí oceněné soubory:

- Dodávka dieselagregátu včetně vzduchotechniky
- NN rozvaděč
- Kabelové soubory
- GZS
- Podíl přidružených výkonů

### 5.1 Položkový rozpočet

Viz příloha rozpočtová část.

## ZÁVĚR

V textové části mé diplomové práce jsem provedl návrh trafostanice, náhradního zdroje a technicky vyřešil zapojení a jištění jednotlivých vývodů pro uspokojení požadovaných potřeb jednotlivých oddělení nemocnice. V textové části jsem zpracoval návrh na stavební otvory v trafostanici, tak aby transformátory a jednotlivé rozvaděče, které vyvíjejí teplo byly uchlazeny přirozenou ventilací. Vlastní gro mé tvůrčí práce je zaměřeno do výkresové části, kde jsou návrhy a výpočty z textové části zapracovány do jednotlivých výkresů. Celá diplomová práce je vyhotovena jako projektová dokumentace ve stupni pro realizaci stavby.

### **Při vyhotovení této diplomové práce byly respektovány tyto normy:**

- ČSN 33 2000-4-41 - Elektrická zařízení. Část 4: Bezpečnost. Kapitola 41: Ochrana před úrazem elektrickým proudem
  - ČSN 33 3231 – Trojfázové rozvodny pro napětí do 52kV
  - ČSN 33 2000-1 - Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 3: Stanovení základních charakteristik
  - ČSN 33 2000-4-43 - Elektrická zařízení. Část 4: Bezpečnost. Kapitola 45: Ochrana proti nadproudům
  - ČSN 33 2000-4-481 - Elektrická zařízení. Část 4: Bezpečnost. Kapitola 48: Výběr ochranných opatření podle vnějších vlivů. Oddíl 481: Výběr opatření na ochranu před úrazem elektrickým proudem podle vnějších vlivů.
  - ČSN 33 2130 - Vnitřní elektrické rozvody
  - ČSN 33 2000-5-52 – Elektrotechnické předpisy – Elektrická zařízení – Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení – Kapitola 52: Výběr soustav a stavba vedení
  - ČSN EN 12464-1 – Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 1: Vnitřní pracovní prostory
  - ČSN EN 1838 – Světlo a osvětlení – Nouzové osvětlení
  - ČSN EN 62305-1 – Ochrana před bleskem. Část 1: Obecné principy
  - ČSN EN 62305-2 – Ochrana před bleskem. Část 2: Řízení rizika
  - ČSN EN 62305-3 – Ochrana před bleskem. Část 3: Hmotné škody na stavbách a nebezpečí života
- a normy a předpisy související.

## SEZNAM PŘÍLOH

Výkresová část:

1. Koordinační situace „Dostavba Klatovské nemocnice I.etapa“ (formát A4)
2. Trafostanice půdorys 1PP 1:50 (formát A1)
3. Odvětrání trafostanice 1:50 (formát A1)
4. Kabelové rozvody VN a NN Polohopis 1:500 (formát A1)
5. VN rozvaděč (formát A3)
6. NN rozvaděč (2 x formát A3)
7. Schéma zapojení trafostanice (formát A1)
8. Schéma zapojení náhradní zdroj ( formát A3)
9. Rozvaděč RD01 ( formát A3)

Rozpočtová část:

1. Položkový rozpočet

## **SEZNAM LITERATURY**

- [1] Schneider Elektrik Katalog Trihal 2004
- [2] Schneider Elektrik Katalog SM6
- [3] Altron Katalog P1100