

# KOMPLEXNÍ SIMULAČNÍ CENTRUM MU

BRNO-BOHUNICE, ČESKÁ REPUBLIKA



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MS  
MT  
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Investor MASARYKOVA UNIVERZITA

Hl. inženýr projektu Ing. Jiří DUCHÁČEK

Generální projektant AiD team a.s.

Spolupráce Arch.Design s.r.o.

Přímý zpracovatel SUBTECH, s.r.o.



## Revize

00 2016 - 06 - 09

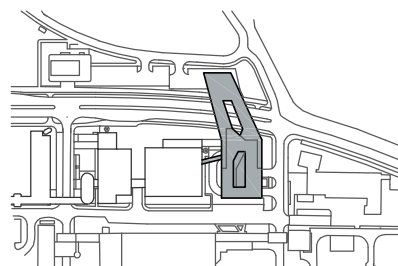
01

02

03

Vypracoval Ing. Bronislav LOVECKÝ

Ved. projektant Ing. Antonín KAŠPAR



±0,000 = 275,900 BPV

Číslo zakázky 3413 - 20

Stavba SIM

Stupeň DSP

Název PS - SO D 101 - SIMULAČNÍ CENTRUM MU

Část 06+07 - VYTÁPĚNÍ A CHLAZENÍ

Název výkresu **TECHNICKÁ ZPRÁVA**

Datum 2016 - 06 - 09

Formát A4

Měřítko ---

stavba	stupeň	číslo PS - SO	část	výkres	revize
<b>SIM</b>	<b>DSP</b>	<b>D 101</b>	<b>06+07</b>	<b>001</b>	<b>00</b>

# TECHNICKÁ ZPRÁVA

## Zařízení na vytápění a ochlazování staveb

### a) Obsah:

- 1) Identifikace stavby
  - a) Obsah
  - b) Úvod
  - c) podklady pro zpracování projektu
  - d) Územní charakteristika stavby a klimatické podmínky
  - e) Základné technické údaje
  - f) Požadované parametry
  - g) Bilance tepla a paliva
  - h) Stanovení přípojných hodnoty dle ČSN 06 0310
  - i) Vliv na životní prostředí
  - j) Bezpečnost práce
  - k) Popis zařízení
  - l) Tepelná čerpadla
  - m) Vrtý
  - n) Energetické piloty
  - o) Rozvod potrubí
  - p) Provedení
  - q) Upevnění
  - r) Tepelné izolace
  - s) Dilatace
  - t) Úprava vody
  - u) Komín a kouřovod
  - v) Větrání a přívod spalovacího vzduchu
  - w) Zabezpečovací zařízení
  - x) Obsluha
  - y) Zkoušky zařízení
  - z) Požadavky na navazující profese
- 
- Příloha 1: Legenda strojního zařízení

## b) Úvod:

Projektová dokumentace **Komplexní simulační centrum MU Brno**, v části Vytápění a chlazení řeší návrh zdroje tepla a vytápění, a návrh zdroje chladu a rozvodů chladu v rozsahu pro stavební povolení.

V 5.NP obj.bude plynová kotelna se čtyřmi plynovými kondenzačními kotli (4 x 90kW) umístěna v samostatné místnosti (dle ČSN 07 0703 je kotelna III.kategorie) s koaxiálním odkouřením každého otle nad střechu kotelny. Tato kotelna bude sloužit pro VZT vytápění a dohřev TV a taky jako bivalence pro tepelná čerpadla. Tepelná čerpadla typu země-voda jsou umístěna ve strojovně tepelných čerpadel a slouží hlavně pro vytápění indukčními podstropními jednotkami a ohřev TV. Návrh a celkový výkon plynové kotelny a tepelných čerpadel zohledňuje požadavky na zabezpečení dodávky tepla, přípravy teplé vody a nároky VZT. Pro stavební chlazení jednotek VZT a indukčních jednotek jsou navrženy dva samostatné zdroje chladu a to zdroj chladu kompresorový s vodou chlazeným kondenzátorem a suchým chladičem (480kW) a 4ks tepelných čerpadel s aktivním chlazením (4 x 80kW = 320kW). Zdroj chladu je umístěn v samostatné místnosti vedle kotelny ve strojovně chlazení v 5.NP, tepelná čerpadla jsou umístěna v samostatné místnosti v 2.PP ve strojovně tepelných čerpadel. Suchý chladič je navržen v tichém provedení a bude umístěn na střeše objektu. Chlazení se předpokládá celoroční s přednostním chodem tepelných čerpadel. Návrh a celkový výkon zdrojů chladu zohledňuje požadavky na zabezpečení stavebního chlazení a nároky VZT. Navrhovaný topný a chladicí systém musí být v souladu s bezpečnostními požadavky a technickými normami a předpisy platnými na území České republiky.

## c) Podklady pro zpracování projektu:

- Stavební dokumentace
- Požadavky investora a generálního projektanta
- Podklady profese VZT

Při zpracování projektu byly použity tyto technické normy a vyhlášky:

ČSN 06 0310	- Tepelné soustavy v budovách, projektování a montáž
ČSN EN 12 831	- Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelných ztrát
ČSN 73 0540/2007	- Tepelná ochrana budov
ČSN 06 0830	- Tepelné soustavy v budovách – zabezpečovací zařízení
ČSN 07 0703	- Plynové kotelny
ČSN EN 378	- Předpisy pro chladicí zařízení
ČSN 73 0548	- Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů
ČSN EN 13 480, část 1-5	- Kovová průmyslová potrubí
Vyhl. ČÚBP č 91/1993 Sb.	- Zajištění bezpečnosti práce v nízkotlakých kotelnách
Vyhl. ČÚBP č.48/1982 Sb.,	- kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení včetně všech změn a doplňků provedených vyhl. č.324/1990 Sb., č.207/1991 Sb., č.352/2000 Sb., č.192/2005 Sb.
Vyhl. ČÚBP č.363/2005 Sb.,	- kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a ostatní související normy a předpisy
Vyhláška MH č.193/2007 Sb.,	- kterou se stanoví podrobnosti účinnosti využití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie
Nařiz.vlády č.591/2006 Sb.,	- o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích
Nařiz.vlády č.362/2005 Sb.,	- o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích s nebezpečím pádu z výšky a hloubky
Nařiz.vlády č.272/2011 Sb.,	- o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

a další

## d) Územní charakteristika stavby a klimatické podmínky:

místo stavby  
poloha

Brno  
nechráněná

Vypracoval : Ing. Lovecký Datum : 06/2016	Technická zpráva	Zakázka č. :	listů : 13 list : 2
--	---------------------	--------------	------------------------

krajina	s intenzivními větry
klimatická oblast	II.
zimní výpočtová venkovní teplota	-12°C
letní výpočtová venkovní teplota	+32°C
nadmořská výška	+281,7 m n.m. (výškový systém BpV)
počet dnů v topném období	222
průměrná teplota v topném období	+3,6°C

**e) Základní technické údaje:**

Objekt vyhovuje požadavkům ČSN 73 0540  
Potřeby tepla a chladu pro nucené větrání byly dodány projektantem VZT  
vytápění celodenní nepřerušované s nočním útlumem

**- Vytápění:**

Zdroj tepla č.1	plyn.kotelna $Q_{\text{tkot}} = 360\text{kW}$ se čtyřmi plyn.kondenzačními kotli ( $\dot{a}=90\text{kW}$ ) v provedení C32 s účinností 105% $Q_{\text{zp}}=35\text{m}^3/\text{h}$ pro ohřev VZT a dohřev TV s koaxiálním odkouřením a sáním nad střechu kotelny 50/40°C
tepelný spád soustavy okruh VZT: Zdroj tepla č.2	4ks Tepelné čerpadlo reverzní $Q_{\text{tTc}} = 4 \times 80\text{kW}$ (55/45°C) tj.celkem (360kW) pro vytápění a ohřev TV min. 3,4 (Tepelný výkon každého Tč $Q_{\text{tTc}}=80\text{kW}$ při 0/45°C, měřeno dle EN 14 511)
topný faktor Tč.	35/27°C (indukční trámy) 52/45°C (ohřev TV)
tepelný spád soustavy Tepelných čerpadel:	
tlakové pásmo příprava TV	PN6 zásobníkový ohřívач nerezový dvouplášťový $V=1\text{m}^3$ ( $Q_t=80\text{kW}$ ) předeřev TV Zásobníkový ohřívач nerezový s trubkovým vým. $V=0,5\text{m}^3$ ( $Q_t=50\text{kW}$ ) dohřev TV ocelová izolovaná tlaková nádoba se 4-mi hrdly DN150/16, $V=4\text{m}^3$
Akumulace topné vody z Tč	
min.hydrostatický přetlak provozní přetlak max.hydrostatický přetlak statická výška množství vody v soustavě expanze řešena pomocí	$p_{\text{min}} = 300 \text{ kPa}$ $p_{\text{prov}} = 400 \text{ kPa}$ $p_{\text{max}} = 500 \text{ kPa}$ (nastaven pojistný ventil na TČ) 23,5m bude určeno v dalším stupni PD automatické expanzní a odplyňovací nádoby s přídatnou nádobou 300 l.
topný systém otopná soustava doplňování topné vody	dvoutrubková soustava s protiproudým rozvodem teplovodní s nucenou cirkulací topné vody automatické doplňovací zařízení bez čerpadla s kontaktním vodoměrem
úprava topné vody	automatický změkčovací filtr AF + dávkovací blok chemikálií pro topné soustavy
cirkulace topné vody otopná tělesa indukční trámy klimatizace	oběhová mokroběžná elektronická čerpadla desková s bočním připojením 4-trubka (dod.VZT) sestavné VZT jednotky umístěné ve strojovně VZT (dod.VZT) 2-cestný (3-cestný) regulační ventil

**- Stavební chlazení:**

Zdroj chladu č.1	1ks vodou chlazený chladič kapaliny s vodou chlazeným kondenzátorem
------------------	--

	<p>a suchým chladičem Chiller je umístěn ve strojovně CHL v 5.NP se dvěma kompresory SCREW a plynulou regulací chladicího výkonu v tichém provedení hl.akust.tlaku = 73dB(A)1m hl.akust.výkonu = 92dB(A) <math>Q_{cw} = 480kW</math> <math>Q_{el} = 166kW/400V</math> Výparník: (voda dT=10/15°C) Kondenzátor: (dT=48/43°C) 4,44 4,94 R134a (bude upřesněno v dalším stupni PD 1ks suchý chladič stolový umístěn na střeše <math>Q_c=630kW</math>, <math>Q_{el}=16kW/400V</math> Teplota vzduchu 32°C, tep.spád 48/43°C V tichém provedení hl.akust.tlaku=61dB(A)1m hl.akust.výkonu 83dB(A) indukční trámy + fancoilové kazetové jednotky 4-trubka (dod.VZT) VZT sestavné jednotky (dod.VZT) 2-cestný regulační ventil voda dT=10/15°C (okruh VZT) Voda dT=17/20°C (okruh indukční trámy) monoetylglycol 30% cca 2m<sup>3</sup> (bude upřesněno v dalším stupni PD) dvouokruhový ocelová izolovaná tlaková nádoba se 4-mi hrdly DN150/16, V=4m<sup>3</sup> ocelová izolovaná tlaková nádoba se 4-mi hrdly DN150/16, V=4m<sup>3</sup> <math>p_{min} = 300</math> kPa <math>p_{prov} = 400</math> kPa <math>p_{max} = 500</math> kPa (nast. pojistný ventil ve strojovně TČ) 23,5m bude upřesněno v dalším stupni PD PN6 dvoutrubková soustava s horizontálním protiproudým rozvodem automatické doplňovací zařízení bez čerpadla s kontaktním vodoměrem automatický změkčovací filtr AF + dávkovací blok chemikálií pro topné soustavy + vakuové odplyňovací zařízení pro CHL soustavy tlaková expanzní nádoby 500/6 tlaková expanzní nádoby 100/6 2ks suchoběžné elektronické čerp. (okruh VZT a FCU) 2ks suchoběžné standardní čerp. (okruh zdroje chladu)</p>
COP	
ESEER	
Chladivo zdroje chladu	
Suchý chladič	
Chladicí zařízení	
Tepelný spád soustavy stavebního chlazení	
Chladicí směs	
množství CHL směsi v soustavě	
Chladicí systém	
Akumulace chladicí vody okruhu chiller	
Akumulace chladicí vody okruhu TČ	
Min. hydrostatický přetlak	
provozní přetlak	
Max. hydrostatický přetlak	
statická výška	
množství vody v soustavě	
Tlakové pásmo soustavy	
Chladicí soustava pro VZT	
doplňování CHL vody	
úprava CHL vody	
Expanze stavebního chlazení řešena pomocí	
Expanze okruhu suchého chl.řešena pomocí	
Cirkulace chladicí vody stavebního chlazení	

#### f) Požadované parametry:

- Budova:

Vnější zdi - hodnota souč.	$U = 0,25$ W/m <sup>2</sup> K
Střecha	$U = 0,16$ W/m <sup>2</sup> K
Okna s izolačním dvojsklem	$U = 1,1$ W/m <sup>2</sup> K

**g) Balance tepla a paliva:**

**- Vytápění:**

Tepelná ztráta budovy	$Q_{tz} = 346\text{kW}$
Tepelný výkon pro vytápění	$Q_t = 350\text{kW}$
Tepelný výkon pro nucené větrání	$Q_v = 300\text{kW}$
Tepelný výkon pro ohřev TV	$Q_{TV} = 80\text{kW}$
Tepelný výkon pro dohřev TV	$Q_{TV} = 50\text{kW}$
Celkový tepelný výkon	$Q_{tc} = 680\text{kW}$
Hodinová potřeba ZP	$V_{ZPh} = 35\text{m}^3/\text{h}$
Roční max.potřeba ZP	$V_{ZPr} = 450\,000\text{m}^3/\text{r}$

Pozn.:

Potřeba TV byla dodána projektantem ZTI a činí:

...7,68m<sup>3</sup>/den

**- Chlazení:**

Chladicí výkon pro indukční jednotky	$Q_{cind} = 400\text{kW}$
Chladicí výkon pro jednotky VZT	$Q_{cVZT} = 400\text{kW}$
Celkový chladicí výkon	$Q_{ccelk} = 800\text{kW}$

**h) Stanovení přípojných hodnoty dle ČSN 06 0310:**

**a) Provozní špička I:**

$$Q_{prip}^I = 0,7 Q^{TOP} + 0,7 Q^{VET} + 1,0 Q^{TV} \\ = 0,7 \cdot 346 + 0,7 \cdot 300 + 1 \cdot 80 = 532 \text{ kW}$$

**b) Provozní špička II:**

$$Q_{prip}^{II} = 1,0 Q^{TOP} + 1,0 Q^{VET} \\ = 346 + 300 = 646 \text{ kW}$$

Přípojná hodnota zdroje tepla je 646 kW .

- Volím výkon plynových kondenzačních kotlů:

$$Q = 4 \times 90\text{kW} = 360 \text{ kW} + Tč 320 \text{ kW}$$

**i) Vliv na životní prostředí:**

Navržená zařízení plynové kotelny, ústředního vytápění a stavebního chlazení jsou typová a nebudou mít negativní vliv na životní prostředí. Pro okolní prostředí se nepředpokládá zátěž ze strany hluku, tepla, odpadních vod ani emisí (ekologické chladivo + čistá voda). Navržené plynové kotle s modulačním plynovým předsměšovací hořákem s nízkými emisemi škodlivin garantované emise 10 mg/m<sup>3</sup> pro CO a 80 mg/m<sup>3</sup> pro NO<sub>x</sub> na zemní plyn. Výška montovaných komínů musí zaručovat nepřekročení půlhodinové koncentrace pro okolí kotelny (bude upřesněno v rozptylové studii).

Kotelna je svým výkonem zařazena jako střední zdroj znečišťování ovzduší. Odpovídající hmotnostní toky jednotlivých škodlivin ze spalování zemního plynu budou na základě doporučených emisních faktorů dle příslušné vyhlášky MŽP.

V systému CHL okruh kondenzátoru je navržena ekologická chladicí směs typu propylenglycol. Pro systém stavebního chlazení je uvažováno s čistou upravenou studenou vodou.

## j) Bezpečnost práce:

Dle vyhlášky ČÚBP č. 91/1993 Sb. a ČSN 07 0703 patří navržená plynová kotelna do III.kategorie. Bezpečnost práce řeší vyhláška č. 48/1982 Sb., ve znění pozdějších předpisů – část sedmá a vyhláška ČÚBP č. 91/1993 Sb. k zajištění bezpečnosti práce v nízkotlakých kotelnách.

Z hlediska bezpečnosti provozu musí být plynová kotelna vybavena náležitostmi dle čl. 167 ČSN 07 0703:

- místním provozním řádem
- přenosným hasicím přístrojem CO<sub>2</sub> s hasící schopností minimálně 55B
- pěnотvorným prostředkem, nebo detektorem pro kontrolu těsnosti spojů
- lékárničkou pro první pomoc
- bateriovou svítilnou
- detektorem na oxid uhelnatý (např.detekční trubičky)

Kotelna musí být trvale udržována v čistotě a bezprašném stavu.

Dveře do kotelny musí být osazeny zavíračem dveří a označeny bezpečnostní tabulkou „**KOTELNA - NEZAMĚSTNANÝM VSTUP ZAKÁZÁN**“ a „**ZÁKAZ VSTUPU S OTEVŘENÝM OHNĚM**“ (dle ČSN ISO 3864). Obsluha se doporučuje **OBČASNÁ**. Kotle je zakázáno uvést do provozu bez provedení výchozí revize ve smyslu vyhl.ČÚBP č. 85/1978 Sb. Pro provoz kotelny musí být veden provozní deník podle ČSN 38 6405. S plynovým zařízením musí být dodána potřebná technická dokumentace ve smyslu čl.159 ČSN 07 0703 včetně podkladů pro vypracování místního provozního řádu podle ČSN 38 6405 a dále revizní knihy dle platných ČSN a zásady pro provádění kontrol, revizí a zkoušek.

Provoz plynových zařízení řeší vyhl. ČÚBP č. 85/1978 Sb., č. 21/1979 Sb., novelizovaná vyhl. č. 554/1990 Sb., vyhl. č. 48/1982 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

Dodavatel plyn. zařízení musí zajistit výchozí revize dle § 6 vyhlášky ČÚBP č.85/1978 zb. a inventuru provedení OTP plynárenským podnikem dle § 22 vyhlášky FMPE č.175/1975 zb.

U kotelen:

musí provozovatel dle vyhl. ČÚBP č. 91/1993 Sb. zajistit před uvedením do provozu odbornou prohlídku kotelny pracovníkem, jež má k tomu oprávnění (tepelný technik, revizní technik). Kotelnu smí obsluhovat pouze pracovník s osvědčením o způsobilosti k samostatné obsluze kotlů (vyhl. č. 91/1993 Sb.)

Před započetím montážních prací na potrubí je nutno nejdříve připevnit požadované podpěry a závěsy.

Projektová dokumentace je zpracována dle platných ČSN, hygienických a bezpečnostních předpisů. Veškeré práce při montáži je třeba provádět v souladu s ČSN 06 0310 při dodržování předpisů o bezpečnosti práce. Montážní práce ve výškách (nad 1,5 m) budou prováděny v souladu s vyhláškou ČÚBP a ČBÚ č.363/2005 Sb. Svářečské práce smějí vykonávat jen svářeči s příslušnou kvalifikací. Dále provádět školení o bezpečnosti práce.

## Zajištění bezpečnosti plynových kotelen

Pro zajištění bezpečnosti proti výbuchu musí být plynové kotelny vybaveny bezpečnostním systémem.

Podrobnosti určuje TPG 908 02. Hlavní součástí bezpečnostního systému je detekční systém s automatickým uzávěrem plynu, který samočinně uzavře přívod plynu do kotelny při překročení indikovaných limitních parametrů. Do bezpečnostního systému je začleněna i indikace překročení teploty vnitřního vzduchu.

Instalace bezpečnostního systému je zvláště důležitá v souvislosti se změnou ČSN 07 0703, která umožnila snížit průtok větracího vzduchu z výměny trojnásobné na půlnásobnou. Detekční systém má dvoustupňovou funkci:

**1. stupeň** - optická a zvuková signalizace do místa obsluhy, nebo dozoru,

**2. stupeň** - blokovácí funkce (funkce automatického uzávěru). Provoz kotelny může být obnoven až po osobním zásahu obsluhy nebo dozoru.

## Limitní indikované parametry

### • 1. stupeň:

- koncentrace výbušných plynů (zemní plyn)
- limitní hodnota: 10 % dolní meze výbušnosti L<sub>d</sub>
- teplota vnitřního vzduchu t<sub>i</sub> - limitní hodnota: t<sub>i</sub> = 45 °C

### • 2. stupeň:

- koncentrace výbušných plynů (zemní plyn)
- limitní hodnota: 20 % dolní meze výbušnosti L<sub>d</sub>

Požadavky na umístění detekčního systému stanoví TD 938 01. Do bezpečnostního systému kotelny se doporučuje zařadit i signalizaci 1. stupně při:

- zaplavení prostoru kotelny
- dosažení hygienicky limitní koncentrace - přípustného expozičního limitu PEL oxidu uhelnatého (30 mg/m<sup>3</sup>) u kotlů bez automatické pojistky proti zpětnému toku spalin.

Havarijní funkce v plynové kotelně jsou:

- zaplavení kotelny
- výpadku el.energie
- přehřátí kotelny (vnitřní teplota je větší jak 40°C)
- překročení teploty 80°C na topné vodě
- překročení teploty 65°C TV
- překročení max. tlaku 500 kPa v topné soustavě
- překročení min.tlaku v topné soustavě 290 kPa (ztráta tlaku)
- nouzové odstavení plyn.kotelny - tlačítko STOP
- nouzové odstavení plyn.kotelny - při dosažení 2.stupně limitní hodnoty 20% koncentrace zemního plynu ve vzduchu - dolní mez výbušnosti L<sub>d</sub>

Kotle budou napojeny na poruchovou signalizaci systému MaR, která odstaví zařízení z provozu při:

- výpadku elektrické energie
- překročení hodnot nejvyššího a nejnižšího pracovního tlaku v otopné soustavě
- překročení nejvyšší pracovní teploty topné vody nad 80°C
- výskytu škodlivých látek nad přípustné koncentrace v ovzduší kotelny
- zaplavení prostoru kotelny
- překročení teploty v prostoru kotelny nad 45°C

**k) Popis zařízení:**

**- Vytápění:**

Vytápění objektů SIM je navrženo jako teplovodní s nucenou cirkulací topné vody a to jednak z plynové kotelny III.kategorie a jednak pomocí tepelných čerpadel. Plynová kotelná v 5.NP bude sestávat ze 4ks nástěnných kondenzačních kotlů (v provedení C32) s kaskádovou regulací o celk.tepelném 360kW.

Primární, neboli kotlový okruh je oddělen od otopné soustavy pomocí anuloidu (hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků – HVDT). Tento anuloid včetně kotlového rozdělovače s kotlovými čerpadly je součástí dod.plynového kotle. Navržený kombinovaný rozdělovač je vybaven 3 okruhy (jeden jako rezerva) a to neregulovanými okruhy pro VZT a druhý pro dohřev AKU nádoby TČ a pro dohřev TV v případě chybějícího výkonu TČ. TČ (4ks dvoukomresorové 80kW s vlastní kaskádovou regulací) země-voda celk.cca 320kW a se dvěma akumulacími nádobami (topení a chlazení) + 1 boiler na TV umístěné ve 2PP v m.č.2S06.

Koncové prvky pro topení i chlazení jednotlivých místností jsou indukční trámy v provedení 4-trubka (některé 2-trubka jen pro chlazení) a budou vybaveny tlakově nezávislou dvoucestnou armaturou s regulací tevířeno-zavřeno. VZT jednotky budou osazeny směšovacími uzly s oběhovým čerpadlem a stříkacím dvojcestným tlakově nezávislým ventilem (regulace 0-10V) pro topení a dvojcestným tlakově nezávislým ventilem (regulace 0-10V) pro chlazení. U VZT jednotek bude na vodě instalována tepelná ochrana výměníků. MaR bude povolovat chod plynové kotelny dle venkovní teploty (např.od - 2°C bude ověřeno a upřesněno provozem), MaR bude povolovat chod TČ a udávat teploty vody v AKU nádržích pro topení a chlazení a teplotu TV. MaR bude též povolovat chod vlastního chilleru a freecoolingu. Teplota chladicí vody pro jednotky VZT bude 10/15°C, teplota chladicí vody pro indukční jednotky bude 17/20°C, teplota topné vody pro jednotky VZT bude 50/40°C a teplota topné vody pro indukční jednotky bude 35/27°C. MaR zabezpečí vyloučení současného tepení a chlazení v jedné místnosti (např.při teplotě 21-23°C se netopí, ani nechladí), jinak systém může bez problémů topit i chladit současně dle požadavku. Všechna oběhová a cirkulační čerpadla budou s možností regulace otáček. Předpokládám, že TČ a chiller bude napájet profese elektro. Vlastní regulace strojovny topení s kotelnou a strojovny chlazení bude upřesněna v dalším stupni PD.

Otopná tělesa jsou navržena jako desková s bočním připojením a termostatickým ventilem s omezovačem průtoku a termostatickou hlaví. Design těchto otopných těles je řešen v materiálových listech v arch.stav.části. Pro přípravu TV jsou navrženy nepřímotopné zásobníkové ohřivače (1ks předeřev V=1,0m<sup>3</sup> a 1ks dořev V=0,5m<sup>3</sup>) napojený na plynový kotel.

Nucený oběh budou zajišťovat vysoce úsporná mokroběžná elektronická čerpadla. Nucené větrání a klimatizaci zabezpečí sestavné VZT jednotky (dod.VZT). Každá větev bude osazena uzávěry - kulovými



kohouty a mezipřírubové klapky, vyvažovací ventily (TA), filtry do potrubí, zpětnými klapkami a teploměry 0-120°C. Pro optickou kontrolu tlaku vody bude instalován u každého kotle tlakoměr 0-600 kPa, pro kontrolu teploty náběhové a vratné vody budou instalovány teploměry 0-120°C. Teploměry budou použity kapalinové a budou instalovány všude, kde dochází ke změnám teplot topného média. Tlakoměry musí být instalovány tak, aby ukazovaly tlak nad čerpadly. Pro možnost vypouštění topné vody je rozdělovač a sběrač opatřen kulovým vypouštěcím kohoutem.

#### - Chlazení:

Pro stavební chlazení VZT, indukčních trámů a kazetových FCU jsou navrženy dva samostatné zdroje chladu a to zdroj chladu kompresorový s vodou chlazeným kondenzátorem (480kW) a suchým chladičem a 4ks tepelných čerpadel s aktivním chlazením (4x80kW = celkem 320kW). Zdroj chladu je umístěn ve strojovně chlazení v 5.NP, suchý chladič je navržen v tichém provedení a umístěn přímo na střeše obj. TČ jsou umístěna ve 2.PP v samostatné místnosti strojovna TČ. Systém stavebního chlazení je navržen s nuceným oběhem chladicí vody s kvantitativní regulací v závislosti na vnitřní teplotě a s konstantním maximálním teplotním spádem 10/15°C pro okruh VZT a teplotním spádem 17/20°C pro okruh indukční jednotky. Stavební chlazení je navrženo jako celoroční s freecoolinkem v zimním období. V systému chladicí vody bude instalovaný kompenzační prvek (akumulační nádrž), aby se předešlo častým startům kompresorů. Akumulační izolovaná nádrž o objemu 6,0m<sup>3</sup> je umístěna v prostoru strojovny chlazení spolu s cirkulačními suchoběžnými čerpadly. Systém chlazení je dvouokruhový a je zřejmý ze schématu chlazení na výkrese funkční tepelné schéma.

#### I) Tepelná čerpadla:

Objekt bude vytápět a chladit 4 ks tepelná čerpadla země-voda umístěná dvě a dvě na sobě v místnosti strojovny TČ ve 2.PP o celkové topném a chladicím výkonu 320 kW (dle EN 14 825 0/45 st.C, COP = 3,56). Tepelné čerpadla budou odebírat teplo z 37 vrtů o hloubce každého 150 m. Celková hloubka vrtného pole je 5 550 m. Součástí vrtného pole budou také energetické piloty, které budou sloužit na akumulaci topné a chladicí energie. Tepelná čerpadla splňují následující parametry:

1. Dvoukompresorové tepelné čerpadlo
2. energetická třída A +++, splňuje normu EPHA 2019
3. SCOP pro otopná tělesa a chladné klima je 4,33
4. SCOP pro podlahové topení a chladné klima je 5,3
5. Topný faktor 4,3 (0/35 st.C dle EN 14 825, 2 kompresory)
6. max. výstupní teplota topné vody musí být 68 st.C
7. komunikace řídicí jednotky tepelného pomocí protokolu MODBus s nadřazenou regulací

Každé tepelné čerpadlo musí obsahovat max. jeden kompresor. Výstupní teplota z tepelného čerpadla musí být min. 64 °C (při vstupní teplotě 0 °C). Chladicí výkon tepelného čerpadla je min. 75 kW.

Rozměry tepelného čerpadla jsou 1,5 x 0,75m. Max. přípustné množství regulované látky (chladiwa) v jednom tepelném čerpadle je 12 Kg.

Max. přípustná hladina akustického výkonu tepelného čerpadla je 60 dB.

#### **MaR tepelných čerpadel:**

Celý systém měření a regulace je pojat jako samostatně pracující s cílem dosažení plně automatického provozu jednotlivých ovládaných zařízení, a to především:

- aut. spínání provozu tepelných čerpadel,
- aut. řízení výkonu zdroje tepla a chladu kaskádním způsobem
- aut. řízení výkonu primárního čerpadla
- aut. řízení způsobu chlazení (pasivní chlazení, aktivní chlazení)

- aut. řízení regenerace vrtů a odvodu odpadního tepla
- aut. řízení výkonu oběhových čerpadel v tepelných čerpadlech
- aut. ošetření a zaznamenání poruchových stavů:

*tepelná čerpadla:*

- pokles a překročení havarijní meze tlaku v systému
- přehřátí výstupu TČ
- přehřátí vratu TČ
- kontrola napájení TČ
- porucha TČ
- porucha chodu oběhových čerpadel

Pro systém měření a regulace všech ovládaných zařízení bude použit technologie DDC regulátoru s možností tvorby uživatelského SW vždy na konkrétní ovládanou technologii. Celkem bude použit jeden DDC regulátor. Na tento regulátor budou napojeny oddělené moduly vstupů a výstupů. Regulátor bude doplněn externím ovládacím displejem, který bude umístěn na dveřích rozváděče a bude sloužit pro zobrazení snímaných a ovládaných veličin a nastavení všech provozních parametrů.

Regulátor bude vybaven komunikačním modulem pro připojení na síť.

Zapnutí provozu regulačních systémů se provádí přepnutím přepínače START – STOP na dveřích rozváděče do polohy START. Tím dojde k automatickému spuštění všech ovládaných zařízení z daných regulátorů. Přepínače slouží i k odblokování vzniklých poruch.

Řízení výkonu výroby tepla bude tzv. kaskádním způsobem, kdy při nedostatku tepla se připojí další TČ. Nedostatek tepla je odvozen od teplot ve výstupním potrubí strojovny a také při vytápění bude počet zapnutých TČ ovlivněn teplotou vratné vody. Teplota vratné vody bude udržována na max. nastavené hodnotě tak, aby nedošlo k přehřátí vratu do TČ a jejich odstavení z provozu. Regulační SW zajistí pravidelné střídání provozu TČ pro optimální rozložení doby chodu. Celkem je navrženo 7 výkonových stupňů, kde v každém stupni dojde k sepnutí jednoho tepelného čerpadla. Na základě počtu sepnutých tepelných čerpadel a rozdílu teplot a tlaku v primárním okruhu z vrtů bude řízen výkon primárního oběhového čerpadla.

V případě potřeby bude regulace dávat pokyn na plynový bivalentní kotel signálem on/off.

Řízení výkonu výroby chladu bude rozděleno do dvou režimů. První režim je pasivní chlazení, kdy chladná voda pro jednotky VZT bude připravována pouze oběhem vody z vrtů přes výměník. V tomto režimu bude teplota výstupní chladné vody připravena dle možností vrtů bez možnosti regulace. Pokud je požadována chladnější voda pro VZT než umožňuje pasivní chlazení, přejde strojovna do režimu aktivního chlazení. V tomto režimu dojde k přenastavení ventilů na primárním okruhu a chlad je vyráběn tepelnými čerpadly. Opět je nejprve sepnuto oběhové čerpadlo primárního okruhu, pokud již není v provozu. Potom jsou spínány jednotlivé stupně kaskády TČ, dokud nedosahujeme požadované teploty na výstupu chladné vody pro VZT. Pokud je sepnuto aktivní chlazení a není požadavek na teplo z objektu, dojde k aktivaci regenerace vrtů. V tomto režimu je přebytečné vyrobené teplo přes výměník a oběhové čerpadlo dopraveno do vrtů.

Poruchová signalizace zajišťuje zabezpečení snímání a zobrazování poruchových stavů a zároveň korektní reakci celého systému na výskyt poruchy. Poruchy jsou rozděleny do dvou úrovní. Nekritické poruchy jsou signalizovány přerušovaným světlem a kritické světlem trvalým. Signalizace je prováděna opticky - kontrolkou na dveřích rozváděče.

Deblokovat havárii v automatickém provozu je možné teprve po jejím odstranění, resp. po jejím odeznění. Deblokace se provádí přepnutím příslušného tlačítka „START-STOP“ na dveřích rozváděče do polohy STOP na cca 10s.

Regulace tepelných čerpadel předá signál o poruše nadřazené regulaci v objektu.

Kabelové rozvody budou provedeny v kabelových roštích a korytech a trubkách PVC. Žlaby a koryta budou uchyceny na zdech nebo závěsech ze stropu a musí být dodržena minimální vzdálenost mezi trasami pro měření a regulaci a trasami pro silové rozvody. Jednotlivé žlaby musí být pospojovány použitím vějířových podložek vždy na straně šroubu i matice a připojeny na sběrnici PE v rozváděči. Kabely v nich budou uloženy volně. Připojení jednotlivých zařízení pak bude provedeno v kovových elektroinstalačních trubkách, které budou rovněž připojeny na svorku PE v rozváděči.

Uzemnění bude napojeno na zemnicí soustavu provedenou v provozním souboru silnoproudu budovy a to tak, aby odpovídalo ČSN 33 2000-4-41 a stejným způsobem bude provedeno pospojování všech vodivých částí technologie a rovněž kovových kabelových žlabů. K pospojování bude užito měděného vodiče CYA 6.

#### m) Vrtý:

Tepelná čerpadla budou odebírat teplo z 37 vrtů o celkové hloubce 5 550 m (hloubka 150 m). Do vrtu je zapuštěna smyčka z materiálu PE100 RC, 4 x 32 mm. Jde o uzavřený systém výměny tepla. Médium v hadicích odebírá teplo hornině. Vrt se v horní části paží. V pevném podloží se vrtá bez pažení. Sonda se do vrtu zasunuje bezprostředně po odvrtání a vrt se pak od spodu vyplní speciální jílocementovou směsí pro utěsnění. Hadice je ve vrtu zdvojená pro lepší přestup tepla. Vrtý jsou svedeny potrubím PE 100 RC 40mm v hloubce 1 m pod podkladní betonovou deskou do plastové sběrné jímky. Vrtý č. 1-10 jsou svedeny do šachty č.3, vrtý č.11 – 17,19 a 20 do šachty č. 2 a vrtý č.18,21-29 jsou vyvedeny přímo do rozdělovače ve strojovně, (rozdělovač č.1). Plastové šachty obsahují rozdělovače s průtokoměry pro vyregulování průtoků. Potrubí od vrtů je uloženo v pískovém loži. Plastové jímky mají pojezdový poklop min. 600 kg. Jímky jsou propojeny se strojovnou plastovým páteřním potrubím PE100 RC 110 mm. Páteřní potrubí je uloženo v hloubce 1,1 m pod podkladním betonem. Veškeré rozvody PE potrubí jsou v pískovém loži. Zemní práce nejsou součástí této části projektu a budou prováděny v koordinaci s ležatou kanalizací. Vrtý budou regenerovány přirozenou cestou v letním období, kdy je množství energie odebírané z vrtů minimální, a dále se vrtý budou nabíjet odpadním teplem v období chlazení. Tím je zaručeno, že nedojde ke snížení výkonu vrtů v průběhu dalších let.

Vrtání musí být realizováno na základě Ohlášení o činnosti prováděné hornickým způsobem (dle ust. §5 odst. 4 Zákona č. 61/1988 Sb. v platném znění a Vyhlášky ČBÚ č. 104/1988 Sb. ve znění Vyhlášky č. 242/1993 Sb. a Vyhlášky ČBÚ č. 434/2000 Sb.) firmou, která má k této činnosti oprávnění podle §2, písmeno a,b,c,d,e,f,g a §3 písmeno b,d,e,h,j, Zákona 440/1992 Sb. ze dne 6.10.1999.

Zhotovitel vrtů zajistí odstranění vytěženého materiálu a jeho ekologickou likvidaci.

#### n) Energetické piloty:

Druhým primárním zdrojem jsou energetické piloty.

Uvnitř armokoše je přichycena hadice PE 100 RC 25 mm. Tato hadice je přichycena k armokoši pomocí plastových sponek. Každý armokoš s potrubím bude osazen tlakovací sestavou a po celou dobu betonáže bude v potrubí tlak 4 bar. Jednotlivé energetické piloty jsou propojeny s hlavním rozdělovačem, který je umístěn ve strojovně. Potrubí PE 100 RC 25 mm je vedeno v podkladním betonu od pilot do rozdělovače. Na pilotě a pod rozdělovačem jsou navařena elektrokolena 90 °. Prostup přes základovou betonovou desku k rozdělovači je pomocí tlakových těsnících přístupů.

#### o) Rozvod potrubí:

Rozvody potrubí jsou navrženy horizontální, dvoutrubkové, protiproudové. Hlavní potrubí jak pro vytápění a rozvody chladu bude vedeno pod stropem z kotelny a strojovny chlazení a instalačními šachtami do jednotlivých podlaží a zde nad podhledy pro napojení FCU jednotek v jednotlivých pokojích. V objektu H bude hlavní potrubí jak pro vytápění a rozvody chladu, bude vedeno jednak pod stropem v suterénu z kotelny a strojovny chlazení a jednak v neprůlezném instalačním kanále a dále instalačními šachtami do jednotlivých podlaží a zde nad podhledy pro napojení FCU jednotek v jednotlivých pokojích. Je nutné tyto výšky průběžně koordinovat s ostatními profesemi. Prostupy přes zdi a strop budou utěsněny tak, aby byla zaručena dilatace potrubí a zachována zvuková izolace. Stoupačky budou vedeny volně.

#### p) Provedení:

Navržené rozvody ústředního topení a rozvodů chladu budou zhotoveny z ocelové trubky závitové černé (ČSN 42 5710.0 (do DN50) a ocelové hladké ČSN 42 5715.0 jakosti 11 353.0), spojované svařováním, armatury šroubováním. Potrubí musí být pokládáno tak, aby bylo snadno přístupné pro kontrolu a případnou výměnu. Stoupačky budou vedeny volně, převážně u vnitřních stěn v průřezích. Prostupy zdí a stropu budou utěsněny tak, aby byla zaručena dilatace potrubí a zachována zvuková izolace. Dilatace je řešena pomocí kompenzačních útvarů a záhyby trasy. Pro možnost odstavení jednotlivých zařízení a VZT jednotek budou tyto opatřeny uzávěry kulovými kohouty a vypouštěcími kohouty.

Topenářské práce budou provedeny v souladu s (ČSN 06 0310) při dodržení předpisů o bezpečnosti práce. Montážní práce ve výškách (nad 1,5 m) budou prováděny v souladu s vyhláškou (ČÚBP a ČBÚ č.324/1990

Vypracoval : Ing. Lovecký Datum : 06/2016	Technická zpráva	Zakázka č. :	listů : 13 list : 10
--	---------------------	--------------	-------------------------

Sb). (při práci ve výškách musí být pracovník zajištěn vhodným způsobem proti pádu atd.) Při montáži je třeba dodržet podmínky (ČSN 73 0802/09 Požární bezpečnost staveb – nevýrobní objekty, ČSN 73 0804/10 – výrobní objekty), a norem souvisejících. Dále provádět školení o bezpečnosti práce. Při svařování dbát bezpečnostních norem (ČSN 05 0630 a ČSN 05 0610).

#### q) Upevnění:

Rozvody jsou vedené pod stropem a budou upevněny pomocí stropních závěsů, potrubí vedené podél zdi např. pomocí výložníků s osovým a bez osového vedení, ostatní potrubí pomocí třmenových konzol. Pevné body jsou vyznačeny spolu se vzdálenostmi upevnění na výkrese.

*Vzdálenosti upevnění (rozteč uložení závěsů):*

Dimenze potrubí	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200
Vzdálenost závěsů v m	1,5	2,0	2,3	2,6	2,8	3,2	3,6	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0

#### r) Tepelné izolace:

Hlavní rozvody ústředního vytápění do 75°C v obj. budou izolovány potrubní izolací tl.dle tabulky. Rozvody chladu budou izolovány potrubní izolací tl.19mm s difúzním odporem. Nové potrubí ÚT spolu s upevňovacím materiálem bude natřeno barvou základní S 2005.

Výpočet tloušťky tepelné izolace dle vyhl.193/2007 Sb.

(Uvažované parametry:

$\Delta T=75/50^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{\text{out}}=-12^{\circ}\text{C}$ ,  $\alpha_e=12,5$ ,  $\text{rh}=60\%$ ,  $\lambda_{iz}=0,037\text{W/mK}$ )

Dimenze potrubí [DN]	15	20	25	32	40	50	65	80	100
Tloušťka izolace [mm]	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
Souč.prostupu tepla [W/mK]	0,159	0,182	0,196	0,187	0,206	0,240	0,254	0,282	0,324
Tep.ztráta izolace potr.[W/m]	10,342	11,828	12,744	12,164	13,366	15,622	16,498	18,362	21,052
Povrch.teplota izolace [°C]	19,01	19,28	19,42	18,28	18,42	19,63	17,98	18,09	18,22

#### s) Dilatace:

Dilatace na potrubí je řešena přirozenými záhyby na trase.

#### t) Úprava vody:

Navrhnutá úprava vody je pomocí katexového automatického změkčovacího filtru s dávkováním chemikálií proti korozi a slouží pro doplňování vody do systému UT a rozvodů chladu. Dopouštění upravené vody do systému UT je automatické pomocí automatického doplňovacího zařízení, automatické expanzní nádoby včetně vakuového odplyňovacího zařízení. Dopouštění upravené vody do systému CHL bude též automatické pomocí doplňovacího zařízení a vakuového odplyňovacího zařízení. Kvalita vody pro UT musí splňovat požadavky ČSN 07 7401 a ČSN 38 3350.

#### u) Komín a kouřovod:

Provedení kouřovodu a komína musí splňovat požadavky ČSN 73 4201 (2010) a TPG 941 01 (1996). Komín a kouřovod bude koaxiální z kotle přímo na střechu. Ústí komínu bude ukončeno komínovou hlavicí s ochranou proti dešti cca 1m nad střechu. Při průchodu střechou bude použita typizovaná střešní průchodka. Komín bude uzemněn. Při prostupu komínu konstrukcemi musí být dodrženy platné požární předpisy.

**v) Větrání a přívod spalovacího vzduchu:**

Plynová kotelná je navržena se čtyřmi kondenzačními plynovými kotli s přímým nasáváním spalovacího vzduchu z venku s uzavřenou spalovací komorou, nuceným odvodem spalin a je tedy v provedení C32. Větrání a odvod otepleného vzduchu řeší projekt VZT (požadovaná výměna větracího vzduchu dle ČSN 07 0703 a TPG 908 02 je  $0,5 \cdot \text{hod}^{-1}$ ).

**w) Zabezpečovací zařízení:**

Zabezpečovací zařízení je navrženo v souladu s ČSN 06 0830 a H 13 196 (automatická expanzní nádoba a odplynovací zařízení). Nové kotle jsou vybaveny pojistným ventilem nastaveným na otevírací přetlak 400 kPa. Pojistné potrubí se připojí na zpátečku z rozdělovače. Zdroje chladu budou též vybaveny pojistným ventilem nastaveným na otevírací přetlak 400 kPa, systém CHL bude jistěn tlakovou expanzní nádobou s butylovým vakem. Vyústění pojistných ventilů bude provedeno do takového prostoru, kde nemůže dojít k ohrožení osob.

Výpočet průřezu sedla pojistného ventilu s hodnotou  $\alpha_v = 0,5$   
(pro  $p_{ot}$  400 kPa je  $K=1,55$ )

$$S_{oPK} = \frac{Q_p}{(\alpha_v \cdot K)} = \frac{360}{(0,5 \cdot 1,55)} = 465 \text{ mm}^2 \text{ tj. průměr sedla } d = (4 \cdot S_o / \pi)^{0,5} = 26 \text{ mm tj. DN32}$$

**x) Obsluha:**

Plynová kotelná a strojovna chlazení potřebuje občasnou kontrolu min. jednoho zaškoleného pracovníka pro provoz kotelního a CHL zařízení, kromě pracovníků údržby těchto zařízení.

**y) Zkoušky zařízení:**

Dle (ČSN 06 0310) bude provedeno odzkoušení zařízení. Před vyzkoušením a uvedením do provozu musí být každé zařízení propláchnuto a naplněno vodou dle (ČSN 38 3350). Propláchnutí systému během topné zkoušky zařízení se provádí při 24 hodinovém provozu oběhových čerpadel za pravidelného odkalování. Všechny zkoušky se provádí za účasti investora a zapisí se do stavebního deníku.

- Zkouška těsnosti (za provozního přetlaku 500 kPa)
- Zkoušky provozní (dilatační a topná)

Dilatační zkouška se provádí před zakrytím kanálů, drážek a zhotovením tepelné izolace. Teplonosná látka se ohřeje na nejvyšší teplotu a poté se nechá vychladnout na teplotu okolí. Topná zkouška se provádí za účelem zjištění funkce, nastavení a seřízení zařízení. Kontroluje se správná funkce armatur, rovnoměrné ohřívání otopných těles, dosažení rozdílů teplot, tlaků apod., správná funkce regulačních a měřících zařízení, zda instalované zařízení kryje svým výkonem projektované potřeby tepla a výkon zdroje tepla při přípravě TV. Součástí topné zkoušky je doregulování otopné soustavy.

Na základě vyhlášky (91/93 §16) musí být provedena před uvedením do provozu prohlídka kotelní, a dále musí být na zvláštním dokumentu ověřeno prověření zabezpečovacích prvků! Dále dle (ČSN 69 0012) musí být provedena oprávněnou osobou výchozí revize tlakových nádob stabilních a o provedené revizi musí být vypracována revizní zpráva (čl.122 citované ČSN).

Pro provoz plynové kotelní a strojoven chlazení musí být veden provozní deník podle (ČSN 38 6405).

**z) Požadavky na navazující profese:**

- **VZT:** nucený přívod a odvod ventilačního vzduchu pro odvod tepla ve strojovně stavebního chlazení. Odvod tepla ze zařízení UT v prostoru plynové kotelní a nucený přívod větracího vzduchu.

- **MaR:** připojení a regulace oběhových a cirkulačních čerpadel a trojcestných (dvojcestných) ventilů, zapojení směšovacích uzlů jednotek VZT + zajištění havarijních funkcí ve strojvnách chlazení. Zajištění havarijních funkcí (včetně výskytu plynu) v plynové kotelně.
- **Elektro:** připojení zdroje chladu a suchého chladiče na střeše, silové připojení Tč. Uzemnění venkovních vedení a zařízení na střeše, včetně komínu.
- **Stavba:** zhotovení prostupů zdí pro rozvody UT a CHL. Vybudování masivní podlahy ve strojvnách chlazení pro umístění strojního zařízení s AKU nádobou, instalaci guly a vyspádování podlahy ve strojvně chlazení. Zhotovení plovoucích betonových základů s pryžovými silomery pro kompenzaci chvění od zdrojů chladu. Zhotovení betonových základů pod plynové kotle a Tepelná čerpadla, případně AKU nádoby. Zhotovení ocelové k-ce pod suchý chladič.
- **ZTI:** přívod studené vody DN20 do prostoru strojoven chlazení a plynové kotelny pro doplňování upravené vody do systému.

**Od Tč.**

- Zemní výkopové práce pro sdružení vrtů a šachet, hloubka výkopu 1 m, pískové lože 10 +10 cm
- Silové napojení a jištění tepelných čerpadel (příkon jednoho tepelného čerpadla je max. 34 kW), motorová zátěž, jištění 40/D
- Silové napojení oběhových čerpadel pozice
- Silové napojení rozvaděče MaR, jištění 40/B
- vpust' ve strojvně
- přívod vody ve strojvně
- síťový kabel pro připojení na internet a vnitřní síť
- signál 0-10 V (venkovní teplota od nadřazené regulace v objektu)

Vypracoval:  
Ing.Bronislav Lovecký  
Datum: 062016