

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
FAKULTA STAVEBNÍ**

**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**



**ZÁSOBOVÁNÍ TEPLEM ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Technická zpráva**

**Vypracoval:  
Vedoucí práce:**

**Bc. David Meloun  
prof. Ing. Karel Kabele, CSc.**

**2020/2019**

## Obsah

1. Úvod .....	4
1.1 Umístění objektu .....	4
1.2 Popis objektu .....	4
2. Podklady pro zpracování .....	4
2.1 Použité normy a předpisy .....	5
2.2 Oblastní výpočtové parametry .....	5
2.3 Vnitřní podmínky .....	5
2.4 Tepelné ztráty .....	6
3. Tepelná bilance .....	6
3.1 Roční potřeba tepla na přípravu teplé vody .....	6
3.2 Roční potřeba tepla na vytápění .....	6
3.3 Celková roční potřeba tepla .....	7
4. Popis zdroje a ostatních zařízení .....	8
4.1 Zdroj tepla .....	8
4.2 Zásobník TV .....	8
4.3 Termohydraulický rozdělovač .....	8
4.4 Hlavní rozdělovač .....	8
4.5 Expanzní nádoba .....	8
5. Otopná soustava .....	9
5.1 Typ soustavy .....	9
5.2 Vedení rozvodů .....	9
5.3 Materiál, spojování .....	10
5.4 Izolace a kotvení .....	10
5.5 Vypouštění, odvzdušnění soustavy .....	10
6. Otopné plochy .....	11
6.1 Desková otopná tělesa .....	11
6.2 Indukční aktivní stropní jednotky .....	11
6.3 Podlahové vytápění .....	11
6.4 Lavicový konvektor .....	11
6.5 Ohřívač vzduchu .....	11
7. Armatury, regulace, měření .....	12
8. Požadavky na ostatní profese .....	13
8.1 Stavební část .....	13
8.2 Elektro .....	13
8.3 Zdravotechnika .....	13

8.4	Chlazení .....	13
9.	Závěr .....	13
10.	Přílohy.....	13
10.1	Seznam příloh.....	13

# 1. Úvod

Tato technická zpráva řeší zásobování teplem objekt administrativní budovy Štokr.

## 1.1 Umístění objektu

Objekt se nachází v Bartoškově ulici, par. Č. 2502/27 v Praze

## 1.2 Popis objektu

Budova se nachází na rovném pozemku. Má jedno podzemní podlaží a dvě nadzemní. Celý objekt je členěn na pět samostatných úseků, kvůli rozdílným druhům provozů. V podzemním podlaží se nachází parkoviště pro osobní auta, technická místnost a dva schodišťové prostory. První nadzemní podlaží je velice plošně rozsáhlé. Pouze určitá prostřední část je ze spodní a horní strany obklopena dalším podlažími.

V jihozápadní části podlaží se nachází úsek posilovny, který je tvořen vstupním atriem s prosklenými stěnami, sociálním zařízením včetně šaten a sprch pro muže a ženy a velkým prostorem pro cvičení s velkými prosklenými plochami. Atrium sousedí s dalším úsekem kavárna, konkrétně s prostorem pro zákazníky. Dále kavárna obsahuje místnosti se sociálními službami, kuchyní, kanceláří a různými druhy skladů. V podlouhlé části objektu, který leží na zemině a nenachází se nad ním žádné další podlaží, je celkem osm samostatně fungujících obchodních jednotek. Jedná se o menší obchody s jednou větší místností prodejny a menší místností fungující jako kancelář nebo sklad, tato místnost obsahuje i dvě menší místnosti pro wc. Čelní strana obchodů se vchodem je skoro v celém rozsahu prosklená.

Celé druhé nadzemní podlaží zauímají kancelářské prostory využity hlavně jako open-space. Kanceláře jsou doplněny o sociální zařízení, místností pro schůze ale i z venkovním prostorem ve středu podlaží. Na celé ploše má budova plochou zelenou střechu s atikou po obvodu.

## 2. Podklady pro zpracování

Tato technická zpráva byla zpracovávána podle následujících podkladů:

- Platné ČSN a EN normy, vyhlášky a zákony
- Skladby konstrukcí
- Výkresová dokumentace obsahující stavební výkresy jednotlivých podlaží a řez objektem
- Technické podklady výrobců.
- Výpočetní program Protech, RauCad TechCon
- Online přístupné výpočetní programy na stránce tzb-info.cz

## 2.1 Použité normy a předpisy

- ČSN EN 12 831-1 Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu
- ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Požadavky
- ČSN EN 12 808+A1 Tepelné soustavy v budovách – Navrhování a projektování
- ČSN EN 06 0830 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečení zařízení
- ČSN EN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody
- ČSN EN 06 0310 Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž

## 2.2 Oblastní výpočtové parametry

Řešený objekt se nachází na v oblasti, s těmito klimatickými podmínkami:

Oblastní teplota dle ČSN EN 12831-1	-12 °C
Průměrná teplota v otopném období	+4,0 °C
Počet dnů v otopném období	216

## 2.3 Vnitřní podmínky

Úsek	Druh vytápěné místnosti	Výpočtová vnitřní teplota (°C)
Garáže	Garáž	N
	Technická místnost	5
	Schodiště	15
Posilovna	Posilovna	15
	Šatny	22
	Sprchy	24
Restaurace	Jídelní prostor	20
	Kuchyně	24
	Vedlejší chodby	15
	Klozety	15
	Sklady	Dle požad.
Obchody	Prodejna	20
	Kancelář	20
Kanceláře	Kanceláře	20
	Klozety	15

## 2.4 Tepelné ztráty

Výpočet tepelných ztrát byl proveden v programu TV PROTECH podle ČSN EN 12831 z výše stanovených klimatických podmínek. Celková tepelná ztráta prostupem a větráním činí 82 405 W. Za účel návrhu otopných těles byl tepelná ztráta počítána po jednotlivých místnostech.

## 3. Tepelná bilance

### 3.1 Roční potřeba tepla na přípravu teplé vody

$Q_{TV,r}$	roční potřeba tepla na přípravu TV	-	(kWh/rok)
$Q_{TV,d}$	denní potřeba tepla na přípravu TV	125,5	(kWh/den)
$d$	počet dnů otopného období v roce	216	(den)
0,8	součinitel zohledňující snížení potřeby TV v létě	-	(-)
$t_{svl}$	teplota studené vody v létě (15 °C)	15	(°C)
$t_{svz}$	teplota studené vody v zimě (5-10 °C)	10	(°C)
$N$	počet pracovních dní soustavy v roce (350-365)	350	(den)

$$Q_{TV,r} = Q_{TV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TV,d} \cdot \frac{55 - t_{svl}}{55 - t_{svz}} \cdot (N - d)$$

$$Q_{TV,r} = 125,5 \cdot 216 + 0,8 \cdot 125,5 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 10} \cdot (350 - 216)$$

$$Q_{TV,r} = 39\,054 \text{ kWh/rok}$$

### 3.2 Roční potřeba tepla na vytápění

$Q_{VYT,r}$	roční potřeba tepla	-	(kWh/rok)
$Q_c$	tepelná ztráta objektu	82,4	(kW)
$\varepsilon$	opravný součinitel	0,7	(-)
$D$	počet denostupňů	3456	(K den)
$t_{is}$	průměrná výpočtová teplota v budově	20	(°C)
$t_e$	výpočtová venkovní teplota	-12	(°C)

$$Q_{VYT,r} = \frac{24 \cdot Q_c \cdot \varepsilon \cdot D}{t_{is} - t_e}$$

$$Q_{VYT,r} = \frac{24 \cdot 82,4 \cdot 0,7 \cdot 3456}{20 - (-12)}$$

$$Q_{VYT,r} = 149\,510 \text{ kWh/rok}$$

$\varepsilon$	opravný součinitel		(-)
$e_i$	nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací a tepelné ztráty prostupem	0,9	(-)
$e_t$	snížení teploty v místnosti během dne, respektive noci	0,8	(-)
$e_d$	zkrácení doby vytápění u objektu s přestávkami v provozu	0,9	(-)
$\eta_o$	účinnost obsluhy, resp. možnosti regulace soustavy	0,95	(-)
$\eta_r$	účinnost rozvodu vytápění	0,97	(-)

$$\varepsilon = \frac{e_i \cdot e_t \cdot e_d}{\eta_o \cdot \eta_r}$$

$$\varepsilon = \frac{0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,9}{0,95 \cdot 0,97}$$

$$\varepsilon = 0,7$$

D	počet denostupňů	-	(K den)
$t_{is}$	průměrná výpočtová teplota v budově	20	(°C)
$t_{es}$	průměrná venkovní teplota v otopném období	4	(°C)
d	počet dnu otopného období v roce	216	(den)

$$D = (t_{is} - t_{es}) \cdot d$$

$$D = (20 - 4) \cdot 216$$

$$D = 3456 \text{ K den}$$

### 3.3 Celková roční potřeba tepla

$Q_r$	roční potřeba tepla	-	(MWh/rok)
$Q_{TV,r}$	roční potřeba tepla pro ohřev TV	39	(MWh/rok)
$Q_{VYT,r}$	roční potřeba tepla pro vytápění	151	(MWh/rok)

$$Q_r = Q_{VYT,r} + Q_{TV,r}$$

$$Q_r = 149 + 39$$

$$Q_r = 188 \text{ MWh/rok}$$

## 4. Popis zdroje a ostatních zařízení

### 4.1 Zdroj tepla

Jako zdroj tepla objektu je navrženo tepelné čerpadlo země-voda WPE-87 H 400 Premium o výkonu až 87 kW. Tepelné čerpadlo bude umístěno v technické místnosti 1.01. Tepelné čerpadlo přebírá energii ze země přes zemní sondy (vrty). Jelikož výkon tepelné čerpadla přesahuje výkon 30 kW je nutné k návrhu využít analytických simulačních programů a realizovat průzkumný vrt. Proto návrh tepelného čerpadla bude podrobně specifikován a proveden v samostatném projektu.

Z tepelného čerpadla vedou dva samostatné okruhy, jeden do zásobníku teplé vody o objemu 750 litrů a druhý okruh vytápění do hlavního rozdělovače. Zásobník teplé vody zásobuje pouze místnosti sprch v sekci posilovna. Ve zbytku objektu se nacházejí elektrické průtokové ohřivače. Díky danému použitému zdroji nevznikají žádné spaliny ani další škodlivé látky.

### 4.2 Zásobník TV

Stacionární zásobník teplé vody OKC 750 NTR/HP bude umístěn v technické místnosti v prvním podzemním podlaží. Kvůli velké vzdálenosti mezi zásobníkem a místnosti s potřebou teplé vody bude doplněn rozvod teplé vody o cirkulační potrubí.

### 4.3 Termohydraulický rozdělovač

Mezi hlavním rozdělovačem a zdrojem bude instalován termohydraulický rozdělovač pro správné hydraulické fungování otopné soustavy.

### 4.4 Hlavní rozdělovač

V technické místnosti se nachází také hlavní rozdělovač a sběrač RS Kombi. Rozdělovač bude obalen tepelnou izolací PUR 150 a ukotven do betonového základu.

### 4.5 Expanzní nádoba

Výpočet tlakové expanzní nádoby pro otopnou soustavu byl proveden dle ČSN 06 0830. Návrh Reflex NG 50/6 – 50l, 6 bar. Expanzní nádoba bude umístěna v blízkosti zdroje tepla. Potrubí mezi nádobou a otopnou soustavou slouží i k napouštění vody do soustavy.

Pro vyrovnání objemových změn v okruhu ohřevu teplé vody bude na potrubí připojena expanzní nádoba Extravarem LR 5 o objemu 5 litrů.



## 5. Otopná soustava

### 5.1 Typ soustavy

V celém objektu je navržena teplovodní dvoutrubková otopná soustava. Návrh a následná regulace byla provedena v programu Protech GDS. Otopná voda ze zdroje bude vedena přes termohydraulický rozdělovač do hlavního rozdělovače. Ze společného hlavního rozdělovače umístěného v technické místnosti se rozvádí otopná voda do jednotlivých sekcí, dále jsou odděleny rozvody podle typu otopných těles. V objektu se využívá zapojení souproutého (S) i protiproutého (P).

#### Posilovna

- Rozvod k indukčním jednotkám – (S)
- Rozvod k rozdělovači podlahového vytápění
- Rozvod ke vzduchotechnické jednotce a ohřivači vzduchu (P)

#### Kavárna

- Rozvod k indukčním jednotkám – (S)
- Rozvod k deskovým tělesům – (S)
- Rozvod ke vzduchotechnické jednotce

#### Obchody

- Rozvod k indukčním jednotkám a deskovým tělesům (S)(P)
- Rozvod ke vzduchotechnické jednotce

#### Kanceláře

- Rozvod k indukčním jednotkám (S)
- Rozvod k deskovým tělesům (P)
- Rozvod ke vzduchotechnické jednotce

#### Společné prostory

- Rozvod k deskovým tělesům a lavicovému konvektoru (P)

Rozvod bez označení (S) nebo (P) obsahuje pouze jeden spotřebič.

### 5.2 Vedení rozvodů

V 1.PP je rozvod veden pod stropem pod místa kde se nacházejí technické šachty. V šachtách jsou rozvody vedeny při zdi k místu prostupu do potřebných úseků. Rozvody vedeny k indukčním jednotkám jsou dovedeny nad podhledem. Rozvody ke vzduchotechnickým jednotkám jsou vedeny nad podhledem k místu prostupu stropní konstrukce k jednotce. Rozvody k deskovým tělesům jsou z šachty vedeny v podlaze, v izolační vrstvě. V sekci obchodů je pro potřebí napojení deskových těles rozvod sveden z oblasti podhledu drážkou ve zdivu do konstrukci podlahy.

### 5.3 Materiál, spojování

Rozvody vytápění jsou z trubek ocelových do DN 50 trubky závitové běžné podle ČSN 42 5710 od DN 60 trubky hladké bezešvé podle ČSN 42 5712. Spojování pomocí spojek a svařováním. Ocelové potrubí je použito pro rozvody k indukčním jednotkám, teplovodním ohřivačům vzduchu nebo jako část rozvodů vedených pod stropem a instalačních šachtách k deskovým tělesům. V místě, kde rozvod k deskovým tělesům má přejít do podlahy konstrukce se přejde na plastové potrubí Rehau Rautitan Stabil 16,2x2,6 mm. Spoje plastového potrubí jsou řešeny za pomoci spojovací techniky násuvní objímky. Desková otopná tělesa jsou napojena ocelovým potrubím pouze v úseku obchodních jednotek a společných prostor.

Pro rozvody podlahového vytápění bude použita trubky Rehau Rautherm S 17x2,0 ze síťovaného polyethylenu PE-Xa pokládány na systémovou desku Varionova. V objektu se nachází celkem šest topných okruhů, které jsou zapojeny do společného rozdělovače umístěného pod omítkou. Podlahový rozvaděč je zásobován teplem samostatným rozvodem z ocelových trubek.

### 5.4 Izolace a kotvení

Veškeré rozvody otopné soustavy je nutno tepelně zaizolovat. Na ocelové potrubí bude použita tepelná izolace Rockwool 800 a na plastové potrubí pro napojení deskových těles nebo rozvodů podlahového vytápění bude použita izolace Flexorock. Doporučené tloušťky tepelné izolace viz. výkresová dokumentace. Tloušťku tepelné izolace lze snížit při křížení potrubí nebo při požadavkách stavby. Kotvení rozvodů pomocí ocelových objímek s tlumícími vložkami.

### 5.5 Vypouštění, odvzdušnění soustavy

Otopná soustava je vybavena vypouštěcími kohouty v nejnižších položených částech potrubí, dále v místech, aby bylo možno vypustit celé části větví, nebo pouze část, například za účelem výměny zařízení. Odvzdušnění soustavy je řešeno pomocí automatických odvzdušňovacích ventilů umístěných na nejvyšších místech dané části otopné soustavy. Desková otopná tělesa a lavicový konvektor umožňují manuální odvzdušnění.

## 6. Otopné plochy

### 6.1 Desková otopná tělesa

V místnostech kde nejsou navrženy indukční trámce, převážně se jedná o místnosti typu umývárny, chodby nebo schodiště, byly navrženy desková otopná tělesa typu RADIK VK s pravým spodním připojením. Tělesa budou napojena ze zdi přes rohové H šroubení. Zavěšeny budou pomocí systémových konzol na stěnu.

Typ 11 VK

Typ 21 VK

Typ 22 VK

Typ 33 VK

### 6.2 Indukční aktivní stropní jednotky

V hlavních místnostech objektu byly navrženy stropní indukční jednotky Premum od firmy Lindab, které jsou napojeny na oddělené systémy vytápění a chlazení (čtyřtrubková rozvodná síť). Indukční jednotky jsou zavěšeny na stropní nosné konstrukci a spodní hrana lícuje se spodní hranou podhledu. Na otopnou soustavu jsou napojeny pomocí pružné hadice dodávané firmou Lindab.

### 6.3 Podlahové vytápění

Podlahové vytápění bylo navrženo v prostorách sociálního zařízení v sekci posilovna. Pro správný chod je nezbytné co nejméně zakrývat podlahou plochu. Doporučený nábytek by měl stát na nožičkách. Při zakrytí plochy by došlo ke snížení výkonu podlahového vytápění.

Podlahová krytina použita v místnostech podlahového vytápění musí být pro tento účel vhodná, především musí splňovat parametr malého tepelného odporu a nesmí docházet k uvolňování toxických látek do vzduchu. Skladba podlahy musí být dodržena dle požadavků. Nášlapná vrstva, vrstva betonu, rozvody podlahového vytápění, umístěné na systémové desce Rehau Varion, která zaujímá celou plochu místností. Podél zdi bude připravena izolační vrstva Mirelon 6 mm, všechny spáry musí být utěsněny, aby nedošlo k proniknutí betonu při zalívání betonovou mazaninou. Potrubí bude pokládáno do plošné spirály. Rozvaděč podlahového vytápění HKV-D Nerez typu UP bude umístěn pod omítku v místnosti 1.04.

### 6.4 Lavicový konvektor

V místnosti 1.18 bude umístěn lavicový konvektor Koraflex LDX s dubovou deskou umožňující posazení. Konvektor bude umístěn v dostatečné vzdálenosti od okenní plochy.

### 6.5 Ohříváč vzduchu

Součástí vzduchotechnických jednotek bude teplovodní ohříváč vzduchu VO 60-35 a VO 50-25. Dále bude jeden ohříváč umístěn do přívodního potrubí vzduchotechniky k místnostem sprch. Ohříváče budou upravovat vzduch tak aby pokryly tepelné ztráty nuceným větráním.

## 7. Armatury, regulace, měření

Desková tělesa typu VK obsahují ventilovou vložku a jsou napojena rohovým H šroubením. Každé těleso je osazeno termostatickou hlavicí Danfos a odvodušňovacím ventilem. Regulace a přednastavení ventilů byly vypočítány v programu Protech.

Lavicový konvektor je na přívodu osazen rohovým ventilem s termostatickou hlavicí a na zpátečce rohovým šroubením. Regulace a přednastavení ventilů byly vypočítány v programu Protech.

Zapojení teplovodního ohřívače ve vzduchotechnice a jeho regulace je pomocí vstřikování. Dvoucestný regulační ventil je řízen dle vzduchotechnické jednotky. Před vstřikovacím okruhem VZT je osazen regulační ventil, který umožňuje velmi snížit průtok a v případě potřeby je náběh teplovodního ohřívače urychlen. Toto zapojení doplňuje ještě zpětná armatura a uzavírací ventily.

Před každou Indukční jednotkou je osazen regulační ventil s elektro pohonem, požadovaná KV hodnota přednastavení ventilu viz. výkresy vytápění. Indukční jednotky lze dálkově ovládat systémem přes ovládací panel v místnosti, například Regula Combi.

Výkon podlahového vytápění bude řízen prostorovými termostaty, s externím čidlem teploty podlahy, instalované v daných místnostech. Termostaty budou propojeny s rozdělovačem, kde bude regulace zajištěna termopohony ventilů na začátku topného okruhu.

Tepelný výkon zdroje bude řízen pomocí ekvitermní regulace. Venkovní čidlo bude umístěno na severní fasádě 2,5 metru nad zemí. Regulace jednotlivých větví bude prováděná třicestnými ventily na patách větví. Celkové propojení těchto systému pro správnou regulaci a fungování otopné soustavy bude řízen jednotným systémem MaR.

Při rozdělení větví V1, V12, V4, jsou na patách odboček umístěny dvojice regulátor tlakové difference STAP a vyvažovací ventil STAD. Zakončení jednotlivých okruhů je navrženo ve výkresové dokumentaci. U okruhu vytápění vedoucích z hlavního rozdělovače těles je na patách větví umístěno čerpadlo WILO MAXO 25/0,5-4, filtr, zpětná klapka, třicestný ventil, uzavírací ventily, teploměry, manometry a vypouštěcí ventil. Větve zásobující teplem ohřívače vzduchu neobsahují třicestné ventily. Na začátku všech okruhů vycházejících ze zdroje tepla je umístěn pojistný ventil DUCO ½“x 3/4“.

Měření otopné soustavy budou zajišťovat průtokové měřiče tepla. Celá otopná soustava je rozdělena do 13 okruhů pro snadné měření spotřebovaného tepla. Jednotlivé okruhy jsou rozděleny podle druhů napojených spotřebičů, a především kvůli zásobování rozdílných samostatných úseků.

## 8. Požadavky na ostatní profese

### 8.1 Stavební část

Vytvoření prostupů skrz svislé a vodorovné konstrukce. Primární okruh tepelného čerpadla (zemní vrty) zaveden do technické místnosti nad tepelné čerpadlo. Pod tepelným čerpadlem bude upravena podlaha pro dosažení maximálního útlumu hluku a vibrací.

### 8.2 Elektro

Musí být zajištěn přívod elektrické energie k veškerému zařízení. Déle musí být propojeno veškeré potřebné zařízení pro potřeby inteligentního systému měření a regulace otopné soustavy. Instalování potřebných termostatů a teplotních čidel.

### 8.3 Zdravotechnika

Odvod přepadu pojistného ventilu nad tepelným čerpadlem do kanalizace. Přívod vody kvůli napouštění otopné soustavy v oblasti expanzní nádoby. Nepřímotopný zásobník teplé vody bude napojen na rozvody teplé vody, pitné vody a cirkulace.

### 8.4 Chlazení

Inteligentní systém ovládání technického zařízení budovy by neměl dopustit současný běh vytápění a chlazení v daném prostoru.

## 9. Závěr

Návrh otopné soustavy byl proveden v souladu s příslušnými a platnými normami pro Česko republiku. Před uvedením do provozu budou muset být provedeny následující zkoušky.

- Vizualní prohlídka potrubí a připojeného zařízení
- Tlaková zkouška potrubí – bez tepelné izolace, pro kontrolu dilatace
- Konečná tlaková zkouška
- Topná zkouška dle ČSN 06 0310

Veškeré části otopné soustavy musí dodávat a instalovat odborná firma. Všechny spotřebiče a technická zařízení musí být instalována a připojena na otopnou soustavu podle montážních přepisů výrobce platných ke dni instalace. Během zkoušek se musí zkontrolovat veškeré zařízení vztahující se k vytápění. Během topné zkoušky bude otopná soustava zaregulována.

## 10. Přílohy

### 10.1 Seznam příloh

- Výpočtová část
- Výkresová dokumentace
- Technické listy