



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

POLYFUNKČNÍ OBJEKT V JIČÍNĚ

MULTIFUNCTIONAL BUILDING IN JICIN

SLOŽKA Č. 1: S – PŘÍPRAVNÉ A STUDIJNÍ PRÁCE

S.13 – PŘÍPRAVNÉ VÝPOČTY

S.13.5 – KONCEPCE ŘEŠENÍ TZB

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Vítězslav Imlauf

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Petr Beneš, CSc.

BRNO 2024

OBSAH

1	ZDRAVOTNĚ – TECHNICKÉ INSTALACE	2
1.1	Splašková kanalizace	2
1.2	Dešťová kanalizace.....	2
1.3	Vodovod.....	2
1.4	Požární vodovod.....	2
2	VYTÁPĚNÍ	2
2.1	Zdroj tepla a otopná soustava.....	2
2.2	Dimenzování zemních vrtů.....	3
3	VĚTRÁNÍ.....	7
4	PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY	7
5	OSVĚTLENÍ A FOTOVOLTAICKÉ PANELY	7

1 ZDRAVOTNĚ – TECHNICKÉ INSTALACE

1.1 Splašková kanalizace

Objekt bude napojen novou kanalizační přípojkou přes revizní šachtu na stávající řád splaškové kanalizace vedený v pozemní komunikaci v ulici na Tobolce pp.č. 1212/2.

Splaškové vody v podlaží 1.PP budou přečerpávány pomocí lokálních přečerpávacích sanitárních zařízení pod strop 1.PP, odkud budou napojeny na svodné gravitační potrubí splaškové kanalizace.

Potrubí vnitřní kanalizace je navrženo ze materiálu PVC-HT. Svodné trasy potrubí budou z PVC-KG.

1.2 Dešťová kanalizace

Napojení ležatého potrubí na svislé střešní svody bude realizováno pomocí HL 600 (gajgr). Potrubí bude vedeno v nezámrzné hloubce. Dešťové vody z pozemní komunikace budou spádovány do odvodňovacích pojezdových liniových žlabů, které budou svedeny potrubím dešťové kanalizace do odlučovače ropných látek a odtud budou napojeny na potrubí ze střech a společně budou vést do retenční nádrže kde se srážková voda bude hromadit. Dešťová voda, kterou nádrž nedokáže nahromadit, bude přepadem odváděna do vsakovacích tunelů, odkud se bude postupně vsakovat do zeminy.

1.3 Vodovod

Objekt bude napojen novou vodovodní přípojkou, která bude napojena ve vodoměrné šachtě, kde bude osazena vodoměrná sestava. Za šachtou bude pokračovat rozvodem vodovodu do technické místnosti k zásobníkům TV a dále bude vedena k výtakovým armaturám zařizovacích předmětů.

Rozvody vnitřního vodovodu jsou navrženy z trub PPr. Spojování potrubí polyfúzním svařováním.

1.4 Požární vodovod

V objektu bude umístěno několik požární hydrantů DN 19 s průtokem $Q = \min. 0,3 \text{ l/s}$, které budou napojeny na vnitřní vodovod objektu. Potrubí požárního vodovodu bude vedeno ve stavebních konstrukcích a bude provedeno z ocelového pozinkovaného potrubí.

2 VYTÁPĚNÍ

2.1 Zdroj tepla a otopná soustava

Hlavním zdrojem tepla navrhované stavby bude kaskádové spojení tepelných čerpadel systému země-voda, s čerpáním energie ze zemních geotermálních vrtů a druhým zdrojem tepla je uvažováno centrální zásobování tepla z místní plynové teplárny. Pro stanovení výkonu tepelných čerpadel byl proveden výpočet tepelných ztrát obálkovou metodou v programu Protech.

Tepelná čerpadla budou pomocí rozdělovače napojena na dvě akumulární nádrže.

Otopná soustava bude nízkoteplotní teplovodní sestávající se z kombinace podlahového vytápění, otopných těles a konvektorů. Potrubí podlahového vytápění bude z trubek PEXových trubek s kyslíkovou bariérou. Potrubí k otopným tělesům a rozdělovačům podlahového vytápění bude z měděných bežešvých svařovaných trubek. Soustava vedení potrubí je navržena protiproudá s teplotním spádem 55/45 °C.

Tepelný výkon ČSN EN 12831

040790 - Bc. Vítězslav Imlauf - Jičín

Zakázka: Diplomova_prace.STV

TV v.5.0.23 © PROTECH spol. s r.o.

Datum tisku: 28.12.2023

Výpočet budovy - varianta 1

Stavba: Polyfunkční objekt v Jičíně

Místo: na pp.č. 567/1 a 260

Zadavatel: MUDr. Eduard Šťastný

Zpracovatel:

Zakázka: Diplomova_prace.STV

Archiv:

Projektant: Bc. Vítězslav Imlauf

Datum: 15.12.2023

E-mail:

Telefon:

Tento dokument obsahuje všechny zadané úseky

 $t_e = -15\text{ °C}$ $t_{ib} = 19,2\text{ °C}$ $n_{50} = 2,5$ systém rozměrů: E - vnější

podl.	č.m.	účel	úsek	t_i °C	n_p	V_{me} m³	A_{pe} m²	V_{mi} m³	A_{pi} m²	Φ_{Vm} W	Φ_{Tm} W	Φ_{HLm} W	Q_{cm} W	q_{cm} W.m²
ÚSEK 1														
0	001	Kašernictví	1	20	0,5	158,0	37,6	87,1	29,0	518	251	770	770	26,5
0	002	Posilovna	1	20	0,5	153,1	45,7	97,5	36,1	580	227	807	807	22,3
0	003	Chodby 1.PP	1	15	0,5	552,6	165,0	392,9	142,9	2 004	602	2 606	2 606	18,2
1	101	Zdravotnická zařízení	1	22	0,5	925,7	220,4	584,7	194,9	3 678	2 158	5 836	5 836	29,9
1	102	Komerční prostory	1	20	0,5	2 326,3	553,9	1 550,4	516,8	9 225	8 836	18 060	18 060	34,9
1	103	Hygienické zařízení	1	20	0,5	194,8	46,4	105,8	39,2	629	316	946	946	24,1
1	104	Chodby 1.NP	1	15	0,5	518,4	123,4	335,7	111,9	1 712	1 157	2 869	2 869	25,6
2	201	Kanceláře - buňkové	1	20	0,5	1 175,0	279,8	648,1	240,1	3 856	3 353	7 209	7 209	30,0
2	202	Kanceláře - Open spa	1	20	0,5	1 465,4	340,8	844,6	312,8	5 025	3 788	8 813	8 813	28,2
2	203	Hygien. zařízení 2.N	1	20	0,5	389,6	92,8	213,4	79,0	1 270	1 092	2 362	2 362	29,9
2	204	Chodby 2.NP	1	15	0,5	677,7	157,6	399,5	148,0	2 038	843	2 881	2 881	19,5
3	301	Byty 3.NP	1	20	0,5	1 906,8	495,3	1 152,9	443,4	6 860	5 769	12 629	12 629	28,5
3	302	Chodby 3.NP	1	15	0,5	249,9	64,9	156,8	60,3	800	641	1 440	1 440	23,9
4	401	Byty 4.NP	1	20	0,5	1 294,1	336,1	772,8	297,2	4 598	5 369	9 967	9 967	33,5
4	402	Chodby 4.NP	1	15	0,5	211,2	54,9	130,8	50,3	667	591	1 258	1 258	25,0
Σ úsek 1 ÚSEK 1						12 198,7	3 014,5	7 473,1	2 702,0	43 460	34 993	78 453	78 453	

Legenda

 Φ_{Vm} - tepelná ztráta místnosti větráním Φ_{HLm} - celkový návrhový tepelný výkon místnosti $Q_{cm} = \Phi_{HLm} + Q_z$ Φ_{Tm} = tepelná ztráta místnosti prostupem tepla**2.2 Dimenzování zemních vrtů**

Návrh zemních geotermálních vrtů pro tepelná čerpadla byl proveden firmou Gerotop jmenovitě panem Ing. Tomášem Fráňou viz. níže.

Návrhem bylo stanoveno 18 ks zemních vrtů DN 140 mm do hloubky 130 m.

OKRAJOVÉ PODMÍNKY NÁVRHU**a) Předpokládaný geologický profil:**

0,0 – 5,0 m prachovitě hlíny (sprašové) – kvartér

5,0 – 10 m zcela zvětralé až silně zvětralé slínovce, hlinitoúlomkovité, k bázi silně rozpukané, s hlinitou příměsí – jizerské souvrství

(s naražením podzemní vody v hloubce okolo 10 m pod terénem, s výstupní piezometrickou úrovní cca 5 m pod terénem)

10 – 30 m slínovce navětralé, s případnými polohami vápnitých prachovců až vápenců, středně až slabě rozpukané – jizerské souvrství

(se slabě zvodněnými puklinami rozvolněné a rozpukané zóny)

30 - 130 m slínovce zdravé, místy slabě navětralé, s případnými polohami vápnitých prachovců až vápenců, kompaktní, místy slabě rozpukané – jizerské s.

(se slabým zvodněním významnějších puklin, popř. poruchových zón)

Celkové přítoky podzemní vody do jednotlivých vrtů TČ se vesměs budou pohybovat v rozmezí 0,2 – 0,6 l/s..

Předpoklad průměrné povrchové teploty v daných podmínkách $T = 11,1^{\circ}\text{C}$

Předpokládaný geotermální tok $q = 80 \text{ mW/m}^2$

Předpokládaná průměrná tepelná vodivost $\lambda = 2,1 \text{ W/mK}$ (bezpečná hodnota)

b) Bilance energií, zatížení geotermálních vrtů

ENERGETICKÉ POKRYTÍ, ZATÍŽENÍ VRTŮ:

	vytápění			příprava TV		
	předpoklad průměrné účinnosti COP*	4,5		předpoklad průměrné účinnosti COP*	3,3	
		objekt	země		objekt	země
měsíc	[%]	[MWh]	[MWh]	[%]	[MWh]	[MWh]
leden	17,00	43,01	-33,86	8,33	2,21	-1,54
únor	15,00	37,95	-29,88	8,33	2,21	-1,54
březen	14,00	35,42	-27,88	8,33	2,21	-1,54
duben	9,00	22,77	-17,93	8,33	2,21	-1,54
květen	4,00	10,12	-7,97	8,33	2,21	-1,54
červen	0,00	0,00	0,00	8,33	2,21	-1,54
červenec	0,00	0,00	0,00	8,33	2,21	-1,54
srpen	0,00	0,00	0,00	8,33	2,21	-1,54
září	4,00	10,12	-7,97	8,33	2,21	-1,54
říjen	8,00	20,24	-15,93	8,33	2,21	-1,54
listopad	12,00	30,36	-23,90	8,33	2,21	-1,54
prosinec	17,00	43,01	-33,86	8,33	2,21	-1,54
Celkem [MWh]	100,00	253,00	-199,17	100,00	26,50	-18,47

Grafické znázornění zatížení vrtů:



Špičkové výkony:

Vrty jsou dimenzovány tak, aby kromě „běžného“ nominálního zatížení odebranou energií v jednotlivých měsících byl schopen též přenést špičkový, plný výkon tepelného čerpadla. K těmto stavům může docházet zejména při extrémně nízkých venkovních teplotách, při náběhu systému z pravidelné odstávky či útlumu, při souběhu vyšší potřeby TV s vysokou potřebou vytápění apod. Objekt bude mít kaskádu TČ s výkonem cca 80 kW. Počítá se s tímto výkonem a provozem 8 hodin v kuse v měsících prosinec, leden a únor.

c) Zjednodušená geometrie vrtného pole:

Průměr vrtu pro dimenzování: $\varnothing 140$ mm, hloubka 130 m
systém vystrojení vrtů: 4x $\varnothing 32$ x 3,0mm

d) Ostatní podmínky návrhu:

Tepelná vodivost injektážní směsi – výplně mezi sondou a pláštěm vrtu $\lambda = 2,0$ W/mK,

Nominální průtok na primárním okruhu pro dimenzování: 0,3 l/

Uvažovaná teplotonosná kapalina: báze monoethylenglykolu, nezámrzná teplota -15°C

POSOUZENÍ NÁVRHU

a) Metoda posouzení/výpočtu

Výpočet/posouzení vrtného pole bylo provedeno v návrhovém programu EED 4.20.

EED je mezinárodně uznávaný a využívaný program pro každodenní práci v oboru návrhů geotermálních vrtů. Program je založen na parametrických studiích s numerickým simulačním modelem (SBM), jehož výsledkem jsou analytická řešení tepelného toku s několika kombinacemi pro obrazec a geometrii vrtu (g-funkce). Tyto g-funkce závisí na geometrii vrtného pole a na hloubce vrtu. Výpočet teplot kapaliny se provádí pro měsíční zatížení odběry a dodávkami tepla. Program též obsahuje širokou databázi hlavních parametrů horninového prostředí (tepelná vodivost a měrné teplo) a také vlastnosti materiálů potrubí a teplotonosných kapalin. Vstupními údaji jsou průměrné měsíční zatížení vytápění a chlazení včetně špičkového provozu. Výstupem jsou minima a maxima středních teplot teplotonosné kapaliny v jednotlivých měsících simulovaného období, které se porovnávají s předepsanými podmínkami návrhu.

b) Okrajové podmínky teplot nemrznoucí kapaliny

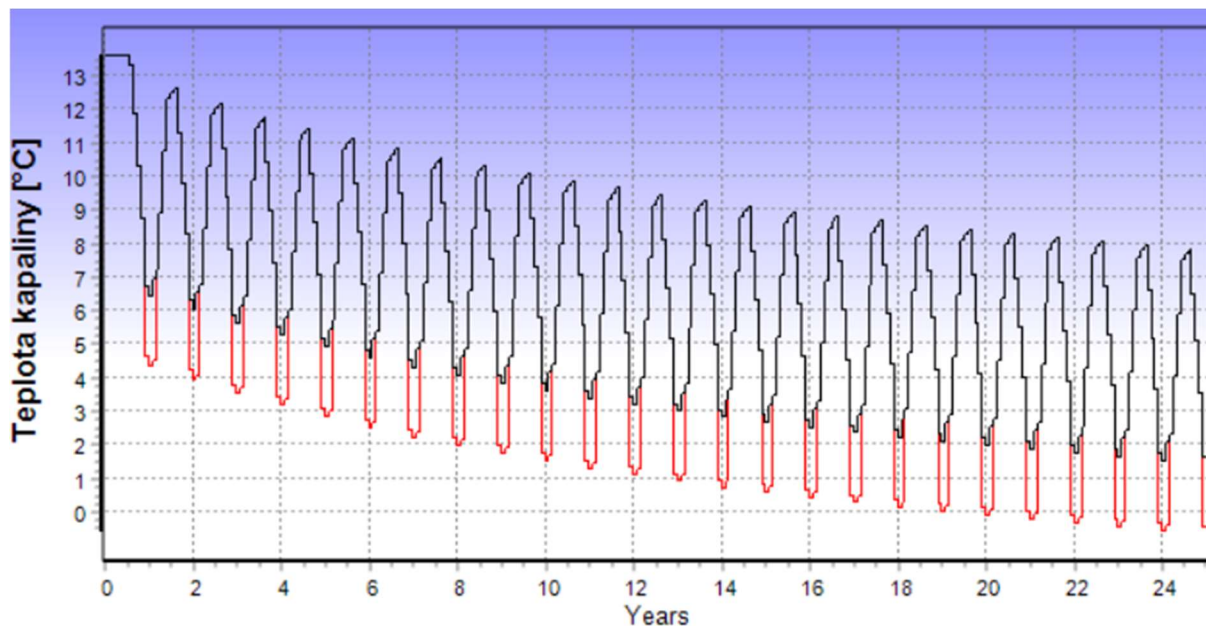
V ČR není k dispozici žádný zákon, norma, směrnice ani metodika, která by předepisovala okrajové podmínky návrhu primárních okruhů TČ obecně, co do minimálních a maximálních teplot nemrznoucí kapaliny. Z tohoto důvodu přejímáme podmínky návrhu z Německé směrnice VDI4640, která stanovuje následující podmínky pro efektivní a dlouhodobě udržitelný provoz tohoto zařízení:

Při jmenovitém zatížení nesmí klesat průměrná měsíční teplota kapaliny na vstupu do vrtného pole pod hodnotu 0°C , což znamená při uvažovaném $dT = 3\text{K}$ návrh na střední teplotu $+1,5^{\circ}\text{C}$ (spád $0 / +3^{\circ}\text{C}$).

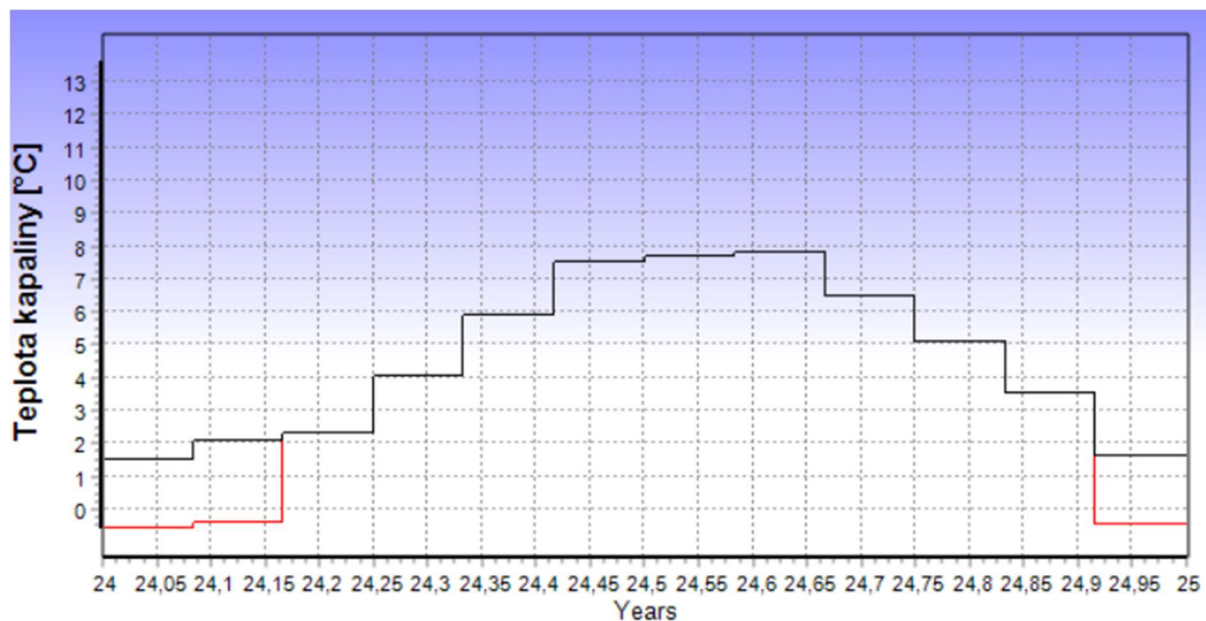
Při špičkovém zatížení, pak nesmí tato teplota klesnout pod -5°C , čemuž odpovídá střední teplota $-3,5^{\circ}\text{C}$ (spád $-2 / -5^{\circ}\text{C}$). Délka simulovaného období je uvažována 25 let, přičemž po této době nesmí teplota v systému dále výrazně klesat – systém by měl být trvale udržitelný po další simulované období.

c) Výstup simulace

Simulace střední teploty kapaliny po dobu 25 let provozu (červeně zobrazené špičky, černě nominální zatížení)



Simulace střední teploty kapaliny v roce 25 (červeně zobrazené špičky, černě nominální zatížení)



ZHODNOCENÍ NÁVRHU, ZÁVĚR

Simulací navrženého vrtného pole jsme dospěli k následujícím středním teplotám kapalin

Jmenovité zatížení:

Vypočtená minimální střední teplota kapaliny po simulovaném období 25 let provozu	+1,51	[°C]
Okrajová podmínka minimální střední teploty	+1,50	[°C]
Vyhodnocení	Vyhovuje	
Špičkové zatížení		

Vypočtená minimální střední teplota kapaliny po simulovaném období 25 let provozu	-0,57	[°C]
Okrajová podmínka minimální střední teploty	-3,50	[°C]
Vyhodnocení	Vyhovuje s rezervou	

Z výše uvedených závěrů vyplývá, že systém je bezpečně navržen pro zadané zatížení – bilance a výkony TČ. Z hlediska výkonu vrtné pole vychází s rezervou, tudíž kaskáda TČ by mohla mít vyšší výkon než 100 kW. Vzhledem k tepelné ztrátě objektu 80 kW však vyšší výkon bude pravděpodobně zbytečný.

Návrh vychází z tabulkových hodnot geologického prostředí a ze zkušeností firmy GEROTop s danou lokací.

Autor návrhu: Ing. Tomáš Fráňa

datum: 17.12.2023

3 VĚTRÁNÍ

Větrání objektu je navrženo kombinací přirozeného, nuceného a podtlakového větrání.

Pro větrání administrativní části budovy tvořící buňkovými, open-space kanceláři, zasedací místnostmi, místnostmi pro ředitele, pro větrání komerčních prostor a zdravotnických zařízení – oddělení stomatologie a rehabilitace jsou navržena vzduchotechnické jednotky s rekuperací tepla hygroskopickým rotačním výměníkem. Vzduchotechnické jednotky budou umístěny ve strojovně vzduchotechniky v 1.PP. Sání čerstvého vzduchu a odvádění odpadního vzduchu bude provedeno nad střechou objektu.

Pro zlepšení regulace množství vzduchu do jednotlivých větví VZT rozvodů budou do potrubí osazeny regulační klapky. distribučními elementy budou vířivé výustky a talířové ventily.

4 PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY

Příprava teplé vody bude pomocí nepřímoohřívavých zásobníků TV napojených na jednotky tepelných čerpadel. V případě komerčních prostor, ateliéru a kuchyněk v administrativní části budovy bude teplá voda připravována pomocí lokálních průtokových ohříváčů.

5 OSVĚTLENÍ A FOTOVOLTAICKÉ PANELE

Na střechách jsou navrženy monokrystalické fotovoltaické panely pro získávání elektrické energie ze slunce.

Osvětlení je navrženo z části pomocí halogenových zářivek a kombinací LED svítidel s LED pásy.