

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**FAKULTA STAVEBNÍ**

Katedra technických zařízení budov



Technická zpráva

**Diplomová práce**

VEDOUCÍ PRÁCE: prof. Ing. Karel Kabele, CSc.

VYPRACOVALA: Bc. Hana Fauová

LS 2016/2017

# OBSAH

1	Základní údaje o stavbě .....	2
1.1	Identifikační údaje .....	2
1.2	Účel a obsah projektu .....	2
1.3	Kapacity.....	2
1.4	Architektonické a urbanistické řešení.....	2
1.5	Dispoziční a provozní řešení.....	3
2	Vytápění.....	5
2.1	Úvod.....	5
2.2	Tepelné ztráty.....	5
2.2.1	Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí a výplní otvorů.....	5
2.2.2	Tabulka tepelných ztrát místností .....	6
2.3	Zdroj tepla .....	6
2.4	Ohřev teplé vody .....	6
2.5	Topné rozvody .....	7
2.6	Vytápění otopnými tělesy .....	7
2.7	Podmínky provozu .....	7
2.8	Závěr .....	7
3	Větrání .....	8
3.1	Úvod.....	8
3.2	Potřeba venkovního vzduchu .....	8
3.3	Navržené množství přiváděného vzduchu .....	9
3.4	Větrací jednotky .....	9
3.5	Odvětrání kuchyně .....	10
3.6	Regulace.....	10
3.7	Ochrana proti hluku a vibracím .....	10
3.8	Požární bezpečnost.....	10
3.9	Ochrana životního prostředí .....	11
3.10	Závěr .....	11
4	Seznam příloh .....	12
	Příloha č. 1 – Výpočet bilance tepelné energie	
	Příloha č. 2 - Protech	

# 1 Základní údaje o stavbě

## 1.1 Identifikační údaje

Název stavby: Rodinná vila hospodářské usedlosti

Místo stavby: Pohnánek, okres Tábor

Část: Vytápění a větrání

## 1.2 Účel a obsah projektu

Objektem řešení je rekonstrukce statku, konkrétně obytné rodinné vily. Projekt řeší na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení systém teplovodního vytápění a nuceného větrání.

## 1.3 Kapacity

Celková plocha pozemku: 40 740 m<sup>2</sup>

Zastavěná plocha pouze vila: 525,6 m<sup>2</sup>

Obestavěný prostor, pouze vila: 1547,95 m<sup>3</sup>

## 1.4 Architektonické a urbanistické řešení

Objekt má jednoduchý obdélníkový půdorys se symetrickým rozšířením ve střední části. V jihozápadní části je v přízemí prostorná venkovní terasa. Obytná část je dvoupodlažní s polovalbovou střechou. Hlavní vchod do objektu je na jihozápadní straně v 1.NP.

Fasáda je obnovena podle původní, nezateplená kombinace omítky ve žluté barvě a pohledových částí v oblasti oken a fiktivních sloupů. Okna a dveře jsou dřevěná nová na zakázku také podle původních.

Hlavní vstup na pozemek je na severu společně s příjezdovou komunikací.



Obr. 1: Fotografie vily

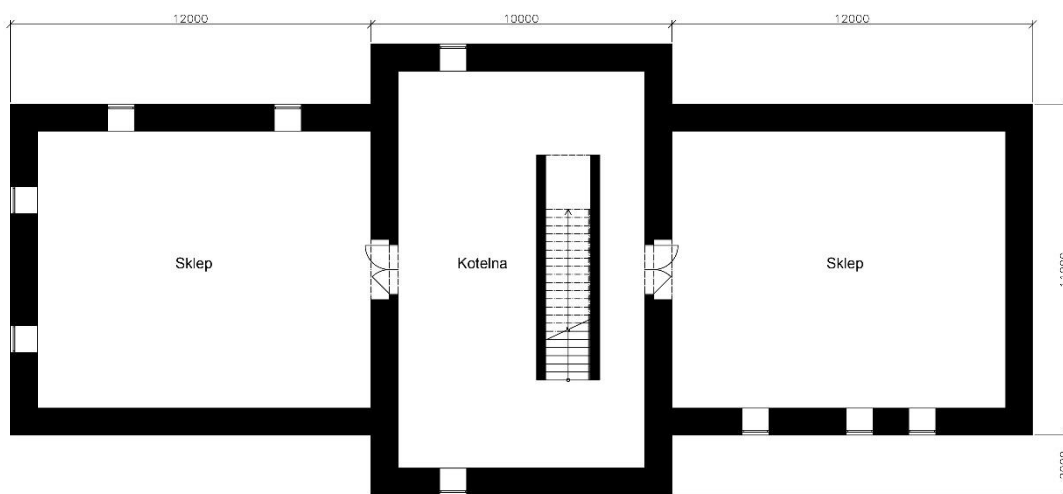
## 1.5 Dispoziční a provozní řešení

V prvním podlaží se nachází centrální hala se schodištěm do druhého podlaží, obývací pokoj, kancelář, kuchyně s jídelnou, spíž, prádelna, WC a vstup do suterénu.

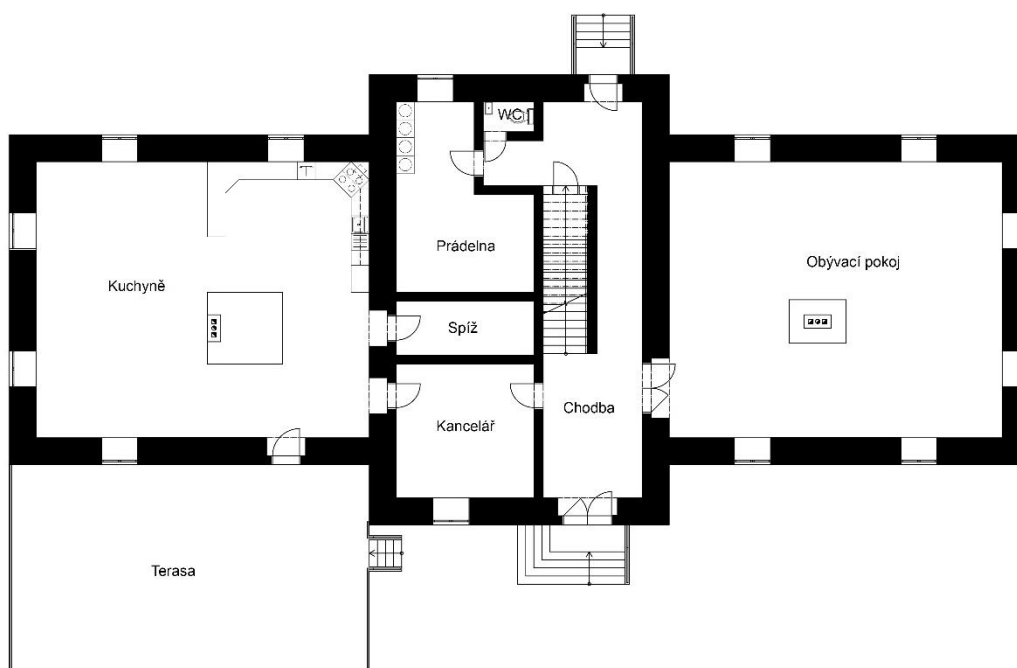
V podzemním podlaží se nachází kotelna a dva prostorné sklepy.

V druhém podlaží je chodba, 5 ložnic, 2 koupelny, 2 komory a pracovna. Z chodby je možnost vstupu na nezateplenou půdu.

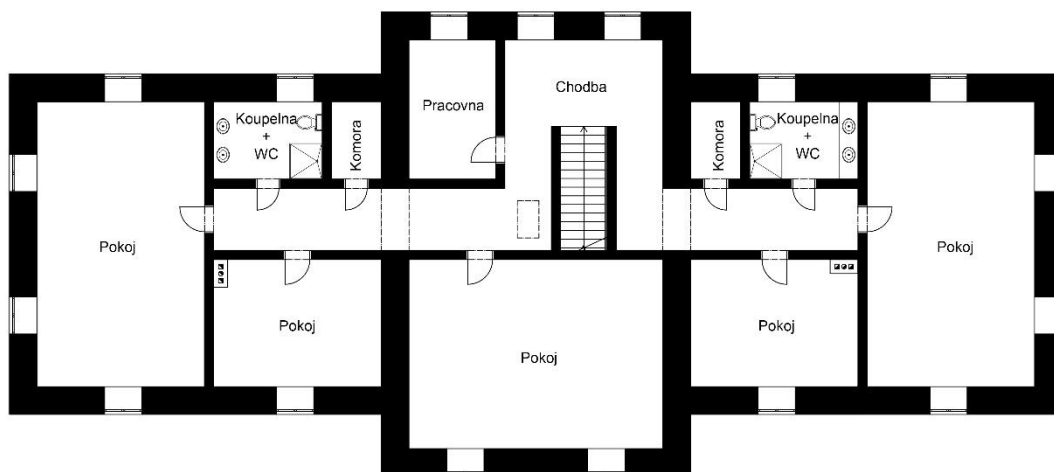
Kapacitně je dům navržen pro deset uživatelů.



Obr 2: Studie půdorysu suterénu



Obr 3: Studie půdorysu 1.NP



Obr 4: Studie půdorysu 2.NP

## 2 Vytápění

### 2.1 Úvod

Tepelné ztráty byly stanoveny tak, aby při venkovní teplotě  $-15^{\circ}\text{C}$  a při nepřetržitém vytápění bylo dosaženo teplot místností, které jsou uvedené ve výkresech.

V rodinném domě je uvažováno s nízkoteplotním teplovodním vytápěcím systémem s nuceným oběhem otopné vody, s uzavřenou expanzní nádobou o tepelném spádu  $50/40^{\circ}\text{C}$ .

Bilance tepelné energie viz Příloha č. 1.

### 2.2 Tepelné ztráty

Jednotlivé skladby konstrukcí byly posouzeny v programu Teplo 2010. S ohledem na přání majitele byla zachována podoba historické fasády, tudíž byly díky zateplení zlepšeny tepelně technické vlastnosti pouze vodorovných konstrukcí, což se projevilo na tepelných ztrátách. Jejich výpočet proběhl v programu Protech TV, viz příloha č. 2.

#### 2.2.1 Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí a výplní otvorů

Skladba obvodového pláště – stěna suterénu:	$U = 2,004 \text{ W/m}^2\text{K}$
Skladba obvodového pláště:	$U = 1,502 \text{ W/m}^2\text{K}$
Skladba podlahy suterénu:	$U = 0,298 \text{ W/m}^2\text{K}$
Skladba podlahy nad suterénem:	$U = 0,276 \text{ W/m}^2\text{K}$
Skladba stropu pod nevytápěnou půdou:	$U = 0,117 \text{ W/m}^2\text{K}$
Dřevěné okno s izolačním trojsklem:	$U = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$
Částečně prosklené vchodové dřevěné dveře:	$U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$

## 2.2.2 Tabulka tepelných ztrát místností

Tab. 1: Tepelné ztráty místností

Místnost	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Teplota [°C]	Ztráta prostupem [W]	Ztráta výměnou vzduchu [W]	Celková ztráta [W]
1.NP					
1.01 Chodba	48,54	15	725	816	1540
1.02 Kancelář	20,47	20	1458	785	2243
1.03 Kuchyně	103,89	20	5556	5877	11433
1.04 Spíž	8,28	18	-80	150	71
1.05 Obývací pokoj	102,87	20	5722	1959	7681
1.06 Prádelna	23,01	20	1467	1324	2791
1.07 WC	1,70	20	444	33	477
2.NP					
2.01 Chodba	66,08	20	1271	1247	2518
2.02 Pracovna	12,60	20	898	238	1135
2.03 Komora	3,55	15	-21	65	44
2.04 Koupelna + WC	8,75	24	1084	549	1633
2.05 Pokoj	49,68	20	3249	937	4187
2.06 Pokoj	21,74	20	936	418	1354
2.07 Pokoj	50,02	20	2035	944	2979
2.08 Pokoj	21,74	20	936	418	1354
2.09 Pokoj	49,68	20	3249	937	4187
2.10 Koupelna + WC	8,75	24	1084	549	1633
2.11 Komora	3,55	15	-21	65	44
Celkem			29992	17312	<b>47305</b>

## 2.3 Zdroj tepla

Jako zdroj tepla bude použito tepelné čerpadlo země/voda G-THERM 5062,3 W10/W35 umístěné v 1.PP v kotelně. Disponuje tepelným výkonem 62,1 kW. Potřebný výkon je 48,175 kW, zahrnuje potřebu tepla na ohřev teplé vody 0,87 kW a na pokrytí tepelných ztrát místností 47,305kW.

Od výrobce je opatřeno vestavěným oběhovým čerpadlem, teploměrem a pojistným ventilem, ale není vybaveno vestavěným zásobníkem na teplou vodu a je tudíž navržen akumulací zásobník topné vody GTC-P.1000WSP o objemu 1000 litrů. Funkci pojistného zařízení bude plnit expanzní nádoba o obsahu 57,2 litrů.

Bude potřeba 9 zemních vrtů, každý o délce 120 metrů. Viz příloha č. 1.

## 2.4 Ohřev teplé vody

Ohřev teplé vody bude zajištěn tepelným čerpadlem s nepřímotopným zásobníkem teplé vody GTC-PR.0200.PU o objemu 200 litrů. Potřeba tepla na ohřev teplé vody je 0,87 kW.

## 2.5 Topné rozvody

Výpočet dimenze potrubí, seznam ventilů, izolací a těles viz příloha č. 2. Schéma otopné soustavy bylo vytvořeno také v programu GDS.

Rozvodné potrubí bude zhotoveno z měděných trubek Supersan. Ležatá potrubí budou vedena v konstrukci podlahy. Stoupací potrubí budou dvě, vedeny v instalačních šachtách. Potrubí bude vyspádováno tak, aby bylo možné jeho odvodušnění přes otopná tělesa. Vypuštění systému bude možné přes vypouštěcí kohouty.

Veškeré potrubí vnitřních rozvodů bude obaleno izolací Armacell.

## 2.6 Vytápění otopnými tělesy

V 1.NP ve všech místnostech, mimo WC a koupelny, jsou navržena klasická ocelová otopná tělesa Radik Plan VK s hladkou čelní deskou a pravým spodním připojením.

Ve všech koupelnách a v přízemí na WC jsou umístěna koupelňová žebříková tělesa Koralux Rondo Max se spodním připojením uprostřed.

Otopná tělesa budou opatřena rohovými ventily a šroubením Giacomini a koupelňová žebříková tělesa přímým „H“ ventilem Korado. Tělesa budou mít také termostatické hlavice a budou opatřena odvzdušňovacími a vypouštěcími ventily.

## 2.7 Podmínky provozu

Radiátory nebudou zakrývány, prostor kolem nich by měl umožnit volnou cirkulaci vzduchu a sálání tepla z otopných ploch.

## 2.8 Závěr

Po ukončení montáže všech zařízení bude soustava opakovaně propláchnuta vodou. Na systému budou provedeny zkoušky tlaková a těsnosti, na závěr bude provedena topná zkouška, během které bude celý systém vyregulován. Pokyny pro konečné uživatele budou stanoveny dodavatelskou firmou jednotlivých zařízení.



# 3 Větrání

## 3.1 Úvod

V rodinném domě je navržen decentralizovaný systém větrání. Navržený systém je na základě hybridního větrání, které spojuje větrání s rekuperací tepla a odvětrávací techniku.

O udržení tepelné pohody v zimním období se stará vytápění, které vytopí jednotlivé místnosti na požadované hodnoty.

## 3.2 Potřeba venkovního vzduchu

Pro intenzitu větrání 0,5 [1/h]

Tab. 2: Potřeba venkovního vzduchu jednotlivých místností

Místnost	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Světlá výška [m]	Potřeba venkovního vzduchu [m <sup>3</sup> /h]
<i>1.NP</i>			
1.01 Chodba	46,28	3	69,42
1.02 Kancelář	20,47		30,71
1.03 Kuchyně	98,34		147,51
1.04 Spíž	8,28		-
1.05 Obývací pokoj	100,57		150,86
1.06 Prádelna	23,01		34,52
1.07 WC	1,70		2,55
<i>2.NP</i>			
2.01 Chodba	63,68	3	95,52
2.02 Pracovna	12,60		18,90
2.03 Komora	3,55		-
2.04 Koupelna + WC	8,75		13,13
2.05 Pokoj	49,68		74,52
2.06 Pokoj	21,74		32,61
2.07 Pokoj	50,02		75,03
2.08 Pokoj	21,74		32,61
2.09 Pokoj	49,68		74,52
2.10 Koupelna + WC	8,75		13,13
2.11 Komora	3,55		-

### 3.3 Navržené množství přiváděného vzduchu

Tab. 3: Navržené množství přiváděného a odváděného vzduchu

Místnost	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Množství přiváděného vzduchu [m <sup>3</sup> /h]	Množství odváděného vzduchu [m <sup>3</sup> /h]
<i>1.NP</i>			
1.01 Chodba	46,28	180	180
1.02 Kancelář	20,47	45	45
1.03 Kuchyně	98,34	180	180+150
1.04 Spíž	8,28	-	-
1.05 Obývací pokoj	100,57	152	76
1.06 Prádelna	23,01	-	35
1.07 WC	1,70	-	3
<i>2.NP</i>			
2.01 Chodba	63,68	-	76
2.02 Pracovna	12,60	45	45
2.03 Komora	3,55	-	-
2.04 Koupelna + WC	8,75	-	38
2.05 Pokoj	49,68	114	38
2.06 Pokoj	21,74	45	45
2.07 Pokoj	50,02	90	90
2.08 Pokoj	21,74	45	45
2.09 Pokoj	49,68	114	38
2.10 Koupelna + WC	8,75	-	38
2.11 Komora	3,55	-	-
Celkem		1010	1010+150

### 3.4 Větrací jednotky

LUNOS ego – větrací regenerační jednotka se dvěma protichůdnými ventilátory umožňujícími současně přívod i odvod v jedné jednotce. Maximální průtok vzduchu 45 m<sup>3</sup>/h. Maximální účinnost rekuperace 81,4 %. Hlučnost při maximální výkonu je 43 dB. V soustavě je navrženo 10 kusů.

LUNOS e2 – větrací regenerační jednotka s jedním ventilátorem. Nutnost osazení v páru (recyklační cyklus 70 sekund). Maximální průtok vzduchu 38 m<sup>3</sup>/h. Maximální účinnost rekuperace 90,6 %. Hlučnost při maximálním výkonu je 42 dB. V soustavě je navrženo 8 kusů.

LUNOS ALD-R 160L – přívodní prvek s maximálním průtokem 38 m<sup>3</sup>/h. Hlučnost při maximální průtoku je 52 dB. V soustavě je navrženo 6 kusů.

LUNOS RA 15-60 – radiální ventilátor do obvodové stěny se 4 rychlostmi pro 15 až 60 m<sup>3</sup>/h. Hlučnost při maximální výkonu je 46 dB. V soustavě je navrženo 6 kusů.

Všechny jednotky (mimo jedné, která je zakončena pouze větrací mřížkou) jsou zakončeny fasádním prvkem LUNOtherm. Jednotky jsou umístěny vedle okenních, či dveřních otvorů (cca 200-250 mm od hrany ostění). Jednotky nevyžadují žádnou aktivní ochranu proti mrazu a rovněž tak není potřeba řešit odvod kondenzátu, neboť je využíván ke zpětnému zvlhčování přiváděného vzduchu. Jednotky se napájí napětím 12 V.

### 3.5 Odvětrání kuchyně

Odvětrání kuchyně je zajištěno digestoří a jejím příslušenstvím, přičemž znehodnocený vzduch je o rychlosti 4 m/s odváděn kruhovým hliníkovým potrubím s izolací do 140 °C o DN 125 přímo na fasádu, kde je potrubí chráněno proti pronikání nečistot větrací mřížkou.

### 3.6 Regulace

Řídící jednotka LUNOS 5/UNI-FT větracích jednotek a ventilátorů je připojena k snímači teploty a vlhkosti, který je zabudovaný v nasávací části odvětrávacího ventilátoru z místnosti. Tato regulace samočinně upravuje rychlost ventilátory potřebě větrání: podle relativní vlhkosti vzduchu dodává ventilátor buď více, nebo méně vzduchu. Automatické přepínání podle ročních dob samočinně přepne ventilátor na nejnižší výkon v létě a v zimě ho přepne opět do režimu regulace vlhkosti. Řídící jednotka plní i úlohu indikátoru výměny filtru. Na jednu řídicí jednotku jsou napojeny vždy maximálně 4 ventilátory.

### 3.7 Ochrana proti hluku a vibracím

Všechny součásti jednotek jsou zvukově odizolovány tak, aby se zvuk ani vibrace nepřenášely do konstrukce.

### 3.8 Požární bezpečnost

Všechny komponenty splňují požadavky na požární bezpečnost. U fasádního prvku minerální kryt izolačního jádra zaručuje, že zkoušená požární bezpečnost fasády zůstane s tímto prvkem zachována. Venkovní zapouzdření zabraňuje přenesení požáru. Vnitřní zapouzdření zajistí, že nedojde k odkapávání jádra izolace ventilační štěrbinou.

### 3.9 Ochrana životního prostředí

Všechny jednotky jsou vybaveny pratečným filtrem G3 pro zachycování prachu a škodlivin.

Je požadována hladina akustického tlaku  $L_{pAmax} = 30$  dB pro dobu nočního klidu, čemuž větrací jednotky dle údajů od výrobce vyhovují.

### 3.10 Závěr

Projekt byl zpracován podle současně platných norem pro ČR. Veškeré instalační práce budou prováděny kvalifikovanou firmou, bude zajištěno dodržování pravidel bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

Systém větrání je navržen tak, aby při řádném provozu nebylo ohroženo zdraví člověka.

## 4 Seznam příloh

Příloha č. 1 – Výpočet bilance tepelné energie

Příloha č. 2 – Protech

Příloha č. 3 – Výkresová část

# Příloha č. 1 – Výpočet bilance tepelné energie

## Klimatické podmínky místa stavby

Tábor

± 0,000 = 575,9 m n.m.

$T_E = -15 \text{ °C}$

## Roční potřeba tepla

### 1) Teplá voda

Max 10 osob v objektu

40 l/den\*os\*TV

$S_{Vt1} = 10 \text{ °C}$        $T_{Vt2} = 55 \text{ °C}$

$V_{2p} = U_S * 10 = 40 * 10 = 400 \text{ l/den} = \mathbf{0,4 \text{ m}^3/\text{den}}$

### Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody

$$Q_{TUV,d} = \rho * c * V_{2p} * (t_2 - t_1) / 3600 = 1000 * 4,182 * 0,4 * (55 - 10) / 3600 = \\ = \mathbf{20,91 \text{ kWh/den}}$$

### Potřebný příkon na ohřev teplé vody

$$P_{TV} = Q_{TUV,d} / \tau = 20,91 / 24 = \mathbf{0,87 \text{ kW}}$$

### Roční potřeba tepla pro ohřev TV

$$Q_{TUV,R} = Q_{TUV,d} * d + 0,8 * Q_{TUV,d} * (55 - t_{svl}) / (55 - t_{svz}) * (N - D) = \\ = 20910 * 216 + 0,8 * 20910 * (55 - 15) / (55 - 10) * (350 - 216) = \\ = \mathbf{6,51 \text{ MWh/rok}}$$

### Návrh zásobníku TUV

$$E_{2p} = E_{2t} + E_{2z} = 20,934 + 10,467 = \mathbf{31,401 \text{ kWh/den}}$$

$$E_{2t} = V_{2p} * c * (t_{tv} - t_{sv}) = 0,4 * 1,163 * (55 - 10) = 20,934 \text{ kWh/den}$$

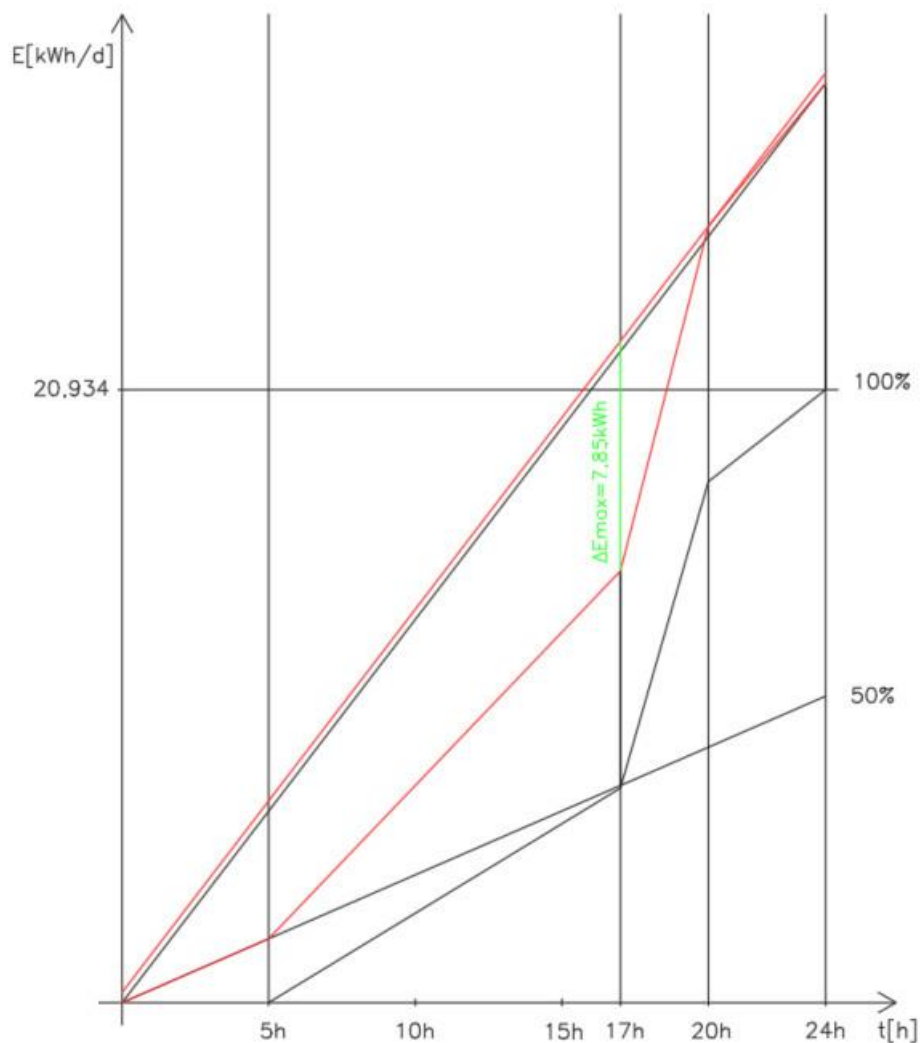
$$E_{2t} = 0,5 * E_{2t} = 0,5 * 20,934 = 10,467 \text{ kWh/den}$$

$$V_z = \Delta E_{\max} / [c * (t_{tv} - t_{sv})] = 7,85 / [1,163 * (55 - 10)] = 0,150 \text{ m}^3 = \mathbf{150 \text{ l}}$$

$\Delta E_{\max} = 7,85 \text{ kWh}$  ... viz obr. 5 => Navržen nepřímotopný zásobník 200 l

GTC – PR.0200.PU od firmy G-Term

100% = 20,934 kWh/den  
50% = 10,467 kWh/den  
35% = 7,3269 kWh/den  
15% = 3,1401 kWh/den



Obr. 5: Výpočet velikosti zásobníku

## 2) Vytápění

$Q_c = 47,305 \text{ kW}$  ... tepelná ztráta vypočítání programem Protech, viz příloha č. 2

Roční potřeba tepla pro vytápění

$$Q_{\text{vyt,z}} = 24 * Q_c * \epsilon * D / (t_{\text{is}} - t_e) = 24 * 47,305 * 0,8947 * 4000 / (19,5 + 15) =$$
$$= \mathbf{117,771 \text{ MWh/rok}}$$

$$\epsilon = e_i * e_t * e_d / (\eta_0 * \eta_r) = 0,85 * 0,9 * 1,0 / (0,9 * 0,95) = 0,8947$$

$$D = d * (t_{\text{is}} - t_{\text{es}}) = 250 * (19,5 - 3,5) = 4000 \text{ K*den}$$

### Velikost expanzní nádoby

$V_{os} = 519,1 \text{ l}$  ... viz příloha č. 2 - Dimenzování otopné soustavy

Poj. Ventil. 3,0 Bar

Vých. Tlak 1,0 Bar

=>  $V_E = 57,2 \text{ l}$

### Velikost akumulčního zásobníku

$V_a = k * Q_z = 15 * 62,1 = 931,5 \text{ l}$  => navržen akumulční zásobník o objemu **1000 l**

**GTC – P.1000WSP** od firmy G-Term

### Návrh tepelného čerpadla

TČ G-Term 5062,3 W10/W35 země/voda

- Tepelný příkon/výkon: 12,1/62,1 Kw
- Rozměry ŠxVxH: 1100 x 1300 x 850 mm
- Počet vrtů: 30-50 W/m

1 vrt 120 m

=> Potřebná hloubka vrtů:  $48175 / 50 = 963,5 \text{ m}$

=> **Potřeba 9-ti vrtů**



## Příloha č. 2 – Protech