

České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta stavební

Katedra technických zařízení budov



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**NÁVRH VYTÁPĚNÍ A PENB V OBJEKTU ČSPH**

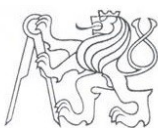
Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Pozemní stavitelství

Autor bakalářské práce: Veronika Zelinková

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Roman Musil, Ph.D.

2016/2017



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Zelinková	Jméno: Veronika	Osobní číslo: 396378
Zadávací katedra: K125 - Katedra technických zařízení budov		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb ročník		

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Vytápění a PENB v objektu ČSPH

Název bakalářské práce anglicky: The heating and EPC in the object of filling station

Pokyny pro vypracování:  
Projektová část bude řešit vytápění základní objektu ČSPH. Projektová dokumentace bude ve stupni rozšířeného stavebního povolení bez výkazu výměr. Dokumentace bude obsahovat půdorysy M1:50, schéma otopné soustavy, schéma zapojení zdroje tepla, hydraulický výpočet otopné soustavy včetně výpočtů tepelných výkonů a technickou zprávu. V technické zprávě budou uvedeny základní požadavky na ostatní profese.

Dále bude v rámci bakalářské práce na stejný objekt zpracován Průkaz Energetické Náročnosti budovy.

Seznam doporučené literatury:  
ČSN 73 0540 - Tepelná ochrana budov. Kabele, K.: Energetická náročnost budov v souvislostech s platnou legislativou ČR. Labudek, J., Bašta, J.: Otopné plochy - otopná tělesa. Kabele, K.: Technická zařízení budov: vytápění - podklady pro cvičení.

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Roman Musil, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 14.10.2016      Termín odevzdání bakalářské práce: 15.1.2017  
*Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku*

Podpis vedoucího práce      Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutně uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

14.10.2016

Datum převzetí zadání      Podpis studenta(ky)

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Vytápění a PENB v objektu ČSPH“ vypracovala samostatně. Veškerou použitou literaturu a podkladové materiály uvádím v přiloženém seznamu literatury. Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu §60 zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze 15.1.2017

.....

Veronika Zelinková

## **PODĚKOVÁNÍ**

Na tomto místě bych ráda poděkovala mému vedoucímu bakalářské práce Ing. Romanovi Musilovi, Ph.D. za konzultace během vypracovávání práce. Dále děkuji firmě OMV za umožnění posouzení objektu. Děkuji za zdarma zapůjčení licence k programu Protech katedře tzb. Na závěr děkuji své rodině, kamarádům a přítelovi za jejich podporu.

**Název bakalářské práce:**

Vytápění a PENB v objektu ČSPH

**Abstrakt:**

Bakalářská práce se zabývá návrhem vytápění ve stávající budově, kde je obchod, restaurace a hygienická zázemí. Tato budova je součástí areálu čerpací stanice pohonných hmot. Pro výpočet tepelných ztrát byl použit program Protech – TV. Návrh otopné soustavy byl zpracován v programu TechCON včetně hydraulického vyvážení soustavy a výkresové dokumentace. Jako zdroj tepla byl navržen elektrokotel. Soustava vytápění kombinuje otopná tělesa a podlahové vytápění. Na závěr byl pomocí programu Protech vypracován PENB – Průkaz energetické náročnosti budovy a budova byla zařazena do kategorie v rámci dodané a neobnovitelné primární energie.

**Klíčová slova:**

Vytápění, PENB, energie, tepelné ztráty, otopná tělesa, podlahové vytápění

**Master's Thesis title:**

The heating and EPC in the object of filling station

**Abstract:**

This Bachelor thesis deals with design of heating system in the existing building including a shop, restaurant and the hygiene facilities. This building lies in the area of a petrol station. Heat losses were calculated by the Protech TV (“tepelný výkon”, i.e. “thermal power”) programme. Design of heating system including its hydraulic balancing and drawing documentation was processed in the TechCON programme. Electric boiler was designed as a heat source. Heating system combines radiators and underfloor heating. Finally the Protech programme has been used for calculating PENB – Certificate of energy performance of the building. The building falls into the category within supplied energy and into the category within the non-renewable primary energy.

**Key words:**

Heating, EPC, energy, heat loss, radiators, underfloor heating

České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta stavební

Katedra technických zařízení budov



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

NÁVRH VYTÁPĚNÍ A PENB V OBJEKTU ČSPH

---

1.ČÁST - REŠERŠE

Autor bakalářské práce: Veronika Zelinková

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Roman Musil, Ph.D.

2016/2017

# Obsah

## Obsah

Seznam symbolů a zkratk	8
1 Úvod	9
2 Popis objektu	10
2.1 Konstrukční systém objektu	10
2.2 Požadavky na vytápění	12
2.3 Požadavky na větrání v objektu	12
2.4 Předpokládaná obsazenost objektu	13
3 Tepelně technické vlastnosti konstrukcí	13
3.1 Konstrukce obálky budovy	13
3.2 Zhodnocení konstrukcí	13
4 Tepelná ztráta objektu	13
5 Potřeba tepla pro vytápění	14
6 Potřeba energie pro ohřev TV	14
6.1 Výpočet potřeby TV dle ČSN 06 0320	15
7 Stanovení zdroje tepla	16
8 Návrh systému vytápění	17
9 Energetická náročnost budovy, PENB	17
9.1 Legislativa	17
9.2 Obsah PENB	17
9.3 Referenční budova	18
9.4 Sledované ukazatele PENB	18
9.5 Třídy energetické náročnosti	18
9.6 Povinnost pro zhotovení PENB:	18
9.7 Výpočet PENB pro objekt ČSPH	19
10 Závěr	19
Seznam použité literatury	20
Seznam obrázků	20
Seznam tabulek	21
Seznam příloh	21

## Seznam symbolů a zkratek

UČM		Uživatelské číslo místnosti
Úsek		Číslo úseku vytápění
Účel		Účel místnosti
$t_i$	°C	Výpočtová vnitřní teplota
$n_p$		Požadovaná intenzita výměny vzduchu
$A_{pi}$	m <sup>2</sup>	Podlahová plocha místnosti
$V_{mi}$	m <sup>3</sup>	Vnitřní objem místnosti
$V_{np}$	m <sup>3</sup> /h	Výměna vzduchu
$q_{em}$	W/m <sup>2</sup>	Měrná tepelná ztráta
$\Theta V_m$	W	Tepelná ztráta výměnou vzduchu
$\Theta T_m$	W	Tepelná ztráta prostupem
$\Theta_{HLm}$	W	Celková tepelná ztráta
$Q_{2p}$		teplo dodané ohřívačem do TV během periody [kWh/den]
$Q_{2t}$		teoretické teplo odebrané z ohřívače během periody [kWh/den]
$Q_{2z}$		teplo ztracené při ohřevu a distribuci TV v době periody [kWh/den]
$V_{2p}$		celková potřeba TV v dané periodě [m <sup>3</sup> ]
$z$		součinitel poměrné ztráty, $z = 0,5$
$c$		měrná tepelná kapacita vody, $c = 1,161 \text{ Wh/K}\cdot\text{kg}$ , $c = 4182 \text{ J/ K}\cdot\text{kg}$
$t_1$		teplota studené vody, $t_1 = 10^\circ\text{C}$
$t_2$		teplota ohřáté vody, $t_2 = 55^\circ\text{C}$
$\Delta Q_{max}$		teoretické teplo odebrané z ohřívače v době periody [kWh/den]
$V_z$		objem zásobníku TV [m <sup>3</sup> ]
TZ		tepelná ztráta
PENB		Průkaz energetické náročnosti budovy
ČSPH		Čerpací stanice pohonných hmot
OT		otopná tělesa



# 1 Úvod

Posuzovaným objektem je budova v areálu čerpací stanice pohonných hmot, která se nachází v okolí města Brno. Budova je stávající stavba a její hlavní části jsou obchod a restaurace. Cílem bakalářské práce je navrhnout v budově systém vytápění a posoudit energetickou náročnost budovy.

V první části zhodnotíme stav jednotlivých konstrukcí, vypočítáme tepelné ztráty a navrhne soustavu vytápění.

V druhé části se budeme zabývat vytvořením Průkazu energetické náročnosti budovy.



Obrázek 1 – Pohled na ČSPH



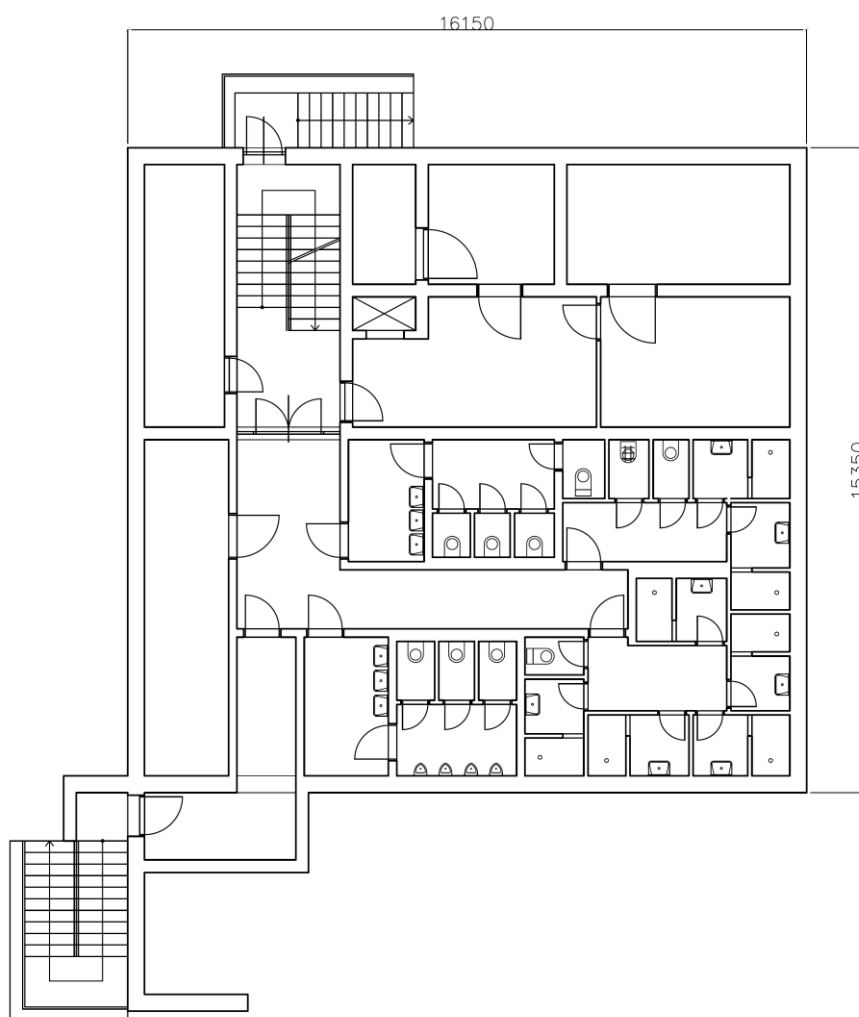
Obrázek 2 - Situační plán ČSPH

## 2 Popis objektu

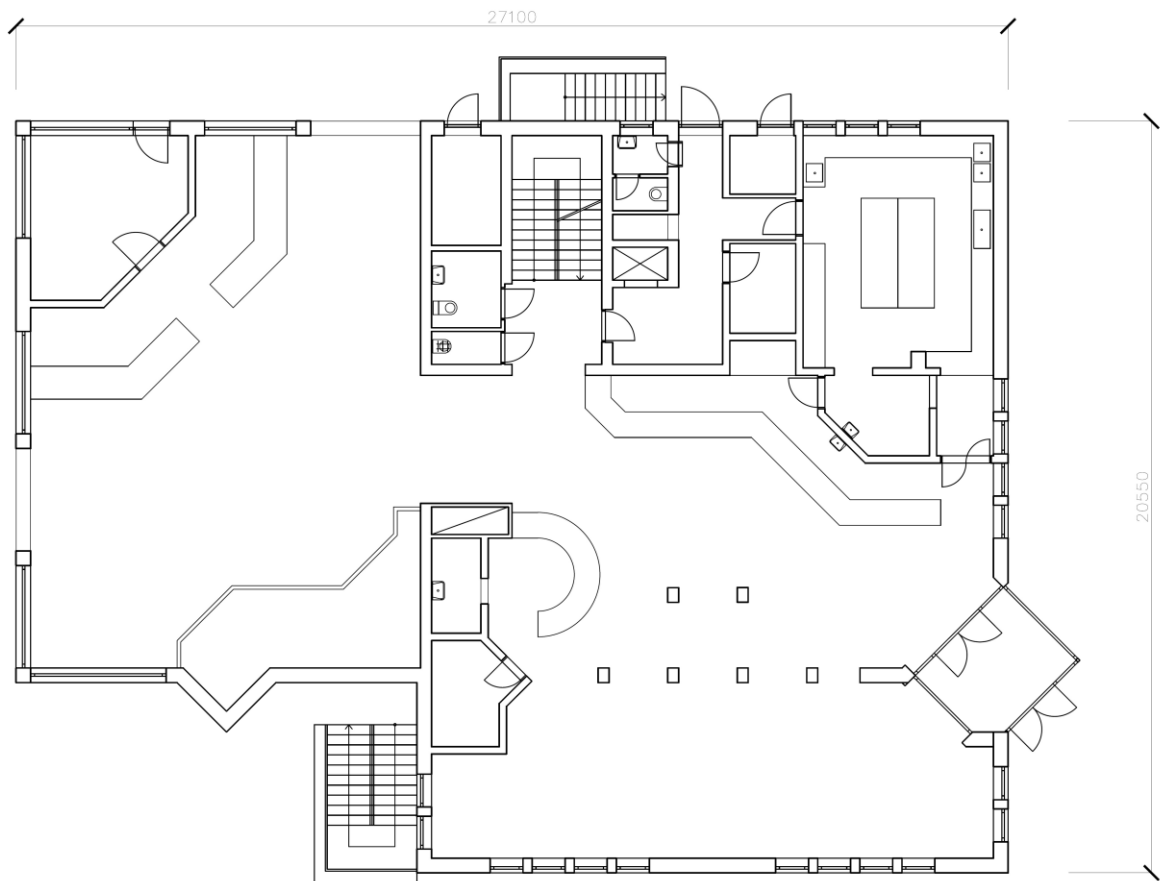
Areál ČSPH Tuřany se nachází na dálnici D1 na 198,5 km ve směru na Brno v katastrálním území Brněnské Ivanovice. Jedná se o budovu stávající, postavenou kolem roku 1994. Areál slouží k čerpání pohonných hmot a jako zastávka pro odpočinek. Budova má hlavní dvě části: obchod a restauraci. Dále se skládá z hygienického zázemí, kanceláří a skladovacích prostor. Budova má jedno podzemní a dvě nadzemní podlaží. V 1.PP se nachází hygienické zázemí, sklady a technické místnosti. V 1.NP je obchod, restaurace, kuchyně, hygienické zázemí, sklady. V 2.NP neboli v podkroví jsou umístěny kanceláře, hygienické zázemí a technické místnosti. Provoz ČSPH je 24h denně.

### 2.1 Konstrukční systém objektu

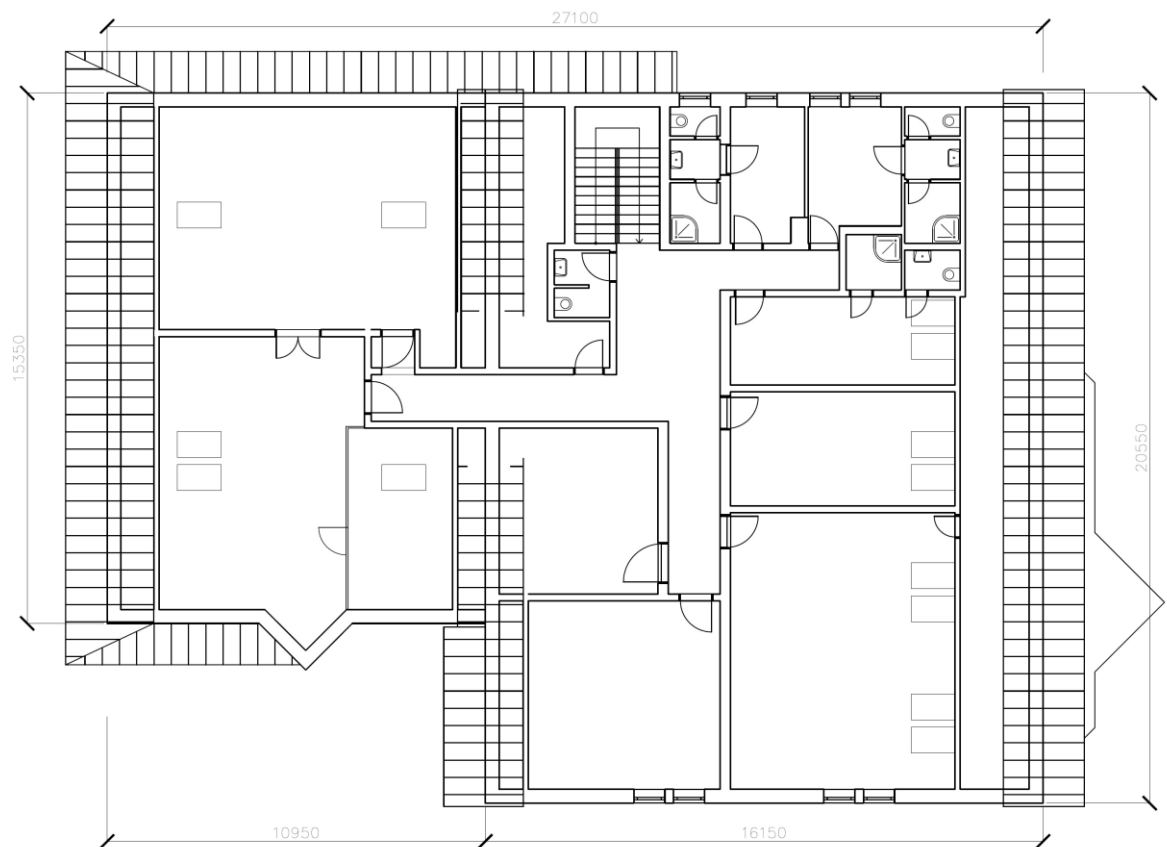
Konstrukční systém objektu lze považovat za kombinovaný přičemž v 1.PP a 2.NP tvoří nosnou konstrukci pouze obvodové a vnitřní stěny. Sloupy tvoří nosnou část až v 1.NP v kombinaci se stěnami a to z důvodu řešení dispozice pro restauraci a obchod. Budova je zastřešena 2x sedlovou střechou, která je nesena vaznicových krovem. Jednotlivé střechy ohraničují plochu budovy, která je nad restaurací a nad obchodem. 2.NP jsou prostory sníženy šikmou střechou.



Obrázek 3 - Půdorys 1.PP



Obrázek 4 - Půdorys 1.NP



Obrázek 5 - Půdorys 2.NP

## 2.2 Požadavky na vytápění

Hlavní požadavek na návrh vytápění je zajistit v objektu tepelnou pohodu po celý rok. Objekt je rozdělen do jednotlivých zón, které přiblíží stav užívání budovy. Zóny jsou určeny typem provozu a potřebnou vnitřní teplotou.

Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota
	$\Theta_{im,j}$ [°C]
Zóna 1 - Obchodní plochy	20,0
Zóna 2 - Hygienická zařízení	20,0
Zóna 4 - Ostatní prostory	15,0
Zóna 3 - Kanceláře	20,0
Zóna 6 - Restaurace	20,0
Zóna 5 - Přípravna jídla	20,0

Tabulka 1 - Rozdělení objektu do zón – vnitřní výpočtová teplota

## 2.3 Požadavky na větrání v objektu

Větrání bude v bakalářské práci řešeno pouze rámcově. V jednotlivých místnostech je potřeba zajistit dostatečný přísun čerstvého vzduchu. Jaké množství vzduchu je potřeba dodat nám ovlivňuje užívání místnosti, počet osob, množství škodlivého vzduchu atd. Potřebnou výměnu vzduchu stanovíme na základě počtu osob a jejich potřebným množstvím vzduchu za hodinu. Specifické výměna vzduchu bude v kuchyni, kde dochází k většímu výskytu škodlivin, odpadního tepla a vlhkosti z kuchyně a je zde tedy potřeba větší výměna vzduchu. Pro kuchyni bude zajišťovat přísun vzduchu nucené větrání s přívodem a odvodem větracího vzduchu pomocí vzduchotechnické jednotky, kterou však navrhovat v rámci BK nebudeme a při výpočtu zohledníme pouze větší výměnu vzduchu v místnosti. Ostatní prostory jsou větrány přirozenou infiltrací objektu. Počítáme s tím, aby osoba v klidu (kanceláře, zákazníci) měla příjem min 30-50m<sup>3</sup>/h čerstvého vzduchu. Osoby při náročnější činnosti (zaměstnanci restaurace) budou potřebovat 50-70m<sup>3</sup>/h čerstvého vzduchu.

## 2.4 Předpokládaná obsazenost objektu

Provoz ČSPH je nonstop. Objekt slouží pro čerpání pohonných hmot a také jako místo pro odpočinek na cestách. Proto je zde 24h v provozu restaurace, obchod a hygienické zázemí včetně sprch. Přes den se předpokládá větší návštěvnost než v noci. Denní špička bude v restauraci v poledne v době obědů. Kanceláře v 2.NP mají klasický denní provoz.

Obsazenost osob v místnostech:

1. Kanceláře – 8 osob/den
2. Obchod – 2 zaměstnanci + 10 zákazníků /hodinu
3. Restaurace – 4 zaměstnanci + 240 jídel /den (15osob/h)
4. Kuchyně – 2 zaměstnanci

## 3 Tepelně technické vlastnosti konstrukcí

### 3.1 Konstrukce obálky budovy

Budova je stávající a starší a tomu odpovídá i skladba konstrukcí. V době výstavby byly požadavky na energetickou náročnost mnohem nižší. Obvodová vertikální konstrukce je tvořena cihelným zdivem bez zateplení. Okna a dveře jsou hliníkové s izolačním dvojsklem. Střecha je pokryta pálenou taškou.

Posouzení skladby konstrukcí obálky budovy bude řešeno v části Vytápění.

### 3.2 Zhodnocení konstrukcí

Jednotlivé skladby konstrukcí a jejich tepelně technické vlastnosti jsou uvedené v rámci části Vytápění. Porovnáváme součinitele tepla konstrukcí se součinitelem doporučeným  $U < U_{n,20}$ . Obvodová stěna, výplně otvorů okna a dveře hodnotu součinitele  $U < U_{n,20}$  nesplňují.

## 4 Tepelná ztráta objektu

Výpočet tepelné ztráty objektu byl proveden v programu Tepelné ztráty (TV) od společnosti PROTECH. Výpočet je založen na ČSN 73 0540-4. Výpočet bude uveden v části Vytápění.

- **Výsledky:**
- Tepelná ztráta budovy výměnou vzduchu  $\Theta V_m = 22,873 \text{ KW}$
- Tepelná ztráta budovy prostupem tepla  $\Theta T_m = 29,257 \text{ KW}$
- **Celková tepelná ztráta budovy  $Q_{cm} = 52, 2911 \text{ KW}$**

## 5 Potřeba tepla pro vytápění

Na základě výpočtu tepelných ztrát víme, jaký musí být minimální výkon zdroje, aby tyto ztráty pokryl. Ve výpočtu se zohledňují přestupy mezi místnostmi a venkovním prostředím, ale také přestupy tepla mezi jednotlivými vnitřními místnostmi, čím mohou vznikat případné tepelné zisky. Pokud chceme pokrýt 100% potřebu tepelných ztrát větráním i prostupem konstrukcí, musíme dodat do objektu 53 kW tepla.

## 6 Potřeba energie pro ohřev TV

Potřebný objem vody stanovíme dle předpokládané obsazenosti, činnosti osob a dle využití místností. Výpočet bude proveden podle normy ČSN 06 0320 Příprava teplé vody. Celková potřeba vody na den bude součtem potřeby pro: stálé zaměstnance, chod kuchyně, úklid a pro zákazníky.

POTŘEBA VODY:		jednotka	potřeba vody na jednotku [m <sup>3</sup> ]	počet jednotek
Vaření + výdej jídla		1 jídlo	0,002	240
Mytí nádobí		1 jídlo	0,001	240
Sprcha - zákazníci		počet užití	0,025	24
Umyvadlo - zákazníci		počet užití	0,002	240
Úklid		100m <sup>2</sup> podlahy	0,02	600
Zaměstnanci		1 osoba	0,082	16

Tabulka 2 - Potřeba TV

Předpokládaná potřeba teplé vody na den byla stanovena na **3250 litrů**.

Voda se bude ohřívat v zásobníku s trubkovým výměníkem. Je třeba specifikovat denní provoz a potřebu vody v časových intervalech. Provoz objektu je nonstop, ale přesto očekáváme větší spotřebu vody v různých časových intervalech:

ČASOVÉ ÚSEKY			
1	6:00 - 10:00	sprcha, snídaně	25% Q <sub>2p</sub>
2	10:00 - 11:30	mírný provoz	5% Q <sub>2p</sub>
3	11:30 - 14:00	obědy	25% Q <sub>2p</sub>
4	14:00 - 17:00	mírný provoz	10% Q <sub>2p</sub>
5	17:00 - 21:00	večeře, sprcha	30% Q <sub>2p</sub>
6	21:00 - 6:00	mírný provoz	5% Q <sub>2p</sub>
			100% Q <sub>2p</sub>

Tabulka 3 - Odběr vody v čase

## 6.1 Výpočet potřeby TV dle ČSN 06 0320

Potřeba tepla odebraného z ohřivače v jedné periodě  $Q_{2p}$ .

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z}$$

$$Q_{2p} = 170 + 85 = 255 \text{ kWh}$$

$$Q_{2z} = Q_{2t} \cdot z$$

$$Q_{2z} = 170 \cdot 0,5 = 85 \text{ kWh}$$

$$Q_{2p} = c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)$$

$$Q_{2t} = 1,161 \cdot 3,25 \cdot (55 - 10) = 170 \text{ kWh}$$

$Q_{2p}$  – teplo dodané ohřivačem do TV během periody [kWh/den]

$Q_{2t}$  – teoretické teplo odebrané z ohřivače během periody [kWh/den]

$Q_{2z}$  – teplo ztracené při ohřevu a distribuci TV v době periody [kWh/den]

$V_{2p}$  – celková potřeba TV v dané periodě [ $m^3$ ]

$z$  – součinitel poměrné ztráty,  $z = 0,5$

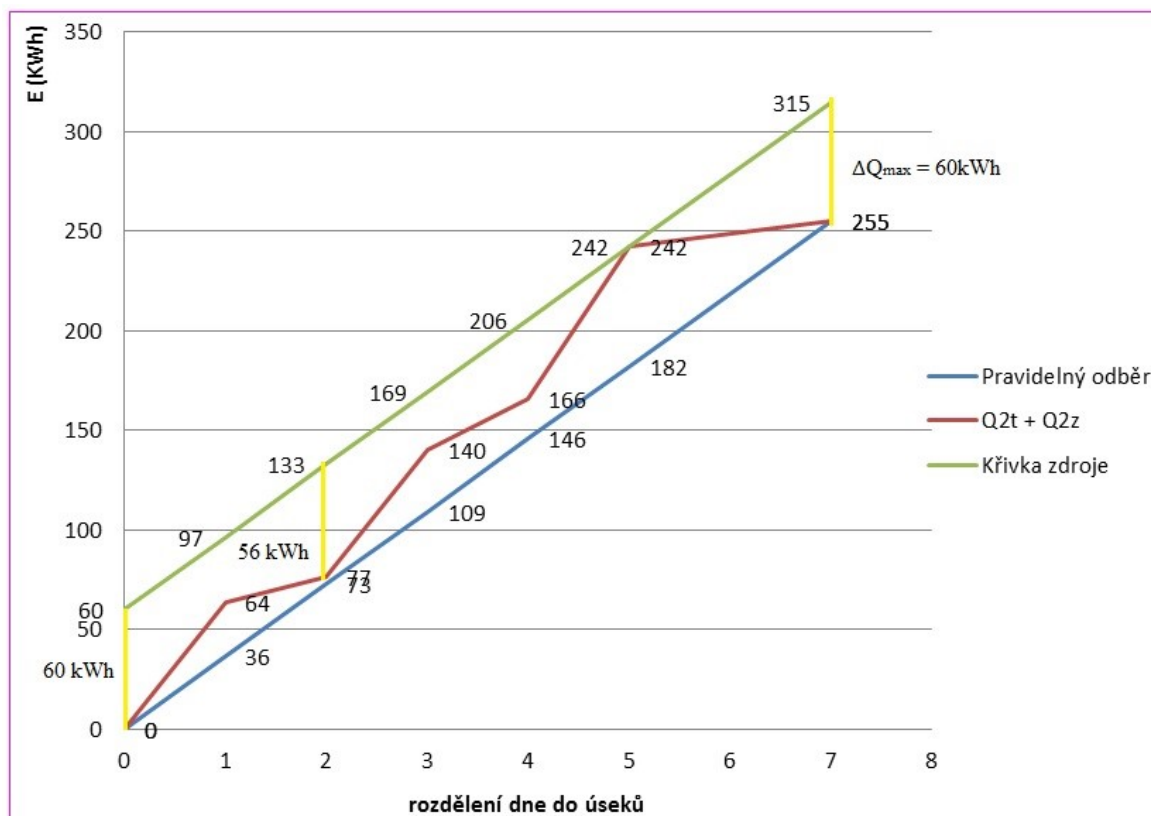
$c$  – měrná tepelná kapacita vody,  $c = 1,161 \text{ Wh/K} \cdot \text{kg}$ ,  $c = 4182 \text{ J/K} \cdot \text{kg}$

$t_1$  – teplota studené vody,  $t_1 = 10^\circ\text{C}$

$t_2$  – teplota ohřáté vody,  $t_2 = 55^\circ\text{C}$

$\Delta Q_{\max}$  – teoretické teplo odebrané z ohřivače v době periody [kWh/den]

$V_z$  – objem zásobníku TV [ $m^3$ ]



Obrázek 6 – Křivka odběru TV

Hledáme největší rozdíl  $\Delta Q_{\max}$  mezi dodávkou tepla a odběrem vody ve stejném čase. Tato odchylka  $\Delta Q_{\max} = 60 \text{ kWh}$  nastane v čase od 21:00 – 6:00. Odchylku jsme vyčetli z grafu křivky odběru TV. Tento rozdíl nám pomůže stanovit objem zásobníku:

$$\Delta Q_{\max} = 60 \text{ kWh}$$

Velikost zásobníku TV:

$$V_z = \frac{-\Delta Q_{\max}}{c \cdot \Delta t} = \frac{60}{1,161 \cdot 45} = 1,148 \text{ m}^3 = 1150 \text{ l}$$

Zásobník TV musí mít objem min **1150 litrů**.

Výkon ohřívače vody:

$$Q_{\text{tv}} = \frac{Q_{2p}}{24} = \frac{255}{24} = \mathbf{10,625 \text{ kW}}$$

## 7 Stanovení zdroje tepla

Výkon zdroje bude počítán podle přílohy ČSN 06 0310 – Tepelné soustavy v budovách.

Potřebná energie v objektu:

1. Tepelná ztráta objektu –  $Q_{\text{VYT}} = 52,29 \text{ kW}$
2. Ohřev teplé vody -  $Q_{\text{TV}}: 10,63 \text{ kW}$

$$Q_{\text{prip}} = \max(Q_{\text{prip},1}; Q_{\text{prip},2})$$

$$Q_{\text{prip},1} = 0,7 Q_{\text{VYT},h} + 0,7 Q_{\text{VĚT},h} + Q_{\text{TV},h} = 0,7 \cdot 52,29 + 0 + 10,63 = 47,23 \text{ kW}$$

$$Q_{\text{prip},2} = Q_{\text{VYT},h} + Q_{\text{VĚT},h} = 52,29 + 0 + 10,63 = 52,29 \text{ kW}$$

$$Q_{\text{prip}} = \mathbf{52,29 \text{ kW}}$$

$Q_{\text{prip}}$  – Hodnota požadovaného výkonu zdroje [kW]

$Q_{\text{prip},1}$  – První kombinace pro určení výkonu [kW]

$Q_{\text{prip},2}$  – Druhá kombinace pro určení výkonu [kW]

$Q_{\text{VĚT}}$  – Energie pro potřebu větrání [kW]



Výkon zdroje tepla musí být minimálně 53 kW.

Zdroj tepla by měl být vybírán na základě funkčního, ekonomického a ekologického hlediska. Podrobným návrhem nejvýhodnějšího zdroje tepla se zabývat v této bakalářské práci nebudeme. Jako zdroj tepla zvolíme elektrokotel, který bude pohánět teplovodní systém v kombinaci s podlahovým vytápěním a otopnými tělesy. Tato varianta je volena z důvodu umístění ČSPH, neboť se ČSPH nachází v úseku dálnice D1 a není zde možnost klasického připojení na zemní plyn. Dalšími variantami zdroje je tepelné čerpadlo nebo zásobník propan butanu. Dalo by se také uvažovat o elektrickém přímotopném podlahovém nebo stropním systému.

## 8 Návrh systému vytápění

Návrh systému vytápění byl navržen pomocí programu TechCon. Podrobný výpočet a návrh včetně projektové dokumentace obsahuje část Vytápění.

## 9 Energetická náročnost budovy, PENB

### 9.1 Legislativa

Průkaz energetické náročnosti budov (dále jen průkaz) je v odst. 1 a 2 v § 6a) zákona č. 406/2006 Sb. o hospodaření s energií, jednoznačně určen jako dokument, kterým se podle zákona dokládá splnění požadavků na energetickou náročnost budovy a splnění požadavků na porovnávací ukazatele. Jiný způsob dokladování energetické náročnosti budovy a porovnávacích ukazatelů zákon nezná. Dodržení tepelně technických požadavků dle PENB zajišťuje prevenci tepelně technických vad a poruch budov, tepelnou pohodu uživatelů, požadovaný stav vnitřního prostředí pro užívání a technologické procesy a základ nízké energetické náročnosti budov. [1]

### 9.2 Obsah PENB

Průkaz hodnotí budovu jednak po stránce stavební: šíření tepla, vlhkosti a vzduchu konstrukcemi a místnostmi a také hodnotí budovu po stránce technického zařízení: systémy pro vytápění, ohřev TV, chlazení, větrání a osvětlení.

Průkaz se skládá ze dvou částí: Protokol k průkazu a grafický průkaz.

Průkaz obsahuje:

- a) podstatné informace o budově
- b) důvod zpracování PENB
- c) informace o stavebních konstrukcích

- d) informace o technických systémech
- e) energetickou náročnost budovy
- f) grafickou část, která zařazuje budovu do určité energetické třídy

### 9.3 Referenční budova

Identicky stejnou budovou, jako je budova posuzovaná, je referenční budova. Tuto budovu charakterizují pouze proměnné, které reprezentují vlastnosti budovy dané právními předpisy a technickými normami. [2]

### 9.4 Sledované ukazatele PENB

**Celkově dodaná energie** – Zjednodušeně řečeno se jedná o energii, která vstupuje do budovy. Je to množství, které protože elektroměrem při typizovaném užívání.

**Neobnovitelná primární energie** – Vliv budovy na životní prostředí. Vyjadřuje, kolik musíme dodat neobnovitelné energie, abychom zajistili potřebné množství energie v budově. Pokud dodáme do budovy za rok 1MWh elektřiny, potřebujeme 3x více primární energie k její výrobě.

**Celková primární energie** – Součet obnovitelné a neobnovitelné primární energie. Podle vyhlášky je primární energie taková, která neprošla žádnou přeměnou. [7]

### 9.5 Třídy energetické náročnosti

Způsob zařazení budovy do třídy EN je založen na principu porovnání budovy hodnocené s tzv. budovou referenční. Finální klasifikaci určuje avšak koeficient CI porovnávací budovu hodnocenou s jejím protějškem, s referenční budovou. [2]

Třídy energetické náročnosti jsou v rozmezí A – G. Kdy třída A je mimořádně úsporná a třída G mimořádně ne hospodárná budova.

### 9.6 Povinnost pro zhotovení PENB:

Průkaz musí být vystaven pro:

1. Nové budovy.
2. Stávající budovy při větších změnách, které mají podlahovou plochu nad 1000m<sup>2</sup> a nebo kde byla provedena větší změna na více než 25 % celkové plochy obálky budovy. Větší změna stavby by měla být proto efektivně využita.
3. Prodej nebo pronájem budov, popř. jejich částí.
4. Veřejné budovy nad 250m<sup>2</sup> a jejich pronájem či prodej. [2]

Průkaz není povinný pro:

1. Objekty pro rekreaci, které nejsou určeny k trvalému pobytu.
2. Budovy s energeticky vztažnou plochou do 50m<sup>2</sup>.
3. Průmyslové a zemědělské budovy se spotřebou do 700GJ.
4. Kostely, mešity, chrámy. [5]

## 9.7 Výpočet PENB pro objekt ČSPH

Pro budovu vytvoříme PENB, kde posoudíme konstrukce, zhodnotíme stávající stav budovy a její technické systémy. Budovu dle výsledků zatřídíme do příslušné třídy energetické náročnosti. Průkaz energetické náročnosti budovy budeme zpracovávat pomocí programu Tepelný výkon od společnosti Protech, kde jsme předtím počítali tepelnou ztrátu budovy. Výsledný PENB je přiložen v rámci přílohy.

## 10 Závěr

V objektu bylo navrženo vytápění s elektrickým zdrojem pro teplovodní otopnou soustavu v kombinaci s otopnými tělesy a podlahovým vytápění. Tato navržená otopná soustava pokrývá veškeré tepelné ztráty.

Dále byla budova energeticky posouzena a byl vytvořen Průkaz energetické náročnosti budovy. Budovu jsme zatřídili v rámci dodané energie do *třídy D – méně úsporná*. V rámci neobnovitelné primární energie do třídy *F – velmi nevhodná*. Požadavek na celkově dodanou a potřebnou energii budova splňuje. Kritérium průměrného součinitele prostupu tepla budovy  $U_{em} > U_{em, ref}$  budova nesplňuje.

Závěrem lze říci, že budova by měla projít kompletní rekonstrukcí, kde by byly veškeré části propojeny a tím, by se zvýšila ekonomická a ekologická hodnota objektu.

## Seznam použité literatury

- [1] *Tepelná ochrana budov: komentář k ČSN 73 0540*. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2008. ISBN 9788087093306.
- [2] KABELE, Karel. *Energetická náročnost budov v souvislostech s platnou legislativou ČR*. Praha: ABF - nakladatelství ARCH, 2008. Stavební právo. ISBN 9788086905457.
- [3] KABELE, Karel. *Technická zařízení budov: vytápění - podklady pro cvičení*. V Praze: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 9788001052037.
- [4] BAŠTA, Jiří. *Otopné plochy - otopná tělesa*. 2. přepracované vydání. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2016. ISBN 9788001059432.
- [5] BAŠTA, Jiří. *Hydraulika a řízení otopných soustav*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003. ISBN 8001028089.
- [6] BAŠTA, Jiří. *Regulace v technice prostředí staveb*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2014. ISBN 9788001054550.
- [7] PENB [online]. [cit. 2017-01-15]. Dostupné z: <http://www.prukazpenb.cz/>
- [8] Výpočet expanzní nádoby. In: *Tzb.info* [online]. [cit. 2017-01-17]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/60-tlakova-expanzni-nadoba>

## Seznam obrázků

Obrázek 1 – Pohled na ČSPH .....	9
Obrázek 2 - Situační plán ČSPH.....	9
Obrázek 3 - Půdorys 1.PP .....	10
Obrázek 4 - Půdorys 1.NP .....	11
Obrázek 5 - Půdorys 2.NP .....	11
Obrázek 6 – Křivka odběru TV .....	15

## Seznam tabulek

Tabulka 1 - Rozdělení objektu do zón – vnitřní výpočtová teplota.....	12
Tabulka 2 - Potřeba TV .....	14
Tabulka 3 - Odběr vody v čase .....	14

## Seznam příloh

Příloha 1:.....	Vytápění - textová část
Příloha 2:.....	Vytápění - výpočtová část - výstupy z programu TECHCON
Příloha 3:.....	Vytápění - výkresová část
Příloha 4:.....	PENB