



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

# ENERGETICKY ÚSPORNÁ BUDOVA PENZIONU V CHLUMĚTÍNĚ

LOW-ENERGY BUILDING OF BOARDING HOUSE IN CHLUMĚTÍN

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jan Vtípil

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2022





# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N0732A260018 Environmentálně vyspělé budovy
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Specializace	bez specializace
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Jan Vtípil
Název	Energeticky úsporná budova penzionu v Chlumětíně
Vedoucí práce	Ing. Marcela Počinková, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2021
Datum odevzdání	14. 1. 2022

V Brně dne 31. 3. 2021

---

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.  
Vedoucí ústavu

---

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.  
Děkan Fakulty stavební VUT



## PODKLADY A LITERATURA

- (1) Platné právní předpisy, zejména Stavební zákon č. 183/2006 Sb., Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií a další předpisy související s tématem práce
- (2) Platné technické národní předpisy a normy ČSN, ČSN EN ISO
- (3) Katalogy stavebních materiálů, konstrukčních systémů, stavebních výrobků;
- (4) Odborná literatura

## ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Zadání:

Zpracování určené části projektové dokumentace zadané budovy s téměř nulovou spotřebou energie ve stupni pro vydání stavebního povolení.

Cíle:

Dispoziční řešení budovy s návrhem vhodné konstrukční soustavy a nosného systému na základě zvolených materiálů a konstrukčních prvků, včetně vyřešení osazení objektu do terénu s respektováním okolní zástavby. Koncepční řešení technických systémů budovy a klasifikace její energetické náročnosti.

(I) Část architektonicko-stavební řešení (podíl 35 %) bude obsahovat: průvodní zprávu, souhrnnou technickou zprávu, koordinační situaci (1:200), požárně bezpečnostní řešení stavby a výkresy (1:100, příp. 1:50): základů, půdorysů podlaží, konstrukce zastřešení, svislých řezů a technických pohledů, sestavy dílců, popř. výkres tvaru stropní konstrukce vybraného podlaží. Součástí dokumentace bude stavebně fyzikální posouzení objektu a konstrukcí a průkaz energetické náročnosti budovy (bez posouzení proveditelnosti alternativních systémů a doporučených opatření)

(II) Část technika prostředí staveb (podíl 35 %) bude obsahovat koncepční studie relevantních systémů technického zařízení budovy s vazbou na výrobu a užití energie a hospodaření s vodou, schéma zapojení energetických zdrojů, výpočet výkonových parametrů, zjednodušené schéma řízení a dispoziční umístění zdrojů.

(III) Náplň volitelné části (podíl 30 %) bude stanovena vedoucím práce z oblasti energetiky, ekologie či ekonomiky budov, týkající se jejich návrhu nebo provozu. Tato část může být řešena teoretickými nebo experimentálními prostředky.

## STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

---

Ing. Marcela Počinková, Ph.D.  
Vedoucí diplomové práce



## **ABSTRAKT**

Diplomová práce se zabývá návrhem energeticky úsporné budovy penzionu, který se nachází na kopci v malé obci Chlumětín. Jsou zde navrženy obnovitelné zdroje energie, jako jsou solární kolektory nebo fotovoltaické panely.

První část se zabývá návrhem a dispozičním řešením penzionu. V přízemí je řešen, návrh kuchyně dle hygienických požadavků, návrh prostor pro hosty s bezbariérovými toaletami. V podkroví jsou navrženy pokoje pro hosty včetně bezbariérového pokoje.

Druhá část se zabývá zjednodušeným návrhem technických zařízení budovy. Což zahrnuje hospodaření s dešťovou vodou, mechanické větrání s rekuperací tepla, osvětlení, chlazení a vytápění.

Třetí část se zabývá detailním návrhem vytápění v objektu. Což zahrnuje návrh výkonů radiátorů, dimenze potrubí, výkonu dřevoplynového kotle, akumulčních nádrží, čerpadel, atd.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Energeticky úsporná budova, penzion, Chlumětín, dřevoplynový kotel, solární kolektory, fotovoltaické panely, vytápění, chlazení, keramické zdivo, šikmá střecha.

## **ABSTRACT**

The master thesis deals with the design of environment friendly boarding house, which is located on a hill in a small village called Chlumětín. There are designed renewable energy sources, such as solar collectors or fotovoltaic panels.

The first part deals with the design and layout of the boarding house. On the ground floor is solved, the design of the kitchen according to hygienic requirements, the design of the premises for guests with barrier-free toilets. In the attic are designed guest rooms including barrier-free room.

The second part deals with the simplified design of building services. It includes rainwater management, mechanical ventilation with heat recovery, lighting, cooling and heating.

The third part deals with the detailed design of heating in the building. It includes design of radiator power, pipe dimension, power of wood-gas boiler, storage tanks, pumps, etc.

## **KEYWORDS**

Environment friendly building, boarding house, Chlumětín, wood-gas boiler, solar collectors, fotovoltaic panels, heating, cooling, ceramic masonry, pitched roof.



## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

Bc. Jan Vtípil *Energeticky úsporná budova penzionu v Chlumětíně*. Brno, 2021. 96 s., 384 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Marcela Počinková, Ph.D.



## **PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Energeticky úsporná budova penzionu v Chlumětíně* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 13. 12. 2021

---

Bc. Jan Vtípil  
autor práce

## **PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Energeticky úsporná budova penzionu v Chlumětíně* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13. 12. 2021

---

Bc. Jan Vtípil  
autor práce



## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucí mé diplomové práce Ing. Marcele Počinkové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady, ochotu, čas a trpělivost, kterou mi věnovala během vypracování diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat kuchaři Milanovi Čáslavskému, za odborné rady, které mi pomohli pochopit provoz restaurace, a byly mi oporou při návrhu kuchyně dle požadavků provozu a hygienických zásad.



## OBSAH

A.1. ZÁMĚR .....	21
A.2. TEPELNÁ TECHNIKA .....	21
A.2.1. TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ KONSTRUKCÍ.....	21
A.2.2. TEPELNÁ STABILITA MÍSTNOSTI V LETNÍM OBDOBÍ.....	21
A.2.3. VÝPOČET PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA OBÁLKY BUDOVY..	23
A.2.4. PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY .....	24
A.3. AKUSTIKA .....	25
A.3.1. POSOUZENÍ KONSTRUKCÍ Z HLEDISKA VZDUCHOVÉ A KROČEJOVÉ NEPRŮZVUČNOSTI .....	25
A.3.2. VÝPOČET VZDUCHOVÉ NEPRŮZVUČNOSTI KONSTRUKCÍ.....	25
A.3.3. VÝPOČET KROČEJOVÉ NEPRŮZVUČNOSTI .....	27
A.3.4. POSOUZENÍ VNITŘNÍCH KONSTRUKCÍ .....	28
A.3.5. POSOUZENÍ OBVODOVÝCH KONSTRUKCÍ .....	28
A.4. ZÁKLADOVÉ PATKY A PASY .....	30
A.5. DENNÍ OSVĚTLENÍ.....	31
B.1. ZÁMĚR.....	35
B.2. VYUŽITÍ DEŠŤOVÉ VODY .....	35
B.2.1. VÝPOČET POTŘEBY PITNÉ VODY.....	35
B.2.2. VÝPOČET POTŘEBY DEŠŤOVÉ VODY .....	38
B.2.3. VÝPOČET ROČNÍHO NÁTOKU SRÁŽKOVÉ VODY .....	39
B.2.4. VÝPOČET RETENČNÍHO OBJEMU .....	40
B.2.5. NÁVRH AKUMULAČNÍCH NÁDRŽÍ.....	41
B.3. NÁVRH OSVĚTLENÍ.....	41
B.4. CHLAZENÍ .....	45

B.4.1. NÁVRH CHLADÍCÍCH PRVKŮ A ZDROJE CHLADU .....	45
B.5. VĚTRÁNÍ.....	49
B.5.1. VÝPOČET PRŮTOKŮ VZUCHU A NÁVRH DISTRIBUČNÍCH PRVKŮ.....	49
B.5.2. DIMENZOVÁNÍ.....	58
B.5.3. NÁVRH VZT JEDNOTKY .....	58
B.6. SOLÁRNÍ SYSTÉMY .....	59
B.6.1. TERMICKÉ SOLÁRNÍ PANELE .....	59
B.6.2. VÝPOČET .....	60
B.6.3. FOTOVOLTAICKÉ PANELE .....	62
C.1. INFORMACE O OBJEKTU.....	67
C.1.1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE O STAVBĚ .....	67
C.1.2. CHARAKTERISTIKA STAVBY.....	67
C.1.3. KONCEPCE VYTÁPĚNÍ .....	67
C.2. VOLBA VÝPOČTOVÝCH TEPLOT .....	68
C.2.1. VOLBA VNĚJŠÍ VÝPOČTOVÉ TEPLoty .....	68
C.2.2. VOLBA VNITŘNÍ VÝPOČTOVÉ TEPLoty .....	68
C.3. VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT .....	69
C.3.1. VÝPOČET SOUČINITELŮ PROSTUPU TEPLA .....	69
C.3.2. VÝPOČET EKVIVALENTNÍHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA PRO KONSTRUKCI V KONTAKTU SE ZEMINOU .....	69
C.3.3. VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT .....	70
C.4. NÁVRH OTOPNÝCH TĚLES .....	75
C.4.1. VOLBA TEPLOTNÍHO SPÁDU.....	75
C.4.2. OPRAVNÝ SOUČINTEL PRO ROZDÍL TEPLot.....	77
C.4.3. SHRnutí .....	79



C.5. VÝPOČET VÝKONU PRO OHŘEV TEPLÉ VODY .....	81
C.5.1. POTŘEBA TEPLA NA OHŘEV VODY .....	82
C.5.2. NÁVRH OHŘÍVAČE .....	85
C.6. DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ .....	85
C.6.1. VÝPOČET .....	86
C.7. NÁVRH ZAŘÍZENÍ KOTELNY .....	86
C.7.1. NÁVRH KOTLE .....	86
C.7.2. NÁVRH AKUMULAČNÍ NÁDRŽE .....	88
C.7.3. NÁVRH POJIŠŤOVACÍHO VENTILU .....	88
C.7.4. NÁVRH ČERPACÍHO .....	89
C.8. SEZNAM PŘÍLOH .....	92
C.8.1. VÝPOČTY .....	92
C.8.2. TECHNICKÉ ZPRÁVY .....	92
C.8.3. VÝKRESY .....	93
C.8.4. OSTATNÍ .....	94
C.8.5. OBRÁZKY .....	94
C.8.6. TABULKY .....	94
C.9. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	95



**ČÁST A**  
**ARCHITEKTONICKO-STAVEBNÍ ŘEŠENÍ**



## **A.1. ZÁMĚR**

Záměrem práce bylo navrhnout energeticky úspornou budovu penzionu v oblasti CHKO tak aby co nejvíce odpovídala místní architektuře a co nejméně narušovala ráz krajiny a zároveň splňovala požadavky pro výstavbu nových budov a maximálně vyhovovala požadavkům na provoz a vyšla vstříc potřebám hostů.

## **A.2. TEPELNÁ TECHNIKA**

### **A.2.1. TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ KONSTRUKCÍ**

Tepelně technické posouzení konstrukcí vychází ze skladeb konstrukcí, které jsou uvedeny v příloze **P1 – Skladby konstrukcí**.

Posouzení je zakotveno v normě ČSN 73 0540 a některé posouzení, např. šíření vodní páry v konstrukci je třeba provádět dle ČSN EN ISO 13788.

Posouzení bylo provedeno v softwaru DEKSOFT® – TEPELNÁ TECHNIKA 1D. Navržené konstrukce byly posouzeny na: Součinitel prostupu tepla, kondenzaci vodní páry v konstrukci a teplotní faktor vnitřního povrchu. Posudky jsou uvedeny v příloze:

### **P2 – TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ KONSTRUKCÍ A VÝPLNÍ OTVORŮ**

### **A.2.2. TEPELNÁ STABILITA MÍSTNOSTI V LETNÍM OBDOBÍ**

Tepelná stabilita místnosti v letním období určuje, z důvodu posouzení rizika přehřívání místnosti. Jedná se o případ neustáleného teplotního stavu, kdy vlivem tepelných zisků vzrůstá teplota vnitřního vzduchu.

Výpočet se provádí pro tzv. kritickou místnost. Což bývá obvykle místnost s největšími tepelnými zisky. Pro výpočet byla zvolena místnost **2.24 – Pokoj 7B**, která se nachází v podkroví, není chlazena a má z vytipovaných pokojů v podkroví největší tepelnou ztrátu.

Místnost	Doba výpočtu [h]	Návrhová teplota [°C]	Tepelná zátěž [W]
2.24 - Pokoj 7B	8:00	24	537
2.35 - Pokoj 10A	12:00	24	513
2.27 - Pokoj 8A	16:00	24	530

Tabulka 1 – Tepelná zátěž pro volbu referenční místnosti

Podrobný výpočet tepelné zátěže je uveden v příloze **P9 – Výpočet tepelné zátěže**.

Posouzení bylo provedeno v softwaru DEKSOFT® – KOMFORT. Pro názornost uvádím souhrnnou tabulku, kompletní výpočet viz příloha **P3 – Posouzení tepelné stability**

Tepelná technika KOMFORT  
verze 2.1.2

 DEKSOFT®

#### Souhrnná tabulka - letní stabilita

Místnost				
Ozn.	Název	$\theta_{ai,max,N}$	$\theta_{ai,max}$	Hod.
[-]	[-]	[°C]	[°C]	[-]
MIS-1	Pokoj JV	27,00	26,78	+
Legenda: ! ... nevyhovuje požadované hodnotě + ... vyhovuje požadované hodnotě $\theta_{ai,max,N}$ ... Požadovaná hodnota nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním období $\theta_{ai,max}$ ... Nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období				

Tabulka 2 – Výsledek posouzení stability místnosti

## A.2.3. VÝPOČET PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA OBÁLKY BUDOVY

Posouzení bylo provedeno v softwaru DEKSOFT® – ENERGETIKA. Pro názornost uvádím grafické znázornění, kompletní výpočet viz příloha P4 – Protokol průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy

program ENERGETIKA  
verze 6.0.6

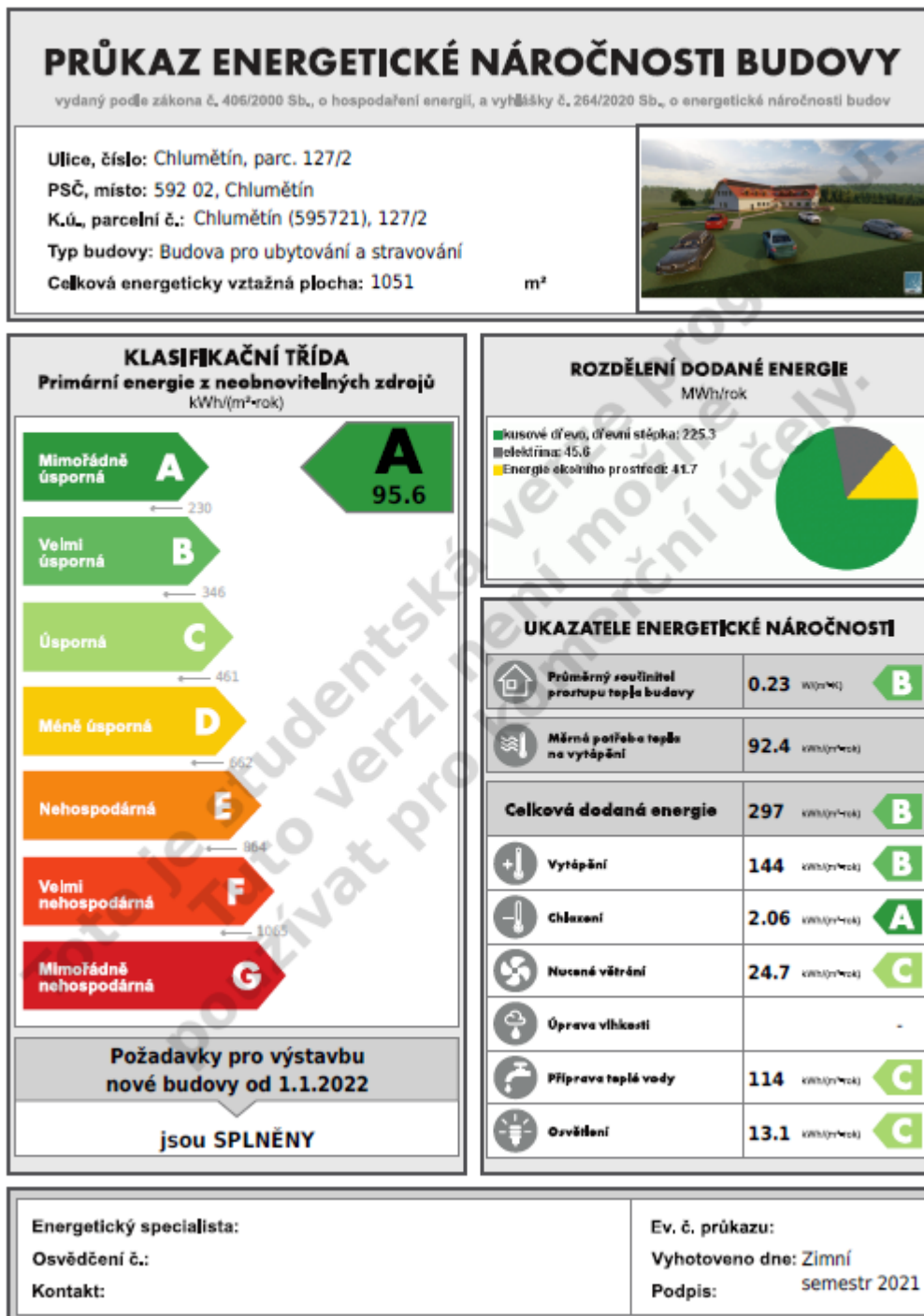
DEKSOFT®

KLASIFIKACE PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA OBÁLKY BUDOVY			
Typ budovy:	Budova pro ubytování a stravování	Hodnocení obálky budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Chlumětín 592 02, Chlumětín		
Katastrální území:	595721		
Parcelní číslo:	127/2		
Celková podlahová plocha $A_z = 1051,36 \text{ [m}^2\text{]}$		hodnocená	doporučení
<p>mimořádně úsporná</p> <p>0,22</p> <p>0,29</p> <p>0,38</p> <p>0,54</p> <p>0,73</p> <p>0,92</p> <p>mimořádně neekonomická</p>		0,227	
KLASIFIKACE		B	-
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em} \text{ [W/(m}^2\text{K)] } U_{em} = H_T / A$		0,227	-
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em,R,class} \text{ W/(m}^2\text{.K)}$ typu referenční budovy určené vyhláškou o ENB pro klasifikaci.		0,319	-
Platnost štítku do (datum):	12.12.2031 (nebo do změny obálky budovy)		
Jméno a příjmení:			

Tabulka 3 - Energetický štítek obálky budovy

## A.2.4. PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

Posouzení bylo provedeno v softwaru DEKSOFT® – ENERGETIKA. Pro názornost uvádím grafické znázornění, kompletní výpočet viz příloha P4 – **Protokol průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy**



Obrázek 1 – Štítek průkazu energetické náročnosti budovy



## A.3. AKUSTIKA

### A.3.1. POSOUZENÍ KONSTRUKCÍ Z HLEDISKA VZDUCHOVÉ A KROČEJOVÉ NEPRŮZVUČNOSTI

Vzduchovou a kročejevou neprůzvučnost neprůzvučnost konstrukcí lze obvykle zjistit z katalogů výrobců, kteří udávají laboratorní neprůzvučnost, která je lepší než stavební vzduchová neprůzvučnost, proto je třeba ji doplnit o příslušné korekce. Výpočet se řídí normou ČSN EN 12354 – 1 Stavební akustika. [2]

### A.3.2. VÝPOČET VZDUCHOVÉ NEPRŮZVUČNOSTI KONSTRUKCÍ

Výpočet vážené stavební vzduchové neprůzvučnosti je dán vzorcem:

$$R'_w = R_w - k$$

Kde:  $R'_w$  [dB] – vážená stavební vzduchová neprůzvučnost

$R_w$  [dB] – vážená laboratorní vzduchová neprůzvučnost

$k$  [dB] – korekce závislá na šíření zvuku vedlejšími cestami

Korekce pro váženou stavební vzduchovou neprůzvučnost zohledňují šíření zvuku pomocí vedlejších cest a obecně nabývají hodnot:

2 dB	pro těžké konstrukce
2~5 dB	pro vápenopískové tvarovky
3~6 dB	pro běžné zdící tvarovky
5~15 dB	pro sádkartonové příčky

V případě že máme železobetonovou horizontální dělící konstrukci, na které se nacházejí další vrstvy, které zlepšují neprůzvučnost, jako plovoucí podlahy, lze připočítat zlepšení vzduchové neprůzvučnosti vlivem podlahy přes rezonanční kmitočet pomocí vzorce: [2]

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{s' \cdot \left( \frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2} \right)}$$

Kde:  $f_0$  [Hz] – rezonanční kmitočet

$s'$  [ $\text{MN}\cdot\text{m}^{-3}$ ] – dynamická tuhost izolační vrstvy

$m'_1$  [ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ] – plošná hmotnost základního prvku

$m'_2$  [ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ] – plošná hmotnost přídatné vrstvy

Zlepšení vážené stavební vzduchové neprůzvučnosti se pro rezonanční kmitočet  $f_0$  v rozmezí 30~160 Hz spočítá podle vzorce:

$$\Delta R_w = 74,4 - 20 \log(f_0) - \frac{R_w}{2}$$

Kde:  $\Delta R_w$  [dB] – zlepšení vážené neprůzvučnosti přídatnými vrstvami

$f_0$  [Hz] – rezonanční kmitočet

$R_w$  [dB] – vážená laboratorní vzduchová neprůzvučnost

### VZDUCHOVÁ STAVEBNÍ NEPRŮZVUČNOST

S5 – Podlaha nad 1.NP:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{s' \cdot \left( \frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2} \right)} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{8,4 \cdot \left( \frac{1}{331} + \frac{1}{132} \right)} = 47,79 \text{ Hz}$$

$$\Delta R_w = 74,4 - 20 \log(47,79) - \frac{53}{2} = 14,31 \text{ dB}$$

$$R'_w = R_w - k + \Delta R_w = 53 - 2 + 14 = 65 \text{ dB}$$

P1 – Příčka 1.NP zděná:

$$R'_w = R_w - k = 43 - 5 = 38 \text{ dB}$$

SN1 – Vnitřní nosná stěna zděná:

$$R'_w = R_w - k = 46 - 5 = 41 \text{ dB}$$

P2 – Příčka 2.NP sádkartonová:

$$R'_w = R_w - k = 68 - 15 = 53 \text{ dB}$$

SO1 – Obvodová stěna zděná:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{s' \cdot \left( \frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2} \right)} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{9,4 \cdot \left( \frac{1}{255} + \frac{1}{28} \right)} = 97,66 \text{ Hz}$$

$$\Delta R_w = 74,4 - 20 \log(97,66) - \frac{46}{2} = 11,60 \text{ dB}$$

$$R'_w = R_w - k + \Delta R_w = 46 - 2 + 11 = 55 \text{ dB}$$

SO2 – Obvodová stěna vikýře – dřevěná s obkladem:

$$R'_w = R_w - k = 48 - 10 = 38 \text{ dB}$$

ST1 – Střecha

$$R'_w = R_w - k = 50 - 10 = 40 \text{ dB}$$

### A.3.3. VÝPOČET KROČEJOVÉ NEPRŮZVUČNOSTI

Výpočet vážené stavební kročejové neprůzvučnosti je dán vzorcem:

$$L'_{n,w} = L_{n,w} + k$$

Kde:  $L'_{n,w}$  [dB] – vážená stavební kročejová neprůzvučnost

$L_{n,w}$  [dB] – vážená laboratorní kročejová neprůzvučnost

$k$  [dB] – korekce závislá na šíření zvuku vedlejšími cestami

Korekce na šíření kročejového zvuku vedlejšími cestami se uvažuje v rozmezí 1~2dB

I u kročejové neprůzvučnosti lze opět uvažovat se zlepšením kročejové neprůzvučnosti vlivem přídatných vrstev. Zlepšení lze přímo odečíst z nomogramu a je závislé na plošné hmotnosti a dynamické tuhosti přídatných vrstev. Výsledná stavební kročejová neprůzvučnost je pak dána vzorcem: [2]

$$L'_{n,w} = L_{n,w} - \Delta L_w + k$$

Kde:  $L'_{n,w}$  [dB] – vážená stavební kročejová neprůzvučnost

$L_{n,w}$  [dB] – vážená laboratorní kročejová neprůzvučnost

$\Delta L_w$  [dB] – zlepšení kročejové neprůzvučnosti vlivem přídatných vrstev

$k$  [dB] – korekce závislá na šíření zvuku vedlejšími cestami

### KROČEJOVÁ STAVEBNÍ NEPRŮZVUČNOST

S5 – Podlaha nad 1.NP:

$$L'_{n,w} = L_{n,w} - \Delta L_w + k = 83 - 35 + 2 = 50 \text{ dB}$$

### A.3.4. POSOUZENÍ VNITŘNÍCH KONSTRUKCÍ

Posouzení se řídí normou ČSN 73 0532 – Akustika. Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků, ve které jsou uvedeny jednotlivé požadavky na dělicí konstrukce. [2]

POSOUZENÍ NEPRŮZVUČNOSTI STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ						
Konstrukce	Zatřídění prostoru dle ČSN 73 0532	Stavební vzduchová neprůzvučnost		Stavební kročejová neprůzvučnost		Posouzení $R'_{w, pož} < R'_{w, skut}$ $L'_{w, pož} > L'_{w, skut}$
		Požadovaná	Skutečná	Požadovaná	Skutečná	
		$R'_{w, pož}$ [dB]	$R'_{w, skut}$ [dB]	$L'_{w, pož}$ [dB]	$L'_{w, skut}$ [dB]	
<b>Stropy</b>						
S5 - Podlaha nad 1.NP	D. 11 Restaurace a jiné provozy s provozem po 22h	62	65	48	50	Vyhovuje
<b>Stěny</b>						
P1 - Příčka 1.NP zděná	G. 19 Kanceláře a pracovny s běžnou pracovní činností, chodby pomocné provozy	37	38			Vyhovuje
SN1 - Vnitřní nosná stěna zděná	G. 19 Kanceláře a pracovny s běžnou pracovní činností, chodby pomocné provozy	37	41			Vyhovuje
P2 - Příčka 2.NP sádrokartonová	D. 9 Hotely a zařízení pro přechodné ubytování - Všechny místnosti druhých jednotek	47	53			Vyhovuje

Tabulka 4 – Výsledek posouzení neprůzvučnosti vnitřních konstrukcí

### A.3.5. POSOUZENÍ OBVODOVÝCH KONSTRUKCÍ

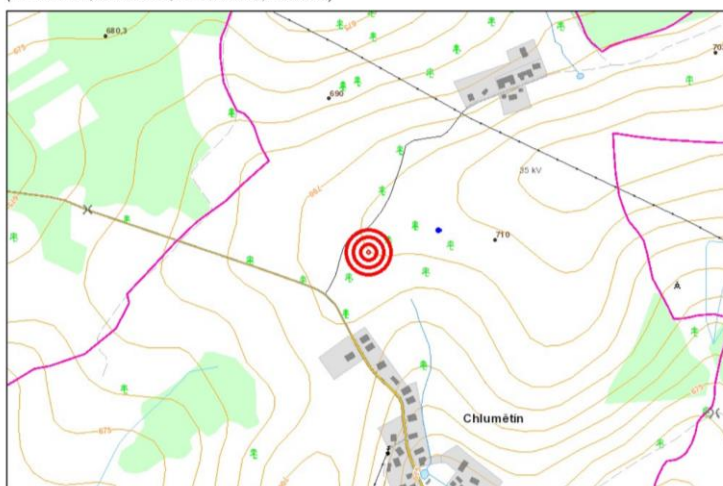
Posouzení vychází z hlukových map, ve kterých jsou znázorněny hodnoty hlukového ukazatele pro celodenní obtěžování hlukem (den-večer-noc) a rušení spánku (noc).

Posouzení se opět řídí normou ČSN 73 0532 – Akustika. Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků, ve které jsou uvedeny jednotlivé požadavky na konstrukce.

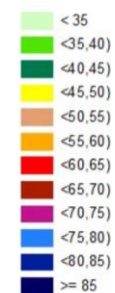
POSOUZENÍ NEPRŮZVUČNOSTI STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ					
Konstrukce	Zatřídění prostoru dle ČSN 73 0532	Ekvivalentní hladina akustického tlaku ve vzdálenosti 2 m před fasádou		Stavební vzduchová neprůzvučnost konstrukce	Posouzení $L_{Aeg, 2m} < R'_w$
		V denní době 06:00 – 22:00 h	V noční době 22:00 – 06:00 h		
		$L_{Aeg, 2m}$ [dB]	$L_{Aeg, 2m}$ [dB]	$R'_w$ [dB]	
<b>Střecha</b>					
ST1 – Střecha	Pokoje v hotelech a penzionech < 50 dB noc; < 40 dB den	30	30	40	Vyhovuje
<b>Stěny</b>					
SO2 – Obvodová stěna vikýře	Pokoje v hotelech a penzionech < 50 dB noc; < 40 dB den	30	30	55	Vyhovuje
SO1 – Obvodová stěna zděná	Pokoje v hotelech a penzionech < 50 dB noc; < 40 dB den	30	30	38	Vyhovuje

Tabulka 5 – Výsledek posouzení neprůzvučnosti obvodových konstrukcí

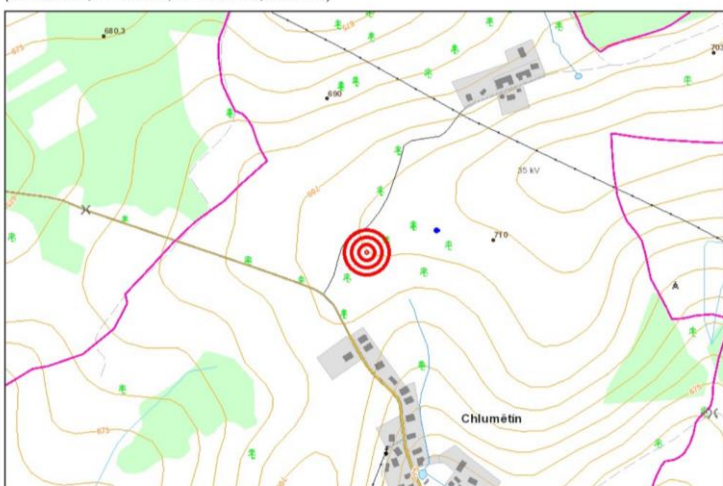
Hodnoty hlukového ukazatele pro noc ( $L_n$ ) – rušení spánku  
(X: -635344,94292624 , Y: -1096473,0495349)



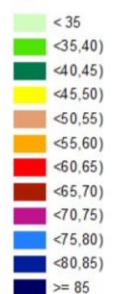
Legenda hlukové mapy (v dB)



Hodnoty hlukového ukazatele pro noc ( $L_n$ ) – rušení spánku  
(X: -635344,94292624 , Y: -1096473,0495349)



Legenda hlukové mapy (v dB)



Obrázek 2 – Hluková mapa [4]

## A.4. ZÁKLADOVÉ PATKY A PASY

Návrh základových patek a pasů vychází ze zatěžovacího schéma, pro návrh základových pasů pod obvodovou stěnou byl proveden výpočet ve dvou řezech a to v místě vikýře a místě mimo vikýř, aby bylo ověřeno, zda hostnost sněhu, která se na střeše mimo vikýř rozprostírá na větší ploše, převáží hmotnost vikýře. Pro návrh pak byl použit větší z vypočtených základových pasů.

Pro rekapitulaci uvádím pouze shrnutí výpočtů, kompletní posouzení je uvedeno v Příloze P6 – **Návrh základových pasů a patek**

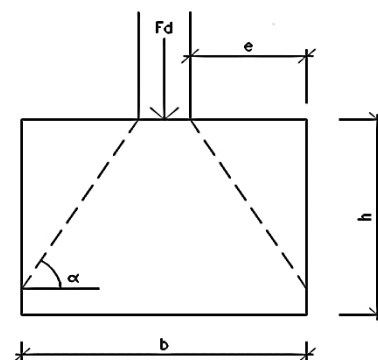
### NÁVRH ZÁKLADOVÉHO PASU V MÍSTĚ VIKÝŘE

#### SHRNUTÍ

Stálé zatížení celkem:	55,04	kN/m'
Proměnné zatížení:	8,64	kN/m'
Kombinace zatížení 6.10	87,25	kN/m'

#### Návrh základového pasu

Zatížení na základovou spáru $F_d$ :	87,25	kN
Únosnost zeminy $R_d$ :	200,00	kPa
Předběžná šířka základu $b_{před} = F_d/R_d$ :	0,44	m
Skutečná šířka základu $b_{skut}$ :	0,50	m
roznášecí úhel $\alpha$	60,00	°
excentricita $e$	0,10	m
Předběžná výška základu $h_{před} = \text{tg}(\alpha) \cdot e$ :	0,17	m
Skutečná výška základu $h_{skut}$ :	0,20	m



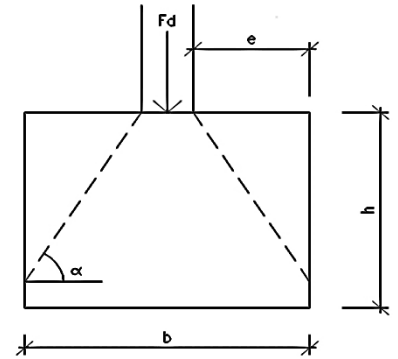
## NÁVRH ZÁKLADOVÉHO PASU V MÍSTĚ MIMO VIKÝŘ

### SHRNUTÍ

Stálé zatížení celkem:	61,92	kN/m'
Proměnné zatížení:	32,64	kN/m'
Kombinace zatížení 6.10	132,55	kN/m'

### Návrh základového pasu

Zatížení na základovou spáru $F_d$ :	132,55	kN
Únosnost zeminy $R_d$ :	200,00	kPa
Předběžná šířka základu $b_{před} = F_d/R_d$ :	0,66	m
Skutečná šířka základu $b_{skut}$ :	0,70	m
roznášecí úhel $\alpha$	60,00	°
excentricita $e$	0,20	m
Předběžná výška základu $h_{před} = \text{tg}(\alpha) \cdot e$ :	0,35	m
Skutečná výška základu $h_{skut}$ :	0,40	m



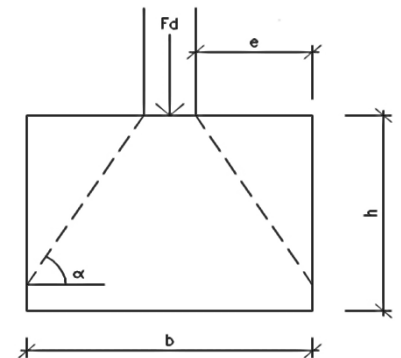
### Návrh základové patky

### SHRNUTÍ

Stálé zatížení celkem:	162,32	kN
Proměnné zatížení:	226,61	kN
Kombinace zatížení 6.10	559,05	kN

### Návrh základové patky

Zatížení na základovou spáru $F_d$ :	559,05	kN
Únosnost zeminy $R_d$ :	200,00	kPa
Předběžná šířka základu $b_{před} = \sqrt{F_d/R_d}$ :	1,67	m
Skutečná šířka základu $b_{skut}$ :	1,70	m
roznášecí úhel $\alpha$	40,00	°
excentricita $e$	0,65	m
Předběžná výška základu $h_{před} = \text{tg}(\alpha) \cdot e$ :	0,55	m
Skutečná výška základu $h_{skut}$ :	0,60	m



## A.5. DENNÍ OSVĚTLENÍ

Výpočet denního osvětlení se řídí požadavky normy ČSN 73 0580, ČSN 73 4301 a vyhláškou č.268/2009. Pro výpočet byly zvoleny místnosti: 1.05 – Místnost údržby,

1.21 – Kancelář v prvním nadzemním podlaží a místnost 2.07 – Pokoj 2B v druhém nadzemním podlaží, tento pokoj má ze všech pokojů nejhorší poměr podlahové plochy ku rozměrům okna a je orientovaný na sever, proto posloužil jako referenční místnost. Výpočet byl proveden v software BuildingDesign – Modul pro výpočet denní osvětlenosti. Pro názornost uvádím výsledky výpočtu, kompletní posouzení viz příloha **P7 – Výpočet denní osvětlenosti**.

**Přehled výsledků**

Název	Minimální hodnota	Požadovaná hodnota	Maximální hodnota	Rovnoměrnost
<b>1.05 - Místnost údržby</b>				
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %	(2,0) 100 / 50 %	5,9 %	0,78
<b>1.21 - Kancelář</b>				
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %	(2,0) 63 / 50 %	5,0 %	0,29
<b>2.07 - Pokoj 2B</b>				
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %	(2,0) 64 / 50 %	5,1 %	0,3

Tabulka 6 – Přehled výsledků výpočtu denní osvětlenosti



**ČÁST B**  
**TECHNIKA PROSTŘEDÍ STAVEB**



## B.1. ZÁMĚR

Záměrem návrhu systémů TZB bylo navrhnout je tak, aby vyhověly potřebám hostů a personálu v objektu a zároveň umožňovaly nenáročný a hospodárný provoz. Také zde byl kladen důraz na jednoduchost uživatelského ovládání systémů, protože portfolio klientů využívajících sužby penzionu je široké a proto je třeba uspokojit nejen technicky zdatné, ale i méně zdatné klienty.

## B.2. VYUŽITÍ DEŠŤOVÉ VODY

U objektu je navrženo hospodaření s dešťovou vodou ze střechy objektu. Dešťová voda z parkovišť nebude jímána, neboť parkoviště jsou navrženy jako zelené, zpevněné pomocí zatravnovacích dlaždic se šterkovým podložím, které bude napomáhat vsakování.

Dešťové vody sbírané ze střechy budou akumulovány v nádržích umístěných na pozemku přilehlém k objektu. Dešťová voda bude využívána ke splachování WC a také pro případnou zálivku zahrady.

Odtok retenčního množství bude proveden do dešťové kanalizace, která je v obci napojena na síť požárních nádrží a pod obcí ústí do Chlumětínského potoka. Trvalé zasakování dešťových vod do zeminy není možné, protože Chlumětínský kopec je protkaný prameny a je zde snaha louky spíše odvodňovat pomocí struh.

### B.2.1. VÝPOČET POTŘEBY PITNÉ VODY

Výpočet potřeby vody byl spočítán dle směrných čísel dle vyhlášky 48/2014 Sb.

**Průměrná denní potřeba vody:**

$$Q_{dp} = q_s \cdot n$$

Kde:  $Q_{dp}$  [ $\text{l} \cdot \text{den}^{-1}$ ] – je průměrná denní potřeba vody

$q_s$  [ $\text{l} \cdot \text{mj}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$ ] – je specifická denní potřeba vody vztahovaná na měrnou jednotku

$n$  [mj] – je počet měrných jednotek

**Maximální denní potřeba vody:**

$$Q_{d,max} = Q_{dp} \cdot k_d$$

Kde:  $Q_{d,max}$  [ $l \cdot den^{-1}$ ] – je maximální denní potřeba vody

$Q_{dp}$  [ $l \cdot den^{-1}$ ] – je průměrná denní potřeba vody

$k_d$  [-] – součinitel denní nerovnoměrnosti

**Maximální hodinová potřeba vody:**

$$Q_{h,max} = \frac{Q_{d,max}}{t} \cdot k_h$$

Kde:  $Q_{h,max}$  [ $l \cdot h^{-1}$ ] – je maximální hodinová potřeba vody

$Q_{d,max}$  [ $l \cdot den^{-1}$ ] – je maximální denní potřeba vody

$t$  [h] – je doba provozu

$k_h$  [-] – je součinitel hodinové nerovnoměrnosti

**Roční potřeba vody:**

$$Q_{rok} = q_{rok} \cdot n$$

Kde:  $Q_{rok}$  [ $m^3 \cdot rok^{-1}$ ] – je roční potřeba vody

$q_{rok}$  [ $m^3 \cdot mj^{-1} \cdot den^{-1}$ ] – je směrné číslo roční potřeby vody vztažené na měrnou jednotku

$n$  [mj] – je počet měrných jednotek

## B.2.1.1. VÝPOČET

### OBSAZENOST

Hosté restaurace:	68 hostů
Personál:	2 kuchaři
	1 servírka
	1 barman
	2 pomocné síly
	1 recepční
	2 uklízečky
	1 údržbář
	2 rezerva
	1 provozní
Hosté penzionu:	31 ubytovaných

### SPOTŘEBA PITNÉ VODY

#### Kuchyň:

$$5 \cdot 80 = 400 \text{ m}^3/\text{rok} \quad 13 \cdot 219,2 = 2849,6 \text{ l/den}$$

#### Bar:

$$3 \cdot 60 \cdot 2 = 360 \text{ m}^3/\text{rok} \quad 3 \cdot 134,4 \cdot 2 = 806,4 \text{ l/den}$$

#### Ostatní:

$$5 \cdot 26 = 130 \text{ m}^3/\text{rok} \quad 5 \cdot 104,0 = 520 \text{ l/den}$$

#### Hosté penzionu:

$$31 \cdot 45 = 1395 \text{ m}^3/\text{rok} \quad 31 \cdot 123,3 = 3822,3 \text{ l/den}$$

#### Celkem:

$$Q_{\text{rok}} = 2285 \text{ m}^3/\text{rok}$$

$$Q_{\text{dp}} = 7998,3 \text{ l/den}$$

$$Q_{d,\text{max}} = Q_{\text{dp}} \cdot k_d = 7998,3 \cdot 1,5 = 11997,45 \text{ l/den}$$

$$Q_{h,\text{max}} = \frac{Q_{d,\text{max}}}{t} \cdot k_h = \frac{11997,45}{16} \cdot 1,8 = 1349,71 \text{ l/h}$$

## B.2.2. VÝPOČET POTŘEBY DEŠŤOVÉ VODY

Výpočet byl proveden dle ČSN EN 16941-1

### Denní potřeba nepitné vody:

$$D_{N,d} = D_{p,d} \cdot n + D_{f,d}$$

Kde:  $D_{N,d}$  [ $\text{l} \cdot \text{den}^{-1}$ ] – je denní potřeba nepitné vody

$D_{p,d}$  [ $\text{l} \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$ ] – je denní potřeba nepitné vody související s osobami

$D_{f,d}$  [ $\text{l} \cdot \text{den}^{-1}$ ] – je denní potřeba nepitné vody nesouvisející s osobami (zalévání)

$n$  [-] – počet osob v budově

### Denní potřeba vody pro zalévání nebo kropení:

$$Q_{f,d} = q_{zal} \cdot S$$

Kde:  $D_{f,d}$  [ $\text{l} \cdot \text{den}^{-1}$ ] – je denní potřeba nepitné vody nesouvisející s osobami

$q_{zal}$  [ $\text{l} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{den}^{-1}$ ] – je denní potřeba nepitné vody pro zalévání nebo kropení

$S$  [ $\text{m}^2$ ] – je plocha, která se zalévá nebo kropí

### Roční potřeba nepitné vody:

$$D_{t,a} = D_{p,d} \cdot n \cdot d_a + D_{f,a} \cdot S$$

Kde:  $D_{t,a}$  [ $\text{l} \cdot \text{rok}^{-1}$ ] – je roční potřeba nepitné vody

$D_{p,d}$  [ $\text{l} \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$ ] – je denní potřeba nepitné vody související s osobami

$n$  [-] – počet osob v budově

$d_a$  [den] – počet dnů v roce, kdy se nepitná voda využívá

$D_{f,a}$  [ $\text{l} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$ ] – je denní potřeba nepitné vody pro zalévání nebo kropení

$S$  [ $\text{m}^2$ ] – je plocha, která se zalévá nebo kropí

### B.2.2.1. VÝPOČET

#### SPOTŘEBA DEŠŤOVÉ VODY

##### Záchody:

Hosté penzionu:

$$31 \cdot 24 = 744 \text{ l/den} \quad 7 \cdot 744 = 5,208 \text{ m}^3/\text{týden} \quad 0,75 \cdot 365 \cdot 744 = 203,670 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Personál:

$$13 \cdot 12 = 156 \text{ l/den} \quad 7 \cdot 156 = 1,092 \text{ m}^3/\text{týden} \quad 365 \cdot 156 = 56,940 \text{ m}^3/\text{rok}$$

##### Pračky:

$$31 \cdot 15 = 465 \text{ l/den} \quad 1 \cdot 465 = 0,465 \text{ m}^3/\text{týden} \quad 52 \cdot 30 = 24,180 \text{ m}^3/\text{rok}$$

##### Celkem:

$$Q_{\text{rok}} = 284,79 \text{ m}^3/\text{rok}$$

$$Q_{\text{týden}} = 6,765 \text{ m}^3/\text{rok}$$

$$Q_{\text{dp}} = 1395 \text{ l/den}$$

$$Q_{d,\text{max}} = Q_{dp} \cdot k_d = 1395 \cdot 1,5 = 2092,50 \text{ l/den}$$

$$Q_{h,\text{max}} = \frac{Q_{d,\text{max}}}{t} \cdot k_h = \frac{2092,5}{16} \cdot 1,8 = 235,41 \text{ l/h}$$

### B.2.3. VÝPOČET ROČNÍHO NÁTOKU SRÁŽKOVÉ VODY

$$Y_R = \sum A \cdot h \cdot e \cdot \eta$$

Kde:  $Y_R$  [ $\text{l} \cdot \text{rok}^{-1}$ ] – je roční nátok srážkové vody

$A$  [ $\text{m}^2$ ] – je půdorysný průmět odvodňované plochy

$h$  [mm] – je dlouhodobý roční srážkový normál

$e$  [-] – je součinitel výtěžnosti sběrné plochy

$\eta$  [-] – je hydraulická účinnost mechanického čištění

### B.2.3.1. VÝPOČET

Plocha střechy:	649,60 m <sup>2</sup>
Dlouhodobý srážkový průměr:	673mm
Součinitel výtěžnosti plochy:	0,8
účinnost mechanického čištění:	0,9

$$Y_R = \sum A \cdot h \cdot e \cdot \eta = 649,60 \cdot 673 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 314,770 \text{ m}^3/\text{rok}$$

### B.2.4. VÝPOČET RETENČNÍHO OBJEMU

Návrh podzemní retenční nádrže byl proveden dle TNV 75 9011. K výpočtu byl použit výpočtový program dostupný z webu: [3]

<https://www.nicoll.cz/technicka-podpora/kalkulatory/dimenzovani-retencni-nadrze.html>

#### B.2.4.1. VÝPOČET

**Retenční objem:**

$$V_r = 0,001 \cdot w \cdot h_d \cdot A_{red} - 0,001 \cdot Q_o \cdot t_c \cdot 60$$

Kde:  $V_r$  [m<sup>3</sup>] – je retenční objem dešťové nádrže

$w$  [-] – je součinitel stoletých srážek

$h_d$  [mm] – je návrhový úhrn srážek

$A_{red}$  [m<sup>2</sup>] – je redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy

$Q_o$  [l·s<sup>-1</sup>] – je regulovaný odtok srážkových vod z retenční nádrže

$t_c$  [min] – je doba trvání srážky

**Doba vyprázdnění:**

$$T_{pr} = \frac{V_{vz}}{Q_o}$$

Kde:  $T_{pr}$  [s] – je doba vyprázdnění retenční nádrže

$V_r$  [m<sup>3</sup>] – je největší vypočítaný retenční objem dešťové nádrže

$Q_o$  [m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>] – je regulovaný odtok srážkových vod z retenční nádrže



## Odvodňované plochy

$A = 649.6$ $m^2$	Střechy s nepropustnou horní vrstvou	sklon nad 5%	$\Psi =$ 1.00	$A_{red} = 649.6$ $m^2$
----------------------	---	-----------------	------------------	----------------------------

## Lokalita - nejbližší srážkoměrná stanice

3 - Polička

## Návrhové a vypočítané údaje

$A_{red}$	649.6 $m^2$	redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy
$p$	0.2 rok <sup>-1</sup>	periodicita srážek
$Q_0$	0.5 l.s <sup>-1</sup>	regulovaný odtok
$h_d$	39.9 mm	návrhový úhrn srážek
$t_c$	360 min	doba trvání srážky
$V_{vz}$	15.1 $m^3$	největší vypočtený retenční objem retenční nádrže (návrhový objem)
$T_{pr}$	8.4 hod	doba prázdnění retenční nádrže - <b>VYHOVUJE</b>

Tabulka 7 – Návrh retenční nádrže [3]

## B.2.5. NÁVRH AKUMULAČNÍCH NÁDRŽÍ

Objem akumulčních nádrží se obvykle navrhuje na dvou až tří týdenní zásobu vody. Akumulační nádrž bude sloužit zároveň i k retenci, proto je potřeba tento objem v nádrži rezervovat.

**Zásoba vody:**  $(2\sim3) \cdot 6,765 = 20,295 \text{ m}^3/\text{měsíc}$

$$\begin{aligned} V_{nádrže} &= V_{ak} + V_{vz} = (2\sim3) \cdot Q_{týden} + V_{vz} = (2\sim3) \cdot 6,6765 + 15,1 \\ &= 28,553\sim35,23 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Navrženy 3 betonové nádrže **PNK-TS 250/250/10 BZP** s užitným objemem 12,272  $m^3$ . Specifikace viz technické listy výrobce [5].

## B.3. NÁVRH OSVĚTLENÍ

Záměrem bylo navrhnout v objektu úsporné osvětlení, které bude jednoduché na ovládní a zároveň bude umožňovat pohodlný provoz restaurace a objektu.

V prostoru restaurace je záměrem navrhnout dekorativní osvětlení, které bude dokreslovat atmosféru restaurace, proto budou tato světla rozdělena do zón a napojena na

čidla venkovního osvětlení. Pro splnění požadované osvětlenosti budou navržena ještě doplňková svítidla a osvětlení baru řešeno samostatně.

V prostoru kuchyně budou navržena světla nad pracovními plochami, která budou ovládána vypínačem a prostory přidružené kuchyni budou řešeny obdobně, ale svítidla budou ovládána senzory pohybu. Nad varným centrem bude instalována digestoř s integrovanými svítidly, které budou ovládány pomocí senzorů teploty při spuštění varného centra. Ve skladech budou svítidla také napojena na senzor pohybu, aby nebylo při transportu potravin nutné sahat na vypínače.

Osvětlení na chodbách a částech penzionu a restaurace, kde je nahodilý výskyt osob budou světla ovládána pomocí senzorů.

Návrh svítících prvků byl proveden tokovou metodou.

#### **Světelný tok:**

$$\Phi = \frac{E \cdot A}{\eta_p \cdot z}$$

Kde:  $\Phi$  [lm] – je požadovaný světelný tok místnosti

$E$  [lux] – je požadovaná udržovaná osvětlenost

$A$  [m<sup>2</sup>] – je osvětlovaná plocha

$\eta_p$  [-] – je součinitel reflexní účinnosti prostoru

$\eta_s$  [-] – je součinitel optické účinnosti svítidla

$z$  [-] – udržovací činitel

#### **Součinitel reflexní účinnosti prostoru:**

Získává se interpolací z tabulek na základě výpočtu prostorového indexu

$$k = \frac{a \cdot b}{h_v \cdot (a + b)}$$

Kde:  $k$  [-] – je prostorový index

$a$  [m] – je šířka místnosti

$b$  [m] – je délka místnosti

$h_v$  [m] – je výška svítidla nad srovnávací rovinou

### Výpočet počtu svítidel:

$$n_{SV} = \frac{\Phi_z}{\Phi_{zdroje} \cdot \eta_s \cdot n_z}$$

Kde:  $n_{SV}$  [ks] – je počet svítidel

$\Phi_z$  [lm] – je požadovaný světelný tok dle výpočtu

$\Phi_{zdroje}$  [lm] – je světelný tok jednoho zdroje

$\eta_s$  [-] – je optická účinnost svítidla

$n_z$  [ks] – je počet zdrojů v jednom svítidle

### B.3.1.1. VÝPOČET

Pro demonstraci uvádím jeden list výpočtu, zbytek viz příloha **P8 – Návrh osvětlovacích prvků**

# VÝPOČET OSVĚTLOVACÍCH PRVKŮ

															Vypracoval		List č.																																					
															Jan Vtípil		1																																					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19																																				
																			Označení místnosti		Označení okruhu		Rozměr zóny		Plocha osvětlované části		Výška svítidla nad srovnávací rovinou		Požadovaná osvětlenost		Odráživost stropu		Odráživost stěn		Odráživost srovnávací roviny		Činitel místnosti		Reflexní účinnost prostoru		Optická účinnost svítidla		Udržovací činitel		Potřebný světelný tok		Počet druhů svítidel		Počet svítidel stejného druhu		Světelný tok svítidla		Celkový světelný tok	
																			a	b	S	h	E	$\rho_{str}$	$\rho_s$	$\rho_{sr}$	k	$\eta_p$	$\eta_s$	z	$\Phi$			$\Phi$	$\Phi_c$																			
[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[lux]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[lm]			[lm]	[lm]																																					
1.30	1.1	9,70	15,8	113,7	1,00	200	0,80	0,80	0,50	6,00	1,00	0,70	0,70	46400	2	22	1521	47164																																				
																17	806																																					
	1.2	2,65	3,25	11,60	1,00	300	0,80	0,75	0,50	1,46	1,00	0,70	0,70	7102	1	9	806	7254																																				
1.31	1.4	1,50	2,50	3,75	2,50	150	0,80	0,75	0,75	0,38	0,59	0,95	0,70	1440	1	1	1960	1960																																				
1.12	2.1	6,00	4,15	24,90	2,30	500	0,80	0,60	0,60	1,07	0,91	0,95	0,50	28954	2	3	7000	38200																																				
																4	4300																																					
1.13	2.2	2,90	2,85	8,27	2,30	300	0,80	0,60	0,60	0,62	0,65	0,95	0,50	8087	1	1	9700	9700																																				
1.14	2.2	2,95	2,85	8,41	2,30	300	0,80	0,60	0,60	0,63	0,65	0,95	0,50	8179	1	1	9700	9700																																				
1.11	2.2	2,50	3,70	9,25	2,30	300	0,80	0,60	0,60	0,65	0,66	0,95	0,50	8824	1	2	7000	14000																																				
1.09	2.2	1,60	2,35	3,76	2,50	150	0,80	0,75	0,75	0,38	0,59	0,95	0,70	1432	1	1	1960	1960																																				
1.08	2.2	1,60	2,35	3,76	2,50	150	0,80	0,75	0,75	0,38	0,59	0,95	0,70	1432	1	1	1960	1960																																				
1.15	2.2	1,60	3,15	5,04	2,50	150	0,80	0,75	0,75	0,42	0,63	0,95	0,70	1810	1	1	1960	1960																																				
1.16	2.2	1,60	3,15	5,04	2,50	150	0,80	0,75	0,75	0,42	0,63	0,95	0,70	1810	1	1	1960	1960																																				
1.10	3.1	1,20	22,9	36,75	3,00	100	0,80	0,80	0,80	0,38	0,64	0,95	0,70	8585	1	5	1960	9800																																				
1.07	4.1	2,35	5,75	13,51	2,50	200	0,80	0,80	0,75	0,67	0,84	0,95	0,50	6744	1	1	7000	7000																																				
1.06	4.1	2,50	2,35	5,88	2,50	100	0,80	0,80	0,75	0,48	0,71	0,95	0,50	1740	1	1	1960	1960																																				
1.05	5.1	2,50	2,35	5,88	2,50	300	0,80	0,80	0,75	0,48	0,71	0,95	0,70	3728	1	2	1960	3920																																				
1.04	6.1	2,00	2,35	4,70	2,00	200	0,80	0,80	0,80	0,54	0,77	0,95	0,70	1840	1	1	1960	1960																																				
1.03	7.1	2,35	2,65	6,23	2,00	100	0,80	0,80	0,80	0,62	0,83	0,95	0,70	1131	1	1	1960	1960																																				
1.02	8.1	2,35	2,65	6,23	2,00	100	0,80	0,80	0,80	0,62	0,83	0,95	0,70	1131	1	1	1960	1960																																				
1.01	9.1	2,00	2,35	4,70	2,00	200	0,80	0,80	0,80	0,54	0,77	0,95	0,70	1840	1	1	1960	1960																																				
1.21	10.1	3,15	4,10	12,92	2,50	300	0,80	0,80	0,75	0,71	0,87	0,95	0,70	6669	1	4	1960	7840																																				
1.19	11.1	5,35	3,15	16,85	2,50	200	0,80	0,80	0,75	0,79	0,93	0,95	0,50	7659	1	1	9700	9700																																				
1.20	12.1	1,50	3,15	4,73	2,50	200	0,80	0,80	0,75	0,41	0,65	0,95	0,50	3060	1	2	1960	3920																																				
1.18	13.1	3,50	3,15	11,03	2,50	150	0,80	0,80	0,75	0,66	0,84	0,95	0,70	2960	1	2	2000	4000																																				
1.17	13.1	3,00	3,15	9,45	2,50	150	0,80	0,80	0,75	0,61	0,81	0,95	0,70	2642	1	2	2000	4000																																				
1.26	13.1	2,00	1,80	3,60	2,30	150	0,80	0,80	0,75	0,41	0,66	0,95	0,70	1240	1	1	2000	2000																																				
1.27	13.1	2,00	1,80	3,60	2,30	150	0,80	0,80	0,75	0,41	0,66	0,95	0,70	1240	1	1	2000	2000																																				
1.29	13.1	2,00	2,20	4,40	2,30	150	0,80	0,80	0,75	0,46	0,69	0,95	0,70	1440	1	1	2000	2000																																				
1.28	13.1	2,00	2,20	4,40	2,30	150	0,80	0,80	0,75	0,46	0,69	0,95	0,70	1440	1	1	2000	2000																																				

Tabulka 8 – Návrh osvětlovacích prvků

## B.4. CHLAZENÍ

Pro chlazení objektu je uvažováno chlazení pomocí fancoilů s centrálním zdrojem chladu a zásobníkem. Fancoily budou v zimě sloužit pro vytápění a regulace teploty bude pomocí termostatů umístěných v příslušných místnostech.

### B.4.1. NÁVRH CHLADÍCÍCH PRVKŮ A ZDROJE CHLADU

Návrh zdroje pro chlazení a návrh distribučních prvků vychází z výpočtu tepelné zátěže jednotlivých místností. Místnosti, které slouží k pobytu osob a nejsou chlazeny, je třeba posoudit na tepelnou stabilitu místnosti.

#### Návrh koncepce chlazení:

Místnosti, které budou chlazeny pomocí fancoilů:

- 1.11 Příprava
- 1.12 Kuchyň
- 1.13 Výdej jídel
- 1.14 Umývárna nádobí
- 1.21 Kancelář
- 1.25 Chodba s recepcí
- 1.30 Restaurace

Místnosti ve 2.NP nebudou chlazeny, bylo provedeno posouzení tepelné stability místnosti viz příloha: **P3 – Posouzení tepelné stability**

#### Výkon zdroje chladu:

Sestává z výkonů potřebných pro chlazení vzduchu ve vzduchotechnických jednotkách a výkonů potřebných pro chlazení jednotlivých místností.

$$Q_{ch} = s \cdot (Q_m + Q_{VZT})$$

Kde:  $Q_{ch}$  [W] – je minimální výkon zdroje chladu

$Q_m$  [W] – je výkony potřebné pro chlazení jednotlivých místností

$Q_{VZT}$  [W] – je výkon potřebný pro chlazení vzduchu

$s$  [-] – je součinitel současnosti

### Výkon potřebný pro chlazení vzduchu:

$$Q_{VZT} = V_{VZT} \cdot \rho \cdot c \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

Kde:  $Q_{VZT}$  [W] – je výkon potřebný pro chlazení vzduchu

$V_{VZT}$  [ $m^3 \cdot h^{-1}$ ] – je objemový průtok vzduchu vzduchotechnickou jednotkou

$n_i$  [ $h^{-1}$ ] – je požadovaná výměna vzduchu v místnosti

$\rho$  [ $kg \cdot m^{-3}$ ] – je hustota vzduchu

$c$  [ $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$ ] – je měrná tepelná kapacita vzduchu

$\theta_{int,i}$  [ $^{\circ}C$ ] – je převažující teplota interiéru

$\theta_e$  [ $^{\circ}C$ ] – je výpočtová teplota exteriéru

#### B.4.1.1. VÝPOČET

Pro demonstraci uvádím výpočet tepelné zátěže v prostoru restaurace, zbylé výpočty viz příloha P9 – Výpočet tepelné zátěže.

#### Odhad doby výpočtu pro restauraci:

Intenzita sluneční radiace [ $W \cdot m^{-2}$ ]															
Hodina	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
V	83	322	481	539	505	389	232	141	139	130	117	100	78	53	24
J	24	53	78	128	230	335	409	435	409	335	230	128	78	53	24
Z	24	53	78	100	117	130	139	141	232	389	505	539	481	322	83
Difúzní	45	87	80	100	117	130	139	141	139	130	117	100	80	87	45
Celkem:	176	515	717	867	969	<b>984</b>	919	858	919	<b>984</b>	969	867	717	515	176

Tabulka 9 – Intenzita sluneční radiace

Pro výpočet restaurace, která má okna orientovaná na tři strany, jsem zvolil výpočet v 14:00, kvůli vyšší radiční teplotě a vyšší teplotě vzduchu.

## VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTĚŽE

<b>Místnost:</b> 1.30 - Restaurace	<b>Doba výpočtu:</b> 14:00	<b>Návrhová teplota místnosti:</b> 24,0 °C
------------------------------------	----------------------------	--

Tepelné zisky okny									
Označení - orientace	Plocha oken	Osluněná plocha oken	Intenzita sluneční radiace	Intenzita difúzní radiace	Korekce na čistotu atmosféry	Stínící součinitel	Součinitel prostupu tepla	Teplota exteriéru	Celková tepelná zátěž
-	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	-	-	W/m <sup>2</sup> ·K	°C	W
O1 - V	9,00	6,30	130	130	1,150	0,135	0,880	27,0	198,29
D2 - J	2,10	1,47	335	130	1,150	0,135	1,200	27,0	95,07
O1 - J	6,75	4,73	335	130	1,150	0,135	0,880	27,0	299,10
O1 - Z	9,00	6,30	389	130	1,150	0,135	0,880	27,0	451,62
<b>Celkem:</b>									<b>1044,08</b>

Tepelné zisky vnějšími stěnami							
Označení - orientace	Plocha stěny	Součinitel prostupu tepla	Tloušťka stěny	Fázové posunutí	Rovnocenná sluneční teplota	Průměrná rovnocenná sluneční teplota	Celková tepelná zátěž
-	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> ·K	m	h	°C	°C	W
SO1 - V	50,7	0,163	0,5	15,5	19,5	29,7	38,99
SO1 - J	29,7	0,163	0,5	15,5	19,5	29,6	22,39
SO1 - Z	39,07	0,163	0,5	15,5	19,5	29,7	30,06
<b>Celkem:</b>							<b>91,45</b>

Tepelné zisky vnitřními stěnami				
Označení	Plocha stěny	Součinitel prostupu tepla	Teplota za konstrukcí	Celková tepelná zátěž
-	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> ·K	°C	W
SN1	9,49	0,53	32	40,24
D1	2,10	1,23	32	20,66
<b>Celkem:</b>				<b>60,90</b>

Tepelné zisky ostatní									
Počet osob:	Produkce tepla osob:	Počet jídel	Produkce tepla pokrmů	Podlahová plocha	Výkon osvětlení	Součinitel osvětlení	Počet technologií	Produkce tepla technologií	Celková tepelná zátěž
-	W/os	n/h	Wh	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	-	-	W	W
68	118	70	5	113,49	3,5	0,75	2	300	9271,91

**TEPELNÁ ZÁTĚŽ MÍSTNOSTI: 10407 W**

Tabulka 10 – Výpočet tepelné zátěže pro místnost 1.30 - Restaurace

Jelikož jsou pokoje ve 2. NP obdobné, byl vybrán referenční pokoj, tj. pokoj s největší tepelnou zátěží, který byl posouzen na tepelnou stabilitu místnosti viz příloha

### P3 – Posouzení tepelné stability.

#### NÁVRH DISTRIBUČNÍCH PRVKŮ PRO CHLAZENÍ:

ZJEDNODUŠENÝ VÝPOČET CHLADÍCÍCH PRVKŮ												
			Tep. přívodního vzduchu:					Vypracoval:		List č.		
			24					Jan Vtípil		1		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Označení místnosti	Název místnosti	Plocha místnosti	Tepelná zátěž místnosti	Teplota interiéru	Průtok větracího vzduchu	Výkon dodaný VZT jednotkou	Výkon pro dochlazení	Typ a velikost navrženého prvku	Chladicí výkon prvku	Počet prvků	Celkový tepelný výkon prvků	Procento využití
		S	Q <sub>m</sub>	t <sub>i</sub>	m	Q <sub>VZT</sub>	Q <sub>d</sub>		Q <sub>t</sub>		ΣQ <sub>t,sk</sub>	η
		m <sup>2</sup>	W	°C	m <sup>3</sup> /h	W	W		W		W	%
<b>1.NP:</b>												
1.11	Příprava	13,63	8520	26	880	593	7928	IVAR. ECI 2085	8760	4	35040	92
1.12	Kuchyň	24,92	15578	26	1608	1083	14495					
1.13	Výdej jídel	8,26	5163	26	533	359	4804					
1.14	Umývárna nádobí	8,41	5257	26	542	365	4892					
1.21	Kancelář	12,92	185	24	20	0	185	IVAR.EGWW 07	1900	1	1900	10
1.25	Chodba s recepcí	39,08	707	24	580	0	707	IVAR.EGWW 07	1900	2	3800	19
1.30	Restaurace	148,7	10407	24	1400	0	10407	IVAR. ECI 2025	2520	6	15120	69
<b>2.NP:</b>												
2.24	Pokoj 7B	16,61	537	24	90	0	537	Nechlazeno				
2.27	Pokoj 8A	16,61	530	24	90	0	530	Nechlazeno				
2.35	Pokoj 10A bezbariérový	16,17	513	24	90	0	513	Nechlazeno				

Tabulka 11 – Zjednodušený návrh chladicích prvků

#### NÁVRH ZDROJE

Tepelná zátěž objektu tepelnými zisky: 45,817 kW

Tepelná zátěž objektu větráním:

Průtok vzduchu VZT1: 1400 m<sup>3</sup>/h

Průtok vzduchu VZT2: 3686 m<sup>3</sup>/h

Průtok vzduchu VZT3: 1880 m<sup>3</sup>/h

$$Q_{VZT} = \frac{1979 + 1880 + 3686}{3600} \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (27 - 24) = 7617,42W$$

$$Q_{ch} = s \cdot (Q_{ch} + Q_{VZT}) = 0,7 \cdot (45,817 + 7,617) = 37,40 kW$$



Navržena chladicí jednotka **CLIVET WSAN-XIN 161**. Specifikace viz technické listy výrobce [6].

### NÁVRH AKUMULAČNÍ NÁDRŽE

Velikost akumulční nádrže se uvažuje v rozsahu 10~15 násobku chladícího výkonu.

$$V = (10\sim 15) \cdot Q_z = (10\sim 15) \cdot 43,2 = 432\sim 648l$$

Navržena nádrže **IVAR.PUFFER PSS 500** o objemu 473l. . Specifikace viz technické listy výrobce [7].

## B.5. VĚTRÁNÍ

Pro větrání byl navržen systém nuceného větrání se zpětným získáváním tepla. Objekt je rozdělen do 3 zón, z nichž každá je větrána vlastní VZT jednotkou. VZT jednotky obsahují krom rekuperačního výměníku, ohřívač a chladič pro úpravu teploty vzduchu přiváděného do místnosti.

Výpočet průtoků vzduchů vychází z hygienických požadavků na větrání, uvažuje se s množstvím vzduchu na osobu, popřípadě podle typu množství zařizovacích předmětů.

Potrubí bylo předběžně nadimenzováno pomocí volby ekonomických rychlostí. Kdy rychlost v potrubí by měla od distribučního prvku směrem ke strojovně stoupat.

### B.5.1. VÝPOČET PRŮTOKŮ VZUCHU A NÁVRH DISTRIBUČNÍCH PRVKŮ

#### 1.30 Restaurace:

Větráno jednotkou VZT1, přívod i odvod vzduchu

Plocha:	148,65 m <sup>2</sup>
Světlá výška:	3,225 m
Objem místnosti:	479,40 m <sup>3</sup>
Počet osob:	70 os
Množství vzduchu na osobu:	20 m <sup>3</sup> /h·os
Intenzita větrání:	$(70 \cdot 20) / 479,4 = 2,9$ 1/h
Průtok vzduchu:	$70 \cdot 20 = 1400$ m <sup>3</sup> /h
Průtok vzduchu:	1400 m <sup>3</sup> /h

Přívod i odvod: 2 řady SPIRO mřížek rozměru 300x75mm nad komunikacemi. V každé řadě 5 ks; tlaková ztráta 10Pa

### 1.12 Kuchyň:

Větráno jednotkou VZT2, přívod i odvod vzduchu

Plocha:

Příprava:	13,63 m <sup>2</sup>
Kuchyň:	24,9 m <sup>2</sup>
Výdej jídel:	8,26 m <sup>2</sup>
<u>Umývárna nádobí:</u>	<u>8,41 m<sup>2</sup></u>
Celkem:	55,2 m <sup>2</sup>
Světlá výška:	3,225 m

Objem místnosti:

Příprava:	43,96 m <sup>3</sup>
Kuchyň:	80,37 m <sup>3</sup>
Výdej jídel:	26,64 m <sup>3</sup>
<u>Umývárna nádobí:</u>	<u>27,12 m<sup>3</sup></u>
Celkem:	178,02 m <sup>3</sup>
Intenzita větrání:	20 1/h

Průtok vzduchu:

Příprava:	20·43,96 =	879,2 m <sup>3</sup> /h
Kuchyň:	20·80,37 =	1607,4 m <sup>3</sup> /h
Výdej jídel:	20·26,64 =	532,8 m <sup>3</sup> /h
<u>Umývárna nádobí:</u>	<u>20·27,12 =</u>	<u>542,4 m<sup>3</sup>/h</u>
Celkem:		3560 m <sup>3</sup> /h

Příprava:	879,2 m <sup>3</sup> /h
Kuchyň:	1607,4 m <sup>3</sup> /h
Výdej jídel:	532,8 m <sup>3</sup> /h
<u>Umývárna nádobí:</u>	<u>542,4 m<sup>3</sup>/h</u>
Celkem:	3560 m <sup>3</sup> /h

Odsávání:

Navrženy dvě digestoře **ATREA MODIS 2** rozměru 800x2300mm tlaková ztráta 75Pa; součástí digestoře je osvětlení a 5ks tukových filtrů. Specifikace viz technické listy výrobce [8].

Přívod vzduchu:

Navrženy SPIRO mřížky

Příprava: 2 ks 300x150 nad každým pracovním stolem; tlaková ztráta 20Pa

Kuchyň: 2 ks 300x150 nad pracovními místy; tlaková ztráta 15Pa

Výdej jídel: 1 ks 400x150 nad každým pracovním stolem; tlaková ztráta 15Pa

Umývárna nádobí: 1 ks 400x150 nad každým pracovním stolem; tlaková ztráta 15Pa

### 1.21 Kancelář:

Větráno jednotkou VZT2, přívod i odvod vzduchu

Plocha: 12,92 m<sup>2</sup>

Světlá výška: 3,225 m

Objem místnosti: 41,67 m<sup>3</sup>

Množství vzduchu na osobu: 20 m<sup>3</sup>/h·os

Intenzita větrání:  $20/41,67 = 0,48$  1/h

Minimální intenzita větrání: 0,5 1/h

Průtok vzduchu:  $41,67 \cdot 0,5 = 20,84$  m<sup>3</sup>/h

Navrženy talířové ventily Helios DLV 100.

Průtok vzduchu: 20,84 m<sup>3</sup>/h

Přívod: 1 ks, tlaková ztráta: 1,5 Pa

Odvod: 1 ks, tlaková ztráta: 1,5 Pa

### 1.05 Místnost údržby:

Větráno jednotkou VZT2, přívod i odvod vzduchu

Plocha: 4,7 m<sup>2</sup>

Světlá výška: 3,225 m

Objem místnosti: 15,16 m<sup>3</sup>

Množství vzduchu na osobu:	25	$\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{os}$
Intenzita větrání: $25/15,16 =$	1,64	1/h
Průtok vzduchu: $1\cdot 25$	25	$\text{m}^3/\text{h}$

Navrženy talířové ventily **Helios DLV 100**. Specifikace viz technické listy výrobce [9].

Průtok vzduchu: 25  $\text{m}^3/\text{h}$

Přívod: 1 ks, tlaková ztráta: 2 Pa

Odvod: 1 ks, tlaková ztráta: 2 Pa

### 1.20 Úklidová místnost:

Větráno jednotkou VZT2, přívod i odvod vzduchu

Průtok vzduchu:

1 x umyvadlo	30	$\text{m}^3/\text{h}$
<u>1 x výlevka</u>	<u>50</u>	<u><math>\text{m}^3/\text{h}</math></u>
Celkem:	80	$\text{m}^3/\text{h}$

Navrženy talířové ventily Helios DLV 125. Specifikace viz technické listy výrobce [9].

Průtok vzduchu: 80  $\text{m}^3/\text{h}$

Přívod: 1 ks, tlaková ztráta: 10,5 Pa

Odvod: 1 ks, tlaková ztráta: 10,5 Pa

### Hygienické prostory hostů:

Větráno jednotkou VZT1, přívod vzduchu do haly, odvod přes hygienické zázemí.

### 1.25 Chodba s recepcí:

Plocha:	39,08	$\text{m}^2$
Světlá výška:	3,225	m
Objem místnosti:	124,03	$\text{m}^3$
Intenzita větrání:	3	1/h
Průtok vzduchu: $124,03/3$	41,34	$\text{m}^3/\text{h}$

### 1.17 WC ženy:

Průtok vzduchu:

2 x umyvadlo	$2\cdot 30 =$	60	$\text{m}^3/\text{h}$
--------------	---------------	----	-----------------------

3 x WC	3·50 =	150	m <sup>3</sup> /h
Celkem:		210	m <sup>3</sup> /h

#### 1.18 WC muži:

Průtok vzduchu::

2 x umyvadlo	2·30 =	60	m <sup>3</sup> /h
2 x pisoár	2·25 =	50	m <sup>3</sup> /h
<u>2 x WC</u>	<u>3·50 =</u>	<u>100</u>	<u>m<sup>3</sup>/h</u>
Celkem:		210	m <sup>3</sup> /h

#### 1.28 Bezbariérové WC ženy:

Průtok vzduchu:

umyvadlo		30	m <sup>3</sup> /h
<u>WC</u>		<u>50</u>	<u>m<sup>3</sup>/h</u>
Celkem:		80	m <sup>3</sup> /h

#### 1.29 Bezbariérové WC muži:

Průtok vzduchu:

umyvadlo		30	m <sup>3</sup> /h
<u>WC</u>		<u>50</u>	<u>m<sup>3</sup>/h</u>
Celkem:		80	m <sup>3</sup> /h

#### Přívod:

Průtok vzduchu:

$$\Sigma WC = 580 \text{ m}^3/\text{h} > \text{Recepce: } 41,34 \text{ m}^3/\text{h}$$

Navrženy 3 ks SPIRO mřížek rozměru 300x75mm nad komunikacemi; tlaková ztráta 15Pa

#### Odvod:

Navrženy talířové ventily **Helios DLV 125**. Specifikace viz technické listy výrobce [9].

WC ženy: 210 m<sup>3</sup>/h

2 ks, tlaková ztráta: 11,5 Pa

WC muži: 210 m<sup>3</sup>/h

2 ks, tlaková ztráta: 11,5 Pa

Bezbariérové WC ženy: 80 m<sup>3</sup>/h

1 ks, tlaková ztráta: 10,5 Pa

Bezbariérové WC muži: 80 m<sup>3</sup>/h

1 ks, tlaková ztráta: 10,5 Pa

#### **Hygienické prostory zaměstnanců – ženy:**

Použit odtahový ventilátor přes fasádu.

#### **1.04 Šatna ženy:**

Plocha: 4,7 m<sup>2</sup>

Světlá výška: 3,225 m

Objem místnosti: 15,16 m<sup>3</sup>

Intenzita větrání: 1 1/h

Průtok vzduchu: 15,16/1 15,14 m<sup>3</sup>/h

#### **1.03 Zaměstnanecké WC + umývárna ženy:**

Průtok vzduchu:

2 x umyvadlo 2·30 = 60 m<sup>3</sup>/h

1 x sprcha 100 m<sup>3</sup>/h

1 x WC 50 m<sup>3</sup>/h

Celkem: 210 m<sup>3</sup>/h

Šatna ženy: 15,14 m<sup>3</sup>/h < Zaměstnanecké WC + umývárna ženy: 210 m<sup>3</sup>/h

Navržen koupelnový ventilátor **DALAP 125 PTZW** s doběhem 5 minut 1 ks. Specifikace viz technické listy výrobce [10].

#### **Hygienické prostory zaměstnanců – muži:**

Použit odtahový ventilátor přes fasádu.

### 1.01 Šatna muži:

Plocha:	4,7	m <sup>2</sup>
Světlá výška:	3,225	m
Objem místnosti:	15,16	m <sup>3</sup>
Intenzita větrání:	1	1/h
Průtok vzduchu:	15,16/1	15,14 m <sup>3</sup> /h

### 1.02 Zaměstnanecké WC + umývárna muži:

Průtok vzduchu:

1 x umyvadlo	30	m <sup>3</sup> /h
1 x pisoár	25	m <sup>3</sup> /h
1 x sprcha	100	m <sup>3</sup> /h
<u>1 x WC</u>	<u>50</u>	<u>m<sup>3</sup>/h</u>
Celkem:	205	m <sup>3</sup> /h

Navržen koupelnový ventilátor **DALAP 125 PTZW** s doběhem 5 minut 1 ks. Specifikace viz technické listy výrobce [10].

Šatna muži: 15,14 m<sup>3</sup>/h < Zaměstnanecké WC + umývárna muži: 210 m<sup>3</sup>/h

2 ks, tlaková ztráta: 11,5 Pa

### Ubytovací prostory:

Větráno jednotkou VZT3, přívod i odvod vzduchu

Průtok vzduchu na pokoji

Počet osob na pokoji:	2	os
Množství vzduchu na osobu:	20	m <sup>3</sup> /h·os
Průtok vzduchu na pokoji:	2·20 = 40	m <sup>3</sup> /h

Průtok vzduchu hygienického zázemí:

1 x umyvadlo	30	m <sup>3</sup> /h
1 x sprcha	100	m <sup>3</sup> /h
<u>1 x WC</u>	<u>50</u>	<u>m<sup>3</sup>/h</u>
Celkem:	180	m <sup>3</sup> /h

Průtok vzduchu celkem:

Počet osob na patře: 31 os  
Množství vzduchu na osobu: 20 m<sup>3</sup>/h·os  
Průtok vzduchu: 31·20 = 620 m<sup>3</sup>/h

Průtok vzduchu hygienického zázemí celkem:

10·180 = 1800 m<sup>3</sup>/h  
Celkem: 2420 m<sup>3</sup>/h

Pro přívod i odvod navrženy talířové ventily **Helios DLV 125**. Specifikace viz technické listy výrobce [9].

Pokoj: 40 m<sup>3</sup>/h < Koupelna: 180 m<sup>3</sup>/h

2 ks, tlaková ztráta: 10,75 Pa

### 2.05 Úklidová místnost:

Větráno jednotkou VZT3, přívod i odvod vzduchu

Průtok vzduchu:

1 x umyvadlo 30 m<sup>3</sup>/h  
1 x výlevka 50 m<sup>3</sup>/h  
Celkem: 80 m<sup>3</sup>/h

Navrženy talířové ventily **Helios DLV 125**. Specifikace viz technické listy výrobce [9].

Průtok vzduchu: 80 m<sup>3</sup>/h

Přívod: 1 ks, tlaková ztráta: 10,5 Pa

Odvod: 1 ks, tlaková ztráta: 10,5 Pa

### SHRNUTÍ

Místnost	Navržený distribuční prvek	Počet distrib. prvků	Objemový průtok distrib. prvkem [m <sup>3</sup> /h]	Objemový průtok celkem [m <sup>3</sup> /h]
<b>VZT 1 Přívod:</b>				
1.30 Restaurace	SPIRO Mřížka 300x75	10	140	1400
1.25 Chodba + recepce	SPIRO Mřížka 300x75	3	193	580
<b>VZT 1 Odvod:</b>				
1.30 Restaurace	SPIRO Mřížka 300x75	10	140	1400
1.18 WC muži	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	2	105	210



1.17 WC ženy	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	2	105	210
1.29 Bezbariérové WC muži	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	1	80	80
1.28 Bezbariérové WC ženy	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	1	80	80
<b>VZT 2 Přívod:</b>				
1.13 Výdej jídla	SPIRO Mřížka 400x150	1	533	533
1.14 Umývárna nádobí	SPIRO Mřížka 400x150	1	542	542
1.12 Kuchyň	SPIRO Mřížka 300x150	2	804	1608
1.11 Příprava	SPIRO Mřížka 300x150	2	440	880
1.20 Úklidová místnost	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	1	80	80
1.05 Místnost údržby	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV100	1	25	25
1.21 Kancelář	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV100	1	20	20
<b>VZT 2 Odvod:</b>				
1.12 Kuchyň	Atrea MODIS2 800x2300mm	2	1780	3560
1.20 Úklidová místnost	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	1	80	80
1.05 Místnost údržby	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV100	1	25	25
1.21 Kancelář	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV100	1	20	20
<b>Samostatný odvod:</b>				
1.02 WC + Umývárna muži	Koupelnový ventilátor DALAP 125 PTZW	1	226	226
1.03 WC + Umývárna ženy	Koupelnový ventilátor DALAP 125 PTZW	1	226	226
<b>VZT 3 Přívod:</b>				
2.01 Pokoj 1A	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	2	45	90
2.02 Pokoj 1B	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	2	45	90
2.05 Úklidová místnost	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	2	80	80
2.06 Pokoj 2A	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	2	45	90
2.07 Pokoj 2B	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	2	45	90
2.10 Pokoj 3	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	2	90	180
2.13 Pokoj 4A	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	2	45	90
2.14 Pokoj 4B	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	2	45	90
2.17 Pokoj 5	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	2	90	180
2.20 Pokoj 6	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	2	90	180
2.23 Pokoj 7A	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	2	45	90
2.24 Pokoj 7B	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	2	45	90
2.27 Pokoj 8A	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	2	45	90
2.28 Pokoj 8B	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	2	45	90
2.31 Pokoj 9	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	2	90	180
2.35 Pokoj 10A bezbariérový	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	2	45	90
2.35 Pokoj 10B bezbariérový	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	2	45	90
<b>VZT 3 Odvod:</b>				
2.03 Koupelna 1	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	2	90	180
2.05 Úklidová místnost	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	1	80	80
2.08 Koupelna 2	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	2	90	180
2.08 Koupelna3	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	2	90	180
2.15 Koupelna 4	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	2	90	180
2.18 Koupelna 5	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	2	90	180
2.21 Koupelna 6	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	2	90	180
2.25 Koupelna 7	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	2	90	180
2.30 Koupelna 8	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	2	90	180
2.32 Koupelna 9	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	2	90	180
2.37 Koupelna 10 bezbariérová	Čtyřhranný talířový ventil HELIOS DLV125	2	90	180

Tabulka 12 – Shrnutí distribučních prvků VZT

## B.5.2. DIMENZOVÁNÍ

Pro demonstraci uvádím výpočet jedné větve, zbylé výpočty viz příloha P10 – Zjednodušený návrh VZT potrubí.

ZJEDNODUŠENÝ VÝPOČET DN POTRUBÍ									
			Materiál potrubí:			Vypracoval		List č.	
			Pozinkovaný plech			Jan Vtípil		1	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Číslo okruhu	Číslo úsek	Objemový průtok	Předběžné			Skutečné			
			Rychlost	Průřezová plocha potrubí	Průměr potrubí	Rozměr potrubí	Rovnocenný průměr	Průřezová plocha potrubí	Rychlost
			m	w'	S'	D'	DN/AxB	D	S'
		m <sup>3</sup> /h	m/s	m <sup>2</sup>	mm	mm	mm	m <sup>2</sup>	m/s
<b>VZT 1 Přívod:</b>									
1P	1	140	2,50	0,0156	141	150		0,0177	2,20
	2	280	3,21	0,0242	176	180		0,0254	3,06
	3	420	3,57	0,0327	204	225		0,0398	2,93
	4	560	3,93	0,0396	225	225		0,0398	3,91
	5	700	4,29	0,0454	240	250		0,0491	3,96
	6	1400	4,64	0,0838	327	355		0,0990	3,93
	7	1979	5,00	0,1099	374	400		0,1257	4,37
2P	1	140	2,50	0,0156	141	150		0,0177	2,20
	2	280	3,21	0,0242	176	180		0,0254	3,06
	3	420	3,57	0,0327	204	225		0,0398	2,93
	4	560	3,93	0,0396	225	225		0,0398	3,91
	5	700	4,29	0,0454	240	280		0,0616	3,16
3P	1	193	2,50	0,0214	165	180		0,0254	2,11
	2	386	2,92	0,0368	216	225		0,0398	2,70
	3	579	3,33	0,0483	248	250		0,0491	3,28

Tabulka 13 – Zjednodušený návrh VZT potrubí

## B.5.3. NÁVRH VZT JEDNOTKY

Restaurace Průtok vzduchu VZT1: 1979 m<sup>3</sup>/h

Navržena jednotka **Atrea DUPLEX MULTIECO-V 1500.**

Kuchyň Průtok vzduchu VZT2: 3686 m<sup>3</sup>/h

Navržena jednotka **Atrea DUPLEX MULTIECO-V 3500**

Pokoje Průtok vzduchu VZT3: 1880 m<sup>3</sup>/h

Navržena jednotka **Atrea DUPLEX MULTIECO-V 1500**

Specifikace viz technické listy výrobce [8].

## B.6. SOLÁRNÍ SYSTÉMY

Na střeše objektu byly navrženy termické solární kolektory, avšak výpočet prokázal, že pro ohřev teplé vody postačují solární panely osazené na jižní střeše objektu, proto byla východní a západní strana střechy osázena fotovoltaickými panely.

### B.6.1. TERMICKÉ SOLÁRNÍ PANELE

Pro návrh solárních kolektorů nelze použít výpočet potřeby tepla dle ČSN 06 0302, protože hodnoty zde uvedené výpočet značně nadhodnocují a návrh solárních kolektorů pak vychází neekonomicky. Proto je třeba vycházet z hodnot skutečně změřených, které máme k dispozici například u rekonstrukcí, anebo lze použít tabulku normy TNI 73 0203. Dále je třeba spočítat denní potřebu tepla na přípravu teplé vody, podle kalorimetrické rovnice. [1]

$$Q_{TV,den} = (1 + z) \cdot \frac{V_{TV,den} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)}{3600 \cdot 1000}$$

Kde:  $Q_{TV,den}$  [kWh·den<sup>-1</sup>] – teplo potřebné pro ohřev vody

$z$  [-] – přírážka na tepelné ztráty související s přípravou teplé vody dle tabulky normy TNI 73 0203

$V_{TV,den}$  [m<sup>3</sup>·den<sup>-1</sup>] – celková potřeba teplé vody

$\rho$  [kg·m<sup>-3</sup>] – hustota vody při střední teplotě v zásobníku

$c$  [J·kg<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>] – měrná tepelná kapacita vody

$t_1$  [°C] – teplota vody na vstupu do ohřivače

$t_2$  [°C] – teplota vody na výstupu z ohřivače

## B.6.2. VÝPOČET

### POTŘEBA TEPLÉ VODY

Pro zadaný objekt uvažuji střední standart a potřebu teplé vody na osobu a den dle normy TNI 73 0203. [1]

Restaurace:

15 l/místo·den      počet míst: 70      potřeba teplé vody: 15·70 = 1050 l/den

Ubytování:

35 l/lůžko·den      počet lůžek: 31      potřeba teplé vody: 35·31 = 1085 l/den

Personál:

10 l/osoba·den      počet osob: 14      potřeba teplé vody: 10·14 = 120 l/den

Potřeba teplé vody celkem:  $V_{TV,den} = 2255 \text{ l/den} = \mathbf{2,26 \text{ m}^3/\text{den}}$

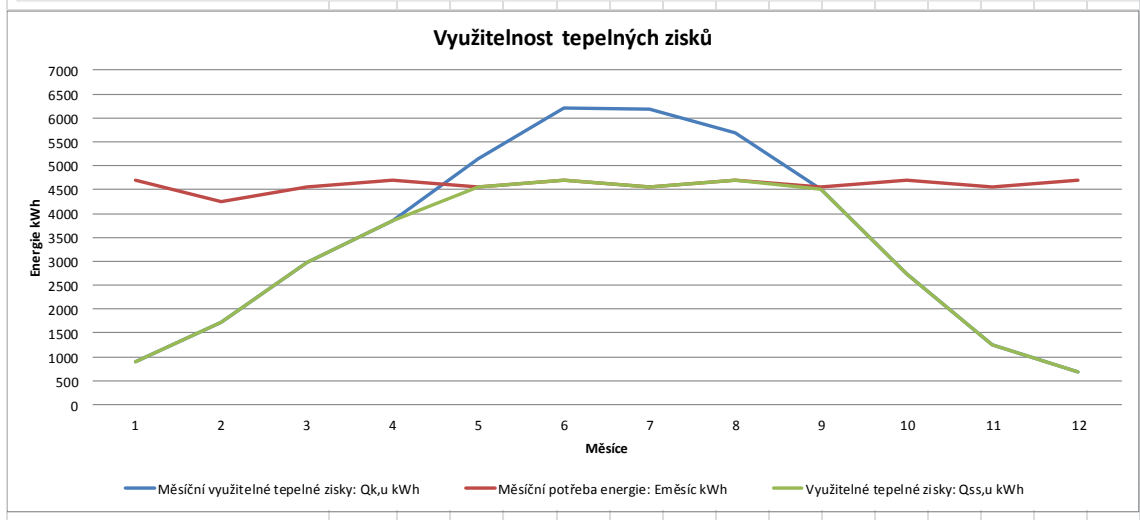
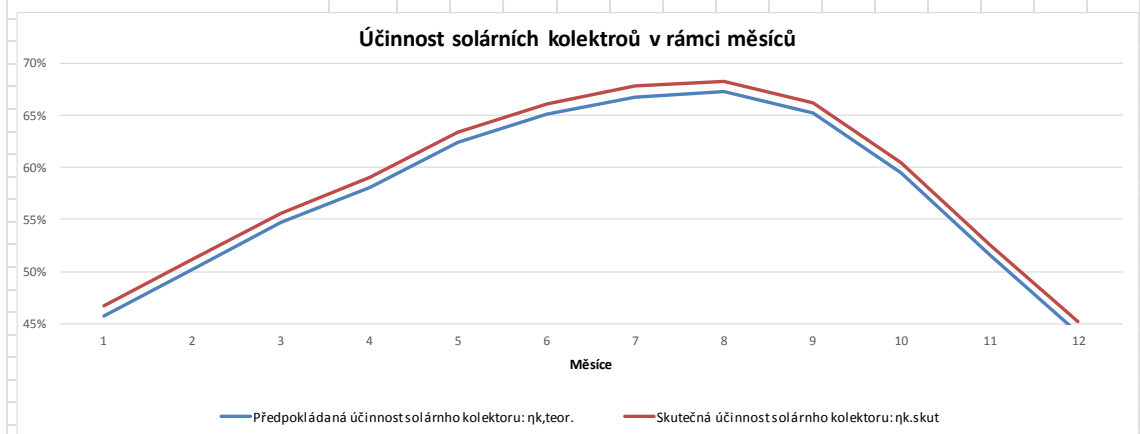
$$Q_{TV,den} = (1 + z) \cdot \frac{V_{TV,den} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)}{3600 \cdot 1000}$$
$$= (1 + 0,3) \cdot \frac{2,26 \cdot 990,2 \cdot 4176 \cdot (55 - 10)}{3600 \cdot 1000} = 151,86 \text{ kWh} \cdot \text{den}^{-1}$$

### NÁVRH KOLEKTOROVÉHO POLE

Pro návrh byl zvolen plochý rámový kolektor **IVAR.SOLAR 210 M4**. Specifikace viz technické listy výrobce [7].

### VÝPOČET ÚČINNOSTI SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ

Vstupní hodnoty															
Optická účinnost:	$\eta_0$	0,87	-	Letní útlum:					NE						
Střední teplota kolektoru:	$t_m$	40	°C	Potřeba energie na den v letním období:					$Q_{den}$	kWh					
Koeficient tepelné ztráty:	$a_1$	5,8	W·m <sup>-2</sup> ·K <sup>-1</sup>	Počet kolektorů:					$n_k$	36 ks					
Koeficient tepelné ztráty:	$a_2$	0	W·m <sup>-2</sup> ·K <sup>-1</sup>	Plocha jednoho kolektoru:					$A_{k,s}$	1,96 m <sup>2</sup>					
Ztráta kolektoru:		0,1	-	Plocha kolektorů:					$A_{k,s}$	70,56 m <sup>2</sup>					
Potřeba energie na den:	$Q_{den}$	151,86	kWh												
Výpočet															
Měsíc:				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Intenzita slunečního záření:	G	W·m <sup>-2</sup>		539	593	611	588	570	559	554	565	586	575	537	496
Venkovní výpočtová teplota:	$t_e$	°C		1,60	2,40	6,00	10,70	15,90	18,90	20,70	20,80	18,00	12,70	7,20	3,30
Předpokládaná účinnost solárního kolektoru:	$\eta_{k,teor}$	-		0,46	0,50	0,55	0,58	0,62	0,65	0,67	0,67	0,65	0,59	0,52	0,44
Počet dní v měsíci:	n	-		31	28	30	31	30	31	30	31	30	31	30	31
Měsíční potřeba energie:	$E_{mésic}$	kWh		4708	4252	4556	4708	4556	4708	4556	4708	4556	4708	4556	4708
Teoreticky možná dávka ozáření:	$H_{k,den,teor}$	kWh·m <sup>-2</sup> ·den		4,54	5,81	7,17	7,99	8,68	8,98	8,67	8,04	7,28	6,04	4,76	3,94
Teoreticky možná dávka difúzního ozáření:	$H_{k,den,dif}$	kWh·m <sup>-2</sup> ·den		0,37	0,53	0,80	1,12	1,39	1,54	1,51	1,29	0,97	0,67	0,44	0,34
Poměr doba slunečního svitu:	$\tau_p$	-		0,18	0,31	0,38	0,39	0,48	0,53	0,56	0,53	0,50	0,37	0,23	0,15
Denní dávka na plochu:	$H_{k,den}$	W·m <sup>-2</sup>		1,12	2,17	3,22	3,80	4,89	5,48	5,52	4,87	4,13	2,66	1,43	0,88
Denní měrný tepelný zisk:	$q_k$	kWh·m <sup>-2</sup> ·den		0,51	1,09	1,76	2,21	3,05	3,57	3,69	3,28	2,69	1,58	0,74	0,39
Potřebná aperturní plocha:	$A_k$	m <sup>2</sup>		326,34	153,50	94,78	75,68	54,69	46,79	45,31	51,00	62,09	105,73	225,93	430,59
Teplota absorberu:	$t_{k,m}$	°C		39,04											
Skutečná účinnost solárního kolektoru:	$\eta_{k,skut}$	-		0,47	0,51	0,56	0,59	0,63	0,66	0,68	0,68	0,66	0,60	0,53	0,45
Ztráty solární soustavy:	P	-		0,131											
Měsíční využitelné tepelné zisky:	$Q_{k,u}$	kWh		895	1712	2965	3836	5134	6198	6193	5683	4517	2746	1248	680
Využitelné tepelné zisky:	$Q_{ss,u}$	kWh		895	1712	2965	3836	4556	4708	4556	4708	4517	2746	1248	680
Solární pokrytí:	f	%		67,17											



Tabulka 14 – Výpočet účinnosti solárních kolektorů

## AKUMULAČNÍ NÁDRŽ PRO SOLÁRNÍ KOLEKTORY

Akumulační nádrž pro solární kolektory se obvykle uvažuje v rozmezí 1,5-2 násobek denní potřeby vody. [1]

$$V_z = (1,5 \sim 2) \cdot V_{TV,den} = (1,5 \sim 2) \cdot 2,26 = 3,39 \sim 4,52 \text{ m}^3$$

Maximální intenzita slunečního záření (odhad):  $G_{max}=900 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$

Nejvyšší účinnost:  $\eta_{k,max}=0,67$

Celková aperturní plocha:  $A_{k,skut}=70,56 \text{ m}^2$

Maximální výkon kolektorů:

$$Q_{k,max} = \eta_{k,max} \cdot A_{k,skut} \cdot G_{max} = 0,67 \cdot 70,56 \cdot 900 = 42\,548 \text{ W} = 42,55 \text{ kW}$$

Navrženy 2 zásobníky **IVAR.EUROMAX WWM 2000** a **IVAR.PRESTIGEMAX EPM 2000**.

Užitný objem zásobníku činí 1900 l.

Výkon výměníku činí 68 kW.

Podrobná specifikace viz technické listy výrobce [7].

### B.6.3. FOTOVOLTAICKÉ PANELE

Fotovoltaické panely budou osazeny na východní a západní střeše a budou sloužit pro snížení spotřeby nakupované energie. Vzhledem k vysoké spotřebě elektrické energie budovy vlivem elektrických spotřebičů v kuchyni, především indukčních vařičů nedochází téměř k žádným přebytkům elektrické energie, navíc je možné případné přebytky akumulovat do zásobníků s teplou vodou.

Pro vyrovnání výkyvů při spouštění a vypínání jednotlivých spotřebičů bude do systému navržena vyrovnávací baterie, která bude zároveň sloužit jako ochrana proti přetopení kotle, v případě výpadku elektrické energie bude řešena záložním zdrojem, záložní zdroj zajistí dochlazení kotle, napájení oběhového čerpadla a tím udrží kotel v provozu bez rizika jeho přehřátí. V baterii bude rezervována kapacita pro doběh oběhových čerpadel a pro odstavení kotle.

Výpočet spočívá ve stanovení rozložení spotřeby elektrické energie, dle předpokládaného provozu a dále ve stanovení denní a měsíční bilance výroby elektrické energie.

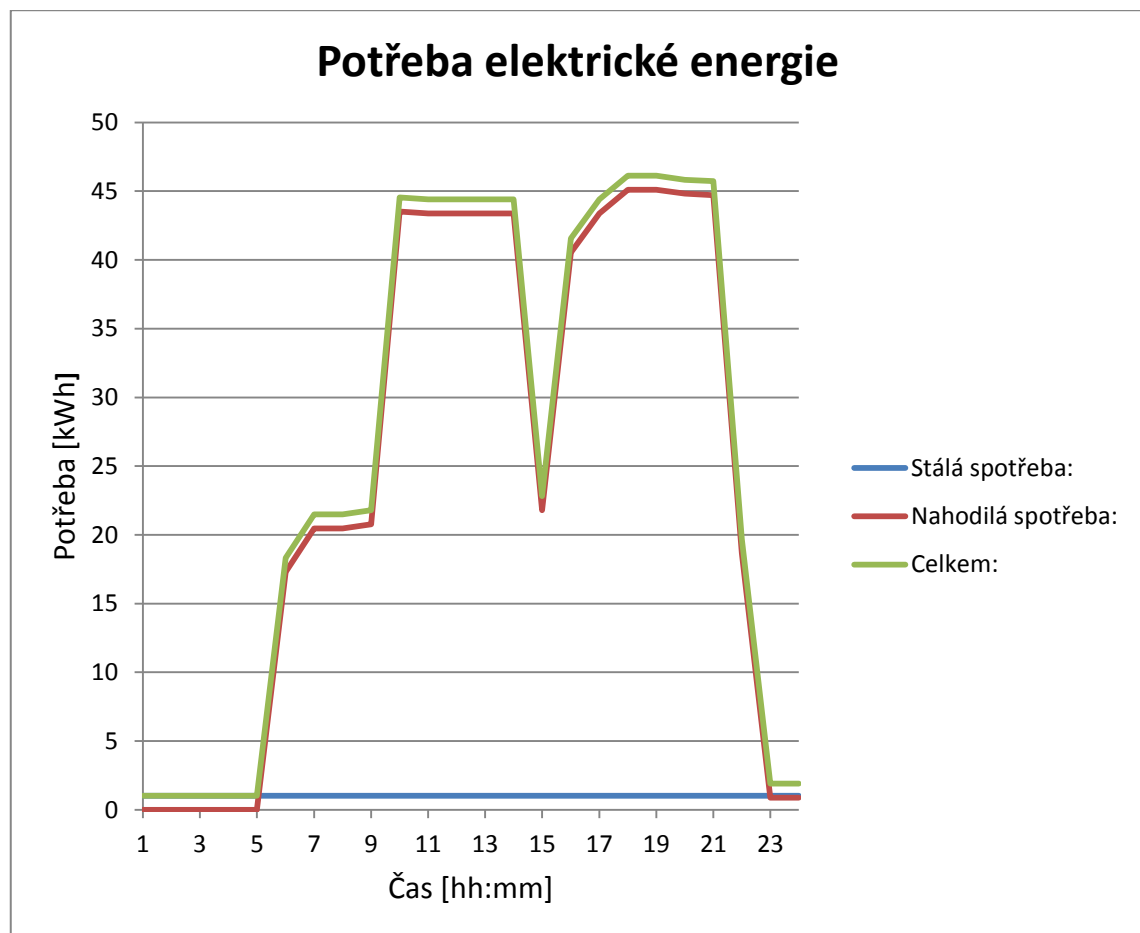
Návrh baterie Je proveden na denní přebytky, které budou s největší pravděpodobností spotřebovány na ohřev teplé vody, avšak je potřeba navrhnout bateriové úložiště pro zálohování kotle a oběhových čerpadel. Zálohu jsem volil na 12h.

### B.6.3.1. VÝPOČET

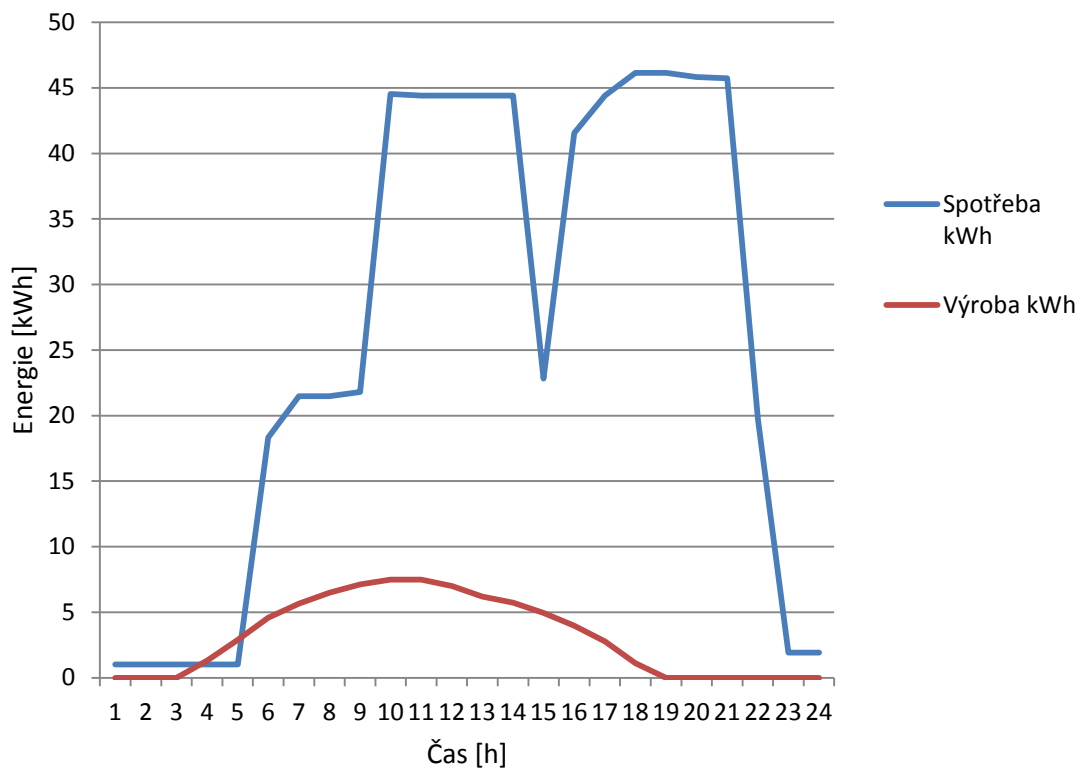
Pro návrh byly zvoleny polykrystalické panely

**Victron Energy 175W/12V/Poly/1485x668x30mm.** Specifikace viz technické listy výrobce [11].

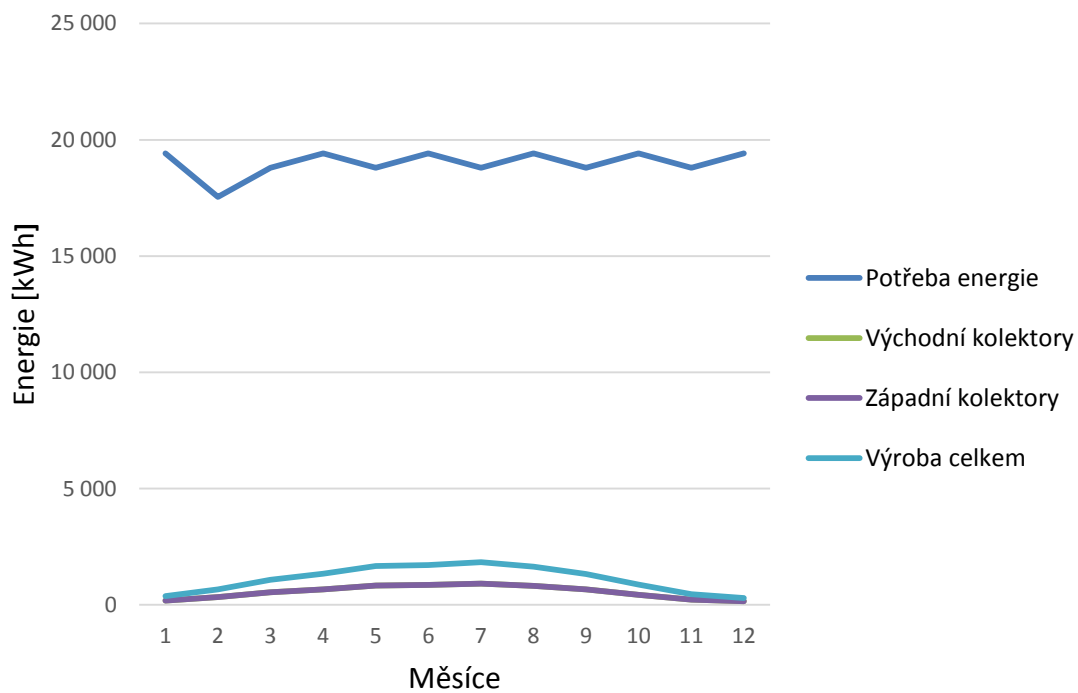
Pro demonstraci uvádím grafy, z denní bilance potřeby, měsíční a denní bilance spotřeba elektrické energie. Podrobný výpočet viz příloha **P11 – Návrh fotovoltaických panelů.**



## Denní bilance elektrické energie



## Měsíční bilance elektrické energie





### PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH BATERIE

Přebytky energie: 1,01 kWh

Energie potřebná pro provoz kotle a zařízení 12h:

Kotel:  $100\text{W} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 24 = 2\,400\text{Wh}$  2,4kWh

Čerpadla:  $50\text{W} \cdot 10 \cdot 1 \cdot 24 = 12\,000\text{Wh}$  12,0kWh

MaR:  $75\text{W} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 24 = 1\,800\text{Wh}$  1,8kWh

**Celkem: 17,21kWh**

Navrženo bateriové úložiště **KUMER KU-ES 2019** o kapacitě 18,6 kWh. Specifikace viz technické listy výrobce [12].

**ČÁST C**  
**NÁVRH VYTÁPĚNÍ**

## **C.1. INFORMACE O OBJEKTU**

### **C.1.1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE O STAVBĚ**

Název stavby:	Energeticky úsporná budova penzionu
Katastrální území:	Chlumětín
Umístění stavby:	Parcela číslo 127/2
Kraj:	Vysočina
Nadmořská výška:	704,400 m n. m., B. p. v.
Charakter stavby:	Novostavba
Účel stavby:	Rekreační ubytování s možností stravování

### **C.1.2. CHARAKTERISTIKA STAVBY**

Jedná se o novostavbu samostatně stojící, dvoupodlažní, energeticky úsporné budovy penzionu s restaurací na Vysočině. Budova je tvořena přízemím a obyvatelným podkrovím.

V přízemí se nachází restaurace, kuchyň, prostory, prostory pro zaměstnance, hygienické zázemí, technická místnost pro vzduchotechniku, technická místnost pro kotel na pevná paliva, recepce a kancelář.

Druhé podlaží je tvořeno obytným podkrovím, ve kterém se nachází pokoje pro hosty, včetně bezbariérového pokoje a dále technická místnost pro vzduchotechnickou jednotku.

K objektu náleží parkoviště pro personál, parkoviště pro hosty, přístřešky pro skladování dřeva, dřeva a zpevněné komunikace pro pěší.

### **C.1.3. KONCEPCE VYTÁPĚNÍ**

Vytápění bude v objektu navrženo jako teplovodní dvoutrubkové. Zdrojem tepla bude dřevozplyňující kotel, jelikož se objekt nachází v lokalitě CHKO Žďárské vrchy, kde jsou rozsáhlé lesy a dřeva z prořezávek nebo dřeva napadeného kůrovcem, které je třeba z lesů průběžně odstraňovat je zde více než dost.

Distribuce tepla do místností bude probíhat pomocí deskových otopných těles, trubkových v případě koupelen, která budou v prostorech pro personál ovládána pomocí termostatických hlavíc a v pokojích pro hosty pomocí elektronických hlavíc napojených na termostat. V místnostech, kde se předpokládá i chlazení bude do místností teplo distribuováno pomocí fancoilů, které budou v létě využívány pro chlazení a v létě pro vytápění. Tyto fancoily ovládány pomocí pokynů z termostatu. Pro vyrovnání vlivu chladných stěn budou případně navrženy doplňkové radiátory, ovládané elektronickými hlavicemi na základě pokynů z termostatu, aby nedocházelo k souběhu topení a chlazení.

## **C.2. VOLBA VÝPOČTOVÝCH TEPLŮT**

### **C.2.1. VOLBA VNĚJŠÍ VÝPOČTOVÉ TEPLŮTY**

Ze zadaných údajů o objektu lze vyčíst, že objekt se nachází na území s výpočtovou teplotou  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  v oblasti s intenzivními větry, vzhledem k výškové poloze objektu je třeba tuto teplotu snížit na  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . [1]

### **C.2.2. VOLBA VNITŘNÍ VÝPOČTOVÉ TEPLŮTY**

Vnitřní výpočtové teploty dle ČSN EN 12 831, prostory pro pobyt hostů, kanceláře, recepce, pokoje pro hosty a ostatní prostory s trvalým výskytem osob jsou vytápěny na  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , komunikační prostory, jako chodby, schodiště, dále provozní úklidové prostory a místnosti jsou vytápěny na  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Sklady, a technické místnosti vytápěny nejsou, a jsou zde uvažovány teplo pro nevytápěné místnosti, konkrétně sklady  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , technické místnosti  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Koupelny jsou vytápěny na teplotu  $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pouze v šatnové umývárně pro zaměstnance norma umožňuje snížit teplotu na  $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## C.3. VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT

### C.3.1. VÝPOČET SOUČINITELŮ PROSTUPU TEPLA

Součinitele prostupu tepla byly jednotlivých konstrukcí a otvorů byly stanoveny v programu DEKsoft Tepelná technika 1D. Výpočet byl proveden dle ČSN 73 0540.

Přehled viz příloha P2 – TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ KONSTRUKCÍ A VÝPLNÍ OTVORŮ.

### C.3.2. VÝPOČET EKVIVALENTNÍHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA PRO KONSTRUKCI V KONTAKTU SE ZEMINOU

Ekvivalentní součinitel prostupu tepla konstrukce v kontaktu se zemínou zohledňující vliv zeminy  $U_{equiv,k}$  se určí zjednodušenou metodou, která vychází z EN ISO 13 370.

Při tomto výpočtu je třeba dodržet omezující podmínky [1]:

Součinitel prostupu tepla podlahové desky:  $U_{floor} \leq 4 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$

Součinitel prostupu tepla stěny sklepa:  $U_{bw} \leq 3 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$

Tloušťka svislých stěn:  $w = 0,4 \text{ m}$

Tepelná vodivost zeminy:  $\lambda = 2 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

Geometrický parametr podlahové desky:  $2 \text{ m} \leq B' \leq 50 \text{ m}$

Hloubka podlahové desky pod úrovní zeminy:  $0 \text{ m} \leq z \leq 5 \text{ m}$

$$U_{equiv,k} = \frac{a}{b + (c_1 + B')^{n_1} + (c_2 + z)^{n_2} + (c_3 + U_k + \Delta U_{TB})^{n_3}} + d$$

Kde:  $U_{equiv,k}$  [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ ] – ekvivalentní součinitel prostupu tepla konstrukce v kontaktu se zemínou zohledňující vliv zeminy

$a, b, c, d, n$  [-] – parametry dle tabulky

$B'$  [m] – geometrický parametr podlahové desky

$z$  [m] – hloubka horní hrany podlahové desky

$U_k$  [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ ] – součinitel prostupu tepla počítané konstrukce

$\Delta U_{tb}$  [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ ] – přirážka na vliv tepelných vazeb

	a	b	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	c <sub>3</sub>	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	n <sub>3</sub>	d
<b>Podlaha</b>	0,9671	-7,455	10,76	9,773	9,0265	0,5532	0,6027	-0,9296	-0,0203
<b>Stěna</b>	0,9332 8	-2,1552	0	1,466	0,1006	0	0,45325	-1,0068	-0,0692

Tabulka 15 – Normy ČSN EN 12 831 pro určení parametrů pro výpočet  $U_{equiv, k}$  [14]

Geometrický parametr podlahové desky  $B'$  je dán vzorcem:

$$B' = \frac{A_G}{0,5 \cdot P}$$

Kde:  $B'$  [m] – geometrický parametr podlahové desky

$A_G$  [m<sup>2</sup>] – plocha podlahové desky

$P$  [m] – nechráněný obvod podlahy, který vyjadřuje celkovou délku vnějších stěn, které oddělují vytápěný prostor od vnějšího prostředí nebo od nevytápěného prostoru

### VÝPOČET

$$B' = \frac{A_G}{0,5 \cdot P} = \frac{521,35}{0,5 \cdot 114,01} = 9,14 \text{ m}$$

$$U_{equiv, k} = \frac{a}{b + (c_1 + B')^{n_1} + (c_2 + z)^{n_2} + (c_3 + U_k + \Delta U_{TB})^{n_3}} + d$$

$$= \frac{0,9671}{-7,455 + (10,76 + 9,14)^{0,5532} + (9,773 + 0,05)^{0,6027} + (9,0265 + 0,188)^{-0,9296}} - 0,0203 = 0,310 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

### C.3.3. VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT

Celková tepelná ztráta, je složena z tepelné ztráty prostupem obálkou budovy, z tepelné ztráty přirozeným a nuceným větráním.

$$Q_{HL, build} = Q_{T, build} + Q_{V, build, ATD} + Q_{V, build}$$

Kde:  $Q_{HL, build}$  [W] – je tepelná ztráta budovy

$Q_{T, build}$  [W] – je tepelná ztráta budovy prostupem

$Q_{V, build, ATD}$  [W] – je tepelná ztráta budovy nuceným větráním

$Q_{V, build}$  [W] – je tepelná ztráta budovy přirozeným větráním

### Tepelná ztráta prostupem:

$$Q_{T,build} = H_{ti} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

- Kde:  $Q_{T,build}$  [W] – je tepelná ztráta budovy prostupem  
 $H_{ti}$  [ $W \cdot K^{-1}$ ] – je tepelná ztráta budovy nuceným větráním  
 $\theta_{int,i}$  [°C] – převažující teplota interiéru  
 $\theta_e$  [°C] – teplota exteriéru

### Tepelná ztráta nuceným větráním:

$$Q_{V,build,ATD} = \rho \cdot c \cdot q_{V,min,i} \cdot (\theta_{int,i} - 0)$$

- Kde:  $Q_{V,build,ATD}$  [W] – je tepelná ztráta budovy prostupem  
 $\rho$  [ $kg \cdot m^{-3}$ ] – hustota vzduchu  
 $c$  [ $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$ ] – měrná tepelná kapacita vzduchu  
 $q_{V,min,i}$  [ $m^3 \cdot h^{-1}$ ] – objemový průtok vzduchu nuceným větráním  
 $\theta_{int,i}$  [°C] – převažující teplota interiéru

### Tepelná ztráta přirozeným větráním:

$$Q_{V,build} = \dot{V}_i \cdot n_i \cdot \rho \cdot c \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

- Kde:  $Q_{V,build}$  [W] – je tepelná ztráta budovy přirozeným větráním  
 $\dot{V}_i$  [ $m^3 \cdot h^{-1}$ ] – Objemový průtok vzduchu vytápěného prostoru  
 $n_i$  [ $h^{-1}$ ] – požadovaná výměna vzduchu v místnosti  
 $\rho$  [ $kg \cdot m^{-3}$ ] – hustota vzduchu  
 $c$  [ $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$ ] – měrná tepelná kapacita vzduchu  
 $\theta_{int,i}$  [°C] – převažující teplota interiéru  
 $\theta_e$  [°C] – výpočtová teplota exteriéru

#### C.3.3.1. VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM A PŘIROZENÝM VĚTRÁNÍM

Pro stanovení výkonu otopných těles v jednotlivých místnostech je třeba provést výpočet tepelných ztrát jednotlivých místností, která se skládá z tepelné ztráty prostupem a u místností bez nuceného větrání do výpočtu vstupuje i tepelné ztráta přirozeným větráním, kterou musí otopná tělesa pokrýt. Tepelná ztráta nuceným větráním vstupuje

do výpočtu výkonu zdroje tepla. Ačkoliv přiváděný větrací vzduch bývá obvykle o 1~2°C teplejší, než teplota v místnosti, tak výpočet byl proveden s lehkou rezervou a úvahou, že přiváděný vzduch má stejnou teplotu, jako vzduch v místnosti. Pro demonstraci uvádím přehled tepelných ztrát místností, podrobný výpočet viz příloha **P12 – Výpočet tepelných ztrát**.



## Přehled tepelných ztrát místností

		Vypracoval:		List číslo:		
		Jan Vtípil		1		
1	2	3	4	5	6	7
Označení	Název místnosti	Plocha	Teplota interiéru	Tepelná ztráta místnosti prostupem	Tepelná ztráta místnosti větráním	Tepelná ztráta místnosti
		A mm <sup>2</sup>	t <sub>i</sub> °C	Q <sub>t,m</sub> W	Q <sub>v,m</sub> W	Q <sub>m</sub> W
<b>1.NP</b>						
1.01	Šatna muži	4,7	20	313	98	411
1.02	Wc + umývárna muži	6,23	22	277	137	414
1.03	Wc + umývárna ženy	6,23	22	277	137	414
1.04	Šatna ženy	4,7	20	231	98	328
1.05	Místnost údržby	4,7	20	483	0	483
1.06	Sklad paliva	5,88	10	-151	14	-137
1.07	Technická místnost vytápění	13,51	15	271	531	802
1.08	Sklad masa	3,76	10	-155	0	-155
1.09	Sklad zeleniny	3,76	10	-263	0	-263
1.10	Chodba provozní	35,76	15	-123	155	32
1.11	Příprava	13,63	Započteno k: 1.12 Kuchyně			
1.12	Kuchyň	24,92	24	2 227	0	2 227
1.13	Výdej jídel	8,26	Započteno k: 1.12 Kuchyně			
1.14	Umývárna nádobí	8,41	Započteno k: 1.12 Kuchyně			
1.15	Suchý sklad	5,04	10	-292	0	-292
1.16	Sklad obalů	5,04	10	-227	0	-227
1.17	Wc ženy	9,45	20	288	0	288
1.18	Wc muži	11,03	20	236	0	236
1.19	Technická místnost vzduchotechniky	16,85	15	71	0	71
1.20	Úklidová místnost	4,73	15	-62	0	-62
1.21	Kancelář	12,92	20	486	0	486
1.22	Schodiště	24,16	15	682	1 259	1 942
1.23	Výtah	3,89	Započteno k: 1.22 Schodiště			
1.24	Kuchyňka recepce	2,78	Započteno k: 1.25 Chodba s recepcí			
1.25	Chodba s recepcí	39,08	20	1 144	0	1 144
1.26	Umývárna wc muži	3,6	20	31	0	31
1.27	Umývárna wc ženy	3,6	20	44	0	44
1.28	Bezbariérové wc ženy	4,4	20	31	0	31
1.29	Bezbariérové wc muži	4,4	20	65	0	65
1.30	Restaurace	148,65	20	3 199	0	3 199
1.31	Příruční sklad baru	3,75	Započteno k: 1.30 Restaurace			
1.32	Zá dveří	6,52	5	-138	82	-56
<b>2.NP</b>						
2.01	Pokoj 1a	15,28	20	380	0	380
2.02	Pokoj 1b	14,06	20	236	0	236
2.03	Koupelna 1	4,5	24	156	0	156
2.04	Předsíň 1	3,41	15	-50	0	-50
2.05	Úklidová místnost/prádelna	7,48	15	5	0	5
2.06	Pokoj 2a	15,19	20	257	0	257

Tabulka 16 – Přehled tepelných ztrát místností list č.1

## Přehled tepelných ztrát místností

		Vypracoval:		List číslo:		
		Jan Vtípil		2		
1	2	3	4	5	6	7
Označení	Název místnosti	Plocha	Teplota interiéru	Tepelná ztráta místnosti prostupem	Tepelná ztráta místnosti větráním	Tepelná ztráta místnosti
		A mm <sup>2</sup>	t <sub>i</sub> °C	Q <sub>t,m</sub> W	Q <sub>v,m</sub> W	Q <sub>m</sub> W
2.07	Pokoj 2b	15,19	20	276	0	276
2.08	Koupelna 2	4,5	24	72	0	72
2.09	Předsíň 2	3,33	15	-49	0	-49
2.10	Pokoj 3	15,19	20	264	0	264
2.11	Koupelna 3	4,5	24	72	0	72
2.12	Předsíň 3	1,55	15	-46	0	-46
2.13	Pokoj 4a	15,19	20	265	0	265
2.14	Pokoj 4b	22,21	20	400	0	400
2.15	Koupelna 4	4,5	24	88	0	88
2.16	Předsíň 4	1,55	15	-68	0	-68
2.17	Pokoj 5	15,69	20	177	0	177
2.18	Koupelna 5	4,53	24	95	0	95
2.19	Předsíň 5	1,55	15	-48	0	-48
2.20	Pokoj 6	15,69	15	-44	0	-44
2.21	Koupelna 6	4,53	24	163	0	163
2.22	Předsíň 6	1,55	20	236	0	236
2.23	Pokoj 7a	16,91	20	246	0	246
2.24	Pokoj 7b	16,61	20	301	0	301
2.25	Koupelna 7	4,53	24	170	0	170
2.26	Předsíň 7	1,55	15	-60	0	-60
2.27	Pokoj 8a	16,61	20	301	0	301
2.28	Pokoj 8b	16,91	20	246	0	246
2.29	Předsíň 8	1,55	15	-60	0	-60
2.30	Koupelna 8	4,53	24	170	0	170
2.31	Pokoj 9	15,69	20	236	0	236
2.32	Koupelna 9	4,53	24	179	0	179
2.33	Předsíň 9	1,55	15	-44	0	-44
2.34	Technická místnost vzduchotechniky	25,22	15	17	0	17
2.35	Pokoj 10a Bezbariérový	16,17	20	265	0	265
2.36	Pokoj 10b Bezbariérový	8,86	20	186	0	186
2.37	Koupelna 10 bezbariérová	8,09	24	248	0	248
2.38	Předsíň 10 bezbariérová	6,35	15	-39	0	-39
2.39	Chodba	63,21	15	-83	1 335	1 252
<b>Tepelná ztráta objektu prostupem:</b>					<b>14 068 w</b>	
<b>Tepelná ztráta objektu větráním:</b>					<b>3 852 w</b>	
<b>Celková tepelná ztráta objektu:</b>					<b>17 920 w</b>	

Tabulka 17 – Přehled tepelných ztrát místností list č.2

### C.3.3.2. VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT NUCENÝM VĚTRÁNÍM

Tepelná ztráta nuceným větráním vychází z výpočtu průtoků větracího vzduchu a slouží pro výpočet výkonů výměníků ve vzduchotechnických jednotkách a dále společně s tepelnou ztrátou prostupem a přirozeným větráním pro výpočet výkonu zdroje tepla.

Jelikož vzduchotechnické jednotky obsahují rekuperační výměníky, dochází k přede-  
hřevu přívodního vzduchu. Přede-  
hřev závisí na množství přiváděného a odváděného  
vzduchu, teplotě odvodního vzduchu, teplotě venkovního vzduchu atp. S lehkým nad-  
hodnocením lze uvažovat teplotu vzduchu na výstupu z rekuperačního výměníku jako  
0°C.

#### TEPELNÁ ZTRÁTA NUCENÝM VĚTRÁNÍM

VZT jednotka 1:	1980 m <sup>3</sup> /h
VZT jednotka 2:	3688 m <sup>3</sup> /h
VZT jednotka 3:	1880 m <sup>3</sup> /h
<b>Celkem:</b>	<b>7548 m<sup>3</sup>/h</b>

$$Q_{V,VZT1,ATD} = \rho \cdot c \cdot q_{V,min,i} \cdot (\theta_{int,i} - 0) = 0,34 \cdot 1980 \cdot (20 - 0) = 13,464 \text{ kW}$$

$$Q_{V,VZT2,ATD} = \rho \cdot c \cdot q_{V,min,i} \cdot (\theta_{int,i} - 0) = 0,34 \cdot 3688 \cdot (20 - 0) = 25,078 \text{ kW}$$

$$Q_{V,VZT3,ATD} = \rho \cdot c \cdot q_{V,min,i} \cdot (\theta_{int,i} - 0) = 0,34 \cdot 1880 \cdot (20 - 0) = 12,784 \text{ kW}$$

$$Q_{V,build,ATD} = \sum Q_{V,VZT i,ATD} = 13,464 + 25,078 + 12,784 = 51,326 \text{ kW}$$

## C.4. NÁVRH OTOPNÝCH TĚLES

### C.4.1. VOLBA TEPLOTNÍHO SPÁDU

Celý výpočet vychází z předpokladu, že délka otopného tělesa je minimálně dvoutřeti-  
nová nebo stejná jako velikost okna a součin čelní plochy tělesa a rozdílu mezi střední  
teplotou tělesa a vnitřního vzduchu je větší nebo roven součinu plochy okna a rozdíl  
teploty vnitřního vzduchu a povrchové teploty okna, tedy rovnicí: [1]

$$L_{OT} \cdot H_{OT} \cdot (t_{OT} - t_i) \geq L_{OK} \cdot H_{OK} \cdot (t_i - t_{OK})$$

Kde:  $L_{OT}$  [m] – délka otopného tělesa  
 $H_{OT}$  [m] – výška otopného tělesa  
 $t_{OT}$  [°C] – střední teplota otopného tělesa  
 $t_i$  [°C] – teplota v místnosti  
 $t_{OK}$  [°C] – povrchová teplota okna

Díky původnímu předpokladu při vyjadřování  $t_{OT}$  rovnice zjednoduší a vznikne vzorec:  
[1]

$$t_{OT} = \frac{L_{OK} \cdot H_{OK} \cdot (t_i - t_{OK}) + L_{OT} \cdot H_{OT} \cdot t_i}{L_{OT} \cdot H_{OT}}$$

V tomto vzorci je však neznámá a to povrchová teplota okna  $t_{OK}$ , tu lze vyjádřit z rovnice přestupu a prostupu a tepla oknem [1]:

$$U_{OK} \cdot (t_i - t_e) = \alpha_{i,OK} \cdot (t_i - t_{OK})$$

Kde:  $U_{OK}$  [ $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ] – součinitel prostupu tepla okna  
 $t_i$  [°C] – teplota v místnosti  
 $t_e$  [°C] – výpočtová teplota exteriéru  
 $\alpha_{i,OK}$  [ $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ] – součinitel přestupu tepla na vnitřní straně okna  
 $t_{OK}$  [°C] – povrchová teplota okna

Součinitel přestupu tepla na vnitřní straně okna uvažujeme dle ČSN 06 0210  $\alpha_{i,OK} = 8 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ , Po vyjádření střední povrchové teploty okna  $t_{OK}$  tedy vznikne vzorec:  
[1]

$$t_{OK} = \frac{\alpha_{i,OK} \cdot t_i - U_{OK} \cdot (t_i - t_e)}{\alpha_{i,OK}}$$

### TEPLOTNÍ SPÁD

$$t_{OK} = \frac{\alpha_{i,OK} \cdot t_i - U_{OK} \cdot (t_i - t_e)}{\alpha_{i,OK}} = \frac{8 \cdot 20 - 0,765 \cdot (20 - (-18))}{8} = 16,366 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{OT} = \frac{L_{OK} \cdot H_{OK} \cdot (t_i - t_{OK}) + L_{OT} \cdot H_{OT} \cdot t_i}{L_{OT} \cdot H_{OT}} = \frac{1,5 \cdot 1,5 \cdot (20 - 16,366) + 1 \cdot 0,6 \cdot 20}{1 \cdot 0,6} = 33,63 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Zvolím teplotní spád 45/35 °C.

## C.4.2. OPRAVNÝ SOUČINITEL PRO ROZDÍL TEPLOT

Zohledňuje změnu tepelného spádu v otopné soustavě a změnu výpočtové teploty v místnosti, oproti hodnotám udávaným výrobcem. Dnes většinou výrobce uvádí rozdílné výkony v závislosti na tepelném spádu a teplotě v místnosti a tento opravný koeficient ve výpočtu nevyužijeme. Pokud však tyto hodnoty k dispozici nemáme, pokračujeme podle výpočtu: [1]

Nejprve je třeba ověřit podmínku:

$$\frac{(t_{w2} - t_i)}{(t_{w1} - t_i)} \geq 0,7$$

Kde:  $t_{w1}$  [°C] – teplota přiváděné vody

$t_{w2}$  [°C] – teplota vratné vody

$t_i$  [°C] – teplota v místnosti

Pokud je podmínka splněna vypočteme opravný součinitel pomocí vzorce: [1]

$$f_{\Delta t} = \left( \frac{\Delta t}{\Delta t_n} \right)^n$$

Kde:  $f_{\Delta t}$  [-] – opravný součinitel pro rozdíl teplot

$\Delta t$  [K] – rozdíl teplot v počítané soustavě

$\Delta t_n$  [K] – rozdíl teplot udávaných výrobcem

$n$  [-] – teplotní exponent

$$\Delta t = \frac{(t_{w1} + t_{w2})}{2} - t_i$$

Kde:  $t_{w1}$  [°C] – teplota přiváděné vody

$t_{w2}$  [°C] – teplota vratné vody

$t_i$  [°C] – teplota v místnosti

$$\Delta t_n = \frac{(t_{w1,n} + t_{w2,n})}{2} - t_{i,n}$$

Kde:  $t_{w1,n}$  [°C] – teplota přiváděné vody udávaná výrobcem

$t_{w2,n}$  [°C] – teplota vratné vody udávaná výrobcem

$t_{i,n}$  [°C] – teplota v místnosti, udávaná výrobcem

Teplotní exponent je dán druhem otopného tělesa z tabulky:

Druh otopného tělesa	Teplotní exponent n
Podlahová otopná plocha	1,10
Desková otopná plocha	1,26 – 1,33
Trubková otopná tělesa	1,20 – 1,30
Konvektory	1,30 – 1,50
Tělesa dle DIN	1,30

Tabulka 18 – Teplotní exponent [13]

Pokud původní podmínka splněna není, postupujeme dle vzorce: [1]

$$f_{\Delta t} = \left( \frac{\Delta t_{ln}}{\Delta t_{ln,n}} \right)^n$$

Kde:  $f_{\Delta t}$  [-] – opravný součinitel pro rozdíl teplot

$\Delta t_{ln}$  [K] – logaritmovaný rozdíl teplot v počítané soustavě

$\Delta t_{ln,n}$  [K] – logaritmovaný rozdíl teplot udávaných výrobcem

n [-] – teplotní exponent

$$\Delta t_{ln} = \frac{(t_{w1} - t_{w2})}{\ln \left( \frac{t_{w1} - t_i}{t_{w2} - t_i} \right)}$$

Kde:  $t_{w1}$  [°C] – teplota přiváděné vody

$t_{w2}$  [°C] – teplota vratné vody

$t_i$  [°C] – teplota v místnosti

$$\Delta t_{ln,n} = \frac{(t_{w1,n} - t_{w2,n})}{\ln \left( \frac{t_{w1,n} - t_{i,n}}{t_{w2,n} - t_{i,n}} \right)}$$

Kde:  $t_{w1,n}$  [°C] – teplota přiváděné vody udávaná výrobcem

$t_{w2,n}$  [°C] – teplota vratné vody udávaná výrobcem

$t_{i,n}$  [°C] – teplota v místnosti, udávaná výrobcem

#### OPRAVNÝ SOUČINITEL PRO FANCOIL IVAR.ECI 2085.

$$\frac{(t_{w2} - t_i)}{(t_{w1} - t_i)} = \frac{(35 - 24)}{(45 - 24)} = 0,52 \neq 0,7$$

Podmínka není splněna nutno použít výpočet přes logaritmovaný rozdíl teplot.

$$\Delta t_{ln} = \frac{(t_{w1} - t_{w2})}{\ln\left(\frac{t_{w1} - t_i}{t_{w2} - t_i}\right)} = \frac{(45 - 35)}{\ln\left(\frac{45 - 24}{35 - 24}\right)} = 15,46 \text{ K}$$

$$\Delta t_{ln,n} = \frac{(t_{w1,n} - t_{w2,n})}{\ln\left(\frac{t_{w1,n} - t_{i,n}}{t_{w2,n} - t_{i,n}}\right)} = \frac{(50 - 40)}{\ln\left(\frac{50 - 20}{40 - 20}\right)} = 24,66 \text{ K}$$

$$f_{\Delta t} = \left(\frac{\Delta t_{ln}}{\Delta t_{ln,n}}\right)^n = \left(\frac{15,46}{24,66}\right)^{1,3} = 0,54$$

#### OPRAVNÝ SOUČINITEL PRO FANCOIL IVAR.ECI 2025.

$$\frac{(t_{w2} - t_i)}{(t_{w1} - t_i)} = \frac{(35 - 20)}{(45 - 20)} = 0,6 \neq 0,7$$

Podmínka není splněna nutno použít výpočet přes logaritmovaný rozdíl teplot.

$$\Delta t_{ln} = \frac{(t_{w1} - t_{w2})}{\ln\left(\frac{t_{w1} - t_i}{t_{w2} - t_i}\right)} = \frac{(45 - 35)}{\ln\left(\frac{45 - 20}{35 - 20}\right)} = 19,58 \text{ K}$$

$$\Delta t_{ln,n} = \frac{(t_{w1,n} - t_{w2,n})}{\ln\left(\frac{t_{w1,n} - t_{i,n}}{t_{w2,n} - t_{i,n}}\right)} = \frac{(50 - 40)}{\ln\left(\frac{50 - 20}{40 - 20}\right)} = 24,66 \text{ K}$$

$$f_{\Delta t} = \left(\frac{\Delta t_{ln}}{\Delta t_{ln,n}}\right)^n = \left(\frac{19,58}{24,66}\right)^{1,3} = 0,74$$

### C.4.3. SHRUTÍ

# NÁVRH OTOPNÝCH TĚLES

										Teplota média:	Vypracoval:	List č.		
										45/35	Jan Vtípil	1		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	14
Číslo místnosti	Počet otopných těles	Tepelná ztráta místnosti	Teplota interiéru	Opravný součinitel pro rozdíl teplot	Opravný součinitel pro ochlazení vody	Opravný součinitel na připojení tělesa	Opravný součinitel na úpravu okolí tělesa	Opravný součinitel na počet článků	Opravný součinitel pro umístění tělesa	Tepelný výkon tělesa	Typ a velikost navrženého otopného tělesa	Tepelný výkon pro skutečné podmínky	Celkový tepelný výkon	Procento využití
		$Q_m$ W	$t_i$ °C	$f_{\Delta t}$ -	$f_{st}$ -	$f_x$ -	$f_o$ -	$f_n$ -	$f_p$ -	$Q_t$ W		$Q_{t,sk}$ W	$\Sigma Q_{t,sk}$ W	$\eta$ %
1.01	1	411	20	1	1	1	1	1	1	412	11VK 60 140	412	412	100
1.02	1	414	22	1	1	1	1	1	1	441	K20A 1510.175	441	441	94
1.03	1	414	22	1	1	1	1	1	1	441	K20A 1510.750	441	441	94
1.04	1	328	20	1	1	1	1	1	1	353	11VK 60 120	353	353	93
1.05	1	483	20	1	1	1	1	1	1	519	21VK 60 140	519	519	93
1.10	1	32	15	1	1	1	1	1	1	106	10VK 60 70	106	106	30
1.12	4	2 227	24	0,54	1	1	1	1	1	10430	ECI 2085	5632	22529	10
				0,54	1	1	1	1	1	10430	ECI 2085	5632		
				0,54	1	1	1	1	1	10430	ECI 2085	5632		
				0,54	1	1	1	1	1	10430	ECI 2085	5632		
1.30	6	3 199	20	0,74	1	1	1	1	1	3280	ECI 2025	2427	14563	22
				0,74	1	1	1	1	1	3280	ECI 2025	2427		
				0,74	1	1	1	1	1	3280	ECI 2025	2427		
				0,74	1	1	1	1	1	3280	ECI 2025	2427		
				0,74	1	1	1	1	1	3280	ECI 2025	2427		
1.25	2	1315	20	1	1	1	1	1	0,9	2000	EGWW 07	1800	3600	37
				1	1	1	1	1	0,9	2000	EGWW 07	1800		
1.17	1	288	20	1	1	1	1	1	1	291	K10VM 1600.514	291	291	99
1.18	1	236	20	1	1	1	1	1	1	291	K10VM 1600.514	291	291	81
1.20		-62	15	1	1	1	1	1	1	126	KLC 1220.50 S	126	1926	0
1.21	1	486	20	1	1	1	1	1	0,9	2000	EGWW 07	1800	1800	27
1.22	2	1 942	15	1	1	1	1	1	0,95	1309	33VK 60 140	1244	2163	90
				1	1	1	1	1	1	919	22VK 60 140	919		
2.01	2	380	20	1	1	1	1	1	1	198	10VK 60 110	198	396	96
				1	1	1	1	1	1	198	10VK 60 110	198		
2.02	1	236	20	1	1	1	1	1	1	252	10VK 60 140	252	252	94
2.03	1	156	24	1	1	1	1	1	0,95	186	KRM 1500.595 CO	177	177	88
2.05	1	5	15	1	1	1	1	1	1	126	KLC 1220.500 S	126	126	4
2.06	1	257	20	1	1	1	1	1	1	294	11VK 60 100	294	294	87
2.07	1	257	20	1	1	1	1	1	1	294	11VK 60 100	294	294	87
2.08	1	257	20	1	1	1	1	1	1	117	KRM 1220.495 CL	117	117	220
2.10	1	257	20	1	1	1	1	1	1	294	11VK 60 100	294	294	87
2.11	1	257	20	1	1	1	1	1	1	117	KRM 1220.495 CL	117	117	220
2.13	1	257	20	1	1	1	1	1	1	294	11VK 60 100	294	294	87
2.14	2	257	20	1	1	1	1	1	1	216	10VK 60 120	216	432	59
				1	1	1	1	1	1	216	10VK 60 120	216		
2.15	1	257	20	1	1	1	1	1	1	117	KRM 1220.495 CL	117	117	220

Tabulka 19 – Návrh otopných těles list č.1



## NÁVRH OTOPNÝCH TĚLES

												Teplota média:	Vypracoval:	List č.			
												45/35	Jan Vtípiš	2			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	14			
Číslo místnosti	Počet otopných těles	Teplotná ztráta místnosti	Teplota interiéru	Opravný součinitel pro rozdíl teplot	Opravný součinitel pro ochlazení vody	Opravný součinitel na připojení tělesa	Opravný součinitel na úpravu okolí tělesa	Opravný součinitel na počet článků	Opravný součinitel pro umístění tělesa	Teplotný výkon tělesa	Typ a velikost navrženého otopného tělesa	Teplotný výkon pro skutečné podmínky	Celkový teplotný výkon	Procento využití			
				$f_{\Delta t}$	$f_{5t}$	$f_x$	$f_o$	$f_s$	$f_e$			$Q_t$			$Q_{t,sk}$	$\Sigma Q_{t,sk}$	$\eta$
				-	-	-	-	-	-			W			W	W	%
2.17	1	257	20	1	1	1	1	1	1	180	10VK 60 110	180	180	143			
2.18	1	257	20	1	1	1	1	1	1	117	KRM 1220.495 CL	117	117	220			
2.21	1	257	20	1	1	1	1	1	0,95	186	KRM 1500.595 CO	177	177	145			
2.22	1	257	20	1	1	1	1	1	1	252	10VK 60 140	252	252	102			
2.23	1	257	20	1	1	1	1	1	1	252	10VK 60 140	252	252	102			
2.25	1	257	20	1	1	1	1	1	0,95	186	KRM 1500.595 CO	177	177	145			
2.24	2	257	20	1	1	1	1	1	1	180	10VK 60 100	180	360	71			
				1	1	1	1	1	1	180	10VK 60 100	180					
2.27	2	257	20	1	1	1	1	1	1	180	10VK 60 100	180	180	143			
				1	1	1	1	1	1	180	10VK 60 100						
2.30	1	257	20	1	1	1	1	1	0,95	186	KRM 1500.595 CO	177	177	145			
2.28	1	257	20	1	1	1	1	1	1	252	10VK 60 140	252	252	102			
2.31	1	257	20	1	1	1	1	1	1	252	10VK 60 140	252	252	102			
2.32	1	257	20	1	1	1	1	1	0,95	226	KRM 1495.595 M	215	215	120			
2.37	1	257	20	1	1	1	1	1	0,95	276	KRM 1810.595 M	262	262	98			
2.35	1	257	20	1	1	1	1	1	1	294	11VK 60 100	294	294	87			
2.36	1	257	20	1	1	1	1	1	1	198	10VK 60 110	198	198	130			
2.39	4	257	20	1	1	1	1	1	1	399	11VK 60 100	399	1368	19			
				1	1	1	1	1	0,95	340	10VK 60 140	323					
				1	1	1	1	1	0,95	340	10VK 60 140	323					
				1	1	1	1	1	0,95	340	10VK 60 140	323					

Tabulka 20 – Návrh otopných těles list č.2

### C.5. VÝPOČET VÝKONU PRO OHŘEV TEPLÉ VODY

Pro zásobníkový ohřev teplé vody se používá postup výpočtu dle ČSN 06 0320. Výpočet výkonu pro ohřev teplé vody vychází ze stanovení objemu zásobníku a stanovení jmenovitého výkonu ohřevu. K tomu je zapotřebí stanovit rozvržení spotřeby vody v čase a sestrojit odběrový diagram neboli křivku odběru a dodávky tepla. [1]

**Objem zásobníku:**

$$V_z = \frac{\Delta Q_{max}}{\rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)} \cdot 3600 \cdot 1000$$

Kde:  $V_z$  [m<sup>3</sup>] – objem zásobníku teplé vody  
 $\Delta Q_{\max}$  [kWh] – největší rozdíl, mezi křivkou odběru a dodávky tepla  
 $\rho$  [kg·m<sup>-3</sup>] – hustota vody při střední teplotě v zásobníku  
 $c$  [J·kg<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>] – měrná tepelná kapacita vody  
 $t_1$  [°C] – teplota vody na vstupu do ohříváče  
 $t_2$  [°C] – teplota vody na výstupu z ohříváče

#### Výkon ohříváče:

$$Q_{1n} = \frac{Q_1}{\tau}$$

Kde:  $Q_{1n}$  [kW] – jmenovitý výkon zdroje tepla  
 $Q_1$  [kWh] – maximální dodávka tepla  
 $\tau$  [h] – doba provozu zdroje tepla

### C.5.1. POTŘEBA TEPLA NA OHŘEV VODY

#### Potřeba vody:

Mytí nádobí:

Počet jídel: 70 míst k sezení

Provoz kuchyně:

7:00-10:00 snídaně pro ubytované tj. 31 jídel;

11:00-14:00 obědy 150 jídel

17:00-21:00 večeře 100 jídel

Celkem: 281 jídel

Černé:  $V_{2p} = 0,0015$  m<sup>3</sup>/jídlo.;  $s = 1,0$  (bez myčky)

Denní potřeba teplé vody:  $0,0015 \cdot 281 \cdot 1 = 0,422$  m<sup>3</sup>/den

Bílé:  $V_{2p} = 0,002$  m<sup>3</sup>/jídlo.;  $s = 0,8$  (s myčkou)

Denní potřeba teplé vody:  $0,002 \cdot 281 \cdot 0,8 = 0,45$  m<sup>3</sup>/den

Úklid:

Plocha k úklidu: 888,72 m<sup>2</sup>

$$V_{2p} = 0,002 \text{ m}^3/100\text{m}^2; \quad s = 1,0$$

$$\text{Denní potřeba teplé vody: } 0,002 \cdot 888,72 \cdot 1 = 1,78 \text{ m}^3/\text{den}$$

Hygiena:

Zaměstnanci 13 osob

$$V_{2p} = 0,02+0,04 \text{ m}^3/\text{osoba.}; \quad s = 1,0$$

$$\text{Denní potřeba teplé vody: } 0,06 \cdot 13 \cdot 1 = 0,78 \text{ m}^3/\text{den}$$

Ubytování 31 osob

$$V_{2p} = 0,06 \text{ m}^3/\text{osoba.}; \quad s = 1,0$$

$$\text{Denní potřeba teplé vody: } 0,06 \cdot 31 \cdot 1 = 1,86 \text{ m}^3/\text{den}$$

**Potřeba tepla:**

$$\text{Denní potřeba teplé vody:} \quad 4,512 \text{ m}^3/\text{den}$$

$$\text{Odebrané teplo:} \quad Q_{2t} = 1,163 \cdot 4,512 \cdot (55-10) = 236,14 \text{ kWh}$$

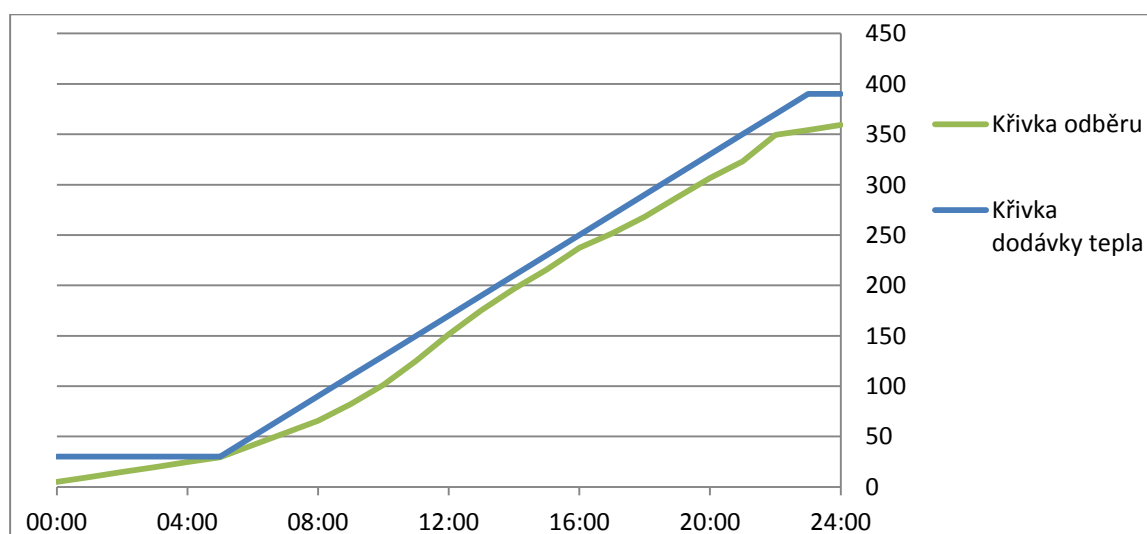
$$\text{Ztráty:} \quad Q_z = 236,14 \cdot 0,5 = 118,07 \text{ kWh}$$

$$\text{Celkem:} \quad 354,21 \text{ kWh}$$

## Rozložení provozu:

Hodina	Činnost	Potřeba tepla [%]	Potřeba tepla [kWh]	Křivka odběru [kWh]	Křivka dodávky [kWh]	Rozdíl do- dávky a odběru [kWh]
00:00		0%	0,00	4,92	30,00	25,08
01:00		0%	0,00	9,84	30,00	20,16
02:00		0%	0,00	14,76	30,00	15,24
03:00		0%	0,00	19,68	30,00	10,32
04:00		0%	0,00	24,60	30,00	5,40
05:00		0%	0,00	29,52	30,00	0,48
06:00	Příprava snídaní, úklid restaurace	3%	7,08	41,52	50,00	8,48
07:00	Ranní hygiena, snídaně	3%	7,08	53,53	70,00	16,47
08:00	Ranní hygiena, snídaně	3%	7,08	65,53	90,00	24,47
09:00	Přípravy obědů, snídaně, úklid pokojů	5%	11,81	82,26	110,00	27,74
10:00	Přípravy obědů, snídaně, úklid pokojů	6%	14,17	101,34	130,00	28,66
11:00	Obědy	8%	18,89	125,15	150,00	24,85
12:00	Obědy	9%	21,25	151,33	170,00	18,67
13:00	Obědy	8%	18,89	175,14	190,00	14,86
14:00	Obědy	7%	16,53	196,59	210,00	13,41
15:00	úklid provozních částí	6%	14,17	215,67	230,00	14,33
16:00	Přípravy večeří, úklid provozních částí	7%	16,53	237,12	250,00	12,88
17:00	večeře	4%	9,45	251,49	270,00	18,51
18:00	večeře	5%	11,81	268,22	290,00	21,78
19:00	večeře	6%	14,17	287,30	310,00	22,70
20:00	večeře	6%	14,17	306,39	330,00	23,61
21:00	večeře	5%	11,81	323,12	350,00	26,88
22:00	Úklid kuchyně, očista zaměstnanců	9%	21,25	349,29	370,00	20,71
23:00		0%	0,00	354,21	390,00	35,79
24:00		0%	0,00	359,13	390,00	30,87
	Celkem:	100%	236,14	Max.:	390,00	35,79

Tabulka 21 – Rozložení potřeby teplé vody



### C.5.2. NÁVRH OHŘÍVAČE

$$V_z = \frac{\Delta Q_{max}}{\rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)} \cdot 3600 \cdot 1000 = \frac{35,79}{990,2 \cdot 4176 \cdot (55 - 10)} \cdot 3600 \cdot 1000$$
$$= 0,692 \text{ m}^3$$

Výkon potřebný pro ohřev TV činí pro dobu ohřevu 6:00 – 22:00 hod.:

$$Q_{1n} = \frac{Q_1}{\tau} = \frac{390}{16} = 24,37 \text{ kW}$$

### C.6. DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ

Tlaková ztráta okruhu se skládá z tlakové ztráty třením a tlakové ztráty místními (vřazenými) odpory: [1]

$$\Delta p_o = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho + \Sigma \xi \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho$$

Kde:  $\Delta p_o$  [Pa] – tlaková ztráta okruhu

$\lambda$  [-] – součinitel tření

$l$  [m] – délka potrubí

$d$  [m] – vnitřní průměr potrubí

$w$  [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ] – rychlost proudění vody v potrubí

$\rho$  [ $\text{kg} \cdot \text{m}^3$ ] – hustota vody

$\Sigma \xi$  [-] – součet součinitelů místních odporů

V praxi se pro snadnější výpočet tento vzorec zjednodušuje na vzorec: [1]

$$\Delta p_o = R \cdot l + Z$$

Kde:  $\Delta p_o$  [Pa] – tlaková ztráta okruhu

$R$  [ $\text{Pa} \cdot \text{m}^{-1}$ ] – tlaková ztráta jednoho metru potrubí

$l$  [m] – délka potrubí

$Z$  [Pa] – tlaková ztráta vřazenými odpory

## C.6.1. VÝPOČET

Pro demonstraci uvádím výpočet základního okruhu 1. Větve, ostatní výpočty viz příloha P13 – Dimenzování potrubí

VÝPOČET DN POTRUBÍ															
Materiál potrubí:											Teplota média:		Vypracoval		List č.
Měď											45/35		Jan Vipil		1
1	2	3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Číslo okruhu	Úsek	Tepelný výkon	Hmotnostní průtok	Délka úseku	Světlost potrubí	Rychlost proudění	Tlakový spád	Vřazené odpory	Tlaková ztráta místními odpory	Tlaková ztráta	Vyregulování				
											Dispoziční tlak	Potřebný dispoziční tlak	Tlakový rozdíl	Nastavení ventilu	Tlaková ztráta ventilu
č.	č.	Q	m	l	DN	w	R	$\Sigma\xi$	Z	Rl+Z	$\Delta P_{dis}$	$\Delta P_{Dis}$	$\Delta P_{RV}$	n	$\Delta P_{vent}$
		W	kg/h	m	mm	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa		Pa
<b>1. Větev</b>															
1	1	671	57,76	6,60	15x1	0,12	27,17	4,2	121	375	554	554		max	223
	2	1 342	115,52	11,40	15x1	0,24	89,57	2,9		85	1107	1661			
	3	2 684	231,05	8,20	18x1	0,32	111,40	0,9		46	960	2621			
	4	4 026	346,57	24,44	18x1	0,48	228,58	5,2		601	6188	8808			
	5	9 861	848,87	3,20	22x1	0,76	386,81	0,9		256	1493	10301			
	6	10 443	898,97	17,50	22x1	0,80	429,28	15,4	2819	7724	15236	25538			

Tabulka 22 – Dimenzování první větve

## C.7. NÁVRH ZAŘÍZENÍ KOTELNY

### C.7.1. NÁVRH KOTLE

Výkon zdroje tepla vychází z výpočtu přípojného výkonu, který sestává ze dvou výpočtů, tepelný výkon je pak roven vyšší hodnotě. [1]

$$Q_k = 0,7 \cdot Q_{VTP} + 0,7 \cdot Q_{VET} + Q_{TV} + Q_{TECH}$$

$$Q_k = Q_{VTP} + Q_{VET} + Q_{TECH}$$

Kde:  $Q_k$  [kW] – přípojná hodnota

$Q_{VTP}$  [kW] – výkon potřebný na vytápění

$Q_{VET}$  [kW] – výkon potřebný na větrání

$Q_{TV}$  [kW] – výkon potřebný na ohřev teplé vody

$Q_{TECH}$  [kW] – výkon potřebný pro provoz technologií

## VÝPOČET

Tepelná ztráta prostupem:	$Q_{T, build} = 14,068 \text{ kW}$
Tepelná ztráta přirozeným větráním:	$Q_{V, build} = 3,852 \text{ kW}$
Tepelná ztráta nuceným větráním:	$Q_{V, build, ATD} = 51,326 \text{ kW}$

### Tepelná ztráta celkem:

$$Q_{HL, build} = Q_{T, build} + Q_{V, build, ATD} + Q_{V, build} = 14,068 + 51,326 + 3,825 \\ = 69,219 \text{ kW}$$

Orientační tepelná ztráta budovy dle PENB: 68,000 kW

### Přípojný výkon:

Tepelná ztráta objektu:	$Q_{VTP} = 69,219 \text{ kW}$
Potřeba tepla pro ohřev vody:	$Q_{TV} = 24,37 \text{ kW}$

$$Q_k = 0,7 \cdot Q_{VTP} + Q_{TV} = 0,7 \cdot 69,219 + 24,37 = \mathbf{72,8233 \text{ kW}}$$

$$Q_k = Q_{VTP} = \mathbf{69,219 \text{ kW}}$$

Navržen kotel **ATMOS DC 100**. Podrobná specifikace viz technické listy výrobce [15].

## C.7.2. NÁVRH AKUMULAČNÍ NÁDRŽE

Velikost akumulací nádrže pro kotel na pevná paliva se uvažuje jako 50~70 násobek výkonu kotle. [1]

$$V = (50 \sim 70) \cdot Q_z = (50 \sim 70) \cdot 100 = 5000 \sim 7000 \text{ l}$$

Navrženy 2 Akumulační nádrž **IVAR.PUFFER PS 3000**. Podrobná specifikace viz technické listy výrobce [7].

Objem: 2959 l

Průměr s izolací: 1450 mm

Výška: 2959 mm

## C.7.3. NÁVRH POJIŠŤOVACÍHO VENTILU

### C.7.3.1. POJIŠŤOVACÍ VENTIL

Pojistný ventil slouží k zabránění překročení maximálního tlaku, který by měl za následek poškození některého ze zařízení otopné soustavy. Musí být použit u každé uzavřené otopné soustavy a musí zajistit odvedení veškeré množství teplotné látky dané výkonem tepla. [1]

Výpočet plochy sedla ventilu se provede dle vzorce:

$$A_0 = \frac{Q_p}{\alpha_v \cdot k}$$

Kde:  $A_0$  [mm<sup>2</sup>] – minimální průřez sedla pojistného ventilu

$Q_p$  [kW] – pojistný výkon

$\alpha_v$  [-] – výtokový součinitel ventilu

$k$  [-] – konstanta závislá na stavu syté páry

Výpočet vnitřního průměru pojistného potrubí se provede dle vzorce:

Pokud dochází k vývinu páry:

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot Q_p^{0,5}$$

Pokud nemůže dojít k vývinu páry:



$$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5}$$

Kde:  $d_p$  [mm] – minimální průměr pojistného potrubí

$Q_p$  [kW] – pojistný výkon

Návrh pojišťovacího ventilu:

$$\alpha_v = 0,3$$

$$P = 300 \Rightarrow K = 1,26$$

$$Q_p = 100 \text{ kW}$$

$$A_0 = \frac{Q_p}{\alpha_v \cdot k} = \frac{100}{0,3 \cdot 1,26} = 264,55 \text{ mm}^2$$

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot Q_p^{0,5} = 15 + 1,4 \cdot 100^{0,5} = 29,04 \text{ mm}$$

Nejvyšší pracovní přetlak  $P_h = 300 \text{ kPa}$

Podle plochy sedla ventilu a nejvyššího pracovního přetlaku jsem navrhl pojistný ventil:

**IVAR.PD KD 5/4"x6/4" 3 bar.** Specifikace viz technické listy na stránkách výrobce [7].

#### **C.7.4. NÁVRH ČERPADEL**

Čerpadlo zajišťuje u nuceného oběhu dopravu vody v okruhu kotel – otopné těleso – kotel. Pro otopné soustavy se nejčastěji používají radiální čerpadla s možností modulace. Čerpadlo se dimenzuje na maximální průtok a maximální tlakovou ztrátu okruhu, aby zajistilo dopravu vody i do otopného tělesa s nejnepříznivějšími podmínkami. U budov, které mají více, než 2 podlaží lze započítat 70 % přirozeného vztlaku vody. [1]

##### **1. VĚTEV**

$$Q = 10\,443 \text{ W}$$

$$m = 898 \text{ kg/h}$$

$$\Delta p = 25\,538 \text{ Pa}$$

Navrženo čerpadlo **GRUNDFOS ALPHA2 25-40 130**, které bude regulováno integrovaným systémem regulace na proporcionální tlak. Podrobná specifikace viz technický list příloha **P14 – Technické listy čerpadel**.

## 2. VĚTEV

$$Q = 7\,974 \text{ W}$$

$$m = 686 \text{ kg/h}$$

$$\Delta p = 16\,805 \text{ Pa}$$

Navrženo čerpadlo **GRUNDFOS ALPHA2 25-40 130**, které bude regulováno integrovaným systémem regulace na proporcionální tlak. Podrobná specifikace viz technický list příloha **P14 – Technické listy čerpadel**.

## 3. VĚTEV

$$Q = 7\,450 \text{ W}$$

$$m = 641 \text{ kg/h}$$

$$\Delta p = 8\,543 \text{ Pa}$$

Navrženo čerpadlo **GRUNDFOS ALPHA2 25-40 130**, které bude regulováno integrovaným systémem regulace na proporcionální tlak. Podrobná specifikace viz technický list příloha **P14 – Technické listy čerpadel**.

## 4. VĚTEV

$$Q = 12\,784 \text{ W}$$

$$m = 1\,100 \text{ kg/h}$$

$$\Delta p = 24\,377 \text{ Pa}$$

Navrženo čerpadlo **GRUNDFOS ALPHA2 25-40 130**, které bude regulováno integrovaným systémem regulace na konstantní tlak. Podrobná specifikace viz technický list příloha **P14 – Technické listy čerpadel**.

## 5. VĚTEV

$$Q = 25\,078 \text{ W}$$

$$m = 2\,159 \text{ kg/h}$$

$$\Delta p = 34\,395 \text{ Pa}$$

Navrženo čerpadlo **GRUNDFOS ALPHA2 15-80 130**, které bude regulováno integrovaným systémem regulace na konstantní tlak. Podrobná specifikace viz technický list příloha **P14 – Technické listy čerpadel**.

## 6. VĚTEV

$$Q = 13\,464 \text{ W}$$

$$m = 1\,159 \text{ kg/h}$$

$$\Delta p = 26\,058 \text{ Pa}$$

Navrženo čerpadlo **GRUNDFOS ALPHA2 25-50 130**, které bude regulováno integrovaným systémem regulace na konstantní tlak. Podrobná specifikace viz technický list příloha **P14 – Technické listy čerpadel**.

## **C.8. SEZNAM PŘÍLOH**

### **C.8.1. VÝPOČTY**

P2 – Tepelně technické posouzení konstrukcí a výplní otvorů

P3 – Posouzení tepelné stability

P4 – Protokol průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy

P5 – Průkaz energetické náročnosti budovy

P6 – Návrh základových pasů a patek

P7 – Výpočet denní osvětlenosti

P8 – Návrh osvětlovacích prvků

P9 – Výpočet tepelné zátěže

P10 – Zjednodušený návrh VZT potrubí

P11 – Návrh fotovoltaických panelů

P12 – Výpočet tepelných ztrát

P13 – Dimenzování potrubí

P15 – Výpočty PBŘ

### **C.8.2. TECHNICKÉ ZPRÁVY**

A – Průvodní zpráva

B – Souhrnná technická zpráva

D.1.3.1 – Technická zpráva PBŘ

D.1.4.11 – Technická zpráva TZB

D.1.5.08 – Technická zpráva vytápění

### **C.8.3. VÝKRESY**

#### **C +D – STAVEBNÍ ŘEŠENÍ**

C.1; Situační výkres širších vztahů

C.2; Koordinační situační výkres

D.1.1.01; Dispoziční řešení 1. NP

D.1.1.02; Dispoziční řešení 2. NP

D.1.1.03; Půdorys 1. NP

D.1.1.04; Půdorys 2. NP

D.1.1.05; Řez A–A'

D.1.1.06; Technické pohledy

D.1.2.01; Výkres základů

D.1.2.02; Výkres stropu

D.1.2.03; Výkres krovu

D.1.2.04; Vizualizace denní

D.1.2.05; Vizualizace ranní

#### **D.1.3 – POŽÁRNÍ BEZPEČNOST**

D.1.3.2; PBR – 1. NP

D.1.3.3; PBR – 2. NP

#### **D.1.4 – TZB**

D.1.4.01; Osvětlení 1.NP

D.1.4.02; Osvětlení 2.NP

D.1.4.03; Chlazení 1.NP

D.1.4.04; Chlazení schéma

D.1.4.05; Vzduchotechnika 1.NP

- D.1.4.06; Vzduchotechnika 2.NP
- D.1.4.07; Kotelna
- D.1.4.08; Technická místnosti 1.NP
- D.1.4.09; Technická místnost 2.NP
- D.1.4.10; Globální schéma systémů

#### **D.1.5 – VYTÁPĚNÍ**

- D.1.5.01; Vytápění 1.NP
- D.1.5.02; Vytápění 2.NP
- D.1.5.03; Vytápění schéma potrubní sítě 1. větev
- D.1.5.04; Vytápění schéma potrubní sítě 2. větev
- D.1.5.05; Vytápění schéma potrubní sítě 3. větev
- D.1.5.06; Vytápění schéma potrubní sítě VZT jednotky
- D.1.5.07; Vytápění schéma

#### **C.8.4. OSTATNÍ**

P14 – Technické listy čerpadel

P1 – Skladby konstrukcí

#### **C.8.5. OBRÁZKY**

- Obrázek 1 – Štítek průkazu energetické náročnosti budovy .....24
- Obrázek 2 – Hluková mapa [4] .....29

#### **C.8.6. TABULKY**

- Tabulka 1 – Tepelná zátěž pro volbu referenční místnosti .....22
- Tabulka 2 – Výsledek posouzení stability místnosti .....22
- Tabulka 3 – Energetický štítek obálky budovy .....23
- Tabulka 4 – Výsledek posouzení neprůzvučnosti vnitřních konstrukcí.....28

Tabulka 5 – Výsledek posouzení neprůzvučnosti obvodových konstrukcí.....	29
Tabulka 6 – Přehled výsledků výpočtu denní osvětlenosti.....	32
Tabulka 7 – Návrh retenční nádrže [3] .....	41
Tabulka 8 – Návrh osvětlovacích prvků .....	44
Tabulka 9 – Intenzita sluneční radiace.....	46
Tabulka 10 – Výpočet tepelné zátěže pro místnost 1.30 – Restaurace.....	47
Tabulka 11 – Zjednodušený návrh chladicích prvků.....	48
Tabulka 12 – Shrnutí distribučních prvků VZT .....	57
Tabulka 13 – Zjednodušený návrh VZT potrubí .....	58
Tabulka 14 – Výpočet účinnosti solárních kolektorů.....	61
Tabulka 15 – Normy ČSN EN 12 831 pro určení parametrů pro výpočet $U_{equiv, k}$ [14]....	70
Tabulka 16 – Přehled tepelných ztrát místností list č.1.....	73
Tabulka 17 – Přehled tepelných ztrát místností list č.2.....	74
Tabulka 18 – Teplotní exponent [13].....	78
Tabulka 19 – Návrh otopných těles list č.1.....	80
Tabulka 20 – Návrh otopných těles list č.2.....	81
Tabulka 21 – Rozložení potřeby teplé vody.....	84
Tabulka 22 – Dimenzování první větve.....	86

## C.9. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

[1] Jan Vtípil *Návrh systému vytápění pro bytový dům*. Brno, 2020. 128 s., 130 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Karolína Vyhlídalová

[2] BERKOVÁ, Petra. *Studijní materiály k předmětu NHA059 – Hluk a vibrace v budovách: Přednášky Ing. Petry Berkové, Ph.D.* Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Brno, 2020.

[3] DIMENZOVÁNÍ RETENČNÍ NÁDRŽE. *Nicoll* [online]. Vestec: savana.cz, 2014 – 2021 [cit. 2021–12–14]. Dostupné z: <https://www.nicoll.cz/technicka-podpora/kalkulatory/dimenzovani-retencni-nadrze.html>

[4] *GEOportal* [online]. Praha 10: CENIA, 2019 [cit. 2021–12–14]. Dostupné z: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/home#>

- [5] *Prefa Brno* [online]. Brno: Prefa Brno, 2019 [cit. 2021–12–28]. Dostupné z: <https://www.prefa.cz/>
- [6] *BM KLIMA* [online]. Brno: Xproduction, 2018 [cit. 2021–12–28]. Dostupné z: <https://www.bmklima.cz/>
- [7] *IVAR CS* [online]. Praha: Media Factory, 2021 [cit. 2021–12–28]. Dostupné z: <https://www.ivarcs.cz/>
- [8] *Atrea* [online]. Jablonec nad Nisou: ATREA, 2021 [cit. 2021–12–28]. Dostupné z: <https://www.atrea.cz/>
- [9] *Helios Ventilatoren GmbH + Co KG* [online]. Villingen–Schwenningen: © Helios Ventilatoren GmbH + Co, 2021 [cit. 2021–12–28]. Dostupné z: <https://www.heliosventilatoren.de/de>
- [10] *DALAP* [online]. Praha – Radotín: DALAP, 2021 [cit. 2021–12–28]. Dostupné z: <https://dalap.cz/>
- [11] *Victron energy: BLUE POWER* [online]. Almere: Victron Energy B.V., 2021 [cit. 2021–12–28]. Dostupné z: <https://www.victronenergy.com/>
- [12] *Kumer* [online]. Praha: Kumer – Prag spol. s r.o., 2021 [cit. 2021–12–28]. Dostupné z: <https://www.kumer.cz/>
- [13] POČÍNKOVÁ, Marcela. *Podklady pro předmět BT01 – TZB II – VYTÁPĚNÍ* [online]. VUT FAST Brno [cit. 2020–05–07]. Dostupné z: <https://www.fce.vutbr.cz/TZB/pocinkova.m/vytapeni.htm>
- [14] ČSN EN 12831–1: *Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu – Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3–3*. Centrum technické normalizace, Univerzitní centrum energeticky efektivních budov ČVUT v Praze: ÚNMZ Praha, 2018.
- [15] *ATMOS* [online]. Bělá pod Bezdězem: Atmos, 2021 [cit. 2021–12–28]. Dostupné z: <https://www.atmos.eu/>