



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

## RODINNÝ DŮM, BRNO – CHRVICE

FAMILY HOUSE IN THE CITY OF BRNO – CHRVICE

## B.1.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA KONCEPČNÍHO ŘEŠENÍ SYSTÉMŮ TZB V BUDOVĚ

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

#### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Lucie Pryclová

#### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Marie Rusinová, Ph.D.

#### KONZULTANT TZB

ASSISTANT

Ing. Lenka Maurerová, Ph.D.

BRNO 2025

# Obsah

1. Všeobecné údaje .....	4
1.1. Identifikační údaje stavby.....	4
1.2. Obecné údaje o objektu .....	4
1.2.1. Dispoziční řešení.....	4
1.2.2. Stavebně konstrukční řešení .....	5
1.3. Klimatické podmínky .....	5
2. Vytápění.....	6
2.1. Tepelné ztráty objektu.....	6
2.1.1. Tepelné ztráty prostupem.....	6
2.1.2. Tepelné ztráty větráním .....	7
2.2. Návrh zdroje tepla.....	8
2.3. Příprava teplé vody.....	10
2.4. Návrh otopných ploch.....	13
2.4.1. Podlahové vytápění .....	13
2.4.2. Elektrické přímotopy .....	13
3. Vzduchotechnika .....	14
3.1. Tepelná zátěž vybrané místnosti .....	14
3.1.1. Tepelná zátěž okny .....	14
3.1.2. Tepelná zátěž vnějších stěn.....	18
3.1.3. Tepelná zátěž vnitřních stěn.....	18
3.1.4. Produkce tepla od lidí, svítidel, vodní zisky.....	18
3.1.5. Celková tepelná zátěž objektu .....	19
3.2. Stanovení průtoků vzduchu po místnostech .....	20
3.3. Návrh VZT jednotky .....	21
3.4. Návrh distribučních prvků.....	22
4. Elektroinstalace .....	24
4.1. Návrh hlavního jističe .....	24
4.2. Elektroměrový rozvaděč a pojistková skříň .....	25
4.3. Domovní rozvaděč.....	25
5. Zdravotně technické instalace .....	25
5.1. Bilance potřeby vody.....	26

5.2.	Hospodaření s dešťovou vodou .....	27
5.3.	Vsakovací systém.....	28
6.	Seznam tabulek.....	29
7.	Seznam grafů .....	29
8.	Seznam obrázků.....	29

# 1. Všeobecné údaje

## 1.1. Identifikační údaje stavby

Název stavby:	Novostavba rodinného domu, Brno-Chrlice
Místo stavby:	ulice Pod Mezí, parc. č. 17, k. ú. Brno-Chrlice
Lokalita:	Brno
Datum zpracování:	04/2025
Vypracovala:	Lucie Pryclová

## 1.2. Obecné údaje o objektu

### 1.2.1. Dispoziční řešení

Navrhovaný rodinný dům je nepodsklepený, dvoupodlažní půdorysného tvaru písmene L a je umístěn na rovinatém pozemku. Je určen k trvalému bydlení čtyřčlenné rodiny. Dům má zastřešenou terasu a parkovací stání. Příjezd a hlavní vstup do objektu je ze severní strany z přilehlé komunikace. První nadzemní podlaží je navrženo jako společenská část a technické zázemí. Nachází se zde zádveří a šatna orientované na sever, technická místnost a koupelna s WC na východní straně, prostor schodiště s přístupem na terasu a obývací pokoj orientovaný na jih a východ. Obývací pokoj je propojený s kuchyňským koutem orientovaným na západ. V kuchyni se nachází oddělená spíž. Z obývacího pokoje vedou dva vstupy na terasu. Druhé podlaží je navrženo jako klidová zóna. Nachází se zde ložnice orientovaná na sever s vlastní koupelnou a šatnou. Dále pracovna na jihovýchodní straně, dva dětské pokoje orientované na západ, koupelna a samostatné WC na severní straně.

### 1.2.2.Stavebně konstrukční řešení

Navrhovaný rodinný dům je samostatně stojící. Svislé nosné konstrukce tvoří nosný stěnový systém z vápenopískových tvárnic. Obvodové stěny tl. 240 mm jsou zatepleny certifikovaným kontaktním zateplovacím systémem ETICS z expandovaného polystyrenu tl. 280 mm. Nosná konstrukce stropu a střechy je tvořena monolitickou železobetonovou deskou tl. 240 mm. Objekt je zastřešen plochou jednoplášťovou vegetační střechou. Základovou konstrukci objektu tvoří železobetonová základová deska tl. 250 mm. Deska je ze spodní strany zaizolována dvěma vrstvami tepelné izolace z extrudovaného polystyrenu o celkové tloušťce 240 mm.

### 1.3. Klimatické podmínky

Objekt se nachází v Brně v městské části Brno-Chrlice v Jihomoravském kraji. Pro venkovní výpočtové teploty a otopná období jsou uvažovány data z této lokality.

Kraj:	Jihomoravský
Nadmořská výška lokality:	200,000 m n m.
Nadmořská výška objektu:	201,160 m n m.
Venkovní výpočtová teplota:	-12 °C
Vnitřní teplota objektu:	20 °C

## 2. Vytápění

### 2.1. Tepelné ztráty objektu

Výpočet tepelných ztrát objektu byl proveden zjednodušenou obálkovou metodou dle ČSN 73 0540.

#### 2.1.1. Tepelné ztráty prostupem

Tabulka 1: Výpočet tepelných ztrát objektu

Konstrukce	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla $U$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Redukční činitel $b^*$ [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_T$ [W/K]
O01	4,05	0,65	1	2,61
O02	10,13	0,66	1	6,68
O03	6,00	0,67	1	4,02
O04	1,13	0,73	1	0,82
O05	0,94	0,74	1	0,69
O06	4,38	0,60	1	2,63
O07	9,60	0,66	1	6,37
O08	8,58	0,78	1	6,65
D01	2,69	1,07	1	2,88
Stěna ochlazovaná	321,01	0,145	1	46,55
Střecha	101,76	0,096	1	9,77
Podlaha na terénu	105,38	0,112	0,47	5,55
Celkem	575,62			
Celková měrná ztráta prostupem tepla na konstrukcích $H_{ti} = \sum A_j \cdot U_j \cdot b_j$ [W/K]				95,22
Budova s důsledně optimaliz. tepelnými vazbami $\Delta U_{tbn} = 0,02$				
Měrná ztráta prostupem pro tepelné vazby $H_{t\psi,\chi} = \sum A \cdot \Delta U_{tbn}$ [W/K]				11,51
Celková měrná ztráta prostupem tepla $H_t = \sum H_{ti} + H_{t\psi,\chi}$ [W/K]				106,74

**Celková ztráta prostupem tepla objektu:**

Převažující vnitřní teplota v otopném období:  $\theta_{i,m} = 20\text{ °C}$

Vnější návrhová teplota v zimním období:  $\theta_e = -12\text{ °C}$

$$Q_{Ti} = H_T \cdot (\theta_{i,m} - \theta_e) = 3,42\text{ kW}$$

### 2.1.2. Tepelné ztráty větráním

**Zjednodušený vzduchový objem budovy:**

Objem budovy:  $V_b = 779,78\text{ m}^3$

Celková plocha:  $A = 572,24\text{ m}^2$

$$V_a = 0,8 \cdot V_b = 0,8 \cdot 779,78 = 623,8\text{ m}^3$$

**Objemový tok větracího vzduchu:**

Číslo výměny vzduchu  $n = 0,1\text{ h}^{-1}$

$$V_{ih} = n \cdot V_a = 0,1 \cdot 623,8 = 62,38\text{ m}^3$$

**Ztráta přirozeným větráním\*:**

$$Q_{Vi} = 0,34 \cdot V_{ih} \cdot (\theta_{i,m} - \theta_e) = 0,34 \cdot 62,38 \cdot (20 - (-12)) = 0,68\text{ kW}$$

**Ztráta nuceným větráním bez dohřevu\*:**

Celkový objem výměny vzduchu mechanickým větráním:  $V_i = 380\text{ m}^3/\text{h}$

Teplota přiváděného vzduchu z VZT zařízení:  $\theta_{sup} = 11\text{ °C}$

$$Q_{Vi} = 0,34 \cdot V_i \cdot (\theta_{i,m} - \theta_{sup}) = 0,34 \cdot 380 \cdot (20 - (-11)) = 1,16\text{ kW}$$

$$t_{sup} = \theta_e + \text{účinnost rekuperace} \cdot (22 - \theta_e) = -12 + 0,7 \cdot (22 - (-12)) = 11\text{ °C}$$

\*pro výpočet celkové předběžné ztráty je uvažována větší z hodnot

$$\rightarrow Q_{Vi} = 1,16\text{ kW}$$

**Ztráta pro ohřev TV:**

odhad  $Q_{TV} = 2 \text{ kW}$

**Celková předběžná ztráta budovy:**

$$Q_i = Q_{Ti} + Q_{Vi} + Q_{TV} = 3,37 + 1,16 + 2 = 6,53 \text{ kW}$$

## 2.2. Návrh zdroje tepla

Teplo bude distribuováno v objektu prostřednictvím teplovodního podlahového vytápění, hlavním zdrojem tepla bude splitové tepelné čerpadlo vzduch-voda.

### Návrh tepelného čerpadla

Potřebný výkon tepelného čerpadla dle celkových předběžných tepelných ztrát budovy – ztráty prostupem, větráním, ohřevem TV:

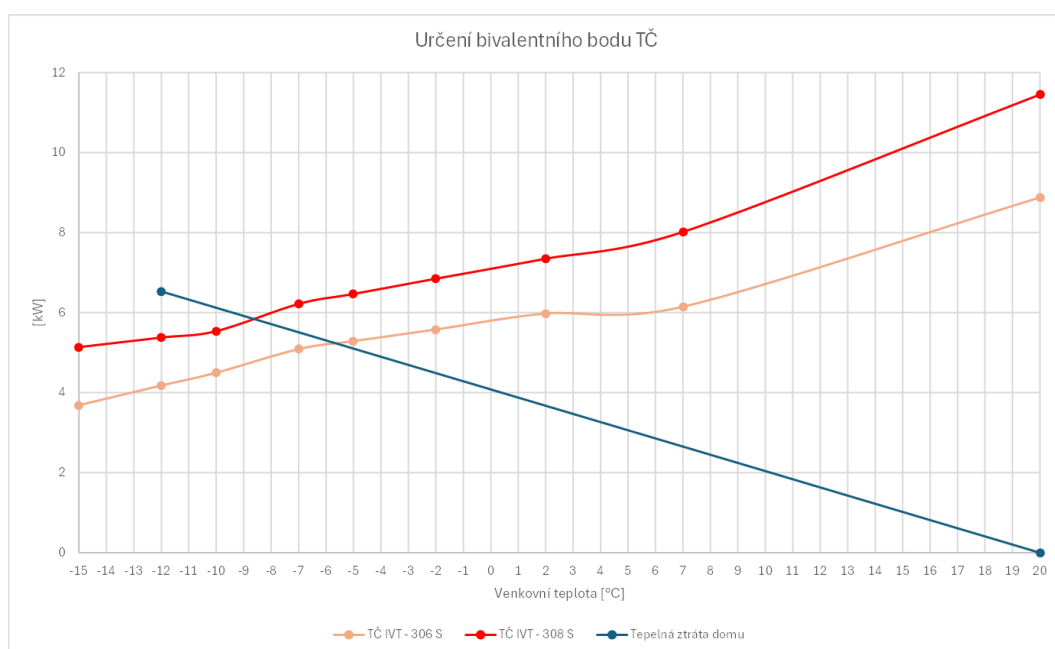
$$Q = 6,53 \text{ kW}$$

*Tabulka 2: Výkonové charakteristiky tepelného čerpadla IVT Air Split 306 S a 308 S [zdroj: <https://www.projektuj-tepelna-cerpadla.cz/cz/ivt-air-split-vzduch-voda~1>]*

	306 S	308 S
venkovní teplota	výkonové char. TČ	
te [°C]	35 [°C]	35 [°C]
-15	3,69	5,14
-12	4,18	5,38
-10	4,5	5,54
-7	5,09	6,22
-5	5,29	6,47
-2	5,58	6,85
2	5,98	7,35
7	6,15	8,02
20	8,88	11,45



Graf 1: Určení bivalentního bodu tepelného čerpadla



Pro tepelné čerpadlo IVT 306 S je bod bivalence v  $-5,5^{\circ}\text{C}$ .

Pro tepelné čerpadlo IVT 308 je bod bivalence v  $-8,5^{\circ}\text{C}$ .

→ Navrhuji TČ IVT Air Split 306 S



Obrázek 1 Tepelné čerpadlo IVT AIR Split 306 [zdroj: <https://www.projektuj-tepelna-cerpadla.cz/cz/ivt-air-split-vzduch-voda~1>]

## 2.3. Příprava teplé vody

Hlavním zdrojem pro přípravu teplé vody je navrženo tepelné čerpadlo vzduch-voda IVT Air split 306 S. V kombinaci s tepelným čerpadlem je navrženy solární termické kolektory, které budou zajišťovat ohřev vody v letním období. Tyto zdroje budou napojeny na nepřímotopný zásobník teplé vody.

### Vstupní údaje:

Lokalita:	Brno-Chrlice
Počet osob:	4 os.
Spotřeba na osobu:	40 l/den (při 55 °C)
Denní spotřeba teplé vody:	$V_{TV,den} = 160 \text{ l/den}$
Teplota studené vody:	$t_{SV} = 10 \text{ °C}$
Teplota teplé vody:	$t_{TV} = 55 \text{ °C}$
Srážka z tep. zisků kolektorů vlivem tep. ztrát:	$p = 0,188$
Přirážka na tep. ztráty při přípravě teplé vody: (centrální zásobníkový ohřev bez cirkulace)	$z = 0,15$

Navrženy 2 ploché solární termické kolektory Regulus KPG1H ALC s technickými parametry:

Technické údaje	
Konstrukční typ absorberu	lyrový, laserově svařovaný
Maximální pracovní tlak	10 bar
Maximální pracovní teplota	120 °C
Stagnační teplota	200 °C
Doporučený průtok	60–120 l/h
Celková (hrubá) plocha	2,52 m <sup>2</sup>
Plocha apertury	2,31 m <sup>2</sup>
Tloušťka zasklení	3,2 mm
Tloušťka izolace	40 mm
Hmotnost bez kapaliny	38 kg
Výška x šířka x hloubka	2150 x 1170 x 85 mm
Rozměr trubek absorberu	12x Cu Ø 8 mm x 0,4 mm
Připojovací potrubí	2x Cu Ø 22 mm x 0,8 mm

Obrázek 2 Parametry solárních kolektorů pro výpočet [zdroj: [https://www.regulus.cz/download/tech-listy/cz/tl\\_cz\\_technicky-list\\_kpg1h-alc.pdf](https://www.regulus.cz/download/tech-listy/cz/tl_cz_technicky-list_kpg1h-alc.pdf)]

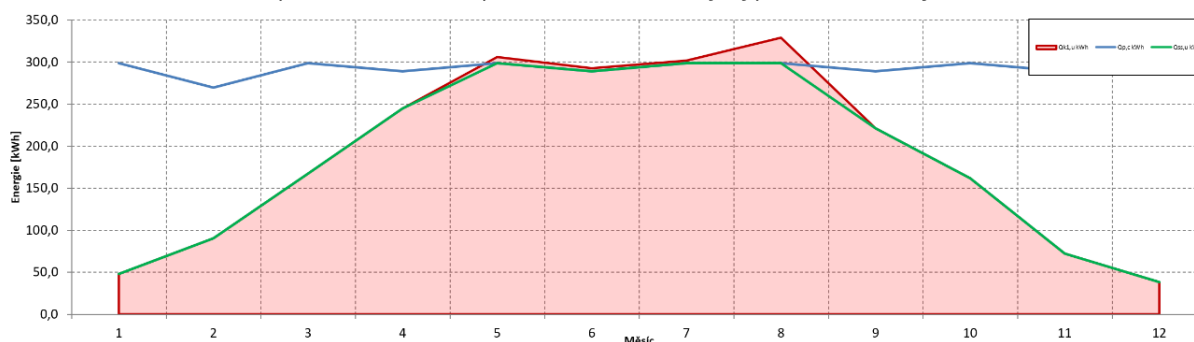
## Výpočet:

Tabulka 3: Výpočet bilance solárních termických systémů pomocí programu Nová zelená úsporám [zdroj: <https://novazelenausporam.cz/dokumenty/vypoctove-nastroje/>]

Optická účinnost $\eta^0$ :	0,812
Lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru $a_1$ :	4,054 W/m <sup>2</sup> .K <sup>2</sup>
Kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru $a_2$ :	0,014 W/m <sup>2</sup> .K <sup>2</sup>
Počet kolektorů:	2 ks
Vztažná plocha kolektoru:	2,31 m <sup>2</sup>
Celková vztažná plocha kolektoru:	4,62 m <sup>2</sup>
Plocha apertury solárního kolektoru $A_a$ :	2,31 m <sup>2</sup>
Střední denní teplota v solárních kolektorech $f_{k,m}$ :	39,5 °C
Sklon solárního kolektoru $\beta$ (svisle = 90°):	45 °
Azimut solárního kolektoru $\gamma$ (jih = 0°):	0 °
Potřeba pro přípravu TV:	3515 kWh/rok
Měrný využitelný zisk solárního systému $q_{ss,u}$ :	482 kWh/m <sup>2</sup> rok
Celkový využitelný zisk solárního systému $Q_{ss,u}$ :	2227 kWh/rok
Solární podíl (pokrytí potřeby tepla) $f$ :	63 %
Celkem navržená apertura systému:	4,62 m <sup>2</sup>
Instalovaný výkon solárních kolektorů cca:	3,75 kW
Min. požadovaný objem solárního zásobníku:	208 l

## Roční bilance kolektorů:

Graf 2: Roční bilance kolektorů pomocí programu Nová zelená úsporám [zdroj: <https://novazelenausporam.cz/dokumenty/vypoctove-nastroje/>]



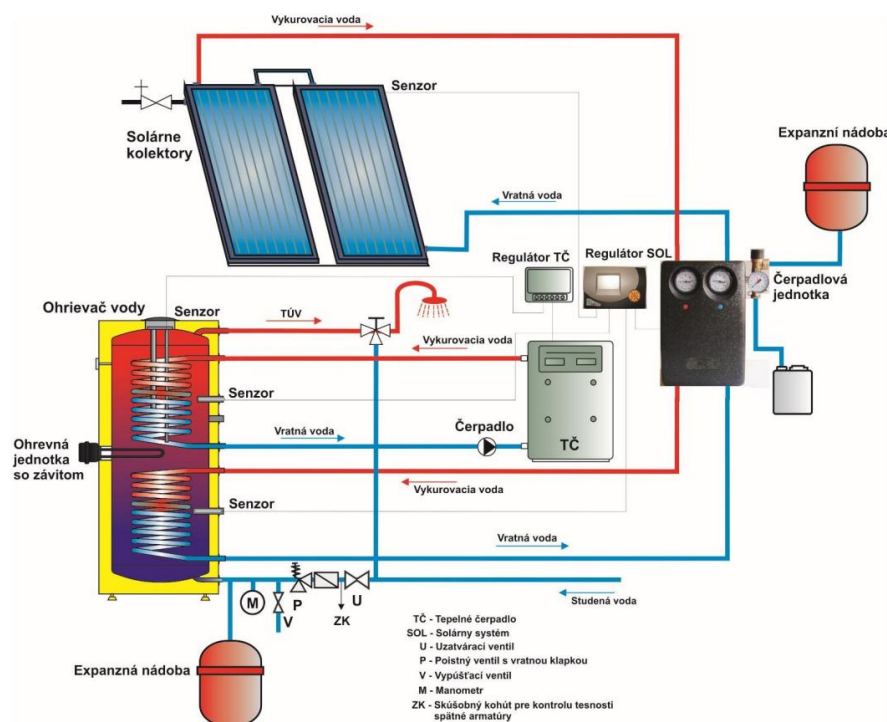
## Zásobník TV:

Navržen nepřímotopný zásobník TV Dražice OKC 400 NTRR/HP/SOL s objemem 352 l se dvěma výměníky – horním výměníkem pro napojení na tepelné čerpadlo (výhřevná plocha 3,1 m<sup>2</sup>) a spodním výměníkem pro solární systém (výhřevná plocha 1,4 m<sup>2</sup>). Zásobník bude umístěn v technické místnosti v 1NP objektu.



Obrázek 3 Zásobník TV Dražice OKC 400 NTRR/HP/SOL [zdroj: <https://www.dzd.cz/component/phocadownload/category/86-86-okc-ntrr-hp-sol?download=1266:navod-k-obsluze-a-instalaci-okc-ntrr-hp-sol>]

## Schéma zapojení zásobníku:



Obrázek 4 Schéma zapojení zásobníku TV [zdroj: <https://www.dzd.cz/component/phocadownload/category/86-86-okc-ntrr-hp-sol?download=1266:navod-k-obsluze-a-instalaci-okc-ntrr-hp-sol>]

## 2.4. Návrh otopných ploch

### 2.4.1. Podlahové vytápění

Objekt bude vytápěn pomocí teplovodního podlahového vytápění z trubek PE-RT v obou podlažích. Trubky budou upevněny v systémové polystyrenové desce s nopy. Jednotlivé okruhy jsou naznačeny v půdoryse B.1.3 – Schéma otopných ploch. Velikost rozdělovače závisí na počtu okruhů podlahového vytápění. Rozdělovač pro 1NP bude umístěn v úklidové místnosti č. 107, pro 2.NP v prostoru u schodiště ve skříňce ve zdi.



Obrázek 5 Podlahové vytápění [zdroj: <http://www.podlahovetopeni-teplovodni.cz/podlahove-topeni-top-heating/#pt-rehau>]

Obrázek 6 Rozdělovač [zdroj: <https://www.dek.cz/produkty/vypis/2994-rozdelovace-podlahoveho-vytapeni/>]

### 2.4.2. Elektrické přímotopy

Pro zvýšení komfortu v koupelnách jsou navrženy elektrická přímotopná trubková tělesa o příkonech 400 W. Rozměr přímotopných těles – š. 495 mm, v. 1095 mm.



Obrázek 7 Jednostranné elektrické přímotopné trubkové těleso [zdroj: <https://www.korado.cz/>]

## 3. Vzduchotechnika

### 3.1. Tepelná zátěž vybrané místnosti

Pro posouzení tepelné zátěže byla vybrána místnost č. 107 – Obývací pokoj. Místnost má jedno okno na západ, HS portál na jih a balkonové dveře na východ. Všechny tyto konstrukce výplní otvorů mají instalované venkovní žaluzie. U HS portálu a balkonových dveří je instalována hliníková pergola.

#### 3.1.1. Tepelná zátěž okny

Plochy prosklení jednotlivých fasád:

Sever:	0,00 m <sup>2</sup>
Jih:	6,30 m <sup>2</sup>
Východ:	3,59 m <sup>2</sup>
Západ:	3,04 m <sup>2</sup>

Určení doby výpočtu:

Doba výpočtu tepelných zisků oken bude dle tab. 4. uvažována 11 h.

Tabulka 4: Výpočet intenzity procházející sluneční radiace

hodiny	10	11	12	13	14	15	16
s	134	142	145	142	134	122	105
[W]	0	0	0	0	0	0	0
j	304	374	299	374	304	207	119
[W]	1915,20	2356,20	1883,70	2356,20	1915,20	1304,10	749,70
v	389	234	145	142	134	122	105
[W]	1396,51	840,06	520,55	509,78	481,06	437,98	376,95
z	130	139	141	232	389	505	539
[W]	395,20	422,56	428,64	705,28	1182,56	1535,20	1638,56
SUMA	2304,2	3012,76	2028,7	2498,2	2049,2	1426,1	854,7

## Výpočet tepelných zisků oken:

Korekce pro čistotu atmosféry byla určena  $c_0 = 1,15$  – venkovská oblast, protože se dům nachází v městské části na okraji města.

### Okna na jihu

max intenzita procházející sluneční radiace  $I_0$ :

2356,2 W·m<sup>-2</sup>

dobu výpočtu:

11 hodin

### VÝPOČET VELIKOSTI OSLUNĚNÉ ČÁSTI OKNA 21. 7. pro 11 h

výška slunce  $h$  58

azimut slunce  $\alpha$  152°

azimut stěny  $\gamma$  180°

#### Osluněná část okna

$$S_{os} = [l_a - (e_1 - f)] \cdot [l_b - (e_2 - g)]$$

$l_a =$  2,45 m

$l_b =$  3,5 m

$f =$  0,21 m

$g =$  0,21 m

#### vodorovný stín

$$e_1 = c \cdot \tan|\alpha - \gamma|$$

$c =$  1,910 m

$\tan|\alpha - \gamma| =$  0,532

$e_1 =$  1,016 m

#### svislý stín

$$e_2 = d \cdot \frac{\tan h}{\cos|\alpha - \gamma|}$$

$d =$  1,910 m

$\tan h =$  1,600

$\cos|\alpha - \gamma| =$  0,963

$e_2 =$  3,175 m

$S_{os} =$  0,879 m<sup>2</sup>

#### Tepelný zisk sluneční radiací pro 1 okno

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_0 \cdot c_0 + (S_o - S_{os}) \cdot I_{o\ dif}] \cdot s$$

$c_0 =$  1,15

$s =$  0,135

$I_{o\ dif} =$  409 W/m<sup>2</sup>

$Q_{or} =$  620,90 W

#### Tepelné zisky oken konvekci

$$Q_{ok} = S_{ok} \cdot U_o \cdot (t_e - t_i)$$

$S_{ok} =$  8,575 m<sup>2</sup>

$U_o =$  0,78 W/(m<sup>2</sup>·K)

$t_i =$  22 °C

$t_e =$  47,7 °C

$Q_{ok} =$  170,95 W

#### Celková tepelná zátěž okny

$Q_o = Q_{or} + Q_{ok} =$  791,85 W

## Okna na východě

max intenzita procházející sluneční radiace:  $I_0$   
doba výpočtu:

840,06 W·m<sup>-2</sup>  
11 hodin

### VÝPOČET VELIKOSTI OSLUNĚNÉ ČÁSTI OKNA 21. 7. pro 11 h

výška slunce  $h$  58  
azimut slunce  $\alpha$  152°  
azimut stěny  $\gamma$  90°

#### Osluněná část okna

$$S_{os} = [l_a - (e_1 - f)] \cdot [l_b - (e_2 - g)]$$

$l_a =$  2,4 m  
 $l_b =$  2 m  
 $f =$  0,21 m  
 $g =$  0,21 m

#### vodorovný stín

$$e_1 = c \cdot \tan|\alpha - \gamma|$$

$c =$  7,22  
 $\tan|\alpha - \gamma|$  1,88

$e_1 =$  13,58 m -> stín je větší než okno

#### svislý stín

$$e_2 = d \cdot \frac{\tan h}{\cos|\alpha - \gamma|}$$

$d =$  7,22 m  
 $\tan h =$  1,60  
 $\cos|\alpha - \gamma| =$  0,67

$e_2 =$  17,16 m -> stín je větší než okno

$S_{os} =$  0,00 m<sup>2</sup> -> okno je celé ve stínu

#### Tepelný zisk sluneční radiací pro 1 okno

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_0 \cdot c_0 + (S_o - S_{os}) \cdot I_{o\ dif}] \cdot s$$

$c_0 =$  1,15  
 $s =$  0,135  
 $I_{o\ diff} =$  232 W/m<sup>2</sup>

$Q_{or} =$  112,44 W

#### Tepelné zisky oken konvekci

$$Q_{ok} = S_{ok} \cdot U_o \cdot (t_e - t_i)$$

$S_{ok} =$  4,8 m<sup>2</sup>  
 $U_o =$  0,66 W/(m<sup>2</sup>·K)  
 $t_i =$  22 °C  
 $t_e =$  40,6 °C

$Q_{ok} =$  59,24 W

#### Celková tepelná zátěž okny

$Q_o = Q_{or} + Q_{ok} =$  171,68 W



## Okna na západě

max intenzita procházející sluneční radiace:  $I_0$

422,56 W·m<sup>-2</sup>

doba výpočtu:

11 hodin

### **VÝPOČET VELIKOSTI OSLUNĚNÉ ČÁSTI OKNA 21. 7. pro 11 h**

výška slunce  $h$  58

azimut slunce  $\alpha$  152°

azimut stěny  $\gamma$  270°

$|\alpha - \gamma|$  je > 90° -> *okno je celé ve stínu* ->  $S_{os} = 0 \text{ m}^2$

Osluněná část okna

$S_{os} =$  0,00 m<sup>2</sup>

Tepelný zisk sluneční radiací pro 1 okno

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_0 \cdot c_0 + (S_o - S_{os}) \cdot I_{o \text{ dif}}] \cdot s$$

$c_0 =$  1,15

$s =$  0,135

$I_{o \text{ dif}} =$  139 W/m<sup>2</sup>

$Q_{or} =$  57,05 W

Tepelné zisky oken konvekcí

$$Q_{ok} = S_{ok} \cdot U_o \cdot (t_e - t_i)$$

$S_{ok} =$  4,05 m<sup>2</sup>

$U_o =$  0,65 W/(m<sup>2</sup>·K)

$t_i =$  22 °C

$t_e =$  33,0 °C

$Q_{ok} =$  28,76 W

Celková tepelná zátěž okny

$Q_o = Q_{or} + Q_{ok} =$  85,80 W

**Celková tepelná zátěž okny:**

$$Q_{ocelk} = \sum Q_o = 791,85 + 171,68 + 85,80 = 1049,33 \text{ W} = \mathbf{1,05 \text{ kW}}$$

### 3.1.2. Tepelná zátěž vnějších stěn

Stěna středně těžká:

$$Q_s = U_s \cdot S \cdot [(t_{rm} - t_i) + m \cdot (t_{r\psi} - t_{rm})]$$

$$U_s = 0,145 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$t_i = 22 \text{ }^\circ\text{C}$$

$t_{rm}$  - průměrná rovnocenná slun. teplota vnějšího vzduchu za 24h

$t_{r\psi}$  - rovnocenná slun. teplota v době o  $\psi$  hod. dřív

Součinitel zmenšení teplotního kolísání

$$m = \frac{1 + 7,6 \cdot \delta}{2500^\delta} \quad [-]$$

$$\delta = 0,52 \text{ m}$$

$$m = 0,085$$

**Fázové posunutí teplotních kmitů  $\psi$ :**

o kolik hodin dopředu se má brát rovnocenná teplota

$$\psi = 32\delta - 0,5 \quad [h]$$

$$\psi = 16,14 \text{ h}$$

doba výpočtu  $t_{r\psi}$  je 11h - 16,4h = 18,6h

severní stěna

$$S_1 = 11,0125 \text{ m}^2$$

$$t_{rm} = 26,2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{r\psi} = 30,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{s1} = 7,32 \text{ W}$$

jižní stěna

$$S_2 = 7,775 \text{ m}^2$$

$$t_{rm} = 29,6 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{r\psi} = 28,8 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{s2} = 33,29 \text{ W}$$

východní stěna

$$S_3 = 3,325 \text{ m}^2$$

$$t_{rm} = 29,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{r\psi} = 28,8 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{s3} = 6,50 \text{ W}$$

západní stěna

$$S_4 = 24,175 \text{ m}^2$$

$$t_{rm} = 29,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{r\psi} = 35,4 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{s4} = 13,96 \text{ W}$$

$$\text{CELKEM } Q_s = 61,07 \text{ W}$$

### 3.1.3. Tepelná zátěž vnitřních stěn

$$Q_{si} = U_{si} \cdot S \cdot (t_{io} - t_i)$$

$$U_{si} = 1,47 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$S = 17,5 \text{ m}^2$$

$$t_{io} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_i = 22 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{si} = -103,16 \text{ W}$$

### 3.1.4. Produkce tepla od lidí, svítidel, vodní zisky

Produkce tepla od lidí:

$$Q_l = n_l \cdot 6,2 \cdot (36 - t_i)$$

$$n_l = 4 \text{ os.}$$

$$t_i = 22 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{l1} = 347,20 \text{ W}$$

### Produkce tepla od svítidel:

$$Q_{sv} = S_s \cdot P_s \cdot c_1 \cdot c_2$$

$S_s =$  17,514 m<sup>2</sup> - podlah. plocha zmenš. o přirozeně osvětlenou plochu u oken

$P_s =$  9,6 W/m<sup>2</sup> - výkon osvětlení

$c_1 =$  0,3 - souč. současnosti použ. svítidel

$c_2 =$  1 - zbytkový souč. při odsávání vzduchu z okolí svítidel

$$Q_{sv} = 50,44 \text{ W}$$

### Vodní zisky:

$$Q_l = n_l \cdot m_l$$

$n_l =$  4 os.

$m_l =$  10 g/h - produkce vodní páry na os.

$$Q_{l2} = 40 \text{ W}$$

### 3.1.5.Celková tepelná zátěž objektu

$$Q_L = Q_{ocelk} + Q_s + Q_{si} + Q_{l1} + Q_{sv} + Q_{l2} = 1444,88 \text{ W} = 1,44 \text{ kW}$$

## 3.2. Stanovení průtoků vzduchu po místnostech

Průtoky vzduchu v jednotlivých místnostech byly stanoveny tak, aby vyhovovaly minimálním hodnotám intenzity větrání dle ČSN EN 15251 - objekt druhé třídy.

Tabulka 5: Průtoky vzduchu v jednotlivých místnostech objektu

Č. M.	MÍSTNOST	PODLAHOVÁ PLOCHA [m <sup>2</sup> ]	SVĚTLÁ VÝŠKA [m]	OBJEM [m <sup>3</sup> ]	PŘÍVOD [m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup> ]	ODVOD [m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup> ]	VÝMĚNA [h <sup>-1</sup> ]	POČET DISTRIBUČNÍCH PRVKŮ
101	Zádveří	7,27	2,6	18,902		20	1,06	1
102	Technická místnost	7,97	2,9	23,113			-	-
103	Koupelna	4,96	2,9	14,384		70	4,87	1
104	Šatna	8,30	2,9	24,07		20	0,83	1
105 + 205	Schodiště	8,20	6,14	50,348	40		0,79	1
107	Obyvací pokoj	34,84	2,6	90,584	130		1,44	2
107	Kuchyňský kout	15,20	2,6	39,52		100	2,53	-
201	Ložnice	15,47	1,6	24,752	80		3,23	1
202	Šatna	8,07	2,9	23,403			-	-
203	Koupelna	4,96	2,7	13,392		70	5,23	1
204	Chodba	6,13	2,6	15,938			-	-
206	WC	1,65	2,7	4,455		40	8,98	1
207	Koupelna	8,32	2,7	22,464		60	2,67	1
208	Pokoj	14,96	2,7	40,392	45		1,11	1
209	Pokoj	13,23	2,7	35,721	45		1,26	1
210	Pracovna	9,05	2,7	24,435	40		1,64	1
Celkový průtok vzduchu v objektu [m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup> ]					380	380		13

Počet distribučních prvků v jednotlivých místnostech byl stanoven dle maximálních průtoků vzduchu uvedených výrobcem:

	RONDO-100	RONDO-125	RONDO-160	KVADRO-100	KVADRO-125
Průměr připojení potrubí	100 mm	125 mm	160 mm	100 mm	125 mm
Tvar	Kruhový	Kruhový	Kruhový	Čtvercový	Čtvercový
Doporučený průtok vzduchu na difuzor (přívod):	až 80 m <sup>3</sup> /h	až 80 m <sup>3</sup> /h	až 100 m <sup>3</sup> /h	až 80 m <sup>3</sup> /h	až 80 m <sup>3</sup> /h
Doporučený průtok vzduchu na difuzor (odvod):	až 95 m <sup>3</sup> /h	až 95 m <sup>3</sup> /h	až 120 m <sup>3</sup> /h	až 95 m <sup>3</sup> /h	až 95 m <sup>3</sup> /h

Obrázek 8 Max. průtoky vzduchu distribučních prvků [zdroj: <https://www.ergoventcz.cz/>]

### 3.3. Návrh VZT jednotky

Objekt bude mechanicky větrán pomocí VZT jednotky se zpětným získáváním tepla. Větrání bude rovnotlaké. Dle stanoveného celkového průtoku vzduchu v objektu  $380 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  byla navržena jednotka Regulus Sentinel Kinetic Advance S s maximálním průtokem vzduchu  $414 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ . Jednotka je ve variantě bez entalpického výměníku.

#### Základní technické parametry:

Výkonové parametry	
Max. průtok vzduchu <sup>*)</sup>	414 m <sup>3</sup> /h
Účinnost rekuperace	max. 93 %
<sup>*) Průtoky vzduchu pro konkrétní instalce je nutné korigovat dle výkonových grafů.</sup>	
Elektrické parametry	
Napájení	220–240 V AC, 50 Hz
Pojistka napájení	3 A (vnější jištění)
Pojistka přístroje	2 A (jištění v jednotce)
Jmenovitý příkon	max. 190 W
Stupeň krytí	IPX2
Rozměry, hmotnost a instalace	
Výška x šířka x hloubka	760 x 660 x 443 (bez hrdel)
Průměr hrdel	125 mm
Hadice kondenzátu	Ø 22 or 32 mm
Hmotnost	27 kg
Instalace	vodorovná plocha nebo zavěšení na stěnu
Parametry okolí	
Teplota (provoz, skladování)	–20 až 45 °C
Vlhkost (provoz, skladování)	do 95 % r. v.



Obrázek 9 VZT jednotka Regulus Sentinel Kinetic Advance S [zdroj: <https://www.regulus.cz/cz/rekuperacni-jednotka-sentinel-advance-s-svt-9237>]

### 3.4. Návrh distribučních prvků

Na fasádě budou na sání a výtlaku vzduchu umístěny nerezové ventilační mřížky Dalap RFNW s gravitačními horizontálními žaluziemi, čtvercového tvaru rozměru 180x180 mm pro připojení potrubí Ø125 mm.



*Obrázek 10 Bílá nerezová čtvercová mřížka se samotížnou žaluzií a přírubou [zdroj: <https://dalap.cz/mrizky-kovove/484-6877-stainless-steel-grilles-with-gravity-louvre-shutters-and-flange>]*

Pro přívod čerstvého vzduchu do místností a odvod odpadního vzduchu z místností jsou navrženy sádrové distribuční prvky Ergovent pro instalaci do SDK podhledu a předstěn. Velikost prvků byla do jednotlivých místností vybrána dle doporučených průtoků vzduchu na difuzor pro přívod a odvod dle specifikace výrobce. Pro instalaci na zeď jsou navrženy plastové větrací mřížky Dalap GP 100 FLAT WHITE.

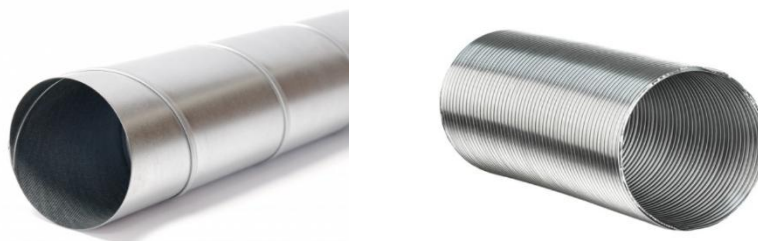
Jednotlivé distribuční prvky a jejich umístění v místnostech jsou blíže specifikovány ve výkrese č. B.1.2 – Schéma trasy VZT.



*Obrázek 11 Distribuční prvky Ergovent [zdroj: <https://www.ergoventcz.cz/>]*

*Obrázek 12 Distribuční prvek DALAP GP 100 FLAT WHITE [zdroj: <https://dalap.cz/mrizky-plastove/399-5948-flat-surge-spin-dekorativni-mrizky>]*

Rozvod vzduchu v objektu bude zajištěn prostřednictvím hlavního rozvodného Spiro potrubí, ze kterého bude dále přiváděn vzduch k jednotlivým distribučním prvkům pomocí flexibilního potrubí. Přívodní potrubí bude izolováno tepelnou izolací z kamenné vlny.



*Obrázek 13 Spiro a flexi potrubí [zdroj: <https://www.ventilatory.cz/>]*

## 4. Elektroinstalace

### 4.1. Návrh hlavního jističe

Byly vybrány elektrické spotřebiče s možnou pravděpodobností nejčastějšího užívání v souběžné době v navržené domácnosti. Ke spotřebičům byly dohledány orientační hodnoty příkonů. Následně byl spočítán návrhový proud, na jehož hodnotu byla navržena velikost hlavního jističe.

Tabulka 6: Soupis spotřebičů v objektu

NÁZEV	PŘÍKON [kW]
Elektrická indukční deska	7
Digestoř	0,22
Mikrovlnná trouba	1,22
Horkovzdušná trouba	3,6
Myčka nádobí	1,7
Lednice	0,45
Mrazák	0,44
Kávovar	1,45
Varná konvice	2
Televize	0,1
Pračka	0,046
4*PC	2,4
Sušička	0,7
Fén	0,8
Vysavač	0,9
Tepelné čerpadlo	2
Topná el. spirála v ohříváči	2
Rekuperační jednotka VZT	0,19
Umělé osvětlení	0,0096
Ostatní 10W/m <sup>2</sup>	1
<b>Celkem</b>	<b>28,2256</b>
<b>Max. soudobý příkon = 0,77 x celkový příkon</b>	<b>21,733712</b>

Návrhový proud:

$$I = \frac{P}{\cos\varphi \cdot U_s \cdot 3^{0,5}}$$

P = 21733,7 W

Cos φ = 0,95

U<sub>s</sub> = 400 V

konst = 1,73205

I = 33,021 A → Navrhuji velikost hlavního jističe 3x32 A



## **4.2. Elektroměrový rozvaděč a pojistková skříň**

Elektroměrový rozvaděč s pojistkovou skříní budou umístěny na hranici pozemku (viz. C.3 - Koordinační situace). Musí být dodržen požadavek na volný prostor před rozvaděčem a pojistkovou skříní, a to vzdálenost min. 0,8 m. Spodní okraje rozvaděče a pojistkové skříně musí být 0,6 – 1,5 nad přilehlým upraveným terénem.

## **4.3. Domovní rozvaděč**

Velikost domovního rozvaděče se odvíjí od počtu napojených okruhů elektroinstalací v rámci objektu. Domovní rozvaděč bude umístěn ve zdi v místnosti č. 102 – Šatna.

## **5. Zdravotně technické instalace**

Návrh zdravotně technických instalací je podrobněji zpracován v prováděcím projektu v části B.2. Výpočty objemu akumulární nádrže, bilance využití srážkových vod a výpočet vsakovacího zařízení jsou uvedeny v technické zprávě č. B.2.1.

## 5.1. Bilance potřeby vody

### Vstupní údaje

Celkový počet zásobovaných obyvatel RD:	4 osob
Počet provozních dnů:	365 dnů
Směrná čísla roční potřeby vody dle přílohy č. 12 vyhl. č. 428/2001 Sb.	
- byty s tekoucí teplou vodou:	35 m <sup>3</sup>
Specifická potřeba vody (včetně občanské vybavenosti) $q_{\text{spec}}$ dle Vyhlášky 428/2001 Sb.	0,096 m <sup>3</sup> ·den <sup>-1</sup>
Součinitel max. hodinové nerovnoměrnosti $k_h$	1,8
Součinitel denní nerovnoměrnosti $k_d$	1,5

### Potřeba pitné vody

Součinitel max. hodinové nerovnoměrnosti $k_h$	1,8
Součinitel denní nerovnoměrnosti $k_d$	1,5
dle Směrnice č. 9/1973	

#### Průměrný denní průtok $Q_p$

$$Q_p = \text{počet osob RD} \cdot q_{\text{spec}}$$

$$Q_p = 0,384 \text{ m}^3 \cdot \text{den}^{-1} = 0,004 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$$

#### Maximální denní průtok $Q_d$

$$Q_d = Q_p \cdot k_d$$

$$Q_d = 0,575 \text{ m}^3 \cdot \text{den}^{-1} = 0,007 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$$

#### Maximální hodinový průtok $Q_h$

$$Q_h = Q_d \cdot k_h$$

$$Q_h = 1,036 \text{ m}^3 \cdot \text{den}^{-1} = 0,012 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$$

#### Roční potřeba vody $Q_r$

$$Q_r = Q_p \cdot \text{počet provozních dnů budovy}$$

$$Q_r = 140,0 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$$

#### Potřeba vody pro potřebiče

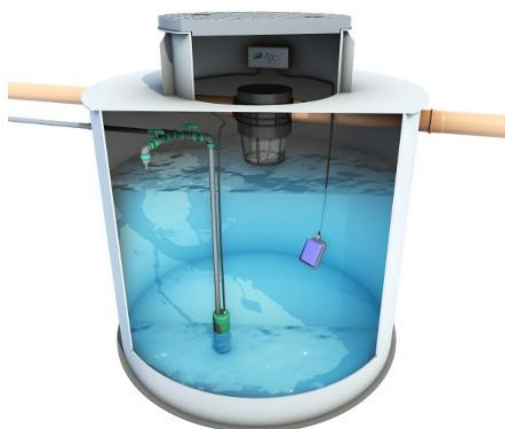
druh	$Q_a$ [l·s <sup>-1</sup> ]	počet n	$Q_a^2 \cdot n$ [l·s <sup>-1</sup> ]
pračka	0,2	1	0,04
myčka	0,2	1	0,04
dřez	0,2	1	0,04
WC	0,1	3	0,03
umyvadlo	0,1	3	0,03
sprcha	0,2	2	0,08
vana	0,4	1	0,16
		$\Sigma$	0,42
		$Q_d =$	0,65 l·s <sup>-1</sup>

## 5.2. Hospodaření s dešťovou vodou

Srážková voda bude sbírána z ploché vegetační střechy a zastřešení terasy a bude odvedena svodným potrubím dešťové kanalizace do akumulární nádrže. Srážková voda bude využívána pro závlahu pozemku. Přebytečné srážkové vody budou z akumulární nádrže přes revizní a sedimentační šachtu svedeny do podzemního vsakovacího zařízení, kde se budou postupně vstřebávat do zeminy.

### Akumulační nádrž:

Byla navržena akumulární nádrž ASIO AS-REWA GARDEN o akumulárním objemu 4,9 m<sup>3</sup>. Akumulační nádrž je na nátoku osazena filtrem hrubých nečistot s filtračním košem. Pro čerpání vody na závlahu obsahuje ponornou domácí vodárnu s tlakovým spínačem, zavlažovat zahradu se bude pomocí otevření zahradního ventilu. Výtlak z nádrže je uzavíratelný a na zimu vypustitelný.



Obrázek 14 Akumulační nádrž AS REWA GARDEN [zdroj: <https://www.asio.cz/cz/p/85.nadrze-na-destovou-vodu-as-rewa>]

### 5.3. Vsakovací systém

Pro vsakování přebytečné srážkové vody byly navrženy dva vsakovací tunel ASIO AS-KRECHT, každý o retenčním objemu 1,6 m<sup>3</sup>. Tunel je určen pro vytvoření podzemního vsakovacího (retenčního) prostoru a k optimalizaci řízení odtoku srážkových vod.



*Obrázek 15 Vsakovací tunel AS-KCHT [zdroj: <https://www.asio.cz/cz/p/98.vsakovaci-tunel-as-krecht>]*

## 6. Seznam tabulek

Tabulka 1: Výpočet tepelných ztrát objektu .....	6
Tabulka 2: Výkonové charakteristiky tepelného čerpadla IVT Air Split 306 S a 308 S [zdroj: <a href="https://www.projektuj-tepelnac-erpada.cz/cz/ivt-air-split-vzduch-voda~1">https://www.projektuj-tepelnac-erpada.cz/cz/ivt-air-split-vzduch-voda~1</a> ] ...	8
Tabulka 3: Výpočet bilance solárních termických systémů pomocí programu Nová zelená úsporám [zdroj: <a href="https://novazelenausporam.cz/dokumenty/vypoctove-nastroje/">https://novazelenausporam.cz/dokumenty/vypoctove-nastroje/</a> ].....	11
<i>Tabulka 4: Výpočet intenzity procházející sluneční radiace .....</i>	<i>14</i>
Tabulka 5: Průtoky vzduchu v jednotlivých místnostech objektu .....	20
<i>Tabulka 6: Soupis spotřebičů v objektu.....</i>	<i>24</i>

## 7. Seznam grafů

Graf 1: Určení bivalentního bodu tepelného čerpadla .....	9
Graf 2: Roční bilance kolektorů pomocí programu Nová zelená úsporám [zdroj: <a href="https://novazelenausporam.cz/dokumenty/vypoctove-nastroje/">https://novazelenausporam.cz/dokumenty/vypoctove-nastroje/</a> ] .....	11

## 8. Seznam obrázků

Obrázek 1 Tepelné čerpadlo IVT AIR Split 306 [zdroj: <a href="https://www.projektuj-tepelnac-erpada.cz/cz/ivt-air-split-vzduch-voda~1">https://www.projektuj-tepelnac-erpada.cz/cz/ivt-air-split-vzduch-voda~1</a> ] .....	9
Obrázek 2 Parametry solárních kolektorů pro výpočet [zdroj: <a href="https://www.regulus.cz/download/tech-listy/cz/tl_cz_techicky-list_kpg1h-alc.pdf">https://www.regulus.cz/download/tech-listy/cz/tl_cz_techicky-list_kpg1h-alc.pdf</a> ] 10	
Obrázek 3 Zásobník TV Dražice OKC 400 NTRR/HP/SOL [zdroj: <a href="https://www.dzd.cz/component/phocadownload/category/86-86-okc-ntrr-hp-sol?download=1266:navod-k-obsluze-a-instalaci-okc-ntrr-hp-sol">https://www.dzd.cz/component/phocadownload/category/86-86-okc-ntrr-hp-sol?download=1266:navod-k-obsluze-a-instalaci-okc-ntrr-hp-sol</a> ] .....	12
Obrázek 4 Schéma zapojení zásobníku TV [zdroj: <a href="https://www.dzd.cz/component/phocadownload/category/86-86-okc-ntrr-hp-sol?download=1266:navod-k-obsluze-a-instalaci-okc-ntrr-hp-sol">https://www.dzd.cz/component/phocadownload/category/86-86-okc-ntrr-hp-sol?download=1266:navod-k-obsluze-a-instalaci-okc-ntrr-hp-sol</a> ] .....	12
Obrázek 5 Podlahové vytápění [zdroj: <a href="http://www.podlahovetopeni-teplovodni.cz/podlahove-topeni-top-heating/#pt-rehau">http://www.podlahovetopeni-teplovodni.cz/podlahove-topeni-top-heating/#pt-rehau</a> ] .....	13
Obrázek 6 Rozdělovač [zdroj: <a href="https://www.dek.cz/produkty/vypis/2994-rozdelovace-podlahoveho-vytapeni">https://www.dek.cz/produkty/vypis/2994-rozdelovace-podlahoveho-vytapeni</a> ] .....	13
Obrázek 7 Jednostranné elektrické přímotopné trubkové těleso [zdroj: <a href="https://www.korado.cz/">https://www.korado.cz/</a> ] .....	13
Obrázek 8 Max. průtoky vzduchu distribučních prvků [zdroj: <a href="https://www.ergoventcz.cz/">https://www.ergoventcz.cz/</a> ] .....	20
Obrázek 9 VZT jednotka Regulus Sentinel Kinetic Advance S [zdroj: <a href="https://www.regulus.cz/cz/rekuperacni-jednotka-sentinel-advance-s-svt-9237">https://www.regulus.cz/cz/rekuperacni-jednotka-sentinel-advance-s-svt-9237</a> ] .....	21

Obrázek 10 Bílá nerezová čtvercová mřížka se samotížnou žaluzií a přírubou [zdroj: <a href="https://dalap.cz/mrizky-kovove/484-6877-stainless-steel-grilles-with-gravity-louvre-shutters-and-flange">https://dalap.cz/mrizky-kovove/484-6877-stainless-steel-grilles-with-gravity-louvre-shutters-and-flange</a> ] .....	22
Obrázek 11 Distribuční prvky Ergovent [zdroj: <a href="https://www.ergoventcz.cz/">https://www.ergoventcz.cz/</a> ] .....	22
Obrázek 12 Distribuční prvek DALAP GP 100 FLAT WHITE [zdroj: <a href="https://dalap.cz/mrizky-plastove/399-5948-flat-surge-spin-dekorativni-mrizky">https://dalap.cz/mrizky-plastove/399-5948-flat-surge-spin-dekorativni-mrizky</a> ] .....	22
Obrázek 13 Spiro a flexi potrubí [zdroj: <a href="https://www.ventilatory.cz/">https://www.ventilatory.cz/</a> ] .....	23
Obrázek 14 Akumulační nádrž AS REWA GARDEN [zdroj: <a href="https://www.asio.cz/cz/p/85.nadrze-na-destovou-vodu-as-rewa">https://www.asio.cz/cz/p/85.nadrze-na-destovou-vodu-as-rewa</a> ] .....	27
Obrázek 15 Vsakovací tunel AS-KCHT [zdroj: <a href="https://www.asio.cz/cz/p/98.vsakovaci-tunel-as-krecht">https://www.asio.cz/cz/p/98.vsakovaci-tunel-as-krecht</a> ] .....	28