



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STAVEBNÍ**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

**ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ**

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

**MATEŘSKÁ ŠKOLA "U MLÉKÁRNY"**

KINDERGARTEN "U MLÉKÁRNY"

**KONCEPČNÍ STUDIE TECHNIKY PROSTŘEDÍ STAVBY**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

MASTER'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Dariusz Pielesz**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**doc. Ing. Karel Šuhajda, Ph.D.**

**BRNO 2023**

## OBSAH

<b>1</b>	<b>Identifikační údaje budovy .....</b>	<b>- 3 -</b>
<b>2</b>	<b>Účel posouzení.....</b>	<b>- 3 -</b>
<b>3</b>	<b>Podklady pro zpracování .....</b>	<b>- 3 -</b>
<b>4</b>	<b>Návrh umělého osvětlení.....</b>	<b>- 4 -</b>
4.1	Úvod .....	- 4 -
4.2	Výpočetní vztahy .....	- 4 -
4.3	Vzhledové parametry místností.....	- 5 -
4.4	Umělé osvětlení.....	- 5 -
4.5	Schéma rozmístění svítidel .....	- 10 -
4.6	Závěr .....	- 10 -
<b>5</b>	<b>Pitná a srážková voda.....</b>	<b>- 11 -</b>
5.1	Úvod .....	- 11 -
5.2	Potřeba vody .....	- 11 -
5.3	Dimenzování zařízení pro využití srážkové vody .....	- 12 -
5.4	Závěr .....	- 13 -
<b>6</b>	<b>Nucené větrání.....</b>	<b>- 14 -</b>
6.1	Úvod .....	- 14 -
6.2	Průtoky vzduchu v místnostech.....	- 14 -
6.3	Distribuční prvky.....	- 15 -
6.4	Dimenzování potrubí.....	- 16 -
6.5	Tlaková ztráta .....	- 17 -
6.6	Návrh vzduchotechnické jednotky.....	- 17 -
6.7	Regulační schéma a dispozice VZT .....	- 19 -
6.8	Závěr .....	- 19 -
<b>7</b>	<b>Návrh zdroje tepla a přípravy TV .....</b>	<b>- 20 -</b>
7.1	Úvod.....	- 20 -
7.2	Tepelná ztráta .....	- 20 -
7.3	Příprava teplé vody .....	- 21 -
7.4	Návrh zdroje tepla .....	- 25 -
7.5	Regulační schéma .....	- 25 -
7.6	Závěr.....	- 25 -
<b>8.</b>	<b>Návrh chlazení.....</b>	<b>- 26 -</b>
8.1	Úvod .....	- 26 -
8.2	Zjednodušený výpočet tepelné zátěže .....	- 26 -
8.3	Koncepce chlazení .....	- 28 -
8.4	Návrh vnitřních jednotek.....	- 29 -
8.5	Návrh zdroje chladu .....	- 30 -
8.6	Regulační schéma a dispozice chlazení.....	- 31 -
8.7	Závěr.....	- 31 -
<b>9</b>	<b>Fotovoltaická elektrárna .....</b>	<b>- 32 -</b>
9.1	Úvod .....	- 32 -
9.2	Výběr fotovoltaického panelu .....	- 32 -
9.3	Stanovení potřeby od elektrických spotřebičů .....	- 33 -
9.4	Bilance výroby a spotřeby pro zimní a letní období.....	- 34 -
9.5	Celková roční bilance výroby a spotřeby.....	- 35 -
9.6	Schéma rozmístění fotovoltaických panelů na střeše.....	- 36 -
9.7	Závěr.....	- 36 -

# 1 Identifikační údaje budovy

## Údaje o stavbě

- |                        |   |
|------------------------|---|
| a) název stavby:       | Mateřská škola „U Mlékárny“                 |
| b) místo stavby:       |   |
| adresa                 | ul. U Mlékárny, 737 01 Český Těšín [598933] |
| čísla popisná          | -   |
| katastrální území      | Český Těšín [623164]                        |
| parcelní čísla pozemků | 1850, 1848/1                                |
| c) předmět:            | Novostavba mateřské školy                   |

## Účel objektu

Mateřská škola je určena pro předškolní výchovu dětí ve dvou třídách pro 18 dětí v každé. Součástí objektu jsou i prostory pro specifické vyučovací hodiny, kroužky, besídky atp.

## Stručně konstrukční řešení

Objekt o jednom a dvou podlažích je zděný z tvárnic Ytong a Silka. Obvodové zdivo bez dodatečného zateplení. Založení je řešeno na základové pásy a nadezdívce z bednicích tvarovek BTB. Stropní konstrukce jsou z předpjatých panelů Spiroll. Střešní konstrukce plochá zateplena izolantem EPS 150 – střecha nad 1.NP zelená extenzivní a s terasou z dlažby, střecha nad 2.NP přitížena kačírkem a umístěnou FV elektrárnou.

# 2 Účel posouzení

Cílem této koncepční studie je návrh systému techniky prostředí staveb pro budovu mateřské školy. V rámci této části je zpracován návrh technických systémů: umělé osvětlení, hospodaření s dešťovou vodou, nucené větrání, zdroj tepla a ohřev teplé vody, chlazení a fotovoltaické elektrárny. Součástí návrhu je schéma zapojení energetických zdrojů, výpočet výkonových parametrů, zjednodušené schéma řízení, dispoziční umístění zdrojů a výkresová část pro jednotlivé systémy.

# 3 Podklady pro zpracování

Podklady pro zpracování zprávy jsou:

- studie projektu včetně textových částí,
- pracovní verze projektu ve fázi provádění stavby,
- situace širších vztahů,
- fotodokumentace okolí a okolních objektů,
- urbanistické a klimatické poměry dané lokality,
- okrajové podmínky vnitřní a vnější.

## 4 Návrh umělého osvětlení

### 4.1 Úvod

Návrh umělého osvětlení byl proveden pro 3 vybrané místnosti:

- 106 – herna A,
- 112 – pohybové aktivity,
- 115 – zázemí učitelů.

Pro zvolené místnosti byla stanovena požadovaná úroveň osvětlenosti dle ČSN EN 12464-1 a byly vybrány svítidla. Následně byl proveden výpočet světelného výkonu tokovou metodou, stanovení počtu a rozmístění svítidel. Rovněž byly zvoleny vhodné způsoby řízení svítidel.

### 4.2 Výpočetní vztahy

#### 4.2.1 Světelný tok

Hodnota světelného toku byla stanovena dle následujícího vzorce:

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

- $\Phi$  – světelný tok [lm],
- $E$  – udržovaná osvětlenost [lx],
- $A$  – osvětlovaná plocha [m<sup>2</sup>],
- $\eta$  – účinnost, činitel využití [-],
- $z$  – udržovací činitel.

#### 4.2.2 Činitel místnosti

Hodnota činitele byla stanovena dle následující tabulky:

	Odrazivost (činitel odrazu)			
Strop	0,8			
Stěna	0,5		0,6	
Srovnávací rovina	0,3	0,1	0,3	0,1
Činitel místnosti $k$	Reflexní účinnost prostoru			
0,6	52	49	43	42
1,0	73	67	64	60
1,5	89	81	81	75
2,0	97	86	89	81
3,0	107	94	101	90

Hodnota prostorového indexu byla stanovena dle následujícího vzorce:

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

- $k$  – prostorový index,
- $a, b$  – rozměr místnosti,
- $h$  – výška svítidla nad srovnávací rovinou.


## 4.3 Vzhledové parametry místností

- světlé stěny,
- světlý strop,
- osvětlení přímé,
- umístění svítidla v podhledu.

## 4.4 Umělé osvětlení

### 4.4.1 místnost 106 – herna A

Tab. 1 Návrh svítidla

LED panel ZEUS		
		
Parametry	Hodnota	Jednotka
Světelný tok	5 000	lm
Příkon zdroje	45	W
Vyzařovací úhel	140	°
Stupeň krytí	IP20	-
Rozměr svítidla	595x595x9	mm
Teplota chromatičnosti	4 000	K

Tab. 2 Návrh umělého osvětlení

Požadavek na osvětlení	Značka	Hodnota	Jednotka
Udržovaná osvětlenost	E	500	lx
Osvětlovaná plocha	A	103,69	m <sup>2</sup>
Účinnost	$\eta$	0,95	-
Udržovací činitel	z	0,65	-
Účinnost prostoru		91,08	%
Světelný tok	$\Phi$	83 959	lm
Rozměry místnosti	a, b	7,45   14,15	m
Výška svítidla nad srovnávací rovinou	h	3,00	m
Prostorový index	k	1,63	-

Tab. 3 Vyhodnocení pro celou místnost

	Hodnota	Jednotka
Světelný tok svítidla	5 000	lm
Počet běžných svítidel	17	ks
Příkon	45	W
Měrný příkon	7,38	W/m <sup>2</sup>

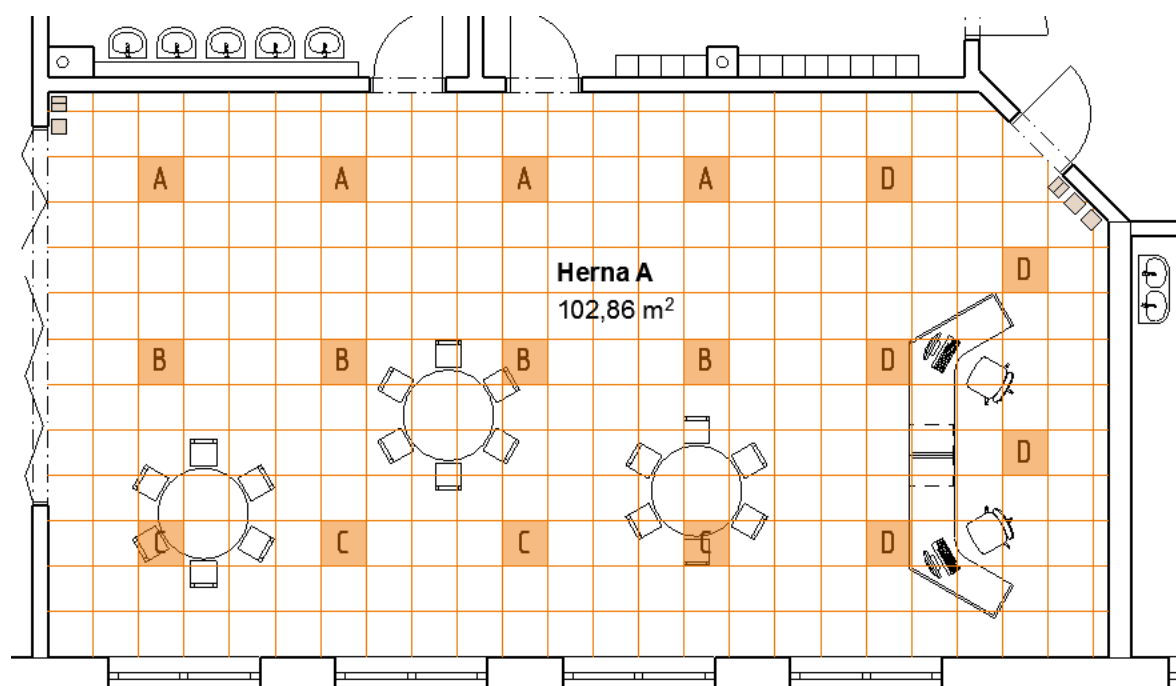
Tab. 4 Ovládání svítidel

Osvětlení LED panelů bude ovládáno pomocí:

- 1 ruční dvojitý střídavý spínač pro řadu A + B,  
1 ruční střídavý spínač pro řadu C,  
1 ruční jednopólový spínač pro řadu D.  
Spínače budou umístěny v místností u dveří do/z chodby.
- 1 ruční dvojitý střídavý spínač pro řadu A + B,  
1 ruční střídavý spínač pro řadu C.  
Spínače budou umístěny v místností u dveří do/z ložnice.




**Půdorysné schéma svítidel:**



#### 4.4.2 místnost 112 – pohybové aktivity

Tab. 5 Návrh svítidla

LED panel EMOS PROFI UGR		
		
Parametry	Hodnota	Jednotka
Světelný tok	3 720	lm
Příkon zdroje	40	W
Vyzařovací úhel	120	°
Stupeň krytí	IP20	-
Rozměr svítidla	595x595x10	mm
Teplota chromatičnosti	3 000	K

Tab. 6 Návrh umělého osvětlení

Požadavek na osvětlení	Značka	Hodnota		Jednotka
Udržovaná osvětlenost	E	300		lx
Osvětlovaná plocha	A	148,80		m <sup>2</sup>
Účinnost	$\eta$	0,95		-
Udržovací činitel	z	0,65		-
Účinnost prostoru		95,08		%
Světelný tok	$\Phi$	72 291		lm
Rozměry místnosti	a, b	9,45	14,00	m
Výška svítidla nad srovnávací rovinou	h	3,00		m
Prostorový index	k	1,88		-

Tab. 7 Vyhodnocení pro celou místnost

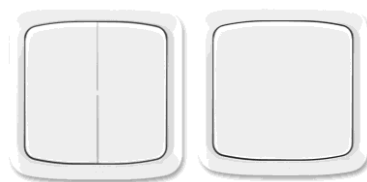
	Hodnota	Jednotka
Světelný tok svítidla	3 720	lm
Počet běžných svítidel	20	ks
Příkon	40	W
Měrný příkon	5,38	W/m <sup>2</sup>

*Tab. 8 Ovládání svítidel*

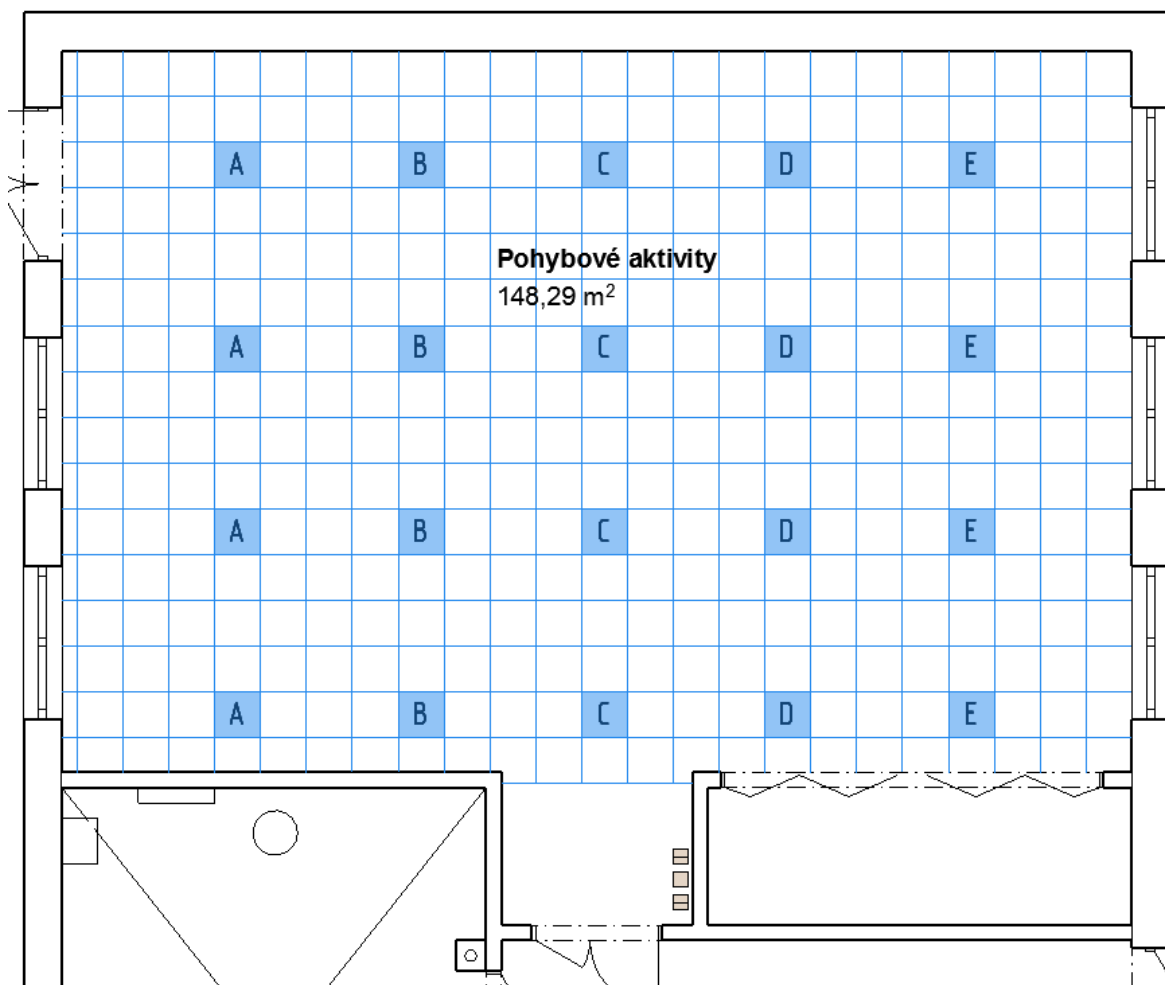
Osvětlení LED panelů bude ovládáno pomocí:

- 2 ruční sériové spínače pro řady A + B a D + E.
- 1 ruční jednopólový spínač pro řadu C.

Spínače budou umístěny v místností u dveří do/z chodby.




**Půdorysné schéma svítidel:**



#### 4.4.3 místnost 115 – zázemí učitelů

Tab. 9 Návrh svítidla

LED panel ZEUS-DANTE		
		
Parametry	Hodnota	Jednotka
Světelný tok	4 200	lm
Příkon zdroje	40	W
Vyzařovací úhel	160	°
Stupeň krytí	IP20	-
Rozměr svítidla	595x595x9	mm
Teplota chromatičnosti	4 000	K

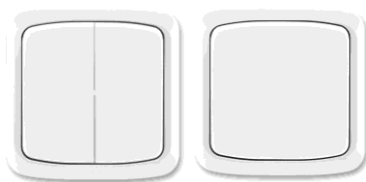
Tab. 10 Návrh umělého osvětlení

Požadavek na osvětlení	Značka	Hodnota		Jednotka
Udržovaná osvětlenost	E	300		lx
Osvětlovaná plocha	A	49,61		m <sup>2</sup>
Účinnost	$\eta$	0,95		-
Udržovací činitel	z	0,65		-
Účinnost prostoru		78,12		%
Světelný tok	$\Phi$	24 102		lm
Rozměry místnosti	a, b	8,20	6,05	m
Výška svítidla nad srovnávací rovinou	h	3,00		m
Prostorový index	k	1,16		-

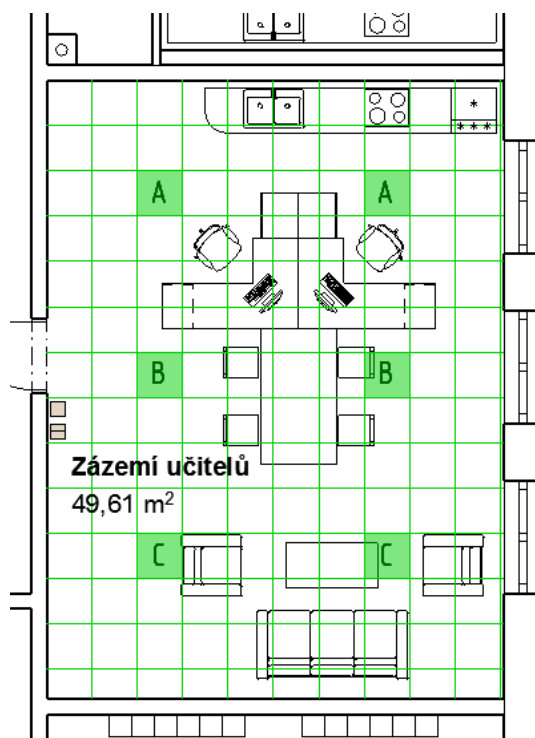
Tab. 11 Vyhodnocení pro celou místnost

	Hodnota	Jednotka
Světelný tok svítidla	4 200	lm
Počet běžných svítidel	6	ks
Příkon	40	W
Měrný příkon	2,42	W/m <sup>2</sup>

Tab. 12 Ovládání svítidel

<p>Osvětlení LED panelů bude ovládáno pomocí:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 ruční jednopólový spínač pro řadu A,</li> <li>1 ruční sériový spínač pro řady B+C.</li> </ul> <p>Spínače budou umístěny v místností u dveří do/z chodby.</p>	
---	---

#### Půdorysné schéma svítidel:



## 4.5 Schéma rozmístění svítidel

Schématické rozmístění svítidel viz výkres TPS.6

## 4.6 Závěr

Byly vybrány 3 místnosti různého účelu, pro které bylo navrženo osvětlení s daným požadavkem na osvětlení. Rovněž bylo zvoleno ovládání a rozdělení svítidel do řad pro snazší přisvětlování. Do zvolených místností byla navržena taková LED svítidla, která budou zapadat do kazetového pohledu.

## 5 Pitná a srážková voda

### 5.1 Úvod

Pro snížení spotřeby pitné vody bude v budově využívána srážková voda pro splachování ve WC, kropení extenzivní vegetační střechy a zalévání zahrady.

### 5.2 Potřeba vody

Obsazenost budovy je předpokládána 42 osobami (36 dětí a 6 dospělých). Doba provozu je zamýšlená na 9 hodin (7:00 – 16:00).

Výpočet byl proveden dle vztahů viz níže.

#### 5.2.1 Průměrná denní potřeba vody

$$Q_{dp} = q_s \cdot n = 60 \cdot 42 = \mathbf{2\,520\,l/den}$$

$Q_{dp}$  – průměrná denní potřeba vody [l/den],

$q_s$  – specifická denní potřeba vody na osobu [l/osoba·den],

$n$  – počet osob [ks].

#### 5.2.2 Maximální denní potřeba vody

$$Q_{dmax} = Q_{dp} \cdot k_d = 2\,520 \cdot 1,5 = \mathbf{3\,780\,l/den}$$

$Q_{dmax}$  – maximální denní potřeba vody [l/den],

$k_d$  – součinitel denní nerovnoměrnosti [-].

#### 5.2.3 Maximální hodinová potřeba vody

$$Q_{hmax} = (Q_{dmax} / t) \cdot k_h = (3\,780 / 9) \cdot 1,8 = \mathbf{756\,l/h}$$

$Q_{hmax}$  – maximální hodinová potřeba vody [l/h],

$t$  – doba provozu budovy během dne [h],

$k_h$  – součinitel hodinové nerovnoměrnosti [-].

#### 5.2.4 Roční potřeba vody

$$Q_{rok} = q_{rok} \cdot n = 16 \cdot 42 = \mathbf{672\,m^3/rok}$$

$Q_{rok}$  – roční potřeba vody [m<sup>3</sup>/rok],

$q_{rok}$  – směrné číslo roční potřeby vody na obyvatele [l/(osoba·rok)]

### 5.3 Dimenzování zařízení pro využití srážkové vody

Obsazenost budovy je předpokládána 42 osobami (36 dětí a 6 dospělých). Počet dnů provozu v roce je orientačně stanoven na 210 dnů. Sběrné plochy jsou dvě plochy střechy – 250 m<sup>2</sup> extenzivní vegetační a 300 m<sup>2</sup> s kačírskem. Plocha zahrady pro zalévání je orientačně stanovena na 2 500 m<sup>2</sup>.

Dimenzování zařízení pro využití srážkové vody byl proveden dle ČSN EN 16941-1. Výpočet byl proveden dle vztahů viz níže.

#### 5.3.1 Denní potřeba nepitné vody

$$D_{N,d} = D_{p,d} \cdot n + D_{f,d} = 6 \cdot 42 + 2\,750 = \mathbf{3\,002\ l/den}$$

$$D_{f,d} = q_{zal} \cdot S = 1,0 \cdot (250 + 2\,500) = 2\,750\ l/den$$

$D_{N,d}$  – denní potřeba nepitné vody [l/den],

$D_{p,d}$  – denní potřeba nepitné vody související s osobami [l/(osoba·den)],

$n$  – počet osob v budově [ks],

$D_{f,d}$  – maximální denní potřeba nepitné vody nesouvisející s osobami [l/den],

$q_{zal}$  – potřeba nepitné vody pro zalévání nebo kropení [l/(m<sup>2</sup>·den)],

$S$  – plocha, která se zalévá nebo kropí [m<sup>2</sup>].

#### 5.3.2 Celková roční potřeba nepitné vody

$$D_{t,a} = D_{p,d} \cdot n \cdot d_a + D_{f,d} \cdot S = 6 \cdot 42 \cdot 210 + 120 \cdot 250 + 60 \cdot 2\,500 = \mathbf{232\,920\ l/rok}$$

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

#### 5.3.3 Roční nátok srážkové vody

$$Y_R = \sum A \cdot h \cdot e \cdot \eta = (250 \cdot 802 \cdot 0,5 \cdot 0,9) + (300 \cdot 802 \cdot 0,7 \cdot 0,9) = \mathbf{241\,803\ l/rok}$$

$Y_R$  – průměrný roční nátok srážkové povrchové vody [l/rok],

$A$  – půdorysný průmět sběrné plochy střechy [m<sup>2</sup>],

$h$  – dlouhodobý srážkový normál [mm],

$e$  – součinitel výtěžnosti sběrné plochy střechy [-],

$\eta$  – hydraulická účinnost mechanického čištění srážkové vody [-].

#### 5.3.4 Posouzení využití srážkové vody

$$Y_R \geq D_{t,a}$$

$$241\,803\ l/rok \geq 232\,920\ l/rok \rightarrow \mathbf{Vyhovuje}$$

#### Opatření během období sucha

V případě nedostatku srážkové vody během období sucha, bude splachování ve WC nahrazeno vodou pitnou.

#### 5.3.5 Návrh akumulační nádrže

Objem akumulační nádrže je uvažován na 3 týdny. Potřeba na splachování ve WC – 5 dnů v týdnu, zalévání a kropení bude 2x týdně.

$$V = D_{p,d} \cdot n \cdot n_{dnů} + D_{f,d} \cdot n_{dnů} = 6 \cdot 42 \cdot 15 + 2\,750 \cdot 6 = \mathbf{20\,280\ l}$$

### **Návrh:**

#### **Podzemní nádrž COLUMBUS XXL 22000 L**



### **Specifikace:**

Délka	623 cm
Šířka	250 cm
Výška	316 cm
Hmotnost	1000 kg
Objem	22000 l
Materiál	Polyethylen
Maximální možnost zatížení	40 t
Vhodné do podzemní vody	Do poloviny výšky válce
Počet otvorů	5
Dimenze nátoku a přepadu	DN 160
Maximální krytí	1500
Vhodný obsyp	Drcené kamenivo 4/8, 8/16
Záruka	30 let

## **5.4 Závěr**

Podle průměrného ročního nátoku srážkové vody lze využít 241,8 m<sup>3</sup>/rok srážkové vody. Tato nepitná srážková voda bude užívána pro splachování ve WC, kropení extenzivní vegetační střechy a zalévání zahrady s celkovou roční spotřebou 232,9 m<sup>3</sup>/rok. Byla navržena akumulární nádrž Columbus XXL s objemem 22 m<sup>3</sup>.

## 6 Nucené větrání

### 6.1 Úvod

Pro zajištění tepelné pohody, výměny vzduchu v prostorách mateřské školy a snížení nákladů na energie, bude instalována VZT zařízení.

Objekt byl rozdělen na funkční celky následovně:

1. třída A, společné prostory, zázemí učitelů, přípravná jídla, zájmové učebny
2. třída B

### 6.2 Průtoky vzduchu v místnostech

Tabulka místností		Údaje o místnosti				Parametry větrání				
č.	název	plocha	světla výška	objem	počet osob	výměna na osobu	výměra	průtok	přívod	odvod
		[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m <sup>3</sup> ]	[ks]	[m <sup>3</sup> /h]	[x/h]	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /h]
101	zádveří	20,07	3	60,21	-	-	1,7	100	100	100
102	chodba	76,22	3	228,66	-	-	2,0	450	450	-
105	toalety	20,62	3	61,86	-	-	3,2	200	-	200
106	<i>herna A</i>	<i>102,86</i>	<i>3</i>	<i>308,58</i>	<i>20</i>	<i>25</i>	<i>2,3</i>	<i>700</i>	<i>700</i>	<i>300</i>
107	<i>ložnice A</i>	<i>63,39</i>	<i>3</i>	<i>190,17</i>	<i>18</i>	<i>20</i>	<i>1,9</i>	<i>360</i>	<i>320</i>	<i>360</i>
108	<i>umývárna A</i>	<i>18,77</i>	<i>3</i>	<i>56,31</i>	-	-	<i>6,4</i>	<i>360</i>	-	<i>360</i>
109	<i>šatna A</i>	<i>24,29</i>	<i>3</i>	<i>72,87</i>	<i>18</i>	<i>20</i>	<i>4,9</i>	<i>360</i>	<i>160</i>	<i>360</i>
112	pohybové aktivity	148,29	3	444,87	80	30	5,4	2400	2400	2400
113	přípravná jídla	25,05	3	75,15	1	30	5,3	400	400	400
114	šatna	2,92	3	8,76	-	-	5,7	50	-	50
115	zázemí učitelů	49,61	3	148,83	5	30	1,0	150	150	150
201	chodba	40,19	3	120,57	-	-	3,9	475	500	-
207	toalety	16,70	3	50,10	-	-	4,0	200	-	200
208	úklidová místnost	6,46	3	19,38	-	-	2,6	50	-	50
209	sprcha	3,39	3	10,17	-	-	9,8	100	-	100
211	izolační místnost	15,73	3	47,19	3	25	2,1	100	-	100
212	sklad	15,13	3	45,39	-	-	1,1	50	-	50
213	učebna	54,64	3	163,92	12	25	1,8	300	300	300
214	dílničky	42,65	3	127,95	12	25	2,3	300	300	300
								Σ	5780	5780

Funkční celek 1:

Celkem navržen přívod/odvod vzduchu – 5780 m<sup>3</sup>/h.

Funkční celek 2 (odhad – větrání totožné jako pro třídu A – viz kurzíva v tabulce):

Celkem navržen přívod/odvod vzduchu – 1380 m<sup>3</sup>/h

## 6.3 Distribuční prvky

### 6.3.1 Výúst s vířivým výtokem vzduchu VVM

Tento koncový prvek bude instalován pro navrženou VZT jednotku pro přívod a odvod vzduchu do podhledu v místnostech – viz výkresy TPS.4 a TPS.5



#### Specifikace:

instalace do podhledu nebo zavěšená pod strop

pro topení i chlazení s  $\Delta t_p \leq 14 \text{ K}$

přestavitelné plastové lamely pro směřování proudu vzduchu

připojovací skříň v pozinkovaném provedení

čelní deska lakovaná RAL 9010

výška instalace od 2,6 do 4,0 m

<b>Jmenovitý rozměr:</b>	500 mm - 16 lamel	500 mm - 24 lamel
<b>Průtok:</b>	$V_{\min} = 100 \text{ m}^3/\text{h}$ $V_{\max} = 320 \text{ m}^3/\text{h}$	$V_{\min} = 140 \text{ m}^3/\text{h}$ $V_{\max} = 420 \text{ m}^3/\text{h}$
<b>Počet:</b>	24 ks	15 ks

### 6.3.2 Talířový ventil TVOM / TVPM

Tento koncový prvek bude instalován pro navrženou VZT jednotku pro přívod a odvod vzduchu do podhledu v menších prostorách – viz výkresy TPS.4 a TPS.5



#### Specifikace:

pro odvod (TVOM) a přívod (TVPM)

vyrobena z ocelového plechu

lakováno RAL 9010

<b>Jmenovitý rozměr:</b>	80 mm	125 mm	150 mm
<b>Průtok <math>V_{\max}</math></b>	60 m <sup>3</sup> /h	150 m <sup>3</sup> /h	200 m <sup>3</sup> /h
<b>Počet:</b>	11 ks	4 ks	2 ks

## 6.4 Dimenzování potrubí

Návrh dimenzí VZT potrubí byl proveden pro nejdelší přívodní a odvodní větví.

Odvodní potrubí										
Pořadové číslo úseku	Průtok vzduchu v úseku	Délka úseku	Předběžná rychlost	Předběžná průtočná plocha	Předběžný průměr kruhového potrubí	Šířka	Výška	Průměr kruhového potrubí	Skutečná průtočná plocha	Skutečná rychlost
č. ú.	V [m <sup>3</sup> /h]	L [m]	v' [m/s]	S' [m <sup>2</sup> ]	d' [m]	A [mm]	B [mm]	d [m]	S [m <sup>2</sup> ]	v [m/s]
1	360	4,95	3,0	0,033	0,206	225	160	0,187	0,036	2,78
2	510	4,20	3,2	0,044	0,237	315	160	0,212	0,050	2,81
3	660	3,95	3,4	0,054	0,262	355	160	0,221	0,057	3,23
4	1380	6,70	3,6	0,106	0,368	500	225	0,310	0,113	3,41
5	1580	3,15	3,8	0,115	0,383	500	255	0,338	0,128	3,44
6	1680	9,80	4,0	0,117	0,385	500	255	0,338	0,128	3,66
7	1830	4,22	4,2	0,121	0,393	500	255	0,338	0,128	3,99
8	2280	3,16	4,4	0,144	0,428	560	255	0,350	0,143	4,44
9	5780	4,55	4,6	0,349	0,667	710	500	0,587	0,355	4,52

Přívodní potrubí										
Pořadové číslo úseku	Průtok vzduchu v úseku	Délka úseku	Předběžná rychlost	Předběžná průtočná plocha	Předběžný průměr kruhového potrubí	Šířka	Výška	Průměr kruhového potrubí	Skutečná průtočná plocha	Skutečná rychlost
č. ú.	V [m <sup>3</sup> /h]	L [m]	v' [m/s]	S' [m <sup>2</sup> ]	d' [m]	A [mm]	B [mm]	d [m]	S [m <sup>2</sup> ]	v [m/s]
1	160	5,00	3,0	0,015	0,14	225	100	0,138	0,023	1,98
2	320	5,70	3,2	0,028	0,19	225	160	0,187	0,036	2,47
3	570	3,60	3,4	0,047	0,24	355	160	0,221	0,057	2,79
4	820	3,60	3,6	0,063	0,28	355	225	0,275	0,080	2,85
5	1020	0,95	3,8	0,075	0,31	355	225	0,275	0,080	3,55
6	1180	9,40	4,0	0,082	0,32	400	225	0,288	0,090	3,64
7	1280	3,15	4,2	0,085	0,33	400	225	0,288	0,090	3,95
8	1655	4,50	4,4	0,104	0,36	450	255	0,326	0,115	4,01
9	1880	3,75	4,6	0,114	0,38	450	255	0,326	0,115	4,55
10	2280	2,90	4,8	0,132	0,41	500	255	0,338	0,128	4,97
12	5780	2,98	5,0	0,321	0,64	710	450	0,551	0,320	5,03

## 6.5 Tlaková ztráta

Tlaková ztráta byla stanovena pro nejdelší přívodní větví.

Tlaková ztráta	$p$ [Pa]
žaluzie na fasádě	40
potrubí (45,53 m)	182
vyústka	30
Celkem	252

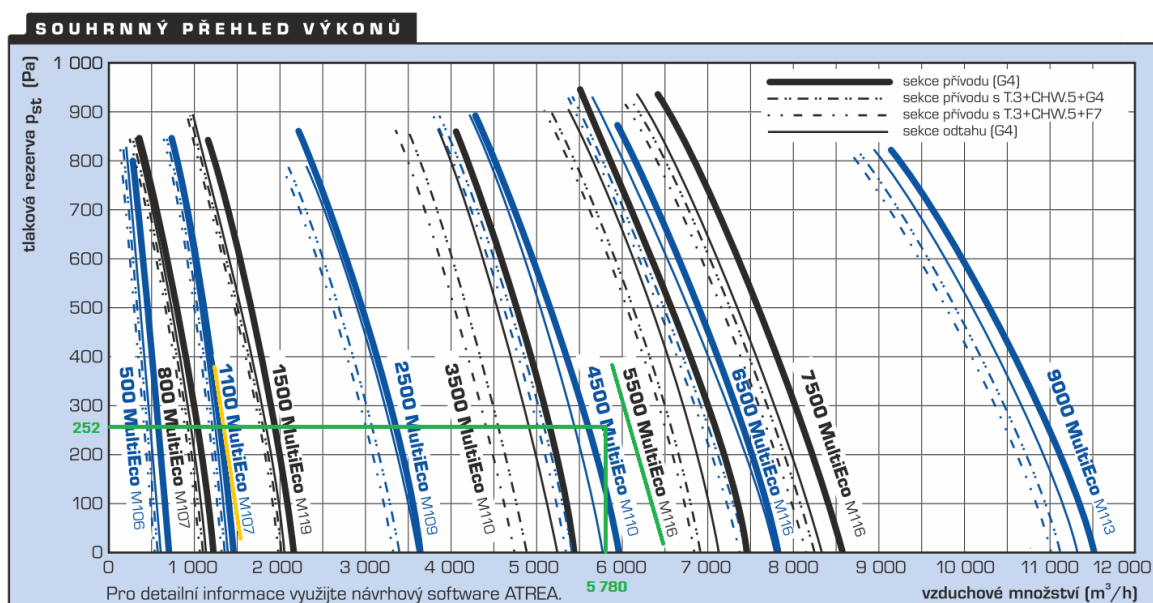
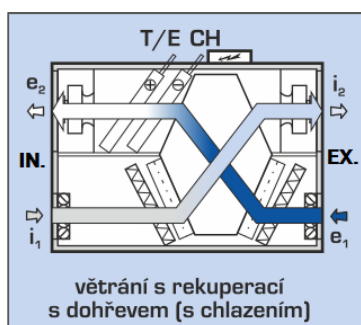
## 6.6 Návrh vzduchotechnické jednotky

Navržená VZT jednotka pro 1. funkční celek:

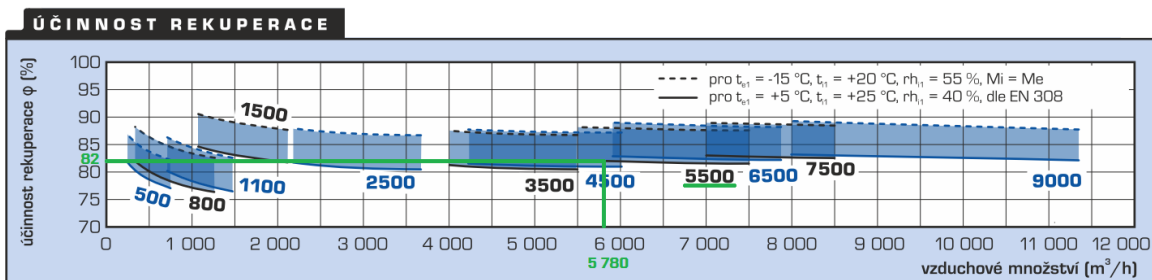
**Duplex MultiEco 5500**

Předběžný návrh VZT jednotky pro 2. funkční celek:

**Duplex MultiEco 1100**



DUPLEX MULTIECO												
DUPLEX MultiEco		500	800	1100	1500	2500	3500	4500	5500	6500	7500	9000
přiváděný vzduch – max. <sup>1)</sup>	m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>	660	1 200	1 300	2 200	3 600	5 500	5 800	7 500	7 800	8 600	11 500
odváděný vzduch – max. <sup>1)</sup>	m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>	670	1 150	1 250	1 800	3 550	5 300	5 600	7 100	7 700	8 300	11 300
max. průtok vzduchu dle ErP 2018 <sup>5)</sup>	m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>	550	850	950	1 600	2 350	3 550	4 250	5 000	6 000	7 200	8 100
účinnost rekuperace <sup>2)</sup>	%	až 93 %										
počet provedení a poloh	–	viz tabulka „Montážní polohy“, strana 4										
hmotnost <sup>3)</sup>	kg	80–110	95–130	120–170	200–280	290–370	350–430	370–450	480–560	580–670	1120–1250	1210–1350
max. elektrický příkon	kW	0,3	0,7	0,8	1,2	2,6	4,5	5,2	6,6	6,6	6,6	8,9
napětí	V	230										
frekvence	Hz	50										
počet otáček – max.	min <sup>-1</sup>	4 300	3 350	3 350	2 920	3 000	2 980	2 980	2 700	2 700	2 700	2 570
topný výkon E základní – max. <sup>5)</sup>	kW	1,8	1,8	1,8	2,1	4,2	7,2	7,2	9,9	9,9	–	–
topný výkon E výkonný – max. <sup>5)</sup>	kW	–	–	–	4,2	8,4	10,8	12,6	14,7	14,7	–	–
topný výkon T – max. <sup>4)</sup>	kW	5	14	16	22	30	42	51	71	80	85	90
chladicí výkon CHW – max. <sup>4)</sup>	kW	4	8	10	16	22	30	42	56	62	67	72
chladicí výkon CHF – max. <sup>4)</sup>	kW	3	6	8	10	13	25	37	41	50	55	60



Účinnost ZZT 82 % pro VZT jednotku pro 1. funkční celek.

# ZÁKLADNÍ ROZMĚRY

## PARAPETNÍ (pohled z čela) MultiEco 500 až 6 500

Technical drawing of the parapet unit showing front and side views with dimensions and connection points.

**Front View Dimensions:**

- L:** Total length
- 405 x 305:** Top panel dimensions
- 100:** Top panel height
- H:** Total height
- 200:** Bottom panel height
- K:** Corner connection points

**Side View Dimensions:**

- B:** Total width
- X3 (ø D):** Top connection point
- dveře:** Door
- Y3:** Door height
- Y1:** Bottom connection point
- X1 (ø D):** Bottom connection point

**Alternative View Dimensions:**

- Y4:** Side connection point height
- dveře:** Door
- X4 (ø D):** Side connection point

alternativní pozice hrdel (provedení 11/10)

DUPEX MultiEco		500	800	1100	1500	2500	3500	4500	5500
rozměr H	mm	765	970	1 100	1 600	1 600	1 600	1 600	1 600
rozměr H2	mm	715	920	1 050	1 650	1 650	1 650	1 650	1 650
rozměr B	mm	384	384	384	455	580	775	885	1 065
délka L	mm	1 600	1 800	1 920	2 300	2 300	2 300	2 500	2 500
délka L2	mm	1 652	1 852	1 972	2 270	2 270	2 270	2 470	2 470
odvod kondenzátu	mm	ø 22							
Připojovací hrdla									
rozměr X1 × Y1 (standard e <sub>v</sub> , i <sub>v</sub> ), D	mm	ø 200	ø 250	ø 250	ø 315	300 × 400	400 × 400	500 × 500	500 × 500
rozměr X2 × Y2 (atyp e <sub>v</sub> , i <sub>v</sub> ), D	mm	ø 200	ø 250	ø 250	ø 315	400 × 200	300 × 400	400 × 400	500 × 500
rozměr X3 × Y3 (standard e <sub>v</sub> , i <sub>v</sub> ), D	mm	200 × 250	200 × 350	200 × 350	ø 315	450 × 710	500 × 710	710 × 710	900 × 710
rozměr X4 × Y4 (atyp e <sub>v</sub> , i <sub>v</sub> ), D	mm	-	-	-	-	250 × 355	250 × 400	355 × 630	355 × 800

Manipulační prostor přede dveřmi			
	Typ	standardní dveře T (mm)	dveře bez pantů T (mm)
	DUPEX 500 MultiEco	800	500
	DUPEX 800 MultiEco	900	500
	DUPEX 1100 MultiEco	1 000	500
	DUPEX 1500 MultiEco	1 200	500
	DUPEX 2500 MultiEco	1 200	600
	DUPEX 3500 MultiEco	1 200	680
	DUPEX 4500 MultiEco	1 150	900
	DUPEX 5500 MultiEco	1 150	1 100
	DUPEX 6500 MultiEco	1 320	1 300
	DUPEX 7500 MultiEco	–	1 600
	DUPEX 9000 MultiEco	–	1 600

### Návrhový výkon ohřívače

$$t_e = -15\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_i = 21\text{ }^{\circ}\text{C}$$

ZZT 82 %

$$0,82 \cdot (21 - (-15)) = 33,3\text{ K}$$

$$21 - 33,3 = -12,3\text{ }^{\circ}\text{C} \dots \text{je podnulová teplota} \rightarrow +5\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$21 - 5 = 16\text{ }^{\circ}\text{C} \dots \text{vzduch lze vychladit na } 16\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$-15 + 16 = +1\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow \text{bezpečně } 0\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Ohřívač:

$$Q = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t = \frac{5780}{3600} \cdot 1300 \cdot (21 - 0) = \mathbf{43,8\text{ kW}}$$

### Návrhový výkon chladiče:

Chladič:

$$Q = 1,3 \cdot V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t = 1,3 \cdot \frac{5780}{3600} \cdot 1300 \cdot (32 - 26) = \mathbf{16,3\text{ kW}}$$

## 6.7 Regulační schéma a dispozice VZT

Regulační schéma VZT jednotky viz příloha TPS.10

Jednočárové schéma VZT viz výkresy TPS.4 a TPS.5

## 6.8 Závěr

Návrh byl proveden pro funkční celek 1 (třída A, společné prostory, zázemí učitelů, přípravná jídla, zájmové učebny) s průtokem 5780 m<sup>3</sup>/h. Průtok funkčního celku 2 (třída B) byl odhadnut podle průtoků srovnatelné třídy A.

Do jednotlivých místností funkčního celku 1 byly navrženy distribuční prvky a byla navržena jednotka Duplex MultiEco 5500. Jednotka bude vybavena vestavěným ohřívačem, chladičem a rekuperací.

Rozvod vzduchu bude pomocí vzduchotechnického čtyřhranného potrubí vedeného v podhledu. Distribučními prvky budou přívodní a odvodní talířové ventily a vířivé výustě.

## 7 Návrh zdroje tepla a přípravy TV

### 7.1 Úvod

Objekt bude napojen na CZT z nedaleké plynové kotelny. Tento zdroj tepla bude zajišťovat ohřev teplé vody, potřebu tepla pro vytápění a VZT.

### 7.2 Tepelná ztráta

#### Vstupní údaje:

Lokalita	Český Těšín
Návrhová vnitřní teplota v zimním období	20 °C
Teplota vnitřního vzduchu	20 °C
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu	50 %
Návrhová teplota venkovního vzduchu	-15 °C
Návrhová relativní vlhkost vnějšího vzduchu	84 %

#### 7.2.1 Výpočet tepelných ztrát prostupem obálkovou metodou

Ochlazovaná konstrukce	Plocha $A_j$ [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla $U_j$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Tepelné mosty $\Delta U_j$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Redukční činitel $b_j$ [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{Tj}$ [W/K]
Obvodová stěna	833,44	0,179	0,02	1,00	165,85
Strop nad 1NP	250,00	0,128	0,02	1,00	37,00
Strop nad 2NP	487,50	0,115	0,02	1,00	65,81
Podlaha na zemině	737,50	0,246	0	0,49	88,90
Okenní otvory	137,25	0,83	0	1,00	113,92
Dveřní otvory	26,31	0,94	0	1,00	24,73
Celková plocha	2429,50	Celková měrná ztráta prostupem tepla			496,21

#### 7.2.2 Tepelná ztráta prostupem

$$\Phi_{T,build} = H_T \cdot (\theta_{int,build} - \theta_e)$$

kde

$\Phi_{T,build}$  – Tepelná ztráta prostupem [kW],

$H_T$  – Celková měrná ztráta prostupem tepla [W/K],

$\theta_{int,build}$  – Návrhová vnitřní teplota v zimním období [°C],

$\theta_e$  – Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období [°C].

$$\Phi_{T,build} = 496,21 \cdot (20 - (-15))$$

$$\Phi_{T,build} = 17,37 \text{ kW}$$

### 7.2.3 Ztráta větráním – nucené větrání

$$\Phi_{V,build} = \rho \cdot c \cdot V_p \cdot (\theta_{int,build} - \theta_e)$$

Kde

$\Phi_{V,build}$  – Tepelná ztráta větráním [kW],

$\rho$  – Hustota vzduchu [kg/m<sup>3</sup>],

$c$  – Měrná tepelná kapacita vzduchu [J/(kg·K)],

$V_p$  – Průtoky přívodních větví vzduchotechnických zařízení [m<sup>3</sup>/h],

$\theta_{int,build}$  – Návrhová vnitřní teplota v zimním období [°C],

$\theta_{rec,z}$  – Teplota ze ZZT pomocí rekuperace [°C].

$$\Phi_{V,build} = 1,2 \cdot 1010 \cdot \frac{5780 + 1380}{3600} \cdot (21 - 0)$$

$$\Phi_{V,build} = 50,62 \text{ kW}$$

### 7.2.4 Celková tepelná ztráta

$$\Phi_{HL,build} = \Phi_{T,build} + \Phi_{V,build}$$

$$\Phi_{HL,build} = 17,37 + 50,62 = \mathbf{67,99 \text{ kW}}$$

## 7.3 Příprava teplé vody

Při návrhu na přípravu teplé vody byly uvažovány dvě varianty, a to zásobníkový ohřívač nebo průtokový ohřívač. Následně byla zvolena vhodnější varianta.

### 7.3.1 Varianta se zásobníkovým ohřívačem

**Vstupní údaje:**

Mateřská škola: 36 dětí

6 dospělých

Součinitele nerovnoměrnosti potřeby teplé vody pro dobu ohřevu

$$z = 1 \text{ h} \rightarrow k_{TV} = 0,29$$

Stojatý zásobníkový ohřívač bez mrtvého prostoru  $\rightarrow \varphi = 1,15$

**Objem zásobníkového ohřívače**

$$V_z = q_{TV,max} \cdot n \cdot k_{TV} \cdot \varphi [l]$$

kde

$q_{TV,max}$  – maximální specifická potřeba teplé vody [l / (spotřební jednotka · den)],

$n$  – počet obyvatel/spotřebních jednotek,

$k_{TV}$  – součinitel nerovnoměrnosti [spotřební jednotka · den],

$\varphi$  – součinitel mrtvého prostoru [-].

$$V_z = 14 \cdot (36 + 6) \cdot 0,29 \cdot 1,15$$

$$V_z = \mathbf{196,10 \text{ l}}$$

### Výkon topné vložky ohříváče

$$Q_z = \frac{V_z \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)}{z \cdot 3600} + Q_{cirk} [kW]$$

$$Q_{cirk} = \sum_{i=1}^m q_i \cdot l_i [kW]$$

kde

$V_z$  – objem zásobníku [l],

$c$  – měrná tepelná kapacita vody [kJ/(kg·K)],

$\rho$  – hustota vody [kg/l],

$t_1$  – teplota studené vody [°C],

$t_2$  – teplota teplé vody [°C],

$z$  – doba ohřevu vody [h].

$Q_{cirk}$  – ztráty na straně vodovodu [kW].

$$Q_z = \frac{196,10 \cdot 1,0 \cdot 4,2 \cdot (55 - 10)}{1 \cdot 3600} + \frac{(7 \cdot 20 + 8 \cdot 7)}{1000}$$

$$Q_z = 10,49 \text{ kW}$$

### Stanovení velikost teplosměnné plochy

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} [K]$$

$$A = \frac{Q_z}{U \cdot \Delta t} [m^2]$$

kde

$T_1$  – teplota přívodní vody [°C],

$T_2$  – teplota vratné vody [°C],

$t_1$  – teplota studené vody [°C],

$t_2$  – teplota teplé vody [°C],

$U$  – součinitel prostupu tepla teplosměnné plochy [W/(m<sup>2</sup>·K)].

$$\Delta t = \frac{(80 - 55) - (60 - 10)}{\ln \frac{(80 - 55)}{(60 - 10)}}$$

$$\Delta t = 36,07 \text{ K}$$

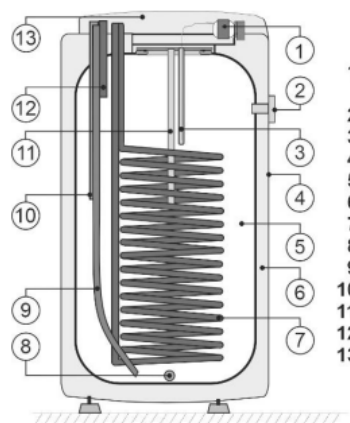
$$A = \frac{10,49 \cdot 10^3}{420 \cdot 36,07} [m^2]$$

$$A = 0,69 \text{ m}^2$$

## Návrh zásobníku

### Zásobník OKC 100.1 NTR/HV

#### Technický popis:



- 1 Provozní termostat s vnějším ovládáním
- 2 Bezpečnostní termostat
- 3 Indikátor teploty
- 4 Jímka termostatu
- 5 Plášť ohřívače
- 6 Ocelová smaltovaná nádoba
- 7 Polyuretanová bezfreonová izolace
- 8 Trubkový výměník
- 9 Vypouštěcí otvor
- 10 Napouštěcí trubka
- 11 Cirkulace
- 12 Hořčíková anoda
- 13 Vypouštěcí trubka teplé vody
- 13 Kryt elektroinstalace

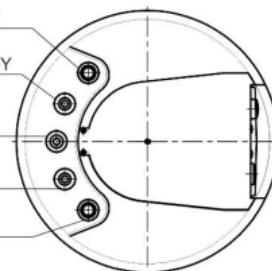
VÝSTUP TOPNÉ VODY

VSTUP STUDENÉ VODY

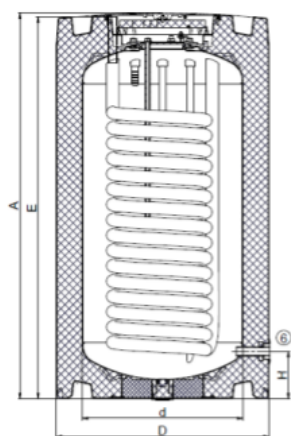
CIRKULACE

VÝSTUP TUV

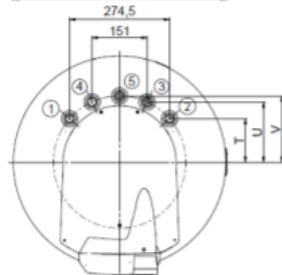
VSTUP TOPNÉ VODY



#### OKC 100.1 NTR/HV



	OKC 100.1 NTR/HV
A	895
d	440
D	584
E	885
H	130
T	119
U	165
V	182



①	3/4" vnější
②	3/4" vnější
③	3/4" vnější
④	3/4" vnější
⑤	3/4" vnější
⑥	1/2" vnitřní

TYP	OKC 100.1 NTR/HV	
OBJEM	l	85
MAX. PROVOZNÍ PŘETLAK V NÁDOBĚ	bar	6
MAX. PROVOZNÍ PŘETLAK VE VÝMĚNÍKU	bar	10
ELEKTRICKÉ PŘIPOJENÍ OVLÁDACÍCH PRVKŮ	1 PE-N ~ 230 V/50Hz	
EL. KRYTÍ	IP 42	
MAX. PROVOZNÍ TEPLOTA V NÁDOBĚ	°C	80
MX. PROVORNÍ TEPLOTA VE VÝMĚNÍKU	°C	110
DOPORUČENÁ TEPLOTA TUV	°C	60
MAX. HMOTNOST OHŘÍVAČE BEZ VODY	kg	56
TEPLOSMĚNNÁ PLOCHA VÝMĚNÍKU	m <sup>2</sup>	1,08
JMENOVITÝ TEPELNÝ VÝKON PŘI TEPLOTĚ TOPNÉ VODY 80 °C A PRŮTOKU 720 l/h	W	24000
DOBA OHŘEVU VÝMĚNÍKEM Z 10 °C NA 60 °C	min	13
TŘÍDA ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI	A	
STATICKÁ ZTRÁTA	W	29

### 7.3.2 Varianta s průtokovým ohřivačem

#### Vstupní údaje:

Odběrná místa: dřež, umyvadlo, bidet  $\rightarrow V_A = 0,07$ ; 18 ks  
vana, sprcha, výlevka  $\rightarrow V_A = 0,15$ ; 4 ks

Konstanty  $a, b, c$  pro školy (bez sprch a umýváren u tělocvičen) nebo administrativní části:  $a = 0,91, b = 0,31, c = 0,38$

#### Stanovení výpočtového průtoku

$$V_D = a \cdot \left( \sum V_A \right)^b - c \text{ [l/s]}$$

kde

$V_A$  – Průtok odebíraný pro jednotlivá odběrná místa [l/s],

$a, b, c$  – konstanty dle druhu budovy.

$$V_D = 0,91 \cdot (18 \cdot 0,07 + 4 \cdot 0,15)^{0,31} - 0,38$$

$$V_D = \mathbf{0,72 \text{ l/s}}$$

#### Výkon průtokového ohřivače

$$Q_p = V_D \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1) \text{ [kW]}$$

kde

$V_D$  – výpočtový průtok [l/s],

$c$  – měrná tepelná kapacita vody [kJ/(kg·K)],

$\rho$  – hustota vody [kg/l],

$t_1$  – teplota studené vody [°C],

$t_2$  – teplota teplé vody [°C],

$z$  – doba ohřevu vody [h].

$Q_{cirk}$  – ztráty na straně vodovodu [kW].

$$Q_z = 0,72 \cdot 1,0 \cdot 4,2 \cdot (55 - 10)$$

$$Q_z = \mathbf{136,08 \text{ kW}}$$

## 7.4 Návrh zdroje tepla

Objekt bude zásobován teplem z CZT pomocí předávací stanice z dvěma výměníky.

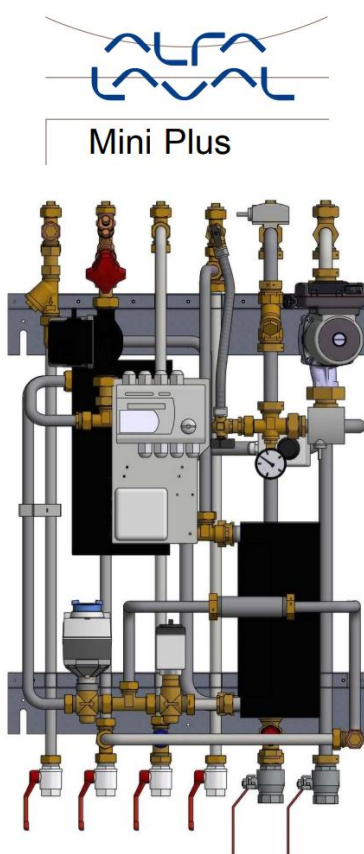
$$Q_I = 0,7 \cdot \Phi_{T,build} + 0,7 \cdot \Phi_{V,build} + Q_{TV}$$

$$Q_I = 0,7 \cdot 17,37 + 0,7 \cdot 50,62 + 10,49 = 58,08 \text{ kW}$$

$$Q_{II} = \Phi_{HL,build}$$

$$Q_{II} = 67,99 \text{ kW}$$

Jako zdroj tepla je uvažováno zásobování teplou vodou z CZT, je navržena předávací stanice Alfa Laval Mini Plus s dvěma výměníky pro ÚT a TV.



### Technické údaje

	Topná voda	Vytápění	Teplá voda
Max. provozní tlak, MPa	1.6	1.0	1.0
Max. provozní teplota, °C	120	100	100
Otevírací tlak pojistného ventilu, MPa	-	0.25	0.9
Objem, l	1.01/1.47	1.05	1.62

### Výkon při dispozičním tlaku 100 - 600 kPa

Výpočtový teplotní spád (°C)	Výkon (kW)	Průtok topné vody (l/s)	Skutečné vychlazení topné vody (°C)	Sekundární průtok (l/s)
<b>Teplá voda</b>				
80-22/10-55	113	0.42	16	0.60
70-25/10-58	100	0.48	20	0.50
65-22/10-55	113	0.63	22	0.60
65-22/10-55	82	0.43	20	0.43
<b>Vytápění</b>				
115-65/60-80	66*	0.30	62	0.79
100-63/60-80	57*	0.37	63	0.68
100-53/50-70	65*	0.33	52	0.78
100-33/30-37	23*	0.08	31	0.79

\* platí při použití čerpadel Magna

### Další informace

Elektrické údaje: 230 V, jedna fáze, 120 W
Rozměry s krytem (š x h x v): 600 mm x 470 mm x 1000 mm
Hmotnost: 33 kg, kryt 5 kg
Přepravní údaje: celková hmotnost 45 kg, objem 0,4 m <sup>3</sup>

Připojení	Závit
Topná voda, vstup	G ¾"
Topná voda, výstup	G ¾"
Vytápění, vstup	G1"
Vytápění, výstup	G1"
Studená voda	G ¾"
Teplá voda	G ¾"

## 7.5 Regulační schéma

Regulační schéma zdroje tepla příloha TPS.9

## 7.6 Závěr

Zjednodušenou metodou byly stanoveny tepelné ztráty prostupem a větráním. Rovněž byla stanovena potřeba teplé vody. Ze získaných hodnot byl navržen zásobník na TV OKC 100.1 NTR/HV a prefabrikovaná předávací stanice Alfa Laval Mini Plus. Alternativou ke zvolené předávací stanici by byl výrobek na míru zohledňující specifické potřeby výkonu pro ÚT a TV.

Solární panely pro ohřev TV nebyly z důvodu malého potenciálu využití v letním období navrženy.

## 8. Návrh chlazení

### 8.1 Úvod

Pro zajištění tepelné pohody především v letních a horkých dnech bude v objektu instalováno chladící zařízení.

Návrh chlazení byl proveden pro 5 vybraných místností:

- 112 – pohybové aktivity,
- 106 – herna A,
- 107 – ložnice A,
- 205 – ložnice B,
- 206 – herna B.

Je uvažováno rozdělení chlazení na dva provozní celky, kdy chlazení bude probíhat pouze v jednom.

provoz 1 – herna A, ložnice A, ložnice B, herna B.

provoz 2 – pohybové aktivity,

### 8.2 Zjednodušený výpočet tepelné zátěže

#### 8.2.1 Tepelná zátěž stavebními konstrukcemi

Místnost	plocha	zátěž	zátěž
konstrukce – fasáda	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> ]	[W]
<b>112 - pohybové aktivity</b>			
Pórobeton – východní	29,8	3,9	116
Pórobeton – západní	22,8	4,0	91
Pórobeton – severní	52,5	2,9	152
Tepelný zisk – celkem			360
<b>106 - herna A</b>			
Pórobeton – jižní	33,0	4,1	135
Střecha – zelená extenzivní	102,8	5,0	514
Tepelný zisk – celkem			649
<b>107 - ložnice A</b>			
Pórobeton – jižní	21,0	4,1	86
Pórobeton – západní	30,0	4,0	120
Pórobeton – severní	21,0	2,9	61
Střecha – zelená extenzivní	63,4	5,0	317
Tepelný zisk – celkem			584
<b>205 - ložnice B</b>			
Pórobeton – západní	29,8	4,0	119
Pórobeton – severní	21,2	2,9	61
Střecha – kačírek	63,7	20,0	1274
Tepelný zisk – celkem			1455
<b>206 - herna B</b>			
Pórobeton – východní	33,5	3,9	131
Pórobeton – severní	30,6	2,9	89
Střecha – kačírek	112,6	20,0	2252
Tepelný zisk – celkem			2472

## 8.2.2 Tepelná zátěž okny radiací

Místnost	plocha oken	stínící součinitel		činitel prostupu zasklení	podíl zasklení	intenzita sluneční radiace														
fasáda	[m²]	s [-]		g [-]	[-]	[W/m²]														
112 - pohybové aktivity						5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
východní	12,0	0,20		0,54	0,90	83	322	481	539	505	389	232	141	139	130	117	100	78	53	24
západní	12,0	0,20		0,54	0,90	24	53	78	100	117	130	139	141	232	389	505	539	481	322	83
Tepelný zátěž – V [W]						96,8	376	561	629	589	454	271	164	162	152	136	117	91	61,8	28
Tepelný zátěž – Z [W]						28	61,8	91	117	136	152	162	164	271	454	589	629	561	376	96,8
Tepelná zátěž – celková [W]						125	437	652	745	726	605	433	329	433	605	726	745	652	437	125
						5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
jižní	16,0	0,64	1,00	0,54	0,90	24	53	78	128	230	335	409	435	409	335	230	128	78	53	24
Tepelná zátěž [W]						187	412	607	995	1788	1667	2035	2165	2035	1667	1788	995	607	412	187
107 - ložnice A						5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
západní	12,0	0,10	1,00	0,54	0,90	24	53	78	100	117	130	139	141	232	389	505	539	481	322	83
Tepelná zátěž [W]						140	309	455	583	682	758	811	82,2	135	2269	2945	3143	2805	1878	484
205 - ložnice B						5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
západní	12,0	0,10	1,00	0,54	0,90	24	53	78	100	117	130	139	141	232	389	505	539	481	322	83
Tepelná zátěž [W]						140	309	455	583	682	758	811	82,2	135	227	2945	3143	2805	1878	484
206 - herna B						5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
východní	16,0	0,20		0,54	0,90	83	322	481	539	505	389	232	141	139	130	117	100	78	53	24
Tepelná zátěž [W]						129	501	748	838	785	605	361	219	216	202	182	156	121	82,4	37,3

s = 0,10 zastínění blackoutovými závěsy v čase po obědového odpočinku (cca od 12:30 do 14:30)

s = 0,64 zastínění slunolamy

s = 0,20 zastínění venkovními žaluziemi

### 8.2.3 Tepelná zátěž osobami

Místnost	počet osob	zátěž	zátěž
	[ks]	[W/os.]	[W]
112 - pohybové aktivity	80	65	5200
106 - herna A	20	50	1000
107 - ložnice A	18	50	900
205 - ložnice B	18	50	900
206 - herna B	20	50	1000

### 8.2.4. Tepelná zátěž jídlem

Místnost	počet jídel	zátěž	zátěž
	[ks]	[W/jídlo]	[W]
106 - herna A	20	5	100
206 - herna B	20	5	100

### 8.2.5 Tepelná zátěž celkem

Místnost	tepelná zátěž [W]					plocha [m <sup>2</sup> ]	zátěž na plochu [W/m <sup>2</sup> ]
	radiací oken	stavebními konstrukcemi	osobami	jídlem	celkem		
112 - pohybové aktivity	3727	360	5200	-	6305	148,27	43
106 - herna A	2165	649	1000	100	3914	102,86	38
107 - ložnice A	3143	584	900	-	4627	63,39	73
205 - ložnice B	3143	1455	900	-	5498	112,61	49
206 - herna B	838	2472	1000	100	4410	63,69	69
Σ [kW]					18,45		

## 8.3 Koncepce chlazení

Chlazení zvolených místností bude probíhat decentrálně chladivovým systémem VRV.

Venkovní kondenzační jednotka bude umístěna na střeše objektu. Vnitřní výparníkové jednotky budou kazetového provedení umístěné v podhledu.

Napojení je provedeno pomocí přívodního a odvodního měděného potrubí k vnitřním jednotkám včetně rozbočovačů a kabelů napájecích a komunikačních mezi vnější a vnitřními jednotkami. Jako chladicí teplotněstabilní látka je použito plnivo R-410A. Systémy pracují v letním období jako chladicí zařízení a jsou navrženy na vnitřní teplotu +26 °C při výpočtové venkovní teplotě +32 °C.

## 8.4 Návrh vnitřních jednotek

Jako vnitřní jednotky jsou navrženy kazetové jednotky FCAG-B s dekoračním panelem BYCQ140EG.

Místnost	tepelná zátěž [kW]	typ	počet [ks]	výkon 1ks [kW]
112 - pohybové aktivity	6,31	FCAG50BVEB	2	5,00
106 - herna A	3,91	FCAG50BVEB	1	5,00
107 - ložnice A	4,63	FCAG50BVEB	1	5,00
205 - ložnice B	5,50	FCAG60BVEB	1	5,70
206 - herna B	4,41	FCAG50BVEB	1	5,00
			Σ [kW]	20,70



BYCQ140EG  
Bílý panel s automatickým  
čištěním

### Kazetová jednotka Round Flow – FCAG-B

Kazetová jednotka s kruhovým výdechem. Optimální účinnost a komfort dosahovaný výstupem vzduchu v úhlu 360°.

- Kombinace s technologií R-32 Bluevolution snižuje dopad na životní prostředí o 68 % ve srovnání s R-410A, přímo snižuje spotřebu energie díky vysoké energetické účinnosti a používá až o 16 % menší náplň chladiva
- Volitelné automatické čištění filtru zajišťuje vysokou účinnost a komfort i nižší náklady na údržbu.
- Dva doplňkové inteligentní snímače zvyšují energetickou účinnost a komfort.
- Nejmenší výška pro instalaci na trhu: 214 mm pro velikost 20-63
- Nejširší výběr dekoračních panelů: Designové panely v bílé barvě (RAL9010) a černé barvě (RAL9005) a standardní panely v bílé barvě (RAL9010) s šedými klapkami nebo celé bílé
- Unifikovanou vnitřní jednotku lze kombinovat s venkovními jednotkami R-32 a R-410A, zjednodušené zásobení skladu
- Individuální řízení klapek: flexibilita pro rozvržení každé místnosti, aniž by bylo nutné měnit umístění jednotky!
- Větší klapy a unikátní schéma přepínání zlepšují rovnoměrnou distribuci vzduchu.
- Pět různých úrovní otáček ventilátoru pro zajištění maximálního pohodlí
- Volitelný vstup čerstvého vzduchu
- Odbočka výstupu vzduchu dovoluje optimalizovat distribuci vzduchu v místnostech nepravidelných tvarů nebo přivést vzduch do malých sousedních místností
- Standardní čerpadlo pro odvod kondenzátu se zdvihem 675 mm zvyšuje flexibilitu a rychlost instalace

## 8.5 Návrh zdroje chladu

Potřebný výkon pro zdroj chladu:

$$Q_{zdroj} = (Q_{VZT} + Q_{místnosti}) \cdot s = [V_p \cdot \rho \cdot c \cdot (t_e - t_i) + Q_{místnosti}] \cdot s \text{ [kW]}$$

kde

$Q_{VZT}$  – je výkon chladičů VZT jednotek [kW],

$Q_{místnosti}$  – je výkon dílčího chlazení [kW],

$s$  – součinitel současnosti [-].

$$Q_{zdroj} = \left[ \frac{5780 + 1380}{3600} \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (32 - 26) + Q_{místnosti} \right] \cdot 1,0$$

$$Q_{zdroj} = [14,46 + 20,70] \cdot 1,0$$

$$Q_{zdroj} = 35,16 \text{ kW}$$

Jako zdroj chladu je navržena venkovní jednotka RXQ5-18P7W1B(A) VRV®III.

## RXQ5-18P7W1B(A)

*VRV®III pouze chlazení  
s invertorem*

- Široký výběr vnitřních jednotek: 13 různých modelů a celkem 75 variant
- Kompaktní venkovní jednotky
- Zvýšené hodnoty EER
- 2-stupňový noční tichý režim: např. 10HP: 58 dBA, 1. stupeň: 54dBA, 2. stupeň: 45dBA
- Ve shodě s RoHS
- Snadná kombinace s HRV
- Připojitelné ke stávajícím řídicím systémům Daikin: DS-net, Intelligent Touch Controller, Intelligent Manager, BACnet Gateway, DMS-IF
- Jednoduchá instalace díky automatickému plnění chladivem, automatický test provozu
- Tichý provoz
- Detekce úniků chladiva



### POUZE CHLAZENÍ

RXQ-P(A)			5	8	10	12	14	16	18
Výkonový rozsah		HP	5	8	10	12	14	16	18
Jmenovitý výkon	Chlazení	kW	14,0	22,4	28,0	33,5	40,0	45,0	49,0
Příkon (jmenovitý)	Chlazení	kW	3,52	5,56	7,42	9,62	12,4	14,2	16,2
Rozměry	(Výška x Šířka x Hloubka)		mm	1.680x635x765			1.680x930x765		
Hmotnost		kg	157	185	238		314		322
Hladina hluku	Akustický výkon	Chlazení	dBA	72	78		80		83
	Akustický tlak	Chlazení	dBA	54	57	58	60		63
Provozní rozsah	Chlazení	Min-max.	°CMT						
Chladivo	R-410A								
Napájení	3N~/400V/50Hz								
Maximální počet připojitelných vnitřních jednotek			8	13	16	19	23	26	29
Připojovací rozměry	Kapalina (VP)/Plyn	mm	9,52 / 15,9	9,52 / 19,1	9,52 / 22,2	12,7 / 28,6		15,9 / 28,6	

## **8.6 Regulační schéma a dispozice chlazení**

Regulační schéma chlazení jednotky viz příloha TPS.10

Jednočarové schéma chlazení viz výkresy TPS.4 a TPS.5

## **8.7 Závěr**

Byl navržen systém chlazení, který bude primárně zajišťovat chlazení v provozu 1 (herna A ložnice A, ložnice B, herna B).

V místnostech, které budou vybaveny chladicím zařízením, byly stanoveny tepelné zátěže od konstrukcí, radiací okny, lidí a jídla.

Byly navrženy vnitřní kazetové jednotky FCAG-B a venkovní jednotka RXQ5-18P7W1B(A) VRV®III.

## 9 Fotovoltaická elektrárna

### 9.1 Úvod

Z důvodu snížení dodávky elektrické energie z distribuční sítě, budou na střeše (nad 2.NP) instalovány fotovoltaické panely.

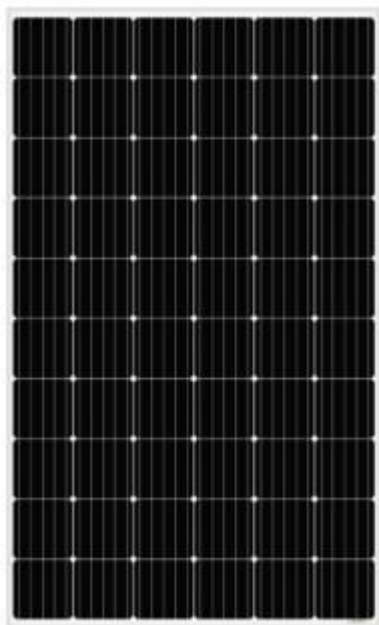
#### Vstupní údaje:

Umístění panelů	plochá střecha
Sklon	40°
Azimut	12°
Světová strana	jih
Lokalita	Český Těšín

### 9.2 Výběr fotovoltaického panelu

#### Technické parametry:

Typ	monokrystalický křemík (mono)
Model	Amerisolar 320 Wp (AS-6M30)
Rozměr panelu	1640 x 992 x 35 mm
Plocha panelu	1,63 m <sup>2</sup>
Výkon panelu	320 Wp
Účinnost	19,67 %
Počet panelů	96 ks
Celková sběrná plocha	156,18 m <sup>2</sup>
Instalovaný špičkový výkon	30,78 kWp

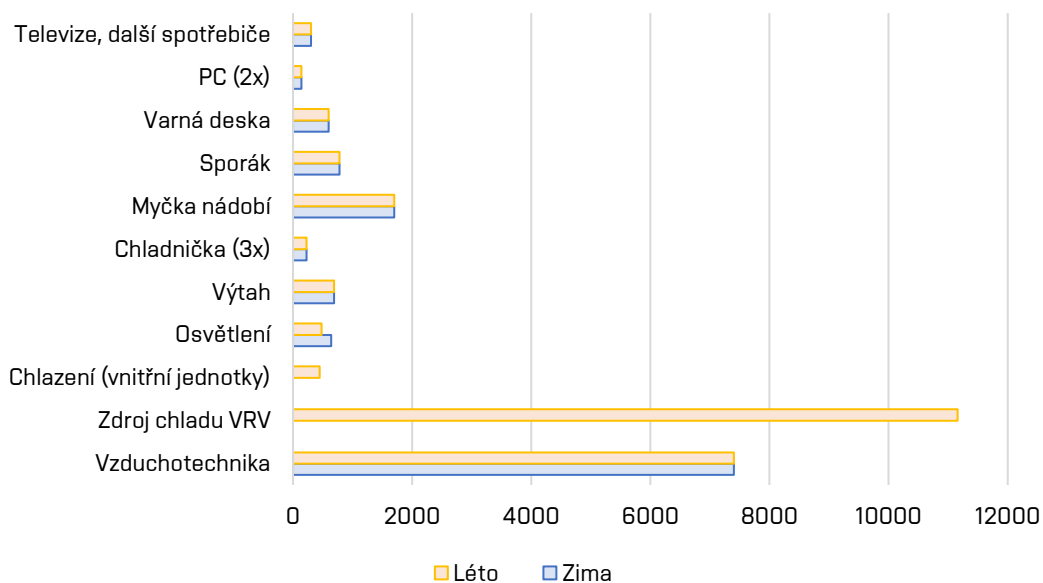


### 9.3 Stanovení potřeby od elektrických spotřebičů

Příkony jednotlivých spotřebičů a zařízení byly stanoveny dle podkladů jednotlivých výrobků, případně byly určeny orientačně.

Příkon spotřebičů [W]	Zima	Léto	součas- nost	Zima	Léto
Vzduchotechnika	7400	7400	1	7400	7400
Zdroj chladu VRV	0	12400	0,9	0	11160
Chlazení (vnitřní jednotky)	0	500	0,9	0	450
Osvětlení	800	600	0,8	640	480
Výtah	6900	6900	0,1	690	690
Chladnička (3x)	225	225	1	225	225
Myčka nádobí	8500	8500	0,2	1700	1700
Sporák	7800	7800	0,1	780	780
Varná deska	3000	3000	0,2	600	600
PC (2x)	200	200	0,7	140	140
Televize, další spotřebiče	1000	1000	0,3	300	300
<b>Celkem [W]</b>	-	-	-	12475	23925

Příkon spotřebičů



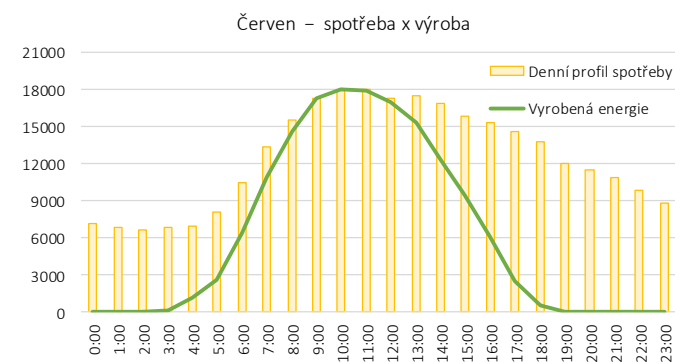
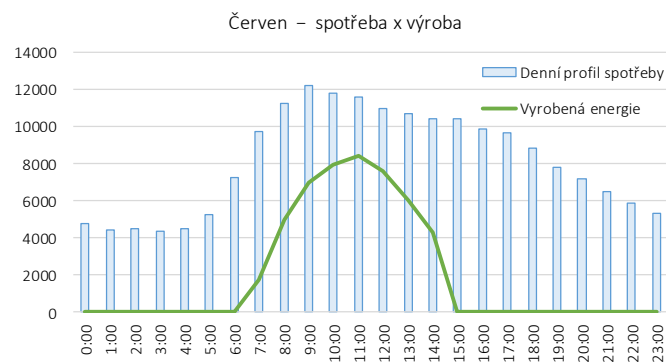
## 9.4 Bilance výroby a spotřeby pro zimní a letní období

Denní hodnoty dopadajícího záření byly převzaty ze stránek PVGIS. Normalizované hodnoty faktoru TDD-1 byly převzaty ze stránek ote-cr.cz

Příkon zima		12475 W																								
Leden		0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Celkem [kWh]
Výkon dopadajícího záření	[W/m²]	0	0	0	0	0	0	0	55,83	161,77	225,28	257,48	272,42	247,35	195,79	138,27	0,51	0	0	0	0	0	0	0	0	1,55
Faktor TDD-1 (15.1.2021)	[-]	0,3812	0,3550	0,3588	0,3467	0,3578	0,4192	0,5823	0,7784	0,9023	0,9787	0,9463	0,9301	0,8769	0,8541	0,8350	0,8316	0,7911	0,7757	0,7074	0,6238	0,5761	0,5218	0,4713	0,4283	-
Denní profil spotřeby	[W]	4755	4429	4476	4325	4464	5230	7264	9711	11256	12209	11805	11603	10939	10655	10417	10374	9869	9677	8825	7782	7187	6509	5879	5343	195,0
Vyrobená energie	[W]	0	0	0	0	0	0	0	1718	4979	6934	7925	8385	7613	6026	4256	16	0	0	0	0	0	0	0	0	47,9
Přímá spotřeba	[W]	0	0	0	0	0	0	0	1718	4979	6934	7925	8385	7613	6026	4256	16	0	0	0	0	0	0	0	0	47,9
Nevyužitá energie	[W]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Dodávka ze sítě	[W]	4755	4429	4476	4325	4464	5230	7264	7992	6277	5275	3880	3218	3326	4629	6161	10359	9869	9677	8825	7782	7187	6509	5879	5343	147,1

Příkon léto		23925 W																								
Červen		0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Celkem [kWh]
Výkon dopadajícího záření	[W/m²]	0	0	0	6,01	39,68	86,58	208,74	353,99	472,69	562,16	584,55	582,51	551,50	498,75	400,54	307,83	195,34	80,52	18,68	0	0	0	0	0	4,95
Faktor TDD-1 (15.6.2021)	[-]	0,2976	0,2888	0,2798	0,2879	0,2928	0,3377	0,4355	0,5573	0,6506	0,7210	0,7471	0,7521	0,7238	0,7305	0,7036	0,6614	0,6417	0,6090	0,5767	0,5019	0,4815	0,4542	0,4137	0,3676	-
Denní profil spotřeby	[W]	7120	6910	6694	6888	7005	8079	10419	13333	15566	17250	17874	17994	17317	17477	16834	15824	15353	14570	13798	12008	11520	10867	9898	8795	299,4
Vyrobená energie	[W]	0	0	0	185	1221	2665	6425	10896	14549	17303	17992	17929	16975	15351	12328	9475	6012	2478	575	0	0	0	0	0	152,4
Přímá spotřeba	[W]	0	0	0	185	1221	2665	6425	10896	14549	17250	17874	17929	16975	15351	12328	9475	6012	2478	575	0	0	0	0	0	152,2
Nevyužitá energie	[W]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	118	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
Dodávka ze sítě	[W]	7120	6910	6694	6703	5784	5415	3994	2438	1016	-	-	65	342	2126	4505	6349	9340	12092	13223	12008	11520	10867	9898	8795	147,2

Maximální odběr	[W]	17994
Maximální ozáření	[W/m <sup>2</sup> ]	584,55
Maximální výkon	[kW]	17992
Účinnost panelu	[%]	19,67
Potřebná plocha panelů	[m <sup>2</sup> ]	156,5
Plocha jednoho panelu	[m <sup>2</sup> ]	1,63
Potřebný počet panelů	[ks]	96,0
Navržený počet panelů	[ks]	96
Instalovaná plocha panelů	[m <sup>2</sup> ]	156,5
Výkon jednoho panelu	[Wp]	320
Instalovaný špičkový výkon	[kWp]	30,78

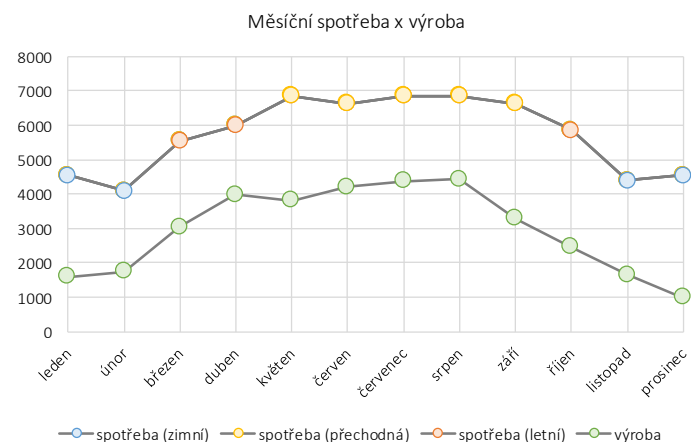


## 9.5 Celková roční bilance výroby a spotřeby

Měsíční hodnoty dopadajícího záření z let 2017-2020 byly převzaty ze stránek PVGIS a následně zprůměrovány.

měsíc	počet dnů	energie dopadajícího záření	účinnost FV	výroba měsíc	výroba den	jednotková spotřeba pracovní den	jednotková spotřeba víkend	spotřeba v pracovních dnech	spotřeba víkendy	spotřeba měsíčně	stupeň pokrytí v měsíci	pokrytá spotřeba	nutno dokoupit	Stanovení dopadajícího záření					
		[kWh/m <sup>2</sup> /měsíc]	[%]	[kWh/měsíc]	[kWh/den]	[kWh/den]	[kWh/den]	[kWh/měsíc]	[kWh/měsíc]	[kWh/měsíc]	[%]	[kWh]	[kWh]	měsíc	2017	2018	2019	2020	průměr
leden	31	60,1	19,67	1587	51	195	25	4317	221	4539	35	1587	2952	leden	67,4	46,1	52,1	74,7	60,1
únor	28	66,2	19,67	1749	62	195	25	3900	200	4100	43	1749	2351	únor	61,0	48,0	89,3	66,6	66,2
březen	31	115,4	19,67	3049	98	240	25	5312	221	5533	55	3049	2484	březen	106,0	107,4	109,3	139,1	115,4
duben	30	150,8	19,67	3983	133	270	25	5782	214	5996	66	3983	2014	duben	88,2	162,1	154,3	198,4	150,8
květen	31	144,7	19,67	3821	123	299	25	6629	221	6851	56	3821	3030	květen	140,8	176,8	118,5	142,6	144,7
červen	30	158,9	19,67	4198	140	299	25	6416	214	6630	63	4198	2432	červen	183,1	142,0	192,2	118,5	158,9
červenec	31	166,0	19,67	4384	141	299	25	6629	221	6851	64	4384	2466	červenec	159,6	168,4	163,6	172,3	166,0
srpen	31	167,8	19,67	4434	143	299	25	6629	221	6851	65	4434	2417	srpen	161,4	179,6	165,4	165,0	167,8
září	30	124,4	19,67	3286	110	299	25	6416	214	6630	50	3286	3344	září	96,5	143,6	126,8	130,7	124,4
říjen	31	93,3	19,67	2465	80	255	25	5643	221	5865	42	2465	3400	říjen	80,0	101,5	125,2	66,6	93,3
listopad	30	62,4	19,67	1648	55	195	25	4178	214	4392	38	1648	2745	listopad	54,5	75,7	58,8	60,6	62,4
prosinec	31	37,5	19,67	992	32	195	25	4317	221	4539	22	992	3547	prosinec	31,7	23,2	45,9	49,4	37,5
celkem	365	1347,5	-	35594	-	-	-	66170	2607	68777	52	35594	33183	celkem	1230	1374	1401	1384	1347

Plocha jednoho panelu	1,63	m <sup>2</sup>
Navržený počet panelů	96	ks
Instalovaná plocha	156,5	m <sup>2</sup>
Celková ztráta systému	14,18	%



## **9.6 Schéma rozmístění fotovoltaických panelů na střeše**

Půdorysné schéma rozmístění FV panelů na střeše viz výkres TPS.6

## **9.7 Závěr**

Byl navržen hybridní fotovoltaický systém s 96 monokrystalickými panely Amerisolar 320 Wp (AS-6M30). Panely budou umístěny na ploché střeše nad 2.NP ve sklonu 40° orientovány na jih.

FV elektrárna pokryje 52 % roční potřeby elektrické energie. Zbylá chybějící potřeba bude zajištěna z distribuční sítě.