

# Bakalářská práce

## Penzion

AUTOR: DAVID VÝBORNÝ

VEDOUCÍ: ING. MICHAL KRAUS, PH.D

OBOR: POZEMNÍ STAVBY

ROK: 2022

# Obsah

- ▶ Cíl práce
- ▶ Výzkumné otázky
- ▶ Metodika
- ▶ Popis řešeného objektu
- ▶ Vyhodnocení otázky 1
- ▶ Vyhodnocení otázky 2
- ▶ Závěrečné shrnutí

# Cíl práce

- ▶ 1.) Multi-kriteriální vyhodnocení variantního řešení svislých obvodových konstrukcí budovy
- ▶ 2.) Posouzení energetické náročnosti obálky budovy včetně návrhu opatření ke snížení spotřeby energie

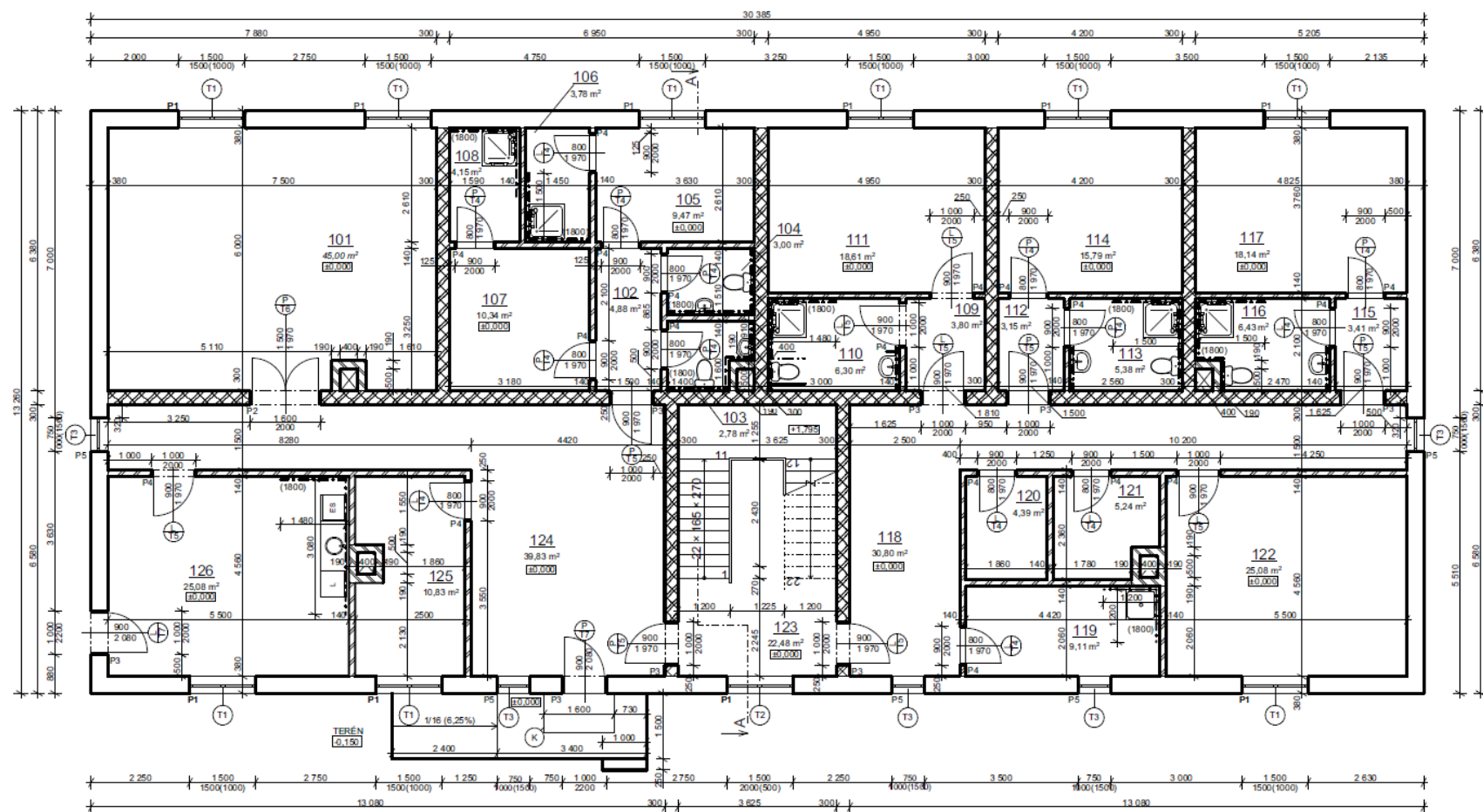
# Výzkumné otázky

- ▶ **Výzkumný problém č.1:** Jaká varianta svislých obvodových konstrukcí je nejvhodnější pro energeticko-úsporný standard budovy?
- ▶ **Výzkumný problém č. 2:** Vyhovuje řešený objekt jako budova s téměř nulovou spotřebou energie, jaká opatření je vhodné zvolit pro snížení spotřeby energie?

# Popis řešeného objektu

## Novostavba penzionu

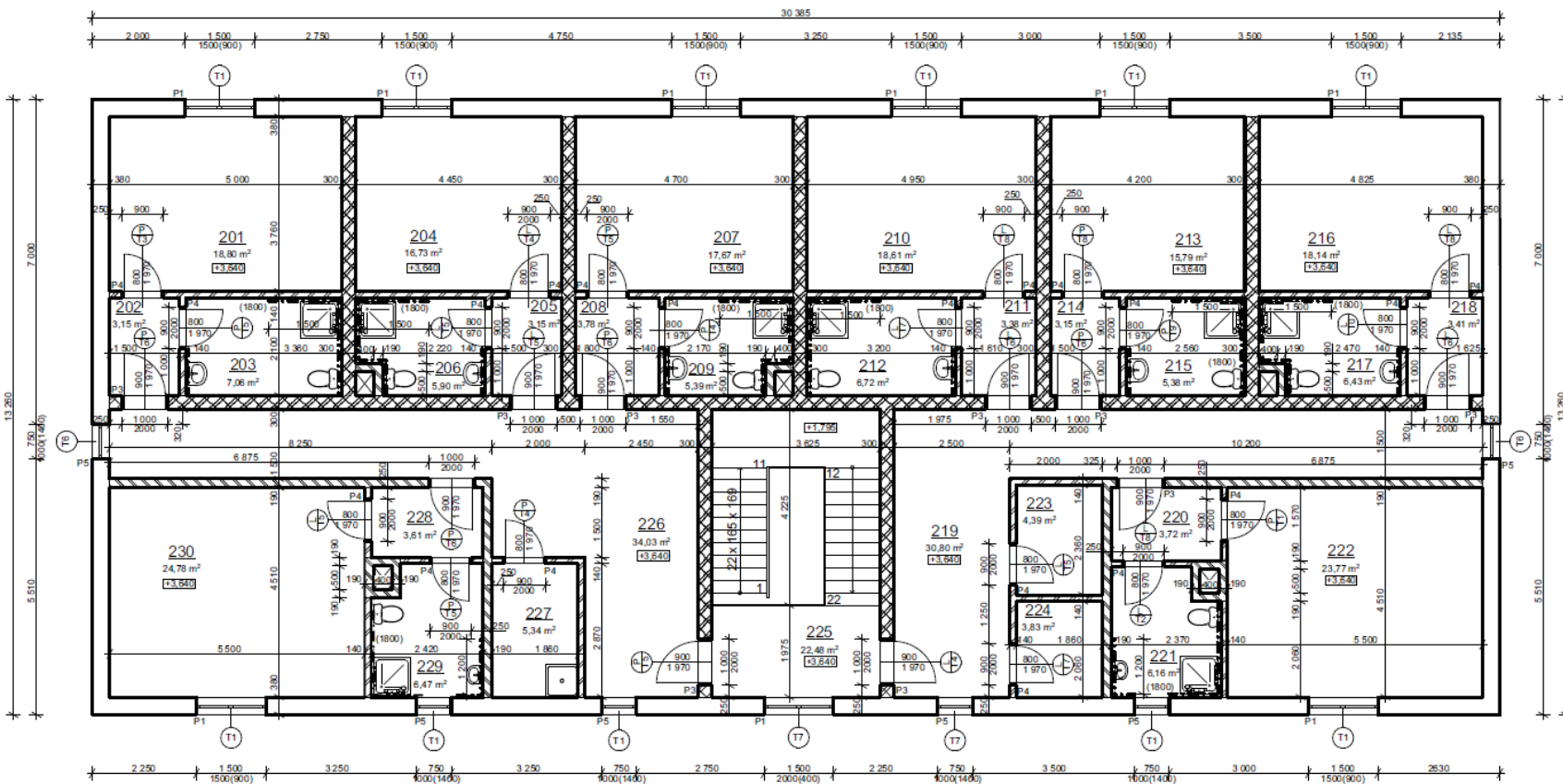
- ▶ Obdélníkový půdorysný tvar o rozměrech 30,75x13,65 m
- ▶ Střecha plochá nepochozí
- ▶ Zastavěná plocha penzionu činí 402,9 m<sup>2</sup>
- ▶ Nepodsklepený a má dvě nadzemní podlaží, přičemž obě slouží k ubytování
- ▶ 1.NP: prostory pro personál, jídelna, technická místnost a prostory pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace
- ▶ 2.NP: určené primárně pro ubytování
- ▶ Penzion disponuje 10 byty určenými pro ubytování 20 lidí + 1 byt řešený bezbariérově a určen pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace
- ▶ Pozemek s parcelním číslem 1371/56 v k.ú. Strakonice, Jihočeský kraj o ploše 3880 m<sup>2</sup>
- ▶ Předběžně navržena jako stěnový konstrukční systém, stropy řešeny jako trámečkové od Porothermu
- ▶ Vytápění objektu se předběžně předpokládá pomocí tepelného čerpadla (vzduch/voda)



# Popis řešeného objektu

1.NP

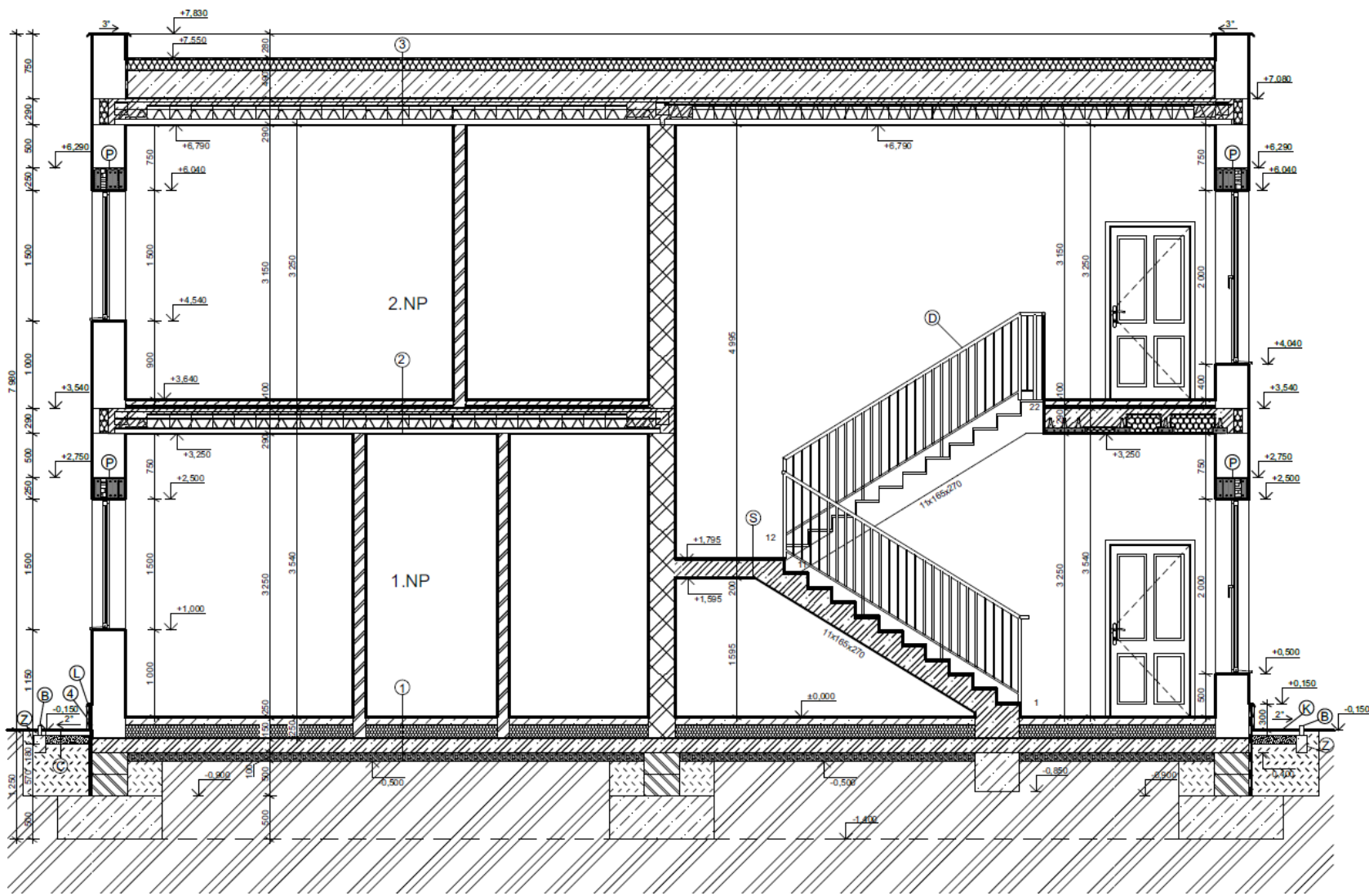
Zdroj: vlastní



# Popis řešeného objektu

2.NP

Zdroj: vlastní



Zdroj: vlastní

# Popis řešeného objektu

ŘEZ A-A



# Výzkumná otázka č. 1

Varianty voleny dle souč. prostupu tepla  $U = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$

- ▶ **VARIANTA 1:** Porothem 50 T Profi ( $U = 0,123 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- ▶ **VARIANTA 2:** Porothem 30 Profi + KZS EPS-F plus tl. 200 mm ( $U = 0,124 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- ▶ **VARIANTA 3:** Sendwix M 24 + KZS MV tl. 300 mm ( $U = 0,111 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- ▶ **VARIANTA 4:** Velox WS-EPS-plus 285 ( $U = 0,115 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- ▶ **VARIANTA 5:** Prefabrikovaný betonový panel s izolací NWT tl. 460 mm ( $U = 0,106 \text{ W/m}^2\text{K}$ )

# Výzkumná otázka č. 1

## Porovnání z finančního hlediska

- ▶ Náklady určeny pomocí položkového rozpočtu v programu euroCALC od společnosti Callida, s.r.o
- ▶ Do výpočtu nákladů jsou zahrnuty ceny materiálů i stavební práce
- ▶ Uvažuje se pouze výstavba 1.NP

Varianta	Náklady 1.NP [Kč]	Náklady [Kč/m <sup>2</sup> ]
Porotherm 50 T Profi	1 713 319	5 810,2
Porotherm 30 Profi+KZS EPS tl .200 mm	1 103 071	3 740,8
Sendwix M24+KZS MV tl. 300 mm	1 119 713	3 797,2
Velox WS-EPS plus 285	1 051 466	3 565,8
Prefabrikovaný bet. panel NWT	1 824 281	6 186,6

Tabulka. č. 1- Porovnání položkového rozpočtu variant (zdroj: vlastní)

# Výzkumná otázka č. 1

## Porovnání z hlediska časové náročnosti

- ▶ Řešena pro výstavbu svislých obvodových stěn 1.NP
- ▶ Výpočet časové náročnosti se určí podle  $N_h$

Varianta	Časová náročnost [h]	Počet pracovních dnů (1 pracovní den = 8 hod)
Porotherm 50 T Profi	179	23,375
Porotherm 30 Profi+KZS EPS tl .200 mm	218	27,25
Sendwix M24+KZS MV tl. 300 mm	217	27,125
Velox WS-EPS plus 285	120	15
Prefabrikovaný bet. panel NWT	104	13

Tabulka. č. 2- Porovnání časové náročnosti variant (zdroj: vlastní)

## Porovnání z hlediska technické náročnosti

- ▶ Popisuje varianty z hlediska náročnosti při výstavbě/provádění

# Výzkumná otázka č. 1

## Porovnání z hlediska tloušťky konstrukce

- 1) **Porotherm 50 T Profi** – Celková tloušťka: 590 mm
- 2) **Porotherm 30 Profi + KZS EPS-F plus tl. 200 mm** – Celková tloušťka: 610 mm
- 3) **Sendwix M 24 + KZS MV tl. 300 mm** – Celková tloušťka: 570 mm
- 4) **Velox WS-EPS-plus 285** – Celková tloušťka: 540 mm
- 5) **Prefabrikovaný betonový panel s izolací NWT** – Celková tloušťka: 490 mm

# Výzkumná otázka č. 1

## Porovnání z hlediska pevnosti

- 1) **Porotherm 50 T Profi** -  $f_k = 3,5 \text{ N/mm}^2$
- 2) **Porotherm 30 Profi + KZS EPS-F plus tl. 200 mm** -  $f_k = 3,8 \text{ N/mm}^2$  (*Hodnota platí pro tvarovku Porotherm 30 Profi o pevnosti P10*)
- 3) **Sendwix M 24 + KZS MV tl. 300 mm** -  $f_k = 20 \text{ N/mm}^2$  (*Hodnota platí pro kvádr KMB Sendwix 16DF-LDE*)
- 4) **Velox WS-EPS-plus 285 (tl. 470 mm bez omítky)** -  $f_k = 25 \text{ N/mm}^2$  (*Hodnota platí pro beton C25/30*)
- 5) **Prefabrikovaný betonový panel s izolací NWT tl. 460 mm** -  $f_k = 37 \text{ N/mm}^2$  (*Hodnota platí pro betonový panel*)

# Výzkumná otázka č. 1

## Vyhodnocení

- Pomocí vah kritérií a bodového hodnocení

Varianta	Náklady	Časová náročnost	Technická náročnost	Tloušťka konstrukce	Pevnost
Porotherm 50 T Profi	4	6	8	5	3
Porotherm 30 Profi+KZS EPS (200 mm)	9	4	6	4	4
Sendwix M24+KZS MV (300 mm)	8	4	5	6	7
Velox WS-EPS plus 285	10	9	4	8	8
Prefabrikovaný bet. panel NWT	3	10	4	10	10

Tabulka. č. 3- Bodové hodnocení (zdroj: vlastní)

Varianta	Náklady	Časová náročnost	Technická náročnost	Tloušťka konstrukce	Pevnost	Celkem bodů
<i>Váha kritéria</i>	<i>0,46</i>	<i>0,22</i>	<i>0,22</i>	<i>0,07</i>	<i>0,03</i>	
Porotherm 50 T Profi	1,84	1,32	1,76	0,35	0,09	<b>5,36</b>
Porotherm 30 Profi+KZS EPS tl. 200 mm	4,14	0,88	1,32	0,28	0,12	<b>6,74</b>
Sendwix M24+KZS MV tl. 300 mm	3,68	0,88	1,1	0,42	0,21	<b>6,29</b>
Velox WS-EPS plus 285	4,6	1,98	0,88	0,56	0,24	<b>8,26</b>
Prefabrikovaný bet. panel NWT	1,38	2,2	0,88	0,7	0,3	<b>5,46</b>

Tabulka. č. 4- Výsledné bodové hodnocení (zdroj: vlastní)

# Výzkumná otázka č. 2

## Posouzení energetické náročnosti stávajícího stavu objektu:

### PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO CELOU BUDOVU:

Faktor tvaru budovy A/V: 0,47 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>

#### Rozložení průměrných ročních kladných měrných tepelných toků v režimu vytápění

Položka	Přílehlé prostředí	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Měrný tok [W/K]	Podíl z celku
<b>Celkový měrný tepelný tok H:</b>		---	787,102	100,00 %
z toho:				
Průměrný měrný tepelný tok větráním Hv:		---	454,053	57,69 %
Měrný tepelný tok prostupem Ht:		---	333,049	42,31 %
z toho:				
Měrný tok vnějšími obalovými konstrukcemi Ht,d,c:		---	203,852	25,90 %
Měrný ustálený tok konstrukcemi u zeminy Ht,g,c:		---	54,078	6,87 %
Měrný tepelný tok tepelnými vazbami Ht,tj:		---	75,119	9,54 %

Rozložení měrných tepelných toků prostupem po jednotlivých typech konstrukcí:

#### Vnější stěny:

sv1 Stěna EXT 639,67 73,563 9,35 %

#### Střechy (ploché, šikmé i strmé):

st1 Střecha EXT 402,91 45,125 5,73 %

#### Konstrukce přílehlé k zemině:

kz1 Podlaha na terénu ZEM 402,90 54,078 6,87 %

#### Výplně otvorů (okna, dveře, světlíky):

vo1 O1 EXT 38,25 57,375 7,29 %

vo2 O2 EXT 6,00 8,880 1,13 %

vo3 O3 EXT 8,25 12,705 1,61 %

vo4 D1 EXT 4,40 6,204 0,79 %

**Celkem:** 1502,38 257,930 32,77 %

Obr. č. 1- Výsledky podílů tepelných toků zjištěné v programu Energie (zdroj: vlastní)

### PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, č.p./č.o.: Rybníční  
 PSČ, obec: 385 01 Strakonice  
 K.ú., parcelní č.: Strakonice, 1371/56  
 Typ budovy: Budova pro ubytování a stravování  
 Celková energeticky vztáhná plocha: 805,0 m<sup>2</sup>

### KLASIFIKAČNÍ TŘÍDA

Primární energie z neobnovitelných zdrojů kWh/(m<sup>2</sup>.rok)

Mimořádně úsporná A (72)  
 Velmi úsporná B (108)  
 Úsporná C (144) **119**  
 Méně úsporná D (207)  
 Nehospodárná E (270)  
 Velmi nehospodárná F (333)  
 Mimořádně nehospodárná G

Požadavky pro výstavbu nové budovy od 1.1.2022  
**NEISOU splněny**

### ROZDĚLENÍ DODANÉ ENERGIE

MWh/rok

Energie prostředí - 65,9 (64 %)  
 Elektřina - 37,0 (36 %)

### UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	0,22 W/(m <sup>2</sup> .K)	C
Měrná potřeba tepla na vytápění	71 kWh/(m <sup>2</sup> .rok)	
<b>Celková dodaná energie</b>	<b>128 kWh/(m<sup>2</sup>.rok)</b>	<b>C</b>
Vytápění	91 kWh/(m <sup>2</sup> .rok)	C
Chlazení	-	
Nucené větrání	-	
Úprava vlhkosti	-	
Příprava teplé vody	25 kWh/(m <sup>2</sup> .rok)	C
Osvětlení	12 kWh/(m <sup>2</sup> .rok)	D

Obr. č. 2- Průkaz energetické náročnosti penzionu (zdroj: vlastní)

# Výzkumná otázka č. 2

## Návrh opatření ke snížení spotřeby energie

- ▶ Kompaktní větrací jednotka Duplex EC5 s rekuperací tepla od společnosti ATREA (*Předběžný návrh*)
  - ▶ Horizontální provedení vedeno pod stropem (v pohledu)
  - ▶ Účinnost 95 %
  - ▶ Pro každé podlaží jednotka o požadovaném výkonu
  - ▶ 1.NP jednotka s výkonem 170 m<sup>3</sup>/h
  - ▶ 2.NP jednotka s výkonem 570 m<sup>3</sup>/h



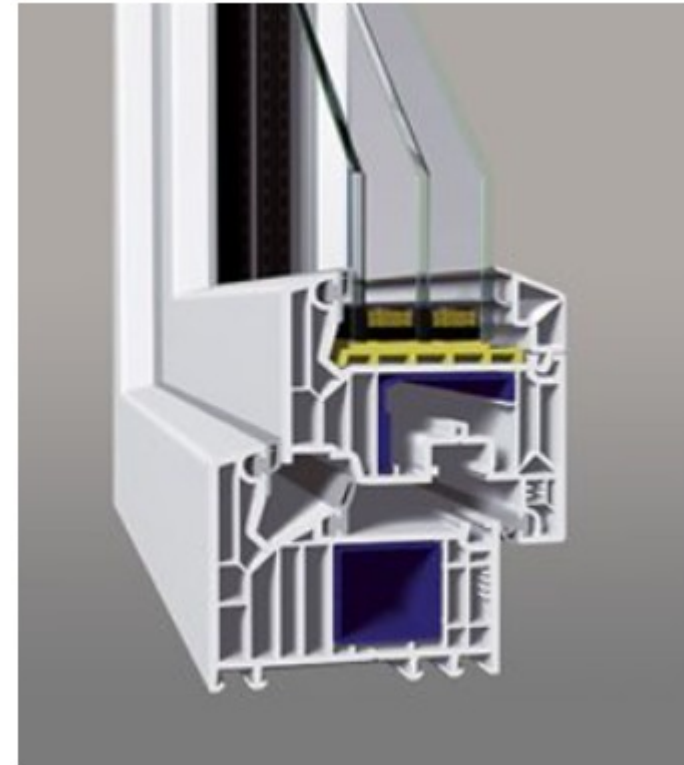
Obr. č. 3- Větrací jednotka Duplex EC5 s rekuperací tepla (zdroj: atrea.cz)



# Výzkumná otázka č. 2

## Návrh opatření ke snížení spotřeby energie

- ▶ Plastová okna Veka Softline 82 Plus
  - ▶ Součinitel prostupu tepla sklem  $U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$
  - ▶ Součinitel prostupu tepla včetně rámu  $U_w = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
  - ▶ g faktor= 50 %
- ▶ Zvětšení okenních ploch směřujících na jih
- ▶ Použití hliníkových předokenních rolet
  - ▶ Ovládání manuální nebo motorický



Obr. č. 4- Plastové okno Veka Softline 82 Plus (zdroj: oknotherm.cz)

# Výzkumná otázka č. 2

## Návrh opatření ke snížení spotřeby energie

- ▶ Fotovoltaika (*Předběžný návrh*)
  - ▶ Fotovoltaické panely od společnosti Woltair
  - ▶ Panel Canadian Solar 450MS s výkonem 450 kWp a účinností 20,4 %
  - ▶ Váha panelu 24,9 kg
  - ▶ Střídač GoodWe GW10K-ET o výkonu 10 kW a účinností 97 %
  - ▶ Záložní baterie Pylontech Force H2 o kapacitě 14,2 kW
- ▶ Tepelné čerpadlo
  - ▶ dle ČSN EN 12831 byl zjištěna tepelná ztráta objektu 28,2 kW
  - ▶ Tepelné čerpadlo vzduch/voda
  - ▶ Propojení tepelného čerpadla s fotovoltaickou elektrárnou firmou Woltair

# Závěrečné shrnutí

## Výzkumná otázka č. 1

- ▶ Zvolena varianta ztraceného bednění Velox WS-EPS 285
- ▶ Druhá nejvhodnější varianta je zděný systém Porotherm s kontaktním zateplením z EPS
- ▶ → Cíl byl splněn

## Výzkumná otázka č. 2

- ▶ Penzion standardu budovy s téměř nulovou spotřebou energie nevyhovuje
- ▶ Tohoto standardu se dosáhne použitím nuceného větrání s rekuperací tepla a výměnou otvorů
- ▶ → Cíl byl částečně splněn



Děkuji za pozornost