



---

# Operační program Životní prostředí

## Rekonstrukce veřejných budov a infrastruktury

---

### PŘÍLOHA Č. 3

### ENERGETICKÝ POSUDEK

### MATEŘSKÁ ŠKOLA POHÁDKA

|                   |                                                                                                                                          |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Název projektu    | Energetické úspory s využitím metody EPC na objektech statutárního města Liberec                                                         |
| Žadatel           | Statutární město Liberec, nám. Dr. E. Beneše 1/1, 460 59 Liberec 1                                                                       |
| Předmět posouzení | MŠ Pohádka, Strakonická 211/12, 460 07 Liberec IX-Janův Důl                                                                              |
| Zpracovatel       | VŠB – Technická univerzita Ostrava<br>Centrum energetických a environmentálních technologií (CEET)<br>Výzkumné energetické centrum (VEC) |
| Statutární orgán  | prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.<br>Na základě pověření ze dne 1.10.2020 statutárního zástupce<br>podepisuje: Ing. Michal Žlebek          |
| Osoba určená      | Ing. Michal Žlebek                                                                                                                       |
| Spolupracovali    | Ing. Pavel Němec a kolektiv                                                                                                              |
| Datum vypracování | červenec 2023                                                                                                                            |



## OBSAH

|                                                                                                     |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE ENERGETICKÉHO POSUDKU.....</b>                                            | <b>3</b>  |
| <b>2. ZÁMĚR VYPRACOVÁNÍ ENERGETICKÉHO POSUDKU S VYMEZENÍM KRITÉRIÍ PROGRAMU PODPORY .....</b>       | <b>4</b>  |
| 2.1. Název programu podpory .....                                                                   | 4         |
| 2.2. Konkretizace prioritní osy a věcné zaměření výzvy .....                                        | 4         |
| 2.3. Vymezení kritérií programu podpory ve vztahu k předmětu energetického posudku.....             | 4         |
| <b>3. HISTORIE SPOTŘEBY.....</b>                                                                    | <b>6</b>  |
| 3.1. Vstupní podklady .....                                                                         | 6         |
| 3.2. Historie spotřeby energií .....                                                                | 6         |
| <b>4. ANALÝZA UŽITÍ ENERGIE PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO POSUDKU .....</b>                                | <b>8</b>  |
| 4.1. Popis stávajícího stavu .....                                                                  | 8         |
| 4.2. Klimatické podmínky .....                                                                      | 10        |
| 4.3. Výchozí energetická bilance .....                                                              | 11        |
| <b>5. POPIS A HODNOCENÍ NAVRHOVANÉHO STAVU.....</b>                                                 | <b>12</b> |
| 5.1. Stavební úpravy vedoucí ke zlepšení tepelně technických vlastností obvodových konstrukcí ..... | 12        |
| 5.2. Opatření zabráňující nadměrnému vzestupu vnitřní teploty .....                                 | 14        |
| 5.3. Instalace IRC ventilů .....                                                                    | 15        |
| 5.4. Rekonstrukce osvětlení.....                                                                    | 15        |
| 5.5. Instalace FVE .....                                                                            | 16        |
| 5.6. Instalace nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla .....                                  | 18        |
| 5.7. Zavedení energetického managementu .....                                                       | 21        |
| 5.8. Celková energetická bilance v navrhovaném stavu.....                                           | 22        |
| 5.9. Analýza užití energie – bilance přínosů projektu .....                                         | 23        |
| 5.10. Návrh vhodného doplnění měření .....                                                          | 23        |
| <b>6. EKOLOGICKÉ VYHODNOCENÍ.....</b>                                                               | <b>24</b> |
| 6.1. Zdroje znečištění .....                                                                        | 24        |
| <b>7. BILANCE PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ.....</b>                                    | <b>25</b> |
| <b>8. SEZNAM TABULEK .....</b>                                                                      | <b>26</b> |



## 1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE ENERGETICKÉHO POSUDKU

| ŽADATEL / PROVOZOVATEL  |                                                                                                                                 |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Název                   | statutární město Liberec                                                                                                        |
| Adresa                  | nám. Dr. E. Beneše 1/1, 460 01 Liberec 1                                                                                        |
| IČ                      | 00262978                                                                                                                        |
| Zástupce                | Ing. Jaroslav Zámečník, CSc., primátor                                                                                          |
| Kontaktní osoba         | Ing. Dana Vorlová<br>e-mail: vorlova.dana@magistrat.liberec.cz                                                                  |
| PŘEDMĚT                 |                                                                                                                                 |
| Název předmětu          | Energetické úspory s využitím metody EPC na objektech statutárního města Liberec – MŠ Pohádka                                   |
| Adresa                  | Strakonická 211/12, 460 07 Liberec IX-Janův Důl                                                                                 |
| Katastrální území       | Janův Důl u Liberce [682241]                                                                                                    |
| Číslo parcely           | parcelní číslo 46/3                                                                                                             |
| Typ objektu             | Objekty občanské vybavenosti – školské zařízení                                                                                 |
| ZPRACOVATEL             |                                                                                                                                 |
| Název firmy             | VŠB – Technická univerzita Ostrava, CEET,<br>Výzkumné energetické centrum                                                       |
| Adresa                  | 17. listopadu 15/2172, 708 00 Ostrava – Poruba                                                                                  |
| IČ                      | 619 89 100                                                                                                                      |
| Statutární orgán        | prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.<br>Na základě pověření statutárního zástupce ze dne 1.10.2020<br>podepisuje: Ing. Michal Žlebek |
| Zástupce                | doc. Dr. Ing. Tadeáš Ochodek<br>ředitel Výzkumného energetického centra                                                         |
| Energetický specialista | Ing. Michal Žlebek                                                                                                              |
| Číslo oprávnění         | 1899                                                                                                                            |
| Spolupracovali          | Ing. Pavel Němec a kolektiv                                                                                                     |



## 2. ZÁMĚR VYPRACOVÁNÍ ENERGETICKÉHO POSUDKU S VYMEZENÍM KRITÉRIÍ PROGRAMU PODPORY

Energetický posudek (dále jen EP) je vypracován dle § 9a odst. 1 písm. d) a § 9a odst. 2 písm. c) zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů.

### 2.1. Název programu podpory

EP je vypracován jako povinná příloha pro účel podání žádosti o podporu z dotačního titulu:

- **37. výzva** Ministerstva životního prostředí „Operační program Životní prostředí 2021-2027“

### 2.2. Konkretizace prioritní osy a věcné zaměření výzvy

Žádost o podporu v rámci Cíle politiky 2, Priority 1

- Specifický cíl 1.1 – Opatření v oblasti energetické účinnosti a snižování emisí skleníkových plynů
- Specifického cíle 1.2 – Obnovitelné zdroje energie

### 2.3. Vymezení kritérií programu podpory ve vztahu k předmětu energetického posudku

| Vymezení kritérií                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Plnění v rámci EP |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Žádost je v souladu s aktuální výzvou OPŽP a textem těchto Pravidel.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | ANO               |
| Soulad údajů uvedených ve formuláři žádosti s relevantními doklady předkládanými jako přílohy k žádosti.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ANO               |
| Nejsou podporována opatření realizovaná v bytových a rodinných domech.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | IRELEVANTNÍ       |
| Nejsou podporovány projekty realizované na území hl. města Prahy.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | IRELEVANTNÍ       |
| Nebudou podporována opatření realizovaná na novostavbách, přístavbách a nástavbách. Omezení se netýká změn dokončených budov, u kterých se zvětší energeticky vztahná plocha na nejvýše 1,4násobek původní energeticky vztahné plochy.                                                                                                                                                                                                                           | IRELEVANTNÍ       |
| Po realizaci projektu musí budova plnit minimálně parametry energetické náročnosti definované § 6 odst. 2 vyhlášky č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov. Tento požadavek se netýká památkově chráněných budov v souladu s § 7 odst. 5 zákona č. 406/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů.                                                                                                                                                            | ANO               |
| Realizaci projektu musí dojít k min. úspoře 30 % primární energie z neobnovitelných zdrojů oproti původnímu stavu.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ANO               |
| Pokud je jedním z opatření projektu zlepšení tepelně technických vlastností obvodových konstrukcí budovy sloužící pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, musí být v rámci projektu navržen systém větrání v souladu s vyhláškou č.410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, ve znění pozdějších předpisů a v souladu s „Metodickým pokynem pro návrh větrání škol“. | ANO               |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| V případě realizace systémů nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla musí být suchá účinnost zpětného získávání tepla (rekuperátoru) min. 65 % dle ČSN EN 308.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ANO         |
| V případě realizace systémů nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla ve výukových a shromažďovacích prostorách budov sloužících pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, musí být systém regulován dle množství CO <sub>2</sub> v místnostech prostřednictvím infračervených čidel, tzv. IR senzorů.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ANO         |
| Pokud je jedním z opatření projektu zlepšení tepelně technických vlastností obvodových konstrukcí budovy, musí být na objektu proveden zoologický průzkum a na jeho základě zpracován odborný posudek k možnému výskytu synantropních zvláště chráněných druhů živočichů. Pokud je výskyt synantropních zvláště chráněných druhů živočichů prokázán, je nezbytné jejich sídla (hnízdíště, sezónní úkryty atp.) zachovat v původní nebo modifikované podobě, případně, pokud charakter stavebních úprav jejich zachování vylučuje, zajistit v odpovídajícím rozsahu jejich náhradu v souladu s ustanoveními zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů a obecně postupovat v souladu s „Metodikou posuzování staveb z hlediska výskytu obecně a zvláště chráněných synantropních druhů živočichů“. | ANO         |
| Po realizaci projektu nesmí být v budově pro vytápění nebo přípravu teplé vody využívána tuhá fosilní paliva.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | IRELEVANTNÍ |
| Nebude podporována výměna zdroje na vytápění, kterou by došlo k úplnému odpojení od soustavy zásobování dle zákona č. 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (dále také „SZTE“). V případě částečné náhrady dodávek energií ze SZTE, je možno projekt podpořit pouze se souhlasem vlastníka či provozovatele SZTE.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | IRELEVANTNÍ |
| V rámci projektu musí být zajištěno vyregulování otopné soustavy, osazení měřicí techniky pro vyhodnocení úspory energie a zavedení energetického managementu, a to v souladu s „Metodickým návodem pro splnění požadavku na zavedení energetického managementu“                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ANO         |



### 3. HISTORIE SPOTŘEBY

#### 3.1. Vstupní podklady

Údaje uvedené v tomto energetickém posouzení byly získány z podkladů:

- Prohlídka objektu dne 03.10. 2022, fotodokumentace a informace správce,
- Projektová dokumentace stávajícího stavu z roku 1997, zpracoval UNI projekt v.o.s.,
- Energetický audit z roku 2007 zpracovaný CITYPLAN spol. s.r.o.,
- Průkaz energetické náročnosti budovy z roku 2015,
- Pasport budovy,
- Faktury a účetní doklady evidující spotřebovanou energii dodávanou do objektu v posledních 3 letech,
- Revizní zprávy elektroinstalaci, případně k elektrospotřebičům,
- Provozní informace – provozní doba, počty dětí a zaměstnanců,
- Metodický pokyn pro návrh větrání škol,
- Metodika výpočtu kritérií solárních fotovoltaických systémů pro veřejné budovy,
- Metodika zjednodušených metod vykazování nákladů s kategorizací položek rozpočtu OPŽP21+,
- Metodické pokyny dle „Operačního programu Životní prostředí 2021-2027“ nutné k vypracování posudku.

#### 3.2. Historie spotřeby energií

- **Elektrická energie**

Současným dodavatelem elektrické energie je společnost EP ENERGY TRADING, a.s.

Parametry odběrného místa:

EAN kód: 859182400406570553

Distribuční sazba: C25D

Jistič: 3x125

- **Zemní plyn**

Zemní plyn sloužící k vytápění objektu a přípravě teplé vody mateřské školy Pohádka dodává společnost Pražská plynárenská, a.s. Spotřeba zemního plynu na vytápění a přípravu teplé vody není podružně měřena. Rozdělení spotřeby na jednotlivé energetické celky bylo provedeno na základě odborného odhadu energetického specialisty. Spotřeby zemního plynu byly přepočteny k výhřevnosti paliva. Číslo odběrného místa: 2080526045, EIC kód: 27ZG400Z03091382.



| Historie spotřeby energie |                         |            |                           |            |         |            |
|---------------------------|-------------------------|------------|---------------------------|------------|---------|------------|
| Název energonositele:     | Elektrická energie      |            | Zemní plyn                |            | Celkem  |            |
| Odběrné místo č.:         | 859182400406570553      |            | 27ZG400Z03091382          |            | -       |            |
| Dodavatel:                | EP ENERGY TRADING, a.s. |            | Pražská plynárenská, a.s. |            |         |            |
| Historie spotřeby energie | MWh/rok                 | tis.Kč/rok | MWh/rok                   | tis.Kč/rok | MWh/rok | tis.Kč/rok |
| 2020                      | 27,7                    | 102,6      | 197,8                     | 170,1      | 225,5   | 272,7      |
| 2021                      | 26,3                    | 93,8       | 201,0                     | 148,6      | 227,3   | 242,4      |
| 2022                      | 27.9                    | 97.9       | 174.9                     | 129.8      | 202.8   | 227.7      |

Tabulka 1 – Historie spotřeby energie



#### 4. ANALÝZA UŽITÍ ENERGIE PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO POSUDKU

V následujících podkapitolách jsou popsány stávající spotřeby energií, které vychází ze skutečného využití objektu. Tento stávající stav je následně převeden metodou normalizace na stav výchozí, který slouží jako základ pro porovnání energetické náročnosti před a po realizaci projektu. Za stávající stav je považován průměr z období let 2020, 2021, 2022.

##### 4.1. Popis stávajícího stavu

###### Objekt

MŠ Pohádka se skládá ze tří vzájemně propojených budov – pavilon P60, pavilon P30 a hospodářská budova. Jednotlivé budovy jsou nepodsklepené, s hladkými fasádami, ukončené plochými střechami. Hospodářská budova je jednopodlažní, obdélníkového půdorysu. Pavilony P60 a P30 jsou dvoupodlažní, čtvercových půdorysů. V letech 2009-2010 byla realizována nástavba pavilonu P30. Původně jednopodlažní budova byla rozšířená o druhé patro.

Stavební konstrukce dřevěné nástavby Pavilonu P30, realizované v letech 2009-2010, tvořící obálku na systémové hranici jednotlivých zón s upravovaným vnitřním prostředím vystavené přilehlému prostředí se předpokládá, že v současné době vyhovují požadavkům ČSN 73 0540-2:2011, a proto ve stavební části nejsou navržena žádná opatření, neboť by byla neekonomická (finančně nenávratná).

Jednotlivé budovy MŠ byly realizovány klasickou zděnou technologií, v konstrukčním stěnovém systému. Obvodový plášť tvoří plynosilikátové a cihelné vyzdívky tloušťky 400 mm omítnuté nebo obložené hliníkovými lamelami (spojovací krček). Obvodové zdivo spojovacích krčku je opatřeno tepelnou izolací z minerálního vlákna tloušťky 80 mm. Podlahy na terénu jsou původní, nášlapné vrstvy dle účelu místností. Stávající střechy jsou dvouplášťové s asfaltovou povlakovou hydroizolací. V obvodovém plášti jsou osazeny vyměňené jednoduché plastové výplně – okna, dveře a stěny s dveřmi prosklené izolačním dvojsklem se součinitelem prostupu tepla celé výplně  $U_w \leq 1,2 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$  a  $U_D \leq 1,7 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ .

Stávající stavební konstrukce tvořící obálku pavilonů na systémové hranici jednotlivých zón s upravovaným vnitřním prostředím vystavené přilehlému prostředí nevyhovují požadavkům ČSN 73 0540-2:2011.

###### Vytápění

Celý objekt je vytápěn pomocí plynových kondenzačních kotlů. V rámci objektu je instalováno celkem 6 kusů plynových kondenzačních kotlů. Regulace teploty topné vody je centrální ekvitermní, při překročení teploty 24 °C vypíná oběhové čerpadlo. Jako otopná tělesa jsou použity ocelové plechové zavěšené na konzolách. V rámci provozu MŠ je regulace v konečném místě distribuce tepla zajištěna prostřednictvím termostatických ventilů s termohlavicemi či uzavíracími kohouty před otopnými tělesy. Rozvody topné vody jsou provedeny z měděných trubek nebo z ocelových bezešvých trubek.

###### Hospodářská budova:

- Plynový kondenzační kotel Immergas

###### Pavilon P60:

- 2x Plynový kondenzační kotel Immergas EOLO 24 Superior PLUS s připojením na externí nepřímotopný zásobník teplé vody – vytápění + příprava teplé vody:
  - Topný výkon: 10,5 – 27,9 kW





- Plynový kondenzační kotel Immergas VICTRIX Superior 32 X 2 ErP
  - Rok výroby: 05/2021
  - Topný výkon: 4,2 – 32,6 kW

#### Pavilon P30:

- Plynový kondenzační kotel Immergas VICTRIX Superior 32 X 2 ErP
  - Rok výroby: 05/2021
  - Topný výkon: 4,2 – 32,6 kW
- Plynový kondenzační kotel Viessmann Vitodens 200 s připojením na externí nepřímotopný zásobník teplé vody
  - Topný výkon: 24,0 kW

### **Příprava teplé vody**

Příprava teplé vody je zajištěna v elektrických zásobníkových ohřívačích nebo v externích zásobnících pomocí plynových kondenzačních kotlů. V rámci objektu je instalováno celkem 7 kusů zásobníků na teplou vodu. Rozvody teplé vody jsou provedeny z plastových PPR trubek. Odběrná místa teplé vody jsou opatřena směšovacím ventilem nastaveným na teplotu 40 °C.

#### Hospodářská budova:

- 3x elektrický zásobníkový ohřívač Dražice OKCE 200 – pro potřeby hlavní kuchyně
  - Objem: 3x 200 l
  - Rok výroby: 2x 06/2006, 1x 07/2020
  - Výkon topného tělesa: 3x 2,2 kW

#### Pavilon P60:

- Nepřímotopný zásobníkový ohřívač s připojením na dva plynové kondenzační kotle Immergas EOLO 24 Superior PLUS
- Elektrický zásobníkový ohřívač Dražice OKCE 160
  - Objem: 152 l
  - Rok výroby: 12/2011
  - Výkon topného tělesa: 2,0 kW

#### Pavilon P30:

- Elektrický zásobníkový ohřívač Dražice OKCE 03
  - Rok výroby: 1997
  - Výkon topného tělesa: 2,2 kW
- Elektrický zásobníkový ohřívač AEG EWH Basis 100 N
  - Objem: 100 l
  - Výkon topného tělesa: 1,5 kW
- Kombinovaný zásobníkový ohřívač vody Viessmann Vitocell 100-W
  - Objem: 120 l
  - Výkon topného tělesa: 24 kW



### Vzduchotechnická zařízení

Většina prostorů je větrána přirozeně okny. V pavilonech je instalovaná tzv. malá vzduchotechnika – pouze odtah vzduchu z prostor bez oken pomocí ventilátorů. V hospodářském pavilonu je instalovaná vzduchotechnická jednotka GEA AT Picco 10.05 pro potřeby větrání kuchyně s možností elektrického dohřevu přiváděného vzduchu. V kuchyni je také instalována digestoř pro odtah spalin a pachů vzniklých přípravou jídel.

#### VZT GEA AT Picco 10.05:

- Vzduchový výkon: 1 600 m<sup>3</sup>/h
- Rok výroby: 2003
- Příkon el. dohřevu: 18,0 kW

### Osvětlení

Ve všech prostorech provozu jsou instalována převážně zářivková svítidla, v podružných prostorech jsou svítidla žárovková. V nástavbě pavilonu P30 jsou instalována LED svítidla. Osvětlení je ovládáno převážně manuálně pomocí nástěnných tlačítkových spínačů. V prostorách tříd je možné ovládat osvětlení po zónách, nemusí být tedy v provozu všechny zářivky najednou.

## 4.2. Klimatické podmínky

Při přepočtu spotřeby energie na vytápění na dlouhodobý klimatický průměr bylo vycházeno z klimatologických údajů pro oblast Liberec.

| Parametry prostředí                      |          |         |     |
|------------------------------------------|----------|---------|-----|
| Lokalita                                 | -        | Liberec |     |
| Venkovní výpočtová teplota               | $t_e$    | -18     | °C  |
| Průměrná venkovní teplota $t_{es}$       | $t_{es}$ | 3,7     | °C  |
| Definovaná teplota pro zahájení vytápění | -        | 13      | °C  |
| Počet dnů otopného období                | d        | 256     | dní |
| Průměrná vnitřní teplota $t_{is}$        | $t_{is}$ | 19,0    | °C  |
| Počet denostupňů                         | D°       | 3 921   | °D  |

Tabulka 2 – Parametry prostředí



## Přepočet spotřeby energie na vytápění na dlouhodobý klimatický průměr

| Zhodnocení tepla pro vytápění |                            |                           |                          |                           |              |
|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------|
| Rok                           | Spotřeba tepla na vytápění | Skutečný počet denostupňů | Normový počet denostupňů | Přepočtená spotřeba tepla |              |
|                               | MWh                        | Do                        | Do                       | GJ                        | MWh          |
| 2020                          | 168,1                      | 3 346                     | 3 921                    | 709                       | 197,0        |
| 2021                          | 170,8                      | 3 758                     | 3 921                    | 642                       | 178,2        |
| 2022                          | 148,7                      | 3 397                     | 3 921                    | 618                       | 171,6        |
| <b>Průměr</b>                 | <b>162,5</b>               | <b>3 500</b>              | <b>3 921</b>             | <b>655</b>                | <b>182,1</b> |

Tabulka 3 – Přepočet spotřeby na dlouhodobý klimatický průměr

### 4.3. Výchozí energická bilance

Spotřeba tepla pro vytápění byla přepočtena pomocí denostupňů. Teplo je v objektu využíváno pro vytápění a přípravu teplé vody. Vzhledem k tomu, že neexistuje měření elektrické energie u jednotlivých odběrů (osvětlení atd.) je spotřeba energie stanovena na základě elektrického příkonu a přibližné doby provozu.

| Analýza užití energie – předmět energetického posudku |                    |                  |              |              |              |
|-------------------------------------------------------|--------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|
| Struktura spotřeby energie                            |                    | Spotřeba energie |              |              |              |
|                                                       |                    | Stávající stav   |              | Výchozí stav |              |
|                                                       |                    | MWh/rok          | tis. Kč /rok | MWh/rok      | tis. Kč /rok |
| Celkem                                                |                    | 218,5            | 247,6        | 238,1        | 252,2        |
| <b>Analýza podle energonositelů</b>                   |                    |                  |              |              |              |
| Elektrická energie                                    |                    | 27,3             | 98,1         | 27,3         | 95,8         |
| Zemní plyn                                            |                    | 191,2            | 149,5        | 210,8        | 156,4        |
| <b>Analýza podle způsobu užití energie/spotřebičů</b> |                    |                  |              |              |              |
| 1                                                     | Elektrická energie | ---              | ---          | ---          | ---          |
|                                                       | 1.1 Osvětlení      | 8,7              | 31,4         | 8,7          | 30,6         |
|                                                       | 1.2 VZT            | 1,4              | 4,9          | 1,4          | 4,8          |
|                                                       | 1.3 Ohřev TV       | 2,7              | 9,8          | 2,7          | 9,6          |
|                                                       | 1.4 Ostatní        | 14,5             | 52,0         | 14,5         | 50,8         |
| 2                                                     | Zemní plyn         | ---              | ---          | ---          | ---          |
|                                                       | 2.1 Vytápění       | 162,5            | 127,1        | 182,1        | 135,1        |
|                                                       | 2.2 Ohřev TV       | 19,1             | 15,0         | 19,1         | 14,2         |
|                                                       | 2.3 Vaření         | 9,6              | 7,5          | 9,6          | 7,1          |

Tabulka 4 – Analýza užití energie – předmět energetického posudku



## 5. POPIS A HODNOCENÍ NAVRHOVANÉHO STAVU

Na základě analýzy stávajícího stavu byla navržena a posouzena následující energeticky úsporná opatření. Investiční náklady u jednotlivých opatření byly stanoveny dle přílohy č. 03 Pravidel pro žadatele a příjemce podpory OPŽP 2021–2027, Metodika zjednodušených metod vykazování nákladů s kategorizací položek rozpočtu OPŽP21+, případně byly navýšeny o náklady spojené s realizací daného opatření.

- NO1 – Opatření ve stavební části – zateplení obvodových stěn a střech
- NO2 – Opatření zabráňující nadměrnému vzestupu vnitřní teploty
- NO3 – Instalace IRC
- NO4 – Rekonstrukce osvětlení
- NO5 – Instalace FVE
- NO6 – Instalace vzduchotechnických jednotek s rekuperací tepla

### 5.1. Stavební úpravy vedoucí ke zlepšení tepelně technických vlastností obvodových konstrukcí

#### ▪ Zateplení obvodových stěn

Stávající zateplení obvodového zdiva spojovacích krčků tl. 80 mm s lamelami bude odstraněno. Následně bude obvodový plášť jednotlivých budov (mimo část nadstavby 2.NP s dřevěným obkladem) a krčků zateplen kontaktním zateplovacím systémem ETICS s tepelnou izolací z pěnového polystyrénu EPS 70 nebo minerálních vláken MW tl. 160 mm s povrchovou úpravou armovanou tenkovrstvou omítkou, případně obkladem soklu u terénu. Zateplení obvodového pláště proběhne po celém obvodu objektů a bude provedeno od úrovně terénu, případně cca - 0,3 m pod úroveň terénu v místě nového okapového chodníku nebo komunikace, až po úroveň střech pod oplechování atik. V detailu styku stěn a terénu bude použita tepelná izolace z extrudovaného polystyrénu. Ostění a nadpraží bude zatepleno v tl. 20–30 mm. Realizace zateplení kontaktním zateplovacím systémem ETICS v maximální míře, ale s přihlédnutím na reálnost řešení, eliminuje vliv tepelných mostů a vazeb v obvodovém plášti. Jedná se hlavně o zateplení detailů: ostění, nadpraží a parapety výplní otvorů, konzolovitě vyložené konstrukce, atiky, římsy atd.

Tepelná izolace ze stabilizovaného polystyrénu EPS 70F

Deklarovaná hodnota  $\lambda_D = 0,039 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ; návrhová hodnota  $\lambda_u = 0,040 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ .

Korekce součinitele prostupu tepla na vliv systematických tepelných mostů u ETICSu je  $\Delta U_{tb} = 0,020 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ .

Tepelná izolace – fasádní desky z minerálního vlákna MW

Deklarovaná hodnota  $\lambda_D = 0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ; návrhová hodnota  $\lambda_u = 0,038 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ .

Tepelná izolace – desky z extrudovaného polystyrénu XPS

Deklarovaná hodnota  $\lambda_D = 0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ; návrhová hodnota  $\lambda_u = 0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ .

Korekce součinitele prostupu tepla na vliv systematických tepelných mostů u ETICSu je  $\Delta U_{tb} = 0,020 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ .

### ▪ Zateplení plochých střech

Stávající dvouplášťové provětrávané střechy budou zatepleny zafoukáním tepelné izolace na bázi minerální drti do původně větrané vzduchové mezery střechy min. tl. 240 mm dle technických a konstrukčních možností. V rámci zateplení fasády budou stávající větrací otvory v atice uzavřeny. Vhodnost zateplení střechy zafoukáním tepelnou izolací nutno ověřit sondou. V případě, že na základě sondy bude výše uvedené opatření vyhodnoceno jako nevhodné, je nutno navrhnout takové technické řešení, aby střecha po úpravě měla identický součinitel prostupu tepla  $U = 0,155 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ . Stávající jednoplášťová střecha přístavby bude ponechána bez dodatečného zateplení.

Tepelná izolace – minerální foukaná drť

Deklarovaná hodnota  $\lambda_D = 0,038 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ; návrhová hodnota  $\lambda_u = 0,041 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ . Korekce součinitele prostupu tepla na vliv systematických tepelných mostů je  $\Delta U_{tb} = 0,000 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

**V rámci zateplení obálky budovy musí být provedeno vyregulování otopné soustavy.**

*Poznámka: V rámci zpracování projektové dokumentace doporučujeme provést sondy do plochých střech a obvodového pláště spojovacích krčků, a dle zjištěných skutečností upravit tepelně technické výpočty konstrukcí a návrhy tloušťek tepelných izolací, případně změnit navržené technologie. Nové návrhy zateplení stěn a střech musí respektovat součinitele prostupu tepla  $U_{\text{vypočtené}} [\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}]$  jednotlivých konstrukcí uvedených v PENB, a to z důvodu splnění dotačních podmínek a následných úspor energie. Stávající stavební poruchy, které by následně znehodnotily realizované zateplením musí být odstraněny před realizací výše uvedených opatření (zateplení fasády a střechy).*

V následující tabulce je vyčíslena úspora energie na vytápění po provedení výše uvedených opatření. Úspora energie plyne ze snížené potřeby tepla pro vytápění objektu.

Nejvyšší podíl hodnoty součinitele prostupu tepla měněných stavebních prvků vyjma oken, na něž se vztahuje podpora, vůči příslušné požadované hodnotě součinitele prostupu tepla pro danou konstrukci – 76 %.

| Úspora energie a nákladů – po realizaci příležitosti |             |         |
|------------------------------------------------------|-------------|---------|
| Ukazatel                                             | Jednotka    | Hodnota |
| Spotřeba energie – stávající stav                    | MWh/rok     | 182,1   |
| Spotřeba energie – navrhovaný stav                   | MWh/rok     | 137,3   |
| Úspora energie                                       | MWh/rok     | 44,8    |
|                                                      | GJ/rok      | 161,2   |
| Náklady – stávající stav                             | tis. Kč/rok | 135,1   |
| Náklady – navrhovaný stav                            | tis. Kč/rok | 101,9   |
| Cena tepla                                           | Kč/MWh      | 742,2   |
| Úspora nákladů po realizaci opatření                 | tis. Kč/rok | 33,2    |

Tabulka 5 – Úspora energie a nákladů

| Maximální způsobilé výdaje |                |                   |                |
|----------------------------|----------------|-------------------|----------------|
| Konstrukce                 | Plocha         | Jednotková cena   | Celková cena   |
|                            | m <sup>2</sup> | Kč/m <sup>2</sup> | tis. Kč        |
| Obvodové stěny             | 994            | 4 200             | 4 176,1        |
| Střecha                    | 709            | 3 200             | 2 267,5        |
| <b>Celkem</b>              | <b>1 703</b>   | -                 | <b>6 443,6</b> |

Tabulka 6 – Maximální způsobilé výdaje

## 5.2. Opatření zabráňující nadměrnému vzestupu vnitřní teploty

V rámci realizace zlepšení kvality vnitřního prostředí budou nově instalovány stínící prvky – vnější okenní žaluzie na fasádě objektu.

Stávající stínící technika na pavilonu P30 zůstane beze změny. Předpokládá se s instalací stínící techniky na pobytové místnosti pavilonu P60.

Po instalaci vnějších žaluzií, budou místnosti splňovat požadavky dle čl. 8.2 ČSN 730540-2:2011 na tepelnou stabilitu místností v letním období, tj. nejvýše přípustná denní teplota vzduchu v místnosti v letním období nebude překročena.

| Nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období dle ČSN 730540-2 |                                                                         |                                                                                                     |                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Místnost                                                                    | $\theta_{ai,max}$<br>Teplota vnitřního<br>vzduchu kritické<br>místnosti | $\theta_{ai,max,N}$<br>Nejvýše přípustná<br>denní teplota vzduchu<br>v místnosti v letním<br>období | $\theta_{ai,max} \leq \theta_{ai,max,N}$<br>Požadavek<br>ČSN 73 0540-2 |
|                                                                             | °C                                                                      | °C                                                                                                  |                                                                        |
| Pavilon P30 2.NP učebna<br>101/102                                          | 26,99                                                                   | 27,00                                                                                               | <b>Splňuje</b>                                                         |

Tabulka 7 – Nejvyšší denní teplota vzduchu v letním období

Výpočet z programu Simulace 2018 je uveden v Příloze – Protokol výpočtu tepelné stability v letním období dle ČSN 73 0540-2(2011) – viz samostatný dokument Přílohy k PENB.

| Maximální způsobilé výdaje                     |                   |              |
|------------------------------------------------|-------------------|--------------|
| Ukazatel                                       | Jednotka          | Hodnota      |
| Jednotková cena – instalace venkovních žaluzií | Kč/m <sup>2</sup> | 3 700        |
| Stíněné plochy výplní otvorů                   | m <sup>2</sup>    | 66           |
| <b>Celkem</b>                                  | <b>tis. Kč</b>    | <b>244,2</b> |

Tabulka 8 – Maximální způsobilé výdaje



### 5.3. Instalace IRC ventilů

Instalací tzv. programové regulace teploty (IRC – Individual Room Control) jednotlivých místností, která je v současné době jedním z nejmodernějších způsobů, jak dosáhnout požadované kvality vnitřního prostředí při dosažení co největších úspor tepla.

Na jednotlivých otopných tělesech jsou v tomto případě osazeny ventily se servopohony ovládající plynule průtok topného média škrcením radiátorového ventilu. Systém je centrálně řízen počítačem podle nastaveného programu, a na základě porovnání vnitřní teploty v daném místě otopného tělesa a přednastavené hodnoty je regulován průtok topné vody do těles.

Výhodou je jednak přesné docílení požadovaných teplot v interiéru, režimu tlumeného provozu v určitých prostorech, pokud nejsou využívány a dále automatické okamžité, ale i dlouhodobé vyhodnocování spotřeb energie.

V budově je instalováno celkem 105 kusů otopných těles. Většina otopných těles je vybavena uzavíratelným kohoutem, termostatickým ventilem s termoregulační hlavicí či úplně bez regulace. V rámci úsporného opatření se předpokládá instalovat IRC na všechna otopná tělesa.

| Úspora tepla a provozních nákladů na vytápění |             |         |
|-----------------------------------------------|-------------|---------|
| Ukazatel                                      | Jednotka    | Hodnota |
| Spotřeba tepla – stávající stav               | MWh/rok     | 137,3   |
| Spotřeba tepla – navrhovaný stav              | MWh/rok     | 126,3   |
| Úspora tepla na vytápění                      | GJ/rok      | 39,5    |
|                                               | MWh/rok     | 11,0    |
| Náklady na vytápění – stávající               | tis. Kč/rok | 101,9   |
| Náklady na vytápění – návrh                   | tis. Kč/rok | 93,7    |
| Cena tepla                                    | Kč/MWh      | 742,2   |
| Úspora provozních nákladů                     | tis. Kč/rok | 8,2     |

Tabulka 9 – Úspora energie a nákladů

| Maximální způsobilé výdaje |             |         |
|----------------------------|-------------|---------|
| Ukazatel                   | Jednotka    | Hodnota |
| Úspora energie             | MWh/rok     | 11,0    |
| Maximální způsobilé výdaje | tis. Kč/MWh | 36,1    |
| Celkem                     | tis. Kč     | 396,5   |

Tabulka 10 – Maximální způsobilé výdaje

### 5.4. Rekonstrukce osvětlení

V rámci rekonstrukce vnitřního osvětlení se předpokládá výměna stávajícího žárovkového a zářivkového osvětlení za výkonově odpovídající úsporné LED svítidla. Počty kusů svítidel byly převzaty z Energetického auditu. Spotřeba elektrické energie osvětlením byla vypočtena energetickým specialistou na základě předpokládané doby svícení a příkonu svítidel.



Předpokládá se, že nově instalované osvětlení splňuje hygienické a legislativní podmínky platné v ČR.

| Úspora elektrické energie na osvětlení      |             |         |
|---------------------------------------------|-------------|---------|
| Ukazatel                                    | Jednotka    | Hodnota |
| Spotřeba el. energie osvětlením – stávající | MWh/rok     | 8,7     |
| Spotřeba el. energie osvětlením – návrh     | MWh/rok     | 5,6     |
| Úspora elektrické energie                   | GJ/rok      | 11      |
|                                             | MWh/rok     | 3,1     |
| Cena elektrické energie                     | Kč/MWh      | 3 508,3 |
| Úspora provozních nákladů                   | tis. Kč/rok | 11,0    |

Tabulka 11 – Úspora energie a nákladů

| Maximální způsobilé výdaje                           |                   |         |
|------------------------------------------------------|-------------------|---------|
| Ukazatel                                             | Jednotka          | Hodnota |
| Intenzita osvětlení nižší než 200 lux/m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup>    | 571,0   |
| Intenzita osvětlení vyšší než 200 lux/m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup>    | 372,6   |
| Jednotkový náklad                                    | Kč/m <sup>2</sup> | 2 000,0 |
| Maximální způsobilé náklady                          | tis. Kč           | 1 887,1 |

Tabulka 12 – Maximální způsobilé výdaje

## 5.5. Instalace FVE

V tomto opatření je navržena instalace fotovoltaické elektrárny na střechy objektů v areálu mateřské školy. Předpokládá se instalace FV panelů na všechny tři budovy. Vyrobená elektřina bude využita pro spotřebu objektu, přebytky budou exportovány do distribuční sítě. V úsporném opatření je zohledněn vliv synergického efektu po výměně vnitřního osvětlení, výchozí spotřeba elektrické energie při návrhu FVE je snížena o úsporu, která vznikne nahrazením původního osvětlení za LED svítidla. Odhadované ztráty systému jsou stanoveny ve výši 12 % a zahrnují ztráty v kabelech, výkonových měničích, nečistoty (někdy sněh) na modulech a tak dále. V průběhu let mají moduly tendenci ztrácet část svého výkonu, takže průměrný roční výkon po dobu životnosti systému bude o několik procent nižší než výkon v prvních letech. Základní parametry FVE jsou uvedeny v následující tabulce.

### Popis FVE

Základním prvkem FV elektrárny budou fotovoltaické panely, které přeměňují dopadající sluneční záření na stejnosměrný elektrický proud, který bude přiváděn na vstup měničů. Měniče přeměňují vstupní DC proud obvodu na výstupní síťovou třífázovou AC soustavu, která bude přes rozváděče napojena do rozváděčů v rozvodně.

Množství vyrobené elektrické energie z FVE bude měřeno. Pro instalaci budou použity měděné kabely, a to jak vícežilové, tak jednožilové (DC). Uložení kabelů bude řešeno ve



stávajících a nových trasách. Na střeše budou provedeny nové kabelové trasy kovovými žlaby s víky.

V opatření je uvažováno s použitím monokrystalických FV panelů o jednotkovém výkonu 450 Wp. Fotovoltaické moduly budou umístěny v řadách na hliníkových konstrukcích pod sklonem 15° s jižní orientací. Instalované měniče jsou vybaveny plynulou řiditelností dodávaného výkonu do elektrizační soustavy umožňující změnu dodávaného výkonu výroby, účinnost minimálně 98 %.

Základní parametry FVE jsou uvedeny v následující tabulce.

| Parametry FVE                                   |                 |         |
|-------------------------------------------------|-----------------|---------|
| Parametr                                        | Jednotky        | Hodnota |
| Typ FV panelu                                   | Monokrystalický |         |
| Výkon FV panelu                                 | Wp/panel        | 450     |
| Plocha FV panelu                                | m <sup>2</sup>  | 2,2     |
| Účinnost FV panelu                              | %               | 20,4    |
| Orientace FV panelů                             | °               | -20     |
| Sklon panelů                                    | °               | 15      |
| Počet panelů                                    | ks              | 176     |
| Instalovaný výkon – celkem                      | kWp             | 79,2    |
| Kapacita instalovaných baterií                  | kWh             | 0       |
| Ztráty v systému                                | %               | 12      |
| Míra využití vyrobené energie                   | %               | 88      |
| Míra pokrytí vlastní spotřeby vyrobenou energií | %               | 65,5    |
| Přetok do sítě                                  | %               | 79,2    |

Tabulka 13 – Parametry fotovoltaické elektrárny

V tabulkách níže je uvedena úspora nakupované EE a provozních nákladů.

| Úspora elektrické energie         |          |         |
|-----------------------------------|----------|---------|
| Parametr                          | Jednotka | Hodnota |
| Odběr ze sítě – stávající         | MWh/rok  | 24,2    |
| Celková úspora elektrické energie | MWh/rok  | 15,9    |
|                                   | GJ/rok   | 57      |
| Odběr ze sítě – návrh             | MWh/rok  | 8,4     |

Tabulka 14 – Úspora elektrické energie

| Úspora provozních nákladů |             |          |
|---------------------------|-------------|----------|
| Ukazatel                  | Jednotka    | Hodnota  |
| Úspora elektrické energie | MWh/rok     | 15,86    |
| Cena elektrické energie   | Kč/MWh      | 3 508,32 |
| Úspora provozních nákladů | tis. Kč/rok | 55,66    |

Tabulka 15 – Úspora provozních nákladů



| Maximální způsobilé výdaje |                |                 |
|----------------------------|----------------|-----------------|
| Ukazatel                   | Jednotka       | Hodnota         |
| Instalovaný Výkon FVE      | kWp            | 79,20           |
| Měrná cena FVE             | tis. Kč/kWp    | 35,00           |
| <b>Celkem</b>              | <b>tis. Kč</b> | <b>2 772,00</b> |

Tabulka 16 – Maximální způsobilé výdaje

Před zahájením realizace instalace FVE na střechy objektů, bude potřeba provést statické posouzení střech jednotlivých objektů. Instalaci fotovoltaických panelů dojde k navýšení zatížení střechy o cca 25 kg/m<sup>2</sup>.

## 5.6. Instalace nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla

V tomto opatření je navržena instalace decentrálních větracích jednotek s rekuperací tepla. Provedení těchto jednotek je přizpůsobeno do interiéru a jsou určeny pro rovnotlaké větrání školních učeben, velkoprostorových kanceláří, provozoven atd. Rekuperační jednotka je volně položená na podlaže větrané místnosti a je prostorově a vzhledově velká jako klasická skříň za kterou se vydává.

Stanovení průtoku venkovního vzduchu a bilance CO<sub>2</sub> v učebnách bylo stanoveno dle metodického pokynu OPŽP pro návrh větrání škol a dle vyhlášky č. 410/2005 Sb. o požadavcích na větrání a parametry mikroklimatických podmínek. Ve výpočtech je uvažováno s průtokem 10,0 m<sup>3</sup>/h čerstvého vzduchu na 1 dítě a 50 m<sup>3</sup>/h na vyučujícího. Při tomto průtoku čerstvého venkovního vzduchu koncentrace CO<sub>2</sub> v učebnách nepřekročí maximální přípustnou hodnotu koncentrace CO<sub>2</sub> v pobytových prostorách nad 1500 ppm. Výpočet dle metodického pokynu pro návrh větrání škol je uveden v příloze.

### Popis zařízení

Rekuperační jednotka bude umístěna v rohu učebny u stěny sousedící s exteriérem. Skrz stěnu povede prostup propojující rekuperační jednotku s exteriérem. Samotná rekuperační jednotka obsahuje pružně uložené EC ventilátory, protiproudý výměník tepla, výsuvný filtr přiváděného a odváděného vzduchu, by-pass přiváděného vzduchu, samotahové uzavírací klapky na sání a výfuku vzduchu do exteriéru, integrované tlumiče hluku a modul regulace RD5. Bezodtoková vana kondenzátu je vyhřívána elektrickým článkem s automatickým spínáním, díky tomuto řešení není potřeba jednotku připojovat k odvodu kondenzátu. V horní části jsou pak umístěny tlumiče hluku, stropní nastavitelné žaluzie tryskového přívodu vzduchu, filtr odsávaného vzduchu a integrované čidlo CO<sub>2</sub>.

| Výpis nových VZT jednotek |          |                 |               |                     |
|---------------------------|----------|-----------------|---------------|---------------------|
| Objekt                    | Místnost | Vzduchový výkon |               | Účinnost rekuperace |
|                           | Ozn.     | Přívod<br>m³/h  | Odvod<br>m³/h |                     |
| Pavilon P60               | 101b     | 350             | 350           | 80                  |
|                           | 102b     | 350             | 350           | 80                  |
|                           | 201b     | 350             | 350           | 80                  |
|                           | 202b     | 350             | 350           | 80                  |
| Pavilon P30               | 101a     | 350             | 350           | 80                  |
|                           | 102a     | 350             | 350           | 80                  |
|                           | 201a     | 350             | 350           | 80                  |
|                           | 202a     | 350             | 350           | 80                  |
| Celkem                    |          | 2 800           | 2 800         |                     |

Tabulka 17 – Výpis nových VZT jednotek

### Popis rozvodů

Decentrální VZT jednotky přivádí čerstvý vzduch do místností výduchy umístěnými ve vrchní části skříně. Zde dochází k menšímu diskomfortu oproti centrálním jednotkám, které přivádí čerstvý vzduch elementárními prvky umístěnými v podhledech, podlaze či stěnách.

Větrání a jeho intenzita bude nastavena automaticky dle časového plánu a dle čidla CO<sub>2</sub>. Čas, kdy bude větráný prostor nevyužíván bude jednotka v úsporném režimu dle ročního období. Ohřev vzduchu v zimním období bude pomoci dodatečné elektrické topné vložky. Všem nastavením provozu bude nadřazeno ruční ovládání.

### Úspora energie a nákladů

Při realizaci dochází díky vysoké účinnosti zpětného získávání tepla k úspoře tepla na vytápění, ale dojde i k navýšení spotřeby elektrické energie pro pohon ventilátorů. V úsporném opatření je zohledněn vliv synergického efektu po zateplení objektu a dalších úsporných opatření na teple.

| Úspora energie a nákladu po realizaci opatření       |            |         |
|------------------------------------------------------|------------|---------|
| Parametr                                             | Jednotka   | Hodnota |
| Celková spotřeba tepla na vytápění – stávající stav  | MWh/rok    | 126,3   |
| Celková spotřeba tepla na vytápění – navrhovaný stav | MWh/rok    | 117,4   |
| Celková úspora tepla                                 | GJ/rok     | 32      |
|                                                      | MWh/rok    | 8,9     |
| Cena tepla                                           | Kč/MWh     | 742,2   |
| Celková úspora nákladů                               | tis.Kč/rok | 6,6     |

Tabulka 18 – Úspora energie a nákladu po realizaci opatření

Při stanovení energetických přínosů instalací větracího systému je nutné zohlednit rovněž spotřebu elektrické energie potřebnou pro pohon ventilátorů, klapky a oběhového čerpadla atd. V následující tabulce je tato spotřeba a náklady za elektrickou energii uvedena.

| Spotřeba EE a náklady na provoz VZT |                   |            |
|-------------------------------------|-------------------|------------|
| Parametr                            | Jednotka          | Hodnota    |
| Spotřeba EE na provoz VZT           | MWh/rok           | 1,8        |
| Cena EE                             | Kč/MWh            | 3 508,3    |
| <b>Náklady na provoz VZT</b>        | <b>tis.Kč/rok</b> | <b>6,2</b> |

Tabulka 19 – Spotřeba EE a náklady na provoz VZT

| Maximální způsobilé výdaje        |                |              |
|-----------------------------------|----------------|--------------|
| Parametr                          | Jednotka       | Hodnota      |
| Počet žáků                        | ks             | 100,0        |
| Jednotkový náklad                 | Kč/ks          | 9 800,0      |
| <b>Maximální způsobilé výdaje</b> | <b>tis. Kč</b> | <b>980,0</b> |

Tabulka 20 – Maximální způsobilé výdaje

## Alternativa

V případě dostatečně únosné střechy lze alternativně uvažovat o umístění centrální VZT jednotky na střechy objektů. Umístění VZT jednotky bude na stavitelném nosném rámu, který rozloží váhu a tlumící prvky budou eliminovat vznik a přenos vibrací do ostatních konstrukcí. Ještě předtím však bude nutné ověřit únosnost střechy a případně vyztužit konstrukce.

Centrální rekuperační jednotka slouží k větrání vnitřního prostoru učeben a heren předškolských zařízení. VZT jednotka se bude skládat z deskového rekuperátoru, sekce kapsových filtrů na přívodu a odvodu M5, radiálních ventilátorů s EC motorem s volným oběžným kolem, uzavíracími klapkami, tlumiči hluku a sekcí s úpravou vzduchu.

Sekce s úpravou vzduchu v sobě bude obsahovat (kromě rekuperátoru) také teplovodní ohřívač napojený na externí zdroj tepla (tj. kotelnu objektu). Ohřívač zde nemá za úkol objekt vytápět, ale pouze dohřát vzduch na přípustných 22 °C. Vzhledem k vyššímu komfortu bude přiváděný vzduch ohříván až na 25 °C.

Větrání a jeho intenzita bude nastavena automaticky dle časového plánu a dle čidla CO<sub>2</sub>. Čas, kdy bude větraný prostor nevyužíván bude jednotka v úsporném režimu dle ročního období. Ohřev vzduchu v zimním období bude automatický dle vnitřních a vnějších teplot. Potřebná teplota topné vody bude zajištěna směšovacím uzlem před vzduchotechnickou jednotkou. Všem nastavením provozu bude nadřazeno ruční ovládání skrz HMI web nebo mobilní aplikaci.

Pro páteční rozvody bude využito čtyřhranné vzduchotechnické potrubí. Čtyřhranné trouby jsou vyrobeny z pozinkovaného plechu s trapézovým prolisem. To bude vedeno převážně skrz chodby, aby nebyla narušena světlá výška samotných učeben. Distribuční elementy budou napojeny kruhovým flexibilním potrubím. VZT rozvody budou opatřeny tepelnou izolací tl. 50 mm. s AL laminátováním. Venkovní rozvody budou navíc oplechovány proti ptactvu a agresivnímu venkovnímu klimatu.



## 5.7. Zavedení energetického managementu

Samotné provedení investičních opatření pro snížení energetické náročnosti (zateplení, výměna světel atd.) ještě nezaručuje dlouhodobě udržitelné a nejvyšší možné, resp. požadované nebo optimální snížení spotřeby energie. Tento optimální stav je možné zajistit teprve ve spojení s opatřeními, jako je regulace otopné soustavy, přizpůsobení provozu technologických zařízení novému stavu budovy, proškolení uživatelů, zpracování a dodržování provozních řádů apod. Z tohoto důvodu musí být v rámci dotačního titulu zaveden energetický management, a to v souladu s „Metodickým návodem pro splnění požadavku na zavedení energetického managementu“. Základní principy energetického managementu vycházejí z normy ČSN EN ISO 50001.

### Obecně platná a závazná pravidla pro zavedení a prokázání energetického managementu:

1. Energetický management musí být prováděn minimálně po dobu udržitelnosti projektu.
2. Smluvní vztah s odpovědným pracovníkem (energetickým manažerem, energetikem, či jiným pracovníkem určeným příjemcem podpory) v rámci struktury organizace, či s externím energetickým manažerem trvá alespoň po dobu udržitelnosti dotovaného projektu
3. Data o spotřebě energie jsou monitorována, tj. sledována, zaznamenána a archivována pro následující vyhodnocování a reportování v minimálně měsíčním intervalu. **Spotřeba tepla (energie na vytápění) v topné sezóně se striktně doporučuje provádět v týdenním intervalu.** Informace o odečtech spotřeby nese základní informaci pro případnou verifikaci dat – jakým způsobem a v jakém čase byla získána. V případě manuálních odečtů jméno odpovědné osoby, v případě dálkových odečtů identifikace poskytovatele dat (distributor, vlastní zařízení apod.).
4. Prokázání zavedení energetického managementu je součástí „Závěrečného vyhodnocení akce“ (ZVA) v podobě vyjádření energetického specialisty.
5. Poskytovatel dotace si může kdykoli po dobu udržitelnosti projektu vyžádat roční reporty z vedení energetického managementu a vyhodnocení monitorovacích ukazatelů.

### V rámci vybraného souboru budov je nutné prokázat zavedení a udržitelnost energetického managementu následujícími způsoby:

**Podmínka 1** (je dodržena při splnění alespoň jedné z uvedených 3 dílčích podmínek):

Existence systému umožňující evidenci, kontrolu a řízení spotřeby energie lze prokázat:

1. Budovy, které jsou předmětem dotace, jsou součástí souboru majetku, na němž je implementovaná norma ČSN EN ISO 50001 – Systém managementu hospodaření s energií, alespoň do fáze vydaného prohlášení o shodě nebo předběžného auditu (autorizovanou osobou).
2. Uzavřená smlouva o poskytování energetických služeb se zárukou (EPC) za současného splnění obou níže uvedených podmínek:
  - a. Budovy, které jsou předmětem dotace, jsou součástí smlouvy o EPC, resp. energetický management prováděný v rámci této smlouvy se na tyto budovy vztahuje,
  - b. smlouva je účinná alespoň po dobu udržitelnosti projektu.



3. Zavedený informační systém pro energetický management pro budovy, které jsou předmětem dotace, s doložením osoby určené pro práci s tímto systémem a zajišťující vyhodnocování dat a řízení spotřeby.

**Podmínka 2** (je dodržena při splnění jedné z uvedených 2 dílčích podmínek):

Existence osoby odpovědné za systém energetického managementu lze prokázat:

1. Existence pozice energetického manažera, nebo pozice, která vykonává činnosti EM v rámci struktury dané organizace. Pracovní smlouva, případně jiný druh smlouvy, je uzavřena na dobu neurčitou nebo alespoň po dobu udržitelnosti projektu, s uvedením poměrné části úvazku určené na výkon energetického managementu (například 0,5 pracovního úvazku, resp. 20 hodin týdně apod.).
2. Smlouva s externím energetickým manažerem (osobou nebo firmou) na zajištění energetického managementu pro celou organizaci na dobu neurčitou nebo alespoň po dobu udržitelnosti projektu.

## 5.8. Celková energetická bilance v navrhovaném stavu

| Upravená roční energetická bilance |                                            |              |       |         |                 |       |         |
|------------------------------------|--------------------------------------------|--------------|-------|---------|-----------------|-------|---------|
| ř.                                 | Ukazatel                                   | Výchozí stav |       |         | Navrhovaný stav |       |         |
|                                    |                                            | Energie      |       | Náklady | Energie         |       | Náklady |
|                                    |                                            | GJ           | MWh   | tis. Kč | GJ              | MWh   | tis. Kč |
| 1                                  | Vstupy paliv a energie                     | 857,0        | 238,1 | 252,2   | 562,3           | 156,2 | 143,8   |
| 2                                  | Změna zásob paliv                          | 0,0          | 0,0   | 0       | 0,0             | 0,0   | 0       |
| 3                                  | Spotřeba paliv a energie                   | 857,0        | 238,1 | 252,2   | 562,3           | 156,2 | 143,8   |
| 4                                  | Prodej energie cizím                       | 0,0          | 0,0   | 0       | 0,0             | 0,0   | 0       |
| 5                                  | Konečná spotřeba paliv a energie           | 857,0        | 238,1 | 252,2   | 562,3           | 156,2 | 143,8   |
| 6                                  | Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech en.  | 125,7        | 34,9  | 25,9    | 85,3            | 23,7  | 17,6    |
| 7                                  | Potřeba energie na vytápění                | 541,7        | 150,5 | 111,7   | 349,4           | 97,1  | 72,0    |
| 8                                  | Potřeba energie na chlazení                | 0,0          | 0,0   | 0,0     | 0,0             | 0,0   | 0,0     |
| 9                                  | Potřeba energie na přípravu teplé vody     | 66,7         | 18,5  | 21,3    | 66,7            | 18,5  | 21,3    |
| 10                                 | Potřeba energie na větrání                 | 4,9          | 1,4   | 4,8     | 11,3            | 3,1   | 11,0    |
| 11                                 | Potřeba energie na úpravu vlhkosti         | 0,0          | 0,0   | 0       | 0,0             | 0,0   | 0,0     |
| 12                                 | Potřeba energie na osvětlení               | 31,5         | 8,7   | 30,6    | 20,2            | 5,6   | 19,7    |
| 13                                 | Potřeba energie na tech. a ostatní procesy | 86,5         | 24,0  | 57,9    | 29,4            | 8,2   | 2,2     |

**Tabulka 21 – Upravená roční energetická bilance**

**Pozn.:** Přínosy z výroby elektřiny FVE byly odečteny z potřeby energie na technologické a ostatní procesy.





## 5.9. Analýza užití energie – bilance přínosů projektu

| Analýza užití energie - bilance přínosů projektu                    |                    |                  |              |                 |              |                   |              |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------|--------------|-----------------|--------------|-------------------|--------------|
| Struktura spotřeby energie                                          |                    | Spotřeba energie |              |                 |              |                   |              |
|                                                                     |                    | Výchozí stav     |              | Navrhovaný stav |              | Rozdílová bilance |              |
|                                                                     |                    | MWh/rok          | tis. Kč /rok | MWh/rok         | tis. Kč /rok | MWh/rok           | tis. Kč /rok |
| Celkem                                                              |                    | 238,1            | 252,2        | 156,2           | 143,8        | 81,9              | 108,4        |
| <b>Analýza podle energonositelů</b>                                 |                    |                  |              |                 |              |                   |              |
| Elektrická energie                                                  |                    | 27,3             | 95,8         | 10,1            | 35,4         | 17,2              | 60,4         |
| Zemní plyn                                                          |                    | 210,8            | 156,4        | 146,1           | 108,4        | 64,6              | 48,0         |
| <b>Analýza podle způsobu užití energie/spotřebičů <sup>1)</sup></b> |                    |                  |              |                 |              |                   |              |
| 1                                                                   | Elektrická energie | ---              | ---          | ---             | ---          | ---               | ---          |
|                                                                     | 1.1 Osvětlení      | 8,7              | 30,6         | 5,6             | 19,7         | 3,1               | 11,0         |
|                                                                     | 1.2 VZT            | 1,4              | 4,8          | 3,1             | 11,0         | -1,8              | -6,2         |
|                                                                     | 1.3 Ohřev TV       | 2,7              | 9,6          | 2,7             | 9,6          | 0,0               | 0,0          |
|                                                                     | 1.4 Ostatní        | 14,5             | 50,8         | 14,5            | 50,8         | 0,0               | 0,0          |
|                                                                     | 1.5 Instalace FVE  | 0,0              | 0,0          | -15,9           | -55,7        | 15,9              | 55,7         |
| 2                                                                   | Teplo              | ---              | ---          | ---             | ---          | ---               | ---          |
|                                                                     | 2.1 Vytápění       | 182,1            | 135,1        | 117,4           | 87,2         | 64,6              | 48,0         |
|                                                                     | 2.2 Ohřev TV       | 19,1             | 14,2         | 19,1            | 14,2         | 0,0               | 0,0          |
|                                                                     | 2.3 Vaření         | 9,6              | 7,1          | 9,6             | 7,1          | 0,0               | 0,0          |

Tabulka 22 – Analýza užití energie – bilance přínosů projektu

## 5.10. Návrh vhodného doplnění měření

V rámci realizace navrhovaných opatření se doporučuje doplnění podružného měření spotřeby elektrické energie na provoz vnitřního osvětlení, vzduchotechnických jednotek a monitorování přínosů fotovoltaické elektrárny. Podružné měření tepla doporučujeme rozdělit na teplo a teplou vodu.





## 6. EKOLOGICKÉ VYHODNOCENÍ

Vyhodnocení z hlediska životního prostředí kvalifikuje snížení zátěže životního prostředí vyplývající z jednotlivých navrhovaných opatření a jejich kombinací. Použité emisní faktory jsou převzaty z přílohy č. 9, vyhlášky č. 141/2021 Sb.

### 6.1. Zdroje znečištění

Pro stanovení množství znečišťujících látek byly použity následující emisní faktory:

| Vstupní emisní faktory pro výpočet |                                     |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| Palivo nebo energie                | Měrná emise                         |
|                                    | t CO <sub>2</sub> /MWh <sub>v</sub> |
| Zemní plyn                         | 0,200                               |
| Elektrická energie                 | 0,860                               |

Tabulka 23 – Emisní faktory

| Roční ekologické hodnocení |                  |                  |                       |                   |                   |
|----------------------------|------------------|------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|
| Palivo nebo energie        | Spotřeba energie |                  | Emise CO <sub>2</sub> |                   |                   |
|                            | Současná         | Navrhovaná       | Současná              | Navrhovaná        | Úspora            |
|                            | MWh <sub>v</sub> | MWh <sub>v</sub> | t CO <sub>2</sub>     | t CO <sub>2</sub> | t CO <sub>2</sub> |
| Zemní plyn                 | 210,8            | 146,1            | 42,2                  | 29,2              | 12,9              |
| Elektrická energie         | 27,3             | 10,1             | 23,5                  | 8,7               | 14,8              |
| <b>Celkem</b>              | <b>238,1</b>     | <b>156,2</b>     | <b>65,6</b>           | <b>37,9</b>       | <b>27,7</b>       |

Tabulka 24 – Celková úspora emisí

Celková úspora CO<sub>2</sub> pro činí **27,7 tun za rok**, což představuje snížení produkce CO<sub>2</sub> o **42,3 %**.



## 7. BILANCE PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ

Faktor primární energie z neobnovitelných zdrojů pro elektrickou energii je roven 2,6, pro zemní plyn 1 a pro SZTE 0,9.

| Balance primární energie z neobnovitelných zdrojů |                  |                  |                  |              |              |             |
|---------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|--------------|--------------|-------------|
| Palivo nebo energie                               | Spotřeba energie |                  | Primární energie |              |              |             |
|                                                   | Současná         | Navrhovaná       | Současná         | Navrhovaná   | Úspora       |             |
|                                                   | MWh <sub>v</sub> | MWh <sub>v</sub> | MWh              | MWh          | MWh          | %           |
| Zemní plyn                                        | 210,8            | 146,1            | 210,8            | 146,1        | 64,6         | 30,7        |
| Elektrická energie                                | 27,3             | 10,1             | 71,0             | 26,2         | 44,8         | 63,1        |
| <b>Celkem</b>                                     | <b>238,1</b>     | <b>156,2</b>     | <b>281,7</b>     | <b>172,3</b> | <b>109,4</b> | <b>38,8</b> |

Tabulka 25 – Balance primární energie z neobnovitelných zdrojů

Celková úspora primární energie z neobnovitelných zdrojů činí **109,4 MWh/rok**, což představuje snížení o **38,8 %**.



## 8. SEZNAM TABULEK

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabulka 1 – Historie spotřeby energie .....                             | 7  |
| Tabulka 2 – Parametry prostředí .....                                   | 10 |
| Tabulka 3 – Přepoččet spotřeby na dlouhodobý klimatický průměr .....    | 11 |
| Tabulka 4 – Analýza užití energie – předmět energetického posudku ..... | 11 |
| Tabulka 5 – Úspora energie a nákladů .....                              | 13 |
| Tabulka 6 – Maximální způsobilé výdaje .....                            | 14 |
| Tabulka 7 – Nejvyšší denní teplota vzduchu v letním období .....        | 14 |
| Tabulka 8 – Maximální způsobilé výdaje .....                            | 14 |
| Tabulka 9 – Úspora energie a nákladů .....                              | 15 |
| Tabulka 10 – Maximální způsobilé výdaje .....                           | 15 |
| Tabulka 11 – Úspora energie a nákladů .....                             | 16 |
| Tabulka 12 – Maximální způsobilé výdaje .....                           | 16 |
| Tabulka 13 – Parametry fotovoltaické elektrárny .....                   | 17 |
| Tabulka 14 – Úspora elektrické energie .....                            | 17 |
| Tabulka 15 – Úspora provozních nákladů .....                            | 17 |
| Tabulka 16 – Maximální způsobilé výdaje .....                           | 18 |
| Tabulka 17 – Výpis nových VZT jednotek .....                            | 19 |
| Tabulka 18 – Úspora energie a nákladu po realizaci opatření .....       | 19 |
| Tabulka 19 – Spotřeba EE a náklady na provoz VZT .....                  | 20 |
| Tabulka 20 – Maximální způsobilé výdaje .....                           | 20 |
| Tabulka 21 – Upravená roční energetická bilance .....                   | 22 |
| Tabulka 22 – Analýza užití energie – bilance přínosů projektu .....     | 23 |
| Tabulka 23 – Emisní faktory .....                                       | 24 |
| Tabulka 24 – Celková úspora emisí .....                                 | 24 |
| Tabulka 25 – Bilance primární energie z neobnovitelných zdrojů .....    | 25 |