



---

# Operační program Životní prostředí

## Rekonstrukce veřejných budov a infrastruktury

---

### PŘÍLOHA Č. 9

## ENERGETICKÝ POSUDEK

## ZÁKLADNÍ ŠKOLA KAPLICKÉHO

Název projektu	Energetické úspory s využitím metody EPC na objektech statutárního města Liberec
Žadatel	Statutární město Liberec
Předmět posouzení	ZŠ Kaplického, Kaplického 384, 463 12 Liberec
Zpracovatel	VŠB – Technická univerzita Ostrava Centrum energetických a environmentálních technologií Výzkumné energetické centrum
Statutární orgán	prof. RNDr. Václav Snášel, CSc. Na základě pověření ze dne 1.10.2020 statutárního zástupce 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 .....	7
<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 .....	17
5.3. Patní regulace dodávek tepla.....	17
5.4. Instalace nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla .....	19
5.5. Instalace IRC ventilů .....	22
5.6. Modernizace osvětlení .....	23
5.7. Instalace fotovoltaické elektrárny .....	24
5.8. Instalace dobíjecí stanice pro vozidla na elektropohon .....	25
5.9. Zavedení energetického managementu .....	26
5.10. Celková energetická bilance v navrhovaném stavu.....	27
5.11. Analýza užití energie – bilance přínosů projektu .....	28
5.12. Návrh vhodného doplnění měření .....	28
<b>6. EKOLOGICKÉ VYHODNOCENÍ.....</b>	<b>29</b>
6.1. Zdroje znečištění .....	29
<b>7. BILANCE PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ.....</b>	<b>30</b>
<b>8. SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>31</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 e-mail: vorlova.dana@magistrat.liberec.cz
PŘEDMĚT	
Název předmětu	Energetické úspory s využitím metody EPC na objektech statutárního města Liberec – ZŠ Kaplického
Adresa	Kaplického 384, 463 12 Liberec
Katastrální území	Doubí u Liberce [631086]
Číslo parcely	parcelní číslo 490/38
Typ objektu	Objekty občanské vybavenosti – školské zařízení
ZPRACOVATEL	
Název firmy	VŠB – Technická univerzita Ostrava, CEET, Výzkumné energetické centrum
Adresa	17. listopadu 15/2172, 708 00 Ostrava – Poruba
IČ	619 89 100
Statutární orgán	prof. RNDr. Václav Snášel, CSc. Na základě pověření statutárního zástupce ze dne 1.10.2020 podepisuje: Ing. Michal Žlebek
Zástupce	doc. Dr. Ing. Tadeáš Ochodek 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:  
38. 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.

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

Opatření:

1.1.1 – Snižování energetické náročnosti veřejných budov a veřejné infrastruktury

1.1.3 – Zlepšení kvality vnitřního prostředí veřejných budov

1.2.1 – Výstavba a rekonstrukce obnovitelných zdrojů energie pro veřejné budovy

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

Vymezení kritérií	Plnění v rámci energetického posudku
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 vztažná plocha na nejvýše 1,4násobek původní energeticky vztažné 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	ANO



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“.	
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 skutečného stavu DSS „Zaměření skutečného stavu Základní školy Kaplického Liberec“ zpracoval Desing 4 – projekty staveb, s.r.o., Liberec, 06/2018,
- PENB 2015 a 2019, EA 2002 a 2007,
- Pasport „4. základní škola Kaplického 384 Liberec 3“ zpracoval Ing. J. Havránek, Liberec, 011/2000,
- Faktury a účetní doklady evidující spotřebovanou energii dodávanou do objektu v posledních 3 letech,
- Příloha k EPC - Liberec,
- Revizní zprávy k elektroinstalaci, případně k elektrospotřebičům,
- Provozní informace - provozní doba jednotlivých objektů/pavilonů, počty dětí a zaměstnanců, soupisy typů osvětlení a osvětlovacích těles, otopných těles, vodovodních baterií atd.
- 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

V současné době není zavedena žádná forma energetického managementu, která by jakkoliv monitorovala, řídila či optimalizovala spotřebu energií a vody v posuzované budově.

Objekt ZŠ odebírá elektrickou energii, teplo a studenou vodu z veřejných rozvodných sítí.

- Teplo

Teplo sloužící k vytápění objektu a přípravě TV dodává společnost Pražská plynárenská, a.s.

- Elektrická energie

Elektrická energie se využívá na provoz osvětlení, přípravu teplé vody a ostatní technologií jako jsou například počítače atp.

Provoz ZŠ je celoroční s dvouměsíční přestávkou v době letních prázdnin, od 6.30 – 16.30 hod. Tělocvična se pronajímá a je v provozu až do večerních hodin tj. 20:00.

Historie spotřeby energie						
Název energonositele:	Elektrická energie		Teplo		Celkem	
Odběrné místo č.:	859182400406729777		2010551034 2010551035		-	
Dodavatel:	EP ENERGY TRADING, a.s.		Teplárna Liberec, a.s.			
Historie spotřeby energie	MWh/rok	tis.Kč/rok	MWh/rok	tis.Kč/rok	MWh/rok	tis.Kč/rok
2020	55,2	291,5	274,8	575,0	330,0	866,4
2021	57,0	295,7	241,7	519,7	298,7	815,4
2022	65,7	316,6	312,8	671,0	378,5	987,6

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

Základní škola se skládá ze 4 pavilonů A, B, C a tělocvičny realizovaných v roce 1989. Pavilony A, B, C jsou nepodsklepené se 2. NP, obdélníkových půdorysů, ukončené plochými střechami. Tělocvična je přízemní halový objekt ukončený plochou střechou. Pavilony jsou stavebně, dispozičně a provozně propojené. V roce 2017 byla realizovaná nástavba 2.NP na původně přízemním pavilonu C.

Jednotlivé pavilony ZŠ (mimo 2.NP pavilonu C) byly realizovány v konstrukčním systému MS-71. Jedná se o železobetonový prefabrikovaný skelet složený ze sloupů, stropních panelů a skrytých průvlaků. Dispozičně se jedná o podélné trojtrakty. Obvodový plášť tvoří sendvičové štítové panely tl. 300 mm s vloženou tepelnou izolací tl. 40 mm, parapetní keramické nebo keramzitové panely tl. 300 mm, vyzdívky z plynosilikátů nebo cihelné vyzdívky tl. 400 mm. Střechy jsou ploché dvouplášťové s vnitřním odvodněním, s keramickým horním pláštěm tl. 150 mm, s tepelnou izolací z čedičové vaty tl. 100 mm položenou na stropní konstrukci Spiroll tl. 250 mm. Střecha tělocvičny je jednoplášťová plochá s vnitřním odvodněním. Na stropním panelu Spiroll tl. 300 mm je tepelná izolace z PPS tl. 70 mm, desky Heraklit, vrstva perlitbetonu a hydroizolace. Podlahy na terénu jsou původní s tepelnou izolací v rozmezí 20÷50 mm, nášlapné vrstvy jsou dle účelu místností. V obvodovém plášti jsou osazeny vyměňené jednoduché plastové výplně – okna, dveře a stěny s dveřmi prosklené izolačním dvojsklem se součinitelem prostupu tepla celé výplně  $U_w \leq 1,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  a  $U_b \leq 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  včetně nových meziokenních izolačních vložek (MIV).

Nástavba 2.NP pavilonu C je provedena kombinací lehkého dřevěného obvodového pláště a kovové konstrukce střešního pláště. Následně byly fasády pavilonu zatepleny kontaktním zateplovacím systémem ETICS s tepelnou izolací EPS tl. 160 mm s povrchovou úpravou armovanou tenkovrstvou omítkou. Střecha nadstavby je plochá jednoplášťová s vnitřním odvodněním a atikou po obvodu. Střešní vrstvy tvoří trapézový plech s betonovou mazaninou tl. 70 mm nad vlnu, tepelná izolace tl. 160 ÷ 360 mm ve spádu a foliová hydroizolace. V obvodovém plášti jsou osazeny jednoduché plastové výplně – okna a dveře, prosklené izolačním dvojsklem se součinitelem prostupu tepla celé výplně  $U_w \leq 1,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  a  $U_b \leq 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  včetně nových meziokenních izolačních vložek (MIV).

Stávající stavební konstrukce (mimo již vyměňené výplně otvorů a MIV) tvořící obálku na systémové hranici jednotlivých zón s upravovaným vnitřním prostředím vystavené přilehlému prostředí v současné době nevyhovují požadavkům ČSN 73 0540-2:2011.





Stávající stavební konstrukce již zrekonstruovaného pavilonu C tvořící obálku na systémové hranici jednotlivých zón s upravovaným vnitřním prostředím vystavené přilehlému prostředí 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).

### **Vytápění**

V objektu není umístěn vlastní zdroj tepla, zdrojem tepla a teplé vody je okrsková výměňková stanice VS 3 Doubí, která je napojena na systém centralizovaného zásobování teplem Liberec. Objekt školy je připojen sekundárním potrubím topné vody a teplé vody do místa rozvodu ústředního topení (směšovací stanice). Byt školníka je připojen samostatně a samostatně měřen.

Ve strojovně ÚT je umístěn rozdělovač a sběrač, na něž je napojeno 5 topných větví. Jednotlivé větve jsou osazeny směšovacími armaturami MIX-AP, čímž je zajištěna ekvitermní regulace těchto větví. Dále jsou otopné větve osazeny oběhovými čerpadly, vypouštěcími kohouty a teploměry pro měření teploty topné vody. Z hlavního přívodního potrubí topné vody je vedena odbočka ke vzduchotechnické jednotce.

V objektu jsou osazena původní článková litinová otopná tělesa. V rámci provozu ZŠ je regulace v konečném místě distribuce tepla zajištěna prostřednictvím termostatických ventilů s termohlavicemi či uzavíracími kohouty před otopnými tělesy.

### **Příprava teplé vody**

Všechny pavilony školy jsou centrálně zásobeny teplou vodou (TV), která je rovněž připravována ve výměňkové stanici VS 3 Doubí. Do objektu je přivedeno cirkulační potrubí a v prostorách strojovny ÚT je osazena uzavírací armatura a měřicí zařízení.

Rozvody TV jsou původní z ocelových pozinkovaných trubek

### **Vzduchotechnická zařízení**

Většina prostorů je větrána přirozeně okny. VZT zařízení s přívodem a odtahem vzduchu je instalováno pro kuchyň, přírodní venkovní vzduch je nasáván na severní straně a v zimních měsících je vzduch dohříván v teplovodním výměníku, jenž je součástí jednotky. Odvodní vzduch je odváděn VZT potrubím pomocí střešního ventilátoru.

Další VZT jednotky jsou instalované pro počítačovou a přírodopisnou učebnu.

### **Chlazení**

Chlazení není na škole instalováno.



## Osvětlení

Osvětlení v budově základní školy je ve většině místností zářivkové s původními osvětlovacími tělesy. Jedná se převážně o zářivková svítidla se dvěma trubicemi, každé o příkonu 36 nebo 58 W. Žárovková svítidla převážně s příkonem 60 W jsou instalována pouze v podružných prostorech s minimálním denním využitím.

V následující tabulce jsou uvedeny typy svítidel a jejich počet, které zpracovatel získal z revizní zprávy elektra. Spotřeba EE na provoz osvětlení je stanoven na základě počtu svítidel, jejich elektrickém příkonu a odhadované doby provozu.

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

Vnitřní osvětlení – stávající stav			
Typ světla	Počet světel	Instalovaný příkon	Spotřeba EE
-	ks	kW	kWh/rok
Zářivky	424	48,3	26 526,8
Žárovky	83	5,0	3 416,3
LED	20	0,4	493,9
<b>Celkem</b>	<b>527</b>	<b>53,7</b>	<b>30 437,0</b>

Tabulka 2 – Vnitřní osvětlení – stávající stav

## 4.2. Klimatické podmínky

Při přepočtu spotřeby energie na vytápění na dlouhodobý klimatický průměr bylo vycházeno z klimatologických údajů uvedených na [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz) 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 3 – Parametry prostředí



## Přepoččet 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	
	GJ	Do	Do	GJ	MWh
2020	925	3 346	3 921	1 084	301,1
2021	823	3 758	3 921	858	238,4
2022	1 070	3 621	3 921	1 159	321,9
<b>Průměr</b>	<b>939</b>	<b>3 575</b>	<b>3 921</b>	<b>1 030</b>	<b>286,2</b>

Tabulka 4 – Přepoččet spotřeby na dlouhodobý klimatický průměr

### 4.3. Výchozí energetická 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, VZT 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		335,7	889,8	360,9	932,9	
<b>Analýza podle energonositelů</b>						
Elektrická energie		59,3	301,3	59,3	285,7	
Teplo		276,4	588,6	301,7	647,2	
<b>Analýza podle způsobu užití energie/spotřebičů</b>						
1	Elektrická energie					
	1.1	Osvětlení	30,4	154,7	30,4	146,7
		VZT	2,3	11,8	2,3	11,2
		Ohřev TV	7,7	39,0	7,7	37,0
		Ostatní	18,8	95,8	18,8	90,8
2	Teplo					
	2.1	Vytápění ZŠ	260,9	555,6	286,2	614,0
		Ohřev TV	15,5	33,0	15,5	33,2

Tabulka 5 – 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.

1. **Stavební úpravy vedoucí ke zlepšení tepelně technických vlastností obvodových konstrukcí**
2. **Opatření zabraňující nadměrnému vzestupu vnitřní teploty**
3. **Instalace vzduchotechnické jednotky**
4. **Patní regulace dodávek tepla**
5. **Osazení IRC ventilů**
6. **Rekonstrukce vnitřního osvětlení**
7. **Instalace fotovoltaické elektrárny**
8. **Instalace dobíjecí stanice pro vozidla na elektropohon**

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

V rámci stavebních úprav je řešeno kompletní zateplení obvodového pláště a střech pavilonů, včetně výměny výplní otvorů – střešního světlíku a původních dveří.

Již vyměněné výplně otvorů včetně meziokenních vložek a komplexně zrekonstruovaný pavilon C, zůstávají ve stávajícím stavu beze změn.

#### ▪ Zateplení obvodového pláště

Stávající obvodový plášť pavilonů (A, B, tělocvična) – parapetní panely, štítové sendvičové panely, cihelné zdivo a dodatečné vyzdívkové budou zatepleny kontaktním zateplovacím systémem ETICS s tepelnou izolací ze stabilizovaného bílého polystyrénu EPS nebo z minerálních vláken MW tloušťky 160 mm s povrchovou úpravou armovanou tenkovrstvou omítkou, případně obkladem soklu u terénu. Zateplení obvodového pláště proběhne po celém obvodu pavilonů 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. Realizace zateplení 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*



$$\Delta U_{tb} = 0,020 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}).$$

*Tepelná izolace – fasádní desky z minerálního vlákna MW*

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

*Korekce součinitele prostupu tepla na vliv systematických tepelných mostů u ETICSu je*

$$\Delta U_{tb} = 0,020 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}).$$

*Tepelná izolace – desky z extrudovaného polystyrénu XPS pouze u terénu*

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

*Korekce součinitele prostupu tepla na vliv systematických tepelných mostů u ETICSu je*

$$\Delta U_{tb} = 0,020 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}).$$

#### ▪ Zateplení stropu s podlahou nad venkovním prostorem – pohled

Stávající vnější pohled v hlavním vstupu do školy a vnější pohledy u vstupů do kuchyně pavilonu A budou zatepleny kontaktním zateplovacím systémem ETICS z minerálních vláken MW tloušťky 200 mm s povrchovou úpravou armovanou tenkovrstvou omítkou.

*Tepelná izolace – fasádní desky z minerálního vlákna MW*

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

*Korekce součinitele prostupu tepla na vliv systematických tepelných mostů u ETICSu je*

$$\Delta U_{tb} = 0,020 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}).$$

#### ▪ Zateplení střech

Plochá dvouplášťová střecha pavilonu A, B – ze stávající dvouplášťové střechy s větranou vzduchovou mezerou bude vytvořena dvouplášťová střecha s uzavřenou vzduchovou mezerou. Střecha bude zateplena na stávající vrstvy tepelnou izolací ze stabilizovaného pěnového polystyrénu EPS ve spádu, s minimální tloušťkou 220 mm u středového střešního žlabu s vpustmi, a následně bude položena nová foliová hydroizolace. Tepelná izolace bude složena ze dvou vrstev stabilizovaného pěnového polystyrénu – EPS 100 S tl. 140 mm a EPS 200 S tl. 80 mm (pod hydroizolací), a to z důvodu plánované instalace fotovoltaického systému na střechu. *Původní větrací otvory v atice budou uzavřeny Eticsem v rámci zateplení fasády, a to z důvodů zamezení proudění studeného vzduchu ve střešních vrstvách, které by následně eliminovalo dodatečné zateplení na horním plášti střechy.*

Plochá střecha předsazené části schodišťového prostoru pavilonu A bude zateplena na stávající vrstvy tepelnou izolací ze stabilizovaného pěnového polystyrénu EPS 100 S ve spádu, s min. tloušťkou 220 mm a následně bude položena nová foliová hydroizolace.

Plochá střecha tělocvičny bude zateplena na stávající vrstvy tepelnou izolací ze stabilizovaného pěnového polystyrénu EPS 100 S ve spádu, s minimální tloušťkou 220 mm u vpustí, a následně bude položena nová foliová hydroizolace. *Vzhledem k tomu, že na střeše s nachází vysílač, je nutné ve vyšším stupni projektové dokumentace vyřešit detaily zateplení střechy v místě uložení vysílače, včetně projednání řešení realizace s provozovatelem zařízení.*

*Tepelná izolace ze stabilizovaného polystyrénu EPS 100 S*

*Deklarovaná hodnota  $\lambda_D = 0,037 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ; návrhová hodnota  $\lambda_u = 0,038 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ .*



Korekce součinitele prostupu tepla na vliv systematických tepelných mostů u kotvení je  $\Delta U_{tb} = 0,020 \text{ W/m}^2\text{K}$  nebo  $\Delta U_{tb} = 0,00 \text{ W/m}^2\text{K}$  u podtlakové střechy .

Tepelná izolace ze stabilizovaného polystyrénu EPS 200 S

Deklarovaná hodnota  $\lambda_D = 0,034 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ; návrhová hodnota  $\lambda_u = 0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ .

Korekce součinitele prostupu tepla na vliv systematických tepelných mostů u kotvení je  $\Delta U_{tb} = 0,020 \text{ W/m}^2\text{K}$  nebo  $\Delta U_{tb} = 0,00 \text{ W/m}^2\text{K}$  u podtlakové střechy .

#### ▪ Výplně otvorů

Stávající dřevěné dveře plné ve vstupech do kuchyně pavilonu B budou nahrazeny dle provozního zatížení novými vstupními dveřmi plastovými nebo kovovými plnými zateplenými se součinitelem prostupu tepla celé výplně  $U_D \leq 1,2 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ .

Stávající střešní světlík v prostoru schodiště pavilonu B bude nahrazen novým světlíkem se součinitelem prostupu tepla celé výplně  $U_W \leq 0,84 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ . Výměna světlíku je vyvolaná novým zateplením střechy, tzn. nová zateplená obruba světlíku musí být min. 200 mm nad rovinou zateplené střechy.

Již vyměněné výplně otvorů zůstávají ve stávajícím stavu beze změn.

**Poznámka:** V rámci zpracování projektové dokumentace doporučujeme provést sondy do obvodových plášťů a střech, a dle zjištěných skutečností upravit tepelně technické výpočty konstrukcí a návrhy tloušťek tepelných izolací, případně změnit navržené technologie. Např. v případě přítomnosti sendvičových konstrukcí (panelů) obvodového pláště je nutné před realizací nového zateplení Etics zpracovat statické posouzení na prokotvení stávajících sendvičových panelů, u kterých nebyly vnější skořepiny dimenzovány na další přitížení, a proto je nutno tuto vrstvu před realizací zateplení pláště přikotvit k nosnému vnitřnímu jádru. 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 tabulce níže, 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).

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy – po realizaci opatření			
Objekt	$U_{em, \text{vypočtené}}$	$U_{em, R}$	$U_{em, \text{vypočtené}} \leq U_{em, R}$ Požadavek dle Vyhlášky č.264/2020
	$\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$	$\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$	
Pavilony školy	0,35	0,39	splňuje

Tabulka 6 – Průměrný součinitel prostupu tepla budovy po realizaci opatření



Součinitele prostupu tepla konstrukcí – po realizaci opatření				
Popis konstrukce	$U_{\text{vypočtené}}$	$U_N / U_{R,j}$	$U_{R,j}$ požadavek dotace	$U_{\text{vypočtené}} \leq U_{R,j}$ Požadavek dle vyhlášky č.264/2020
	W/(m <sup>2</sup> ·K)	W/(m <sup>2</sup> ·K)	W/(m <sup>2</sup> ·K)	
<b>Prostory – návrhová průměrná vnitřní teplota <math>\theta_{\text{in}} = 18 \div 22</math> °C</b>				
Stěna vnější pavilon A, B – panel parapetní tl. 300 mm zateplený tepelnou izolací tl. 160 mm	0,232	0,30 / 0,25	$\leq U_{R,j}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Stěna vnější pavilon A, B – panel sendvič tl. 300 mm zateplený tepelnou izolací tl. 160 mm	0,218	0,30 / 0,25		splňuje
Stěna vnější pavilon A, B – cihelné vyzdívky tl. 400 mm zateplené tepelnou izolací tl. 160 mm	0,209	0,30 / 0,25		splňuje
Stěna vnější tělocvična – vyzdívka z pórobetonových tvárnic tl. 300 mm zateplená tepelnou izolací tl. 160 mm	0,205	0,30 / 0,25		splňuje
Stěna vnější pavilonu A vstup – vyzdívka z pórobetonových tvárnic tl. 150 mm zateplená tepelnou izolací tl. 160 mm	0,228	0,30 / 0,25		splňuje
Strop s podlahou nad venkovním prostorem – podhled pavilon B zateplený tepelnou izolací tl. 200 mm	0,157	0,24 / 0,16		splňuje
Střecha pavilonu A, B – zateplená tepelnou izolací min. tl. 140+80 mm	0,150	0,24 / 0,16		splňuje
Střecha schodiště pavilonu A – zateplená tepelnou izolací tl. 220 mm	0,158	0,24 / 0,16		splňuje
Střecha tělocvičny – zateplená tepelnou izolací tl. 220 mm	0,148	0,24 / 0,16		splňuje
Výplně otvorů pavilon B kuchyň – nové plastové dveře plné	1,20	1,70 / 1,20	$\leq U_{R,j}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Výplně otvorů pavilon B – nový střešní světlík	0,84	1,40 / 1,10	$\leq 0,60 \times U_{R,j}$ dle Vyhlášky č.264/2020 <b>0,60 x 1,40 = 0,84</b>	splňuje

**Tabulka 7 – Součinitelé prostupu tepla pro měněné stavební prvky**

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 – 77 %.

Nejvyšší podíl hodnoty součinitele prostupu tepla měněných oken, na něž se vztahuje podpora, vůči příslušné požadované hodnotě součinitele prostupu tepla pro danou konstrukci – 60 %.



V následující tabulce je vyčíslena úspora energie na vytápění po kompletním zateplení objektu. Úspora energie plyne ze snížené potřeby tepla na vytápění objektu. Zdroj tepla a jeho účinnost zůstává původní, stejně tak ztráta rozvodů. Výsledná úspora je tedy dána pouze spotřebou tepla na vytápění objektu před zateplením a po zateplení.

Úspora energie a nákladů – po realizaci příležitosti		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Spotřeba energie – stávající stav	GJ/rok	1 030
Spotřeba energie – navrhovaný stav	GJ/rok	819
<b>Úspora energie</b>	<b>GJ/rok</b>	<b>211</b>
	<b>MWh/rok</b>	<b>58,7</b>
Náklady – stávající stav	tis. Kč/rok	614,0
Náklady – navrhovaný stav	tis. Kč/rok	488,1
Cena	Kč/GJ	596,0
<b>Úspora nákladů po realizaci opatření</b>	<b>tis. Kč/rok</b>	<b>125,9</b>

Tabulka 8 – Úspora energie a nákladů

Uznatelné investiční náklady			
Konstrukce	Plocha	Jednotková cena	Celková cena
	m <sup>2</sup>	Kč/m <sup>2</sup>	tis. Kč
Zateplení obvodového pláště – stěn včetně vnějších podhledů	1395	4 200	5 859,0
Zateplení plochých střech	1967	3 200	6 294,4
Výměna výplní otvorů	10	8 900	89,0
<b>Celkem odhadované investiční náklady</b>	<b>3 372</b>	<b>-</b>	<b>12 242,4</b>

Tabulka 9 – Uznatelné investiční náklady

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





## 5.2. Opatření zabraňující nadměrnému vzestupu vnitřní teploty

V rámci realizace zlepšení kvality vnitřního prostředí budou nově instalovány stínící prvky – venkovní žaluzie. Budou osazeny u výplní otvorů – oken učeben, kabinetů, kanceláří, kuchyně, jídelny, šaten u vstupu:

- jihovýchodní fasáda pavilonu A, B
- jihozápadní fasáda pavilonu A, pavilonu C ve 2.NP
- severozápadní fasáda pavilonu A, B (mimo komunikace a sociální zařízení)
- severovýchodní fasáda pavilonu B, pavilonu C ve 2.NP

Po instalaci vnějších žaluzií, budou místnosti školy 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	$\theta_{ai,max}$ Teplota vnitřního vzduchu kritické místnosti	$\theta_{ai,max,N}$ Nejvýše přípustná denní teplota vzduchu v místnosti v letním období	$\theta_{ai,max} \leq \theta_{ai,max,N}$ Požadavek ČSN 73 0540-2
	°C	°C	
Pavilon A učebna 2.06	26,87	27,00	<b>Splňuje</b>

Tabulka 10 – 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 a protokoly k PENB.

Uznatelné investiční náklady		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Vnější stínící prvky orientované s odklonem větším než 25° od severu	Kč/m <sup>2</sup>	3 700
Stíněné plochy výplní otvorů	m <sup>2</sup>	502
<b>Celkem</b>	<b>tis. Kč</b>	<b>1 857,4</b>

Tabulka 11 – Uznatelné investiční náklady

## 5.3. Patní regulace dodávek tepla

Opatření je zaměřeno na instalaci systému měření a regulace dodávek systému tepla. Stávající otopná soustava objektu je zcela závislá na dodávkách tepla ze systému CZT provozovaného teplárnou Liberec. V objektu chybí regulace dodávek tepla na vstupu do objektu. Navíc po zateplení objektu či výměně oken je původní topná soustava předimenzovaná do takové míry, že si přebytkem tepla nedokážou poradit ani termostatické ventily na radiátorech.



Nově navržený systém MaR musí umožňovat kvalitativní regulaci teploty přívodní topné vody na patě objektu v závislosti na tepelné akumulaci vytápěné budovy se zohledněním tepelných zisků. Systém MaR kontinuálně monitoruje aktuální tepelné požadavky objektu a do budovy odebírá z centrálního rozvodu pouze tolik tepla, kolik je nezbytné pro zajištění tepelné pohody. Na výstupu jednotlivých větví z rozdělovače tepla budou instalovány prvky pro regulaci topné vody po jednotlivých úsecích objektu.

Kompletní dodávka systému se skládá:

- z technologického rámu se všemi nezbytnými topenářskými prvky v provedení z uhlíkové oceli a s lisovanými spoji
- z kompaktního řídicího rozvaděče s dotykovým displejem

Součástí dodávky bude software, který umožní:

- Vzdálený uživatelský přístup s vizualizací všech naměřených hodnot a stavy funkčních prvků.
- Uchování veškerých dat a nastavení systému.
- Vzdálený dispečerský přístup s možností parametrizace systému a aktualizace softwaru.
- Grafické zobrazení naměřených hodnot za zvolená časová období.
- Systém bude instalován prostřednictvím odborné firmy včetně zajištění kompletního záručního a pozáručního servisu s pravidelnými servisními prohlídkami na začátku topné sezóny.
- 

Úspora tepla a provozních nákladů je uvedena v následující tabulce.

Úspora tepla a provozních nákladů na vytápění		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Spotřeba tepla – stávající stav	GJ/rok	819
Spotřeba tepla – navrhovaný stav	GJ/rok	735
<b>Úspora tepla na vytápění</b>	<b>GJ/rok</b>	<b>84</b>
	<b>MWh/rok</b>	<b>23,2</b>
Náklady na vytápění – stávající	tis. Kč/rok	488,1
Náklady na vytápění – návrh	tis. Kč/rok	438,3
Cena tepla	Kč/GJ	596,0
<b>Úspora provozních nákladů</b>	<b>tis. Kč/rok</b>	<b>49,8</b>

Tabulka 12 – Úspora energie a nákladů

Uznatelné investiční náklady		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Úspora energie	MWh/rok	23,2
Maximální způsobilé výdaje	tis. Kč/MWh	36,1
<b>Celkové investiční náklady</b>	<b>tis. Kč</b>	<b>837,7</b>

Tabulka 13 – Uznatelné investiční náklady



## 5.4. Instalace nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla

V opatření je navržena nová vzduchotechnická jednotka, která bude instalována na střechu základní školy, VZT jednotka bude disponovat zpětným získáváním tepla s účinností 81 %.

Pro stanovení objemového průtoku vzduchu z jednotlivých jednotek vstupujícího do energetického hodnocení budovy je potřeba zohlednit roční i denní provozní režim.

Spotřeba energie na pokrytí tepelných ztrát větráním v navrhovaném stavu odpovídá požadovanému průtoku přiváděného venkovního vzduchu, resp. požadované intenzitě větrání v jednotlivých větraných prostorech budovy v souladu s projektovou dokumentací, přičemž maximální návrhová intenzita větrání je uvažována pouze v provozní době těchto prostorů.

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 18 m<sup>3</sup>/h čerstvého vzduchu na 1 žáka. Při tomto průtoku čerstvého venkovního vzduchu koncentrace CO<sub>2</sub> v učebnách nepřekročí maximální přípustnou hodnotu koncentrace CO<sub>2</sub> v obytných prostorech nad 1500 ppm. Výpočet dle metodického pokynu pro návrh větrání škol je uveden v samostatné příloze.

### Popis zařízení

Centrální rekuperační jednotka slouží k větrání vnitřního prostoru učeben školských 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 směšovací uzlem před vzduchotechnickou jednotkou. Všem nastavením provozu bude nadřazeno ruční ovládání skrz HMI web nebo mobilní aplikaci.

### Parametry VZT jednotek

V následující tabulce jsou uvedeny parametry vzduchotechnické jednotky. Výkon vzduchotechnické jednotky byl stanoven podle počtu žáka a vyučujících a předpokládaného průtoku čerstvého vzduchu na žáka 18 m<sup>3</sup>/h a na vyučujícího 50 m<sup>3</sup>/h.

Podrobný výpočet je uveden v samostatné příloze „č. 7. Stanovení průtoku venkovního vzduchu a bilance CO<sub>2</sub> v učebnách dle metodického pokynu pro návrh větrání škol.“

V případě realizace systémů nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla ve výukových a shromažďovacích prostorech 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.

Parametry VZT jednotky		
Parametr	Jednotka	Hodnota
Průtok vzduchu – přívod	m <sup>3</sup> /h	11 000,0
Průtok vzduchu – odtah	m <sup>3</sup> /h	11 000,0
Účinnost zpětného získávání tepla	%	81,0
Vodní ohříváč výkon	kW	17,2
El. příkon odvod	kW	5,0
El. příkon přívod	kW	5,0
Celkový elektrický příkon	kW	10,0
Měrný příkon ventilátoru (SFP)	W/m <sup>3</sup> *s	3 340,0
Doba provozu	h/rok	482,5
Doba provozu v zimním období	h/rok	333,0

Tabulka 14 – Parametry VZT jednotky

### Popis rozvodů

Pro páteřní 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.

### 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, výchozí spotřeba tepla při návrhu VZT jednotek je snížena o úsporu, která vznikne stavebním opatřením a patní regulaci dodávky tepla.

Bilance tepla na vytápění – před realizací opatření		
Parametr	Jednotka	Hodnota
Potřeba tepla na vytápění	GJ/rok	618,9
	MWh/rok	171,9
Z toho potřeba tepla na prostup	GJ/rok	433,2
Z toho potřeba tepla na větrání	GJ/rok	185,7
Průměrná účinnost kotlů	%	99,0
Účinnost distribuce tepla	%	85,0
<b>Celková spotřeba tepla na vytápění</b>	<b>GJ/rok</b>	<b>735,5</b>
	<b>MWh/rok</b>	<b>204,3</b>

Tabulka 15 – Bilance tepla na vytápění – před realizací opatření



Bilance tepla na vytápění – po realizaci opatření		
Parametr	Jednotka	Hodnota
Potřeba tepla na vytápění	GJ/rok	585,5
	MWh/rok	162,6
Z toho potřeba tepla na prostup	GJ/rok	433,2
Z toho potřeba tepla na větrání	GJ/rok	152,3
Průměrná účinnost kotlů	%	99,0
Účinnost distribuce	%	85,0
<b>Celková spotřeba tepla na vytápění</b>	<b>GJ/rok</b>	<b>695,8</b>
	<b>MWh/rok</b>	<b>193,3</b>

Tabulka 16 – Bilance tepla na vytápění – po realizaci opatření

Úspora energie a nákladu po realizaci opatření		
Parametr	Jednotka	Hodnota
Celková spotřeba tepla na vytápění – stávající stav	GJ/rok	735,5
Celková spotřeba tepla na vytápění – navrhovaný stav	GJ/rok	695,8
<b>Celková úspora tepla</b>	<b>GJ/rok</b>	<b>39,7</b>
	<b>MWh/rok</b>	<b>11,0</b>
Cena tepla	Kč/GJ	596,0
<b>Celková úspora nákladů</b>	<b>tis.Kč/rok</b>	<b>23,6</b>

Tabulka 17 – 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, klapek 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	4,9
Cena EE	Kč/MWh	4 819,1
<b>Náklady na provoz VZT</b>	<b>tis.Kč/rok</b>	<b>23,7</b>

Tabulka 18 – Spotřeba EE a náklady na provoz VZT

Uznatelné investiční náklady opatření			
Konstrukce	Počet žáků	Jednotková měrná cena	Celková cena
	osob	tis. Kč/jednotka	tis. Kč
Instalace nuceného větrání s rekuperací ve výukových prostorách vzdělávacích budov	510	9,8	4 998,0
<b>Celkové investiční náklady</b>	<b>510</b>	<b>-</b>	<b>4 998,0</b>

Tabulka 19 – Uznatelné investiční náklady



## 5.5. Instalace IRC ventilů

Instalací tzv. programové regulace teploty (IRC – Individual Room Control) jednotlivých místností 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 190 kusů otopných těles. V rámci úsporného opatření se předpokládá instalovat IRC na všechna otopná tělesa.

V úsporném opatření je zohledněn vliv synergického efektu po zateplení objektu, patří regulaci dodávky tepla a instalaci vzduchotechnických jednotek.

Úspora tepla a provozních nákladů na vytápění		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Spotřeba tepla – stávající stav	GJ/rok	696
Spotřeba tepla – navrhovaný stav	GJ/rok	651
<b>Úspora tepla na vytápění</b>	<b>GJ/rok</b>	<b>45</b>
	<b>MWh/rok</b>	<b>12,6</b>
Náklady na vytápění – stávající	tis. Kč/rok	414,7
Náklady na vytápění – návrh	tis. Kč/rok	387,7
Cena tepla	Kč/GJ	596,0
<b>Úspora provozních nákladů</b>	<b>tis. Kč/rok</b>	<b>27,0</b>

Tabulka 20 – Úspora energie a nákladů

Uznatelné investiční náklady		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Úspora energie	MWh/rok	12,6
Maximální způsobilé výdaje	tis. Kč/MWh	36,1
<b>Celkové investiční náklady</b>	<b>tis. Kč</b>	<b>453,5</b>

Tabulka 21 – Uznatelné investiční náklady



## 5.6. Modernizace osvětlení

V rámci úsporného opatření se bude současně již méně energeticky účinné osvětlení komplexně nahrazovat LED zdroji, které dosahují vysoké účinnosti. Ve výpočtu je provedeno prosté nahrazení původního zdroje světla novým ekvivalentním o obdobné svítivosti. Přesnou skladbu zařízení bude vhodné určit při zpracování projektové dokumentace.

Bude vyměněno celkem 507 svítidel z kterých je 83 kusů žárovkových svítidel o elektrickém příkonu 60 W, dále budou nahrazeny zářivková svítidla v celkovém počtu 424 kusů.

Předpokládá se, že nově instalované osvětlení splňuje hygienické a legislativní podmínky platné v ČR. V následujících tabulkách jsou uvedeny parametry vnitřního osvětlení stávajícího a navrhovaného stavu.

Vnitřní osvětlení – určené k výměně			
Typ světla	Počet světel	Instalovaný příkon	Spotřeba EE
-	ks	kW	kWh/rok
Zářivky	424	48,3	26 526,8
Žárovky	83	5,0	3 416,3
<b>Celkem</b>	<b>507</b>	<b>53,3</b>	<b>29 943,1</b>

Tabulka 22 – Vnitřní osvětlení – určené k výměně

Vnitřní osvětlení – nový stav			
Typ světla	Počet světel	Instalovaný příkon	Spotřeba EE
-	ks	kW	kWh/rok
Zářivky	424	29,0	15 916,1
Žárovky	83	2,5	1 708,1
<b>Celkem</b>	<b>507</b>	<b>31,5</b>	<b>17 624,2</b>

Tabulka 23 – Vnitřní osvětlení – nový stav

Úspora elektrické energie na osvětlení		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Spotřeba el. energie osvětlením – stávající	MWh/rok	29,9
Spotřeba el. energie osvětlením – návrh	MWh/rok	17,6
<b>Úspora elektrické energie</b>	<b>MWh/rok</b>	<b>44</b>
	<b>GJ/rok</b>	<b>12,3</b>
Náklady - stávající stav	Kč/MWh	144,3
Náklady - navrhovaný stav		84,9
Cena elektrické energie		4 819,1
<b>Úspora provozních nákladů</b>	<b>tis. Kč/rok</b>	<b>59,4</b>

Tabulka 24 – Úspora energie a nákladů



Uznatelné investiční náklady		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Intenzita osvětlení nižší než 200 lux/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	1 237,7
Intenzita osvětlení vyšší než 200 lux/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	1 903,7
Cena	Kč/m <sup>2</sup>	2 000,0
<b>Celkové investiční náklady</b>	<b>tisk. Kč/rok</b>	<b>6 282,7</b>

Tabulka 25 – Uznatelné investiční náklady

## 5.7. Instalace fotovoltaické elektrárny

V tomto opatření je navržena instalace fotovoltaických elektráren na střechu ZŠ. Předpokládá se instalace o celkovém instalovaném výkonu 155,7 kWp obsahující celkem 346 ks panelů. Základní parametry jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Je předpokládáno, že navržené panely a měniče splňují podmínky příslušných norem, a splňují veškerá požadovaná kritéria dotačního titulu.

V úsporném opatření je zohledněn vliv synergického efektu po výměně vnitřního osvětlení, výchozí spotřeba EE při návrhu FVE je snížena o úsporu, která vznikne nahrazením původního osvětlení za LED svítidla. Dále je zohledněno navýšení spotřeby elektřiny v důsledku instalace navrhovaných vzduchotechnických jednotek.

Parametry FVE		
Parametr	Jednotky	Hodnota
Typ FV panelu	<b>Monokrystalický</b>	
Výkon FV panelu	Wp/panel	450
Plocha FV panelu	m <sup>2</sup>	2,2
Účinnost FV panelu	%	20,4
Orientace FV panelů	°	-46
Sklon panelů	°	15
Počet panelů	ks	346
Instalovaný výkon – celkem	kWp	155,7
Kapacita instalovaných baterií	kWh	0,0
Zařízení proti přetokům	-	ne
Ztráty v systému	%	10
Míra využití vyrobené energie	%	90
Celková výroba EE z FVE po odečtení ztrát	%	64,2
Přetok do sítě	%	79,0
EE z FVE využita v objektu	MWh/rok	33,3

Tabulka 26 – Parametry fotovoltaické elektrárny





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

Úspora elektrické energie		
Parametr	Jednotka	Hodnota
Spotřeba EE po rekonstrukci vnitřního osvětlení	MWh/rok	47,0
Spotřeba EE na provoz VZT jednotek	MWh/rok	4,9
Odběr ze sítě po instalaci nového osvětlení a VZT	MWh/rok	51,9
<b>Celková úspora elektrické energie</b>	<b>MWh/rok</b>	<b>33,3</b>
	<b>GJ/rok</b>	<b>120</b>
Odběr ze sítě – návrh	MWh/rok	18,6

Tabulka 27 – Úspora elektrické energie

Úspora provozních nákladů		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Úspora elektrické energie	MWh/rok	33,3
Cena elektrické energie	Kč/MWh	4 819,1
<b>Úspora provozních nákladů</b>	<b>tis. Kč/rok</b>	<b>160,4</b>

Tabulka 28 – Úspora provozních nákladů

Uznatelné investiční náklady		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Instalovaný výkon FVE	kWp	155,7
Měrná cena	tis. Kč/kWp	35,0
<b>Celkové investiční náklady</b>	<b>tis. Kč</b>	<b>5 449,5</b>

Tabulka 29 – Uznatelné investiční náklady

**Před zahájením realizace instalace FVE na střechy objektu bude potřeba provést statické posouzení jednotlivých střech.**

Instalací fotovoltaických panelů dojde k navýšení zatížení střechy o cca 25 kg/m<sup>2</sup>.

### 5.8. Instalace dobíjecí stanice pro vozidla na elektropohon

V rámci opatření je navržena instalace dobíjecí stanice pro vozidla na elektropohon. Umístění dobíjecí stanice, kapacita a typ bude specifikován v dalším stupni projektové dokumentace.

Maximální způsobilé výdaje		
Parametr	Jednotka	Hodnota
Počet dobíjecích stanic	ks	1,0
Jednotkový náklad	Kč/jednotku	45 000,0
<b>Maximální způsobilé výdaje</b>	<b>tis. Kč</b>	<b>45,0</b>

Tabulka 30 – Maximální způsobilé výdaje



## 5.9. Zavedení energetického managementu

Samotné provedení investičních opatření pro snížení energetické náročnosti (zateplení, výměna oken 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.

## 5.10. 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	1 299,4	360,9	932,9	773	214,8	510,6
2	Změna zásob paliv	0	0,0	0	0	0,0	0
3	Spotřeba paliv a energie	1 299	360,9	932,9	773	214,8	510,6
4	Prodej energie cizím	0	0,0	0	0	0,0	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie	1 299	360,9	932,9	773	214,8	510,6
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie	172	47,8	102,6	112	31,1	66,7
7	Potřeba energie na vytápění	867	240,8	516,7	547	152,1	326,3
8	Potřeba energie na chlazení	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
9	Potřeba energie na přípravu teplé vody	75	20,7	65,0	75	20,7	65,0
10	Potřeba energie na větrání	8	2,3	11,2	20	5,6	26,9
11	Potřeba energie na úpravu vlhkosti	0	0,0	0	0	0,0	0,0
12	Potřeba energie na osvětlení	110	30,4	146,7	11	3,1	15,1
13	Potřeba energie na tech. a ostatní procesy	68	18,8	90,8	7,9	2,2	10,6

**Tabulka 31 – Upravená roční energetická bilance**

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



## 5.11. Analýza užití energie – bilance přínosů projektu

Analýza užití energie – bilance přínosů projektu								
Struktura spotřeby energie	Spotřeba energie							
	Výchozí stav		Navrhovaný stav		Rozdílová bilance (výchozí stav mínus navrhovaný stav)			
	MWh/rok	tis. Kč /rok	MWh/rok	tis. Kč /rok	MWh/rok	tis. Kč /rok		
Celkem	360,9	932,9	214,8	510,6	146,1	422,3		
<b>Analýza podle energonositelů</b>								
Elektrická energie	59,3	285,7	18,6	89,7	40,7	196,0		
Teplo	301,7	647,2	196,2	421,0	105,4	226,2		
<b>Analýza podle způsobu užití energie/spotřebičů</b>								
1	Elektrická energie							
	1.1	Osvětlení	30,4	146,7	18,1	87,3	12,3	59,4
		VZT	2,3	11,2	7,2	34,9	-4,9	-23,7
		Ohřev TV	7,7	37,0	7,7	37,0	0,0	0,0
		Ostatní	18,8	90,8	18,8	90,8	0,0	0,0
	Instalace FVE	0,0	0,0	-33,3	-160,4	33,3	160,4	
2	Teplo							
	2.1	Vytápění	286,2	614,0	180,7	387,7	105,4	226,2
		Ohřev TV	15,5	33,2	15,5	33,2	0,0	0,0

Tabulka 32 – Analýza užití energie – bilance přínosů projektu

## 5.12. Návrh vhodného doplnění měření

V rámci realizace navrhovaných opatření se doporučuje doplnění podružného měření spotřeby elektrické energie na provoz vnitřního osvětlení a provoz nově instalovaných VZT jednotek.



## 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

Do výpočtu vstupují emise z elektrické energie a tepla. 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>
Elektrická energie	0,860
Teplo	0,220

Tabulka 33 – 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>
Elektrická energie	59,3	18,6	51,0	16,0	35,0
Teplo	301,7	196,2	66,4	43,2	23,2
<b>Celkem</b>	<b>360,9</b>	<b>214,8</b>	<b>117,4</b>	<b>59,2</b>	<b>58,2</b>

Tabulka 34 – Celková úspora emisí

Celková úspora CO<sub>2</sub> pro činí **58,2 tun za rok**, což představuje snížení produkce CO<sub>2</sub> o **49,6 %**.



## 7. BILANCE PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ

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

Bilance 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>	-	-	-	%
Elektrická energie	59,3	18,6	154,2	48,4	105,8	68,6
SZTE	301,7	196,2	271,5	176,6	94,9	35,0
<b>Celkem</b>	<b>360,9</b>	<b>214,8</b>	<b>425,6</b>	<b>225,0</b>	<b>200,7</b>	<b>47,1</b>

Tabulka 35 – Bilance primární energie z neobnovitelných zdrojů

Celková úspora primární energie z neobnovitelných zdrojů činí **200,7 MWh/rok**, což představuje snížení o **47,1 %**.



## 8. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Historie spotřeby energie .....	7
Tabulka 2 – Vnitřní osvětlení – stávající stav .....	10
Tabulka 3 – Parametry prostředí .....	10
Tabulka 4 – Přepočítání spotřeby na dlouhodobý klimatický průměr .....	11
Tabulka 5 – Analýza užití energie – předmět energetického posudku .....	11
Tabulka 6 – Průměrný součinitel prostupu tepla budovy po realizaci opatření .....	14
Tabulka 7 – Součinitel prostupu tepla pro měněné stavební prvky .....	15
Tabulka 8 – Úspora energie a nákladů .....	16
Tabulka 9 – Uznatelné investiční náklady .....	16
Tabulka 12 – Úspora energie a nákladů .....	18
Tabulka 13 – Uznatelné investiční náklady .....	18
Tabulka 14 – Parametry VZT jednotky .....	20
Tabulka 15 – Bilance tepla na vytápění – před realizaci opatření .....	20
Tabulka 16 – Bilance tepla na vytápění – po realizaci opatření .....	21
Tabulka 17 – Úspora energie a nákladu po realizaci opatření .....	21
Tabulka 18 – Spotřeba EE a náklady na provoz VZT .....	21
Tabulka 19 – Uznatelné investiční náklady .....	21
Tabulka 20 – Úspora energie a nákladů .....	22
Tabulka 21 – Uznatelné investiční náklady .....	22
Tabulka 22 – Vnitřní osvětlení – určené k výměně .....	23
Tabulka 23 – Vnitřní osvětlení – nový stav .....	23
Tabulka 24 – Úspora energie a nákladů .....	23
Tabulka 25 – Uznatelné investiční náklady .....	24
Tabulka 26 – Parametry fotovoltaické elektrárny .....	24
Tabulka 28 – Úspora provozních nákladů .....	25
Tabulka 29 – Uznatelné investiční náklady .....	25
Tabulka 30 – Maximální způsobilé výdaje .....	25
Tabulka 31 – Upravená roční energetická bilance .....	27
Tabulka 32 – Analýza užití energie – bilance přínosů projektu .....	28
Tabulka 33 – Emisní faktory .....	29
Tabulka 34 – Celková úspora emisí .....	29
Tabulka 35 – Bilance primární energie z neobnovitelných zdrojů .....	30