



Operační program Životní prostředí

Rekonstrukce veřejných budov a infrastruktury

PŘÍLOHA Č. 10

ENERGETICKÝ POSUDEK

ZÁKLADNÍ ŠKOLA BARVÍŘSKÁ

Název projektu	Energetické úspory s využitím metody EPC na objektech statutárního města Liberec
Žadatel	Statutární město Liberec
Předmět posouzení	ZŠ Barvířská, Proboštská 38/6, 460 07 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

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE ENERGETICKÉHO POSUDKU.....	3
2. ZÁMĚR VYPRACOVÁNÍ ENERGETICKÉHO POSUDKU S VYMEZENÍM KRITÉRIÍ PROGRAMU PODPORY	4
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
3. HISTORIE SPOTŘEBY.....	6
3.1. Vstupní podklady	6
3.2. Historie spotřeby energií	7
4. ANALÝZA UŽITÍ ENERGIE PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO POSUDKU	8
4.1. Popis stávajícího stavu	8
4.2. Klimatické podmínky	10
4.3. Výchozí energetická bilance	11
5. POPIS A HODNOCENÍ NAVRHOVANÉHO STAVU.....	12
5.1. Stavební úpravy vedoucí ke zlepšení tepelně technických vlastností obvodových konstrukcí.....	12
5.2. Opatření zabraňující nadměrnému vzestupu vnitřní teploty	15
5.3. Patní regulace dodávek tepla.....	16
5.4. Instalace nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla	17
5.5. Instalace IRC ventilů	20
5.6. Instalace spínacích hodin na oběhové čerpadlo TV	21
5.7. Modernizace osvětlení	22
5.8. Instalace fotovoltaické elektrárny	23
5.9. Instalace dobíjecí stanice pro vozidla na elektropohon	25
5.10. Zavedení energetického managementu	25
5.11. Celková energetická bilance v navrhovaném stavu.....	26
5.12. Analýza užití energie – bilance přínosů projektu	27
5.13. Návrh vhodného doplnění měření	27
6. EKOLOGICKÉ VYHODNOCENÍ.....	29
6.1. Zdroje znečištění	29
6.2. Bilance primární energie z neobnovitelných zdrojů	29
7. SEZNAM TABULEK	30



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 Barvířská
Adresa	Proboštská 38/6, 460 07 Liberec
Katastrální území	Liberec [682039]
Číslo parcely	parcelní číslo 1637/1, 1637/9
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 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	ANO



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 ₂ 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 05.10. 2022, fotodokumentace a informace správce,
- Části původní projektové dokumentace "Jedenáctiletá škola 23 třídní v Liberci" zpracoval Státní projektový ústav Ústí nad Labem, 01/1957,
- Části původní projektové dokumentace "Tělocvična 18x36 ZDŠ Barvířská Liberec" zpracovala Krajská organizace pro rozvoj a zavádění nové techniky Praha, 11/1979,
- Projektová dokumentace "Modernizace a energetické úspory objektu základní školy Barvířská v Liberci" zpracovala AGORA spol. s r.o., Liberec, 03/2020,
- PENB 2015, EA 2008,
- 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 a teplo a studenou vodu z veřejných rozvodných sítí.

Provoz ZŠ je celoroční s dvoutměsíční přestávkou v době letních prázdnin, od 6.00 – 16.30 hod. Tělocvična se pronajímá a je v provozu až do večerních hodin tj. 21:00.

Historie spotřeby energie						
Název energonositele:	Elektrická energie		Teplo		Celkem	
Odběrné místo č.:	859182400406486021		2030570823		-	
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	137,4	618,8	591,0	1230,9	728,4	1849,7
2021	151,0	637,4	719,3	1498,0	870,3	2135,5
2022	158,8	655,1	656,0	1518,6	814,8	2173,8

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

Areál školy tvoří jednotlivé objekty realizované v období 1957 až 2010. Výstavba původní hlavní budovy probíhala v letech 1957 až 1959 a roce 2010 byla provedena v části půdního prostoru vestavba – prostory pro družinu, objekt tělocvičny se zázemím byl přistavěn v letech 1979 až 1983.

Hlavní budova školy je provozně, dispozičně i stavebně propojená s tělocvičnou. Hlavní budova školy je původně samostatně stojící objekt, půdorysného tvar „U“, s 1.PP a 3.NP, ukončená šikmou valbovou střechou, s částečně nevyužívanou půdou a část již s půdní vestavbou. Konstrukční systém objektu je podélný stěnový, dispozičně se jedná o podélný dvojtrakt. Obvodový plášť byl realizovaný klasickou zděnou technologií z cihelného zdiva CPP tl. 450 až 750 mm omítnutého a sokl s keramickým obkladem. V 1.PP jsou zdi z prostého betonu, ve 4.NP je půdní vestavba z vyzdívek tl. 250 mm a sádkartonových konstrukcí. Stropní konstrukce tvoří žb monolitické stropy s keramickými vložkami. Strop k nevytápěné půdě (mimo půdní vestavbu) je opatření škvárovým násypem cca tl. 100 mm. Strop půdní vestavby k nevytápěné půdě je zateplený tepelnou izolací tl. 220 mm. Střecha je šikmá valbová se skládanou keramickou krytinou. Nosnou konstrukci tvoří dřevěná vaznicová soustava. Šikminy střechy půdní vestavby jsou zateplené tepelnou izolací tl. 220 mm. Střecha předsazeného hlavního vstupu je plochá. Podlahy na terénu jsou betonové bez teplené izolace s nášlapnou vrstvou dle účelu místností. V obvodovém plášti jsou osazena původní dřevěná zdvojená okna a dřevěné dveře prosklené 1 sklem s nadsvětlíkem i již vyměněné výplně otvorů – jednoduchá plastová okna a dveře prosklené izolačním dvojsklem a vstupní kovová stěna prosklená izolačním dvojsklem. V šikmé střeše půdní vestavby jsou osazena dřevěná střešní okna.

Přístavba tělocvičny se skládá ze dvou objektů půdorysného tvaru „H“ – z přízemního zázemí (nářadovny, šatny a sociální zařízení) výšky cca 3,6 m přímo navazujícího na hlavní budovu školy a ze samotné haly tělocvičny s výškou 9,6 m. Celý objekt tělocvičny byl realizován v konstrukční soustavě KORD, která je tvořena ocelovou nosnou konstrukcí a lehkým obvodovým pláštěm z typových panelů KORD-B tl. 100 mm. Vnější povrch panelů je tvořen lakovaným hladkým hliníkovým plechem, z vnitřní strany opláštěná deskami. Obvodový plášť je v havarijním a těžko opravitelném stavu. Střechy přístavby jsou ploché jednoplašťové, nosnou konstrukci tvoří ocelové vazníky se stropními deskami KORD, s tepelnou izolací Polsid tl. 100 mm a povlakovou foliovou hydroizolací. V interiéru jsou zavěšené podhledy z typových podhledových kazet KORD z pozinkovaného lakovaného plechu. Stěny v hale tělocvičny jsou obloženy deskami OSB, pohledové sloupy jsou obloženy dřevem (palubky, dřevěné desky). Okna jsou původní zdvojené kovové a dřevohliníkové. Vnější vstupní dveře jsou vyměněné plastové, zasklené izolačním dvojsklem. Vrata do nářadovny jsou ocelová, plechová. Okenní



pásky v hale tělocvičny jsou pevně zasklená polykarbonátovými deskami. *Vzhledem k havarijnímu stavu objektu přístavby tělocvičny se zázemím nejsou v EP navržena žádná opatření ve stavební části.*

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

Vytápění a příprava TV

V suterénu základní školy je instalována předávací stanice tvořená trubkovými protiproudými výměníky, které slouží k přípravě TV a tepla pro ÚT. Teplo je dodáváno ve formě topné vody o parametrech 90/70°C.

Strojovna spolu s rozdělovačem a sběračem topné vody je umístěna ve společné místnosti s výměníky. Z trubkových výměníků je topná voda vedena přes hydraulický vyrovnávač tlaků do rozdělovače topné vody, kde je rozdělena do pěti sekcí: chodby, kabinety, učebny, přístavba škola a tělocvična. Pro oběh otopné vody je pro každou sekci osazeno zařízení směšovacího uzlu (čerpadlo, trojcestný směšovací ventil s el. pohonem, potřebné armatury).

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 TV je řešena centrálně s nepřetržitou cirkulací, k akumulaci TV slouží nádoba o objemu 1600 l. Akumulační nádoba je umístěna v suterénu v prostorech předávací stanice. Zásobování TV je zajištěno pro všechny pavilony.

Rozvody TV jsou původní z ocelových pozinkovaných trubek.

Vzduchotechnická zařízení

V prostorách školy jsou instalovány ventilátory na toaletách a vzduchotechnické zařízení, které se používá pouze jako odtah vznikajících par při přípravě jídel, cca 2 hodiny denně. Zařízení je ovládáno ručně. Ostatní prostory školy jsou větrané přirozeně okny.

Chlazení

Chlazení není na škole instalováno.

Osvětlení

V prostorech základní školy jsou instalována převážně zářivková svítidla s původními osvětlovacími tělesy, pouze výjimečně jsou osazena svítidla žárovková (v podružných prostorech), výbojková, halogenová a LED. Jedná se nejčastěji o zářivková svítidla se dvěma trubicemi, každé o příkonu 40 W.

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	666	51,6	48 524,6
Žárovky	52	3,1	2 446,1
Halogenové	4	1,2	940,8
Výbojkové	12	12,0	11 289,6
LED	74	3,2	2 496,3
Celkem	808	71,1	65 697

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 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

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	
	GJ	Do	Do	GJ	MWh
2020	1 881	3 346	3 921	2 204	612,3
2021	2 289	3 758	3 921	2 389	663,5
2022	2 088	3 621	3 921	2 261	628,0
Průměr	2 086	3 575	3 921	2 288	635,6

Tabulka 4 – Přepočet 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 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		804,5	2 053,0	860,5	2 262,1
Analýza podle energonositelů					
Elektrická energie		149,0	637,1	149,0	615,0
Teplo		655,4	1415,9	711,5	1 647,0
Analýza podle způsobu užití energie/spotřebičů					
1	Elektrická energie				
	1.1	Osvětlení	65,7	280,8	65,7
		VZT	0,5	2,2	0,5
		Ostatní	82,8	354,0	82,8
2	Teplo				
	2.1	Vytápění ZŠ	579,5	1 251,8	635,6
		Ohřev TV	75,9	164,0	75,9

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 s pojené s realizací daného opatření.

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

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

Stávající přístavba tělocvičny se zázemím vykazuje stavební poruchy, z toho důvodu nejsou v EP navržena žádná opatření ve stavební části.

V rámci stavebních úprav je řešeno kompletní zateplení obvodového pláště, střechy vstupu, stropu k nevytápěnému půdnímu prostoru, včetně výměny výplní původních otvorů hlavní budovy základní školy.

Již vyměněné výplně otvorů a konstrukce půdní vestavby z roku 2010, zůstávají ve stávajícím stavu beze změn.

▪ Zateplení obvodového pláště

Stávající obvodový plášť hlavní budovy ZŠ bude zateplen kontaktním zateplovacím systémem ETICS s tepelnou izolací z minerálních vláken MW tloušťky 160 mm, případně ze stabilizovaného bílého polystyrénu EPS, s povrchovou úpravou armovanou tenkovrstvou omítkou, případně obkladem soklu u terénu. Zateplení obvodového pláště proběhne po celém obvodu budovy a bude provedeno od úrovně terénu, případně cca - 0,3 m pod úroveň terénu v místě nového okapového chodníku nebo komunikace, až po úroveň střešní římsy. 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 – fasádní desky z minerálního vlákna MW

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

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 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 – desky z extrudovaného polystyrénu XPS pouze u terénu

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 střechy vstupu

Plochá střecha předsazené části hlavního vstupu bude zateplena na stávající vrstvy tepelnou izolací ze stabilizovaného pěnového polystyrénu EPS 100 S ve spádu, s min. tloušťkou 240 mm a následně bude položena nová foliová hydroizolace.

Tepelná izolace ze stabilizovaného polystyrénu EPS 100 S

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

Korekce součinitele prostupu tepla na vliv systematických tepelných mostů u kotvení je

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

▪ Zateplení stropů k nevytápěným půdám

Stávající stropy pod nevytápěnými půdami (mimo půdní vestavbu), po odstranění sytké vrstvy z granulátu (typu Climastyren), budou zatepleny celoplošně, volně položenou tepelnou izolací z minerálního vlákna MW tl. 220 mm v prostoru půdy, vč. překrytí difuzní folií proti prachu a provětrávání. Součástí zateplení bude realizace nové pochůzí vrstvy – obslužných lávek nebo podlah z desek, v rozsahu provozních požadavků. Část stropu lze zateplit (odstraněným) granulátem v minimální tloušťce 400 mm.

Tepelná izolace z minerálního vlákna MW

Deklarovaná hodnota $\lambda_D = 0,037 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$; návrhová hodnota $\lambda_u = 0,040 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.

Tepelné mosty jsou zahrnuty v podrobném výpočtu tepelné vodivosti ($\lambda_{ekv} = 0,046 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$), proto korekce součinitele prostupu tepla na vliv systematických tepelných mostů je

$\Delta U_{tb} = 0,000 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

▪ Výplně otvorů

Po vybourání původních výplní otvorů – dřevěných zdvojených oken a 1 ks vstupních dřevěných prosklených dveří do objektu budou osazena:

- nová jednoduchá plastová okna prosklená izolačním trojsklem, se součinitelem prostupu tepla celé výplně $U_w \leq 0,9 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
- nové vstupní dveře částečně prosklené, se součinitelem prostupu tepla celé výplně $U_D \leq 1,2 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

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. Nové návrhy zateplení stěn a střech musí respektovat součinitele prostupu tepla $U_{\text{vypočtené}}$ [$W/(m^2 \cdot K)$] 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	$U_{\text{em,vypočtené}}$	$U_{\text{em,R}}$	$U_{\text{em,vypočtené}} \leq U_{\text{em,R}}$ Požadavek dle Vyhlášky č.264/2020
	$W/(m^2 \cdot K)$	$W/(m^2 \cdot K)$	
Základní škola a přístavba tělocvičny	0,46	0,39	nesplňuje

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 ² ·K)	W/(m ² ·K)	W/(m ² ·K)	
Prostory – návrhová průměrná vnitřní teplota $\theta_{\text{in}} = 18 \div 20 \text{ } ^\circ\text{C}$				
Stěna vnější vyzdění z CPP tl. 750 mm – zateplená tepelnou izolací tl. 160 mm	0,209	0,30 / 0,25	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Stěna vnější vyzdění z CPP tl. 600 mm – zateplená tepelnou izolací tl. 160 mm	0,215	0,30 / 0,25	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Stěna vnější vyzdění z CPP tl. 450 mm – zateplená tepelnou izolací tl. 160 mm	0,222	0,30 / 0,25	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Střecha plochá nad vstupem – zateplená tepelnou izolací tl. 240 mm	0,155	0,24 / 0,16	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Strop k nevytápěnému půdnímu prostoru – zateplený tepelnou izolací tl. 220 mm	0,185	0,30 / 0,20	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Výplně otvorů – jednoduchá plastová okna prosklená izolačním trojsklem nová	0,90	1,50 / 1,20	$\leq 0,60 \times U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020 $0,60 \times 1,50 = 0,90$	splňuje
Výplně otvorů – vstupní prosklené plastové dveře nové	1,20	1,70 / 1,20	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje

Tabulka 7 – Součinitelé prostupu tepla pro měněné stavební prvky

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	2 288
Spotřeba energie – navrhovaný stav	GJ/rok	1 762
Úspora energie	GJ/rok	526
	MWh/rok	146,2
Náklady – stávající stav	tis. Kč/rok	1 471,3
Náklady – navrhovaný stav	tis. Kč/rok	1 132,9
Cena	Kč/GJ	643,0
Úspora nákladů po realizaci opatření	tis. Kč/rok	338,4

Tabulka 8 – Úspora energie a nákladů

Uznatelné investiční náklady			
Konstrukce	Plocha	Jednotková cena	Celková cena
	m ²	Kč/m ²	tis. Kč
Zateplení obvodového pláště	2226	4 200	9 349,2
Zateplení střech	14	3 200	44,8
Zateplení konstrukce k nevytápěnému prostoru	740	1 200	888,0
Výměna výplní otvorů – oken a dveří	437	8 900	3 889,3
Celkem odhadované investiční náklady	3 417	-	14 171,3

Tabulka 9 – Uznatelné investiční náklady

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

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 – 74 %.

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

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 na jihovýchodní, jihozápadní a severovýchodní fasádě, mimo okna v 1.PP

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	
ZŠ 2.NP učebna 208	26,24	27,00	Splňuje

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 ²	3 700
Stíněné plochy výplní otvorů	m ²	449
Celkem	tis. Kč	1 661,3

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 přírodní 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	1 762
Spotřeba tepla – navrhovaný stav	GJ/rok	1 651
Úspora tepla na vytápění	GJ/rok	111
	MWh/rok	30,8
Náklady na vytápění – stávající	tis. Kč/rok	1 132,9
Náklady na vytápění – návrh	tis. Kč/rok	1 061,5
Cena tepla	Kč/GJ	643,0
Úspora provozních nákladů	tis. Kč/rok	71,4

Tabulka 12 – Úspora energie a nákladů

Uznatelné investiční náklady		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Úspora energie	MWh/rok	30,8
Maximální způsobilé výdaje	tis. Kč/MWh	36,1
Celkové investiční náklady	tis. Kč	1 113,0

Tabulka 13 – Uznatelné investiční náklady

5.4. Instalace nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla

V opatření jsou navrženy dvě vzduchotechnické jednotky, každá o vzduchovém výkonu 8 500 m³/h, které budou instalovány na půdě základní školy, VZT jednotky budou 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 CO₂ 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 18m³/h čerstvého vzduchu na 1 žáka. Při tomto průtoku čerstvého



venkovního vzduchu koncentrace CO_2 v učebnách nepřekročí maximální přípustnou hodnotu koncentrace CO_2 v pobytových prostorách 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_2 . 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.

Parametry VZT jednotek

V následující tabulce jsou uvedeny parametry vzduchotechnických jednotek. Výkon vzduchotechnických jednotek byl stanoven podle počtu žáka a vyučujících a předpokládaného průtoku čerstvého vzduchu na žáka 18 m^3/h a na vyučujícího 50 m^3/h .

Podrobný výpočet je uveden v samostatné příloze. Stanovení průtoku venkovního vzduchu a bilance CO_2 v učebnách dle metodického pokynu pro návrh větrání škol.“

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_2 v místnostech prostřednictvím infračervených čidel, tzv. IR senzorů.

Parametry VZT jednotky		
Parametr	Jednotka	Hodnota
Počet vzduchotechnických jednotek	ks	2
Vzduchový výkon VZT jednotky	m^3/h	8 500,0
Celkový vzduchový výkon	m^3/h	17 000,0
Účinnost zpětného získávání tepla	%	81,0
Vodní ohřívač výkon	kW	51,0
El. příkon odvod	kW	5,0
El. příkon přívod	kW	5,0
Celkový elektrický příkon	kW	10,0
Měrný příkon ventilátoru (SFP)	$\text{W}/\text{m}^3\cdot\text{s}$	3 657,0
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 regulací dodávky tepla.

Bilance tepla na vytápění – před realizaci opatření		
Parametr	Jednotka	Hodnota
Potřeba tepla na vytápění	GJ/rok	1 389,1
	MWh/rok	385,9
Z toho potřeba tepla na prostup	GJ/rok	972,4
Z toho potřeba tepla na větrání	GJ/rok	416,7
Průměrná účinnost kotlů	%	99,0
Účinnost distribuce tepla	%	85,0
Celková spotřeba tepla na vytápění	GJ/rok	1 650,8
	MWh/rok	458,5

Tabulka 15– Bilance tepla na vytápění – před realizaci opatření

Bilance tepla na vytápění – po realizaci opatření		
Parametr	Jednotka	Hodnota
Potřeba tepla na vytápění	GJ/rok	1 320,5
	MWh/rok	366,8
Z toho potřeba tepla na prostup	GJ/rok	972,4
Z toho potřeba tepla na větrání	GJ/rok	348,1
Průměrná účinnost kotlů	%	99,0
Účinnost distribuce	%	85,0
Celková spotřeba tepla na vytápění	GJ/rok	1 569,2
	MWh/rok	435,9

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	1 650,8
Celková spotřeba tepla na vytápění – navrhovaný stav	GJ/rok	1 569,2
Celková úspora tepla	GJ/rok	81,6
	MWh/rok	22,7
Cena tepla	Kč/GJ	643,0
Celková úspora nákladů	tis.Kč/rok	52,5

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	8,3
Cena EE	Kč/MWh	4 126,6
Náklady na provoz VZT	tis.Kč/rok	34,4

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	750	9,8	7 350,0
Celkové investiční náklady	750	-	7 350,0

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 době prohlídky základní školy byly některé chodby a třídy zbytečně přetápěny. Větší počet termostatických ventilů bylo poničeno a nefungovaly správně, některé byly urvané úplně. Dá se konstatovat, že na škole není dostatečný dohled nad správnou regulací vnitřní teploty, předpokládá se tedy s úsporou tepla na vytápění po instalaci IRC ventilů okolo 6 %.

V budově je instalováno celkem 279 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, patní regulaci dodávky tepla a instalaci vzduchotechnických jednotek.

Úspora tepla a provozních nákladů na vytápění		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Spotřeba tepla – stávající stav	GJ/rok	1 569
Spotřeba tepla – navrhovaný stav	GJ/rok	1 470
Úspora tepla na vytápění	GJ/rok	99
	MWh/rok	27,5
Náklady na vytápění – stávající	tis. Kč/rok	1 009,0
Náklady na vytápění – návrh	tis. Kč/rok	945,5
Cena tepla	Kč/GJ	643,0
Úspora provozních nákladů	tis. Kč/rok	63,6

Tabulka 20 – Úspora energie a nákladů

Uznatelné investiční náklady		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Úspora energie	MWh/rok	27,5
Maximální způsobilé výdaje	tis.Kč/MWh	36,1
Celkové investiční náklady	tis. Kč	991,3

Tabulka 21 – Uznatelné investiční náklady

5.6. Instalace spínacích hodin na oběhové čerpadlo TV

V současné době je voda připravována centrálně v místnosti výměňkové stanice. Ohřev TV probíhá v jednom izolovaném zásobníku nacházející se v předávací stanici. Teplá voda je udržována v nepřetržité cirkulaci. Ztráty tepla v rozvodech způsobené cirkulací lze omezit časovačem cirkulace, který bude cirkulační čerpadla vypínat v době, kdy škola není využívána.

Navrhuje se tedy instalace spínacích hodin pro ovládání čerpadla cirkulace teplé vody v budově. Hodiny přeruší cirkulaci teplé vody v době, kdy se nepředpokládá odběr teplé vody. Předpokládá se úspora ve výši okolo 3 % z celkové spotřeby tepla na přípravu teplé vody. Výše úspory je však výrazně závislá na nastavení spínacích hodin.

Předpokládaná úspora tepla a nákladů je uvedena v následující tabulce.

Úspora energie a nákladů - po realizaci příležitosti		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Spotřeba energie - stávající stav	GJ/rok	273,4
Spotřeba energie - navrhovaný stav	GJ/rok	265,2
Úspora energie	GJ/rok	8,2
	MWh/rok	2,3
Náklady - stávající stav	tis. Kč/rok	175,8
Náklady - navrhovaný stav	tis. Kč/rok	170,5
Cena tepla	Kč/GJ	643,0
Úspora nákladů po realizaci opatření	tis. Kč/rok	5,3

Tabulka 22 – Úspora energie a nákladů

Uznatelné investiční náklady		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Úspora energie	MWh/rok	2,3
Maximální způsobilé výdaje	tis. Kč/MWh	36,1
Celkové investiční náklady	tis. Kč	82,2

Tabulka 23 – Uznatelné investiční náklady

5.7. 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 734 svítidel z kterých je 52 kusů žárovkových svítidel o elektrickém příkonu 60 W. Dále budou nahrazeny zářivková svítidla v celkovém počtu 666 kusů, 12 kusů výbojkových svítidel a 4 kusy halogenových svítidel.

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	666	51,6	48 524,6
Žárovky	52	3,1	2 446,1
Halogenové	4	1,2	940,8
Výbojkové	12	12,0	11 289,6
Celkem	734	68	63 201

Tabulka 24 – Vnitřní osvětlení – určené k výměně

Vnitřní osvětlení – nový stav			
Typ světla	Počet světel	Instalovaný příkon	Spotřeba EE
-	ks	kW	kWh/rok
Zářivky	666	31,7	29 842,6
Žárovky	52	1,6	1 272,0
Halogenové	4	0,7	583,3
Výbojkové	12	7,3	6 864,1
Celkem	734	41	38 562

Tabulka 25 – Vnitřní osvětlení – nový stav

Úspora elektrické energie na osvětlení		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Spotřeba el. energie osvětlením – stávající	MWh/rok	65,7
Spotřeba el. energie osvětlením – návrh	MWh/rok	41,1
Úspora elektrické energie	MWh/rok	89
	GJ/rok	24,6
Cena elektrické energie	Kč/MWh	4 126,6
Úspora provozních nákladů	tis. Kč/rok	101,7

Tabulka 26 – Úspora energie a nákladů

Uznatelné investiční náklady		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Intenzita osvětlení nižší než 200 lux/m ²	m ²	2 819,2
Intenzita osvětlení vyšší než 200 lux/m ²	m ²	3 151,5
Cena	Kč/m ²	2 000,0
Celkové investiční náklady	tisk. Kč/rok	11 941,4

Tabulka 27 – Uznatelné investiční náklady

5.8. Instalace fotovoltaické elektrárny

V tomto opatření je navržena instalace fotovoltaických elektráren na střechu ZŠ. Předpokládá se instalace o celkovém instalovaném výkonu 141,3 kWp obsahující celkem 314 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	Monokrystalický	
Výkon FV panelu	Wp/panel	450
Plocha FV panelu	m ²	2,2
Účinnost FV panelu	%	20,4
Orientace FV panelů	°	-22
Sklon panelů	°	15, 40
Počet panelů	ks	314
Instalovaný výkon - celkem	kWp	141,3
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	%	52,9
Přetok do sítě	%	52,0
EE z FVE využitá v objektu	MWh/rok	70,2

Tabulka 28 – 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	124,4
Spotřeba EE na provoz VZT jednotek	MWh/rok	8,3
Odběr ze sítě po instalaci nového osvětlení a VZT	MWh/rok	132,7
Celková úspora elektrické energie	MWh/rok	70,2
	GJ/rok	253
Odběr ze sítě – návrh	MWh/rok	62,6

Tabulka 29 – Úspora elektrické energie

Úspora provozních nákladů		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Úspora elektrické energie	MWh/rok	70,2
Cena elektrické energie	Kč/MWh	4 126,6
Úspora provozních nákladů	tis. Kč/rok	289,5

Tabulka 30 – Úspora provozních nákladů

Uznatelné investiční náklady		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Instalovaný výkon FVE	kWp	141,3
Měrná cena	tis. Kč/kWp	35,0
Celkové investiční náklady	tis. Kč	4 945,5

Tabulka 31 – 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/m².

5.9. 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
Maximální způsobilé výdaje	tis. Kč	45,0

Tabulka 32 – Maximální způsobilé výdaje

5.10. 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.

5.11. 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	3 097,9	860,5	2 262,1	1 961	544,7	1 374,2
2	Změna zásob paliv	0	0,0	0	0	0,0	0
3	Spotřeba paliv a energie	3 098	860,5	2 262,1	1 961	544,7	1 374,2
4	Prodej energie cizím	0	0,0	0	0	0,0	0



5	Konečná spotřeba paliv a energie	3 098	860,5	2 262,1	1 961	544,7	1 374,2
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie	406	112,8	261,1	275	76,4	176,9
7	Potřeba energie na vytápění	1 925	534,8	1 238,1	1 237	343,7	795,6
8	Potřeba energie na chlazení	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
9	Potřeba energie na přípravu teplé vody	230	63,9	147,9	223	62,0	143,5
10	Potřeba energie na větrání	2	0,5	2,2	19	5,3	22,1
11	Potřeba energie na úpravu vlhkosti	0	0,0	0	0	0,0	0,0
12	Potřeba energie na osvětlení	328	91,0	375,4	72	20,0	82,6
13	Potřeba energie na tech. a ostatní procesy	207	57,5	237,5	134,0	37,2	153,6

Tabulka 33 – 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.

5.12. 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		860,5	2 262,1	544,7	1 374,2	315,9	887,9
Analýza podle energonositelů							
Elektrická energie		149,0	615,0	62,6	258,2	86,5	356,8
Teplo		711,5	1647,0	482,1	1116,0	229,4	531,1
Analýza podle způsobu užití energie/spotřebičů ¹⁾							
1	Elektrická energie						
	1.1						
	Osvětlení	65,7	271,1	41,1	169,4	24,6	101,7
	VZT	0,5	2,2	8,9	36,6	-8,3	-34,4
	Ostatní	82,8	341,8	82,8	341,8	0,0	0,0
2	Instalace FVE	0,0	0,0	-70,2	-289,5	70,2	289,5
	Teplo						
	2.1						
	Vytápění	635,6	1 471,3	408,4	945,5	227,1	525,8
	Ohřev TV	75,9	175,8	73,7	170,5	2,3	5,3

Tabulka 34 – Analýza užití energie – bilance přínosů projektu

5.13. 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.



Spolufinancováno
Evropskou unií

Ministerstvo životního prostředí



STÁTNÍ FOND
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
ČESKÉ REPUBLIKY

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 ₂ /MWh _v
Elektrická energie	0,860
Teplo	0,220

Tabulka 35 – Emisní faktory

Roční ekologické hodnocení					
Palivo nebo energie	Spotřeba energie		Emise CO ₂		
	Současná	Navrhovaná	Současná	Navrhovaná	Úspora
	MWh _v	MWh _v	t CO ₂	t CO ₂	t CO ₂
Elektrická energie	149,0	62,6	128,2	53,8	74,4
Teplo	711,5	482,1	156,5	106,1	50,5
Celkem	860,5	544,7	284,7	159,9	124,8

Tabulka 36 – Celková úspora emisí

Celková úspora CO₂ pro činí **124,8 tun za rok**, což představuje snížení produkce CO₂ o **43,8 %**.

6.2. 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 _v	MWh _v	-	-	-	%
Elektrická energie	149,0	62,6	387,5	162,7	224,8	58,0
Teplo	711,5	482,1	640,3	433,9	206,5	32,2
Celkem	860,5	544,7	1 027,9	596,6	431,3	42,0

Tabulka 37 – Bilance primární energie z neobnovitelných zdrojů

Celková úspora primární energie z neobnovitelných zdrojů činí **431,3 MWh/rok**, což představuje snížení o **42,0 %**.



7. 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	10
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	14
Tabulka 8 – Úspora energie a nákladů	15
Tabulka 9 – Uznatelné investiční náklady	15
Tabulka 12 – Úspora energie a nákladů	17
Tabulka 13 – Uznatelné investiční náklady	17
Tabulka 14 – Parametry VZT jednotky	18
Tabulka 15 – Bilance tepla na vytápění – před realizací opatření	19
Tabulka 16 – Bilance tepla na vytápění – po realizaci opatření	19
Tabulka 17 – Úspora energie a nákladů po realizaci opatření	20
Tabulka 18 – Spotřeba EE a náklady na provoz VZT	20
Tabulka 19 – Uznatelné investiční náklady	20
Tabulka 20 – Úspora energie a nákladů	21
Tabulka 21 – Uznatelné investiční náklady	21
Tabulka 22 – Úspora energie a nákladů	22
Tabulka 23 – Uznatelné investiční náklady	22
Tabulka 24 – Vnitřní osvětlení – určené k výměně	22
Tabulka 25 – Vnitřní osvětlení – nový stav	23
Tabulka 26 – Úspora energie a nákladů	23
Tabulka 27 – Uznatelné investiční náklady	23
Tabulka 28 – Parametry fotovoltaické elektrárny	24
Tabulka 30 – Úspora provozních nákladů	24
Tabulka 31 – Uznatelné investiční náklady	24
Tabulka 32 – Maximální způsobilé výdaje	25
Tabulka 33 – Upravená roční energetická bilance	27
Tabulka 34 – Analýza užití energie – bilance přínosů projektu	27
Tabulka 35 – Emisní faktory	29
Tabulka 36 – Celková úspora emisí	29
Tabulka 37 – Bilance primární energie z neobnovitelných zdrojů	29