



Operační program Životní prostředí

Rekonstrukce veřejných budov a infrastruktury

PŘÍLOHA Č. 8

ENERGETICKÝ POSUDEK

ZÁKLADNÍ ŠKOLA SOKOLOVSKÁ

Název projektu	Energetické úspory s využitím metody EPC na objektech statutárního města Liberec
Žadatel	Statutární město Liberec
Předmět posouzení	Základní škola, Liberec Sokolovská 328/17, 460 14 Liberec XIII-Nové Pavlovice
Zpracovatel	VŠB – Technická univerzita Ostrava Centrum energetických a environmentálních technologií (CEET) Výzkumné energetické centrum (VEC)
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	6
4. ANALÝZA UŽITÍ ENERGIE PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO POSUDKU	8
4.1. Popis stávajícího stavu	8
4.2. Klimatické podmínky	10
4.3. Výchozí energická 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 zabráňující nadměrnému vzestupu vnitřní teploty	16
5.3. Instalace nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla	17
5.4. Instalace IRC ventilů	19
5.5. Instalace spínacích hodin na oběhové čerpadlo TV	20
5.6. Rekonstrukce osvětlení.....	21
5.7. Instalace FVE	22
5.8. Zavedení energetického managementu	24
5.9. Celková energetická bilance v navrhovaném stavu.....	25
5.10. Analýza užití energie – bilance přínosů projektu	26
5.11. Návrh vhodného doplnění měření.....	26
6. EKOLOGICKÉ VYHODNOCENÍ.....	27
6.1. Zdroje znečištění	27
7. BILANCE PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ.....	28
8. SEZNAM TABULEK.....	29



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 – Základní škola, Liberec
Adresa	Sokolovská 328/17, 460 01 Liberec XIII-Nové Pavlovice
Katastrální území	Nové Pavlovice [682161]
Číslo parcely	parcelní číslo 176/2
Typ objektu	stavba občanského vybavení
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:

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

2.2. Konkretizace prioritní osy a věcné zaměření výzvy

Žádost o podporu v rámci Cíle politiky 2, Priority 1

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

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

Vymezení kritérií	Plnění v rámci EP
Žádost je v souladu s aktuální výzvou OPŽP a textem těchto Pravidel.	ANO
Soulad údajů uvedených ve formuláři žádosti s relevantními doklady předkládanými jako přílohy k žádosti.	ANO
Nejsou podporována opatření realizovaná v bytových a rodinných domech.	IRELEVANTNÍ
Nejsou podporovány projekty realizované na území hl. města Prahy.	IRELEVANTNÍ
Nebudou podporována opatření realizovaná na novostavbách, přístavbách a nástavbách. Omezení se netýká změn dokončených budov, u kterých se zvětší energeticky 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 mladistvých, musí být v rámci projektu navržen systém větrání v souladu s vyhláškou č.410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, ve znění pozdějších předpisů a v souladu s „Metodickým pokynem pro návrh větrání škol“.	ANO
V případě realizace systémů nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla musí být suchá účinnost zpětného získávání tepla (rekuperátoru) min. 65 % dle ČSN EN 308.	ANO



Vymezení kritérií	Plnění v rámci EP
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 04.10. 2022, fotodokumentace a informace správce,
- Projektová dokumentace „ZŠ Liberec, Sokolovská – zaměření a zakreslení stávajícího stavu objektu“ zpracoval FS Vision, s.r.o., Liberec, 04/2019,
- Části původní projektové dokumentace „22. tř. ZDŠ sídliště Ruprechtice“ zpracoval Stavoprojekt Liberec, 1971,
- Projektová dokumentace „Oprava stávající konstrukce střešního pláště nad pavilonem E – bazénem, Základní škola Sokolovská č.p. 328 v Liberci“ zpracoval PPS Patman s.r.o., Liberec, 11/2015,
- Části projektové dokumentace „Výměna vzduchotechniky bazénu“ a „Odsávání varny kuchyně“ Základní škola Sokolovská č.p. 328 v Liberci, Liberec, 09/2015,
- PENB 2015, EA 2003, EA 2007
- Faktury a účetní doklady evidující spotřebovanou energii dodávanou do objektu v posledních 3 letech,
- Revizní zprávy k elektroinstalaci, případně k elektrospotřebičům,
- Analýza EPC,
- Provozní informace – provozní doba jednotlivých objektů/pavilonů, počty dětí a zaměstnanců, soupisy typů osvětlení a osvětlovacích těles, otopných těles, vodovodních baterií atd.
- 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

• Teplo

Budova je zásobována tepelnou energií z výměňkové stanice, která slouží k vytápění a přípravě teplé vody. Teplo je dodáváno společností Teplárna Liberec, a.s.

• Elektrická energie

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

Parametry odběrného místa:

- EAN kód: 859182400406872664
- Distribuční sazba: C02D
- Jistič: 3x400A



Historie spotřeby energie						
Název energonositele:	Elektrická energie		SZTE		Celkem	
Odběrné místo č.:	859182400406872664		2080451		-	
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	99,1	618,8	811,1	1 481,5	910,2	2 100,4
2021	116,0	637,4	931,4	1 570,7	1 047,4	2 208,1
2022	152,6	650,8	828,4	1 697,4	980,9	2 348,2

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 je složena ze 4 pavilonů A, B, C a D, obdélníkových půdorysů, ukončených plochými střechami. Pavilony jsou stavebně, dispozičně a provozně propojené. **Součástí EP není pavilon B, ve kterém je v současnosti umístěno gymnázium.**

Pavilon A je podsklepený se 2.NP, je zde umístěn hlavní vstup, šatny, družina, kanceláře, knihovna, kabinety, učebny a zázemí pro tělocvičny. Pavilon C je částečně podsklepený se 3.NP a částečně se samostatnou přízemní přístavbou bazénu. V 1.PP a přízemní části je umístěn bazén se zázemím, v 1.NP až 3.NP jsou učebny a kabinety. Pavilon D je částečně podsklepený se 2.NP, v 1.PP jsou skladové prostory a technické místnosti, v 1.NP je kuchyň se zázemím a jídelnou, ve 2.NP jsou 2 tělocvičny a ve středním traktu mezi nimi jsou skladové prostory.

Jednotlivé pavilony ZŠ (mimo suterén a tělocvičny pavilonu D a přízemní část s bazénem pavilonu C) byly realizovány v konstrukčním systému MS-66 (MS-71). Jedná se o žb prefabrikovaný skelet z podélných rámu, složený ze sloupů, průvlaků a stropních panelů. Dispozičně se jedná o podélné trojtrakty. Obvodový plášť tvoří vyzděné štíty z CPP tl. 450 mm, parapetní plynosilikátové panely tl. 250 mm, vyzdívky z plynosilikátů nebo cihelné vyzdívky tl. 250 a 300 mm. Střechy jsou ploché jednoplašťové s vnitřním odvodněním, u pavilon D s odvodněním do okapového žlabu, se svody po fasádě. Střechy jsou ve skladbě: na stropním panelu tl. 250 mm je násyp škváry ve spádu, plynosilikátové desky tl. 240 mm, vlnité desky s potěrem ve vlnách a živičná hydroizolace. Podlahy na terénu jsou původní, nášlapné vrstvy dle účelu místností. V obvodovém plášti jsou osazeny vyměňené jednoduché plastové výplně – okna, dveře a stěny s dveřmi prosklené izolačním dvojsklem, případně polykarbonátovými deskami se součinitelem prostupu tepla celé výplně $U_w \leq 1,2$ a $1,5 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ a $U_D \leq 1,5 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. Mezi plastovými okny jsou osazeny upravené meziokenní izolační vložky (MIV) s minimální tepelnou izolací a s vnějším obkladem z plastových lamel (Vinyl Siding).

Přízemní část pavilonu C – prostor bazénu byl již kompletně zrekonstruován, stávající fasáda a střecha byly dodatečně zatepleny a výplně otvorů – okna byla vyměněna.

Pavilon D – 1.PP tvoří žb stěny tl. 400 mm, 1.NP tvoří skelet MS 66 s panely a vyzdívkami, 2.NP tvoří žb sloupy s vyzdívkami z plynosilikátu tl. 300 mm. Nosnou konstrukci střechy tvoří ocelové I nosníky s trapézovými plechy, s tepelnou izolací a živičnou krytinou. Výplně otvorů byly již vyměněny za plastové s izolačním dvojsklem. V tělocvičnách byla osazena plastová okna menších rozměrů, prosklená polykarbonátovými deskami s dodatečným zazdění částí původních otvorů.



Stávající stavební konstrukce tvořící obálku budovy (mimo výplně otvorů) 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

Zdrojem tepla pro vytápění a ohřev teplé vody je výměníková stanice, která je umístěna v suterénu pavilonu D. Výměníková stanice je zdrojem otopné vody pro ÚT, ohřev vody v bazénu, vzduchotechniku a přípravu TV.

Jednotlivé otopné větve jsou napojeny z rozdělovače otopné vody umístěného v místnosti výměníkové stanice. Otopná soustava je teplovodní dvoutrubková s nuceným oběhem. Budova je vytápěna ze sedmi samostatných větví napojených z rozdělovače. Na všech větvích jsou osazeny třicestné směšovací armatury se servopohony. Otopné větve jsou regulovány pomocí ekvitermní regulace. Potrubí jednotlivých topných okruhů je ocelové spojované svařováním. Horizontální rozvody jsou opatřeny původní tepelnou izolací krytou AL folií. Veškeré potrubí a armatury v prostoru směšovací stanice jsou izolovány minerální vlnou (pouzdra PIPO) krytou PVC nebo Al folií případně jsou opatřeny izolací MIRELON. Otopná tělesa jsou převážně litinová článková.

Příprava TV je řešena centrálně s regulovatelnou cirkulací, k akumulaci TV slouží jedna nádoba o objemu 1 000 litrů, která je umístěna v prostorech výměníkové stanice. Teplá voda je z rozdělovače rozvedena do sociálních zařízení. Rozvody pitné vody a TV jsou provedeny v ocelových trubkách, izolované minerální vatou. Systém rozvodu pitné vody a TV není osazen měřicími přístroji, takže nelze registrovat spotřeby na jednotlivých větvích nebo v jednotlivých pavilonech. Spotřeba tepla na přípravu teplé vody není podružně měřena a byla přepočtena na základě měsíčních spotřeb tepla v letních měsících, kdy budova není vytápěna.

Vzduchotechnická zařízení

Většina prostorů je větrána přirozeně okny. V prostorách kuchyně je znehodnocený vzduch odsáván pomocí digestoře na střešku objektu. V prostorách bazénu je instalováno vzduchotechnické zařízení, včetně dohříváče, pro potřeby teplovzdušného větrání prostor bazénu.

Chlazení

Prostory posuzovaného objektu nejsou chlazeny.

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 s příkonem 60 W jsou instalována převážně v podružných prostorech s minimálním denním využitím. Osvětlení tělocvičny je provedeno výbojkovými svítidly o příkonu 500 W.



4.2. Klimatické podmínky

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

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

Tabulka 2 – Parametry prostředí

Přepočet spotřeby energie na vytápění na dlouhodobý klimatický průměr

Zhodnocení tepla pro vytápění					
Rok	Spotřeba tepla na vytápění	Skutečný počet denostupňů	Normový počet denostupňů	Přepočtená spotřeba tepla	
	GJ	Do	Do	GJ	MWh
2020	2 368	3 346	3 921	2 775	770,8
2021	2 620	3 758	3 921	2 733	759,2
2022	2 299	3 397	3 921	2 654	737,3
Průměr	2 429	3 500	3 921	2 721	755,8

Tabulka 3 – 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		979,5	2 218,9	1 060,6	2 445,0
Analýza podle energonositelů					
Elektrická energie		122,6	635,7	122,6	522,8
SZTE		856,9	1 583,2	938,1	1 922,1
Analýza podle způsobu užití energie/spotřebičů					
1	Elektrická energie		---	---	---
	1.1	Osvětlení	33,8	175,4	33,8
		VZT	6,0	31,1	6,0
		Ostatní	82,8	429,2	82,8
2	SZTE		---	---	---
	2.1	Vytápění	674,7	1 246,5	755,8
		Ohřev TV	182,2	336,7	182,2

Tabulka 4 – Analýza užití energie – předmět energetického posudku



5. POPIS A HODNOCENÍ NAVRHOVANÉHO STAVU

Na základě analýzy stávajícího stavu byla navržena a posouzena následující energeticky úsporná opatření. Investiční náklady u jednotlivých opatření vychází z jednotkových nákladů uvedených v příloze č. 03 Pravidel pro žadatele a příjemce podpory OPŽP 2021–2027, Metodika zjednodušených metod vykazování nákladů s kategorizací položek rozpočtu OPŽP21+.

1. **Stavební úpravy vedoucí ke zlepšení tepelně technických vlastností obvodových konstrukcí**
2. **Opatření zabráňující nadměrnému vzestupu vnitřní teploty**
3. **Instalace nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla**
4. **Instalace IRC ventilů**
5. **Instalace spínacích hodin na oběhové čerpadlo TV**
6. **Rekonstrukce osvětlení**
7. **Instalace FVE**
8. **Zavedení energetického managementu**

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/náhrady stávajících meziokenních vložek (MIV).

Již vyměněné výplně otvorů, v celém areálu školy, i zrealizované zateplení střechy a fasády u přízemní části pavilonu C u bazénu, zůstávají ve stávajícím stavu beze změn.

▪ Zateplení obvodového pláště

Stávající obvodový plášť pavilonů a vyzdívky z tvárnic z lehkého betonu (náhrada za MIV) 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. Části stěn 1.PP v anglických dvorcích pavilonu D zůstávají bez zateplení. 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 $\Delta U_{tb} = 0,020 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.



Tepelná izolace – fasádní desky z minerálního vlákna MW

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

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

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

▪ **Výměna / náhrada stávajících meziokenních vložek (MIV)**

Stávající meziokenní vložky budou demontovány a nahrazeny vyzdívkou z tvárnice z pórobetonu tl. 250 mm a následně 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.

Tepelná izolace ze stabilizovaného polystyrénu EPS 70F

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

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

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

Tepelná izolace – fasádní desky z minerálního vlákna MW

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

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 střech**

Plochá střecha pavilonu A* bude zateplena na stávající vrstvy tepelnou izolací ze stabilizovaného pěnového polystyrénu EPS 100 S ve spádu, s minimální tloušťkou 180 mm u vpustí, a následně bude položena nová foliová hydroizolace.

Plochá střecha pavilonu C* bude zateplena na stávající vrstvy tepelnou izolací ze stabilizovaného pěnového polystyrénu EPS ve spádu, s minimální tloušťkou 180 mm u vpustí, a následně bude položena nová foliová hydroizolace. Tepelná izolace bude složena ze dvou vrstev stabilizovaného pěnového polystyrénu – EPS 100 S tl. 100 mm a EPS 200 S tl. 80 mm (pod hydroizolací), a to z důvodu plánované instalace fotovoltaického systému na střechu.

- * V původní PD je ve skladbě střech uvedena „azbestocementová vlnitá deska“ s perlitovým potěrem 3 cm nad vlnovky a hydroizolační souvrství. V případě potvrzení výskytu výše uvedeného materiálu, je klasické mechanické kotvení nových vrstev pomocí střešních kotev nemožné/nežádoucí. Doporučujeme realizaci podtlakového kotvení, u kterého je principem využití sání větru k ukotvení střešních izolací.

Plochá střecha pavilonu D bude zateplena na stávající vrstvy tepelnou izolací ze stabilizovaného pěnového polystyrénu EPS s minimální tloušťkou 220 mm, 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.

Stávající ploché střížky předsazených částí u jídelny v 1.NP u pavilonu D budou zatepleny tepelnou izolací ze stabilizovaného pěnového polystyrénu EPS 100 S tloušťky 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

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

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 $U_{\text{vypočtené}}$ [$\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$] 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	$U_{\text{em,vypočtené}}$	$U_{\text{em,R}}$	$U_{\text{em,vypočtené}} \leq U_{\text{em,R}}$ Požadavek dle Vyhlášky č.264/2020
	$\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$	$\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$	
Pavilony školy	0,40	0,42	splňuje

Tabulka 5 – 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 $\theta_m = 18 \div 22 \text{ }^{\circ}\text{C}$				
Stěna vnější – zdivo CPP tl. 450 mm zateplené tepelnou izolací tl. 160 mm	0,231	0,30 / 0,25	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Stěna vnější – zdivo PSL tl. 300 mm zateplené tepelnou izolací tl. 160 mm	0,204	0,30 / 0,25	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Stěna vnější – panel PSL tl. 250 mm zateplený tepelnou izolací tl. 160 mm	0,213	0,30 / 0,25	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Stěna vnější – vyzdívka porobeton. tvárnice tl. 250 mm zateplená tepelnou izolací tl. 160 mm - náhrada stávajících MIV	0,190	0,30 / 0,25	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje

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)	
Stěna vnější – zdivo PB tl. 400 mm zateplená tepelnou izolací tl. 160 mm	0,240	0,30 / 0,25	$\leq U_{R,j}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Střecha pavilonu A – zateplená tepelnou izolací EPS tl. 180 mm	0,144	0,24 / 0,16	$\leq U_{R,j}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Střecha pavilonu C – zateplená tepelnou izolací EPS tl. 180 mm	0,141	0,24 / 0,16	$\leq U_{R,j}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Střecha pavilonu D – zateplená tepelnou izolací EPS tl. 220 mm	0,155	0,24 / 0,16	$\leq U_{R,j}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Střížky jídelny pavilonu D – zateplené tepelnou izolací EPS tl. 240 mm	0,150	0,24 / 0,16	$\leq U_{R,j}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje

Tabulka 6 – Součinitele prostupu tepla pro měněné stavební prvky

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

Úspora energie a nákladů – po realizaci příležitosti		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Spotřeba energie – stávající stav	MWh/rok	755,8
Spotřeba energie – navrhovaný stav	MWh/rok	595,2
Úspora energie	MWh/rok	160,7
	GJ/rok	578,4
Náklady – stávající stav	tis. Kč/rok	1 548,7
Náklady – navrhovaný stav	tis. Kč/rok	1 219,5
Cena tepla	Kč/MWh	2 049,1
Úspora nákladů po realizaci opatření	tis. Kč/rok	329,2

Tabulka 7 – Úspora energie a nákladů

Maximální způsobilé výdaje			
Ukazatel	Množství	Jednotková cena	Celková cena
	m ²	Kč/m ²	tis. Kč
Zateplení obvodových stěn	2 394,6	4 200,0	10 057,4
Zateplení ploché střechy	2 117,5	3 200,0	6 776,0
Celkem	-	-	16 833,4

Tabulka 8 – Maximální způsobilé výdaje

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



5.2. Opatření zabráňující 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, družiny, kanceláří, šaten u vstupu, a to v pavilonu A a C na severozápadní, jihovýchodní, jihozápadní straně a ve 3.NP pavilonu A na severovýchodní straně.

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 C učebna 2.08	26,96	27,00	Splňuje

Tabulka 9 – 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.

Maximální způsobilé výdaje		
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	675,9
Celkem	tis. Kč	2 500,6

Tabulka 10 – Maximální způsobilé výdaje



5.3. Instalace nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla

V rámci opatření je realizovaná instalace centrální VZT jednotky s rekuperací odpadního tepla. Suchá účinnost zpětného získávání tepla (rekuperátoru) musí být dle ČSN EN 308 min. 65 %. Dle podmínek dotačního titulu musí být instalovaný systém regulován dle množství CO₂ v místnostech prostřednictvím infračervených čidel, tzv. IR senzorů. Cílem instalace nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla je zlepšení kvality vnitřního prostředí ve výukových prostorách vzdělávacích budov.

Pro stanovení objemového průtoku vzduchu z jednotky 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. 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 budovy sloužící pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, v souladu s vyhláškou č. 410/2005 Sb. Ve výpočtech je uvažováno s průtokem 18 m³/h čerstvého vzduchu na 1 žáka a 50 m³/h na vyučujícího. Při tomto průtoku čerstvého venkovního vzduchu koncentrace CO₂ v učebnách nepřekročí maximální přípustnou hodnotu koncentrace CO₂ v pobytových prostorách nad 1 500 ppm. Výpočet dle metodického pokynu pro návrh větrání škol je uveden v příloze č. 1.1.

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. SZTE). Ohřívač zde nemá za úkol objekt vytápět, ale pouze dohřát vzduch na přípustných 21 °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 CO₂. 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.

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.

Parametry VZT jednotek		
Parametr	Jednotka	Hodnota
Počet vzduchotechnických jednotek	ks	1
Průtok vzduchu – přívod	m ³ /h	1
Průtok vzduchu – odtah	m ³ /h	7 800
Účinnost zpětného získávání tepla	%	7 800
Celkový elektrický příkon	kW	6
Doba provozu	h/rok	515
Doba provozu v zimním období	h/rok	380
Spotřeba EE na větrání	MWh/rok	1,95
Výroba tepla	MWh/rok	13,2

Tabulka 11 – Parametry VZT jednotek

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.

Při stanovení energetických přínosů instalací větracího systému je zohledněna rovněž spotřeba elektrické energie potřebná pro pohon ventilátorů, klapky atd.

Spotřeba energie a náklady na provoz VZT		
Parametr	Jednotka	Hodnota
Spotřeba EE na provoz VZT	MWh/rok	1,95
Spotřeba tepla na dohřev vzduchu	MWh/rok	13,24
Cena EE	Kč/MWh	4 265,5
Cena tepla	Kč/MWh	2 049,1
Náklady na provoz VZT	tis. Kč/rok	35,4

Tabulka 12 – Spotřeba EE a náklady na provoz VZT

Úspora energie a nákladů – po realizaci příležitosti		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Spotřeba energie – stávající stav	MWh/rok	595,2
Spotřeba energie – navrhovaný stav	MWh/rok	570,3
Úspora energie	MWh/rok	22,9
	GJ/rok	82,3
Náklady – stávající stav	tis. Kč/rok	1 219,5

Úspora energie a nákladů – po realizaci příležitosti		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Náklady – navrhovaný stav	tis. Kč/rok	1 177,0
Cena tepla	Kč/MWh	2 049,1
Cena elektrické energie	Kč/MWh	4 265,5
Úspora nákladů po realizaci opatření	tis. Kč/rok	42,5

Tabulka 13 – Úspora energie a nákladů

Maximální způsobilé výdaje			
Ukazatel	Jednotka	Jednotková cena	Celková cena
	počet žáků	Kč/m ²	tis. Kč
Instalace nuceného větrání s rekuperací ve výukových prostorách vzdělávacích budov	400	9 800	3 920,0
Celkem	-	-	3 920,0

Tabulka 14 – Maximální způsobilé výdaje

5.4. Instalace IRC ventilů

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

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

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

V budově je instalováno celkem 227 kusů otopných těles. V době prohlídky základní školy nebyla ve třídách ani na chodbách vyšší teplota, než je požadovaná, některé termoregulační ventily byly poškozeny nebo z důvodu poškození zcela chyběly. V rámci úsporného opatření se předpokládá instalovat IRC ventilů na všechna otopná tělesa.

Úspora tepla a provozních nákladů na vytápění		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Spotřeba tepla – stávající stav	MWh/rok	595,2
Spotřeba tepla – navrhovaný stav	MWh/rok	567,5
Úspora tepla na vytápění	GJ/rok	99,4
	MWh/rok	27,6
Náklady na vytápění – stávající	tis. Kč/rok	1 219,5



Úspora tepla a provozních nákladů na vytápění		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Náklady na vytápění – návrh	tis. Kč/rok	1 162,9
Cena tepla	Kč/MWh	2 049,1
Úspora provozních nákladů	tis. Kč/rok	56,6

Tabulka 15 – Úspora energie a nákladů

Maximální způsobilé výdaje		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Úspora energie	MWh/rok	27,6
Maximální způsobilé výdaje	tis. Kč/MWh	36,1
Celkem	tis. Kč	996,8

Tabulka 16 – Maximální způsobilé výdaje

5.5. Instalace spínacích hodin na oběhové čerpadlo TV

V současné době je voda připravována centrálně, v místnosti výměňkové stanice, pomocí deskových výměníků. Teplá voda je udržována v neustálé 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. Výše úspory je však výrazně závislá na nastavení spínacích hodin.

Úspora tepla a provozních nákladů		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Spotřeba tepla na TV – stávající stav	MWh/rok	182,2
Spotřeba tepla na TV – navrhovaný stav	MWh/rok	179,0
Úspora tepla na vytápění	GJ/rok	11,8
	MWh/rok	3,3
Náklady na vytápění – stávající	tis. Kč/rok	373,4
Náklady na vytápění – návrh	tis. Kč/rok	366,7
Cena tepla	Kč/MWh	2 049,1
Úspora provozních nákladů	tis. Kč/rok	6,7

Tabulka 17 – Úspora energie a nákladů



Maximální způsobilé výdaje		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Úspora energie	MWh/rok	3,3
Maximální způsobilé výdaje	tis. Kč/MWh	36,1
Celkem	tis. Kč	118,4

Tabulka 18 – Předpokládané investiční náklady

5.6. Rekonstrukce osvětlení

V rámci rekonstrukce vnitřního osvětlení se předpokládá výměna stávajícího žárovkového a zářivkového osvětlení za výkonově odpovídající úsporné LED svítidla v celkovém počtu 811 ks. Spotřeba elektrické energie na osvětlení byla vypočtena energetickým specialistou na základě předpokládané doby svícení a příkonu svítidel. Předpokládá se, že nově instalované osvětlení splňuje hygienické a legislativní podmínky platné v ČR.

Úspora elektrické energie na osvětlení		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Spotřeba el. energie na osvětlení – stávající	MWh/rok	33,8
Spotřeba el. energie na osvětlení – návrh	MWh/rok	19,6
Úspora elektrické energie	GJ/rok	51
	MWh/rok	14,2
Náklady na el. energii – stávající stav	tis. Kč/rok	144,2
Náklady na el. energii – navrhovaný stav	tis. Kč/rok	83,6
Cena elektrické energie	Kč/MWh	4 265,5
Úspora provozních nákladů	tis. Kč/rok	60,6

Tabulka 19 – Úspora energie a nákladů

Maximální způsobilé výdaje		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Intenzita osvětlení nižší než 200 lux/m ²	m ²	2 578,1
Intenzita osvětlení vyšší než 200 lux/m ²	m ²	3 223,6
Jednotkový náklad	Kč/m ²	2 000
Celkem	tis. Kč	11 603,4

Tabulka 20 – Maximální způsobilé výdaje



5.7. Instalace FVE

V tomto opatření je navržena instalace fotovoltaické elektrárny na střechy ZŠ. FV panely budou umístěny na pavilony A, B a C. Předpokládá se instalace elektrárny o celkovém instalovaném výkonu 117,0 kWp obsahující celkem 260 ks panelů. Vyrobená elektřina bude využita pro spotřebu objektu, přebytky budou předprodávány do distribuční sítě. Parametry FVE jsou v tabulce níže.

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. Zároveň je spotřeba EE navýšena, vzhledem k instalaci VZT jednotek, o energii potřebnou pro pohon ventilátorů, klapek atd.

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

Popis FVE

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

Množství vyrobené elektrické energie z FVE bude měřeno. Pro instalaci budou použity měděné kabely, a to jak vícežilové, tak jednožilové (DC). Uložení kabelů bude řešeno ve stávajících a nových trasách. Na střeše budou provedeny nové kabelové trasy kovovými žlaby s víky.

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

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	°	-27
Sklon panelů	°	15
Počet panelů	ks	260
Instalovaný výkon – celkem	kWp	117,0
Kapacita instalovaných baterií	kWh	0,0
Zařízení proti přetokům	-	ne
Ztráty v systému	%	10

Parametry FVE		
Parametr	Jednotky	Hodnota
Míra využití vyrobené energie	%	90
Míra pokrytí vlastní spotřeby vyrobenou energií	%	52,9
Přetok do sítě	%	53,2

Tabulka 21 – Parametry fotovoltaické elektrárny

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

Úspora elektrické energie na osvětlení		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Spotřeba el. Energie – stávající	MWh/rok	110,3
Spotřeba el. Energie – návrh	MWh/rok	54,1
Úspora elektrické energie	GJ/rok	202,5
	MWh/rok	56,2
Náklady na el. energii – stávající stav	tis. Kč/rok	470,5
Náklady na el. energii – navrhovaný stav	tis. Kč/rok	230,6
Cena elektrické energie	Kč/MWh	4 265,5
Úspora provozních nákladů	tis. Kč/rok	239,9

Tabulka 22 – Úspora elektrické energie

Úspora provozních nákladů		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Úspora elektrické energie	MWh/rok	56,2
Cena elektrické energie	Kč/MWh	4 265,5
Úspora provozních nákladů	tis. Kč/rok	239,9

Tabulka 23 – Úspora provozních nákladů

Maximální způsobilé výdaje		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Instalovaný Výkon FVE	kWp	117,0
Měrná cena FVE	tis. Kč/kWp	35,0
Celkem	tis. Kč	4 095,0

Tabulka 24 – Maximální způsobilé výdaje

Před zahájením realizace instalace FVE na střechy objektů, bude potřeba provést statické posouzení střech jednotlivých objektů. Instalací fotovoltaických panelů dojde k navýšení zatížení střechy o cca 25 kg/m².



5.8. Zavedení energetického managementu

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

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

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

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

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

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

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



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

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

Existence osoby odpovědné za systém energetického managementu lze prokázat:

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

5.9. 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	3 818,2	1 060,6	2 445,0	2 792,7	775,7	1 709,4
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	3 818,2	1 060,6	2 445,0	2 792,7	775,7	1 709,4
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie	3 818,2	1 060,6	2 445,0	2 792,7	775,7	1 709,4
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech en.	377,4	104,8	214,8	271,0	75,3	154,2
7	Potřeba energie na vytápění	2 343,5	651,0	1 333,9	1 682,8	467,5	957,8
8	Potřeba energie na chlazení	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	Potřeba energie na přípravu teplé vody	656,1	182,2	373,4	644,3	179,0	366,7
10	Potřeba energie na větrání	21,6	6,0	25,6	28,6	7,9	33,9
11	Potřeba energie na úpravu vlhkosti	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	Potřeba energie na osvětlení	121,7	33,8	144,2	70,6	19,6	83,6
13	Potřeba energie na tech. a ostatní procesy	297,9	82,8	353,0	95,4	26,5	113,1

Tabulka 25 – Upravená roční energetická bilance

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



5.10. Analýza užití energie – bilance přínosů projektu

Analýza užití energie – bilance přínosů projektu							
Struktura spotřeby energie		Spotřeba energie					
		Výchozí stav		Navrhovaný stav		Rozdílová bilance	
		MWh/rok	tis. Kč /rok	MWh/rok	tis. Kč /rok	MWh/rok	tis. Kč /rok
Celkem		1 060,6	2 445,0	775,7	1 709,4	284,9	735,6
Analýza podle energonositelů							
Elektrická energie		122,6	522,8	54,1	230,6	68,5	292,2
SZTE		938,1	1 922,1	721,7	1 478,8	216,4	443,4
Analýza podle způsobu užití energie/spotřebičů ¹⁾							
1	Elektrická energie	---	---	---	---	---	---
	1.1						
	Osvětlení	33,8	144,2	19,6	83,6	14,2	60,6
	VZT	6,0	25,6	7,9	33,9	-1,9	-8,3
	Ostatní	82,8	353,0	82,8	353,0	0,0	0,0
	Instalace FVE	0,0	0,0	-56,2	-239,9	56,2	239,9
2	SZTE	---	---	---	---	---	---
	2.1						
	Vytápění	755,8	1 548,7	542,7	1 112,1	213,1	436,6
	Ohřev TV	182,2	373,4	179,0	366,7	3,3	6,7

Tabulka 26 – Analýza užití energie – bilance přínosů projektu

5.11. Návrh vhodného doplnění měření

V rámci realizace navrhovaných opatření je nutné doplnění podružného měření spotřeby elektrické energie na provoz vnitřního osvětlení a provoz nově instalovaných VZT jednotek. Zároveň musí být splněny požadavky uvedené v dokumentu „Metodický návod pro splnění požadavku na zavedení energetického managementu“.



6. EKOLOGICKÉ VYHODNOCENÍ

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

6.1. Zdroje znečištění

Pro stanovení množství znečišťujících látek byly použity následující emisní faktory.

Vstupní emisní faktory pro výpočet	
Palivo nebo energie	Měrná emise
	t CO ₂ /MWh _v
Elektrická energie	0,860
SZTE	0,220

Tabulka 27 – 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	122,6	54,1	105,4	46,5	58,9
SZTE	938,1	721,7	206,4	158,8	47,6
Celkem	1 060,6	775,7	311,8	205,3	106,5

Tabulka 28 – Celková úspora emisí

Celková úspora CO₂ pro činí **106,5 tun za rok**, což představuje snížení produkce CO₂ o **34,2 %**.



7. BILANCE PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ

Faktor primární energie z neobnovitelných zdrojů pro elektrickou energii je roven 2,6, 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	MWh	MWh	MWh	%
Elektrická energie	122,6	54,1	318,7	140,6	178,1	55,9
SZTE	938,1	721,7	844,3	649,5	194,7	23,1
Celkem	1 060,6	775,7	1 162,9	790,1	372,8	32,1

Tabulka 29 – Bilance primární energie z neobnovitelných zdrojů

Celková úspora primární energie z neobnovitelných zdrojů činí **372,8 MWh/rok**, což představuje snížení o **32,1 %**.



8. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Historie spotřeby energie	7
Tabulka 2 – Parametry prostředí	10
Tabulka 3 – Přepoččet spotřeby na dlouhodobý klimatický průměr	10
Tabulka 4 – Analýza užití energie – předmět energetického posudku	11
Tabulka 5 – Průměrný součinitel prostupu tepla budovy po realizaci opatření	14
Tabulka 6 – Součinitelé prostupu tepla pro měněné stavební prvky	15
Tabulka 7 – Úspora energie a nákladů	15
Tabulka 8 – Maximální způsobitelné výdaje	15
Tabulka 9 – Nejvyšší denní teplota vzduchu v letním období	16
Tabulka 10 – Maximální způsobitelné výdaje	16
Tabulka 11 – Parametry VZT jednotek	18
Tabulka 12 – Spotřeba EE a náklady na provoz VZT	18
Tabulka 13 – Úspora energie a nákladů	19
Tabulka 14 – Maximální způsobitelné výdaje	19
Tabulka 15 – Úspora energie a nákladů	20
Tabulka 16 – Maximální způsobitelné výdaje	20
Tabulka 17 – Úspora energie a nákladů	20
Tabulka 18 – Předpokládané investiční náklady	21
Tabulka 19 – Úspora energie a nákladů	21
Tabulka 20 – Maximální způsobitelné výdaje	21
Tabulka 21 – Parametry fotovoltaické elektrárny	23
Tabulka 22 – Úspora elektrické energie	23
Tabulka 23 – Úspora provozních nákladů	23
Tabulka 24 – Maximální způsobitelné výdaje	23
Tabulka 25 – Upravená roční energetická bilance	25
Tabulka 26 – Analýza užití energie – bilance přínosů projektu	26
Tabulka 27 – Emisní faktory	27
Tabulka 28 – Celková úspora emisí	27
Tabulka 29 – Bilance primární energie z neobnovitelných zdrojů	28