



Operační program Životní prostředí

Rekonstrukce veřejných budov a infrastruktury

PŘÍLOHA Č. 7

ENERGETICKÝ POSUDEK

ZÁKLADNÍ ŠKOLA LESNÍ

Název projektu	Energetické úspory s využitím metody EPC na objektech statutárního města Liberec
Žadatel	Statutární město Liberec
Předmět posouzení	ZŠ Lesní, Lesní 575/12, 460 01 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	11
4.3. Výchozí energetická bilance	12
5. POPIS A HODNOCENÍ NAVRHOVANÉHO STAVU.....	13
5.1. Osazení IRC ventilů	13
5.2. Rekonstrukce vnitřního osvětlení	14
5.3. Instalace fotovoltaické elektrárny	15
5.4. Instalace dobíjecí stanice pro vozidla na elektropohon	17
5.5. Zavedení energetického managementu	17
5.6. Návrh vhodného doplnění měření	19
5.7. Celková energetická bilance v navrhovaném stavu.....	19
5.8. Analýza užití energie – bilance přínosů projektu	20
6. EKOLOGICKÉ VYHODNOCENÍ.....	21
6.1. Zdroje znečištění	21
7. BILANCE PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ.....	22
8. SEZNAM TABULEK	23



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 Lesní
Adresa	Lesní 575/12, 460 01 Liberec
Katastrální území	Liberec [682039]
Číslo parcely	parcelní číslo 3129
Typ objektu	Objekty občanské vybavenosti – školské zařízení
ZPRACOVATEL	
Název firmy	VŠB – Technická univerzita Ostrava, CEET, Výzkumné energetické centrum
Adresa	17. listopadu 15/2172, 708 00 Ostrava – Poruba
IČ	619 89 100
Statutární orgán	prof. RNDr. Václav Snášel, CSc. Na základě pověření statutárního zástupce ze dne 1.10.2020 podepisuje: Ing. Michal Žlebek
Zástupce	doc. Dr. Ing. Tadeáš Ochodek ředitel Výzkumného energetického centra
Energetický specialista	Ing. Michal Žlebek
Číslo oprávnění	1899
Spolupracovali	Ing. Pavel Němec a kolektiv



2. ZÁMĚR VYPRACOVÁNÍ ENERGETICKÉHO POSUDKU S VYMEZENÍM KRITÉRIÍ PROGRAMU PODPORY

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

2.1. Název programu podpory

EP je vypracován jako povinná příloha pro účel podání žádosti o podporu z dotačního titulu:
38. výzva Ministerstva životního prostředí „Operační program Životní prostředí 2021-2027“

2.2. Konkretizace prioritní osy a věcné zaměření výzvy

Žádost o podporu v rámci Cíle politiky 2, Priority 1.

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

Opatření:

1.1.1 – Snižování energetické náročnosti veřejných budov a veřejné infrastruktury

1.1.3 – Zlepšení kvality vnitřního prostředí veřejných budov

1.2.1 – Výstavba a rekonstrukce obnovitelných zdrojů energie pro veřejné budovy

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

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



s vyhláškou č.410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, ve znění pozdějších předpisů a v souladu s „Metodickým pokynem pro návrh větrání škol“.	
V případě realizace systémů nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla musí být suchá účinnost zpětného získávání tepla (rekuperátoru) min. 65 % dle ČSN EN 308.	IRELEVANTNÍ
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.	IRELEVANTNÍ
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“.	IRELEVANTNÍ
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 " ZŠ Lesní – realizace úspor energie" zpracoval Projektový atelier David, Liberec, 01/2009.
- 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, zemní plyn a studenou vodu z veřejných rozvodných sítí.

- Zemní plyn

Zemní plyn sloužící k vytápění objektu a vaření v základní škole dodává společnost Pražská plynárenská, a.s. Spotřeba zemního plynu byla přepočteny k výhřevnosti paliva.

- Elektrická energie

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

Provoz ZŠ je celoroční s dvouměsíční přestávkou v době letních prázdnin, od 6.00 – 16.00 hod. Tělocvična se pronajímá a je v provozu až do večerních hodin tj. 23:00.

Historie spotřeby energie						
Název energonositele:	Elektrická energie		Zemní plyn		Celkem	
Odběrné místo č.:	859182400406918355		27ZG400Z03180377, 27ZG400Z0295905W, 27ZG400Z0312269G		-	
Dodavatel:	EP ENERGY TRADING, a.s.		Pražská plynárenská, a.s.			
Historie spotřeby energie	MWh/rok	tis.Kč/rok	MWh/rok	tis.Kč/rok	MWh/rok	tis.Kč/rok
2020	99,6	392,6	316,2	275,0	415,7	667,6
2021	113,2	423,8	365,8	273,7	479,0	697,5
2022	123,2	451,8	380,1	295,6	503,2	747,4

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

Objekty

Areál ZŠ Lesní Liberec je složený z jednotlivých budov A, B, C, D+E a spojovacího krčku mezi A a D+E, které jsou (mimo B) stavebně, dispozičně a provozně navzájem propojené.

Budova A je půdorysného tvaru přibližně E. Je částečně podsklepená, boční křídla jsou se 2.NP, ukončené valbovými střechami s nevyužívaným podkrovím, střední část je se 3.NP, ukončená sedlovou (plochou) střechou s mírným spádem. Konstruktivní systém objektu je podélný stěnový. Obvodový plášť byl realizovaný klasickou zděnou technologií z cihelného zdiva CPP tl. 900 až 450 mm. Pavilon B je nepodsklepený dvoupodlažní, ukončený pultovou a sedlovou střechou, s rozdílnými půdorysy jednotlivých podlaží. Konstruktivní systém objektu je podélný stěnový v kombinaci s vnitřními sloupy. Obvodový plášť byl realizovaný klasickou zděnou technologií z cihelného zdiva CPP tl. 600 a 450 mm a dozdívkami z cihelných bloků tl. 450 a 300 mm. Pavilon C je půdorysného tvaru přibližně L, je dvoupodlažní, ukončený valbovou dřevěnou střechou s nevyužívaným podkrovím a částečně šikmou střechou s mírným spádem. Konstruktivní systém objektu je stěnový. Obvodový plášť byl realizovaný klasickou zděnou technologií z cihelného zdiva CPP tl. 600 a 450 mm. Pavilon D tělocvična – je přízemní halový objekt obdélníkového půdorysu, ukončený sedlovou střechou s mírným spádem. Nosnou konstrukci tvoří montované ocelové rámy. Obvodový plášť je vyzděn z plynosilikátových tvárnic tl. 400 mm. K tělocvičně je klasickou zděnou technologií realizovaná nepodsklepená přízemní přístavba E, ukončená plochou jednoplašťovou střechou.

V roce 2010 byla zrealizovaná komplexní rekonstrukce celého areálu školy s cílem snížit energetickou náročnost objektů. Obvodové pláště jednotlivých budov byly dodatečně zateplené kontaktním zateplovacím systémem ETICS s tepelnou izolací EPS tloušťky 120 mm s povrchovou úpravou armovanou tenkovrstvou omítkou. Ploché střechy byly zateplené tepelnou izolací EPS a MW tl. 200 mm, šikmé střechy B jsou zateplené tepelnou izolací MW tl. 220 mm mezi krokve. Stropy k nevytápěným půdám byly zateplené celoplošně položením tepelné izolace MW tl. 200 mm. Původní výplně otvorů byly nahrazeny jednoduchými plastovými nebo kovovými výplněmi prosklenými izolačním dvojsklem se součinitelem prostupu tepla celé výplně $U_w \leq 1,2 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ u oken a $U_D \leq 1,7 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ u dveří.

Stávající stavební konstrukce tvořící obálku budov na systémové hranici jednotlivých zón s upravovaným vnitřním prostředím vystavené přílehlému prostředí v současné době za A) vyhovují požadavkům ČSN 73 0540-2:2011, anebo za B) v současnosti nevyhovují požadavkům ČSN 73 0540-2:2011, ale v období realizace vyhovovaly požadavkům platným v té době. Navíc rozdíly mezi současnými požadovanými a skutečnými tepelně technickými parametry konstrukcí jsou velmi malé. Na základě výše uvedených skutečností, ve stavební



části nejsou navržena žádná opatření. Technicky by byla proveditelná, ale vzhledem k finanční náročnosti by investice byla neekonomická/nenávratná.

V rámci realizace komplexní rekonstrukce celého areálu školy s cílem snížit energetickou náročnost objektů, byly u části výplní otvorů již instalovány stínící prvky – vnější žaluzie. Místnosti školy splňují 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 není překročena.

Nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období dle ČSN 730540-2			
Místnost Hlavní budova A	$\theta_{ai,max}$ 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	
rohová učebna 1.15	26,71	27,00	Splňuje

Tabulka 2 – 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.

Vytápění a příprava TV

V základní škole jsou instalované dva plynové kotle o jmenovitém výkonu 170 kW. Teplo vyrobené v kotelně je pouze pro ÚT a VZT. Kotle mají vlastní kotlovou regulaci Viessmann a jsou zapojeny do tzv. kotlového okruhu s nuceným oběhem, který je od sekundárního okruhu oddělen hydraulickou spojkou. Vytápěcí soustava má 9 větví. Regulace je ekvitermní pomocí trojcestných směšovacích ventilů. Otopné větve jsou osazeny oběhovými čerpadly.

Otopná soustava je teplovodní s teplotním spádem 80/60 °C. V hlavní budově A jsou osazena litinová článková tělesa s termoregulačními ventily a s thermohlavicemi. V dalších objektech jsou rovněž osazena převážně článková litinová tělesa osazená běžnými dvojregulačními kohouty.

Parametry zdroje tepla	
Výrobce	Viessmann
Typ	Paromat Duplex
Provozní látka	Zemní plyn
Rok výroby	1999
Počet jednotek	2 x 170 kW
Účinnost	90 %

Tabulka 3 – Parametry zdroje tepla



Teplá voda je vedena pouze na sociální zařízení a je připravována lokálně (decentralizovaný ohřev) pomocí průtokových ohříváčů a elektrických zásobníkových ohříváčů o objemu od 40 do 160 litrů. Celkem je instalováno 6 těchto zásobníků.

Rozvody TV jsou krátké, minimálně izolované, vzhledem k charakteru přípravy není použita cirkulace TV.

Vzduchotechnická zařízení

V areálu školy je instalovaná původní vzduchotechnická jednotka KDK se vzduchovým výkonem 5 000 m³/h s ohřevem vzduchu. V pavilonech je dále instalovaná tzv. malá vzduchotechnika, a to pouze pro odtaž vzduchu z prostor šaten a umývárny a sociálních zařízení.

Chlazení

Chlazení není na škole instalováno.

Osvětlení

V prostorech základní školy jsou instalována převážně zářivková svítidla s původními osvětlovacími tělesy, LED svítidla a pouze výjimečně jsou osazena svítidla žárovková (v podružných prostorech).

V následující tabulce jsou uvedeny typy svítidel a jejich počet, které zpracovatel získal z revizní zprávy elektra. LED svítidla byla měněna postupně, přesný počet není znám, na základě odhadu školníka bylo vyměněno okolo 60 % původních svítidel.

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	713	23,1	25 357,2
Žárovky	18	1,0	1 053,7
LED	1 027	17,9	19 613,0
Celkem	1 758	41,9	46 023,9

Tabulka 4 – 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 5 – 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	1 082	3 346	3 921	1 268	352,2
2021	1 202	3 758	3 921	1 254	348,3
2022	1 242	3 621	3 921	1 345	373,7
Průměr	1 175	3 575	3 921	1 289	358,1

Tabulka 6 – Přepočet spotřeby na dlouhodobý klimatický průměr



4.3. Výchozí energická bilance

Spotřeba zemního plynu pro vytápění byla přepočtena pomocí denostupňů. Zemní plyn je v objektu využíván pro vytápění. Vzhledem k tomu, že neexistuje měření elektrické energie u jednotlivých odběrů (osvětlení, příprava TV 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		466,0	704,1	497,6	710,6
Analýza podle energonositelů					
Elektrická energie		112,0	422,7	112,0	410,7
Zemní plyn		354,0	281,4	385,6	299,9
Analýza podle způsobu užití energie/spotřebičů					
1	Elektrická energie				
	1.1	Osvětlení	46,0	173,8	46,0
		VZT	4,5	17,0	4,5
		Ohřev TV	38,4	145,1	38,4
		Ostatní	23,0	86,9	23,0
2	Zemní plyn				
	2.1	Vytápění ZŠ	326,5	259,5	358,1
	2.2	Vaření	27,5	21,9	27,5

Tabulka 7 – Analýza užití energie – předmět energetického posudku



5. POPIS A HODNOCENÍ NAVRHOVANÉHO STAVU

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

1. **Osazení IRC ventilů**
2. **Rekonstrukce vnitřního osvětlení**
3. **Instalace FVE**
4. **Instalace dobíjecí stanice pro vozidla na elektropohon**

5.1. Osazení IRC ventilů

Instalace 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 zemního plynu (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 přesné docílení požadovaných teplot v interiéru, režim tlumeného provozu v určitých prostorech, pokud nejsou využívány a dále okamžité, ale i dlouhodobé vyhodnocování spotřeb energie.

Před samotnou instalací regulačních ventilů na otopná tělesa je nutno zpracovat projekt, který bude řešit i rozmístění a počet nutných „pomocných“ armatur pro hydraulické vyvážení. Pokud by v rámci instalace regulačních ventilů nedošlo k hydraulickému vyregulování celé otopné soustavy, tzn. osadit regulátory diferenčního tlaku, případně přepouštěcí ventily na stoupačky, nebo alespoň jednotlivé otopné větve, docházelo by následně k přetápění nebo naopak k nedotápění jednotlivých prostor, vyšším rychlostem topné vody a možným poruchám otopné soustavy a nemuselo by dojít k očekávaným úsporám tepla.

V budově je instalováno celkem 251 kusů otopných těles. Většina otopných těles je vybavena termostatickým ventilem s termoregulační hlavicí, několik otopných těles je vybaveno uzavíratelným kohoutem či úplně bez regulace. V rámci úsporného opatření se předpokládá instalovat IRC na všechna otopná tělesa.

Úspora zemního plynu a nákladů na vytápění		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Spotřeba ZP (tepla) na vytápění – stávající stav	MWh/rok	358
Spotřeba ZP (tepla) na vytápění – navrhovaný stav	MWh/rok	341
Úspora ZP (tepla) na vytápění	MWh/rok	17,5
	GJ/rok	63
Náklady – stávající stav	tis. Kč/rok	278,4
Náklady – navrhovaný stav	tis. Kč/rok	264,8
Cena zemního plynu	Kč/GJ	777,7
Úspora nákladů po realizaci opatření	tis. Kč/rok	13,6

Tabulka 8 – Úspora zemního plynu a nákladů na vytápění

Uznatelné investiční náklady		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Úspora energie	MWh/rok	4,9
Maximální způsobilé výdaje	tis.Kč/MWh	36,1
Celkem odhadované investiční náklady	tis. Kč	175,9

Tabulka 9 – Uznatelné investiční náklady

5.2. Rekonstrukce vnitřního osvětlení

V rámci úsporného opatření se bude současné 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 vyměno celkem 731 svítidel z kterých je 18 kusů žárovkových svítidel o elektrickém příkonu 60 W. Dále budou nahrazeny zářivková svítidla v celkovém počtu 713 kusů.

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

Vnitřní osvětlení – určené k výměně			
Typ světla	Počet světel	Instalovaný příkon	Spotřeba EE
-	ks	kW	kWh/rok
Zářivky	713	23,1	25 357,2
Žárovky	18	1,0	1 053,7
Celkem	731	24,1	26 410,9

Tabulka 10 – Vnitřní osvětlení – určené k výměně



Vnitřní osvětlení – nový stav			
Typ světla	Počet světel	Instalovaný příkon	Spotřeba EE
-	ks	kW	kWh/rok
Zářivky	713	14,6	15 975,0
Žárovky	18	0,5	547,9
Celkem	731	15	16 523,0

Tabulka 11 – Vnitřní osvětlení – nový stav

Úspora elektrické energie na osvětlení		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Spotřeba el. energie osvětlením – stávající	MWh/rok	46,0
Spotřeba el. energie osvětlením – návrh	MWh/rok	36,1
Úspora elektrické energie	MWh/rok	9,9
	GJ/rok	36
Cena elektrické energie	Kč/MWh	3 668,4
Úspora provozních nákladů	tis. Kč/rok	36,3

Tabulka 12 – Úspora energie a nákladů

Uznatelné investiční náklady		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Intenzita osvětlení nižší než 200 lux/m ²	m ²	2 484,8
Intenzita osvětlení vyšší než 200 lux/m ²	m ²	2 936,5
Cena	Kč/m ²	2 000,0
Celkové investiční náklady	tisk. Kč/rok	10 842,6

Tabulka 13 – Uznatelné investiční náklady

5.3. Instalace fotovoltaické elektrárny

V tomto opatření je navržena instalace fotovoltaické elektrárny na střechy ZŠ. Návrh FVE vychází za předpokladu, že budou použity monokrystalické FV panely o jednotkovém výkonu 450 Wp, s účinností 20,4 %. FVE se bude skládat z celkem 233 ks panelů o celkovém instalovaném výkonu 104,9 kWp. FV panely budou umístěny na střechy objektů s označením A a E+D.

Vyrobená elektřina bude využita pro spotřebu objektu, přebytky budou předávány do distribuční sítě.

Odhadované ztráty systému jsou stanoveny ve výši 10 % a zahrnují ztráty v kabelech, výkonových měničích, nečistoty (někdy sněh) na modulech a tak dále. V průběhu let mají moduly tendenci ztrácet část svého výkonu, takže průměrný roční výkon po dobu životnosti systému bude o několik procent nižší než výkon v prvních letech.

Přesný typ, parametry a umístění FV panelů budou součástí samostatného projektu.

Před zahájením realizace instalace FVE na střechy objektů, bude potřeba provést statické posouzení střech jednotlivých objektů.

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.

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	°	-20
Sklon panelů	°	35
Počet panelů	ks	233
Instalovaný výkon - celkem	kWp	104,9
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	%	53,1
Přetok do sítě	%	47,4
EE z FVE využita v objektu	MWh/rok	54,6

Tabulka 14 – 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	102,1
Celková úspora elektrické energie	MWh/rok	54,6
	GJ/rok	197
Odběr ze sítě – návrh	MWh/rok	47,4

Tabulka 15 – Úspora elektrické energie

Úspora provozních nákladů		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Úspora elektrické energie	MWh/rok	54,6
Cena elektrické energie	Kč/MWh	3 668,4
Úspora provozních nákladů	tis. Kč/rok	200,5

Tabulka 16 – Úspora provozních nákladů



Uznatelné investiční náklady		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Instalovaný výkon FVE	kWp	104,9
Měrná cena	tis. Kč/kWp	35,0
Celkové investiční náklady	tis. Kč	3 671,5

Tabulka 17 – Uznatelné investiční náklady

5.4. 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 18 – Maximální způsobilé výdaje

5.5. 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 zemního plynu (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.



5.6. Návrh vhodného doplnění měření

V rámci realizace navrhovaných opatření se doporučuje doplnění podružného měření spotřeby elektrické energie na provoz vnitřního osvětlení, VZT a ohřev TV.

5.7. Celková energetická bilance v navrhovaném stavu

Upravená roční energetická bilance							
ř.	Ukazatel	Výchozí stav			Navrhovaný stav		
		Energie		Náklady	Energie		Náklady
		GJ	MWh	tis. Kč	GJ	MWh	tis. Kč
1	Vstupy paliv a energie	1 791,2	497,6	710,6	1 496	415,5	460,2
2	Změna zásob paliv	0	0,0	0	0	0,0	0
3	Spotřeba paliv a energie	1 791	497,6	710,6	1 496	415,5	460,2
4	Prodej energie cizím	0	0,0	0	0	0,0	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie	1 791	497,6	710,6	1 496	415,5	460,2
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie	303	84,1	65,4	288	80,0	62,2
7	Potřeba energie na vytápění	986	273,9	213,0	938	260,5	202,6
8	Potřeba energie na chlazení	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
9	Potřeba energie na přípravu teplé vody	138	38,4	141,0	138	38,4	141,0
10	Potřeba energie na větrání	16	4,5	16,5	16	4,5	16,5
11	Potřeba energie na úpravu vlhkosti	0	0,0	0	0	0,0	0,0
12	Potřeba energie na osvětlení	166	46,0	168,8	12	3,3	12,3
13	Potřeba energie na tech. a ostatní procesy	182	50,6	105,9	103	28,7	25,7

Tabulka 19 – 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.



5.8. 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		497,6	710,6	415,5	460,2	82,1	250,4	
Analýza podle energonositelů								
Elektrická energie		112,0	410,7	47,4	174,0	64,5	236,7	
Zemní plyn		385,6	299,9	368,1	286,2	17,5	13,6	
Analýza podle způsobu užití energie/spotřebičů								
1	Elektrická energie							
	1.1	Osvětlení	46,0	168,8	36,1	132,6	9,9	36,3
		VZT	4,5	16,5	4,5	16,5	0,0	0,0
		Ohřev TV	38,4	141,0	38,4	141,0	0,0	0,0
		Ostatní	23,0	84,4	23,0	84,4	0,0	0,0
		Instalace FVE	0,0	0,0	-54,6	-200,5	54,6	200,5
2	Zemní plyn							
	2.1	Vytápění	358,1	278,4	340,5	264,8	17,5	13,6
		Vaření	27,5	21,4	27,5	21,4	0,0	0,0

Tabulka 20 – Analýza užití energie – bilance přínosů projektu



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 zemního plynu. 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
Zemní plyn	0,200

Tabulka 21 – 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	112,0	47,4	96,3	40,8	55,5
Zemní plyn	385,6	368,1	77,1	73,6	3,5
Celkem	497,6	415,5	173,4	114,4	59,0

Tabulka 22 – Celková úspora emisí

Celková úspora CO₂ pro činí **59,0 tun za rok**, což představuje snížení produkce CO₂ o **34,0 %**.



7. BILANCE PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ

Faktor primární energie z neobnovitelných zdrojů pro elektrickou energii je roven 2,6 a pro ZP 1,0.

Balance primární energie z neobnovitelných zdrojů						
Palivo nebo energie	Spotřeba energie		Primární energie			
	Současná	Navrhovaná	Současná	Navrhovaná	Úspora	
	MWh _v	MWh _v	-	-	-	%
Elektrická energie	112,0	47,4	291,1	123,3	167,8	57,6
Zemní plyn	385,6	368,1	385,6	368,1	17,5	4,5
Celkem	497,6	415,5	676,7	491,4	185,3	27,4

Tabulka 23 – Balance primární energie z neobnovitelných zdrojů

Celková úspora primární energie z neobnovitelných zdrojů činí **185,3 MWh/rok**, což představuje snížení o **27,4 %**.



8. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Historie spotřeby energie	7
Tabulka 2 – Nejvyšší denní teplota vzduchu v letním období	9
Tabulka 3 – Parametry zdroje tepla.....	9
Tabulka 4 – Vnitřní osvětlení – stávající stav.....	10
Tabulka 5 – Parametry prostředí	11
Tabulka 6 – Přepočet spotřeby na dlouhodobý klimatický průměr	11
Tabulka 7 – Analýza užití energie – předmět energetického posudku	12
Tabulka 8 – Úspora zemního plynu a nákladů na vytápění	14
Tabulka 9 – Uznatelné investiční náklady	14
Tabulka 10 – Vnitřní osvětlení – určené k výměně	14
Tabulka 11 – Vnitřní osvětlení – nový stav	15
Tabulka 12 – Úspora energie a nákladů	15
Tabulka 13 – Uznatelné investiční náklady	15
Tabulka 14 – Parametry fotovoltaické elektrárny	16
Tabulka 16 – Úspora provozních nákladů	16
Tabulka 17 – Uznatelné investiční náklady	17
Tabulka 18 – Maximální způsobilé výdaje	17
Tabulka 19 – Upravená roční energetická bilance.....	19
Tabulka 20 – Analýza užití energie – bilance přínosů projektu	20
Tabulka 21 – Emisní faktory	21
Tabulka 22 – Celková úspora emisí	21
Tabulka 23 – Bilance primární energie z neobnovitelných zdrojů	22