



Operační program Životní prostředí

Rekonstrukce veřejných budov a infrastruktury

PŘÍLOHA Č. 6

ENERGETICKÝ POSUDEK

ZÁKLADNÍ ŠKOLA PRAKTICKÁ ORLÍ

Název projektu	Energetické úspory s využitím metody EPC na objektech statutárního města Liberec
Žadatel	Statutární město Liberec
Předmět posouzení	ZŠ Orlí, Orlí 140/7, 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 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	18
5.3. Instalace nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla	19
5.4. Patní regulace dodávek tepla.....	22
5.5. Instalace IRC ventilů	23
5.6. Modernizace osvětlení	24
5.7. Zavedení energetického managementu	25
5.8. Návrh vhodného doplnění měření	26
5.9. Celková energetická bilance v navrhovaném stavu.....	27
5.10. Analýza užití energie – bilance přínosů projektu	27
6. EKOLOGICKÉ VYHODNOCENÍ.....	28
6.1. Zdroje znečištění	28
6.2. Bilance primární energie z neobnovitelných zdrojů	28
7. 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 – ZŠ Orlí
Adresa	Orlí 140/7, 460 07 Liberec
Katastrální území	Liberec [682039]
Číslo parcely	parcelní číslo 1612, 1611
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,
- Projektová dokumentace - pasport "Energetické úspory objektu základní školy Orlí v Liberci" zpracoval FS Vision, s.r.o., Liberec, 08/2018,
- Kompletní projektová dokumentace DUR+DSP-JP "Energetické úspory objektu základní školy Orlí v Liberci" zpracoval FS Vision, s.r.o., Liberec, 12/2021,
- PENB 2022, PENB 2015
- Faktury a účetní doklady evidující spotřebovanou energii dodávanou do objektu v posledních 3 letech,
- Příloha k EPC - Liberec,
- Revizní zprávy k elektroinstalaci, případně k elektrospotřebičům,
- Provozní informace - provozní doba jednotlivých objektů/pavilonů, počty dětí a zaměstnanců, soupisy typů osvětlení a osvětlovacích těles, otopných těles, vodovodních baterií atd.
- Metodický pokyn pro návrh větrání škol.
- Metodika výpočtu kritérií solárních fotovoltaických systémů pro veřejné budovy,
- Metodika zjednodušených metod vykazování nákladů s kategorizací položek rozpočtu OPŽP21 +.
- Metodické pokyny dle „Operačního programu Životní prostředí 2021-2027“ nutné k vypracování posudku.



3.2. Historie spotřeby energií

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

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

- Teplo

Teplo sloužící k vytápění objektu dodává společnost Teplárna Liberec, a.s.

- Elektrická energie

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

Provoz ZŠ je celoroční s dvoutříměsíční přestávkou v době letních prázdnin, od 6.30 – 16.30 hod. Tělocvična je v provozu až do večerních hodin tj. 18:00.

Historie spotřeby energie						
Název energonositele:	Elektrická energie		Teplo		Celkem	
Odběrné místo č.:	859182400406475131 859182400406475179 859182400406475162		2030570822		-	
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	25,9	119,2	410,5	855,0	436,4	974,1
2021	24,3	107,9	545,8	1 161,0	570,1	1 268,9
2022	32,9	147,7	548,1	1 246,0	581,1	1 393,7

Tabulka 1 – Historie spotřeby energie



4. ANALÝZA UŽITÍ ENERGIE PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO POSUDKU

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

4.1. Popis stávajícího stavu

Objekt

Původní budova ZŠ Orlí byla postavena v roce 1873. Fasáda objektu provedena s architektonickými plastickými prvky (římsy, bosáž, pilastry, balustrády, konzolová římsa apod.). V současnosti se původní zdobnost dochovala pouze na fasádě v ulici U Besedy. V 70. letech proběhla komplexní rekonstrukce budovy – byla provedena půdní vestavba a ve dvoře byla realizována přístavba tělocvičny včetně zázemí. V roce 2004 byl přistavěn výtah k fasádě v místě hlavního vstupu.

Hlavní budova včetně přízemních přístaveb ve dvorní části je samostatně stojící objekt s 1.PP a 3.NP s využitým vytápěným podkrovím. Budova je půdorysného tvaru přibližně „E“ osazená ve svahu. Konstruktivní systém stávajícího objektu školy je podélný stěnový, realizovaný klasickou zděnou technologií. Dispozičně se jedná o podélný dvojtrakt. Stropní konstrukce tvoří cihelné klenby, betonové PZD desky uložené na ocelové I nosníky, nad 3.NP je lehký strop s nosnou konstrukcí z ocelových I nosníků s dřevěným roštem se záklopy z OSB desek. Nad podkrovím stropní konstrukci tvoří SDK podhled s nosnými dřevěnými prvky uloženými na konstrukci krovu. Stávající zastřešení objektu školy je valbovou střechou se sedlovými /obloukovými vikýři. Nad zázemím tělocvičny a nad dílnami je plochá jednoplášťová střecha, nad tělocvičnou je pultová dvouplášťová střecha. V obvodovém plášti jsou osazena dřevěná dvojí a zdvojená okna, prosklení ze skleněných tvárnic, střešní dřevěná okna, vyměněná jednoduchá plastová okna, stěny s dveřmi a dveře prosklené izolačním dvojsklem, původní plechová garážová vrata a dveře.

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

Stávající stavební konstrukce – plochá střecha nad dílnami – v současnosti vyhovuje požadavkům ČSN 73 0540-2:2011.

Stávající stavební konstrukce – šikmá střecha využívaného podkroví – v současnosti nevyhovuje požadavkům ČSN 73 0540-2:2011, ale v období realizace vyhovovala požadavkům platným v té době. Navíc rozdíly mezi současnými požadovanými a skutečnými tepelně technickými parametry konstrukce 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.



Vytápění

Zásobování objektu teplem je ze systému CZT (centrální zásobování teplem), provozovatelem CZT je společnost Teplárna Liberec, a.s. Výměňíková stanice se nachází v 1 P.P. základní školy v místnosti 0.28 a slouží pouze pro potřeby vytápění. Teplá voda pro ústřední topení je připravována pomocí dvou deskových výměníků BF14 – 43.

V prostorách garáže je umístěn rozdělovač a sběrač s rozdělením na 6 otopných větví:

- č.1 – ÚT tělocvična,
- č.2 – ÚT pravá strana,
- č.3 – ÚT levá strana,
- č.4 – ÚT dílna,
- č.5 – ÚT přístavba,
- č.6 – ÚT chodby.

Potrubí jednotlivých topných okruhů je ocelové spojované svařováním. V rámci provozu ZŠ je regulace v konečném místě distribuce tepla zajištěna prostřednictvím termostatických ventilů s termohlavicemi či uzavíracími kohouty před otopnými tělesy. V objektu ZŠ jsou umístěna převážně původní článková litinová tělesa.

Horizontální rozvody jsou opatřeny původní tepelnou izolací krytou Al folií.

Příprava TV

Příprava TV je řešena pomocí elektrických bojlerů, které jsou umístěny v místě potřeby, většinou v prostorech umyváren a tříd. Elektrických bojlerů je celkem 7, převážně objemu 120 litrů.

Vzduchotechnická zařízení

Většina prostorů je větrána přirozeně okny. Odtahem vzduchu je instalován pouze na sociálních zařízeních.

Chlazení

Chlazení není na škole instalováno.

Osvětlení

Vnitřní osvětlení základní školy je většinou tvořeno původními zářivkami s dvěma nebo třemi trubicemi o příkonu 36 nebo 58 W. V šatnách a podružných prostorech jsou instalované žárovky o příkonu 60 W, některé původní žárovky byly již nahrazeny úspornými LED žárovkami.

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	228	16	6 177,9
LED	13	0,3	152,9
Žárovky	105	6,3	3 704,4
Celkem	346	22,7	10 035,2

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	1 478	3 346	3 921	1 732	481,1
2021	1 965	3 758	3 921	2 050	569,4
2022	1 973	3 621	3 921	2 137	593,5
Průměr	1 805	3 575	3 921	1 980	550,0

Tabulka 4 – Přepočet spotřeby na dlouhodobý klimatický průměr



4.3. Výchozí energická bilance

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

Analýza užití energie – předmět energetického posudku					
Struktura spotřeby energie		Spotřeba energie			
		Stávající stav		Výchozí stav	
		MWh/rok	tis. Kč /rok	MWh/rok	tis. Kč /rok
Celkem		529,2	1 212,2	577,7	1 374,5
Analýza podle energonositelů					
Elektrická energie		27,7	124,9	27,7	124,4
Teplo		501,5	1 087,3	550,0	1 250,1
Analýza podle způsobu užití energie/spotřebičů					
1	Elektrická energie				
	1.1	Osvětlení	10,0	45,2	10,0
		VZT (odtah vzduchu)	0,1	0,3	0,1
		Ohřev TV	11,4	51,1	11,4
		Ostatní	6,3	28,3	6,3
2	Teplo				
	2.1	Vytápění ZŠ	501,5	1 087,3	550,0

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. **Rekonstrukce vnitřního osvětlení**

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

▪ Zateplení obvodového pláště

Stávající obvodový plášť objektu bude zateplen kontaktním zateplovacím systémem ETICS s tepelnou izolací, a to:

- tepelnou izolací z extrudovaného polystyrénu XPS tloušťky 80* a 100 mm pod terénem,
* XPS tloušťky 80* mm pod terénem – v PD je uvedena i XPS tloušťky 60 mm, se kterou v EP neuvažuje a je nahrazena tl. 80 mm.
- tepelnou izolací z extrudovaného polystyrénu XPS tloušťky 80, 100 a 110 mm nad terénem,
- tepelnou izolací z fenolické pěny tloušťky 120 mm,
- tepelnou izolací z minerálního vlákna MW tloušťky 80 mm,
- tepelnou izolací ze sendvičové desky Twinner tloušťky 120 a 220 mm,

s povrchovou úpravou armovanou tenkovrstvou omítkou. V PD je zateplení fasády řešeno včetně nových zdobných prvků navracajících původní historický vzhled objektu.

Zateplení obvodového pláště proběhne po celém obvodu objektu a bude provedeno od úrovně základové spáry pod úrovní terénu nebo do hloubky dle PD, až po úroveň střech pod oplechování střešních říms a atik. 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 – desky z extrudovaného polystyrénu XPS pod i nad terénem

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

$\Delta U_{tb} = 0,020 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ nad terénem u soklu a $\Delta U_{tb} = 0,000 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ pod terénem.

Tepelná izolace – fasádní desky z fenolické pěny

Deklarovaná hodnota $\lambda_D = 0,020 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$; návrhová hodnota $\lambda_u = 0,022 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.



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 – sendvičové fasádní desky Twinner, která je tvořena izolačním jádrem z grafitové izolace Isover EPS GreyWall se zvýšeným izolačním účinkem a krycí deskou z MW ISOVER TF Profi tloušťky 30 mm

✓ *Tepelná izolace – Isover EPS GreyWall (šedý polystyrén)*

Deklarovaná hodnota $\lambda_D = 0,032 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$; návrhová hodnota $\lambda_u = 0,033 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.

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 – ISOVER TF Profi (minerální vlákno)*

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 nad dílnami a šikmá střecha využívaného podkroví zůstávají ve stávajícím stavu bez změn.

Stávající jednoplášťová střecha nad zázemím tělocvičny a technickými prostory v 1.PP bude zateplena na stávající vrstvy tepelnou izolací ze stabilizovaného pěnového polystyrénu EPS 100 S ve spádu, s minimální tloušťkou 300 mm u vpusti, a následně bude položena nová foliová hydroizolace.

Stávající dvouplášťová pultová střecha tělocvičny bude zateplena zafoukáním tepelné izolace na bázi minerální drti do původně větrané vzduchové mezery střechy s minimální tloušťkou 200 mm dle technických a konstrukčních možností. Část původních větracích otvorů v atice bude uzavřena Eticsem v rámci zateplení fasády, a část zůstává zachována.

Ve stávající šikmé střeše budou zrušeny vikýře, šikmá střecha bude doplněna identickou skladbou, jako u současné šikmé střechy. Vzhledem k dosaženému součiniteli prostupu tepla $U = 0,27 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ je konstrukce bez nároku na dotaci.

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

Tepelná izolace – minerální foukaná drť

Deklarovaná hodnota $\lambda_D = 0,041 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$; návrhová hodnota $\lambda_u = 0,044 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Korekce součinitele prostupu tepla na vliv systematických tepelných mostů je $\Delta U_{tb} = 0,050 \text{ W/m}^2\text{K}$.

▪ Zateplení stropu pod nevytápěnou půdou

Stávající stropy, využívaného podkroví pod nevytápěnými půdami, budou po odstranění stávajícího záklopu dodatečně zateplené volně položenou tepelnou izolací z minerálního vlákna MW tl. 200 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.

Tepelná izolace z minerálního vlákna MW

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

Tepelné mosty jsou zahrnuty v podrobném výpočtu tepelné vodivosti ($\lambda_{ekv} = 0,053 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$), proto korekce součinitele prostupu tepla na vliv systematických tepelných mostů je $\Delta U_{tb} = 0,000 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

▪ Zateplení podlahy na terénu

V prostoru dílny v 1.PP (po odstranění stávajících vrstev) bude provedena nová podlaha, včetně zateplení tepelnou izolací ze stabilizovaného polystyrénu EPS tloušťky 120 mm, a následně bude položena nová nášlapná vrstva.

Tepelná izolace ze stabilizovaného polystyrénu EPS 150

Deklarovaná hodnota $\lambda_D = 0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$; návrhová hodnota $\lambda_u = 0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Korekce součinitele prostupu tepla na vliv systematických tepelných mostů je $\Delta U_{tb} = 0,000 \text{ W/m}^2\text{K}$.

▪ Výplně otvorů

Všechny stávající vnější výplně otvorů budou nahrazeny novými výplněmi, a to:

- jednoduchými dřevěnými okny prosklenými izolačním trojsklem se součinitelem prostupu tepla celé výplně $U_w \leq 0,90 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
- jednoduchými střešními okny v podkroví prosklenými izolačním trojsklem se součinitelem prostupu tepla celé výplně $U_w \leq 0,84 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
- střešním světlíky v ploché střeše nad 1.PP se součinitelem prostupu tepla celé výplně $U_w \leq 0,84 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
- jednoduchými dřevěnými dveřmi prosklenými izolačním trojsklem se součinitelem prostupu tepla celé výplně $U_D \leq 1,20 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
- jednoduchými hliníkovými dveřmi plnými v 1.PP se součinitelem prostupu tepla celé výplně $U_D \leq 1,20 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

Upozornění:

- výše uvedená opatření jsou zpracována v souladu s projektovou dokumentací DUR+DPS-JP „Energetické úspory objektu základní školy Orlí v Liberci“ z 12/2021
- v případě dodatečných změn navržených technologií a materiálů, musí nové návrhy zateplení či výměny jednotlivých konstrukcí a prvků respektovat součinitele prostupu tepla $U_{vypočtené} [\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}]$ 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



Průměrný součinitel prostupu tepla budovy – po realizaci opatření			
Objekt	$U_{em,vypočtené}$	$U_{em,R}$	$U_{em,vypočtené} \leq U_{em,R}$ Požadavek dle Vyhlášky č.264/2020
	W/(m ² ·K)	W/(m ² ·K)	
Škola, vč. nové přístavby vstupu	0,32	0,40	splňuje

Tabulka 6 – Průměrný součinitel prostupu tepla budovy po realizaci opatření

Součinitele prostupu tepla konstrukcí – po realizaci opatření				
Popis konstrukce	$U_{\text{vypočtené}}$	$U_N / U_{R,j}$	$U_{R,j}$ požadavek dotace	$U_{\text{vypočtené}} \leq U_{R,j}$ Požadavek dle vyhlášky č.264/2020
	W/(m²·K)	W/(m²·K)	W/(m²·K)	
Prostory – návrhová průměrná vnitřní teplota $\theta_m = 18 \div 22 \text{ °C}$				
Stěna vnější z CPP tl. 900 mm – zateplená tep. izolací xps tl. 80 mm	0,299	0,30 / 0,25	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Stěna vnější z CPP tl. 900 mm – zateplená tep. izolací xps tl. 100 mm	0,261	0,30 / 0,25	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Stěna vnější z CPP tl. 900 mm – zateplená tep. izolací fenol tl. 120 mm	0,169	0,30 / 0,25	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Stěna vnější z CPP tl. 750 mm – zateplená tep. izolací xps tl. 80 mm	0,315	0,30 / 0,25	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	nesplňuje
Stěna vnější z CPP tl. 750 mm – zateplená tep. izolací xps tl. 100 mm	0,273	0,30 / 0,25	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Stěna vnější z CPP tl. 750 mm – zateplená tep. izolací xps tl. 110 mm	0,256	0,30 / 0,25	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Stěna vnější z CPP tl. 750 mm – zateplená tep. izolací fenol tl. 120 mm	0,173	0,30 / 0,25	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Stěna vnější z CPP tl. 750 mm – zateplená tep. izolací twinner tl. 120 mm	0,273	0,30 / 0,25	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Stěna vnější z CPP tl. 600 mm – zateplená tep. izolací fenol tl. 120 mm	0,245	0,30 / 0,25	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Stěna vnější z CPP tl. 600 mm – zateplená tep. izolací twinner tl. 120 mm	0,177	0,30 / 0,25	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Stěna vnější z CPP tl. 450 mm – zateplená tep. izolací xps tl. 80 mm	0,349	0,30 / 0,25	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	nesplňuje
Stěna vnější z CPP tl. 450 mm – zateplená tep. izolací xps tl. 100 mm	0,297	0,30 / 0,25	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Stěna vnější z CPP tl. 450 mm – zateplená tep. izolací mw tl. 80 mm	0,370	0,30 / 0,25	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	nesplňuje
Stěna vnější z CPP tl. 450 mm – zateplená tep. izolací fenol tl. 120 mm	0,181	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
	$W/(m^2 \cdot K)$	$W/(m^2 \cdot K)$	$W/(m^2 \cdot K)$	
Stěna vnější z CPP tl. 450 mm – zateplená tep. izolací twinner tl. 120 mm	0,254	0,30 / 0,25	$\leq U_{R,j}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Stěna vnější z CPP tl. 450 mm – zateplená tep. izolací twinner tl. 220 mm	0,157	0,30 / 0,25	$\leq U_{R,j}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Stěna vnitřní k nevytápěn. prostoru z CPP tl. 450 mm – zateplená tep. izolací twinner tl. 120 mm	0,254	0,60 / 0,40	$\leq U_{R,j}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Stěna vnitřní k nevytápěn. prostoru z CPP tl. 600 mm – zateplená tep. izolací twinner tl. 120 mm	0,245	0,60 / 0,40	$\leq U_{R,j}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Střecha plochá nad zázemím 1.PP – zateplená tepelnou izolací tl. 300 mm	0,121	0,24 / 0,16	$\leq U_{R,j}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Střecha tělocvičny – zateplená zafou- káním tepelnou izolací tl. 200 mm	0,207	0,24 / 0,16	$\leq U_{R,j}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Strop k nevytápěné půdě – doplnění zateplení tepelnou izolací tl. 200 mm	0,151	0,30 / 0,20	$\leq U_{R,j}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Podlaha na terénu zateplená tepelnou izolací tl. 120 mm	0,270	0,45 / 0,30	$\leq U_{R,j}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Stěna vnější pod terénem z CPP tl. 900 mm – zateplená tepelnou izolací xps tl. 80 mm	0,285	0,45 / 0,30	$\leq U_{R,j}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Stěna vnější pod terénem z CPP tl. 750 mm – zateplená tepelnou izolací xps tl. 80 mm	0,299	0,45 / 0,30	$\leq U_{R,j}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Stěna vnější pod terénem z CPP tl. 750 mm – zateplená tepelnou izolací xps tl. 100 mm	0,256	0,45 / 0,30	$\leq U_{R,j}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Stěna vnější pod terénem z CPP tl. 450 mm – zateplená tepelnou izolací xps tl. 100 mm	0,281	0,45 / 0,30	$\leq U_{R,j}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Výplně otvorů – jednoduchá dřevěná okna prosklená izolačním trojsklem nová	0,90	1,50 / 1,20	$\leq 0,60 \times U_{R,j}$ dle Vyhlášky č.264/2020 $0,60 \times 1,50 = 0,90$	splňuje
Výplně otvorů – střešní okna prosklená izolačním trojsklem nová	0,84	1,40 / 1,10	$\leq 0,60 \times U_{R,j}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Výplně otvorů – střešní světlíky nové	0,84	1,40 / 1,10	$0,60 \times 1,40 = 0,84$	splňuje
Výplně otvorů – jednoduché dřevěné dveře prosklené izolačním trojsklem nové	1,20	1,70 / 1,20	$\leq U_{R,j}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Výplně otvorů – jednoduché kovové dveře plné nové	1,20	1,70 / 1,20	$\leq U_{R,j}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje

Tabulka 7 – Součinitele prostupu tepla pro měněné stavební prvky



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

Úspora energie a nákladů – po realizaci příležitosti		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Spotřeba energie – stávající stav	GJ/rok	1 259
Spotřeba energie – navrhovaný stav	GJ/rok	866
Úspora energie	GJ/rok	393
	MWh/rok	109,1
Náklady – stávající stav	tis. Kč/rok	794,6
Náklady – navrhovaný stav	tis. Kč/rok	546,7
Cena	Kč/GJ	631,4
Úspora nákladů po realizaci opatření	tis. Kč/rok	247,9

Tabulka 8 – Úspora energie a nákladů

Uznatelné investiční náklady			
Konstrukce (* mimo plánovanou přístavbu vstupu)	Plocha	Jednotková cena	Celková cena
	m ²	Kč/m ²	tis. Kč
Zateplení obvodových stěn *			
- nad terénem 2522,0 m ²	2 779	4 200,0	11 673,1
- pod terénem 257,3 m ²			
Zateplení plochých střech*	365	3 200,0	1 166,4
Zateplení podlahy na zemině*	103	4 000,0	413,2
Zateplení konstrukcí k nevytápěným prostorům			
- strop k nevytápěné půdě 484,7 m ²	510	1 200,0	612,5
- stěny k výtahové šachtě 25,7 m ²			
Výměna výplní otvorů*			
- výměna oken a dveří 516,9 m ²	602	8 900,0	5 361,4
- výměna střešních oken a světlíků 85,5 m ²			
Celkem	4 360	-	19 266,5

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 – 100 %.

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 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 celé fasády mimo 1.PP. Realizace je podmíněná souhlasným vyjádřením/rozhodnutím příslušného odboru Města Liberec.

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	
2.NP učebna 2.01	26,51	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	425
Celkem	tis. Kč	1 572,5

Tabulka 11 – Uznatelné investiční náklady



5.3. Instalace nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla

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

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

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

Stanovení průtoku venkovního vzduchu a bilance 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 18 m³/h čerstvého vzduchu na 1 žáka. Při tomto průtoku čerstvého venkovního vzduchu koncentrace CO₂ v učebnách nepřekročí maximální přípustnou hodnotu koncentrace CO₂ v pobytových prostorech nad 1500 ppm. Výpočet dle metodického pokynu pro návrh větrání škol je uveden v samostatné příloze.

Popis zařízení

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

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

Větrání a jeho intenzita bude nastavena automaticky dle časového plánu a dle čidla 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.

Parametry VZT jednotek

V následující tabulce jsou uvedeny parametry vzduchotechnické jednotky. Výkon vzduchotechnické jednotky byl stanoven podle počtu žáka a vyučujících a předpokládaného průtoku čerstvého vzduchu na žáka 18 m³/h a na vyučujícího 50 m³/h.

Podrobný výpočet je uveden v samostatné příloze „č. 7. Stanovení průtoku venkovního vzduchu a bilance CO₂ v učebnách dle metodického pokynu pro návrh větrání škol.“

V případě realizace systémů nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla ve výukových a shromažďovacích prostorech budov sloužících pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, musí být systém regulován dle množství CO₂ v místnostech prostřednictvím infračervených čidel, tzv. IR senzorů.

Parametry VZT jednotky		
Parametr	Jednotka	Hodnota
Průtok vzduchu – přívod	m ³ /h	6 000,0
Průtok vzduchu – odtah	m ³ /h	6 000,0
Účinnost zpětného získávání tepla	%	81,0
Vodní ohřívač výkon	kW	13,5
El. příkon odvod	kW	5,0
El. příkon přívod	kW	5,0
Celkový elektrický příkon	kW	10,0
Měrný příkon ventilátoru (SFP)	W/m ³ *s	2 625,0
Doba provozu	h/rok	482,5
Doba provozu v zimním období	h/rok	333,0

Tabulka 12 – Parametry VZT jednotky

Popis rozvodů

Pro páteční rozvody bude využito čtyřhranné vzduchotechnické potrubí. Čtyřhranné trouby jsou vyrobeny z pozinkovaného plechu s trapézovým prolisem. To bude vedeno převážně skrz chodby, aby nebyla narušena světlá výška samotných učeben. Distribuční elementy budou napojeny kruhovým flexibilním potrubím.

VZT rozvody budou opatřeny tepelnou izolací tl. 50 mm. s AL laminátováním. Venkovní rozvody budou navíc oplechovány proti ptactvu a agresivnímu venkovnímu klimatu.

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.

Bilance tepla na vytápění – před realizací opatření		
Parametr	Jednotka	Hodnota
Potřeba tepla na vytápění	GJ/rok	728,6
	MWh/rok	202,4
Z toho potřeba tepla na prostup	GJ/rok	510,0
Z toho potřeba tepla na větrání	GJ/rok	218,6
Průměrná účinnost kotlů	%	99,0
Účinnost distribuce tepla	%	85,0
Celková spotřeba tepla na vytápění	GJ/rok	865,9
	MWh/rok	240,5

Tabulka 13– Bilance tepla na vytápění – před realizací opatření

Bilance tepla na vytápění – po realizaci opatření		
Parametr	Jednotka	Hodnota
Potřeba tepla na vytápění	GJ/rok	685,9
	MWh/rok	190,5
Z toho potřeba tepla na prostup	GJ/rok	510,0
Z toho potřeba tepla na větrání	GJ/rok	175,9
Průměrná účinnost kotlů	%	99,0
Účinnost distribuce	%	85,0
Celková spotřeba tepla na vytápění	GJ/rok	815,1
	MWh/rok	226,4

Tabulka 14– 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	865,9
Celková spotřeba tepla na vytápění – navrhovaný stav	GJ/rok	815,1
Celková úspora tepla	GJ/rok	50,7
	MWh/rok	14,1
Cena tepla	Kč/GJ	631,4
Celková úspora nákladů	tis.Kč/rok	32,0

Tabulka 15– 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	2,1
Cena EE	Kč/MWh	4 483,3
Náklady na provoz VZT	tis.Kč/rok	9,5

Tabulka 16– 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	185	9,8	1 813,0
Celkové investiční náklady	185	-	1 813,0

Tabulka 17– Uznatelné investiční náklady



5.4. 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 stavů 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	815
Spotřeba tepla – navrhovaný stav	GJ/rok	746
Úspora tepla na vytápění	GJ/rok	69
	MWh/rok	19,2
Náklady na vytápění – stávající	tis. Kč/rok	514,7
Náklady na vytápění – návrh	tis. Kč/rok	470,9
Cena tepla	Kč/GJ	631,4
Úspora provozních nákladů	tis. Kč/rok	43,7

Tabulka 18 – Úspora energie a nákladů

Uznatelné investiční náklady		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Úspora energie	MWh/rok	19,2
Maximální způsobilé výdaje	tis.Kč/MWh	36,1
Celkové investiční náklady	tis. Kč	694,8

Tabulka 19 – Uznatelné investiční náklady

5.5. Instalace 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 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 době prohlídky základní školy byly chodby a některé třídy přetápěny. Otopná tělesa jsou vybavena uzavíratelnými kohouty či úplně bez regulace. Dá se předpokládat, že instalací IRC ventilů se dosáhne cca 7 % úspory tepla na vytápění. V rámci úsporného opatření se předpokládá instalovat IRC na všech 166 kusů otopných těles.

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

Úspora tepla a provozních nákladů na vytápění		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Spotřeba tepla – stávající stav	GJ/rok	746
Spotřeba tepla – navrhovaný stav	GJ/rok	694
Úspora tepla na vytápění	GJ/rok	51
	MWh/rok	14,3
Náklady na vytápění – stávající	tis. Kč/rok	470,9
Náklady na vytápění – návrh	tis. Kč/rok	438,5
Cena tepla	Kč/GJ	631,4
Úspora provozních nákladů	tis. Kč/rok	32,5

Tabulka 20 – Úspora energie a nákladů

Uznatelné investiční náklady		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Úspora energie	MWh/rok	14,3
Maximální způsobilé výdaje	tis.Kč/MWh	36,1
Celkové investiční náklady	tis. Kč	515,0

Tabulka 21 – Uznatelné investiční náklady

5.6. Modernizace 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 333 svítidel z kterých je 105 kusů žárovkových svítidel o elektrickém příkonu 60 W. Dále budou nahrazeny zářivková svítidla v celkovém počtu 228 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	228	16	6 178
Žárovky	105	6,3	3 704,4
Celkem	333	22,5	9 882,3

Tabulka 22 – Vnitřní osvětlení – určené k výměně

Vnitřní osvětlení – nový stav			
Typ světla	Počet světel	Instalovaný příkon	Spotřeba EE
-	ks	kW	kWh/rok
Zářivky	228	9,9	3 782,1
Žárovky	105	3,3	1 252,1
Celkem	333	13,2	5 034,2

Tabulka 23 – Vnitřní osvětlení – nový stav

Úspora elektrické energie na osvětlení		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Spotřeba el. energie osvětlením – stávající	MWh/rok	10,0
Spotřeba el. energie osvětlením – návrh	MWh/rok	5,2
Úspora elektrické energie	MWh/rok	17
	GJ/rok	4,8
Náklady - stávající stav	tis. Kč/rok	45,0
Náklady - navrhovaný stav	tis. Kč/rok	23,3
Cena elektrické energie	Kč/MWh	4 483,3
Úspora provozních nákladů	tis. Kč/rok	21,7

Tabulka 24 – Úspora energie a nákladů

Uznatelné investiční náklady		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Intenzita osvětlení nižší než 200 lux/m ²	m ²	1 646,3
Intenzita osvětlení vyšší než 200 lux/m ²	m ²	1 074,8
Cena	Kč/m ²	2 000,0
Celkové investiční náklady	tisk. Kč/rok	5 442,2

Tabulka 25 – Uznatelné investiční náklady

5.7. 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.

5.8. 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.



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	2 079,8	577,7	1 374,5	1 506	418,3	1 006,0
2	Změna zásob paliv	0	0,0	0	0	0,0	0
3	Spotřeba paliv a energie	2 080	577,7	1 374,5	1 506	418,3	1 006,0
4	Prodej energie cizím	0	0,0	0	0	0,0	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie	2 080	577,7	1 374,5	1 506	418,3	1 006,0
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie	314	87,2	198,1	224	62,3	141,7
7	Potřeba energie na vytápění	1 666	462,8	1 052,0	1 191	330,9	752,3
8	Potřeba energie na chlazení	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
9	Potřeba energie na přípravu teplé vody	41	11,4	50,9	41	11,4	50,9
10	Potřeba energie na větrání	0	0,1	0,3	8	2,2	9,7
11	Potřeba energie na úpravu vlhkosti	0	0,0	0	0	0,0	0,0
12	Potřeba energie na osvětlení	36	10,0	45,0	19	5,2	23,3
13	Potřeba energie na tech. a ostatní procesy	23	6,3	28,2	22,7	6,3	28,2

Tabulka 26 – Upravená roční energetická bilance

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 (výchozí stav mínus navrhovaný stav)	
		MWh/rok	tis. Kč /rok	MWh/rok	tis. Kč /rok	MWh/rok	tis. Kč /rok
Celkem		577,7	1 374,5	418,3	1 006,0	159,4	368,5
Analýza podle energonositelů							
Elektrická energie		27,7	124,4	25,0	112,1	2,7	12,3
Teplo		550,0	1250,1	393,3	894,0	156,7	356,2
Analýza podle způsobu užití energie/spotřebičů ¹⁾							
1	Elektrická energie						
	1.1						
	Osvětlení	10,0	45,0	5,2	23,3	4,8	21,7
	VZT	0,1	0,3	2,2	9,7	-2,1	-9,5
	Ostatní	11,4	50,9	11,4	50,9	0,0	0,0
2	Instalace FVE	6,3	28,2	6,3	28,2	0,0	0,0
	Teplo						
2.1	Vytápění	550,0	1 250,1	393,3	894,0	156,7	356,2

Tabulka 27 – 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 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 28 – 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	27,7	25,0	23,9	21,5	2,4
Teplo	550,0	393,3	121,0	86,5	34,5
Celkem	577,7	418,3	144,8	108,0	36,8

Tabulka 29 – Celková úspora emisí

Celková úspora CO₂ pro činí **36,8 tun za rok**, což představuje snížení produkce CO₂ o **25,4 %**.

6.2. Bilance primární energie z neobnovitelných zdrojů

Faktor primární energie z neobnovitelných zdrojů pro elektrickou energii je roven 2,6 a pro Teplo (CZT) 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	27,7	25,0	72,1	65,0	7,1	9,9
Teplo	550,0	393,3	495,0	354,0	141,0	28,5
Celkem	577,7	418,3	567,1	419,0	148,1	26,1

Tabulka 30 – Bilance primární energie z neobnovitelných zdrojů

Celková úspora primární energie z neobnovitelných zdrojů činí **148,1 MWh/rok**, což představuje snížení o **26,1 %**.



7. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Historie spotřeby energie	7
Tabulka 2 – Vnitřní osvětlení – stávající stav	10
Tabulka 3 – Parametry prostředí	10
Tabulka 4 – Přepočet 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	15
Tabulka 7 – Součinitel prostupu tepla pro měněné stavební prvky	16
Tabulka 8 – Úspora energie a nákladů	17
Tabulka 9 – Uznatelné investiční náklady	17
Tabulka 12 – Parametry VZT jednotky	20
Tabulka 13– Bilance tepla na vytápění – před realizaci opatření	20
Tabulka 14– Bilance tepla na vytápění – po realizaci opatření	21
Tabulka 15– Úspora energie a nákladu po realizaci opatření	21
Tabulka 16– Spotřeba EE a náklady na provoz VZT	21
Tabulka 17– Uznatelné investiční náklady	21
Tabulka 18 – Úspora energie a nákladů	22
Tabulka 19 – Uznatelné investiční náklady	23
Tabulka 20 – Úspora energie a nákladů	23
Tabulka 21 – Uznatelné investiční náklady	24
Tabulka 22 – Vnitřní osvětlení – určené k výměně	24
Tabulka 23 – Vnitřní osvětlení – nový stav	24
Tabulka 24 – Úspora energie a nákladů	25
Tabulka 25 – Uznatelné investiční náklady	25
Tabulka 26 – Upravená roční energetická bilance	27
Tabulka 27 – Analýza užití energie – bilance přínosů projektu	27
Tabulka 28 – Emisní faktory	28
Tabulka 29 – Celková úspora emisí	28
Tabulka 30 – Bilance primární energie z neobnovitelných zdrojů	28