



Operační program Životní prostředí

Rekonstrukce veřejných budov a infrastruktury

PŘÍLOHA Č. 5

ENERGETICKÝ POSUDEK

ZÁKLADNÍ ŠKOLA ČESKÁ

Název projektu	Energetické úspory s využitím metody EPC na objektech statutárního města Liberec
Žadatel	Statutární město Liberec
Předmět posouzení	Základní škola Česká Liberec Česká 354, 463 12 Liberec XXV-Vesec
Zpracovatel	VŠB – Technická univerzita Ostrava Centrum energetických a environmentálních technologií (CEET) Výzkumné energetické centrum (VEC)
Statutární orgán	prof. RNDr. Václav Snášel, CSc. Na základě pověření ze dne 1.10.2020 statutárního zástupce podepisuje: Ing. Michal Žlebek
Osoba určená	Ing. Michal Žlebek
Spolupracovali	Ing. Pavel Němec a kolektiv
Datum vypracování	červenec 2023



OBSAH

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE ENERGETICKÉHO POSUDKU.....	3
2. ZÁMĚR VYPRACOVÁNÍ ENERGETICKÉHO POSUDKU S VYMEZENÍM KRITÉRIÍ PROGRAMU PODPORY	4
2.1. Název programu podpory	4
2.2. Konkretizace prioritní osy a věcné zaměření výzvy	4
2.3. Vymezení kritérií programu podpory ve vztahu k předmětu energetického posudku	4
3. HISTORIE SPOTŘEBY.....	6
3.1. Vstupní podklady	6
3.2. Historie spotřeby energií	6
4. ANALÝZA UŽITÍ ENERGIE PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO POSUDKU	8
4.1. Popis stávajícího stavu	8
4.2. Klimatické podmínky	10
4.3. Výchozí energetická bilance	11
5. POPIS A HODNOCENÍ NAVRHOVANÉHO STAVU.....	12
5.1. Stavební úpravy vedoucí ke zlepšení tepelně technických vlastností obvodových konstrukcí.....	12
5.2. Opatření zabraňující nadměrnému vzestupu vnitřní teploty	21
5.3. Instalace nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla	22
5.4. Instalace IRC ventilů	25
5.5. Rekonstrukce osvětlení.....	26
5.6. Instalace FVE	26
5.7. Instalace dobíjecí stanice pro vozidla na elektropohon	28
5.8. Zavedení energetického managementu	28
5.9. Celková energetická bilance v navrhovaném stavu.....	30
5.10. Analýza užití energie – bilance přínosů projektu	31
5.11. Návrh vhodného doplnění měření	31
6. EKOLOGICKÉ VYHODNOCENÍ.....	32
6.1. Zdroje znečištění	32
7. BILANCE PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ.....	33
8. SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ	34



1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE ENERGETICKÉHO POSUDKU

ŽADATEL / PROVOZOVATEL	
Název	statutární město Liberec
Adresa	nám. Dr. E. Beneše 1/1, 460 01 Liberec 1
IČ	00262978
Zástupce	Ing. Jaroslav Zámečník, CSc., primátor
Kontaktní osoba	Ing. Dana Vorlová e-mail: vorlova.dana@magistrat.liberec.cz
PŘEDMĚT	
Název předmětu	Energetické úspory s využitím metody EPC na objektech statutárního města Liberec – Základní škola Česká Liberec
Adresa	Česká 354, 463 12 Liberec XXV-Vesec
Katastrální území	Vesec u Liberce [780472]
Číslo parcely	parcelní číslo 16, 17, 18/1
Typ objektu	stavba občanského vybavení
ZPRACOVATEL	
Název firmy	VŠB – Technická univerzita Ostrava, CEET, Výzkumné energetické centrum
Adresa	17. listopadu 15/2172, 708 00 Ostrava – Poruba
IČ	619 89 100
Statutární orgán	prof. RNDr. Václav Snášel, CSc. Na základě pověření statutárního zástupce ze dne 1.10.2020 podepisuje: Ing. Michal Žlebek
Zástupce	doc. Dr. Ing. Tadeáš Ochodek ředitel Výzkumného energetického centra
Energetický specialista	Ing. Michal Žlebek
Číslo oprávnění	1899
Spolupracovali	Ing. Pavel Němec a kolektiv



2. ZÁMĚR VYPRACOVÁNÍ ENERGETICKÉHO POSUDKU S VYMEZENÍM KRITÉRIÍ PROGRAMU PODPORY

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

2.1. Název programu podpory

EP je vypracován jako povinná příloha pro účel podání žádosti o podporu z dotačního titulu:

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

2.2. Konkretizace prioritní osy a věcné zaměření výzvy

Žádost o podporu v rámci Cíle politiky 2, Priority 1

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

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

Vymezení kritérií	Plnění v rámci EP
Žádost je v souladu s aktuální výzvou OPŽP a textem těchto Pravidel.	ANO
Soulad údajů uvedených ve formuláři žádosti s relevantními doklady předkládanými jako přílohy k žádosti.	ANO
Nejsou podporována opatření realizovaná v bytových a rodinných domech.	IRELEVANTNÍ
Nejsou podporovány projekty realizované na území hl. města Prahy.	IRELEVANTNÍ
Nebudou podporována opatření realizovaná na novostavbách, přístavbách a nástavbách. Omezení se netýká změn dokončených budov, u kterých se zvětší energeticky vztažná plocha na nejvýše 1,4násobek původní energeticky vztažné plochy.	IRELEVANTNÍ
Po realizaci projektu musí budova plnit minimálně parametry energetické náročnosti definované § 6 odst. 2 vyhlášky č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov. Tento požadavek se netýká památkově chráněných budov v souladu s § 7 odst. 5 zákona č. 406/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů.	ANO
Realizací projektu musí dojít k min. úspoře 30 % primární energie z neobnovitelných zdrojů oproti původnímu stavu.	ANO
Pokud je jedním z opatření projektu zlepšení tepelně technických vlastností obvodových konstrukcí budovy sloužící pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, musí být v rámci projektu navržen systém větrání v souladu s vyhláškou č.410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, ve znění pozdějších předpisů a v souladu s „Metodickým pokynem pro návrh větrání škol“.	ANO
V případě realizace systémů nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla musí být suchá účinnost zpětného získávání tepla (rekuperátoru) min. 65 % dle ČSN EN 308.	ANO



Vymezení kritérií	Plnění v rámci EP
V případě realizace systémů nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla ve výukových a shromažďovacích prostorách budov sloužících pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, musí být systém regulován dle množství CO ₂ v místnostech prostřednictvím infračervených čidel, tzv. IR senzorů.	ANO
Pokud je jedním z opatření projektu zlepšení tepelně technických vlastností obvodových konstrukcí budovy, musí být na objektu proveden zoologický průzkum a na jeho základě zpracován odborný posudek k možnému výskytu synantropních zvláště chráněných druhů živočichů. Pokud je výskyt synantropních zvláště chráněných druhů živočichů prokázán, je nezbytné jejich sídla (hnízdíště, sezónní úkryty atp.) zachovat v původní nebo modifikované podobě, případně, pokud charakter stavebních úprav jejich zachování vylučuje, zajistit v odpovídajícím rozsahu jejich náhradu v souladu s ustanoveními zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů a obecně postupovat v souladu s „Metodikou posuzování staveb z hlediska výskytu obecně a zvláště chráněných synantropních druhů živočichů“.	ANO
Po realizaci projektu nesmí být v budově pro vytápění nebo přípravu teplé vody využívána tuhá fosilní paliva.	IRELEVANTNÍ
Nebude podporována výměna zdroje na vytápění, kterou by došlo k úplnému odpojení od soustavy zásobování dle zákona č. 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (dále také „SZTE“). V případě částečné náhrady dodávek energií ze SZTE, je možno projekt podpořit pouze se souhlasem vlastníka či provozovatele SZTE.	IRELEVANTNÍ
V rámci projektu musí být zajištěno vyregulování otopné soustavy, osazení měřicí techniky pro vyhodnocení úspory energie a zavedení energetického managementu, a to v souladu s „Metodickým návodem pro splnění požadavku na zavedení energetického managementu“	ANO



3. HISTORIE SPOTŘEBY

3.1. Vstupní podklady

Údaje uvedené v tomto energetickém posouzení byly získány z podkladů:

- Prohlídka objektu dne 03.10. 2022, fotodokumentace a informace správce,
- Projektová dokumentace „Výměna plynových kotlů a regulace, ZŠ Česká 354 Liberec“ zpracoval TEP Jablonec nad Nisou s.r.o., Jablonec nad Nisou, 01/2019,
- Studie „Škola Vesec Liberec, Dostavba zadní stavby“ zpracovala projekční kancelář Ing. Čejka Liberec, 02/1992 (neodpovídá skutečně realizovanému stavu),
- Části původních projektových dokumentací, neúplná pasportizace
- 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.
- 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

- **Zemní plyn**

Současným dodavatelem zemního plynu je Pražská plynárenská, a.s. Zemní plyn se využívá k vytápění objektů a přípravě teplé vody.

Parametry odběrného místa:

- Číslo O.M.: 27ZG400Z0317723W

- **Elektrická energie**

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

Parametry odběrného místa:

- EAN kód: 859182400406612239
- Distribuční sazba: C26D
- Jistič: 3x250A



Historie spotřeby energie						
Název energonositele:	Elektrická energie		Zemní plyn		Celkem	
Odběrné místo č.:	859182400406612239		27ZG400Z0317723W		-	
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	82,7	347,4	1 010,8	921,2	1 093,5	1 268,6
2021	104,1	397,6	1 039,5	807,3	1 143,6	1 205,0
2022	107,0	409,1	848,8	709,3	955,8	1 118,4

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

Objekt

Základní škola se skládá z několika vzájemně dispozičně, stavebně a provozně propojených objektů. Areál má členitý půdorysný tvar s otevřeným atriem uprostřed dispozice. K budově školy realizované roku 1948, s původními přístavbami, byla v roce 1993 provedena dostavba školy (učebny, jídelna s kuchyní a tělocvičnou) a v roce 2001 nadstavba jihozápadního křídla. Škola je částečně podsklepená se 2 nebo 3 nadzemními podlažími, ukončená plochými, šikmými a mansardovými střechami s nevyužívanými půdami. Nad tělocvičnou se nachází zastřešený, uzavřený, dodatečně upravený, nevytápěný prostor určený ke sportovním aktivitám.

Konstrukční systém původní budovy školy je podélný stěnový, dispozičně se jedná o podélný dvoj nebo trojtrakt. Obvodový plášť byl realizovaný klasickou zděnou technologií z cihelného zdiva CPP tl. 450 ÷ 900 mm, omítnutého. Severovýchodní a jihovýchodní uliční fasády jsou zdobené původními architektonickými plastickými prvky (římsy, bosáž, pilastry, reliéfy, konzolová římsa apod.). Stropní konstrukce tvoří cihelné klenby a v nadzemních podlažích pravděpodobně dřevěné trámové stropy. Střecha školy je šikmá mansardová, nosnou konstrukci střechy tvoří dřevěný krov, krytina je skládaná asphalt/plech. Šikmé střechy ve dvorní části jsou dřevěné s asphaltovou nebo plechovou krytinou. V obvodovém plášti je část výplní otvorů již vyměněná za jednoduchá plastová okna prosklená izolačním dvojsklem a ve dvorní části jsou dřevěná zdvojená okna, v hlavním vstupu jsou dřevěné vstupní dveře.

Konstrukční systém přistavované části školy (1993) tvoří železobetonový skelet s vyzdívkami omítnutými nebo obloženým keramickým obkladem. Stropy jsou žb trámové s podhledem. Střechy jsou ploché jedno nebo dvouplášťové a šikmé, s dřevěnou nosnou konstrukcí a záklopem s asphaltovou krytinou. Mansardová střecha má nosnou konstrukci tvořenou ocelovým krovem s dřevěnými krokviemi, s dřevěným záklopem a skládanou krytinou. Střechy jsou zateplené tepelnou izolací z minerálních vláken tl. 150 mm položenou na žb konstrukci posledního stropu. V obvodovém plášti jsou osazena již vyměněná jednoduchá plastová okna prosklená izolačním dvojsklem i původní jednoduchá dřevěná okna prosklená izolačním dvojsklem, dřevěné stěny s dveřmi, vstupní dveře a garážová vrata. V prostoru ve 3.NP (nad tělocvičnou) je svislé prosklení i střešní světlík z polykarbonátových desek.

Nadstavbu 4.NP (2001) tvoří kovový krov s vierendelovými nosníky, upravený pro využití prostoru. Nosná konstrukce mansardové nadstavby (stěny i střechy) je z dřevěných profilů, oboustranně opláštěných, s vloženou parozábranou a teplenou izolací z minerálního vlákna cca tl. 200 mm. Část nadstavby nad prostorem atria a schodiště jsou vyžděné z cihelného



zdíva. V obvodovém plášti jsou osazena jednoduchá dřevěná okna prosklená izolačním dvojsklem a střešní dřevěná okna.

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

Vytápění

Zdrojem tepla pro vytápění základní školy jsou dva stacionární kondenzační kotle o výkonu 66-321 kW (minimální hodnota maximálního výkonu při teplotě 80/60°C) zapojené do kaskády. Kotle jsou v provedení s třemi zpátečkami, na spodní je připojena topná soustava, na druhou je připojen okruh TUV od ohříváče v kotelně a na třetí je připojen okruh TV a VZT z kuchyně, tento okruh je v prostoru kuchyně vybaven HVDT velikosti II. Celkový výkon kotelný je 641 kW. Před napojením přívodní a vratné topné vody do kotlů jsou instalovány kulové uzávěry, uzavírací klapky, regulační ventily, pojistné ventily, manometry a tlakoměry. Všechna potrubí v kotelně jsou izolována izolací z minerální vlny s Al fólií.

Topné okruhy:

1. Malá tělocvična, chodba II st., WC
2. TV škola
3. Archív, malá hudebna
4. ½ 1.B, Ranní družina
5. 1.A, ½ 1.B
6. Ředitelna, chemie, kuchyň
7. TV, VZT, kuchyň
8. II. st., stará budova
9. Tělocvična

V jednotlivých topných okruzích jsou instalována elektronická čerpadla, které automaticky korigují potřebný provozní tlak v závislosti na tlaku v přívodní a zpětné větvi. Všechny topné okruhy jsou vybaveny uzavíracími ventily, manometry, teploměry a směšovacím ventilem se servopohonem 230 V. Topné okruhy jsou řízeny samostatně, tzn. že je možné nastavit pro jednotlivé topné okruhy vlastní topnou křivku s časovým režimem, tj. teplotu topné vody v závislosti na venkovní teplotě.

Topná tělesa ve výukových pavilonech jsou většinou plechová desková, opatřená termoregulačním ventilem a ochranným krytem, ojediněle litinová žebrová.

Příprava teplé vody

Teplá voda je připravována centrálně, v kotelně posuzovaného objektu, kde je instalovaný nepřímý ohříváči zásobník TV o objemu 300 l s výhřevnou vložkou 2,6 m². Jedná se o zásobník firmy Austria Email AG typ HR 300.

V prostoru kuchyně jsou instalované zásobníky TV o objemu 400 l.



Vzduchotechnická zařízení

Většina prostorů je větrána přirozeně okny. VZT zařízení pro odtah je u vybraných sociálních zařízení. Dále je VZT zařízení s přívodem a odtahem vzduchu instalováno pro kuchyň.

Chlazení

Prostory posuzovaného objektu nejsou chlazeny.

Osvětlení

Osvětlení v budově základní školy je ve většině místností zářivkové s původními osvětlovacími tělesy. Jedná se převážně o zářivková svítidla se dvěma trubicemi, každé o příkonu 36. Žárovková svítidla převážně s příklonem 60 W jsou instalována v podružných prostorech, v tělocvičnách jsou instalována LED i výbojková svítidla.

4.2. Klimatické podmínky

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

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

Tabulka 2 – Parametry prostředí

Přepočet spotřeby energie na vytápění na dlouhodobý klimatický průměr

Zhodnocení tepla pro vytápění					
Rok	Spotřeba tepla na vytápění	Skutečný počet denostupňů	Normový počet denostupňů	Přepočtená spotřeba tepla	
	GJ	Do	Do	GJ	MWh
2020	2 838	3 346	3 921	3 326	923,9
2021	2 919	3 758	3 921	3 045	845,9
2022	2 383	3 397	3 921	2 752	764,3
Průměr	2 714	3 500	3 921	3 040	844,4

Tabulka 3 – Přepočet spotřeby na dlouhodobý klimatický průměr



4.3. Výchozí energetická bilance

Spotřeba zemního plynu pro vytápění byla přepočtena pomocí denostupňů. Zemní plyn je v objektu využíván pro vytápění a přípravu teplé vody. Teplá voda není samostatně měřena, na základě spotřeby vody a spotřeby zemního plynu v letním období byla spotřeba na přípravu TV stanovena okolo 22 % z celkové spotřeby zemního plynu.

Vzhledem k tomu, že neexistuje měření elektrické energie u jednotlivých odběrů (osvětlení, VZT atd.) je spotřeba energie stanovena na základě elektrického příkonu a přibližné doby provozu.

Analýza užití energie – předmět energetického posudku						
Struktura spotřeby energie		Spotřeba energie				
		Stávající stav		Výchozí stav		
		MWh/rok	tis. Kč /rok	MWh/rok	tis. Kč /rok	
Celkem		1 064,3	1 197,3	1 154,9	1 257,7	
Analýza podle energonositelů						
Elektrická energie		97,9	384,7	97,9	374,3	
Zemní plyn		966,4	812,6	1 057,0	883,3	
Analýza podle způsobu užití energie/spotřebičů						
1	Elektrická energie	---	---	---	---	
	1.1	Osvětlení	48,1	189,0	48,1	183,9
		VZT	0,9	3,5	0,9	3,4
		Ostatní	48,9	192,2	48,9	187,0
2	Zemní plyn	---	---	---	---	
	2.1	Vytápění	753,8	633,8	844,4	705,6
		Ohřev TV	212,6	178,8	212,6	177,7

Tabulka 4 – Analýza užití energie – předmět energetického posudku



5. POPIS A HODNOCENÍ NAVRHOVANÉHO STAVU

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

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

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

Níže uvedené konstrukce a prvky zůstávají ve stávajícím stavu, ve smyslu energetických opatření, bez změny:

- severovýchodní a jihovýchodní uliční fasády původní budovy školy, zdobené původními architektonickými plastickými prvky (římsy, bosáž, pilastry, reliéfy, konzolová římsa apod.)
- již vyměněné výplně otvorů – jednoduchá plastová okna prosklená izolačním dvojsklem
- vstupní dřevěné dveře v jihovýchodní fasádě původní budovy
- jednoduchá dřevěná okna prosklená izolačním dvojsklem, střešní okna, lehká konstrukce stěn a střechy mansardové nadstavby 4.NP jihozápadního křídla (mimo zděné části nad atriem a ve schodišti)

Doporučuje se realizovat stavební opravy a úpravy, vedoucí k prodloužení životnosti výše uvedených konstrukcí a prvků.

▪ Zateplení obvodového pláště

Stávající obvodový plášť celého areálu školy (mimo plastickou severovýchodní a jihovýchodní uliční fasádu původní budovy školy) bude zateplen kontaktním zateplovacím systémem ETICS s tepelnou izolací z minerálních vláken MW tloušťky 160 mm nebo polystyrénu EPS s povrchovou úpravou armovanou tenkovrstvou omítkou, případně obkladem v ploše fasád a soklu u terénu. Zateplení obvodového pláště proběhne po celém obvodu všech objektů a bude provedeno od úrovně terénu, případně cca - 0,3 m pod úroveň terénu v místě nového okapového chodníku nebo komunikace, až po úroveň střech pod oplechování atik a



říms. V detailu styku stěn a terénu a v anglických dvorcích, bude použita tepelná izolace z extrudovaného polystyrénu. Realizace zateplení v maximální míře, ale s přihlédnutím na reálnost řešení, eliminuje vliv tepelných mostů a vazeb v obvodovém plášti. Jedná se hlavně o zateplení detailů: ostění, nadpraží a parapety výplní otvorů, konzolovitě vyložené konstrukce, atiky, římsy atd.

Tepelná izolace – fasádní desky z minerálního vlákna MW

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

Korekce součinitele prostupu tepla na vliv systematických tepelných mostů u ETICSu je $\Delta U_{tb} = 0,020 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Tepelná izolace ze stabilizovaného polystyrénu EPS 70F

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

Korekce součinitele prostupu tepla na vliv systematických tepelných mostů u ETICSu je $\Delta U_{tb} = 0,020 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

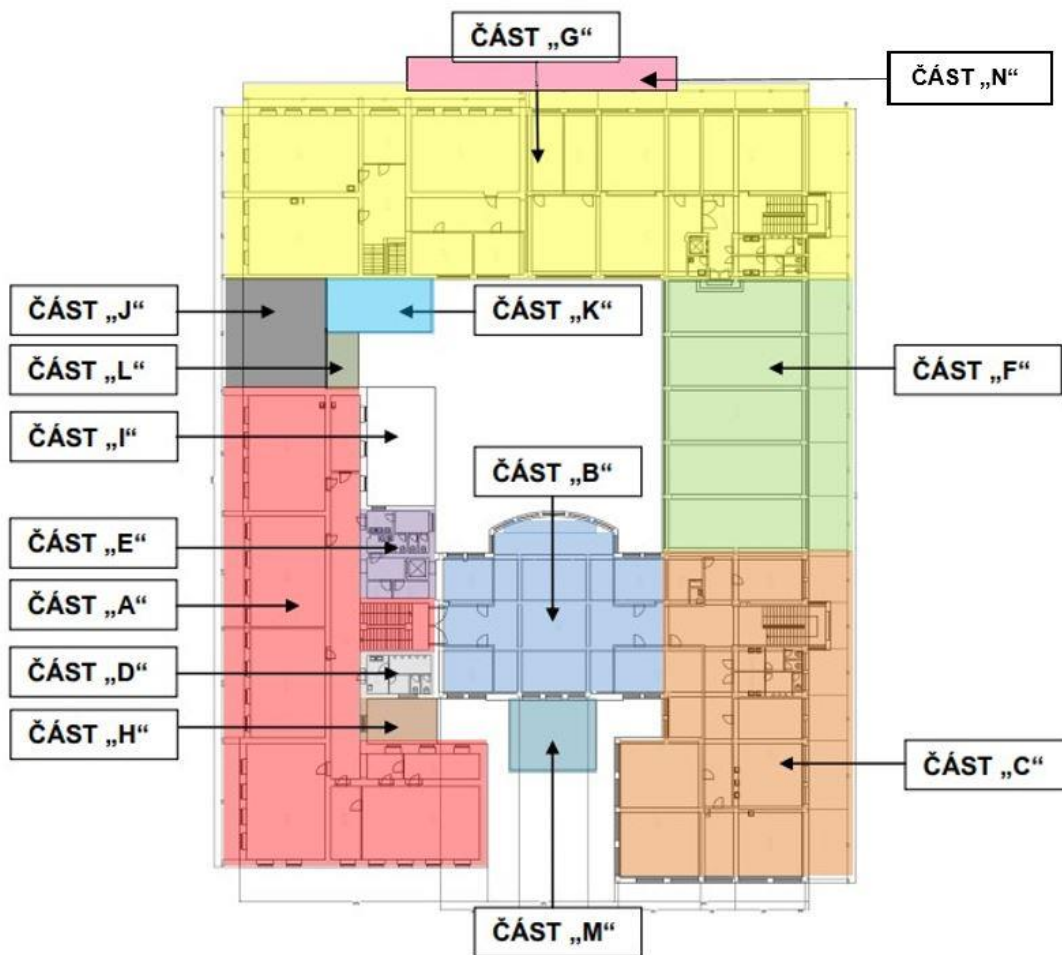
Tepelná izolace – desky z extrudovaného polystyrénu XPS pouze u terénu

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

Korekce součinitele prostupu tepla na vliv systematických tepelných mostů u ETICSu je $\Delta U_{tb} = 0,020 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

▪ Zateplení střech a stropů pod nevytápěnou půdou

Pro přehlednost, z důvodu vyššího počtu a různorodosti střešních konstrukcí, je uvedené schéma na další straně, převzaté ze „Stavebné technického průzkumu střešních plášťů“ z roku 2022.



Obrázek 1 – Schéma rozdělení jednotlivých střešních konstrukcí

Část „G“ – bez opatření, u mansardové střechy nadstavby se doporučuje realizovat stavební opravy, vedoucí k prodloužení životnosti střechy.



- **Zateplení stropů pod nevytápěnými půdami**

Část „A“ – Strop pod nevytápěnou půdou mansardové střechy původní školy

Stávající strop pod nevytápěnou půdou bude zateplen volně položenou tepelnou izolací z minerálního vlákna MW min. tl. 220 mm v prostoru půdy, vč. překrytí difuzní folií proti prachu a provětrávání. Součástí zateplení bude realizace nové pochůzí vrstvy – obslužných lávek nebo podlah z desek, v rozsahu provozních požadavků.

Tepelná izolace z minerálního vlákna MW

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

Tepelné mosty jsou zahrnuty v podrobném výpočtu tepelné vodivosti ($\lambda_{ekv} = 0,048 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$), proto korekce součinitele prostupu tepla na vliv systematických tepelných mostů je $\Delta U_{tb} = 0,000 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

Část „C“ – Strop pod nevytápěnou půdou mansardové střechy přístavba školy

Stávající strop pod nevytápěnou půdou je již zateplen volně položenou sešlapanou/ poškozenou tepelnou izolací z minerálního/skelného vlákna cca tl. 150 mm v prostoru půdy, která tč. slouží jako sklad inventáře. Po doplnění, případně lokální výměně stávající tepelné izolace, bude položena další vrstva nové tepelné izolace z minerálního vlákna MW min. tl. 150 mm, 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 $\lambda_D = 0,037 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$; návrhová hodnota $\lambda_u = 0,040 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.

Tepelné mosty jsou zahrnuty v podrobném výpočtu tepelné vodivosti ($\lambda_{ekv} = 0,048 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$), proto korekce součinitele prostupu tepla na vliv systematických tepelných mostů je $\Delta U_{tb} = 0,000 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

Část „L“ a „J“ – Strop pod nevytápěnou půdou

Na základě Stavebně technického průzkumu je část stropní a střešní konstrukce za hranicí své životnosti (napadená dřevokazným hmyzem a houbou). Lze předpokládat, že v rámci realizace energeticky úsporných opatření bude stávající střecha a strop nahrazen novými konstrukcemi. Nový strop nebo snížený podhled pod nevytápěnou půdou by měl být zateplen tepelnou izolací z minerálního vlákna MW min. tl. 280 mm. Bude řešeno v PD.

Tepelná izolace z minerálního vlákna MW

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

Tepelné mosty jsou zahrnuty v podrobném výpočtu tepelné vodivosti ($\lambda_{ekv} = 0,057 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$), proto korekce součinitele prostupu tepla na vliv systematických tepelných mostů je $\Delta U_{tb} = 0,000 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.



▪ Zateplení střech

Část „B“ – Plochá dvouplášťová střecha spádovaná od hřebene do žlabů u okrajů střechy s vnitřním odvodněním

Stávající střechu lze zateplit:

- kompletně demontovat stávající dřevěný druhý/horní plášť, včetně teplené izolace, až na železobetonový strop a vytvořit jednoplášťovou střechu s dostatečným spádem k vnitřním vpustem. Skladba střechy: parozábrana, vrstvy tepelné izolace ze stabilizovaného pěnového polystyrénu EPS s minimální tloušťkou 280 mm u vpustí, nová foliová hydroizolace. Tepelná izolace bude složena ze dvou vrstev stabilizovaného pěnového polystyrénu – EPS 100 S tl. 180 mm a EPS 200 S tl. 100 mm (pod hydroizolací), a to z důvodu plánované instalace fotovoltaického systému na střechu.
- nebo zateplit zafoukáním tepelné izolace na bázi minerální drti s minimální tloušťkou 200 mm na stávající teplenou izolaci, do původně odvětrávané vzduchové mezery střechy, dle technických a konstrukčních možností.

Tepelná izolace ze stabilizovaného polystyrénu EPS 100 S

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

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

Tepelná izolace ze stabilizovaného polystyrénu EPS 200 S

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

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

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 $\Delta U_{tb} = 0,058 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Část „D, E, I“ – Pultové dvouplášťové střechy s vnějším odvodněním

Stávající střechy budou zatepleny položením tepelné izolace (rohože, desky) nebo zafoukáním tepelné izolace na bázi minerální drti s minimální tloušťkou 340 mm na stávající stropy nebo podhledy do původní vzduchové mezery střechy dle technických a konstrukčních možností.

Tepelná izolace – minerální foukaná drť nebo tepelná izolace z minerálního vlákna MW

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 $\Delta U_{tb} = 0,059 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Část „H, K“ – Pultové jednoplášťové střechy s vnějším odvodněním

Stávající střechy budou zatepleny, na stávající vrstvy, tepelnou izolací ze stabilizovaného pěnového polystyrénu EPS 100 S tloušťky 220 mm a následně bude položena nová foliová hydroizolace.



Tepelná izolace ze stabilizovaného polystyrénu EPS 100 S

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

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

Část „M“ – Jednoplášťová střecha s vnějším odvodněním

Stávající střecha vstupu bude zateplena, na stávající vrstvy, tepelnou izolací ze stabilizovaného pěnového polystyrénu EPS 100 S tloušťky 260 mm a následně bude položena nová foliová hydroizolace.

Tepelná izolace ze stabilizovaného polystyrénu EPS 100 S

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

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

Část „N“ – Dvoupplášťová střecha s vnějším odvodněním

Stávající střecha vstupu bude zateplena položením tepelné izolace (rohože, desky) nebo zafoukáním tepelné izolace na bázi minerální drti s minimální tloušťkou 200 mm na stávající stropy do původní vzduchové mezery střechy, dle technických a konstrukčních možností.

Tepelná izolace – minerální foukaná drť nebo tepelná izolace z minerálního vlákna MW

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 $\Delta U_{tb} = 0,058 \text{ W/m}^2\text{K}$.

▪ Výplně otvorů

Již vyměněné výplně otvorů – jednoduchá plastová okna prosklená izolačním dvojsklem, jednoduchá dřevěná okna prosklená izolačním dvojsklem a střešní okna mansardové nadstavby 4.NP, vstupní dřevěné dveře v jihovýchodní fasádě původní budovy zůstávají ve stávajícím stavu beze změn.

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

- jednoduchými plastovými okny prosklenými izolačním trojsklem se součinitelem prostupu tepla celé výplně $U_W \leq 0,90 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
- jednoduchými plastovými okny prosklenými izolačním dvojsklem se součinitelem prostupu tepla celé výplně $U_W \leq 1,20 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$, v prostorech 1.PP severovýchodní a jihovýchodní uliční fasády původní budovy školy
- střešním světlíkem v sedlové střeše „F“ se součinitelem prostupu tepla celé výplně $U_W \leq 1,20 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
- jednoduchými plastovými nebo kovovými dveřmi nebo vstupními stěnami s dveřmi prosklenými izolačním trojsklem se součinitelem prostupu tepla celé výplně $U_D \leq 1,00 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
- jednoduchými plastovými nebo kovovými dveřmi plnými zateplenými a garážovými zateplenými vraty v 1.PP se součinitelem prostupu tepla celé výplně $U_D \leq 1,50 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$



Upozornění:

- poskytnuté podklady (neúplné PD a pasportizace) neodpovídají skutečnému provedení stavby (provozně, dispozičně, objemově-tvarově, materiálově)
- v rámci zpracování projektové dokumentace doporučujeme provést sondy do obvodových plášťů – stěn, střech, stropů, a dle zjištěných skutečností upravit tepelně technické výpočty konstrukcí a návrhy tloušťek tepelných izolací, případně změnit navržené technologie
- nové návrhy zateplení stěn, střech, stropů musí respektovat součinitele prostupu tepla $U_{\text{vypočtené}}$ [$W/(m^2 \cdot K)$] jednotlivých konstrukcí uvedených v tabulce níže, a to z důvodu splnění dotačních podmínek a následných úspor energie.
- stávající stavební poruchy, které by následně znehodnotily realizované zateplením musí být odstraněny před realizací výše uvedených opatření

Nejvyšší podíl hodnoty součinitele prostupu tepla měněných stavebních prvků vyjma oken, na něž se vztahuje podpora, vůči příslušné požadované hodnotě součinitele prostupu tepla pro danou konstrukci – 74 %.

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

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy – po realizaci opatření			
Objekt	$U_{\text{em,vypočtené}}$	$U_{\text{em,R}}$	$U_{\text{em,vypočtené}} \leq U_{\text{em,R}}$ Požadavek dle Vyhlášky č.264/2020
	$W/(m^2 \cdot K)$	$W/(m^2 \cdot K)$	
Areál školy	0,43	0,48	splňuje

Tabulka 5 – Průměrný součinitel prostupu tepla budovy po realizaci opatření

Součinitele prostupu tepla konstrukcí – po realizaci opatření				
Popis konstrukce	$U_{\text{vypočtené}}$	$U_N / U_{R,j}$	$U_{R,j}$ požadavek dotace	$U_{\text{vypočtené}} \leq U_{R,j}$ Požadavek dle vyhlášky č.264/2020
	$W/(m^2 \cdot K)$	$W/(m^2 \cdot K)$	$W/(m^2 \cdot K)$	
Prostory – návrhová průměrná vnitřní teplota $\theta_m = 18 \div 22$ °C				
Stěna vnější – zdivo CPP tl. 900 mm zateplené tepelnou izolací tl. 160 mm	0,203	0,30 / 0,25	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Stěna vnější – zdivo CPP tl. 750 mm zateplené tepelnou izolací tl. 160 mm	0,209	0,30 / 0,25	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Stěna vnější – zdivo CPP tl. 600 mm zateplené tepelnou izolací tl. 160 mm	0,215	0,30 / 0,25	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Stěna vnější – zdivo CPP tl. 450 mm zateplené tepelnou izolací tl. 160 mm	0,222	0,30 / 0,25	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Stěna vnější – zdivo CD tl. 450 mm zateplené tepelnou izolací tl. 160 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 ·K)	W/(m ² ·K)	W/(m ² ·K)	
Stěna vnější – zdivo Porotherm tl. 400 mm zateplené tepelnou izolací tl. 160 mm	0,186	0,30 / 0,25	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Střecha B – zateplená tepelnou izolací tl. 280 mm (180+100)	0,143	0,24 / 0,16	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Střecha D, E, I – zateplená tepelnou izolací zafoukáním tl. 340 mm	0,157	0,24 / 0,16	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Střecha H, K – zateplená tepelnou izolací tl. 220 mm	0,149	0,24 / 0,16	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Střecha M – zateplená tepelnou izolací tl. 260 mm	0,158	0,24 / 0,16	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Střecha N – zateplená tepelnou izolací zafoukáním tl. 200 mm	0,138	0,24 / 0,16	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Strop k nevytápěné půdě A – zateplený tepelnou izolací tl. 220 mm	0,190	0,30 / 0,20	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Strop k nevytápěné půdě C – zateplený tepelnou izolací tl. 150 mm	0,183	0,30 / 0,20	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Strop k nevytápěné půdě L, J – zateplený tepelnou izolací tl. 280 mm	0,193	0,30 / 0,20	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Výplň otvorů – plastová okna prosklená izolačním trojsklem nová	0,9	1,50 / 1,20	$\leq 0,60 \times U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020 $0,60 \times 1,50 = 0,90$	splňuje
Výplň otvorů – plastové dveře prosklené izolačním trojsklem nové	1,00	1,70 / 1,20	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Prostory technické a skladové, tělocvična – návrhová průměrná vnitřní teplota $\theta_{\text{m}} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$				
Stěna vnější – zdivo CD tl. 450 mm zateplené tepelnou izolací tl. 160 mm	0,181	0,45 / 0,36	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Střecha F – zateplená tepelnou izolací EPS tl. 200 mm	0,184	0,35 / 0,23	$\leq U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje
Výplň otvorů – střešní světlík nový	1,20	2,00 / 1,60	$\leq 0,60 \times U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020 $0,60 \times 2,0 = 1,20$	splňuje
Výplň otvorů – plastová okna prosklená izolačním trojsklem nová	0,9	2,20 / 1,75	$\leq 0,60 \times U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020 $0,60 \times 2,20 = 1,32$	splňuje
Výplň otvorů – plastová okna prosklená izolačním dvojsklem nová	1,20	2,20 / 1,75	$\leq 0,60 \times U_{Rj}$ dle Vyhlášky č.264/2020 $0,60 \times 2,20 = 1,32$	splňuje
Výplň otvorů – plastové dveře prosklené izolačním trojsklem nové	1,00	2,50 / 1,75	$\leq U_{Rj}$	splňuje



Součinitele prostupu tepla konstrukcí – po realizaci opatření				
Popis konstrukce	$U_{\text{vypočtené}}$	$U_N / U_{R,j}$	$U_{R,j}$ požadavek dotace	$U_{\text{vypočtené}} \leq U_{R,j}$ Požadavek dle vyhlášky č.264/2020
	W/(m ² ·K)	W/(m ² ·K)	W/(m ² ·K)	
			dle Vyhlášky č.264/2020	
Výplň otvorů – garážová vrata a plastové dveře plně nové	1,50	2,50 / 1,75	$\leq U_{R,j}$ dle Vyhlášky č.264/2020	splňuje

* u stavebních konstrukcí tvořících obálku zóny s průměrnou teplotou 15 °C, byly normové hodnoty součinitele prostupu tepla U_N [W/(m²·K)] přepočítány dle ČSN 730540-2 odst. 5.2.1 b) a Přílohy č. 1 k vyhlášce č.264/2020 Sb.

Tabulka 6 – Součinitelé prostupu tepla pro měněné stavební prvky

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

Úspora energie a nákladů – po realizaci příležitosti		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Spotřeba energie – stávající stav	MWh/rok	844,4
Spotřeba energie – navrhovaný stav	MWh/rok	633,3
Úspora energie	MWh/rok	211,1
	GJ/rok	759,9
Náklady – stávající stav	tis. Kč/rok	705,6
Náklady – navrhovaný stav	tis. Kč/rok	529,2
Cena zemního plynu	Kč/MWh	835,7
Úspora nákladů po realizaci opatření	tis. Kč/rok	176,4

Tabulka 7 – Úspora energie a nákladů

Maximální způsobilé výdaje			
Ukazatel	Množství	Jednotková cena	Celková cena
	m ²	Kč/m ²	tis. Kč
Zateplení obvodových stěn	3 530,7	4 200,0	14 828,9
Zateplení ploché střechy	896,5	3 200,0	2 868,8
Zateplení konstrukcí k nevytápěným prostorům	1 084,5	1 200,0	1 301,4
Výměna otvorových výplní	1 417,4	8 900,0	12 614,9
Celkem	6 929,1	-	31 614,0

Tabulka 8 – Maximální způsobilé výdaje

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



5.2. Opatření zabraňující nadměrnému vzestupu vnitřní teploty

V rámci realizace zlepšení kvality vnitřního prostředí budou nově instalovány stínící prvky – venkovní žaluzie. Budou osazeny u výplní otvorů – oken učeben, kabinetů, družiny, kanceláří, tělocvičen, komunikačních prostor, mimo okna v 1.PP a okna stíněná samotnou stavbou.

Po instalaci vnějších žaluzií, budou místnosti školy splňovat požadavky dle čl. 8.2 ČSN 730540-2:2011 na tepelnou stabilitu místností v letním období. Se souhlasem provozovatele zařízení, nejvýše přípustná denní teplota vzduchu v místnosti v letním období bude překročena o 0,16 °C mezi 14 a 17 hodinou, tj. v době ukončení denního provozu a v období letních prázdnin.

Nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období dle ČSN 730540-2			
Místnost Stará škola	$\theta_{ai,max}$ 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	
Učebna č. 2.37, 3.NP	27,16 *	27,00	Splňuje *
* Požadovaná hodnota nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti je souvisle překročena o max. 2 °C na nejvýše 2 h denně. Pokud jde o obytnou budovu a pokud s tím investor souhlasí, je toto překročení požadavku ČSN 730540-2 přípustné. Místnost v takovém případě POŽADAVEK ČSN 730540-2 SPLNÍ.			

Tabulka 9 – Nejvyšší denní teplota vzduchu v letním období

Výpočet z programu Simulace 2018 je uveden v Příloze – Protokol výpočtu tepelné stability v letním období dle ČSN 73 0540-2(2011) – viz samostatný dokument Přílohy a protokoly k PENB.

Maximální způsobilé výdaje		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Vnější stínící prvky orientované s odklonem větším než 25° od severu	Kč/m ²	3 700
Stíněné plochy výplní otvorů	m ²	1 295
Celkem	tis. Kč	4 791,5

Tabulka 10 – Maximální způsobilé výdaje



5.3. Instalace nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla

V rámci opatření je realizovaná instalace 3 centrálních VZT jednotek s rekuperací odpadního tepla. VZT 1 – dostavba školy + nadstavba, VZT 2 – škola původní, VZT 3 – dostavba školy, viz níže uvedený obrázek 1. Suchá účinnost zpětného získávání tepla (rekuperátoru) musí být dle ČSN EN 308 min. 65 %. Dle podmínek dotačního titulu musí být instalovaný systém regulován dle množství CO₂ v místnostech prostřednictvím infračervených čidel, tzv. IR senzorů. Cílem instalace nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla je zlepšení kvality vnitřního prostředí ve výukových prostorách vzdělávacích budov.



Obrázek 2 – Situační plán ZŠ Česká Liberec (podklad: mapy.cz)

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

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

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



Popis zařízení

Centrální rekuperační jednotka slouží k větrání vnitřního prostoru učeben školských zařízení. Každá 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 ohříváč napojený na externí zdroj tepla (tj. kotelnu objektu). Ohříváč zde nemá za úkol objekt vytápět, ale pouze dohřát vzduch na přípustných 21 °C. Vzhledem k vyššímu komfortu bude přiváděný vzduch ohříván až na 25 °C.

Větrání a jeho intenzita bude nastavena automaticky dle časového plánu a dle čidla CO₂. Čas, kdy bude větraný prostor nevyužíván bude jednotka v úsporném režimu dle ročního období. Ohřev vzduchu v zimním období bude automatický dle vnitřních a vnějších teplot. Potřebná teplota topné vody bude zajištěna směšovací uzlem před vzduchotechnickou jednotkou. Všem nastavením provozu bude nadřazeno ruční ovládání skrz HMI web nebo mobilní aplikaci.

Popis rozvodů

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

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

Parametry VZT 1		
Parametr	Jednotka	Hodnota
Průtok vzduchu – přívod	m ³ /h	9 500,0
Průtok vzduchu – odtah	m ³ /h	9 500,0
Účinnost zpětného získávání tepla	%	65,0
Celkový elektrický příkon	kW	10,0
Doba provozu	h/rok	515
Doba provozu v zimním období	h/rok	380

Tabulka 11 – Parametry VZT jednotky

Parametry VZT 2		
Parametr	Jednotka	Hodnota
Průtok vzduchu – přívod	m ³ /h	8 300,0
Průtok vzduchu – odtah	m ³ /h	8 300,0
Účinnost zpětného získávání tepla	%	65,0
Celkový elektrický příkon	kW	6,0
Doba provozu	h/rok	515
Doba provozu v zimním období	h/rok	380

Tabulka 12 – Parametry VZT jednotky



Parametry VZT 3		
Parametr	Jednotka	Hodnota
Průtok vzduchu – přívod	m ³ /h	3 600,0
Průtok vzduchu – odtah	m ³ /h	3 600,0
Účinnost zpětného získávání tepla	%	65,0
Celkový elektrický příkon	kW	2,5
Doba provozu	h/rok	515
Doba provozu v zimním období	h/rok	380

Tabulka 13 – Parametry VZT jednotky

Úspora energie a nákladů

Při realizaci dochází díky vysoké účinnosti zpětného získávání tepla k úspoře tepla na vytápění, ale dojde i k navýšení spotřeby elektrické energie pro pohon ventilátorů.

V úsporném opatření je zohledněn vliv synergického efektu po zateplení objektu, výchozí spotřeba tepla při návrhu VZT jednotek je snížena o úsporu, která vznikne stavebním opatřením.

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

Spotřeba energie a náklady na provoz VZT		
Parametr	Jednotka	Hodnota
Spotřeba EE na provoz VZT	MWh/rok	3,98
Spotřeba tepla na dohřev vzduchu	MWh/rok	36,06
Cena EE	Kč/MWh	3 822
Cena ZP	Kč/MWh	836
Náklady na provoz VZT	tis. Kč/rok	45,3

Tabulka 14 – Spotřeba EE a náklady na provoz VZT

Úspora energie a nákladů – po realizaci příležitosti		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Spotřeba energie – stávající stav	MWh/rok	633,3
Spotřeba energie – navrhovaný stav	MWh/rok	624,4
Úspora energie	GJ/rok	32,0
	MWh/rok	8,9
Náklady – stávající stav	tis. Kč/rok	529,2
Náklady – navrhovaný stav	tis. Kč/rok	528,0
Cena zemního plynu	Kč/MWh	835,7
Cena elektrické energie	Kč/MWh	3 822,3
Úspora nákladů po realizaci opatření	tis. Kč/rok	1,2

Tabulka 15 – Úspora energie a nákladů



Maximální způsobilé výdaje			
Ukazatel	Jednotka	Jednotková cena	Celková cena
	počet žáků	Kč/m ²	tis. Kč
Instalace nuceného větrání s rekuperací ve výukových prostorách vzdělávacích budov	568	9 800	5 566,4
Celkem	-	-	5 566,4

Tabulka 16 – Maximální způsobilé výdaje

5.4. Instalace IRC ventilů

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

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

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

V budově je instalováno celkem 293 kusů otopných těles. V době prohlídky základní školy byly chodby a některé třídy přetápěny. V rámci úsporného opatření se předpokládá instalovat IRC ventilů na všechna otopná tělesa.

Úspora tepla a provozních nákladů na vytápění		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Spotřeba tepla – stávající stav	MWh/rok	633,3
Spotřeba tepla – navrhovaný stav	MWh/rok	589,6
Úspora tepla na vytápění	GJ/rok	157,3
	MWh/rok	43,7
Náklady na vytápění – stávající	tis. Kč/rok	529,2
Náklady na vytápění – návrh	tis. Kč/rok	492,7
Cena ZP	Kč/MWh	835,7
Úspora provozních nákladů	tis. Kč/rok	36,5

Tabulka 17 – Úspora energie a nákladů

Maximální způsobilé výdaje		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Úspora energie	MWh/rok	43,7
Maximální způsobilé výdaje	tis. Kč/MWh	36,1
Celkem	tis. Kč	1 576,9

Tabulka 18 – Maximální způsobilé výdaje



5.5. Rekonstrukce osvětlení

V rámci rekonstrukce vnitřního osvětlení se předpokládá výměna stávajícího žárovkového a zářivkového osvětlení za výkonově odpovídající úsporné LED svítidla v celkovém počtu 1 080 ks. Spotřeba elektrické energie na osvětlení byla vypočtena energetickým specialistou na základě předpokládané doby svícení a příkonu svítidel. Předpokládá se, že nově instalované osvětlení splňuje hygienické a legislativní podmínky platné v ČR.

Úspora elektrické energie na osvětlení		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Spotřeba el. energie na osvětlení – stávající	MWh/rok	48,1
Spotřeba el. energie na osvětlení – návrh	MWh/rok	27,6
Úspora elektrické energie	GJ/rok	74
	MWh/rok	20,5
Náklady na el. energii – stávající stav	tis. Kč/rok	183,9
Náklady na el. energii – navrhovaný stav	tis. Kč/rok	105,6
Cena elektrické energie	Kč/MWh	3 822,3
Úspora provozních nákladů	tis. Kč/rok	78,3

Tabulka 19 – Úspora energie a nákladů

Maximální způsobilé výdaje		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Intenzita osvětlení nižší než 200 lux/m ²	m ²	3 711,3
Intenzita osvětlení vyšší než 200 lux/m ²	m ²	4 620,8
Jednotkový náklad	Kč/m ²	2 000
Celkem	tis. Kč	16 664,3

Tabulka 20 – Maximální způsobilé výdaje

5.6. Instalace FVE

V tomto opatření je navržena instalace fotovoltaické elektrárny na střechy ZŠ. Předpokládá se instalace elektrárny o celkovém instalovaném výkonu 94,5 kWp obsahující celkem 210 ks panelů. FV panely budou umístěny na střechy objektů – dostavba + nadstavba školy a dostavba školy. Budovy jsou vyznačeny na obrázku 1 – Situační plán ZŠ Česká Liberec (viz. kap. 5.3)

Vyrobená elektřina bude využita pro spotřebu objektu, přebytky budou předprodávány do distribuční sítě. Parametry FVE jsou v tabulce níže.

V úsporném opatření je zohledněn vliv synergického efektu po výměně vnitřního osvětlení, výchozí spotřeba EE při návrhu FVE je snížena o úsporu, která vznikne nahrazením původního osvětlení za LED svítidla. Zároveň je spotřeba EE navýšena, vzhledem k instalaci VZT jednotek, o energii potřebnou pro pohon ventilátorů, klapek atd.

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



Popis FVE

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

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

V opatření je uvažováno s použitím monokrystalických FV panelů o jednotkovém výkonu 450 Wp. Instalované měniče jsou vybaveny plynulou říditelností dodávaného výkonu do elektrizační soustavy umožňující změnu dodávaného výkonu výroby, účinnost minimálně 98 %.

Parametry FVE		
Parametr	Jednotky	Hodnota
Typ FV panelu	Monokrystalický	
Výkon FV panelu	Wp/panel	450
Plocha FV panelu	m ²	2,2
Účinnost FV panelu	%	20,4
Orientace FV panelů	°	-2
Sklon panelů	°	35
Počet panelů	ks	210
Instalovaný výkon – celkem	kWp	94,5
Kapacita instalovaných baterií	kWh	0,0
Zařízení proti přetokům	-	ne
Ztráty v systému	%	10
Míra využití vyrobené energie	%	90
Míra pokrytí vlastní spotřeby vyrobenou energií	%	58,5
Přetok do sítě	%	56,5

Tabulka 21 – Parametry fotovoltaické elektrárny

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

Úspora elektrické energie na osvětlení		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Spotřeba el. Energie – stávající	MWh/rok	79,5
Spotřeba el. Energie – návrh	MWh/rok	38,0
Úspora elektrické energie	GJ/rok	149,3
	MWh/rok	41,5
Náklady na el. energii – stávající stav	tis. Kč/rok	304,0
Náklady na el. energii – navrhovaný stav	tis. Kč/rok	145,4
Cena elektrické energie	Kč/MWh	3 822,3
Úspora provozních nákladů	tis. Kč/rok	158,5



Tabulka 22 – Úspora elektrické energie

Maximální způsobilé výdaje		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Instalovaný Výkon FVE	kWp	94,5
Měrná cena FVE	tis. Kč/kWp	35,0
Celkem	tis. Kč	3 307,5

Tabulka 23 – Maximální způsobilé výdaje

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

5.7. 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 24 – Maximální způsobilé výdaje

5.8. Zavedení energetického managementu

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

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

1. Energetický management musí být prováděn minimálně po dobu udržitelnosti projektu.
2. Smluvní vztah s odpovědným pracovníkem (energetickým manažerem, energetikem, či jiným pracovníkem určeným příjemcem podpory) v rámci struktury organizace, či s externím energetickým manažerem trvá alespoň po dobu udržitelnosti dotovaného projektu



3. Data o spotřebě energie jsou monitorována, tj. sledována, zaznamenána a archivována pro následující vyhodnocování a reportování v minimálně měsíčním intervalu. **Spotřeba tepla (energie na vytápění) v topné sezóně se striktně doporučuje provádět v týdenním intervalu.** Informace o odečtech spotřeby nese základní informaci pro případnou verifikaci dat – jakým způsobem a v jakém čase byla získána. V případě manuálních odečtů jméno odpovědné osoby, v případě dálkových odečtů identifikace poskytovatele dat (distributor, vlastní zařízení apod.).
4. Prokázání zavedení energetického managementu je součástí „Závěrečného vyhodnocení akce“ (ZVA) v podobě vyjádření energetického specialisty.
5. Poskytovatel dotace si může kdykoli po dobu udržitelnosti projektu vyžádat roční reporty z vedení energetického managementu a vyhodnocení monitorovacích ukazatelů.

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

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

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

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

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

Existence osoby odpovědné za systém energetického managementu lze prokázat:

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



5.9. Celková energetická bilance v navrhovaném stavu

Upravená roční energetická bilance							
ř.	Ukazatel	Výchozí stav			Navrhovaný stav		
		Energie		Náklady	Energie		Náklady
		GJ	MWh	tis. Kč	GJ	MWh	tis. Kč
1	Vstupy paliv a energie	4 157,7	1 154,9	1 257,7	2 985,5	829,3	806,7
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	4 157,7	1 154,9	1 257,7	2 985,5	829,3	806,7
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie	4 157,7	1 154,9	1 257,7	2 985,5	829,3	806,7
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech en.	415,5	115,4	96,5	284,8	79,1	66,1
7	Potřeba energie na vytápění	2 624,2	729,0	609,2	1 798,4	499,5	417,5
8	Potřeba energie na chlazení	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	Potřeba energie na přípravu teplé vody	765,4	212,6	177,7	765,4	212,6	177,7
10	Potřeba energie na větrání	3,2	0,9	3,4	10,7	3,0	11,3
11	Potřeba energie na úpravu vlhkosti	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	Potřeba energie na osvětlení	173,2	48,1	183,9	99,5	27,6	105,6
13	Potřeba energie na tech. a ostatní procesy	176,1	48,9	187,0	26,8	7,5	28,5

Tabulka 25 – Upravená roční energetická bilance

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



5.10. Analýza užití energie – bilance přínosů projektu

Analýza užití energie – bilance přínosů projektu								
Struktura spotřeby energie	Spotřeba energie							
	Výchozí stav		Navrhovaný stav		Rozdílová bilance			
	MWh/rok	tis. Kč /rok	MWh/rok	tis. Kč /rok	MWh/rok	tis. Kč /rok		
Celkem	1 154,9	1 257,7	829,3	806,7	325,6	451,0		
Analýza podle energonositelů								
Elektrická energie	97,9	374,3	38,0	145,4	59,9	228,9		
Zemní plyn	1057,0	883,3	791,2	661,2	265,7	222,1		
Analýza podle způsobu užití energie/spotřebičů ¹⁾								
1	Elektrická energie	---	---	---	---	---	---	
	1.1	Osvětlení	48,1	183,9	27,6	105,6	20,5	78,3
		VZT	0,9	3,4	3,0	11,3	-2,1	-8,0
		Ostatní	48,9	187,0	48,9	187,0	0,0	0,0
		Instalace FVE	0	0	-41,5	-158,5	41,5	158,5
2	Zemní plyn	---	---	---	---	---	---	
	2.1	Vytápění		844,4	705,6	578,6	483,6	265,7
		Ohřev TV		212,6	177,7	212,6	177,7	0,0

Tabulka 26 – Analýza užití energie – bilance přínosů projektu

5.11. Návrh vhodného doplnění měření

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



6. EKOLOGICKÉ VYHODNOCENÍ

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

6.1. Zdroje znečištění

Pro stanovení množství znečišťujících látek byly použity následující emisní faktory.

Vstupní emisní faktory pro výpočet	
Palivo nebo energie	Měrná emise
	t CO ₂ /MWh _v
Elektrická energie	0,860
Zemní plyn	0,200

Tabulka 27 – Emisní faktory

Roční ekologické hodnocení					
Palivo nebo energie	Spotřeba energie		Emise CO ₂		
	Současná	Navrhovaná	Současná	Navrhovaná	Úspora
	MWh _v	MWh _v	t CO ₂	t CO ₂	t CO ₂
Elektrická energie	97,9	38,0	84,2	32,7	51,5
Zemní plyn	1 057,0	791,2	211,4	158,2	53,1
Celkem	1 154,9	829,3	295,6	191,0	104,6

Tabulka 28 – Celková úspora emisí

Celková úspora CO₂ pro činí **104,6 tun za rok**, což představuje snížení produkce CO₂ o **35,4 %**.



7. BILANCE PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ

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

Bilance primární energie z neobnovitelných zdrojů						
Palivo nebo energie	Spotřeba energie		Primární energie			
	Současná	Navrhovaná	Současná	Navrhovaná	Úspora	
	MWh _v	MWh _v	MWh	MWh	MWh	%
Elektrická energie	97,9	38,0	254,6	98,9	155,7	61,1
Zemní plyn	1 057,0	791,2	1 057,0	791,2	265,7	25,1
Celkem	1 154,9	829,3	1 311,6	890,2	421,4	32,1

Tabulka 29 – Bilance primární energie z neobnovitelných zdrojů

Celková úspora primární energie z neobnovitelných zdrojů činí **421,4 MWh/rok**, což představuje snížení o **32,1 %**.



8. SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ

Tabulka 1 – Historie spotřeby energie	7
Tabulka 2 – Parametry prostředí	10
Tabulka 3 – Přepočítání spotřeby na dlouhodobý klimatický průměr	10
Tabulka 4 – Analýza užití energie – předmět energetického posudku	11
Obrázek 1 – Schéma rozdělení jednotlivých střešních konstrukcí	14
Tabulka 5 – Průměrný součinitel prostupu tepla budovy po realizaci opatření	18
Tabulka 6 – Součinitel prostupu tepla pro měněné stavební prvky	20
Tabulka 7 – Úspora energie a nákladů	20
Tabulka 8 – Maximální způsobilé výdaje	20
Tabulka 9 – Nejvyšší denní teplota vzduchu v letním období	21
Tabulka 10 – Maximální způsobilé výdaje	21
Obrázek 2 – Situační plán ZŠ Česká Liberec	22
Tabulka 11 – Parametry VZT jednotky	23
Tabulka 12 – Parametry VZT jednotky	23
Tabulka 13 – Parametry VZT jednotky	24
Tabulka 14 – Spotřeba EE a náklady na provoz VZT	24
Tabulka 15 – Úspora energie a nákladů	24
Tabulka 16 – Maximální způsobilé výdaje	25
Tabulka 17 – Úspora energie a nákladů	25
Tabulka 18 – Maximální způsobilé výdaje	25
Tabulka 19 – Úspora energie a nákladů	26
Tabulka 20 – Maximální způsobilé výdaje	26
Tabulka 21 – Parametry fotovoltaické elektrárny	27
Tabulka 22 – Úspora elektrické energie	28
Tabulka 23 – Maximální způsobilé výdaje	28
Tabulka 24 – Maximální způsobilé výdaje	28
Tabulka 25 – Upravená roční energetická bilance	30
Tabulka 26 – Analýza užití energie – bilance přínosů projektu	31
Tabulka 27 – Emisní faktory	32
Tabulka 28 – Celková úspora emisí	32
Tabulka 29 – Bilance primární energie z neobnovitelných zdrojů	33