



STŘEDISKO PRO ÚSPORY ENERGIE

SUE s.r.o. Most
tř. Budovatelů 1353/108a
434 01, Most
tel.: 476 104 189
e-mail: info@sue-cr.cz
www.sue-cr.cz

Zpráva o provedeném energetickém auditu

UČEH Základní škola a Mateřská škola Křešice, okres Litoměřice, p.o.



Základní škola a Mateřská škola Křešice, okres Litoměřice, p.o.
Bezručova 141
Křešice

Zpracoval:

Ing. Tomáš Novák – energetický specialista, číslo oprávnění 1590

Datum zpracování:

Listopad 2024



Obsah

1. Základní vymezení předmětu EA.....	2
2. Příležitosti ke snížení energetické náročnosti	2
3. Vymezení předmětu energetického auditu.....	3
3.1. Územní, organizační nebo procesní vymezení UČEHu	3
3.1.1. Stavebně fyzikální stav objektů	3
3.1.2. Zásobování energií, měření spotřeb.....	4
3.1.3. Technický stav objektů (TZB).....	4
3.1.4. Technický stav objektů (ostatní spotřebiče).....	7
3.1.5. Hodnocení stávajícího stavu	7
3.1.6. Systém energetického managementu	8
4. Podrobnosti zprávy o provedeném energetickém auditu	8
4.1.1. Přehled užití energie ucelených částí	8
4.1.2. Přehled stávajících ukazatelů energetické náročnosti	12
4.2. Příležitosti ke snížení energetické náročnosti	12
4.2.1. Příležitosti v oblasti snižování tepelných ztrát budovy	13
4.2.2. Příležitosti v oblasti spotřeby energie TZB	14
4.2.3. Příležitosti v oblasti využití OZE	16
4.2.4. Kombinace příležitostí v oblasti snižování tepelných ztrát budovy, TZB a OZE	17
4.2.5. Stanovení rizik a nejistot realizace	21
4.2.6. Ekonomické hodnocení příležitostí	22
4.2.7. Ekologické hodnocení příležitostí	23
4.2.8. Vícekriteriální hodnocení příležitostí.....	24

1. Základní vymezení předmětu EA

Předmětem energetického auditu je ucelená část energetického hospodářství – Obec Křešice, Nádražní 84, 411 48 Křešice, IČO: 00263851.

Analyzována je budova Základní školy a Mateřské školy Křešice, okres Litoměřice, p.o.

2. Příležitosti ke snížení energetické náročnosti

V následující tabulce jsou uvedeny všechny posouzené příležitosti ke snížení energetické náročnosti.

ČÁST B		VÝSTUPY HODNOCENÍ PŘÍLEŽITOSTÍ KE SNÍŽENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI											
PŘÍLEŽITOSTI KE SNÍŽENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI			PŘÍNOSY				EKONOMICKE UKÁZATELE						
Ozn.	UCEH	Název	Úspory energie			Úspora emisí CO ₂	Doba hodnocení	Naklady na realizaci	Úspora provozních nákladů	NPV	Reálná doba návratnosti	Priorita realizace	Zahrnuto do části A
			Neobnovitelné zdroje energie	Obnovitelné zdroje energie	Druhotné zdroje energie								
			MWh/rok	MWh/rok	MWh/rok	t CO ₂ /rok	roky	tis. Kč	tis. Kč/rok	tis. Kč	roky		
1	ZŠ a MŠ Křešice	Instalace FVE o výkonu 20 kWp	21	-21	0	18	20	700	108	913	8,0	2	ano
2	ZŠ a MŠ Křešice	Zateplení "staré budovy"	138	0	0	28	20	3 644	339	1 400	14,0	1	ano
3	ZŠ a MŠ Křešice	Rekonstrukce osvětlení	5	0	0	4	20	394	32	-47	>20	3	ne
4	ZŠ a MŠ Křešice	Komplexní opatření	329	-146	0	41	20	11 974	508	-4 845	>20	4	ne

Poznámky:

- z uvedené tabulky je možné vyčíst, které posouzené příležitosti jsou vhodné k realizaci, ať už s využitím pouze vlastních prostředků nebo s bankovním úvěrem. Příležitosti, které je možné realizovat jen v případě nutnosti (nutná výměna technicky zastaralých spotřebičů s neúměrnými náklady na servis a údržbu) nebo pokud je možné využít formy dotace. A příležitosti realizované formou běžné údržby.
- instalací FVE a solárního ohřevu TV nedochází k úspoře energie. Množství spotřebované elektřiny v energetickém hospodářství zůstává stejné, změny se pouze podíl elektřiny dodané z FVE, příp. tepla z kolektorů a z distribuční soustavy. (dochází „pouze“ k úspoře provozních nákladů a emisí CO₂)
- zvýšení využití OZE se projeví zvýšením výroby nebo dodávek energie. V tomto kontextu je záporná hodnota efektu navržené příležitosti žádoucí.

3. Vymezení předmětu energetického auditu

V následujících kapitolách je uveden popis hranic hodnoceného energetického hospodářství.

3.1. Územní, organizační nebo procesní vymezení UČEHu

Adresa pro ucelenou část energetického hospodářství: Základní škola a Mateřská škola Křešice, okres Litoměřice, p.o., Bezručova 141, Křešice. Na následujícím obrázku je vymezena oblast popisované ucelené části energ. hospodářství:



Z hlediska využití se jedná o budovu pro vzdělání, základní škola a mateřská škola. V budově jsou situovány klasické školní prostory, učebny, kabinety, šatny studentů, tělocvična a školní kuchyně a jídelna a v podkrovní části přístavby jsou umístěny dvě bytové jednotky.

3.1.1. Stavebně fyzikální stav objektů

Původní historická budova (objekt A) je postavena z plných pálených cihel, bez dodatečného zateplení. Zastřešení je provedeno valbovou střechou (nová krytina z roku 2015). Střecha je valbová bez tepelné izolace, stejně tak jako strop pod nevytápěnou půdou. Hlavní část

budovy je dvoupodlažní, objekt tělocvičny na severním konci budovy je poté jednopodlažní. Výplně otvorů byly v roce 2018 a 2019 vyměněny za plastové typy s izolačním zasklením (dvojskla). Budova je částečně podsklepená, suterén je vytápěný a jsou zde mimo technického zázemí budovy umístěny i šatny studentů.

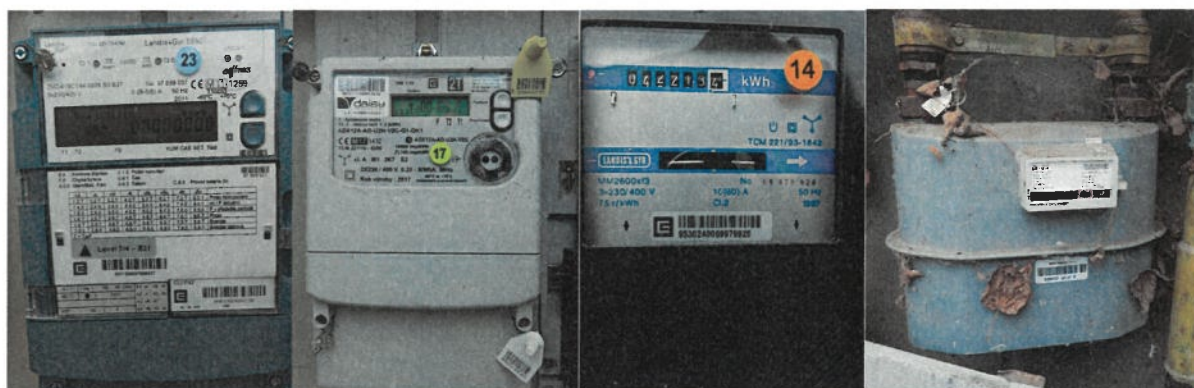
Vedlejší, přistavěná budova (objekt B), byla v letech 2003 až 2004 postavena z děrovaných cihel a vnější stěny byly opatřeny tepelnou izolací cca 10 cm polystyrenu. Objekt přístavby je třípodlažní, včetně obyvatelného podkroví. Střecha je valbová, směrem k obytným prostorám opatřena tepelnou izolací minerální vatou, stejně tak jako strop pod nevytápěnou půdou. Objekt přístavby je nepodsklepený. Výplně otvorů jsou plastové typy s izolačními dvojskly.

Modulová budova školky (objekt C) byl vystavěna v roce 2013 z 8 přepravních kontejnerů. Objekt je jednopodlažní, nepodsklepený, s plochou střechou. Všechny vnější konstrukce jsou opatřeny tepelnou izolací minerální vlnou. Výplně otvorů jsou plastové typy s izolačními dvojskly.

3.1.2. Zásobování energií, měření spotřeb

Budova je připojena na distribuční síť dodavatele elektrické energie. Spotřeba el. energie budovy je měřena fakturačními elektroměry (FM-EL1 – Landys+Gyr E650 – základní škola, mateřská škola, jídelna s kuchyní, FM-EL2 – Daisy HW 1.00 – byt 1 a FM-EL3 – Landys+Gyr MM2600xf3 – byt 2).

Budova je připojena na distribuční síť dodavatele zemního plynu. Spotřeba plynu je měřena fakturačním plynoměrem (FM-PL1 – kromschroder BK-G16). Plyn je využíván k vytápění, ohřevu TUV a zároveň i ve školní kuchyni.



3.1.3. Technický stav objektů (TZB)

3.1.3.1. Systém vytápění, příprava TV

Objekty A a B jsou vytápěny společnou plynovou kotelnou, umístěnou v suterénu historické budovy. Zde jsou umístěny 3 plynové kotle. Rozvody jsou vedeny pomocí čtyř větví (škola,

školka, šatna a TUV). Přístavba (objekt B) je vybavena vlastní objektovou výměníkovou stanicí s šesti větvemi (bojler TUV, Vzduchotechnika, kuchyně, školka, byt č. 1 a byt č. 2). Budovy jsou vytápěny žebrovými litinovými radiátory s termostatickými hlavicemi a částečně deskovými radiátory. Část TUV je připravována v plynové kotelně a zde umístěného zásobníku TUV. Teplá voda je dále připravována v místech odběru pomocí elektrických zásobníkových ohřivačů (AEG EWH Basis 80 N, Daalderop close-up 15, Stiebel eltron SHU XXS) o celkové kapacitě 100 litrů.

Modulární stavba školky (objekt C) je vytápěna samostatně pomocí závěsného plynového kondenzačního kotle Viessmann Vitodnes 100.

Spotřeba teplé vody není samostatně měřena.





3.1.3.2. VZT jednotka a chlazení

Školní kuchyně v budově B (přístavba) je vybavena jednotkou vzduchotechniky. Jednotka je přívodní, s odtahem a slouží i k ohřevu přiváděného vzduchu. Jednotka není vybavena systémem rekuperace tepla.



Učebny mateřské školy v přístavbě (objekt B) a modulové kontejnerové stavbě (objekt C) jsou chlazeny pomocí split klimatizačních jednotek. Umístění vnějších jednotek je na stěně budovy 2* (B) a na střeše budovy 2* (C).



3.1.3.3. Rozvod a odběrná místa TV

Teplá voda je připravována v 1.PP pomocí plynových kotlů a zásobníku. Vzdálenější odběrná místa jsou připojena k elektrickým zásobníkovým ohřivačům. Rozvod teplé vody je proveden v plastovém potrubí s návlekovou tepelnou izolací. Odběrná místa teplé a studené vody jsou zpravidla osazena úspornými pákovými bateriemi.

3.1.3.4. Osvětlení

V objektech došlo k částečnému nahrazení původního zářivkového osvětlení. V současné době tvoří cca 50 % nové úsporné LED osvětlení a 50 % původní zářivky.

3.1.4. Technický stav objektů (ostatní spotřebiče)

Do této skupiny spotřebičů el. energie, jsou především zařazeny:

- kuchyňské spotřebiče
- kancelářské drobné el. Spotřebiče

3.1.5. Hodnocení stávajícího stavu

Hodnocení zdroje tepla a elektřiny:

Zdrojem tepla v objektu jsou 4 plynové kotle. Plyn je nakupován od dodavatelů a dodáván z rozvodné sítě.

Elektřina je nakupována od dodavatelů a je dodávána z kabelové sítě přes hlavní rozvodnu.

Hodnocení rozvodů:

Rozvody tepla a teplé vody jsou vedeny převážně ve vytápěných a temperovaných částech budovy. Rozvody jsou vedeny plastovým a kovovým potrubím, které je izolováno návlekovou izolací.

Hodnocení budovy:

Tepelně technické posouzení jednotlivých stavebních konstrukcí objektu je uvedeno v kapitole 3.1.1.

Na základě analýzy stávající spotřeby tepelné energie vyplývá, že spotřeba tepla pro vytápění při stávajících tepelných ztrátách a skutečném venkovním teplotním průměru odpovídá vytápěné průměrné prostorové teplotě 22-23 °C. Mimo to stávající spotřeba vychází ze zónově regulovaného systému vytápění, kdy jsou respektovány doby plného a tlumeného vytápění.

Dosahovaná průměrná teplota odpovídá racionálnímu provozu tepelného hospodářství u těchto typů objektů.

3.1.6. Systém energetického managementu

Systém managementu hospodaření s energií dle ČSN EN ISO 50001 v posuzovaném energetickém hospodářství zaveden není. Spotřeby energií jsou vyhodnocovány v periodě fakturace.

4. Podrobnosti zprávy o provedeném energetickém auditu

4.1.1. Přehled užití energie ucelených částí

Struktura stávajících měřících míst

- Přehled odběrných míst

Elektroměr FM-EL1 (základní škola, mateřská škola, kuchyně)

- Dodavatel: EP ENERGY TRADING, a.s.
- Typ: Landys+Gyr E650
- Číslo elektroměru: 97 699 037
- parametry připojení: NN
- frekvence odečtu: měsíční

Elektroměr FM-EL2 (byt 1)

- Dodavatel: EP ENERGY TRADING, a.s.
- Typ: Daisy HW 1.00
- Číslo elektroměru: 1780013253
- parametry připojení: NN
- frekvence odečtu: měsíční

Elektroměr FM-EL3 (byt 2)

- Dodavatel: EP ENERGY TRADING, a.s.
- Typ: Landys+Gyr MM2600xf3
- Číslo elektroměru: 69 979 928
- parametry připojení: NN
- frekvence odečtu: měsíční

Plynoměr FM-ZP1

- Dodavatel: EP ENERGY TRADING, a.s.
- typ: kromschroder BK-G16
- Měřicí zařízení č. 0004658-043-06-I
- parametry připojení: NTL
- frekvence odečtu: nepravidelná (3 až 7 měsíců)

Historie spotřeby energie

V následujících tabulkách jsou uvedeny fakturační spotřeby energií let 2022 a 2023. Dle poskytnutých podrobností jsou uvedeny měsíční hodnoty (elektřina) nebo hodnoty za nepravidelné období (plyn). U elektřiny byl vzhledem k poskytnutým informacím použit údaj za období březen 2023 až únor 2024.

HISTORIE SPOTŘEB ENERGIE						
Název energonositele	zemní plyn		elektřina		Celkem	
Odběrné místo č.:	EIC: 27ZG400Z0314133V		859182400400179000			
Dodavatel:	EP ENERGY TRADING, a.s., IČO: 27386643		EP ENERGY TRADING, a.s., IČO: 27386643			
Historie spotřeby energie	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok
Celkem - rok 2023*	292	754	30	214	322	968
leden	203,11	567,66	3,648	28,09	207	596
únor			2,938	21,64683	3	22
březen			2,079	14,13	2	14
duben			2,738	19,59	3	20
květen			2,897	18,92	3	19
červen			2,571	17,42	3	17
červenec	13,85	34,04	0,882	6,97	15	41
srpen			1,506	11,05	2	11
září			2,565	18,09	3	18
říjen	75,09	152,35	3,112	21,88	78	174
listopad			2,571	17,42	3	17
prosinec			2,705	18,55	3	19
Celkem - rok 2022	269	321	30	306	299	627
leden	206,13	242,41	3,726	28,64	210	271
únor			3,354	26,04	3	26
březen			2,992	25,31	3	25
duben			2,995	25,34	3	25
květen			2,87	24,34	3	24
červen			2,796	29,07	3	29
červenec	62,68	78,82	0,96	11,01	1	11
srpen			1,415	15,54	64	94
září					0	0
říjen			2,992	29,43	3	29
listopad			3,294	48,82	3	49
prosinec			2,826	42,10	3	42

Energetické vstupy ucelené části

Energetické hospodářství / ucelená část	ZŠ a MŠ Křešice					
Energonositel	Energetické vstupy			OBLASTI UŽITÍ ENERGIE		
				Dodaná energie pro užití uvnitř hodnocených hranic		
				BUDOVY	VÝROBNÍ PROCESY	DOPRAVA
				Úprava vnitřního prostředí budov	Výroba produktů nebo poskytování služeb	Pohyb osob nebo zboží
	MWh/rok	tis. Kč/rok	t CO ₂ /rok	MWh/rok	MWh/rok	MWh/rok
Energetické hospodářství / ucelená část celkem	322	968	84	285	37	0
Neobnovitelné zdroje energie	322	968	84	285	37	0
Elektřina	30	214	26	22	8	0
Zemní plyn	292	754	58	263	29	0
Obnovitelné zdroje energie	0	0	0	0	0	0
Druhotné zdroje energie	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0

Analýza užití energie

STRUKTURA SPOTŘEBY ENERGIE		SPOTŘEBA ENERGIE			
		Elektrina	Zemní plyn	Spotřeba energie celkem	Podíl z celkové spotřeby energetického hospodářství
		MWh/rok tis. Kč/rok	MWh/rok tis. Kč/rok	MWh/rok tis. Kč/rok	%
Energetické hospodářství		-	-	-	
Ucelená část energetického hospodářství		30	292	322	100%
1	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie	0	71	71	22,1%
		0	184	184	
	1.1 Ztráty energie v rozvodech ÚT	0	16	16	5,1%
		0	42	42	
	1.2 Ztráty energie v rozvodech TV	0	9	9	2,9%
		0	24	24	
	1.3 Ztráty energie ve zdroji	0	46	46	14,2%
		0	118	118	
2	Spotřeba energie na vytápění	0	174	174	53,8%
		0	448	448	
	2.1 Spotřeba tepla na vytápění	0	163	163	50,6%
		0	421	421	
	2.2 Spotřeba tepla na nucené větrání	0	11	11	3,3%
		0	27	27	
3	Spotřeba energie na přípravu teplé vody	3	18	21	6,5%
		18	47	65	
	3.1 Spotřeba tepla na přípravu teplé vody	3	18	21	6,5%
		18	47	65	
4	Spotřeba energie na osvětlení	18	0	18	5,5%
		124	0	124	
	4.1 Spotřeba elektřiny na osvětlení	18	0	18	5,5%
		124	0	124	
5	Spotřeba energie na vaření	3	29	32	10,0%
		23	75	98	
	5.1 Spotřeba energie na vaření	3	29	32	10,0%
		23	75	98	
6	Spotřeba energie na nucené větrání	0	0	0	0,1%
		3	0	3	
	6.1 Spotřeba elektřiny na nucené větrání	0	0	0	0,1%
		3	0	3	
7	Spotřeba energie na chlazení	1	0	1	0,4%
		10	0	10	
	7.1 Spotřeba elektřiny na chlazení	1	0	1	0,4%
		10	0	10	
8	Spotřeba energie na ostatní procesy	5	0	5	1,5%
		35	0	35	
	8.1 Spotřeba energie na ostatní procesy	5	0	5	1,5%
		35	0	35	

Poznámky:

- spotřeba tepla pro vytápění je normalizována pro dlouhodobý klimatický normál, tzn. průměrná venkovní teplota v topném období 4,1°C a 232 topných dnů pro lokalitu Litoměřice.
- ztráty tepla v rozvodech ÚT a TV byly stanoveny odborným odhadem.
- spotřeba tepla pro vytápění odpovídá skutečným tepelným ztrátám budovy, dobám plného a tlumeného režimu vytápění a dosahovaným vnitřním teplotám.

- spotřeba elektřiny pro osvětlení a větrání je stanovena z jejich instalovaného el. příkonu, předpokládané nesoučasnosti a provozních hodin.
- Spotřeba tepla pro ohřev užitkové vody byla stanovena odborným odhadem na základě obsazenosti budovy a profilu využívání.
- rozbor spotřeby energie je proveden v maximální detailu s ohledem na typ EA dle ČSN ISO 50002, cíle EA a možnosti vyhodnocování dopadů příležitostí. Podrobnější členění již není z technických důvodů opodstatněné.

4.1.2. Přehled stávajících ukazatelů energetické náročnosti

V následující tabulce jsou uvedeny ukazatele energetické náročnosti (dle §2, vyhlášky č.140/2021 Sb., se rozumí ukazatelem energetické náročnosti jednotka stanovená jako měřítko energetické náročnosti). V jejich návrhu je především zohledněna možnost přímého měření a vyhodnocování.

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI						
Energetické hospodářství / ucelená část		ZŠ a MŠ Křešice				
UŽITÍ ENERGIE / SPOTŘEBIČ		UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI (EnPI)				
		Stávající	Navrhovaný	Popis stanovení ukazatele	Ukazatel (jednotka)	Výchozí hodnota EnPI
Energetické hospodářství / ucelená část celkem			x		MWh	
1.1	Spotřeba energie na osvětlení		x	Spotřeba el. energie vyhodnocována stávajícím fakturačním elektroměrem (FM-EL1)	MWh	30
1.2	Spotřeba energie na nucené větrání					
1.3	Spotřeba energie na chlazení					
1.4	Spotřeba energie na ohřev TUV					
1.5	Spotřeba energie na ostatní procesy					
2.1	Ztráty energie v rozvodech a ve zdroji		x	Spotřeba plynu pro vytápění je vyhodnocována stávajícím fakturačním plynoměrem (FM-ZP1) pro výpočet byla využita jednotná hodnota výhřevnosti 34,08 MJ/m ³ . Spotřeba plynu pro vytápění se přepočítává na referenční klimatické podmínky.	MWh	292,052
2.2	Spotřeba plynu na vytápění					
2.3	Spotřeba plynu na ohřev TUV					
2.4	Spotřeba plynu na nucené větrání					
2.5	Spotřeba plynu na ostatní procesy					

4.2. Příležitosti ke snížení energetické náročnosti

Rozsah navržených příležitostí ke snížení energetické náročnosti odpovídá cíli a plánu energetického auditu. V následujících kapitolách jsou uvedeny specifikace příležitostí, popis výchozího stavu a jejich hodnocení.

ČÁST B			VÝSTUPY HODNOCENÍ PŘÍLEŽITOSTI KE SNÍŽENÍ ENERGETICKE NÁROČNOSTI										
PŘÍLEŽITOSTI KE SNÍŽENÍ ENERGETICKE NÁROČNOSTI			PŘÍNOŠY				EKONOMICKÉ UKAZATELE					Priorita realizace	Zahrnuto do části A
			Úspory energie		Druhotné zdroje energie	Úspora emisí CO ₂	Doba hodnocení	Náklady na realizaci	Úspora provozních nákladů	NPV	Reálná doba návratnosti		
Ozn.	UCEH	Název	Neobnovitelné zdroje energie	Obnovitelné zdroje energie								MWh/rok	t CO ₂ /rok
1	ZŠ a MŠ Křešice	Instalace FVE o výkonu 20 kWp	21	-21	0	18	20	700	108	913	8,0	2	ano
2	ZŠ a MŠ Křešice	Zateplení "staré budovy"	138	0	0	28	20	3 644	339	1 400	14,0	1	ano
3	ZŠ a MŠ Křešice	Rekonstrukce osvětlení	5	0	0	4	20	394	32	-47	>20	3	ne
4	ZŠ a MŠ Křešice	Komplexní opatření	329	-146	0	41	20	11 974	508	-4 845	>20	4	ne

4.2.1. Příležitosti v oblasti snižování tepelných ztrát budovy

Příležitost č. 2 - Zateplení obvodových stěn a stropu pod nevytápěnou půdou u historické budovy

Hranice hodnocené příležitosti

Realizací dochází pouze k ovlivnění potřeby plynu pro vytápění. Vliv snížených tepelných ztrát se také projeví ve výši ztrát tepla v rozvodech.

Relevantní proměnné

- klimatologické podmínky. Pro vyhodnocení dopadů je nutné zajistit počet topných dnů a převažující venkovní teplotu v topném období za stejný časový úsek, jakému odpovídá měřená spotřeba tepla.
- tepelně izolační parametry „zateplení“. Je nutné dodržet navržené parametry. Při realizaci dbát na optimalizaci tepelných vazeb.

Další, obecnější, faktory, které mají vliv na dosažení efektů nebo hodnocení příležitosti jsou uvedeny v plánu energetického auditu.

Ukazatele energetické náročnosti

EnPI pro příležitost „zateplení budov“ je v uvedené ucelené části energetického hospodářství možné stanovit pouze na úrovni celkové spotřeby plynu (plynoměr FM-ZP1).

Popis navržené příležitosti

Zateplení obvodových stěn a stropu do nevytápěného prostoru budovy A

V letech 2019 až 2020 došlo k výměně výplní otvorů za plastové typy s termoizolačním dvojsklem. Ostatní konstrukce jsou původní, bez tepelné izolace. Objekty B a C jsou novější, zateplené, proto na nich žádné opatření této kategorie nebylo navrženo. Byla provedena analýza úspor tepelné energie. Předmětem posouzení byly následující konstrukce:

- SO1, SO2
- STR1

V následující tabulce jsou uvedeny dosažitelné efekty vlivem snížení **potřeby tepla** pro vytápění:

Zateplení fasády a stropu	Spotřeba energie a roční provozní náklady před realizací příležitosti ke snížení energ. náročnosti		roční úspora			Náklady na realizaci	Provozní náklady po realizaci	Reálná doba návratnosti
	Spotřeba energie (GJ/yr)	Provozní náklady (tis Kč/yr)	GJ/yr	MWh/yr	tis Kč/yr	tis Kč/yr	tis Kč/yr	roky
Škola	707	507	345	95,782	247	3 644	260	22,7
Školka	57	41	0	0,000	0	0	41	0,0
Tělocvičny/satny	186	133	31	8,603	22	365	111	27,3
Celkem	950	681	376	104,385	270	4 009	412	23,0

Orientační hodnoty tloušťek tepelné izolace pro zlepšení tepelně izolačních vlastností jednotlivých konstrukcí na systémové hranici budovy, jsou uvedeny v následující tabulce:

Označení konstrukce	Tloušťky zateplení (cm)		Tepelná vodivost (W/mK)
	Požadovaný součinitel prostupu tepla	Doporučený součinitel prostupu tepla	
SO 1	11	13	0,039
SO 2	10	13	0,039
STR 1	10	16	0,039

Výchozí stav a změna energetické náročnosti, EnPI

V následující tabulce jsou uvedeny spotřeby plynu pro vytápění a ohřev TUV, ve kterých jsou také zahrnuty ztráty tepla v rozvodech.

	původní stav		po realizaci příležitosti		úspory	
	MWh	tis. Kč	MWh	tis. Kč	MWh	tis. Kč
leden	60	156	35	91	25,0	64,6
únor	52	135	31	79	21,5	55,6
březen	47	122	28	72	19,3	49,8
duben	32	83	19	50	12,8	33,1
květen	10	27	7	18	3,5	9,0
červen	2	6	2	6	0,0	0,0
červenec	2	6	2	6	0,0	0,0
srpen	2	6	2	6	0,0	0,0
září	10	25	7	17	3,2	8,3
říjen	32	83	19	50	12,8	33,0
listopad	43	111	26	66	17,5	45,3
prosinec	55	142	32	83	22,7	58,6
celkem	349	901	211	544	138	357

EnPI – výchozí stav: 349,2 MWh/rok

EnPI – po realizaci příležitosti: 210,8 MWh/rok

4.2.2. Příležitosti v oblasti spotřeby energie TZB

Příležitost č. 3 – rekonstrukce osvětlení a elektroinstalace

Hranice hodnocené příležitosti

Realizací dochází k ovlivnění spotřeby el. energie.

Relevantní proměnné

- doba využití jednotlivých prostor s vyměněným osvětlením
- instalovaný el. příkon osvětlení

Další, obecnější, faktory, které mají vliv na dosažení efektů nebo hodnocení příležitosti jsou uvedeny v plánu energetického auditu.

Ukazatele energetické náročnosti

Hodnotu EnPI pro příležitost „rekonstrukce osvětlení“ je možné stanovit pouze výpočtem, se znalostí instalovaného el. příkonu a doby provozu osvětlení jednotlivých místností. Vyhodnotit spotřebu el. energie měřením, pro tuto oblast el. spotřebičů, není technicky možné. EnPI je možné stanovit pouze na úrovni fakturačního měřidla spotřeby el. energie (FM-EL1).

Popis navržené příležitosti

V budově bude provedena výměna zbylého zářivkového osvětlení. Současně je vhodné provést i výměnu elektroinstalace (v případě potřeby nebo nutnosti). Pro analýzu úspor energie a provozních nákladů je uvažováno se snížením el. příkonu zářivkových osvětlovacích těles o 45 %.

Výchozí stav a změna energetické náročnosti, EnPI

	původní stav		po realizaci příležitosti		úspory	
	MWh	tis. Kč	MWh	tis. Kč	MWh	tis. Kč
leden	1,5	10	1,0	7	0,4	3,0
únor	1,5	10	1,0	7	0,4	3,0
březen	1,5	10	1,0	7	0,4	3,0
duben	1,5	10	1,0	7	0,4	3,0
květen	1,5	10	1,0	7	0,4	3,0
červen	1,5	10	1,0	7	0,4	3,0
červenec	1,5	10	1,0	7	0,4	3,0
srpen	1,5	10	1,0	7	0,4	3,0
září	1,5	10	1,0	7	0,4	3,0
říjen	1,5	10	1,0	7	0,4	3,0
listopad	1,5	10	1,0	7	0,4	3,0
prosinec	1,5	10	1,0	7	0,4	3,0
celkem	17,6	124	12,5	88	5,1	36

EnPI – výchozí stav 17,6 MWh/rok

EnPI – po realizaci příležitosti 12,5 MWh/rok

4.2.3. Příležitosti v oblasti využití OZE

Příležitost č. 1 – Instalace FVE s možností využití přebytků v komunitní energetice

Hranice hodnocené příležitosti

Realizací této příležitosti se projeví ve všech elektrických spotřebičích v UČEHu. S ohledem na nesoučasnost výroby a spotřeby elektřiny nelze jednoznačně určit, kterých spotřebičů se to týká. Z podstaty opatření dojde ke snížení odběru el. energie z distribuční soustavy.

Relevantní proměnné

- odběr el. energie během doby, kdy FVE elektřinu dodává.
- skutečná intenzita slunečního záření
- účinnosti jednotlivých komponent systému

Další, obecnější, faktory, které mají vliv na dosažení efektů nebo hodnocení příležitosti jsou uvedeny v plánu energetického auditu.

Ukazatele energetické náročnosti

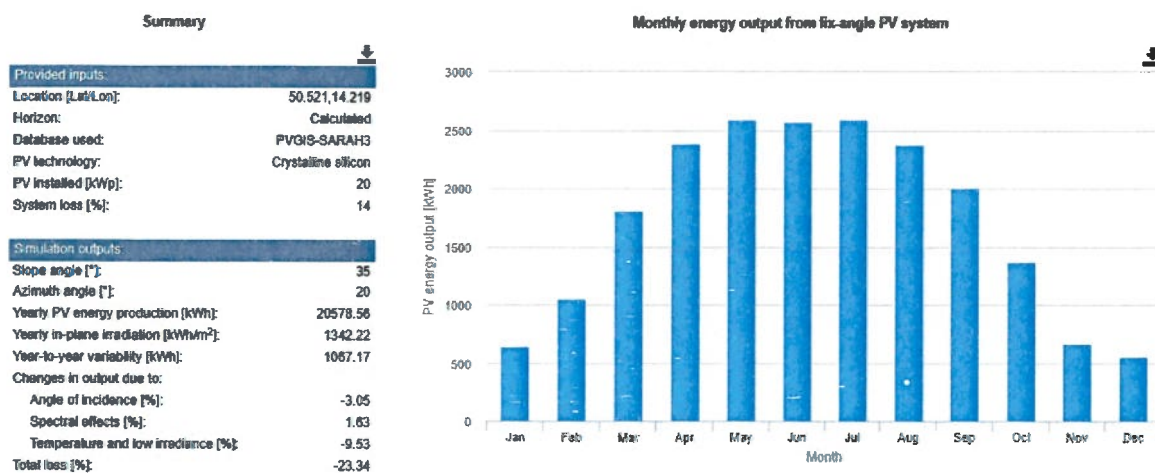
Výroba z FVE bude měřena (instalace podružného elektroměru PM-EL3). Předpokládá se možné využití přebytků vyrobené elektřiny v komunitní energetice.

Popis navržené příležitosti

Na střechu budovy C bude osazena FVE s celkovým instalovaným výkonem 20 kWp. Tento výkon byl navržen s ohledem na stávající spotřebu elektrické energie a dispozice střech. Analýza výroby elektřiny byla provedena s využitím aplikace: PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM.

	FVE 1
výkon	20 kWp
sklon	35°
orientace	20°

(Jih = 0°; Západ = 90°)



Výchozí stav a změna energetické náročnosti, EnPI

výroba (kWh)		úspora provozních nákladů (tis. Kč)
leden	639	4
únor	1 046	7
březen	1 805	11
duben	2 384	15
květen	2 586	15
červen	2 573	16
červenec	2 591	13
srpen	2 372	12
září	2 002	13
říjen	1 368	9
listopad	664	4
prosinec	548	3
celkem	20 579	122
EnPI	-----	MWh
EnPI	21	MWh

4.2.4. Kombinace příležitostí v oblasti snižování tepelných ztrát budovy, TZB a OZE

Příležitost č. 4 – komplexní řešení snižování energetické náročnosti budovy

Hranice hodnocené příležitosti

Realizací dochází ke snížení potřeby energií pro vytápění a snížení potřeby elektrické energie pro osvětlení. Zároveň dochází i ke snížení primární neobnovitelné energie pro vytápění a ke snížení odběru el. Energie z distribuční soustavy.

Relevantní proměnné

- klimatologické podmínky. Pro vyhodnocení dopadů je nutné zajistit počet topných dnů a převažující venkovní teplotu v topném období za stejný časový úsek, jakému odpovídá měřená spotřeba tepla.
- tepelně izolační parametry „zateplení“. Je nutné dodržet navržené parametry. Při realizaci dbát na optimalizaci tepelných vazeb.
- Je nutné dodržet potřebný tepelný výkon nového zdroje (tepelných čerpadel), aby pokryl stávající ztráty objektu a potřebu tepla pro přípravu teplé vody.
- doba využití jednotlivých prostor s vyměněným osvětlením
- instalovaný el. příkon osvětlení
- odběr el. energie během doby, kdy FVE elektřinu dodává.
- skutečná intenzita slunečního záření
- účinnosti jednotlivých komponent systému FVE

Popis navržené příležitosti

Vzhledem k povaze budovy (ZŠ a MŠ) a možnosti čerpat dotace na rekonstrukci objektu ze státních prostředků (například pomocí Výzvy č. 8/2024 v rámci Národního programu Životního prostředí) bylo navrženo komplexní opatření, vyplývající z podmínek výzvy a možností budovy. Příležitost je složeno z těchto opatření:

- zateplení obvodových stěn a stropu do nevytápěného prostoru budovy A (viz kapitola Příležitosti v oblasti snižování tepelných ztrát budovy)
- rekonstrukce osvětlení a elektroinstalace (viz kapitola Příležitosti v oblasti spotřeby energie TZB)
- výměna zdroje tepla za tepelné čerpadlo
- instalace VZT se systémem rekuperace
- instalace vnějších stínících clon oken
- instalace FVE s možností využití přebytků v komunitní energetice

Popis navržené příležitosti

Opatření zateplení obvodových stěn a stropu do nevytápěného prostoru budovy A a rekonstrukce osvětlení a elektroinstalace jsou totožná s opatřeními uvedenými v kapitolách 4.2.1 a 4.2.2.

Výměna zdroje tepla za tepelné čerpadlo. EnPI pro příležitost „výměna zdroje tepla za tepelné čerpadlo“ je v uvedené ucelené části energetického hospodářství možné stanovit pouze na úrovni celkové spotřeby plynu (plynoměr FM-ZP1) a Elektřiny (elektroměr FM-EL1).

V rámci příležitosti se počítá s výměnou současných zdrojů tepla – čtyř plynových kotlů za nová tepelná čerpadla. Navrhovaný tepelný výkon zdroje musí pokrýt ztráty objektu včetně přípravy TUV. Je počítáno s 5 tepelnými čerpadly o jednotlivém jmenovitém výkonu 20 kW. Je uvažováno s následujícími technickými parametry:

- ztráty objektu 76 kW
- topný faktor 3,5
- bivalentní zdroj (elektrokotel) 10%

Instalace VZT s rekuperací – 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. Proto je počítáno s instalací systému nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla v jednotlivých učebnách a přidání systému zpětného získávání tepla do již instalované VZT. Podle současných podmínek dotačních programů je vyžadována suchá účinnost zpětného získávání tepla (rekuperátu) min. 65 % dle ČSN EN 308 a v budovách pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých musí být systém regulován dle množství CO₂ v místnostech prostřednictvím infračervených čidel, tzv. IR senzorů.

Instalace vnějších stínících clon oken je navrženo s ohledem na splnění dotační podmínky na nejvyšší denní teplotu vzduchu v místnostech v letním období.

Instalace FVE s možností využití přebytků v komunitní energetice. Zde se oproti kapitole 4.2.3 počítá s navýšením FVE na 35 kWp z důvodu větší potřeby elektrické energie vzhledem k přechodu systému vytápění ze zemního plynu k elektřině. Předpokládá se využití až 22,6 MWh v budově. Zbytek vyrobené elektřiny je možno využít v komunitní energetice, případně prodat do distribuční soustavy.

Na střechu budovy C bude osazena FVE s celkovým instalovaným výkonem 20 kWp a na střechy budov A a B bude osazena FVE s celkovým instalovaným výkonem 15 kWp. Tento výkon byl navržen s ohledem na nastávající spotřebu elektrické energie a dispozice střech. Analýza výroby elektřiny byla provedena s využitím aplikace: PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM.

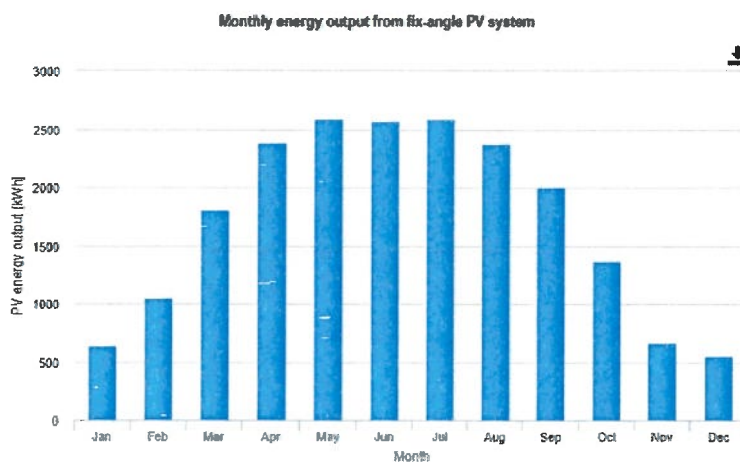
	FVE 1	FVE 2
výkon	20 kWp	15 kWp
sklon	35°	45°
orientace	20°	20°

(Jih = 0°; Západ = 90°)

Summary

↓

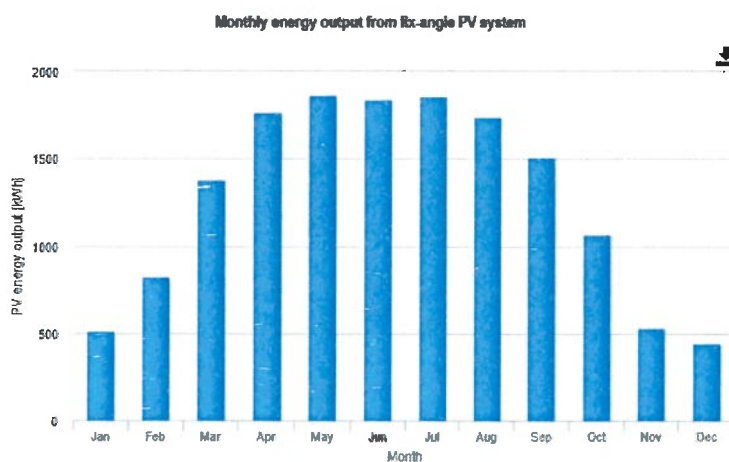
Provided inputs:	
Location [Lat/Lon]:	50.521,14.219
Horizon:	Calculated
Database used:	PVGIS-SARAH3
PV technology:	Crystalline silicon
PV installed [kWp]:	20
System loss [%]:	14
Simulation outputs:	
Slope angle [°]:	35
Azimuth angle [°]:	20
Yearly PV energy production [kWh]:	20578.56
Yearly in-plane irradiation [kWh/m²]:	1342.22
Year-to-year variability [kWh]:	1067.17
Changes in output due to:	
Angle of incidence [%]:	-3.05
Spectral effects [%]:	1.63
Temperature and low irradiance [%]:	-9.53
Total loss [%]:	-23.34



Summary

↓

Provided inputs:	
Location [Lat/Lon]:	50.521,14.220
Horizon:	Calculated
Database used:	PVGIS-SARAH3
PV technology:	Crystalline silicon
PV installed [kWp]:	15
System loss [%]:	14
Simulation outputs:	
Slope angle [°]:	45
Azimuth angle [°]:	20
Yearly PV energy production [kWh]:	15306.76
Yearly in-plane irradiation [kWh/m²]:	1330.56
Year-to-year variability [kWh]:	826.78
Changes in output due to:	
Angle of incidence [%]:	-2.98
Spectral effects [%]:	1.67
Temperature and low irradiance [%]:	-9.59
Total loss [%]:	-23.31



Výchozí stav a změna energetické náročnosti, EnPI FVE

výroba (kWh)		úspora provozních nákladů (tis. Kč)
leden	1 150	8
únor	1 866	13
březen	3 179	22
duben	4 148	27
květen	4 450	27
červen	4 409	27
červenec	4 449	23
srpen	4 107	21
září	3 512	22
říjen	2 432	17
listopad	1 192	8
prosinec	992	7
celkem	35 885	223

EnPI ----- MWh

EnPI 36 MWh

Výchozí stav a změna energetické náročnosti, EnPI ostatní opatření

	původní stav		po realizaci příležitosti		úspory	
	MWh	tis. Kč	MWh	tis. Kč	MWh	tis. Kč
leden	61,9	166	11,1	79	50,8	87,7
únor	53,8	145	9,8	69	44,0	76,0
březen	48,6	132	9,0	64	39,6	68,5
duben	33,6	93	6,6	47	27,0	46,6
květen	11,9	37	3,1	22	8,7	15,1
červen	3,8	16	1,8	13	1,9	3,3
červenec	3,8	16	1,8	13	1,9	3,3
srpen	3,8	16	1,8	13	1,9	3,3
září	11,3	36	3,0	21	8,2	14,2
říjen	33,5	93	6,6	47	26,9	46,5
listopad	44,5	122	8,3	59	36,2	62,6
prosinec	56,5	152	10,2	72	46,2	79,9
celkem	367	1 026	73	519	293	507

EnPI (zemní plyn)– výchozí stav 349 MWh/rok

EnPI (zemní plyn) – po realizaci příležitosti 0 MWh/rok

EnPI (elektrina) – výchozí stav 17,6 MWh/rok

EnPI (elektrina) – po realizaci příležitosti 73 MWh/rok

4.2.5. Stanovení rizik a nejistot realizace

Hlavní rizika, která mohou ovlivnit realizaci zde deklarovaných úspor energie, lze rozdělit do dvou hlavních skupin.

Riziko schválení projektu – vzhledem k umístění objektu v památkové zóně podléhá schválení projektu příslušnému úřadu památkové péče. Je zde riziko, že umístění FVE nebude schváleno

Závady při realizaci projektu – dodávka nekvalitních materiálů, nesprávná volba jednotlivých komponent, jejich zapojení, nesprávná montáž, nekompatibilita atd.

Závady při budoucím provozu - např. nedostatečně prováděná údržba, neodborné zásahy do provozu regulační techniky, navyšování teplotní úrovně vytápění budov, zvyšování intenzity větrání nad požadovanou hodnotu, zbytečné prodlužování doby vytápění na komfortní teplotu, nedodržování zásad energeticky vědomého užití budov atd.

Základem pro eliminování rizik skupiny 1 je kvalitní projektová dokumentace, jejíž součástí budou vedle technického řešení i požadavky provozní a montážní. Dalším důležitým krokem je výběr dodavatele(ů), kdy základem zadávací dokumentace by měl být projekt. V zadání pak musí být také přesně formulovány požadavky na kvalitu a rozsah prací i prokázání odborné kvalifikace dodavatelské firmy vč. uvedení jejich referenčních akcí. Jako vhodné vidíme i to, že všechna, vybraným dodavatelem navržená, řešení budou před realizací konzultována se zpracovatelem tohoto energetického auditu, aby byl zajištěn soulad předpokladů energetického auditu s konečným stavem. Nemenší podíl na eliminaci rizik této skupiny bude mít účast odborného dozoru při provádění díla ze strany investora (vhodné se často jeví, aby tímto dozorem byl buďto projektant nebo energetický auditor, popř. tým složený z obou těchto osob), který bude dohlížet na bezvadné provedení díla a montážní práce budou přebírány až teprve po prokázání plné funkčnosti a po odstranění veškerých případných vad a nedodělků.

Rizika skupiny 2 musí být eliminována důsledným proškolením obsluhy, pečlivě zpracovanými provozními předpisy, prováděním kontroly prováděné údržby, kontroly dosahovaných výsledků (přínosů projektu), přesným nastavením časových a teplotních úrovní automatického systému řízení, zajištěním systému řízení i důležitých prvků technologie proti možnosti neodborného zásahu (např. přestavení parametrů řídicího algoritmu). Dále by všichni zaměstnanci měli být vedeni k energeticky vědomému užívání budov a pověřené osoby musí co nejdříve přijmout a osvojit si zásady energetického manažerství, jehož hlavní úkoly a cíle byly popsány výše.

4.2.6. Ekonomické hodnocení příležitosti

Ekonomické hodnocení je provedeno v souladu s vyhláškou č. 140/2021 Sb. a dle podmínek plánu energetického auditu. Hodnocení je provedeno pro všechny příležitosti:

Výsledky ekonomického vyhodnocení jednotlivých příležitostí					
parametr	jednotka	1	2	3	4
Přínosy projektu celkem	tis. Kč	108	339	32	508
změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpady)	tis. Kč	122	357	36	730
ostatní přínosy	tis. Kč	-14	-18	-4	-222
Náklady na realizaci	tis. Kč	700	3 644	394	11 974
Celková reinvestice za dobu hodnocení	tis. Kč	0	0	206	1 560
Změna nákladů na energii	tis. Kč	-122	-357	-36	-730
Změna provozních nákladů	tis. Kč	14	18	4	222
změna osobních nákladů na mzdy a pojistné	tis. Kč	0	0	0	0
změna nákladů na servis, opravu a údržbu	tis. Kč	14	18	4	222
změna nákladů na emise a odpady	tis. Kč	0	0	0	0
změna ostatních provozních nákladů	tis. Kč	0	0	0	0
Doba hodnocení	roky	20	20	20	20
Diskont	—	0,03	0	0	0
NPV	tis. Kč	913	1 400	-47	-4 845
T_d	roky	8,0	14	>20	>20
IRR	%	14,4	7	2	-3
Zůstatková hodnota zařízení na konci doby hodnocení	tis. Kč	0	0	11	559
Index růstu cen energie	%	0	0	0	0
Index růstu cen ostatních provozních nákladů	%	0	0	0	0

Okrajové podmínky výpočtů:

- uváděné ceny jsou s DPH
- ceny energií odpovídají cenám z faktur roku 2023 (tis Kč / MWh)
 - cena el. energie: 7,08
 - cena tepla v ZP: 2,58 (vztaženo k výhřevnosti 34,08 MJ/m³)
- do provozních nákladů jsou zahrnuty náklady na roční údržbu. Vyjádřeny jsou v % z ceny investice:

Instalace VZT s rekuperací tepla	4%
Instalace FVE	2%
Instalace solárních termických systémů	0,50%
Rekonstrukce osvětlení	1%
Výměna výplní otvorů a zateplení konstrukcí	0,50%
Rekonstrukce kotelny – výměna zdroje tepla	2%

4.2.7. Ekologické hodnocení příležitostí

Vyhodnocení z hlediska škodlivých emisí pro jednotlivé příležitosti je provedeno podle vyhlášky č.140/2021 Sb. v platném znění. Pro stanovení emisí CO₂ byly použity následující hodnoty měrných emisí:

- el. energie: 0,86 t/MWh
- ZP: 0,2 t/MWh

4.2.8. Vícekriteriální hodnocení příležitostí

Pro vícekriteriální hodnocení příležitostí byla jednotlivá kritéria a jejich váhy stanoveny v plánu energetického auditu:

označení	název kritéria	měrná jednotka	typ kritéria	váha kritéria
K1	náklady na realizaci	tis. Kč	min.	50
K2	úspora emisí CO ₂	t/rok	max.	40
K3	výše energetických úspor	MWh/rok	max.	10

Vyhodnocení příležitostí je uvedeno v následující tabulce:

Příležitost ke snížení energetické náročnosti	kritérium K1		kritérium K2		kritérium K3		Celková užítlost	Pořadí příležitosti ke snížení energetické
	hodnota	užitnost	hodnota	užitnost	hodnota	užitnost		
1	700	49	18	17	0	0	66	2
2	3 644	36	28	27	138	8	70	1
3	394	50	4	4	5	0	55	3
4	11 974	0	41	40	184	10	50	4

