

Energetický posudek

dle Vyhlášky č. 480/2012 Sb.

Prioritní osa 5: Energetické úspory

**Specifický cíl 5.1: Snížit energetickou
náročnost veřejných budov a zvýšit vy-
užití obnovitelných zdrojů energie**

Snížení energetické náročnosti
budovy ISŠ Moravská Třebová
na adrese 9.května 496

04|2017

Vlastník

Pardubický kraj

Vypracovala

Ing. Tereza Hřebíčková

Energetický auditor | číslo oprávnění

Ing. Karel Šafařík | 1663

Evidenční číslo ENEX



Obsah

1	Účel zpracování	3
2	Identifikační údaje	4
2.1	Předmět energetického posudku	4
1.1	Zadavatel předmětu energetického posudku	4
2.2	Provozovatel předmětu energetického posudku	4
2.3	Zpracovatel energetického posudku	4
3	Popis a vyhodnocení stávajícího stavu	5
3.1	Popis stávajícího stavu budovy	5
3.2	Popis systémů TZB	12
3.3	Popis budovy – tepelně technické vlastnosti	14
3.4	Vyhodnocení výchozího stavu	18
3.5	Vyhodnocení úrovně systému hospodaření s energií	19
3.6	Celková energetická bilance	20
4	Návrhová opatření	22
4.1	Energetický management	22
4.2	Zateplení obvodového zdiva	22
4.3	Zateplení střechy objektu	24
4.4	Zateplení stropu objektu	25
4.5	Výměna výplní stavebních otvorů	25
4.6	Instalace nuceného větrání s rekuperací	26
4.7	Souhrn navržených opatření	27
4.8	Celková energetická bilance	28
5	Ekologické vyhodnocení	29
5.1	Výpočet emisí CO ₂	29
5.2	Výpočet emisí ostatních znečišťujících látek	30
6	Ekonomické vyhodnocení	32
7	Management hospodaření s energiemi	34
8	Posouzení vhodnosti aplikace EPC	35
9	Podmínky reálnosti dosažení předpokládané úspory energie	37
10	Závěr	37
11	Evidenční list energetického posudku	39
	Seznam obrázků	44
	Seznam tabulek	44
	Seznam grafů	45
	Přílohy	46

1 Účel zpracování

Energetický posudek je zpracován pro účel žádosti o podporu z Operačního programu Životní prostředí 2014 – 2020 (OPŽP) podle §9a, odst. (1), písm. e, zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů (zákon č. 103/2015 Sb.).

Účelem zpracování energetického posudku je posouzení navržených opatření ke snížení energetických spotřeb na vytápění, přípravu teplé vody a spotřeby elektrické energie, přičemž výchozím stavem je stávající stav vyplývající ze skutečných fakturačně doložených spotřeb energie.

Cílem navrhovaného řešení bude nalézt a doporučit takové řešení, které z hlediska provozovatele bude nejefektivnější a nejekonomičtější ve vztahu k dlouhodobým spotřebám energie v budově (budovách) v souladu se stávajícími, případně připravovanými zákony a závaznými předpisy v oblasti energetiky a životního prostředí.

2 Identifikační údaje

2.1 Předmět energetického posudku

Název: Snížení energetické náročnosti budovy ISŠ Moravská Třebová na adrese 9.května 496
Adresa: 9. května 496/5, 571 01 Moravská Třebová
Vlastník: Pardubický kraj

1.1 Zadavatel předmětu energetického posudku

Název: Pardubický kraj
Adresa: Komenského náměstí 125, 532 11 Pardubice
Telefon: 466 026 111
E-mail: posta@pardubickykraj.cz
IČ: 70892822
Zástupce: Ing. Kristýna Šťastná, odbor projektového řízení

2.2 Provozovatel předmětu energetického posudku

Název: Integrovaná střední škola Moravská Třebová
Adresa: Brněnská 1405, 571 01 Moravská Třebová
Telefon: 461 316 322
E-mail: info@issmt.cz
IČ: 15034496

2.3 Zpracovatel energetického posudku

Jméno: AG Energy – Anylopex plus s.r.o.
Adresa: Janáčkovo nábřeží 1153/13, 150 00, Praha - Smíchov
IČ: 248 26 651
Telefon: +420 731 272 638
E-mail: karel.safarik@agenergy.cz

Energetický specialista: Ing. Karel Šafařík
Číslo oprávnění: 1663

3 Popis a vyhodnocení stávajícího stavu

Předmětem energetického posudku je návrh a posouzení energeticky úsporných opatření na stavebních konstrukcích a vnitřních systémech budovy Integrované střední školy, adresou 9.května 496, Moravská Třebová. Energetický posudek je zpracován v souladu se zákonem o hospodaření energií č. 406/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů, a s prováděcí vyhláškou č. 480/2012 Sb. o energetickém auditu a energetickém posudku.

Pro zpracování předkládané zprávy o energetickém posudku byly využity následující podklady:

- Projektová dokumentace stávajícího stavu stavby z doby pozdějších stavebních úprav
- Záznam měřené spotřeby a platby zemního plynu za poslední tři roky a starší
- Záznam měřené spotřeby a platby za dodávku elektrické energie za poslední tři roky a starší
- Energetický audit budovy vypracovaný auditorem Ing. Jiřím Skrottem v říjnu roku 2005
- Vlastní prohlídka objektu a fotodokumentace

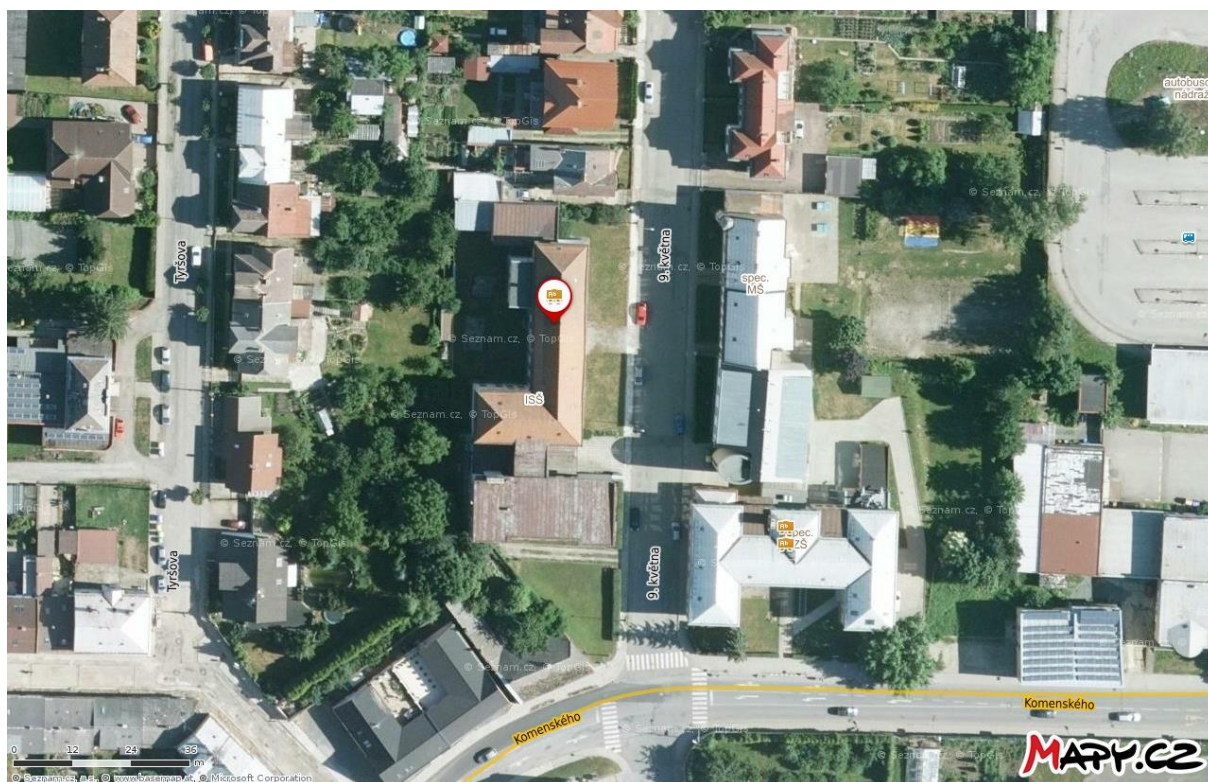
Stavebně technický průzkum proběhl dne 1. 2. 2017.

3.1 Popis stávajícího stavu budovy

3.1.1 Údaje o předmětu EP:

- *Hlavní činnost předmětu energetického posudku*

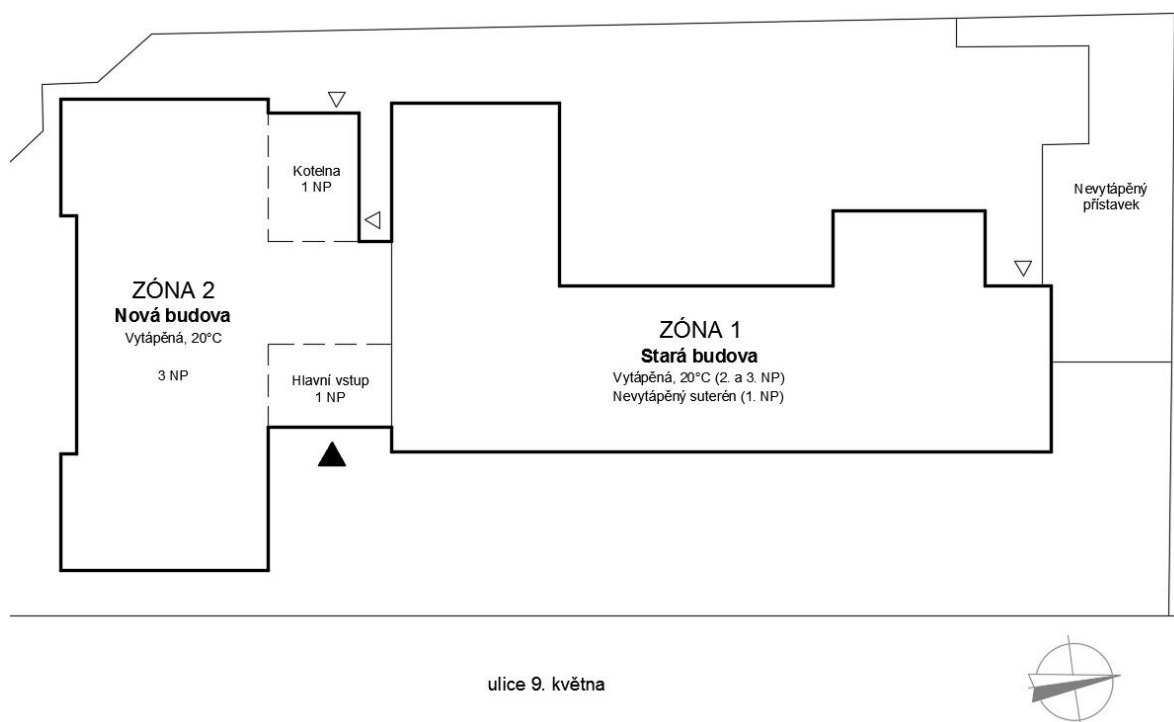
Budova slouží jako budova střední školy a nachází se v obci Moravská Třebová v okrese Svitavy. Objekt je přístupný z ulice 9.května a má číslo popisné 496 a číslo orientační 5. Je umístěna na parcele č. 661/1 v katastrálním území Moravská Třebová [698806] v Pardubickém kraji.



Obr. 1 Letecký pohled

- *Charakteristika běžného provozu*

Předmětem energetického posudku je budova sloužící pro vzdělávání mladistvých. Objekt je tvořen dvěma propojenými budovami různého stáří. Stará budova je třípodlažní se sedlovou střechou a členitým půdorysem, přičemž nejnižší podlaží je zároveň suterén částečně zapuštěný do terénu. Nová budova je třípodlažní nepodsklepená s plochou střechou a půdorysem ve tvaru T, ke kterému jsou přistavěné dvě jednopodlažní části.



Obr. 2 Půdorysné schéma školy

Samotná stará budova prošla dvojitou výstavbou. Nejstarší částí je severní polovina staré budovy, která byla postavena okolo roku 1910. Koncem padesátých let 20. století byla tato budova rekonstruována a rozšířena o druhou polovinu do její současné podoby. V prvním podlaží, částečně zapuštěném do terénu, je převážně nevytápěný suterén, ve kterém se nachází kotelna a místnosti využívané jako skladové prostory. V druhém a třetím podlaží jsou hlavně učebny a kabinety, které spojuje chodba podél západní fasády. Ve severozápadní části dispozice je sociální zázemí. Pod střechou se nachází nevytápěná půda, přístupná ze severního schodiště a sloužící především jako sklad.

Nová budova byla přistavěna v roce 1988. Byla připojena z jižní strany staré budovy a napojena na jižní schodiště. V přízemí se nachází hlavní vstup do celé budovy, kotelna a šatny. V dalších dvou podlažích jsou především specializované učebny a kabinety, v úzké části dispozice, která vede do staré budovy, je sociální zázemí.

V severní části pozemku se nachází nevytápěný přístavek, přistavěný k severní fasádě staré budovy. Tento objekt je v současnosti nevyužívaný.



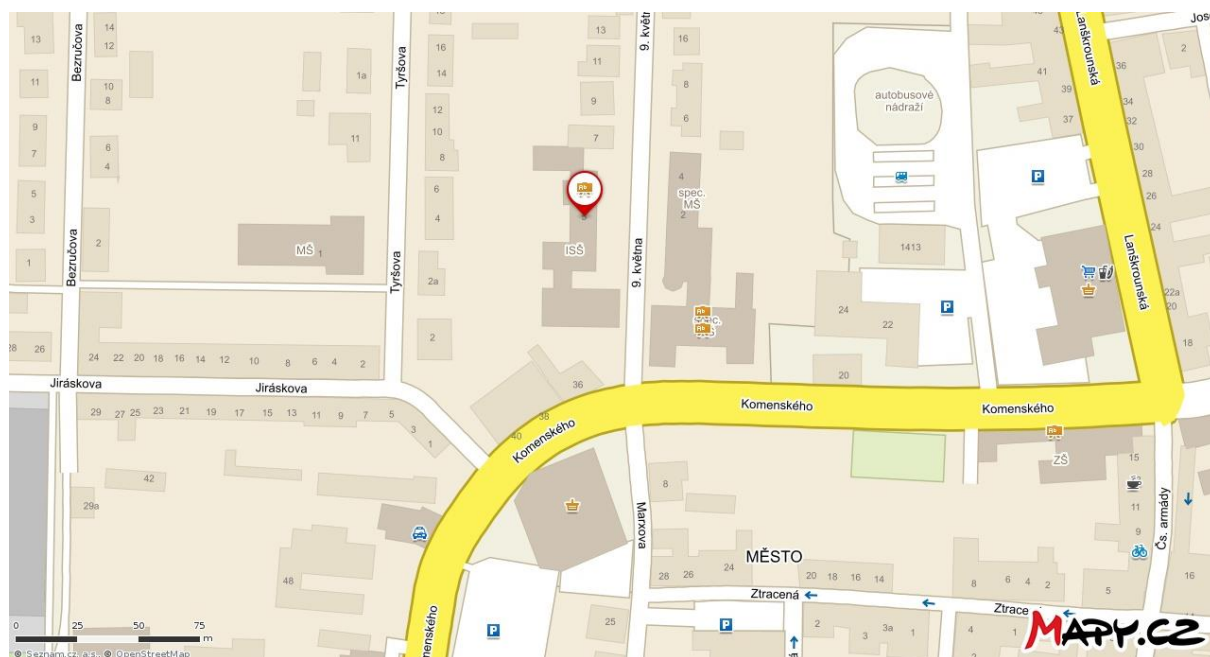
Obr. 3 Uliční fasáda školy

Provoz objektu je od 8 hodin ráno do 16 hodin odpoledne každý pracovní den v období školní výuky. Počet osob v objektu uvádí následující tabulka.

Objekt / část objektu	Hlavní využití	Počet osob	Vnitřní podlahová plocha [m ²]
Zóna 1 - Stará budova	Učebny, kabinety, sociálky	60	987,2
Zóna 2 - Nová budova	Učebny, kabinety, sociálky	70	1 193,4
Celkem		130	2 180,5

Tab. 1 Podlahová plocha a počet osob v předmětu posudku

- *Situační plán*



Obr. 4 Situační plán

3.1.2 Údaje o energetických vstupech:

Objekt je zásoben elektrickou energií a zemním plynem.

Soupis základních údajů o energetických vstupech za předchozí 3 roky:

Pro rok 2014						
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na GJ	Přepočet na MWh	Roční náklady v tis. Kč
Zemní plyn	m ³	26 224	0,0377	987,59	274,33	263,43
Elektřina	MWh	13,51	3,6	48,63	13,51	51,54
Celkem vstupy paliv a energie				1 036,21	287,84	314,97
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)						
Celkem spotřeba paliv a energie				1 036,21	287,84	314,97

Pro rok 2015						
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na GJ	Přepočet na MWh	Roční náklady v tis. Kč
Zemní plyn	m ³	29 276	0,0377	1 102,52	306,26	295,98
Elektřina	MWh	11,96	3,6	43,06	11,96	43,76
Celkem vstupy paliv a energie				1 145,59	318,22	339,73
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)						
Celkem spotřeba paliv a energie				1 145,59	318,22	339,73

Pro rok 2016						
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na GJ	Přepočet na MWh	Roční náklady v tis. Kč
Zemní plyn	m ³	32 893	0,0377	1 238,74	344,09	315,98
Elektřina	MWh	11,61	3,6	41,80	11,61	42,27
Celkem vstupy paliv a energie				1 280,53	355,70	358,25
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)						
Celkem spotřeba paliv a energie				1 280,53	355,70	358,25

Tab. 2 Energetické vstupy z let 2014, 2015 a 2016

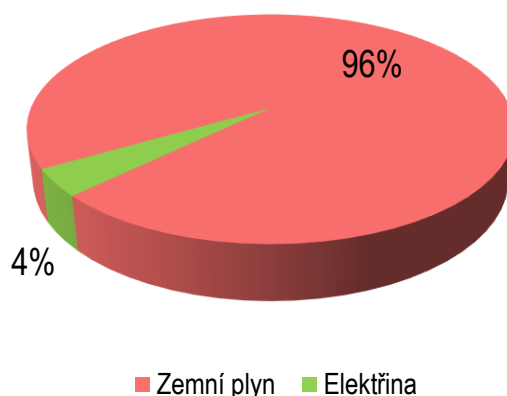
Z předchozích tabulek je patrné, že průměrné měrné ceny energií byly v posledních letech různé, cena za elektřinu má mírně klesající tendenci. Cena elektrické energie vztážená na MWh činila v roce 2014 3 816 Kč/MWh, v roce 2015 to bylo 3 658 Kč/MWh a v roce 2016 pak 3 641 Kč/MWh. Cena zemního plynu vztáženého na MWh činila 960 Kč/MWh v roce 2014, 966 Kč/MWh v roce 2015 a 918 Kč/MWh v roce 2016.

Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na GJ	Přepočet na MWh	Roční náklady v tis. Kč
Zemní plyn	m ³	29 464	0,0377	1 109,62	308,23	291,80
Elektřina	MWh	12,36	3,6	44,49	12,36	45,85
Celkem vstupy paliv a energie				1 154,11	320,59	337,65
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)						
Celkem spotřeba paliv a energie				1 154,11	320,59	337,65

Tab. 3 Průměrné hodnoty energetických vstupů z let 2014, 2015 a 2016

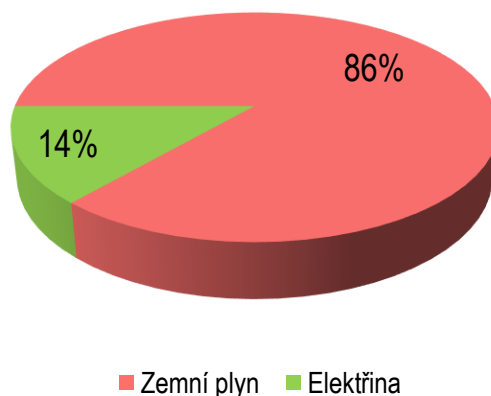
Pro účely stanovení nákladů vycházejících z energetické bilance bude využívána průměrná měrná cena energií z posledních tří fakturovaných let. Průměrná měrná cena zemního plynu činí 947 Kč/MWh, průměrná měrná cena za elektrickou energii činí 3 710 Kč/MWh.

Rozložení průměrné spotřeby energie za poslední tři roky podle energonositelů

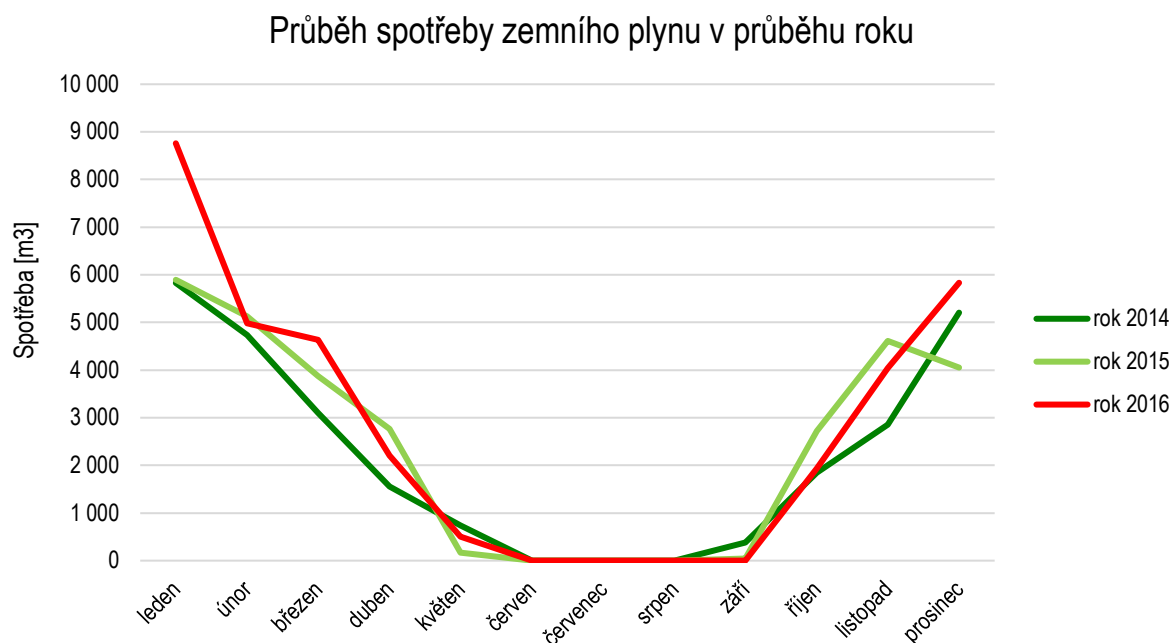


Graf 1 Rozložení spotřeby energie podle druhu

Rozložení průměrných provozních nákladů za poslední tři roky podle energonositelů

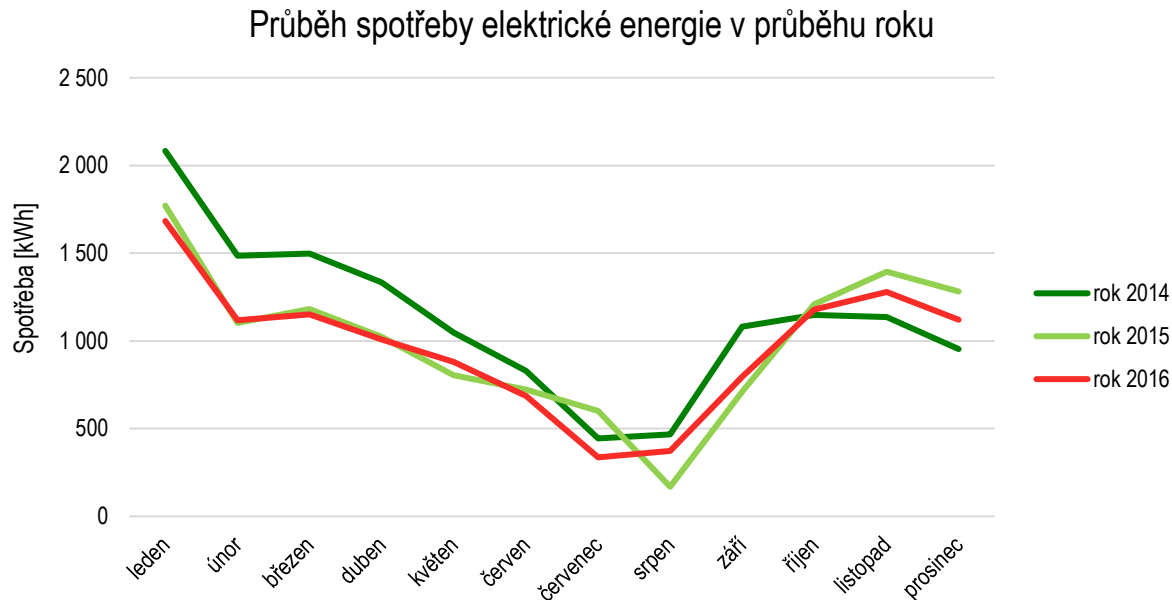


Graf 2 Rozložení nákladů na energii podle jejího druhu



Graf 3 Naměřená spotřeba zemního plynu v průběhu posledních tří let

Z předchozího grafu je patrná stabilní spotřeba zemního plynu odpovídající otopnému období. Zemní plyn je využitý téměř výhradně pro vytápění objektu. Jelikož se jedná o školní budovu, v letních měsících není objekt téměř využíván, a tedy není ani vytápěn. Údaje svědčí převážně o stabilním provozu. Pro výchozí údaje v energetickém auditu bude využita průměrná spotřeba zemního plynu za poslední tři roky.



Graf 4 Naměřená spotřeba elektrické energie v průběhu posledních tří let

Předchozí graf vypovídá o specifickém průběhu spotřeby elektřiny během roku. Největší podíl spotřeby elektrické energie v areálu představuje především osvětlení, o něco méně pak ohřev teplé vody. Školní budova nevyužívá žádné technologie, které by zásadně navyšovaly spotřebu energie. Zvýšená spotřeba je tedy patrná během měsíců s menším podílem denního světla. S jeho postupným přibýváním klesá spotřeba elektřiny a v letním období je vůbec nejmenší, k čemuž přispívá i fakt, že v létě je objekt téměř nevyužíván. V pod-

zimních měsících spotřeba opět stoupá. Malý pokles v prosinci je pravděpodobně způsoben vánočními prázdninami. Údaje ukazují, že profil spotřeby během posledních tří let je velmi podobný. Pro výchozí údaje v energetickém auditu bude využita průměrná spotřeba elektrické energie za poslední tři roky.

3.1.3 Údaje o vlastních zdrojích energie:

Objekt je vytápěn vlastními zdroji energie, zvlášť pro každou zónu. Stará budova je vytápěna třemi plynovými kotli Destila DPL 50 A o jmenovitém výkonu 49,5 kW z roku 2001. Celkový instalovaný tepelný výkon je 148,5 kW. Účinnost jednoho kotle je 90 % a elektrický příkon 22 W. Kotle jsou umístěny v kotelně v suterénu v severní části dispozice. Novou budovu vytápí dva plynové kotle Destila DPL 50 A o jmenovitém výkonu 49,5 kW z roku 2001. Celkový instalovaný tepelný výkon je 99 kW. Účinnost jednoho kotle je 90 % a elektrický příkon 22 W. Kotle jsou umístěny v přízemní přístavbě kotelny u západní fasády.

Instalovaný tepelný výkon zdroje v nové budově je na hranici potřebného tepelného výkonu pro vytápění budovy a kotle příležitostně nestíhají ve špičce nebo při zátoku dodat potřebnou tepelnou energii.

V následujících tabulkách je shrnuta bilance výroby tepla z vlastních zdrojů.

ř.	Název ukazatele	Jednotka	Hodnota
1	Roční celková účinnost zdroje	(%)	90
2	Roční účinnost výroby elektrické energie	(%)	-
3	Roční účinnost výroby tepla	(%)	67
4	Spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny	(GJ/MWh)	-
5	Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla	(GJ)	502,3
6	Roční využití instalovaného elektrického výkonu	(hod)	-
7	Roční využití instalovaného tepelného výkonu	(hod)	632,6

Tab. 4 Základní technické ukazatele plynových kotlů Destila DPL 50 A ve staré budově

ř.	Název ukazatele	Jednotka	Hodnota
1	Roční celková účinnost zdroje	(%)	90
2	Roční účinnost výroby elektrické energie	(%)	-
3	Roční účinnost výroby tepla	(%)	67
4	Spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny	(GJ/MWh)	-
5	Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla	(GJ)	607,3
6	Roční využití instalovaného elektrického výkonu	(hod)	-
7	Roční využití instalovaného tepelného výkonu	(hod)	1 147,1

Tab. 5 Základní technické ukazatele plynových kotlů Destila DPL 50 A v nové budově

ř.	Název ukazatele	Jednotka	Hodnota
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	(MW)	-
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	(MW)	0,248
3	Výroba elektřiny	(MWh)	-
4	Prodej elektřiny	(MWh)	-
5	Vlastní technologická spotřeba elektřiny na výrobu energie	(MWh)	-
6	Spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny	(GJ/r)	-
7	Výroba tepla	(GJ/r)	1 109,6
8	Dodávka tepla	(GJ/r)	-
9	Prodej tepla	(GJ/r)	-
10	Vlastní technologická spotřeba tepla na výrobu tepla	(GJ/r)	-
11	Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla	(GJ/r)	1 109,6
12	Spotřeba energie v palivu celkem	(GJ/r)	1 109,6

Tab. 6 Roční bilance výroby energie ze všech vlastních zdrojů energie

3.2 Popis systémů TZB

3.2.1 Klimatická data:

Parametr	Hodnota	Jednotka
Venkovní výpočtová teplota v zimním období	-17	°C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu	20	°C
Střední venkovní teplota v otopném období	3,4	°C
Délka otopného období	248	den

Tab. 7 Okrajové podmínky pro výpočet energetické náročnosti budovy

3.2.2 Systém vytápění:

- Zdroj tepla

Objekt je vytápěn vlastními zdroji energie, zvlášť pro každou zónu. Stará budova je vytápěna třemi plynovými kotli Destila DPL 50 A o jmenovitém výkonu 49,5 kW z roku 2001. Celkový instalovaný tepelný výkon je 148,5 kW. Účinnost jednoho kotle je 90 % a elektrický příkon 22 W. Kotle jsou umístěny v kotelně v suterénu v severní části dispozice. Soustava je opatřena dvěma expanzními nádobami o objemu 140 l a pojistnými ventily s nastaveným přetlakem 180 kPa. Kotlový okruh je osazen víceotáčkovým oběhovým čerpadlem. Kotle jsou zapojeny do otopné soustavy přes čtyřcestný směšovač s regulátorem. Kotle mají atmosférický hořák, odvod spalin je proveden do vnitřního komínu.

Novou budovu vytápí dva plynové kotle Destila DPL 50 A o jmenovitém výkonu 49,5 kW z roku 2001. Celkový instalovaný tepelný výkon je 99 kW. Účinnost jednoho kotle je 90 % a elektrický příkon 22 W. Kotle jsou umístěny v přízemní přístavbě kotelny u západní fasády. Soustava je opatřena dvěma expanzními nádobami o objemu 80 l a pojistnými ventily s nastaveným přetlakem 180 kPa. Kotle jsou zapojeny do otopné soustavy přes třicestný směšovač s regulátorem. Kotle mají atmosférický hořák, odvod spalin je proveden do komínu na fasádě budovy.

Regulaci zajišťují čtyř a třicestné ventily s řízením ekvitermními regulátory v teplotním a časovém režimu. Zdroje mají vlastní kotlový termostat, počet kotlů v provozu určuje obsluha. Instalovaný tepelný výkon zdroje v nové budově je na hranici potřebného tepelného výkonu pro vytápění budovy a kotle příležitostně nestíhají ve špičce nebo při zátopu dodat potřebnou tepelnou energii.

- *Teplotní spád otopné soustavy*

Teplotní spád obou otopných soustav je 90/70 °C.

- *Otopná soustava*

Otopný systém v obou zónách je teplovodní dvoutrubkový, poháněný víceotáčkovým oběhovým čerpadlem. Za čtyřcestným ventilem v kotelně staré budovy je jednoduchý oddělený rozdělovač a sběrač se dvěma otopnými větvemi. Jeden okruh vytápí východní část budovy podíl ulice (třídy) a druhý okruh západní část (chodby, sociálky, třídy). Koncovou distribuci tepla zajišťují litinová článková otopná tělesa osazená termostatickými ventily a hlavicemi, tělesa jsou umístěna pod okny podél obvodových stěn.

V nové budově začíná otopná soustava v kotelně za třicestným ventilem přes oběhové čerpadlo a rozdělovač a sběrač. Z něho vedou dvě otopné větve, pro menší západní a větší východní část budovy. Místnosti jsou vytápěny ocelovými článkovými tělesy osazenými termostatickými ventily a hlavicemi, otopná tělesa jsou umístěna pod okny podél obvodových stěn.

Regulace otopné soustavy objektu podléhá projektu EPC, který platí až do roku 2019.

- *Rozvody*

Hlavní teplovodní rozvody obou okruhů ve staré budově jsou z rozdělovače a sběrače v kotelně vedeny pod stropem suterénu podél fasád, stoupačky jsou vedeny přímo k otopným tělesům u obvodových stěn. Rozvody kotlového okruhu a hlavní ležatý rozvod jsou izolovány minerální vatou tl. 20 – 40 mm s vnější úpravou a fólií, stoupačky a potrubí vedené k tělesům nejsou izolovány.

Hlavní ležatý rozvod v nové budově je z rozdělovače a sběrače v kotelně veden pod stropem prvního podlaží, stoupačky jsou vedeny přímo k otopným tělesům u obvodových stěn. Rozvody kotlového okruhu a část ležatého rozvodu jsou izolovány minerální vatou tl. 20 – 40 mm s vnější úpravou a fólií, ostatní rozvody nejsou izolovány.

3.2.3 Příprava teplé vody:

- *Zdroj tepla*

Teplá voda je připravována lokálně. Ve staré budově ohřívá teplou vodu několik malých beztlakových elektrických bojlerů Tatramat EO5 N o objemu 5 l a příkonu 2 kW, které jsou umístěny přímo u zařizovacích předmětů v sociálním zázemí. V nové budově se v přízemí nachází jeden zásobníkový elektrický ohříváč Dražice OKC 200 o objemu 200 l a elektrickém příkonu 2,2 kW. Ten ohřívá vodu pro ostatní sociální zázemí, které je v blízkosti.

- *Průměrná denní a roční spotřeba TV*

Standardizovaná spotřeba teplé vody je 520 l/den, což odpovídá spotřebě 100,9 m³/rok. Toto množství je vyšší, než jaká je skutečná spotřeba, což souvisí s vyšší standardizovanou vypočtenou bilancí energie (viz kapitola 3.6). Vypočítaná spotřeba energie na přípravu teplé vody tedy bude úměrně tomu snížena. Spotřeba teplé vody odpovídající této upravené spotřebě energie je 271,6 l/den a 52,7 m³/rok. Počet provozních dní (194 dní) odpovídá průměrnému počtu dní ve školním roce.

- *Délka a kvalita rozvodů TV, cirkulace*

Ve staré budově jsou pouze lokální ohřivače umístěné přímo u odběru teplé vody a rozvody jsou minimální. Od zásobníku v nové budově je potrubí teplé vody vedeno stoupačkami přímo k zařizovacím předmětům. Rozvody jsou částečně izolovány. Délka potrubí teplé vody nepřesahuje 10 m. Teplá voda není cirkulovaná.

- *Průměrná roční spotřeba energie na přípravu TV*

Vypočtená standardizovaná spotřeba teplé vody počítá s denní spotřebou 4 l/os.den, což představuje roční spotřebu tepla 23,68 GJ/rok, respektive 6,58 MWh/rok. Vypočtená bilance energie je vyšší z důvodu standardizovaného profilu budovy, který nezahrnuje nepravidelný provoz budovy a počítá s normovými parametry provozu zóny. Rozdíl mezi vypočtenou a skutečnou spotřebou tepla na ohřev teplé vody vyjadřuje koeficient elektriny $K_E = 0,5535$ (viz kapitola 3.6). Skutečná průměrná spotřeba energie na přípravu teplé vody je 13,11 GJ/rok, respektive 3,64 MWh/rok.

Spotřeba energie na přípravu TV		
Počet provozních dní	194	dny
Předpokládaná denní spotřeba teplé vody	520,00	litry/den
Předpokládaná roční spotřeba teplé vody	100,88	m ³ /rok
Měrná potřeba tepla na ohřev vody z 10°C na 60°C	210,00	MJ/m ³
Roční potřeba tepla na přípravu TV	21,18	GJ/rok
Ztráty v zásobníku a v rozvodech TV (příp. cirkulaci)	1,48	GJ/rok
Roční potřeba tepla na přípravu TV vč. ztrát v rozvodech	22,67	GJ/rok
Účinnost výroby teplé vody	96	%
Roční spotřeba energie na přípravu TV	23,68	GJ/rok

Tab. 8 Výpočet průměrné roční spotřeby energie na přípravu TV

3.2.4 Vzduchotechnika:

V objektu není vzduchotechnika realizována. Větrání je přirozené.

3.2.5 Chlazení:

V objektu není realizováno.

3.2.6 Osvětlení:

Umělé osvětlení většiny prostor ve škole je provedeno lineárními zářivkami. Trubice jsou většinou o příkonu 36 W nebo 40 W, ve svítidlech pak bývá jedna až čtyři tyto trubice. Zářivkové osvětlení doplňují místy žárovková svítidla o různém příkonu. V učebnách převažují velká svítidla 4x40 W nebo 2x36 W, instalovaná často po 6 kusech ve dvou řadách, u tabule jsou pak dvě směrová žárovková svítidla. Na chodbách nové budovy je zářivkové osvětlení, ve staré budově se jedná o kombinaci zářivkových a žárovkových svítidel. V šatnách a sociálních zázemích převažuje osvětlení žárovkami. Celkový instalovaný příkon osvětlení je cca 25 kW.

3.3 Popis budovy – tepelné technické vlastnosti

Samotná stará budova prošla dvojí výstavbou. Nejstarší částí je severní polovina staré budovy, která byla postavena okolo roku 1910. Koncem padesátých let 20. století byla tato budova rekonstruována a rozšířena o druhou polovinu do její současné podoby a zároveň se změnila vnitřní dispozice. Nová budova byla přistavěna v roce 1988, byla připojena z jižní strany staré budovy a napojena na jižní schodiště. Od té doby nedošlo k žádným dalším zásadním stavebním úpravám.

3.3.1 Stavební konstrukce:

- *Základy*

Obě budovy mají stěnovou nosnou konstrukci, nová budova má navíc v několika místech v konstrukci zakomponované ocelové sloupy spojené nosníky. Stará budova je založena na základových pasech z betonu nebo lomového kamene, podle stáří části budovy. Nová budova je také založena na základových pasech z betonu, sloupové konstrukce jsou posazeny na betonových patkách.

- *Svislé a kompletační konstrukce*

Stará budova je postavena z plných pálených cihel, v obvodových stěnách tl. 450 mm, v nosných příčkách tl. 450 a 300 mm a v dělicích příčkách cca 150 mm. Zdivo suterénu je silnější, ve starší severní části je obvodové suterénní zdivo převážně z lomového kamene do tl. cca 750 mm, novější jižní část má suterénní stěny z betonu tl. 600 mm. Stěny suterénu vystupují nad úroveň terénu a vytvářejí vysoký sokl. Obvodové konstrukce jsou nezateplené.

Nová budova má obvodový plášť ze zdiva INA tl. 375 mm. Parapety a meziokenní zdivo na západní, jižní a východní fasádě jsou z plynosilikátových tvárnic tl. 300 mm, v několika místech mezi okny jsou skryté ocelové sloupy. Zdivo komínu je z vápenopískovcových cihel tl. 250 mm. Vnitřní příčky jsou z dutých nebo plných pálených cihel v tloušťkách od 100 do 300 mm. Přibližně ve středu dispozice je v řadě několik ocelových sloupů, zakrytých příčkovým zdivem. Do výšky cca 500 mm nad úroveň terénu je sokl obložený keramickým obkladem. Obvodové konstrukce jsou nezateplené.

- *Vodorovné konstrukce*

Stropy ve staré budově jsou převážně železobetonové, ve starší části je strop nad suterénem z cihlové klenby s násypem. Strop pod nevytápěnou půdou je nesen dřevěnými trámy, izolován vrstvou škvárového posypu a zakryt dřevěným záklopem. Podlahy jsou tvořené betonovou mazaninou a nášlapným souvrstvím, podlaha půdy je čistě betonová. V podlahách jsou tenké vrstvy kročejové izolace, suterén je na terénu nezateplený.

Nová budova má vodorovné konstrukce téměř výhradně železobetonové, stropy tvoří železobetonové panely tl. 200 mm. Podlahy jsou tvořené betonovou mazaninou, tenkou kročejovou izolací a nášlapným souvrstvím. Podlaha na terénu je zateplená tenkou vrstvou polystyrénu tl. 30 mm.

- *Střecha*

Střecha staré budovy je valbová s dřevěnou konstrukcí vaznicového krovu, na dřevěných latích je tašková krytina. Střešní plášť je nezateplený a půdní prostor je nevytápěný.

Nová budova má ploché střechy s plechovou krytinou. Střecha nad třetím podlažím je dvouplášťová s viditelnými větracími otvory na fasádě. Na stropních panelech jsou plynosilikátové desky tl. 150 nebo 200 mm sloužící jako izolace a cementový potěr, větraná mezera tvoří pultový prostor podepřený dřevěnou konstrukcí. Vrchní plášť tvoří dřevěné bednění s plechovou krytinou. Střechy přízemních přístaveb jsou jednoplášťové, na stropních panelech jsou opět izolační plynosilikátové desky o tl. 100 a 150 mm s cementovým potěrem, a na nich bednění s krytinou.

- *Výplně otvorů*

Prakticky všechna okna obou budov jsou dřevěná zdvojená se dvěma čirými skly, severní schodiště ve staré budově a kotelná nové budovy jsou zaskleny sklobetonovými tvárnicemi. Prosklený hlavní vstup má ocelový rám se dvěma skly. Vedlejší vstupní dveře, které vedou do dvora, jsou plně dřevěné, dveře vedoucí na půdu staré budovy jsou jednoduché kovové.

- *Posouzení stavebně technického stavu konstrukcí*

Stavebně technický stav nosných konstrukcí objektu je převážně dobrý, nevykazují staticky závažné poruchy. **Suterénní stěny ve staré části vykazují viditelné poškození vzlínáním vlhkosti od spodní vody**, což je zřejmě zapříčiněno absencí tepelné izolace a hydroizolace. U ostatních konstrukcí jsou na několika místech patrné praskliny v omítce, především v dilatačně namáhaných úsecích. Stav konstrukcí staré budovy odpovídá stáří objektu s přihlédnutím k rekonstrukci koncem 50. let, nová budova má konstrukce odpovídající době výstavby. Sondy nebyly provedeny.

3.3.2 Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí na obálce budovy

Obvodové stěny „W1a“ – stěny staré budovy. Plná pálená cihla tl. 450 mm, omítnutá z vnitřní strany vápennou a z vnější strany vápenocementovou omítkou. $U = 1,30 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

Obvodové stěny „W2a“ – stěny výstupu na půdu staré budovy. Plná pálená cihla tl. 300 mm, omítnutá z vnitřní strany vápennou omítkou. $U = 1,78 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

Obvodové stěny „W3.1a“ – suterénní stěny staré budovy, jižní část. Beton tl. 600 mm, omítnutý z vnitřní strany vápennou a z vnější strany vápenocementovou omítkou. $U = 1,44 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

Obvodové stěny „W3.2a“ – suterénní stěny staré budovy, jižní část. Beton tl. 600 mm, omítnutý z vnitřní strany vápennou, z vnější strany přiléhá terén. $U = 1,57 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

Obvodové stěny „W4.1a“ – suterénní stěny staré budovy, severní část. Lomový kámen tl. 750 mm, omítnutý z vnitřní strany vápennou a z vnější strany vápenocementovou omítkou. $U = 1,20 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

Obvodové stěny „W4.2a“ – suterénní stěny staré budovy, severní část. Lomový kámen tl. 750 mm, omítnutý z vnitřní strany vápennou, z vnější strany přiléhá terén. $U = 1,29 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

Obvodové stěny „W5.1a“ – stěny nové budovy. Keramická tvárnice INA tl. 375 mm, omítnutá z vnitřní strany vápennou a z vnější strany vápenocementovou omítkou. $U = 0,77 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

Obvodové stěny „W5.2a“ – stěny nové budovy, soklová část. Keramická tvárnice INA tl. 375 mm, omítnutá z vnitřní strany vápennou, z vnější strany keramický obklad. $U = 0,77 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

Obvodové stěny „W6.1a“ – stěny nové budovy, parapety a meziokení zdivo. Plynosilikátové tvárnice tl. 300 mm, omítnuté z vnitřní strany vápennou a z vnější strany vápenocementovou omítkou. $U = 0,59 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

Obvodové stěny „W6.2a“ – stěny nové budovy, soklová část parapetu. Plynosilikátové tvárnice tl. 300 mm, omítnuté z vnitřní strany vápennou, z vnější strany keramický obklad. $U = 0,59 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

Obvodové stěny „W7a“ – komínové zdivo nové budovy. Dvě vrstvy vápenopískovcových cihel tl. 250 mm, omítnuté z vnitřní strany vápennou a z vnější strany vápenocementovou omítkou. $U = 1,04 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

Podlaha „P1a“ – podlaha suterénu staré budovy na terénu. Vrstva betonu a keramická dlažba nebo jiná nášlapná vrstva. $U = 3,05 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ ($R = 0,16 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$)

Podlaha „P2a“ – podlaha nové budovy na terénu. Vrstva betonu zateplená EPS tl. 30 mm, podlahové souvrství s nášlapnou vrstvou podle provozu. $U = 1,21 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ ($R = 0,65 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$)

Strop „C1a“ – strop pod nevytápěným půdním prostorem staré budovy. Dřevěný trámový strop, ze spodní strany dřevěný záklop s rákosovou omítkou, svrchu dřevěné bednění se škvárovým násypem a podlahou z betonové mazaniny. $U = 0,98 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

Strop „C2a“ – strop nad nevytápěným suterénem staré budovy, severní část. Cihlová klenba s vápennou omítkou zespodu a škvárovým násypem, betonovou mazaninou a podlahovým souvrstvím svrchu. $U = 1,28 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

Strop „C3a“ – strop nad nevytápěným suterénem staré budovy, jižní část. Železobetonový strop, tenká kročejová izolace, betonová mazanina a podlahové souvrství. Ze spodní strany vápenná omítka. $U = 1,27 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Střecha „R1a“ – plochá dvouplášťová střecha nové budovy. Železobetonové stropní panely tl. 200 mm, plynosilikátové desky tl. 200 mm, cementový potěr, větraná vzduchová dutina proměnné tloušťky s dřevěnou pultovou konstrukcí. Vrchní plášť tvoří dřevěné bednění a plechová krytina. $U = 0,67 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Střecha „R2a“ – plochá dvouplášťová střecha nové budovy, spojovací část. Železobetonové stropní panely tl. 200 mm, plynosilikátové desky tl. 150 mm, cementový potěr, větraná vzduchová dutina proměnné tloušťky s dřevěnou pultovou konstrukcí. Vrchní plášť tvoří dřevěné bednění a plechová krytina. $U = 0,82 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Střecha „R3a“ – plochá jednoplášťová střecha nové budovy, kotelna. Železobetonové stropní panely tl. 200 mm, plynosilikátové desky tl. 150 mm, cementový potěr, dřevěné bednění a plechová krytina. $U = 0,86 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Střecha „R4a“ – plochá jednoplášťová střecha nové budovy, hlavní vstup. Železobetonové stropní panely tl. 150 mm, plynosilikátové desky tl. 100 mm, dřevěné bednění a plechová krytina. $U = 1,22 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Okna „O01a – O05a, O07a – O12a, O14a – O16a“ – okna dřevěná zdvojená s dvěma skly, $U = 2,4 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Okna „O06a, O13a“ – výplň sklobetonovými tvárnicemi, $U = 2,5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Dveře „D1a, D4a, D5a“ – vstupní dveře plné dřevěné, $U = 2,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Dveře „D2a“ – dveře na půdu staré budovy, kovové jednoduché, $U = 3,5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Dveře „D3a“ – prosklený hlavní vstup, ocelový rám s dvěma skly, $U = 4,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Součinitele prostupu tepla obvodových konstrukcí a hodnoty požadované normou ČSN 73 0540-2 z roku 2011 uvádí následující přehled. Pro porovnání jsou uvedeny jak hodnoty normou požadované, které je nutné splnit u všech novostaveb a při větších stavebních změnách, tak i doporučené.

Součinitelé prostupu tepla konstrukcí ve stávajícím stavu					
Konstrukce	Plocha konstrukce A m ²	Současná hodnota U W/(m ² K)	Požadovaná hodnota U _N W/(m ² K)	Doporučená hodnota U _{rec} W/(m ² K)	splňuje ČSN 730540-2
Stará budova, vytápěná zóna					
Stěna vnější „W1a“	839,9	1,30	0,30	0,25	NE
Stěna vnější „W2a“	21,1	1,78	0,30	0,25	NE
Strop pod nevytápěnou půdou „C1a“	551,6	0,98	0,30	0,20	NE
Strop z vytáp. do nevytáp. prostoru „C2a“	240,6	1,28	0,60	0,40	NE
Strop z vytáp. do nevytáp. prostoru „C3a“	311,0	1,27	0,60	0,40	NE
Okna „O01a – O05a“	193,0	2,40	1,50	1,20	NE
Okna „O06a“	7,7	2,50	1,50	1,20	NE
Dveře „D1a“	2,0	2,30	1,70	1,20	NE
Dveře „D2a“	1,8	3,50	1,70	1,20	NE

(pokračování tabulky z předchozí strany)

Suterén, nevytápěný prostor pod starou budovou					
Stěna vnější „W3.1a“	86,5	1,44	-	-	-
Stěna vnější „W4.1a“	91,3	1,20	-	-	-
Stěna vnější přilehlá k zemině „W3.2a“	112,8	1,57	-	-	-
Stěna vnější přilehlá k zemině „W4.2a“	91,5	1,29	-	-	-
Podlaha na terénu „P1a“	557,8	3,05	-	-	-
Okna „O07a – O10a“	30,4	2,40	-	-	-
Nová budova, vytápěná zóna					
Stěna vnější „W5.1a“	488,7	0,77	0,30	0,25	NE
Stěna vnější „W5.2a“	24,8	0,77	0,30	0,25	NE
Stěna vnější „W6.1a“	190,8	0,59	0,30	0,25	NE
Stěna vnější „W6.2a“	18,7	0,59	0,30	0,25	NE
Stěna vnější „W7a“	23,8	1,04	0,30	0,25	NE
Stěna k nevytápěnému prostoru „W3.1a“	18,5	1,44	0,60	0,40	NE
Střecha plochá a šikmá do 45° „R1a“	345,1	0,67	0,24	0,16	NE
Střecha plochá a šikmá do 45° „R2a“	46,9	0,82	0,24	0,16	NE
Střecha plochá a šikmá do 45° „R3a“	40,6	0,86	0,24	0,16	NE
Střecha plochá a šikmá do 45° „R4a“	37,1	1,22	0,24	0,16	NE
Podlaha na terénu „P2a“	478,3	1,21	0,45	0,30	NE
Okna „O11a – O12a, O14a – O16a“	210,7	2,40	1,50	1,20	NE
Okna „O13a“	4,5	2,50	1,50	1,20	NE
Dveře „D3a“	27,0	4,00	1,70	1,20	NE
Dveře „D4a, D5a“	4,2	2,30	1,70	1,20	NE

Tab. 9 Přehled konstrukcí, které se vyskytují v budově a porovnání jejich součinitelů prostupu tepla s požadavky ČSN 73 0540-2

3.4 Vyhodnocení výchozího stavu

Součinitele prostupu tepla podstatné většiny obvodových konstrukcí jsou z pohledu dnešních požadavků na výstavbu a tepelnou ochranu budov na nevyhovující úrovni, tyto konstrukce nesplňují požadavky na součinitele prostupu tepla uvedené v normě ČSN 73 0540-2:2011, které musejí být splněny u všech novostaveb a změn dokončených staveb podle rozsahu.

Průměrný součinitel prostupu tepla	m.j.	Výpočet	Hodnota
objemový faktor tvaru budovy	m^2/m^3	A/V	0,44
měrná ztráta prostupem tepla H_T	W/K	$A_i \cdot U_i \cdot B_i$	4 632
vypočtená hodnota U_{em}	$W/(m^2.K)$	H_T / A	1,12
požadovaná hodnota $U_{em,N}$	$W/(m^2.K)$	ČSN 73 0540-2	0,45
doporučená hodnota $U_{em,rc}$	$W/(m^2.K)$	$0,75 \cdot U_{em,N}$	0,34
hodnota pro stavební fond $U_{em,s}$	$W/(m^2.K)$	$U_{em,N} + 0,60$	1,05

Tab. 10 Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy

Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou budovy se stanovují podle požadované normové hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em,N}$. Mohou se zpracovávat rovněž jako příloha průkazu energetické náročnosti budov.

Klasifikační třídy	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U_{em} ($W/(m^2.K)$)	Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel CI
A	$U_{em} \leq 0,5 \cdot U_{em,N}$	velmi úsporná	0,3
B	$0,5 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq 0,75 \cdot U_{em,N}$	úsporná	0,6
C	$0,75 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq U_{em,N}$	vyhovující	1,0
D	$U_{em,N} < U_{em} \leq 1,5 \cdot U_{em,N}$	nevyhovující	1,5
E	$1,5 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq 2,0 \cdot U_{em,N}$	nehospodárná	2,0
F	$2,0 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq 2,5 \cdot U_{em,N}$	velmi nehospodárná	2,5
G	$U_{em} > 2,5 \cdot U_{em,N}$	mimořádně nehospodárná	-

Tab. 11 Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy

Z předchozích tabulek a výpočtů je patrné, že ve stávajícím stavu objekt nesplňuje požadavek ($U_{em} \leq U_{em,N}$) normy ČSN 73 0540-2 (2011) na průměrný součinitel prostupu tepla pro novostavby a změny dokončených staveb. Budova spadá do klasifikační třídy **F**, a je tudíž z hlediska prostupu tepla obálkou budovy „**velmi nehospodárná**“.

Měrná tepelná ztráta budovy činí 5 780,7 W/K, tomu odpovídá měrná potřeba tepla na vytápění 133 kWh/(m².rok), která nezahrnuje účinnost otopné soustavy. Jejím zohlednění je vypočítaná měrná spotřeba energie na vytápění 197 kWh/(m².rok).

Největší tepelné ztráty dle výpočtu vznikají prostupem tepla vnějšími stěnami (cca 28 %) a otvorovými výplněmi (cca 21 %). Tyto ztráty jsou způsobeny velkou plochou těchto konstrukcí v poměru ke konstrukcím ostatním a jejich nevyhovujícími tepelně-technickými vlastnostmi. Ztráta tepla větráním, která činí 20 % z celkové měrné tepelné ztráty budovy, je stanovena z podmínky zajištění hygienického minima čerstvého vzduchu. V případě redukce této ztráty by bylo nutné realizovat v celém objektu nucené větrání s rekuperací tepla z odváděného vzduchu, příp. předeřev přiváděného vzduchu do vytápěných místností.

3.5 Vyhodnocení úrovně systému hospodaření s energií

V budově je zacházeno s energiemi šetrně, odpovědné osoby jsou si vědomy správného fungování energetických systémů a jejich příslušenství. Měření spotřeby energie je společné pro celý školní objekt. Průběžná měsíční spotřeba energií (zemní plyn, elektřina, voda) je pravidelně sledována, zaznamenávána v tabulkové podobě a vyhodnocována. Předpokládaný vývoj cen energií a cenových tarifů je sledován, plánují se stavební úpravy vedoucí ke snížení spotřeby energie v objektu. Technické systémy nevykazují zásadní poruchy nebo nedostatky, zařízení fungují přiměřeně svému stáří.

3.6 Celková energetická bilance

Pro výpočet úspor energií je použita upravená energetická bilance objektu, která byla vypočtena podle vyhlášky 78/2013 Sb. a platných norem TNI a ČSN. Vypočtená bilance energie je vyšší z důvodu standardizovaného profilu budovy, který nezahrnuje nepravidelný provoz budovy a počítá s normovými parametry provozu zón. Bilance energie vycházející z dodávané energie ze zemního plynu bude proto násoben koeficientem $K_z = 0,6549$. Stejný problém se vyskytuje i u bilance elektrické energie, vypočítaná standardizovaná spotřeba elektřiny je značně větší než naměřená spotřeba. Pro správnou výchozí bilanci bude vypočtená spotřeba elektrické energie násobena koeficientem $K_E = 0,5535$.

ř.	Ukazatel	Energie		Náklady (tis. Kč)
		(GJ)	(MWh)	
1	Vstupy paliv a energie	1 774,8	492,99	528,41
2	Změna zásob paliv	0	0	0
3	Spotřeba paliv a energie (ř.1 + ř.2)	1 774,8	492,99	528,41
4	Prodej energie cizím	0	0	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie (ř.3 - ř.4)	1 774,8	492,99	528,41
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie (z ř.5)	553,7	153,81	145,61
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	1 140,6	316,85	299,96
8	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)	0,0	0,0	0,0
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody (z ř.5)	23,7	6,58	24,41
10	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)	0	0	0
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř.5)	0	0	0
12	Spotřeba energie na osvětlení (z ř.5)	53,9	14,99	55,59
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	2,8	0,77	2,84

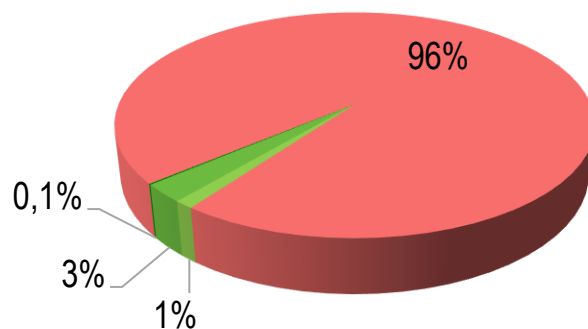
Tab. 12 Vypočtená roční energetická bilance

ř.	Ukazatel	Energie		Náklady (tis. Kč)
		(GJ)	(MWh)	
1	Vstupy paliv a energie	1 154,1	320,59	337,65
2	Změna zásob paliv	0	0	0
3	Spotřeba paliv a energie (ř.1 + ř.2)	1 154,1	320,59	337,65
4	Prodej energie cizím	0	0	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie (ř.3 - ř.4)	1 154,1	320,59	337,65
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie (z ř.5)	343,8	95,51	90,42
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	765,8	212,72	201,38
8	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)	0	0	0
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody (z ř.5)	13,1	3,64	13,51
10	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)	0	0	0
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř.5)	0	0	0
12	Spotřeba energie na osvětlení (z ř.5)	29,9	8,29	30,77
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	1,5	0,42	1,57

Tab. 13 Výchozí roční energetická bilance

Rozložení spotřeby energie podle využití

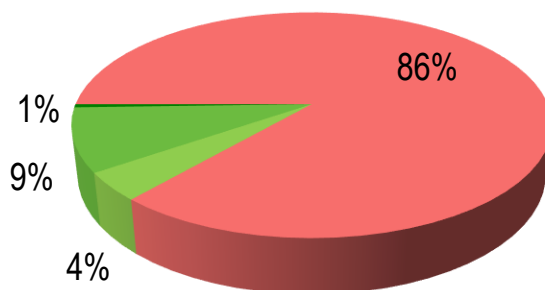
■ Vytápění ■ Příprava TV ■ Osvětlení ■ Ostatní procesy a technologie



Graf 5 Rozložení energií výchozí bilance podle druhu spotřeby

Rozložení nákladů za energii podle využití

■ Vytápění ■ Příprava TV ■ Osvětlení ■ Ostatní procesy a technologie



Graf 6 Rozložení provozních nákladů za energie podle druhu spotřeby

4 Návrhová opatření

Pro dosažení předpokládaných úspor je nezbytné následné hydraulické vyvážení otopné soustavy, regulace zdroje tepla a otopných těles.

4.1 Energetický management

Opatření navrhuje zavedení energetického managementu (EM) dle metodiky OPŽP 2014 – 2020 v prioritní ose. Cílem zavedení EM je řízení spotřeby energie za účelem dlouhodobého snižování dopadů na životní prostředí, jehož významným vedlejším efektem je snižování provozních nákladů.

- Průběžné sledování a měření spotřeby energie a vody ve všech jejich formách a následné vyhodnocení minimálně v měsíčním intervalu. Údaje o spotřebě tepla v topné sezóně sledovat a měřit v týdenním intervalu.
- Sledování stavu všech spotřebičů energie a pravidelná údržba.
- Pravidelná kontrola všech rozvodů včetně uzavíracích a dalších armatur a včasné odstraňování závad.
- Pravidelné provádění všech předepsaných revizí a okamžité odstraňování zjištěných nedostatků.
- Dodržování zásad záměrného energeticky úsporného chování všech osob.
- Zajišťování správy EM odpovědným pracovníkem (energetický manažer, energetik) na základě smluvního vztahu.
- Provádění EM minimálně po dobu udržitelnosti projektu (5 let od kolaudace)

Podrobně jsou podmínky zavedení energetického managementu popsány v kapitole 7.

4.2 Zateplení obvodového zdiva

V rámci rekonstrukce dojde k zateplení obvodových stěn v tomto provedení:

- Kontaktní zateplení obvodových stěn staré budovy a stěny komínu nové budovy, použití izolačních desek z **minerálních vláken** pro KZS ($\lambda_{d,max} = 0,036 \text{ W/m.K}$) **tl. 140 mm**; celková plocha pro popsané zateplení obvodových stěn je **970 m²** (měrná cena **1 550 Kč/m²**), z toho je 847 m² na obálce vytápěné zóny a 122 m² mimo obálku vytápěné zóny
- Kontaktní zateplení obvodových stěn nové budovy, s výjimkou stěny komínu, použití izolačních desek z **minerálních vláken** pro KZS ($\lambda_{d,max} = 0,036 \text{ W/m.K}$) **tl. 120 mm**; celková plocha pro popsané zateplení obvodových stěn je **679 m²** (měrná cena **1 500 Kč/m²**) na obálce vytápěné zóny
- Zateplení soklové části obvodových stěn staré budovy minimálně do výšky 500 mm nad úroveň terénu, izolace **extrudovaný polystyrén XPS** ($\lambda_{d,max} = 0,033 \text{ W/m.K}$) **tl. 100 mm**; celková plocha je **47 m²** (měrná cena **1 750 Kč/m²**) mimo obálku vytápěné zóny
- Zateplení soklové části obvodových stěn nové budovy minimálně do výšky 500 mm nad úroveň terénu, přičemž dojde k odstranění stávajícího keramického obkladu, izolace **extrudovaný polystyrén XPS** ($\lambda_{d,max} = 0,033 \text{ W/m.K}$) **tl. 120 mm**; celková plocha je **43 m²** (měrná cena **1 800 Kč/m²**) na obálce vytápěné zóny
- Zateplení suterénních stěn staré budovy pod úroveň terénu, podřezání a vytvoření nové svislé hydroizolace, izolace **extrudovaný polystyrén XPS** ($\lambda_{d,max} = 0,033 \text{ W/m.K}$) **tl. 100 mm**; celková plocha pro popsané zateplení je **179 m²** (měrná cena **2 500 Kč/m²**) mimo obálku vytápěné zóny
- Zateplení základů a prodloužení soklu nové budovy pod úroveň terénu do hloubky alespoň 1 m a vytvoření nové svislé hydroizolace, izolace **extrudovaný polystyrén XPS** ($\lambda_{d,max} = 0,033 \text{ W/m.K}$)

tl. 80 mm; celková plocha je 89 m² (není ve výpočtovém modelu, měrná cena 2 500 Kč/m²) mimo obálku vytápěné zóny

Součinitelé prostupu tepla měněných konstrukcí					
Konstrukce	Plocha konstrukce A m ²	Navržená hodnota U W/(m ² K)	Požadovaná hodnota U _N W/(m ² K)	Doporučená hodnota U _{rec} W/(m ² K)	splňuje ČSN 73 0540-2
Stará budova, vytápěná zóna (plochy na obálce)					
W1b (cihly, MW 140 mm)	823,7	0,24	0,30	0,25	ANO
Suterén pod starou budovou, nevytápěný prostor (plochy mimo obálku)					
W3.1b (beton, MW 140 mm)	63,0	0,25	-	-	-
W3.1c (beton, sokl XPS 100 mm)	23,5	0,29	-	-	-
W3.2c (beton, XPS 100 mm, terén)	94,3	0,3	-	-	-
W4.1b (kámen, MW 140 mm)	59,2	0,24	-	-	-
W4.1c (kámen, sokl XPS 100 mm)	23,9	0,28	-	-	-
W4.2c (kámen, XPS 100 mm, terén)	84,3	0,29	-	-	-
Nová budova, vytápěná zóna (plochy na obálce)					
W5.1b (cihly INA, MW 120 mm)	488,7	0,24	0,30	0,25	ANO
W5.2c (cihly INA, sokl XPS 120 mm)	24,8	0,23	0,30	0,25	ANO
W6.1b (plynosil., MW 120 mm)	190,8	0,22	0,30	0,25	ANO
W6.2c (plynosil., sokl XPS 120 mm)	18,7	0,21	0,30	0,25	ANO
W7b (komín, MW 140 mm)	23,8	0,23	0,30	0,25	ANO
Plochy nové budovy mimo modelovou zónu (plochy mimo obálku)					
Zateplení základů, XPS 80 mm	89,1	-	-	-	-

Tab. 14 Přehled měněných konstrukcí v rámci zateplení stěn a posouzení splnění požadavku na součinitel prostupu tepla

Investiční náklady na realizaci opatření:	3 350 000 Kč, z toho je 2 410 000 Kč způsobilých (tzn. zateplení se týká plochy na obálce vytápěné zóny budovy)
Celková zateplovaná plocha:	2 008 m ² , z toho je 1 570 m ² na obálce vytápěné zóny
Úspora energie:	100 MWh/rok
Úspora provozních nákladů:	95 000 Kč/rok

4.3 Zateplení střechy objektu

V rámci rekonstrukce dojde k zateplení vodorovných střešních konstrukcí v tomto provedení:

- Zateplení a rekonstrukce dvouplášťové střechy hlavní třípodlažní části nové budovy položením parozábrany a minerální izolace na stropní desku uvnitř větraného prostoru střechy, do kterého bude vytvořen přístup z exteriéru. Demontuje se stávající střešní krytina a bednění, po zateplení se instaluje nová krytina. Použití **izolačních desek z minerálních vláken** ($\lambda_{d,max} = 0,038 \text{ W/m.K}$) do tloušťky **200 mm**; celková plocha popsaného opatření je **345 m²** (měrná cena 450 Kč/m²) na obálce vytápěné zóny
- Zateplení střechy třípodlažní spojovací části nové a staré budovy položením izolace na vrchní plášť střechy (po odstranění stávající krytiny), položením nové krytiny a zadělání větracích otvorů vnitřní vzduchové vrstvy dvoupláště. Použity budou izolační desky ze **stabilizovaného polystyrénu** ($\lambda_{d,max} = 0,035 \text{ W/m.K}$) **tl. 200 mm**; celková plocha popsaného opatření je **47 m²** (měrná cena 2 100 Kč/m²) na obálce vytápěné zóny
- Zateplení střechy kotelny nové budovy položením izolace na vrchní plášť střechy (po odstranění stávající krytiny) a položením nové krytiny. Použity budou izolační desky ze **stabilizovaného polystyrénu** ($\lambda_{d,max} = 0,035 \text{ W/m.K}$) **tl. 200 mm**; celková plocha popsaného opatření je **41 m²** (měrná cena 2 100 Kč/m²) na obálce vytápěné zóny
- Zateplení střechy hlavního vstupu nové budovy položením izolace na vrchní plášť střechy (po odstranění stávající krytiny) a položením nové krytiny. Použity budou izolační desky ze **stabilizovaného polystyrénu** ($\lambda_{d,max} = 0,035 \text{ W/m.K}$) **tl. 220 mm**; celková plocha popsaného opatření je **37 m²** (měrná cena 2 200 Kč/m²) na obálce vytápěné zóny

Součinitelé prostupu tepla měněných konstrukcí					
Konstrukce	Plocha konstrukce A m ²	Navržená hodnota U W/(m ² K)	Požadovaná hodnota U _N W/(m ² K)	Doporučená hodnota U _{rec} W/(m ² K)	splňuje ČSN 730540-2
Nová budova, vytápěná zóna (plochy na obálce)					
R1b (ME, 200 mm, rekonstrukce)	345,1	0,15	0,24	0,16	ANO
R2b (stabilizovaný EPS, 200 mm)	46,9	0,16	0,24	0,16	ANO
R3b (stabilizovaný EPS, 200 mm)	40,6	0,16	0,24	0,16	ANO
R4b (stabilizovaný EPS, 220 mm)	37,1	0,16	0,24	0,16	ANO

Tab. 15 Přehled měněných konstrukcí v rámci zateplení střech a posouzení splnění požadavku na součinitel prostupu tepla

Investiční náklady na realizaci opatření:	1 130 000 Kč, všechny způsobilé (tzn. zateplení se týká plochy na obálce vytápěné zóny budovy)
Celková zateplovaná plocha:	470 m ² , vše na obálce vytápěné zóny
Úspora energie:	18 MWh/rok
Úspora provozních nákladů:	17 000 Kč/rok

4.4 Zateplení stropu objektu

V rámci rekonstrukce dojde k zateplení vodorovné stropní konstrukce v tomto provedení:

- Zateplení stropu nad třetím podlažím staré budovy (podlaha podkroví), položení parozábrany, instalace dřevěného roštu a vytvoření pochozí podlahy. Použita bude izolace **z minerálních vláken** ($\lambda_{d,max} = 0,038 \text{ W/m.K}$) **tl. 220 mm** ve dvou vrstvách mezi dřevěnými trámkami; celková plocha popsaného opatření zateplení stropu je **552 m²** (měrná cena 1 200 Kč/m²) na obálce vytápěné zóny

Součinitelé prostupu tepla měněných konstrukcí					
Konstrukce	Plocha konstrukce A	Navržená hodnota U	Požadovaná hodnota U _N	Doporučená hodnota U _{rec}	splňuje ČSN 730540-2
	m²	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	
Stará budova, vytápěná zóna (plochy na obálce)					
C1b (MW 220 mm, pochozí podlaha)	551,6	0,19	0,30	0,20	ANO

Tab. 16 Měněná konstrukce v rámci zateplení stropu a posouzení splnění požadavku na součinitel prostupu tepla

Investiční náklady na realizaci opatření:	660 000 Kč, všechny způsobilé (tzn. zateplení se týká plochy na obálce vytápěné zóny budovy)
Celková zateplovaná plocha:	552 m ² , vše na obálce vytápěné zóny
Úspora energie:	29 MWh/rok
Úspora provozních nákladů:	27 000 Kč/rok

4.5 Výměna výplní stavebních otvorů

V rámci rekonstrukce dojde k výměně oken a dveří v tomto provedení:

- Výměna oken všech stávajících oken ve staré i nové budově za nová okna **plastová s izolačním dvojsklem** ($U_{W,max} = 1,20 \text{ W/m}^2.\text{K}$), včetně oken v suterénu a oken tvořených sklobetonovými tvárnici; celková plocha pro výměnu je **446 m²** (měrná cena 5 000 Kč/m²), z toho je 416 m² na obálce vytápěné zóny a 30 m² mimo obálku vytápěné zóny
- Výměna dveří staré budovy a dveří nové budovy, oboje vedoucí na dvůr, nové dveře budou plně plastové nebo jiné konstrukce s vnitřní izolací ($U_{W,max} = 1,20 \text{ W/m}^2.\text{K}$); celková plocha pro výměnu je **4,4 m²** (měrná cena 5 000 Kč/m²) na obálce vytápěné zóny
- Výměna vstupní prosklené dveřní konstrukce v nové budově, nové budou **hliníkové** rámy a zasklení **izolačním dvojsklem** ($U_{W,max} = 1,20 \text{ W/m}^2.\text{K}$); celková plocha pro popsanou výměnu **27 m²** (měrná cena 12 000 Kč/m²) na obálce vytápěné zóny
- Výměna dveří kotelny v nové budově, nové dveře budou **hliníkové a protipožární** ($U_{W,max} = 1,20 \text{ W/m}^2.\text{K}$); celková plocha pro popsanou výměnu **1,8 m²** (měrná cena 10 000 Kč/m²) na obálce vytápěné zóny

Součinitelé prostupu tepla měněných konstrukcí					
Konstrukce	Plocha konstrukce A	Navržená hodnota U	Požadovaná hodnota U _N	Doporučená hodnota U _{rec}	splňuje ČSN 730540-2
	m ²	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)	
Stará budova, vytápěná zóna (plochy na obálce)					
O01b – O06b (plast, dvojsklo)	200,7	1,20	1,50	1,20	ANO
D1b (plné izolované)	2,0	1,20	1,70	1,20	ANO
Suterén staré budovy, nevytápěná zóna (plochy mimo obálku)					
O07b – O10b (plast, dvojsklo)	30,4	1,20	-		
Nová budova, vytápěná zóna (plochy na obálce)					
O11b – O16b (plast, dvojsklo)	215,2	1,20	1,50	1,20	ANO
D3b (vstup, hliník, dvojsklo)	27,0	1,20	1,70	1,20	ANO
D4b (kotelna, požární)	1,8	1,20	1,70	1,20	ANO
D5b (plné izolované)	2,4	1,20	1,70	1,20	ANO

Tab. 17 Přehled měněných konstrukcí v rámci výměny oken a dveří a posouzení splnění požadavku na součinitel prostupu tepla

Investiční náklady na realizaci opatření:	2 600 000 Kč, z toho je 2 440 000 Kč způsobilých (tzn. zateplení se týká plochy na obálce vytápěné zóny budovy)
Celková zateplovaná plocha:	479 m ² , z toho je 449 m ² na obálce vytápěné zóny
Úspora energie:	30 MWh/rok
Úspora provozních nákladů:	28 000 Kč/rok

4.6 Instalace nuceného větrání s rekuperací

Další úspory ve spotřebě energie je možné dosáhnout instalací nuceného větrání v podobě rovnotlakých vzduchotechnických jednotek osazených zpětným získáváním tepla.

Nucené větrání zároveň zvýší komfort užívání budovy – zajistí dostatečný přísun čerstvého vzduchu bez nutnosti otevírat okna. Přiváděný vzduch navíc ve vzduchotechnické jednotce prochází přes filtry, je tak do jisté zbytkové prachu a pylu (závisí na použitých filtrech). V zimním období nevzniká průvan studeného vzduchu jako v případě větrání okny.

Systém, nuceného větrání v případě realizace projektu v rámci dotačního titulu OPŽP musí být navržen dle Metodického pokynu pro návrh a větrání škol zveřejněném na www.opzp.cz a vyhlášky č. 410/2005Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška 410/2005Sb. požaduje 20-30 m³/h na žáka přiváděného vzduchu, metodický pokyn navrhuje pro střední školy s mladistvými studenty uvažovat 20 m³/h. Tímto způsobem musí být větrány učebny. Ve škole je uvažováno celkem 130 žáků, z čehož vyplývá odhad navrhované výměny vzduchu celkem 2 600 m³/h.

Hygienické zázemí je doporučeno větrat podtlakově s nárazovým (podle pohybových čidel) nebo časovým provozem (o přestávkách...) podle vyhlášky 410/2005Sb.

Kabinety, sborovny a tělocvičny nejsou uvažovány jako trvalá pracoviště a je možné větrat je přirozeně.

Suchá účinnost zpětného získávání tepla dle ČSN EN 308 musí být minimálně 66 %.

Systém nuceného větrání musí být regulován dle koncentrace CO₂ ve větraných místnostech, měření musí být zajištěno infračervenými čidly, tzv. IR senzory.

Konkrétní podobu této úpravy bude řešit až samotný podrobný projekt vzduchotechniky. Cena investičních nákladů je uvažována v této fázi pouze hrubým odhadem. Maximální způsobilé výdaje pro realizaci systému nuceného větrání s rekuperací u budov pro výchovu a vzdělávání jsou stanoveny měrnými výdaji 400 Kč/(m³/h) návrhové výměny vzduchu.

Povinnou součástí projektu vzduchotechniky musí být posouzení splnění požadavku na nepřekročení přípustné koncentrace CO₂, která je 1 500 ppm. Výpočet musí být proveden pomocí nástroje „Stanovení průtoku venkovního vzduchu a bilance CO₂ v učebně“.

Vzhledem k tomu, že ve stávajícím stavu jsou prostory větrány přirozeně, dojde po instalaci vzduchotechniky k navýšení spotřeby elektrické energie na větrání určené pro pohon ventilátorů. Přesto dojde k celkové úspoře energie, a to díky zpětnému získávání tepla, které snižuje spotřebu tepla na vytápění.

Investiční náklady na realizaci opatření:	1 600 000 Kč, z toho je 1 040 000 Kč způsobilých
Navrhované množství výměny vzduchu:	2 600 m ³ /h
Úspora energie:	20 MWh/rok
Úspora provozních nákladů:	13 000 Kč/rok

4.7 Souhrn navržených opatření

	Popis opatření	Náklady na realizaci tis. Kč	Úspora energie MWh/rok	Úspora nákladů tis. Kč/rok	Podíl úspory energie
1	Zateplení obvodového zdiva	3 350	100,1	95,0	31,2 %
2	Zateplení střech	1 130	17,9	17,0	5,6 %
3	Zateplení stropu	660	28,5	27,0	8,9 %
4	Výměna výplní stavebních otvorů	2 600	29,6	28,1	9,2 %
5	Instalace VZT	1 600	19,8	13,4	6,2 %

Tab. 18 Souhrn navržených opatření

Celkové investiční náklady na realizaci všech opatření:	9 340 000 Kč (7 680 000 Kč způsobilých)
Náklady na projektovou přípravu:	654 000 Kč
Celková zateplovaná / měněná / nová plocha:	3 508 m ² , (3 041 m ² způsobilých)
Celkové investiční náklady:	9 994 000 Kč
Celková úspora energie:	196 MWh/rok
Celková úspora provozních nákladů:	180 000 Kč/rok

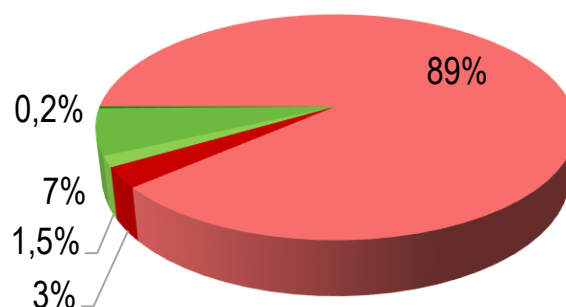
4.8 Celková energetická bilance

ř. Ukazatel	Před realizací projektu			Po realizaci projektu		
	Energie (GJ)	Náklady (tis. Kč)	Energie (MWh)	Energie (GJ)	Náklady (tis. Kč)	Energie (MWh)
1 Vstupy paliv a energie	1 154,1	320,6	337,7	448,9	124,7	157,2
2 Změna zásob paliv a energie	0	0	0	0	0	0
3 Spotřeba paliv a energie	1 154,1	320,6	337,7	448,9	124,7	157,2
4 Prodej energie cizím	0	0	0	0	0	0
5 Konečná spotřeba paliv a energie	1 154,1	320,6	337,7	448,9	124,7	157,2
6 Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	343,8	95,5	90,4	130,0	36,1	34,2
7 Spotřeba energie na vytápění	765,8	212,7	201,4	267,9	74,4	70,4
8 Spotřeba energie na chlazení	0	0	0	0	0	0
9 Spotřeba energie na přípravu teplé vody	13,1	3,6	13,5	13,1	3,6	13,5
10 Spotřeba energie na větrání	0	0	0	6,9	1,9	7,1
11 Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0	0	0	0	0	0
12 Spotřeba energie na osvětlení	29,9	8,3	30,8	29,9	8,3	30,8
13 Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	1,5	0,4	1,6	1,1	0,3	1,1
14 Spotřeba PHM	0	0	0	0	0	0

Tab. 19 Upravená roční energetická bilance

Rozložení spotřeby energie podle využití

■ Vytápění ■ Příprava TV ■ Větrání ■ Osvětlení ■ Ostatní procesy a technologie



Graf 7 Rozložení spotřebované energie upravené bilance podle druhu spotřeby

5 Ekologické vyhodnocení

Způsob ekologického vyhodnocení je proveden jak metodou globálního hodnocení, tak metodou lokálního hodnocení. Globální hodnocení je prováděno na bázi celospolečenského pohledu. Při změně dodávek energie, která je vyráběna v jiném místě, jsou do výpočtu zahrnuty emisní faktory vycházející, buď z konkrétních, nebo průměrných údajů o produkovaných znečišťujících látkách. Lokální hodnocení je prováděno výhradně na bázi změn produkce znečišťujících látek ze zdrojů situovaných v lokalitě obce, ve které je umístěn předmět vyhodnocení.

Znečišťující látka	t/rok		
	Stávající stav	Navrhovaný stav	Rozdíl
TZL	0,0006	0,0003	0,0003
SO ₂	0,0003	0,0001	0,0002
NO _x	0,038	0,016	0,022
CO	0,009	0,004	0,005
CO ₂	61,65	26,36	35,29

Tab. 20 Lokální ekologické vyhodnocení

Znečišťující látka	t/rok		
	Stávající stav	Navrhovaný stav	Rozdíl
TZL	0,0010	0,0007	0,0003
SO ₂	0,0107	0,0104	0,0002
NO _x	0,045	0,023	0,022
CO	0,010	0,005	0,005
CO ₂	74,75	39,35	35,40

Tab. 21 Globální ekologické vyhodnocení

5.1 Výpočet emisí CO₂

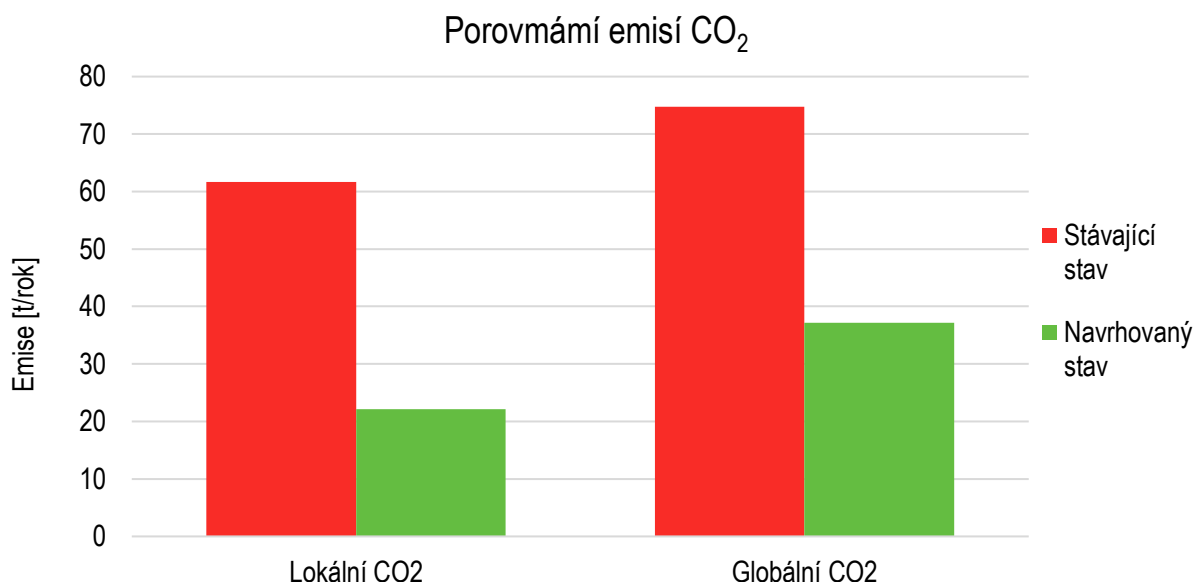
Množství emisí CO₂ je stanoveno podle emisních faktorů. Emisní faktory uhlíku uvádí množství uhlíku, respektive oxidu uhličitého, připadajícího na jednotku energie ve spalovaném palivu. Emisní faktory uhlíku jsou definovány jako všeobecné.

Zemní plyn 0,20 t CO₂/MWh

Elektřina 1,06 t CO₂/MWh

Znečišťující látka	Výchozí stav	Navrhovaný stav	Rozdíl	
	t/rok	t/rok	t/rok	%
CO ₂	74,75	37,12	37,62	50

Tab. 22 Globální hodnocení CO₂ pro zjištění indikátoru "snížení emisí skleníkových plynů"

Graf 8 Grafické porovnání lokálních a globálních emisí skleníkového plynu CO₂

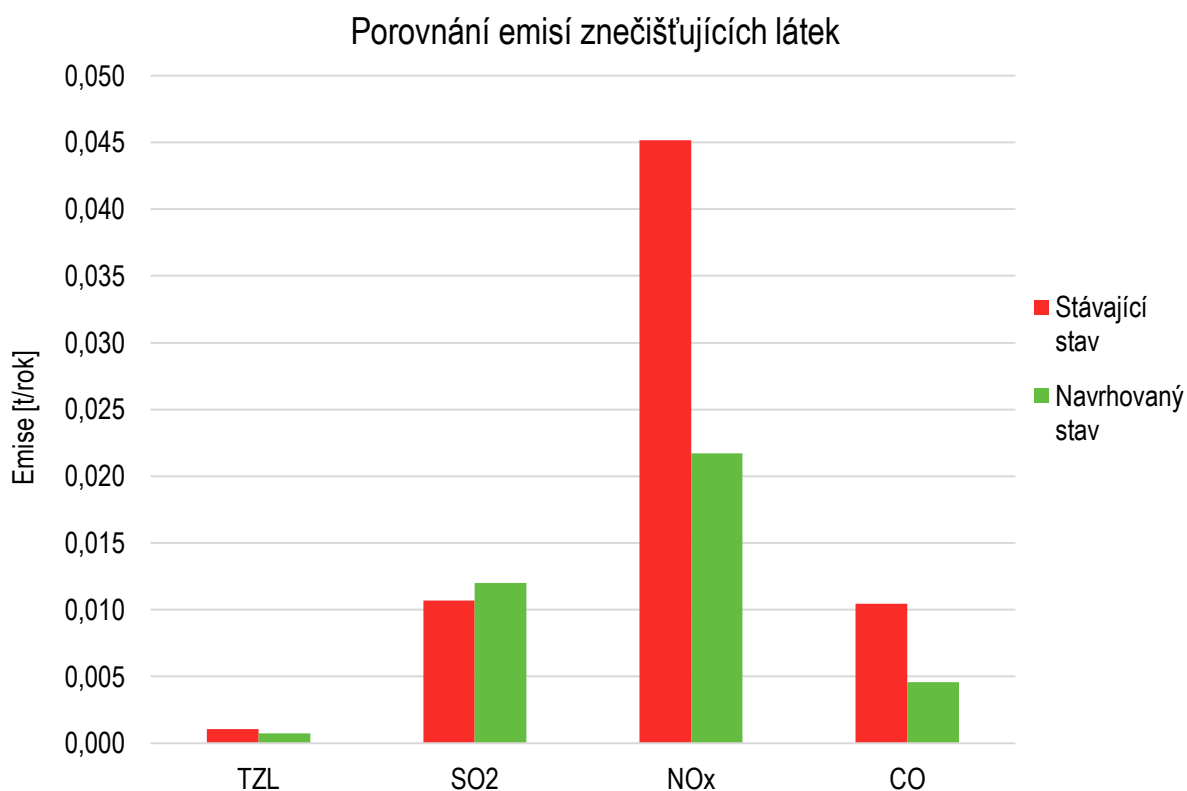
5.2 Výpočet emisí ostatních znečišťujících látek

Hodnoty emisních faktorů elektřiny jsou stanoveny dle Vyhlášky č. 480/2012 Sb., o energetickém auditu a energetickém posudku, ve znění novelizační vyhlášky č. 309/2016 Sb. Hodnoty emisních faktorů zemního plynu jsou stanoveny dle Zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, respektive Vyhlášky 415/2012 o přípustné úrovni znečišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší. Stanovení emisních faktorů podle § 12 odst. 1 písm. b) zmíněné vyhlášky konkretizuje Věstník MŽP č.8/2013 – Sdělení Ministerstva životního prostředí, odboru ochrany ovzduší.

Zemní plyn	0,000 001 9 t TZL/MWh,	0,000 000 9 t SO ₂ /MWh,
	0,000 123 7 t NO _x /MWh,	0,000 030 46 t CO/MWh
Elektrická energie	0,000 036 8 t TZL/MWh,	0,000 841 2 t SO ₂ /MWh,
	0,000 567 6 t NO _x /MWh,	0,000 086 2 t CO/MWh



Graf 9 Grafické porovnání lokálních emisí znečišťujících látek



Graf 10 Grafické porovnání globálních emisí znečišťujících látek

6 Ekonomické vyhodnocení

Ekonomické vyhodnocení je prováděno bez uvažování dotací či úvěru, tedy s vlastními investičními prostředky, a je vypracováno v souladu s přílohou č. 5 Vyhlášky č. 480/2012 Sb. Ekonomická analýza se zabývá vyhodnocením energetických a stavebních opatření na úsporu energie v objektu. Cílem ekonomické analýzy je zjistit vhodnost realizace jednotlivých opatření z ekonomického hlediska. Ekonomická analýza byla provedena na základě několika kritérií, z nichž nejdůležitější je čistá současná hodnota v podobě diskontovaného toku hotovosti za dobu životnosti projektu.

Čistá současná hodnota (NPV):

$$NPV = \sum_{t=1}^{T_z} CF_t \cdot (1 + r)^{-t} - IN \quad (\text{tis. Kč})$$

kde:

T_z doba životnosti (hodnocení) projektu

Vnitřní výnosové procento (IRR):

Hodnota IRR se vypočte z podmínky:

$$\sum_{t=1}^{T_z} CF_t \cdot (1 + IRR)^{-t} - IN = 0 \quad (\%)$$

Reálná doba návratnosti, doba splacení investice při uvažování diskontní sazby T_{sd} se vypočte z podmínky:

$$\sum_{t=1}^{T_{sd}} CF_t \cdot (1 + r)^{-t} - IN = 0 \quad (\text{roky})$$

kde:

CF_t roční přírůsky projektu (změna peněžních toků po realizaci projektu)

r diskont

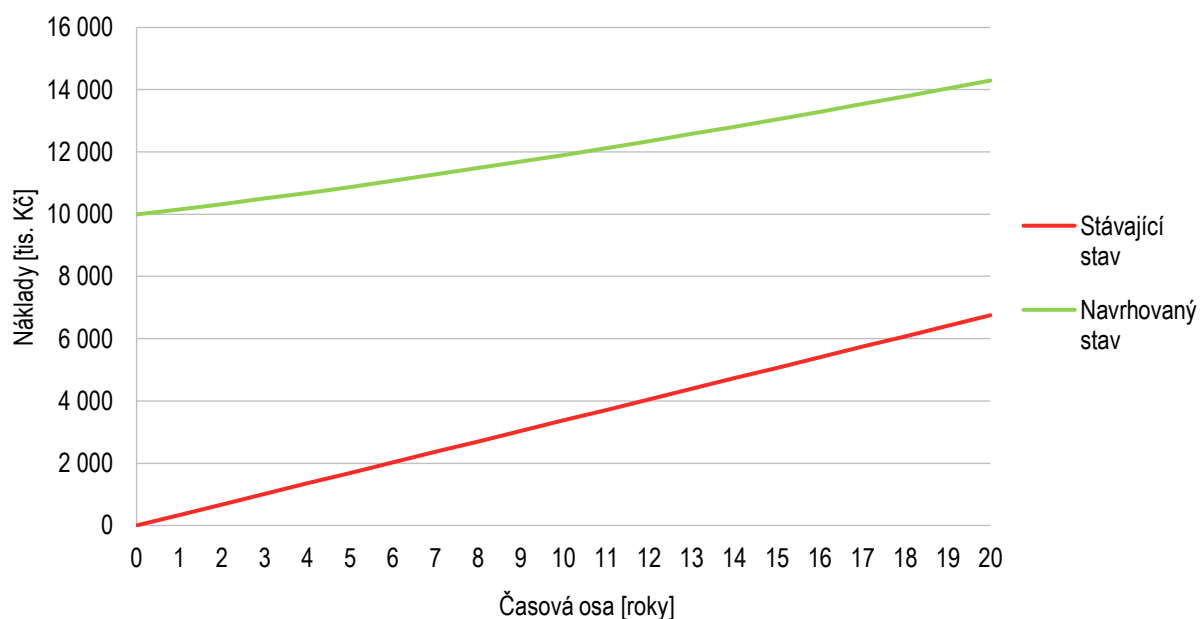
$(1 + r)^{-t}$ odúročitel

IN investiční výdaje projektu

Parametr	Jednotka	Výchozí stav	Navrhovaný stav
Investiční výdaje projektu celkem	Kč	-	9 994 000
Z toho:			
Náklady na přípravu projektu	Kč	-	654 000
Náklady na technologická zařízení a stavbu	Kč	-	9 340 000
Náklady na přípojky	Kč	-	0
Provozní náklady celkem	Kč	338 000	158 000
Změna nákladů na energii	Kč	-	180 000
Změna nákladů na opravu a údržbu	Kč	-	0
Změna osobních nákladů (mzdy, pojistné)	Kč	-	0
Změna ostatních provozních nákladů	Kč	-	0
Změna nákladů na emise a odpady	Kč	-	0
Změna tržeb (za teplo, elektřinu, OZE)	Kč	-	0
Přínosy projektu celkem	Kč	-	2 450 000
Doba hodnocení	roky	-	20
Roční růst cen energie	%	-	0
Diskont	-	-	1,04
Tsd - reálná doba návratnosti	roky	-	82
NPV - čistá současná hodnota	tis. Kč	-	-7 540
IRR - vnitřní výnosové procento	%	-	-8,2

Tab. 23 Výsledky ekonomického vyhodnocení

Kumulované provozní náklady a vstupní investice



Graf 11 Grafické znázornění vstupní investice a kumulovaných provozních nákladů v průběhu hodnocené doby

7 Management hospodaření s energiemi

V rámci budovy je nutné zavedení energetického managementu, a to při splnění následujících podmínek.

Podmínka 1

Existence systému umožňující evidenci, kontrolu a řízení spotřeby energie je dodržena při splnění alespoň jedné z uvedených 3 dílčích podmínek

1. Budova, která je předmětem dotace, je 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. Zavedený informační systém pro energetický management pro budovu, která je předmětem dotace, s doložením osoby určené pro práci s tímto systémem a zajišťující vyhodnocování dat a řízení spotřeby.
3. Uzavřená smlouva o poskytování energetických služeb se zárukou (EPC) za současného splnění obou níže uvedených podmínek:
 - a) Veškeré budovy, resp. vybraný soubor budov organizace jsou součástí smlouvy o EPC, resp. se na ně vztahuje energetický management prováděný v rámci této smlouvy,
 - b) smlouva je účinná alespoň po dobu udržitelnosti projektu.

Podmínka 2

Existence osoby odpovědné za systém energetického managementu je dodržena při splnění jedné z uvedených 3 dílčích podmínek

1. Existence pozice energetického manažera, nebo pozice, která vykonává činnosti EM má v rámci struktury dané organizace. Pracovní smlouva, případně jiný druh smlouvy, je uzavřena na dobu neurčitou nebo alespoň po dobu udržitelnosti projektu a je doložitelné, resp. dovoditelné, že budova, která je předmětem dotace, spadá do kompetence této pozice.
2. Existence pozice, která vykonává činnosti EM v rámci budovy, která je předmětem dotace. Nemusí být samostatná pozice energetického manažera, ale například pověřené osoby, která sleduje energetiku budovy jako součást své další agendy doložitelným způsobem – pracovní smlouvou (není nutné uvedení části pracovního úvazku), interním předpisem apod.
3. Smlouva s externím energetickým manažerem (osobou nebo firmou) na zajištění energetického managementu pro budovu, která je předmětem dotace na dobu neurčitou nebo alespoň po dobu udržitelnosti projektu. Totéž platí v případě, že je budova součástí externí správy EM v rámci celé organizace nebo souboru budov.

8 Posouzení vhodnosti aplikace EPC

Zařazení objektu mezi objekty vhodné pro aplikaci projektu EPC je možné v případě, že realizací projektu EPC jsou současně splněny následující podmínky:

- Roční úspora celkové energie dosažená realizací projektu EPC je rovna nebo větší než 15% z potenciálu úspor po provedení všech energeticky úsporných opatření na obálce budovy (Příklad: pokud dojde realizací všech energeticky úsporných opatření na obálce budovy k úspoře 50 %, metodou EPC musí dojít k dalším úsporám ve výši 15 % ze zbývajících 50 % potenciálu, tedy projektem bude celkově uspořeno min. 57,5 %)
- Prostá doba návratnosti souboru opatření zahrnutých do projektu EPC je rovna nebo nižší než 8,0 let.
- Roční úspora dosažená aplikací souboru opatření zahrnutých do projektu EPC je minimálně 500 tis. Kč s DPH/rok, nebo pokud roční náklady na energie objektu před realizací projektu jsou vyšší než 2 mil. Kč s DPH/rok. Tato podmínka nemusí být splněna za předpokladu, že je objekt součástí projektu EPC, který řeší soubor více objektů, přičemž výše uvedená podmínka je splněna pro celý soubor těchto objektů. Pokud objekt samostatně nesplní tuto podmínku a ostatní podmínky splní, uvede energetický specialista jako nezbytnou podmínku pro aplikaci projektu EPC zařazení objektu do souboru objektů, které v součtu tuto podmínku splňuje.

Opatření navržené energetickým posudkem			Investice	Úspora 1)		Je součástí projektu EPC
			Energie	Nákladů	Původní spotřeby	
č.	Název opatření	Kč s DPH	MWh/rok	Kč s DPH/rok	%	ANO/NE
1.	Zateplení obvodových stěn	4 053 500	100,1	114 902	31,2	NE
2.	Zateplení střechy	1 367 300	17,9	20 592	5,6	NE
3.	Zateplení stropu	798 600	28,5	32 658	8,9	NE
4.	Výměna otvorových výplní	3 146 000	29,6	33 978	9,2	NE
5.	Instalace nuceného větrání	1 936 000	19,8	16 221	6,2	NE
CELKEM ZA SOUBOR OPATŘENÍ		11 301 400	195,9	218 351	61,1	

z toho:

Soubor opatření na obálce budovy	9 365 400	176,1	202 130	
Soubor opatření zahrnutých do projektu EPC	0	0	0	
Soubor ostatních opatření	1 936 000	19,8	16 221	

(pokračování tabulky)

(1)	spotřeba energie před realizací navržených opatření	320,6	MWh/rok
(2)	spotřeba energie po realizaci opatření na obálce budovy	144,5	MWh/rok
(3)	spotřeba energie po realizaci opatření na obálce budovy a EPC projektu	144,5	MWh/rok
(4)	spotřeba energie po realizaci všech navržených opatření	124,7	MWh/rok
(5)	úspora projektu EPC po realizaci opatření na obálce budovy $((2)-(3))/(2)*100$	0	% (min.15%)
(6)	prostá doba návratnosti souboru opatření zahrnutých do projektu EPC	-	let (max. 8,0)
(7)	roční úspora nákladů souboru opatření zahrnutých do projektu EPC	0	tis. Kč s DPH
(8)	roční náklady na energie objektu před realizací projektu	408,6	tis. Kč s DPH

1) úspora připadající na dané opatření při realizaci celého navrženého souboru opatření

ZÁVĚR VHODNOSTI APLIKACE EPC:		Aplikace EPC je pro tento projekt nevhodná.
1.	úspora souboru opatření zahrnutých do projektu EPC je minimálně 15% ze spotřeby dosažené po realizaci opatření na obálce budovy (tj. (5)>15,0%)	NE
2.	prostá doba návratnosti souboru opatření zahrnutých do projektu EPC je rovna nebo nižší než 8,0 let (tj. (6)<8,0)	NE
3.	roční úspora souboru opatření zahrnutých do projektu EPC je minimálně 500 tis. Kč s DPH/rok (tj. (7)>500), nebo roční náklady na energie objektu před realizací projektu jsou vyšší než 2 mil. Kč s DPH/rok (tj. (8)> 2 000)	NE
4.	V souboru opatření navržených energetickým posudkem lze nalézt takový soubor opatření, který lze realizovat metodou EPC (ANO, pokud jsou splněny podmínky 1, 2 a 3)	NE
5.	V souboru opatření navržených energetickým posudkem lze nalézt takový soubor opatření, který lze realizovat metodou EPC, pouze však pokud bude objekt zařazen do souboru objektů, které v součtu splní podmínku č.3 (ANO, pokud objekt samostatně splní podmínky 1, 2 a nesplní podmínku 3)	NE

Tab. 24 Souhrnná tabulka navrhovaného souboru opatření

9 Podmínky reálnosti dosažení předpokládané úspory energie

Výše uvedená úspora roční spotřeby energie a nákladů na energii jsou podmíněny dodržením určitých předpokladů. Je uvažován stávající provoz a využití objektu bez zásadních změn v obsazení budovy. Při renovaci a zateplování obvodových konstrukcí je nezbytné dodržet tloušťky izolačních materiálů, stejně jako maximální hodnotu jejich deklarovaných součinitelů tepelné vodivosti. Obojí je podrobně uvedeno v kapitole 4. Nezbytné je také následné celkové vyregulování otopné soustavy. Za předpokladu, že nebude docházet k velkým klimatickým výkyvům v průběhu otopných období následujících let, bude dosaženo deklarované výše úspor.

10 Závěr

Za účelem snížení celkové energetické náročnosti objektu budou aplikována tato opatření:

- Zavedení energetického managementu
- Zateplení obvodového zdiva
- Zateplení střech
- Zateplení stropu
- Výměna výplní stavebních otvorů
- Instalace nuceného větrání s rekuperací

Aplikací uvedených opatření dojde k celkové úspoře energie 196 MWh/rok, což činí 61 % oproti stávajícímu stavu, a to bez započítání energie na technologické a ostatní procesy. Zároveň dojde k celkové úspoře nákladů za energii 180 tis. Kč/rok bez DPH, což je snížení o 53 % vůči původnímu stavu. Úspora energie je větší než 20 %, čímž je splněna podmínka č. 13 požadavků OPŽP, které jsou uvedeny v příloze č. 1.

Realizací projektu dojde k celkovému snížení emisí skleníkových plynů o 37,6 t/rok, což činí 50 % oproti stávajícímu stavu, a emisí znečišťujících látek TZL o 0,0003 t/rok a NOx o 0,023 t/rok. Bez započítání energie na technologické a ostatní procesy je úspora skleníkových plynů 51 %, tedy 37,9 t/rok. Jsou splněny podmínky č. 15 a 17 požadavků OPŽP.

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy navrhovaného stavu je 0,43 W/(m².K), což je méně než požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky podle ČSN 73 0540-2, který činí 0,44 W/(m².K). Celková dodaná energie do budovy po realizaci je 194,4 MWh/rok, což je méně než referenční hodnota celkové dodané energie 261,9 MWh/rok. Neobnovitelná primární energie budovy po aplikaci opatření činí 262,4 MWh/rok, což je méně než referenční hodnota neobnovitelné primární energie 336,5 MWh/rok. Objekt tak vyhovuje parametrům energetické náročnosti definované §6 odst. 2 písm a) a b) vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti. Je tak splněna třetí podmínka požadavků OPŽP. Hodnoty jsou doloženy Energetickým štítkem obálky budovy (EŠOB) navrhovaného stavu a Průkazem energetické náročnosti budovy (PENB) navrhovaného stavu, které jsou řazeny jako přílohy č. 8 a 9.

Veškeré nové a měněné konstrukce na obálce budov, které jsou předmětem podpory, splňují doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 (2011), podrobný rozpis měněných konstrukcí je uveden v kapitole 4 a v EŠOB navrhovaného stavu, řazeném jako příloha č. 8. Je tak splněna podmínka č. 4 požadavků OPŽP.

Projekt zlepšuje tepelně technické vlastnosti obvodových konstrukcí budovy sloužící pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých. V rámci projektu je navržen nový systém nuceného větrání s technologií zpětného získávání tepla. Systém je navržen 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, zveřejněným na www.opzp.cz. Je splněna podmínka č. 5 požadavků OPŽP.

Návrh instalace nuceného větrání předpokládá zahrnutí technologie rekuperace odpadního tepla, která bude mít suchou účinnost rekuperátoru podle ČSN EN 308 minimálně 65 %. Systém bude regulován podle množství CO₂ ve větraných místnostech prostřednictvím infračervených čidel, tzv. IR senzorů. Opatření realizovaná v souladu s tímto návrhem splňují podmínky č. 30 a 31 požadavků OPŽP, které jsou sepsány v příloze č. 1.

Objekt, na kterém budou opatření aplikována, není zchátralý ani dlouhodobě nevyužívaný a lze u něj doložit spotřebu energie za období posledních 5 let. Nejedná se ani o novostavbu, přístavbu nebo nástavbu. Tím splňuje první dvě podmínky požadavků OPŽP.

Součástí navržených opatření je zavedení energetického managementu a požadavek na vyregulování otopné soustavy po realizaci projektu, obojí uvedeno v kapitole 4. Posouzením vhodnosti aplikace projektu EPC se zabývá kapitola 8. Projekt tím splňuje i podmínku č. 32 požadavků OPŽP, které jsou sepsány v příloze č. 1.

Navrhovaný soubor opatření sloužících pro snížení energetické náročnosti objektu splňuje všechna vylučovací kritéria, a tudíž může být bodován hodnotícími kritérii dotačního programu OPŽP, Prioritní osa 5: Energetické úspory; Specifický cíl 5.1: Snížit energetickou náročnost veřejných budov a zvýšit využití obnovitelných zdrojů energie. Všechna kritéria oblasti podpory 5.1 jsou splněna, viz Příloha č. 1. Lze tak žádat o dotaci v příslušné výši na realizaci opatření.

11 Evidenční list energetického posudku

Evidenční list energetického posudku

podle § 9a odst. 1 písm. e) zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů

Evidenční číslo

1. Část - Identifikační údaje

1. Jméno (jména) příjmení/název nebo obchodní firma vlastníka předmětu EP

Pardubický kraj

2. Adresa trvalého bydliště/sídlo, popřípadě adresa pro doručování

a) ulice

Komenského náměstí

b) č.p./č.o.

125

c) část obce

d) obec

Pardubice

e) PSČ

532 11

f) email

posta@pardubickykraj.cz

g) telefon

466 026 111

3. Identifikační číslo osoby, pokud bylo přiděleno

70892822

4. Údaje o statutárním orgánu

a) jméno

JUDr. Martin Netolický, Ph.D., hejtman

b) kontakt

martin.netolicky@pardubickykraj.cz, 466 026 114

5. Předmět energetického posudku

a) název

Snížení energetické náročnosti budovy ISŠ Moravská Třebová na adrese 9. května 496

b) adresa nebo umístění

9. května 496/5, 571 01 Moravská Třebová

c) popis předmětu EP

Předmětem energetického posudku je budova sloužící pro vzdělávání mladistvých. Objekt je tvořen dvěma propojenými budovami různého stáří. Stará budova je třípodlažní se sedlovou střechou a členitým půdorysem, přičemž nejnižší podlaží je zároveň suterén částečně zapuštěný do terénu. Její současná podoba je z konce padesátých let. V suterénu se nachází kotelná a místnosti využívané jako skladové prostory, v druhém a třetím podlaží jsou hlavně učebny a kabinety, které spojuje chodba podél západní fasády. Pod střechou se nachází nevytápěná půda sloužící především jako sklad. Nová budova je třípodlažní nepodsklepená s plochou střechou a půdorysem ve tvaru T, ke kterému jsou přistavěny dvě jednopodlažní části. Byla přistavěna v roce 1988, připojena z jižní strany staré budovy a napojena na jižní schodiště. V přízemí se nachází hlavní vstup do celé budovy, kotelná a šatny. V dalších dvou podlažích jsou především specializované učebny a kabinety, v úzké části dispozice, která vede do staré budovy, je sociální zázemí.

Obě budovy mají stěnovou nosnou konstrukci, bez zateplení. Stará budova je postavena z plných pálených cihel tl. 450 mm, zdivo suterénu je silnější z lomového kamene nebo z betonu. Stropy jsou železobetonové nebo z cihlové klenby s násypem. Strop pod nevytápěnou půdou je nesen dřevěnými trámy, izolován vrstvou škvárového posypu, na něm je betonová podlaha. Suterén je na terénu nezateplený. Střecha je valbová s dřevěnou konstrukcí vaznicového krovu, na dřevěných latích je tašková krytina. Střešní plášť je nezateplený a půdní prostor je nevytápěný. Nová budova má obvodový plášť ze zdiva INA tl. 375 mm. Parapety a meziokenní zdivo na západní, jižní a východní fasádě jsou z plynosilikátových tvárnic tl. 300 mm. Stropní konstrukce jsou ze železobetonových panelů. Podlaha na terénu je zateplená tenkou vrstvou polystyrénu. Ploché střechy mají plechovou krytinu. Střecha nad třetím podlažím je dvouplášťová, na stropních panelech jsou plynosilikátové desky tl. 150 nebo 200 mm sloužící jako izolace. Vrchní plášť tvoří dřevěné bednění s plechovou krytinou. Střechy přízemních přístaveb jsou jednoplášťové, na stropních panelech jsou izolační plynosilikátové desky, na nich bednění s krytinou. Prakticky všechna okna obou budov jsou dřevěná zdvojená se dvěma čírymi skly, severní schodiště ve staré budově a kotelná nové budovy jsou zaskleny sklobetonovými tvárnicemi. Prosklený hlavní vstup má ocelový rám se dvěma skly. Vedlejší vstupní dveře, které vedou do dvora, jsou plně dřevěné, dveře vedoucí na půdu staré budovy jsou jednoduché kovové.

2. Část –Seznam stanovených kritérií**1. Energetická kritéria**

Dosažený energetický standard. Poměr dosaženého průměrného součinitele prostupu tepla obálkou hodnocené budovy U_{em} a hodnoty pro referenční budovy $U_{em,ref}$ musí splňovat $U_{em}/U_{em,ref} < 1$

Procentní snížení celkové spotřebované energie generované realizací projektu musí dosahovat minimálně 20 %.

Všechny stavební prvky obálky budovy, na kterých dochází k realizaci opatření, musí splnit podmínku na doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$ dle ČSN 73 0540-2/2011.

2. Ekologická kritéria

Realizací projektu musí dojít k úspoře CO₂ ve výši min. 20 % oproti původnímu stavu.

4. Ekonomická kritéria

Poměr váženého součtu finančních náročností jednotlivých prvků obálky budovy maximálních finančních náročností.

5. Technická a ostatní kritéria

Nejsou.

3. Část - Popis stávajícího stavu předmětu EP**1. Charakteristika hlavních činností**

Jedná se o budovu střední školy, hlavními prostory jsou učebny, kabinety a přilehlá sociální zázemí. Objekt je vytápěn vlastními zdroji energie, zvláště pro každou zónu. Stará budova je vytápěna třemi plynovými kotli Destila DPL 50 A z roku 2001, umístěné v kotelně v suterénu. Celkový instalovaný tepelný výkon je 148,5 kW. Novou budovu vytápí dva plynové kotle Destila DPL 50 A z roku 2001, umístěné v přízemní přístavbě kotelny. Celkový instalovaný tepelný výkon je 99 kW. Místnosti jsou vytápěny litinovými článkovými tělesy ve staré budově a ocelovými článkovými tělesy v nové budově. Regulaci zajišťují čtyři a třicetné ventily s řízením ekvitermními regulátory v teplotním a časovém režimu a termostatické hlavice otopných těles. Teplá voda je připravována lokálně. Ve staré budově ohřívají teplou vodu několik malých beztlakových elektrických bojlerů Tatramat EO5 N, které jsou umístěny přímo u zařizovacích předmětů. V nové budově se v přízemí nachází jeden zásobníkový elektrický ohříváč Dražice OKC 200. Větrání v objektu je přirozené. Umělé osvětlení většiny prostor ve škole je provedeno lineárními zářivkami, místy je doplňují žárovková svítidla.

2. Vlastní zdroje energie**a) zdroje tepla**

počet 2 ks

instalovaný výkon 0,248 MW

roční výroba 308,2 MWh

roční spotřeba paliva 1 109,6 GJ/r

b) zdroje elektřiny

počet - ks

instalovaný výkon - MW

roční výroba - MWh

roční spotřeba paliva - GJ/r

c) kombinovaná výroba elektřiny a tepla

počet - ks

instal. výkon elektrický - MW

instal. výkon tepelný - MW

roční výroba elektřiny - MWh

roční výroba tepla - MWh

roční spotřeba paliva - GJ/r

d) druhy primárního zdroje energie

druh OZE -

druh DEZ -

fosilní zdroje -

3. Spotřeba energie

Druh spotřeby	Příkon	Spotřeba energie	Energonositel
Vytápění	- MW	308,2 MWh/r	zemní plyn
Chlazení	- MW	- MWh/r	-
Větrání	- MW	- MWh/r	-
Úprava vlhkosti	- MW	- MWh/r	-
Příprava TV	- MW	3,6 MWh/r	elektřina
Osvětlení	0,025 MW	8,3 MWh/r	elektřina
Technologie	- MW	0,4 MWh/r	elektřina
Celkem	0,025 MW	320,6 MWh/r	zemní plyn, elektřina

4. Část - Doporučená varianta navrhovaných opatření**1. Popis doporučených opatření**

Energetický management - řízení spotřeby energie za účelem dlouhodobého snižování dopadů na životní prostředí, jehož významným vedlejším efektem je snižování provozních nákladů.

Zateplení obvodových stěn izolací z minerálních vláken pro KZS tl. 140 a 120 mm, vytvoření soklu z XPS tl. 100 a 120 mm. Podřezání základů, vytvoření nové hydroizolace a zateplení základů XPS tl. 80 mm.

Zateplení střech nové budovy, položení izolace z minerálních vláken tl. 200 mm do velké dvouplášťové střechy, zateplení ostatních jednoplášťových střech položením stabilizovaného EPS tl. 200 a 220 mm a vytvoření nové krytiny.

Zateplení podlahy podkroví, izolace z minerálních vláken ($\lambda_{d,max} = 0,038 \text{ W/m.K}$) tl. 220 mm mezi dřevěný rošt, pochozí podlaha.

Výměna oken za nová plastová s izolačním dvojsklem. Nové dveře za plastové / hliníkové izolované, vstup s izolačním dvojsklem.

Instalace nuceného větrání s rekuperací v učebnách, VZT jednotka o výkonu 2 600 m³/h, suchá účinnost min. 66 %, regulace podle koncentrace CO₂ na základě IR senzorů.

2. Úspory energie a nákladůSpotřeba a náklady na energii – celkem

	Stávající stav	Navrhovaný stav	Úspory
Energie	320,6 MWh/r	124,7 MWh/r	195,9 MWh/r
Náklady	337,65 tis. Kč/r	157,20 tis. Kč/r	180,46 tis. Kč/r

Spotřeba energie

	Stávající stav	Navrhovaný stav	Úspory
Vytápění	308,2 MWh/r	110,5 MWh/r	197,7 MWh/r
Chlazení	0 MWh/r	0 MWh/r	0 MWh/r
Větrání	0 MWh/r	1,9 MWh/r	- 1,9 MWh/r
Úprava vlhkosti	0 MWh/r	0 MWh/r	0 MWh/r
Příprava TV	3,6 MWh/r	3,6 MWh/r	0 MWh/r
Osvětlení	8,3 MWh/r	8,3 MWh/r	0 MWh/r
Technologie	0,4 MWh/r	0,3 MWh/r	0,1 MWh/r

3. Dosažená úspora energie podle jednotlivých energonositelů

	Stávající stav	Navrhovaný stav	Úspory
Elektřina	12,4 MWh	14,1 MWh	- 1,7 MWh
SZTE	0 MWh	0 MWh	0 MWh
ZP	308,2 MWh	110,5 MWh	197,7 MWh
LTO/TTO	0 MWh	0 MWh	0 MWh
Uhlí	0 MWh	0 MWh	0 MWh
OZE	0 MWh	0 MWh	0 MWh
Ostatní	0 MWh	0 MWh	0 MWh

4. Investiční náklady na realizaci úsporných opatření (%)Náklady při výrobě energieNáklady při distribuci energie

OZE	0	Rozvody tepla	0
KVET	0	Ostatní	100
Ostatní	100		

Náklady při spotřebě energie (%)

Budovy – úprava obálky	81	Technologie	0
Budovy – technické systémy	19	Ostatní	0

5. Ekonomické hodnocení

doba hodnocení	20	Roků	diskontní míra	4	%
reálná doba návratnosti	82	Roků	investiční náklady	9 994	tis. Kč
IRR	- 8,2	%	cash flow	180	tis. Kč/r
rok realizace	-		NPV	- 7 540	tis. Kč

6. Ekologické hodnocení

Znečišťující látka	Stávající stav	Navrhovaný stav	Rozdíl
Tuhé znečišťující látky	0,0010 t/r	0,0007 t/r	0,0003 t/r
SO ₂	0,0107 t/r	0,0104 t/r	0,0002 t/r
NO _x	0,045 t/r	0,023 t/r	0,022 t/r
CO	0,010 t/r	0,005 t/r	0,005 t/r

VOC	0,002 t/r	0,001 t/r	0,001 t/r
PM ₁₀	0,0008 t/r	0,0005 t/r	0,0003 t/r
PM _{2,5}	0,0009 t/r	0,0005 t/r	0,0004 t/r
CO ₂	74,75 t/r	39,35 t/r	35,40 t/r
NH ₃	0 t/r	0 t/r	0 t/r

5. Část – Výsledky posouzení proveditelnosti návrhu podle stanovených kritérií

1. Energetická kritéria

Poměr dosaženého průměrného součinitele prostupu tepla obálkou hodnocené budovy U_{em} [W/m²·K] a požadované hodnoty $U_{em,N,rq}$ [W/m²·K] stanovené pro referenční budovu podle ČSN 730540-2/2011 je $U_{em}/U_{em,ref} = 0,98$.

Procentuální snížení celkové spotřebované energie generované realizací projektu je 51 %.

Všechny stavební prvky obálky budovy, na kterých dochází k realizaci opatření, splňují podmínku na doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$ dle ČSN 73 0540-2/2011.

2. Ekologická kritéria

Procentuální snížení emisí skleníkových plynů generovaných realizací projektu je 50 %.

4. Ekonomická kritéria

Poměr váženého součtu finančních náročností jednotlivých prvků obálky budovy a maximální finanční náročnosti je 84 %.

5. Technická a ostatní kritéria

Nejsou

6. Část - Údaje o energetickém specialistovi

1. Jméno (jména) a příjmení

Karel Šafařík

Titul

Ing.

2. Číslo oprávnění v seznamu energ. specialistů

1663

3. Datum vydání oprávnění

6. 4. 2017

4. Datum posledního průběžného vzdělávání

-

5. Podpis

6. Datum

27. 4. 2017

Seznam obrázků

Obr. 1 Letecký pohled	5
Obr. 2 Půdorysné schéma školy.....	6
Obr. 3 Uliční fasáda školy.....	7
Obr. 4 Situační plán	7

Seznam tabulek

Tab. 1 Podlahová plocha a počet osob v předmětu posudku	7
Tab. 2 Energetické vstupy z let 2014, 2015 a 2016	8
Tab. 3 Průměrné hodnoty energetických vstupů z let 2014, 2015 a 2016	9
Tab. 4 Základní technické ukazatele plynových kotlů Destila DPL 50 A ve staré budově.....	11
Tab. 5 Základní technické ukazatele plynových kotlů Destila DPL 50 A v nové budově.....	11
Tab. 6 Roční bilance výroby energie ze všech vlastních zdrojů energie	12
Tab. 7 Okrajové podmínky pro výpočet energetické náročnosti budovy.....	12
Tab. 8 Výpočet průměrné roční spotřeby energie na přípravu TV	14
Tab. 9 Přehled konstrukcí, které se vyskytují v budově a porovnání jejich součinitelů prostupu tepla s požadavky ČSN 73 0540-2	18
Tab. 10 Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy	19
Tab. 11 Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy.....	19
Tab. 12 Vypočtená roční energetická bilance	20
Tab. 13 Výchozí roční energetická bilance	20
Tab. 14 Přehled měněných konstrukcí v rámci zateplení stěn a posouzení splnění požadavku na součinitel prostupu tepla.....	23
Tab. 15 Přehled měněných konstrukcí v rámci zateplení střech a posouzení splnění požadavku na součinitel prostupu tepla.....	24
Tab. 16 Měněná konstrukce v rámci zateplení stropu a posouzení splnění požadavku na součinitel prostupu tepla.....	25
Tab. 17 Přehled měněných konstrukcí v rámci výměny oken a dveří a posouzení splnění požadavku na součinitel prostupu tepla.....	26
Tab. 18 Souhrn navržených opatření.....	27
Tab. 19 Upravená roční energetická bilance	28
Tab. 20 Lokální ekologické vyhodnocení	29
Tab. 21 Globální ekologické vyhodnocení	29
Tab. 22 Globální hodnocení CO ₂ pro zjištění indikátoru "snížení emisí skleníkových plynů"	29
Tab. 23 Výsledky ekonomického vyhodnocení	33
Tab. 24 Souhrnná tabulka navrhovaného souboru opatření.....	36

Seznam grafů

Graf 1 Rozložení spotřeby energie podle druhu	9
Graf 2 Rozložení nákladů na energii podle jejího druhu	9
Graf 3 Naměřená spotřeba zemního plynu v průběhu posledních tří let.....	10
Graf 4 Naměřená spotřeba elektrické energie v průběhu posledních tří let	10
Graf 5 Rozložení energií výchozí bilance podle druhu spotřeby	21
Graf 6 Rozložení provozních nákladů za energie podle druhu spotřeby	21
Graf 7 Rozložení spotřebované energie upravené bilance podle druhu spotřeby	28
Graf 8 Grafické porovnání lokálních a globálních emisí skleníkového plynu CO ₂	30
Graf 9 Grafické porovnání lokálních emisí znečišťujících látek	31
Graf 10 Grafické porovnání globálních emisí znečišťujících látek	31
Graf 11 Grafické znázornění vstupní investice a kumulovaných provozních nákladů v průběhu hodnocené doby	33