



ENGINEERING

ANALÝZA POTENCIÁLU ÚSPOR

Střední škola technická Znojmo



**STŘEDNÍ ŠKOLA
TECHNICKÁ ZNOJMO**

Obsah

1	Identifikační údaje	3
1.1	Zadavatel	3
1.2	Zpracovatel	3
1.3	Identifikace předmětu APÚ	3
2	Výběr dotačního titulu	4
2.1	Uvažované dotační tituly	4
2.2	Výběr nejvhodnějšího dotačního titulu	6
2.3	Podmínky vybraného dotačního titulu	7
2.4	Na co lze dotace získat?	7
2.5	Kolik finančních prostředků lze získat?	9
3	Vhodnost žadatele	11
3.1	Vyhodnocení vhodnosti žadatele	11
4	Popis stávajícího stavu	12
4.1	Vstupní podklady	12
4.2	Základní údaje o předmětu analýzy	12
4.3	Situační schéma areálu	13
4.4	Popis předmětu APÚ	14
4.5	Popis technického zařízení a systémů, které jsou předmětem analýzy	22
5	Bilanční výpočty	32
5.1	Spotřeba elektrické energie	32
5.2	Spotřeba zemního plynu	33
5.3	Vyhodnocení výchozího stavu	35
6	Doporučení energetického specialisty týkající se posuzovaného návrhu	37
6.1	Zateplení obvodového zdiva, výměna oken a zateplení střechy objektu	45
6.2	Popis systémů TZB - navrhovaný stav	50
6.3	Management hospodaření s energií	60
6.4	Varianty z návrhu úsporných opatření	63
7	Vyhodnocení	69
7.1	Hodnotící kritéria	69
7.2	Obecná kritéria přijatelnosti	69
7.3	Způsobilé výdaje	70
8	Souhrnné zhodnocení	70
9	Závěr	71

1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

1.1 Zadavatel

Tabulka č. 1.1.1: Základní údaje o zadavateli:

Obchodní název zadavatele:	Střední škola technická Znojmo, příspěvková organizace
Adresa:	Uhelná 3264/6, 66 902 Znojmo
IČO:	005 30 506
Zástupce:	Mgr. Jiří Vojtěch

1.2 Zpracovatel

Tabulka č. 1.2.1: Základní údaje o zpracovateli:

Obchodní název zpracovatele:	RPA Engineering, s.r.o.
Adresa:	Starobrněnská 690/20, 602 00 Brno
IČO:	043 51 142
Obchodní název subdodavatele:	PKV BUILD s.r.o.
Adresa:	Senožaty 284, 394 56
IČO:	281 49 785
Zpracoval:	Ing. Jan Knotek
Energetický specialista:	Ing. Jiří Španihel
Číslo oprávnění energetického specialisty vydané Ministerstvem průmyslu a obchodu:	Oprávnění číslo 1601, ze dne 1.5.2016

1.3 Identifikace předmětu APÚ

Tabulka č. 1.3.1: Identifikace předmětu APÚ:

Předmět:	Střední škola technická Znojmo
Katastrální území:	Znojmo-město [793418]
Parcelní číslo:	5691/4, 5691/5, 5691/6 a 5691/11
Umístění (adresa):	Uhelná 3264/6, 669 02 Znojmo
Majetkoprávní vztah k zadavateli:	Vlastní objekty a zařízení

2 VÝBĚR DOTAČNÍHO TITULU

2.1 Uvažované dotační tituly

Pro výběr nejvhodnějšího dotačního titulu týkajícího se úspor energií jsou uvažovány tyto aktuálně periodicky vypisované programy:

OPPIK	Operační Program Podnikání a Inovace pro Konkurenceschopnost
Vyhlašuje	Agentura pro podnikání a inovace
Období	2017 - 2020
Určeno pro	Právníké a fyzické osoby, města a obce, organizace státní správy a samosprávy, výzkumné a vědecké ústavy, neziskové organizace
Alokace	120 miliard Kč
Podporované aktivity	1 Rozvoj výzkumu a vývoje 2 Podpora podnikání malých a středních firem 3 Efektivnější nakládání s energií 4 Rozvoj informačních a komunikačních technologií

OPŽP	Operační program Životní Prostředí
Vyhlašuje	Ministerstvo životního prostředí ČR
Období	2017 - 2020
Určeno pro	Právníké a fyzické osoby, města a obce, organizace státní správy a samosprávy, výzkumné a vědecké ústavy, neziskové organizace
Alokace	71 miliard Kč
Podporované aktivity	1 Zlepšování kvality vod a snižování rizika povodní 2 Zlepšování kvality ovzduší v lidských sídlech 3 Odpady a materiálové toky, ekologické zátěže a rizika 4 Ochrana péče o přírodu a krajinu 5 Energetické úspory

IROP	Integrovaný Regionální Operační Program
Vyhlašuje	Ministerstvo pro místní rozvoj ČR
Období	2017 - 2022
Určeno pro	Vlastníky bytových domů, společenství vlastníků jednotek, obce, města, kraje, organizace zřizované krajem, MAS, jiná sdružení, příspěvkové organizace a jiné
Alokace	144 miliard Kč
Podporované aktivity	1 Konkurenceschopné, dostupné a bezpečné regiony 2 Zkvalitnění veřejných služeb a podmínek života pro obyvatele regionů 3 Dobrá správa území a zefektivnění veřejných institucí 4 Komunitně vedený místní rozvoj 5 Technická pomoc

NZÚ	Nová Zelená Úsporám
Vyhlašuje	Ministerstvo životního prostředí ČR
Období	2017 - 2021
Určeno pro	Vlastníky nebo stavebníky rodinných domů, SVJ bytová družstva, města a obce, případně další fyzické osoby
Alokace	27 miliard Kč
Podporované aktivity	1 Snižování energetické náročnosti stávajících rodinných a bytových domů
	2 Výstavba domů a bytových domů s velmi nízkou energetickou náročností
	3 Efektivní využití zdrojů energie

PE	Program Efekt
Vyhlašuje	Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR
Období	2017 - 2021
Určeno pro	Fyzické a právnické osoby, města a obce, společnosti vlastněné obcemi, kraje, státní podniky, vlastníci bytových domů, vlastníci rodinných domů a jiné
Alokace	750 milionů Kč
Podporované aktivity	1 Snižování energetické náročnosti
	2 Vzdělávání v oblasti úspor energie
	3 Posuzování vhodnosti objektů, příprava kvalitních projektů
	4 Specifické či pilotní projekty

2.2 Výběr nejvhodnějšího dotačního titulu

Tabulka 2.2.1: Vstupní údaje žadatele

Právní forma žadatele:	Příspěvková organizace
Činnost žadatele:	Žadatelem je Střední škola technická Znojmo, příspěvková organizace. Střední škola technická Znojmo, příspěvková organizace v Uhelné ulici nabízí maturitní obor Elektrotechnika a devět učebních oborů s výučním listem. Škola poskytuje vzdělávání také žákům se zdravotním postižením. Zaměřuje se na oblasti elektrotechniky, stavebnictví, strojírenství, autoopravárenství a zpracování dřeva.
Předpokládaný záměr:	Úspora energií - zateplení, výměna oken, výměna zdroje, instalace FVE, VZT jednotky

Dotační titul

Typ žadatele a jeho záměr splňuje nejvíce podmínky dotačního titulu: **„Operační program Životní prostředí (OPŽP)“**. Program je rozdělen do 5 prioritních os:

- Prioritní osa 1 - Zlepšování kvality vod a snižování rizika povodní
- Prioritní osa 2 - Zlepšování kvality ovzduší v lidských sídlech
- Prioritní osa 3 - Odpady a materiálové toky, ekologické zátěže a rizika
- Prioritní osa 4 - Ochrana péče o přírodu a krajinu
- Prioritní osa 5 - Energetické úspory

Prioritní osa:

Pro daného žadatele a jeho záměr odpovídá Prioritní osa 5 - Energetické úspory, která je zaměřená na energetickou náročnost veřejných budov, využití obnovitelných zdrojů energie a podporu výstavby nových veřejných budov v pasivním energetickém standardu. Cílem je snížit konečnou spotřebu energie a snížit spotřebu neobnovitelné primární energie prostřednictvím využití lokálních obnovitelných zdrojů ve veřejných budovách.

Alokace prioritní osy 5: 2,5 mld. Kč.
Příjem žádostí o dotaci: od 2.3.2020 do 2.3.2021

Specifické cíle prioritní osy 5:

- 5.1 - Snížit energetickou náročnost veřejných budov a zvýšit využití obnovitelných zdrojů energie
- 5.2 - Dosáhnout vysokého energetického standardu nových veřejných budov

Program

Jako nejvhodnější specifický cíl v rámci OPŽP byl vyhodnocen specifický cíl 5.1 Snížení energetické náročnosti veřejných budov a zvýšení využití obnovitelných zdrojů energie, který umožňuje podporu projektů na snižování energetické náročnosti prostřednictvím energeticky úsporných opatření na obálce budovy, výměnou nebo instalací nových zdrojů tepla. Cílem je na základě analýzy a hodnocení snížit energetickou náročnost veřejných budov a zvýšit podíl lokálních obnovitelných zdrojů energie.

2.3. Podmínky vybraného dotačního titulu

Kdo může dotace získat

Kraje,
Obce a města,
Svazky obcí,
Městské části hl. m. Prahy,
Organizační složky státu,
Státní organizace,
Příspěvkové organizace,
Veřejné výzkumné instituce,
Veřejnoprávní instituce,
Vysoké školy a školská zařízení,
Nestátní neziskové organizace,
Círky a náboženské společnosti a jejich svazy na území celé ČR

Kdo může žádat

Podpora je otevřena širokému spektru žadatelů. Program je otevřen obcím a městům, organizacím státní správy a samosprávy, výzkumným a vědeckým ústavům i neziskovým organizacím na území celé ČR. Hlavní cílovou skupinou jsou vlastníci veřejných budov.

2.4 Na co lze dotace získat?

Podporované aktivity a uznatelné výdaje

a) Celkové nebo dílčí energeticky úsporné renovace veřejných budov, včetně projektů realizovaných metodou EPC:

- zateplení obvodového pláště budovy,
- výměna a renovace (repase) otvorových výplní,
- realizace opatření majících prokazatelně vliv na energetickou náročnost budovy nebo zlepšení kvality vnitřního prostředí (např. rekonstrukce vnitřního osvětlení, systémy měření a regulace vytápění),
- realizace systémů nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla,
- realizace systémů využívajících odpadní teplo,
- výměna zdroje tepla pro vytápění nebo přípravu teplé užitkové vody s výkonem nižším než 5 MW využívajícího fosilní paliva nebo elektrickou energii za účinné zdroje využívající biomasu, tepelná čerpadla, kondenzační kotle na zemní plyn nebo zařízení pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla využívající obnovitelné zdroje nebo zemní plyn,
- instalace fotovoltaického systému,
- instalace solárně-termických kolektorů pro přitápění nebo pouze přípravu TV,

b) Samostatná opatření výměny zdroje tepla s výkonem nižším než 5 MW využívajícího fosilní paliva nebo elektrickou energii pro vytápění nebo přípravu teplé vody za účinné zdroje využívající biomasu, tepelná čerpadla, kondenzační kotle na zemní plyn nebo zařízení pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla využívající obnovitelné zdroje nebo zemní plyn, instalace solárně-termických kolektorů, instalace fotovoltaického systému a instalace systému nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla, pokud veřejná budova splňuje určitou energetickou náročnost a v případě instalace systému nuceného větrání s rekuperací zároveň nesplňuje požadavky na zajištění dostatečné výměny vzduchu

Za způsobilé výdaje jsou považovány:

- stavební práce, dodávky a služby bezprostředně související s předmětem podpory, zejména pak:

a) stavební práce, dodávky a služby spojené se zlepšováním energetických vlastností obálky budov,

b) stavební práce, dodávky a služby spojené s dalšími opatřeními majícími prokazatelně vliv na energetickou náročnost budovy nebo zlepšení kvality vnitřního prostředí,

c) stavební práce, dodávky a služby spojené s realizací systémů nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla,

d) stavební práce, dodávky a služby spojené s výměnou zdroje tepla využívajícího fosilní paliva nebo elektrickou energii za účinné zdroje využívající:

- biomasu,
- tepelná čerpadla,
- kondenzační kotle na zemní plyn,
- zařízení pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla
- fototermické solární systémy,
- fotovoltaické systémy,

e) stavební práce, dodávky a služby spojené s realizací systémů využívajících odpadní teplo,

f) stavební práce, dodávky a služby spojené s výstavbou a rekonstrukcí teplovodní otopné soustavy,

g) náklady na zkoušky nebo testy související s uváděním majetku do stavu způsobilého k užívání a k prokázání splnění technických parametrů, ovšem pouze v období do kolaudace (uvedení do trvalého provozu).

2.5 Kolik finančních prostředků lze získat?

Podpora bude poskytována formou dotace s maximální procentuální hranicí z celkových způsobilých výdajů projektu.

Procentuální výše dotace závisí na splnění následujících kritérií:

Tabulka 1: Maximální výše podpory pro aktivity 5.1. a)

Běžné objekty

Výše podpory	%	35 ¹⁾	40 ¹⁾	50 ¹⁾
Sledovaný parametr	Jednotka			
Úspora celkové energie	%	≥ 20	≥ 40	≥ 60
Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy	U_{em} [W.m ⁻² .K ⁻¹]	-	≤ 0,9 x $U_{em,R}$	≤ 0,8 x $U_{em,R}$
Součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí objektu, na něž je žádaná podpora (bez dveří, střešních oken a světlíků)	U_{em} [W.m ⁻² .K ⁻¹]	≤ 0,85 x U_{rec}	dle ČSN 730540-2:2011 a vyhlášky č.78/2013 Sb.	
Součinitel prostupu tepla oken, na něž je žádaná podpora	U_w [W.m ⁻² .K ⁻¹]	≤ 0,8 x $U_{rec}^{2)}$		
Součinitel prostupu tepla dveří, střešních oken a světlíků na něž je žádaná podpora	U_{em} [W.m ⁻² .K ⁻¹]	≤ $U_{rec}^{2)}$	dle ČSN 730540-2:2011 a vyhlášky č.78/2013 Sb.	

Památkově chráněné budovy

Výše podpory	%	40 ¹⁾	50 ¹⁾
Sledovaný parametr	Jednotka		
Úspora celkové energie	%	≥ 10	≥ 30
Součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí objektu, na něž je žádaná podpora (bez dveří, střešních oken a světlíků)	U [W.m ⁻² .K ⁻¹]	≤ 0,90 x $U_{rec}^{3)}$	
Součinitel prostupu tepla dveří, střešních oken a světlíků na něž je žádaná podpora	U [W.m ⁻² .K ⁻¹]	≤ $U_{rec}^{2) 3)}$	

¹⁾ Je možné získat bonifikaci ve výši 5 % pro žadatele, kteří zrealizují celkové nebo dílčí energeticky úsporné renovace způsobilé pro podporu, energetický management a další úsporná opatření metodou EPC.

²⁾ Výjimku mohou tvořit výplně otvorů dle ČSN 730540-2, bodu 5.2.8.

³⁾ Je možno uplatnit výjimku s ohledem na stanovisko příslušného orgánu památkové péče.

Tabulka 2: Maximální výše podpory pro aktivitu 5.1. b)

Typ projektu	Výše podpory (%)
Samostatná opatření výměny zdroje tepla s výkonem nižším než 5 MW využívajícího fosilní paliva nebo elektrickou energii pro vytápění nebo přípravu teplé vody za účinné zdroje využívající biomasu, tepelná čerpadla, kondenzační kotle na zemní plyn nebo zařízení pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla využívající obnovitelné zdroje nebo zemní plyn, instalace solárně-termických kolektorů, instalace fotovoltaického systému	40
Samostatná opatření výměny zdroje tepla s výkonem nižším než 5 MW využívajícího fosilní paliva nebo elektrickou energii pro vytápění nebo přípravu teplé vody za účinné zdroje využívající biomasu, tepelná čerpadla, instalace solárně-termických kolektorů a fotovoltaického systému	60
Instalace fotovoltaického systému, realizovaná současně se systémem nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla	70
Instalace systémů nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla (je nutné vždy podat samostatnou žádost)	70

3 VHODNOST ŽADATELE

3.1 Vyhodnocení vhodnosti žadatele

Aby mohla být žadateli udělena dotace, musí splňovat dotační požadavky vybraného dotačního titulu. Jde především o činnost žadatele a typ objektu.

Tabulka 3.1.1: Vstupní údaje žadatele

Právní forma žadatele:	Příspěvková organizace
Činnost žadatele:	Žadatelem je Střední škola technická Znojmo, příspěvková organizace. Střední škola technická Znojmo, příspěvková organizace v Uhelné ulici nabízí maturitní obor Elektrotechnika a devět učebních oborů s výučním listem. Škola poskytuje vzdělávání také žákům se zdravotním postižením. Zaměřuje se na oblasti elektrotechniky, stavebnictví, strojírenství, autoopravárenství a zpracování dřeva.
Lokalita podnikání žadatele:	Uhelná 3264/6, 669 02 Znojmo
Předpokládaný záměr:	Úspora energií - zateplení, výměna oken, výměna zdroje, instalace FVE, VZT jednotky

• Vyhodnocení

Na základě vstupních údajů je organizace vhodným žadatelem a splňuje všechny požadavky dotačního titulu OPŽP.

4 POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU

4.1 Vstupní podklady

Seznam obdržených materiálů:

- Projektová dokumentace stavební části předmětu EA: Byla poskytnuta kompletní dokumentace všech objektů.
- Projektová dokumentace technických zařízení budov: Nebyla dodána. Všechny skutečnosti byly zjištěny na místě technikem.
- Byly poskytnuty průkazy energetické náročnosti pro všechny objekty areálu.
- Zadavatelem byly dodány měsíční spotřeby elektrické energie a zemního plynu za roky 2016 – 2019 formou tabulek. V tabulkách byly uvedeny spotřeby v měsíčních hodnotách. Náklady za energie a vzorové faktury nebyly zadavatelem dodány.

4.2. Základní údaje o předmětu analýzy

Posuzovaným areálem je areál školy Střední škola technická Znojmo, příspěvková organizace. V areálu školy se nachází celkem 4 objekty. Objekty se nachází na parcelách č. 5691/4, 5691/5, 5691/6 a 5691/11, k.ú. Znojmo-město [793418].

Střední škola technická Znojmo, příspěvková organizace v Uhelné ulici nabízí maturitní obor Elektrotechnika a devět učebních oborů s výučním listem. Škola poskytuje vzdělávání také žákům se zdravotním postižením. Zaměřuje se na oblasti elektrotechniky, stavebnictví, strojírenství, autoopravárenství a zpracování dřeva.

Veškerá výuka probíhá v odborných učebnách, včetně počítačových učeben a dvou tělocvičen. Odborný výcvik absolvují žáci v dílnách, které se všechny nacházejí v areálu školy. V praktické výuce velmi úzce spolupracuje škola s místními firmami, jenž žákům poskytují možnost získání studijního stipendia a praxi. Ta bývá požadována u většiny zaměstnavatelů. Absolventi tak získávají díky praxi konkurenční výhodu, čímž zásadně zvyšují svoji šanci na získání dobrého místa ihned po dostudování.

Škola působí také jako místní centrum celoživotního učení. Centrum nabízí vzdělávání dospělých, profesní kvalifikace a kurzy, poskytuje kariérní poradenství a rozvíjí klíčové kompetence.

Analýza je zaměřena na posouzení možnosti zateplení objektu, výměny oken, výměny zdroje na vytápění, instalace fotovoltaiky a instalace VZT jednotek s návazností na možnost čerpání dotačních prostředků z programu OPŽP v rámci dotačního programu Úspory energie.

4.3. Situační schéma areálu

Na následujícím obrázku jsou označeny řešené objekty nacházející se v areálu školy

Obrázek č. 4.3.1: Situační schéma areálu



Obrázek č. 4.3.2: Vstupní hala do hlavní budovy



4.4 Popis předmětu APÚ

1 Hlavní budova

Posuzovaným objektem je hlavní budova střední technické školy Znojmo. Objekt se nachází na parcele č. 5691/4, k.ú. Znojmo-město [793418]. Budova má obdélníkový půdorys s vystouplou vstupní halou v přední části objektu. Vstupní část objektu má dvě nadzemní vytápěná podlaží, která jsou zastřešena plochou střechou. Zbývající část objektu má pouze jedno nepodsklepené nadzemní vytápěné podlaží zastřešené plochou střechou.

Objekt má pouze jednu funkční zónu, kterou tvoří učebny, kabinety a kanceláře.

Podlaha přilehlá k zemině (P1) je bez tepelné izolace a je tvořena betonem z perlitu a betonovou mazaninou.

Plochá střecha dvoupodlažní části (S1) je tvořena betonovou mazaninou, plynosilikátovými deskami, tepelnou izolací EPS tl. 50 mm ($\lambda = 0,039 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$) a ŽB nosnými dutinovými panely. Plochá střecha jednopodlažní části (S2) je tvořena betonovou mazaninou, plynosilikátovými deskami, tepelnou izolací EPS tl. 100 mm ($\lambda = 0,039 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$), ŽB nosnými dutinovými panely a podhledem z PVC.

Stěna z CPP s tepelnou izolací (Z1) je vyzděna z cihel plných pálených tl. 450 mm a zateplena tepelnou izolací EPS tl. 50 mm ($\lambda = 0,039 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$). Stěna z keramických tvarovek tl. 405 mm (Z2) je vyzděna z keramických tvarovek bez tepelné izolace. Stěna z keramických tvarovek tl. 430 mm (Z3) je vyzděna z keramických tvarovek bez tepelné izolace. Stěna z CPP bez tepelné izolace (Z4) je vyzděna z cihel plných pálených tl. 450 mm a je rovněž bez tepelné izolace.

Výplně otvorů (O1) jsou tvořeny plastovými okny s izolačním dvojsklem s uvažovaným součinitelem prostupu tepla $U_w = 1,50 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Výplně otvorů (O2) jsou tvořeny dřevěnými okny s izolačním dvojsklem s uvažovaným součinitelem prostupu tepla $U_w = 1,50 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Výplně dveřních otvorů (D1) jsou tvořeny plastovými dveřmi plnými s uvažovaným součinitelem prostupu tepla $U_d = 1,70 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Plastové dveře s izolačním dvojsklem (D2) mají uvažovaný součinitel prostupu tepla $U_d = 2,30 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Hliníkový světlík (SV1) má uvažovaný součinitel prostupu tepla $U_w = 1,50 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

Obrázek č. 4.3.3: Pohled na hlavní budovu



Tabulka č. 4.4.1: Souhrn tepelně-technických parametrů obalových konstrukcí

Charakteristika budovy						
Obestavěný prostor vytápěné zóny budovy V (m ³)						6053,49
Celková plocha ochlazovaných k-cí ohraničujících obestavěný prostor vytápěné zóny budovy A (m ²)						3634,11
Celková energeticky vztažná plocha budovy (m ²)						1633,56
Geometrická charakteristika budovy (objemový faktor) A/V (m ⁻¹)						0,60
Převažující vnitřní teplota v otopném období Q _{im} (°C)						20,00
Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí						
Konstrukce		Plocha A _i (m ²)	Součinitel prostupu tepla U _i (W.m ⁻² .K ⁻¹)	Požad. hodnota součinitele prostupu tepla U _{N,20} (W.m ⁻² .K ⁻¹)	Činitel teplotní redukce (-)	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla H _{ti} (W.K ⁻¹)
Konstrukce horizontální						
P1	Podlaha přilehlá k zemině	1224,40	0,85	0,45	0,25	261
S1	Plochá střecha dvoupodlažní části	394,16	0,50	0,24	1,00	196
S2	Plochá střecha jednopodlažní části	815,25	0,31	0,24	1,00	251
Konstrukce vertikální						
Z1	Stěna z CPP s tepelnou izolací	347,20	0,52	0,30	1,00	182
Z2	Stěna z keramických tvarovek tl. 405 mm	127,41	1,46	0,30	1,00	186
Z3	Stěna z keramických tvarovek tl. 430 mm	125,23	1,36	0,30	1,00	171
Z4	Stěna z CPP bez tepelné izolace	304,21	1,37	0,30	1,00	415
Výplně otvorů						
O1	Plastová okna s izol. dvojsklem	236,99	1,50	1,50	1,00	355
O2	Dřevěná okna s izol. dvojsklem	21,60	1,50	1,50	1,00	32
D1	Plastové dveře plné	3,15	1,70	1,70	1,00	5
D2	Plastové dveře s izol. dvojsklem	19,54	1,70	1,70	1,00	33
SV1	Hliníkový světlík	15,00	1,50	1,40	1,00	23
Celkem		3 634				2 111
Tepelné vazby (0,05 * A)						182
Celková měrná tepelná ztráta konstrukcí (W.K ⁻¹)						2 293
Měrná tepelná ztráta větráním (W.K ⁻¹)						1 590
Celková tepelná ztráta objektu (kW)						124,25

Poznámka: Hodnoty součinitelů prostupu tepla U_i označeny **zeleně** splňují požadavek normy ČSN 73 0540-2: Tabulka 3 - Požadované hodnoty U_{N,20}, naopak hodnoty označené **červeně** uvedený požadavek nesplňují.

Poznámka: Konstrukce objektu nesplňují požadavek na průměrný součinitel prostupu tepla.

2 Sportovní haly

Posuzovaným objektem je objekt sportovních hal střední technické školy Znojmo. Objekt se nachází na parcele č. 5691/5, k.ú. Znojmo-město [793418]. Budova má obdélníkový půdorys. V budově se nachází dvě tělocvičny, které mají jedno nadzemní vytápěné podlaží. Mezi nimi je dvoupatrová část objektu, kde v přízemí se nachází šatny a ve druhém nadzemním podlaží se nachází učebna, která je chlazená. V ostatních částech budovy se nachází šatny. Šatny mají jedno nadzemní podlaží, které je vytápěné.

Objekt je rozdělen do 3 zón. V zóně 1 se nachází dvě tělocvičny, zónu 2 tvoří šatny a v zóně 3 jsou učebny.

Podlaha přilehlá k zemině (P1) je bez tepelné izolace a je tvořena betonovou mazaninou.

Plochá střecha s tepelnou izolací (S1) je tvořena cementovým potěrem, nosnými železobetonovými panely, minerální vlnou tl. 120 mm ($\lambda = 0,038 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$) a podhledem z perforovaného hliníkového plechu.

Stěna z CDm tl. 580 mm (Z1) je vyzděna z cihel metrického formátu a je bez tepelné izolace. Obvodová stěna (Z2) je vyzděna z plynosilikátových tvárnic bez tepelné izolace. Stěna z CDm tl. 280 mm k nevytápěnému prostoru (Z3) je vyzděna z cihel metrického formátu bez tepelné izolace. Obvodová stěna (Z4) je vyzděna z plynosilikátových tvárnic a je rovněž bez tepelné izolace.

Výplně otvorů (O1) jsou tvořeny ocelovými okny zdvojenými s uvažovaným součinitelem prostupu tepla $U_w = 3,50 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Výplně otvorů (O2) jsou tvořeny plastovými okny s izolačním dvojsklem s uvažovaným součinitelem prostupu tepla $U_w = 1,50 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Výplně otvorů (O3) jsou tvořeny plastovými okny s polykarbonátovou výplní s uvažovaným součinitelem prostupu tepla $U_w = 2,50 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Výplně dveřních otvorů (D1) jsou tvořeny plastovými dveřmi s izolačním dvojsklem s uvažovaným součinitelem prostupu tepla $U_d = 1,70 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Plastové dveře plné (D2) mají uvažovaný součinitel prostupu tepla $U_d = 1,70 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

Obrázek č. 4.3.4: Pohled na sportovní haly



Tabulka č. 4.4.2: Souhrn tepelně-technických parametrů obalových konstrukcí

Charakteristika budovy						
Obestavěný prostor vytápěné zóny budovy V (m ³)						11827,45
Celková plocha ochlazovaných k-cí ohraničujících obestavěný prostor vytápěné zóny budovy A (m ²)						4934,18
Celková energeticky vztažná plocha budovy (m ²)						1976,95
Geometrická charakteristika budovy (objemový faktor) A/V (m ⁻¹)						0,42
Převažující vnitřní teplota v otopném období Q _{im} (°C)						20,00
Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí						
Konstrukce		Plocha A _i (m ²)	Součinitel prostupu tepla U _i (W.m ⁻² .K ⁻¹)	Požad. hodnota součinitele prostupu tepla U _{N,20} (W.m ⁻² .K ⁻¹)	Činitel teplotní redukce (-)	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla H _{ti} (W.K ⁻¹)
Konstrukce horizontální						
P1	Podlaha přilehlá k zemině	1678,51	2,43	0,45	0,08	323
S1	Plochá střecha s tepelnou izolací	1678,51	0,31	0,24	1,00	524
Konstrukce vertikální						
Z1	Stěna z CDm tl. 580 mm	205,35	1,06	0,30	1,00	217
Z2	Stěna z plynosilikátových tvárnic k venkovnímu prostoru	888,92	0,63	0,30	1,00	556
Z3	Stěna z CDm tl. 280 mm k nevytápěnému prostoru	51,80	1,63	0,60	0,49	41
Z4	Stěna z plynosilikátových tvárnic k nevytápěnému prostoru	145,70	0,59	0,60	0,49	42
Výplně otvorů						
O1	Ocelová okna zdvojená	59,93	2,20	1,50	1,00	132
O2	Plastová okna s izol. dvojsklem	54,19	1,50	1,50	1,00	81
O3	Plastová okna s polykarbonátovou výplní	156,19	2,50	1,50	1,00	390
D1	Plastové dveře s izol. dvojsklem	13,10	1,70	1,70	1,00	22
D2	Plastové dveře plné	2,00	1,70	1,70	1,00	3
Celkem		4 934				2 333
Tepelné vazby (0,05 * A)						247
Celková měrná tepelná ztráta konstrukcí (W.K ⁻¹)						2 580
Měrná tepelná ztráta větráním (W.K ⁻¹)						3 106
Celková tepelná ztráta objektu (kW)						181,94

Poznámka: Hodnoty součinitelů prostupu tepla U_i označeny **zeleně** splňují požadavek normy ČSN 73 0540-2: Tabulka 3 - Požadované hodnoty U_{N,20}, naopak hodnoty označené **červeně** uvedený požadavek nesplňují.

Poznámka: Konstrukce objektu nesplňují požadavek na průměrný součinitel prostupu tepla.

3 Zámečnická dílna

Posuzovaným objektem je zámečnická dílna střední technické školy Znojmo. Objekt se nachází na parcele č. 5691/6, k.ú. Znojmo-město [793418]. Budova má členitý půdorys. Původní dílny jsou z roku 1960, v roce 2000 došlo k přístavbě autodílen a v roce 2019 došlo k přístavbě dílny obrobny. Celá budova je nepodsklepená a má jedno nadzemní vytápěné podlaží. Objekt je zastřešen sedlovou střechou. Objekt tvoří pouze jedna zóna – dílny

Podlaha přilehlá k zemině (P1) je bez tepelné izolace a je tvořena betonovou mazaninou.

Strop pod nevytápěnou půdou (S1) je tvořen dutinovými panely, minerální vlnou tl. 100 mm ($\lambda = 0,038 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$) a betonovou mazaninou. Šikmá střecha (S2) je tvořena plechovým podhledem, minerální vlnou tl. 100 mm ($\lambda = 0,038 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$) a plechovou krytinou.

Obvodová stěna (Z1) je vyzděna z cihel metrického formátu a je zateplena zateplovacím pláštěm z polyuretanových desek ($\lambda = 0,022 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$). Obvodová stěna (Z2) je vyzděna z cihel metrického formátu bez tepelné izolace. Obvodová stěna (Z3) je vyzděna z cihel metrického formátu a je zateplena zateplovacím pláštěm z polyuretanových desek ($\lambda = 0,022 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$). Obvodová stěna (Z4) je vyzděna z cihel metrického formátu bez tepelné izolace. Stěna z panelů (Z5) je tvořena panely z polyuretanových desek ($\lambda = 0,022 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$).

Výplně otvorů (O1) jsou tvořeny dřevěnými okny zdvojenými s uvažovaným součinitelem prostupu tepla $U_w = 3,50 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Výplně otvorů (O2) jsou tvořeny plastovými okny s izolačním trojsklem s uvažovaným součinitelem prostupu tepla $U_w = 1,20 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Výplně otvorů (O3) jsou tvořeny plastovými okny s izolačním dvojsklem s uvažovaným součinitelem prostupu tepla $U_w = 1,50 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Výplně otvorů (O4) jsou tvořeny ocelovými okny se dvěma skly s uvažovaným součinitelem prostupu tepla $U_w = 3,50 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Výplně dveřních otvorů (D1) jsou tvořeny plastovými dveřmi s izolačním dvojsklem s uvažovaným součinitelem prostupu tepla $U_d = 1,70 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Výplně dveřních otvorů (D2) jsou tvořeny kovovými dveřmi s izolačním dvojsklem s uvažovaným součinitelem prostupu tepla $U_d = 2,30 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Výplně dveřních otvorů (D3) jsou tvořeny kovovými dveřmi plnými s uvažovaným součinitelem prostupu tepla $U_d = 3,50 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Výplně dveřních otvorů (D4) jsou sekční garážová vrata s uvažovaným součinitelem prostupu tepla $U_d = 1,60 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Výplně dveřních otvorů (D5) jsou tvořeny kovovými dveřmi plnými s tepelnou izolací s uvažovaným součinitelem prostupu tepla $U_d = 1,20 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Výplně dveřních otvorů (D6) jsou tvořeny plastovými dveřmi plnými s uvažovaným součinitelem prostupu tepla $U_d = 1,70 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Výplň otvorů střešní konstrukce (SV1) je tvořena polykarbonátovým světlíkem s uvažovaným součinitelem prostupu tepla $U_w = 3,10 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

Obrázek č. 4.3.5: Pohled na zámečnické dílny



Tabulka č. 4.4.3: Souhrn tepelně-technických parametrů obalových konstrukcí

Charakteristika budovy						
Obestavěný prostor vytápěné zóny budovy V (m ³)						7208,27
Celková plocha ochlazovaných k-cí ohraničujících obestavěný prostor vytápěné zóny budovy A (m ²)						4852,13
Celková energeticky vztažná plocha budovy (m ²)						1950,40
Geometrická charakteristika budovy (objemový faktor) A/V (m ⁻¹)						0,67
Převažující vnitřní teplota v otopném období Q _{im} (°C)						20,00
Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí						
Konstrukce	Plocha A _i (m ²)	Součinitel prostupu tepla U _i (W.m ⁻² .K ⁻¹)	Požad. hodnota součinitele prostupu tepla U _{N,20} (W.m ⁻² .K ⁻¹)	Činitel teplotní redukce (-)	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla H _{ti} (W.K ⁻¹)	
Konstrukce horizontální						
P1	Podlaha přilehlá k zemině	1950,40	2,83	0,45	0,07	396
S1	Strop pod nevytápěnou půdou	545,13	0,38	0,30	0,74	153
S2	Šikmá střecha	1515,30	0,42	0,24	1,00	631
Konstrukce vertikální						
Z1	Stěna z CDm tl. 530 mm	317,80	0,34	0,30	1,00	110
Z2	Stěna z CDm tl. 480 mm	45,81	1,18	0,30	1,00	54
Z3	Stěna z keram. tvarovek tl. 430 mm	145,44	0,24	0,30	1,00	35
Z4	Stěna z keram. tvarovek tl. 480 mm	43,98	0,36	0,30	1,00	16
Z5	Stěna z panelů	56,47	0,17	0,30	1,00	9
Výplně otvorů						
O1	Dřevěná okna zdvojená	65,79	2,97	1,50	1,00	195
O2	Plastová okna s izol. trojsklem	75,21	1,20	1,50	1,00	90
O3	Plastová okna s izol. dvojsklem	13,87	1,50	1,50	1,00	21
O4	Ocelová okna se dvěma skly	17,04	3,50	1,50	1,00	60
D1	Plastové dveře s izol. dvojsklem	5,40	1,70	1,70	1,00	9
D2	Kovové dveře s izol. dvojsklem	14,58	2,30	1,70	1,00	34
D3	Kovové dveře plné	11,84	3,50	1,70	1,00	41
D4	Sekční garážová vrata	7,29	1,60	1,70	1,00	12
D5	Kovové dveře plné	17,01	1,20	1,70	1,00	20
D6	Plastové dveře plné	3,78	1,70	1,70	1,00	6
SV1	Světlík - polykarbonát	30,50	3,10	1,40	1,00	95
Celkem		4 883				1 988
Tepelné vazby (0,05 * A)						244
Celková měrná tepelná ztráta konstrukcí (W.K ⁻¹)						2 232
Měrná tepelná ztráta větráním (W.K ⁻¹)						2 561
Celková tepelná ztráta objektu (kW)						153,37

Poznámka: Hodnoty součinitelů prostupu tepla U_i označeny **zeleně** splňují požadavek normy ČSN 73 0540-2: Tabulka 3 - Požadované hodnoty U_{N,20}, naopak hodnoty označené **červeně** uvedený požadavek nesplňují.

Poznámka: Konstrukce objektu nesplňují požadavek na průměrný součinitel prostupu tepla.

4 Truhlářská dílna

Posuzovaným objektem je truhlářská dílna střední technické školy Znojmo. Objekt se nachází na parcele č. 5691/11, k.ú. Znojmo-město [793418]. Budova má obdélníkový půdorys. Objekt truhlářských dílen je z roku 1996. Celá budova je nepodsklepená a má dvě nadzemní vytápěná podlaží. Objekt je zastřešen sedlovou střechou.

Objekt tvoří pouze jedna zóna – dílny

Podlaha bez tepelné izolace (P1) je bez tepelné izolace a je tvořena betonovou mazaninou. Podlaha s tepelnou izolací (P2) je tvořena vrstvou betonu, tepelně izolační deskou lignopor tl. 35 mm ($\lambda = 0,056 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$) a cementovým potěrem. Podlaha nad venkovním prostorem (P3) a podlaha nad nevytápěným prostorem (P4) jsou tvořeny nosnými dutinovými panely, tepelně izolačními deskami lignopor tl. 35 mm ($\lambda = 0,056 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$) a cementovým potěrem.

Strop pod nevytápěným prostorem (S1) je tvořen nosnými dutinovými panely, tepelně izolační deskou lignopor tl. 35 mm ($\lambda = 0,056 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$) a cementovým potěrem. Šikmá střecha (S2) je tvořena sádkokartonovým podhledem, minerální vlnou tl. 140 mm ($\lambda = 0,038 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$) a plechovou krytinou.

Obvodová stěna (Z1) a (Z2) je vyzděna z keramických tvarovek a je bez tepelné izolace.

Výplně otvorů (O1) jsou tvořeny dřevěnými okny zdvojenými s uvažovaným součinitelem prostupu tepla $U_w = 3,50 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Výplně dveřních otvorů (D1) jsou tvořeny plastovými dveřmi s izolačním dvojsklem s uvažovaným součinitelem prostupu tepla $U_d = 1,70 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Výplně dveřních otvorů (D2) jsou tvořeny kovovými dveřmi plnými s uvažovaným součinitelem prostupu tepla $U_d = 3,50 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Střešní výplně (SV1) jsou tvořeny dřevěnými okny s izolačním dvojsklem s uvažovaným součinitelem prostupu tepla $U_w = 1,70 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Střešní výplně (SV2) jsou tvořeny ocelovými světlíky s jedním sklem s uvažovaným součinitelem prostupu tepla $U_w = 5,65 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

Obrázek č. 4.3.6: Pohled na truhlářské dílny



Tabulka č. 4.4.4: Souhrn tepelně-technických parametrů obalových konstrukcí

Charakteristika budovy						
Obestavěný prostor vytápěné zóny budovy V (m ³)						6684,14
Celková plocha ochlazovaných k-cí ohraničujících obestavěný prostor vytápěné zóny budovy A (m ²)						3027,42
Celková energeticky vztažná plocha budovy (m ²)						1971,80
Geometrická charakteristika budovy (objemový faktor) A/V (m ⁻¹)						0,45
Převažující vnitřní teplota v otopném období Q _{im} (°C)						20,00
Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí						
Konstrukce		Plocha A _i (m ²)	Součinitel prostupu tepla U _i (W.m ⁻² .K ⁻¹)	Požad. hodnota součinitele prostupu tepla U _{N,20} (W.m ⁻² .K ⁻¹)	Činitel teplotní redukce (-)	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla H _{ti} (W.K ⁻¹)
Konstrukce horizontální						
P1	Podlaha bez tepelné izolace	431,45	2,46	0,45	0,09	93
P2	Podlaha s tepelnou izolací	535,95	0,99	0,45	0,18	98
P3	Podlaha nad venkovním prostorem	3,15	0,93	0,24	1,00	3
P4	Podlaha nad nevytápěným prostorem	39,13	0,83	0,60	0,49	16
S1	Strop pod nevytápěným prostorem	5,28	0,96	0,60	0,83	4
S2	Střecha šikmá	1081,08	0,29	0,24	1,00	318
Konstrukce vertikální						
Z1	Stěna z keramických tvarovek tl. 440 mm	695,55	1,03	0,30	1,00	717
Z2	Stěna z keramických tvarovek tl. 300 mm	52,20	1,44	0,30	1,00	75
Výplně otvorů						
O1	Dřevěná okna zdvojená	127,32	3,50	1,50	1,00	446
D1	Dveře plastové s izol. dvojsklem	26,25	1,70	1,70	1,00	45
D2	Kovové dveře plné	6,30	3,50	1,70	1,00	22
SV1	Dřevěné okno s izol. dvojsklem	5,76	1,70	1,40	1,00	10
SV2	Ocelový světlík s jedním sklem	18,00	5,65	1,40	1,00	102
Celkem		3 027				1 948
Tepelné vazby (0,05 * A)						151
Celková měrná tepelná ztráta konstrukcí (W.K ⁻¹)						2 100
Měrná tepelná ztráta větráním (W.K ⁻¹)						1 755
Celková tepelná ztráta objektu (kW)						123,35

Poznámka: Hodnoty součinitelů prostupu tepla U_i označeny **zeleně** splňují požadavek normy ČSN 73 0540-2: Tabulka 3 - Požadované hodnoty U_{N,20}, naopak hodnoty označené **červeně** uvedený požadavek nesplňují.

Poznámka: Konstrukce objektu nesplňují požadavek na průměrný součinitel prostupu tepla.

4.5 Popis technického zařízení a systémů, které jsou předmětem analýzy

Technická zařízení budov

Kapitola obsahuje popis souboru technických vlastností části technického zařízení předmětu analýzy, umožňující formulovat energetické vstupy a tím i stanovit energetickou náročnost výchozího stavu energetického hospodářství. Uvedená analýza směřuje k navržení souboru energeticky úsporných opatření, sledující odstranění nevýhod výchozího stavu a zajištění využití potenciálu možných energetických úspor, poskytovaných částí technického zařízení budovy.

Závěrem je provedeno vyhodnocení vlivu všech spotřebičů části TZB a technologie na potřebu energie a definování zdrojů možného potenciálu úspor.

Energetická náročnost stávajícího stavu analyzovaného energetického hospodářství z hlediska TZB a technologie je definována parametry spotřeby energie, danými technickým stavem zařízení pro vytápění, ohřev teplé vody (TV), vzduchotechniku (VZT), chlazení (C), osvětlení (OSV) a dalšími spotřebiči energie.

Vytápění

V areálu se nachází centrální kotelna. Kotelna je umístěna v objektu sportovní haly.

V kotelně se nachází 3 plynové kotle ČKD Dukla KGVE-65 o jmenovitém výkonu 3 x 670 kW. Kotle mají plynové hořáky typu APH 10 PZ.

V objektu je uvažovaná otopná soustava teplovodní dvoutrubková s nuceným oběhem vody. Uvažovaný teplotní spád soustavy je 80/60°C.

Otopné plochy jsou tvořeny deskovými otopnými tělesy a článkovými otopnými tělesy, která jsou primárně umístěna pod okenní výplně.

Tabulka č. 4.5.1.: Výpis zdrojů vytápění

Zdroj vytápění	Energono- sitel	Tepelný výkon (kW)	Počet kusů (ks)	Celkový výkon (kW)	Účinnost /COP	Vytápí
Plynový kotel ČKD Dukla KGVE-65	ZP	670	3	2010	75 %	celý areál
Celkem				2010,00		

Obrázek č. 4.5.1: Plynové kotle ČKD Dukla PGVE-65



Ohřev teplé vody (TV)

V areálu se nachází centrální kotelna. Kotelna je umístěna v objektu sportovní haly.

V centrální kotelně se nachází plynový zásobníkový ohříváč QUANTUM Q7-400-VENT-C o jmenovitém výkonu 28 kW a objemu 400 l. Zásobníkový ohříváč QUANTUM ohřívá vodu pro celý areál. Dále jsou v jednotlivých objektech nainstalovány další elektrické zásobníkové ohříváče.

V hlavní budově pro ohřev vody slouží dva elektrické zásobníkové ohříváče ARISTON o jmenovitém výkonu 1,5 kW a objemu 80 l, jeden elektrický zásobníkový ohříváč DRAŽICE OKCE 125 o jmenovitém výkonu 2,0 kW a objemu 125 l a tři elektrické zásobníkové ohříváče TATRAMAT EO o jmenovitém výkonu 2,0 kW a objemu 10 l.

V objektu sportovní haly se nachází v zóně tělocvična jeden elektrický zásobníkový ohříváč ARISTON junior o jmenovitém výkonu 1,8 kW a objemu 100 l, v zóně šatny jeden elektrický zásobníkový ohříváč DRAŽICE OKCE 80 o jmenovitém výkonu 2,0 kW a objemu 80 l a v zóně učebny jeden elektrický zásobníkový ohříváč ARISTON o jmenovitém výkonu 1,5 kW a objemu 75 l.

V objektu zámečnická dílna se nachází jeden elektrický zásobníkový ohříváč DRAŽICE OKCE 160 o jmenovitém výkonu 2,0 kW a objemu 160 l, jeden elektrický zásobníkový ohříváč OKCE V o jmenovitém výkonu 2,0 kW a objemu 180 l a jeden elektrický zásobníkový ohříváč TATRAMAT EO o jmenovitém výkonu 2,0 kW a objemu 10 l.

V objektu truhlářská dílna se nachází dva elektrické zásobníkové ohříváče ARISTON o jmenovitém výkonu 1,5 kW a objemu 80 l, tři elektrické zásobníkové ohříváče TATRAMAT EO o jmenovitém výkonu 2,0 kW a objemu 10 l a jeden elektrický zásobníkový ohříváč DRAŽICE OKCE 80 o jmenovitém výkonu 2,0 kW a objemu 80 l.

Tabulka č. 4.5.2: Výpis zdrojů ohřevu TV

Zdroj tepla	Ergo- nositel	Tepelný výkon (kW)	Počet kusů (ks)	Celkový výkon (kW)	Účinnost /COP	Zajišťuje ohřev vody pro:
Elektrický zásobníkový ohřivač ARISTON	EE	1,50	2	3,00	99 %	Hlavní budovu
Elektrický zásobníkový ohřivač DRAŽICE OKCE 125	EE	2,00	1	2,00	99 %	Hlavní budovu
Elektrický zásobníkový ohřivač TATRAMAT EO	EE	2,00	3	6,00	99 %	Hlavní budovu
Elektrický zásobníkový ohřivač ARISTON junior	EE	1,80	1	1,80	99 %	Sportovní halu
Elektrický zásobníkový ohřivač DRAŽICE OKCE 80	EE	2,00	1	2,00	99 %	Sportovní halu
Elektrický zásobníkový ohřivač ARISTON	EE	1,50	1	1,50	99 %	Sportovní halu
Plynový zásobníkový ohřivač QUANTUM Q7-400- VENT-C	ZP	28,00	1	28,00	92 %	Celý objekt
Elektrický zásobníkový ohřivač DRAŽICE OKCE 160	EE	2,00	1	2,00	99 %	Zámečnickou dílnu
Elektrický zásobníkový ohřivač OKCE V	EE	2,00	1	2,00	99 %	Zámečnickou dílnu
Elektrický zásobníkový ohřivač TATRAMAT EO	EE	2,00	1	2,00	99 %	Zámečnickou dílnu
Elektrický zásobníkový ohřivač ARISTON	EE	1,50	2	3,00	99 %	Truhlářskou dílnu
Elektrický zásobníkový ohřivač TATRAMAT EO	EE	2,00	3	6,00	99 %	Truhlářskou dílnu

Elektrický zásobníkový ohřívač DRAŽICE OKCE 80	EE	2,00	1	2,00	99 %	Truhlářskou dílnu
Celkem EE				33,30		
Celkem ZP				28,00		
Celkem				61,30		

Obrázek č. 4.5.2: Plynový zásobníkový ohřívač QUANTUM Q7-400-VENT-C



Obrázek č. 4.5.3: Elektrické zásobníkové ohřivače ARISTON a DRAŽICE OKCE 80



Vzduchotechnika (VZT)

V hlavní budově jsou všechny prostory větrány přirozeně.

V objektu sportovní haly je nucené větrání ve dvou tělocvičnách. Každá tělocvična má dva odtahové ventilátory o příkonu 2 kW. Ostatní prostory jsou větrány přirozeně okny.

V zámečnické dílně slouží pro větrání dva odtahové ventilátory s příkonem 2 kW.

V objektu truhlářské dílny jsou nainstalovány VZT jednotky PROKLIMA o příkonu 3,00 kW. Jedná se o jednotku s funkcí odsávání pilin.

Tabulka č. 4.5.3: Výpis vzduchotechnických jednotek

Název	Provozní využití (h.den ⁻¹)	Příkon (kW)	Počet kusů (ks)	Celkový příkon (kW)	Zajišťuje úpravu vzduchu v
Odtahový ventilátor	11	2,00	4	8,00	Sportovních halách
Odtahový ventilátor	11	2,00	2	4,00	Zámečnické dílně
VZT jednotka PROKLIMA	11	3,00	3	9,00	Truhlářské dílně
Celkem				21,00	

Chlazení (C)

V objektu sportovní haly je chlazená zóna učebny. K ochlazování prostorů slouží dvě vnitřní klimatizační jednotky a venkovní kompaktní klimatizační jednotka se vzduchem chlazeným kondenzátorem (EER = 2,6). Jmenovitý příkon je 4,40 kW a jmenovitý výkon je 11,44 kW.

V ostatních objektech se nenachází žádný chladicí systém.

Tabulka č. 4.5.4: Výpis chladicích jednotek

Zdroj chladu	Elektrický příkon (kW)	Chladicí výkon (kW)	Počet kusů (ks)	Celkový výkon (kW)	EER	Zajišťuje chlazení pro:
kompaktní klimatizační jednotka TOSHIBA	4,4	11,44	2	22,88	2,6	Sportovní haly zónu učebny
Celkem				22,88		

Osvětlení (OSV)

Umělé osvětlení v hlavní budově je zajištěno zejména pomocí zářivkových svítidel o příkonech 2x36W, 1x36W a 4x18W. Dále se zde nachází žárovková svítidla o příkonu 60 W a LED svítidla o příkonu 19 W. Celkový příkon osvětlení v hlavním objektu je 16,99 kW.

Umělé osvětlení ve sportovních halách je zajištěno zejména pomocí zářivkových svítidel o příkonech 2x36W, 1x36W a 4x36W. Dále se zde nachází žárovková svítidla o příkonu 60 W a výbojková svítidla o příkonu 400 W. Celkový příkon osvětlení v hlavním objektu je 38,35 kW.

Umělé osvětlení v zámečnické dílně je zajištěno zejména pomocí zářivkových svítidel o příkonech 2x36W a 2x58W. Dále se zde nachází žárovková svítidla o příkonu 60 W. Celkový příkon osvětlení v hlavním objektu je 21,64 kW.

Umělé osvětlení v truhlářské dílně je zajištěno zejména pomocí zářivkových svítidel o příkonech 2x36W a 1x36W. Dále se zde nachází žárovková svítidla o příkonu 60 W. Celkový příkon osvětlení v hlavním objektu je 20,42 kW.

Uvažovaná doba svícení v učebnách, dílnách a šatnách je 7 hodin denně. V tělocvičnách uvažujeme dobu svícení 7 hodin denně. Na chodbách a v hygienických prostorech je uvažovaná doba svícení 2 hodiny denně.

Umělé venkovní osvětlení v areálu je zajištěno převážně pomocí LED průmyslových svítidel o příkonu 50 W. Dále se zde nachází žárovková svítidla o příkonu 60 W.

Celkový příkon venkovního osvětlení je 0,69 kW.

Celkový příkon osvětlení za celý areál je 98,08 kW.

Tabulka č. 4.5.5: Výpis osvětlení

Stávající osvětlení	V objektu č.	Doba svícení (hod/den)	Příkon (W)	Počet kusů (ks)	Celkový příkon (kW)	Osvětluje
Zářivkové 2x36W	1	7	86	144	12,44	Učebny
Zářivkové 1x36W	1	7	43	59	2,55	Učebny
Zářivkové 4x18W	1	7	86	2	0,17	Učebny
LED kancelářské 19 W	1	7	19	17	0,32	Učebny
Žárovkové 60W	1	2	60	25	1,50	Učebny
Zářivkové 1x36W	2	7	43	1	0,04	Šatny
Zářivkové 2x36W	2	7	86	45	3,89	Šatny
Žárovkové 60W	2	2	60	30	1,80	Šatny
Zářivkové 4x36W	2	7	173	45	7,78	Učebny
Výbojkové 400W	2	7	540	46	24,84	Tělocvičny
Zářivkové 2x36W	3	7	86	92	7,95	Dílny
Žárovkové 60W	3	2	60	38	2,28	Dílny
Zářivkové 2x58W	3	7	139	82	11,41	Dílny
Zářivkové 2x36W	4	7	86	179	15,47	Dílny
Žárovkové 60W	4	2	60	35	2,10	Dílny
Zářivkové 1x36W	4	7	43	4	0,17	Dílny
Zářivkové 2x36W	4	2	86	31	2,68	Dílny
Žárovkové 60W	Venkovní	3	60	1	0,06	-
LED průmyslové 50 W		3	50	1	0,05	-
Žárovkové 60W		3	60	3	0,18	-
LED průmyslové 50 W		3	50	5	0,25	-
LED průmyslové 50 W		3	50	3	0,15	-
Celkem objekt č.1 (kW)					16,99	kW
Celkem objekt č.2 (kW)					38,35	kW
Celkem objekt č.3 (kW)					21,64	kW
Celkem objekt č.4 (kW)					20,42	kW
Celkem venkovní osvětlení (kW)					0,69	kW
Celkem zářivková svítidla					64,55	kW
Celkem výbojková svítidla					24,84	kW
Celkem žárovková svítidla					7,92	kW
Celkem LED svítidla					0,77	kW
Celkem					98,08	kW

Základní údaje o významných spotřebičích energie

Kapitola obsahuje specifikaci významných energetických spotřebičů výchozího stavu analyzovaného energetického hospodářství. Základní údaje o významných spotřebičích energie zahrnují především údaje o druhu spotřebiče, energetickém příkonu, ročních provozních hodinách a způsobu regulace.

V hlavní budově se nachází drobné kancelářské a kuchyňské spotřebiče, jako například PC, varné konvice, dataprojektor, tiskárny a další.

Ve sportovních halách se nachází drobné kancelářské a kuchyňské spotřebiče, jako například PC, varné konvice, dataprojektor, tiskárny a další.

V zámečnické dílně se nachází významné spotřebiče v zóně dílna. Nachází se zde dva CNC stroje (příkon 2x22,00 kW), šest soustruhů (příkon 6x5,50 kW), kompresor (příkon 4,00 kW), svářečka CO₂ (příkon 2,80 kW) a další.

e truhlářské dílně se nachází významné spotřebiče v zóně dílna. Nachází se zde hoblovka s odsáváním (příkon 9,60 kW), kotoučová pila (příkon 6,50 kW), frézka (příkon 4,10 kW), velkoformátová pila (příkon 3,00 kW) a další.

Celkový uvažovaný příkon spotřebičů je 311,54 kW.

Tabulka č. 4.5.6: Výpis významných spotřebičů energie

Název	Příkon (kW)	Počet (ks)	Celkový příkon (kW)	Ener.	Provozní využití (hod.den ⁻¹)	Umístění/zóna
Kávovar	2,20	2	4,40	EE	1	Hlavní budova
Mikrovlnná trouba	0,90	3	2,70	EE	0,5	Hlavní budova
Lednice	0,35	2	0,70	EE	24	Hlavní budova
Varná konvice	2,10	7	14,70	EE	1	Hlavní budova
server	1,20	2	2,40	EE	24	Hlavní budova
Tiskárna	1,20	5	6,00	EE	1	Hlavní budova
PC	0,12	5	0,60	EE	8	Hlavní budova
Nápojový automat	1,80	1	1,80	EE	24	Hlavní budova
Dataprojektor	0,23	1	0,23	EE	5	Hlavní budova
Lednice	0,35	1	0,35	EE	24	Sportovní haly
Varná konvice	2,20	3	6,60	EE	1	Sportovní haly
Vařič	1,20	1	1,20	EE	1	Sportovní haly
Tiskárna	1,20	1	1,20	EE	1	Sportovní haly
Dataprojektor	0,23	2	0,46	EE	5	Sportovní haly
PC	0,12	2	0,24	EE	5	Sportovní haly
Bruska BAD 20	0,70	1	0,70	EE	1	Sportovní haly
Vrtačka	0,38	1	0,38	EE	1	Sportovní haly
Vrtačka	1,10	3	3,30	EE	1	Zámečnická dílna
Bruska	0,58	2	1,16	EE	5	Zámečnická dílna
Zvedák	2,20	1	2,20	EE	5	Zámečnická dílna

Kompresor	2,50	1	2,50	EE	5	Zámečnická dílna
Svářečka CO2	2,80	1	2,80	EE	5	Zámečnická dílna
Bruska	1,10	1	1,10	EE	5	Zámečnická dílna
Zvedák	2,80	3	8,40	EE	5	Zámečnická dílna
Bruska	1,20	3	3,60	EE	5	Zámečnická dílna
Pneu přezouvák	0,75	2	1,50	EE	5	Zámečnická dílna
Kompresor	4,00	1	4,00	EE	5	Zámečnická dílna
Bruska	2,20	2	4,40	EE	5	Zámečnická dílna
Vrtačka	2,00	2	4,00	EE	5	Zámečnická dílna
Kompresor	3,00	1	3,00	EE	5	Zámečnická dílna
CNC	22,00	2	44,00	EE	5	Zámečnická dílna
Soustruh	5,50	6	33,00	EE	5	Zámečnická dílna
Vrtačka	2,20	2	4,40	EE	5	Zámečnická dílna
Pila	1,50	1	1,50	EE	5	Zámečnická dílna
Soustruh	3,00	2	6,00	EE	5	Zámečnická dílna
Bruska	1,10	2	2,20	EE	5	Zámečnická dílna
Nůžky hydraulické	1,10	1	1,10	EE	5	Zámečnická dílna
Svářečka	8,80	4	35,20	EE	5	Zámečnická dílna
Svářečka velká	11,00	4	44,00	EE	5	Zámečnická dílna
Pila	0,75	1	0,75	EE	5	Zámečnická dílna
Vrtačka	1,10	2	2,20	EE	5	Zámečnická dílna
Frézka	3,00	1	3,00	EE	5	Zámečnická dílna
Frézka	4,87	1	4,87	EE	5	Zámečnická dílna
Varná konvice	2,00	1	2,00	EE	5	Zámečnická dílna
Pila velkoformátová	3,00	1	3,00	EE	5	Truhlářská dílna
Hoblovka s odsáváním	9,60	1	9,60	EE	5	Truhlářská dílna
Soustruh	2,00	1	2,00	EE	5	Truhlářská dílna
Pila kotoučová	6,50	1	6,50	EE	5	Truhlářská dílna
Frézka	4,10	1	4,10	EE	5	Truhlářská dílna
Ostatní	15,50	1	15,50	EE	5	Truhlářská dílna
Celkem		99	311,54			

Zjištění:

Instalované spotřebiče nemají na posouzení navržených opatření vliv.

Závěr:

V řešeném objektu jsou využívány dva energonositele, a to elektrická energie a zemní plyn.

Zemní plyn je využíván pro vytápění a ohřev teplé vody. Elektrická energie je využívána pro ohřev teplé vody, osvětlení, vzduchotechniku, chlazení a technologie.

Pro snížení ztrát prostupem tepla obvodovými konstrukcemi budou stěny s nevyhovujícím součinitelem prostupu tepla v rámci opatření zatepleny.

V rámci opatření je navržena výměna výplní otvorů s nevyhovujícím součinitelem prostupu tepla za nová plastová okna s izolačním trojsklem.

Starší instalované plynové kotle mají poměrně nízkou účinnost, a proto je v rámci opatření doporučujeme vyměnit za nové zdroje s vyšší účinností.

Pro snížení spotřeby elektrické energie je v rámci opatření navržena instalace fotovoltaické elektrárny na střechu objektu.

V objektu je nainstalována původní stará trafostanice. Pro snížení spotřeby elektrické energie je v rámci opatření je navržena výměna stávající trafostanice za novou.

Z důvodu snižování energetické náročnosti budov školy je nutné navrhnout i systém nuceného větrání.

5 BILANČNÍ VÝPOČTY

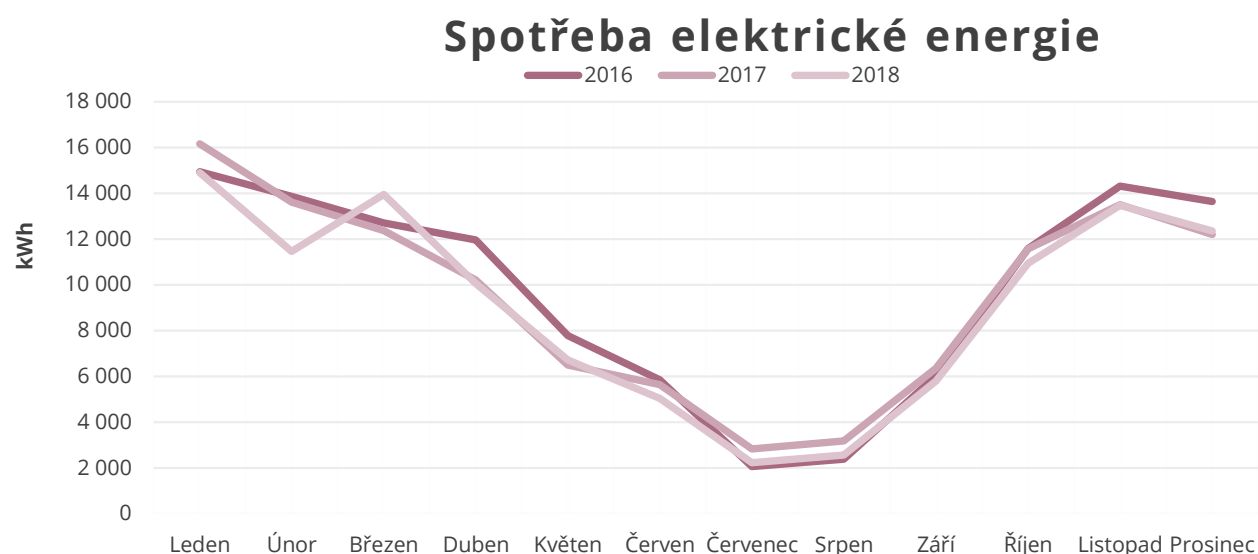
5.1 Spotřeba elektrické energie

- Zadavatelem byly dodány měsíční spotřeby elektrické energie za roky 2016 – 2018 formou tabulek. V tabulkách byly uvedeny spotřeby v měsíčních hodnotách. Náklady a vzorové faktury nebyly zadavatelem dodány. Jednotková cena byla určena odborným odhadem.

Tabulka č. 5.1.1: Přehled spotřeb elektrické energie v kWh

Měsíc	2016			2017			2018		
	Spotřeba [kWh]	Náklady [Kč]	Kč/kWh	Spotřeba [kWh]	Náklady [Kč]	Kč/kWh	Spotřeba [kWh]	Náklady [Kč]	Kč/kWh
Leden	14 951	63 018	4,22	16 161	68 119	4,22	14 897	62 791	4,22
Únor	13 855	58 399	4,22	13 603	57 337	4,22	11 449	48 258	4,22
Březen	12 704	53 547	4,22	12 367	52 127	4,22	13 948	58 791	4,22
Duben	11 960	50 411	4,22	10 214	43 052	4,22	10 063	42 416	4,22
Květen	7 781	32 797	4,22	6 490	27 355	4,22	6 714	28 300	4,22
Červen	5 853	24 670	4,22	5 631	23 735	4,22	5 031	21 206	4,22
Červenec	2 057	8 670	4,22	2 829	11 924	4,22	2 233	9 412	4,22
Srpen	2 371	9 994	4,22	3 169	13 357	4,22	2 557	10 778	4,22
Září	6 019	25 370	4,22	6 353	26 778	4,22	5 793	24 417	4,22
Říjen	11 586	48 835	4,22	11 573	48 780	4,22	10 934	46 087	4,22
Listopad	14 312	60 325	4,22	13 492	56 869	4,22	13 469	56 772	4,22
Prosinec	13 639	57 488	4,22	12 203	51 436	4,22	12 348	52 047	4,22
Celkem	117 088	493 526	4,22	114 085	480 868	4,22	109 436	461 273	4,22

Graf č. 5.1.1: Spotřeba elektrické energie



Zjištění:

Průběh spotřeb v jednotlivých letech je velmi podobný. K nejvyšším spotřebám dochází v prvním a ve čtvrtém kvartálu. V období letních prázdnin, kdy je škola mimo provoz je spotřeba elektrické energie velmi nízká.

5.2 Spotřeba zemního plynu

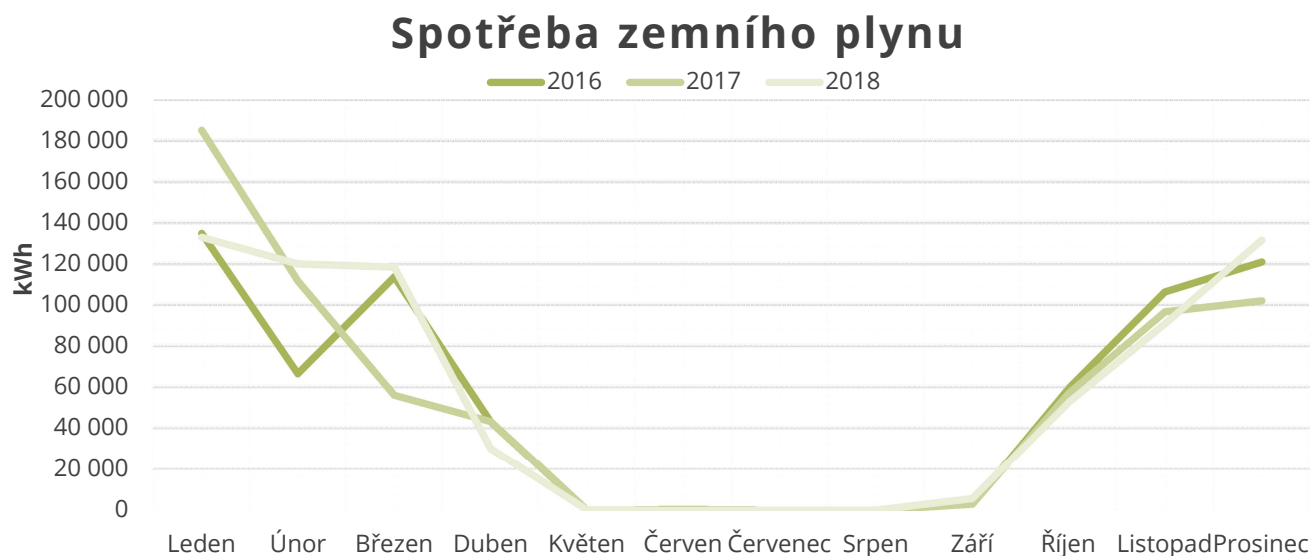
- Zadavatelem byly dodány měsíční spotřeby zemního plynu za roky 2016 – 2018 formou tabulek. V tabulkách byly uvedeny spotřeby v měsíčních hodnotách. Náklady a vzorové faktury nebyly zadavatelem dodány. Jednotková cena byla stanovena odborným odhadem.

Tabulka č. 5.2.1: Přehled spotřeb zemního plynu v kWh

Měsíc	2016			2017			2018		
	Spotřeba [kWh]	Náklady [Kč]	Kč/ kWh	Spotřeba [kWh]	Náklady [Kč]	Kč/ kWh	Spotřeba [kWh]	Náklady [Kč]	Kč/ kWh
Leden	134 966	207 442	1,54	185 290	284 791	1,54	133 160	204 666	1,54
Únor	66 535	102 264	1,54	111 811	171 854	1,54	120 034	184 493	1,54
Březen	113 763	174 854	1,54	56 068	86 177	1,54	118 531	182 182	1,54
Duben	43 145	66 314	1,54	43 268	66 504	1,54	29 997	46 106	1,54
Květen	-	-	-	67	103	1,54	79	121	1,54
Červen	179	276	1,54	-	-	-	-	-	-
Červenec	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Srpen	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Září	2 872	4 414	1,54	2 816	4 328	1,54	5 598	8 604	1,54
Říjen	59 445	91 367	1,54	57 056	87 694	1,54	52 568	80 797	1,54
Listopad	106 404	163 543	1,54	96 689	148 611	1,54	90 968	139 818	1,54
Prosinec	121 021	186 010	1,54	102 063	156 870	1,54	131 634	202 321	1,54
Celkem	648 331	996 485	1,54	655 129	1 006 933	1,54	682 569	1 049 108	1,54

Pozn.: Hodnoty v tabulce č. 5.2.1. jsou přepočítány ze spalného tepla uvedeného na dodaných fakturách.

Graf č. 5.2.1: Spotřeba zemního plynu



Zjištění:

Průběh spotřeby zemního plynu v jednotlivých letech je velmi podobný. K rozdílným spotřebám dochází v měsících únor a březen. V lednu roku 2017 byla spotřeba vyšší asi o 50 MWh ve srovnání s roky 2016 a 2018. K nejvyšším spotřebám dochází v prvním a čtvrtém kvartálu. V letních měsících je spotřeba zemního plynu nulová, protože škola je mimo provoz.

Shrnutí spotřeby a ceny energií v období 2016 - 2018

Tabulka č. 5.1: Spotřeba a ceny energií v období 2016 - 2018

Energonositel		2016	2017	2018	Průměr
Elektrina	Spotřeba [MWh]	117,09	114,09	109,44	113,54
	Spotřeba [GJ]	421,52	410,71	393,97	408,73
	Náklady [Kč]	493 526	480 868	461 273	478 556
Zemní plyn	Spotřeba [MWh]	648,33	655,13	682,57	662,01
	Spotřeba [GJ]	2 333,99	2 358,46	2 457,25	2 383,23
	Náklady [Kč]	996 485	1 006 933	1 049 108	1 017 509
Celkem	Spotřeba [MWh]	765,42	769,21	792,00	775,55
	Spotřeba [GJ]	2 755,51	2 769,17	2 851,22	2 791,97
	Náklady [Kč]	1 490 010	1 487 802	1 510 381	1 496 064

5.3. Vyhodnocení výchozího stavu

Celková energetická bilance je zpracována na základě fakturované nebo jinak doložené spotřeby energie za poslední 3 roky pro dlouhodobý klimatický průměr vnějších teplotních podmínek, přičemž jsou uvedena veškerá vstupní data použitá pro přepočet spotřeby na dlouhodobý průměr vnějších teplotních podmínek. Přepočet je proveden pomocí denostupňů.

Klimatické podmínky:

Tabulka č. 5.3.1: Klimatické podmínky

Parametry prostředí			
Lokalita	Znojmo		
Klimatologická stanice ČHMÚ	Brno		
Klimatická oblast	I.		
Nadmořská výška	-	289	m. n. m.
Venkovní výpočtová teplota	t_e	-12	°C
Průměrná vnitřní teplota	t_{is}	20	°C
Def. teplota pro zahájení vytápění		13	°C
Průměrná venkovní teplota	t_{es}	3,01	°C
Počet dnů otopného období	d	195	dní
Počet denostupňů	$D^\circ = d \cdot (t_{is} - t_{es})$	3 313	D°

Přepočet spotřeby energie na vytápění na dlouhodobý klimatický průměr

Tabulka č. 5.3.2: Přepočet spotřeby energie na vytápění na dlouhodobý klimatický průměr

Hodnocené období	Rok 2016	Rok 2017	Rok 2018	Průměr / DDP 30
Roční spotřeba energie pro vytápění vycházející z účetních dokladů (GJ/rok)	2 239	2 262	2 357	2 286
Počet denostupňů °D pro průměrnou vnitřní teplotu	3 291	3 265	2 777	3 313
Podíl denostupňů k dlouhodobému klimatickému normálu	99%	99%	84%	94%
Roční spotřeba energie pro vytápění přepočtená na dlouhodobý klimatický průměr (GJ/rok)	2 254	2 296	2 812	2 435

Energetická bilance stávajícího stavu

Odpovídá energetické bilanci průměrné spotřeby energie za hodnocené období přepočtené na průměrné klimatické podmínky.

Tabulka č. 5.3.3: Energetická bilance stávajícího stavu

Energetická bilance stávajícího stavu				
ř.	Ukazatel	Energie		Náklady
		(GJ)	(MWh)	(tis. Kč)
1	Vstupy paliv a energie	2940,44	816,79	1 559
2	Změna zásob paliv	0,00	0,00	0
3	Spotřeba paliv a energie	2940,44	816,79	1 559
4	Prodej energie cizím	0,00	0,00	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	2 940,44	816,79	1 559
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	1104,03	306,67	443
7	Spotřeba energie na vytápění	2434,72	676,31	1 039
8	Spotřeba energie na chlazení	6,66	1,85	8
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody	177,79	49,39	136
10	Spotřeba energie na větrání	58,62	16,28	69
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0,00	0,00	0
12	Spotřeba energie na osvětlení	125,34	34,82	147
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	137,30	38,14	161

Popis úprav hodnocení stávajícího stavu na výchozí stav

O změně využití budovy po rekonstrukci se neuvažuje.

Výchozí roční energetická bilance

Výchozí roční energetická bilance je shodná se stávající roční energetickou bilancí.

6 Doporučení energetického specialisty týkající se posuzovaného návrhu

(§ 5 odst. 1 vyhlášky 480/2012 Sb. O energetickém auditu a energetickém posudku)

Kapitola obsahuje základní údaje o navrhovaných energeticky úsporných opatřeních, které budou zahrnuty v doporučeném souboru energeticky úsporných opatření v návaznosti na zjištěnou výši dosažitelných energetických úspor.

Vyhodnocením souboru energeticky úsporných opatření je stanovena výše dosažené úspory jak ve spotřebě energií, tak ročních provozních nákladech na jejich nákup. Znalost energetické náročnosti výchozího stavu i nového stavu analyzovaného energetického hospodářství umožní provést upravenou energetickou bilanci, která dokumentuje míru využití potenciálu energetických úspor.

Ve výpočtech finančních úspor jednotlivých opatření bylo uvažováno s jednotkovou cenou za elektrickou energii 4,215 Kč/kWh, která byla stanovena odborným odhadem, protože náklady na elektrickou energii nebyly dodány. Jednotková cena za zemní plyn 1,537 Kč/kWh byla stanovena odborným odhadem, protože náklady na zemní plyn nebyly dodány.

Veškeré ceny v dokumentu jsou uvedeny bez DPH.

Hodnocené ekonomické veličiny

Ekonomické vyhodnocení se provádí podle níže uvedených kritérií s tím, že hlavním rozhodovacím kritériem pro výběr optimální varianty je kritérium čistá současná hodnota (NPV), doplňujícími kritérii pro informaci zadavateli je kritérium vnitřní výnosové procento (IRR), návratnost investic (ROI) a kritérium reálná doba návratnosti (Tsd).

Diskont (r):

Diskont je tzv. cena ušlé příležitosti použitá ve výpočtech diskontovaného cash-flow. Zjednodušeně jde o procentuální výnos, který obdržíme, pokud zamýšlenou částku investujeme do jiného stejně rizikového projektu, nebo např. jen uložili na účet.

Pro energetické posudky podle § 9a odst. 1 písm. e) zákona č. 406/2000 Sb. - Zákona o hospodaření energií se stanovuje hodnota diskontního činitele ve výši 1,04 tj. 4%. Tato hodnota podstatně zvyšuje reálnou návratnost investic, což může být kompenzováno případným růstem ceny energie ve scénářích vývoje cen energií.

Čistá současná hodnota (NPV):

Čistá současná hodnota (NPV - net present value) je finanční veličina vyjadřující celkovou současnou (tj. diskontovanou) hodnotu všech peněžních toků souvisejících s investičním projektem.

Je v ní zahrnuta doba životnosti projektu (uvažujeme dobu hodnocení projektu 20 let), i možnost investování do jiného stejně rizikového projektu. Bere v úvahu časovou hodnotu peněz, závisí pouze na předvídaných hotovostních tocích a alternativních nákladech kapitálu.

Výhodou této metody je, že jí lze popsat libovolné peněžní toky, a také fakt, že výsledkem je absolutní hodnota přínosu investice v dnešních cenách (lze ji sčítat). Výsledná hodnota udává, kolik peněz realizace investice podniku přinese. Pokud vyjde NPV kladné, je projekt přípustný. V případě srovnání více investičních alternativ, je preferována vyšší NPV. V případě, že vyjde NPV záporná, projekt je buď nepřijatelný anebo je doba hodnocení kratší než doba životnosti projektu.

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

T_z je doba životnosti (hodnocení) projektu (roky)

CF_t jsou roční přínosy projektu (změna peněžních toků po realizaci projektu) (tis. Kč)

r je diskont

$(1 + r)^{-t}$ je odúročitel

IN jsou investiční výdaje projektu (tis. Kč)

Vnitřní výnosové procento (IRR):

Vnitřní výnosové procento (IRR - Internal Rate of Return) nám říká, kolik procent na hodnoceném projektu vyděláme, pokud zvážíme časovou hodnotu peněz. IRR je zároveň takovým diskontem, u kterého vyjde při dosazení do vzorce pro čistou současnou hodnotu $NPV = 0$.

IRR lze použít pouze u investic s konvenčními peněžními toky, kdy znaménko u finančních toků v jednotlivých obdobích se změní pouze jednou. U nekonvenčních peněžních toků, kdy dochází ke změně znaménka u finančních toků v jednotlivých obdobích několikrát, může nabývat IRR více hodnot. V případě, že máme samá kladná cash flow (např. získáme dotaci na počáteční investici), nemusí IRR vůbec existovat.

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

Reálná doba návratnosti T_{sd}

Reálná doba návratnosti T_{sd} zohledňuje vliv času na investiční projekt. Je to tedy doba splacení investice za předpokladu diskontní sazby.

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

Rentabilita investic (ROI):

Rentabilita investic (ROI – Return on Investment) vyjadřuje v procentech míru zisku veškerých investovaných prostředků (kolik jednotek finančních prostředků vydělala jedna utracená jednotka finančních prostředků). Vypočte se z poměru průměrného ročního zisku (úspory) a investičních nákladů projektu.

Ukazatel charakterizuje míru zisku projektu a lze jej použít pro porovnání rentability hodnoceného projektu s obvykle dosahovanou mírou zisku v odvětví. S jeho pomocí lze také hodnotit jednak výnosnost investice jako takové, tak srovnávání dvou a více investic za cílem vybrat tu nejlepší. V praxi slouží ROI pro rozhodování, zda danou investici učinit, jaká investice bude výnosnější, respektive jaká kombinace investic bude v rámci dostupných finančních prostředků nejvýnosnější.

$$ROI = \text{výnosy (úspory)} / \text{investice} * 100 \quad (\%)$$

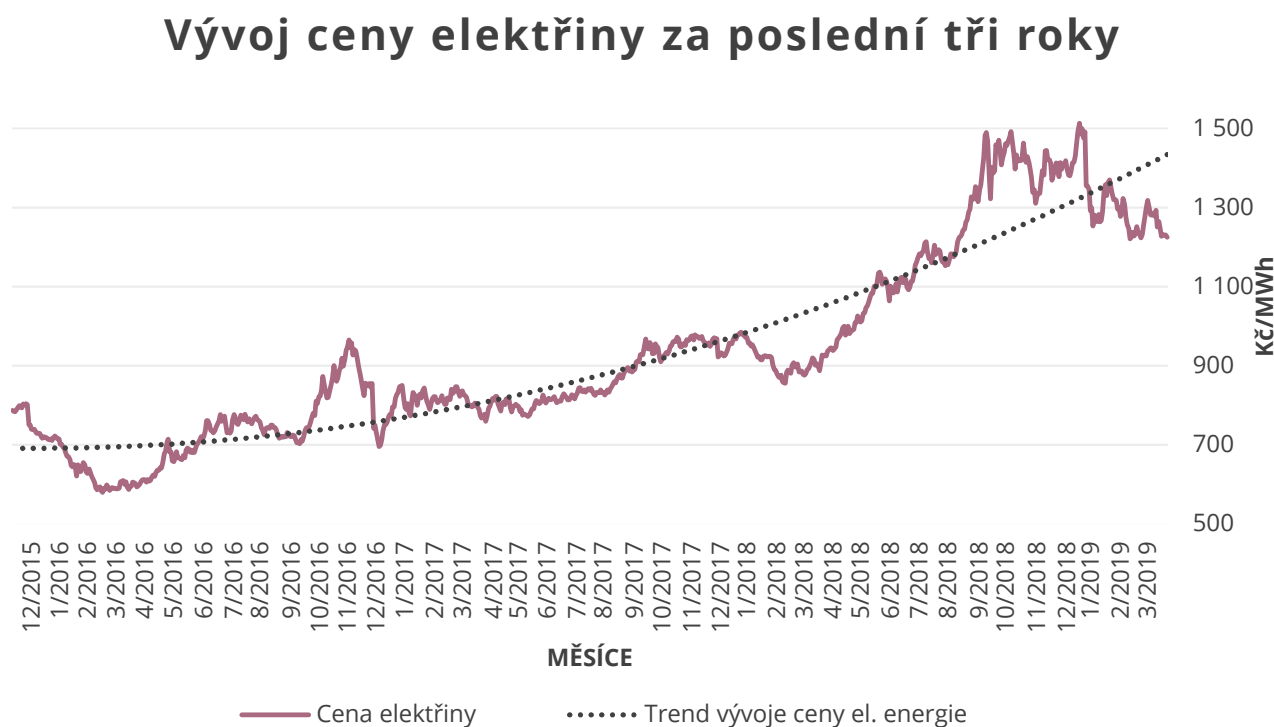
Vývoj cen energií

Vývoj ceny elektřiny za poslední tři roky

Níže uvedený graf zobrazuje vývoj ceny silové elektřiny na Pražské energetické burze. Jak je patrné, od konce roku 2014 do začátku roku 2016 cena poklesla z cca 950 Kč/MWh na méně než 600 Kč/MWh, což byla nejnižší hodnota za posledních deset let. V průběhu roku 2016 se cena odrazila ode dna a až na výkyvy kontinuálně roste. Za poslední rok je patrný nárůst o 300 Kč/MWh což dělá až 50 %.

Podle analytiků se nedá očekávat další pokles cen, a naopak trend růstu ceny může být i poměrně výrazný. Snižování ceny v předcházejících letech bylo dáno zejména klesající cenou ropy, uhlí a vývojem na německém trhu kde se kvůli odklonu od jaderné energetiky v hojně míře podporují OZE a nyní tam výrazně převyšuje nabídka poptávku. Vzhledem k tomu, že se Německo zavázalo uzavřít svou poslední jadernou elektrárnu do roku 2022 se očekává, že se situace obrátí a cena elektřiny může kvůli nedostatku vlastních zdrojů silně růst.

Graf č. 6.1: Vývoj ceny elektřiny za poslední tři roky



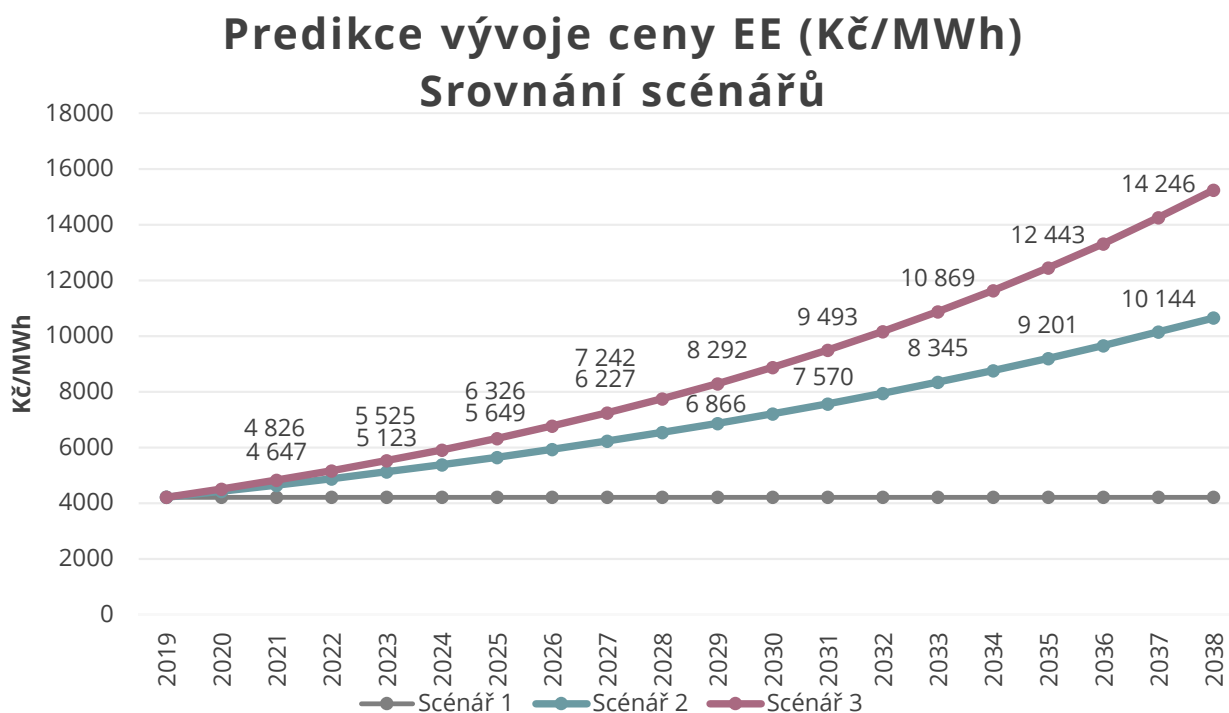
Scénáře předpokládaného vývoje cen EE

Navzdory tomu, že je vysoce nepravděpodobné, že by se ceny elektřiny v příštích letech vůbec neměnily, v ekonomickém hodnocení neuvažujeme s růstem ceny elektrické energie, což negativním způsobem ovlivňuje reálnou dobu návratnosti úsporných opatření. Pro zachycení možného vývoje cen jsme níže doplnili dva scénáře, jeden s uvažováním mírného růstu ceny a jeden s předpokladem výraznějšího růstu ceny. Oba dva jsou vytvořeny v souladu s analýzou vývoje ceny a jsou zasazeny do co nejvíce do reálných podmínek. Oba scénáře by měly sloužit především pro představu o tom, jaký vliv na reálnou návratnost cena elektrické energie má.

Tabulka č. 6.1: Scénáře předpokládaného vývoje cen

Pořadí	Rok	Scénář 1		Scénář 2		Scénář 3	
		Změna ceny [%]	Cena EE [Kč/MWh]	Změna ceny [%]	Cena EE [Kč/MWh]	Změna ceny [%]	Cena EE [Kč/MWh]
1.	2019	0%	4 215	0%	4 215	0%	4 215
2.	2020			5%	4 426	7%	4 510
3.	2021			5%	4 647	7%	4 826
4.	2022			5%	4 879	7%	5 164
5.	2023			5%	5 123	7%	5 525
6.	2024			5%	5 380	7%	5 912
7.	2025			5%	5 649	7%	6 326
8.	2026			5%	5 931	7%	6 768
9.	2027			5%	6 227	7%	7 242
10.	2028			5%	6 539	7%	7 749
11.	2029			5%	6 866	7%	8 292
12.	2030			5%	7 209	7%	8 872
13.	2031			5%	7 570	7%	9 493
14.	2032			5%	7 948	7%	10 157
15.	2033			5%	8 345	7%	10 869
16.	2034			5%	8 763	7%	11 629
17.	2035			5%	9 201	7%	12 443
18.	2036			5%	9 661	7%	13 314
19.	2037			5%	10 144	7%	14 246
20.	2038			5%	10 651	7%	15 244

Graf č. 6.2: Predikce vývoje ceny EE (Kč/MWh)

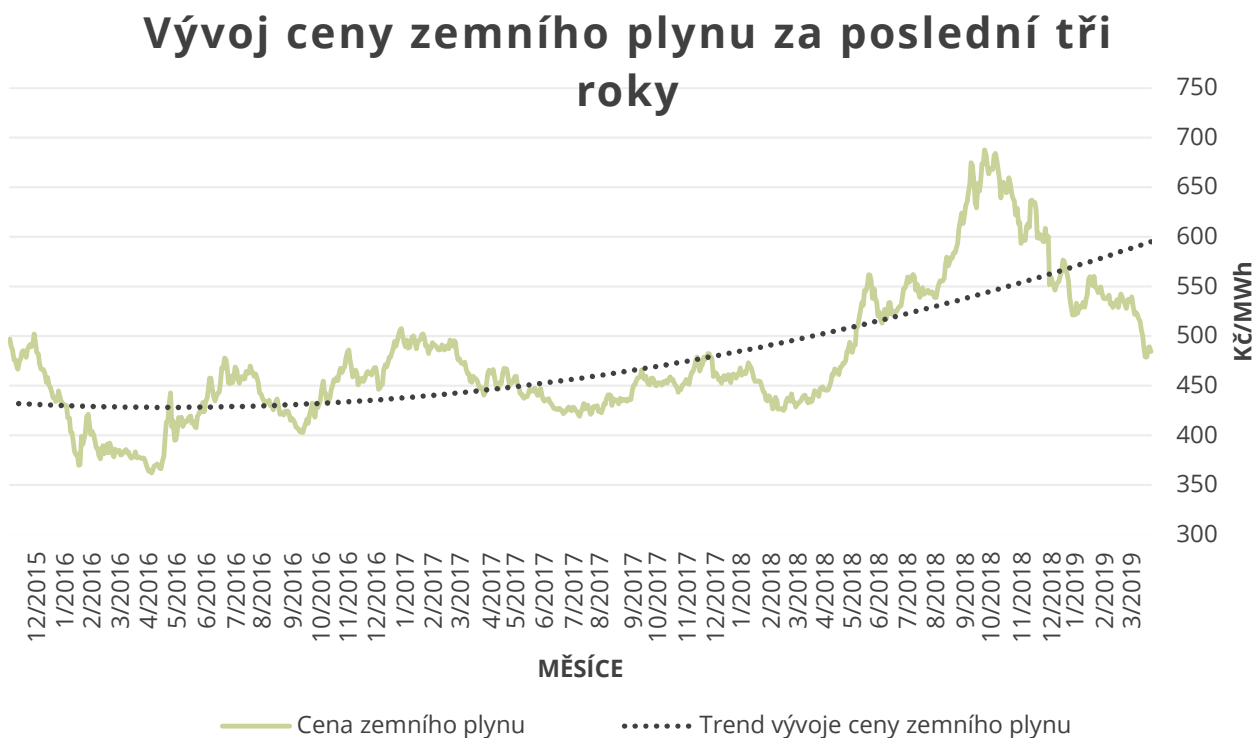


Vývoj ceny zemního plynu za poslední tři roky

Níže uvedený graf zobrazuje vývoj ceny zemního plynu na Pražské energetické burze. Za sledované období posledních tří let poklesla cena zemního plynu z cca 700 Kč/MWh na nyníšších cca 450 Kč/MWh, přičemž se tento pokles odehrál mezi koncem roku 2014 a začátkem roku 2016, kdy se ceny ustálily na dnešních hodnotách.

Jedním z největších producentů skleníkových plynů je uhlí a vzhledem k stále větším potřebám a tlakům na snížení emisí (např. podle Pařížské dohody se státy zavazují snížit své emise do roku 2030 o 40 %) je třeba využívat méně znečišťující zdroje energie jako je zemní plyn. V důsledku tohoto se předpokládají další investice do plynovodů a využití zemního plynu jako zdroje energie. Následkem čehož se v tuto chvíli nepředpokládá výraznější růst cen energie.

Graf č. 6.3: Vývoj ceny zemního plynu za poslední tři roky



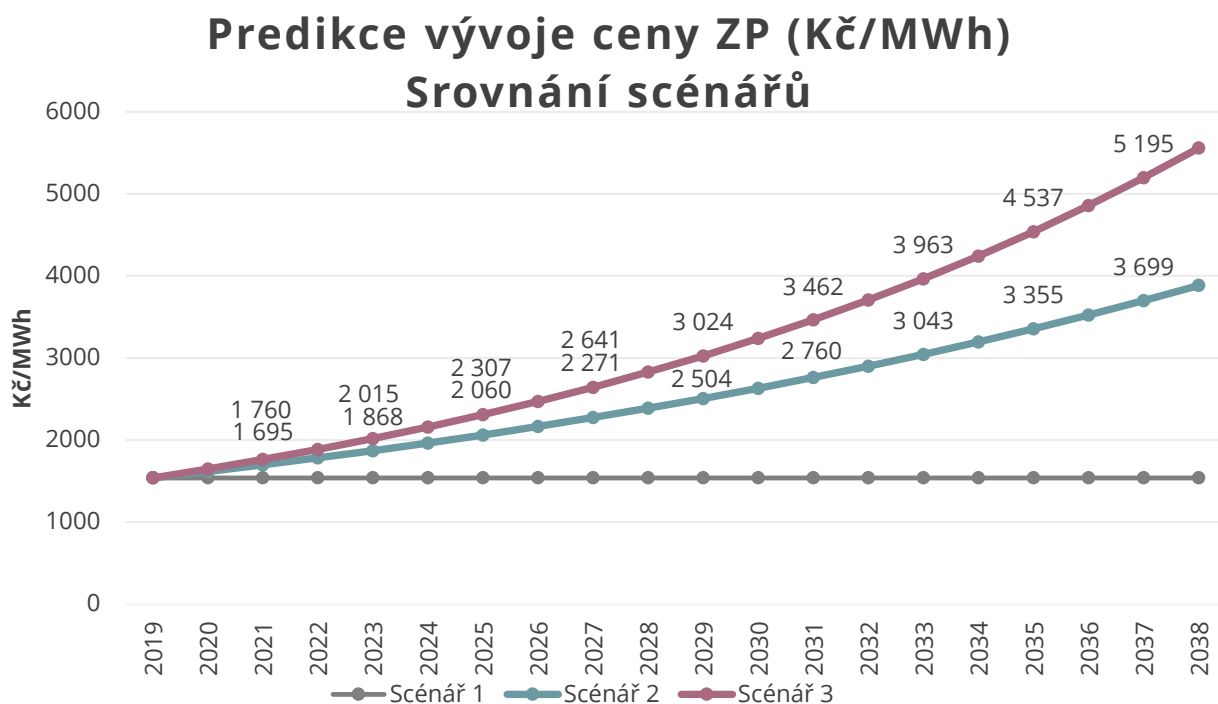
Scénáře předpokládaného vývoje cen ZP

Navzdory tomu, že je vysoce nepravděpodobné, že by se ceny zemního plynu v příštích letech vůbec neměnily, v ekonomickém hodnocení neuvažujeme s růstem ceny zemního plynu, což negativním způsobem ovlivňuje reálnou dobu návratnosti úsporných opatření. Pro zachycení možného vývoje cen jsme níže doplnili dva scénáře, jeden s uvažováním mírného růstu ceny a jeden s předpokladem výraznějšího růstu ceny. Oba dva jsou vytvořeny v souladu s analýzou vývoje ceny a jsou zasazeny do co nejvíce do reálných podmínek. Oba scénáře by měly sloužit především pro představu o tom, jaký vliv na reálnou návratnost cena zemního plynu má.

Tabulka č. 6.2: Scénáře předpokládaného vývoje cen

Pořadí	Rok	Scénář 1		Scénář 2		Scénář 3	
		Změna ceny [%]	Cena ZP [Kč/MWh]	Změna ceny [%]	Cena ZP [Kč/MWh]	Změna ceny [%]	Cena ZP [Kč/MWh]
1.	2019	0%	1 537	0%	1 537	0%	1 537
2.	2020			5%	1 614	7%	1 645
3.	2021			5%	1 695	7%	1 760
4.	2022			5%	1 779	7%	1 883
5.	2023			5%	1 868	7%	2 015
6.	2024			5%	1 962	7%	2 156
7.	2025			5%	2 060	7%	2 307
8.	2026			5%	2 163	7%	2 468
9.	2027			5%	2 271	7%	2 641
10.	2028			5%	2 384	7%	2 826
11.	2029			5%	2 504	7%	3 024
12.	2030			5%	2 629	7%	3 235
13.	2031			5%	2 760	7%	3 462
14.	2032			5%	2 898	7%	3 704
15.	2033			5%	3 043	7%	3 963
16.	2034			5%	3 195	7%	4 241
17.	2035			5%	3 355	7%	4 537
18.	2036			5%	3 523	7%	4 855
19.	2037			5%	3 699	7%	5 195
20.	2038			5%	3 884	7%	5 559

Graf č. 6.4: Predikce vývoje ceny ZP (Kč/MWh)



Obecné zásady šetrného chování

Zajištění informovanosti uživatelů, jak se energeticky šetrně chovat.

V oblasti vytápění:

- Uživatelé objektu mající přístup k regulaci vytápění nebo chlazení musí být řádně seznámeni s požadovanou teplotou vzduchu, která by měla být dána v souladu s dosažením tepelné pohody v objektu, a s funkcemi systému regulace, aby nedocházelo k přetápění nebo přechlazování prostoru.
- Způsob větrání, které v zimě musí být krátkodobé a intenzivní.
- Meziokenní žaluzie (lamelové) je při opuštění místnosti doporučeno stahovat. Pro zimní období má vydutá plocha lamely směřovat ven, pro letní období má směřovat dovnitř.
- Záclona zakrývající otopné těleso brání šíření tepla. Nejvhodnější je záclona sahající po parapetní desku, která usměrňuje proudění tepla do místnosti.

V oblasti přípravy teplé vody:

- Při mytí nenechávat trvale téct teplou vodu do umyvadla.
- Aerátor instalovaný ve výtokové části baterie je potřeba pravidelně čistit.

V oblasti úspory EE:

- Při výběru spotřebiče se zaměřovat na to, jaký má daný spotřebič příkon.
- Umělé osvětlení používat jen po čas potřeby. Při odchodu z místnosti (především v hygienických místnostech a na konci pracovní doby) zhasínat.

6.1 Zateplení obvodového zdiva, výměna oken a zateplení střechy objektu

Opatření č.1 Zateplení obvodových stěn

V následujícím opatření je řešeno zateplení obvodových stěn.

V objektu hlavní budova je posouzeno zateplení tepelnou izolací z polystyrenu EPS se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda_{\max} = 0,04 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ obvodové stěny Z1 tloušťkou 140 mm a obvodových stěn Z2, Z3 a Z4 tloušťkou 180 mm.

V objektu sportovní haly je posouzeno zateplení obvodové stěny Z1 tepelnou izolací z polystyrenu EPS se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda_{\max} = 0,04 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ o tloušťce 180 mm, zateplení obvodové stěny Z2 tloušťkou tepelné izolace EPS 160 mm a zateplení stěn Z3 a Z4 tloušťkou tepelné izolace EPS 120 mm.

V objektu zámečnické dílny je posouzeno zateplení obvodových stěn Z1 tepelnou izolací EPS tl. 100 mm a Z2 tepelnou izolací EPS tl. 180 mm. Součinitel tepelné vodivosti EPS je $\lambda_{\max} = 0,04 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

V objektu truhlářské dílny je posouzeno zateplení obvodových stěn celého objektu tepelnou izolací z polystyrenu EPS se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda_{\max} = 0,04 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ o tloušťce 180 mm.

Realizací tohoto opatření dojde ke splnění požadavku na součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí, na něž je žádána podpora, a to $U_{\text{em}} \leq 0,85 \times U_{\text{rec}} = 0,2125 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ pro vnější stěny.

Tabulka č. 6.1.1: Investiční náklady energeticky úsporného opatření

Opatření č.1 Zateplení obvodových stěn			
Objekt	Plocha zateplení (m ²)	Odhadovaná cena za 1 m ² (Kč.m ⁻²)	Investice na objekt (Kč)
Hlavní budova	904	3 335	3 014 965
Sportovní haly	1 292	3 335	4 308 043
Zámečnická dílna	364	3 335	1 212 639
Truhlářská dílna	748	3 335	2 493 736
Celková investice			11 029 384

Pozn.: Uvedené ceny jsou bez DPH a jsou stanoveny předběžným odhadem. Skutečná výše nákladů bude upřesněna v rámci projektové dokumentace.

Tabulka č. 6.1.2: Hodnocení opatření

Opatření č.1 Zateplení obvodových stěn			
Objekt	Roční úspory		
	Úspora energie na vytápění		
	(MWh.rok ⁻¹)	(%)	(Kč.rok ⁻¹)
Hlavní budova	28,33	4,2	43 548
Sportovní haly	26,85	4,0	41 276
Zámečnická dílna	3,68	0,5	5 651
Truhlářská dílna	23,88	3,5	36 700
Celkem	82,74	12,2	127 175
Ekonomické vyhodnocení opatření			
Scénář	Scénář 1	Scénář 2	Scénář 3
Prostá doba návratnosti (r)	86,73		
Reálná doba návratnosti (r)	> 50	> 50	43,35
NPV (tis. Kč)	-9301,03	-8212,75	-7554,54
IRR (%)	-11,17	-6,73	-4,95
ROI (%)	1,15	2,00	2,53

Zjištění:

Jedná se o zateplení obvodových stěn jednotlivých objektů. Realizací tohoto opatření dojde k úspoře energie na vytápění 82,74 MWh ročně, což zadavateli přinese úsporu provozních nákladů 127 175 Kč.

Opatření č.2 Zateplení střešních/stropních konstrukcí

Je posouzeno zateplení střešní konstrukce hlavní budovy S1 tepelnou izolací z minerální vlny se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda_{\max} = 0,04 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ o tloušťce 280 mm a střešní konstrukce S2 tepelnou izolací z minerální vlny se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda_{\max} = 0,04 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ o tloušťce 220 mm.

V objektu sportovní haly je posouzeno zateplení střešní konstrukce S1 tepelnou izolací z minerální vlny se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda_{\max} = 0,04 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ o tloušťce 220 mm.

V zámečnických dílnách je posouzeno zateplení střešní konstrukce S1 a S2 tepelnou izolací z minerální vlny se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda_{\max} = 0,04 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ o tloušťce 260 mm.

V truhlářských dílnách je posouzeno zateplení střešní konstrukce S1 tepelnou izolací z minerální vlny se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda_{\max} = 0,04 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ o tloušťce 220 mm.

Realizací tohoto opatření dojde ke splnění požadavku na součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí, na něž je žádána podpora, a to $U_{\text{em}} \leq 0,85 \times U_{\text{rec}} = 0,136 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ pro střešní konstrukce.

Tabulka č. 6.1.3: Investiční náklady energeticky úsporného opatření

Opatření č.2 Zateplení střešních/stropních konstrukcí			
Objekt	Plocha zateplení (m ²)	Odhadovaná cena za 1 m ² (Kč.m ⁻²)	Investice na objekt (Kč)
Hlavní budova	1 209	2 530	3 059 782
Sportovní haly	1 679	2 530	4 246 630
Zámečnická dílna	2 060	2 530	5 212 888
Truhlářská dílna	1 081	2 530	2 735 132
Celková investice			15 254 433

Pozn.: Uvedené ceny jsou bez DPH a jsou stanoveny předběžným odhadem. Skutečná výše nákladů bude upřesněna v rámci projektové dokumentace.

Tabulka č. 6.1.4: Hodnocení opatření

Opatření č.2 Zateplení střešních/stropních konstrukcí			
Objekt	Roční úspory		
	Úspora energie na vytápění		
	(MWh.rok ⁻¹)	(%)	(Kč.rok ⁻¹)
Hlavní budova	11,56	1,7	17 774
Sportovní haly	14,35	2,1	22 060
Zámečnická dílna	20,41	3,0	31 375
Truhlářská dílna	7,53	1,1	11 571
Celkem	53,86	8,0	82 780
Ekonomické vyhodnocení opatření			
Scénář	Scénář 1	Scénář 2	Scénář 3
Prostá doba návratnosti (r)	184,28		
Reálná doba návratnosti (r)	> 50	> 50	> 50
NPV (tis. Kč)	-14129,42	-13421,04	-12992,61
IRR (%)	-15,60	-11,38	-9,70
ROI (%)	0,54	0,94	1,19

Zjištění:

Jedná se o zateplení střešních a stropních konstrukcí jednotlivých objektů. Realizací tohoto opatření dojde k úspoře energie na vytápění 53,86 MWh ročně, což zadavateli přinese úsporu provozních nákladů 82 780 Kč.

Opatření č.3 Výměna výplní otvorů

V objektu sportovní haly je posouzena výměna stávajících ocelových oken zdvojených (O1) s uvažovaným součinitelem prostupu tepla $U_w = 3,5 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ za nová, plastová okna s izolačním trojsklem se součinitelem prostupu tepla $U_w = 0,8 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.

V objektu zámečnické dílny je posouzena výměna stávajících dřevěných oken zdvojených (O1) s uvažovaným součinitelem prostupu tepla $U_w = 3,5 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ a ocelových oken se dvěma skly (O4) s uvažovaným součinitelem prostupu tepla $U_w = 3,5 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ za nová, plastová okna s izolačním trojsklem se součinitelem prostupu tepla $U_w = 0,8 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.

V objektu sportovní haly je posouzena výměna stávajících dřevěných oken zdvojených (O1) s uvažovaným součinitelem prostupu tepla $U_w = 3,5 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ za nová, plastová okna s izolačním trojsklem se součinitelem prostupu tepla $U_w = 0,8 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.

Realizací tohoto opatření dojde ke splnění požadavku na součinitel prostupu tepla oken, na něž je žádána podpora, a to $U_{em} \leq 0,8 \times U_{rec} = 0,96 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.

Tabulka č. 6.1.5: Investiční náklady energeticky úsporného opatření

Opatření č.3 Výměna výplní otvorů			
Objekt	Plocha měněných výplní (m ²)	Odhadovaná cena za 1 m ² (Kč.m ⁻²)	Investice na objekt (Kč)
Sportovní haly	60	8 050	482 396
Zámečnická dílna	83	8 050	666 782
Truhlářská dílna	127	8 050	1 024 926
Celková investice			2 174 104

Pozn.: Uvedené ceny jsou bez DPH a jsou stanoveny předběžným odhadem. Skutečná výše nákladů bude upřesněna v rámci projektové dokumentace.

Tabulka č. 6.1.6: Hodnocení opatření

Opatření č.3 Výměna výplní otvorů			
Objekt	Roční úspory		
	Úspora energie na vytápění		
	(MWh.rok ⁻¹)	(%)	(Kč.rok ⁻¹)
Sportovní haly	3,80	0,6	5 847
Zámečnická dílna	6,71	1,0	10 307
Truhlářská dílna	12,60	1,9	19 368
Celkem	23,43	3,5	36 011
Ekonomické vyhodnocení opatření			
Scénář	Scénář 1	Scénář 2	Scénář 3
Prostá doba návratnosti (r)	60,37		
Reálná doba návratnosti (r)	> 50	47,47	34,83
NPV (tis. Kč)	-1684,70	-1376,54	-1190,16
IRR (%)	-8,80	-4,24	-2,42
ROI (%)	1,66	2,88	3,63

Zjištění:

Jedná se o výměnu stávajících výplní otvorů za nové, plastové s izolačním trojsklem. Realizací tohoto opatření dojde k úspoře energie na vytápění 23,43 MWh ročně, což zadavateli přinese úsporu provozních nákladů 36 011 Kč.

6.2 Popis systémů TZB - navrhovaný stav

Investiční opatření

Kapitola obsahuje specifikaci energeticky úsporných opatření části stavební, části technického zařízení předmětu APÚ a části technologického zařízení, jejichž realizace si vyžaduje určité investiční náklady.

Opatření č.4 Fotovoltaická elektrárna (FVE)

V rámci opatření je navržena fotovoltaická elektrárna o velikosti 44,95 kWp na střešní konstrukci objektu. Opatření se projeví na snížení odebrané energie ze sítě a tím i na množství financí vynaložených na jejich úhradu. Celkově se jedná o plochu 236 m². V návrhu opatření je uvažováno s instalací monokrystalických křemíkových panelů s referenční účinností až 19,1 %. Návrh opatření neřeší statickou stránku střešní konstrukce. Velikost fotovoltaické elektrárny byla navržena jako maximální dle požadavků dotačního programu OPŽP.

Tabulka č. 6.2.5: Investiční náklady energeticky úsporného opatření

Opatření č.4	Fotovoltaická elektrárna (FVE)
Technologie fotovoltaických panelů	Monokrystalický křemík
Azimutový úhel osluněné plochy γ (vůči jihu)	45°
Úhel sklonu plochy β	15°
Plocha pro instalaci fotovoltaiky (m ²)	236
Referenční účinnost (%)	19,1
Špičkový výkon instalovaných modulů (kWp)	44,95
Odhadovaná cena za 1 kWp (Kč.kWp ⁻¹)	27 000
Investice (Kč)	1 213 650
Celková investice (Kč)	1 213 650

Pozn.: Uvedené ceny jsou bez DPH a jsou stanoveny předběžným odhadem. Skutečná výše nákladů bude upřesněna v rámci projektové dokumentace.

Tabulka č. 6.2.6: Parametry fotovoltaické elektrárny

Opatření č.4	Fotovoltaická elektrárna (FVE)				
Měsíc	Měsíční dávka slunečního ozáření H_T ($\text{kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{měs.}^{-1}$)	Průměrná teplota po měsících $t_{e,s}$ ($^{\circ}\text{C}$)	Střední sluneční ozáření G_m ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$)	Elektrická účinnost FV modulu η_{pv} (%)	Celkový dosažitelný zisk systému $E_{FV, sys}$ (MWh)
Leden	25,30	-1,63	243	20	1,04
Únor	43,00	-0,29	322	20	1,76
Březen	79,60	3,38	421	19	3,20
Duben	121,00	8,07	482	19	4,77
Květen	153,30	13,14	521	19	5,91
Červen	149,00	15,75	532	18	5,69
Červenec	146,60	18,09	521	18	5,55
Srpen	143,60	17,67	491	18	5,45
Září	93,60	13,12	434	19	3,63
Říjen	65,50	8,36	347	19	2,59
Listopad	31,00	3,18	261	20	1,25
Prosinec	19,30	-0,27	216	20	0,79
Celkový dosažitelný zisk systému $E_{FV, sys}$ (MWh)					41,62
Přebytek z výroby (%)					16,53
Celkový využitelný zisk systému $E_{FV, sys}$ (MWh)					34,74
Využití instalovaného výkonu pro lokální spotřebu $E_{FV, sys} \cdot P_{max}^{-1}$ (hod.rok $^{-1}$)					772,95

Tabulka č. 6.2.7: Hodnocení opatření

Opatření č.4	Fotovoltaická elektrárna (FVE)		
Pořizovací výdaje (Kč)	Roční úspory		
	Úspora elektrické energie		
	(MWh.rok $^{-1}$)	(%)	(Kč.rok $^{-1}$)
1 213 650	34,74	31	146 446
Ekonomické vyhodnocení opatření			
Scénář	Scénář 1	Scénář 2	Scénář 3
Prostá doba návratnosti (r)	8,29		
Reálná doba návratnosti (r)	10,27	7,94	7,34
NPV (tis. Kč)	776,60	2029,80	2787,74
IRR (%)	10,40	15,92	18,13
ROI (%)	12,07	20,95	26,47

Zjištění:

V opatření je uvažováno s instalací fotovoltaické elektrárny na plochou střechu objektu o velikosti 44,95 kWp. Celkové investiční výdaje na realizaci FVE byly vyčísleny na 1 213 650 Kč. Celkový roční zisk, tedy úspora elektrické energie, je dle výpočtu 34,74 MWh, což představuje finanční úsporu ve výši 146 446 Kč ročně. Prostá doba návratnosti investice je 8,29 let.

Výměna zdrojů vytápění

V následujících třech opatření jsou popsány varianty výměny zdrojů vytápění. Ve stávající centrální kotelně z roku 1990 se nacházejí tři plynové kotle ČKD Dukla KDVE 65 o výkonu každého kotle 670 kW.

Ve variantě A je navržena výměna stávajících plynových kotlů za dva nové kompaktní kondenzační velkoobjemové plynové kotle o jmenovitém výkonu každého kotle 300 kW.

Ve variantě B je navržena výměna stávajících plynových kotlů za dva štěpkové kotle 2 x ECO – HK 300 kW. Výměna zahrnuje instalaci čtyř akumulčních nádrží na teplou vodu o objemu každé nádrže 4000 l.

Varianta C uvažuje výměnu stávajících plynových kotlů za kombinaci plynového kondenzačního kotle o výkonu 300 kW a kotle na štěpku ECO – HK 300 kW. Nově budou nainstalovány dvě akumulční nádrže o objemu 4000 l.

V rámci programu OPŽP jsou stanoveny maximální způsobilé výdaje pro jednotlivá opatření. V případě instalace kondenzačních kotlů na zemní plyn je maximální hodnota 8 300 Kč/kW. V případě instalace kotlů na biamasu je maximální hodnota 10 810 Kč/kW.

Opatření č.5 Výměna zdrojů vytápění - Varianta A

Ve stávající centrální kotelně z roku 1990 se nacházejí tři plynové kotle ČKD Dukla KDVE 65 o výkonu každého kotle 670 kW.

Nově jsou jako zdroje vytápění navrženy dva kompaktní kondenzační velkoobjemové plynové kotle, vybavené nerezovými výměníky na straně spalín a topné vody, s nízkoemisními sálavými hořáky s modulovaným výkonem o jmenovitém výkonu každého kotle 300 kW. V opatření uvažujeme rovněž s rekonstrukcí plynoinstalace, elektroinstalace a MaR, stavebními úpravami a rekonstrukcí teplovodu.

Tabulka č. 6.2.8: Investiční náklady energeticky úsporného opatření

Opatření č.5		Výměna zdrojů vytápění - Varianta A				
	Název	Tepelný výkon (kW)	Účinnost (%)	Počet (ks)	Celkový výkon (kW)	Investice (Kč)
Stávající zdroj	Plynový kotel ČKD Dukla KGVE-65	670	75	3	2010	-
vyměňujeme za:	Kondenzační plynový kotel	300	97	2	600	3 300 000
Náklady na montáž						2 620 000
Stavební objekt celkem						5 920 000

Pozn.: Uvedené ceny jsou bez DPH a jsou stanoveny předběžným odhadem. Skutečná výše nákladů bude upřesněna v rámci projektové dokumentace.

Tabulka č. 6.2.9: Hodnocení opatření

Opatření č.5		Výměna zdrojů vytápění - Varianta A		
Pořizovací výdaje (Kč)	Roční úspory			
	Úspora energie za vytápění			
	(MWh.rok ⁻¹)	(%)	(Kč.rok ⁻¹)	
5 920 000	153,39	23	235 761	
Ekonomické vyhodnocení opatření				
Scénář	Scénář 1	Scénář 2	Scénář 3	
Prostá doba návratnosti (r)	25,11			
Reálná doba návratnosti (r)	> 50	23,71	19,67	
NPV (tis. Kč)	-2715,93	-1016,85	128,94	
IRR (%)	-2,08	2,25	4,20	
ROI (%)	3,98	6,49	8,20	

Zjištění:

Realizací tohoto opatření dojde k úspoře energie na vytápění 153,39 MWh ročně, což zadavateli přinese úsporu provozních nákladů 235 761 Kč. Maximální způsobilé výdaje pro výměnu plynových kotlů jsou 4 980 000 Kč.

V případě využití finanční podpory z dotačního programu OPŽP, vzniká povinnost na vyregulování otopné soustavy.

Opatření č.6 Výměna zdrojů vytápění - Varianta B

Ve stávající centrální kotelně z roku 1990 se nacházejí tři plynové kotle ČKD Dukla KDVE 65 o výkonu každého kotle 670 kW.

Nově jsou jako zdroje vytápění navrženy dva štěpkové kotle 2 x ECO – HK 300 kW a soustava 4 ks akumulčních nádrží topné vody, každá o objemu 4000 l. V opatření uvažujeme rovněž s rekonstrukcí plynoinstalace, elektroinstalace a MaR, stavebními úpravami a rekonstrukcí teplovodu.

Tabulka č. 6.2.10: Investiční náklady energeticky úsporného opatření

Opatření č.6	Výměna zdrojů vytápění - Varianta B					
	Název	Tepelný výkon (kW)	Účinnost (%)	Počet (ks)	Celkový výkon (kW)	Investice (Kč)
Stávající zdroj	Plynový kotel ČKD Dukla KGVE-65	670	75	3	2010	-
vyměňujeme za:	Štěpkový kotel ECO – HK 300 kW	300	88	2	600	7 100 000
Ostatní náklady						3 100 000
Stavební objekt celkem						10 200 000

Pozn.: Uvedené ceny jsou bez DPH a jsou stanoveny předběžným odhadem. Skutečná výše nákladů bude upřesněna v rámci projektové dokumentace.

Tabulka č. 6.2.11: Hodnocení opatření

Opatření č.6		Výměna zdrojů vytápění - Varianta B		
Pořizovací výdaje (Kč)	Roční úspory			
	Úspora energie na vytápění			
	(MWh.rok ⁻¹)	(%)	(Kč.rok ⁻¹)	
10 200 000	93,82	13,9	702 770	
Ekonomické vyhodnocení opatření				
Scénář	Scénář 1	Scénář 2	Scénář 3	
Prostá doba návratnosti (r)	14,51			
Reálná doba návratnosti (r)	22,15	12,31	10,83	
NPV (tis. Kč)	-649,13	7703,74	12755,65	
IRR (%)	3,27	9,87	12,31	
ROI (%)	6,89	13,93	18,31	

Zjištění:

Realizací tohoto opatření dojde k úspoře energie na vytápění 93,82 MWh ročně, což zadavateli přinese úsporu provozních nákladů 702 770 Kč. Maximální způsobilé výdaje pro výměnu plynových kotlů jsou 6 486 000 Kč.

V případě využití finanční podpory z dotačního programu OPŽP, vzniká povinnost na vyregulování otopné soustavy.

Opatření č.7 Výměna zdrojů vytápění - Varianta C

Ve stávající centrální kotelně z roku 1990 se nacházejí tři plynové kotle ČKD Dukla KDVE 65 o výkonu každého kotle 670 kW.

Nově jsou jako zdroje vytápění navrženy dva kotle, přičemž jeden by byl kondenzační plynový kotel o výkonu 300 kW a druhý štěpkový kotel ECO – HK 300 kW, doplněné soustavou 2 ks akumulčních nádrží topné vody, každá o objemu 4000 l. Při provozu kotelniny bude upřednostňován provoz kotle na štěpku, plynový bude pouze vykrývat zvýšenou spotřebu. Ve výpočtu uvažujeme, že kotel na štěpku pokryje 70 % výroby tepla a zemní plyn 30 % výroby tepla. V opatření uvažujeme rovněž s rekonstrukcí plynoinstalace, elektroinstalace a MaR, stavebními úpravami a rekonstrukcí teplovodu.

Tabulka č. 6.2.12: Investiční náklady energeticky úsporného opatření

Opatření č.7 Výměna zdrojů vytápění - Varianta C						
	Název	Tepelný výkon (kW)	Účinnost (%)	Počet (ks)	Celkový výkon (kW)	Investice (Kč)
Stávající zdroj	Plynový kotel ČKD Dukla KGVE-65	670	75	3	2010	-
vyměňujeme za:	Kondenzační plynový kotel	300	97	1	300	5 600 000
	Štěpkový kotel ECO – HK 300 kW	300	88	1	300	
Ostatní náklady						3 270 000
Stavební objekt celkem						8 870 000

Pozn.: Uvedené ceny jsou bez DPH a jsou stanoveny předběžným odhadem. Skutečná výše nákladů bude upřesněna v rámci projektové dokumentace.

Tabulka č. 6.2.13: Hodnocení opatření

Opatření č.7 Výměna zdrojů vytápění - Varianta C			
Pořizovací výdaje (Kč)	Roční úspory		
	Úspora energie na vytápění		
	(MWh.rok ⁻¹)	(%)	(Kč.rok ⁻¹)
8 870 000	108,88	16,1	558 354
Ekonomické vyhodnocení opatření			
Scénář	Scénář 1	Scénář 2	Scénář 3
Prostá doba návratnosti (r)	15,89		
Reálná doba návratnosti (r)	25,73	13,47	11,78
NPV (tis. Kč)	-1281,78	5133,56	9013,64
IRR (%)	2,30	8,67	11,05
ROI (%)	6,29	12,52	16,38

Zjištění:

Realizací tohoto opatření dojde k úspoře energie na vytápění 93,82 MWh ročně, což zadavateli přinese úsporu provozních nákladů 702 770 Kč. Maximální způsobilé výdaje pro výměnu plynového kotle je 2 490 000 Kč a pro výměnu kotle na štěpku je 3 243 000 Kč.

SOUHRNNÉ ZHODNOCENÍ VARIANT

Tabulka č. 6.2.14: Vyhodnocení variant výměny zdrojů vytápění

Vyhodnocení variant výměny zdrojů vytápění			
	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Pořizovací výdaje (Kč)	5 920 000	10 200 000	8 870 000
Úspora (MWh.rok ⁻¹)	153,39	93,82	108,88
Úspora (Kč.rok ⁻¹)	235 761	702 770	558 354
Prostá doba návratnosti (r)	25,11	14,51	15,89
Úspora emisí CO ₂ (t/rok)	30,59	126,66	97,28
Potenciální výše dotace (Kč)	2 368 000	4 080 000	3 548 000
Vlastní zdroje (Kč)	3 552 000	6 120 000	5 322 000
Prostá doba návratnosti (r)	15,07	8,71	9,53

Zjištění:

V opatření 6, 7 a 8 byla řešena výměna stávajících zdrojů vytápění. Ve výpočtu je uvažováno s nezateplenými konstrukcemi stávajících objektů. Byly spočítány tři varianty řešení rekonstrukce kotelný. V první variantě A se jednalo o výměnu stávajících zdrojů vytápění za nové dva kompaktní kondenzační velkoobjemové plynové kotle. Varianta B řešila výměnu stávajících zdrojů vytápění za dva štěpkové kotle a čtyři akumulární nádrže topné vody. V poslední variantě C byly stávající kotle vyměněny za jeden kondenzační plynový kotel a jeden kotel na štěpku se dvěma akumulárními nádrži topné vody.

Ve výpočtech je uvažováno s jednotkovou cenou za zemní plyn 1,537 Kč/kWh a s jednotkovou cenou za štěpku 0,505 Kč/kWh. Jednotkové ceny byly stanoveny dle obvyklých cen za dané energonositele.

Z hlediska pořizovacích výdajů vychází nejpříznivěji varianta A. Naopak varianta B a C mají výrazně větší pořizovací výdaje vzhledem ke změně energonositele. Největší roční energetická úspora vychází pro Variantu A. Důvodem je vysoká účinnost kondenzačních plynových kotlů. Z důvodu výrazně nižší jednotkové ceny pro dřevní štěpku vychází finanční úspora nejvíce příznivá pro variantu B. Varianta A ušetří ročně téměř 3x méně. Prostá doba návratnosti vychází nejlépe pro variantu B. Návratnost varianty C je delší pouze o rok a půl, neboť velkou část vyrobeného tepla je zajištěna štěpkou. Z hlediska úspory emisí CO₂ vychází nejlépe varianta B. Prostá doba návratnosti po uvážení výše dotace 40 % vychází nejlépe pro variantu B

K realizaci doporučujeme variantu B, tedy štěpkové kotle.

Pokud se zadavatel rozhodne pro realizaci výměny stávajících zdrojů vytápění, obálka budovy

Opatření č.8 Výměna trafostanice

V opatření je uvažováno s výměnou trafostanice. Ztráty naprázdno a nakrátko byly u stávajícího transformátoru stanoveny v souladu s normou ČSN 35 1121. Ztráty nového transformátoru byly stanoveny podle požadavků ekodesignu EU stupně 1.

Tabulka č. 6.2.15: Investiční náklady úsporného opatření

Opatření č.9	Výměna trafostanice					
	Název	Ztráty naprázdno (W)	Ztráty nakrátko (W)	Celkem (MWh)	Úspora (MWh/rok)	Investice (Kč)
Stávající transformátor	aTOv 354/22, 400 kVA, 20/04	1 052	5 288	17,923	-	-
vyměňujeme za:	Nový transformátor	430	4 600	14,22	3,70	1 178 000

Pozn.: Uvedené ceny jsou bez DPH a jsou stanoveny předběžným odhadem. Skutečná výše nákladů bude upřesněna v rámci projektové dokumentace.

Tabulka č. 6.2.16: Hodnocení opatření

Opatření č.8		Výměna trafostanice		
Pořizovací výdaje (Kč)	Roční úspory			
	Úspora elektrické energie			
	(MWh.rok ⁻¹)	(%)	(Kč.rok ⁻¹)	
1 178 000	3,70	3,3	15 610	
Ekonomické vyhodnocení opatření				
Scénář	Scénář 1	Scénář 2	Scénář 3	
Prostá doba návratnosti (r)	75,47			
Reálná doba návratnosti (r)	> 50	> 50	39,96	
NPV (tis. Kč)	-965,86	-832,28	-751,49	
IRR (%)	-10,28	-5,80	-4,00	
ROI (%)	1,33	2,30	2,91	

Zjištění:

Jedná se o výměnu stávajícího transformátoru za nový, tím dojde ke snížení spotřeby energie. Celkové pořizovací výdaje byly stanoveny na 1 178 000 Kč. Roční úspora byla spočtena na 3,70 MWh, což při aktuální ceně elektrické energie představuje roční úsporu ve výši 15 610 Kč.

V rámci programu OPŽP jsou stanoveny maximální způsobilé výdaje pro jednotlivá opatření. V případě výměny trafostanice jsou maximální způsobilé výdaje 133 200 Kč.

Opatření č.9 Návrh nuceného větrání se zpětným získáním tepla

Pro úsporu energie na vytápění a splnění hygienických a provozních požadavků na větrání budov sloužící pro výchovu a vzdělávání dětí, je v objektu navržen systém nuceného větrání s rekuperací.

Pokud je jedním z energeticky úsporných opatření na budově sloužící pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých zlepšení tepelně technických vlastností obvodových konstrukcí budovy, musí projektové řešení obsahovat i návrh systému větrání v souladu s vyhláškou č. 410/2005 Sb., ve znění pozdějších předpisů [5].

Ve stávajícím stavu jsou učebny školy větrány přirozeně okny. V novém stavu je navrženo celkem 24 ks decentrálních větracích jednotek s množstvím přiváděného vzduchu 500 m³/h, s automatickou regulací dle koncentrace CO₂ v místnosti. Příkon jednotlivých jednotek je závislý od množství přiváděného vzduchu, pro výpočet bylo počítáno s příkonem ventilátorů 150 W, pro předehřev vzduchu je instalován ohřívač s příkonem 750 W a pro dohřev je instalován ohřívač s výkonem 750 W. Jednotky jsou vybaveny výměníkem pro zpětné získání tepla s uvažovanou účinností rekuperace 75 %.

Tabulka č. 6.2.17: Vstupní parametry

Opatření č.9	Nucené větrání se zpětným získáním tepla	
Počet žáků ve třídě	25	žáků
Počet vyučujících	1	osob
Dávka vzduchu na žáka	20	m ³ /hod
Dávka vzduchu na vyučující	50	m ³ /hod
Teplota vnitřního vzduchu	20	°C
Teplota venkovního vzduchu	-15	°C
Systém větrání	nucené rovnotlaké	
Celkový průtok větracího vzduchu ve třídě	550	m ³ /hod
Účinnost zpětného získání tepla	75	%
Předpokládaná doba provozu	8	hod/den
Příkon ventilátorů	150	W
Příkon předehřevu vzduchu	750	W
Příkon dohřevu vzduchu	750	W
Počet tříd v budově	24	tříd

Tabulka č. 6.2.18: Úspora a provozní náklady větracího systému

Opatření č.9 Nucené větrání se zpětným získáním tepla		
Úspora na třídu		
Úspora na vytápění třídy	1,60	MWh/rok
	2 459	Kč/rok
Spotřeba EE na provoz zařízení	0,24	MWh/rok
	1024	MWh/rok
Investiční náklady včetně montáže	169 000	Kč
Úspora na budovu		
Úspora na vytápění budovy	38,40	MWh/rok
	59 021	Kč/rok
Spotřeba EE na provoz zařízení	5,83	MWh/rok
	24 573	Kč/rok
Investiční náklady včetně montáže	4 056 000	Kč

Pozn.: Uvedené ceny jsou bez DPH a jsou stanoveny z cenové nabídky. Skutečná výše nákladů bude upřesněna v rámci projektové dokumentace.

Tabulka č. 6.2.19: Hodnocení opatření

Opatření č.9 Nucené větrání se zpětným získáním tepla			
Pořizovací výdaje (Kč)	Roční úspory		
	Úspora energie za vytápění		
	(MWh.rok ⁻¹)	(%)	(Kč.rok ⁻¹)
4 056 000	32,57	4,8	34 448
Ekonomické vyhodnocení opatření			
Scénář	Scénář 1	Scénář 2	Scénář 3
Prostá doba návratnosti (r)	117,74		
Reálná doba návratnosti (r)	> 50	> 50	> 50
NPV (tis. Kč)	-3587,84	-3293,06	-3114,78
IRR (%)	-13,04	-8,69	-6,95
ROI (%)	0,85	1,47	1,86

Zjištění:

V opatření je uvažováno s instalací decentrálního systému nuceného větrání se zpětným získáním tepla do tříd školy. Celkové pořizovací náklady byly stanoveny na 4 056 000 Kč.

Roční úspora energie na vytápění byla spočtena na 32,57 MWh což představuje roční úsporu ve výši 34 448 Kč. Celková roční úspora je snížena o nárůst provozních nákladů navýšením celkového elektrického příkonu zařízení.

Systém větrání je navržen tak, aby byly splněny hygienické a provozní požadavky uvedené v podmínkách dotačním programu OPŽP a dle vyhlášky č. 410/2005 Sb.

6.3 Management hospodaření s energií

Energetický management prostřednictvím pověřené osoby

Profesionálně se provádí energetický management prostřednictvím pověřené osoby s potřebnými znalostmi, která se trvale zaměřuje na systematičnost provádění jednotlivých dále uvedených opatření a na jejich pružnou inovaci podle situace v budově.

Mezi základní úkony energetického managementu patří:

V oblasti vytápění:

- Odstranění netěsností spáry mezi rámem okna a rámem okenního křídla např. silikonovým těsněním.
- Kontrola tepelné izolace rozvodů energie na vytápění před sezónou.
- Kontrola odvodu vzduchu na topných tělesech na počátku topné sezóny.
- Kontrola funkčnosti armatur minimálně dvakrát za otopnou sezónu.
- Kontrola funkčnosti regulačních armatur a tepelné pohody v objektu dvakrát za sezónu.
- Čištění otopných těles – jednou měsíčně otírání za vlhka, otírání kartáčkem nebo štětkou či ofukování jednou ročně.

V oblasti přípravy teplé vody:

- Instalace aerátorů do výtokových armatur.
- Oprava kapajících kohoutků. Slabě kapající kohoutek, z kterého ukápne 10 kapek za minutu představuje za měsíc cca 170 l vody.

V oblasti úspory EE:

- kontrola společných elektrických spotřebičů, případná výměna spotřebičů s vysokou spotřebou
- kontrola vypínání svítidel v celém objektu po skončení pracovní doby
- čištění svítidel, které by mělo být zajištěno 2 x ročně

V oblasti správy energií:

- minimálně měsíční registrace odečtů spotřeby všech energií
- sledování průběžného vývoje spotřeby energií

Přehodnocení hodnot vnitřních teplot jednotlivých prostor

Toto opatření navrhuje důkladnou analýzu potřeb na vytápění. Jedná se o kompromis mezi energetickou náročností objektu a potřebnou vnitřní teplotou tak jak ji vyžadují uživatelé vnitřních prostor. Snížení vnitřní teploty o 1 °C přináší úsporu provozních nákladů cca o 6 %. Dále pak zhodnocení vytápěných prostor – zda je nutné vytápět všechny místnosti nebo zda je možné některé místnosti pouze temperovat popřípadě zcela nevytápět.

Opatření č.10 Energetický management

Energetický online management je nástroj pro monitoring spotřeby energií pomocí automatických odečtů stavů měřidel v definovaných intervalech a následné ukládání dat do pravidelně zálohované databáze. Všechna data poté lze analyzovat prostřednictvím software navrženého nebo přizpůsobeného zákazníkovi na míru a přístupného odkudkoliv pomocí online webového rozhraní.

V rámci opatření navrhujeme osadit na elektroměr a plynoměr čidla (automatická měřidla), která budou snímat aktuální spotřeby areálu.

Realizace tohoto opatření je zadavateli doporučena z těchto důvodů:

- > **V případě, že zadavatel má zájem čerpat peněžní prostředky z dotačního programu OPŽP - příjemce dotace je řídicím orgánem povinen předat data indikátoru Snížení konečné spotřeby energie u podpořených subjektů a prokázat naplnění tohoto indikátoru. Online monitoring je ideálním prostředkem prokázání naplnění indikátoru.**
- > Jedním z těchto nejdůležitějších důvodů je zajištění snížení provozních nákladů. Toho je docíleno jak včasným upozorněním kompetentní osoby na nežádoucí nadměrnou spotřebu energie (např. spotřeba mimo provozní dobu, poruchy zařízení nebo nehody), tak i cílenou optimalizací spotřeb energií na základě plánů vycházejících z pravidelně zasílaných reportů.
- > Další nespornou výhodou online monitoringu je kontinuální dálkový přístup k datům a přehled o spotřebě energií, sjednaných cenách, nákladech na energie nebo poměrech nákladů na m² plochy.

Investice do navrhovaného opatření sestává z hardware - jednorázové investice energy gateway, čidel, převodníku pulzů a dalšího materiálu a software - propojení hardware (čidel) s prostředím online monitoringu a roční licenci.

Tabulka č. 6.3.1: Investiční výdaje energeticky úsporného opatření

Energetický management			
Název položky	Počet kusů	Jednotková cena (Kč.ks ⁻¹)	Cena celkem (Kč)
Hardware			
Řešení pro online odečet elektřiny	1	5 450	5 450
Řešení pro online odečet plynu	1	4 320	4 320
Doprava (km)	130	12	1 560
Celkové náklady na hardware			11 330
Software			
Licence vč. maintenance	1	1 285	1 285
Cena dle počtu měřicích bodů	2	130	260
Cena za komunikaci v síti LoRaWAN	2	35	70
Počet let udržitelnosti			3
Celkové měsíční náklady na software			1 615
Jednorázová implementace software			15 900
Celková investice			85 370

Zjištění:

Realizací tohoto opatření získá zadavatel přesnou představu o toku energií spotřebovávaných v objektu. Přesná výše úspory je velmi individuální. Předpokládáme, že po zavedení online monitoringu, vyhodnocení aktuálního stavu a zavedení nápravných opatření bude úspora výrazně vyšší.

Pokud bude zadavatel čerpat dotaci v dotačním programu OPŽP, vzniká mu povinnost na zavedení energetického managementu alespoň po dobu udržitelnosti projektu.

6.4 Varianty z návrhu úsporných opatření

Z navržených opatření byly vytvořeny dvě varianty energeticky úsporných opatření, které byly porovnány z hlediska energetického a ekonomického. Na základě vyhodnocení ekonomických veličin (zejména NPV) je k realizaci doporučena výhodnější varianta.

Varianta 1

Opatření č.4: Fotovoltaická elektrárna (FVE)

Opatření č.5: Výměna zdrojů vytápění - Varianta A včetně zateplení obvodového pláště

Opatření č.8: Výměna trafostanice

Opatření č.9: Návrh nuceného větrání se zpětným získáním tepla

Opatření č.10: Energetický management

Tabulka č. 6.4.1: Hodnota celkové tepelné ztráty budovy

Celkové tepelné ztráty budov				
Název objektu	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
	Tepelná ztráta objektu (kW)	Spotřeba energie na vytápění (MWh)	Tepelná ztráta objektu (kW)	Spotřeba energie na vytápění (MWh)
Hlavní budova	124,25	138,90	124,25	74,69
Sportovní haly	181,94	233,93	181,94	125,78
Zámečnická dílna	153,37	164,40	153,37	88,40
Truhlářská dílna	123,35	139,08	123,35	74,78
Celkem	582,91	676,31	582,91	363,65

Tabulka č. 6.4.2: Upravená energetická bilance

Porovnání (roční hodnoty)	Před realizací projektu			Po realizaci projektu		
Ukazatel	Spotřeba energie		Provozní náklady	Spotřeba energie		Provozní náklady
	GJ.rok ⁻¹	MWh.rok ⁻¹	Kč.rok ⁻¹	GJ.rok ⁻¹	MWh.rok ⁻¹	Kč.rok ⁻¹
1 Vstupy paliv a energie	2 940,44	816,79	1 559 453	1 697,44	471,51	930 663
2 Změna zásob paliv	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0
3 Spotřeba paliv a energie	2 940,44	816,79	1 559 453	1 697,44	471,51	930 663
4 Prodej energie cizím	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0
5 Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	2 940,44	816,79	1 559 453	1 697,44	471,51	930 663
6 Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	1 104,03	306,67	442 615	649,99	180,55	244 876
7 Spotřeba energie na vytápění	2 434,72	676,31	1 039 492	1 309,15	363,65	548 184
8 Spotřeba energie na chlazení	6,66	1,85	7 793	4,62	1,28	5 408
9 Spotřeba energie na přípravu TV	177,79	49,39	136 022	153,06	42,52	107 068
10 Spotřeba energie na větrání	58,62	16,28	68 640	61,67	17,13	72 208
11 Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0
12 Spotřeba energie na osvětlení	125,34	34,82	146 754	86,98	24,16	101 844
13 Spotřeba energie na ost. procesy	137,30	38,14	160 754	81,95	22,76	95 951

Tabulka č. 6.4.3: Hodnoty úspor souboru opatření

Porovnání (roční hodnoty)	Úspora po realizaci projektu			
Ukazatel	Úspora (potenciál)			
	GJ.rok ⁻¹	MWh.rok ⁻¹	%	Kč.rok ⁻¹
1 Vstupy paliv a energie	1 243,00	345,28	42	628 791
2 Změna zásob paliv	0,00	0,00	0	0
3 Spotřeba paliv a energie	1 243,00	345,28	42	628 791
4 Prodej energie cizím	0,00	0,00	0	0
5 Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	1 243,00	345,28	42	628 791
6 Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	454,04	126,12	41	197 740
7 Spotřeba energie na vytápění	1 125,58	312,66	46	491 308
8 Spotřeba energie na chlazení	2,04	0,57	31	2 385
9 Spotřeba energie na přípravu TV	24,73	6,87	14	28 954
10 Spotřeba energie na větrání	-3,05	-0,85	-5	-3 568
11 Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0,00	0,00	0	0
12 Spotřeba energie na osvětlení	38,36	10,65	31	44 909
13 Spotřeba energie na ost. procesy	55,35	15,37	40	64 803

Tabulka č. 6.4.4: Využitý potenciál energetických úspor - Varianta 1

Po realizaci projektu (roční hodnoty)				
Název opatření	Pořizovací výdaje (Kč)	Úspora energie		Prostá doba návratnosti (roky)
		(MWh.rok ⁻¹)	(Kč.rok ⁻¹)	
Fotovoltaická elektrárna (FVE)	1 213 650	34,74	146 446	8,29
Výměna zdrojů vytápění - Varianta A včetně zateplení obvodového pláště	34 377 920	274,26	432 287	79,53
Výměna trafostanice	1 178 000	3,70	15 610	75,47
Návrh nuceného větrání se zpětným získáním tepla	4 056 000	32,57	34 448	117,74
Energetický management	85 370	-	-	-
Celkem	40 910 940	345,28	628 791	

Tabulka č. 6.4.5: Využitý potenciál energetických úspor - souhrnně za Variantu 1

Po realizaci projektu (roční hodnoty) - Soubor opatření			
Investiční výdaje Pořizovací výdaje (Kč)	Úspory provozních nákladů		
	Úspora energie		
	(MWh.rok ⁻¹)	(%)	(Kč.rok ⁻¹)
40 910 940	345,28	42,27	628 791
Ekonomické vyhodnocení opatření			
Scénář	Scénář 1	Scénář 2	Scénář 3
Prostá doba návratnosti (r)	65,06		
Reálná doba návratnosti (r)	> 50	> 50	36,90
NPV (tis. Kč)	-32 365,47	-27 222,75	-24 024,02
IRR (%)	-9,31	-4,89	-3,08
ROI (%)	1,54	2,62	3,31

Varianta 2

Opatření č.6: Výměna zdrojů vytápění - Varianta B včetně zateplení obvodového pláště

Opatření č.8: Výměna trafostanice

Opatření č.9: Návrh nuceného větrání se zpětným získáním tepla

Opatření č.10: Energetický management

Tabulka č. 6.4.6: Hodnota celkové tepelné ztráty budovy

Celkové tepelné ztráty budov				
Název objektu	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
	Tepelná ztráta objektu (kW)	Spotřeba energie na vytápění (MWh)	Tepelná ztráta objektu (kW)	Spotřeba energie na vytápění (MWh)
Hlavní budova	124,25	138,90	87,10	82,40
Sportovní haly	181,94	233,93	145,32	138,78
Zámečnická dílna	153,37	164,40	122,72	97,53
Truhlářská dílna	123,35	139,08	83,35	82,51
Celkem	582,91	676,31	438,49	401,22

Tabulka č. 6.4.7: Upravená energetická bilance

Porovnání (roční hodnoty)		Před realizací projektu			Po realizaci projektu		
Ukazatel		Spotřeba energie		Provozní náklady	Spotřeba energie		Provozní náklady
		GJ.rok ⁻¹	MWh.rok ⁻¹	Kč.rok ⁻¹	GJ.rok ⁻¹	MWh.rok ⁻¹	Kč.rok ⁻¹
1 Vstupy paliv a energie		2 940,44	816,79	1 559 453	1 957,76	543,82	727 781
2 Změna zásob paliv		0,00	0,00	0	0,00	0,00	0
3 Spotřeba paliv a energie		2 940,44	816,79	1 559 453	1 957,76	543,82	727 781
4 Prodej energie cizím		0,00	0,00	0	0,00	0,00	0
5 Konečná spotřeba paliv a energie v objektu		2 940,44	816,79	1 559 453	1 957,76	543,82	727 781
6 Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech		1 104,03	306,67	442 615	713,83	198,29	276 020
7 Spotřeba energie na vytápění		2 434,72	676,31	1 039 492	1 444,39	401,22	198 855
8 Spotřeba energie na chlazení		6,66	1,85	7 793	6,66	1,85	7 793
9 Spotřeba energie na přípravu TV		177,79	49,39	136 022	177,79	49,39	136 022
10 Spotřeba energie na větrání		58,62	16,28	68 640	79,61	22,11	93 213
11 Spotřeba energie na úpravu vlhkosti		0,00	0,00	0	0,00	0,00	0
12 Spotřeba energie na osvětlení		125,34	34,82	146 754	125,34	34,82	146 754
13 Spotřeba energie na ost. procesy		137,30	38,14	160 754	123,97	34,44	145 144

Tabulka č. 6.4.8: Hodnoty úspor souboru opatření

Porovnání (roční hodnoty)	Úspora po realizaci projektu			
Ukazatel	Úspora (potenciál)			
	GJ.rok ⁻¹	MWh.rok ⁻¹	%	Kč.rok ⁻¹
1 Vstupy paliv a energie	982,68	272,97	33	831 673
2 Změna zásob paliv	0,00	0,00	0	0
3 Spotřeba paliv a energie	982,68	272,97	33	831 673
4 Prodej energie cizím	0,00	0,00	0	0
5 Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	982,68	272,97	33	831 673
6 Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	390,20	108,39	35	166 595
7 Spotřeba energie na vytápění	990,33	275,09	41	840 636
8 Spotřeba energie na chlazení	0,00	0,00	0	0
9 Spotřeba energie na přípravu TV	0,00	0,00	0	0
10 Spotřeba energie na větrání	-20,99	-5,83	-36	-24 573
11 Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0,00	0,00	0	0
12 Spotřeba energie na osvětlení	0,00	0,00	0	0
13 Spotřeba energie na ost. procesy	13,33	3,70	10	15 610

Tabulka č. 6.4.9: Využitý potenciál energetických úspor - Varianta 2

Po realizaci projektu (roční hodnoty)				
Název opatření	Pořizovací výdaje (Kč)	Úspora energie		Prostá doba návratnosti (roky)
		(MWh.rok ⁻¹)	(Kč.rok ⁻¹)	
Výměna zdrojů vytápění - Varianta B včetně zateplení obvodového pláště	38 657 920	236,69	815 753	47,39
Výměna trafostanice	1 178 000	3,70	15 610	75,47
Návrh nuceného větrání se zpětným získáním tepla	4 056 000	32,57	34 448	117,74
Energetický management	85 370	-	-	-
Celkem	43 977 290	272,97	865 811	

Tabulka č. 6.4.10: Využitý potenciál energetických úspor - souhrnně za Variantu 2

Po realizaci projektu (roční hodnoty) - Soubor opatření			
Investiční výdaje	Úspory provozních nákladů		
Pořizovací výdaje (Kč)	Úspora energie		
	(MWh.rok ⁻¹)	(%)	(Kč.rok ⁻¹)
43 977 290	272,97	33	865 811
Ekonomické vyhodnocení opatření			
Scénář	Scénář 1	Scénář 2	Scénář 3
Prostá doba návratnosti (r)	50,79		
Reálná doba návratnosti (r)	> 50	38,15	29,04
NPV (tis. Kč)	-32 210,64	-23 808,05	-18 445,47
IRR (%)	-7,60	-2,50	-0,47
ROI (%)	1,97	3,63	4,70

Ekonomické vyhodnocení variant úsporných opatření

Tabulka č. 6.4.10: Ekonomické vyhodnocení vybraného souboru energeticky úsporných opatření

Parametr	Jednotka	Výchozí stav	Varianta 1	Varianta 2
Přínosy projektu celkem	Kč	-	628 791	865 811
Investiční výdaje projektu celkem	Kč	-	43 365 596	46 615 927
z toho:		-	-	-
náklady na projektovou dokumentaci	Kč	-	2 454 656	2 638 637
náklady na energetický posudek	Kč	-		
náklady na výběrové řízení	Kč	-		
náklady na technologická zařízení a stavbu	Kč	-	40 910 940	43 977 290
vedlejší rozpočtové náklady	Kč	-		
náklady na přípojky	Kč	-	0	0
Provozní náklady celkem	Kč.rok ⁻¹	1 559 453	867 274	630 254
z toho:		-	-	-
náklady na energii	Kč.rok ⁻¹	1 559 453	867 274	630 254
náklady na opravu a údržbu ¹⁾	Kč.rok ⁻¹	-	0	0
osobní náklady (mzdy, pojistné)	Kč.rok ⁻¹	-	0	0
ostatní provozní náklady ²⁾	Kč.rok ⁻¹	-	0	0
náklady na emise a odpady	Kč.rok ⁻¹	-	0	0
Doba hodnocení	roky	-	20	20
Diskont	%	-	4	4
NPV	tis. Kč	-	-32 365	-32 211
Prostá doba návratnosti - T_s	roky	-	65	51
Reálná doba návratnosti - T_{sd}	roky	-	> 150	> 150
IRR	%	-	-9	-8
ROI	%	-	2	2

1) Náklady obsahují zejména náklady na materiál, opravy zařízení, plánovanou a preventivní údržbu.

2) Náklady obsahují zejména náklady na obsluhu, servis a revizi zařízení.

Výběr optimální varianty

Návrhem výše uvedených jednotlivých variant, vytvořených kombinací energeticky úsporných opatření jak částí stavební, tak částí technického zařízení budovy, je dosaženo dále uvedených hodnot energetických a ekonomických veličin, takže jejich srovnáním lze rozhodnout o optimální variantě. Srovnání hodnot ekonomických veličin, zajištěných souborem energeticky úsporných opatření jak částí stavební, tak částí technického zařízení budovy jednotlivých variant je doloženo v tabulce.

Tabulka č. 6.4.11: Srovnání hodnot veličin variant energeticky úsporných opatření

Po realizaci projektu (porovnání variant)				
	Jednotka	Varianta 1	Varianta 2	Hodnocení (výhodnější varianta)
Potenciální úspora	MWh.rok ⁻¹	345,28	272,97	Varianta 1
Investiční náklady	Kč	43 365 596	46 615 927	Varianta 1
Přínos projektu	Kč	628 791	865 811	Varianta 2
Vyhodnocení za předpokladu financování z vlastních zdrojů				
Prostá doba návratnosti T_s	roky	65,06	50,79	Varianta 2
Reálná doba návratnosti T_{sd}	roky	> 150	> 150	Varianta 2
NPV	tis. Kč	-32 365	-32 211	Varianta 2
IRR	%	-9	-8	Varianta 2
Vyhodnocení za předpokladu financování s podporou dotačního programu OPŽP				
Maximální výše dotace	Kč	15 177 959	16 315 575	Varianta 2
Vlastní zdroje	Kč	28 187 638	30 300 353	Varianta 1
Prostá doba návratnosti T_s	roky	45	35	Varianta 2

Zjištění:

Varianta 1 je výhodnější z hlediska potenciální úspory energie a investičních nákladů. Z hlediska finanční úspory je výhodnější varianta 2. K realizaci doporučujeme variantu 2, která má vyšší investici, ale kratší dobu návratnosti a vyšší roční finanční úspory.

Investice do realizace pro obě varianty je uvedena výše. V případě kladného vyřízení žádosti o dotaci získá zadavatel na tato opatření podporu ve výši 35 %.

Náklady na projektovou dokumentaci, energetický posudek a výběrové řízení byly stanoveny jako 6 % z celkových nákladů na technologická zařízení. Jedná se o maximální možnou výši nákladů.

7 VYHODNOCENÍ

7.1. Hodnotící kritéria

- 1) Úspora celkové dodané energie
- 2) Průměrný součinitel prostupu tepla
- 3) Součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí objektu, na něž je žádaná podpora
- 4) Součinitel prostupu tepla oken, na něž je žádaná dotace
- 5) Součinitel prostupu tepla dveří, střešních oken a světlíků, na něž je žádaná dotace

7.1.1 Úspora energie

Tabulka č. 7.1.1.: Úspora energie po realizaci navrženého souboru opatření

Energonositel	Stávající stav (MWh/rok)	Po realizaci (MWh/rok)	Rozdíl (MWh/rok)	Úspora (%)
Elektrická energie	113,5	115,7	-2,1	-2
Zemní plyn	703,3	428,2	275,1	39
Celkem	816,79	543,82	273,0	33

Zjištění:

Úspora energie po realizaci navrženého souboru opatření činí 33 %, dle prvního kritéria na úsporu celkové dodané energie vychází výše podpory 35 % viz tabulka pro běžné objekty v kapitole 2.5. Ze zařazení druhého kritéria vyplývá požadavek na součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí objektu $0,85 \times U_{\text{rec},20}$ (viz kapitola 6.3.1 - Opatření č. 2). Na zbylá hodnotící kritéria se navržená opatření nevztahují.

7.2. Obecná kritéria přijatelnosti

- Zahájení realizace opatření nesmí být dříve než 1.1.2014 a zároveň nesmí být realizace opatření dokončena před podáním žádosti o podporu
- Nejsou podporována opatření na zchátralých a dlouhodobě nevyužívaných objektech
- Nejsou podporována opatření na novostavbách, přístavbách a nástavbách
- Instalace FVE max. o výkonu 30 kWp a hodnota využití instalovaného výkonu pro lokální spotřebu musí dosahovat min. 750 hod./rok
- Podpora na výměnu zdroje je poskytnuta pouze v případě přechodu z fosilních paliv nebo el. energie (zemní plyn pouze starší 10 let)
- Musí dojít k úspoře minimálně 20 % celkové energie a 20 % emisí CO₂ (při změně paliva 30 % emisí CO₂)
- Není podporováno odpojení od SZTE
- Povinnost na vyregulování otopné soustavy
- Posouzení na možnost podpory z EPC
- Pokud nejsou k dispozici spotřeby energií za uplynulé tři roky nebo dojde ke změně užívání objektu, je možné vycházet z tzv. upravené energetické bilance, které bude zohledňovat budoucí provozní využití objektu

7.2.1 Úspora emisí CO₂

Tabulka č. 7.2.1.: Úspora CO₂ po realizaci navrženého souboru opatření

Energonositel	Emisní faktor	Stávající stav	Po realizaci	Rozdíl	
	(t/MWh)	(t/rok)	(t/rok)	(t/rok)	(%)
Elektrická energie	1,0116	114,85	117,00	-2,15	-2
Zemní plyn	0,1994	140,26	85,39	54,86	39
Celkem		255,11	202,40	52,71	21

Zjištění:

Úspora emisí CO₂ po realizaci navrženého souboru opatření činí 21 %, tím je splněno obecné kritérium přijatelnosti na minimální úsporu emisí CO₂ z dodané energie.

7.3. Způsobilé výdaje

- Musí bezprostředně souviset s realizací projektu
- Musí být vynaloženy v období od 1.1.2014 do 31.12.2023 a zároveň termín ukončení realizace opatření nesmí být dříve než termín podání žádosti o podporu
- Před proplacením musí být prokazatelně zaplaceny příjemcem a doloženy účetními doklady
- Max. výše dotace na EP, PD a činnost technického dozoru činí:
 - 15 % u projektů, jejichž celkové způsobilé přímé realizační výdaje nepřesahují 1 mil. Kč,
 - 12 % u projektů, jejichž celkové způsobilé přímé realizační výdaje nepřesahují 3 mil. Kč,
 - 9 % u projektů, jejichž celkové způsobilé přímé realizační výdaje nepřesahují 10 mil. Kč,
 - 6 % u projektů, jejichž celkové způsobilé přímé realizační výdaje jsou vyšší než 10 mil. Kč

8 SOUHRNNÉ ZHODNOCENÍ

Vzhledem k energetickým úsporám lze na daný soubor opatření žádat finanční prostředky v dotačním titulu OPŽP Energetické úspory v současném znění.

Výsledek energetického posudku, který bude vycházet v případě žádosti o dotaci z opatření hodnocených v energetické studii, se může mírně lišit v závislosti na přesném konečném technickém řešení, výkazu výměr a zároveň na položkovém rozpočtu z projektové dokumentace, kterou je nutno doložit k žádosti o dotaci.

9 ZÁVĚR

V rámci analýzy potenciálu úspor byl řešen areál střední technické školy Znojmo.

Řešený areál se nachází ve Znojmě.

V analýze byla řešena tato opatření:

Zateplení obvodového pláště s následnou výměnou zdrojů vytápění

Výměna trafostanice

Fotovoltaická elektrárna (FVE)

Energetický management

K investici za realizaci výše uvedených opatření byla přičtena investice do přípravy projektu, která zahrnuje náklady na energetický posudek, veřejné výběrové řízení a projektovou dokumentaci. Tato investice byla vyčíslena na hodnotu 2 638 637 Kč.

Celková investice za realizaci projektu byla stanovena na 46 615 927 Kč.

Celková dosažitelná roční úspora je 272,97 MWh, což odpovídá 865 811 Kč ročně.

Celkové ziskatelné prostředky z dotace jsou 16 315 575 Kč.

Zadavatel tak se zohledněním výše dotace zaplatí za realizaci projektu 30 300 353 Kč.

Výsledek energetického posudku, který bude vycházet v případě žádosti o dotaci z opatření hodnocených v analýze, se může mírně lišit v závislosti na přesném konečném technickém řešení, výkazu výměr a zároveň na položkovém rozpočtu z projektové dokumentace, kterou je nutno doložit k žádosti o dotaci.