PŘEDBĚŽNÉ POSOUZENÍ

Základní škola Mírová

PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI:

Název:	PKV BUILD s.r.o.
Sídlo společnosti:	Pražákova 1008/69, 639 00, Brno
Fakturační adresa:	Senožaty 284, 394 56
IČ:	281 49 785
DIČ:	CZ281 49 785
Zastoupena:	Ing. Jiřím Pechem a Ing. Ondřejem Vaňkem

Naše filozofie:
Energetická náročnost může být nižší, životní komfort vyšší. Hledáme řešení, která vytvářejí energeticky šetrný svět a snažíme se zlepšit podmínky, které ovlivňují naše zdraví. Naše rozhodnutí jsou podložena podrobnými analýzami dat, držíme krok také s posledními technologickými novinkami.

Nosné činnosti společnosti:

- **Zajišťujeme energetický audit / analýzu a služby energetického specialisty**

Nejjednodušší způsob, jak kvalitně zmapovat stávající stav a identifikovat možné úspory, je provést energetický audit. Správnému uchopení předchází analýza potřeb zákazníka včetně velikosti jeho portfolia. Každý audit je originál, který je tvořený na míru, stejně přistupujeme k ostatním energetickým službám. Díky legislativní povinnosti pro velké podniky je možné v tomto případě spojit příjemné s užitečným.

- **Designujeme, projektujeme a realizujeme**

Hledáme nejvhodnější provedení navrženého úsporného opatření. Vnímáme odlišnosti každé investice a zaměřujeme se na reálné možnosti a požadavky klienta. Nepřinášíme koncový výrobek, ale komplexní řešení.

- **Řešíme energetické služby se zárukou (EPC a EC)**

Každá úspora má racionální důvod a předpokládaný výsledek. S těmito fakty pracujeme v metodách EPC (Energy Performance Contracting) a EC (Energy Contracting), jimiž garantujeme dosažení úspor, které generují finanční prostředky pro splácení počáteční investice. Pak už záleží jen na dohodě, kdo navržené opatření zafinancuje.

- **Tvoříme Smart City**

Zaměřujeme se na zvýšení kvality života, efektivní využívání energií, eliminaci zátěží životního prostředí a sdílení dat. Klíčové oblasti, kam směřujeme naše know-how, jsou budovy, doprava a bezpečnost. Využíváme energeticky úsporné, digitální, informační a komunikační technologie.

Obsah

1 Identifikační údaje 4
1.1 Zadavatel 4
1.2 Zpracovatel 4
1.3 Identifikace předmětu APÚ 4
2 Informace o financování úsporných opatření 5
2.1 EPC 5
2.2 OPŽP 7
2.3 Postup prací při kombinaci OPŽP + EPC 12
3 Vyhodnocení žadatele 15
4 Popis stávajícího stavu 16
4.1 Vstupní podklady 16
4.2 Základní údaje o předmětu analýzy 16
4.3 Situační schéma areálu 17
4.4 Popis předmětu APÚ 18
4.5 Popis technického zařízení a systémů, které jsou předmětem analýzy 20
5 Bilanční výpočty 27
5.1 Spotřeba elektrické energie 27
5.2 Spotřeba zemního plynu 29
5.3 Spotřeba tepla z CZT 31
5.4 Vyhodnocení výchozího stavu 32
6 Doporučení energetického specialisty týkající se posuzovaného návrhu 35
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 63
6.4 Varianty z návrhu úsporných opatření 65
7 Vyhodnocení 72
7.1 Hodnotící kritéria 72
7.2 Obecná kritéria přijatelnosti 72
7.3 Způsobilé výdaje 73
8 Souhrnné zhodnocení 73
9 Závěr 74

1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

1.1 Zadavatel

Tabulka č. 1.1.1: Základní údaje o zadavateli:

Obchodní název zadavatele:	**Statutární město Ústí nad Labem**
Adresa:	Velká Hradební 2336/8, 400 01 Ústí nad Labem
IČO:	000 81 531
Zástupce:	Primátor PhDr. Ing. Petr Nedvědický

1.2 Zpracovatel

Tabulka č. 1.2.1: Základní údaje o zpracovateli:

Obchodní název zpracovatele:	**PKV BUILD s.r.o.**
Adresa:	Senožaty 284, 394 56
IČO:	281 49 785
Zástupce:	Ing. Ondřej Vaněk, Ing. Jiří Pech
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:	**Základní škola Mírová**
Katastrální území:	Ústí nad Labem [774871]
Parcelní číslo:	4949/482
Umístění (adresa):	Mírová 2734/4, 400 11 Ústí nad Labem

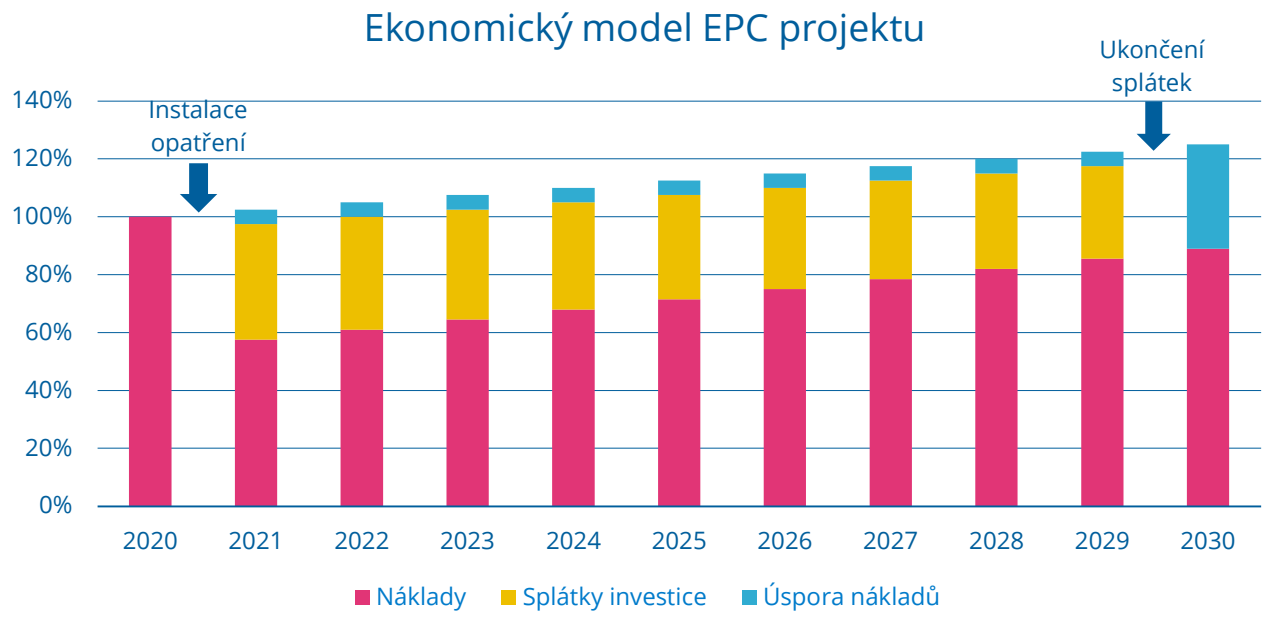
2 INFORMACE O FINANCOVÁNÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ

2.1 EPC

2.1.1 Princip

EPC (Energy Performance Contracting) je komplexní odborná služba, která spočívá v realizaci úsporných opatření s tím, že investice do těchto opatření je splácena z dosahovaných úspor. Celý projekt zaštiťuje jeden dodavatel, poskytovatel energetických služeb - ESCO (Energy Service Company), jež výši úspory garantuje.

Tato garance spočívá v tom, že ESCO zajišťuje financování energeticky úsporných opatření a poskytuje záruky, že po dobu trvání smluvního vztahu bude dosaženo minimálně garantovaných úspor energie (resp. provozních nákladů), z nichž budou splaceny veškeré vynaložené náklady (počáteční náklady, investiční náklady, náklady na financování, servisní činnost i energetický management). V případě, že by garantované výše úspor nebylo dosaženo, ESCO doplatí zákazníkovi vzniklý rozdíl. Zároveň ESCO ručí za to, že zákazníkovy náklady na energie nepřevýší v žádném roce platnosti smlouvy výši nákladů před zahájením projektu EPC. Smluvní vztah metody EPC bývá uzavírán na období 4 - 10 let.



2.1.2 Proces projektu EPC

Na začátku projektu je potřeba provést analýzu zda je možné v daném objektu/objektech metodu EPC uplatnit. Tato analýza navrhne vhodná úsporná opatření, předběžně určí výši energetické a finanční úspory a odhadne investici.

Na základě těchto informací zákazník rozhodne o pokračování projektu. Dále proběhne na základě doplněných informací výběr/výběrové (zadávací) řízení na ESCO.

Po uzavření Smlouvy o energetických službách (vzor viz příloha A) se zaručeným výsledkem je zahájena příprava a následná instalace navržených energeticky úsporných opatření. Poté je provedeno zaškolení personálu, který zajišťuje provoz zařízení, a nové technologie jsou předány zákazníkovi (stávají se jeho majetkem).

Následuje období smluvně zaručených úspor, během něhož ESCO zajišťuje energetický management - pravidelně vyhodnocuje spotřebu energie a dosahované úspory, koriguje spotřebu energie v závislosti na vnějších podmínkách a poskytuje další servisní činnosti, případně předkládá návrhy na další optimalizaci provozu energetického systému.

2.1.2 Hlavní přednosti EPC

> dosažení úspor energie bez zatížení vlastního rozpočtu,

> smluvní garance minimálních dosažených úspor,

> smluvní garance maximálně stejných provozních nákladů jako před realizací projektu,

> zhodnocení vlastního majetku zákazníka prostřednictvím nových moderních technologií,

> energetické služby dodané kompletně „na klíč“, je jen jeden dodavatel,

> dodavatel ručí za celkový výsledek (dosažení úspor) a přebírá většinu rizik,

> ESCO dostane zaplaceno jen tehdy, přinese-li projekt dohodnuté úspory energie,

> snížení provozních nákladů zákazníka,

> zlepšení ekonomiky energetického provozu zákazníka,

> snížení nároků na obsluhu energetického hospodářství,

> zlepšení kvality pracovního prostředí,

> pracovní příležitosti pro tuzemské dodavatele,

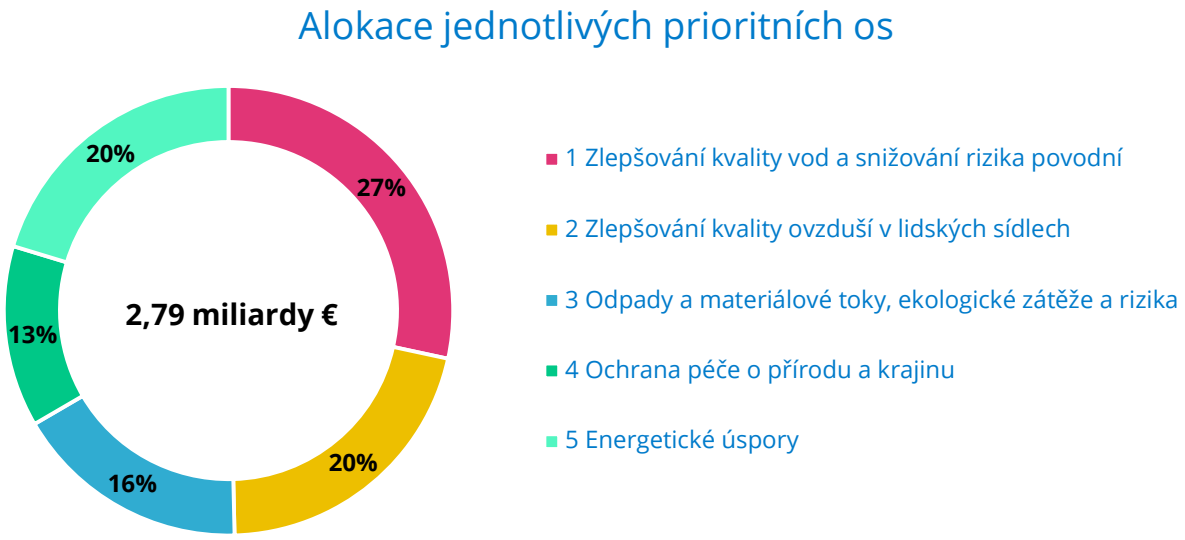
> zlepšení životního prostředí.

2.2 OPŽP

Operační program Životní prostředí (OPŽP) je vypsán na období 2014–2020, ve kterém má pro žadatele alokováno téměř 2,79 miliardy eur. Řídicím orgánem je Ministerstvo životního prostředí, zprostředkujícími subjekty jsou Státní fond životního prostředí ČR pro všechny prioritní osy s výjimkou prioritní osy 4.

Operační program Životní prostředí 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



2.2.1 Prioritní osa 5 - Energetické úspory

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: **19,69 % OPŽP = cca 549mil. €**

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

5.3 Snížit energetickou náročnost a zvýšit využití obnovitelných zdrojů energie v budovách ústředních vládních institucí

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.

2.2.2 Pravidla pro žadatele a příjemce podpory

Níže uvedená pravidla a podmínky vycházejí z pravidelně aktualizovaného dokumentu OPŽP "Pravidla pro žadatele a příjemce podpory".

Oprávnění žadatelé - příjemci podpory

> Kraje, obce a města, dobrovolné svazky obcí,

> Organizační složky státu, státní příspěvkové organizace,

> Veřejné výzkumné instituce a výzkumné organizace podle zákona č. 130/2002 Sb.,

> Veřejnoprávní instituce,

> Městské části hl. města Prahy,

> Příspěvkové organizace, státní organizace,

> Školy, školská zařízení a školské právnické osoby zřízené dle §124 zákona č. 561/2004 Sb.,

> Nestátní neziskové organizace,

> Církve a náboženské společnosti a jejich svazy,

> Obchodní společnosti vlastněné ze 100 % veřejným subjektem vyjma příjemců podporovaných v rámci OP PIK.

Z hlediska umístění projektů platí obecná zásada, že výdaj projektu je způsobilý, pokud je projekt realizován na území ČR. Hlavní cílovou skupinou jsou vlastníci veřejných budov. Červeně jsou vyznačeny subjekty podporované pouze na území hl. města Prahy.

Typy podporovaných projektů a aktivit

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 a modernizace vnitřního osvětlení, systémy měření a regulace vytápění a větrání, opatření zlepšující prostorovou akustiku, opatření zabraňující letnímu přehřívání),

> realizace systémů nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla,

> realizace systémů využívajících odpadní teplo,

> výměna zdroje pro vytápění, chlazení 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 nebo chladu využívající OZE nebo zemní plyn,

> instalace fotovoltaického systému,

> instalace solárně-termických kolektorů.

b) Samostatná opatření výměny zdroje s výkonem nižším než 5 MW využívajícího fosilní paliva nebo elektrickou energii pro vytápění, chlazení nebo přípravu teplé vody za účinné zdroje využívající biomasu, tepelná čerpadla, kondenzační kotle na zemní plyn nebo zařízení pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla nebo chladu 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.

V rámci renovace budov definovaných zákonem č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči, v platném znění, jako kulturní památka nebo budovy, které nejsou kulturní památkou, ale nachází se v památkové rezervaci, v památkové zóně nebo v ochranném pásmu nemovité kulturní památky, nemovité národní kulturní památky, památkové rezervace nebo památkové zóny (dále jen „památkově chráněné budovy“) a budov architektonicky cenných, budou podporovány rovněž dílčí aktivity vedoucí ke snížení energetické náročnosti budovy bez ohledu na dosažení parametrů pro celkovou energetickou náročnost budovy.

Způsobilé výdaje

Za způsobilé výdaje jsou obecně 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 realizací **fotovoltaických systémů**,

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

> biomasu,
> tepelná čerpadla,
> kondenzační kotle na zemní plyn,
> kombinovanou výrobu elektřiny a tepla nebo chladu využívající OZE nebo ZP
> fototermické solární systémy,

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

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

h) 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).

Pravidla způsobilosti pro některé druhy výdajů:

Projektová příprava, autorský a technický dozor, koordinátor BOZP

15%	u projektů, jejichž celkové způsobilé přímé realizační výdaje jsou	**< 1 mil. Kč,**
12%	u projektů, jejichž celkové způsobilé přímé realizační výdaje jsou	**< 3 mil. Kč,**
9%	u projektů, jejichž celkové způsobilé přímé realizační výdaje jsou	**< 10 mil. Kč,**
6%	u projektů, jejichž celkové způsobilé přímé realizační výdaje jsou	**> 10 mil. Kč.**

2.2.3 Výše podpory

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

Procentuální výše dotace závisí na splnění následujících kritérií:

Maximální výše podpory pro aktivity 5.1. a)

> Běžné objekty

Tabulka 2.2.1: Maximální výše podpory pro aktivity 5.1. a) - Běžné objekty

Výše podpory	%	35[1) 4)]	40[1) 4)]	50[1) 4)]
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

Tabulka 2.2.2: Maximální výše podpory pro aktivity 5.1. a) - Památkově chráněné budovy

Výše podpory	%	40[1) 4)]	50[1) 4)]
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 nebo kteří zadají veřejnou zakázku podle metodiky Design&Build včetně smluvního zajištění energetického managementu a garance za dosažené úspory energie alespoň po dobu udržitelnosti projektu.
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. U architektonicky cenných bude doplněno ještě o nezávislý posudek, který zajišťuje SFŽP ČR.
4) Je možné získat bonifikaci ve výši 5 % pro žadatele, kteří zároveň s realizací energeticky úsporné renovace veřejné budovy instalují obnovitelné zdroje energie, které pokryjí alespoň 40 % celkové spotřeby energie v budově po realizaci opatření.

Maximální výše podpory pro aktivity 5.1. b)

Tabulka 2.2.3: Maximální výše podpory pro aktivity 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 kondenzační kotle na zemní plyn nebo zařízení pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla využívající obnovitelné zdroje nebo zemní plyn.	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 systém.	60
Instalace fotovoltaického systému, realizovaná současně se systémem nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla.	70
Instalace systémů nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla.	70

2.3 Postup prací při kombinaci OPŽP + EPC

Základní postupy při uplatnění kombinace podpory z OPŽP a EPC pro žadatele jak bez platné smlouvy EPC, tak i s ní, uvádí dokument Pokyny pro žadatele využívající kombinaci podpory z OPŽP a metody EPC vydaný MŽP. Dle zpracovatele tohoto dokumentu uvedený postup příliš nekoresponduje s dobrou praxí, a proto níže uvádíme postup ověřený a doporučený.

a) Analýza vhodnosti uplatnění metody EPC v kombinaci s podporou z OPŽP

Cílem analýzy je nalezení úsporných opatření a stanovení jejich potenciálu pro splnění podmínek OPŽP v kombinaci s metodou EPC.

b) Výběr úsporných opatření pro realizaci projektu

V této fázi žadatel vybírá úsporná opatření stanovená předchozí analýzou, které zahrne do projektu určeného k čerpání podpory z OPŽP v kombinaci s EPC.

c) Výběr/výběrové řízení na dodavatele projektové dokumentace

Jednou z povinných příloh žádosti o podporu z OPŽP je Projektová studie stavebního a/nebo technologického řešení nebo projektová dokumentace (v úrovni pro stavební povolení, případně vyšší stupeň projektové dokumentace včetně položkového rozpočtu).

d) Zpracování projektové dokumentace

Zpracování projektové dokumentace včetně položkového rozpočtu.

e) Výběr/výběrové řízení na dodavatele energetického posouzení a administrátora žádosti OPŽP

Další povinnou přílohou žádosti o podporu z OPŽP je energetické posouzení.

f) Zpracování energetického posouzení, příprava žádosti o podporu z OPŽP včetně patřičných příloh

Energetické posouzení musí v souladu s PrŽaP zhodnotit také vhodnost vybraných budov (budovy) pro zařazení do projektu EPC a do OPŽP.

g) Podpis závazku využít pro aplikaci úsporných opatření metodu EPC

Pro předběžnou alokaci 5% zvýhodnění je nutné prokázat, že žadatel bude uplatňovat metodu EPC buď předložením platné smlouvy EPC spolu s žádostí, nebo čestným prohlášením žadatele o závazku metodu EPC využít vzor obsahu čestného prohlášení o závazku je uveden v Příloze 1 pokynů.

h) Podání žádosti o podporu z OPŽP

i) Výběr administrátora pro organizaci EPC projektu

Pokud žadatel nemá zkušenosti ani kvalifikované specialisty v oblasti výběru dodavatele a uzavírání smluv EPC, bude pro úspěšné pokračování vhodné opřít se o zkušeného organizátora zakázky, aby nedošlo ke snížení přínosů projektu.

j) Výběrové řízení na dodavatele EPC

Výběrové řízení na poskytovatele energetických služeb se zárukou úspor je obvykle vedeno jako „Jednací řízení s uveřejněním“ v souladu se zákonem č. 134/2016 Sb. o zadávání veřejných zakázek v platném znění a dokumentem „Zadávání veřejných zakázek v OPŽP 2014 – 2020“.

k) Projednání a podpis smlouvy EPC

Kromě jiného je nutné při projednávání smlouvy věnovat velkou pozornost článkům pojednávajícím o měření a vyhodnocování úspor. Ty jsou vázány na konkrétní návrhy úsporných opatření, a proto je nelze stanovit předem v zadávací dokumentaci.

l) Předložení Smlouvy o poskytování energetických služeb se zaručeným výsledkem pro vydání Rozhodnutí o poskytnutí dotace

m) Vydání Rozhodnutí o poskytnutí dotace SFŽP ČR

Před vydáním Rozhodnutí o poskytnutí dotace SFŽP ČR (zprostředkující subjekt MŽP) prověří předložené podklady, kde posoudí:
> jsou-li splněny všechny náležitosti smlouvy o smlouvy EPC dle zákona 406/2000 Sb.,
> jsou-li záruky dodavatele služeb za dosažení garantované úspory úplné (100%),
> pokrývá-li délka platnosti této smlouvy období udržitelnosti projektu ve vztahu k OPŽP,
> je-li dodavatel služeb zavázán vykazovat plnění úspor nejen za soubor budov jako celek, ale také za každou budovu podpořenou z OPŽP zvlášť.

n) Realizace úsporných opatření vybraným dodavatelem

o) Sledování a vyhodnocování úspor

Nejméně jednou za rok bude zadavateli předkládáno souhrnné vyhodnocení dosažených úspor. Součástí vyhodnocení musí být také každoroční vyhodnocení úspor na konkrétních budovách (budově), jejichž rekonstrukce byla podpořena v rámci OPŽP. Roční vyhodnocovací zprávy musí být k dispozici SFŽP ČR po dobu udržitelnosti projektu z pohledu podmínek stanovených OPŽP.

3 Vyhodnocení žadatele

Charakteristika žadatele:

Tabulka 3.1: Charakteristika žadatele

Charakteristika žadatele	
Název žadatele:	**Statutární město Ústí nad Labem**
Právní forma žadatele:	Obec
Činnost žadatele:	Žadatelem je statutární město Ústí nad Labem. Ústí nad Labem se nachází na severozápadě Čech a centrum Ústeckého kraje. Leží na soutoku řek Labe a Bíliny mezi Českým středohořím a Krušnými horami. Žije zde přibližně 93 tisíc obyvatel a je součástí půlmilionové severočeské aglomerace. Ústí nad Labem je univerzitním městem s průmyslovou tradicí a sportovním zázemím, důležitým železničním a silničním uzlem, nemá ale mnoho dochovaných historických památek.
Předpokládaný záměr:	komplexní energetické zhodnocení objektu

Vyhodnocení:

Jelikož žadatelem je statutární město a předpokládaným záměrem je komplexní energetické zhodnocení stávajícího objektu, jednalo by se o podporu pro běžné objekty v rámci aktivity 5.1 a. K výši podpory stanovené na základě splnění jednotlivých sledovaných parametrů, bude připočtena bonifikace ve výši 5 % za realizaci opatření metodou EPC.

4 POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU

4.1 Vstupní podklady

Pro vypracování předkládané analýzy sloužily podklady získané od zadavatele. Vstupní údaje byly získány především z projektové dokumentace dodané zadavatelem a spotřebami za předcházející roky 2017, 2018 a 2019.

Seznam obdržených materiálů:

- Zadavatelem byla dodána projektová dokumentace školy. Byla dodána kompletní dokumentace, která obsahovala půdorysy, řezy, a pohledy. Ostatní skutečnosti byly zjištěny při místním šetření.

- Projektová dokumentace TZB části předmětu APÚ nebyla dodána. Všechny skutečnosti byly zjištěny při místním šetření.

- Zadavatelem byly dodány revize elektroinstalací a plynového zařízení.

- Zadavatelem byly dodány spotřeby elektrické energie, zemního plynu a tepla z CZT za předchozí roky 2017, 2018 a 2019. Elektrická energie byla dodána formou měsíčních faktur a teplo z CZT a zemní plyn formou ročního vyúčtování.

4.2 Základní údaje o předmětu analýzy

Řešeným objektem je Základní škola Mírová. Škola se nachází v Ústí nad Labem a leží na parcele č. 4949/482, k.ú. Ústí nad Labem [774871].

Škola byla otevřena v srpnu 1977. Ve svém prvním školním roce 1977 – 1978 měla 559 dětí ve 21 třídách. V současných letech se počet žáků pohybuje kolem 650. Škola zaměstnává cca 79 pracovníků (pedagogičtí i nepedagogičtí). O pořádek a čistotu se stará 7 uklízeček a školník. Její součásti tvoří školní jídelna, školní družina a Stanice zájmových činností (volnočasové centrum).

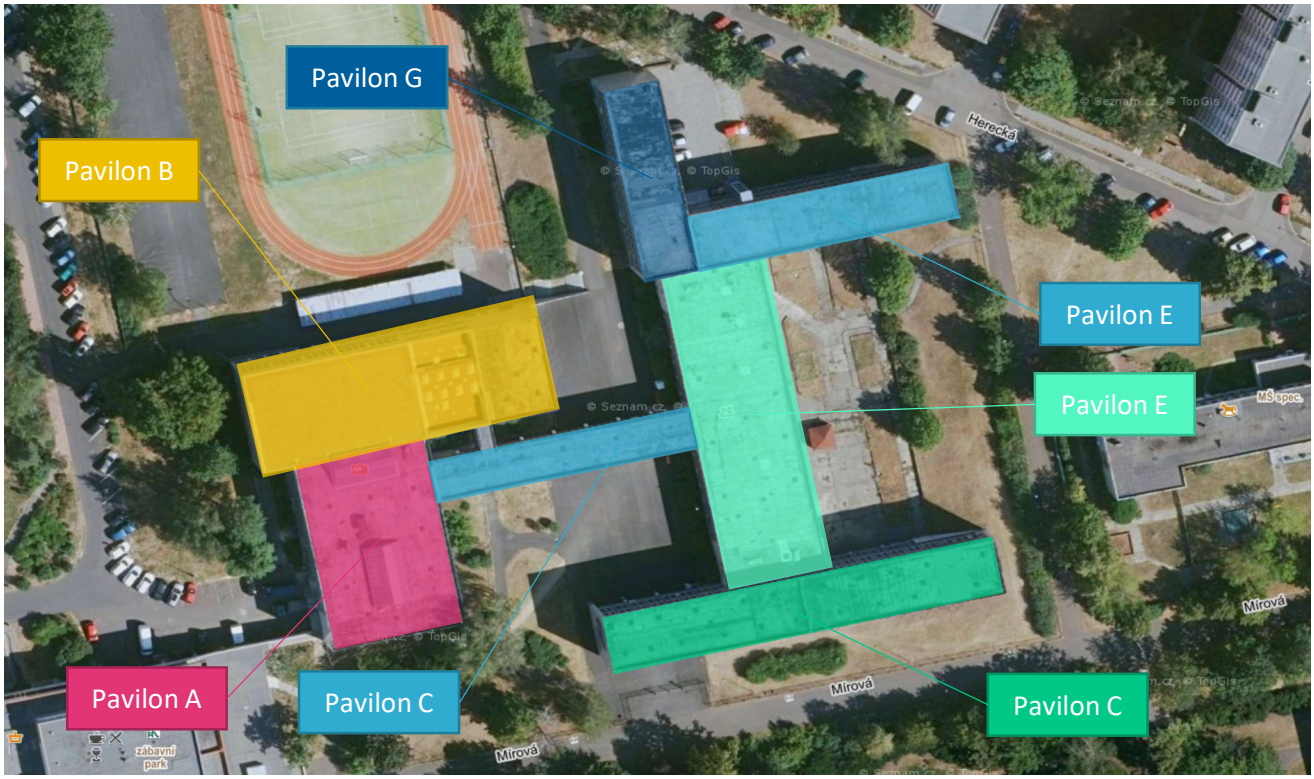
Škola vytváří podmínky pro vzdělávání žáků s pohybovým postižením. Pro jejich snazší pohyb po škole je vybudován výtah. Vyučování probíhá podle vlastního školního vzdělávacího programu pro základní vzdělávání „ZŠ Mírová“, se zaměření na tělesnou výchovu (vždy jedna třída v ročníku „C“).

Předběžné posouzení je zaměřeno na posouzení možnosti zateplení objektu, rekonstrukci osvětlení, výměnu vzduchotechniky, instalaci decentrálních VZT jednotek do tříd, instalaci FVE a osazení TRV + IRC regulace s návazností na možnost čerpání dotačních prostředků z programu OPŽP v rámci dotačního programu Úspory energie.

4.3 Situační schéma areálu

Na následujícím obrázku je označen řešený objekt.

Obrázek 4.3.1: Letecký pohled na objekt



Obrázek 4.3.2: Pohled na základní školu

4.4 Popis předmětu APÚ

Základní škola Mírová

Základní škola Mírová má členitý půdorys. Skládá se celkem ze sedmi stavebních celků, a to pavilonů A až G. Pavilony A a B se nachází na západní straně objektu, na východní straně se nachází pavilony D, E, F a G. Západní a východní pavilony jsou spojeny pavilonem C. Všechny pavilony mají celkem tři nadzemní podlaží, pouze pavilon C má dvě nadzemní podlaží. Všechny části jsou zastřešeny plochou střechou. V pavilonu A se nachází školní kuchyně s jídelnou. Pavilon B slouží jako tělocvičny. V ostatních pavilonech se nachází učebny a kabinety.

Z energetického hlediska je objekt rozdělen celkem na 4 zóny, a to škola, jídelna, tělocvična a zázemí. Uvažovaná teplota vytápění všech zón je 20 °C.

Podlaha přilehlá k zemině (P1) je tvořena betonovou mazaninou a podkladním betonem. Podlaha nad venkovním prostorem (P2) je tvořena železobetonovou stropní deskou a roznášecí vrstvou z podkladního betonu. V žádné skladbě podlahové konstrukce se nenachází tepelná izolace.

Původní plochá střecha (S1) je tvořena železobetonovými stropními panely, heraklitovou podkládkou, škvárovým podsypem a plynosilikátovými panely. Střecha pavilonu B (S2) je tvořena ocelovou nosnou konstrukcí, křemelinovými desky, rohožemi ze skelné vaty (λ = 0,040 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$) o tloušťce 50 mm a tepelnou izolací EPS (λ = 0,038 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$) o tloušťce 140 mm. Střecha pavilonu F a G (S3) je tvořena stejnými vrstvami, jako původní plochá střecha a minerální vlnou (λ = 0,038 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$) o tloušťce 200 mm.

Stěna k venkovnímu prostoru (Z1) a stěna přilehlá k zemině (Z3) jsou tvořeny železobetonovými panely tloušťky 300 mm. V konstrukci se nenachází tepelná izolace. Stěna (Z2) je tvořena boletickými panely.

Výplně otvorů v obvodové stěně jsou tvořeny dřevěnými okny se zdvojenými skly (O1) se součinitelem prostupu tepla U_w = 3,20 $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ a plastovými okny s izolačním dvojsklem (O2) se součinitelem prostupu tepla U_w = 1,50 $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$. Dveřní otvory jsou tvořeny plastovými dveřmi s izolačním dvojsklem (D1) se součinitelem prostupu tepla U_d = 1,50 $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ a hliníkovými dveřmi s jednosklem (D2) se součinitelem prostupu tepla U_d = 3,80 $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$. Ve střešní konstrukci se nachází ocelové světlíky s jednosklem (SV1) se součinitelem prostupu tepla U_{sv} = 3,45 $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ a polykarbonátovými světlíky (SV2) se součinitelem prostupu tepla U_{sv} = 2,10 $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$.

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

Charakteristika budovy						
Obestavěný prostor vytápěné zóny budovy V (m^3)						50929,33
Celková plocha ochlazovaných k-cí ohraničujících obestavěný prostor vytápěné zóny budovy A (m^2)						17606,04
Celková energeticky vztažná plocha budovy (m^2)						12400,19
Geometrická charakteristika budovy (objemový faktor) A/V (m^{-1})						0,35
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	4573,73	1,37	0,45	0,12	735
P2	Strop nad venk. prostorem	482,49	1,11	0,60	0,49	263
S1	Původní plochá střecha	3233,85	0,59	0,24	1,00	1 915
S2	Střecha pavilonu B	787,56	0,21	0,24	1,00	167
S3	Střecha pavilonu F a G	878,08	0,15	0,24	1,00	136
Konstrukce vertikální						
Z1	Stěna k venkovnímu prostoru	2599,68	2,50	0,30	1,00	6 487
Z2	Boletické panely	2068,84	0,77	0,30	1,00	1 589
Z3	Stěna přilehlá k zemině	436,18	2,77	0,45	0,31	380
Výplně otvorů						
O1	Dřevěná okna se zdvojenými skly	1949,25	3,20	1,50	1,00	6 238
O2	Plastová okna s izol. dvojsklem	338,40	1,50	1,50	1,00	508
D1	Plastové dveře s izol. dvojsklem	62,96	1,50	1,70	1,00	94
D2	Hliníkové dveře s jednosklem	38,31	3,80	1,70	1,00	146
SV1	Ocelové světlíky s jednosklem	142,73	3,45	1,40	1,00	492
SV2	Polykarbonátové světlíky	14,00	2,10	1,40	1,00	29
Celkem		**17 606,04**				**19 178**
Tepelné vazby (0,1 * A)						1 761
Celková měrná tepelná ztráta konstrukcí ($W.K^{-1}$)						**20 938**
Měrná tepelná ztráta větráním ($W.K^{-1}$)						**13 447**
Celková tepelná ztráta objektu (kW)						**1 100,32**

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.

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

Základní škola je vytápěna pomocí CZT. Předávací stanice je umístěna mimo areál základní školy. Objekt je napojen pomocí dvou teplovodních přípojek. V objektu se nachází dvě strojovny. První strojovna se nachází v přízemí pavilonu B, která slouží pro vytápění pavilonů A, B a C. Otopná soustava je rozdělena do čtyřech topných větví – a to větev pro pavilon A, pavilon B, bytovou jednotku a VZT jednotky. Druhá strojovna se nachází v přízemí pavilonu G a vytápí pavilony D, E, F a G. Je rozdělena do dvou větví, pro pavilony D a E a pro pavilony F a G.

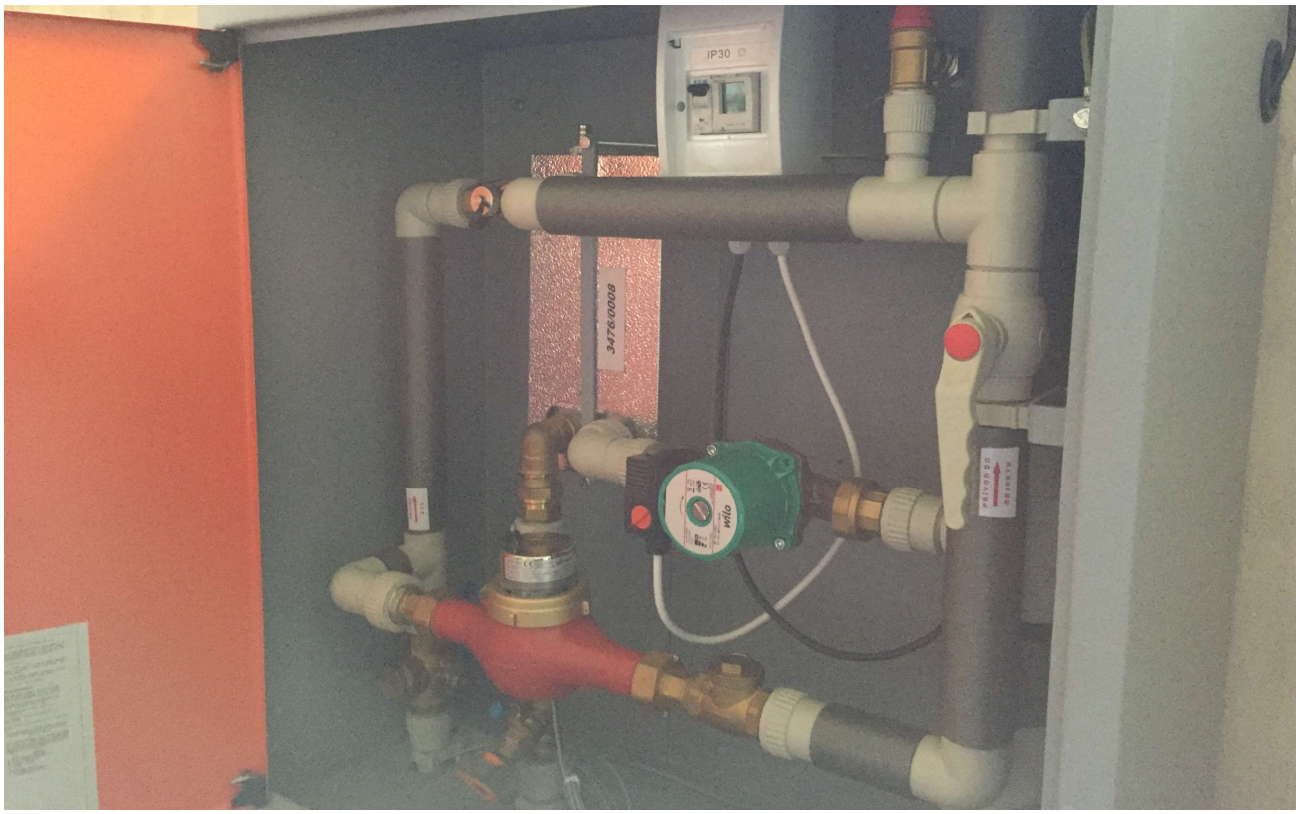
Otopná soustava v základní škole je teplovodní s nuceným oběhem vody a uvažovaným teplotním spádem 90/70 °C. Otopné plochy jsou tvořeny litinovými článkovými tělesy. V tělocvičně jsou některé otopné plochy tvořeny registry z žebrových trubek. Ve spojovacím koridoru se nachází desková tělesa.

Obrázek č. 4.5.1: Rozdělovač/sběrač

Ohřev teplé vody (TV)

Ohřev vody je zajištěn pomocí CZT. Nepřímotopný zásobník se nachází v kotelně, která je umístěna mimo areál základní školy. Teplá voda je rozdělena od hlavního rozvaděče do dvou větví. Každá větev je napojena na patní měřič teplé vody, který zároveň zajišťuje cirkulaci teplé vody pouze pro danou část objektu. Rozvody teplé vody jsou převážně původní z ocelových pozinkovaných trubek.

Obrázek č. 4.5.2: Patní měřič teplé vody



Vzduchotechnika (VZT)

V objektu se nachází celkem pět vzduchotechnických jednotek. Pro výměnu vzduchu v malé tělocvičně slouží jednotka Janka SKJ 40. Pro větrání velké tělocvičny slouží jednotka Janka SKJ 50. V malé kuchyni slouží pro výměnu vzduchu jednotka Janka SKJ 40 a v kuchyni Janka SKJ 50. V jídelně zajišťuje výměnu vzduchu jednotka Janka SKJ 50. Elektrický příkon jednotky Janka SKJ 40 je 3,0 kW a jednotky Janka SKJ 50 je 4,0 kW. Zařízení nemají funkční systém MaR, jsou ovládány ručně z prostoru kuchyně a tělocvičny. Všechny jednotky nemají rekuperaci odpadního tepla a jsou ve velmi špatném technickém stavu, to je způsobeno zejména tím, že jednotky byly vyrobeny v roce 1975. V prádelně je nově nainstalovaná jednotka SystemAir o příkonu 1,3 kW. Jednotka má rovněž funkci odvlhčování.

Tabulka č. 4.5.1: Výpis vzduchotechnických jednotek

Název	Provozní využití ($h.den^{-1}$)	Příkon (kW)	Počet kusů (ks)	Celkový příkon (kW)	Zajišťuje úpravu vzduchu v
Janka SKJ 40	4	3,00	2	6,00	Malé tělocvičně a malé kuchyni
Janka SKJ 50	4	4,00	3	12,00	Velké tělocvičně, kuchyni a jídelně
Jednotka SystemAir	4	1,30	1	1,30	Prádelně
Celkem				**19,30**	

Obrázek č. 4.5.3: VZT jednotka Janka SKJ 40

Chlazení (C)

V objektu se nachází celkem 4 klimatizační jednotky. Jednotka Sinclair s elektrickým příkonem 1,1 kW a chladicím výkonem 2,7 kW slouží pro chlazení sborovny. Jednotka FairLand s elektrickým příkonem 1,2 kW a chladicím výkonem 3,2 kW slouží pro chlazení kabinetu ředitele. V počítačové učebně zajišťují chlazení dvě jednotky Sinclair o elektrickém příkonu 0,9 kW a chladicím výkonu 2,8 kW. Ke všem venkovním jednotkám jsou připojeny vnitřní nástěnné jednotky.

Tabulka č. 4.5.2: Výpis chladicích jednotek

Zdroj chladu	Elektrický příkon (kW)	Chladicí výkon (kW)	Počet kusů (ks)	Celkový výkon (kW)	EER	Zajišťuje chlazení pro:
Klimatizace Sinclair	1,10	2,70	1	2,70	2,5	Sborovnu
Klimatizace FairLand	1,20	3,20	1	3,20	2,7	Kabinet ředitele
Klimatizace Sinclair 2	0,90	2,80	2	5,60	3,1	Počítačovou učebnu
Celkem				**11,50**		

Osvětlení (OSV)

Osvětlení v objektu zajišťují zejména zářivková svítidla o příkonech 1x18 W, 1x36 W, 2x18 W, 2x36 W, 2x40 W, 2x58 W, 3x40 W, 4x18 W, 4x20 W a 4x40 W. Dále se zde nacházejí žárovková svítidla o příkonech 50 W, 60 W a 100 W a výbojková svítidla o příkonech 250 W. Venkovní osvětlení je zajištěno pomocí výbojkových svítidel o příkonu 250 W, halogenových svítidel o příkonech 150 W a 500 W a žárovkových svítidel o příkonu 60 W.

Uvažovaná doba svícení v učebnách a tělocvičně je 6 hodin denně. V kabinetech, na chodbě a v šatnách je uvažovaná doba svícení 3 hodin denně. Na sociálním zázemí, technickém zázemí a ve skladech uvažujeme s denní dobou svícení 2 hodiny. Venkovní osvětlení má uvažovanou dobu svícení 8 hodin denně.

Celkový příkon instalovaného osvětlení je 145,20 kW.

Tabulka č. 4.5.3: Výpis osvětlení

Stávající osvětlení	V objektu č.	Doba svícení (hod/den)	Příkon (W)	Počet kusů (ks)	Celkový příkon (kW)	Osvětluje
Žárovkové 60W	1	6	60	243	14,58	Učebny
Žárovkové 100W	1	6	100	2	0,20	Učebny
Zářivkové 2x36W	1	6	86	163	14,08	Učebny
Zářivkové 2x40W	1	6	96	355	34,08	Učebny
Zářivkové 2x40W	1	3	96	214	20,54	Kabinety
Zářivkové 1x36W	1	3	43	17	0,73	Kabinety
Žárovkové 50W	1	2	50	4	0,20	Soc. zázemí
Zářivkové 4x18W	1	2	86	1	0,09	Soc. zázemí
Zářivkové 2x18W	1	2	43	1	0,04	Soc. zázemí
Zářivkové 1x18W	1	2	22	1	0,02	Soc. zázemí
Zářivkové 4x40W	1	6	192	82	15,74	Učebny
Zářivkové 2x58W	1	6	139	10	1,39	Učebny
Zářivkové 3x40W	1	3	144	2	0,29	Kabinety
Výbojkové 50W	1	6	68	50	3,38	Tělocvičnu
Zářivkové 2x40W	1	3	96	195	18,72	Chodby
Žárovkové 60W	1	3	60	18	1,08	Chodby
Zářivkové 4x20W	1	3	96	21	2,02	Chodby
Zářivkové 2x40W	1	3	96	57	5,47	Šatny
Zářivkové 2x58W	1	2	139	10	1,39	Soc. zázemí
Zářivkové 2x40W	1	2	96	32	3,07	Sklady
Žárovkové 60W	1	2	60	14	0,84	Tech. zázemí
Žárovkové 100W	1	2	100	3	0,30	Tech. zázemí
Zářivkové 2x40W	1	2	96	32	3,07	Tech. zázemí
Výbojkové 250W	1	8	338	8	2,70	Venkovní
Halogenové 150W	1	8	150	2	0,30	Venkovní
Halogenové 500W	1	8	500	1	0,50	Venkovní
Žárovkové 60W	1	8	60	6	0,36	Venkovní
Celkem objekt č.1 (kW)					141,34	kW
Celkem venkovní osvětlení (kW)					3,86	kW
Celkem zářivková svítidla					**120,76**	**kW**
Celkem výbojková svítidla					**6,08**	**kW**
Celkem žárovková svítidla					**17,56**	**kW**
Celkem halogenová svítidla					**0,80**	**kW**
Celkem					**145,20**	**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, denních provozních hodinách a způsobu regulace.

V objektu se nachází významné spotřebiče zejména v kuchyni, kde se nachází plynové sporáky, konvektomaty, vařiče, myčky a další spotřebiče typické pro kuchyň. Dále se v objektu nacházejí drobné kancelářské spotřebiče, jako jsou PC, tiskárny, projektory a další.

Celkový uvažovaný instalovaný příkon spotřebičů v objektu je 196,10 kW.

Tabulka č. 4.5.4: Výpis významných spotřebičů energie

Název	Příkon (kW)	Počet (ks)	Celkový příkon (kW)	Ener.	Provozní využití (hod.den^{-1})	Umístění/zóna
Kuchyňské vybavení	115,30	1	115,30	EE	5	Kuchyně
Plynové spotřebiče	35,80	1	35,80	ZP	5	Kuchyně
Kancelářské vybavení	45,00	1	45,00	EE	8	Školní prostory
Celkem		**3**	**196,10**			

Zjištění:
Instalované spotřebiče zaujímají 4 % z celkové spotřeby řešeného objektu, pro snížení odběru elektrické energie ze sítě je navrženo opatření - fotovoltaická elektrárna.

Závěr:

V řešeném objektu jsou využívány tři energonositele, a to elektrická energie, zemní plyn a teplo z CZT. Teplo z CZT je využíváno na vytápění a ohřev TV. Zemní plyn je využíván pro provoz kuchyňských spotřebičů. Elektrická energie je využívána pro osvětlení, chlazení, provoz vzduchotechniky a provoz technologií.

Z důvodu nevyhovujících tepelně technických vazeb některých konstrukcí je doporučeno zateplení těchto konstrukcí. Tím dojde k úspoře spotřeby energie na vytápění.

Pro snížení spotřeby elektrické energie je v rámci opatření navržena výměna zářivkových, žárovkových, výbojkových a halogenových svítidel za svítidla využívající LED technologii.

Pro snížení spotřeby elektrické energie doporučujeme instalaci fotovoltaické elektrárny pro vlastní spotřebu základní školy.

Pro snížení spotřeby tepla CZT na vytápění doporučujeme výměnu stávajících VZT jednotek za nové jednotky s rekuperací odpadního tepla a instalaci VZT jednotek s rekuperací odpadního tepla do jednotlivých tříd pro zvýšení pobytové pohody.

Je doporučeno osazení TRV + IRC regulace na otopné plochy. Opatření zajistí úsporu energie na vytápění.

V rámci opatření je doporučeno zavedení energetického managementu. Energetický management zajišťuje snížení provozních nákladů včasným upozorněním na nežádoucí nadměrnou spotřebu energie.

5 BILANČNÍ VÝPOČTY

5.1 Spotřeba elektrické energie

Zadavatelem byly dodány spotřeby elektrické energie za roky 2017, 2018 a 2019 v měsíčních hodnotách formou faktur. Pro stanovení skladby ceny byla dodána vzorová faktura z června roku 2020. Jednotková cena byla stanovena na základě nákladů a spotřeb za rok 2019, která byla navýšena o nárůst ceny za jednotku silové energie a distribuce, a to 4461 Kč/MWh.

Dodavatelem elektrické energie je Centropol Energy, a.s., skrze jedno odběrné místo napojené na distribuční soustavu NN, prostřednictvím rozvaděče s hlavním jističem o proudové hodnotě 3x300 A.

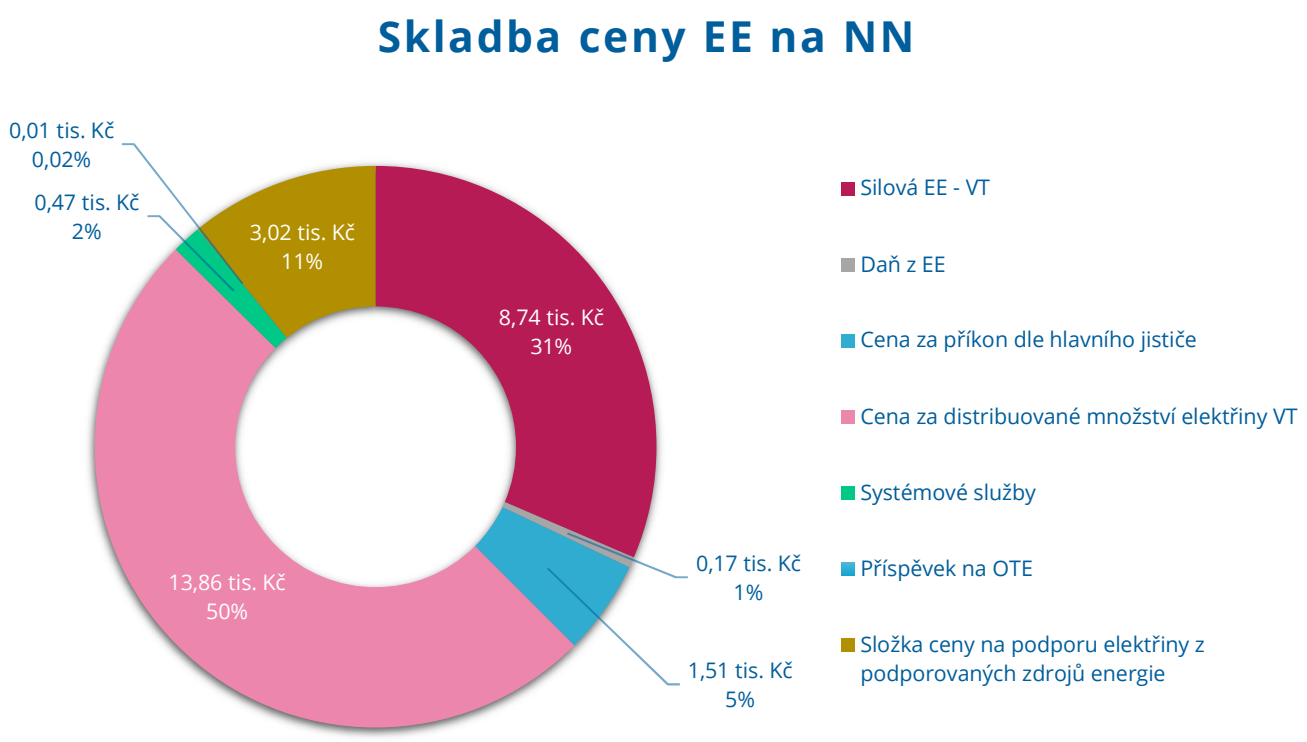
Specifikace odběrného a předávacího místa (OPM):

Dodavatel:	Centropol Energy, a.s.
Adresa dodavatele:	Vaníčkova 1584/1, 400 01 Ústí nad Labem
Adresa odběrného místa:	Mírová 2734/4, 400 11 Ústí nad Labem
EAN OPM:	859182400406462193
Velikost hlavního jističe:	3 × 300 A
Distribuční sazba:	C02d

Tabulka č. 5.1.1: Skladba ceny EE z NN pro červen 2020

Skladba ceny EE z NN pro červen 2020				
Silová elektřina				
Složka ceny	Jedn.	Jednotková cena (Kč/Jedn.)	Množství (Jedn.)	Celková cena (Kč)
Silová elektřina - VT	MWh	1 430,00	6,1	8 737
Daň z elektřiny	MWh	28,30	6,1	173
Distribuce				
Složka ceny	Jedn.	Jednotková cena (Kč/Jedn.)	Množství (Jedn.)	Celková cena (Kč)
Cena za příkon dle hlavního jističe	měs.	1 512,00	1,0	1 512
Cena za distribuované množství elektřiny VT	MWh	2 269,23	6,1	13 865
Systémové služby	MWh	77,12	6,1	471
Příspěvek na OTE	měs.	5,08	1,0	5
Složka ceny na podporu elektřiny z POZE	MWh	495,00	6,1	3 024
Celkem bez stálých platů - VT	**MWh**	**4 299,65**	**6,1**	**26 271**
Stálé platy	**měs.**	**1 517,08**	**1,0**	**1 517**
Celkem včetně stálých platů	**MWh**	**4 547,94**	**6,1**	**27 788**

Graf č. 5.1.1: Skladba ceny EE z NN pro červen 2020



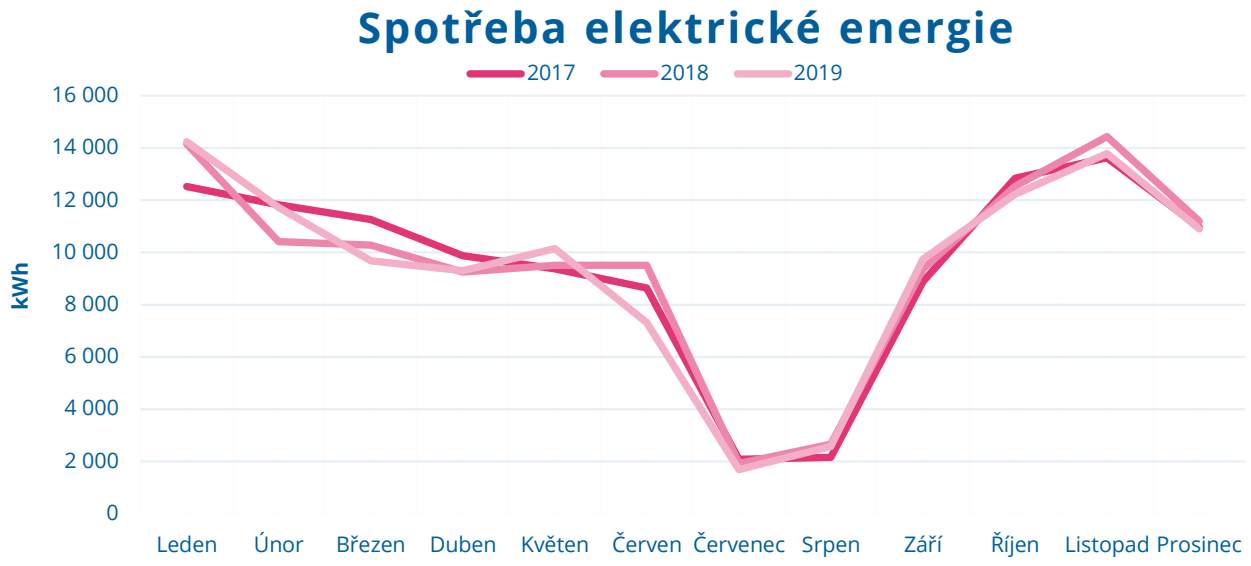
Na výše uvedeném grafu je popsáno rozdělení skladby ceny elektrické energie vycházející z faktury za měsíc červen roku 2020.

Z grafu je patrné, že největší podíl na skladbě ceny má cena za distribuované množství elektřiny ve vysokém tarifu.

Tabulka č. 5.1.2: Přehled spotřeb elektrické energie v kWh

Měsíc	2017			2018			2019		
	Spotřeba [kWh]	Náklady [Kč]	Kč/ kWh	Spotřeba [kWh]	Náklady [Kč]	Kč/ kWh	Spotřeba [kWh]	Náklady [Kč]	Kč/ kWh
Leden	12 521	44 865	3,58	14 148	54 809	3,87	14 236	56 381	3,96
Únor	11 822	42 435	3,59	10 403	40 674	3,91	11 724	46 693	3,98
Březen	11 252	40 454	3,60	10 276	40 194	3,91	9 668	38 763	4,01
Duben	9 874	35 665	3,61	9 239	36 280	3,93	9 299	37 340	4,02
Květen	9 372	33 920	3,62	9 503	37 277	3,92	10 140	40 583	4,00
Červen	8 628	31 334	3,63	9 507	37 292	3,92	7 308	29 660	4,06
Červenec	2 079	8 572	4,12	1 927	8 683	4,51	1 692	8 000	4,73
Srpen	2 152	8 826	4,10	2 651	11 415	4,31	2 566	11 371	4,43
Září	8 875	32 193	3,63	9 352	36 707	3,93	9 738	39 033	4,01
Říjen	12 830	45 939	3,58	12 533	48 713	3,89	12 223	48 617	3,98
Listopad	13 626	48 706	3,57	14 430	55 873	3,87	13 779	54 619	3,96
Prosinec	10 956	39 425	3,60	11 199	43 678	3,90	10 894	43 492	3,99
Celkem	113 987	412 333	3,62	115 168	451 595	3,92	113 267	454 552	4,01

Graf č. 5.1.2: Spotřeba elektrické energie



Zjištění:
Z grafu je patrné, že průběh spotřeb v jednotlivých letech je velmi podobný. Spotřeby v červenci a srpnu, kdy probíhají letní prázdniny, se pohybují kolem 2 MWh. Nejvyšších hodnot je dosaženo v lednu a listopadu. V prosinci jsou hodnoty nižší, neboť probíhají vánoční prázdniny. Průměrná jednotková cena se pozvolna zvyšuje, a kvůli tomu i náklady.

5.2 Spotřeba zemního plynu

Zadavatelem byly dodány spotřeby zemního plynu za roky 2017, 2018 a 2019 formou faktur v ročních hodnotách. Jednotková cena byla stanovena na základě nákladů a spotřeb za rok 2019, a to 1233 Kč/MWh.

Dodavatelem zemního plynu je innogy Energie, s.r.o.

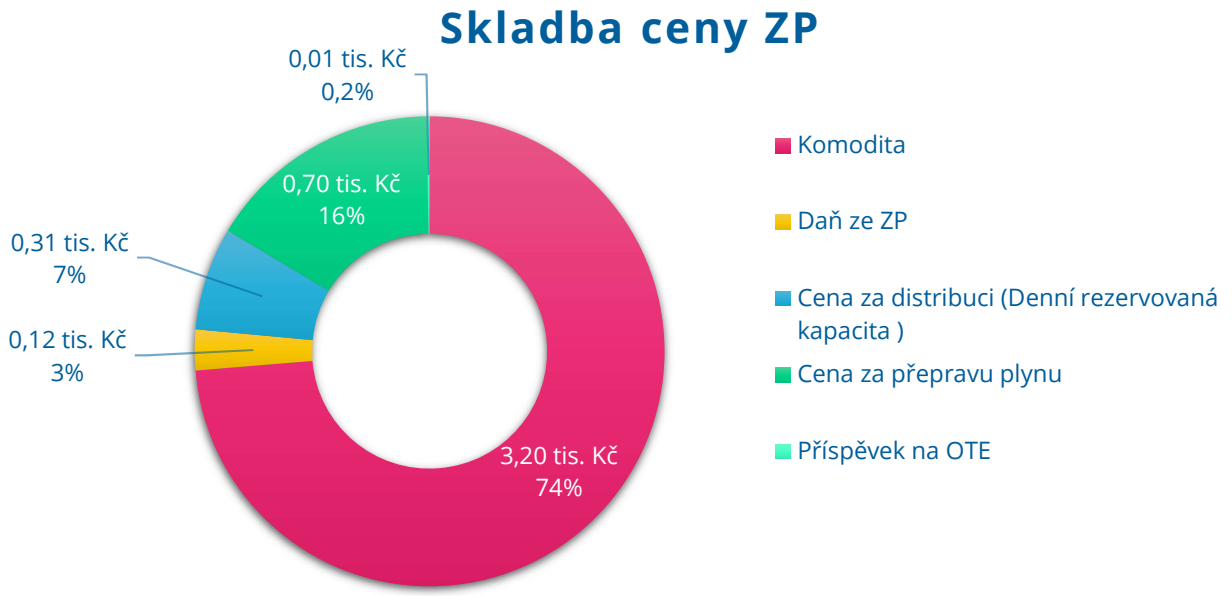
<u>Specifikace odběrného a předávacího místa (OM):</u>

Dodavatel:	innogy Energie, s.r.o.
Adresa dodavatele:	Limuzská 3135/12, 108 00 Praha
Adresa odběrného místa:	Mírová 2734/4, 400 11 Ústí nad Labem
EIC OM:	27ZG400Z03114400

Tabulka č. 5.2.1: Skladba ceny ZP pro prosinec 2019

Skladba ceny ZP pro prosinec 2019				
Komodita				
Položka	Jedn.	Jednotková cena (Kč/Jedn.)	Množství (Jedn.)	Celková cena (Kč/Jedn.)
Komodita	MWh	804,00	4,0	3 196
Daň ze ZP	MWh	30,60	4,0	122
Distribuce				
Položka	Jedn.	Jednotková cena (Kč/Jedn.)	Množství (Jedn.)	Celková cena (Kč/Jedn.)
Cena za distribuci (Denní rezervovaná kapacita)	měs.	307,46	1,0	307
Cena za přepravu plynu	MWh	176,95	4,0	703
Příspěvek na OTE	MWh	2,05	4,0	8
Celkem (bez stálých platů)	**MWh**	**1 013,60**	**4,0**	**4 029**
Celkem stálé platy	**měs.**	**307,46**	**1,0**	**307**
Celkem včetně stálých platů	**MWh**	**1 090,95**	**4,0**	**4 337**

Graf č. 5.2.1: Skladba ceny ZP pro prosinec 2019



Na výše uvedeném grafu je popsáno rozdělení skladby ceny zemního plynu vycházející z faktury za měsíc prosinec roku 2019.

Z grafu je patrné, že největší podíl na skladbě ceny má komodita.

Tabulka č. 5.2.2: Přehled spotřeb zemního plynu v kWh

Rok	2017			2018			2019		
	Spotřeba [kWh]	Náklady [Kč]	Kč/ kWh	Spotřeba [kWh]	Náklady [Kč]	Kč/ kWh	Spotřeba [kWh]	Náklady [Kč]	Kč/ kWh
Celkem	34 522	46 977	1,36	46 376	44 905	0,97	37 239	45 898	1,23

Pozn.: Hodnoty v tabulce č. 5.2.2. jsou přepočítány ze spalného tepla uvedeného na dodaných fakturách.

Zjištění:

Spotřeba zemního plynu v roce 2018 byla výrazně vyšší, než v letech 2017 a 2019. Jednotková cena byla nejvyšší v roce 2017, naopak v roce 2018 byla nejnižší. Náklady za zemní plyn byly ve všech letech podobné, což bylo způsobeno výraznými rozdíly v jednotkových cenách.

5.3 Spotřeba tepla z CZT

Zadavatelem byly dodány spotřeby tepla z CZT formou ročního vyúčtování za roky 2017, 2018 a 2019.

Dodavatelem tepelné energie je Tepelné hospodářství města Ústí nad Labem s.r.o.

Specifikace odběrného a předávacího místa (OM):

Dodavatel:	Tepelné hospodářství města Ústí nad Labem s.r.o.
Adresa dodavatele:	Malátova 2437/11, 400 11 Ústí nad Labem
Adresa odběrného místa:	Mírová 2734/4, 400 11 Ústí nad Labem

Tabulka č. 5.3.1: Přehled spotřeb tepla z CZT v GJ

Rok	2017			2018			2019		
	Spotřeba [GJ]	Náklady [Kč]	Kč/ GJ	Spotřeba [GJ]	Náklady [Kč]	Kč/ GJ	Spotřeba [GJ]	Náklady [Kč]	Kč/ GJ
Celkem	4 197	2 021 051	482	4 008	1 929 417	481	3 898	1 969 647	505

Pozn.: Hodnoty v tabulce č. 5.3.1. jsou uvedeny z výhřevnosti energonositele.

Zjištění:

Spotřeba tepla z CZT v průběhu jednotlivých let mírně klesá. Náklady byly nejnižší v roce 2018. Jednotková cena v roce 2017 a 2018 byla téměř stejná, v roce 2019 mírně vzrostla.

Shrnutí spotřeby a ceny energií v období 2017 - 2019

Tabulka č. 5.3.2: Spotřeba a ceny energií v období 2017 - 2019

Energonositel		2017	2018	2019	Průměr
Elektřina	Spotřeba [MWh]	113,99	115,17	113,27	114,14
	Spotřeba [GJ]	410,35	414,60	407,76	410,91
	Náklady [Kč]	412 333	451 595	454 552	439 493
Zemní plyn	Spotřeba [MWh]	34,52	46,38	37,24	39,38
	Spotřeba [GJ]	124,28	166,95	134,06	141,76
	Náklady [Kč]	46 977	44 905	45 898	45 927
Teplo z CZT	Spotřeba [MWh]	1 165,78	1 113,38	1 082,71	1 120,62
	Spotřeba [GJ]	4 196,80	4 008,18	3 897,77	4 034,25
	Náklady [Kč]	2 021 051	1 929 417	1 969 647	1 973 372
Celkem	Spotřeba [MWh]	1 314,29	1 274,93	1 233,22	1 274,14
	Spotřeba [GJ]	4 731,43	4 589,73	4 439,59	4 586,92
	Náklady [Kč]	2 480 361	2 425 917	2 470 097	2 458 792

5.4. 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. 5.4.1: Klimatické podmínky

Parametry prostředí			
Lokalita	Ústí nad Labem		
Klimatologická stanice ČHMÚ	Liberec		
Klimatická oblast	I.		
Nadmořská výška	-	145	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}	2,50	°C
Počet dnů otopného období	d	200	dní
Počet denostupňů	$D° = d.(t_{is}-t_{es})$	3 500	D°

Přepočet spotřeby energie na vytápění na dlouhodobý klimatický průměr

Tabulka č. 5.4.2: Přepočet spotřeby energie na vytápění na dlouhodobý klimatický průměr

Hodnocené období	Rok 2017	Rok 2018	Rok 2019	Průměr / DDP 30
Roční spotřeba energie pro vytápění vycházející z účetních dokladů (GJ/rok)	3 856	3 682	3 581	3 706
Počet denostupňů °D pro průměrnou vnitřní teplotu	4 291	3 345	3 728	3 500
Podíl denostupňů k dlouhodobému klimatickému normálu	123%	96%	107%	108%
Roční spotřeba energie pro vytápění přepočtená na dlouhodobý klimatický průměr (GJ/rok)	3 145	3 853	3 362	3 424

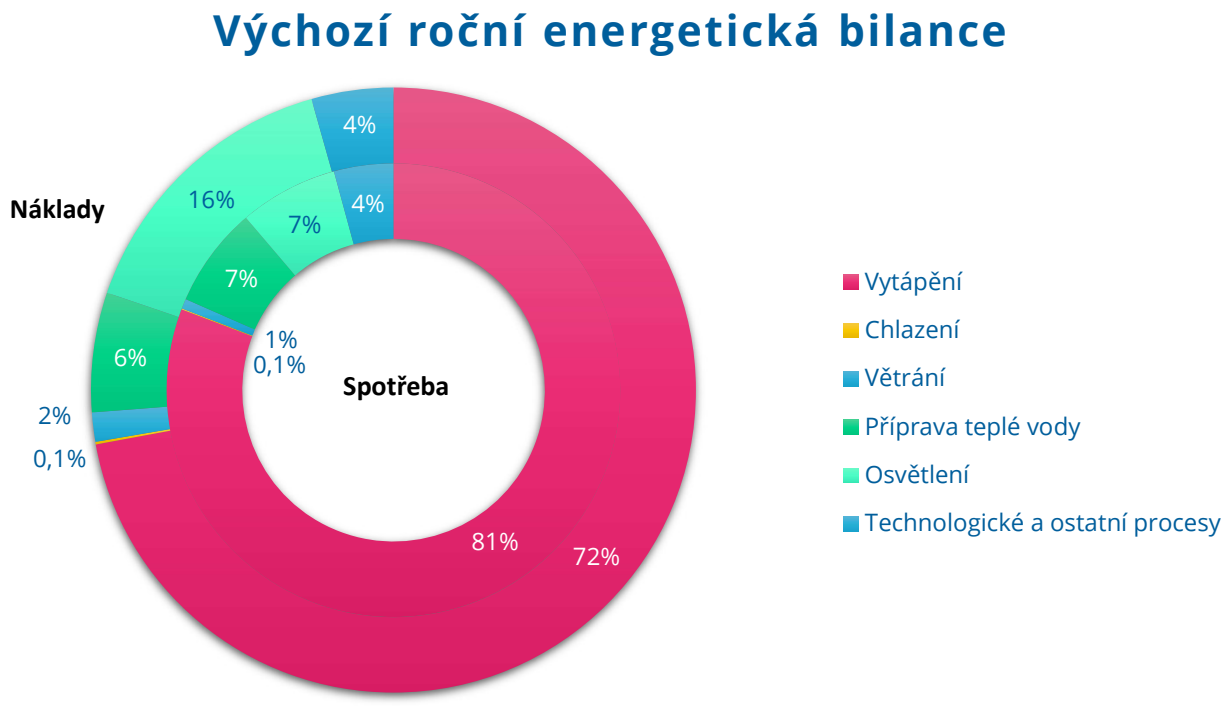
Energetická bilance stávajícího stavu

Odpovídá energetické bilanci průměrné spotřeby energie za hodnocené období přepočtené na průměrné klimatické podmínky. Energetická bilance stávajícího stavu je zároveň výchozí bilancí.

Tabulka č. 5.4.3: Energetická bilance stávajícího stavu

Energetická bilance stávajícího stavu				
ř.	Ukazatel	Energie		Náklady
		(GJ)	(MWh)	(tis. Kč)
1	Vstupy paliv a energie	4305,12	1195,87	2 454
2	Změna zásob paliv	0,00	0,00	0
3	Spotřeba paliv a energie	4305,12	1195,87	2 454
4	Prodej energie cizím	0,00	0,00	0
5	**Konečná spotřeba paliv a energie v objektu**	**4 305,12**	**1195,87**	**2 454**
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	933,79	259,39	511
7	Spotřeba energie na vytápění	3424,49	951,25	1 730
8	Spotřeba energie na chlazení	2,74	0,76	3
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody	327,96	91,10	166
10	Spotřeba energie na větrání	32,84	9,12	41
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0,00	0,00	0
12	Spotřeba energie na osvětlení	322,87	89,69	400
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	194,22	53,95	114

Graf č. 5.4.1: Energetická bilance stávajícího stavu



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 příslušných variantách 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 4,461 Kč/kWh, za zemní plyn 1,233 Kč/kWh a za teplo z CZT 1,819 Kč/kWh. Jednotkové ceny byly stanoveny na základě spotřeb a nákladů za rok 2019.

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.

$$\mathbf{NPV = \sum_{t=1}^{T_ž} CF_t \cdot (1 + r)^{-t} - IN} \qquad \textbf{(tis. Kč/r)}$$

$T_ž$ 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.

$$\mathbf{\sum_{t=1}^{T_ž} CF_t \cdot (1 + IRR)^{-t} - IN = 0} \qquad \textbf{(\%)}$$

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.

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

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.

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

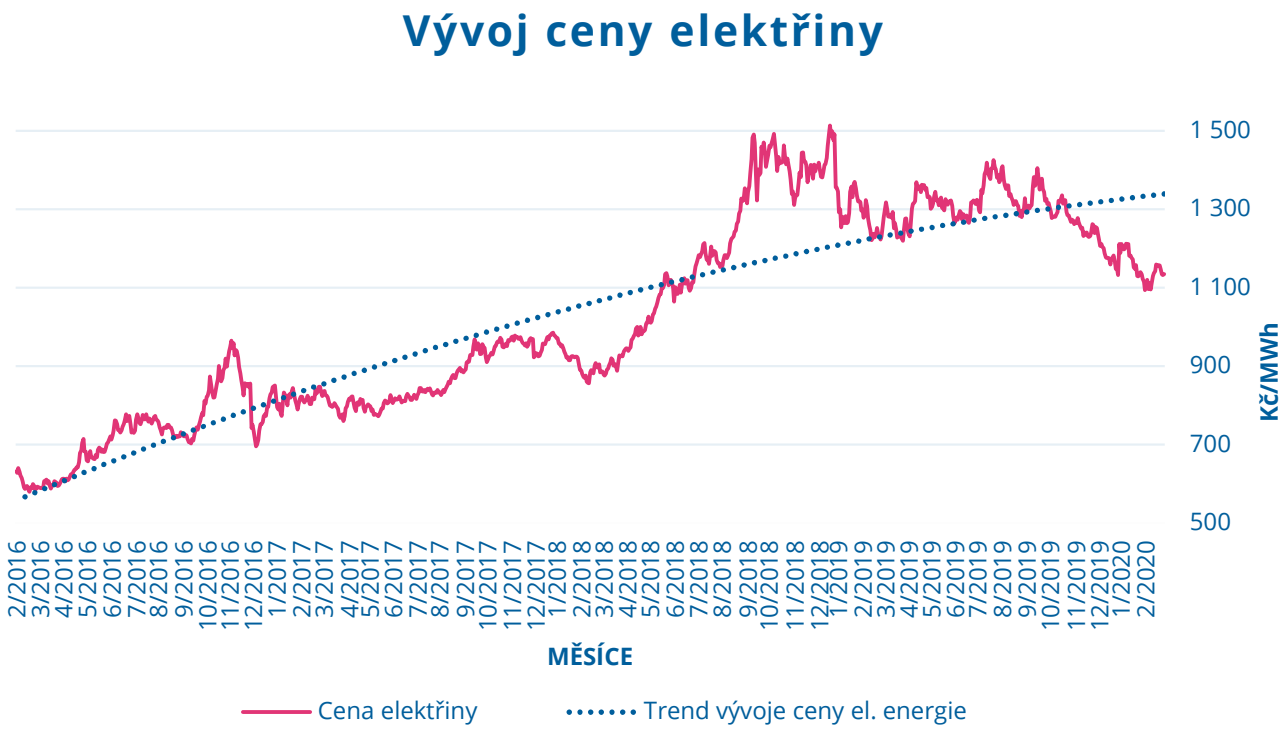
Vývoj cen energií

Vývoj ceny elektřiny za poslední tři roky

Níže uvedený graf zobrazuje vývoj ceny silové elektřiny na Pražské energetické burze. Jak je patrné, od začátku roku 2016 až po přelom let 2018 a 2019 cena kontinuelně rostla z cca 650 Kč/MWh až na cca 1500 Kč/MWh. Cena se následně ustálila a až na konci sledovaného období je možné pozorovat mírnější pokles na přibližně 1150 Kč/MWh.

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 hojné 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



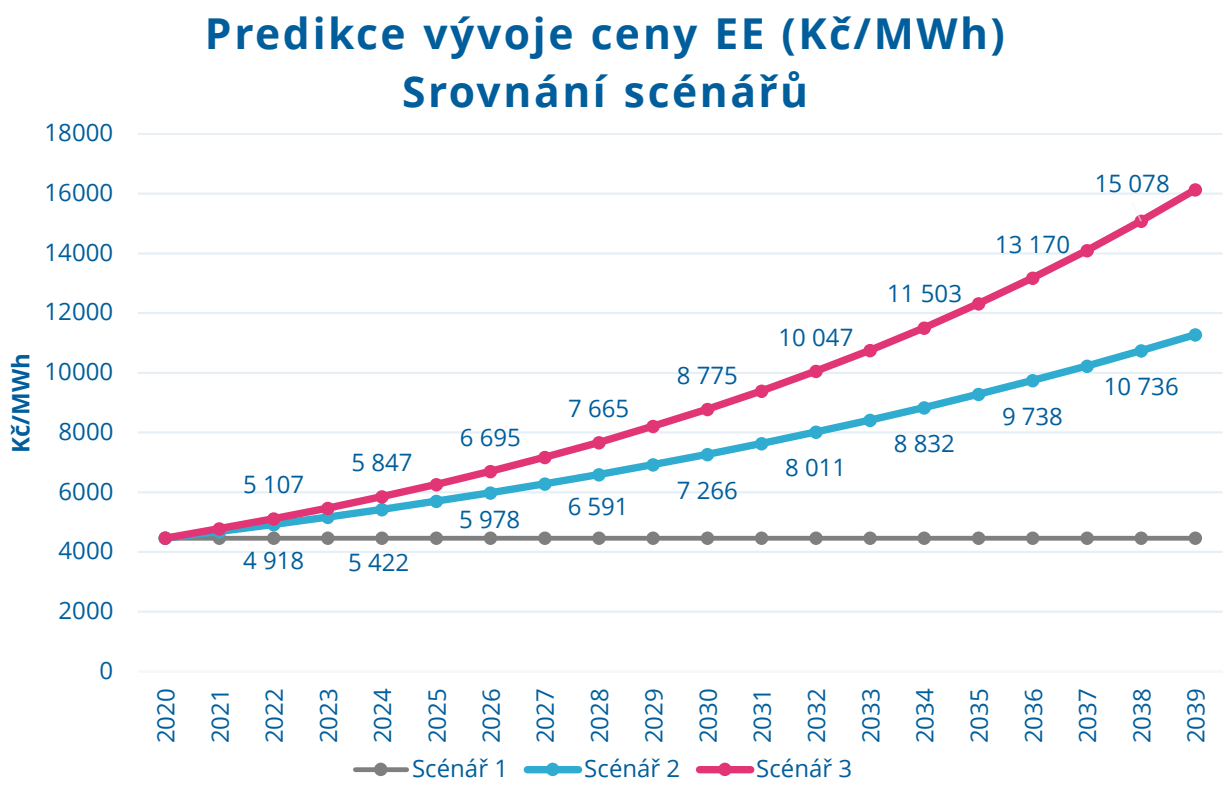
Scénáře předpokládaného vývoje cen EE

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 uvážením 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.	2020	0%	4 461	0%	4 461	0%	4 461
2.	2021			5%	4 684	7%	4 773
3.	2022			5%	4 918	7%	5 107
4.	2023			5%	5 164	7%	5 465
5.	2024			5%	5 422	7%	5 847
6.	2025			5%	5 693	7%	6 257
7.	2026			5%	5 978	7%	6 695
8.	2027			5%	6 277	7%	7 163
9.	2028			5%	6 591	7%	7 665
10.	2029			5%	6 920	7%	8 201
11.	2030			5%	7 266	7%	8 775
12.	2031			5%	7 630	7%	9 390
13.	2032			5%	8 011	7%	10 047
14.	2033			5%	8 412	7%	10 750
15.	2034			5%	8 832	7%	11 503
16.	2035			5%	9 274	7%	12 308
17.	2036			5%	9 738	7%	13 170
18.	2037			5%	10 225	7%	14 091
19.	2038			5%	10 736	7%	15 078
20.	2039			5%	11 273	7%	16 133

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

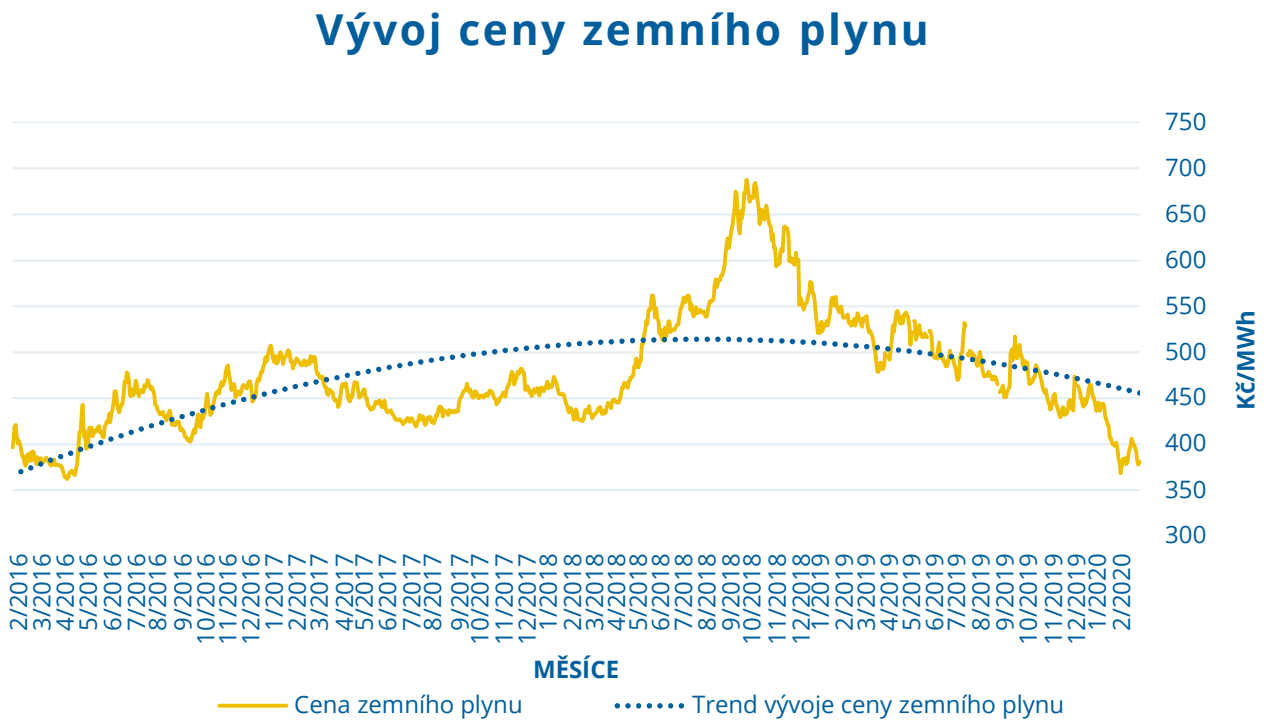


Vývoj ceny zemního plynu za poslední tři roky

Níže uvedený graf zobrazuje vývoj ceny zemního plynu na Pražské energetické burze. Z grafu je patrné, že od začátku roku 2016 cena zemního plynu stabilně rostla až do svého maxima přibližně 680 Kč/MWh v říjnu roku 2019. Od tohoto období lze pozorovat stabilní pokles až na současnou hodnotu cca 400 Kč/MWh.

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



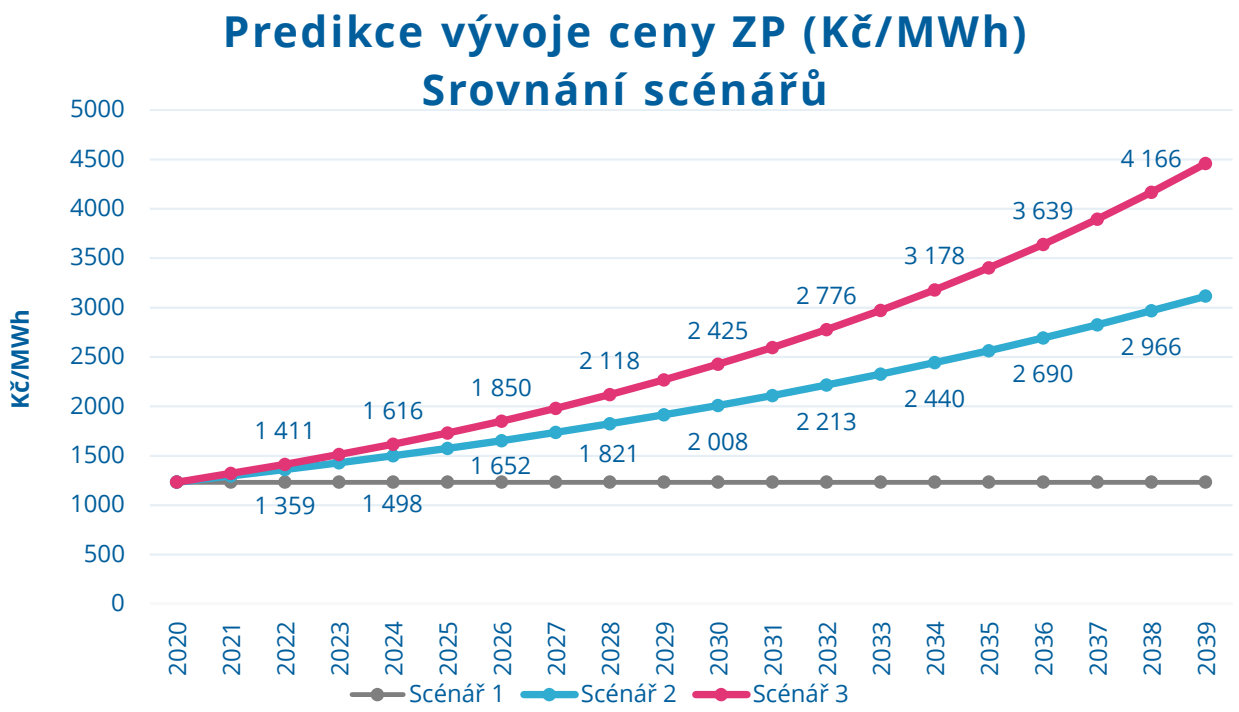
Scénáře předpokládaného vývoje cen ZP

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 uvážením 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.	2020	0%	1 233	0%	1 233	0%	1 233
2.	2021			5%	1 294	7%	1 319
3.	2022			5%	1 359	7%	1 411
4.	2023			5%	1 427	7%	1 510
5.	2024			5%	1 498	7%	1 616
6.	2025			5%	1 573	7%	1 729
7.	2026			5%	1 652	7%	1 850
8.	2027			5%	1 734	7%	1 979
9.	2028			5%	1 821	7%	2 118
10.	2029			5%	1 912	7%	2 266
11.	2030			5%	2 008	7%	2 425
12.	2031			5%	2 108	7%	2 594
13.	2032			5%	2 213	7%	2 776
14.	2033			5%	2 324	7%	2 970
15.	2034			5%	2 440	7%	3 178
16.	2035			5%	2 562	7%	3 401
17.	2036			5%	2 690	7%	3 639
18.	2037			5%	2 825	7%	3 893
19.	2038			5%	2 966	7%	4 166
20.	2039			5%	3 115	7%	4 457

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



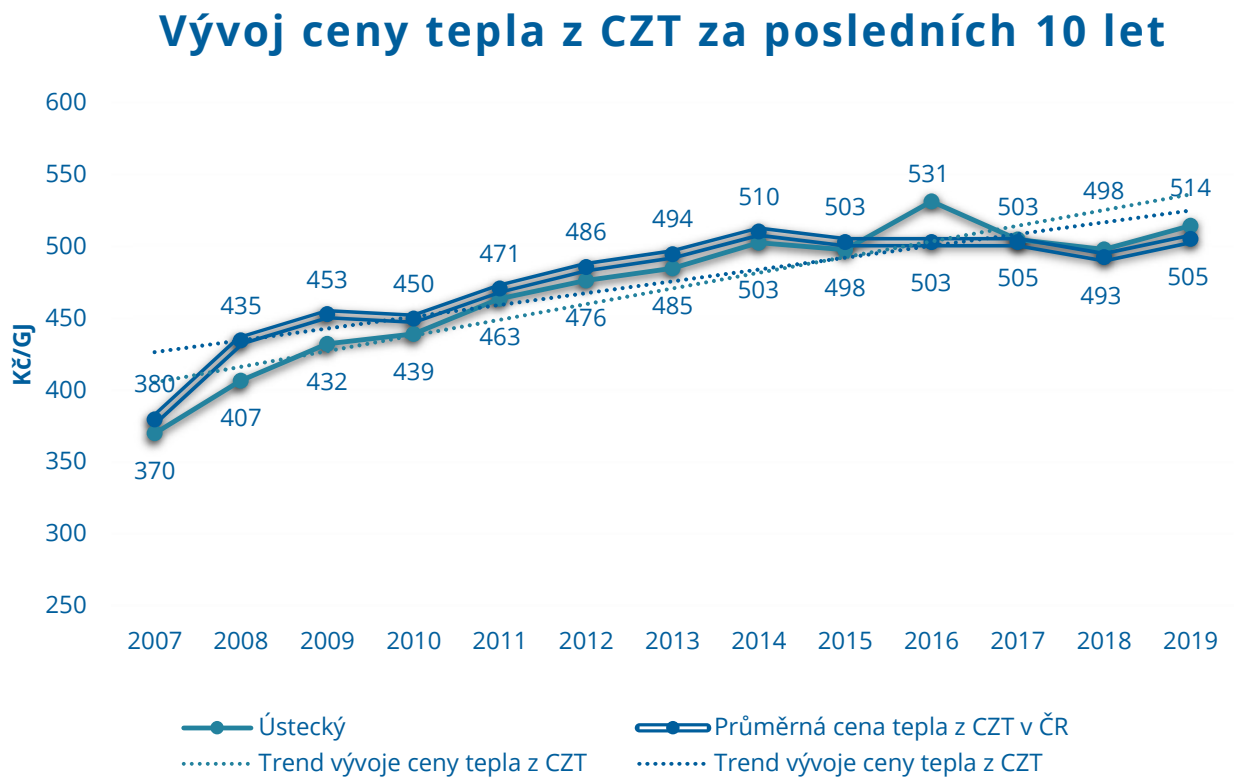
Vývoj ceny tepla z CZT

Níže uvedený graf zobrazuje vývoj ceny tepla z centralizovaného zásobování teplem (CZT) za posledních 10 let. Graf popisuje jak kraj, kde se předmět této analýzy nachází, tak i celorepublikový průměr, který se za uvedené období změnil ze 380 Kč/GJ na nynějších cca 503 Kč/GJ tj. cena tepla vzrostla o 32 %.

Cena tepla se skládá ze tří základních složek, a to ekonomicky oprávněných nákladů, přiměřeného zisku a daně z přidané hodnoty (v současnosti 15%). Největším podílem na oprávněných nákladech jsou náklady na palivo, kterým je v ČR z cca 55 % uhlí, 20 % zemní plyn, 8 % biomasa a jiné OZE a 17 % jiná paliva.

Co se týče predikovaného vývoje ceny tepla do budoucna, očekává se další růst ceny tepla a to tempem závislým na vývoji cen paliv, daní a ekologických poplatků.

Graf č. 6.5: Vývoj ceny tepla z CZT za posledních 10 let v Kč/GJ bez DPH (zdroj: ČSÚ)



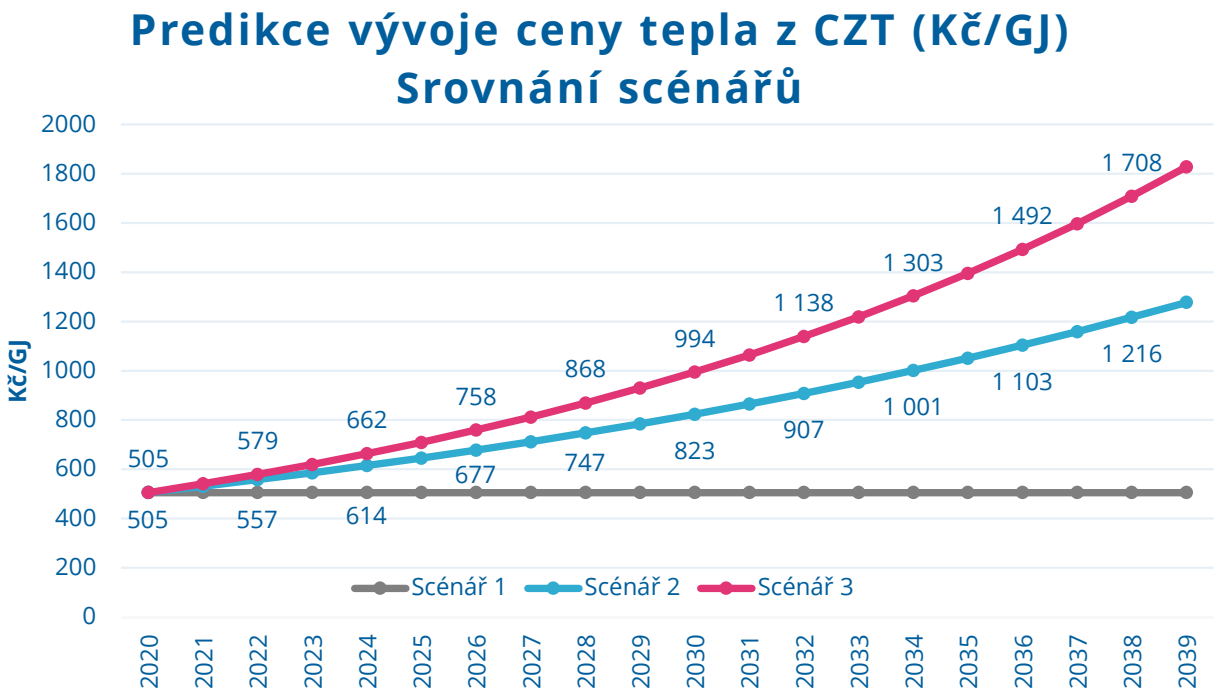
Scénáře předpokládaného vývoje cen tepla z CZT

Navzdory tomu, že je vysoce nepravděpodobné, že by se ceny tepla z CZT v příštích letech vůbec neměnily, v ekonomickém hodnocení neuvažujeme s růstem ceny tepla z CZT, což negativním způsobem ovlivňuje reálnou dobu návratnosti úsporných opatření. Pro zachycení možného vývoje cen jsme níže doplnili dva scénáře, jeden s uvážením 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 reálných podmínek. Oba scénáře by měly sloužit především pro představu o tom, jaký vliv na reálnou návratnost cena tepla má.

Tabulka č. 6.3: Scénáře předpokládaného vývoje cen

Pořadí	Rok	Scénář 1		Scénář 2		Scénář 3	
		Změna ceny [%]	Cena CZT [Kč/GJ]	Změna ceny [%]	Cena CZT [Kč/GJ]	Změna ceny [%]	Cena CZT [Kč/GJ]
1.	2020	0%	505	5%	505	7%	505
2.	2021			5%	531	7%	541
3.	2022			5%	557	7%	579
4.	2023			5%	585	7%	619
5.	2024			5%	614	7%	662
6.	2025			5%	645	7%	709
7.	2026			5%	677	7%	758
8.	2027			5%	711	7%	811
9.	2028			5%	747	7%	868
10.	2029			5%	784	7%	929
11.	2030			5%	823	7%	994
12.	2031			5%	864	7%	1 064
13.	2032			5%	907	7%	1 138
14.	2033			5%	953	7%	1 218
15.	2034			5%	1 001	7%	1 303
16.	2035			5%	1 051	7%	1 394
17.	2036			5%	1 103	7%	1 492
18.	2037			5%	1 158	7%	1 596
19.	2038			5%	1 216	7%	1 708
20.	2039			5%	1 277	7%	1 828

Graf č. 6.6: Predikce vývoje ceny tepla z CZT (Kč/GJ)



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.

• 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

Pro snížení spotřeby energie na vytápění základní školy je doporučeno zateplení původních obvodových stěn (Z1 a Z2) objektu. Původní konstrukce Z1 je v současném stavu tvořena železobetonovými panely a má součinitel prostupu tepla U_{Z1} = 2,50 W·m^{-2}·K^{-1}. Stěna (Z2) je tvořena boletickými panely se součinitelem prostupu tepla U_{Z2} = 0,77 W·m^{-2}·K^{-1}. Pro zlepšení tepelně technických vlastností doporučujeme opatřit konstrukci Z1 tepelnou izolací z fasádní minerální vlny (λ = 0,037 W·m^{-1}·K^{-1}) o tloušťce 200 mm a demontáž boletických panelů (Z2) a nahrazení novým sendvičovým systémem s výplní z minerální vlny (λ = 0,037 W·m^{-1}·K^{-1}) o tloušťce 200 mm. Výsledná hodnota součinitele prostupu tepla po zateplení bude pro konstrukci Z1 U_{Z1} = 0,208 W·m^{-2}·K^{-1} a pro konstrukci Z2 U_{Z2} = 0,181 W·m^{-2}·K^{-1}.

Realizací tohoto opatření dojde ke splnění požadavku na součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí, na něž je žádána podpora, a to $U_{em} \leq 0{,}85 \times U_{rec}$ = 0,2125 W.m^{-2}.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 m² ($Kč.m^{-2}$)	Investice na objekt (Kč)
Základní škola Mírová	4 669	3 335	15 569 498
Celková investice			**15 569 498**

Pozn.: Uvedené ceny jsou bez DPH a jsou stanoveny dle maximálních způsobilých výdajů. 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		
	($MWh.rok^{-1}$)	(%)	($Kč.rok^{-1}$)
Základní škola Mírová	209,38	20	380 906
Celkem	**209,38**	**20**	**380 906**
Ekonomické vyhodnocení opatření			
Scénář	**Scénář 1**	**Scénář 2**	**Scénář 3**
Prostá doba návratnosti (r)	40,87		
Reálná doba návratnosti (r)	> 50	34,36	26,85
NPV (tis. Kč)	-10392,86	-7133,31	-5161,89
IRR (%)	-6,02	-1,32	0,56
ROI (%)	2,45	4,25	5,37

Zjištění:

Je navrženo zateplení původních obvodových stěn základní školy. Realizací tohoto opatření dojde k úspoře energie na vytápění o 209,38 MWh ročně, což zadavateli přinese úsporu provozních nákladů v hodnotě 380 906 Kč ročně. Opatření doporučujeme k realizaci.

Realizací tohoto opatření se také sníží uhlíková stopa o 9,85 t CO_2, což se rovná zhruba 10 vzrostlým stromům, které by se musely každý rok vysadit, aby pohltily ušetřené množství CO_2.

Opatření č.2 Zateplení stropu nad venkovním prostorem

V rámci tohoto opatření je řešeno zateplení stropní konstrukce nad venkovním prostorem (P2). Konstrukce v původním stavu má součinitel prostupu tepla je U = 1,11 $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$. V její skladbě se nenachází tepelná izolace. Pro zlepšení tepelně technických vlastností doporučujeme opatřit konstrukci tepelnou izolací z minerální vlny (λ = 0,036 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$) o tloušťce 280 mm. Výsledná hodnota součinitele prostupu tepla po zateplení bude U = 0,134 $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$.

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

Tabulka č. 6.1.3: Investiční náklady energeticky úsporného opatření

Opatření č.2	**Zateplení stropu nad venkovním prostorem**		
Objekt	Plocha zateplení (m^2)	Odhadovaná cena za 1 m² ($Kč.m^{-2}$)	Investice na objekt (Kč)
Základní škola Mírová	482	2 530	1 220 693
Celková investice			**1 220 693**

Pozn.: Uvedené ceny jsou bez DPH a jsou stanoveny dle maximálních způsobilých výdajů. Skutečná výše nákladů bude upřesněna v rámci projektové dokumentace.

Tabulka č. 6.1.4: Hodnocení opatření

Opatření č.2	**Zateplení stropu nad venkovním prostorem**		
Objekt	Roční úspory		
	Úspora energie na vytápění		
	($MWh.rok^{-1}$)	(%)	(Kč.rok-1)
Základní škola Mírová	17,57	2	31 967
Celkem	**17,57**	**2**	**31 967**
Ekonomické vyhodnocení opatření			
Scénář	**Scénář 1**	**Scénář 2**	**Scénář 3**
Prostá doba návratnosti (r)	38,19		
Reálná doba návratnosti (r)	> 50	32,41	25,59
NPV (tis. Kč)	-786,26	-512,71	-347,26
IRR (%)	-5,50	-0,78	1,11
ROI (%)	2,62	4,55	5,74

Zjištění:

V rámci tohoto opatření bylo řešeno zateplení stropní konstrukce nad venkovním prostorem. Realizací tohoto opatření dojde k úspoře energie na vytápění o 17,57 MWh ročně, což zadavateli přinese úsporu provozních nákladů v hodnotě 31 967 Kč ročně. Celkové pořizovací náklady na opatření včetně montáže byly stanoveny na 1 220 693 Kč. Opatření doporučujeme k realizaci.

Realizací tohoto opatření se sníží uhlíková stopa o 0,83 t CO_2, což se rovná zhruba 1 stromu, které by se musel každý rok vysadit, aby pohltil ušetřené množství CO_2.

Opatření č.3 Zateplení střešních konstrukcí

Pro snížení spotřeby na vytápění základní školy je doporučeno zateplení střešní konstrukce (S1) tepelnou izolací EPS (λ = 0,035 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$) o tloušťce 280 mm. Původní střešní konstrukce má součinitel prostupu tepla U = 0,59 $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$. Součinitel prostupu tepla zateplené střešní konstrukce bude U = 0,12 $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$.

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

Tabulka č. 6.1.5: Investiční náklady energeticky úsporného opatření

Opatření č.3	**Zateplení střešních konstrukcí**		
Objekt	Plocha zateplení (m^2)	Odhadovaná cena za 1 m² ($Kč.m^{-2}$)	Investice na objekt (Kč)
Základní škola Mírová	3 234	2 530	8 181 633
Celková investice			**8 181 633**

Pozn.: Uvedené ceny jsou bez DPH a jsou stanoveny dle maximálních způsobilých výdajů. Skutečná výše nákladů bude upřesněna v rámci projektové dokumentace.

Tabulka č. 6.1.6: Hodnocení opatření

Opatření č.3	**Zateplení střešních konstrukcí**		
Objekt	Roční úspory		
	Úspora energie na vytápění		
	($MWh.rok^{-1}$)	(%)	($Kč.rok^{-1}$)
Základní škola Mírová	51,82	5	94 261
Celkem	**51,82**	**5**	**94 261**
Ekonomické vyhodnocení opatření			
Scénář	**Scénář 1**	**Scénář 2**	**Scénář 3**
Prostá doba návratnosti (r)	>50		
Reálná doba návratnosti (r)	> 50	> 50	43,38
NPV (tis. Kč)	-6900,59	-6093,97	-5606,11
IRR (%)	-11,18	-6,73	-4,96
ROI (%)	1,15	2,00	2,53

Zjištění:

V rámci tohoto opatření bylo řešeno zateplení původní ploché střechy. Realizací tohoto opatření dojde k úspoře energie na vytápění o 51,82 MWh ročně, což zadavateli přinese úsporu provozních nákladů v hodnotě 94 261 Kč ročně. Celkové pořizovací náklady na opatření včetně montáže byly stanoveny na 8 181 633 Kč. Opatření doporučujeme k realizaci.

Realizací tohoto opatření se také sníží uhlíková stopa o 2,44 t CO_2, což se rovná zhruba 2 vzrostlým stromům, které by se musely každý rok vysadit, aby pohltily ušetřené množství CO_2.

Opatření č.4 Výměna výplní otvorů

V rámci tohoto opatření je navržena výměna dřevěných oken se zdvojenými skly a hliníkových dveří s jednosklem. Dřevěná okna mají součinitel prostupu tepla U = 3,20 $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ a hliníkové dveře mají součinitel prostupu tepla U = 3,80 $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$. Dřevěná okna se zdvojenými skly doporučujeme vyměnit za nová plastová okna s izolačním trojsklem se součinitelem prostupu tepla U = 0,80 $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ a hliníkové dveře za plastové dveře se součinitelem prostupu tepla U = 1,20 $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$.

Realizací tohoto opatření dojde ke splnění požadavku na součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí, na něž je žádána podpora, a to $U_{em} \leq 0,8 \times U_{rec} = 0,96\ W.m^{-2}.K^{-1}$ pro okenní výplně a $U_{em} \leq U_{rec} = 1,20\ W.m^{-2}.K^{-1}$ pro dveřní otvory.

Tabulka č. 6.1.7: Investiční náklady energeticky úsporného opatření

Opatření č.4	**Výměna výplní otvorů**		
Objekt	Plocha měněných výplní (m^2)	Odhadovaná cena za 1 m² ($Kč.m^{-2}$)	Investice na objekt (Kč)
Základní škola Mírová	1 988	8 050	15 999 858
Celková investice			**15 999 858**

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

Tabulka č. 6.1.8: Hodnocení opatření

Opatření č.4	**Výměna výplní otvorů**		
Objekt	Roční úspory		
	Úspora energie na vytápění		
	($MWh.rok^{-1}$)	(%)	($Kč.rok^{-1}$)
Základní škola Mírová	137,24	13	249 663
Celkem	**137,24**	**13**	**249 663**
Ekonomické vyhodnocení opatření			
Scénář	**Scénář 1**	**Scénář 2**	**Scénář 3**
Prostá doba návratnosti (r)	>50		
Reálná doba návratnosti (r)	> 50	> 50	36,16
NPV (tis. Kč)	-12606,86	-10470,40	-9178,25
IRR (%)	-9,21	-4,67	-2,85
ROI (%)	1,56	2,71	3,42

Zjištění:

Realizací tohoto opatření dojde k úspoře energie na vytápění o 137,24 MWh ročně, což zadavateli přinese úsporu provozních nákladů v hodnotě 249 663 Kč ročně. Celkové pořizovací náklady na opatření včetně montáže byly stanoveny na 15 999 858 Kč. Opatření doporučujeme k realizaci.

Realizací tohoto opatření se sníží uhlíková stopa o 6,46 t CO_2, což se rovná zhruba 6 stromům, které by se musely každý rok vysadit, aby pohltily ušetřené množství CO_2.

6.2 Popis systémů TZB - navrhovaný stav

Nízkoinvestiční opatření

Regulace otopných těles

Termostatické ventily (TRV) jsou určeny pouze pro zachycení nahodilých tepelných zisků od sluneční zátěže a vnitřních zdrojů tepla. Aby tuto základní funkci každý ventil plnil, musí být splněny základní podmínky jeho instalace.

• Otopné těleso musí být nadimenzováno podle skutečné tepelné ztráty místnosti.
• Topná voda musí být ekvitermně regulována podle aktuální topné křivky pro danou budovu.
• Musí být zajištěny správné tlakové poměry pro správnou a bezhlučnou funkci termostatického ventilu.
• Na TRV nesmí působit neodtlumené kmity z jiných armatur nebo z hlavních potrubních rozvodů.
• Musí být splněny podmínky na čistotu topné vody.

V prostorách, které jsou navrženy na vnitřní teplotu nižší než 20 °C, jako jsou chodby, toalety, skladové prostory apod. je vhodné termostatické hlavice zablokovat proti nežádoucí manipulaci na hodnotě odpovídající teplotě v dané místnosti.

Proto je navrženo nejdříve doinstalovat TRV a dále zkontrolovat funkčnost stávajících termostatických ventilů, nefunkční vyměnit popřípadě doinstalovat termostatické hlavice. Po zateplení objektu se musí přepočítat tepelné ztráty všech místností a na základě výsledku přednastavit ekvitermní regulaci (topné křivky, noční útlumy, začátek a konec topné sezóny apod.), MaR musí být funkční. Dále je nutné zablokovat termostatické hlavice ve společných prostorách (chodby, hygienická zařízení, skladové prostory) na teplotu odpovídající dané místnosti.

Tepelná izolace rozvodů vytápění a teplé vody

Dle vyhlášky č. 193/2007 Sb. je pro tepelné izolace rozvodů nutné použít materiál mající součinitel tepelné vodivosti λ menší nebo roven 0,040 $W.m^{-1}.K^{-1}$. Minimální tloušťka tepelné izolace armatur se volí stejná jako u potrubí téže jmenovité světlosti.

Tabulka č. 6.2.1: Orientační tloušťky rozvodů dle vyhlášky

Orientační tloušťky tepelné izolace pro uvedené dimenze potrubí											
DN (mm)	**15**	**20**	**25**	**32**	**40**	**50**	**65**	**80**	**100**	**125**	**150**
Tloušťka TI (mm)	29	38	44	53	63	82	111	131	160	198	238

Pro rozvody teplovodních médií je nejdůležitějším faktorem návrh nejhospodárnější tloušťky izolace. Nejhospodárnější tloušťka izolace je taková, u níž je součet nákladů na tepelné ztráty a ceny izolačního systému za dané časové období nejnižší. Větší tloušťka izolace snižuje tepelné ztráty, a tím i s nimi spojené náklady, zároveň ale zvyšuje cenu izolačního systému.

Cena izolace není lineární funkcí tloušťky izolace, při silnější izolaci se cena izolačního systému zvyšuje rychleji než snižování nákladů na tepelné ztráty. Je třeba vždy hledat kompromis s nejnižšími náklady.

Ovládání osvětlovací soustavy

Zhodnocení možnosti využití automatického spínání osvětlení pomocí čidel (v závislosti na hladině denního osvětlení) a pomocí pohybových čidel (podle pohybu osob v osvětlovaném prostoru). Podle některých údajů specialistů je možné využitím pohybových čidel snížit energetickou náročnost osvětlovacích soustav o 40 až 60 %. Další možností je spojení uvedeného automatického spínání osvětlení se stmíváním. Tímto způsobem je pak možno náklady na elektrickou energii snížit až o 70 %.

Termografické měření

Infračervená termografie je vědní obor, který se zabývá analýzou rozložení teplotního pole na povrchu tělesa, a to bezkontaktním a nedestruktivním způsobem. K této analýze je potřeba profesionální termokamera, která je vybavena technologií, která zjistí povrchovou teplotu těles s vysokou přesností (cca 0,1 °C) v bodech po celém snímku. Tyto body vytvoří viditelný barevný infračervený snímek neboli termogram, u kterého je znázorněna barevná teplotní stupnice, ze které je vidět, jaké barvě odpovídá teplota ve °C.

Je doporučeno zajištění termografického měření odbornou firmou pro zjištění kritických detailů v objektu, a to jak na obálce budovy, tak na technických systémech budovy.

Na obálce budovy lze zjistit zejména:
• místa lokálních tepelných mostů
• detekce skrytých poruch (například nevhodné provedení zateplení)
• nevhodné řešení konstrukčních detailů (balkony, sokly)
• netěsností okolo výplní otvorů (vzniklé například nedodržením správného postupu montáže)

Na technických systémech lze zjistit zejména:
• stav fotovoltaických panelů (zvýšená teplota značí defekt/ztráty/neúčinný panel)
• stav el. rozvaděčů (zvýšená teplota značí defekt/ztráty)
• umístění a funkčnost podlahového vytápění/inkrustace otopných těles

Výsledkem termovizního měření by měl být protokol, který bude obsahovat snímky objektu a návrh řešení zjištěných nedostatků. Vyřešením kritických detailů (tepelných mostů) je možné dosáhnout významné úspory energie na vytápění.

Revitalizace otopné soustavy

Vnitřní povrchy otopné soustavy se bez ohledu na materiál pokrývají korozními produkty a úsadami minerálů, které brání přestupu tepla, zvyšují tlakové ztráty těchto systémů a omezují jejich regulaci i účinnost. Smyslem je odstranit z otopného sytému za pomoci chemického čištění veškeré nežádoucí nečistoty, které způsobují nedostatečný přenos tepla, a tedy výrazné energetické ztráty.

• Odstraňuje ze systému kaly, rez, vápenaté usazeniny
• Zajišťuje správnou funkci a průchodnost termoregulačních ventilů
• Snižuje tepelné ztráty otopné soustavy
• Prodlužuje životnost systému

Použitá chemie nereaguje na kov, rozpouští pouze organické nečistoty.
Chemickým vyčištěním se zcela obnoví funkčnost technologického zařízení, zlepší se přestup tepla na otopná tělesa, kde se ušetří energie na jeho ohřev, která se v konečném důsledku projeví jako úspora energie. Doporučená perioda pro čištění topné soustavy je 7–10 let.

Opatření č.5 Aerátory

Je doporučena instalace aerátorů do výtokových armatur. Jde o zakončení výtokového ramínka baterie v podobě kovového či plastového sítka, které načeří vodu a usměrní ji do jednoho proudu. Technologie omezuje průtok vody a mísí jí se vzduchovými bublinkami a voda pak působí nadýchaně. Toto opatření je dobře technicky realizovatelné.

Tabulka č. 6.2.2: Investiční náklady energeticky úsporného opatření

Opatření č.5	**Aerátory**		
Objekt	Počet výtokových armatur (ks)	Odhadovaná cena za 1 kus aerátoru (Kč)	Investice (Kč)
Základní škola Mírová	65	250	16 250
Stavební objekt (blok) celkem			**16 250**

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

Tabulka č. 6.2.3: Náklady na ohřev TUV, vodné a stočné před a po realizaci opatření

Opatření č.5	**Aerátory**				
Objekt	**Stávající stav**		**Navrhovaný stav**		**Úspora celkem ($Kč.rok^{-1}$)**
	Náklady na ohřev TUV ($Kč.rok^{-1}$)	Náklady na vodné a stočné* ($Kč.rok^{-1}$)	Náklady na ohřev TUV ($Kč.rok^{-1}$)	Náklady na vodné a stočné* ($Kč.rok^{-1}$)	
Základní škola Mírová	165 729	307 625	162 415	199 956	110 983
Stavební objekt celkem	**165 729**	**307 625**	**162 415**	**199 956**	**110 983**

* Změna nákladů na vodné a stočné není úsporou na spotřebovávaných energiích, a proto není dále uvažována v celkové úspoře opatření ani ekonomickém vyhodnocení.

Tabulka č. 6.2.4: Hodnocení opatření

Opatření č.5	**Aerátory**		
Pořizovací výdaje (Kč)	Roční úspory		
	Úspora energie za ohřev teplé vody		
	($MWh.rok^{-1}$)	(%)	($Kč.rok^{-1}$)
24 375	5,92	7	10 772
Ekonomické vyhodnocení opatření			
Scénář	**Scénář 1**	**Scénář 2**	**Scénář 3**
Prostá doba návratnosti (r)	2,26		
Reálná doba návratnosti (r)	2,42	2,23	2,16
NPV (tis. Kč)	122,03	214,21	269,96
IRR (%)	44,17	51,37	54,26
ROI (%)	44,19	76,72	96,93

Zjištění:

Jedná se o instalaci sítka do zakončení výtokového ramínka vodovodní baterie. Realizací tohoto opatření dojde ke snížení spotřeby na ohřev teplé vody o 5,92 MWh ročně, což představuje finanční úsporu ve výši 10 772 Kč. Opatření doporučujeme k realizaci.

Investiční opatření

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

Opatření č.6 Výměna stávajících svítidel za LED technologii

V rámci tohoto opatření je navržena výměna stávajících zářivkových, žárovkových, výbojkových a halogenových svítidel. V objektu se nachází zářivková svítidla o příkonech 1x18 W, 1x36 W, 2x18 W, 2x36 W, 2x40 W, 2x58 W, 3x40 W, 4x18 W, 4x20 W a 4x40 W, žárovková svítidla o příkonech 50 W, 60 W a 100 W, výbojková svítidla o příkonech 250 W a halogenová svítidla o příkonech 150 W a 500 W. Uvažujeme s výměnou všech svítidel s uvažovanou dobou svícení 6 – 8 hodin denně. Předpokládaná doba svícení jednotlivých svítidel zůstává nezměněna.

Tabulka č. 6.2.5: Výměna stávajícího osvětlení za LED technologii

Výměna stávajícího osvětlení za LED technologii									
Stávající osvětlení	V objektu č.	Příkon na svítidlo (W)	Počet měn. svítidel (ks)	Celkový příkon (W)	Doba svícení (h/den)	Příkon LED na svítidlo (W)	Celkový příkon LED (W)	Cena za LED (tis. Kč/ks)	Cena celkem (tis. Kč)
Žárovkové 60W	1	60	243	14 580	6	12	2 916	1,9	469
Žárovkové 100W	1	100	2	200	6	12	24	2,1	4
Zářivkové 2x36W	1	86	163	14 083	6	43	7 009	2,0	328
Zářivkové 2x40W	1	96	355	34 080	6	34	12 070	1,7	617
Zářivkové 4x40W	1	192	82	15 744	6	88	7 216	2,9	237
Zářivkové 2x58W	1	139	10	1 392	6	68	680	2,5	25
Výbojkové 50W	1	68	50	3 375	6	50	2 500	2,6	129
Výbojkové 250W	Venkovní	338	8	2 700	8	161	1 288	10,3	82
Halogenové 150W	Venkovní	150	2	300	8	24	48	2,1	4
Halogenové 500W	Venkovní	500	1	500	8	275	275	14,6	15
Žárovkové 60W	Venkovní	60	6	360	8	9	54	1,6	10
Celkem objekt č.1				83 454			32 415		1 807
Celkem venkovní osvětlení				3 860			1 665		111
Celkem měněná svítidla				**87 314**			**34 080**		**1 918**
Celkem				**145 196**			**91 962**		
Celková investice s prací									**2 493**

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: Hodnocení opatření

Opatření č.6	**Výměna stávajících svítidel za LED technologii**		
Pořizovací výdaje (Kč)	Roční úspory		
	Úspora energie za osvětlení		
	(MWh.rok^{-1})	(%)	(Kč.rok^{-1})
2 493 426	43,96	49	196 093
Ekonomické vyhodnocení opatření			
Scénář	**Scénář 1**	**Scénář 2**	**Scénář 3**
Prostá doba návratnosti (r)	12,72		
Reálná doba návratnosti (r)	18,12	11,95	10,72
NPV (tis. Kč)	171,55	1849,59	2864,49
IRR (%)	4,76	10,00	12,10
ROI (%)	7,86	13,65	17,25

Zjištění:

Je doporučena výměna instalovaných zářivkových, žárovkových a výbojkových a halogenových svítidel s dobou svícení 3 - 8 hodin denně, za svítidla s LED technologií. Realizaci tohoto opatření lze dosáhnout úspory energie ve výši 43,96 MWh ročně, což představuje finanční úsporu ve výši 196 093 Kč. Prostá doba návratnosti tohoto opatření vychází na 13 let. Toto opatření doporučujeme k realizaci.

Realizací tohoto opatření se také sníží uhlíková stopa o 44,47 t CO_2, což se rovná zhruba 44 vzrostlým stromům, které by se musely každý rok vysadit, aby pohltily ušetřené množství CO_2.

Opatření č.7 Fotovoltaická elektrárna (FVE)

V rámci snižování spotřeby elektrické energie byla posouzena možnost instalace fotovoltaické elektrárny na střechu objektu. Realizací tohoto opatření dojde ke snížení množství odebírané elektrické energie ze sítě a tím tak k úspoře finančních prostředků za elektrickou energii.

Fotovoltaickou elektrárnu doporučujeme instalovat na střechu objektu. Navržená velikost FVE je 23,40 kWp, což znamená instalaci 65 panelů o výkonu 360 Wp. Navržená plocha FVE elektrárny je 122,6 m^2. Velikost elektrárny byla stanovena na základě roční spotřeby elektrické energie a provozu objektu. Pro detailní návrh velikosti elektrárny by bylo nutné zajistit hodinový odběrový diagram.

Velikost fotovoltaického systému splňuje podmínku využití instalovaného výkonu, která musí být větší než 750 hod/rok a zároveň nesmí být maximální navrhovaná roční výroba elektřiny z fotovoltaického systému vyšší než roční spotřeba elektřiny v objektu.

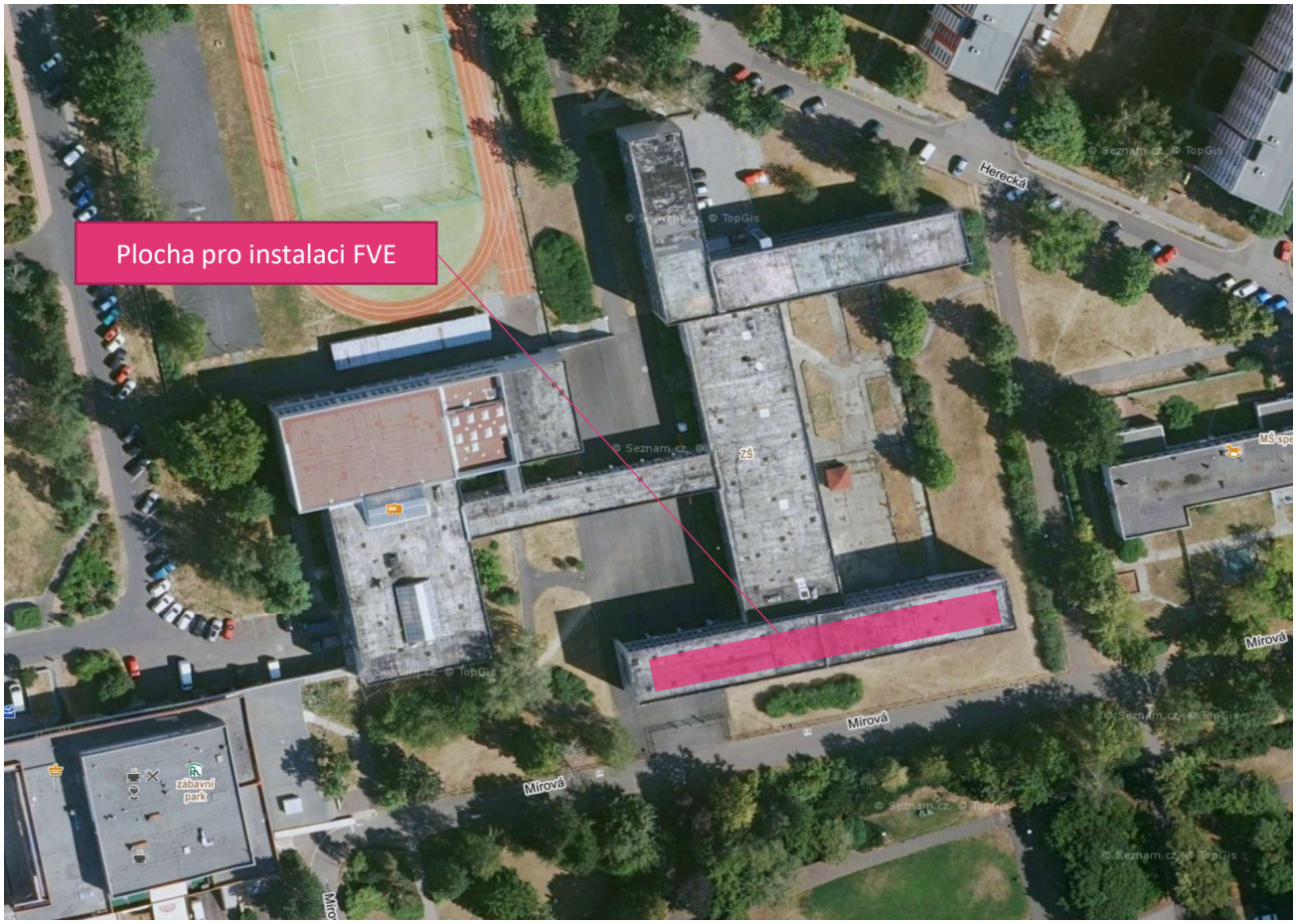
V rámci návrhu je řešena pouze energetická stránka opatření. Není řešena statika nosné konstrukce. V případě realizace bude posouzení nosné konstrukce zajištěno statikem na náklady zadavatele.

Tabulka č. 6.2.7: Investiční náklady energeticky úsporného opatření

Opatření č.7	**Fotovoltaická elektrárna (FVE)**
Technologie fotovoltaických panelů	Monokrystalický křemík
Azimutový úhel osluněné plochy γ (vůči jihu)	0°
Úhel sklonu plochy β	30°
Plocha pro instalaci fotovoltaiky (m^2)	122,6
Referenční účinnost (%)	19,1
Špičkový výkon instalovaných modulů (kWp)	23,40
Odhadovaná cena za 1 kWp ($Kč.kWp^{-1}$)	25 000
Celková investice (Kč)	**585 000**

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

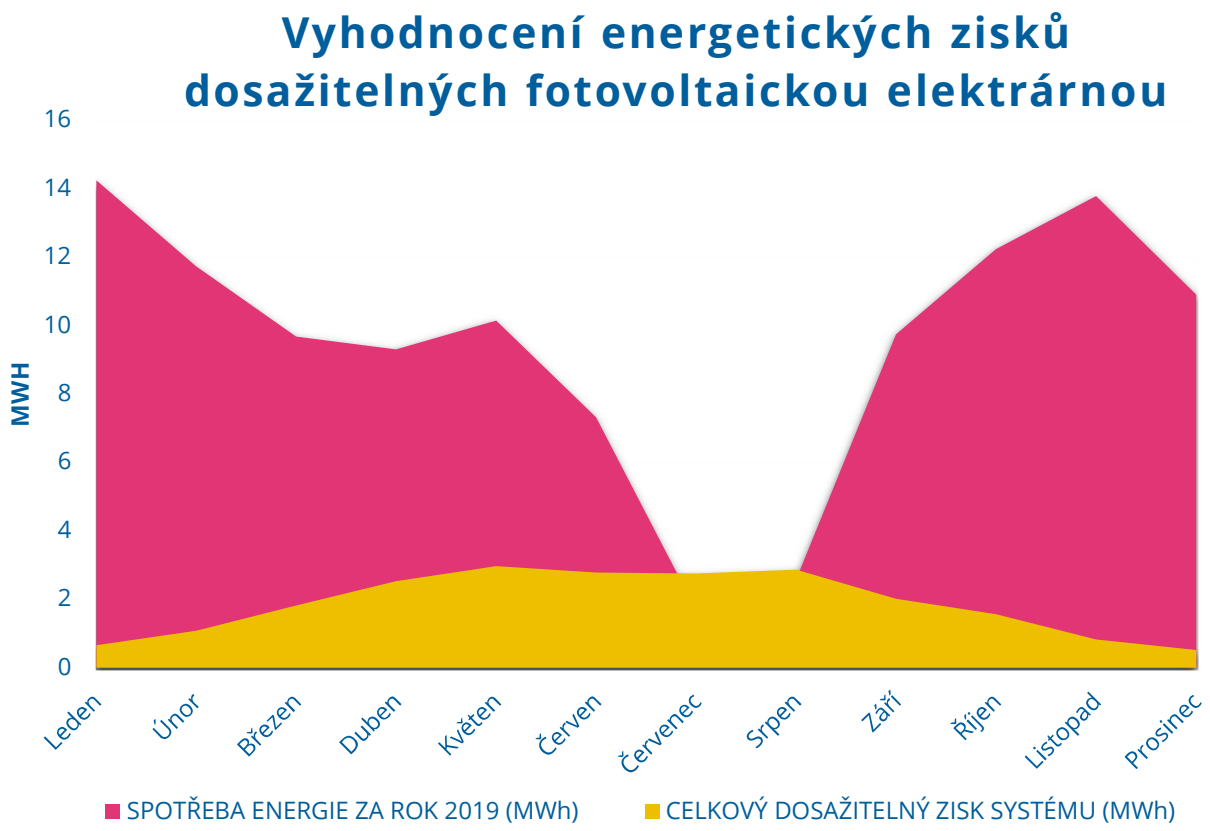
Obrázek 6.3.1.: Plocha pro instalaci FVE



Tabulka č. 6.2.8: Parametry fotovoltaické elektrárny

Opatření č.7	**Fotovoltaická elektrárna (FVE)**				
Měsíc	Měsíční dávka slunečního ozáření H_T ($kWh.m^{-2}měs.^{-1}$)	Průměrná teplota po měsících $t_{e,s}$ (°C)	Střední sluneční ozáření Gm ($W.m^{-2}$)	Elektrická účinnost FV modulu η_{pV} (%)	Celkový dosažitelný zisk systému $E_{FV, sys}$ (MWh)
Leden	32,00	-3,78	356	20	0,65
Únor	53,10	-2,60	434	20	1,07
Březen	90,80	0,53	506	20	1,81
Duben	128,90	5,21	529	19	2,52
Květen	154,80	10,17	543	19	2,97
Červen	146,20	12,83	546	19	2,78
Červenec	145,80	15,12	538	19	2,74
Srpen	151,80	14,85	526	19	2,86
Září	104,40	10,58	501	19	2,00
Říjen	79,60	6,06	444	19	1,56
Listopad	41,00	0,76	369	20	0,82
Prosinec	25,30	-2,65	325	20	0,51
Celkový dosažitelný zisk systému $E_{FV, sys}$ (MWh)					22,31
Přebytek z výroby (%)					20,00
Celkový využitelný zisk systému $E_{FV, sys}$ (MWh)					**17,85**
Využití instalovaného výkonu pro lokální spotřebu $E_{fv,sys}.P_{max}^{-1}$ ($hod.rok^{-1}$)					**762,73**

Graf č. 6.2.1: Vyhodnocení energetických zisků dosažitelných fotovoltaickou elektrárnou



Tabulka č. 6.2.9: Hodnocení opatření

Opatření č.7	**Fotovoltaická elektrárna (FVE)**		
Pořizovací výdaje (Kč)	Roční úspory		
	Úspora elektrické energie		
	(MWh.rok^{-1})	(%)	(Kč.rok^{-1})
585 000	17,85	16	79 620
Ekonomické vyhodnocení opatření			
Scénář	**Scénář 1**	**Scénář 2**	**Scénář 3**
Prostá doba návratnosti (r)	7,35		
Reálná doba návratnosti (r)	8,87	7,07	6,58
NPV (tis. Kč)	497,06	1178,39	1590,47
IRR (%)	12,26	17,88	20,12
ROI (%)	13,61	23,63	29,85

Zjištění:

Jedná se o instalaci fotovoltaických panelů o celkové ploše 122,6 m² na střechu řešeného objektu. Realizací tohoto opatření dojde ke snížení odběru elektrické energie ze sítě o 17,85 MWh ročně, tato energetická úspora představuje finanční úsporu ve výši 79 620 Kč. Prostá doba návratnosti vychází na 7 let. Opatření doporučujeme k realizaci.

Realizací tohoto opatření se také sníží uhlíková stopa o 18,05 t CO_2, což se rovná zhruba 18 vzrostlým stromům, které by se musely každý rok vysadit, aby pohltily ušetřené množství CO_2.

Opatření č.8 Instalace VZT jednotek se ZZT pro kuchyň a tělocvičnu

Pro úsporu energie na vytápění je navržena instalace nových vzduchotechnických jednotek s rekuperací odpadního tepla. V současném stavu je v objektu nainstalováno celkem pět vzduchotechnických jednotek, které se nacházejí ve strojovně. Nachází se zde dvě jednotky Janka SKJ 40 a tři jednotky Janka SKJ 50. Vzduchotechnické jednotky jsou z roku 1975 a mají velmi špatný technický stav. Navrhujeme vyměnit stávající VZT jednotky za nové jednotky s rotačním rekuperačním výměníkem. Uvažovaná účinnost rotačního rekuperátoru je 78 %.

Tabulka č. 6.2.10: Instalace VZT jednotky se ZZT

Opatření č.8	**Instalace VZT jednotek se ZZT pro kuchyň a tělocvičnu**				
Název	Provozní využití (h.den^{-1})	Příkon (kW)	Počet kusů (ks)	Celkový příkon (kW)	Účinnost rekuperace (%)
Stávající zdroje					
Janka SKJ 40	4	2,0	2	4,0	-
Janka SKJ 50	4	3,0	3	9,0	-
Měníme za:					
VZT jednotka - jídelna	4	4,6	1	4,6	78
VZT jednotka - kuchyně	4	3,7	1	3,7	78
VZT jednotka - tělocvična	4	5,4	1	5,4	78

Tabulka č. 6.2.11: Úspora a provozní náklady větracího systému

Opatření č.8	**Instalace VZT jednotek se ZZT pro kuchyň a tělocvičnu**	
Stávající zdroje		
Spotřeba EE na provoz zařízení	8,96	MWh/rok
	39 979	Kč/rok
Nové zdroje		
Spotřeba EE na provoz zařízení	14,08	MWh/rok
	62 827	Kč/rok
Úspora na budovu		
Úspora EE na provoz zařízení	-5,12	MWh/rok
	-22 848	Kč/rok
Úspora na vytápění budovy	83,80	MWh/rok
	152 447	Kč/rok

Tabulka č. 6.2.12: Hodnocení opatření

Opatření č.8	**Instalace VZT jednotek se ZZT pro kuchyň a tělocvičnu**		
Pořizovací výdaje (Kč)	Roční úspory		
	Úspora energie za vytápění a větrání		
	(MWh.rok^{-1})	(%)	(Kč.rok^{-1})
3 125 000	78,68	6	129 599
Ekonomické vyhodnocení opatření			
Scénář	**Scénář 1**	**Scénář 2**	**Scénář 3**
Prostá doba návratnosti (r)	24,11		
Reálná doba návratnosti (r)	> 50	21,60	18,16
NPV (tis. Kč)	-1363,71	-254,69	416,06
IRR (%)	-1,72	3,20	5,16
ROI (%)	4,15	7,20	9,10

Zjištění:

V rámci tohoto opatření je navržena výměna stávajících VZT jednotek za nové jednotky s rotačním rekuperátorem. Opatření přinese úsporu na vytápění ve výši 78,68 MWh ročně, což představuje finanční úsporu ve výši 129 599 Kč. Opatření doporučujeme k realizaci.

Realizací tohoto opatření se zvýší uhlíková stopa o 1,24 t CO_2, což se rovná zhruba 1 vzrostlému stromu, který by se musel každý rok vysadit, aby pohltil množství CO_2.

Opatření č.9 Instalace VZT jednotek se ZZT pro učebny

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.

Ve stávajícím stavu jsou učebny školy větrány přirozeně okny. V novém stavu je navrženo celkem 48 ks decentrálních větracích jednotek s množstvím přiváděného vzduchu 590 m^3/h, s automatickou regulací dle koncentrace CO_2 v místnosti. Příkon jednotlivých jednotek je závislý od množství přiváděného vzduchu, pro výpočet bylo počítáno s příkonem ventilátorů 220 W, pro předehřev vzduchu je instalován ohřívač s příkonem 900 W a pro dohřev je instalován ohřívač s výkonem 900 W. Jednotky jsou vybaveny výměníkem pro zpětné získání tepla s uvažovanou účinností rekuperace 72 %.

Tabulka č. 6.2.13: Vstupní parametry

Opatření č.9	**Instalace VZT jednotek se ZZT pro učebny**	
Počet žáků ve třídě	30	žáků
Počet vyučujících	1	osoby
Dávka vzduchu na žáka	18	m^3/hod
Dávka vzduchu na vyučující	50	m^3/hod
Teplota vnitřního vzduchu	20	°C
Teplota venkovního vzduchu	-12	°C
Systém větrání	nucené rovnotlaké	-
Celkový průtok větracího vzduchu ve třídě	590	m^3/hod
Účinnost zpětného získání tepla	72	%
Předpokládaná doba provozu	8	hod/den
Příkon ventilátorů	220	W
Příkon předehřevu a dohřevu vzduchu	900	W
Počet tříd v budově	48	tříd

Tabulka č. 6.2.14: Úspora a provozní náklady větracího systému

Opatření č.9	**Instalace VZT jednotek se ZZT pro učebny**	
Úspora na třídu		
Úspora na vytápění třídy	2,15	MWh/rok
	3 911	Kč/rok
Spotřeba EE na provoz zařízení	-0,26	MWh/rok
	-1 160	MWh/rok
Investiční náklady včetně montáže (bez DPH)	290 000	Kč
Úspora na budovu		
Úspora na vytápění budovy	103,20	MWh/rok
	187 739	Kč/rok
Spotřeba EE na provoz zařízení	-12,48	MWh/rok
	-55 673	MWh/rok
Investiční náklady včetně montáže (bez DPH)	13 920 000	Kč

Tabulka č. 6.2.15: Hodnocení opatření

Opatření č.9	**Instalace VZT jednotek se ZZT pro učebny**		
Pořizovací výdaje (Kč)	Roční úspory		
	Úspora energie za vytápění		
	(MWh.rok^{-1})	(%)	(Kč.rok^{-1})
13 920 000	90,72	7	132 066
Ekonomické vyhodnocení opatření			
Scénář	**Scénář 1**	**Scénář 2**	**Scénář 3**
Prostá doba návratnosti (r)	>50		
Reálná doba návratnosti (r)	> 50	> 50	> 50
NPV (tis. Kč)	-12125,18	-10995,05	-10311,53
IRR (%)	-12,38	-7,99	-6,24
ROI (%)	0,95	1,65	2,08

Zjištění:

V opatření je uvažováno s instalací decentrálního systému nuceného větrání se zpětným získáním tepla do tříd školy. Celkové pořizovací náklady včetně montáže byly stanoveny na 13 920 000 Kč. Roční úspora energie na vytápění byla spočtena na 90,72 MWh což představuje roční úsporu ve výši 132 066 Kč.

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.

Realizací tohoto opatření se zvýší uhlíková stopa o 7,77 t CO_2, což se rovná zhruba - 8 vzrostlým stromům, které by se musely každý rok vysadit, aby pohltily navýšené množství CO_2.

Opatření č.10 Osazení TRV + IRC regulace

V rámci tohoto opatření je doporučena instalace termoregulačních ventilů a elektricky řízených hlavic, které zajistí regulaci otopné soustavy v jednotlivých místnostech. Jedná se o instalaci nového nadřazeného řídicího systému, umožňujícího vzdálený dohled a ovládání (spínání otopných těles v jednotlivých místnostech, řízení větví rozdělovače / sběrače, řízení cirkulace teplé vody, možnost připojení VZT apod.). V objektu se nachází celkem 354 kusů otopných ploch, na které budou hlavice instalovány. Realizací tohoto opatření dojde k úspoře energie tepla snížením teploty v místnosti a tím menším tepelným ztrátám. Termoregulační ventily udržují přivíráním radiátorového ventilu nastavenou teplotu v místnosti.

Tabulka č. 6.2.16: Hodnocení opatření

Opatření č.10	**Osazení TRV + IRC regulace**		
Pořizovací výdaje (Kč)	Roční úspory		
	Úspora energie za vytápění		
	(MWh.rok^{-1})	(%)	(Kč.rok^{-1})
1 870 000	113,25	9	206 017
Ekonomické vyhodnocení opatření			
Scénář	**Scénář 1**	**Scénář 2**	**Scénář 3**
Prostá doba návratnosti (r)	9,08		
Reálná doba návratnosti (r)	11,51	8,66	7,97
NPV (tis. Kč)	929,84	2692,81	3759,07
IRR (%)	9,08	14,53	16,72
ROI (%)	11,02	19,13	24,16

Zjištění:
V rámci tohoto opatření je navržena instalace termoregulačních ventilů s IRC regulací. Opatření přinese úsporu na vytápění ve výši 113,25 MWh ročně, což představuje finanční úsporu ve výši 206 017 Kč. Opatření doporučujeme k realizaci.

Realizací tohoto opatření se také sníží uhlíková stopa o 5,33 t CO_2, což se rovná zhruba 5 vzrostlým stromům, které by se musely každý rok vysadit, aby pohltily ušetřené množství CO_2.

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 odvzdušnění 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.11 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, plynoměr a kalorimetr čidla (automatická měřidla), která budou snímat aktuální spotřeby základní školy.

Realizace tohoto opatření je zadavateli doporučena z těchto důvodů:

> **V případě, že zadavatel má zájem čerpat peněžní prostředky z dotačního programu OPŽP, vzniká mu povinnost na zavedení energetického managementu alespoň po dobu udržitelnosti projektu.**

> Jedním z těch 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 optimalizaci 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 m^2 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
Řešení pro online odečet teploty	1	5 600	5 600
Doprava (km)	590	12	7 080
Celkové náklady na hardware			22 450
Software			
Licence vč. maintanance	1	1 285	1 285
Cena dle počtu měřicích bodů	3	130	390
Cena za komunikaci v síti LoRaWAN	3	35	105
Počet let udržitelnosti			5
Celkové měsíční náklady na software			1 780
Jednorázová implementace software			16 350
Celková investice			**145 600**

Zjištění:
Realizací tohoto opatření získá zadavatel přesnou představu o toku energií spotřebovávaných v základní škole. Přesná výše úspory je velmi individuální. Předpokládáme, že po zavedení online monitoringu, vyhodnocení aktuálního stavu a zavedení nápravných opatření bude výše úspory výrazně vyšší.Pokud bude zadavatel čerpat dotaci v dotačním programu OPŽP s financováním metodou EPC, 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.1: Zateplení obvodových stěn
Opatření č.2: Zateplení stropu nad nevytápěným prostorem
Opatření č.3: Zateplení střešních/stropních konstrukcí
Opatření č.4: Výměna výplní otvorů
Opatření č.6: Výměna stávajících svítidel za LED technologii
Opatření č.7: Fotovoltaická elektrárna (FVE)
Opatření č.8: Instalace VZT jednotek se ZZT pro kuchyň a tělocvičnu
Opatření č.9: Instalace VZT jednotek se ZZT pro učebny
Opatření č.10: Osazení TRV + IRC regulace
Opatření č.11: Energetický management

Tabulka č. 6.4.1: 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	4 305,12	1 195,87	2 453 932	1 567,46	435,41	953 740
2 Změna zásob paliv	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0
3 Spotřeba paliv a energie	4 305,12	1 195,87	2 453 932	1 567,46	435,41	953 740
4 Prodej energie cizím	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0
5 Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	**4 305,12**	**1 195,87**	**2 453 932**	**1 567,46**	**435,41**	**953 740**
6 Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	933,79	259,39	510 699	288,17	80,05	184 369
7 Spotřeba energie na vytápění	3 424,49	951,25	1 730 486	845,96	234,99	427 485
8 Spotřeba energie na chlazení	2,74	0,76	3 392	2,31	0,64	2 862
9 Spotřeba energie na přípravu TV	327,96	91,10	165 729	327,96	91,10	165 729
10 Spotřeba energie na větrání	32,84	9,12	40 700	91,08	25,30	112 858
11 Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0
12 Spotřeba energie na osvětlení	322,87	89,69	400 089	114,14	31,70	141 435
13 Spotřeba energie na ost. procesy	194,22	53,95	113 535	186,02	51,67	103 371

Tabulka č. 6.4.2: 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	2 737,66	760,46	64	1 500 192
2 Změna zásob paliv	0,00	0,00	0	0
3 Spotřeba paliv a energie	2 737,66	760,46	64	1 500 192
4 Prodej energie cizím	0,00	0,00	0	0
5 Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	**2 737,66**	**760,46**	**64**	**1 500 192**
6 Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	645,62	179,34	69	326 329
7 Spotřeba energie na vytápění	2 578,53	716,26	75	1 303 000
8 Spotřeba energie na chlazení	0,43	0,12	16	530
9 Spotřeba energie na přípravu TV	0,00	0,00	0	0
10 Spotřeba energie na větrání	-58,23	-16,18	-177	-72 157
11 Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0,00	0,00	0	0
12 Spotřeba energie na osvětlení	208,73	57,98	65	258 654
13 Spotřeba energie na ost. procesy	8,20	2,28	4	10 164

Tabulka č. 6.4.3: 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})	
Zateplení obvodových stěn	15 569 498	209,38	380 906	40,87
Zateplení stropu nad nevytápěným prostorem	1 220 693	17,57	31 967	38,19
Zateplení střešních/stropních konstrukcí	8 181 633	51,82	94 261	>50
Výměna výplní otvorů	15 999 858	137,24	249 663	>50
Výměna stávajících svítidel za LED technologii	2 493 426	43,96	196 093	12,72
Fotovoltaická elektrárna (FVE)	585 000	17,85	79 620	7,35
Instalace VZT jednotek se ZZT pro kuchyň a tělocvičnu	3 125 000	78,68	129 599	24,11
Instalace VZT jednotek se ZZT pro učebny	13 920 000	90,72	132 066	>50
Osazení TRV + IRC regulace	1 870 000	113,25	206 017	9,08
Energetický management	145 600	-	-	-
Celkem	63 110 708	760,46	1 500 192	

Tabulka č. 6.4.4: Využitý potenciál energetických úspor - souhrnně za Variantu 1

Po realizaci projektu (roční hodnoty) - Soubor opatření			
Investiční výdaje	Úspory provozních nákladů		
Pořizovací výdaje (Kč)	Úspora energie		
	(MWh.rok^{-1})	(%)	(Kč.rok^{-1})
63 110 708	760,46	64	1 500 192
Ekonomické vyhodnocení opatření			
Scénář	**Scénář 1**	**Scénář 2**	**Scénář 3**
Prostá doba návratnosti (r)	42,07		
Reálná doba návratnosti (r)	> 50	35,21	27,39
NPV (tis. Kč)	-42 722,61	-29 884,92	-22 120,54
IRR (%)	-6,23	-1,54	0,33
ROI (%)	2,38	4,13	5,21

Varianta 2

Opatření č.1: Zateplení obvodových stěn
Opatření č.2: Zateplení stropu nad nevytápěným prostorem
Opatření č.3: Zateplení střešních/stropních konstrukcí
Opatření č.4: Výměna výplní otvorů
Opatření č.9: Instalace VZT jednotek se ZZT pro učebny
Opatření č.11: Energetický management

Tabulka č. 6.4.5: 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	4 305,12	1 195,87	2 453 932	2 480,89	689,14	1 565 069
2 Změna zásob paliv	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0
3 Spotřeba paliv a energie	4 305,12	1 195,87	2 453 932	2 480,89	689,14	1 565 069
4 Prodej energie cizím	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0
5 Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	**4 305,12**	**1 195,87**	**2 453 932**	**2 480,89**	**689,14**	**1 565 069**
6 Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	933,79	259,39	510 699	465,86	129,41	274 241
7 Spotřeba energie na vytápění	3 424,49	951,25	1 730 486	1 555,33	432,04	785 950
8 Spotřeba energie na chlazení	2,74	0,76	3 392	2,74	0,76	3 392
9 Spotřeba energie na přípravu TV	327,96	91,10	165 729	327,96	91,10	165 729
10 Spotřeba energie na větrání	32,84	9,12	40 700	77,77	21,60	96 374
11 Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0
12 Spotřeba energie na osvětlení	322,87	89,69	400 089	322,87	89,69	400 089
13 Spotřeba energie na ost. procesy	194,22	53,95	113 535	194,22	53,95	113 535

Tabulka č. 6.4.6: 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	1 824,23	506,73	42	888 863
2 Změna zásob paliv	0,00	0,00	0	0
3 Spotřeba paliv a energie	1 824,23	506,73	42	888 863
4 Prodej energie cizím	0,00	0,00	0	0
5 Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	**1 824,23**	**506,73**	**42**	**888 863**
6 Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	467,93	129,98	50	236 458
7 Spotřeba energie na vytápění	1 869,16	519,21	55	944 536
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	-44,93	-12,48	-137	-55 673
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	0,00	0,00	0	0

Tabulka č. 6.4.7: 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})	
Zateplení obvodových stěn	15 569 498	209,38	380 906	40,87
Zateplení stropu nad nevytápěným prostorem	1 220 693	17,57	31 967	38,19
Zateplení střešních/stropních konstrukcí	8 181 633	51,82	94 261	>50
Výměna výplní otvorů	15 999 858	137,24	249 663	>50
Instalace VZT jednotek se ZZT pro učebny	13 920 000	90,72	132 066	>50
Energetický management	145 600	-	-	-
Celkem	55 037 282	506,73	888 863	

Tabulka č. 6.4.8: 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})
55 037 282	506,73	42	888 863
Ekonomické vyhodnocení opatření			
Scénář	**Scénář 1**	**Scénář 2**	**Scénář 3**
Prostá doba návratnosti (r)	61,92		
Reálná doba návratnosti (r)	> 50	> 50	35,39
NPV (tis. Kč)	-42 957,35	-35 351,02	-30 750,64
IRR (%)	-8,97	-4,42	-2,60
ROI (%)	1,62	2,80	3,54

Ekonomické vyhodnocení variant úsporných opatření

Tabulka č. 6.4.9: Ekonomické vyhodnocení vybraného souboru energeticky úsporných opatření

Parametr	Jednotka	Výchozí stav	Varianta 1	Varianta 2
Přínosy projektu celkem	Kč	-	**1 500 192**	**888 863**
Investiční výdaje projektu celkem	Kč	-	**66 897 351**	**58 339 519**
z toho:		-	-	-
náklady na projektovou dokumentaci	Kč	-	**3 786 643**	**3 302 237**
náklady na energetický posudek	Kč	-		
náklady na výběrové řízení	Kč	-		
náklady na technologická zařízení a stavbu	Kč	-	**63 110 708**	**55 037 282**
vedlejší rozpočtové náklady	Kč	-		
náklady na přípojky	Kč	-	**0**	**0**
Provozní náklady celkem	$Kč.rok^{-1}$	**2 453 932**	**953 740**	**1 565 069**
z toho:		-	-	-
náklady na energii	$Kč.rok^{-1}$	**2 453 932**	**953 740**	**1 697 135**
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	-	**-42 723**	**-42 957**
Prostá doba návratnosti - T_s	roky	-	**42**	**62**
Reálná doba návratnosti - T_{sd}	roky	-	**> 150**	**> 150**
IRR	%	-	**-6**	**-9**
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.

Zjištění:

V úsporných opatřeních jsou zohledněna tato opatření – instalace aerátorů, zateplení obálky budovy s výměnou výplní otvorů, výměna stávajících svítidel za LED technologii, instalace FVE na střechu objektu, výměna stávajících VZT jednotek, instalace VZT jednotek do jednotlivých tříd, instalace TRV a IRC regulace a energetický management.

Investice do realizace 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.

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 části stavební, tak části technického zařízení budovy jednotlivých variant je doloženo v tabulce.

Tabulka č. 6.4.10: Srovnání hodnot veličin variant energeticky úsporných opatření

Po realizaci projektu (porovnání variant)				
	Jednotka	Varianta 1	Varianta 2	Hodnocení (výhodnější varianta)
Potenciální úspora	$MWh.rok^{-1}$	760,46	506,73	Varianta 1
Investiční náklady	Kč	66 897 351	58 339 519	Varianta 2
Přínos projektu	Kč	1 500 192	888 863	Varianta 1
Vyhodnocení za předpokladu financování z vlastních zdrojů				
Prostá doba návratnosti T_s	roky	42,07	61,92	Varianta 1
Reálná doba návratnosti T_{sd}	roky	> 150	> 150	Varianta 1
NPV	tis. Kč	-42 723	-42 957	Varianta 1
IRR	%	-6	-9	Varianta 1
Vyhodnocení za předpokladu financování s podporou dotačního programu OPŽP				
Maximální výše dotace	Kč	23 414 073	20 418 832	Varianta 1
Vlastní zdroje	Kč	43 483 278	37 920 688	Varianta 2
Prostá doba návratnosti Ts	roky	29	43	Varianta 1

Zjištění:

Z hlediska úspory energie, úspory finančních prostředků, prosté doby návratnosti a ekonomického ukazatele NPV je výhodnější varianta 1. Z hlediska výše investice je výhodnější varianta 2. K realizaci doporučujeme variantu 1.

Tabulka č. 6.4.11: Investiční náklady spojené s realizací jednotlivých opatření:

Realizace projektu (investiční náklady)	
Investice celkem	66 897 351 Kč
Výše podpory OPŽP s EPC	40 %
Vlastní zdroje	**40 138 411 Kč**
Prostá doba návratnosti	**27 let**

7 VYHODNOCENÍ

7.1 Hodnotící kritéria

1) **Úspora celkové dodané energie**
2) **Průměrný součinitel prostupu tepla**
3) **Součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí objektu, na než 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. 7.1.1.1: Úspora energie po realizaci navrženého souboru opatření

Energonositel	Stávající stav	Po realizaci	Rozdíl	Úspora
	(MWh/rok)	(MWh/rok)	(MWh/rok)	(%)
Elektrická energie	114,1	69,9	44,2	39
Zemní plyn	39,4	39,4	-	-
Teplo z CZT	1 042,3	326,1	716,3	69
Celkem	**1 195,87**	**435,41**	**760,5**	**64**

Zjištění:
Úspora energie po realizaci navrženého souboru opatření činí 64 %, dle prvního kritéria na úsporu celkové dodané energie vychází výše podpory na 40 % viz. tabulka pro běžné objekty v kapitole 2.5. Z důvodu nedodržení podmínky na průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy 0,9 x $U_{em,R}$ uvažujeme s výší podpory 35 % s bonifikací 5 % za realizaci souboru opatření metodou EPC. Ze zatřídění prvního kritéria vyplývá požadavek na součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí objektu 0,85 x U_{rec}, na součinitel prostupu tepla oken 0,8 x U_{rec} a na součinitel prostupu tepla dveří U_{rec}.

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 CO_2 (při změně paliva 30 % emisí CO_2)
- 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

7.2.1 Úspora emisí CO_2

Tabulka č. 7.2.1.1: 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	115,46	70,75	44,72	39
Zemní plyn	0,1994	7,85	7,85	-	-
Teplo z CZT	0,0471	49,05	15,35	33,71	69
Celkem		**172,37**	**93,95**	**78,42**	**45**

Zjištění:
Úspora emisí CO_2 po realizaci navrženého souboru opatření činí 45 %, tím je splněno obecné kritérium přijatelnosti na minimální úsporu emisí CO_2 z dodané energie.

Realizací tohoto opatření se také sníží uhlíková stopa o 78,42 t CO_2, což se rovná zhruba 78 vzrostlým stromům, které by se musely každý rok vysadit, aby pohltily ušetřené množství CO_2.

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 byla řešena Základní škola Mírová.

Řešený objekt se nachází v Ústí nad Labem.

V úsporných opatřeních jsou zohledněna tato opatření – instalace aerátorů, zateplení obálky budovy s výměnou výplní otvorů, výměna stávajících svítidel za LED technologii, instalace FVE na střechu objektu, výměna stávajících VZT jednotek, instalace VZT jednotek do jednotlivých tříd, instalace TRV a IRC regulace a energetický management.

Výše uvedené opatření byly zkombinovány do dvou variant, kdy k realizaci byla doporučena výhodnější z nich. Zvolená varianta 1 obsahuje následující opatření:

Zateplení obálky budovy s výměnou výplní otvorů
Výměna stávajících svítidel za nová svítidla využívající LED technologii
Instalaci FVE
Výměnu stávajících VZT jednotek
Instalaci VZT jednotek se zpětným získáním tepla do učeben školy
Osazení TRV + IRC regulace
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 3 786 643 Kč.

Úspora energie po realizaci navrženého souboru opatření činí 64 %, dle prvního kritéria na úsporu celkové dodané energie vychází výše podpory na 40 % viz. tabulka pro běžné objekty v kapitole 2.5. Z důvodu nedodržení podmínky na průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy 0,9 x $U_{em,R}$ uvažujeme s výší podpory 35 % s bonifikací 5 % za realizaci souboru opatření metodou EPC. Ze zatřídění prvního kritéria vyplývá požadavek na součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí objektu 0,85 x U_{rec}, na součinitel prostupu tepla oken 0,8 x U_{rec} a na součinitel prostupu tepla dveří U_{rec}.

Celková investice za realizaci projektu byla stanovena na 66 897 351 Kč.
Celková dosažitelná úspora je 760,46 MWh ročně, což odpovídá 1 500 192 Kč ročně.
Celkové získatelné prostředky z dotace jsou 26 758 940 Kč.
Zadavatel tak se zohledněním výše dotace zaplatí za realizaci projektu 40 138 411 Kč.
Celkové úspory nákladů z financování EPC (za 10 let) jsou 15 001 917 Kč.
Celková spoluúčast města bude 25 136 493 Kč, což znamená 2 513 649 Kč ročně.

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.