



PRO



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU

# Vyhodnocení potenciálu úspor energie z realizace opatření doporučených v energetických auditech

Závěrečná zpráva

18. březen 2022

## Anotace

Tato studie byla zpracována v rámci Výzvy č. 13/2021 k předkládání žádostí o dotaci v rámci Státního programu na podporu úspor energie na období 2017-2021, Programu EFEKT II. pro rok 2021, Podprogramu P2 - Podpora strategie v oblasti zvyšování energetické účinnosti, Aktivita 2I – Specifické projekty, projekty vzdělávání a studie.

Předmětem projektového záměru byla realizace studie vyhodnocující potenciál úspor energie z realizace energeticky úsporných opatření identifikovaných v energetických auditech zpracovaných dle § 9 odst. 2 zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon č. 406/2000 Sb.“) (dále jen „**Zakázka**“). Záměrem bylo zjistit, jestli povinné subjekty realizují opatření, která jim byla doporučena energetickým specialistou v energetickém auditu.

Studie zjišťovala dopad předmětných ustanovení zákona č. 406/2000 Sb. na realizaci energeticky úsporných projektů na energetickém hospodářství podniků spadajících pod předmětnou povinnost realizovat energetický audit.

Studii bylo přiděleno číslo dotace: **122D22200 1803**.

## Poděkování

Tým EPDOR by tímto rád poděkoval za skvělou spolupráci dalším osobám, kteří se podíleli na úspěšném zhotovení této studie. Jsou jimi zejména Ing. Tomáš Srb ze Společnosti Anyloplex Plus, který poskytl cennou expertízu v oblasti energetického auditování, Vít Pavliš a jeho kolegové ze společnosti NMS Market Research, zodpovědní za část dotazníkového šetření, Ondřej Kořístka, přispěvší v části datové extrapolace a v neposlední řadě také zástupci Ministerstva průmyslu a obchodu, Martina Mikušová, Ján Čiampor a Nathalie Marková, bez jejichž vstřícného přístupu a podpory by studii nebylo možné zpracovat.

## Identifikace stran

### Zadavatel a Poskytovatel dotace

Název: **Ministerstvo průmyslu a obchodu**  
Adresa: **Na Františku 32, 110 15 Praha 1**  
Telefon: **+420 224 851 111**  
E-mail: [posta@mpo.cz](mailto:posta@mpo.cz)  
IČ: **47609109**

(dále jen „Zadavatel“ či „MPO“)

### Zhotovitel

Název: **EPDOR, s.r.o.**  
Sídlo: **Rybná 716/24, 110 00 Praha 1**  
Zápis v OR: **zapsaná do obchodního rejstříku vedeného Městským soudem v Praze, spisová značka: oddíl C, vložka 237295**  
IČ: **03748782**  
DIČ: **CZ03748782**  
Bankovní spojení: **Československá obchodní banka, a. s.**  
Číslo účtu: **268712295/0300**  
Telefon: **+420 720 977 646**  
E-mail: [info@epdor.com](mailto:info@epdor.com)

(dále jen „Zhotovitel“ či „EPDOR“)

# 1. Zadání studie

Cílem studie bylo zjistit:

1. zda a do jaké míry subjekty realizují opatření, která jim byla doporučena energetickým specialistou v energetickém auditu;
2. dopad § 9 odst. 2 zákona č. 406/2000 Sb. na realizaci energeticky úsporných projektů na energetickém hospodářství podniků spadajících pod předmětnou povinnost realizovat energetický audit;
3. typ realizovaných opatření;
4. zda došlo k využití dostupných programů podpory, případně investiční pobídky nebo jiné formy státní podpory realizace daných opatření;
5. v jakém časovém horizontu po obdržení Zprávy o provedeném energetickém auditu došlo k realizaci doporučených opatření.

Výše uvedené dopady podle bodu 2 měly být dle požadavku Zadavatele vyčísleny za celé období 2014–2020 a po jednotlivých letech v daném období, a to minimálně prostřednictvím vyčíslení objemu dosažené úspory energie v MWh. Studie má za úkol určit dopad prostřednictvím stanovení standardizované průměrné procentuální úspory energie dosažené v rámci celého energetického hospodářství na jeden energetický audit.

Studie měla také identifikovat, zda se přístup k realizaci doporučených opatření liší napříč subjekty, případně, zda lze na základě výsledků najít podobné přístupy mezi povinnými subjekty, které sdílí společné parametry (např. podniky v jednom sektoru apod.).

Za účelem zpracování studie provedl Zhotovitel průzkum, který cílil na subjekty s povinností zpracovat energetický audit dle §9 zákona č. 406/2000 Sb.

Výstup musí respektovat požadavky článku 7, 7b a přílohy V směrnice Evropského parlamentu a Rady 2012/27/EU ze dne 25. října 2012 o energetické účinnosti, o změně směrnic 2009/125/ES a 2010/30/EU a o zrušení směrnic 2004/8/ES a 2006/32/ES ve znění směrnice 2018/2002.

Finálním výstupem mělo být vyčíslení dopadu dle bodu 2 formou excelové tabulky a průvodní vysvětlení a dále elektronická publikace komplexně shrnující výsledky a zjištění.

## 2. Způsob řešení

K dosažení cílů studie byla zvolena kombinace dvou základních činností. Nejprve došlo k uskutečnění dotazníkového šetření provedeného na subjektech spadajících pod předmětnou povinnost realizovat energetický audit na základě § 9 odst. 2 zákona č. 406/2000 Sb. Databázi s kontakty na tyto subjekty dodal Zadavatel. Primárním úkolem tohoto dotazníkového šetření bylo zjistit, zdali a do jaké míry vede zmíněná zákonná povinnost k realizaci energeticky úsporných opatření.

Výše finanční alokace na uskutečnění studie představovala jisté bariéry v případě provedení kvantitativního dotazníkového šetření, čemuž musel být uzpůsoben přístup k jeho realizaci. Při návrhu způsobu provedení dotazníkového šetření vycházel Zhotovitel z následujících východisek:

- Vyplnění dotazníku nebylo finančně incentivováno, což mohlo mít dle názoru Zhotovitele negativní vliv na míru odpovídání (tzv. response rate). Proto bylo třeba sestavit stručný dotazník tak, aby jeho délka a složitost (například z hlediska nároků na vypisování hodnot z energetických auditů) neodrazovala ty respondenty, kteří se jej rozhodnou vyplnit i navzdory neexistenci odměny za

vyplnění. Vedle délky bylo nutné také uzpůsobit míru detailu, která bude v odpovědích po respondentech vyžadována.

- Zhotovitel pracoval s předpokladem, že někteří respondenti nejsou schopni energetický audit dohledat nebo daný respondent není ochoten jej dohledávat, případně není schopen se v auditu zorientovat a poskytnout relevantní hodnotu úspory. Dotazník byl proto koncipován tak, aby do něj bylo možné volitelně doplňovat na místo konkrétních hodnot úspor pouze vodička, na základě kterých byl Zhotovitel schopen jednotlivé hodnoty (jako například celkovou spotřebu energetického hospodářství či úspory za jednotlivá realizovaná opatření) definovat formou expertního odhadu.

Dotazník použitý v rámci šetření je přílohou č. 1 této závěrečné zprávy.

Paralelně se sběrem dat probíhala analýza databáze evidence o provedených činnostech energetických specialistů, tzv. ENEX databáze, konkrétně pak její části obsahující záznamy energetických specialistů ohledně uskutečněných energetických auditů. Cílem této aktivity bylo vytvořit dostatečnou datovou základnu pro stanovení odhadu energetických úspor generovaných v důsledku zákonné povinnosti auditu realizovat. Získaná data byla doplněna o data a poznatky získané v rámci Zhotovitelovy praxe.

V poslední fázi došlo k propojení výše zmíněných činností. Dotazníkové šetření poskytlo data ohledně frekvence realizací úsporných opatření v důsledku zákonné povinnosti pořizovat energetické audity. Následně došlo k výpočtu normované úspory energie na 1 energetický audit, a to pro 3 typy energetických hospodářství (dle výše spotřeby – nízká, střední, velká). Na základě těchto hodnot a záznamů v databázi ENEX pak byly historicky dopočítány pravděpodobné úspory za období 2014–2020.

## 3. Dotazníkové šetření

### 3.1. Metodologie dotazníkového šetření

#### 3.1.1. Podoba dotazníku

Dotazník byl zhotoven experty EPDOR, NMS a MPO dle pravidel uvedených v kapitole 2. Je přílohou č. 1 této závěrečné zprávy.

#### 3.1.2. Harmonogram

- |                                     |                           |
|-------------------------------------|---------------------------|
| • Příprava dotazníku:               | 16. 12. 2021 – 6. 1. 2022 |
| • Pilotní sběr, validace dotazníku: | 17. – 21. 1. 2022         |
| • Hlavní fáze sběru dat:            | 24. 1. – 21. 2. 2022      |
| • Vyhodnocování dat:                | 22. 2. – 3. 3. 2022       |

#### 3.1.3. Cílová skupina

Přístup k vyplnění dotazníkového šetření byl umožněn subjektům spadajícím pod předmětnou povinnost realizovat energetický audit na základě § 9 odst. 2 zákona č. 406/2000 Sb. Databázi s kontakty na tyto subjekty dodal Zadavatel.

Cílovou skupinu lze rozdělit do 3 majoritních skupin:

- Velké podniky (zaměstnávající 250 osob a více NEBO podniky s ročním obratem přesahujícím 1,3 mld Kč NEBO s bilanční sumou rozvahy přesahující 1,1 mld ročně)

- Kraje, obce, příspěvkové organizace státu/kraje/obce, státní a veřejné vysoké školy, ČNB
- Podniky a instituce s průměrnou hodnotou za poslední 2 po sobě jdoucí kalendářní roky
  - spotřeba energie vyšší než 35 000 GJ (hranice účinná do 25. 1. 2020)
  - nakládání s energií vyšší než 5 000 MWh ročně (hranice účinná po 25. 1. 2020)

### 3.1.4. Způsob rozesílání

Dotazníkové šetření bylo k relevantním subjektům (databáze kontaktů Zadavatele) šířeno Zhotovitelem formou e-mailových pozvánek.

E-mailová pozvánka zahrnovala informace o účelu výzkumu a informaci o požadavcích na respondenta („kdo může dotazník vyplnit“). Pokud odpovědnou osobou nebyl samotný příjemce e-mailu, pozvánka v souladu s GDPR umožňovala předání kontaktu na relevantního pracovníka pro jeho budoucí kontaktování s nabídkou účasti na výzkumu Zhotovitelem.

## 3.2. Průběh sběru dat

Sběr dat byl realizován v několika fázích:

- V **úvodní fázi** bylo provedeno pilotní dotazníkové šetření, v rámci něhož byla oslovena minoritní část databáze kontaktů Zadavatele. V této fázi byla primárně validována funkčnost a srozumitelnost dotazníku, sekundárním zjištěním však byla již indikace nízké návratnosti.
- V **hlavní fázi** sběru dat byly osloveny všechny subjekty z databáze kontaktů Zhotovitele. Vzhledem ke snaze o co nejvyšší návratnost byly všechny e-mailové pozvánky po cca 5 pracovních dnech rozesílány na každý kontakt podruhé, s připomenutím žádosti o vyplnění.

V úvodní i hlavní fázi sběru dat výzkumný tým bohužel čelil velmi nízké návratnosti, způsobené primárně nedostatkem přímých kontaktů na relevantní pracovníky v databázi Zhotovitele. Po schválení Zhotovitele a Zadavatele byl původní průběh sběru dat rozšířen.

- V **závěrečné fázi** sběru dat byl osloven Svaz průmyslu a dopravy ČR, jehož pracovníci v součinnosti se Zhotovitelem rozeslali e-mailové pozvánky s možností vyplnění dotazníku i na členy svazu.

## 3.3. Klíčová zjištění

Vzhledem k nízkému počtu subjektů (n=132) úspěšně zapojených v dotazníkovém šetření nebylo možné činit statisticky významné nálezy.

# 4. Profily energetických úspor

Jelikož data z dotazníkového šetření nebyla vždy v oblasti hodnot energetických úspor kompletní, bylo třeba ke konkrétním realizovaným opatřením v rámci jednotlivých dotazníků pravděpodobně úspory přiřadit. K tomuto účelu byly vytvořeny jakési *profily* energetických úspor, kdy na základě velikosti energetického hospodářství, typu budovy, způsobu jejich provozu a vodítek ohledně rozsahu implementace opatření byla pro takové opatření dopočítána pravděpodobná úspora.

Zdrojem pro sestavení výše zmíněných profilů energetických úspor byla databáze ENEX poskytnutá Zadavatelem studie.

## 4.1. Typy budov

Zhotovitel pracoval s obdobnými<sup>1</sup> typy budov, s jakými pracuje databáze ENEX:

- Administrativní budova
- Budova pro dopravu
- Budova pro kulturu
- Budova pro obchodní účely
- Budova pro průmysl
- Budova pro skladování
- Budova pro sport
- Budova pro ubytování a stravování
- Budova pro vzdělávání
- Budova pro zdravotnictví
- Bytový dům
- Ostatní

## 4.2. Uvažovaná energeticky úsporná opatření

Následně byla vybrána typická, běžně prováděná energeticky úsporná opatření:

- Instalace fototermiky
- Instalace fotovoltaiky
- Instalace inteligentních řídicích systémů
- Instalace kogenerační jednotky
- Instalace měření a regulace
- Instalace termostatických ventilů
- Instalace vzduchotechniky s využitím zpětného získávání tepla
- Jiné opatření
- Výměna manipulačního stroje
- Výměna osvětlení
- Výměna otopné soustavy
- Výměna pracovního stroje
- Výměna zdroje tepla
- Využití odpadního tepla
- Zateplení
- Zavedení energetického managementu

Opatření je možné rozdělit do tří skupin podle způsobu stanovení průměrných úspor na jedno opatření:

- opatření vycházející exaktně z databáze ENEX: instalace termostatických ventilů, instalace vzduchotechniky se zpětným získáváním tepla, výměna manipulačního stroje, výměna osvětlení, výměna otopné soustavy, výměna pracovního stroje, výměna zdroje tepla a zateplení.
- opatření doložená na základě databáze ENEX: instalace řídicích systémů, instalace měření a regulace a zavedení energetického managementu.
- opatření, která není možné z databáze ENEX vyčíslit: instalace fototermiky, instalace fotovoltaiky, instalace kogenerační jednotky a jiná opatření.

Pro většinu opatření byly následně stanoveny tři kategorie rozsahu provedení:

- **komplexní** – týká se většiny budov v energetickém hospodářství,
- **částečná** – týká se menšího počtu budov v energetickém hospodářství,

<sup>1</sup> Početně zastoupenou kategorií „ostatní“ Zhotovitel kvůli velkému rozptylu spotřeb dále rozdělil na průmysl, dopravní stavby, sklady a ostatní.

- **minoritní** – minimální rozsah z pohledu energetického hospodářství)

Hranice mezi komplexním, částečným a minoritním rozsahem byly stanoveny individuálně pro každý typ opatření, odborným odhadem vycházejícím ze Zhotovitelovy praxe.

### 4.3. Analýza dat z databáze ENEX

Dalším bodem bylo stanovení průměrné úspory pro každý typ budovy a každé opatření v několika úrovních rozsahu a průměrnou hodnotou pro případ, že v dotaznících nebude rozsah určen. Zhotovitel se v co největší míře pokoušel používat exaktní data vycházející z databáze ENEX. Pokud to nebylo možné, byly průměrné úspory stanoveny odborným odhadem vycházejícím z vlastních Zhotovitelovy praxe, případně obecně platných norem a zvyklostí.

Jak již bylo nastíněno výše, primárním zdrojem dat Zhotovitele byla pro účely doplnění chybějících dat v dotazníkovém šetření databáze ENEX z období 2015 – 2020 s celkem 3 950 evidovanými audity.

Auditované objekty v dotazníkovém šetření bylo třeba rozdělit v rámci kategorií podle velikosti spotřeby energie na velké/střední/malé. Zhotovitel zvolil nastavení hranic tak, že do malé spotřeby zahrnul všechna auditovaná hospodářství v rámci daného typu budovy, která se nacházela pod mediánem, do střední spotřeby zařadil ty mezi mediánem a aritmetickým průměrem a všechna hospodářství se spotřebou nad aritmetickým průměrem zařadil do kategorie velká spotřeba. Hodnoty mezí uvádí následující tabulka.

	Nízká spotřeba		Střední spotřeba		Vysoká spotřeba
Administrativní budova	320		1 416		
Budova pro kulturu	269		426		
Budova pro obchodní účely	227		1 949		
Budova pro sport	530		1 438		
Budova pro ubytování a stravování	356		1 077		
Budova pro vzdělání	529		1 306		
Budova pro zdravotnictví	666		4 647		
Bytový dům	146		179		
Budova pro skladování	789		1 954		
Budova pro průmysl	4 950		51 689		
Budova pro dopravu	1 595		1 792		
Ostatní	1 005		74 771		

Tabulka 1: Mezní hodnota nízké, střední a velké spotřeby energetického hospodářství dle typu budovy v databázi ENEX.

Tomu odpovídá následující rozdělení případů v databázi ENEX:

VELIKOST	nízká		střední		velká		celkem
TYP BUDOVY	počet	% z ENEXu	počet	% z ENEXu	počet	% z ENEXu	počet
Administrativní budova	544	13,8 %	166	4,2 %	96	2,4 %	806
Budova pro kulturu	14	0,4 %	4	0,1 %	9	0,2 %	27
Budova pro obchodní účely	555	14,1 %	400	10,1 %	113	2,9 %	1 068
Budova pro sport	15	0,4 %	10	0,3 %	9	0,2 %	34
Budova pro ubytování a stravování	145	3,7 %	78	2,0 %	36	0,9 %	259
Budova pro vzdělání	152	3,8 %	77	1,9 %	47	1,2 %	276



Budova pro zdravotnictví	40	1,0 %	30	0,8 %	19	0,5 %	89
Bytový dům	104	2,6 %	28	0,7 %	102	2,6 %	234
Budova pro skladování	60	1,5 %	52	1,3 %	25	0,6 %	137
Budova pro průmysl	315	8,0 %	256	6,5 %	49	1,2 %	620
Budova pro dopravu	51	1,3 %	11	0,3 %	41	1,0 %	103
Ostatní	161	4,1 %	113	2,9 %	23	0,6 %	297
<b>CELKEM</b>	<b>2 156</b>	<b>54,6 %</b>	<b>1 225</b>	<b>31,0 %</b>	<b>569</b>	<b>14,4 %</b>	<b>3 950</b>

Tabulka 2: Rozložení typů budov dle spotřeby v databázi ENEX.

Pro určení průměrných úspor po jednotlivých opatřeních pro všechny typy budov a všechny typy velikostí energetických hospodářství využil Zhotovitel funkcí podmíněného sčítání v databázi ENEX, kdy sérií definovaných podmínek došlo k vyloučení nevhodných řádků. Například úspora komplexním zateplením v případě malých administrativních budov byla stanovena jako podíl součtů dosažených úspor zateplením ku celkové spotřebě energie v případě, že se jedná o administrativní budovu s malou spotřebou, úspora zateplením je kladná a zároveň vyšší než 25 % spotřeby na vytápění.

Výsledkem výše uvedených činností bylo tedy vytvoření matice, obsahující průměrnou úsporu z realizace konkrétního energeticky úsporného opatření dle typu budovy, dle velikosti spotřeby budovy a dle rozsahu implementace opatření. Ukázka části matice je poskytnuta v obrázku níže.

TYP ENERGETICKÉHO HOSPODÁŘSTVÍ	ROZSAH	Zateplení				Výměna zdroje tepla				Výměna otopné soustavy			
		MR	ČR	VR	NR	MR	ČR	VR	NR	MR	ČR	VR	NR
-	-	Zateplení_MR	Zateplení_ČR	Zateplení_VR	Zateplení_NR	Výměna zdroje tepla_MR	Výměna zdroje tepla_ČR	Výměna zdroje tepla_VR	Výměna zdroje tepla_NR	Výměna otopné soustavy_MR	Výměna otopné soustavy_ČR	Výměna otopné soustavy_VR	Výměna otopné soustavy_NR
Administrativní budova	M	5,28%	13,08%	27,50%	14,42%	3,22%	7,15%	10,70%	6,33%	0,42%	2,78%	5,65%	2,70%
Administrativní budova	S	1,82%	13,87%	30,85%	15,87%	0,76%	4,88%	2,26%	2,26%	0,27%	1,03%	4,27%	2,24%
Administrativní budova	V	2,68%	8,57%	8,51%	6,54%	0,69%	0,56%	0,56%	0,56%	0,14%	1,80%	0,97%	0,77%
Budova pro dopravu	M	6,10%	7,13%	6,20%	6,10%	0,53%	0,53%	0,53%	0,53%	3,18%	0,57%	3,66%	3,18%
Budova pro dopravu	S	3,76%	3,76%	4,10%	3,76%	3,45%	3,45%	3,45%	3,45%	2,36%	2,36%	2,36%	2,36%
Budova pro dopravu	V	5,83%	3,07%	15,69%	5,83%	6,38%	6,38%	6,38%	6,38%	0,17%	2,22%	5,78%	2,22%
Budova pro kulturu	M	48,09%	48,09%	52,51%	48,09%	20,48%	20,48%	20,48%	20,48%	7,64%	7,64%	9,63%	7,64%
Budova pro kulturu	S	19,11%	19,11%	19,11%	19,11%	8,23%	8,23%	8,23%	8,23%	9,32%	5,60%	12,96%	9,32%
Budova pro kulturu	V	31,26%	31,26%	31,26%	31,26%	3,83%	3,83%	3,83%	3,83%	7,78%	7,78%	7,78%	7,78%
Budova pro obchodní účely	M	16,70%	10,27%	37,20%	16,70%	2,23%	3,81%	3,69%	3,69%	0,35%	1,02%	4,91%	3,08%
Budova pro obchodní účely	S	1,33%	6,91%	59,58%	7,90%	0,73%	1,16%	1,16%	1,16%	0,20%	0,50%	3,54%	1,63%
Budova pro obchodní účely	V	2,24%	3,72%	23,39%	4,30%	0,94%	1,34%	1,34%	1,34%	0,65%	1,68%	3,47%	1,44%
Budova pro průmysl	M	1,41%	6,88%	23,30%	7,10%	0,58%	1,90%	28,57%	2,39%	0,23%	0,68%	4,53%	1,45%
Budova pro průmysl	S	1,34%	2,91%	7,66%	2,80%	0,68%	2,69%	2,04%	2,04%	0,15%	0,51%	4,11%	1,32%
Budova pro průmysl	V	0,08%	0,40%	0,40%	0,40%	0,02%	0,12%	0,12%	0,12%	0,05%	0,20%	1,48%	0,20%

Obrázek 1: Matice energetických úspor.

Hodnoty z matice výše byly následně používány v těch dotaznících, kde k jednotlivým deklarovaným realizovaným úsporným opatřením nebyly uvedeny energetické úspory.

#### 4.4. Čištění dat z databáze ENEX

Při zkoumání poskytnutých dat byla objevena řada značných chyb, formálních i číselných. V řadě případů byly budovy špatně zatříděny, nejčastěji se vyskytovalo chybné zatřídění administrativních budov do kategorie „jiné“ a v doplňkovém poli bylo uvedeno administrativní budova.

Dále v samotných energetických bilancích byly často uvedeny nesmyslné údaje. Několikrát se objevila situace, kdy spotřeba v položce technologie a ostatní spotřeby byla vyšší než celková spotřeba. Dále poměrně častým problémem byla nekonzistence v energetických bilancích, kdy neplatila rovnice stávající stav – navrhovaný stav = úspora.

Chybné zařazení budov bylo ručně opraveno tak, že administrativní a jiné zcela jednoznačně určené budovy byly přeřazeny do odpovídající kategorie. Vzhledem k počtu záznamů nebylo možné projít konzistenci a zkoumat, kde se pravděpodobně stala chyba a tu opravit, ve všech číselných záznamech energetických bilancí. Chyby zde byly řešeny až zpětně (když výpočtové vzorce vracely nesmyslné, obvykle záporné hodnoty). Proto bylo přijato opravné opatření takové, že za správné hodnoty byly považovány sloupečky „stávající stav“ a „navrhovaný stav“, a dosažená úspora byla vypočtena vzorcem.

## 4.5. Stanovení úspory na jednotlivých opatřeních

V následujících podkapitolách je popsán postup stanovení úspory pro jednotlivá opatření.

### 4.5.1. Instalace fototermiky

V případě fototermiky nebylo možné databázi ENEX použít. Jednalo se tedy o opatření, úsporu z něhož plynoucí je třeba stanovit expertním odhadem. Zároveň však toto opatření nejde jednoduše paušalizovat, protože úspora energie je přímo úměrná velikosti instalace a ta kromě velikosti objektu (a jí odpovídající spotřebě teplé vody) závisí i na spoustě dalších faktorů. Pro instalaci kolektorů musí být např. vhodná střecha (z hlediska orientace ke světovým stranám, střecha musí přenést dodatečné zatížení a zároveň musí být v blízkosti místa odběru teplé vody atp.).

V případě fototermiky lze s výhodou využít metodu letecké perspektivy s použitím některého z mapových serverů (Google Maps, Mapy.cz). Na základě leteckých snímků lze spočítat počet kolektorů a odtud lze již s poměrně malou chybou stanovit instalovaný výkon. Úspora energie se pak rovná produkci tepla kolektorů, které je rovněž možné jednoduše spočítat.

### 4.5.2. Instalace fotovoltaiky

V případě tohoto opatření rovněž není možné použít databázi ENEX. Situace je obdobná jako v případě fototermiky, výpočet úspory je proveden stejnou metodou, tedy odhadem instalovaného výkonu z letecké perspektivy a následným dopočítáním uspořené energie.

### 4.5.3. Instalace inteligentních řídicích systémů

Toto opatření spadá do druhé kategorie, kde průměrná úspora pro každý typ budovy a její velikost bude stanovena na základě dat z ENEXu, na které bude aplikován výpočetní postup vycházející ze Zhotovitelovy praxe a obecných norem a zvyklostí.

Úspora inteligentním řídicím systémem je vypočtena fixním procentem, které bylo stanoveno odborným odhadem (2 % pro minoritní rozsah, 8 % pro částečný rozsah a 15 % pro komplexní realizaci). Toto procento je aplikováno na spotřebu technických systémů budovy (celková spotřeba, ze které jsou odečteny technologické spotřeby). Postup je aplikován na všechny záznamy z databáze ENEX, počet vzorků tedy odpovídá jednotlivým počtům budov rozřazených podle typů a velikostí. Průměrná hodnota (pro případ, kdy nebude možné stanovit rozsah) je spočtena prostým aritmetickým průměrem.

#### 4.5.4. Instalace kogenerační jednotky

V případě tohoto opatření není možné databázi ENEX použít. V navrátilivších se dotaznicích nebyla relevantní realizace kogenerační jednotky (v jednom případě šlo o náhradu staré kogenerace za novou (kde bylo vzhledem k neznalosti detailních informací a stavu uvažováno s navýšením účinnosti o 5 %). V případě nové instalace by se ale vycházelo z instalovaného výkonu jednotky a obecných zvyklostí (poměr mezi elektrickým a tepelným výkonem je zpravidla podobný napříč modelovými řadami různých výrobců, provoz kogenerační jednotky se navrhuje na minimálně 3 000 hodin plného výkonu ročně atd.).

#### 4.5.5. Instalace měření a regulace

Toto opatření je podobné inteligentním řídicím systémům. Úspora byla rovněž stanovena odborným odhadem, vzhledem k absenci přidané hodnoty prediktivního automatického chování systému je úspora nižší.

Úspora zavedením systému měření a regulace je vypočtena fixním procentem, které bylo stanoveno odborným odhadem (1 % pro minoritní rozsah, 5 % pro částečný rozsah a 10 % pro komplexní realizaci). Toto procento je aplikováno na spotřebu technických systémů budovy (celková spotřeba, ze které jsou odečteny technologické spotřeby). Postup je aplikován na všechny záznamy z databáze ENEX, počet vzorků tedy odpovídá jednotlivým počtům budov rozřazených podle typů a velikostí. Průměrná hodnota (pro případ, kdy nebude možné stanovit rozsah) je spočtena prostým aritmetickým průměrem.

#### 4.5.6. Instalace termostatických ventilů

Průměrnou úsporu tohoto opatření je možné získat pomocí dat z databáze ENEX. Instalace termostatických hlavice se v energetické bilanci projeví úsporou na vytápění.

Intervaly podle rozsahu opatření byly stanoveny na 0 – 2 % pro minoritní rozsah, 2 – 4 % pro částečný a 4 – 10 % pro komplexní (10 % bylo stanoveno jako maximální dosažitelná úspora pouhou realizací termostatických ventilů). Výpočtový excelový vzorec pak hledá odpovídající budovy (typ a velikost), které mají kladnou úsporu ve sloupci vytápění a spadají do kategorie podle rozsahu. Tyto řádky jsou sečteny a poděleny součtem celkových spotřeb odpovídajících řádků.

#### 4.5.7. Instalace vzduchotechniky s využitím zpětného získávání tepla

Průměrnou úsporu tohoto opatření je možné získat pomocí dat z databáze ENEX. Instalace vzduchotechniky se v energetické bilanci projeví úsporou na větrání.

Intervaly podle rozsahu opatření byly stanoveny na 0 – 10 % pro minoritní rozsah, 10 – 40 % pro částečný a nad 40 % pro komplexní, vztaženo k úspoře na větrání. Výpočtový excel pak hledá odpovídající budovy (typ a velikost), které mají kladnou úsporu ve sloupci větrání a spadají do kategorie podle rozsahu. Tyto řádky jsou sečteny a poděleny součtem celkových spotřeb odpovídajících řádků.

#### 4.5.8. Jiné opatření

Pod tuto kategorii spadají všechna ostatní opatření nevyjmenovaná v seznamu opatření. Tato kategorie má největší rozptyl možností a není ji možné vyčíslit ani s pomocí databáze ENEX, ani jakkoliv jinak bez doplňujících informací. Ve vyhodnocení dotazníků bylo k těmto případům přistupováno individuálně, pokud to bude na základě respondentem vyplněných vodítek možné.

#### 4.5.9. Výměna manipulačního stroje

Průměrnou úsporu tohoto opatření je možné získat pomocí dat z databáze ENEX. Manipulační stroj je dopravní prostředek, jež spotřebovává pohonné hmoty. Tyto je možné vykázat v energetické bilanci v ENEXu.

Vzhledem k minimálnímu počtu záznamů zde nebyly řešeny rozsahy (minoritní/částečný/komplexní) a jsou rovnou stanoveny průměrné úspory bez rozlišení rozsahu. Výpočtový excelový vzorec hledá odpovídající budovy (typ a velikost), které mají kladnou úsporu ve sloupci PHM. Tyto řádky jsou sečteny a poděleny součtem celkových spotřeb odpovídajících řádků.

#### 4.5.10. Výměna osvětlení

Průměrnou úsporu tohoto opatření je možné získat pomocí dat z databáze ENEX. Výměna osvětlení se v energetické bilanci projeví úsporou na osvětlení.

Intervaly podle rozsahu opatření byly stanoveny na 0 – 10 % pro minoritní rozsah, 10 – 40 % pro částečný a nad 40 % pro komplexní, vztaženo k úspoře na větrání. Výpočtový excelový vzorec pak hledá odpovídající budovy (typ a velikost), které mají kladnou úsporu ve sloupci osvětlení a spadají do kategorie podle rozsahu. Tyto řádky jsou sečteny a poděleny součtem celkových spotřeb odpovídajících řádků.

#### 4.5.11. Výměna otopné soustavy

Průměrnou úsporu tohoto opatření je možné získat pomocí dat z databáze ENEX. Výměna otopné soustavy se v energetické bilanci projeví úsporou na ztrátách.

Intervaly podle rozsahu opatření byly stanoveny na 0 – 10 % pro minoritní rozsah, 10 – 20 % pro částečný a nad 20 % pro komplexní, vztaženo k úspoře na ztrátách. Výpočtový excelový vzorec pak hledá odpovídající budovy (typ a velikost), které mají kladnou úsporu ve sloupci ztráty a spadají do kategorie podle rozsahu. Tyto řádky jsou sečteny a poděleny součtem celkových spotřeb odpovídajících řádků.

#### 4.5.12. Výměna pracovního stroje

Průměrnou úsporu tohoto opatření je možné získat pomocí dat z databáze ENEX. Výměnu pracovního stroje je možné z ENEXu stanovit jako kladnou úsporu na technologických spotřebách.

Vzhledem k malému počtu záznamů u většiny typů budov zde nebyly řešeny rozsahy (minoritní/částečný/komplexní) a jsou rovnou stanoveny průměrné úspory bez rozlišení rozsahu. Výpočtový excelový vzorec hledá odpovídající budovy (typ a velikost), které mají kladnou úsporu ve sloupci technologické a ostatní spotřeby. Tyto řádky jsou sečteny a poděleny součtem celkových spotřeb odpovídajících řádků. Zároveň je vyšetřováno, jestli údaje nejsou chybné (v některých záznamech byly technologické spotřeby vyšší než celkové spotřeby). Chybné řádky jsou vyloučeny.

#### 4.5.13. Výměna zdroje tepla

Průměrnou úsporu tohoto opatření je možné získat pomocí dat z databáze ENEX. Za provedenou výměnu zdroje tepla je považován záznam, který vykazuje úsporu na vytápění, ztrátách a přípravě teplé vody.

Intervaly podle rozsahu opatření byly stanoveny na 0 – 5 % pro minoritní rozsah, 5 – 10 % pro částečný a nad 10 % pro komplexní, vztaženo k sumě úspor na ztrátách, vytápění a přípravě teplé vody. Výpočtový excelový vzorec pak hledá odpovídající budovy (typ a velikost), které mají kladnou úsporu ve všech uvedených sloupcích (ztráty, vytápění, příprava teplé vody) a spadají do kategorie podle rozsahu. Tyto řádky jsou sečteny a poděleny součtem celkových spotřeb odpovídajících řádků.

#### 4.5.14. Využití odpadního tepla

V případě tohoto opatření není možné použít údaje z databáze ENEX. Toto opatření je zároveň velmi široké z pohledu možností. Může se jednat o vytápění celého areálu odpadním teplem stroje, který má dominantní spotřebu energie na jedné straně, nebo přitápění zádveří odpadním teplem ze serverovny coby druhý extrém. Rovněž k tomuto opatření bude přistupováno individuálně, na základě poskytnutých doplňujících informací respondenta. Bez nich není možné úsporu vyhodnotit a opatření bylo v takovém případě vyškrtáno.

#### 4.5.15. Zateplení

Průměrnou úsporu tohoto opatření je možné získat pomocí dat z databáze ENEX. Za provedené zateplení je považován záznam, který vykazuje úsporu na vytápění a ztrátách.

Intervaly podle rozsahu opatření byly stanoveny na 0 – 10 % pro minoritní rozsah, 10 – 25 % pro částečný a nad 25 % pro komplexní, vztaženo k sumě úspor na ztrátách a vytápění. Výpočtový excelový vzorec pak hledá odpovídající budovy (typ a velikost), které mají kladnou úsporu ve všech uvedených sloupcích (ztráty, vytápění) a spadají do kategorie podle rozsahu. Tyto řádky jsou sečteny a poděleny součtem celkových spotřeb odpovídajících řádků.

#### 4.5.16. Zavedení energetického managementu

Pro stanovení průměrné úspory je využit podobný model, jako v případě měření a regulace nebo inteligentních řídicích systémů. Je obecně platné předpokládat, že zavedením a prováděním energetického managementu se dosahuje úspory cca 0,5 % na spotřebě technických zařízení budovy (kromě technologií).

Výše stanovené procento úspory je aplikováno na spotřebu technických systémů budovy (celková spotřeba, ze které jsou odečteny technologické spotřeby), postup je aplikován na všechny záznamy z databáze ENEX, počet vzorků tedy odpovídá jednotlivým počtům budov rozříděných podle typů a velikostí.

## 5. Výpočet energetických úspor

Klíčovým výstupem této studie bylo stanovení standardizované průměrné procentuální úspory energie dosažené v rámci celého energetického hospodářství na jeden energetický audit a extrapolace těchto dat do období 2014-2020 pro účely reportování adiccionálních energetických úspor vůči Evropské komisi.

V této kapitole je popsán postup Zhotovitele při výpočtu standardizované průměrné procentuální úspory energie na jeden energetický audit.

S hrubými daty generovanými dotazníkovým šetřením bylo nakládáno následujícím způsobem:

### 5.1. Kategorizace energetických hospodářství

Pro účely určení adiccionality a také pro účely doplňování případných chybějících či nepřesných údajů o úsporách za jednotlivá realizovaná opatření bylo nejprve třeba jednotlivé dotazníky, resp. v nich uvedená auditovaná energetická hospodářství, rozřadit do jednotlivých kategorií a přiřadit k nim profil energetických úspor.

Tato aktivita sestávala ze 3 kroků:

1. Byly odfiltrovány veškeré nerelevantní nedokončené dotazníky a tzv. *hard screen-out*<sup>2</sup> dotazníky
2. Zbývající dotazníky byly rozříděny na 2 kategorie:
  - i. energetická hospodářství, která požadovala energetický audit výlučně na základě § 9 odst. 2 zákona č. 406/2000 Sb., úspory v nichž uvedené jsou považovány za splňující podmínku adicionality.
  - ii. energetická hospodářství která požadovala energetický audit z jiných důvodů než výlučně na základě § 9 odst. 2 zákona č. 406/2000 Sb., úspory v nichž uvedené nejsou považovány za splňující podmínku adicionality.
3. Každý dotazník, resp. každé v něm uvedené auditované energetické hospodářství, bylo zařazeno do kategorie dle typu převládající budovy a velikosti spotřeby.

Jelikož dotazníkové šetření neobsahovalo dostatečně velké vzorky pro vynesení statisticky významných závěrů ohledně průměrné úspory některých typů budov, byla pro tento účel vytvořena alternativní, redukovaná varianta segmentace energetických hospodářství, a to energetická hospodářství s nízkou, střední a vysokou spotřebou energie. Mezní hodnoty byly stanoveny na 1.200 MWh (hranice mezi nízkou a střední výší spotřeby) a 11.445 MWh (hranice mezi střední a vysokou spotřebou).

Typ spotřeby	Dolní mez	Počet v databázi	Zastoupení v databázi	Průměrná spotřeba na 1 hospodářství	Průměrná úspora
	[MWh]	[-]	[%]	[MWh]	[%]
Nízká spotřeba	0	2814	71,24 %	290	1.58%
Střední spotřeba	1 200	848	21,47 %	3 834	2.48%
Velká spotřeba	11 445	288	7,29 %	142 861	0.43%

Tabulka 3. Rozdělení záznamů (tj. auditovaných energetických hospodářství) v databázi ENEX dle typu spotřeby.

## 5.2. Stanovení měrné úspory za 1 energetický audit

Po přiřčení profilů energetických úspor jednotlivým energetickým hospodářstvím došlo následně u každého jednoho dotazníku k určení

- celkové roční úspory,
- roční úspory splňující kritérium významnosti,
- velikosti úspor, vystavených dvojímu započítávání a jejich odstranění
- a délku odstupu realizace od energetického auditu

za každé uvedené realizované opatření. Tato činnost sestávala z následujících kroků:

1. Určení celkové roční úspory za dané realizované opatření
  - i. Pokud respondent tuto hodnotu sám uvedl<sup>3</sup>, pracoval Zhotovitel s touto uvedenou úsporou, případně přepočítanou na hodnoty v MWh (výchozí jednotka).
  - ii. Pokud respondent tuto hodnotu sám neuvedl nebo nebyla uvedena smysluplně, postupoval Zhotovitel způsobem nastíněným v 4.3 a 4.5., kdy dle profilu energetických úspor daného objektu byla pro dané opatření přiřazena procentuální hodnota pravděpodobné úspory a celková úspora byla následně počítána jako součin celkové spotřeby daného energetických hospodářství a procentuální úspory plynoucí z daného opatření.
2. Pro určení významnosti zákonné povinnosti byli respondenti v dotazníku dotazováni, zdali bylo dané úsporné opatření realizováno v důsledku zákonné povinnosti požítovat pro svá energetická

<sup>2</sup> Dotazníky, v nichž respondenta vyřadila odpověď na některou z kvótovacích otázek, jako např. odpověď „Naše společnost energetický audit nepožádala“.

<sup>3</sup> Hodnoty musely být uvedeny ve smysluplné výši. Pokud tomu tak nebylo, přistupoval Zhotovitel k jejich úpravám. Logika úprav je vysvětlen v kapitole 5.2.

hospodářství energetické audity, jinými slovy, zdali existuje kauzální vztah mezi existencí povinnosti audit pořizovat a následnou realizací úsporných opatření, a tím pádem mezi existencí povinnosti audit pořizovat a generovanými energetickými úsporami. Škála možných odpovědí je uvedena níže:

ODPOVĚĎ	VÁHA
Rozhodně ano	100.00%
Spíše ano	66.67%
Spíše ne	33.33%
Rozhodně ne	0.00%

**Tabulka 4.** Škála možných odpovědí pro určení kauzality zákonné povinnosti realizovat energetický audit.

- Úspora z daného opatření je následně přenásobena váhou významnosti dle respondentovy odpovědi.
- Pro účely zamezení dvojího započítávání bylo v dotazníku také sledováno, zdali dotazovaný subjekt pro realizaci opatření využil některý z dostupných dotačních titulů. Úspory plynoucí z dotačních titulů jsou již vykazovány jiným způsobem, a proto v případech, kde respondent uvedl využití některého z dotačních titulů při realizaci daného úsporného opatření byla úspora zneplatněna.

Po provedení výše uvedeného algoritmu u všech opatření u daného energetického hospodářství byly konečné úspory za jednotlivá úsporná opatření po jejich očištění o úspory nevýznamné (z hlediska pravidel Evropské komise) a po eliminaci úspor, které by byly započítány podruhé, sečteny. Sečtení bylo provedeno pro všechny dotazníky.

Energetická hospodářství uvedená v dotaznících byla následně rozdělena do 3 kategorií na ta s nízkou, střední a velkou spotřebou (dle logiky uvedené v kapitole 4.3) a aritmetickým průměrem byla stanovena průměrná vykazatelná úspora pro danou velikost spotřeby energetické hospodářství.

Tímto způsobem je tedy stanovena měrná úspora energie na 1 vykonaný audit vůči roční spotřebě sledovaného energetického hospodářství spadající do dané kategorie velikosti spotřeby.

Typ spotřeby	Počet auditů	Úspora celkem	Úspora bez dotací	Významná úspora	Vykazatelná úspora	Vykazatelná úspora
	[-]	[MWh]	(po odečtení opatření podpořených dotací) [MWh]	(po zauvažování dopadu povinnosti realizovat audit) [MWh]	(očistěna od dotací a povinnosti realizovat audit) [MWh]	(očistěna od dotací a povinnosti realizovat audit) [%]
<b>Nízká spotřeba</b>	11	117.97	89.27	39.88	<b>33.22</b>	<b>1.58%</b>
<b>Střední spotřeba</b>	60	13 036.82	12 801.12	6 002.88	<b>5 964.07</b>	<b>2.48%</b>
<b>Velká spotřeba</b>	61	270 974.17	261 454.09	128 943.75	<b>120 190.56</b>	<b>0.43%</b>

**Tabulka 5.** Výsledky dotazníkového šetření a celkové vykazatelné úspory dle kategorie velikosti spotřeby.

### 5.3. Čištění dat z dotazníkového šetření

Surová data z dotazníků prošla několika kontrolami zaměřenými zejména na realizovaná opatření a jimi dosažené úspory. V rámci úvodní kontroly byly vyloučeny případy, kdy respondenti uváděli nesmyslné hodnoty (respondent například zaškrtnul realizaci všech typů opatření, hodnoty uvedených úspor odporovaly v řadě případů fyzikálním zákonům a celková úspora převyšovala několikanásobně spotřebu energie před realizací opatření).



Následně při podrobnějším zkoumání záznamů, které prošly úvodní kontrolou, byly vyhodnocovány uvedené úspory vzhledem k celkové spotřebě. V tomto případě bylo cíleno zejména na příliš nízké nebo vysoké vykázané úspory za dané opatření. Rozhodujícím kritériem bylo porovnání celkové spotřeby s vykázanou úsporou s přihlédnutím k typu opatření a typu budovy. Tyto chybné záznamy již nebyly mazány, ale chybná hodnota úspory byla nahrazena průměrnou hodnotou stanovenou z analýzy dat ENEX (vizte 4.3 a 4.5).

V případě, že respondent úsporu opatření nevedl vůbec, byly stejně jako v případě pochybných hodnot použity postupy popsané v kapitole 4.3. V případě opatření, kde bylo možné určit průměrnou úsporu pro daný rozsah realizace a odpovídající typ budovy, bylo aplikováno stanovené procento úspory na celkovou spotřebu energie. V případě malého počtu vzorků, nebo když nebyl respondentem uveden rozsah opatření, byly použity průměrné hodnoty. Nejprve na úrovni typu budovy, a pokud ani toto nevedlo k získání relevantního počtu vzorků, tak je průměr uvažován přes všechny typy budov.

## 5.4. Stanovení prodlevy mezi realizací auditu a úspor

V dotazníkovém šetření bylo po očištění dat (např. od záporných hodnot, tj. situací, kdy realizace opatření byla datována před realizací energetického auditu) celkem 206 realizací úsporného opatření s průměrnou prodlevou mezi provedením energetického auditu a realizací daného opatření 28 měsíců. Tuto hodnotu Zhotovitel používá i v samotném výpočtu úspor v jednotlivých letech (kapitola 5.7).

## 5.5. Stanovení životnosti opatření a průběhu úspor v čase

Jelikož studie stanovuje měrnou úsporu energie na 1 vykonaný audit vůči roční spotřebě sledovaného energetického hospodářství, pracuje s virtuální kombinací všech standardně užívaných úsporných opatření. Vzhledem k tomu, že v této kombinaci obsažená opatření mají různou životnost.

Při stanovení životnosti byl uvažováno pouze se zásadními/hlavními prvky, součástky charakteru spotřebního zboží nejsou uvažovány. V co největší míře docházelo k použití standardizované hodnoty, ve většině případů byly použity hodnoty dle ČSN EN 15 459-1 nebo vyhlášky 141/2021 Sb.

Pokud vlastní opatření zahrnuje různá zařízení s rozdílnými životnostmi, byly uvažovány hodnoty nižší (na straně bezpečnosti). Stejný postup platí pro životnost definovanou intervalem. Například výměna zdroje tepla je omezena tepelnými čerpadly, ačkoliv ostatní zdroje mívají zpravidla delší životnost. Stejně tak v případě zateplení jsou limitujícím prvkem výplně otvorů, životnost kontaktního zateplovacího systému je ale zpravidla výrazně delší.

V případě fotovoltaických elektráren je uvažována životnost, na kterou obvykle cílí výrobci fotovoltaických panelů, jedná se o technickou životnost, kterou výrobci garantují.

V případě osvětlení je situace složitější. Životnost samotných LED světelných zdrojů se obvykle pohybuje v širokém intervalu 15 000 – 50 000 hodin v závislosti na provozních podmínkách. Doba svícení je také hodně proměnlivý parametr napříč kategoriemi budov, závisí totiž ve značné míře na chování uživatelů. Uvažovaná hodnota odpovídá zdroji na spodní hranici životnosti 15 000 hodin, který svítí 6 hodin denně v pracovní dny.

V případě opatření charakteru spalovacího motoru nebo jiného pracovního stroje (manipulační a pracovní stroj, kogenerační jednotka) je životnost uvažována podle vyhlášky 141/2021Sb. pro zařízení a stroje, které jsou nedostatečně servisovány (na straně bezpečnosti, pokud zařízení servisována jsou, což ale nemůžeme zajistit).

V případě energetického managementu lze životnost určit stěží, jelikož se nejedná o zařízení nebo výrobek, nýbrž o proces, který probíhá neomezeně dlouho, pokud je vykonáván odpovědnou osobou.



Životnost jednotlivých patření byla stanovena následovně:

OPATŘENÍ	ŽIVOTNOST T [let]	ZPŮSOB STANOVENÍ
Instalace fototermiky	15	dle ČSN EN 15459-1
Instalace fotovoltaiky	25	běžně udávaná hodnota
Instalace inteligentních řídicích systémů	10	dle ČSN EN 15459-1
Instalace kogenerační jednotky	10	dle vyhlášky 141/2021
Instalace měření a regulace	10	dle ČSN EN 15459-1
Instalace termostatických ventilů	20	dle ČSN EN 15459-1
Instalace vzduchotechniky s využitím zpětného získávání tepla	15	dle ČSN EN 15459-1
Jiné opatření	10	dle vyhlášky 141/2021
Výměna manipulačního stroje	10	dle ČSN EN 15459-1
Výměna osvětlení	10	hodnota stanovená úvahou
Výměna otopné soustavy	30	dle ČSN EN 15459-1
Výměna pracovního stroje	10	dle vyhlášky 141/2021
Výměna zdroje tepla	15	dle ČSN EN 15459-1
Využití odpadního tepla	15	dle ČSN EN 15459-1
Zateplení	30	dle ČSN EN 15459-1
Zavedení energetického managementu	-	-

**Tabulka 6.** Stanovená délka životnosti jednotlivých opatření.

Jak bylo uvedeno výše, v kapitole 5.1 uvedená měrná úspora na 1 auditované energetické hospodářství pracuje s virtuální kombinací všech existujících opatření, a proto i délka životnosti takové kombinace opatření bude vyplývat z hodnoty sestávající z různě vážených životností jednotlivých opatření.

Průběh úspor v čase v důsledku životnosti opatření byl určen následovně:

1. Nejprve byly sečteny veškeré roční úspory za každý typ energeticky úsporného opatření (vizte 4.2) z dotazníkového šetření zvlášť. Některá opatření se v rámci dotazníkového šetření vyskytla mnohokrát (např. zateplení v 34 případech), jiná naopak zřídka (např. fototermika, zastoupená pouze 1 záznamem). Tato množstevní distribuce pak určuje váhu daného opatření při výpočtu životnosti kombinace všech opatření.
2. Následně byly sečteny veškeré úspory z dotazníkového šetření dohromady, bez ohledu na typ opatření. V hypotetickém prvním roce tak tento „balík“ úspor činí 100 % možné úspory.
3. Pro výpočet úspory kombinace opatření v následujících letech jsou sčítány hodnoty celkové roční úspory za ta opatření, jejichž životnost dosahuje daného roku.
4. Posledním krokem je pak určení procentuální hodnoty úspory pro každý rok doby životnosti kombinace úspor.

Algoritmus výše lze popsat na příkladě v rámci Obrázku 2. níže. U výměny osvětlení uvažuje Zhotovitel s průměrnou délkou životnosti 10 let. Po 10 let je tedy z tohoto opatření generována úspora. V 11 roce již nikoliv. Všechna opatření v rámci kombinace mají životnost alespoň 10letou. To znamená, že ještě v 10. roce po realizaci opatření je celková roční úspora 100 % úspory z 1. roku. V 11. roce však po skončení své životnosti některá opatření z kombinace vypadávají (např. instalace kogenerační jednotky či instalace měření a regulace) a v 11. roce je tak úspora vůči celkové spotřebě daného energetického hospodářství menší, dle Obrázku 2. 69,53 % z maximální úspory.

	CELKOVÁ ÚSPORA V RÁMCI ŠETŘENÍ		ŽIVOTNOST	8	9	10	11	12
	[MWh]	[let]						
Instalace fototermyky	0	15.0		0	0	0	0	0
Instalace fotovoltaiky	608	25.0		608	608	608	608	608
Instalace inteligentních řídicích systémů	12 698	10.0		12 698	12 698	12 698	0	0
Instalace kogenerační jednotky	1 404	10.0		1 404	1 404	1 404	0	0
Instalace měření a regulace	42 876	10.0		42 876	42 876	42 876	0	0
Instalace termostatických ventilů	9 991	20.0		9 991	9 991	9 991	9 991	9 991
Instalace vzduchotechniky s využitím zpětného získávání tepla	3 002	15.0		3 002	3 002	3 002	3 002	3 002
Jiné opatření	305	10.0		305	305	305	0	0
Výměna manipulačního stroje	99	10.0		99	99	99	0	0
Výměna osvětlení	25 777	10.0		25 777	25 777	25 777	0	0
Výměna otopné soustavy	1 576	30.0		1 576	1 576	1 576	1 576	1 576
Výměna pracovního stroje	3 425	10.0		3 425	3 425	3 425	0	0
Výměna zdroje tepla	7 202	15.0		7 202	7 202	7 202	7 202	7 202
Využití odpadního tepla	10 749	15.0		10 749	10 749	10 749	10 749	10 749
Zateplení	159 232	30.0		159 232	159 232	159 232	159 232	159 232
Zavedení energetického managementu	5 186	1 000.0		5 186	5 186	5 186	5 186	5 186
	<b>284 129</b>			<b>284 129</b>	<b>284 129</b>	<b>284 129</b>	<b>197 545</b>	<b>197 545</b>
				<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>69.53%</b>	<b>69.53%</b>

Obrázek 2. Ukázka výpočtu časového průběhu úspor, zobrazeny roky 8-12.

Zhotovitel pracuje s rozmezím generování úspor 1 až 30 let neuvažuje postupné upadání úspor v čase v důsledku zastarávání/opotřebování dané technologie.

## 5.6. Stanovení adicionality

Jak bylo již dříve uvedeno, vykazatelnými úsporami v případě této studie jsou pouze úspory generované subjekty, na něž se povinnost nechat si zpracovat energetický audit vztahuje dle § 9 odst. 2 zákona č. 406/2000 Sb.

Jelikož databáze ENEX bohužel do roku 2020 neobsahovala jasnou designaci účelu zpracování energetického auditu, nebylo možné na jeho základě určit, které záznamy mohou být považovány za záznamy v souladu s principem adicionality.

Zhotovitel proto po konzultaci se Zadavatelem vycházel pro účely určení energetických úspor pro období 2014-2020 z dat získaných v rámci dotazníkového šetření, kde 13 z 91 respondentů (tedy 14,29 %) uvedlo, že účelem zpracování daných auditů byla výlučně zákonná povinnost dle odst. 2. zákona č. 406/2000 Sb.

Pro období 2021 a dál již databáze ENEX v sekci Účel zpracování obsahuje kategorii *Povinné zajištění energetického auditu podle povinností uvedených v § 9 odst. 2) zákona*, kdy záznamy obsahující tuto odpověď budou považovány za adicionalní.

## 6. Stanovení úspor energie pro určité období

### 6.1. Mechanismus výpočtu

Pro výpočet úspor energie plynoucích z existence zákonné povinnosti realizovat energetické audity je užito:

- měrné úspory energie na 1 vykonaný audit vůči roční spotřebě daného energetického hospodářství spadající do dané kategorie velikosti spotřeby (představené v kapitole 5.2),
- záznamů v databázi ENEX, konkrétně počtu vykonaných energetických auditů,

- podílu respondentů vůči celkovému počtu respondentů v rámci dotazníkového šetření, kteří uvedli, že účelem zpracování jejich auditů byla výlučně zákonná povinnost dle odst. 2. zákona č. 406/2000 Sb.

### 6.1.1. Výpočet vykazatelné úspory za každý uskutečněný audit

Datovou základnou pro výpočet vykazatelných úspor je databáze ENEX. Zhotovitelem sestrojený kalkulační mechanismus, který je přílohou č. 5 této závěrečné zprávy, z databáze vybírá:

- Účel zpracování daného energetického auditu,
- rok uskutečnění auditu a
- celkovou spotřebu daného energetického hospodářství

Celková úspora pro dané energetické hospodářství v databázi ENEX je vypočtena následovně:

1. Dané energetické hospodářství je následně zařazeno na základě výše své spotřeby do jedné z kategorií spotřeby (dle pravidel v kapitole 5.1).
2. Na základě kategorie spotřeby je k záznamu přiřazena výše měrné úspory na 1 energetický audit (dle pravidel v kapitole 5.2).
3. Ke každému záznamu je přiřazena také procentuální hodnota adicionality (dle kapitoly 5.6)
4. Celková (maximální) úspora plynoucí z realizace energetického auditu v rámci daného energetického hospodářství je pak spočtena coby součin:
  - i. celkové spotřeby daného energetického hospodářství,
  - ii. procentuální měrné úspory na 1 energetický audit pro danou kategorii spotřeby
  - iii. a procentuální hodnoty adicionality.

Úspora spočtená dle výše zmíněného algoritmu je úsporou maximální, tj. úsporou v 1. roce. Jak bylo vysvětleno v kapitole 5.5, energetické úspory plynoucí z úsporných opatření mají svoji životnost. V rámci kalkulačního mechanismu je tedy velikost úspory pro dané energetické hospodářství umenšována poměrně tomu, jak „odpádávají“ jednotlivá úsporná opatření z kombinace hypoteticky realizovaných opatření. Tímto způsobem je přepočítána úspora u daného energetického hospodářství pro každý rok od roku 1 do roku 30 včetně.

Zároveň je nutné vzít v úvahu, že úspora spočtená dle výše zmíněného algoritmu je úsporou v 1. roce, kdy došlo k *realizaci opatření*, nikoli *realizaci auditu*. Je proto nutné vykazatelné úspory za dané energetické hospodářství posunout o prodlevu mezi realizací auditu a realizací úsporných opatření, dle informací v kapitole 5.4 činící 28 měsíců. Jako výchozí měsíc realizace auditu je Zhotovitelem stanoven červen daného roku. Jako měsíc realizace úsporných opatření je proto červen daného roku + 28 měsíců. Úspory v daném energetickém hospodářství jsou proto počítány až od tohoto bodu, tj. okamžiku realizace energeticky úsporných opatření.

Výsledkem jsou úspory energie generované v důsledku zákonné povinnosti realizovat energetický audit na základě § 9 odst. 2 zákona č. 406/2000 Sb. za dané energetické hospodářství uvedené v databázi ENEX po dobu 30 let od okamžiku realizace energeticky úsporných opatření.

### 6.1.2. Výpočet úspor v jednotlivých letech

Jelikož jsou úspory za jednotlivá energetická hospodářství dle algoritmu v předchozí podkapitole již rozprostřeny do jednotlivých let, výpočet úspor za daný rok pak probíhá prostým součtem veškerých úspor do daného roku spadajících.

## 6.2. Úspory energie za období 2014-2020

### 6.2.1. Počet auditů v jednotlivých letech

Jelikož nebylo možné obstarat přesné počty uskutečněných auditů pro období před započítáním provozování databáze ENEX<sup>4</sup>, bylo třeba existující data z let 2016 (včetně) až 2021 extrapolovat směrem do minulosti, k roku 2012 (včetně).

Výchozími hodnotami, tj. počty auditů zaznamenaných v databázi ENEX v jednotlivých letech, pro sestavení modelu jsou hodnoty následující:

ROK	POČET AUDITŮ
2016	204
2017	1345
2018	338
2019	544
2020	1496

**Tabulka 7.** Počet energetických auditů v jednotlivých letech. Výchozí hodnoty z databáze ENEX.

V datech je možné vysledovat 2 „peakové“ hodnoty. Zhotovitelova hypotéza je taková, že subjektům se zákonnou povinností realizovat energetické audity nějakou dobu od zavedení této zákonné povinnosti trvalo, než svá energetická hospodářství auditovaly, a proto pravděpodobně došlo k razantnímu nárůstu počtu uskutečněných auditů v roce 2013. Následoval pravděpodobně tříletý propad, následovaný dalším, již dokumentovaným markantním růstem v roce 2017, který dle Zhotovitele pravděpodobně koresponduje s povinností subjektů obnovovat energetické audity ve 4letých periodách. Další v datech zaznamenaný „peak“ následně přichází o rok dříve v roce 2020.

K extrapolaci „peaku“ v roce 2013 byla zvolena následující lineární funkce:

$$f(x) = 50.33 * x - 100177$$

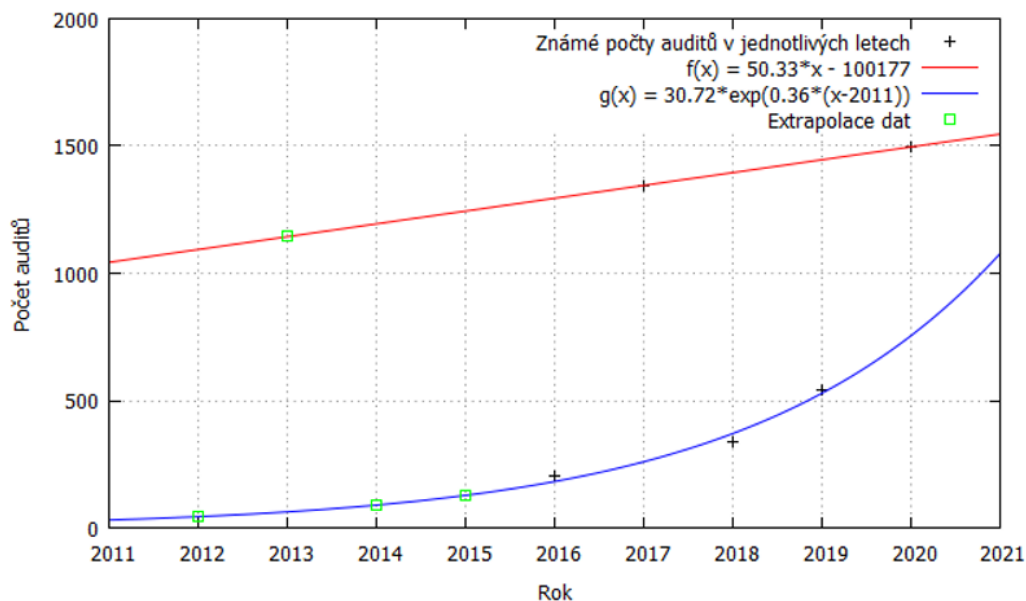
Vzhledem k tomu, že v dostupných datech z databáze ENEX lze vysledovat pouze 2 dokumentované „peakové“ hodnoty (v letech 2013 a 2017), nebylo možné použít obecně vhodnější exponenciální funkci, která v případě prokladu dvou hodnot nedává smysl. Dále je nutné upozornit, že modelem lze sledovat pouze vývoj směrem do minulosti, nikoli směrem do budoucna.

K extrapolaci hodnot pro roky 2012, 2013 a 2015 pak byla použita exponenciální funkce:

$$g(x) = 30.72 * \exp(0.36 * (x - 2011))$$

Dosazení za  $x$  dostáváme kýžené počty auditů v daných letech. Průběh funkcí je graficky znázorněn v grafu níže:

<sup>4</sup> Spuštěna na konci roku 2015, kompletně obsahuje až data za rok 2016 a dále.



**Graf 1.** Graf extrapolace počtu uskutečněných energetických auditů pro období 2012 až 2015.

Výslednými hodnotami, užitými pro následný výpočet energetických úspor, jsou tedy následující hodnoty:

ROK	POČET AUDITŮ
2012	44
2013	1144
2014	89
2015	127
2016	204
2017	1345
2018	338
2019	544
2020	1496

**Tabulka 8.** Počet energetických auditů v jednotlivých letech. Roky 2012 až 2015 extrapolovány Zhotovitelem.

Určení úspor probíhá již od roku 2012 včetně, neboť tehdy došlo k zavedení zákonné povinnosti auditu realizovat a úspory plynoucí z realizace opatření v letech 2012 a 2013 se propisují i do sledovaných let 2014 až 2020.

## 6.2.2. Výsledné hodnoty úspor

Na základě pravidel popsaných v kapitole 6.1 a záznamů v databázi ENEX, respektive extrapolovaných počtů auditovaných energetických hospodářství uvedených v podkapitole 6.2.1, byly vypočteny celkové vykazatelné energetické úspory pro roky 2014 až 2020.

Rok	Počet auditů	Celková spotřeba v daném roce	Celková úspora v daném roce
[-]	[-]	[MWh]	[MWh]
2012	44	503 623.13	0.00
2013	1144	13 094 201.26	0.00
2014	89	1 018 692.23	107.06
2015	127	1 844 410.63	3 211.88
2016	204	1 261 699.20	11 779.33
2017	1345	3 290 104.23	12 817.42
2018	338	1 244 495.43	14 320.43
2019	544	16 558 370.13	16 565.24
2020	1 496	22 466 181.35	20 766.21

Tabulka 9. Výše vykazatelných energetických úspor v jednotlivých letech.

Kalkulační mechanismus se souhrnnými hodnotami úspor za jednotlivé roky, včetně dílčích výpočtů je přílohou č. 5 této závěrečné zprávy.

### 6.3. Úspory energie pro následující období

Vykazatelné úspory energie pro kterékoli za nadcházejících let je možné počítat dle pravidel uvedených v kapitole 6.1. Pro relevanci výpočtu je pouze důležité zachovat integritu historických dat z databáze ENEX, které kalkulační mechanismus používá, a doplňovat mechanismus o záznamy nové z let následujících.

## 7. Instrukce k používání kalkulačního mechanismu

Jak bylo uvedeno výše, pro relevanci výpočtu je důležité zachovat integritu historických dat z databáze ENEX (tj. zajistit, aby záznamy z již reportované roky nebyly nikterak změněny, odebírány či doplňovány), které kalkulační mechanismus používá, a doplňovat je o záznamy nové z let následujících.

Data je nutné přidávat do záložky *ENEX*, a to prostým vkopírováním nových řádků.

Je klíčové, aby nedošlo ani ke změně struktury původní tabulky v rámci kalkulačního mechanismu, ani k volbě jiné struktury vkopírované části databáze. V opačném případě dojde k chybné kalkulaci výsledných vykazatelných úspor. Uživatel kalkulačního mechanismu se musí proto ujistit, že z databáze ENEX kopíruje relevantní sloupce. Jedná se zejména o sloupce:

- Datum vyhotoveni (sloupec C v záložce *ENEX*),
- Ucel zpracovani (sloupec D v záložce *ENEX*) a
- StavajícíSpotřebaEnergie (sloupec AW v záložce *ENEX*).

## Přílohy

Příloha č. 1 – Schválený dotazník (.docx)

Příloha č. 2 – Hrubá data z dotazníkového šetření (.xlsx)

Příloha č. 3 – Podkladový dokument analýzy dat z dotazníkového šetření (.xlsx)

Příloha č. 4 – Výpočet životnosti a časového průběhu úspor (.xlsx)

Příloha č. 5 – Kalkulační mechanismus vykazatelných energetických úspor (.xlsx)

## Grafy

**Graf 1.** Graf extrapolace počtu uskutečněných energetických auditů pro období 2012 až 2015.

## Obrázky

**Obrázek 1:** Matice energetických úspor.

**Obrázek 2.** Ukázka výpočtu časového průběhu úspor, zobrazeny roky 8-12.

## Tabulky

**Tabulka 1:** Mezní hodnota nízké, střední a velké spotřeby energetického hospodářství dle typu budovy v databázi ENEX.

**Tabulka 2:** Rozložení typů budov dle spotřeby v databázi ENEX.

**Tabulka 3.** Rozdělení záznamů (tj. auditovaných energetických hospodářství) v databázi ENEX dle typu spotřeby.

**Tabulka 4.** Škála možných odpovědí pro určení kauzality zákonné povinnosti realizovat energetický audit.

**Tabulka 5.** Výsledky dotazníkového šetření a celkové vykazatelné úspory dle kategorie velikosti spotřeby.

**Tabulka 6.** Stanovená délka životnosti jednotlivých opatření.

**Tabulka 7.** Počet energetických auditů v jednotlivých letech. Výchozí hodnoty z databáze ENEX.

**Tabulka 8.** Počet energetických auditů v jednotlivých letech. Roky 2012 až 2015 extrapolovány Zhotovitelem.

**Tabulka 9.** Výše vykazatelných energetických úspor v jednotlivých letech.