

PRO



Posouzení možností řešení rozvoje a změn zásobování energií v Novém Strašecí

Závěrečná zpráva

22. prosince 2022

Anotace

Tento dokument byl zpracován na základě Smlouvy o dílo uzavřené mezi Městem Nové Strašecí (dále jen „**Zadavatel**“) a společností EPDOR, s.r.o. (dále jen „**Zhotovitel**“) dne 11. 10. 2022 (dále jen „**Smlouva**“). Smlouva byla podepsána na základě usnesení rady města s udělením veřejné zakázky č. 1653 ze dne 19. 9. 2022.

Předmětem této závěrečné zprávy (dále jen „**Zpráva**“ nebo „**Závěrečná zpráva**“) je shrnutí poznatků z posouzení zdrojů tepla v rámci tepelného hospodářství Zadavatele a dostupných zdrojů elektrické energie, a na straně druhé objektů, do kterých je z tepelného hospodářství teplo dodáváno (dále jen „**Zakázka**“).

Identifikace stran

Zadavatel

Název: **Město Nové Strašecí**
Adresa: **Komenského nám. 201, 271 01 Nové Strašecí**
IČ: **00244155**

(dále jen „**Zadavatel**“ či „**Nové Strašecí**“)

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

(dále jen „**Zhotovitel**“ či „**EPDOR**“)

Obsah

Anotace.....	1
Identifikace stran.....	1
Zadavatel.....	1
Zhotovitel.....	1
1. Úvod.....	6
1.1. Zadání Studie	6
1.2. Identifikace vlastníka a provozovatele	7
1.3. Vstupní podklady	8
1.4. Přístup ke zpracování	8
2. Výchozí stav	9
2.1. Lokalita Topinkova.....	10
2.2. Lokalita Žižkovo náměstí.....	12
2.3. Lokalita Husova.....	14
2.4. Lokalita Ke Stadionu	16
2.5. Popis CZT.....	18
2.5.1. Ztráty v rozvodech	18
2.6. Energetické vstupy a výstupy	19
2.6.1. Zemní plyn	19
2.6.1. Teplo	21
3. Možnosti transformace CZT.....	24
3.1. Transformační scénáře lokality Topinkova.....	24
3.2. Transformační scénáře lokality Žižkovo náměstí.....	24
3.3. Transformační scénáře lokality Husova.....	26
3.4. Transformační scénáře lokality Ke Stadionu	28
4. Decentrální zdroje v bytových domech.....	28
4.1. Výhody a nevýhody decentrálních vytopen	28
4.2. Typizované profily objektů	29

4.3.	Navrhované technologie.....	30
4.3.1.	Kondenzační plynové kotle.....	30
4.3.2.	Tepelná čerpadla.....	31
4.3.3.	Fotovoltaika	31
4.4.	Návrhy řešení tepelného hospodářství pro jednotlivé typy objektů.....	34
4.4.1.	Typ A.....	34
4.4.2.	Typ B.....	36
4.4.3.	Typ C.....	38
4.4.4.	Typ D	40
4.4.5.	Typ E	42
4.4.6.	Typ F	44
4.4.7.	Typ G.....	47
4.4.8.	Typ H	49
4.5.	Návrhy fotovoltaických výroben pro jednotlivé typy objektů.....	51
4.5.1.	Typ A.....	52
4.5.2.	Typ B.....	52
4.5.3.	Typ C.....	55
4.5.4.	Typ D	56
4.5.5.	Typ E	60
4.5.6.	Typ G.....	61
4.5.7.	Typ H	63
5.	Ekonomické posouzení decentralizace	63
5.1.	Jak interpretovat ekonomické zhodnocení.....	63
5.2.	Ekonomická východiska a předpoklady modelování.....	65
5.2.1.	Obecné předpoklady	65
5.2.2.	Investiční náklady – Zdroje tepla a elektřiny	65
5.2.3.	Náklady na plynofikaci lokality.....	65
5.2.4.	Náklady na odpojení od CZT.....	66

5.2.5.	Provozní náklady.....	67
5.2.6.	Dotační podpora	69
5.2.7.	Pojištění	69
5.2.8.	Ceny komodit.....	69
5.2.9.	Náklady na teplo z CZT	70
5.3.	Ekonomické vyhodnocení jednotlivých návrhů řešení	71
5.3.1.	Decentrální zdroje tepla	71
5.3.2.	Fotovoltaické výroby.....	78
5.3.3.	Souhrnný přehled	83
6.	Hodnocení dalších aspektů energetického stavu hodnocených budov	85
6.1.	Obvodové stěny	86
6.2.	Střechy	87
6.3.	Stropy k nevytápěné půdě.....	88
6.4.	Výplně otvorů.....	89
6.5.	Osvětlení	89
7.	Odpojování odběrných míst	89
8.	Komunitní energetika.....	90
8.1.	Postup budování komunitní energetiky.....	93
8.2.	Komunitní energetika v Novém Strašecí.....	94
8.2.1.	Strana výroby a spotřeby.....	94
8.2.2.	Propojení strany výroby a strany spotřeby, respektive bilancování/sdílení, akumulace a prodej	94
8.3.	Aktuální stav legislativy.....	95
8.3.1.	Evropská legislativa.....	95
8.3.2.	Legislativa v České republice	96
9.	Posouzení scénářů rozvoje.....	99
9.1.	Scénář 1: Úplné odpojení některých odběratelů.....	99
9.2.	Scénář 2: Částečné odpojení některých odběratelů.....	100

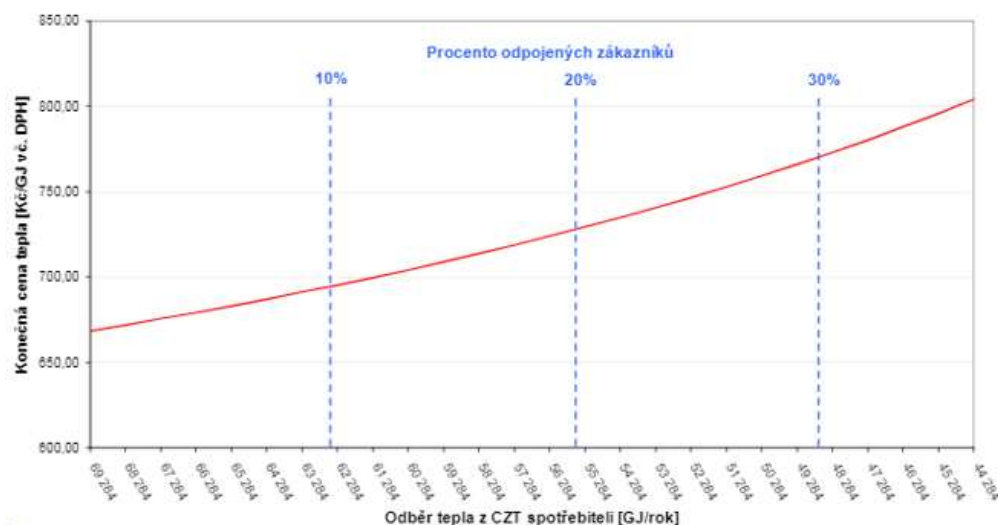
9.3.	Scénář 3: Nové zdroje v lokalitách.....	101
9.4.	Scénář 4: Nové zdroje v lokalitách zainvestované městem.....	101
9.5.	Scénář 5: Energetické společenství	102
10.	Závěrečná doporučení.....	102
	Přílohy	104
	Grafy.....	104
	Tabulky.....	104
	Obrázky	106

1. Úvod

Město Nové Strašecí chystalo v letech 2020 a 2021 rozsáhlé renovační opatření v oblasti centrálního zásobování teplem (dále jen „CZT“), avšak krize na trhu s energiemi z podzimu 2021, umocněná agresí ruské federace na Ukrajině v roce 2022 způsobila, že nad původně plánovaným postupy visí velké otazníky.

Výše zmíněné, spolu s těmito událostmi umocněnou hrozbou potenciálního odpojování koncových odběratelů tepla z CZT, komplikuje rozhodování zástupců Města Nové Strašecí o provádění dalších investičních akcí spojených s provozem CZT. Odpojování koncových odběratelů od CZT je pro provozovatele CZT velkým rizikem, neboť rozpad odběratelské sítě by mohl učinit plánované, a v mnoha případech velmi potřebné, renovace zmařenými investicemi.

Odpojování koncových odběratelů totiž vede k nárůstu ceny tepla z CZT pro stávající odběratele, což může následně způsobit dominový efekt odpojování. Vliv odpojování koncových odběratelů je znázorněn v *Grafu 1* níže.



Graf 1: Závislost konečné ceny tepla na odběru z CZT - výtopna na ZP (data relevantní k roku 2015)¹

Z důvodu výše uvedených rizik nechal Zadavatel zpracovat tuto Studii, jejímž primárním úkolem je zhodnotit, jaké nejpravděpodobnější varianty decentralizace tepelného hospodářství v Městě Nové Strašecí² existují a jak by k nim měl Zadavatel přistoupit.

Konkrétní zadání Studie je popsáno v následující sekci.

1.1. Zadání Studie

Předmětem Studie je zpracování posouzení možností řešení rozvoje a změn zásobování energií ve Městě Nové Strašecí.

¹ Zdroj: <http://docplayer.cz/4114030-Studie-uplatneni-tepelnych-cerpadel-pro-bytovy-dum.html>

² Ve Zadavatelem vybraných lokalitách, diskutovaných v Kapitole 2.

Na jedné straně se jedná o posouzení zdrojů tepelné energie v rámci tepelného hospodářství města a dostupných zdrojů elektrické energie, a na straně druhé objektů, do kterých je z tepelného hospodářství dodávána tepelná energie.

Při posouzení zdrojů tepelné energie v rámci tepelného hospodářství města bylo zpracováno posouzení stavu následujících blokových kotelen:

Kotelna Topinkova (1x kotel ČKD Dukla 670 kW, 1x kotel YGNIS 1000 kW, Kogenerační jednotky Tedom 600 kW v majetku ČEZ Energo – 17 bytových domů, 474 bytů)

Žižkovo náměstí (5x kondenzační kotel Ferroli 99,6 kW – 2 bytové domy, 28 bytů)

Husova (3x kotel Protherm grizzly 99 kW – 2 bytové domy, 40 bytů)

Ke Stadionu (2x kondenzační kotel Brötje 77 kW – 2 městské bytové domy, 24 bytů)

Pro jednotlivé lokality kotelen, kterým je dodávána tepelná energie, byla navržena vhodná opatření na efektivnější výrobu a dodávku tepelné a elektrické energie s posouzením možnosti změn zdroje vytápění (u jednotlivých objektů s možností instalace OZE nebo TČ).

Zároveň byly posouzeny dopady při odpojování jednotlivých bytových domů na zbývajícím systému zásobování tepelnou energií (u navržených variantních scénářů 1, 2 a 3 rozvoje tepelného hospodářství), kdy půjde zejména o předpokládaný cenový vývoj (fixní náklady), průběžnou výměnu kotlů (při menší spotřebě budou předimenzované kotle apod.).

U následujících objektů, které jsou zásobovány tepelnou energií z tepelného hospodářství města bylo zpracováno posouzení energetického stavu:

17 bytových domů vytápěných z kotelny Topinkova (čp. 691, 692, 693, 731, 828, 829, 831, 832, 834, 835, 879, 883, 884, 885, 886, 928, 929, 932, 933, 960, 961, 968, 969, 970, 1137, 1138, 1139)

2 bytové domy a část sousedního podnikatelského areálu vytápěné z kotelny Žižkovo náměstí (čp. 971, 972, 973, 974, 975, 976)

2 bytové domy vytápěné z kotelny Husova (čp. 821, 822, 823, 824)

U těchto objektů došlo k vyhodnocení jejich energetické stavu a navržení možných a relevantních energeticky úsporných opatření s odhadem investičních nákladů. Jedná se zejména o posouzení možnosti instalace FVE z technického a stavebního hlediska (včetně stanovení základních podmínek pro jejich instalaci), včetně posouzení praktického využití FVE ke spotřebě energie v rámci jednotlivých objektů, případně posouzení možnosti využití energie v dané lokalitě nebo prodeje přebytků vyrobené elektrické energie do sítě.

V neposlední řadě došlo k vyhodnocení pěti variantních scénářů rozvoje tepelného hospodářství v Novém Strašeci, které zástupci Zadavatele zvažují.

1.2. Identifikace vlastníka a provozovatele

Vlastník předmětu TES

Název Město Nové Strašecí

Adresa Komenského nám. 201, 271 01 Nové Strašecí

IČ 00244155

Zástupce Ing. Pavel Friebert, ředitel odboru investic

Provozovatel CZT

Název Technické služby Nové Strašecí, s.r.o.

Adresa Nové Strašecí, Lipová 1172, PSČ 27101

IČ 27236846

Zástupce Bc. Stanislav Zahálka, jednatel

1.3. Vstupní podklady

Pro vypracování předkládané Studie posloužily ústní i písemné podklady, dílem předané Zadavatelem a dílem získané úsilím Zpracovatele. Vstupní údaje byly získány z dostupných materiálů, prohlídky zařízení a z dokladů o spotřebě energií.

Seznam obdržených materiálů:

Osobní prohlídka lokality

Diskuze se zástupci Města Nové Strašecí a zástupci Provozovatele CZT

Podklady ke stanovení předběžných a koncových cen tepla pro odběratele z CZT

Odečty na měřidlech plynoměrů k datu předání provozování kotelen v Novém Strašecí

Faktury za plyn pro jednotlivé centrální kotelny

Souhrnnou tabulku s technickým popisem hodnocených objektů a jejich Zadavatelem známého energetického stavu

Odečty měřidel dodávek tepla do jednotlivých objektů

Odečty vyrobeného tepla na zdrojích tepla v kotelně Topinkova

Revizní zprávy tepelných zdrojů v kotelnách CZT

Výdaje města související s provozem tepelných zařízení (po převzetí TSNS)

Komoditní ceny plynu a elektřiny získané z veřejně dostupných dat PXE - Power Exchange Central Europe, a.s.

1.4. Přístup ke zpracování

Centrálním bodem přístupu Zhotovitele ke zpracování Studie je premisa, že ekonomická výhodnost odpojení koncového odběratele od CZT je v případě takového rozhodnutí stěžejní.

Zhotovitel proto při navrhování scénářů decentralizace tepelného hospodářství přikládá zvláštní význam ekonomickému vyhodnocení těchto scénářů. Cenu tepla z navrhovaných decentralních zdrojů pak konfrontuje z predikovanými cenami tepla z CZT a sleduje výhodnost jednotlivých variant.

Popis variant decentralizace pro sledované objekty a jejich ekonomické vyhodnocení jsou detailně popsány v kapitolách 4 a 5.

2. Výchozí stav

Soustava centrálního zásobování teplem v Novém Strašecí obsahuje celkem 13 centrálních kotelen, kterými jsou následující kotelny³:

Topinkova

Žižkovo nám.

Čelechovická

Jiřího Šotky

Palackého 1140

Čs. Armády 414

Dukelská 550

Čs. armády 1166

Okružní 934

Husova

Komenského nám

Havlíčková 1155

Okružní 1049

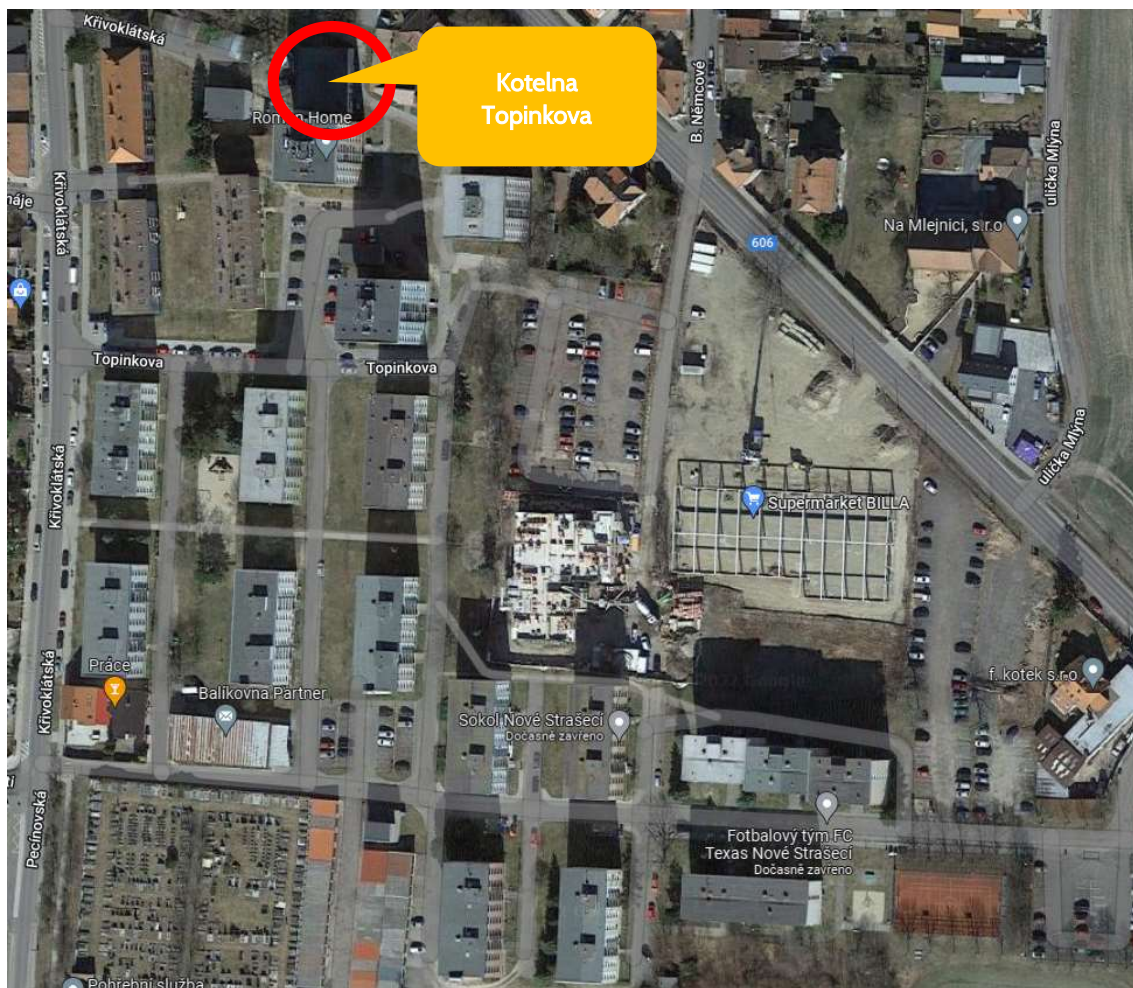
V následujících kapitolách je poskytnut přehled a stručné zhodnocení stavu jednotlivých kotelen a přilehlých lokalit.

³ Tučně jsou vyznačeny kotelny, které jsou předmětem této Studie.

2.1. Lokalita Topinkova

Kotelna Topinkova vytápí lokalitu v jihovýchodní části města. Vytápí celkem 17 bytových domů, a to domy čp. 691/692, 693, 731, 828/829, 831/832, 834/835, 879, 883/884, 885/886, 928/929, 932/933, 960/961, 968/969, 970, 1137, 1138 a 1139.

Pozice kotelny je označena na mapě níže:



Obr. 1: Mapa lokality vytápěné z kotelny Topinkova

Celkový tepelný výkon kotelny je 2,4 MW. Topným médiem je voda o teplotě 90 °C na přívodu a 55 °C na vratném potrubí. Provozní tlak je 2,6 MPa. Maximální konstrukční tlak systému je 3,0 MPa.

Kotelna je vybavena 2 kotly na zemní plyn a kogenerační jednotkou v majetku ČEZ Energo.



Obr. 2: Fotografie interiéru kotelný Topinkova, pohled na kotle ČKD Dukla a YGNIS.

Technické parametry jednotlivých tepelných zdrojů jsou uvedeny níže.

Technologie kotelný

UKAZATEL	JEDNOTKA	K1	K2	K3
Výrobce	[-]	ČKD Dukla	YGNIS	TEDOM
Typ	[-]	PGVE 65	Kondenzační bojler EMR 1000/6	KGJ Quanto D580
Počet	[-]	1	1	1
Palivo	[-]	Zemní plyn	Zemní plyn	Zemní plyn
Jmenovitý tepelný výkon	[kW]	670 kW	1000 kW	723 kW
Jmenovitý elektrický výkon	[kW]	-	-	600 kW

Rok výroby	[-]	1990	2003	2013
Tepelný výkon zdrojů celkem	[kW]	670 kW	1000 kW	723 kW

Tabulka 1: Přehled stávajících zdrojů v kotelně Topinkova

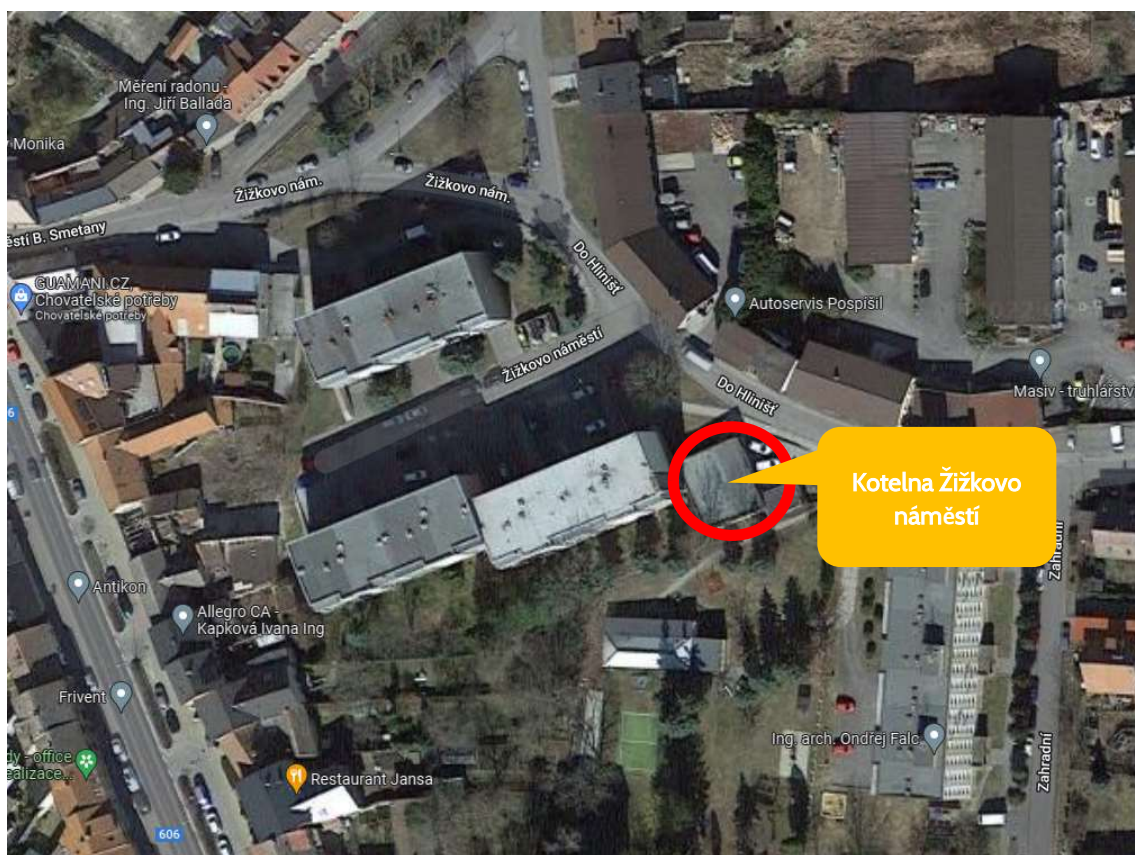
Jedná se o jedinou kotelnu, v níž jsou instalovány měřáky na výstupu z tepelných zdrojů, které umožňují přesné určení účinnosti a následných ztrát v centrálních rozvodech tepla.

Technologie kotelny je v solidním, udržovaném stavu, avšak stáří plynových kotlů, zejména pak kotle ČKD Dukla bude velmi pravděpodobně znamenat zásadní renovace či kompletní obměny tepelných zdrojů v ní provozovaných.

2.2. Lokalita Žižkovo náměstí

Kotelna Žižkovo náměstí vytápí lokalitu ve východní části města. Vytápí 3 bytové domy čp. 971/972, 973/974, 975/976 a část sousedního podnikatelského areálu.

Pozice kotelny je označena na mapě níže:



Obr. 3: Satelitní snímek kotelny Žižkovo náměstí

Jedná se o kotelnu s kaskádou plynových kotlů Ferroli Econcept 101 o celkovém tepelném výkonu 498 kW. Pro přípravu teplé užitkové vody jsou v kotelně dva zásobníky. Topným médiem je voda o teplotě 80 °C na přívodu a 55 °C na vratném potrubí. Provozní tlak je 2,6 MPa. Maximální konstrukční tlak systému je 3,0 MPa.



Obr. 4: Fotografie interiéru kotelny Žižkovo náměstí

Technologie kotelny

UKAZATEL	JEDNOTKA	K1, K2, K3, K4, K5
Výrobce	[-]	Ferroli
Typ	[-]	Kondenzační bojler
Počet	[-]	5
Palivo	[-]	Zemní plyn
Jmenovitý tepelný výkon	[kW]	99,6 kW
Jmenovitý elektrický výkon	[kW]	-

Rok výroby	[-]	2013
Tepelný výkon zdrojů celkem	[kW]	498 kW

Tabulka 2: Přehled stávajících zdrojů v kotelně Žižkovo náměstí

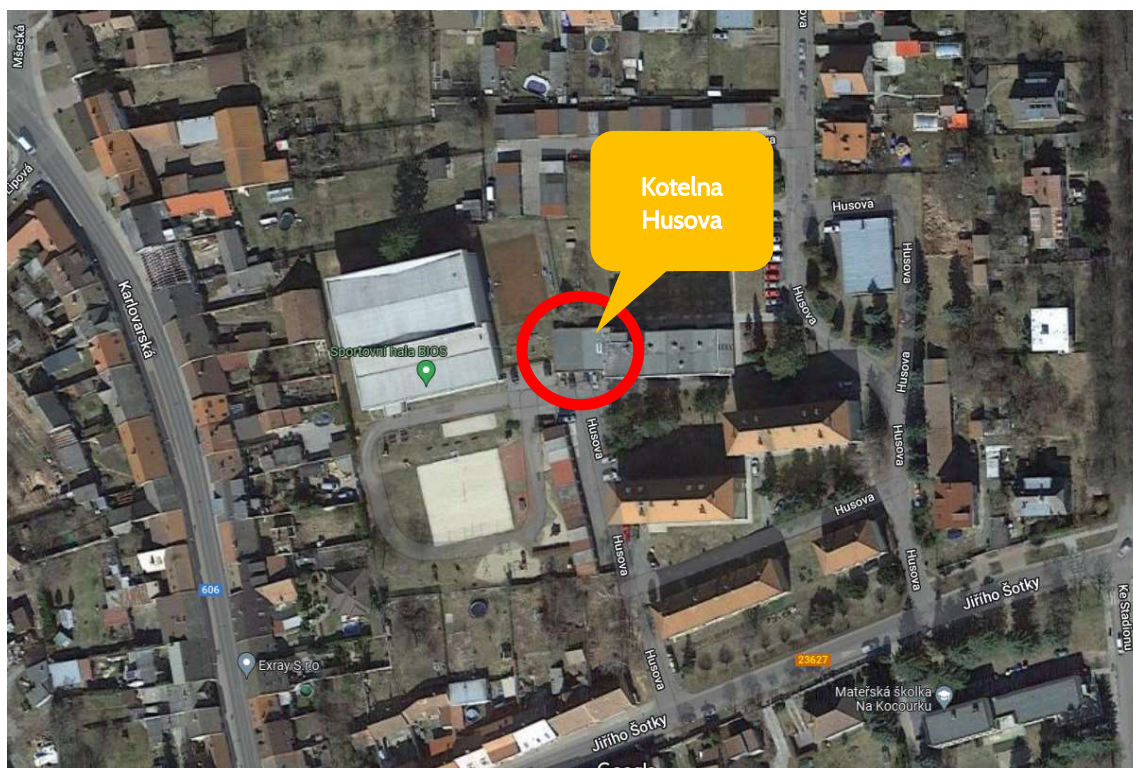
Na žádném výstupu tepelných zdrojů kotlů nejsou instalovány měřáky umožňující přesné určení účinnosti a následných ztrát v centrálních rozvodech tepla.

Zařízení kotelny odpovídá technickým řešením době výstavby. Kromě výrazné degradace výkonu kotlů, způsobující nízkou efektivitu dodávek tepla hrozí při případné poruše jednoho z kotlů výrazné narušení provozu. Náhradní díly jsou z důvodu stáří technologie nedostupné.

2.3. Lokalita Husova

Kotelnu Husova, nacházející se v severní části města, jsou vytápěny 2 bytové domy čp. 821/822 a 823/824 a podnikatelský objekt BIOS.

Pozice kotelny je označena na mapě níže:



Obr. 5: Satelitní snímek kotelny Husova

Kotelna je vybavena 3 stacionárními kotly na zemní plyn značky Protherm Grizzly 100 KLO EKO o celkovém tepelném výkonu 297 kW. Teplá voda se připravuje v zásobnících v připojených objektech pomocí lokálních výměníkůvých stanic. Topným médiem je voda o teplotě 80 °C na přívodu a 55 °C na vratném potrubí. Provozní tlak je 2,6 MPa. Maximální konstrukční tlak systému je 3,0 MPa.



Obr. 6: Fotografie interiéru kotelny Husova

Technologie kotelny

UKAZATEL	JEDNOTKA	K1, K2, K3
Výrobce	[-]	Protherm
Typ	[-]	Stacionární plynový kotel Grizzly 100 KLO EKO
Počet	[-]	3
Palivo	[-]	Zemní plyn
Jmenovitý tepelný výkon	[kW]	99 kW

Jmenovitý elektrický výkon	[kW]	-
Rok výroby	[-]	2011
Tepelný výkon zdrojů celkem	[kW]	297 kW

Tabulka 3: Přehled stávajících zdrojů v kotelně Husova

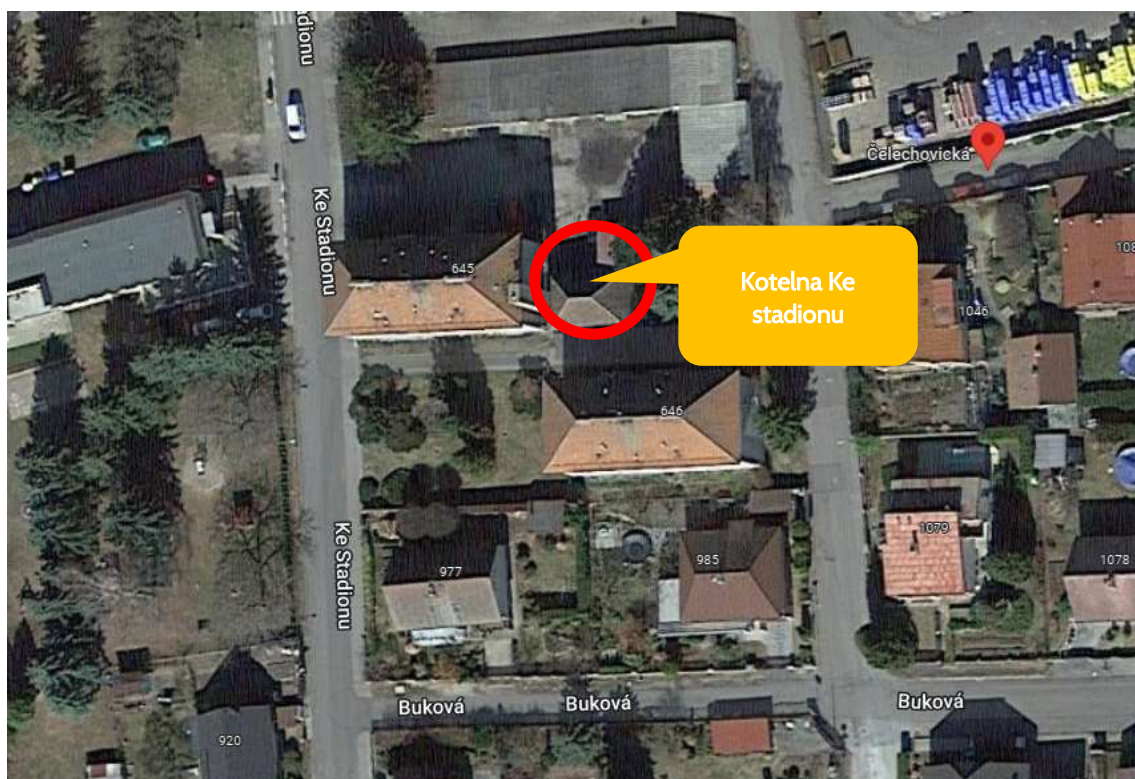
Na žádném výstupu tepelných zdrojů kotlů nejsou instalovány měřáky umožňující přesné určení účinnosti a následných ztrát v centrálních rozvodech tepla. Z dostupných podkladů dodaných Zadavatelem byla účinnost kotlů uvažována jako 73 %. Hodnota byla naměřena na kotli stejného typu a roku výroby instalovaném v jiné kotelně.

Zařízení kotelny odpovídá technickým řešením době výstavby.

2.4. Lokalita Ke Stadionu

Tato kotelna vytápí lokalitu v centru města. Vytápí celkem 2 bytové domy, a to čp. 645 a 646.

Pozice kotelny je označena na mapě níže:



Obr. 7: Satelitní snímek kotelny Ke Stadionu

Kotelna je vybavena 2 kondenzačními kotly na zemní plyn značky Brötje o celkovém tepelném výkonu 154 kW. Topným médiem je voda o teplotě 70 °C na přívodu a 50 °C na vratném potrubí. Provozní tlak je 1,6 MPa. Maximální konstrukční tlak systému je 3,0 MPa.



Obr. 8: Fotografie interiéru kotelny Ke Stadionu

Technické parametry tepelného zdroje jsou uvedeny níže.

Technologie kotelny

UKAZATEL	JEDNOTKA	K1, K2
Výrobce	[-]	Brötje
Typ	[-]	Brötje
Počet	[-]	2
Palivo	[-]	Zemní plyn
Jmenovitý tepelný výkon	[kW]	77 kW
Jmenovitý elektrický výkon	[kW]	-

Rok výroby	[-]	2017
Tepelný výkon zdrojů celkem	[kW]	154 kW

Tabulka 4: Přehled stávajících zdrojů v kotelně Ke Stadionu

Technologie kotelny je ve výborném stavu a Zhotovitel nepředpokládá potřebu zásadní renovace či kompletní obměny tepelných zdrojů v ní provozovaných.

2.5. Popis CZT

Centrální zásobování teplem je u většiny řešených budov využíváno pro vytápění a ohřev teplé užitkové vody. Teplonosné médium je vedeno podzemně formou topných kanálů. Primární tepelná síť zajišťuje propojení kotelny a výměňkové stanice. Sekundární tepelná síť propojuje výměňkovou stanici a patu domu. Obecně se jedná o starší rozvody ze 70. let, které nejsou v nejlepším stavu, ačkoli Zadavatelem spočítané ztráty v rozvodné síti nejsou mimo normu.

Investice do nových topných kanálů výrazně nezvyší efektivitu celé sítě, i přesto je nutná vzhledem k potenciálnímu ohrožení funkčnosti celého systému. Problémem je při rekonstrukci tepelné sítě CZT v současné době bezesporu obava z odpojování uživatelů. I přesto, že samotná renovace rozvodů má zcela běžně extrémně dlouhou návratnost – cca 40 let, je nezbytně nutné danou investici dříve nebo později učinit. V případě ponechání tepelné sítě ve špatném stavu může dojít k rapidnímu navýšení provozních nákladů na opravy a provoz sítě, které vyústí v rozpad CZT.

2.5.1. Ztráty v rozvodech

Ztráty v rozvodech CZT obecně závisí na přenášeném výkonu. Tedy platí, že čím nižší výkon, tím nižší procentuální ztráty v rozvodných sítích. Ztráty je nutné vnímat zejména v sezónním, ideálně měsíčním řezu (např. v létě jsou relativní ztráty vyšší, odpovídají totiž hustotě odběru tepla). V praxi se ztráty v rozvodných sítích pohybují mezi 5 až 20 % dodávaného tepla v závislosti na řadě faktorů, avšak dají se zhruba kategorizovat následovně:

do 4 % - hustá zástavba bytových domů

10 až 15 % - modernizované rozvody

20 % i více - zastaralé rozvody

až 30 % - řídká zástavba rodinných domů

Dle Zadavatelem poskytnutých hodnot, mj. k účinnostem tepelných zdrojů, které je možné odečíst z měřidel na výstupu z tepelných zdrojů, byly ztráty v primární a sekundární tepelné síti lokality **Topinkova** stanoveny v rozsahu 9 % (únor) až 31 % (červenec) z vyrobeného tepla během roku.

Při výpočtu celkové účinnosti kotelny **Ke Stadionu** pracoval Zhotovitel s odhadem účinnosti nových kotlů Brötje. Ztráty v primární a sekundární tepelné síti stanoveny v rozsahu 8 (leden) až 12 % (květen) z vyrobeného tepla během roku.

Při výpočtu celkové účinnosti kotelny **Žižkovo náměstí** pracoval Zhotovitel s odhadnutou účinností tepelných zdrojů (85%). Ztráty v primární a sekundární tepelné síti byly stanoveny v rozsahu 5 % (červen) až 24 % (duben) z vyrobeného tepla během roku.

Při výpočtu celkové účinnosti kotelny **Husova** pracoval Zhotovitel s účinností totožného tepelného zdroje obdobného stáří naměřené v jiné kotelně (73 %). Ztráty v primární a sekundární tepelné síti byly stanoveny v rozsahu 6 % (březen) až 38 % (srpen) z vyrobeného tepla během roku.

2.6. Energetické vstupy a výstupy

Při svých kalkulacích Zhotovitel vycházel z dat roku 2019.⁴

2.6.1. Zemní plyn

Jako palivo je pro zdroje v okrkových kotelnách využít zemní plyn (ZP). Vzhledem ke značnému kolísání jeho ceny v letech následujících po roce 2019 nejsou níže uvedeny, jelikož postrádají relevanci pro následná ekonomická modelování.

Denní rezervované kapacity ZP pro jednotlivé okrkové kotelny jsou ve výši 4 200 m³/den pro kotelnu Topinkova, 191 m³/den pro kotelnu Ke Stadionu, 842 m³/den pro kotelnu Žižkovo náměstí a 513 m³/den pro kotelnu Husova (uvedené hodnoty jsou pro rok 2019). V následujících tabulkách jsou shrnuty celkové spotřeby ZP pro jednotlivé okrkové kotelny v bilančním roce 2019.

Spotřeba ZP - kotelna Ke Stadionu				
2019	Spotřeba			Spalné teplo
	m ³	MWh	GJ (ve výhř.)	kWh/m ³
leden	4 105	43,9	158	10,6790
únor	4 580	48,9	176	10,6696
březen	1 332	14,2	51	10,6577
duben	1 668	17,8	64	10,6535
květen	1 571	16,8	60	10,6318
červen	-	-	-	10,6643
červenec	-	-	-	10,6646
srpen	-	-	-	10,6492
září	757	8,1	29	10,6653
říjen	1 599	17,1	62	10,6260
listopad	2 661	28,4	102	10,6333
prosinec	3 270	34,9	126	10,6616
celkem	21 543	230,2	829	10,6547

⁴ K dispozici byla data také za roky 2020 a 2021, ale aby roky postížené pandemií CoVID-19 jich pro možnou nestandardnost Zhotovitel rozhodl nevyužít.

Tabulka 5. Spotřeba ZP v kotelně **Ke Stadionu** v roce 2019

2019	Spotřeba		
	m ³	MWh	GJ (ve výhř.)
leden	86 290	645,8	2 325
únor	68 000	455,7	1 641
březen	65 464	425,3	1 531
duben	46 468	307,6	1 107
květen	40 511	278,2	1 001
červen	25 754	151,9	547
červenec	24 102	144,7	521
srpen	20 924	140,5	506
září	24 193	192,0	691
říjen	48 476	329,4	1 186
listopad	64 950	465,1	1 674
prosinec	76 653	593,0	2 135
celkem	591 785	4 129,2	14 865

Tabulka 6. Spotřeba ZP v kotelně **Topinkova** v roce 2019

2019	Spotřeba		
	m ³	MWh	GJ (ve výhř.)
leden	17 556	187,6	480
únor	13 169	140,7	375
březen	11 734	125,4	326
duben	9 006	96,2	224
květen	3 223	34,4	124
červen	3 185	34,0	99
červenec	3 208	34,3	87
srpen	3 273	35,0	87
září	5 432	58,0	188
říjen	8 638	92,3	239
listopad	12 866	137,5	344
prosinec	15 682	167,6	420
celkem	106 972	1 143,0	2 993

Tabulka 7. Spotřeba ZP v kotelně **Žižkovo náměstí** v roce 2019

2019	Spotřeba		
	m ³	MWh	GJ (ve výhř.)
leden	7 757	82,9	298
únor	5 635	60,2	217
březen	5 624	60,1	216
duben	3 963	42,3	152

květen	3 601	38,5	139
červen	1 573	16,8	61
červenec	1 411	15,1	54
srpen	1 508	16,1	58
září	2 100	22,4	81
říjen	3 411	36,4	131
listopad	4 921	52,6	189
prosinec	6 054	64,7	233
celkem	47 558	508,2	1 829

Tabulka 8. Spotřeba ZP v kotelně Husova v roce 2019

2019	Spotřeba		
	m ³	MWh	GJ (ve výhř.)
leden	115 708	960	3 261
únor	91 384	706	2 408
březen	84 154	625	2 125
duben	61 105	464	1 548
květen	48 906	368	1 324
červen	30 512	203	706
červenec	28 721	194	662
srpen	25 705	192	650
září	32 482	281	989
říjen	62 124	475	1 618
listopad	85 398	684	2 310
prosinec	101 659	860	2 914
celkem	767 858	6 010,5	20 516

Tabulka 9. Spotřeba ZP celkem v roce 2019

2.6.1. Teplo

Z jednotlivých okřskových kotlen je teplo koncovým odběratelům dodáváno ve formě topné vody.

Výroba tepla - Ke Stadionu		
2019	KS	Celkem
	GJ	GJ
leden	144	143,7
únor	160	160,3
březen	47	46,6
duben	58	58,4
květen	55	55,0
červen	-	-
červenec	-	-

srpen	-	-
září	26	26,5
říjen	56	56,0
listopad	93	93,1
prosinec	114	114,5
celkem	754	754,1

Tabulka 10. Výroba tepla - Ke Stadionu v roce 2019

Výroba tepla - Topinkova					
2019	KO	K1	K2	K3	Celkem
	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ
leden	315	548	534	606	2 002,4
únor	242	418	410	473	1 542,1
březen	216	382	372	448	1 418,3
duben	132	230	233	290	884,5
květen	123	227	225	281	855,4
červen	66	90	111	126	393,4
červenec	65	85	105	114	368,5
srpen	65	85	105	114	368,5
září	77	157	159	196	587,7
říjen	142	263	261	319	984,9
listopad	217	372	370	444	1 403,7
prosinec	270	475	456	531	1 732,9
celkem	1 930	3 331	3 340	3 941	12 542,3

Tabulka 11. Výroba tepla - Topinkova v roce 2019

Výroba tepla - Žižkovo náměstí		
2019	KZ	Celkem
	GJ	GJ
leden	574	574,0
únor	431	430,6
březen	384	383,7
duben	294	294,5
květen	105	105,4
červen	104	104,1
červenec	105	104,9
srpen	107	107,0
září	178	177,6
říjen	282	282,4
listopad	421	420,7
prosinec	513	512,7
celkem	3 498	3 497,6

Tabulka 12. Výroba tepla - Žižkovo náměstí v roce 2019

Výroba tepla - Husova ulice		
2019	KH	Celkem
	GJ	GJ
leden	218	217,8
únor	158	158,2
březen	158	157,9
duben	111	111,3
květen	101	101,1
červen	44	44,2
červenec	40	39,6
srpen	42	42,3
září	59	59,0
říjen	96	95,8
listopad	138	138,2
prosinec	170	170,0
celkem	1 335	1 335,4

Tabulka 13. Výroba tepla - Husova v roce 2019

Výroba tepla - Celkem					
2019	Ke Stadionu	Topinkova	Žižkovo náměstí	Husova ulice	Celkem
	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ
leden	144	2 002	574	218	2 937,9
únor	160	1 542	431	158	2 291,2
březen	47	1 418	384	158	2 006,5
duben	58	884	294	111	1 348,6
květen	55	855	105	101	1 116,9
červen	-	393	104	44	541,7
červenec	-	369	105	40	513,0
srpen	-	369	107	42	517,9
září	26	588	178	59	850,8
říjen	56	985	282	96	1 419,1
listopad	93	1 404	421	138	2 055,7
prosinec	114	1 733	513	170	2 530,1
celkem	754	12 542	3 498	1 335	18 129,4

Tabulka 14. Výroba tepla - celkem v roce 2019

3. Možnosti transformace CZT

V této kapitole jsou diskutovány relevantní možnosti úprav stávajících kotelen. Zhotovitel při svém modelování zvažoval následující technologie:

- Kondenzační kotle na zemní plyn v kaskádě několik jednotek.
- Kotle na pelety v kaskádě několik jednotek se zásobníkem paliva.
- Průmyslová tepelná čerpadla.

3.1. Transformační scénáře lokality Topinkova

Jak již bylo zmíněno v podkapitole 2.1, technologie provozovaná v kotelně Topinkova se nachází v solidní stavu, leč stáří kotlů značí, že ke zdrojové obměně bude muset dojít relativně záhy. V kotelně přítomná kogenerační jednotka, provozovaná společností ČEZ Energo, se nachází zhruba v polovině odpisovací doby a Zadavatel je vázán nájemní smlouvou s touto společností. Nahrazení této technologie alternativou by znamenalo vypovězení smlouvy s ČEZ Energo, což by v důsledku vedlo ke značné penalizaci.

Pro tento scénář však Zhotovitel návrh nezpracovával, neboť Zadavatel již disponuje projektem pro obnovu zdrojové základny v této kotelně.

3.2. Transformační scénáře lokality Žižkovo náměstí

Varianta A: Plynové kondenzační kotle

První varianta představuje nejlevnější a nejjednodušší modernizaci na úrovni údržby – zachová se původní koncepce, pouze dojde k nahrazení vlastních zdrojů tepla za nové. Jelikož stávající kotle jsou rovněž kondenzační, předpokládají se pouze drobné úpravy rozvodů a kouřovodů v závislosti na konkrétních nových kotlích, většina vybavení kotelny bude zachována.

Je navržena nová kotelna s kaskádou pěti plynových kondenzačních kotlů o celkovém výkonu 475 kW.

Sezónní účinnost nových plynových kondenzačních kotlů lze očekávat cca 103 % (vztaženo k výhřevnosti). Vzhledem k absenci dat a měření prokazujících skutečnou účinnost stávajících kotlů se předpokládá úspora modernizací kotelny ve výši cca 5 % roční spotřeby zemního plynu.

Instalovaný výkon kotlů **475 kW (kaskáda 5x95 kW)**

Investiční náklady na zřízení kotelny **1 100 000 Kč**

Varianta B: Plynový kondenzační kotel a kogenerační jednotka

Druhá varianta zachovává zemní plyn jako topné médium, nicméně přichází se sofistikovanějším řešením, kdy by kromě tepla byla vyráběna i elektrická energie využitelná primárně pro vlastní spotřebu připojených domů. Zde se předpokládá s posunem v legislativě týkající se komunitní energetiky (aby bylo možné za výhodných podmínek využít vyprodukovanou elektřinu v místě výroby), při současné konfiguraci není toto řešení realizovatelné, veškerá produkovaná elektřina by musela být prodávána do distribuční sítě.

Je navržena kaskáda plynových kondenzačních kotlů o výkonu 3x 95 kW a kogenerační jednotka o el. výkonu 120 kW a tepelném výkonu 194 kW. Navrhovaná jednotka je v nízkoemisním provedení. Odvod spalín je předpokládán původním komínem. Kogenerační jednotka bude doplněna zásobníkem o objemu cca 20 m³ pro prodloužení doby jejího chodu při snížené poptávce po teple. Ostatní vybavení kotelny bude ponecháno stávající.

Instalovaný výkon kotle 120 kW (kaskáda 3x95 kW)

Instalovaný výkon KGJ 124 kWe, 182 kWt

Investiční náklady na zřízení kotelny 6 450 000 Kč

Varianta C: Kotel na pelety

Třetí varianta předkládá možné řešení odstřížení od zemního plynu při využití obnovitelných zdrojů.

Je navržen peletový kotel o výkonu 200 kW s akumulací topné vody do zásobníku cca 10 m³. V rámci této varianty je uvažováno o instalaci nového odkouření pro kotel a výstavbě zásobníku na pelety. Pro co nejvíce automatický chod zařízení je navrženo vybudování velkoobjemového zásobníku na pelety s podavačem v podobě šneku.

Zásobník by měl mít kapacitu na uložení cca 35 m³ pelet (vychází z objemové hmotnosti 1 m³ = 750 kg a maximální kapacity závozní cisterny 23 t), podle měsíční spotřeby plynu vychází zásobování cca 2x měsíčně při špičkových odběrech v zimě, průměrně 1x měsíčně.

Sezónní účinnost automatického kotle na pelety lze očekávat na úrovni cca 93 %.

Instalovaný výkon peletového kotle 200 kW

Investiční náklady na zřízení kotelny 4 900 000 Kč

Zhotovitel však v případě výše zmíněného řešení upozorňuje, že se jedná o hrubý odhad. Vzhledem k nutnosti zřízení poměrně velkého automatického zásobníku na pelety bude nutné výrazně zasáhnout do stávající místnosti (vedení trubek atp.) a stavební práce (vyzdívky, vyrovnání podlah) budou pravděpodobně také nemalého charakteru. Kurčení jejich přesného charakteru a náročnosti musí být zpracován plnohodnotný projekt.

Varianta D: Alternativní transformace CZT – Tepelná čerpadla

Předmětem úprav v této variantě je nahrazení stávající výroby tepla z plynových kotlů za tepelná čerpadla k výrobě teplé vody pro potřeby vytápění a výroby teplé užitkové vody. Toto řešení představuje úplnou elektrifikaci výroby tepla pro vytápění. Za předpokladu nákupu „zelené“ elektřiny ze sítě lze vykázat, že je výroba tepla CO₂ neutrální.

Navržená tepelná čerpadla vyrobí ročně 92 % tepla a zbylé teplo je vyrobeno záložním zdrojem tepla. Záložním zdrojem jsou elektrokotle, které slouží jako záloha v době příliš nízké venkovní teploty (pod -10 °C), kdy TČ vzduch-voda již nemohou spolehlivě pracovat. Záloha zároveň může sloužit v dobách neočekávaného výpadku výroby tepelných čerpadel, jelikož se jedná o technicky složitější, a tedy méně spolehlivé zařízení.

Tepelná čerpadla jsou navržena jako dvoustupňová, tedy jedná se o kaskádové spojení TČ vzduch-voda a voda-voda. Důvodem je, že samotné tepelné čerpadlo vzduch - voda není schopné vyrobit teplou vodu o teplotě 75 °C, která je potřebná pro místní systém vytápění.

Instalovaný výkon TČ vzduch-voda **414 kW (kaskáda 2x166 kW, 2x41 kW)**

Instalovaný výkon TČ voda-voda **500 kW (kaskáda 2x200 kW, 2x50 kW)**

Instalovaný výkon bivalentního zdroje **500 kW**

Investiční náklady na zřízení kotelny **11 200 000 Kč**

Alternativně lze teoreticky uvažovat o variantě TČ pouze voda-voda, pokud by bylo možné použít jako zdroj tepla pro TČ podzemní zdroj vody. Také lze využít vhodný zdroj odpadního tepla. V obou případech dojde ke zvýšení topného faktoru (COP) a lze použít jednostupňové TČ, které je vždy účinnější a technicky mnohem jednodušší.

Dvoustupňové TČ vzduch-voda + voda-voda, navržený tepelný výkon druhého stupně tepelných čerpadel voda-voda pro výrobu teplé vody o 75°C je 500 kWt. Tepelná čerpadla jsou navržena tak, aby bylo možné vyrábět teplo celoročně, tedy i v průběhu léta pro přípravu pouze TUV. Maximální výstupní teplota vody z druhého stupně TČ voda-voda je 75 °C. Tepelné čerpadlo vzduch-voda pracuje na teplotním spádu 25/30 °C. Tepelné čerpadlo voda-voda pracuje na teplotním spádu 55/75 °C.

Výsledný kombinovaný roční COP TČ a elektrokotle je 1,825. Vzhledem k vysokým investičním nákladům a nízké efektivitě dodávek tepla nedává tento alternativní CZT zdroj ekonomický ani technický smysl.

3.3. Transformační scénáře lokality Husova

Varianta A: Plynové kondenzační kotle

První varianta představuje nejlevnější a nejjednodušší modernizaci na úrovni údržby – zachová se původní koncepce, pouze dojde k nahrazení vlastních zdrojů tepla za nové. Součástí návrhu jsou související úpravy spalinových cest a dalších návazností vyplývajících ze změny technologie (nahrazení atmosférických kotlů kondenzačními).

Je navržena nová kotelna s kaskádou plynových kondenzačních kotlů o celkovém výkonu 3 x 95 kW. Dále se předpokládá s nutností úpravy spalinových cest v podobě nahrazení kouřovodů a nového vyvložkování komína. Ostatní vybavení kotelny se zůstane původní.

Instalovaný výkon kotlů **3 x 95 kW**

Investiční náklady na zřízení kotelny **1 300 000 Kč**

Varianta B: Plynové kondenzační kotle a kogenerační jednotka

Druhá varianta zachovává zemní plyn jako topné médium, nicméně přichází se sofistikovanějším řešením, kdy by kromě tepla byla vyráběna i elektrická energie využitelná primárně pro vlastní spotřebu připojených domů. Zde se předpokládá s posunem v legislativě týkající se komunitní energetiky (aby bylo možné za

výhodných podmínek využít vyprodukovanou elektřinu v místě výroby), při současné konfiguraci není toto řešení realizovatelné, veškerá produkovaná elektřina by musela být prodávána do distribuční sítě.

Je navržena kaskáda ze dvou plynových kondenzačních kotlů o celkovém výkonu 2 x 95 kW a kogenerační jednotka o el. výkonu 50 kW a tepelném výkonu 88,5 kW. Navrhovaná jednotka je v nízkoemisním provedení. Kogenerační jednotka bude doplněna zásobníkem o objemu cca 10 m³ pro prodloužení doby jejího chodu při snížené poptávce po teple. Dále se předpokládá s nutností úpravy spalinových cest v podobě nahrazení kouřovodů a nového vyvložkování komína. Ostatní vybavení kotelny bude ponecháno stávající.

Kogenerační jednotka je předběžně dimenzována na cca 40 % instalovaného tepelného výkonu, aby bylo zajištěno co nejdelší nepřerušované období jejího provozu v průběhu topné sezóny.

Instalovaný výkon kotlů **2 x 95 kW**

Instalovaný výkon KGJ **50 kWe, 88,5 kWt**

Investiční náklady na zřízení kotelny **5 700 000 Kč**

Varianta C: Kotel na pelety

Třetí varianta předkládá možné řešení odstřižení od zemního plynu při využití obnovitelných zdrojů.

Je navržena kaskáda dvou peletových kotlů o celkovém výkonu 2 x 150 kW s akumulací topné vody do zásobníku cca 10 000 m³. Pro co nejvíce automatický chod zařízení je navrženo vybudování velkoobjemového zásobníku na pelety s podavačem v podobě šneku.

Zásobník by měl mít kapacitu na uložení cca 35 m³ pelet (vychází z objemové hmotnosti 1 m³ = 750 kg a maximální kapacity závozní cisterny 23 t), podle měsíční spotřeby plynu vychází zásobování cca 1x měsíčně při špičkových odběrech v zimě, průměrně jednou za 2 měsíce.

Instalovaný výkon peletového kotle **2 x 150 kW**

Investiční náklady na zřízení kotelny **4 700 000 Kč**

Varianta D: Alternativní transformace CZT – Tepelná čerpadla

Předmětem úprav v této variantě je nahrazení stávající výroby tepla z plynových kotlů za tepelná čerpadla k výrobě teplé vody pro potřeby vytápění a výroby teplé užitkové vody. Toto řešení představuje úplnou elektrifikaci výroby tepla pro vytápění. Za předpokladu nákupu „zelené“ elektřiny ze sítě lze vykázat, že je výroba tepla CO₂ neutrální.

Navržená tepelná čerpadla vyrobí ročně 92 % tepla a zbylé teplo je vyrobeno záložním zdrojem tepla. Záložním zdrojem jsou elektrokotle, které slouží jako záloha v době příliš nízké venkovní teploty (pod -10 °C), kdy TČ vzduch-voda již nemohou spolehlivě pracovat. Záloha zároveň může sloužit v dobách neočekávaného výpadku výroby tepelných čerpadel, jelikož se jedná o technicky složitější, a tedy méně spolehlivé zařízení. Tepelná čerpadla jsou navržena jako dvoustupňová, tedy jedná se o kaskádové spojení TČ vzduch-voda a voda-voda. Důvodem je, že samotné tepelné čerpadlo vzduch - voda není schopné vyrobit teplou vodu o teplotě 75 °C, která je potřebná pro místní systém vytápění.

Instalovaný výkon TČ vzduch-voda	248 kW (kaskáda 2x83 kW, 2x41 kW)
Instalovaný výkon TČ voda-voda	300 kW (kaskáda 2x100 kW, 2x50 kW)
Instalovaný výkon bivalentního zdroje	300 kW
Investiční náklady na zřízení kotelny	10 000 000 Kč

Alternativně lze teoreticky uvažovat o variantě TČ pouze voda-voda, pokud by bylo možné použít jako zdroj tepla pro TČ podzemní zdroj vody. Také lze využít vhodný zdroj odpadního tepla. V obou případech dojde ke zvýšení topného faktoru (COP) a lze použít jednostupňové TČ, které je vždy účinnější a technicky mnohem jednodušší.

Dvoustupňové TČ vzduch-voda + voda-voda, navržený tepelný výkon druhého stupně tepelných čerpadel voda-voda pro výrobu teplé vody o 75°C je 300 kWt. Tepelná čerpadla jsou navržena tak, aby bylo možné vyrábět teplo celoročně, tedy i v průběhu léta pro přípravu pouze TUV. Maximální výstupní teplota vody z druhého stupně TČ voda-voda je 75 °C. Tepelné čerpadlo vzduch-voda pracuje na teplotním spádu 25/30 °C. Tepelné čerpadlo voda-voda pracuje na teplotním spádu 55/75 °C.

Výsledný kombinovaný roční COP TČ a elektrokotle je 1,825. Vzhledem k vysokým investičním nákladům a nízké efektivitě dodávek tepla nedává tento alternativní CZT zdroj ekonomický ani technický smysl.

3.4. Transformační scénáře lokality Ke Stadionu

Technologie kotelny je ve výborném, modernizovaném stavu a Zhotovitel nepředpokládá potřebu zásadní renovace či kompletní obměny tepelných zdrojů v ní provozovaných.

4. Decentrální zdroje v bytových domech

4.1. Výhody a nevýhody decentrálních vytopen

Výhody lokálního zdroje

- Odpadají ztráty v rozvodech CZT, čímž vzrůstá účinnost využití primárního zdroje energie.
- Vlastnictví zdroje ovlivňuje chování jeho majitele, motivuje k úspornějšímu užití tepla.
- Zdroj může být dimenzován pro konkrétní objekt a přesně plnit jeho potřeby na výrobu tepla.
- Často je možné získat dotaci, která výrazně sníží investiční náklady.

Nevýhody lokálního zdroje

- Legislativní povinnosti.
- Potřeba kvalifikovaného personálu.
- Lokální uvolnění emisí CO₂ a dalších látek znečišťující ovzduší.

Vyšší náklady na palivo.

Potřeba archivovat dokumentaci (projektovou, provozní a správní).

Prohlídky, kontroly, revize, servis

Provozovatel (osoba zodpovědná) musí zajistit:

- Zápis o energetické náročnosti budov dle vyhl. č. 78/2013 Sb.
- Zápis o kontrole kotlů a otopných soustav dle vyhl. č. 194/2013 Sb.
- Zápis o měření emisí dle zákona č. 201/2012 Sb.
- Revizi elektrozařízení + hromosvodů.
- Odbornou prohlídku dle vyhl. č. 91/1993 Sb. min. 1x za rok.
- Kontrolu plynového zařízení 1x za rok dle vyhl. č. 85/1978 Sb.
- Kontroly komínů a spalinových cest dle vyhl. č. 91/2010 Sb.
- Kontrolu a servis úpravny vody 1x za rok.
- Kontrolu hasicích přístrojů a hasicích zařízení dle vyhl. č. 246/1996 Sb.
- Servis kotlů (hořáků) 1x za rok.
- Servis zařízení měření a regulace v kotelně 1x za rok.
- Kalibraci detektorů úniku plynu 1x za rok.
- Provozní revizi tlakových nádob (expandérů, vzdušníků dle ČSN 69 0012 a vyhl. č. 18/1979 Sb.) 1x za rok.
- Vnitřní revizi + zkoušku těsnosti tlakových nádob 1x za 5 let.
- Kontrolu manometru a teploměru porovnáním s kontrolním 1x za 2 roky.
- Provozní revize plynového zařízení 1x za 3 roky dle vyhl. č. 85/1978 Sb.
- Tlaková zkouška 1x za 9 let.

4.2. Typizované profily objektů

Jelikož jsou mnohé objekty konstrukčně identické, dovoluje si je Zhotovitel rozdělit do skupin na základě vzájemné podobnosti či shodnosti.

Objekty jsou děleny následujícím způsobem:

TYP	LOKALITA	ČÍSLA POPISNÁ	POČET BYTOVÝCH JEDNOTEK	POČET OBYVATEL	POČET PATER
Typ A	Ke stadionu, Čelechovická,	645, 646	11 až 12	17 až 27	3
Typ B	Křivoklátská	828 - 835, 879 - 886, 928, 929, 932, 933, 960, 961	24 až 30	44 až 56	5

Typ C	Křivoklátská	968, 969, 970	18	34 až 40	6
Typ D	Topinkova	1137, 1138, 1139	32	66 až 80	8
Typ E	Žižkovo náměstí	971, 972, 973, 974, 975, 976	14	16 až 26	4
Typ F	ASSA (NIKI)	-	-	-	1
Typ G	Husova	821, 822, 823, 824	12	15 až 21	4
Typ H	Husova (BIOS)	1146	-	-	1

Tabulka 15: Typizované profily objektů

4.3. Navrhované technologie

V této sekci jsou popsány technologie, které Zhotovitel zvažoval coby decentrální zdroje tepla.

4.3.1. Kondenzační plynové kotle

Dle legislativy z roku 2015 jsou kondenzační kotle do výkonu 400 kW jedinou použitelnou technologií. Mezi hlavní výhody patří vysoká modulace výkonu, nižší emise a vysoká účinnost.

Pro objekty s navrhovaným výkonem nad 40 kW je doporučeno zapojení dvou menších kotlů. Jedná se o vhodnější řešení především v případě vytápění obytných prostorů, kde při případné poruše jednoho z kotlů nedojde k úplnému výpadku vytápění a ohřevu teplé užitkové vody.

U navrhovaného výkonu 50 až 100 kW je instalace dvou menších zařízení sítější. Při instalaci kondenzační kotle se jmenovitým tepelným výkonem nad 50 kW nebo instalací kotlů se součtovým jmenovitým výkonem nad 100 kW je objekt definován jako plynová kotelná dle ČSN 07 0703. Z důvodu zvýšených požadavků na provoz kotelný je lepší instalace dvou menších kondenzačních kotlů do výkonu 50 kW, které jsou následně definovány jako odběrné plynové zařízení dle ČSN EN 1775 a TPG 701 01.

Připojení kotlů na otopnou soustavu bude provedeno přes hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků (HVDt), za kterým bude napojen jeden okruh pro vytápění a okruh pro ohřev teplé vody (výjimkou jsou objekty s ohřevem TUV elektrickými bojler). Okruh pro vytápění bude vybaven trojcestným směšovacím ventilem s el. pohonem a čerpadlem s elektronickou regulací otáček. Okruh pro přípravu teplé vody bude vybaven nabíjecím čerpadlem. V příslušných místech budou na potrubí osazeny uzavírací a regulační prvky, filtry, zpětné a vypouštěcí ventily atd.

K rozdělení spotřeby tepla pro vytápění a pro přípravu teplé vody je vhodné na jednotlivé topné větve osadit měřiče tepla s kalorimetrickými počítadly. Kompenzace tepelné roztažnosti vody bude v kotelně řešena osazením membránové expanzní nádrže. Pro odkouření nových kondenzačních kotlů musí být provedeno vyvložkování komínu. Při realizaci kotelný budou nové potrubí osazeny izolací v odpovídajících tloušťkách a budou upraveny veškeré stavební konstrukce pro zajištění bezprašného prostředí. Vhodná izolace potrubí minimalizuje tepelné ztráty uvnitř objektu.

Zásadní podmínkou pro správný a hospodárny provoz kotelny a vytápění objektu je zaregulování otopné soustavy.

4.3.2. Tepelná čerpadla

Výkony tepelných čerpadel jsou dimenzovány především na základě sezónního topného faktoru (SCOP) pro uvedený typ tepelného čerpadla vzduch-voda a stávající otopnou soustavu. Normou definovaný minimální sezónní topný faktor je 2,5 dle ČSN EN 15450. Dalšími aspekty návrhu jsou roční pokrytí potřeby tepla na ohřev TUV a vytápění v rozmezí 92-100 %.

V rámci návrhu je uvažován bivalentní režim provozu tepelného čerpadla při nízkých teplotách (pod bodem bivalence – uvažováno -10°C), zajišťující dostatek výkonu na vytápění při velmi nízkých teplotách. Níže uvedené spotřeby elektrické energie lze u objektů s jedním navrhovaným tepelným čerpadlem (ne kaskádou) snížit instalací dvoukompresorového provedení, které při nižších požadavcích na vytápění pracuje se sníženým výkonem (jednoho kompresoru) a zajišťuje tak úspornější provoz.

Navržený systém tepelného čerpadla zahrnuje instalaci akumulační nádrže. Alternativním řešením je zapojení bez akumulační nádrže, které by pro dané objekty bylo také reálné. Objem topné vody v objektech je velký a při zvolení vhodného tepelného čerpadla (systém kompresoru on/off nevyhovující!) lze ušetřit na investičních nákladech a prostoru. I přesto je využití akumulačního zásobníku doporučovaným řešením.

Mezní teplota otopného období	13	$^{\circ}\text{C}$
Návrhová teplota vzduchu v interiéru	20	$^{\circ}\text{C}$
Teplota přívodní topné vody	55	$^{\circ}\text{C}$
Teplota ohřevu TUV	50	$^{\circ}\text{C}$

Tabulka 6: Uvažované hodnoty při návrhu tepelných čerpadel

U tepelných čerpadel předpokládáme pořízení kvalitních tepelných čerpadel. S kvalitním kompresorem regulací, kde je systém schopen fungovat i 20 let do potřeby generální opravy chladicího okruhu. Teplota přívodní topné vody volena na základě požadovaného sezónního topného faktoru. U zastaralé otopné soustavy nutno uvažovat investiční náklady rozšířené o úpravu celé soustavy (výměnu topných těles atp.).

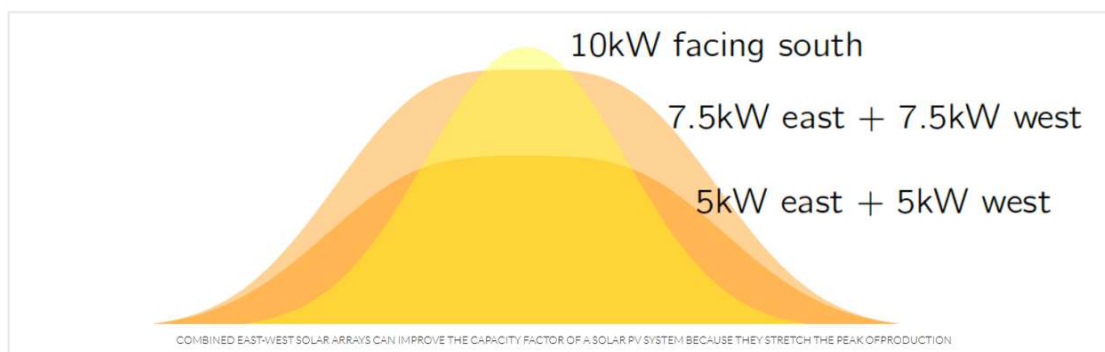
Při realizaci tepelného čerpadla je třeba brát v úvahu kapacitní možnosti sítě, možnost připojení a vyššího odběru elektrické energie. Z hlediska spotřeby elektrické energie je tepelné čerpadlo úsporným zdrojem pro vytápění. Nejedná se ovšem o bezemisní zdroj, jelikož je pro provoz využívána elektrická energie ze sítě, vyráběna převážně neobnovitelnými zdroji energie.

4.3.3. Fotovoltaika

Pro návrh fotovoltaických systémů na zkoumaných objektech byly použity typové solární panely z monokrystalického křemíku, o jmenovitém výkonu 450 Wp/ks, rozměrech 2094x1038 mm a hmotnosti 23.8 kg/ks. Tato volba vychází z tržní praxe, tedy na trhu nejčastěji instalovaných panelů pro střešní instalace. Vybrané panely slouží pro vytvoření vzorových FV instalací, modelování kapacity střešů a meziroční výroby fotovoltaických systémů, přičemž však nevylučují realizaci s využitím jiného výkonového/rozměrového typu solárních panelů. Orientačně lze pro střešní instalace uvažovat s panely o jmenovitém výkonu od 400 Wp (dnes spíše nestandardní), přes běžné 450 Wp panely, až po panely o nominálním výkonu 550 Wp, které však svými rozměry i vahou znesnadňují instalaci.

Pro instalaci na šikmých střechách je modelováno usazení FV panelů totožně se střešní krytinou, a tedy s orientací i sklonem, kopírujícím sklon konkrétní střechy zkoumaného objektu. Pro instalaci na plochých střechách je dle možností hodnocena instalace čistě jižním směrem a následně východo-západním směrem, v obou případech předpokládající sklon panelů, resp. nosné konstrukce 15° a rozestupy 50 cm. (Zmíněný sklon se volí na základě posouzení instalačních nákladů, prostoru na střeše, nutnosti přitěžování konstrukce a zároveň výnosnosti/efektivitě FV panelů při konkrétním naklonění).

Výhodou jižní orientace je maximalizace výnosu, tedy vyrobené energie, z instalované kapacity fotovoltaické elektrárny na střeše, a tedy maximalizace efektivního využití. V případě orientace východ-západ je však vzhledem k použití tzv. systému „stříšek“ (viz vizualizace na plochých střechách) možné instalovat větší množství solárních panelů, aniž by docházelo k významnému vzájemnému stínění sousedících solárních panelů. Oproti jižní orientaci je ale nezbytné počítat s nižším výnosem z instalovaného kWp solárních panelů, pohybujícím se okolo 85 % výnosu instalovaného kWp s jižní orientací. Závěrečným kritériem pro posouzení je i rozložení výkonu v průběhu dne, kdy jižní orientace dosahuje ostřejšího maxima přes poledne, zatímco orientace východ-západ vykazuje rovnoměrnější výrobní charakteristiku „od rána do večera“. Tento fenomén je zobrazen v grafice níže:



Graf 2: Grafické srovnání instalací s různou orientací fotovoltaických panelů

Z hlediska samotné instalace je u šikmých taškových střech uvažována instalace „na háky“, kotvené pod tašky do střešní konstrukce a v případě plochých střech krytých hydroizolační folií, instalace pomocí montážní konstrukce na plochou střechu. Ta je standardně řešena jako nekotvená (nedochází k narušení obálky budovy kotvicími prvky FVE systému) se zatěžovými bloky a větrolamy/zavětrováním, zajišťujícími stabilitu sestavy i při nepříznivém počasí. Obě metody, pokud realizovány kvalitně, nepoškozuji střešní krytinu a nezvyšují nebezpečí zatékání do objektu. Vzhledem k životnosti střešní krytiny je však nezbytné uvažovat s plánovanou životností střešní instalace FVE okolo 20-30 let, a tedy instalovat FVE na rekonstruované střechy či alespoň počítat s nezbytnou „rozborkou a sborkou“ systému ve zmiňovaném horizontu, v případě opravy střechy.

S ohledem na zatížení střech je nezbytné počítat se zatížením okolo 15-20 kg/m² v případě šikmých střech a zatížením 30-40 kg/m² v případě plochých střech. Konkrétní hodnota vychází z použité technologie panelů i montážní konstrukce, současně s přihlédnutím k povětrnostním podmínkám v lokalitě a přirozeným větrolamům v okolí či na střeše. Konkrétní hodnota zatížení je nezbytnou součástí statického posouzení střechy, které je vyžadováno jakožto součást stavební dokumentace pro FVE o instalovaném výkonu nad 20 kWp (k datu vypracování zprávy) resp. 50 kWp (dle očekávaných novelizací energetického zákona od 2023).

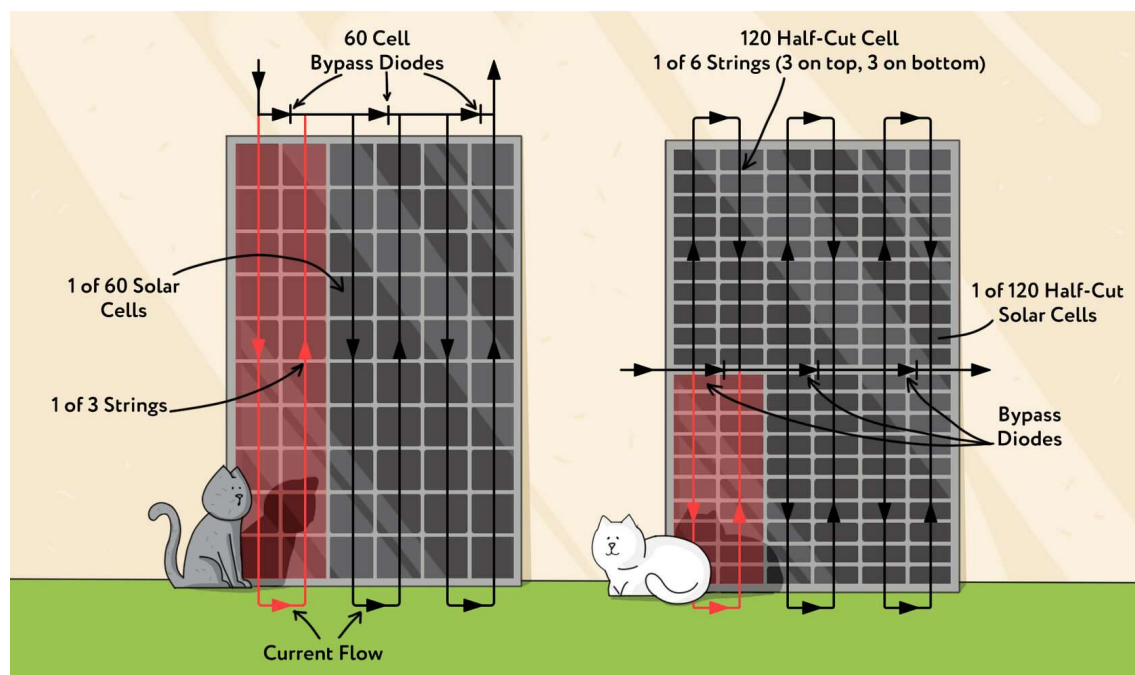
Obecná doporučení k FVE

Jak již bylo zmíněno v úvodu kapitoly, instalace FV systému je investicí na desítky let a je tedy účelné k posuzovanému záměru přistupovat adekvátně. Pro kvalitní návrh je nezbytné posoudit způsob a míru využití elektřiny z FVE, dostupné finanční prostředky, rozměrové dispozice střech, spotřebu objektů i orientační výhled do budoucna. Elektřina, kterou si zákazník sám vyrobí a rovnou i spotřebuje bude vždy

představovat nejvyšší hodnotu a zároveň jistotu, neboť samotná elektrárna má jen minimální provozní náklady a v budoucích letech vyrábí „jen“ za cenu počáteční investice. U nevyužité elektřiny z FVE, spekulativně obchodované na trhu je riziko výkyvů cen vždy vyšší.

Obdobně je třeba tento materiál považovat za orientační, demonstrující možnosti střešních instalací FVE na objektech určených Zadavatelem, přičemž realizačnímu rozložení panelů na jednotlivých střechách by mělo předcházet pečlivé zaměření jak střechy, tak i přítomných překážek, a vyhodnocení míry zastínění jednotlivých solárních panelů. Tyto činnosti provádí realizační firma, a to v ceně zakázky.

Celé fotovoltaické pole (pokud není doplněno o optimizéry) vždy vyrábí tolik, co jeho nejslabší článek, kterým je byt jediný zastíněný panel. Efekt zastínění lze částečně eliminovat tzv. half-cut solárními panely (zjednodušeně si lze představit jako jeden solární panel složený ze dvou menších), které jsou na trhu naprostou samozřejmostí. Pro významněji stíněné panely (např. ventilačními komínky, hromosvodem, ...) je vhodné využít tzv. optimizérů, jednotlivých zařízení, která lze na stíněné panely připojit a zabránit tím, aby částečně stíněný panel ovlivnil výrobu celého zbytku nezastíněného fotovoltaického pole. S ohledem na ekonomickou stránku je však potřeba posoudit, zda v případě větších střešních instalací není výhodnější v okolí stínících prvků solární panely raději vynechat než instalovat zmiňované optimizéry.



Obr. 9: Vliv zastínění na výrobu panelů při využití optimizérů⁵

⁵ Zdroj: <https://a1solarstore.com/blog/strength-in-numbers-how-half-cut-solar-cells-conquer-the-market.html>

4.4. Návrhy řešení tepelného hospodářství pro jednotlivé typy objektů

4.4.1. Typ A

Základní popis

Řešené objekty:

Ke stadionu, č.p. 645

Čelechovická, č.p. 646.

Jedná se o dva zděné domy o jednom vchodu se severní orientací, půdorysně obdélníkového tvaru se 3 nadzemními a 1 podzemním nevytápěným podlažím. V letech 2010-2017 proběhla výměna oken. Stěny a střecha jsou v původním stavu, bez zateplení.



Obr. 10: Fotografie objektu typu A

Výpočet tepelné ztráty. Výpočet tepelné ztráty byl zpracován pro 2 scénáře, a to scénář před zateplením a po zateplení:

1. **Scénář před zateplením.** Tepelná ztráta byla vypočtena zjednodušeně obálkovou metodou pomocí odborných odhadů s využitím znalostí typologie zděných soustav. Parametry obvodových konstrukcí (stěn, střech) byly uvažovány podle požadavků ČSN 73 0540-2 z roku 1977. Výplně oken byly uvažované podle požadavků ČSN 73 0540-2 z roku 2005. Větrání bylo uvažováno přirozené s podílem vzduchu 80 % obestavěného objemu a násobností výměny 0,3 h⁻¹. Tímto postupem byla stanovena tepelná ztráta typického objektu na 54 kW.
2. **Scénář po zateplení.** V této variantě se předpokládá snížení tepelné ztráty zateplením obvodových stěn a stropu k nevytápěné půdě. Zateplení je navrženo na doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 (2011). Roční spotřeba tepla na vytápění klesne o cca 40 %. Větrání bylo

uvažováno přirozené s podílem vzduchu 80 % obestavěného objemu a násobností výměny 0,3 h⁻¹. Tímto postupem byla stanovena tepelná ztráta typického objektu na 26 kW.

Spotřeba teplé vody. Výpočet spotřeby teplé vody byl také zpracován pro 2 scénáře zmíněné v odstavci výše:

1. **Scénář před zateplením.** Teplá voda se připravuje lokálně, pomocí elektrických bojlerů umístěných v bytech. Teplá voda nebude v rámci domovní kotelny řešena centrálně, počítá se se zachováním původního systému.
2. **Scénář po zateplení.** Teplá voda se připravuje lokálně, pomocí elektrických bojlerů umístěných v bytech. Teplá voda nebude v rámci domovní kotelny řešena centrálně, počítá se se zachováním původního systému.

Dimenzování zateplení. Zateplení domu se v návrhu Zhotovitele provede následujícím způsobem:

Obvodové stěny budou zatepleny šedým polystyrenem EPS tl. 140 mm ($\lambda_d = 0,032 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$).

Zateplení stropu k nevytápěné půdě minerální vatou tl. 200 mm ($\lambda_d = 0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$).

Investiční výdaje jsou v této fázi hrubým odhadem, nicméně se snaží reflektovat aktuální navýšení cen materiálů a prací. Jsou uvažovány měrné ceny 4 000 Kč/m² v případě obvodových stěn, 2 000 Kč/m² v případě stropu k nevytápěné půdě.

Na základě výpočtů výše připravil Zhotovitel následující varianty řešení tepelného hospodářství v objektech.

Varianta A.1: Plynová kotelna (objekt bez zateplení)

Instalovaný výkon kotlů	55 kW
Investiční náklady na zřízení kotelny	900 000 Kč
Investiční náklady na zřízení přípojky	60 000 Kč

Varianta A.2: Tepelná čerpadla s FVE (objekt bez zateplení)

Instalovaný výkon TČ (A2/W35)	34 kW (kaskáda 2x17 kW, vzduch-voda)
Instalovaný výkon bivalentního zdroje	35 kW (elektrokotel)
Objem akumulčního zásobníku	500 l
Investiční náklady na zřízení systému	1 500 000 Kč

Roční potřeba tepla na vytápění	95 767	kWh
Teplotní exponent podle převažujících otopných ploch	1,3	-
Počet hodinostupňů za otopné období	83 320	Kh
Roční dodávka tepla TČ na vytápění	95 539	kWh/rok
Roční dodávka tepla bivalentním zdrojem tepla	228	kWh/rok
Roční potřeba elektrické energie pro pohon TČ	38 947	kWh/rok

Roční pokrytí potřeby tepla z TČ na ohřev TUV a vytápění	99,76	%
Sezónní topný faktor celé soustavy	2,5	-

Varianta B.1: Plynová kotelna (objekt se zateplením)

Instalovaný výkon kotlů	28 kW
Investiční náklady na zřízení kotelny	800 000 Kč
Investiční náklady na zřízení přípojky	60 000 Kč
Investiční náklady na zateplení	2 800 000 Kč

Varianta B.2: Tepelná čerpadla s FVE (objekt se zateplením)

Instalovaný výkon TČ (A2/W35)	15 kW (vzduch-voda)
Instalovaný výkon bivalentního zdroje	20 kW (elektrokotel)
Objem akumulčního zásobníku	500 l
Investiční náklady na zřízení kotelny	700 000 Kč
Investiční náklady na zateplení	2 800 000 Kč

Roční potřeba tepla na vytápění	51 400	kWh
Teplotní exponent podle převažujících otopných ploch	1,3	-
Počet hodinostupňů za otopné období	83 320	Kh
Roční dodávka tepla TČ na vytápění	48 700	kWh/rok
Roční dodávka tepla bivalentním zdrojem tepla	2 700	kWh/rok
Roční potřeba elektrické energie pro pohon TČ	19 561	kWh/rok
Roční pokrytí potřeby tepla z TČ na ohřev TUV a vytápění	94,75	%
Sezónní topný faktor celé soustavy	2,5	-

4.4.2. Typ B**Základní popis**

Řešené objekty:

Křivoklátská, č.p. 828 a 829, 830 a 831, 832 a 833, 834 a 835, 879 a 880, 881 a 882, 883 a 884, 885 a 886, 928 a 929, 932 a 933, 960 a 961.

Jedná se o panelové domy o dvou vchodech s orientací východ-západ, půdorysně obdélníkového tvaru s 5 nadzemními a 1 podzemním podlažím. Všechny objekty prošly v letech 2006 – 2014 kompletním zateplením (obvodové stěny, střechy a výplně otvorů) v různých podobách.



Obr. 11: Fotografie objektů typu B

Výpočet tepelné ztráty. Tepelná ztráta byla vypočtena zjednodušeně obálkovou metodou pomocí hrubých odborných odhadů s využitím znalostí typologie panelových soustav. Parametry měněných konstrukcí (zateplených stěn, střech a výplně otvorů) byly uvažovány podle požadavků ČSN 73 0540-2 z roku 2007. Větrání bylo uvažováno přirozené s podílem vzduchu 80 % obestavěného objemu a násobností výměny 0,3 h⁻¹. Tímto postupem byla stanovena **tepelná ztráta typického objektu na 66 kW**.

Spotřeba teplé vody. Spotřeba teplé vody se mezi objekty pohybuje v intervalu cca 190 – 290 GJ. Pro dimenzování zdroje tepla je počítáno s 54 obyvateli.

Na základě výpočtů výše připravil Zhotovitel následující varianty řešení tepelného hospodářství v objektech.

Varianta A.1: Plynová kotelna

Instalovaný výkon kotlů	80 kW (kaskáda 2x40 kW)
Investiční náklady na zřízení kotelny	1 200 000 Kč
Investiční náklady na zřízení přípojky	95 000 Kč

Součástí návrh plynové kotelny jsou dva zásobníky teplé vody o objemu 2x750 l.

Varianta A.2: Tepelná čerpadla s FVE

Instalovaný výkon TČ (A2/W35)	74 kW (kaskáda 2x37 kW, vzduch-voda)
Instalovaný výkon bivalentního zdroje	30 kW (elektrokotel)
Objem akumulačního zásobníku	1000 l
Investiční náklady na zřízení systému	2 000 000 Kč

Roční potřeba tepla na vytápění	130 400	kWh
Roční potřeba tepla pro ohřev TUV	109 300	kWh
Teplotní exponent podle převažujících otopných ploch	1,3	-
Počet hodinostupňů za otopné období	83 320	Kh
Roční dodávka tepla TČ na vytápění a ohřev TUV	239 160	kWh/rok
Roční dodávka tepla bivalentním zdrojem tepla	540	kWh/rok
Roční potřeba elektrické energie pro pohon TČ	94 805	kWh/rok
Roční pokrytí potřeby tepla z TČ na ohřev TUV a vytápění	99,77	%
Sezónní topný faktor celé soustavy	2,5	-

Je navržena kaskáda dvou tepelných čerpadel o výkonu 2x 37 kW, doplněných o bivalentní zdroj v podobě elektrokotle 30 kW. V technické místnosti se dále budou nacházet dva akumulační zásobníky o objemu 750 l a dva zásobníky teplé vody o objemu 2x750 l.

4.4.3. Typ C

Základní popis

Řešené objekty:

Křivoklátská, č.p. 968, 969 a 970.

Jedná se o panelové domy o jednom vchodu se severní orientací, půdorysně obdélníkového tvaru s 6 nadzemními podlažními. Všechny objekty prošly v letech 2006 – 2014 kompletním zateplením (obvodové stěny, střechy a výplně otvorů) v různých podobách.



Obr. 12: Fotografie objektu typu C

Výpočet tepelné ztráty. Tepelná ztráta byla vypočtena zjednodušeně obálkovou metodou pomocí hrubých odborných odhadů s využitím znalostí typologie panelových soustav. Parametry měněných konstrukcí (zateplených stěn, střech a výplní otvorů) byly uvažovány podle požadavků ČSN 73 0540-2 z roku 2007. Větrání bylo uvažováno přirozené s podílem vzduchu 80 % obestavěného objemu a násobností výměny 0,3 h⁻¹. Tímto postupem byla stanovena **tepelná ztráta typického objektu na 37 kW**.

Spotřeba teplé vody. Spotřeba teplé vody se mezi objekty pohybuje v intervalu cca 154 – 210 GJ. Pro dimenzování zdroje tepla je počítáno se 40 obyvateli.

Na základě výpočtů výše připravil Zhotovitel následující varianty řešení tepelného hospodářství v objektech.

Varianta A.1: Plynová kotelna

Instalovaný výkon kotlů	45 kW
Investiční náklady na zřízení kotelny	1 100 000 Kč
Investiční náklady na zřízení přípojky	95 000 Kč

Součástí návrh plynové kotelny je zásobník teplé vody o objemu 1 000 l.

Varianta A.2: Tepelná čerpadla s FVE

Instalovaný výkon TČ (A2/W35)	34 kW (kaskáda 2x17 kW, vzduch-voda)
Instalovaný výkon bivalentního zdroje	25 kW (elektrokotel)
Objem akumulčního zásobníku	500 l

Investiční náklady na zřízení systému 1 700 000 Kč

Roční potřeba tepla na vytápění	82 500	kWh
Roční potřeba tepla pro ohřev TUV	81 000	kWh
Teplotní exponent podle převažujících otopných ploch	1,3	-
Počet hodinostupňů za otopné období	83 320	Kh
Roční dodávka tepla TČ na vytápění a ohřev TUV	159 899	kWh/rok
Roční dodávka tepla bivalentním zdrojem tepla	3 601	kWh/rok
Roční potřeba elektrické energie pro pohon TČ	61 104	kWh/rok
Roční pokrytí potřeby tepla z TČ na ohřev TUV a vytápění	97,8	%
Sezónní topný faktor celé soustavy	2,6	-

Je navržena kaskáda dvou tepelných čerpadel o výkonu 2x17 kW, doplněných o bivalentní zdroj v podobě elektrokotle 25 kW. V technické místnosti se dále bude nacházet akumulční zásobník o objemu 500 l a zásobník teplé vody o objemu 1 000 l.

4.4.4. Typ D

Základní popis

Řešené objekty:

Topinkova, č.p. 1137, 1138 a 1139.

Jedná se o panelové domy o jednom vchodu s východní nebo západní orientací, půdorysně obdélníkového tvaru s 8 nadzemními podlažími. Všechny objekty prošly v letech 2006 – 2014 kompletním zateplením (obvodové stěny, střechy a výplně otvorů) v různých podobách.



Obr. 13: Fotografie objektu typu D

Výpočet tepelné ztráty. Tepelná ztráta byla vypočtena zjednodušeně obálkovou metodou pomocí hrubých odborných odhadů s využitím znalostí typologie panelových soustav. Parametry měněných konstrukcí (zateplených stěn, střech a výplní otvorů) byly uvažovány podle požadavků ČSN 73 0540-2 z roku 2007. Větrání bylo uvažováno přirozené s podílem vzduchu 80 % obestavěného objemu a násobnosti výměny 0,3 h⁻¹. Tímto postupem byla stanovena **tepelná ztráta typického objektu na 66 kW**.

Spotřeba teplé vody. Teplá voda byla původně připravována v objektové předávající stanici bez podružného měření. Pro dimenzování zdroje tepla je počítáno s 80 obyvateli.

Na základě výpočtů výše připravil Zhotovitel následující varianty řešení tepelného hospodářství v objektech.

Varianta A.1: Plynová kotelna

Instalovaný výkon kotlů **72 kW**

Investiční náklady na zřízení kotelny 1 200 000 Kč

Investiční náklady na zřízení přípojky 95 000 Kč

Součástí návrh plynové kotelny jsou dva zásobníky teplé vody o objemu 2x1 000 l.

Varianta A.2: Tepelná čerpadla s FVE

Instalovaný výkon TČ (A2/W35) 75 kW (kaskáda 3x25 kW, vzduch-voda)

Instalovaný výkon bivalentního zdroje 30 kW (elektrokotel)

Objem akumulačního zásobníku 1500 l (zásobníky 2x750 l)

Investiční náklady na zřízení systému 3 200 000 Kč

Roční potřeba tepla na vytápění	130 800	kWh
Roční potřeba tepla pro ohřev TUV	158 000	kWh
Teplovní exponent podle převažujících otopných ploch	1,3	-
Počet hodinostupňů za otopné období	83 320	Kh
Roční dodávka tepla TČ na vytápění a ohřev TUV	285 644	kWh/rok
Roční dodávka tepla bivalentním zdrojem tepla	3 156	kWh/rok
Roční potřeba elektrické energie pro pohon TČ	116 248	kWh/rok
Roční pokrytí potřeby tepla z TČ na ohřev TUV a vytápění	98,91	%
Sezónní topný faktor celé soustavy	2,5	-

Je navržena kaskáda třech tepelných čerpadel o výkonu 3x 25 kW, doplněných o bivalentní zdroj v podobě elektrokotle 30 kW. V technické místnosti se dále budou nacházet dva akumulační zásobníky o objemu 2x 750 l a dva zásobníky teplé vody o objemu 2x1 000 l.

4.4.5. Typ E

Základní popis

Řešené objekty:

Žižkovo náměstí, č.p. 971, 972, 973, 974, 975 a 976.

Jedná se o panelové domy o dvou vchodech se severní orientací, půdorysně obdélníkového tvaru se 4 nadzemními podlažními. Všechny objekty prošly v letech 2006 – 2014 kompletním zateplením (obvodové stěny, střechy a výplně otvorů) v různých podobách.



Obr. 14: Fotografie objektu typu E

Výpočet tepelné ztráty. Tepelná ztráta byla vypočtena zjednodušeně obálkovou metodou pomocí hrubých odborných odhadů s využitím znalostí typologie panelových soustav. Parametry měněných konstrukcí (zateplených stěn, střech a výplní otvorů) byly uvažovány podle požadavků ČSN 73 0540-2 z roku 2007. Větrání bylo uvažováno přirozené s podílem vzduchu 80 % obestavěného objemu a násobností výměny 0,3 h⁻¹. Tímto postupem byla stanovena **tepelná ztráta typického objektu na 65 kW**.

Spotřeba teplé vody. Spotřeba tepla na přípravu teplé vody se pohybuje v intervalu 160 – 240 GJ. Pro dimenzování zdroje tepla je počítáno se 26 obyvateli.

Na základě výpočtů výše připravil Zhotovitel následující varianty řešení tepelného hospodářství v objektech.

Varianta A.1: Plynová kotelna

Instalovaný výkon kotlů	72 kW
Investiční náklady na zřízení kotelny	1 200 000 Kč
Investiční náklady na zřízení přípojky	60 000 Kč

Součástí návrhu plynové kotelny je zásobník teplé vody o objemu 1 000 l.

Varianta A.2: Tepelná čerpadla s FVE

Instalovaný výkon TČ (A2/W35)	70 kW (kaskáda 2x35 kW, vzduch-voda)
-------------------------------	--------------------------------------

Instalovaný výkon bivalentního zdroje	30 kW (elektrokotel)
Objem akumulačního zásobníku	1500 l (zásobníky 2x750 l)
Investiční náklady na zřízení systému	3 000 000 Kč

Roční potřeba tepla na vytápění	128 800	kWh
Roční potřeba tepla pro ohřev TUV	51 900	kWh
Teplotní exponent podle převažujících otopných ploch	1,3	-
Počet hodinostupňů za otopné období	83 320	Kh
Roční dodávka tepla TČ na vytápění a ohřev TUV	180 467	kWh/rok
Roční dodávka tepla bivalentním zdrojem tepla	233	kWh/rok
Roční potřeba elektrické energie pro pohon TČ	72 002	kWh/rok
Roční pokrytí potřeby tepla z TČ na ohřev TUV a vytápění	99,87	%
Sezónní topný faktor celé soustavy	2,5	-

Je navržena kaskáda dvou tepelných čerpadel o výkonu 2x35 kW, doplněných o bivalentní zdroj v podobě elektrokotle 30 kW. V technické místnosti se dále bude nacházet akumulační zásobník o objemu 750 l a zásobník teplé vody o objemu 1000 l.

4.4.6. Typ F

Základní popis

Řešené objekty:

Do Hlinišť, č.p. 1145.

Jedná se o panelový dům o jeden vchod se severní orientací, půdorysně obdélníkového tvaru s 2 nadzemními podlažími. Objekt je původní výstavby.



Obr. 15: Fotografie objektu typu F

Výpočet tepelné ztráty. Výpočet tepelné ztráty byl zpracován pro 2 scénáře, a to scénář před zateplením a po zateplení:

1. **Scénář před zateplením.** Tepelná ztráta byla vypočtena zjednodušeně obálkovou metodou pomocí hrubých odborných odhadů s využitím znalostí typologie zděných soustav. Parametry měněných konstrukcí (zateplených stěn, střech a výplní otvorů) byly uvažovány podle požadavků ČSN 73 0540-2 z roku 1977. Větrání bylo uvažováno přirozené s podílem vzduchu 80 % obestavěného objemu a násobností výměny $0,3 \text{ h}^{-1}$. Tímto postupem byla stanovena **tepelná ztráta typického objektu na 14 kW**.
2. **Scénář po zateplení.** V této variantě se předpokládá snížení tepelné ztráty zateplením obvodových stěn a střechy. Dalším opatřením je výměna oken za plastová z izolačním trojsklem. Zateplení je navrženo na doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 (2011). Roční spotřeba tepla na vytápění klesne o cca 40 %. Větrání bylo uvažováno přirozené s podílem vzduchu 80 % obestavěného objemu a násobností výměny $0,3 \text{ h}^{-1}$. Tímto postupem byla stanovena **tepelná ztráta typického objektu na 8 kW**.

Spotřeba teplé vody. Výpočet spotřeby teplé vody byl také zpracován pro 2 scénáře zmíněné v odstavci výše:

1. **Scénář před zateplením.** Teplá voda je připravována v boilerech umístěných v kotelně. Pro dimenzování zdroje tepla je počítáno s 5 uživateli.
2. **Scénář po zateplení.** Teplá voda je připravována v boilerech umístěných v kotelně. Pro dimenzování zdroje tepla je počítáno s 5 uživateli.

Dimenzování zateplení. Zateplení domu se v návrhu Zhotovitele provede následujícím způsobem:

Obvodové stěny budou zatepleny šedým polystyrenem EPS tl. 140 mm ($\lambda_d = 0,032 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$).

Zateplení střechy minerální vatou tl. 200 mm ($\lambda_d = 0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$).

Vyměněna oken za nová plastová s izolačním trojsklem, celkovým součinitelem prostupu tepla $U_w = 0,9 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ a solární propustností $g=0,5$.

Investiční výdaje jsou v této fázi velmi hrubým odhadem, nicméně snaží se reflektovat aktuální navýšení cen materiálů a prací. Jsou uvažovány měrné ceny 4 000 Kč/m² v případě obvodových stěn, 6 000 Kč/m² v případě střechy a 15 000 Kč/m² v případě oken.

Na základě výpočtů výše připravil Zhotovitel následující varianty řešení tepelného hospodářství v objektech.

Varianta A.1: Plynová kotelna (objekt bez zateplení)

Instalovaný výkon kotlů	24 kW
Investiční náklady na zřízení kotelny	400 000 Kč
Investiční náklady na zřízení přípojky	60 000 Kč

Součástí návrhu plynové kotelny je zásobník teplé vody o objemu 150 l.

Varianta A.2: Tepelná čerpadla s FVE (objekt bez zateplení)

Instalovaný výkon TČ (A2/W35)	15 kW (vzduch-voda)
Instalovaný výkon bivalentního zdroje	15 kW (elektrokotel)
Objem akumulačního zásobníku	500 l
Investiční náklady na zřízení systému	1 000 000 Kč

Roční potřeba tepla na vytápění	27 700	kWh
Roční potřeba tepla pro ohřev TUV	10 100	kWh
Teplotní exponent podle převažujících otopných ploch	1,3	-
Počet hodinostupňů za otopné období	83 320	Kh
Roční dodávka tepla TČ na vytápění a ohřev TUV	37 749	kWh/rok
Roční dodávka tepla bivalentním zdrojem tepla	51	kWh/rok
Roční potřeba elektrické energie pro pohon TČ	15 407	kWh/rok
Roční pokrytí potřeby tepla z TČ na ohřev TUV a vytápění	99,87	%
Sezónní topný faktor celé soustavy	2,5	-

Je navrženo tepelné čerpadlo o výkonu 15 kW, doplněné o bivalentní zdroj v podobě elektrokotle 15 kW. V technické místnosti se dále bude nacházet akumulační zásobník o objemu 500 l a zásobník teplé vody o objemu 300 l.

Varianta B.1: Plynová kotelna (objekt se zateplením)

Instalovaný výkon kotlů	18 kW
Investiční náklady na zřízení kotelny	400 000 Kč
Investiční náklady na zřízení přípojky	60 000 Kč
Investiční náklady na zateplení	1 600 000 Kč

Součástí návrhu plynové kotelny je zásobník teplé vody o objemu 150 l.

Varianta B.2: Tepelná čerpadla s FVE (objekt se zateplením)

Instalovaný výkon TČ (A2/W35)	8 kW (vzduch-voda)
Instalovaný výkon bivalentního zdroje	15 kW (elektrokotel)
Objem akumulčního zásobníku	200 l
Investiční náklady na zřízení systému	800 000 Kč
Investiční náklady na zateplení	1 600 000 Kč

Roční potřeba tepla na vytápění	15 900	kWh
Roční potřeba tepla pro ohřev TUV	10 100	kWh
Tepelný exponent podle převažujících otopných ploch	1,3	-
Počet hodinostupňů za otopné období	83 320	Kh
Roční dodávka tepla TČ na vytápění a ohřev TUV	25 836	kWh/rok
Roční dodávka tepla bivalentním zdrojem tepla	164	kWh/rok
Roční potřeba elektrické energie pro pohon TČ	10 103	kWh/rok
Roční pokrytí potřeby tepla z TČ na ohřev TUV a vytápění	99,37	%
Sezónní topný faktor celé soustavy	2,6	-

Je navrženo tepelné čerpadlo vzduch-voda o výkonu 8 kW, doplněné o bivalentní zdroj v podobě elektrokotle 15 kW. V technické místnosti se dále bude nacházet akumulční zásobník o objemu 200 l a zásobník teplé vody o objemu 300 l.

4.4.7. Typ G**Základní popis**

Řešené objekty:

Husova, č.p. 821 a 823.

Jedná se o panelové domy o jeden vchod se severní orientací, půdorysně obdélníkového tvaru se 4 nadzemními podlažími. Všechny objekty prošly v letech 2006 – 2014 kompletním zateplením (obvodové stěny, střechy a výplně otvorů) v různých podobách.



Obr. 16: Fotografie objektu typu G

Výpočet tepelné ztráty. Tepelná ztráta byla vypočtena zjednodušeně obálkovou metodou pomocí hrubých odborných odhadů s využitím znalostí typologie panelových soustav. Parametry měněných konstrukcí (zateplených stěn, střech a výplně otvorů) byly uvažovány podle požadavků ČSN 73 0540-2 z roku 2007. Větrání bylo uvažováno přirozené s podílem vzduchu 80 % obestavěného objemu a násobností výměny 0,3 h⁻¹. Tímto postupem byla stanovena **tepelná ztráta typického objektu na 51 kW**.

Spotřeba teplé vody. Teplá voda se připravuje v objektové předávající stanici. Pro dimenzování zdroje tepla je počítáno s 21 obyvateli.

Na základě výpočtů výše připravil Zhotovitel následující varianty řešení tepelného hospodářství v objektech.

Varianta A.1: Plynová kotelna

Instalovaný výkon kotlů	52 kW
Investiční náklady na zřízení kotelny	1 100 000 Kč
Investiční náklady na zřízení přípojky	75 000 Kč

Součástí návrhu plynové kotelny je zásobník teplé vody o objemu 750 l.

Varianta A.2: Tepelná čerpadla s FVE

Instalovaný výkon TČ (A2/W35)	56 kW	(kaskáda 2x28kW, vzduch-voda)
Instalovaný výkon bivalentního zdroje	20 kW	(elektrokotel)
Objem akumulačního zásobníku	750 l	
Investiční náklady na zřízení systému	2 200 000 Kč	
Roční potřeba tepla na vytápění	101 100	kWh
Roční potřeba tepla pro ohřev TUV	42 500	kWh
Teplotní exponent podle převažujících otopných ploch	1,3	-
Počet hodinostupňů za otopné období	83 320	Kh
Roční dodávka tepla TČ na vytápění a ohřev TUV	143 464	kWh/rok
Roční dodávka tepla bivalentním zdrojem tepla	136	kWh/rok
Roční potřeba elektrické energie pro pohon TČ	57 314	kWh/rok
Roční pokrytí potřeby tepla z TČ na ohřev TUV a vytápění	99,9	%
Sezónní topný faktor celé soustavy	2,5	-

Je navržena kaskáda dvou tepelných čerpadel o výkonu 2x28 kW, doplněných o bivalentní zdroj v podobě elektrokotle 20 kW. V technické místnosti se dále bude nacházet akumulační zásobník o objemu 750 l a zásobník teplé vody o objemu 750 l.

4.4.8. Typ H

Základní popis

Řešené objekty:

Husova, č.p. 1146.

Jedná se o sportovní halu o jednom vchodu s jižní orientací, půdorysně obdélníkového tvaru, která se skládá ze dvou sousedních budov. Jedná budova je jednopodlažní, druhá budova je dvoupodlažní. Objekt prošel v letech 2015-2020 kompletním zateplením (obvodové stěny, střechy a výplně otvorů).



Obr. 17: Fotografie objektu typu H

Výpočet tepelné ztráty. Tepelná ztráta byla vypočtena zjednodušeně obálkovou metodou pomocí hrubých odborných odhadů s využitím znalostí typologie podobných soustav. Parametry měněných konstrukcí (zateplených stěn, střech a výplní otvorů) byly uvažovány podle požadavků ČSN 73 0540-2 z roku 2007. Větrání bylo uvažováno přirozené s podílem vzduchu 80 % obestavěného objemu a násobností výměny 0,3 h⁻¹. Tímto postupem byla stanovena **tepelná ztráta typického objektu na 100 kW**.

Spotřeba teplé vody. Teplá voda se připravuje v objektové předávající stanici. Pro dimenzování zdroje tepla je počítáno s 50 uživateli.

Na základě výpočtů výše připravil Zhotovitel následující varianty řešení tepelného hospodářství v objektech.

Varianta A.1: Plynová kotelna

Instalovaný výkon kotlů	98 kW
Investiční náklady na zřízení kotelny	1 900 000 Kč
Investiční náklady na zřízení přípojky	75 000 Kč

Součástí návrhu plynové kotelny jsou dva zásobníky teplé vody o objemu 2x1000 l.

Varianta A.2: Tepelná čerpadla s FVE

Instalovaný výkon TČ (A2/W35)	80 kW (kaskáda 4x20kW, vzduch-voda)
-------------------------------	--

Instalovaný výkon bivalentního zdroje	50 kW (elektrokotel)
Objem akumulačního zásobníku	2 000 l (zásobníky 2x 1000 l)
Investiční náklady na zřízení systému	3 500 000 Kč

Roční potřeba tepla na vytápění	42 800	kWh
Roční potřeba tepla pro ohřev TUV	101 200	kWh
Teplotní exponent podle převažujících otopných ploch	1,3	-
Roční dodávka tepla TČ na vytápění a ohřev TUV	140 000	kWh/rok
Roční dodávka tepla bivalentním zdrojem tepla	4 000	kWh/rok
Roční potřeba elektrické energie pro pohon TČ	56 000	kWh/rok
Roční pokrytí potřeby tepla z TČ na ohřev TUV a vytápění	97,2	%
Sezónní topný faktor celé soustavy	2,5	-

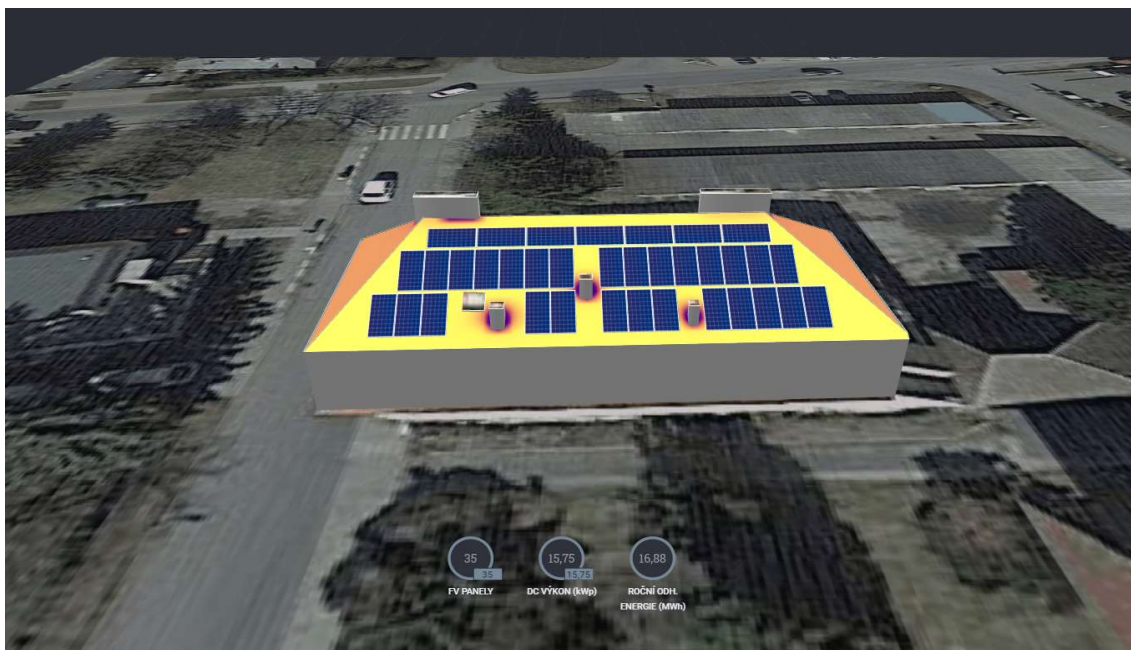
Je navržena kaskáda pěti tepelných čerpadel o výkonu 4x20 kW, doplněných o bivalentní zdroj v podobě elektrokotle 50 kW. V technické místnosti se dále budou nacházet dva akumulační zásobníky o objemu 2x1000 l a dva zásobníky teplé vody o objemu 2x1 000 l.

4.5. Návrhy fotovoltaických výroben pro jednotlivé typy objektů

V rámci návrhu fotovoltaických výroben byly pro jednotlivé typy objektů simulovány maximální možné instalované výkony, roční vyrobená energie a přibližný počet fotovoltaických panelů. Pro typy objektů umožňující různé orientace panelů byly analyzovány možnosti instalace orientované na jih a východo-západ.

Objekty typu B, D a G byly rozděleny na podružné kategorie instalací z důvodu nesourodosti zastřešení.

4.5.1. Typ A



Obr. 18: Navrhovaná fotovoltaická výrobná s jižní orientací pro typ A

Pro typ A byly panely umístěny pouze na jih, jelikož by při instalaci orientované na východ a západ bylo prostorově možné osazení maximálně 5 panely. Zmíněný počet panelů je na hranici limitu samostatného zapojení, který by dodatečně komplikoval zbytek instalace.

4.5.2. Typ B

Kategorie č.1) Křivoklátská 828 a 829, 879 a 880



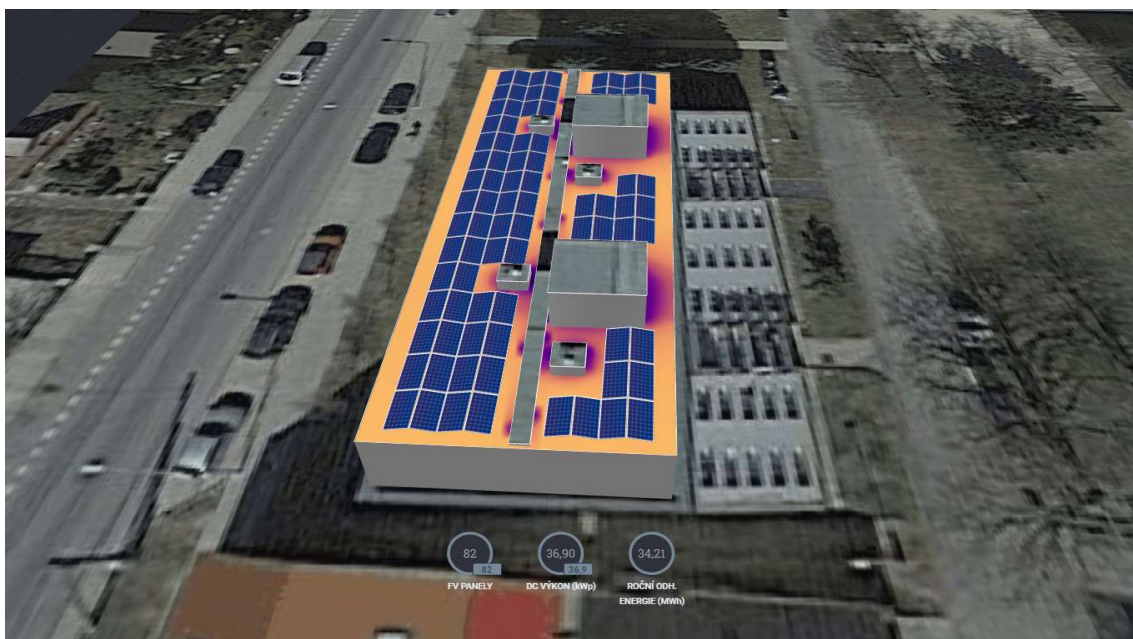
Obr. 19: Navrhovaná fotovoltaická výrobná s jižní orientací pro typ B, kategorie č.1

Pro uvedené objekty není východo-západní orientace navržena vzhledem k množství komínků a výstupků na střeše. Pro východo-západní orientaci je nutné přesné zaměření, jelikož panely tvoří homogenní celek. Při orientaci na jih lze vůči sobě panely částečně posouvat.

Kategorie č.2) Křivoklátská 830 a 831, 832 a 833, 834 a 835, 881 a 882, 883 a 884, 885 a 886, 928 a 929, 932 a 933



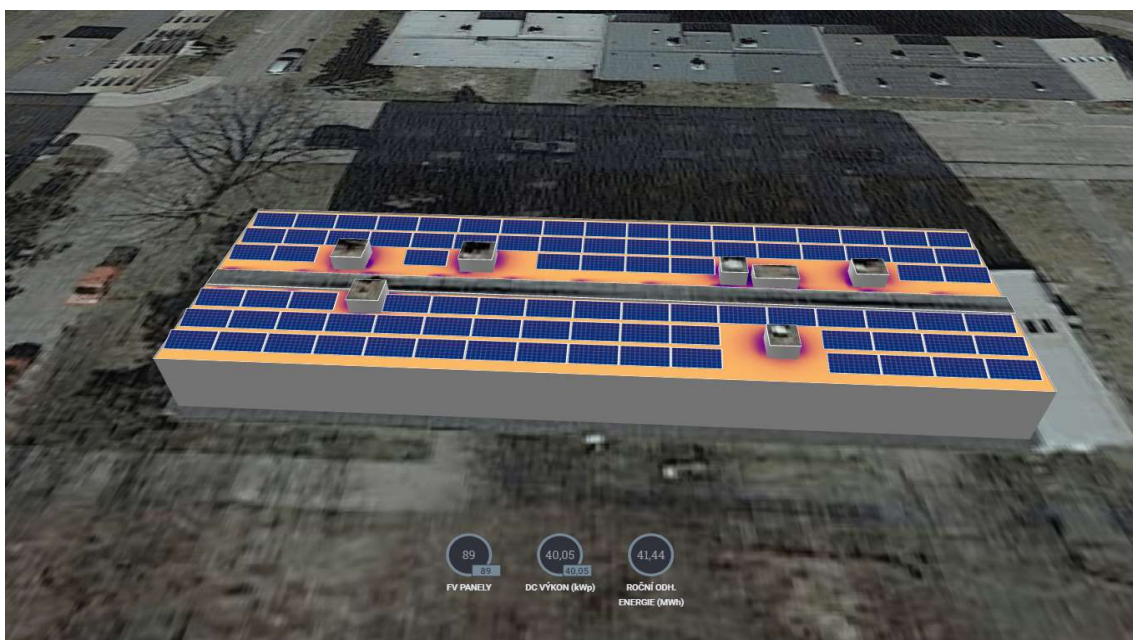
Obr. 20: Navrhovaná fotovoltaická výrobná s jižní orientací pro typ B, kategorie č.2



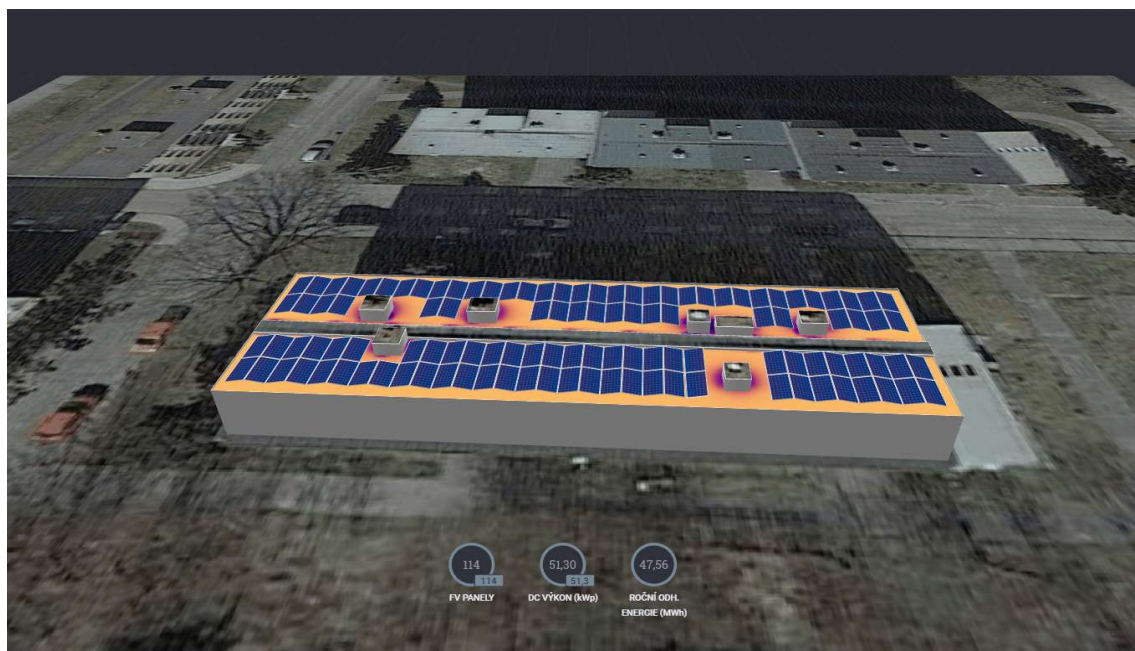
Obr. 21: Navrhovaná fotovoltaická výroba s východo-západní orientací pro typ B, kategorie č.2

Při porovnání jednotlivých variant byla jakožto doporučená instalace vyhodnocena **jižní orientace** panelů.

Kategorie č.3) Křivoklátská 960 a 961



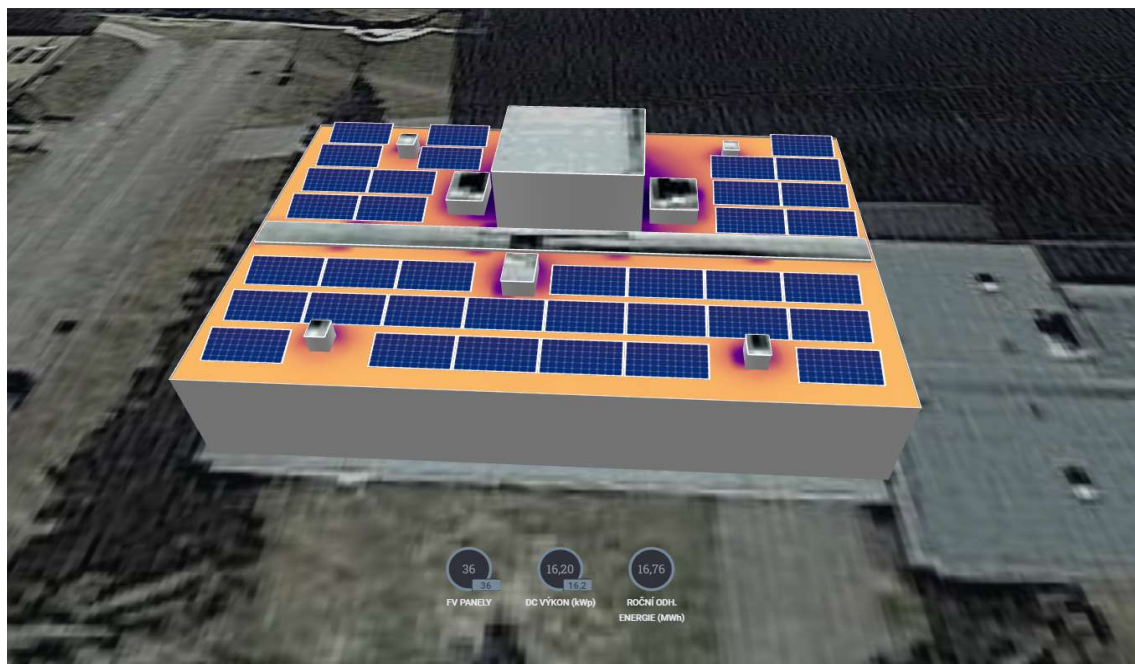
Obr. 22: Navrhovaná fotovoltaická výroba s jižní orientací pro typ B, kategorie č.3



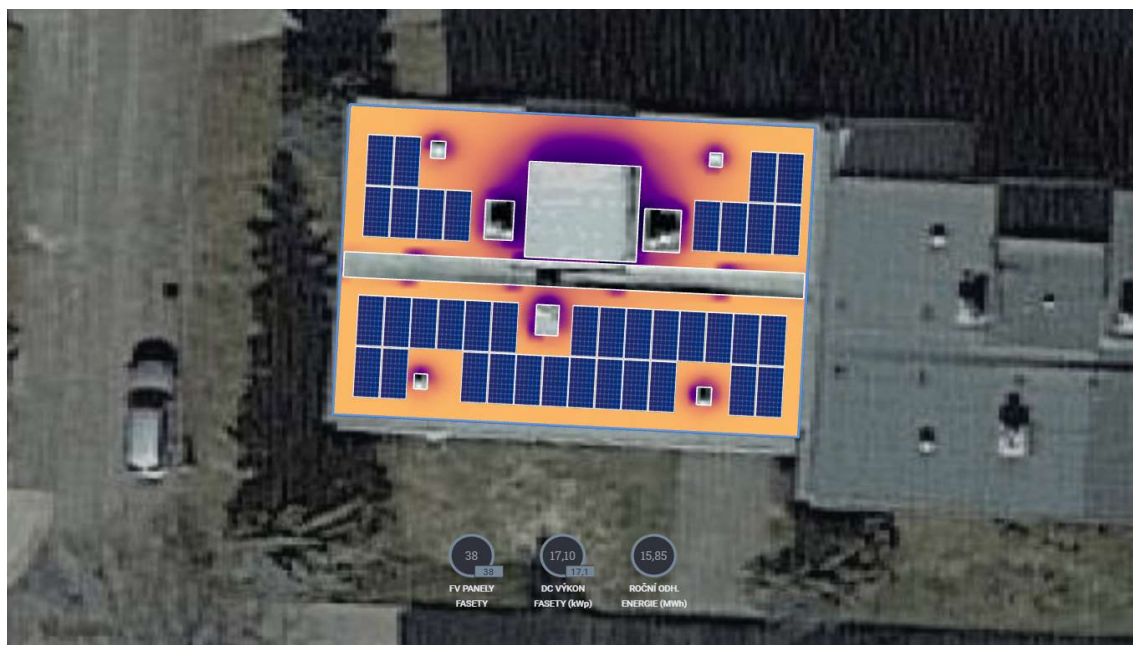
Obr. 23: Navrhovaná fotovoltaická výroba s východo-západní orientací pro typ B, kategorie č.3

Při porovnání jednotlivých variant byla jakožto doporučená instalace vyhodnocena **jižní orientace** panelů.

4.5.3. Typ C



Obr. 24: Navrhovaná fotovoltaická výroba s jižní orientací pro typ C

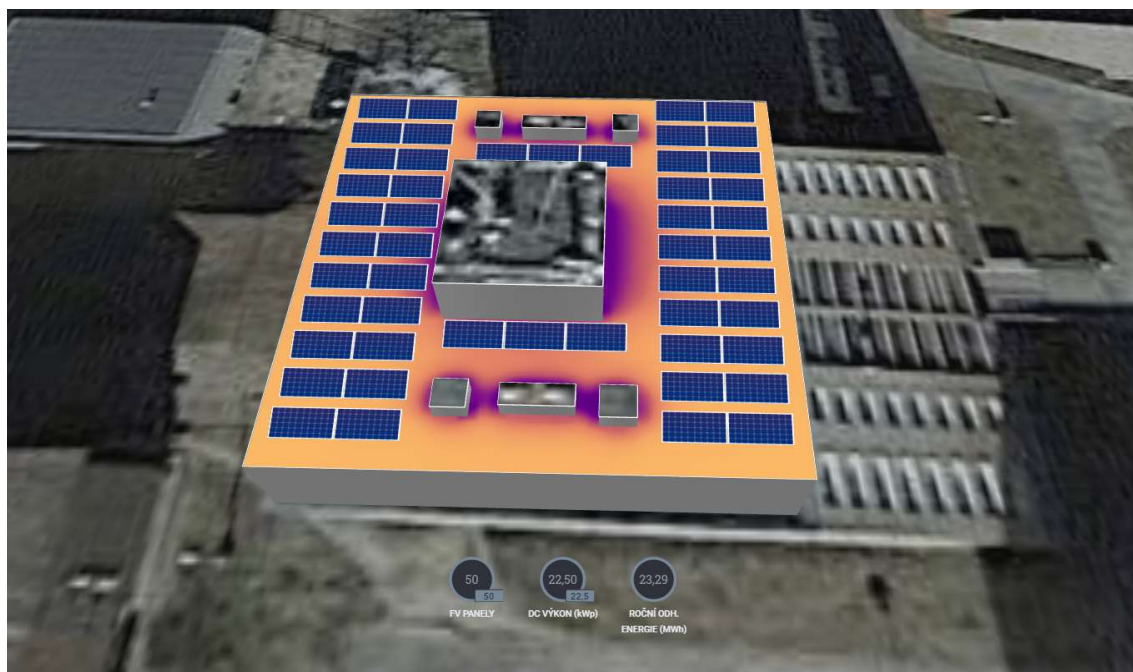


Obr. 25: Navrhovaná fotovoltaická výrobná s východo-západní orientací pro typ C

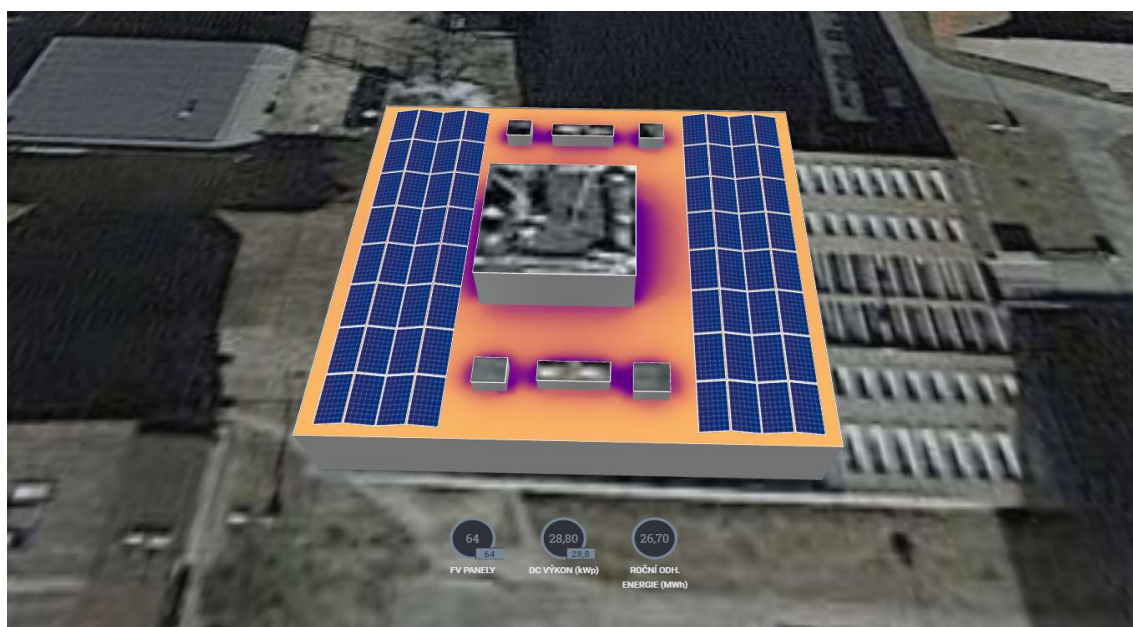
Východo-západní orientace je zde vzhledem k členitosti střechy obtížná, zároveň by se vešlo jen o pár panelů více než při jižní orientaci. Na střechu se dle modelu nevejdou 3 řady panelů, a proto je při realizace nutné provést přesné zaměření střechy. Ekonomika fotovoltaické výroby bude v této studii vyhodnocena pro **jižní orientaci** panelů.

4.5.4. Typ D

Kategorie č.1) Topinkova 1137



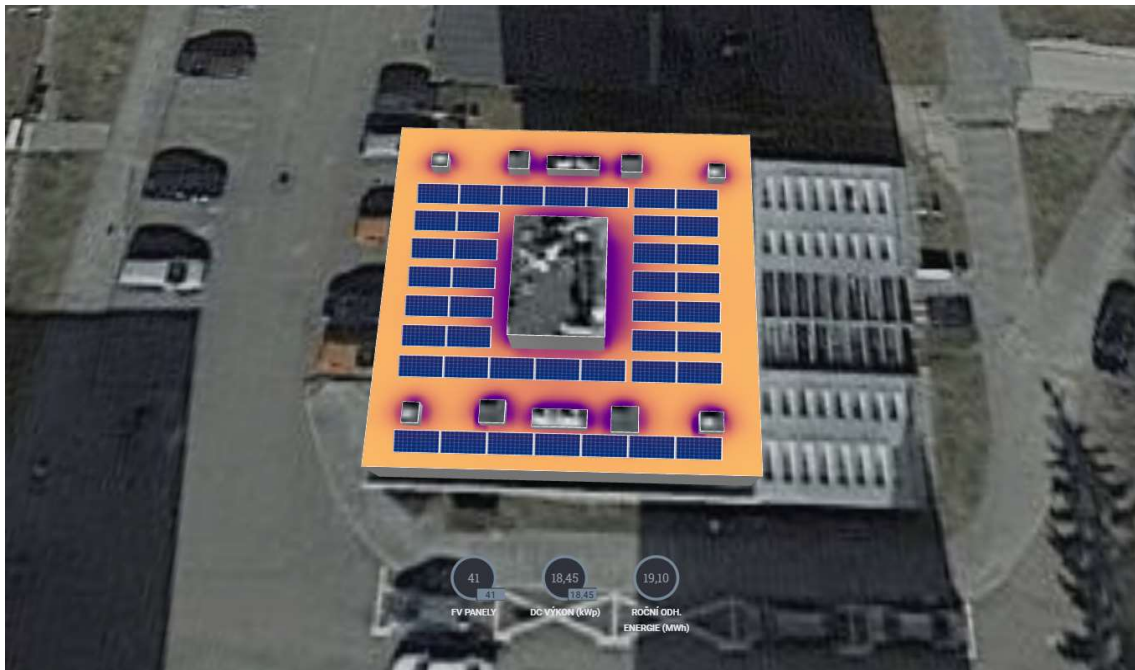
Obr. 26: Navrhovaná fotovoltaická výrobná s jižní orientací pro typ D, kategorie č.1



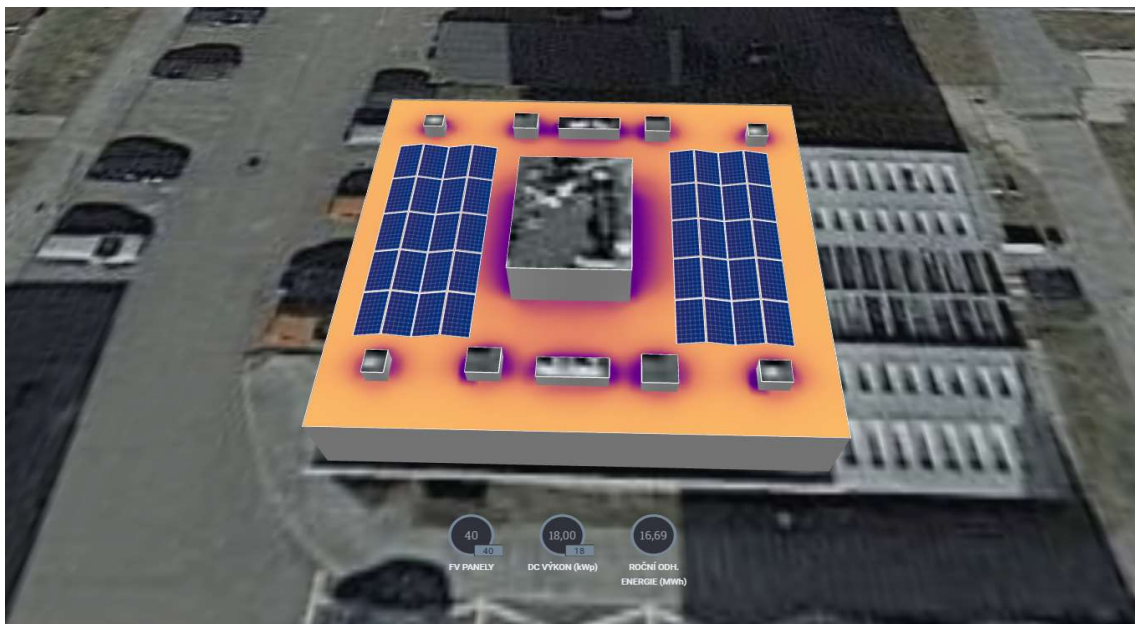
Obr. 27: Navrhovaná fotovoltaická výrobná s východo-západní orientací pro typ D, kategorie č.1

Při porovnání jednotlivých variant byla jakožto doporučená instalace vyhodnocena **východo-západní orientace** panelů.

Kategorie č.2) Topinkova 1138



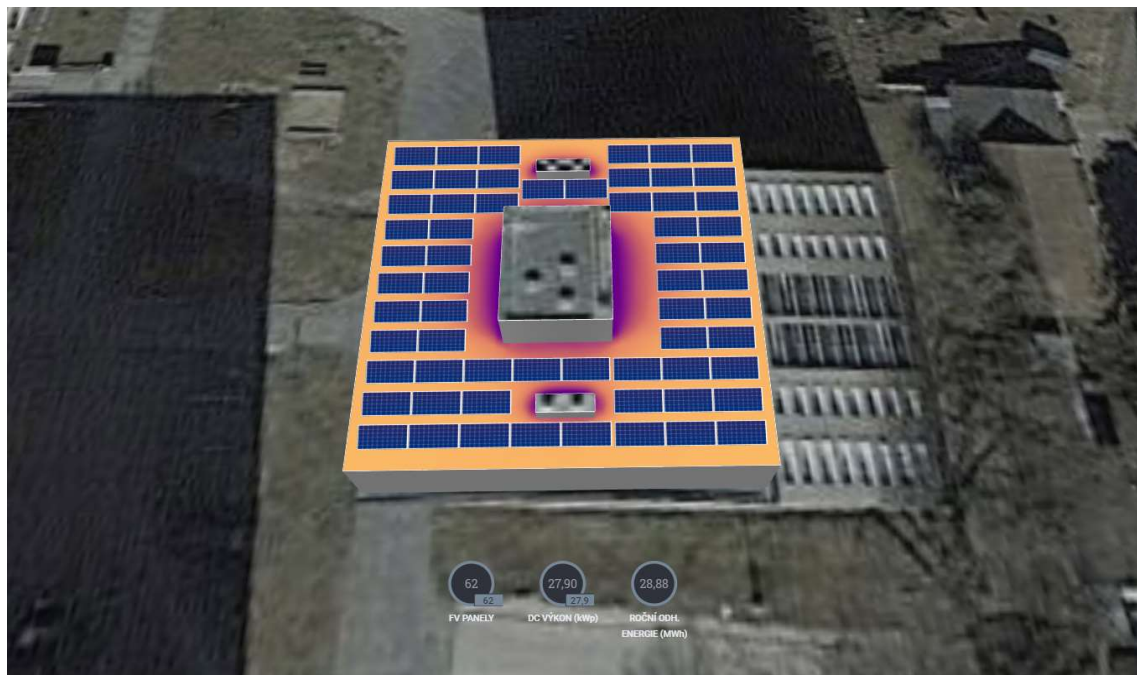
Obr. 28: Navrhovaná fotovoltaická výrobní s jižní orientací pro typ D, kategorie č.2



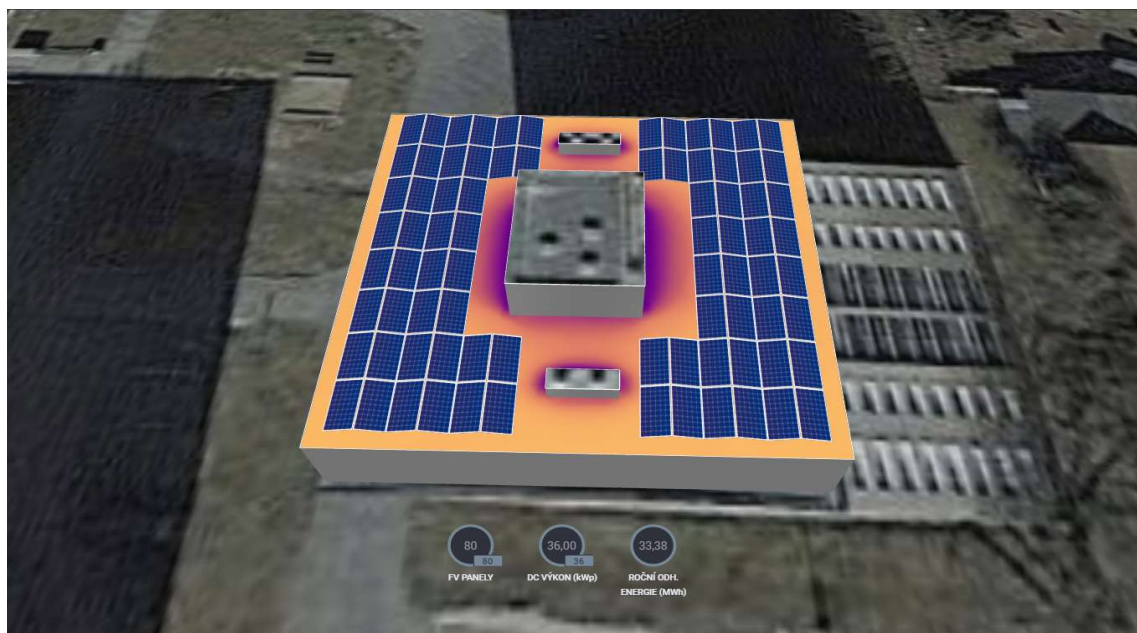
Obr. 29: Navrhovaná fotovoltaická výrobní s východo-západní orientací pro typ D, kategorie č.2

Při porovnání jednotlivých variant byla jakožto doporučená instalace vyhodnocena **jižní orientace** panelů.

Kategorie č.3) Topinkova 1139



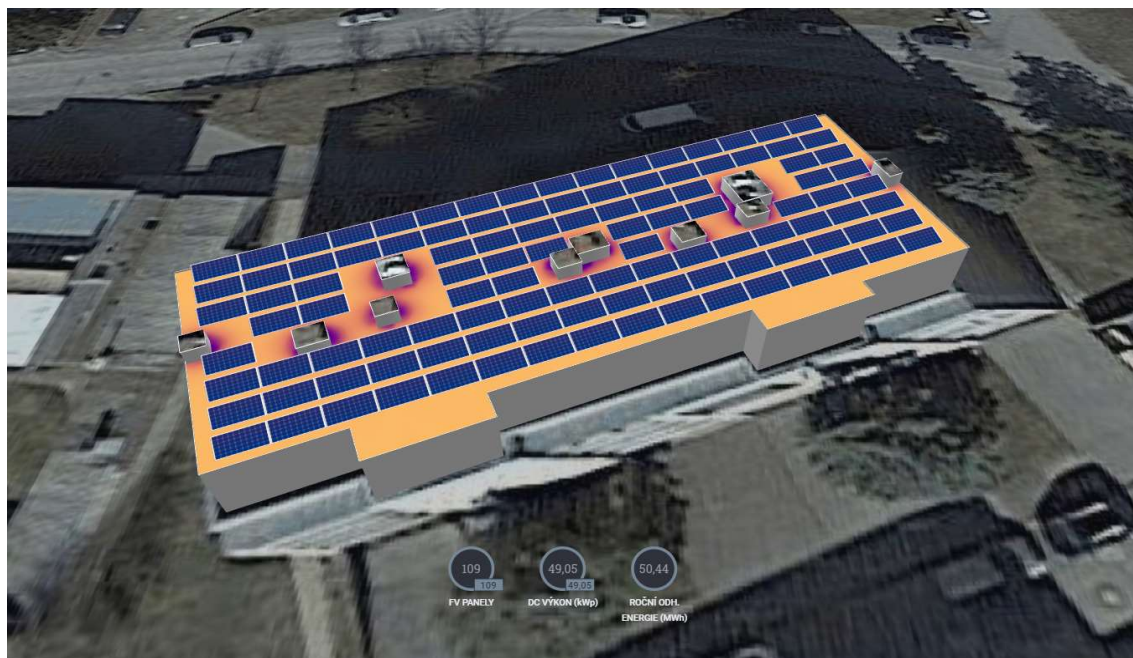
Obr. 30: Navrhovaná fotovoltaická výrobná s jižní orientací pro typ D, kategorie č.3



Obr. 31: Navrhovaná fotovoltaická výrobná s východo-západní orientací pro typ D, kategorie č.3

Při porovnání jednotlivých variant byla jakožto doporučená instalace vyhodnocena **jižní orientace** panelů.

4.5.5. Typ E



Obr. 32: Navrhovaná fotovoltaická výroba s jižní orientací pro typ E

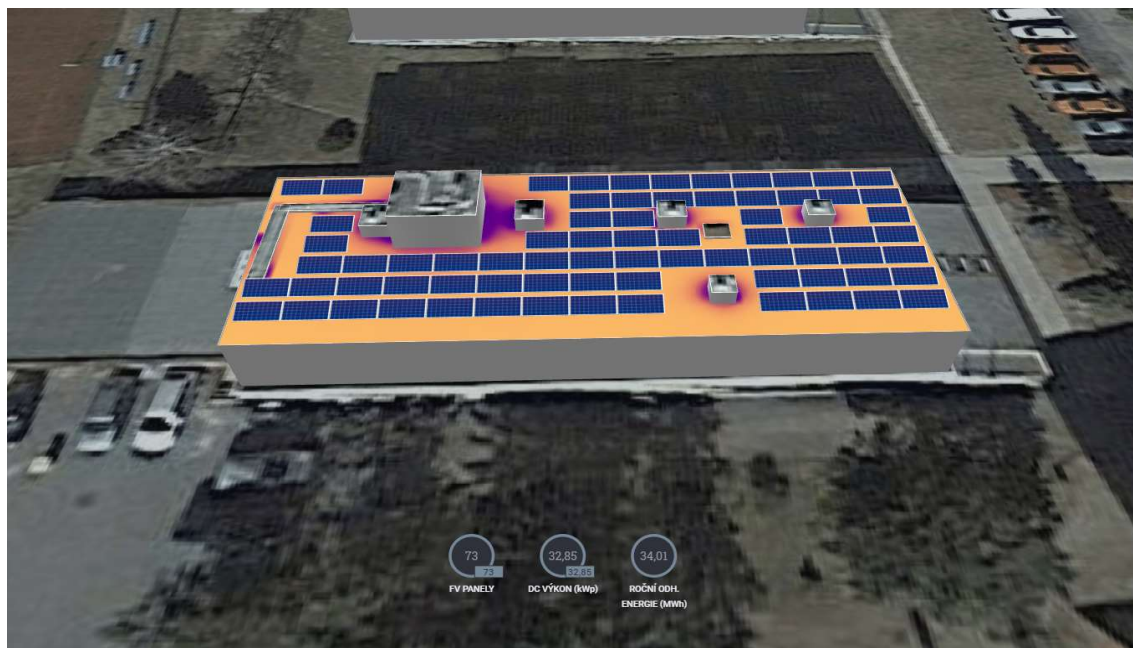


Obr. 33: Navrhovaná fotovoltaická výroba s východo-západní orientací pro typ E

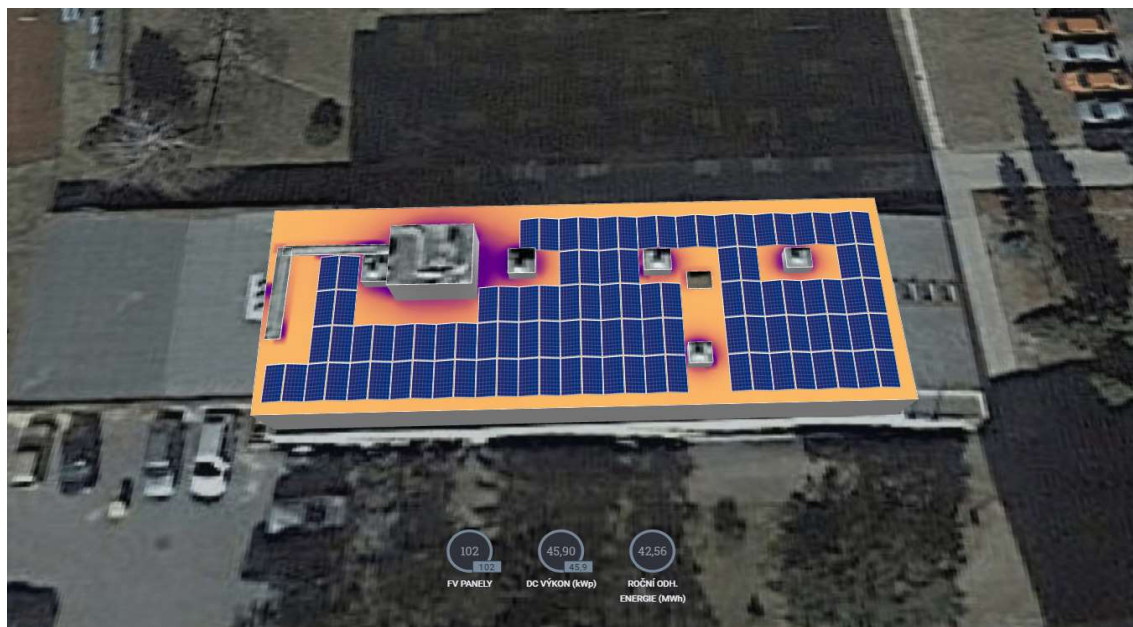
Při porovnání jednotlivých variant byla jakožto doporučená instalace vyhodnocena **jižní orientace** panelů.

4.5.6. Typ G

Kategorie č.1) Husova 821 a 822



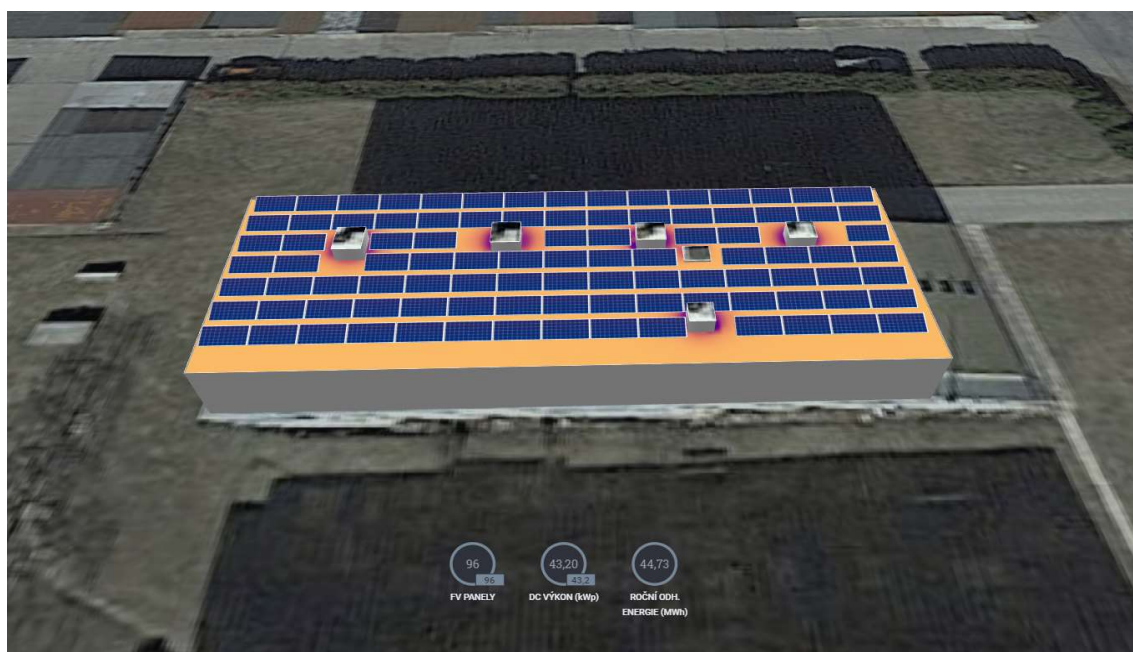
Obr. 34: Navrhovaná fotovoltaická výroba s jižní orientací pro typ G, kategorie č.1



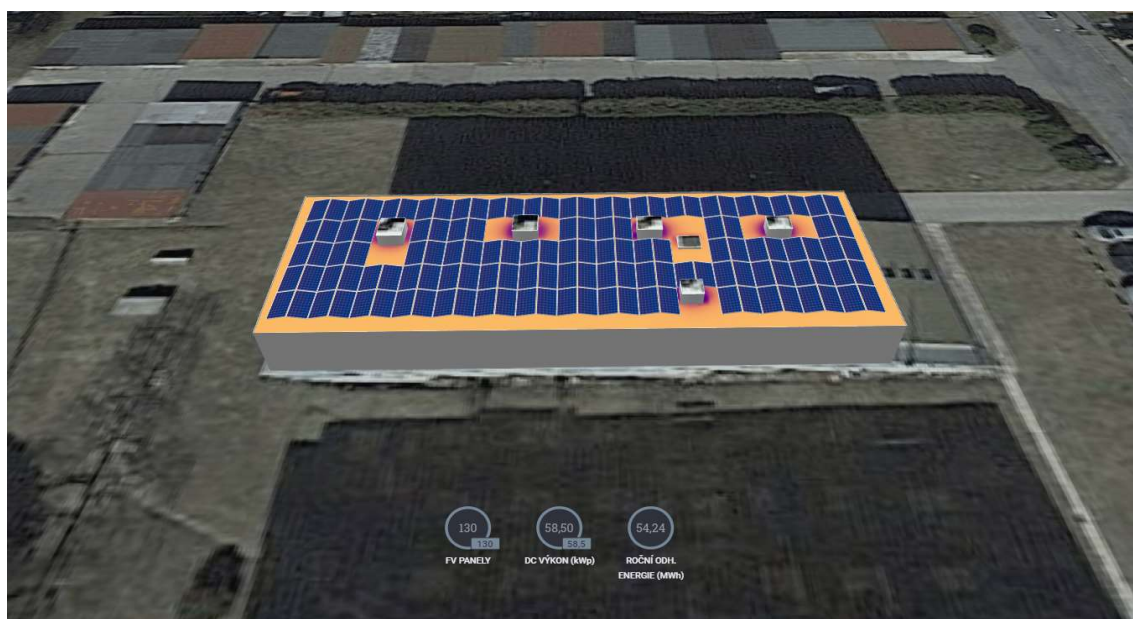
Obr. 35: Navrhovaná fotovoltaická výroba s východo-západní orientací pro typ G, kategorie č.1

Při porovnání jednotlivých variant byla jakožto doporučená instalace vyhodnocena **jižní orientace** panelů.

Kategorie č.2) Husova 823 a 824



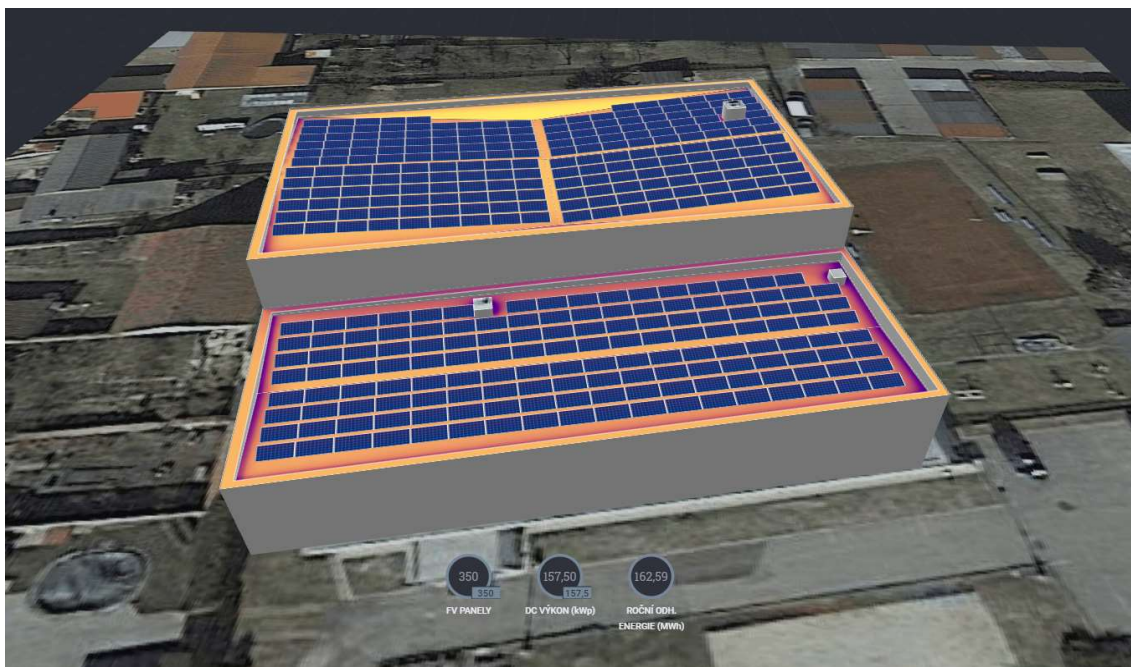
Obr. 36: Navrhovaná fotovoltaická výroba s jižní orientací pro typ G, kategorie č.2



Obr. 37: Navrhovaná fotovoltaická výroba s východo-západní orientací pro typ G, kategorie č.2

Při porovnání jednotlivých variant byla jakožto doporučená instalace vyhodnocena **jižní orientace** panelů.

4.5.7. Typ H



Obr. 38: Navrhovaná fotovoltaická výroba s jižní orientací pro typ H

Při porovnání jednotlivých variant byla jakožto doporučená instalace vyhodnocena jižní orientace panelů.

Upozornění: dle map je minimálně střecha první budovy notně spádovaná, může mít vliv na možnosti umístění a sklon panelů.

Umístění VZ není aplikováno. Na nižší střеше by docházelo ke stínění, na vyšší střеше je možné, nicméně záleží na spádování střechy, které by mohlo mít negativní vliv na náklon panelů.

5. Ekonomické posouzení decentralizace

5.1. Jak interpretovat ekonomické zhodnocení

Návrhy decentralizace a fotovoltaických výroben uvedené v sekcích 4.4 a 4.5 jsou posuzovány několika kritérii ekonomické výhodnosti. Těmi jsou:

Vnitřní výnosové procento (IRR). Jedná se o investorský náhled na výhodnost, resp. výnosnost dané investice. Na základě tohoto parametru je možné porovnávat alternativní investice a rozhodnout se pro tu nejvýhodnější v případě, že má investor k dispozici omezen množství peněz.

Čistá současná hodnota (NPV). Stejně jako v případě IRR se jedná o investorský náhled na výhodnost, resp. výnosnost dané investice. V případě, že NPV vykazuje kladnou hodnotu, znamená to, že hodnocená investiční příležitost splňuje, respektive překonává požadavky investora na výnosnost dané investice. V případě porovnávání dvou vzájemně se vylučujících investic (např. různé velikosti

FVE či volba systému vytápění mezi tepelným čerpadlem a kondenzačními kotli) je parametr NPV upřednostňován před parametrem IRR⁶.

Prostá návratnost. V případě prosté návratnosti pracuje Zhotovitel s hotovostními toky bez přihlédnutí k časové hodnotě peněz.

Diskontovaná návratnost. V případě diskontované návratnosti pracuje Zhotovitel s hotovostními toky po zohlednění časové hodnoty peněz, vyjádřené diskontní sazbou.

Úspora oproti CZT. Tento ukazatel nebere v úvahu diskontované hotovostní toky, pouze hotovostní toky očištěné od působení klasické inflace. Nemusí nutně korelovat s výše uvedenými ukazateli. Lze jej považovat za nejméně „investorský přístup“, tj. přístup který nutně nevnímá projekt decentrálního tepelného zdroje coby investici, kterou je nutno porovnat s alternativními investicemi, ale posuzuje jej ryze z hlediska ekonomické výhodnosti tepla vlastním zdrojem tepla oproti cenám tepla z CZT.

Levelizovaná cena energie (LCOE) – teplo. Zhotovitel pracuje s modifikovanou formou ukazatele LCOE, který v této studii značí, kolik daný objekt stojí výroba 1 MWh tepla z navrženého decentrálního zdroje. Výpočet je veden následovně:

$$T_{TZ} / N_{TZ} \text{ [Kč/MWh}_{th}]$$

kde:

T_{TZ} je celkové množství tepelné energie z tepelného zdroje vyrobené po dobu jeho životnosti

N_{TZ} je suma nákladů na pořízení, provoz a reprodukční fond⁷ tepelného zdroje po dobu jeho životnosti

Levelizovaná cena energie (LCOE) – elektřina (pro dům). Zhotovitel zde pracuje s modifikovanou formou ukazatele LCOE, který v této studii značí, kolik stojí daný objekt 1 kWh elektřiny v případě pořízení fotovoltaické výroby. V této ceně je obsažen nový energetický „mix“, kdy část elektřiny pro objekt je nově dodávána z FVE a část nadále získávána ze sítě. Tento parametr je počítán coby:

$$(N_{el} - U_{FVE} - V_{FVE}) / N_{FVE} \text{ [Kč/MWh}_{el}]$$

kde:

N_{el} jsou náklady objektu na elektrickou energii bez FVE systému

U_{FVE} je úspora za nenakoupenou elektrickou energii díky instalaci FVE systému

V_{FVE} je výnos z prodeje elektrické energie z FVE do sítě

N_{FVE} jsou náklady na pořízení a provoz FVE⁸

Levelizovaná cena energie (LCOE) – elektřina (z FVE). V tomto případě se jedná o standardní formu ukazatele LCOE, který slouží zejména k porovnávání alternativních zdrojů energie a ceně elektřiny jimi generované. Je počítán coby:

$$T_{FVE} / N_{FVE} \text{ [Kč/MWh}_{el}]$$

kde:

E_{FVE} je celkové množství elektrické energie vyrobené fotovoltaickou výrobou po dobu její životnosti

⁶ Ačkoli mezi oběma parametry existuje velká korelace, nemusí mít projekt s nejvyšším IRR zároveň i nejvyšší NPV.

⁷ Reprodukčním fondem je myšlen fond, z jehož prostředků bude po doslazení daného tepelného zdroje koupen zdroj nový.

⁸ V případě začlenění bateriového úložiště jsou do vzorce promítány i náklady na něj.

N_{FVE} je suma nákladů na pořízení a provoz⁹ fotovoltaické výroby

Výše uvedené hodnoty spojené s ukazateli LCOE jsou kumulovány po dobu modelovaného období, v tomto případě 20 let. Jednotlivé hotovostní toky jsou očišťovány o působení inflace.

5.2. Ekonomická východiska a předpoklady modelování

5.2.1. Obecné předpoklady

Modely pracují s řadou společných domněnek. Jedná se o následující:

Termín implementace projektů. Modelování provozu jednotlivých opatření začíná rokem 2024 včetně, rok 2023 je uvažován coby období pro provedení inženýringu, výběrových řízení, dotační či jiné administrativy a výstavby.

Obecná inflace. Obecná meziroční inflace cen, tj. inflace ovlivňující hotovostní toky mimo částky spojené s nákupem energií, je uvažována v hodnotě 3 % pro rok 2024 a následně 2 % až do konce modelovaného období.

Diskontní sazba. Diskontní sazba, tedy nárok investora na výnosnost daného projektu, je stanovena na hodnotu 7 %.

Ekvitní financování. V rámci finančního modelování není uvažováno financování bankovním úvěrem, modely tedy předpokládají, že veškeré kapitálové náklady jsou hrazeny vlastním kapitálem investora, resp. dotací.

5.2.2. Investiční náklady – Zdroje tepla a elektřiny

Velikost investičních nákladů je proveden odborným odhadem na základě. Přesnější cenové údaje by vzešly z projektové dokumentace a indikativního poptávkového řízení s potenciálními dodavateli.

Zhotovitel ve svých kalkulacích uvažuje s konzervativními předpoklady investičních nákladů, a činí tak na základě své praxe. V rámci indikativních poptávkových řízení s potenciálními dodavateli lze jistě dosáhnout přijatelnějších investičních nákladů. Během navazujících fází, zejména ve fázi zhotovování prováděcích dokumentací je však relativně častým fenoménem, že výsledná cena řešení naroste, a to v některých případech i o desítky procent. Děje se tomu tak vlivem zjištění skrytých (např. přehlédnutých, zamlčených nebo bez podrobného průzkumu nezjistitelných) problémů, které vedou k výraznému prodražení.

V rámci investičních nákladů nejsou uvažovány náklady na opravy domovních rozvodů tepla či teplé užitkové vody ani výměna topných těles.

V případě FVE je investičním nákladem také náklad na tzv. „střídačový fond“, neboli fond, do něhož jsou v průběhu provozu výroby ukládány prostředky na výměnu střídačů, k němuž dojde ve 12 roce provozu FVE.

5.2.3. Náklady na plynofikaci lokality

Součástí investičních nákladů je také náklad na plynofikaci jednotlivých objektů. Zhotovitel pracuje s optimistickým předpokladem, že se objekty o náklady na plynofikaci celé lokality podělí. S použitím oborových znalostí a satelitních snímků pracuje Zhotovitel s následujícími hodnotami:

⁹ Reprodukčním fondem je myšlen fond, z jehož prostředků bude po dosloužení daného tepelného zdroje koupen zdroj nový.

Kotelna	m
Topinkova	1 300
Žižkovo náměstí	170
Husova	150
Šotkova	60
Celkem	1 680

Tabulka 15: Vzdálenosti lokalit od plynové infrastruktury.

Náklady plyn.připojky na vše budovy			Kč
Zemní práce	1	800 000	800 000
Trubka nerezová (m)	1 680	700	1 176 000
Chránička na trubku (m)	1 680	100	168 000
Dop.materiály (ks)	1	200 000	200 000
Montážní práce a doprava (ks)	1	700 000	700 000
Projektová práce (ks)	1	300 000	300 000
Celkem			3 344 000
			1 990

Tabulka 16: Uvažované dílčí náklady plynofikace.

Náklady , Kč	Náklady na 1 budovu, Kč	
2 587 619	92 415	B,C,D
338 381	56 397	E,F
298 571	74 643	G,H
119 429	59 714	A

Tabulka 17: Náklady na plynofikaci jednotlivých typů objektů.

5.2.4. Náklady na odpojení od CZT

Často opomíjeným nákladem při decentralizaci tepelného hospodářství je náklad na odpojení od CZT. Úhradu nákladů vzniklých s odpojením stanovuje zákon č. 458/2000 Sb. – energetický zákon v platném znění, který v § 77 odst. (5) uvádí:

(5) Změna způsobu dodávky nebo změna způsobu vytápění může být provedena pouze na základě stavebního řízení se souhlasem orgánů ochrany životního prostředí a v souladu s územní energetickou koncepcí. Veškeré vyvolané jednorázové náklady na provedení těchto změn a rovněž takové náklady spojené s odpojením od rozvodného tepelného zařízení včetně odstranění tepelné přípojky nebo předávací stanice uhradí ten, kdo změnu nebo odpojení od rozvodného tepelného zařízení požaduje.

Odpojení musí být provedeno prokazatelně, demontáží měřicího zařízení a zaslepením přípojky, nejlépe zavařením, případně instalací slepé příruby. Pouhé uzavření přírodních armatur je zcela nedostačující.

Vlastní odpojení může být provedeno na dvou místech otopné soustavy.

1. Na vstupu teplovodní přípojky do vytápěného objektu. Tento způsob vyžaduje:

- vypuštění otopné soustavy, nebo její části
- demontáž měřicího zařízení – průtokoměru a snímačů teploty
- zaslepení přípojky
- opětovné napuštění soustavy upravenou vodou
- vyvážení otopné soustavy odbornou firmou. O výsledku je nutno sepsat zápis.

Tento způsob je technicky jednoduchý. Má však nevýhodu v tom, že ponechává přípojku připojenou k soustavě mezi hlavním rozvodem a místem odběru. Přípojka bude trvalým odběratelem tepla. Tato spotřeba tepla by nebyla hrazena a poškozovala by tak zbylé odběratele.

2. V místě odbočení domovní přípojky od hlavního rozvodu. Tento způsob vyžaduje

zemní práce spojené s odkrytím místa odbočení

vypuštění otopné soustavy nebo její části

odstranění části tepelné izolace, mechanické odpojení přípojky a zaslepení místa odpojení

opravu tepelné izolace

opětovné napuštění soustavy upravenou vodou

demontáž měřicího zařízení – průtokoměru a snímačů teploty

provedení zkoušky těsnosti. O výsledku je nutno sepsat zápis.

vyvážení otopné soustavy odbornou firmou. O výsledku je nutno sepsat zápis.

zemní práce spojené s uvedením místa odpojení do původního stavu.

Náklady na uvedené práce v obou případech hradí podle uvedené části zákona ten, kdo odpojení požaduje.

Náklady na tento způsob odpojení jsou závislé na rozsahu potřebných zemních prací, objemu vody použité k opětovnému napuštění, ceně chemikálií k její úpravě a nákladech na vyvážení otopné soustavy. Odhadovaný náklad může dosahovat výše až 30 000 Kč. S touto částkou Zhotovitel při svých výpočtech počítá.

5.2.5. Provozní náklady

Provozní náklady tepelných zdrojů jsou stanoveny procentuálně z celkové investice dle ČSN. Výsledné číslo je následně korigováno Zhotovitelem na základě jeho oborových zkušeností.

Obecně je třeba brát v potaz, že provozování decentralizovaného tepelného zdroje není spojeno pouze s náklady na palivo, ale je třeba brát v potaz také další potenciální nákladové položky¹⁰:

Náklady spojené s odpojením od CZT (rozloženo na odpisy podle odpisové skupiny nového zdroje)

Investice do nového zdroje (odpisy)

Investice do zařízení na přípravu TV (odpisy)

Investice do vybudování přípojky plynu (odpisy)

Další případné investiční náklady (stavba, MaR, projektová dokumentace atd.)

¹⁰ Ne všechny zmíněné položky však musí být nutně relevantní v případě decentralizovaných vytopen navržených v sekci 4.5.

Palivové náklady na vytápění a přípravu teplé vody, včetně případných nákladů na dopravu a skladování paliva, příp. stálých nákladů

Náklady na doplňování vody do systému, včetně její úpravy

Veškeré náklady na elektrickou energii

Další proměnné náklady spojené s provozem zdroje

Náklady na pronájem prostor a zařízení

Náklady na odvoz popela

Úroky z úvěrů

Emisní poplatky

Náklady na údržbu zařízení

Náklady na odbornou prohlídku dle vyhl. č. 91/1993 Sb.

Náklady na provozní revizi plynového zařízení dle vyhl. 85/1978 Sb.

Náklady na kontrolu plynového zařízení dle vyhl. č. 85/1978 Sb

Náklady na kontroly komínů a spalinových cest dle vyhl. č. 91/2010 Sb.

Náklady na revize elektrozařízení + hromosvodů

Náklady na kontrolu hasicích přístrojů a hasicích zařízení dle vyhl. č.246/1996 Sb.

Náklady na servis kotlů (hořáků)

Náklady na servis MaR

Náklady na kalibraci detektorů úniku plynu

Náklady na kontrolu a servis úpravny vody

Náklady na revize tlakových nádob stabilních dle ČSN 69 0012 a vyhl. č.18/1979 Sb.

Náklady na kontrolu manometru a teploměru porovnáním s kontrolním

Náklady na měření emisí dle zákona č. 201/2012 Sb. *(pokud relevantní)*

Náklady na kontrolu kotlů a otopných soustav dle vyhl. č.194/2013 Sb.

Náklady na místní provozní předpis dle vyhl. č. 91/1993 Sb., ČSN 38 6405, ČSN 69 0012

Náklady na kvalifikovanou osobu dle vyhl. č. 91/1993 Sb.

Náklady na obsluhu kotelny (včetně zákonného pojištění, školení atd.)

Náklady na osobu zodpovědnou za provoz tlakových nádob stabilních podle ČSN 69 0012 a osobu zodpovědnou za plynové zařízení dle ČSN EN 1775 (38 6441)

Další výrobní a správní režijní náklady

Náklady na související náhradu jiných služeb (např. náhrada sítí vedených kolektory, apod.)

Do výčtu nákladů výše nejsou promítnuta další, finančně nekvantifikovatelná „nepohodlí“, spojená s provozem decentralizovaného zdroje.

Ne všechny provozní náklady uvedené ve výčtu výše se vztahují na decentrální výtopny s menšími instalovanými výkony (do 100 kW). Zhotovitel proto pracuje s fixním nákladem ve výši 20 000 Kč ročně na kompletní údržbu kotelny (bez ohledu na technologii). Tato služba může být poskytována jak Technickými

službami Nové Strašecí, tak případně jinou, autorizovanou společností.¹¹ Pro malé objekty typu A, F či G jsou počítány pouze základní provozní náklady ve výši 3 000 Kč za rok na povinné revize a drobné opravy.

V případě FVE počítá Zhotovitel s fixním provozním nákladem ve výši 1 750 Kč ročně a variabilním nákladem 75 Kč/kWp, jejichž součet odpovídá v praxi zaznamenaným provozním nákladům fotovoltaických výroben o velikosti 10 – 50 kW, které jsou předmětem návrhů Zhotovitele.

5.2.6. Dotační podpora

Dotační podpora je důležitým a v mnohých případech i nezbytným předpokladem ekonomické výhodnosti většiny navrhovaných řešení.

K dispozici existuje řada dotačních titulů, která byla historicky podnikatelským subjektům při nákupech fotovoltaik k dispozici. Vzhledem ke komplexnosti podmínek jednotlivých programů a nárokům na kombinaci opatření, pracuje Zhotovitel s plošnou 35% dotační podporou pro fotovoltaické výroby.

Dotační podporu pro zdroje na fosilní paliva, tedy kondenzační kotle, Zhotovitel nepředpokládá. Nepředpokládá ji ani pro tepelná čerpadla, ačkoli zde možnost, že tato technologie bude podpořena jednoznačně existuje. Zhotovitel však podporu neuvažuje proto, aby v porovnání kondenzačních kotlů s tepelnými čerpadly nezvýhodňoval jednu či druhou technologii a poskytl jakési „srovnaní“ srovnání.

5.2.7. Pojištění

Instalace zařízení využívajícího výbušného média bude mít vliv na pojištění budovy. Dle komunikace Zhotovitele s pojišťovacím makléřem by vzhledem k typu budov a charakteru plánovaných zařízení mělo navýšení pojištění dosahovat hodnoty kolem 3 000 Kč ročně. Zhotovitel proto pracuje s touto částkou pro všechny typy navrhovaných decentrálních tepelných zdrojů.

5.2.8. Ceny komodit

Elektřina

Při kalkulaci ceny **silové složky** elektřiny pro výchozí rok (2023) vychází Zhotovitel ze státem zastropované ceny elektrické energie ve výši 5 000 Kč/MWh bez DPH.

Při kalkulaci ceny **nesilové složky** pro výchozí rok (2023) vychází Zhotovitel z *Ceníku elektřiny pro podnikatele - Elektřina bez závazku, Smlouva na dobu neurčitou* na distribučním území ČEZ Distribuce, a.s., s účinností obchodních cen od 11. 10. 2022 a distribučních cen od 1. 1. 2022.

Plyn

Při kalkulaci ceny **komoditní složky** plynu pro výchozí rok (2023) vychází Zhotovitel ze státem zastropované ceny plynu ve výši 2 500 Kč/MWh bez DPH.

Při kalkulaci ceny **nesilové složky** pro výchozí rok (2023) vychází Zhotovitel z faktur za dodávky plynu poskytnutých Zadavatelem.

¹¹ Pro kotelny s instalovaným výkonem do 50 kW je nutno určit zodpovědnou osobu seznámenou s obsluhou kotlů a bezpečností provozu. Při instalovaném výkonu jednoho kotle vyšším než 50 kW je nutno postupovat podle vyhlášky ČÚBP č. 91/1993. Obsluhu může provádět pouze topič s odpovídající kvalifikací – topičskými zkouškami. Pro kotelnu musí být zpracován provozní řád, musí být veden kotelní deník a musí být plněny další povinnosti stanovené vyhláškou.

Vývoj cen komodit v průběhu modelovacího období

Vzhledem k velmi divokému vývoji na poli cen energií v uplynulém roce je predikce budoucnosti velmi problematická. Bez ní však není možné finanční modelování provést. Zhotovitel předpokládá stagnaci cen energií v roce 2023 na obdobných cenách, jaké jsou na podzim roku 2022¹². V roce 2024 pak Zhotovitel předpokládá strmější korekci cen směrem dolů a to o 25 %. V roce 2025 pak Zhotovitel uvažuje pád ještě o 15 % z hodnot roku 2024. Následuje 10% inflační faktor v roce 2026, od roku 2027 včetně již vystavuje Zhotovitel hotovostní toky energií 2% meziroční inflaci. Obě komodity, tedy elektřina i plyn, jsou vystavovány výše zmíněnému inflačnímu působení ve stejné míře. Zhotovitel předpokládá, že si evropské země dokáží zajistit dostatečné kapacity plynu neruského původu a nebude tak třeba radikální změna stávajícího modelu obchodování s energiemi, spočívající v oddělení cen elektřiny od cen plynu. Model tedy předpokládá korelaci mezi cenami plynu a elektřiny tak, jak tomu bylo doposud.¹³

Marže obchodníků

Marže obchodníka s ELE. Nad rámec komoditní ceny ELE, kterou Zhotovitel odvozuje z dat PPX¹⁴, je projektovaná marže obchodníka ve výši 20 %.

Marže obchodníka s plynem. Nad rámec komoditní ceny plynu, kterou Zhotovitel odvozuje z dat PPX¹⁵, je projektovaná marže obchodníka ve výši 20 %.

Prodejní cena ELE z FVE do sítě. Vzhledem k faktu, že výroba FVE bude primárně upotřebována v objektech, mají nesnadno predikovatelné přebytky elektřiny prodávané do sítě nízkou hodnotu. Pro účely modelování je Zhotovitel zjednodušeně počítá coby hodnotu silové elektřiny pro daný rok – 40% marže obchodníka.

5.2.9. Náklady na teplo z CZT

CZT v Novém Strašecí zásobuje pouze jednu cenovou lokalitu, tj. všem 4 cenovým lokalitám je teplo z CZT účtováno se stejnou cenou.

V případě cen tepla z CZT vycházel Zhotovitel z podkladové kalkulace předběžných cen tepla pro lokalitu Nové Strašecí, kalkulované Zadavatelem 8. 12. 2021. Zhotovitel v modelování cen postupoval následovně:

Náklady pro rok 2023

Nekomoditní náklady. K roku 2023 byly náklady na technologickou vodu, ostatní proměnné náklady a sekce stálých nákladů z původní kalkulace pro rok 2022 navýšeny koeficientem 1.1442, odpovídajícím nárůstu indexu spotřebitelských cen dle ČSÚ mezi prosincem 2022 a listopadem 2023.

Komoditní náklady. Náklady na zemní plyn a elektřinu byly navýšeny následovně: 95% podíl ceny z kalkulace roku 2022 (předpoklad: komoditní složka má 95% podíl na ceně) je navýšena poměrem mezi cenovým stropem v roce 2023 a cenou elektřiny ke 12. 12. 2022, v případě plynu 169,29 % a v případě elektřiny 169,10 % mezi prosincem 2022 a prosincem 2023.

Náklady pro rok 2024 a dále

Nekomoditní náklady. Nekomoditní náklady jsou indexovány 3% inflací pro rok 2024 a 2% inflací od roku 2025 (včetně) po konec modelovacího období.

¹² Zhotovitel počítá se zastropovanou cenou energií dle pravidel platných k 23. 11. 2022.

¹³ Je důležité upozornit, že tento scénář favorizuje plynová řešení vytápění, neboť rozdíl mezi cenami elektřiny a plynu není dostatečně malý na to, aby jej kompenzovala efektivita tepelného čerpadla při konverzi energií.

¹⁴ Pražská burza.

¹⁵ Pražská burza.

Komoditní náklady. V roce 2024 Zhotovitel předpokládá strmější korekci cen směrem dolů a to o 30 % oproti zastropovaným cenám roku 2023. V roce 2025 pak Zhotovitel uvažuje pád ještě o 15 % z hodnot roku 2024. Následuje 0% inflační faktor v roce 2026, od roku 2027 včetně již vystavuje Zhotovitel hotovostní toky energií 2% meziroční inflaci. Obě komodity, tedy elektřina i plyn, jsou vystavovány výše zmíněnému inflačnímu působení ve stejné míře. Zhotovitel předpokládá, že si evropské země dokáží zajistit dostatečné kapacity plynu neruského původu a nebude tak třeba radikální změna stávajícího modelu obchodování s energiemi, spočívající v oddělení cen elektřiny od cen plynu. Model tedy předpokládá korelaci mezi cenami plynu a elektřiny tak, jak tomu bylo doposud.¹⁶

Ekonomické posouzení scénáře decentralizace tepelného hospodářství je provedeno porovnáním LCOE tepelné energie z decentrální výroby s náklady na teplo z CZT, očištěnými o inflační působení.

5.3. Ekonomické vyhodnocení jednotlivých návrhů řešení

5.3.1. Decentrální zdroje tepla

Typ A – před zateplením

Vzhledem k tomu, že je v lokalitě k dispozici zánovní kotel v kotelně CZT Ke Stadionu, neshledává Zhotovitel účelným posuzovat scénář decentralizace využitím kondenzačních kotlů pro oba domy zvlášť. Scénář tepelného čerpadla ve variantě domu před zateplením však posouzen je:

Objekt TYP A		Tepelné čerpadlo
Parametr	Jednotka	Hodnota
Instalovaný výkon	[kW]	34.00
Bivalentní zdroj	[kW]	25.00
CAPEX	[CZK]	1 530 000
CAPEX po dotaci	[CZK]	1 530 000
IRR	[%]	-3.52%
NPV	[CZK]	-1 058 042
Prostá návratnost	[let]	#N/A
Diskontovaná návratnost	[let]	#N/A
LCOE z CZT	[Kč/MWh]	3 533
LCOE s decentrální výtopnou	[Kč/MWh]	4 566
Úspora oproti CZT	[%/rok]	-29.24%

Tabulka 18. Ekonomické vyhodnocení možných decentrálních tepelných zdrojů pro objekt Typu A, scénáře před zateplením

¹⁶ Je důležité upozornit, že tento scénář favorizuje plynová řešení vytápění, neboť rozdíl mezi cenami elektřiny a plynu není dostatečně malý na to, aby jej kompenzovala efektivita tepelného čerpadla při konverzi energií.

Tepelné čerpadlo. V případě tohoto typu objektu a scénáře se TČ ukazuje jako nevhodná investice. Je nenávratná a podstatně nákladnější než teplo z CZT.

Typ A – po zateplení

Platí totožná situace coby v případě domu před zateplením (výše). Vzhledem k tomu, že je v lokalitě k dispozici zánovní kotel v kotelně CZT Ke Stadionu, neshledává Zhotovitel účelným posuzovat scénář decentralizace využitím kondenzačních kotlů pro oba domy zvlášť. Scénář tepelného čerpadla, ve variantě domu po zateplení, však posouzen je:

Objekt TYP A		Tepelné čerpadlo
Parametr	Jednotka	Hodnota
Instalovaný výkon	[kW]	15.00
Bivalentní zdroj	[kW]	20.00
CAPEX	[CZK]	730 000
CAPEX po dotaci	[CZK]	730 000
IRR	[%]	-1.06%
NPV	[CZK]	-413 044
Prostá návratnost	[let]	#N/A
Diskontovaná návratnost	[let]	#N/A
LCOE z CZT	[Kč/MWh]	3 533
LCOE s decentralní výtopnou	[Kč/MWh]	4 299
Úspora oproti CZT	[%/rok]	-21.70%

Tabulka 19. Ekonomické vyhodnocení možných decentralních tepelných zdrojů pro objekt Typu A, scénáře po zateplení

Tepelné čerpadlo. Ačkoli zateplení domu ekonomice instalace TČ pomůže, jedná se o nepodstatnou změnu, neboť i v tomto případě se TČ ukazuje jako nevhodná investice. I zde je nenávratná a podstatně nákladnější než teplo z CZT.

Typ B

Objekt TYP B_1		Tepelné čerpadlo	Kondenzační kotel
Parametr	Jednotka	Hodnota	Hodnota
Instalovaný výkon	[kW]	74.00	80.00
Bivalentní zdroj	[kW]	30.00	-
CAPEX	[CZK]	2 030 000	1 325 000
CAPEX po dotaci	[CZK]	2 030 000	1 325 000
IRR	[%]	9.89%	16.22%
NPV	[CZK]	521 982	1 209 683
Prostá návratnost	[let]	10.2	7.3
Diskontovaná návratnost	[let]	15.3	9.4
LCOE z CZT	[Kč/MWh]	3 533	3 533
LCOE s decentralní výtopnou	[Kč/MWh]	3 447	3 166
Úspora oproti CZT	[%/rok]	2.45%	10.38%

Tabulka 20. Ekonomické vyhodnocení možných decentralních tepelných zdrojů pro objekt Typu B

Tepelné čerpadlo. V případě tohoto typu objektu nemá TČ vyložené nepřijatelnou návratnost či míru výnosnosti coby investice, ale v porovnání s kondenzačním kotlem vychází z hlediska parametrů NPV i IRR marginálně hůře.

Kondenzační kotel. Kondenzační kotel je v tomto případě vhodnou variantou, při neuvažování dotační podpory tepelného čerpadla je podstatně výhodnější.

Typ C

Objekt TYP C_1		Tepelné čerpadlo	Kondenzační kotel
Parametr	Jednotka	Hodnota	Hodnota
Instalovaný výkon	[kW]	34.00	45.00
Bivalentní zdroj	[kW]	25.00	-
CAPEX	[CZK]	1 730 000	1 225 000
CAPEX po dotaci	[CZK]	1 730 000	1 225 000
IRR	[%]	6.99%	9.40%
NPV	[CZK]	-1 359	265 152
Prostá návratnost	[let]	12.4	10.5
Diskontovaná návratnost	[let]	#N/A	16.0
LCOE z CZT	[Kč/MWh]	3 533	3 533
LCOE s decentralní výtopnou	[Kč/MWh]	3 640	3 449
Úspora oproti CZT	[%/rok]	-3.04%	2.38%

Tabulka 21. Ekonomické vyhodnocení možných decentralních tepelných zdrojů pro objekt Typu C

Tepelné čerpadlo. V případě tohoto typu objektu je TČ na hranici investiční návratnosti, jeho IRR se pohybuje marginálně pod diskontní sazbou Zhotovitele. Ve vyjádření ukazatele *Úspora oproti CZT* je v porovnání s CZT méně výhodnou variantou.

Kondenzační kotel. Kondenzační kotel vychází i v tomto případě lépe než TČ, a to napříč všemi ekonomickými ukazateli. Teplo jím vyrobené vychází nákladově také marginálně lépe oproti teplu z CZT.

Typ D

Objekt TYP D_2		Tepelné čerpadlo	Kondenzační kotel
Parametr	Jednotka	Hodnota	Hodnota
Instalovaný výkon	[kW]	75.00	72.00
Bivalentní zdroj	[kW]	30.00	-
CAPEX	[CZK]	3 230 000	1 325 000
CAPEX po dotaci	[CZK]	3 230 000	1 325 000
IRR	[%]	3.85%	20.99%
NPV	[CZK]	-810 793	1 920 471
Prostá návratnost	[let]	15.5	5.9
Diskontovaná návratnost	[let]	#N/A	7.2
LCOE z CZT	[Kč/MWh]	3 533	3 533
LCOE s decentralní výtopnou	[Kč/MWh]	3 870	3 033
Úspora oproti CZT	[%/rok]	-9.55%	14.15%

Tabulka 22. Ekonomické vyhodnocení možných decentralních tepelných zdrojů pro objekt Typu D

Tepelné čerpadlo. V případě tohoto typu objektu použití TČ ekonomicky nevychází, Zhotovitel jej v dotačně nepodpořeném scénáři nedoporučuje.

Kondenzační kotel. Kondenzační kotel naopak vykazuje velmi dobré parametry ekonomické výhodnosti. Při diskontované návratnosti lehce nad 7 lety se během svého provozu vrátí vícenásobně.

Typ E

Objekt TYP E		Tepelné čerpadlo	Kondenzační kotel
Parametr	Jednotka	Hodnota	Hodnota
Instalovaný výkon	[kW]	70.00	72.00
Bivalentní zdroj	[kW]	30.00	-
CAPEX	[CZK]	3 030 000	1 290 000
CAPEX po dotaci	[CZK]	3 030 000	1 290 000
IRR	[%]	-0.58%	10.28%
NPV	[CZK]	-1 639 840	386 851
Prostá návratnost	[let]	#N/A	10.0
Diskontovaná návratnost	[let]	#N/A	14.8
LCOE z CZT	[Kč/MWh]	3 533	3 533
LCOE s decentralní výtopnou	[Kč/MWh]	4 424	3 143
Úspora oproti CZT	[%/rok]	-25.23%	11.03%

Tabulka 23. Ekonomické vyhodnocení možných decentralních tepelných zdrojů pro objekt Typu E

Tepelné čerpadlo. Ani v tomto případě se TČ nejví jako výhodná volba. tohoto typu objektu Z hlediska všech ekonomických ukazatelů se ukazuje jako prodělečné řešení decentralního tepelného hospodářství. Ze Zhotovitelových simulací také vychází, že ani 35% dotace (pravděpodobná míra) jej do zelených čísel nepřenesou.

Kondenzační kotel. Kondenzační kotel se i v tomto případě ukazuje coby z ekonomického hlediska vhodné řešení. Splňuje nároky na výnosnost a je levnější než CZT.

Typ F – před zateplením

Objekt TYP F		Tepelné čerpadlo	Kondenzační kotel
Parametr	Jednotka	Hodnota	Hodnota
Instalovaný výkon	[kW]	15.00	24.00
Bivalentní zdroj	[kW]	15.00	-
CAPEX	[CZK]	1 030 000	490 000
CAPEX po dotaci	[CZK]	1 030 000	490 000
IRR	[%]	#NUM!	-0.24%
NPV	[CZK]	-1 084 738	-258 925
Prostá návratnost	[let]	#N/A	#N/A
Diskontovaná návratnost	[let]	#N/A	#N/A
LCOE z CZT	[Kč/MWh]	3 533	3 533
LCOE s decentralní výtopnou	[Kč/MWh]	6 063	3 680
Úspora oproti CZT	[%/rok]	-71.62%	-4.15%

Tabulka 24. Ekonomické vyhodnocení možných decentralních tepelných zdrojů pro objekt Typu F, scénář před zateplením

Tepelné čerpadlo. V případě tohoto typu objektu je TČ naprosto nevhodnou variantou. Teplo z CZT je pro tento scénář výrazně vhodnější variantou.

Kondenzační kotel. Také kondenzační kotel je v případě objektu typu F horší variantou nežli teplo z CZT, a to napříč ekonomickými ukazateli.

V případě výše zmíněných technologií Zhotovitel vzhledem k malé velikosti řešeného objektu výrazně snížil provozní nepalivové náklady technologie. Navzdory tomuto snížení vychází případ výrazně ve prospěch CZT.

Typ F – po zateplení

Objekt TYP E		Tepelné čerpadlo	Kondenzační kotel
Parametr	Jednotka	Hodnota	Hodnota
Instalovaný výkon	[kW]	8.00	18.00
Bivalentní zdroj	[kW]	15.00	-
CAPEX	[CZK]	830 000	490 000
CAPEX po dotaci	[CZK]	830 000	490 000
IRR	[%]	#NUM!	-8.45%
NPV	[CZK]	-905 252	-430 597
Prostá návratnost	[let]	#N/A	#N/A
Diskontovaná návratnost	[let]	#N/A	#N/A
LCOE z CZT	[Kč/MWh]	3 533	3 533
LCOE s decentralní výtopnou	[Kč/MWh]	6 584	4 271
Úspora oproti CZT	[%/rok]	-86.36%	-20.89%

Tabulka 25. Ekonomické vyhodnocení možných decentralních tepelných zdrojů pro objekt Typu F, scénář po zateplení

Tepelné čerpadlo. V případě scénáře objektu Typu F se zateplením je nevýhodnost tepelného čerpadla ještě markantnější, a to vlivem nižší potřeby tepla z CZT oproti scénáři se zateplením a stále podstatným investičním nákladům na pořízení tepelného čerpadla.

Kondenzační kotel. I v případě kondenzačního kotle dochází ke zhoršení oproti stavu bez zateplení, a to ze stejných důvodů, jako v případě TČ.

Typ G

Objekt TYP G_2		Tepelné čerpadlo	Kondenzační kotel
Parametr	Jednotka	Hodnota	Hodnota
Instalovaný výkon	[kW]	56.00	52.00
Bivalentní zdroj	[kW]	20.00	-
CAPEX	[CZK]	2 230 000	1 205 000
CAPEX po dotaci	[CZK]	2 230 000	1 205 000
IRR	[%]	1.98%	8.83%
NPV	[CZK]	-852 793	196 990
Prostá návratnost	[let]	18.0	10.9
Diskontovaná návratnost	[let]	#N/A	17.0
LCOE z CZT	[Kč/MWh]	3 533	3 533
LCOE s decentralní výtopnou	[Kč/MWh]	4 161	3 479
Úspora oproti CZT	[%/rok]	-17.77%	1.53%

Tabulka 26. Ekonomické vyhodnocení možných decentralních tepelných zdrojů pro objekt Typu G

Tepelné čerpadlo. V případě tohoto typu objektu TČ není ekonomicky vhodnou variantou. Ani v případě zohlednění 30% dotace však není ekonomika zlepšena dostatečně a vyrobené teplo je stále asi o 10 % nad úroveň tepla z CZT.

Kondenzační kotel. Kondenzační kotel z ekonomického hlediska marginálně vychází, ačkoli rozdíl oproti ceně z CZT je opravdu miniskulní. Diskontovaná návratnost dosahuje takřka na hranici životnosti, nelze však říci, že se jedná o ekonomicky nesmyslnou investici. Například z pohledu IRR investice plní požadavky zákazníka.

Typ H

Objekt TYP D_3		Tepelné čerpadlo	Kondenzační kotel
Parametr	Jednotka	Hodnota	Hodnota
Instalovaný výkon	[kW]	80.00	98.00
Bivalentní zdroj	[kW]	50.00	-
CAPEX	[CZK]	3 530 000	2 005 000
CAPEX po dotaci	[CZK]	3 530 000	2 005 000
IRR	[%]	2.06%	0.20%
NPV	[CZK]	-1 326 941	-1 007 569
Prostá návratnost	[let]	17.8	20.7
Diskontovaná návratnost	[let]	#N/A	#N/A
LCOE z CZT	[Kč/MWh]	3 533	3 533
LCOE s decentralní výtopnou	[Kč/MWh]	4 519	4 200
Úspora oproti CZT	[%/rok]	-27.90%	-18.89%

Tabulka 27. Ekonomické vyhodnocení možných decentralních tepelných zdrojů pro objekt Typu H

Tepelné čerpadlo. V případě tohoto typu objektu je TČ také nenávratnou investicí. Ano promítnutí 35% dotace do ekonomiky projektu se výrazně neprojeví a teplo z CZT je i v tomto případě zhruba o 15 % levnější, než z TČ.

Kondenzační kotel. Kondenzační kotel pro tento objekt stejně jako TČ nenajde oporu v číslech, a to napříč ekonomickými ukazateli.

5.3.2. Fotovoltaické výroby

Typ A

FVE pro Objekt TYP A

Parametr	Jednotka	Hodnota
Instalovaný výkon	[kWp]	15.75
CAPEX	[CZK]	590 625
CAPEX po dotaci	[CZK]	383 906
Roční výroba	[kWh]	16 278
Lokální využití FVE	[%]	70.39%
Lokální spotřeba	[kWh]	36 840
Pokrytí lokální spotřeby	[%]	31.10%
IRR	[%]	14.13%
NPV	[CZK]	249 315
Prostá návratnost	[let]	7.9
Diskontovaná návratnost	[let]	10.8
LCOE bez FVE (pro dům)	[CZK]	5 508
LCOE s FVE (pro dům)	[CZK]	3 626
LCOE s FVE	[CZK]	523

Tabulka 28. Ekonomické vyhodnocení fotovoltaické výroby pro objekt Typu A

U objektu Typu A lze doporučit maximální možný instalovaný výkon, díky němuž lze dosáhnout nejvyšší úspory dle ukazatele LCOE s FVE (pro dům).

Typ B

FVE pro Objekt TYP B_2

Parametr	Jednotka	Hodnota
Instalovaný výkon	[kWp]	27.00
CAPEX	[CZK]	1 012 500
CAPEX po dotaci	[CZK]	658 125
Roční výroba	[kWh]	25 433
Lokální využití FVE	[%]	80.83%
Lokální spotřeba	[kWh]	77 150
Pokrytí lokální spotřeby	[%]	26.64%
IRR	[%]	14.03%
NPV	[CZK]	422 301
Prostá návratnost	[let]	8.0
Diskontovaná návratnost	[let]	10.8
LCOE bez FVE (pro dům)	[CZK]	5 319
LCOE s FVE (pro dům)	[CZK]	3 783
LCOE s FVE	[CZK]	483

Tabulka 29. Ekonomické vyhodnocení fotovoltaické výroby pro objekt Typu B

Ekonomicky přijatelnými fotovoltaickými výrobny pro objekt Typu B jsou i menší výroby, nejvyšších úspor (tj. dle ukazatele LCOE s FVE [pro dům]) vychází nejvyšší možný instalovaný výkon, tj. 27 kWp.

Typ C

FVE pro Objekt TYP C_1

Parametr	Jednotka	Hodnota
Instalovaný výkon	[kWp]	16.20
CAPEX	[CZK]	607 500
CAPEX po dotaci	[CZK]	394 875
Roční výroba	[kWh]	15 244
Lokální využití FVE	[%]	87.58%
Lokální spotřeba	[kWh]	54 610
Pokrytí lokální spotřeby	[%]	24.45%
IRR	[%]	14.77%
NPV	[CZK]	280 825
Prostá návratnost	[let]	7.7
Diskontovaná návratnost	[let]	10.2
LCOE bez FVE (pro dům)	[CZK]	5 189
LCOE s FVE (pro dům)	[CZK]	3 849
LCOE s FVE	[CZK]	445

Tabulka 30. Ekonomické vyhodnocení fotovoltaické výroby pro objekt Typu C

V případě objektu Typu C dosahuje nejlepších ekonomických parametrů nejvyšší možný instalovaný výkon, tj. 16,20 kWp.

Typ D

FVE pro Objekt TYP D_2

Parametr	Jednotka	Hodnota
Instalovaný výkon	[kWp]	18.45
CAPEX	[CZK]	691 875
CAPEX po dotaci	[CZK]	449 719
Roční výroba	[kWh]	16 955
Lokální využití FVE	[%]	99.57%
Lokální spotřeba	[kWh]	108 640
Pokrytí lokální spotřeby	[%]	15.54%
IRR	[%]	15.39%
NPV	[CZK]	337 423
Prostá návratnost	[let]	7.3
Diskontovaná návratnost	[let]	9.6
LCOE bez FVE (pro dům)	[CZK]	4 880
LCOE s FVE (pro dům)	[CZK]	4 105
LCOE s FVE	[CZK]	265

Tabulka 31. Ekonomické vyhodnocení fotovoltaické výroby pro objekt Typu D

V případě FVE pro objektu Typu D je možné doporučit maximální instalovatelný výkon, který díky odhadované velikosti spotřeby a jejímu charakteru vykazuje nejlepší ekonomické výsledky.

Typ E**FVE pro Objekt TYP E**

Parametr	Jednotka	Hodnota
Instalovaný výkon	[kWp]	35.00
CAPEX	[CZK]	1 312 500
CAPEX po dotaci	[CZK]	853 125
Roční výroba	[kWh]	31 181
Lokální využití FVE	[%]	44.57%
Lokální spotřeba	[kWh]	35 830
Pokrytí lokální spotřeby	[%]	38.78%
IRR	[%]	7.69%
NPV	[CZK]	49 943
Prostá návratnost	[let]	12.0
Diskontovaná návratnost	[let]	19.3
LCOE bez FVE (pro dům)	[CZK]	6 847
LCOE s FVE (pro dům)	[CZK]	3 641
LCOE s FVE	[CZK]	864

Tabulka 32. Ekonomické vyhodnocení fotovoltaické výroby pro objekt Typu E

I v případě objektu Typu E je nutno slevit z maximálního instalovatelného výkonu ve výši 49,05 kWp. Nejekonomičtější variantou z hlediska úspor je výkonová varianta 35 kWp.

Typ G

FVE pro Objekt TYP G_2		
Parametr	Jednotka	Hodnota
Instalovaný výkon	[kWp]	30.00
CAPEX	[CZK]	1 125 000
CAPEX po dotaci	[CZK]	731 250
Roční výroba	[kWh]	28 510
Lokální využití FVE	[%]	39.52%
Lokální spotřeba	[kWh]	29 040
Pokrytí lokální spotřeby	[%]	38.80%
IRR	[%]	7.82%
NPV	[CZK]	51 062
Prostá návratnost	[let]	11.9
Diskontovaná návratnost	[let]	19.0
LCOE bez FVE (pro dům)	[CZK]	6 984
LCOE s FVE (pro dům)	[CZK]	3 572
LCOE s FVE	[CZK]	799

Tabulka 33. Ekonomické vyhodnocení fotovoltaické výroby pro objekt Typu G

V případě objektu Typu G je třeba také slevit z maximálního instalovatelného výkonu 43,2 kWp. Z hlediska parametru LCOE s FVE pro dům vychází nejlépe elektrárna o 30 kWp.

Typ H

FVE pro Objekt TYP H

Parametr	Jednotka	Hodnota
Instalovaný výkon	[kWp]	25.00
CAPEX	[CZK]	937 500
CAPEX po dotaci	[CZK]	609 375
Roční výroba	[kWh]	23 976
Lokální využití FVE	[%]	34.90%
Lokální spotřeba	[kWh]	20 000
Pokrytí lokální spotřeby	[%]	41.84%
IRR	[%]	7.23%
NPV	[CZK]	11 871
Prostá návratnost	[let]	12.4
Diskontovaná návratnost	[let]	20.4
LCOE bez FVE (pro halu)	[CZK]	7 512
LCOE s FVE (pro halu)	[CZK]	3 510
LCOE z FVE	[CZK]	869

Tabulka 34. Ekonomické vyhodnocení fotovoltaické výroby pro objekt Typu H

Ačkoli je potenciál pro instalaci FVE na střechu sportovní haly obrovský (sahá nad 150 kWp při jižní orientaci panelů), předpokládaná spotřeba v hale a její průběh vyžaduje, aby byl instalovaný výkon nižší. Nároky na výnosnost splňují až elektrárny od 25 kWp a níže.

5.3.3. Souhrnný přehled

V této sekci jsou shrnuta ekonomická hodnocení jednotlivých navrhovaných řešení.

Decentrální výroby tepla – Kondenzační kotle

		B	C	D	E	F před zateplením	F po zateplení	G	H
		Křivoklátská	Křivoklátská	Topinkova	Žižkovo náměstí	-	Husova	Husova	
		828 - 835, 879 - 886, 928, 929, 932, 933, 960, 961	968, 969, 970	1137, 1138, 1139	971, 972, 973, 974, 975, 976	ASSA (NIKI)		821, 822, 823, 824	1146 (BIOS)
Parametr	Jednotka	Hodnota	Hodnota	Hodnota	Hodnota	Hodnota	Hodnota	Hodnota	Hodnota
Instalovaný výkon	[kW]	80.00	45.00	72.00	72.00	24.00	18.00	52.00	98.00
Bivalentní zdroj	[kW]	-	-	-	-	-	-	-	-
CAPEX	[CZK]	1 325 000	1 225 000	1 325 000	1 290 000	490 000	490 000	1 205 000	2 005 000
CAPEX po dotaci	[CZK]	1 325 000	1 225 000	1 325 000	1 290 000	490 000	490 000	1 205 000	2 005 000
IRR	[%]	16.22%	9.40%	20.99%	10.28%	-0.24%	-8.45%	8.83%	0.20%
NPV	[CZK]	1 209 683	265 152	1 920 471	386 851	-258 925	-430 597	196 990	-1 007 569
Prostá návratnost	[let]	7.3	10.5	5.9	10.0	#N/A	#N/A	10.9	20.7
Diskontovaná návratnost	[let]	9.4	16.0	7.2	14.8	#N/A	#N/A	17.0	#N/A
LCOE z CZT	[Kč/MWh]	3 533	3 533	3 533	3 533	3 533	3 533	3 533	3 533
LCOE s decentralní výtopnou	[Kč/MWh]	2 962	3 449	3 033	3 143	3 680	4 271	3 479	4 200
Úspora oproti CZT	[%/rok]	16.17%	2.38%	14.15%	11.03%	-4.15%	-20.89%	1.53%	-18.89%

Tabulka 35. Přehled ekonomického hodnocení jednotlivých návrhů kondenzačních kotlů pro sledované objekty.

Jak lze odezřít z tabulky výše, ve většině případů je volba **decentralizace volbou ekonomicky výhodnou**. Pouze v případě malých objektů (F a H) není odpojení se od CZT vhodné. Z hlediska provozovatele CZT jsou však tyto objekty coby odběratelé malých objemů tepla méně atraktivními zákazníky než ostatní, větší objekty.

Decentralní výroby tepla – Tepelná čerpadla

		A před zateplením	A po zateplení	B	C	D	E	F před zateplením	F po zateplení	G	H
		Ke Stadionu	Křivoklátská	Křivoklátská	Topinkova	Žižkovo náměstí	-	Husova	Husova		
		645, 646	828 - 835, 879 - 886, 928, 929, 932, 933, 960, 961	968, 969, 970	1137, 1138, 1139	971, 972, 973, 974, 975, 976	ASSA (NIKI)		821, 822, 823, 824	1146 (BIOS)	
Parametr	Jednotka	Hodnota	Hodnota	Hodnota	Hodnota	Hodnota	Hodnota	Hodnota	Hodnota	Hodnota	Hodnota
Instalovaný výkon	[kW]	34.00	15.00	74.00	34.00	75.00	70.00	15.00	8.00	56.00	80.00
Bivalentní zdroj	[kW]	25.00	20.00	30.00	25.00	30.00	30.00	15.00	15.00	20.00	50.00
CAPEX	[CZK]	1 530 000	730 000	2 030 000	1 730 000	3 230 000	3 030 000	1 030 000	830 000	2 230 000	3 530 000
CAPEX po dotaci	[CZK]	1 530 000	730 000	2 030 000	1 730 000	3 230 000	3 030 000	1 030 000	830 000	2 230 000	2 294 500
IRR	[%]	-3.52%	-1.06%	10.13%	6.99%	3.84%	-0.75%	#NUM!	#NUM!	1.14%	4.00%
NPV	[CZK]	-1 058 042	-413 044	566 086	-1 359	-811 049	-1 668 882	-1 084 738	-905 252	-975 801	-556 197
Prostá návratnost	[let]	#N/A	#N/A	10.1	12.4	15.5	#N/A	#N/A	#N/A	19.2	15.5
Diskontovaná návratnost	[let]	#N/A	#N/A	14.9	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
LCOE z CZT	[Kč/MWh]	3 533	3 533	3 533	3 533	3 533	3 533	3 533	3 533	3 533	3 533
LCOE s decentralní výtopnou	[Kč/MWh]	4 566	4 299	3 432	3 640	3 871	4 437	6 063	6 584	4 228	4 344
Úspora oproti CZT	[%/rok]	-29.24%	-21.70%	2.86%	-3.04%	-9.56%	-25.59%	-71.62%	-86.36%	-19.69%	-22.96%

Tabulka 36. Přehled ekonomického hodnocení jednotlivých návrhů tepelných čerpadel pro sledované objekty.

V případě tepelných čerpadel je decentralizace až na jeden případ ekonomicky nevýhodnou, v mnoha případech naprosto vyloučenou. I v případě objektu B, který vykazuje kladnou ekonomiku oproti ceně tepla z CZT, se jedná o výhodnost spíše marginální, a dotýčný objekt musí mít i jinou než ekonomickou motivaci, aby se od CZT odtrhl.

Promluvit do ekonomiky provozu decentrálních vytopen s tepelnými čerpadly může dotační podpora, která však (při uvažování 35% dotace) překlápí ekonomiku do zelených čísel pouze v případě objektu typu C, a to nikterak závratně.

Důvodem těchto výsledků je rozvodná infrastruktura, která vyžaduje vyšší teplotní spády, což působí neblaze na SCOP tepelných čerpadel a vede to k vyšším palivovým nákladům.

Lokální výroba elektřiny – Fotovoltaické elektrárny

		A	B	C	D	E	F	G	H
Parametr	Jednotka	Hodnota	Hodnota	Hodnota	Hodnota	Hodnota	Hodnota	Hodnota	Hodnota
Instalovaný výkon	[kWp]	15.75	27.00	16.20	18.45	35.00	-	30.00	25.00
CAPEX	[CZK]	590 625	1 012 500	607 500	691 875	1 312 500	-	1 125 000	937 500
CAPEX po dotaci	[CZK]	383 906	658 125	394 875	449 719	853 125	-	731 250	609 375
Roční výroba	[kWh]	16 278	25 433	15 244	16 955	31 181	-	28 510	23 976
Lokální využití FVE	[%]	70.39%	80.83%	87.58%	99.57%	44.57%	-	39.52%	34.90%
Lokální spotřeba	[kWh]	36 840	77 150	54 610	108 640	35 830	-	29 040	20 000
Pokrytí lokální spotřeby	[%]	31.10%	26.64%	24.45%	15.54%	38.78%	-	38.80%	41.84%
IRR	[%]	14.13%	14.03%	14.77%	15.39%	7.69%	-	7.82%	7.23%
NPV	[CZK]	249 315	422 301	280 825	337 423	49 943	-	51 062	11 871
Prostá návratnost	[let]	7.9	8.0	7.7	7.3	12.0	-	11.9	12.4
Diskontovaná návratnost	[let]	10.8	10.8	10.2	9.6	19.3	-	19.0	20.4
LCOE bez FVE (pro dům)	[CZK]	5 508	5 319	5 189	4 880	6 847	-	6 984	7 512
LCOE s FVE (pro dům)	[CZK]	3 626	3 783	3 849	4 105	3 641	-	3 572	3 510
LCOE s FVE	[CZK]	523	483	445	265	864	-	799	869

Tabulka 37. Přehled ekonomického hodnocení jednotlivých návrhů fotovoltaických výroben pro sledované objekty.

Fotovoltaické výroby, pro něž jsou k dispozici štedré dotace, jsou vhodným doplňkem pro všechny vybrané objekty. Z tabulky výše lze vysledovat, a zároveň potvrdit obecnou poučku týkající se fotovoltaických výroben, že čím vyšší je schopnost objektu upotřebit vyrobenou elektřinu v místě výroby, tím ekonomicky výhodnější projekt je. Zejména u objektů A až D je upotřebení lokálně vyrobené elektřiny nad 70 %, v případě objektu D se lokální upotřebení dokonce blíží 100 %! To se pak projevuje v jednotlivých ukazatelích ekonomické výhodnosti.

Jak již bylo předestřeno v předchozí sekci, není radno instalovat vždy největší možný instalovaný výkon. V sekci s 3D návrhy (4.5) jsou uváděny právě maximální možné instalované výkony, v sekci s ekonomickým hodnocením (5.3.2.) je však instalovaný výkon optimalizován dle parametru LCOE s FVE (pro dům).

6. Hodnocení dalších aspektů energetického stavu hodnocených budov

Tepelně technické vlastnosti obvodových konstrukcí jsou hodnoceny pomocí součinitele prostupu tepla U (W/m²·K), který uvádí množství tepla prostoupivšího konstrukcí na ploše 1 m² při rozdílu teplot na vnitřní a vnější straně 1 °C (nižší hodnota je lepší – znamená menší prostup tepla). Současné požadavky jsou definované

normou ČSN 73 0540-2 (2011) a v následující tabulce jsou pro informaci zobrazeny hodnoty pro v tomto dokumentu vyhodnocované konstrukce.

Konstrukce	Požadovaná hodnota U_N [W/(m ² ·K)]	Doporučená hodnota U_{rec} [W/(m ² ·K)]	Hodnota pro pasivní domy U_{pas} [W/(m ² ·K)]
Stěna vnější (těžká)	0,30	0,25	0,18 – 0,12
Střecha plochá a šikmá do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 – 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou	0,30	0,20	0,15 – 0,10
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40	0,30 – 0,20
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše kromě dveří	1,5	1,2	0,8 – 0,6
Dveřní výplň otvoru	1,7	1,2	0,9

Tabulka 38. Požadavky na součinitele prostupu tepla dle normy ČSN 73 0540-2 (2011)

V rámci tohoto vyhodnocení je zkoumáno několik typů objektů od staré výstavby z plných cihel (objekty typu A) přes starší panelové domy (objekty typu B, E, G) po novější panelové domy (objekty typu C, D). Informace o době výstavby nebyla předána, bylo vycházeno z archivu katastrálních map. Rozdělení panelových domů na starší a novější vychází z typologie budov a stavebních zvyklostí, jako starší domy jsou klasifikovány objekty vystavěné do roku 1980, novější po tomto roce.

V případě vyhodnocení dodatečně zateplováných objektů záleží na době realizace, přístupu investora a realizační firmy. Obecně by mělo platit, že stavební úpravy prováděné v konkrétním roce by měly vyhovovat platným předpisům té doby, tedy měly by z pohledu vyhodnocení součinitele prostupu tepla odpovídat příslušné verzi ČSN 73 0540-2. Ta se měnila v letech 2002, 2005, 2007 a současně platí verze z roku 2011. Nicméně realizace může být kdekoliv v intervalu počítává „dáme víc, když už to děláme“, nebo naopak alibistická bez uvědomění stavebního úřadu „něco tam dejte, ať to máme z krku“, tedy níže uvedené texty jsou spíše obecným vyhodnocením a odhady, nejedná se o přesné výpočty (pro ty nejsou k dispozici podrobné údaje o použitých izolantech).

6.1. Obvodové stěny

Původní budovy z plných cihel jsou z dnešního pohledu na stavební fyziku nevyhovující. Pro panelovou výstavbu platí to samé, nicméně dosahuje (zejména v případě novějších typů) výrazně příznivějších hodnot součinitele prostupu tepla.

Obecně by mělo platit, že zateplení provedené po roce 2011 by mělo vyhovovat dnešním požadavkům. Z poskytnutých údajů o provedených tepelných izolacích je vidět, že to neplatí vždy (realizace s izolantem 70 mm EPS jsou nevyhovující). Jako hranici rozhodnou mezi stavy vyhovující/nevyhovující tak je možné

považovat tepelnou izolaci tloušťky 100 mm (záleží samozřejmě na konkrétním použitém izolantu, způsobu kotvení a zateplované konstrukci). Přehled vybraných hodnot součinitele prostupu tepla uvádí následující tabulka.

Konstrukce	Přibližná hodnota U [W/(m ² ·K)]	Srovnání s požadavky ČSN
CPP 600 mm	1,37	457 %
Panel starší původní	1,08	360 %
Panel novější původní	0,87	290 %
Panel starší + 70 mm EPS	0,39	130 %
Panel novější + 70 mm EPS	0,36	120 %
Panel starší + 100 mm EPS	0,31	103 %
Panel novější + 100 mm EPS	0,29	97 %
Panel starší + 140 mm EPS	0,25	83 %
Panel novější + 120 mm EPS	0,25	83 %
CPP 600 mm + 160 mm EPS	0,24	80 %

Tabulka 39. Vybrané hodnoty součinitele prostupu tepla u vybraných obvodových konstrukcí.

Izolanty tloušťky přesahující 120-140 mm splňují (v případě panelových budov) doporučenou hodnotu dle ČSN 73 0540-2, tyto tloušťky by měly být „nadčasové“. Nicméně žádná z uvedených zateplovacích konstrukcí není vyložena špatně. Dodatečné zateplení stěny se 70 mm EPS se na úspore nákladů na vytápění projeví neúměrně málo vysokým investičním nákladům. Zabývat se již zateplenými fasádami by dávalo smysl pouze v případě plošných poruch, které by bylo nutné řešit (poškození nebo stržení povětrnostními vlivy, nekvalitní realizací atd.).

6.2. Střechy

Střešní konstrukce panelových domů se bez konkrétní znalosti skladby (realizační dokumentace, sondy skutečného provedení) stanovuje oproti stěnám výrazně hůře, protože provedení vlastního hydroizolačního souvrství nebylo typizované. Montovaná stavba končila nosným střešním železobetonovým panelem a vrchní vrstvy se již prováděly podle aktuálně dostupných materiálů. Běžně byly střechy řešeny jako dvouplášťové, na železobetonovém panelu byla položena tepelná izolace z minerální vlny a spádovou vrstvu vynášela podpůrná konstrukce. Může se jednat o dřevěné krovy nebo vazníky, případně podepřené lehčené panely. Vzniklá dutina byla předpokládána jako větraná, nicméně dnešními výpočtovými postupy potvrzovanými řadou reálných sond je prokázáno, že provětrávání je nedostatečné a je spíše zdrojem problémů. Alternativně mohly být střechy řešeny jednoplášťově, kdy se na nosnou desku osadila tvrzená izolace z EPS, na kterou se vybetonovala spádová vrstva z lehčeného betonu.

Stejně jako v případě obvodových stěn platí, že původní zástavba je nevyhovující ve všech případech a libovolným dodatečným zateplením dojde z pohledu součinitele prostupu tepla k výraznému zlepšení.

Konstrukce	Přibližná hodnota U [W/(m ² ·K)]	Srovnání s požadavky ČSN
Panel starší původní	0,85	354 %
Panel novější původní	0,38	158 %
Panel starší + 100 mm EPS	0,29	121 %
Panel starší + 180 mm EPS	0,23	96 %
Panel starší + 250 mm foukané izolace	0,15	63 %
Panel novější + 250 mm foukané izolace	0,15	63 %

Tabulka 40. Vybrané hodnoty součinitele prostupu tepla u vybraných střešních konstrukcí.

Vzhledem k malému množství dat o skutečných tloušťkách a zvolených izolacích bylo vyhodnocení doplněno ještě o fiktivní skladbu staršího panelu s EPS 180 mm, která ukazuje hranici minimální tloušťky izolace pro dosažení aktuálních normových požadavků. Na skladbě se 100 mm EPS je vidět, že výrazně menší tloušťka izolantu je sice nevyhovující, nicméně prostup tepla je oproti stávajícímu stavu výrazně omezen a další zateplování opět nepovede k výraznému snížení spotřeby na vytápění vzhledem k investičním výdajům. Střechy zateplené foukanou izolací tloušťky 250 mm cílí na doporučené hodnoty a z dnešního pohledu se jedná o velmi efektivní zateplení s dlouhou morální životností.

6.3. Stropy k nevytápěné půdě

Zde se jedná pouze o dva zděné objekty. Předpokládají se původní dřevěné trámové stropy. Z pohledu dnešních požadavků jsou nevyhovující.

Jelikož ani jeden předmětný dům nemá strop zateplen, jsou v následující tabulce uvedeny variantní návrhy zateplení na požadované a doporučené hodnoty. Zateplení je možné realizovat v závislosti na využití půdního prostoru několika způsoby. V případě pochozí půdy je možné použít v ploše stabilizovaný polystyren nebo vytvořit dřevěný rošt, který se vyplní minerální vatou nebo foukanou izolací. V případě nepochozího stropu stačí na horní hranu položit minerální vatou nebo prostor vyplnit foukanou izolací.

Konstrukce	Přibližná hodnota U [W/(m ² ·K)]	Srovnání s požadavky ČSN
Původní dřevěný trámový strop	0,94	313 %
Původní + 140 mm EPS	0,23	77 %

Původní + 160 mm MV	0,23	77 %
Původní + 220 mm MV	0,18	60 %
Původní + 180 mm EPS	0,17	57 %

Tabulka 41. Vybrané hodnoty součinitele prostupu tepla u vybraných stropních konstrukcí.

6.4. Výplně otvorů

Všechny předmětné objekty mají vyměněná okna za plastová s tepelně izolačními dvojskly. Hodnota součinitele prostupu tepla by se bez ohledu na rok výměny (není možné určit přesně bez konkrétních technických listů nebo certifikátů) měla pohybovat v intervalu $U_w = 1,2 - 1,5 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. Z pohledu aktuálních požadavků jsou tedy vyhovující.

V případě vstupních dveří je situace podobná. Na všech objektech již byly vyměněny za nové, plastové s izolačními dvojskly. Dveře jsou z pohledu odhadu vlastností komplikovanější. Kvůli častému otevírání a větším rozměrům musí být rám masivnější, zároveň na ně mohou být kladeny požární požadavky atp. Součinitel prostupu tepla tak bude pravděpodobně nabývat většího rozptylu hodnot. Lze očekávat $U_D = 1,5 - 2,3 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. Normový požadavek je uprostřed tohoto intervalu, vzhledem k malé ploše na obálce budovy (dveře jsou obvykle jedny nebo dvoje v celém domě) však mají minimální vliv na celkovou spotřebu tepla na vytápění domu.

6.5. Osvětlení

Zhotovitel nedisponuje daty ohledně využívaných typů osvětlení v jednotlivých objektech. Předpokládá však, že ve společných prostorách panelových domů mohou být nainstalovány energeticky neúčinné zdroje osvětlení. Může se jednat o žárovky 35-60 W starších a levnějších modelů. V takovém případě lze doporučit jejich výměnu za úsporné LED žárovky, které mají při stejné svítivosti spotřebu 4 W.

Například, pokud se vymění žárovka 35 W za svítidlo o příkonu 4 W, investiční náklady na její pořízení budou 140 Kč a při současné ceně elektřiny se bude prostá návratnost pohybovat kolem 900 pracovních hodin. Každá taková žárovka za svoji životnost ušetří 465 kWh elektrické energie.

Pětipatrový panelový dům, který má dvě žárovky v každém patře, ušetří 4 650 kWh za dobu životnosti nové pořízeného osvětlení. Vzhledem k životnosti žárovky, která je zhruba 15 000 h, a délce záruky 24 měsíců, je taková záměna smysluplná.

7. Odpojování odběrných míst

Jak již bylo uvedeno výše, odpojování odběrných míst je velkou hrozbou pro dlouhodobou udržitelnost provozování centrálního zásobování teplem.

Pro účely zjištění dopadu odpojování byla připravena citlivostní analýza, která je Přílohou č. 3 této Studie. Citlivostní analýza je založena na tom, že s odpojením dalších spotřebitelů klesá objem dodávek tepla, s čímž

se sice poji snížení variabilních nákladů (náklady na plyn a elektřinu), ovšem fixní náklady zůstávají stejné. Fixní náklady se skládají z mezd a zákonného pojištění, nákladů na opravy a údržbu, výrobní režie a správní režie. Proto cena tepla z CZT postupně narůstá, což je patrné z Tabulky 42, která vychází z Přílohy č. 3.

Za referenční rok je považován rok 2027, protože ceny komodit jsou v současnosti nestabilní. Stabilizaci předpokládá Zhotovitel ve svých modelech kolem roku 2027, proto volí tento konkrétní referenční rok. Množství spotřeby tepla koncových odběratelů se předpokládá konstantní s tím, že je postupně navyšován podíl výroby decentralními zdroji a úměrně tomu snižován podíl odběru z CZT.

Dodávka tepla stávající	Pokles dod. tepla o	Cena tepla nová	Nárůst ceny tepla o	Nárůst ceny tepla o
GJ	%	Kč/GJ	Kč/GJ	%
22 436	0%	1 047	0,0	0,0%
22 436	5%	1 061	14	1,3%
22 436	10%	1 077	30	2,8%
22 436	15%	1 094	47	4,5%
22 436	20%	1 114	67	6,4%
22 436	25%	1 136	89	8,5%
22 436	30%	1 161	114	10,9%
22 436	35%	1 191	144	13,7%
22 436	40%	1 225	178	17,0%
22 436	45%	1 265	218	20,9%
22 436	50%	1 314	267	25,5%
22 436	55%	1 373	326	31,1%
22 436	60%	1 447	400	38,2%
22 436	65%	1 543	496	47,3%
22 436	70%	1 670	623	59,5%
22 436	75%	1 848	801	76,5%
22 436	80%	2 115	1 067	101,9%
22 436	85%	2 559	1 512	144,4%
22 436	90%	3 449	2 402	229,4%
22 436	95%	6 117	5 070	484,2%
22 436	99%	27 466	26 419	2523,1%

Tabulka 42. Nárůst ceny tepla z CZT vlivem odpojení koncových odběratelů.

V příloze č. 4 pak dochází ke konfrontaci údajů z citlivostní analýzy popsané výše s konkrétními hodnotami dosažitelných cen tepla z decentralních zdrojů pro jednotlivé objekty. Červeně jsou znázorněny ceny tepla z decentralních zdrojů, které mají vyšší hodnotu než cena z CZT při aktuálním množství odpojených odběratelů.

8. Komunitní energetika

Definice komunitní energetiky

Komunitní energetika umožňuje koncovým odběratelům energie podílet se na vlastnictví, výrobě, distribuci a regulaci spotřeby udržitelné energie pocházející z obnovitelných zdrojů. Samotný koncept vznikl především z důvodu zvyšujících se požadavků na snížení emisí při výrobě energie. Pevným cílem Evropské unie je dosáhnout klimatické neutrality do roku 2050. Zapojení do komunitní energetiky, ať už pro obce, občany nebo lokální malé či střední podniky, přináší výhody nejen z ekologického hlediska. Spoluvlastníci zdroje mají jistotu spolehlivé energie nezávislé na světovém dění a zároveň výrazně nižších nákladů za energii. Mezi nejčastější obnovitelné zdroje využívané pro komunitní energetiku jsou větrné, vodní a solární elektrárny nebo kogenerační bioplynové stanice. Mezi další systémy zařazené do konceptu patří: komunitní teplárny a výtopny (využívající OZE), akumulace elektrické a tepelné energie nebo i výstavba dobíjecích a plnicích stanic na palivo vyprodukované v rámci společenství pro nízkoemisní vozidla aktivních spotřebitelů.

Princip komunitní energetiky¹⁷

V praxi to pak vypadá tak, že se obec, skupina občanů a místní podnikatelé dohodnou na vybudování vlastního energetického zdroje pro lokální spotřebu. Spoluvlastníci zdroje jsou zároveň odběrateli vyrobené energie a případně přebytky prodávají buď do běžné sítě nebo ostatním obyvatelům obce a blízkého okolí. Stávají se tzv. aktivními zákazníky/samospotřebiteli, pro které se zažilo označení prosumer (z anglického producer a consumer). Členem energetické komunity se mohou stát také lidé z jiného regionu, kteří mají zájem o rozvoj komunitních OZE a rozhodnou se projekt finančně či jinak podpořit. Energetickým zdrojem mohou být například solární, větrné či malé vodní elektrárny s možností akumulace energie, bioplynové stanice s kogenerační jednotkou pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla, komunitní výtopny využívající OZE, komunitní dobíjecí a plnicí stanice poháněné energií vyprodukovanou v rámci společenství. Může se jednat také o systémy aktivního hospodaření s energií. Energetické komunity/společenství mohou mít jakoukoliv právní formu (nejběžněji družstva nebo spolky), jejich primárním cílem však nesmí být tvorba zisku, ale uspokojování environmentálních, ekonomických a sociálních potřeb svých členů. Český právní řád zatím institut energetických společenství nezná, změnu by však měl přinést nový energetický zákon, který musí transponovat platné směrnice EU. Dominantním příkladem komunitní energetiky u nás jsou města a obce, které však vzhledem k aktuálním předpisům nemohou vyrobenou elektřinu distribuovat přímo svým obyvatelům.

Jak fungují energetická družstva¹⁸

Energetická družstva jsou v zahraničí nejoblíbenější a nejrozšířenější formou energetického společenství. Jejich kolébkou je Skandinávie, úspěšně se rozvíjejí také v Německu, Belgii, Velké Británii nebo USA. Obecně je lze charakterizovat jako autonomní a demokratická sdružení fyzických a právnických osob vytvořená za účelem produkce a distribuce energie. Jejich cílem je zajištění dodávky finančně dostupné udržitelné energie a také zapojení členů komunity do místního rozvoje. Prolínají se tak potřeby ekonomické, environmentální i společenské.

Členem energetického družstva může být obec, její občané a místní podnikatelé, ale také kdokoliv další, kdo má o členství zájem (například investor z jiného regionu, kterému jsou blízké hodnoty komunitní energetiky a má zájem podílet se na rozvoji OZE). Kontrola činnosti probíhá na principu jeden člen, jeden hlas, nezávisle na výši podílu. Zjednodušeně lze energetické družstvo popsat jako spotřebiteli vedenou a kontrolovanou elektrárnu. Členové společně investují podíl potřebný ke koupi, instalaci a provozu OZE. Stanou se spoluvlastníky zdroje i odběrateli vyrobené energie a případně přebytky prodávají buď ostatním obyvatelům obce a blízkého okolí nebo do sítě. Peníze z prodeje jsou jim pak v poměrné části distribuovány zpět a případný další zisk většinou putuje do družstevního fondu, ze kterého jsou financovány komunitní aktivity (péče o veřejný prostor, kulturní akce, osvětová činnost, charitativní projekty, atd.).

¹⁷ Leták MAS Podbeskydí

¹⁸ Leták MAS Podbeskydí

K nejvyužívanějším OZE patří fotovoltaické a větrné elektrárny. Ve venkovských oblastech je velký potenciál ukryt ve spolupráci se zemědělskými podniky, které produkují biomasu a mnohdy samy vyrábějí energii. Vzhledem k finanční nákladnosti OZE by základna družstva měla být co největší, je proto nutné záměr představit co nejširší skupině lidí. Členem družstva se lidé mohou stát prostřednictvím přímého vkladu či zakoupením akcií, na popularitě v posledních letech nabírá také crowdfunding.

K nastartování projektu jsou dále využívány dotace z EU, státní podpora, bankovní úvěry, nebo spoluúčast lokálních institucí (obecní úřad, školy, apod.). Projekt musí být naplánován tak, aby si vydělal na svůj provoz a splátky úvěru. Dále je potřeba zajistit náležitosti spojené s výstavbou a provozem OZE. K nejdůležitějším krokům patří dohoda s distributorem energie, připojení do sítě, zajištění energetického managementu a odborné pracovní síly, případně školení zaměstnanců.

Zatím není zcela jasné, za jakých podmínek u nás bude elektřina moci být distribuována a prodávána. Zákodníci by se mohli inspirovat například v sousedním Rakousku, které už nyní umožňuje výrobu a sdílení energie v bytových domech, a také zajišťuje, že odběratel neplatí za silovou ani distribuční složku vyrobené energie.

V postsocialistických zemích se často setkáváme s odmítavým postojem vůči družstevnímu vlastnictví. Právě díky energetickým družstvům však na začátku 20. století došlo k postupné elektrifikaci evropských venkovských oblastí a elektřina začala být využívána i při práci v zemědělství. Mnohé družstevní elektrárny si už tehdy uvědomovaly, že zásoby uhlí nejsou nevyčerpatelné. Často proto využívaly energii malých vodních toků. Prvorepublikové Československo patřilo k družstevně nejrozvinutějším zemím na světě a ještě v roce 1948 v zemi fungovalo přes 2 000 družstevních elektráren.

Přínosy i bariéry komunitní energetiky¹⁹

Komunitní energetika představuje možnost energetické decentralizace, demokratizace a dekarbonizace. Jednou z jejích hlavních výhod je, že peníze vygenerované v regionu zůstávají v regionu – ať už přímo u členů družstva, kterým se navrací počáteční investice a navíc benefitují z nižších cen energie, v podobě nových pracovních příležitostí, nebo v rámci investic do veřejné infrastruktury.

Rozvoj komunitních projektů OZE má pozitivní dopad na podíl nové instalované kapacity OZE ve vlastnictví státu, přináší obyvatelům investiční příležitosti a posiluje lokální konkurenceschopnost. Komunitně vyrobená energie představuje energetickou soběstačnost a nezávislost. Jsou využívány lokální, nevyčerpatelné a bezemisní zdroje energie. Navíc jsou zabezpečeny dodávky energie i v případě výpadku sítě. Vzhledem k demokratickému řízení komunitních projektů se zvyšuje angažovanost veřejnosti a soudržnost mezi místními. Aktivní zákazníci mají větší kontrolu nad lokální energetikou a přijímají větší zodpovědnost za svou spotřebu. Komunitní energetika může být také řešením a prevencí tzv. energetické chudoby, kterou je zasaženo až 20 % českých domácností.

Energetické komunity však čelí také množství překážek. Tou největší je nízká legislativní, administrativní, finanční i technická podpora ze strany státu. Zákony řady evropských zemí dosud neumožňují vznik energetických komunit, případně nastavují nevhodné podmínky pro jejich fungování a hrají ve prospěch velkých společností. Založení energetického společenství obnáší velkou zodpovědnost, nutnost zavést energetický management a zajistit odbornou pracovní sílu, což je pro řadu v tomto odvětví nezkušených obcí komplikované a často demotivační. Dalším významným problémem je neochota soukromníků investovat do komunitních projektů, které ve většině případů fungují na principu neziskovosti a mají spíše společenský přesah. S tím se pojí také riziko kapitalizace majetku a potlačení členského principu, kdy se družstva s vidinou lepších výnosů vychylují hluboko do tržního sektoru a dochází ke změnám právní formy. S komerčnějšími energetickými družstvy se můžeme běžně setkat například ve Švédsku či Německu.

¹⁹ Leták MAS Podbeskydí

8.1. Postup budování komunitní energetiky

Samotný koncept je nejprve potřeba představit a důkladně vysvětlit potencionálním spoluvlastníkům. V případě Města Nového Strašecí tedy obyvatelům (zejména těm, kteří již np. disponují FVE na střeše, ale také těm, kteří ve Novém Strašeci zvažují výstavbu nebo zásadní rekonstrukci rodinného domu či jiného použitelného objektu) a také lokálním podnikatelům. V České republice existuje pouze pár pilotních projektů, které na takové bázi fungují, a proto je informovanost na toto téma spíše mizivá. Důkladné představení samotných obnovitelných zdrojů a potenciálu úspor je tedy nezbytné.

Samotnou realizaci obnovitelného zdroje energie lze v průběhu podpořit dotačními tituly jako je Modernizační fond, OP ŽP, Efekt nebo Národní plán obnovy (NPO). Stěžejním budoucím programem Modernizačního fondu je tzv. KOMUENERG - program určený na podporu otevřených energetických společenství založených za účelem uspokojení svých energetických potřeb (hlavním účelem není tvorba zisku).

Mezi podporované oblasti patří:

- podpora vzniku komunitních energetických společenství,
- optimalizace konečné spotřeby energie,
- výstavba komunitních elektráren, využívajících nepalivové OZE, s vlastní či pronajatou distribuční sítí vč. možnosti akumulace energie, inteligentních síťových a měřicích prvků, a optimalizace spotřeby energie,
- výstavba komunitních výtopen a tepláren (možná též kombinovaná výroba elektřiny a tepla), využívajících OZE či DZE (druhotné zdroje energie), vč. vybudování či rekonstrukce sítí soustav zásobování teplem (SZT), a optimalizace spotřeby energie,
- výstavba komunitních bioplynových stanic zpra-covávajících ve společenství vyříděné bioodpady, vyprodukované průmyslové bioodpady, kaly z ČOV, či vedlejší zemědělskou produkci,
- systémy využívající skládkové plyny,
- systémy akumulace elektrické a tepelné energie,
- zpracování a distribuce biomasy pro efektivní využití v SZT nebo v domovních kotlích, spojená i s rekonstrukcí (výměnou) zdrojů,
- instalace systému aktivního hospodaření s energií (např. měření a regulace) a
- výstavba komunitních dobíjecích či plnicích stanic na energii/palivo vyprodukované v rámci společenství pro nízkoemisní vozidla aktivních spotřebitelů.²⁰

Uvádí se, že projekt bude čerpat cca 1,5 % z celkové alokační částky pro Modernizační fond v České republice ve výši až 300 miliard Kč, čili půjde až o 4,5 miliardy Kč, přičemž jde o mechanismus Evropské unie financovaný ze systému plateb za emisní povolenky.

Pokud jde o bezprostřední dobré vzory v České republice hodné sledování či následování, jde zejména o tyto obce a místní akční skupiny (MAS):

- Kněžice – starosta Milan Kazda
- Hostětín – starosta Daniel Šenkeřík

Na téma potenciálu komunitní energetiky a souvisejících zkušeností existují už i nějaké použitelné/aplikovatelné přehledové publikace:

1. Obecní obnovitelné zdroje energie – přehled českých projektů, Hnutí Duha, Brno, 2020; a
2. Komunitní energetika – praktický průvodce. Jak získat zpět kontrolu nad energetikou, Friends of the Earth Europe, REScoop.eu, Energy Cities, 2020. *Komentář: jde o univerzální publikaci, která ne nutně reflektuje specifické podmínky České republiky.*

²⁰ Programy podpory – SFŽP ČR (sfzp.cz)

8.2. Komunitní energetika v Novém Strašecí

Komunitní energetiku je v posuzované oblasti možné realizovat několika přístupy, které lze dělit dle zapojení výrobců, tj. producentů určité formy energie, a spotřebitelů, tj. konzumentů určité formy energie, do společenství. Dle zmíněného tak lze vytvořit skupinu komunitní výroby a skupinu komunitní spotřeby.

8.2.1. Strana výroby a spotřeby

Vzhledem k podmínkám pro výrobu větrné energie na území České republiky je tato možnost velmi ojedinělá. Reálnou možností pro většinu českých obcí je zpravidla energie solární, vodní nebo výroba tepla a elektřiny bioplynovou kogenerační jednotkou.

Pokud jde o bioplynovou kogenerační jednotku, jako základní problém vidí Zhotovitel ve vysokých investičních nákladech (dříve byly tyto instalace budovány s velkou dotační podporou investičních nákladů) a zejména problém se zajištěním dostatečného objemu paliva (především ze zemědělského sektoru a lesnictví), a to navíc za předvídatelné a dlouhodobě udržitelné ceny.

Pokud jde o agrofotovoltaiku, tedy kombinaci fotovoltaiky se zemědělskou produkcí, hodnotíme situaci tak, že technologicko-obchodní řešení agrofotovoltaiky v podmínkách České republiky prozatím nevychází byznysově dobře, a velmi pravděpodobně ani v nejbližších letech nebude. Hlavním úskalím je absence legislativního rámce, umožňujícího dvojí využití půdy, tj. umožnění instalace nosných konstrukcí pro FVE na orné půdě s produkcí plodin (rozlišovacím kritériem je obvykle BPEJ). Ve stávající situaci je tak půdu možné využívat výhradně pro pěstování plodin anebo výrobu elektřiny z FVE, nikoliv obojí. To má vliv především na právní obtíže při výstavbě diskutované kombinace a ztrátu dotačních pobídek v zemědělství

Nejsnáze realizovatelnou variantou tak zůstává instalace fotovoltaičských systémů na střechách městských budov, či případná pozemní instalace FVE na poli, která by však vzhledem k stávajícímu územnímu plánu vyžadovala vyjmutí dotčeného pozemku ze zemědělského půdního fondu a změnu definice funkčního využití plochy.

Z hlediska spotřeby vyrobené energie je možné uvažovat s využitím stávajících energetických spotřebičů v budovách obce, avšak optimálními prvky jsou spotřebiče, jejichž použití/výkon/výrobu lze časově řídit v závislosti na výrobě elektřiny z FVE (či jiného zdroje), nikoliv na okamžité potřebě uživatele. Za optimální tak lze považovat veškeré akumulční spotřebiče, především bojler a tepelné zásobníky, jejichž časy nahřívání mohou být optimalizovány pro maximální využití vyprodukované energie.

Strana spotřeby:

- Klimatizace/ventilace – částečně říditelné dle okamžité výroby FVE
- Tepelná čerpadla – částečně říditelné dle okamžité výroby FVE
- Elektrokotle – obtížně říditelné, bez akumulace pracují tzv. „on-demand“
- Bojler na TUV – optimální pro využití energie z FVE
- Varny, trouby, konvektomaty – obtížně říditelné, pracují tzv. „on-demand“
- Elektromotory – záleží na aplikaci

8.2.2. Propojení strany výroby a strany spotřeby, respektive bilancování/sdílení, akumulace a prodej

Základní možnost pro reálné využití v podmínkách Nového Strašecí je sdílení energie prostřednictvím sítě provozovatele distribuční soustavy prostřednictvím jednoho propojovacího bodu, což dosud bohužel není stále legislativně možné. Možnost zřídit a provozovat lokální distribuční soustavu se týká np. větších bytových domů a větších městských areálů, avšak tato varianta bude jistě kapitálově velmi náročná.

Pokud jde o prodej energie (a později i služeb v oblasti flexibility, i jakou součást agregovaného/virtuálního zdroje) existuje několik komerčních možností, nicméně, v případě odprodeje přebytků z výroby z FVE běžným hráčům na trhu jde obvykle nepříliš výhodný model (zpravidla je postaven tak, že pak vyrobenou přebytečnou energii akter prodává za značně nižší cenu, než za kterou si od daného obchodníka nakupuje energii ve chvíli, kdy nevrábí, ale spotřebovává) – jeden z rozumnějších/výhodnějších modelů používá společnost SolidSun, která provozuje systém SYSEL, v rámci kterého se přebytečná energie vykupuje za následující cenu výkupu = cena na burze x koeficient výkupu 0,745 x přetoky do sítě, přičemž cena na burze je cena denního trhu s elektřinou organizovanou OTE, a.s.²¹, nicméně, tento model je dostupný pouze pro klienty SolidSun/SYSEL.

Ovšem toto není primární způsobem fungování pro energetickou komunitu, cílem je výrobu a spotřebu energie zbilancovat, případně ji akumulovat pro pozdější využití.

8.3. Aktuální stav legislativy

8.3.1. Evropská legislativa

Klíčovými dvěma právními předpisy jsou Směrnice Evropského parlamentu a rady (EU) 2018/2001 ze dne 11. prosince 2018 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů (zvaná RED II)²² a Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2019/944 ze dne 5. června 2019 o společných pravidlech pro vnitřní trh s elektřinou a o změně směrnice 2012/27/EU (zvaná IEMD)²³.

V IEMD jsou stanoveny zásadní požadavky pro existenci občanských energetických společností:

1. Členské státy stanoví vhodný regulační rámec pro občanská energetická sdružení, který zajistí, aby: a) účast v občanském energetickém sdružení byla otevřená a dobrovolná; b) členové nebo podílníci mohli z občanského energetického sdružení vystoupit; v takovém případě se použije článek 12; c) členové nebo podílníci občanského energetického sdružení neztratili svá práva a povinnosti zákazníků v domácnostech nebo aktivních zákazníků; d) příslušný provozovatel distribuční soustavy pod podmínkou poskytnutí spravedlivé náhrady dle posouzení regulačním orgánem spolupracoval s občanskými energetickými sdruženími s cílem usnadnit přenosy elektřiny v rámci občanských energetických sdružení; e) se na občanská energetická sdružení vztahovaly nediskriminační, spravedlivé, přiměřené a transparentní postupy a poplatky, včetně registrace a udělování licencí, a transparentní a nediskriminační síťové poplatky, které odrážejí náklady v souladu s čl. 18 nařízení (EU) 2019/943, čímž se zajistí, aby odpovídajícím a vyváženým způsobem přispívala ke sdílení celkových nákladů na systém. 14.6.2019 L 158/151 Úřední věstník Evropské unie CS
2. Členské státy mohou ve vhodném regulačním rámci stanovit, že občanská energetická sdružení: a) jsou otevřena přeshraniční účasti; b) jsou oprávněna vlastnit, zřizovat, nakupovat nebo si pronajímat distribuční síť a autonomně je spravovat za podmínek stanovených v odstavci 4 tohoto článku; c) podléhají výjimkám stanoveným v čl. 38 odst. 2.
3. Členské státy zajistí, aby občanská energetická sdružení: a) měla nediskriminační přístup na všechny trhy s elektřinou, a to buď přímo, nebo prostřednictvím agregace; b) měla nediskriminační a přiměřené zacházení, pokud jde o jejich činnosti, práva a povinnosti v postavení konečných zákazníků, výrobců, dodavatelů, provozovatelů distribučních soustav nebo účastníků trhu vykonávajících služby agregace; c) byla finančně odpovědná za odchylky, které v rámci elektrizační soustavy způsobí. V tomto rozsahu jsou subjekty zúčtování nebo přenesou svou odpovědnost za odchylku v souladu s článkem 4 nařízení (EU) 2019/943; d) měla ohledně samospotřeby energie stejné zacházení jako aktivní zákazníci v souladu s čl. 15 odst. 2 písm. e); e) byla oprávněna zajistit v rámci občanského energetického sdružení sdílení elektřiny, která je vyrobena výrobními bloky

²¹ <https://syselenergie.cz/caste-dotazy.php>

²² <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=EN>

²³ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L0944&from=CS>

vlastněnými daným společenstvím, s výhradou dalších požadavků stanovených v tomto článku a při zachování práv a povinností členů společenství jakožto konečných zákazníků. Pro účely prvního pododstavce písm. e) nejsou v případě, že je elektřina sdílena, dotčeny příslušné síťové poplatky, sazby a odvody, a to v souladu s transparentní analýzou nákladů a přínosů distribuovaných zdrojů energie vypracovanou příslušným vnitrostátním orgánem.

4. Členské státy se mohou rozhodnout, že občanským energetickým společenstvím dělí právo spravovat distribuční síť v oblasti jejich působení, a stanoví příslušné postupy, aniž jsou dotčena ustanovení kapitoly IV nebo další pravidla a předpisy vztahující se na provozovatele distribučních soustav. Pokud je takové právo uděleno, členské státy zajistí, aby: a) občanská energetická společenství měla s příslušným provozovatelem distribuční soustavy nebo provozovatelem přenosové soustavy, k níž je jejich síť připojena, uzavřít dohodu o provozování sítě občanského energetického společenství; b) se na občanská energetická společenství vztahovaly odpovídající síťové poplatky v místech připojení mezi sítí společenství a distribuční sítí mimo občanské energetické společenství a aby se tyto síťové poplatky účtovaly odděleně za elektřinu dodanou do distribuční sítě a za elektřinu odebranou z distribuční sítě mimo občanské energetické společenství v souladu s čl. 59 odst. 7; c) občanská energetická společenství nediskriminovala zákazníky, kteří zůstávají připojeni k distribuční soustavě, ani jim nezpůsobovala újmu.

Další klíčové požadavky pro komunitní energetiku jsou pak obsaženy v Článku 17 IEMD, který definuje povinnost umožnit konečným zákazníkům, včetně těch, kteří nabízejí odezvu strany poptávky prostřednictvím agregace, aby se společně s výrobcí elektřiny bez diskriminace účastnili všech trhů s elektřinou – de facto jde o to, aby se výrobny v rámci komunitní energetiky mohly slučovat do větších celků a v agregované podobě mohly prodávat energii jako tzv. virtuální elektrárny a mohly také takto společně poskytovat i služby flexibility (včetně tzv. služeb výkonové rovnováhy pro provozovatele distribučních soustav nebo provozovatele přenosové soustavy).

8.3.2. Legislativa v České republice

Stav přípravy změn v Energetickém zákoně (EZ) potřebných pro rozvoj komunitní energetiky v ČR

V současné chvíli, čili v prosinci 2022, je stav takový, že nejprve byl do vnitroresortního připomínkového řízení vložen vládní návrh novely EZ, který se – pod tíhou aktuálních okolností – zaměřil na zdanění mimořádných zisků (tzv. Windfall Tax) a zavedení cenových stropů. Tento návrh byl 18. 11. 2022 Parlamentní sněmovnou schválen a bude postoupen ke schválení Senátu a poté prezidentovi.

Energetický zákon prošel od roku 2001 více než 30 novelami. Podstatné z pohledu postupných změn energetického trhu byly tři rozsáhlé novely, které postupně implementovaly první, druhý a třetí energetický balíček Unie do českého práva. Jednalo se o novely č. 670/2004 Sb., 158/2009 Sb. a 211/2011 Sb. Základ právní úpravy třetího energetického balíčku Unie, který je pro obsah energetického zákona stále rozhodující, tvořila směrnice 2009/72/ES o společných pravidlech pro vnitřní trh s elektřinou a směrnice 2009/73/ES o společných pravidlech pro vnitřní trh se zemním plynem. Z přímo aplikovatelných předpisů Unie to bylo nařízení 714/2009 o podmínkách přístupu do sítí pro přeshraniční obchod s elektřinou a nařízení 715/2009 o podmínkách přístupu k plynárenským přepravním soustavám. **Zmíněné evropské předpisy třetího energetického balíčku byly v elektroenergetice nahrazeny v roce 2019 sadou předpisů s názvem Čistá energie pro všechny Evropany nebo též Zimní balíček.**

Důvody pro zpracování nové evropské úpravy v oblasti lze spatřovat především v novém vnímání energetického trhu, jehož nastavení ovlivňují klimatické cíle Evropské unie. Důraz je kladen na rozvoj decentralizované výroby energie z obnovitelných zdrojů energie, účinnost všech částí energetické soustavy a environmentální aspekty výroby elektřiny ve stávajících elektrárnách na fosilní zdroje. Z právních předpisů tvořících Zimní balíček je pro vlastní elektroenergetiku rozhodující směrnice 2019/944 o společných pravidlech pro vnitřní trh s elektřinou a nařízení 2019/943 o vnitřním trhu s elektřinou. Transpozice směrnice

2019/944 je realizována postupně novelami energetického zákona v průběhu roku 2022 a má být završena rozsáhlejší novelou energetického zákona na konci roku 2022.²⁴

Nezbývá než čekat na další novelu a jak bylo uvedeno k důvodové zprávě aktuální novely EZ, předpoklad legislativců je takový, že by do konce tohoto roku měla proběhnout ještě jedna novelizace, která se zaměří na plánované změny v oblasti komunitní energetiky. Formálně-právní stav návrhu této novelizace EZ je takový, že jde **návrh změny EZ a zároveň zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií. Jeho předkladatelem je Ministerstvo průmyslu a obchodu a je v připomínkovém řízení až do 5.12.2022²⁵.** Dle vyjádření Unie komunitní energetiky je zdařilý, nicméně, jeho projednání bylo neustále odsouváno.

Tento fakt můžeme případně přičíst i velmi pravděpodobnému lobbingu proti němu, respektive proti jeho některým ustanovením, ze strany velkých energetických hráčů. Návrh má totiž jeden podstatný háček. Obchodníci s elektřinou do návrhu prosadili ustanovení, které může lidem členství v energetických společenstvích významně prodrazdit. "Konkrétně se jedná o právo obchodníka s elektřinou jednostranně změnit podmínky smlouvy o dodávce elektřiny každému, kdo se zapojí do sdílení elektřiny. To v praxi může znamenat, že obchodník s elektřinou zvýší cenu za dodávanou elektřinu až do takové míry, aby nepřišel o žádný zisk. I když by tedy lidé od obchodníka díky členství v energetickém společenství odebírali méně elektřiny, mohli by za ni zaplatit podobnou cenu jako před sdílením. Vůči členům energetických společenství je to diskriminační, což odporuje evropskému právu" vysvětluje právnička UKEN Eliška Beranová²⁶. Po 5.12.2022 se ukáže, jak budou připomínky různých stakeholderů k návrhu změny těchto 2 zákonů vypořádány. Nicméně, návrh zavádí jasné podmínky pro úspěšnou implementaci komunitní energetiky: členům energetického společenství přiznává právo na instalaci průběhového elektroměru, který je zásadní pro rozlišení, kdy elektřinu lidem dodává komunita a kdy centrální dodavatel. Pozitivní také je, že společenství pro obnovitelné zdroje mohou dle návrhu využívat výroby své, svých členů, ale i externí (např. pronajaté)²⁷.

Sdílení elektřiny v bytových domech

V této sekci je uvedena tisková zpráva z webových stránek Ministerstva průmyslu a obchodu, popisující náplň právní úpravy:

Rada Energetického regulačního úřadu (ERÚ) schválila novelu vyhlášky o Pravidlech trhu s elektřinou, která umožní sdílení společně vyrobené elektřiny v bytových domech. Vyhláška pomůže překonat problémy, kterým bytové domy při instalaci decentralních zdrojů čelily v porovnání s rodinnými domy.

Pokud se lidé v bytovém domě rozhodovali pro instalaci společného zdroje pro výrobu elektřiny, měli dosud jen omezené možnosti. Energetický zákon ani jiný právní předpis totiž neumožňoval sdílení společně vyrobené elektřiny mezi jednotlivé domácnosti.

V některých bytových domech sice problém obcházeli např. slučováním odběrných míst do jediného odběrného místa, ale před takovým postupem ERÚ několikrát varoval. Zákon totiž odběratele ztotožňuje s odběrným místem, a to samé platí i pro ochranu spotřebitele. Pokud spotřebitel nemá samostatné odběrné místo, pro systém neexistuje. Nemůže si mj. vybrat ani vlastního dodavatele energií, protože po sloučení má dům jediné odběrné místo a může mít pouze jednoho dodavatele.

²⁴ Důvodová zpráva k novele Energetického zákona schválené Poslaneckou sněmovnou Parlamentu České republiky 18.11.2022

²⁵ [Materiál - Portál Aplikace ODok](#)

²⁶ [Novela umožní lidem sdílet elektřinu, pokud tomu obchodníci nezabrání \(uken.cz\)](#)

²⁷ <https://www.uken.cz/blog/novela-energetickeho-zakona-komunitni-energetika>

„Tyto komplikace byly důvodem, proč decentrální zdroje v podmínkách bytových domů dosud fungovaly jen zřídka – na rozdíl od rodinných domů, kde vidíme rozvoj domácích elektráren nejen v posledním roce. Novelizovaná vyhláška o Pravidlech trhu s elektřinou je naším legislativním příspěvkem ke komunitní energetice. Nově otevírá možnosti k většímu využití fotovoltaiky i pro stavební bytová družstva či společenství vlastníků bytových jednotek,“ říká Stanislav Trávníček, předseda Rady ERÚ.

Vyhláška umožňuje sdílení elektřiny prostřednictvím zavedení vůdčího odběrného místa, které bude v bytovém domě jediné a připojen k němu bude společný zdroj. Přes toto odběrné místo budou realizovány, resp. prodávány, také přebytky v domě nespotřebované elektřiny (přetoky) z domu do sítě. Vedle vůdčího odběrného místa ale budou stále fungovat i přidružená odběrná místa, která zůstanou jednotlivým bytům. Ty si tedy budou moci nadále vybírat vlastního dodavatele a také ochrana spotřebitele u nich zůstane nedotčena.

Zvolený přístup zároveň umožní vybudovat společný zdroj i tam, kde by s jeho instalací nesouhlasili někteří vlastníci bytů či podílníci družstva. Projektu se totiž mohou účastnit jen ti, kteří o to projeví zájem. Ostatních obyvatel domu se změna nijak nedotkne. Podmínkou bude pouze schválení instalace zdroje domem jako celkem. O potřebné hlasovací kvótě budou rozhodovat pouze stanovy družstva nebo SVJ, nikoliv vyhláška.

Pokud si lidé v bytovém domě instalaci společného zdroje schválí, zvolí si účastníci projektu tzv. alokační klíč. Podle toho se bude rozdělovat společně vyrobená elektřina mezi jednotlivé domácnosti. Bude také potřeba instalovat nové elektroměry vyššího typu měření (typ B). Jejich instalace je běžně zpoplatněna, ERÚ se však dohodl s distributory, že v těchto případech budou nová měřidla instalována zdarma.

„Novelizovaná vyhláška se bude doplňovat také s novelou energetického zákona, tzv. lex OZE I, která již prochází legislativním procesem. Mezi připravovanými změnami je totiž i navýšení limitu pro instalaci vlastního zdroje bez nutnosti opatřit si licenci do 50 kilowatt. Zvýšený limit nejvíce využijí právě větší plochy střech bytových domů,“ upřesňuje Martina Krčová, členka Rady ERÚ.

Vyhláška o Pravidlech trhu s elektřinou, kterou dnes schválila Rada ERÚ, bude ve sbírce zákonů zveřejněna v nejbližší době, ještě do konce tohoto roku. Účinnosti nový předpis nabyde od 1. ledna 2023.²⁸

Problematika vlastnických vztahů v kontextu komunitní energetiky

V kontextu legislativy je ještě na místě i zvážit formálně-právní uspořádání vlastnických vztahů, respektive i vztahů ke třetím stranám, zejména ERÚ, pokud jde o vhodnou organizační formu pro provozování komunitní energetiky – jednou z možností je obecní/městská energetická společnost. Městys se rozhodne vybudovat například fotovoltaické elektrárny (FVE) a jejich panely umístí na střechy budov, které vlastní nebo spravuje. Může je vystavět i na objektech nebo i pozemcích, které nejsou v jeho vlastnictví, v takovém případě je však nutné užívání střech a pozemků s jejich vlastníky smluvně zajistit. Městys se tak stane vlastníkem všech instalovaných FVE, s čímž se kromě úspor nákladů za elektřinu pojí také množství administrativní práce, zejména ve vztahu k povinnostem spojeným s držením licence na výrobu elektřiny. Municipality může taková administrativní zátěž odradit od samotného záměru fotovoltaickou elektrárnu vybudovat, a proto se zde nabízí řešení převést provoz a správu FVE (případně i její vlastnictví) na samostatný subjekt – městskou energetickou společnost.

Městská energetická společnost bude jako provozovatel fotovoltaických elektráren i držitelem licence na výrobu elektřiny. Může mít různé právní formy, nejčastěji se bude jednat o příspěvkové organizace, o společnosti s ručením omezeným nebo o akciové společnosti. Ve všech případech si nad nimi městys zachovává větší či menší míru kontroly, nicméně důležité je pro něj to, že o otázkách spojených s provozem

²⁸ Zdroj: <https://www.eru.cz/fotovoltaika-na-bytovych-domech-dostane-od-ledna-zelenou>

a správou FVE nadále rozhoduje společnost sama. Pokud městys městskou energetickou společností nezřídí, bude muset muselo by o každé záležitosti hlasovat a rozhodovat zastupitelstvo městyse. Provoz a správa FVE by tak nemusel být efektivní a energetika městyse by byla zcela závislá na politické vůli.

Založení městské energetické společnosti ale přináší municipalitám další možnosti, jak rozvíjet komunální energetiku a zároveň snížit svou administrativní zátěž. Společnost může vyhledávat nové lokality pro další rozvoj obnovitelných zdrojů energie v obci, samostatně žádat o úvěr či o dotaci na tento rozvoj a také samostatně právně jednat, typicky při uzavírání smluv. Takovým způsobem může i zajišťovat společný nákup elektřiny pro všechny objekty pod správou obce a celkově tak koordinovat městskou energetiku.²⁹

9. Posouzení scénářů rozvoje

Dle zadání Zadavatele posuzuje Zhotovitel 5 variantních scénářů rozvoje tepelného hospodářství v Novém Strašeci.

Před dílčím zhodnocením jednotlivých scénářů je nutné pracovat s hlavním zjištěním této studie, a to, že budování decentralních výtopen s technologií kondenzačních kotlů dává i při použití konzervativních předpokladů ekonomický smysl, a v případě některých objektů dokonce výrazný.

V neprospěch decentralizace může hrát zejména neschopnost členů jednotlivých SVJ domluvit se na investicích často překračujících milion Kč, avšak vzhledem k růstu ceny energií je pravděpodobné, že budou i skeptičtí jedinci na úsporná opatření více slyšet.

Ekonomická rovina nemusí být jedinou perspektivou, kterou lze na tuto dichotomii CZT/decentrální výtopny nahlížet. Avšak Zhotovitel předpokládá, že právě představa nižších nákladů na teplo začne postupně více a více převažovat nad „pohodlím“ tepla coby služby.

Právě poslední zmíněný fakt může být vhodnou cestou pro budoucí podobu tepelného hospodářství v Novém Strašeci. I decentrální výtopny mohou být provozovány Technickými službami Nové Strašecí, které využijí svých stávajících kompetencí v provozování tepelných zdrojů a budou tuto službu poskytovat koncovým odběratelům v rámci decentralních výtopen „na klíč“.

9.1. Scénář 1: Úplné odpojení některých odběratelů

Výchozí stav

Tepelnému hospodářství se sníží objem dodávek – dojde k úplnému odpojení některých odběratelů.

Akce

Město nepodnikne žádné činnosti pro aktivnější rozvoj tepelného hospodářství ve městě a pasivně přijme možnost odpojení některých bytových domů od zásobování teplem.

Komentář Zhotovitele

²⁹ <https://www.uken.cz/blog/mestska-energeticka-spolecnost-pomuze-rozvoji-komunitni-energetiky-v-obci-jak-s-ni-zacit>

Zhotovitel Zadavateli nedoporučuje pasivní, v tomto scénáři popsany přístup. Z analýzy Zhotovitele vychází, že CZT nedokáže již v současné době nabídnout pro většinu sledovaných objektů ekonomicky kompetitivní ceny tepla (nebereme zde však v potaz jiné výhody CZT neekonomického charakteru, jako je stabilita dodávek, servis atp.). Vzhledem k existujícím kompetencím Technických služeb Nové Strašecí je možné je využít v rámci scénáře 4 – provozování decentralních vytopen.

9.2. Scénář 2: Částečné odpojení některých odběratelů

Výchozí stav

Tepelnému hospodářství se částečně sníží objem dodávek – částečné odpojení některých odběratelů.

Akce

Město přijme aktivněji přicházející změny, pomůže s odpojením některých bytových domů a nabídne jim možnost dílčího zásobování teplem v měsících, kdy budou mít nově instalované zdroje energie nižší výkon (během zimy).

Předpoklady

Předpokládá se návrh poddimenzovaných decentralizovaných zdrojů tepla, které by byly schopny pokrývat potřebu tepla pro vytápění a výrobu TUV větší část roku. Špičkové potřeby tepla by byly uspokojeny centrálním zdrojem na místě stávající kotelny Topinkova.

Referenčním objektem je uvažována budova typu B. Navrhovaný zdroj tepla - TČ je obecně nastaven na plnohodnotnou dodávku tepla pokud je venkovní teplota nad bivalentním bodem (tj. cca -10 °C). Při náhledu do historických meteorologických dat z roku 2020 a 2021 v dané oblasti tak nízká teplota byla dosažena v sedmi dnech za tyto poslední dva roky. Nejedná se ani o střední venkovní teploty, ze kterých je vypočítána spotřeba tepla. Předpokládáme proto zvýšení teploty najetí centrálního špičkového zdroje (resp. bivalentního zdroje) na -5 °C. Při této podmínce by CZT dodalo do budovy typu B přibližně 1,5 MWh za rok 2021, což je 0,65 % celkové roční spotřeby. Množství tepla se vypočítalo na základě středních venkovních teplot. Předpokládá se vyrovnaní hodinových výkyvů akumulací tepla budovou.

Ekonomická analýza

Pro ekonomické rozhodování budou porovnány ceny 1 MWh z CZT a z bivalentního zdroje (elektrického kotle). Cena tepla z bivalentního zdroje je dána cenou energie, která bude spotřebována během výroby tepla a odpisem z investičních nákladů. Cena z CZT je dána spotřebou plynu a provozními náklady (bez uvažování ceny nákupu tepla z KGJ).

Se snížením množství dodávaného tepla narůstá cena 1 MWh, což je patrné z citlivostní analýzy. Při skutečném odběru **0,65 %** stávajícího odběru s aktuálními provozními náklady 1 MWh tepla bude stát přes **46 tis. Kč**. I kdyby zdroj na Topinkově dodával **30 %** svého stávajícího odběru tak cena za 1 MWh je **4 243 Kč**.

Komentář Zhotovitele

Pro pokrytí špiček vytápění tepelným čerpadlem je jednoznačně vhodné volit bivalentní zdroj, který má nízké investiční náklady a téměř zanedbatelné provozní náklady. Cena tepla potom bude záviset pouze na ceně elektřiny.

Částečný provoz kotlen by z dlouhodobého hlediska nedával smysl z důvodu nevyhnutelné výměny rozvodů. I přes snížení dodávek tepla nemá změna provozu na investiční náklady do rozvodů žádný vliv. Na základě výše uvedeného porovnání se daný scénář k realizaci nedoporučuje.

9.3. Scénář 3: Nové zdroje v lokalitách

Výchozí stav

Město se aktivněji zapojí do transformace tepelného hospodářství – počítá se ovšem s odpojením některých bytových domů a bude naplánována instalace nových zdrojů ve vybraných lokalitách.

Akce

Město se aktivněji zapojí do změny zdrojů tepelné energie tím, že naplánuje instalaci vhodných nových zdrojů ve vybraných lokalitách s maximálním využitím obnovitelných zdrojů energie (OZE) a přijme odpojení některých bytových domů.

Předpoklady

Představení vhodných decentralizovaných variant pro bytové domy, které se chtějí odpojit.

Komunikace mezi městem a jednotlivými SVJ.

Informovanost občanů s danou problematikou (vhodnost/nevhodnost některých typů decentralizovaných zdrojů, realistická výše investic, náročnost provozu vlastních zdrojů atp.).

Po odpojení některých bytových domů lze stávající kotelny zrekonstruovat a výkonově navrhnout na novou podobu tepelného hospodářství (nižší výkony, nové kotle, vyšší účinnost – nižší provozní náklady pro obyvatele, co zůstali připojeni).

Komentář Zhotovitele

Opět platí, že již stávající ceny tepla z CZT nejsou bohužel vůči decentralním výtopnám kompetitivní. S narůstajícím počtem odpojených se bude toto manko jen a jen zvětšovat. Tento scénář ve výsledku povede ke stejnému výsledku, jako scénáře č. 1 a č. 2, tj. že se od jistého okamžiku stane provozování CZT neudržitelným.

Aktivní zapojení města do odpojování a plánování OZE je altruistickým, avšak z pohledu Zhotovitele nepříliš relevantním postupem. Respektive bude nutné benefity tohoto scénáře z pohledu zadavatele dále diskutovat.

9.4. Scénář 4: Nové zdroje v lokalitách zainvestované městem

Výchozí stav: Město nabídne odběratelům (bytovým domům), kteří mají zájem se odpojit, že za ně připraví a zainvestuje změnu na novou podobu zdrojů energie s maximálním využitím obnovitelných zdrojů.

Akce: Město bude aktivní při přípravě a realizaci nových zdrojů energie s maximálním využitím obnovitelných zdrojů s tím, že toto zajistí ve své režii i pro bytové domy, které mají v současné době zájem se odpojit od dodávek tepla a bude jim dodávat tepelnou energii v nové podobě. Rozsah nových zdrojů bude navržen po podrobných propočtech a výhodnosti takové změny.

Komentář Zhotovitele

Tento scénář vnímá Zhotovitel nejrealističtější, neboť vlastně znamená řízenou decentralizaci teplárenství ve městě, kdy prospekt pokrytí investice jiným subjektem z pohledu SVJ může uhasit touhy po rapidním odpojování jednotlivých odběratelů tepla z CZT.

Toto řešení skýtá také byznysový potenciál pro Technické služby Nové Strašecí. Navrhovaná řešení ve většině případů unesou další provozní náklady (v současné chvíli stanoveny na 20 000 Kč/rok za kompletní servis kotleny, avšak ani navýšení této částky o desítky procent ve většině případů neučiní decentralní řešení méně výhodným, než teplo z CZT). Čili existuje zde prostor pro to, aby Technické služby Nové Strašecí nadále poskytovaly služby dodávek tepla, pouze v decentralizovaném režimu.

I v rámci tohoto scénáře platí, že koncoví odběratelé, kteří zůstanou na dodávkách, budou s nárustem odpojených koncových odběratelů čelit zvyšujícím se cenám tepla. Zhotovitel však toto vnímá jako nevyhnutelný důsledek jakékoli formy decentralizace. Tento neduh by teoreticky mohlo být možné kompenzovat nějakým solidárním „příspěvkem“ dříve odpojených odběratelů, který by provozovatel decentralních zdrojů, tedy TSNS, v rozumné míře promítnul do cen tepla odpojených zákazníků. Realističnost této úvahy je však třeba detailněji prozkoumat.

9.5. Scénář 5: Energetické společenství

Výchozí stav: Město naplánuje zřízení energetického společenství (energetické komunity) pro odběratele, kteří budou mít zájem o vstup do takového společenství a naplánuje přeměnu tepelného hospodářství v novou podobu organizace

Akce: Město bude aktivní při přípravě a realizaci nové podoby fungování tepelného hospodářství, kdy budou realizovány nové zdroje energie s maximálním využitím obnovitelných zdrojů s tím, že toto zajistí ve své režii pro všechny současné odběratele, kteří budou mít zájem vstoupit do energetického společenství. Je to obdoba předchozí podoby, ovšem při jiném institucionálním fungování.

Komentář Zhotovitele

Problematika komunitní energetiky byla detailně diskutována v rámci kapitoly 8. Kromě vyhlášky ERÚ, která umožní sdílet elektřinu z FVE v bytových domech dosud není jasné, jakou podobu bude legislativa umožňující sofistikovanější formáty sdílení energie mít, proto Zhotovitel není schopen v současné chvíli poskytnout Zadavateli konkrétní model fungování komunitní energetiky v Novém Strašeci.

10. Závěrečná doporučení

Doporučení v případě decentralizace

Jak již bylo zmíněno v předchozí sekci, z výpočtů Zhotovitele založených na konzervativních předpokladech vyplývá, že ceny tepla z CZT jsou ve srovnání s teplem z decentralních zdrojů (konkrétně technologie kondenzačních kotlů) nekompetitivní u drtivě většiny zkoumaných objektů.

Jako hlavní důvod tohoto zvratu vidí Zhotovitel ve výrazném vzestupu palivových nákladů, díky nimž se investiční složka do decentralního zdroje tepla, která dříve činila decentralní vytápění spíše nevýhodným,

hraje v celkovém ekonomickém vyjádření projektu nyní menší roli. Eliminace ztrát v rozvodné síti a další případné režijní náklady, které s sebou nese CZT, jsou však nyní cítit výrazněji.

Nejvhodnějším způsobem, jak tomuto faktu čelit, je připravit strategii řízení decentralizace v intencích Scénáře č. 4, který by měl poskytnout Zadavateli možnost krotit požadavky koncových odběratelů na rychlé odpojení, plán decentralizace rozvrhnout s ohledem na různý technický stav centrálních rozvodů tepla a implementovat strategie kompenzace koncových odběratelů, jejichž odpojení od CZT by bylo naplánováno až na závěrečnou fázi.

Prioritizace opatření ve stávajících kotelnách CZT

Zhotovitel silně doporučuje instalaci průběhových měřidel na tepelné zdroje. Znalost účinnosti zdrojů je klíčová pro přesné určení ztrát v rozvodech, což umožní provozovateli mj. rychlou reakci na případné technické potíže, nadstandardní úniky tepla atp.).

Kotelna Žižkovo náměstí vyžaduje zdrojovou obměnu v krátkém horizontu, vzhledem k nedostupnosti náhradních dílů pro stávající zdroje. Při výměně zdrojů v kotelně Žižkovo náměstí je třeba dále brát v potaz, že jeden z připojených objektů již požádal o odpojení a bude nutné (v případě zájmu ostatních objektů setrvat u CZT) dle navrhnout novou podobu tepelných zdrojů (zřejmě s menším výkonem kotlů).

V případě kotelny Husova je velmi pravděpodobná nízká účinnost zdrojů (zřejmě 73 %), z čehož plyne výrazná neekonomičnost jejich provozu.

Doporučení v případě fotovoltaických výroben

Instalaci FVE na zkoumané objekty lze z hlediska využití jejich potenciálu jednoznačně doporučit. Otázkou však zůstává technická připravenost jednotlivých střech. Jejich schopnost navržené instalované výkony pojmout může věrohodně pouze statik v rámci statického posouzení, jehož zpracování pro každý z objektů Zhotovitel důrazně doporučuje.

Zhotovitel upozorňuje, že ekonomické modelování provozu FVE probíhalo při zauvažování dotační podpory ve výši 35 %. Absence dotační podpory nemusí být vyložene diskvalifikační pro některé projekty, bude však třeba v takovém případě ekonomiku výroby přepočítat a případně snížit instalovaný výkon.

Doporučení v případě tepelných čerpadel

I v rámci této studie se potvrdila přijímaná konvence, že TČ dává smysl instalovat pouze v případě nízkoteplotního vytápění (max. 55 °C). Sledované objekty mají nevhodné typy otopných soustav, což se projeví na výsledné neekonomičnosti navržených řešení Zhotovitele.

Na rozdíl od fotovoltaických výroben v případě tepelných čerpadel nehraje zauvažování dotační podpory (35 %) do ekonomických modelů zásadní roli. Pouze v jednom ze zkoumaných případů překlopila dotační podpora ekonomiku instalace projektu TČ do zelených čísel (v porovnání s CZT), a ni v té chvíli nebyla tato varianta výhodnější než varianta nedotovaného kondenzačního kotle.

Přílohy

Příloha č. 1. Spotřeby tepla a ztráty v rozvodech

Příloha č. 2. Model cen tepla z CZT pro roky 2023 až 2043

Příloha č. 3. Citlivostní analýza odpojování koncových odběratelů od CZZ

Příloha č. 4. Dopad růstu ceny tepla na výhodnost decentrálních řešení pro sledované objekty

Grafy

Graf 3: Závislost konečné ceny tepla na odběru z CZT - výtopna na ZP (data relevantní k roku 2015)

Graf 4: Grafické srovnání instalací s různou orientací fotovoltaických panelů

Tabulky

Tabulka 7: Přehled stávajících zdrojů v kotelně Topinkova

Tabulka 8: Přehled stávajících zdrojů v kotelně Žižkovo náměstí

Tabulka 9: Přehled stávajících zdrojů v kotelně Husova

Tabulka 10: Přehled stávajících zdrojů v kotelně Ke Stadionu

Tabulka 5. Spotřeba ZP v kotelně **Ke Stadionu** v roce 2019

Tabulka 6. Spotřeba ZP v kotelně **Topinkova** v roce 2019

Tabulka 7. Spotřeba ZP v kotelně **Žižkovo náměstí** v roce 2019

Tabulka 8. Spotřeba ZP v kotelně **Husova** v roce 2019

Tabulka 9. Spotřeba ZP celkem v roce 2019

Tabulka 10. Výroba tepla - **Ke Stadionu** v roce 2019

Tabulka 11. Výroba tepla - **Topinkova** v roce 2019

Tabulka 12. Výroba tepla - **Žižkovo náměstí** v roce 2019

Tabulka 13. Výroba tepla - **Husova** v roce 2019

Tabulka 14. Výroba tepla - celkem v roce 2019

Tabulka 15: Vzdálenosti lokalit od plynové infrastruktury.

Tabulka 16: Uvažované dílčí náklady plynofikace.

Tabulka 17: Náklady na plynofikaci jednotlivých typů objektů.

Tabulka 18: Ekonomické vyhodnocení možných decentrálních tepelných zdrojů pro objekt Typu A, scénáře před zateplením

Tabulka 19: Ekonomické vyhodnocení možných decentrálních tepelných zdrojů pro objekt Typu A, scénáře po zateplení

Tabulka 20: Ekonomické vyhodnocení možných decentrálních tepelných zdrojů pro objekt Typu B

Tabulka 21: Ekonomické vyhodnocení možných decentrálních tepelných zdrojů pro objekt Typu C

Tabulka 22: Ekonomické vyhodnocení možných decentrálních tepelných zdrojů pro objekt Typu D

Tabulka 23: Ekonomické vyhodnocení možných decentrálních tepelných zdrojů pro objekt Typu E

Tabulka 24: Ekonomické vyhodnocení možných decentrálních tepelných zdrojů pro objekt Typu F, scénář před zateplením

Tabulka 25: Ekonomické vyhodnocení možných decentrálních tepelných zdrojů pro objekt Typu F, scénář po zateplení

Tabulka 26: Ekonomické vyhodnocení možných decentrálních tepelných zdrojů pro objekt Typu G

Tabulka 27: Ekonomické vyhodnocení možných decentrálních tepelných zdrojů pro objekt Typu H

Tabulka 28: Ekonomické vyhodnocení fotovoltaické výroby pro objekt Typu A

Tabulka 29: Ekonomické vyhodnocení fotovoltaické výroby pro objekt Typu B

Tabulka 30: Ekonomické vyhodnocení fotovoltaické výroby pro objekt Typu C

Tabulka 31: Ekonomické vyhodnocení fotovoltaické výroby pro objekt Typu D

Tabulka 32: Ekonomické vyhodnocení fotovoltaické výroby pro objekt Typu E

Tabulka 33: Ekonomické vyhodnocení fotovoltaické výroby pro objekt Typu G

Tabulka 34: Ekonomické vyhodnocení fotovoltaické výroby pro objekt Typu H

Tabulka 35: Přehled ekonomického hodnocení jednotlivých návrhů kondenzačních kotlů pro sledované objekty.

Tabulka 36: Přehled ekonomického hodnocení jednotlivých návrhů tepelných čerpadel pro sledované objekty.

Tabulka 37: Přehled ekonomického hodnocení jednotlivých návrhů fotovoltaických výroben pro sledované objekty.

Tabulka 38: Požadavky na součinitele prostupu tepla dle normy ČSN 73 0540-2 (2011)

Tabulka 39: Vybrané hodnoty součinitele prostupu tepla u vybraných obvodových konstrukcí.

Tabulka 40. Vybrané hodnoty součinitele prostupu tepla u vybraných střešních konstrukcí.

Tabulka 41. Vybrané hodnoty součinitele prostupu tepla u vybraných stropních konstrukcí.

Tabulka 42. Nárůst ceny tepla z CZT vlivem odpojování koncových odběratelů.

Obrázky

Obr. 39: Mapa lokality vytápěné z kotelny Topinkova

Obr. 40: Fotografie interiéru kotelny Topinkova, pohled na kotle ČKD Dukla a YGNIS.

Obr. 41: Satelitní snímek kotelny Žižkovo náměstí

Obr. 42: Fotografie interiéru kotelny Žižkovo náměstí

Obr. 43: Satelitní snímek kotelny Husova

Obr. 44: Fotografie interiéru kotelny Husova

Obr. 45: Satelitní snímek kotelny Ke Stadionu

Obr. 46: Fotografie interiéru kotelny Ke Stadionu

Obr. 47: Vliv zastínění na výrobu panelů při využití optimizérů

Obr. 48: Fotografie objektu typu A

Obr. 49: Fotografie objektů typu B

Obr. 50: Fotografie objektu typu C

Obr. 51: Fotografie objektu typu D

Obr. 52: Fotografie objektu typu E

Obr. 53: Fotografie objektu typu F

Obr. 54: Fotografie objektu typu G

Obr. 55: Fotografie objektu typu H

Obr. 56: Navrhovaná fotovoltaická výrobná s jižní orientací pro typ A

Obr. 57: Navrhovaná fotovoltaická výrobná s jižní orientací pro typ B, kategorie č.1

Obr. 58: Navrhovaná fotovoltaická výrobná s jižní orientací pro typ B, kategorie č.2

Obr. 59: Navrhovaná fotovoltaická výrobná s východo-západní orientací pro typ B, kategorie č.2

Obr. 60: Navrhovaná fotovoltaická výrobná s jižní orientací pro typ B, kategorie č.3

- Obr. 61:** Navrhovaná fotovoltaická výrobná s východo-západní orientací pro typ B, kategorie č.3
- Obr. 62:** Navrhovaná fotovoltaická výrobná s jižní orientací pro typ C
- Obr. 63:** Navrhovaná fotovoltaická výrobná s východo-západní orientací pro typ C
- Obr. 64:** Navrhovaná fotovoltaická výrobná s jižní orientací pro typ D, kategorie č.1
- Obr. 65:** Navrhovaná fotovoltaická výrobná s východo-západní orientací pro typ D, kategorie č.1
- Obr. 66:** Navrhovaná fotovoltaická výrobná s jižní orientací pro typ D, kategorie č.2
- Obr. 67:** Navrhovaná fotovoltaická výrobná s východo-západní orientací pro typ D, kategorie č.2
- Obr. 68:** Navrhovaná fotovoltaická výrobná s jižní orientací pro typ D, kategorie č.3
- Obr. 69:** Navrhovaná fotovoltaická výrobná s východo-západní orientací pro typ D, kategorie č.3
- Obr. 70:** Navrhovaná fotovoltaická výrobná s jižní orientací pro typ E
- Obr. 71:** Navrhovaná fotovoltaická výrobná s východo-západní orientací pro typ E
- Obr. 72:** Navrhovaná fotovoltaická výrobná s jižní orientací pro typ G, kategorie č.1
- Obr. 73:** Navrhovaná fotovoltaická výrobná s východo-západní orientací pro typ G, kategorie č.1
- Obr. 74:** Navrhovaná fotovoltaická výrobná s jižní orientací pro typ G, kategorie č.2
- Obr. 75:** Navrhovaná fotovoltaická výrobná s východo-západní orientací pro typ G, kategorie č.2
- Obr. 76:** Navrhovaná fotovoltaická výrobná s jižní orientací pro typ H