

## TECHNICKO – EKONOMICKÁ STUDIE

Posouzení možnosti instalace KGJ v objektu zimního stadionu v Opavě



ZPRACOVATELÉ:	
Tým pracovníků VŠB-TUO, VEC pod vedením	doc. Dr. Ing. Tadeáš Ochodek
Energetický specialista	Ing. Michal Žlebek
Číslo oprávnění	1150
Vypracoval	Bc. Samuel Kaminský
Razítko	
Datum vypracování	28.01.2022

---

**OBSAH**

<b>1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE .....</b>	<b>4</b>
1.1. Identifikace .....	4
<b>2. POUŽITÉ ZKRATKY .....</b>	<b>5</b>
<b>3. POPIS VÝCHOZÍHO STAVU .....</b>	<b>6</b>
3.1. Vstupní podklady .....	6
3.2. Základní údaje o předmětu TES.....	6
3.2.1. Název předmětu TES .....	6
3.2.2. Situační plánec umístění areálu .....	6
3.3. Základní údaje o energetických vstupech a výstupech.....	7
3.4. Vstupy.....	7
3.4.1. Elektřina .....	7
3.4.2. Teplo .....	10
3.5. Úprava zdrojových dat .....	11
3.5.1. Teplo .....	11
<b>4. NÁVRH KGJ .....</b>	<b>12</b>
4.1. Křivka trvání tepelného výkonu .....	12
4.2. Tepelné parametry.....	12
4.3. Stanovení tepelného výkonu .....	13
<b>5. KGJ .....</b>	<b>15</b>
5.1. Cento 80 .....	15
5.1.1. Technická data .....	15
5.1.2. Akumulační nádrž.....	16
5.1.3. Provoz KGJ .....	16
5.1.4. Provoz akumulční nádrže a kotlů.....	18
5.1.5. Bilance elektřiny .....	19
5.1.6. Teplo .....	20
5.1.7. Servis a údržba .....	21
5.2. Micro 50 – 3 000 h/r .....	22
5.2.1. Technická data .....	22
5.2.2. Akumulační nádrž.....	23
5.2.3. Provoz KGJ – 3 000 h/r .....	23
5.2.4. Provoz akumulční nádrže a kotlů – 3 000 h/r.....	25
5.2.5. Bilance elektřiny – 3 000 h/r .....	26

---

5.2.6. Balance tepla – 3 000 h/r.....	28
5.2.1. Servis a údržba .....	29
5.3. Micro 50 – 4 400 h/r.....	30
5.3.1. Technická data .....	30
5.3.2. Akumulační nádrž.....	31
5.3.3. Provoz KGJ – 4 400 h/r .....	31
5.3.4. Provoz akumulační nádrže a kotlů – 4 400 h/r.....	33
5.3.5. Balance elektřiny – 4 400 h/r .....	34
5.3.6. Balance tepla – 4 400 h/r.....	36
5.3.1. Servis a údržba .....	37
5.4. Legislativa KVET .....	38
<b>6. EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ .....</b>	<b>39</b>
6.1. Popis ekonomických kritérií.....	39
6.2. Výpočty z minulých cen .....	42
6.2.1. Investiční náklady.....	42
6.2.2. Provozní náklady.....	43
6.2.3. Provozní výnosy .....	44
6.2.4. Vyhodnocení .....	44
6.3. Výpočty z cen 2022.....	45
6.3.1. Investiční náklady.....	45
6.3.2. Provozní náklady.....	45
6.3.3. Provozní výnosy .....	46
6.3.4. Vyhodnocení .....	47
<b>7. EKOLOGICKÉ VYHODNOCENÍ.....</b>	<b>48</b>
7.1. Zdroje znečištění .....	48
7.2. Měrné emise .....	48
7.3. Úspora energií .....	48
7.1. Emise CO <sub>2</sub> .....	49
<b>8. ZÁVĚR.....</b>	<b>50</b>

---

**1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE****1.1. Identifikace**

ZADAVATEL	
Název společnosti	Statutární město Opava
Adresa	Horní náměstí 382/69, Město, 746 01 Opava
IČ / DIČ	003 00 535 / CZ 00300535
Zástupce	Ing. Tomáš Navrátil, primátor
Kontaktní osoba	Ing. Jiří Elbl, vedoucí oddělení správy a evidence budov

ZPRACOVATELÉ	
Název společnosti	Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (VŠB-TUO) Centrum energetických a environmentálních služeb (CEET) Výzkumné energetické centrum (VEC)
Adresa	17. listopadu 15/2172, 708 00 Ostrava – Poruba
IČ /DIČ	619 89 100 / CZ 61989100
Zástupce	doc. Dr. Ing. Tadeáš Ochodek - ředitel Výzkumného energetického centra
Vedoucí úkolu	Ing. Michal Žlebek - hlavní projektový manažer
Vypracoval	Bc. Samuel Kaminský – vedoucí monitoringu a optimalizace energií

IDENTIFIKACE PŘEDMĚTU TES	
Předmět EP	Technicko ekonomická studie posouzení možnosti instalace KGJ v objektu zimního stadionu v Opavě
Umístění (adresa)	Zimní stadion Opava, Zámecký okruh 413/8, 74601 Opava
Majetkoprávní vztah k zadavateli EP	Vlastní objekty a zařízení

## 2. POUŽITÉ ZKRATKY

AKU – akumulční nádrž

ČSN – Česká technická norma

DDN – diskontovaná doba návratnosti

DPH – daň z přidané hodnoty

EE – elektrická energie

EPC – energetické služby se zaručeným výsledkem (Energy Performance Contracting)

ERÚ – Energetický regulační úřad

EU – Evropská unie

IRR – vnitřní výnosové procento

KGJ – kogenerační jednotka

KVET – kombinovaná výroba elektřiny a tepla

MaR – měření a regulace

MPO – Ministerstvo průmyslu a obchodu

NPV – čistá současná hodnota

PDN – prostá doba návratnosti

TE – teplo (tepelná energie)

TES – technicko-ekonomická studie

TV – teplá voda, dříve TUV

ÚPE – úspora primární energie

UT – ústřední topení

ZP – zemní plyn

### 3. POPIS VÝCHOZÍHO STAVU

#### 3.1. Vstupní podklady

Pro vypracování předkládané technicko ekonomické studie (dále jen TES) sloužily podklady získané od zadavatele. Vstupní údaje byly získány z dokladů o spotřebě energií.

Seznam hlavních obdržených materiálů:

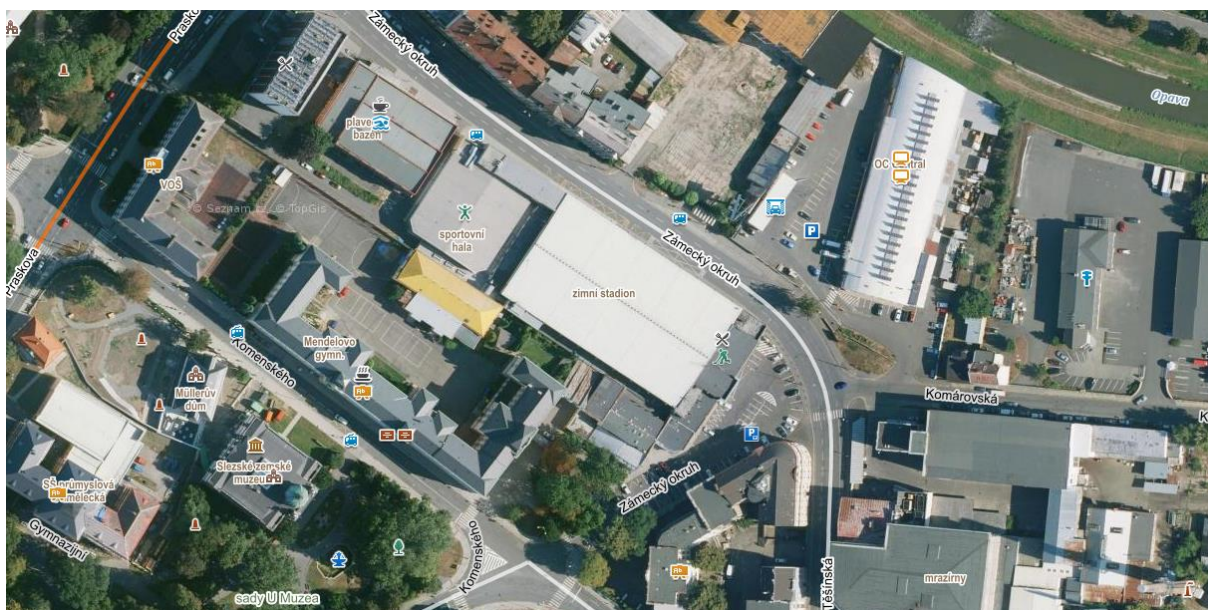
- Měsíční faktury elektřiny 2017 - 2020.
- Měsíční spotřeba tepla 2017 - 2020
- Hodinové spotřeby elektřiny 2019 - 2021

#### 3.2. Základní údaje o předmětu TES

##### 3.2.1. Název předmětu TES

Předmětem TES je zpracování technicko-ekonomické studie investičního záměru „Posouzení možnosti instalace KGJ v objektu zimního stadionu v Opavě“.

##### 3.2.2. Situační plánec umístění areálu



Obr. č. 1 – Letecký pohled na zimní stadion (zdroj: mapy.cz)

### 3.3. Základní údaje o energetických vstupech a výstupech

Spotřeby elektřiny byly dodány jako hodinové spotřeby. Spotřeby tepla byly dodány pouze jako měsíční hodnoty. Ty byly proto přepočteny na hodinové hodnoty ve vlastním statistickém modelu, aby bylo možno stanovit provoz zařízení a balance toků energií.

Uvedené vyhodnocení je provedeno na základě podkladů, doručených od zadavatele. Všechny ceny uváděné v této studii jsou ceny bez DPH.

### 3.4. Vstupy

#### 3.4.1. Elektřina

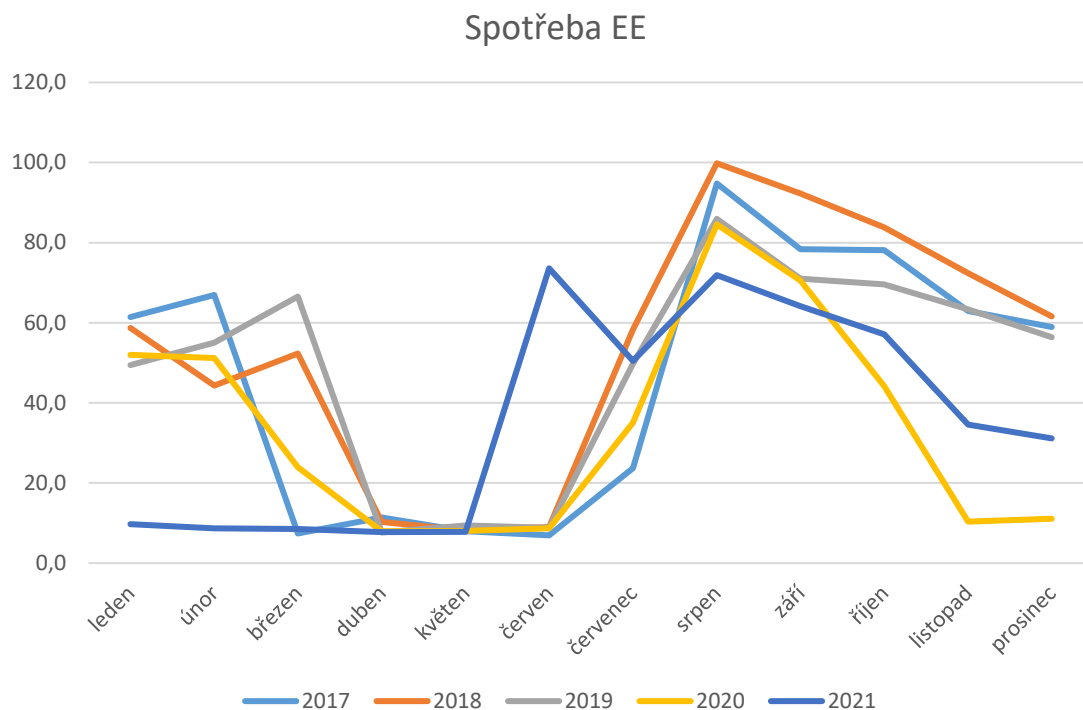
Silová cena elektrické energie v roce 2021 byla 1 310 Kč/MWh, v měsíci říjnu však až 3 825 Kč/MWh.

Pro analýzu spotřeby elektřiny byly k dispozici hodinové data za období 1/2019 – 10/2021.

Spotřeba elektřiny za posledních 5 let je uvedena v následující tabulce a grafu.

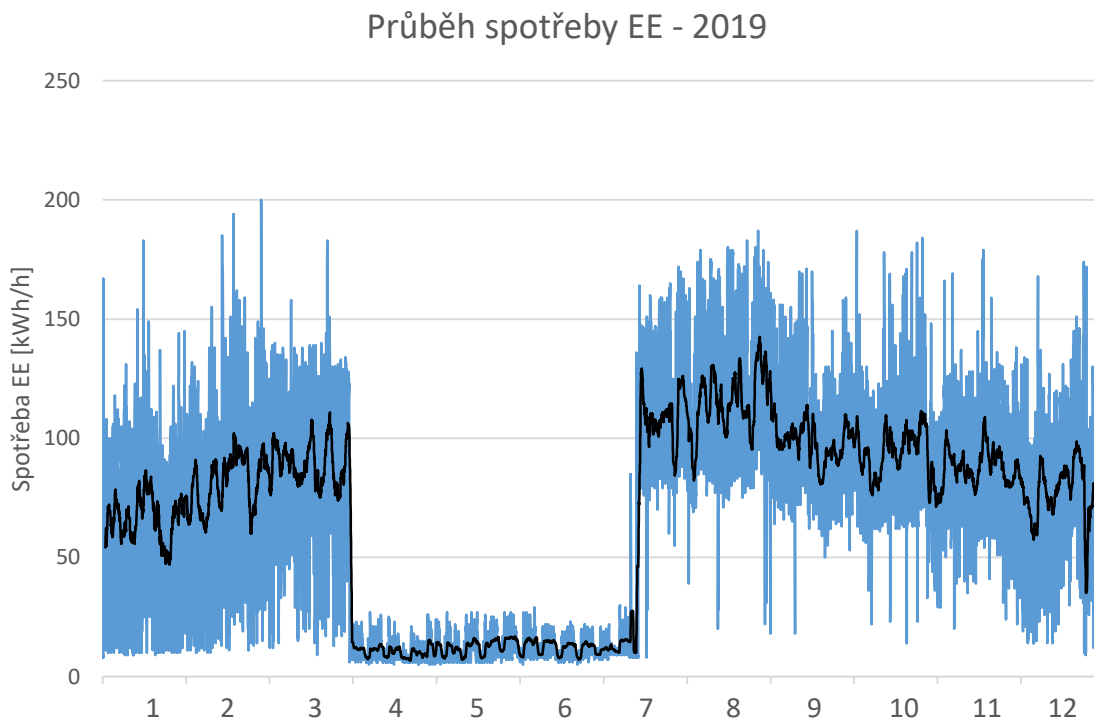
Spotřeba EE					
měsíc	2017	2018	2019	2020	2021
	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh
leden	61,5	58,7	49,4	52,0	9,7
únor	66,9	44,3	55,0	51,2	8,7
březen	7,4	52,3	66,6	23,9	8,5
duben	11,4	10,3	7,7	8,0	7,7
květen	7,9	8,2	9,4	8,0	7,8
červen	6,9	9,0	8,8	8,7	73,6
červenec	23,7	58,3	49,8	35,0	50,5
srpen	94,8	99,8	85,9	84,6	71,9
září	78,4	92,3	71,0	70,5	64,1
říjen	78,1	83,8	69,6	44,2	57,1
listopad	62,9	72,4	63,4	10,3	
prosinec	59,0	61,6	56,4	11,1	
<b>Celkem</b>	<b>558,9</b>	<b>650,9</b>	<b>593,1</b>	<b>407,4</b>	<b>359,7</b>

Tabulka 1 – Spotřeba EE



**Obr. č. 2 – Celková průměrná spotřeba EE**

Pro analýzu je zvolen rok 2019.

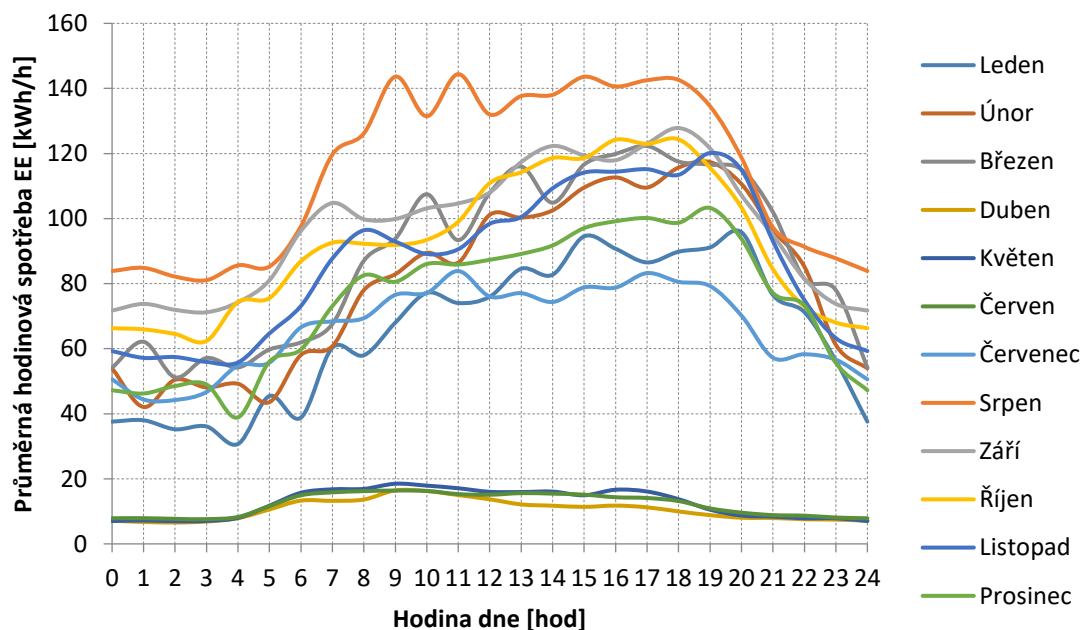


**Obr. č. 3 – Celkový průběh spotřeby EE**



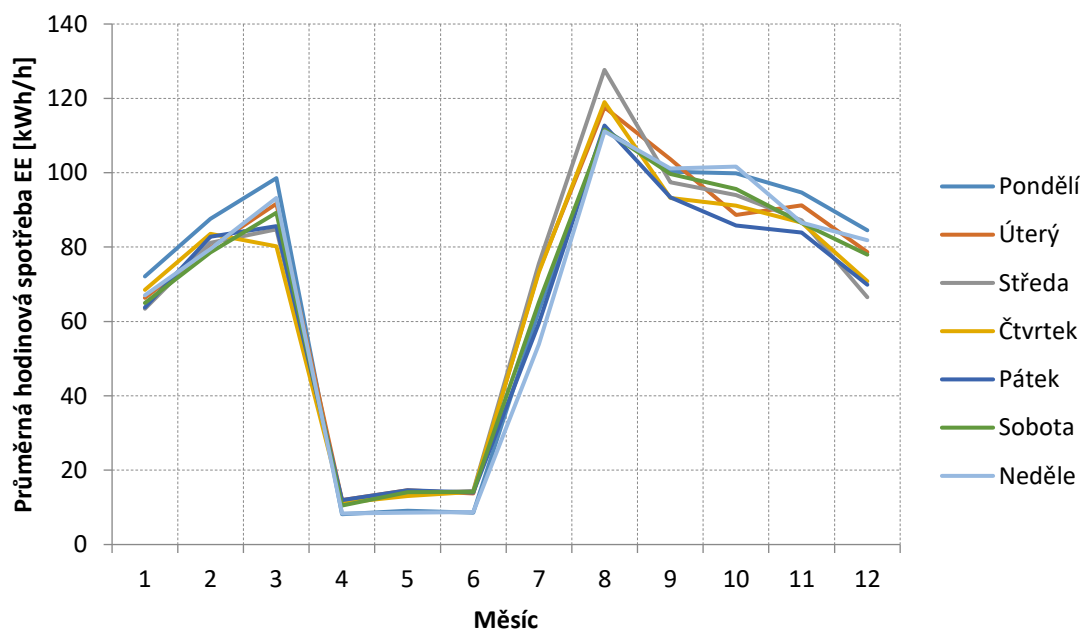
Hodinová data byla analyzována z hlediska měsíců, hodin dne a dnů v týdnu. Výsledné 3 grafy zobrazují průměrnou hodinovou spotřebu EE ve vzájemné závislosti.

## Denní průběhy prům. hodinových spotřeb EE



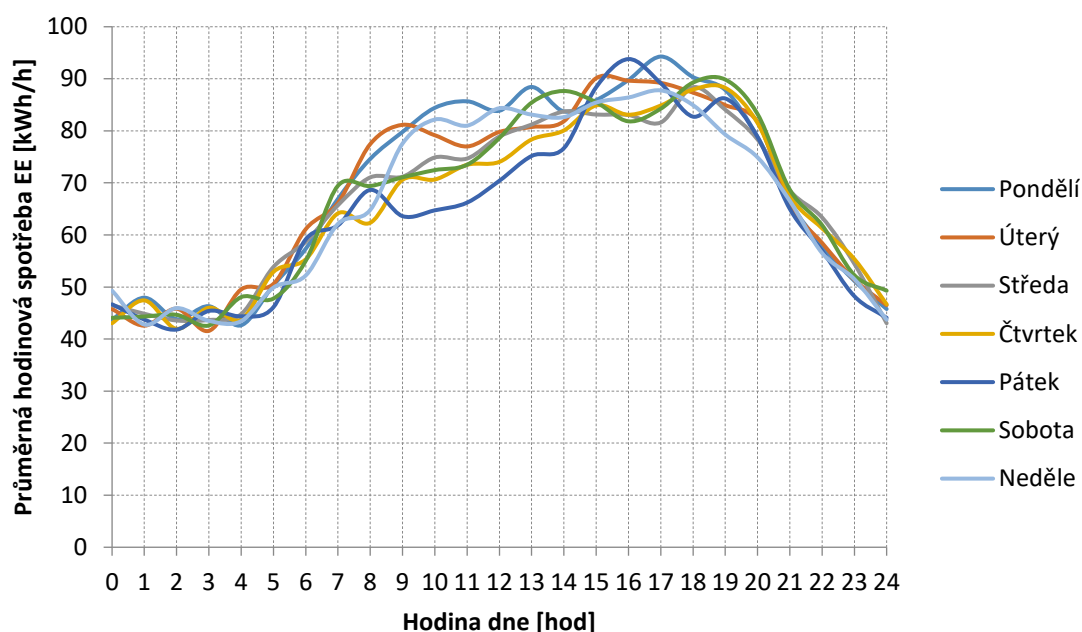
Obr. č. 4 – Průměrná spotřeba EE během dne pro každý měsíc

## Roční průběhy prům. hodinových spotřeb EE



Obr. č. 5 – Průměrná spotřeba EE během roku pro každý den týdne

## Denní průběhy prům. hodinových spotřeb EE



Obr. č. 6 – Průměrná spotřeba EE během dne pro každý den týdne

Z grafů vyplývá, že nejsou rozdíly ve spotřebě elektřiny během všedního dne nebo o víkendu. Špičky nastávají odpoledne mezi 15-19 hod. Nejvyšší spotřeby byly v srpnu a v dubnu, květnu a červnu byl výrazný útlum (zimní stadion mimo provoz).

### 3.4.2. Teplo

Dle předaných podkladů byla v roce 2021 cena tepla 560 Kč/GJ.

Spotřeba tepla					
měsíc	2017	2018	2019	2020	2021
	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ
leden	344	270	354	291	334
únor	220	305	215	240	301
březen	137	265	88	178	263
duben	56	114	212	298	228
květen	42	28	186,62	148	126
červen	29	26	52,38	0	108
červenec	24	26	22	103	95
srpen	52	11	25	23	98
září	62	26	56	93	185
říjen	126	49	150	158	274
listopad	202	151	160	281	
prosinec	267	268	247	309	
<b>SUMA</b>	<b>1 561</b>	<b>1 539</b>	<b>1 768</b>	<b>2 122</b>	<b>2 012</b>

Tabulka 2 – Spotřeba tepla

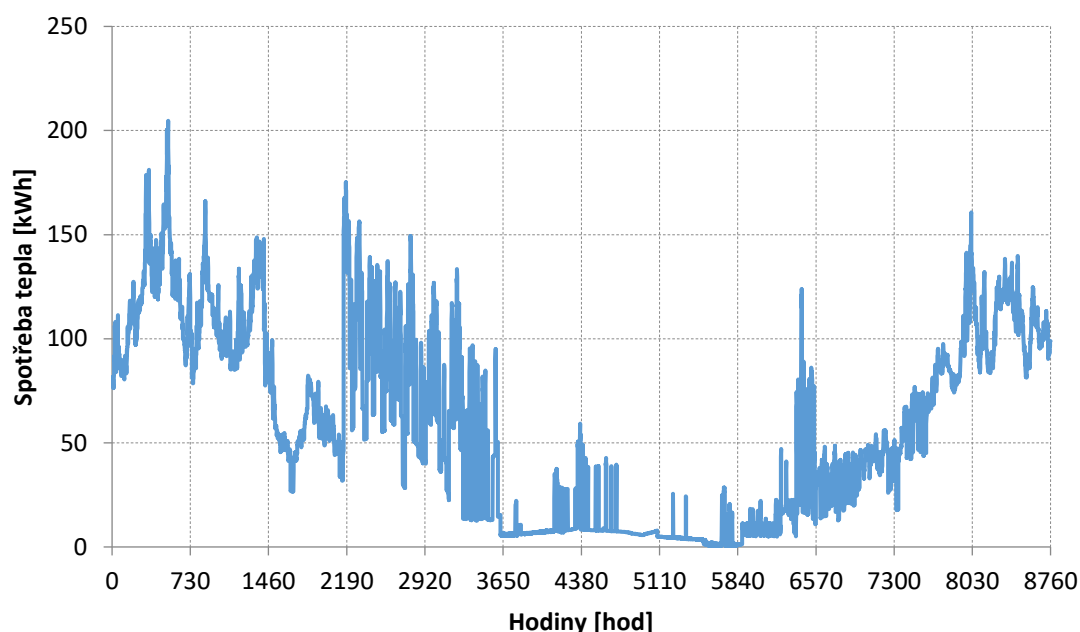
### 3.5. Úprava zdrojových dat

#### 3.5.1. Teplo

Údaje o spotřebě tepla jsou pouze v měsíčních hodnotách. Aby bylo možno následně připravit předpokládaný provoz KGJ, jsou tyto měsíční data ve vlastním statistickém modelu, založeném na průběhu venkovních teplot, přepočteny na hodinové a jejich průběh během roku.

Vychází se z let 2018 – 2020. Průměrná roční spotřeba tepla bude 1 809,7 GJ/rok.

#### Předpokládaný roční průběh potřeby tepla



Obr. č. 7 – Předpokládaný průběh spotřeby tepla

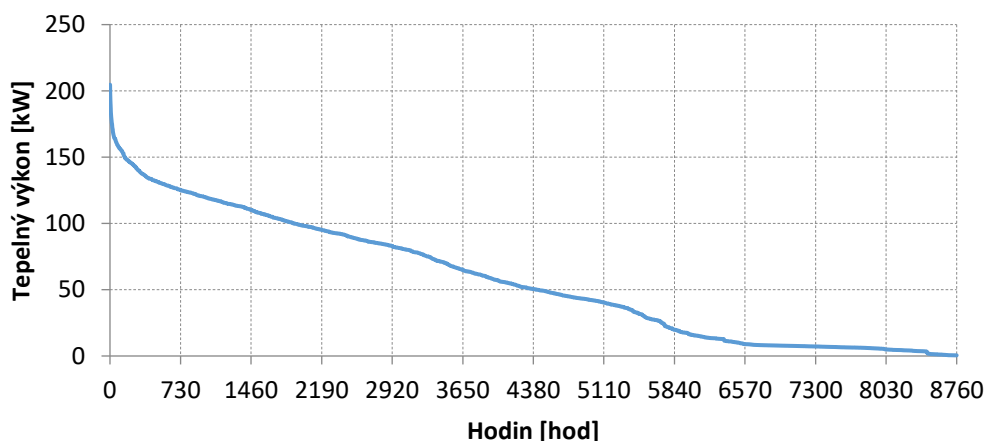
Je třeba mít na paměti, že na výše uvedeném grafu není skutečný průběh potřeby tepla, ale jedná se o pravděpodobnou rekonstrukci založenou na předchozím tříletém období a na statistickém modelu založeném na průběhu venkovních teplot v předchozím tříletém období.

## 4. NÁVRH KGJ

### 4.1. Křivka trvání tepelného výkonu

Setřazením jednotlivých hodinových tepelných výkonů podle velikosti byla sestavena křivka trvání tepelného výkonu. Zobrazena je na následujícím grafu.

#### Křivka trvání tepelného výkonu

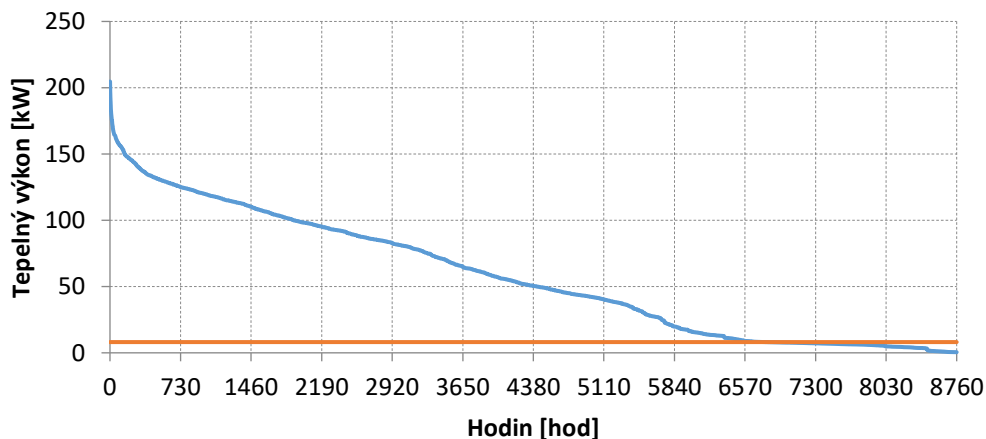


Obr. č. 8 – Křivka trvání tepelného výkonu

### 4.2. Tepelné parametry

Přestože není měřena odděleně spotřeba tepla na ohřev teplé vody a na vytápění, lze z křivky trvání tepelného výkonu toto oddělení provést alespoň přibližně na základě tvaru křivky. V následujícím grafu je oranžově označena oblast tepla připadající na ohřev teplé vody.

#### Vytápění / ohřev teplé vody



Obr. č. 9 – Množství tepla pro ohřev teplé vody

V reálu bude možná množství tepla pro ohřev teplé vody o něco vyšší, nelze to ale z žádných podkladů a díky neexistenci měření určit.

Hodinová data byla generována v závislosti na venkovní teplotě, tj. úměrně množství tepla pro vytápění. Proto může být množství tepla pro ohřev teplé vody z těchto generovaných dat nižší než ve skutečnosti.

V tabulce jsou shrnuty tepelné parametry pro celkové množství tepla, pro vytápění a ohřev teplé vody.

Tepelné parametry			
Položka		Jednotka	Hodnota
Celkem	Celkem	MWh	502,7
	Max	kW	204,7
	Průměr	kW	57,4
	Median	kW	50,5
Topení	Celkem	MWh	431,7
		%	85,9%
	Max	kW	196,6
	Průměr	kW	53,3
	Median	kW	48,5
TV	Celkem	MWh	71,0
		%	14,1%
	Max	kW	22,1
	Průměr	kW	8,1
	Median	kW	7,3

Tabulka 3 – Tepelné parametry

#### 4.3. Stanovení tepelného výkonu

Běžný provoz KGJ bude řízen potřebou tepla. Výhodnost provozu je dána cenovým rozhodnutím URÚ, ve kterém je stanovena výše zeleného bonusu.

V době zpracování studie je planým Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 6/2021, ze dne 29. září 2021, kterým se stanovuje podpora pro podporované zdroje energie.

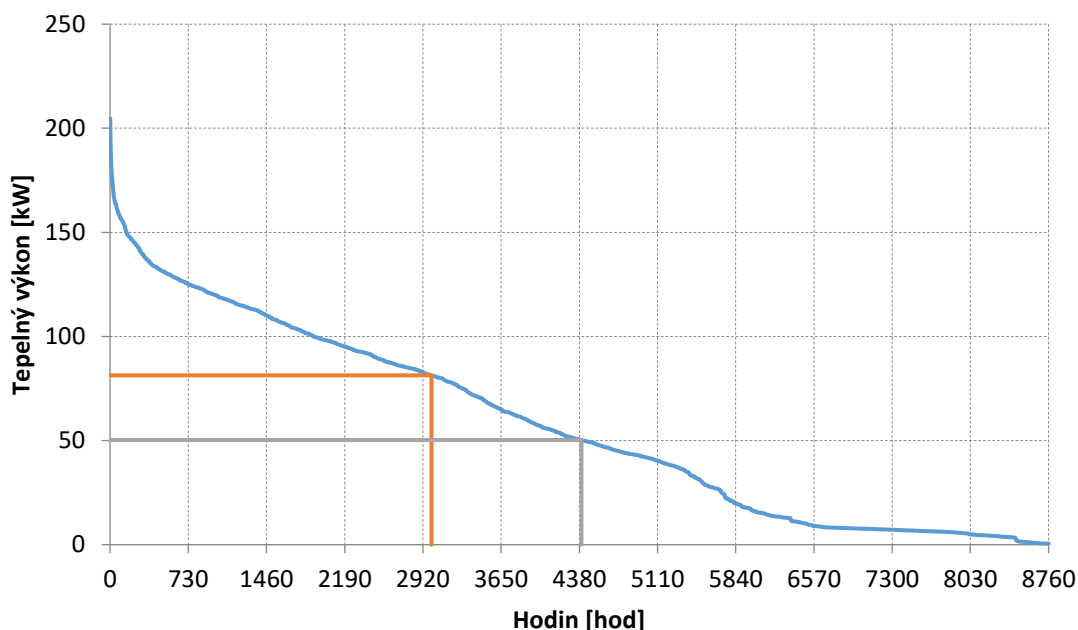
Pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla platí podmínky dle bodu 7 a následujících.

Základní sazba ročního zeleného bonusu pro KGJ < 5 MW <sub>e</sub>			
Instalovaný výkon		Provozní hodiny	Zelené bonusy
od	do		
kW	kW	hod/rok	Kč/MWh
0	200	3 000	1 177
0	200	4 400	758
200	1 000	3 000	808
200	1 000	4 400	441
1 000	5 000	3 000	518
1 000	5 000	4 400	210

Tabulka 4 – Základní sazba ročního zeleného bonusu pro KGJ < 5 MW<sub>e</sub> - platné

Následně ve výpočtech bude počítáno s výší zelených bonusů podle platného cenového rozhodnutí ERÚ a KGJ bude provozována 3 000 nebo 4 400 hodin za rok. Na následujícím grafu jsou zakresleny oba provozní režimy.

### Křivka trvání tepelného výkonu



Obr. č. 10 – Množství tepla pro ohřev teplé vody

Na křivce přísluší každé provozní době odpovídající tepelný výkon. Pro 3 000 i 4 400 hodin jsou výsledné tepelné výkony uvedeny v následující tabulce.

Tepelné výkony z KTTV	
Provozní doba	Tepelný výkon
hod/rok	kW
3 000	81,3
4 400	50,3

Tabulka 5 – Tepelné výkony z křivky trvání tepelného výkonu

Toto vypočtené maximum je pouze teoretické, pokud by bylo možno mít KGJ v provozu každou hodinu v roce, kdy je potřeba tepla větší než jmenovitý výkon KGJ. To samozřejmě není možno v reálu dosáhnout. Pro možné prodloužení provozní doby se používají akumulční nádrže, které umožní nadbytek vyrobeného tepla uchovat a využít ho až bude KGJ vypnutá.

Volba typu vhodné KGJ bude záviset na dalších podmínkách a na ekonomických ukazatelích. Podle uvedených hodnot však při provozu 3 000 hodin za rok připadají do úvahy:

- Cento 80 s tepelným výkonem 141 kW<sub>t</sub>
- Micro 50 s tepelným výkonem 88,5 kW<sub>t</sub>

Pro režim provozu 4 400 hod/rok Micro 50.

**5. KGJ****5.1. Cento 80****5.1.1. Technická data**

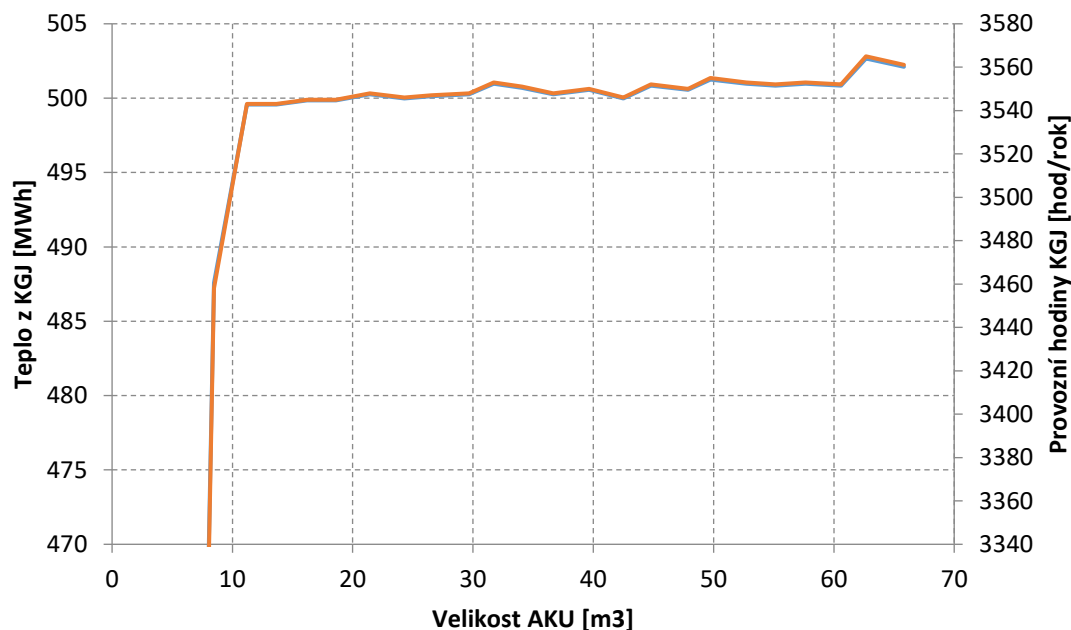
Technická data navržené kogenerační jednotky (KGJ)			
Položka		Jednotka	Hodnota
Typ navržené kogenerační jednotky		Cento 80	
Výrobce		TEDOM	
Jmenovitý elektrický výkon		kW	85,0
Jmenovitý tepelný výkon		kW	141,0
Příkon v palivu		kW	252,0
		GJ/h	0,9
Hodinová spotřeba ZP	obchodní podmínky	m <sup>3</sup> /h	26,2
	normální podmínky	Nm <sup>3</sup> /h	24,9
	vztaženo ke spalnému teplu	kWh <sub>sp.t.</sub>	280,0
Elektrická účinnost		%	33,7%
Tepelná účinnost		%	56,1%
Celková účinnost		%	89,8%
BETA <sub>e</sub> - podíl elektřiny		-	0,376
BETA <sub>t</sub> - podíl tepla		-	0,624
Poměr výkonů Pt <sub>jm</sub> /Pe <sub>jm</sub>		-	1,66
Teplotní spád topné vody		°C	90/70
Průtočné množství topné vody		t/h	6,0
Vlastní spotřeba elektřiny		%	3%

**Tabulka 6 – Technická data KGJ****Obr. č. 11 – KGJ Cento**

### 5.1.2. Akumulační nádrž

Přiřazením provozu KGJ k hodinám kdy je dostatečný odběr tepla a kdy je možno využít možnosti akumulace tepla v nádrži lze pro různé velikosti akumulací nádrže získat odpovídající maximální možný provoz KGJ a s tím související i vyrobené teplo v KGJ. Tato závislost je zobrazena na následujícím grafu.

#### Závislost provozu KGJ na velikosti AKU



Obr. č. 12 – Závislost provozu KGJ na velikosti AKU

Na grafu je patrné, že akumulací nádrž od velikosti cca 12 m<sup>3</sup> umožní během roku až 3 540 provozních hodin KGJ. V tomto případě volím velikost akumulací nádrže tepla 12 m<sup>3</sup> pro režim provozu 3 000 hod/rok. V režimu 4 400 hod/rok provoz není možný.

### 5.1.3. Provoz KGJ

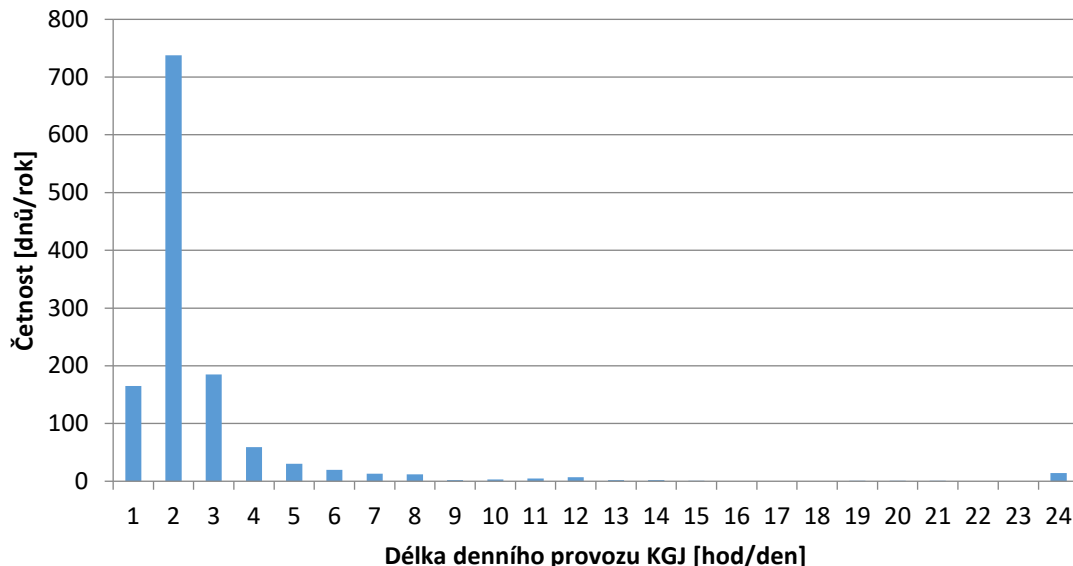
KGJ by měla být provozována tak, aby provozní doba byla co nejdelší a souvislá. To znamená, že není žádoucí, aby docházelo k cyklování zapnuto – vypnuto, ale aby během dne byla KGJ spuštěna na maximální možný počet hodin daný potřebou tepla (ideálně 24hod/den). Tímto provozem dojde největšímu využití jmenovitého výkonu kogenerační jednotky.

Každý start – njetí výkonu z 0 na 100% a vypnutí – sjetí s výkonem ze 100 na 0% znamená spotřebu ZP bez výroby elektřiny, dokud nedojde k přifázování jednotky do sítě a tudíž provoz se sníženou elektrickou účinností.

Na následujícím grafu jsou vypočtené četnosti maximálního souvislého provozu za den.



## Četnost délky denního provozu KGJ - pro MAX teor. provoz



Obr. č. 13 – Četnost délky souvislého provozu

Na grafu je vidět, že nejvyšší četnost délky denního provozu KGJ je pro 2 hodiny. To znamená, že 738 krát v roce pojedje KGJ max 2 hodiny vkuse. Po této době bude akumulční nádrž nabitá a potřeba tepla bude menší než tepelný výkon, takže teplo už nebude kam dávat a KGJ se bude muset vypnout.

Žádoucí pro nejlepší provoz je, když nejvyšší četnosti jsou u vyšších souvislých délek provozu. V následující tabulce jsou uvedeny měsíční hodnoty pro teoretický maximální možný provoz s vybranou akumulční nádrží a pro doporučený provoz na 3 000 hodin za rok.

Provoz KGJ							
měsíc	Potřebné teplo	Provozní teoretické max			Doporučený provoz		
	GJ	hod/den	hod/měs	GJ/měs	hod/den	hod/měs	GJ/měs
Leden	322,7	20,0	619,0	314,2	19,8	615,0	312,2
Únor	267,7	18,8	526,0	267,0	18,5	517,0	262,4
Březen	156,3	9,9	308,0	156,3	9,3	289,0	146,7
Duben	234,0	15,2	456,0	231,5	14,9	447,0	226,9
Květen	137,3	8,8	272,0	138,1	8,2	253,0	128,4
Červen	24,7	1,6	48,0	24,4	1,3	38,0	19,3
Červenec	26,7	1,7	52,0	26,4	0,9	28,0	14,2
Srpen	11,0	0,7	22,0	11,2	0,1	4,0	2,0
Září	52,5	3,4	103,0	52,3	2,9	87,0	44,2
Říjen	94,7	6,0	187,0	94,9	5,0	156,0	79,2
Listopad	192,2	12,6	378,0	191,9	4,1	122,0	61,9
Prosinec	290,0	18,5	572,0	290,3	14,3	444,0	225,4
<b>Celkem</b>	<b>1 809,7</b>		<b>3 543,0</b>	<b>1 798,4</b>		<b>3 000,0</b>	<b>1 522,8</b>

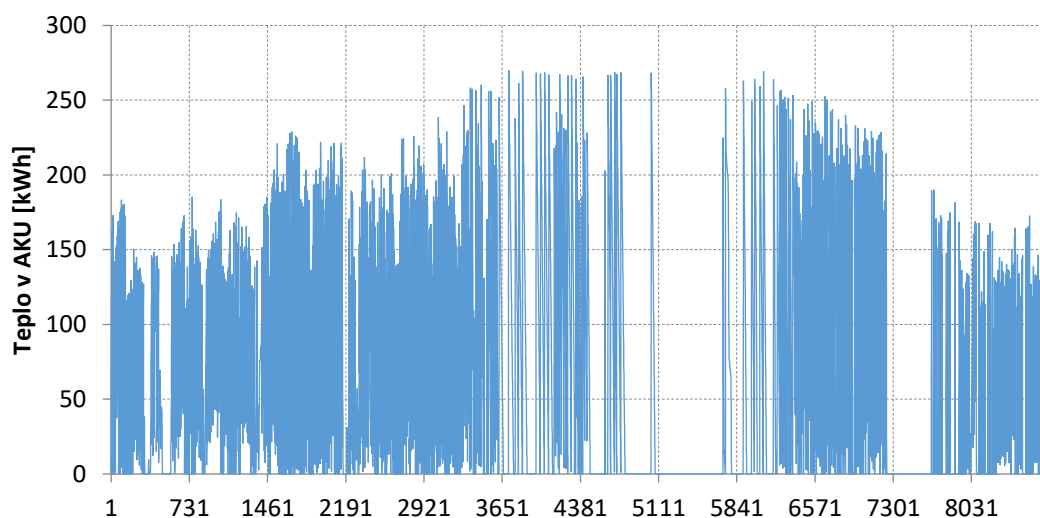
Tabulka 7 – Provoz KGJ

I když teoreticky je možno projet 3 543 hodin, bude potřeba projet jen 3 000 hodin, což je rezerva 543 hodin za rok. Tato rezerva je převážně jen ve dvouhodinových intervalech provozu, což pro samotný provoz a hlavně řízení provozu není moc ideální.

#### 5.1.4. Provoz akumulční nádrže a kotlů

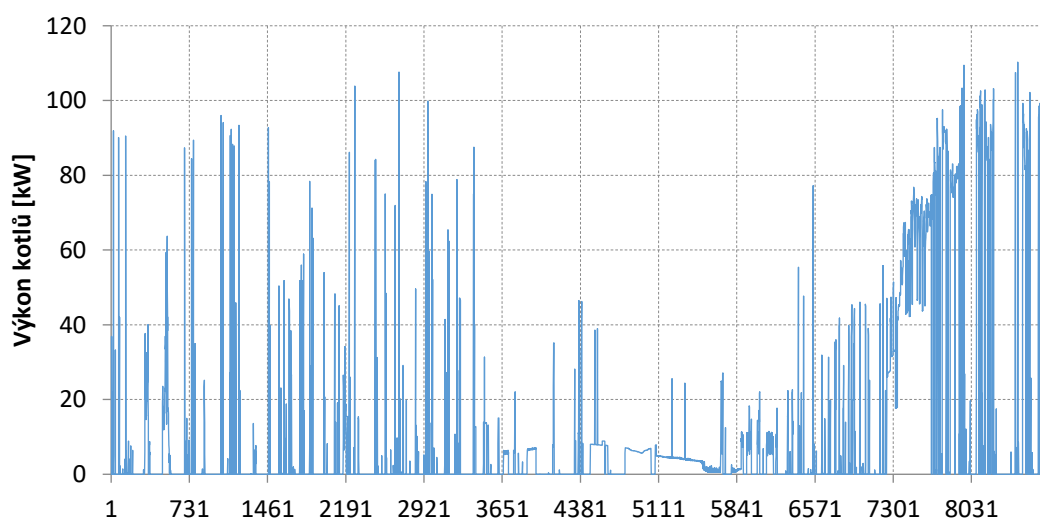
Na provozu KGJ je závislý provoz akumulční nádrže tepla a současně odběr tepla z jiného zdroje. Provoz obou zařízení podle navrženého provozu KGJ je zobrazen na následujících grafech.

### Teplo v akumulční nádrži



Obr. č. 14 – Provoz akumulční nádrže pro KGJ

### Jiný zdroj tepla

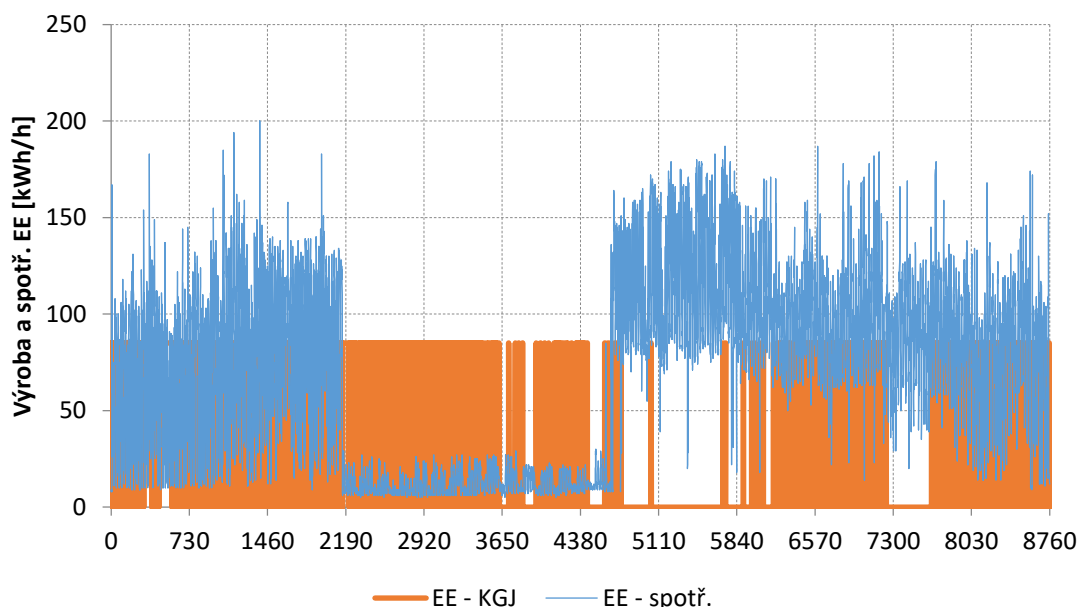


Obr. č. 15 – Provoz jiného zdroje tepla při provozu KGJ

### 5.1.5. Balance elektřiny

Jmenovitý elektrický výkon KGJ se pohybuje kolem běžných odběrů EE. Proto bude docházet k přetoku elektřiny tam, kde je potřeba elektřiny menší než jmenovitý výkon KGJ. Vzájemné poměry množství vyrobené a spotřebované elektřiny jsou vidět na následujícím grafu.

## Výroba a spotřeba elektřiny



Obr. č. 16 – Výroba a spotřeba elektřiny

Spotřeba elektřiny v areálu, svorková výroba elektřiny, vlastní spotřeba elektřiny pro chod KGJ, přetok a odběr ze sítě po jednotlivých měsících jsou uvedeny v následující tabulce.

Balance elektřiny					
měsíc	Spotřeba EE	Výroba v KGJ	Vlastní spotřeba KGJ	Přetok EE	Odběr ze sítě
	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh
Leden	49,4	52,3	1,6	14,9	13,6
Únor	55,0	43,9	1,3	8,1	20,5
Březen	66,6	24,6	0,7	3,9	46,6
Duben	7,7	38,0	1,1	33,3	4,2
Květen	9,4	21,5	0,6	18,6	7,1
Červen	8,8	3,2	0,1	2,8	8,5
Červenec	49,9	2,4	0,1	1,5	49,1
Srpen	85,9	0,3	0,0	0,0	85,6
Září	71,0	7,4	0,2	0,6	64,4
Říjen	69,5	13,3	0,4	1,2	57,8
Listopad	63,4	10,4	0,3	1,4	54,7
Prosinec	56,4	37,7	1,1	7,8	27,6
<b>Celkem</b>	<b>593,1</b>	<b>255,0</b>	<b>7,7</b>	<b>94,1</b>	<b>439,9</b>

Tabulka 8 – Balance elektřiny

Pokud by byla spotřeba elektřiny v dubnu – červenci přiměřená ostatním měsícům potom by bilance elektřiny mohla být přibližně následující.

Bilance elektřiny - upravená					
měsíc	Spotřeba EE MWh	Výroba v KGJ MWh	Vlastní spotřeba KGJ MWh	Přetok EE MWh	Odběr ze sítě MWh
Leden	49,4	52,3	1,6	14,9	13,6
Únor	55,0	43,9	1,3	8,1	20,5
Březen	66,6	24,6	0,7	3,9	46,6
Duben	73,0	38,0	1,1	4,1	40,2
Květen	78,0	21,5	0,6	1,2	58,3
Červen	82,0	3,2	0,1	2,8	81,7
Červenec	84,0	2,4	0,1	1,5	83,2
Srpen	85,9	0,3	0,0	0,0	85,6
Září	71,0	7,4	0,2	0,6	64,4
Říjen	69,5	13,3	0,4	1,2	57,8
Listopad	63,4	10,4	0,3	1,4	54,7
Prosinec	56,4	37,7	1,1	7,8	27,6
<b>Celkem</b>	<b>834,3</b>	<b>255,0</b>	<b>7,7</b>	<b>47,5</b>	<b>634,4</b>

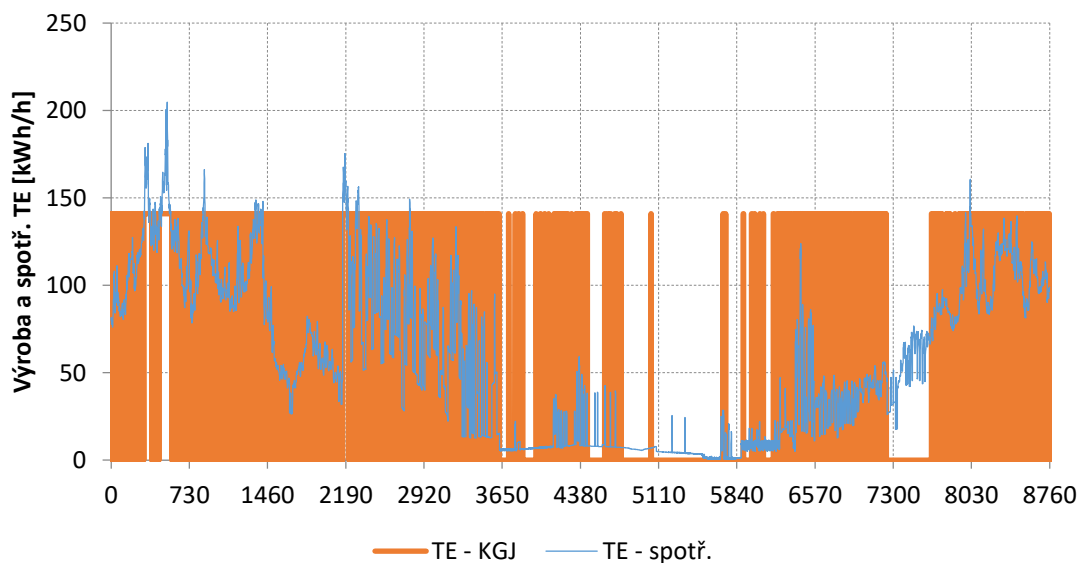
Tabulka 9 – Bilance elektřiny - upravená

Množství elektřiny, které by nebylo spotřebováno by bylo 47,5 MWh, což je cca 19% z celkové vyrobené elektřiny v KGJ.

### 5.1.6. Teplo

Jmenovitý tepelný výkon KGJ je navržen tak, aby teplo při běžném provozu nebylo mařeno.

## Výroba a spotřeba tepla



Obr. č. 17 – Výroba a spotřeba tepla

Bilance tepla							
měsíc	Potřeba tepla		Provoz KGJ	Spotřeba ZP v KGJ	Vyrobené teplo v KGJ		Teplo z jiného zdroje
	MWh	GJ	hod/měs	MWh <sub>sp.t.</sub>	MWh	GJ	MWh
Leden	89,6	322,7	615,0	172,2	86,7	312,2	3,0
Únor	74,4	267,7	517,0	144,8	72,9	262,4	1,5
Březen	43,4	156,3	289,0	80,9	40,7	146,7	2,7
Duben	65,0	234,0	447,0	125,2	63,0	226,9	1,9
Květen	38,1	137,3	253,0	70,8	35,7	128,4	2,7
Červen	6,9	24,7	38,0	10,6	5,4	19,3	1,4
Červenec	7,4	26,7	28,0	7,8	3,9	14,2	3,3
Srpen	3,1	11,0	4,0	1,1	0,6	2,0	2,5
Září	14,6	52,5	87,0	24,4	12,3	44,2	2,3
Říjen	26,3	94,7	156,0	43,7	22,0	79,2	4,3
Listopad	53,4	192,2	122,0	34,2	17,2	61,9	36,2
Prosinec	80,6	290,0	444,0	124,3	62,6	225,4	17,9
<b>Celkem</b>	<b>502,7</b>	<b>1 809,7</b>	<b>3 000,0</b>	<b>840,0</b>	<b>423,0</b>	<b>1 522,8</b>	<b>79,7</b>

Tabulka 10 – Bilance tepla

## 5.1.7. Servis a údržba

Pro zajištění spolehlivého a bezpečného provozu kogenerační jednotky je nutno provádět pravidelnou údržbu a opravy v následujícím členění, a to jak vykonávané provozovatelem (obsluhou kogenerační jednotky), tak také vykonávané servisní organizací s autorizací výrobce KGJ k servisním činnostem (dále jen servisní organizace).

Vybraná KGJ T80 má plánovanou GO při 88 000 hodinách. Počet servisních prohlídek včetně cenových nákladů je uveden v následující tabulce.

Cena za plánovanou údržbu KJ TEDOM - Cento T80 NG 50Hz									
Nominální elektrický výkon		81 kW							
Stupeň prohlídky	Interval	Počet prohlídek	Hod.na jednu prohlídku	Hod.celkem	Materiál v Kč na 1 prohlídku	Materiál v Kč celkem	Práce v Kč	Cena dopravy	Cena celkem
TO - 1	2 000	36	8	288	3 775	135 900	227 520	103 680	467 100
TO - 2	12 000	7	16	112	19 075	133 525	88 480	20 160	242 165
TO - 3	xxx	0	0	0	0	0	0	0	0
HV	22 000	3	16	48	109 418	328 254	37 920	8 640	374 814
SO	44 000	1	60	60	233 662	233 662	47 400	20 160	301 222
TO-0	1 000	88	2	176	7 553	664 664	139 040	63 360	867 064
VS - výměna svíček	4 000	22	0	0	10 800	237 600	0	0	237 600
Katalyzátor	16 000	5	5	25	19 176	95 880	19 750	0	115 630
GO motoru	88 000	1	64	64	265 217	265 217	50 560	37 880	353 657
GO kogenerační jednotky	88 000	1	220	220	413 000	413 000	173 800	62 880	649 680
Neplánovaná údržba	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<b>CELKEM</b>	<b>xxx</b>	<b>xxx</b>	<b>xxx</b>	<b>993</b>	<b>xxx</b>	<b>2 507 702</b>	<b>784 470</b>	<b>316 760</b>	<b>3 608 932</b>
cena na kWh	0,506	Kč/kWh							
cena na mth	41,011	Kč/mth							
cena na kWh bez GO KJ a GO motoru	0,366	Kč/kWh							
cena na mth bez GO KJ a GO motoru	29,609	Kč/mth							

Tabulka 11 – Cena servisu KGJ

V ekonomickém hodnocení je počítáno se servisem včetně GO, tj. **41,011 Kč/mth**. Roční náklady na servis včetně GO (3 000 mth/rok) tedy budou 123 033 Kč/rok.

## 5.2. Micro 50 – 3 000 h/r

### 5.2.1. Technická data

Technická data navržené kogenerační jednotky (KGJ)			
Položka		Jednotka	Hodnota
Typ navržené kogenerační jednotky		Micro 50	
Výrobce		TEDOM	
Jmenovitý elektrický výkon		kW	50,0
Jmenovitý tepelný výkon		kW	88,5
Příkon v palivu		kW	146,1
		GJ/h	0,5
Hodinová spotřeba ZP	obchodní podmínky	m <sup>3</sup> /h	15,2
	normální podmínky	Nm <sup>3</sup> /h	14,4
	vztaženo ke spalnému teplu	kWh <sub>sp.t.</sub>	162,3
Elektrická účinnost		%	34,2%
Tepelná účinnost		%	60,6%
Celková účinnost		%	94,8%
BETAe - podíl elektřiny		-	0,361
BETAt - podíl tepla		-	0,639
Poměr výkonů Ptjm/Pejm		-	1,77
Teplotní spád topné vody		°C	85/65
Průtočné množství topné vody		t/h	3,8
Vlastní spotřeba elektřiny		%	3%

Tabulka 12 – Technická data KGJ

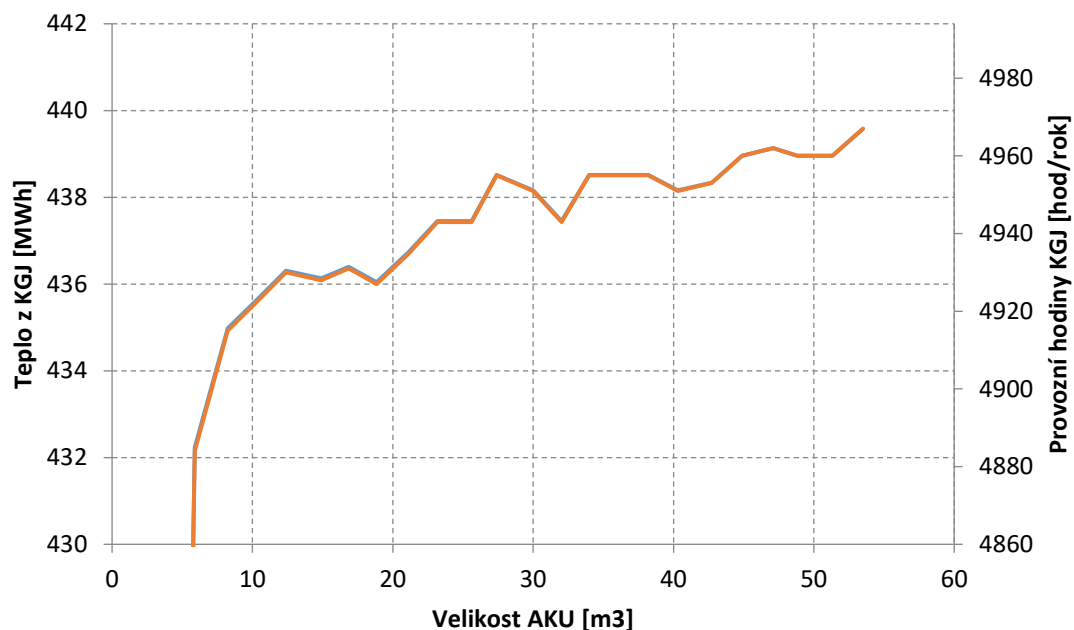


Obr. č. 18 – KGJ Micro

### 5.2.2. Akumulační nádrž

Přiřazením provozu KGJ k hodinám kdy je dostatečný odběr tepla a kdy je možno využít možnosti akumulace tepla v nádrži lze pro různé velikosti akumulací nádrže získat odpovídající maximální možný provoz KGJ a s tím související i vyrobené teplo v KGJ. Tato závislost je zobrazena na následujícím grafu.

#### Závislost provozu KGJ na velikosti AKU



Obr. č. 19 – Závislost provozu KGJ na velikosti AKU

Na grafu je patrné, že akumulací nádrž cca 12 m<sup>3</sup> umožní během roku až 4 928 provozních hodin KGJ. Na základě vypočteného grafu závislosti provozu KGJ na velikosti akumulací nádrže je možno provést volbu velikosti akumulací nádrže.

Pro režim provozu 3 000 hod/rok volím velikost akumulací nádrže tepla 12 m<sup>3</sup>.

### 5.2.3. Provoz KGJ – 3 000 h/r

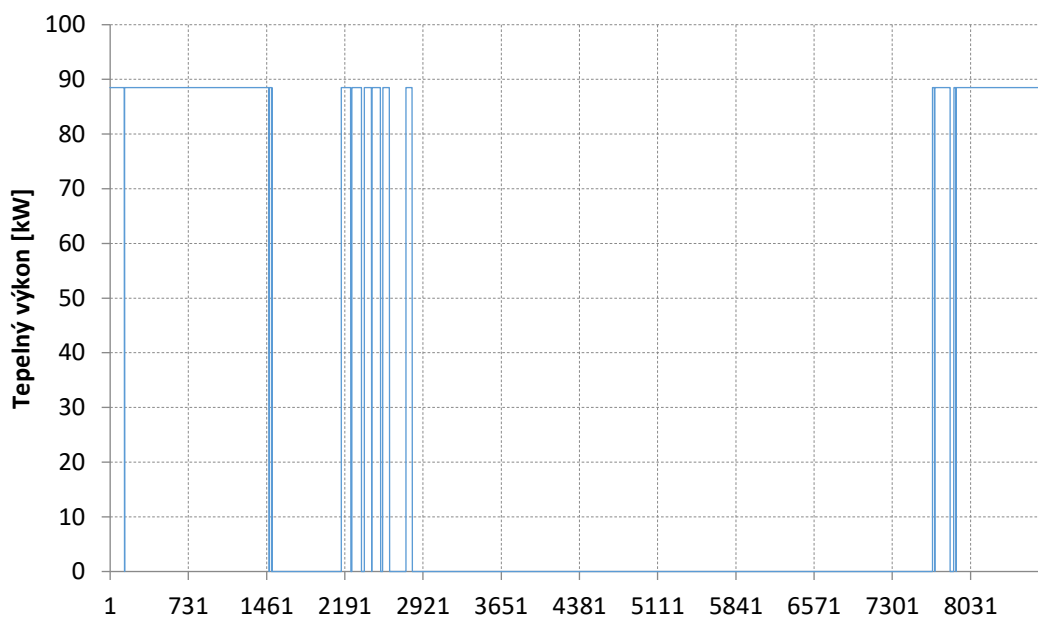
KGJ bude provozována tak, aby provozní doba byla co nejdelší a souvislá. To znamená, že není žádoucí, aby docházelo k cyklování zapnuto – vypnuto, ale během dne bude KGJ spuštěna na maximální možný počet hodin daný potřebou tepla (ideálně 24hod/den). Tímto provozem dojde k největšímu využití jmenovitého výkonu kogenerační jednotky.

Každý start – najetí výkonu z 0 na 100% a vypnutí – sjetí s výkonem ze 100 na 0% znamená spotřebu ZP bez výroby elektřiny, dokud nedojde k přifázování jednotky do sítě a tudíž provoz se sníženou elektrickou účinností.

Proto jsou nejkratší denní doby provozu vynechány a pro navržený provoz vybrány doby s delší dobou trvání.

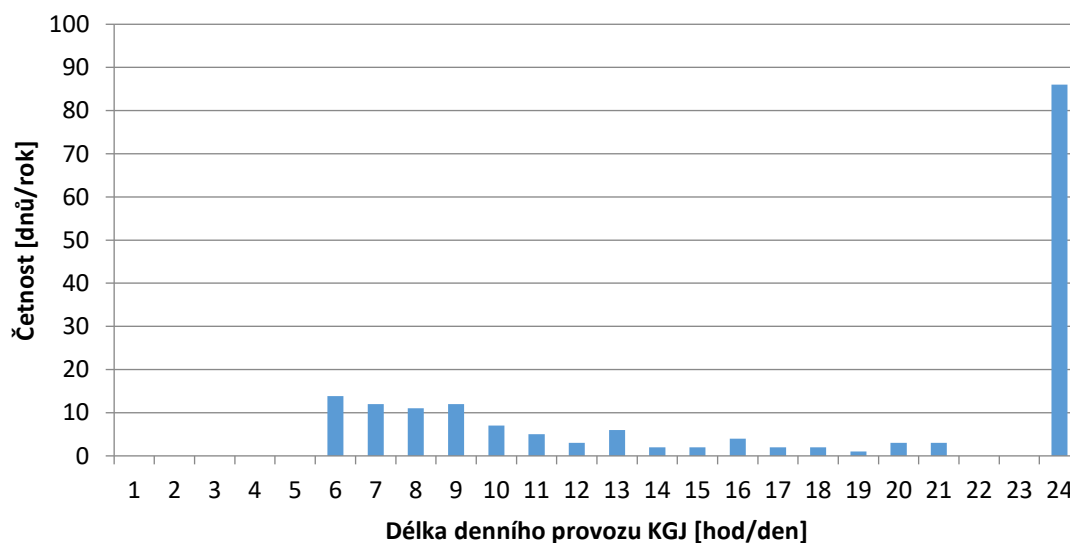
Výsledný navržený provoz KGJ je z hlediska tepelného výkonu během roku a četnosti délky denního provozu zobrazen na následujících grafech.

### Provoz KGJ



Obr. č. 20 – Provoz KGJ

### Četnost délky denního provozu KGJ - pro 3000 h



Obr. č. 21 – Četnost délky denního provozu KGJ



Na grafu je vidět, že nejvyšší četnosti délky denního provozu KGJ jsou pro provoz 24 hodin za den souvislé délky provozu. To znamená, že 86 dní v roce bude možno s KGJ jet celý den vkuse. U kratších délek souvislého denního provozu bude po této době akumulací nádrž nabitá a potřeba tepla bude menší než tepelný výkon, takže KGJ se bude muset vypnout.

Pro provoz je nejlepší, když nejvyšší četnosti jsou u vyšších souvislých délek provozu, což v tomto případě platí. V následující tabulce jsou uvedeny měsíční hodnoty pro teoretický max. možný provoz s vybranou akumulací nádrží a pro doporučený provoz na 3 000 hodin za rok.

Provoz KGJ							
měsíc	Potřebné teplo	Provozní teoretické max			Doporučený provoz		
	GJ	hod/den	hod/měs	GJ/měs	hod/den	hod/měs	GJ/měs
Leden	322,7	23,9	742,0	236,4	23,9	742,0	236,4
Únor	267,7	24,0	672,0	214,1	24,0	672,0	214,1
Březen	156,3	15,8	489,0	155,8	3,0	93,0	29,6
Duben	234,0	20,9	627,0	199,8	14,8	445,0	141,8
Květen	137,3	13,5	420,0	133,8	0,0	0,0	0,0
Červen	24,7	2,5	76,0	24,2	0,0	0,0	0,0
Červenec	26,7	2,7	85,0	27,1	0,0	0,0	0,0
Srpen	11,0	1,1	33,0	10,5	0,0	0,0	0,0
Září	52,5	5,5	164,0	52,3	0,0	0,0	0,0
Říjen	94,7	9,6	299,0	95,3	0,0	0,0	0,0
Listopad	192,2	19,2	577,0	183,8	10,1	304,0	96,9
Prosinec	290,0	24,0	744,0	237,0	24,0	744,0	237,0
<b>Celkem</b>	<b>1 809,7</b>		<b>4 928,0</b>	<b>1 570,1</b>		<b>3 000,0</b>	<b>955,8</b>

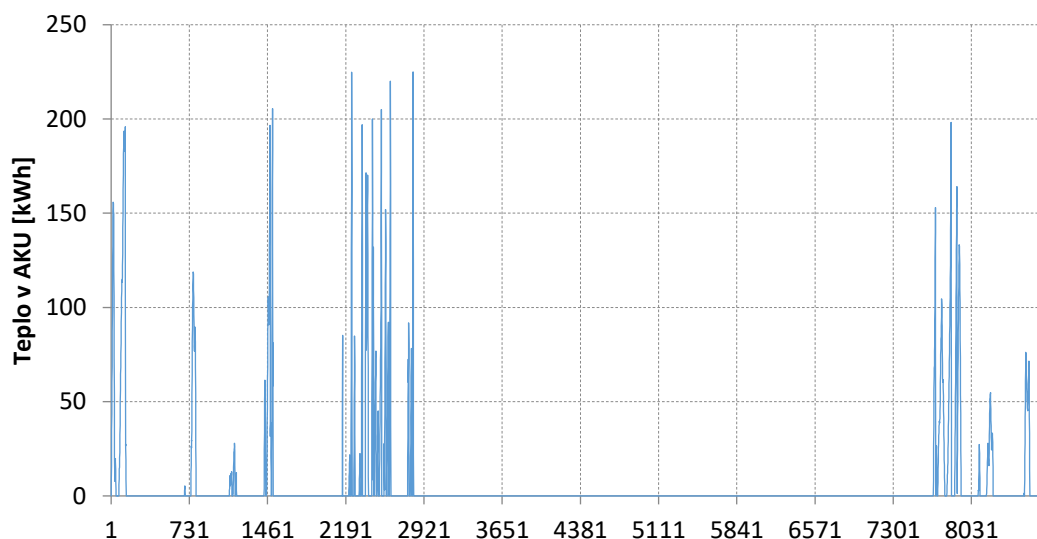
Tabulka 13 – Provoz KGJ

Rezerva v provozní době je dostatečná i v případě poruchy, která by nastala v topném období.

#### 5.2.4. Provoz akumulací nádrže a kotlů – 3 000 h/r

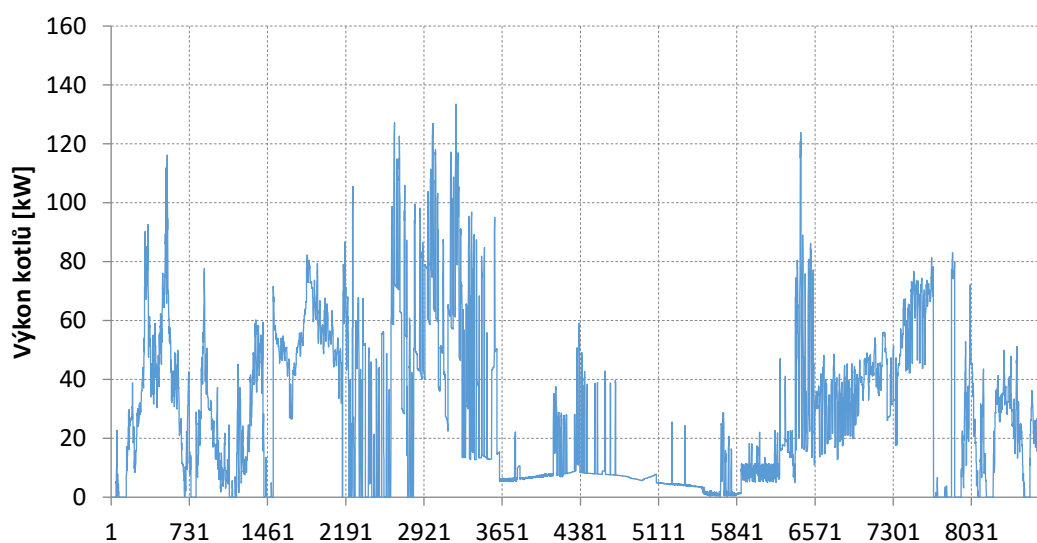
Na provozu KGJ je závislý provoz akumulací nádrže tepla a současně odběr tepla z jiného zdroje. Provoz obou zařízení podle navrženého provozu KGJ je zobrazen na následujících grafech.

## Teplo v akumulační nádrži



Obr. č. 22 – Provoz akumulační nádrže pro KGJ

## Jiný zdroj - kotelna

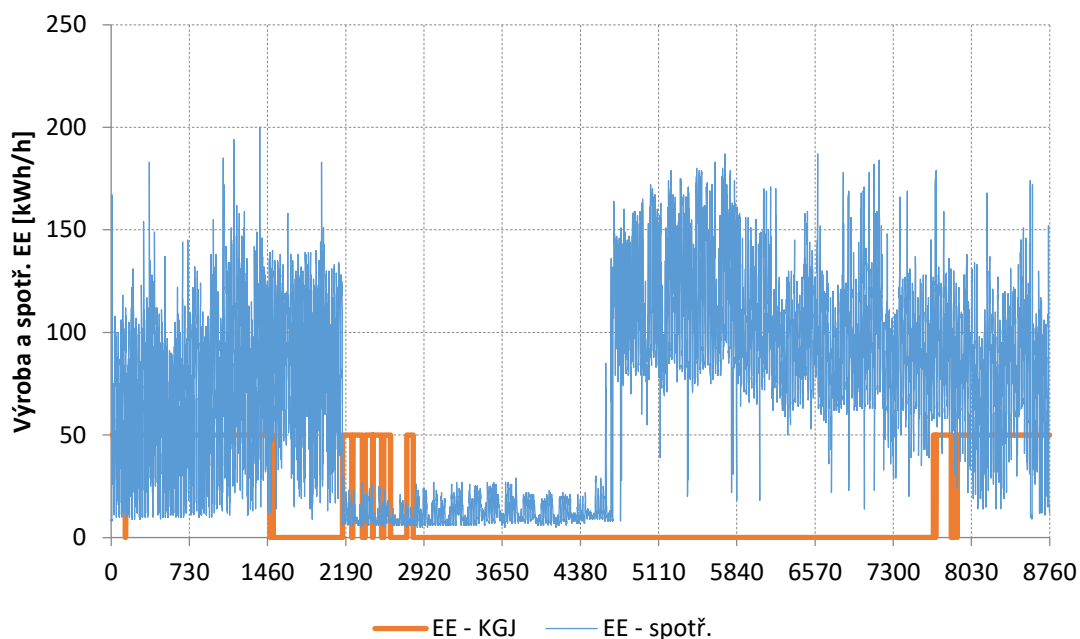


Obr. č. 23 – Provoz jiného zdroje tepla při provozu KGJ

### 5.2.5. Balance elektřiny – 3 000 h/r

Jmenovitý elektrický výkon KGJ se pohybuje většinou pod hodnotou běžných odběrů EE. Proto bude docházet k přetoku elektřiny nižší než v předchozím případě a bude nastávat jen tam, kde je potřeba elektřiny menší než jmenovitý výkon KGJ. Vzájemné poměry množství vyrobené a spotřebované elektřiny jsou vidět na následujícím grafu.

## Výroba a spotřeba elektřiny



Obr. č. 24 – Výroba a spotřeba elektřiny

Spotřeba elektřiny v areálu, svorková výroba elektřiny, vlastní spotřeba elektřiny pro chod KGJ, přetok a odběr ze sítě po jednotlivých měsících jsou uvedeny v následující tabulce.

Bilance elektřiny					
měsíc	Spotřeba EE	Výroba v KGJ	Vlastní spotřeba KGJ	Přetok EE	Odběr ze sítě
	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh
Leden	49,4	37,1	1,1	5,3	18,8
Únor	55,0	33,6	1,0	2,8	25,2
Březen	66,6	4,7	0,1	0,4	62,5
Duben	7,7	22,3	0,7	17,4	3,5
Květen	9,4	0,0	0,0	0,0	9,4
Červen	8,8	0,0	0,0	0,0	8,8
Červenec	49,9	0,0	0,0	0,0	49,9
Srpen	85,9	0,0	0,0	0,0	85,9
Září	71,0	0,0	0,0	0,0	71,0
Říjen	69,5	0,0	0,0	0,0	69,5
Listopad	63,4	15,2	0,5	0,1	48,7
Prosinec	56,4	37,2	1,1	2,9	23,2
<b>Celkem</b>	<b>593,1</b>	<b>150,0</b>	<b>4,5</b>	<b>28,9</b>	<b>476,5</b>

Tabulka 14 – Bilance elektřiny

Pokud by byla spotřeba elektřiny v dubnu – červenci přiměřená ostatním měsícům potom by bilance elektřiny mohla být přibližně následující.

Bilance elektřiny - upravená					
měsíc	Spotřeba EE	Výroba v KGJ	Vlastní spotřeba KGJ	Přetok EE	Odběr ze sítě
	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh
Leden	49,4	37,1	1,1	5,3	18,8
Únor	55,0	33,6	1,0	2,8	25,2
Březen	66,6	4,7	0,1	0,4	62,5
Duben	73,0	22,3	0,7	1,8	53,2
Květen	78,0	0,0	0,0	0,0	78,0
Červen	82,0	0,0	0,0	0,0	82,0
Červenec	84,0	0,0	0,0	0,0	84,0
Srpen	85,9	0,0	0,0	0,0	85,9
Září	71,0	0,0	0,0	0,0	71,0
Říjen	69,5	0,0	0,0	0,0	69,5
Listopad	63,4	15,2	0,5	0,1	48,7
Prosinec	56,4	37,2	1,1	2,9	23,2
<b>Celkem</b>	<b>834,3</b>	<b>150,0</b>	<b>4,5</b>	<b>13,2</b>	<b>702,1</b>

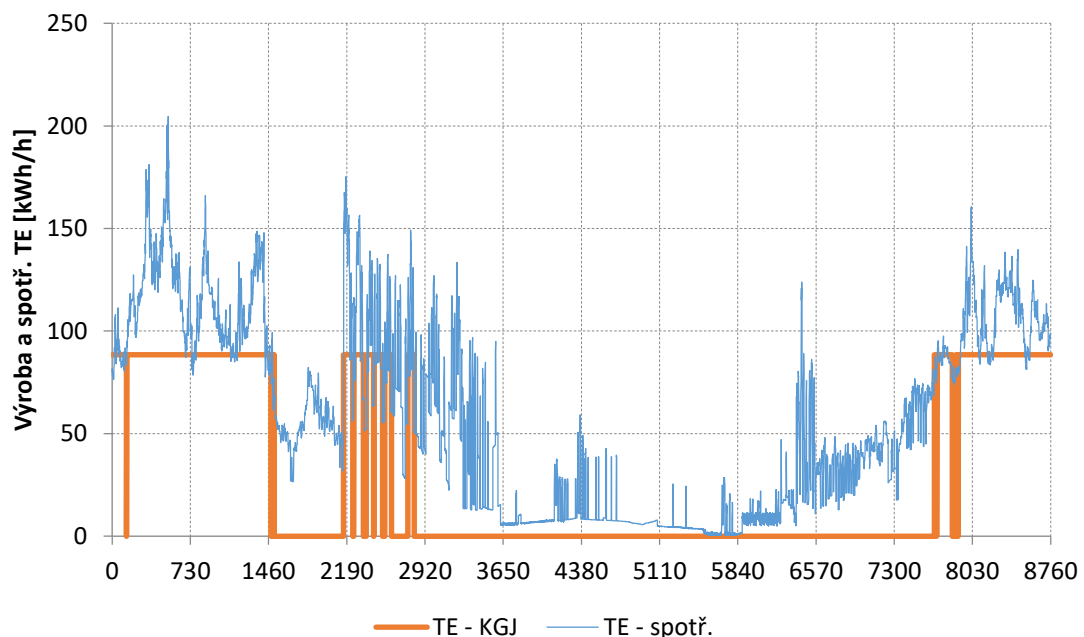
Tabulka 15 – Bilance elektřiny - upravená

Množství elektřiny, které by nebylo spotřebováno by bylo cca 13 MWh, což je cca 9% z celkové vyrobené elektřiny v KGJ.

#### 5.2.6. Bilance tepla – 3 000 h/r

Jmenovitý tepelný výkon KGJ je navržen tak, aby teplo při běžném provozu nebylo mařeno.

### Výroba a spotřeba tepla



Obr. č. 25 – Výroba a spotřeba tepla

Bilance tepla							
měsíc	Potřeba tepla		Provoz KGJ	Spotřeba ZP v KGJ	Vyrobené teplo v KGJ		Teplo z jiného zdroje
	MWh	GJ	hod/měs	MWh <sub>sp.t.</sub>	MWh	GJ	MWh
Leden	89,6	322,7	742,0	120,5	65,7	236,4	24,0
Únor	74,4	267,7	672,0	109,1	59,5	214,1	14,9
Březen	43,4	156,3	93,0	15,1	8,2	29,6	35,3
Duben	65,0	234,0	445,0	72,2	39,4	141,8	25,5
Květen	38,1	137,3	0,0	0,0	0,0	0,0	38,1
Červen	6,9	24,7	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9
Červenec	7,4	26,7	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4
Srpen	3,1	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1
Září	14,6	52,5	0,0	0,0	0,0	0,0	14,6
Říjen	26,3	94,7	0,0	0,0	0,0	0,0	26,3
Listopad	53,4	192,2	304,0	49,3	26,9	96,9	26,5
Prosinec	80,6	290,0	744,0	120,8	65,8	237,0	14,7
<b>Celkem</b>	<b>502,7</b>	<b>1 809,7</b>	<b>3 000,0</b>	<b>487,0</b>	<b>265,5</b>	<b>955,8</b>	<b>237,2</b>

Tabulka 16 – Bilance tepla

### 5.2.1. Servis a údržba

Pro zajištění spolehlivého a bezpečného provozu kogenerační jednotky je nutno provádět pravidelnou údržbu a opravy v následujícím členění, a to jak vykonávané provozovatelem (obsluhou kogenerační jednotky), tak také vykonávané servisní organizací s autorizací výrobce KGJ k servisním činnostem (dále jen servisní organizace).

Vybraná KGJ T50 má plánovanou GO při 64 000 hodinách. Počet servisních prohlídek včetně cenových nákladů je uveden v následující tabulce.

Cena za plánovanou údržbu KJ TEDOM - Micro T50 NG 50Hz									
Nominální elektrický výkon	50 kW								
Stupeň prohlídky	Interval	Počet prohlídek	Hod.na jednu prohlídku	Hod.celkem	Materiál v Kč na 1 prohlídku	Materiál v Kč celkem	Práce v Kč	Cena dopravy	Cena celkem
TO - 1	2 000	31	6	186	17 108	530 348	128 340	84 816	743 504
TO - 2	4 000	15	1	15	4 105	61 581	10 350	0	71 931
TO - 3	10 000	6	8	48	3 580	21 481	33 120	0	54 601
TO - 4	12 000	4	6	24	42 630	170 518	16 560	0	187 078
TO - 5	16 000	3	2	6	6 200	18 599	4 140	0	22 739
TO - 6	xxx	0	0	0	0	0	0	0	0
TO - 0 (+ oil filter)	2 000	0	0	0	0	0	0	0	0
SO	32 000	1	48	48	175 516	175 516	33 120	8 208	216 844
GO kogenerační jednotky	64 000	1	280	280	705 954	705 954	193 200	68 400	967 554
Neplánovaná údržba	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>CELKEM</b>	<b>xxx</b>	<b>xxx</b>	<b>xxx</b>	<b>607</b>	<b>xxx</b>	<b>1 683 998</b>	<b>418 830</b>	<b>161 424</b>	<b>2 264 252</b>

cena na kWh	0,708	Kč/kWh
cena na mth	35,379	Kč/mth
cena na kWh bez GO KJ a GO motoru	0,405	Kč/kWh
cena na mth bez GO KJ a GO motoru	20,261	Kč/mth

Tabulka 17 – Cena servisu KGJ

V ekonomickém hodnocení je počítáno se servisem včetně GO, tj. **35,379 Kč/mth**. Roční náklady na servis včetně GO (3 000 mth/rok) tedy budou 106 137 Kč/rok.

### 5.3. Micro 50 – 4 400 h/r

#### 5.3.1. Technická data

Technická data navržené kogenerační jednotky (KGJ)			
Položka		Jednotka	Hodnota
Typ navržené kogenerační jednotky		Micro 50	
Výrobce		TEDOM	
Jmenovitý elektrický výkon		kW	50,0
Jmenovitý tepelný výkon		kW	88,5
Příkon v palivu		kW	146,1
		GJ/h	0,5
Hodinová spotřeba ZP	obchodní podmínky	m <sup>3</sup> /h	15,2
	normální podmínky	Nm <sup>3</sup> /h	14,4
	vztaženo ke spalnému teplu	kWh <sub>sp.t.</sub>	162,3
Elektrická účinnost		%	34,2%
Tepelná účinnost		%	60,6%
Celková účinnost		%	94,8%
BETAe - podíl elektřiny		-	0,361
BETAt - podíl tepla		-	0,639
Poměr výkonů Ptjm/Pejm		-	1,77
Teplotní spád topné vody		°C	85/65
Průtočné množství topné vody		t/h	3,8
Vlastní spotřeba elektřiny		%	3%

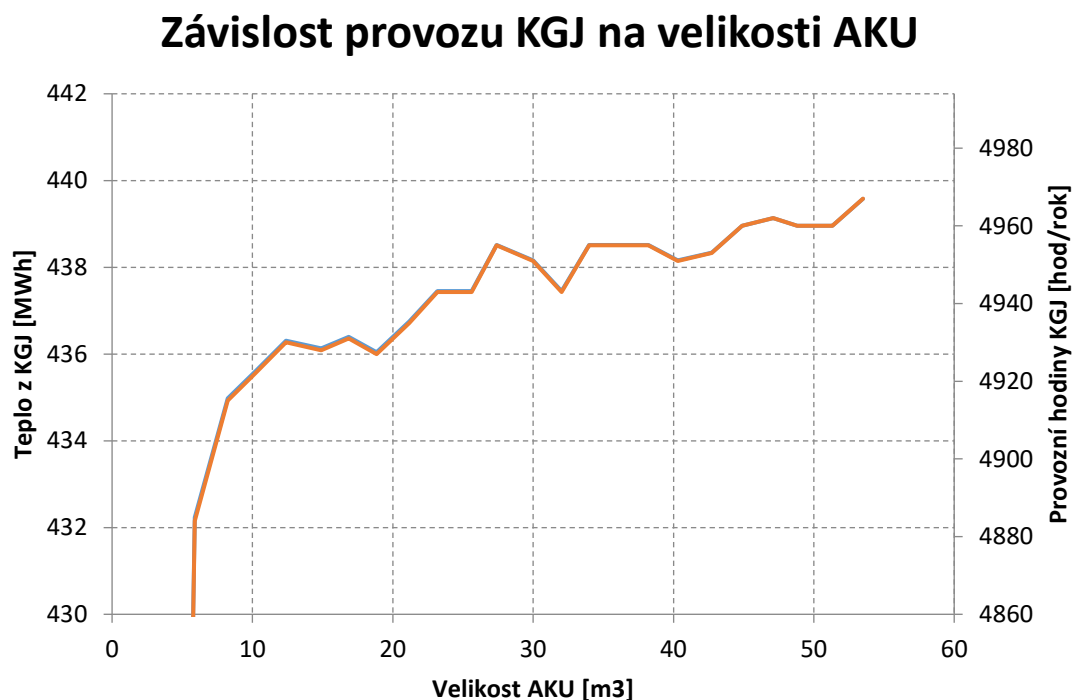
Tabulka 18 – Technická data KGJ



Obr. č. 26 – KGJ Micro

### 5.3.2. Akumulační nádrž

Přiřazením provozu KGJ k hodinám kdy je dostatečný odběr tepla a kdy je možno využít možnosti akumulace tepla v nádrži lze pro různé velikosti akumulací nádrže získat odpovídající maximální možný provoz KGJ a s tím související i vyrobené teplo v KGJ. Tato závislost je zobrazena na následujícím grafu.



Obr. č. 27 – Závislost provozu KGJ na velikosti AKU

Na grafu je patrné, že akumulací nádrž cca 12 m<sup>3</sup> umožní během roku až 4 928 provozních hodin KGJ. Na základě vypočteného grafu závislosti provozu KGJ na velikosti akumulací nádrže je možno provést volbu velikosti akumulací nádrže.

Pro režim provozu 4 400 hod/rok volím velikost akumulací nádrže větší, 35 m<sup>3</sup>, která umožní projet až 4 958 hodin za rok.

### 5.3.3. Provoz KGJ – 4 400 h/r

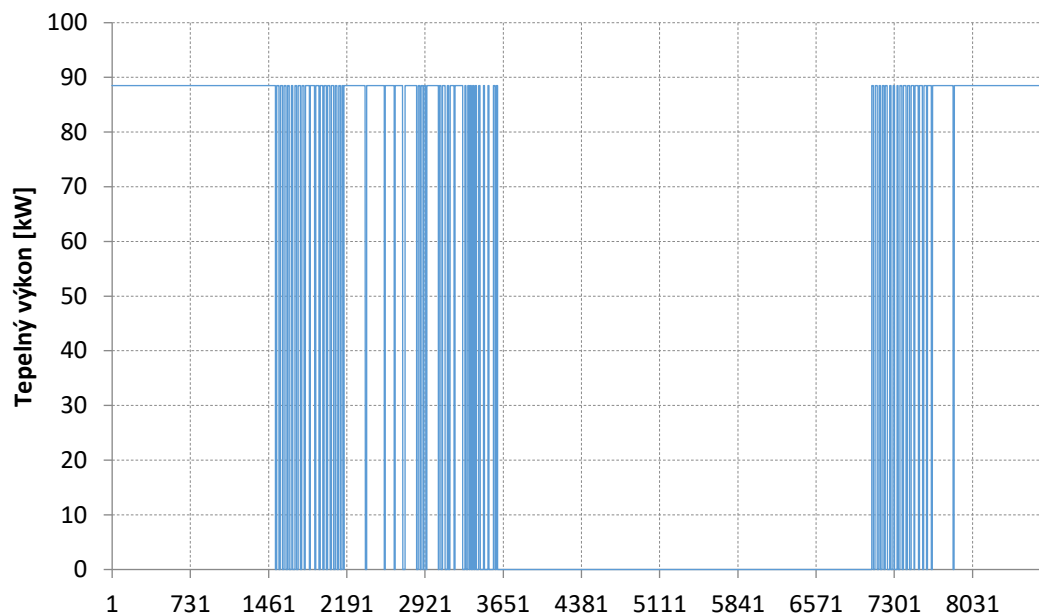
KGJ bude provozována tak, aby provozní doba byla co nejdelší a souvislá. To znamená, že není žádoucí, aby docházelo k cyklování zapnuto – vypnuto, ale během dne bude KGJ spuštěna na maximální možný počet hodin daný potřebou tepla (ideálně 24hod/den). Tímto provozem dojde k největšímu využití jmenovitého výkonu kogenerační jednotky.

Každý start – najetí výkonu z 0 na 100% a vypnutí – sjetí s výkonem ze 100 na 0% znamená spotřebu ZP bez výroby elektřiny, dokud nedojde k přifázování jednotky do sítě a tudíž provoz se sníženou elektrickou účinností.

Proto jsou nejkratší denní doby provozu vynechány a pro navržený provoz vybrány doby s delší dobou trvání.

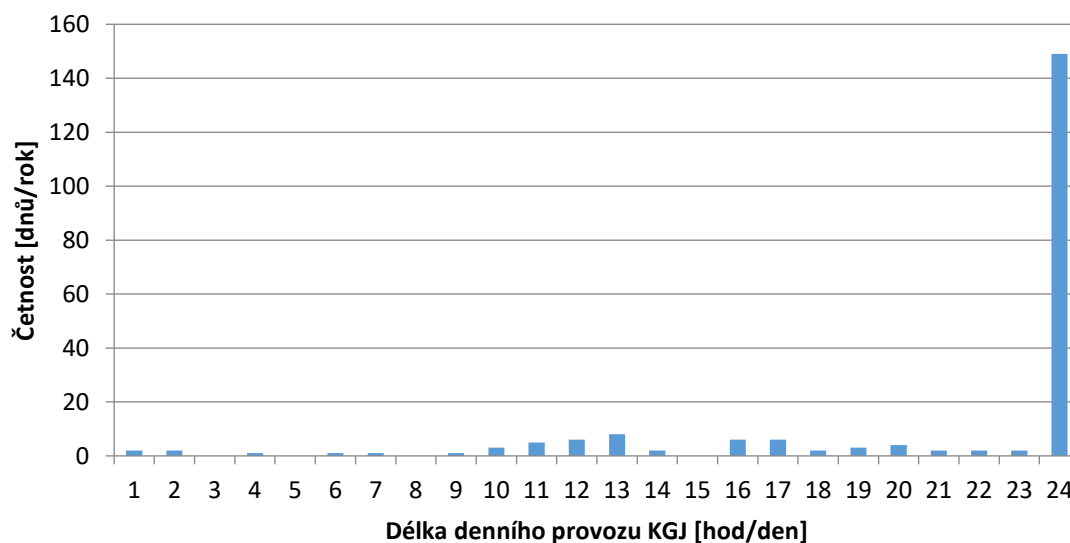
Výsledný navržený provoz KGJ je z hlediska tepelného výkonu během roku a četnosti délky denního provozu zobrazen na následujících grafech.

### Provoz KGJ



Obr. č. 28 – Provoz KGJ

### Četnost délky denního provozu KGJ - pro 4400 h



Obr. č. 29 – Četnost délky denního provozu KGJ



Na grafu je vidět, že nejvyšší četnosti délky denního provozu KGJ jsou pro provoz 24 hodin za den souvislé délky provozu. To znamená, že 149 dní v roce bude možno s KGJ jet celý den vkuse. U kratších délek souvislého denního provozu bude po této době akumulací nádrž nabitá a potřeba tepla bude menší než tepelný výkon, takže KGJ se bude muset vypnout.

Pro provoz je nejlepší, když nejvyšší četnosti jsou u vyšších souvislých délek provozu, což v tomto případě platí. V následující tabulce jsou uvedeny měsíční hodnoty pro teoretický max. možný provoz s vybranou akumulací nádrží a pro doporučený provoz na 4 400 hodin za rok.

Provoz KGJ							
měsíc	Potřebné teplo	Provozní teoretické max			Doporučený provoz		
	GJ	hod/den	hod/měs	GJ/měs	hod/den	hod/měs	GJ/měs
Leden	322,7	24,0	744,0	237,0	24,0	744,0	237,0
Únor	267,7	24,0	672,0	214,1	24,0	672,0	214,1
Březen	156,3	16,0	496,0	158,0	16,0	496,0	158,0
Duben	234,0	21,3	640,0	203,9	21,3	640,0	203,9
Květen	137,3	13,8	428,0	136,4	13,6	423,0	134,8
Červen	24,7	2,6	79,0	25,2	0,0	0,0	0,0
Červenec	26,7	2,7	84,0	26,8	0,0	0,0	0,0
Srpen	11,0	0,9	28,0	8,9	0,0	0,0	0,0
Září	52,5	5,5	166,0	52,9	0,0	0,0	0,0
Říjen	94,7	9,6	298,0	94,9	3,3	102,0	32,5
Listopad	192,2	19,3	579,0	184,5	19,3	579,0	184,5
Prosinec	290,0	24,0	744,0	237,0	24,0	744,0	237,0
<b>Celkem</b>	<b>1 809,7</b>		<b>4 958,0</b>	<b>1 579,6</b>		<b>4 400,0</b>	<b>1 401,8</b>

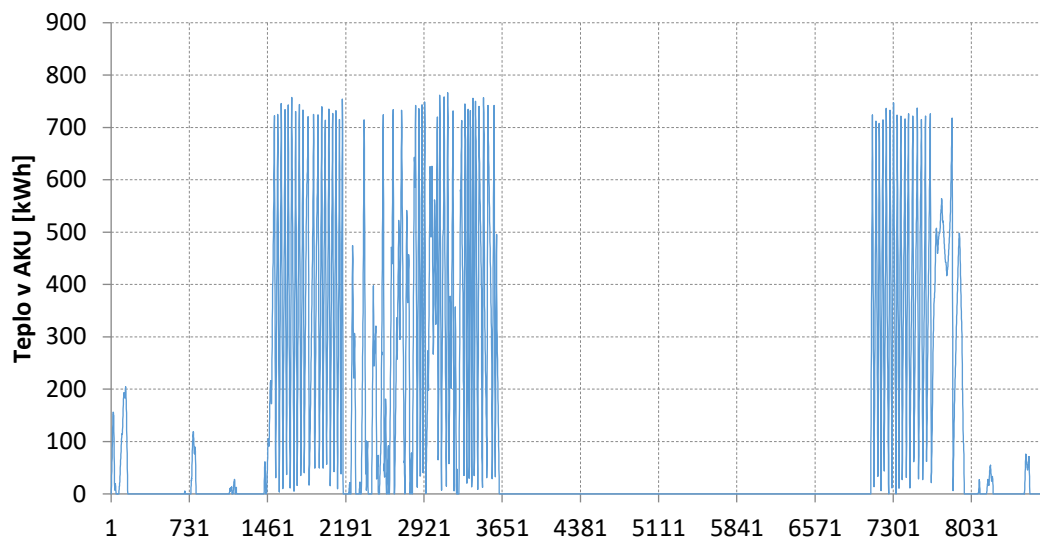
Tabulka 19 – Provoz KGJ

Rezerva v provozní době je dostatečná i v případě poruchy, která by nastala v topném období.

#### 5.3.4. Provoz akumulací nádrže a kotlů – 4 400 h/r

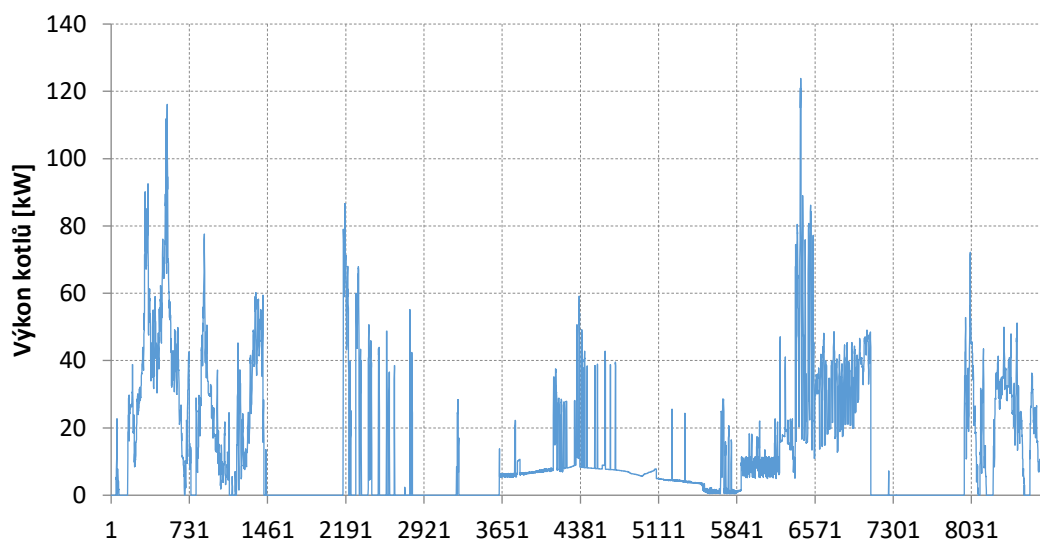
Na provozu KGJ je závislý provoz akumulací nádrže tepla a současně odběr tepla z jiného zdroje. Provoz obou zařízení podle navrženého provozu KGJ je zobrazen na následujících grafech.

## Teplo v akumulční nádrži



Obr. č. 30 – Provoz akumulční nádrže pro KGJ

## Jiný zdroj tepla

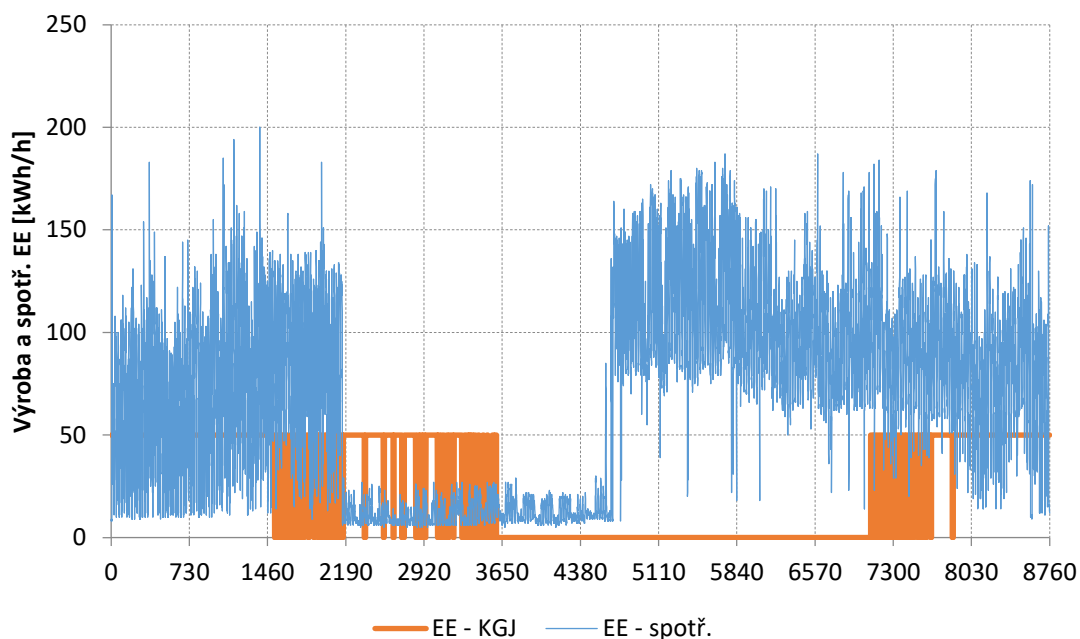


Obr. č. 31 – Provoz jiného zdroje tepla při provozu KGJ

### 5.3.5. Balance elektřiny – 4 400 h/r

Jmenovitý elektrický výkon KGJ se pohybuje většinou pod hodnotou běžných odběrů EE. Proto bude docházet k přetoku elektřiny nižší než v předchozím případě a bude nastávat jen tam, kde je potřeba elektřiny menší než jmenovitý výkon KGJ. Vzájemné poměry množství vyrobené a spotřebované elektřiny jsou vidět na následujícím grafu.

## Výroba a spotřeba elektřiny



Obr. č. 32 – Výroba a spotřeba elektřiny

Spotřeba elektřiny v areálu, svorková výroba elektřiny, vlastní spotřeba elektřiny pro chod KGJ, přetok a odběr ze sítě po jednotlivých měsících jsou uvedeny v následující tabulce.

Bilance elektřiny					
měsíc	Spotřeba EE	Výroba v KGJ	Vlastní spotřeba KGJ	Přetok EE	Odběr ze sítě
	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh
Leden	49,4	37,2	1,1	5,3	18,7
Únor	55,0	33,6	1,0	2,8	25,2
Březen	66,6	24,8	0,7	1,6	44,1
Duben	7,7	32,0	1,0	25,2	1,8
Květen	9,4	21,2	0,6	15,5	4,4
Červen	8,8	0,0	0,0	0,0	8,8
Červenec	49,9	0,0	0,0	0,0	49,9
Srpen	85,9	0,0	0,0	0,0	85,9
Září	71,0	0,0	0,0	0,0	71,0
Říjen	69,5	5,1	0,2	0,0	64,6
Listopad	63,4	29,0	0,9	0,3	35,5
Prosinec	56,4	37,2	1,1	2,9	23,2
<b>Celkem</b>	<b>593,1</b>	<b>220,0</b>	<b>6,6</b>	<b>53,5</b>	<b>433,2</b>

Tabulka 20 – Bilance elektřiny

Pokud by byla spotřeba elektřiny v dubnu – červenci přiměřená ostatním měsícům potom by bilance elektřiny mohla být přibližně následující.

Balance elektřiny - upravená					
měsíc	Spotřeba EE	Výroba v KGJ	Vlastní spotřeba KGJ	Přetok EE	Odběr ze sítě
	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh
Leden	49,4	37,2	1,1	5,3	18,7
Únor	55,0	33,6	1,0	2,8	25,2
Březen	66,6	24,8	0,7	1,6	44,1
Duben	73,0	32,0	1,0	2,6	44,6
Květen	78,0	21,2	0,6	1,6	59,1
Červen	82,0	0,0	0,0	0,0	82,0
Červenec	84,0	0,0	0,0	0,0	84,0
Srpen	85,9	0,0	0,0	0,0	85,9
Září	71,0	0,0	0,0	0,0	71,0
Říjen	69,5	5,1	0,2	0,0	64,6
Listopad	63,4	29,0	0,9	0,3	35,5
Prosinec	56,4	37,2	1,1	2,9	23,2
<b>Celkem</b>	<b>834,3</b>	<b>220,0</b>	<b>6,6</b>	<b>17,0</b>	<b>637,9</b>

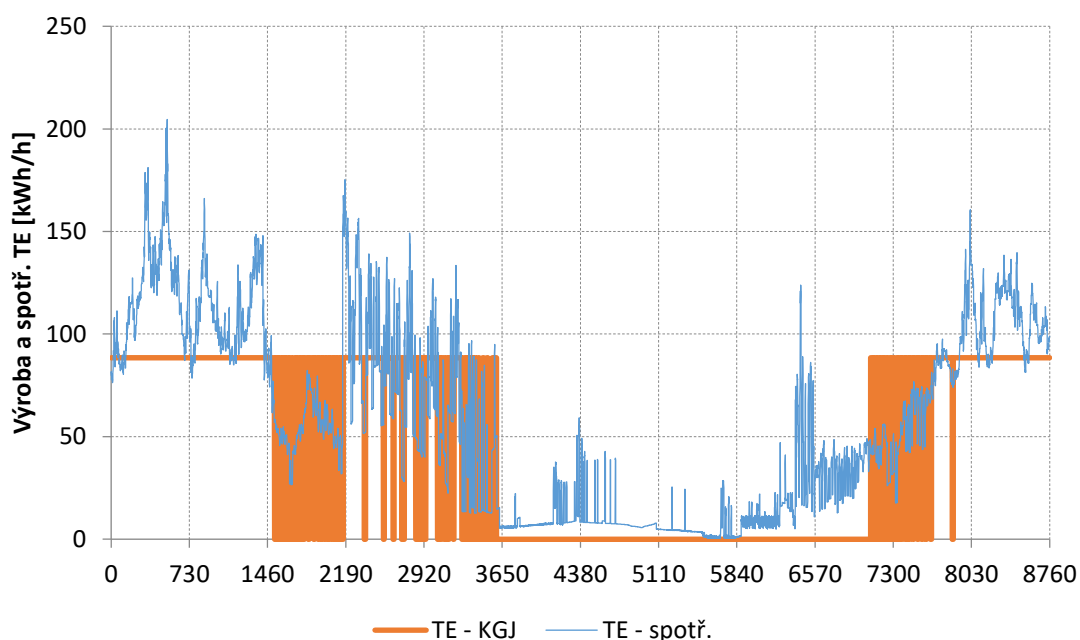
Tabulka 21 – Balance elektřiny - upravená

Množství elektřiny, které by nebylo spotřebováno by bylo cca 17 MWh, což je cca 8% z celkové vyrobené elektřiny v KGJ.

### 5.3.6. Balance tepla – 4 400 h/r

Jmenovitý tepelný výkon KGJ je navržen tak, aby teplo při běžném provozu nebylo mařeno.

## Výroba a spotřeba tepla



Obr. č. 33 – Výroba a spotřeba tepla

Bilance tepla							
měsíc	Potřeba tepla		Provoz KGJ	Spotřeba ZP v KGJ	Vyrobené teplo v KGJ		Teplo z jiného zdroje
	MWh	GJ	hod/měs	MWh <sub>sp.t.</sub>	MWh	GJ	MWh
Leden	89,6	322,7	744,0	120,8	65,8	237,0	23,8
Únor	74,4	267,7	672,0	109,1	59,5	214,1	14,9
Březen	43,4	156,3	496,0	80,5	43,9	158,0	0,2
Duben	65,0	234,0	640,0	103,9	56,6	203,9	8,0
Květen	38,1	137,3	423,0	68,7	37,4	134,8	0,3
Červen	6,9	24,7	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9
Červenec	7,4	26,7	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4
Srpen	3,1	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1
Září	14,6	52,5	0,0	0,0	0,0	0,0	14,6
Říjen	26,3	94,7	102,0	16,6	9,0	32,5	17,7
Listopad	53,4	192,2	579,0	94,0	51,2	184,5	1,7
Prosinec	80,6	290,0	744,0	120,8	65,8	237,0	14,7
<b>Celkem</b>	<b>502,7</b>	<b>1 809,7</b>	<b>4 400,0</b>	<b>714,3</b>	<b>389,4</b>	<b>1 401,8</b>	<b>113,3</b>

Tabulka 22 – Bilance tepla

### 5.3.1. Servis a údržba

Pro zajištění spolehlivého a bezpečného provozu kogenerační jednotky je nutno provádět pravidelnou údržbu a opravy v následujícím členění, a to jak vykonávané provozovatelem (obsluhou kogenerační jednotky), tak také vykonávané servisní organizací s autorizací výrobce KGJ k servisním činnostem (dále jen servisní organizace).

Vybraná KGJ T50 má plánovanou GO při 64 000 hodinách. Počet servisních prohlídek včetně cenových nákladů je uveden v následující tabulce.

Cena za plánovanou údržbu KJ TEDOM - Micro T50 NG 50Hz									
Nominální elektrický výkon		50 kW							
Stupeň prohlídky	Interval	Počet prohlídek	Hod.na jednu prohlídku	Hod.celkem	Materiál v Kč na 1 prohlídku	Materiál v Kč celkem	Práce v Kč	Cena dopravy	Cena celkem
TO - 1	2 000	31	6	186	17 108	530 348	128 340	84 816	743 504
TO - 2	4 000	15	1	15	4 105	61 581	10 350	0	71 931
TO - 3	10 000	6	8	48	3 580	21 481	33 120	0	54 601
TO - 4	12 000	4	6	24	42 630	170 518	16 560	0	187 078
TO - 5	16 000	3	2	6	6 200	18 599	4 140	0	22 739
TO - 6	xxx	0	0	0	0	0	0	0	0
TO - 0 (+ oil filter)	2 000	0	0	0	0	0	0	0	0
SO	32 000	1	48	48	175 516	175 516	33 120	8 208	216 844
GO kogenerační jednotky	64 000	1	280	280	705 954	705 954	193 200	68 400	967 554
Neplánovaná údržba	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>CELKEM</b>	<b>xxx</b>	<b>xxx</b>	<b>xxx</b>	<b>607</b>	<b>xxx</b>	<b>1 683 998</b>	<b>418 830</b>	<b>161 424</b>	<b>2 264 252</b>

cena na kWh	0,708	Kč/kWh
cena na mth	35,379	Kč/mth
cena na kWh bez GO KJ a GO motoru	0,405	Kč/kWh
cena na mth bez GO KJ a GO motoru	20,261	Kč/mth

Tabulka 23 – Cena servisu KGJ

V ekonomickém hodnocení je počítáno se servisem včetně GO, tj. **35,379 Kč/mth**. Roční náklady na servis včetně GO (4 400 mth/rok) tedy budou 155 668 Kč/rok.

#### 5.4. Legislativa KVET

- Žádost o připojení k distribuční soustavě

Na základě podané žádosti o připojení dle vyhlášky č. 16/2016 Sb. o podmínkách připojení k elektrizační soustavě bude uzavřena smlouva o připojení. Žadatel je povinen uhradit měrný podíl na oprávněných nákladech spojených s připojením a zajištěním požadovaného příkonu a výkonu podle přílohy č. 8 k této vyhlášce.

- Stavební řízení

Projekt – Dokumentace pro územní rozhodnutí (DUR)

Projekt – Dokumentace pro stavební povolení (DSP)

Projekt – Dokumentace provedení stavby (DPS)

Realizace stavby

Projekt – Dokumentace skutečného provedení (DSkP)

- Licence na výrobu elektřiny

Licenci vydává Energetický regulační úřad na základě žádosti podané podle zákona č. 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon). Licenci řeší § 3 - § 10. Musí být ustanoven odpovědný zástupce, který odpovídá za výkon licencované činnosti podle tohoto zákona.

O licenci lze žádat až po dokončení stavby KGJ, kdy jsou na výrobu elektřiny vystaveny revizní zprávy. Za vystavení licence se platí správní poplatek 1 000 Kč u KGJ do výkonu 1 MW.

- Osvědčení o původu elektřiny z KVET

Žádost se podává u Ministerstva průmyslu a obchodu a obsahuje výpočet množství elektřiny z kombinované výroby elektřiny a tepla, včetně výpočtu úspory primární energie podle vyhlášky č. 37/2016 Sb. o elektřině z vysokoúčinné kombinované výroby elektřiny a tepla.

- První paralelní připojení

Pomocí tzv. prvního paralelního připojení (PPP) ověřuje distributor elektřiny (ČEZ) shodu s projektovou dokumentací a splnění podmínek připojení výrobní k distribuční soustavě. Následně je instalován čtyřkvadrantní elektroměr a přidělen výrobní EAN.

- Registrace v CS OTE

Výrobce musí být registrován v centrálním systému operátora trhu s elektřinou (CS OTE) jako registrovaný účastník trhu (RÚT) a musí si v něm založit nárok na podporu zeleného bonusu. Zelený bonus je následně vyplácen na základě pravidelných měsíčních výkazů zadávaných CS OTE.

- Dle zkušeností zpracovatele je časová náročnost posledních kroků taková, že první platbu zelených bonusů lze očekávat nejdříve za 3 měs. od uvedení KGJ do provozu (kolaudace).

## 6. EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ

Cílem ekonomické analýzy je zjistit vhodnost realizace jednotlivých opatření z ekonomického hlediska. Ekonomická analýza byla provedena na základě několika kritérií, z nichž nejdůležitější jsou čistá současná hodnota a vnitřní výnosové procento v podobě diskontovaného toku hotovosti za dobu životnosti opatření. Důležitým hodnotícím faktorem může být také finanční úspora na konci hodnotícího období.

### 6.1. Popis ekonomických kritérií

#### Základní vstupní údaje

Při zpracování ekonomické analýzy jsou obvykle základními vstupními údaji na jedné straně příjmové položky (obvykle v podobě tržeb popř. úspor) a na druhé straně výdajové položky (v podobě provozních nákladů).

Vstupní údaje pro ekonomickou analýzu se opírají o následující fakta:

- Výše provozních nákladů v jednotlivých opatřeních byla stanovena na základě stávajícího stavu a stávajících cenových hladin energií.
- Výše úspor (příjmů) byly stanoveny na základě detailních propočtů provozu energetických zařízení.
- Jako základ pro výpočet úspor sloužil současný stav a příslušné provozní výdaje, tak jak je uvedeno u jednotlivých variant v předešlé kapitole.

#### Ostatní vstupní údaje

V ekonomické analýze je nutné zohlednit následující doplňkové vstupní údaje:

- diskontní míra
- doba porovnání (životnosti) opatření
- cenový vývoj
- odpisy
- financování

#### **Diskontní míra**

Pro stanovení současné hodnoty budoucích peněžních toků (příjmů a výdajů) se obvykle pracuje s jejich převodem na současnou hodnotu. Volba správné diskontní míry a diskontního faktoru je přitom klíčový prostředek, který daný převod umožňuje. Tento matematický aparát pak umožňuje pracovat s peněžními toky, které jsou opatřením vyvolány a to v různých časových obdobích. Pro výpočet diskontního faktoru je nejvhodnější použít některý z tržních modelů, které jsou založeny na tržních datech bez subjektivního vlivu oceňovatele.

Pro výpočet diskontního faktoru by mohl být použit např. model CAPM (model oceňování kapitálových aktiv), jež umožňuje stanovit diskontní míru (a tedy minimální požadovaný výnos z investice) pro danou úroveň tržního rizika.

Diskontní sazba je zvolena ve výši 4,0 %.

### **Doba hodnocení**

Doba hodnocení byla zvolena na 20 let.

### **Cenový vývoj**

Během doby provozování zařízení se může významně měnit inflace a tím i ceny. V obvyklém případě pak především změny cen energie významně ovlivňují ekonomické výsledky energeticky zaměřených projektů. Vzhledem k velmi nestabilnímu prostředí, které v současné době panuje na trhu s cenami energie, není v ekonomickém hodnocení počítáno s žádnými meziročními změnami.

### **Odpisy a daň z příjmu**

Při stanovení odpisů z investice se vychází z příslušných ustanovení zákona č. 586/1992 Sb. O dani z příjmu. Zařazení příslušných zařízení do jednotlivých odpisových skupin je provedeno v souladu s přílohou tohoto zákona, každé odpisové skupině jsou pak přiřazeny odpisové sazby resp. koeficienty. Ve všech opatřeních byla zvolena metoda lineárního (rovnoměrného) odepisování.

- Technologické celky – odpisová skupina 3 (délka odpisu 16 let).

### **Financování**

Způsob financování navržených opatření byl řešen vlastními finančními prostředky.

- Varianta vlastní finanční prostředky – vlastní investiční prostředky 100%.

### **Základní kritéria při hodnocení projektů**

#### **Čistá současná hodnota (NPV)**

Čistá současná hodnota je jedním ze základních a v praxi nejčastěji používaným kritériem při hodnocení investic. Obecně je založena na porovnání peněžních toků (příjmů a výdajů) generovaných projektem za celou dobu životnosti, které jsou diskontovány k okamžiku rozhodování. Poskytuje informaci o ziskovosti projektu v absolutním vyjádření, tedy v peněžních jednotkách. Projekt je ziskový tehdy, pokud je čistá současná hodnota kladná, což nastává tehdy, pokud současná hodnota očekávaných příjmů z investice je vyšší než současná hodnota výdajů spojených s danou investicí.



Matematicky lze toto kritérium vyjádřit následujícím vztahem,

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+R)^t} - INV_0,$$

kde CF je peněžní tok z investice v roce t, R je diskontní sazba (zde minimální požadovaný výnos z investice určený modelem CAPM) a INV jsou investiční náklady.

Při výběru z několika vzájemně vylučitelných investičních variant je preferována ta, jejíž čistá současná hodnota je nejvyšší.

Předností tohoto kritéria je zejména fakt, že bere v úvahu všechny peněžní toky za celou dobu životnosti investice (na rozdíl od kritéria doby návratnosti). Taktéž jej lze aplikovat v situacích, kdy opatření není spojeno s žádnými počátečními investičními náklady.

### Vnitřní výnosové procento (IRR)

Vnitřní výnosové procento je takové procento, při němž se současná hodnota peněžních příjmů z investice rovná kapitálovým výdajům. Toto procento pak vyjadřuje průměrný výnos z investice za celou dobu jejího trvání. Investice se považuje za ziskovou tehdy, jestliže vnitřní výnosové procento je vyšší než je minimální požadovaná výnosnost investice (určená např. výše popsaným modelem CAPM), tedy musí platit, že

$$VVP \geq R.$$

Matematicky lze toto kritérium popsat takto,

$$\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+VVP)^t} = INV_0,$$

kde VVP je hledané vnitřní výnosové procento. Výhody tohoto kritéria jsou shodné jako u kritéria čisté současné hodnoty, a proto by měly být při rozhodování investora považovány za stěžejní a nejdůležitější.

### Prostá doba návratnosti investic (DN)

Prostá návratnost investic je pomocným kritériem při hodnocení ekonomické efektivnosti investice. Vyjadřuje počet let, za která očekávané příjmy z investice pokryjí počáteční investiční výdaje. Přitom rozhodujícím kritériem je, aby doba návratnosti byla kratší, než je očekávaná doba životnosti investice. Nevýhodou tohoto kritéria je skutečnost, že nezohledňuje skutečnou časovou hodnotu peněz (ocenění toků hotovosti prostřednictvím diskontní míry, pracuje s nominálními peněžními toky) a také fakt, že nezohledňuje peněžní toky po době návratnosti. Proto je její vypovídací schopnost omezená a slouží jen jako orientační kritérium.

Matematicky lze toto kritérium vyjádřit následovně,

$$DN = \frac{INV_0}{\sum_{t=1}^N CF_t},$$

kde DN je doba návratnosti, INV jsou počáteční investiční náklady a CF jsou peněžní toky v jednotlivých letech životnosti.

### Diskontovaná doba návratnosti

Jedná se o modifikaci kritéria prosté doby návratnosti. Rozdíl spočívá v tom, že se zde nepracuje s nominálními peněžními toky, ale diskontovanými. Rozhodující kritérium je definováno stejným způsobem.

Matematicky lze toto kritérium vyjádřit následovně,

$$DN = \frac{INV_0}{\sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+R)^t}}$$

## 6.2. Výpočty z minulých cen

### 6.2.1. Investiční náklady

Investiční náklady se budou skládat z nákladů na samotnou KGJ, její připojení k teplovodní, plynovodní a elektrické soustavě, případné stavební úpravy, úpravy systému MaR, systému energetického managementu a projektu.

Odhadované investiční náklady jsou uvedeny v následující tabulce.

Na dodávku kogenerační jednotky je v příloze konkrétní cenová nabídka dodavatele. Ostatní ceny jsou stanoveny odborným odhadem na základě obdobných instalací.

Přesné investiční náklady je možno stanovit až v projektu.

Investiční náklady			
Položka	Cento 80	Micro 50	
	3000 h	3000 h	4400 h
	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč
Projekt	332,0	260,9	
Kogenerační jednotka	2 743,0	2 132,4	
Akumulační nádrž	180,0	180,0	525,0
Připojení plyn - voda - elektro	1 091,8	848,7	
Stavební úpravy	545,9	424,4	
Úpravy MaR	182,0	141,5	
<b>CELKEM</b>	<b>5 074,6</b>	<b>3 987,9</b>	<b>4 332,9</b>

Tabulka 24 – Investiční náklady

### 6.2.2. Provozní náklady

Provozní náklady i výnosy jsou závislé na cenách zemního plynu a elektřiny. Výpočet vychází z posledních známých cen. U ZP je možná cena odhadnuta, u elektřiny je stanovena tak, jako by celý rok byla silová cena elektřiny 3 825 Kč/MWh.

Cena zemního plynu (celková): 2 100 Kč/MWh<sub>sp.t.</sub>

Cena elektřiny (celková): 5 300 Kč/MWh

Prodejní cena elektřiny (60% ceny silové elektřiny): 2 295 Kč/MWh

Vstupy pro ekonomické výpočty - KGJ				
Položka	Jednotka	Cento 80	Micro 50	
		3000 h	3000 h	4400 h
Zelený bonus	Kč/MWh	1177,0	1177,0	758,0
Výnosy zelených bonusů	tis. Kč	300,1	176,6	166,8
Prodejní cena EE	Kč/MWh	2295,0	2295,0	2295,0
Výnosy z prodeje EE	tis. Kč	108,9	30,4	38,9
<b>Celkem výnosy z ZB a EE</b>	<b>tis. Kč</b>	<b>409,1</b>	<b>206,9</b>	<b>205,7</b>
Cena EE	Kč/MWh	5300,0	5300,0	5300,0
Náklady na EE pro KGJ	tis. Kč	40,5	23,9	35,0
Cena ZP	Kč/MWh <sub>sp.t.</sub>	2100,0	2100,0	2100,0
Náklady na ZP	tis. Kč	1764,0	1022,7	1500,0
Cena servisu s GO	Kč/mth	41,0	35,4	35,4
Náklady na servis s GO	tis. Kč	123,0	106,1	155,7
<b>Celkem náklady</b>	<b>tis. Kč</b>	<b>1927,6</b>	<b>1152,7</b>	<b>1690,6</b>

Tabulka 25 – Vstupy pro ekonomické výpočty - KGJ

Provozní náklady celkové				
Položka	Původní	Cento 80	Micro 50	
		3000 h	3000 h	4400 h
	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč
<b>Proměnné náklady</b>	<b>5 435,3</b>	<b>5 320,7</b>	<b>5 241,3</b>	<b>5 137,7</b>
Teplo	1 013,4	160,8	478,2	228,4
ZP - Palivo KGJ	0,0	1 764,0	1 022,7	1 500,0
EE	4 421,9	3 362,5	3 720,9	3 380,8
Ostatní	0,0	33,5	19,5	28,5
<b>Stálé náklady</b>	<b>0,0</b>	<b>587,2</b>	<b>440,7</b>	<b>551,6</b>
Servis	0,0	123,0	106,1	155,7
Odpisy	0,0	317,2	249,2	270,8
Režie (8,3% palivových nákladů)	0,0	147,0	85,3	125,1
<b>Náklady celkem</b>	<b>5 435,3</b>	<b>5 908,0</b>	<b>5 681,9</b>	<b>5 689,3</b>

Tabulka 26 – Náklady celkové

### 6.2.3. Provozní výnosy

Provozní výnosy celkové				
Položka	Původní	Cento 80	Micro 50	
		3000 h	3000 h	4400 h
	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč
Prodej elektřiny	0,0	108,9	30,4	38,9
Zelené bonusy	0,0	300,1	176,6	166,8
<b>Výnosy celkem</b>	<b>0,0</b>	<b>409,1</b>	<b>206,9</b>	<b>205,7</b>

Tabulka 27 – Výnosy celkové

Srovnání nákladů a výnosů				
Položka	Původní	Cento 80	Micro 50	
		3000 h	3000 h	4400 h
	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč
Náklady	5 435,3	5 908,0	5 681,9	5 689,3
Výnosy	0,0	409,1	206,9	205,7
<b>Náklady - výnosy</b>	<b>5 435,3</b>	<b>5 498,9</b>	<b>5 475,0</b>	<b>5 483,6</b>
Úspora		-63,6	-39,7	-48,2
Investice		5 074,6	3 987,9	4 332,9
Orientační návratnost		Není	Není	Není

Tabulka 28 – Srovnání nákladů a výnosů

### 6.2.4. Vyhodnocení

Výsledky ekonomického vyhodnocení				
Parametr	Jednotka	Cento 80	Micro 50	
		3000 h	3000 h	4400 h
Investiční výdaje projektu	tis. Kč	5 074,6	3 987,9	4 332,9
Doba hodnocení	roky	20	20	20
Diskont	%	4%	4%	4%
Prostá doba návratnosti	roky	Není	Není	Není
Diskontovaná doba návratnosti	roky	Není	Není	Není
NPV - čistá současná hodnota	tis. Kč	-1 923,3	-1 385,9	-1 568,1
IRR - vnitřní výnosové procento	%	-1,1%	-0,6%	-0,8%

Tabulka 29 – Vyhodnocení

Z ekonomické analýzy byly vypočteny základní ekonomické ukazatele, které by měly rozhodnout o ekonomické výhodnosti realizace. Ve všech případech jsou ukazatele NPV i IRR záporné, to znamená, že instalací, za podmínky platnosti cen uvedených v kapitole 6.3., nedojde k úspoře finančních prostředků vůči současnému stavu.

### 6.3. Výpočty z cen 2022

#### 6.3.1. Investiční náklady

Investiční náklady se budou skládat z nákladů na samotnou KGJ, její připojení k teplovodní, plynovodní a elektrické soustavě, případné stavební úpravy, úpravy systému MaR, systému energetického managementu a projektu.

Odhadované investiční náklady jsou uvedeny v následující tabulce.

Na dodávku kogenerační jednotky je v příloze konkrétní cenová nabídka dodavatele. Ostatní ceny jsou stanoveny odborným odhadem na základě obdobných instalací.

Po konzultaci se zadavatelem jsou náklady na stavební úpravy sníženy na 100 tis. Kč, z důvodu, rekonstrukce prostor stadionu, která je součástí jiného projektu.

Přesné investiční náklady je možno stanovit až v projektu.

Investiční náklady			
Položka	Cento 80	Micro 50	
	3000 h	3000 h	4400 h
	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč
Projekt	332,0	260,9	
Kogenerační jednotka	2 743,0	2 132,4	
Akumulační nádrž	180,0	180,0	525,0
Připojení plyn - voda - elektro	1 091,8	848,7	
Stavební úpravy	100,0	100,0	
Úpravy MaR	182,0	141,5	
<b>CELKEM</b>	<b>4 628,7</b>	<b>3 663,5</b>	<b>4 008,5</b>

Tabulka 30 – Investiční náklady

#### 6.3.2. Provozní náklady

Provozní náklady i výnosy jsou závislé na cenách zemního plynu a elektřiny. Výpočet vychází z cen aktualizovaných zadavatelem pro rok 2022. Celková cena (včetně distribuce) je stanovena z ceny komodity (uvedené zadavatelem) a poměru platby za komoditu k celkové platbě za energii v minulém období.

Zemní plyn - komodita: 1 446 Kč/MWh<sub>sp.t.</sub>, – celková: 2 042 Kč/MWh<sub>sp.t.</sub>

Elektřina - komodita: 3 445 Kč/MWh, - celková: 5 920 Kč/MWh

Prodejní cena elektřiny (60% ceny silové elektřiny): 2 067 Kč/MWh

Teplo – celková: 763 Kč/GJ

Vstupy pro ekonomické výpočty - KGJ				
Položka	Jednotka	Cento 80	Micro 50	
		3000 h	3000 h	4400 h
Zelený bonus	Kč/MWh	1177,0	1177,0	758,0
Výnosy zelených bonusů	tis. Kč	300,1	176,6	166,8
Prodejní cena EE	Kč/MWh	2067,0	2067,0	2067,0
Výnosy z prodeje EE	tis. Kč	98,1	27,4	35,1
<b>Celkem výnosy z ZB a EE</b>	<b>tis. Kč</b>	<b>398,2</b>	<b>203,9</b>	<b>201,8</b>
Cena EE	Kč/MWh	5920,0	5920,0	5920,0
Náklady na EE pro KGJ	tis. Kč	45,3	26,6	39,1
Cena ZP	Kč/MWh <sub>sp.t.</sub>	2042,0	2042,0	2042,0
Náklady na ZP	tis. Kč	1715,3	994,5	1458,5
Cena servisu s GO	Kč/mth	41,0	35,4	35,4
Náklady na servis s GO	tis. Kč	123,0	106,1	155,7
<b>Celkem náklady</b>	<b>tis. Kč</b>	<b>1883,6</b>	<b>1127,2</b>	<b>1653,3</b>

Tabulka 31 – Vstupy pro ekonomické výpočty - KGJ

Provozní náklady celkové				
Položka	Původní	Cento 80	Micro 50	
		3000 h	3000 h	4400 h
	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč
<b>Proměnné náklady</b>	<b>6 320,0</b>	<b>5 722,9</b>	<b>5 821,2</b>	<b>5 573,9</b>
Teplo	1 380,8	219,0	651,5	311,2
ZP - Palivo KGJ	0,0	1 715,3	994,5	1 458,5
EE	4 939,2	3 755,9	4 156,2	3 776,3
Ostatní	0,0	32,7	19,0	27,9
<b>Stálé náklady</b>	<b>0,0</b>	<b>555,8</b>	<b>418,3</b>	<b>528,2</b>
Servis	0,0	123,0	106,1	155,7
Odpisy	0,0	289,3	229,0	250,5
Režie (8,3% palivových nákladů)	0,0	143,5	83,2	122,0
<b>Náklady celkem</b>	<b>6 320,0</b>	<b>6 278,7</b>	<b>6 239,5</b>	<b>6 102,2</b>

Tabulka 32 – Náklady celkové

## 6.3.3. Provozní výnosy

Provozní výnosy celkové				
Položka	Původní	Cento 80	Micro 50	
		3000 h	3000 h	4400 h
	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč
Prodej elektřiny	0,0	98,1	27,4	35,1
Zelené bonusy	0,0	300,1	176,6	166,8
<b>Výnosy celkem</b>	<b>0,0</b>	<b>398,2</b>	<b>203,9</b>	<b>201,8</b>

Tabulka 33 – Výnosy celkové

Srovnání nákladů a výnosů				
Položka	Původní	Cento 80	Micro 50	
		3000 h	3000 h	4400 h
	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč
Náklady	6 320,0	6 278,7	6 239,5	6 102,2
Výnosy	0,0	398,2	203,9	201,8
<b>Náklady - výnosy</b>	<b>6 320,0</b>	<b>5 880,5</b>	<b>6 035,6</b>	<b>5 900,4</b>
Úspora		439,5	284,4	419,6
Investice		4 628,7	3 663,5	4 008,5
Orientační návratnost		10,5	12,9	9,6

Tabulka 34 – Srovnání nákladů a výnosů

#### 6.3.4. Vyhodnocení

Výsledky ekonomického vyhodnocení				
Parametr	Jednotka	Cento 80	Micro 50	
		3000 h	3000 h	4400 h
Investiční výdaje projektu	tis. Kč	4 628,7	3 663,5	4 008,5
Doba hodnocení	roky	20	20	20
Diskont	%	4%	4%	4%
Prostá doba návratnosti	roky	6,8	7,5	6,4
Diskontovaná doba návratnosti	roky	8,1	9,1	7,6
NPV - čistá současná hodnota	tis. Kč	4 072,3	2 527,1	3 964,4
IRR - vnitřní výnosové procento	%	13,0%	11,2%	13,9%

Tabulka 35 – Vyhodnocení

Z ekonomické analýzy byly vypočteny základní ekonomické ukazatele, které by měly rozhodnout o ekonomické výhodnosti realizace. Ve všech případech jsou ukazatele NPV i IRR kladné, to znamená, že instalaci, za podmínky platnosti cen uvedených v kapitole 6.3., dojde k úspoře finančních prostředků vůči současnému stavu.

Je důležité mít na paměti, že výše uvedená ekonomická analýza vychází z dlouhodobé platnosti vstupních cen, ze kterých je počítaná. Pro instalaci KGJ je výhodné, pokud ceny nahrazovaných energií (elektřina a teplo) jsou vysoké a současně je nízká cena paliva, tj. zemního plynu. Ekonomické vyhodnocení je velmi citlivé právě na vstupní cenu ZP. Při celkové ceně ZP nad 2 500 Kč/MWh<sub>sp.t.</sub> u KGJ 80 kW, nebo 2 700 Kč/MWh<sub>sp.t.</sub> u KGJ 50 kW se projekt stává nenávratný.

## 7. EKOLOGICKÉ VYHODNOCENÍ

Vyhodnocení z hlediska životního prostředí kvalifikuje snížení zátěže životního prostředí vyplývající z jednotlivých navrhovaných opatření a jejich kombinací.

Výpočet emisí byl stanoven na základě vyhlášky č. 140/2021 Sb. v aktuálním znění.

### 7.1. Zdroje znečištění

Ve stávajícím emise ze spotřebované elektrické energie a tepla spadají mezi nepřímé emise do emisní kategorie 2.

### 7.2. Měrné emise

Měrné emise oxidu uhličitého jsou uvedeny v příloze č. 8 k vyhlášce č. 140/2021 Sb. o energetickém auditu.

Měrné emise CO <sub>2</sub>	
Palivo nebo energie	t CO <sub>2</sub> /MWh
Černé uhlí	0,33
Hnědé uhlí	0,352
Koks	0,385
Hnědouhelné brikety	0,346
Topný a ostatní plynový olej	0,267
Topný olej nízkosírný (do 1% hm.síry)	0,279
Topný olej vysokosírný (nad 1% hm.síry)	0,279
Zemní plyn	0,2
Zkapalněný ropný plyn (LPG)	0,237
Elektrina	0,86

Tabulka 36 – Měrné emise CO<sub>2</sub>

Emisní faktory měrné emise CO<sub>2</sub> uvedené ve vyhlášce v t CO<sub>2</sub>/MWh jsou vztaženy k výhřevnosti paliva.

### 7.3. Úspora energií

Na základě stávajícího a předpokládaného odběru energií (elektrická energie, teplo a zemní plyn) je stanovena úspora energií, které jsou všechny vyjádřeny ve stejných jednotkách a to v MWh (u ZP vztaženo k výhřevnosti – LHV).



Odběr energií					
Parametr	Jednotka	Původní	Cento 80	Micro 50	
			3000 h	3000 h	4400 h
Teplo	GJ	1 809,7	287,1	853,9	407,9
Elektřina	MWh	834,3	634,4	702,1	637,9
Zemní plyn	MWh <sub>sp.t.</sub>	0,0	840,0	487,0	714,3
	MWh <sub>výhř.</sub>	0,0	756,0	438,3	642,8

Tabulka 37 – Odběr energií

Úspora je vyjádřena kladným číslem, navýšení spotřeby je záporné.

Úspora energií				
Parametr	Jednotka	Cento 80	Micro 50	
		3000 h	3000 h	4400 h
Teplo	GJ	1 522,6	955,8	1 401,8
Elektřina	MWh	199,9	132,3	196,4
Zemní plyn	MWh <sub>výhř.</sub>	-756,0	-438,3	-642,8

Tabulka 38 – Úspora energií

### 7.1. Emise CO<sub>2</sub>

Na základě stávajícího a předpokládaného odběru energií (elektrická energie, teplo a zemní plyn) je stanovena úspora energií, které jsou všechny vyjádřeny ve stejných jednotkách a to v MWh (u ZP vztaženo k výhřevnosti – LHV).

Emise u odběru tepelné energie jsou počítány jako emise ze zemního plynu.

Emise CO <sub>2</sub>					
Parametr	Jednotka	Původní	Cento 80	Micro 50	
			3000 h	3000 h	4400 h
Teplo	t CO <sub>2</sub>	100,5	15,9	47,4	22,7
Elektřina	t CO <sub>2</sub>	717,5	545,6	603,8	548,6
Zemní plyn	t CO <sub>2</sub>	0,0	151,2	87,7	128,6
<b>CELKEM</b>	<b>t CO<sub>2</sub></b>	<b>818,1</b>	<b>712,8</b>	<b>738,9</b>	<b>699,8</b>

Tabulka 39 – Emise CO<sub>2</sub>

Úspora emisí CO <sub>2</sub>				
Parametr	Jednotka	Cento 80	Micro 50	
		3000 h	3000 h	4400 h
Teplo	t CO <sub>2</sub>	84,6	53,1	77,9
Elektřina	t CO <sub>2</sub>	171,9	113,7	168,9
Zemní plyn	t CO <sub>2</sub>	-151,2	-87,7	-128,6
<b>CELKEM</b>	<b>t CO<sub>2</sub></b>	<b>105,3</b>	<b>79,2</b>	<b>118,2</b>

Tabulka 40 – Úspora emisí CO<sub>2</sub>

## 8. ZÁVĚR

Předmětem zpracování technicko-ekonomické studie bylo posouzení možnosti instalace KGJ v objektu zimního stadionu v Opavě.

Podle dodaných spotřeb energií je možno (za předpokladu stabilního provozu v následujících letech) instalovat kogenerační jednotku, která bude pro potřeby zimního stadionu dodávat vyrobenou elektrickou energii a teplo.

KGJ by byla řízena potřebou tepla, aby nedocházelo k jeho maření, ale maximálnímu využití. Aby mohlo být vyrobené teplo co nejvíce využito, bude potřeba spolu s KGJ instalovat také akumulční nádrž tepla, která bude akumulovat nadbytek vyrobeného tepla a následně jej dodávat do systému i po vypnutí KGJ.

Podle výpočtů přicházejí v úvahu 3 varianty KGJ.

- 1) KGJ s výkonem 80 kW<sub>e</sub>, provoz 3 000 h/rok, AKU cca 12 m<sup>3</sup>
- 2) KGJ s výkonem 50 kW<sub>e</sub>, provoz 3 000 h/rok, AKU cca 12 m<sup>3</sup>
- 3) KGJ s výkonem 80 kW<sub>e</sub>, provoz 4 400 h/rok, AKU cca 35 m<sup>3</sup>

Pro každou variantu byl spočten provoz KGJ, měsíční a roční bilance elektřiny a tepla, odběr tepla a elektřiny od distributora, využití akumulční nádrže a vyčísleny servisní náklady.

Dále bylo provedeno ekonomické vyhodnocení všech variant z posledních cen v době zadání studie a také aktualizace dle nových cen pro rok 2022.

Je důležité mít na paměti, že výše uvedená ekonomická analýza vychází z dlouhodobé platnosti vstupních cen a odhadované celkové investice, ze kterých je počítaná. Pro instalaci KGJ je výhodné, pokud ceny nahrazovaných energií (elektřina a teplo) jsou vysoké a současně je nízká cena paliva, tj. zemního plynu. Ekonomické vyhodnocení je velmi citlivé právě na vstupní cenu ZP. Při celkové ceně ZP nad 2 500 Kč/MWh<sub>sp.t.</sub> u KGJ 80 kW, nebo 2 700 Kč/MWh<sub>sp.t.</sub> u KGJ 50 kW se projekt stává nenávratný.

V environmentálním vyhodnocení bylo prokázáno, že realizací jakékoliv varianty dojde k úspoře CO<sub>2</sub>.

Pokud se investor rozhodne k realizaci KGJ, potom z technického a provozního hlediska je nejlepší varianta KGJ o výkonu 50 kW<sub>e</sub> s akumulční nádrží 12 m<sup>3</sup>, provozovaná 3 000 hod/rok a to především z důvodu rezervy v provozních hodinách a „malé“ akumulční nádrži.

Z ekonomického hlediska vychází nejlépe varianta KGJ o výkonu 50 kW<sub>e</sub> s akumulční nádrží 35 m<sup>3</sup> provozovaná 4 400 hodin za rok.

V Ostravě dne 28. 1. 2022