



VYHODNOCOVÁNÍ EFEKTIVNOSTI KOGENERAČNÍCH JEDNOTEK

ENVIROS, spol. s r.o.

OBSAH

1.	POUŽITÍ.....	3
2.	POZNÁMKY KE ZPŮSOBU VÝPOČTU	4
2.1	DEFINICE PROBLÉMU	4
2.2	ZPŮSOB ŘEŠENÍ	4
2.3	EKONOMICKÉ HODNOCENÍ	4
3.	OBSLUHA PROGRAMU	6
3.1	INSTALACE.....	6
3.2	PODBARVENÍ POLÍČEK V SEŠITU	6
3.3	LIST „PROJEKT“	7
3.4	LIST „CENYPALIV“	11
3.5	LIST „ELEKTRINA“	13
3.6	LIST „FINANCOVÁNÍ“	15
3.7	LIST „EKONOMIKA“	16
3.8	LIST „CASHFLOW“	17
3.9	LIST „GRAF_CF_PROJEKT“	19
3.10	LIST „GRAF_CF_INVESTICE“	21
3.11	LIST „CITLIVOST“	22
3.12	LIST „LDC“	24
3.13	LIST „LDC_VYP“	25

1. POUŽITÍ

Jedním ze způsobů šetření energií a zároveň snižování negativních dopadů na životní prostředí je využívání kombinované výroby elektřiny a tepla v kogeneračních jednotkách místo samostatné výroby tepla v kotlích. Kombinovaná výroba elektřiny a tepla má vyšší účinnost než prostá výroba tepla z paliv. Zavádění kogeneračních jednotek je i jednou z priorit Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2003 (program II. 2) a na projekty odpovídající specifikaci tohoto programu lze žádat o státní podporu.

Podmínkou žádosti jak o státní podporu, tak i zvýhodněný či komerční úvěr, je zpracování studie proveditelnosti pro uvažovaný projekt. Zpracování takové studie ovšem pro investora znamená vynaložení určitých nákladů. Aby investor předem alespoň orientačně zjistil, zda má smysl zpracování studie zadávat, potřebuje nějakým jednoduchým způsobem vyhodnotit, zda projekt vůbec má šanci ekonomicky uspět.

Předkládaný nástroj je pomůckou pro rychlé ekonomické zhodnocení jednoho typického případu nasazení kogeneračních jednotek. Předpokládá se existující kotelna a investor se rozhoduje, zda má část kotlů v kotelně nahradit kogeneračními jednotkami. Pomocí tohoto nástroje může navrhnout instalovaný výkon a počet kogeneračních jednotek, spočítat ekonomické hodnocení z hlediska projektu i investora (zohledňuje způsob financování projektu) a provést citlivostní analýzu na kritické vstupní parametry (investiční náklady, ceny paliv a elektřiny, diskontní sazba). Financování projektu je možné z vlastních zdrojů, státních dotací a až tří úvěrů s případnými dotacemi k úrokům z úvěru.

2. POZNÁMKY KE ZPŮSOBU VÝPOČTU

2.1 Definice problému

Máme fungující kotelnu, která zajišťuje známou roční dodávku tepla při známé čáře trvání tepelného zatížení. Část kotlů v kotelně chceme nahradit kogeneračními jednotkami. Naším úkolem je stanovení počtu a instalovaného výkonu kogeneračních jednotek a konečného instalovaného výkonu kotlů v kotelně. Zadaná roční dodávka tepla podle dané čáry trvání zatížení musí zůstat zachována.

2.2 Způsob řešení

Návrh počtu a instalovaného výkonu kogeneračních jednotek provádíme na základě čáry trvání tepelného zatížení. Model umožňuje zadat jednu nebo více shodných spolupracujících kogeneračních jednotek. Naší snahou je navrhnout jednotky tak, aby měly pokud možno co nejvyšší roční využití instalovaného výkonu, protože právě využití má velmi podstatný vliv výslednou hospodárnost provozu. Návrh se provádí zadáváním jednotkového tepelného výkonu podle katalogu a počtu kogeneračních jednotek. Model pro zvolené kogenerační jednotky automaticky stanoví způsob jejich nasazení podle čáry trvání zatížení. Příklad je vidět na obr. 1.

V příkladu na uvedeném obrázku jsme navrhli dvě spolupracující kogenerační jednotky, z nichž jedna dosahuje ročního využití cca 6 500 hodin a druhá cca 5 300 hodin. Z obrázku je zřejmé, že při výpočtu používáme zjednodušující předpoklad, že kogenerační jednotky pracují stále na 100 % svého instalovaného výkonu. Se snižujícím se zatížením rychle klesá účinnost kogeneračních jednotek a tím i hospodárnost provozu.

2.3 Ekonomické hodnocení

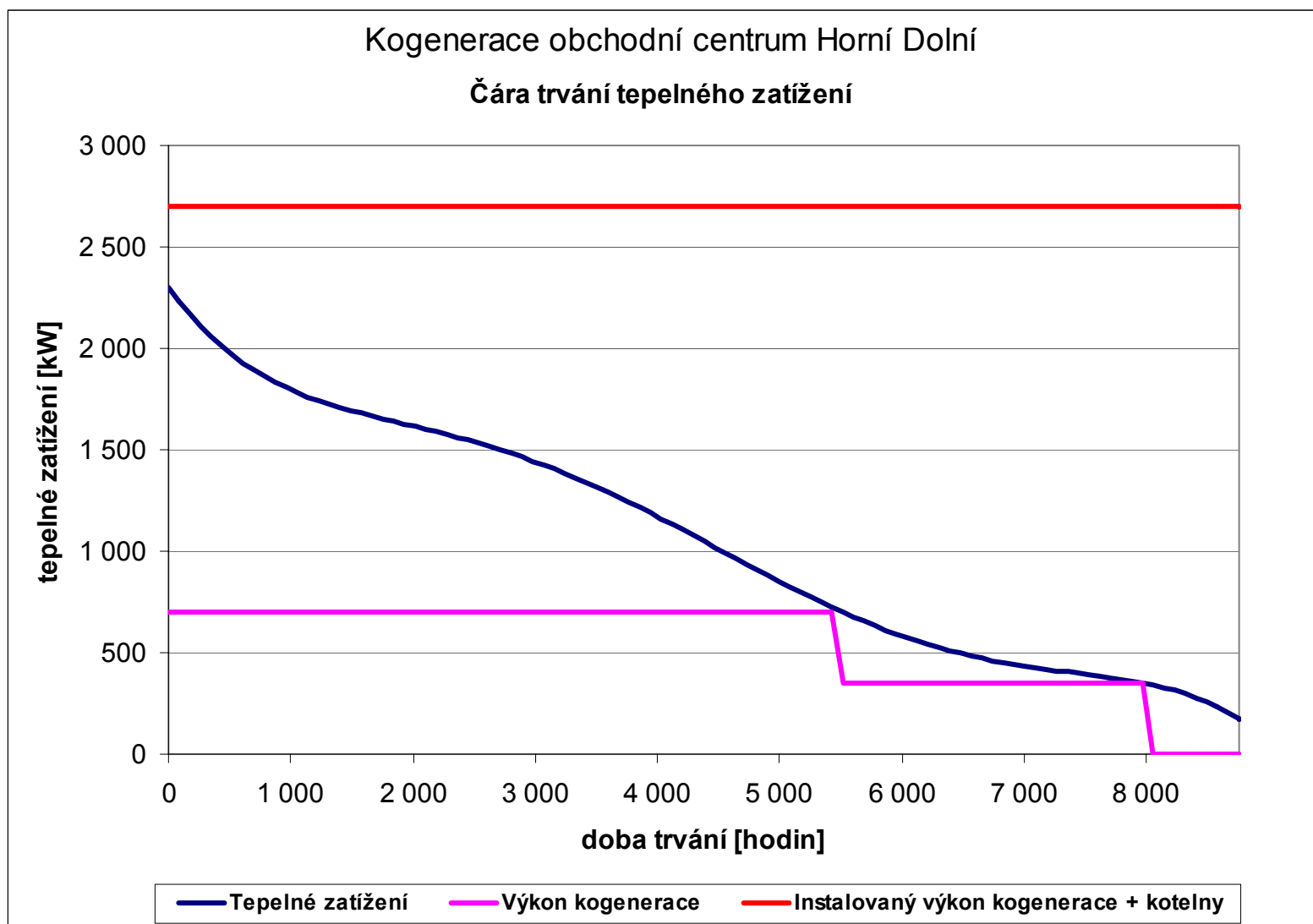
Pro ekonomické hodnocení projektu používáme obecně známé ukazatele:

- prostá návratnost,
- diskontovaná návratnost,
- vnitřní úroková míra (IRR),
- čistá současná hodnota (NPV).

Dále zobrazujeme průběhy toků hotovosti.

Při ekonomickém hodnocení bereme ohled i na způsob financování investice (dotace, úvěry).

Hodnocení je doplněno citlivostní analýzou na nejdůležitější vstupní parametry.



Obr. 1 Příklad pokrytí dodávky tepla kogeneračními jednotkami podle čáry zatížení

3. OBSLUHA PROGRAMU

3.1 Instalace

Program pro hodnocení kogeneračních jednotek je vytvořen jako sešit aplikace Microsoft Excel a lze jej provozovat ve verzích Excelu 97, 2000 a XP. Program není potřeba nijak instalovat, sešit se nakopíruje do libovolného vhodného adresáře.

Pro správnou funkci programu je potřeba v Excelu povolit spouštění maker (pouze verze 2000 a XP) a nainstalovat doplněk „Analytické nástroje“.

Pokud je spouštění maker v Excelu zakázáno, lze ho umožnit prostřednictvím menu **Nástroje / Možnosti/záložka Zabezpečení / tlačítko Zabezpečení maker... / záložka Úroveň zabezpečení / Střední**. Při příštím otevření dokumentu obsahujícího makra se bude Excel dotazovat na povolení či zákaz spouštění maker.

Doplněk „Analytické nástroje“ se nainstaluje pomocí volby menu **Nástroje / Doplněk**. V otevřeném okně se zaškrtně políčko „Analytické nástroje“ a stiskne se tlačítko „OK“.

Excelový sešit obsahuje celkem 11 listů, jejichž obsah je popsán dále.

3.2 Podbarvení políček v sešitu

Políčka v sešitu jsou podbarvena čtyřmi barvami, které udávají, jaký typ údajů políčko obsahuje:

	Světle žlutá	Políčko, která uživatel musí vyplnit.
	Světle zelená	Políčko, která uživatel může a nemusí vyplnit.
	Světle tyrkysová	Políčka se záhlavími, jejichž obsah uživatel nemůže měnit.
	Bílá	Políčka se vzorci, jejichž obsah uživatel nemůže měnit.

Některá políčka obsahují rozbalovací seznamy pro výběr ze zadaných možností. Při výběru takového políčka se vpravo od něj objeví tlačítko pro otevření seznamu. Příklad je vidět na následujícím obrázku.

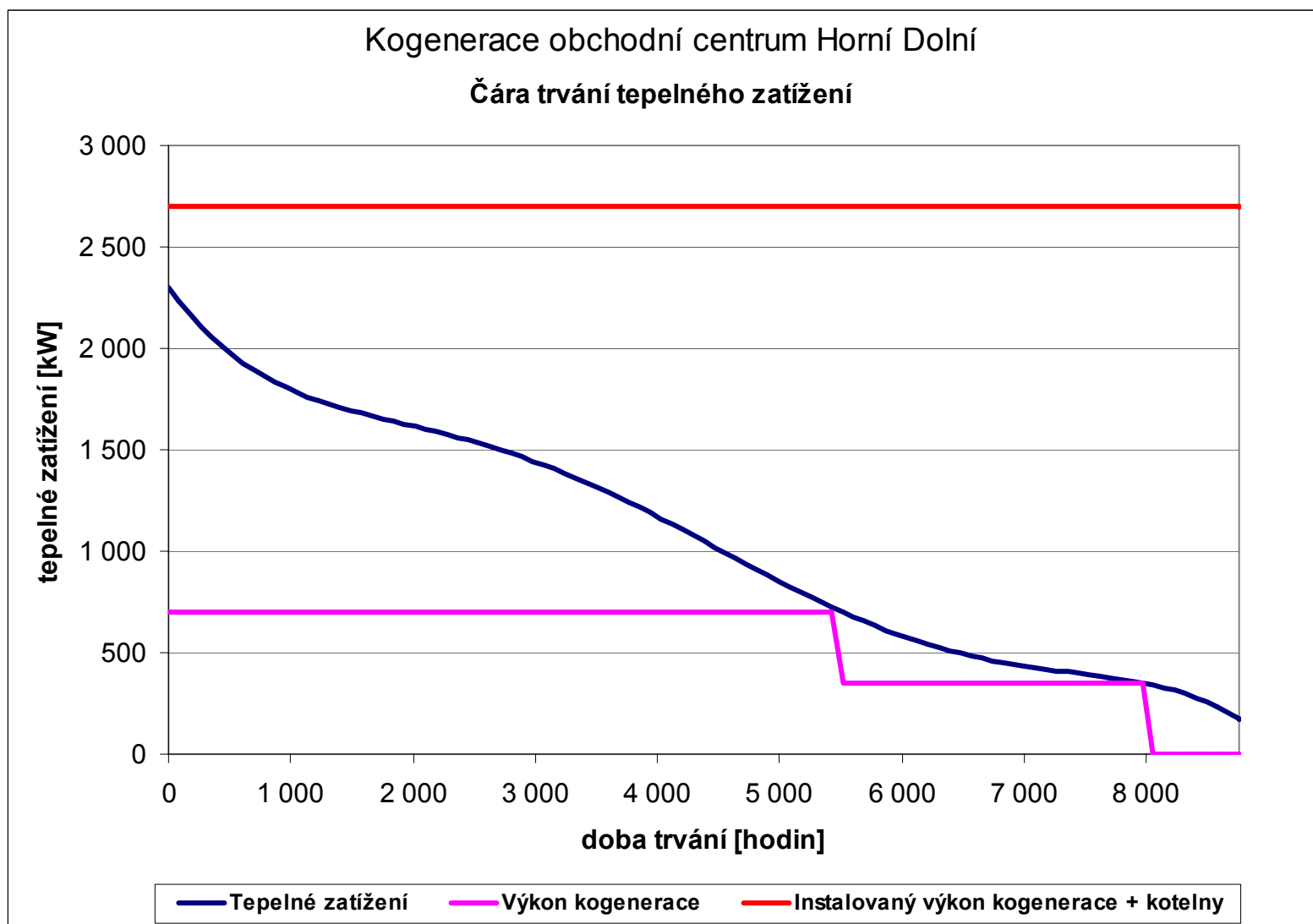
Citlivostní analýza

Výběr parametrů pro citlivostní analýzu:	Cena za elektřinu prodávanou do sítě [Kč/kWh]				
Parametry citlivostní analýzy	-75%	-60%	-45%	-30%	-15%
Investiční náklady kogenerační jednotky [Kč]	33 500 000	33 500 000	33 500 000	33 500 000	33 500 000
Cena nakupované elektřiny [Kč/kWh]	?	?	?	?	?

3.3 List „Projekt“

Kogenerace obchodní centrum Horní Dolní**Zadání údajů o projektu**

Parametry			Jednotka	Kotelna	Kogenerace
Roční dodávka tepla			GJ	33 383	
Výběr čáry trvání tepelného zatížení			Městská CZT - využití ročního maxima 4000 hodin		
Zadané parametry instalovaných jednotek	technické	Instalovaný tepelný výkon kotelny před realizací projektu	kW _t	2 500	
		Instalovaný tepelný výkon kotelny po realizaci projektu	kW _t	2 000	
		Účinnost kotelny před realizací projektu	%	87,00%	
		Účinnost kotelny po realizaci projektu	%	89,00%	
		Počet kogeneračních jednotek	ks		2
		Jednotkový jmenovitý tepelný výkon kogenerační jednotky	kW _t		350
		Jednotkový jmenovitý elektrický výkon kogenerační jednotky	kW _e		300
		Celková účinnost při jmenovitém výkonu	%		87,0%
	palivo	Druh paliva (ceny viz list CenPaliv)	-	zemní plyn	zemní plyn
	ekonomické	Fixní náklady kotelny před realizací projektu	Kč	20 000	
		Fixní náklady kotelny po realizaci projektu	Kč	15 000	
		Proměnné náklady kotelny před realizací projektu	Kč/GJ	10,00	
		Proměnné náklady kotelny po realizaci projektu	Kč/GJ	8,00	
		Investiční náklady na jednu jednotku	Kč		33 500 000
		Roční fixní náklady na jednu jednotku	Kč		50 000
		Proměnné náklady vztažené na výrobu elektřiny	Kč/MWh		20,00
		Celkové náklady na instalaci	Kč		1 250 000
Vypočítané parametry	Výkony	Celkový tepelný výkon po realizaci projektu	kW _t	2 000	700
		Celkový elektrický výkon po realizaci projektu	kW _e		600
	Využití	Využití instalovaného výkonu po realizaci projektu	hodin/rok	2 291	6 701
	Energie	Výroba tepla po realizaci projektu	GJ	16 495	16 888
		Výroba elektřiny po realizaci projektu	GJ		14 475
			MWh		4 021
		Spotřeba paliva po realizaci projektu	GJ	18 534	36 049



Na listu „Projekt“ se zadávají všechny technické a většina ekonomických parametrů projektu. Přehled zadávaných údajů:

Nadpis – v horní části listu se zadá nadpis projektu, který bude zobrazen v záhlaví dalších listů a grafů.

Technické:

- **Roční dodávka tepla [GJ]** – sem zadáme celkovou roční dodávku tepla z kotelny. Velikost dodávky se nesmí změnit instalací kogeneračních jednotek a proto je platná i před realizací po realizaci projektu.
- **Výběr čáry trvání tepelného zatížení** – z rozbalovacího seznamu v tomto poli vybereme požadovanou křivku, jejíž průběh se ihned zobrazí v grafu ve spodní části listu. Pokud v seznamu není vhodná křivka, uživatel má možnost doplnit si svoji vlastní (blíže viz 3.12 a 3.13).
- **Instalovaný tepelný výkon kotelny před realizací projektu [kW_t]** – zde vyplníme součet jmenovitých výkonů všech kotlů v kotelně před realizací projektu.
- **Instalovaný tepelný výkon kotelny po realizaci projektu [kW_t]** – zde vyplníme součet jmenovitých výkonů všech kotlů, které v kotelně zbydou po realizaci projektu. Tuto hodnotu lze stanovit až po tom, co jsme zadali počet a jednotkový výkon kogeneračních jednotek. Řídíme se přitom grafem ve spodní části listu. Červená přímka v grafu udává součet instalovaného tepelného výkonu zbývajících kotlů v kotelně plus tepelného výkonu všech navržených kogeneračních jednotek. Tato čára musí s určitou rezervou ležet nad špičkovým zatížením, tj. nad hodnotou zatížení, ve které křivka trvání zatížení protíná svislou osu. Na druhou stranu rezerva by neměla být příliš velká, protože by to snižovalo hospodárnost provozu. V žádném případě ovšem křivka trvání zatížení nesmí červenou čáru protínat, protože pak by kotelna s kogeneračními jednotkami nebyla s to pokrýt špičkové zatížení.
- **Účinnost kotelny před realizací projektu [%]** – zde zadáme celkovou účinnost kotelny před realizací projektu (podíl roční výroby tepla a tepla ve spotřebovaném palivu).
- **Účinnost kotelny po realizaci projektu [%]** – do tohoto pole zadáme celkovou účinnost kotelny se zbývajícími kotli. Při vyřazování nadbytečných kotlů po instalaci kogeneračních jednotek je samozřejmě jedním z důležitých kritérií účinnost vyřazovaných kotlů – měli bychom vyřazovat kotle s nejhorší účinností.
- **Počet kogeneračních jednotek** – sem zadáme počet spolupracujících kogeneračních jednotek. Předpokládá se, že všechny kogenerační jednotky budou stejného typu a se shodným jmenovitým výkonem. Větší počet menších jednotek vyjde sice obvykle draž než jedna velká jednotka, ale může umožnit vyšší využití jejich instalovaného výkonu, takže výsledný ekonomický přínos může být příznivý. Lze doporučit spočítání více variant s různým počtem jednotek a porovnat je z hlediska ekonomického hodnocení.
- **Jednotkový jmenovitý tepelný výkon kogenerační jednotky [kW_t]** – jmenovitý tepelný výkon navrženého typu kogenerační jednotky podle katalogu dodavatele.
- **Jednotkový jmenovitý elektrický výkon kogenerační jednotky [kW_e]** – jmenovitý elektrický výkon navrženého typu kogenerační jednotky podle katalogu dodavatele.
- **Celková účinnost při jmenovitém výkonu [%]** – celková účinnost kogenerační jednotky při jmenovitém výkonu podle katalogu dodavatele zařízení.
- **Druh paliva** – zde se slovy vyplní druh používaného paliva v kotelně a pro kogenerační jednotky.

Ekonomické:

- **Fixní náklady kotelny před realizací projektu [Kč]** – roční stálé náklady na provoz kotelny před realizací projektu.
- **Fixní náklady kotelny po realizaci projektu [Kč]** – roční stálé náklady na provoz kotelny po realizaci projektu.
- **Proměnné náklady kotelny před realizací projektu [Kč/GJ]** – proměnné náklady (bez paliva) na dodávku jednoho GJ tepla z kotelny před realizací projektu.
- **Proměnné náklady kotelny po realizaci projektu [Kč/GJ]** – proměnné náklady (bez paliva) na dodávku jednoho GJ tepla z kotelny po realizaci projektu.
- **Investiční náklady na jednu jednotku [Kč]** – investiční náklady na jednu kogenerační jednotku.
- **Roční fixní náklady na jednu jednotku [Kč]** – roční stálé náklady na provoz jedné kogenerační jednotky.
- **Proměnné náklady vztažené na výrobu elektřiny [Kč/MWh]** – proměnné náklady (bez paliva) na provoz jedné kogenerační jednotky (pozor, údaj je vztažen na výrobu elektřiny v MWh).
- **Celkové náklady na instalaci [Kč]** – zde se zadávají celkové jednorázové náklady na instalaci kogeneračních jednotek (demontáž nadbytečných kotlů, montáž kogeneračních jednotek, stavební úpravy apod.).

Poznámka: Pokud počítáme variantu náhrady všech kotlů kogeneračními jednotkami, ponecháme všechny údaje týkající se kotelny po realizaci projektu nevyplněné. Pokud navrhujeme kogenerační jednotky „na zelené louce“ (např. pro bazény nebo pro využití bioplynu), nevyplňujeme údaje o kotelně vůbec.

Výsledky výpočtu:

Ve spodní části tabulky a na grafu vidíme rozdělení výroby tepla mezi kotelnu a kogenerační jednotky a dále výrobu elektřiny v kogeneračních jednotkách.

3.4 List „CenyPaliv“

Rok provozu	Kotelna / CZT (zemní plyn)		Kogenerace (zemní plyn)	
	změna ± %	Kč/GJ	změna ± %	Kč/GJ
1		190,0		190,0
2		190,0		190,0
3		190,0		190,0
4		190,0		190,0
5		190,0		190,0
6		190,0		190,0
7	5,0%	199,5	5,0%	199,5
8		199,5		199,5
9		199,5		199,5
10		199,5		199,5
11		199,5		199,5
12		199,5		199,5
13		199,5		199,5
14		199,5		199,5
15		199,5		199,5
16		199,5		199,5
17		199,5		199,5
18		199,5		199,5
19		199,5		199,5
20		199,5		199,5
21		199,5		199,5
22		199,5		199,5
23		199,5		199,5
24		199,5		199,5
25		199,5		199,5
26		199,5		199,5
27		199,5		199,5
28		199,5		199,5
29		199,5		199,5
30		199,5		199,5

List „Ceny paliv“ slouží k zadání vývoje ceny paliva pro kotelnu a pro kogenerační jednotku. V tabulce se musí vyplnit ceny obou paliv v roce uvedení kogeneračních jednotek do provozu. Pokud očekáváme, že v budoucnu se budou ceny paliv měnit, můžeme předpokládaný vývoj cen zadat do zelených políček. Změny se zadávají jako roční nárůsty nebo poklesy v % oproti předcházejícímu roku. V příkladu na obrázku např. došlo ke zdražení obou paliv o 5 % v sedmém roce provozu. Změna se promítne automaticky do všech následujících let, takže stačí zadat pouze nárůsty/poklesy v letech, kdy tyto změny očekáváme.

3.5 List „Elektřina“

Rok provozu	Podíl a cena elektřiny										
	Snížení nákupu ze sítě				Prodej do sítě				Prodej třetí straně		
	cena ± %	Kč/kWh	Nový podíl	Podíl	cena ± %	Kč/kWh	Nový podíl	Podíl	cena ± %	Kč/kWh	Podíl
1		2,50	100%	100%		1,90		0%		2,80	0%
2		2,50		100%		1,90		0%		2,80	0%
3		2,50		100%		1,90		0%		2,80	0%
4		2,50		100%		1,90		0%		2,80	0%
5		2,50		100%		1,90		0%		2,80	0%
6		2,50		100%		1,90		0%		2,80	0%
7		2,50		100%		1,90		0%		2,80	0%
8		2,50		100%		1,90		0%		2,80	0%
9		2,50		100%		1,90		0%		2,80	0%
10		2,50		100%		1,90		0%		2,80	0%
11		2,50		100%		1,90		0%		2,80	0%
12		2,50		100%		1,90		0%		2,80	0%
13		2,50		100%		1,90		0%		2,80	0%
14		2,50	50%	50%	40,0%	2,66	50%	50%		2,80	0%
15		2,50		50%		2,66		50%		2,80	0%
16		2,50		50%		2,66		50%		2,80	0%
17		2,50		50%		2,66		50%		2,80	0%
18		2,50		50%		2,66		50%		2,80	0%
19		2,50		50%		2,66		50%		2,80	0%
20		2,50		50%		2,66		50%		2,80	0%
21		2,50		50%		2,66		50%		2,80	0%
22		2,50		50%		2,66		50%		2,80	0%
23		2,50		50%		2,66		50%		2,80	0%
24		2,50		50%		2,66		50%		2,80	0%
25		2,50		50%		2,66		50%		2,80	0%
26		2,50		50%		2,66		50%		2,80	0%
27		2,50		50%		2,66		50%		2,80	0%
28		2,50		50%		2,66		50%		2,80	0%
29		2,50		50%		2,66		50%		2,80	0%
30		2,50		50%		2,66		50%		2,80	0%

List „Elektřina“ slouží k zadání struktury užití elektřiny vývoje její ceny. Do modelu lze zadat tři různé tarify za elektřinu. Možnosti předpokládáme následující:

- výrobou elektřiny v kogeneračních jednotkách můžeme nahrazovat nákup elektřiny ze sítě;
- vyrobenou elektřinu můžeme prodávat do sítě;
- vyrobenou elektřinu můžeme prodávat třetí straně.

V tabulce se musí vyplnit cena elektřiny v roce uvedení kogeneračních jednotek do provozu alespoň u jedné ze tří zmíněných možností. Pokud očekáváme, že v budoucnu se budou ceny elektřiny měnit, můžeme předpokládaný vývoj cen zadat do zelených políček v levém sloupci. Změny se zadávají jako roční nárůsty nebo poklesy v % oproti předcházejícímu roku. V příkladu na obrázku např. došlo ke zvýšení výkupní ceny do sítě o 40 % ve čtrnáctém roce provozu. Změna se promítne automaticky do všech následujících let, takže stačí zadat pouze nárůsty/poklesy v letech, kdy tyto změny očekáváme.

Dále se v tabulce zadávají podíly uvedených tří možností (ve sloupečku „nový podíl“). V roce uvedení kogeneračních jednotek do provozu je nutné podíly zadat. V dalších letech stačí zadat strukturu užití elektřiny v roce, kdy dojde ke změně. Struktura platí ve všech následujících letech. V uvedeném příkladu je stoprocentní podíl uspořené nákupu elektřiny ze sítě od počátku do třináctého roku a od čtrnáctého roku je podíl 50 % uspořené nákupu elektřiny ze sítě a 50 % prodeje do sítě. Podíl pro prodej třetí straně se automaticky dopočítává do 100 %. Pokud v prvních dvou sloupcích zadáme podíly činící dohromady více než 100 %, políčko ve třetím sloupci se podbarví červeně.

3.6 List „Financování“

Kogenerace obchodní centrum Horní Dolní

Zadání způsobu financování projektu

Diskontní sazba [%]	5,83%
Daňová sazba [%]	28,00%
Životnost projektu	20
Odpisová skupina	3
Doba odepisování [roky]	12
Způsob odepisování	zrychlený

Způsob financování	Bez kogenerace					
	Podíl [%]	Částka [Kč]	Úrok [%]	Splatnost [roky]	Dotace úroku [%]	Anuita [%]
Celkové investiční náklady	100,0%	68 250 000				
Vlastní zdroje	40,0%	27 300 000				
Investiční dotace	10,0%	6 825 000				
Úvěr 1	20,0%	13 650 000	13,00%	12	40,00%	16,90%
Úvěr 2	20,0%	13 650 000	15,00%	14	40,00%	17,47%
Úvěr 3	10,0%	6 825 000	11,00%	8	40,00%	19,43%

Na listu financování se zadávají obecné ekonomické údaje a údaje o způsobu financování projektu:

Obecné ekonomické údaje:

- **Diskontní sazba [%]** – vyjadřuje cenu peněz a měla by co nejlépe vyjadřovat, o jaký výnos z volných finančních prostředků investor přijde, pokud je nepoužije na dosažení zisku, ale umístí je do investice.
- **Daňová sazba [%]** – udává daňovou sazbu investora pro daň z příjmu.
- **Životnost projektu [roky]** – zde se zadává očekávaná fyzická životnost projektu.
- **Odpisová skupina** – odpisová skupina podle zákona o dani z příjmu. V případě kogeneračních jednotek se bude jednat obvykle o zařízení spadající do třetí odpisové skupiny s dobou odepisování 12 let (doba odepisování se zobrazí automaticky po zvolení odpisové skupiny).
- **Způsob odepisování** – zde je možné zvolit lineární nebo zrychlený odpis, opět v souladu se zákonem o dani z příjmu. Zrychlený odpis vylepšuje tok hotovosti investora v na začátku odepisování zařízení na úkor vzdálenějších let. Daňové odpisy se promítají do daně z příjmu a tudíž ovlivňují tok hotovosti investora.

Údaje o způsobu financování investice:

- **Vlastní zdroje investora [%]** – udává, jaký podíl investice bude investor hradit z vlastních prostředků. Minimálně tato hodnota musí být v tabulce vyplněna.
- **Investiční dotace [%]** – udává, jaký podíl investičních prostředků bude pokryt nenávratnou investiční dotací.
- **Úvěr 1 až úvěr 3 [%]** – model umožňuje zadat až tři různé úvěry, ze kterých bude investice financována. Výše úvěrů se zadává procentním podílem na celkových investičních nákladech. Pro každý úvěr je pak nutné zadat:
 - **úrokovou sazbu [%]**,
 - **dobu splatnosti [roky]**,
 - **podíl dotace k úrokům z úvěru [%]** – tato položka je volitelná a vyjadřuje zvýhodnění některých úvěrů dotací na jejich úroky.

Pokud součet podílů za jednotlivé způsoby financování nebude roven 100 %, zčervená políčko s procenty u celkových investičních nákladů.

3.7 List „Ekonomika“

Kogenerace obchodní centrum Horní Dolní

Základní ekonomické hodnocení

kritérium	jednotka	Z hlediska	
		projektu	investice
prostá doba návratnosti	roky	8,8	13,1
diskontovaná doba návratnosti	roky	12,8	17,8
vnitřní úroková míra (IRR)	%	9,51%	7,02%
čistá současná hodnota (NPV)	Kč	19 786 225	3 740 732

List „Ekonomika“ uvádí základní výsledky ekonomického výpočtu projektu. Projekt je hodnocen jednak z hlediska projektu a jednak z hlediska investora. Hodnocení z hlediska projektu nezahrnuje způsob financování, zatímco hodnocení z hlediska investora způsob financování zahrnuje. Jednotlivé údaje znamenají:

- **Prostá doba návratnosti [roky]** – doba, za kterou se investice splatí, pokud nebudeme počítat s diskontováním. Měla by být co nejkratší a nesmí být delší než doba životnosti projektu.
- **Diskontovaná doba návratnosti [roky]** – doba, za kterou se investice splatí, pokud budeme počítat s diskontováním. Měla by být co nejkratší a nesmí být delší než doba životnosti projektu.

- **Vnitřní úroková míra [%]** – vyjadřuje, jaké diskontní sazbě jsou ekvivalentní výnosy z investice. Měla by být co nejvyšší a musí být větší než zadaná diskontní sazba.
- **Čistá současná hodnota [Kč]** – součet všech diskontovaných výnosů (+) a nákladů (-) za celou dobu životnosti investice. Musí být kladná a měla by být co nejvyšší.

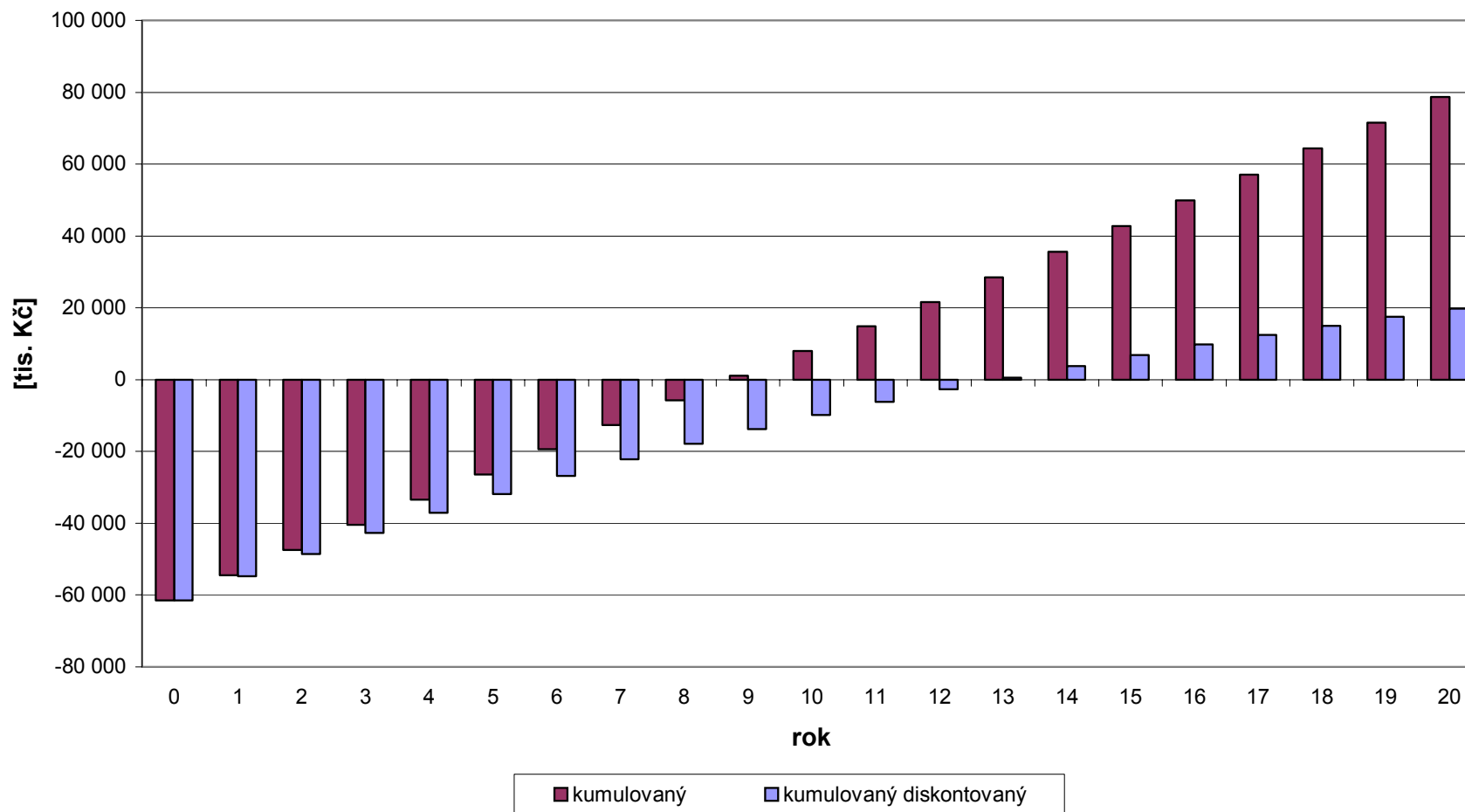
3.8 List „CashFlow“

rok				0	1	2	3	4	5
ceny	palivo kotelná (zemní plyn)		Kč/GJ		190,00	190,00	190,00	190,00	190,00
	palivo kogenerace (zemní plyn)		Kč/GJ		190,00	190,00	190,00	190,00	190,00
	nákup elektřiny ze sítě		Kč/kWh		2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
	prodej elektřiny do sítě		Kč/kWh		1,90	1,90	1,90	1,90	1,90
	prodej elektřiny třetí straně		Kč/kWh		2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
podíly	uspořený nákup elektřiny ze sítě		%		100%	100%	100%	100%	100%
	prodej elektřiny do sítě		%		-	-	-	-	-
	prodej elektřiny třetí straně		%		-	-	-	-	-
náklady	investiční (bez dotací)		Kč/rok	61 425 000					
	fixní na kogenerační jednotku		Kč/rok		200 000	200 000	200 000	200 000	200 000
	proměnné na kogenerační jednotku		Kč/rok		70 956	70 956	70 956	70 956	70 956
	palivové na kogenerační jednotku		Kč/rok		6 043 494	6 043 494	6 043 494	6 043 494	6 043 494
výnosy	kotelna	úspora fixních nákladů	Kč/rok		5 000	5 000	5 000	5 000	5 000
		úspora proměnných nákladů	Kč/rok		185 972	185 972	185 972	185 972	185 972
		úspora palivových nákladů	Kč/rok		3 344 893	3 344 893	3 344 893	3 344 893	3 344 893
	elektřina	za uspořený nákup ze sítě	Kč/rok		8 869 500	8 869 500	8 869 500	8 869 500	8 869 500
		za prodej do sítě	Kč/rok		-	-	-	-	-
		za prodej třetí straně	Kč/rok		-	-	-	-	-

úvěrování	úvěr 1	splátka	Kč/rok		2 306 660	2 306 660	2 306 660	2 306 660	2 306 660	2 306 660
		úmor	Kč/rok		532 160	601 341	679 515	767 852	867 673	980 470
		úrok	Kč/rok		1 774 500	1 705 319	1 627 145	1 538 808	1 438 987	1 326 190
		zbytek	Kč/rok	13 650 000	13 117 840	12 516 499	11 836 984	11 069 132	10 201 459	9 220 988
		dotace k úroku	Kč/rok		709 800	682 128	650 858	615 523	575 595	530 476
		rok <= doba splácení	Kč/rok		1	1	1	1	1	1
	úvěr 2	splátka	Kč/rok		2 384 498	2 384 498	2 384 498	2 384 498	2 384 498	2 384 498
		úmor	Kč/rok		336 998	387 548	445 680	512 532	589 411	677 823
		úrok	Kč/rok		2 047 500	1 996 950	1 938 818	1 871 966	1 795 086	1 706 675
		zbytek	Kč/rok	13 650 000	13 313 002	12 925 455	12 479 775	11 967 243	11 377 832	10 700 009
		dotace k úroku	Kč/rok		819 000	798 780	775 527	748 786	718 035	682 670
		rok <= doba splácení	Kč/rok		1	1	1	1	1	1
	úvěr 3	splátka	Kč/rok		1 326 241	1 326 241	1 326 241	1 326 241	1 326 241	1 326 241
		úmor	Kč/rok		575 491	638 795	709 063	787 060	873 636	969 736
		úrok	Kč/rok		750 750	687 446	617 178	539 182	452 605	356 505
		zbytek	Kč/rok	6 825 000	6 249 509	5 610 714	4 901 651	4 114 591	3 240 955	2 271 219
		dotace k úroku	Kč/rok		300 300	274 978	246 871	215 673	181 042	142 602
danění	náklady		Kč/rok		61 425 000	7 029 710	7 029 710	7 029 710	7 029 710	7 029 710
	výnosy		Kč/rok			14 028 001	14 028 001	14 028 001	14 028 001	14 028 001
	úroky (bez dotací)		Kč/rok		2 743 650	2 633 829	2 509 885	2 369 973	2 212 007	2 033 622
	úmory		Kč/rok		1 444 649	1 627 684	1 834 258	2 067 443	2 330 720	2 628 030
	odpisy - daňové		Kč/rok			5 118 750	9 384 375	8 531 250	7 678 125	6 825 000
	základ daně z příjmu		Kč/rok			-754 288	-4 895 969	-3 902 932	-2 891 841	-1 860 330
	daň z příjmu		Kč/rok			-	-	-	-	-
tok hotovosti	projektu	prostý	Kč/rok		-61 425 000	6 998 291	6 998 291	6 998 291	6 998 291	6 998 291
		kumulovaný	Kč/rok		-61 425 000	-54 426 709	-47 428 417	-40 430 126	-33 431 834	-26 433 543
		diskontovaný prostý	Kč/rok		-61 425 000	6 612 642	6 248 245	5 903 927	5 578 584	5 271 170
		diskontovaný kumulovaný	Kč/rok		-61 425 000	-54 812 358	-48 564 113	-42 660 186	-37 081 601	-31 810 432
	investice	prostý	Kč/rok		-31 488 299	2 736 778	2 654 149	2 560 875	2 455 564	2 336 640
		kumulovaný	Kč/rok		-31 488 299	-28 751 521	-26 097 372	-23 536 497	-21 080 933	-18 744 293
		diskontovaný prostý	Kč/rok		-31 488 299	2 585 965	2 369 689	2 160 416	1 957 416	1 759 976
		diskontovaný kumulovaný	Kč/rok		-31 488 299	-28 902 334	-26 532 646	-24 372 230	-22 414 814	-20 654 837

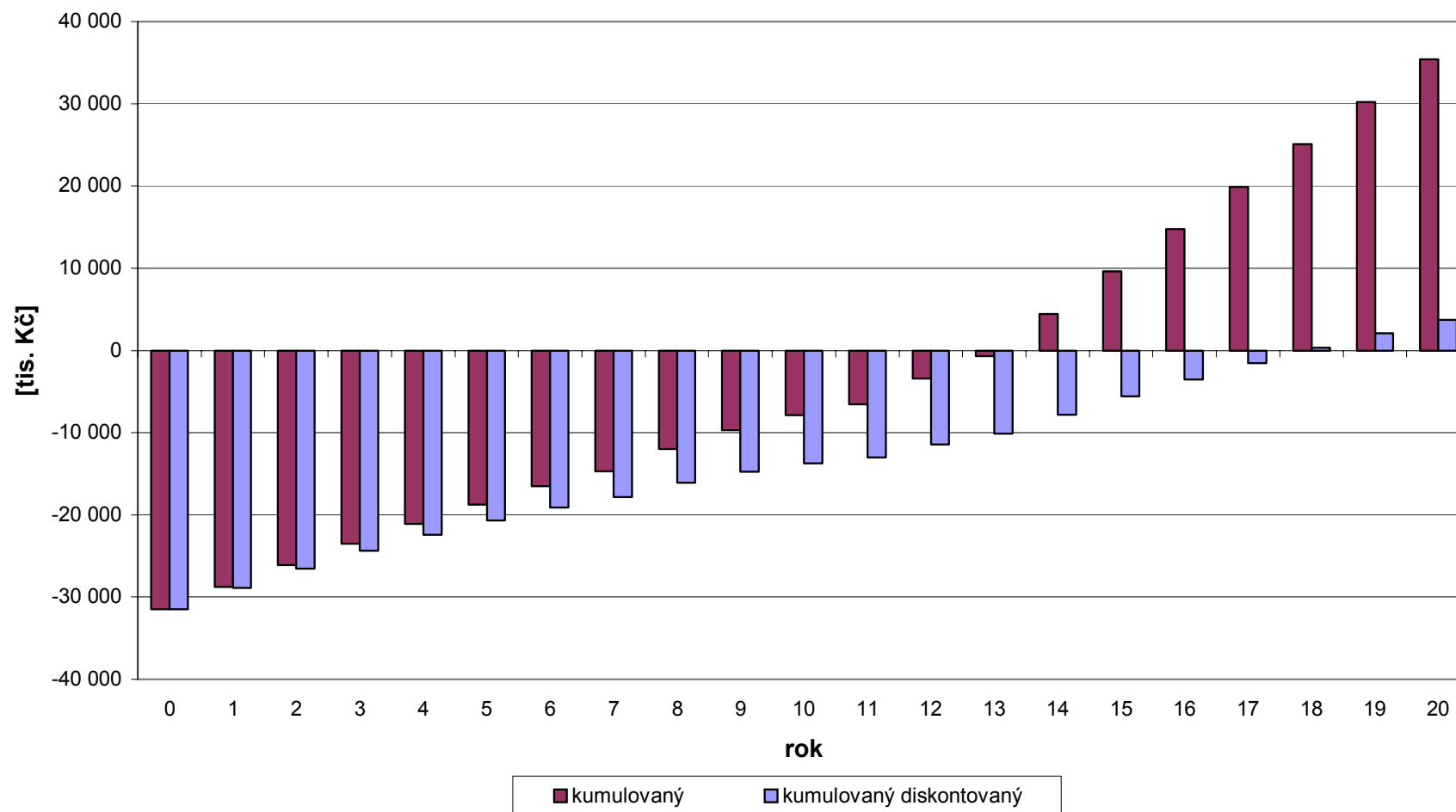
List „CashFlow“ udává podrobný výpočet toků hotovosti jak projektu, tak i investice. Tokem hotovosti se rozumí bilance příjmů a výdajů v jednotlivých letech životnosti investice. Nejdůležitějším ukazatelem je diskontovaný kumulovaný tok hotovosti investice. Rok, ve kterém se hodnota diskontovaného kumulovaného toku hotovosti přehoupne ze záporných čísel do kladných udává diskontovanou dobu návratnosti investice a jeho hodnota v posledním roce životnosti pak odpovídá čisté současné hodnotě investice.

3.9 List „Graf_CF_Projekt“

Kogenerace obchodní centrum Horní Dolní**Tok hotovosti projektu**

List „Graf_CF_Projekt“ zobrazuje průběhy kumulovaného a diskontovaného kumulovaného toku hotovosti projektu. Průsečíky s vodorovnou osou udávají prostou návratnost u kumulovaného a diskontovanou návratnost u diskontovaného kumulovaného toku hotovosti projektu. Tento obrázek nezohledňuje způsob financování investice.

3.10 List „Graf_CF_Investice“

Kogenerace obchodní centrum Horní Dolní**Tok hotovosti investice**

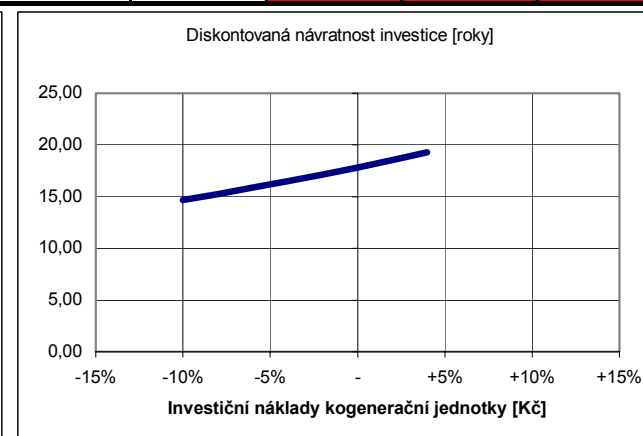
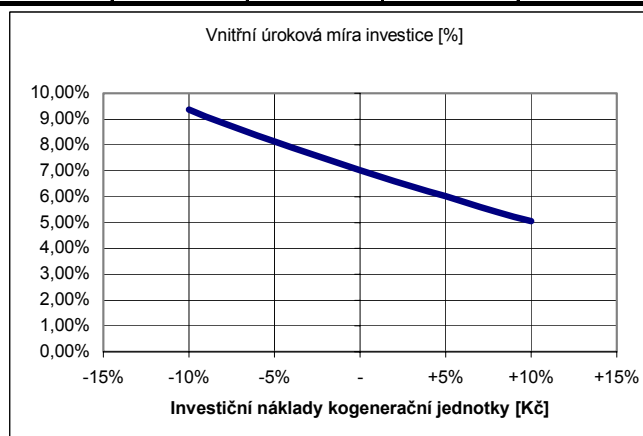
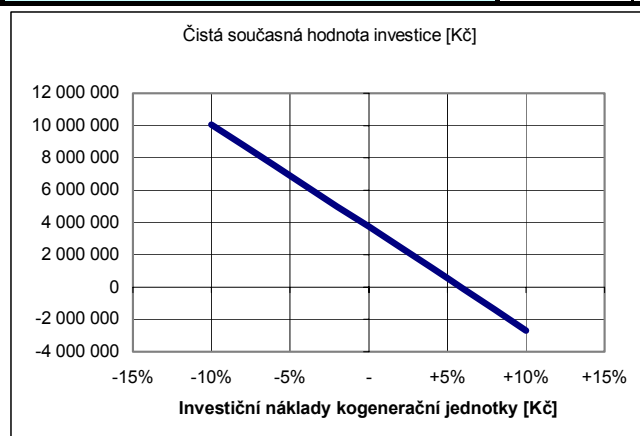
List „Graf_CF_Investice“ zobrazuje průběhy kumulovaného a diskontovaného kumulovaného toku hotovosti investice. Průsečíky s vodorovnou osou udávají prostou návratnost u kumulovaného a diskontovanou návratnost u diskontovaného kumulovaného toku hotovosti investice. Na rozdíl od předcházejícího, tento obrázek bere ohled na způsob financování investice a bude asi nejdůležitějším vodítkem pro rozhodnutí investora.

3.11 List „Citlivost“

Kogenerace obchodní centrum Horní Dolní

Citlivostní analýza

Výběr parametrů pro citlivostní analýzu:	Investiční náklady kogenerační jednotky [Kč]				Krok:		2%				
Parametry citlivostní analýzy	-10%	-8%	-6%	-4%	-2%	-	+2%	+4%	+6%	+8%	+10%
Investiční náklady kogenerační jednotky [Kč]	30 150 000	30 820 000	31 490 000	32 160 000	32 830 000	33 500 000	34 170 000	34 840 000	35 510 000	36 180 000	36 850 000
Cena nakupované elektřiny [Kč/kWh]	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Cena za elektřinu prodávanou do sítě [Kč/kWh]	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90
Cena za prodej elektřiny třetí straně [Kč/kWh]	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
Cena paliva v pro kotelnu (zemní plyn) [Kč/GJ]	190,00	190,00	190,00	190,00	190,00	190,00	190,00	190,00	190,00	190,00	190,00
Cena paliva v pro kogeneraci (zemní plyn) [Kč/GJ]	190,00	190,00	190,00	190,00	190,00	190,00	190,00	190,00	190,00	190,00	190,00
Diskontní sazba [%]	5,83%	5,83%	5,83%	5,83%	5,83%	5,83%	5,83%	5,83%	5,83%	5,83%	5,83%
Vyhodnocované indikátory	-10%	-8%	-6%	-4%	-2%	-	+2%	+4%	+6%	+8%	+10%
Čistá současná hodnota investice [Kč]	10 062 761	8 799 788	7 535 024	6 270 260	5 005 496	3 740 732	2 473 898	1 184 279	-105 341	-1 394 960	-2 684 580
Vnitřní úroková míra investice [%]	9,36%	8,86%	8,37%	7,90%	7,45%	7,02%	6,60%	6,20%	5,80%	5,42%	5,05%
Diskontovaná návratnost investice [roky]	14,67	15,25	15,86	16,50	17,15	17,83	18,54	19,29			



List „Citlivost“ slouží k výpočtům citlivostních analýz. Investora pochopitelně zajímá, jaké bude riziko projektu v případě, že se změní nejdůležitější výchozí výpočtové parametry. Citlivostní analýzy slouží k tomu, aby bylo možné zjistit, jak se bude měnit ekonomická efektivnost projektu v závislosti na změně vybraného parametru. V citlivostních analýzách jsme umožnili zkoumat citlivost na změny těchto parametrů:

- investiční náklady na kogenerační jednotku,
- cena elektřiny nakupované ze sítě,
- cena elektřiny prodávané do sítě,
- cena elektřiny prodávané třetí straně,
- cena paliva pro kotelnu,
- cena paliva pro kogenerační jednotky,
- diskontní sazba.

Na listu „Citlivost“ jsou dva rozbalovací seznamy. V prvním z nich uživatel zvolí parametr podle předcházejícího seznamu. Ve druhém rozbalovacím seznamu zadá velikost kroku v %, po jakém chce parametr měnit. Po stisknutí tlačítka „Výpočet citlivostní analýzy!!!“ model spočítá ekonomické hodnocení pro rozsah parametru (výchozí hodnota – 5 × krok) až (výchozí hodnota + 5 × krok).

V horní části tabulky se řádek s vybraným parametrem podbarví oranžově a dopočítají se v něm hodnoty parametru změněné o příslušné počty kroků. V dolní části tabulky pak je vidět průběh:

- čisté současné hodnoty investice [Kč],
- vnitřní úrokové míry investice [%],
- diskontované návratnosti investice [roky].

V tabulce se červeně podbarví oblast rozmezí parametrů, ve kterých investice přestává být rentabilní.

Uvedená tři ekonomická kritéria jsou rovněž zobrazena ve třech malých grafech pod tabulkou. Pokud jsou průběhy křivek téměř vodorovné, pak je investice na zvolený parametr málo citlivá a změny parametru představují pro investora malé riziko. Strmé průběhy naopak znamenají velkou citlivost a v případě, že bod zlomu mezi ekonomicky efektivní a neefektivní investicí je blízko výchozí hodnoty, znamenají pro investora i značné riziko.

V případě na našem obrázku by zdražení investičních nákladů na kogenerační jednotky o cca 5 % znamenalo již přechod investice do ztráty. Taková investice je tedy poměrně riziková.

3.12 List „LDC“

Koeficienty standardizovaných čar trvání tepelného zatížení (polynomy 5. stupně)

Čáry trvání tepelného zatížení	Řád koeficientu					
	0	1	2	3	4	5
Konstantní zatížení (8760 hodin/rok)	1,00000000	0,00000000	0,00000000	0,00000000	0,00000000	0,00000000
Městská CZT - využití ročního maxima 4000 hodin	1,00000000	-3,24456515	15,59369126	-40,03299303	43,12365949	-16,36514109
Městská CZT - využití ročního maxima 3500 hodin	1,00000000	-3,67720700	17,49271078	-43,28908025	44,92913954	-16,44077308
Městská CZT - využití ročního maxima 3000 hodin	1,00000000	-3,43774837	12,81290835	-30,37289444	32,91463917	-12,85535382
Základní škola	1,00000000	-1,47689249	8,40673206	-29,78576068	35,71486045	-13,86828018
Střední škola	1,00000000	-4,17927636	16,41089573	-37,23980292	37,26627139	-13,25172188
Nemocnice	1,00000000	-0,03832651	-1,20646528	-3,01600516	6,03503574	-2,50417291
Hotel	1,00000000	-2,47198905	5,81697235	-7,65286056	3,35619684	0,15457329

Na listu „LDC“ se zadávají čáry trvání tepelného zatížení. Je zde předdefinováno několik ukázkových čar, pro konkrétní případ by však uživatel měl znát čáru trvání zatížení pro svůj konkrétní případ.

Čáry trvání zatížení se v modelu aproximují polynomem pátého stupně. Do tabulky se zadá výstižný název dané čáry trvání a koeficienty polynomu $y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4 + a_5x^5$, kde y je normalizované zatížení (zatížení / roční maximum zatížení), x je normalizovaná doba trvání (hodiny trvání/8760) a a_0 až a_5 jsou koeficienty polynomu.

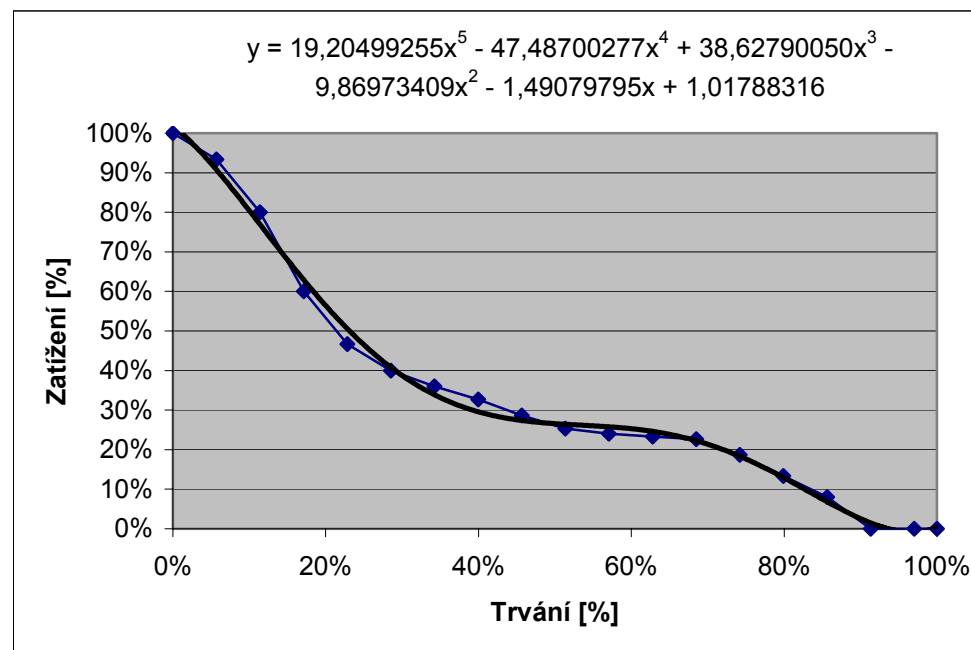
V tabulce se mezi zadáními jednotlivých čar trvání nesmějí vynechávat volné řádky.

Aby uživatel nemusel bádát nad způsobem výpočtu koeficientů polynomu, je na listu „LDC_vyp“ připravena pomůcka pro jejich výpočet.

3.13 List „LDC_vyp“

Výpočet koeficientů čáry trvání zatížení

Pořadí	Trvání [hodin]	Zatížení [kW]	Trvání [%]	Zatížení [%]
1	0	1 500	0,00%	100,00%
2	500	1 400	5,71%	93,33%
3	1 000	1 200	11,42%	80,00%
4	1 500	900	17,12%	60,00%
5	2 000	700	22,83%	46,67%
6	2 500	600	28,54%	40,00%
7	3 000	540	34,25%	36,00%
8	3 500	490	39,95%	32,67%
9	4 000	430	45,66%	28,67%
10	4 500	380	51,37%	25,33%
11	5 000	360	57,08%	24,00%
12	5 500	350	62,79%	23,33%
13	6 000	340	68,49%	22,67%
14	6 500	280	74,20%	18,67%
15	7 000	200	79,91%	13,33%
16	7 500	120	85,62%	8,00%
17	8 000	0	91,32%	0,00%
18	8 500	0	97,03%	0,00%
19	8 760	0	100,00%	0,00%



List „LDC_vyp“ slouží jako pomůcka pro aproximaci čáry zatížení polynomem pátého stupně. Do žlutých políček v tabulce se zadá průběh čáry trvání zatížení a ze vzorečku v záhlaví grafu se odečtou požadované koeficienty polynomu.