

# Kvalita elektrické energie-průvodce



*Náklady*

*Investiční analýza při řešení PQ*

2.5



HUNGARIAN COPPER  
PROMOTION CENTRE



*Náklady*

# Náklady

## Investiční analýza při řešení PQ

Angelo Baggini & Franco Bua, Università di Bergamo & Engineering Consulting and Design  
Překlad: Josef Gavlas, Miloslav Kužela, Pavel Santarius, FEI Technická univerzita Ostrava,  
Ostrava, leden 2005



Tento Průvodce byl vytvořen v rámci programu Leonardo Power Quality Initiative (LPQI), což je evropský vzdělávací program podporovaný Evropskou komisí (v rámci programu Leonardo da Vinci) a Mezinárodní asociací mědi (International Copper Assotiation). Více informací naleznete na [www.lpqi.org](http://www.lpqi.org).

### **Hungarian Copper Promotion Centre (HCPC)**

HCPC je nezisková organizace financovaná producenty mědi a výrobci zpracovávajícími měď. Jejím cílem je podporovat používání mědi a měděných slitin a napomáhat jejich správné a účinné aplikaci. Služby HCPC, mezi něž patří i poskytování informací a technického poradenství, jsou dostupné zájemcům o využití mědi ve všech oborech. Sdružení rovněž slouží jako prostředník mezi výzkumnými organizacemi a průmyslovými uživateli a udržuje těsné styky s obdobnými střediskami mědi ve světě.

### **Fakulta elektrotechniky a informatiky VŠB Technická univerzita Ostrava (FEI - TUO)**

Fakulta elektrotechniky a informatiky zahájila svou činnost na VŠB Technické univerzitě v Ostravě od 1. ledna 1991. Fakulta zajišťuje všechny formy vysokoškolského studia (tj. bakalářské, magisterské a doktorské) ve studijním programu Elektrotechnika a informatika s ucelenou strukturou elektrotechnických oborů a inženýrské informatiky. Nedílnou součástí činností pedagogů na fakultě je i vědecko-výzkumná činnost, kde jedním z nosných programů je kvalita elektrické energie s hlavním zaměřením na problematiku monitorování parametrů kvality a na problematiku harmonických v elektrických sítích.

### **European Copper Institute (ECI)**

European Copper Institute je organizací založenou podporujícími členy ICA (International Copper Association) a IWCC (International Wrought Copper Council). ECI zastupuje největší světové producenty mědi a přední evropské výrobce při propagaci mědi v Evropě. ECI, který byl založen v roce 1996, se opírá o síť deseti národních organizací mědi (Copper Development Associations - 'CDAs') v Beneluxu, Francii, Německu, Řecku, Maďarsku, Itálii, Polsku, Skandinávii, Španělsku a Spojeném království. Navazuje na činnost sdružení Copper Products Development Association založeného v roce 1959 a INCRA (International Copper Research Association) založeného v roce 1961.

### **Upozornění**

Obsah tohoto materiálu nemusí nutně vyjadřovat názor Evropského společenství a není pro něj ani závazný.

European Copper Institute a Hungarian Copper Promotion Centre odmítají odpovědnost za jakékoliv přímé, nepřímé či vedlejší škody, které mohou být způsobeny nesprávným využitím informací v této publikaci.

Copyright© European Copper Institute a Copper Development Association.

Česká verze byla připravena ve spolupráci HCPC a Fakulty elektrotechniky a informatiky VŠB - Technické Univerzity Ostrava.

Reprodukce je možná za předpokladu, že materiál bude otištěn v nezkrácené podobě a s uvedením zdroje.



# Náklady

---

## Investiční analýza při řešení PQ

### Úvod

Špatná kvalita elektrické energie (PQ z anglického ‘power quality’) může mít významný ekonomický dopad na provoz mnoha různých typů závodů, přičemž existuje široké spektrum technologií, které mohou související problémy buď zmírnit nebo vyřešit. Finanční přínosy těchto technologií je možné vyhodnotit odhadem zlepšení výkonu výrobního závodu a následného snížení nákladů.

Při provádění rozhodnutí o investicích je zásadním krokem vyhodnocení ekonomického dopadu špatné PQ a jeho porovnání s náklady na různé varianty opatření vedoucí k jeho zlepšení. Jinými slovy je třeba provést analýzu poměru vynaložených prostředků k celkovému zisku pro různá řešení.

Proces vyhodnocení těchto investic je možné popsat ve čtyřech základních krocích:

- Charakteristika PQ stávajícího systému
- Odhad nákladů souvisejících se špatnou PQ
- Charakteristika různých řešení ve smyslu jejich nákladů a účinnosti
- Provedení srovnávací ekonomické analýzy různých řešení.

Cílem této Části je poskytnout informace o tomto procesu a o použití odpovídajících nástrojů ekonomického rozhodování při srovnávání různých řešení. Zaměříme se na různé metody provádění srovnávací investiční analýzy.

Pro zjednodušení budeme v následujících kapitolách používat označení „PQ investice“ pro investice do technologií, jejichž cílem je zmírnění nebo vyřešení problému PQ.

### Investiční analýza

Společnosti mají velkou řadu možností jak investovat svůj kapitál a dosáhnout jeho návratnosti (vždy mají alespoň dvě možnosti: investovat peníze do nějakého projektu nebo je uložit na investiční účet).

Každá z možností, včetně PQ investic, musí soutěžit s dalšími investičními příležitostmi o vzácný kapitál. Proto je vhodné provést ekonomickou analýzu PQ investic stejným způsobem jako analýzu jiných kapitálových investic tak, aby bylo možné všechny varianty porovnat na stejném základě. Tento rozhodovací proces se nazývá kapitálové rozpočtování.

Při PQ investicích se objevuje speciální problém, který je typický pro jakoukoli investici, jejímž cílem je snížení nákladů. V procesu kapitálového rozpočtování jsou některé investice označeny jako ‘strategické’, neboli potřebné pro přežití a růst podniku, a proto jsou považovány za prioritní. Další skupinou investic jsou investice požadované ze zákona; tyto investice mají jen malou nebo vůbec žádnou návratnost a podniky by je na základě ekonomických kritérií nikdy neuskutečnily. Typickými příklady jsou investice do snížení dopadu provozních činností na životní prostředí. Poté, co jsou naplněny potřeby strategických investic a investic požadovaných ze zákona, zbývá obvykle jen malý kapitálový rozpočet na investice do snížení nákladů, jakými například jsou PQ investice. Tyto investice potom musí provádět podnikové jednotky s využitím provozních příjmů spíše než kapitálu. To má za následek velmi krátkodobou časovou perspektivu a tak se požaduje, aby se PQ investice zaplatily za 1-2 roky, což se rovná návratnosti ve výši 50-100%, tedy mnohem vyšší než je průměrná návratnost aktiv. Proto má vzácnost kapitálu pro PQ investice a požadavek na jejich financování z provozních příjmů za následek nižší než optimální realizaci těchto investic a takové investice pak představují příležitost pro financování třetí stranou.

V této kapitole podáme stručnou definici zásad kapitálového rozpočtování a krátký přehled užitečných definic.

# Investiční analýza při řešení PQ

---

## Kapitálové rozpočtování

Rozhodnutí o tom zda přijmout nějaký projekt závisí na analýze peněžních toků, které projekt přinese. Rozhodovací proces při kapitálovém rozpočtování by měl splňovat následující kritéria:

- musí vzít v úvahu všechny peněžní toky projektu (včetně pracovního kapitálu)
- musí vzít v úvahu časovou hodnotu peněz
- musí vést vždy ke správnému rozhodnutí při výběru mezi vzájemně se vylučujícími projekty v rámci různých investičních horizontů.

Celý proces kapitálového rozpočtování spoléhá na přesné odhady peněžních toků a pro subjekt rozhodující o investici je důležité, aby získal ty nejpřesnější možné předpovědi. Aby se mu to podařilo, musí udělat dvě věci:

- identifikovat všechny proměnné, které mají na peněžní toky vliv, a určit, které z těchto proměnných jsou pro úspěch projektu kritické;
- definovat požadovaný stupeň přesnosti předpovědi.

V následujících částech budou uvedena nejvýznamnější pravidla pro rozhodování v procesu kapitálového rozpočtování s Clarovým rozlišením mezi deterministickými a stochastickými metodami. Vyhodnocovací metoda je považována za deterministickou, pokud je možné každý peněžní tok přesně odhadnout, zatímco v případě stochastické metody mohou peněžní toky značně kolísat a vnášejí tak určitý stupeň nejistoty.

My se zde soustředíme na metody deterministické s tím, že stochastickými metodami se do větší hloubky zabýváme v jiné Části tohoto Průvodce.

## Klasifikace projektu

Pro potřeby kapitálového rozpočtování je možné projekty klasifikovat jako nezávislé nebo vzájemně se vylučující.

Nezávislý projekt je projekt, ve kterém nejsou peněžní toky ovlivněny rozhodnutím o přijetí nebo nepřijetí nějakého jiného projektu. Proto je možné přijmout všechny nezávislé projekty, které splňují kritéria kapitálového rozpočtování dané společností.

Vzájemně se vylučující projekty představují množinu projektů, z nichž je možné přijmout pouze jeden; například se může jednat o množinu projektů, které mají všechny stejný cíl. Pokud tedy vybíráme mezi vzájemně se vylučujícími projekty, může kritéria kapitálového rozpočtování společnosti splňovat více projektů, ale je možné přijmout pouze jeden, tedy ten nejlepší.

## Kapitálové náklady

Metody diskontovaných peněžních toků, které jsou popsány v následujících odstavcích, posuzují peněžní toky ve smyslu požadované návratnosti investice (minimálního výnosu požadovaného investorem pro investiční rozhodnutí), aby bylo možné rozhodnout o jejím přijetí. Tento minimální výnos může být považován za kapitálové náklady společnosti. Jak ale kapitálové náklady definovat?

Kapitálové náklady společnosti jsou diskontní sazbou, kterou je třeba použít v kapitálovém rozpočtování. Vážené průměrné kapitálové náklady (WACC) odrážejí náklady společnosti na získání kapitálu k investování do dlouhodobých aktiv a představují vážený průměr nákladů společnosti na půjčky (dlouhodobé a krátkodobé) a nákladů na vlastní jmění (prioritní akcie, kmenové akcie).

Jinými slovy, kapitálové náklady představují náklady na prostředky využívané k získávání celkových aktiv společnosti. Obecně se odkazují na návratnost očekávanou stranami, které přispívají do finanční struktury: tedy držiteli prioritních a kmenových akcií a věřiteli. Proto se



# Investiční analýza při řešení PQ

obecně vypočítávají jako vážený průměr nákladů souvisejících s každým typem závazku ve finanční struktuře podniku.

V souvislosti s kapitálovým rozpočtováním stojí definice kapitálových nákladů na předpokladu, že společnost musí spravovat svá aktiva a rozhodovat se pro kapitálové projekty s cílem získat výnos, který bude minimálně roven jejím kapitálovým nákladům. Finanční řízení odděluje investiční rozhodování od rozhodnutí o financování. Finanční struktura společnosti je považována za pevnou a poskytuje určitou hodnotu WACC.

## Časová hodnota peněz

Daná částka peněz, kterou máme v ruce dnes, má větší cenu než stejná částka, pokud ji dostaneme v budoucnosti, protože peníze, které dnes máme k dispozici, můžeme investovat, zúročit je a nakonec mít v budoucnosti vyšší částku. Časovou hodnotu peněz kvantifikují matematici jako hodnotu daného množství peněz v čase.

Tato hodnota samozřejmě závisí na návratnosti nebo úroku, které je možné při dané investici získat.

Pojmy časové hodnoty peněz je možné rozdělit do dvou kategorií:

- Budoucí hodnota - popisuje proces zjišťování míry růstu investice v budoucnosti.
- Současná hodnota – popisuje proces určování hodnoty určité částky peněz, které obdržím v budoucnosti, vyjádřené hodnotou dnešních peněz.

## Budoucí hodnota jednoho peněžního toku

Budoucí hodnota jednoho peněžního toku reprezentuje částku, na kterou někdy v budoucnosti vzroste hodnota investice učiněné dnes, pokud provedeme investici při konkrétní úrokové míře. Například pokud dnes uložíte do banky € 100 na bankovní účet s úrokovou mírou 10% vyplácenou ročně a s ročním složeným úrokováním, pak tato investice za jeden rok naroste na € 110.

Můžeme to zapsat také takto:

$$€ 100 (1 + 10/100) = € 110 \quad \text{Rok 1}$$

Ve druhém roce účet vyplatí 10% úrok jak z původního vkladu € 100, tak z úroku € 10, který byl vyplacen za první rok, a výsledná hodnota bude po dvou letech € 121:

$$€ 110 (1 + 0,10) = € 121 \text{ neboli} \quad \text{Rok 2}$$

$$€ 100 (1 + 0,10) (1 + 0,10) = € 121 \text{ neboli } € 100 (1 + 0,10)^2 = € 121$$

Povšimněte si, že ve druhém roce byl úrok z investice € 11, zatímco v prvním roce jen € 10. Je tomu tak proto, že úroková sazba v daném případě používá složené úrokování.

Pokud bychom nechali peníze na účtu ještě další rok, úrok by byl vyplácen z hodnoty € 121 a zůstatek na konci roku by činil € 133,10:

$$€ 121 (1 + 0,10) = € 133,10 \text{ neboli} \quad \text{Rok 3}$$

$$€ 100 (1 + 0,10) (1 + 0,10) (1 + 0,10) = € 133,10 \text{ neboli}$$

$$€ 100 (1 + 0,10)^3 = € 133,10$$

Budoucí hodnotu počáteční investice při dané úrokové sazbě, která je ročně složitě úrokována, můžeme zjistit v libovolném budoucím okamžiku podle následující rovnice:

$$FV_t = CF_0(1+r)^t \quad (1)$$

# Investiční analýza při řešení PQ

kde:

$FV_t$  = budoucí hodnota na konci roku  $t$

$CF_0$  = počáteční investice

$r$  = roční složený úrok

$t$  = počet let.

## Současná hodnota jednoho peněžního toku (cash flow) a soustavy peněžních toků

Současná hodnota popisuje výpočet hodnoty peněžního toku, který získáme v budoucnosti, vyjádřené hodnotou dnešních peněz. Proto současná hodnota budoucího peněžního toku představuje takové množství peněz které, pokud je dnes investuji při dané úrokové míře, naroste tak, že bude mít právě hodnotu tohoto budoucího peněžního toku. Proces hledání současné hodnoty se nazývá diskontování a úroková míra použitá k výpočtu současné hodnoty se nazývá diskontní sazba. Například současná hodnota € 100, které dostanu ode dneška za rok, je při diskontní sazbě 10% s ročním složeným úrokem € 90,91.

Můžeme to vyjádřit také takto:

$$€ 90,91 (1 + 10/100) = € 100 \text{ neboli } € 90,91 = € 100 / (1 + 0,10)$$

Povšimněte si, že rovnici pro budoucí hodnotu jsme použili k popisu vztahu mezi současnou hodnotou a budoucí hodnotou. Z toho vyplývá, že současná hodnota € 100, které dostanu za dva roky, je € 82,64, pokud použiji diskontní sazbu 10%:

$$€ 82,64 (1 + 0,10)^2 = € 100 \text{ neboli}$$

$$€ 82,64 = € 100 / (1 + 0,10)^2$$

Následující rovnici je možné použít k výpočtu současné hodnoty budoucího peněžního toku, pokud máme stanovenou diskontní sazbu a dobu (počet let), kdy peněžní tok nastane 1:

$$PV = \frac{CF_t}{(1+r)^t} \quad (2)$$

kde:

PV = současná hodnota

$CF_t$  = budoucí peněžní tok, který nastane ode dneška za  $t$  let

$r$  = úroková nebo diskontní sazba

$t$  = počet let.

Současná hodnota soustavy více peněžních toků (cash flow stream) se rovná součtu současných hodnot jednotlivých peněžních toků:

$$PV = \sum_{t=0}^T \frac{CF_t}{(1+r)^t} \quad (3)$$

kde:

PV = současná hodnota soustavy peněžních toků

$CF_t$  = peněžní tok na konci roku  $t$

$r$  = diskontní sazba

$t$  = rok, od nuly do  $T$

$T$  = poslední rok, ve kterém nastává peněžní tok.

1 Povšimněte si, že tuto rovnici je možné algebraicky odvodit z rovnice budoucí hodnoty.

# Investiční analýza při řešení PQ

## Deterministický přístup k PQ investiční analýze

Ekonomická analýza investic je jedním ze základních kroků v každém rozhodovacím procesu, protože snížení nákladů je jedním z hlavních cílů PQ investic.

Hlavním prvky investice, kterou posuzujeme jsou:

- investiční náklady neboli počáteční investice
- kapitálové náklady
- snížení nákladů
- náklady na provoz a údržbu investice
- ekonomická životnost investice.

V souladu s interními kritérii pro posuzování investic je možné použít několik metod vyhodnocení. V závislosti na významu investice je možné použít více nebo méně složité metody.

Metody je možné rozlišovat také na základě toho, zda zahrnují nebo nezahrnují kalkulaci životního cyklu. Metody posuzování investice, které využívají kalkulaci životního cyklu, jsou založeny na převodu investice a ročních peněžních toků v různých časech na jejich ekvivalentní současné hodnoty. Jinými slovy berou v úvahu celou délku života investice. Typickými příklady metod s kalkulací životního cyklu jsou čistá současná hodnota (NPV) a vnitřní návratnost (IRR).

Metody posuzování investic, které nevyužívají kalkulaci životního cyklu, jsou např. doba návratnosti (PBT) a analýza rovnováhy nákladů a výnosů. Tyto metody neberou v úvahu životnost investice a pouze uvádějí, za jak dlouho získáme zpět peníze do projektu vložené.

## Metody diskontovaných peněžních toků

### Čistá současná hodnota (NPV)

Čistá současná hodnota (NPV) projektu uvádí očekávaný dopad projektu na hodnotu společnosti.

O projektech s kladnou hodnotou NPV se předpokládá, že zvýší hodnotu společnosti. Pravidlo rozhodování na základě NPV tak stanoví, že by měly být akceptovány všechny nezávislé projekty s kladným NPV. Pokud je NPV větší než nula, je projekt vhodný, protože jeho výnosy jsou dostatečně velké na to, aby zaplatily úroky a počáteční investici ještě před skončením životnosti investice. Pokud se NPV rovná nule, investice se zaplatí teprve na konci doby její životnosti a není tedy zajímavá.

Při výběru ze vzájemně se vylučujících projektů by měl být zvolen projekt s nejvyšší (kladnou) hodnotou NPV.

NPV se vypočte jako současná hodnota peněžních toků vložených do projektu mínus současná hodnota peněžních toků, které projekt produkuje. Tento vztah se vyjádří následovně:

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{CF_t}{(1+r)^t} = CF_0 + \frac{CF_1}{(1+r)^1} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{CF_T}{(1+r)^T} \quad (4)$$

kde:

$CF_t$  = čistý peněžní tok v čase  $t$

$CF_0$  = počáteční investice

$r$  = kapitálové náklady

$t$  = počet let

$T$  = životnost projektu

# Investiční analýza při řešení PQ

Příklad v Tabulce 1 ilustruje výpočet čisté současné hodnoty a ukazuje peněžní toky projektu A a B v průběhu pěti let jejich života. Kapitálové náklady projektu jsou 10%.

Pokud jsou A a B projekty nezávislé, pak je možné přijmout oba. Pokud se ovšem jedná o projekty vzájemně se vylučující, pak je třeba zvolit projekt A, protože má vyšší hodnotu NPV.

NPV bere v úvahu všechny peněžní toky a časovou hodnotu peněz.

Projekty je možné porovnávat také na základě poměru mezi současnou hodnotou projektu a související investicí (NPV/I).

	Projekt A	Projekt B
Rok	Cash Flow (€)	Cash Flow (€)
0	-1000	-1000
1	500	100
2	400	200
3	200	200
4	200	400
5	100	700
NPV	121.89	103.92

Tabulka 1: Příklad ilustrující výpočet NPV (viz Excel soubor v /6/)

## Stručný popis čisté současné hodnoty (NPV)

### Co je to ?

NPV je měřítkem toho, jak velkou hodnotu investicí vytváříme nebo přidáváme, tj. rozdíl mezi tržní hodnotou investice a jejími náklady.

### Jak NPV vypočítat?

Provedeme odhad budoucích peněžních toků. Vypočteme současnou hodnotu těchto peněžních toků mínus počáteční náklady investice.

### Pravidlo rozhodování na základě NPV

Pro nezávislé projekty: Investice bude přijata v případě, že její čistá současná hodnota je kladná, a investice bude odmítnuta v případě, že je tato hodnota záporná.

Pro vzájemně se vylučující projekty: Vybrán bude projekt s nejvyšší kladnou hodnotou NPV.

### Zkuste to sami (nebo s pomocí Excel souboru v [6])

Představte si, že plánujete nákup UPS, který vás dnes bude stát € 20 000 a bude v následujících 10 letech produkovat každoročně peněžní tok € 3 000. Zůstatková hodnota bude nula. Kapitálové náklady jsou 5%. Měli byste UPS koupit?

## Vnitřní návratnost (IRR)

Vnitřní návratnost projektu (IRR) je diskontní sazba, při které se NPV projektu rovná nule. Pravidlo pro rozhodování na základě IRR stanoví, že schváleny budou všechny nezávislé projekty, které mají IRR větší než kapitálové náklady. Při výběru mezi vzájemně se vylučujícími projekty z bude zvolen projekt s nejvyšší IRR, pokud je ovšem IRR vyšší než kapitálové náklady.

$$NPV = 0 = \sum_{t=0}^T \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} = CF_0 + \frac{CF_1}{(1+IRR)^1} + \frac{CF_2}{(1+IRR)^2} + \dots + \frac{CF_T}{(1+IRR)^T} \quad (5)$$

kde:

$CF_t$  = peněžní tok v čase  $t$

$T$  = životnost projektu



# Investiční analýza při řešení PQ

Příklad v Tabulce 2 ukazuje stanovení IRR a peněžní toky u projektů A a B v průběhu pěti let jejich života. Kapitálové náklady činí u obou projektů 10%.

Pokud jsou tedy projekty A a B nezávislé, pak by měly být schváleny oba, protože jejich IRR jsou vyšší než kapitálové náklady. Na druhé straně, pokud se jedná o projekty, které se vzájemně vylučují, pak by měl být vybrán projekt A, protože má vyšší hodnotu IRR.

	Projekt A	Projekt B
Rok	Cash Flow (€)	Cash Flow (€)
0	-1000	-1000
1	500	100
2	400	200
3	200	200
4	200	400
5	100	700
IRR	17%	13%

Tabulka 2: Příklad ilustrující výpočet IRR (viz Excel soubor v /6)

## Stručný popis vnitřní návratnosti (IRR)

### Co je to?

Vnitřní návratnost je diskontní sazba, při které se NPV projektu rovná nule.

### Jak IRR vypočítat?

Položíme NPV rovno nule a hledáme příslušnou hodnotu úroku. Úroková sazba při níž je NPV rovno nule představuje IRR.

### Pravidlo rozhodování na základě IRR

Investice je přijatelná v případě, že IRR překročí požadovanou míru návratnosti. Jinak bude odmítnuta.

### Zkuste to sami (nebo s pomocí Excel souboru v [6])

Máte v plánu instalovat aktivní filtr, který vás dnes bude stát € 5 000 a vytvoří peněžní tok € 1 000 v každém z následujících 10 let. Zůstatková hodnota bude nula. Kapitálové náklady jsou 5%. Měli byste aktivní filtr instalovat?

## Roční ekvivalent

Jestliže předpokládáme stejný peněžní tok v každém roce, tj.  $CF_0 = CF_1 = \dots = CF_T$ , můžeme rovnici (3) zjednodušit na:

$$PV = \frac{CF * ((1+r)^T - 1)}{r(1+r)^T} \quad (6)$$

Výše uvedenou rovnici můžeme použít k výpočtu anualizovaných peněžních toků (ACF), které vzniknou v důsledku provedené investice. Například pokud provedeme investici I do zmírnění dopadů PQ, bude taková investice efektivní v případě, že roční úspory nákladů (ACS) budou vyšší než ACF plus náklady na provoz a údržbu (OME).

$$ACF = \frac{I * r * (1+r)^T}{(1+r)^T - 1} \quad (7)$$

Roční náklady na vlastnění (ACO) pro tuto investici činí  $ACS - OME - ACF$  a rozhodnutí o investici by mělo být kladné v případě, že  $ACO > 0$ . Varianta této metody je použita v Části 5.5.1 tohoto Průvodce, kde jsou roční náklady špatné kvality elektrické energie (PQ) přičteny k ročním investicím a nákladům na provoz a údržbu u různých opatření ke zmírnění dopadů a je navrženo řešení s minimálními náklady.

# Investiční analýza při řešení PQ

ACO je možné převést na celkové náklady na vlastnění (TCO) opětovným použitím rovnice (3):

$$TCO = \frac{ACO * ((1+r)^T - 1)}{r * (1+r)^T} \quad (8)$$

## Srovnání metod diskontní analýzy

Pravidla pro rozhodování o investici na základě NPV i IRR berou v úvahu všechny peněžní toky projektu a časovou hodnotu peněz.

Pravidla pro rozhodování na základě NPV a IRR se liší v oblasti předpokladů míry reinvestice. Pravidlo rozhodování na základě NPV implicitně předpokládá, že peněžní toky je možné reinvestovat za podmínek kapitálových nákladů společnosti, zatímco pravidla rozhodování na základě IRR implicitně předpokládá, že peněžní toky je možné reinvestovat za podmínek vnitřní návratnosti projektu. Jelikož je pravděpodobné, že každý projekt bude mít různou hodnotu IRR, lze za rozumnější považovat předpoklad, na kterém stojí pravidla rozhodování na základě NPV.

Technicko-ekonomické analýzy obecně prezentují NPV jako nejsprávnější metodu pro provádění rozhodování o investicích. IRR s sebou nese určité problémy – například rovnice (5) nedává vždy pro IRR jednoznačné řešení. Kromě toho v případě projektu s vysokým IRR, například 40%, je nesprávná představa, že společnost bude schopná získat 40% návratnost výnosů z projektu. V dnešní informační éře, kdy máme k dispozici výkonné stolní počítače, není důvod, abychom NPV při rozhodování o investicích systematicky nepoužívali.

## Metody nediskontovaných peněžních toků

### Doba návratnosti (PBT)

Doba návratnosti představuje dobu, za kterou projekt zaplatí své původní náklady.

Metoda rozhodování na základě PBT při kapitálovém rozpočtování stanoví, že přijatelné jsou všechny nezávislé projekty, které mají PBT menší než stanovený počet let. Při výběru mezi vzájemně se vylučujícími projekty by měl mít přednost projekt s nejkratší dobou návratnosti.

Výpočet PBT lze nejlépe ukázat na příkladu. Předpokládejme projekt A, který vytváří v průběhu pěti let života peněžní toky uvedené Tabulce 3.

Než začneme s výpočtem PBT pro projekt A, doplníme do tabulky další sloupeček, který bude obsahovat čistý peněžní tok (NCF) pro daný projekt v každém roce (Tabulka 4).

Povšimněte si, že po dobu dvou let je NCF negativní (-1000 + 500 + 400 = -100) zatímco po třech letech je NCF pozitivní (-1000 + 500 + 400 + 200 = 100). To znamená, že PBT, neboli bod pokrytí nákladů, nastane někdy v průběhu třetího roku. Pokud předpokládáme, že peněžní tok probíhá v průběhu roku pravidelně, pak PBT vypočteme z následující rovnice:

$$PBT = Y_{LN} - \left( \frac{NCF(Y_{LN})}{CF(Y_{LN+1})} \right) \quad (9)$$

kde:

$Y_{LN}$  = poslední rok s negativní hodnotou čistého peněžního toku (NCF)

$NCF(Y_{LN})$  = čistý peněžní rok v daném roce

$CF(Y_{LN+1})$  = celkový peněžní tok v následujícím roce.

Rok	Cash Flow (€)
0	-1000
1	500
2	400
3	200
4	200
5	100

Tabulka 3.

Rok	Cash Flow (€)	Čistý Cash Flow (€)
0	-1000	-1000
1	500	-500
2	400	-100
3	200	100
4	200	300
5	100	400

Tabulka 4

# Investiční analýza při řešení PQ

Pro příklad uvedený výše pak bude posledním rokem s negativním peněžním tokem rok 2; hodnota čistého peněžního toku se v tomto roce se rovná - € 100; celkový peněžní tok v následujícím roce (v roce 3) se rovná € 200; z toho vyplývá, že počáteční investice se zaplatí za  $2 - (-100/200) = 2,5$  roku.

Přestože je použití doby návratnosti rozšířené, má několik nedostatků. Za prvé, PBT předpokládá, že € 200, které obdržíme za 1 rok ode dneška, bude mít i za 5 let stejnou hodnotu jako dnes; jinými slovy, nebere v úvahu časovou hodnotu peněz. Tento problém je možné vyřešit výpočtem diskontované doby návratnosti (DPBT), kdy se peněžní toky diskontují na jejich současnou hodnotu pomocí diskontní sazby, čímž se metoda DPBT stává konsistentní s metodami, které využívají kalkulaci životního cyklu, jako jsou NPV a IRR. Druhou vadou této metody, že nebere v úvahu vliv různé doby životnosti alternativních projektů, a penalizuje tak projekty, které mají dlouhou potenciální dobu životnosti. Pokud máme například dvě alternativní investice A a B, každá z nich má náklady € 1 000 a uspoří € 200 za rok, pak budou mít obě PBT 5 let a budou vypadat jako stejně přijatelné. Nicméně jestliže má investice A odhadovanou dobu životnosti 5 let a investice B 10 let, je zjevně vhodnější vybrat investici B. Třetím nedostatkem je, že kritérium k přijetí/odmítnutí investice je často svévolně zvoleno příliš krátké. Například mnoho organizací požaduje, aby se investice, jejímž cílem je úspora nákladů, zaplatila za 1 až 3 roky a dává větší prioritu projektům, které mají kratší dobu návratnosti.

Proto také metoda založená na době návratnosti může odmítnout řadu zajímavých investičních příležitostí a současně může akceptovat projekty, které hodnotu společnosti dokonce sniží. Tato metoda byla velmi rozšířená v 60. a 70. letech, tedy před érou počítačů, protože provedení výpočtu je velmi jednoduché. Dnes bychom se jí měli v maximálně možné míře vyhnout. Nedávný průzkum [7] ukázal, že mezi společnostmi uvedenými v žebříčku Fortune 1000 je daleko nejvíce používaným nástrojem NPV, přičemž 85% respondentů uvedlo, že NPV používají vždy nebo často.

## Stručný popis doby návratnosti (PBT)

### Co je to ?

Doba návratnosti je doba, za kterou se zaplatí počáteční investice.

### Jak PBT vypočítat?

Předpokládáme, že peněžní toky přicházejí v průběhu roku rovnoměrně. Vypočteme počet let, za který se budou budoucí peněžní toky rovnat počátečnímu odčerpání hotovosti.

### Jednoduché pravidlo doby návratnosti

Investice je přijatelná, pokud je její vypočtená doba návratnosti kratší než určitý předem stanovený počet let.

### Zkuste to sami (nebo s pomocí Excel soboru v [6])

Plánujete nákup setrvačnicku, za který zaplatíte € 200 000 a který bude produkovat roční peněžní tok € 3 000. Společnost akceptuje pouze projekty, jejichž návratnost je 4 roky nebo méně. Zakoupíte takový stroj?

## Analýza rovnováhy nákladů a výnosů

Analýzu rovnováhy nákladů a výnosů je možné použít pro projekty, u kterých postupně narůstají náklady a výnosy v průběhu času. Například výrobní závod bude v průběhu několika let potřebovat investice do svých zařízení, pracovních sil, školení a služeb. Po několika letech začne závod vyrábět a postupně bude jeho produkce stoupat se zkušenostmi a prodejem výrobku na trhu. Bod, kdy se akumulované náklady vyrovnají akumulovaným výnosům projektu se nazývá bodem pokrytí nákladů. Obvykle se používá pro složité projekty a pro PQ investice se hodí jen zřídka.

Většina tabulkových procesorů, jako jsou programy v dodávané v rámci OpenOffice, StarOffice a Microsoft Office, obsahuje funkce a soubory nápovědy, které takové výpočty usnadní.

# Investiční analýza při řešení PQ

## Stochastický přístup k PQ investiční analýze

Problémy s PQ způsobují negativní peněžní toky – tj. mají za následek náklady – buď trvalé (jako například nadměrné ztráty energie v transformátoru v důsledku harmonických) nebo při jednotlivých událostech (jako např. nezmírněný propad napětí nebo selhání transformátoru v důsledku dlouhodobého přetížení způsobeného harmonickými).

Subjekt provádějící rozhodování proto musí pracovat s pojmy jako jsou jistota, riziko a nejistota, které lze popsat následovně:

- Jistota znamená, že subjekt, který rozhoduje, zná předem přesnou hodnotu všech parametrů, které mohou rozhodnutí ovlivnit;
- Riziko znamená, že subjekt, který rozhoduje, si je vědom všech možných stavů, které mohou nastat a ovlivnit tak parametry rozhodování, a je schopen vyjádřit s jakou pravděpodobností takové stavy nastanou;
- Nejistota znamená, že subjekt, který rozhoduje, si nemusí být vědom všech stavů, které mohou případně rozhodování ovlivnit a/nebo není schopen vyjádřit, s jakou pravděpodobností takové stavy nastanou.

Pokud existuje jistota ohledně charakteru a rozsahu rizik, je vhodné uplatnit deterministický přístup. Pokud se nacházíme v nejistotě, prvním krokem by mělo být pokusit se shromáždit další údaje, které potřebujeme k poznání spektra možností a jejich pravděpodobnosti tak, abychom problém řešili jako riziko. Tento postup obvykle vyžaduje sběr dalších údajů, což znamená určité náklady.

K zahrnutí faktoru rizika je nutné přizpůsobit deterministické metody vyhodnocení, které byly popsány výše. Například pokud jsme pro deterministické peněžní toky používali NPV a PBT, pak pro stochastickou analýzu použijeme  $NPV^{\wedge}$  a  $PBT^{\wedge}$ , kdy se peněžní toky vyjadřují pomocí jejich očekávané hodnoty.

Obrázek 1 Příklad použití deterministických a nedeterministických kritérií pro posuzování projektů

	krátké období	dlouhé období
deterministická	PBT	NPV
stochastická	$PBT^{\wedge}$	$NPV^{\wedge}$

Například NPV je možné za podmínek rizika přeformulovat takto:

$$NPV^{\wedge} = \sum_{t=1}^T \frac{CF(t)^{\wedge}}{(1+i)^t} - I$$

kde symboly představují stejné veličiny, jak jsou popsány výše.

K vyhodnocení každého jednotlivého peněžního toku je možné použít následujícího výrazu:

$$CF^{\wedge} = n \rho \delta$$

kde:

$n$  = frekvence události PQ (příčiny škod)

$\rho$  = pravděpodobnost škody

$\delta$  = výše škody

# Investiční analýza při řešení PQ

---

Frekvenci události je možné vyhodnotit na základě norem (např. EN 50160), výsledků měřících kampaní nebo historických údajů.

Pravděpodobnost škody je možné vyhodnotit z literatury a zkušenosti; příkladem je křivka pro zařízení IT vypracovaná Sdružením výrobců kancelářských strojů (Computer and Business Equipment Manufacturers Association - CBEMA).

Výše škody je hodnota ztrát, ke kterým došlo v důsledku uvažované PQ události. Její důsledky se mohou lišit podle druhu průmyslu, místa, typu výroby, podmínek na trhu atd.; průměrné hodnoty je možné nalézt v literatuře nebo zprávách z průzkumů jako je např. odkaz [8]. Příkladem typických ztrát vzniklých v souvislosti s událostmi PQ jsou:

- ztráty v důsledku snížení životnosti zařízení
- energetické ztráty
- přerušení výroby nebo snížená výrobní kapacita
- ztráta dat.

Pomocí tohoto přístupu:

- se stanoví peněžní toky s postupem pro posouzení rizik
- peněžní tok již není deterministickou proměnnou ale proměnnou stochastickou a vyjadřuje se formou očekávané hodnoty.

Prvky rizika v PQ investicích je možné řešit dvěma způsoby:

- stanovením vysokého minimálního výnosu požadovaného investorem: například pokud je WACC společnosti 15%, u rizikových investic bude požadována návratnost 20%
- stanovením rychlé návratnosti: požadavek návratnosti do 2 let znamená téměř 50% návratnost za rok. Krátká doba návratnosti umožní společnosti, aby své peníze dostala zpět dříve „než se něco pokazí“.

Nicméně tyto techniky k řešení rizik jsou dosti primitivní. Neberou v úvahu, že provozní aktiva jsou spravována po celou dobu života a že jejich správci mohou podnikat nápravná opatření.

## Odkazy a literatura

[1] D V Lindley: 'Making Decisions', Wiley, London, 1985

[2] J Clark, T Hindelag, R Pritchard: *Capital budgeting, planning and control of expenditures*, 3<sup>rd</sup> Edition, Prentice-Hall, 1989

[3] R Brearly, S Myers: *Principles of corporate finance*, 4<sup>th</sup> Edition, McGraw Hill, 1991

[4] Colli, Franzone: 'Teoria generale dei processi decisionali', Giuffrè, Pavia, 1992

[5] Cherubini, Dalla Lunga: 'Matematica finanziaria', McGraw Hill, Milano 2002

[6] [www.lpqj.org library|application guide|Section 2: Costs|2\\_5-examples.xls](#)

[7] P Ryan: 'Capital budgeting practices of the Fortune 1000: how have things changed', *Journal of Business and Management*, Winter 2002

[8] CEIDS: *The cost of power disturbances to industrial & digital economy companies*, 2001



# *Poznámky*

---

## Reference & Founding\* Partners

European Copper Institute* (ECI) <a href="http://www.eurocopper.org">www.eurocopper.org</a>	ETSII - Universidad Politécnica de Madrid <a href="http://www.etsii.upm.es">www.etsii.upm.es</a>	LEM Instruments <a href="http://www.lem.com">www.lem.com</a>
Akademia Gornicza-Hutnicza (AGH) <a href="http://www.agh.edu.pl">www.agh.edu.pl</a>	Fluke Europe <a href="http://www.fluke.com">www.fluke.com</a>	MGE UPS Systems <a href="http://www.mgeups.com">www.mgeups.com</a>
Centre d'Innovació Tecnològica en Convertidors Estàtics i Accionaments (CITCEA) <a href="http://www.citcea.upc.es">www.citcea.upc.es</a>	Hochschule für Technik und Wirtschaft* (HTW) <a href="http://www.htw-saarland.de">www.htw-saarland.de</a>	Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg <a href="http://www.uni-magdeburg.de">www.uni-magdeburg.de</a>
Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) <a href="http://www.ceiuni.it">www.ceiuni.it</a>	Hogeschool West-Vlaanderen Departement PIH <a href="http://www.pih.be">www.pih.be</a>	Polish Copper Promotion Centre* (PCPC) <a href="http://www.miedz.org.pl">www.miedz.org.pl</a>
Copper Benelux* <a href="http://www.copperbenelux.org">www.copperbenelux.org</a>	International Union for Electricity Applications (UIE) <a href="http://www.ueie.org">www.ueie.org</a>	Università di Bergamo* <a href="http://www.unibg.it">www.unibg.it</a>
Copper Development Association* (CDA UK) <a href="http://www.cda.org.uk">www.cda.org.uk</a>	ISR - Universidade de Coimbra <a href="http://www.isr.uc.pt">www.isr.uc.pt</a>	University of Bath <a href="http://www.bath.ac.uk">www.bath.ac.uk</a>
Deutsches Kupferinstitut* (DKI) <a href="http://www.kupferinstitut.de">www.kupferinstitut.de</a>	Istituto Italiano del Rame* (IRR) <a href="http://www.ire.it">www.ire.it</a>	University of Manchester Institute of Science and Technology (UMIST) <a href="http://www.umist.ac.uk">www.umist.ac.uk</a>
Engineering Consulting & Design* (ECD) <a href="http://www.ecd.it">www.ecd.it</a>	Katholieke Universiteit Leuven* (KU Leuven) <a href="http://www.kuleuven.ac.be">www.kuleuven.ac.be</a>	Wroclaw University of Technology* <a href="http://www.pwr.wroc.pl">www.pwr.wroc.pl</a>
EPRI PEAC Corporation <a href="http://www.epri-peac.com">www.epri-peac.com</a>	Laborelec <a href="http://www.laborelec.com">www.laborelec.com</a>	

## Editorial Board

David Chapman (Chief Editor)	CDA UK	david.chapman@copperdev.co.uk
Prof Angelo Baggini	Università di Bergamo	angelo.baggini@unibg.it
Dr Araceli Hernández Bayo	ETSII - Universidad Politécnica de Madrid	ahernandez@etsii.upm.es
Prof Ronnie Belmans	UIE	ronnie.belmans@esat.kuleuven.ac.be
Dr Franco Bua	ECD	franco.bua@ecd.it
Jean-Francois Christin	MGE UPS Systems	jean-francois.christin@mgeups.com
Prof Anibal de Almeida	ISR - Universidade de Coimbra	adealmeida@isr.uc.pt
Hans De Keulenaer	ECI	hdk@eurocopper.org
Prof Jan Desmet	Hogeschool West-Vlaanderen	jan.desmet@howest.be
Dr ir Marcel Didden	Laborelec	marcel.didden@laborelec.com
Dr Johan Driesen	KU Leuven	johan.driesen@esat.kuleuven.ac.be
Stefan Fassbinder	DKI	sfassbinder@kupferinstitut.de
Prof Zbigniew Hanzelka	Akademia Gornicza-Hutnicza	hanzel@uci.agh.edu.pl
Stephanie Horton	LEM Instruments	sho@lem.com
Dr Antoni Klajn	Wroclaw University of Technology	antoni.klajn@pwr.wroc.pl
Prof Wolfgang Langguth	HTW	wlang@htw-saarland.de
Jonathan Manson	Gorham & Partners Ltd	jonathanm@gorham.org
Prof Henryk Markiewicz	Wroclaw University of Technology	henryk.markiewicz@pwr.wroc.pl
Carlo Masetti	CEI	masetti@ceiuni.it
Mark McGranaghan	EPRI PEAC Corporation	mmcgranaghan@epri-peac.com
Dr Jovica Milanovic	UMIST	jovica.milanovic@umist.ac.uk
Dr Miles Redfern	University of Bath	eesmar@bath.ac.uk
Dr ir Tom Sels	KU Leuven	tom.sels@esat.kuleuven.ac.be
Prof Dr-Ing Zbigniew Styczynski	Universität Magdeburg	Sty@E-Technik.Uni-Magdeburg.de
Andreas Sumper	CITCEA	sumper@citcea.upc.es
Roman Targosz	PCPC	cem@miedz.org.pl
Hans van den Brink	Fluke Europe	hans.van.den.brink@fluke.nl



Prof. Angelo Baggini



Dr. Franco Bua

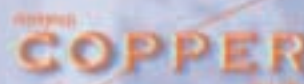


HUNGARIAN COPPER  
PROMOTION CENTRE

Hungarian Copper  
Promotion Centre  
Képiró u. 9  
H - 1053 Budapest  
Magarsko  
Tel.: 00 361 266 4810  
Tel.: 00 361 266 4804  
E-mail: [hpcp@euroweb.hu](mailto:hpcp@euroweb.hu)  
Website: [www.hpcpinfo.org](http://www.hpcpinfo.org)



VŠB-TU Ostrava  
Fakulta elektrotechniky  
a informatiky  
Katedra elektroenergetiky  
17. listopadu 15  
CZ 708 33 Ostrava-Poruba  
Tel.: +420 597324279  
Tel.: +420 596919597  
E-mail: [pavel.santarius@vsb.cz](mailto:pavel.santarius@vsb.cz)  
Website: [homen.vsb.cz/san50/](http://homen.vsb.cz/san50/)



European Copper Institute  
168 Avenue de Tervueren  
B - 1150 Brussels  
Belgium  
Tel.: 00 32 2 777 70 70  
Fax: 00 32 2 777 70 79  
Email: [eci@eurocopper.org](mailto:eci@eurocopper.org)  
Website: [www.eurocopper.org](http://www.eurocopper.org)