

Technicko-ekonomická optimalizace

Jím cílem je určení nejvýhodnějšího řešení pro zamýšlenou akci (projekt). Velké množství variant, které připadají pro realizaci akce v úvahu, hodnocení znesnadňuje jak z hlediska zpracování analýz, tak i po stránce konečného rozhodnutí. Z těchto důvodů se v různých fázích přípravy projektu postupně definují varianty detailněji. Jednovariantní řešení projektu nelze připustit, vždy existuje minimálně jedna další varianta - projekt nerealizovat (byť nerealizace varianty nemusí automaticky znamenat nulové toky hotovosti). Z pohledu konstrukce variant by měly být stanoveny tak, aby pokrývaly následující škálu:

- realizace dle navrhovaných předpokladů, či technologicky odlišným způsobem,
- pozdější a dřívější realizace,
- nerealizace (likvidace, konzervace či prodej zařízení).

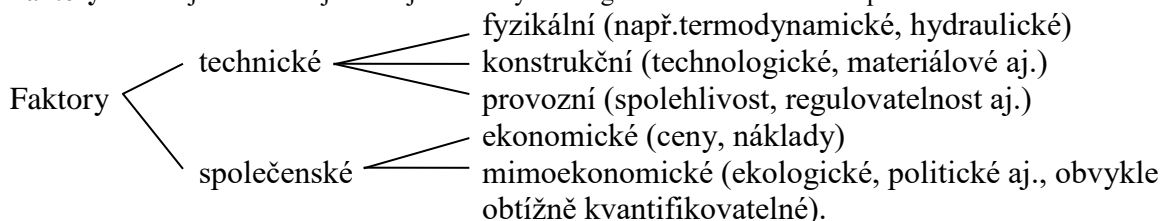
Rozhodování o nejvýhodnějším řešení **tj. výběr optimální varianty** je podstatnou náplní práce vedoucích pracovníků při plánování i v provozní praxi. Přijímání závažných ekonomických rozhodnutí v oblasti energetiky pouze na základě běžné zkušenosti, nebo bezprostředního názoru může vést ke značným ztrátám. Důležitost podrobného ekonomického posouzení závažných rozhodnutí je dáno

- vysokou investiční náročností energetických zařízení
- dlouhou životností základních prostředků
- technologickými a ekonomickými zvláštnostmi provozu energetických soustav

Tyto aspekty podmiňují i značnou složitost a náročnost ekonomických výpočtů. Má-li zvolená varianta řešení uspokojit co nejširší okruh zúčastněných, musí být volba optimálního řešení uskutečněna s co největší mírou objektivitu, což předpokládá :

- respektování **všech působících faktorů**,
- přiřazení vhodné vlivnosti každému faktoru, tj. **kvantifikaci** působení faktorů,
- převedení působení jednotlivých faktorů **na společný jmenovatel**, tj. nalezení kritéria, které by respektovalo všechny faktory odpovídajícím způsobem,
- respektování vhodným způsobem těch faktorů, které případně nelze kvantifikovat.

Faktory ovlivňující volbu nejvhodnější varianty v energetice lze rozdělit do skupin .



Opomenutí některého faktoru může narušit objektivitu optimální volby a v mnohých případech i zvrátit konečnou volbu optimálního řešení. Kvantifikaci působení jednotlivých faktorů je nutno provést na základě fyzikálních, technických a ekonomických zákonů a vztahů. Vlivnost působení jednotlivých faktorů je však do jisté míry dána volbou **kritéria technicko-ekonomické efektivity**. Existuje několik desítek takových kritérií a kritériálních funkcí, z nichž je nutno vybrat nejvhodnější pro daný případ. Volba optimální varianty může být již v počátku narušena výběrem nevhodného kritéria.

Při výběru optimální varianty je třeba respektovat **vliv času**, jenž může ovlivnit volbu několika způsoby. Především je třeba vzít v úvahu skutečnost, že finanční částky stejné nominální hodnoty vynaložené v různou dobu mají různou reálnou hodnotu. Takové částky je nutno **pře počítat** ke stejnému datu. Větší a poměrně závažné problémy při volbě optimálního řešení způsobuje skutečnost, že cenové relace mezi jednotlivými výrobky, surovinami a druhy paliv se mění v průběhu času, a že také požadavky společností na zásobování energií podléhají určitým změnám. Působení těchto faktorů lze jen velmi těžko předvídat, neboť je často zcela náhodné (např. vznik finanční krize v r. 2008).

Z uvedeného vyplývá, že volba optimální varianty, zejména u staveb a konstrukcí s dlouhou životností a dobou výstavby, je vždy zatížena určitou nejistotou resp. potenciální chybou. Takové chyby a jejich negativní důsledky je nutno zmírnit co nejširším uplatněním moderních vědeckých metod prognózování, projektování a řízení energetiky a vhodnou volbou rezerv a soustavy bezpečnostních součinitelů. V závěru každého ekonomického hodnocení by měla být provedena analýza chyb, které v důsledku nepřesných odhadů vstupních parametrů optimalizace mohou vzniknout, a ocenění jejich významnosti ve vztahu k získaným výsledkům a doporučením. Běžně se tato etapa označuje jako **riziková a citlivostní analýza**. Současně by zde měla být navržena strategie, jak působení rizik eliminovat.

V každém konkrétním případě bude vyžadovat volba optimální varianty jiný, specifický přístup, nicméně je možno stanovit některé obecně platné zásady pro řešení problému optimální volby. Zpracovatel hodnocení musí na základě specifik projektu či jeho variant rozhodnout o relevantních nákladových položkách a jejich zakomponování do variant. Varianty lze tvořit dvojím základním způsobem tzv. **absolutním**, či **rozdílovým** (relativním) zadáním. Jde o to, zda finanční toky jsou kalkulovány na základě své absolutní výše

(např. spotřeba plynu je ve variantě A 1000 m³/hod a ve variantě B 990 m³/hod), nebo rozdílově (spotřeba plynu ve variantě A je o 10 m³/hod vyšší než ve variantě B). Z metodického hlediska je jedno, jaký způsob hodnocení bude zvolen, přístup ovlivňuje zejména vypovídací schopnost jednotlivých kritérií ekonomické efektivity viz. dále.

Přístup ke zpracování ekonomického hodnocení závisí mimo jiné i na fázi a úrovni řešení projektu. Ve fázi počáteční nebo na národohospodářské úrovni obvykle nejsou známy konkrétní podmínky financování nebo ekonomického fungování budoucího provozovatele z hlediska daňového zatížení. Proto se obvykle tyto vlivy do hodnocení nepromítají a v analýzách je možné pracovat pouze s tržbami, investičními a provozními náklady, tj. **na úrovni vyjádření hrubého zisku společnosti**. Při detailnějším přístupu v konečné fázi rozhodování však tyto okolnosti již zanedbat nelze, neboť jejich působení (např. výše a kvalita získaných úvěrů) může optimální řešení zásadně zvrátit. V průběhu své činnosti firma přijímá, resp. vynakládá finanční prostředky za poskytnutí, resp. získání jednotlivých výrobních faktorů. Koloběh příjmů a výdajů za výrobní faktory je dále vlivem reálného ekonomického prostředí doplňován dalšími výdaji - příspěvky na sociální a důchodové pojištění, daněmi... Systém úhrady těchto externími silami vynucených plateb bývá zafixován platnými zákony, obsahujícími jak sazby, tak i algoritmus výpočtu jednotlivých odvodů. Vycházíme-li z takto daných podmínek, nelze kalkulovat finanční užitek firmy z podnikání jako rozdíl tržeb a výdajů (zisk), ale je nutno vycházet z poněkud složitější kalkulace. V této fázi se pak při výběru optimální varianty řešení obvykle vyjadřuje **cash-flow firmy**.

Kritéria technicko ekonomické efektivity s využitím toku hotovosti

Slouží pro porovnávání projekčních variant a pro výběr optimální varianty z hlediska max. ekonomického efektu. Cílem používání kritérií technicko-ekonomické efektivity je

- vybrat jako optimální takovou variantu projektované investice nebo způsobu provozu, která zajistí podnikatelskému subjektu maximální zisk při dodržení limitovaného objemu investičních prostředků
- sestavit pořadí všech posuzovaných variant podle jejich technicko-ekonomické efektivity jako podklad pro respektování společenských faktorů

V průběhu vývoje bylo navrženo mnoho desítek kritérií technicko-ekonomické efektivity. Jak ukazuje jejich rozbor, některá kritéria vycházejí z milných nebo jen částečně platných předpokladů a nelze je tedy využít pro určení optimální varianty. Platnost nebo podmínky užití každého kritéria je nějakým způsobem limitovaná. Lze prohlásit, že neexistuje universální (nejlepší) kritérium, které by bylo možné aplikovat zcela obecně. Výběr kritéria je třeba přidělit cílům analýzy. Použité kritérium by mělo splňovat následující požadavky :

- mělo by zajišťovat objektivitu porovnání
- mělo by respektovat pokud možno všechny faktory technické, ekonomické i společenské, které ovlivňují výsledný efekt díla
- porovnání by mělo být provedeno vzhledem k odpovídající úrovni (národohospodářské, odvětvové, podnikové apod.)
- mělo by být dosaženo účelné přesnosti porovnání, aby zbytečně nebyl zvětšován rozsah výpočtových prací požadavkem neúměrně vysoké přesnosti optimalizace, jestliže některá vstupní data nelze přesně určit
- matematická formulace kritéria by měla být pokud možno jednoduchá

Kritéria můžeme dělit do několika skupin, a to

podle stupně přesnosti na :

- předběžná - přibližná kritéria, obvykle omezují počet vstupních parametrů (= parciální kritéria), mají jednodušší formulaci a lze je tudíž rychle vypočítat, slouží pouze pro předběžné porovnání variant
- obecná - respektují co nejpřesněji všechny faktory, jejich formulace je často velmi složitá a lze je tudíž v plné míře aplikovat pouze při použití výpočetní techniky

podle způsobu hodnocení na :

- kritéria zisková - cílová funkce má tvar $Z \equiv \max$
- kritéria nákladová - cílová funkce má tvar $N \equiv \min$
- poměrná - cílová funkce je vyjádřena poměrem veličin

podle účelu

- investičně-ekonomická kritéria – používají se pro hodnocení ekonomické efektivity projektů, jsou obvykle založena na výpočtu CF (NPV – čistá současná hodnota, IRR – vnitřní výnosové procento, doba návratnosti, index ziskovosti, LCOE)
- provozně-ekonomická kritéria – používají se spíše pro hodnocení hospodaření podniku (EBIT, EBITDA, EBT, EAT)

Investičně-ekonomická kritéria

Čistá současná hodnota

Čistá současná hodnota (Net Present Value) toku hotovosti sčítá budoucí hodnoty toků hotovosti projektu během doby porovnání. Výpočet kritériální hodnoty kritéria NPV lze při použití konstantní diskontní sazby provést podle vzorce

$$NPV = \sum_{t=0}^{T_p-1} CF_t \cdot (1+r)^{-t} \quad (\text{Kč})$$

kde

- T_p doba porovnání
- t rok porovnání
- CF_t ... tok hotovosti v roce t porovnání
- r diskontní sazba

Jedno z nejobecnějších a nepoužívanějších finančních kritérií. Výsledná hodnota tohoto kritéria udává, jaké celkové množství finančních prostředků při respektování časové hodnoty peněz hodnocený projekt přinese za celou dobu své životnosti.

Závisí na předvídaných hotovostních tocích a alternativních finančních nákladech. K jeho výhodám patří:

- zahrnuje celou dobu životnosti projektu
- bere v úvahu časovou hodnotu peněz
- popisuje libovolné peněžní toky v jednotlivých letech
- výsledkem je absolutní hodnota přínosu investice v dnešních cenách
- výsledná hodnota udává, kolik peněz realizace investice podniku přinese

Nevýhody

- umožňuje porovnávat pouze objemově stejné projekty = stejná investice nebo náklady nebo výroba
- neposkytuje informaci o platební bilanci projektu v jednotlivých letech – neupozorní na možný deficit platební bilance v některých letech – z tohoto důvodu se obvykle výsledná hodnota NPV projektu doplňuje grafickým znázorněním časového vývoje CF a DCF resp. ΣCF a ΣDCF .

Index ziskovosti

Vyjadřuje poměr přínosů k počátečním kapitálovým výdajům, počítá se podle vzorce :

$$PI = \frac{\sum_{t=0}^{T_p-1} CF_t \cdot (1+r)^{-t}}{I}$$

kde I je investice. Udává relativní vyjádření „obohacení“ investora z realizovaného projektu. Projekt je přijatelný, pokud výsledná hodnota $PI > 1$. Kritérium je výhodné používat jako doplňující kritérium k NPV a v případě, pokud porovnáваме více investičních variant mezi sebou.

LCOE – levelized cost of electricity/energy (diskontované výrobní náklady na elektřinu)

Kritérium hojně používané v anglo-saské literatuře. Vyjadřuje průměrné čisté současné náklady na výrobu jednotky elektrické energie v době životnosti zařízení. Počítají se jako poměr kumulovaných diskontovaných nákladů za dobu životnosti zařízení dělených sumou diskontovaného množství vyrobené energie dle vztahu

$$LCOE = \frac{\sum_{t=0}^{T_{\text{ž}}-1} (I_t + M_t + F_t) \cdot (1+r)^{-t}}{\sum_{t=0}^{T_{\text{ž}}-1} E_t \cdot (1+r)^{-t}} \quad \text{Kč/kWh}$$

kde

- I_t = investice v roce t ,
- M_t = náklady na opravy a údržbu v r. t ,
- F_t = náklady na palivo v r. t ,
- E_t = elektřina vyrobená v r. t

Mohou zahrnovat i další náklady, např. náklady na financování projektu, mzdy, úroky ve fázi výstavby apod. Používá se k porovnání různých zařízení pro výrobu elektřiny. LCOE však silně závisí na předpokladech analýzy, zejména na konkrétních podmínkách financování a **ročním využití zařízení**, proto při přebírání jeho hodnot je třeba podmínky, za nichž byly LCOE stanoveny, vždy pečlivě posoudit.

Za zjednodušujícího předpokladu, že by provozní náklady i produkce elektřiny byly v jednotlivých letech životnosti zařízení stejné, lze kalkulaci provést z roční bilance a vyjadřovat měrné výrobní náklady na elektřinu n_v (Kč/kWh) – viz minulá přednáška.

Vnitřní výnosové procento

Kritérium udává měrnou výnosnost projektu při respektování časové hodnoty peněz. Výpočet kritériální hodnoty se provádí v několika iteracích podle následujícího vzorce, hledaná neznámá je *IRR* (Internal Rate of Return):

$$\sum_{t=0}^{T_p-1} CF_t \cdot (1 + IRR)^{-t} = 0$$

Ukazuje relativní výnos (rentabilitu), kterou projekt během svého životního cyklu poskytuje. Investice je přijatelná, pokud je *IRR* větší než uvažovaná diskontní sazba. Čím vyšší je *IRR*, tím vyšší zhodnocení a kratší návratnost investice má. Kritérium je vhodné používat jako doplňkové.

Doba návratnosti PP (playback period)

Je to doba, za kterou jsou uhrazeny investiční výdaje do projektu. Výpočet kritériální hodnoty diskontované doby návratnosti lze za použití konstantní diskontní sazby provést podle následujícího vzorce :

$$\sum_{t=0}^{PP} CF_t \cdot (1+r)^{-t} = 0$$

kde

PP.... hledaná doba návratnosti

Velmi častá je aplikace modifikace tohoto kritéria v nediskontované podobě, hovoříme pak o prosté návratnosti.

Prostá návratnost (Doba splatnosti, Návratnost, Payback Method)

Jedná se o velmi populární, jednoduché, často používané kritérium pro párové porovnávání variant, bohužel jeho nesprávné použití může vést k chybám. K porovnání investičních variant používá nikoliv peněžních jednotek, ale vyjádření v letech. Kritérium vychází z výpočtu návratnosti podle vztahu

$$T_{spl2-1} = \frac{N_{i2} - N_{i1}}{N_{prT1} - N_{prT2}} = \frac{\Delta N_i}{\Delta N_{prT}} \quad [\text{rok}]$$

kde N_i [Kč] jsou investiční náklady a N_{prT} [Kč] jsou roční provozní náklady varianty 1 a 2. Návratnost ukazuje, za jak dlouho se vrátí investice formou roční úspory provozních nákladů. Porovnáním vypočtené návratnosti s normativně zvolenou hodnotou $T_{spl n}$ vzniká kritérium ve tvaru

$$T_{spl2-1} < T_{spl n} \quad [\text{rok}]$$

Slovně lze toto kritérium formulovat tak, že ekonomicky výhodnější je dražší varianta (N_{i2}), platí-li předchozí vztah a naopak.

Výhodou tohoto kritéria je především jeho jednoduchost a názornost, která je příčinou jeho častého použití. Nevýhody lze spatřovat v následujících bodech :

- 1) kritérium je vhodné pouze pro porovnávání dvou variant - nelze jej užít k optimalizaci nebo sestavení pořadí výhodnosti variant
- 2) nerespektuje stav zařízení po době splatnosti
- 3) nerespektuje aktualizaci finančních částek
- 4) kritérium preferuje krátkodobé projekty před dlouhodobými - nepříznivý vliv na plánování globálního rozvoje