

Posudzovanie efektívnosti investícií v energetike

zásady ekonomiky prevádzky

- elektroenergetických výrobných zariadení,
- prenosu a rozvodu elektriny,
- odberných elektroenergetických zariadení a spotrebičov

- Konkurencia, ktorá sa prejavuje aj na energetických trhoch vyžaduje optimalizovať rozhodovanie o výstavbe, projektovanie, budovanie a prevádzku elektroenergetických energetických diel a ich častí.
- Treba čo najviac využívať zariadenia, a teda aj prostriedky do nich investované.
- Vyhovujúce nemusí byť technicky najlepšie alebo investične najlacnejšie riešenie, ale také riešenie, ktoré bude mať z technického i z ekonomického hľadiska najlepšie parametre.
- Táto požiadavka je ťažko splniteľná, obyčajne si môžeme vybrať medzi variantmi, ktoré sú
 1. **technicky najlepšie a ekonomicky prijateľné,**
 2. **ekonomicky najvýhodnejšie a technicky vyhovujú.**

- V celkovom rozhodovaní o efektívnosti projektu majú dôležitú úlohu nielen technické a ekonomické kritériá, ale aj hľadiská štátneho záujmu (politické), obranné (vojenské), ekologické a pod.
- Optimalizácia je proces hľadania najvýhodnejšieho riešenia (projektu) podľa zvolených kritérií. Výsledkom tohto procesu je optimálny variant - je však vždy viazaný na kritériá, podľa ktorých bol zistený.
- Často sa porovnávajú výsledky optimalizačných výpočtov, ale o použitých kritériách porovnávania sa väčšinou nehovorí. Takýto postup má potom významné nedostatky a dve sporné strany sa obvykle nemôžu dohodnúť na tom, kto má pravdu.

Možno si napr. definovať optimálnu prevádzku elektrizačnej sústavy podľa nasledovných kritérií:

1. **Spôľahlivosť** - nepretržitosť dodávky,
2. **Kvalita EE** - dodržanie U , f a minimalizácia znečistenia vyššími harmonickými,
3. **Hospodárnosť** - čo najnižšie náklady na prevádzku celej ES,
4. **Ekologickosť** - zminimalizovať náklady na ekologické škody,
5. **Ergonomickosť** - splnenie požiadaviek súladu človek - technika,
6. **Politickosť** - požiadavky z politického hľadiska.

- Pri optimalizácii prevádzky ES podľa zadaných kritérií spravidla nie je možné vyhovieť všetkým požiadavkám.
- Potom nastáva proces hľadania najvýhodnejšieho kompromisu a jeho priebeh závisí na konkrétnom probléme a konkrétnej situácii.

Problém voľby hospodárneho prierezu vedenia-Klíma, List

- Vtedajšie normy na dimenzovanie silnoprúdových vedení, ako aj platné odporúčania preferovali voľbu menších prierezov vedení i za cenu vyšších strát elektriny vo vedeniach, so zdôvodnením, že farebné kovy pre vodiče dovážame, a uhlie, z ktorého sa vyrába elektrina je domácou surovinou.

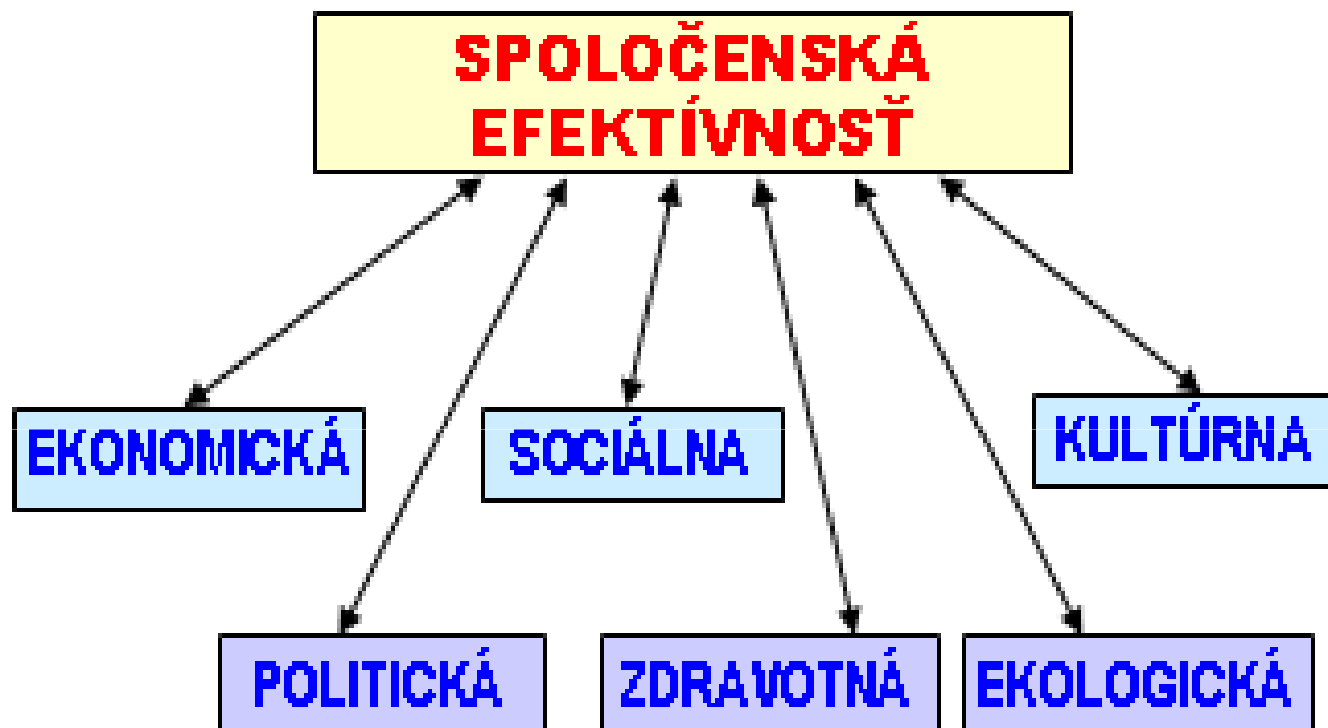
- Efektívnosť vo všeobecnosti je vzťah medzi užitočným efektom a spoločenskými nákladmi potrebnými na jeho dosiahnutie, udávajúci mieru plnenia príslušného cieľa systému pri existujúcich obmedzeniach výrobných zdrojov.
- Za viac resp. menej efektívne považujeme také riešenie, ktoré viac resp. menej prispieva k dosiahnutiu cieľa.
- **Ekonomická efektívnosť** udáva mieru plnenia ekonomického cieľa spoločnosti.

Výber optimálneho variantu a rozhodnutie o realizácii takého riešenia nemôžu byť založené na rešpektovaní iba ekonomických hľadísk (i keď spravidla tieto možno zaradiť k najdôležitejším), ale musia rešpektovať všetky hľadiská, ktoré zahrňuje cieľ posudzovaného systému.

Na najvyššej hierarchickej úrovni skúmania výrobných systémov, resp. spoločnosti, ide o celospoločenský cieľ, preto optimalizácia musí vyhovovať požiadavkám spoločenskej efektívnosti.

Spoločenská efektívnosť posudzovaného riešenia vyjadruje mieru plnenia cieľa spoločnosti týmto riešením.

- Konkrétne rozhodnutie o optimálnom rozvoji výrobných systémov, výber ich optimálnych variantov nemôže vychádzať iba z čiastkovej (napr. ekonomickej, sociálnej, ekologickej, atď.) efektívnosti posudzovaných variantov, ale musí rešpektovať komplexne všetky záujmy spoločnosti, ktoré sú ovplyvňované posudzovanými riešeniami – čiže **spoločenskú efektívnosť**.
- Táto je nadradená hľadiskám jednotlivých čiastkových efektívností a predstavuje v hierarchii rozhodovacích hľadísk najvyšší stupeň.



- V elektroenergetike sa k peňažnému vyjadreniu ekonomickej efektívnosti mnohokrát pridávali celý rad ďalších, spravidla naturálnych ukazovateľov – napr. mernú spotrebu energie, resp. tepla na výrobu elektrickej energie, percento strát v sieti a ďalšie.
- Použitie týchto rôznorodých ukazovateľov, vedúcich často k protichodným záverom, znemožňuje objektívne posúdenie ekonomickej efektívnosti. Rozhodnutie o efektívnosti posudzovaného riešenia potom závisí od subjektívneho názoru toho, kto robí výpočet ekonomickej efektívnosti a akú váhu prisúdi jednotlivým ukazovateľom.

- Proti peňažnému vyjadreniu ekonomickej efektívnosti sa uvádzal argument, že vyžaduje použitie cien, tvorených na základe cenotvornej politiky, ktorá v dôsledku pôsobenia rôznych faktorov z minulosti trpí radom nedostatkov.
- Technické parametre sú naproti tomu objektívne zmerateľné, sú teda oveľa spoľahlivejšie.
- Takéto názory zastávali veľmi často nielen technici, ale aj pracovníci v hospodárskych funkciách.
- **Čas úhrady (návratnosť) investícií** sa udáva v rokoch, teda vo fyzikálnej veličine, čo je jedným z pravdepodobných dôvodov, prečo technici mu dávajú intuitívne prednosť pred kritériami využívajúcimi vyjadrenie v peňažných jednotkách.

- Ekonomická efektívnosť racionalizácie spotreby energie nemôže byť vyjadrená pomocou fyzikálnej jednotky (v jouloch), pretože tá má rôznu úžitkovú hodnotu a národohospodárske náklady v rôznych formách energie a rôznych fázach energetických premien.
- Dokonca aj v prípade jednej a tej istej formy energie (elektrickej), meranej v kWh, okrem toho, na ktorom mieste ES došlo k úspore, záleží aj na tom, že v ktorom čase došlo k úspore.
- 1 kWh usporená v lete, v noci cez víkend, keď je znížené zaťaženie sústavy (zo soboty na nedeľu), má nižšiu úžitkovú hodnotu aj výrobné náklady, ako fyzikálne rovnaká 1 kWh usporená v zime, cez pracovný týždeň v špičke (utorok ráno).
- Preto je pochopiteľné, že korektné vyjadrenie ekonomickej efektívnosti umožňuje iba peňažná forma hodnotiaceho kritéria.

- Ekonomická efektívnosť je charakterizovaná vzťahom ekonomického efektu a nákladov vynaložených na jeho dosiahnutie.
- Kritérium ekonomickej efektívnosti sa môže formulovať dvomi spôsobmi, ako kritérium
 - a) **maxima ekonomického efektu**, alebo
 - b) **minima vynaložených nákladov**.
- **Kritérium maxima ekonomického efektu** vedie k výberu takých variantov, ktoré zabezpečujú najväčšiu mieru plnenia ekonomického cieľa s danými výrobnými zdrojmi.

- **Kritérium minima vynaložených nákladov** vedie k výberu takých variantov, ktoré zadanú mieru plnenia ekonomického cieľa zabezpečujú s najnižšími nákladmi.
- Pri dodržaní určitých podmienok obidve kritériá môžu viesť k rovnakému optimálnemu riešeniu.
- Kritérium minima nákladov je iba zvláštnym prípadom kritéria maxima ekonomického efektu, ktoré je vhodné na posudzovanie takých variantov, ktoré majú rovnaký výrobný efekt (produkciu) a z ktorých jeden musí byť realizovaný, spravidla z nejakého mimoekonomického dôvodu.

- Pri diskusii o voľbe kritéria treba zväžiť, akým spôsobom má zvolené kritérium vyjadrovať vzťah ekonomického efektu a vynaložených nákladov. Najrozšírenejšia je interpretácia v podobe pomeru týchto dvoch veličín, pričom ich vzťah možno výhodnejšie vyjadriť v tvare rozdielu.
- Na posúdenie ekonomickej efektívnosti sa odporúča používanie kritéria maxima ekonomického efektu, a iba v určitých, presne vymedzených prípadoch kritéria minima vynaložených nákladov.
- Všeobecné zásady hodnotenia ekonomickej efektívnosti projektov s prihliadnutím na špecifiká elektroenergetiky v podmienkach trhového hospodárenia je možné zhrnúť do nasledovných bodov:

1. Prepočty ekonomickej efektívnosti je nutné realizovať na všetkých hierarchických úrovniach energetických sústav, t.j. pri optimalizácii

a) energetických sústav, resp. ich častí ako systému,

b) jednotlivých investícií - výrobní elektriny a tepla, vedení a transformovni a pod., ako prvkov systému,

c) čiastočných technologických celkov - napr. voľba vypínačov a iných prístrojov, a pod.

2. Prepočty ekonomickej efektívnosti musia byť uskutočnené na báze peňažných tokov s aktualizáciou, diskontovaním rôznodobých nákladov a výnosov k začiatku prevádzky.

Činitel' času je na podnikovej úrovni vyjadrený diskontnou sadzbou, odvodenou z úrokovej sadzby dlhodobých investičných úverov.

3. Čas porovnania jednotlivých variantov má byť rovnaký, a musí zahrňovať náklady všetkých rokov ekonomickej životnosti prvkov – **korektný čas porovnania**, alebo kritériá vyjadriť v **priemernom ročnom tvare**.
4. Pri oceňovaní nákladov a výnosov budúcej produkcie treba vychádzať z cenovej úrovne v čase uvedenia do prevádzky a z odhadu vývoja cien a inflácie v ďalších rokoch – uvažovať tzv. **bežné ceny** (nie stále).
5. Prepočty ekonomickej efektívnosti sú ovplyvnené neistotami, ktoré sa prejaví až v čase po prijatí rozhodnutia o realizácii navrhovanej investície. Treba preskúmať možný vplyv zmien vstupných komponentov, ako aj schopnosť adaptácie všetkých navrhnutých variantov na iné vonkajšie podmienky - napr. zmenu zaťaženia a pod. – **citlivostná analýza**.

6. Prepočty ekonomickej efektívnosti realizovať **jediným komplexným kritériom v peňažnom** (hodnotovom) **vyjadrení** v podobe **maxima zisku** resp. v zvláštnych prípadoch v podobe **minima nákladov**.
7. Rešpektovanie prípadných dôsledkov projektu po skončení hodnoteného obdobia (náklady na likvidáciu, zostatková hodnota projektu).
8. Rešpektovanie dôsledkov financovania (vlastné prostriedky, úver, popr. investičná alebo iná dotácia).
9. Rešpektovanie daňových súvislostí (daňové odpisy, daňové úľavy, daňové straty atď.)
10. Hodnotenie ekonomickej efektívnosti nezahrňuje mimoekonomické, hodnotovo nevyjadrené alebo nevyjadriteľné hľadiská (napr. environmentálne, sociálne a pod.), čiže ekonomicky optimálny variant nemožno v každom prípade stotožniť s variantom optimálnym z hľadiska spoločenskej efektívnosti.

- Na základe uvedených zásad treba vytvoriť ekonomický model posudzovaného projektu, ktorý odráža všetky príjmy a výdaje vyvolané realizáciou projektu. Model musí zahrňovať celý životný cyklus projektov od prípravnej fázy až po likvidáciu projektu.
- Pri hodnotení efektívnosti investícií sa odporúča dodržať nasledovný postup:
 1. *Rozbor aktuálneho stavu, hodnotenie účelu a potrebnosti projektu* – na základe rozboru aktuálneho stavu podniku, národného hospodárstva a svetového trhu sa vyjadrujú základné ciele projektu.

2. *Hodnotenie environmentálnych a sociálnych nárokov a účinkov projektu* – vyjadrenie environmentálnych a sociálnych účinkov a nárokov posudzovaného projektu v porovnaní so súčasným stavom a príslušnými predpismi a normami. Účinky a nároky sa delia na ekonomicky kvantifikovateľné (zahrňujú sa do kritéria ekonomickej efektívnosti) i nekvantifikovateľné (zahrňujú sa do súhrnného vyhodnotenia).

3. *Hodnotenie ekonomickej efektívnosti zameniteľných variantov, systémová optimalizácia* – výber ekonomicky optimálneho variantu posudzovanej investície. K tomu sa vypracovávajú a porovnávajú zameniteľné variantné riešenia splňujúce rovnaký účel. Výber najefektívnejšieho variantu sa realizuje s využitím kritérií na báze maxima zisku, resp. minima nákladov. Do výpočtu sa zahrnú všetky hľadiská spoločenskej efektívnosti, ktoré sú ekonomicky vyjadriteľné, vrátane súvisiacich nárokov a účinkov.

Ďalej sa majú zahrnúť podmienky financovania a vplyv investície na nákladovú finančnú situáciu podniku. Hodnotenie variantov by malo zahrňovať aj neistoty vstupných údajov a stavu vonkajšieho okolia.

4. *Vybraný variant sa ďalej má posúdiť z hľadiska*

- analýzy disponibilného kapitálu,
- analýzy zdrojov a spôsobov financovania,
- prepočtu cash flow,
- analýzy cash flow a ďalších ukazovateľov ekonomickej efektívnosti projektov,
- analýzy technicko-ekonomickej úrovne.

5. *Súhrnné vyhodnotenie efektívnosti investície* – vyhodnotí sa úroveň navrhovaného riešenia z hľadiska ekonomickej efektívnosti, technicko-ekonomickej úrovne, z environmentálnych, sociálnych a ostatných hľadísk.

Investícia, účel a potrebnosť ktorej bola preukázaná, jeden z jej navrhovaných variantov spĺňa kritérium ekonomickej efektívnosti a jej ekonomicky nekvantifikovateľné nároky a účinky nie sú v rozpore s cieľmi spoločnosti, je efektívna.

Pojem ekonomicky najefektívnejší variant vyjadruje tú skutočnosť, že jeden z projektov je výhodnejší, ako ostatné projekty a zároveň sa jeho realizáciou zlepšia ekonomické ukazovatele firmy oproti tzv. **nulovému variantu** – čiže stavu, keď projekt nie je realizovaný.

Ekonomické analýzy by mali byť uskutočnené vždy pre niekoľko variantov možných spôsobov riešenia.

V praxi sa pomerne často popiera existencia viac variantov riešenia, a jednotliví spracovatelia ekonomických hodnotení predkladajú jednovariantné riešenie projektu.

Zabúdajú pritom na skutočnosť, že prakticky vždy existuje minimálne jeden ďalší variant – nerobiť nič, neinvestovať (aj za cenu, že dané zariadenie nebude možné ďalej prevádzkovať a bude nutné ho predať, alebo likvidovať).

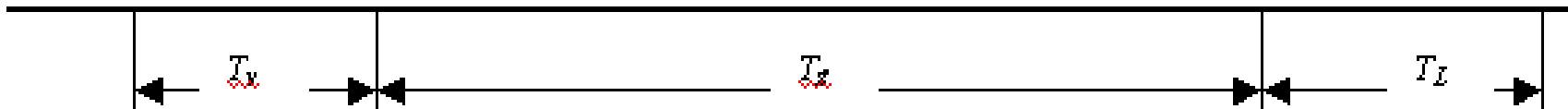
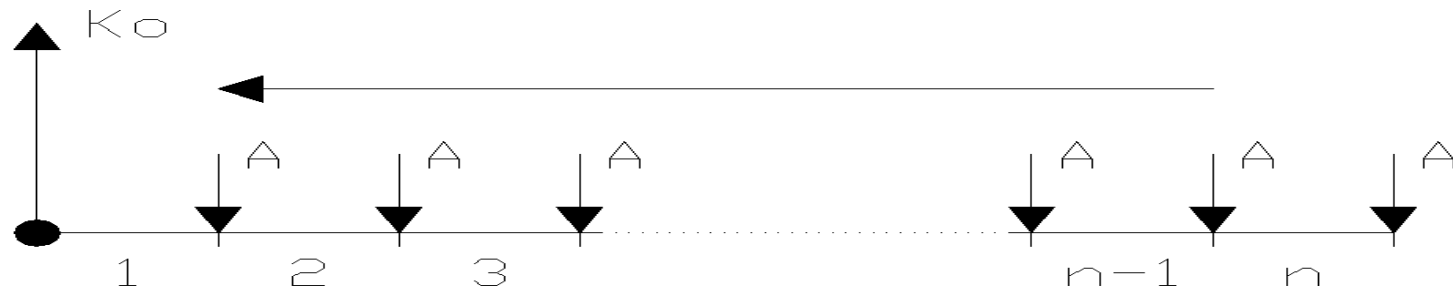
Aktualizácia ekonomických veličín

- Základom teórie časovej hodnoty peňazí je skutočnosť, že hodnota peňazí v priebehu času spravidla klesá.
- Jeden zo spôsobov vysvetlenia tohto tvrdenia vychádza z predpokladu, že peňažné prostriedky, pokiaľ nie sú investované, neprinášajú príslušné výnosy.
- Pokles hodnoty peňazí v čase je daný týmito „stratenými výnosmi“, o ktoré vlastník prostriedkov prichádza - bývajú označované ako náklady stratenej príležitosti (opportunity costs).
- Inými slovami - dané množstvo peňazí dnes má vyššiu hodnotu ako rovnaké množstvo peňazí zajtra, pretože „dnešné peniaze“ môžeme napríklad uložiť do banky a „zajtra“ inkasovať príslušný úrokový výnos.

- Ďalším faktorom, pôsobiacim na pokles hodnoty peňazí v čase sú inflačné javy a pokles kúpnej sily peňazí.
- V reálnom ekonomickom prostredí pri určovaní časovej hodnoty peňazí treba vychádzať tak **z nákladov stratenej príležitosti**, ako aj z poklesu hodnoty peňazí daného **infláciou**.
- Kúpnu silu hotovosti v roku t (CF_t) vyjadrenú v „dnešných eurách“ možno určiť podľa vzťahu

$$CF_{pt} = CF_t (1 + k)^{-n_t}$$

- CF_{pt} je súčasná (aktuálna) hodnota cash flow (toku hotovosti) v roku t (€. rok^1)
- CF_t - očakávaná hodnota cash flow v roku t (€. rok^1),



- Tok hotovosti (cash flow) je dôležitou kategóriou finančného manažmentu, vyjadruje pohotovú prostriedky, ktoré má podnik k dispozícii v danom období. Je to zdroj samofinancovania ktorý vzniká z dvoch zdrojov:
 - a) postupne realizovaný zisk,
 - b) odpisy z majetku.

najbežnejším vyjadrením je:

tok hotovosti = čistý zisk (po zdanení) + odpisy

V literatúre sa stretávame s rôznymi konkrétnymi tvarmi vyjadrenia toku hotovosti:

$$CF_t = V_t - N_{prt} - N_{it}$$

$$CF_t = V_t - N_{prt} - N_{it} + O_t$$

$$CF_t = (V_t - N_{prt} - N_{it})(1 - D) + O_t$$

kde CF_t je cash flow v roku t (€.rok¹),

V_t - výnosy v roku t (€.rok¹),

N_{prt} - prevádzkové náklady v roku t (€.rok¹),

N_{it} - investičné náklady v roku t (€.rok¹),

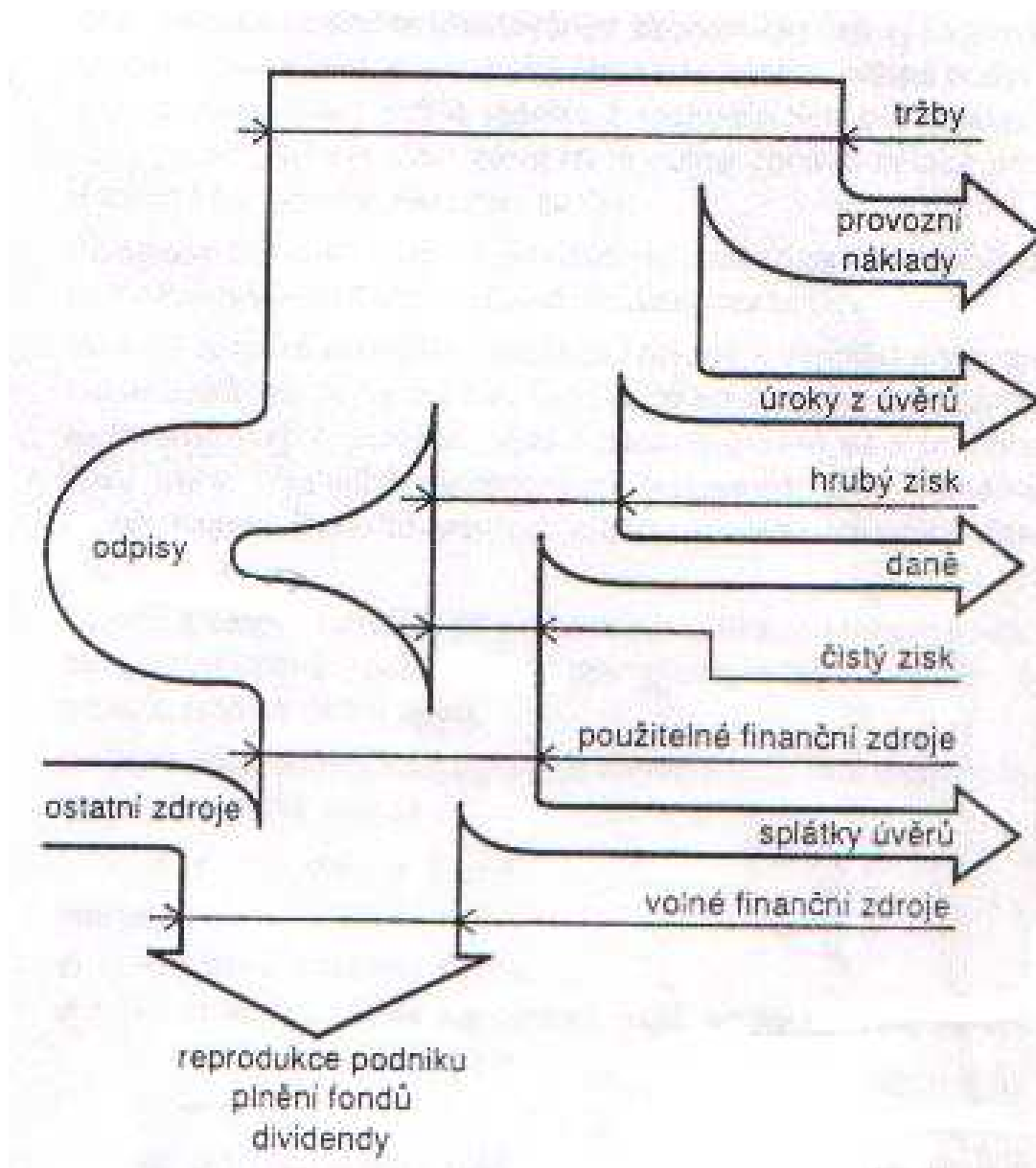
O_t - ročné odpisy (€.rok¹),

D - pomerná daň zo zisku.

$$CF = (V - PN - OPN - PÚ - ODP) \cdot (1 - SD) + ODP - IN - FP + ČÚ - SPL + EA - DIV$$

- V výnosy
- $- PN$ prevádzkové náklady
- $- OPN$ ostatné prevádzkové náklady
- $- PÚ$ prevádzkové úroky
- $- ODP$ odpisy
- HZ hrubý zisk
- $- D$ odvod zo zisku
- $ČZ$ čistý zisk
- $+ ODP$ odpisy
- $- IN$ investičné náklady
- $- FP$ finančné poplatky a úroky za dobu výstavby
- $+ ČÚ$ čerpanie úverov (obligácií)
- $- SPL$ splátky úverov (obligácií)
- $+ EA$ emisia akcií
- $- DIV$ výplata dividend

SD je sadzba dane z príjmu v príslušnom roku



$$CF_t = V_t - N_{prt} - N_{út} - D_t - ZS_t - N_{ivlt} - S_{plt} + DOT_t$$

V - príjmy (tržby, úspory) plynúce z realizácie hodnoteného variantu,

N_{pr} - prevádzkové výdaje zariadení (materiál, palivo, energia, voda, opravy a údržba, mzdy, poistenie a ostatné náklady vrátane emisných poplatkov),

$N_{ú}$ - úroky platené z úverov,

D - daň z príjmu investora vypočítaná podľa vzťahu:

$$D = d_z (V - N_{pr} - N_{od} \pm P, O)$$

- N_{od} - odpisy (daňové) sledovaného zariadenia,
- P, O - pripočítateľné (+) resp. odpočítateľné (-) položky pri výpočte základu dane z príjmu (napr. poplatky a penále, nezahrňované do základu dane),
- ZS - jednorazové výdaje na zaobstaranie nevyhnutných zásob (napr. náhradných dielov), hradené obvykle v čase výstavby,
- S_{pl} - úmor úveru v čase splácania úveru,
- N_{ivl} - investičné prostriedky hradené z vlastných zdrojov investora,
- DOT - príjmy z dotácií (nevratných podpor),
- d_z - sadzba dane z príjmov investora,
- t - jednotlivé roky hodnoteného obdobia.

Metódy hodnotenia ekonomickej efektívnosti

- Každý investičný projekt je realizovaný s určitými cieľmi, obyčajne ide o zníženie nákladov, alebo o zvýšenie zisku.
- Kritériom ich hodnotenia by mala byť miera splnenia týchto cieľov.
- Ak investícia má znížiť výrobné náklady, môže sa použiť nákladové kritérium, ak má zvýšiť zisk, malo by sa použiť ziskové kritérium.
- Nákladové kritérium obyčajne nevystihuje celkovú efektívnosť, hlavne v prípade porovnávania rôznych investičných projektov.
- Ziskové kritérium vyjadruje efektívnosť komplexnejšie.

- Zisk je účtovnou veličinou, nevystihuje skutočný prílev peňazí do podniku.
- Vhodným ukazovateľom je cash flow, tvorený súčtom zisku po zdanení a odpisov, považuje sa za všeobecný efekt investície.
- V literatúre nájdeme značný počet rôznych metód a kritérií posudzovania ekonomickej efektívnosti investícií. Niektoré sa líšia len svojím názvom, iné v zanedbateľných podrobnostiach a medzi ďalšími sú rozdiely zásadného charakteru. Niektoré sú jednoduché a spočívajú vo výpočte jedného ukazovateľa, pričom výpočet spočíva vo vydelení dvoch čísiel, iné sú omnoho zložitejšie, pri ich výpočte sa využíva teória úrokovania.
- Existuje niekoľko základných metód hodnotenia ekonomickej efektívnosti, z ktorých sú odvodené pre určité podmienky všetky ostatné metódy.

- Metódy hodnotenia efektívnosti investícií sa obyčajne delia na dve veľké skupiny:
 1. **metódy statické** – nezohľadňujú vplyv pôsobenia faktora času,
 2. **metódy dynamické** – zohľadňujú vplyv pôsobenia faktora času, ich základom je aktualizácia (diskontovanie) všetkých dát vstupujúcich do výpočtu.
- Statické metódy sa môžu použiť v prípade hodnotenia menej významných projektov, projektov s krátkou životnosťou (do 5 rokov) a v prípadoch, keď diskontná sadzba je nízka.
- V ostatných prípadoch sa majú používať dynamické metódy.

1. **metóda výnosnosti** (ziskovosti, rentability) investícií (Return of Investment – ROI),
2. **metóda času úhrady** (lehota splatnosti, návratnosť investícií) (Payback Method – PB),
3. **metóda čistej súčasnej hodnoty** (Net Present Value of Investment – NPV),
4. **metóda vnútorného výnosového percenta** (Internal Rate of Return – IRR),
5. **nákladové metódy.**

Vo výpočtoch (hlavne pri použití metód 3 a 4) sa vychádza z určitých zjednodušujúcich predpokladov:

1. kapitál sa požičiava za rovnakú úrokovú mieru,
2. všetky peňažné toky sa uskutočnia na konci sledovaného obdobia, nie nepretržite v priebehu obdobia,
3. výnosy sú isté, bez rizika.

Metóda výnosnosti investícií

(Return of Investment)

Za efekt z investície sa považuje zisk. Počíta sa zo vzťahu

$$ROI = \frac{Z_r}{N_i}$$

kde Z_r je priemerný ročný zisk vyplývajúci z investície (€·rok¹),

N_i - náklady na investíciu (prípadne priemerná zostatková hodnota investície) (€).

- Využíva priemerný ročný zisk, možno s ňou preto porovnávať aj projekty s rôznou životnosťou, rôznou výškou investičných nákladov a objemu výroby.
- Ako zisk sa obyčajne uvažuje čistý zisk po zdanení.
- Vypočítaná rentabilita sa porovnáva s investorom požadovanou mierou zúročenia, ak je vypočítaná rentabilita vyššia, je investícia výhodná, ak je nižšia, investícia by sa nemala realizovať.
- Metóda nepočíta s odpismi, teda nezohľadňuje všetky peňažné príjmy (celý cash flow), iba ich časť – zisk.
- Podobne nezohľadňuje faktor času a rozloženie zisku v čase.
- Je to statická metóda, napriek tomu sa často používa, pretože je rovnakej konštrukcie, ako všeobecne používané ukazovatele výnosnosti kapitálu – aktív a majetku.

Metóda času úhrady-návratnosť, čas splatenia (Payback Method)

Čas úhrady (návratnosť) investície je také obdobie za ktoré tok príjmov (čistý cash flow) prinesie hodnotu rovnajúcu sa pôvodným nákladom na investíciu.

Ak sa predpokladajú konštantné ročné príjmy z investície počas jej životnosti, čas úhrady PB sa počíta ako

$$PB = \frac{N_i}{CF_r}$$

kde N_i sú náklady na investície (€),
 CF_r - ročný cash flow (€.rok¹).

Ak sa uvažujú nerovnaké ročné príjmy z investície počas životnosti T_z , čas úhrady možno určiť z rovnice

$$N_i = \sum_{t=1}^{PB} CF_t$$

Čas úhrady (návratnosť) sa zistí postupným načítavaním ročných hodnôt cash flow tak dlho, až kumulované čiastky cash flow prevýšia investičné náklady.

Čím je kratší čas úhrady, tým je investícia výhodnejšia, čas úhrady musí byť kratší, ako životnosť investície. Pri porovnávaní ináč rovnocenných variantov je výhodnejší ten, ktorého čas úhrady je kratší.

Takto určenú návratnosť označujú pojmom **hrubá návratnosť**.

Nevýhodou tejto metódy je, že

1. neberie do úvahy výnosy po čase úhrady, má nulovú schopnosť vypovedať o období po uplynutí času úhrady – preferuje krátkodobé ciele pred dlhodobými, čo v prípadoch investícií s dlhšou životnosťou je nebezpečné,
2. nezohľadňuje časové rozloženie výnosov počas času úhrady – túto nevýhodu však možno jednoducho odstrániť diskontovaním napr. v zmysle zápisu

$$N_i = \sum_{t=1}^{PB} CF_t (1 + k)^{-t}$$

kde k je diskontná sadzba,

Na základe tohto vzťahu sa určí tzv. diskontovaná návratnosť. Označuje sa tiež pojmom **čistá návratnosť**. 40

Metóda času úhrady poskytuje dôležité informácie **o riziku** (čas úhrady 2 roky je menším rizikom, ako čas úhrady 10 rokov) a **o likvidite** investície (ukazuje, ako dlho bude pôvodný kapitál viazaný v investícii).

Je ľahko pochopiteľnou, preto finanční manažéri ju často používajú, napriek svojim nevýhodám.

Literatúra uvádza túto metódu hodnotenia efektívnosti investícií aj pod označením **kritérium (minimálneho) času splatenia investície** (Payout-Time, Payback-Time, Recovery Period) a definuje podmienkou

$$\sum_{t=1}^{PB} (V_t - N_{prt})q^{-t} - N_{ip} = 0$$

Nebezpečenstvo nesprávnej interpretácie tohto kritéria spočíva v tom, že požiadavku vysokého ekonomického efektu nahradzuje požiadavkou rýchlosti určitého ekonomického javu. Akoby mierou efektívnosti nebol čo najvyšší, ale čo najrýchlejší, hoci aj malý (za čas PB dokonca nulový) efekt.

Ak na výber optimálneho variantu sa použije **kritérium minimálneho času splatenia investície**, v tvare

$$PB = \min$$

spravidla dostaneme rovnaký výsledok, ako pri použití kritéria vnútorného výnosového percenta.

Ďalšiu nevýhoda metódy je, že pri porovnaní variantov s rôznou ekonomickou životnosťou preferuje varianty s kratšou životnosťou, čiže menej trvalé, ktoré vďaka relatívne väčšiemu podielu odpisov sa „navrátia“ rýchlejšie, aj keď prinesú menší ročný zisk.

To vyvoláva nutnosť častej reprodukcie týchto investícií, ktoré sa síce rýchlo uhradia, ale aj rýchlo dožívajú.

Podnik, ani spoločnosť, nemá záujem na rýchlom „návrate“ investícií s krátkou ekonomickou životnosťou, ale na dosahovaní vysokého (a trvalého) ekonomického efektu z investícií, čo požiadavka kritéria minimalizácie času splatenia investície obyčajne nezaručuje.

Metóda čistej súčasnej hodnoty

(Net Present Value of Investment)

Základná metóda hodnotenia efektívnosti investícií.

Jej podstatou je porovnanie všetkých nákladov a prínosov vyplývajúcich z realizácie príslušného investičného projektu.

Na strane nákladov kalkuluje s investičnými, ako aj s prevádzkovými nákladmi, kalkulácia všetkých prínosov investície je niekedy problematická, čo súvisí hlavne s otázkou ich ocenenia.

Čistá súčasná hodnota investície NPV (Net Present Value) môže byť vyjadrená ako rozdiel medzi súčasnou hodnotou očakávaných príjmov CF_p (€) počas životnosti investície T_z a nákladov na investície N_i (€):

$$NPV = CF_p - N_{ip} = \sum_{t=1}^{Tz} CF_t (1+k)^{-t} - N_{ip}$$

Kladná hodnota NPV znamená, že projekt je ziskový, ak má zápornú hodnotu, je nutné projekt odmietnuť.

V prípade porovnania viacerých variantov je najvýhodnejší ten, ktorý má maximálnu čistú súčasnú hodnotu investície.

Hodnotenie podľa tejto metódy môže byť doplnené výpočtom indexu súčasnej hodnoty, ktorý sa nazýva aj **index výnosnosti** (profitability index - PI): $PI = CF/N_i$

Ak $PI > 1$ investícia je výhodná; výpočet je zbytočný, ak čistá súčasná hodnota investície je kladná.

Metóda čistej súčasnej hodnoty je analogická s **kritériom maximálneho aktualizovaného zisku** (Present Worth Profit, Capital Value):

$$Z_{Tp} = \sum_{t=1}^{Tp} (V_t - N_{prt})q^{-t} - N_{ip} = \max$$

Čas porovnania T_p sa obyčajne rovná času ekonomickej životnosti investície (čas amortizácie).

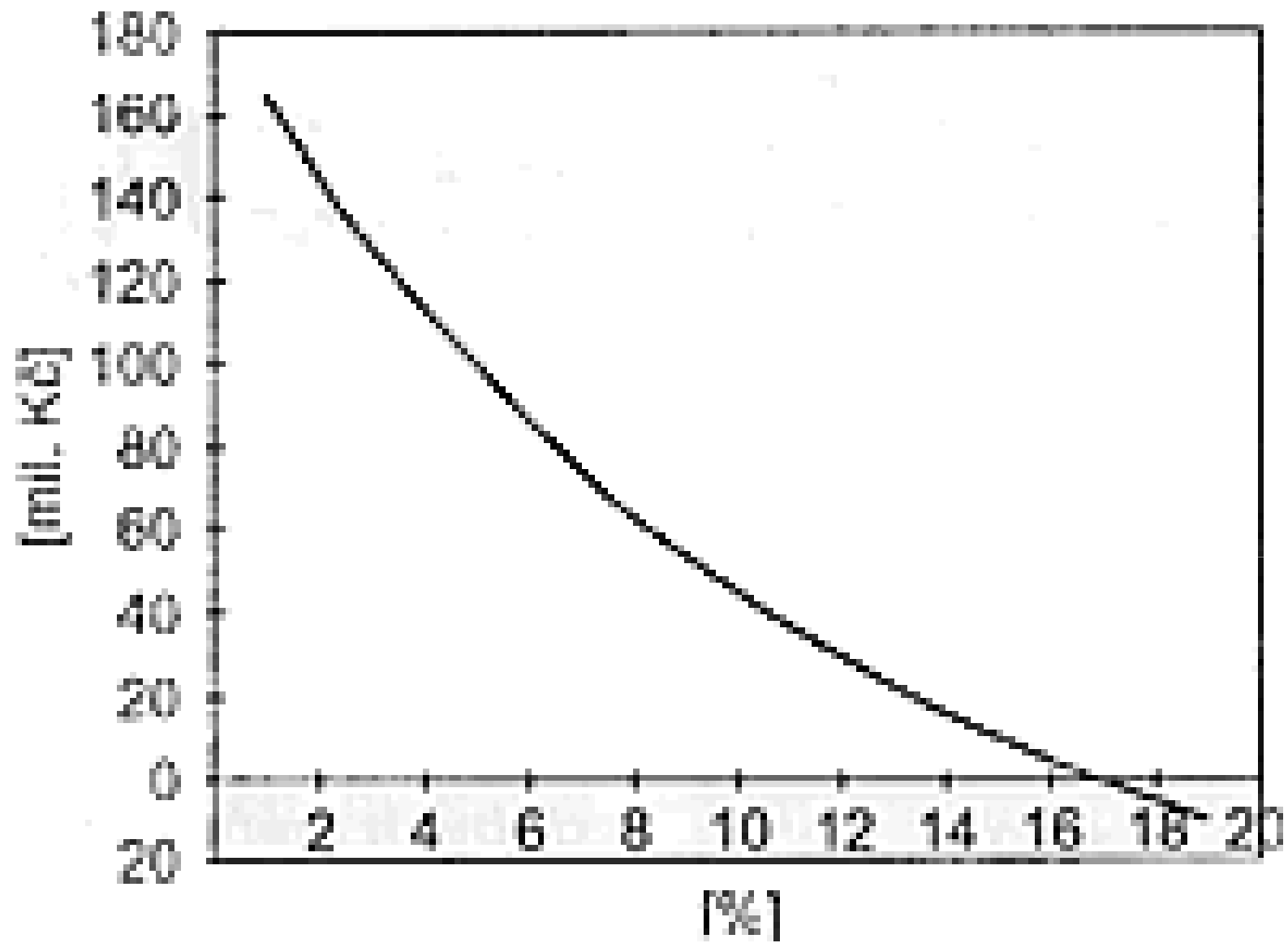
V prípade porovnania variantov s rôznymi životnosťami treba určiť spoločný, tzv. korektný čas porovnania, ktorý musí bezo zvyšku obsahovať časy ekonomickej životnosti všetkých porovnávaných variantov – je to čas, ktorý je daný najmenším spoločným násobkom časov ekonomickej životnosti jednotlivých variantov. Nevýhodou je, hlavne v prípade porovnania väčšieho počtu variantov, že korektný čas porovnania môže byť veľmi veľký, čo zbytočne skomplikuje výpočet.

Výhodnejšie je určenie tzv. „priemerného“ roka, ktorému zodpovedajú priemerné ročné hodnoty uvažovaných ekonomických veličín, vypočítané pre jednotlivé časy životností posudzovaných variantov.

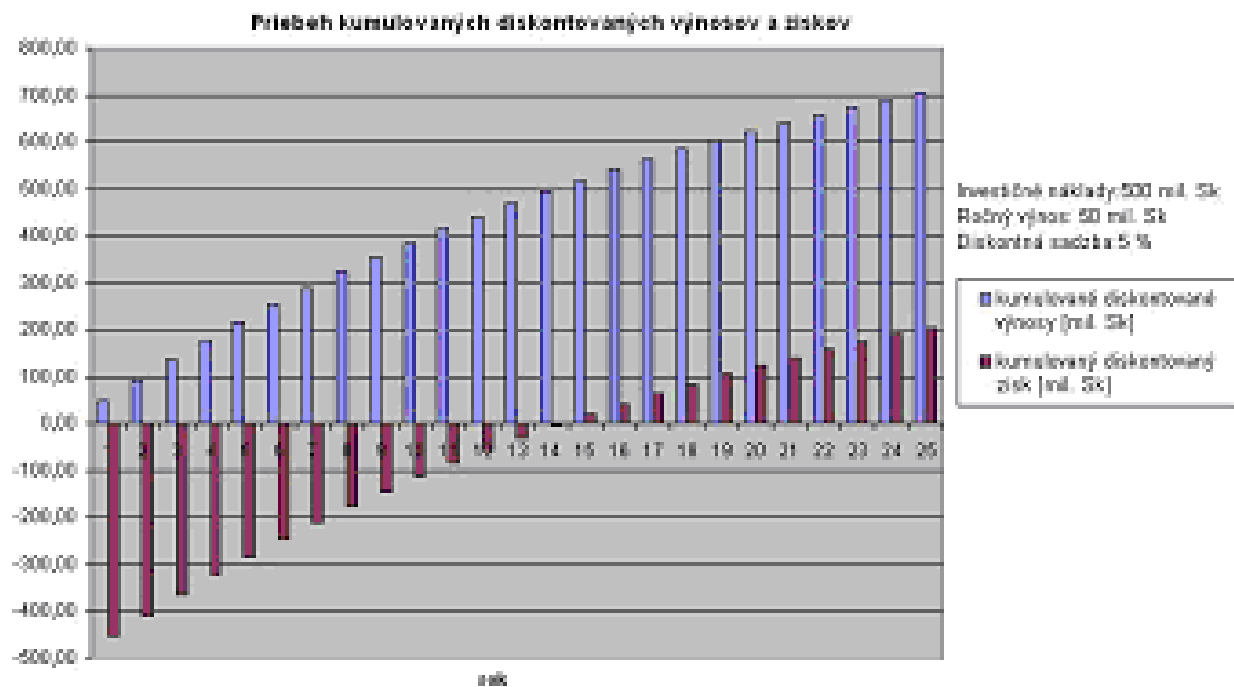
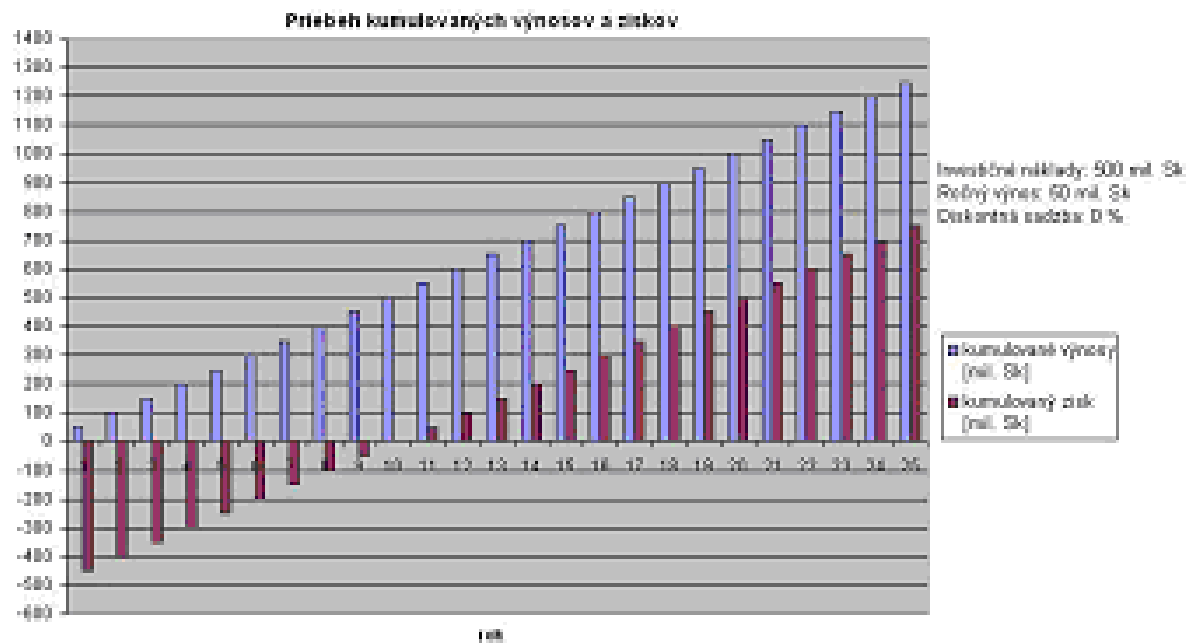
$$Z_{\phi} = V_{\phi} - (N_{pr\phi} + k_f N_{ip}) = \max$$

k_f je koeficient efektívnosti, zodpovedajúci priemernej ročnej anuite:

$$k_f = \frac{q^{T\check{z}} (q - 1)}{q^{T\check{z}} - 1} = a_{T\check{z}}$$



Závislost' NPV na diskontnej sadzbe



Metóda vnútorného výnosového percenta (Internal Rate of Return)

Vychádza z koncepcie súčasnej hodnoty, spočíva v určení vnútorného výnosového percenta IRR , pri ktorom súčasná hodnota očakávaných výnosov z investície sa rovná súčasnej hodnote výdajov na investíciu, podľa vzťahu

$$\sum_{t=1}^{T_z} CF_t (1 + IRR)^{-t} = N_i$$

Pri hľadaní IRR sa postupuje metódou pokusov a omylov dovtedy, až číselné hodnoty výrazov na ľavej a pravej strane rovnice budú rovnaké.

Metóda je v praxi veľmi obľúbená, udáva predpokladanú výnosnosť investície, ktorá sa porovnáva s požadovanou výnosnosťou.

Ak je vnútorné výnosové percento väčšie ako diskontná miera zahrňujúca riziko, je projekt napriek svojmu riziku výhodný. Ak je investícia na úver, vnútorné výnosové percento má byť vyššie, ako úroková miera.

Možno formulovať kritérium maximálneho vnútorného výnosového percenta v zmysle:

$$! \\ IRR > k$$

Na výber optimálneho z väčšieho počtu investičných variantov sa používa kritérium maximálnej vnútornej úrokovej miery (výnosnosti) v tvare

$$! \\ IRR = \max$$

V prípade, že sa hodnotia ekonomicky nezávislé projekty, čiže výber jedného projektu nevyklučuje výber druhého, metóda *IRR* vedie k rovnakému výsledku ako metóda *NPV*, keď projekt splňuje kritérium *NPV*, musí vyhovovať i kritériu *IRR* a naopak.

Akonáhle upustíme od predpokladu nezávislosti hodnotených projektov, metódy *NPV* a *IRR* nemusia viesť k rovnakému rozhodnutiu, v týchto prípadoch sa na výber optimálneho variantu musí použiť kritérium *NPV*.

Ak do vzťahu pre *IRR* dosadíme diskontnú sadzbu k , môžeme vypočítať čas úhrady PB , dostaneme vlastne vzťah pre diskontovanú návratnosť. To znamená, že metóda času úhrady (návratnosti) investície v diskontovanej podobe je iba modifikáciou metódy vnútorného výnosového percenta.

Metóda vnútorného výnosového percenta a metóda čistej súčasnej hodnoty sú založené na rovnakej základnej rovnici, druhá však pracuje s danou diskontnou sadzbou a čistá súčasná hodnota sa počíta, kým prvá predpokladá, že čistá súčasná hodnota je nulová a percento sa hľadá.

Nákladové metódy

- Na hodnotenie investičných variantov s krátkym časom výstavby a rovnakou životnosťou možno použiť statickú nákladovú metódu založenú na porovnávaní prevádzkových a jednorazových/investičných nákladov. Vychádza sa z toho, že prvý variant má vyššie prevádzkové náklady N_{pr} (€. rok^1), druhý vyššie investičné náklady N_i (€), pričom svojimi výnosmi sa nelíšia:

$$T_{nav2-1} = \frac{N_{i2} - N_{i1}}{N_{pr1} - N_{pr2}}$$

- Variant s vyššími investičnými nákladmi je výhodnejší, ak jeho dodatočné náklady sa uhradia za čas kratší, ako predpokladaná životnosť investície.
- Uvedený zápis umožňuje porovnanie iba dvoch variantov, tzv. **párové porovnanie**, preto je výhodnejšie jednotlivé varianty porovnať pomocou absolútnych hodnôt ich celkových výrobných nákladov N_v (€) počas životnosti, podľa vzťahu

$$N_v = N_i + \sum_{t=1}^{Tz} N_{prt}$$

Tento vzťah ale nezohľadňuje vplyv faktora času, možno spresniť diskontovaním budúcich hodnôt prevádzkových nákladov:

$$N_{vp} = N_{ip} + \sum_{t=1}^{Tz} N_{prt} (1 + k)^{-t}$$

Tým sa metóda dynamizuje a približuje sa k metóde čistej súčasnej hodnoty.

Zápis je známy ako **kritérium minimálnych aktualizovaných nákladov** (Present Worth of Costs).

Nákladové metódy v porovnaní s metódami ziskovými majú dve významné nevýhody :

1. je korektné ich používať iba na hodnotenie takých variantov, ktoré majú rovnaké výnosy, prípadne sú prepočítané na rovnaký efekt,
2. neposkytujú informáciu o tom, či daný projekt je ziskový, alebo stratový, preto sa odporúča ich používať iba v prípade, keď výnosy nie je možné určiť a daná investícia je nevyhnutná, alebo požadovaná z neekonomických (napr. environmentálnych) hľadísk.

Vedú k výberu iba relatívne optimálneho variantu, bez ohľadu na to, či vybraný variant bude ziskový, alebo stratový - takže vybraný optimálny variant síce má najnižšie náklady, ale – za predpokladu, že všetky porovnávané varianty sú stratové – so zápornou hodnotou zisku.

Do súboru variantov posudzovanej investície skúmaného pomocou nákladového kritéria nemožno zahrnúť – tzv. **nulový variant**.

Odporúča sa použiť iba vtedy, keď nie je možné určiť výnosy a

- a) daná investícia je nevyhnutná (náhrada havarovaného transformátora), alebo požadovaná z neekonomických hľadísk (výstavba odsírovacích zariadení a iných environmentálnych stavieb v energetike) – ako je to v prípade väčšiny nevýrobných investícií,

b) ide o problém dimenzovania (voľby optimálnych parametrov) určitej časti (prvku) investície, ktorá neovplyvňuje jej celkový výrobný efekt – napr. pri voľbe parametrov čerpadiel, elektromotorov, transformátorov a pod. v elektrárni) – a ekonomický efekt ktorej sa skúma súhrnne.

Za predpokladu konštantných prevádzkových nákladov N_{pr} (€. rok^1) jednotlivých variantov počas všetkých rokov životnosti je výhodné namiesto kritéria minimálnych aktualizovaných nákladov používať **kritérium minimálnych ročných výrobných nákladov** v tvare

$$N_{vr} = N_{pr} + k_f N_{ip} \stackrel{!}{=} \min$$

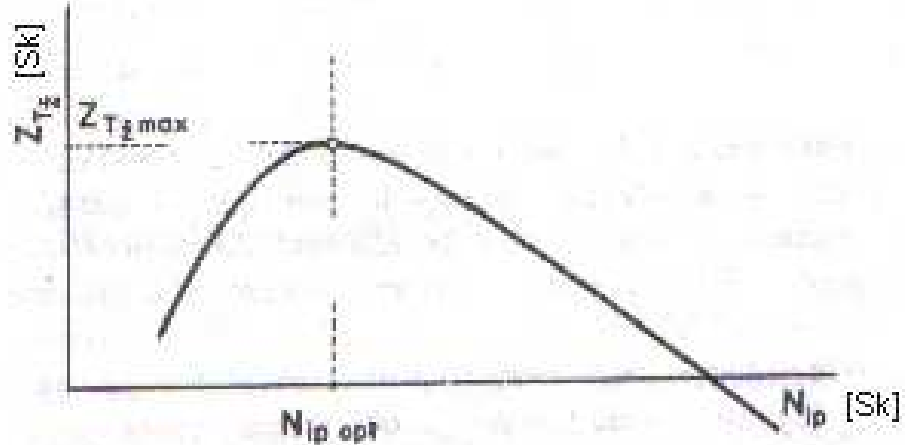
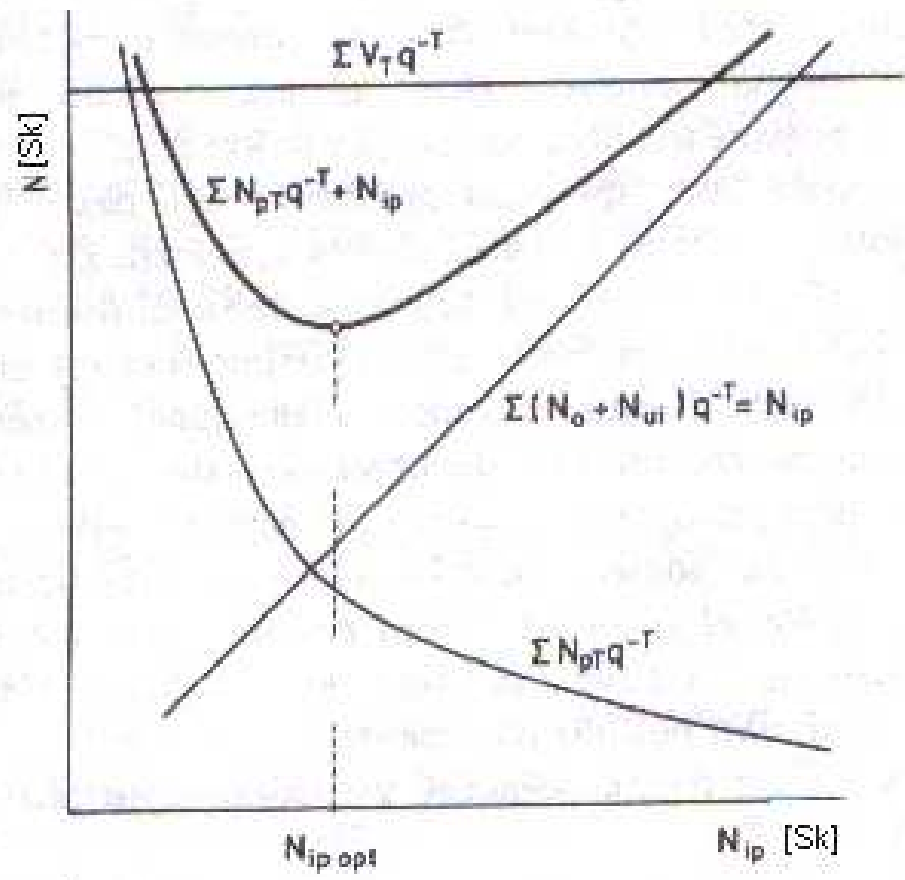
- ak sa navyše predpokladajú aj rovnaké prevádzkové náklady všetkých porovnávaných variantov počas všetkých rokov životnosti, platí tzv. **kritérium minimálnych aktualizovaných investičných nákladov**

$$N_{ip} \overset{!}{=} \min$$

- V prípade porovnania variantov s rôznou životnosťou je podobne, ako pri použití ziskových kritérií, je výhodné vyjadrenie v tvare **kritéria minimálnych priemerných ročných výrobných nákladov**

$$N_{v\phi} = N_{pr\phi} + k_f N_{ip} \overset{!}{=} \min$$

- Výpočty hodnotenia ekonomickej efektívnosti nie sú zložité, vyžadujú však veľmi kvalitnú prípravu vstupných dát. Najväčší problém praktického použitia všetkých uvedených metód hodnotenia ekonomickej efektívnosti investičných variantov spočíva v dostatočne presnom a hodnovernom určení vstupných údajov.
- Použitie nesprávnych, alebo nekorektných údajov vedie k skreslenému hodnoteniu aj v prípade použitia tej najdokonalejšej metodiky, hlavne ak ide o projekty s dlhšou životnosťou.
- Dnešná výpočtová technika umožňuje spočítať ekonomické dopady projektu v hodnote miliárd € na 100 rokov dopredu s presnosťou na centy. Ak však pripustíme, že odhad vstupných veličín sa od skutočných hodnôt líši o 1 %, za 10 rokov táto „chyba“ predstavuje asi 10 %, za 50 rokov dosahuje už takmer 65 %.



- Prístup k ekonomickému hodnoteniu projektov sa dá rozdeliť aj podľa charakteru subjektu, ktorý projekt pripravuje, hodnotí, prípadne vynakladá prostriedky na jeho realizáciu a nesie ekonomické dôsledky jeho realizácie. V zásade je možné hovoriť o nasledujúcich, viac či menej odlišných hľadiskách:
- *systemové hľadisko* (tiež označované ako *hľadisko projektu*), ktoré rešpektuje súhrnné nároky a účinky navrhovaného projektu ako celku, bez ohľadu na to, ako sa rozdelí celkový ekonomický efekt vytváraný projektom a aký je pôvod vloženého kapitálu (vlastný kapitál investora, požičaný kapitál, verejné financie apod.),

- *hľadisko celkového kapitálu*, ktoré predstavuje spoločný pohľad vlastného kapitálu investora a cudzieho (požičaného) kapitálu, keď sa do hodnotenia zahrňujú len podnikateľské subjekty a dane zo zisku a z úrokových výnosov sa odčítajú ako nevyhnutná nákladová položka,
- *hľadisko investora*, ktoré vymedzuje hodnotenie z pohľadu iba vlastného kapitálu vloženého investorom, pričom týmto subjektom môže byť:
- *podnikateľský subjekt*, keď efektívnosť hodnoteného projektu musí obstáť v konkurencii s inými podnikateľskými aktivitami (toho istého podnikateľa),

- *nepodnikateľský subjekt* ako napr. domácnosť, ale i obec, štátna, rozpočtová alebo iná podobná inštitúcia, keď prostriedky na financovanie projektu majú často v určitej miere charakter verejných financií a ich vynaloženie i očakávané ekonomické efekty sú porovnávané s alternatívnym použitím prostriedkov v týchto rozpočtoch.
- **Nevýhodou systémového prístupu** je to, že efekt pre investora (čistý zisk alebo voľný peňažný tok) je len časťou celkového efektu a táto časť nemusí byť pre konkrétneho investora zaujímavá. Môže sa stať, že projekt ako celok je ekonomicky zaujímavý, ale nie pre investora, takže sa nakoniec nemusí realizovať.

- Hodnotenie z pohľadu projektu môže veľmi dobre poslúžiť v prípade, že potrebuje vyhodnotiť rôzne projekty a riešenia z hľadiska ich celkových nárokov a účinkov. Pokiaľ ale nie je projekt súčasne ekonomicky zaujímavý pre investora, je na mieste hľadať nástroje a cesty rôznych podpor, ktoré posunú projekt medzi zaujímavé podnikateľské príležitosti.
- Postup je vhodný aj v prípade, kedy efekty, prínosy projektu nie sú finančne vyjadriteľné, ale sú v súlade s celospoločenským záujmom.
- *Typickým prípadom sú investície do energetických úspor, obnoviteľných zdrojov, kde je vhodné najprv podľa hľadiska projektov ako celku vybrať vhodné projekty a následne z hľadiska investora stanoviť mieru podpory, ktorá spraví projekt ekonomicky zaujímavým.*

Postup hodnotenia efektívnosti investícií obyčajne pozostáva z nasledovných krokov:

- *určenie kapitálových výdavkov* na investíciu, akciu alebo projekt,
- *odhadnutie budúcich peňažných príjmov*, ktoré investícia prinesie a rizika, s ktorým sú tieto príjmy spojené,
- určenie nákladov na kapitál vlastného podniku,
- výpočet súčasnej hodnoty očakávaných výnosov.

Najproblematickejšie sú prvé dva kroky. Od reálnosti odhadu kapitálových výdavkov a budúcich peňažných príjmoch závisí úspešnosť celého investičného plánovania.

Určenie kapitálových výdavkov (investičných nákladov) na stroje a výrobné zariadenia je pomerne presné, bezproblémové, pozostávajú z nákupnej ceny, nákladov na dopravu a na inštaláciu, včítane výdavkov na projektovú a prípravnú dokumentáciu. Stanovenie, resp. odhad ostatných výdavkov, hlavne stavebných, na výskum a vývoj, na preškolenie pracovníkov, na ochranu životného a pracovného prostredia už také presné nie je.

Prax svedčí o tom, že skutočné výdavky sa často výrazne líšia od predpokladaných, čo môže priviesť podnik do ťažkej hospodárskej situácie.

- Na rozdiel od odhadu kapitálových výdavkov, ktoré sú v praxi často podcenené, v prípade budúcich príjmov obyčajne dochádza k ich preceneniu.
- Ich odhad je ešte problematickejší, pretože pôsobí celý rad faktorov, budúci vplyv ktorých je veľmi ťažké odhadnúť.
- napr. vplyv faktora času, vplyv inflácie, meniacich sa podmienok trhu a pod., čo vyúsťuje do zvýšeného rizika, že očakávané príjmy nebudú dosiahnuté.
- Preto odhadom budúcich peňažných príjmov musí byť venovaná veľká pozornosť.

Hospodárnosť výroby elektriny

- Zdrojová časť elektrizačnej sústavy (ES) so svojimi elektrárňami podmieňuje významným spôsobom hospodárnosť prevádzky celej ES.
- Aby nedošlo k závažnejším problémom v zabezpečovaní súladu medzi ponukou a dopytom po elektrickej energii, je nevyhnutné zvažovať alternatívy rozvoja zdrojov.
- Pritom možno súhlasiť s názorom, že sa treba viac orientovať na racionalizáciu spotreby a optimalizáciu prevádzky ES.

$$Z_p = \sum_{t=1}^{T_{\check{z}}} (V_t - N_{prt}) \cdot q^{-t} - N_{ip} \stackrel{!}{=} \max.$$

$$V_p = \textit{konšt.}$$

$$N_{vp} = \sum_{t=1}^{T_{\check{z}}} N_{prt} \cdot q^{-t} + N_{ip} \stackrel{!}{=} \min.$$

$$N_{vt} = \textit{konšt.}$$

$$N_{vt} \stackrel{!}{=} \min.$$

$$N_{vt} = a_{T\check{z}} N_{ip} + N_{prt} \stackrel{!}{=} \min.$$

$$N_{pr} = N_{pr,st} + N_{pr,po} = k' N_{ip} + N_{pr,po}$$

$$k = a_{T\check{z}} + k'$$

$$N_{vt} = k N_{ip} + N_{pr,po,t} \stackrel{!}{=} \min.$$

Pri navrhovaní a výbere konkrétneho variantu novej elektrárne si musíme uvedomiť, že celkové náklady na výrobu elektrickej energie v nej vyrobenej pozostávajú z dvoch zložiek:

$$N_v = N_{st} + N_{po} \quad (eur / r)$$

N_v - náklady na výrobu elektrickej energie vyrobenej v elektrárni za rok,

N_{st} - stála zložka nákladov - zahrňuje náklady na udržanie pohotovosti ES na dodávku elektriny, čiže náklady nezávislé na množstve dodanej elektriny - tzv. **náklady na výkon**,

N_{po} - pohyblivá zložka nákladov - náklady závislé na spotrebe určitej formy energie – tzv. **náklady na prácu**.

Stálu zložku, ktorá je nezávislá od množstva vyrobenej elektrickej energie A si môžeme vyjadriť

$$N_{st} = kN_i(eur / r)$$

k – ročná kvóta - vyjadruje prepočet stálych nákladov (investičných a stálej zložky prevádzkových) na jeden priemerný rok životnosti investície (pomerné stále náklady).

$$k = \frac{q^{T_z}(q-1)}{q^{T_z}-1} + p_{ú} + p_m + p_{ost}$$

$$k = \frac{1}{T_z} + p_a + p_{ú} + p_m + p_{ost}$$

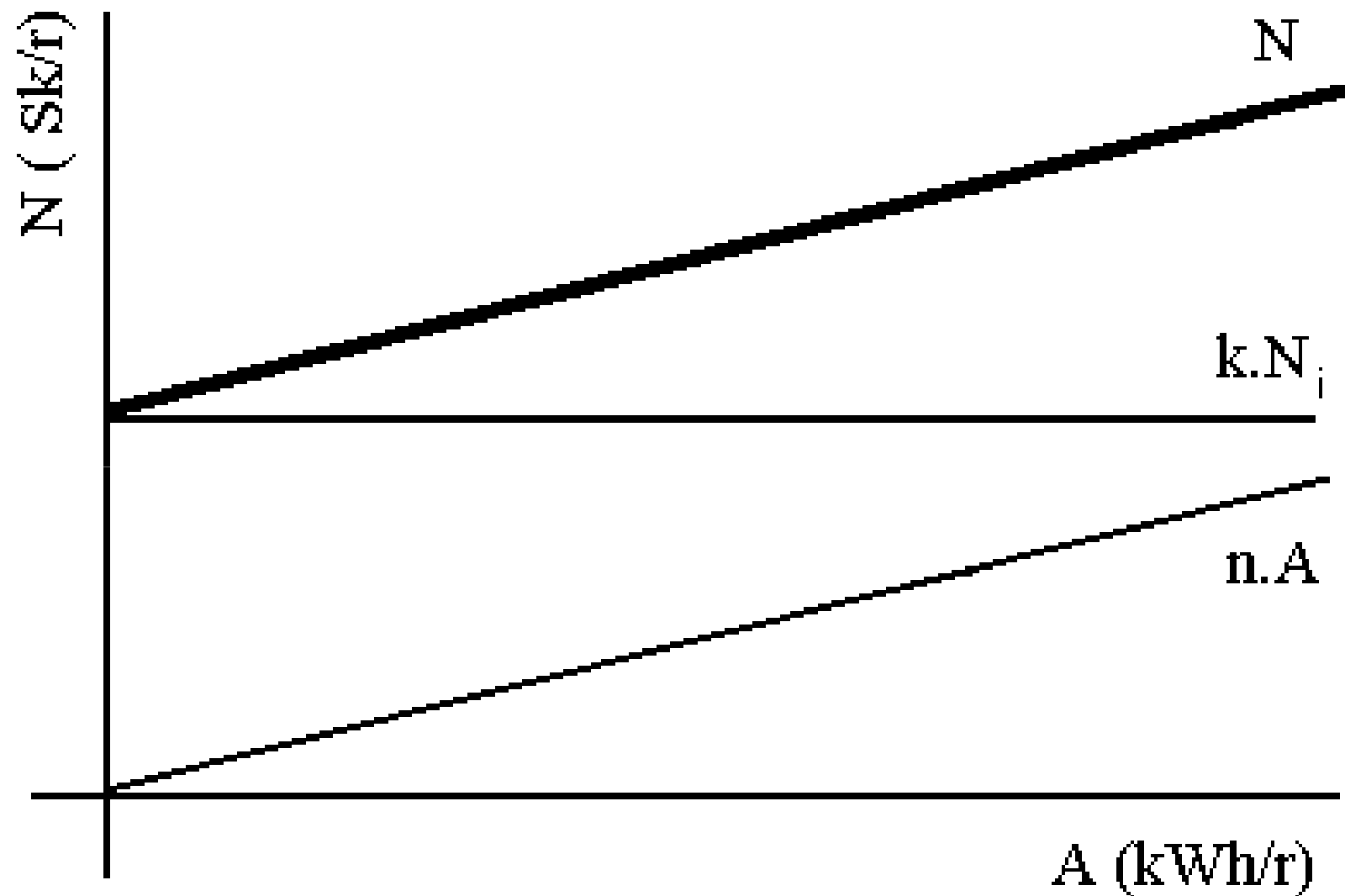
Pohyblivá zložka priamoúmerne závisí od množstva vyrobenej elektriny za rok

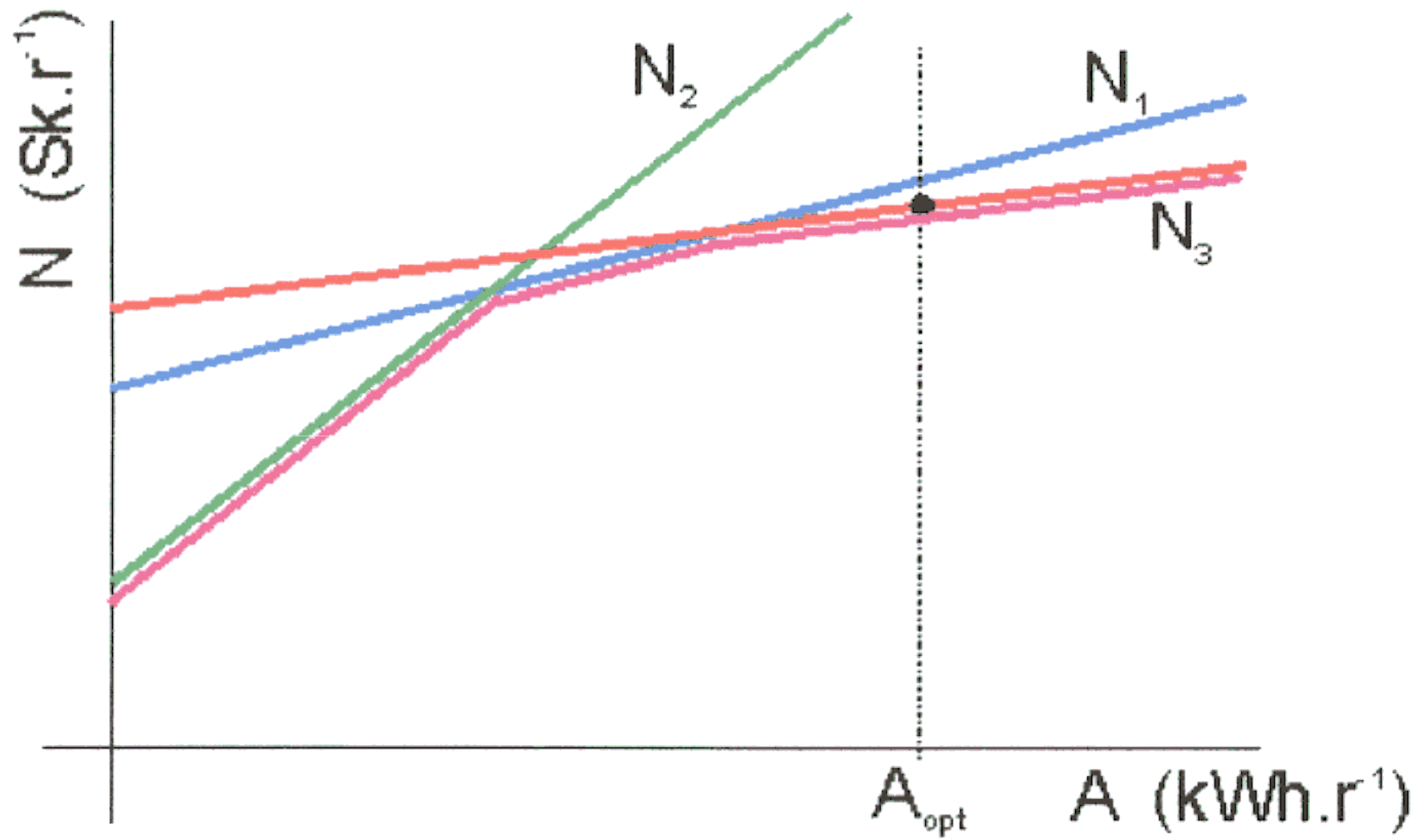
$$N_{po} = n.A(eur / r)$$

Získali sme závislosť nákladov na výrobu elektriny vyrobenej v elektrárni za rok od množstva tejto elektriny:

$$N = k.N_i + n.A$$

$$N = k_1 + k_2.A$$





- Porovnanie troch závislostí nákladov na výrobu elektriny umožňuje pohľad na všetky varianty súčasne. Z požiadavky na potrebu výroby poznáme množstvo energie A_{opt} , čím získame najnižšie náklady pre dané množstvo vyrobenej elektriny.

Charakteristiky sú limitované inštalovaným výkonom, to znamená, že závislosť N_2 nepokračuje až po oblasť A_{opt} , je teda z rozhodovania o najefektívnejší typ elektrárne vylúčená.

Fialová krivka je obalová krivka a charakterizuje hlavné ekonomické súvislosti medzi variantmi.

- Tvar jednotlivých závislostí je charakteristický pre rôzne druhy elektrární.
- Vysoké $k.N_i$ majú jadrové elektrárne, pričom spolu s vodnými majú malý uhol smernice.

Tepelné elektrárne sú charakteristické nižším $k.N_i$ ale väčším uhlom medzi závislosťou a osou energie.

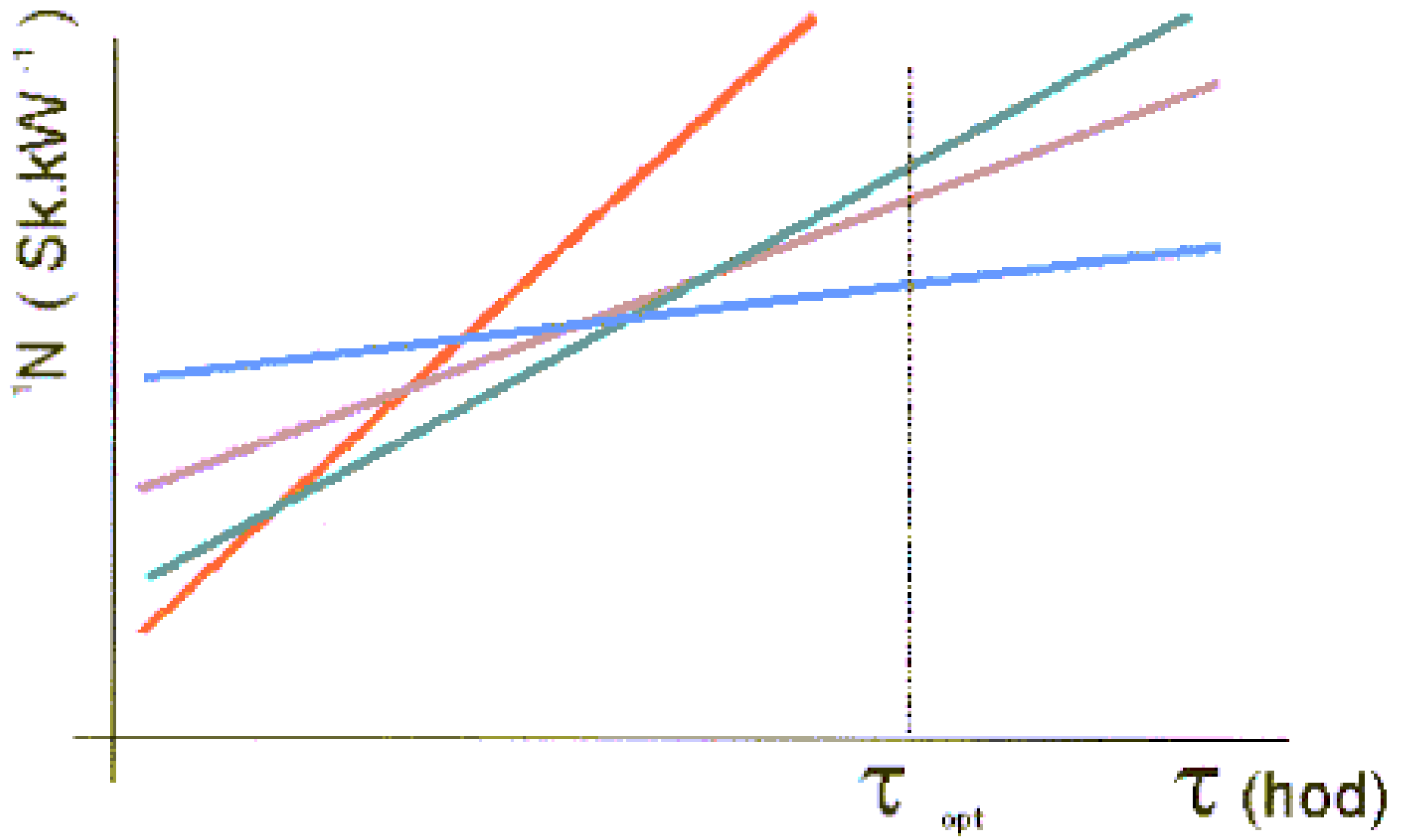
Pri inej úprave základnej rovnice dostávame závislosť výrobných nákladov od času využitia maximálneho výkonu:

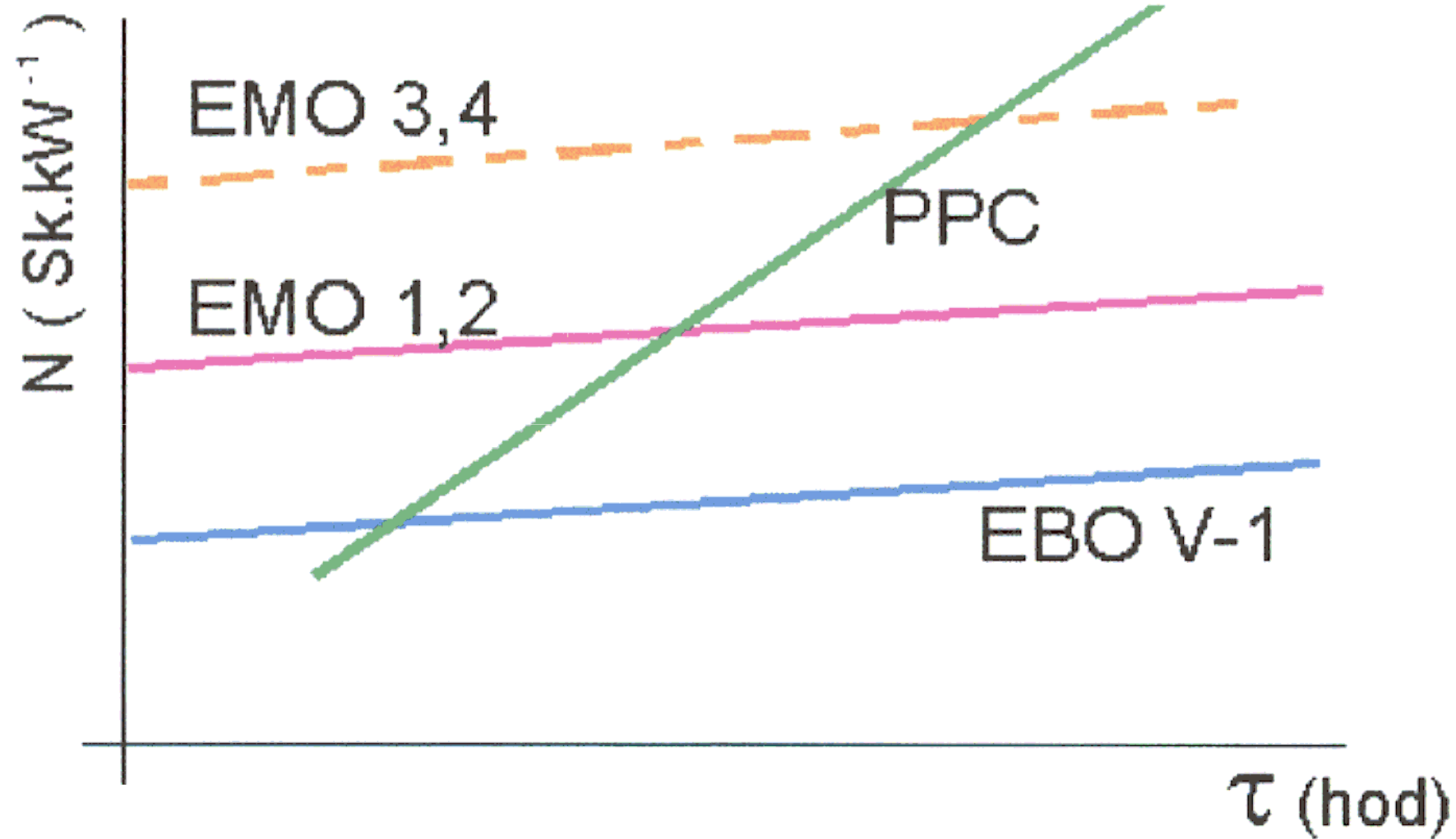
$$N_v = k.N_i + n.A \quad / 1/P_m$$

$$N_v/P_m = k.N_i/P_m + n.P_m \cdot \tau/P_m$$

$${}^1N_v = k_3 + k_4 \cdot \tau \quad (\text{€/kW})$$

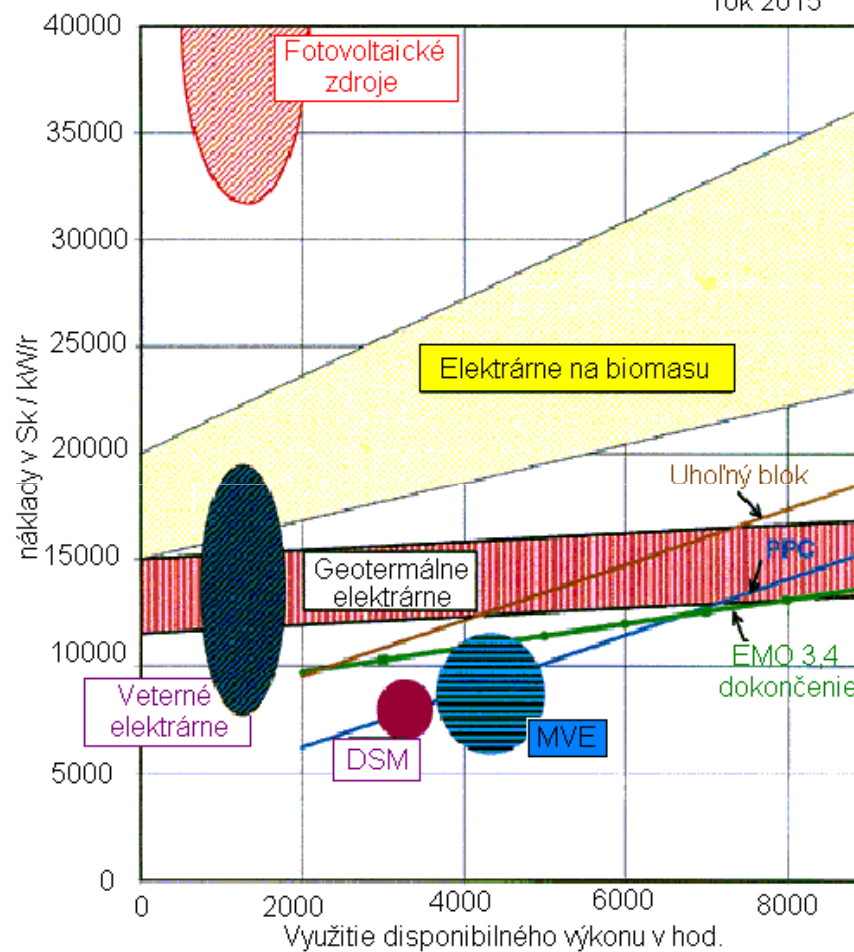
Na porovnanie výrobných nákladov jednotlivých elektrární sú vytvorené tzv. **rovnovážne diagramy**.





Priebeh ročných nákladov v závislosti od využitia
bez vonkajších nákladov

rok 2015

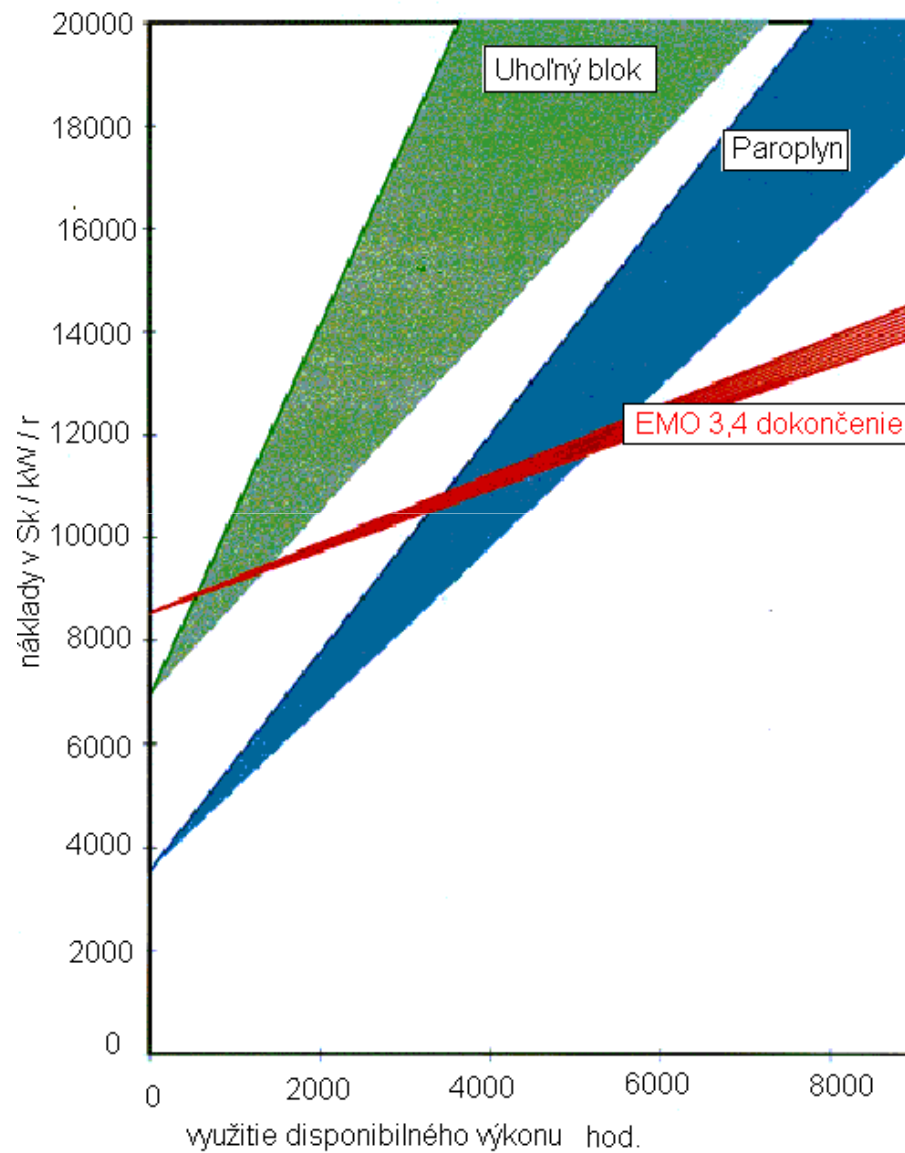


EMO 3,4 - Jadrová elektráreň Mochovce 3, a 4 blok - náklady na dokončenie

PPC - Paroplynový blok

DSM - riadenie (strany) spotreby

Priebeh ročných nákladov v závislosti od využitia
s vonkajšími nákladmi (dopady na životné prostredie) rok 2015



Hospodárnosť prenosu a rozvodu elektriny

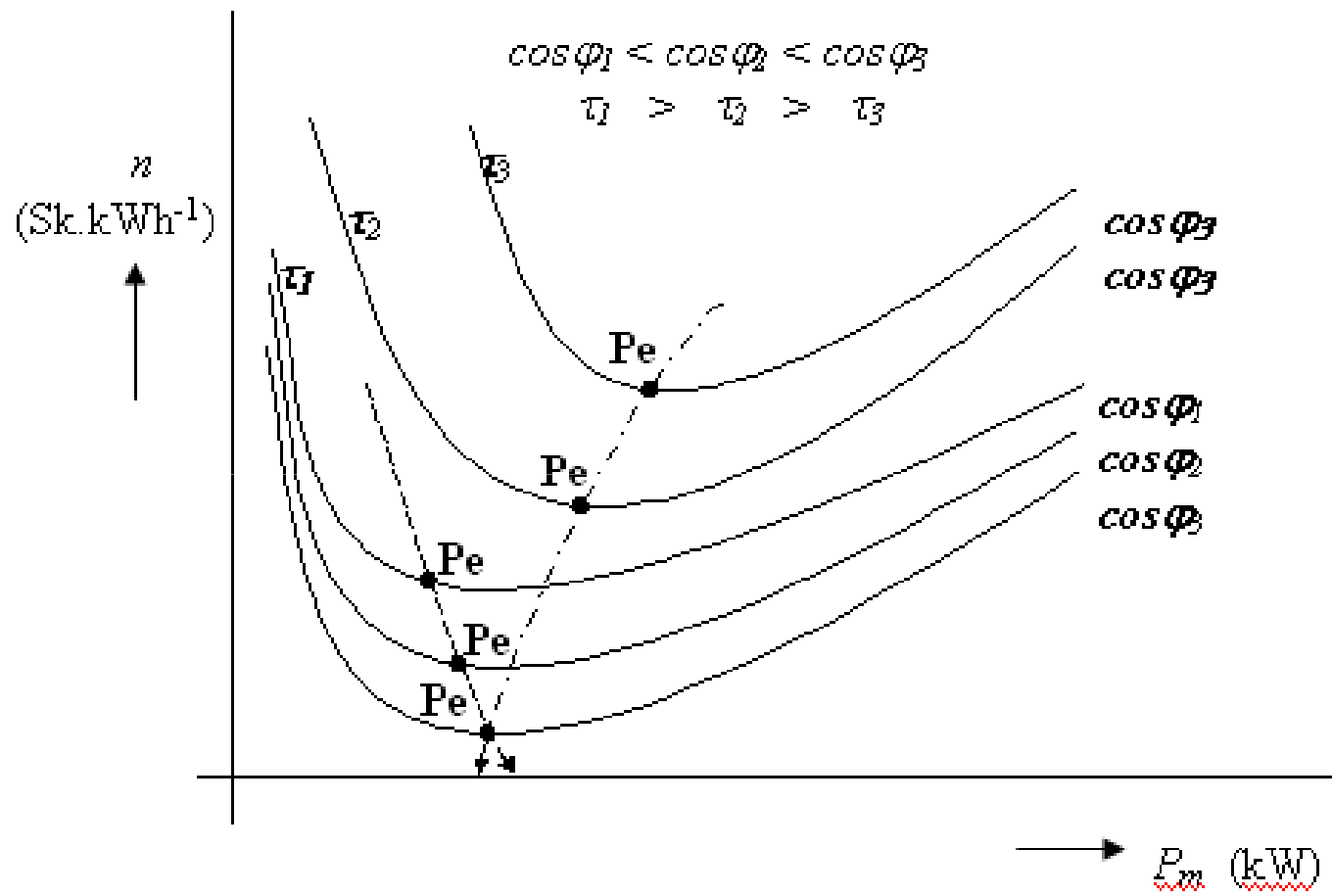
Hospodárne zaťaženie vedenia

$$n = \frac{N}{A} = \frac{N_{st} + N_{po}}{P_m \tau}$$

$$N_{st} = N_{iV} \cdot k = {}^1N_{iV} \cdot l \cdot k$$

$$N_{po} = \Delta P_m \cdot \tau_{\Delta} c = 3 \cdot {}^1R_V l I_m^2 \tau_{\Delta} c \cdot 10^{-3}$$

$$n = \frac{{}^1N_{iV} k l}{P_m \tau} + \frac{{}^1R_V l P_m \tau_{\Delta} c \cdot 10^{-3}}{\tau U^2 \cos^2 \varphi}$$



$$\frac{dn}{dP_m} \stackrel{!}{=} 0$$

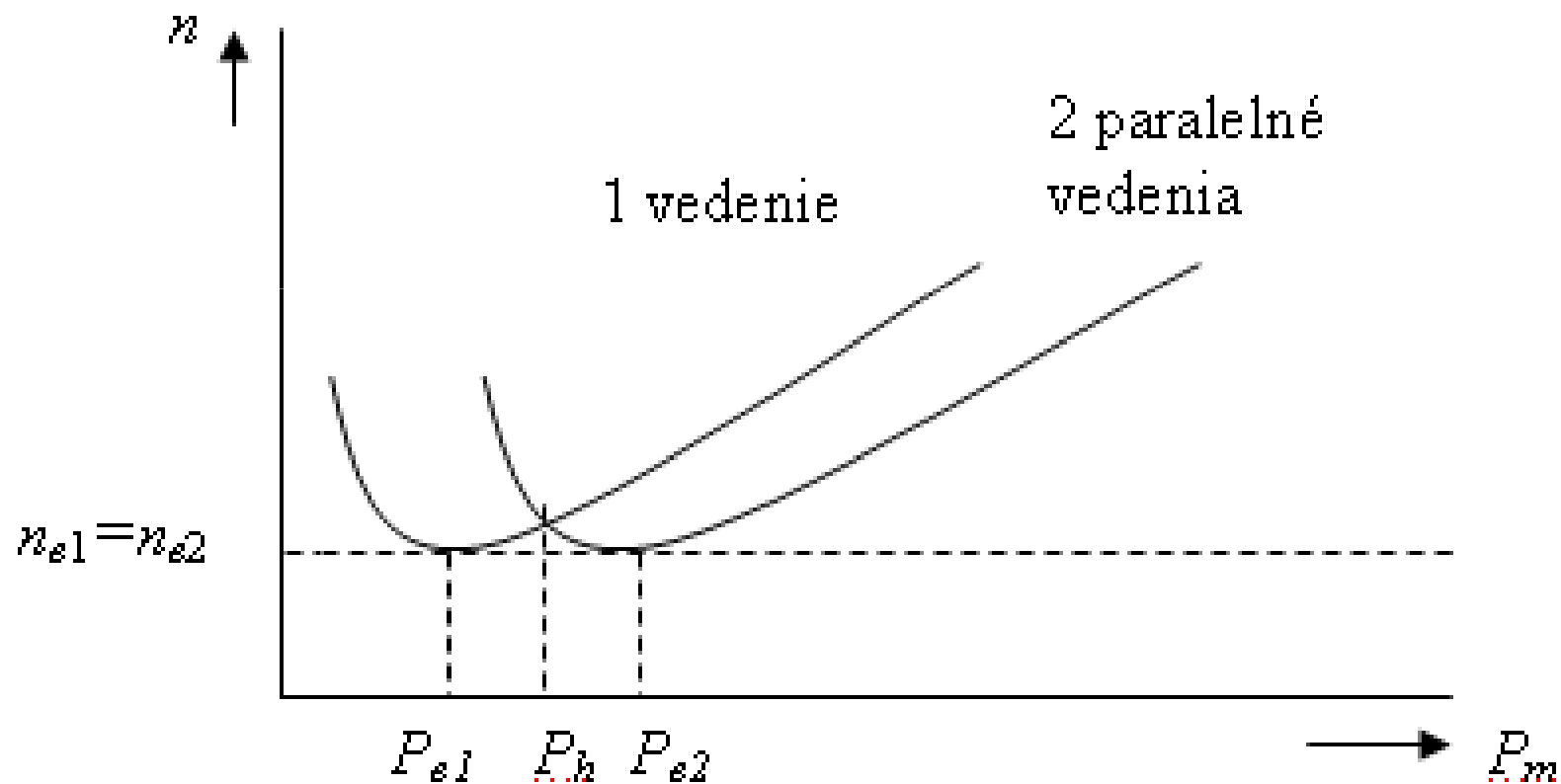
Najhospodárnejšia prevádzka navrhovaného elektrického vedenia sa uskutočňuje pri prenose ekonomického (hospodárneho) výkonu P_e , tj. vtedy, ak $P_m = P_e$, potom merné náklady na prenos budú minimálne.

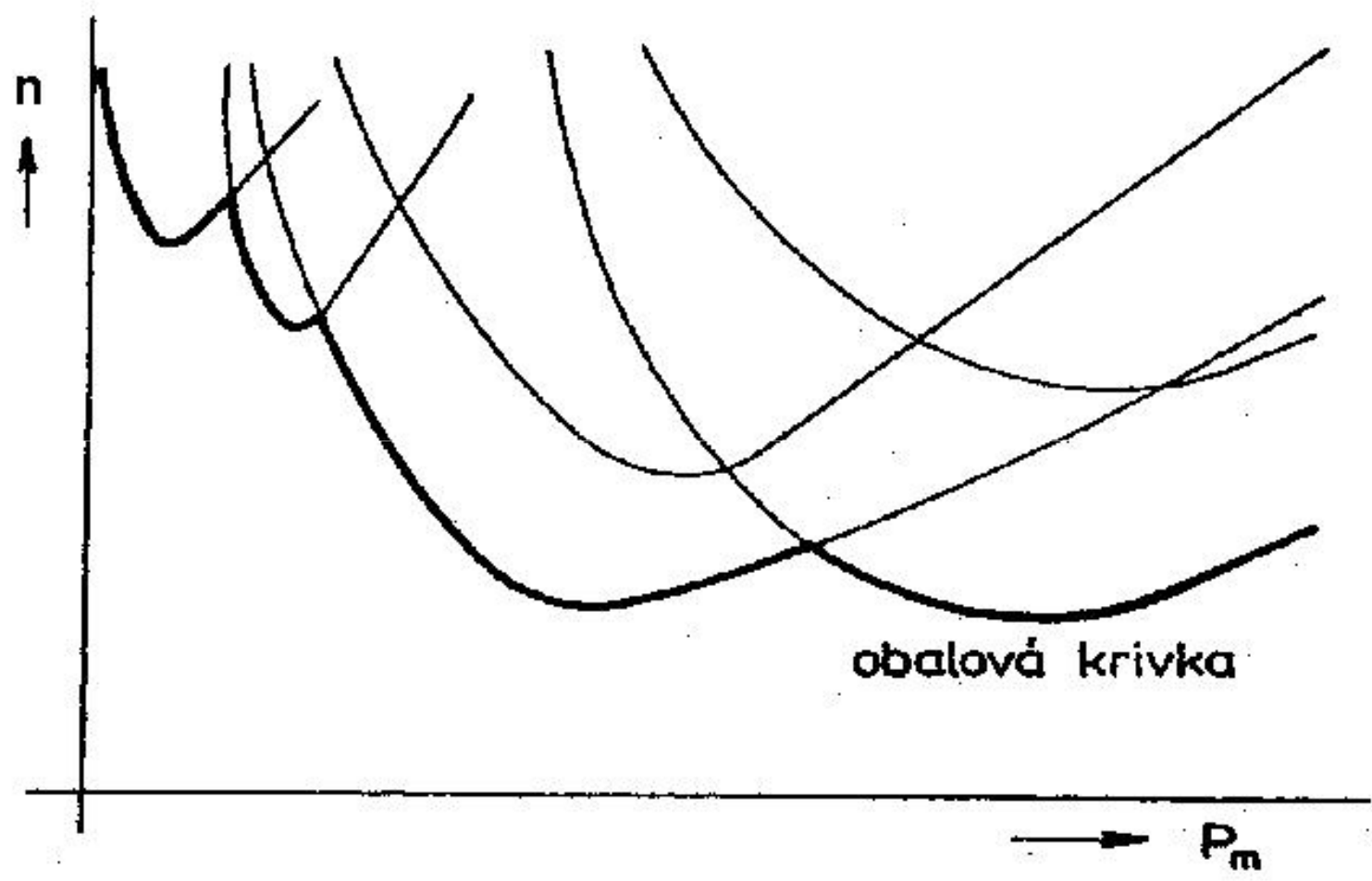
$$P_m = P_e = U \cdot \cos \varphi \cdot \sqrt{\frac{{}^1 N_{iV} \cdot k \cdot 10^3}{{}^1 R_V \cdot \tau_{\Delta} \cdot c}}$$

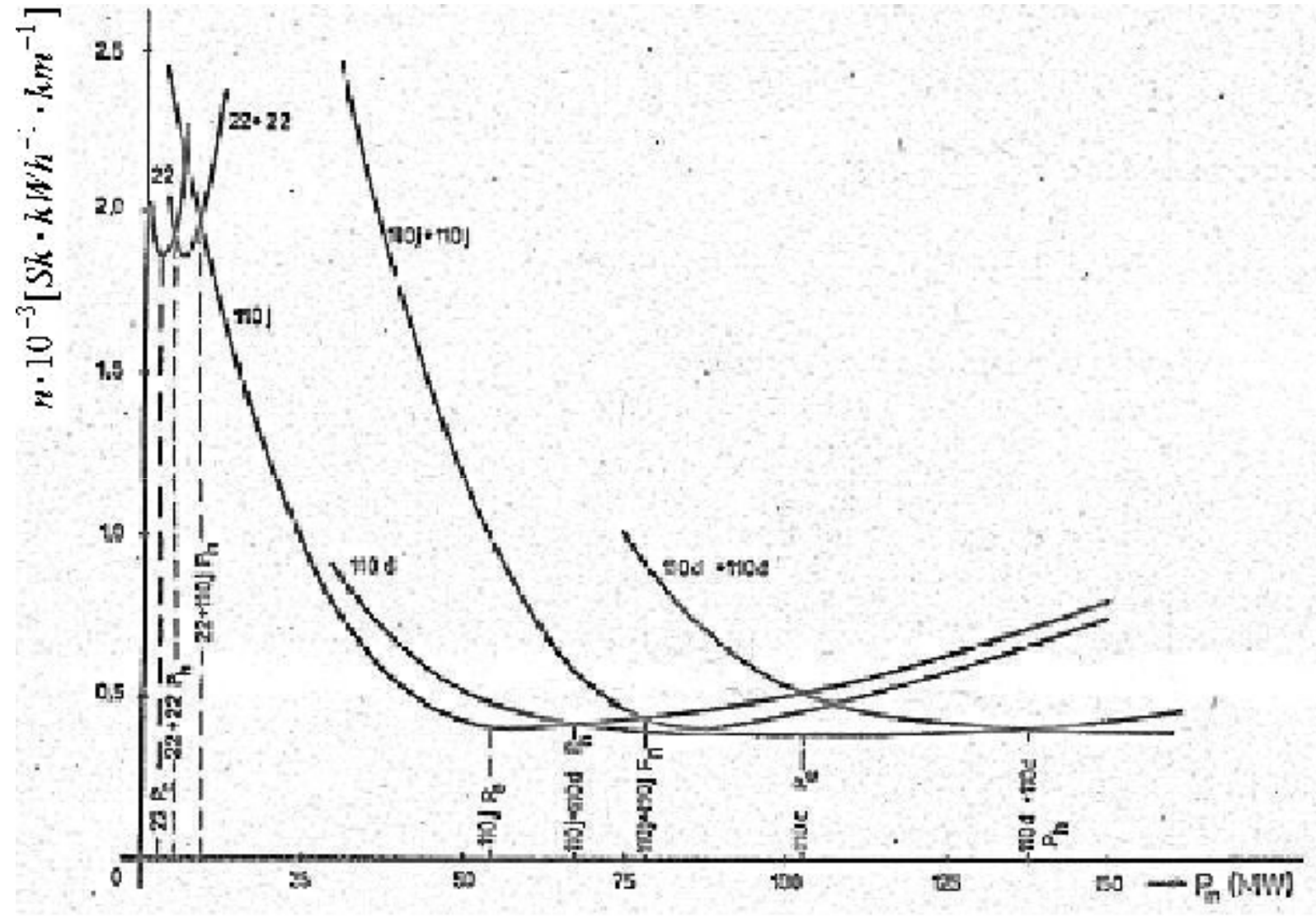
1. Pri zlepšovaní účinníka $\cos\varphi$ klesajú merné náklady na prenos a súčasne sa zvyšuje hodnota maximálneho ročného ekonomického prenášaného výkonu,
2. Zväčšovaním času využitia maxima klesajú merné náklady na prenos n a súčasne klesá aj hodnota ekonomického prenášaného výkonu,
3. Zaťaženie elektrických vedení počas životnosti vedenia zvyčajne rastie. Ak hodnota prenášaného výkonu $P_m > P_e$, treba zvážiť výstavbu ďalšieho vedenia (prípadne iného variantu vedenia).

Výkon, ktorý je z ekonomického hľadiska rozhodujúci pre výstavbu ďalšieho vedenia (iného variantu) na prenos, nazývame **hraničný výkon** P_h

$$\frac{{}^1N_{iv}.k.l}{P_m \tau} + \frac{{}^1R_v.l.P_m.\tau_{\Delta}.c.10^{-3}}{\tau \cdot U^2.\cos^2 \varphi} = \frac{{}^1N_{iv}.k.l}{\frac{P_m}{2} \tau} + \frac{{}^1R_v.l \frac{P_m}{2} \tau_{\Delta}.c.10^{-3}}{\tau \cdot U^2.\cos^2 \varphi}$$







Návrh prenosu je hospodárny vtedy, ak ročné náklady na straty sa rovnajú ročným nákladom odvodeným z investícií.

$$\Delta P_e \tau_{\Delta} C = I N_{iv} k$$

Minimálne straty pri prenose P_m treba vyžadovať v prevádzke už postavených vedení.

Pri projektovaní vedení nekladíme požiadavku minimálnych strát,

ale požiadavku strát hospodárnych ΔP_e ,

keď náklady na prenos n sú minimálne.

Hospodárny prierez a ekonomická prúdová hustota

Najdôležitejším technickým parametrom elektrického vedenia, ako prostriedku dopravy elektriny je jeho prierez.

Čím je prierez väčší, tým je menší činný odpor a tým sú menšie aj straty. Zároveň sú vyššie investičné náklady na zriadenie tohto vedenia.

Treba nájsť taký prierez, predstavujúci kompromis medzi investičnými nákladmi na jednej strane a pohyblivými prevádzkovými nákladmi na druhej strane, keď ich súčet vyjadrený napr. vo forme priemerných ročných výrobných nákladov na vedenie bude minimálny.

$$N_{vT_{\check{z}}} = \sum_{t=1}^{T_{\check{z}}} N_{pr,t} \cdot q^{-t} + N_{ip} \stackrel{!}{=} \min$$

$$N_{ip} = N_{za} + l \cdot (m + n \cdot S)$$

$$N_{pr,t} = N_{úo,t} + N_{\Delta,t}$$

$$N_{\Delta,t} = \frac{3 \cdot \rho \cdot l}{10^3 \cdot S} \cdot I_{m,t}^2 \cdot n_{m,t} (k_{m,t}, j, \tau_{\Delta})$$

$I_{m,t}$ je maximálne zaťaženie vedenia v roku t , [A],
 $n_{m,t}$ marginálne náklady k oceneniu strát na vedení
v roku t , [€/kW],
 $k_{m,t}$ koeficient účasti maxima strát na maxime
sústavy v roku t ,
 j napäťová hladina, v ktorej vedenie pracuje,
 $T_{\Delta,t}$ čas plných strát v roku t , [h].

$$N_{vT_{\check{z}}} = [N_{za} + l \cdot (m + n \cdot S)] + \sum_{t=1}^{T_{\check{z}}} N_{úo,t} \cdot q^{-t} +$$

$$+ \frac{3 \cdot \rho \cdot l}{10^3 \cdot S} \sum_{t=1}^{T_{\check{z}}} I_{m,t}^2 \cdot n_{m,t}(k_{m,t}, j, \tau_{\Delta,t}) \cdot q^{-t} \stackrel{!}{=} \min$$

$$\frac{dN_{vT_{\check{z}}}}{dS} = n \cdot l - \frac{3 \cdot \rho \cdot l}{10^3 \cdot S^2} \sum_{t=1}^{T_{\check{z}}} I_{m,t}^2 \cdot n_{m,t}(k_{m,t}, j, \tau_{\Delta,t}) \cdot q^{-t} = 0$$

$$S_{ek} = \sqrt{\frac{\rho \sum_{t=1}^{T_z} S_{mt}^2 n_{mt}(k_{mt}, j, \tau_{\Delta t}) q^{-t}}{U^2 10^3 n}}$$

$$S_{ek} = \frac{S_m}{U} \sqrt{\frac{\rho \cdot n_m(k_m, j, \tau_{\Delta})}{10^3 n}}$$

$$\sigma_{ek} = \frac{I_m}{S_{ek}}$$

Hospodárnosť návrhu a prevádzky TS

- Kritérium minimálnych (aktualizovaných alebo ročných) výrobných nákladov používame na porovnanie **investičných variantov** – keď rozhodujeme o hospodárnosti výstavby (návrhu) transformačnej stanice.

$$N_{vp} = N_{ip} + \sum_{t=1}^{T_{\check{z}}} N_{prt} \cdot q^{-t} \stackrel{!}{=} \min.$$

$$N_{vt} = a_{T_{\check{z}}} N_{ip} + N_{prt} \stackrel{!}{=} \min.$$

- Pri rozhodovaní o hospodárnosti prevádzky už existujúcej TS postačuje kritérium minimálnych (aktualizovaných alebo ročných) prevádzkových nákladov – ide o porovnanie **prevádzkových variantov**.

$$N_{prp} = \sum_{t=1}^{T_{\check{z}}} N_{prt} \cdot q^{-t} \stackrel{!}{=} \min.$$

$$N_{prt} \stackrel{!}{=} \min.$$

Podobne ako v prípade vedení, aj prevádzkové náklady transformátorov sú určené hlavne nákladmi na činné straty, pričom v prípade transformátorov rozlišujeme

1. straty naprázdno (v železe) ΔP_0 - vznikajú vždy, keď je transformátor pripojený na sieť, nezávisle od jeho zaťaženia – majú **charakter stálych strát**,
2. straty nakrátko (vo vinutiach, v medi) ΔP_k – ich výška závisí od veľkosti zaťaženia transformátora – majú **charakter pohyblivých strát**.

$$\Delta P_{TR} = \Delta P_0 + \Delta P_{kn} \frac{S^2}{S_n^2}$$

$$\Delta W_{TR} = \Delta P_0 T_{pr} + \Delta P_{kn} \frac{S_m^2}{S_n^2} \tau_{\Delta} = \Delta W_0 + \Delta W_k$$

$$S_n > 2 \text{ MVA} \quad \Delta Q_{TR} = \Delta Q_0 + \Delta Q_{kn} \frac{S^2}{S_n^2}$$

$$\Delta P_{TR} = \Delta P_0 + k_{\Delta} \Delta Q_0 + (\Delta P_{kn} + k_{\Delta} \Delta Q_{kn}) \frac{S^2}{S_n^2}$$

$$\Delta Q_0 = \frac{i_0}{100} \cdot S_n \quad \Delta Q_k = \frac{u_k}{100} \cdot S_n$$

$$\Delta N_{TR} = \Delta P_0 T_{pr} c_1 + \Delta P_{kn} \frac{S_m^2}{S_n^2} \tau_{\Delta} c_2 = \min$$

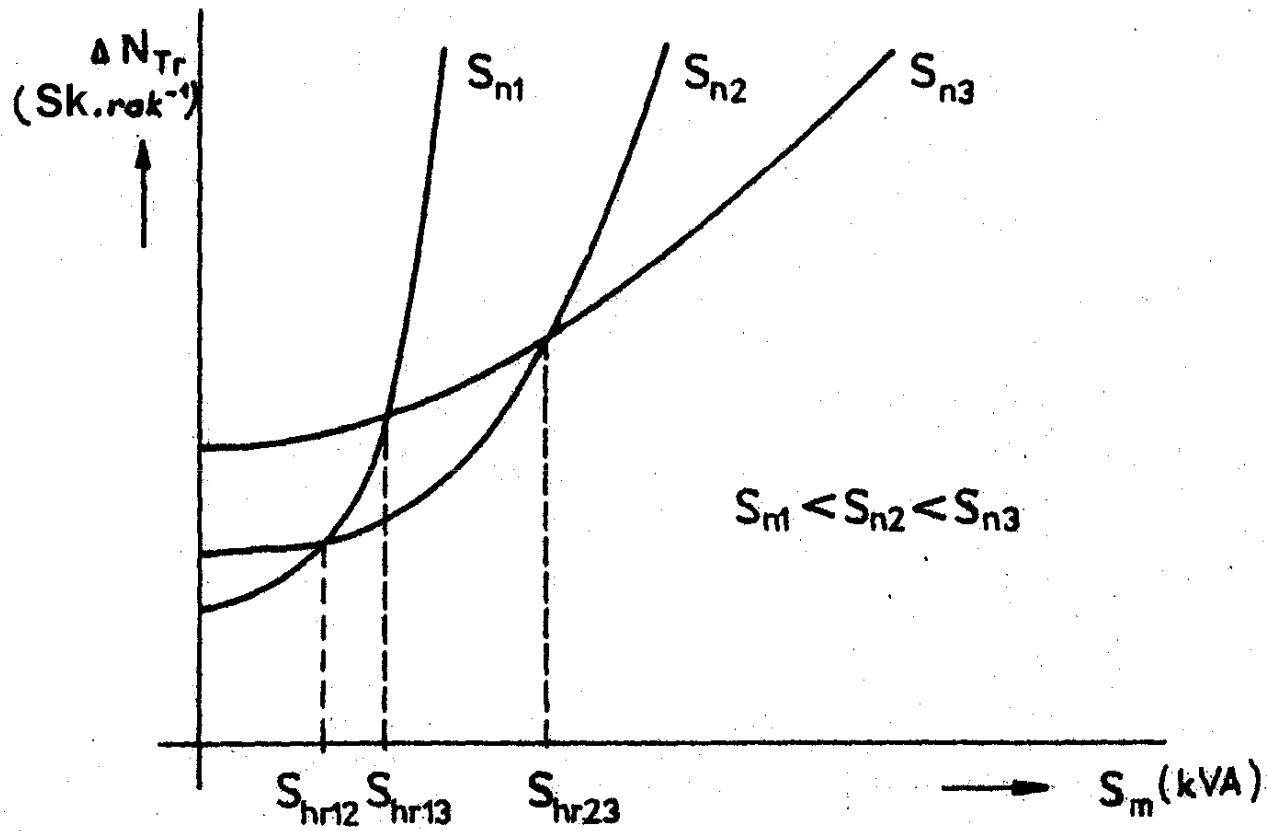
$${}^n \Delta N_{TR} = n \Delta P_0 T_{pr} c_1 + \frac{1}{n} \Delta P_{kn} \frac{S_m^2}{S_n^2} \tau_{\Delta} c_2$$

$${}^n \Delta N_{TR}(S_m) \stackrel{!}{=} {}^{n-1} \Delta N_{Tr}(S_m)$$

$$n \Delta P_0 T_{pr} c_1 + \frac{1}{n} \Delta P_{kn} \frac{S_m^2}{S_n^2} \tau_{\Delta} c_2 = (n-1) \Delta P_0 T_{pr} c_1 + \frac{1}{n-1} \Delta P_{kn} \frac{S_m^2}{S_n^2} \tau_{\Delta} c_2$$

$$S_m = S_{hr} = S_n \sqrt{n(n-1) \frac{\Delta P_0 T_{pr} c_1}{\Delta P_{kn} \tau_{\Delta} c_2}}$$

$$S_{hr} = S_n \sqrt{n(n-1) \frac{(\Delta P_0 + k_{\Delta} \Delta Q_0) T_{pr} c_1}{(\Delta P_{kn} + k_{\Delta} \Delta Q_{kn}) \tau_{\Delta} c_2}}$$



Obr. 5.7

Závislosť nákladov na straty paralelne pracujúcich transformátorov od ich zaťaženia

$${}^n S_r = \sum_{j=1}^n S_{nj} \frac{u_{k1}}{u_{kj}} \qquad {}^n \Delta P_{kr} = \sum_{j=1}^n \Delta P_{kj} \left(\frac{u_{k1}}{u_{kj}} \right)^2$$

$$\sum_{j=1}^n \Delta P_{oj} + {}^n \Delta P_{kr} \frac{S_m^2}{S_r^2} = \sum_{j=1}^{n-1} \Delta P_{oj} + {}^{n-1} \Delta P_{kr} \frac{S_m^2}{{}^{n-1} S_r^2} \Rightarrow S_m$$

$$S_{hr} = \sqrt{\frac{\Delta P_{on} + k_{\Delta} \Delta Q_{on}}{\frac{{}^{n-1} \Delta P_{kr} + k_{\Delta} {}^{n-1} \Delta Q_{kr}}{{}^{n-1} S_r^2} - \frac{{}^n \Delta P_{kr} + k_{\Delta} {}^n \Delta Q_{kr}}{{}^n S_r^2}}}$$

Investičné varianty

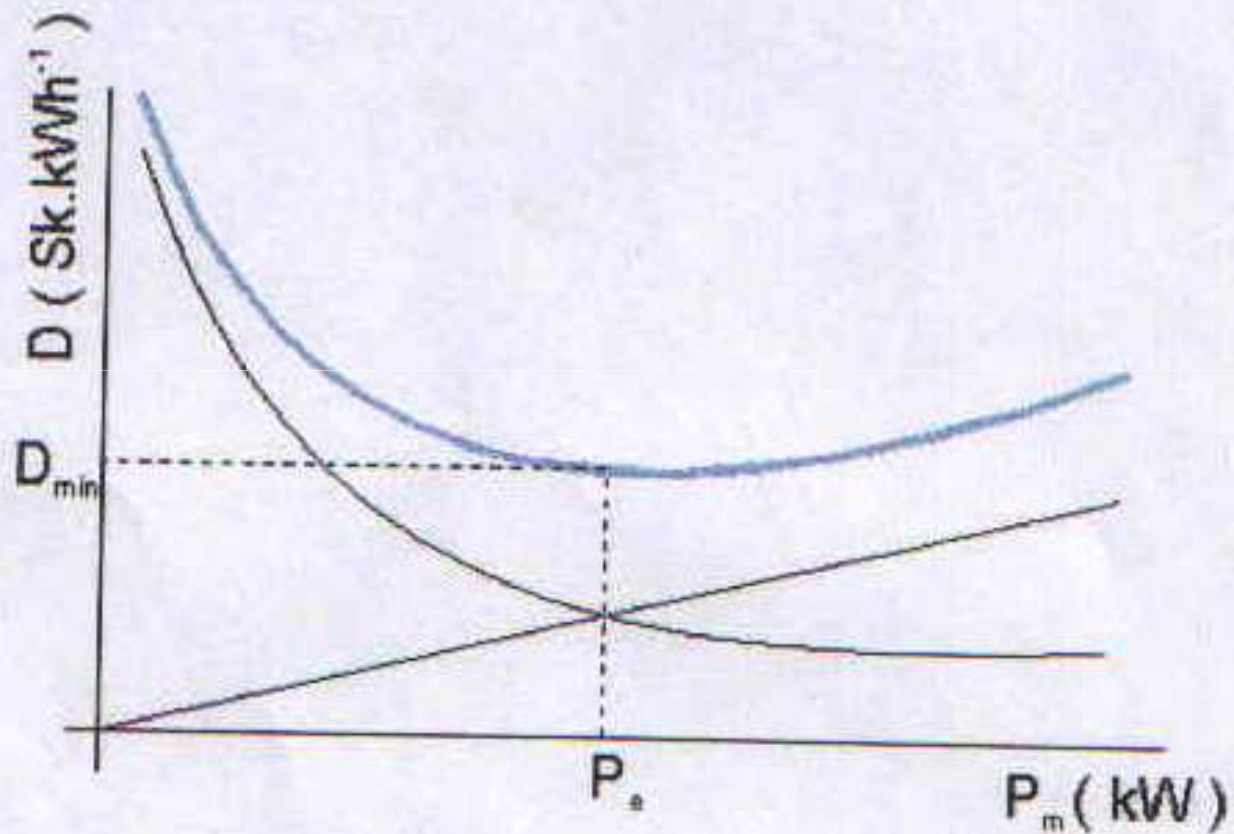
$$\Delta N_o + \Delta N_k + k N_{ip} \stackrel{!}{=} \min \quad (\text{eur} \cdot \text{rok}^{-1})$$

$$\Delta P_{o\Sigma} T_{pr} c_1 + \Delta P_{kn\Sigma} \frac{S_m^2}{S_n^2} \tau_\Delta c_2 + k N_{ip} \stackrel{!}{=} \min$$

$$n_{TR} = \frac{N_{ip} k + \Delta P_{o\Sigma} T_{pr} c_1}{P_m \tau} + \frac{\Delta P_{kn\Sigma} P_m \tau_\Delta c_2}{S_n^2 \tau \cos^2 \varphi}$$

$$D = f(P_m) = \frac{k_7}{P_m} + k_8 \cdot P_m \quad (\text{Sk.kWh}^{-1})$$

Vzt'ah 49



Obr. 20 Merné náklady v závislosti od maximálneho výkonu

$$\frac{d n_{TR}}{d P_m} \stackrel{!}{=} 0$$

$$P_m = P_e = S_n \cos \varphi \sqrt{\frac{N_{ip} k + \Delta P_o T_{pr} c_1}{\Delta P_{kn} \tau_{\Delta} c_2}}$$

$$S_e = S_n \sqrt{\frac{N_{ip} k + (\Delta P_o + k_{\Delta} \Delta Q_o) T_{pr} c_1}{(\Delta P_{kn} + k_{\Delta} \Delta Q_{kn}) \tau_{\Delta} c_2}} \quad (kVA)$$

$${}^n n_{TR} = \frac{\sum_{j=1}^n (N_{ij} k + \Delta P_{oj} T_{pr} c_1)}{P_m \tau} + \frac{{}^n \Delta P_{kr} P_m \tau_{\Delta} c_2}{{}^n S_r^2 \tau \cos^2 \varphi} \quad (\text{eur.kWh}^{-1})$$

$${}^n S_e = {}^n S_r \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (N_{ij} k + (\Delta P_{oj} + k_{\Delta} \Delta Q_{oj}) T_{pr} c_1)}{({}^n \Delta P_{kr} + k_{\Delta} {}^n \Delta Q_{kr}) \tau_{\Delta} c_2}} \quad (\text{kVA})$$

$${}^n S_e = n S_e \quad (\text{kVA})$$

$${}^n N_{TR} \stackrel{!}{=} {}^{n-1} N_{TR}$$

$${}^n N_{TR} = \sum_{j=1}^n (N_{ij} k + \Delta P_{oj} T_{pr} c_1) + {}^n \Delta P_{kr} \frac{S_m^2}{S_r^2} \tau_{\Delta} c_2$$

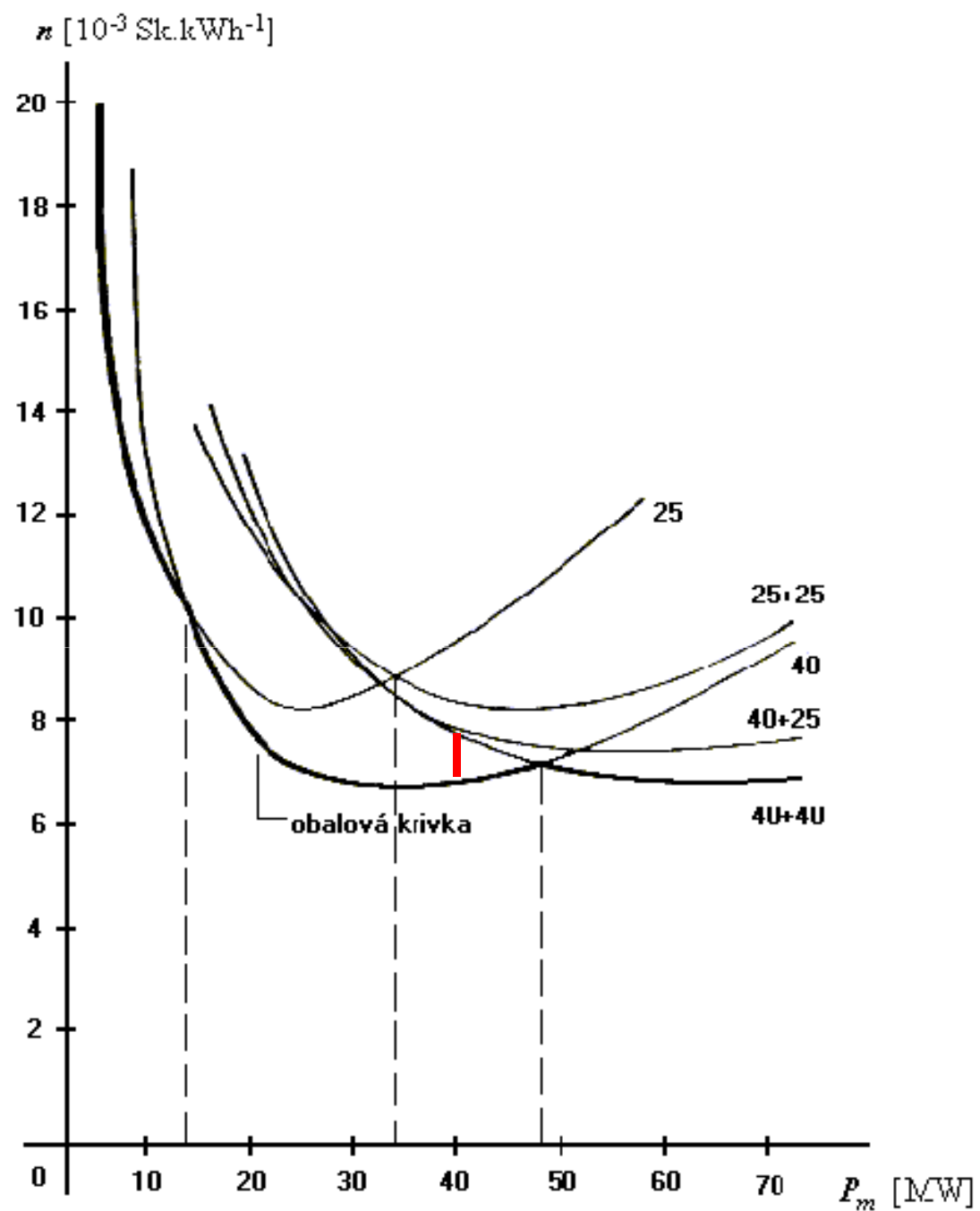
$${}^{n-1} N_{TR} = \sum_{j=1}^{n-1} (N_{ij} k + \Delta P_{oj} T_{pr} c_1) + {}^{n-1} \Delta P_{kr} \frac{S_m^2}{S_r^2} \tau_{\Delta} c_2$$

$$S_{hr} = \sqrt{\frac{N_{in} k + \Delta P_{on} T_{pr} c_1}{\left(\frac{{}^{n-1} \Delta P_{kr}}{S_r^2} - \frac{{}^n \Delta P_{kr}}{S_r^2} \right) \tau_{\Delta} c_2}} \quad (kVA)$$

$$S_{hr} = \sqrt{\frac{N_i k + \Delta P_o T_{pr} c_1}{\left\{ \frac{(n-1) \Delta P_{kn}}{[(n-1) S_n]^2} - \frac{n \Delta P_{kn}}{(n S_n)^2} \right\} \tau_{\Delta} c_2}} \quad (kVA)$$

$$S_{hr} = S_n \sqrt{\frac{N_i k + \Delta P_o T_{pr} c_1}{\Delta P_{kn} \tau_{\Delta} c_2} (n-1)n} \quad (kVA)$$

$$S_{hr} = S_e \sqrt{(n-1)n} \quad (kVA)$$



Hospodárnosť spotreby

$$T_{nav} = \frac{N_{i2} - N_{i1}}{N_{pr1} - N_{pr2}}$$

$$T_{nav} = \frac{N_i}{U_r - N_{pr,r}}$$

$$\sum_{t=1}^{Tz} \Delta U_{el,t} q^{-t} > \sum_{t=1}^{Tz} N_{prk,t} q^{-t} + N_{ipk}$$

$$\Delta N_{str} - \sum_j k_j N_{ipj} \stackrel{!}{\geq} 0$$

$$ZOP = \sum_{t=1}^{Tz} \left[\Delta_{\Delta P,t} (n_{P,t} + n_{W,t} T_{\Delta,t}) - N_{prRS,t} \right] (1 + Ds_t)^{-t} - N_{ip,RS}$$