

# Klasifikace vstupů ekonomické analýzy

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Klasifikace vstupů ekonomické analýzy

### výrobní faktory

II

kapitál, práce a přírodní zdroje

↓

### peněžní vyjádření

## Výnosy

Energetické výroby získávají výnosy prodejem zboží a služeb

- elektřina
- teplo

Roční výnos se počítá jako součin

- roční produkce – MWh/rok, GJ/rok
- měrné ceny – Kč/MWh, Kč/GJ

Oba tyto parametry se mohou v čase měnit

Roční produkce

- může být zadána investorem
- dá se vypočítat ze zadaného instalovaného výkonu a očekávaného využití zdroje
- musí se určit na základě analýzy trhu resp. potenciálního odběru

## Roční produkce

### Diagramy odběru

elektřiny →

tepla ←

## Roční produkce

### Diagramy trvání

odběru elektřiny →

odběru tepla ←

plocha pod diagramem = roční odběr

## Roční produkce

### Současnost odběru / výroby elektřiny a tepla

možný problém:

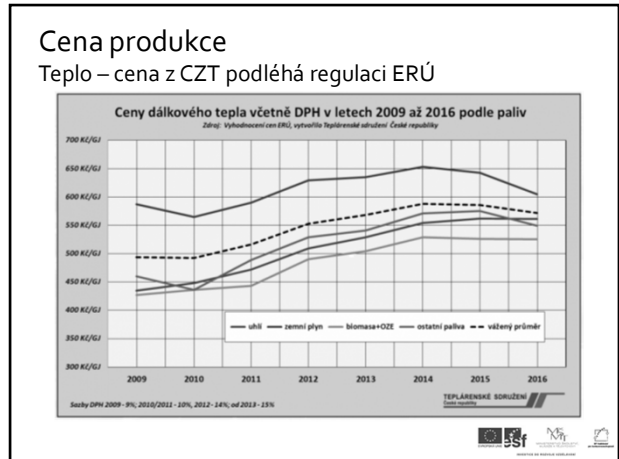
- časový průběh odběru elektřiny a tepla se liší

X

- výroba elektřiny a tepla je u KVET vzájemně závislá

lze řešit

- strukturováním zdroje = kombinace výroby
  - elektřiny a tepla v KVET
  - špičkového odběru tepla redukcí nebo ve špičkových kotlích
- nákupem deficitu výkonu – obvykle elektrického



- ### Členění nákladů
- náklady lze klasifikovat podle různých hledisek:
    - podle závislosti na objemu produkce na
      - pevné (fixní)
      - proměnné (variabilní)
    - podle způsobu vynakládání na
      - investiční = pořizovací (*capital expenditures – CAPEX*)
      - roční provozní (*operating expenditures – OPEX*)
    - podle druhového členění nákladů odrážejícího různé činitele výroby
      - materiálové
      - mzdové
      - na služby nemateriální povahy
      - finanční

### Investiční náklady

Dělení

- přímé – investorem vydané

$$N_{i_{pr}} = N_i - U - Do \quad [Kč]$$

- vyvolané
- nepřímé

$N_i$  = celková investice,  $U$  = úvěr,  $Do$  = dotace

- ### Investiční náklady
- Faktory ovlivňující velikost investičních nákladů
- přímé faktory
    - typ energetického zařízení
    - lokalita
    - úroveň vědeckotechnického rozvoje
  - nepřímé faktory
    - ekonomická situace
    - politická situace

### Investiční náklady

Úroveň vědeckotechnického rozvoje

- stav vědeckého výzkumu a vliv technického zdokonalování
- vliv sériové výstavby
- vliv velikosti jednotkového výkonu

$$N_{i2} = N_{i1} \cdot \left(\frac{B_2}{B_1}\right)^\alpha \Rightarrow \text{hyperbolická závislost}$$

$B$  = charakteristický parametr (výkon, povrch, hmotnost...)

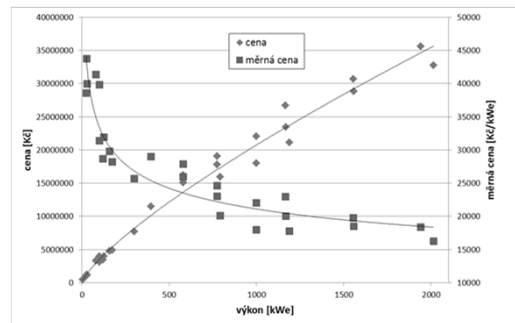
### Porovnání ceny elektráren

Typ elektrárny	Výkon (MW)	Měrná cena (US \$/kW)
Paroplynová elektrárna	800	550 – 650
Paroplynová elektrárna	60	700 – 800
Elektrárna s plynovou turbínou	250	300 – 400
Elektrárna s plynovou turbínou	60	500 – 600
Parní elektrárna (uhelná)	800	1200 – 1400
Parní elektrárna (uhelná)	60 <sup>1)</sup>	1000 – 1200
Jaderná elektrárna	1250	2000 – 3000
Biomasová elektrárna	30	2000 – 2500

<sup>1)</sup> bez přihřívání páry  
 Cenová úroveň roku 2007. Náklady investora na management, engineering a úroky během výstavby nejsou zahrnuty.

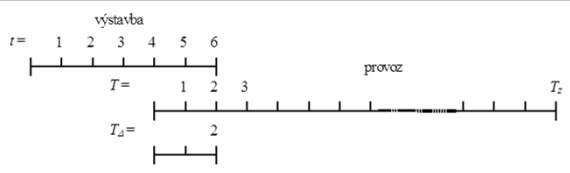


### Ceny kogeneračních jednotek



### Investiční náklady

Porovnávací investiční náklady



$$N_{ip} = \sum_{t=1}^{T_v} N_{it} \cdot (1+r)^{T_v-t-T_\Delta} \quad [\text{Kč}]$$

$$Z = N_{ip} - N_i \quad \Rightarrow \text{Ztráta vázaností IP}$$

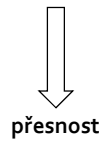


### Investiční náklady

Odhad očekávané výše

Investiční náklady připravovaného projektu lze odhadnout

- s použitím měrných investičních nákladů
- odvozením z dříve realizovaných projektů
- podle nabídek potenciálních dodavatelů



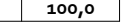
Vždy je třeba zohlednit časový vývoj cen k datu realizace



### Provozní náklady

Struktura

Položka	KE	PWR	Teplárna	Výtopna
palivo	64,4	58,5	50,8	59,8
provozní mat.	0,7 <sup>*)</sup>	2,3	2,6	1,8
opravy a údržba	18,4	22,8	15,1	13,2
voda	0,7	1,6	1,2	1,1
příkoup. energie	0	0	0	0,7
režie	8,4	8,3	9,8	7,3
ostatní	2,8	1,8	3,2	3,1
<b>Materiálové nákl.</b>	<b>97,4</b>	<b>95,3</b>	<b>82,7</b>	<b>87,0</b>
mzdy	2,6	4,7	17,3	13,0
<b>Provozní náklady</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>



### Provozní náklady

Způsob určení

- sestavení roční provozní bilance – modeluje očekávaný provozní režim
- vychází ze známého objemu roční produkce
- respektuje technické řešení a parametry zařízení
- určuje roční spotřeby paliv a provozních materiálů
- je nutné respektovat
  - ztráty
  - vlastní spotřebu elektřiny a tepla výrobní
  - změny odběru / produkce v čase
- kvantifikované roční materiálové vstupy se vynásobí odhadnutou měrnou cenou
- je třeba predikovat její časový vývoj



### Palivové náklady a náklady na aditivum

$$N_{pvT} = \sum_{i=1}^n M_{pv_i} \cdot c_{pv_i} = \sum_{i=1}^n M_{pv_i} \cdot \bar{Q}_{n_i} \cdot c_{q_i} = \sum_{i=1}^n \bar{q}_{pr} \cdot A_{pr} \cdot c_{q_i}$$

- Vztah je vhodný pro výpočet palivových nákladů u KE.
- Výpočet palivových nákladů u JE je složitější:
  - Najetí bloku jaderné elektrárny vyžaduje zavezení určitého minimálního množství paliva do reaktoru. Náklady na tuto první vsázku jsou tedy nutné pro zajištění pohotovového výkonu a představují tedy část "nákladů na výkon", tj. část stálých nákladů.
  - Do ceny palivových článků je nutno zahrnout náklady na těžbu a úpravu jaderného paliva, výrobu palivových článků, na uložení paliva po použití evt. dobropisy za jaderná paliva získaná z použitých palivových článků při přepracování. Uvedené náklady se vynakládají v různou dobu a proto se musí aktualizovat ke společnému datu.

### Palivové náklady JE

V praxi byly přijaty při výpočtu palivových nákladů JE následující předpoklady:

- cena první vsázky paliva je zahrnuta v investičních nákladech
- palivové náklady mezi prvním najetím bloku a první výměnou paliva jsou nulové,
- 2/3 první vsázky paliva „zůstávají“ po celou dobu ekonomické životnosti bloku v reaktoru a je proto nutné jejich odepsání po skončení provozu a to formou snižování palivových nákladů po celou dobu životnosti

### Palivové náklady JE

- tyto odpisy se počítají podle vztahu

$$n_{pv,m} = \frac{N_{pv,m}}{A_m} - \frac{2}{3} \frac{N_{pv,1}}{\sum_{m=1}^n A_m} \quad [\text{Kč/MWh}]$$

kde značí

- $n_{pv,m}$  [Kč/MWh] měrné palivové náklady na  $m$ -tou vsázku,
- $N_{pv,m}$  [Kč] počáteční náklady na palivo vyjímání z reaktoru po  $m$ -té kampani,
- $A$  [MWh] dodaná elektrická energie v  $m$ -té kampani,
- $n$  [1] počet kampaní za ekonomickou životnost bloku
- dobropisy za znovuzískané palivo při přepracování se předpokládají ve výši 30% původní ceny zaváženého paliva.

### Palivové náklady JE

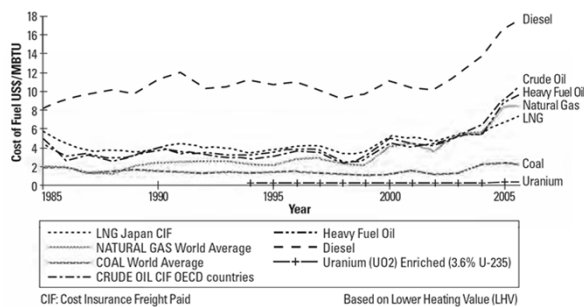
Při odhadech a méně přesných výpočtech lze aplikovat zjednodušený vztah

$$N_{pvT} = \frac{C_{pv,el}}{24 \cdot \eta_{el,pr} \cdot \bar{W}} \cdot A_{pr} \quad [\text{Kč/rok}]$$

kde značí

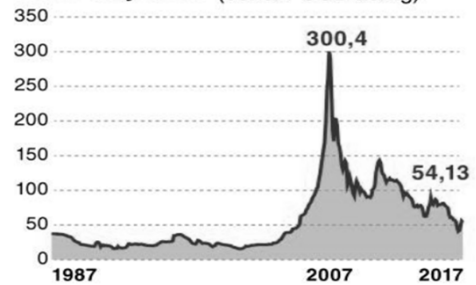
- $\eta_{el,pr}$  celkovou střední účinnost na prahu bloku JE (čistou),
- $\bar{W}$  [MWd/kg] střední vyhoření,
- $A_{pr}$  [MWh/rok] roční dodávku energie na prahu výroby,
- $C_{pv,el}$  [Kč/kg] cenu palivových článků – měly by zahrnovat všechny dříve uvedené faktory

### Časový vývoj ceny paliv



### Časový vývoj ceny paliv

Kolik stojí uran (cena v USD za kg)



### Porovnání účinnosti a palivových nákladů

při rostoucí ceně paliv se stává účinnost bloků pracujících v základním a pološpičkovém režimu hlavním ekonomickým faktorem

Typ elektrárny	Výkon (MW)	Účinnost (%)
Paroplynová elektrárna	800 <sup>1)</sup>	55 – 59
Paroplynová elektrárna	60 <sup>1)</sup>	50 – 54
Elektrárna s plynovou turbínou	250	38 – 40
Elektrárna s plynovou turbínou	60	35 – 42
Parní elektrárna (uhelná)	800	(42) – 47
Parní elektrárna (uhelná)	60	30 – 35
Jaderná elektrárna	1250	35
Biomasová elektrárna	30	28 – 32

<sup>1)</sup> bez dospalování

### Náklady na vodu

$$N_{vT} = M_{vs} \cdot c_{vs} + M_{vp} \cdot c_{vp} = A_{pv} \cdot (m_{vs} \cdot c_{vs} + m_{vp} \cdot c_{vp})$$

### Náklady na provozní materiál

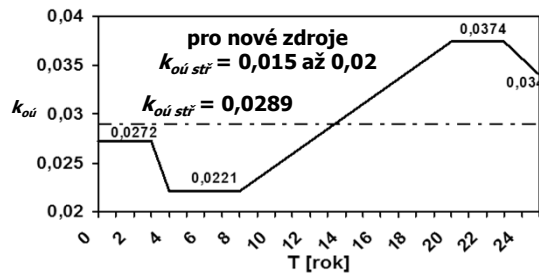
$$N_{mpT} \doteq k_{pm} \cdot N_{pv}$$

### Náklady na režii a ostatní

$$N_{roT} = (k_r + k_o) \cdot (M + N_o)$$

### Náklady na opravy a údržbu

**Vanová křivka** nebo  $N_{ouT} = k_{ou\ st\ r} \cdot N_i$



### Porovnání provozních nákladů a nákladů na opravy a údržbu

V porovnání s palivovými a kapitálovými náklady méně významné  
Obvykle nepřesahují 10 % výrobní ceny elektřiny

Variabilní provozní náklady a náklady na OaÚ

Typ elektrárny	Výkon (MW)	Náklady (US s/MWh)
Paroplynová elektrárna	800	2 – 3
Paroplynová elektrárna	60	3 – 4
Elektrárna s plynovou turbínou	250	3 – 4
Elektrárna s plynovou turbínou	60	4 – 5
Parní elektrárna (uhelná)	800	2,5 – 3,5
Jaderná elektrárna	1250	2,0
Biomasová elektrárna	30	5 – 8



### Náklady na přikoupenou energii

$$N_{peT} = A_{peT} \cdot c_{pe}$$

### Mzdy

$$M_T = n_{os} \cdot \bar{m} = k_{os} \cdot P_i \cdot \bar{m} = \frac{k_{os}}{n_i} \cdot N_i \cdot \bar{m}$$



### Porovnání provozních nákladů a nákladů na opravy a údržbu

Fixní provozní náklady a náklady na OaÚ (převážně mzdy a pojištění)

Typ elektrárny	Výkon (MW)	Náklady (mil. US s/rok)
Paroplynová elektrárna	800	6 – 8
Paroplynová elektrárna	60	3 – 4
Elektrárna s plynovou turbínou	250	2 – 2,5
Elektrárna s plynovou turbínou	60	1 – 1,5
Parní elektrárna (uhelná)	800	12 – 15
Jaderná elektrárna	1250	40 – 60
Biomasová elektrárna	30	3 – 4



Provozní náklady v roce  $T$

$$N_{pT} = N_{pvT} + N_{vT} + N_{pnT} + N_{ouT} + N_{roT} + N_{peT} + M_T$$

**Roční výrobní náklady**

$$N_{vpT} = N_i / T_o + N_{pT}$$

$T_o$  = doba odpisování



Měrné výrobní náklady

$$n_v = \frac{N_{vT}}{A_{prT}} \quad [\text{Kč/kWh}]$$

kde je možno použít vyjádření roční čisté dodávky energie

$$A_{pr} = A_{sv} \cdot (1 - k_{vs}) = T_i \cdot P_i \cdot (1 - k_{vs}) \quad [\text{kWh/r}]$$



pak

$$n_v = \frac{1}{T_i(1 - k_{vs})} (k_{ni} \cdot n_i + k'_{os} \cdot \bar{m}) + (1 + k_{pm}) \cdot \bar{q}_{pr} \cdot c_q + \sum m_v \cdot c_v$$

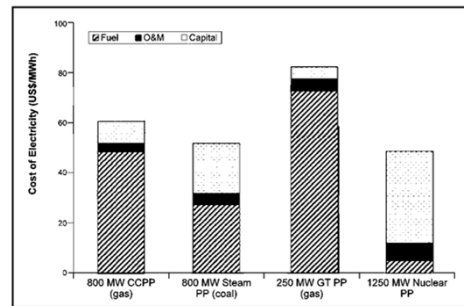
kde je

$$k_{ni} = a_{T_z} + k_{ou} + \frac{k_r + k_o}{T_z} \quad k'_{os} = (k_r + k_o + 1) \cdot k_{os}$$



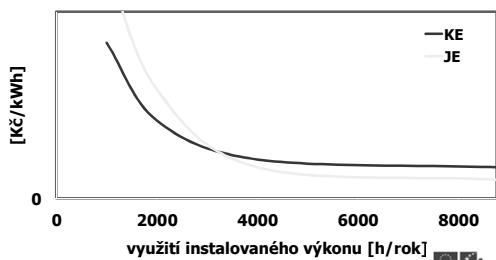
**Porovnání výrobních nákladů na elektřinu**

pro elektrárny v základním zatížení s využitím 8000 h/r



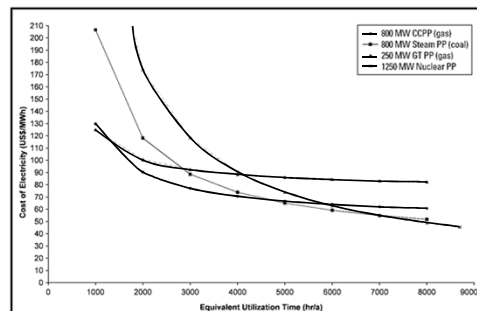
**Analýza závislosti  $n_v$  na  $T_i$**

$$n_v = \frac{A}{T_i} + B \quad A = f(N_i, m) \quad B = f(N_{pvT})$$



**Porovnání výrobních nákladů na elektřinu**

vliv doby využití



## Porovnání výrobních nákladů na elektřinu

vliv doby využití – z výpočtů vychází následující optimální volba technologie podle doby využití:

- pod 1500 h/r                      plynová turbína
- 1500 až 5000 h/r                paroplynová elektrárna
- 5000 až 7000 h/r                uhelná parní elektrárna
- nad 7000 h/r                      jaderná elektrárna

