

# ***Postupy ekonomického hodnotenia energetických systémov v budovách***

Ing. Katarína Korytárová, PhD.

Energetická efektívnosť a obnoviteľné zdroje energie  
podľa technických noriem

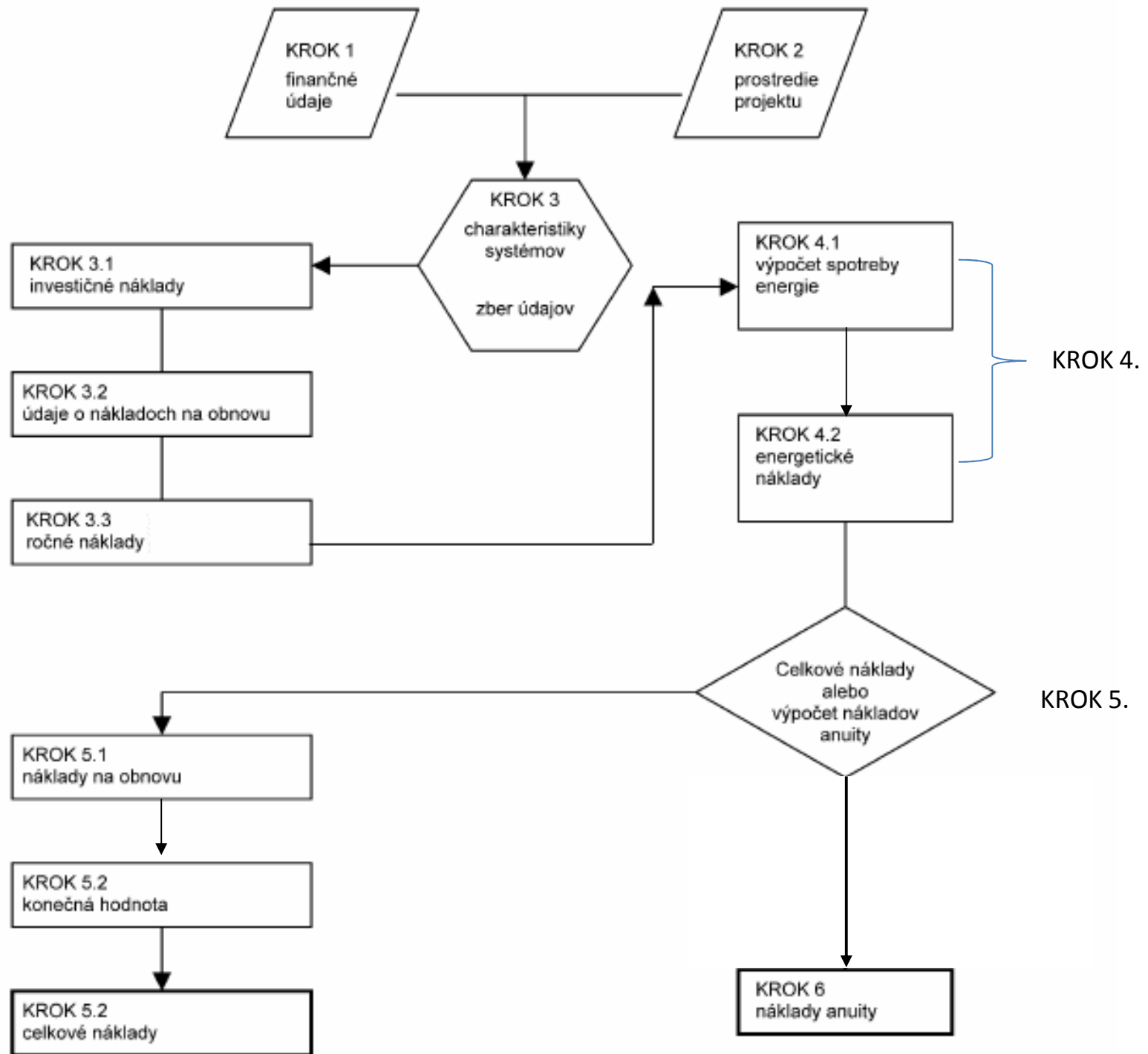
24.9.2012, Hotel Družba, Jasná

# Prehľad

- STN EN 15 459 – základné pojmy, premenné, vzťahy a použitie
- Nákladovo optimálne úrovne minimálnych požiadaviek na EHB
- Analýza nákladovo efektívneho potenciálu úspor energie v sektore verejných budov

# STN EN 15459 - použitie

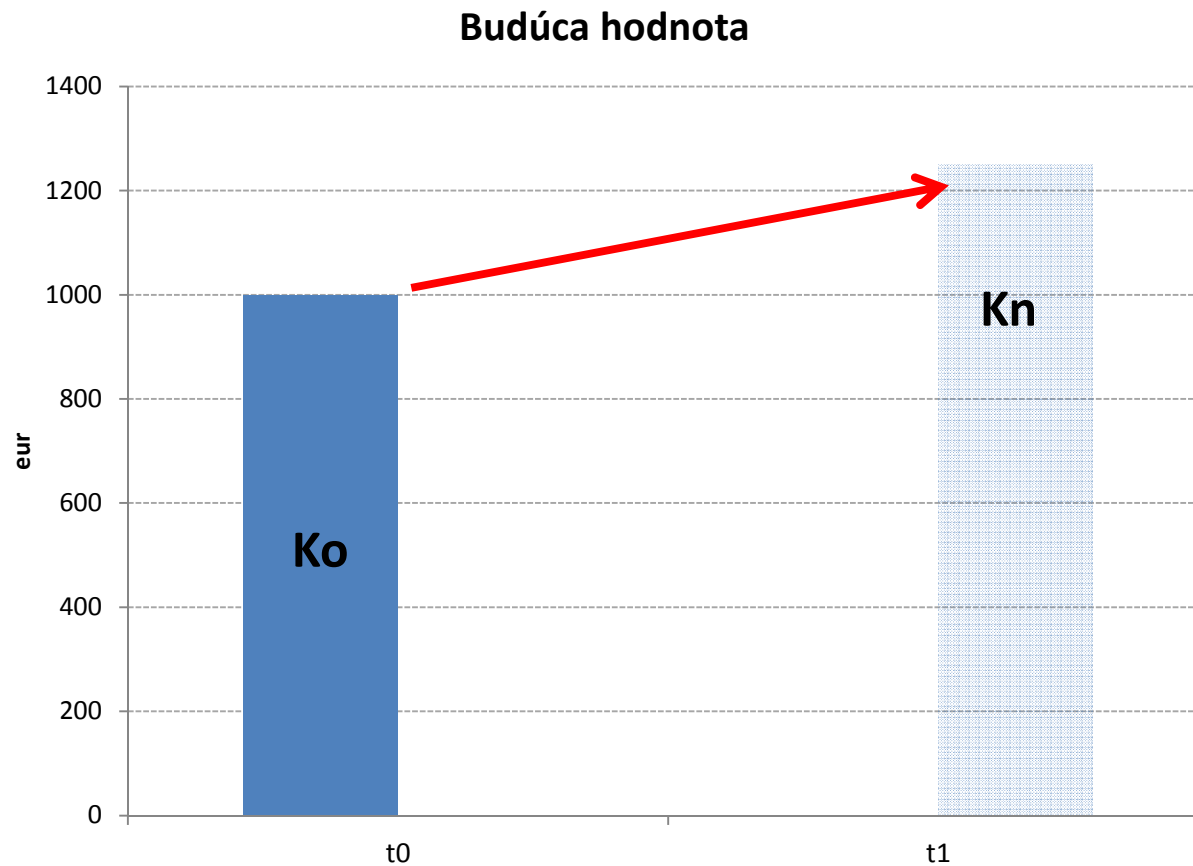
- Ekonomické hodnotenie má široké využitie:
  - na **posúdenie ekonomických možností energetických opatrení** v budovách;
  - na **porovnanie rôznych riešení energetických opatrení v budove** (napr. typov zariadení, palív);
  - na **hodnotenie ekonomickej hospodárnosti celkového návrhu budovy** (napr. kompromis medzi energetickou potrebou a energetickou účinnosťou vykurovacích systémov);
  - na určenie **vplyvu možných energeticky úsporných opatrení** na existujúcom vykurovacom systéme **na spotrebu energie** s energeticky úspornými opatreniami a bez nich.



# Výpočty

- Výpočet budoucej hodnoty
- Výpočet súčasnej hodnoty
- Výpočet anuity
- Výpočet konečnej/zostatkovej hodnoty
- Výpočet celkových nákladov
- Výpočet anuity (2)

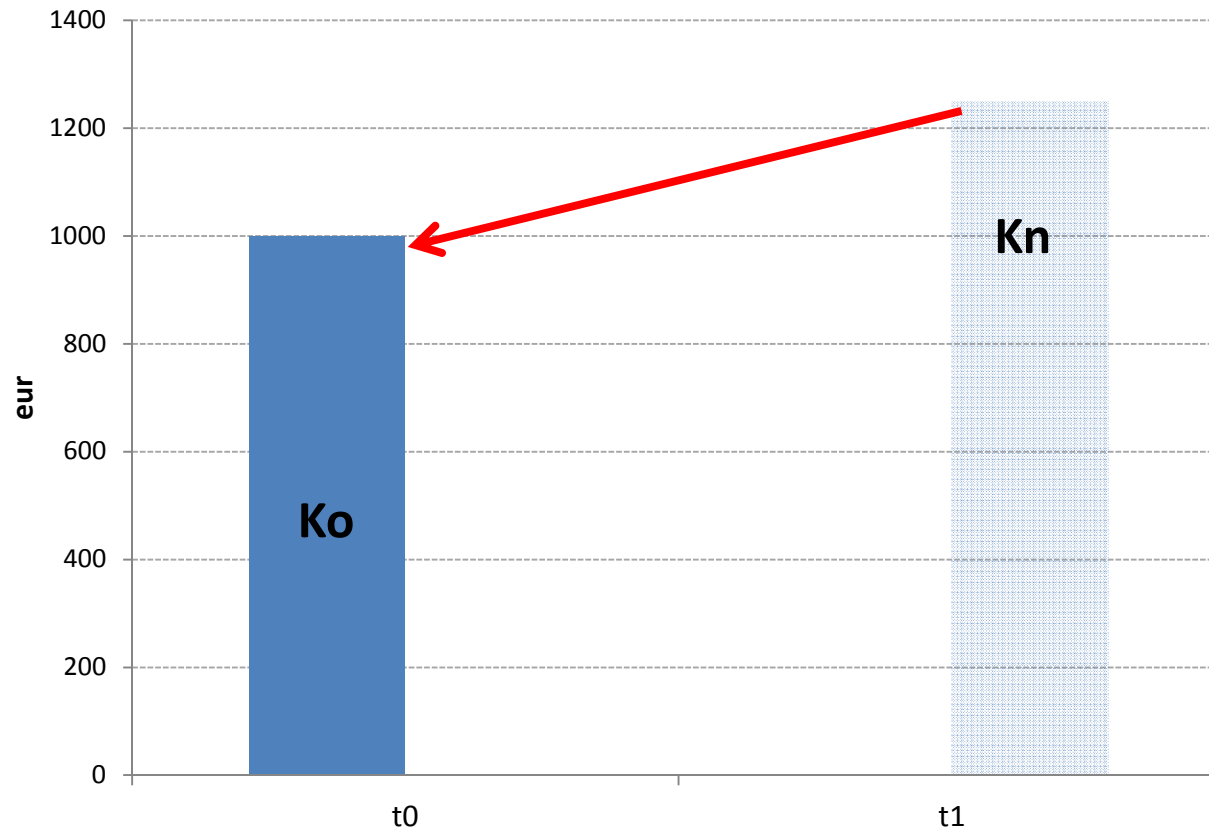
# Budúca/konečná hodnota



$$K_n = K_o \cdot (1 + r)^\tau$$

$K_o$  – súčasná hodnota,  $K_n$  – budúca hodnota,  $r$  -úroková miera,  $\tau$  – uvažované obdobie (počet rokov)

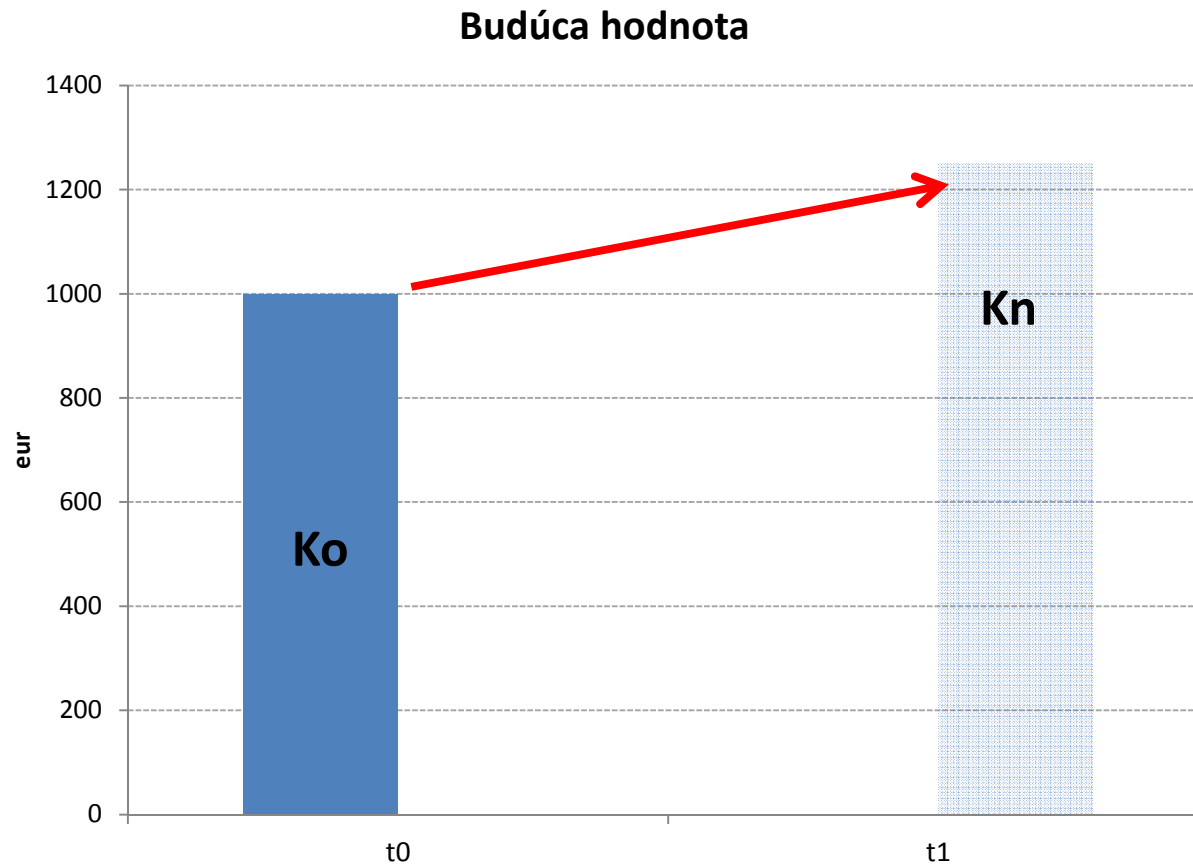
# Súčasná hodnota



$$K_0 = K_n \cdot (1 + r)^{-\tau}$$

→ Diskontný faktor

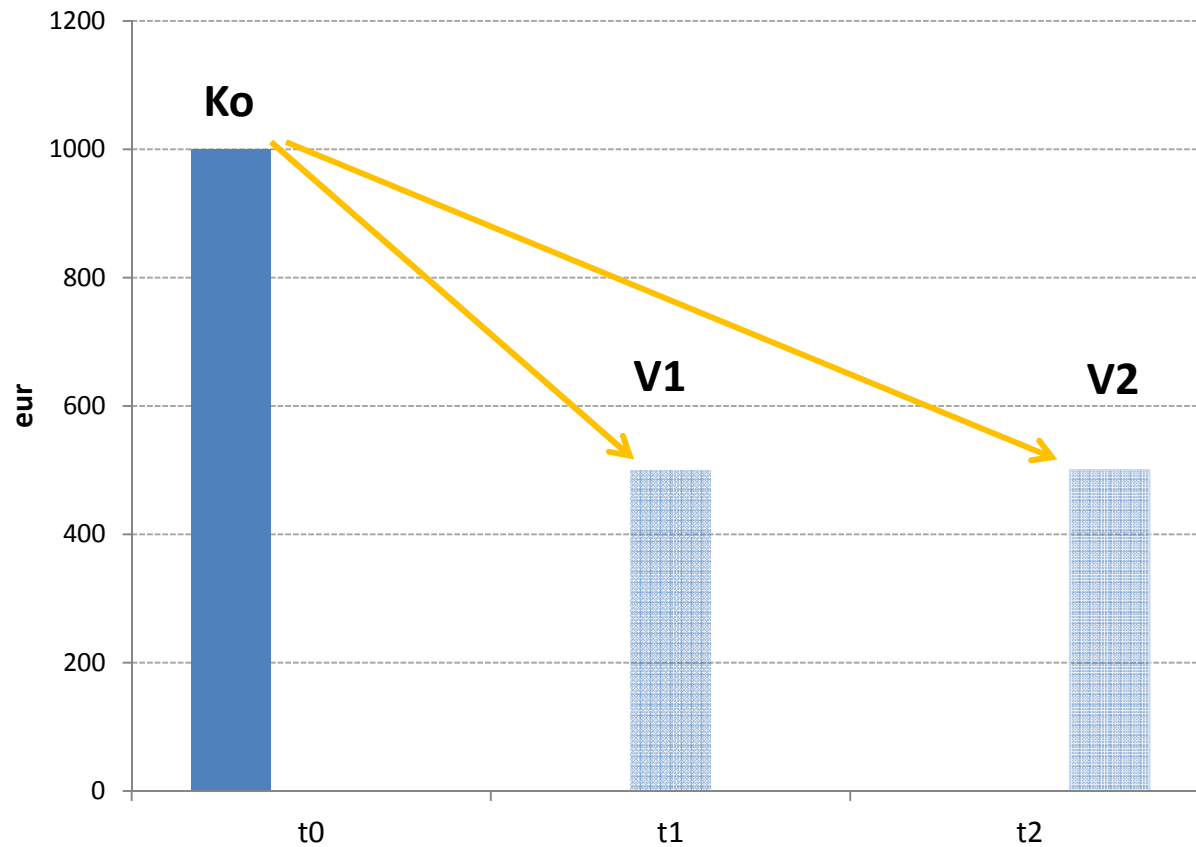
# Budúca/konečná hodnota



$$K_n = K_0 \cdot (1 + r)^\tau$$



# Výpočet anuity



$$A = K_0 \cdot \frac{r}{1 - (1 + r)^{-\tau}}$$

An arrow points from the fraction  $\frac{r}{1 - (1 + r)^{-\tau}}$  to the text **Anuitný faktor**.

# Výpočty

- **Výpočet budoucej hodnoty**
- **Výpočet súčasnej hodnoty**
- **Výpočet anuity**
- Výpočet konečnej/zostatkovej hodnoty
- Výpočet celkových nákladov
- Výpočet anuity (2)

# Celkové náklady

$$C_G(\tau) = C_1 + \sum_i \left[ \sum_{j=1}^n (C_{a,j}(i) \times R_d(i)) - V_{t,\tau}(j) \right]$$

Začiatocné investičné  
náklady

Ročné náklady

Zostatková hodnota

$C_G(\tau)$  sú celkové náklady (uvedené na prvý rok  $\tau_0$ );

$C_1$  začiatocné investičné náklady;

$C_{a,j}(i)$  ročné náklady roka  $i$  na komponent  $j$  (vrátane bežných nákladov a periodických alebo reprodukčných nákladov);

$R_d(i)$  diskontná sadzba na rok  $i$ ;

$V_{t,\tau}(j)$  konečná hodnota komponenta  $j$  na konci výpočtového obdobia (uvedená na prvý rok  $\tau_0$ ).

# STN EN 15459 – základné pojmy

- **začiatkové investičné náklady  $C_i$  (angl. initial investment costs) –**
- tieto náklady zahŕňajú: návrh, obstaranie systému a súčastí, pripojenie k dodávateľovi, inštaláciu a proces uvedenia do prevádzky
  
- **bežné náklady [ $C_r$ ] (running costs):**
  - náklady na údržbu
  - prevádzkové náklady
  - náklady na energiu
  - dodatočné [prídavné] náklady
  
- **náklady na údržbu [ $C_m$ ] (maintenance costs):**
  - ročné náklady na inšpekciu
  - čistenie
  - vyregulovanie
  - opravu s cieľom preventívnej údržby
  - spotrebované položky

# Zostatková hodnota

$$V_{tz}(j) = V_0(j) \times (1 + R_p)^{n_t(j) \times \tau_n(j)} \times \left[ \frac{(n_t(j) + 1) \times \tau_n(j) - \tau}{\tau_n(j)} \right] \times \frac{1}{(1 + R_d)^T}$$

Posledné náklady na náhradu

Priamy odpis

Diskontná miera

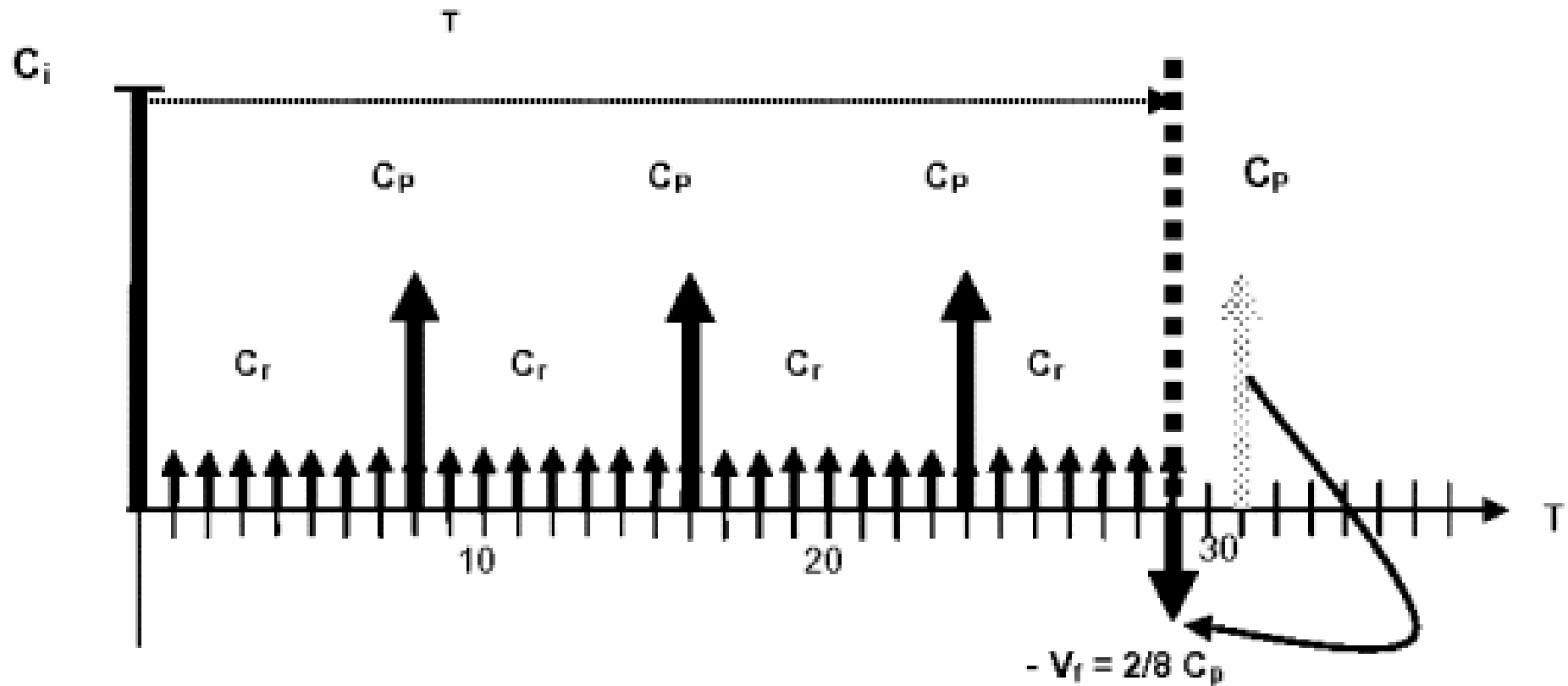
$V_0(j) \times (1 + R_p)^{n_t(j) \times \tau_n(j)}$  predstavuje posledné náklady na náhradu (v čase náhrady), keď sa berie do úvahy miera vývoja ceny produktu ( $R_p$ );

$n_t(j)$  predstavuje celkový počet nahradení komponenta  $j$  počas obdobia výpočtu;

$\left[ \frac{(n_t(j) + 1) \times \tau_n(j) - \tau}{\tau_n(j)} \right]$  predstavuje priamy odpis posledných nákladov na náhradu (napr. zostávajúca životnosť posledného nahradenia komponenta  $j$  na konci výpočtového obdobia vydelená strednou dĺžkou životnosti komponenta  $j$ ;

$\frac{1}{(1 + R_d)^T}$  predstavuje diskontnú mieru na konci výpočtového obdobia.

# Princíp zostatkovej hodnoty



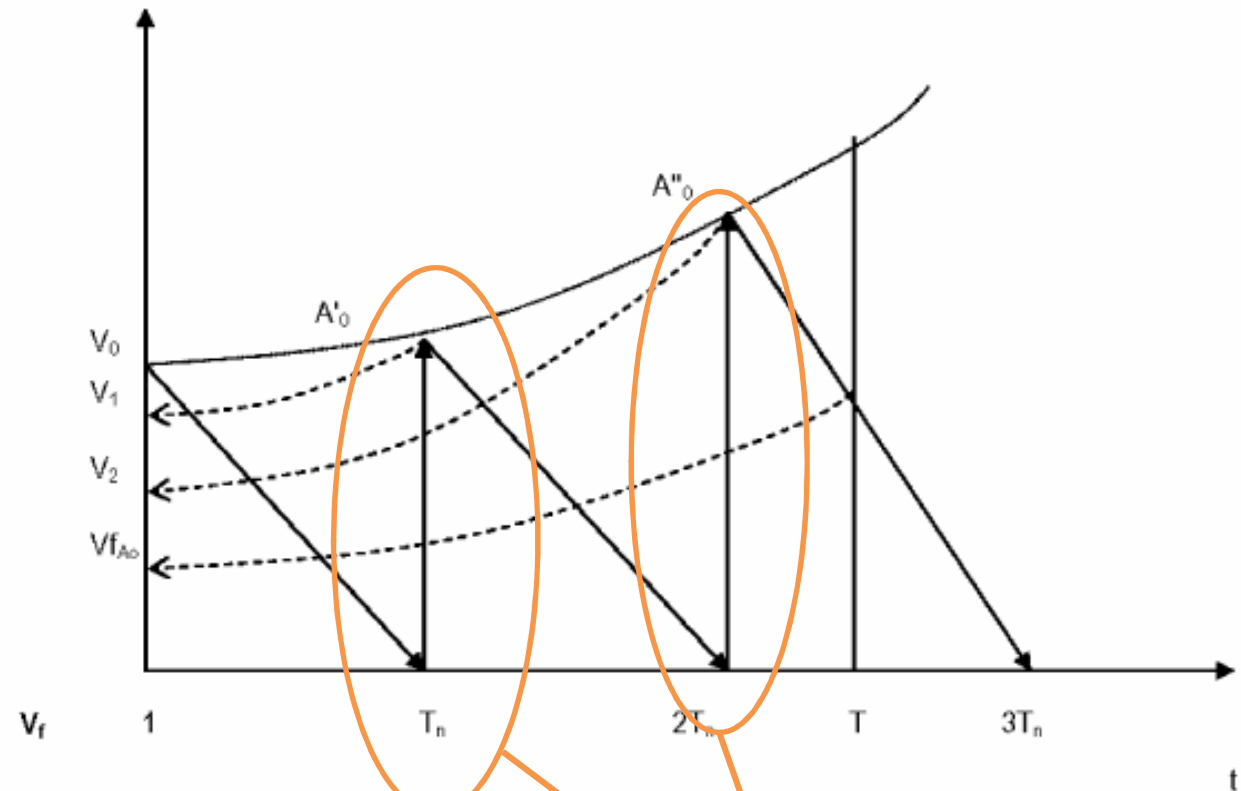
# Princíp diskontovania na súčasnú hodnotu

$$V_{pv,1} = \frac{A'_0}{(1+R_d)^{T_n}}$$

$$A'_0 = V_0 (1+R_p)^{T_n}$$

$$V_{pv,2} = \frac{A''_0}{(1+R_d)^{2T_n}}$$

$$A''_0 = V_0 (1+R_p)^{2T_n}$$



Nominálna hodnota nákladov na náhradu prvku  $j$

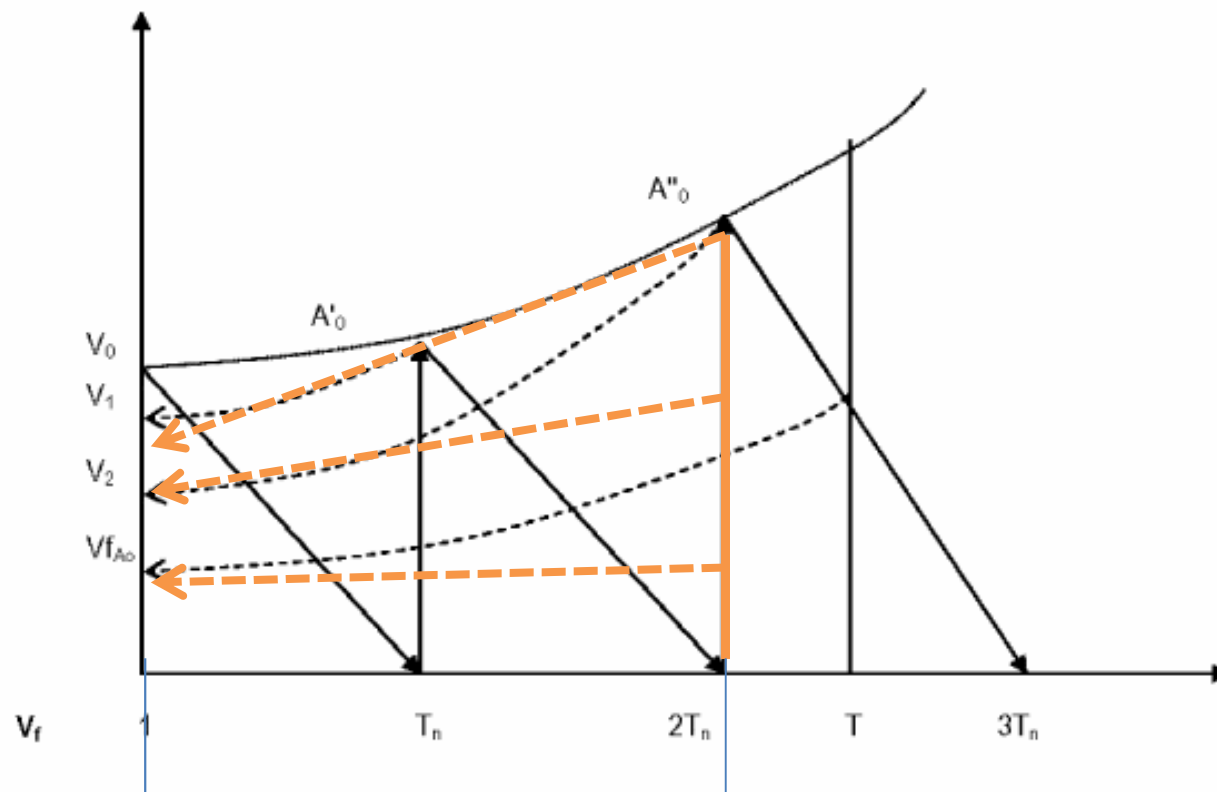
# Princíp diskontácie na súčasnú hodnotu

$$V_{pv,1} = \frac{A'_0}{(1+R_d)^{r_n}}$$

$$A'_0 = V_0 (1+R_p)^{r_n}$$

$$V_{pv,2} = \frac{A''_0}{(1+R_d)^{2r_n}}$$

$$A''_0 = V_0 (1+R_p)^{2r_n}$$



Súčasná hodnota nákladov  
na náhradu prvku j

Nominálna hodnota nákladov  
na náhradu prvku j



# Výpočet anuity

$$AC = C_r + \sum_i (a(i)) \times \left( \sum_j V_o(j) + a(\tau(\tau_{budova})) \times \left( \sum_j V_o(j) \right) \right)$$

pre  $j$ , kde  $\tau_n(j) = i < \tau_{budova}$ 
pre  $j$ , kde  $\tau_n(j) \geq \tau_{budova}$

Bežné náklady

Ročné náklady na obnovu, keď životnosť  $< \tau$

Ročné náklady na obnovu, konšt.

- $C_r$  sú celkové bežné náklady (pozri 5.3.4.);
- $\sum_i \left( a(i) \times \left( \sum_j V_o(j) \right) \right)$  predstavujú celkové ročné náklady súvisiace s obnovou komponentov alebo systémov  $j$ , pre ktoré stredná dĺžka životnosti je nižšia ako návrhový čas návratnosti budovy (pozri 5.3.3);
- $a(\tau_{budova}) \times \left( \sum_j V_o(j) \right)$  predstavuje celkové ročné náklady na komponenty alebo systémy  $j$ , ktoré ostávajú nezmenené počas životnosti budovy (pozri 5.3.2).

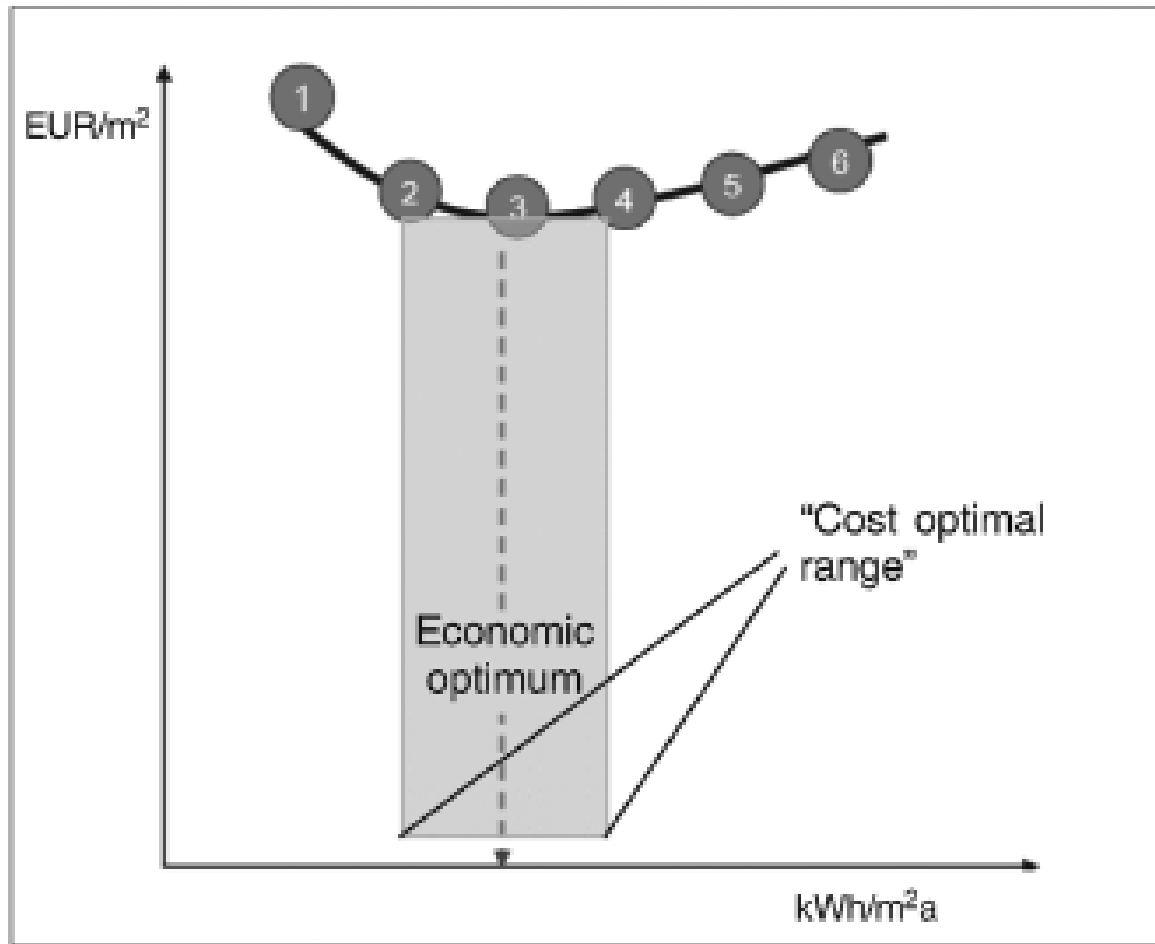
# Nákladovo optimálne úrovne minimálnych požiadaviek na EHB

- Ekonomické hodnotenie sa používa aj pri hodnotení nákladovo optimálnych úrovní minimálnych požiadaviek na EHB a prvkov budov
- Delegované nariadenie č. 244/2012 zo dňa 16.01.2012 [...] stanovuje základný rámec pre výpočet a porovnávaciu metodiku
- Výpočet je založený na STN EN 15 459

$$C_k(T) = C_f + \sum_T \left[ \sum_{i=1}^T (C_{d,i}(j) \times R_d(i)) - V_{f,r}(j) \right]$$

- Výsledok: porovnanie vypočítaných nákladovo optimálnych úrovní so súčasne platnými [národnými] minimálnymi požiadavkami na EHB a prvky budov

# Nákladovo optimálne úrovne minimálnych požiadaviek na EHB (2)



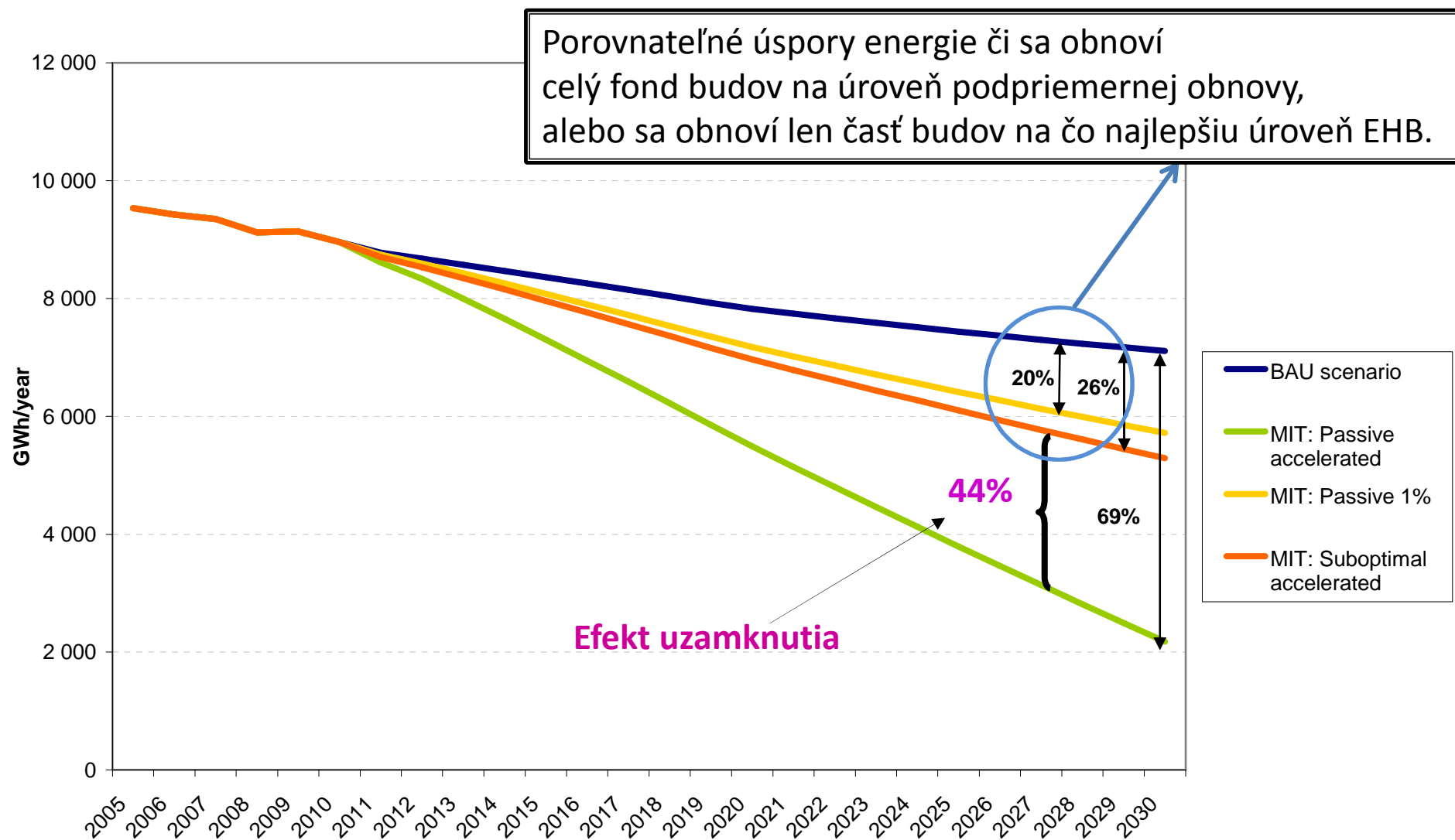
# Nákladovo efektívny potenciál úspor energie vo verejnom sektore

- Ekonomické hodnotenie jednotlivých alternatívnych trendov/scenárov vývoja (MR):
  - **Podpriemerný zrýchlený scenár**  
(predpokladá obnovu všetkých existujúcich budov do r. 2030, pričom priemerná úspora energie na budovu je cca 30%)
  - **Pasívny 1% scenár**  
(postupný prechod na pasívne budovy pri ročnej miere obnovy 1% p.a.)
  - **Pasívny zrýchlený scenár**  
(postupný prechod na pasívne budovy, predpoklad obnovy všetkých existujúcich budov do r. 2030)
- Hodnotenie celkových kumulatívnych investičných nákladov vs. celkových kumulatívnych finančných úspor (zníženie nákladov na energiu v dôsledku opatrení energetickej efektívnosti)
- DR: 6% p.a., miera nárastu cien energie: 1,5% p.a. (+ analýza citlivosti pre zmenu týchto faktorov)

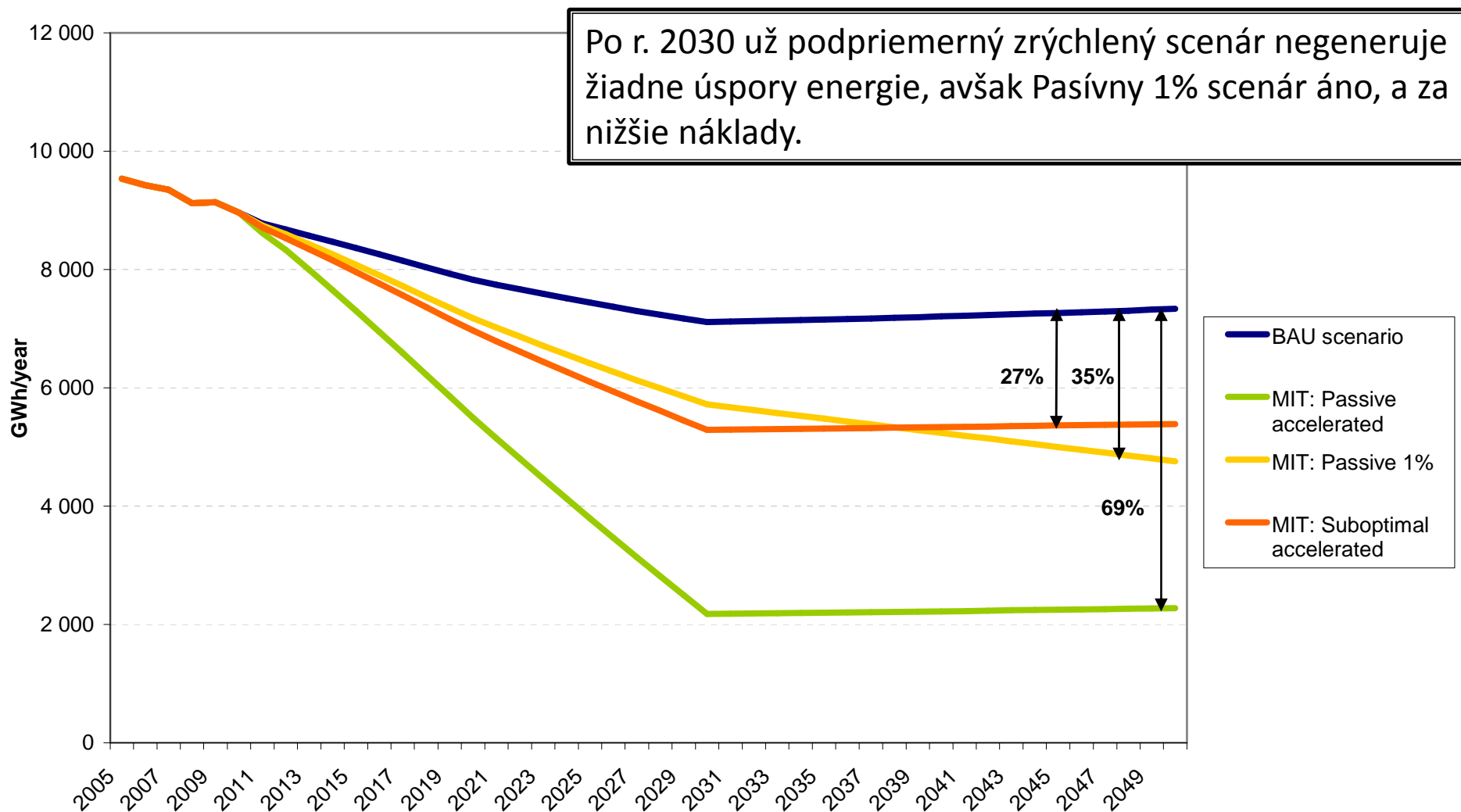
## PREDPOKLADY VÝVOJA V JEDNOTLIVÝCH SCENÁROCH

|                                      |  |                            |                |                            |        |                         |                            |       |                                |                            |
|--------------------------------------|--|----------------------------|----------------|----------------------------|--------|-------------------------|----------------------------|-------|--------------------------------|----------------------------|
| <b>Scenár BAU</b>                    | <b>Existujúce budovy:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Obnovené pri prirodzenej ročnej miere obnovy vo výške 1 % p. a. buď na úrovni v súčasnosti prevládajúcej čiastkovej obnovy (úspora energie vo výške 28 % v porovnaní s budovami postavenými do r. 1990) alebo na úrovni minimálnych požiadaviek z r. 2006 (úspora energie vo výške zhruba 50 % v porovnaní s budovami postavenými do r. 1990)</li></ul> <b>Nové budovy:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Postavené podľa minimálnych požiadaviek z r. 2006</li></ul>  |                            |                |                            |        |                         |                            |       |                                |                            |
| <b>Ostatné scenáre</b>               | <b>Nové budovy:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Všetky nové budovy sú do 2020 pasívne (15 kWh/(m<sup>2</sup>.a))</li><li>• Ostatné budovy počas tejto transformácie sú:<ul style="list-style-type: none"><li>• Budovy spĺňajúce minimálne požiadavky z r. 2011 (úspora energie vo výške 50 % v porovnaní s budovami postavenými do r. 1990)</li><li>• Nízkoenergetické budovy (30 kWh/(m<sup>2</sup>.a))</li></ul></li><li>• Koniec platnosti minimálnych požiadaviek z r. 2011: 2015</li><li>• Koniec platnosti nízkoenergetickej úrovne EHB: 2020</li><li>• Koniec platnosti minimálnych požiadaviek z r. 2006: 2011</li></ul> |                            |                |                            |        |                         |                            |       |                                |                            |
| <b>Pasívny zrýchlený scenár</b>      | <b>Existujúce budovy:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Všetky existujúce budovy (postavené do r. 1990) sú obnovené do r. 2030</li><li>• Podiel rôznych úrovni EHB na fonde obnovených budov, ktoré sa dosiahnu do r. 2019:<table data-bbox="604 901 1456 1013"><tr><td>• 85 %</td><td>Pasívna budova</td><td>25 kWh/(m<sup>2</sup>.a)</td></tr><tr><td>• 10 %</td><td>Nízkoenergetická budova</td><td>45 kWh/(m<sup>2</sup>.a)</td></tr><tr><td>• 5 %</td><td>Minimálne požiadavky z r. 2011</td><td>60 kWh/(m<sup>2</sup>.a)</td></tr></table></li></ul>   | • 85 %                     | Pasívna budova | 25 kWh/(m <sup>2</sup> .a) | • 10 % | Nízkoenergetická budova | 45 kWh/(m <sup>2</sup> .a) | • 5 % | Minimálne požiadavky z r. 2011 | 60 kWh/(m <sup>2</sup> .a) |
| • 85 %                               | Pasívna budova   | 25 kWh/(m <sup>2</sup> .a) |                |                            |        |                         |                            |       |                                |                            |
| • 10 %                               | Nízkoenergetická budova  | 45 kWh/(m <sup>2</sup> .a) |                |                            |        |                         |                            |       |                                |                            |
| • 5 %                                | Minimálne požiadavky z r. 2011   | 60 kWh/(m <sup>2</sup> .a) |                |                            |        |                         |                            |       |                                |                            |
| <b>Pasívny 1 % scenár</b>            | <b>Existujúce budovy:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ročná miera obnovy: 1 % p. a. existujúcich budov postavených do r. 1990</li><li>• Podiel rôznych úrovni EHB na fonde obnovených budov, ktoré sa dosiahnu do r. 2019:<table data-bbox="604 1157 1456 1268"><tr><td>• 85 %</td><td>Pasívna budova</td><td>25 kWh/(m<sup>2</sup>.a)</td></tr><tr><td>• 10 %</td><td>Nízkoenergetická budova</td><td>45 kWh/(m<sup>2</sup>.a)</td></tr><tr><td>• 5 %</td><td>Minimálne požiadavky z r. 2011</td><td>60 kWh/(m<sup>2</sup>.a)</td></tr></table></li></ul>   | • 85 %                     | Pasívna budova | 25 kWh/(m <sup>2</sup> .a) | • 10 % | Nízkoenergetická budova | 45 kWh/(m <sup>2</sup> .a) | • 5 % | Minimálne požiadavky z r. 2011 | 60 kWh/(m <sup>2</sup> .a) |
| • 85 %                               | Pasívna budova   | 25 kWh/(m <sup>2</sup> .a) |                |                            |        |                         |                            |       |                                |                            |
| • 10 %                               | Nízkoenergetická budova  | 45 kWh/(m <sup>2</sup> .a) |                |                            |        |                         |                            |       |                                |                            |
| • 5 %                                | Minimálne požiadavky z r. 2011   | 60 kWh/(m <sup>2</sup> .a) |                |                            |        |                         |                            |       |                                |                            |
| <b>Podpriemerný zrýchlený scenár</b> | <b>Existujúce budovy:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Všetky existujúce budovy (postavené do r. 1990) sú obnovené do r. 2030</li><li>• Obnovené budovy sú obnovené na úroveň čiastkovej obnovy (úspora energie vo výške 28 % v porovnaní s budovami postavenými do r. 1990)</li></ul>  |                            |                |                            |        |                         |                            |       |                                |                            |

# Konečná energetická spotreba 2005-2030



# Konečná energetická spotreba 2005-2050



**Keď sa zvolí správna stratégia prechodu na budovy s takmer nulovou spotrebou energie, možno zvyšovať aj ročnú mieru obnovy budov. Nie naopak!**

# Celkové kumulatívne investičné náklady a celkové kumulatívne zníženie nákladov na energiu (2005-2030)

| Scenár vývoja             | Nové budovy  |   |
|---------------------------|--|---|
|                           | Kumula-<br>tívne<br>investičné<br>náklady<br>(mld.<br>EUR) | Kumulatívne<br>zníženie<br>nákladov na<br>energiu<br>(mld. EUR) |
| Podpriemerný<br>zrýchlený | 0,53   | 0,27  |
| Pasívny s<br>obnovou 1%   | 0,53   | 0,27  |
| Pasívny<br>zrýchlený      | 0,53   | 0,27  |

| Scenár vývoja             | Existujúce budovy                                  |   |
|---------------------------|--|---|
|                           | Kumulatívne<br>investičné<br>náklady<br>(mld. EUR) | Kumulatívne<br>zníženie<br>nákladov na<br>energiu<br>(mld. EUR) |
| Podpriemerný<br>zrýchlený | 0,79   | 0,33  |
| Pasívny s<br>obnovou 1%   | 0,08   | 0,19  |
| Pasívny<br>zrýchlený      | 1,32   | 1,36  |



# Záver

- Pri posudzovaní/navrhovaní jednotlivých opatrení energetickej efektívnosti, resp. návrhu budovy ako celku, je potrebné zohľadniť :
  - náklady počas celej životnosti budovy
  - rast rôznych nákladov v čase, vrátane rastu cien energie, nákladov na pracovnú silu, zmenu cien materiálov
  - Pri porovnaní rôznych návrhov budovy treba zohľadniť aj synergie medzi uvažovanými systémami
- Komplexné ekonomické zhodnotenie poskytuje investorovi objektívnu informáciu o možnostiach investovania (za daných predpokladov).
- Porovnanie rôznych návrhov budov na základe ekonomického hodnotenia môže vlastníka motivovať k investícii do budov s nízkou spotrebou energie, ktorá sa mu vráti v podobe znížených nákladov na energiu.

# Zdroje

- STN EN 15 459. Energetická hospodárnosť budov. Postupy ekonomického hodnotenia energetických systémov v budovách. Dátum vydania:01.04.2009.
- Korytarova, K. 2010. Energy efficiency potential for space heating in Hungarian public buildings. Towards a low-carbon economy. Doctoral thesis, Department of Environmental Sciences and Policy, Central European University, Budapest.
- Delegované nariadenie č. 244/2012 zo dňa 16.01.2012, ktorým sa dopĺňa smernica Európskeho parlamentu a Rady 2010/31/EÚ o energetickej hospodárnosti budov vytvorením rámca porovnávacej metodiky na výpočet nákladovo optimálnych úrovní minimálnych požiadaviek na energetickú hospodárnosť budov a prvkov budov
- Guidelines accompanying Commission Delegated Regulation (EU) No 244/2012 of 16 January 2012 supplementing Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings by establishing a comparative methodology framework for calculating cost-optimal levels of minimum energy performance requirements for buildings and building elements. (2012/C 115/01)

**Ďakujem za pozornosť!**

**Ing. Katarína Korytárová, PhD.  
Ministerstvo hospodárstva SR  
Mierova 19  
827 15 Bratislava 212**

**Tel: +421 2 4854 1941**

**Email: [korytarova@mhsr.sk](mailto:korytarova@mhsr.sk)**