



A 2015. LVII-es energiahatékonysági
törvényben meghatározott
auditori és energetikai szakreferens vizsga
felkészítő anyaga

**II. Szakmai alap- és szakismeretek,
gyakorlati alkalmazásuk**

**7. Villamosenergia termelés,
szállítás, tárolás**

Hunyadi Sándor

2017.

II. 7. Villamosenergia termelés, szállítás, elosztás

7.1. A villamosenergia-termelés költségei ^[1]
(állandó és változó költségek, a vill. en. egységköltsége)

Energiaellátó rendszer beruházási költség:

$$B = b * P_{BT}, \text{ Ft}$$

(fajlagos beruházási kts.*beépített teljesítmény)

Beruházás évi költségterhe:

$$C_1 = \alpha_1 * b * P_{BT}, \text{ Ft/év}$$

(évi leírási tényező*fajl. beruházási kts.*beépített telj.)

II. 7. Villamosenergia termelés, szállítás, elosztás

7.1. A villamosenergia-termelés költségei ^[1]

Évi leírási tényező (α_1 -annuitási tényező) :

- kamat nélkül: $\alpha_1 = 1/n$, 1/év (ahol n az évek száma)
- kamattal: $\alpha_1 = r(1+r)^n / ((1+r)^n - 1)$, 1/év (r az évi kamatláb)

Üzemeltetés évi költségei:

$$C_{\text{ü+sz}} = (\alpha_{\text{ü}} + \alpha_{\text{sz}}) * B, \text{ Ft/év}$$

$\alpha_{\text{ü}}$ - éves üzemeltetési költségtényező

α_{sz} - évi személyzeti költségtényező

B - beruházási költség

II. 7. Villamosenergia termelés, szállítás, elosztás

7.1. A villamosenergia-termelés költségei [1]

Állandó évi költségek:

beruházási költségekkel összefüggésbe hozható, kihasználási óraszámától független:

$$C_a = C_1 + C_{\ddot{u}+sz} = (\alpha_1 + \alpha_{\ddot{u}+sz})B = \alpha * B, \text{ Ft/év}$$

Eredő annuitási tényező: $\alpha = \alpha_1 + \alpha_{\ddot{u}+sz}$, 1/év

II. 7. Villamosenergia termelés, szállítás, elosztás

7.1. A villamosenergia-termelés költségei [1]

Változó évi költségek:

Tüzelő költség

- Folyó tüzelő költség, fajlagos tüzelő költség
- Évi tüzelő költség

II. 7. Villamosenergia termelés, szállítás, elosztás

7.1. A villamosenergia-termelés költségei [1]

Energiaellátás évi költsége és egységköltsége:

Évi költségek: $C = C_a + C_g = \alpha * B + E * g * p_G$, Ft/év

Fajlagos évi költségek:

$c_{BT} = C / P_{BT} = \alpha * b + g * p_G * \tau_{BT}$, (Ft/év)/W

Egységköltség:

$k = C / E = (C_a + C_g) / P_{BT} * \tau_{BT} = (\alpha * b) / \tau_{BT} + (g * p_G) = k_a + k_G$, Ft/GJ

Fajlagos állandó kts.: $k_a = \alpha * b / \tau_{BT}$, Ft/J (Ft/GJ, Ft/kWh)

Fajlagos tüzelő kts.: $k_G = g * p_G$, Ft/J (Ft/GJ, Ft/kWh)

II. 7. Villamosenergia termelés, szállítás, elosztás

7.2. Erőművek, a hatásfokjavítás lehetőségei

Erőművek típusai:

- Nagyerőmű (atom-, szén-, földgáz-erőmű)
- Kiserőmű (50 MW-nál kisebb)
- Háztartási méretű kiserőmű (HMKE) (50 kVA alatt)
- Fűtőerőmű (kapcsolt energiatermelésre)
- Megújulók (Szélerőmű, vízerőmű, naperőmű, biomassa, árapály erőmű, biogáz, stb.)

II. 7. Villamosenergia termelés, szállítás, elosztás

7.2. Erőművek, a hatásfokjavítás lehetőségei.

Erőművek típusai **energia előállítás szerint:**

- erőmű (villamosenergia termelés)
- hőerőmű (helyi vagy távhő ellátásban: meleg hőigény, HMV - használati melegvíz)
- kapcsolt energiatermelés (közös tüzelőanyagból hő és villamos energia) – hőhasznosítás fontossága!

II. 7. Villamosenergia termelés, szállítás, elosztás

7.2. Erőművek, a hatásfokjavítás lehetőségei.

Erőművek típusai **üzemük szerint:**

- Alaperőmű (folyamatos energia termelés: Paks)
- Menetrendtartó erőmű (változó terhelésű, a napi terhelési görbe csúcsidőn kívüli ellátása)
- Csúcserőmű (gyorsan indítható tartalék: gyors indítású gázturbinás, pl. Litér)

II. 7. Villamosenergia termelés, szállítás, elosztás

7.2. Erőművek, a hatásfokjavítás lehetőségei.

Közvetlen villamosenergia termelés referencia hatásfokai (20%-52,5%):

- 110/2007. (XII.23) GKM rendelet
- 17/2011. (V.6.) NFM rendelet

(tüzelőanyag és az erőmű építési évének figyelembe vételével)

II. 7. Villamosenergia termelés, szállítás, elosztás

7.2. Erőművek, a hatásfokjavítás lehetőségei.

Energiatermelés hatásfoka:

- **Direkt hatásfok: $\eta_F = F/G$**
(F-termelt végenergia, G- felhasznált tüzelőanyag – azonos mértékegységben!)
- **Indirekt hatásfok: $\eta_F = F/G = (G-V)/G = 1-v$**
(F-termelt végenergia, G- felhasznált tüzelőanyag, V-veszteség, v - fajlagos veszteség)

II. 7. Villamosenergia termelés, szállítás, elosztás

7.3. Kapcsolt hő- és villamosenergia-termelés

Kapcsolt energiatermelés energetikai jellemzéséhez **két független energetikai mutatópár**, mindkettőnek nagyoknak kell lenni a hatékonysághoz:

I. Mennyiségi hatásfok: $\eta_m = (Q_{kp} + E_{kp}) / G$

Kapcsolt energiaarány: $\sigma = E_{kp} / Q_{kp}$

II. Villamos részhatásfok: $\mu_E = E_{kp} / G$

Termikus részhatásfok: $\mu_Q = Q_{kp} / G$

A két mutatópár között:

$$\eta_m = \mu_E + \mu_Q \text{ és } \sigma = \mu_E / \mu_Q$$



II. 7. Villamosenergia termelés, szállítás, elosztás

7.4. Erőművi segédrendszerek (hűtőrendszerek, füstgáztisztítás).

- Tüzelőanyag ellátás elemei (pl. szén, lignit, fűtőolaj, gáz tüzelés esetén)
- Kazánok segédberendezései (széntüzelésnél: pernye- és salak eltávolító, füstgáz- és levegő ventilátorok, füstgáztisztító berendezés, kémény)
- Atomerőmű segédrendszerei
- Turbina segédrendszerei (kenés, olajellátás), kondenzációs és vízellátás rendszerei.

II. 7. Villamosenergia termelés, szállítás, elosztás

7.5. Villamos hálózatok, transzformátorok, a szállítási veszteségek csökkentési lehetősége

Villamosenergia rendszer három alrendszere:

- Együttműködő erőművek
- Villamos hálózat
- Villamos fogyasztók

Elemi ennek megfelelően...



II. 7. Villamosenergia termelés, szállítás, elosztás

7.5. Villamos hálózatok, transzformátorok, a szállítási veszteségek csökkentési lehetősége

Villamos hálózat vesztesége:

$$E_v = (E_t + E_{\text{imp-exp}}) - E_f$$

(táperőművek+import szaldó-fogyasztott energia)

Veszteségek csökkentése:

Feszültség növelése, meddő egyensúly, kisebb veszteségű készülékek, HVDC energiaátvitel

II. 7. Villamosenergia termelés, szállítás, elosztás

7.6. Villamos-energia tárolása (a tárolás alapfeladata, tárolók csoportosítása)

Tárolás szükségessége:

- rendelkezésre állás és fogyasztás időbeli eltérése
- teljesítmény csúcsok kezelése (kapacitás növelés)
- gazdasági megfontolások (csúcsidő)
- túltermelés (megújulók)
- ellátásbiztonság (tartalék energiaellátás)

II. 7. Villamosenergia termelés, szállítás, elosztás

7.6. Villamos-energia tárolása (a tárolás alapfeladata, tárolók csoportosítása)

Követelmények:

- Nagy energia mennyiség tárolása
- Lassú önkisülés
- Gyors töltés
- Kis karbantartási igény
- Nagy megbízhatóság
- Gyors energia leadás

II. 7. Villamosenergia termelés, szállítás, elosztás

7.6. Villamos-energia tárolása (a tárolás alapfeladata, tárolók csoportosítása)

Villamosenergia tárolás eszközei:

- **Statikus:** kémiai (UPS, akkumulátorok, hidrogénbontás, stb.), elektromos (SMES - szupravezető mágnesek, szuper kondenzátor), CAES - sűrített levegő, SZET – szivattyús energia tároló (tározós vízerőmű)
- **Dinamikus:** lendkerekes (LSFW - kis fordulátú, HSEW - nagy fordulátú)

II. 7. Villamosenergia termelés, szállítás, elosztás

7.6. Villamos-energia tárolása (a tárolás alapfeladata, tárolók csoportosítása)

A tartalék betáplálási berendezések fontos jellemzői:
(előzőek, aggregátor, tartalék betáplálás, UPS, stb.)

- Teljesítmény és tárolt energia mennyisége
- Áttérési idő
- Ellátás időtartama
- Hatásfok
- Beruházási és üzemelési költségek

II. 7. Villamosenergia termelés, szállítás, elosztás - IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Büki Gergely: Energiarendszerek jellemzői és auditálásuk - Energetikai szakkönyvek, 2013
MMK kiadás
- [2] Leonardo Power Quality Initiative – Magyar Részpiaci Központ : Rugalmas energiaellátás – A villamos-energia ellátás biztonságának növelése tartalék energia ellátással kiadvány 2003
- [3] Bihari Péter: Erőművek – BME jegyzet Budapest 2002