

# ***Megújuló energiaforrások III. Labor***

## ***Megújuló energetikai számítások 3.***

**Dr. Ivelics Ramón PhD.**  
**egyetemi adjunktus**  
[ivelics.ramon@mik.pte.hu](mailto:ivelics.ramon@mik.pte.hu)

**PTE MIK Mérnöki és Smart Technológiák Intézet**  
**Környezetmérnök Tanszék**

# Villamos áram ára

1. Bekapcsolva felejtettünk egy  $P=100$  W teljesítményű izzót  $\tau =10$  h időtartamra. Hány forinttal növelte ez meg a villanyszámlánkat? (1 kWh villamos energia ára  $p =41$  Ft.)

A költség:

$$C = P \cdot \tau \cdot p = 0,1 \text{ kW} \cdot 10 \text{ h} \cdot 41 \frac{\text{Ft}}{\text{kWh}} = 41 \text{ Ft}$$

Laptop  $P=80$ W egész éjszaka bekapcsolva maradt (12h)!

$C=?$

$$C = P \cdot \tau \cdot p = 0,08 \text{ kW} \cdot 12 \text{ h} \cdot 41 \frac{\text{Ft}}{\text{kWh}} = 39,36 \text{ Ft}$$

# Villamos áram ára

1.1 Egy hagyományos 100 W teljesítményű izzólámpa ára 100 Ft, élettartama mintegy 1000 h. A hasonló fényerőt adó alacsony fogyasztású, úgynevezett kompakt fénycső ára 2500 Ft, villamos teljesítménye 17 W. Várható élettartama hozzávetőlegesen 15000 óra. Gazdaságossági szempontok szerint hasonlítsuk össze a két eszköz működését! (Egyszerű megtérülés.)

*A kompakt fénycső várható élettartama alatt  $n_{\text{izzó}} = \frac{\tau_{\text{kompakt}}}{\tau_{\text{izzó}}} = \frac{15000 \text{ h}}{1000 \text{ h}} = 15$  darab izzó szükséges.*

# Villamos áram ára

## 1.1

Beruházási többlet-költség:  $\Delta I = I_{\text{kompakt}} - n_{\text{izzó}} \cdot I_{\text{izzó}} = 2500 \text{ Ft} - 15 \cdot 100 \text{ Ft} = 1000 \text{ Ft}$ .

Az izzó energiaköltsége:  $C_{\text{izzó}} = n_{\text{izzó}} \cdot P_{\text{izzó}} \cdot \tau_{\text{izzó}} \cdot p = 15 \cdot 0,1 \text{ kW} \cdot 1000 \text{ h} \cdot 50 \frac{\text{Ft}}{\text{kWh}} = 75000 \text{ Ft}$

A kompakt fénycső energiaköltsége:  $C_{\text{kompakt}} = P_{\text{kompakt}} \cdot \tau_{\text{kompakt}} \cdot p = 0,017 \text{ kW} \cdot 15000 \text{ h} \cdot 50 \frac{\text{Ft}}{\text{kWh}} = 12750 \text{ Ft}$

A megtakarítás:  $\Delta C = C_{\text{izzó}} - C_{\text{kompakt}} = 75000 \text{ Ft} - 12750 \text{ Ft} = 62250 \text{ Ft}$

A kompakt fénycső alkalmazása a vizsgált időtartamon (15000 h) belül:  $ROI =$

$$ROR = \frac{\Delta C}{\Delta I} = \frac{62250 \text{ Ft}}{1000 \text{ Ft}} = 62,5\text{-szeresen térül meg.}$$

Megjegyzés: ROI=return of investment; ROR=rate of return.

Ez azt jelenti, hogy a megtérülési idő a vizsgált élettartam alatt  $\tau_R = \frac{15000 \text{ h}}{62,5} = 240 \text{ h}$ ,

# Kémiai áramforrásból nyert energia

2. Egy 4,5 V-os zseblep mintegy tíz óráig működtetne egy 0,2 A erősségű áramot igénylő izzólámpát. A telep ára 450 forint. Mennyibe kerül ebben az esetben 1 kWh villamos energia?

A szolgáltatott energia:

$$E = U \cdot I \cdot \tau = \frac{4,5}{1000} \text{ kV} \cdot 0,2 \text{ A} \cdot 10 \text{ h} = 0,009 \text{ kWh}$$

A szolgáltatott energia fajlagos költsége (ára):

$$p = \frac{E}{C_{\text{telep}}} = \frac{0,009 \text{ kWh}}{450 \text{ Ft}} = 50000 \frac{\text{Ft}}{\text{kWh}}$$

Megjegyzés: a kémiai áramforrásból nyert villamos energia fajlagosan rendkívül drága.

# Vízmelegítés különböző energiahordozókból

3. Vajon mennyibe kerül egy fürdőkádnyi víz melegítése?

Egy fürdéshez mintegy 80 liter vizet használunk fel.

Az érkező hideg víz hőmérséklete  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a fürdővízé  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

A melegítést 80% hatásfokú **gázbojlerrel** végezzük. A gáz fűtőértéke  $34\text{ MJ/m}^3$ . Egy MJ gáz ára 3,3 Ft. Hány  $\text{m}^3$  gázt fogyasztunk?

Hogyan változik a költség, ha a melegítés 90% hatásfokú **elektromos** vízmelegítővel történik? (1 kWh villamos energia ára 31 Ft [vezérelt fogyasztás, ami olcsóbb].)

Hogyan változik a költség, ha a melegítés 85% hatásfokú **faapríték** tüzelésű kazánnal történik? A faapríték fűtőértéke  $12\text{ GJ/t}$ , ára 2200 Ft/GJ?

### 3. Vízmelegítés gázbojlerrel:

$$C_{\text{gáz}} = \frac{c_{\text{víz}} \cdot m_{\text{víz}} \cdot (t_{\text{hideg}} - t_{\text{meleg}})}{\eta_{\text{gázbojler}}} p_{\text{gáz}} = \frac{\frac{4,2}{1000} \frac{\text{MJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 80 \text{ kg} \cdot 25 \text{ K}}{0,8} \cdot 3,3 \frac{\text{Ft}}{\text{MJ}} = 34,65 \text{ Ft}$$

A szükséges gázmennyiség:  $V_{\text{gáz}} = \frac{c_{\text{víz}} \cdot m_{\text{víz}} \cdot (t_{\text{hideg}} - t_{\text{meleg}})}{H_{\text{gáz}} \cdot \eta_{\text{gázbojler}}} = \frac{\frac{4,2}{1000} \frac{\text{MJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 80 \text{ kg} \cdot 25 \text{ K}}{34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^3} \cdot 0,8} = 0,309 \text{ m}^3.$

Vízmelegítés villanybojlerrel, figyelemmel arra, hogy 1 kWh = 3,6 MJ:

$$C_{\text{vill.}} = \frac{c_{\text{víz}} \cdot m_{\text{víz}} \cdot (t_{\text{hideg}} - t_{\text{meleg}})}{\eta_{\text{vill.bojler}}} p_{\text{vill.}} = \frac{\frac{4,2}{1000} \frac{\text{MJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 80 \text{ kg} \cdot 25 \text{ K}}{3,6 \frac{\text{MJ}}{\text{kWh}} \cdot 0,9} \cdot 31 \frac{\text{Ft}}{\text{kWh}}$$

= 80,37 Ft

Vízmelegítés faaprítékkal, leegyszerűsítve:

$$C_{\text{faapr}} = \frac{c_{\text{víz}} \cdot m_{\text{víz}} \cdot (t_{\text{hideg}} - t_{\text{meleg}})}{\eta_{\text{faapr}}} p_{\text{gáz}} = \frac{\frac{4,2}{1000} \frac{\text{MJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 80 \text{ kg} \cdot 25 \text{ K}}{0,85} \cdot 2,2 \frac{\text{Ft}}{\text{MJ}}$$

= 21,74 Ft

# A világ energia felhasználása

4. A Föld országainak összes energiafogyasztása napjainkban mintegy 500 EJ évente.

a. Mekkora teljesítménynek felel ez meg?

b. Ha ezt kőolajjal fedoznénk hány évig lenne elég a becsült hozzávetőlegesen 1500 Mrd bbl kőolajkészlet?

c. Mit válaszolhatunk ugyanerre a kérdésre földgáz esetén? Ebből a becsült készlet 6370 Q (quad).

d. Mi a helyzet, ha átlagosan 29,3 MJ/kg fűtőértékű szénnel számolunk? Ebből a bizonyított mennyiség  $1 \cdot 10^{12}$  tonna.

*1 bbl (barrel) olaj = 6,12 GJ =  $6,12 \cdot 10^9$  J*

*1 Q =  $10^{15}$  BTU = 1,055 EJ =  $1,055 \cdot 10^{18}$  J. (BTU=british thermal unit, 1 BTU=1055 J)*

*Az energiafelhasználás éves átlagos teljesítménye:*

$$\bar{P} = \frac{E_{\text{world}}}{\tau_{\text{annum}}} = \frac{500 \cdot 10^{18} \text{ J}}{(8760 \cdot 3600) \text{ s}} = 1,585 \cdot 10^{13} \text{ W} = 15,85 \text{ TW} = 500 \frac{\text{EJ}}{\text{a}}$$



# A világ energia felhasználása

4. Minden készletet (R, reserve) SI egységre (J) számítunk át.

$$R_{\text{oil}} = [1500 \cdot 10^9 \text{ bbl}] \cdot 6,12 \cdot 10^9 \frac{\text{J}}{\text{bbl}} = 9,18 \cdot 10^{21} \text{ J} = 9180 \text{ EJ}$$

$$R_{\text{nat.gas}} = [6370 \text{ Q}] \cdot 1,055 \cdot 10^{18} \frac{\text{J}}{\text{Q}} = 6,72 \cdot 10^{21} \text{ J} = 6720 \text{ EJ}$$

$$R_{\text{coal}} = [10^{12} \text{ t}] \cdot 29,3 \cdot 10^9 \frac{\text{J}}{\text{t}} = 2,93 \cdot 10^{22} \text{ J} = 29300 \text{ EJ}$$

A feladat megoldása során a nemzetközi gyakorlatban használt RPR vagy R/P arányt (reserve-to-production ratio) határozzuk meg.

$$RPR_{\text{oil}} = \frac{R_{\text{oil}}}{\bar{P}} = \frac{9180 \text{ EJ}}{500 \frac{\text{EJ}}{\text{a}}} = 18,36 \text{ a}$$

$$RPR_{\text{ng}} = \frac{R_{\text{nat.gas}}}{\bar{P}} = \frac{6720 \text{ EJ}}{500 \frac{\text{EJ}}{\text{a}}} = 13,44 \text{ a}$$

$$RPR_c = \frac{R_{\text{coal}}}{\bar{P}} = \frac{29300 \text{ EJ}}{500 \frac{\text{EJ}}{\text{a}}} = 58,6 \text{ a.}$$

# Széntüzelés

5. Egy 10800 kJ/kWh fajlagos hőigényű szénerőműben 75%-os karbontartalmú, 27,3 MJ/kg fűtőértékű szenet tüzelnek.

a. Mekkora hatásfokkal üzemel az erőmű?

b. Egységnyi villamosenergia megtermeléséhez (1 kWh) mekkora szénmennyiség szükséges?

c. Számítsa ki az erőmű fajlagos szén-dioxid kibocsátását!

$$\eta = \frac{1}{q} \cdot 3600 = \frac{1}{10800 \frac{\text{kJ}}{\text{kWh}}} \cdot 3600 \frac{\text{kJ}}{\text{kWh}} = \mathbf{0.333}$$

$$\bar{m}_{\text{szén}} = \frac{q}{H_{\text{tüa}}} = \frac{10800 \frac{\text{kJ}}{\text{kWh}}}{27300 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} = \mathbf{0.396 \frac{\text{kg szén}}{\text{kWh}}}$$

$$\mu_C = 0.75 \cdot \bar{m}_{\text{szén}} = 0.75 \cdot 0.396 \frac{\text{kg szén}}{\text{kWh}} = \mathbf{0.297 \frac{\text{kgC}}{\text{kWh}}} \text{ (karbontartalomból)}$$

$$\mu_{\text{CO}_2} = 0.297 \frac{\text{kgC}}{\text{kWh}} \cdot \frac{44 \text{ kg CO}_2}{12 \text{ kg C}} = \mathbf{1.09 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{kWh}}}$$

# Kombinált ciklus

6. Egy kombinált ciklusú gáz/gőz munkaközegű erőmű tüzelőanyag hőteljesítmény felhasználása:  $\dot{Q}_F = 445 \text{ MW}$ , a gázturbinás rész villamos teljesítménye  $145 \text{ MW}$ . A gőzkörfolyamatú erőműrész villamos hatásfoka  $30\%$ . Mekkora az erőmű eredő villamos hatásfoka?

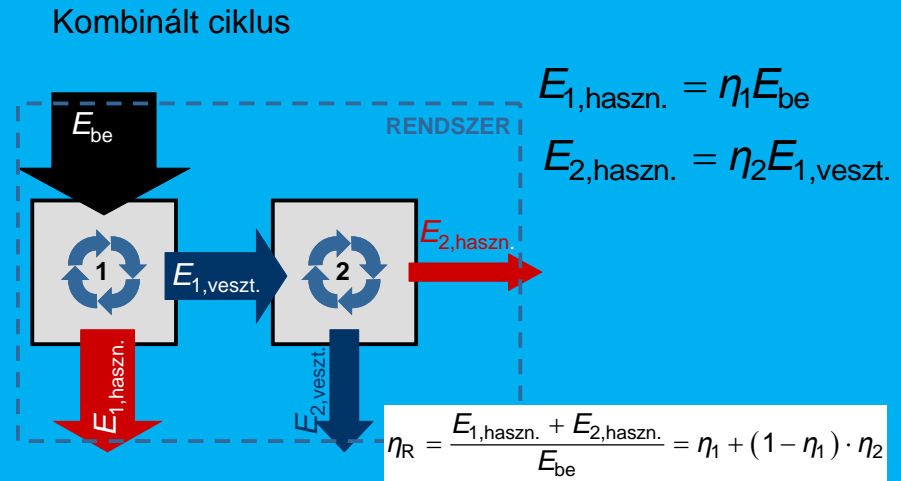
MEGOLDÁS

A gőzkörfolyamat villamos teljesítménye:

$$P_{ST} = (\dot{Q}_F - P_{GT})\eta_{ST} = 90 \text{ MW};$$

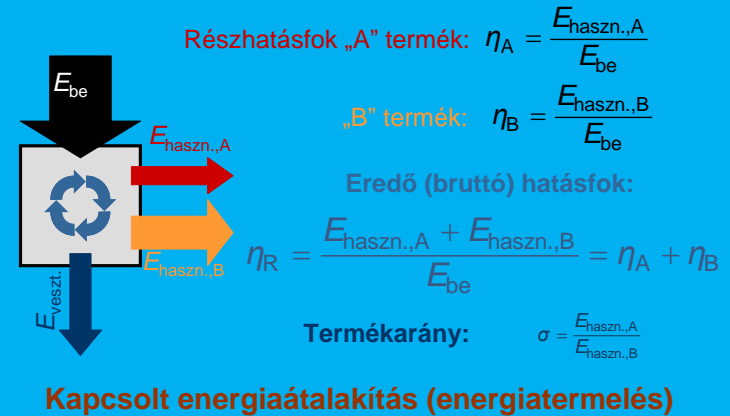
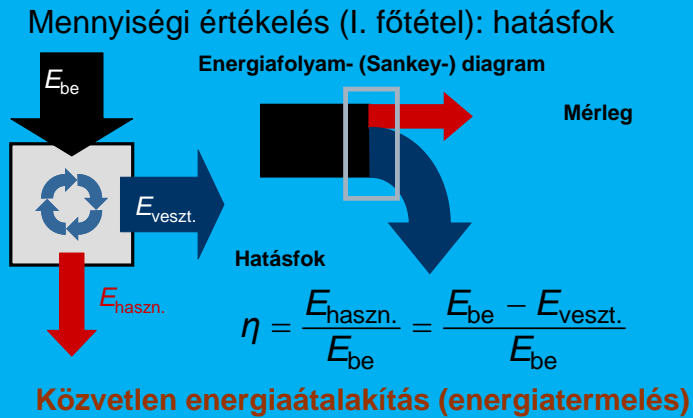
A kombinált ciklusú erőmű hatásfoka:

$$\eta_{CC} = \frac{P_{GT} + P_{ST}}{\dot{Q}_F} = 0,528 = 52,8\%.$$



# Kapcsolt energiatermelés - megtakarítás

8. Mekkora tüzelőhő megtakarítás érhető el egy kapcsolt energiaátalakító erőművel, ha annak bruttó (mennyiségi) hatásfoka 80%, a fajlagosan kiadott villamos energia 0,6, a szolgáltatott fűtési hőteljesítmény 25 MW? A referencia hatásfokok: forróvízkazán: 90%, villamosenergia-rendszer: 35%.



# Kapcsolt energiatermelés

8. Kiadott villamos teljesítmény:  $P_{\text{FE}} = \sigma \dot{Q}_{\text{FE}} = 15 \text{ MW}$ .

A FE-ben felhasznált tüzelőhő:  $\dot{Q}_{\ddot{u},\text{FE}} = \frac{P_{\text{FE}} + \dot{Q}_{\text{FE}}}{\eta} = 50 \text{ MW}$ .

Közvetlen hőfejlesztés tüzelőhő felhasználása:  $\dot{Q}_{\ddot{u},\text{FM}} = \frac{\dot{Q}_{\text{FE}}}{\eta_{\text{FM,ref}}} = 27,78 \text{ MW}$ .

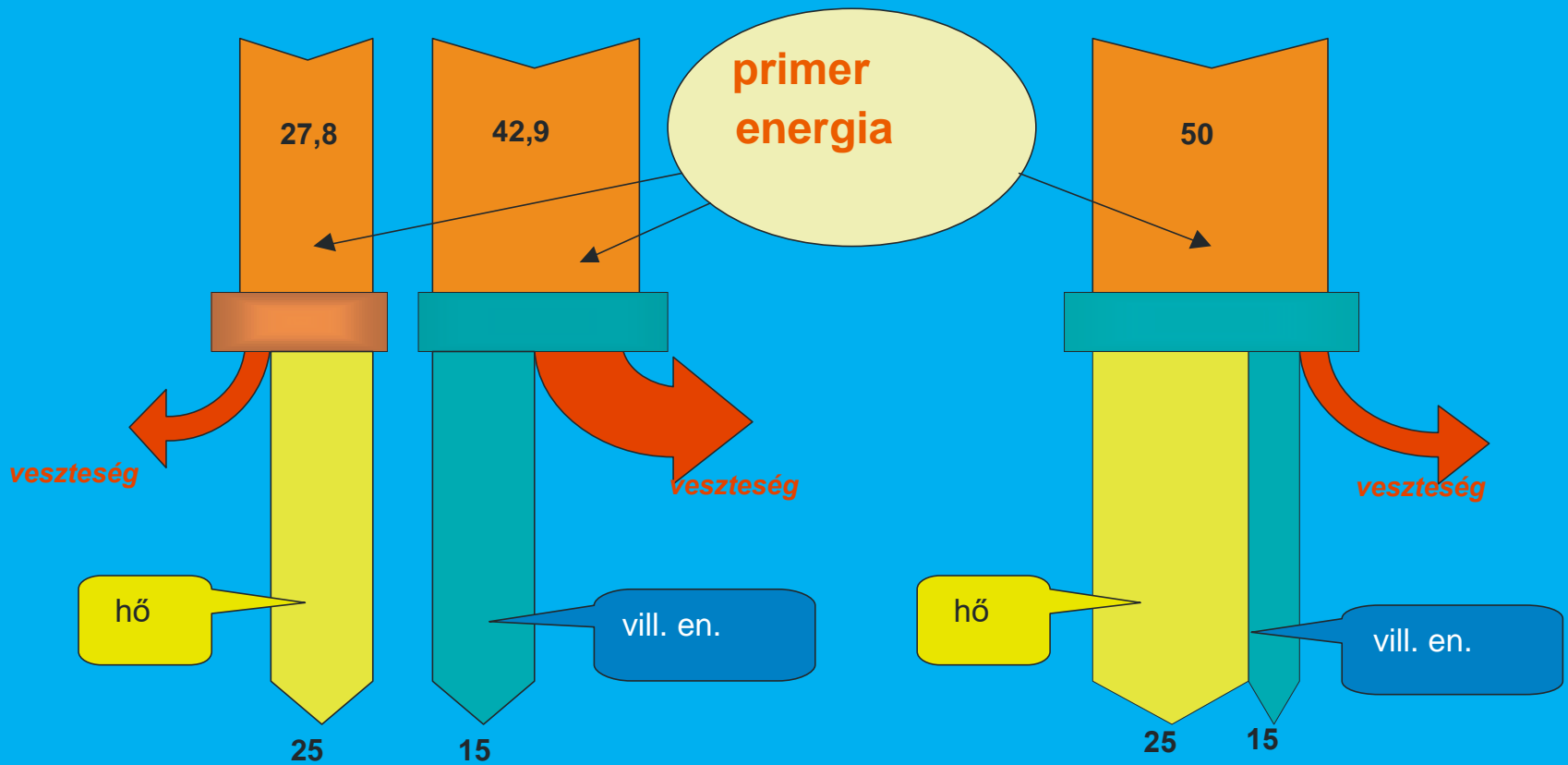
A kondenzációs erőmű tüzelőhő felhasználása:  $\dot{Q}_{\ddot{u},\text{KE}} = \frac{P_{\text{FE}}}{\eta_{\text{KE,ref}}} = 42,86 \text{ MW}$ .

A megtakarítás:  $\dot{Q}_{\ddot{u},\text{meg}} = (\dot{Q}_{\ddot{u},\text{FM}} + \dot{Q}_{\ddot{u},\text{KE}}) - \dot{Q}_{\ddot{u},\text{FE}} = 20,6 \text{ MW}$ .

**A tüzelőanyag megtakarítás egyben:**

- szennyezőanyag-kibocsátás csökkenést ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ , por, hőszennyezés, zaj);
- kereskedelmi mérleg javulást (energiaimport);
- energiatüzelőanyag-függőség csökkenést (ha import gázzal van szó);
- ÜHG (üvegházhatású gáz) kibocsátás csökkenést, így eladható kvótát eredményez.

**Hátránya a megoldásnak, hogy megfelelő hőigény (hőpiac) esetén építhető ki, ill. üzemeltethető gazdaságosan.**



fűtőmű + kond. erőmű

ellennyomású fűtőerőmű

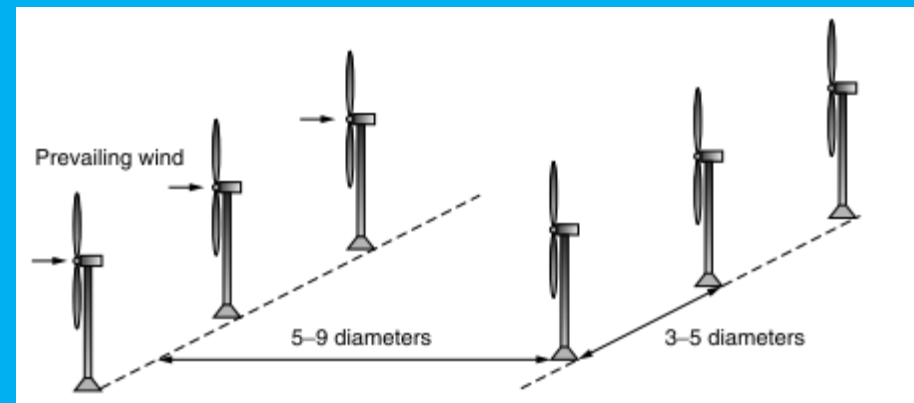
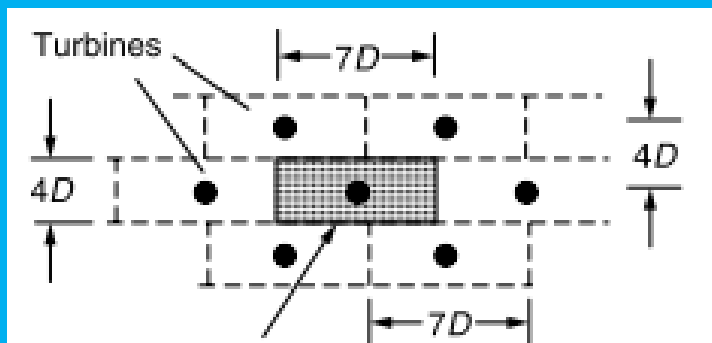
**primer energia megtakarítás: 20,6  
azonos tüzelőanyag bázis!**

# Szélerőmű-park

9. Egy szélerőmű-parkban az alábbi elrendezés ( $4 \times 7 \cdot D$ ) szerint helyezkednek el a szélturbinák. A szélturbinák hatásfoka 30%, az erőműpark elrendezéséből eredő hatásfok pedig 80%.

a. Számítsa ki a szélerőmű-park éves, területre fajlagosított energiatermelését. A szélkerekek magasságában  $400 \text{ W/m}^2$  energiasűrűségű szél mérhető.

b. A felhasznált területet  $40000 \text{ Ft/ha}$  áron bérlí a tulajdonos. Mennyi bérleti díjat kell fizetnie egységnyi megtermelt energiáért?



# Szélerőmű-park

## 9. Megoldás:

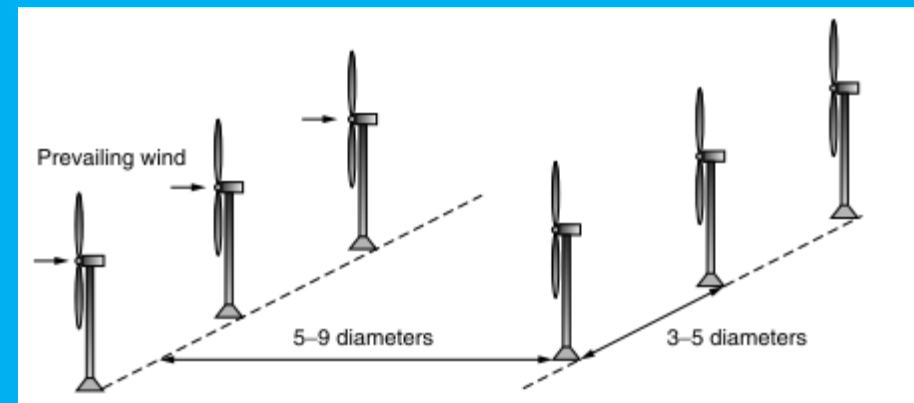
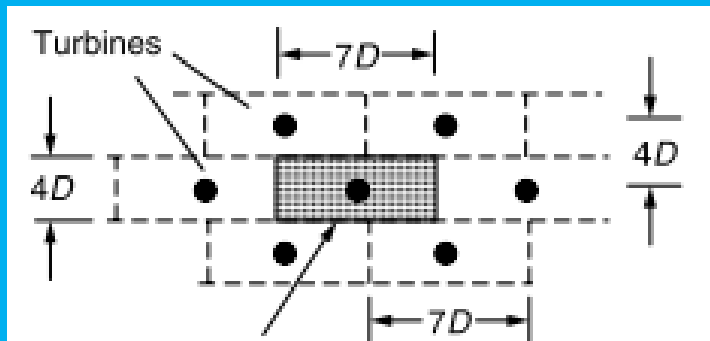
$$A_{szt} = 4D \cdot 7D = 28D^2 \Rightarrow A_{rotor} = \frac{D^2 \cdot \pi}{4}$$

$$e = \frac{1}{A_{szt}} \left( \frac{\text{szélturbina}}{m^2} \right) \cdot A_{rotor} \left( \frac{m^2 \text{rotor}}{\text{szélturbina}} \right) \cdot \dot{e}_{szél} \left( \frac{W}{m^2 \text{rotor}} \right) \cdot \eta_{szt} \cdot \eta_{össz} \cdot 8760 \frac{h}{a}$$

$$= 23,588 \frac{kWh}{m^2 \cdot a}$$

$$e' = e \cdot 10000 \frac{m^2}{ha} = 23,588 \frac{kWh}{m^2 \cdot a} \cdot 10000 \frac{m^2}{ha} = 235880 \frac{kWh}{ha \cdot a}$$

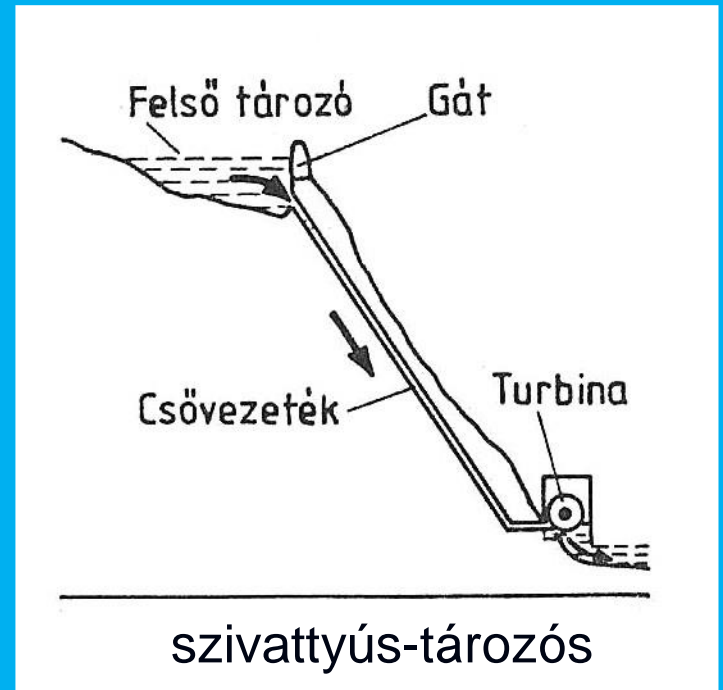
$$c = \frac{40000 Ft}{ha \cdot a} \cdot \frac{1}{235880 \frac{kWh}{ha \cdot a}} = 0.1696 \frac{Ft}{kWh}$$





# Vízenergia - SZET

10. Mennyi a szivattyús energiatározó tározási hatásfoka, ha a vízgép hatásfoka szivattyúüzemben 78%, turbinaüzemben 82%, a villamos gép hatásfoka motorüzemben 97,5%, generátoros üzemben 98,2%, valamint a villamos transzformátor hatásfoka 99%?



Az eredő hatásfok a részhatásfokok szorzata:

$$\eta_{SZET} = \underbrace{\eta_{sziv} \cdot \eta_{mot} \cdot \eta_{transzf.}}_{\text{betározás}} \cdot \underbrace{\eta_{turb} \cdot \eta_{gen} \cdot \eta_{transzf.}}_{\text{kitározás}} = (0,78 \cdot 0,975 \cdot 0,99) \cdot (0,82 \cdot 0,982 \cdot 0,99) = 60,02\%.$$

# Számítási feladat I.

Beépített teljesítmény meghatározás, területi+fogyasztás

Becslés

$$Q_{be, szük} [KW] = \frac{1000 * Q_{be} * (t_b - t_k)}{24 * 3600 * n_f * G}$$

$Q_{be}$  – fogyasztott hőteljesítmény (MJ/év)  $Q_{be} = N_{h\acute{a}z, \acute{e}v} * H_{g\acute{a}z}$

$N_{g\acute{a}z, \acute{e}v}$  (Nm<sup>3</sup>/év) – az átlagos éves gázfogy.

$H_{g\acute{a}z}$  (MJ/Nm<sup>3</sup>) - gáz átlagos fűtőértéke

$G$  – hőfokhíd,  $G = n_{f\ddot{u}t} * (t_b - t_{k\acute{a}tlag})$

$n_{f\ddot{u}t}$  - fűtési napok száma, kb.180-200 nap

$n_f$  – fogyasztási tényező (0,7...0,8) v. együtthatósági

$t_b$  – méretezési belső hőmérséklet (pl.: 20 °C)

$t_k$  – méretezési külsőhőmérséklet (pl.: -13 °C)

$t_{k\acute{a}tlag}$  – fűtési szezon átlag hőmérséklete (pl.: 4 °C)

Jelölés	Megnevezés	Mértékegység	Kastély	Vad. M.	K. Kertészet	Összesen
Jelenlegi rendszer elemzés, gáz						
$N_{\text{gázév}}$	Átlagos éves gázfogyasztás (5 éves átlag)	$\text{m}^3/\text{év}$	86 365	21 756	27 366	135 486
$H_{\text{gáz}}$	Gáz átlagos fűtőértéke	$\text{MJ}/\text{Nm}^3$	34	34	34	34
$Q_{\text{be}}$	Fogyasztott hőmennyiség	$\text{MJ}/\text{év}$	2 936 393	739 687	930 436	4 606 516
$n_f$	Fogyasztási tényező (0,7...0,8; 0,7)	-	0,7	0,7	0,7	0,7
$t_k$	Fűtési szezon átlaghőmérséklete	Celsius fok	4	4	4	4
$N_{\text{fűt}}$	Fűtési napok száma	nap	190	190	190	190
$t_b$	Méretezési belső hőmérséklet	Celsius fok	20	20	20	20
$t_k$	Méretezési külső hőmérséklet	Celsius fok	-13	-13	-13	-13
$G$	Hőfokhíd	napfok	3040	3040	3040	3040
$Q_{\text{be, gáz}}$	Szükséges teljesítmény	$\text{kW}$	527	133	167	827
Faapríték alapú biomassza kazán						
$N_{\text{fűt}}$	Fűtési órák száma	óra	4560	4560	4560	4560
$Q_{\text{le}}$	Tüzelőanyag igény	$\text{kWh}/\text{év}$	815 665	205 469	258 454	1 279 588
$H_{\text{fa}}$	Tüzelőanyag fűtőérték - faapríték (nedv.t.: 40 %)	$\text{GJ}/\text{t}$	10	10	10	10
$Q_{\text{tü}}$	Tüzelőanyag igény (lutro tonna)	$\text{t}/\text{év}$	294	74	93	461
$C$	Széntartalom	%	49,00	49,00	49,00	49,00
$A$	Hamutartalom	%	1,50	1,50	1,50	1,50
$Cl$	Klórtartalom	%	0,03	0,03	0,03	0,03
$Si+K$	Szilícium+Kálium tartalom	%	0,30	0,30	0,30	0,30
$K_{\text{CO}_2}$	Szén-dioxid kibocsátás	$\text{t}/\text{év}$	528	133	167	828
$Cl$	Klór keletkezés	$\text{t}/\text{év}$	0,09	0,02	0,03	0,14
$\bar{A}$	Hamu kibocsátás	$\text{t}/\text{év}$	4,40	1,11	1,40	6,91

# Számítási feladat II.

$Q_{\text{beép}}$  (MW) – beépített teljesítmény

$$Q_{\text{be}} \text{ (GWh)} = Q_{\text{beép}} * \tau / 1000$$

$Q_{\text{be}}$  – bemenő hőteljesítmény

$\tau$  - üzemóra/év

$Q_{\text{tühő}}$  (GJ) – tüzelőhő

$$Q_{\text{tü}} = Q_{\text{be}} * 3600 / \eta$$

$\eta$  - energiatermelés hatásfoka

$Q_{\text{tü}}$  (tonna/év) – tüzelőanyagigény

$$Q_{\text{tü}} = Q_{\text{tühő}} / H$$

$H$  – fűtőérték (GJ/t)

Jelölés	Faapríték alapú biomassza kazán	1	2	3	4	5	6	Mértékegység
$Q_{be}$	Teljesítmény	1	2	3	4	5	10	MW
$\tau$	Üzemóra/év, 24*180	4320	4320	4320	4320	4320	4320	óra
$Q_{be}$	Bemenő teljesítmény	4,32	8,64	12,96	17,28	21,6	43,2	GWh
$\eta$	Energiatermelés hatásfoka	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	
$Q$	Tüzelőhő	18296	36593	54889	73186	91482	182965	GJ
$H_a$	Tüzelőanyag fűtőérték	14	14	14	14	14	14	GJ/t
$Q_{tü}$	Tüzelőanyag igény	1307	2614	3921	5228	6534	13069	tonna/év
$Y$	Erdő átlagos vágástéri apadék hozama	2	2	2	2	2	2	t/ha/év
$T_{vill}$	Területigény	653	1307	1960	2614	3267	6534	ha
$C$	Széntartalom	49,00	49,00	49,00	47,00	47,00	47,00	%
$A$	Hamutartalom	1,50	1,50	1,50	2,00	2,00	2,00	%
$Cl$	Klórtartalom	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	%
$Si+K$	Szilícium+Kálium tartalom	0,30	0,30	0,30	0,35	0,35	0,35	%
$K_{CO_2}$	Szén-dioxid kibocsátás	2350	4700	7051	9017	11271	22543	t/év
$\dot{Cl}$	Klór keletkezés	0,39	0,78	1,18	1,05	1,31	2,61	t/év
$\bar{A}$	Hamu kibocsátás	19,60	39,21	58,81	104,55	130,69	261,38	t/év