

Példák a „Nem fosszilis források energetikája” gyakorlatokhoz 2015. tavasz

Napenergia hasznosítása		
1	Egy ún. 1 kW-os napelemes rendszer nyári időszakban, 1 nap alatt átlagosan 6,4 kWh/nap elektromos energiát termel meg. A tárolt elektromos energiának csak a 60 %-át lehet „kivenni” az akkumulátorból. A víz fajhője 4,2 kJ/kg C. a) Ezzel a rendszerrel hány darab 20 W-os izzót lehet működtetni éjszaka 10 órán keresztül? b) Hány °C-al emeli a 80 literes tartályban levő víz hőmérsékletét?	6
2	Egy amorf napelem hatásfoka 8 %. Egy ún. 1 kW-os napelemes rendszerrel egy év alatt 1200 kWh elektromos energiát lehet előállítani. Az elektromos energia ára 44 Ft/kWh. a) Hány m ² -es napelem panelre van szükség 1 kW elektromos teljesítmény biztosításához a teljes napsütés és optimális hajlásszög esetén? b) Hány forintot nem fizet ki a tulajdonos elektromos energia költségként ezzel a rendszerrel egy év alatt?	7
3	Nyáron, napsütéses napokon 10 órán keresztül a talajra érkező napsugárzás teljesítménysűrűségével átlagban 800 W/m ² értékkel számolunk. Ahhoz, hogy a napelemek és a kollektorok egymást jelentősen ne árnyékolják a területnek csak az 50 %-át fedik le velük. A napkollektor hatásfoka 85 %, a polikristályos napelemé 16 %. a) Mennyi a napsugárzás összenergiája 20 hektár esetében egy napsütéses nyári napon Pécssett 10 órán keresztül? b) Mennyi a „termelt” elektromos energia ekkora területről 10 óra alatt? c) Mennyi a „termelt” hő ekkora területről 10 óra alatt?	8

Vízenergia hasznosítása		
1	A Duna vízhozamát, szabályozott vízgazdálkodással (megfelelő duzzasztó és tározó megépítésével) 2000 m ³ /sec intenzitás értékre lehet beállítani. A duzzasztott folyószakasz 200 km hosszú és szélessége 400 méter. A duzzasztó vízmagassága a turbinák fölött 10 m. a) Mekkora teljesítmény érhető el ilyen intenzitás és duzzasztási magasság kihasználásával? b) Mennyivel csökken 10 óra alatt nyári időben a duzzasztott területen a vízszint, amikor a vízhozam csak 1200 m ³ /sec a duzzasztón pedig 2000 m ³ /sec intenzitással engedik le a vizet a turbinákra?	7

Földhő		
1	Egy házat olyan hőszivattyúval szándékozzuk fűteni, amelynek a jósági tényezője = 5. A fűtést 5 kW teljesítménnyel folyamatosan akarjuk biztosítani a hőszivattyúval felmelegített fűtőfolyadékkal a padlófűtő rendszeren keresztül. Az elektromos energia ára 44 Ft/kWh. a) Mennyi hőt juttat ez a rendszer a házba? a) Mekkora legyen a kompresszor elektromos teljesítménye? b) Mennyi elektromos energiát fogyaszt ez a rendszer 30 nap alatt? c) Mennyi a fűtési költség 30 nap alatt?	7

Szilárd biomassza, decentralizált módon, tüzelés útján történő energetikai felhasználása		
1	Egy fatüzelésű kazán névleges teljesítménye 16 kW, hatásfoka 85 %. A fa égéshője 16 MJ/kg. Ára 2500 Ft/mázsa. a) Mennyi hőt „ad át” ez a kazán 5 óra alatt a lakás radiátoros fűtőkörében levő víznek? b) Mennyi fát kell ehhez 5 órán keresztül elégetni? c) Mennyibe került nekünk az 5 órás fűtés?	6
2	Télen 160 MJ hőt szeretnék a lakásba „beküldeni” 24 óra alatt egyrészt gázkazánal, másrészt elektromos kályhával. A földgáz (ez lehet biogáz is) ára az egyéni fogyasztó számára jelenleg	6

	(2013 nov.) 140 Ft/m^3 . Az elektromos energia ára 45 Ft/kWh . a) Mekkora a gázkazán (vagy az elektromos „kályha”) által leadott átlagteljesítmény a 24 órás egyenletes fűtés esetén (közelítésként feltételezünk 100% hatásfokot)? b) Mennyibe kerül a napi fűtés, ha ezt kondenzációs gázkazánnal valósítjuk meg? c) Mennyibe kerül a napi fűtés, ha ezt elektromos „kályhával” valósítjuk meg?	
3**	Egy 100 m^2 -es alapterületű 3 méter magas lakást gázkazánnal fűtjük. Magyarországon épületekre előírt hőátbocsátási tényező külső falra $k \leq 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$. A gázkazán hatásfoka 85% . A csövek és a radiátorok 100% -ban átadják a hőt a lakás levegőjének. a) Mennyi gázt fogyasztunk 24 óra alatt, ha kint $-5 \text{ }^\circ\text{C}$ van és a lakásban egyenletesen $22 \text{ }^\circ\text{C}$ hőfokot akarunk? b) Mennyi lenne a gázfogyasztás, ha hőszigetelő anyagot alkalmazva az épület külső falán, a hőátbocsátási tényezőt $0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ -re csökkentjük?	8
4**	10 kg , 20% nedvességtartalmú, jó minőségű, „kuglizott” fát rakunk be folyamatosan a kályhába. A kályhában levő parázs miatt a fa gyorsan meggyullad. Ezután a levegő mennyiségét úgy állítjuk be, hogy az összes fa 4 órán keresztül, egyenletesen égjen el. A fa „elemösszetétele” 47% szén (C), 7% hidrogén (H) és 46% oxigén (O), égéshője pedig 16 MJ/kg . A füstgázokkal a hő 30% távozik el. A levegőben az oxigén aránya 21% . A keletkezett széndioxid sűrűsége: $1,98 \text{ kg/m}^3$. a) Mekkora volt a fa hőteljesítménye 4 órán keresztül? b) Mennyi a keletkezett hőenergia fajlagos költsége, ha egy mázsza fát 2200 Ft -ért vásároltunk? c) Hány m^3 levegő kellett ennyi mennyiségű fa elégetéséhez? d) Hány kilogramm széndioxid és vízgőz keletkezett, (illetve „szabadult fel”) ha feltesszük, hogy az égés 100% hatásfokkal következik be? e) Hány kilogramm, illetve hány normál köbméter CO_2 keletkezett, ismerve a sűrűségét?	8

Szilárd biomassza, centralizált rendszerekben, tüzelés útján történő energetikai felhasználása		
1	A Pannonpower Holding Zrt. faapríték tüzelésű fluidágyas kazánjában 335 nap alatt (éves üzemidő 8000 óra) $420\,000$ tonna tűzifát használnak fel. A beadagolt fa fűtőértéke $11,5 \text{ GJ/tonna}$. A termelt elektromos energia teljesítménye 50 MW . a) Mennyi az elégetett összes fa „energia tartalma”? b) Hány százalékos az elektromos energiatermelés hatásfoka?	5
2	A Pannonpower Holding Zrt. gabonaszalma tüzelésű kazánjában 335 nap alatt (éves üzemidő 8000 óra) $240\,000$ tonna szalmát fognak felhasználni. A szalma égéshője $12,5 \text{ GJ/tonna}$. A termelt elektromos energia teljesítménye 32 MW . a) Mennyi az egy év alatt elégetett összes szalma „energia tartalma”? b) Hány százalékos az elektromos energiatermelés hatásfoka?	6
3	Energiafűből 10 tonna takarítható be évente hektáronként tüzelés céljára. Átlagos fűtőértéke 15 MJ/kg . A hengerbála „magassága” $1,2 \text{ m}$, átmérője $1,3 \text{ m}$, a tömege 160 kg . a) Mennyi „energiatartalom” terem meg energiafűből hektáronként? b) Mennyi a hengerbála sűrűsége? c) Mennyi a térfogati energiasűrűsége?	6
4	Energianyárból 20 tonna takarítható be évente hektáronként. Nedvességtartalma januárban 45% . Ekkor fűtőértéke 11 MJ/kg . a) Mennyi „energia mennyiség” terem meg energianyárból hektáronként? b) Mennyi lesz ennek az energianyárnak a tömege októberben, ha addigra megfelelő levegőztetéssel ki tudtuk szárítani, és ekkor a nedvességtartalma 16% ? c) Mennyi a kiszáritott energianyár égéshője?	6
5**	A fa teljes mennyiségében a C, H, O atomok számának aránya a következő: $47, 6,3 46 \%$. Legyen 100% -os az eltüzelés hatásfoka. A szén CO_2 -vé, a hidrogén pedig H_2O -vá ég el. Vegyük figyelembe, hogy a növény maga is tartalmaz oxigént. A levegő sűrűsége normál	8

	nyomáson $1,3 \text{ kg/m}^3$. a) Hány kilogramm széndioxid keletkezik 1 kg fa elégetése során? b) Ezt a CO_2 mennyiséget, mivel nem fosszilis forrásból égettük el, a széndioxid kvótának megfelelően tonnánként 20 Eurót lehet igényelni? Hány forintot lehet kapni ekkor 1 kg fa eltüzelése során? (az euró árfolyam most: 308 Ft/EUR) c) Mennyi oxigén szükséges még a tökéletes elégetéshez? d) Hány kg levegőben van ennyi oxigén? e) Hány m^3 ezen mennyiségű, normál nyomású levegő?	
--	--	--

(Energia)takarékosság, energiahatékonyság, megtakarítások az egyén szintjén		
1	Egy wolframszálas izzólámpa elektromos teljesítménye 75 W. Ennek megfelelő fényintenzitást kibocsátó kompakt fényforrás elektromos teljesítménye 15 W. Mindkét fényforrás egy hónapban 150 órát világított. Az elektromos energia ára 40 Ft/kWh. a) Mennyit kell majd fizetni a wolframszálas és a kompakt izzó elektromos fogyasztása után.	5
2	Egy wolframszálas izzólámpa elektromos teljesítménye 75 W, élettartama 1000 óra, egységára 120 Ft. Egy kompakt fényforrásnak, amely azonos intenzitású fényt bocsát ki, mint a wolframszálas izzó, az elektromos teljesítménye 15 W, élettartama 8000 óra, egységára 1400 Ft. (A wolframszálas izzólámpából 8000 óra alatt 8 darabbal kell számolni). Az elektromos energia ára 41 Ft/kWh (2013 december). a) Mennyi 8000 óra alatt az elektromos energiafogyasztása a wolframszálas izzólámpának, és a kompakt fényforrásnak? b) Mennyi a „beruházási költség” 8000 óra üzemidőre a wolframszálas izzólámpák és a kompakt fényforrás esetében? c) Mennyi a „fenntartási költség” 8000 órára fényforrásonként (azaz mennyit kell fizetni 8000 órára az egyik és a másik lámpa használata esetében)?	8
3	Másfél liter tea készítéséhez elektromos vízfóralóval felforraljuk a vizet, és kettő darab teafiltert forrázunk le vele. Az édesítéshez annyi citromlevet és kristálycukrot használunk, hogy a citromlé koncentrációja 5 %, a cukor koncentrációja pedig 10 % legyen. A vízdíj 700 Ft/ m^3 , egy 20 zacskós filteres teás doboz ára 200 Ft, egy kilogramm kristálycukor ára 270 Ft, 1,5 liter citromlé ára 200 Ft, az elektromos energia pedig 45 Ft/kWh. a) Mennyi lesz a másfél liter tea önköltségi ára, és mennyi lesz az „egységára”?	7
4	„Víz-, és energiatakarékos” mosógép egyszerre 20 liter vizet enged be. Három percig engedi be ezt a mennyiséget. A teljes mosás alatt ez ötször történik meg. A vízvezeték „fél colos”, azaz kb. 2,5 cm átmérőjű. A víz (+ csatornadíj) „ára” 700 Ft/ m^3 . Egy alkalommal (az ötből) a 20°C -os vizet 40°C -ra melegíti fel a mosáshoz. a) Mennyi a víz „áramerőssége” (m^3/s)? b) Mennyi a víz áramlási sebessége (m/s)? c) Mennyibe kerül az elhasznált víz? d) Mennyi hőmennyiségre volt szükséges a felmelegítéshez?	7

Szilárd biomasszából létrehozott folyékony üzemanyagok energetikai felhasználása		
1 **	Az etilalkohol képlete: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. Sűrűsége: $0,789 \text{ kg/dm}^3$. Reakcióegyenlete: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3 \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ CO}_2 + 3 \text{ H}_2\text{O}$. Égéshője: 29 MJ/kg. a) Mennyi a tömege 1 m^3 etilalkoholnak (bioetanolnak)? b) Mennyi az etilalkohol literre vonatkoztatott égéshője? c) Mennyi az energia tartalma 1 m^3 etilalkoholnak? d) Mennyi levegő kell egy liter etilalkohol elégetéséhez, mennyi széndioxid és víz keletkezik?	8
2	A bioetanol (100 %-os etilalkohol) égéshője 29 MJ/kg, sűrűsége 780 kg/m^3 . a) Mennyi a tömege 1 m^3 etilalkoholnak (bioetanolnak)?	7

	b) Mennyi az energia tartalma 1 m ³ etilalkoholnak? c) Mennyi a literre vonatkoztatott égéshője?	
3	Kukoricából 6 tonna mag és 6 tonna szárrész terem 1 hektáron. Átlagos égéshője (ha mindent elégetnénk) 14 MJ/kg. A mag tömegéhez viszonyítva, annak 30 %-ának megfelelő mennyiségű etilalkohol (bioetanol) állítható elő belőle. Az etilalkohol sűrűsége 790 kg/m ³ , égéshője 29 MJ/kg. A kukorica mag ára 60 000 Ft/tonna. A bioetanol ára 150 Ft/liter (2013 ősz). a) Mennyi „energiatartalom” terem meg kukoricából hektáronként? b) Mennyi a bevétel, ha az összes termést sikerül eladni? c) Hány liter etilalkohol állítható elő egy hektár kukorica termésből? d) Mennyi a bevétel, ha az összes kukoricatermésből bioetanolt állítanak elő, és azt eladják?	8
4	A biodízel (100 %-os repceolaj) égéshője 40 MJ/kg, sűrűsége 900 kg/m ³ . a) Mennyi a tömege 1 m ³ repceolajnak (biodízel alapanyagának)? b) Mennyi „energiát tankolok”, ha 10 liter biodízelt tankoltam? c) Mennyi a literre vonatkoztatott égéshője?	

Szilárd biomasszából létrehozott gáz halmazállapotú energiahordozók felhasználása		
1	Sertés almozáshoz használt szalmát, almozás után biogáz üzemben szándékozzák mentesíteni. A fermentorba vízhez úgy adagolják a trágyával átitatott szalmát, hogy 15 % legyen annak a szárazanyag tartalma. Egy tonna trágyával átitatott szalmából 300 m ³ biogáz nyerhető. A fermentor térfogata 3000 m ³ . A fermentorban a szubsztrátum tartózkodási ideje 30 nap. A biogáz metántartalma 65 %. A trágya mentesítését követően (biometán és biotrágya előállításával) a biometán átvételekor Németországban 0,6 EUR-t kap a biogáz üzem. (1 EUR = 300 Ft) a) Mennyi vizes trágya tömege a fermentorban és mennyi szubsztrátot adagolnak naponta a fermentorba? b) Hány m ³ biogáz keletkezik naponta és egy hónap alatt? c) Hány m ³ biometán keletkezik egy nap és egy hónap alatt? d) Hány forintot kap a biogáz üzem egy hónap alatt a leadott biometánért a biogáz üzem?	9
2	Egy sertéstelepen egy időben 15 000 sertés van. Ezek vizeletének és trágyájának hígtrágya kezelése során naponta, állatonként 10 liter „hígtrágya” keletkezik, amelynek 10 % a szárazanyag tartalom. A trágya „szárazanyag” részéből a biogáz hozam 300 m ³ /tonna. A biogáz metántartalma 65 %. A metán égéshője 32 MJ/m ³ . a) Mennyi hígtrágya keletkezik a telepen egy év alatt? b) Mekkora fermentor térfogatot kell tervezni a hígtrágya feldolgozásához, ha a kiérlelés időtartama 30 nap? c) Hány köbméter biogáz nyerhető ki a teljes éves trágya mennyiségből? d) Hány GJ (kWh) lesz az egész évben keletkezett metán energiatartalma?	9

Szilárd kommunális hulladékok újrafeldolgozása, energetikai hasznosítása.		
1	Magyarországon naponta 3 millió palack ásványvizet és „üdítő italt” vásárolunk, ezeket félliteres, másfél literes és két literes „eldobható csomagolásban” hozzuk el az üzletekből, bevásárló központokból, automatáktól. A palackok (csavaros kupakjukkal együtt) átlagosan 4 dkg tömegűek, a folyadék mennyiségből 3,0 millió liter fogy el ilyen kiszerelesben naponta. Ennek a folyadék mennyiségnek az előállítási költsége (becsülten) literenként 5 Ft-nál nem több. Bevásárló központban, automatánál, kis üzletekben, benzinkútnál, stb. átlagosan 1 liter italért 100-120 Forintot fizetünk. a) Hány tonna, élelmiszer csomagolására készült, jó minőségű műanyagot dobunk el évente? b) Mennyi lehet a szállítási költség, mennyi a műanya palackokért és mennyi az üzletek és automaták fenntartásáért fizetett összeg, évente?	9

Magas éves összenergia hatásfokú rendszerek		
1	<p>Egy „mikroerőmű” üzemanyag teljesítménye 100 kW. Hozzá szervezzük az elektromos energia és a hő fogyasztót. Ez a rendszer egész év alatt, a mikroerőmű általa termelt elektromos energiát, hőt és hűtésre fordított energiát 80 %-ban felhasználja. A bevitt energiára vonatkoztatva, annak 30 %-át elektromos formában, a maradék részt pedig hő formájában hasznosítják. Az üzemanyag fajlagos energia költsége 2,5 Ft/MJ.</p> <p>a) Mennyi 10 óra alatt a termelt és elfogyasztott elektromos energia és a hőenergia összesen? b) Mennyi volt ezen idő alatt felhasznált „üzemanyag” ára? c) Mennyit kellene fizetni, ha a szükséges elektromos energiát 40 Ft/kWh, a hőt pedig 6 Ft/MJ áron vásároltuk volna meg?</p>	8
2 **	<p>Egy 120 m² alapterületű, 3 m magas belméretű lakásnak 210 kWh/m²év a fajlagos primer „energiafogyasztása”. Megfelelő szigetelések után ez az érték 100 kWh/m²év lett. Földgáz égéshője 34 MJ/m³. Bruttó ára 145 Ft/m³. A fa égéshője 16 MJ/kg, bruttó ára 2200 Ft/mázsa. A szigetelés költsége 2 MFt. A fatüzelésű fűtő, HNV előállító rendszer 1,0 MFt.</p> <p>a) Mennyi az éves energia megtakarítás? b) Mennyibe került az éves fűtése földgázzal szigetelés előtt? c) Mennyibe került az éves fűtése földgázzal szigetelés után? c) Mennyibe kerül a fával történő fűtés évente a szigetelt lakásban? d) Mennyi a szigetelés költségének megtérülési ideje? (energiaköltség szigetelés előtt és után) e) Mennyi a fafűtés megtérülési ideje?</p>	9

** - jelölt példák nem kerülnek dolgozatra

Pécs, 2015. január.

Összeállította: dr. Német Béla PTE TTK, Fizikai Intézet