

Példák a „Környezeti fizika az iskolában” gyakorlatokhoz 2014. tavasz

	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 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 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 m, átmérője 1,3 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 ₂ O-vá ég el. Vegyük figyelembe, hogy a növény maga is tartalmaz oxigént. A levegő sűrűsége normál nyomáson 1,3 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?	8

	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 (<i>ez lehet biogáz is</i>) ára az egyéni fogyasztó számára jelenleg (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 gázkazánal valósítjuk meg? c) Mennyibe kerül a napi fűtés, ha ezt elektromos „kályhával” valósítjuk meg?	6

3**	<p>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.</p> <p>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?</p> <p>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?</p>	8
4**	<p>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: $1,98 \text{ kg/m}^3$.</p> <p>a) Mekkora volt a fa hőteljesítménye 4 órán keresztül?</p> <p>b) Mennyi a keletkezett hőenergia fajlagos költsége, ha egy mázsa fát 2200 Ft-ért vásároltunk?</p> <p>c) Hány m^3 levegő kellett ennyi mennyiségű fa elégetéséhez?</p> <p>d) Hány kilogramm széndioxid és vízgőz keletkezett, (illetve „szabadult fel”) ha feltesszük, hogy az égés 100 % hatásfokkal következik be?</p> <p>e) Hány kilogramm, illetve hány normál köbméter CO_2 keletkezett, ismerve a sűrűségét?</p>	8

	Szilárd biomasszából létrehozott folyékony üzemanyagok energetikai felhasználása	
1**	<p>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.</p> <p>a) Mennyi a tömege 1 m^3 etilalkoholnak (bioetanolnak)?</p> <p>b) Mennyi az etilalkohol literre vonatkoztatott égéshője?</p> <p>c) Mennyi az energia tartalma 1 m^3 etilalkoholnak?</p> <p>d) Mennyi levegő kell egy liter etilalkohol elégetéséhez, mennyi széndioxid és víz keletkezik?</p>	8
2	<p>A bioetanol (100 %-os etilalkohol) égéshője 29 MJ/kg, sűrűsége 780 kg/m^3.</p> <p>a) Mennyi a tömege 1 m^3 etilalkoholnak (bioetanolnak)?</p> <p>b) Mennyi az energia tartalma 1 m^3 etilalkoholnak?</p> <p>c) Mennyi a literre vonatkoztatott égéshője?</p>	7
3	<p>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 $60\,000 \text{ Ft/tonna}$. A bioetanol ára 150 Ft/liter (2013 ősz).</p> <p>a) Mennyi „energiatartalom” terem meg kukoricából hektáronként?</p> <p>b) Mennyi a bevétel, ha az összes termést sikerül eladni?</p> <p>c) Hány liter etilalkohol állítható elő egy hektár kukorica termésből?</p> <p>d) Mennyi a bevétel, ha az összes kukoricatermésből bioetanolt állítanak elő, és azt eladják?</p>	8
4	<p>A biodízel (100 %-os repceolaj) égéshője 40 MJ/kg, sűrűsége 900 kg/m^3.</p> <p>a) Mennyi a tömege 1 m^3 repceolajnak (biodízel alapanyagnak)?</p> <p>b) Mennyi „energiát tankolok”, ha 10 liter biodízelt tankoltam?</p> <p>c) Mennyi a literre vonatkoztatott égéshője?</p>	

Szilárd biomasszából létrehozott gáz halmazállapotú energiahordozók felhasználása		
1	<p>Sertés almozáshoz használt szalmát, almozás után biogáz üzemben szándékozzák mentesíteni. A fermentorba vízhez úgy adagolják a trágyával átítatott szalmát, hogy 15 % legyen annak a szárazanyag tartalma. Egy tonna trágyával átítatott 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)</p> <p>a) Mennyi vizes trágya tömege a fermentorban és mennyi szubsztrátot adagolnak naponta a fermentorba?</p> <p>b) Hány m^3 biogáz keletkezik naponta és egy hónap alatt?</p> <p>c) Hány m^3 biometán keletkezik egy nap és egy hónap alatt?</p> <p>d) Hány forintot kap a biogáz üzem egy hónap alatt a leadott biometánért a biogáz üzem?</p>	9
2	<p>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 $300 \text{ m}^3/\text{tonna}$. A biogáz metántartalma 65 %. A metán égéshője $32 \text{ MJ}/\text{m}^3$.</p> <p>a) Mennyi hígtrágya keletkezik a telepen egy év alatt?</p> <p>b) Mekkora fermentor térfogatot kell tervezni a hígtrágyafeldolgozásához, ha a kiérlelés időtartama 30 nap?</p> <p>c) Hány köbméter biogáz nyerhető ki a teljes éves trágya mennyiségből?</p> <p>d) Hány GJ (kWh) lesz az egész évben keletkezett metán energiataralma?</p>	9

Napenergia hasznosítása		
1	<p>Egy un. 1 kW-os napelemes rendszer nyári időszakban, 1 nap alatt átlagosan $6,4 \text{ kWh}/\text{nap}$ elektromos energiát termel meg. A tárolt elektromos energiának csak a 60 %-át lehet „kivenni” az akkumulátorból. A víz fajhője $4,2 \text{ kJ}/\text{kg C}$.</p> <p>a) Ezzel a rendszerrel hány darab 20 W-os izzót lehet működtetni éjszaka 10 órán keresztül?</p> <p>b) Hány $^{\circ}\text{C}$-al emeli a 80 literes tartályban levő víz hőmérsékletét?</p>	6
2	<p>Egy amorf napelem hatásfoka 8 %. Egy un. 1 kW-os napelemes rendszerrel egy év alatt 1200 kWh elektromos energiát lehet előállítani. Az elektromos energia ára $44 \text{ Ft}/\text{kWh}$.</p> <p>a) Hány m^2-es napelem panelre van szükség 1 kW elektromos teljesítmény biztosításához a teljes napsütés és optimális hajlásszög esetén?</p> <p>b) Hány forintot nem fizet ki a tulajdonos elektromos energia költségként ezzel a rendszerrel egy év alatt?</p>	7
3	<p>Nyáron, napsütéses napokon 10 órán keresztül a talajra érkező napsugárzás teljesítménysűrűségével átlagban $800 \text{ W}/\text{m}^2$ 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 %.</p> <p>a) Mennyi a napsugárzás összenergiája 20 hektár esetében egy napsütéses nyári napon Pécssett 10 órán keresztül?</p> <p>b) Mennyi a „termelt” elektromos energia ekkora területről 10 óra alatt?</p> <p>c) Mennyi a „termelt” hő ekkora területről 10 óra alatt?</p>	8

Vízenergia hasznosítása		
1	<p>A Duna vízhozamát, szabályozott vízgazdálkodással (megfelelő duzzasztó és tározó megépítésével) 2000 m³/sec intenzitás értékre lehet beállítani. A duzzasztott folyószakasz 200 hosszú és szélessége 400 méter. A duzzasztó vízmagassága a turbinák fölött 10 m.</p> <p>a) Mekkora teljesítmény érhető el ennek a vízmennyiségnek a kihasználásával?</p> <p>b) Mennyivel csökken 10 óra alatt nyári időben a duzzasztott területen a vízszint, amikor a vízhozam csak 1200 m³/sec a duzzasztón pedig 2000 m³/sec intenzitással engedik le a vizet a turbinákra?</p>	7

Földhő		
1	<p>Egy házat olyan hőszivattyúval szándékozzuk fűteni, amelynek a jóság 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.</p> <p>a) Mennyi hőt juttat ez a rendszer a házba?</p> <p>a) Mekkora legyen a kompresszor elektromos teljesítménye?</p> <p>b) Mennyi elektromos energiát fogyaszt ez a rendszer 30 nap alatt?</p> <p>c) Mennyi a fűtésköltség 30 nap alatt?</p>	7

Szilárd kommunális hulladékok újrafeldolgozása, energetikai hasznosítása.		
1	<p>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 mennyiségéből 3,0 millió liter fogy el ilyen kiszerelésben 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.</p> <p>a) Hány tonna, élelmiszer csomagolására készült, jó minőségű műanyagot dobunk el évente?</p> <p>b) Mennyi lehet a szállítási költség, mennyi a műanya palackokért és mennyi az üzletek és automaták fenntartásáért fizetett összeg, évente?</p>	9

(Energia)takarékosság, energiahatékonyság, megtakarítások az egyén szintjén		
1	<p>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.</p> <p>a) Mennyit kell majd fizetni a wolframszálas és a kompakt izzó elektromos fogyasztása után.</p>	5
2	<p>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).</p> <p>a) Mennyi 8000 óra alatt az elektromos energiafogyasztása a wolframszálas izzólámpának, és a kompakt fényforrásnak?</p> <p>b) Mennyi a „beruházási költség” 8000 óra üzemidőre a wolframszálas izzólámpák és a kompakt fényforrás esetében?</p> <p>c) Mennyi a „fenntartási költség” 8000 órára fényforrásonként (azaz mennyit kell fizetni 8000 órára az egyik és a másik lámpa használata esetében)?</p>	8

3	Másfél liter tea készítéséhez elektromos vízforralóval 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

Magas éves összenergia hatásfokú rendszerek		
1	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. 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?	8
2 **	Egy 120 m ² alapterületű, 3 m magas belméretű lakásnak 210 kWh/m ² év a fajlagos primer „energiafogyasztása”. Megfelelő szigetelések után ez az érték 100 kWh/m ² év lett. Földgáz égéshője 34 MJ/m ³ . Bruttó ára 145 Ft/m ³ . 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. 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?	9

** - jelölt példák nem kerülnek dolgozatra

Pécs, 2013. december.

Összeállította: dr. Német Béla PTE TTK, Fizikai Intézet