

7. Energiatermelés rendszere

Az energiatermelés az emberrel összefüggő fogalom. Az ember energetikai szükségleteinek kielégítésére irányuló tevékenység. Az energiatermelés során az ember számára használhatóbb állapotú energiahordozót hoz létre. Ahhoz, hogy a különféle energiahordozókat hasznosíthatóvá alakítsuk, „egy sor technikai tevékenységre, értékteremtő munkára van szükség.”¹

Az energiatermelés lényegileg az energiahordozó állapotának átalakítása. Az állapotváltoztatások energiafelhasználással járnak, azaz az átalakítás hatásfoka kisebb, mint 100%.¹

Az életfunkciók ellátásához szükséges energiát táplálékkal viszi be az ember a szervezetébe. Ennek energiatartalma naponta 10–13 MJ. Ez fedezi a belső életfunkciók energiáját, a test hőmérsékletét, a fizikai mozgást, a munkavégzést. Az ember naponta ~3 MJ munkavégzésre képes. Az emberi izomerő teljesítménye optimálisan: 100 W.²

Feladat

Számolja ki az alábbi adatokat! A szükséges alapadatokat a 7.3. táblázatból keresse ki!

Egy évre eső órák száma:

Egy évre eső munkaórák száma:

Egy liter benzín/gázolaj/propán-bután/... fűtőértéke:

Az évi munkaóra (fizikai) üzemanyagra átszámolt hőegyenértéke:

Az ember igényei egyre inkább nőttek, ezért az izomerő már nem felelt meg a szükségletek kielégítésére. Ezek: az anyagok mechanikai, kémiai, fizikai átalakítása, szállítása, világítás, hő felhasználása,... Az alapvető szükségletek mellett mind előtérbe kerültek a kényelmi (és a luxus) szükségletek, amelyek kielégítése a természeti erőforrások kiaknázásával, felhasználásával történt. Az embernek nem az energiára, hanem az energia nyújtotta szolgáltatásokra van szüksége. Az emberi fejlődés során mindig újabb és újabb szükségletek lépnek fel, s ezek az

¹ Szűcs Ervin–Schiller István: technika és energia II. Tankönyvkiadó, 1987. pp. 28–86.

² Vajda György: Energiapolitika. MTA, Budapest, 2001. pp. 13–15.

energiapotenciál mind jobb felismerésére és kihasználására ösztönzi az emberiséget, az egyes országokat.

Az emberi izomerő „kímélésére” kezdetben az állati vonóerőt alkalmazták, majd a szél és a víz energiáját hasznosították, elsősorban a szállítás, és az anyagok megmunkálása területén. A tűz energiáját melegedésre, főzésre, világításra, információ továbbításra is használták. A tüzelőanyagot a lakókörnyezet közelében gyűjtötték, a növények megújulását nem gátolták. A Nap energiáját szárításra, tartósításra, melegedésre közvetlenül hasznosították, de közvetett alkalmazások (víz melegítése, „fotoszintézis tudatos alkalmazása”) is kezdtek előtérbe kerülni.

A rövid történeti összefoglalóból is világosan látható, hogy az ember – az ipari forradalomig – a megújuló energiákat használta, nem megújuló energiaforrásokat csak esetenként alkalmazta.

7.1. Energiatermelés szerkezete

Az energiatermelés tehát tudatos tevékenységek együttese, amely tartalmazza az energiaforrás megismerését, felismerését, a kiaknázás megoldását, a szükséges átalakítások tervét és időben, térben való rendelkezésre állását. Ha az energiahordozó közvetlenül igénybe vehető, akkor elsődleges (primér) forrásokról beszélünk. Ha átalakítás után használjuk fel: másodlagos, harmadlagos,... energiahordozónak tekintjük. Így valamely alap energiahordozóból kiinduló energiaátalakítási láncot vertikumnak nevezzük. Mivel az energiahordozók egy jelentős része makro szinten is „tanulmányozható”, ezért a kiindulást jelentő nyersanyag-energia kapcsolatot felismerhetjük, jellemezhetjük.

7.1.1. Tűzifa

Történeti példaként említhetjük, hogy az ember környezetében lévő természetes erdőségek terméseit élelmezésre, a lehullott leveleket, ágakat égetésre, füstölésre használták, a fatörzsekből használati tárgyakat (bútorokat, csónakokat, házakat, ...) készítettek, gondosan ügyelve arra, hogy az erdő ökoszisztéma a lehető legkevésbé sérüljön. A fejlődés felgyorsulása következtében mind több fatörzset tüzeltek el, így a megújulás lehetőségét gátolták. Az egyes energiatermelési módok tehát folyamatosan változtak. Az ember tudat alatti (ösztönös) vagy tudatos környezeti szemléletének függvényében úgy is átalakíthatta környezetét, hogy az hosszabb távon is „rendelkezésére” álljon. A mai tudatos erdőgazdálko-

dás fontos elemei: az élőfa készlet változás adatbázisa, a fahozamok ismerete és a termelési módok és megoszlásuk ismerete (7.1. kép).

Egy adott – faanyag kitermelést szolgáló – erdőterületen az alábbi kitermelési módok lehetségesek (7.1. táblázat):

- *Minőségi fatermelési cél* esetén legalább 25 cm (kéreg nélküli) mellmagassági átlagátmérő elérése és a bruttó fakészlet 20%-ának I. osztályú fűrészrönkként és falemezipari alapanyagként való felhasználása.
- *Mennyiségi fatermelési cél* esetén (kéreg nélküli) mellmagassági átmérő nem érheti el a 18 cm-t és a kivehető rönk aránya a bruttó fakészlet 15%-alatt marad.
- *Alternatív fatermelési cél:* esetén az adottságok jobbakk a mennyiségi fatermelési célnál.³

	Minőségi fatermelés	Alternatív fatermelés	Mennyiségi fatermelés	Készlet megőrzés	Összes erdő
	ezer hektár				
Mindösszesen	90,1	594,5	487,9	2,0	1174,5
%	7.7%	50,6	41,5	0,2	100%

7.1. táblázat: Fatermelési cél szerinti területmegoszlás hazánkban, 2001-ben

Forrás: Állami Erdészeti Szolgálat: Magyarország erdőállományai 2001.

Állami Erdészeti Szolgálat, Budapest, 2002. pp. 62–63.



7.1. kép: Tüzelési célú rönkök átmeneti tárolása (Fotó: Révész T.)

³ Állami Erdészeti Szolgálat: Magyarország erdőállományai 2001. Állami Erdészeti Szolgálat, Budapest, 2002. pp.58–63.

A biomassa és ezen belül a tűzifa közvetlen energetikai felhasználása az utóbbi évtizedekben visszaszorul. A fahulladék hasznosítására fabrikettet és fa-granulátumot (pellet) állítanak elő (7.2. kép). Ezek korszerű tüzeléstechnikai eszközökben jó hatásfokkal eltűzelhetők. Mivel a fa energetikai hasznosítása megújuló energiaforrásnak tekinthető, ezért az utóbbi években alternatív és kapcsolt rendszerekben alkalmazzák. Alapvető tulajdonságaik: a tömör szerkezet, kis víztartalom, magas fűtőérték és jó kezelhetőség.



7.2. kép: Fabrikett és pellet (Forrás: <http://brikett.ewk.hu/a-rikettalasrol>)

7.1.2. Szén

Az ásványi szén főként mocsár- és láperdőségekből katasztrófa (földkéreg mozgások, jégkorszakok) hatására keletkezik speciális feltételek (nagy nyomás és hőmérséklet) mellett. A lebontást a ráakodott ásványi anyagok gátolják, szabályozzák. Az ún. szénülés folyamatában az illó anyagok egy része eltávozik, a széntartalom növekszik, a víz és meddő tartalom csökken.

A víz egy része a szállítás és feldolgozás során kerül a szénbe, másik része a higroszkopikus víz, amelyet a szén felülete abszorbeál és a kapillárisokban tárol. A nedvességtartalom gátolja az égést, elpárologtatására hőt von el, így az égés bizonytalanná válik. A nedvességtartalom közvetlenül és közvetve is (az SO_2 és az SO_3) kénessavvá és kénsavvá való átalakulása) korróziót hozhat létre.

Az égés utáni szilárd maradék a hamu, amely származhat az eredeti fatestekből (primér), a letakaró rétegekből (szekunder) és a fejtésből-szállításból (tercier). A szén hamutartalmának fő alkotói: ⁴

SiO_2 – kavasav: 11–60%
 Fe_2O_3 – vas-oxid: 2–35%

Al_2O_3 – alumínium-oxid: 6–35%
 MgO – magnézium-oxid: 0,3–9%

⁴ Szűcs Ervin–Schiller István: Technika és energia II. Tankönyvkiadó, 1987. pp. 28–86.

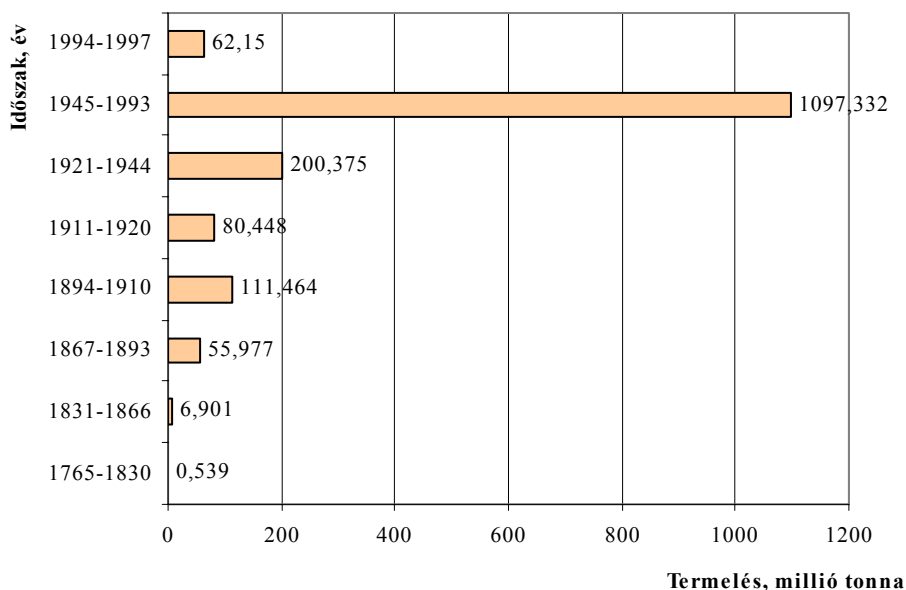
P₂O₅ – foszfor-pentoxid: 0–3% CaO – kalcium-oxid: 1–30%.

A szenek kora néhány millió évtől mintegy 0,6 milliárd évig terjedhet. A legfiatalabb hazai szén a lignit, melynek szerkezete még fás jellegű. A barnaszeneink 60–75 millió évesek, míg a feketeszenek kora 300–350 millió év.

A szeneket különböző telepkibúvások révén régóta ismeri az ember, de szervezett felhasználása az ipari fejlődés következménye. Hazánkban 1753-ban Brennbergbányán nyitották az első bányát. Ezt továbbiak követték: Verőce – 1768; Dorog – 1782; Vasas – 1786; Sajókaza – 1786.⁵ Kőszeneiket és külszíni fejtést mutat a 7.3. kép.

A termelt kőszén mennyiségét a 7.2. táblázat mutatja 1765-től 1997-ig. A hazai termelés legnagyobb értéke a hatvanas években: ~31 millió t/év. 1765–1997-ig a termelés meghaladta a 1,6 milliárd tonnát, amely a jelenleg ismert hazai szénvagyon (~ 10000 millió tonna) ~ 16%-a.⁵

A hazai primér és szekunder energiaforrások fontosabb jellemzőit a 7.3. táblázat foglalja össze.



7.2. táblázat: Magyarország kőszéntermelése

Forrás: Mészáros E.–Schweitzer F. (szerkesztők): Magyar Tudománystár – Föld, Víz, Levegő. MTA Társadalomkutató Központ – Kossuth Kiadó, Budapest, 2002. pp. 297–306.

⁵ Mészáros E.–Schweitzer F. (szerkesztők): Magyar Tudománystár – Föld, Víz, Levegő. MTA Társadalomkutató Központ – Kossuth Kiadó, Budapest, 2002. pp. 297–306.

	Fűtőérték, MJ/kg,	Nedvességtartalom, %	Megjegyzés
Fafajták			
Frissen vágott	6,8		
Bükk	15,12	15	
Tölgy	15,12	15	
Akác	14,76	15	
Gyertyán	15,12	15	
Nyár	15,12	15	
Lucfenyő	15,84	15	
Fabrikett	16–19		
Pellet	18		
Biobrikettek	14,5		
Búzaszalma	15,42	6,3	
Kukoricaszár	15,49	6,2	
Napraforgóhéj	17,22	7,1	
Repce, szója	14,87	8,7	
Fűrészpor	16,84	6,1	
Szenek			
Lignit	3,5–10		
Barnaszén	10–17		
Feketeszén	17–33		
Szén brikett	20		
Koksz	23,5		
Kőolaj	44		
Benzin	42,5		
Gázolaj	44,5		
Petróleum	42,0		
Földgáz	39,5		
PB-gáz	52,0		
Hidrogén gáz	120,5		
Biodízel	37		

7.3. táblázat: Primér és szekunder energiahordozók fűtőértéke

Forrás: <http://brikett.ewk.hu/futoertek>

(Égéshő: az a hőmennyiség, amely 1 kg tüzelőanyag elégetésekor keletkezik. Fűtőérték: az anyag égéshőjéből kivonjuk a füstgázzal együtt gőzként távozó víz párolgáshőjét. A fűtőérték fogalma csak akkor használható, ha a füstgáz hőfoka magasabb, mint 100 °C.)



7.3. kép: Gyöngyösvisontai külszíni fejtés

Külszíni bánya / Szállítószalag; Széntér / Szénfelszedő; Bánya víztelenítő rendszere
(Fotó: Pitrik J.)

7.1.3. Kőolaj, földgáz

A kőolaj és a földgáz különböző szénhidrogén vegyületek keverékéből áll. A szénhidrogének a tengerekben és tavakban lerakódó üledékek szerves eredetű anyagaiból keletkeznek, betemetődés és magas hőmérséklet (70–150 °C) esetén. A szénhidrogénre a vándorlás jellemző, amely addig tart, amíg a folyékony részek mozgását zárórétegek meg nem akadályozzák. A csapdába került gáz, kőolaj és víz a tároló kőzetekben víz-, kőolaj- és földgáztesteket alkot.

A szénhidrogéneket – mai ismereteink szerint – Mezopotámiában és Kínában használták először: kötőanyagként (aszfalt), víztaszító, világító és fűtési anyagként. Pennsylvániában Edwin L. Drake ezredes 220 m-re fűrt, s onnét naponta 20–25 hordó (42 gallonos (=159 liter)) kőolajat termelt. Hazánkban 1075-ben a szurok, 1309-ben az olaj szavakat említik írásbeli források. 1536-ban éghető „ragacsos” földről tesznek említést, azzal a megjegyzéssel, hogy szaga kellemetlen. Megismerésére mind több „energiát” fordítottak, 1860-ban megjelentek az első petróleum lámpák, majd olajfinomítók létesültek, amelyek külföldi olajakat dolgoztak fel. A hazai kutatások és termelés 1937-ben indult el Budafapusztán (=Bázakerettye). Főbb szénhidrogénmezők: Lovászi – 1940, Nagylengyel – 1951, Hajdúszoboszló – 1958, Üllés – 1962, Zsana – 1978, ...^{6, 7}

2007. évi hazai adatokat tekintve:⁸

– Földtani kőolajvagyon	207,0 Mt
– Még kitermelhető kőolajvagyon	19,2 Mt
– 2007-ben kitermelt kőolaj	1,9 Mt
– Földtani földgázvagyon	5307,05 Gm ³
– Még kitermelhető földgázvagyon	3355,29 Gm ³
– 2007-ben kitermelt földgáz	2,65 Gm ³

7.2. Energiatermelés harmonizálása

A 7.1-ben bemutatott nem megújuló energiahordozók (prímér és szekunder) aránya és termelt mennyisége természetesen az emberiség története során különböző okokból kisebb-nagyobb mértékben változott. A közvetlen – lokális – okok mellett közvetett okok is mind nagyobb szerepet kapnak a szerkezet változásában.

⁶ E-jegyzet: Optimalizálás az olajiparban. Pannon Egyetem-BME, 2008. pp. 1–17.

⁷ Mészáros E.–Schweitzer F. (szerkesztők): Magyar Tudománytár – Föld, Víz, Levegő. MTA Társadalomkutató Központ – Kossuth Kiadó, Budapest, 2002. pp. 287–297.

⁸ Magyar Bányászati és Földtani Hivatal: <http://www.mbfh.hu>

A termelt energiának meg kell felelnie a szükségleteknek. Globális egyeztetés nem elegendő, hiszen például a főzéshez, fűtéshez az emberiség története során főként a tradicionális energiahordozók feleltek meg. Az egyensúly hiánya problémafelvetéseket generált, melyre az adott kornak megfelelő válaszokat tudták adni, annak szellemében tudtak beavatkozni.

A harmónia érdekében az alábbi szempontok kerültek előtérbe:

- Az egyes energiahordozók „termelését” a szükségletekhez kell igazítani térben és időben. Ez a problémakör szerteágazó: ha a gőzmozdonyok üzemeltetéséhez szükséges erdőket kivágták, akkor azt helyettesítő szenek feltárására és bányászatára volt igény. A szén szállításához újabb vasút vonalakat kellett építeni és mind kisebb fogyasztású gőzmozdonyokat kellett konstruálni.
- A különböző energiahordozókhoz való hozzáférési adottságok eltérőek, így egyes helyeken olcsón, nagy mennyiségben tudtak termelni, míg más területeken hiány lépett fel és a költségek egyre magasabbra emelkedtek. Egyszerre volt (van) jelen a túltermelés és a hiány. Ez az állapot vezetett az energia import-export kialakításához, a függőségi viszonyok létrejöttéhez. Ez a folyamat ma is megfigyelhető a földgáz import-export ügyleteknél.
- Folyamatosan újabb és újabb forrásokat kell feltárni és olyan átalakítási technológiákat kell kidolgozni, amelyekkel előállított energiahordozók kiválthatják a hiányt, vagy alternatívát kínálhatnak egyes hordozók „cseréjére”.
- Az energiafogyasztás és az ezzel összefüggő CO₂ szennyezés főbb mutatóit foglaltuk össze az alábbi táblázatban (2004).

	EU-27	Magyarország
Egy főre jutó energiafogyasztás	3689 kgoe/fő	2591 kgoe/fő
Energiaimport függőség	50,1%	60,8%
CO ₂ kibocsátás	2,2 tCO ₂ /toe	2,1 tCO ₂ /toe
Egy főre jutó CO ₂ kibocsátás	8180 kg/fő	5365 kg/fő

7.4. táblázat: Energiafogyasztási és szennyezési adatok összehasonlítása

Az energiatermelés-fogyasztás összefüggésben van a különböző földrészek fejlettségével, a lakosság életszínvonalával. A primér tüzelőanyagok felhasználása (1994): Észak-Amerikában 325 GJ/fő/év, Ausztrália-Óceániában 205 GJ/fő/év, Nyugat Európában 136 GJ/fő/év,, Közép- és Délamerikában 35 GJ/fő/év, Ázsiában 24 GJ/fő/év, Afrikában 13 GJ/fő/év. Az egyes országok világátlagához viszonyított egy évre eső fejenkénti végső energiafelhasználás arányai jelentősen eltérnek: USA: 4,10; Magyarország: 1,50; Kína: 0,33. Nyugat-Európa: 2,20.⁹

Kérdéstár

1. Melyek a hazai szénhidrogén termelés fontos helyszínei?

- a) Verőce
- b) Sajókaza
- c) Üllés
- d) Kisköre
- e) Hajdúszoboszló

2. Értelmezze az alternatív fakitermelési célt:

- a) Minél több jó minőségű rönk előállítása
- b) Minél több tüzelőanyag előállítása
- c) Minél több 25 cm-nél nagyobb átmérőjű rönk termelése
- d) Minél több 18 cm-nél nagyobb átmérőjű rönk (>15%) termelése
- e) Készletmegőrzés (parkerdő, védősáv)

3. A fabrikett kis lánggal ég (izzik), mert

- a) kicsi a hamutartalma
- b) nagy a sűrűsége
- c) nagy a hamutartalma
- d) nagy a fűtőértéke
- e) kicsi a fűtőértéke

4. Az egyévre eső fejenkénti végső energiafelhasználási arány az egyes országok világátlagához viszonyított érték, MO esetén: ~1,5

⁹ Kovács F.–Lakatos I.: Globális kőolajkészletek és ellátottság a XXI. Században – történeti áttekintés. In: A Miskolci Egyetem Közleményei. A sorozat. Bányászat. 75. kötet (2008). Pp. 65–101.