

## Az energiahordozók jövője

kőolaj, földgáz, megújulók  
(tanulmány)





Magyar Mérnöki Kamara  
Kiadványsorozata 13.

# Az energiahordozók jövője

kőolaj, földgáz, megújulók  
(tanulmány)

MMK FAP azonosító:  
FAP-2018/026-GOT

Budapest, 2018. augusztus

A sorozat szerkesztője:  
**NAGY GYULA**  
a Magyar Mérnöki Kamara elnöke

Készült a Magyar Mérnöki Kamara Gáz- és Olajipari Tagozatának gondozásában, a 2018. évi Feladat Alapú Pályázatok pénzügyi keretéből.

A kiadvány a Magyar Mérnöki Kamara tulajdona. Másolása, teljes terjedelmében való közzététele csak a Kamara engedélyével lehetséges. Minden jog fenntartva.

*Szerző:*  
**dr. Szilágyi Zsombor**

*Lektorálta:*  
**Dr. Tihanyi László**

Kiadó:  
Magyar Mérnöki Kamara  
1094 Budapest, Angyal u. 1-3.  
[info@mmk.hu](mailto:info@mmk.hu), [www.mmk.hu](http://www.mmk.hu)

# TARTALOMJEGYZÉK

1. Összefoglaló.....	7
2. Jelölések.....	9
3. A világ fejlődése.....	11
3.1. A népesség alakulása .....	11
3.2. A GDP alakulása .....	12
4. Az energiahordozók és a környezetvédelem .....	15
4.1. Energia felhasználás.....	15
4.2. Környezetvédelem .....	21
5. A világ energia fogyasztása .....	25
5.1. Előrejelzések, becslések.....	25
5.2. A kőolaj szerepe .....	26
5.3. A kőolaj ára .....	29
5.4. A földgáz jövője .....	32
5.5. LNG a világban.....	40
5.5.1. LNG felhasználás .....	41
5.6. A szén karrierje .....	43
5.7. Nukleáris energiahordozó .....	44
5.8. A megújuló energiahordozók szerepe.....	45
5.8.1. Vízenenergia.....	46
5.8.2. Szélenenergia .....	47
5.8.3. Napenergia (fotovoltaikus) .....	48
5.8.4. Bio üzemanyagok.....	48
5.8.5. Villamos autók .....	50
5.8.5.1. A járművek gyártása .....	50
5.8.5.2. A járművek üzemeltetése .....	50
5.8.5.3. A járművek megsemmisítése .....	51
5.9. A megújulók használata az EU-ban .....	51
5.10. Szén-dioxid kibocsátás .....	55
6. Nemzetközi klímapolitikai együttműködések.....	57

<b>7. Magyarország energia ellátásának helyzete .....</b>	<b>59</b>
7.1. Fosszilis energiahordozók.....	63
7.1.1. Kőolaj .....	63
7.1.2. Szén.....	63
7.1.3. Földgáz .....	64
<b>8. Egyesült Államok, Kína, Oroszország.....</b>	<b>75</b>
8.1.1. Egyesült Államok.....	77
8.1.2. Kína.....	80
8.1.3. Oroszország.....	83
<b>9. Irodalomjegyzék.....</b>	<b>90</b>

## 1. Összefoglaló

---

Folyamatosan nő a Föld lakosainak száma, az embereknek élelmiszer, lakás kell, közlekedni akarnak, fűteni, ehhez energiahordozók kellenek.

Az energiahordozók piaca érinti minden ország gazdaságát, az energiahordozók tőzsdéi pedig a legnagyobb forgalmú kereskedési színterek. A kőolaj a világ vezető energiahordozója, az olajpiac változásai hatással vannak egy sor más termék termelésére, forgalmára és árára is.

Minden energia kutató intézet elemzi a jelenlegi helyzetet és prognózisokat készít az energiahordozók jövőjéről. A kutatók több változatot dolgoznak ki, mindegyik változathoz eltérő politikai, gazdasági feltételeket kapcsolnak. A prognózisok új eleme a Föld légkörének változása, ami ma még pontosan nem látható, súlyos következményekkel járhat.

A közép- és hosszú távú energiapiaci prognózisok még a következő pár évtizedben is a fosszilis energiahordozók elsőségét jelzik, a következő okok miatt:

- A fosszilis energiahordozó készletek a világ egészében nem csökkennek, köszönhetően az új kutatási technológiáknak és az eddig még nem kutatott hatalmas területeknek, például a sarkvidékek, az óceánok alja, Afrika, Dél Amerika, Szibéria.
- Az olajpiacon a 2018-ben stabilizálódó 60...70 USD/hordó kőolaj ár hosszabb távra is érvényes lehet, ezzel lefékeződnek a kőolaj kiváltását célzó fejlesztések és beruházások.
- Minden ország a saját energiahordozó készleteit akarja felhasználni, és minél kevesebb importtól szeretne függeni.
- A fosszilis energiahordozó lecserélése megújulókra komoly beruházásokat igényel, ezek a beruházások állami támogatás nélkül nem finanszírozhatók a szokásos banki feltételekkel.
- Néhány területen még nem válthatók ki a szénhidrogének, például: a repülés hajtóanyaga, a műanyag gyártás.
- A megújulók hasznosítási hatásfoka még elmarad a fosszilis tüzelőanyagokétól.

Minden prognózis viszont azt mutatja, hogy a megújulók használata nő a legnagyobb mértékben, a világ minden táján.

Eddig az Európai Unió volt a klímavédelem élharcosa, és az EU költötte a legtöbb pénzt a légkör védelmére. Vannak eredmények a nagy energia fogyasztó országokban is a megújuló energiák használatában.

Az európai klímavédelmi erőfeszítések nem sokat jelentenek a Föld védelmére, inkább csak a figyelem felkeltését szolgálják.

A tanulmány első sorban a kőolaj, a földgáz és a megújuló energiahordozók jelenével és jövőjével foglalkozik, mert Tagozatunk a kőolaj- és a földgáziparban dolgozó mérnökök szervezete, a megújuló energiahordozók sorsa pedig a kőolaj és a gázipar jövőjét is érdemben befolyásolja.

A tanulmányban kiemeljük az Egyesült Államok, Kína és Oroszország energia piacának mai és jövőbeli alakulását, mert:

- a három ország népessége a Föld lakóinak egynegyede
- a három ország tőkeereje meghatározó a világban,
- az országok energetikai programjára az egész világ figyel,
- ez a három ország a világ legnagyobb energia felhasználója,
- ezekben az országokban indult el több jelentős energetikai változás: nem hagyományos szénhidrogén készletek kutatása és feltárása, megújuló energiahordozók használatához szükséges eszközök tömeges gyártása, egyre erőteljesebb energiahordozó export a világba,
- ez a három ország jelentős hatással van az energiapiacokat is érintő politikai változásokra,
- ez a három ország meg tudja mozgatni a világ áru tőzsdéit,
- ez a három ország a legnagyobb légkör szennyező.

Kiemeltük a tanulmányban a megújuló energiahordozók helyzetét és jövőjét, mert:

- a legdinamikusabban növekvő energiahordozó a világ energia piacain,
- azok az országok is elkezdtek a megújulók használatának fokozásával foglalkozni, amelyek terveiben eddig nem szerepelt,
- 2016. novemberben 200 ország vett részt a párizsi klímavédelmi ENSZ konferencián. 195 ország aláírta, hogy 2 °C alatt akarjuk tartani a légkör hőmérséklet emelkedését, ezért csökkentjük a széndioxid kibocsátást,
- A Meteorológiai Világszervezet friss mérési eredménye: 2016-ban a légkör átlagos széndioxid tartalma elérte a 403,3 ppm értéket. Az élhető környezet feltételei alapján 400 ppm-et tartottak eddig felső határnak,
- a megújulók fokozott használatának néhány hátrányos következménye is már felszínre került.

Bemutatjuk Magyarország energia ellátása helyzetét, az energiaellátás legfontosabb tényezőit és a jövőben várható energetikai változásokat is, összefüggésben az Európai Unió célkitűzéseivel és a magyar klímavédelmi vállalásokkal.

A nemzetközi elemzések és prognózisok közül a British Petrol anyagait emeljük ki. Feldolgoztuk az IEA, a Shell, az U.S. EIA, az Oxford Institute, az ERIRAS kutatóintézetek egyes jelentéseit is. Az Eurostat, a KSH és a MEKH adatai találhatók még a tanulmányban.



## 2. Jelölések

<b>b/d</b>	barrel / day = hordó / nap
<b>BP</b>	British Petrol
<b>Btu</b>	british thermal unit
<b>CNG</b>	compressed natural gas: sűrített földgáz
<b>CO<sub>2</sub></b>	széndioxid
<b>EIA</b>	U.S. Energy Information Administration: az USA állami energia (statisztikai) intézete
<b>ERIRAS</b>	The Energy Research Institute of the Russian Academy of Science: az orosz tudományos akadémia energia kutató intézete
<b>GDP</b>	gross domestic produkt: bruttó hazai termék
<b>IEA</b>	International Energy Agency : Nemzetközi Energia Ügynökség (Párizs)
<b>KSH</b>	Központi Statisztikai Hivatal (Budapest)
<b>LNG</b>	liquified natural gas: cseppfolyós földgáz
<b>MEKH</b>	Magyar Energetikai- és Közmű-szabályozási Hivatal
<b>NBP</b>	National Ballancing Point, a londoni földgáz tőzsde
<b>OECD</b>	Organisation for Economic Co-operation and Development: Fejlett országok együttműködési szervezete
<b>OPEC</b>	Organisation of Petroleum Exporting Countries: Kőolaj exportáló országok szervezete



### 3. A világ fejlődése

A világ országainak gazdasága változatos képet mutat. Minden ország rendelkezik saját energetikai célokkal, melyek részben az egyes ország csoportokhoz tartozásból ered, részben saját energetikai helyzetükből. Minden országnak van saját energiahordozó termelése.

A Föld klímájának alakulása minden országot arra figyelmeztet, hogy lépéseket kell tenni a légkör védelmére, mindenek előtt a légkörbe kerülő széndioxid mennyiségének csökkentésére.

A világ egészének gazdasági fejlődése erőteljes volt az elmúlt években. A GDP növekedési üteme szerencsére megelőzi a széndioxid emisszió és az energiafelhasználás növekedését is. (%) [42]:

	2000	2005	2010	2015	2017
GDP	100	120	146	154	187
CO <sub>2</sub> emisszió	100	116	131	140	141
energia	100	114	128	138	140

A széndioxid emisszió stagnálása látható 2015 óta. Rövid idő telt el még a légkör védelem intenzívebb szakaszából ahhoz, hogy ezt a tendenciát tartósnak ítéljük meg.

A világ átlagok alakulásában nagy szerepe van Kína fejlődésének: a kínai GDP 2017-ben közel 7 %-al nőtt, ugyanakkor a széndioxid kibocsátása 1,7 %-al. A kínai energia igény 2017-ben 2,1 %-al nőtt, összefüggésben az ország rohamosan emelkedő villamos energia igényével. Az energia ipar 2017. évi széndioxid kibocsátása 32,5 Gtonna volt.

Az Európai Unió energetikai programja külön figyelmet érdemel a világ jövője értékelésekor: az EU elhatározásai és a beindított klímavédelmi programjai valóban a világ légkörvédelmét szolgálják.

Az IEA mérése szerint a világon az energia intenzitás növekedése lassult, 2017-ben csak 1,6 % volt, az előző évi 2 %-al szemben.

#### 3.1. A népesség alakulása

A Föld népessége a következő évtizedekben tovább nő. [7]:

Év	2015	2020	2030	2040
milliárd fő	7,4	7,8	8,5	9,2

A népesség gyarapodása földrészenként eltérő. Minden kontinensen a lakosság gyarapodásának üteme csökken a következő évtizedekben. A népesség gyarapodása

ma már jól látható következményekkel jár: több lakás, több élelem, több használati cikk szükséges, és mindezek előállítására a Föld nyersanyag készletei végesek.

A BP\* is készített előrejelzést a népesség növekedés éves üteméről (%) [1]:

	1990-2016	2016-2040
Világ	1,3	0,9
Kína	0,7	0,0
India	1,6	0,8
Afrika	2,6	2,3
OECD	0,7	0,4
Egyéb országok	1,3	0,8

\*A BP a prognózisait öt változatban készítette el. Ezek közül az ET (Evolving Transition – Fejlődő átmenet) változatot elemezzük, mert a mai gazdasági körülményekre alapozva mérsékelt változásokra alakították ki.

### 3.2. A GDP alakulása

A bruttó hazai termék (GDP) prognózisok készítésénél valamennyi prognózis készítő feltételezésekkel élt:

- újabb, kontinenseket érintő háborús konfliktus nem robban ki,
- a 2016. novemberi párizsi ENSZ klímavédelmi megállapodást az elfogadó államok legtöbbször be fogja tartani,
- a népesség gyarapodásának üteme mérséklődik,
- mérséklődik a népesség vándorlása az életterhelten térségekből.

A tradingeconomics.com mutatja be a 2016. évi egy főre jutó GDP-t (USD) [43]:

- Magyarország 14 840,4
- USA 52 194,9
- Kína 6 894,5
- Oroszország 11099,2
- India 1 861,5
- Norvégia 89 818,3

Az országonkénti GDP fajlagos alakulását érdemben befolyásolja az adott ország fosszilis tüzelőanyag készlete és kitermelése. Az országok kőolaj és földgáz exportja közvetlen szerepet tölt be az ország gazdasága fejlődésében.

A GDP növekedése 2000. és 2016. között [31]:

- USA: 190 %,

- Kína: 1000 %,
- Oroszország: 500 %.

A GDP bővülése 2017.-ben:

- USA: 2,3 %
- Kína: 6,7 %
- EU: 2,2 %
- Magyarország: 3,0 %

A GDP alakulásának előjelzése a világ átlagban [7], (favourable scenario):

- 2015-2040 között: 3,4 %
- 2015-2020 között: 3,6 %
- 2020-2030 között: 3,7 %
- 2030-2040 között: 3,0 %

Szintén a GDP növekedéséről készült a BP előjelzése [1]:

(%)

	1990-2016	2016-2040
Világ	2,1	2,4
Kína	9,1	4,7
India	4,9	5,3
Afrika	1,2	1,8
OECD	1,4	1,3
Egyéb országok	1,7	2,3



## 4. Az energiahordozók és a környezetvédelem

### 4.1. Energia felhasználás

Az International Energy Agency kimutatása szerint [3] 2015-ben a világ teljes primer energia felhasználása 13 647 Mtoe volt. Ennek megoszlása:

- Kőolaj: 31,7 %
- Szén: 28,1 %
- Földgáz: 21,6 %
- Nukleáris: 4,9 %
- Vízi: 2,5 %
- Bio és hulladék: 9,7 %
- Egyéb: 1,5 %

A BP a 2016. évről készített mérleget, az energiahordozók felhasználásáról (Mtoe) [21]:

- Kőolaj: 4418,2 33,3 %
- Földgáz: 3204,1 24,1 %
- Szén: 3732,0 28,1 %
- Nukleáris: 592,1 4,4 %
- Vízi: 910,3 6,8 %
- Megújulók: 419,6 3,2 %

A két mérleg között bár egy év telt el, az eltérések különböző statisztikai alapokat mutatnak.

Az oilprice.com lapján folyamatosan követhető a világ teljes energia felhasználása az aktuális évben, a megújuló energiahordozókból termelt energia mennyisége, a CO<sub>2</sub> kibocsátás aktuális helyzete, és az energia felhasználás szempontjából legjelentősebb országok adott évi primer energia felhasználása.

A folyamatosan változó adatok leginkább arra használhatók, hogy az energiahordozók-, országok közötti arányok alakulását nyomon követhessük. Természetesen az év végi adatok már tartalmasabb következtetéseket tesznek lehetővé.

A világ primer energia termelése 2018. január 1. és 2018. március 31. között (milliárd Btu) [44]:

- kőolaj 38 387 503
- szén 36 564 835
- földgáz 28 234 785

- megújulók 16 096 842
- világ összesen: 117 625 606

Az energia felhasználás néhány kiemelt országban (milliárd Btu):

- Kína 23 834 027
- USA 22 403 074
- Oroszország 6 770 718
- India 5 135 052
- Japán 4 997 520

A megújuló energiahordozókból termelt energia mennyiség ugyanebben az időszakban: (milliárd Btu):

- vízi 7 595 398
- nukleáris 6 135 047 (ebben az összeállításban megújulónak számítják)
- szél 1 459 587
- biomassza 580 282
- nap 290 528
- összesen: 16 096 842

A világ energia igénye nőni fog, mert:

- Nő a Föld lakossága. A növekvő lakosság enni, élni, közlekedni, fűteni akar, ehhez energia kell
- A közlekedésben a villamos autók száma bár gyorsan nő (ma kb. 2 millió lehet, 2040-re 300 millióra nőhet az akkorra várható 2 milliárd teljes jármű állományból [18]), de a közlekedés energia igénye ezzel érdemben nem csökken
- Új anyagok, új gyártási technológiák jelennek meg, ehhez a szénhidrogének nagyobb mennyisége szükséges

A világ energia igényét ugyanakkor csökkenti:

- A földi légkör hőmérsékletének emelkedése
- Legtöbb ország akciót indít a megújuló energiahordozók fokozottabb használatára, a fosszilis energiahordozók felhasználásának csökkentésére
- A lakosok törekvése az energia takarékosagra
- Az ipar fontos fejlődési szempontja az energia hatékonyság növelése
- Az ugyanolyan funkciójú ipari termékek kisebbek, anyag takarékosabbak lesznek, gyártási energia igényük csökken
- A kisebb energia igénnyel gyártható műanyag termékek fémeket váltanak ki



Az energiahordozók szerepe is változik:

- Összességében a fosszilis energiahordozók felhasználása csökkenni fog a világban, országoként más-más ütemben
- A nukleáris energia helyzetét leginkább a kiemelten magas erőmű létesítési költségek, és az üzemeléssel járó veszélyes hulladékok kezelésének megoldatlan problémái teszik kissé bizonytalanná.
- A megújuló energiahordozók közül a vízenergia hasznosításban a földrajzi adottságok miatt jelentős előre lépésre nem lehet számítani. A nap-, szélenergia és a földhő hasznosításban jelentős előrelépés várható, természetesen országoként eltérő ütemben. A biomassa hasznosítás a Föld valamennyi országában magas szintű, a kihasználatlan adottságok azonban még országoként erősen eltérő lehetőségeket kínálnak.

A két tendencia eredőjeként a Föld energia igénye nő, de energiahordozóként eltérő ütemben és tendenciával.

A BP előjelzést ad a Föld egyes térségei primer energia igénye alakulásáról, energiahordozóként [1]. Az alábbi két táblázatban a várható időbeni változás becslése látható.

**2016. év**

**(Mtoe)**

	USA	EU	Kína	Egyéb Ázsia	Közép Kelet
olaj	827	600	577	610	418
földgáz	716	386	189	279	461
szén	358	238	1888	620	9
megújulók	120	149	88	34	1
vízenergia	192	190	48	17	1
nukleáris	59	79	263	76	5
összesen	2273	1642	3053	1636	895

**2040. év**

**(Mtoe)**

	USA	EU	Kína	Egyéb Ázsia	Közép Kelet
olaj	679	382	753	1042	515
földgáz	928	389	556	487	747
szén	112	85	1552	1477	11
megújulók	383	388	784	365	63
vízenergia	137	132	325	63	39
nukleáris	59	84	348	159	7
összesen	2299	1460	4319	3592	1382

A BP a nagy földrajzi régiókra is bemutatja a primer energiahordozó igényeket [1]:

(Mtoe)

	2000	2010	2020	2030	2040
Kína	1008	2491	3358	4014	4362
India	316	537	879	1367	1929
Afrika	274	389	508	706	995
Egyéb Ázsia	496	750	1042	1359	1643
OECD	5499	5658	5729	5717	5675
egyéb térségek	1799	2345	2745	3148	3482
összesen	9390	12170	14261	16310	18085

Az egyes energiahordozók pályájának vázolásához több tényezőt és feltételezést kell figyelembe venni:

- Az energiahordozók ár arányai nem változnak a következő évtizedekben, nem indul el lényeges energiahordozó csere kampány
- A világ egyes térségei és ország csoportjai eltérő saját energiahordozó adottságaik, eltérő gazdasági fejlettségük alapján más-más energiahordozó stratégiát alkalmaznak
- Minden prognózisnál feltételezik azt, hogy kontinens léptékű konfliktus nem lesz
- A világ különböző térségeinek gazdasága különböző fejlődési pályaszakaszban van
- Az egyes térségek természetes energiahordozó készleteinek összetétele és nagysága lényegesen eltérő
- Az egyes országok gazdasága különböző mértékben van rászorulva a saját energiahordozói exportjára
- Európában, Észak Amerikában a szomszédos országok közti energia csere technikai megoldása jelentős energia áramokat tesz lehetővé
- Minden ország tudja, hogy a Föld légkörének védelmére lépni kell, de az elvárt eredményhez nagyon sok pénz és elég sok idő szükséges
- A kőolaj árának alakulása kihat más energiahordozókra, az ipar legtöbb ágára, és egy sor technikai fejlesztési feladatot ad.
- Az LNG technológia olyan országok részére nyitotta meg a földgáz export lehetőségét, amelyek eddig a földrajzi fekvésük miatt nem tudtak hagyományos módon, csővezetéken exportálni
- Az energiahordozók piaci ára tőzsdéken alakul ki. A tőzsdei műveletek között sok esetben spekulatív elemek is vannak. Ugyanakkor a tőzsdei árakat az egyes energiahordozók termelésével, készletével, felhasználásával kapcsolatos információk is mozgatják.

A BP prognózisából egyértelműen megállapítható, hogy:

- Az USA és Európa csökkenteni akarja a kőolaj függőségét, de ezt a világ többi térsége nem tudja megtenni.
- A földgáz karrierje töretlen a világ minden térségében
- A szén sorsa ellentmondásos: Európában, az OECD államokban a szén kiváltása nemcsak napirenden van, hanem eredményesen folyik. Ázsia egyes térségeiben a szén még 2040-ben is a biztos energiaellátás alapja lesz.
- A megújuló energiahordozók (a BP szerint: szél, napenergia, geotermikus energia, biomassa és bio üzemanyagok) jövője fényes lesz: a világ minden térségében látványosan előretör, annak ellenére, hogy a mai technikai szinten a megújulókat használatának beruházása még viszonylag hosszú megtérülési időt jelent.
- Vízügyben nem várható nagy elmozdulás
- A nukleáris energia használata gyakorlatilag változatlan ütemben folyik a következő évtizedekben

A Shell 2100-ig készít előjelzést a világ primer energia felhasználásáról [9]:

(EJ/év)

Év	2000	2025	2050	2075	2100
Energia	410	675	840	1050	1000

Kiegészíti a Shell az előjelzést a villamos energia várható felhasználásával:

(EJ/év)

Év	2000	2020	2030	2040	2050
Vill. energia	11	36	57	71	84

A villamos energia termelés felfutása mögött az igények növekedése, az áramellátó rendszerek nemzetközi összekötése és az eddig ellátatlan térségek bekapcsolása (például Kína, Afrika legtöbb állama) van. Éles ellentmondás van például Észak-Korea és Dél Korea áram ellátottsága között: míg délen minden településen és háztartásban van villamos áram addig északon ez csak 32 %. 2000-ben Kínában is a háztartások 60 %-ban volt vezetékes áramellátás, mára ez már rohamosan javul. A villamos ellátottság Afrikában a legsúlyosabb: például Dél-Szudánban 4,5 %, Csádban 8 %, Libériában 9,1 %. [51].

Az energia igények jelentős része a villamos áram termelés. Az áramtermelés energiahordozó igényének átalakulását mutatja be a BP előjelzése [1]:

(%)

	2016	2020	2025	2030	2035	2040
Olaj	4	3	2	2	2	1
Földgáz	23	23	23	23	23	23
Szén	39	36	34	32	30	28
Nukleáris	11	11	10	10	10	10
Vízi	16	16	16	15	14	13
Megújuló	7	11	15	18	22	25

Az áramtermelésben is egyre jelentősebb a megújuló energiahordozók szerepe.

A világ egyes térségeinek áram termelésében az egyes energiahordozók szerepe változását mutatja be a BP 2016-2040 közötti időszakban [1]:

(ezer TWh)

	OECD	Kína	Egyéb Ázsia	Világ egyéb országai
Olaj	-118	-6	-37	-221
Földgáz	1079	698	420	1509
Szén	-1592	365	3257	149
Nukleáris	-357	1223	204	343
Vízi	90	377	366	629
Megújuló	2934	3065	1368	1258

Kiemelhetjük a világ fejlődési tendenciáiból Kínát, ahol az energia igények rohamos növekedésével kell számolni, ugyanakkor elindult az energiahordozók szerkezeti átalakítása, óriási befektetésekkel a megújuló hasznosítása tör előre. Napjainktól számíthatjuk Kínában a szén használat lassú visszaszorítását is. A BP a következő változásokat jelzi [1]:

(növekedés, %)

	1975-1995	1995-2015	2015-2030	2030-2040
olaj	0,9	1,2	0,4	-0,1
földgáz	0,1	0,5	0,5	0,3
szén	4,1	3,7	-0,1	-0,6
nukleáris	0,0	0,1	0,2	0,4
vízi	0,3	0,6	0,1	0,0
megújuló	0,0	0,2	0,8	0,8
összesen	5,3	6,3	2,0	0,8

## 4.2. Környezetvédelem

---

A klímaváltozás kritikus időszakba lépett. A levegő széndioxid tartalma tartósan átlépte a 400 ppm értéket. A légkörbe kerülő széndioxid döntő hányada a szén és a szénhidrogének elégetéséből származik. Széndioxid kibocsátó még maga az ember, a kérődző állatállomány, a korhadó-rothadó növényi részek, a széndioxid tartalmú italok fogyasztása.

A széndioxid kibocsátás néhány országban és a világon (ezer tonna):

• Kína	2 047 533
• USA	1 498 950
• India	417 234
• Oroszország	409 508
• Japán	316 790
• Németország	200 891
• Dél Korea	169 985
• Kanada	146 806
• világ összesen:	8 120 669

A légköri magas széndioxid szint következményei:

- Több virágos növény, több virág jelenik meg
- A nőneműek aránya nő
- Szélsőséges időjárási jelenségek
- A földi légkör általános melegedése
- Ivóvíz hiány
- Kevesebb rovar, kevesebb beporzás
- Sarki jég rohamos olvadása:
  - a jégben CO<sub>2</sub> és metán is van, ez a levegőbe kerül,
  - csökken a Föld édesvíz készlete,
  - emelkedik az óceánok vízszintje.
- Savasodik a földi környezet.
- Extrém időjárási jelenségek az egész világon: tájfun, árvizek, szárazság.
- Elsivatagosodás, ezzel az élelmiszer termelés veszélyeztetése.
- A lakosság elmenekülése a forró égővből.
- Eddig nem látott (káros) növények, rovarok, állatok jelennek meg hazánkban is.
- Az erdők kiszáradása, és ezzel lecsökken a növények széndioxid megkötése. Szintén az erdészek jelentik, hogy eddig nem látott kártevők is pusztítják az erdőket.

A várható széndioxid kibocsátás a világban [58]:

(milliárd tonna/év)

Év	2016	2020	2025	2030	2035	2040
ET	33431	34502	36031	36667	36950	36776
FT	33431	33463	33265	31548	28535	24970

Az Európai Unió erőteljes harcot folytat a világban a széndioxid kibocsátás csökkentéséért. 2017. volt talán az első év, amikor a legnagyobb kibocsátó országok is megszólaltak a témában, és tettek is bizonyos vállalásokat a környezet védelme érdekében. Az amerikai meghátrálás a széndioxid emisszió csökkentéstől az ET változatot teszi valószínűbbé, de bízni kell a világ többi részének józanabb akaratában, és az FT változat teljesülésében.

A Föld vízkészletének 1 %-a édesvíz, ebben él a halállomány 40 %-a.

A természetes vizek pH-ja 5,8...7,8 között van. 1981-2015 között a vizek pH-ja 0,3-al csökkent (savasodás), a légköri széndioxid szint emelkedés következményeként.

Az egyéb üvegház hatású gázok (ÜHG) légkörbe kerülése ellen is sokat kellene tenni.

A széndioxidnál tízszer veszélyesebb metán koncentrációja a légkörben 1990 és 2015 között 37 %-kal nőtt. Metán kibocsátó maga a Föld felszín, a mélységi földgáz migrál a felszín felé, de metán keletkezik a légkörtől elzárt szerves anyagok bomlásával is. Maga a földgáz ellátás rendszere is kibocsát metánt, a hálózati tömörtelenségeken keresztül és a technikai berendezések üzemszerű működése miatt.

Az energia igények növekedésével együtt jár a légkör szennyezése is.

Az Európai Unió talán elsőként indított kampányt a földi légkör védelmére. Az EU 2030-ra 40 %-kal, 2050-re 80 %-kal akarja csökkenteni az ÜHG kibocsátását az 1990. évi sinthez képest. A hangsúlyt a megújuló energiahordozók használatára helyezték. Minden tagországot bevonva az energia takarékosági, megújuló energiahordozó használat bővítési és légkör védelmi intézkedésekbe, el is indult a 2020.-ig önként vállalt program. Néhány ország a vállalását könnyedén, már teljesítette, más országokban nagyjából időarányosan haladnak, és néhány országban nem nagyon látszanak a jelei a vállalt mutatók teljesítésének. Amíg az EU támogatásokat és szigorú számonkérést nem kapcsol a programhoz, addig ilyen szórt képet mutat a teljesítés. 2030.-ig új programot fogadott el az EU, és ennél már a teljesítés kettős feltétele (támogatás és szankció) is biztosított lesz.

2016. novemberben az ENSZ párizsi klíma konferenciáján 190 ország elfogadta, hogy lépéseket kell tenni a légkörbe kerülő károsanyag csökkentésre. Akkor még az USA is lefogadta azt a célt, hogy a légköri átlag hőmérséklet emelkedést 2 °C alatt kell tartani, az 1900-as sinthez képest. Az amerikai elnök választás után az USA kihátrált ebből

az egyezményből, vagy szebben fogalmazva pár évre felfüggesztette a vállalásai teljesítését.

2017. novemberben az ENSZ ismét klímavédelmi konferenciát rendezett Bonnban. A rendezvényen 10 napon át 200 ország képviselői egyeztettek, de nem jutottak tovább, mint a párizsi konferencián. Ezen a konferencián adta közre a Meteorológiai Világszervezet a friss mérési eredményét, hogy 2016-ban a légkör átlagos széndioxid tartalma elérte a 403,3 ppm értéket [7]. Az élhető környezet feltételei alapján 400 ppm-et tartottak eddig felső határnak. Nő a Föld átlag hőmérséklete.

A következő táblázat bemutatja, hogy Magyarország éves átlaghőmérséklete is nő:

***Magyarország átlag hőmérséklete [1]:***

(°C)	
Év	Átlag hőmérséklet
2005	9,79
2010	10,20
2016	11,88
2017	11,14

Magyarországon az elmúlt 117 évben (a Meteorológiai Szolgálat alapítása óta) az éves átlag hőmérséklet 1,15 °C-al, az utóbbi 30 évbe 1,22 °C-al nőtt.

A légkörbe kerülő széndioxid mennyiségének csökkentése érdekében az országok elhatározták, hogy országonként kibocsátási kontingenst határoznak meg. Amelyik ország ebből a kontingensből megtakarít, a megtakarítást értékesítheti másik országnak. Ha pedig túllépi, akkor kontingenst kell vásárolnia másik országtól. Az országokon belül az egyes kibocsátókra hasonló szabályok vonatkoznak. A rendszer alapja az, hogy tőzsde jelleggel lehet széndioxid kvótát adni-venni, és az ár a forgalomtól függően alakul. Napjainkig a széndioxid tőzsde nem tekinthető sikeresnek, az alacsony árak még nem ösztönöznék valódi takarékosagra.

A széndioxid ár prognózisát az alapozza meg, hogy a 2016. novemberi párizsi ENSZ világ konferencián valódi felajánlások hangzottak el.

A széndioxid ára [7], (favourable scenario):

- 2015 Európa: 8 USD/tonna
- 2015 Ázsia: 0 USD/tonna
- 2040 Európa: 45 USD/tonna
- 2040 Ázsia: 45 USD/tonna

Az egész világon gondokat okoz a növekvő népesség által termelt hulladék, ezen belül is kiemelten a műanyag hulladék. Az óceánokon már országnyi méretű szemét

szigetek úsznak, a tenger élővilágát is pusztítja a rengeteg szemét. A műanyagipar már el is indult a gyorsan lebomló műanyagok fejlesztésével. A lebomló műanyag viszont metánt és széndioxidot bocsát a levegőbe.



## 5. A világ energia fogyasztása

### 5.1. Előrejelzések, becslések

A legnagyobb energetikai kutató intézetek évente készítenek prognózist a világ energia igénye várható alakulásáról. Az egyes intézetek különböző várható változásokat különböző súllyal építenek be az előrejelzésekbe. A következő táblázat néhány friss előrejelzést mutat be:

(10<sup>9</sup> toe)

	2015	2020	2030	2035	2040
EIA [5]	14,70	15,22	17,11		18,23
BP [2]	13,08	14,43	16,48	17,31	
BP [1]		14,26	16,31		18,08
IEA [3]	13,65				10,71
Shell [4]		15,46	17,89		19,63

ERIRAS [7] előrejelzése a primer energiahordozó felhasználásra:

(10<sup>12</sup> kWh)

	2015	2020	2025	2030	2035	2040
folyékony szénhidrogén	47,9	50,3	52,49	54	54,98	55,8
földgáz	34,15	37,38	40,42	43,57	47,04	49,99
szén	45,63	48,82	51,57	53,48	55	56,04
nukleáris	7,98	9,3	10,38	11,67	12,57	13,69
vízi	3,57	4,48	4,9	5,3	5,72	6,13
egyéb megújuló	2,43	3,96	5,49	7	8,54	10,07
összesen	158,11	171,12	183,27	194,09	203,98	212,93

A világ összes energia igénye nő, de 2025 után a növekedés üteme mérsékelt lesz.

Az egyes energiahordozók felhasználása nő, és leggyorsabban a nukleáris, valamint a megújuló energiahordozók használata. Ez a két környezetbarát energia mégsem lesz 2040-ig az energiapiacok meghatározója.

A primer energiahordozók várható megoszlását különböző feltételek teljesülése esetén az alábbi táblázat szemlélteti [12]:

(%)

		2015	2035
Alap eset	olaj	34	28
	szén	29	24
	földgáz	23	25
	megújuló	14	23
Gyorsított átmenet	olaj		28
	szén		18
	földgáz		23
	megújuló		31
Extra gyors átmenet	olaj		26
	szén		13
	földgáz		22
	megújuló		39

A BP készített előjelzést a végső energia felhasználás alakulásáról és összetételéről [1]:

(Mtoe)

	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Szén	1301	1340	1274	1313	1305	1282	1253
Kőolaj	652	645	669	690	690	685	676
Földgáz	958	1043	1202	1307	1397	1487	1574
Elektromos	951	1085	1234	1392	1530	1658	1783
Összesen	3863	4113	4379	4702	4922	5111	5287

## 5.2. A kőolaj szerepe

A kőolaj folyamatosan képződik azokban a rétegekben, ahol ennek feltételei ma is adottak.

A világ kőolaj piacán az átlagos napi forgalom

- 1965-ben 31 millió hordó/nap,
- 1970-ben 45 millió hordó/nap,
- 1980-ban 62 millió hordó/nap,
- 1990-ben 66 millió hordó/nap,
- 2000-ben 74 millió hordó/nap,
- 2010-ben 85 millió hordó/nap

volt, 2018 év elején 98 millió hordó/nap volt. Az IEA szerint 2023-ra a kőolaj iránti igény 104,7 millió hordó/nap szintre nőhet [34].

Az EIA összeállította prognózisát a világ napi kőolajtermék igényéről [36]:

(millió barrel/nap)

Év	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Kőolaj igény	96	100	103	105	109	112

A kőolaj igények összetétele a felhasználási cél szerint (%):

	2015	2040
szállítás	54	56
ipar	36	36
épületek	6	5
áramtermelés	4	2

Az ERIRAS is készített prognózist a kőolaj termékek megoszlásáról [7]:

(%)

	2015	2040
LPG*	9	13
könnyűbenzin	6	8
benzin	24	23
kerozin	6	8
dízelolaj	31	36
egyéb	24	12

\*LPG: propán-bután

A legnagyobb kőolaj készlettel és kitermeléssel rendelkező országok 2016-ban [21]:

(milliárd tonna)

	Kőolaj készlet	Kőolaj kitermelés
Venezuela	47,0	0,124
Szaud Arábia	36,6	0,585
Kanada	27,6	0,218
Irán	21,8	0,216
Irak	20,6	0,219
Oroszország	15,0	0,554
Kuvait	14,0	0,153
EAE*	13,0	0,182

\*Egyesült Arab Emírségek

Az Egyesült Államok hagyományos geológiai kőolaj készletét 5,8 milliárd tonnára becsülik, a 2016. évben a kitermelés 543 millió tonna volt.

A készletekhez az egész világon hozzá kellene adni a nem hagyományos lelőhelyek készleteit és a még meg nem kutatott területek alatt lévő készleteket, de ilyen becslésre még senki sem vállalkozott.

Megindultak a tengerpartokon a sekély parti sáv után a mélyebb tengerfenék (1000 m alatt) kutatásai is, és biztató készleteket tártak fel. 2017. szeptemberben 520 tengeri fúróberendezés működött. A tengerparti kutatások eredményei felszínre hozták azokat a vitákat is, hogy az egyes tengerparti országokhoz milyen széles parti sáv tartozik. A legnagyobb készleteket az Északi-sarkvidék alatt várják. Ebben a térségben érintett Oroszország is.

Az ERIRAS elkészítette prognózisát a világ folyékony szénhidrogén felhasználásáról. A reálisnak is nevezhető változatot (probable scenario) mutatjuk be [7]:

(millió tonna)

	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Észak Amerika	1037	1033	1019	999	976	951
Dél- és Közép Amerika	324	337	350	365	381	398
Európa	685	649	614	579	544	507
EU-28	618	585	553	521	490	455
Volt FÁK	172	184	190	197	203	209
Fejlett Ázsia	368	348	329	302	277	252
Fejlődő Ázsia	1142	1326	1460	1573	1668	1749
Közép Kelet	371	399	424	448	472	493
Afrika	182	207	234	261	288	316
összesen	4281	4483	4619	4723	4808	4875

A kőolaj felhasználási céljai a BP szerint [1]:

(millió barrel/nap)

	2015	2020	2025	2030	2035	2040
ipar	12,5	12,9	13,3	13,3	13,1	12,9
vegyipar	14,1	15,8	17,4	18,9	20,3	21,7
épületek fűtése	10,1	10,4	10,4	10,3	10,1	9,9
áramtermelés	4,7	4,0	3,6	3,3	3,0	2,6
gépek hajtása*	11,2	13,0	14,0	14,5	15,0	15,7
teherjárművek	22,2	23,0	24,1	25,4	25,9	25,1

személyautók	20,2	22,4	23,2	23,4	22,9	21,5
összesen	95,0	101,7	106,1	109,0	110,3	109,4

\*telepített és telephelyen belüli gépek

Az ERIRAS és a BP prognózisát közösen értékelhetjük. A különböző fejlettségű térségekben a kőolaj szerepe eltérő:

- Az egész világon a megújuló energiahordozók gyors elterjedése fosszilis energiahordozókat vált ki
- Észak Amerikában, Európában, az EU-ban a kőolaj felhasználás folyamatosan csökken, összhangban
  - a lakosság számának stagnálásával,
  - a fejlett iparral,
  - a lakások hőigénye csökkenésével,
  - az energia-hatékonyabb jármű állománnyal.
- A fejlődő ázsiai országokban éppen a dinamikus lakosság szám emelkedés, a járműállomány emelkedése okoz markáns olajigény növekedést
- Az áramtermelésre használt olajtermékek mennyisége lassú csökkenésnek indul
- A vegyipar olajpárlat igénye a világ minden térségében nőni fog a következő 20...25 évben
- Megjelenik a járművek fajlagos üzemanyag igényének csökkentésére irányuló fejlesztések eredménye is

### 5.3. A kőolaj ára

A kőolaj tipikus tőzsdei termék. A kőolaj aktuális tőzsdei árát sok tényező befolyásolja. Vannak rövid távon ható változások és hosszabb távú befolyásoló tényezők. Ezek közül a legfontosabbak:

- Kőolaj kitermelés és felhasználás egyensúlya az egész világon: napi 1 millió termelési vagy fogyasztási változást a piac jelentősebb árváltozás nélkül elvisel. Ezen túli egyensúlytalanság már hat a kőolaj árára.
- Kőolaj és termék készletek a felszínen: az USA felszíni készlete 2018. március 22.-én 428,3 millió hordó volt. Ennek a készletnek az egy-két millió hordós változása már megmozdítja a tőzsdei árakat. Magyarországon a felszíni kőolaj- és olajtermék készlet kb. 90 napos fogyasztásnak felel meg.
- A tőzsdén azonnali (másnapra vonatkozó) és hosszabb távra vonatkozó üzleteket kötnek. A leghosszabb távú üzleteket sem szoktak két évnél nagyobb időszakra előre kötni. A hosszabb távra szóló ügyletek ára általában magasabb.
- A tőzsdei ügyletek kb. 80 %-a nem konkrét kőolaj vásárlásról és eladásról szól, hanem spekulációról a következő időszak várható ár változásairól.

- A tőzsde nagyon érzékeny a termék piacát érintő hírekre: új geológiai készletek megtalálása, kőolaj feldolgozó üzemek leállása, sztrájk az iparágban, háború a jelentős kőolaj termelő országokban, jelentős szállító eszközök kiesése, felszíni készlet változás, rendkívüli időjárási jelenségek.
- Kezd hatással lenni a kőolaj árára a kőolajat helyettesíteni képes termékek piacának bővülése: bio üzemanyagok, megújuló energiahordozók.

Az OPEC (Kőolaj Exportáló Országok Szervezete) éves átlagos kőolaj ára [59]:

(USD/hordó)

Év	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Ár	77,38	107,46	109,45	105,87	96,29	49,49	40,68	52,51

Az ERIRAS [7] is készített ár előjelzést a következő évekre azzal a legvalószínűbb feltételezéssel, hogy 2040-ben a kőolaj felhasználás 4100-4900 millió tonna között lesz:

(USD/hordó)

Év	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Ár	50	63	80	88	94	99

A BP [1] becslést készített az amerikai „palaolaj” kitermelés jövőjéről, Fejlődő átmenet változat:

(millió hordó/nap)

2015	2016	2020	2025	2030	2035	2040
4,6	4,3	6,4	8,8	9,6	9,5	9,0

2016-ban a világban az áruk tőzsdei forgalmában a kőolaj töltötte be a vezető szerepet [15]:

- kőolaj 1720 milliárd USD
- arany 170 milliárd USD
- acél 115 milliárd USD
- alumínium 90 milliárd USD
- réz 91 milliárd USD forgalommal.

A 2016. év végi, 2017. év eleji olajár zuhanás következményei:

- a nagy olajipari cégek és beszállítók csődközeli állapotba jutottak,
- a tőzsdei árfolyamok zuhanása a befektetők osztalékát elseperte,
- a kőolaj ára magával rántotta egy sor egyéb termék, áru árát is: földgáz, szén, ipari fémek, gabona

- a kőolaj exportáló országok állami tartalékai rohamosan apadtak, a banki hitelkeretek csökkentek
- a gépjármű üzemanyag ára lecsökkent, többet autóztunk, több baleset következett be, a biztosítók emelték a biztosítási díjakat
- a költségvetési szerveknél is megtakarítást hozott az olcsóbb üzemanyag
- kőolaj termelő kutakat zártak le,
- rohamosan emelkedett a nukleáris, megújuló energia hasznosító beruházások megtérülési ideje,
- az EU 40+27+27 környezetvédelmi programja szinte teljesíthetatlenné vált,
- az olajbányászati technológia fejlesztése rohamtempóban megindult.

A JP Morgan szerint a palaolaj kitermelő amerikai cégek reakciója a kőolaj tőzsdei árának változására a következő lehet [13]:

- az 50...60 dollár/hordó kőolaj ár esetén napi 200 ezer hordóval emelkedhet a palaolaj kitermelés
- 60 dollár/hordó feletti ár esetén a napi többlet termelés 600 hordó is lehet
- a termelő kutak számát a kőolaj árához igazítják

Az Egyesült Államokban termelő olajkutak számát a BP három változatban készítette el [1]:

(db)

	2016	2020	2025	2030	2035	2040
„Fejlődő átmenet”	268	573	574	555	538	523
„Korai csúcs”	268	652	984	522	277	147
„Nagy készletek”	268	652	1046	985	934	934

Az Egyesült Államokban a WTI (West Texas Intermediate) minőségű kőolaj tőzsdei ára a meghatározó, Európában a Brent (északi tengeri olajminőség) tőzsdei árát figyelik. A két jegyzésár nagyon közel van egymáshoz, tendenciájában is.

A kőolaj termékek mintegy felét a közlekedésben és munkagépek üzemeltetésére használják fel: motor hajtására, kenőanyagnak. A vasúti -, a vízi szállítás és a légi közlekedés mellett a gépkocsiállomány a legjelentősebb olajtermék felhasználó.

Gépkocsi állomány növekedése 2014-ben [8]:

	Összes gépkocsi	Összesből teherautó
EU	14 millió	11 %
Kína	22 millió	6 %
Japán	5 millió	14 %
USA	15 millió	40 %

Az összes gépkocsi 2017-ben a világon 1 milliárdra tehető. 2040-re ez a szám 2 milliárdra nőhet [18]. Ezen belül az elektromos autók számát a világon ma 2 millióra becsülik, ami 2025-re 50 millióra nőhet, és 2040-re elérheti a 300 milliót.

2017. novemberben az elektromos autók száma Magyarországon 3 ezer volt, az utakon futó 3,3 millió magyar járműből.

A BP készített előjelzést a szállítás energia igényéről [1]:

(Mtoe)

	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040
olajtermék	2158	2373	2593	2705	2778	2783	2702
földgáz	30	45	66	86	109	131	154
villamos	25	31	39	49	67	95	136
egyéb*	79	106	131	156	177	195	211
összesen	2291	2555	2829	2995	3132	3204	3203

\*bio üzemanyagok, LNG, cseppfolyós szén, hidrogén

#### Műanyagok előállítása

A műanyagok döntő többségét ma kőolaj termékekből és földgázból állítják elő.

A műanyagok mesterséges úton előállított vagy átalakított óriásmolekulájú anyagok, szerves polimerek. Jelen vannak az életünk minden területén. A műanyagok választéka, felhasználási céljai rohamosan bővülnek, sok esetben helyettesítenek fémeket és más természetes anyagokat is [39]. Elindult a műanyag hulladékok akár többszöri újrahasznosítása is.

2013-ban a világ műanyag felhasználása 300 millió tonna volt. A műanyagok használatának rohamos elterjedése alapján 2040-re 500 millió tonnás fogyasztás várható. A műanyag felhasználást a világban Kína vezeti, a világ termelés kb. 30 %-al, Európa követi 19 %-al, USA pedig 17 %-al.

A műanyag gyártás alapanyagai: etán, vegyipari benzin, gázolaj, földgáz. A két legelterjedtebb műanyag a polietilén és a PVC.

A gyártott műanyagok felét csomagolóanyagnak használják fel, az építőipar a műanyagok kb. 20 %-át használja, az elektronikai ipar 6 %-ot, az autóipar kb. 3 %-ot használ.

## 5.4. A földgáz jövője

A földgáz fontosságának kilátásait a következő tényezők határozzák meg:

- 1240 milliárd USD a földgáz kereskedelem éves forgalma. A földgáz ára erős hatással van a földgáz alapú technológiák terjedésére, de jó néhány részvény



tőzsdei árára is. Most az alacsony földgáz árak mellett azonnal napirenden van több országban a nukleáris erőművek helyettesítése földgáz tüzelésűekkel.

- A szárazföld jelentős részén még nem volt hagyományos földgáz készlet kutatás (Szibéria, sarki szárazföld, Afrika). A már megkutatott területek is adnak újabb készleteket a ma alkalmazott legújabb geológiai és geofizikai kutatási módszerekkel.
- Az LNG technológia olyan országokat is a földgáz piac jelentős tényezőivé tettek, amelyek földrajzilag távol vannak a földgáz felhasználás csomópontjaitól. Indonézia, Ausztrália, Vietnam, Malajzia, Peru könnyen tud földgázt exportálni Japánba, de akár Európába is, az egyszerű és nem túl drága tengeri szállításnak köszönhetően. Oroszország is belépett az LNG üzletbe, 2016-ban mintegy 15,5 milliárd m<sup>3</sup> földgázt exportáltak LNG formában. Európa minden tengerparttal rendelkező országában működik, épül vagy tervbe vettek LNG terminált. 2017. végén megérkezett az első cseppfolyós tiszta etán szállítmány Rotterdamba, az USA-ból. Egyre több ország ad és vesz LNG-t, ami kiváló kereskedési lehetőséget kínál a változó árakkal.
- A palagáz kutatások eredményei nemcsak az USA-ban lendítették meg a földgáz termelést, hanem a technológia a világ más térségeiben is nagyon biztató kilátásokkal alkalmazható. A világ palagáz készleteit sokkal nagyobbra becsülik, mint a hagyományos lelőhelyek készleteit. A kőolaj 2015. évi árzuhanása felgyorsította a palaolaj-palagáz kutatás és termelés technológiájának fejlesztését, a költségek csökkentését. Ma már 50 dollár/bbl kőolaj ár mellett egyre több palagáz lelőhelyet termeltetnek, ez a határköltség 2015. elején még 100 dollár volt. Megjelentek az amerikai LNG szállítmányok Nyugat-Európában.
- A földgáz piac újdonsága a metánhidrát. Ez az anyag a víz és a metán asszociációja, kristályos, jégszerű anyag. A tengerek mélyén találták meg először: a Mexikói öbölben, Japán partjainál, a Fekete tengerben, Észak- és Közép-Amerika tengerpartjainál, helyenként több száz méteres vastagságban. Az 500...1500 méter mélységben és kb. 2 °C hőmérsékleten lévő anyag a nyomás és a hőmérséklet változásakor elbomlik. Egyébként 1 m<sup>3</sup> metánhidrátból kb. 160 m<sup>3</sup> metán válik ki. Hatalmas metánhidrát készleteket jósolnak a sarkköri jégben és a tundrák fagyott talajában. Japánban haladtak leginkább előre az ipari kitermelés kidolgozásában, de még pár év szükséges a tömeges termeléshez. Beszállt a kutatásba az USA, Kína és India is. A készletek felbecsülhetetlenek, már lehet olvasni olyat is, hogy a Föld földgáz szükségletét akár ezer évre is fedezi a metánhidrát készlet. Ráadásul a metánhidrát ma is képződik a tengerekben.

A legnagyobb (hagyományos) földgáz készlettel és kitermeléssel rendelkező országok 2016-ban [21]:

(10<sup>12</sup> m<sup>3</sup>)

	Földgáz készlet	Földgáz kitermelés
<b>Oroszország</b>	1139,6	0,579
<b>Irán</b>	1183,0	0,202
<b>Katar</b>	858,1	0,181
<b>Türkmenisztán</b>	617,3	0,067
<b>USA</b>	307,7	0,749
<b>Szaud Arábia</b>	297,6	0,109
<b>EAE*</b>	215,1	0,082
<b>Venezuela</b>	201,3	0,034
<b>India</b>	189,5	0,027

\*Egyesült Arab Emírségek

A készletekhez az egész világon hozzá kellene adni a nem hagyományos lelőhelyek készleteit és a még meg nem kutatott területek alatt lévő készleteket, de ilyen becslésre még senki sem vállalkozott.

A földgáz folyamatosan képződik azokban a rétegekben, ahol ennek feltételei ma is adottak.

Az USA jár élen a nem hagyományos földgáz készletek kutatásában és kitermelésében. A „palagáz”-nak becézett földgázt tömör, kis áteresztő képességű kőzetekből nyerik ki, speciális rétegkezelési technikákkal.

A nem konvencionális földgáz lelőhelyek jellemzői:

- tömör kőzet
- nincs víztest a gáztároló réteg alatt
- a tároló kőzet porozitása: <1 %
- a tároló permeabilitása: <0,1 mD
- Magyarországon 4000 m alatt találhatók ilyen rétegek

Lelőhely típusok:

- Shale gas:
  - agyagpalában lévő gáz,
  - hagyományos telepek záró kőzete,
  - kis hozammal, hosszú ideig termelhető
- Tight gas:
  - tömör kőzetben lévő gáz,
  - kis áteresztő képességű kőzetben,

- CBM: coal bed methan
  - a szénképződés során keletkezett
  - 1 t kőszénben 100-200 m<sup>3</sup> metán lehet
  - járulékos gázok még: N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>
- Mély, savanyú gáz:
  - szénhidrogén, kénhidrogén, széndioxid keveréke: H<sub>2</sub>S és CO<sub>2</sub> 20 % felett
  - 5000 m mélység alatt is
  - a rétegyomás extra nagy is lehet, 600 bar felett is lehet
- GZG Geopressurized Zones Gas: szokatlanul nagynyomású mészkő vagy üledékes kőzetben, a makói árokban folytatott kutatás során találták
- Methane Hydrates:
  - tengerparti övezetekben találták
  - klatrát vegyületek: „ketrecbe zárt” jégkristályok közé zárt metán, földgáz és a víz kristályos asszociációja,
  - 400-1000 m mélységben
  - 1-2 °C hőmérséklet mellett
  - termelése: a hőmérséklet és a nyomás változással a metánt bezáró „ketrec” elbomlik

A szállítóvezetékes földgáz árát is ma már alapvetően a tőzsdei földgáz árak határozzák meg.

A Henry Hub amerikai földgáz tőzsde árai képezik az egész világon a földgáz árak alapját.

A földgáz tőzsdei árát több tényező befolyásolja, ezek közül a legfontosabbak:

- a kőolaj tőzsdei ára,
- a felszíni kőolaj- és kőolaj termék készletek,
- az új földgáz készlet kutatási eredmények,
- az LNG piaca,
- az időjárás extrém jelenségei.

A földgáz átlagárak összehasonlítását mutatja be a REKK [47]:

(Eur/MWh)

	2000	2005	2010	2016
Orosz gáz a német határon	13,6	18,1	21,8	14,4
NBP	10,0	14,1	16,2	14,5
Henry Hub	15,1	24,6	10,8	7,6

A Henry Hub gázárak alakulása:

(USD/millió Btu)

Év	Minimum	Maximum	Év	Minimum	Maximum
1997	1,89	3,45	2008	5,82	11,27
1998	1,72	2,43	2009	2,99	5,35
1999	1,77	2,73	2010	3,43	5,83
2000	2,42	8,90	2011	3,17	4,54
2001	2,19	8,17	2012	1,95	3,54
2002	2,32	4,74	2013	3,33	4,24
2003	4,47	7,71	2014	3,48	6,00
2004	5,15	6,58	2015	1,93	2,99
2005	6,14	13,42	2016	1,92	2,28
2006	5,85	7,54	2017	2,63	3,42
2007	6,08	8,00			

Európa felé 2016-ban a földgáz export a következőképp oszlott meg a beszállítók között [47]:

- Oroszország 40 %
- Norvégia 34 %
- Algéria 15 %
- Katar 5 %
- egyéb 6 %

A legjelentősebb vezetékes földgáz importőr országok 2016-ban (milliárd m<sup>3</sup>) [57]:

- Németország 99,3
- USA 82,5
- Olaszország 59,4
- Mexikó 38,4
- Kína 38,0
- Hollandia 38,0
- Törökország 37,4

Európa legjelentősebb csővezetékes földgáz beszállítója az orosz Gazprom/Gazexport. A Gazprom európai földgáz exportja:

- 2016: 179 milliárd m<sup>3</sup>
- 2017: 193,6 milliárd m<sup>3</sup>, az európai gázpiac 35 %-a.

Jelentős vezetékes földgáz exportőrök még 2016-ban (milliárd m<sup>3</sup>) [57]:

- Norvégia 109,8
- Kanada 82,4
- USA 60,3
- Hollandia 52,3

Egyre inkább jellemző az, hogy egy adott ország ad és vesz földgázt, közben tárol is, és a kereskedelemmel kihasználja az árak mozgását.

A földgáz nemzetközi piacon különböző árazási modellek vannak. Ezek közül a leggyakoribbak:

- OPE: oil price escalation, valamelyik nemzetközi kereskedelemben szereplő olaj- vagy olajtermék árhoz kapcsolt árazás
- GOG: gas-on-gas competition: a tőzsdei ajánlat-kereslet által vezérelt ár
- BIM: bilateral monopoly: a nagy földgáz eladók és vásárlók közötti ügyletek árai, amelyeket jelentős földgáz mennyiségek általában hosszabb időszakon át szállítására kötnek

Az IGU szerint 2016-ban a földgáz piacon a jellemző ármodellek a következőképp oszlottak meg [57]:

- vezetékes import: 33 % OPE, 57 % GOG, 10 % BIM
- LNG import: 76 % OPE, 24 % GOG

A földgáz termelés kilátásait a BP földrészenként és a főbb felhasználó országokként a következőképp látja [1]:

	(milliárd m <sup>3</sup> )	
	2016	2040
Észak Amerika	950,5	1287,7
Európa	480,3	511,0
Kína	204,4	613,2
India és fejlődő Ázsia	306,6	531,4
Közép Kelet	500,8	817,6
Volt FÁK országok	541,7	541,7
Afrika	132,9	337,3
Egyéb térségek	367,9	500,8

A földgáz felhasználást a BP földrészenként és a főbb felhasználó országokra a következőképp határozta meg [58]:

(millió toe)

	2016	2020	2025	2030	2035	2040
USA	716	769	811	846	888	928
EU	386	404	409	406	406	389
Oroszország	352	379	383	374	371	356
Kína	189	288	363	432	494	556
India	45	57	72	89	106	128
Világ összesen	3204	3534	3861	4148	4426	4707

Az ERIRAS is elkészítette prognózisát a világ földgáz felhasználásáról, térségenként. A reálisnak is nevezhető változatot (probable scenario) mutatjuk be [7]:

(milliárd m<sup>3</sup>)

	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Észak Amerika	958	994	1030	1076	1116	1137
Dél- és Közép Amerika	170	175	202	233	264	294
Európa	495	508	529	512	510	502
EU-28	435	422	427	401	381	364
Volt FÁK	636	624	656	679	699	717
Fejlett Ázsia	211	193	191	199	196	189
Fejlődő Ázsia	494	679	853	999	1116	1225
Közép Kelet	470	534	595	643	686	726
Afrika	128	152	176	199	223	247
összesen	3562	3860	4231	4541	4809	5037

Az európai gázpiacon sok változás volt a közelmúltban. 2010-ben 567 milliárd m<sup>3</sup> földgáz fogyott, amely fogyasztás 2014-re 458 milliárd m<sup>3</sup>-re csökkent. A [6] előjelzése szerint 2030-ra újra növekedni fog a földgáz fogyasztás, elérheti a 618 milliárd m<sup>3</sup>-t.

Európában új földgáz lelőhelyeket tártak fel a román tengerparton, ami lehetővé tesz akár 3-4 milliárd m<sup>3</sup> éves európai exportot is [46].

A földgáz felhasználás prognózisát a BP a fő felhasználási szektorokra a következőképp állította fel [1]:

(milliárd m<sup>3</sup>)

	2015	2016	2020	2030	2040
épületek fűtése	735,8	746,1	807,4	890,4	960,7
ipar	1144,6	1154,9	1308,2	1533,0	1716,9
vegyipar	184,0	194,18	214,6	275,9	337,3
áram termelés	1338,9	1349,0	1451,2	1716,9	1941,8
szállítás	51,1	51,1	71,5	122,6	163,5
összesen	<b>3444,1</b>	<b>3495,2</b>	<b>3852,9</b>	<b>4537,7</b>	<b>5130,4</b>

A földgáz a nemzetközi energetikai kereskedelemben fontos szerepet tölt be. A szállítóvezetékes külkereskedelem mellett az LNG forgalom is egyre nagyobb szerepet kap.

A BP becslést készített a földgáz belföldi fogyasztásról és a külkereskedelemről [1]:

(milliárd m<sup>3</sup>)

	2016	2040
Belföldi felhasználás	2677,6	3858,9
LNG forgalom	337,3	756,3
Csővezetékes külker.	480,3	674,5

Európa gázellátásának jövőjét a BP a következőképp vázolja [1]:

(milliárd m<sup>3</sup>)

	2016	2020	2030	2040
Termelés	233,0	201,3	153,3	116,5
Orosz import	128,8	163,5	203,4	254,5
Egyéb vezetékes import	50,1	58,3	52,1	37,8
LNG	55,2	114,4	130,8	117,5

## 5.5. LNG a világban

2017-ben 393 millió tonna LNG fogyott a világon. 35 vásárló ország volt, új importőrként lépett a piacra Kolumbia, Egyiptom, Jamaika, Jordánia, Pakisztán, Lengyelország.

A legnagyobb LNG importőrök 2017-ben (milliárd m<sup>3</sup>) [57]:

- Japán 113,9
- Dél Korea 51,3
- Kína 52,6
- India 25,7
- Tajvan 22,5

Európa minden tengerparttal rendelkező országában vagy működik LNG terminál, vagy épül vagy tervezik.

Az LNG szerepét a BP is dinamikusan növekvőnek értékeli. Évről-évre újabb szereplők jelennek meg az LNG kereskedelemben: az export oldalán olyan országok, amelyek a földgáz készleteiket és kitermelésüket nem fogyasztják el, az import oldalon pedig a földgázban szegény országok a tengerparti LNG termináljaik megépítése után [1].

Megindult az LNG kereskedelem olyan tengerparti országokban is, ahol nincs földgáz termelés, de az LNG készletezéssel jelentős kereskedelmi forgalmat lehet bonyolítani.

Megindult a tiszta („négykilences” tisztaságú) metán, etán forgalom is. A tiszta földgáz komponens iránti igény a vegyiparban jelentkezik.

Az LNG export és import várható alakulását mutatja be a BP [1]:

Export	(milliárd m <sup>3</sup> )					
	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Észak Amerika	1,0	61,3	119,6	157,4	188,0	202,4
Oroszország	14,3	33,7	35,8	42,9	58,2	57,2
Közép Kelet	124,7	125,7	149,2	167,6	174,8	191,1
Afrika	48,0	59,3	70,5	82,8	94,0	100,1
Ausztrália	39,8	106,3	106,5	114,5	124,7	130,8
Egyéb	106,3	113,4	112,4	98,1	88,9	79,7
Összesen	334,2	498,7	593,8	663,3	727,7	761,4



Import				(milliárd m <sup>3</sup> )		
	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Fejlődő Ázsia	28,6	71,5	114,5	132,9	142,1	168,6
India	21,5	26,6	30,7	41,9	59,3	86,9
Kína	25,6	87,9	110,4	121,6	131,8	142,0
OECD Ázsia	159,4	150,2	150,2	153,3	150,2	143,1
Európa	54,2	114,5	128,8	129,8	155,3	117,5
Egyéb	43,9	47,0	61,3	83,8	88,9	104,2
Összesen	333,2	497,7	595,8	663,3	727,7	762,4

Európában sorra indulnak a beruházások az LNG fogadására. Az európai működő LNG fogadó terminálok és kapacitásaik 2016-ban (milliárd m<sup>3</sup>) [47]:

- összesen: 209,3
- Spanyolország + Portugália 76,8
- Franciaország 24,3
- Litvánia 4,0
- Görögország 4,8
- Egyesült Királyság 48,1
- Belgium 8,8
- Hollandia 12,0
- Olaszország 14,7
- Lengyelország 5,0

### 5.5.1. LNG felhasználás

A gépjármű hajtóanyagok tekintetében egyértelmű, hogy a gáz halmazállapotban a motortérbe juttatott üzemanyagok sokkal kedvezőbb keveredést és ez által tökéletesebb égést mutatnak, mely a kibocsátott szennyezőanyagok tekintetében is nyilvánvaló. Például a hagyományos benzin üzemanyaghoz képest a földgáz üzemanyag 24 %-al kisebb károsanyag emissziót eredményez. Amennyiben az üzemanyag 100 %-ban biometán, akkor a csökkenés 97 %-os(!). A szén-dioxid kibocsátás tekintetében egy dízelmotor kibocsátást 100 egységnek véve a benzines változat kb. 3%-al, a földgázos (CNG vagy LNG) akár 25%-al is kevesebb értéket produkál. Továbbá a földgázmotorok nitrogén-oxid és szilárd részecske emissziója, valamint a szén-monoxid és az elégetlen szénhidrogének szintje nagyságrendekkel kisebb a dízel, vagy akár a benzines társaikhoz képest.

A folyékony üzemanyagok minden közlekedési módra megoldást adnak. Az LPG (Liquified Petroleum Gas) és a CNG (Compressed Natural Gas) főként személygépjárművekhez alkalmas, az LNG kiváló alternatívát jelent a nehéz tehergépjárművek hajtása esetén. Az elektromosság jelenleg csak kis

hatótávolságokon alkalmazható (akkumulátoros kivétel), vagy pályához kötött közlekedési eszközöknél kínál lehetőséget.

A gáz üzemanyagok alkalmazhatósága a közlekedésben [32]:

Közlekedési mód		Folyékony üzemanyag	Gáz üzemanyag				Elektromos
			LPG	CNG	LNG	H2	
Személy autó	Rövid távra	++	+	+	-	+	+
	Hosszú távra	++	+	+	-	+	-
Tehergépjármű	Könnyű	++	+	+	-	+	○
	Nehéz	++	--	○	+	--	-
Vasút		++	--	-	+	--	++
Hajó		++	--	-	+	--	-
Repülőgép		++	--	-	-	--	-

++ Teljesen kompatibilis   
 + Kisebb korlátozásokkal   
 ○ Jelentősebb korlátozásokkal   
 - Nem kompatibilis

A CNG és LNG kúthálózat kiépülésével várhatóan a tisztán földgáz üzemű motorok fognak elterjedni. Jelenleg a már említett dual-fuel (gázolaj-földgáz) és a bi-fuel (benzin-földgáz) kettős üzemű motorok használatosak.

A földgázzal, mint gépjármű hajtóanyaggal az egyetlen probléma az, hogy normál körülmények között az energia sűrűsége igen alacsony. Ahhoz, hogy üzemanyagként a gépjárműben szállítható legyen komprimálni (CNG 200-250 bar), vagy cseppfolyósítani (-161,5°C) szükséges.

A különböző földgáz hajtóanyagok magyarországi elterjedésére három változatot mutattak be egy 2018. évi konferencián [50]. Ezek közül a reális elterjedési forgatókönyv szerinti járműállomány adatait mutatjuk be.

(járművek száma)

	2020	2025	2030
CNG személyautó	34000	187000	284000
CNG kis teherjármű	3600	20500	30000
CNG nehéz teher	1650	4750	10100
CNG busz	750	1500	2700
LNG kis teher	-	-	-
LNG nehéz teher	2500	6000	13500
LNG busz	50	300	700

A kissé optimista előjelzés első, mintaszerű eredményei már megjelentek az utakon.

## 5.6. A szén karrierje

A Föld szén készletei a képződés ideje és geológiai körülményei miatt különböző minőségűek. A kőszéntől a lignitig különböző égéshőjű, összetételű szénféléket termelnek.

A kitermelt szén kb. 95 %-a energetikai hasznosításra kerül, és kb. 5 % vegyipari eljárások alapanyaga.

A legnagyobb szénkészlettel és kitermeléssel rendelkező országok 2016-ban [21]:

(millió tonna)

	Szén készlet	Szén kitermelés
Kína	244010	1685,7
USA	251582	364,8
Oroszország	160364	192,8
Ausztrália	144818	299,3
India	94769	288,5
Németország	36212	39,9
Ukrajna	34375	17,1
Kazahsztán	25605	44,1
Lengyelország	24161	52,3

A világ szén felhasználásának prognózisa a BP szerint [1]:

(millió toe):

	2016	2020	2030	2040
OECD	927	818	614	433
Kína	1888	1870	1841	1552
India	412	485	710	955
egyéb Ázsia	208	238	371	522
összesen	3732	3697	3821	3762

Az OECD államok erőfeszítése a szénfelhasználás csökkentésére alig látszik meg a világ összes szén felhasználásán, India és a fejlődő ázsiai országok energia igénye nem tudja nélkülözni a (saját termelésű) szenet.

Kína is elkezdte a szén felhasználás mérséklését, de az ütemet a szén helyettesíteni képes más energiahordozók (első sorban a megújulók) térnyeréséhez igazítják.

Németország napirendre vette, hogy a széntüzelésű erőműveket leállítják a 2022. évet követően [46].

## 5.7. Nukleáris energiahordozó

A nukleáris energiahordozó szerepét a világban sokféleképpen ítélik meg. A nukleáris nagyhatalmak – amelyek első sorban fegyverkezési céllal fejlesztik a nukleáris technológiát – az energetikai felhasználás mellett vannak, és tartósan számítanak az atomerőművek energia termelésére. Más országokban a saját energiahordozó készleteik és termelésük alapján ítélik meg ennek az energiahordozónak a jövőjét.

A nukleáris energia használat változatos jövő előtt áll: vannak országok, ahol az atomerőművek fokozatos bezárása van napirenden, más, hasonló országokban meg éppen az erőművi kapacitás fejlesztése.

Ma biztonságosnak ítélni lehetjük meg az atomerőművek létesítésének és üzemeltetésének helyzetét, a környezet védelme szempontjából. Nem egyértelmű az atomerőmű működésével, megszüntetésével járó sugárzó anyagok kezelésének biztonsága.

Az International Energy Agency bemutatja a világ legjelentősebb nukleáris energia termelőit 2015-ben [3]:

Ország	Termelt energia (TWh)	Kapacitás (GW)
USA	830	99
Franciaország	437	63
Oroszország	195	25
Kína	171	27
Korea	165	22
Kanada	101	14
Németország	92	11
Ukrajna	88	13
Egyesült Királyság	70	...
Spanyolország	57	...
egyéb országok	355	59
világ összesen	2571	383

Az ERI RAS 2016. végén áttekintést ad a világ nukleáris erőművei koráról [7]:

a világ 450 atomerőművéből

- tíz évnél fiatalabb 50,
- 11-20 éves 43,
- 21-30 éves 108,
- 31-40 éves 182,
- 41 évesnél régebbi 67.

Az atomerőművek kora figyelmeztet a megújítás vagy a megszüntetés hatalmas költségeire. Ezzel együtt a nukleáris energia felhasználás növekedésére számíthatunk az ERI RAS szerint:

Villamos energia termelés nukleáris erőművekben [7]:

(TWh)

	2015	2020	2025	2030	2035	2040
TWh	680	795	875	1000	1090	1170

Ebben a növekedési ütemben szerepe van az orosz nukleáris energetikai ipar piacszerzési törekvéseinek is.

A nukleáris erőművek sorsát még az EU-ban is többféleképp látják:

- Németország elhatározta, hogy 2023-ra bezárja nukleáris erőműveit. A hangzatos program mögött azért vagyunk észre néhány tényezőt: Németország energia igényének 7 %-át termelik az atomerőművek, vagyis a kieső termelést nem túl nehéz pótolni, például megújuló erőművekkel. A német napelem és szélgenerátor gyártók lobbij ereje elég erős. Az első atomerőmű bontásakor Németországban az is kiderült, hogy a bontás és a hulladékok megfelelő kezelése lényegesen többbe kerül, mint egy új atomerőmű megépítése.
- Franciaország villamos energia igényének mintegy 40 %-át atomerőművekben termelik meg. Szóba sem kerül francia atomerőművek leállítása, éppen újabb blokkok építését tervezik, és régi erőműveket újítanak fel.

## 5.8. A megújuló energiahordozók szerepe

A Nemzetközi Energia Ügynökség (IEA) bemutatja a legjelentősebb megújuló energiahordozókból nyert energia mennyiséget és a beépített kapacitásokat a világ néhány országában, 2015-ben [3]:

Ország	Termelt energia (TWh)	Kapacitás (GW)
Kína	1130	332
Kanada	381	79
Brazília	360	92
USA	271	102
Oroszország	170	51
Norvégia	139	31
India	138	40
Japán	91	50
Svédország	75	...
Venezuela	75	...
egyéb országok	1148	377
világ összesen	3978	1205

A megújuló energiahordozók jövőjét a BP [1] a következők szerint látja reálisnak (TWh, átlagos éves növekedés):

	2000-2016	2016-2030	2030-2040
OECD	64	112	136
Kína	24	119	140
A világ többi része	15	87	141

Az ERIRAS [7] három változatban elemzi a megújuló energiahordozók jövőjét a világban, ezek közül a mérsékeltebb változatot (probable scenario) mutatjuk be [7]:

(Mtoe)

	2015	2020	2025	2030	2035	2040
vízi	360	380	400	410	420	450
szilárd biomassa	1320	1485	1610	1730	1775	1990
folyékony biomassa	85	95	110	125	140	160
napenergia	35	45	70	105	135	165
szélenergia	95	110	130	155	170	185
geotermikus	55	65	90	135	180	210
összesen	1950	2180	2410	2660	2820	3160

Az ERIRAS szerint:

- a szilárd biomassa változatlanul a megújuló energia források legfontosabb alkotója,
- minden megújuló térnyerése töretlen a következő évtizedekben,
- a fejlődő ázsiai országokat látja a legdinamikusabban fejlődő térségnek a megújulók használata terén.

A megújuló energiahordozók közül kiemeljük a vízenergia, a napenergia a szélenergia és a bio üzemanyagok néhány adatát.

### 5.8.1. Vízenergia

A vízierőművek azok a megújuló használatra épített létesítmények, melyek:

- építése és berendezései lényegében környezetbarát technológia, illetve anyagok,
- üzemeltetése teljes mértékben környezetbarát,
- korlátlanul képes a más megújuló energiahordozók természetes szezonálisát kompenzálni.

A vízenergia éves növekedési ütemét írja le a világ főbb térségeiben és Kínában a BP [1]:

(TWh)

	1995-2005	2005-2016	2016-2030	2030-2040
Kína	4,0	14,6	37,3	70,0
OECD	31,0	-35,0	2,8	-39,7
Nem OECD	9,2	6,7	16,7	31,3
Világ	44,3	-13,7	56,8	61,7

### 5.8.2. Szélenergia

A szélgenerátorok telepítésében azok az országok járnak az élen, amelyek tengerparttal rendelkeznek, mivel a tengeri szél intenzitása és gyakorisága akár kétszerese lehet a szárazföldi hasonló mutatóknak.

A világon üzemelő szélgenerátorok becsült összes teljesítménye (MW) [48]:

- 1999            14 000
- 2004            45 000
- 2010            100 000

Kínában a naponta üzembe helyezett szélgenerátorok száma 50 körül van.

*A szélenergia hasznosításra létesített erőművek termelése és teljesítménye:*

Ország	Termelt energia (TWh)	Kapacitás (GW)
USA	193	72,6
Kína	186	129,3
Németország	79	44,7
Spanyolország	49	22,9
India	43	25,1
Egyesült Királyság	40	14,3
Kanada	26	11,2
Brazília	22	7,6
Franciaország	21	10,2
Svédország	16	...
egyéb országok	162	67,0
világ összesen	838	414

A szélgenerátorok telepítésénél is felmerülnek környezetvédelmi aggályok: a környezetet zaj terheli, a madarak életterét szűkíti, ezért több országban a telepítési helyekre erős korlátozások vonatkoznak.

A szélgenerátorok telepítésében élen járó országokban már felismerték azt a hátrányát a szélgenerátoroknak, hogy a szél intenzitásának vagy irányának változásakor a kieső villamos áramot a fogadó hálózatban gyors indítású tartalék erőművekkel kell pótolni. A vízerőművekben gazdag országokban adott a szélerőművek kiesése esetén a pótlás megoldása, de a legtöbb országban – így Magyarországon is – a gyors indítású gázturbinás erőművek biztosíthatják csak az áramellátás zavartalanságát.

### 5.8.3. Napenergia (fotovoltaikus)

Becslések szerint a Nap  $10^{24}$  W teljesítménnyel sugároz energiát. A Föld felszínére átlagosan  $1353 \text{ W/m}^2$  energia érkezik.

Ország	Termelt energia (TWh)	Kapacitás (GW)
Kína	45	43,2
Németország	39	39,8
Japán	36	34,2
USA	32	21,7
Olaszország	23	18,9
Spanyolország	8	4,9
Egyesült Királyság	8	9,2
Franciaország	7	6,8
Ausztrália	6	4,4
India	6	5,1
egyéb országok	37	32,0
világ összesen	247	220,2

Az USA a napenergia hasznosításra jelentős beruházásokat indított, viszonylag kis állami támogatás mellett. Míg 2006-ban csak 508 ezer MW naperőmű teljesítmény üzemelt, 2016-ban már 36,8 millió MW. A 2017. évi napi termelési csúcs a naperőművekben 190 GWh volt. Az IEA 2040-re 575 TWh-ra becsüli az amerikai napenergia termelést, ami a 2016. évi összes megújuló energia termeléssel egyenlő [16].

Kína: most naponta 500 ezer napelemet telepítenek.

### 5.8.4. Bio üzemanyagok

Bio üzemanyag gyártás:

- bioetanol: fehérje tartalmú gabonából, mellékterméke állati takarmány
- biodízel: növényi olajok, használt sütőolaj, a gyártás mellékterméke szintén állati takarmány.



A bio üzemanyag gyártás részben az emberi étkezés és az állatok takarmányozása alapanyagait használja fel. A mérsékelt égövi országok mezőgazdasága általában rendelkezik az adott ország ellátásához szükséges gabona és olajos mag igény feletti termelési felesleggel, amivel a bio üzemanyag gyártás ellátható. Ugyanakkor ez a termény felesleg exportálható is, mivel a Föld területének mintegy 20 %-a nem rendelkezik a gabonák és olajos magvak optimális termeléséhez szükséges klimatikus adottságokkal.

A bio üzemanyagok gyártásának gazdaságosságát egyértelműen a kőolaj piaci ára határozza meg. Amikor a Brent árfolyama 100 USD/barrel körül volt, a mezőgazdasági termelők kellő ösztönzést kaptak a bio üzemanyagok gyártásához szükséges termények termesztésére. A 60 dollár körüli kőolaj ár a mezőgazdaságot erős költség takarékosagra kényszeríti. Ezt a kényszert egy sor mezőgazdasági termelő nem tudja teljesíteni, ezzel a bio üzemanyag gyártók alapanyag beszerzési nehézségek elé kerülnek.

Az Európai Unió sokrétűen szabályozza a mezőgazdasági termelést, általában ösztönzéssel. Vannak ugyanakkor termék korlátozó intézkedések is. Jelenleg a repce és a napraforgó termesztés nincsen korlátozás alatt.

A bio üzemanyagok használata elősegíti a közlekedés széndioxid emissziója korlátozását.

A bio üzemanyagok közvetlenül nem használhatók gépjármű üzemanyagaként, hagyományos, kőolaj alapú üzemanyagokhoz lehet keverni. A bekeverés arányát az adott ország jellemző korú és technikai színvonalú jármű parkjához kell igazítani.

Megindultak a kísérletek a bio üzemanyagok használatára a légi közlekedésben is. Kezdetben a több hajtóműves repülők egy-egy hajtóművében használnak bio üzemanyagokat, különböző arányban.

Néhány adat a bio üzemanyagok termeléséről és felhasználásáról:

A Földön az összes gépkocsik száma 2017-ben 1 milliárdra tehető. 2040-re ez a szám 2 milliárdra nőhet [18].

A bio üzemanyag használatát az EU szorgalmazza:

- bio üzemanyag bekeverés: EU célja 2020-ig: 10 %
- biodízel fogyasztás a világon: (2012) 18 500 ezer tonna
- bioetanol fogyasztás: a világon (2012) 86 milliárd liter
- Európa (2016) 4,13 millió tonna

### 5.8.5. Villamos autók

Villamos autók száma a világban az IEA szerint [18]:

	2018	2025	2040
Összes jármű	1 milliárd		2 milliárd
Elektromos autó	2 millió	50 millió	300 millió

Az ERIRAS becslése a villamos autók számáról [7]:

Év	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Autók száma(ezer)	42	85	110	320	610	1050

A villamos autók akkumulátorainak költsége az ERIRAS felmérése szerint [7]:

(USD/kWh)

Év	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Akku költség	1170	920	830	710	570	400

A BP [1] is készített prognózist az elektromos hajtású autók számáról [1]:

(millió db)

2016	2020	2025	2030	2035	2040
2	7	33	95	188	324

A megújuló energiahordozók fokozottabb használata során rendre szóba kerül a villamos autók szerepe is a környezetvédelem szempontjából.

#### 5.8.5.1. A járművek gyártása

A hagyományos és az elektromos autók gyártása során keletkező káros anyagok szempontjából nincs lényeges különbség. Ami a hagyományos autó gyártásból elmarad az elektromos autókhoz képest (robbanómotor és vezérlése, sebességváltó, üzemanyag ellátó rendszer, üzemanyag tartály), azt bőven ellensúlyozza az elektromos autó akkumulátor telepe.

#### 5.8.5.2. A járművek üzemeltetése

A járművek levegő felhasználása [2]:

- benzin üzemű járművek: 1 kg benzinhoz 15 kg (12 m<sup>3</sup>) levegőt,
- dízel motorok: 1 kg gázolajhoz 18-26 kg (14-20 m<sup>3</sup>) levegőt

használnak el.

A belső égésű motorok kipufogógázának összetétele [2]:

komponens	benzinmotor	dízelmotor	hatás
nitrogén	74-77 tf%	76-78 tf%	nem szennyező
oxigén	0,1-3 tf%	2-14 tf%	nem szennyező
vízgőz	3-6 tf%	0,5-6 tf%	nem szennyező
széndioxid	5-12 tf%	1-6 tf%	szennyező
szénmonoxid	0,5-10 tf%	100-2000 ppm	mérgező
nitogénoxidok	500-3000 ppm	200-5000 ppm	mérgező
szénhidrogének	100-10000 ppm	10-500 ppm	mérgező
aldehidek	0-200 ppm	0-50 ppm	mérgező
korom	0-2 mg/m <sup>3</sup>	10-11000 mg/m <sup>3</sup>	mérgező
benzopirén*	10-20 µg/m <sup>3</sup>	0-10 µg/m <sup>3</sup>	mérgező

\*benzopirén: kondenzált gyűrűs, öt benzolgyűrűt tartalmazó aromás szénhidrogén, rákkeltő hatású [3]

A légkört szennyező anyagok közül rendre a széndioxidot emeljük ki, mert ez a fő felelős a klímaváltozásért, a Föld átlag hőmérséklete emelkedéséért, bár a belső égésű motorok égéstermékei több, közvetlen egészség károsító, mérgező komponenset is tartalmaznak.

Az ipar, amelyik a gépkocsik gyártását és a gépkocsi ipar beszállítóit is magában foglalja, 9 074 ezer tonnával a harmadik legnagyobb légkör szennyező [6].

Az elektromos autók villamos energia felhasználása valóban környezetbarát, de az elektromos energia előállítás környezeti hatásait nem szabad figyelmen kívül hagyni.

A villamos autók energiaigényét az országos villamos hálózatról elégítik ki. Csak a megújuló energiahordozókkal előállított villamos áramot tekintik környezetbarátnak, tehát a villamos autók energia felhasználásának 11 %-át.

#### 5.8.5.3. A járművek megsemmisítése

A járművek megsemmisítése fém, üveg, gumi, műanyag alkatrészek és veszélyes folyadékok kezelését kívánja meg. Az anyagok újra hasznosítása a fém és műanyag alkatrészek nagyobb részénél megoldott, a gumi és az üveg anyagok kis része kerül vissza tovább feldolgozásra.

### 5.9. A megújulók használata az EU-ban

Az Európai Unió kiemelt fejlesztési programja a megújuló energiahordozók használatának növelése. Az EU programjai a világ más országában megfigyelhető megújuló használati törekvéseket többszörösen felülmúlja. Szerepe lehet az EU

törekvéseiben az Európában felfejlődött megújuló hasznosítási kutatásoknak és a szükséges technikai berendezéseket gyártó kapacitásnak.

Az EU már 2010-ben kötelezte a tagországokat megújuló használat növelésre. Az EU a vállalatok teljesítéséhez korlátozottan rendelt fejlesztési pénzforrásokat. Az országok vállalásait 2020-ban fogják értékelni. Az egyes országok között vannak olyanok, melyek könnyedén teljesítik a vállalatot, más országok pedig még távol állnak a teljesítéstől. A vállalatok nem teljesítésének különösebb következményei várhatóan nem lesznek. 2030-ra újabb megújuló használati fejlesztési programot vállaltak az EU tagországai. Az újabb program a 2020. évi teljesítést tekinti alapnak, és a 2030-ra vállalt megújuló használati mutatók nem teljesítéséhez már szankciókat is előírányoz. A szél- és a napenergia hasznosítás áll a fejlesztések központjában.

Az európai szélerőmű kapacitások [56]:

- 2015-ben 146,6 GW
- 2016-ban 153,6 GW

Európában már jelentkeztek a megújulók gyors terjesztése miatt kialakult energia piaci anomáliák is:

- a megtermelt (villamos) energiát az országon belül a felhasználási helyekre kell szállítani,
- a megújuló energiatermelés szezonalitása nem illeszkedik az adott ország energia felhasználása szezonálisához
- a szél- és napenergia természetes szezonálisát gyors indítású, állandó készenlétben álló erőművekkel kell egyensúlyozni. Erre a célra a kombinált ciklusú gázturbinás erőművek a legalkalmasabbak [46].
- sürgősen erősíteni kell a szomszédos országok villamos rendszerei együttműködését és az országok közötti szállítások kapacitását,
- a megújuló energia hasznosítás beruházásai drágák, megtérülésük állami támogatás nélkül a szokásos pénzügyi technikákkal nem finanszírozható.

A villamos energia országon belüli, vagy nemzetközi szállítására markáns tervek készültek, például [55]:

- Norvégia-Németország közötti 525 kV-os távvezeték építés, 500 millió Euro beruházással
- Norvégia-Egyesült Királyság között (720 km tengeri vezeték) 2000 millió Euro
- Olaszország-Montenegro közötti 500 kV-os vezeték 2600 millió Euro

Erőművek jellemzői:

	Létesítés költsége (ezer Ft/kW)	Éves üzemóra (óra)	Élettartam (év)
vízi	1000	8000	80
nap	500	2000	25
szél	330	2000	35
Paks II.	1250	8000	60
szén	450	8000	35
gáz	240	8000	35
biomassza	400	8000	35

Az energiainfo.hu szerint Európában 2016. év végén 153,7 GW szélenergia kapacitás működött.

Az áramtermelés költsége (Fraunhofer Institut 2013)

	(Euro/MWh)
barnaszén	46
feketeszén	71
földgáz	86
szárazföldi szél	76
tengeri szél	157
biomassza	175
háztartási naperőmű	120
nagy naperőmű	98
Paks ma	42
PAKS tervezett	53

A légi utas- és áruszállítás fejlődése egyértelműen dinamikus. A szállítási teljesítmények növekedésén túl a szállítóeszközök (repülőgépek) fejlesztése is meghatározó. A légi szállítás is keresi a környezetbarát üzemanyagok használatának lehetőségét: 2008. februárban repült az első Boeing 747 típusú repülőgép bio üzemanyaggal, a kísérlet sikeres volt. A Nemzetközi Légi Szállítási Szövetség a bio üzemanyagok terjedését megállíthatatlannak ítéli, kezdetben természetesen csak részleges használattal. Ez azt jelenti, hogy a kezdeti szakaszban a gép egy-két hajtóműve fog bio kerozinnal járni, vagy a teljes üzemanyagba csak pár százalék bio dízelt kevernek [17].

A megújulók aránya a teljes primer energiahordozó felhasználásban [10]:

(%)

	2016. tény	2020. vállalás
<b>Svédország</b>	53,8	49,0
<b>Finnország</b>	38,0	38,7
<b>Lettország</b>	37,2	40,0
<b>Ausztria</b>	33,5	34,0
<b>Dánia</b>	30,0	32,5
<b>Észtország</b>	25,0	28,8
<b>Portugália</b>	28,5	31,0
<b>Horvátország</b>	20,0	28,3
<b>Litvánia</b>	23,0	25,6
<b>Románia</b>	24,0	25,0
<b>Szlovénia</b>	21,3	25,0
<b>Bulgária</b>	16,0	18,8
<b>Olaszország</b>	17,0	17,4
<b>Spanyolország</b>	17,3	20,0
<b>EU átlag</b>	17,0	20,0
<b>Franciaország</b>	16,0	23,0
<b>Görögország</b>	15,2	18,0
<b>Csehország</b>	14,9	13,0
<b>Németország</b>	14,8	18,0
<b>Magyarország</b>	14,2	13,0
<b>Szlovákia</b>	12,0	14,0
<b>Lengyelország</b>	11,3	15,0
<b>Nagy Britannia</b>	9,3	15,0
<b>Hollandia</b>	6,0	14,0

Az EU tagállamaiban határozott erőfeszítéseket tesznek a széndioxid kibocsátás csökkentésére. Nagy Britanniában 2018. áprilisban négy napon át nem kellett a széntüzelésű erőműveket járattatni, mert a megújulókból (szél- és napenergia) termelt áram helyettesítette a szénerőműveket [51]. Nagy Britanniában a kormány célja, hogy 2025-re bezárja a széntüzelésű erőműveket.

A magyar megújuló vállalat 2020-ra a primer energia felhasználás 14,65 %-a szinttel ismerjük.

## 5.10. Szén-dioxid kibocsátás

Az IEA a 2017. évi széndioxid kibocsátást a világ főbb térségei között így osztotta fel [35]:

- Kína 28 %
- USA 15 %
- EU 28 9 %
- India 7 %
- Oroszország 5 %
- Japán 4 %
- Többi ország 32 %

Az emberi tevékenység miatti széndioxid kibocsátás megoszlása 2014-ben az EPA (U.S. Environmental Protection Agency) szerint [35]:

- Áram- és hőtermelés 25 %
- Mező- és erdőgazdaság 24 %
- Ipar 21 %
- Közlekedés 14 %
- Épületek 6 %
- Egyéb 10 %

A BP becslést készített a világ széndioxid kibocsátásáról, 2040-ig [1]. A prognózis ET (Evolving Transition) változatát mutatjuk be, mint legvalószínűbb változatot:

(millió tonna CO<sub>2</sub>)

Év	2016	2020	2025	2030	2035	2040
Emisszió	33431	34502	36031	36667	36950	36776

A prognózis egyáltalán nem tekinthető biztató kilátásnak. Az emisszió csökkenése 2035 után lesz tapasztalható, vagyis a mai környezetvédelmi erőfeszítések eredménye évtizedek múlva jelentkezik. A prognózis tulajdonképpen cáfolja a 2016. novemberi, párizsi ENSZ klímavédelmi konferencia törekvését a Föld klímájának és hőmérsékletének megóvására.

A prognózis ugyanakkor igazolja Trump amerikai elnök döntését, amivel az ország nemzeti érdekei miatt halasztja az amerikaiak fokozott erőfeszítését a légkör védelmére.

A WMO Meteorológiai Világszervezet szerint [14] 1880 és 2015 között 37 %-al nőtt a levegő metán tartalma. A metán a légkört szennyező anyagok között tízszer veszélyesebb, mint a széndioxid.





## 6. Nemzetközi klímapolitikai együttműködések

Több nemzetközi szervezet foglalkozik az energetika helyzetével, jövőjével [31]. Ezek közül néhány:

- Egyesült Nemzetek Szövetsége (UN, ENSZ, alapítva: 1945)
- Energia Világtanács (WEC, 1923)
- Kőolaj Exportáló Országok Szövetsége (OPEC, 1960)
- Nemzetközi Energia Ügynökség (IEA, 1974)
- Nemzetközi Megújuló Energia Ügynökség (IRENA, 2009)
- Energiahatékonysági Központ (UNEP.C2E2, 2013)

Ezek a szervezetek rendszeresen szerveznek konferenciákat, amelyek különböző állásfoglalásokkal, határozatokkal zárulnak. A szervezetek elhatározásait a tagországok önkéntes alapon tartják be.

A légkör védelmének mai nemzetközi megállapodásait időben már megelőzte több környezetvédelmi nemzetközi megállapodás:

- 1958-ban az ENSZ Tengerjogi Egyezménye a parti övezetekben a bányászat szabályozására
- 1989.-ben veszélyes hulladékok nemzetközi szállításának kezelésére (Bázei Egyezmény)
- 1992-ben a Biológiai Sokféleség Egyezmény, az élővilág nagymérvű pusztulásának megakadályozására,
- 1998.-ban a vegyi anyagok nemzetközi szállításának szabályozására (Rotterdami Egyezmény)
- 1998.-ban és 2013.-ban a nehézfémek alkalmazásának korlátozására a Minamata Egyezmény

A klímaváltozás első számú okozói a légkörbe kerülő üvegház hatású gázok (ÜHG), köztük a legfontosabbak: a széndioxid és a metán. A levegőbe kerül sok egyéb káros gáz is, és szilárd szennyeződés is. Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség jelentése szerint 2014-ben 399 ezer ember halt meg az Európai Unió tagországaiban a légszennyezettség miatt [26].

Bár Kyotóban már 1997.-ben a Föld klímavédelmét alaposan értékelték, és el is határoztak védelmi intézkedéseket, túl sok eredménye nem lett az akkori megállapodásoknak. Kyotóban a világ három legnagyobb energia fogyasztója: az USA, Kína és Oroszország nem is vállalt érdemi lépéseket. Például az USA aláírta az egyezményt, de később nem ratifikálta. A jegyzőkönyvet Oroszország csak 2004-ben írta alá. A megállapodást 2012-ben szigorították a Dohai Módosítással. Ekkor Kanada kilépett az egyezményből.

2016. november 4.-én Párizsban 196 ország elfogadta a nemzetközi klímavédelmi együttműködést. Eszerint Kína vállalja, hogy 2030 után a széndioxid kibocsátása nem nő tovább, az USA 2025-re 28 %-os csökkentést vállal a 2005-ös szinthez képest, Oroszország is 25-30 %-os csökkentést vállal 2030-ig, az 1990-es szinthez mérve. Az EU tagállamok együttesen 40 %-os csökkentést vállálnak 2030-ig, az 1990-es szinthez képest.

Az USA új elnöke bejelentette országa kilépési szándékát a párizsi egyezményből, ami a megállapodás szabályai szerint 2020. végén következhet be.

## 7. Magyarország energia ellátásának helyzete

Az ország kitermelhető energetikai nyersanyag állománya [29]:

(millió tonna)

	2010	2015	2016
kőolaj	43,5	67,2	66,9
földgáz	2392,9	1639,1	1646,3
feketeszén	1915,5	1915,4	1915,4
barnaszén	2243,8	2240,0	2240,0
lignit	4356,3	4271,0	4258,3

Az ország primer és végső energia felhasználása a következők szerint alakult a KSH szerint:

(PJ)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Primer</b>	1085,0	1053,3	992,0	955,7	961,6	1014,8	1072,7	1133,8
<b>Végső</b>	667	646	539	601	...	...	810	...

A 2013. évi mélypont az energia felhasználásban a gazdasági válsággal áll összefüggésben:

- az ipari termelés is mélyponton volt,
- mélyponton volt a lakásépítés, ami magával rántotta az építőanyag ipart,
- erősödött a villamos energia import, hazai erőművek leálltak

A 2016. és 2017. évi energia felhasználás emelkedés a gazdasági válságból kijutást tükrözi.

Az ország energia ellátásának energiahordozó szerkezetét mutatja be a 2016. évi energia mérleg [22]:

(PJ)

	Termelés	Primer belföldi felhasználás	Végső felhasználás
<b>Szén</b>	61	94	12
<b>Kőolaj</b>	41	286	271
<b>Földgáz</b>	59	336	54
<b>Megújuló</b>	131	125	90
<b>Nukleáris</b>	176	176	...
<b>Víz</b>	0,9	0,9	...
<b>Szél</b>	2	2	...
<b>Összesen</b>	<b>470,9</b>	<b>1019,9</b>	<b>810</b>

A megújuló energiaforrásokból termelt energia [29]:

(PJ)

	2010	2015	2016	2017*
vízenergia	0,7	0,8	0,9	0,8
szélenergia	1,9	2,5	2,5	2,7
geotermikus energia	4,1	4,4	5,0	...
napenergia	0,2	0,9	1,2	1,3
biogáz	1,5	3,3	3,7	1,1
bio üzemanyag	5,9	16,0	17,2	...
egyéb biomassza	100,5	108,0	103,2	111,2
összesen	114,8	135,9	133,7	133,1

\*MEKH adatok

A megújuló energiaforrások használatát kormányzati támogatások korlátozottan segítették elő. A napenergia és a bio üzemanyag használat előrelépését tekinthetjük jelentősnek, ezzel együtt a megújulókat használatában nem tekinthető jelentősnek a fejlődés.

### Energia források és felhasználás

A magyar kormány 2012-ben elkészítette az ország energia stratégiáját:

#### Nemzeti Energiastratégia 2030

címmel. A program gazdája a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium.

A stratégia fő céljai:

- energiatakarékosság és az energiahatékonyság fokozása
- megújuló energiák részarányának növelése
- közép-európai földgáz és villamos vezetékhálózat integrálása
- atomenergia jelenlegi kapacitásának megtartása
- a hazai szén- és lignitvagyon környezetbarát felhasználása villamos áram termelésre

A célokat másképp is megfogalmazták:

- „Függetlenedés az energiafüggőségtől”: Magyarország nyitott, exportorientált és gazdaságosan kitermelhető fosszilis energiahordozókban szegény országgént természetesen nem lehet teljesen energia-független
- Versenyképesség: megújuló energiák integrálódása, a nemzetközi energetikai kapcsolatok (földgáz és villamos interkonnektorok) erősítése

- Fenntartható energia ellátás: a földgáz továbbra is megőrizheti meghatározó szerepét, a hazai szén- és lignitvagyon (10,5 milliárd tonna) a hazai energetika stratégiai tartalékát képezi.
- Biztonságos energia ellátás: atomenergia, vasúti és közúti közlekedés villamosítása

Ezt a programot energetikai struktúraváltás során kell megvalósítani:

- energiahatékonysági intézkedések
- alacsony CO<sub>2</sub> emisszióval járó villamos energiatermelés
- megújulóknak szélesebb körű használata a hőtermelésben
- alacsony CO<sub>2</sub> kibocsátású közlekedési módok fejlesztése

Három forgatókönyvet készítettek:

A: „ölbe tett kéz”: kevés ösztönzés az energia megtakarításban, az energia hatékonyság emelésben, a környezet védelmében

B: „közös erőfeszítés”: állami, önkormányzati és magán erőfeszítések, jól meghatározott célok érdekében, állami közvetett ösztönzők a célok elérésére

C: „zöld forgatókönyv”: a legintenzívebb energetikai fejlesztési program, jelentős eredmények az energia megtakarításban, az energia hatékonyság emelésben. Jelentős állami támogatások a program egyes elemei végrehajtásához.

A három változathoz tartozó primer energia felhasználások (PJ):

	2020	2020	2020	2030	2030	2030
	A	B	C	A	B	C
Fűtés, hűtés, HMV	499	378	353	534	353	309
Energiaszektor	33	33	31	33	33	30
Mezőgazdaság	21	21	18	22	18	18
Lakosság és tercier szektor	302	218	203	304	193	163
Feldolgozó ipar	143	109	101	175	109	98
Közlekedés	262	224	200	285	212	190
Villamosenergia felhasználás	182	158	159	219	198	178
Végső energia felhasználás	943	760	712	1038	763	678
Anyagjellegű felhasználás	83	83	83	83	83	83
Átalakítási veszteség	295	245	239	348	275	247
Hálózati veszteség	28	25	25	32	26	26
Primer felhasználás	1349	1113	1059	1476	1147	1034

A Nemzeti Energiestratégia 2030 program teljesítésére állami támogatást, kedvező banki hitelezést és támogatott energia átvételi árakat irányoztak elő.

A programból biztonsággal teljesül a primer energiahordozó felhasználásban a megújuló energiahordozók 14,65 %-os részesedése 2020-ig.

A Kormány 2018. júniusban módosította a primer energia felhasználás várható értékeit, „ölbe tett kéz” változat (PJ):

Év	Eredeti terv	Módosított terv
2020	1349	1187
2030	1476	1411

Villamos energia termelés teljesítménye megújulókból Magyarországon (MW):

Megújuló erőmű	Meglévő, 2013	Többletteljesítmény 2020-ig	
		Megújuló Cselekvési Terv	Reális változat
szélerőmű	330	420	420
napelem	35	56	580
vízlerőmű	54	15	20
biomassza erőmű	162	140	320
biogáz erőmű	44	94	150
geotermikus erőmű	0	57	30
összesen	600	782	1500

A megújuló energiaforrások felhasználásának részaránya a bruttó végső energia fogyasztáson belül 2016.-ban a MEKH szerint (zárójelben: a 2005. évi adatok):

- a megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia részaránya a bruttó végső villamosenergia fogyasztáson belül: 7,2 % (4,4%)
- a megújuló energiaforrásokból előállított energia a fűtési és hűtési célú bruttó fogyasztásban: 20,8 % (9,9 %)
- a megújuló energiaforrásokból előállított energia felhasználásának részaránya a közlekedésben: 7,4 % (0,9 %)
- a megújuló energiaforrásokból előállított energia felhasználásának részaránya a bruttó végső energiafogyasztásban: 14,2 % (6,9 %)

A megújuló energiahordozókból termelt villamos energia 2016-ban (PJ) [29]:

- vízi 0,6
- szél 2,5
- geotermikus 5,0

- napenergia 1,2
- biogáz, depóniagáz 3,7
- bio üzemanyag 17,2
- biomassa és hulladék 103,2
- összesen 133,7

Nukleáris energia termelés 1983 óta van Magyarországon. Az 1866 MW teljesítményű atomerőmű az összes energia termelés 40 %-át adja, és ez évente kb. 3,8 millió tonna kőolajnak felel meg [25]. 2016-ban a nukleáris energia termelés 176 014 TJ volt [22].

## 7.1. Fosszilis energiahordozók

---

### 7.1.1. Kőolaj

---

A hazai kőolaj földtani vagyont  $210 \cdot 10^6$  tonnára becsülik [36], az ipari kőolaj vagyon  $18,3 \cdot 10^6$  tonna.

A 2016. évi hazai kőolaj és kőolajtermék termelés 41 527 TJ volt. A 2016. évi nettó kőolaj import 263 933 TJ. A belföldi primer felhasználás 286 089 TJ. A végső felhasználás 271 599 TJ [22].

A kőolaj termékek végső felhasználásából a közlekedés 61,5 % volt, a nem energetikai felhasználás pedig 21,6 %.

2016-ban a benzin fogyasztás 1310 millió liter volt, a gázolaj felhasználás 2048 millió liter.

Az ország kőolaj termelése a hazai igények 14 %-t fedezi. A hazai kőolaj készletek kimerülőben vannak, a kőolaj kitermelés minden lehetséges technológiáját kipróbálták a hazai termelő mezőkben.

A hazai nem hagyományos kőolaj készletek kitermelésére folytatott kísérletek a makói árokban rendkívül értékesek voltak, de a különleges geológiai adottságok (magas hőmérséklet, extra nagy rétegnyomás) a kitermelést ma még irreális költség tartományba tolják.

### 7.1.2. Szén

---

A hazai barnaszén földtani vagyont  $3200 \cdot 10^6$  tonnára becsülik [36], az ipari barnaszén vagyon  $170 \cdot 10^6$  tonna.

A hazai lignit földtani vagyont  $5795 \cdot 10^6$  tonnára becsülik [36], az ipari lignit vagyon  $2926 \cdot 10^6$  tonna.

A 2016. évi hazai szén és széntermék termelés 61 231 TJ volt. A 2016. évi nettó szén import 47 726 TJ. A belföldi primer felhasználás 94 057 TJ. A végső felhasználás 12 549 TJ [22].

A szén legjelentősebb felhasználói: villamos energia ipar, a kohászat és a lakosság. A hazai széntermelés meghatározó részét képezi a Mátra és a Bükk alján külszíni fejtésekben termelt lignit. A lignit legnagyobb része a Mátrai Erőműben kerül hasznosításra. A lignitből évente mintegy 800 ezer tonna lakossági felhasználásra kerül.

A bezárt mélyműveléses barnaszén bányák újra nyitásához a szén árának jelentős emelkedésére lenne szükség.

### 7.1.3. Földgáz

A hazai földgáz földtani vagyont  $163 \cdot 10^6$  tonnára becsülik [36], az ipari földgáz vagyont  $60,3 \cdot 10^6$  tonna.

A készletbecsléseket valószínűleg ki kell egészíteni a nem hagyományos földgáz készletekkel.

A 2016. évi hazai földgáz termelés 59 810 TJ volt. A 2016. évi nettó földgáz import 265 077 TJ. [22]. 2017-ben a hazai földgáz termelés 37 825 TJ volt, a nettó földgáz import 289 307 TJ a MEKH statisztikája szerint.

A földgáz felhasználás megoszlása a felhasználási célok és felhasználó csoportok szerint:

	ezer m <sup>3</sup>			
	2014	2015	2016	2017
Belföldi értékesítés felhasználóknak	7612199	8047600	8545831	9033589
lakosság összesen	2832040	3189794	3451095	3624487
mérő nélküli	63241	62237	65134	64998
20 alatti	2635248	2984976	3244240	3406598
20 feletti	133551	142583	141719	152913
Nem lakossági összesen	4780161	5039807	5094738	5409101
20 alatti	398234	458307	504112	534213
20-100 közötti	510783	551306	589569	553063
100-500 közötti	729288	712963	777087	774811
500 feletti	3141853	3135833	3223953	3547014



2008 óta a földgáz felhasználás mélypontja 2014-ben volt, összefüggésben az egész világot sújtó gazdasági válsággal. A földgáz felhasználáson belül a villamos energia termelésre felhasznált földgáz mennyisége jelentős [52]:

Év	2012	2013	2014	2015	2016	2017
millió m <sup>3</sup>	2182	1746	1386	1480	1656	2003

A földgáz szállító rendszer napi kapacitása 130 millió m<sup>3</sup>. A legnagyobb szállító rendszeri igénybevétel 2017-ben 70,1 millió m<sup>3</sup> volt.

A földgáz átszállítás Magyarországon (Szerbia és Ukrajna irányába) 2017-ben 5,8 milliárd m<sup>3</sup> volt. Emellett a földgáz export 3,7 milliárd m<sup>3</sup> volt 2017-ben.

2017-ben nőtt a villamos energia termelésre felhasznált földgáz mennyisége, a villamos energia import csökkenése miatt.

A földgáz legjelentősebb hazai felhasználói: lakosság 69,7 %, kereskedelem és közszolgáltatások 20,9 %, vegyipar és gyógyszergyártás 4,3 %, élelmiszergyártás 4,5 %.

A hazai nem hagyományos földgáz készletek kitermelésére folytatott kísérletek a makói árokban rendkívül értékesek voltak, de a különleges geológiai adottságok (magas hőmérséklet, extra nagy rétegyomás) a kitermelés költségei ma még veszteséget okoznak.

Az ellátás biztonság érdekében összesen 6,3 milliárd m<sup>3</sup> mobil kapacitású föld alatti földgáz tárolók üzemelnek az országban. A földgáz piac rugalmas átalakulásának köszönhetően a földgáz import üteme is igazodik a felhasználáshoz, ezért a tároló kapacitás teljes kihasználására nincs szükség. A tárolókban elhelyezett legnagyobb mobil készlet a MEKH statisztikája szerint (ezer m<sup>3</sup>):

- 2014. 3 242 005
- 2015. 1 969 720
- 2016 2 553 633
- 2017 3 570 149

Magyarországot minden szomszédos országgal földgáz szállítóvezeték (interkonnektor) kapcsolja össze, kivéve Szlovéniát. Az interkonnektorok közül Horvátország, Ausztria, Románia irányában még nem kétoldalú a szállítás.

#### Szervezett földgázpiac Magyarországon [54]

A HUDEX a magyar földgáz és villamos energia tőzsde. Működése a világ többi tőzsdéjére érvényes szabályok szerint folyik. A földgáz kereskedelmi ügyleteket másnapi, szombati, vasárnapi, hétfői és ünnepnapra kötik. A 2016. évi összesített földgáz ügyletek a következők voltak (MWh):

- másnapi 208 032
- szombat 936
- vasárnap 1 440
- hétvége 67 344
- ünnepnap 2 520
- összesen 280 272 MWh

### Villamos energia termelés és felhasználás

Az ország energia felhasználásában a villamos energia meghatározó szerepet tölt be.

A villamos energia termelésünk energiahordozó forrásai a MEKH statisztika szerint:

(GWh)

	2014	2015	2016
nukleáris	15 649	15 834	16 054
szén	6 114	5 907	5 758
földgáz	4 240	5 108	6 479
olajtermék	77	78	62
biomassza	1 702	1 661	1 493
összesen	29 393	30 342	31 858

A villamos energia termelés és felhasználás nőtt az utóbbi években [53]:

(millió kWh)

	2015	2016	2017
termelés	30 343	31 858	32 536
behozatal	19 935	17 951	19 803
kivitel	6 249	5 240	6 926
felhasználás	50 278	49 809	52 339

A hazai villamos energia piac néhány jellemzője 2017. évben a MAVIR szerint (MWh):

- hazai termelés 32 180 985
- import 19 939 790
- export 7 063 420
- VER összesen 45 057 354

### A települések infrastruktúrális ellátottsága – energiaellátás

2016-ban 5,578 millió villamos energia fogyasztó volt az országban, ezek 91 %-a háztartási fogyasztó. A fogyasztók száma 2000-2016 között 8,8 ezerrel nőtt.

A szolgáltatott villamos energia 30 %-át a háztartások használták fel. A fajlagos villamos energia felhasználás az ország területén differenciált.

2016-ban 2876 településen volt vezetékes földgáz szolgáltatás. A földgáz fogyasztók száma 3453 ezer volt. A háztartások gázigénye 3 milliárd m<sup>3</sup> volt. A lakások 73 %-ban használnak gázt.

Távfűtés 95 településen volt 2016-ban. A távfűtést 649 129 lakás vette igénybe. A távfűtéssel együtt a melegvíz szolgáltatás 599 225 lakásban volt.

A háztartások, a közületek és az ipari cégek egy része használ pébégázt is. A felhasználási formák:

- vezetékes pébé ellátás: 10 település, kb. ezer felhasználó
- palackos
- tartályos
- autógáz

***Pébé forgalom (tonna)***

	palack	tartály	autógáz	összesen
2014	67955	71088	25232	164275
2015	70629	60271	25071	155971
2016	72480	69616	23619	165715
2017	73590	58473	21784	153847

Az országban 15 településen van vezetékes pébé szolgáltatás [54]. A szolgáltatás főbb jellemzői 2016-ban:

- felhasználók száma 1247 (2017. éves átlag)
- értékesített gáz 380,2 tonna (2017)
- elosztóhálózat hossza 96,2 km

**A lakásállomány jellemzői 2016. februári felmérés szerint [38]:**

- 4 405 ezer lakás van az országban. A lakásállomány 20 %-a Budapesten, 52 %-a vidéki városokban és 28 %-a községekben található
- a lakásállomány 12 %-a nem lakott
- a lakások 28,6 %-a egyszobás, 33,1 %-a kétszobás, 31,7 %-a háromszobás
- a lakások fűtési rendszer szerinti megoszlása:
  - távfűtés 609 ezer
  - egyéb központi fűtés 1988 ezer
  - egyedi helyiségfűtés 1257 ezer

2016-ig az 1,3 millió panel és társasházi lakások közül 400 ezerben készült el a hőszigetelés, 2,8 millió családi házból 560 ezernél.

A lakások adják az ország teljes primer energiahordozó igényének kb. 40 %-t. A távfűtéses lakások energiahordozó felhasználásának megoszlása 2016-ban (%) [45]:

- földgáz 70,54 %
- fűtőolaj 0,23 %
- tüzelőolaj 0,01 %
- pébégáz 0,01 %
- megújulók 29,21 %

A felhasznált megújulók:

- depóniagáz 0,19 %
- szennyvíziszap-gáz 0,02 %
- napenergia 0,06 %
- termálvíz 17,82 %
- biomassa 81,91 %

2014-2016. évek között a termálvíz távfűtésre alkalmazása nőtt a legnagyobb mértékben: mintegy 5,5 %-al.

### A megújuló energiahordozók használata Magyarországon

Az Európai Unió környezetvédelmi programjai a légkör váratlanul gyors romlása miatt szükséges intézkedéseket fogalmaznak meg. Az EU tagállamaként Magyarország is részese ezeknek a programoknak. Magyarország légkör szennyezésének néhány mérőszámát mutatja be a KSH statisztikája [29]:

#### *Széndioxid (millió tonna)*

	2007	2010	2015
összesen	58,5	52,2	46,8
energiaipar	21,2	17,2	13,8
egyéb ipar	10,7	8,1	9,0
szállítás/közlekedés	12,9	12,8	12,0
háztartások	8,6	8,6	6,9

A világ 2016. évi széndioxid kibocsátása 33 431 millió tonna volt (BP [1]), vagyis Magyarország nem tartozik a nagy légkör szennyező országok csoportjába:

#### *Metán (ezer tonna)*

	2007	2010	2015
összesen	329	323	305
hulladékkezelés	166	159	141
mezőgazdaság	103	97	109
szivárgás*	38	38	26

\*tüzelőanyag kitermelése, szállítása közben

***Nitrogén-oxidok (ezer tonna)***

	2007	2010	2015
összesen	160	140	123
szállítás/közlekedés	75	62	54
energiaipar	25	24	17
műtrágya felhasználás	13	11	14

***Szén-monoxid (ezer tonna)***

	2007	2010	2015
összesen	537	476	458
háztartások	220	301	322
szállítás/közlekedés	247	128	93

***10 µm átmérőnél kisebb szilárdanyag PM<sub>10</sub> (ezer tonna)***

	2007	2010	2015
összesen	57	67	70
háztartások	30	43	47
mezőgazdaság	10	10	10

***2,5 µm átmérőnél kisebb szilárdanyag PM<sub>2,5</sub> (ezer tonna)***

	2007	2010	2015
összesen	40	50	54
háztartások	30	42	46
szállítás/közlekedés	4	4	3

Magyarország egy főre jutó légköri károsanyag kibocsátása az EU országok átlaga körül alakult. A szilárd részecske kibocsátást kivéve a káros gázok kibocsátásának csökkenése kisebb részt a környezettudatosság eredménye, nagyjából a gazdasági válság kísérő jelensége. A porszennyezés növekedése a háztartásokban a fűtésre használt szilárd tüzelőanyagok elterjedésének következménye.

*Megújuló energiahordozó potenciál Magyarországon (PJ/év)*

	nap- energia	szél	bio- massza	víz	geoter- mális	hulla- dék	össze- sen	reális
MTA	1851,5	532,8	203,2- 328	14,5	63,5		2665- 2790	405-540
BME	1749	533	126-223	14	63		2485- 2582	994- 1291
KvVM	3,6	1,3	165,8	1,2	50	5	226,9	36
Napenergia Társaság	1749	533	233	14	63		2582	
OMSZ	...	323,4	...	...	...	...		204,7
Garbai, Kovács, Pacza			38,4		60-65			
Gróf, Buzea	1797,8	532,8	234-238	8,4				
Büki				10,8				
Nemzeti Energia- stratégia 2030	1838	532,8	203-328	14,4	63,5		2600- 2700	

Az EU klímavédelmi programokban hazánk is részt vesz. Úgy tűnik, hogy az energia hatékonyság emelésére és a CO<sub>2</sub> kibocsátás csökkentésre tett vállalásaink teljesülhetnek 2020-ra.

Az energia hatékonysági célok között a lakások és a közintézmények hőszigetelése valódi energia megtakarítást hoz. Ebben a programban mintegy 1,2 millió ingatlan vett részt eddig, de mindenek előtt saját pénzforrásból, banki hitelből, önkormányzati forrásból finanszírozták, az állami támogatás jelképes volt. Az energia hatékonyság növelését célozza a világítás korszerűsítése energiatakarékos izzókkal. A világítási célú energia felhasználás 7 % körül van a háztartás teljes energia szükségletében, ennek LED izzókkal 1 %-ra csökkentése nem jelentős az EU vállalások szempontjából. Előre haladtunk a napenergia hasznosításban is, szerény állami támogatással szépen gyarapodik a házi naperőművek száma. Hatályba lépett az EU rendelete a földgáz fűtőkészülékek hatásfoka követelményeiről, és már kiadták a szilárd tüzelésű fűtőkészülékek új követelményeit tartalmazó rendeletet is.

A hazai megújulók használatára vállalt 14,65 %-os arány teljesítésének következménye az lesz, hogy a 2020-ra elért megújuló hányad lesz az alapja a 2030-ra tett vállalásnak, tehát 2020 és 2030 között a megújuló használatot tovább kell ösztökélni.

A Nemzeti Energiastratégia részletezi a 2020-ra tervezett megújuló energiaforrásokat:

(ktoe)

	2010	2020
geotermikus	101	357
napenergia	6	82
biomassza szilárd	812	1225
biogáz	0(?)	56
hőszivattyú		
légtermikus	0	7
geotermikus	5	107
hidrotermikus	1	29
megújulókból		
távfűtés	3	613
háztartási biomassza	610	918

Forrás: VGF 2012.1-2

Az ország megújuló energiahordozó használata 2016-ban 1,8 Mtoe. A megújuló energiahordozók közül a biomassza 91,7 %, a vízenergia 1,3 %, a geotermikus energia 6,1 %, a szélenergia 0,7 %, a napenergia 0,2 %. [25]

A Kormány 2010-ben kiadta a Megújuló Nemzeti Cselekvési Terv-et (MNCST), amely először tűzte ki célul 2020-ra a primer energiahordozó felhasználáson belül a megújulók részesedésére a 14,65 %-os arányt. A program első sorban a nap- és a geotermikus energia hasznosítás előretörését tűzte ki célul.

Az MNCST is számol azzal, hogy a megújuló energiahordozók fokozottabb használata erőteljes állami támogatási akciók nélkül nem várható el. A támogatás többféle formában adható: beruházás támogatása, villamos energia termelési cél esetén szabályozott (emelt) átvételi ár meghatározott időszakra, kedvezményes kamatozású hitel akció. A program célkitűzései részlegesen teljesültek, teljesülnek, éppen a pénzügyi állami támogatások szűkössége miatt.

- **szélenergia:**

- 450 MW-nál leállt a támogatott árú áram átvételi kötelezettség vállalás,
- a teljesítmény pótlásra szélcsendben gáztüzelésű erőműveket kell meleg, forgó tartalékban tartani,
- 2016-ban 2 463 TJ termelés volt

- **napenergia:** lakossági, közületi és ipari beruházások egyaránt készültek,

- A háztartási naperőművek száma dinamikusan nő [49]:

Év	Darabszám	kapacitás (kW)
2008	107	363
2010	292	992
2015	150 131	127 540
2016	20 401	164 080

A háztartási naperőművek döntő többsége a lakosok pénzforrásából épült, kevés naperőmű építése önkormányzati, és állami pénzforrásból készült el.

Közületek és ipari felhasználók 2016. végén:

- 5-10 kW teljesítményű erőmű 5987 darab,
- 10-50 kW teljesítményű 4538 darab működött.

Naperőművek kapacitásának átlagos kihasználása 13,9 %

- **vízi:**

- Az ország vízenergia adottságai nem jelentősek: a vízierőművek folyamszabályozási funkciója jelentősebb, mint az energia termelés
- 31 vízi erőmű üzemel, 55 MW beépített teljesítménnyel,
- Újabb vízi erőmű építés nem várható.
- Adottságok: pl. Tiszaölök kb, 8 MW, éves termelés 55...70 GWh
- A Bős-Nagymaros erőmű pár építésből a nagymarosi létesítmény nem épült meg,
- 2016-ban 933 TJ termelés

- **geotermikus energia:**

A világban 11 000 MW geotermikus erőmű üzemel

Hazánk geotermikus adottsága kedvező. A geotermikus energia hasznosítás fő területe a közvetlen hőhasznosítás (üvegházak, uszodák, épületek fűtése) és a balneológia (gyógyforrások vizének hasznosítása). Az országban kb. 900, a kifolyásnál legalább 30 °C hőmérsékletű termálkút üzemel: 31 %-ban balneológiai, 25 % ivóvíz célra üzemel.

Magyarországon 8 városban van termál távfűtés, 4,5 PJ/év. 8 helyen van termálvíz visszasajtolás.

Üzemel:

- gyógyfürdő 130
- termálfürdő 154
- élményfürdő 204 db.

Geotermikus energia termelési költség: kb. 500 Ft/GJ

A kitermelt vizek hasznosításának egyre nagyobb akadálya a vizek ásványi só tartalma. A magas sótartalom a hűlő vizekből már a termelő kutakban is



kiválik, kiül a szállító, hőcserélő berendezésekre. A lehűlt vizeket a környezetvédelem nem akarja befogadni az élő folyóvizekbe, éppen a magas sótartalom miatt. A nagyszámú fürdő miatt átmenetileg még megengedik az elfolyó vizek bevezetését az élővizekbe.

- **biomassza (szilárd, bio üzemanyag, biogáz, szemét)**

- mezőgazdaságból, az erdőgazdálkodásból, származó termékek, hulladékok, valamint az ipari és település hulladékok biológiailag lebontható részét jelenti
- hazai teljes biomassza készletet 350-360 millió tonnára becsülhetjük
- biomassza hasznosítás 1,5 Mtoe egyenérték körül alakul az országban
- éghető megújulókból és hulladékokból termelt energia 2016-ban: 131 910 TJ
- szilárd: erdőterület 1,86 millió hektár (2016)
  - élőfa készlet: kb. 325,2 millió m<sup>3</sup>
  - az erdőben évente elpusztuló fa állomány: kb. 1,8 millió m<sup>3</sup>
  - éves faállomány növekmény: 12-13 millió m<sup>3</sup>
  - évente kitermelhető 9-10 millió m<sup>3</sup>, kb. 50 % tűzifa
  - 95 % lombos fa,
  - kitermelés 2016.-ban: 7,1 millió m<sup>3</sup>  
Az erdőkből kitermelt fa 80-85 %-a kereskedelmi forgalomba kerül.
  - mezőgazdasági szálas hulladék évente: kb. 5 millió tonna
- Bio üzemanyagok
  - gépjármű állomány Magyarország, 2016 év vége: 3 313 206 db
  - bio üzemanyag gyártás
    - bioetanol: gabonából, mellékterméke állati takarmány
    - biodízel: növényi olajok, használt sütőolaj
    - bio üzemanyag bekeverés: Magyarországon, kb. 4 %
  - biodízel fogyasztás: Magyarország (2016) 150 ezer tonna
  - bioetanol fogyasztás: Európa (2016) 4,13 millió tonna  
Magyarország (2016) 900 millió liter
  - biogáz: 12 üzem mezőgazdasági hulladékra, 18 üzem szennyvíziszapra, 10 üzem depóniagázra

- **hőszivattyú:**

A környezet energia tartalmának hasznosítására kiváló lehetőség a hőszivattyú alkalmazása. A lehetséges környezeti energia hasznosítási formák:

- **légtermikus:** a környezeti levegő energiatartalmának hasznosítása, hőszivattyúval. Ma már az 1:4 COP teljesíthető. A környezeti levegő hőtartalma korlátlan forrás
- **geotermikus:** a Föld hőtartalmának hasznosítása, általában 15 m-nél mélyebb fúrások segítségével. Zárt víz keringetési rendszert alkalmaznak. A fúrási, vízkezelési költségek jelentősek.
- **hidrotermikus:** elvi lehetőség a folyó vizek hőtartalmának hasznosítására.

2016-ban a megújulókból nyert villamos energia 9,35 %.

*Villamos energia termelés megújulókból Magyarországon (MW)*

Megújuló erőmű	Meglévő, 2013	Többletteljesítmény 2020-ig	
		Megújuló Cselekvési Terv	Reális változat
szélerőmű	330	420	420
napelem	35	56	580
vízerőmű	54	15	20
biomassza erőmű	162	140	320
biogáz erőmű	44	94	150
geotermikus erőmű	0	57	30
összesen	600	782	1500

2016-ban a nem éghető megújuló erőművekben termelt energia 6 213 TJ volt, a vízi- és szélerőművek kivételével [22].

*Az áramtermelés költsége (Euro/MWh)  
(Fraunhofer Institut 2013)*

barnaszén	46
feketeszén	71
földgáz	86
szárazföldi szél	76
tengeri szél	157
biomassza	175
háztartási naperőmű	120
nagy naperőmű	98
Paks ma	42
PAKS tervezett	53

## 8. Egyesült Államok, Kína, Oroszország

A három államot azért emeljük ki a világ többi térségéből, mert energia készleteik, energia felhasználásuk és az energia felhasználásban elért fejlesztéseik alapján példát mutatnak más országoknak. Jelentős a szerepük az energiahordozók importjában és exportjában.

*Az USA, Kína és Oroszország néhány jellemzője 2015-ben [3]:*

	M.e.	USA	Kína	Oroszország
Népesség	millió	321,7	1379	144,1
GDP	milliárd USD	16597,4	9174	1723,9
Energia termelés	Mtoe	2018,5	2496	13342
Primer energia felhasználás	Mtoe	2188,3	2987	709,7
Áram termelés	TWh	4128,5	5593	949,3
CO <sub>2</sub> emisszió	millió tonna	4997,5	9085	1469,0

A világ legnagyobb energia felhasználó országai: Kína, Oroszország, Egyesült Államok. Egyik ország sem tagja az EU-nak, saját energia politikáját folytatja.

*Energiahordozó felhasználás 2016.-ban, Mtoe [6]:*

	Kína	Oroszország	USA	Világ összesen
olajtermék	578,7	148,0	863,1	4418,2
földgáz	189,3	351,8	716,3	3204,1
szén	1887,6	87,3	358,4	3732,0
nukleáris	48,2	44,5	191,8	592,1
vízenergia	263,1	42,2	59,2	910,3
egyéb megújuló	86,1	0,2	83,8	419,6

2016. év során:

- Kínában nőtt a kőolajtermék-, a földgáz felhasználás, a szénfogyasztás kismértékben csökkent. Jelentősen nőtt a megújuló használat: 33 %-al, de így is csak a teljes primer energia felhasználás 2,2 %-a.
- Oroszországban a vízenergia hasznosítás erősödött, de továbbra sem fordít figyelmet az egyéb megújuló energiahordozókra. Az olajtermék felhasználás nőtt, a földgáz és szénfogyasztás kismértékben csökkent. A teljes energia fogyasztás alig észrevehetően csökkent.
- USA-ban csak a szén fogyasztás csökkent közel 9 %-al, minden más energiahordozó felhasználás nőtt.

A világ egészében is nőtt 2016-ban a primer energia felhasználás 1,3 %-al, és csak a szén fogyasztás csökkent.

Az energiahordozó felhasználás prognózisa 2020-ra és 2040-re is növekedést mutat minden energiahordozó fajta. A megújulók előretörését jelzi minden jelentős energetikai kutatóintézet.

Az ENSZ felkérésére minden ország elkészítette hosszú távú klímavédelmi cselekvési tervét.

Néhány gazdasági jellemző (a nagyságrendek érzékelésére mutatjuk a magyar adatokat is) [6]:

	M. e.	Kína	Orosz- ország	USA	EU 28	Magyar- ország
Egy főre jutó GDP 2014	USD	12880	24805	54597	36700	24942
GDP növekedés 2015	%	7	-4,7	2,3	2,1	3,4
Közvetlen külföldi tőke befektetés 2014	milliárd USD	92,3	20,9	92,3	257,5	4,0
Elsődleges energia termelés 2013	Mtoe	2626,4	1331,6	1859,3	789,7	10,1
Btto. villamos energia termelés 2017	TWh	6495	1091,2	4281,8	3901,3	55,1

Mindhárom kiemelt ország első sorban saját energiahordozó termelésére támaszkodik, határozottan csökkenteni akarja energia import függőségét. Kína mindenek előtt hatalmas szénkészleteire, fejlett szénbányászatára akar támaszkodni. Oroszország a kőolaj és földgáz termelésben nagyhatalom a világban, mindkét termékből minél többet akar exportálni is. Az USA energia stratégiáját a világgazdasági folyamatok határozzák meg, állami akarat eddig csak a kőolaj import mérséklése terén volt észlelhető.

A három ország a légkör védelmére eltérő terveket állított össze:

- az Egyesült Államok egyetért a légköri széndioxid kibocsátás csökkentésével, de ezt a célt jelentős állami támogatásokkal csak pár év múlva vállalja megerősíteni
- Kína különösebb állami támogatás nélkül jelentős eredményeket ért el a megújulók használatában, de saját széntermelését és felhasználását nem kívánja a közeljövőben lényegesen csökkenteni
- az Oroszországról szóló statisztikák és értékelések nem szólnak az orosz állam törekvéseiről a légköri kibocsátás csökkentése érdekében.

**Energiahordozó felhasználás 2016.-ban, [12]:**

	M.e.	Kína	Oroszország	USA	Világ összesen
olajtermék	millió tonna	578,7	148,0	863,1	4418,2
földgáz	milliárd m <sup>3</sup>	210,3	390,9	778,6	3542,9
szén	Mtoe	1887,6	87,3	358,4	3732,0
nukleáris	Mtoe	48,2	44,5	191,8	592,1
vízenergia	Mtoe	263,1	42,2	59,2	910,3
egyéb megújuló	Mtoe	86,1	0,2	83,8	419,6

### 8.1.1. Egyesült Államok

Az USA gazdaságának egyfajta bemutatására adjuk meg a következő adatokat [33]:

Népesség (millió fő):	2012	314,28
	2015	321,08
	2017	325,44
	2020	331,53
	2022	335,65
GDP (milliárd USD):	2012	16155
	2015	18120
	2017	19362
	2020	21846
	2022	23505

Az USA legfontosabb külkereskedelmi partnerei:

export:	Kanada	18,3 % (a teljes export százaléka)
	Mexiko	15,9 %
	Kína	8,0 %
	Japán	4,4 %
import:	Kína	21,1 % (a teljes import százaléka)
	Mexikó	13,4 %
	Kanada	12,7 %
	Japán	6,0 %
	Németo.	5,2 %

Az Egyesült Államok indította el a nem hagyományos kőolaj készletek ipari léptékű kutatását és kitermelését. Az eredmények 2015-2016 években felborították a világ kőolaj termelését és kereskedelmét. Az addigi legjelentősebb kőolaj exportálók az OPEC és Oroszország kétségbe esve észlelte, hogy az addigi biztonságos amerikai olaj exportjuk rohamosan csökken, a „palaolaj” sikerei miatt. A kőolaj piaci árzuhanás megrázta az egész világ gazdaságát, mert magával rántotta egy sor tőzsdei áru

(földgáz, színesfémek, acél, szén, gabona) árát is. Az árzuhanás keményen érintette a kőolaj ipar beszállítóit is, a hagyományos kőolaj termelő beruházások szinte leálltak. Ugyanakkor az olcsó kőolaj meglendítette az olaj fogyasztást

A palaolajnak becézett nem hagyományos kőolaj termelés jövője lehetővé teszi, hogy az Egyesült Államok a világ legnagyobb kőolaj termelője legyen [17]. Az Egyesült Államok kőolaj termelése 2017. végére meghaladta a napi 10 millió hordót, és 2018. végére már 11 milliót várnak. Az intenzív fejlődés mögött az a cél található, hogy az USA minél előbb legyen önellátó kőolajból, és ne függjön a kőolaj import járulékos politikai-gazdasági következményeitől.

A palaolaj lelőhelyek az USA legtöbb államában biztató készleteket mutatnak.

A palaolaj további sikere 60 dollár/hordó szintű kőolaj árnál már biztosra vehető, az amerikai palaolaj kutató és termelő cégek a sikeres fejlesztéseik miatt ezen az árszinten már nyereségesen termelnek.

A kőolaj piaci ára közvetlen hatással van valamennyi kőolaj termelő cégre. Mutatja ezt a termelésbe állított kutak számának változása is, amelyet az amerikai Permian, Eagle Ford, Bakken és Niobara mezőkről állított össze a BP, és készített prognózist is a kutak számára. A „fejlődő átmenet” változatot mutatjuk be [1]:

Év	2013	2014	2015	2016	2020	2025	2030	2035	2040
Kutak száma	896	972	484	268	573	574	555	538	523

2017. év elején az USA-ban 850 kútból termeltek kőolajat [30].

Hatással van a kőolaj tőzsdei árára a felszíni kőolaj- és kőolajtermék készletek alakulása is. A világ felszíni kőolaj készlete 2016. harmadik negyedében átlagosan 618 millió hordó volt. Az USA felszíni kőolaj készlet adatai:

- 2015. március: 521,9 millió hordó
- 2015. augusztus: 456,2 millió hordó
- 2016. február 504,1 millió hordó
- 2017 augusztus: 532,5 millió hordó
- 2018. március: 428,3 millió hordó.

Ez az utóbbi készlet adat megmozdította a világ kőolaj tőzsdéit, az árak felfelé mozdultak.

2017-ben az olajár alakulás hatására [19]:

- meglendült az elektromos autók forgalma,
- Afrika energia igénye mintegy 2 %-al nőtt.

- az egész világon elfogadták a rétegrepesztés technológiáját a kőolaj kutatás területén,,
- a befektetők több pénz költöttek a kőolaj kutatásra,
- az OPEC termelés korlátozó határozatához egy sor, a szervezeten kívüli ország is csatlakozott.
- a világ más térségeiben is megindult a nem hagyományos kőolaj készletek kutatása: 2016-ban mintegy 4 milliárd hordó új készletet fedeztek fel [34].

A primer energiahordozók felhasználása dinamikusan nő [21]:

	(Mtoe)		
	2010	2015	2016
Kőolaj	850,1	856,5	863,1
Földgáz	619,3	710,5	716,3
Szén	525,0	391,8	358,4
Nukleáris	192,2	189,9	191,8
Vízi	58,2	55,8	59,2
Megújuló	39,3	71,5	83,8
Primer összesen	2284,1	2275,9	2272,7

A primer energiahordozók felhasználása gyors ütemben nő. A szén felhasználás 2016. évi csökkenése még nem jelentős ahhoz, hogy tudatos szénbányászat leépítést lehessen észlelni. Kiemelkedő az egyéb megújulók használatának határozott emelkedése. Ebben nagy szerepe van a napelem parkok tömeges építésének, és ezzel az ország villamos energia ellátottsága emelésének.

Az ország villamos energia termelése [21]:

Év	2010	2015	2016
TWh	4394,3	4348,7	4350,8

Jelentős az előrelépés a bio üzemanyagok felhasználásnak területén is, bár 2016-ban rendkívüli időjárás miatt a szükséges szemestermény korlátozottan állt rendelkezésre [21]:

Év	2010	2015	2016
ezer toe	28044	33849	35779

Az USA széndioxid kibocsátása a következő táblázat szerint alakult a múlt években [21]:

## Széndioxid kibocsátás

Év	CO <sub>2</sub> kibocsátás
2006	6029,2 millió tonna
2008	5954,1 millió tonna
2010	5754,6 millió tonna
2012	5406,0 millió tonna
2014	5599,9 millió tonna
2016	5350,4 millió tonna

Az Egyesült Államok kőolaj és földgáz felhasználásáról készítette az ERIRAS a következő prognózist (probable scenario) [7]:

	M.e.	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Kőolaj	millió tonna	852	842	826	811	795	780
Földgáz	milliárd m <sup>3</sup>	778	794	813	841	865	873

A 2017. évi olajpiacot érintő fejlesztések hatására a kőolaj ára 2025-re 10 dollárra eshet [19], mert a megújuló előretörése, az energia tárolás új eredményei, az elektromos autók gyors elterjedése és az olcsó hidrogén a járművek hajtásában az olaj iránti igényeket lényegesen lecsökkentheti.

### 8.1.2. Kína

A kínai gazdaság néhány jellemző adata:

Népesség:	2016	1 374,62 millió fő
	2021	1 418 millió fő
GDP	2015	10 982 milliárd USD
	2021	17 762 milliárd USD
Infláció	2015	1,44 %
	2021	3,0 %
Kereskedelmi mérleg (2016)		509,71 milliárd USD többlet
Közvetlen külföldi befektetés (2014):		92,3 milliárd USD
Elsődleges energia termelés (2013):		2626,4 Mtoe
Bruttó villamos termelés (2013):		5032 milliárd kWh

A kínai növekedés a világbanki várakozások szerint 2018-ban 6,4 % lesz, és a következő években is ezen a szinten maradhat. Ezzel a fejlődéssel Kína a világátlag kétszeresét produkálja, és a fejlett országok növekedési ütemét lényegesen meghaladja.



Kína kőolaj és földgáz felhasználásáról készítette az ERIRAS (probable scenario) a következő prognózist [7]:

	M.e.	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Kőolaj	millió tonna	613	705	734	736	717	680
Földgáz	milliárd m <sup>3</sup>	211	324	428	502	542	566

Az ország hatalmas, gazdasága stabil. A GDP 2015 januárban 1,7 %, 2016. januárban 1,6 %, 2018. januárban 1,6 % [41].

Az egy főre jutó GDP:

2012-ben	5336,1 USD
2014-ben	6108,2 USD
2016-ban	6894,5 USD

Ezt a mérőszámot az ország fejlettsége meghatározására is szokták használni. Kínát a közepesen fejlett országokhoz sorolják ma.

Az infláció:

2017. júliusban	1,4 %
2017. októberben	1,9 %
2018. januárban	1,5 %

További fontos gazdasági mutatók (millió USD):

	2014	2015	2016	2017	2018.jan
devizatartalék				30600	31600
külső adósság	8955	14162	14207		
ker.mérleg				466,92	337,4

A primer energiahordozók felhasználása dinamikusan nő (Mtoe) [21]:

	2010	2015	2016
Kőolaj	448,5	561,8	578,7
Földgáz	100,1	175,3	189,3
Szén	1748,9	1913,6	1887,6
Nukleáris	16,7	38,6	48,2
Vízi	161,0	252,2	263,1
Megújuló	15,9	64,4	86,1
Primer összesen	2491,1	3005,9	3053,0

A primer energiahordozók felhasználása gyors ütemben nő. A szén felhasználás 2016. évi csökkenése még nem jelentős ahhoz, hogy tudatos szénbányászat leépítést lehessen észlelni. Kiemelkedő az egyéb megújulók használatának határozott

emelkedése. Ebben nagy szerepe van a napelem parkok tömeges építésének, és ezzel az ország villamos energia ellátottsága emelésének.

Az ország villamos energia termelése [21]:

(TWh)			
Év	2010	2015	2016
TWh	4207,2	5814,6	6142,5

Jelentős az előrelépés a bio üzemanyagok felhasználásnak területén is, bár 2016-ban rendkívüli időjárás miatt a szükséges szemettermény korlátozottan állt rendelkezésre [21]:

(ezer tonna)			
Év	2010	2015	2016
ezer toe	1584	2653	2053

Kína 2010-2016 között évente átlagosan 77 milliárd dollárt költött a megújuló áramkapacitás bővítésére, ugyan ebben az időszakban a szénerőművi kapacitás fejlesztésre csak 35 milliárd dollárt. A 2017-2025 évekre vonatkozó terv szerint a megújulóakra további évi 84 milliárd dollárt terveznek költeni. Ugyanakkor az áramhálózat fejlesztésére 1882 milliárd dollárt [55]. A 2017. évi kínai megújuló áramtermelés növekménye 149 TWh volt [55].

Kína a környezetvédelmi lépéseiről a következő tervet adta elő:

- az ország szélerőenergia potenciálja elvileg az egész ország villamos energia igényét ki tudná elégíteni
- legkésőbb 2030-ig (vagy még hamarabb) elérni az ÜHG kibocsátás tetőzését
- a nem fosszilis energiahordozók arányának 20 %-ra emelése
- az erdők faállományának növelése 4,5 milliárd m<sup>3</sup>-el

Ezen programon belül 2020.-ig:

- a vízenergia hasznosítást 300 GW-ról 350 GW-ra növelik,
- a szélerőenergia hasznosítást 96 GW-ról 200 GW-ra emelik,
- a napenergiából a mai 28 GW-ot 100 GW-ra növelik,
- az atomenergia használat 20 GW-ról 58 GW-ra nő.

A terv megvalósítása elkezdődött: a villamos energia termelésben 2014. óta csökkent a fosszilis energiahordozók használata. Az ország kb. 1,36 TW villamos termelő kapacitása már második éve úgy nő, hogy nem a fosszilis tüzelőanyag használat a bővítés alapja. Kína ma már többet költ a megújuló energiahordozók használatára, mint a fosszilis használatának fejlesztésére.

2017-ben az elektromos áram termelés forrásai a következők voltak [55]:

- szén 4472 TWh
- megújulók 1697,8 TWh

- ebből: vízenergia 1195
- szél 305,7
- napenergia 118,2
- nukleáris 79,4
- egyéb 248,3 TWh

Máris jelentkezett a megújuló energiaforrások használatának egyik elemi problémája: a szél- és napenergiával termelt villamos energiát az adott térségben nem tudják felhasználni, amíg megfelelő áram átviteli rendszerek nem épülnek meg, addig a megújuló erőműveket korlátozni kell.

Az nrgreport.hu szerint 2017-ben 126,6 milliárd USD-t fektetett be az ország a megújulók hasznosításába, amikor ugyanerre a célra a világon összesen 279,8 milliárd dollárt.

Kínában is jelentkezik az a jelenség, hogy a megújuló energiaforrásokból termelt áramot az ország másik részébe kell szállítani. Kínában most épül a 3284 km hosszú, 1100 kV-os (!) egyenáramú távvezeték, amely Kína észak-nyugati részét köti össze a dél-keletivel [55].

A kínai törekvések aggodalommal töltik el azokat az országokat, amelyeknek a gazdasága erősen számít a Kínába menő exportra: energiahordozóra, energetikai gépekre, ásványi nyersanyagokra, ugyanis Kína egyre kevésbé szorul technikai importra az energia ellátás területén.

Kína széndioxid kibocsátása a következő táblázat szerint alakult a múlt években [6]:

Kína széndioxid kibocsátása

Év	CO <sub>2</sub> kibocsátás
2006	6661,6 millió tonna
2008	7362,3 millió tonna
2010	8118,7 millió tonna
2012	8979,4 millió tonna
2014	9224,1 millió tonna
2016	9123,0 millió tonna

Még nem látszik a kínai környezetvédelmi vállalások eredménye. A 2016. évi pozitív változás még nagyon kicsi ahhoz, hogy Kínát a környezetvédelem mintájának kiáltsuk ki.

### 8.1.3. Oroszország

- A kőolaj, a földgáz export rendkívül fontos az orosz gazdaságnak, az árak, a volumenek azonnal hatnak az ország költségvetésére, gazdaságára. 2018. első negyedévben az orosz olajexport 61,6 millió tonna volt, az árbevétel 28,2

milliárd USD. Ugyanebben az időszakban a földgázexport 60,2 milliárd m<sup>3</sup> volt, az árbevétel 12,395 milliárd USD.

- Oroszország 2017-ben 554,4 millió tonna kőolajat termelt, és ebből 277,2 millió tonnát exportált. Az export árbevétele kb. 110 milliárd USD volt.
- Az orosz-ukrán háborúra a világ határozottan reagált. Érzékenyen érintette az oroszokat az az embargó, amit a tenger alatti olaj és gáz kitermeléshez szükséges berendezések szállítására hirdettek meg, de a sarkkörön túli kutatási és kitermelési területek sem juthatnak a speciális berendezésekhez.
- Többször le kellett értékelni a rubelt.
- Az ország arany tartaléka 2017. végén 76 milliárd USD volt [40]. Oroszország éves arany termelése kb. 70 tonna.
- Az orosz gazdaság helyzete kikényszerítette a minszki megállapodást, ezzel - talán- véget vetettek az orosz-ukrán fegyveres konfliktusnak.
- Kiváló olajpiaci partner Oroszország azoknak a volt FÁK (CIS) államoknak és más szomszédos országoknak, amelyek tengeri-, vagy szállítóvezetékes kapcsolat híján nem tudnak kilépni a nemzetközi olaj piacra.
- Oroszország súlyosabb veszteségek nélkül tudja elviselni a 60 USD/barrel piaci árat, 40 dollár alatti áraknál a veszteségek súlyosak.
- Oroszország kihelyezett 1000 milliárd dollár hitelt, első sorban a befolyása alatt álló országokba (Venezuela, Irán, Líbia, Egyiptom, Nigéria). Ezeknek a hiteleknek a törlesztése 2015-től akadozni kezdett. A Gazprom is csökkentette 2015. évi beruházásait: az eredetileg tervezett 38 milliárd dollár helyett csak 30 milliárd jutott. Ez a rés majdnem pontosan a Déli Áramlat vezeték elmaradt szakaszának a költsége.
- Leállították a Török Áramlat földgáz vezeték építését is, pedig a vezeték a török-orosz határig már elkészült. Most, a 60 dollár feletti olajár mellett újra indulnak a vezeték beruházások.
- Az orosz állampapírokat a világ nagy hitelminősítői kockázatos, nem ajánlott kategóriába sorolták, ez megint a költségvetést sújtó következményekkel jár. A helyzet 2018. februárban elmozdult: a Standard & Poor az orosz államadósság besorolását befektetésre ajánlott kategóriába sorolta át [40].
- 2015-ben 2,3 %-kal csökkent az ipari termelés 2014-hez képest. 2016-ban az év során az ipari termelés +1,1 %, 2017-ben -1,0 % volt.
- Anton Szilujanov orosz pénzügyminiszter 2016. január elején nyilatkozta, hogy a kőolaj és a földgáz áresése 3 ezer milliárd rubel (kb. 11,5 ezer milliárd Ft) költségvetési bevétel kiesést eredményezett.

Oroszország gazdaságát mutatja be néhány további adat:

Népesség	2017:	146,8 millió
Foglalkoztatott	2018. jan.:	71,9 millió
Inflációs ütem	2018. jan.:	2,2 %
GDP növekedési ráta:	2013. jan.	+0,05

	2013. júl.	+0,23
	2014. jan.	+0 35
	2014. júl.	+0,49
	2015. jan.	-0,74
	2015. júl.	-1,31
	2015. szept.	-0,57
Egy főre jutó GDP	2016:	11 099,2 USD
Kamatláb:	2017. ápr.	9,7 %
	2017. júl.	9,0 %
	2017. okt.	8,4 %
	2018. jan.	7,7 %
Import	2017. ápr.	18213 millió USD
	2017. júl.	20833 millió USD
	2018. jan.	16407 millió USD

A primer energiahordozók felhasználása [21]:

	(Mtoe)		
	2010	2015	2016
Kőolaj	133,3	144,2	148,0
Földgáz	372,7	362,5	351,8
Szén	90,5	92,2	87,3
Nukleáris	38,5	44,2	44,5
Vízi	38,1	38,5	42,2
Megújuló	0,1	0,2	0,2
Primer összesen	673,3	681,7	673,9

A primer energiahordozók felhasználása stagnálást mutat. A szén felhasználás 2016. évi csökkenése még nem jelentős ahhoz, hogy tudatos szénbányászat leépítést lehessen észlelni. A megújulók használatának rendkívül alacsony szintje alapvető érdektelenséget tükröz a környezet védelmére.

Az ország villamos energia termelése [21]:

Év	2010	20105	2016
TWh	1035,7	1063,4	1087,1

A bio üzemanyagok felhasználásáról a statisztikák nem tartalmaznak adatokat.

Oroszország nehéz időszakban van. 2014. nyarán a világ nagyobbik fele úgy ítélte meg, hogy az oroszokat egy sor közvetlen politikai és kereskedelmi (bojkott) lépéssel lehet más magatartásra bírni az ukrajnai konfliktusban. E közben következett be a kőolaj árának gyors zuhanása is. Az biztos, hogy Oroszországot súlyosan érintette a kőolaj árának 110 dollárról 27 dollárra zuhanása. Mára az olaj ára visszaemelkedett 70 dollár szintre, de ez az ár még mindig kevés az orosz gazdaságot ért veszteségek pótlására.

Az ország veszteségeit jól érzékelteti a következő táblázat [24]:

	M.e.	2015. I. félév	2016. I. félév
Földgáz export Európába	milliárd m <sup>3</sup>	66,5	78,3
árbevétel	milliárd USD	19,7	15,0
export FÁK országokba	milliárd m <sup>3</sup>	20	17
Kőolaj export	millió tonna	109,2	115,9
árbevétel	milliárd USD	43,2	32,9
export FÁK országokba	millió tonna	18,1	11,9
árbevétel	milliárd USD	3,0	2,48

Oroszország gazdasága elég hamar talpra állt, köszönhetően a kőolaj ár emelkedésnek, és az azt követő gazdasági folyamatoknak.

	2017. április	2017. július	2018. január
infláció (%)	0,3	0,1	
GDP (milliárd rubel)	23648,4	20,952,9	
devitza tartalék (millió USD)	410000	419000	448000
Külső adósság (Md USD)	520,6	529,6	529,1
export (millió USD)	26 037	24 619	33 398
kamatláb (%)	9,7	9,0	7,7

Oroszország kereskedelmi mérlege is rövid időn belül helyreállt [23]:

- 2016. április: 6606 millió USD
- 2016. július: 6213 millió USD
- 2016. október: 6528 millió USD
- 2017. január: 11445 millió USD

Az ország deviza tartalékai is erősödnek [23]:

- 2016. április: 392 milliárd USD
- 2016. július: 394 milliárd USD
- 2016. december: 377 milliárd USD
- 2017. március: 397 milliárd USD
- 2018. január: 448 milliárd USD

Oroszország külső adóssága is csökken [23]:

- 2014. július: 732,8 milliárd USD
- 2015. július: 555,6 milliárd USD
- 2016. július: 532,9 milliárd USD
- 2017. január: 518,7 milliárd USD

- 2017. július: 529,6 milliárd USD
- 2018. január: 529,1 milliárd USD

2017.-ben Oroszország 554,4 millió tonna kőolajat termelt, és ebből 277,2 millió tonnát exportált [21]. Az orosz olajtermelés és export prognózisát adja meg három változatban a BP [21]:

(millió tonna)

	Prognózis változat	2016	2020	2025
Termelés	Price Recovery	554,3	560	550
	Muddling Through	554,3	550	530
	Price War	554,3	530	510
Export	Price Recovery	406,3	410	400
	Muddling Through	406,3	400	380
	Price War	406,3	380	350

Oroszország kőolaj és földgáz felhasználásáról készítette az ERIRAS a következő prognózist (probable scenario) [7]:

	M.e.	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Kőolaj	millió tonna	118	128	132	137	142	147
Földgáz	milliárd m <sup>3</sup>	452	454	483	502	512	516

2015-ben a kőolaj termelési költségek a következők voltak [22]:

- ROSNEFT 2,8 USD/hordó
- Lukoil 3,7 USD/hordó
- Gazprom Neft 3,6 USD/hordó

2018. március első felében az Urals minőségű kőolaj hordónkénti átlagára 62,54 dollár volt, egy hónappal korábban 66,26 dollár/hordó [37]. (Az Urals minőséget alacsonyabb áron jegyzik a Brentnél, a magasabb kéntartalma miatt.)

Az orosz kőolaj export piaci árának szabályozását az állam az export vámok szintjének rendszeres korrigálásával végzi. Oroszország 2018. áprilistól a korábbi 119,5 dollár/tonna vámot 111,4 dollárra csökkenti, ezzel biztosítva az orosz olaj eladhatóságát [37].

2015-ben a kőolaj és a földgáz export adta az orosz kivitel 70 %-át, és a költségvetés bevételeinek 52 %-át, a 110 dollár/barrel árszinten. A 60 dollár/barrel árszint hatása ezzel felmérhető. Az orosz állampapírokat a világ nagy hitelminősítői kockázatos, nem ajánlott kategóriába sorolták, ez megint a költségvetést sújtó következményekkel jár. Mára kissé javult a helyzet.

A Gazprom 2016-ban leállította a Török Áramlat gázvezetékhez csatlakozó orosz létesítmények építését, a törökök nem teljes hitelességére hivatkozva. 2018. év elején

a vezeték építést újra indították kettős céllal: Törökország részére szállíthatnak évi 17,5 milliárd m<sup>3</sup> földgázt, és nemzetközi megállapodások alapján a vezeték másik szakasza pedig Európába szállíthat másik 17,5 milliárd m<sup>3</sup>-t. Ebben a szállításban Magyarország is érintett lehet.

Lassítják a Szibéria Ereje 4000 km-es orosz-kínai földgáz szállító vezeték építését is, ki nem mondottan a pénzforrások szűkössége miatt. Ugyanakkor gyors ütemben folynak az Északi Áramlat II. vezeték építés munkálatai, de ebben a projektben egy sor európai érdekeltség is érintett: hitellel, anyag szállítással, kivitelezéssel.

A 2017. évi földgáz termelés 635,6 milliárd m<sup>3</sup> volt, éves földgáz export 210,8 milliárd m<sup>3</sup>[6]. A földgáz exportár szorosan követte a kőolaj árát. Az ország belső energiahordozó igényét a rendelkezésre álló forrásokból kell kielégíteni, mindenek előtt kőolajból, földgázból és szénből.

Oroszország határozottan keresi az újabb szénhidrogén export lehetőségeket és befogadó piacokat. Annak ellenére, hogy az Egyesült Államok egy sor termékre behozatali tilalmat rendelt el az orosz áruk vonatkozásában, 2017. decemberben teljes szállítóhajó LNG rakomány érkezett Bostonba Oroszországból (nyilván közvetítő kereskedőkön keresztül) [40].

Ilyen összetett energetikai és gazdasági helyzetben a környezetvédelem kérdése háttérbe szorul.

A vízenergián kívül más megújulók használatának elterjesztésében sem beruházások, sem állami támogatási akciók, sem felvilágosítási munka nem volt. Nem nagyon haladt előre az energia takarékoság ügye sem, különösen a háztartások körében. A megújuló energiahordozók használatának 2020.-ig kb. 1 EJ, majd 2040.-ig további 1 EJ növelési terve nem tekinthető tudatos környezetvédelmi politikának.

Oroszország széndioxid kibocsátása a következő táblázat szerint alakult a múlt években [21]:

Év	CO <sub>2</sub> kibocsátás
2006	1590,0 millió tonna
2008	1578,3 millió tonna
2010	1509,8 millió tonna
2012	1582,2 millió tonna
2014	1542,2 millió tonna
2016	1490,1 millió tonna

A kibocsátás csökkenése még nem jelentős.



Az Északi Áramlat II. gázvezeték Oroszország számára rendkívül fontos, mert évente további 50...55 milliárd m<sup>3</sup> földgáz exportjára nyit lehetőséget [20]. A vezeték nyomvonala pedig egyik ország területét sem érinti, nincs kitéve a szállítás a más országokkal kialakult kapcsolatoknak. Az új vezeték építés néhány jellegzetessége:

- tervezett üzembe helyezése 2019 év vége
- tervezett költsége: 11 milliárd Euro
- több cég befektetéseként épül meg: a Gazpromon kívül Engie, Shell, Uniper, OMV, vagyis az EU egyetértését könnyebb lesz megszerezni
- német cégek szerepelnek a vezeték berendezései szállítójaként és német cégek részt vesznek a kivitelezésben is
- az oroszok az építési hitelt földgáz szállítással törlesztik
- a vezeték lehetőséget ad arra, hogy meghosszabbítva Nagy Britanniába is exportáljon a Gazprom

## 9. Irodalomjegyzék

---

- [1] BP Energy Outlook 2018 edition
- [2] BP Energy Outlook projection to 2035 (2016. 09. 24.)
- [3] International Energy Agency: Key world energy statistics 2017
- [4] Shell: The Power of Scenarios 2015
- [5] U.S. Energy Information Administration: Annual Energy Outlook 2018 (2018. feb. 6.)
- [6] The Oxford Institute for Energy Studies. Jonathan Stern: Challenges to the Future of Gas: unburnable or unaffordable? 2017. dec.
- [7] The Energy Research Institute of the Russian Academy of Sciences: Global and Russian Energy Outlook 2016
- [8] The International Council on Clean Transportation: European Vehicle Market Statistics 2016/17
- [9] Shell: World Energy Model a View to 2100
- [10] Eurostat, NRGreport.com 2018. 02. 26.
- [11] KSH Statisztikai tükör 2017. november 3.
- [12] BP Energy Outlook 2017
- [13] investor.hu 2017. 01. 10.
- [14] napi.hu 2016. 10. 24.
- [15] visualcapitalist.com 2016.10. 16.
- [16] nrgreport.hu 2017. 05. 31.
- [17] nrgreport.com 2018.02.28.
- [18] IEA World Energy Outlook 2018.
- [19] Oilprice.com 2016. 12. 20.
- [20] kitekinto.hu 2017. 04. 25.
- [21] BP Statistical Review of World Energy June 2017
- [22] Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal hivatalos statisztikája
- [22] Center for Strategic & International studies (Moscow): Tatiana Mitrova: Shifting Political Economy of Russian Oil and Gas
- [23] tozsdearnyek.hu 2017. 04. 28.
- [24] napi.hu 2016. 08. 10.
- [25] KSH Statisztikai tükör 2007/107
- [26] hirnok.hu 2017. 10. 12.
- [27] ksh.hu 2017. 11. 22.
- [28] hvg.hu 2017. 11. 09.
- [29] ksh.hu 2018. 03. 03.
- [30] nrgreport.hu 2017. 04. 27.
- [31] Faragó T.: Nagyhatalmi érdekek és a globális jelentőségű környezeti megállapodások

Magyar Energetika 2018. 1. szám.

- [32] PANNON LNG Projekt 1.1. Fejezet, 2016.
- [33] statista.com 2018. 03. 16.
- [34] nrgreport.com 2018. 03. 16.
- [35] gurulohordo.blog.hu 2018. 03. 16.
- [36] origo.hu 2018. 03. 17.
- [36] U.S. Energy Information Administration: International Energy Outlook 2017 (2017. szept. 14.)
- [37] vg.hu 2018. 03. 17.
- [38] KSH mikrocenzus 2016
- [39] wikipedia.org 2018. 03. 18.
- [40] oroszhirek.hu 2018. 03. 20.
- [41] tozsdearnyek.hu 2018. 03. 20.
- [42] nrgreport.com – IEA 2018. 03. 24.
- [43] tradingeconomics.com 2018. 03. 25.
- [44] oilprice.com 2018. 03. 26.
- [45] vg.hu 2017. 12. 28.
- [46] nrgreport.com 2018. 04. 05.
- [47] Regionális Energiagazdasági Kutatóközpont (REKK): Quo vadis EU gas market regulatory framework – Study in a Gas Market Design for Europe 2018
- [48] energiaporta.hu 2018. 04. 16.
- [49] energiaoldal.hu 2018. 03. 01.
- [50] Dunagáz Konferencia 2018. április 18.: Bálint Norbert: Az LNG jövőbeli szerepe a közlekedésben (előadás)
- [51] nrgreport.hu 2018. 04. 25.
- [52] mavor.hu 2018. 04. 26.
- [53] ksh.hu 2018. 04. 27.
- [54] A magyar földgázrendszer 2016. évi adatai – FGSZ Zrt.-MEKH kiadvány
- [55] gurulohordo.blog.hu 2018. 02. 23.
- [56] energiainfo.hu 2018. 04. 17.
- [57] igu.org 2018. 04. 30.
- [58] BP Energy Outlook 2018 edition
- [59] [www.statista.com](http://www.statista.com) 2018. 05. 16.
- [60] Épületgépész 2018. június
- [61] BP Statistical Review of World Energy June
- [62] business insider 2018. 06. 30.

## A sorozat keretében eddig megjelent kiadványok

### 2017.

- |    |   |   |
|----|---|---|
| 1. | NÉMETH András, MILÁVECZ Richárd   | Iparban használatos vízminőségek  |
| 2. | DR. SZILÁGYI Zsombor, DR. SZUNYOG István  | Mérések a gáziparban  |
| 3. | DR. BARNA Lajos, EÖRDÖGHNÉ DR. MIKLÓS Mária, DR. SZÁNTHÓ Zoltán, DR. BALLA József | A biztonságos ivóvízellátás megteremtésének tervezési eszközei                              |
| 4. | BORBÁS Lajos Dr.  | Felépítés elvű (additív) gyártástechnológiák a gépészetben                                  |
| 5. | BERENCSI Miklós, BEREZKY Ákos, HORVÁTH László, KOVÁCS Gergely, MIHÁLFFY Krisztina | Kerékpárosbarát közlekedéstervezés  |
| 6. | TÜDŐS Tibor, DR. VARJÚ György, DR. PETRI Kornél, GÁBOR András                     | A csillagpontkezelés legújabb külföldi és hazai eredményei (Útmutató és tervezési segédlet) |
| 7. | DR. GARBAI László, DR. JASPER Andor, VÁRADI András                                | Fűtési és használati melegvíz-igények kockázati elvű méretezése példákkal                   |
| 8. | KÁDI Ottó, DOHÁNY Máté, JÓZSA Bálint, LÁSZLÓ Csaba Tibor, JAKKEL Ottó             | A közúti vasutak (villamos) tervezésével kapcsolatos kézikönyv                              |

### 2018.

- |     |   |   |
|-----|---|---|
| 9.  | BLAZSOVSZKY László  | A gázfogyasztó készülékek égéstermék elvezetésével kapcsolatos szabályozások hiányosságai és ellentmondásai   |
| 10. | CSORDÁS Szilveszter, FORGÁCS Lajos Dr., PÓLYA Endre ifj., RÉV Zoltán, UDVARDY Péter | Orvostechnológiai továbbképzés ismeretanyaga  |
| 11. | NÁDASDY Tamás, EGYHÁZY Zita, KOVÁCS Ákos Sándor, SZECSŐ Dániel Géza                 | A közúti biztonsági audit (KBA) jelentések elkészítésének alkalmazási segédlete – A közúti infrastruktúra közlekedésbiztonsági kezeléséről szóló jogszabályhoz és ütügyi műszaki előíráshoz kapcsolódó értelmezési, kidolgozási és elfogadtatási javaslatrendszer |
| 12. | DR. SZILÁGYI Zsombor, HORÁNSZKY Beáta   | Földgáz kereskedelem (mérnöki segédlet)   |