

**A kőolaj és a földgáz szerepének
változása**



**Magyar Mérnöki Kamara
Kiadványsorozata 135.**

A kőolaj és a földgáz szerepének változása

**MMK FAP azonosító:
2025/104-GOT**

Budapest, 2025. október

A sorozat szerkesztője:
WAGNER ERNŐ
a Magyar Mérnöki Kamara elnöke

Készült a Magyar Mérnöki Kamara Gáz- és Olajipari Tagozatának gondozásában, a 2025. 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.

Szerzők:
Dr. Szilágyi Zsombor

Lektorálta:
Blazsovszky László

Kiadó:
Magyar Mérnöki Kamara
1118 Budapest, Budaörsi út 125/A.
info@mmk.hu, www.mmk.hu

TARTALOMJEGYZÉK

1. Rövidítések és földgáz kereskedelmi alapfogalmak	7
2. Bevezetés	12
3. A klímavédelmi feladatok.....	14
3.1. Klímaváltozás hatása a gazdaságra	19
3.2. Az Európai Unió klímacéljai	23
3.3. A szén-dioxid kibocsátás jövője	25
4. A szénhidrogének keletkezése, lelőhelyei.....	26
4.1. A hazai szénhidrogén telepek kialakulása.....	26
5. A kőolaj és a földgáz jövője	28
5.1. A kőolaj szerepe a világ energia ellátásában	28
5.1.1. Az OPEC és stratégiája	30
5.2. A földgáz szerepe a világ energia ellátásában	33
5.2.1. A földgáz.....	33
5.2.2. Metánhidrát, nem hagyományos lelőhelyek	34
5.2.3. A hazai földgáz ellátás rendszere	35
5.3. Energetikai kutató intézetek prognózisai.....	38
5.3.2. British Petrol [1].....	41
5.3.3. International Energy Agency [2]	45
5.3.4. U.S.Energy Information Administration [3]	46
5.3.5. ERIRAS: The Energy Research Institute of the Russian Academy of Sciences [7].....	49
5.4. A kőolaj jövője	50
5.4.1. OPEC	52
5.5. A földgáz jövője	54
5.6. Föld alatti földgáz tárolás.....	57
5.6.1. Stratégiai földgáz tároló	58
5.6.2. Kereskedelmi földgáz tárolók.....	58
5.7. A cseppfolyós földgáz (LNG) szerepe	59
5.8. PB-gáz ellátás Magyarországon	61
5.8.1. A PB-gáz felhasználás módjai.....	61
5.8.2. Palackos ellátás	61
5.8.3. Tartályos ellátás.....	62
5.8.4. Autógáz használat.....	62

5.9. Település gázellátása.....	63
5.10. Környezetbarát energiahordozók	64
5.11. Nemzeti Energia és Klímaterv.....	65
5.11.1. A megújuló energiahordozók használatának növelése	68
5.11.2. A villamos energia termelés szerkezetének átalakítása	69
5.11.3. A távhő ellátás	72
5.11.4. Geotermikus energia hasznosítása.....	74
5.11.5. Az energiahatékonyság emelése, az energiafelhasználás csökkentése....	74
5.11.6. Az üvegházhatású gáz kibocsátás csökkentése	76
5.11.7. Bio üzemanyag, biometán.....	77
5.11.8. Biogáz üzemek.....	83
5.11.9. A hidrogén.....	85
5.12. Változások a magyar földgáz szabad kereskedelemben.....	92
6. A kőolaj és a földgáz a tőzsdéken	99
6.1. Kőolaj tőzsde.....	103
6.2. Földgáz tőzsde.....	104
6.3. Villamosenergia tőzsde.....	104
6.4. Magyarországi energia tőzsdék.....	104
6.5. Budapesti energia tőzsdék:	105
6.6. Energhatékonsági Kötelezettségi Rendszer (EKR)	109
6.6.1. ON BEHALF kereskedés az EKR tőzsdén	111
6.7. Szén-dioxid adó bevezetése	112
6.8. Események a budapesti villamos energia tőzsdéken.....	113
6.9. Események a budapesti földgáz tőzsdén	117
6.9.1. CEEGEX EKR kereskedés.....	118
6.10. A kőolaj a tőzsdéken	118
6.10.1. Az OPEC és stratégiája.....	121
6.10.2. A kőolaj és földgáz árak jövője.....	121
7. Hivatkozások.....	123

1. Rövidítések és földgáz kereskedelmi alapfogalmak

ACER	Agency for the Cooperation of Energy Regulators, Energiaszabályozók Együttműködési Ügynöksége
ACQ	Annual Contracted Quantity, Éves szerződött mennyiség.
Alulszállítás	A szerződésben rögzített szintet nem érő földgázszállítás felajánlása.
Alulvételezés	A szerződésben rögzített szintet el nem érő földgáz átvétele.
API	American Petroleum Institute
Backhaul	Földgáz virtuális szállítása az adott időszakban szokásos áramlási iránnyal szemben
Brent	Északi tengeri kőolaj minőség, az európai kőolaj- és földgáz kereskedelemben a tőzsdéken jegyzett ára van
CAM NC	„Capacity Allocation Mechanism Network Code” kapacitás allokációs mechanizmus, az Európai Bizottság szabályozása, egységes kapacitás allokáció alkalmazására
CEEGEX	Budapesti azonnali földgáz tőzsde (Central and East European Gas Exchange)
CEER	Council of European Energy Regulators, Európai Energiaszabályozók Tanácsa.
CIF	„Cost, insurance & freight” Egyfajta kőolaj- és kőolajtermék kereskedelmi paritás. A fuvardíjat és a biztosítást a megállapodott cél kikötőig az eladó fizeti, a kockázat a hajó korlátja felett száll át az eladóról a vevőre
CIS	A volt Szovjetunió államai
EFET	European Federation of Energy Traders, Európai Energiakereskedők Egyesülete
EKR	Energiahatékonysági Kötelezettségi Rendszer
Elosztó	A 2008. évi XL. törvény szerinti földgáz elosztó hálózat üzemeltetési engedéllyel rendelkező társaság/szervezet
Eltérő Minőségű Földgáz	Általában az MSZ 1648 szabványt és a szerződés egyéb kikötéseit ki nem elégítő földgáz.
ENTSOG	European Network of Transmission Systems Operators for Gas, Földgázpiaci Szállítórendszer Üzemeltetők Európai Hálózata
EU	Európai Unió, 27 állam szövetsége
Égéshő	GCV (Gross Calorific Value) Az a hőmennyiség, amely állandó nyomáson, meghatározott mennyiségű gáznak levegőben való tökéletes elégeése során felszabadul, ha az égéstermék véghőmérséklete megegyezik a kiindulási hőmérséklettel (25 oC), valamint a kiindulási komponensek gáz halmazállapotúak, és az égés termék víz tartalma folyadék halmazállapotú (ahogyan azt az MSZ ISO 6976:1997. szabvány meghatározza, mértékegysége: kWh/Nm ³).

Éves Csúcsteljesítmény	A szerződött időszak legnagyobb órai teljesítménye, nem megszakítható, megszakítható és szezonális bontásban
FOB	„Free on board” Egyfajta kőolaj- és kőolajtermék kereskedelmi paritás. A fuvardíjat a hajóba berakásig az eladó fizeti, a kockázat a hajó korlátja felett száll át az eladóról a vevőre.
Forráshiány	A földgáz ellátórendszer azon állapota, amikor a fogyasztási igények tartósan meghaladják a forrás mennyiségét és nincs lehetőség a gázrendszer igény szerinti forrás-fogyasztás egyensúlyának helyreállítására
Földgáz Mennyiség	Az átadott/átvett földgáz mennyiség, belföldön és az EU-ban: az MSZ ISO 6976 szabvány szerint 0 °C és 101.325 kPa referencia körülményeken értelmezett m ³ -ben (fizikai normálállapot),
Fűtőérték	Az a hőmennyiség, amely állandó nyomáson, meghatározott mennyiségű gáznak levegőben való tökéletes elégeése során felszabadul, ha az égéstermék véghőmérséklete megegyezik a kiindulási hőmérséklettel (25 °C), valamint mind a kiindulási komponensek, mind az égés termékei gáz halmazállapotúak (ahogyan azt az MSZ ISO 6976:1997. szabvány meghatározza, mértékegysége: kWh/Nm ³).
Gáznapi	Gáznapi: a 06 órától a következő naptári nap 06 óráig terjedő időszak.
Gázhét	Gázhét: hétfőn 06 órától a következő naptári hét hétfőjének 06 óráig terjedő időszak
Gázhónapi	Gázhónapi: a naptári hónap első napján 06 órától a következő naptári hónap első napján 06 óráig terjedő időszak. (Értelelem szerűen a hossza változó)
Gázév	Az október 1.-én 06.00 órától a következő naptári év október 1.-én 06.00 óráig terjedő időszak
GET	A 2008. évi XL. törvény a földgázellátásról
HAG	Osztrák-magyar határt keresztező földgáz szállító vezeték (Hungarian-Austrian Gaspipe)
Havi Maximum Mennyiség	Az adott szerződött hónapra vonatkozó legnagyobb földgáz igény
Havi Minimum Mennyiség	Az adott szerződött hónapra vonatkozó legkisebb földgáz igény
HEG	Hidraulikai Egyensúlyozó Gáz
HEGO	Hidraulikai Egyensúlyozó Gáz Opció
Henry Hub	Fizikai földgáz kereskedelmi hub Louisianában, az Egyesült Államok legnagyobb likviditású hubja, árai az észak-amerikai régióra (és a világ legtöbb térségére) nézve irányadóak
HMK	Hálózati, mérési különbözet
HUDEX	Magyar Derivatív Energiatőzsde Zrt., határidős földgáz és villamos áram tőzsde

Kereskedési Platform (KP)	Az együttműködő földgázrendszer napi egyensúlyozását és a gáznap végi egyensúlytalanságok elszámolását segítő (internetes) elektronikus felület, földgáz és kapacitás kereskedelmi ügyletek kötésére.
Hub	Fizikai vagy virtuális földgáz kereskedelmi csomópont
KFRE	Kapacitás Független Rugalmassági Eszköz
Korrektor	Az a gázmennyiség mérést kiegészítő elektronikus szerkezet, amely a gázmérő m ³ értékét, a gáz hőmérsékletét és nyomását mérve a gázmennyiséget Nm ³ -ben adja meg.
Korlátozás	A földgáz szolgáltatás részleges vagy teljes megszakítása, meghatározott fogyasztó csoport részére, jogszabályban meghatározott feltételekkel és eljárási renddel.
KLP	Kapacitáslekötési Platform
KP	Kereskedési Platform
Last call	Versenyző földgáz szállítási ajánlat, amikor az ajánlattevőt kivételezett jog illeti meg a versenyző ajánlatok között. Általában a legjobb versenyző ajánlat feltételeinek elfogadásához kapcsolt elsőbbségi szállítási jog.
LTA vagy LTC	Long Term Agreement vagy Long Term Contract, Hosszú Távú Szerződés
Make up	Halasztott szállítás. A szerződésben meghatározott időszakon belül át nem vett gáz későbbi átvételére vonatkozó megállapodás.
MATÁSZ	Magyar Távhőszolgáltatók Szövetsége
MEKH	Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal
MGE	Magyar Gázipari Egyesülés (megszűnt szervezet)
MGP	Magyar Gázkiegyenlítési Pont
MNB	Magyar Nemzeti Bank
Működési Engedély	Az engedélyhez kötött gázipari tevékenységek folytatására a MEKH által kiadott működési engedély
Minőségi Hiba	Minőségi hibás a teljesítés akkor, ha a szerződésben kikötött minőségtől az ott meghatározott mértéket meghaladó eltérés áll fenn.
Minőségi Hiba időtartama	A minőségi hiba időtartama az az időszak, mely a vizsgált és megkifogásolt minta vételének napját megelőző utolsó mérési naptól a minőségi hiba megszüntetésének – vagy a szerződés módosításának – napjáig tart
N-1 elv	Az EU 994/2010 számú ellátásbiztonsági rendeletében rögzített, a tagállami gázinfrastruktúrával szemben támasztott követelmény, mely szerint adott földgázszállító hálózatnak a legnagyobb gázinfrastruktúra elem kiesése mellett is teljes mértékben ki kell tudni elégíteni az elmúlt 20 év legmagasabb napi gázfogyasztásának megfelelő gázigényt
Nominálás	A havi, heti, napi földgáz igény előzetes meghatározása az ÜKSZ

	szerint
Napi Nominált Mennyiség	Az utolsó, az kereskedő vagy a kapcsolódó rendszer-üzemeltető által elfogadott, az adott gáznapon az átvételi ponton a fogyasztó által vételezni kívánt gázmennyiség gáztechnikai normál állapoton és a Rendszerirányító által publikált fűtőértéken
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development fejlett országok együttműködési szervezete, 35 országot sorolnak ebbe a csoportba, köztük Magyarországot is
Opció gáz	Földgáz forrás és kapacitás felajánlása a rendszerirányítónak, a napi egyensúlyozás céljára
OPEC	Organisation of Petroleum Exporting Countries- Kőolaj Exportáló Országok Szövetsége
OTC	Over-the-Counter, tőzsdén kívüli kereskedés
Peak Shaving	Csúcslevágás, csúcsidei gázfogyasztás átütemezése vagy más energiahordozóval kielégítése
REMIT	Regulation on Wholesale Energy Market Integrity and Transparency 1227/2011/EU rendelet a nagykereskedelmi energia piacok integritásáról és átláthatóságáról
Rendszerirányító	A 2008. évi XL. törvény szerinti földgáz rendszerirányítási működési engedéllyel rendelkező társaság/szervezet
RHD	A rendszerhasználati díjak együttesen
ROTT	Rotterdami térség
Specifikáció	A közszolgáltatású földgázra az MSZ 1648 szabvány, illetve a földgáz kereskedelmi szerződés szerint meghatározott minőségi követelmények
Spot piac	Azonnali (másnapra szállításra vonatkozó) földgáz adás-vételi szerződések piaca
Szállító	A 2008. évi XL. törvény szerinti földgázszállítási működési engedéllyel rendelkező társaság/szervezet
Take-or-pay (TOP)	(Vidd, vagy fizess) Olyan szállítási kikötés, amely a fogyasztót arra kötelezi, hogy meghatározott földgáz mennyiséget az adott időszak alatt vegyen át, vagy fizesse meg az át nem vett mennyiség értékét, vagy az értékének egy részét.
Tároló	A 2008. évi XL. törvény szerinti földgáz földalatti tárolási működési engedéllyel rendelkező társaság/szervezet
Téli Időszak	A november 1. és március 31. közötti időszak
Tőzsdék	A magyar földgáz piacon szereplő külföldi földgáz tőzsdék: CEGH VTP (Ausztria): Central European Gas Hub Virtual Trading Point TTF (Hollandia): Title Transfer Facility NBP (Nagy Britannia): National Balancing Point NCG (Németország): NetConnect Germany
Túlfogyasztás	A Havi Maximum Mennyiséget meghaladó földgáz átvétel

(túlvételezés)

UIOLI

Use it or lose it, használd vagy elveszted, a szerződéses szűkületek kezelésére szolgáló elv. Amennyiben a rendszerhasználó nem veszi igénybe a szerződésben lekötött kapacitást, akkor azt elveszti, és a felszabaduló kapacitást más piaci szereplő veheti igénybe.

ÜKSZ

A Magyar Földgázrendszer Üzemi és Kereskedelmi Szabályzata, amelyet a MEKH hagy jóvá vagy ad ki.

Üzletszabályzat

A hatósági engedély köteles piaci szereplő érvényes, a MEKH által jóváhagyott üzletszabályzata.

Végfelhasználó

Az a fogyasztó, amelyik a földgázt saját céljaira használja fel.

Vis Maior

Olyan külső körülmény, amely bármelyik Fél teljesítését késlelteti, gátolja vagy akadályozza, mely az ésszerű befolyásolhatóság határain kívül esik, és amelyet az érintett Fél legjobb tudása szerint megelőzni vagy elhárítani nem tud, ideértve korlátozás nélkül az alábbi eseményeket, mint illetékes hatóság cselekedete vagy mulasztása, országos sztrájk vagy munkalassítás, természeti csapás (tűzkár, szokatlan árvíz, földrengés, stb.), radioaktív vagy kémiai szennyezés, háborús villongás, háború, forradalom, lázadás, felkelés, zavargás, kisajátítás, államosítás, export vagy import korlátozás, bármilyen helyi vagy országos szükségállapot.

WACOG

Weighted Average Cost of Gas, mennyiséggel súlyozott átlagár

Wobbe szám

A gázok cserélhetőségének megállapítására szolgáló fizikai jellemző. Az alsó Wobbe számot a fűtőérték és a sűrűség négyzetgyökének hányadosaként számolják

2. Bevezetés

Földünk népessége meghaladta a 8 milliárd főt, folyamatosan nő. A Föld élelmiszer termelő képessége korlátozott, hasonlóan az energia termelő képességhez. Az emberek életének egyik legfontosabb eleme a biztonságos energiaellátás. Az energiafelhasználás velejárója a káros anyagok levegőbe, vizekbe bocsátása is, és ezek a folyamatok fékezik is a népesség gyarapodását.

Napjaink hírei között rendre megjelennek a földi légkör rendkívüli eseményei: a viharok, özönvíz szerű esőzések okozta károk és az ezzel járó emberáldozatok. Közismert, hogy a légkör változás elsődleges oka a szén-dioxid kibocsátás növekedése. A légköri hőmérséklet emelkedés az egyik közvetlen oka a környezetünk káros változásainak. Özönvíz szerű esőzések, áradások, máshol pedig szárazság, sivatagosodás jelenik meg. A környezeti változások az életmód váltást, az egészség károsodását az emberek elvándorlását is eredményezik az élhetetlen térségekből. Eddig legalább egy milliárd ember életét érintette közvetlenül a klímaváltozás. Az időjárás szélsőséges eseményei pedig emberéleteket is követelhetnek.

A világ minden országában kialakult egy energiahordozó felhasználási struktúra: alapvetően az ország természeti adottságai, a lakosság száma, az energiák legnagyobb részét felhasználó ipar és közlekedés struktúrája szerint. Az energiahordozók külkereskedelme folyamatosan erősödik, újabb országok jelennek meg az energiahordozók nemzetközi piacán.

A primer energiahordozó struktúrában a fosszilis energiahordozók több, mint 80 %-ot képviselnek. A kőolaj termékeket minden országban használják, a cseppfolyós földgáz nemzetközi kereskedelme is megerősödött az utóbbi években. A nem hagyományos szénhidrogének kutatása, kitermelése lényegesen előre lépett, a készletek becslése a szénhidrogének hosszú távú jövőjét igazolják. A nukleáris energia használata nem szennyezi a légkört, de az egyes országokban a nukleáris erőművek használata eltérő megítélésű.

Az energiahordozók ára lényegesen befolyásolja a légkörvédelmi akciók hatékonyságát.

A nemzetközi értekezleteken, konferenciákon készülnek a programok a káros folyamatok megállítására. Az Európai Unió akciói vezetik a világ többi térségét is a környezetünk megváltoztatására, a klímaváltozás további káros következményei csökkentésére. Az EU 27 országának összefogása a klímavédelem érdekében példát mutat a világ többi térségének is.

A klímaváltozás folyamatainak módosításához időre, évekre van szükség. A változáshoz szükséges akciók költségesek, és átrendezhetik az egyes országok gazdasági életét.

A vállalkozások, intézmények különböző klímavédelmi programokban vesznek részt,

meghatározott esetekben kötelezettek is az energia felhasználásukon keresztül változtatásokra. Az energiafelhasználás átalakítása a céges gazdálkodás fontos eleme is lehet. Az energia piacok főbb jellemzőinek megismerését segíti a jelen tanulmány.

A tanulmány több nemzetközi kutatóintézet adatait tartalmazza. Ezek az adatok különböző forrásokból származnak, különböző adat-feldolgozási módszereket alkalmaznak, ezért eltérések lehetnek két intézet azonos tartalmú adatai között.

3. A klímavédelmi feladatok

A fosszilis energiahordozók használata a légkör szén-dioxid szennyezésének legfontosabb forrása. A levegő szén-dioxid tartalmának emelkedése okozza első sorban a földi átlag hőmérséklet emelkedését. Ez a klíma változás az emberek életére is nagyon komoly hatással van. Az üvegház hatású gázok csoportjába az emberek által használt gázok többsége tartozik, a szén-dioxidon kívül például a metán, a fluor tartalmú gázok. Az 1. táblázat az üvegházhatású gázkibocsátást mutatja be a világ egyes térségeiben [5].

1. táblázat: Az üvegház hatású gáz kibocsátás szén-dioxid egyenértékben (millió tonna)

	2020	2021	2022	2023	2024
EU	2686,8	2876,9	2844	2656	2589
Magyarország	47	48,2	45,2	41,2	41,3
Világ	37197,1	39030	39575	40281,9	40812,4

A világ legtöbb szén-dioxidot kibocsátó államait mutatja be a 2. táblázat [5].

2. táblázat: A világ legtöbb szén-dioxidot kibocsátó országai (millió tonna)

	2020	2021	2022	2023	2024
Kína	11489	11941	11895	12603	12533
USA	4912	5197	5270	5130	5110
India	2454	2705	2865	3121	3262
Oroszország	2014	2101	2164	2193	2249

Az EU országok adják a világ szén-dioxid kibocsátásának kb. 6 %-át. Az EU országain kívül nem látszik a szén-dioxid kibocsátás csökkentésének érdemi eredménye.

A Föld népessége folyamatosan gyarapodik, és ezzel jár a több élelmiszer termelés, a több lakás, a jármű állomány gyarapodása is. Nem minden ország teheti meg azt, hogy a belátható jövőben elérje a nulla szén-dioxid kibocsátást, vagy legalább a kibocsátás szinten tartását. Az élelmiszer igények növekedésével jár az erdők irtása, és ezzel a szén-dioxid természetes megkötésének csökkenése is.

A klímaváltozás minden országban megjelent, különböző mértékű változásokat hozott, gyakran súlyos károkat is okoz. Ma már tudhatjuk, hogy ezek a szélsőséges időjárási jelenségek a légkör szén-dioxid tartalmának növekedésével függnek össze.

A levegő átlagos szén-dioxid tartalma:

2020 évben	413,22 ppm
2023	421
2024	426
2025. június 2.	429,07

A Föld népességének várható növekedése az International Energy Agency szerint [2]:

2023	8018 millió fő
2030	8518
2035	8851
2040	9160
2050	9680

A világ legnépesebb városainak lakossága:

2025	Tokio	36,4 millió fő
	Mumbai	26,4
	Delhi	22,5
2050	Mumbai	42,4
	Delhi	36,2
	Dakka	35,2
2075	Kinshasa	58,4
	Mumbai	57,9
	Lagos	57,2
2100	Lagos	88,3
	Kinshasa	83,5
	Dar es-Salam	73,9

A népesség gyarapodása nem egyenletes a Föld országaiban. A fejlődő országok lakosságának gyorsabb emelkedése az emberek ellátásának növekvő feladatait eredményezi. Egyes becslések szerint 2080-ra a Föld népessége elérheti a 10,5 milliárd főt, ami a Föld eltartó képességének felső határát jelentheti.

A világ primer energia felhasználása 2024-ben 592 EJ nagyságrendű volt, folyamatosan nő. A primer energiahordozók közül a kőolaj felhasználásunk a világon a legjelentősebb, 2024-ben 199 EJ volt. A világ szén fogyasztása 165 EJ volt. A földgáz a harmadik legfontosabb energiahordozó, egyre több országban, egyre több célra használják: 2024-ban 149 EJ. A fosszilis energiahordozók legnagyobb részét energia termelésre, gépek hajtására használjuk fel, elégetjük, és ezzel a légkör szén-dioxid tartalmát növeljük.

A három fosszilis energiahordozó, a kőolaj, a szén és a földgáz adja a primer energia felhasználás 83 %-t. Az egész világ felismerte, hogy főleg a fosszilis energiahordozók használata okozza a klímaváltozást. A klímaváltozást minden országban tapasztalják, főleg az extrém időjárási jelenségekben. A világ minden országa elfogadta, hogy tenni kellene valamit a légkörbe kerülő szén-dioxid mennyiségének csökkentésére. A légkörvédelmi akciók az egyes országokban lényegesen különbözőek. Az Európai Unió vezeti a klímaváltozás elleni harcot, a többi ország az adottságai és érdekei szerint vállal különböző akciókat. Ebbe, a mérsékelt légkörvédelmi feladat vállalásba tartozó országcsoportba tartoznak a világ legtöbb energiát felhasználó országai: Kína évi 158 EJ, USA 92 EJ, India 39 EJ, Oroszország 32 EJ [5]. Az egyes országok klímavédelmi aktivitását lényegesen befolyásolja az ország fosszilis energiahordozó termelése, felhasználása és exportja.

Az International Energy Agency (IEA) összefoglalója a világ 2024. évi energia felhasználásáról [26]:

- A globális energia felhasználás 2,2 %-kal nőtt 2024-ben, gyorsabban, mint az előző tíz év bármelyikében. Az összes energiahordozó használata és technológiája bővült 2024-ben.
- A feltörekvő és fejlődő gazdaságok a globális energiaigény növekedésének több, mint 80 %-t képviselik
- A fejlett gazdaságokban is figyelemre méltó növekedés figyelhető meg az energia iránti keresletben, miután több ár csökkenés után a kereslet közel 1 %-kal emelkedett
- A globális olajkereslet növekedése 2024-ben jelentősen lelassult, összhangban az IEA előjelzéssel. Az olaj részesedése az összes energia részesedésből először esett 30 % alá, 50 évvel azután, hogy 46 %-on tetőzött
- A földgáz iránti kereslet a legnagyobb növekedést mutatta a fosszilis tüzelőanyagok között
- A globális szénigény 1 %-kal nőtt
- A globális áramfogyasztás 2024-ben közel 1100 TWh-val nőtt, ami több mint duplája a múlt évtized éves átlag növekedésének
- A globális elektromos áram használatának növekedését olyan tényezők hajtották, mint a szélsőséges hőmérsékletek miatt növekvő hűtési igény, az ipari fogyasztás növekedése és a közlekedés villamosítása
- 2024-re a globális villamos energia termelés 80 %-os növekedését megújuló források és az atomenergia biztosította.
- 2024-ben több mint 7 GW nukleáris kapacitást indítottak el, ami 33 %-kal több, mint 2023-ban.
- Az energiához kapcsolódó szén-dioxid kibocsátás növekedése továbbra is elszakad a globális gazdasági növekedéstől. A kibocsátás növekedése 2024-re 0,8 %-kal csökkent, míg a globális gazdaság több mint 3 %-kal bővült.
- Az energia intenzitás javulása 2024-ben is tovább lassult. Miután 2010 és 2019 között évente körülbelül 2 %-os ütemben javult, az energiahatékonyság javulása 2019 és 2023 között 1,2 5-ra, 2024-ben pedig 1 %-ra lassult.

Az IEA adat összefoglaló táblázatai (3.-9. táblázat) [26]:

3. táblázat: Teljes energia felhasználás a világon (EJ)

	2022	2023	2024
megújulók	89	92	97
nukleáris	29	30	31
földgáz	144	145	149
kőolaj	188	192	193
szén	172	175	177
összesen	622	634	648

4. táblázat: A világ villamos áram termelése (TWh)

	2022	2023	2024
megújulók	8643	9074	9992
nukleáris	2684	2743	2844
földgáz	6526	6622	6793
kőolaj	801	762	738
szén	10452	10645	10736
összesen	29153	29897	31153

5. táblázat: Villamos rendszerek teljesítménye a világban

	2022	2023	2024
Napelem (GW)	232	426	553
Szélgenerátor (GW)	75	116	119
Villamos jármű (millió)	10	14	17
Hőszivattyú (GW)	112	109	108

6. táblázat: A villamos energia termelés energiahordozói a világban (TWh) [5]:

	2022	2023	2024
kőolaj	742,6	698,1	694,7
földgáz	6668,9	6746,3	7001,2
szén	10324,4	10513	10613,2
nukleáris	2679,6	2737,7	2817,5
vízi	4323,4	4240	4452,9
egyéb megújulók	4206,7	4748,4	5415,2
egyéb	242,4	241,3	261,2

7. táblázat: A világ szén-dioxid kibocsátásának főbb forrásai (millió tonna)

	2022	2023	2024
Földgáz	7438	7502	7684
Kőolaj	11250	11344	11377
Szén	15192	15489	15623
Bioenergia+hulladék	240	241	250
Ipari folyamatok	2700	2694	2632
Összes kibocsátás	36819	37270	37566

Kína és az USA a legtöbb energiát fogyasztó országok, és a szén-dioxid kibocsátásban is élen járnak. A két ország takarékosági törekvései még nem mutatnak nagy eredményeket.

8. táblázat: Kína energia felhasználása és szén-dioxid kibocsátása

		2022	2023	2024
Energia fogyasztás	EJ	160	169	174
Áram termelés	TWh	8947	9564	10205
CO2 emisszió	Millió tonna	12013	12552	12603

9. táblázat: Az USA energia fogyasztása és szén-dioxid kibocsátása

		2022	2023	2024
Energia fogyasztás	EJ	91	90	91
Áram termelés	TWh	4473	4419	4556
CO2 emisszió	Millió tonna	4717	4567	4546

A klímavédelmi programok hatékonyságát több gazdasági mutató alakulásával is mérik. A GDP növekedésével az üvegházhatású gáz kibocsátás növekedése is együtt szokott járni, mivel a gazdaság fejlődése ipari, közlekedési és életmód változással, többlet kibocsátással járhat együtt.

2025. első negyedévében a hazai GDP 0,05 százalékkal csökkent, a szén-dioxid egyenértékben mért ÜHG kibocsátás ugyanekkor 5,92 százalékkal emelkedett. Ez a tendencia hatékonyabb légkörvédelmi lépéseket tesz szükségessé [29].

Az ENSZ rendszeresen szervez konferenciát a klímaváltozás értékelésére és a tennivalók megfogalmazására. 2024. novemberben Bakuban tartották az ENSZ 29.-ik csúcstalálkozóját a klímaváltozásról. A COP29-nak nevezett rendezvényen (COP: Conference of the Parties) közel 200 ország több, mint 50 ezer küldötte vett részt, köztük királyok, államfők, miniszterelnökök is. Sikerült a világ figyelmét felhívni arra, hogy első sorban a légkörbe kerülő szén-dioxid mennyiségének kezelése, csökkentése legyen a feladatunk, mert ez a légköri hőmérséklet emelkedés fő oka. Talán a legfontosabb célkitűzés az lenne, hogy a földi átlag hőmérséklet ne nőjön +2 °C-nál

nagyobb mértékben 2100-ig, az 1900-as szinthez képest. Ajánlatos lenne ezt a határt +1,5 °C -ban teljesíteni. A konferencia fő célja az volt, hogy újabb akciókat tervezzenek, indítsanak el a légköri átlag hőmérséklet emelkedés visszafogására, a klímaváltozás káros hatásának mérséklésére. Ennek megoldását a fosszilis energiahordozók használatának mielőbbi korlátozása, és kivonása adhatná. Jelentős eredménye a konferenciának, hogy a szénhidrogének termelésében élenjáró országok is hajlandóak részt venni a légkörvédelmi akciókban, anyagi támogatást adnak hozzá. Annak ellenére teszik ezt, hogy alapvető érdekük a minél nagyobb kőolaj és földgáz exportjuk.

Az USA vállalta, hogy a metán kibocsátását 80 %-kal, 58 millió tonnára csökkenti 2038-ra.

Magyarország aláírta a globális nukleáris energia termelő kapacitás megháromszorozására vonatkozó egyezményt. Ezt az egyezményt 22 ország írta még alá.

A COP29 konferencia résztvevői nehezen jutottak megállapodásra az új éghajlat politika finanszírozásáról. A tárgyalások eredményét sokan előrelépésként értékelik, azonban a kompromisszumok és a hiányzó ambíciók megosztott véleményeket szültek a résztvevők között. A klímavédelmi célok teljesítéséhez szükséges pénzforrásokról hosszas vita folyt, végül sikerült megállapodni egy 300 milliárd dollár összegről. Erről az összegről nyilatkozta Wopke Hoekstra, az EU éghajlat-politikai biztosa: „Kevesebb, mint amit szerettünk volna, de jobb, mint amitől tartottunk.”

Az ENSZ 2025. júliusban közzétett jelentésében a megújuló energiára való globális átállással kapcsolatban reményét fejezi ki, hogy a nap- és szélenergia hasznosítás terén elért eredmények reményt adnak a klímavédelmi akciók sikerére. A világ elektromos áram előállításának 2024-es növekedése mintegy háromnegyedét a nap- és szélenergia, valamint az egyéb zöld források rendszerbe állítása adta. Globális szinten a napenergia hasznosítás költsége 41 %-kal, a szélenergia esetében 53 %-kal alacsonyabb, mint a legolcsóbb fosszilis energiahordozóból származóenergiáé.

2024-ben a zöldenergia beruházások elérték a 2000 milliárd dollárt, ami 880 milliárd dollárral meghaladja a fosszilis energiaforrásokba történt befektetések értékét. Az adatok szerint a zöld energiakapacitások térnyerése elsősorban Kínában, Indiában és Brazíliában volt megfigyelhető, míg az elektromos kapacitások fejlesztésére leginkább rászoruló Afrika csupán 2 százalékkal vette ki részét a megújuló erőforrások növekedéséből. Kínában jelenleg a gazdaság tizede kapcsolódik a megújuló energiához.

2024-ben világszerte 17 millió elektromos járművet helyeztek üzembe, 2015-ben ez a szám 500 ezer volt [27].

3.1. Klímaváltozás hatása a gazdaságra

A klímaváltozás jelenségeinek kezelésére tett intézkedések 2025-ben még nem hoztak mérhető eredményt. Az Európai Unió országaiban bevezetett légkörvédelmi programok csökkentették az EU országok üvegház hatású gáz kibocsátását. Az EU

eredményei azonban igen szerény mértékűek a világ más térségeiben mérhető ÜHG kibocsátás növekedéséhez képest.

A klímaváltozás jelenségei az egész világon megfigyelhetők, az EU erőfeszítései a légkör minőség javítására semmilyen mérhető légkör változást nem hoztak. Már évek óta megfigyelhető, hogy a mezőgazdasági termények egy részét a légköri jelenségek erősen károsítják: a közeli években június végéig az időjárás miatt az őszi árpa és a búza még jó termésátlaggal betakarítható, de a júliusi és az azutáni terményeket az aszályos időszak erősen károsítja.

A klímaváltozás legfontosabb jelenségei:

- a környezeti hőmérséklet emelkedése minden évszakban
- a hűtési energia igény gyors növekedése
- a villamos energia igények gyors növekedése, az áram felhasználás szezonálisának erős növekedése
- a csapadék csökkenése és egyenetlen eloszlása az év során
- tengeráramlatok átalakulása: a tengerparti országok hőmérséklet eloszlásának változása: hidegebb téli időszak, melegebb nyár
- a mezőgazdasági terményhozam változások

Wopke Hoekstra az ENSZ klíma, net zéró kibocsátási és tiszta fejlődési biztosa 2025. augusztus 8.-án nyilatkozta, hogy 2040-re el kellene érni az ÜHG kibocsátás 90 %-os csökkentését. A biztos kapcsolta ehhez a célhoz azt is, hogy ez a kibocsátás csökkentés a gazdasági fejlődés nagyon fontos feltétele.

Magyarország erős mezőgazdasággal rendelkezik. Bizonyos kormányzati megállapítások szerint a magyar mezőgazdaság 20 millió ember ellátására képes, emiatt erős termék exporttal rendelkezünk.

Ennek fenntartása több számos mezőgazdasági és élelmiszer-ipari vállalkozás számára létfontosságú. Készülni kell arra a helyzetre, hogy ezek a vállalkozások biztosítást akarnak kötni az extrém időjárási jelenségek hatásának kompenzálására. A biztosítók alapos mérlegelés alapján jelentős biztosítási díjak esetén vállalnak bizonyos mértékű kártalanítást az extrém időjárás okozta károk kompenzálására. Ez a biztosítás szintén növeli a termékek piaci árát.

Inflációs hatások:

- az ipari termelés munkavégzési körülményei is változnak, a munkahelyeken a hűtés igénye erősödik, ezzel a termelés többlet költséget kénytelen érvényesíteni
- az emberek egészségügyi, hivatali, kereskedelmi ellátása is drágulhat az ellátási környezet hűtése miatt

- a növénytermesztés eddigi eredményei csak öntözéssel tarthatók fenn, azokban a térségekben, ahol egyáltalán van öntözési lehetőség. Az öntözés többlet költségeket jelent

A 2025. év nyara extrém hőséget és csapadékhiányt hozott. A klímaváltozás okozta aszályos időszakok és hőhullámok egyre nagyobb nyomást helyeznek a hazai energiatermelés kulcsszereplőire, a paksi atomerőműre és a földgáz tüzelésű és a vízerőművekre.

A Paksi Atomerőmű működése nagymértékben függ a Duna vízállásától, mivel a Duna vize adja az erőmű hűtővizét. Az erőműből kilépő felmelegedett hűtővíz hőmérséklete nem lépheti túl a 25 °C szintet. Egyre erősödik a napelemek mennyiségének szerepe is az atomerőmű termelésében, akár az erőmű visszaterhelése is szükségessé válhat.

A csapadékhiány miatt extrém alacsony a folyók vízszintje és vízhozama, ezzel az erőművek hűtése egyre nagyobb gondot okoz. A kevés csapadék/víz a gazdaság több ágazatára is negatív hatással van: ipari folyamatok vízellátása, a mezőgazdaság növénytermesztésének locsolási igénye súlyos gondokat okoz, termelés kiesést eredményez. A szárazság erdőtüzeket okozhat, ezzel a termőterület és a légköri szén-dioxid megkötés csökken.

A klímahelyzet egyre gyakrabban okoz veszélyeket az energiastruktúrában:

- a villamos infrastruktúra sérülések száma nő: transzformátorok, elosztó állomások egyre gyakrabban sérülnek meg az extrém időjárás: viharok, extrém terhelés miatt
- hőhullám esetén megnő az áramigény a klímaberendezések használata miatt, különösen a városok területén
- az erőművek a hűtővíz korlátok miatt kénytelenek csökkenteni a termelést

A klímaberendezések használata növeli a külső környezet hőmérsékletét.

A meleg telek is erős hatással vannak az energiaellátás rendszerére: csökken a fűtési igény.

Az extrém időjárási jelenségek és hatásai erősítik a szén-dioxid kibocsátás csökkentés jelentőségét.

Hasonlóan fontos energetikai feladat az energia felhasználás hatásfokának emelése, az energia termelés csökkentése érdekében.

A klímahelyzet miatt kialakult villamos piaci anomáliák egyensúlyozásának feladata a hazai áramtermelőkön kívül a villamos energia külkereskedelemnek is jelentős feladatokat okoz.

A 10. táblázatban a 2025. augusztus 17.-én, vasárnapra a HUPX DA tőzsdén kötött ügyleteket mutatjuk be [12]:

óra	ár (Eur/MWh)	mennyiség (MW)	óra	ár (Eur/MWh)	mennyiség (MW)
1	84,01	9800	13	-0,7	4050
2	84,59	9880	14	-0,84	4040
3	83,66	9820	15	0,65	4140
4	84,19	9850	16	16,38	5220
5	85,62	9950	17	67,94	8740
6	85,59	9950	18	101,4	11030
7	76,15	9300	19	112,69	11800
8	74,3	9180	20	116,16	12040
9	25,61	5850	21	110,36	11640
10	7,39	4600	22	104,96	11280
11	0,39	4120	23	102,1	11080
12	0,01	4100			

Az országos rendszerterhelés ezen a napon 11:07-kor 4558 MW volt.

Az országos rendszer jelentős terhelés hullámozását a villamos külkereskedelem próbálja egyensúlyozni. A szomszédos országok szerencsére partnerek a villamos egyensúlyunk megteremtésében. A villamos külkereskedelmet mutatjuk be a 11. táblázatban 2025. augusztus 17.-én 11:09-kor (MW) [19]:

11. táblázat: Példa a villamos külkereskedelemre

	tényleges		tervezett	
	import	export	import	export
Ukrajna	205			23
Románia		82	855	
Szerbia		130		239
Horvátország		720		858
Szlovénia		308		498
Ausztria	191		250	
Szlovákia	1197		1151	

Biztosítások a klímakárok esetére

Első sorban a mezőgazdasági vállalkozások keresik a biztosítás lehetőségét a klímakárok esetére. A nagy valószínűséggel előforduló események esetére a biztosítási díjak magasak. A vállalkozásoknak adott biztosítási ajánlatok nem vonzóak a mezőgazdasági kockázatok kezelésére.

A nem mezőgazdasági vállalkozások a működési kockázatok kezelésére változatos

biztosítási ajánlatokat kapnak.

3.2. Az Európai Unió klímacéljai

Az Európai Parlament és az Európai Tanács rendszeresen foglalkozik a klímaváltozással, elemzik a klímaváltozást előidéző eseményeket, és a klímavédelemben elért eredményeket.

A klímaváltozás hatásai:

sarki jégta^{karó} olvadása: az elmúlt 30 évben a jégta^{karó} tömege 40 %-kal, kiterjedése 27 %-kal csökkent. A jégta^{karó} vesz^{té}ssel csökkent a napsugárzás visszaverődése. A Föld ivóvíz készlete is csökken a jégta^{karó} vesz^{té}ssel.

tengerszint emelkedése: az elmúlt száz évben mintegy 20 cm. Előjelzések szerint 2100-ra 88 cm lehet. 3 milliárd ember él tengerparton. A tengerpartok vesz^{té}se mezőgazdasági termőterület vesz^{té}t is jelent.

tengeráramlatok módosulása: a tengerek hőmérsékletének emelkedése és a sarki édesvíz beáramlás növekedése gyengíti a tengeráramlatokat. A Golf áramlat gyengülése Nyugat- és Észak Európa klímaváltozását okozza, lehűléssel jár.

betegségek elterjedése: más égővek jellemző betegségei jelennek meg például Európában.

háborúk, menekültek: ma is láthatjuk, hogy például az orosz-ukrán háború miatt naponta több ezer menekült érkezik Magyarországra is. A világ 60 országában van fegyveres konfliktus és valamilyen mértékű népirtás. 2050-re a világon 150 millió menekültet becsülnek.

A jövő háborúit a vízért fogják vívni.

Az üvegház hatás miatti költségek emelkednek: az egyes országok a jelentkező klímaváltozásokra különböző intenzitású és költségű intézkedésekkel reagálnak.

Az Európai Parlament 2023. februárban fogadott el irányelveket az épületek energia igénye csökkentésére. A lakóépületek esetében olyan intézkedéseket kell életbe léptetni az EU 27 tagállamában, amelyekkel 2030-ra legalább 16 százalékkal, 2035-re pedig legalább 20-22 százalékkal csökkenjen a természetben előforduló primer energiaforrások fogyasztása.

Az EU további döntése a légkörvédelem érdekében:

- 2040-re a fosszilis energiahordozóval üzemelő kazánokat le kell cserélni környezetbarát tüzelő- és hűtő berendezésekre
- 2025-től a tagállamok nem nyújthatnak támogatást fosszilis tüzelőanyaggal működő kazánok telepítéséhez

- Az EU egyértelmű célja a kőolaj és a kőolaj felhasználás csökkentése, helyettesítése megújuló energiahordozókkal, első sorban nap- és szélenergiával.
- Míg az ENSZ a klímavédelmi programok költségeihez csak kis forrásokat tud szervezni, az Európai Unió a klímavédelmi programjait jelentős pénzzel is támogatni tudja.

A klímaváltozás egyik mérőszáma az adott terület/ország éves átlagos hőmérséklete. Ez az érték függ az országnak az egyenlítőtől mért távolságától, és a tengerszint feletti magasságtól.

Az éves átlag hőmérsékletet mutatja be a 12. táblázat hazánkban [20]:

12. táblázat: Az éves átlag hőmérséklet Magyarországon

Év	2010	2015	2020	2021	2022	2023	2024
°C	10,1	11,6	11,5	10,8	11,8	12,2	12,9

Számolnunk kell a következő években:

- extrém időjárási jelenségekkel, árvíz és viharkárokkal,
- a sarki jég rohamos olvadásával, ami a tengerek szintjének emelkedését és az édesvíz készletek csökkenését okozza,
- a földi légkör hőmérsékletének emelkedésével,
- a klímaváltozás következménye a halálozás növekedése is,
- emberek elvándorlásával az élhetetlen térségekből.

A világ legtöbb országában megértették, hogy a megújuló energiahordozók fokozottabb használata ellensúlyozhatja a fosszilis tüzelőanyagok káros szerepét a légkör alakulásában. Európában kiemelten kezelik a megújulók használatának növelését. Pár év után máris jelentkezett ennek a programnak az árnyoldala is, például a szél- és napenergia nem egyenletesen áll rendelkezésre, és a megújuló energia termelés periódusai nem azonosak az energia igények szezonálisával. Máris dolgozni kell a villamos áram felesleg vagy az áramhiány kezelésén, amihez új eljárások és új energiahordozó is kell. Előtérbe került a hidrogén, mint környezetbarát energiahordozó. Bár a hidrogént már több, mint háromszáz éve ismerjük, ma mégis van helye az intenzív kutatásnak a hidrogén alkalmazása lehetőségeiről.

Az Európa Bizottság 2025. júniusban adta ki az Energia és Klímaterv legújabb változatát. Ebben 2030-ra az ÜHG kibocsátás 54 %-os csökkentését és primer energia mérlegben a megújuló energiahordozók 42,5 %-os részesedését tűzte ki célul.

3.3. A szén-dioxid kibocsátás jövője

Az energiahordozók kutatásával foglalkozó intézetek készítenek prognózist a szén-dioxid kibocsátás jövőjéről is. Az előrejelzéseket is változatokban szokták elkészíteni, a kibocsátást alapvetően befolyásoló események jövőjének szélsőségei alapján.

A 13. táblázat az U.S. Energy Information Administration (EIA) intézet 2023. októberi prognózisát mutatja be, a legvalószínűbb „referencia” változat szerint [3]:

13. táblázat: A világ szén-dioxid kibocsátásának jövője az EIA intézet szerint (millió tonna)

Év	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Kibocsátás	36053	36726	37724	38497	39685	40954

Ezt a prognózist pesszimista változatnak is tekinthetjük, mégis reális. A kibocsátás csökkenését még egy sor időjárási kritikus helyzet, hatalmas anyagi veszteségek, sok ember halála fogja a jövőben indukálni.

A 14. táblázat az International Energy Agency (IEA) által készített szén-dioxid kibocsátási előrejelzést mutatja be három változatban [2]:

14. táblázat: A szén-dioxid kibocsátás jövője az IEA szerint (millió tonna)

Változat	2023	2030	2035	2040	2050
STEPS	37723	36170	33285	31185	28636
APS	37723	32056	24678	18820	11711
NET ZERO	37723	25112	13485	6221	0

A British Petrol (BP) jövőképét a szén-dioxid kibocsátásról a 15. táblázat mutatja be [1].

15. táblázat: A szén-dioxid kibocsátás jövője a BP szerint (Gtonna)

	2023	2030	2035	2040	2045	2050
CT	42	40	38	35	33	28
NZ	42	35	27	18	9	0

CT: Current Trajectory változat

NZ: Net Zero változat

4. A szénhidrogének keletkezése, lelőhelyei

Szénhidrogénnek nevezzük a különböző kőolajokat és a földgázokat.

A szénhidrogének 10...30 millió évvel ezelőtt élt tengeri élőlények maradványaiból jöttek létre. Elpusztulásuk után a tengerfenékre süllyedtek, és a rájuk rakódó iszap és homokrétegek nyomása alatt nagy nyomáson, levegőtől elzárva átalakultak. A süllyedő medencékben a növekvő nyomás és hőmérséklet hatására hosszú idő alatt elbomlott szerves anyag az anyakőzetből kiperéselődik és kellően porózus felettes rétegekben az át nemeresztő rétegig, mint csapdáig vándorol, ott megreked és felhalmozódik [6].

Ez a szénhidrogént befogadó réteg lehet szénréteg is.

A szénhidrogének a legegyszerűbb összetételű szerves vegyületek. Csak szén- és hidrogénatomokat tartalmaznak. A szénhidrogéneket az alapján csoportosítják, hogy a bennük található szénatomok között csak egyszeres kötések találhatók, vagy a molekulák két- vagy háromszoros kötések is tartalmaznak. A telített szénhidrogénekben a szénatomok vegyértékének megfelelő maximális számú hidrogénatom található [6]. A szénatomok csak egyszeres kötésekkel kapcsolódnak össze bennük. A szénhidrogének tartalmazhatnak gyűrűs szén és hidrogén formátumokat is.

A leggyakoribbak a nyílt szénláncú szénhidrogének:

- atmoszférikus körülmények között gáz halmazállapotúak: metán, etán, propán, bután, oktánig,
- cseppfolyós szénhidrogének kb. 18 szénatomig, magasabb szénatomszám esetén már szilárd anyagok.

Szénhidrogének ma is keletkeznek a Föld különböző rétegeiben, az ott található szerves anyagokból.

A szénhidrogén a talajban migrál felfelé, amíg záró rétegbe nem ütközik. A metánhidrát koncentráció olyan tenger- vagy talaj rétegben alakul ki, ahol a hőmérséklet és a nyomás ezt lehetővé teszi.

A föld felszínén számtalan helyen lehet mérni a légkörbe kilépő szénhidrogén gázokat, igen kicsi koncentrációban.

4.1. A hazai szénhidrogén telepek kialakulása

A szénhidrogének eredetével kapcsolatban megkülönböztetjük a képződési zónát, ahol az egykori tengerek élővilágának szerves anyagát magába záró kőzetek és át nemeresztő zárórétegek találhatók. A süllyedő medencékben a növekvő nyomás és hőmérséklet hatására hosszú idő alatt elbomló szerves anyag a rétegmozgások következtében az anyakőzetből kiperéselődik, és kellően porózus felsőbb rétegekben

felfelé vándorol, amíg át nemeresztő réteg alatt csapdába nem kerül.

A hazai szénhidrogén telepek jellemzője, hogy tektonikusan erősen igénybe vett és mélybe süllyedt aljzatra 4...7 ezer méter vastagságú üledék összlet rakódott. Ugyanakkor a Kárpát-medencében már 2...3 ezer méter mélységben 300 °C körüli hőmérséklet mellett képződtek nagyobb méretű kőolaj és földgáz telepek. Magyarország területén a szénhidrogén előfordulások túlnyomórészt új-harmadidőszaki üledékben találhatók és hasonló korúak az anyakőzetek is. Előfordulnak mezozoikumi anyakőzetből felfelé vándorolt telepek is, a karbonátos hegységek is gyakran szénhidrogén tároló kőzetek.

Szénhidrogének ma is képződnek a tengerekben, migrálnak felfelé, és akár a légkörbe is kiléphetnek. Ugyancsak metán képződése mellett bomlanak levegőtől elzárt környezetben a Föld felszínén különböző szerves anyagok, például az ősszel lehullott falevelek is. Szénhidrogéneket bocsátanak a levegőbe a kérődző állatok, de az ember is.

5. A kőolaj és a földgáz jövője

5.1. A kőolaj szerepe a világ energia ellátásában

A világ legfontosabb kőolaj fajtái:

- WTI (West Texas Intermediate): könnyű kőolaj fajta, Texas államból
- Brent Crude: könnyű kőolaj az Északi-tengerről (15 fajta kőolaj tartozik ebbe a csoportba)
- OPEC Reference Basket: többféle kőolaj tartozik ebbe a csoportba, például Szaúd-Arábiából az *Arab Light*, az Egyesült Arab Emírségekből a *Fateh*.

A különböző kőolajok árait a kőolaj összetétele határozza meg. A legmagasabb ára a magas könnyű-párlat tartalmú, alacsony kéntartalmú olajoknak van.

A kőolaj kereskedelem legnagyobb része a tőzsdéken folyik. Vannak nemzetközi kereskedelmi szerződések is kőolaj termelő és felhasználó között.

Az olajipari társaságok részvényei is tőzsdei kereskedésben adhatók-vehetők.

A kőolaj tőzsdei árának csúcsa 2008. júliusban volt, 147 USD/barrel árral. A legalacsonyabb tőzsdei ár 2020. április 20.-án volt, negatív árral.

A világ minden országában használnak kőolaj termékeket. Az országok általában 90 napos készletet tartanak fenn kőolajból és kőolajtermékből.

Az elhúzódó orosz-ukrán háború arra készteti az orosz olajat importáló országokat, hogy a biztonságos kőolaj ellátásuk és politikai érdekek miatt váljanak le az orosz kőolaj vásárlásról.

Az Európai Unió 2025. májusában határozott arról, hogy 2027-ig fokozatosan csökkenti az energiahordozó importot Oroszországból, majd 2027-től beszünteti ezt az importot. A meglévő hosszú távú szállítási szerződéseket is fel kell bontani. A döntéshez néhány megjegyzés:

- Ezt a döntést alapvetően a háború mielőbbi lezárása érdekében hozta az EU.
- Oroszországnak alapvető érdeke a szénhidrogének exportja, a nemzeti jövedelmének kb. 40 %-t jelenti. Oroszország eddig is igénybe vett névtelen kőolaj, kőolajtermék és LNG szállítókat az exportja fenntartására.
- Oroszország szénhidrogén exportjában jelentős tételek ma is a volt szovjet köztársaságokból származó kőolaj és földgáz.
- Az EU döntése mögött az USA további export tervei is felfedezhetők.
- Ha a piacváltás megvalósul, akkor újabb szállítási útvonalak, létesítmények kiépítésére is szükség lesz, jelentős beruházásokkal, ezért minden érintett

ország keresni fogja azokat a kereskedelmi csatornákat, amelyek megmentik ezektől a költségektől.

- A hosszú távú szénhidrogén szállítási szerződések take-or-pay kikötést tartalmaznak, a bármilyen okból át nem vett szerződött mennyiséget meghatározott áron ki kell fizetni.

Az NRGREPORT-ban 2025. május 14.-én megjelent értékelés az EU határozattal kapcsolatban [18]:

- Földgáz és kőolaj szállítása Ukrajnán keresztül rendkívül kockázatos
- az EU országok kitettsége napjainkban is jelentős az orosz szénhidrogénektől: a háború kitörése óta mintegy 200 milliárd euró értékű import érkezett Európába, ebbe nem számoltuk bele a névtelen szállítások értékét
- a földgáz szállító rendszeren (Török Áramlat, horvát, román, osztrák összeköttetések) érkezhetsz annyi földgáz Magyarországra, amennyi a biztonságos ellátáshoz szükséges
- a kőolaj beszállítás az Adria és a Barátság vezetéken folyik ma. Az Adria vezeték kapacitása ma nem biztosítja a Barátság vezeték kapacitását.
- A szénhidrogén források átrendezése mindenképpen jelentős beruházásokkal, költséggel jár, ami a földgáz és a kőolaj árában is megjelenhet.

2024-ben 4 543 millió tonna kőolajat termeltek a világon [5]. A kitermelésben élen járó országok:

1. USA 858 millió tonna,
2. Oroszország 526
3. Saudi Arábia 510

A 16. táblázatban a kőolaj termelés alakulását mutatja be az Energy Institute [5].

16. táblázat: A kőolaj **termelés** a világban és országcsoportokban (millió tonna)

	2020	2021	2022	2023	2024
világ	4188	4237	4426	4514	4543
OPEC	1403	1441	1552	1540	1543
EU	19	18	17	16	16

A 17. táblázat szerint alakult a kőolaj felhasználás a világban és egyes ország csoportokban az Energy Institute szerint [5].

17. táblázat: A kőolaj **felhasználás** a világban, az OECD-ben és az EU-ban (EJ)

	2020	2021	2022	2023	2024
világ	176	186	193	197	199
OECD	80	85	88	87	87
EU	20	21	22	22	22

5.1.1. Az OPEC és stratégiája

Az OPEC (Organization of the Petroleum Exporting Countries) 1960-ban alakult 12 taggal.

Az OPEC szervezet 2025-ben 13 kőolaj exportáló országot fog össze. Ezek az országok adják most a világ kőolaj termelésének 36,5 %-át. Nem tagja a szervezetnek sem az USA, sem Oroszország. Létrejött egy tíz tagországból álló közösség, az OPEC+, amely elfogadja az OPEC döntéseit, ha azok teljesítése az adott ország érdekeit súlyosan nem sértik. Az OPEC szervezetben a tagországok a kitermelésükkel arányos szavazattal rendelkeznek, így Szaud-Arábia a vezető az OPEC-ben. Csak valamennyi tag egyetértése esetén születik új stratégiai döntés. Olyan fontos döntés, mint a jelenlegi termelés korlátozás, hosszas előkészítés, alkudozás után alakul ki, és esetenként egy-egy ország kivételt is kaphat. A jelenlegi kitermelés csökkentésnél is el kellett fogadni Irán és Líbia kivételezését a kitermelési kontingensek meghatározásánál.

A közös döntés meghozatalának egyik nehézségét az okozza, hogy a 13 országban a gazdasági helyzet nagyon különböző. Szaud-Arábia, Egyesült Arab Emírségek, Kuvait olcsón tud olajat termelni, nagy haszonnal tudja eddig eladni az olajat, hatalmas tőketartalékot tud felhalmozni. Venezuela, Nigéria, Líbia államcsőd határán van. Az OPEC tanácskozás döntését a tagországok általában igyekeznek betartani. Nem lehet azt mondani, hogy ez mindig sikerül.

Az OPEC a döntések végrehajtásához nem tud szankciókat kapcsolni, mert az olajexport csatornáit szövevényesek és nehezen ellenőrizhetők. Talán éppen az OPEC-en kívüli államok tudnak legtöbbet az OPEC kontingensen kívüli szállításokról. A kőolaj tőzsdei forgalma is csak közvetetten ad információt a termelő országokról.

Az OPEC nem hozott döntéseket az orosz-ukrán háború miatt, de az EU döntések hatását beépítette határozataiba. Ma már tudjuk, hogy az orosz kőolaj ellen hozott EU döntések sem vonatkoznak egységesen minden EU tagállamra, és az embargó alá vett orosz kőolaj is megtalálta a csatornáit a kőolaj világpiacára névtelen közreműködő államok és cégek közreműködésével.

Irán az OPEC tagja, 3975 ezer hordó/nap referencia kőolaj termeléssel, az OPEC

negyedik legtöbb kőolajat termelő országa.

Irán 2025. június 13.-án légi úton megtámadta Izraelt. A támadást Izrael viszonzta. A Brent kőolaj tőzsdei ára a 18. táblázat szerint azonnal megugrott:

18. táblázat: A Brent kőolaj árak alakulása

Nap	Óra	Brent ár (USD/barrel)
2025.06.11	12	68
2025.06.12	12	69,2
2025.06.13	12	75,1
2025.06.15	0	74,89

Irán ellenőrzése alatt áll a Hormuzi tengersizor, a kőolaj világ kereskedelem egyik legfontosabb tengeri útvonala.

Az OPEC-en kívüli államok között is találunk jelentős országokat, nagy olaj termeléssel: például Oroszország, Egyesült Államok, Kanada, Irán,

Ezek között az országok között nincs szoros, szervezetszerű együttműködés, de termelési, kereskedelmi stratégiájukat az OPEC döntések függvényében alakítják ki. Alapvető érdekük, hogy a kőolaj árbevételük ne csökkenjen, ezért a kőolaj árának és a kitermelés változtatásának hatását együtt értékelik.

A kőolaj termelés alakulását mutatja be a 19. táblázat az egyes országcsoportok esetében [5].

19. táblázat: A kőolaj termelés egyes ország csoportokban (ezer hordó/nap)

Év	2020	2021	2022	2023	2024
OECD	28244	28514	29614	31330	31958
OPEC	31107	31928	34247	34048	32798
EU	392	370	346	328	330

Az U.S. Energy Information Administration (EIA) a 20. táblázat szerinti prognózist készítette a világ kőolaj felhasználásáról [3].

20. táblázat: A világ kőolaj felhasználásának jövője quads mértékegységben
(quads = $1,06 \cdot 10^{12}$ MJ)

Év	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Fogyasztás	26,69	27,66	27,45	26,86	27,11	27,39

Az EIA 2025. márciusban a 21. táblázat szerint becslést adott ki a Brent típusú kőolaj várható áráról a jövőben [3].

21. táblázat: A Brent kőolaj ár várható alakulás (USD/barrel)

Év	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Ár	72	80	82	85	87	91

A kőolaj árát lényegében a világ átlagos inflációja emeli, a háborús események, az USA vám intézkedései nem gyakorolnak érdemi hatást az árakra.

Az USA kőolaj termelése 2025-ben 26,78 EJ az EIA becslése szerint [3].

Az EIA új energia prognózisa néhány változást mutat az amerikai energia piacokon. Szerepe lehet ebben Trump elnök nagyszámú határozatának, melyek lényeges elemeket tartalmaztak az energia piacokra is:

- új LNG terminál épüljön a Missisipi torkolatánál Louisiana államban, évi 9,5 millió tonna LNG export képességgel
- új tengeri szénhidrogén kutatást és kitermelést indítanak 625 millió hektáron
- földgáz vezeték épül Pennsilvaniából New Yorkba
- testületet alapított az USA globális energiapiaci szerepe megtervezésére (National Energy Dominance Council)

A 2025. évi várható változások:

- az USA kőolajtermék (gázolaj, fűtőolaj) fogyasztása 2025-ben 4 %-kal nő, és 2026-ban változatlan marad a GDP növekedése és a növekvő ipari tevékenység miatt.
- A benzin fogyasztás 2025-ben változatlan marad, mivel az üzemanyag felhasználás hatékonyságának javulása meghaladja a forgalom növekedés mértékét. 2026-ban további hatékonyság növekedésre és lassabb foglalkoztatási növekedésre lehet számítani.
- a földgáz ára: 2025. januárban a Henry Hub földgáz ár 4,13 USD/mmBtu volt. 2026-ban 4,2 USD/mmBtu árat várhatunk

2025.-ben az USA megőrzi nettó fosszilis energiahordozó exportőr szerepét. Ezzel a stratégiával az USA szeretne minél nagyobb részt megszerezni Oroszország kőolaj és földgáz piacából.

A hazai kőolaj termelés szép múltra tekint vissza. Időnként újabb lelőhelyek kerülnek a kitermelés forrásai közé, de a kitermelés mennyiségének jelentősebb emelkedésére nem lehet a jövőben számítani. A 22. táblázat a hazai kőolaj termelés múltját mutatja be.

22. táblázat: A hazai kőolaj- és kőolajtermék termelés (P) [22]:

Év	2015	2020	2021	2022	2023
Termelés	36,3	43,2	45,6	45,3	47,4

A hazai elsődleges kőolaj- és kőolajtermék ellátás mérlege 2024-ben (ezer tonna) [10]:

belföldi termelés	1269
import	5789
export	106
finomítói felhasználás	7228

A kőolaj és kőolajtermék készlet átlagosan 1900 ezer tonna.

A kőolaj- és a kőolajtermékek szerepe a hazai primer energia felhasználásban növekvő tendenciát mutat:

2015	27,6 %
2020	28,3
2021	29,4
2022	31,1
2023	32,1
2024	32,4

2025. első félévben a hazai kőolaj kitermelés meghaladta az előző évit:

2024. első félév:	504 ezer tonna
2025. első félév:	593 ezer tonna

A hazai kőolaj termelés nem fedezi a belföldi igényeket. A kőolaj és kőolajtermék külkereskedelem intenzív.

A Energiaügyi Minisztérium újabb szénhidrogén kutatási területekre adott ki engedélyt az országban.

A MOL a kőolaj import biztonságának emelése érdekében újabb kutatás-termelési és kereskedelmi megállapodásokat kötött: a kazahsztáni KazMunayGas céggel, 85 ezer tonna kazah kőolaj behozatalára. A kőolaj a Fekete-tengeren és az Adria vezetéken keresztül érkezik az országba. A MOL részt vesz az azerbajdzsáni kőolaj kutatásban és kitermelésben is, 2024-ben 5 millió hordó olajat szállítottak a térségből. A MOL célja a kőolaj beszerzés diverzifikálása.

5.2. A földgáz szerepe a világ energia ellátásában

5.2.1. A földgáz

A világ primer energia felhasználásában a földgáz a harmadik legfontosabb energiahordozó. 2024.-ben a földgáz felhasználás a világon 148 EJ volt, a kőolaj 199 EJ, a szén 165 EJ mennyiséggel előzte meg. Magyarországon a földgáz felhasználás 0,30 EJ volt, a kőolaj előzte meg 0,34 EJ értékkel [5]. A földgáz szerves anyagok – növények és

tengeri állatok – bomlásából keletkezett évmilliók során. A tengerekben ma is képződik földgáz, ami részben az elhullott tengeri állatok vázszerkezetéből képződő mészkő pórusaiban kötődik meg. A földgáz a képződés helyétől a kisebb nyomású terek felé migrál, általában a tenger felszín felé. A talajrétegekben is áramlik a földgáz, szintén a felszín felé. A gázzáró rétegek alatt alakulnak ki a földgáz lelőhelyek. Földgáz molekulák ma is lépnek ki a talaj felszínén és távoznak a levegőbe.

A földgáz színtelen, szagtalan, normál környezeti viszonyok mellett gáz halmazállapotú fosszilis energiahordozó.

A földgáz előnye más fosszilis energiahordozókhoz képest a könnyebb kitermelés és szállítás lehetősége, a biztonságos felhasználás feltételei mellett a jól szabályozható felhasználása.

A földgáz túlnyomó részben metánt tartalma (általában 90 tf % felett), de tartalmaz etánt, propánt, butánt is. A hazai termelésű földgázok különböző mértékben tartalmaznak szén-dioxidot, nitrogént is.

A földgáz a levegőnél kisebb sűrűségű, a légkörbe kerülő földgáz a légkörben felfelé áramlik.

Jellemző hazai földgáz összetétel:

- metán 95,8 tf%
- etán 2,3
- propán 0,7
- bután 0,2
- nitrogén 0,6
- szén-dioxid 0,2

A kitermelt földgázt tisztítani kell. A rétegből szilárd közet szennyeződést, vizet hozhat magával, ezeket az anyagokat le kell választani. A butánnál nagyobb szénatom-számú szénhidrogéneket (például pentán, hexán, benzol) szintén le kell választani a földgáz szállítására előtt.

A magyarországi földgáz lelőhelyek többsége üledékes közet, amelyet felülről gázzáró talajréteg zár le.

5.2.2. Metánhidrát, nem hagyományos lelőhelyek

A 2000. év táján indult el a nem hagyományos földgáz lelőhelyek kutatása. A nem hagyományos lelőhelyek általában nagy sűrűségű közetek, amelyben gáz zárványként található a földgáz.

A tengerek mélyén fedezték fel a metánhidrát telepeket, amelyek metán és víz különös asszociációját jelenti, meghatározott nyomás és hőmérséklet viszonyok között

keletkeznek.

A nem hagyományos földgáz lelőhelyek kutatásában és a kitermelésben az USA jár élen a világban.

5.2.3. A hazai földgáz ellátás rendszere

A földgáz termelő helyekről, a föld alatti tárolótól, a határ keresztező pontoktól a földgázt az FGSZ Zrt. szállítja a nagynyomású csővezeték rendszerrel a gázátadó állomásra, kiadási pontra. Az FGSZ Zrt. kezeli a tőzsdei földgáz kereskedelembe használt Magyar Gázkiegyenlítési Pontot (MGP), a kereskedés virtuális pontját.

A gázátadó állomástól a felhasználó átvételi pontjáig (telekhatár vagy gázmérő) az elosztó hálózattal az elosztói engedélyes szállítja a gázt.

Az elosztó részére fizetendő elosztási díjak elosztói engedélyesenként eltérőek. A fizetendő tételek: kapacitásdíj és forgalmi díj.

A földgázt föld alatti tárolóban tároltatják. A föld alatti földgáz tárolók leművelt földgáz lelőhelyek. A föld alatti tárolók töltése általában tavasztól ősziig tart, ürítése pedig ősztől tavaszig.

A világ földgáz felhasználása az Energy Institute (EI) szerint a 21. táblázat szerint alakult [5]:

21. táblázat: A világ földgáz termelése (milliárd m³)

Év	2015	2020	2021	2022	2023	2024
Termelés	3515	3867	4046	4050	4064	4124

A földgáz felhasználás csökkenése első sorban a klímaváltozásnak köszönhető. A földgáz felhasználás szerint az országok sorát vezető államok 2024-ben:

1. USA 1 033 milliárd m³
2. Oroszország 630
3. Irán 263

A földgáz felhasználás alakulását mutatja be a 22. táblázat az egyes országcsoportok esetében [5].

22. táblázat: A földgáz felhasználás az egyes országcsoportokban (milliárd m³)

Év	2015	2020	2021	2022	2023	2024
OECD	1280	1496	1519	1599	1628	1621
EU	84	48	44	41	34	33

Az Északi Áramlat I. és II. földgáz vezetéket 2022. szeptember 26.-án felrobbantották. Ezen a vezetéken évente mintegy 100 milliárd m³ földgázt szállítottak Európába, Oroszországból. Ez a két vezeték az orosz földgáz export kulcsfontosságú létesítménye

volt.

Az európai gázhiány az árak gyors emelkedését vonta magával, ezzel az LNG versenyképes lett az európai földgáz piacokon. Elsőként az USA növelte gyors ütemben az LNG beszállítást Európába. Viszonylag rövid időn belül megjelentek az európai LNG terminálokon bizonytalan eredetű LNG szállítmányok földgázt szállító hajókon, nem lehetett kizárni az orosz eredetet.

2025-ben már az egyensúlyra lehet számítani az európai földgáz piacokon, az árak is stabilizálódnak.

A hazai földgáz termelés kismértékben nőtt 2025. első félévben az előző év azonos időszakához képest:

2024. első félév:	956 millió m ³
2025. első félév:	977 millió m ³

Oroszország szerepe a szénhidrogének termelésében nem csökkent az orosz-ukrán háború ellenére sem, mert az orosz gazdaság legfontosabb export termékéről van szó. A háború miatt meghirdetett import bojkott szinte kizárólag az Európai Unió országai esetében érvényesül, de itt is vannak kivételezett országok. Az orosz export szinten tartásában sok névtelen kereskedő és ország vesz részt.

Magyarország 2021-ben 10+5 évre szóló földgáz import szerződést kötött Oroszországgal. A földgáz főleg a Török Áramlat nevű vezetéken érkezik Oroszországból Törökországon, Bulgárián és Szerbián keresztül a déli magyar határra.

2025-ben Ukrajna leállította a földgáz tranzitálást Szlovákia felé, ezért Szlovákia ellátását is nagyrészt Magyarországon keresztül, a Török Áramlat felől oldották meg.

2025. január 21.-én beiktatták Trump elnököt, az USA ismét megválasztott első számú vezetőjének. Trump az addigi amerikai gazdaságpolitika majd minden elemét megváltoztatta, szinte a beiktatása napján. Trump új energetikai rendeletei:

- új LNG terminál épüljön Louisiana államban, a Missisipi torkolatánál, évi 9,5 millió tonna LNG export kapacitással
- induljon el a tengeri szénhidrogén kutatás újabb területeken, mintegy 625 millió hektár célterülettel
- épüljön új földgáz vezeték Pennsilvaniából New Yorkba
- testületet alapítottak az USA globális energiapiaci szerepének megteremtésére (National Energy Dominance Council)

Ezek az intézkedések egyértelműen az amerikai szénhidrogén export növelését és stabilitását szolgálják. A szénhidrogének jövője kutatásának első számú célpontja az amerikai szénhidrogén stratégia elemzése.

A földgázt vásárló, tengerparttal rendelkező országok egyre több LNG-t (liquefied

natural gas= cseppfolyós földgáz) importálnak. Az LNG koncentrált energiahordozó, hajókban, tengeren jól szállítható, tárolható, viszonylag kis költséggel. Karrierje töretlen, az árutőzsdék állandó szereplője, egyre több ország kapcsolódik be a kereskedelmébe. Környezetünkben a horvátországi Krk szigetén működő LNG terminálról importálunk évi 1,0 milliárd m³ földgázt. Elkezdődött a terminál kapacitásának emelését szolgáló fejlesztés is.

2024-ben a világon 544,1 milliárd m³ földgázt exportáltak LNG formában. A legjelentősebb exportőr országok: Katar (107 milliárd m³), Ausztrália (107 milliárd m³), USA (115 milliárd m³). Az LNG legjelentősebb vásárlói voltak: Japán (89 milliárd m³), Kína (105 milliárd m³), Dél Korea (63,6 milliárd m³), Franciaország (25,7 milliárd m³).

Különleges LNG a nagy tisztaságú gáz, a 99 % feletti metán vagy az etán. Ezeket a minőségeket közvetlenül lehet kémiai folyamatokba vinni.

Az LNG piaca gyorsan változik, és egyre újabb szereplők jelennek meg:

- nő a világ LNG forgalma,
- 2025-ben 18 ország exportál LNG-t, új eladó a piacon Brunei, Guinea, Peru, Vietnam, Egyiptom,
- Európában Norvégia és Oroszország LNG exportőr,
- Oroszország is szeretné megőrizni (első sorban az európai) export piacait, ezért gyors ütemben fejleszti LNG termináljait és szállító flottáját is, Távol-Keleten forgalmaz LNG-t, de megindultak az orosz szállítások az Északi-tengeren is,
- 2019.-től az USA már nettó exportőr földgázban, és az export egy része LNG formában volt,
- Kína, India, Tajvan nagy energia szívése látszik az LNG piacon,
- a saját földgáz termeléssel nem rendelkező országok (például Belgium vagy Spanyolország) az import mellett megindítja az LNG exportját, mert ez az üzleti aktivitás a földgázpiac fontos eleme: készletezni LNG-t és kihasználni az LNG ármozgását.

2024. évi átlagos LNG árak (USD/mmBtu):

Japán	11,73
Kína	11,05
Dél-Korea	12,02
Nyugat-Európa	10,74

A szén-dioxidot sokoldalúan használjuk a mindennapi munkánkban, étkezésünk során is. Hazánk a földben jelentős szén-dioxid készlettel rendelkezik. Nagy tisztaságú szén-dioxidot bányásznak/termelnek a Dunántúlon. 2021-ben a szén-dioxid földtani vagyont 44268 millió m³-re becsülik, a kitermelhető vagyont 28392 millió m³. Az éves

kitermelés 120 millió m³ volt [4]. Az egyéb gáz komponensektől tisztított szén-dioxidot főleg az élelmiszeripar, a hegesztéstechnika használja.

5.3. Energetikai kutató intézetek prognózisai

A világ primer energia felhasználásának jövőjét az energia kutató intézetek különbözőképp vázolják.

Több energetikai kutató intézet készít előjelzéseket az energiahordozók piacáról, az árak alakulásáról, a légkörvédelmi programok hatásáról az energiahordozó struktúrára. A British Petrol, az International Energy Agency és az U.S. Energy Information Administration kutatóintézetének friss előjelzéseit tekintjük át, amelyet az orosz-ukrán, és az arab-izraeli háború hatásai figyelembe vételével készítettek. Minden ilyen prognózis általában több változatot dolgoz ki, mert az energia piacokat sokféle hatás éri. Az energiahordozó piacokon az árak talán a legfontosabb elemek, ezek előjelzése ugyanakkor a legnehezebb feladat.

2022.-ig alapos és körültekintő energia piaci elemzéseket tett közzé az ERIRAS, az Orosz Tudományos Akadémia Energia Kutató Intézete is. Az orosz-ukrán háború kitörése után az ERIRAS elemzései nem hozzáférhetők.

A földgáz jövőbeli szerepének vázolásához figyelembe vették az orosz kormányzati szervek új energetikai stratégiáját. A stratégia a következő célokat tartalmazza:

- erősíteni a nukleáris piacot
- erősíteni a cseppfolyós földgáz piacát
- technológiai szuverenitás
- az ázsiai-csendes óceáni térség szerepének erősítése
- 27 GW új orosz erőmű építése 2030-ra

Négy kutató intézet előjelzéseit és elemzéseit használjuk a következőkben, amelyeket az erőforrások reális igénybevételével teljesíthető, alapvetően a légkör védelmet célzó energiahordozó szerkezet kialakításához kapcsolhatók:

- British Petrol (BP): Accelerated Scenario [1]
- International Energy Agency (IEA): Announced Pledges Scenario [2]
- U.S. Energy Information Administration (U.S.EIA): Reference Case [3]
- Orosz Tudományos Akadémia Energia kutató Intézete (ERIRAS): Innovatív scenario [7]

5.3.1.1. 2021. évi prognózisok

A világ primer energia igényének jövőjét mutatja be a 23. táblázat (EJ):

23. táblázat: A világ primer energia felhasználása

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
BP	638	654	655	660	665	666
IEA		636		626		629
U.S. EIA	632	668	710	753	798	840
ERIRAS	657	696	731	763		

A négy intézet prognózisában közös elemek:

- a világ primer energia igénye nőni fog
- nincsenek országok közötti háborúk
- az USA, Kína, Oroszország nem vállal lényeges klímavédelmi feladatokat

A prognózisok eltéréseinek több oka van:

- a kutató intézetek szempontjait befolyásolja a honos energia politika,
- a légkör védelmi akciók a világ különböző térségeiben eltérő tartalmúak és intenzitásúak,
- a Föld népességének változása és vándorlása jövőjét a kutatók kissé eltérően látják
- az energiahordozó cserék hatékonysága is eltérő.

Az energiahordozók várható szerepének megismerésére nézzük meg az IEA prognózisát a 24. táblázat szerint [2]:

4. táblázat: Az energiahordozók szerepe a világ primer energia felhasználásában (EJ)

	2021	2030	2040	2050
kőolaj	183	179	139	108
szén	107	83	43	17
földgáz	146	130	99	77
nukleáris	30	39	49	56
megújulók	74	141	239	319

5.3.1.2. 2024. évi prognózisok

A világ primer energia igényének jövőjét mutatja be a 25. táblázat:

25. táblázat: A világ primer energia igénye a kutató intézetek szerint (EJ)

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
BP*	620	635	640	650	645	640
IEA		676	682	691		722
U.S. EIA	630	665	701	735	774	814
ERIRAS	...	...	...	...	...	...

*BP Current Trajectory változat

Az intézetek prognózisában közös elemek:

- a világ primer energia igénye nőni fog
- dúl az orosz-ukrán és az arab-izraeli háború
- az USA, Kína, Oroszország továbbra sem vállal lényeges klímavédelmi feladatokat

Az energiahordozók várható szerepének megismerésére nézzük meg az IEA új prognózisát [2], a 26. táblázat szerint:

26. táblázat: Az energiahordozók prognózisa az IEA szerint (EJ)

	2023	2030	2040	2050
kőolaj	192	195	182	176
szén	175	156	114	94
földgáz	145	153	152	152
nukleáris	30	36	45	49
megújulók	78	120	185	241

A fosszilis energiahordozók szerepének csökkenése 2040 után egyértelműen várható.

A kőolaj, szén és földgáz készletekről gyakran jelennek meg becslések, lényegesen eltérő adatokkal.

A fosszilis energiahordozók közül első sorban a nem hagyományos kőolaj- és földgáz készletek kutatása hozott komoly eredményeket az utóbbi években.

Új felfedezés a metánhidrát, a víz és a metán asszociációja, hőszerű anyag. Elég szűk hőmérséklet és nyomás tartományban alakul ki, tengerparti sávokban és az örök fagy birodalmában. Kitermelési kísérletei elindultak, a hatalmas készletekről még becslések sem jelentek meg.

Az előrejelzések szerint a földgáz felhasználás lassú ütemben fog csökkenni a jövőben. Köszönhető ez a prognózis annak, hogy:

- a világ nem hagyományos földgáz készletei hatalmasak, pontosan még becsülni sem lehet,
- Oroszország a háborús embargó után az addig Európába szállított földgázt Kínába irányította, mondhatni bármilyen áron több, és több földgázt akar exportálni,
- a világon az LNG szinte bárhol elérhető, és azok az országok tudnak előre törni az LNG piacán, amelyek a földgáz feleslegüket eddig más szállítási móddal nem tudták piacra vinni,
- a földgáz mintegy 80 %-a tőzsdéken fordul meg. A tőzsdei árak mozgása hatással van a kutatásra, a gáztermelés technológiájának fejlesztésére, a szállítás módjára is,
- a földgáz könnyen kezelhető, általában nem kell tárolni, de készletezhető is,
- a földgáz energetikai hasznosítása közben tartható léghő szennyezéssel jár.

5.3.2. British Petrol [1]

A British Petrol rendszeresen készít elemzéseket az energia piacok helyzetéről és készít prognózisokat is. Általában három változatot dolgoznak ki:

- Accelerated (AC) változat: 2024-től egyensúly lehet az energiák piacán, 2050-ig a szén-dioxid kibocsátás 70 %-kal csökkenhet az erőteljes energia takarékosági és légkör védelmi intézkedések, beruházások hatására. Ezt a változatot tekinthetjük reálisnak, és a továbbiakban ezt idézzük.
- Net Zero Scenario (NZ) változat: a szén-dioxid kibocsátás legalább 95 %-kal csökken, vagyis szinte zéró kibocsátás lesz 2050-ben. Ennek a változatnak a teljesítéséhez ma még nem látszik a szándék (és pénz) a világ legtöbb országában.
- New Momentum (NM) változat: a koronavírus járványból és az orosz-ukrán háború energiapiaci hatásaiból kilábalva visszatérünk az előző időszak környezetvédelmi programjai lassú megvalósításához, az energia felhasználást jelentős világ-események nem befolyásolják. Tulajdonképpen ez az ölbe tett kéz változat.

A British Petrol 2022-ben kiadott energetikai jövőképe az orosz-ukrán háború miatt felborult energia világpiac alapján készült. Az akkori prognózisnak a legfontosabb tétele az orosz szénhidrogén és villamos energia export szállítások kiváltásához kapcsolódó piaci események voltak. Az Európai Unió embargó határozata az orosz energiahordozók kizorítását indította el Európában. Az energia források átrendezése nehézkesen indult, az energiahordozó árak nem várt csúcsra ugrottak. Az energia takarékoságot, a megújuló energiahordozók felé fordulást 2022-ben még háttérbe tolta az oroszokat felváltó új szénhidrogén exportáló államok erősödő szerepe, az

energia igények maradéktalan kielégítésének megnövekedett bizonytalansága.

2023-ban az amerikai és európai összefogás a kialakult energiapiaci helyzet megoldására eredményes volt. Az USA nem hagyományos kőolaj és földgáz termelői a megugró piaci árak miatt lendületet kaptak újabb kutatásokra, a kitermelés fokozására. Az USA belépett a legtöbb LNG-t termelő és exportáló országok közé, és 2023-ra az európai földgáz hiányokat bőven kompenzálni tudták. Az orosz kőolaj európai exportját az OPEC államok viszonylag könnyen helyettesítették.

Közrejátszott a piaci egyensúly kialakulásában az is, hogy az oroszok találtak olyan névtelen közreműködőket az Európából kiszorult szénhidrogénjeik értékesítésére, akik nagyrészt pótolták az európai piacvesztést. Több esetben bizonyítható volt, hogy az Európába más országok zászlaja alatt érkező szénhidrogének orosz eredetűek.

2021-ben Oroszország 244,1 millió tonna kőolajat és 139,4 millió tonna kőolajterméket exportált. 2024-ben 243,1 millió tonna kőolaj és 104,3 millió tonna kőolajtermék export volt. Az export volumen csökkenése érdemi változást nem idéz elő az orosz gazdaságban.

2023. újabb háborút hozott: az arab-izraeli háborút. 2025. év elején még az látható, hogy ez a háború kisebb hatással lesz az energiahordozók világpiacára mint az orosz-ukrán háború.

A British Petrol az energia piacokon bekövetkezett változások alapján 2023-ban korrigálta az energiahordozók jövőjéről kialakított képet [1]. A BP az új előjelzések készítésénél ismét három alternatívát dolgozott ki. Az AC és a NZ változatok alapvetően a 2015-ös Párizsi Klímaegyezmény célkitűzései szerint készültek különböző intenzitású energetikai programok feltételezésével. A továbbiakban az AC változatot mutatjuk be, mert ezt tekinthetjük a legrealisabbnak a világ 2025. év elején látható eseményei alapján.

A világon, a fejlett és fejlődő országokban a GDP átlagos alakulását mutatja be a 27. táblázat [1]:

27. táblázat: A GDP várható alakulása 2023-hoz viszonyítva

	2025	2035	2050
Világ	-2,50%	-2,50%	-5,80%
Fejlett országok	-2,10%	-1,00%	-2,10%
Fejlődő országok	-2,60%	-3,50%	-7,00%

A GDP általános csökkenése a gazdasági fejlődés általános fékeződését jelenti. Szerepe lehet ebben annak, hogy a világ gazdaságának vezető államai jelentős segélyeket nyújtanak Ukrajnának. A GDP csökkenésével együtt szokott járni az energia fogyasztás csökkenése is.

A végső energia felhasználást a két legfontosabb befolyásoló tényező függvényében

mutatja be a 28. táblázat [1]:

28. táblázat: A végső energia felhasználás alakulása

	2035	2050
A hatékonyság növekedés miatt	-1,80%	-1,60%
A GDP alakulása miatt	-2,00%	-4,10%

2035.-ben a primer energia felhasználás energiahordozói alakulását mutatja be a BP 2022.-höz képest [1]:

összesen:	-2,3 %
kőolaj	-5,3 %
földgáz	-6,3 %
szén	-2,6 %
nukleáris	+2,0 %
megújulók	+5,0 %
vízenergia	+0,1 %

Az energia igények csökkenését a hatékonyabb felhasználás és a klímaváltozással járó légköri hőmérséklet emelkedés adatai indokolják. Az energiahordozó szerkezet átalakítása szoros összefüggésben van a klímavédelmi törekvésekkel. A földgáz felhasználás jelentős csökkenése is a légkör szén-dioxid tartalmának riasztó növekedése miatt reális a jövőben.

A karbon intenzitást is felmérte a BP, 2022-höz képest a 29. táblázatban [1]:

29. táblázat: A karbon intenzitás alakulása

Év	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Intenzitás	-0,70%	-0,60%	-1,10%	-1,60%	-1,70%	-2,00%

Biztatónak ítélnélhetjük ezt a karbon intenzitás jövőt. E jövőkép mögött is nagyon jelentős beruházások vannak, amiket a háborúk komolyan veszélyeztetnek.

Az Európai Unió országainak primer energia felhasználása valamivel elmarad a 2023. évi prognózishoz képest. Az EU import primer energia alakulása a 30. táblázatban látható [1].

30. táblázat: Az import primer energia hányad az EU országokban

Év	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Import hányad	50,00%	48,00%	46,00%	42,00%	36,00%	30,00%

Az energiahordozó import csökkentése szintén költséges program: az országok nagyobb mértékben támaszkodjanak a helyi megújuló energia forrásokra.

Az orosz gazdaság nagyon fontos eleme a földgáz exportja. Cseppfolyós földgázt már évtizedek óta exportálnak a Távol-Keleten. Egyre erősödő az orosz LNG export az

Északi-Tenger térségéből. Itt is érvényesül a névtelen szállítási közreműködők szerepe. Az orosz LNG export 2020-ban 41,8 milliárd m³ volt, 2021-ben 39,5, 2022-ben 40,2, 2023-ban 42,7 milliárd m³. A fő vásárlók: Kína, Japán.

2022. szeptember 26,-án felrobbantották az Északi Áramlat I. és II. vezetéket, ezzel mintegy évi 100 milliárd m³ orosz gáz esett ki az európai gáz importból. A következmény a gáz árban azonnal megjelent: a TTF holland tőzsdén a földgáz ár 300 euró/MWh szintig ugrott fel. Európában a földgáz és LNG beszállítások szerencsésen tudták helyettesíteni az orosz importot, a földgáz tőzsdei ára 2024. februárban 30 euró/MWh, 2024. novemberben 47 euró/MWh szinten mozog.

A piaci egyensúlyt mutatja, hogy 2025. első negyedévben a földgáz ár a TTF tőzsdén 30...50 Eur/MWh szinten volt.

Az orosz-ukrán, majd az arab-izraeli háború hatással van minden ország gazdaságára. A háború költségei forrásokat vonnak el a gazdasági élet minden területén. Talán elsőként éppen a légkör védelem kiadásait csökkentették világszerte, a klímavédelem szenved meg a háborúkat. A háború világszerte az infláció erősödését is okozta. 2023-ra a világ gazdasága nagyrészt megbirkózott a háborúk gazdasági következményeivel.

A 2022-ben reálisnak ítélt szén-dioxid kibocsátás csökkenés 2023-ra valamivel magasabb szinten teljesül, és ez a kilátás 2050-ig tart. A 31. táblázat a légkörbe kerülő CO₂ mennyiségének várható alakulását mutatja be [1].

31. táblázat: A szén-dioxid kibocsátás várható mértéke (Gtonna)

Prognózis	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
2022. évi	32,3	32,5	32	29,8	27,8	25,8	23,3
2023. évi	32,3	30,5	30,4	27,8	25,8	23,3	21,3
2024. évi			36,2	33,3	31,2		31

A légkör szén-dioxid tartalma a Föld felszínén viszonylag azonos, ezért a Hawaii szigeten lévő Mauna Loa obszervatórium méréseit használjuk a levegő szén-dioxid tartalmának értékelésekor. 2019-ben 414,8 ppm koncentrációt mértek, 2024. januárban 422,8 ppm, 2025. májusban 430,69 ppm szintet. Pár évtizeddel ezelőtt azt mondták, hogy a légköri CO₂ 400 ppm felett már élethetetlen körülményt jelent.

Mivel a légkör szén-dioxid szintjének növekedése a klímaváltozás legfontosabb okozója, és a szén-dioxid kibocsátás gyors csökkenésére nem lehet számítani, a légkör változás jelenségei és vonzatai életünk egyre fontosabb elemei lesznek.

Az Európai Unió bevezette a szén-dioxid kvóta szabályozást a legjelentősebb ipari energia fogyasztóknál. A szabályozás eredményes, a szén-dioxid kvóta kereskedhető, tőzsdei áru lett. A szén-dioxid tőzsdei ára 2024. február 18.-án 54,62 euró/tonna volt a lipcsei EEX tőzsdén, 2024. november 22.-én már 69,40 euró/tonna, 2025. áprilisban 63,7 euró/tonna.

5.3.3. International Energy Agency [2]

Az International Energy Agency (IEA) is rendszeresen készít elemzéseket az energia piacok helyzetéről és készít prognózisokat is. Általában három változatot dolgoznak ki:

- Net Zero Emission by 2050 (NZE): az Európai Unió elhatározott klímavédelmi célja eléréséhez tartozó változat
- Stated Policies Scenario (STEPS): a megadott szabályzatok forgatókönyve, alig teszünk valamit a légkör védelmére, tulajdonképpen az „ölbe tett kéz” változat
- Announced Pledges (APS): a bejelentett vállalások forgatókönyve, jelentős erőfeszítések nélküli változat, ezt a változatot tekinthetjük a legreálisabbnak

A világ energia felhasználását mutatja be az IEA [2] a 32. táblázat szerint:

32. táblázat: A világ primer energia felhasználása (EJ)

Változat	2023	2030	2035	2040	2050
NZE	642	588	544	538	564
STEPS	642	676	682	691	722
APS	642	641	624	620	635

A kőolaj és a földgáz jövőjéről készített IEA előjelzések sok tényező különböző súlyú jövője figyelembe vételével készültek. Ma talán a STEPS változatot tekinthetjük reálisnak, mert:

- a légkör védelmi programok célkitűzéseit az Európai Unió tagországain kívül más országokban a gyakorlatban nem teljesítik
- a kőolaj iránti igényeket a Föld népességének gyarapodása fokozza, a közlekedés növekvő energia igénye miatt
- a következő években/évtizedekben a korszerű energia/szénhidrogén használat eléri a lakosság nagyobb hányadát

A világ kőolaj és földgáz felhasználásának jövőjét mutatja be az International Energy Agency a 33. táblázatban [2].

33. táblázat: A világ kőolaj és földgáz felhasználásának jövője (EJ)

		2023	2030	2035	2040	2050
STEPS	kőolaj	192	195	189	182	176
	földgáz	145	153	153	152	152
APS	kőolaj	192	178	156	133	100
	földgáz	145	138	121	106	86
NET ZERO	kőolaj	192	151	109	77	40
	földgáz	145	126	79	53	71

A világban folyó események és a Föld országainak mai megosztottsága a STEPS változat realitását erősítik.

Az IEA prognózist készített a világ szén-dioxid kibocsátásáról is, a 34. táblázat szerint.

34. táblázat: A világ szén-dioxid kibocsátása (millió tonna)

	2023	2030	2035	2040	2050
fosszilizsek	17931	18343	17772	17176	16399
összesen	37723	36170	33285	31185	28636

A szén-dioxid kibocsátás csökkenése sajnos, hosszú folyamat, az ezzel járó klíma jelenségek súlyos következményei gyorsíthatnák a kibocsátás csökkentést.

5.3.4. U.S. Energy Information Administration [3]

Az U.S. Energy Information Administration (EIA) első sorban az USA energia felhasználásával foglalkozik. A prognózis változatainál az USA-t érintő események játsszák a fő szerepet, például az orosz-ukrán, vagy az Irán-Izrael háború az USA gazdasági életére nem gyakorolt hatást. Az USA elnökei a légkör védelemmel kapcsolatban eltérő állásponton voltak eddig, sokkal nagyobb szerepet kapott az ország gazdasági életében az amerikai vállalkozások érdeke. Bizonyította ezt a Párizsi Egyezmény aláírásának megtagadása az USA részéről, mert a légkör védelmi intézkedések ellentétesek lettek volna a fellendülő nem hagyományos szénhidrogén kitermelés fokozásával. Ennek lett az az eredménye, hogy az USA 2019-re önellátó lett kőolajból és földgázból, és a nemzetközi szénhidrogén kereskedelemben is azonnal nettó exportőr lett. Az orosz-ukrán háború során az Északi Áramlat gázvezetékek felrobbantása után az USA azonnal megindította a jelentős cseppfolyós földgáz exportját Európába.

Az USA termeli a legtöbb kőolajat és földgázt a világon:

kőolaj termelés 2024-ben, millió tonna [2]:

USA	858
Oroszország	526
Szaúd Arábia	510
Kanada	290

földgáz termelés milliárd m³:

USA	1033
Oroszország	630
Irán	263
Kína	248

Az üvegház hatású gáz kibocsátásban az USA Kína mögött második volt 2024-ben:

ÜHG gáz kibocsátás millió tonna CO₂ egyenértékben:

Kína	12533
------	-------

USA	5110
India	3262
Oroszország	2249

Az U.S. EIA a 35. táblázat szerint az energiahordozók használatára két változatban készített prognózist: „reference case” és „side case” változatban [3]. A két változat között a prognózisban nincs lényeges eltérés. Az USA saját energiahordozó termelését mutatja be a 33. táblázat. (mértékegység: quad*):

35. táblázat: Az USA energiahordozó termelése

változat	2025	2030	2035	2040	2045	2050
reference	108,03	112,32	117,36	118,69	121,32	124,25
side	108,74	114,83	119,72	127,06	125,46	128,48

*quad= $2,93 \cdot 10^{11}$ kWh

A prognózisok szerint az USA fejlődése töretlen, az energia igények nőnek.

A kőolaj és a földgáz termelés jövőjét mutatja be a 36. táblázat (10^{24} Btu).

36. táblázat: Az USA szénhidrogén termelésének kilátásai

	változat	2025	2030	2035	2040	2045	2050
kőolaj	reference	26,69	27,66	27,45	26,86	27,11	27,39
	side	26,77	27,79	27,62	27,13	27,2	27,34
földgáz	reference	35,98	38,03	40,75	42,12	43,1	43,88
	side	37,31	39,43	42,26	43,68	44,7	45,5

A szénhidrogének kitermelésének növekedését indokoltnak tekinthetjük, mert az USA eddig is élen járt a nem hagyományos szénhidrogének kitermelésében. Az utóbbi években felfedezett metánhidrát kitermelési lehetőségek is indokolják a kitermelés növekedését.

Az. U.S. Energy Information Administration intézet 2025. márciusban megújította az USA várható energia igényének és termelésének prognózisát. Az energiahordozó termelés prognózisából a kőolajat és a földgázt emeljük ki, mert ez a két energiahordozó a teljes termelés mintegy 70 %-át adja, és ez a két energiahordozó kulcsfontosságú az USA külkereskedelmében és politikai ambícióiban is. A 37. táblázat az EIA legutóbbi prognózisát mutatja be [3].

37. táblázat: Az USA szénhidrogén termelésének prognózisa (EJ)

	2025	2030	2040	2050
kőolaj	26,78	27,11	23,36	22,1
földgáz (LNG)	8,57	9,45	9,94	10,12
földgáz	37,82	40,7	40,45	41,16

Az adatok azt mutatják, hogy az USA nem tesz érdemi lépéseket a fosszilis energiahordozók

felhasználásnak csökkentésére, a légkör védelem ügyében.

Az EIA a 38. táblázatban bemutatta az USA hosszú távú energiahordozó felhasználását is, side case változatban (10^{24} Btu) [3] :

38. táblázat: Az USA energiahordozó felhasználásának jövője

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
kőolaj	26,77	27,79	27,62	27,13	27,2	27,34
földgáz	37,31	39,43	42,26	43,68	44,7	45,5
szén	11,58	7,87	7,58	7,03	6,7	6,33
nukleáris	8,17	7,86	7,35	6,73	6,72	6,68
vízenergia	2,6	2,48	2,43	2,37	2,35	2,3
biomassza	4,97	4,93	5,09	5,21	5,45	5,82
egyéb megújuló	8,2	14,74	18,05	20,34	22,08	24,26
összesen	108,74	114,13	119,72	122,06	125,46	128,48

Az EIA előrejelzése alapján megállapítható, hogy:

- az energia igények növekedése reálisnak tekinthető,
- az USA továbbra is alapvetően a saját szénhidrogén termelésére támaszkodik,
- a szén felhasználás leépítése biztató képet mutat,
- a biomassza hasznosításban nincs elmozdulás,
- az egyéb megújulók használatának növekedése mögött első sorban a napenergia hasznosítás lehet.

Az U.S. EIA a 39. táblázatban mutatja be a földgáz árát.

39. táblázat: A Henry Hub földgáz tőzsdei árak alakulása [18]:

Időpont	Ár (USD/mmBtu)
2022.05.01	7,25
2022.06.30	5,68
2022.10.17	6,22
2023.03.16	2,49
2023.07.30	2,64
2024.04.20	1,76
2024.11.21	3,38
2025.05.12	3,73
2025.07.02	3,39
2025.08.21	2,80

A 40. táblázatban az U.S. EIA a prognózisában a Henry Hub földgáz árak kilátásait mutatja be (USD/ millió Btu) [3]:

40. táblázat: A Henry Hub földgáz árak jövője

Év	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Ár	3,53	3,06	3,74	4,02	3,89	3,84

Az árak a földgáz készletek bőségét, a kitermelési kapacitások növekedését, a földgáz iránti igény fennmaradását, és enyhe inflációt tükröznek. Az ár prognózis természetesen az USA földgáz termelési, felhasználási adottságaira épül.

5.3.5. ERIRAS: The Energy Research Institute of the Russian Academy of Sciences [7]

Az ERIRAS kutató intézet 2024-ben adta ki az „Előrejelzés a világ és Oroszország energiaszektorának fejlődésére” című tanulmányát.

Ebből a tanulmányból idézünk:

- A primer energia fogyasztás növekedése 2050-re jelentősen lelassul
- A világ potenciális energiaigényének több, mint fele a fizetéseképtelenség miatt kielégítetlen, amint azt az OECD országok egy főre jutó fogyasztási szintjének a világ többi részével való összehasonlítása is mutatja. 2050-ig a potenciális energiaigény és a tényleges fogyasztás közötti különbség várhatóan csaknem kétszeres marad.
- A következő években nem a kőolaj földtani készletek kimerülése, hanem a kőolaj igények csökkenése lesz a jellemző. A kőolaj kitermelés és feldolgozás kapacitásai továbbra is magas szinten lesznek.
- A legszegényebb országok gyors népességnövekedése megteremti az energiaszegénység előfeltételeit.
- A napelemeken és a szélenergia hasznosításon alapuló villamos energia termelés költségei a világ legtöbb országában egyre alacsonyabb lesz mint a fosszilis tüzelőanyagoké, de növelik a villamos rendszerköltségeket (tárolás, redundancia, hálózati infrastruktúra stb.)
- A szén-dioxid mentes villamos energiára átállás műszakilag megvalósítható, de régiótól függően a végfelhasználók villamos energia ellátási költségeinek 3...7-szeresre növekedése várható.
- A 2050-ig tartó időszakban a megújuló energiaforrások és a fosszilis tüzelőanyagok nemcsak versenyképesek lesznek, hanem kiegészíthetik egymást a fejlődő energia rendszerekben.
- Minden országnak megvan az ésszerű választási lehetősége:
 - a természeti adottságok kihasználására,
 - a fosszilis tüzelőanyagok rendelkezésre állása,

- a szomszédos országokkal az optimális energetikai kapcsolat kialakítására,
 - a fogyasztóknak elfogadható ármegoldások kialakítására,
 - a környezetvédelmi célok elérhetőségére.
- A világ szén-dioxid kibocsátásának tetőzése 2035...2040 évek közötti időszakban várható.
 - A közlekedésben a jármű technológia és megbízhatóság fejlődése az autók élettartamának növekedését és a járműállomány megújulási ütemének lassulását eredményezheti.
 - A közlekedésben előretör az LNG, az ammónia, a metanol, a bio-üzemanyagok használata.
 - Az energiafogyasztás központjai a fejlett világból a fejlődő világba helyeződnek át. Az 1970-es évek primer energia fogyasztás 70 %-át képviselő OECD országokban a következő ötven évben 36 %-ra csökkenhet.
 - 2050-re a BRICS országok adják a villamos energia termelés és fogyasztás felét. (*BRICS országok: Brazília, Oroszország, India, Kína, Dél-Afrika*)
 - 2050-ig az olaj- és gázpiac három pilléren marad: Észak-Amerika, a Független Államok Közössége és Közel-Kelet.

Az ERIRAS újabb elemzése és prognózisa nem hozzáférhető.

5.4. A kőolaj jövője

A minőség és a kitermelési hely alapján megkülönböztetünk több típusú kőolajat. A kőolaj kereskedelemben használt főbb kőolaj típusok: Brent, WTI, Ural, Dubai Light, Bonny Light. Legtöbb kereskedelmi ügyletben a Brent árával számolnak.

A kőolaj árát a globális kereslet és kínálat határozza meg. A kereskedés során használt mértékegység a hordó (barrel), ami 158,98 liternek felel meg. Ez kb. 0,136 tonna kőolajat jelent.

Bár a föld mélyében, a tengerek alatt kőolaj ma is képződik, a Föld kőolaj készletei a mai felhasználási szint miatt csökkennek. A napi kereslet 2003-ban 79,3 millió hordó szinten volt, 2007-ben már 86 millió hordó. Napjainkban 100 millió hordó szinten van a világ napi kőolaj felhasználása.

A Föld ma ismert hagyományos kőolaj készlete 244 milliárd tonna [1], de hatalmas területeken még nem volt a modern technika szerinti geológiai és geofizikai kutatás sem. A világ nem hagyományos kőolaj készleteiről még becslések sem készültek, de többszörösen meghaladhatják a hagyományos készleteket.

A legnagyobb hagyományos kőolaj készlettel rendelkező országok 2023-ban:

Venezuela 48,0 milliárd tonna, Szaúd- Arábia 40,9, Kanada 27,1, Irán 21,4, Irak 19,9, Oroszország 14,6. [1]

A legújabb technikai színvonalon végzett készletkutatások a hagyományos geológiai-geofizikai módszerekkel megkutatott területeken is hoznak új eredményeket.

Gyorsan terjed a nem hagyományos kőolaj készletek kutatása, kitermelése is. A nem hagyományos kőolaj nagy sűrűségű kőzetekben található, a rétegekben gyakorlatilag nincs kőolaj áramlás. A kőzet réteget porítani kell a kőolaj molekulák kiszabadításához és kitermeléséhez. A rétegeket hidraulikus repesztéssel és horizontális fúrással támadják. A nem hagyományos kőolaj kitermelésre az USA-ban indítottak jelentős akciót, de a világ más országaiban is elkezdődött a kutatás, kitermelés.

Kőolaj kitermelés Magyarországon is folyik, de kőolaj behozatalra szorulunk.

A kőolaj termékeket a világ minden országában használják. A legjelentősebb olajtermék használó ágazat általában a közlekedés és a villamos áram termelés.

2024-ben a világ legjelentősebb kőolaj termelő országai [2]:

USA	858 millió tonna
Oroszország	526
Szaúd Arábia	510
Kanada	290
Irán	234
Irak	216
Kína	213

A kőolajból és a kőolaj termékekből a felszínen minden országban tartanak fenn készleteket, általában az ország 90 napos fogyasztásának megfelelő mennyiségben.

A világ napi kőolajtermék felhasználása napi 100 millió hordó. Ha a kőolajtermék felhasználás több, mint 3...5 millió hordó/nap mértékkel változik, akkor a kőolaj/olajtermék ára is változik. Nem várt felhasználás növekedés emeli a kőolaj/olajtermék árát, a felhasználás csökkenése kőolaj termelési többletet eredményez, és ez az árak csökkenéséhez vezet.

A kőolaj és a kőolajtermékek árát ezeknek az áruknak a tőzsdén alakítják ki. A tőzsdei ár érzékenyen reagál a piacon kialakuló bármilyen (nem várt) változásra.

Trump amerikai elnök előző elnöki ciklusában határozottan támogatta az amerikai kőolaj kitermelés növelését, a nem hagyományos készletek minél intenzívebb kutatását és bányászatát. Trump 2025. januárban indult új elnöki ciklusában ismét az amerikai kőolaj és földgáztermelés fenntartása mellett áll.

A kőolaj világpiacának eseményeit az OPEC, a Kőolajtermelő Országok Szövetsége döntéseivel befolyásolja.

5.4.1. OPEC

2024-ben a világ kőolaj termelésének 33,9 %-át adja az OPEC [1]. Most tizenhárom olajexportáló ország alkotja ezt a közösséget, köztük vannak kisebb-nagyobb olajpiaci szereplők. Mindegyik ország érdeke az, hogy minél több kőolajat tudjon eladni, minél magasabb áron.

A szervezetben a kitermelés mennyisége alapján súlyozzák a szavazatokat, így Szaúd Arábia a vezető ország. Tagja ugyanakkor több olyan kisebb olajtermelő ország is, ahol az olajexport bevétel az ország mondhatni egyetlen bevétele: Nigéria, Líbia, Venezuela. Háború sújt több országot is. Az OPEC-ben a közösen hozott piaci döntéseket általában betartják.

Az OPEC rendszeresen mérlegeli a termelés korlátozás vagy növelés határidejének meghosszabbítását, a változtatás mennyiségét.

Több tényező azonban módosításra kényszerítheti az OPEC országokat, és ezek közül az Egyesült Államok és Oroszország piaci magatartása a legjelentősebb.

Ugyanakkor az OPEC termelés korlátozás nem azonos mértékben vonatkozott mindegyik tagállamra: egyes államok mentességet kaphatnak.

Az OPEC 13 tagjához formálisan csatlakozott még további tíz ország, ezek alkotják az OPEC+ csoportot. Ennek a csoportnak tagja Oroszország is. Az OPEC+ országok követik az OPEC elhatározásait, ha a saját érdeküket ez nem veszélyezteti.

Az Európai Unió államaiban a kőolaj termelés alacsony szinten van, 2023-ban összesen 16 millió tonnát termeltek. Az EU minden állama kőolaj és kőolajtermék importra szorul.

A kőolaj jövőjét a kutató intézetek is folyamatosan elemzik, és becsléseket készítenek a kőolaj és a kőolajtermékek jövőjéről.

Az OPEC 2030-ra 112,3 millió hordó/nap olaj igénnyel számol, ami 2050-re 120 millió hordó/nap szintre emelkedhet. A Standard & Poor's 2050-re 100 millió hordó/nap olaj igényt jelez.

A 41. táblázat szerint a világ kőolaj felhasználását az IEA alapvetően változatlan szintűnek látja 2050-ig, a hatékonyabb felhasználás csökkentő, és a népesség növekvő száma miatt (STEP változat, [2]):

41. táblázat: A világ kőolaj felhasználása (EJ)

Év	2023	2030	2035	2040	2050
Kőolaj 1	192	195	189	182	176
Kőolaj 2	8	4	3	3	2

Kőolaj 1: villamos erőművi és fűtési szektor

Kőolaj 2: egyéb energia szektorok

Az U.S. EIA intézet a 42. táblázat szerinti prognózist készítette a kőolaj árak jövőjéről [3]:

42. táblázat: A kőolaj árak jövője (USD/barrel)

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Brent	88	91	94	98	101	103
WTI	86	88	91	95	96	99

A prognózisban jelzett árak emelkedése leginkább az inflációval magyarázható. A kőolaj készletek apadásával, a kitermelés körülményeinek változásával várhatóan nem kell számolni. Az árak alakulása ugyanakkor a légkör védelem érdekében indított fosszilis energiahordozók lecserélésének sikerét sem tükrözi.

Az USA élen jár a szénhidrogén kutatásban, a kitermelés technológia fejlesztésben. Vezető szerepe van jelenleg is a nem hagyományos szénhidrogén készletek kutatásában, kitermelésében. 2019-ben az USA a nem hagyományos kőolaj kitermelés fejlesztésével elérte, hogy kőolajból és földgázból nettó exportőr lett. Az akkori elnök, Trump a szénhidrogén termelő társaságok érdekeiért nem írta alá a légkörvédelemről kötött Párizsi Egyezményt. 2024 év végén Trump újraválasztása után az amerikai olaj- és gázipari lobbiszervezet, az American Petroleum Institute (API) konkrét javaslatokat fogalmazott meg Trump számára [11]:

a szervezet kéri:

- a cseppfolyós földgáz exportjának gyorsabb engedélyezését,
- a kutató fúrások kiterjesztését a szövetségi területeken,
- a csővezeték építések engedélyezésének megkönnyítését,
- a 2024. év végi adókulcsok megtartását, emelésének elhagyását,
- az üzemanyag fogyasztási normák enyhítését,
- a szövetségi bérleti szerződések kiterjesztése az új-mexikói, a mexikói-öbölbeli és az alaszakai olaj- és gázlelőhelyek fejlesztésére.

Mike Sommers, az American Petroleum Institute (API) elnöke szerint az API-nak arra kell összpontosítani, hogy megfelelő infrastruktúra és elegendő szénhidrogén termelés álljon rendelkezésre az USA energia biztonsága érdekében 2050-ig.

2024. decemberben Kína olajkeresletének változásáról jelentek meg hírek [11]. Kína 2024. évi olajkereslete 656 millió tonna volt. Az országban a benzin és a dízel olaj jövőjét a más energiahordozók előretörése miatt átírják:

- 2024. novemberben a villamos hajtású járművek eladása elérte az 1,27 millió darabot, ami kb. 50 %-kal magasabb, mint 2023-ban,
- a dízelkereslet 2019-ben, a benzinfogyasztás 2023-ban tetőzött.

Az ország olajkereslete a kínai kutatóintézet szerint 2025-re 770 millió tonnáig nőhet, de 2060-ra 240 millió tonnára eshet vissza.

2025. június 13.-án Irán légitámadást mért Izraelre. A két ország nem szomszédos. Izrael szinte azonnal válaszolt a támadásra. Irán az izraeliek muszlimok elleni hadjárata miatt támadott, Izrael pedig az iráni nukleáris fejlesztési programjai miatt indított harcot. Irán 2024.-ben a világ kőolaj termelésének 5,1 %-t adta. Ez a háborús konfliktus azonnal hatott a kőolaj tőzsdei árára is:

a Brent kőolaj ár 2023. 06. 10.-én még 67,26 USD/barrel árszinten volt, június 13.-án már 75,1 USD/barrel-re emelkedett. A konfliktus azonban kiválthat egy másik, a kőolajpiacot súlyosan érintő következményt is. Irán partjainál a Hormuzi tengersizos a világ kőolaj forgalmának nagyon fontos szakasza, napi 21 millió hordónyi kőolajat szállítanak itt hajók. Ha Irán a konfliktus eszkalálódása miatt a szoros lezárására szánja magát, akkor a kőolajnak Afrikát kell megkerülni, és ezzel a kőolaj ár akár 120 USD/barrel szintig is felugorhat. Ez a helyzet az orosz olajexportnak új növekedési lehetőséget ad, és ezzel az orosz-ukrán háború zárása is új helyzetbe kerülhet.

5.5. A földgáz jövője

A földgáz termelés és felhasználás folyamatosan nő a világban, mint ahogy ezt az Energy Institute 43. táblázata mutatja [5]:

43. táblázat: A világ földgáz termelése (milliárd m³)

Év	2019	2020	2021	2022	2023	2024
milliárd m ³	3964	3866	4043	4048	4059	4124

2024-ben a világon a legtöbb földgázt termelő országok [2]:

USA	1033 milliárd m ³
Oroszország	630
Irán	262
Kína	248
Kanada	194
Katar	180
Ausztrália	150

Ezeknek az országoknak nagyon fontos érdeke a földgáz export fenntartása, erősítése. Az LNG technológia lehetővé tette a földgáz exportját a felhasználó országok felé.

Az Európai Unió elindította akcióit az orosz energiahordozó export lecsökkentésére. Ennek lényeges eleme volt az Északi Áramlat I. és II. földgáz vezetékek felrobbantása, ami évi mintegy 100 milliárd m³ európai földgáz importot szüntetett meg. Ez az esemény a földgáz árát Európában azonnal megemelte. Az USA azonnal aktívan lépett be Európa földgáz ellátásába: LNG beszállítással nagyrészt pótolni tudta a kiesett orosz importot.

A háborús események ugyanakkor csökkentették a földgáz felhasználást, halasztották

a széntüzelésű és a nukleáris erőművek leállítását is. A megújuló energiahordozók fokozottabb elterjedése is a földgáz igények csökkenését hozta.

Ázsiában a háború kissé átrendezte az energiahordozó struktúra átalakítására kialakított terveket is. Kína szerepe ebben meghatározó, saját energiahordozó készletei és felhasználási struktúrája megőrzését helyezte előtérbe, a szén vezető szerepe visszatért az ország energia struktúrájába. Ezzel együtt Kína jelentős cseppfolyós gáz felhasználó is lett. India, a Föld legnépesebb országa is ismét a szénre helyezte előtérbe a háború hatására.

A Nemzetközi Energia Ügynökség (IEA) 2024 elején kijelentette, hogy a gázkereslet az évtized végére tetőzik, és addig is csak minimális növekedés várható a földgáz felhasználásában. Az IEA azóta korrigálta a földgáz jövőjére vonatkozó előjelzését, most 2030-körül várja a földgáz felhasználás csúcsát, utána csökkenni fog a földgáz kereslet. Ehhez a prognózishoz hozzá lehet fűzni a következőket:

- a Föld ismert hagyományos és nem hagyományos földgáz készletei legalább 2050-ig biztosítani tudják a földgáz igények lassú növekedését
- még nagyon keveset tudunk a Föld metánhidrát készleteiről, de az biztos, hogy a hagyományos készleteket meghaladó mértékre készülhetünk
- azt állapíthatjuk meg, hogy a fosszilis energiahordozók visszaszorítása csak Európában indult el és értünk el eredményeket, de Európa a világ teljes primer energia felhasználásában csak 9 %-ot képvisel 2024-ben
- az USA vezető szerepe a fosszilis energiahordozó készleteik kutatásába, kitermelésébe és exportálásába még hosszú ideig nem fog változni

Az orosz-ukrán háború hatására számítani lehet arra, hogy az Ukrainán át szállított kőolaj és földgáz mennyisége gyorsan és jelentősen csökkenni fog.

A földgáz nemcsak energiahordozó, hanem a vegyipar talán legfontosabb alapanyaga is. Szerepe a közlekedésben erősödő tendenciát mutat.

Az előrejelzések szerint legalább 2040-ig a világban nem csökken a földgáz felhasználás. Köszönhető ez a prognózis annak, hogy:

- a világ nem hagyományos földgáz készletei hatalmasak, pontosan még becsülni sem lehet,
- az USA 2019-ben földgázból önellátó lett, a földgáz felesleg a világon ezzel megnőtt,
- Oroszország a háborús embargó után az addig Európába szállított földgázt Kínába irányította, mondhatni minden áron több, és több földgázt akar exportálni,

- a világon a cseppfolyós földgáz (LNG) szinte bárhol elérhető, és azok az országok tudnak előre törni az LNG piacán, amelyek a földgáz feleslegüket eddig más szállítási móddal nem tudták piacra vinni,
- erősödik a kőolajtermékek kiváltása földgázzal
- a földgáz piac újdonsága a metánhidrát, amit a tengerparti sávokban és a fagyott tundra talajában találtak, könnyen kitermelhető mélységben. A várhatóan hatalmas készletekről még becslések sincsenek.

A világ földgáz felhasználását az IEA a 44. sz. táblázatában alapvetően változatlan szintűnek látja 2050-ig, a hatékonyabb felhasználás csökkentő, és a népesség növekvő száma miatt (STEP változat) [2]:

44. táblázat: A földgáz felhasználás jövője (EJ)

Év	2023	2030	2035	2040	2050
Földgáz 1	145	153	153	152	152
Földgáz 2	57	58	56	54	52

Földgáz 1: villamos erőművi és fűtési szektor

Földgáz 2: egyéb energia szektorok

Európában a földgáz ára általában nem mutat jelentős szélsőségeket, elég szorosan követik a TTF tőzsde árait. Átlagos földgáz árak Európa néhány országában:

	2024. december	2025. május
Románia	48,72	37,29 Eur/MWh
Csehország	50,89	36,40
Lengyelország	52,85	38,08
Ausztria	49,91	37,34
Németország	48,33	34,73
Olaszország	49,27	36,65

Az LNG árak az Európai Unióban:

2025. március	42 Eur/MWh
2025. április	38
2025. május	30

Magyarország földgáz külkereskedelme intenzív, és nettó importőrök vagyunk.

Átlagos földgáz importunk 2025. májusban:

Románia	43 GWh/nap
Szerbia	245
Horvátország	14
Ausztria	132

Földgáz szállítóvezeték kapcsolatunk van a szomszédos országokkal, Szlovéniát kivéve. A szállítóvezeték összeköttetésekén mindkét irányba lehetséges a szállítás.

A 2024. évi földgáz külkereskedelmet mutatja be a 45.sz. táblázat [10]:

45. táblázat: A hazai földgáz külkereskedelem 2024. évi adatai (millió m³)

Hónap	Export	Import
január	228	646
február	189	657
március	360	777
április	268	824
május	365	907
június	403	769
július	431	968
augusztus	341	966
szeptember	428	958
október	552	927
november	527	848
december	464	800

A magyar földgáz külkereskedelemben 2025. januártól megjelent a Szlovákia ellátásához tranzitált földgáz is, mert Ukrajna leállította a földgáz szállítást Oroszországból Szlovákiába.

5.6. Föld alatti földgáz tárolás

A magyar földgáz ellátási rendszer fontos elemei a föld alatti földgáz tárolók.

A tárolókat leművelt földgáz telepekből alakították ki. A tárolókban leürített állapotban is kb. 100 bar nyomáson kell a párnagáznak nevezett földgázt tartani, a tároló geológiai szerkezetének megőrzése érdekében. A töltött tárolókban kb. 200 bar-on van a földgáz.

A föld alatti tároló kapcsolódik a földgáz szállítóvezeték hálózathoz. A tárolók betároláskor a szállítóvezetetről 40...63 bar közötti nyomás tartományban fogadják a földgázt. A tároló kompresszor telepei a betárolásra érkező földgázt a tároló aktuális nyomására komprimálják.

A tároló ürítésekor a földgázt az eredeti kitermeléskor alkalmazottal azonos technológiával készítik elő szállítóvezetéki szállításra: mechanikai szennyeződések, víztartalom, nehezebb szénhidrogének leválasztásával.

A betárolási időszak általában április 1.-től szeptember 30.-ig tart.

A kitárolási időszak október 15.-március 31. között tart.

Föld alatti földgáz tárolóink:

5.6.1. Stratégiai földgáz tároló

Szóreg 1. tároló. Üzemelteti: HEXUM Földgáz Zrt.

A tároló a hazai együttműködő földgázrendszer váratlan és jelentős forráshiánya esetére tárol. A betárolt földgáz készlet használatát a kormánynak kell jóváhagyni.

Betároló kapacitás: 7 400 000 – 134 062 721 kWh/nap

Kitároló kapacitás: 3 800 000 – 263 902 995 kWh/nap

Mobil kapacitás: 20 112 927 846 kWh

5.6.2. Kereskedelmi földgáz tárolók

A kereskedelmi tárolókat a Magyar Földgáztároló Zrt. működteti.

A kereskedelmi tárolókban kereskedői engedélyes társaságok tároltathatnak. A betárolás és kitárolás ütemét az üzemeltető és a tároltató szerződése rögzíti.

A négy kereskedelmi földgáz tároló főbb adatait a 46. táblázat tartalmazza:

46. táblázat: A magyar kereskedelmi földgáz tárolók főbb adatai

Tároló helye	Kitárolási kapacitás (Millió m ³ /nap)	Betárolási kapacitás (Millió m ³ /nap)	Mobil kapacitás (Millió m ³)
Zsana	28	17	2170
Hajdúszoboszló	16	10,3	1640
Pusztaderics	2,9	2,9	340
Kardoskút	2,9	2,64	280
összesen	49,8	32,8	4430

A kereskedelmi föld alatti földgáztárolók párnagáz készlete:

Zsana	2170 millió m ³
Hajdúszoboszló	2133
Kardoskút	310
Pusztaderics	347

A Földgázszállító Zrt. forgalmazásának két napját mutatjuk be a 47. táblázatban (m³/h):

47. táblázat: Az FGSZ Zrt. forgalmi adatai fűtési időszakban és fűtési időszakon kívül

	2024. 10. 13.	2025. 05. 17.
Hazai termelés	167061	165103
Kitárolás	95435	0
Tárolók töltöttsége	93,00%	42,00%
Betárolás	0	417929
Hazai fogyasztás	816694	631955

Az FGSZ Zrt. a belföldi földgáz ellátáson kívül földgáz tranzitot is bonyolít a szomszédos országokkal.

5.7. A cseppfolyós földgáz (LNG) szerepe

A földgáz a felhasználókhoz gáz halmazállapotban, csővezetéken jut el. A nemzetközi földgáz kereskedelemben a csővezetékes export-import mellett egyre nagyobb szerepe lesz a cseppfolyós földgáznak, az LNG-nek. A cseppfolyós földgázt tengereken át szállítják, és gyakorlatilag minden olyan országba eljut, amely ország rendelkezik tengerparttal és LNG terminállal.

Magyarország is vásárol LNG-t, és ezt a horvát tengerparton fogadják, majd elpárologatás után csővezetéken szállítják hozzánk.

Európa LNG importja az orosz-ukrán háború kitörése után ugrásszerűen megnőtt:

2020.	998 TWh
2021.	761
2022.	1326
2023.	1375
2024.	1139

Az európai LNG import szezonalitást mutat, az évszakfüggő földgáz fogyasztás miatt. Az LNG import 2024. évben:

január	107,74 TWh
február	97,58
március	107,51
április	107,44
május	94,68
június	80,93
július	83,15
augusztus	71,09
szeptember	76,57
október	87,92
november	95,57
december	106,79

2024-ben 18 ország exportált LNG-t a világban, 544 milliárd m³ mennyiségben. A legjelentősebb LNG exportőr országok 2023-ban [5]:

USA	115,2 milliárd m ³
Katar	106,9
Ausztrália	106,8

Oroszország az Északi Áramlat vezetékek felrobbantása után kiemelt hangsúly adott az LNG exportjának, és 2024-ben elérték a 44,3 milliárd m³ szintet.

A tengeri szállítás költségei lényegesen nem befolyásolják az LNG árát, így bármelyik

exportőr országtól lehet vásárolni.

Az LNG ára magasabb, mint a csővezetékes szállításban szereplő gázé. Az LNG árakat mutatjuk be a főbb felhasználóknál a 48. táblázatban [5].

48. táblázat: Az LNG ára (USD/mmBtu)

Év	Japán	Kína	Dél-Korea
2010	10,55	6,19	9,74
2015	9,96	8,66	10,28
2020	7,65	6,73	7,41
2021	9,93	10,66	10,5
2022	16,98	15,59	20
2023	13,22	12,11	14,82
2024	11,73	11,05	12,02

Az LNG árát alapvetően a kereslet-kínálat aránya mozgatja, de a tengerparti LNG terminálok teljesítménye is fontos tényező.

Az Institute for Energy Economics and Financial Analysis (IEEFA) amerikai intézet vázolta az LNG jövőjét is a következő évekre a 49. táblázat szerint [25].

49. táblázat: A világ LNG felhasználása (millió tonna/év)

Évek	2009-2012	2013-2016	2017-2020	2021-2024	2025-2028
Forgalom	78	56	110	38	180

Az USA legfontosabb LNG termináljait mutatjuk be 2024-ben, az 50. táblázatban:

50. táblázat: Az USA legfontosabb LNG termináljai

Létesítmény	U.S. Állam	Kapacitás (millió tonna/év)
Sabine Pass	Louisiana	30,6
Cove Point	Maryland	5,3
Corpus Christi	Texas	15,4
Elba Island	Georgia	2,5
Cameron	Louisiana	13,5
Freeport	Texas	15
Calcasieu	Louisiana	10
Összesen		92,3

Európa LNG importjában az USA beszállítás lényegesen előre tört, mint ezt az 51. táblázatban is láthatjuk.

51. táblázat: Az európai LNG import fő forrásai 2022-ben és 2023-ban (milliárd m³)

	USA	Katar	Oroszország	Algéria	Nigéria
2022	73	26	20	15	13
2023	78	21	20	18	11

Az európai LNG import 2024-ben 133,5 milliárd m³ volt.

5.8. PB-gáz ellátás Magyarországon

A PB gáz ellátás elkülönül a földgáz ellátástól.

A PB-gáz ellátás műszaki-biztonsági követelményeinek betartását az SZTFH hatóság felügyeli.

A PB gáz ellátás létesítése és üzemeltetése drágább, mint a földgázé.

A PB-gáz és a földgáz néhány jellemzője:

	PB-gáz	földgáz
gáz sűrűsége	2,24 kg/m ³	0,68 kg/m ³
fűtőérték	109 MJ/m ³	34,06 MJ/m ³
energiatartalom	30 kWh/m ³	9,4 kWh/m ³

A kereskedelmi forgalomba kerülő PB-gáz szokásos összetétele: propán 40...60 %, bután 20...60 %, egyéb gáz 0...5 % (etán). A forgalmazott PB-gáz propán tartalma általában télen magasabb.

5.8.1. A PB-gáz felhasználás módjai

A PB forgalmazása és felhasználása elterjedt a háztartásokban, a hétvégi házakban, a közúti közlekedésben, az iparban is sok területen használják. Általában ott használják, ahol a földgáz szolgáltatás nem érhető el. Ez alól kivétel a közúti járművek és az ipari szállító eszközök (pl. villás targoncák).

A palackos vagy tartályos PB-gáz nyomása a külső hőmérséklettől függ, ezért a gáz elvételéhez nyomásszabályozó tartozik.

5.8.2. Palackos ellátás

Széles körben elterjedt a palackos PB-gáz felhasználás.

A 11 kg töltet alatti palackokat turista palacknak szokták nevezni. A turista palackok töltését különböző kis vállalkozások szokták végezni.

A 11...25 kg töltetű palackokat erre a célra épített töltő üzemek töltik újra, és vizsgálják a palack állapotát, hatósági vizsgálat szükségességét.

A palackot a tulajdonos szállítja a cseretelepre, ahol töltött palackra cserélik a kiürültet. Újra töltésre a cseretelep szállíttatja a palackot a töltőhelyre.

5.8.3. Tartályos ellátás

Háztartások, vállalkozások, intézmények, ipari létesítmények használják.

A tartályos PB ellátó rendszer elemei:

- tartály, lehet föld feletti, földdel részben takart, föld alatti
- a tartály térfogata általában 1...63 m³ közötti
- elpárologtató, nyomásszabályozó
- tartály töltő berendezések
- csővezetékek és biztonsági szerelvények

A tartályos gázellátás előnyei:

- hosszabb távú megoldás, mint a palackos ellátás
- veszteségmentes megoldás, nincsen maradékgáz
- bármilyen fűtési és vízmelegítési rendszerhez kapcsolható
- típus tervek állnak rendelkezésre
- a tartály tartalma távleolvasható
- a gázt házhoz szállítják

A tartályos gázellátás hátrányai:

- drágább, mint a palackos ellátás

5.8.4. Autógáz használat

A PB-gázt közúti közlekedésben személy és teherjárművek használják, továbbá ipari, raktározási telephelyeken targoncák hajtására.

Az autógáz használat előnyei:

- olcsó tankolás
- környezetre és az egészségre kevésbé káros
- hosszabb motor élettartam
- nagyobb hatótáv

Az autógáz használat hátrányai:

- az autónak meg kell felelni az ENSZ-EGB 67 előírásainak
- kisebb csomagtartó, pótkeréknek nincs hely
- hosszabb tankolási idő
- a beszerelés drágább
- magasabb fajlagos fogyasztás

- tankolási lehetőség korlátozott
- kevés szakszervíz van az országban

Az autógáz rendszer legkritikusabb alkatrésze a gáztartály, ami minden esetben a lehető legvédehetőbb helyen, általában a csomagtérben vagy a pótkerék helyén van. Anyaga szilárdsági méretezéseken átesett különleges acél, amely ütközésnél komoly deformációra képes kiszakadás és robbanás nélkül.

5.9. Település gázellátása

Magyarországon 15 településen építettek ki vezetékes PB-gáz szolgáltatást. Ebben a rendszerben mintegy ezer felhasználó van. A kiépített gázellátó rendszer elemei:

- gáztároló tartály(ok), biztonsági és töltési szerelvényekkel
- töltő tankautó közlekedési lehetősége
- elgőzöltető berendezés és nyomásszabályozó
- elosztó hálózat
- felhasználói gázmérő
- gázkészülékek

A tartályok 20...63 m³ térfogatúak, acél tartályok, illetéktelen személyektől jól elkülönítetten. A tartályokat tankautókkal töltik. A tartály közelében segédenergiával működő elpárologtató üzemel. Az elosztó hálózatban közép- vagy kisnyomás van, ahol a kisnyomás 50 mbar. Az elosztó hálózat kialakításánál, szerelvényezésénél ügyelni kell arra, hogy a földben keletkező gáz szivárgás nem törekszik felfelé, hanem először a környező talajt telíti. Ez fokozottan robbanásveszélyes lehet.

A felhasználónál középnyomású elosztó hálózat esetén nyomáscsökkentőt alkalmaznak. Az elhelyezett mérőt, a gázkészülékeket a PB-gáz jellemzőihez kell beszabályozni.

Az 52. táblázat a PB-gáz felhasználás éves mennyiségeit mutatja be a felhasználási módok szerint.

52. táblázat: A PB-gáz felhasználás Magyarországon (tonna)

Év	Palackos	Tartályos	Autógáz	Összesen
2010	75774	77645	26074	179493
2020	70857	70348	12791	153996
2021	69690	63697	12736	146123
2022	66100	62534	11779	140413
2023	56028	66333	13172	135533

2024. évben a belföldi PB-gáz felhasználás 387 ezer tonna volt. A PB-gáz import 344

ezer tonna, az export 82 ezer tonna volt. A hazai PB-gáz termelés 105 ezer tonna volt.

A PB-gáz ára

A palackos gáz ára 700...900 Ft/kg szinten van.

A tartályos gáz ára 2025 január 10.-től PB-gáz esetén 569 ezer Ft/tonna, propán esetén 589 ezer Ft/tonna.

5.10. Környezetbarát energiahordozók

Az 53. táblázat a világ villamos energia termelésének energiahordozóit mutatja be [5].

53. táblázat: A világ villamos energia termelésének energiahordozói (TWh)

	2022	2023	2024
kőolaj	742	698	695
földgáz	6668	6746	7001
szén	10324	10513	10613
nukleáris	2679	2737	2817
vízi	4323	4240	4452
egyéb megújuló	4206	4748	5415
egyéb	242	241	261
összesen	29188	29924	31255

A napenergia hasznosítást mutatja be az 54. táblázat a világ egyes térségeiben [5].

54. táblázat: A napenergia hasznosítás a világban (MW)

	2015	2020	2021	2022	2023	2024
Észak Amerika	27409	87978	109579	129155	155999	195568
Közép- és Dél Amerika	1922	16248	24885	38726	54810	73830
Európa	98717	166274	194387	231889	290686	358128
Közép Kelet	1154	8107	10261	14213	19852	23050
CIS országok	432	2935	3387	4057	4930	7069
Afrika	2114	10644	11570	12614	13516	15378
Ázsia	95489	431453	512760	629869	873756	1192468

2024-ben a világ teljes napenergia hasznosítása villamos áram termelésre 2111,2 TWh volt.

A szélenergia hasznosítást mutatja be az 55. táblázat a világ egyes térségeiben [5].

55. táblázat: A szélenergia hasznosítás a világban (MW)

	2015	2020	2021	2022	2023	2024
Észak Amerika	97526	139394	154433	164257	172327	178846
Közép- és Dél Amerika	11209	26220	31772	35729	42018	47246
Európa	147496	216638	232034	251575	268708	283685
Közép Kelet	286	934	1040	1564	1871	1921
CIS országok	44	1127	2136	2406	2710	3256
Afrika	3320	6514	6909	7745	8654	9233
Ázsia	166727	342892	396278	437956	520912	610570

5.11. Nemzeti Energia és Klímaterv

2024 őszén közreadták Magyarország új energia- és klímatervét (Nemzeti Energia- és Klímaterv: NEKT), amely 2050-ig részletezi a Kormány céljait, programjait. A programot az EU észrevételezése után adták ki. Nem említi a NEKT a 2020. januárban kiadott „Nemzeti Energiastratégia 2030, kitekintéssel 2040-ig” dokumentumot.

A NEKT két alap változattal számol: WAM (with additional measures) kiegészítő intézkedésekkel, és WEM (with existing measures) meglévő intézkedésekkel. A továbbiakban a megvalósítás szempontjából realisabb WEM változatot mutatjuk be. A NEKT többféle energia- és teljesítmény mértékegységet használ, ezek egységesítését nem tekintettük feladatunknak.

Az 56. táblázat foglalja össze a NEKT primerenergia felhasználási prognózist energiahordozónként [2].

56. táblázat: Magyarország primer energia és villamos energia felhasználása (PJ)

	2019	2030	2040	2050
szén	55	50	15	15
kőolaj	295	266	261	238
földgáz	352	336	287	340
megújuló	116	176	187	199
nukleáris	174	381	368	368
villamos energia	53	58	65	70
összesen	1098	1209	1118	1160

A NEKT legfontosabb célkitűzései:

- energia szuverenitás,

- energiabiztonság megerősítése,
- rezsicsökkentés eredményeinek fenntartása,
- energiatermelés dekarbonizálása: atomenergia és megújuló energiahordozók együttes alkalmazásával,
- az energetikai és klímavédelmi innovációk ösztönzése.

Kiegészíti még a fentieket:

- az ipari és a közlekedési energiafelhasználás csökkentése,
- az elektromobilitás elterjesztése,
- a hazai földgáz termelés felfuttatása: a gázimport 2030-ra 70 % közelébe csökkenjen, 2040-re pedig 70 % alá: ehhez a nem konvencionális földgáz kutatást és kitermelést fokozni kell. Ezzel együtt a román és a horvát gázvezetéken jelentős import legyen lehetséges, a gázforrások diverzifikációja érdekében. A tanulmány az ország földgáz készletét 1500 milliárd m³-re becsüli,
- a belföldi földgáz felhasználás 2030-ra évi 8,7 milliárd m³, 2040-re 6,3 milliárd köbméter alá csökkenjen. A fűtési célú földgáz fogyasztás 2030-ra 2 milliárd m³-el csökkenjen,
- a háztáji, saját célú energiatermelés támogatása,
- 2020-tól már csak nulla energiaigényű épületek építhetők,
- az állami épület állomány alapterületének évi 3 %-án mély felújítás történjen.

2024. júniusban adták ki a Nemzeti Energia- és Klímaterv 2023. évi felülvizsgált változatának környezeti értékelését. A dokumentum javaslattételei a tervezett intézkedésekkel összefüggésben:

- nagyobb beruházások
 - környezeti káros hatások csökkentése Paks II, Mátrai Erőmű
- agrárgazdasági intézkedések
 - a vízellátás javítása a művelt földterületeken
- földhasználati és erdősítési intézkedések
 - erdősítés fokozása a leromlott állapotú szántóföldeken
- hulladékgazdálkodási intézkedések
 - országosan egységes fejlesztési programok
 - hulladék újrahasznosítás növelése
- épületenergetikai hatékonysági intézkedések kapcsolása a támogatási rendszerekhez
 - új épületek földterület foglalásainak minimalizálása

- épület felújítások teljes körűvé tétele
- vízgazdálkodási intézkedések
 - csapadékvíz és belvíz kezelés előtérbe helyezése
- energiaellátás – megújuló energiák, szénhidrogén ellátó rendszerek
 - a szénhidrogén ellátó rendszerek üzemeltetésével levegőbe kerülő ÜHG csökkentése
 - a szénhidrogén ellátó rendszereken végzett átalakítások, bővítések környezetvédelmi hatásainak mérséklése

A „Nemzeti Tiszta Fejlődési Stratégia 2020-2050” , a „Nemzeti Energiastratégia 2030 kitekintéssel 2040-ig” és a „Magyarország Nemzeti Energia-és Klímaterve” dokumentumok nem mutatják be a hazai szén felhasználás jövőjét.

2023.-ban a hazai széntermelés 4072 ezer tonna lignit bányászatot jelentett, a másodlagos széntermelésben 220 ezer tonna kemence kokszt gyártás volt. Kiegészítette még a hazai széntermelést 321 ezer tonna kokszolható szén, 44 ezer tonna lignit, 13 ezer tonna kokszt, 18 ezer tonna barnaszén brikett import. Az éves szén mérleghez tartozik még 14 ezer tonna lignit, 101 ezer tonna kokszt export. A lignit fő felhasználója a Mátrai Erőmű, a kokszolható szén a Dunai Vasműben működő kokszt üzembe kerül. A lakosság lignitet és barnaszén brikettet használ első sorban fűtésre.

A szén felhasználás jelentős légköri szén-dioxid kibocsátással jár. A Dunai Vasmű 2024. júniusban beszüntette a kokszt gyártást, a kokszt szükségletet importból fogják fedezni. A Mátrai Erőmű átállása lignit tüzelésről földgázra és hulladékra napirenden van. A Dunai Vasmű és a Mátrai Erőmű is a szén-dioxid kibocsátási kvóta szabályozás alatt van, mindkét cégnek jelentős költség a kvóta teljesítés.

A magyar egyetemes szolgáltatásban ellátott és a szabadpiacon vásárló földgáz fogyasztók száma 2023-ban (ezer):

lakossági fogyasztó	összesen	3 319
mérő nélküli		398
20 m ³ /óra alatti		2 919
20 m ³ /óra feletti		2
nem lakossági fogyasztó	összesen	194
20 m ³ /óra alatti		177
21-100 m ³ /óra közötti		12
101-500 m ³ /óra közötti		4
501 m ³ /óra feletti		1

A magyar gázipar engedélyesei 2025. szeptemberben:

egyetemes szolgáltató	1
vezeték PB szolgáltató	2
földgáz tároló	2
földgáz szállító	1

földgáz elosztó	10
földgáz kereskedő	44
korlátozott földgáz kereskedő	108
szervezett földgáz piac	1

A hazai földgáz termelést és belföldi felhasználást mutatja be az 57. táblázat [10].

57. táblázat: A hazai földgáz felhasználás és termelés (PJ):

	2020	2021	2022	2023	2024
felhasználás	366,9	389,2	330,9	295,7	296,5
hazai termelés	55,3	49,3	49,4	51,8	54,3

5.11.1.A megújuló energiahordozók használatának növelése

Magyarországon az elsődleges megújuló energiahordozók termelése 140,7 PJ és felhasználása 133,6 PJ volt 2022-ben, 2023-ban a megújuló termelés 138,73 PJ, a felhasználás pedig 131,65 PJ [7]. Megállapíthatjuk, hogy a 2015-2022 években a megújuló energiahordozók használatára fordított költségvetési források egyik energiahordozónál sem hoztak látványos előretörést. Talán a napenergia felhasználás lépett határozottan előrébb, főleg a felhasználók beruházásával.

A Napenergia Plusz Programban 2024. január 1.-től módosították az újonnan beüzemelt háztartási méretű napelemek termelésének elszámolási rendszerét: bevezették a bruttó elszámolási rendszert. A bruttó elszámolás fő elemei:

- a hálózatról vásárolt és a hálózatba kiadott villamos energia elszámolása havonta történik
- a vételezett energiáért 36 Ft/kWh árat kell fizetni, a hálózatra kiadott energiáért 5 Ft/kWh jár

2024-ben állami támogatás vehető igénybe új háztartási méretű napelem rendszerek telepítésére, ha áram tárolót is létesítenek.

A bioüzemanyagok termelése hazánkban fejlett iparág, a bioüzemanyagok exportja jelentős.

A hazai biogáz potenciált a jelenlegi hasznosítás hatszorosára lehet becsülni: mezőgazdasági hulladékok, szennyvíziszap, depóniagáz hasznosítás nagyon részleges még az országban. A biogáz termeléssel a hő- és villamos energia termelésen kívül jelentős légkör szennyezést is el tudunk kerülni, kevesebb metán kerül a levegőbe. A biogáz termelés és hasznosítás is erősen beruházás igényes, hosszú megtérülési idővel.

A megújuló energiahordozók részesedése emelését tűzi ki célul a NEKT. A megújuló energiahordozók használatát a NEKT az 58. táblázat szerint tervezi (WEM változat):

58. táblázat: A megújuló energiahordozók használata

	2019	2030
Villamos energia termelés (TWh)	5	18
Fűtés-hűtés (PJ)	58	75
Közlekedés (PJ)	11	62

5.11.2. A villamos energia termelés szerkezetének átalakítása

Magyarország villamosenergia felhasználása 2030-ban várhatóan 57 839 GWh lesz [9]. 2030-ban 30 %-nyi importtal számolhatunk. A 40 487 GWh áramfelhasználást itthon termeljük meg. Ehhez a 2024. évi erőmű struktúrában több változtatásra lesz szükség 2030-ig:

- a kőolajtermékek és a szén kilép az alap energiahordozók közül
- új földgáz tüzelésű erőmű blokkokat kell üzembe helyezni: Mátrai Erőműben 600 MW, Tiszai Erőműben 1000 MW teljesítménnyel
- változatlan nukleáris kapacitással számolhatunk: 16 000 GWh
- a földgáz felhasználás 3 200 GWh lehet
- 20 900 GWh megújuló alapú villamos energia termeléssel számolhatunk: ebből 10 800 GWh napenergia, 8 000 GWh szélenergia és 2 100 GWh biomassza és biogáz lehet
- 1%, kb. 400 GWh egyéb energiahordozó forrással (hulladék stb.) számolhatunk

Magyarország villamos energia ellátásában kiemelkedő szerepe van a napelemeknek: egyes napfényes napokon a napelemek megtermelik az ország összes villamos energia szükségletét. Bemutatjuk egy napfényes nyári nap bruttó villamos rendszerterhelését és napelemes termelését:

Bruttó rendszerterhelés (MW)

2025.07.01	00:00 óra	5050
	02:00	4430
	04:00	4360
	06:00	4600
	08:00	4780
	10:00	4500
	12:00	4430
	14:00	4360

A napelemek termelése 2025. július 1.-én 13:15-kor 4068 MW volt.

A naperőművek kihasználtságát mutatja be az 59. táblázat 2024. évben [10].

59. táblázat: A naperőművek kihasználtsága (%)

Hónap	Kihasználtság (%)
január	7,5
február	12,6
március	17,5
április	23,6
május	25,1
június	25,2
július	27,5
augusztus	27
szeptember	17,6
október	15
november	7,5
december	3,6

A napelemek termelése kiegyensúlyozására intenzív villamos külkereskedelem is folyik a szomszédos országokkal. Délelőtt általában export többlet van, délután és este pedig erőteljes az import. A 2024. évi villamos külkereskedelem főbb adatait a 60. táblázat mutatja be [10].

60. táblázat: A villamos energia külkereskedelem főbb adatai 2024.-ben (GWh)

	import		export	
	terv	tény	terv	tény
Ukrajna	86	1428	1709	2146
Románia	2768	139	6091	3176
Szerbia	3138	772	2846	820
Horvátország	926	398	3400	4023
Ausztria	9116	5888	1276	341
Szlovénia	2580	853	1237	927
Szlovákia	10162	13236	1126	551
összesen	28821	22714	17685	11984

A villamos külkereskedelemben a napi tervezett forgalom és a tényleges forgalom jelentős eltéréseket mutat. Ennek sok oka közül a fogadó ország villamos rendszerének aktuális adottságai a legjelentősebbek.

A villamos energia külkereskedelemben a napon belüli forgalomra mutatunk be egy példát:

Nap	Óra	Import (MW)	Export (MW)
2025.07.16	8	1600	
	10	580	
	12		680
	14		450
	16	200	
	18	1300	
	20	2200	
	22	2200	
2025.07.17	0	1900	
	2	1400	
	4	1400	
	6	1600	

A hazai áramtermelésben a napelemek egyre nagyobb szerepet kapnak, ugyanakkor ez a helyzet magában foglalja az időjárás változatosságának kockázatát is.

A villamos energia termelés energiahordozói szerepét is módosítja a napelemek termelése. A 61. táblázat a 2023. és 2024. évi villamos termelés energiahordozóit mutatja be [10].

61. táblázat: A villamos energia termelés energiahordozói (MWh)

	2023	2024
nukleáris	15917	16016
szén	2729	2661
földgáz	7189	6936
kőolaj	31	41
napenergia	4377	5685
szélenergia	621	635
bioenergiahordozók	1243	1576
vízenergia	209	218
hulladék	276	234
geotermia	8	6
összesen*	32605	34011

* háztartási napelemek nélkül

A villamos rendszerben napon belül mutatkozó jelentős terhelésváltozások miatt a földgáz tüzelésű erőművek terhelése is napon belül gyakran változik. A gáztüzelésű erőművek villamos termelésének kb. 80 %-a kerül az országos hálózatba.

Ugyanakkor a villamos hálózatok elégtelensége miatt a 400 MW-ot meghaladó villamos

kiegyenlítetlenség 2024-ben szeptember végéig közel ezer alkalommal következett be. A napelemek termelését egyensúlyozó erőművek terhelésének hullámozása is mindennapos esemény.

A budapesti villamos energia tőzsdén délelőtt gyakori a negatív ár. 2024. decemberben a HUPX tőzsdén a másnapi teljesítésű ügyletek árainak minimuma (délelőtt) 35,33...114,95 Eur/MWh között volt, a maximumok (délután, este) 145,25... 850 Eur/MWh között

5.11.3.A távhő ellátás

Az országban 213 távhő rendszer üzemel, 95 településen. 2022-ben 674 ezer lakossági és 13 ezer nem lakossági felhasználót láttak el hővel és részben melegvízzel. Az értékesített hő 2022-ben: lakosságnak 19 672 TJ, nem lakosságnak 6 004 TJ volt, a távhőtermelés az ország hőtermelésének 54,7 %-a volt.

A felhasznált energiahordozók:

földgáz	20 249 TJ
kőolajtermék	27
biomassza	3 207
biogázok	5
nukleáris	552
geotermikus	4 985
napenergia	0,3
egyéb	55

A hőtermelésben a kazánok a jellemzőek: 11 531 TJ. Üzemelnek gázmotorok is, kapcsolt villamos áram termeléssel is.

A rendelkezésre álló hőteljesítő képesség 2022-ben 7 000 MW volt.

A távhő rendszereket minősítik a primerenergia hatékonyság és a fajlagos CO₂ kibocsátás szerint is.

Primerenergia hatékonysági tényező: A+ 8 rendszer

A	4
B	2
C	8
D	1
E	3

Fajlagos szén-dioxid kibocsátás: A+ 10

A	3
B	5
C	8

Törvény szabályozza az energiahordozó árak megállapítását a távhőszolgáltatók részére (1990. évi LXXXVII. tv.) Szintén törvény rendelkezik a távhőszolgáltatás

versenyképessé tételéről (2008. évi LXVII. tv.)

A távhő ellátó rendszerek tartalma, kora, állapota, a felhasznált energiahordozó sokféle. A távhő felhasználók döntő többsége lakosság. Ezek az okok indokolttá teszik a távhőtermelők által beszerzett földgáz árának differenciált szabályozását. A távhőtermelők az egyetemes gázszolgáltatótól vásárolják a földgázt. A földgáz beszerzési árát a távhő termelők részére a MEKH gyakran módosítja azért, mert a lakosság távhőért fizetendő díjaiban nem lehet eltérés az országon belül.

Az Európai Bizottság 2024-ben a Modernizációs Alapból 30,7 milliárd forintot juttat a megújuló alapú távfűtési rendszerek korszerűsítésére és fejlesztésére.

A magyar kormány 2024. májusban 7 Md Ft támogatást adott a távhő szolgáltatóknak a vízdíjak egységesítése miatt. A támogatás 2024. év elejétől vehető igénybe.

A távhőszolgáltatók szakmai szövetsége a MATÁSZ. A MATÁSZ a 62. táblázatban elkészítette a távhőtermelők energiahordozó beszerzésének várható változását [23]:

62. táblázat: A távhőtermelés energiahordozó szerkezetének várható átalakulása (PJ)

	2030	2040	2050
szén	0,26	0,26	0,26
földgáz	11,05	7,95	5,83
biomassza	7,73	8,73	8,73
biogázok	0,05	0,05	0,05
geotermikus	7,25	8,25	9,25
napenergia	0,08	0,1	0,13
hulladék	1,54	1,54	1,54
nukleáris	0,21	0,21	0,21
elektromos	0,13	0,14	0,16
hőszivattyú	0,18	0,24	0,31

A távhőellátás területén lényeges változásokat nem mutat a fenti táblázat. Ez azt is jelenti, hogy a távhőszolgáltatók igyekeznek megtartani a felhasználóikat, a műszaki fejlesztések kismértékűek lesznek. Ugyanakkor adott lenne a távhő szolgáltatást a hulladékgazdálkodással közelebbi kapcsolatba hozni, akár újabb hulladékegységek létesítésével is.

A távhő ellátás fejlesztési céljai:

- új biomassza hasznosító létesítmények,
- a geotermia hasznosító kapacitás növelése,
- távhő rendszerek összekapcsolása.

A távhő ellátásra kapcsolt lakások 85 %-a panel lakás. Ezeknél a lakásoknál első sorban saját pénzforrásból, részben bankkölcsönből, kisebb részt önkormányzati forrásból, és

egészen kevés épület esetében állami támogatással megvalósult az épület hőszigetelése és a nyílászárók cseréje, és átlagosan 45 % hőenergia megtakarítást értek el ezzel.

2019-ben 321 társasházban 26 ezer lakás fűtési rendszerének energetikai korszerűsítése történt meg, 2,46 milliárd Ft állami támogatással. A munkálatokhoz a lakók anyagi hozzájárulása is szükséges volt.

2021-ben a távfűtéssel ellátott lakások energia hatékonysága javítására lehetett pályázni. A pályázó a felújítási költségek 50 %-t, maximum 400 ezer forint támogatást kaphatott. A programban 170 ezer lakás megújítása lehetett volna a cél, a panel épület lakásainak egységes mozgósítása nem járt sikerrel.

A lényeges előrelépést a távfűtött lakások hőigénye csökkentése hozhatja meg, ehhez pedig jelentős állami támogatás kellene: a 20 %-os csökkentési célhoz újabb 130 ezer lakás hőszigetelése lehet szükséges. 2024-ben lakásonként számolhatunk 2,5 millió Ft beruházással.

2024. júniusában jelent meg a távfűtési rendszerek korszerűsítésére az Európai Bizottság Modernizációs Alapja pályázata, melynek hazai programja teljesítéséhez 76,8 millió euró támogatást is adnak. A program a megújuló energiahordozók szerepének növelését tekinti célnak.

5.11.4. Geotermikus energia hasznosítása

A geotermikus energia hasznosítás rendre megjelenik a hazai energiapolitikai tanulmányokban, a kormány programjaiban. Míg más országokban nem okoz lényeges gondot, addig nálunk a termálvizek magas sótartalma szinte lehetetlenné teszi a termál energia nagyobb mértékű hasznosítását. A 7000 TJ nagyságrendű hazai geotermikus energia felhasználás részben a távfűtést is szolgálja. A geotermikus energia alacsony hasznosítási hatékonysággal, kb. 50 %-os szinten van.

Napjainkban a kitermelt termálvíz 95 %-a a hő kinyerést követően természetes vízfolyásokba kerül, ezzel környezetkárosítást okoz. Előrelépést a termálvíz hasznosítás esetében azzal lehet elérni, ha a hőkinyerés után a vizet az eredeti talajrétegbe visszasajtoljuk. Ennek a rendszernek a költségei ma még magasak, ezért a hőkinyerés ezen formája nem gazdaságos.

5.11.5. Az energiahatékonyság emelése, az energiafelhasználás csökkentése

Célul tűzi ki a NEKT azt, hogy az ország primer energiahordozó felhasználása ne legyen több, mint 2005-ben volt: 1155 PJ. Ez az érték mintegy 8-10 %-al kevesebb, mintha

nem tennénk határozott lépéseket a jövőben az energia felhasználás csökkentésére.

2025. júliusban hirdették meg a vállalkozások által igényelhető kamatmentes hitel lehetőségét energiahatékonysági beruházásokra. A hitel főbb tartalma:

- legalább 10 millió, maximum 500 millió Ft hitel igényelhető
- a vállalkozásnak legalább 30 %-kal kell csökkenteni a primerenergia igényüket
- a vállalkozásnak legalább 10 % önrészt kell adni a beruházáshoz
- az energia megtakarítást épületenergetikai fejlesztéssel, technológia korszerűsítéssel, vagy komplex beruházással lehet elérni
- a programra 2027. májusig lehet jelentkezni.

A 2023. évi primerenergia felhasználás 1001 PJ volt. A csökkenés több tényező miatt következett be:

- a hazai gazdaság fejlődése szerény mértékű volt, inkább stagnált
- az intenzív energiahordozó külkereskedelem miatt csökkent a hazai energia termelő rendszer vesztesége
- a klímaváltozás miatt csökkent a fűtési energia igény

Az 50 MW-nál nagyobb teljesítményű erőművek villamos energia termelése 2024. áprilisban 1 812 543 MWh (6 525 154 GJ) volt. Az erőművek összesen 19 019 102 GJ energiahordozót használtak fel. A villamos áram termelés összesített hatásfoka 34,3 %. Ez a hatásfok az áram termelési rendszer több hibájára utal:

- magas a fosszilis tüzelőanyagok használata, magas a szén-dioxid kvóta költség
- a megújuló energiahordozók részesedése alacsony az áram termelésben
- a legolcsóbban termelő erőmű a Paks I. Elhúzódik a Paks II. erőmű üzembe állása
- a tervezett földgáz tüzelésű erőművek (Mátrai Erőmű, Tiszai Erőmű) hatásfoka 50 % feletti, mielőbbi üzembe állásuk célszerű
- a napelem állomány termelése az időjárástól függ. A biztonságos áram szolgáltatás érdekében az egyensúlyozó erőműveket a tényleges terhelés feletti teljesítményen kell járatni, a termelés hatásfoka így alacsony lesz.

A klímaváltozással járó átlag hőmérséklet emelkedésnek is van szerepe, de a fűtési energia igények csökkenését ellensúlyozza a nyári hűtési energia igény növekedése.

Az energia veszteségek csökkentésére az energiaszolgáltatók nem fordítanak kellő figyelmet annak ellenére, hogy az ország energia felhasználásának mintegy 40 %-a az ún. rezsicsökkentett, merev, hatósági árrendszerben van.

5.11.6. Az üvegházhatású gáz kibocsátás csökkentése

A légkör változás oka egyértelműen az üvegház hatású gázok (ÜHG) mennyiségének növekedése a légkörben. A gázok között a szén-dioxid kibocsátás a legjelentősebb, ezért ez ellen intézkedni szükséges. Eredményesnek látszik a fluor tartalmú gázok kibocsátásának visszaszorítása.

Az ÜHG kibocsátás csökkentésének egyik leghatékonyabb módja a fosszilis energiahordozók lecserélése környezetbarát energiahordozókra.

Az EU 2005-ben indította el a kyoto-i klíma egyezmény hatására a szén-dioxid kvóta szabályozás és kereskedelem rendszerét, amit ETS rendszernek neveznek. A kibocsátási egység: 1 tonna szén-dioxid. A világ Európán kívüli térségeiben nincs hasonló szabályozás. A kvóta szabályozás 2006-ban indult el Magyarországon, ma 176 vállalkozás kötelezett a kvóta betartására. Erőművek, vegyipari cégek, légitársaságok, papírgyárak, cement- és mészművek, vas- és acélgyártók, téglá-, kerámia- és üvegyárak tartoznak az ETS szabályozás alá. Ezek a cégek felelősek a hazai szén-dioxid kibocsátás 40 %-áért. A szabályozás térítésmentes kvóta kiosztással indult.

A kvóta szabályozással a cél:

- anyagi ösztönzést kapcsoljanak a szén-dioxid kibocsátás csökkentéshez,
- a nagy kibocsátókra vonatkozzon első sorban,
- az egész EU-ban egységes legyen,
- a kvóták szakaszos szűkítése.

Az EU kibocsátásának kb. 45 %-t fedi a kvóta szabályozás.

A kvóta szabályozás:

- csak a nagyipar tudja kezelni, és itt érhető el a legnagyobb kibocsátás csökkentés is,
- az EU-ban több mint 11 ezer erőművet és gyárat érint,
- az EU egyenként meghatározta a korlátozásba bevont cégek évenkénti kibocsátási normáit,
- a norma adható-vehető,
- tőzsdén is lehet a kvótával kereskedni: EEX European Energy Exchange AG (Székhelye: Lipcsében, Németországban van) tőzsdén.

Tervezik:

- a kvóta jogosult évente csökkentse a kibocsátást. Az eddigi évi 1,74 %-ról 2,2 %-ra emelik a leszorítás mértékét. 2024. után várhatóan 2,4 % lesz az éves csökkentési norma.
- a kibocsátási normák összekapcsolása a gyártott termék mennyiségével.

- a kvótákkal erősen lehatárolt vállalkozások ne kerüljenek a külpiacokon hátrányba, ezért az ingyenes kvóta kiosztást újra bevezetik.

Új zöld adók 2023.-tól:

- az üzemeltető tonnában számított szén-dioxid kibocsátása után tonnánként 40 euró kvóta adót köteles fizetni. Csökkenthető az adó alap, ha az adózó fajlagos szén-dioxid kibocsátása legalább az EU által elvárt lineáris csökkentési tényezővel megegyező mértékben csökkent, változatlan termelés mellett.
- tranzakciós díjat kell fizetni a térítésmentesen kapott CO₂ kvóták átruházása estén. Ez a díj az átruházott karbonkvóta értékének 10 %-a.

Átlagos szén-dioxid kvóta árak a lipcsei tőzsdén:

2021. január	33 Euro/tonna
2022. január	82 Euro/tonna
2023. január	80 Euro/tonna
2024. augusztus	70 Euro/tonna
2025. június	69 Eur/tonna

5.11.7. Bio üzemanyag, biometán

A bio-üzemanyagok

Az IEA a 63. táblázatban három változatban mutatja be a folyékony és a gáz halmazállapotú bio-energiához vezető jövőjét a világban [2].

63. táblázat: A folyékony és gáz halmazállapotú energiahordozók jövője (EJ)

Változat		2023	2030	2035	2040	2050
STEPS	bio üzemanyag	5	6	6	7	8
	biogáz	1	2	3	5	8
APS	bio üzemanyag	5	10	12	14	14
	biogáz	1	4	6	8	12
NZE	bio üzemanyag	5	12	14	14	12
	biogáz	1	6	9	11	12

A bioüzemanyagok

A bioüzemanyagok növényi vagy állati biomasszából előállított energiahordozók.

Az Európai Parlament és Tanács még 2009-ben adta ki a 2009/28/EK irányelvét arról, hogy az EU tagállamaiban 2020-ra a bioüzemanyagok legalább 10 % részarányt képviseljenek a

felhasznált üzemanyagokból. Magyarország 16 % bioetanol és 6 % biodízel bekeverési kötelezettséget vállalt. A bioüzemanyagok környezetbarát termékek, elégetésükkor keletkező szén-dioxid nem több, mint amit az alapanyag növény élete során megkötött.

A bioüzemanyag termelés a világon gyors ütemben halad előre, mint ahogy ezt a 64. táblázat is mutatja.

64. táblázat: A bioüzemanyag termelés az IEA szerint [2]

Év	2010	2022	2023
Bioüzemanyag (EJ)	2	4	5

A bioüzemanyag kőolaj terméket helyettesít a járművek üzemanyagában. A bioüzemanyag termelés mennyiségét, jövedelmezőségét befolyásolja a kőolaj tőzsdei ára. A kőolaj tőzsdei ára hatással van a búza, a kukorica tőzsdei árára is, így a kőolaj piac közvetve beállítja a bioüzemanyagok gyártásának költségeit és jövedelmezőségét is. 2016 év elején, amikor a kőolaj ára 27 dollár/hordó szintig esett, a bioüzemanyag termelés erősen veszteséges volt. Mára, a 70 dollár/hordó kőolaj ár mellett a bioüzemanyag termelés szerény nyereséget hozhat.

A bioüzemanyagok két csoportját különböztetjük meg: a növényi eredetű nyersanyagokból előállított alkoholt (bioetanol) és a növényi olajokból, állati zsírokból gyártott biodízelt.

A gyártási eljárások folyamatos fejlesztése eredményeként a bioüzemanyagok négy generációját különböztetjük meg:

- első generáció: szántóföldön termesztett élelmiszer-növényekből előállított üzemanyag
- második generáció: biomassza (pl.: lignocellulóz), mezőgazdasági hulladék feldolgozás
- harmadik generáció: az algákból előállított üzemanyag
- negyedik generáció: fotobiológiai vagy elektro-üzemanyagok.

Napjainkban az első és a második generáció a gyártás alapja.

Az *első generációs* bioetanol szerves vegyület, etil-alkohol, képlete C_2H_5OH . Energia tartalma kb. 70 %-a a benzinének. Cukortartalmú növényi anyagokból megfelelő élesztő gomba hozzáadásával, erjesztéssel állítják elő. A keletkező alkohol tartalmú folyadékból desztillációval vonják ki az etanolt. Etanolt lehet előállítani keményítő vagy cellulóz tartalmú növényi anyagokból is. A megőrölt anyagból glükózt állítanak elő, majd a további eljárás azonos a cukor tartalmú anyagoknál leírttal.

A bioetanol kb. 50 %-ig keverhető a benzinnel, de 8-10 % etanol tartalom felett már át kell állítani egyes autó gyújtását. Az első generációs bioetanol energia sűrűsége a benzinnél alacsonyabb. A bioetanol gyártása energiaigényes. A bioetanol oktánszáma

105. Ennek következtében egy gyári flexifuel családi autó fékpadai mérése azt bizonyította, hogy az autó alacsony fordulaton nyomatékosabbá vált, míg nagy fordulaton kicsit veszített belőle.

A bioetanol elégetésekor szén-dioxid és más üvegházhatású gáz kerül a levegőbe.

A *második generációs* alkohol hajtóanyag a butil-alkohol, vagy más néven butanol: képlete C_4H_9OH . Oktánszáma magasabb, mint a benziné, de energiatartalma alacsonyabb. A benzinhoz nagyobb arányban keverhető, jól szállítható. A gyártási eljárás azonos, mint a bioetanolé, csak másik erjesztő enzimeket használnak. A gyártás fejlesztésének új iránya a cellulóz alapú bioetanol előállítása.

A biometanolt szerves hulladékból, keményítő tartalmú növényekből és cellulóz tartalmú növényekből (fa, fűfélék, gabonaszárak, szalma is) pirolízissel állítják elő, a környezetre a fosszilis üzemanyaghoz képest sokkal kedvezőbb hajtóanyag. Előállításának költségei nagyon kedvezőek, a jövő egyik hajtóanyaga lehet.

A bioetanol gyártás alapanyaga főleg gabonafélék, amelyek hazánk esetében fontos exportcikk is, köszönhetően az ország nagyon jó mezőgazdasági adottságainak. A búza és a kukorica tőzsdéken forgalmazott termék, A gabona árak tendenciája egyezik a kőolajéval, de nem azonos mértékű az árak változása. Az európai tőzsdék átlagos etanol árait mutatja be a 65. táblázat [21]:

65. táblázat: Az etanol árak az európai tőzsdéken

Dátum	23 09 23	24 11 28	25 02 18	25 03 21	25 04 14	25 07 25	25 08 21
USD/gallon	2,35	1,55	1,84	1,8	1,81	1,78	1,78

A bioetanol Európa-ban első sorban kukoricából állítják elő, Dél-Amerikában a cukornád a fő alapanyag.

Az *első generációs* biodízel növényi olajokból, valamint elhasznált étolajból és állati zsiradékból állítják elő rövid lánchosszúságú alkohollal (metanol vagy etanol) átészterezéssel. A vegyület kémiai stabilitása rosszabb, mint a hagyományos dízel üzemanyagé. Ennek következménye lehet a kokszképződés a motor egyes alkatrészein. Kb. 20 % biodízel tartalom általában minden dízel motorban minden módosítás nélkül használható. Energiasűrűsége alacsonyabb, mint a kőolajból előállított dízel üzemanyagé.

A *második generációs* biodízel bármilyen biomasszából (lignocellulózból, mezőgazdasági és erdészeti melléktermékekből, hulladékokból) előállítható, az ún. Fischer-Tropsch eljárással, aminek a lényege az anyag elgázosítása, majd folyékonyá alakítása. Energiasűrűsége már közel azonos, mint a hagyományos dízel olajé. A TBD biodízel növényi olajok rövid szénláncú zsírsavak alkilésztereinek részleges átészterezésével készül. Magasabb oxigén tartalma van, ezért hatékonyabb és tisztább az égése, magasabb az égéshője a hagyományos dízelolajnál. Napraforgóból is előállítható. Ugyanakkor a kémiai stabilitása rosszabb, mint a fosszilis üzemanyagé.

Maximum 20%-ig keverhető a fosszilis dízel olajhoz. Az előállításának költségei még magasak.

Folynak már kísérletek a repülőgép hajtóanyag, a kerozin részleges helyettesítésére is, bioüzemanyaggal.

A biodízel gyártás alapanyaga Európában a repce, az USA-ban és Dél-Amerikában a szója.

A bioüzemanyag gyártás melléktermékei állati takarmányként hasznosíthatók. A bioüzemanyag gyártás energiaigényes. A legnagyobb energia igényt a hagyományos üzemanyaggal szállítás és a termények betakarítása jelenti.

A bioüzemanyag termelés 2022-ben 20,4 PJ, a felhasználás 12,4 PJ volt.

A bioüzemanyag exportunk jelentős, és még tovább növelhető.

A bioüzemanyagok használatának környezetvédelmi eredményei:

- A tiszta biodízel növényi nyersolajból előállítva 57 %-al, használt sűtőolajból előállítva 88 %-al képes csökkenteni a jármű CO₂ kibocsátását a gázolajhoz képest
- 10 %-os biodízel bekeverés esetén 6-9 %-os kibocsátás csökkenés várható
- 85 % bioetanollal kevert benzin 70 %-al csökkenti a CO₂ kibocsátás a benzinhoz képest
- 5 % bioetanol a benzinben 3 % körüli szén-dioxid kibocsátást csökkenést eredményezhet.

A bioüzemanyagok előnyei:

- a folyamatosan csökkenő készletű **fosszilis tüzelőanyagot vált ki**
- az alapanyag (nálunk: repce, napraforgó, búza, kukorica) könnyebben hozzáférhető, mint a kőolaj
- a gyártáshoz az élelmiszernek vagy takarmánynak nem használható gabona is megfelelő
- tervezhető növénytermesztést biztosít
- gyártásukhoz nem kell nagy beruházás
- nem mérgező anyag
- elégetésükkor annyi szén-dioxid keletkezik, mint amennyit a növény élete során megkötött
- a talajban néhány hét alatt lebomlik
- segítheti a ma nem művelt földterületek hasznosítását

- a bioüzemanyag árát a hazai termelési-gyártási költségek határozzák meg, a kőolaj termékekét a nemzetközi tőzsdék. A tőzsdei ár nagyon el tud szakadni a termelési költségtől
- a termék fejlesztés jó úton halad ahhoz, hogy lényegesen olcsóbban állítsák elő, kevesebb mezőgazdasági termékből
- nemcsak az élelmiszer gyártáshoz szükséges minőségű termények vonhatók be az üzemanyag gyártásba
- a második generációs üzemanyagok energiasűrűsége már eléri a hagyományos üzemanyagokét
- kevesebb mérgező komponenst tartalmaz, mint a kőolaj termék, a kipufogó gázok is kevesebb mérgező anyagot tartalmaznak: a kibocsátott korom is lényegesen csökken
- a biodízel gyártáshoz hasznosítják az elhasznált sütőolajat is

A bioüzemanyagok hátrányai:

- az alapanyag termeléshez, a szállításhoz, a gyártáshoz fosszilis energiahordozók kellenek, ezek nagyobb része kőolaj termék, így a termelés költségeit is befolyásolja a kőolaj ármozgása
- az alapanyag termeléshez sok műtrágyát és növényvédőt kell használni, ezek terhelik a környezetet
- a gyártás teljes vertikumának költségei még magasak, esetenként csak állami támogatással viselhetők el
- az első generációs bioüzemanyagok energiasűrűsége még kisebb, mint a fosszilis hajtóanyagoké
- a gyártáshoz szükséges mezőgazdasági termények termeléséhez szükséges földterület az élelmiszer termelésből elvont terület, pedig a Föld lakosságának egyre nagyobb része nem jut a szükséges terményekhez
- erdők irtásával nyitnak új termő területeket például Dél Amerikában, ez pedig nagyon rossz a levegő védelme szempontjából
- az élelmiszer árak emelkedését idézheti elő
- a légkörbe kerülő szén-dioxid összehasonlításánál figyelembe kell venni a termelés, szállítás, gyártás során a légkörbe kerülő szén-dioxidot is
- a járművek ma még korlátozottan tudják felhasználni ezt az üzemanyagot
- a járművek motorjának károsanyag kibocsátása függ a jármű típusától, korától és a motor beállításától
- a kipufogó gáz nitrogén-oxid tartalma magasabb, mint a kőolaj terméké
- a biodízel viszkozitása magasabb, mint a kőolajból nyert dízel olajé, lobbanáspontja is magasabb,
- az oxidációs katalizátorok használata megváltozik,

- kellemetlen szagot bocsát ki
- a motor hidegen nehezebben indítható

A hátrányok nagyobb része a jármű kisebb átalakításával kiküszöbölhető. Folyamatosan születnek a bioüzemanyag hátrányos tulajdonságait csökkentő újítások is. A hagyományos és a bioüzemanyagok váltva is tankolhatók.

A bioüzemanyagok helyzetét és jövőjét így foglalhatjuk össze:

- a bioüzemanyagok nagy múltra tekintenek vissza: száz évvel ezelőtt az első autók és a robbanómotoros gépek még tiszta növényi olajjal működtek
- ma a bioüzemanyag keresik a helyüket a gazdaságban
- az Európai Unió erőteljesen támogatja az ésszerű mértékű bekeverést a fosszilis motor hajtóanyagokba
- a jármű gyártókra egy sor fejlesztési feladata vár, a magasabb bioüzemanyag hányadot kisebb káros-anyag kibocsátással kell használni
- az első generációs bioüzemanyagok nem képesek megfelelni a sokszor ellentmondó elvárásoknak:
 - drágábbak, mint a fosszilis motor hajtóanyagok,
 - tartóssága, kezelhetősége, energia sűrűsége elmarad a fosszilis hajtóanyagokétól,
 - kevésbé környezetbarátak, mint a hagyományos hajtóanyagok,
 - nagy mezőgazdasági területet foglalnak el az alap termények,
 - a bioüzemanyag gyártás melléktermékei csak korlátozottan jutnak vissza a mezőgazdaságba, az állattenyésztésbe

A második generációs bioüzemanyagok az előző hátrányokat már várhatóan leküzdik, mert:

- első sorban már nem élelmiszer alapanyagok felhasználásával gyártják,
- fejlettebb technológiák, hatékonyabb gyártás, jobb minőség,
- a gabona, a növényi cukor, a növényi olaj ára nem fog lényegesen növekedni,
- nőhet a faipari melléktermékek kereslete és ára,
- bevonható a települési szilárd hulladék is a gyártás alapanyagai közé (metánból biometanol előállítás),
- kényszeríti az autó gyártókat a növekvő bioüzemanyag használathoz célszerű motorok fejlesztésére

A biometán:

- megújuló energiahordozó, amit biogázból tisztítással nyernek
- földgáz helyettesítésére használják

- előállítása és használata hozzájárul a légkörvédelemhez

A biometán biogázból származik. A biogázt mezőgazdasági hulladékból, ipari és háztartási hulladékból és szennyvíziszapból állítják elő.

A biogáz ezeknek az anyagoknak a lebomlásával keletkezik, oxigéntől elzárt környezetben. A keletkező biogáz 50...75 % metánt tartalmaz, szén-dioxid, nitrogén és hidrogén-szulfid mellett.

A biometánt a biogáz tisztításával állítják elő. A biometán közel 96 % metánt tartalmaz.

A biometán közvetlenül keverhető földgázhoz.

A biogáz elégetése a környezet CO₂ terhelése szempontjából semleges anyag.

A biogáz termelése:

- mezőgazdasági hulladékok feldolgozására épült üzemekből,
- szennyvíziszap feldolgozással nyert biogáz,
- települési szilárd-hulladék lerakók gázának (depóniagáz) gyűjtése.

Magyarország biogáz potenciálja:

- 121-177 millió m³/év 2H minőségű biometán

Biogáz termelés Magyarországon:

- biogáz üzemekben 600 ezer MWh/év
- szennyvízgáz üzemekben 300 ezer MWh/év
- depóniagáz üzemekben 120 ezer MWh/év

5.11.8. Biogáz üzemek

Elsődleges a környezetvédelmi funkció. A veszélyes hulladékok befogadásáért a biogáz üzemeknek fizetnek a beszállítók.

A mezőgazdaság és a kapcsolódó élelmiszer ipar hulladék termelése évente meghaladja a 600 ezer tonnát.

2025-ben 42 mezőgazdasági hulladék hasznosító, biogáz üzem működött az országban. Ezek az üzemek évente mintegy 3,2 millió tonna nedves, szerves hulladékot dolgoznak fel.

Az anaerob bomlás eredményeként kb. 50 % metán tartalmú gáz keletkezik, amit tisztítás (kéntelenítés) után gázmotorokban hasznosítanak. A hasznosított energia kb. 94 millió m³ metán egyenértékű. Az érlelés és gáztalanítás után visszamaradó sűrű, iszap jellegű anyag már bomló részeket nem tartalmaz, és közvetlenül talaj javításra használható.

A biogáz üzemek elsődleges funkciója a veszélyes biológiai hulladékok ártalmatlanítása, ami nagyon fontos környezetvédelmi feladat. A veszélyes hulladékok befogadásáért a biogáz üzemeknek fizetnek a beszállítók.

Alapanyagok

- hígtrágya, almos trágya
- szarvasmarha trágya (baktérium tenyészet pótlása)
- mezőgazdasági termékek: kukorica, egyéb gabona, gyep, kukorica siló
- élelmiszeripari hulladék: vágóhídi, zsírleválasztó, törköly, cukorrépa szelet
- kommunális hulladék: válogatott háztartási hulladék, éttermi maradék, szennyvíziszap
- elhullott (fermentált) állatok

Szárazanyag tartalom max. 15-20 %

Folyamat:

- 1. szakasz: fermentáció: nagymolekulájú szerves anyag (fehérje, szénhidrát, zsír, cellulóz) lebomlása, savképző baktériumokkal
- 2. szakasz: közbelső szakasz: acetogén szakasz, együtt a metánképzéssel, acetogén baktériumokkal (keletkezik: egyszerű cukor, aminosav, zsírsav, víz, CO_2 , H_2S , NH_3)
- 3. szakasz: metánképződés, metánképző baktériumokkal (keletkezik: CH_4 , H_2O , CO_2)

Gáz tisztítása

- víz leválasztás: hűtéssel, földben futó csőhálózattal
- kéntelenítés (H_2S):
 - a fermentorban vagy a gáztárolóban anaerob baktériummal, kevés (3...5%) levegővel
 - adszorpció (aktívszenes) szűrés
 - gáz vizes mosása
 - membrán szeparáció

A biogáz átlagos jellemzői:

- a metán tartalom 50-75 tf % közötti,
- a szén-dioxid tartalom 25-45 tf %,
- nitrogén tartalom 2 tf % körül,
- kénhidrogén 1 tf % körül,
- hidrogén 1 tf % körül,

- aromás vegyületek 1 tf % körül,
- szilárd szennyezőktől mentes,
- vízgőzzel telített,

EU szabvány követelmények a biogázzal:

- ammónia: <20 mg/Nm³
- szerves szilikon: <10 mg/Nm³
- fluor: <25 mg/Nm³
- klór: <50 mg/Nm³
- higany: <1 µg/Nm³

Szállíthatósággal összefüggő jellemzők

- vízgőz tartalom legfeljebb 0,17 g/m³
- szénhidrogén harmatpont 4MPa nyomáson legfeljebb 4 °C

A biogáz tisztítása.

- szén-dioxid kivonása: vizes alapú abszorbeálás (kimosás)
- kéntelenítés és az ammónia mentesítés: abszorbeálás, (szén-dioxiddal együtt) kén kivonására még adszorpciós eljárások is.
- szilárd szennyeződés: mechanikus szűrők.
- vízgőz tartalom: hűtés és kondenzálás (expanziós vagy gépi hűtés). Drágább megoldás a vízgőz elnyelése glikolos oldattal.
- szénhidrogén kinyerés: abszorpciós szeparátorral

Biogáz hasznosítása

- saját technológia fűtése
- hőtermelés (állattartó telep, üvegház)
- áramtermelés
- földgázhálózatba adás

5.11.9.A hidrogén

A 2024. novemberben kiadott Nemzeti Energia- és Klímaterv (NEKT) a hidrogénnel kapcsolatban a következő programot vázolja:

Magyarország a biogáz/biometán mellett a megújuló energia felhasználásával előállított hidrogénre is alternatívaként tekint: a karbonmentes forrásokból termelt villamos energiával előállított hidrogén földgázhoz keverése innovatív, kísérleti

szakaszban lévő, nagy potenciállal rendelkező, ám magas támogatási igényű opciót jelent, amely ugyancsak releváns a megújuló és dekarbonizációs célok teljesítése szempontjából. A lehetőség tesztelésére pilot projekt elindítását tervezzük földgázszállítói-, -tárolói és -elosztói szinten egyaránt.

5.11.9.1. Hidrogén készletek

A geológiai kutatások jelentős molekuláris hidrogén készleteket becsülnek a Földben és a tengerekben. A becslések 6,2 milliárd tonna készletet mutatnak.

A hidrogén különböző vegyületek alkotó elemeként a legelterjedtebb elem a világon, gondoljunk a vízre, a szénhidrogénekre.

5.11.9.2. A hidrogén gyártása

Az iparban nagy mennyiségben állítják elő, Magyarországon is:

„szürke” technológia: vízgázreakcióval, amelynek során izzó szénből és vízgőzből 1000 °C-on hidrogén és szén-monoxid keletkezik. Ez az eljárás volt a szén alapú városi gáz gyártás technológiája.

„kék” technológia: földgáz bontással (gőzreformálással), 1000 °C hőmérsékleten alumíniumoxid katalizátorral szén-monoxidot és hidrogént nyerhetünk, a két gáz további eljárással szétválasztható. Ez a technológia váltotta a szén alapú városi gáz gyártást.

metanol-víz reformálással, hasonlóan a földgáz bontási eljáráshoz.

„zöld” technológia: víz elektrolízisével hidrogént és oxigént lehet előállítani, ahol a víz elektromos vezetőképességét általában enyhe savazással vagy lúgosítással javítják. 2,8 kWh elektromos energiával elő lehet állítani 1 m³ hidrogént.

Ma már a „kék” és „zöld” eljárást alkalmazzák.

5.11.9.3. A hidrogén használata

Hidrogén termelését a világon a 66. táblázat mutatja be (ezer tonna) [5].

66. táblázat: A hidrogén termelése a világon

Év	2015	2020	2021	2022	2023
Termelés	3884	4448	4458	4773	4835

A 67. táblázatban az IEA három prognózis változata bemutatja a hidrogén szerepét a világ energia felhasználásában (EJ) [2].

67. táblázat: A világ hidrogén felhasználásának jövője

Változat	2023	2030	2035	2040	2050
STEPS	-	0	0	0	0
APS	-	0	1	2	2
NZE	0	2	4	7	14

Az energetikai célú hidrogén felhasználás várhatóan az APS és a NZE változat között fog kialakulni.

5.11.9.4. Hidrogén előállítás kihasználatlan villamosáram termelésből

A villamos áram termelést Magyarországon a MAVIR irányítja. A villamos energia forrásoknak és a felhasználásnak minden időben egyensúlyban kell lenni. Mivel a felhasználást lényegében nem lehet befolyásolni, az áram termelést és külkereskedelmet kell a felhasználáshoz igazítani. A termelés vezénylése negyedóránkénti ciklusokban folyik. Az országban működő erőművek naponta kapnak közelítő előjelzést a következő 24 óra várható erőművi terheléséről. Az elvárt kiadható villamos teljesítmény biztosítása miatt az erőművek a termelő berendezéseket magasabb teljesítményen járatják. A kiadható villamos áram mellett mindig fejlesztenek többlet áramot is. Ennek sokoldalú hasznosítása a gyakori teljesítmény változtatás miatt szinte lehetetlen. Elvi lehetőség forróvíz termelése, majd ennek hasznosítása távfűtésben, de ez a termelő villamos erőművek legközelebbjének közelében nem oldható meg.

Adódik a lehetőség a felesleges villamos árammal az erőműben hidrogént termelni. A hidrogén termelés teljesítményének gyakori változása jól kezelhető. A hidrogén a jelenlegi ipari hidrogén felhasználók részére eladható, ára pedig versenyképes az ipari gázt gyártó cégek áraival.

5.11.9.5. Hidrogén a közlekedésben

A gépjármű fejlesztések legújabb területe a hidrogén hajtás, azzal együtt, hogy már az első autók tervezésekor is foglalkoztak a tiszta gáz hajtással, köztük a hidrogén hajtással is. Sok iparági szakértő egyetért azzal, hogy a jövő zöld energiahordozója a hidrogén lehet.

A kutató intézetek a részletes prognózisok fontos fejezeteként kezelik a közlekedés energia igényét. 2024-ben az EU-ban 14 millió, Kínában 22 millió, Japánban 5 millió, az USA-ban 15 millió új gépkocsit helyeztek üzembe. A jármű állomány gyarapodása magával vonja a hajtóanyag igény emelkedését. A járművek korszerűsítése, energia felhasználásuk csökkentése, környezet-barátabbá tétele minden autógyár elsőrendű feladata. Minden jelentősebb autógyár megkezdte a hidrogén hajtású személygépkocsik gyártását. A hidrogén használata a gépjármű hajtásban a következő tulajdonságok miatt lehet előnyös:

- nagy a diffúzió sebessége

- nagyon jó a hővezető képessége
- vízben nem oldódik
- nagy az elektromos vezetőképessége
- a levegő-hidrogén keverék széles tartományban gyúlékony
- meggyújtásához kis energia szükséges
- jó a kompresszió tűrése
- nagy a lángsebessége
- a hidrogén-levegő szegény keveréke is elégethető
- könnyű a hidrogén motort indítani
- szegény keverékkel a motorüzem gazdaságosabb, kisebb az égés hőmérséklete, kevesebb a nitrogén-oxid kibocsátás

A közúti hidrogén töltő állomások száma: a világban 2024 nyarán 735 volt, ebből 312 Európában. A töltési helyek számának gyors emelkedését megalapozza, hogy 2050-re a világon 113 millió üzemanyagcellás járművel számolnak. Ha ez a jármű állomány üzembe áll, akkor a légköri szén-dioxid kibocsátás akár 200 millió tonnával is csökkenhet.

5.11.9.6. Hidrogén keverése a földgázhoz

A hidrogén és a metán fizikai és tüzeléstechnikai jellemzői között nagy a különbség. A hidrogén és a metán néhány energetikai jellemzőjét mutatja be a 68. táblázat.

68. táblázat: A hidrogén és a metán főbb energetikai jellemzői

tulajdonság	mértékegység	hidrogén	metán
sűrűség (15 °C-on)	kg/m ³	0,089	0,718
alsó hőérték	kWh/m ³	2,84	9,45
felső hőérték	kWh/m ³	3,36	10,49
lángterjedési sebesség	cm/sec	267	35
felső Wobbe szám	kWh/m ³	12,74	14,09
robbanási koncentráció határ (20 °C-on, 1 bar-on, levegőben)	tf %	4,0 – 80,8	4,36 – 15,53
elméleti lánghőmérséklet	°C	1527	1222
forráspont 1 bar-on	°C	-252,9	-161,5
folyadék sűrűsége 1 bar-on	kg/m ³	70,8	422
gáz sűrűsége 1 bar-on	kg/m ³	0,08	0,65
öngyulladás hőmérséklet 1 bar-on	°C	585	540
relatív sűrűség, 1 bar-on	(levegő=1)	0,07	0,55
kritikus hőmérséklet	°C	-240,2	-118,56
kritikus nyomás	bar	12,7	49,74

A két gáz sűrűségének különbsége alapján arra lehet számítani, hogy a nyugalmi állapotban lévő gázkeverékben a sűrűség szerinti rétegződés azonnal megindul, ami a gázkeverék felhasználása esetén lényeges fizikai-tüzeléstechnikai jellemző különbségeket okozhat. Ugyanez a fizikai szétválasztódás a hosszabb tárolás során is kialakulhat, tároló tartályban vagy a föld alatti tárolóban is. A legújabb kutatási eredmények szerint a turbulens áramlással kevert hidrogén-metán keverék esetén a két gáz sűrűség szerinti szétválása nem várható.

A hidrogén bekeverése a földgázba megváltoztatja a gázkeverék fizikai, tüzeléstechnikai jellemzőit. A különböző kutatóintézetek mérési eredményei kissé szóródnak.

Ma is folynak kísérletek arra, hogy a hidrogént milyen mértékben lehetne a földgázhoz (metánhoz) keverni, hogy a gázellátó rendszer elemeiben ne kelljen átalakítást végezni. A kísérletek eredménye, hogy 5...15 tf % hidrogén bekeverés esetén a gázellátó rendszeren a hidrogén tartalom elváltozást még nem idézett elő. Más kutatások 10 tf %-ba jelölik meg a hidrogén bekeverés felső határát. A sűrített földgázzal (CNG) üzemelő járművek esetében jelenleg még csak 2 tf % hidrogén bekeverést tartanak elfogadhatónak.

Vizsgálatok folynak arról is, hogy a földgázba kevert hidrogén hogyan befolyásolja az eddigi gázellátó rendszer mechanikai jellemzőit. Az eddigi eredmények teljes mértékben pozitívak.

A hidrogén képes reakcióba lépni az acél tároló tartály falával, a csővezetékekkel. A fém porladás hidrogén jelenléte miatt általában 400-700 °C hőmérséklet között fordul elő, szerencsére a gázellátó rendszerben ilyen hőmérséklet nem fordul elő.

Vizsgálatokat végeztek a gáz felhasználói berendezések hidrogén állóságáról is. Néhány előzetes eredmény [4]:

- a háztartási gázkészülékeknél a 10 % alatti hidrogén tartalom nem okoz problémát, a gázégők finom szabályozása szükséges lehet,
- az ipari gázberendezéseknél is a 10 %-on belüli hidrogén tartalmat a berendezések átalakítás nélkül tudják fogadni,
- a gázturbinák és a gázmotorok esetében a berendezések újra szabályozása már 5 % hidrogén tartalomnál szükséges lehet,
- a hagyományos sűrített földgáz (CNG) tartályoknál már 2 % hidrogén tartalomnál szilárdsági problémák jelentkezhetnek.

Megállapították, hogy a földgázba kevert hidrogén miatt a gázellátás rendszerének több pontján módosítások szükségesek [4]:

- a gázkeverék hőértéke és Wobbe száma megváltozik, a gázkészülékek újra szabályozása lehet szükséges,

- a gázpiaci elszámolásoknál a gáz összetételét más kromatográfokkal kell mérni,
- a térfogatáram mérésekhez használt eszközöket (gázmérőket) újra kell hitelesíteni,
- a hidrogén betáplálást az ország szállítóvezeték hálózatának minden csomópontjában biztosítani kell.

A gázellátás rendszerének működésében néhány változást okozhat a hidrogén bekeverés [4]:

- a gázkeverék robbanási koncentráció határai megváltoznak, kisebb gázkoncentráció okozhat már robbanásveszélyt,
- a láng terjedési sebesség nagyobb lesz,
- az eddigi robbanási koncentráció határokhoz kapcsolódó biztonsági berendezéseket módosítani kell,
- a szivárgás érzékelő műszerek metánra vannak hitelesítve, a hidrogén-metán gázkeverékhez más műszerek szükségesek,
- a hidrogén tartalom mellett a gázt szállító, tároló rendszerekben baktérium tenyészetek jelenhetnek meg.

5.11.9.7. Hidrogénellátó hálózat

A német kormány 24 milliárd Euro finanszírozást biztosít a nemzeti hidrogén hálózat kiépítéséhez, 2032-ig. A 9200 km hosszú hidrogénvezeték hálózat döntően magán tulajdonú cégek igényei kielégítésére és finanszírozásával valósul meg.

A magyar Energiaügyi Minisztérium a Földgázszállító Zrt.-t (FGSZ Zrt.) jelölte ki a magyar hidrogénszállítási hálózat üzemeltetőjének (HTNO). Az FGSZ Zrt. tagja az Európai Hidrogénszállítási Rendszerüzemeltetők Szervezetének (ENNOH). A hidrogénszállító társaságok közös célja, hogy a tényleges hidrogén piac megvalósulására és a kereslet-kínálat egyensúlyba kerülésére a hidrogén csővezetékes szállítás feltételei létrejöjjenek, illetve egy integrált piaci modellt és a meglévő infrastruktúra jobb kihasználására vonatkozó szabályokat kialakítsa.

5.11.9.8. Hidrogénbekeverési projekt az OPUS TIGÁZ-nál (2025)

A megújuló energiaforrások segítségével megtermelt zöld hidrogénnek az egyik lehetséges felhasználási módja a földgáz infrastruktúrába bekeverés.

A földgáz-hidrogén keverék használata új műszaki és biztonsági feladatokat jelent.

Az EU 2024/1789 számú rendelete szerint a földgázrendszerbe betáplált 2 tf%-ot meg nem haladó hidrogéntartalmú gázokat a „hagyományos” földgáz definíció szerint

kezeli.

Az OPUS TIGÁZ a projekt keretében vállalta:

- korszerű technológiával megvalósult elosztóhálózat és szerelvényeinek vizsgálata
- fogyasztásmérők és korrektorok vizsgálata
- az elosztóhálózati beavatkozásokhoz szükséges eszközök (szorító, ballonozó stb.) vizsgálata

A vizsgálatokhoz az OPUS TIGÁZ tanpályát épített.

2 tf%, 5 tf% és 10 tf% hidrogén-földgáz keverékekkel folynak a vizsgálatok.

A vizsgálatok fő területei:

- hidrogén és földgáz szeparációja statikus állapotban
- oldható kötések vizsgálata
- hálózati beavatkozások gyakorlati próbája
- hidrogénállóság vizsgálata a földbe kerülő és a szabadtéri rendszer elemek vizsgálata 3 illetve 6 hónap használat után
- gázmérők és nyomásszabályozók tartós járatása és vizsgálata

5.11.9.9. A hidrogén-tüzelőanyagcella

Tüzelőanyag-celláknak azokat az elektrokémiai eszközöket nevezzük, amelyekben a tüzelő anyag kémiai energiája közvetlenül elektromos energiává alakul, miközben hő is fejlődik.

A hidrogén tüzelőanyag cella energetikai hatásfoka 60 % körül van.

A hidrogén-üzemanyag cella két elektródából (anód és katód) és elektrolitból áll.

A folyamat során katalizátor (általában platina) segítségével a hidrogén molekulák előbb atomos hidrogénre, majd protonra és elektronra bomlanak. A protonok az elektroliton haladnak keresztül, az elektronok a külső áramkörön.

A külső áramkörön áthaladó elektronok hasznosíthatók elektromos áramként.

A katódra érkező elektronok a katalizátor segítségével egyesülnek a protonokkal és az oxigénnel, és víz jön létre.

A hidrogén cellák:

- általában kötegekben alkalmazzák, mert egy cella feszültség szintje kicsi
- az elektronok elektromos áramot keltenek, ami a cellából kivezetve 0,6-0,8 V feszültséget generálnak

- a cellák felületén 2 A/cm² áramsűrűség is elérhető
- az üzemi hőmérséklet 40-70 °C
- a cellák élettartama 2 ezer és 20 ezer óra között van, a felhasználás jellegétől függően.

Az áramtermelés mellékterméke: víz.

A hidrogén-üzemanyag cella előnyei:

- a hidrogén környezetkímélő energiahordozó
- korlátlanul tárolható a hidrogén
- a hidrogén felhasználása áram termelésre egyszerű és biztonságos
- a hidrogén cella hűtésére használt víz fűtésre, használati melegvízként hasznosítható
- a hidrogén a kereskedelemben kapható
- a reakció végén a hidrogén vízzé alakul
- hatásfoka magasabb, mint a belső égésű motoroké
- az üzemelésnek nincsen időbeli korlátja

Hátrányok:

- új üzembiztonsági rendszerek tartoznak a hidrogén használathoz
- a tüzelőanyag-cella hatásfoka 50-60 %, ami alacsonyabb, mint a nettó villamos hajtás hatásfoka
- ma még drága a hidrogén-cella
- gyors áramigény változást nem tud követni

A hidrogén árát mutatja be a 69. táblázat [5].

69. táblázat: A hidrogén ára a világ egyes térségeiben (USD/kg)

Év	USA	Nyugat-Európa	Közép Kelet	Kelet Ázsia
2022	2,25	...	4,67	7,78
2023	1,52	3,92	2,92	3,9

5.12. Változások a magyar földgáz szabad kereskedelemben

Az ország primer energia felhasználása csökkent:

2022. 1074 PJ

2023. 1008 PJ

2024. 1006 PJ

Az ország primer energia mérlegében a külkereskedelem szerepe 2024-ben:

import 885,51 PJ

export 386,28 PJ

Földgáz kereskedelmi engedélyes vállalkozások száma 2025. július:

kereskedelmi engedélyes: 45

korlátozott földgáz kereskedelmi engedélyes: 111

(csak saját célú felhasználásra kereskedhet)

Földgáz:

- import Ukrajnából 2025-ben: gyakorlatilag megszűnt
- intenzív külkereskedelem (kivéve Szlovénia)
- intenzív tranzit szállítások, főleg Szlovákiába
- hatósági árszabályozás kiterjesztése:
 - hatósági ár földgázra költségvetési szervek, önkormányzati intézmények, állami és önkormányzati gazdasági társaságok, egyházak részére 2023. márc.-szept időszakra
- határozott takarékoság:

földgáz felhasználás 2021: 388 317 TJ

2022: 330 610 TJ

2023: 295 401 TJ

2024: 296 486 TJ

- hazai energia tőzsdék árai szorosan követik a (világ) európai árakat
- jelentős forgalom a budapesti azonnali energia tőzsdéken
- bizalom vesztés a kereskedők és a felhasználók oldalán is
- fizetési biztosítékok, fizetési bizonytalanságok
- „rezsicsökkentés” többszöri újra szabályozása
- a lakossági és kiemelt felhasználói szabályozott energia beszerzések: állami szabályozások gyakori változtatása
- szabadpiaci ellátás: magas árszintek
- gyakori változás a szabadpiacokon: forrás, árak, készletek, kockázatok
- tőzsdék hatása

Az ország villamos rendszerének terhelése nő, az évszakoktól függő volatilitás mellett is.

A nettó terhelést mutatja be a 70. táblázat 2024. évben [10].

70. táblázat: Az ország villamos terhelése 2024. évben (MW)

január	február	március	április	május	június
5102	5024	4637	4296	4124	4431
július	augusztus	szeptember	október	november	december
4729	4581	4559	4667	5412	5306

Nettó terhelés maximuma 2025. évben (MW) [10]:

január	február	március	április	május	június	július
7663	7474	6872	6541	5858	6766	3450

2025. július jellemzője volt a napos napok magas száma, a napelemes termelés maximuma.

A villamos energia igény növekedése első sorban a földgáz üzemű erőművek terhelésének növekedését eredményezi. 2025. februárban a földgáz fogyasztás villamos áram termelésre átlagosan 1276 MW volt, a februári csúcs 2087 MW.

Az egyetlen földgáz szállítási engedélyes, a Földgázszállító Zrt. (FGSZ Zrt.) üzemelteti a hazai nagynyomású földgáz szállítóvezeték rendszert [15]. Ez a rendszer összeköttetésben van a szomszédos országok nagynyomású földgáz hálózatával, kivéve Szlovéniát. Az FGSZ Zrt. által szállított földgázt mennyiség:

2020-ban	19 036 millió m ³
2021-ben	14 698
2022-ben	16 600
2023-ban	15 457
2024-ben	15 798

Az FGSZ Zrt. földgáz szállító rendszerének főbb elemei:

5889 km szállítóvezeték
7229 km távközlő kábel
8 kompresszor állomás
25 betáplálási pont
400 gázátadó állomás

Az FGSZ Zrt. közreműködésével teljesítik az eladók és a vevők a hazai földgáz tőzsdéken kötött ügyleteket. A földgáz szállítóvezeték hálózatban mintegy 10 millió m³

földgáz biztosítja a szállító rendszer rugalmasságát. Az FGSZ Zrt. működtet 400 gázátadó állomást az országban, melyekhez az elosztói engedélyesek gázelosztó hálózata csatlakozik.

Az FGSZ Zrt. földgáz termelők, tároltatók, kereskedők megrendeléseire szállítja a földgázt a rendszerén. A hazai földgáz tőzsdék kereskedelmében is szerepe van az FGSZ Zrt. szállítóvezeték rendszerének, mivel a tőzsdei ügyletek földgáz mennyisége a szállítóvezeték virtuális pontján, a Magyar Gázkiegyenlítési Ponton (MGP) cserél gazdát, vagyis az FGSZ Zrt. közreműködésével.

Az FGSZ Zrt. szállítóvezeték rendszerén keresztül töltik fel és ürítik a hazai föld alatti földgáz tárolókat. Az FGSZ Zrt. a be- és kitároló ügyfelek megrendelésére szállítja a földgázt.

Az FGSZ Zrt. működik közre a földgáz külkereskedelemben, a földgáz exportban és importban. A földgáz források és a külkereskedelem a nap során gyakran változik, ezt mutatja be az FGSZ Zrt. a 71. táblázatban [15].

71. táblázat: Földgáz forgalom 2024. 12. 13.-án (MW)

Időpont	Hazai termelés	Kitárolás	Hazai fogyasztás	Nettó import
6 óra 15 perc	1527	13107	18378	3744
7 óra 20 perc	1590	13110	20217	5517
8 óra 30 perc	1618	13129	22023	7276
10 óra 45 perc	1469	13186	21882	7227
13 óra 15 perc	1624	13192	21051	6235
15 óra 45 perc	1500	13207	21110	6403
19 óra 15 perc	1623	13047	21706	7036

A 72. táblázat a hazai földgáz piac szállítási feladatait mutatja be 2024. december 28.-án, szombaton [15].

72. táblázat: A hazai földgáz piac forgalma (MW)

Időpont	Hazai termelés	Kitárolás	Hazai fogyasztás	Nettó import
7 óra	1658	10278	18183	6247
11 óra 45 perc	1579	10043	17947	6325
13 óra 45 perc	1596	9929	16387	4862
17 óra 45 perc	1563	9926	18755	7266
19 óra 30 perc	1676	9924	19097	7497

Az FGSZ Zrt. közreműködését mutatja be a földgáz export-importban a 73. táblázat [15].

73. táblázat: Az FGSZ Zrt. földgáz külkereskedelmi adatai (m³/h)

	2025 05 31 szombat 8:45		2025 06 02 hétfő 10:00	
	export	import	export	import
Ukrajna	352961		277946	
Románia		193439		146956
Szerbia	884040			884801
Horvátország	88166			121190
Ausztria	411626			401847
Szlovákia		305312	262466	

Az FGSZ Zrt. feladatait bemutató táblázat alapján megállapítható, hogy:

- a hazai együttműködő földgázrendszeren az ellátási, szállítási feladatok gyakran változnak
- a hazai földgáz fogyasztás szezonalitása sok tényezőtől függ, például:
 - munkanap vagy munkaszüneti nap,
 - napon belüli időszak,
 - a fűtőművek, erőművek földgáz igényének változása,
 - villamos áram termelő földgáz fogyasztók gyakran változó gázigénye
- intenzív földgáz külkereskedelem folyik
- a földgáz szállító rendszer a be- és kitáplálás változásait rugalmasan tudja kezelni, ellátási gondok nem adódnak. Mutatja ezt az azonnali földgáz tőzsdén (GEEGEX) kialakuló árak kiegyensúlyozottsága is.

A földgáz elosztó hálózat

2025. júliusban 10 elosztási engedélyes cég működött az országban.

Bekapcsolt település, elosztóhálózat (KSH):

	M.e.	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Bekapcsolt település	db	2879	2877	2877	2878	2878	2878	2878	2876
Elosztóhálózat hossza	km	83732	83872	84079	84389	84808	85166	84917	85561

Összes település: 3155

A földgáz elosztó hálózat köti össze a szállító vezetéket a felhasználóval.

A földgáz elosztó hálózatok három nyomásfokozatban működnek: kisnyomás,

középnymás, nagyközépnymás. Az elosztói engedélyes tulajdonában vannak a felhasználót ellátó nyomásszabályozók és a gázmérők.

A földgáz összetétele különböző lehet. A Magyarországon termelt földgáz összetétele is termelőhelyenként változó. Még azonos termelőhely földgáz minősége is változó lehet, különösen akkor, ha különböző rétegekből termelik a földgázt. Általában a szénhidrogén homológ sor első négy tagja (metán, etán, propán, bután) alkotja a földgáz összetétel magas hányadát, de a földgázok tartalmazznak inert gázt is, első sorban szén-dioxidot. A különböző összetételű földgázok fűtőértéke, égéshője is különböző, és a földgáz égésterméke is eltérő. Az FGSZ Zrt. rendszeresen méri a földgázok égéstechnikai jellemzőit és ezek az adatok hozzáférhetők.

Az importált földgázok minősége is eltérő. Az LNG is különböző összetételű lehet. Az USA szállít 99 tf % metán tartalmú LNG-t is – első sorban vegyipari alapanyagként használják – a más gázkeverékeknél lényegesen drágább áron.

A szén-dioxid kvóta szabályozás alatt termelő felhasználóknak fontos a földgáz összetétele, mert a keletkezett füstgáz összetétele, szén-dioxid tartalma is fontos elszámolási tétel.

A földgáz külkereskedelemben is rendszeresen mérik a földgáz összetételét, a pontos energia tartalom elszámolása érdekében.

A magyar villamos rendszer gyakori egyensúly problémákkal küzd. A villamos rendszer sajátosságai jól tanulmányozhatók a hazai villamos tőzsdék forgalmából. A HUPX azonnali villamos tőzsde a kereskedést órai bontásban bonyolítja. A napon belüli ügyletek árai és volumene nagy volatilitást mutat. A villamos piaci egyensúly biztosításában a földgáz tüzelésű áramtermelőknek kiemelkedő szerepe van. A HUPX tőzsde forgalmát mutatja be a 74. táblázat 2024. december 29.-én, szombaton (volumen: MW, ár: Eur/MWh) [12].

74. táblázat: A HUPX villamos tőzsde forgalma 2024. december 29.-én

óra	1	2	3	4	5	6	7	8
volumen	2908	2922	2844	2700	2651	2664	2907	3179
ár	127,39	114,09	107,71	101,7	97,73	98,61	98,16	103,29

óra	9	10	11	12	13	14	15	16
volumen	3490	3381	3671	3666	3550	3591	3440	3448
ár	110,71	116,33	108,67	104,83	104,84	108,88	122,32	142,8

óra	17	18	19	20	21	22	23	24
volumen	3956	3928	3779	3701	3608	3485	3125	3140
ár	187,62	186,52	184,98	184,37	185,79	170,42	150,03	133,15

Magyarország is elindította az EU energia takarékosági és környezetvédelmi akcióit:

CO₂ kvóta szabályozás, Energiahatékonysági Kötelezettségi Rendszer, OTC (szabadpiaci kereskedelem segítése), GO megújuló eredetű energia tanúsítása

Magyar érdekek ütközése az EU szankciókkal:

- földgáz beszerzés: szállítóvezeték kapcsolatok, kivételezés az orosz földgáz import tilalom alól
- kőolaj beszerzés: szállítóvezeték kapcsolatok, kivétel az orosz kőolaj import tilalom alól

Paks II. építése, Paks I. fűtőelem ellátása orosz közreműködéssel

Szabadpiaci energia beszerzések változásai:

kereskedők száma lecsökkent

2024. aug. földgáz 41

villamos 40

új szerződéses feltételek

új energia árformulák

szerződések teljesítésének új biztosítékai

az energiák tőzsdei kereskedése erősödött.

6. A kőolaj és a földgáz a tőzsdéken

A tőzsde nyilvános, központosított és szervezett piac, ahol meghatározott árukat, meghatározott időben, tőzsdei kereskedelemre jogosult személyek adhatnak-vehetnek, szigorú eljárási szabályok szerint. Az árutőzsdén kereskedett termék virtuális ponton cserél gazdát. Az üzleteket tőzsdeügynökök kötik. A tőzsde szabadpiaci kereskedést jelent, állami beavatkozás nélkül.

Tőzsdék a világ majd mindegyik országában működnek. A legnagyobb forgalmú tőzsde az USA-ban vannak: New York-i NYSE tőzsde átlagos havi forgalma 1450 milliárd USD. Az Európai Unió mindegyik országában működnek tőzsdék, állami felügyelettel, azonos szabályok szerint.

Európában a legnagyobb forgalmú energia tőzsde az European Energy Exchange EEX, Leipzig.

Az EEX tőzsdén folyik szén-dioxid kvóta kereskedelem is, a hazai kvóta szabályozás alatt álló cégek értékesíthetik a kvóta feleslegüket, illetve ezen a tőzsdén vásárolhatnak CO₂ kvótát a hiánnyal dolgozó cégek.

A 75.táblázat a fontosabb európai energia tőzsdéket mutatja be:

75. táblázat: Európai energia tőzsdék

Tőzsde neve	Ország
European Energy Exchange	Németország
Powernext Paris	Franciaország
APX Power NL	Hollandia
APX Power UK	Nagy Britannia
Energy Exchange	Ausztria
OTE Prague	Csehország
Opcom Bucuresti	Románia
Polish Power Exchange	Lengyelország
Nord Pool Oslo	Norvégia
Borzen Ljubjana	Szlovénia
GNE Roma	Olaszország
OMEL Madrid	Spanyolország

A tőzsde jellemzői:

- kereskedelmi centrum
- összekapcsolja a termék felesleggel és a hiánnyal rendelkezőket
- biztosan teljesülő ügyletek
- növeli a befektetési piac likviditását

- információs központ
- gazdasági folyamatok értékelésére is lehetőség
- pontosan meghatározottak az áru jellemzői

A tőzsdei árfolyam az adott árura vonatkozó valamennyi információt koncentráltan, folyamatosan és objektíven adja közre. A tőzsdei kereskedelemben az áru fizikailag nincs jelen, hanem szabványosított minőség és mennyiség papíron (online) kerül forgalmazásra.

A kereskedés virtuális ponton teljesítést jelent.

A tőzsdei árfolyamok:

- nyilvánosak,
- követik a gazdasági folyamatokat,
- informálnak a gazdaság egészéről,
- informálnak a befektetők várakozásairól,
- napon belül változhatnak,
- követik a legfontosabb politikai, katonai változásokat.

A tőzsde minden tőzsdenapon közzéteszi a forgalmazott tőzsdei termék:

- nyitó árfolyamát, az első megkötött ügylet árát,
- a záró árfolyamot, az utolsó megkötött ügylet árát,
- az átlag árfolyamot,
- a forgalmazott termék mennyiségét.

Tőzsde fajták:

árutőzsde: fizikai áruk adás-vétele

- általános: többféle árucikkkel, termékkel foglalkozik,
- speciális: csak meghatározott áruval foglalkozik (ebbe a csoportba tartoznak a kőolaj és a földgáz tőzsdék is).

értéktőzsde: értékpapírok, devizák, nemesfémek, tőzsdeindexek adás-vétele

- részvény csoportokból képzett index kereskedés
- általános: többféle ügylettel foglalkozik,
- speciális: csak meghatározott típusú foglalkozik: pl.: deviza, nemesfém, értékpapír

áru és értéktőzsde

A tőzsde gazdálkodása: non-profit szervezet, költségeit a szolgáltatások díjai fedezik.

Az áruk tőzsdei árainak mozgatói:

- készletváltozás
- mérlegriportok
- kereslet-kínálat arány
- szezonális
- kutatási eredmények
- háborús események
- nemzetközi megállapodások (EU szankciók)

Az áruk tőzsdei kereskedésében az eladónak kell biztosítani az áru virtuális pontra szállítását, és a vevő feladata a virtuális pontról a felhasználás helyére szállítás. Például: a budapesti földgáz tőzsdén kötött ügylet teljesítésekor az eladónak kell a Magyar Gázkiegyenlítési Pontra (MGP) szállítani a gázt, ahonnan a vevő szállíttatja tovább a felhasználási helyre. Ehhez az eladónak is, és a vevőnek is rendelkezni kell szerződéssel a földgázszállító (FGSZ Zrt.) céggel.

A tőzsdék jelentős határidős ügyletei kiváló információt adnak a jövőbeli árak alakulásáról. Mivel a ma megkötött, következő években teljesülő ügyletek a teljesüléskor kialakuló piacot nagyon jelentősen befolyásolják. A határidős ügylet egyfajta befektetés, népszerű az árutőzsdéken. A határidős ügyletek árai a jövő időszakban csökkenő tendenciát mutatnak, mert az ügylet megkötésekor kb. 10 % előleget meg kell fizetni. Ennek az előlegnek a kamatait a jövőbeli árak foglalják magukban.

Az energetikai kutató intézetek is készítene ár prognózisokat a legfontosabb energiahordozókról. Ezek az előjelzések sok tényező jövőbeli alakulása becslésével készülnek. A hitelesnek tekinthető prognózisok a készítés időpontjában a piacot érdemben befolyásoló események kimenetele alapos mérlegelésével készülnek. Az intézetek hosszú távú előjelzései az energiahordozók árának emelkedését mutatják. Az árak emelkedésében az általános inflációs kilátásokat kalkulálják. Emiatt a határidős energia tőzsdei kötések árai és a kutatóintézetek prognózisai eltérhetnek egymástól.

2025. évben a hosszú távú előjelzésekben a világ számos országában dúló fegyveres támadások, a világot megforgató járványok, az időjárás szélsőségesre fordulásával járó életmód változások a legfontosabb tényezők.

Az USA kutató intézetei a prognózisokban figyelembe veszik az adott időszak elnökének, kormányának politikai és gazdasági célkitűzéseit is. Most, Trump elnök kijelentései alapján az amerikai fosszilis energiahordozók jövője biztos, lényeges változások nem várhatók. Ezzel az USA befolyásolni tudja a világ más térségeiben is a fosszilis tüzelőanyagok árának alakulását. A jövőbeli energia piaci változások hitelessége az előretekintés hosszával változik, de az alapvető tendenciák jól megállapíthatók akár 20..30 évre is.

Az U.S. Energy Information Administration kutató intézet 2025. márciusi ár előjelzését mutatjuk be a 76. számú táblázatban [3].

76. sz. táblázat: Az EIA prognózisa a főbb energiahordozók áaira

		2025	2030	2040	2050
Kőolaj, Brent	USD/barrel	80	80	85	91
Kőolaj, WTI	USD/barrel	77	78	83	89
Földgáz, Henry Hub	USD/mmBtu	2	3	4	5
Szén	USD/tonna	52,24	65,54	113,84	119,02
Vill. energia	Cent/kWh	12,74	11,44	11,51	12,14

A kőolaj és a földgáz mérsékelt áremelkedését a nem hagyományos szénhidrogén kutatási eredmények és feltárt készletek indokolják.

A szén jövőjét az USA-ban is hasonlóan prognosztizálják, mint a klímavédelemben élen járó Európai Unió: fokozatosan kivonják a villamos energia termelésből és a közlekedésből.

A villamos energia árak stabilitása mögött a gyorsütemű és jelentősen növekvő villamos termelő kapacitás ad realitást.

Más (európai) kutató intézetek ár előjelzései általában szélesebb körben vesznek figyelembe befolyásoló tényezőket. A prognózisokat több változatban dolgozzák ki, a legfontosabb politikai, klímavédelmi és gazdasági változások figyelembe vételével.

Az International Energy Agency 2024-ben kiadott energetikai előjelzésében három változatot dolgozott ki:

- NZE Net Zero Emission by 2050
- STEPS Stated Policies Scenario
- APS Announced Pledges

Napjainkban a nemzetközi helyzet és a kilátások alapján a STEPS változatot tekinthetjük a legvalószínűbb jövőképnek.

Az energiahordozók felhasználásának jövőjét mutatja be a 77. táblázat, az IEA prognózis STEPS változatában [2].

77. táblázat: A világ energiahordozó felhasználása (EJ)

	2023	2030	2035	2040	2050
Megújulók	78	120	153	185	241
Biomassza	19	15	13	12	10
Nukleáris	30	36	41	45	49
Földgáz	145	153	153	152	152
Kőolaj	192	195	189	182	176
Szén	175	156	131	114	94
Összes energia	642	676	682	691	722

6.1. Kőolaj tőzsde

A kőolaj tőzsdei kereskedelmében a két legjelentősebb tétel:

USA-ban: WTI (West Texas Intermediate) kőolaj, amerikai szárazföldi virtuális ponton

Európában: Brent kőolaj, tengeri virtuális ponton

A két tőzsdei ár szorosan követi egymást. A kőolaj tőzsdei árát leginkább a napi felhasználás mozgása befolyásolja. A kőolaj felhasználás 100 millió hordó/nap szinten tekinthető kiegyensúlyozottnak.

A kőolaj tőzsdei ára más tőzsdei forgalmazású áruk árfolyamára is hatással van, első sorban az energiahordozókéra.

Az Irán-Izrael közötti háború 2025 nyarán mintegy 15 %-kal emelte a kőolaj tőzsdei árát. A konfliktus viszonylag gyors lezárása után a kőolaj árak is visszatértek az előző „békés” szintre.

A Brent és a WTI tőzsdei ára 2025. évben a 78. táblázatban láthatók [18].

78. táblázat: A Brent és a WTI kőolaj tőzsdei ára (USD/barrel)

Dátum	Brent	WTI
25.01.02	74,97	72,08
25.02.04	75,22	72,04
25.03.04	71,08	68,01
25.04.04	65,6	61,99
25.05.12	64,83	61,98
25.06.13	73,91	72,58
25.06.23	75,48	74,93
25.07.24	68,79	65,56
25.08.11	66,63	63,88

6.2. Földgáz tőzsde

Az USA legjelentősebb földgáz tőzsdéje a NYMEX tőzsde. A tőzsdén forgalmazzák a Henry Hub virtuális szárazföldi pontra vonatkozó földgázt.

2024. évben a minimális ár márciusban volt, 1,49 USD/mmBtu, a maximális ár januárban 3,18 USD/mmBtu volt.

Európában a földgáz tőzsdei kereskedelemben a legnagyobb forgalmú a holland **TTF** (Title Transfer Facility) tőzsde. A tőzsde árait használják az európai országok belföldi kereskedelmében is.

A tőzsdei kereskedésben jellemző a biztos teljesítés határidőre, és a biztos fizetés. A határidős ügyletekben a következő évekre kötött ügyletek árai rendre csökkenő tendenciát mutatnak, az ügylet lebonyolításának pénzügyi vonzatai miatt.

A 79. táblázat a földgáz átlagos tőzsdei árát mutatja be néhány európai országban 2024. december hónapban [21].

79. táblázat: A földgáz átlagos ára a tőzsdéken (Eur/MWh)

Ország	Ár
Románia	48,72
Csehország	50,84
Lengyelország	52,85
Ausztria	49,91
Németország	48,33
Olaszország	49,27

6.3. Villamosenergia tőzsde

A villamos energia is tőzsdei kereskedés tárgya a világon, Európában és Magyarországon is. A villamos energia az egyes országok primer energia felhasználásának akár 20 %-t is elérheti. A villamos energia tőzsdei ára is érzékenyen reagál a különböző politikai eseményekre, de a legjelentősebb hatást hosszabb távon a kőolaj és a földgáz árának alakulása gyakorolja.

Európa legnagyobb forgalmú villamos energia tőzsdéje a lipcsei EEX tőzsde.

6.4. Magyarországi energia tőzsdék

Magyarországon is több tőzsde működik.

Magyarországon 1989-től működik árutőzsde (BÁT) és 1990-től értéktőzsde (BÉT).

BÉT: részvények és kötvények kereskedése

- elsődleges tőkepiac: újonnan kibocsátott értékpapírok értékesítése
- másodlagos tőkepiac: meglévő részvényekkel kereskedés

A hazai energia tőzsdéken tőzsde tag csak természetes személy lehet, aki MEKH kereskedelmi engedélyes társaság alkalmazottja. A kereskedés online folyik.

A tőzsdék fajtái: árutőzsde, értéktőzsde (devizák, értékpapírok kereskedése). A tőzsdén kötött ügyletek teljesítése különböző időpontokban lehetséges. Az energiahordozók az árutőzsdék kiemelt jelentőségű tételei.

A határidős tőzsdéken jellemző az árak csökkenése a későbbi teljesítési határidős ügyleteknél.

A tőzsdei kereskedésben jellemző a biztos teljesítés határidőre, és a biztos fizetés. Ezekben a kérdésekben tőzsdei elszámolóház működik közre: Budapesten a KELER elszámolóház.

A tőzsdék közreműködnek különböző tőzsdén kívüli kereskedelmi ügyletekben is.

A Budapesten működő földgáz- és villamos energia tőzsdéket a **HUPX tőzsdecsoport** fogja össze. A budapesti tőzsdék is az Európai Unió egyetemes tőzsde szabályai szerint működnek.

Az azonnali ügyleteket rövid határidővel, egy héten belül teljesítik. Jellemző a másnapi teljesítés.

A határidős ügyleteket a következő hónapra, negyedévre, évekre kötik.

Az energia tőzsdei ügyletekben az energia MWh, az ár és elszámolás Euro/MWh mértékegységben folyik.

6.5. Budapesti energia tőzsde:

HUDEX földgáz és villamos energia tőzsde [13]

határidős ügyletek tőzsdéje

tagok száma 2025. március: villamos 30, földgáz 28

Villamos energia forgalom 2024.-ben: 4,34 TWh

CEEGEX földgáz tőzsde [14]

azonnali ügyletek tőzsdéje

tagok száma 2025. március: 61

Forgalom 2024.-ben: 49,53 TWh

HUPX villamos energia tőzsde [12]

azonnali ügyletek tőzsdéje

tagok száma 2025. március: DAM 102 (Day-Ahead Market)

IDM 88 (Intra-Day Market)

IDA 57 (Intraday Auction)

Forgalom 2024.-ben: 40,17 TWh

A budapesti energia tőzsdék jellemzői:

- a tőzsdénapon nagy forgalmat bonyolítanak
- a hétfői napok forgalma alacsonyabb
- a földgáz tőzsde jellemző kereskedése a napi kereskedés, az árak kiegyensúlyozottak
- a villamos energia tőzsdén az ügyleteket óránként kötik, az árak erősen függenek a nap típustól és a napszaktól
- a tőzsdék hosszú távú árai csökkenő tendenciát mutatnak

A tőzsdéken általában kínálati többlet van, ez az árakat normál szinten tartja. Adódik keresleti többlet is, ez árfelhajtó hatású.

Különleges nap volt a budapesti HUPX DA azonnali villamos energia tőzsdén 2025. március 30. Ezen a napon (vasárnap) borús idő mellett a 80. táblázat szerinti szélsőséges árak (Eur/MWh) alakultak ki.

80. táblázat: A HUPX tőzsde forgalma 2025. március 30.-án

Óra	Ár	Mennyiség	Óra	Ár	Mennyiség
1	46,24	3025	13	-16,31	3204
2	15,88	3000	14	-23,69	2901
3	...	...	15	-25,67	2828
4	5,09	3127	16	-13,57	2852
5	1,2	3149	17	-4,5	3112
6	0,09	3237	18	3	3226
7	1,24	3074	19	45,8	3484
8	1,32	3227	20	108,81	3670
9	1,95	3296	21	109,19	3708
10	0,13	3152	22	99,7	3434
11	-1,23	3282	23	90,11	3177
12	-4,42	3269	24	57,35	3250

A HUPX tőzsdén eddig hét egymást követő órában még nem volt negatív ár, viszonylag kiegyenlített órai teljesítmény kötés mellett. Feltételezhető az erőművek

vezénylésének hibája.

A HUPX tőzsde DA villamos energia árai szélsőségesen alakultak 2025. májusban, az egyik hétvégén. Ezt mutatjuk be a 81. sz. táblázatban [12].

81. sz. táblázat: A HUPX DA tőzsde forgalmi jellemzői

Nap	Zsinór ár	Mennyiség	Minimum ár	Maximum ár	
25.05.10	55,13	82701	-125,21	212	szombat
25.05.11	32,4	70074	-210,05	176,09	vasárnap

Ár: Eur/MWh Mennyiség: MWh

A tőzsdék keresik az energia piacok újdonságainak összekapcsolását a tőzsdei folyamatokkal.

A világ földgáz tőzsdéin napi, napon túli, és földgázzal kombinált kapacitás és földgáz kereskedelmi ügyletek is köthetők.

A földgáz tőzsde jellemzői:

- azonos szabályok szerint működik valamennyi földgáz tőzsde
- az árutőzsde általános szabályai szerint működik
- az ajánlati és üzletkötési aktusok tartalmának, formáinak, időrendjének szabályai egyértelműek, és következetesek.
- az ügyletek bonyolítására csak tőzsdei tagsággal rendelkező vállalkozások képviselői jogosultak. A jogosultsághoz cégjogi és pénzügyi feltételek tartoznak. A vállalkozás brókereinek tőzsde ismereti vizsgát is kell tenni.
- A tényleges kapacitás- és földgáz ügyletek anonimek, a közismert forgalmi információk (kötés napja, a szállítási határidő, a volumen, az ár) mögötti cégek nem ismertek.
- Az ügyletek gáznapra, hétre, hónapra vagy évre szólnak. A kötések általában nem terjednek túl az ötéves cikluson.
- A kötések a lejárat határidőn belül nem bonthatók, de újabb kötéssel módosíthatók
- a megkötött ügyletek pénzügyi elszámolását kereskedőház garantálja

A nemzetközi földgáz kereskedelemben az árakra meghatározó szerepe van az amerikai Henry Hub tőzsde Natural Gas jegyzési árainak. Ez a tőzsde bonyolítja a legnagyobb forgalmat a világon. A Henry Hub tőzsdén a földgáz energia tartalmával kereskednek: az ügyleteket millió Btu (mmBtu = $1,055 \cdot 10^9$ J ~30 000 m³ földgáz) egységben számolják. Egy ügylet 10 000 mmBtu.

Az Európai Unióban a földgáz tőzsdék pontosan azonos szabályok szerint működnek, ezért a tőzsdei árak változása azonos tendenciákat mutat. A legnagyobb forgalmú

európai földgáz tőzsde a holland TTF (Title Transfer Facility) tőzsde. Az ügyleteket MWh mértékegységben kötik, az árak Euro/MWh mértékegységben vannak.

Az osztrák CEGH tőzsdén több magyar cég közvetlenül kereskedik földgázzal.

Az európai határidős energia tőzsdék jelentős forgalmat bonyolítanak. Az egyes ügyletek nagy volumenűek lehetnek, és ezzel a következő évek energia áraira meghatározóak lehetnek.

A 82. sz. táblázatban három európai tőzsdén 2025. 03. 28.-án kötött határidős földgáz ügyletek árait mutatjuk be [17]:

82. sz. táblázat: A TTF, a CEGH, és a HUDEX tőzsde határidős árai (Euro/MWh)

	TTF	CEGH	HUDEX
YR 26	35,05	37,23	35,86
YR 27	28,9	31,12	30,24
YR 28	25,76	28,07	
YR 29		26,96	

A következő évek csökkenő árának az az oka, hogy az ügylet megkötésekor a vevőnek az ügylet értékének kb. 10 %-át letétbe kell helyezni, ami az ügylet teljesítéséig nem a vevőnek kamatozik. A tényleges szállítás és fizetés évek múlva következhet be. Ennek a letétnek a pénzforgalmi értékét építik be az ügylet későbbi áraiba.

A 83. táblázat a tőzsdéken 2025. május 16.-án kialakult földgáz határidős árakat mutatja be [17].

83. sz. táblázat: A TTF, a CEGH, és a HUDEX tőzsde határidős árai (Euro/MWh)

	TTF	CEGH	HUDEX
YR 26	34,12	36,56	34,72
YR 27	29,7	32,19	30,58
YR 28	25,8	28,41	
YR 29	24,37	26,96	

A budapesti azonnali földgáz ügyleteket a CEEGEX tőzsdén kötik. A napi kötések többsége másnapi teljesítésre vonatkozik, kisebb arányban vannak aznapi teljesítések. A CEEGEX tőzsde 2024. évi forgalma 49,53 TWh volt, a hazai teljes földgáz felhasználás 60,2 %-a.

A CEEGEX tőzsdetagok száma 2025. március 26.-án 61 volt.

A CEEGEX tőzsde forgalma:

2025. január	2,34 TWh
február	3,62

március	2,15
április	2,17
május	1,80

A CEEGEX tőzsde néhány napi forgalmi adatát mutatja be a 84. táblázat.

84. táblázat: a CEEGEX DA tőzsde kötése

Nap	Kötések száma (db)	Súlyozott átlagár (Eur/MWh)	Mennyiség (MWh)
25.04.29 kedd	113	34,82	57672
25.05.07 szerda	108	39,13	57936
25.06.09 Pünkösd	134	40,72	46080
25.07.03 csütörtök	85	37,92	55368
25.08.14 csütörtök	120	35,21	67608

6.6. Energiahatékonysági Kötelezettségi Rendszer (EKR)

Jogszabályok:

2015. évi LVII. törvény az energiahatékonyságról (2021. január 1.-vel lépett hatályba)

122/2015.(V.26.) Korm. rendelet az EKR törvény végrehajtásáról

Az Európai Unió és Magyarország klímacéljaival és energiasztratégiájával összhangban jött létre az Energiahatékonysági Kötelezettségi Rendszer (EKR) még 2021-ben. Ennek célja, hogy az energiaszolgáltatókon keresztül ösztönözze az energia megtakarítást, és a megtakarítás piaci alapú kereskedését. Az energia megtakarításra kötelezettek első sorban a villamos energiát, földgázt és közlekedési célú üzemanyagot értékesítő kereskedők.

Az a vállalkozás, amelyik intézkedésekkel, beruházásokkal, termékváltással vagy szemléletformálással energiát tud megtakarítani, és ezt a MEKH által névjegyzékbe vett szereplővel hitelesíti, akkor az el nem fogyasztott energiamennyiséget értékesítheti más kötelezettnek. A vevő ezzel csökkentheti vagy kiválthatja saját energiamegtakarítási kötelezettségét.

Európa számos országában működik az EKR, aminek a célja az, hogy energiahatékonysági beruházások valósuljanak meg az energiafogyasztás és a szén-dioxid kibocsátás csökkentésére. A hazai cél az, hogy 2030-ig 337 PJ végső energia megtakarítást érjünk el.

A cél az, hogy a végső energia felhasználóknál valósuljanak meg az energia fogyasztást csökkentést célzó energiahatékonysági projektek, korszerűsítések, beruházások. Ha

elmarad az energiaszolgáltatók által ellátott fogyasztói körben az energia felhasználás csökkentése, akkor a szolgáltatók büntetést fizetnek. Az EKR rendszer nem vonatkozik a távhőszolgáltatókra.

A kereskedő **keresi** a felhasználó partnereket az EKR kötelezettség teljesítéséhez, új szerződés kötés feltételeként kezelheti.

A megtakarításra kötelezettek:

- földgáz kereskedők
- földgáz egyetemes szolgáltató
- villamos energia kereskedők
- villamos energia egyetemes szolgáltató
- közlekedési célú üzemanyag kereskedők

Az energia megtakarítási kötelezettség mértéke:

2023 0,3 % a 2021. évi szinthez képest

2024-2027 0,5 % a 2022-2025 időszakhoz képest

A megtakarításokat erre feljogosított tanúsító intézmények igazolják.

Az energia (földgáz és villamos energia) kereskedő az EKR terheket igyekszik továbbhárítani a felhasználónak. A földgáz és a villamos energia árát növelő EKR miatti költségeket mutatja be a 85. táblázat.

85. táblázat: Az EKR kereskedés költségei

	Áram ár tényező	Földgáz ár tényező
	Ft/kWh	Ft/m3
2023. évben	0,54	5,2
2024. évben	0,9	8,7

A hazai EKR rendszerben előfordulnak csúszó teljesítések, a vállalások pénzügyi vonzatainak nehézsége miatt.

A 2025. márciusi információk szerint az EKR rendszer 2035-ig fog működni. 2025-2030 közötti időszakban évente 2,7 PJ energia megtakarítással számolhatunk.

Elindul a lakosság bevonása is az EKR rendszerbe. Felmérések szerint a lakosság körében már elkészült 2,5 PJ megtakarítás, és 2030 ig még további 2,9 PJ-ra lehet számítani.

Magyarország 2024. októberében nyújtotta be az Európai Bizottságnak a módosított Nemzeti Energia- és Klímatervet (NEKT), amelyben új célokat tűzött ki az energiahatékonyság növelése és az energiarendszer korszerűsítése érdekében. Magyarország 2030-ra 50 százalékkal vállalja csökkenteni az üvegház hatású gázok

kibocsátását az 1990. évi bázishoz képest. Az EKR rendszerben egyszerűsítik a jelenlegi energiagazdálkodási rendszert, összhangba hozzák az Európai Unió újabb energiatakarékosági irányelveivel és elősegítik a NEKT-ben megfogalmazott célok elérését. Ennek keretében nagyobb mennyiségű energiamegtakarítást kell elérni a 2024-2030 években, minden évben 0,5 % mértékű megtakarítást kötelesek elérni a végső felhasználók körében. Az auditálható megtakarítások köréből kizárásra kerülnek az üzemanyag adalékolással és a nem megfelelő világítási megoldásokkal elérhető megtakarítások.

2024. február 27.-én indult el a hitelesített energiamegtakarítások tőzsdei kereskedelme a CEEGEX-nél. A második, 2024. november 14.-i aukción 90 résztvevő összesen 31 763 GJ energiamegtakarítást értékesített, amely az éves kötelezettségek 9 %-t jelentette.

A 2025. február 18.-i aukció eredményei:

88 tőzsdetag vett részt,

eladói ajánlat: 1 080 970 GJ

vevői ajánlat: 37 965 GJ

kötés: 34 862 GJ

árak: < 5 év: 5450 HUF/GJ

> 5 év: 3625 HUF/GJ

6.6.1. ON BEHALF kereskedés az EKR tőzsdén

2025. május 20.-tól folyik a CEEGEX tőzsdén az EKR kereskedéshez kapcsolódó ON BEHALF kereskedés.

Az új kereskedés indításának koncepciója:

- a kisebb EKR kötelezettek nem közvetlenül lépnek be a szervezett piacra
- a más névben eljáró tőzsdetag összegyűjti az EKR kötelezetteket, és a tőzsdetagon keresztül történik a megtakarítás értékesítése
- a CEEGEX csak a más névben eljáró tőzsdetaggal köt szerződést, nem közvetlenül a kisebb jogosultakkal

Az On Behalf kereskedés célja:

- lehetővé tenni, hogy kisebb mennyiséggel rendelkező első jogosultak, kötelezettek a más névben eljáró tőzsdei tagon keresztül megjelenjenek az EKR piacon
- a koncepció hozzájárul a kereslet és a kínálat élénkítéséhez

- a más nevében eljáró tőzsde tagon keresztül természetes személyek is részt tudnak venni a szervezett piac kereskedelmében

A CEEGEX tőzsde a más nevében eljáró tőzsdetag számára speciális jogosultságot biztosít:

- partnerei számára limit beállítási lehetőséget
- speciális, részletes tájékoztatást ad a tőzsdetag az aukció eseményeiről, amely megkönnyíti az elszámolást a partnerek felé

6.7. Szén-dioxid adó bevezetése

A magyar Kormány az EU szabályozással összhangban adó és tranzakciós díj fizetési kötelezettséget rótt ki a jelentős térítésmentes szén-dioxid kibocsátási egység kiosztásban részesülő létesítmény, intézmény üzemeltetőjére. A 320/2023. (VII. 17.) Korm rendelet szerint adó kötelezettek:

- a tényleges kibocsátás legalább 50 %-ban térítésmentes kibocsátási egységgel rendelkezők
- a tárgyévet megelőző három évben a kibocsátás éves átlaga meghaladta a 25 ezer tonnát
- több létesítményt üzemeltetnek

Az adó mértéke a tonnában számított szén-dioxid kibocsátás után 40 euró/tonna. A fizetési kötelezettség 2023. évtől indult. A szén-dioxid tőzsdei ára 2025. márciusban 70 euró/tonna átlag körül volt.

Ez az új adó erőteljes ösztönzést ad a fosszilis energiahordozó felhasználás mérséklésére, a szén-dioxid kibocsátás csökkentésére.

A jogszabály tranzakciós díj fizetési kötelezettséget ró azokra a kvóta szabályozás alá tartozó vállalkozásokra, amelyek a térítésmentesen kapott karbonkvótát eladják más kötelezettnek. A tranzakciós díj az átruházott karbonkvóta értékének 10 %-a.

A szén-dioxid tőzsdei árának és forgalmának változását mutatja be a 86. táblázat [17].

86. táblázat: A szén-dioxid ára a lipcsei EEX tőzsdén (euró/tonna)

Dátum	Ár	Forgalom (ezer tonna)
2021.06.04	49,45	26
2022.05.24	88,84	22
2023.06.14	91,5	4
2024.08.09	68,71	104
2025.03.27	66,8	90
2025.08.08	71,75	25

6.8. Események a budapesti villamos energia tőzsdéken

Villamos energia tőzsdei kereskedés két tőzsdén folyik Budapesten: az azonnali kötések tőzsdéje a HUPX tőzsde, a határidős kötések a HUDEX tőzsdén folynak.

A tőzsdék forgalma jelentős. A tőzsdék forgalmában szerepe van az intenzív villamos energia külkereskedelemnek is. Minden szomszédos országgal van villamos összeköttetésünk. A villamos külkereskedelem iránya és teljesítménye órán belül is változik.

Jellemző, hogy a határidős tőzsdei kötések árai a következő évekre csökkenő tendenciát mutatnak.

A HUPX tőzsdén az árak rendkívül változatosak, alapvetően függnek:

- a teljesítés napja munkanap-e,
- a napon belüli órától

A hazai villamos energia ellátás rendszerében több lényeges változás következett be 2024-ben:

- 2024. november 22.-én este a villamos terhelés 7450 MW volt, ekkor az áram import 3000 MW szintre ugrott
- 2024. január-szeptember időszakban 818 negatív és 127 pozitív, 400 MW-ot meghaladó kiegyenlítetlenség volt a magyar villamos rendszerben
- a villamos rendszer fejlesztésben előtérbe került a villamos tárolók létesítése: 2030-ra 1 GW tároló építése a cél. Ebből 2025-ig 38 MW megépítése várható
- a villamos külkereskedelem megerősödött, minden szomszédos országgal folyik a kereskedés: nettó importőrök vagyunk

A hazai villamos energia ellátásban kiemelt szerephez jutott a napelemek termelése. A napelemek termelése egyes napokon/órákban elérte az ország teljes villamos energia felhasználását. Naplemente után vagy felhős napokon a napelemek termelését első sorban földgáz tüzelésű, gyors indítású erőművek helyettesítik.

A beépített napelem állomány teljesítménye 2025. február 17.-én:

ipari	3321 MW
háztartási	1400 MW
saját célra termelő	700 MW
összesen	5450 MW

A tőzsdék forgalma 2023-ban:

HUPX azonnali villamos energia tőzsde: 32 904 158 MWh

HUDEX határidős villamos energia tőzsde: 9 041 548 MWh

2024-ben:

HUPX azonnali villamos energia tőzsde: 40 173 251 MWh

HUDEX határidős villamos energia tőzsde: 4 340 731 MWh

Új események jelentek meg a budapesti villamos energia tőzsdéken:

- nagy forgalom az azonnali tőzsdén
- nagy volatilitás a forgalomban és az árakban
- extrém magas árak
- negatív árak (főleg nyári időszakban)

A HUPX tőzsde árainak mozgását mutatja be a 87. táblázat [12].

87. táblázat: A HUPX tőzsde negyedórás árai 2024. decemberben (Eur/MWh)

Dátum	Nap	Min. ár	Max. ár
12.14	Szo	65,89	164,38
12.15	V	53,27	230,56
12.16	H	39,6	234,1
12.17	K	40,43	230,9
12.18	Sze	61,5	270,15
12.19	Cs	59,13	206,2
12.20	P	-11,67	146,42

A HUPX DA azonnali villamos energia tőzsde 2024. decemberi forgalmának és árainak változatosságát mutatja be a 88. táblázat [12].

88. táblázat: A HUPX tőzsde árai 2024. novemberben, decemberben

nap	Min. ár Eur/MWh	Min. óra	Max. ár Eur/MWh	Max.óra	Zsinór ár napi átlaga	Mennyiség MWh
24 11 27	112,47	3	222,67	17	160,51	89228
11 28	101,03	4	205,85	9	146,33	80219
11 29	103,32	4	181,61	20	142,04	78208
11 30	102,22	4	152,47	18	120,05	74898
12 01	82,38	12	158,71	20	103,61	69322
12 02	69,22	4	180,03	19	134,71	81365
12 03	107,97	4	222,31	9	166,92	85378
12 04	110,27	4	285,49	18	187,34	89901
12 05	104,04	4	718,41	17	210,34	86606
12 06	89,47	4	327,25	13	156,25	88357

A hazai villamos energia felhasználás néhány jellemzője:

- gyakran változó és erőteljes a villamos energia külkereskedelem
- az azonnali villamos energia tőzsde forgalma minden nap magas, 2024. decemberi napi forgalom 70 000....90 000 MWh között volt
- a munkaszüneti napok felhasználása kisebb, mint a munkanapoké
- a napon belüli felhasználás három periódusra osztható: hajnali-reggeli, napközbeni, délután-esti. Ugyanez a periodicitás jelentkezik az órai árakban is
- csúcs árak a HUPX DA tőzsdén: 2024. decemberben:
 - dec. 11. (szerda) 442,45 Eur/MWh 18 órákor, napi átlagár:260,23
 - dec. 12. (csütörtök) **850,00** Eur/MWh 18 órákor, napi átlagár: 358,77
- a villamos energia külkereskedelem is illeszkedik a napon belüli szezonálitáshoz
- a napon belüli tőzsdei villamos energia kötésekben viszonylag gyakori a negatív ár

Bemutatjuk MAVIR villamos energia külkereskedelmi statisztikájának változatosságát 2024. december 12.-én, csütörtöki napon. A nap jellemzője a napsütéses idő, ami a napelemes rendszerek nappali termelési többletét jelenti [19]. Ezt mutatja be a 89. táblázat.

89. táblázat: A villamos külkereskedelem 2024. december 12.-én (MW)

	7 óra 36 perc		10 óra 48 perc		17 óra 21 perc	
	import	export	import	export	import	export
Ausztria	319			163	399	
Szlovákia	854			248	923	
Ukrajna		33		114		39
Románia		485		373		547
Szerbia	316		404		351	
Horvátország	228		418		341	
Szlovénia	118		109		286	
összesen	1835	518	931	898	2300	586

A HUPX tőzsde forgalmi adatai jól tükrözik a teljes hazai villamos energia felhasználást:

- nagy a tőzsde forgalma
- a felhasználás **volatilitása nagy**
- a kötés árak elég szorosan követik az európai tőzsdei árakat
- elkülönülnek a munkanapi és a munkaszüneti napi forgalmak és árak

- az árak alakulását leginkább az eladásra felkínált energia mennyiségének és a keresletnek az aránya befolyásolja
- a minimum árak a hajnali órákban, a maximum árak a délutáni órákra jellemzőek
- a negatív árak egyes napszakokban gyakoriak

Mivel a hazai villamos energia termelésben jelentős szerepe van a gyors indítású földgáz üzemű erőműveknek, a földgáz felhasználás napon belüli szezonalitása is megnőtt. A 90. táblázat a HUPX tőzsde egyik szombati forgalmát mutatja be.

90. táblázat: A HUPX DA áram tőzsde árai és forgalma 2025. április 12.-én (szombat):

óra	Ár (Eur/MWh)	Mennyiség (MW)	óra	Ár (Eur/MWh)	Mennyiség (MW)
1	110,85	2959	13	-8	4158
2	107,52	2755	14	-21,77	4070
3	103,81	2805	15	-34,53	3746
4	101,77	2691	16	-9,06	3293
5	102,66	2690	17	-0,24	2885
6	103,88	2750	18	88,06	3190
7	110,96	2682	19	122,03	3649
8	106,08	2734	20	209,99	3569
9	98,27	2825	21	225,32	3637
10	68,87	3742	22	169,41	3204
11	20,19	4423	23	145,34	2858
12	0	4347	24	116,38	2827

A HUDEX határidős áram tőzsde árai gyakran változnak, mint ahogy ezt a 91. táblázat is bemutatja [13].

91. táblázat: A HUDEX tőzsde határidős áram árai (Eur/MWh)

	Következő hónapra	Következő negyedévre	Következő évre
2024 04 08	58,31	73,96	88,14
06 14	85,06	86,83	97,55
08 13	101,02	110,77	106,8
11 15	130,29	129,87	224,33
12 16	126,74	114,46	102,09
2025 02 10	127,54	101,93	116,79
03 25	84,06	83,35	102,58
04 04	74,2	111,39	98,51
05 15	96,5	123,95	110,38

6.9. Események a budapesti földgáz tőzsdén

A hazai földgáz ellátás napon belül kiegyensúlyozott, a földgáz ellátó rendszer puffer kapacitásának köszönhetően.

A 92. táblázat az FGSZ Zrt. napon belüli forgalmát mutatja be 2024. 12. 12.-én [15].

92. táblázat: A hazai földgáz kereskedelem főbb adatai 2024. december 12.-én (MW)

Óra	Hazai termelés	Kitárolás	Hazai fogyasztás	Nettó import
6 óra 15	1527	13107	18378	3744
7 óra 20	1590	13110	20217	5517
8 óra 30	1618	13129	22023	7276
10 óra 45	1469	13186	21882	7227
13 óra 15	1624	13192	21051	6235
15 óra 45	1500	13207	21110	6403
19 óra 15	1623	13047	21706	7036

Meg kell jegyezni, hogy a hazai termelésű földgáz különböző minőségű, a szállításra előkészített földgáz összetétele eltérő. A tőzsdei kereskedésben ezt az eltérést szorzó tényezővel szokták kezelni.

A budapesti CEEGEX földgáz tőzsde eredetileg azonnali kereskedést bonyolított, de 2023-ban átvette a HUDEX tőzsde határidős földgáz ügyletei kezelését is.

A CEEGEX tőzsde tulajdonosai 2024. decembertől: 51 % FGSZ Zrt, 49 % MAVIR.

A CEEGEX tőzsde jelentős forgalmat bonyolít [14]:

2021. évben 30,37 TWh

2022. 26,01

2023. 29,92

2024. **43,6**

A földgáz tőzsdei kereskedelmében a napi volumenekben van változatosság, a kötés árak szűk sávban mozognak.

CEEGEX DA kötéseit mutatja be a 93. táblázat [14].

93. táblázat: A CEEGEX földgáz tőzsde DA kötése

Dátum	Nap	Mennyiség MWh	Kötés db	Súlyozott átlagár Eur/MWh
2024 11 25	H	136824	241	47,51
11 26	K	111672	204	47,2
11 27	Sz	132792	236	46,26
11 28	Cs	129504	212	46,31
12 01	V	360	2	45,93
12 03	K	106368	186	47,81
12 04	Sz	104784	271	47,2
12 05	Cs	105336	224	46,75
12 06	P	93576	188	45,75
12 23	H	26856	57	44,2
12 24	K	8712	12	46,09
12 27	P	19776	37	47,48
12 29	V	3840	5	49,87

6.9.1. CEEGEX EKR kereskedés

A CEEGEX tőzsdén tartanak aukciókat EKR tanúsításokról.

A 2025. február 18.-i aukció eredményei:

eladói ajánlat: 1 080 970 GJ
vevői ajánlat: 37 967 GJ
kötés: 34 862 GJ

árak: < 5 év élettartamú: 5 450 Ft/GJ

> 5 év élettartamú: 3 625 Ft/GJ

6.10. A kőolaj a tőzsdéken

A tőzsdéken a két jellemző kőolaj típus:

- WTI (West Texas Intermediate) amerikai könnyű kőolaj, USA-beli szárazföldi virtuális ponton
- Brent könnyű kőolaj, európai tengeri virtuális ponton

A Brent és a WTI kőolajok árviszonya állandó, rendre a Brent ára magasabb.

A tőzsdei forgalomba kerülő más típusú kőolaj árát a Brent vagy WTI tőzsdei ár és egy szorzótényezővel számítják.

A világ vezető kőolaj termelő országai 2024-ben [1]:

USA	858 millió tonna
Oroszország	526
Szaud Arábia	510
Kanada	290
Irán	234
Irak	216

Az Egyesült Államok a világ legnagyobb kőolaj termelő országa, és 2019 elején még importált kőolajat. Ugyanakkor az USA-ban gyors tempóban fejlődött a nem hagyományos kőolaj kutatás és termelés. A palaolaj kutatás csúcs korszakában 1700 fúróberendezés dolgozott az országban. Minden nagyobb nemzetközi olajipari cég szerzett kutatási koncessziót az USA-ban, és kezdett a termeléshez. A kezdeti sikerek alapján az USA szinte minden térségében megindult a palaolaj termelés, a hagyományos kőolaj termelés mellett. Ezek a sikerek alátámasztották azt a kormányzati célt, hogy az ország szénhidrogénből önellátó legyen, ne függjön bármelyik olaj beszállító államtól. Ezek a palaolaj kitermelési sikerek megbillentették a világ kőolaj kereskedelmét, a többlet kitermelés az árak csökkenését eredményezte. A nem hagyományos kőolaj termelők nagyobb részt kis vállalkozások, rugalmasabban tudnak a piaci eseményekhez igazodni. 2019 nyarán a piacon jellemző 50...70 dollár/hordó ár nyereséget hozott a palaolaj termelőknek is. A rendkívüli termelési sikerek a 2019. év végére azt eredményezték, hogy az USA önellátó lett kőolajból. Az USA eddigi beszállító – első sorban Szaúd Arábia – kénytelen volt új piacokat keresni az olajának. Az amerikai változás azonnal átrendezte a kőolaj piacokat, a felszíni kőolaj- és kőolajtermék készletek az addigi 90 napos szintről a technikai telítődés felé indultak el. Minden olajat exportáló állam kétségbe esetten észlelte, hogy a piacokon a többlet termelés az árak eséséhez vezet. 2019. januártól a kőolaj ára esni kezdett. Az orosz-ukrán háború kitörése és az EU Oroszország elleni szankcióit követő általános energia áremelkedés főleg Európában jelentkezett, de hatással volt az amerikai kőolaj árra is. A WTI kőolaj árakat mutat be a tőzsdén a 94. táblázat az orosz-ukrán háború előtti időszakból [18].

94. táblázat: A WTI kőolaj tőzsdei árak (USD/barrel)

Dátum	20 02 24	20 04 27	20 07 03	20 12 11	21 11 08	22 01 17	22 03 09
Ár	51,43	12,78	40,11	46,76	82,06	84,72	125,22

2025. év elején Trump amerikai elnök visszatért elnöki pozíciójába, és ismét figyelmét fordította az amerikai kőolaj termelők érdekeire.

2024-ben a kőolaj tőzsdei ára stabilizálódott, az OPEC viszonylag rendszeres kitermelés változtatásai mellett is. Az arab-izraeli és az Irán-Izrael háború csak kis mértékben befolyásolta a kőolaj tőzsdei árát. Ezt mutatja be a 95. táblázat [18].

95. táblázat: Kőolaj tőzsdei árak (USD/barrel)

Dátum	24 01 10	24 03 14	24 05 22	24 07 08	24 09 29	24 11 21	24 12 18
Brent ár	76,47	84,07	82,06	85,89	71,45	74,38	73,67
WTI ár	71,1	79,71	77,79	82,4	68,64	70,25	70,14

Dátum	25 01 02	25 02 11	25 03 10	25 04 24	25 05 12	25 06 23	25 07 13
Brent ár	74,97	76,14	69,39	66,17	64,83	75,48	70,36
WTI ár	72,08	72,53	66,1	62,31	61,98	74,93	68,45

A kőolaj szinte teljes mennyisége tőzsdéken kel el, vagy tőzsdei árakkal árazzák. Vannak azonnali, és határidős szállításra vonatkozó kötések. Általában a hosszabb határidős ügyletek árai magasabbak. A tőzsde érzékenyen reagál a piac jelentősebb változásaira: jelentős, új mezők megtalálására, a felszíni kőolajkészletek felduzzadására vagy éppen lecsökkenésére, az OPEC döntéseire, az ellenőrizhetetlen olajforrások piacra lépésére, de a piac működését érintő nemzeti és nemzetközi konfliktusokra, háborúkra is.

A kőolaj tényleges értékét és árát – a tőzsdei manipulációkon kívül - alapvetően az határozza meg, hogy a hagyományos desztillációs eljárással mennyi benzint és gázolajat lehet belőle kinyerni, mennyi költséget jelent a kőolaj kénmentesítése.

A kőolaj tőzsdei árát sok egyéb termék árának meghatározásánál használják. A kőolaj tőzsdéken a kőolaj termékek (például: benzinek, kerozin, gázolaj) önálló forgalmat jelentenek. A kőolajakat a fizikai jellemzőik, összetevőik alapján nevezik el. A legfontosabb jellemzők: könnyű párlat tartalom, kéntartalom.

Különleges esemény volt 2020. április 20.-án az amerikai tőzsdén: a kőolaj kereskedelemben először fordult elő negatív ár, a WTI ár -37,63 USD/barrel szintre szállt le. Első alkalom volt a tőzsdéken a negatív energia ár. Ezen az áron néhány ügyletet kötöttek, és másnapra az ár ismét pozitív tartományba lépett. Az ok az volt, hogy a kőolaj iránti kereslet lecsökkent, de a kőolaj termelők nem tudják egyik napról a másikra lényegesen lecsökkenteni a kitermelést. Ugyanezen a napon az átlagos Brent ár 27,09 USD/barrel volt.

Napjainkban a napi kőolaj felhasználás a világban 100 millió hordó körül van. Kb. 5 millió hordó/nap szintig a kőolaj piac még nem reagál az igények változására, ennél nagyobb igény növekedés emeli az árakat, a kereslet csökkenése pedig csökkenti.

A British Petrol 2024 tavaszán adta ki új előrejelzését a világ primer energiahordozó felhasználásáról [1]. Ennek „Current Trajectory” és „Net Zero” változata szerint a világ napi kőolaj igényét mutatja be a 96. táblázat (millió hordó/nap).

96. táblázat: A British Petrol prognózisa a világ kőolaj felhasználásáról

Év	2025	2030	2035	2040	2045	2050
CT	102	100	98	92	85	76
NZ	102	95	80	60	40	32

6.10.1. Az OPEC és stratégiája

Az OPEC (Kőolaj Exportáló Országok Szövetsége) 2025-ben 13 kőolaj exportáló országot fog össze. Ezek az országok adják most a világ kőolaj termelésének 36,5 %-át. Nem tagja a szervezetnek sem az USA, sem Oroszország. Létrejött egy tíz tagországból álló közösség, az OPEC+, amely elfogadja az OPEC döntéseit, ha azok teljesítése az adott ország érdekeit súlyosan nem sértik.

6.10.2. A kőolaj és földgáz árak jövője

A kőolaj és a földgáz jövőbeli árát az U.S. Energy Information Administration a határidős tőzsdei árak alapján elkészítette. Az árakba egy becsülhető inflációt is bekalkuláltak.

A Brent és a WTI kőolaj árának várható alakulását mutatja be az U.S. EIA prognózisa a 97. táblázatban (USD/barrel) [3].

97. táblázat: Az U.S. EIA előjelzése a kőolaj árára

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Brent	88	91	94	98	101	103
WTI	86	88	91	95	96	99

A Henry Hub földgáz árak prognózisát mutatja be a jövőben az U.S.EIA a 98. táblázatban (USD/millió Btu) [3].

98. táblázat: A Henry Hub földgáz árak jövője

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Henry Hub	3,53	3,06	3,74	4,02	3,89	3,84

Az International Energy Agency is készített prognózist a kőolaj áráról, három változatban (USD/barrel) [2]. Ezt mutatja be a 99. táblázat.

99. táblázat: A kőolaj ár jövője az IEA szerint

Változat	2030	2040	2050
STEPS	80	78	75
APS	72	55	50
NZE	40	32	25

STEPS: Stated Policies Scenario- az „ölbe tett kéz” változat

APS: Announced Pledges- a környezetvédelmi vállalások teljesítésével elért eredmények változat

NZE: Net Zero Emission by 2050- a teljes körű légkörvédelmi intézkedések változata.

A legvalószínűbbnek az APS változatot tekinthetjük.

Az U.S. EIA is készített előjelzést 2025. márciusban a kőolaj ár várható alakulásáról, ezt a 100. táblázatban mutatjuk be [3].

100. táblázat: A kőolaj átlagos árak várható alakulása az U.S. EIA szerint (USD/barrel)

	2025	2030	2040	2050
Brent	72	80	85	91
WTI	68	78	83	89

Az árak a várható általános infláció szintjén emelkednek.

A kőolaj napi tőzsdei árai 2025.-ben a 101. táblázatban láthatók.

101. táblázat: A kőolaj tőzsdei ára 2025.-ben

Dátum	Brent (USD/bbl)	WTI (USD/bbl)
2025 02 18	75,31	71,42
2025 04 14	64,64	61,4
2025 05 12	64,83	61,98
2025 06 03	64,89	62,86
2025 07 02	67,07	65,36
2025 08 03	69,67	67,33
2025 08 22	67,77	63,65

7. Hivatkozások

- [1] bp Energy Outlook 2024 edition
- [2] International Energy Agency: World Energy Outlook 2024
- [3] U.S. Energy Information Administration: Annual Energy Outlook 2025
- [4] Galyas Anna Bella: Hidrogén a földgázhálózatban – fikció vagy már a valóság? 26. DUNAGÁZ Konferencia és Kiállítás 2018.
- [5] Energy Institute: Statistical Review of World Energy 2025 | 74th edition
- [6] <https://hu.wikipedia.org/wiki/Szénhidrátok>
- [7] The Energy Research Institute of the Russian Academy of Science: Global and Russian Energy Outlook 2019
- [8] ETE Hírlevél 2024. december
- [9] NRGReport 2024. 12. 03.: Az éghajlatot érintő cselekvés és innováció ösztönzése: ilyen volt az 5. Budapest Climate Summit
- [10] MEKH éves jelentések
- [11] <https://www.portfolio.hu>
- [12] <https://www.hupx.hu>
- [13] <https://www.hudex.hu>
- [14] <https://www.ceegeex.hu>
- [15] <https://www.fgsz.hu>
- [16] <https://www.mfgt.hu>
- [17] <https://www.eex.com>
- [18] <https://www.nrgreport.hu>
- [19] <https://www.mavir.hu>
- [20] <https://www.met.hu>
- [21] <https://www.tardingeconomics.com>
- [22] <https://www.ksh.hu>
- [23] <https://www.matasz.hu>
- [24] <https://www.eriras.com>
- [25] <https://www.ieefa.com>
- [26] IEA: Global Energy Review 2025
- [27] <https://www.mti.hu>
- [28] <https://www.ingwb.com>
- [29] <https://ec.europa.eu/eurostat> 2025. aug. 14.

A sorozat keretében eddig megjelent kiadványok

2017.-2022.

A korábbi kiadványokat keresse a kamara weboldalán (www.mmk.hu), a FAP pályaműveket tartalmazó menüben.

2023.

101.	SZILÁGYI Zsombor Dr.,	Az energiahordozók jövője
102.	BLAZSOVSZKY László	Szakmai útmutató felhasználási helyek gázellátását biztosító elosztóvezeték leágazásának létesítéséhez
103.	ÁKOSHEGYI György Dr., BORBÉLY Tibor, DIÓS András, EÖRDÖGH Zsolt	Medencés fürdők vízgépészeti tereinek tervezési szempontjai
104.	KISS Jenő dr., METZING Ferenc dr., CSERMELY Gábor, dr. HEGYI Dezső, KÖNCZÖL Gyula, DEZSŐ Zsigmond	Szakmai Útmutató az épületek, épületszerkezetek bontásához
105.	MÓGA István Dr.	Atomerőművi alapok
106.	BAK Edina, FEJES Gábor, HONTI Imre, HUDACSEK Péter, SCHELL Péter	Talajmechanikai laboratóriumi vizsgálatok, azok megtervezése és eredményeinek felhasználása a geotechnikai tervezői gyakorlatban
107.	EGRI Sándor, BUZÁS Zoltán	AutoCAD alapon készített tervdokumentációkból EHO szerinti XML fájl készítése (objektumsablon készítése)
108.	BONDOR Gabriella, CSORDÁS Szilveszter, KANOSIK Ilona, PÓLYA Endre, VARJÚ József	Szakmai ismeretek a jogosultsági vizsgára
109.	KAKUK Ilona	Az Informatikai Tervező Szakmai Útmutatója (109./1-2-3.)
110.	GIORIS Nikolaos, MENYHÁRT István Zsolt, OLÁH Róbert, TAKÁCS Bence dr., VASS Imre	Digitális mellékletek készítése az M.2 (2021.) mérnökgeodéziai tervezési segédlethez
111.	ZSIDAI László Dr., SARANKÓ Ádám Dr., SZABÓ Péter	Az additív technológiák terméktervezési és technológiai sajátosságai
112.	REINIGER Róbert, BARNÁ Sándor, BITE PÁLNÉ DR. PÁLFFY Mária, MIHICS Dalma, PINTÉR István	A Li-ion alapú akkumulátor, illetve akkumulátor részegység gyártás környezetvédelmi hatósági engedélyezésének környezetvédelmi alapkövetelményei - Szakmai segédlet környezetvédelmi szakértők, illetve hatósági eljárási szereplők részére
113.	TOKODY Dániel Dr., SCHOTTNER Károly, HADDAD Richárd, ADY László, ÁGOSTON Gergő, DRABIK Gergő, HAN Xiaoping, CSAPÓ Dániel, SZÚCS Marcell, FELHŐS Dávid Dr.	Napelemes rendszerekkel együttműködő energiatárolók létesítése
114.	GYIMESI András Dr., BOHÁCS Gábor Dr., SÜLLE Miklós, GÓDOR Balázs	Építőgépész mesteriskola tantárgyi felépítés és a hozzá kapcsolódó tematika kidolgozása
115.	BOROS János	Az atomerőművi rendszerek és rendszerelemek tervezésénél figyelembe vett elvek összefoglalása
116.	PRIMUSZ Péter Dr.	Hajlékony útpályaszerkezetek szükséges erősítőrétégének meghatározása roncsolásmentes teherbírásmérés alapján

117. EGRI Sándor, BUZÁS Zoltán AutoCAD alapon készített tervdokumentációkból EHO szerinti XML fájl készítése (objektumsablon készítése)

2024.

118. SZABÓ Kinga Dr., ÓMAJTÉNYI András, TÓTH Péter, ZSIGMONDI András A beruházáslebonyolító tevékenysége - Szakmai ajánlás a beruházáslebonyolító fogalmának meghatározására, felelősségére és jogosultságának szabályozására
119. SZILÁGYI Zsombor Dr., Feladatok a klímacélok teljesítéséhez
120. BLAZSOVSZKY László A csatlakozóvezetékek és a felhasználói berendezések létesítésével kapcsolatos gyakorlat, és a változtatás szükségességének elemzése
121. PÓLYA Endre, BALOGH Attila, ERDEI Tímea, VARJÚ József Műszaki segédlet az orvostechikai eszközpark üzemeltetéshez - Tervezési segédlet, szakmai útmutató, tananyag az MMK kötelező szakmai továbbképzéshez, valamint dokumentum egészségügyi létesítménymenedzsment és minőségmenedzsment részére.
122. BOROS János, CSALLÓKÖZI Zoltán, DOBÓ István, HUNYADI Sándor, KÁLLAI-BORIK Róbert, PODONYI Gábor, SZITA Gábor, DR. SZÚCS Botond, PERGERNÉ NAGY Edit, GYŐRI Csaba Magyarország villamosenergia ellátásának lehetőségei
123. DR. TAKÁCS Bence, HRUTKA Bence Péter, TAKÁCS Regina Szakmai útmutató vonalas létesítmények 3D modellezéséhez (geodéziai tervezők részére)
124. LIPOVICS Tamás, SZENDEFY János, VÁSÁRHELYI Balázs Kockázatok elemzése a mélyépítésben
125. KAKUKK Ilona Klára, NÓGRÁDI Gábor Informatikai Tervező Szakmai Útmutató
126. EGRI Sándor Az NMHH ESZTER aktuális verziójának használata során feltárt hiányosságok, problémák kezelése az AutoCAD programozási eszköztárával
127. DR. HANCZ Gabriella, DR. ENGI Zsuzsanna, JANCÓ Béla A kék-zöld infrastruktúra elemek tervezési irányelvei
128. HAJNAL János, DR. KOREN Csaba, LITKEI Bálint, VÁLÓCZI Dénes György A Közúti biztonsági auditjelentések szerepe az önkormányzatok pályázati gyakorlatában
129. HÓZ Erzsébet, BORBOLÁNÉ KOVÁCS Gabriella, DR. MILETICS Dániel, PÁL Péter, VÁLÓCZI Dénes, VEDRŐDI Tamás Személyi sérüléses közúti közlekedési balesetek adatgyűjtési módszertana
130. SZOMOLÁNYI Tiborné, LAKATOS István, LUKÁCS Tamás Segédlet a megvalósulási dokumentációk készítéséhez, használatbavételi, fennmaradási és bontási engedélyek dokumentációinak elkészítési segédlete
131. KATONA Gábor, FÜZÉR Ferenc, MOLNÁR Béla Hírközlési hálózatok építési technológiai gyűjtemény - Bontások, útátfúrások, anyag és munkaigények összefoglaló tervezői anyag
132. KOVÁCS József, NAGY Benedek, SZABÓ László, DR. SZEPESHÁZI Attila Geotechnikai és tartószerkezeti tervező együttműködése talaj és felszerkezet egymásra hatásának vizsgálata esetén
133. MÁRKUS Miklós, MUNTAG András Ipari zajmodell adatszolgáltatási segédlet - Segédlet szakági tervezők részére környezeti zajmodell készítéséhez

2025.

- | | | |
|------|---|---|
| 134. | TUCZAI Attila, PÓLYA Endre,
KERESE János, BELÁNYI Zsolt,
TUCZAI Péter | Műtők klimatizálása |
| 135. | SZILÁGYI Zsombor Dr., | A kőolaj és a földgáz szerepének változása |
| 136. | BLAZSOVSZKY László | Gázfogyasztó készülékek égéstermék-elvezetésének szabályozási anomáliái, és annak hátrányos gyakorlati következményei |