

**Feladatok
a klímacélok teljesítéséhez**



**Magyar Mérnöki Kamara
Kiadványsorozata 119.**

**Feladatok
a klímacélok teljesítéséhez**

**MMK FAP azonosító:
2024/104-GOT**

Budapest, 2024. október

A sorozat szerkesztője:
WAGNER ERNŐ
a Magyar Mérnöki Kamara elnöke

Készült a Magyar Mérnöki Kamara Gáz- és Olajipari Tagozatának gondozásában, a 2024. 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. Bevezetés	8
2. Az energiapiacok jellemzői napjainkig.....	9
2.1. A világ primer energia felhasználása 2023-ban	9
2.2. A primer energia felhasználás jövője	10
2.3. Az energiahordozók ára.....	12
2.4. A szén-dioxid kibocsátás a világban.....	14
2.5. A fosszilis energiahordozók jövője	15
2.5.1. Kőolaj.....	15
2.5.2. Földgáz.....	16
2.5.3. Szén	17
2.5.4. Nukleáris energiahordozó.....	17
2.6. Technikai fejlesztések az energia felhasználásban	18
2.6.1. A hidrogén a környezetbarát energiahordozó	18
2.6.2. Hidrogén előállítás kihasználatlan villamos áram termelésből	19
2.6.3. A hidrogén a közlekedésben	20
2.6.4. Hidrogén keverése a földgázhoz.....	21
2.6.5. A hidrogén ára	21
2.6.6. A hidrogén felhasználás jövője.....	21
2.6.7. A hidrogén versenye az egyéb energiahordozókkal	21
2.6.8. Bio üzemanyagok használata.....	22
2.6.9. Földgáz és hidrogén a motorok hajtásában.....	24
3. A klímaváltozás [5].....	26
3.1. Az éghajlat kialakulásának elemei	26
3.2. A klímaváltozás okai	27
3.2.1. A Föld népessége	27
3.2.2. Energia felhasználás	28
3.2.3. A napsugárzás változása	31
3.2.4. A légkörbe kerülő káros gázok.....	31
3.2.5. Hő- és elektromos energia termelés	33
3.2.6. Állattartás (hústermelés)	33
3.2.7. Közlekedés	34
3.2.8. Túlfogyasztás.....	34

3.2.9.	Nemzetközi szállítás eszközei	34
3.2.10.	Erdők irtása	34
3.2.11.	Építőanyag ipar	35
3.2.12.	Hulladék kezelés	35
3.2.13.	Hadviselés	36
3.2.14.	A felmelegedés tovább tart	37
3.2.15.	Csökken a Föld jég készlete	37
3.2.16.	Megváltozik az erdők élete	37
3.2.17.	A metánhidrát bomlása	37
3.3.	A klímaváltozás mértéke	38
4.	A klímaváltozás Magyarországon	44
4.1.	A csapadék	46
5.	A megújuló energiahordozók a világban	47
5.1.	A megújuló energiahordozók szerepe a magyar energia ellátásban [7]	47
5.2.	Naperőművek [16]	49
5.3.	Szélergia hasznosítás [15]	52
6.	Az ENSZ COP28 konferencia ajánlásai	53
7.	Az Európai Unió klímacéljai	55
8.	A magyar energiapiac és a klímahelyzet	57
8.1.	Magyarország klímapolitikai céljai	62
9.	Az Európai Unió energetikai irányelvei	64
9.1.	A háztartások energia felhasználása	70
10.	A magyar klímacélok	72
11.	Vállalkozások és intézmények lehetőségei a klímacélok teljesítéséhez	84
11.1.	Villamos piaci társulások	84
11.1.1.	Mérlegkör:	84
11.1.2.	Energiaközösség:	84
11.1.3.	Megújulóenergia közösség:	84
11.1.4.	Aggregálás:	84
11.2.	Környezetvédelmi célú tőzsdei kereskedés	85
11.2.1.	Szén-dioxid kvóta szabályozás és kereskedelem	85

11.2.2. Energiahatékonysági Kötelezettségi Rendszer (EKR)	87
12. Tőzsdei kereskedés	92
12.1. A tőzsdéről általában	92
12.1.1. A tőzsde gazdálkodása	93
12.1.2. A tőzsde szervezete	94
12.1.3. Tőzsdei ügyletek	94
12.1.4. Forgalom a tőzsdén	95
12.1.5. Közreműködők a tőzsdei ügyletekben	97
12.2. Földgáz tőzsde	97
12.3. Villamos energia tőzsde	102
12.4. A kőolaj tőzsdei ára	104
12.5. A budapesti energia tőzsdék forgalma	104
12.6. Különleges kereskedés az energia tőzsdén	108
12.6.1. Napon belüli aukció	108
12.6.2. Villamos energia árverés	108
12.6.3. OTC kereskedés	109
12.6.4. CFD kereskedés	111
12.6.5. CEEREP index	111
13. Irodalomjegyzék	112

1. 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 energiahordozó struktúra átalakítása, a megújuló és a szén-dioxid kibocsátás mentes energiahordozók szerepének növelése a világ minden országában elindított egy fontos folyamatot. Ezek az akciók az Európai Unió országaiban a legerősebbek.

Az energiahordozók ára lényegesen befolyásolja a légkörvédelmi akciók hatékonyságát.

A nemzetközi értekezleteken, konferenciákon készülnek a programok a káros folyamatok megállítására. Az ENSZ rendszeresen szervez konferenciákat a klímaváltozás elemzésére, befolyásolásának szervezésére. Az Európai Unió akciói vezetnek 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. Pontosan meghatározták a tennivalókat, felmérték a célok megvalósításához szükséges pénzt 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 energia felhasználás átalakítása a céges gazdálkodás fontos eleme is lehet. Az energia piacok főbb jellemzőinek megismerését segíti a jelen tanulmány.

2. Az energiapiacok jellemzői napjainkig

A világ energia felhasználása folyamatosan nőtt az elmúlt években (EJ) [31]:

év	2012.	2015.	2018.	2019.	2020.	2021.	2022.	2023.
EJ	527,96	547,39	581,05	587,39	566,49	597,41	607,35	619,63

A 2020. évi megtorpanás oka a COVID járvány volt.

2.1. A világ primer energia felhasználása 2023-ban

A világ primer energia felhasználása energiahordozónként (EJ) [31]:

kőolaj	földgáz	szén	nukleáris	vízi	megújulók	összesen
196,43	144,37	164,03	24,57	39,65	50,58	619,63

A fosszilis energiahordozók szerepét a klímaváltozásban a világ minden országa megismerhette már, és elismerik, hogy a szén, a kőolaj és a földgáz megújulóra cserélése lehet a hosszú távú megoldás. A három fosszilis energiahordozó felhasználás alakulása a múlt években [31]:

	2020.	2022.	2023.
Szén (EJ)	152	161	164
Kőolaj (ezer hordó/nap)	69374	68397	68124
Földgáz (milliárd m3)	3866	4048	4059

A fosszilis energiahordozók tőzsdei ára 2023-ban és 2024-ben [35]:

Kőolaj: Brent árak USD/barrel

Dátum	23.05.16	23.08.12	23.10.15	23.12.28	24.02.25	24.07.03
Ár	75,37	86,72	91,09	78,87	81,68	86,64

Földgáz: TTF tőzsde árai Eur/MWh

Dátum	23.05.16	23.08.12	23.10.15	23.12.28	24.02.25	24.07.03
Ár	32,45	35,3	53,98	33,43	22,93	33,53

Szén: EEX tőzsdei ár USD/tonna

Dátum	23.05.16	23.08.12	23.10.15	23.12.28	24.02.25	24.07.03
Ár	163,75	143	142	146	119	132

A szekunder energiahordozók közül 2023-ban a legjelentősebb a villamos energia: 29924,8 TWh volt.

A világ villamos energia termelésének energiahordozói (TWh) [31]:

	2022	2023
kőolaj	742	698
földgáz	6668	6746
szén	10324	10513
nukleáris	2679	2737
vízi	4324	4240
megújulók	242	241

Nem látszik lényeges előrelépés a villamos energia termelés zöldebbé tételére.

A napelemek létesítése a világ minden országában kiemelt fejlesztési cél. A napelemek teljesítménye a világon (MW) [31]:

2013	2020	2022	2023
40 872	434 998	632 180	873 586

2.2. A primer energiafelhasználás jövője

Minden energetikai kutató intézet készít prognózisokat az energiahordozók jövőjéről. A prognózisok több változatban készülnek, figyelembe véve a Föld energiahordozó készleteit, az energia felhasználás műszaki hátterének fejlesztését, a légkörvédelmi programok lehetséges útjait, az energia árak várható alakulását.

A kutató intézetek prognózisai között lényeges eltérések is mutatkoznak, aminek a jelentős időtávlat, a kutató intézet szorosabb kapcsolata valamelyik energia termelő céggel, a világ klímavédelmi törekvéseinek különböző megítélése az oka.

A világ primer energia fogyasztása (EJ):

	2022.	2030.	2040.	2050.
U.S. EIA [14]	604 [10]	705,2	795,4	886,3
ERIRAS [25]	604	621,1	648,8	
BP [10]	604			666
Shell [20]	604	480,7	510,7	530,8
OPEC [27]	604	622,4	675,5	
IEA [26]	604	673	708	740

A Shell a prognózis készítésben 2100. évig ment el [20]. A Sky 1.5 prognózis változat főbb számai:

földgáz felhasználás	58 trillion cubic feet
kőolaj termelés	25 millió barrel/nap

szél és napenergia termelés 510 EJ/év

bio üzemanyag felhasználás 60 EJ/év

hidrogén felhasználás 175 EJ/év

Az energiahordozók szerepének átrendeződését mutatja a British Petrol jövőképe a világ primer energia felhasználásában, „accelerated” változat (EJ)[10]:

	2019.	2022.	2050.
összesen	627	604	666
kőolaj	193	190	78
földgáz	140	142	87
szén	158	161	23
nukleáris	25	24	40
vízenergia	38	40	61
megújulók	74	45	377
Szekunder energiahordozók			
villamos energia	97	104	205
hidrogén	66	90	301

A BP előjelzést készített a világ végső energia felhasználásáról (Accelerated változat) [10]:

Év	2020.	2030.	2040.	2050.
EJ	475	485	440	400

A világ energia igényének növekedése a népesség gyarapodásával, és az energia ellátásban eddig elmaradott térségek előbbre lépésének eredménye.

A BP a 2030. év utáni időszakban látja reálisnak a fosszilis energiahordozók fokozottabb lecserélését környezetbarát energiahordozókra. A nukleáris energia szerepe alig nő a világ energia ellátásában. A megújuló energiahordozók szerepe az egyes országok gazdaságában nagyon változatos, összefüggésben az adott ország természeti adottságaival. Általában a nap- és a szélenergia hasznosítás lép előre.

A BP prognózisa a világ klímavédelmi elhatározásainak teljesítéséhez kapcsolódik: a villamos energia érje el azokat a térségeket is, ahol eddig ez nem volt lehetséges. A hidrogén szerepét is nagyon erősnek prognosztizálják a jövőben.

Az USA 2019. év óta önellátó kőolajból és földgázból, és földgázból egyre erősebb exportőr is. Az amerikai szénhidrogén ipari vállalkozások igen jelentős gazdasági és politikai erőt jelentenek.

Az amerikai U.S. Energy Information Administration ügynökség (U.S.EIA) is készített prognózist az egyes energiahordozók jövőjéről az USA-ban. Ez a prognózis

egyértelműen tükrözi az amerikai energiahordozó termelők érdekeit, és az USA kormányának törekvéseit. Az amerikai prognózist talán leginkább az befolyásolja, hogy az USA a szénhidrogének termelésében és exportjában jelentős sikereket ért el 2020 óta, különösen az orosz-ukrán háború kitörése után. Az amerikai energiahordozó struktúrát lényegesen befolyásolja a légkörvédelmi programok elfogadása vagy fékezése az USA kormánya/elnöke részéről. Trump elnök elutasította a Párizsi Klímaegyezmény aláírását, Biden elnök pedig elfogadta.

U.S. EIA prognózisa az energiahordozók jövőjéről az USA-ban (EJ) [14]:

	2022.	2030.	2040.	2050.
kőolaj	25,94	29,18	28,34	28,89
LNG	8,19	8,5	9,1	9,82
földgáz	39,88	40,52	44,71	46,02
szén	12,43	7,48	6,79	6,28
nukleáris	8,5	8,35	6,89	6,89
vízenergia	2,58	2,59	2,51	2,43
biomassza	5,11	5,11	5,13	5,47
egyéb megújuló	5,93	15,96	21	24,56
összesen	110,52	118,49	125,21	131,08

A szénhidrogének amerikai felhasználásának jövője semmilyen klímavédelmi törekvést nem tükröz, az USA politikai vezetésének egyetértését mutatja a szénhidrogének piaci szerepének megtartására, ezzel más országok (akár az EU országok is) gazdasági befolyásolására. A szén felhasználás csökkenése és a megújulók fokozottabb használata a világ általános törekvéseinek szerény lemásolása.

Az energiahordozó struktúra átalakulásával a világ szén-dioxid kibocsátása a 2023. évi 35,1 Gt szintről 2050-re 9,1 Gt szintre csökkenhet.

Az energia **árak** előjelzése az U.S. EIA szerint (2023. február) [14]:

Energiahordozó	Mértékegység	2022.	2030.	2040.	2050.
Brent kőolaj	USD/bbl	102	109	147	194
Henry Hub földgáz	USD/mmBtu	6,52	3,54	5,99	7,23
Szén	USD/tonna	37,8	64,1	90	125,4
Villamos áram	Cent/kWh	12,2	12,6	17	21,1

2.3. Az energiahordozók ára

Az energiahordozók aktuális árát sok tényező befolyásolja, például: az időjárás változása, a kereslet-kínálat aránya, az energiahordozó készletek, a szállítás lehetősége, az energiahordozó cserék aktuális céljai, nemzetközi háborúk.

Lényeges elemei az energiahordozók piacának a tőzsdék. A világ legnagyobb forgalmú árutőzsdéin az energiahordozók is jelen vannak. A tőzsdei árak elég szorosan követik az energiahordozók piacán bekövetkezett változásokat, ugyanakkor a tőzsdei manipulációk hatással vannak az energiahordozó piacára is.

A jelentős energia tőzsdék határidős kötései a következő időszak piaci árait is meghatározzák, akár több évre előre is. A hosszú távra kötött ügyletek rendre csökkenő energiahordozó árakat mutatnak.

Az árak akár naponta is változhatnak, lehetnek olyan napok, amikor a tőzsdén az általában szokásos (áru) kínálati többlet hiányba csap át, ekkor az árak megugorhatnak. Előfordul az energiák piacán negatív ár is, amikor a piaci kínálat lényegesen meghaladja a keresletet, és az energia termelőknek nincs lehetősége a termelés csökkentésére.

A tőzsdék nemzetközi, bármely országból lehet ügyletet kötni bármelyik tőzsdén.

Az Európai Unióban minden országban működnek tőzsdék, több országban kifejezetten energiahordozó tőzsdék is.

Nagy forgalmú nemzetközi energia tőzsdék

ICE tőzsdecsoport, Intercontinental Exchange

kőolaj, villamos áram, CO₂ tőzsde

Székhelye: **USA** Atlanta

Európában: ICE Futures Europe, London

EEX tőzsdecsoport, European Energy Exchange

villamos áram, kőolaj, földgáz, CO₂, mezőgazdasági termékek, biomassza kereskedés.

Székhelye: **Lipcse**.

EPEX villamos tőzsde

Az EEX tőzsdecsoport tagja. Székhelye **Párizs**. 13 európai ország azonnali villamos energia kereskedelmét fogja össze.

Henry Hub földgáz tőzsdei árpont

USA Louisiana államban. Az USA legfontosabb földgáz vezetékeit köti össze, ezzel az USA legfontosabb földgáz ár meghatározója. Ezek az árak jelennek meg a New York Mercantile Exchange tőzsdén.

TTF energia tőzsde, Title Transfer Facility virtuális kereskedési ponttal.

Üzemelteti: Gasunie Transport Services (GTS).

Földgáz, bio üzemanyag, szén, kőolaj, elektromos energia és petrokémiai termékek tőzsdéje.

Székhelye: **Hollandia**. A legnagyobb földgáz forgalommal Európában.

CEGH VTP földgáz tőzsde, Central European Gas Hub Virtual Trading Point

Székhelye: **Bécs**

Több magyar cég ezen a tőzsdén vásárol földgázt.

A budapesti energia tőzsdék árai követik a legjelentősebb külföldi energia tőzsdék árait.

Az európai országokban az energia beszerzések sokszínűsége miatt eltérő szabadpiaci ár átlagok alakulnak ki. Európai földgáz árak (Eur/MWh):

	2023.01.02	2023.12.29
Olaszország	73,5	31,52
Franciaország	70,1	29,7
Hollandia	70,03	38
Németország	63,82	31,48
Lengyelország	70,11	34,05
Csehország	70,5	33,18
Románia	60,44	29,23
Magyarország	76,01	31,76

2.4. A szén-dioxid kibocsátás a világban

A légkör szén-dioxid tartalma változik az éven belül: május-július időszakban a legmagasabb, és szeptember-október hónapban a legalacsonyabb.

A levegő szén-dioxid tartalma a Hawaii szigetén működő Mauna Loa NOAA (USA) meteorológiai obszervatóriumi mérése szerint (ppm = milliomod rész) [3]:

2020. évben: 421 ppm

2022. április: 420,86 ppm

2024. március: 425,7 ppm

A NOAA meteorológiai állomás a légkör szén-dioxid tartalmát 2024. májusi átlagban 426,90 ppm koncentrációnak mérte [32].

A légkörbe kerülő gázok sora elég nagy, és a gázok hatása az emberi életre és az időjárásra is változatos.

A szén-dioxid kibocsátás több forrásból ered: talán legjelentősebb a fosszilis tüzelőanyagok (szén, kőolaj, földgáz) égetése, a természetes növényi környezetünk is jelentős kibocsátó, az állatvilág is jelentős mennyiséget bocsát ki, de maga az ember a lélegzéssel is növeli a légkör szén-dioxid tartalmát.

Létrejött a nemzetközi egyetértés abban, hogy az emberiség a légkör védelmi akcióit első sorban a szén-dioxid kibocsátásra koncentrálja. Ugyanakkor akció indult a fluor

tartalmú gázok használatának visszaszorítására is. Tudjuk azt is, hogy a légkörbe kerülő metán is oka a légköri változásoknak. A légkör károsítás mértéke az egyes gázok esetében eltérő.

Az Energy Institute felmérést készített a káros légköri gáz kibocsátásról [1]. Az adatokat szén-dioxid kibocsátás egyenértékben adták meg.

A legtöbb szén-dioxidot kibocsátó országok (millió tonna CO₂ egyenérték):

	2012.	2015.	2020.	2021.	2023.
Kína	10156	10374	11499	11969	12603
USA	5433	5540	4908	5210	5130
India	2009	2321	2450	2700	3121
Oroszország	2084	2029	2014	2175	2176
Japán	1324	1240	1061	1095	1038

A világ szén-dioxid kibocsátása 2023-ra elérte az évi 40417 millió tonnát [31].

2.5. A fosszilis energiahordozók jövője

2.5.1. Kőolaj

A kőolaj a világ egyik legjelentősebb energiahordozója. Minden nap találkozunk kőolajból készült termékekkel, például a műanyagokkal. Az utóbbi hónapok sok változást hoztak az olajpiacon és a felhasználásban.

A Föld hagyományos kőolaj készletét 244 milliárd tonnára becsülik. Számtalan országban még nem voltak kiterjedt kőolaj készlet kutatások. A már megkutatott területeken is találnak további készleteket a legkorszerűbb geológiai és geofizikai módszereknek köszönhetően. A hagyományos kőolaj készletek alig csökkennek, a kutatások eredményei miatt. Hozzá kell adni a készletekhez a nem hagyományos kőolaj készleteket, amelyeket egyszerűsítve palaolajnak nevezünk. A palaolaj és palagáz készletekről még becslések sem készültek, de a hagyományos készletek többszöröséről van szó.

A kőolaj kutatása, termelése, feldolgozása, forgalmazása és felhasználása sok céget, rengeteg embert foglalkoztat. A kőolaj iparág beszállítói kutató intézetek, gépgyárak, vegyipari üzemek szintén jelentős gazdasági ágazatok. Az olajipari cégek általában részvénytársaságok, és a részvényeik a tőzsdék forgalmában jelentős tételek.

Az olajpiac érzékenyen reagál egy sor külső hatásra: államok közti vitákra, belső forrongásokra, jelentős nemzetközi megállapodásokra, pénzügyi akciókra. Az olajpiacot ért hatásokat szinte azonnal észlelhetjük a benzinkutakon: az üzemanyagok ára szorosan követi a változásokat.

Az olajpiac változásai kihatnak a kapcsolódó cégekre, pénzintézetekre, vagyis sok ember életére is.

A kőolaj sok esetben volt nemzetközi konfliktusok forrása is, vagy erős fegyver egyes államok politikájának befolyásolására.

A kőolaj a világ minden térségében, szinte minden folyamatban szerepet kap.

A Föld országaiban az évi 4,6 milliárd tonna körüli kőolaj fogyasztás döntő többsége a közlekedést szolgálja, de a villamos áram termelésben, a kenőanyag- és a műanyag gyártásban, a vegyiparban is lényeges szerepe van.

A kőolaj szinte teljes mennyisége tőzsdéken kel el, vagy tőzsdei árakkal árazzák. Vannak azonnali, és határidős szállításra vonatkozó kötések. A tőzsde is érzékenyen reagál a kőolaj termelés, felhasználás jelentősebb változásaira: jelentős, új mezők megtalálására, a felszíni kőolajkészletek felduzzadására vagy éppen lecsökkenésére, az OPEC (Kőolaj Exportáló Országok Szövetsége) döntéseire, az ellenőrizhetetlen olajforrások piacra lépésére, de a piac működését érintő nemzeti és nemzetközi konfliktusokra, háborúkra is. Ugyanakkor az állapítható meg, hogy más alapanyagok, termékek, devizák tőzsdei árának változásai érdemben nem befolyásolják az olaj árát.

2.5.2. Földgáz

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 csővezetékes európai exportot egyre inkább felváltja az LNG export. Az orosz földgázexport alakulása (milliárd m³) [31]:

Év	Csővezetékes	LNG
2015.	194,2	14,6
2020.	197,4	41,8
2021.	201,3	39,5
2022.	125	43,4
2023.	95,4	42,7

- 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,
- erősödik a kőolajtermékek kiváltása földgázzal

- a napelemek és a szélerőművek terjedésével nő az egyensúlyozó villamos energia termelés, ezt leggyakrabban földgáz üzemű erőművek termelik meg
- 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.

2.5.3. Szén

2023-ban a szén volt a második legfontosabb energiahordozó a világon, 164 EJ termeléssel. A Párizsi Klímaegyezmény hatására Németország 2016-ban kijelentette, hogy 2030.-ig megszabadul az energiaipari szén felhasználástól, helyette megújulókat fog használni áram termelésre. (Ehhez a programhoz azonban nem árt tudni, hogy Németország primer energiahordozó igényének 19 %-a a szén) A megújulók alatt itt első sorban szél-, és napenergiát kell értenünk. Ne felejtsük el, hogy Németország szénkészletei nagyon magasak, szénbányászata fejlett és a német gazdaság jelentős ágazata a szénbányászat, erős szerepe van a foglalkoztatásban is. Ezt a német döntést alapvetően a klímavédelmi programok támogatása indokolta és a szén-dioxid kvóta árának stagnálása is.

Az orosz-ukrán háború a szénerőművek leállításának programját Németországban elhalasztotta.

A világ szénben gazdag országai erősen támaszkodni akarnak a nemzeti energia forrásaikra, és akár szén exporttal, akár villamos áram kivitellel egyre jobb pozíciót akarnak kivívni Európa energia piacán. Európa nagy széntermelő országai, beleértve ebbe Lengyelországot, Törökországot és Oroszországot is, igyekeznek a piaci igényeknek megfelelő, minél magasabb szinten tartani a szén termelést.

A Shell prognózisa a **fosszilis energiahordozók** használatáról a világban (EJ) [20]:

	2030.	2040.
kőolaj	195	110
földgáz	125	230
szén	220	230
összesen	540	570

2.5.4. Nukleáris energiahordozó

A nukleáris erőművekben az urán 235-ös izotópja a fűtőanyag. Az urán felhasználás a világon 2023-ban 66 650 tonna volt. Becslések szerint 2040-re az urán igény elérheti a 130 000 tonnát. Az EU urán szükségletének kb. 30 %-át orosz import adja. Urán dúsító üzemek vannak: USA, Anglia, Franciaország, Németország, Hollandia, Oroszország.

2.6. Technikai fejlesztések az energia felhasználásban

2.6.1. A hidrogén a környezetbarát energiahordozó

Az energia ipar fejlesztése a szénhidrogének helyettesítésére képes anyagok kutatása során több, mint száz év után ismét elővette a hidrogént.

Hidrogén termelés a világon: évente kb. 5 millió tonna, a primer energiahordozó felhasználás 1,5 %-a. A katonai és űrtechnikai célokra használt hidrogén mennyiségét 2 millió tonnára becsülik. A fennmaradó rész 38 %-a az ammónia termelést szolgálta, 37 %-ot a kőolaj feldolgozás igényelt, 12 %-ot szintézisgáz termelésre használtak, 10 % metanolgyártáshoz kellett, és 3 % fogyott egyéb célokra. 2040-re a primer energiahordozó felhasználás 18 %-a lehet a British Petrol 2019. áprilisi előjelzése szerint.

A hidrogén a legelterjedtebb elem a világon. A legegyszerűbb kémiai szerkezet, ugyanakkor gyártása, kezelése, használata egy sor fejlesztési feladatot jelent. Energiahordozó és környezetbarát, ezzel a jövő időszak talán legfontosabb anyaga lehet. Kiváló anyag a fosszilis energiahordozók fokozatos kiváltására, az energiaszolgáltatás szezonálisának kompenzálására. A hidrogénnel kapcsolatos kutatások és fejlesztések sokrétűek és eredményesek, a hidrogén esélyes arra, hogy árával is hamarosan versenyképes legyen az egész energia-iparban.

A hosszabb távra tervező és előre látó országok sok pénzt áldoznak a hidrogén gyártás, felhasználás egyes területeinek fejlesztésére, egyértelműen azt a célt szolgálva, hogy a hidrogén széles körben alkalmazható energiahordozó lehessen.

A hidrogén felhasználásának kutatása a közlekedés és a villamos áram termelés területén kiváló eredményeket hozott. A sorozatban gyártott személyautók tiszta hidrogén hajtása már igazolta, hogy a hidrogén alkalmas a benzin- és dízel üzemanyag lecserélésére. A fejlesztések eredményeként a hidrogén hamarosan árban is versenyképes lesz a szénhidrogénekkel. A vasúti közlekedésben- és a vízi járművek esetében a hidrogén használata remek eredményeket hozott már, és megjelent a légi jármű kísérletekben is.

A tömeges nap- és szélenergia hasznosító beruházások egyik vonzata a villamos áram termelés és a felhasználás szezonálisának eltérése, amit egyre sürgetőbben kezelni kell. Az egyensúlytartásra használt földgáz üzemű villamos erőművek helyett a hidrogén decentralizált alkalmazása kiváló lehetőséget kínál.

Eredményes kísérletek sora igazolja, hogy a hidrogén alkalmas a földgáz helyettesítésére: a földgázhoz meghatározott arányban keverve a legtöbb felhasználó berendezésben alkalmazható. A hidrogén föld alatti földgáz tárolókban is elhelyezhető, ezzel nagy léptékben alkalmas a villamos energiatermelés és energiaszolgáltatás szezonálisának kiegyenlítésére.

A hidrogén jelenlegi ipari felhasználása és a folyó kutatások alapján vázolható a hidrogén új szerepe a jövő évtizedekben:

- közúti közlekedés hajtóanyaga
- hajó, vasúti jármű hajtása
- telephelyen belüli anyagmozgató eszközök hajtása
- kis léptékű villamos áram termelés intézményeknél, vállalkozásoknál kb. 1...2 kW teljesítménnyel, és a hő kiegészítő hasznosítása
- hordozható energiaforrások; először a katonai alkalmazás indult el
- szünetmentes áramforrások kis teljesítménnyel
- részvétel a villamos rendszer szabályozásban

Az iparban nagy mennyiségben állítják elő, Magyarországon is:

- vízgázreakcióval, amelynek során izzó szénből és vízgőzből, 1000 °C-on hidrogén és szénmonoxid keletkezik.
- földgáz bontással (gőzreformálással), 1000 °C hőmérsékleten alumíniumoxid katalizátorral szén-monoxidot és hidrogént nyerhetünk, a két gáz további eljárással szétválasztható.
- metanol-víz reformálással, hasonlóan a földgáz bontási eljáráshoz.
- 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.

Az első három eljárást hívják „kék” technológiának, az elektrolízis technológiát pedig „zöld” -nek.. Ma már az utóbbi három eljárást alkalmazzák. 2023-ban még csak 10 % körül volt a „zöld” gyártási technológia részesedése a gyártásban.

2.6.2. Hidrogén előállítás kihasználatlan villamos áram termelésből

Villamos mérleg Magyarországon 2023-ban: (GWh)

hazai termelés	34 895
nettó import	11 099
bruttó felhasználás	45 994

A villamos energiaforrásoknak 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 legtöbbjének 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.

2.6.3. A 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 kutatóintézetek a részletes prognózisok fontos fejezeteként kezelik a közlekedés energia igényét. 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 2018 nyarán 298 volt, ebből 111 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.

Magyar világújdonság a 2in1 hidrogéncella. Négy cég: Accuseeled Kft., MTA Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézet, BME Gépjárművek Tanszék, VHJ Kft. közös kutatása arra irányul, hogy a hidrogéncella nemcsak előállítsa, hanem tárolja is a hidrogént. Az új hidrogén cella gyakorlati alkalmazására egy gépkocsit építettek. A

fejlesztés eredményeként a kísérleti autóban 70 hidrogén-cella működik. A cellák várható élettartama 200-1000 ciklus, vagyis kb. 2-7 év. Egy cellában 80 liter hidrogén van. Az energia tartalom 150-170 Wh/kg. A cella töltési ideje 5...12 óra.

2.6.4. Hidrogén keverése a földgázhoz

A benzinhez és a gázolajhoz kevert bioüzemanyagok sikere is igazolta, hogy a környezetbarát tüzelőanyagok meghatározott mértékben keverése a fosszilis energiahordozókhoz különösebb technikai problémák nélkül megoldható. Az Európai Unióban több országban folynak kísérletek a vezetékes földgáz szolgáltatásban a hidrogén bekeverésére. A hidrogén különböző mértékű bekeverésének hatását a gázellátó rendszerre részletesen és alaposan értékelték már, és megállapították, hogy mintegy 10 tf. % mértékig a hidrogén bekeverhető a földgázba, a meglévő gázellátó rendszer átalakítása nélkül. A földgáz felhasználás „zöldítése” ezzel az eljárással eredményes, igazolja ezt az EU támogatása is.

2.6.5. A hidrogén ára

A hidrogén ára a piacokon csökkenő tendenciát mutat (USD/kg) [31]:

	2022.	2023.
US Golf Coast	2,25	1,52
Nortwest Europa		3,92
Middle East	4,67	2,92
Far East-Asia	7,78	3,9

2.6.6. A hidrogén felhasználás jövője

A hidrogén termelés egyik alapanyaga a víz korlátlanul áll rendelkezésre, minden országban. Az adott ország hagyományos energiahordozó készletei és kitermelése meghatározza az új, korszerű, környezetbarát energiahordozók felhasználásának ütemét. A kimerülőben lévő fosszilis energiahordozó készletek miatt gyorsulhat a hidrogén felé fordulás, és ezt elősegítheti a hidrogén használathoz tartozó technikák gyors fejlődése is.

A hidrogén a szénhidrogének vetélytársa lehet, ezért a hidrogén térnyerését a kőolaj aktuális ára határozza meg. Szakértők becslése szerint a hidrogén előretörésének határa a 60 USD/barrel kőolaj ár lehet.

2.6.7. A hidrogén versenye az egyéb energiahordozókkal

A hidrogén bármelyik egyéb energiahordozót tudja helyettesíteni, kiváltani.

A hidrogén termelési eljárások energia igénye és az előállítás átlagos költségei 2017-ben:

Eljárás	Energia igény (kWh/Nm ³)	Költség (Ft/Nm ³)
Földgáz bontás	0,05	45
Metanol bontás	0,05	78
Elektrolízis	4,5	110

A földgáz bontás a legelterjedtebb hidrogén gyártási eljárás. Ezt az eljárást a környezetvédelmi követelmények szigorítása sorolhatja hátrább, például a földgáz bontással üzemelő termelők bevonásával a szén-dioxid kvóta rendszerbe.

A Cambridge Econometrics becslést adott közre a hidrogén előállítás jövőbeli költségeiről (Euro/kg) [23]:

	2020.	2030.	2040.	2050.
Elektrolízis	6,9	6	5,3	5,1
Metán gőzreformálás	6	4,2	4,0	3,7
Szén vízgáz reakció	5,5	3,2	2,9	2,7

2025-re a közutak mellett tankolható hidrogén ára azonos lehet a szénhidrogénekkel, ezzel felgyorsulhat a hidrogén előretörése a közlekedés hajtóanyagai között.

2.6.8. Bio üzemanyagok használata

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 [2]:

Év	2006.	2012.	2022.
Bioetanol (milliárd liter)	39	86	160
Biodízel (millió tonna)	5,8	18,5	36

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.

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: biomassa (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 élesztőgomba hozzáadásával, erjesztéssel állítják elő. A bioetanol kb. 50 %-ig keverhető a benzinnel, de 8-10 % etanol tartalomnál már át kell állítani egyes autók gyújtását. Az első generációs bioetanol energia sűrűsége a benzinnél alacsonyabb. A bioetanol gyártása energiaigényes. A bioetanol oktánszáma 105. 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 benzinnel 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.

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. Az előállításának költségei még magasak.

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 és primer felhasználás Magyarországon (PJ) [2]:

	2015.	2020.	2021.	2022.
Termelés	16,1	18,7	20,6	20,4
Felhasználás	7,3	11,7	11,9	12,4

A bioüzemanyag exportunk jelentős, és még tovább növelhető.

A bioüzemanyagok használatának környezetvédelmi eredményei:

- A tiszta biodízel növényi nyersolajból előállítva 57 %-al, használt sütőolajból 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 fejlesztése a motor hajtóanyag iparág élő feladata. Az alapanyagok, a gyártási technológiák, a tárolás, az optimális keverés még egy sor kutatási feladatot adnak. Mivel a bioüzemanyagok használatának környezetvédelmi előnyei máris mérhetők, ezért a világ legtöbb részén támogatják az alkalmazásukat. Az Európai Unió élen jár a bioüzemanyag alkalmazás fejlesztésében, a jövőre vonatkozó programokban egyértelmű cél a nagyobb mértékű felhasználás.

A bioüzemanyagok fontos eszközt jelentenek a globális felmelegedés elleni küzdelemben, mert mérsékelhetik a kőolajszármazékok felhasználását a közlekedésben. Alkalmazásuk azonban nagyon sok megoldandó gyakorlati problémát (gazdaságosság, állami szubvenciók) is felvet, és elvi okok (szén-dioxid mérleg, környezeti hátrányok) miatt is egészében véve csak szerény hozzájárulást jelenthetnek a környezetvédelmi célok eléréséhez.[13]

2.6.9. Földgáz és hidrogén a motorok hajtásában

A kutatások egyik ága a hagyományos motorhajtóanyagok (benzin, gázolaj) lecserélése környezetbarátabb üzemanyagra eredményes, a közúti és vízi járművekben a földgáz használata széles körben elterjedt. A közlekedésben a pébégáz (LPG) alkalmazása mellett növekedik a sűrített földgáz (CNG) hajtású járművek száma is. Ennek további alternatívájaként kínálkozik a tehergépjárművek kategóriájában az LNG (Liquified Natural Gas) üzemanyagú hajtás.

Az 1. ábra az egyes hajtásrendszerek közlekedésben történő alkalmazhatóságát szemlélteti. A gáz halmazállapotú üzemanyagok esetében igen jelentős szerepe van a gépjármű teljesítményének és az üzemanyag tárolhatóságának. A folyékony üzemanyagok minden közlekedési módra megoldást adnak. Az LPG (Liquified Petroleum Gas) és a CNG (Compressed Natural Gas) főként személygépjárművekhez

alkalmas, az LNG kiváló alternatívát jelent a nehéz tehergépjárművek hajtása esetén. Az elektromosság jelenleg csak kisebb hatótávolságokon alkalmazható (akkumulátoros kivitel), vagy pályához kötött közlekedési eszközöknél kínál lehetőséget.

1. ábra A gáz üzemanyagok alkalmazhatósága a közlekedésben [12]

Közlekedési mód		Folyékony üzemanyag	Gáz üzemanyag				Elektromos
			LPG	CNG	LNG	H2	
Személy autó	Rövid távra	++	+	+	-	+	+
	Hosszú távra	++	+	+	-	+	-
Teher autó	könnyű	++	+	+	-	+	o
	nehéz	++	-	o	+	-	-
Vasút		++	-	-	+	-	++
Hajó		++	-	-	+	-	-
Repülő		++	-	-	-	-	-

++ teljesen kompatibilis

+ kisebb korlátozásokkal

o jelentősebb korlátozásokkal

- nem kompatibilis

3. A klímaváltozás [5]

A túlzott üvegházhatás és a Földet körülvevő éltető légkör rossz minősége napjaink legjelentősebb környezeti problémái közé tartoznak [28]. A természetes üvegházhatás folyamatát az ember a természetbe való beavatkozásával jelentősen megváltoztatta, melynek következménye a Föld légkörének melegedése és a klímaváltozás. A szennyezett levegő környezetünk savasodását és további negatív hatásokat okoz. Ezen problémák nemcsak a légkörre, hanem az egész földi bioszféra normál működésére is igen komoly veszélyeket tartogatnak, melyeket már az 1960-as években felismertek. A környezet védelméért az első jelentős lépés az 1972-ben összehívott Stockholmi Konferencia volt, melyen a világ államainak vezetői gyűltek össze a közös környezeti problémák enyhítésében való együttműködés reményében. Ezt követően számos hasonló rendezvény volt még, melyek alkalmával már konkrét kötelezettségek és egyezmények is születtek a résztvevő államok között. Az Éghajlatváltozási Keretegyezmény (UNFCCC) és a Genfi Egyezmény (UNECE-CLRTAP) a nagy távolságra jutó, országhatárokon áttérjedő légszennyeződésről Magyarországot is kötelezi a nemzetközi programokban részvételre.

Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (IPCC) kidolgozta a légköri káros gázkibocsátás pontos meghatározását és évente elkészíti jelentését a változásokról az Európai Unió és az ENSZ részére.

3.1. Az éghajlat kialakulásának elemei

Az adott térség éghajlata kialakulása természetes körülmények között a következő tényezőknek köszönhető [5]:

- a Nap sugárzásból származó hőenergia mennyisége

A napsugárzás az éghajlati rendszer egyetlen számottevő energia forrása. A napsugárzás mértéke függ az egyenlítőtől mért távolságtól: a legtöbb sugárzás az egyenlítő térségébe érkezik.

- a Föld felszín anyagi összetétele

A Föld felszíne a beépítettségen kívül a különböző talaj anyagok és szerkezetek miatt különböző mértékben nyeli el és veri vissza a napsugárzást. A hóval borított területek hővisszaverő képessége akár 60...80 %-kal is csökkenhet a hó elolvadása után. A napsugárzás elnyelésének különböző mértéke sajátos helyi légáramlást hoz létre.

- a felszín növényzetének jellege és a növény borítottság mértéke
- domborzat és a tengerszint feletti magasság

A felszín egyenetlenségei lényegesen befolyásolják a napsugárzással érkező energia mennyiségét. A magas hegységekben a ritkább levegő és a kisebb légszennyezettség miatt a napsugárzás légköri elnyelődése kisebb. A hegységek befolyásolják a légáramlást, ezzel a csapadék eloszlását is.

- általános földi légmozgás

Az egyenlítő vidékén rendszeresen keleti irányból fúj a szél. Az egyenlítőtől északra északi, attól délre déli a jellemző légmozgás. Ennek köszönhető az, hogy az egyenlítő térségében gyakori a folyamatos felhő képződés és a sok csapadék. A mérsékelt égövön a nyugati légáramlat a jellemző, ami nagy nedvességtartalmú és viharos időjárást okozhat.

- a tengeráramlások hő- és vízszállítása

Az 50...150 méter mélységig terjedő felszíni tengeráramlatok jelentős hőmennyiséget szállítanak, és ezzel nagy szárazföldi területek éghajlatát is szabályozzák. A tengeráramlatok kialakulásában a szeleknek is nagy szerepe van. Európában ismerhetjük a Golf-áramlatot, amely Portugália, Spanyolország, Franciaország és Nagy Britannia időjárását alakítja ki.

- a légkör összetétele

A természetes körülmények között kialakuló éghajlatot az emberi tevékenységgel együtt járó légszennyezés lényegesen módosítja. Naponta olvashatunk a világ különböző térségeit sújtó, eddig nem tapasztalt rendkívüli időjárási jelenségekről: szárazságról vagy éppen özvízszerű csapadékról, viharokról.

3.2. A klímaváltozás okai

3.2.1. A Föld népessége

A klímaváltozás elsődleges okának a Föld népességének gyarapodását tekinthetjük. A gyarapodó népesség építkezik, több élelmet fogyaszt, többet közlekedik, fűteni akar, több villamos energiát és üzemanyagot igényel.

2023-ban a Föld lakosainak száma 8,04 milliárd fő. A legnépesebb országok (milliárd fő) [1]:

Ország	Népesség
India	1,43
Kína	1,41
USA	0,34
Indonézia	0,28
Pakisztán	0,24
Nigéria	0,22
Oroszország	0,15
Japán	0,12
Németország	0,08
Világ	8,04

Az Európai Unió országában 446 millió ember él, a bevándorlások miatt folyamatosan, határozottan gyarapszik a lakosok száma.

A Föld népessége közvetlen hatással van a klímaváltozásra. Az emberek életének szinte minden eleme energiát vesz igénybe, az energiatermelés többsége ma még a légkör szennyezésével jár.

Az U.S EIA intézet prognózist készített a Föld népességének alakulásáról [14]:

Év	2025.	2030.	2035.	2040.	2045.	2050.
Népesség (millió fő)	8 111	8 462	8 789	9 093	9 366	9 603

A Föld népességének alakulására vonatkozó elemzések közül reális az, amelyik szerint a Föld népessége kb. 2080-ig egyre csökkenő ütemben nőni fog, és 10,5 milliárd főnél fog tetőzni. Ez a népesség felső határa az elláthatóság szempontjából.

Ezt a prognózist igazolja az, hogy a Föld felülete nem változik, a tengerek és óceánok mai 361 millió km² felülete pedig 2080-ig akár tíz százalékkal nőhet a sarki jég készletek olvadása miatt, a szárazföld felület csökkenésével egy időben.

A népesség gyarapodásával együtt jár a mezőgazdasági termőfelület és erdők csökkenése a lakásépítések, a közlekedési hálózat helyigénye, a népesség ellátásához szükséges gyártmányok előállításához szükséges új ipari létesítmények helyigénye miatt. Ugyanakkor az emberek élelmezése miatt a mezőgazdasági termőterületnek növekedni kellene.

A népesség gyarapodásával együtt jár több változás is:

- az országok, települések fogyasztási szintje eltérő, a gazdagabb településeké magasabb szintű
- a fogyasztási szint differenciáltan fog nőni
- az ivóvíz hiány gyakoribb, az ivóvíz minősége romlik, a folyamatos ivóvíz szolgáltatáshoz jelentős beruházások lesznek szükségesek
- az erdőirtás következménye az aszályos területek növekedése
- az életszínvonal növekedéssel együtt jár a várható élettartam növekedése, az egészségügyi ellátásra több teher jut
- a népesség gyarapodásával nő a hulladék mennyisége

2024-ben 208 ország volt a világban. Az országok száma időnként változik, országok szétválhatnak vagy egyesülnek.

3.2.2. Energiafelhasználás

A világ primer energia felhasználása nő. A 2020-as év a COVID járvány miatt kis visszaesést eredményezett az energia felhasználásban. A primer energia felhasználás a világban és az EU-ban (EJ) [3]:

Év	2019.	2020.	2021.	2022.	2023.
Világ	587,39	566,49	597,41	604,04	619,63
EU	61,86	57,25	60,28	58,18	56,38

2023-ban a primer energia felhasználás 81,4 %-a fosszilis energiahordozó (kőolaj, földgáz, szén) volt.

Magyarországon a primer energia felhasználás alakulás a következő volt (PJ):

	2020.	2021.	2022.	2023.
január	129	119	124,7	100,6
február	102,9	108,2	102,5	95,6
március	103,9	108,4	114,7	96
április	79,5	94	91,6	85,4
május	75,4	77,4	73,7	70,1
június	67,8	74,5	71,1	64,4
július	74,7	76,9	71,7	69,7
augusztus	68,2	73	66,7	67,1
szeptember	75,8	74,6	66,9	68,7
október	95,3	96,9	78,9	79,3
november	109,1	107,3	88,2	95,4
december	113,3	123,2	105,4	108,9

A primer energia felhasználás alakulásában sok tényezőnek van szerepe: például a légköri hőmérséklet alakulásának, az energiahordozók árszabályozásának és piaci árának, az életszínvonal alakulásának, az ipari termelés intenzitásának.

Az U.S EIA 2023. októberben elkészítette az energiahordozók használatának prognózisát (10^{24} Btu) [14]:

	2025.	2030.	2035.	2040.	2045.	2050.
Kőolaj	198	202	207	214	222	232
Földgáz	155	161	167	176	186	197
Szén	164	166	170	169	170	172
Nukleáris	29	32	33	34	34	35
Egyéb	115	137	158	179	200	219
Összesen	661	698	736	772	814	855

Az amerikai prognózis mondhatni természetesen az USA saját energiahordozó készletei és gyenge légkörvédelmi törekvései figyelembe vételével készült.

A világ felismerte a fosszilis energiahordozó használatának káros hatását a légkörre, és elindította a megújuló energiahordozók használatának elterjesztését. A British Petrol kutatóintézete 2020-ban prognózist készített az egyes megújuló energiahordozók használatáról a jövőben [10]. A prognózis „accelerated”, legvalószínűbb változatát mutatjuk be:

	Szél és napenergia	Bio üzemanyag	Vill. járművek	Hidrogén
	TWh	millió hordó/nap	millió darab	millió tonna
2025.	6000	3	0,1	10
2030.	10000	3,9	250	40
2035.	17000	4,2	500	80
2040.	24000	4,6	1000	120
2045.	31000	4,8	1500	200
2050.	40000	5	2000	300

A fosszilis energiahordozók kutatásával, kitermelésével foglalkozó vállalkozások még évtizedekig számíthatnak a Föld energiahordozó készleteire, nem szorgalmazzák a megújuló energiahordozók gyorsabb terjedését.

Az energiahordozók szerepének átrendeződését mutatja a British Petrol jövőképe a világ primer energia felhasználásában, „accelerated” változat (EJ)[10]:

	2019.	2022.	2050.
összesen	627	604	666
kőolaj	193	190	78
földgáz	140	142	87
szén	158	161	23
nukleáris	25	24	40
vízenergia	38	40	61
megújulók	74	45	377
villamos energia	97	104	205
hidrogén	66	90	301

A BP szerint az energiahordozó struktúra átalakulásával a világ szén-dioxid kibocsátása a 2019. évi 39,8 Gt szintről 2050-re 9,1 Gt szintre csökkenhet.

Ugyanakkor az U.S. EIA 2023. októberi prognózisa a világ szén-dioxid kibocsátását folyamatosan növekvőnek mutatja, minden légkörvédelmi törekvés mellett (millió tonna) [14]:

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

3.2.3. A napsugárzás változása

A Nap sugárzása hosszabb periódusokban változik. Például a 14. és 19. század között úgynevezett kis jégkorszak következett be. Grönland időjárása lehült, az Alpok jégtakarója vastagodott a mai megfigyelések szerint. A kutatások azt mutatják, hogy a jelenlegi klímaváltozási folyamatok mögött nem áll a Nap sugárzásának változása.

3.2.4. A légkörbe kerülő káros gázok

A legfontosabb gázok, melyek a légkör alakulását befolyásolják: szén-dioxid, metán, dinitrogén-oxid, kén-hexafluorid, halogénezett szénhidrogének és az ózon. Ezeket a gázokat hívjuk üvegházhatású gázoknak (ÜHG). Ezek a gázok a látható fény tartományba eső napsugarakat nem nyelik el, a Föld felszínéről visszavert sugárzás egy részét viszont nem engedik a világűrbe távozni. Ez okozza földi hőmérséklet emelkedését.

Az ÜHG gázok miatt a légkör alsó rétege felmelegszik, a felső réteg pedig lehül.

A légkörben található üvegházhatású gázok azonban nemcsak elnyelik a hőhullámokat, hanem vissza is sugározzák a Föld felszín felé. Minél nagyobb ezeknek a gázoknak a koncentrációja a légkörben, annál hosszabb ideig melegítik a napsugarak a Földet, vagyis annál magasabb lesz a hőmérséklet.

A harcot az ÜHG kibocsátás csökkentésére indítottuk el. Részleges eredmények már vannak: például a fluor tartalmú gázok használatát a hűtőiparban sikerült visszaszorítani. Most a küzdelem elsődleges célpontja a szén-dioxid kibocsátás. A szén-dioxid a 12 mikrométernél hosszabb hullámhosszú elektromágneses sugárzást képes elnyelni, és ebben a hullámhossz-tartományban a teljes elnyeléshez már egészen kis mennyiségű gáz jelenléte is elegendő [5].

Az üvegházhatás szempontjából nagyon káros a metán, amely természeti jelenségek és az emberi tevékenység által egyaránt a légkörbe jut. Az emberi tevékenységek közül például a hulladék, a szennyvíz kezelés, a rizs termesztés, a kérődző állattenyésztés a metán kibocsátás fő oka. Maga az ember is bocsát ki metánt.

A légköri vízgőz hatása a földi klíma alakulására hasonló a szén-dioxidhoz. A légköri vízgőz tartalom 60 % mértékben felelős a klímaváltozásért. A légkör vízgőz tartalmának növekedése miatt jelentkeznek rendkívüli időjárási jelenségek, sok csapadékkal. A légkör vízgőz tartalmával azonban nem tudunk mit kezdeni.

A szerves anyagok bomlása levegőtől elzárt körülmények között metán keletkezésével jár. A levegővel érintkező bomló szerves anyag szén-dioxidot termel. Tudhatjuk, hogy a kérődző állatok (és az ember is) metán kibocsátók. Az állatok is, az ember is a lélegzéssel szén-dioxidot is kibocsát.

A légkör szén-dioxid koncentrációját sok helyen mérik a világban. Mivel a légkörbe kerülő szén-dioxid a Föld forgása, a légköri áramlatok miatt viszonylag egyenletesen van jelen a légkörben, ezért a Hawai szigeten lévő Mauna Loa Obszervatórium (NOAA)

légköri szén-dioxid tartalom mérési eredményeit tekintik a világ átlagnak [2]. A NOAA mérési eredményei:

- 2023. május 424,00 ppm
- 2024. május 426,90 ppm

A légkör szén-dioxid tartalma az 1800-as évektől emelkedik meredeken, első sorban az emberi tevékenység megváltozása miatt.

A természet körfolyamataiban mintegy harmincszor annyi szén-dioxid keletkezik, mint az emberi tevékenységből, az ember által okozott szén-dioxid emisszió eléri a 20 milliárd köbmétert [3]. A természetes körülmények között keletkező szén-dioxid a légkörbe kerülő mennyiség 10...20 %-a, az emberi tevékenység adja a 80...90 %-ot.

A tiszta levegő mintegy 0,04 tf % (400 ppm) szén-dioxidot tartalmaz. A levegő szén-dioxid tartalma a tengerek szintjén a legmagasabb, és a koncentrációja a magassággal csökken.

A szén-dioxid a levegőben 150-220 év alatt bomlik le.

A metán az ÜHG gázok közül a légkört befolyásoló második gáz. A gáz leginkább a hulladéklerakókból kerül a levegőbe, emellett a szennyvízkezelés, a fosszilis tüzelőanyagok égetése, a rizstermesztés és az állattenyésztés a metán forrásai. Például a szarvasmarha napi 100 liter metánt bocsát ki.

A világ szén-dioxid kibocsátás alakulására vonatkozó U.S. Energy Information Administration intézet prognózisa (accelerated változat): 2025-ben 36 Gtonna, 2030-ban 37 Gt, 2040-ben 40 Gt, 2050-ben 42 Gt [14].

Üvegház hatású gáz (ÜHG) kibocsátás Magyarországon (millió tonna CO₂ egyenérték) [29]:

Szektor	2000.	2005.	2010.	2015.	2020.	2021.	2022.
Energia	56,6	57,5	49,9	44,4	44,34	45,6	43,6
Ipar	7,9	8,8	6,4	7	7,4	7,1	5,9
Mezőgazdaság	6	5,9	5,5	6,5	7,1	7,1	6,2
Földhasználat és erdőzet	-1,1	-6	-4,8	-5,6	-7,1	-7,2	-6,8
Hulladék-gazdálkodás	4,8	4,9	4,7	4	3,9	3,8	3,8
összesen	74,3	71,2	61,7	56,4	55,6	56,5	52,7

Messze a legnagyobb hazai kibocsátó ágazat az energiaszektor volt, amely 2022-ben 73 %-kal járult hozzá a teljes ÜHG kibocsátáshoz. Az ipari folyamatok és a termék-felhasználás valamint a mezőgazdaság részesedése hasonló, egyenként 10 % volt. A hulladékágazat 6 %-kal járult hozzá. A bázisévhez képest, de még 1990-ig is jelentősen csökkent a kibocsátás az energia szektorban (-37% 1990-hez képest), az ipari

folyamatokban és a termékfelhasználásban (-48%), valamint a mezőgazdaságban (-38%). A hulladékágazat kibocsátása is csökkent a kezdeti növekedés után

(-10%). A földhasználat és az erdészet szén-dioxid elnyelő ágazatok, ezért szerepel az ágazat negatív emisszió változással.

2020. évet a COVID járvány hatása befolyásolta, az energiafelhasználás és az ÜHG kibocsátás is csökkent.

A szén-dioxid kibocsátás mellett 2022-ben még 8,7 millió tonna CO₂ egyenértékű metánt, 3,7 millió tonna dinitrogén-oxidot is kibocsátottunk [29].

Magyarország szén-dioxid egyenértékű üvegház hatású gázkibocsátása 2023-ban 41,2 millió tonna volt [31].

3.2.5. Hő- és elektromos energiatermelés

A Napsugarak hatására mintegy 126 PW energia érkezik a Földre, és a Föld ennyit sugároz vissza az űrbe. Az emberek tevékenységével felhasznált energia mennyiség ennek tízezred része, vagyis az emberi tevékenység kibocsátásának korlátozása kis részét adhatja a klímavédelemnek. A Nap sugárzás és visszaverődés megváltozása okozza első sorban a globális felmelegedést.

Az U.S. EIA prognózisa [14] a világ primer energia felhasználására (EJ): 2025: 667, 2030: 705, 2040: 795, 2050: 886.

A hazai hőenergia termelés 2023-ban 42 953 TJ volt [7]. Ebből biogáz energiahordozóval 107, kommunális hulladék égetésből 842, biomasszából 3575, geotermikus energiából 2984 TJ származott, a teljes hőtermelés 17,5 %-a.

A villamos energiatermelés 29924 TWh volt 2023-ban [31]. Az áramtermelés fő energiahordozói: kőolajtermék 698 TWh, földgáz 6746 TWh, szén 10513 TWh, vagyis a fosszilis energiahordozók szerepe a meghatározó. Míg 2022-ben 1994 TWh volt a megújulók szerepe a villamos áram termelésben, 2023-ban már 2353 TWh.

A villamos energia szerepét a tárolás megoldásával lehet lényegesen növelni. A villamos tároló kapacitás 2023-ban 55,7 GW volt 2023-ban a világban [31].

A hazai villamos energiatermelés 34 895 GWh volt 2023-ban, ebből megújuló alapú 8 719 GWh, vagyis 24,9 % [7].

A villamos energiatermelés jövője az U.S. EIA [14] szerint (10¹⁵ kWh): 2025: 28 ezer, 2030: 30 ezer, 2040: 36 ezer, 2050: 42 ezer.

3.2.6. Állattartás (hústermelés)

A növekvő népesség táplálkozásának jelentős része a húsok fogyasztása. A húsok termelése különböző állatok szaporítását, nevelését, táplálását jelenti. Az állati táplálék főleg a mezőgazdaság által termelt gabona, szálas takarmány. Az ENSZ Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Szervezetének 2006-os számítása alapján a hús- és tejtermék célú

állattartás szén-dioxid és metán kibocsátása a globális felmelegedés legalább 18 %-ért felelős [5].

3.2.7. Közlekedés

A gyarapodó népesség fokozza a közúti, vasúti, vízi és légi közlekedést. A közlekedési eszközök hajtóanyaga többségében kőolaj származékok és földgáz. Gyarapodik a részben vagy teljes mértékben elektromos hajtású járművek száma és szerepe a közlekedésben, áruszállításban. Fejlesztési feladat a villamos hajtás kiterjesztése, a járművek töltési lehetőségének sűrítése.

A közlekedésben a hidrogén szerepe is erősödik.

3.2.8. Túlfogyasztás

A túlfogyasztás az egyes országokban és népcsoportokban jellemzően kialakult pazarló életmódot jelenti. A világ tíz legfejlettebb országában a túlfogyasztást 15...20 %-ra becsülik.

A túlfogyasztás egyik következménye az élelmiszer pazarlás. Becslések szerint egy milliárd ember tápláléka megy a szemétként a kidobott élelmiszerrel. A pazarlók és az éhezők akár ugyanabban az országban is élhetnek.

Másik becslés szerint a világon megtermelt élelmiszer harmada nem kerül elfogyasztásra, évente mintegy 1,3 milliárd tonna.

3.2.9. Nemzetközi szállítás eszközei

A nemzetközi személyszállításban a légi közlekedés a legjelentősebb, növekvő tendenciát mutat. A közúti személyszállítás is növekvő. A vasúti nemzetközi személyszállítás szerepe évek óta változatlan.

A nemzetközi áruszállításban a légi szállítás részesedése nem változott. Meghatározó szerepe a közúti áruszállításnak van. A vasúti áruszállítás volumene csökkent.

3.2.10. Erdők irtása

A mezőgazdasági termelésre háruló feladatok az újabb földterületek bevonásával jár együtt. Az erdő állomány irtása a világ majd minden térségében elterjedt. A fakitermelés, felégetés miatt a régió éghajlata egyre szárazabb lesz, növekszik a hőmérséklet és csökken a csapadék mennyiség. A csökkenő erdő állomány a légköri szén-dioxid szint emelkedés 10...20 %-ért felelős.

2030-ra az amazonasi esőerdő 55 %-a elpusztulhat a mezőgazdaság, az állattartás növekedése, az erdőtüzek, a szárazság és a fakitermelés jelenlegi üteme alapján. Az erdők eltűnése miatt az Amazonas-medencéből 55...97 milliárd tonna szén-dioxid juthat a légkörbe [5].

3.2.11.Építőanyag ipar

A növekvő népesség részére új lakások kellenek. Az emberek közlekedni akarnak: úthálózat, vasutak, repterek kellenek.

Az építkezések minden országban lekötik az építőanyag ipar kapacitásait. Az égetett építőipari anyagok: cement, téglafélék, burkolóanyagok gyártása jelentős fosszilis tüzelőanyag felhasználást jelentenek, amivel együtt jár a légkör szennyezése is.

3.2.12.Hulladék kezelés

A hazai hulladékgazdálkodási rendszer folyamatos fejlődést mutatott az elmúlt évtizedekben: a lerakott hulladék csökkent, nőtt a hasznosított hulladék aránya.

A hazai települési hulladék 2022-ben: évi 3,8 millió tonna, ebből gyűjtött: 3,2 millió tonna

Feldolgozása: újrafeldolgozás	25,5 %
égetés	2,5 %
lerakás	57,4 %
egyéb	14,6 %

A keletkezett csomagolási hulladék 1352 ezer tonna megoszlása 2018-ban:

papír 522 ezer tonna, műanyag 340 ezer tonna, fa 257 ezer tonna, fém 87 ezer tonna, üveg 141 ezer tonna, egyéb 2 ezer tonna.

EU célkitűzése: 2035-re legfeljebb 10 % kerülhet lerakóba.

Budapest belterületén működik a rákospalotai hulladékégető mű. A HUHA becenevű égetőműben: Budapest lakossági és kommunális hulladékának kb. 60 %-a kerül elégetésre, a HUHA megtermeli 45 ezer lakás villamos energia szükségletét és 13 ezer lakás távfűtését.

Veszélyes hulladék

A robbanásveszélyes, oxidáló, irritáló, toxikus, rákkeltő, maró, fertőző-mérgező, érzékenységet okozó anyagok alkotják a veszélyes hulladékok körét.

Évente mintegy 700 000 tonna veszélyes hulladék keletkezik az országban. Ennek egy része újra hasznosítható vagy ártalmatlanítható, a maradék veszélyes hulladék tárolóban helyezhető el. Veszélyes hulladék tároló Aszódon üzemel.

Az iparban keletkezőveszélyes hulladékot általában a termelő üzem kezeli.

Különleges veszélyes hulladékok:

- a paksi atomerőműben keletkező sugárszennyezett anyagok: föld alatti tárolóhelyen helyezik el
- a timföld és alumínium gyártás mellékterméke a vörösiszap, kezelése még nem megoldott.

Az 1704/2021. (X.6.) Korm. határozattal adták ki az Országos Hulladékgazdálkodási Tervet. A főbb célok a hulladékgazdálkodásban:

- kompozit anyagok (társított anyagok) használata a csomagolástechnikában 1,4 % körül van, ezeket a hulladékokat elkülönítetten célszerű gyűjteni és újra hasznosítani
- az Európai Unió új befizetési kötelezettséget vezetett be a 2021-2027 időszakra: a tagállamban nem hasznosított műanyag csomagolási hulladék mennyisége után 0,8 Eur/kg mértékben. A 2018. év adatai alapján 2022-ben 171 millió eurot kell befizetnünk.
- növelni kell a csomagolásoknál az újrafeldolgozási arányt 2025-ig 65 %-ra, majd 2030-ig 70 %-ra
- növelni kell a minimális újrafeldolgozást az összes települési hulladék esetében is: 2025-re 55 %, 2030-ra 60 %, 2035-re 65 % szintig
- 2035-re legfeljebb 10 % települési hulladék kerüljön lerakóba

A hulladék kezelés EU célszámai és a hazai teljesítés 2018-ban:

	Cél 2025-ig (%)	Cél 2030-ig (%)	2018. évi teljesítés (%)
hasznosítási arány			56,3
újrafeldolgozási arány	65	70	46,5
papír	75	85	67,5
műanyag	50	55	30
üveg	70	75	35,3
alumínium	50	60	71,2
vas	70	80	
fa	25	30	24,5

2023. július 1.-től működésbe lépett a hulladékkezelési koncessziós rendszer. Ennek megfelelően a hulladékgazdálkodási közszolgáltatási résztevékenység (a települési hulladék gyűjtése és átadása), illetve a hulladékgazdálkodási intézményi résztevékenység (kiterjesztett gyártói felelősség, visszaváltási kötelezettség alá tartozó termékek hulladékának gyűjtése és átadása) elvégzése 35 évre a MOL Nyrt., mint koncesszor feladata.

3.2.13. Hadviselés

A háborús események emberek halálát okozzák, rombolással járnak, rengeteg energiát használnak fel. 2023. év végén a világ 60 országában folyt valamilyen szintű háború. Az orosz-ukrán háború súlyosan érinti az Európai Unió és az USA gazdaságát, a háború költségei a légkörvédelemtől vonnak el pénzforrásokat. Az arab-izraeli háború veszélyezteti a világ kőolaj ellátását.

3.2.14.A felmelegedés tovább tart

A légkör megnövekedett szén-dioxid tartalma közvetlenül felfűti a levegőt. A magasabb hőmérsékletű légkör több vízpárát vesz fel, ezzel nő a hőelnyelés mértéke, és ezzel tovább nő a levegő vízgőz felvétele. A légkör növekvő vízgőz tartalma ugyanakkor csökkenti az infravörös sugárzást és ezzel melegítő hatást vált ki. A növekvő vízgőz tartalom visszatükrözi a napfény egy részét, ezzel gátolja a felmelegedést. A vízgőz okozta hatásokat nehéz pontosan megállapítani, mert nem egyenletesen oszlik el a levegőben.

A nappali Föld felszínén az árnyékoló felhők a napsugárzás több mint ötödét verik vissza.

A magasabb légköri hőmérséklet emeli a tengerek hőmérsékletét is, ez pedig a víz hőtágulását is eredményezi.

3.2.15.Csökken a Föld jég készlete

Mintegy 200 ezer gleccser van a Földön. A Föld felszínén a jég fehér felületként veri vissza a Nap sugarait. A jég olvadás háromszorosa a 25 évvel ezelőtti mértékhez képest. Az olvadó jég helyén tenger vagy szárazföld marad vissza, és mindkét felület lényegesen jobban nyeli el a napsugárzást. A sarkvidékeken és a magas hegységekben a jégkészlet olvadása a tengerek szintjének emelkedését okozza. Az elmúlt száz évben mintegy 20 cm-el nőtt a tengerszint. A tengerszint emelkedése szárazföldek csökkenését vonja magával. A tengerszint emelkedés miatt elfoglalt földek a lakosok elvándorlását indítják el. A jégkészletek csökkenése az édesvíz készlet vesztesét eredményezi.

3.2.16.Megváltozik az erdők élete

A fák és az egyéb növények a légkörből szén-dioxidot vesznek fel, amely bomlásával a növény a szén beépíti szerkezetébe, az oxigént pedig a légkörbe bocsátja.

A légkör szén-dioxid tartalmának növekedése fokozza az erdőkben a növények kilégzését. Ez a kilégzés az oxigén kibocsátáson kívül vízgőz kiengedést is jelent.

A Föld erdőállományának csökkenése ezt a légkör tisztítási folyamatot mérsékli.

3.2.17.A metánhidrát bomlása

A metán mintegy hússzor veszélyesebb a légkör változás szempontjából mint a szén-dioxid.

A nem hagyományos földgáz készleteink kutatása során az utóbbi tíz-tizenöt évben találtak rá a kutatók a jelentős mennyiségű metánhidrát készletekre a tengerekben és az örök fagy területén a talajban. A metánhidrát a metán és a víz különös asszociációja, hőszerű anyag, ami meghatározott hőmérséklet és nyomás tartományban marad stabil

állapotban. A hőmérséklet vagy a nyomás változásával a metánhidrát elbomlik, és a metán igyekszik a légkörbe jutni.

Ritkán lehet találkozni azzal, hogy a légszennyezés milyen egészségkárosodást okoz. Az [5] dokumentumban közzétett adatok közül emelünk ki néhányat:

- légszennyezés által okozott halálozások rátája 2019-ben százezer főre jutó korai halálozás világátlagban 74 fő, EU átlagban 61 fő. Magyarországon 99 fő
- a klímaváltozással járó hőmérséklet emelkedés hatására elvesztett életek száma az EU államok átlagában 1999-ben 751 év volt százezer főre, 2019-ben 646 év/százezer fő. Ugyanez a mutató Magyarország esetében. 1999-ben 1145 év/százezer fő, 2019-ben 989 év/százezer fő
- az energiatermelés céljából elégetett gázok okozta egészségügyi kiadások 2019-ben az EU-ban 8,7 milliárd euró volt
- az áramtermelésre használt energiahordozók sorrendje a káros egészségügyi hatásuk szerint 2020-ban az EU-ban: szél (legkevésbé káros), nukleáris, nap, vízi, földgáz, szén
- az áramtermelésre használt energiaforrások potenciális rákkeltő hatása 2020-ban: 1 TWh megtermelt energia okozta megbetegedés növekedés esetszámban:
 - nukleáris energia: 0,5 db,
 - vízenergia: 1,5 db,
 - földgáz: 1,5 db,
 - napenergia: 2,9 db,
 - szélenergia 6,4 db,
 - szén: 8,2 db

3.3. A klímaváltozás mértéke

A klímaváltozás jellemzője a légköri átlagos hőmérséklet növekedése. Az adott ország éves, átlagos hőmérsékletét több tényező befolyásolja. Ezek közül a legfontosabbak: az ország fekvése az egyenlítőhöz képest, a tengerszint feletti magasság, a domborzat, a tengertől mért távolság.

A világban 1951. év óta évtizedenként átlagosan 0,15 °C-al nőtt az átlag hőmérséklet. Kínában ugyanez 0,26 °C.

A globális felmelegedés a földi klíma átlaghőmérsékletének hosszú távú megemelkedését jelenti, mely magában foglalja a felszíni vizek és a légkör hőmérsékletének emelkedését. A globális felmelegedést alapvetően az emberi tevékenység által kibocsátott üvegházhatású (ÜHG) gázkibocsátás okozza.

A klímaváltozás magában foglalja a globális felmelegedést és annak hatásait, következményeit is, például a csapadékkal, a légmozgásokkal járó változásokat is.

A világ szinte minden nemzetközi szervezete elemzi és értékeli a klímaváltozást és készít előrejelzéseket az emberiség életére a klíma függvényében.

A két legjelentősebb szervezet a klímavédelem jövője szempontjából az ENSZ és az Európai Unió.

A globális felmelegedés okai

Az éghajlatra természetes és emberi tényezők is hatnak. A legfontosabb természeti hatások: a napciklus, a napállandó, a Föld pályaelemeinek változása, a lemeztektonika és a vulkáni tevékenység.

A felmelegedés fő oka az üvegházhatású gázok koncentrációjának növekedése. Az emberi eredetű üvegházhatást főleg a szén-dioxid, a metán és a dinitrogén-oxid okozza, de hasonló hatása van még a kén-hexafluoridnak, a halogénezett szénhidrogénnek is.

Az ÜHG gáz kibocsátás megoszlása:

ipari folyamatok	15,9 %
villamos áram termelés	25,6 %
hulladék kezelés	3,6 %
háztartások, kereskedelem	7,5 %
fosszilis tüzelőanyagok visszanyerése	
feldolgozása és elosztása	10,5 %
földhasználat és biomassza égetés	12,1 %
szállítás	13,2 %

A természet körfolyamataiban harmincszor annyi szén-dioxid keletkezik, mint az emberi tevékenységből, a szerves hulladékok bomlásakor. A fosszilis tüzelőanyagok égetése, az erdőirtás, a mezőgazdasági növény termesztés, a kérődző állatok tartása a fő forrása az emberi kibocsátásnak. Az ember által okozott szén-dioxid kibocsátás eléri az évi 34 milliárd tonnát.

A Napról hozzávetőleg 126 ezer TW energia érkezik a Földre, és normál körülmények között a Föld ennyit sugároz vissza a világűrbe. Az üvegházhatás lényege: az üvegházgázok a légkörbe belépő, a látható fény tartományba eső napsugarakat nem nyelik el, a földfelszínről visszavert, nagyobb hullámhosszú infravörös sugárzás egy részét viszont elnyelik. Ez a hőenergia az alsó légrétegekben marad.

Az átlag hőmérséklet emelkedéssel együtt jár a sarki jégkészlet olvadása, ami édesvíz veszteséget jelent. Az ezzel járó tengerszint emelkedés szárazföldek veszteséget eredményez.

Az ember a táplálék megtermelése érdekében erdőket irt, ezzel a légköri szén-dioxid megkötés természetes módját korlátozzák.

A természetes élővilágban a klímaváltozás hatására a következő változások várhatók:

- A kontinentális égvöre jellemző vegetáció határai eltolódnak
- A természetes élővilág fajainak visszaszorulása

- A táplálékhálózatok átrendeződése
- Hosszabb távon a biológiai sokféleség csökkenése
- Új növényi és rovar kártevők megjelenése

Ezek a változások és az égővek eltolódása emberek számára élethetetlen zónákat hoz létre, ösztönözve az ott élőket az elvándorlásra.

A hőmérséklet emelkedésének következményei:

- A sarki jégkészlet olvadása, a tengerek szintjének emelkedése, édes víz vesztés
- Tengerparti sávok elöntése, szárazföld vesztés
- Természetes tüzesetek számának növekedése
- Növény és állat élőhely zónák eltolódása
- Az ember élhető térségének eltolódása

Az ENSZ már évek óta szervez konferenciákat a légkör védelmére teendő intézkedésekről, és 2016. óta már van némi eredménye az erőfeszítéseiknek. Sikeresen felhívni a világ figyelmét arra, hogy a légkör átlagos szén-dioxid tartalma 400 ppm fölé emelkedett, és ez a fő oka a légkör átlagos hőmérséklete emelkedésének. A Föld átlag hőmérsékletének emelkedése magával von egy sor, ma még kezelhetetlennek tűnő változást is: extrém időjárási jelenségek, a sarki jég rohamos olvadása és ezzel édesvíz vesztés, növények, rovarok vándorlása a hűvösebb klímájú területekre, az emberek elvándorlása az élethetetlen, forró térségekből. Az ENSZ ajánlásokat fogalmaz meg, és ezek végrehajtására nem rendelkezik pénzforrásokkal. Ugyanakkor az ENSZ a nemzetközi rendezvényein tudja ösztönözni a tagállamokat anyagi kötelezettség vállalásra.

Az Európai Unió működése a 27 európai tagállam közös akaratát tükrözi. Az EU különböző szervezetei (parlament, tanács, bizottságok) rendszeresen készítenek elemzéseket és előrejelzéseket is. Ezekhez a dokumentumokhoz rendszeresen kapcsolódnak végrehajtási programok, az államok kötelezettség vállalásaival. A kötelezettség vállalásokhoz az EU rendszeresen ad anyagi támogatást is. Az EU rendelkezik az elhatározott intézkedések végrehajtásához szükséges pénzekkel. A programok végrehajtásához kapcsolódik az egyes országok kivételezése is, de a programot elfogadó, de nem teljesítő országok szankcionálása is.

A légszennyezés napjaink legnagyobb problémája: egészségünk, környezetünk védelme és hosszabb távú megőrzése érdekében sürgős tennivalókat jelent. Láthatjuk, hogy a klíma változása olyan új jelenségeket hozott életünkbe, amit nem is képzelünk el, a több éve tartó állandó figyelmeztetések ellenére sem. Egészségünk veszélyeztetése, a környezetünkben a növények, állatok életének változása, az időjárás szélsőséges jelenségei átgondoltatják velünk az életünk további szakaszában a tennivalóinkat.

Az energia iparból a légkörbe kerülő szén-dioxid mennyiségét (millió tonna) és a primer energia felhasználást (EJ) mutatja be a következő táblázat [5]:

	2020.	2021.	2022.	2023.
Szén-dioxid				
Világ	32284	34052	34374	35129
EU	2569	2742	2725	2517
Magyarország	44,7	46,1	42,9	39,1
Primer energia				
Világ	566	597	604	619
EU	57	60	58	56
Magyarország	0,97	1,02	0,96	0,91

A táblázat adatai azt mutatják, hogy az áttekintett négy év alatt nem értünk el lényeges eredményt az energiahordozó szerkezet átalakításában, a megújuló energiahordozók érdemi térnyerése még várat magára.

A légszennyező anyagok sora elég hosszú, a következményei igencsak változatosak. Az emberek számára egy sor légszennyező közvetlen egészségkárosodást okoz, vagy hosszabb távon okozhat vissza nem fordítható betegséget. Becslések készültek arról, hogy a klímaváltozás mennyivel rövidíti meg az átlag életkort: most 1,5 évet becsülnek.

A légszennyezés két fő forrása:

- természetes források: vulkánok, erdőtüzek, erdőkben, földeken korhadó növényi maradványok, kozmikus por, viharok által felkavart por, kérődző állatok
- emberi tevékenységből származó légszennyezés: közlekedés, energia termelés, ipar, mezőgazdaság, állattenyésztés hulladékai, és maga az ember

Egyre többször kapunk Magyarországon is riasztást a levegő szennyező anyag tartalmának súlyos emelkedéséről, és az e miatt elrendelt intézkedésekről.

A levegőt szennyező anyagok egy része az üvegházhatású gázoknak nevezett: a szén-dioxid, a metán, a dinitrogén-oxid, a fluorozott szénhidrogének (PFC és SF6 gázok), valamint a porszennyezés.

A szén-dioxidot tekintjük ma a klímaváltozás első számú okának, azért is, mert ennek jelentős része az emberi tevékenység következménye, és éppen az ember tehet a legtöbbet a csökkentése érdekében. A légkör átlagos szén-dioxid tartalma 1958-ban még 310 ppm körül volt, 2019. május 12.-én a hawaii szigeten lévő Mauna Loa Obszervatórium már 415,26 ppm koncentrációt mért. 2023. januárban 419,48 ppm értéket mértek, 2024. májusban 426,90 ppm-et.

A légkör szén-dioxid tartalma évszakonként változik: például 2023. januárban 419,5, májusban 424, szeptemberben 418,3, decemberben 423 ppm-et. A változások fő oka a növényzet aktivitása a szén-dioxid megkötésében.

A világ szén-dioxid kibocsátása 2010-ben még csak 31057, 2022-ben már 34374 millió tonna volt [1].

A legtöbb szén-dioxidot kibocsátó országok (millió tonna, CO₂ egyenérték) [1]:

	2015.	2018.	2023.
Kína	10 372	10 856	12 603
USA	5 540	5 579	5 130
India	2 325	2 617	3 121
Oroszország	2 029	2 136	2 176

A fenti országok közül csak az USA-ban figyelhető meg törekvés a szén-dioxid kibocsátás csökkentésére.

Megjegyezzük, hogy az EU országok 2022-ben összesen 2725 millió tonnát bocsátottak ki, 2012-ben még 3221, 2015-ben pedig 3046 millió tonnát [1]. Az EU országok erőfeszítése a kibocsátás csökkentésére nem ellensúlyozzák a világ más térségeinek kibocsátás növekedését.

Az üvegház hatású gázok csoportjában a légkörbe kerülő metán kezelése is fontos feladat. A légkörbe kerülő metán forrásai:

- szénhidrogén kutatás, kitermelés, szállítás
- olvadó tundra talaj, mocsarak
- rizstermesztés
- szerves hulladék, szennyvíz oxigéntől elzárt környezetben bomlása
- emberek és kérődző állatok kibocsátása

A légkör átlagos metán tartalma 2024. júniusban 17 ppb (part per billion).

A metán a levegőben felfelé áramlik. A légkörbe kerülő metán mintegy hússzor nagyobb mértékben akadályozzák a Földről a világűrbe visszasugárzott napenergia távozását.

A metán a levegőnél könnyebb gáz. A légkörben kb. 20 év alatt bomlik el.

A hulladékokból származó metán kibocsátás kezelésére a hulladékgazdálkodási szabályozások betartása elfogadható mértékű megoldást jelentenek. Az emberek és a kérődző állatok metán kibocsátása szabályokkal nem befolyásolható.

A COP26 konferencián 100 ország vállalta, hogy 2030-ig 30 %-kal csökkenti a metán kibocsátását.

Az Európai Unió 2024. május 27.-én elfogadta a törvényt a metán légkörbe bocsátásáról. A törvény az európai olaj- és földgáz szállítókra, mint a metán kibocsátás fő szereplőire vonatkozik.

A szénhidrogének kitermelésénél, szállításánál, tárolásánál a technikai rendszerek a metán egy részét a levegőbe engedik, vagy fáklyázzák. A földgáz szállító, elosztó

rendszerekben biztonsági szerelvények üzemelnek, amelyek bizonyos esetekben a rendszerben kialakult túlnyomást a levegőbe vezetik le. A földgáz vezetékeken különböző okokból szivárgás is kialakulhat.

A földgáz tüzelésű berendezések égéstermékében is megjelenik az elégetlen metán.

Az új EU előírások 2030-tól lépnek életbe, addig részletes szabályozásokat fog kidolgozni és hatályba léptetni az Európai Bizottság.

Ez az új szabályozás összhangban van az USA kormányának célkitűzésével is.

A ma megfogalmazott cél: 2030-ig 30 %-kal csökkenteni a metán kibocsátást.

4. A klímaváltozás Magyarországon

Az előrejelzések szerint 2050-re Magyarország félsivatagossá válhat, mert vizeinek 95 %-a külföldről érkezik. 1980 óta 3,5 köbkilométer vizet emeltek ki a földből bányászattal, és ennek a vízmennyiségnek 40-50 %-a a folyókkal el is távozott az országból.

Hazánkban az átlaghőmérséklet emelkedése mellett a következő évtizedekre az éves csapadék átlagos mennyiségének csökkenése és a csapadékeloszlás átrendeződése várható, télen több csapadék, nyáron kevesebb. A szélsőséges időjárási jelenségek gyakorisága és intenzitása nőni fog. Az éghajlati szélsőségeknek kitett emberek aránya is nő, egészségkárosodás, életkor rövidülés lehet a következmény. Az időjárás szélsőséges elemei károkat és veszteségeket okoznak a gazdaságnak. A károk kis részét fedi biztosítás.

Magyarország időjárásának jellemzői a jövő évtizedekben:

- 2024-2050 között az átlaghőmérséklet további emelkedése várható: országos átlagban 1,3...2,2 °C-al, 2100-ra akár 4 °C-al
- hőhullámok, ciklonok gyakorisága nőni fog
- évszakok eltolódása
- csökkenő csapadékmennyiség, a csapadék eloszlása a mezőgazdasági termelést nem segíti
- szélsőséges időjárási jelenségek előfordulása nő: hatalmas esőzések, villámárvizek, viharok
- az aszály gyakorisága nő

Az időjárás változás új következményei Magyarországon:

- az emberek megbetegedésének gyakorisága nő, az életkor rövidülhet
- a mediterrán övre jellemző növény, rovar és állatvilág megjelenése
- a biológiai sokféleség csökkenése
- erdőtüzek gyakrabban jelennek meg
- szélsőséges csapadék változás: térségenként sokkal több vagy sokkal kevesebb csapadék
- emberek migrációja az élhetetlen klímájú térségekből (bevándorlás).

Magyarországon is megfigyelhetjük a légkör hőmérsékletének emelkedését. Némi hullámmzással értük el a 2023. évi átlag hőmérséklet szintet (°C) [3]:

Év	2005.	2010.	2015.	2022.	2023.
Hőmérséklet	9,7	10,1	11,6	11,8	14,9

A táblázat adataihoz megjegyezzük, hogy ma még felmérni sem lehet, hogy például 2050-ig további 0,5 °C átlag hőmérséklet emelkedésnek milyen hatása lehet. Azt már tudjuk, hogy 1900-tól napjainkig a 2 °C emelkedést mit eredményezett.

Valószínűsíthető, hogy a további légszennyező gáz kibocsátás emelkedése életünk olyan területeit fogja károsan befolyásolni, amire eddig nem is gondoltunk.

Nem szoktunk hallani a légkörben lévő vízgőz hatásáról. 85 %-ban a vízgőz és a szén-dioxid okozza a légkör felmelegedését, és a két komponens 3:1 arányban felelős. A vízgőz a levegőben mindennapi jelenség, és létfontosságú is az életünkben. A vízgőz áramlása, a koncentrációjának változása, kondenzálódása a mindennapi meteorológiai jelenségek egyik legfontosabb oka. A légkör vízgőz tartalmát nem tudjuk befolyásolni, ezért nincs napirenden a klímaváltozás teendői között.

A légkörbe kerülő szén-dioxid 50-200 évig nem bomlik el. Szerencsére a csapadék kimossa a szén-dioxid nagyobb részét, de a szénsavassá váló csapadék szennyezi a talajt és az élővizeket is. A szén-dioxid a vízben kb. 0,145 g/ 100 ml mértékben oldódik. A másodlagos szén-dioxid kibocsátásban a talaj és a tengerek is jelentős szerepet töltenek be.

A növények képesek a levegő szén-dioxidját megkötni, az abból kivont szenet a szervezetükbe beépíteni. Ez a folyamat az asszimiláció. Ha a növény, vagy egyes részei a természetben porladnak el, akkor a megkötött szén a talajba kerül, vagy ismét szén-dioxiddá oxidálva a légkörbe.

A Föld növekvő népessége egyre több növénytermesztést és állattartást kíván. A mezőgazdasági földművelés miatt erdőket irtanak, és ezzel a szén-dioxid elnyelés nagyon fontos eszközét pusztítják. Összességében a növényzet gyérítése árt a légkörnek.

A Föld története során a légkör szén-dioxid tartalmának nagyobb részét a mészvázú tengeri állatok a szervezetükben kötötték, kötik meg. Ennek a folyamatnak az eredményei ma a karbonátos kőzetek, melyek az elhullott tengeri állatok vázából épült fel.

Magyarország az éves 110 ezer tonna körüli szén-dioxid bányászatával Európában jelentős piac tényező az élelmiszeripar, a hegesztés számára [4].

A levegő por tartalma alig változott az utóbbi években. Hazánk légkörének átlagos por tartalma a KSH mérései alapján, porszem méret és fő forrás alapján (ezer tonna) [2]:

	2010.	2015.	2020.	2021.
<10 µm	71	72	54	53
háztartások	40	43	30	30
mezőgazdaság	10	10	9	9
<2,5 µm	50	51	37	38
háztartások	39	42	29	30
száll., közl.	4	3	2	2

4.1. A csapadék

A klímaváltozás okai között a szén-dioxidot szoktuk kiemelni, de a légköri páratartalom szerepe nagyobb, mint a szén-dioxidé. A légkör páratartalma ugyanúgy megakadályozza a Föld felszínről a napsugárzás légkörbe kerülését, mint az üvegház hatású gázok.

Acsapadék mennyisége, időbeli eloszlása és kapcsolódása viharokhoz földrészenként és évszázadonként eltérő.

A csapadék alakulása Magyarországon [3]:

	1991-2020 átlag (mm)	Változás 1901-2020 (%)	Változás 1981-2020 (%)
Egész év	616,9	-4	16,5
tavaszi	139,4	-17,2	1,7
nyári	203,3	7,2	19
ősz	158,4	-10,6	27,2
tél	115,8	5,7	22,4

Magyarország átlagos csapadék mennyisége:

- 2021-ben 514 mm
- 2022-ben 497 mm
- 2023-ban 767 mm

volt. Az ország csapadékban legszegényebb területe a Dél-Alföld.

Az átlagos csapadék 1991-2020 években 616,9 mm volt, 1981 és 2020 között 16,5 %-kal nőtt a csapadék mennyisége.

Magyarország időjárásnak várható alakulása

- 2050-re Magyarország félsivatagossá válhat, mert felszíni vizeink 95 %-a külföldről érkezik, ami nagy kiszolgáltatottságot jelent. Az előző négy évtizedben 3,5 köbkilométernyi vizet emeltek ki a Földből, és csak 50-60 %-a került vissza.
- 2021-2050 között az átlaghőmérséklet további emelkedése várható a jövőben, országos átlagban 1,3-2,2 °C-al, 2100-ra 4 °C-t meghaladó mértékben.
- A hóhullámok, ciklonok gyakorisága nőni fog.
- Csökkenő csapadékmennyiséggel kell számolni, és nyáron kevesebb, télen több csapadék valószínű.
- Szélsőséges időjárási jelenségekkel gyakrabban kell számolni: intenzív esőzések, villámárvizek, gyakoribb viharok.
- Rendszeres aszályveszély jelentkezik, főleg az Alföld déli részén.
- Az időjárás változás hatásai gazdasági károkat, veszteségeket okoz.

5. A megújuló energiahordozók a világban

A megújuló energiahordozók közé soroljuk a nap-, szél-, vízi energiát, a biomassza energetikai hasznosításra kerülő részét, a geotermiát, a bio-üzemanyagot, a hőszivattyúval kinyerhető légköri energiát.

A világ és az EU megújuló energia felhasználását mutatja be a következő táblázat (EJ) [1]:

	2015.	2020.	2021.	2022.	2023.
világ	19,91	34,87	39,97	45,14	50,58
EU	5,85	7,71	7,88	8,63	9,35

A villamos áram termelésre felhasznált megújuló energiahordozók (TWh) [1]:

	2022.	2023.
világ	4206	4748
EU	805	886

A világon a megújuló energiahordozók közül 2023-ban a napenergia szerepe volt a legjelentősebb, a megújuló hasznosítás 24,2 %-át adta, a szélenergia a második 10,3 % értékkel.

5.1. A megújuló energiahordozók szerepe a magyar energiaellátásban [7]

A települési hulladék korszerű kezelésében 2022. évben visszalépés tapasztalható (ezer tonna) [2]:

	2021.	2022.
Anyagában hasznosított	1411	1283
Energetikailag hasznosított	500	460
Égetés	3	3
Lerakás	2062	2164
Egyéb kezelés	66	
Összesen	4041	3911

A 2023. évi hazai primer energiamérlegben a megújuló energiahordozók szerepe:

	Primer termelés (PJ)	Primer felhasználás (PJ)
Kommunális hulladék	2,6	3
Szilárd biomassza	75,9	77,1
Biogáz	3,7	3,7
Bioüzemanyag	19,7	13,2
Napenergia	25,8	25,8
Geotermikus energia	7,2	7,2
Vízenergia	0,8	0,8
Szélergia	2,3	2,3
összesen	137,7	133,1

A megújuló energiahordozók szerepe érdemben nem változott az utóbbi tíz évben a magyar energiatermelésben és felhasználásban (PJ) [7]:

	2015.	2020.	2023.
Termelés	136	128,9	137,7
Felhasználás	126,3	123,3	133,1

A hazai energiafelhasználás szerkezetének megváltoztatására, környezetbarátabbá tételére vonatkozó nemzeti programok („Nemzeti Tiszta Fejlődési Stratégia 2020-2050”, „Nemzeti Energiastratégia 2030 kitekintéssel 2040-ig”, „Magyarország Nemzeti Energia-és Klímaterve”) teljesítése nem tekinthető sikeresnek.

A 2024. januári primer energiamérlegben a megújuló energiahordozók szerepe:

	Primer termelés (PJ)	Primer felhasználás (PJ)
vízenergia	0,03	0,03
szélergia	0,3	0,3
napenergia	1,31	1,31
egyéb megújuló	17,84	16,8

A 2023. évi országos villamos energia mérlegben a megújulók szerepe:

	Bruttó termelés (GWh)
biomassza	1124
biogáz	258
kommunális hulladék	118
vízenergia	222
szélenergia	644
napenergia	6337
geotermikus	16

2023. évben a bruttó villamos energia termelés 34 895 GWh, az összes felhasználás 41 869 GWh volt. A megújuló energiahordozók 8 719 GWh villamos energia termelést tettek lehetővé, a bruttó termelés 25 %-t.

5.2. Naperőművek [16]

A naperőművek a Napból származó sugárzás energiáját alakítják át közvetlenül felhasználható energiává: elektromos árammá vagy hővé. A naperőmű előnye, hogy működése nem jár semmiféle melléktermék kibocsátásával, így környezetkímélően működik és a napsugárzás kifogyhatatlansága miatt megújuló energiaforrás. A naperőmű hátránya a magas telepítési költség, valamint a napsugárzástól függő változó teljesítmény és az egyenletlenül előállított energia tárolási nehézsége.

Napkollektor: a napsugárzást közvetlenül hőenergiává alakítja át. A Nap segítségével előállított hőenergiát főleg vízmelegítésre használják.

Napelem: a Napból származó sugárzást közvetlenül villamos áramfejlesztésre hasznosítják. Az energiaátalakítás alapja, hogy a sugárzás elnyelődésekor mozgóképes töltött részecskéket generál, melyek irányított mozgása egyenáramot állít elő.

Az egymás mellé telepített napelemeket fotovoltaiikus (PV) erőműnek szokták nevezni.

Magyarország adottságai naperőművek telepítésére kiválóak, a telepített erőművek létesítése rövid időn belül megtérül. Az országban a fotovoltaiikus elven működő napelemek terjedtek el leginkább.

A napelemek termelése 2021-ben 3793 GWh, 2022-ben 4732 GWh volt. 2024. januárban 5649 MW napelem kapacitás működött, ebből 2317 MW a háztartásokban, 3332 MW ipari és kommunális létesítményeknél. 2024. júliusban 6712 MW teljesítményű napelem állomány volt az országban.

A kormány újabb napelem telepítési támogatási rendszere a napelemekkel együtt telepített villamos tárolók létesítésére irányul. A Napenergia Plusz Programra 2024. áprilisig 15 ezer pályázat érkezett.

A napelemek előnyei:

- működése környezetbarát
- az áramtermelés olcsó

A napelemek hátrányai:

- a termelés a napsugárzástól függ: napnyugtától napkeltéig nincs termelés, borús időben a termelés teljesítménye lecsökken
- mezőgazdasági művelésre alkalmas földterületeket foglalnak el az ipari naperőművek

A napelemek telepítése 2023. év végéig a szaldó elszámolási rendszernek köszönhetően gyors ütemben folyt. Ebben az időszakban a lakosság, a vállalkozások különösebb állami támogatás nélkül vállalták a telepítés költségeit.

A napelemek telepítésének nincsen kivitelezési kapacitás akadálya. Az áramszolgáltatók az új napelemes rendszerek hálózatra kapcsolásánál több hónapos eljárásokat folytatnak.

A napelem állománynak is köszönhetően 2023-ban 46 esetben volt az országos rendszeren legalább 400 MW teljesítményű, 1045 negyedórás időtartamú villamos rendszer kiegyenlítetlenség.

A napelemek telepítésének üteme a villamos hálózat fejlesztését rendkívüli ütemre kényszeríti.

A 2024. évvel indított új napelem telepítési rendszer az 50 kW-nál kisebb teljesítmény esetén az állami támogatáshoz energiatároló létesítését is kapcsolja, és az elszámolás áttér bruttó rendszerre. A bruttó elszámolási rendszer hatósági árai lényegesen kedvezőtlenebbek, mint a szaldó rendszerben az árak. Ezek az árak az áram önellátásra ösztönzik az új beruházókat, ugyanakkor mérséklék az új kapacitások létesítését.

A napelemek jelentős számának és teljesítményének következménye az áramtermelés szezonálisának erős növekedése. 2023-ban már volt olyan óra, amikor a napelemek megtermelték az ország villamos energia szükségletét. Volt már olyan nap is, amikor az atomerőművet vissza kellett terhelni. A villamos rendszer egyensúlyának fenntartására első sorban földgáz tüzelésű erőműveket kell állandó készségben tartani. Az erőművek gyakori teljesítmény változtatása lényegesen rontja a földgáz erőművek hatásfokát.

Első sorban a napelemek termelése miatt nappal negatív áramárak is kialakulnak a hazai villamos energia tőzsdéken. A munkaszüneti napok is alacsonyabb villamos energia fogyasztással járnak. A negatív áramárak egyre nagyobb kihívást jelentenek a piaci alapon működő erőművek, így a naperőművek számára is, mivel ezek a piaci áralakulások jelentős mértékben csökkentik a naperőmű beruházások megtérülését. Bemutatjuk a budapesti HUPX villamos tőzsdén 2024. augusztus 25. napjára, vasárnapra kötött ügyletek jellemzőit: teljesítés órája, árak Eur/MWh, volumen MWh.

óra	ár	volumen	óra	ár	volumen
1	120	3050	13	5	3620
2	85	2830	14	0	3560
3	50	2770	15	0	3120
4	45	2780	16	0	3180
5	40	2770	17	60	3800
6	40	2730	18	115	4310
7	38	2750	19	128	4670
8	0	2650	20	170	4630
9	5	2680	21	200	4500
10	-5	2680	22	160	4100
11	0	3200	23	130	3630
12	5	3520	24	120	3400

A vállalati napelemes rendszerek üzemeltetését a MAVIR szabályozza [42]. 2024. augusztusban több mint száz megawattnyi napenergia vész el naponta a magyar rendszeren.

A MAVIR tájékoztatása szerint 2024. augusztusban a saját célra termelő erőművek (SCTE) kapacitása meghaladta a 0,5 GW-ot. Ezek az erőművek kizárólag saját célra termelnek villamos energiát. Ha a túlermelést nem tudja a cég maga hasznosítani, akkor az áramtermelő kapacitást leszabályozzák. Országos szinten több, mint 100 MW fel nem használt energia lehet, amit esetenként leszabályoznak.

A megtermelhető, de igénybe nem vett villamos energia hasznosítására több lehetőség kínálkozik. A megtermelt, de villamos hálózatra ki nem adott energiát a hazai napelemes áramtermelők kis mennyiségben ki is használják:

- az akkumulátoros energiátárolók alkalmazása hatékony megoldás. Ezek a tárolók napközben olcsón feltölthetők, majd az esti, és reggeli fogyasztási csúcsidőben jó áron értékesíthető a tárolt energia.
- hidrogén termelés elektrolízissel, a hidrogén jól értékesíthető vagy tárolható áram csúcsfogyasztási időszakra
- forróvíz termelés villamos fűtéssel: a forróvíz értékesítés távhő rendszereknek
- villamos hajtású közúti járművek töltése

A rendszeresen többlet, fel nem használt villamos energiát termelő cégek számára jó megoldást adhat a felesleges villamos energia értékesítése tőzsdén. Tőzsdetag megbízásával, vagy saját tőzsdei kereskedési jog kiváltásával a villamos rendszer negyedórás vezénylésének kihasználására van lehetőség. Ez a megoldás a cég energia gazdálkodását lényegesen javíthatja, és a cég árbevétele is növelhető.

5.3. Szélerergia hasznosítás [15]

A szél abból keletkezik, hogy a földet forgása következtében egyenetlenül éri a Nap hője. A szárazföld gyorsabban melegszik fel és hűl le, mint a tengerek. A hőmérsékleti különbségek a felszíntől a sztratoszféráig terjedő rétegekben globális légáramlási rendszert tartanak mozgásban.

A Nap földet érő energiájának 1-4 %-a alakul szélerergiává. A szélerergia jó része nagy magasságban található, ahol a szél folyamatos sebessége meghaladhatja a 160 km/h-t. A súrlódáson keresztül a szélerergia széteszik a föld atmoszférájában és felszínén.

A hazai szélerergia potenciált 3500 MW-ra becsülik. A szél generátorokat két csoportba szokták sorolni: háztartási célú (max. 5 kW) és ipari célú (5 kW és felette). A szélgenerátorok telepítési szabályai az ipari szélgenerátorokra vonatkoznak, a háztartási generátorok telepítésének nincsenek korlátozó szabályai.

Magyarországon 37 ipari szélörőmű működik, 172 toronnyal. A beépített teljesítmény 329 ezer kW.

A szélörőművek telepítésére 2023-ban módosított szabályok alapján új örőmű építést évente kétszer lehet kezdeményezni. Az eljárási szabályok és az építés időszükséglete alapján új ipari örőművek üzembe állása 2029-ben várható.

6. Az ENSZ COP28 konferencia ajánlásai

Az ENSZ rendszeresen szervez konferenciákat a légkör védelmére teendő intézkedésekről. 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 $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál nagyobb mértékben 2100-ig, az 1900-as szinthez képest. Ajánlatos lenne ezt a határt $+1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ban teljesíteni.

Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (IPCC) 2030-ig a szén-dioxid kibocsátás 43 %-os csökkentését tűzte ki.

A párizsi egyezményt 2015-ben a légkör védelmére alá is írta a világ 194 országa. Nem írta alá viszont az USA. Azóta elnökváltás volt az USA-ban, és napjainkban mérsékelt ütemben, de elindult az USA klímavédelmi programja is.

2023. november 30. és december 12. között Dubaiban tartották az ENSZ 28.-ik csúcstalálkozóját a klímaváltozásról. A COP28-nak nevezett rendezvényen (COP: Conference of the Parties) közel 200 ország több, mint 50 ezer küldötte vett részt, köztük királyok, államfők, miniszterelnökök is.

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. Ezt az álláspontot viszont nem akarják elfogadni a világ legnagyobb kőolaj és földgáz termelő államai.

2022-ben Egyiptomban tartották a COP27 csúcstalálkozót, ahol létrehoztak egy pénzügyi alapot a klímaváltozással leginkább érintett országok megsegítésére. A COP28 találkozó fő témája ennek a pénzügyi támogatási rendszernek az értékelése és kiterjesztése.

A COP28 csúcstalálkozón új felajánlások is születtek a klímavédelmi programok pénzbeli támogatására: többek között Kamala Harris USA alelnök 3 milliárd dollárt ajánlott fel a fejlődő országokban a tiszta energiára átállásra, Meloni olasz miniszterelnök 100 millió eurót az új veszteség- és káralapba, Olaf Scholz német kancellár 2025-től évi 6 milliárd eurót a klímavédelmi befektetések támogatására. További felajánlások a fejlődő országoknak: Egyesült Arab Emírség 100 millió USD, Nagy-Britannia 75 millió dollár, USA 24,5 millió dollár, Japán 10 millió dollár, Németország 100 millió dollár.

200 ország adottságai, érintettsége a klímaváltozás hatásaiban lényegesen eltérőek. Ugyancsak eltérőek a lehetőségeik is a légkör szennyezést csökkentő akciók indítására, végrehajtására. A csúcstalálkozón nagy hatású, költséges és gyors eredményeket hozó akciókat nem határoztak el. A megfogalmazott irányelvek azonban segítséget adnak a klímacélok esetleges módosítására és teljesítésére.

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.

118 ország írta alá, hogy 2030-ig megháromszorozza a megújuló energiahordozó használatát. Ezt nem vállalta Kína, India, Kuvait, Irán, Szaud-Arábia és Oroszország.

A konferencián tíz nyilatkozat született:

- Kötelezettség vállalás a nagyratörő, többszintű partnerségre az éghajlatpolitikáért- aláírta 71 ország
- Az Egyesült Arab Emírségek vezetőinek nyilatkozata az éghajlatváltozás elleni küzdelem globális finanszírozási kereteiről – aláírta 13 ország
- COP28 nyilatkozata a klímáról és az egészségről – aláírta 143 ország
- COP28 nyilatkozat a klímáról, a segítségnyújtásról és a békéről – aláírta 82 ország
- Globális biztosíték a megújuló energiaforrásokra és energia hatékonyságra – aláírta 130 ország
- Nyilatkozat a fenntartható mezőgazdaságról és a rugalmas élelmiszer-rendszerekről – aláírta 159 ország
- A nemek közötti egyenlőség szempontját érvényesítő méltányos átállás és éghajlat-politikai partnerség – aláírta 76 ország
- Globális hűtési biztosíték – aláírta 61 ország
- Szándéknyilatkozat a hidrogén motorok használatáról, mint klíma megoldásról – aláírta 37 ország
- Együttes nyilatkozat az éghajlatról, a természetről és az emberekről – aláírta 18 ország.

A COP28 konferencián elhatározták, hogy a következő nemzetközi klímavédelmi konferenciát Azerbajdzsán fővárosában, Bakuban tartják 2024. november 11-22. között. A rendezvény lesz a COP29 konferencia. A konferencia elnöke Mukhtar Babayev, azeri miniszter lesz. A konferencia súlyponti kérdése lesz az éghajlat változás csökkentésének beruházásai. A beruházásokat nagyobb részt hitelből, kisebb részt támogatásból tervezik megvalósítani. Napirenden lesz adók bevezetése is a klímavédelem érdekében, ugyanakkor adók elengedése éghajlatvédelmi beruházások esetében. Mindezek a szabályok a résztvevő országok teljes körű egyetértése esetén léphetnek életbe 2025-től. A teljes körű egyetértésre minden kérdésben nem lehet számítani.

7. 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 [19]:

- sarki jégtaakaró olvadása: az elmúlt 30 évben a jégtaakaró tömege 40 %-kal, kiterjedése 27 %-kal csökkent. A jégtaakaró veszttéssel csökkent a napsugárzás visszaverődése. A Föld ivóvíz készlete is csökken a jégtaakaró veszttéssel.
- tengerszint emelkedése az elmúlt száz évben mintegy 20 cm. Előjelzések szerint 2100-ra 88 cm lehet. 3 milliárd ember él tengerparton. A tengerpartok veszttése mezőgazdasági termőterület veszttést 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 mintegy tízezer menekült érkezik Magyarországra is. A világ 60 országában van fegyveres konfliktus és valamilyen mértékű népirtás. 2050-re 150 millió menekültet becsülnek. A jövő háborúit a vízért fogják vívni.
- üvegház hatás miatti költségek emelkednek: az egyes országok a jelentkező klímaváltozásokra különböző intenzitású és költségű intézkedésekkel reagálnak.

A megújuló energiahordozó használat az Európai Unióban országonként lényegesen eltérő mértékű és összetételű, az átlagos megoszlás:

- | | |
|-----------------------|--------|
| • bio-energiahordozók | 60 % |
| • biogáz | 10 % |
| • szélenergia | 13,2 % |
| • napenergia | 7,2 % |
| • geotermia | 2,7 % |

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 ehhez tartozó rész feladatok:

- a nem lakás célú épületállománynál el kell érni azt, hogy 2030-ra 16 százalékluk, 2033-ra pedig 26 százalékluk legyen felújítva, energia takaréklukossági céllal

- 2030-ra minden új épület zéró CO₂ kibocsátású legyen
- 2050-re a meglévő épület állomány is zéró kibocsátású legyen
- a középületekre és nem lakás célú épületekre napelemeket kell telepíteni, ha ez műszakilag és gazdaságilag különös költségek nélkül megvalósítható
- 2030-ra az összes új építésű lakóépületet napelem telepítésre alkalmas szerkezetben kell megépíteni.

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 új szabályozásai nem vonatkoznak a mezőgazdasági és a műemlékvédelem alatt álló épületekre. Az EU részletes szabályozást adott ki a földgáz üzemű készülékek technikai, minőségi követelményeiről, és ezek tanúsításáról is. Az EU egyértelmű célja a földgáz felhasználás csökkentése, helyettesítése megújuló energiahordozókkal, első sorban nap- és szélenergiával.

Az Európai Unió környezetvédelmi programjaiban kiemelt szerepet kap a „zöld” hidrogén használat kiterjesztése a szokásos hidrogén használó iparágakban [30]. Az Európa Bizottság ügynöksége, a CINEA 2024. április 30.-án közzétette az első zöld hidrogén projekt árverésének eredményét. Az Európai Bizottság 720 millió euró támogatásra írt ki pályázatot, zöld hidrogén projektek létesítésére. A pályázat tíz évre szól, tíz éven át vehet fel termelési prémiumot a nyertes cég. A pályázat kiírásában max. 4,5 Euro/kg prémium volt igényelhető. A pályázatra mintegy tizenötszörös túljelentkezés volt, aminek köszönhetően a támogatási igények alsó szintjéről választották ki azt a hét nyertest, akik a zöld hidrogén termeléshez kapnak 0,37...0,48 Euro/kg prémiumot. A nyertesek: finn, spanyol, portugál, norvég, cégek. Mindegyik nyertes elektrolízissel állít elő hidrogént, ehhez 1,5 GW elektrolizáló kapacitást építenek ki. A tízéves támogatási időszakban a nyertesek 1,58 millió tonna zöld hidrogént fognak előállítani. A pályázatok szerinti program megvalósítása még 2024-ben elindul.

8. A magyar energiapiac és a klímahelyzet

Az ország éves energia mérlege (TJ) [7]:

	2015.	2019.	2020.	2021.	2022.	2023.
Energia termelés	472 938	460 921	451 658	454 081	450 951	441 130
Import	757 226	975 860	797 864	796 234	851 114	863 090
Export	189 400	196 803	178 225	175 917	158 410	244 000
Végső felhasználás	788 380	842 191	831 918	889 378	827 859	
ipar	162 264	186 680	185 204	198 152	180 120	
közlekedés	176 564	211 362	185 921	204 152	219 981	
egyéb	367 752	352 695	364 508	382 676	347 879	
lakosság	249 879	237 281	249 888	266 038	242 377	

Az energiahordozó külkereskedelem 2023-ban (PJ):

	Export	Import
Kőolaj és kőolajtermék	8,2	31,4
Földgáz	6,1	23,7
Villamosenergia	2,9	9,1
Szén	0,4	0,9
Megújuló	1,4	0,5

A fosszilis energiahordozó készleteink:

- kőolaj földtani vagyon 210 millió tonna, az ipari kőolaj vagyon 18,3 millió tonna A kőolaj készletek nem tartalmazzák a nem hagyományos kőolaj készleteket.
- barnaszén földtani vagyon 3 200 millió tonna, az ipari barnaszén vagyon 170 millió tonna, a
- lignit földtani vagyon 5 795 millió tonna, az ipari lignit vagyon 2 926 millió tonna
- földgáz földtani vagyon 163 millió tonna. Az ipari földgáz vagyon 60,3 millió tonna

A földgáz készletek nem tartalmazzák a nem hagyományos földgáz készleteket.

A hagyományos fosszilis energiahordozó készleteink szerény mértékűek, kőolajból és földgázból jelentős importra szorulunk. Barnaszén készletünk a jelenlegi piaci árak és kitermelési költségek mellett gazdaságosan nem kitermelhető. A hazai széntermelés a Bükk és a Mátra lábánál lévő lignit külfejtésekből származik, első sorban a Mátrai Erőmű tüzelőanyag ellátását szolgálja.

A primer energiafelhasználás megoszlása Magyarországon az energiahordozók szerint 2023-ban (PJ):

	[PJ]
szén	37,61
kőolajtermékek	318,34
földgáz	294,66
nukleáris	141,63
vízenergia	0,80
szélenergia	2,31
napenergia	24,19
egyéb megújulók	104,35
egyéb nem megújuló	4,86
villamos import	39,96
összesen:	1015,60

A hazai éves villamos-energia mérleg (GWh) [7]:

	2015.	2019.	2020.	2021.	2022.	2023.
Bruttó termelés	30 360	34 291	34 930	36 120	35 770	34 895
Behozatal	19 935	19 853	19 176	19 967	21 589	19 964
Önfogyasztás	2 210	2 154	2 016	1 972	1 991	1 669
Hálózati veszteség	3 695	3 292	3 139	3 052	2 781	2 456
Kivitel	6 249	7 269	7 499	7 213	9 437	8 864
Belföldi felhasználás	38 141	41 429	41 452	43 850	43 150	41 870

A megújuló energiaforrásokból előállított energia felhasználásának részaránya a bruttó végső energiafogyasztáson belül lényegesen nem változott az utóbbi években (%) [2]:

Megújuló részesedése	2015.	2020.	2021.	2022.	2023.
Villamos energiatermelésben	7,3	11,9	13,7	15,3	20,2
Bruttó végső felhasználásban	14,5	13,9	14,1	15,2	

A felhasználás emelkedése szinte kizárólag a napelemek elterjedésével magyarázható. 2022. évben a biomassza, a biogáz, a kommunális hulladék hasznosítással nyert villamos energia volumene csökkent. A környezetvédelmi célokat szolgálná a hazai erőmű parkban olyan felújítás véghezvitele, amelynek a céljai a következők lennének:

- az erőművi áram termelés hatásfokának növelése
- a ma lerakásra kerülő hulladék jelentős részének erőművi hasznosítása

- a fosszilis tüzelőanyagok mielőbbi lecserélése

A napenergia hasznosítás lényegesen előretört az országban. A napelem állomány egyes időszakokban képes az ország teljes villamos energia fogyasztását fedezni. A villamos energia export a napsütéses napokon nappal erőteljesen megnőtt, ugyanazon a napokon naplementétől napkeltéig importra szorulunk. A villamos energia külkereskedelem aktív, és alapvetően a hazai villamos piac egyensúlyát szolgálja. A villamos külkereskedelem struktúrája percenként változhat. A napelem állomány szerepét tükrözi a 2024. június 28.-i napon két perc villamos külkereskedelmi egyenlege [34], a 12 óra 21 perces egyenleg erős napsütésben jelentkező napelem termelést mutat, a 18:12 órai egyenleg naplemente időszak egyenlegét (MW):

	24.06.28 12:21		24.06.28 18:12	
	import	export	import	export
Szlovákia	863		1273	
Ukrajna		678		558
Románia		391		496
Szerbia		434	92	
Horvátország		921		48
Szlovénia	36		316	
Ausztria	1005		1158	
összesen:	1904	2424	2839	1102

A rendszerterhelés 12:21-kor 5000 MW volt, 18:12-kor 5770 MW.

A határ keresztező villamos energia forgalom napon belüli változását mutatja be a következő táblázat 2024 09 01-én:

		Órai maximum (MW)	Órai minimum (MW)
Ausztria	export	0	0
	import	1760,7	102,8
Horvátország	export	1031,3	218
	import	0	0
Románia	export	760,6	0
	import	729,2	0
Szlovénia	export	501,5	0
	import	535,7	0
Szlovákia	export	0	0
	import	1929,9	803,1

A földgáz piacon a szállítói rendszer egyensúlyának biztosítását segíti a megszakítható felhasználói kapacitások rendszere.

A villamos piac kiegyensúlyozatlansága könnyebb kezelése érdekében indították el a felhasználók ideiglenes teljesítmény csökkentése rendszerét. A 200...300 kW teljesítményű felhasználóknál a lekapcsolhatóság bevezetésével villamos piaci egyensúlyozó kapacitást hoznak létre. A felhasználó napi 4-8 alkalommal 15 perces lekapcsolást kap. Ehhez a felhasználónak állandó kapcsolatban kell állni a villamos terhelés irányítóval (MAVIR). A lekapcsolhatósághoz jelentős díjkedvezményt adnak. Induláskor az acél-, cement-, papíripar belépésével számolnak. Az E.ON indítja a felmérést, a szerződések előkészítését. A felhasználói megszakítható kapacitások igénybevétele a villamos rendszer kapacitásának jobb kihasználására, a villamos termelők kiegyensúlyozottabb igénybevételére lehet számítani.

2024. áprilisban az 5. Budapesti LNG Summit konferencián Szíjjártó Péter Külügy- és Külgazdasági Miniszter az ország földgáz igényei kielégítéséről a következőket mondta:

- a hosszú távú orosz földgáz vásárlási szerződésünk szerint fenntartjuk az orosz importot
- fenntartjuk az OMV-vel a hosszú távú orosz földgáz szállítási szerződésünket
- a török földgáz importunk 2024-ben 275 millió m³ szinten várható
- a szlovák-magyar gázvezeték összekötésünk lehetőséget biztosít földgáz beszállításra a német és lengyel LNG terminálokról
- a horvát LNG terminálon megkötött szállítási szerződésünket meghosszabbítjuk
- biztatónak találjuk a román Neptun DEEP mezőből földgáz vásárlását
- tervezzük a szlovén és a magyar földgáz szállítóvezeték rendszer összekapcsolását.

A Kormány nem tervezi a földgáz felhasználásunk érdemi csökkentését.

A hazai bruttó villamos energiatermelés energiahordozói 2023-ban (GWh) [7]:

nukleáris	szén	földgáz	kőolaj-termékek	megújuló	egyéb
15 919	2 504	7 190	38	8 811	348

A hazai villamos energiatermelés évek óta 35 ezer GWh szinten van. A napenergia előretörésével a fosszilis tüzelésű áramtermelés csökkent,

A hazai villamos energiatermelésben a nukleáris energiahordozó szerepe meghatározó, és évek óta közel azonos. A szénfelhasználás gyakorlatilag az erőművi lignit tüzelést jelenti, aminek jövőjét beláthatóvá tette a szén-dioxid kibocsátás szabályainak európai szigorítása. A biomassa hasznosítása villamos áram termelésre évek óta hasonló szinten van, évi 1700 GWh. Hasonló a helyzet a biogáz használatával is: 300 GWh körüli szinten. A megújuló energiahordozók közül a napenergia hasznosítás

tört előre, az összes megújuló 74 % lett 2023-ban. A földgáz szerepének erősödése a napelemek gyors terjedésével van összefüggésben, a napelemek termelési periodicitását a földgáz üzemű erőművek tudják kompenzálni.

A kommunális hulladék hasznosítása villamos áram termelésre évek óta csökkenő [2]: 2016: 7,5 %, 2017: 4,6 %, 2020: 3,0 %, 2021: 2,3 %, 2022: 1,7 %.

A megújuló energiahordozók szerepe a 2023. évi hazai villamos energiatermelésben (GWh) [7]:

nap	kommunális hulladék	biogáz	biomassza	geotermia	szél	víz
6 537	118	258	1 124	16	644	222

A megújuló energiahordozók használatát alapvetően hazai jogszabályok határozzák meg. A korlátozások és támogatások időnként változnak.

Prof. Aszódi Attila áttekintést adott a villamos energia tárolás fejlesztésének lehetőségeiről [41]:

- minél több időjárásfüggő megújuló energiahordozó van a villamos energia rendszerben, annál nagyobb lesz az igény a nagy léptékű energiatárolás kiépítésére
- már hálózati léptékű tárolásra van szükség, mivel kis léptékben (háztartási akkumulátorok, elemek) már megoldottnak tekinthető a villamos energia tárolás
- a gravitációs elven működő energiatároló adja a legjobb lehetőséget a MWh nagyságrendű villamos energia tárolásra: ehhez a rendszerhez magasan lévő víztározó szükséges, melynek vízszintje alatt több tucat méterrel működik vízerőmű
- a fogyasztást meghaladó villamos áram termelés időszakában lehet a vízerőmű felső tárolójába vissza szivattyúzni a vizet
- ezek az erőművek teljes mértékben környezetbarátak, a légkört nem szennyezik
- a vízerőmű percekben belül indítható és leállítható

Aszódi professzor szerint az Északi-Középhegységben akár három vízerőmű is épülhet, egyenként 600 MW teljesítménnyel.

A villamos energia tárolás további lehetőségei: lendkerekes energia tárolás, sűrített levegő alapú tároló.

A villamos tároló kapacitás 2023. év végén 21,8 MWh volt, a napelemek termelési szezonálisához képest nagyon kevés. 2024. januárban 62 milliárd Ft állami támogatással 440 MW tároló kapacitásra írtak ki pályázatot.

8.1. Magyarország klímapolitikai céljai

A KSH kimutatása szerint Magyarországon a levegőbe kerülő káros gázok mennyisége 2020-ig alig csökkent (ezer tonna) [2]:

	2015.	2020.	2021.
CO2 energiaipar	13887	12497	11667
ipar	8907	10029	10043
szállítás, közlekedés	12130	12490	13834
háztartás	6941	7638	8315
Biomassza CO2	12654	10822	11496
Dinitrogén-oxid	15	17	17
Metán	338	329	329
Fluorozott szénhidrogének	1885	1849	1862

Az összes ÜHG kibocsátás: 2015-ben 80609 ezer tonna, 2019-ben 80279, 2020-ban 76761. 2021-ben 79502 ezer tonna.

2023. I.-III. Negyedévben az ÜHG kibocsátás kevesebb volt, mint 2010. óta bármelyik évben. Az energiaipar kibocsátása is csökkenést mutat [2].

Magyarországon a gazdasági ágak és a háztartások népességszámra vetített ÜHG kibocsátása az EU országok között alacsonynak számít. A mezőgazdaságot alapvetően romló, a bányászatot, az építőipart és a kevésbé szennyező szolgáltató ágakat a javuló hatékonyság jellemzi, míg az energiaiparban, valamint a víz- és hulladékgazdálkodásban a kedvező tendencia az elmúlt években megfordult, a kibocsátási fajlagosok romlottak [2].

Magyarország törvényben megerősített vállalása, hogy az üvegház hatású gázok kibocsátása 1990-hez képest legalább 40 %-kal csökkenjen 2030-ra. 2023-ban az ÜHG kibocsátás 9,5 %-kal csökkent, ezzel az 1990-es bázisévhez viszonyítva összességében 43 %-os csökkenésnél tartunk. A csökkenés oka a tartósan magas energia árak és a gazdaság megtorpanása voltak. A legnagyobb arányú kibocsátás csökkenést az energiaszektor produkálta 2023-ban 11 százalékkal. A nagyobb erőművek és fűtőművek kibocsátása a fogyasztói energia takarékoság és az enyhe téli időjárás miatt mintegy 20 %-kal esett vissza. A mezőgazdaságból származó ÜHG kibocsátás 2015-től 2023-ig mindegyik évben nőtt. A 2022.-évi és a 2024. évi súlyos aszály a kibocsátást érdemben csökkenti.

2023-ban a fosszilis alapú energiatermelés 18 %-kal mérséklődött, a naperőművek termelése pedig 47 %-kal nőtt.

A legnagyobb ÜHG kibocsátó, a közlekedés kibocsátása 2023-ban 7,1 %-kal csökkent. Az ETS kvóta szabályozás alatt álló létesítmények kibocsátása 13,6 %-kal csökkent.

2024. évben a kibocsátás csökkenés tovább tart, a gazdaság mérsékelt fejlődése miatt.

Az Energiaügyi Minisztérium a 2030-ra kitűzött 40 %-os ÜHG kibocsátás csökkentés megemelését kezdeményezte 50 %-ra.

A nemzetgazdaság környezetvédelmi ráfordításai nem mutatnak pozitív tendenciát (milliárd Ft) [2]:

	2015.	2018.	2019.	2020.	2021.
Kormányzati szervek	271	164	187	294	296
Vállalatok	300	271	386	248	265
Háztartások	196	198	199	203	190
Összesen	768	634	773	747	752

A ráfordítások növekedése nem éri el az infláció mértékét.

A hulladék kezelés területén sok tennivaló van az országban. 2022-ben 3270 ezer tonna települési hulladék keletkezett, ezen belül 2414 ezer tonna vegyes hulladék. A szelektíven gyűjtött hulladék aránya 26,2 % volt. A hulladékból 1056 ezer tonna került hasznosításra, ezen belül 494 ezer tonna energetikai hasznosításra. Lerakásra került 1746 ezer tonna. A lerakott hulladék energetikai hasznosítását lényegesen kellene javítani.

A légköri üvegház hatású gáz kibocsátás hatásai közül talán a legfontosabb a légköri hőmérséklet emelkedése és a csapadék mennyiségének és időbeli eloszlásának változása. Mivel a magyar mezőgazdaság a gazdasági ágak között meghatározó szereppel bír, kiemelt jelentősége van a szántóföldi növénytermesztés eredményességének. Az aszályos évek a növénytermesztés eredményeit súlyosan rontják. Az aszályal érintett terület Magyarországon az utóbbi években [2]:

Év	Terület (ezer km2)	Aránya (%)
2015	83,3	89
2020	3,1	3
2021	65,1	70
2022	78,7	85
2023	12,1	13

A 2024. év is aszályos, szerencsére a kalászos gabonák és a repce még jó terméssel beérett, de a kukorica és a napraforgó termése rendkívül kicsi lesz.

9. Az Európai Unió energetikai irányelvei

Az EU 2023. februári energetikai irányelvei 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 további 20-22 százalékkal csökkenjen a természetben előforduló primer energiaforrások fogyasztása. Az ehhez tartozó részfeladatok:

- a lakás célú épületállományánál el kell érni azt, hogy 2030-ra 16 százalékkal, 2033-ra pedig 26 százalékkal legyen felújítva, energia takarékosági céllal 2024. júliustól lehet pályázni új, otthon felújítási támogatásra. A családi házra felvehető támogatás főbb feltételei:
 - a programra 108 milliárd Ft támogatási keret áll rendelkezésre, ez kb. 18 ezer lakás felújítást jelent
 - a program 2024. június 3.-án indul és várhatóan 2026-ig tart
 - 1990 előtt épült a ház, gázellátásba be van kötve

2,7 millió háztartásban van gázellátás, további 402 ezer panellakásban van gázellátás, gázmérő nélkül.

- hőszigetelésre, nyílászáró cserére, energetikai korszerűsítésre vehető igénybe a támogatás
- a beruházás maximum 7 millió Ft, a minimális önerő 1 millió Ft, a hitel és támogatás maximum 6 millió Ft lehet
- a hitel futamidő 12 év, a törlesztő részlet 14...25 ezer Ft/hó
- az állami támogatás az átlagkeresettől, lakhelytől függ
- legalább 30 % energia megtakarítást kell elérni
- hőszivattyú telepítésre is igénybe vehető
- az új nyílászáró műanyag és fa is lehet
- a hőszigetelő anyag EPS és kőzetgyapot is lehet
- energetikai tanúsítványt kell készíteni a beruházás előtt és után

Megjegyzések a támogatási programhoz:

A lakásállomány 2023. január 1.-én 4 586 878 volt. Ebből 113 ezer önkormányzati tulajdonban. A lakásokban 4 021 ezer háztartás működött, 2 743 ezer családdal.

A lakáscélú hitel állomány 2023-ban 4,9 milliárd Ft volt. Mintegy 2,64 millió családi ház van az országban, ebből 18 ezer lakás felújítása nagyon kis hányad.

A teljes körű felújítással elérhető primerenergia megtakarítás [24]:

épületenergetikai besorolás	megtakarítás
A	82 %
B	78 %
D	68 %

A további épületenergetikai kategóriába tartozó lakásoknál a teljes körű felújítás után legfeljebb 50 % megtakarítás érhető el.

A 30 %-os megtakarítás részleges intézkedéssel általában elérhető, de a falak hőszigetelése önmagában elég lehet. A szabályozható fűtés kialakítása minden intézkedés mellé elengedhetetlen, de annak költsége általában mérsékelt. A szilárd tüzelésnél a fűtés szabályozhatósága nem biztosított. A komplex felújítással az energiaigények a harmadukra, hőszivattyúkkal akár ötödükre csökkenthetők.

Lakások energetikai tanúsítása: 9/2023. (V.25.) ÉKM rendelet szerint történik.

A meglévő lakásállomány épületenergetikai besorolása 2023-ban:

Kategória	Fogyasztás (kWh/m ² ·év)	Családi ház (ezer db)	Társasház (ezer db)
A+++	0	40	50
A++	38		
A+	68		
A	76		
B	99		
C	122	50	180
D	152	70	300
E	190	170	400
F	236	320	410
G	296	240	420
H	380	1050	60
I		700	5

Mintegy 90 ezer lakáson gyakorlatilag nincs javítani való, ezek az A+++... C energetikai besorolásúak. Ugyanakkor 1110 ezer lakás H, 705 ezer lakás I besorolású, vagyis ezeknél a lakásoknál a támogatás igénybevételével nem valószínű a 30 %-os energia megtakarítási szint. Ezek a lakások többségében 1990 előtt épültek, ezt a támogatási feltételt teljesítik.

Az EU célkitűzésének teljesítéséhez a meghirdetett felújítási programot mintegy 2 millió lakásra kellene kiterjeszteni, a meghirdetett 108 milliárd forintos támogatási összeg százszorosával.

- 2030-ra minden új épület zéró CO₂ kibocsátású legyen

A célkitűzés teljesíthető, de ehhez minden új lakóépületet építési engedélyhez kellene kötni.

- 2050-re a meglévő épület állomány is zéró kibocsátású legyen

A hazai családi ház állomány épületenergetikai besorolása nagyon rossz képet mutat. Az eddigi épület felújítási lakossági kezdeményezések és a támogatott felújítások üteme a 2050-es évre kitűzött cél elérését közel sem biztosítják.

- a középületekre és nem lakás célú épületekre napelemeket kell telepíteni, ha ez műszakilag és gazdaságilag különös költségek nélkül megvalósítható

A napelemek telepítése 2022-ben, 2023-ban lényegesen felgyorsult. A napelemek termelési csúcsa 2024. márciusban már 6100 MW volt. A nem lakás célú épületek mintegy 60 %-a vállalkozások tulajdonában van, a 40 % pedig állami, önkormányzati vagy felekezeti tulajdonú. A nem lakások tulajdonosainak napelem telepítési szándékát kedvezőbb áram elszámolás bevezetésével lényegesen lehetne ösztönözni. Az állami és önkormányzati tulajdonú épületeken a napelem telepítés eddig nem volt érdemi léptékű, jelentős állami támogatás nélkül előrelépés nem várható.

- 2030-ra az összes új építésű lakóépületet napelem telepítésre alkalmas szerkezetben kell megépíteni.

Ez a cél teljesíthető, ehhez is az építési engedélyezés teljes körűvé tétele szükséges.

Az EU további döntése a légkörvédelem érdekében:

- EU 2015/1185 számú rendelete: a szilárd tüzelésű egyedi helyiségfűtő berendezésekre:
 - nyitott égésterű berendezés szezonális hatásfoka legalább 30 % legyen, zárt égésterűé 65 %
 - pellet tüzelés esetén a hatásfok legalább 79 % legyen
 - a por kibocsátás nyitott készüléknél 50 mg/m³ alatt legyen, pellet tüzelésnél 20 mg/m³ alatt
- 2040-re a fosszilis energiahordozóval üzemelő kazánokat le kell cserélni környezetbarát tüzelő- és hűtő berendezésekre

A célkitűzés nem teljesíthető.

- 2025-től a tagállamok nem nyújthatnak támogatást fosszilis tüzelőanyaggal működő kazánok telepítéséhez

Ez a megkötés a magyar háztartások, intézmények és vállalkozások számára nem jelent érdemi korlátozást.

- 2035-re a települési hulladék legfeljebb 10 %-a kerüljön lerakóba, 65 %-a újrahasznosításra.

A hulladékok kezelése és a biogáz hasznosítás még sok fejlesztési lehetőséget kínál Magyarországon. 2035-re az EU hulladékkezelésre vonatkozó elvárása a jelenlegi hazai állapot és a hulladékkezelés jelenlegi fejlesztési programjai mellett nem teljesíthető.

A **települési hulladék** mennyisége [17] hazánkban 2021-ben 3,9 millió tonna volt, ebből 3,2 millió tonnát közszolgáltatás keretében gyűjtöttek össze.

A begyűjtött hulladék összetétele:

- 75 % vegyes
- 9 % bio- és zöldhulladék
- 8 % csomagolási
- 4 % lom
- 1 % üveg
- 3 % egyéb

A hulladék kezelés megoszlása:

- anyagában hasznosított 1411 ezer tonna
- energetikailag hasznosított 500 ezer tonna
- égetésre került 3 ezer tonna
- lerakásra került 2061 ezer tonna
- egyéb kezelés volt 66 ezer tonna esetében.

A keletkező hulladék mennyiségének alakulása (ezer tonna) [7]:

	2005.	2010.	2015.	2022.
Mezőgazdasági és élelmiszer-ipari hulladék	4 828	773	681	493
Ipari hulladék	8 784	5 806	5 900	4 516
Építési-bontási hulladék	4 130	4 167	4 735	10 840
Veszélyes hulladék	1 203	569	498	671
Települési hulladék	4 645	4 033	3 710	3 911
Összesen	23 590	15 348	15 524	20 431

Sem állami, sem önkormányzati fejlesztési programokban nem szerepel további hulladék égető építése.

Az állam átvette a települések önkormányzataitól a hulladék kezelést, és koncessziós pályázatot írt ki az országos hulladékkezelési rendszer működtetésére [18]. A pályázatot a MOL Rt. nyerte el 35 évre. A hulladék kezelés új rendszerét indította el a MOL Rt. 2023-ban. A rendszer kialakítása és működtetése a MOHU Hulladékgazdálkodási Zrt. feladata. Fő céljai: körforgásos gazdaság kialakítása, egységes hulladékgazdálkodási rendszer kialakítása az országban, a hulladékgazdálkodás állami kézbe vétele.

A koncesszió tartalma:

- évi 4-5 millió tonna hulladék kezelés
- alvállalkozók bevonásával
- 2024. január 1-től kötelező italos palack visszaváltási rendszer
- 10 év során 185 milliárd forint beruházás évi 100 ezer tonna települési hulladék energetikai hasznosítására

2024-ben még nem lehet prognosztizálni, hogy az EU hulladék gazdálkodásra vonatkozó feladat meghatározása a MOHU működésével teljesülhet-e.

Üvegház hatású gázok kibocsátása

A hulladék keletkezése és kezelése szoros összefüggésben van a légkörbe kerülő üvegház hatású gázok (ÜHG) mennyiségével. Az üvegház hatású gázok között a szén-dioxid a legnagyobb mennyiség, de a többi káros gáz (metán, fluor tartalmú gázok, stb.) hatása a légkörre többször veszélyesebb, mint a szén-dioxid.

ÜHG kibocsátás Magyarországon (ezer tonna) [2]:

	2010	2015	2021
Összes ÜHG (CO2 egyenértékben)	83 828	80 609	79 502
Ebből: energia ellátás	21 353	16 714	14 128
mezőgazdaság	7 639	9 261	9 841
szállítás, raktározás	7 036	6 325	5 703
háztartások	24 235	24 135	23 869
Szén-dioxid összesen	69 330	65 072	40 980
Ebből: energia ellátás	19 761	15 148	12 589
mezőgazdaság	1 903	2 374	2 512
szállítás, raktározás	6 886	6 148	5 512
háztartások	23 241	23 037	22 836

A káros gázok kibocsátásának csökkentésében nem értünk el jelentős eredményt. A csökkenést legnagyobb mértékben a szén-dioxid kibocsátási kvóta szabályozásnak köszönhetjük. Jelentős eredményt értünk el a fluor tartalmú gázok használatának visszaszorításában. A kibocsátásban legjelentősebb ágazatok közül a mezőgazdaság kibocsátásának emelkedése indokoltá tenne szabályozás bevezetését ezen a területen.

A háztartások kibocsátásának kismértékű csökkenése a légköri hőmérséklet emelkedéssel, és ennek köszönhetően a fűtési igények csökkenésével függ össze.

Biogáznak nevezzük a folyékony-, vagy szilárd halmazállapotú, szerves-anyag tartalmú biomasszából, oxigéntől elzárt módon, baktériumokkal előállított metán tartalmú gázt. A biogáz megújuló energiahordozó.

Magyarország biogáz potenciálja: 121-177 millió m³/év 2H minőségű biometán.

Biogáz üzem létesítés átlagos költsége: 1,0-1,2 millió Ft/kW. A beruházás megtérülési ideje 10-12 év. A biogáz üzemeknél elsődleges a környezetvédelmi funkció.

A biogáz hasznosítás módjai:

- kéntelenítés után gázmotorok hajtása. A gázmotor villamos generátort hajt, a termelt villamos áram értékesíthető és a biogáz üzem villamos ellátását is szolgálhatja

- a biogáz kén-, nitrogén- és szén-dioxid tartalmának kivonása után elérhető a 2H földgáz minőség, a gáz földgázhoz keverhető

Depóniagáz

A lerakóba került hulladék szerves anyag tartalma az oxigéntől elzárt környezetben bomlani kezd. A folyamat gáztermeléssel jár, a keletkezett gáz mintegy 50 %-a metán. A lerakott hulladék szennyezheti a környező talajt is, a hulladéklerakóban talaj szigetelésnek kell lenni.

A hulladékból a gáz képződése legalább 10 évig tart.

A hulladékdepóniákból a légkörbe lépő depóniagáz a hazai üvegház hatású gáz kibocsátás 20 %-t adhatja.

Az évente keletkező hulladék mennyisége 70 millió tonna körül van az országban, beleértve a mezőgazdaságban keletkező hulladékot is. Ebből 4,2...4,5 millió tonna a gyűjtött kommunális hulladék, és további 2,5...2,8 millió tonna veszélyes hulladék. A lerakókba kerül évente mintegy 3,8 millió tonna hulladék.

A települési hulladékot **2570** lerakóba helyezik el. Ezek közül: 72 előírások szerint üzemel, 93 üzemelő, de a hulladék kezelést javítani kell, 2405 környezetvédelem nélküli.

A hulladék lerakók közül 21 üzemben működött depóniagáz szívás és gázkezelés. A hasznosított depóniagáz mennyiség kb. 27 millió m³ metánt jelentett évente. A depóniagázt hasznosító üzemekben általában gázmotorok üzemelnek.

Szennyvízgáz

Az ország településein gyűjtött vezetékes szennyvíz mennyisége 2023-ban 700 ezer m³ volt. A szennyvizet különböző technológiákkal tisztítják, és utána élővíz folyásokba juttatják. 602 szennyvíztisztító telep működik kétezer fő feletti településhez kapcsolódva, és van 236 ennél kisebb kapacitású tisztító üzem is. A szennyvíztisztítóknál leválasztott iszapot 29 agglomerációs központban kezelik. A kezelt szennyvíziszapból kb. 50 % metán tartalmú gáz válik ki, és 2021.-ben 26 üzemhez kapcsolódik szennyvíziszap-gáz hasznosító létesítmény.

2019-ben a szennyvíziszap-gáz hasznosítás 35 millió m³ metán egyenértékű volt.

Biogáz üzemek

2021-ben 35 biogáz üzem működött az országban. Ezek az üzemek évente mintegy 3,2 millió tonna nedves, szerves anyagot és hulladékot dolgoznak fel. A beszállított anyagok között van vágóhidak hulladéka, állattartó telepek trágyája, mezőgazdasági szalmas hulladék, szennyvíziszap, éttermi ételmaradék. A hulladékokat megfelelő arányban keverve tartályokban, oxigéntől elzárt térben érlelik. 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.

A biogáz üzemek létesítési költsége napjainkban 1-2 millió Ft/kW.

Magyarország biogáz felhasználása 2023-ban (GWh):

- mezőgazdasági biogáz: 550
- depóniagáz: 120
- szennyvízgáz: 300
- földgázhoz kevert: 60

2023-ban a biogázból 259 GWh, a biomasszából 1123 GWh villamos energiát termeltek. A kommunális hulladék megújuló részéből 116 GWh villamos energiát termeltek. A biomassza, a biogáz és a hulladék hasznosítás új erőművek létesítésével lényegesen növelhető.

A hulladékgazdálkodás rendszerének átrendezésére született kormányzati elhatározás várhatóan növeli a hulladékok energetikai hasznosítását, a légkörvédelmi célokkal együtt.

9.1. A háztartások energia felhasználása

A háztartások az az energia felhasználási szektor, ahol közvetlen módon is lehet szabályozni az energiafelhasználást, ezt a célt szolgálja az egyetemes szolgáltatás elkülönítése a piaci energiaellátástól. (Az egyetemes szolgáltatás hazai szabályozása eltér az EU szabályozásoktól.) Az egyetemes szolgáltatás szabályozása többször változott 2013, az első bevezetés időpontja óta.

Az ország lakossága 2023. decemberben 9 804 ezer fő volt. A lakásállomány 2024. január 1.-én: 4 603 ezer. A lakásokban 4 021 háztartás volt, ahol 2 743 ezer család lakott.

A háztartások hitel állománya 2023. év végén 5 002 milliárd Ft. volt. A hitel állomány nagysága közvetlen hatással van az energiahordozó cserékre.

A háztartások végső energia felhasználása a célok szerint (PJ) [2]:

	2015.	2020.	2021.	2022.
fűtés	182,6	178,3	195,6	175,2
hűtés	0,3	0,6	1,1	1,1
melegvíz termelés	31,5	32,1	31,9	30,4
főzés	11,9	13,3	13	12,7
vill. készülékek	23,4	26,4	25,1	24,2
összesen	249,6	250,4	266,9	243,6

Háztartások végső energia felhasználása energiahordozók szerint 2022. évben (TJ) [7]:

	Fűtés	Hűtés	Melegvíz	Főzés	Vill.készülék	Összesen
Vill. energia	4 874	1 139	11 953	2 302	24 185	44 453
Távhő	14 435		4 746	0		19 181
Földgáz	99 641		12 236	7 937		119 814
Szén	1 981		0	0		1 981
Olaj	81		258	2 430		2 768
Megújulók	54 228		1 173	15		55 416
Összesen	175 240	1 139	30 365	12 684	24 185	243 613

2022-ben a háztartások végső energia felhasználása az ország teljes végső felhasználásának 32,4 %-a volt. A háztartások végső energia felhasználását több tényező alakítja: az energiahordozók ára, a külső hőmérséklet alakulása, a jövedelmi viszonyok és a tartozás állomány, az egyes energiahordozókhoz hozzáférés lehetősége. A villamos energia és a földgáz lakossági árát a kormány közvetlenül szabályozza, ezzel közvetetten hatással van a háztartási energia szerkezetre.

A lakosság energiaellátással összefüggő közműtartozása 2024. áprilisban:

- földgáz 294 ezer háztartás, 9 milliárd Ft
- villamos 652 ezer háztartás, 12 milliárd Ft
- távhő 141 ezer háztartás, 7 milliárd Ft

A lakások végső energia felhasználásának csökkenése első sorban a légköri hőmérséklet emelkedés következménye. Ugyanakkor a lakások hűtésére több energiát használtunk fel.

10. A magyar klímacélok

A magyar klímacélok a „Nemzeti Tiszta Fejlődési Stratégia 2020-2050”, a „Nemzeti Energiastratégia 2030 kitekintéssel 2040-ig” és a „Magyarország Nemzeti Energia-és Klímaterve” dokumentumokban találhatók.

Magyarország kormánya rendszeresen készített tanulmányokat, stratégiákat az energia piacokról, a klímahelyzetről és készít tervek a következő évtizedek klímavédelmi tennivalóiról. A tanulmányok részben az EU által elhatározott elemzéseket tartalmazzák.

A dokumentumok programot fogalmaznak meg a klímaváltozás miatt szükséges intézkedésekről, a szén-dioxid kibocsátás csökkentés előre sorolásával. A következő évek fő tennivalói:

- a fosszilis energiahordozó felhasználás csökkentése
- a közlekedés villamosítása
- a háztartási gépek korszerűbbre cserélése, a világítás takarékosabbá tétele
- fák ültetése
- a szél- és naperőművek telepítésének folytatása (újra indítása)
- a szén-dioxid kibocsátási kvóta szabályozás kiterjesztése
- a hulladék kezelés korszerűsítése, metán kinyerés a hulladék kezelésből
- a vasút korszerűsítése: villamosítás, korszerűbb járműpark
- áruszállítás vasútra terelése

A „Nemzeti Tiszta Fejlődési Stratégia 2020-2050” (NTFS) dokumentumot az Innovációs és Technológiai Minisztérium adta ki 2021-ben az Európai Tanács 2020. december 10-11. közötti ülésének döntése és a klímavédelemről szóló 2020. évi XLIV. (magyar) törvény alapján.

Az NTFS dokumentum teljes összhangban van az előzőekben hivatkozott két dokumentummal.

A hasonló dokumentumokkal egyezően az NTFS is három változatban mutatja be a hazai energia helyzetet és a klímavédelem várható eredményeit:

- Ölbe tett kéz (ÖTK) forgatókönyv: a jövő a jelenlegi trendeket követi, azt feltételezve, hogy minden aktuális ágazati szakpolitikai stratégia és intézkedés érvényben marad, és új intézkedések nem történnek.
- Halasztott Cselekvés (HCs) dekarbonizációs forgatókönyv: 2045-ig lassabb ütemű ÜHG gáz kibocsátás csökkentés, a nulla szén-dioxid kibocsátású technológiák alacsonyabb költségszintű bevezetésével. Erősen költségtakarékos változatnak is tekinthetjük.
- Korai Cselekvés (KCs) dekarbonizációs forgatókönyv: elérhető 2050-ig a nettó szén-dioxid kibocsátás. Kiinduló feltételezések: 2030-ra Magyarország végső energia felhasználása nem haladja meg a 734 PJ-t, ezen belül a

megújulók részesedése eléri a 27 %-ot. 2050-re elérjük a nettó zéró kibocsátást.

Mind a három változatnál a szén-dioxid leválasztás, hasznosítás és tárolás 2030 után válik kereskedelmi tétellé a gazdaságban. A teljes gazdaság ÜHG kibocsátás jövője a három forgatókönyv szerint (millió tonna CO₂ egyenérték/év):

forgatókönyv	2025.	2030.	2040.	2050.
ÖTK	58	57	56	56
KCs	54	43	25	0
HCS	54	43	36	0

Az NTFS a **végső energia felhasználást** mutatja be a három változatban és két struktúrában (PJ):

Gazdasági ágazatok szerinti struktúra:

	ÖTK				KCs			HCS		
	2020	2030	2040	2050	2030	2040	2050	2030	2040	2050
mezőgazd.	28	26	21	15	26	21	17	26	21	15
ipar	212	223	198	155	226	206	189	223	199	167
lakosság	251	226	184	157	188	163	70	197	170	70
közlekedés	184	203	213	222	177	173	181	190	182	163
szolgáltatás	94	104	109	113	92	98	73	91	97	69

Energiahordozók szerinti struktúra:

	ÖTK				KCs			HCS		
	2020	2030	2040	2050	2030	2040	2050	2030	2040	2050
szén	25	31	27	21	31	28	23	30	27	19
kőolaj	210	191	181	176	153	110	55	171	153	47
földgáz	256	265	280	273	219	187	47	230	238	59
vill. energia	139	153	152	141	167	189	291	160	173	233
távhő	47	51	35	27	47	32	18	44	31	18
megújuló	92	92	48	22	96	64	42	89	46	36

A tanulmány KCs és HCS változatában 2040 és 2050 éveknél megjelenik a hidrogén, mint energiahordozó. A HCS változat 2050-ben 72 PJ hidrogén felhasználást mutat be.

A tanulmány a fejlesztési programok forrás igényét a 2021-2030 években 3500 milliárd forintban jelöli meg. A klímasemleges átmenet 2050-ig történő elérése összesen körülbelül 24 709 milliárd forint beruházást igényel. Ennek finanszírozására az állami költségvetést, EU forrásokat, köz- és magán forrásokat jelöl meg a tanulmány.

A „Nemzeti Energiastratégia 2030 kitekintéssel 2040-ig” dokumentum 2020. januárban jelent meg.

A stratégia célkitűzéseinek összefoglalása:

	2017.	2030.
A gazdaság végső energia felhasználása	775 PJ	785 PJ
Végső energia felhasználás a lakossági szektorban	263,5 PJ/év	237 PJ/év
Éves lakossági földgázfelhasználás	124,4 PJ	54 PJ
Közüteményi végső energia megtakarítás	0,00%	25,00%
Közel nulla energia igényű lakóépületek	0,00%	33,00%
A közlekedési szektor ÜHG kibocsátása	13143 kt	12485 kt
Megújuló energiahordozó a közlekedés végső energia felhasználásában	6,81%	min. 14 %
Bioüzemanyag és biogáz a közlekedés végső energia felhasználásban	0,00%	min. 3,5 %

A Nemzeti Energiastratégia dokumentum végrehajtása ügyében kormányzati intézkedéseket nem észleltünk.

2023 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 alábbi táblázat foglalja össze a NEKT primerenergia felhasználási prognózist energiahordozónként.

Magyarország primer energia és villamos energia felhasználása (PJ) [2]:

	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
összesen	1098	1209	1118	1160
villamos energia	53	58	65	70

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 javaslattelei 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 foglálásainak minimalizálása
 - épület felújítások teljeskörűvé 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 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 energiatermelésen 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 a következő táblázat szerint tervezi (WEM változat):

A megújuló energiahordozók használata

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

A villamos energiatermelés 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

A távhő ellátás [33]

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:

	TJ
földgáz	20 249
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.

		rendszer
Primerenergia hatékonysági tényező:	A+	8
	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 indokoltá teszik a távhőtermelők által beszerzett földgáz árának differenciált szabályozását. A távhőtermelők az egyetemes gázszolgáltatótól vásárolják a földgáz. 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 elkészítette a távhőtermelők energiahordozó beszerzésének várható változását (PJ) [33]:

	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 hulladékegyetők 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.

Geotermikus energia használata

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 energiafelhasználás 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 visszacsatoljuk. Ennek a rendszernek a költségei ma még magasak, ezért a hőkinyerés ezen formája nem gazdaságos.

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 energiafelhasználás csökkentésére.

A 2023. évi primer energiafelhasználás 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 csökkentését minden energia szolgáltatónál és a felhasználóknál ösztönözni kellene, és első sorban az árakon keresztül. Amíg az ország energia felhasználásának mintegy 40 %-a az ú.n. rezsicsökkentett, merev, hatósági árrendszerben van, addig az energia hatékonyság gyorsabb emelkedése nem is várható el. Az energia szolgáltatókat nem ösztönzi semmi sem a hálózati veszteségek csökkentésére.

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 indítottunk harcot. Eredményesnek látszik a fluor tartalmú gázok kibocsátásának visszaszorítása.

Az ÜHG kibocsátás csökkentésének egyik leghatékonyabb módja a fosszilis energiahordozók lecserélése környezetbarát energiahordozókra. Ezt a célt a megújuló energiahordozókkal és a nukleáris energiával érhetjük el leghatékonyabban.

A British Petrol kutatóintézete 2020-ban prognózist készített a világon az egyes megújuló energiahordozók használata jövőjéről [10]. A prognózis „accelerated”, legvalószínűbb változatát mutatjuk be:

	Szél és napenergia	Bio üzemanyag	Vill. járművek	Hidrogén
	TWh	millió hordó/nap	millió darab	millió tonna
2025.	6000	3	0,1	10
2030.	10000	3,9	250	40
2035.	17000	4,2	500	80
2040.	24000	4,6	1000	120
2045.	31000	4,8	1500	200
2050.	40000	5	2000	300

A modern bio energiahordozók: biometán, bio üzemanyagok, modern szilárd bio anyagok. Ezeknek az anyagoknak az égésterméke nem számít káros légkörszennyezésnek.

A British Petrol 2024-ben becslést készített a modern bio energiahordozók jövőjéről két változatban [43]:

- Net Zero: a párizsi megállapodás szerinti program
- Current Trajectory (jelenlegi pálya): mai tendenciák szerinti mérsékelt előrehaladás

EJ	2022.	2035.	2050.
Net Zero	31	55	73
Current Trajectory	31	43	54

Az EU markáns célokat tűzött ki a fosszilis energiahordozók megújulóra cserélésében: 2050-re az EU teljesen klíma-semleges legyen [11]. Ezt a célt az egyes országok a földrajzi adottságaik miatt is eltérő hatékonysággal tudják teljesíteni. Jelenleg az a cél, hogy a megújulók aránya 2030-ra érje el a primer energiafelhasználás 40 %-t. Az iparban, közlekedésben, és a fűtés-hűtés területén a cél 45 %. A célokat az EU három forrásból látja elérhetőnek: energia megtakarítás, tiszta energiatermelés, a megújulók beszerzési forrásainak bővítése.

Az Eurostat szerint Magyarországon a megújuló forrásból származó áramfogyasztás 2022-ben 13,6 % volt, a közlekedésben 5,8 %, a fűtés-hűtés területén 17,5 %.

Az EU – néhány ország kivételével – nem áll jól a megújuló energiákra átállás folyamatában.

Eredményes a villamos áram termelés területén a GO (Guarantees of Origin) tanúsítás bevezetése. A megújuló energiahordozóból előállított villamos energia tanúsítványa a GO. Ez a tanúsítvány a villamos energia kereskedelemben előnyhöz juttatja a GO

tanúsítvány birtokosát. A tanúsítvány tőzsdén is adható-vehető. Budapesten a GO forgalom 2023-ban: 6 852 GWh, átlagár: 1,78 Eur/MWh volt.

Az új NEKT 2030-ra legfeljebb 38,9 millió tonna CO₂ kibocsátást tervez.

A fejlesztések költségei

A NEKT utolsó fejezete a vázolt fejlesztésekhez 2050-ig szükséges beruházásokat a következő táblázat szerint sorolja fel.

A fejlesztések várható költségei (milliárd Ft):

	2035-ig	2036-2050
közlekedés	2903	2795
háztartások	748	5374
áram- és távhő termelés	1939	6978
ipar	34	9514
szolgáltatás	44	8162
egyéb	4	187
összesen	5670	33009

A várható költségek fedezetét feltehetően az állami költségvetés, az önkormányzatok költségvetése és az energia felhasználók fogják adni, ma még nem ismert megosztásban.

11. Vállalkozások és intézmények lehetőségei a klímacélok teljesítéséhez

11.1. Villamos piaci társulások

11.1.1. Mérlegkör:

(VET 3. § 46.) Mérlegkör: a kiegyenlítő energia igénybevételének okozathelyes megállapítására, elszámolására és a kapcsolódó feladatok végrehajtására a vonatkozó felelősségi viszonyok szabályozása érdekében létrehozott, egy vagy több tagból álló elszámolási szerveződés.

A mérlegköri kapcsolat tartalmát a rendszerirányító és a mérlegkör felelős szerződésben rögzíti.

A mérlegkörbe a mérlegkör-felelőssel kötött megállapodással lehet belépni. A mérlegköri tagságról szerződést köt a két fél.

11.1.2. Energiaközösség:

(VET 66/B (1) Az energiaközösség szövetkezet vagy nonprofit gazdasági társaság formában működő jogalany, amelynek elsődleges célja nem a pénzügyi haszonszerzés, hanem hogy a tagjai számára, vagy az energiaközösség létesítő okiratában megjelölt működési területen környezeti, gazdasági és szociális közösségi előnyöket biztosítson azáltal, hogy villamosenergia termelés, tárolás, fogyasztás, elosztói rugalmassági szolgáltatás nyújtása, villamosenergia-megosztás, aggregálás, a közúti közlekedésről szóló törvény szerinti elektromobilitás szolgáltatás nyújtása és elektromos töltőberendezés üzemeltetése tevékenységek közül legalább az egyiket végzi.

11.1.3. Megújulóenergia közösség:

(VET 66/B (1a) olyan energiaközösség, amely megújuló energiaforrásokból termel villamos energiát, ilyen villamos energiát fogyaszt, tárol vagy értékesít.

A megújulóenergia-közösség tényleges irányítását azon tag vagy tagok látják el, amelyek felhasználási helyeinek csatlakozási pontjai a megújulóenergia-közösség tulajdonában álló villamosenergia-tároló és erőmű csatlakozási pontjaival ugyanazon nagy/középfeszültségű transzformátorállomási körzetben helyezkednek el.

11.1.4. Aggregálás:

Az elosztó-, átviteli hálózatra vagy magánvezetésekre csatlakozó felhasználói berendezések, villamos energia tárolók kombinálása, villamos energia piaci értékesítés, vásárlás, vagy aukció céljából. A felhasználó az őt ellátó kereskedő vagy mérlegkör felelős hozzájárulása nélkül is köthet aggregálási megállapodást.

Aggregátor: aggregálást végző piaci szereplő

Az aggregálásokról a MEKH nyilvántartást vezet.

A felhasználó aggregátor váltásánál szerződés felbontási díj fizetés nem lehet, kivéve, ha az ellátásban lakossági felhasználók is vannak.

A MEKH 2023. augusztusig 46 aggregátort vett nyilvántartásba.

11.2. Környezetvédelmi célú tőzsdei kereskedés

A vállalkozások, intézmények a működésük hatékonyságának javítása érdekében lépéseket tehetnek a környezetvédelmi célú termék kereskedés megismerésére. Adott a lehetőség, hogy a vállalkozás, intézmény belépjen a szervezett környezetvédelmi termék kereskedés szabályozott piacára. Ez a piac megfelelő felkészülés után lehetőséget ad a hagyományos energiaellátás kiegészítésére energetikai termékek kereskedésére. Minden vállalkozásnál, intézménynél adódik olyan helyzet, amikor a szerződött energiára részben nincs szükség, a felesleg rövid távon értékesíthető. Más esetben szükség lehet rövidebb időszakban a szerződött teljesítmény feletti energiaellátásra is. Ezeknek a helyzeteknek kezelésére általában a tőzsdei kereskedés nyújt megfelelő megoldást.

A tőzsdék működése kiterjed a klasszikus tőzsdei termékeken kívül egyéb kereskedelmi aktusok szabályozott elvégzésére is.

11.2.1. Szén-dioxid kvóta szabályozás és kereskedelem

A szén-dioxid kvóta szabályozás és kereskedelem rendszerét ETS rendszernek nevezik. A kibocsátási egység: 1 tonna szén-dioxid.

Az EU 2005-ben indította el, a kyoto-i klíma egyezmény hatására. A világ többi térségében nincs hasonló szabályozás.

Magyarországon a szén-dioxid kibocsátás szabályozása a 2012. évi CCXVII. törvénnyel és a 410/2012. (XII.28.) Korm. rendelettel indult el. A program teljesítését a Nemzeti Klímavédelmi Hatóság felügyeli.

2023-ban újabb adó kötelezettséget írtak elő a kötelezetteknek: 320/2023. (VII.17.) Korm. rendelettel.

A cél:

- anyagi ösztönzést kapcsoljanak a CO₂ 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 szabályozott CO₂ kereskedelmi rendszer.

Térítésmentes kiosztással indult.

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 kibocsátási norma adható-vehető
- a kvóta szabályozás nem teljesítése: kb. 100 euró/tonna bírság
- a kvótával a tőzsdén is lehet kereskedni: EEX European Energy Exchange AG Leipzig
 - azonnali és határidős kereskedés is folyik

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 külföldön hátrányba

Átlagos szén-dioxid kvóta árak a lipcsei EEX tőzsdén:

2021. január	33 Euro/tonna
2022. január	82 Euro/tonna
2023. január	80 Euro/tonna
2023. december	70 Euro/tonna
2024. február	50 Euro/tonna
2024. július	67 Euro/tonna

A 2020. évi kvóta forgalom 229 milliárd Euro volt.

A kvóta szabályozás 2012-ben indult el Magyarországon, ma 176 vállalkozás kötelezett a kvóta betartására. Erőművek, vegyipari cégek, légitársaságok, papírgyárak, cement- és mésztermékek, vas- és acélgyártók, téglá-, kerámia- és üveggyárak kötelezettek.

A szén-dioxid kvóta szabályozás alatt állók kibocsátása 12 %-kal csökkent 2022-ben.

A 320/2023.(VII.17.) Korm. rendelettel új fizetési kötelezettségeket írtak elő a kvóta szabályozás alá tartozó cégeknek. A kötelezettség azokra a kibocsátókra vonatkozik, amelyek:

- szén-dioxid kibocsátásának éves átlaga az előző három évben meghaladta az évi tízezer tonnát
- ha az előző évben részesült térítésmentes kibocsátási egység kiosztásban, és az ingyenesen kapott karbonkvóta elérte, vagy meghaladta az azt megelőző három év átlagos kibocsátásának felét.

A számításoknál hitelesített kibocsátási adatokkal kell számolni.

Új fizetési kötelezettségek:

- CO₂ kvóta adó: a kibocsátás minden tonnája után 40 Euró fizetése
- tranzakciós díj: a térítésmentesen kapott karbonkvóta átruházása esetén az átruházott karbonkvóta értékének 10 %-a

11.2.2. 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 energia hatékonyság emelését szolgálja az EU-ban bevezetett Energia-hatékonysági Kötelezettségi Rendszer (EKR).

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. Ennek érdekében 2021-ben életbe lépett az energiahatékonysági kötelezettségi rendszer, amelynek a lényege az, hogy az energiaszolgáltatók (kereskedők) energia megtakarításra kötelezettek az általuk végfelhasználóknak értékesített energia arányában.

A cél az, hogy a végső energia felhasználóknál valósuljanak meg az energiafogyasztás csökkentést célzó energiahatékonysági projektek, korszerűsítések, beruházások. Ha elmarad az energiaszolgáltatók által ellátott felhasználói körben az energiafelhasználás csökkentése, akkor a szolgáltatók büntetést fizetnek. Az EKR rendszer nem vonatkozik a távhőszolgáltatókra.

A kereskedő keresi a felhasználó partnereket az EKR kötelezettség teljesítéséhez, új földgáz- vagy villamos energia kereskedelmi szerződéskötéshez.

Az a vállalkozás, intézmény amelyik megfelelő intézkedésekkel és beruházásokkal vagy akár csak szemléletváltoztatással energiát tud megtakarítani, és ezt a MEKH által névjegyzékbe vett szereplővel hitelesíti, akkor az el nem fogyasztott energia mennyiséget értékesítheti más EKR kötelezettnek. A tanúsítvány adható, vehető.

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 energiakereskedő (földgáz- és villamos energiakereskedő) az EKR terheket igyekszik továbbhárítani a felhasználónak. A földgáz és a villamos energia árát növelő EKR miatti költség:

	Áram ár tényező	Földgáz ár tényező
	Ft/kWh	Ft/m ³
2023. évben	0,54	5,2
2024. évben	0,9	8,7

Az EKR rendszert a MEKH szabályozza és felügyeli Az EKR szabályozás területei:

- épületekre vonatkozó energiahatékonysági intézkedések
- épülettechnikai rendszerek korszerűsítése
- háztartási és irodai gépcsere
- technológiai folyamatok energiahatékonyságának javítása
- termelési folyamatok energiahatékonyságának javítása
- energia ellátó rendszer korszerűsítése
- gépjármű energia takarékosabbra cseréje
- szállítási energiahatékonysági intézkedések
- szemléletformálás: közlekedés, otthoni munkavégzés

A MEKH névjegyzékében szereplő szakértő hiteles tanúsítást ad a felhasználónak. Ha a tanúsított megtakarítás nagyobb, mint a felhasználó kötelezettsége, akkor a többlet értékesíthető.

A Magyarországon 2022-ben elindított rendszer már 2022-ben 763 TJ energia megtakarítást eredményezett. Az ipari folyamatok és a szállítás adta az induló program 74 %-t. 2023-ig 4600 projekt indult le. A 2023. évi vállalások 99,3 %-a teljesült, évi 1500 TJ energia megtakarítással. 2024. januárban 3500 projekt kiépítése volt folyamatban, 5,1 PJ/év végső energia megtakarítás céllal.

2024-től bővítették az EKR rendszerben megvalósítható energia megtakarítási lehetőségeket:

- split klíma berendezések használata fűtésre
- professzionális hűtőbútorok cseréje
- energiatakarékosabb járművekre váltás

2030-ig kb. 5 PJ energia megtakarítás várható a rendszertől.

A budapesti CEEGEX földgáz tőzsde 2024. januárban indította a tanúsított EKR energia megtakarítás tőzsdei kereskedelmét [38]. A tőzsde a földgáz piachoz hasonlóan anonim kereskedést biztosító, ezúttal aukciós felületet és kereskedést garantáló klíring

rendszer alakít ki az energiamegtakarítások kereskedésére. Az új tőzsde szerepe az, hogy a tanúsítványok kereskedési lehetősége mellett - a szervezett piac működés átláthatóságából fakadóan - árjelző funkciót lásson el, ami hozzájárul az energiahatékonysági célok teljesítéséhez.

A tanúsítvány megvásárlásával a vevő támogatja az energia megtakarítási projekteket, illetve kiválthatja vagy csökkentheti energiamegtakarítási kötelezettségét. Az EKR tőzsde kínálati oldalán a fogyasztók, az energiahatékonysági szolgáltatók és maguk a kereskedők állnak, akik az energiamegtakarításukat hitelesíttethetik. A hitelesített energiamegtakarítások vásárlói pedig az arra kötelezett kereskedők. A kereskedő a megtakarítás vásárlásával mentesítheti a felhasználót a megtakarítási beruházási kötelezettség alól.

Megtakarítások számításának részletes szabályai MEKH katalógusban találhatók.

CEEGEX EKR aukció 2024 02 27

eladói ajánlat:	47 TJ
vevői ajánlat:	86 TJ
kötés:	12 TJ

HEM igazolás forgalmazása

A hitelesített energiamegtakarítás (HEM) azaz a Fehér Bizonyítvány az energia végső felhasználónál végrehajtott energiahatékonyság javító intézkedés vagy beruházás megvalósításából származó, energetikai auditor által hitelesített energiamegtakarítás igazoló dokumentuma. A Fehér Bizonyítvány korlátozottan forgalomképes vagyoni értékű jog, amely kizárólag megtakarításra kötelezett részére ruházható át. Az energiamegtakarításra kötelezettek támogatásban részesíthetik az energiamegtakarítást eredményező projekteket a Fehér Bizonyítvány megvásárlásával.

GO tanúsítás és kereskedelem

Különleges energia tőzsdei eljárás indult a budapesti HUPX azonnali villamos tőzsdén 2022. év tavaszán [36]. A GO a Guarantees of Origin szavak rövidítése, egyben ennek a kereskedésnek az egyik legfontosabb jellemzője. Az Európai Unió javaslatára indult el a **GO** nevű származási garancia kereskedés az áram piacon. A hazai GO kereskedés a MAVIR-nak termelő KÁT szerződöttelkel indult.

A származási garancia olyan forgalmazható, elektronikus tanúsítványt jelöl, amelynek kizárólagos rendeltetése a végső fogyasztók felé annak bizonyítása, hogy az általa fogyasztott energia egy meghatározott részét vagy mennyiségét megújuló energiaforrásokból állították elő. A származási garanciák a termelés után jegyezhetők be, tehát kereskedelmük a fizikai termékektől elválik, utólagos. A származási garanciák piacának kínálati oldalán a megújuló erőművek találhatók, akik az energia értékesítése mellett kérhetik a származási garancia bejegyzését. A GO piac fejlesztését az Európai Unió egyértelműen támogatja.

Magyarországon első fázisban a hazai szél- és napenergia termelés adja a GO kereskedést, mintegy 3,9 TWh nagyságrendben.

A származási garancia tanúsítvány:

- rendeltetése: a végső fogyasztó felé annak bizonyítása, hogy az energiát megújuló energiaforrásokból állították elő
- a biogáz-, a biomassza, a depóniagáz, a hulladék-, a nap-, a víz-, a szél-, és a geotermikus energiát is tanúsíthatják
- elektronikus tanúsítvány
- a tanúsítvány forgalmazható
- a tanúsítványt törlik a vonatkozó villamos energia felhasználásakor

A származási garanciák vásárlói első sorban olyan vállalatok, melyek elkötelezettek a zöld energiafelhasználásban, növelve ezzel termékük, szolgáltatásuk marketing és PR értékeit. Az ilyen vállalatoknak jelenleg három lehetősége van arra, hogy igazolja a zöld villamos energia fogyasztást:

- saját termelői kapacitásokat hoz létre, ez jelentős technikai korlátokkal jár,
- hosszú távú villamos energia vásárlási szerződést köt egy megújuló erőművel, ez jelentős ár és mennyiség kockázatot jelent,
- származási garanciát vásárol a villamos energiától elkülönülten, utólag ezzel csökkentheti az előző kockázatokat

Az áram tőzsdén elkülönül azoknak a villamos energia termékeknek a kereskedése, amelyeket megújuló energiahordozóból állítottak elő. Az eredeti energiahordozó használatát pontosan leírt szabályok szerint igazolni kell. A kereskedés egyéb elemei a villamos tőzsde szabályai szerint folynak. Az EU több országában az igazoltan megújuló energiahordozóból nyert villamos energia használatát kedvezményekkel támogatják.

A GO kereskedést a MEKH felügyeli. A MEKH tagja az AIB (Association of Issuing Bodies) nemzetközi szövetségnek.

Az ügyletekben a MEKH is közreműködik.

A HUPX GO piac 2023. április 18.-i forgalmának jellemzői [36]:

- 37 ügyletet kötöttek
- 3 ország cégei vettek részt az ügyletekben
- biogáz eredetű energia 8, geotermia 1, vízenergia 1, napenergia 16, szélenergia 11 ügyletben
- a legmagasabb árú vételi ajánlat származási garancia okmányokra 7,11 Eur/MWh volt.

A 2023. május 23.-i aukción 198 385 MWh tanúsítvány kelt el: 7 biogáz, 1 geotermia, 3 vízi, 7 nap, 5 szél energia termelőtől.

A 2024. áprilisi aukció eredményei:

- kínálat: 397 285 MWh

- kereslet: 2 038 285 MWh
- megkötött ügylet: 328 549 MWh
- átlagár: 1,28 Eur/MWh

GO forgalom 2023-ban: 6 852 GWh volt, az átlagár: 1,78 Eur/MWh

2023. decemberben 57 tag volt a HUPX GO tőzsdén.

Erősödő forgalmat mutatnak a 2024. június 18.-i GO aukció eredményei [36]:

	Mennyiség (MWh)	Ár (Eur/GO)	Ügyletek száma
biogáz	3896	0,32...1,01	6
biomassza	85229	0,38...1,01	8
geotermia	824	1,01	1
vízenergia	14685	1,01	5
depóniagáz	412	1,01	5
napenergia	352405	0,38...1,13	8
szélenergia	38407	1,05	4

A budapesti GO aukción 2024 07 16-án kötött ügyletek [36]:

Összesen 36 ajánlat:

- 6 biogáz 6 691 MWh
- 7 biomassza 77 625
- 1 geotermia 544
- 4 vízenergia 19 466
- 5 biogáz 1 974
- 9 napenergia 478 367
- 4 szélenergia 55 549

A mennyiséggel súlyozott átlagár 0,51 Eur/GO volt.

12. Tőzsdei kereskedés

12.1. A tőzsdéről általában

A tőzsde a piacok piaca, a kereslet és a kínálat egymásra találásának színhelye. A tőzsde érzékenyen reagál a világgazdasági, piaci változásokra. Azok lesznek tőzsdei termékek, amelyek viszonylag nagy tömegben cserélnek gazdát és homogén minőségűek. Az értéktőzsde a pénz és értékpapír piacot jeleníti meg: valuta, deviza és a kölcsöntőke is tőzsdei kereskedés tárgya. Az értékpapírok: a részvény és a kötvény szintén tőzsdei forgalomban vannak. Tőzsdeindexek is jelentős tételek a tőzsdei kereskedelemben.

A tőzsde a spekuláció világa is: a tőzsdei ügyletek mintegy háromnegyede nem konkrét áru vagy érték cserélésére irányul, hanem az árfolyamok mozgásának kihasználására, haszon szerzésre.

A tőzsdén tőzsdetag kereskedhet. Bármely cég, intézmény lehet tőzsdetag, ha a tagsági feltételeket teljesíti. Más esetekben regisztrált tőzsdetag közreműködése kérhető ügyletek lebonyolítására.

Több országban működő energia tőzsdék Európában:

EPEX SPOT: Franciaországban, Németországban, Belgiumban, Hollandiában, Ausztriában, Svájcban működik,

NORDPOOL SPOT: Dániában, Észtországban, Finnországban, Lettországon Litvániában, Norvégiában működik.

A legnagyobb forgalmú tőzsdei termék a kőolaj. A kőolaj tőzsdei árát alapvetően a kínálat és a kereslet aránya határozza meg. A kőolaj termelő országok a kitermelés időnkénti újra szabályozásával igyekeznek a legjobb tőzsdei árat elérni. A magas tőzsdei ár ugyanakkor csökkenti a felhasználást, a piaci többlet kínálat pedig az árak csökkenéséhez vezet. A kőolaj a tőzsdék éves forgalmában mintegy 1800 milliárd USD nagyságrendű.

A tőzsde egy különlegesen szervezett, koncentrált piac, ahol tömegáruk (beleértve értékpapírok) kereskedése szigorúan előírt szabályok szerint folyik. Elkülönülten szoktak érték (pénz, értékpapírok) és áru (valós áruk) tőzsdéket működtetni.

A nagyobb tőzsdék az általuk forgalmazott céges részvények közül a legnagyobb forgalmú papírok árindexeiből kialakítottak tőzsde indexeket, amelyek szintén kereskedés tárgyát képezik.

A legnagyobb forgalmú tőzsdék az OECD államokban működnek.

A tőzsde helyszínt biztosít a kereskedéshez, amely egy helyre koncentrálja a keresletet és a kínálatot, s emellett a résztvevők számára szigorú, speciális, csak a tőzsdére jellemző szabályokat alkalmaz. A különleges szervezettség elemei:

- csak pontosan meghatározott árukat,
- meghatározott helyen és időben,

- csak feljogosított személyek közreműködésével,
- meghatározott (szabályozott) módon

lehet forgalmazni.

A kereskedelem lebonyolítására vonatkozó szabályokat tőzsdei szokványnak hívják. A tőzsde szigorú rendje mindenek előtt a befektetők érdekeit szolgálja.

A tőzsdén az áruk jelenléte nélkül folyik a kereskedelem. Tényleges adás-vételek, de spekulációs ügyletek is köthetők. Az üzletkötéseket a nyilvánosság, a szereplők általi ellenőrzöttség jellemzi. A megkötött ügyletek teljesítését a tőzsde intézményesen szavatolja.

A tőzsde olyan kereskedelmi centrum, amely növeli a befektetési piac likviditását, ugyanakkor olyan információs központ is, amely a főbb gazdasági folyamatok értékelésére is lehetőséget ad. A tőzsdei árfolyam az adott árura vonatkozó valamennyi információt koncentráltan, folyamatosan és objektíven adja közre.

Tőzsde fajták:

- árutőzsde: fizikai áruk adás-vétele
 - általános: többféle árucikkkel, termékkel foglalkozik,
 - speciális: csak meghatározott áruval foglalkozik (ebbe a csoportba tartoznak a földgáz tőzsdék is).
- értéktőzsde: értékpapírok, devizák, nemesfémek adás-vétele
 - általános: többféle ügylettel foglalkozik,
 - speciális: csak meghatározott típusú foglalkozik: pl.: deviza, nemesfém, értékpapír
- áru és értéktőzsde

A tőzsdék további csoportosítása:

- európai kontinentális típusú tőzsde: közjogi jellegű, a tőzsde felett az állam gyakorol felügyeletet, a tőzsde vezetőségét az állam nevezi ki, vagy a tagok választják.
- angol-amerikai típusú tőzsde: magánjogi jellegű, részvénytársaságként működik. A tőzsdetagok alakítják ki a működési szabályokat, a tőzsde vezetését a tagok közül választják.

12.1.1. A tőzsde gazdálkodása

A tőzsde non-profit szervezet. Költségeit a tagdíjakból, a forgalomarányos díjakból, jegyzési illetékből, információ szolgáltatási díjakból fedezik. A tőzsde klasszikus gazdálkodási tevékenységet nem végezhet. A tőzsde teljes működését, gazdálkodását a közgyűlés szabályozza és ellenőrzi.

12.1.2.A tőzsde szervezete

A tőzsde szervezetét és vezető testületét a tőzsdei rendtartás határozza meg, de befolyásolják az adott ország más tőzsdéi, az ország jogrendje is. A legfőbb szerv a közgyűlés, hatáskörébe tartozik:

- a tőzsde alapszabályának és módosításainak elfogadása,
- tisztségviselők megválasztása,
- költségvetés elfogadása,
- forgalmazott termékek körének meghatározása,
- tagdíj megállapítása,
- a tőzsdei szabályok megsértése esetén eljárás lefolytatása.

Általában minden tőzsdetag egy szavazattal rendelkezik. A szavazások általában titkosak. A tőzsdetanács a tőzsde ügyvezető testülete. Tagjait főleg a tőzsdetagok közül választják, 3 évre.

Felügyelő bizottságot és etikai bizottságot is létrehoz a közgyűlés. Szükséges a tőzsde működéséhez választott bíróság is, a vitatott kérdések eldöntéséhez. A tőzsde munka szervezete a tőzsde titkárság, a technikai feladatok elvégzésére. A titkárságot ügyvezető irányítja.

12.1.3.Tőzsdei ügyletek

- azonnali (prompt) ügylet: az ügyletet a szerződéskötéssel egy időben, vagy 2-5 napon belül kell lebonyolítani. A kereskedés tárgya lehet áru, vagy értékpapír, deviza.
Day Ahead (DA) ügylet: teljesítése a következő napon
Within Day (WD) ügylet: teljesítés a kötés napján
- határidős (termin) ügylet: későbbi, fix időpontra vonatkozó üzletkötés. A kereskedés tárgya lehet áru, vagy értékpapír, deviza, vagy részvényindex is. Az ügylet a jelenlegi szerződésben kialakított feltételek mellett, jövőbeli teljesítésre vonatkozó megállapodás. A vevőnek a kötés napján jegyzett árfolyamon kell teljesíteni. Olyan dolgokkal is lehet kereskedni, ami ma még nincs a birtokunkban. Az üzletet általában 10 % letét mellett kötik. Az egyik fél vételi (long) pozíciót vesz fel és vállalja, hogy az adott tételt egy meghatározott jövőbeli időpontban megvásárolja, előre meghatározott áron. Az eladó (short) pozícióban a tételt a lejáratkor leszállítja a long pozíció birtokosának, a szerződésben meghatározott összegért, ami ebben az esetben az elszámoló ár.
- fedezeti ügylet: a fedezeti ügyletkötők (hedger) a kockázat csökkentésére, a veszteség elkerülésére az árfolyam-, illetve kamatkockázatból adódó veszteség elkerülése érdekében az eredeti pozíciójukkal ellentétes határidős ügyletet kötnek. Ezzel az árfolyam/kamat változása egyszerre kedvezően és hátrányosan érinti az ügyletkötőt. Formái: vételi (long) hedge, eladási (short) hedge.

- spekulációs ügylet: időbeli jegyzés változásra spekuláló ügyletek, árfolyamkockázat vállalása nyereségszerzés céljából. Típusai:
 - árfolyam emelkedésre (hosszra, long pozíció) spekuláló, azért vásárol árut/értékpapírt, hogy azt később magasabb áron adja el
 - árfolyam csökkenésre (besszre, short pozíció) spekuláló, azért ad el árut/értékpapírt, hogy azt később alacsonyabb áron vásárolja vissza
- opciós ügylet:
 - call (vételi) opció: a tulajdonosának joga, de nem kötelessége, hogy eladjon egy adott eszközt a szerződésben meghatározott áron (kötési árfolyam), egy előre meghatározott időpontban, illetve időpont előtt. Az opció kiírójának kötelessége, hogy megvegye az adott árut a kötési árfolyamon, amennyiben az opció tulajdonosa élni kíván eladási jogával.
 - put (eladási) opció: a tulajdonosának joga, de nem kötelessége, hogy megvegyen egy adott eszközt a szerződésben meghatározott áron (kötési árfolyam), egy előre meghatározott időpontban, illetve időpont előtt. Az opció kiírójának kötelessége, hogy eladja az adott árut a kötési árfolyamon, amennyiben az opció tulajdonosa élni kíván vételi jogával.
- arbitrázs ügylet: a helybeli, különböző tőzsdék azonos áruajtáiban fennálló, egy időben való jegyzések árfolyam különbségeinek kihasználására. Főleg a devizaárfolyamokra és a kamatlábakra irányulnak.

12.1.4. Forgalom a tőzsdén

Az energia tőzsdéken a hét minden napjára, a nap egyes óráira lehet ügyletet kötni.

Megfigyelhető, hogy a hét végi teljesítések ára alacsonyabb szokott lenni, mint a munkanapokra vonatkozó teljesítéseké. A hét végére/munkaszüneti napra kötött ügyletek általában kisebb volumenre vonatkoznak, mint a munkanapokra kötöttek.

A HUPX tőzsdén a teljesítés blokkjai a nap különböző időszakaiban:

Időszak (óra)	blokk
01..08	Off peak 1
21..24	Off peak 2
01..04	Middle night
01..06	Night
05..08	Early morning
07..10	Morning
09..12	Late morning
09..16	Business
11..14	High noon

13..16	Early afternoon
15..18	Afternoon
17..20	Rush hour
19..24	Evening

Példaként tekintsük meg a budapesti HUPX villamos tőzsde [36] néhány forgalmi adatát.

HUPX 2024. szeptember hónap, zsinór árak (Eur/MWh):

nap	5	6	7	8	9
	csütörtök	péntek	szombat	vasárnap	hétfő
Min. ár	71,6	78,87	0,44	0,01	76,47
Max. ár	195,17	478,09	182,26	153,29	390,37

A HUPX tőzsdén a hét egyes napjaira kötött zsinór teljesítés és csúcs teljesítés napi átlag árai 2024. szeptember hónapban (Eur/MWh):

Nap		Zsinór ár	Csúcs ár
09 02	hétfő	221,79	248,75
09 03	kedd	241	272,85
09 04	szerda	196,94	227,43
09 05	csütörtök	140,19	150,96
09 06	péntek	130,67	144,2
09 07	szombat	90,39	67,94
09 08	vasárnap	71,43	48,58
09 09	hétfő	142,45	168,72

A budapesti CEEGEX földgáz tőzsdén [38] a másnapi teljesítésre vonatkozó kötések árban kiegyensúlyozottak, a hétfői teljesítés alacsony mennyiséget jelent:

Dátum	Kereskedett mennyiség (MWh)	Súlyozott átlagár (Eur/MWh)
2024 09 08 vasárnap	4800	37,5
2024 09 06 péntek	110784	35,99
2024 09 05 csütörtök	174360	35,54
2024 09 04 szerda	181360	36,6
2024 09 03 kedd	168816	37,75
2024 09 02 hétfő	138216	39,05
2024 09 01 vasárnap	1680	39,2

12.1.5. Közreműködők a tőzsdei ügyletekben

Bróker: kereskedelmi ügynök. Ügyfele megbízásából tőzsdén nagykereskedelmi árukat és értékpapírokat vásárló vagy eladó pénzügyi szakember. Ha a befektető nem rendelkezik a pénz- vagy árupiaci ismeretekkel, brókert bíz meg. Biztosítások közvetítésére is működnek brókerek.

Három brókercég típust különböztetünk meg:

- tőzsdei brókercég, amely kapcsolatban áll valamelyik tőzsdével. A brókercég közvetítő az ügyfél és a tőzsde között. Az üzletet alapvetően a tőzsde szabályai szerint bonyolítják.
- OTC brókerek: a tőzsdén kívüli piacokon kötik az ügyleteket, kizárólag tőzsdén kívüli termékekre. Jellemzően kisebb tőkével rendelkező társaságok, főleg rövid távú ügyletek kezelésére. Ezekre a brókerekre kevés működési szabály vonatkozik, ezért az ügyletek kötésének díja alacsonyabb, de az ügyletek teljesülése kockázatosabb. Az EU-n belül a működő OTC brókerekre szigorú szabályok vonatkoznak az ESMA (European Securities and Markets Authority) 2018-as rendelete szerint.
- Offshore brókerek: offshore országokban (Panama, Bermuda, Kajmán-szigetek, Seychelle) bejegyzett cégek, érdemi felügyeleti kontroll nélkül. Gyakori a csalás az ügyleteik között.

Tőzsdeügynök: olyan kereskedő, aki saját nevében, de más megbízásából, más számára köt tőzsdén szerződéseket. Alapvetően befektetési vállalkozás.

12.2. Földgáz tőzsde

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

A földgáz tőzsde jellemzői:

- a földgáz energia tartalma a kereskedés tárgya,
- 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 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 teljesítés a kötés szerinti időszakban egyenletes.
- A kötések a lejárat határidőn belül nem bonthatók, de újabb kötéssel módosíthatók,
- a megkötött ügyletek pénzügyi elszámolását kereskedőház garantálja,
- a földgáz minőségét a 19/2009. (I. 30.) Korm. rendelet 11. számú melléklete (A földgáz minőségi követelményei) határozza meg. Az eltérő földgázminőséget árkorrekcióval kezelik,
- az ügylet időszakában a teljesítés egyenletesen történik.

A nemzetközi földgáz kereskedelemben az árakra meghatározó szerepe van az amerikai Henry Hub tőzsde Natural Gas jegyzési árainak. Ez a tőzsde bonyolítja a legnagyobb földgáz forgalmat a világon. A Henry Hub tőzsdén a földgáz energia tartalmával kereskednek: az ügyleteket millió Btu ($\text{mmBtu} = 1,055 \cdot 10^9 \text{ J} \sim 30\,000 \text{ m}^3$ 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. Az ügyleteket MWh energia mértékegységben kötik, az árak Euro/MWh mértékegységben vannak.

A földgáz tőzsdei ára általában gyorsan és szoros korrelációval követi a kőolaj tőzsdei ármozgását. Ez alól kivétel a 2022-ben indult európai energia árrobbanás.

Példaként a Brent kőolaj és a TTF földgáz tőzsdei jegyzés árai összefüggését mutatja be a következő táblázat [40]:

Dátum	Brent árak (USD/barrel)	TTF Month+1 árak (Eur/MWh)
2021.11.04	81,53	73,27
2022.01.10	83,64	85,03
2022.02.21	91,09	72,4
2022.02.24	98,09	134,5
2022.03.08	130*	213,7*
2022.03.15	102,75	116,42
2022.04.07	100,84	104,53
2022.06.10	123,49	84,82
2022.07.08	107,15	176,16
2022.08.26	101,65	336,64*

* az orosz-ukrán háború és az Oroszország elleni szankciók hatása

A földgáz kereslet és kínálat hatása az árakra

- kereslet: legfontosabb tényezők:

- más energiahordozók piaci helyzete,
- a földalatti tárolt készletek,
- úton lévő LNG készletek,
- klíma változás: átlaghőmérséklet emelkedése.
- kínálat: új földgáz szállítók megjelenése
 - LNG szállítók,
 - földgáz földtani készletek változása,
 - új szállítóvezeték üzembe lépése.

2022. szeptember 26.-án felrobbantották az Északi Áramlat I. és II. gázvezetékét, amelyek eddig évi 100 milliárd m³ földgázt szállítottak Oroszországból Németországba és további európai országokba. A kieső földgáz teljesítmény miatt az európai föld alatti földgáz tárolók töltése visszaesett. Az esemény a földgáz tőzsdei árát Európában azonnal megemelte.

Piaci hangulat:

tőzsdei hírek, kőolaj és földgáz kutatási eredmények, változás a kitermelő kapacitásokban, háborúk, új nemzetközi szállító vezeték építési megállapodás, új ország megjelenése a földgáz/LNG piacon,

Háborús események:

A 2022. évben kitört ukrán-orosz háború közvetlenül befolyásolta az európai földgáz piacokat, mivel a háború elindította az Európai Unió tagországaiban azt a törekvést, hogy mielőbb váljanak az európai földgáz piacok függetlenné az orosz gáz szállításoktól. Az Északi Áramlat I. és II. földgáz vezeték felrobbantása miatt a kiesett kapacitás a helyettesítésére többlet LNG beszállítást indítottak, amihez mintegy fél év volt szükséges. A háborús események a földgáz tőzsdei árát szokatlan magasságba lendítették.

Az arab-izraeli háború hatása a földgáz tőzsdei árak alakulásában 2024. elejéig nem kapott meghatározó szerepet.

Jellemző földgáz átlagárak (Henry Hub, spot) USD/mmBtu [40]:

idő	2016		2017		2018		2019		2020	
	jan	júl	jan	júl	jan	júl	jan	júl	jan	júl
ár	2,12	2,75	3,42	2,88	3,51	2,8	3,31	2,46	2,11	1,81

idő	2021		2022		2023		2024	
	jan	júl	jan	júl	jan	júl	jan	júl
ár	2,73	3,71	3,9	7,4	3,7	2,6	2,1	2,2

TTF holland földgáz tőzsde spot árai Euro/MWh [39]:

idő	22.03.16	22.07.25	22.08.26	22.10.03	22.12.20
ár	103,2	165,71	336,64	188,8	108,54

idő	23.02.03	24.03.05	24.04.25	24.06.14
ár	57,35	26,64	29,59	35,47

Magyarországon bármelyik európai vagy Európán túli földgáz tőzsdén is lehet üzleteket kötni, ehhez az adott tőzsdén tagsággal kell rendelkezni.

A legnagyobb forgalmú európai földgáz tőzsde a holland TTF tőzsde. A TTF tőzsdén 2025. évi teljesítésre 1 646 880 MWh ügyletet kötöttek 2024. szeptember 6.-án.

A magyar bejegyzésű földgáz kereskedők legtöbbje a magyar CEEGEX és HUDEX, valamint az osztrák CEGH tőzsdéken üzletel.

Piaci ár előjelzés

A nagy forgalmú földgáz tőzsdéken kialakult határidős ügyletek árai jó alapot nyújtanak a földgáz

jövőbeli piaci árának becsléséhez. A ma kötött ügyletek árai a következő években kerülnek biztos teljesítésre, a mai árak megfizetésére a teljesítéskor kerül sor.

A földgáz tőzsdéken a következő évekre vonatkozó ügyletek árai naponta változhatnak, de az árak jövőjének tendenciája megállapítható: az árak csökkennek. Ennek okai:

- az ismert földgáz készletek magasak,
- új országok léptek be az exportálók közé,
- a földgáz iránti keresletet csökkenti a környezetvédelmi döntések sora.

Példaként mutatjuk be a holland TTF tőzsdén 2024. 03. 27.-én kötött ügyletek határidős árait [39]:

teljesítés éve	ár [Eur/MWh]	volumen [MWh]
2025.	31,74	1 270 200
2026.	29,43	621 960
2027.	27,46	219 000
2028.	26,10	
2029.	26,73	

Hasonló ár tendenciát figyelhetünk meg a 2024. május 3.-i TTF határidős tőzsdei ügyleteknél is:

teljesítés éve	ár [Eur/MWh]	volumen [MWh]
2025.	35,20	438 000
2026.	29,66	411 720
2027.	26,16	657 000
2028.	24,80	26 352

CEEGEX DA tőzsdén a forgalom jellemzői [38]:

Nap	Legjobb vételi ár	Legjobb eladási ár	Súlyozott átlagár	Forgalom MWh
2023.07.11	35,8	34	35,4	75648
07.10	38,25	35,8	36,44	84504
07.09	37,5	35,48	36,12	88560
07.08	37,5	35,48	36,12	88380
07.07	36,7	35,5	36,26	88248

Tőzsdetagok száma a budapesti energia tőzsdéken 2024 09 01.-én

HUDEX	villamos	30
	földgáz	30
CEEGEX		59
HUPX		94

Az Európai Unió döntései:

- politikai döntések az orosz földgáz vásárlásról
- környezetvédelmi döntések a fosszilis energiahordozók, mindenek előtt a földgáz felhasználás csökkentésére:
 - szén-dioxid kvótaszabályozás kiterjesztése
 - gázkészülékek műszaki jellemzőinek szigorítása
 - gázkészülék használat szabályainak átalakítása

Az Európai Unió Tanácsa rendelete:

Az Európai Unió Tanácsa rendeletet adott ki a villamos energia piacok működésének szabályozásáról.

A nagykereskedelmi energiapiacok integritásáról és átláthatóságáról szóló rendelet az uniós villamosenergia-piac szerkezetére irányuló szélesebb körű reform része. A reform további elemeinek célja csökkenteni a villamos energia árak függését a fosszilis tüzelőanyagok ingadozó áraitól, megvédeni a fogyasztókat a meredek áremelkedéstől, felgyorsítani a megújuló energia szélesebb körű alkalmazását, fokozott védelmet biztosítani a fogyasztók számára. A szabályozás újabb fejezetei a közeljövőben várhatók.

12.3. Villamos energia tőzsde

A világ villamos energia tőzsdéin napi, napon túli, és kapacitás kereskedelmi ügyletek is köthetők.

A villamos tőzsde jellemzői:

- azonos szabályok szerint működik valamennyi villamos 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 jogosultak. A jogosultsághoz cégjogi és pénzügyi feltételek tartoznak. A vállalkozás brókereinek tőzsde ismereti vizsgát is kell tenni.

A tényleges kapacitás- és villamos energia 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 villamos energia minőségét szabvány határozza meg.

A nemzetközi villamos energia kereskedelemben az árakra meghatározó szerepe van a német EEX tőzsde forgalmának és jegyzési árainak. Ez a tőzsde bonyolítja a legnagyobb villamos energia forgalmat Európában.

A villamos energia tőzsdei árak a kereskedési napon belül is változnak. Közzétételre általában a napi árak számtani közepe kerül.

Példaként: a budapesti HUPX DA villamos tőzsdén **óránként** kialakult árak 2023. 06. 10.-én (Eur/MWh) [36]:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
94	84	84	79	78	80	80	87	70	55	28	15

13	14	15	15	17	18	19	20	21	22	23	24
4	7	3	4	6	50	75	85	103	109	83	74

A hazai kiterjedt napelemes áramtermelés új kereskedelmi helyzetet eredményez a HUPX tőzsde forgalmában: a déli órákban megjelent a **negatív ár** [36]. Ennek az az oka, hogy napfényes időszakban a napelemek csúcs termelése miatt néhány más technológiával áramot termelőnek áram feleslege keletkezik, aminek a leszabályozása technikailag nem lehetséges, vagy nem gazdaságos. Ezek az áram termelők a tőzsdén

negatív áron értékesítés mellett kevesebb veszteséget kénytelenek elviselni, mintha leállnának a termeléssel.

A budapesti HUPX áram tőzsde forgalma és árai 2023. 08. 08.-án:

Óra	Ár (Euro/MWh)	Mennyiség (MWh)
5	-2,09	2283
13	-4,3	2638
14	-5,69	2608
15	-10,46	2567
16	-4,38	2734

Negatív ár volt a HUPX tőzsdén 2024. január 1.-én [36]:

5...8 óra között: - 0,83 Eur/MWh

7...10 óra között: -0,32 Eur/MWh

2024. január 9...12. között átlagos zsinór ár: 110 Eur/MWh

csúcs ár: 120 Eur/MWh

Negatív ár volt a HUPX tőzsdén 2024. június 29.-én 13...16 óra között: - 0,49 Eur/MWh

június 30.-án 11...14 óra között: - 0,41 Eur/MWh

13...16 óra között: - 0,71 Eur/MWh

Felhőtlen, napos idő villamos energia tőzsdei forgalmát mutatjuk be a 2024. július 6.-i HUPX tőzsdén (ár: Eur/MWh, volumen: MWh) [36]:

óra	ár	volumen	óra	ár	volumen
1	116	3540	13	-25	3950
2	108	3360	14	-18	3890
3	100	3270	15	0	3800
4	100	3250	16	18	3560
5	90	3230	17	105	3660
6	50	3270	18	75	3830
7	35	3300	19	100	4070
8	5	3320	20	140	4230
9	0	3350	21	175	4250
10	0	3380	22	140	4370
11	-6	3650	23	90	4250
12	-20	3930	24	75	3950

12.4. A kőolaj tőzsdei ára

A kőolaj tőzsdei árát a meghatározott nyersolaj minőségek szerint képzik. Az USA tőzsdéin a WTI (West Texas Intermediate) minőség a jellemző, Európában az északi-tengeri kőolaj minőség: a Brent. A japán piacon a Japan Crude Cocktail (JCC), Dél-Kelet Ázsiában az Indonesian Crude Price (ICP) a jellemző ár. Az orosz kőolaj export egy része Ural minőségként kerül forgalomba. A különböző minőségű kőolajok árát általában szorzótényezővel számítják át Brent vagy WTI árra.

Magyarországon az Ural típusú orosz kőolaj importot Brent árfolyamon számolják el.

A kőolaj tőzsdei árát sok tényező befolyásolja. Ezek közül néhány: új kőolaj lelőhelyek felfedezése, a nem konvencionális kőolaj kutatás eredményei, a kőolaj (felszíni és földtani) készlet változások, a kitermelés-technológia fejlődése, a kőolaj feldolgozás-technológia fejlődése. A kőolaj piac politikai, katonai-politikai és gazdasági csaták színtere is.

A kőolaj tőzsdék történetében különleges esemény volt 2020. április 20.-a, amikor az amerikai WTI kőolaj tőzsdén az ár negatívba fordult: -37,63 USD/barrel árral. A negatív árat az okozta, hogy az amerikai nem hagyományos kőolaj termelés teljesítménye olyan szintre jutott, hogy a keresletet ezen a napon lényegesen meghaladta a kínálat.

A Brent típusú kőolaj tőzsdei árai:

22 03 16	102,40 USD/bbl	kitört az orosz-ukrán háború
22 06 14	123,33	EU szankciók Oroszország ellen
22 09 22	88,45	nyugodt időszak a kőolaj piacokon
23 02 03	82,62	
23 07 07	76,73	
23 11 12	81,63	
24 02 25	81,68	
24 06 14	82,89	
24 08 24	79,02	
24 09 04	72,86	

12.5. A budapesti energia tőzsdék forgalma

A budapesti energia tőzsdéket a HUPX tőzsdecsoport fogja össze:

- HUDEX: határidős földgáz és villamos energia tőzsde [37]
- HUPX: azonnali villamos energia tőzsde [36]
- CEEGEX: azonnali földgáz tőzsde [38]

Éves forgalom a tőzsdéken

HUDEX villamos energia	2020.	4 900 000 MWh
	2021.	11 303 991 MWh
	2022.	10 228 933 MWh
	2023.	9 041 548 MWh
HUPX villamos energia	2022.	31 424 745 MWh
	2023.	32 904 158 MWh
HUDEX földgáz tőzsde	2020.	700 GWh
	2021.	1120 GWh
CEEGEX földgáz tőzsde	2021	27 000 GWh
	2022.	26 012 GWh
	2023.	29 970 GWh

A napon belüli ügyletek is nagy változatosságot mutatnak. A munkaszüneti napokra és a munkanapokra vonatkozó kereskedés eltéréseit mutatja be a HUPX DAM árak és forgalmi volumen értékei:

2024.08.20. munkaszüneti nap

óra	ár (Eur/MWh)	Volumen (MWh)	óra	ár (Eur/MWh)	Volumen (MWh)
1	125	2580	13	65	3850
2	115	2620	14	80	3800
3	110	2650	15	90	3500
4	105	2680	16	135	3360
5	100	2710	17	130	3580
6	110	2750	18	160	3740
7	125	2880	19	235	3790
8	125	2940	20	360	3650
9	120	2960	21	475	3540
10	110	3330	22	185	3730
11	105	3650	23	135	3520
12	100	3750	24	125	3200

2024.08.27. munkanap

óra	ár (Eur/MWh)	Volumen (MWh)	óra	ár (Eur/MWh)	Volumen (MWh)
1	100	3500	13	70	4000
2	100	3300	14	90	4050
3	95	3200	15	100	4200
4	95	3100	16	110	4550
5	90	3120	17	150	5300
6	100	3200	18	180	5100
7	120	3900	19	400	5080
8	125	3650	20	520	5050
9	100	3760	21	520	5200
10	80	3700	22	225	4950
11	70	3760	23	130	4400
12	65	3900	24	120	4050

Viszonylag gyakran van negatív áramár a HUPX tőzsdén.

A HUPX villamos tőzsde forgalmi adatai 2024 09 01-én [36]:

benyújtottak 186 ajánlatot

ajánlatok mennyisége: min. 0,8 MWh

max. 4152 MWh

ára: min. -500 Eur/MWh

max. 1000 Eur/MWh

CEEGEX tőzsde forgalma 2024 05 24 [38]:

W/END kötés: 158

forgalom: 173 088 MWh

súlyozott átlagár: 31,49 Eur/MWh

DA kötés: 184

forgalom: 89 448 MWh

súlyozott átlagár: 31,77 Eur/MWh

A határidős tőzsdei ügyletek jó előjelzést adnak a hosszabb időtávon várható árak alakulásáról. A budapesti HUDEX áramtőzsde 2024. januári átlagos árai (Eur/MWh) [37]:

Év	Base load	Peak load
YR 25	91,44	106,03
YR 26	84,77	99,36
YR 27	78,71	94,85

A HUDEX földgáz tőzsde határidős árai 2024 08 26-án (Eur/MWh) [37]:

summer-25	36,60
winter-25	41,90
YR 25	41,98
YR 26	35,72

A villamos energia árának hosszabb távon várható alakulását mutatják a German Power Futures áram tőzsde 2024 május 3.-i árai [40]:

Év	Ár (Eur/MWh)	Volumen (MWh)
YR 25	92,91	2356440
YR 26	80,89	1305240
YR 27	71,57	280320
YR 28	68,32	8784

Az energia tőzsdéken az árak naponta és napon belül is viszonylag széles tartományban változhatnak. Az árak változását sok esemény befolyásolhatja: a kormány energia piacot érintő rendelkezései, jelentős áruhiány vagy túlkínálat, EU döntések az energiapiacokról, a háborús események stb.

2024. júniusban a HUPX villamos tőzsde súlyozott napi átlag árai (Euro/MWh) és a tőzsde forgalma (MWh) [36]:

	Zsinór termék		Csúcs termék	
	Ár	Mennyiség	Ár	Mennyiség
2024-06-23	58,5	97535	19,5	50516
2024-06-24	107,54	84988	82,93	46241
2024-06-25	224,17	82028	184,9	44031
2024-06-26	118,42	84776	112,19	43480
2024-06-27	117,19	87817	102,52	45197

Ugyanezek a napokon a CEEGEX földgáz tőzsdén a másnapi (DA) teljesítések súlyozott napi átlagárai (Euro/MWh) és forgalma (MWh) [38]:

	Ár	Mennyiség
2024-06-23	32,21	3120
2024-06-24	32,13	148632
2024-06-25	32,92	136584
2024-06-26	33,35	109992

A tőzsdei tagság után **tagdíj**at kell fizetni:

HUDEX tagdíj: 750 Euro/negyedév

A tőzsdei ügyletek után **forgalmi díj**at kell fizetni a tőzsdének:

például: HUDEX standard transaction

DAM ügylet: 0,05 Euro/MWh

IDM ügylet: 0,10 Euro/MWh

CEEGEX: következő órai ügylet: 0,01 Euro/MWh

WD ügylet: 0,01

DA ügylet: 0,005

HUPX DAM ügylet: 0,05 Euro/MWh

IDM ügylet: 0,1

12.6. Különleges kereskedés az energia tőzsdén

12.6.1. Napon belüli aukció

2024. június 13. napján új korszak kezdődött az európai villamos energia piacon, amikor a Nominated Electricity Market Operators (NEMOs) és a Transmission System Operators (TSOs) sikeresen elindította az első pán-európai napon belüli aukciókat (IDA). Az IDA naponta háromszor biztosít kereskedési lehetőségeket és javítja a piac hatékonyságát, valamint az energiaellátás biztonságát. A rendszer az európai energiapiac szereplőinek hatékony együttműködését tükrözi.

12.6.2. Villamos energia árverés

Az MVM Partner Zrt. villamosenergia-nagykereskedő rendszeresen szervez villamos energia árverést. Az árverésen a MEKH által jóváhagyott szabályzat szerinti résztvevők adhatnak-vehetnek villamos energiát.

A 2023. június 13.-i árverés adatai:

Időszak	Mennyiség (MWh)	Átlagár (Eur/MWh)
2023. július 1. - szeptember 30.	35328	106
2023. július 1. - szeptember 30.	22816	90,86
2023. július 1. - július 31.	16368	100
2023. augusztus 1. - augusztus 31.	18600	105,7
2024. január 1. - december 31.	43920	141,5
2025. január 1. - december 31.	35040	125

2023.június 13,-án a HUDEX tőzsdén a Month+1 ár 117,74 Eur/MWh volt [37].

Az árverések forgalma nő. Az árak szorosan követik a tőzsdei árakat.

12.6.3.OTC kereskedés

Az OTC piac egy olyan nem központosított másodlagos piac, ahol a tranzakciókat a résztvevők közötti kétoldalú megállapodások határozzák meg. Más szavakkal: a szerződés feltétele a két fél megegyezésén alapszik, központosított szabályozó (pl.: tőzsde) nélkül.

OTC kereskedés jellemzői:

- Over the Counter: „pulton át” szabadpiaci kereskedés
- kevésbé szabályozott, mint a tőzsde
- a felekről kevés információ áll rendelkezésre
- általában kevésbé likvid termékek kerülnek forgalmazásra
- nem formális környezetben
- a két fél szabad megegyezésén alapul
- gyors eladás vagy vásárlás
- általában tőzsdei kereskedésre nem jogosult felek között zajlik
- képletes vagy fix ár
- általában bank vagy más pénzügyi szolgáltató adja a pénzügyi háttérrel
- az ügyfelek nem nyilvánosak
- a felek maguk viselik az üzleti kockázatokat
- általában bróker működik közre
- a fizikai teljesítésről a feleknek kell gondoskodni: földgáz és villamos energia esetében a feleknek a rendszerirányítóval kell szerződésben állni
- a teljesítés helye nem virtuális pont
- energiahordozók esetében főleg rövid távú teljesítések
- határon át is kötnek OTC ügyleteket
- megjelentek a tőzsdei közreműködéssel kötött OTC ügyletek az energia piacon

A kereskedés általában elektronikus úton zajlik, decentralizált, több helyszínen is folyhat a kereskedés.

OTC ügyletek előnyei:

- gyors teljesítés
- nagyobb rugalmasság, mint a tőzsdén
- rugalmas szerződések
- rendszeres üzleti kapcsolat lehetősége
- az ügyletkeze kevesebb eljárás díj fizetés (például tőzsde díjak) kapcsolódik

Hátrányok:

- korlátozott jogorvoslati lehetőség
- a nem teljesítés kockázata nagyobb, mint a tőzsdén (ezen tud segíteni a tőzsdei közreműködés)
- átláthatóság hiánya: a partnerről kevés az információ
- a pénzügyi és a teljesítési biztosíték egyedi

Villamos energia és földgáz beszerzések OTC piacon:

- kiterjedten alkalmazzák
- nemzetközi ügyletek is vannak
- az ügyletek több, mint 90 %-a teljesül
- a teljesítés biztosítékként többféle eszközt vesznek igénybe (bankgarancia, jelzálog stb.)

Az OTC ügylet kötésében **lehet kérni a tőzsde közreműködését**. A tőzsde az OTC ügylet biztos teljesítésében tud közreműködni, hasonlóan a tőzsdei ügyletekhez.

A budapesti energia tőzsdéken is megjelentek az OTC ügyletek, számuk és volumenük nő.

OTC ügyletek indultak a budapesti energia tőzsdéken:

HUPX ID áram 2022. februártól

CEEGEX földgáz 2014.-től

OTC ügyletek a HUDEX áram tőzsdén:

2021. 8 604 390 MWh

2022. 9 830 413 MWh

A tőzsde szabályai érvényesek az OTC kereskedelemre is: információ biztonság, felelősség korlátozása, felhasználói és tőzsdei kárfelelősség, titoktartás, válsághelyzet kezelése, etikai kódexek, piacmanipuláció tilalma, hamis magatartás tilalma, bennfentes kereskedelem tilalma kérdéseiben.

Az energia tőzsdék OTC kereskedése

- a felhasználók név nélkül hirdetik meg ajánlataikat és teszik meg licitjukat

- bármilyen összetételű ajánlat meghirdethető
- a meghirdetett ajánlatok mögött tényleges (fizikai és pénzügyi) teljesítőképességnek kell állni
- az OTC kereskedésben részvételhez regisztráció szükséges az illetékes tőzsdén, a regisztráció után kap a résztvevő azonosítót és jelszavakat
- az ajánlatok anonim módon kerülnek meghirdetésre
- földgázterméket az adott napra az előző nap 21. óráig lehet meghirdetni

12.6.4.CFD kereskedés

CFD: Contract for Difference, a tőzsdei termék árfolyamváltozásának kihasználására kötött ügyletet jelenti, a termék tényleges birtoklása nélkül. A tőzsdéken többségében kötnek CFD ügyleteket.

Köthető CFD ügylet az energiahordozók árfolyamára is.

Jellemzői:

- befektetés a tőzsdei termék árának emelkedésére vagy csökkenésére
- tőkeáttétel: alacsonyabb tőkével is lehet árfolyamot lekötni
- a befektető döntheti el, hogy mikor nyitja vagy zárja a pozíciót. Eldöntheti, hogy mibe fektet be.
- több piacon is lehet aktív, ugyanannak a terméknek az árfolyamával is
- nyithat ellenkező irányú pozíciót is ugyanannak a terméknek az árváltozására is
- a brókerek alacsony marginnal kötik a CFD ügyleteket

12.6.5.CEEREP index

A CEEGEX tőzsde 2023. márciusban vezette be a CEEREP-et, ami egy új, napvégi aktivitás alapján számított index, hűen tükrözve a magyarországi földgáz piacot az egyes munkanapok végén. A CEEREP egy európai napvégi földgázindexekkel összehasonlítható benchmark, amelynek köszönhetően végfogyasztói földgáz szerződésekben is egyre elterjedtebb a használata.

13. Irodalomjegyzék

- [1] Energy Institute: Statistical Review of World Energy 2023 | 72nd edition
- [2] www.ksh.hu
- [3] www.met.hu
- [4] www.napi.hu 1999 03 05
- [5] <https://hu.wikipedia.org/wiki/eghajlatvaltozas>
- [6] KSH: Magyarország számokban 2022
- [7] www.mekh.hu
- [8] Országos Hulladékgazdálkodási Terv 2021-2027
- [9] Egyensúly Intézet: Hogyan újítsuk meg 2030-ra Magyarország energiarendszerét?
- [10] bp Energy Outlook 2023 edition (Updated July 2023)
- [11] www.vg.hu/velemen/2023/02/20
- [12] PANNON LNG Projekt 1.1. Fejezet
- [13] Wikipédia: Bioüzemanyag
- [14] U.S. EIA: Annual Energy Outlook 2023 („referencia” változat)
- [15] https://hu.wikipedia.org/wiki/magyarorszag_i_szeleromuvek_listaja
- [16] <https://hu.wikipedia.org/wiki/naperomu>
- [17] www.parlament.hu/infoszolg
- [18] <https://mohu.hu>
- [19] <https://gyengeviki.ewk.hu>
- [20] Shell: Energy Transition Strategy 2024
- [21] www.hudex.hu
- [22] National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA): <https://gml.noaa.gov>
- [23] www.cao.cam.ac.uk
- [24] Csoknyai, Horváth: Megtakarítási lehetőségek. Mérnök Újság 2024. május
- [25] The Energy Research Institute of the Russian Academy of Sciences: Global and Russian Energy Outlook 2019
- [26] International Energy Agency: World Energy Outlook 2022
- [27] OPEC: World Oil Outlook 2022
- [28] HungaroMet: Kibocsátás 2024.
- [29] HungaroMet: National Inventory Report 1985-2022
- [30] H2-HIDROGÉN Hírlevél 2024/2.-június
- [31] Energy Institute: Statistical Review of World Energy 2024 | 73rd edition
- [32] <https://gml.noaa.gov>
- [33] <https://www.mekh.hu/a-magyar-tavhoszektor-2022-evi-adatai>
- [34] <https://www.mavir.hu/web/mavir/home>
- [35] <https://www.tradingeconomics.com>
- [36] <https://www.hupx.hu>

- [37] <https://hudex.hu>
- [38] <https://www.ceegex.hu>
- [39] <https://www.eex.com>
- [40] <https://www.tradingeconomics.com>
- [41] <https://www.atv.hu/spirit-fm> 2024. aug. 23.
- [42] <https://www.nrgreport.hu> 2024. aug. 29.
- [43] bp Energy Outlook 2024 edition

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, BARNA 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 erősítőrétegének 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 orvostechnikai 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. SZÜCS 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, JANCSÓ 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, BORBOLÁNE KOVÁCS Gabriella, DR. MILETICS Dániel, PÁL Péter, VÁLÓCZI Dénes, VEDRŐDI Tamás Személyi sérülések 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, utátfúrások, 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