



NEMZETI FEJLESZTÉSI  
MINISZTERIUM

## **Energetikai Ásványvagyon-hasznosítási és Készletgazdálkodási Cselekvési Terv**

**2017. november**

## TARTALOM

1	Vezetői összefoglaló.....	3
2	Bevezetés.....	5
3	Helyzetkép.....	6
3.1	Köszenék.....	9
3.2	Szénhidrogének.....	15
3.3	Hazai uránérc készletek .....	21
3.4	Geotermikus energia .....	23
3.5	A földtani közeg tároló célú felhasználása (CCS és földgáztárolás) .....	26
3.5.1	Szén-dioxid földalatti tárolása (CCS – Carbon Capture & Storage).....	26
3.5.2	A széndioxid és földgáz tárolási potenciál nemzetgazdasági jelentősége .....	27
3.5.3	A CCS alkalmazásának műszaki és gazdasági kockázati tényezői .....	28
4	A fluidum bányászatot támogató technológiák és a használatukat befolyásoló tényezők ....	29
4.1	A rétegrepsztsési technológia és alkalmazása Magyarországon.....	29
4.2	A rétegrepsztsés alkalmazásának környezeti kockázati tényezői .....	31
5	Jövőkép.....	32
6	Intézkedések .....	33
6.1	Az intézkedések irányai és céljai .....	33
6.2	Intézkedéscsomag .....	34
7	ÁCsT Értékelési és Monitoring Terv.....	35

## 1 Vezetői összefoglaló

Az Energetikai Ásványvagyon-hasznosítási és Készletgazdálkodási Cselekvési Terv (a továbbiakban: ÁCsT) elkészítése a Nemzeti Energiastratégiáról szóló 77/2011. (X. 14) OGY-határozatban foglalt feladatok részét képezi, amelynek következtében az kizárólag az energetikai szempontból releváns ásványi nyersanyagokkal, illetve más energetikai szempontból hasznosítható energiákkal foglalkozik.

Az állami tulajdonban lévő ásványkincsekkel történő ésszerű és felelős gazdálkodás az Állam, a gazdaság és a társadalom közös érdeke. A hazai energiahordozó-készletek nagyobb mértékű hasznosításával csökkenthető az importfüggőségünk, azonban azok kitermelése és felhasználása csak a szigorodó környezet- és klímavédelmi előírásoknak megfelelő technológiák és új fejlesztések alkalmazásával, a természet- és tájvédelmi szempontok figyelembevételével lehetséges. Ennek megfelelően az ÁCsT célja, hogy javaslatot tegyen az egyes energetikai ásványi nyersanyag fenti szempontokat figyelembe vevő hasznosítási lehetőségeire, ezen felül növelje a bányászati és az azon alapuló energetikai iparágak társadalmi elfogadottságát, valamint további lépéseket fogalmazzon meg az iparág gazdaságosabbá tételéhez a műszaki, környezetvédelmi és gazdasági tendenciák figyelembevételével.

**Téves az a széles körben elterjedt nézet, hogy hazánk energiahordozókban szegény ország. Geotermikus potenciálunk, kőszén- és lignitkészletünk, valamint – alkalmas kitermelési technológiát feltételezve – a nem konvencionális szénhidrogén-vagyonunk növekvő hasznosítása hosszútávon is jelentősen növelheti hazánk ellátásbiztonságát, és lényegesen csökkentheti importfüggőségünket, ezzel összefüggésben a megújuló energiák nagyobb arányú szerepvállalását is elősegítheti.** Energetikai szempontból az elérendő célértékeket a Kormány által jóváhagyott Nemzeti Energiastratégia – előnyben részesítendő forgatókönyveként – Atom-Szén-Zöld energia-mixe, valamint Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terve jelöli ki.

Az ÁCsT a jelenleg használatos legkorszerűbb módszerek alkalmazásával értékeli újra az energiaszektorban használt, vagy ahhoz valamilyen formában kötődő ásványi nyersanyagok potenciálját, kitermelhető mennyiségét és nemzetgazdasági jelentőségét. Az értékelés a következőkre terjedt ki: kőszén, szénhidrogének (konvencionális és nem konvencionális<sup>1</sup>), hasadóanyagok, geotermikus energia, földalatti gáztárolók kapacitása, amely utóbbi mind a földgáztárolás, mind a CO<sub>2</sub>-leválasztás és földalatti tárolás (CCS<sup>2</sup>) szempontjából értékes lehet. A kitermelhető vagyonok újraértékelésének fő megállapítása, hogy a vizsgált ásványi nyersanyagok mindegyike és a geotermikus energia potenciál is valós hasznosítási lehetőségeket rejt magában. Ez alapján az ÁCsT a következő jövőképet adja.

---

<sup>1</sup> Konvencionális szénhidrogéneknek nevezzük a gravitációs szegregáció (felhajtóerők) által indukált, geometriailag meghatározható kiterjedésű szerkezeti, vagy sztratigráfiai csapdáknál felhalmozódott szénhidrogéneket. Ezzel szemben minden olyan természetes szénhidrogén előfordulás, amely nem tesz eleget az előbbi feltételeknek, a nem konvencionális szénhidrogének csoportjába sorolandó [palaolaj (shale oil), homokolaj (tar sand oil), palagáz (shale gas), homokgáz (tight sand or deep gas), széntelepek metánja (coalbed methane), szénhidrogén hidrátok (hydrates)].

<sup>2</sup> Carbon Capture and Storage

- Szenek: a villamosenergia-termelésben történő szinten tartásuk új, korszerűbb és hatékonyabb erőművekben, esetleges növelésük, a tiszta szén és a CCS, valamint szén átalakítási technológiák piacéretté tételére irányuló kutatás-fejlesztés alkalmazásával.
- Szénhidrogének: a hazai ásványvagyon kutatásának és kitermelésének fokozása, nem konvencionális vagyon kitermelésének technológiai és környezeti vizsgálata, a rétegrepesztés engedélyeztetési eljárásának EU-ajánláson alapuló kidolgozása, majd ez alapján a megfelelő jogszabályi környezet biztosítása.
- Geotermia: A közvetlen hőhasznosítás területén a geotermikus város- és távfűtés, a hőenergia hatékony hasznosulását biztosító kaszkád-rendszerű hasznosítások ösztönzése, továbbá a sekély geotermikus adottságokat kiaknázó földhős hőszivattyús fűtés és hűtés, 2020-as célszámok elérését célzó időarányos növekedésének biztosítása, a fenntartható hévízgazdálkodást támogató visszasajtolás elősegítése, valamint K+F+I tevékenységek alkalmazásával a geotermikus alapú villamosenergia-termelés megalapozása.

A hasznosítás feltételrendszerének kidolgozása érdekében az ÁCsT a következő fő intézkedéseket fogalmazza meg:

#### 1. **Ásványvagyon-nyilvántartás, adatkezelés és nyersanyagfeltárás**

Az ásványi nyersanyagkutatással és egyéb földtani kutatással összefüggő információk folyamatos frissítése és rendszerezése elengedhetetlen annak érdekében, hogy azok minden időben alkalmasak legyenek az ásványvagyon-gazdálkodás megvalósításához. A hazai természeti erőforrások megfelelő információkra alapozott, folyamatosan frissített adatbázisa támogatja az energetikai ásványvagyon kutatás és termelés ösztönzését, míg a geotermikus energia felhasználás terén elősegítheti Magyarország helyzeti előnyének megőrzését.

#### 2. **Kutatás-fejlesztés és mintaprojektek létesítése**

A hazai kőszén- és lignitvagyon energiaellátásunk stratégiai tartaléka, amelynek környezetkímélő hasznosítása a megfelelő technológiai K+F révén megvalósítható. Az újdonságot jelentő, alacsonyabb kibocsátást eredményező technológiák költsége jelenleg meghaladja a gazdaságos működtetéshez szükséges szintet, ezért a technológiafejlesztés és a K+F támogatása megkerülhetetlen feladat. A folyamatban lévő fejlesztések alapján várható, hogy belátható időn belül a korszerű, magasabb hatásfokkal üzemelő szénerőművek a CO<sub>2</sub>-leválasztás hatásfokrontó és beruházási költség-növelő hatását is elviselik, azaz megfelelnek majd a környezeti és klímavédelmi követelményeknek is. Emiatt részt kell venni a fejlesztésben és a kisléptékű (pilot) teszt egységek létesítésében. A K+F- és mintaprojektek létesítése igen fontos lehet a tisztaszén-technológiák (továbbiakban CCT) alkalmazása, valamint a nem konvencionális és/vagy magas inert gáztartalmú<sup>3</sup> földgázkészletek kitermelésének gazdaságossá tételében és fokozásában is.

Szénhidrogének esetében fontos program a hagyományos kőolaj kitermelhetőségének növelését elősegítő technológiák kutatása és a nem konvencionális földgáz felszínre hozatalát minimális

<sup>3</sup> Inert gáz: Nem toxikus, az emberi lélegzést nem támogató, más anyagokkal nem, vagy alig reagáló gáz. Az inert gázok főleg nitrogén és nemes gázok, mint pl.: hélium, argon, neon, xenon és kripton. (EIGA; 1999)

környezeti kockázattal lehetővé tevő termelési módszereknek a hazai geológiai körülményekhez igazodó fejlesztése. A feladat magas szintű földtani, geofizikai, olajmérnöki, vegyipari, gazdasági, informatikai és jogi ismeretekkel rendelkező szakemberek együttműködését igényli.

Geotermia esetében a növelt hatékonyságú rendszerek (EGS<sup>4</sup>) fejlesztése szintén komplex földtani, geofizikai, hidrogeológiai, geotechnikai szakemberek együttműködését, és új módszerek kifejlesztését igényli. Mivel ezek a tevékenységek világviszonylatban is újdonságnak számítanak, az ezzel kapcsolatos K+F tevékenységek támogatása indokolt lehet.

### 3. **A szakmakultúra fenntartása és az oktatás**

A fosszilis energiahordozók kutatása és termelése komplex természettudományos és mérnöki szaktudást igényel. Ennek következtében a szakmakultúrához és az oktatáshoz szükséges infrastruktúra megőrzése és fejlesztése, valamint a kellő számú hazai szakember biztosítása elengedhetetlen a Nemzeti Energiastratégiában és a jelen cselekvési tervben kitűzött célok megvalósításához, továbbá az évszázados múltira visszatekintő hazai bányászattal együtt kialakult hagyományok és kulturális értékek fontos szerepet töltenek be az ország számos régiójában élők életében.

### 4. **Gazdasági és intézményi feltételrendszer biztosítása**

A mindenkori aktuális nemzetgazdasági igényekhez és lehetőségekhez alkalmazkodó, valamint az ágazati együttműködési szempontokat figyelembe vevő bányászat jogi és állami-intézményi feltételeinek biztosítása és fenntartása.

Az intézkedések végrehajtásával biztosítható a bányászati iparág fejlesztése és társadalmi megítélésének javítása.

Az egyes tervek, illetve programok környezeti vizsgálatáról szóló 2/2005. (I. 11.) Korm. rendelet (a továbbiakban SKV rendelet) 1. § (2) bekezdés b) pontja értelmében az ÁCsT környezeti hatásainak elemzése érdekében stratégiai környezeti vizsgálat (SKV) készült.

A kormányzati stratégiai irányításról szóló 38/2012. (III. 12.) Korm. rendelet alapján, az Env-in-Cent Környezetvédelmi Tanácsadó Iroda Kft. bevonásával elkészítettük az ÁCsT Értékelési és Monitoring Tervét, amely a dokumentum szakmai előkészítésére, társadalmi véleményezésére, elfogadására, közzétételére, megvalósítására, nyomon követésére, valamint előzetes, közbenső és utólagos értékelésére, továbbá felülvizsgálatára vonatkozó követelményeket határozza meg.

## 2 **Bevezetés**

A Nemzeti Energiastratégiáról szóló 77/2011 (X. 14.) OGY-határozat 4. m) pontja felhatalmazza a Kormányt, hogy „gondoskodjon az energetikailag hasznosítható hazai ásványvagyon felkutatásáról és a stratégiai készletgazdálkodás feltételeinek biztosításáról, valamint a hazai szénbányászati szakmakultúra fennmaradásának feltételeiről – ennek megfelelően dolgozzon ki cselekvési tervet a hazai ásványvagyon készletgazdálkodásáról és hasznosításáról”.

---

<sup>4</sup> Enhanced Geothermal System:növelt hatékonyságú geotermikus rendszer

A hazai bányászat termelésének növelése, nemzetgazdasági szerepének erősítése az import tüzelőanyagok kiváltásával és az egykori ipari- és bányavidékek gazdasági és szociális újjáépítésével jelentősen javíthatja a külkereskedelmi mérleget, munkahelyeket teremthet, adóbevételeket generálhat, továbbá hozzájárulhat az energiaimport-függésünk csökkentéséhez és az ellátásbiztonság növeléséhez.

A Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat (a továbbiakban: MBFSz) jogelődjei a Magyar Bányászati és Földtani Hivatal (a továbbiakban: MBFH) és a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet (a továbbiakban: MFGI) 2012-ben felmérést készített a különböző, energetikai szempontból releváns ásványi nyersanyagok vagyonáról, kitermelési lehetőségeiről, a geotermikus energiapotenciálról, valamint a CO<sub>2</sub>-betárolásra alkalmas földtani képződményekről. A felmérés alapján készült el az ÁCsT intézkedési terve, amelynek – a készítése óta eltelt időszak során keletkezett új ismeretek és újraértékelt adatok felhasználásával – 2016-ban megvalósult a frissítése, és végrehajtása szükséges a fenti potenciálok gazdaságilag racionális és környezetkímélő hasznosításához.

Az ÁCsT környezeti fenntarthatósági hatásvizsgálatának eredményeit független szakértők által készített stratégiai környezeti vizsgálat (SKV) tartalmazza. A dokumentum szakmai előkészítésére, társadalmi véleményezésére, elfogadására, közzétételére, megvalósítására, nyomon követésére, valamint előzetes, közbenső és utólagos értékelésére, továbbá felülvizsgálatára vonatkozó követelményeket az Értékelési és Monitoring Tervben foglaltuk össze.

### 3 Helyzetkép

#### **A földtani alap kutatás szerepe az ásványvagyon-gazdálkodásban**

Hazánk egyik legértékesebb vagyonelemét az ásványi nyersanyagok képezik. A pénzbeli értéken túl a nyersanyagok, illetve a földi erőforrások biztosítják az ipar, különösen a bányászat, az energetika, a vegyipar, az építőipar, valamint a mezőgazdaság fejlesztésének és fejlődésének alapját is. Példaként a lignit- és szénhidrogén-bányászat; a paksi és további építési beruházások aggregátumokkal, valamint a mezőgazdaság talajjavító alapanyagokkal történő ellátása emelhető ki.

A hazai ásványi nyersanyagokra alapozott nemzetgazdaság fejlődését biztosító, a XXI. század társadalmi és piaci igényeinek, valamint a fenntartható természetierőforrás-gazdálkodásnak megfelelő - az ásványi nyersanyagokra vonatkozó - korszerű ismereteket, adatszolgáltatásokat, a nemzetközileg is elfogadott vagyonértékeléseket nem lehet a rendszerváltás előtti elvárások és technológiák szerint rendelkezésre álló adatvagyonra épülően biztosítani. Ennek érdekében elengedhetetlen egy megalapozott stratégia keretei között történő tervszerű, állami földtani alap- és nyersanyagkutatás újraindítása.

A nyersanyagok nemzetgazdasági hasznosításának, illetve hasznosíthatóvá tételének elengedhetetlen feltétele a szóban forgó vagyonra vonatkozó komplex, korszerű adatbázisok előállítása annak érdekében, hogy biztosított legyen a piacok által elfogadott, nemzetközi sztenderdeknek megfelelő értékelhetősége, elemezhetősége és szolgáltathatósága.

Mindez azonban megvalósíthatatlan az ásványi nyersanyagok szisztematikus geológiai és geofizikai kutatása nélkül. Az ásványi nyersanyagokra vonatkozó jelenlegi ismereteink jelentős részét a rendszerváltás előtt keletkezett állami kutatások adják. Az azt követő időszakban az adatbővülést

túlnyomórészt egyes konkrét területek magántőkéből finanszírozott szénhidrogén-kutatásai bővítették (1. táblázat), amelyekből az előterjesztésben megfogalmazott célok csak korlátozottan valósíthatók meg. Számos esetben okozott nehézséget az ásványvagyon korszerű értékelhetőségének hiánya egyes jelentős előfordulásaink nemzetgazdasági hasznosítása szempontjából, ami a hazai gazdaság és bányászati szakágazat fejlődését gátolta, illetve jelentős állami bevételek elmaradását vonta maga után.

További stratégiai szempont a hazai energetikai és egyéb alapanyagok ellátásbiztonságának fenntartható módon történő megoldása is, ami egyben a külkereskedelmi mérleg és a foglalkoztatás javulását eredményezi és a bányajáradék bevételekre is pozitív hatást gyakorolhat. A kutatási eredmények értékelése során törekedni kell a klímapolitikai célokkal történő összhang megteremtésére, különös tekintettel a geotermiára, tisztaszén technológiára és a földtani közeg komplex hasznosíthatóságára.

A földtani alapkutatás és az ebből származó információ alapfeltétele minden jövőbeli ásványi nyersanyag bányászatának és hasznosításának, de a földtani alapkutatás forrásigénye jelentős. Az elmúlt 30-50 évben a földtani kutatások mind technológiai, mind elméleti téren hatalmas fejlődésen mentek keresztül követve a gazdasági igényeket és a technológia fejlődését. Fennáll a veszélye, hogy ha nem képződik új, a modern kor tudásszintjének megfelelő kutatási módszerekkel gyűjtött információ, akkor a 30-50 éves adatok alapján feltárt ásványi nyersanyagok közeljövőben prognosztizálható kitermelése után nem lesznek olyan új földtani ismeretek, amelyekre új nyersanyag lelőhelyek feltárását és termelésbe állítását lehetne alapozni. A földtani alapkutatás elengedhetetlen előfeltétele a bányászati kutatásoknak, így nem nélkülözhető a folyamatos, államilag támogatott földtani kutatás. Ennek ellátása az állami földtani és bányászati intézményrendszer alapfeladatai közé tartozik, amelyet azonban az ilyen típusú kutatások jelentős forrásigénye miatt már évtizedek óta nem tudott megfelelő mértékben ellátni.

Tekintettel az információk iránti igényekre, a mennyiségi és minőségi elvárásokra, az állami kutatási feladatok sokéves időszakot átívelve valósíthatók meg. A kutatás költségei tekintetében évi 600-1000 MFt többletforrás biztosítja a kívánt szakmai minőség mellett a megfelelő ütemű feladatvégzés lehetőségét. A bányászat elmúlt évtizedek alatt kialakult helyzetéből kiindulva, a nagy értékű és jelentős gazdasági potenciált képviselő hazai ásványvagyon helyzetbe hozása a hazai gazdaság élénkítése és fenntartható működése tekintetében kizárólag magánvállalkozások által, állami források bevonása nélkül nem oldható meg. Ezt a bányászat élénkítése során a korábbi években szerzett tapasztalatok is megerősítik.

Az állam földtani és bányászati intézményrendszerben meglévő tudás és tapasztalat biztosíthatja a ráfordítások hatékony hasznosulását, ami már középtávon is bányajáradék bevételtöbbletet eredményezhet. A múlt állami finanszírozású kutatásának eredménye a jelenkor bányászata, ha nem fordítunk a jelenkori földtani kutatásba, azzal a jövőbeli bányászatból várható állami bevételeket veszítjük el a bányajáradék volumenének csökkenésével.

A fenti forrás folyamatos rendelkezésre állásából biztosítható az ország területét lefedő tervszerű és reprezentatív földtani és geofizikai kutatás, beleértve a felszíni- és légigeofizikai méréseket, mélyfúrások lemélyítését valamint az így keletkezett adatok kiértékelését és ezek elérhetőségének biztosítását a legkorszerűbb integrált térinformatikai rendszerekben. Mindez az állami földtani kutatások megújítását eredményezi.

**1. táblázat: Az ország geofizikai szempontú felmértsége (Forrás: MBFSz nyilvántartása)**

Felmérés	Egység	Mennyiség	Országos lefedettség	Felmérés kivitelezése
2D szeizmikus felmérés	szelvény (állami intézmény)	900		1965-2016
	szelvény (vállalat)	5850		
3D szeizmikus felmérés	blokk (állami intézmény)	0	~20 %	1998-2016
	blokk (vállalat)	~100		
Gravitációs felmérés	pont	387 614	100 % (átlagos pont sűrűség 4 pont/km <sup>2</sup> )	1960-1984
Mágneses dZ felmérés	pont	76 116	100 % (átlagos pont sűrűség 0,9 pont/km <sup>2</sup> )	1951-1961
Mágneses dT felmérés	pont	121 869	~ 20%	1970-1984
Geoelektromos felmérés	pont	40.874	40%	1960-1984
Légi geofizikai felmérés	km <sup>2</sup>	20.000	20%	1964-1967

### Ásványvagyon nyilvántartás

A Nyilvántartás a vagyon adatokat statisztikai feldolgozásra, az adatok célszerű csoportosítására alkalmasan, szabványos digitális adatrendszer formájában tartalmazza. Fontos azonban megjegyezni, hogy a hazai nyilvántartás rendszere szilárd energiahordozó nyersanyagok esetében a rendelkezésre álló adattartalom miatt nem, vagy csak korlátozottan feleltethető meg a nemzetközi nyersanyag osztályozási rendszereknek (CRIRSCO-család). Ugyanakkor szénhidrogének esetében a szénhidrogén iparág résztvevőivel egyeztetve kialakításra került egy új vagyon/készletminősítési rendszer, ami már nagyarészt összhangban van a nemzetközi sztenderddel (SPE PRMS), így az adatok már önmagukban is teljes mértékben megfelelnek ezeknek a kívánalmaknak. Az állami ásványvagyon és geotermikus energia nyilvántartás adatrendszere és a nemzetközi osztályozási rendszerek közötti kompatibilitás fokozatos kiépítése – fontos, de egyedül nem elégséges



körülmenyként – hozzájárulna a felelős ásványvagyongazdálkodás biztosításához, valamint a modern szemléletű, környezet tudatos bányászat ösztönzéséhez.

Az ásványvagyong mennyiségére, minőségére és elhelyezkedésére vonatkozó földtani információk időről időre kiegészítésre, átértékelésre szorulnak. Ennek oka egyrészt az új kutatások által feltárt vagyong nyilvántartásba vétele, másrészt a nyersanyag kutatási, termelési, feldolgozási módszerek és eszközök rohamos fejlődése, a társadalmi és gazdasági igények átalakulása (például korábban nem alkalmazott nyersanyagok, energiaforrások, ásványok felhasználása), valamint a kitermelés gazdaságosságát meghatározó tényezők állandó változása. Az információs rendszer korszerű szinten tartása ezért folyamatosan megköveteli az archív földtani adatok, információk átértékelését és új mérési eredményekkel történő kiegészítését. A földtani adatokat nyilvántartó adattárakat, fúrási magraktárakat és kőzetminta-raktárakat az államnak fenn kell tartania és folyamatosan gondoznia kell, hogy az értékét és fizikai állapotát megőrizze, így megfelelő alapot biztosítson az állami döntések előkészítéséhez és költségtakarékos megoldásként szolgáljon az újabb bányászati, földtani célú kutatások során.

### 3.1 Kőszenek

A szénbányászat két évszázadon át ipartörténetünk meghatározó része volt. Ez adta a XIX. század iparosítási törekvéseinek alapját, a XX. század első felében ez képezte gerincét a háborús gazdálkodás energiaellátásának és a két világháború között a békeszerződés utáni Magyarország gazdasági újraszervezésének is. A XX. század második felében alapvető szerepe volt az iparosítás energia- és nyersanyagellátásában. Egészen az 1960-as évekig Magyarország energiaellátásának meghatározó nyersanyaga volt, hozzávetőlegesen évi 30 millió tonnát hoztak felszínre. Azt követően a kibányászott nyersanyag mennyisége és – ezzel egyenes arányban – a szén villamosenergia-termelésben betöltött szerepe is csökkent. Részesedése az 1965-ös 80%-ról mára a hazai fogyasztás 10–13%-a (a hazai termelés 20%-a) körüli értékre mérséklődött. A magyarországi szénbányászat hanyatlásának oka eleinte az olcsó szovjet kőolaj, később (az olajválságok után) az akkor olcsó földgáz importja volt. A szénbányászat szempontjából negatív gazdasági tendenciák a következő évtizedekben is folytatódtak. Leépült a nehézipar, egyre szigorodtak a környezetvédelmi előírások, és végül beindult a CO<sub>2</sub>-kvótakereskedelem az Európai Unióban, amely versenyképtelenné tette az európai szénbányászatot és az elavult, korszerűtlen szénműveket. A klímapolitikának alárendelt európai uniós energia stratégia a szén-dioxidmentes gazdaság víziójától vezérelve egyre szigorúbb technológiai és kibocsátási normákat vezet be a széntüzelés visszaszorítása és távlati kivezetése érdekében. Miközben a szénbányászat jelenleg is bővül a világ több országában, addig Európában és hazánkban visszaszorulóban van. Az európai energiapolitika szénrel szembeni negatív hozzáállása hazánk energia ellátásbiztonsága szempontjából azért sajnálatos, mert egyedül ez az a tüzelőanyag, amelyből mennyiségi igényeink akár teljes egészében fedezhetők lennének. A kialakult, magas importfüggőséggel jellemezhető energetikai szerkezet azonban veszélyezteti az ellátásbiztonságot. A hazai szénkészletek nagyobb mértékű hasznosításával csökkenthető lenne az importfüggőségünk, de azok kitermelése és felhasználása, csak a szigorodó környezet- és klímavédelmi előírásoknak megfelelő, nagyobb hatásfokkal működő technológiák és új találmányok alkalmazásával, a természet- és tájvédelmi szempontok figyelembevételével lehetséges.

A rendszerváltást követően a szénbányászat jelentősen visszaesett, hazánk éves széntermelése a 2005. évre 10 millió tonnára csökkent, azóta folyamatosan 8 – 10 millió tonna között alakul, 2016-ban 9,5 millió tonna volt. 2014-ben befejeződött az egyetlen jelentős kapacitású hazai mélyművelésű barnaszénbánya működése, így a hazai szénbányászatot főként a külszíni bányászattal termelt lignit képviseli.

Klímavédelmi megfontolások, valamint az import szénhidrogén mennyiség egy részének kiváltása, és ennek kapcsán közvetve az ellátásbiztonság növelése érdekében indokolt az ún. tisztaszén-technológiák (CCT<sup>5</sup>) energetikai célú alkalmazása és a szén-átalakítási technológiák (azaz a kőszén és CO<sub>2</sub> mint vegyipari alapanyag felhasználása) kutatása és alkalmazása. A hazai lignit, barna- és feketeszén 8,5 milliárd tonnányi megkutatott vagyona mindenekelőtt a területileg és ágazatilag diverzifikált, korszerű energiaellátásban, a tisztaszén-technológiák alkalmazásával (a szén-, a szénhidrogén- és a CO<sub>2</sub>-alapú vegyipar bővítésében és a metanolgazdaság kiépítésében) lenne hasznosítható.

A legígéretesebb és egyre szélesebb körben vizsgált eljárások a szenet, lignitet és biomasszát nyersanyagként használó klímabarát alkalmazások. Ebben a vonatkozásban értékes adat, hogy míg a magyar szenek minősége magas kén- és hamutartalmuk miatt a közvetlen erőművi használat szempontjából többnyire nem optimális, addig próbaüzemi kísérletek alapján a széngázosítás tekintetében kifejezetten kedvező. A szénelgázosítás történhet a felszínen (egy zárt, kontrollált rendszerben) vagy a föld alatt (az ún. UCG<sup>6</sup> technológiával), amely utóbbi vonatkozásában az engedélyezés során alkalmazandó többletkövetelmények bekerültek a Bányatörvénybe és annak végrehajtásáról szóló 203/1998. (XII. 19.) Korm. rendeletbe.

A világon a széntüzelésű erőművek esetében az elmúlt 30–40 évben jelentős fejlődés következett be, melynek eredményeként a korszerű erőművek hatásfoka javult és ennek is köszönhetően a fajlagos CO<sub>2</sub>-kibocsátása drasztikusan csökkent, azaz a hatásfoknövelés önmagában is tartalmaz kibocsátás-csökkentési potenciált. Magyarország meglévő széntüzelésű erőműveinek életkora ugyanakkor több évtizedes, hatásfokuk és környezetvédelmi paramétereik, így CO<sub>2</sub>-kibocsátásuk miatt újabb beruházások nélkül nem fognak megfelelni az újabb és egyre szigorúbb követelményeknek. Ezzel együtt hazánk villamosenergia-termelésében a széntüzelésű blokkok jelentős szerepet játszanak, valamint a szén és lignit lakossági értékesítése növekvő volumenű. Környezetvédelmi hivatkozással egyértelmű törekvések mutatkoznak azonban a szén és lignit lakossági felhasználásának adminisztratív eszközökkel történő visszaszorítására, holott jelenleg a hazai szén és lignit a legolcsóbban elérhető tüzelőanyag. A hazai szénbányászatból származó primerenergia jelenlegi éves mennyisége (73,4 PJ) a hazai ismert szénvagyon bázisán hosszú távon (elméletileg) akár meg is duplázható, amivel a hazai villamosenergia-termelésben is nagyobb szerepet kaphatna. Amennyiben azonban az Európai Unió energiapolitikájában a szén erős diszpreferáltsága fennmarad és ennek megfelelő intézkedések súlyos versenyhátrányt okoznak vagy teljesíthetetlen technológiai feltételek meghatározásával a szén energiamixben betöltött szerepét ellehetetlenítik, akkor a hazai szénbányászat végleges eltűnésével is számolni lehet.

---

<sup>5</sup> Clean Coal Technologies Az eredeti meghatározás szerint a jelentősen csökkentett légszennyező anyag (NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>) kibocsátású, alacsony környezeti terhelésű szén- és lignithasznosítást nevezzük tisztaszén-technológiáknak, ahol mára az egyik legnagyobb kihívás a CO<sub>2</sub> kibocsátás egyidejű csökkentése lett (forrás: IEA Clean Coal Centre).

<sup>6</sup> Underground Coal Gasification

A kitermelési technológiák K+F+I fejlesztése mellett fontos megteremteni a kitermelt szenek feldolgozásának és felhasználásának további feltételeit egészen a piacra kerülésig, amelyhez összehangolt termelői és feldolgozó infrastruktúra létrehozása szükséges. A Mátrai Erőmű esetében a kibányászott lignitvagyon hasznosítására jelenleg is rendelkezésre áll a teljes értékteremtési lánc, melynek egyes elemeit azonban tovább kell fejleszteni. A szenek biomasszával történő együttes felhasználása növeli a megújuló energiaforrások hazai alkalmazásának részarányát, amely segíti az Európai Unió irányában vállalt ezzel kapcsolatos kötelezettségünk teljesítését.

A nemzeti fejlesztési miniszter 2015 áprilisában a szénbányák újranyitásával kapcsolatos kormányzati törekvések támogatása érdekében – kísérleti jelleggel – „Dubicsány I. – szén” védnevű bányateleken köszén feltárására és kitermelésére bányászati koncessziós pályázatot hirdetett. A pályázóknak a szénhidrogénre vonatkozó koncessziókhoz képest kedvezőbb pénzügyi feltételeket kellett teljesíteniük (a koncessziós díj legkisebb összege és a fizetendő bányajáradék legkisebb mértéke is jóval alacsonyabb volt, hogy beruházásra ösztönözze a pályázókat). A kihirdetett szénbányászati koncesszióra nem érkezett ajánlat, és érdeklődés sem mutatkozott a bányavállalkozók részéről.

### **A szénvagyon potenciális nemzetgazdasági jelentősége**

A rendelkezésre álló ismert hazai szénvagyon lehetőséget kínál az éves lignittermelés ésszerű bővülésére, továbbá a barna- és a feketeköszén-termelés újraindulására. A **2. táblázat** a nyilvántartott hazai szénvagyon mennyiségét mutatja be, míg a **3. táblázat** a hazai szénbányászat bővítési lehetőségeit tartalmazza az elérhető éves kapacitások figyelembevételével, tekintettel a jelenlegi éves termelési adatokra.

**2. táblázat: A hazai szénvagyon mennyisége, kitermelése (Mt)**

<b>Kőszén típusa</b>	<b>Jelenlegi földtani vagyon<sup>7*</sup></b>	<b>Reménybeli vagyon,<sup>8**</sup></b>	<b>Kitermelt vagyon<sup>***</sup></b>	<b>Reális éves kapacitás****</b>
<b>Feketekőszén (Mecsek)</b>	<b>1625</b>	<b>400</b>	<b>205</b>	<b>1-1,5</b>
<b>Barnakőszén (Dunántúl, Észak- Mo)</b>	<b>3195</b>	<b>1016</b>	<b>1100</b>	<b>1,5-4</b>
<b>Lignit</b>	<b>5705</b>	<b>1203</b>	<b>345</b>	<b>8-12</b>
<b>Összesen</b>	<b>10525</b>	<b>2619</b>	<b>1650</b>	

\* Forrás: Állami Ásványi Nyersanyag és Geotermikus Energiavagyon Nyilvántartás, 2016. január 1-i állapot,

\*\* Forrás: Magyarország kőszénvagyona KFH nyilvántartás 1990. A reménybeli nyilvántartás azóta nem került frissítésre, mivel új találatot eredményező számottevő szénkutató nem zajlott. Földtani vagyona történő átsorolás egy esetben (Mecsek, Máza-D – Váralja-D 2010) történt.

\*\*\*Forrás: 1956-ig Halkovics L. A magyar bányászat történeti statisztikai adattára KSH Budapest, 2003, 1957-től MBFH gyűjtés és nyilvántartás.

\*\*\*\* Forrás: MFGI 2012 ÁCST háttéranyag

A hazai szénbányászatból jelenleg származó primerenergia mennyiség – a jelenleg nyilvántartott kőszénvagyont figyelembe véve – megduplázható lehetne, ami a környezetvédelmi gyakorlatnak megfelelő minimum 41%-os erőműhatásfokkal számolva akár 47, illetve 67 PJ hasznos energia előállítását biztosíthatja. A növekmény közel 1,2–1,8 milliárd m<sup>3</sup> földgázimporttal egyenértékű, aminek ilyen jellegű kiváltása jelentősen javíthatja a külkereskedelmi mérleget, munkahelyeket teremthet, adóbevételeket generálhat, valamint hozzájárulhat hazánk energiainport-függőségének csökkentéséhez és az ellátásbiztonság erősítéséhez. A tisztaszén technológiák lehetőségeit (magnövelt erőművi hatásfok, elgázosítás, vegyipar) is figyelembe véve ugyanakkor a hazai feketekőszén, barnakőszén és lignitvagyon eltérő bővítési, illetve felhasználási lehetőségére is módot ad. A hazai szénkészletek nagyobb mértékű hasznosításakor a felszíni és felszín alatti vízvédelmi szempontokat is figyelembe kell venni. A szénkészletek helyben történő hasznosítását jelentő felszín alatti széngázosítási technológiák alkalmazása például szintén csak fokozott figyelemmel, a hasznosításba vont felszín alatti vízkészletek védelmének biztosítása mellett lehetséges.

<sup>7</sup> Az ásványi nyersanyag kutatási adatokkal igazolt (A, B, C1, C2) teljes mennyisége, amelyet az adott ásványi nyersanyagra jellemző paraméterekkel (számbavételi kondíciókkal) - műszaki és gazdasági korlátok alkalmazása nélkül - határoznak meg.

<sup>8</sup> Földtani megfontolások alapján feltételezett ásványvagyon mennyiség, melyet konkrét földtani kutatások még nem igazoltak, de meglétük közvetett földtani ismeretek alapján valószínűsíthető... A reménybeli vagyomból számszerűen nem becsülhető ennek a mennyiségnek a kitermelhető hányada.

**3. táblázat: A hazai szénbányászat 2015. évi termelése és számított fűtőértéke, illetve a bővítés potenciális lehetőségei**

	Jelenleg		Bővítési potenciál**	
	Millió tonna*	PJ	Millió tonna	PJ
<b>Feketeköszén</b>	<b>0,006</b>	<b>0,1</b>	<b>1 – 1,5</b>	<b>19 – 29,25</b>
Külfejtés	0,006	0,1	n.a.	n.a.
Mélyművelés	0,000	0,00	1 – 1,5	19 – 29,25
<b>Barnaköszén</b>	<b>0,163</b>	<b>1,9</b>	<b>1,5 - 4</b>	<b>11,5 – 17,25</b>
Külfejtés	0,144	1,6	n.a.	n.a.
Mélyművelés	0,019	0,3	1,5 – 4	11,5 – 17,25
<b>Lignit (külfejtés)</b>	<b>9,095</b>	<b>67,7</b>	<b>12</b>	<b>89,4</b>
Összesen	<b>9,264</b>	<b>69,7</b>	<b>min: 14,5</b>	<b>min: 119,9</b>

\* Forrás: MBFH.

\*\* Forrás: MFGI 2012 ÁCST háttéranyag

**Észak-magyarországi lignitterület**

A külfejtéses lignitbányászat jelenleg is versenyképes, fenntartásához a meglévő értéklánc és az Észak Magyarországon megkutatott lignitvagyon (3,1 Mrd tonna), akár a jelenlegihez (9 M tonna/év) képest másfélszeresére növelt kapacitás mellett is több száz éves üzemeltetésre biztosít alapot. Egy a mátra-bükkaljai lignitre épülő korszerű villamos és hő alaperőmű megépítése a Mátrai Erőmű telephelyén lehetőséget biztosítana a jól szabályozható, és hatékony villamosenergia-termelés biztosítására, ezzel az energiabiztonság növelésére.

**Észak-magyarországi barnaszénmedencék:**

*Technológia, kapacitás:* Az energia és szénvegyészeti végtermék (pl. metanol) árak kedvező alakulása esetén a Borsodi szénmedence szénvagyonára alapozva *nagy kapacitású (1-2 Mt/év) elgázosító üzem* létrehozása is megvalósítható. Az elmúlt években megszülettek a részletesen megkutatott perspektivikus területek (pl. Tardona-Kelet 18 Mt, Dubicsány 52,2 Mt) előzetes művelési tervei, illetve erre alapuló kapacitás és önköltségbecslések. Ezek alapján, együttesen a területek lehetővé teszik minimum 1 – 1,5 Mt/év kapacitású üzem ellátását akár 50 éven keresztül. Ezen felül megvizsgálandó a megkutatott Sajómercse II terület (70,3 Mt) bányászati perspektívája, mivel kőszénvagyonra a számba vehető kitermelhető vagyont megkétszerezheti az Észak-magyarországi barnaszénmedencékben.

*Ütemezés:* Egy nagy kapacitású üzem ellátáshoz új bányák nyitása szükséges. A geológiai kutatások és előzetes bányatervezések lezajlottak. Nemzetközi partnerrel való egyeztetéseken (2015-2016 NEDO projekt) körvonalazódott a szénfeldolgozásra alkalmas technológia és a szén optimális átvételi ára is. Megfelelő piaci helyzet (pl. kedvező metanol ár) és vállalkozói szándék esetén a megvalósítás a részletes tervezés szintjére léphet, amely további 2-3 évet vehet igénybe. A beruházás megindításáról a vállalkozó ezen részletes eredmények ismeretében dönthet.

A borsodi régióban megvalósuló beruházás ugyanakkor nem csupán az ellátást biztosító, nagyobb kapacitású mélyművelésű bányák megnyitásához adhatna indító lökést, hanem a régióban jelenleg is működő, rendszerint KKV-hoz kapcsolódó, korlátozott vagyonú (néhány millió tonna) kis kapacitású (néhány tízezer-százezer tonna/év) sajtóvölgyi külfejtések és mélyművelések (pl. Farkaslyuk) fenntartható működését is biztosíthatná. Ezek a bizonytalan lakossági szénpiac mellett

a stabil felvásárlói központ beszállítói is lehetnének, és kedvezőbb fajlagos költségeik révén hozzájárulhatnának a teljes beruházás rentabilitásához. Nyugati (pl. Ózd) telepítés esetén az üzem akár a Nógrádi medence előfordulásainak is felvevő piaca lehet.

#### **Észak-dunántúli barnaszénmedencék:**

*Technológia, kapacitás:* A dunántúli barnaszén medencék esetén az elgázosítás ugyancsak perspektíva, azonban az ismert földtani vagyionok elérését rendszerint korlátozza a karsztvízszinttel való kapcsolat. A Dorogi medencében ismert részletesen megkutatott előfordulás Csolnok Új-Borókás (felső telepek vagyona 7 Mt), melyre példaképpen előzetes művelési terv, valamint erre alapozott kapacitás és önköltségbecslés is készült. Ilyen és hasonló kis előfordulásokra alapozva mintegy 0,3-0,5 Mt/év kapacitású üzem alapozható. E kis kapacitás felveti annak lehetőségét, hogy a barnaszén inkább kiegészítő fűtőanyagként kerüljön felhasználásra (pl. a régióban lerakott és keletkező hulladék elgázosításával ötvözve), ahol a hulladék erősen heterogén minőségéből adódó technológiai problémák csökkentésében juthat főszerephez.

*Ütemezés:* Ahol részletes kutatásra alapozott előzetes bányaterv is készült, ott már csak a hulladékhasznosítással kapcsolt szénfeldolgozás technológiai és pénzügyi modellezése hiányzik. Erre vonatkozó, a nyersanyag kísérleti bevizsgálásával is összekötött előzetes megvalósíthatósági tanulmány időigénye a tapasztalatok szerint (borsodi példa alapján) 2-3 év. A részletes tervezés további 2-3 évet vehet igénybe.

#### **Mecseki feketeköszén medence**

*Technológia, kapacitás:* A mecseki feketeköszén esetében a megkutatott jelentősebb előfordulások (Máza-Váralja 472 Mt, Máza-perem 768 Mt, Hosszúhetény 205 Mt, Zobák akna 137 Mt, Pécsbánya 124 Mt) szénvagyona biztosan millió tonna nagyságrendű (1-2 Mt) éves kapacitású feldolgozóüzem tervezésének alapja lehet. A magas kitermelési költségek (sújtólégveszélyes üzem, bonyolult települési viszonyok) ugyanakkor különösen előtérbe helyezik a komplex szénhasznosítás lehetőségeinek számbavételét. Ebben az elgázosítás, a hulladékkal és mezőgazdasági melléktermékekkel történő komplex hasznosítás éppen úgy szerepel, mint a meddő másodlagos hasznosítása, vagy a járulékos (pl. ritkaföldfém) elemek kinyerésének és értékesítésének számbavétele. Amennyiben a felhasználni kívánt hulladék a közszolgáltatás körébe tartozó hulladék, akkor az NHKV Nemzeti Hulladékgazdálkodási Koordinációs és Vagyionkezelő Zrt. megkeresése szükséges. Emellett fontos alternatíva lehet a bányászat során felszabaduló vagy felhagyott bányák körüli repedésrendszerben visszamaradt (AMM – Abandoned Mine Methane) metán közvetlen hasznosítása (érintetlen telepek metántartalmának közvetlen kinyerésére történt eddigi kísérletek – CBM Coal Bed Methane – nem vezettek eredményre).

*Ütemezés:* A felhagyott bányaterületek részletesen megkutatottak, ugyanakkor a nagyobb perspektívát jelentő északi szénelőfordulások (pl. Máza-D – Váralja-D) esetében alapvetően felderítő kutatás történt, az egyes részterületek részletes megismerése további kutatásokat igényel. Ezek időigénye a gyakorlatban általában minimum 3-4 év. Hasonló a helyzet a technológiai hasznosítás terén is, az eddig felmerült lehetőségek végleges tisztázása nemzetközi K+F+I együttműködések (pl. szász-magyar kapcsolatok) keretei között lehetséges, ugyanakkor a részletes földtani kutatásokkal párhuzamosan végezhető. Sikeres előmegvalósíthatósági tanulmány birtokában a részletes tervezés további 2-3 évet vehet igénybe.

## Általános megjegyzések

Még a perspektivikusnak ítélt mélyművelések kapcsán is hangsúlyozni kell, hogy a világszerte meghatározó széntermelők (USA, Ausztrália, Kína, India) adottságaihoz viszonyítva a hazai fajlagos termelési költségek várhatóan magasak maradnak (víztelenítés, szerkezeti tagoltságból adódó rövid frontok miatt alacsony termelékenység, a Mecsekben sújtólégveszélyes üzem, bonyolult települési viszonyok). Így bármilyen hazai szénre alapozott fejlesztési elképzelés elsősorban a szén felhasználása terén megvalósuló hozzáadott érték mértékén, azaz a kapcsolódó K+F+I projektek sikerén múlik.

Barnaszeneink esetében több alkalommal (1989 - KBFI, 2015-2016 NEDO) is bizonyítást nyert, hogy elgázosítási technológiák szempontjából kifejezetten kedvező adottságokkal rendelkeznek (magas illótartalom, alacsony reakcióhő). A magas kitermelési költségek ugyanakkor különösen előtérbe helyezik a komplex szénhasznosítás lehetőségeinek számbavételét. Ebben az elgázosítás, a hulladékkal és mezőgazdasági melléktermékekkel történő komplex hasznosítás éppen úgy szerepel, mint a másodlagos nyersanyagok, az ún. bányászati meddő és ipari melléktermékek (kőszén hamu, salak) másodlagos hasznosítása, vagy a járulékos (pl. ritkaföldfém) elemek kinyerésének és értékesítésének számbavétele. Ezzel érhető el, a kőszénbányászat ökológiai lábnyomának csökkentése és gazdaságosságának egyidejű megteremtése.

A hazai szénbányászat kitermelési képességeinek életben tartása mindezek mellett nem csak gazdasági, hanem ellátás-biztonsági kérdés is. Havária helyzetben a hazai széntermelés eszközparkja és szakember-gárdája a rövidtávon megvalósítandó energetikai stabilitás záloga is lehet, ennek hiányában ugyanakkor a hazai szénkészlet vészhelyzetben sem jelent mobilizálható energiatartalékot. Növekvő kockázatot jelent mélyművelésű bánya nyitásakor a szükséges hazai szakembergárda csökkenése.

## 3.2 Szénhidrogének

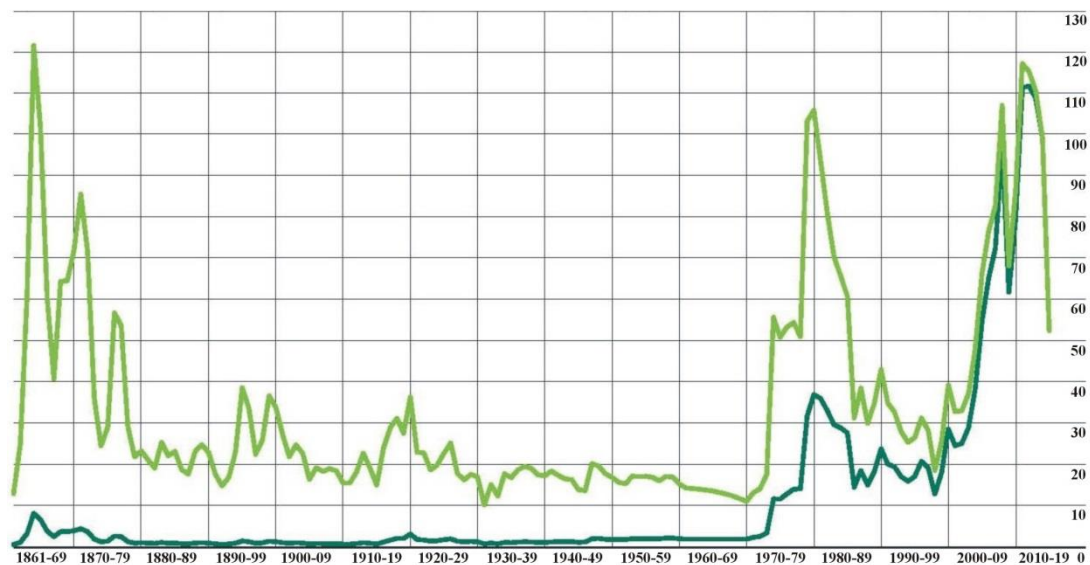
A világ energiaigénye a gazdasági, pénzügyi, környezeti válságok befolyásoló hatása ellenére is folyamatosan növekszik. A szénhidrogének, mint fosszilis energiaforrások jelentősége – így a kőolaj és a földgáz felhasználása – továbbra is meghatározó marad. A Nemzetközi Energiaügynökség<sup>9</sup> szerint a földgáz felhasználásának jelentős szerepe lesz olyan célok elérésében is, mint például a globális átlaghőmérséklet növekedésének 2°C alatt tartása. A felderített, létező technológiai módszerekkel elérhető kitermelhető készletek végesek, és egyre nő az értük való globális verseny. Az újabb és újabb földtani kutatásoknak és a technológiai fejlődésnek köszönhetően további kőolaj- és földgázvagyon válik költséghatékonyan kitermelhetővé, mint például az Amerikai Egyesült Államokban a nem konvencionális szénhidrogének. A szénhidrogénárakat a fentiekén kívül egyéb gazdasági és politikai döntések is befolyásolják, esetenként előre nem látható, vagy nehezen értelmezhető módon (**1-2. ábra**).

---

<sup>9</sup> International Energy Agency (IEA) Energy and Climate Change, World Energy Outlook Spec. Rep. OECD/IEA, 2015)

### 1. ábra: Kőolaj világpiaci árának alakulása (\$/hordó)

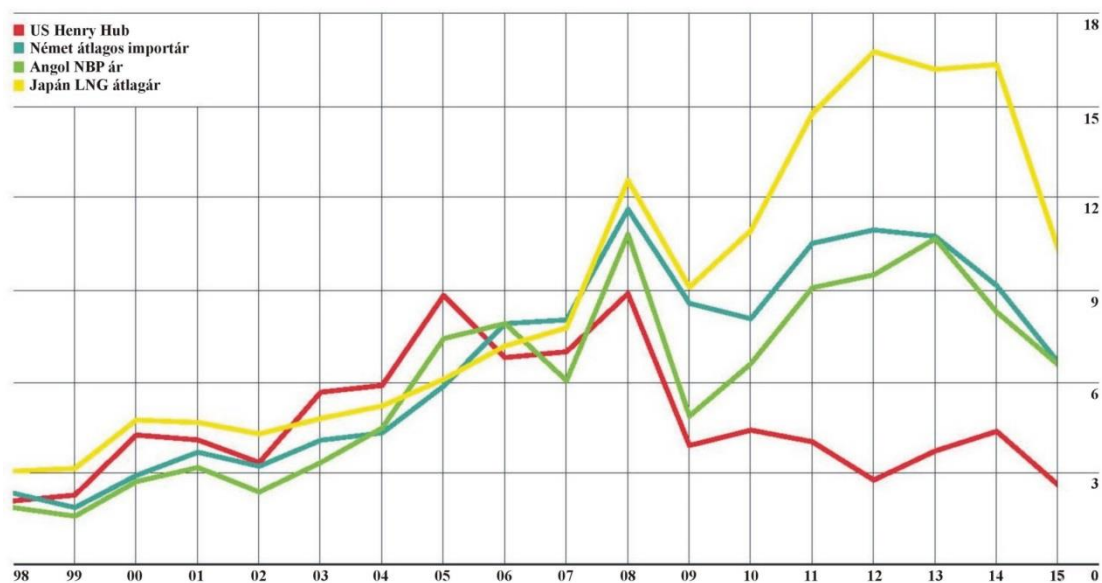
(Sötétzöld: napi ár, világoszöld: 2015. évi dollár értékre korrigált ár – 1861-1944: US átlagár, 1945-83: Arabian Light, 1984-2015: Brent)



Forrás: BP Statistical review of world energy 2016.

### 2. ábra: Földgáz világpiaci árak alakulása (\$/millió Btu (british thermal unit))

(1 millió Btu = 27,05 normál m<sup>3</sup> földgáz)

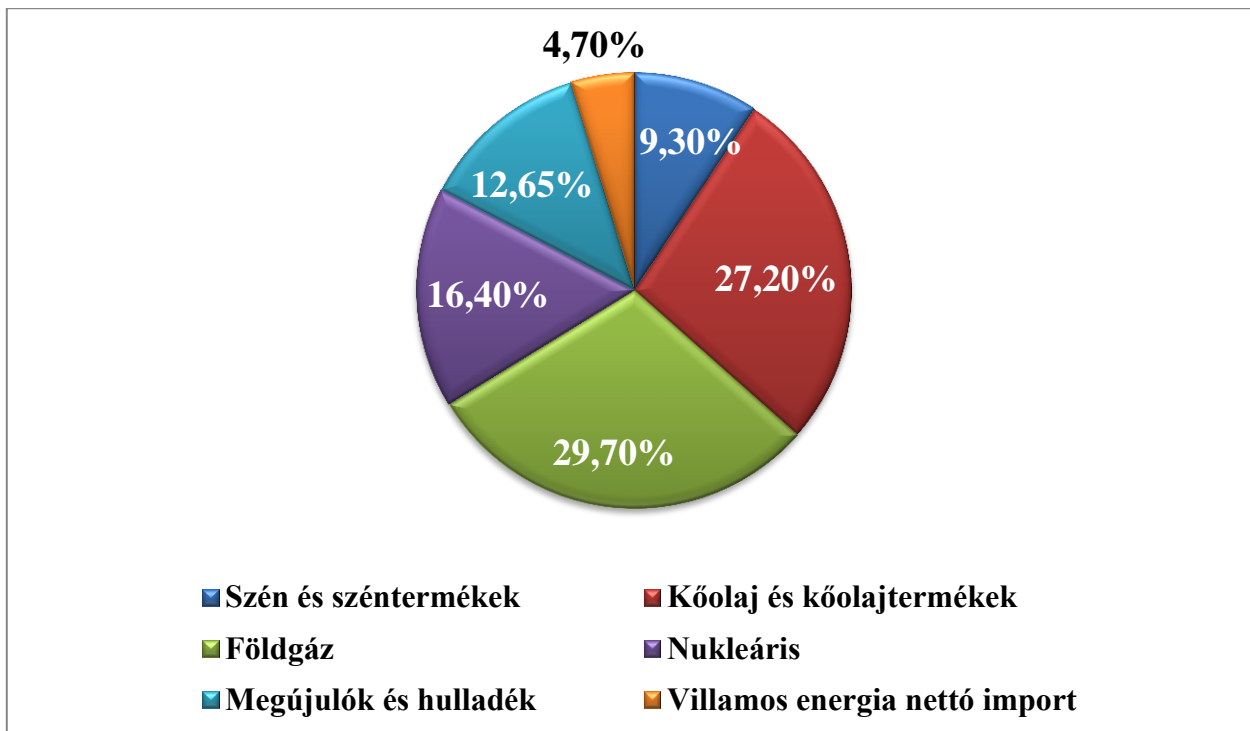


Forrás: BP Statistical review of world energy 2016.



A hazai primerenergia fogyasztás 2015-ben kőolaj egyenértéktonnában számolva 21,5 millió tonna volt, a szénhidrogének jelentősége ebben kiemelkedő. A földgáz részaránya 37%, a kőolaj és kőolajtermékeké közel 33% volt (3. ábra).

3. ábra: A hazai primerenergia fogyasztás megoszlása energiaforrások szerint



Forrás:MEKH 2017.

Magyarország nyilvántartott, jelenlegi kitermelhető szénhidrogénvagyon 21,5 millió tonna kőolaj és 73,0 milliárd m<sup>3</sup> földgáz (4. táblázat). Ezen mennyiség gazdaságosan kitermelhető hányada folyamatosan változik az aktuális kutatás-termelési költségek és a technológiai fejlődés függvényében. Az összesített hazai kőolajtermelés 100 millió tonna, a kumulált földgáztermelés 234 milliárd m<sup>3</sup>, az 1936-tól a napjainkig feltárt, és a jelenleg alkalmazott technológiai megoldások alapján kitermelhetőként nyilvántartott hagyományos kőolaj 82%-át, a hagyományos földgáz 76%-át már hasznosítottuk. A nem hagyományos szénhidrogének eddigi kitermelése minimális mennyiség, 0,29 milliárd m<sup>3</sup> földgáz és elhanyagolható mennyiségű gázkondezátum, ami azt jelzi, hogy a gazdaságos kitermelés mennyiségének érzékelhető emeléséhez a mainál lényegesen magasabb összegű befektetések, és jelentős technológiai fejlesztések szükségesek.

Az aktuális állapotra megadott földtani és kitermelhető vagyon a termelésből adódó csökkenésen és az új felfedezések miatti növekedésen kívül az esetleges vagyon átértékelések miatt változik. Az átértékelések oka általában a termelési adatok elemzése alapján, vagy a kitermelési technológia megváltoztatása miatt a korábbi adatok korrekciója, pontosítása. A hazai hagyományos szénhidrogéntelepek maradék kitermelhető vagyon 21,5 millió tonna kőolaj és 73,0 milliárd m<sup>3</sup> földgáz és az évenkénti kitermelés mennyisége

hosszabb időtávra visszatekintve csökkenő tendenciát mutat, mivel a kitermelést és az átértékeléseket sem ellensúlyozza az új felfedezésekből adódó vagyonnövekedés. Fokozott hatékonyságú, már ismert és további fejlesztés alatti termelési módszerekkel a szénhidrogén telepekből kitermelhető mennyiség megnövelhető, viszont ez a termelési költség lényeges megnövekedésével járhat.

**4. táblázat: A hazai szénhidrogénvagyon mennyisége, kitermelése**

Szénhidrogén-típus	Jelenlegi földtani vagyons <sup>10</sup>	Jelenlegi kitermelhető vagyons <sup>12</sup>	Reménybeli kitermelhető vagyons <sup>13</sup>	Összes eddigi kitermelt vagyons <sup>14</sup>	Reális éves termelési kapacitás <sup>15</sup>
Hagyományos kőolaj (millió t)	217,7	21,5	30-50 (Mt kőolaj egyenérték)	99,9	0,5-1
Hagyományos földgáz (milliárd m <sup>3</sup> )	181,3	73,0		234,2	1,5-2,5
Nem hagyományos kőolaj, gázkondenzátum (millió t)	419,0	45,6	nincs adat	0,0001	nincs adat
Nem hagyományos földgáz (milliárd m <sup>3</sup> )	3 926,4	1 566,2	kb. 100	0,288	0,03-0,05

\* Forrás: Állami Ásványi Nyersanyag és Geotermikus Energiavagyon Nyilvántartás, 2015. január 1-i állapot.

\*\* Forrás: MFGI szakértői becslés

A Nyilvántartásban szereplő kitermelhető vagyon a vállalkozóknak az aktuális technológiai fejlettség szintjén a kitermelhető mennyiségre vonatkozó előzetes becslése, amely nem foglalja magában az adott vagy későbbi időpontra vonatkozó kitermelési szándékot. Amennyiben a befektetés profit elvárással megnövelt megtérülése a megkutatott szénhidrogén csekély mennyisége vagy gyenge minősége (földgázok magas széndioxid és/vagy nitrogéngáz tartalma) miatt várhatóan nem teljesül, vagy a szükséges engedélyek és jóváhagyások hiányoznak, a kitermelésre vonatkozó fejlesztés nem fog megindulni.

<sup>10</sup> A hagyományos vagy nem hagyományos előfordulásokban/telepekben található szénhidrogén felfedezett, kitermelhető és nem kitermelhető mennyisége, a már kitermelt vagyonrészsel csökkentve, a vagyon értékelésének időpontjában. Megfelel a Society of Petroleum Engineers (SPE) PRMS (Petroleum Resources Management System) nemzetközi szénhidrogén osztályozási rendszerben a „felfedezett szénhidrogén kezdeti földtani vagyon” („Discovered Petroleum Initially In Place”) osztályának a már kitermelt vagyonnal csökkentett részével.

<sup>11</sup> A szénhidrogének jelenlétét mélyfúrásban végzett kút/rétegvizsgálat, teszt eredmény és fúróluk geofizikai szelvényezés bizonyítja.

<sup>12</sup> Szénhidrogén mennyiség, amely a már felfedezett előfordulásokból a vagyon értékelésének időpontjában vélhetően még kitermelhető lesz. Megfelel az SPE-PRMS rendszer szerinti a „felfedezett kitermelhető vagyon” („Discovered Recoverable Resource”) a már kitermelt vagyonrészsel csökkentett részének.

<sup>13</sup> Földtani megfontolások, közvetett földtani ismeretek (felszíni geofizikai mérések) alapján a jövőben felfedezhető szénhidrogén mennyiség feltételezhetően kitermelhető része. Megfelel az SPE-PRMS szerinti „reménybeli vagyon” („Prospective resource”) kitermelhetőnek vélt részével.

<sup>14</sup> Hagyományos és nem hagyományos előfordulásokból/telepekből az értékelés időpontjáig kitermelt szénhidrogén mennyiségek az Állami Ásványi Nyersanyag és Geotermikus Energiavagyon Nyilvántartás alapján

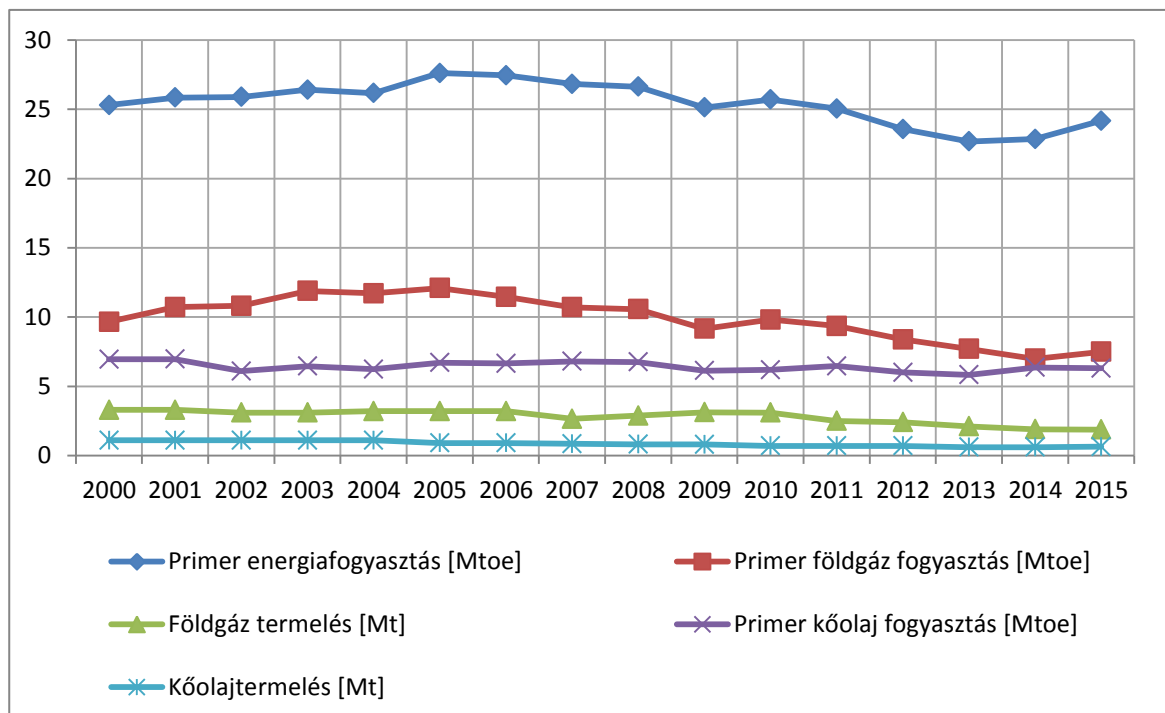
<sup>15</sup> Az Állami Ásványi Nyersanyag és Geotermikus Energiavagyon Nyilvántartásban rendelkezésre álló termelési adatok alapján végzett becslés

A hazai hagyományos kőolaj esetében a nyilvántartott kitermelhető mennyiség döntő része ténylegesen termelés alatt van. A nyilvántartott 21,5 millió tonna kitermelhető kőolajmennyiségből 15,8 millió tonna termelő mező termelő telepeiben van, és további közel 2 millió tonna is termelő mező nem termelő telepeiben található.

Földgáz esetében a kép jelentősen árnyaltabb. A 73 milliárd m<sup>3</sup> nyilvántartott kitermelhető éghető földgáz mintegy harmada van kitermelés alatt (23,6 milliárd m<sup>3</sup>), további 14,4 milliárd m<sup>3</sup> az a mennyiség, amely szintén termelő mezőben van, és a kitermelés előkészítése folyamatban van, illetve a földgáz mennyisége és minősége is megfelelő. Jelentős a mennyisége azonban a kedvezőtlen gázösszetétellel (magas széndioxid- és nitrogéngáz arány) jellemezhető telepek vagyonának. A magas inerttartalmú gázos telepek vagyona meghaladja a 27 milliárd m<sup>3</sup>-t.

A hazai szénhidrogén-termelés (a 2015. évben évi 0,63 millió tonna kőolaj és 1,9 milliárd m<sup>3</sup> földgáz) és -import adatait összevetve nyilvánvaló, hogy az elmúlt tíz év alatt Magyarország kőolaj- és földgázfüggősége növekedett, és jelenleg a hazai termelés a kőolajfogyasztás mindössze 9%-át, illetve a földgázfogyasztás 21%-át fedezi (**4. ábra**).

**4. ábra: A hazai kőolaj- és földgázfogyasztás és -termelés alakulása a primerenergia fogyasztáshoz viszonyítva**



Forrás:MEKH 2017, Állami Ásványi Nyersanyag és Geotermikus Energiavagyon Nyilvántartás (Mtoe: millió tonna kőolaj egyenérték; Mt: millió tonna)

Az importfüggőség csökkentésének, a hazai kitermelésű szénhidrogén felhasználás növelésének érdekében a kutatás-fejlesztést kiemelten kell ösztönözni. Az ország földtani adottságainak

köszönhetően, folyamatos kutatással esély van további, ma még nem ismert kőolaj- és földgázlelőhelyek felfedezésére.

A hazai kitermelésű szénhidrogén felhasználása nemzetgazdasági és ellátás-biztonsági jelentőséggel bír. A nemzeti fejlesztési miniszter összesen négy alkalommal írt ki bányászati koncessziós pályázatokat 2013 óta. A pályázati eljárásokban részt vehetett bármely belföldi vagy külföldi természetes személy, valamint a nemzeti vagyonról szóló 2011. évi CXCVI. törvény által meghatározott szervezet, akár közös ajánlattétel keretében is.

Az első körben – 2013. év augusztusában – meghirdetett 7 terület közül 4 (Szegedi medence délkeleti és nyugati, Battonya-Pusztaföldvár északi és déli területe) szénhidrogén kitermelésére irányult. Összesen 4 pályázat érkezett (Szegedi medence DK területre nem pályáztak), amelyek közül 2 terület esetében írták alá a vonatkozó koncessziós szerződést a nyertes pályázók.

A második körben – 2014. év júniusában – a 6 (Ebes, Nádudvar, Nagylengyel nyugati, Újléta, Okány keleti és nyugati területe) szénhidrogén kitermelésére meghirdetett bányászati koncessziós pályázat esetében nagyobb volt az érdeklődés. A felhívásra összesen 7 pályázatot nyújtottak be (Okány-NY esetében nem érkezett pályázat), és a nemzeti fejlesztési miniszter 5 terület esetében – a kihirdetett nyertes pályázók mindegyikével – megkötötte a koncessziós szerződést. A koncesszió nyertesei között olyan vállalkozások is megjelentek Magyarországon, amelyek eddig nem folytattak földtani kutatási, bányászati tevékenységet hazánkban.

A nemzeti fejlesztési miniszter 2015. év áprilisában már harmadik alkalommal tett közzé pályázati felhívásokat szénhidrogén kutatására, feltárására és kitermelésére Battonya-Pusztaföldvár–Észak, Berettyóújfalu, Dány, Lakócsa, Mogyoród, Nagykáta, Ócsa, Püspökladány és Sellye területeken. A kilencből nyolc felhívásra (Sellye kivételével) összesen 17 pályázat érkezett, amelynek mindegyike formailag érvényesnek minősült. Az élénkülő verseny, a befektetők hazai szénhidrogén-koncessziós lehetőségek iránti növekvő érdeklődése azért is különösen figyelemre méltó volt, mert a nemzetközi iparági környezetet alacsony beruházási aktivitás jellemezte. A meghirdetett bányászati koncesszió kapcsán a nyolc területre négy pályázó nyert jogosultságot koncessziós szerződés megkötésére.

A 2016 júniusában meghirdetett negyedik pályázati körben a nemzeti fejlesztési miniszter ismét koncessziós pályázati felhívásokat tett közzé a szénhidrogén kutatására, feltárására és kitermelésére Bázakerettye, Bucsa, Heves, Jászárokszállás, Körösladány, Mezőtúr, Okány-nyugat, Zala-kelet és Zala-nyugat területeken. A szeptember végi határidőig 6 területre érkezett pályázat (Bázakerettye, Bucsa, Jászárokszállás, Mezőtúr, Okány-nyugat, és Zala-nyugat), amelyek kapcsán a nyertes pályázókkal aláírásra került a koncessziós szerződés.

A hazai szénhidrogén medencék reménybeli vagyonának becslése alapján Magyarország konvencionális szénhidrogénekre vonatkozó még felfedezetlen (reménybeli) földtani vagyona 640 millió tonna olaj-egyenértékű szénhidrogén, melynek nagyobb része valószínűsíthetően földgáz. Ebből a mennyiségből a következő 30 évben – sikeres kutatások esetén – feltételezhetően 30–50 millió tonna olaj egyenértékű szénhidrogén lesz kitermelhető. Emellett a kutatási és kitermelési technológia fejlődésével, továbbá fokozott hatékonyságú termelési módszerekkel – mint például a rétegrepesztési technológia alkalmazása vagy különböző fluidumok tárolóba való besajtolása – a fúrásokkal feltárt szénhidrogénvagyon egyre nagyobb része hozható felszínre.

A felfedezett, nyilvántartásban szereplő nem konvencionális kitermelhető vagyon 46 millió tonna gázkondenzátum és 1566 milliárd m<sup>3</sup> földgáz. Földtani megfontolások alapján a még meg nem kutatott, reménybeli nem hagyományos szénhidrogénekre is adható becslés, e szerint mintegy 100 milliárd m<sup>3</sup> földgáz lehet feltételezetten kitermelhető a ma még fel nem fedezett előfordulásokból. Így lehetőség van arra, hogy a konvencionális és nem konvencionális szénhidrogének további kutatása és kitermelése még évtizedekig hozzájárulhat az ország energia- és nyersanyagigényének kielégítéséhez.

A jövőben felfedezhető szénhidrogén vagyonra vonatkozó becsléseket azonban kellő fenntartással kell kezelni, mivel mind a kutatásnak, mind a kitermelésnek komoly technológiai, pénzügyi, környezetvédelmi és gazdaságossági akadályai is lehetnek.

### **A szénhidrogénvagyon nemzetgazdasági jelentősége**

Az energiaellátás biztonsága nemzetbiztonsági kérdés, az energiaimport-függőség csökkentése energiapolitikai prioritás. Magyarország energiaellátása jelentős részben importált energiaforrásokra épül, ezen belül is különösen a földgáz esetében jelentkezik az oroszországi földgáztól való függőség. A magyarországi éves földgázfogyasztás 2015-ben 8,9 milliárd m<sup>3</sup>-t<sup>16</sup> tett ki, amely 6,6%-os növekedést mutat 2014-hez képest.

Magyarország földgázellátásának biztonsága az Ukrajna irányából érkező Testvériség földgázvezeték, továbbá a kiépített és tervezett diverzifikációs gázvezetékek mellett komplex nemzetközi együttműködés függvénye. A nemzetgazdaság energiaellátással és energiaárakkal kapcsolatos érzékenységét új források keresésével is csökkenteni kell. A hazai reménybeli szénhidrogén vagyon feltárása és termelésbe állítása, ezáltal a hazai szénhidrogén importfüggőség csökkentése a Nemzeti Energiastratégia kiemelt energiapolitikai céljának megvalósulásához járulhat hozzá.

### **3.3 Hazai uránérc készletek**

A Nemzeti Energiastratégia kiemelt helyen kezeli a nukleáris energia alapú villamosenergia-termelő kapacitás hosszú távú fenntartását az energiamixben. Hazánkban a hasadóanyag energetikai célú felhasználása jelenleg a Paksi Atomerőmű Zrt. 4 darab erőművi blokkjában történik. A nukleáris energia a magyar nemzetgazdaságban és a villamosenergia-termelésben meghatározó szerepet tölt be, 2016-ban a hazai villamosenergia-termelés 51,3%-át adta, a fogyasztás 36,5%-át fedezte. A paksi atomerőmű hazánkban a villamosenergia-ellátás jelenleg legalacsonyabb áron termelő egysége, hosszú távon a versenyképes árú villamosenergia-ellátás biztosításának és a CO<sub>2</sub>-kibocsátás csökkentésének hatékony eszköze.

A Magyarországon kibányászott uránérc nem alkalmas atomerőműben történő közvetlen hasznosításra, mivel annak még számos – hazánkban rendelkezésre nem álló – technológiai folyamaton kell átesnie, amire nukleáris üzemanyag készül belőle. A mecseki uránbánya 1957 és 1997 között nehéz földtani körülmények között, viszonylag alacsony urántartalmú kőzetekből magas termelési költség mellett termelt uránércet. Működése során a pécsi uránbánya összesen 16,4

---

<sup>16</sup> Forrás: BP Statistical review of world energy 2016

millió tonna uránércet termelt, amely 20 672 tonna fém uránt tartalmazott. A bánya bezárásakor még további 26,8 millió tonna (31 373 tonna fém urán) megkutatott földtani ércvagyonnal rendelkezett. A korábbi bányatelkek keleti és északi szomszédságában kialakított kutatási területeken a WildHorse Energy Hungary Kft. végzett kutatásokat 2005–2012 között. Itt és a kapcsolódó bányatelkek területén az archív adatok és ellenőrző fúrások felhasználásával a nemzetközi szabványoknak (ausztráliai JORC) megfelelően újraértékelték a földtani vagyont. Ennek eredményeként 48,3 millió tonna következtetett kategóriába (inferred resource) sorolható uránérc vagyont azonosítottak. E mellett a kutatási terület részletesen még nem kutatott részein további, az előzővel nagyságrendben megegyező kutatási vagyont potenciált is valószínűsítettek.

Legutóbb, 2012-ben a Magyar Urán projekt keretében a WildHorse Energy Kft. által elkészített megvalósíthatósági tanulmány vizsgálta a mecseki uránbányászat újraindításának lehetőségeit.

A Mecsek környéki urán-előfordulások földtani, és reménybeli kategóriába sorolt érc- és fém uránra számolt összefoglaló vagyontadatait az **5. táblázat** mutatja be.

**5. táblázat: A hazai hasadóanyag ásványvagyon megoszlása ismeretességi kategóriák és lelőhelyek szerint**

Előfordulás	Ismeretességi kategória	Urán-tartalom (%)	Uránérc vagyon		Megjegyzés
			Érc (ezer tonna)	Urán (tonna)	
Nyugati-Mecsek (bányatelek + Magyarürög)	C1	0,0939	752,8	707,25	felszínről fúrásokkal megkutatott
	C2	0,115	14 949,9	17 238,4	
	D	0,121	11 065,8	13 427,3	
Bátaszék-Leperdpusztá	D	0,01	530	53	nem kellően lehatárolt, kis telep
Dinnyeberki	D	0,136	13	18	sikertelen perkoláció, lehetséges mélyszerinti bányászat, kis telep
<b>Összesen</b>			<b>27 311,5</b>	<b>31 443,95</b>	
<b>PJ</b>			<b>4 295</b>		

A Nyugat-mecseki lelőhely hasadóanyag-vagyonának túlnyomó része a felszínről indított ritka fúrási hálóval lett megkutatva, a nemzetközi (CRIRSCO) osztályozási rendszerben feltehetően következtetett kategóriájú vagyonként (inferred resource) vehető figyelembe.

A korábbi vizsgálatok alapján D kategóriába sorolták, ezért reménybeli uránérc vagyonként tartjuk számon a Nyugat Mecseki bányatelekhez kapcsolódó Magyarürög csak felszínről indított fúrásokkal feltárt uránérc vagyonát, valamint a több évtizedes földtani kutatás során feltárt további, jellemzően kisméretű hasadóanyag előfordulások megkutatott hasadóanyag vagyonát is. Ide sorolhatók – az 5. táblázatban is szerepeltetett, a reménybeliek közül legperspektivikusabbnak tekinthető – Mecsek környéki másodlagos előfordulásait, a Sopron–fertőrákosi, Bükk-hegységi, a Balaton-felvidék perm és pannon korú gyenge ércesedéseit, továbbá a Tatabányai-medence és Ajka kőszénhez kapcsolódó urán dúsulásait is. Ez az uránérc vagyon a szénbányászat során a szénrel együtt túlnyomó részt kitermelésre került, ami a szén hőerőműi hasznosítását követően a

visszamaradt hamu és salak hányókra került, kisebb részük azonban lent maradt. Jelenleg a kőszénben kötött, illetve a visszamaradt erőműi salakban dúsult urán kinyerésére ugyan léteznek kidolgozott eljárások, azonban gazdasági okokból ezek nem elterjedtek.

### 3.4 Geotermikus energia

A geotermikus energia hasznosításának fokozását gazdaságpolitikai és környezetvédelmi szempontok is indokolják. A felhasznált megújuló energiaforrásokon belül a geotermikus energia részaránya a 2014. évben 6,3% volt. A hasznosított geotermikus energia nem éri el az összes (primer) energiaigény 0,5%-át. Magyarországon a fűtés–hűtés szektorban 2015-ben összesen 4,41 PJ geotermikus eredetű hőteljesítményt hasznosítottak (MEKH 2017). A hazai villamosenergia-termelésben a geotermikus energia hasznosítása jelenleg még nem vesz részt, noha két projekt előkészítés alatt áll, míg a turai kiserőmű építése már a megvalósítás fázisában van

A geotermikus vagyionon belül két fő kategóriát különböztethetünk meg, melyek nemcsak a mélységtartomány tekintetében, hanem a kitermelési és hasznosítási technológia, továbbá az utánpótlás szempontjából is különböznek: a hagyományos (főleg a termálvíztermeléshez köthető) mély-geotermikus energia, és a (tipikusan hőszivattyúval hasznosítható) sekély-geotermikus energia. A mesterségesen fejlesztett földhőrendszerek (EGS) – ahol a nagy mélységben gerjesztett repedésrendszereken, mint mesterségesen kialakított hőcserélőkön át cirkuláltatott folyadék hőenergiáját hasznosítják – a jövő egyik ígéretes fejlesztési lehetőségei lehetnek Magyarországon is. Azonban az EGS koncepció újabb nemzetközi fejlesztési irányai már nem feltétlenül követeli meg a villamos áram termelést, a hőhasznosítási projektek is az EGS kategóriába tartozhatnak, mely fejlesztések is több ággal rendelkeznek. Az egyik fő irány a magas, 400-450°C hőmérsékletű gőztárolókból, kőzetestekből történő termelés, ill. belső energia kinyerés, mert ebben a hőmérséklettartományban már jóval kedvezőbb, atomerőműi hatásfok közelében valósítható meg villamos áram termelés.

A megújuló energiaforrásból előállított energia támogatásáról szóló 2009/28/EK irányelvben megfogalmazott 2020-as hazai célszámok felülvizsgálat alatt állnak. Geotermia vonatkozásában az eredetileg tervezett, a megújulókon belüli 17%-os részesedés a kedvező földtani adottságoknak köszönhetően elvileg elérhető. A növekvő termelés korlátait elsősorban nem az emberi léptékben végtelennek tekinthető és folyamatosan utánpótlódó mélybeli hőkészlet kimerülése jelenti, hanem a kitermelendő termálvíz korlátozott természetes utánpótlódása és az utánpótlódást elősegítő, energetikai célra hasznosított termálvíz visszasajtolásának hiánya, amely utóbbi a műszaki-technikai nehézségek, a hazai porózus tárolók földtani adottságai, továbbá a megfelelő pénzügyi ösztönzők hiányában kevéssé elterjedt eljárás. Mindemellett a geotermikus energia hévíztermeléssel megvalósuló hasznosítása esetében követni kell a Víz Keretirányelvben<sup>17</sup>, illetve az ennek hazai megvalósítást célzó Vízgyűjtő Gazdálkodási Terveiben foglaltakat, különösen a termál vízadók (hévíz rezervoárok) jó mennyiségi állapotára vonatkozó előírásokat. A víztermelés nélküli mély-geotermikus rendszerek (EGS) esetében alkalmazott cirkuláltatásos termelés korlátozó tényezői a gerjesztett repedésrendszerek kiterjedéséből (ld. még 4.1. fejezet) és a kőzetek rossz hővezető-képességéből adódnak, amelyek változóak a helyi földtani adottságok függvényében. Mindezen

<sup>17</sup> Az Európai Parlament és a Tanács 2000/60/EK irányelve (2000. október 23.) a vízpolitika terén a közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról.

szempontok figyelembevételével termálvíztermelés esetén készletoldalról a fenntartható (utánpótlódó) reális éves mély-geotermikus kapacitás a pannon porózus medenceüledékekből 30 PJ/év, míg a medencealjzatot felépítő alaphegységi képződményekből 130 PJ/év (ezen belül az alaphegységi karbonátos kőzetekből 100 PJ/év, míg az alaphegységi kristályos kőzetek legfelső átlagosan 10 m vastag mállási kérgéből és az ehhez kapcsolódó alapkonglomerátumokból 30 PJ/év) (6. táblázat). A nagymélységű természetes vízvezető képességgel nem-, vagy csak igen korlátozottan rendelkező kristályos kőzetek elvileg nagy hőtartalma csak EGS technológiával nyerhető ki. Ez a hőmennyiség a mesterségesen létrehozott repedések korlátozott kiterjedése miatt csak 0,2-0,5 PJ/év/kút nagyságrendre becsülhető, ez indokolja, hogy a jelenlegi EGS koncepciók több bokorfúrás telepítésével számolnak.

A megújuló energiaforrások közül a termálvíz-védelmi szempontból kisebb földtani kockázatú hőszivattyús fűtés–hűtés szektor (sekély-geotermia) az országos rendelkezésre álló földtani potenciál alapján elvileg akár 23 PJ/év hőteljesítménnyel is hozzájárulhat a 2020-as célszámok eléréséhez. Ezen földtani lehetőségek becslésénél azonban nem vettük figyelembe, hogy a hőszivattyúval termelt hőenergia valójában mindig csak helyben, a lakott településeken használható fel. A Magyar Hőszivattyú Szövetség 2012. évben készült gazdasági-technikai szempontokat figyelembe vevő becslése 3,6 PJ/év értéket tart reálisnak és elérhetőnek 2020-ra. A földhőszivattyús piac jelenlegi becsült hozzájárulása 0,35-0,40 PJ/év, ez 1985 óra/év kihasználtsággal számolva kb. 48 MW<sub>t</sub> teljesítménynek felel meg. A sekély-geotermia alkalmazása kapcsán megjegyzendő, hogy a hőszivattyús fűtés villamosenergia-felhasználással jár. A hőszivattyúk jóságai foka (COP<sup>18</sup>-értéke) 3–5 körül van, azaz a berendezések egy egységnyi villamos energiából 3–5 egységnyi hőenergiát állítanak elő, vagyis a szükséges hőteljesítmény körülbelül 20–30%-át villamosenergia-hálózatról kell fedezni. A hőszivattyúk várható elterjedése miatt megnövekedő villamosenergia-igények erőművi és hálózatfejlesztési vonzatával az Erőmű-fejlesztési Cselekvési Terv számol.

A mély-geotermikus energia közvetlen hőhasznosításában a mezőgazdasági és az ipari hasznosítások mellett a geotermikus fűtőrendszerek (egyedi és főleg távfűtés) számának növelése a javasolt cél.

A geotermikus energia alapú villamosenergia-termeléshez a geotermikus potenciált tekintve megvan az elvi lehetőség, de megvalósításához mindenképpen további földtani kutatások szükségesek. A célra fordítható – főleg a medencealjzatban található kőzetek mátrix hőjét hasznosító – geotermikus hőkészlet becsült mennyisége 130 PJ/év (4 127 MW<sub>t</sub>), ami kimenő elektromos teljesítményben közel tizedennyi értéket – kb. 13 PJ/év (417 MW<sub>e</sub>) – jelent. A geotermikus erőművi technológia jelenleg alacsony hatásfokát a keletkező „hulladék hő” közvetlen hasznosítása némiképp ellensúlyozhatja növelve a projekt gazdaságosságát.

A geotermikus energia tekintetében az ország egész területe zárt területnek minősül 2010 óta a természetes felszíntől mért 2 500 méter alatti földkéregre szig a Bányatörvény 49. §. 24 pontja értelmében. A nemzeti fejlesztési miniszter három alkalommal írt ki geotermikus energia hasznosítására vonatkozó koncessziós pályázatokat. Az első alkalommal, 2013. év augusztusában 3 területre (Jászberény, Ferencszállás, Kecskemét) nyújthattak be pályázatot az érdeklődők. Csak a

---

<sup>18</sup> Coefficient of Performance (teljesítmény tényező)



Jászberény területre érkezett két pályázat, egyikük nyerte el a koncessziót, és köthetett koncessziós szerződést. A második körben, 2014. év júniusában a Battonya területre meghirdetett pályázat esetében az egyedüli pályázó nyerte el a koncessziót. A 2016 júniusában meghirdetett negyedik pályázati körben a nemzeti fejlesztési miniszter Győr területére tett közzé felhívást a geotermikus energia kutatására és kitermelésére, amire egy pályázat érkezett, ki végül koncessziós szerződést kötött.

A becsült geotermikus vagyonadatok típusonkénti eloszlását a **6. táblázat** összesíti. A megfelelő nyilvántartás hiányában a hőszivattyús és talajszondás rendszerek esetében közölt számok csak megközelítő jellegűek. A „kitermelhető vagyon” fogalma országos léptékben a mély-geotermia esetében nem értelmezhető, mivel a konkrét termelések, valamint azok hő- és fluidum-utánpótlódása egy-egy kút közvetlen környezetére hat, és nagyban függ a termelési paraméterektől. Emellett a nagyszámban előforduló közeli kutak esetében jelentős mértékű egymásra hatásokkal is kell számolni.

**6. táblázat: Geotermikus vagyonra vonatkozó adatok\* (országos összesítés)<sup>19</sup>**

	<b>Földtani vagyon**</b>	<b>Kitermelhető vagyon</b>	<b>Reménybeli vagyon**</b>	<b>Kitermelt vagyon</b>	<b>Reális éves kapacitás** Utánpótlódás</b>
<b>Sekély-geotermia</b>	Teljes hőtartalom 4–150 m közötti mélységben 140 000 PJ	nem értelmezhető	Teljes hőtartalom az ország teljes területére 4–150 m közötti mélységben 140 000 PJ, a várható felhasználás helyén 7 200 PJ	0,35 PJ/év**	9,2 PJ/év talajszonda 0,9 PJ/év kutas rendszerek 3,1 PJ/év talajkollektor
<b>Mély-geotermia</b>	Teljes hőtartalom 0,15–10 km közötti mélységben 375 000 000 PJ	nem értelmezhető	0,15–5 km közötti mélységben 105 500 000 PJ	9,3 PJ víztermeléssel kinyert hőenergia***	Utánpótlódó készlet medencekitöltő üledékek: 30 PJ/év alaphegységi képződmények: 130 PJ/év

\*Forrás: MFGI szakértői becslés.

\*\* A földtani vagyon és a reménybeli vagyon (helyben tárolt teljes hőmennyiség) a CRIRSCO szabványcsoport „geotermikus előfordulás” (geothermal play) kategóriájának feleltethető meg, ami ezen rendszer szerint nem számít vagyon kategóriának. (AGRCC - Australian Geothermal Reporting Code Committee (2010a): The Geothermal Reporting Code, Edition 2)

\*\*\* Országos Ásványvagyon és Geotermikus Energia Nyilvántartás 2016. január 1-i állapot

## **A geotermikus vagyon nemzetgazdasági jelentősége**

<sup>19</sup> A sekély és mély-geotermia határának megválasztott 150 m egy technikai-műszaki határ, eddig a mélységig telepíthetők a jelenlegi technológiák alapján a hőszondák.

Magyarországon jelenleg földgáz alapú a leginkább elterjedt fűtéstechológia. A földgázellátásban körülbelül 80%-os a hazai importfüggőség, ennek csökkentése energiapolitikai cél (MEKH 2017. január 25.-i adatok alapján). A családi házak felelősek az összes energiafelhasználás több mint 40%-áért, és ehhez jelentős üvegházhatású gáz -kibocsátás is társul. A hőszivattyús fűtés és hűtés, továbbá a geotermikus távfűtés arányának növelésével egyaránt jelentősen csökkenthető az energiafelhasználás, az importfüggőség és a CO<sub>2</sub>-kibocsátás is. Előzetes értékelések alapján Magyarországon közel 30 olyan távfűtő infrastruktúrával rendelkező település van, amelyek térségében kedvezőek a geotermikus adottságok ahhoz, hogy a termálvíz legalább részben kiváltsa a földgázalapú távfűtést. Ennek előfeltétele mindenekelőtt a részletes földtani kutatás, az energiakinyerő létesítmények korszerűsítése, valamint a fűtési rendszerek technikai megfelelősége. Termálvíz-hasznosítás esetén fontos a lehűtött, de még jelentős hőtartalommal bíró elfolyó vizek másodlagos hasznosítása. A hőszivattyúzás szélesebb körű elterjedését hosszútávon az elosztói (kis- és középfeszültségű hálózat) kapacitás bővítésének is kísérnie kell majd.

Fontos szempont, hogy a geotermikus távfűtés és a földhőszivattyúk használata egyaránt csak korszerű energetikai paraméterekkel rendelkező épület és alacsony hőmérsékletű fűtésrendszer alkalmazása esetén gazdaságos. Ezért a régi épületek esetén csak komplex energetikai felújítás (hőszigetelés, fűtési rendszer korszerűsítése) részeként építhető be földhőszivattyú, amely után az épület energiafogyasztása lényegesen alacsonyabb lesz. A régi épületek energetikai felújítására nagy az igény. A tömeges korszerűsítés előmozdítaná a hazai gazdaság fejlődését, a foglalkoztatottság növekedését, valamint hosszútávon csökkentené a lakosság számára az energiaköltséget.

A geotermikus potenciál (az ásványi nyersanyagokhoz hasonlóan) nemzeti kincs, ezért hazai alkalmazása és fejlesztése, valamint részben stratégiai készletként való kezelése indokolt. Az ország területén becsült földtani geotermikus energiavagyonból kiderül, hogy az ország földtani adottságai nem gátolják a további fejlődést, hanem megfelelő tér áll rendelkezésre a fejlesztésekhez. A megújuló energiaforrások (így a geotermikus energia) hasznosítása terén elengedhetetlen a környezeti szempontok fokozott figyelembevétele, különös tekintettel a vízgazdálkodás, a víz-, a föld-, a levegő és a talajvédelem kérdéseire, továbbá a fenntarthatóság kritériumainak betartására.

### **3.5 A földtani közeg tároló célú felhasználása (földgáztárolás és CCS)**

Magyarországnak kiemelkedően jó adottságai vannak a földgáz illetve szén-dioxid föld alatti tárolására. Átfogó szakértői vizsgálatok alapján hazánkban mindkét gáz esetében ugyanazok a földtani objektumok – letermelt szénhidrogén tárolók valamint sósvizes rezervoárok – számítanak potenciális tárolóknak. A tényleges használatot a gazdasági, környezetvédelmi és egyéb megfontolások határozzák meg.

#### **3.5.1 Szén-dioxid földalatti tárolása (CCS – Carbon Capture & Storage)**

Magyarországon a szén-dioxid földalatti elhelyezésére a letermelt szénhidrogén előfordulások és az egyéb használatra – beleértve a geotermikus energia célú hasznosítást is – alkalmatlan sósvizes rezervoárok lehetnek elvileg hasznosíthatók. A hazai geológiai adottságok következtében természetes úton is kialakultak sok esetben igen nagyméretű, természetes szén-dioxidot (akár több

millió tonna) tároló földtani képződmények, azonban ezen természetes analógiák segítségével a CCS-technológiák kockázatait hosszabb időtávlatban (több ezer év) nem lehet demonstrálni.

A **7. táblázat** tartalmazza a szén-dioxid tárolására alkalmasnak nyilvánított, de jelenleg még szénhidrogén-kitermelés alatt álló mezők becsült reális tárolókapacitását, és a hozzávetőleges rendelkezésre állás várható idejét. A CO<sub>2</sub>-tárolás sajátos jellege miatt a többi nyersanyagtípusokra bevezetett vagyonkategóriákhoz hasonló (földtani, kitermelhető, reménybeli), nemzetközileg elfogadott osztályozási rendszer bár létezik, azonban még nem kellőképpen kiforrott<sup>20</sup>. A 7. táblázatban szerepeltetett értékek a jelenleg elfogadott osztályozási rendszerben (SPE) az effektív tároló vagyon („effective storage resource”) kategóriába sorolhatók.

**7. táblázat: A jelenleg még művelés alatt álló szénhidrogéntelepek várható letermelését követően a tárolókba reálisan besajtolható CO<sub>2</sub>-mennyiség**

Szénhidrogén termelés várható vége	Felszabaduló tárolókapacitás [millió tonna]
10 éven belül	90,6
10–25 év	17,6
25-50 év	108,2
50 (?) év	200

Forrás: MFGI szakértői becslés

A technikai korlátokat figyelembe véve a szénhidrogén-tárolókba besajtolható szén-dioxid mennyisége projektenként kb. 1 millió tonna/év. Ugyanekkor ez a kapacitás a hazai jelentős kibocsátásoknak (pl. Mátrai Erőmű Zrt.) is csupán a töredékét lenne képes befogadni.

A **8. táblázat** tartalmazza Magyarország sósvizes rezervoárjaiban maximálisan tárolható szén-dioxid-mennyiséget. Ez a jelenleg elfogadott nemzetközi osztályozási rendszer alapján a „karakterizált tároló vagyon” („characterized storage resource”) kategóriába esik.

**8. táblázat: A sósvizes rezervoárok maximális valós CO<sub>2</sub>-tároló képessége („karakterizált tároló vagyon”)\***

	Alföldi régió	Dunántúli régió
Tárolókapacitás [millió tonna]	1 133	423

\* Forrás: MFGI szakértői becslés

### A széndioxid és földgáz tárolási potenciál

Amennyiben a CCS- és a tisztaszén-technológiák (CCT) költséghatékonysága a jövőben nem javul lényegesen, akkor piaci alapon az energiamixben a kőszénnek részarányának csökkenésével kell számolni.

Abban az esetben, ha az EU klíma- és energiastratégiájának megvalósítása előtérbe kerül, akkor felgyorsulhat a CCS-technológiák elterjedése, továbbá megkerülhetetlenné válik a szén-dioxid

<sup>20</sup> Falus, Gy., Szamosfalvi, Á. (2016): Széndioxid tárolással kapcsolatos „ásványvagyon” nyilvántartás nemzetközi rendszereinek áttekintése. – Földtani Közöny 146/2, 163-168

földfelszín alatti geológiai formációkban való tárolási kapacitásának számbavétele, és az alkalmas objektumok tárolásra történő hasznosítása.

Magyarország ismert földgáz tárolási potenciálja a kedvező geológiai adottságok következtében regionális léptékben is kiemelkedő. Amennyiben valamelyik transz-európai nemzetközi gázvezeték megépül és az hazánkon vezet keresztül, akkor egyrészt felértékeli a jelenleg meglévő gáztározóink szerepét, valamint további gáztározók építéséhez vezethet. A hazai földgáztárolási potenciált a **9. táblázat** tartalmazza.

**9. táblázat: A perspektivikus szénhidrogén-rezervoárok egyes, földgáz tárolás szempontjából jellemző földtani és műszaki adatai és a becsült földtani vagyion**

Potenciális gáztároló neve (termelés kezdete)	Kőzettípus	Becsült tárolható mobil gázkészlet (millió m <sup>3</sup> )
Üllés (1962)	Homokkő	3 000–5 000
Szank (1965)	Mészakő	1 500–3 000
Deszk (1966)	Konglomerátum	kb. 1 000
Pusztaföldvár (1959)	Konglomerátum	1 000–2 000
Algyő-Alsó pannon	Homokkő	1 000–2 000
Battonya		100–150
Endrőd		100–150
Kiskunhalas		100–150

Forrás: MFGI szakértői becslés

### 3.5.2 A CCS alkalmazásának hazai kockázati tényezői

A Magyarországon azonosított két lehetséges földalatti tároló típus (kimerült szénhidrogén mező, mély sósvizes rezervoár) a környezeti kockázatok szempontjából jelentősen eltér egymástól. A különbségek elsősorban a két tároló eltérő földtani és technológiai jellemzőiből adódnak. Az úgynevezett növelt hatékonyságú művelési eljárások között, valamint az inert gáz tartalmú szénhidrogén mezők termelése esetén a CO<sub>2</sub> visszasajtolás már régebb óta alkalmazott eljárás, melyet a szénhidrogén termelés hatékonyságának növelésére alkalmaznak. Ennek köszönhetően a kimerült szénhidrogén mezőkről jelentősen több földtani, fizikai és műszaki információ áll rendelkezésre, mint a sósvizes rezervoárokról. Ez utóbbi esetben a műszaki megoldásokon túl olyan kutatásokra is szükség van, amely a sósvizes tárolóba beoldott CO<sub>2</sub> viselkedését vizsgálja egy adott földtani közegben. Ezek hiányában jelenleg nem becsülhető meg megbízhatóan, hogy milyen környezeti kockázatokkal járna a CO<sub>2</sub> sósvizes tárolása, így azok elkerülésére sem lehet felkészülni. A kimerült szénhidrogénmezők esetében felmerülő műszaki akadály, hogy azok szénhidrogén termelésre lettek optimalizálva. Ennek köszönhetően ezeknél a mezőknél a legtöbb esetben sem a bélészsövek, sem a cementezés minősége nem felel meg annak a műszaki követelmény rendszernek, amit a nagyon magas korrozív hatással rendelkező, vizes környezettel érintkező CO<sub>2</sub> támaszt. Mivel a CO<sub>2</sub> színtelen, szagtalan és a levegőnél nehezebb gáz, ezért az esetleges műszaki problémából eredő CO<sub>2</sub> szivárgás a sűrűn lakott területeken jelentős mértékű környezeti problémát okozhat. Mindezek elkerülése érdekében a potenciális szénhidrogén tárolók esetén kiemelt figyelmet kell fordítani a meglévő fúrások állapotának számbavételére, kockázati elemzésére. Egyúttal fokozottabban kell vizsgálni a sósvizes víztartók alkalmasságát.

A CO<sub>2</sub> tárolás esetében a tároló teljes élettartama alatt folyamatos üzemeltetést követel meg az esetleges havaria megakadályozása, illetve elhárítása érdekében. Jelenlegi ismereteink szerint – egyes EOR<sup>21</sup>-os projektek vagy inertes gázmezők termelése során a rétegbe sajtolt CO<sub>2</sub>-os eljárás kivül – nincs olyan gazdasági modell, ami a tároló teljes élettartama során felmerülő tőke- és működési költségek megtérülését biztosítaná.

## 4 A fluidum bányászatot támogató technológiák és a használatukat befolyásoló tényezők

### 4.1 A rétegrepesztési technológia és alkalmazása Magyarországon

A rétegrepesztés egy olyan hidromechanikai eljárás, amelynek során a felszín alatt egy fúrásban nagy üzemi nyomású és szállítókapacitású felszíni szivattyúegységgel, viszonylag rövid idő alatt repesztő folyadékot juttatnak a rétegkezelésre előkészített mélységtartományba. A nagy nyomással besajtott folyadék – legyőzve a kőzetek mechanikai szilárdságát – mikrorepedéseket hoz létre, növelve ezzel a kőzetek permeabilitását<sup>22</sup>. A repesztő folyadék vízből, esetleges kémiai adalékokból és egyéb, úgynevezett kítámasztó anyagból áll. Ez utóbbira azért van szükség, hogy a rétegrepesztés után azok megakadályozzák a repedések összezáródását.

A rétegrepesztési technológia egy világszerte és Magyarországon is régóta ismert és több évtizede alkalmazott technológia. Magyarországon mindeközéig közel 2 000 hidraulikus rétegrepesztés történt, melyek zöme a konvencionális szénhidrogén előfordulások fokozott kitermelését célozta. A hazai nem konvencionális szénhidrogénvagyion mérete és nemzetgazdasági jelentősége, valamint a növelt hatékonyságú geotermikus rendszerek (EGS) jövőbeli kiaknázása a rétegrepesztés alkalmazását és a technológia továbbfejlesztését teszi szükségessé. Ennek feltétele a 4.2 alpontban említett kockázatok szintjének minimálisra csökkentése.

A rétegrepesztési technológia alkalmazásának két fő területe van:

- a szénhidrogén-termelés
- a mélygeotermális energia kinyerése (EGS-technológia).

#### **Szénhidrogén-termelés:**

A konvencionális szénhidrogén-előfordulások általában jó permeabilitású földtani csapdáknak találhatók. Ezeket a csapdákat fúrásokkal feltárva a szénhidrogén mennyiségének 30–50%-a hagyományos módszerekkel, egyszerűen kitermelhető. A konvencionális, csapdás előfordulások elsődleges kitermelése után visszamaradt szénhidrogénvagyont (körülbelül 50–70%) úgynevezett növelt hatékonyságú módszerekkel lehet részben kitermelni. A növelt hatékonyságú módszerek egyike a rétegrepesztés.

---

<sup>21</sup> Enhanced Oil Recovery. (1993. évi XLVIII. törvény 49. §. „Növelt hatékonyságú művelési eljárás”: olyan végső többlétszénhidrogén-kihozatali eljárás, amely megnöveli az elsődleges és másodlagos művelési eljárásokkal kitermelhető szénhidrogén mennyiséget )

<sup>22</sup> Permeabilitás: a kőzetek átteresztőképessége.

A nem konvencionális szénhidrogén-előfordulások esetén a nyersanyag általában tömör, kevésbé áteresztő kőzetben (például pala, márga) található. Ebből származik a „palagáz” kifejezés. A szénhidrogén-molekulák a konvencionális tárolókkal szemben nem koncentráltan, összefüggő pórustérben találhatóak, hanem több száz méter vastag kőzettestben, elszórtan, egymással össze nem függő mikropórusokban. Az áteresztőképesség itt jellemzően 10-szer vagy akár 100-szor kisebb, mint a konvencionális tárolókban. Ez az oka annak, hogy feltáró fúrással csak közvetlenül a fúrás közvetlen környezetéből (néhány deciméter, esetleg méter) lehet a szénhidrogénvagyont lecsapolni. A nem konvencionális tárolókban az egységnyi kőzettérfogatra jutó földgáz- vagy kőolajtartalom a konvencionális tárolókhoz képest csekély, viszont kiterjedésük sokkal nagyobb, több száz négyzetkilométernyi területeken található meg. Mindezek miatt a szénhidrogén gazdaságos kitermeléséhez jelentősen növelni kell a kőzet áteresztő képességét (hidraulikus rétegrepesztés, vízszintes kútszakaszok kiépítése, több szintben való termeltetése), valamint serkenteni kell a szénhidrogén áramlását a kőzetben.

A rétegrepesztés alkalmazása ezért létfontosságú a nem konvencionális lelőhelyek termelésbe állításához, mivel egyedül a mesterségesen létrehozott repedésrendszereken keresztül lehet a lekötött szénhidrogént kitermelni,

## **Geotermikusenergia-termelés:**

A növelt hatékonyságú geotermikus rendszerek (EGS) esetében a felszín alatt mélyen elhelyezkedő forró kőzetek hőenergiája hasznosítható a felszín alatti rétegvíz kitermelésével vagy e nélkül. Az első eljárás során kutak segítségével folyadékot jutatnak a mélyen fekvő kőzetekbe, mely átvéve annak hőmérsékletét felmelegítve kerül újra a felszínre. A kőzet és a folyadék közötti hőátadás nyilvánvalóan akkor lesz a leghatékonyabb, ha minél nagyobb felületen érintkezik a besajtolt folyadék a forró kőzettel. A nagyobb hőátadás érdekében tehát egy repedésrendszert kell létrehozni, vagy a meglévő repedésrendszert kell tovább bővíteni, amelynek leghatékonyabb módszere a rétegrepszítés.

### **4.2 A rétegrepszítés alkalmazásának környezeti kockázati tényezői**

A nem konvencionális lelőhelyek esetén a fúrési tevékenység kockázati tényezői megegyeznek egy konvencionális mélyfúrásával. A rétegrepszítés kedvezőtlen felszíni hatásai elsősorban a többlet zajterhelésből, a repesztéshez szükséges nagyszámú kút létesítéséből adódó földhasználati és tájképi változásokból, az esetleges gázemisszióból, valamint a felszínre hozott (visszatermeltetett) repesztő folyadék felszíni tárolásából adódhatnak. A felszín alatti térrészre gyakorolt potenciális kockázatok a repesztések által gerjesztett mikroszeizmikus mozgások és a felszín alatti vízkészletek esetleges elszennyeződése lehet.

A hidraulikus rétegrepszítés több kilométer mélységben kisebb (a Richter-skálán nagyságrendileg 1–3-as erősségű) földrengéseket idézhet elő, amelyek a felszínen nem, vagy alig észlelhetők. A mikrorengések nagysága függ az alkalmazott repesztési energiától, a repesztés mélységétől és a kőzetek hullámvezetési tulajdonságaitól. Ezeket a hatásokat monitoring rendszer (fúrások, szeizmológiai mérőhálózat stb.) működtetésével ellenőrzik.

A nem konvencionális szénhidrogén telepek rétegrepszítése, valamint a termelés hatékonyságának növelése különböző fluidumok besajtolásával kizárólag hatásvizsgálatok eredményének ismeretében, a felszín alatti (elsősorban) termálvízkészletek védelmének biztosítása mellett történhet. A repesztés nagy (több ezer méteres) mélységtartománya és a természetes permeabilitással egyébként nem, vagy csak nagyon kismértékben rendelkező kőzetekben gerjesztett repedések korlátozott (vertikálisan néhány 10 m, horizontálisan néhány 100 m) térbeli kiterjedése következtében még a legmélyebben fekvő termálvízadó rétegekkel sem feltételezhető közvetlen vízföldtani kapcsolat. Ennek köszönhetően a víztartó rétegekkel történő közvetlen hidrodinamikai kapcsolat hiányában a felszín alatti vízkészletek elszennyeződésének lehetősége kiküszöbölhető, ugyanakkor a térrész tágabb hidrogeológiai rendszerére kifejtett hatás nyomon követésére szintén elengedhetetlen a folyamatos monitoring. Megoldandó feladatot jelent a felszínre hozott kísérővizek (repesztőfolyadék) felszíni elhelyezésének, illetve kezelésének, valamint a földalatti tárolóba történő visszasajtolásának biztosítása (MFGI 2015<sup>23</sup>).

---

<sup>23</sup> Nádor A. et. al. (2015.): A rétegrepszítés környezeti hatásainak vizsgálata – MFGI. 104 p.

## 5 Jövőkép

A jövőkép kialakításakor a Nemzeti Energiastratégiában meghatározott célok elérését vettük alapul.

A legfontosabb feladat az ásványvagyon-gazdálkodásunk hosszú távú elveinek lefektetése és az ehhez illeszkedő jogszabályi környezet kialakítása. Az ásványvagyon-gazdálkodás 10–15 év múlva jelentkező igényeire ma kell reagálni, és ez gazdaságpolitikai döntéseket igényel. A hazai ásványi nyersanyagvagyon kitermelése a hazai ellátásbiztonsági törekvések megvalósításának, a külső forrásoktól való függés csökkentésének egyik legkézenfekvőbb módja. A jövőbeli hőenergia-ellátás biztosításához elsősorban a geotermia, míg a szénhidrogének közül a földgáz jöhet szóba. Noha a hőigények az energiahatékonysági fejlesztések miatt előreláthatóan csökkenni fognak, a földgáz felhasználás várhatóan meghatározó marad. A stratégiai célként kitűzött importfüggőség-csökkentési szándék megköveteli a hazai források, így a geotermikus energia minél nagyobb arányú bevonását. Ez hozzájárul az EU felé 2020-ra vállalt megújuló energia-célok teljesítéséhez is.

Villamosenergia-ellátás szempontjából a Nemzeti Energiastratégia „Atom-Szén-Zöld” forgatókönyve az irányadó. Ez kimondja, hogy a hazai villamosenergia-ellátásban a kőszén szerepének megőrzése (a 2020-as években bezáró szénalapú erőművek pótlása új, modern technológiájú erőművel), esetleges növelése jelentősen hozzájárulhatna az importfüggés csökkentéséhez. A magyar energiahordozó-ásványvagyon felhasználásának lehetőségét, versenyképességét – különösen a lignit terén – elsősorban a klíma- és környezetvédelmi feltételek szigorodása befolyásolja. Emiatt a hazai készletek hasznosítása szempontjából fontos elem a hatékonyságra, a tisztaszén-technológiákra (CCT) vonatkozó kutatás-fejlesztés és pilot projektek megvalósítása. A kőszéneket a jövőben ugyanakkor nemcsak energiahordozónak kell tekinteni, hanem figyelembe kell venni a vegyipar és az alternatív üzemanyag gyártás alapanyagaként is, emellett szükséges megteremteni az ilyen jellegű hasznosítás piaci-gazdasági hátterét is. A helyzetkép alapján elmondható, hogy a kőszénvagyon volumene nagyobb arányú hasznosítást is lehetővé tenne, de csak a környezetvédelmi szempontokat érvényre juttató tisztaszén technológiák és a megtérülést elősegítő komplex hasznosítás szem előtt tartásával.

Az elsődleges cél a hazai kitermelésű energiahordozók és ásványi nyersanyagok magyarországi kitermelése és hasznosítása, ezáltal az importfüggőség csökkentése. A kőszénvagyon kitermelését a hazai felhasználás miatt, valamint a környezet- és klímavédelmi szempontoknak való megfelelés érdekében a Nemzeti Energiastratégiával összhangban, elsősorban modern, környezetkímélő és alacsony szén-dioxid-kibocsátású technológiák alkalmazásával, projektszemléletben szükséges ösztönözni.

A hasadóanyag vagyon hazai hasznosítása korábban csak a kitermelésre korlátozódott, tekintettel arra, hogy Magyarország területén nem folyt urándúsítás. Az elmúlt években végzett kutatási munka és megvalósíthatósági tanulmányok a vagyon újraértékelésében fontos szerepet játszottak és fontosak lehetnek a későbbi stratégiai döntések kialakításában.

### **A jövőképek az egyes energiahordozó ásványi nyersanyagok szerint:**

- **kőszén:** a villamosenergia-termelésben szinten tartása, esetleges növelése a tisztaszén technológiák, valamint a szénalapú vegyipar piacéretté tételére irányuló kutatás-fejlesztés alkalmazásával



- szénhidrogének: a hazai ásványvagyon kutatásának és kitermelésének fokozása, a nem konvencionális ásványvagyon kitermelésének ösztönzése
- geotermia: a közvetlen hőhasznosítás területén a hőszivattyús fűtés és hűtés, továbbá a geotermikus távfűtés 2020-as célszámok elérését célzó időarányos növekedésének biztosítása a visszasajtolás elősegítésével. További K+F+I tevékenységek alkalmazásával a geotermikus alapú villamosáram termelés megalapozása
- uránérc: az eddig megkutatott vagyonnal és előfordulásokkal kapcsolatos földtani, bányászati és egyéb információk megőrzése, illetve lehetőség szerinti bővítése; a megkutatott vagyon és lelőhelyek jövőbeni hozzáférhetőségének megóvása

## 6 Intézkedések

### 6.1 Az intézkedések irányai és céljai

A helyzetképből és a jövőképből az alábbi, Nemzeti Energiastratégiához illeszkedő következtetések vonhatóak le, amelyek az intézkedéscsomag alapját adják.

#### 1. **Ásványvagyon-nyilvántartás, adatkezelés és nyersanyagfeltárás**

Kiemelt feladat az ásványvagyon-nyilvántartás fejlesztése, a nyersanyagkutatással és egyéb földtani kutatással összefüggő információk folyamatos frissítése, a fűrőmag- és mintaraktárakban tárolt kőzetminták megőrzése és rendszerezése annak érdekében, hogy azok minden időben alkalmasak legyenek a korszerű, nemzetközi szabványok szerinti ásványvagyon-értékelésre, valamint a készletek mindenkor gazdasági értékelésére. Magyarország természeti adottságainak megfelelő információkra alapozott értékelése hozzájárul helyzetelőnyének megőrzéséhez a geotermikus potenciál és a CCS területén, továbbá elősegíti az ezzel kapcsolatos esetleges kockázati tényezők csökkentését és kiküszöbölését.

#### 2. **Kutatás-fejlesztés és mintaprojektek létesítése**

Jelenleg magas az újdonságot jelentő, kisebb CO<sub>2</sub>-kibocsátást eredményező technológiák költsége a gazdaságos működtetéshez, ezért a technológiafejlesztés és a K+F megkerülhetetlen feladat. Emiatt kiemelten kell ösztönözni ezek hazai fejlesztését és a kisléptékű (pilot) teszt egységek létesítését, különös tekintettel az alternatív, tisztaszén-technológiákra. A szengázosítás termékeinek (szintézisgáz, műtrágya- és műanyag alapanyagok, metanol) komplex energetikai és vegyipari hasznosítása elősegítheti a volt nehézipari és bányavidékek gazdasági újjáélesztését, továbbá a munkahelyteremtésen keresztül a leszakadó térségekben a szociális helyzet javítását. A K+F és a mintaprojektek létesítése alapvető eszközök lehetnek a nem konvencionális és/vagy magas inert gáztartalmú földgázkészletek kitermelésének gazdaságossá és hatékonyabbá tételében, valamint a rétegrepesztés környezeti kockázatainak csökkentésében. Kutatás-fejlesztést és technológia-fejlesztést igényel a víztermeléssel járó geotermikus energiahasznosításhoz tartozó visszasajtolási technológia is azon földtani-vízföldtani formációkban, ahol ez jelenleg még költséghatékonyan nem megoldható.

#### 3. **Szakkultúra fenntartása és oktatás**

A fosszilis energiahordozók kutatása és termelése komplex természettudományos és mérnöki szaktudást igényel. Ennek következtében a szakkultúrához és az oktatáshoz szükséges

infrastruktúra megőrzése és fejlesztése, valamint a kellő számú hazai szakember biztosítása elengedhetetlen a Nemzeti Energiastratégiában és a jelen cselekvési tervben kitűzött célok megvalósításához, továbbá az évszázados múltra visszatekintő hazai bányászattal együtt kialakult hagyományok és kulturális értékek fontos szerepet töltenek be az ország számos régiójában élők életében. Az ezen csoportba sorolható intézkedések magukba foglalják az oktatás és szakképzés, valamint az információterjesztés kérdéseit is.

#### 4. Gazdasági és intézményi feltételrendszer biztosítása

A mindenkor aktuális nemzetgazdasági igényekhez és lehetőségekhez alkalmazkodó bányászat jogi és állami-intézményi feltételeinek biztosítása és fenntartása, különös tekintettel az ágazati együttműködés szempontjaira.

## 6.2 Intézkedéscsomag

Az ÁCsT jóváhagyásával a Kormány elismeri, hogy a hazai energiahordozó-készletek nagyobb mértékű hasznosítása jótékony hatással van mind az ország energiafüggőségének csökkentésére, mind a külkereskedelmi mérlegre, emellett általános munkahelyteremtő, adóbevétel-generáló, lokális gazdasági és szociális helyzetet javító hatása van.

Az intézkedéscsomag az érintett miniszterek feladatául adja, hogy biztosítsák a Nemzeti Energiastratégia, a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia és a Nemzeti Energiastratégiáról szóló 77/2011. (X.14.) OGY-határozat által előírt hét cselekvési terv (megújuló energiaforrásokról, energiahatékonyságról, ásványvagyon-hasznosításról, erőműfejlesztésről, távhőfejlesztésről, szemléletformálásról, illetve energetikai kutatás-fejlesztés és innovációról szóló cselekvési terv) mint eszközrendszerek összhangját, valamint hogy legyenek ezekre tekintettel az egyéb ágazati stratégiák kidolgozása, valamint a finanszírozási és területrendezési szempontok kialakítása során is. Az ÁCsT-vel a Kormány felhívja a nemzeti fejlesztési minisztert, hogy az ÁCsT-ben szereplő intézkedések végrehajtását kövesse nyomon, és erről a Kormányt rendszeresen, de legalább öt évente egyszer tájékoztassa.

A hatékony ásványvagyon gazdálkodás alapja az ország ásványvagyon potenciálja ismeretének növelése, pontosítása. A folytatólagos földtani alap kutatások elvégzése érdekében, valamint a hazai ásványvagyon-hasznosítás növelése érdekében a Kormány felhívja **a nemzetgazdasági minisztert**, hogy **a nemzeti fejlesztési miniszter bevonásával** mérlegelje az éves szinten a földtani alap kutatásra fordítható forrásokat (indikatíván éves szinten 600 millió Forint – 1 milliárd Forint közötti forrás).

Továbbá a hazai ásványvagyonon alapuló gazdasági tevékenység növelése, és az ahhoz szükséges feltételek javítása érdekében felhívja **a nemzetgazdasági minisztert** és **a nemzeti fejlesztési minisztert**, hogy a hazai ásványvagyon-hasznosítás növelése érdekében mérlegelje a bányavállalkozók közterheit, és vizsgálja a bányajáradék meghatározásának egyszerűsítési lehetőségeit.

A Kormány a fenntartható ásványvagyon-gazdálkodást elősegítő kutatás-fejlesztési és innovációs tevékenység növelése érdekében

- felhívja a **nemzeti fejlesztési minisztert**, a **nemzetgazdasági minisztert** és a **Miniszterelnökséget vezető minisztert**, hogy a kutatás-fejlesztési és innovációs tervek és támogatási programok kialakítása során vegyék figyelembe és lehetőség szerint építsék be a nem konvencionális szénhidrogének kitermelését lehetővé tevő technológiai megoldások, a tisztaszén-technológiák, a szénalapú vegyipari technológiák, a vízkivétellel nem járó geotermia villamosenergia-termelési célú hasznosítását lehetővé tevő technológia, valamint a geotermikus vízvisszasajtolás technológiájának fejlesztési prioritásait;
- felhívja a **nemzeti fejlesztési minisztert**, hogy az MBFSz bevonásával gondoskodjon az alacsony széndioxid-kibocsátású tisztaszén-technológiák (felszíni, zárt rendszerben történő széngázosítás, elsősorban energetikai, másodsorban vegyipari alkalmazás, szén-dioxid-leválasztás és -betárolás) alkalmazási lehetőségeinek vizsgálatáról;
- felhívja a **nemzetgazdasági minisztert**, hogy a **nemzeti fejlesztési miniszter bevonásával** tegyen javaslatot a geotermikus beruházások kezdeti magas földtani kockázatának pénzügyi kezelésére a geotermikus energiahasznosítás bővítése érdekében;

Az energiaellátás biztonságának növelése érdekében a Kormány felhívja a **nemzeti fejlesztési minisztert**, hogy vizsgálja meg a hazai szénbányák megnyitási lehetőségeit.

A Kormány a bányászati szakmakultúra megőrzésének és társadalmi beágyazódásának elősegítése érdekében

- felhívja az **emberi erőforrások miniszterét** és a **nemzetgazdasági minisztert**, hogy vizsgálják meg a bányászati múzeumok stabil működtetéséhez szükséges pénzügyi források biztosításának lehetőségeit, és tegyenek javaslatot a Kormánynak a szabályozásra;
- felhívja a **nemzeti fejlesztési minisztert**, hogy az MBFSz bevonásával dolgozzon ki szemléletformálási és társadalmisítási programot a bányászati tevékenység társadalmi beágyazódásának elősegítése érdekében.

A Kormány a bányászati tevékenységgel kapcsolatos adatszolgáltatás fejlesztése érdekében felhívja a **nemzeti fejlesztési minisztert**, hogy az MBFSz és a Központi Statisztikai Hivatal bevonásával vizsgálja meg a bányászati adatszolgáltatás bővítésének lehetőségét.

A Kormány az ásványvagyon-nyilvántartás, adatkezelés és nyersanyagfeltárás nemzetközi szempontoknak is megfelelő fejlesztése érdekében felhívja a **nemzeti fejlesztési minisztert**, hogy az MBFSz bevonásával vizsgálja felül az állami földtani adatok adatgazdálkodási rendjét, alakítsa ki és fejlessze az energetikai ásványi nyersanyagkészletek egységes földtani információs rendszerét, amelyben az adatokat tartsa nyilván és folyamatos frissítse.

## 7 ÁCsT Értékelési és Monitoring Terv

A kormányzati stratégiai irányításról szóló 38/2012. (III. 12.) Korm. rendelet alapján, az Env-in-Cent Környezetvédelmi Tanácsadó Iroda Kft. bevonásával, elkészítettük az ÁCsT Értékelési és

Monitoring Tervét, amely a dokumentum társadalmi véleményezésére, elfogadására, közzétételére, megvalósítására, nyomon követésére, valamint előzetes, közbeni és utólagos értékelésére, továbbá felülvizsgálatára vonatkozó követelményeket határozza meg.

## Kiértékelési sablon monitoringhoz és felülvizsgálathoz

<b>1.</b>	<b>Intézkedés általános leírása</b>
1.1.	Megnevezése, címe
1.2.	Kódjele
1.3.	Intézkedés típusa ( <i>jogi, stratégiai, szemléletformálás/információcsere, beruházás, K+F+I</i> )
1.4.	Rövid ismertető leírás
1.5.	Intézkedés időtávja
1.6.	Intézkedés felelőse
1.7.	Intézkedés <u>kidolgozottságának</u> állapota ( <i>tervezett, de még nem kidolgozott, kidolgozás alatt, társadalmi egyeztetésen, közig. egyeztetésen, elfogadva</i> )
1.8.	Intézkedés <u>végrehajtásának</u> állapota ( <i>végrehajtás előtt/el nem indult, végrehajtás alatt, befejezett</i> )
1.9.	Problémaeltár ( <i>van-e valamilyen akadály az intézkedés kidolgozása vagy végrehajtása előtt</i> )
1.10.	Kapcsolódás más EIA intézkedéshez
1.11.	Egyéb, az intézkedés leírása szempontjából lényeges információ
<b>2.</b>	<b>Kapcsolódás az Energiastratégiahoz, továbbá hazai és EU-s kötelezettségekhez</b>
2.1.	Melyik NES-célhoz kapcsolódik?
2.2.	A NES melyik végrehajtási eszközehez kapcsolódik?
2.3.	Melyik energetikai cselekvési tervhez kapcsolódik?
2.4.	Van-e az intézkedést előíró EU-s jogi kötelezettség? ( <i>Ha igen, jogforrás száma, címe</i> )
2.5.	Van-e az intézkedést előíró hazai jogszabályi kötelezettség? ( <i>Ha igen, jogforrás száma, címe</i> )
2.6.	Kapcsolódik-e az intézkedéshez EU-s jelentéstételi vagy adatszolgáltatási kötelezettség? ( <i>Ha igen, annak megnevezése</i> )
2.7.	Egyéb, a stratégiai és jogi kapcsolódás szempontjából lényeges információ
<b>3.</b>	<b>Kapcsolódás más stratégiai dokumentumokhoz</b>
3.1.	A kapcsolódó stratégiai dokumentum megnevezése ( <i>Pl. ágazati és horizontális tervek, programok, koncepciók, stratégiák</i> )
3.2.	Milyen célhoz kapcsolódik az intézkedés?
3.3.	Milyen eszközhöz kapcsolódik az intézkedés?
3.4.	Javaslat a koherencia megteremtésére ( <i>Ha szükséges</i> )
3.5.	Egyéb, a külső stratégiai kapcsolódás szempontjából lényeges információ
<b>4.</b>	<b>Az intézkedés végrehajtásának várható energetikai, energiagazdasági hatásai</b>
4.1.	Információk az intézkedés energetikai eredményéről ( <i>Terv-, várható és tényadatok</i> )
4.2.	Az intézkedés célcsoportja
4.3.	Várható hatás az energetikai importfüggőségre
4.4.	Várható hatás az energiaellátás-biztonságra
4.5.	Várható hatás az energiatakarékosagra és az energiahatékonyság javítására, a veszteségek mérséklésére
4.6.	Várható hatás a megújuló energiahordozók alkalmazására
4.7.	Várható hatás az energiatudatosságra, az érintettek tájékozottságára
4.8.	Várható hatás az energetikai innovációra, kutatásra, műszaki fejlesztésre
4.9.	Várható hatás az energia fogyasztói árakra
4.10.	Egyéb, az energetikai hatások szempontjából lényeges információ
<b>5.</b>	<b>Az intézkedés végrehajtásának várható környezeti hatásai</b>
5.1.	Készült-e az intézkedéshez környezeti vizsgálat? ( <i>KHV, SKV</i> ) Ha a dokumentum elérhetősége
5.2.	Intézkedés hatása a természeti erőforrások készletére
5.3.	Intézkedés hatása a légszennyezőanyagok kibocsátására
5.4.	Intézkedés hatása a levegőminőségre

5.5.	Intézkedés hatása a vizek jó ökológiai állapotára
5.6.	Intézkedés hatása a felszín alatti vízbázisokra
5.7.	Intézkedés hatása a biodiverzításra
5.8.	Intézkedés hatása az emberi egészségre
5.9.	Intézkedés hatása a dekarbonizációra és az éghajlati alkalmazkodásra
	Intézkedés hatása a terület- és tájhasználatra
<b>6.</b>	<b><i>Az intézkedés végrehajtásának várható társadalmi-gazdasági, fenntarthatósági hatásai</i></b>
6.1.	Intézkedés hatása az energiaszegénységre, a rezsidíjcsökkentésre, az életkörülményekre
6.2.	Intézkedés hatása a foglalkoztatásra, a munkahelyteremtésre, a KKV-k versenyképességére
6.3.	Intézkedés hatása a hátrányos helyzetű társadalmi csoportok és térségek felzárkóztatására, a helyi gazdaság megerősítésére, a vidékfejlesztésre
6.4.	Egyéb, a társadalmi-gazdasági és fenntarthatósági hatások szempontjából lényeges információ
<b>7.</b>	<b><i>Az intézkedés végrehajtásának pénzügyi hatásai</i></b>
7.1.	Az intézkedés becsült ráfordításai ( <i>Terv-, várható és tényadatok</i> )
7.2.	Államháztartási ( <i>központi költségvetés, önkormányzat, EU támogatás</i> ) és a magánszektor ráfordításai
7.3.	Egyéb, a pénzügyi hatások szempontjából lényeges információ
<b>0.</b>	<b><i>Intézkedés leírás „fedlap”</i></b>
0.1.	Intézkedés címe, kódjele ( <i>1.1. és 1.2.</i> )
0.2.	Intézkedés felelőse ( <i>1.6.</i> )
0.3.	Adatfelvétel dátuma
0.4.	Adatrögzítő elérhetősége ( <i>Név, tel., email</i> )
0.5.	Adatfelvitelt jóváhagyta ( <i>Név, tel., email</i> )