



Brüsszel, 2026. október 5.
(OR. en)

13999/26

RECH 398
ATO 50
COMPET 1162

FEDŐLAP

Küldi:	az Európai Bizottság főtitkára részéről Martine DEPREZ igazgató
Az átvétel dátuma:	2026. október 1.
Címzett:	Thérèse BLANCHET, az Európai Unió Tanácsának főtitkára
Biz. dok. sz.:	COM(2026) 528 final
Tárgy:	A BIZOTTSÁG JELENTÉSE AZ EURÓPAI PARLAMENTNEK, A TANÁCSNAK, AZ EURÓPAI GAZDASÁGI ÉS SZOCIÁLIS BIZOTTSÁGNAK ÉS A RÉGIÓK BIZOTTSÁGÁNAK A Fúziósenergia-fejlesztési és ITER Európai Közös Vállalkozás létrehozásáról és részére kedvezmények nyújtásáról szóló 2007/198/Euratom határozat módosításáról szóló (Euratom) 2021/281 tanácsi határozat végrehajtásának félidős értékelése

Mellékelten továbbítjuk a delegációknak a következő dokumentumot: COM(2026) 528 final.

Melléklet: COM(2026) 528 final



EURÓPAI
BIZOTTSÁG

Brüsszel, 2026.10.1.
COM(2026) 528 final

**A BIZOTTSÁG JELENTÉSE AZ EURÓPAI PARLAMENTNEK, A TANÁCSNAK,
AZ EURÓPAI GAZDASÁGI ÉS SZOCIÁLIS BIZOTTSÁGNAK ÉS A RÉGIÓK
BIZOTTSÁGÁNAK**

**A Fúziósenergia-fejlesztési és ITER Európai Közös Vállalkozás létrehozásáról és részére
kedvezmények nyújtásáról szóló 2007/198/Euratom határozat módosításáról szóló
(Euratom) 2021/281 tanácsi határozat végrehajtásának féldícs értékelése**

{SWD(2026) 289 final}

I. BEVEZETÉS

Az ITER egy nemzetközi tudományos együttműködési projekt, amelynek célja a fúziós atomenergia békés célú felhasználásának tudományos és technológiai megvalósíthatóságának bizonyítása. Az (Európai Bizottság által képviselt) Euratom¹, az Amerikai Egyesült Államok, Japán, Korea, Kína, Oroszország és India között 2006-ban aláírt ITER-megállapodás létrehozta az ITER Szervezetét mint az ITER² franciaországi Cadarache-ban található létesítményeinek kiépítését, működtetését, használatát és leállítását, valamint a létesítmények leszerelésének biztosítását biztosító nemzetközi szervezetet. Az ITER-megállapodás minden felet természetbeni (az ITER-létesítmény építéséhez szükséges alkatrészek) és pénzbeli (az ITER Szervezetének működéséhez szükséges pénzügyi források) hozzájárulások nyújtására kötelezi.

A megállapodás minden részes fele köteles létrehozni egy belső ügynökséget az ITER Szervezetével való összehangolt együttműködés és a részes fél nevében történő hozzájárulások biztosítása céljából. Az Euratom belső ügynöksége a „Fúziósenergia-fejlesztési és ITER Európai Közös Vállalkozás” (Fusion for Energy – F4E), amelyet 2007 márciusában a 2007/198/Euratom tanácsi határozat³ hozott létre. A határozat az F4E feladatait a következőképpen határozza meg:

- biztosítja az Euratom hozzájárulását az ITER Szervezetének⁴,
- biztosítja az Euratom hozzájárulását a tágabb megközelítés keretében Japánnal folytatott tevékenységekhez⁵,
- előkészíti és összehangolja egy demonstrációs fúziós reaktor és a kapcsolódó létesítmények megépítésének előkészítését.

Az F4E jelenlegi tagjai az (Európai Bizottság által képviselt) Euratom, az Euratom uniós tagállamai⁶ és Svájc. Harmadik országok az F4E létrehozásáról szóló 2007/198/Euratom tanácsi határozatban meghatározott feltételek szerint válhatnak az F4E tagjaivá. Az F4E költségvetését 80 %-ban az uniós költségvetésből finanszírozzák. Franciaország – mint az ITER fogadó országa – közel 20 %-ot finanszíroz. A fennmaradó részt az F4E többi tagjának tagdíjai fedezik.

A 2007/198/Euratom tanácsi határozat módosításáról szóló (Euratom) 2021/281⁷ tanácsi határozat előírja a Bizottság számára, hogy végezze el a határozat végrehajtásának félidős értékelését. A Bizottság a félidős értékelést külső szerződő felek⁸ segítségével készítette el,

¹ Az Euratom (az Európai Atomenergia-közösség) jogilag elkülönül az EU-tól, de azonos tagsággal rendelkezik.

² Az ITER egy nemzetközi tudományos együttműködési projekt, amelynek célja a fúziós atomenergia békés célú felhasználásának tudományos és technológiai megvalósíthatóságának bizonyítása.

³ [2007/198/Euratom: A Tanács határozata \(2007. március 27.\) a Fúziósenergia-fejlesztési és ITER Európai Közös Vállalkozás létrehozásáról és részére kedvezmények nyújtásáról.](#)

⁴ A kiépítési szakaszban az Euratom hozzájárulása az ITER kiépítési költségének mintegy 45 %-át teszi ki. Az ITER többi tagjának részesedése egyenként 9 % körül van.

⁵ Az ITER-megállapodással párhuzamosan az Euratom külön kétoldalú megállapodást kötött Japánnal (a továbbiakban: a „tágabb megközelítés” megállapodás) a magfúzióval kapcsolatos tevékenységek Japánnal való további megkönnyítése és koordinálása érdekében.

⁶ Ez magában foglalta az Egyesült Királyságot is a kilépésről rendelkező megállapodás hatálybalépéséig (2020. január 31.).

⁷ [A Tanács \(Euratom\) 2021/281 határozata \(2021. február 22.\) a Fúziósenergia-fejlesztési és ITER Európai Közös Vállalkozás létrehozásáról és részére kedvezmények nyújtásáról szóló 2007/198/Euratom határozat módosításáról.](#) (Lásd különösen az 5c. cikket).

⁸ A Bizottság közzétette a félidős értékeléshez külső hozzájárulás nyújtására kiválasztott vállalkozó jelentését: https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/e8d31d19-f590-11ef-b7db-01aa75ed71a1/language-en?WT.mc_id=Searchresult&WT.ria_c=153343&WT.ria_f=8810&WT.ria_ev=search&WT.URL=https%3A%2F%2Fenergy.ec.europa.eu%2F.

hogy az a minőségi jogalkotás elveinek megfelelően értékelje az Euratomnak az ITER-ben, az F4E-n keretében történő részvételét. Az értékelés célja:

1. tájékoztatás az „ITER-program” állásáról;
2. elemek biztosítása az Euratom ITER-programjának és az F4E működésének javításához a 2025–2027-es időszakban.

Az értékelés elsősorban az Európai Unió Fúziósenergia-fejlesztési és ITER Európai Közös Vállalkozáson keresztül történő részvételére összpontosít az ITER-projektben a jelenlegi többéves pénzügyi keret (MFF) első részében, azaz a 2021–2024-es időszakban.

Az ITER-projekt és az F4E teljesítményét az ITER-projekt számára az adott időszakra jóváhagyott alapkoncepció (amely meghatározza a hatályt, az ütemtervet és a költségvetést) (2016-os alapkoncepció) és az annak alapján kidolgozott F4E tervezési dokumentumok alapján értékeli⁹. Az ITER Tanácsának kérésére az ITER Szervezete 2024 júniusában új alapkoncepciót terjesztett elő, és ezért ennek végrehajtása nem tartozik a jelen értékelés hatálya alá.

II. MIK VOLTAK EURÓPÁNAK AZ ITER-PROJEKTBEN, AZ F4E KERETÉBEN TÖRTÉNŐ RÉSZVÉTELÉNEK EREDMÉNYEI A VIZSGÁLT IDŐSZAKBAN?

a) Az F4E teljesítményének rövid áttekintése

Az Euratomnak az ITER-projektben, az F4E keretében történő részvételének értékelése – a 2021/281 tanácsi határozatban előírtaknak megfelelően – azt vizsgálja, hogy az F4E milyen előrelépést tudott elérni a határozatban meghatározott három stratégiai célkitűzés tekintetében. Az F4E igazgatótanácsának tagjai egy 2024-ben végzett felmérésben összességében pozitívan értékelték az F4E teljesítményét. Arra a kérdésre, hogy „**milyen mértékben teljesültek az F4E eredeti célkitűzései**”, a többség úgy vélte, hogy **az F4E teljesítette az F4E alapszabályában meghatározott célkitűzéseit és tevékenységeit (a 2007/198/Euratom tanácsi határozat mellékletének 2. és 3. cikke értelmében)**¹⁰.

Az F4E teljesítményének alaposabb értékelése során különbséget kell tenni az F4E tevékenységeinek az alábbiakban bemutatott különböző területei között.

Az ITER tekintetében: A vizsgált időszakban az F4E az ITER-hez való várható hozzájárulásainak jelentős részét teljesítette. 24 nagy mérnöki és építési szerződést írt alá, amelyek lekötött értéke összesen 3 milliárd EUR¹¹. Az F4E már átadta az ITER franciaországi telephelyén található épületek nagy részét és az ITER-mágnesrendszer európai részeit (amely a valaha épített legnagyobb és legintegráltabb szupravezető mágnesrendszer). Ezeket a jelentős

⁹ A 2016. évi alapkoncepció jóváhagyását követően az F4E új ütemtervet határozott meg és újból kiszámította az F4E projektkiépítési szakaszhoz való hozzájárulásának befejezési becsült költségét a 2025-re előre jelzett „első plazma” mérőföldkö elérésének időpontjáig. A befejezési becsült költség ötvözi az F4E ITER-rel kapcsolatos feladatainak 2035 végéig történő teljesítése tekintetében fennálló korábbi tényleges költségeket és jövőbeli becsült költségeket (ideértve a jövőbeli kockázatok várható hatását is).

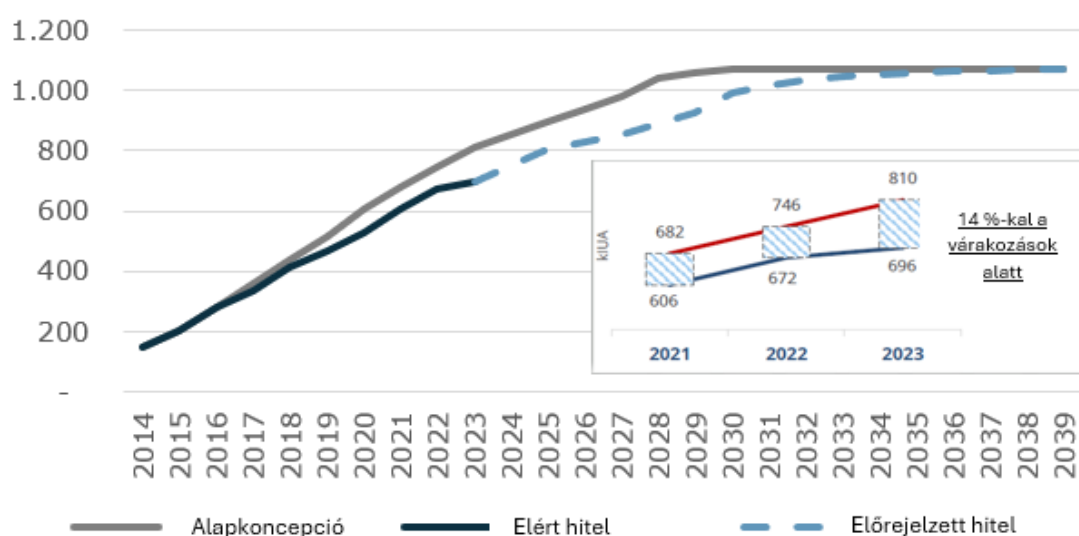
¹⁰ Az alátámasztó tanulmányban szereplő adatok elérhetők a következő internetcímen: https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/e8d31d19-f590-11ef-b7db-01aa75ed71a1/language-en?WT.mc_id=Searchresult&WT.ria_c=153343&WT.ria_f=8810&WT.ria_ev=search&WT.URL=https%3A%2F%2Fenergy.ec.europa.eu%2F; lásd a 326. oldalt – 1. kérdés – a „nagy mértékben” és a „bizonyos mértékben” válaszok összegzése.

¹¹ <https://www.youtube.com/watch?v=gTc83Ql8djA&t=31s> (Az ITER kiépítése, 2024. október).
<https://www.youtube.com/watch?v=NRaFSpd7cwA> (Az ITER kiépítése, 2023. október).

eredményeket 2024 októberében kiegészítette a vákuumtartály első európai szektorának megvalósítása¹², amelyet a többi ágazat 2026 közepéig követ.

Bár ezek az eredmények tagadhatatlanok, az előrehaladás nem mindig volt összhangban a 2016. évi alapkoncepcióval. 2023 végére a költségvetés végrehajtása és az ITER Tanácsa és az F4E igazgatótanácsa által meghatározott kulcsfontosságú mérföldkövek elérése elmaradt a várakozásoktól: az F4E az ITER-hitelek¹³ 65 %-át gyűjtötte be, ami 14 százalékponttal alacsonyabb a 2016. évi alapkoncepcióban tervezettnél. Az ITER Szervezetének irányító testülete (ITER Tanácsa által meghatározott mérföldkövek) és az F4E irányító testülete (az igazgatótanács által meghatározott mérföldkövek) által meghatározott, az ITER-projekt előrehaladásának nyomon követésére szolgáló mérföldkövek is átlagosan 32 hónappal elmaradnak a 2016. évi alapkoncepciótól.

1. ábra: ITER-hitelek a 2016. évi alapkoncepcióhoz képest KIUA-ban¹⁴



Az uniós költségvetési hatóság a többéves pénzügyi keretről szóló dokumentumokban **5,6 milliárd EUR-t** különített el az F4E 2021–2027-es időszakban történő finanszírozására. A projekt lassabb végrehajtása jelentős alulköltekezést eredményezett, ami a 2021–2024-es időszakban az F4E fel nem használt előirányzatainak felhalmozódását eredményezte. Az igazgatótanács és a Bizottság lépéseket tett annak érdekében, hogy az F4E éves költségvetését annak szükségleteihez igazítsa. Az uniós forrásokkal való hatékony és eredményes pénzgazdálkodás elve alapján **az 5,6 milliárd EUR-ból 1 milliárd EUR-t** visszautaltak az

¹² <https://fusionforenergy.europa.eu/news/europes-first-iter-vacuum-vessel-sector-ready/>.

¹³ Az ITER-hitelek azok az egységek, amelyeket az ITER a belső ügynökségek által biztosítandó és a közbeszerzési megállapodásokban vállalt természetbeni alkatrészek értékének meghatározásához alkalmaz. Ezek mindegyike olyan konkrét munkát jelent, amelyet a belső ügynökségeknek kell elvégezniük és teljesíteniük az ITER Szervezete számára. Minden közbeszerzési megállapodás mérföldköveket állapít meg az ITER Szervezete és az érintett belső ügynökség között, amelyeket a közbeszerzési megállapodás végrehajtása terén elért előrehaladás mérésére használnak. Minden egyes mérföldkő elérése megfelel egy adott mennyiségű, az ITER elszámolási egységében (IUA) kifejezett hitel felszabadításának. Hasonló rendszer létezik a „tágabb megközelítés” program esetében is, amelynek elszámolási egysége a BAUA.

¹⁴ Az ITER vagy a „tágabb megközelítés” program által használt egységek. Az ITER-projekt esetében az ITER Szervezetének nyújtott természetbeni hozzájárulásokat az ITER Szervezetének elvégzendő és teljesítendő konkrét munkát megtestesítő közbeszerzési megállapodások keretében szervezik meg. Amennyiben az ITER Szervezete dolgozza ki az adott közbeszerzési megállapodást, a projekt végrehajtásának jelzésére elfogadott mérföldkövek megfelelnek az ITER elszámolási egységében (IUA) kifejezett hitelek bizonyos mértékű felszabadításának.

Unió általános költségvetésébe annak érdekében, hogy a kötelezettségvállalási előirányzatokra vonatkozó éves költségvetési döntéseket összehangolják a projekt tényleges szükségleteivel.

1. táblázat: Az Euratom ITER-rel kapcsolatos kötelezettségvállalásai a többéves pénzügyi keretek során

	2007–2013	2014–2020	2021–2027
Európai hozzájárulások kötelezettségvállalási előirányzatokban (millió EUR)	3 273	2 915	4 562

A „tágabb megközelítés” tekintetében: A „tágabb megközelítés” program három nagy projektből áll: i. Satellite Tokamak program (JT-60SA)¹⁵, ii. a nemzetközi fúziósanyag-besugárzó berendezéshez kapcsolódó műszaki validálási és műszaki tervezési tevékenységek (IFMIF/EVEDA) és iii. a Nemzetközi Fúziósenergia-kutatói Központ (IFERC)¹⁶. Az Euratom által a „tágabb megközelítés” program tevékenységeihez nyújtott hozzájárulásokat az F4E az elfogadott ütemtervnek megfelelően teljesítette világszerte. A 2021–2023-as időszakban az Euratom az F4E-n keresztül 72 millió EUR-t fordított a „tágabb megközelítés” program tevékenységeire. Az értékelési időszak fontos eredményei közé tartozik a JT-60 SA program 2023 végén történő elindítása. Ezt az indulást karbantartási és javítási időszak követte, amely hamarosan, az első kísérleti kampányok kezdetével újakezdődik. A JT-60SA jelenleg a világ legnagyobb és legfejlettebb magfúzió-kutatói eszköze, amelynek teljesítménye kritikus betekintést nyújt az ITER kiépítésébe és működtetésébe.

Az uniós beruházások maximális megtérülése, valamint annak biztosítása érdekében, hogy Európa továbbra is élen járjon a magfúzió életképes energiaforrássá tételére irányuló globális versenyben, alapvető fontosságú, hogy az európai tudósok kihasználják a JT-60SA-hoz való hozzáférés kivételes lehetőségét, részt vegyenek a működtetési és hasznosítási tevékenységekben, továbbá tanuljanak azokból.

A demonstrációs fúziós reaktor tekintetében: Az F4E korlátozott erőforrásokat fordított a demonstrációs fúziós reaktor megépítésének előkészítésére, elsősorban azért, mert az ITER megvalósítása során felmerült késedelmek és kihívások kezelése több F4E-erőforrást igényelt. A 2007/198/Euratom tanácsi határozat szerint az F4E „programot készít elő és hangol össze egy demonstrációs fúziós reaktor (...) megépítésének előkészítése érdekében”. Az ITER-rel kapcsolatos általános késedelmek azt is magukban foglalták, hogy a legfontosabb fúziós technológiák alacsonyabb érettségi szintet értek el, mint amennyire a demonstrációs fúziós reaktor előkészítéséhez szükséges ipari tevékenységekhez szükség lenne. Az F4E részvétele a demonstrációs fúziós reaktorral kapcsolatos tevékenységekben ezért elsősorban a „tágabb megközelítés” megállapodás keretében megvalósuló konkrét projektek, valamint az Euratom kutatási és képzési programja keretében finanszírozott, az európai magfúziós kutatói tevékenységeket irányító EUROfusionnal való együttműködésen keresztül valósult meg.

b) Az ITER megépítésével kapcsolatos költségűllépések és késedelmek elemzése

Az ITER-projekt jelentős késedelmeket és költségűllépéseket szenvedett el a vizsgált időszakban, főként az alábbiak miatt:

¹⁵ A világ legerősebb fúziós berendezésének, a JT-60SA-nak a megépítése és működtetése az ITER kiépítésének befejezéséig.

¹⁶ Olyan projekt, amely szuper-számítástechnikai berendezések felhasználásával különböző alprojekteket hajt végre a magfúziós tudomány területén.

- i. **Az ITER Tanácsa által elfogadott, túlzottan ambiciózus 2016-os alapkoncepció.** A 2016-os alapkoncepció a műszakilag legjobban megvalósítható ütemterven alapult, és nem tartalmazott – az ütemtervhez vagy a költségekhez kapcsolódó – rendkívüli intézkedéseket, ami megfosztotta a projektet a maga nemében első problémák kezeléséhez szükséges rugalmasságtól, és bizonyos mértékben megnehezítette az általános irányítást.
- ii. **Tervezési készenlét és a maga nemében első jelleg:** a program jelentős költségátúllépésekkel szembesült a számos tervezési változtatás és az olykor szükségtelenül összetett műszaki követelmények miatt. Ezek az ismétlődő változtatások (különösen az épületek esetében) az F4E vállalkozói által benyújtott követelésekhez vezettek és hozzájárultak a költségek növekedéséhez. Számos olyan alkatrész, amelyet az F4E-nek kellett leszállítania, szintén műszaki kihívásokat jelentett, amelyeket az ITER Szervezete és az F4E gyakran alábecsült, és amelyek gyártása a megállapodás vagy elvárás szerinti időnél hosszabb időt vett igénybe. Az F4E befejezési becsült költsége¹⁷ 2020 szeptembere és 2024 decembere között 1 205 millió EUR-val nőtt.
- iii. **Minőségi kérdések.** Az ITER Szervezete 2022-ben minőségi problémákat észlelt a helyszínen szállított kulcsfontosságú alkatrészekben (vákuumtartály-szektorok és kriosztát hőpajzsok)¹⁸. Ezeket az alkatrészeket meg kellett javítani. A javítások két évig tartottak. Az ITER Szervezete optimalizálta a berendezés összeszerelési munkáit, hogy enyhítse a javításoknak a projekt teljes ütemtervére gyakorolt hatását.
- iv. **A Covid19-világjárvány és az ukrajnai háború következményei.** A Covid19-válság tovább késleltette a helyzetet. A Covid19-világjárvány magyarázta a 2020-ban és 2021-ben tapasztalt késedelmek többségét. A világjárvány idején bevezetett forgalmi, utazási és munkába járási korlátozások lassították a kritikus alkatrészek gyártását, szállítását és telepítését.
A gyártási költségek jelentősen megnövekedtek az összes uniós alkatrész esetében a Covid19-világjárvány és az azt követő geopolitikai események – legfőképpen Oroszország Ukrajna elleni inváziója – által kiváltott inflációs nyomás miatt. Ezek az események felhajtották az olyan nyersanyagok árait, köztük az acélét, amelyek elengedhetetlenek az ITER alkatrészeinek gyártásához.
- v. **Szabályozási kihívások.** Az ITER Szervezete által számos engedélyezési kérdés tekintetében (például a neutronfluencia, a sugárzási térképek, a szeizmikus számítások és a vákuumtartály hegesztése) biztosított műszaki dokumentáció és válaszok nem voltak elég kiforrottak akkor, amikor azokat először benyújtották a nukleáris biztonságért felelős francia hatóságnak – amelyet jelenleg Nukleáris Biztonsági és Sugárvédelmi Hatóságnak (ASNR) neveznek. Ennek következtében az ASNR 2022 januárjában értesítette az ITER Szervezetét, hogy a Tokamak összeszerelésének felfüggesztési pontját – amely egy kulcsfontosságú szabályozási mérföldkő – nem fogják az ITER Szervezete által feltételezett időpontban feloldani. Ez az összes „visszafordíthatatlan” összeszerelési tevékenység¹⁹ felfüggesztéséhez

¹⁷ A befejezési becsült költség ötvözi az F4E ITER-rel kapcsolatos feladatainak 2035 végéig történő teljesítése tekintetében fennálló korábbi tényleges költségeket és jövőbeli becsült költségeket (ideértve a jövőbeli kockázatok várható hatását is).

¹⁸ Először, több hőpajzs, amelyet arra terveztek, hogy az ITER folyékony hélium hűtőközegét hidegen tartsa és megvédje a berendezés falait, korrodálódott és megrepedt, mert a hegesztések kölcsönhatásba léptek a fém mosáshoz használt savval. Másodszor, a vákuumtartály bizonyos alkatrészei, amelyeknek rendkívüli pontossággal kellett volna illeszkedniük egymáshoz, nem feleltek meg a szükséges gyártási pontossági követelményeknek. (Forrás: F4E (2023). A tevékenységek 2022. évi egységesített éves jelentése).

¹⁹ A visszafordíthatatlan tevékenységek közé tartozik például a vákuumtartály-szektorok összehegesztése.

vezetett mindaddig, amíg az ITER Szervezete nem nyújt be elegendő információt ahhoz, hogy az ASNR folytathassa az engedélyezési iratok újbóli vizsgálatát.

Bár az F4E a félidős értékelés időszakában évről évre nem tudta teljesíteni vállalásait, a közelmúltban javított munkaterveinek előkészítésén és végrehajtásán. 2023 előtt az F4E mérőföldköveinek teljesítési aránya 50–60 % között mozgott, ami saját előrejelzéseinek megbízhatatlanságát tükrözte, és évről évre halmozódó késedelmeket eredményezett. 2024-ben az F4E jelentős javulásról számolt be, és a mérőföldkövek 84 %-át teljesítette.

III. AZ ITER-PROJEKT TELJESÍTMÉNYÉNEK JAVÍTÁSÁT CÉLZÓ INTÉZKEDÉSEK

Az ITER Szervezet szintjén: Az ITER Szervezetének (IO DG) új főigazgatója 2022 szeptemberi kinevezése óta a projekt alapkoncepciójának újrafogalmazásán, valamint egy sor irányítási reformon dolgozik annak érdekében, hogy a projektet ismét a megfelelő pályára állítsa. Az ITER Szervezetének főigazgatója alaposan megváltoztatta a szervezetet, projektmátrix-szerkezetet vezetett be, és egyszerűsítette a döntéshozatali folyamatot. Ezenkívül megszüntetett egy vezetői szintet, és teljesen átszervezte a vezetői csapatot, amelybe fokozatosan bevezette a küldöttségek rendszerét²⁰. Az ITER Szervezete továbbá meghatározta az egyes tagok által biztosított kulcsfontosságú alkatrészek (vákuumtartály-szektorok és hőpajzsok) javításának módjait, és javította a francia Nukleáris Biztonsági Szabályozó Hatósággal (ASNR) való együttműködést. Bár számos kihívás továbbra is fennáll, az ITER Tanácsa 2024-ben észrevehető javulást állapított meg²¹.

Az F4E szintjén: az F4E átfogó átszervezésen ment keresztül annak érdekében, hogy végrehajtsa azokat a reformokat, amelyeket az F4E igazgatótanácsa ítélt szükségesnek egy 2021. májusi öngyilkossági esetet követően, amely az F4E személyzetének sztrájkjához vezetett. Az események rávilágítottak a túlmunka, a stressz és az elfogadhatatlan irányítási gyakorlatok kultúrájára. Ez 2022 júniusában az F4E igazgatójának elbocsátásához vezetett. Meghozták a szükséges intézkedéseket a személyzet valamennyi tagja pszichológiai jólétének védelme és a munkaterhelés szervezeten belüli elosztásának javítása érdekében.

2023 májusában új igazgatót neveztek ki, aki megbízást kapott az alábbiakra: i. az F4E és az ITER Szervezete közötti szorosabb integráció biztosítása, ii. modern, sokszínű és rugalmas szervezet létrehozása, iii. az elfogadott ütemtervnek, költségvetésnek és minőségnek megfelelően az ITER-hez való európai hozzájárulás teljesítésének felgyorsítása, iv. az igazgatótanáccsal való közös és átlátható munka, v. a hatékony és eredményes pénzgazdálkodás végrehajtása, valamint a költségvetési tervezés és jelentéstétel javítása, és vi. a tudományos és ipari érdekelt felekkel való együttműködés és az F4E hosszú távú kilátásainak megújítása. 2024. július 1-jén új mátrixszervezeti ábra lépett hatályba az F4E-ben az irányítás egyszerűsítése és az ITER Szervezetével való együttműködés javítása érdekében.

A Bizottság vezető szerepet vállalt az F4E irányításában annak biztosítása érdekében, hogy az F4E vezetősége bevezesse az igazgatótanács által kért sürgős intézkedéseket a személyzet jóllétének megőrzése, az új igazgató kiválasztása, valamint annak biztosítása érdekében, hogy az F4E az alapvető küldetésére összpontosítson, és teljesítse kulcsfontosságú alkatrészei – például a vákuumtartály-szektorok – ITER-be szállítását. Az Euratomot az F4E irányításában képviselő bizottsági szolgálatok felülvizsgálták felügyeleti stratégiájukat, hogy különösen

²⁰ Forrás: IC-32/10. sz. főigazgatói levél (DG/2023/OUT/0114 (94EGSL)) – „átszervezés” bekezdés.

²¹ Jegyzőkönyv az ITER Tanácsa harmincötödik üléséről (IC-35), 2024. november.

megegyeztetik az alábbiakat: i. a kritikus projektek előrehaladása és a teljesítménycélok nyomon követése, ii. a kockázatok és kockázatsökkentő intézkedések azonosítása, és iii. az uniós érdekek védelmének megőrzése az F4E küldetésének végrehajtása során.

Az ITER Szervezete és az F4E integrációja: az ITER Szervezete a projekt hatékonyságának javítását szolgáló egyik területként határozta meg tevékenységeinek a belső ügynökségek tevékenységeivel való összehangolását. Ennek eredményeként az ITER Szervezete és az F4E megvizsgálta annak módjait, hogy miként lehetne jobban integrálni tevékenységeiket és kihasználni a két szervezet közötti esetleges szinergiákat és kiegészítő jelleget. 2023 szeptembere óta az F4E és az ITER Szervezete jelentős erőfeszítéseket tett a legfontosabb integrálandó tevékenységek és funkciók azonosítása, valamint olyan integrált csapatok létrehozása érdekében, amelyek középtávon megosztják az ütemterveket, az eszközöket (informatika, adatbázisok, mutatók) és az információkat, továbbá hatékonyabban dolgoznak a közös célkitűzések elérése érdekében.

Az integráció várt eredménye a hatékonyság növelése és a potenciális megtakarítások, mivel az ITER Szervezete és az F4E közösen azonosíthatná az alkatrészek tervezésének, beszerzésének és szállításának optimalizálását. Ez különösen fontos lesz az F4E által még le nem szállított alkatrészek és rendszerek (melegkamra-létesítmény, diagnosztika, fűtés, tartályon belüli alkatrészek) korai tervezése szempontjából. Emellett az integráció új karrierlehetőségeket kínál az F4E személyzete számára, és lehetővé teszi a képzett személyzet megtartását még az alkatrészek leszállítását követően is. Az F4E személyzetének az ITER Szervezetéhez történő kirendelésére vonatkozó feltételeket (az ITER Szervezete és az F4E személyzeti szabályzata eltérő) egy 2024-ben aláírt igazgatási megállapodás pontosította.

Az alapkoncepció felülvizsgálata: Az ITER Szervezete 2024. júniusában előterjesztette a projekt alapkoncepciójának (hatály, ütemterv és költségek) felülvizsgálatát annak érdekében, hogy a korábbi, a maguk nemében először végrehajtott tevékenységekből levont tanulságok beépítésével mérsékeljék a legfontosabb összeszerelési és üzembe helyezési kockázatokat, illetve meghatározzák a rendkívüli helyzetre szóló ütemtervet és költségeket. Az új ütemterv jelentős változásokat vezetett be az ITER-berendezés összeszerelésének ütemezésében. Ennek eredményeként a felülvizsgált ütemterv most már előírja a „kutatási tevékenység megkezdését” az első nukleáris deutérium-deutérium (DD) működésével 2035-ben, amely esetben nincs késedelem az előző ütemtervhez képest. A fúziós energiatermelés deutérium-trícium (DT) fázisban való elindítása 2039-ben várható. Ezen új alapkoncepciót egy szakaszos engedélyezési megközelítés támasztja alá, amely szerint az ITER Szervezete a francia Nukleáris Biztonsági Szabályozó Hatóság (ASNR) által előírt biztonsági demonstrációkat szakaszokban fogja kezelni, az előző szakaszokra építve a következő szakaszok kockázatainak csökkentése érdekében.

IV. MILYEN HATÁSSAL VOLT AZ F4E KERETÉBEN TÖRTÉNŐ EURÓPAI RÉSZVÉTEL AZ ITER-BEN?

Az EU F4E keretében történő részvétele az ITER-ben jelentős gazdasági, társadalmi és technológiai hatást gyakorolt. Létrehozása óta az F4E összesen 7,6 milliárd EUR ítélte oda közbeszerzések és 114 millió EUR-t vissza nem térítendő támogatások formájában. Ezek a kiadások számos európai vállalatnak kedveztek, amelyek így bizonyíthatták kiválóságukat,

új készségeket és technológiákat fejleszthettek ki, továbbá egyes esetekben exportálhatták know-how-jukat²².

A makrogazdasági hatásvizsgálat a 2018–2024-es időszakra vonatkozó értékelésben²³ azt mutatja, hogy ahhoz a helyzethez képest, amikor nem került sor F4E-vel kapcsolatos kiadásokra, és a forrásokat inkább megtakarították, az F4E által elköltött mintegy 5,62 milliárd EUR (2024-es árakon) becslések szerint körülbelül 5,95 milliárd EUR további bruttó hozzáadott értéket generált, és mintegy 39 000 munkaévet támogatott.

A vállalati szintű hatások tekintetében azok a vállalatok, amelyek 2018 és 2024 között árukat vagy szolgáltatásokat szállítottak az F4E-nek, jelentős tanulási hatásokról számoltak be, amelyek mind a műszaki, mind a szervezeti képességeket erősítették. Az F4E-vel való együttműködés érdemi hatást gyakorolt a tudásra és az innovációra. A megkérdezett vállalatok körülbelül fele számolt be termék- vagy folyamatfejlesztésekről, gyakran technológiai alkalmazkodás révén, míg a fejlettebb eredmények, mint például a szabadalmak, a spin-off vállalkozások vagy az élvonalbeli technológiák, egy kisebb beszállítói körre koncentráltak.

A jelenlegi félidős értékelés keretében az F4E vállalkozói körében 2024-ben elvégzett felmérés megerősítette, hogy **az F4E-vel kötött szerződések jelentősen javították a vállalkozók műszaki és szervezeti szakértelmét.** Az ITER kiépítésével kapcsolatos munka szintén hozzájárult a tudományos innovációhoz és az új technológiák fejlesztéséhez, amint azt a 39 konkrét alkalmazás²⁴ is bizonyítja. Ezek az alkalmazások konkrét példák az F4E-szerződések révén megszerzett know-how ipari tevékenységekbe történő sikeres átadására, akár a nukleáris területen, akár más ágazatokban (hidrogén, gumibroncsipar, mozgó gépek stb.). Másrészt a vállalatok – amellett, hogy hangsúlyozták az ITER eljárásaiban való részvétel számos előnyét (pl. tudás, hitelesség megszerzése, az együttműködés nemzetközi fejlesztése) – megemlítették, hogy részvételük nem mindig járt jövedelmezőséggel és az előnyökkel. Fontos, hogy több vállalkozó jelezte annak szükségességét, hogy **hasznosítani kell a megszerzett ismereteket, és biztosítani kell az ITER-t kiegészítő projektek megvalósítását.** Ellenkező esetben fennáll annak a kockázata, hogy a vállalatok elveszítik az e szerződésekkel megszerzett készségeiket.

Más tanulmányok²⁵ kiemelik az ITER járulékos hatásait. Például az ASG Superconductors által az ITER számára kifejlesztett szupravezető elektromágnesek olyan technológiákat hoztak létre, amelyek a magfúzió túlmutató területeken is alkalmazhatók²⁶, ideértve az orvosi diagnosztikát, a félvezetőket, az elektronikát és a védelmet.

Az ITER-ben való európai részvétel lehetővé tette egy olyan belföldi uniós ellátási lánc kialakulását, amely értékes lehetőségeket kínál az európai csúcstechnológiai iparágak és kkv-k számára az innováció és a magfúzió kívüli hasznosításra szánt „spin-off” termékek kifejlesztése tekintetében. Az F4E az európai magfúziós szállítói lánc fejlesztését és kialakítását helyezte iparpolitikájának középpontjába. A legújabb kezdeményezések azt mutatják, hogy az ágazat kezd strukturálódni Európában: számos induló innovatív vállalkozást

²² A tudástranszferre vonatkozó példát lásd: <https://www.axios.com/pro/climate-deals/2024/05/01/commonwealth-fusion-progress>.

²³ A FUSION FOR ENERGY 13. ÉVES ÉRTÉKELÉSE, Végleges vizsgálati jelentés, 2025.

²⁴ <https://fusion-technology-transfer.europa.eu/fusion-technology-portfolio/>.

²⁵ Mint például az LGI és IHS Markit tanulmánya (2020): [Az ITER és a „tágabb megközelítés” projektek uniós iparra gyakorolt gazdasági előnyeiről szóló nyomonkövetési tanulmány – Az Európai Unió Kiadóhivatala \(europa.eu\)](#).

²⁶ [Az ITER és a „tágabb megközelítés” projektek uniós iparra gyakorolt gazdasági előnyeiről szóló nyomonkövetési tanulmány – Az Európai Unió Kiadóhivatala](#).

hoztak létre, amelyek jelentős finanszírozásban részesültek²⁷. Emellett 2024-ben három magfúzióval foglalkozó szakmai szövetséget hoztak létre Európában azzal a céllal, hogy egyesítsék az ágazatban működő induló innovatív vállalkozások és iparágak érdekeit (Európai Fúziós Szövetség, Fusion Europe és a Fúziós Ipari Szövetség uniós ága). Ez egy új tendencia: 2024 előtt Európában nem léteztek kifejezetten az ipari magfúzióval foglalkozó ilyen szövetségek, az Egyesült Államokban pedig csak egy volt, a Fúziós Ipari Szövetség, amely főként az Egyesült Államokban és Európában számolt be előrelépésről a magfúzió terén.

Az ITER-ben való európai részvétel várhatóan hosszú távon is pozitívan járul hozzá az EU éghajlat-politikai célkitűzéseinek eléréséhez. A Bizottság ezért úgy véli, hogy a 2021–2027-es időszakban az ITER-rel kapcsolatos kiadások 100 %-a hozzájárul az uniós költségvetés éghajlat-politikai erőfeszítéseéhez. Az ITER-ben való európai részvételre fordított pénzeszegek várhatóan hozzájárulnak a Bizottság hosszú távú éghajlat-politikai céljaihoz, különösen ahhoz, hogy „modern, erőforrás-hatékony gazdasággá válva az első klímaselemleges kontinenssé váljunk”. Bár az ITER várhatóan nem termel villamos energiát, a fúziós atomenergia fejlesztésének kulcsfontosságú projektje, amely a jövőben új, kibocsátásmentes energiaforrást biztosíthat. Az ITER-ben való részvétel ezért hozzájárul az Európai Unió arra irányuló hosszú távú erőfeszítéseéhez, hogy „mindenki számára biztosítsa a megfizethető, megbízható, fenntartható és modern energiához való hozzáférést”.

Végezetül, a világ népességének több mint felét képviselő hét nemzetközi partner (Euratom, Egyesült Államok, Japán, Dél-Korea, Kína, Oroszország és India) részvételével megvalósuló globális partnerség példaként **az ITER projekt hozzájárul „a globális partnerség végrehajtási eszközeinek megerősítéséhez és újjáélesztéséhez a fenntartható fejlődés érdekében”**²⁸.

V. TOVÁBBRA IS RELEVÁNS-E A JÖVŐRE NÉZVE AZ F4E KERETÉBEN TÖRTÉNŐ EURÓPAI RÉSZVÉTEL AZ ITER-BEN?

a) Folytatni kell-e az európai részvételt az ITER-ben a kihívásokkal teli helyzet ellenére is?

Az ITER-megállapodás kimondja, hogy a fogadó fél, azaz az Euratom, nem léphet ki a megállapodásból, és így a projektből sem. Ezért az Euratom az a fél, amelynek a legnagyobb érdeke fűződik az ITER sikeréhez. Szükséges továbbá biztosítani, hogy az ITER továbbra is releváns maradjon, hogy indokolható legyen az uniós beavatkozás folytatásának szükségessége.

A közelmúltban világszerte számos magfúzióval foglalkozó kezdeményezés számolt be jelentős áttörésekről²⁹ és a bejelentések üteme 2021 óta fokozódott³⁰. Egyes országok –

²⁷ Global Investment in the fusion private sector (Globális beruházás a magfúziós magánszektorba), az F4E fúziós megfigyelőközpontjának jelentése, 2. kiadás, 2025.

²⁸ 17. fenntartható fejlődési cél.

²⁹ Foresight study on the worldwide developments in advancing fusion energy, including the small scale private initiatives (Előrejelzési tanulmány a fúziós atomenergia, többek között a kis léptékű magánkezdeményezések fejlesztésének világsszintű fejleményeiről): <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/83bc3ecd-b19c-11ed-8912-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-292762830>.

³⁰ 1. Az egyesült államokbeli Nemzeti Begyújtó Intézet (National Ignition Facility – NIF) a világ legnagyobb (ICF) tehetetlenségi összetartású fúziós kezdeményezése és 2021-ben az NIF létesítménye a világon először elérte az égő plazmaállapot „begyújtását”, amelynek során a plazma túlnyomórészt a plazmában zajló fúziós reakciók

például az Egyesült Államok, Kína, Korea, Németország és az Egyesült Királyság – saját fúziós programokat is kidolgoztak, továbbá növelték az állami laboratóriumoknak és/vagy magánvállalatoknak nyújtott pénzügyi támogatásukat. Világszerte legalább 45 vállalat dolgozik a fúziós atomenergia kereskedelmi hasznosításán. A közelmúltban létrehozott egyes magánvállalkozások – amelyek egyre több magánfinanszírozást tudtak vonzani – rendkívül ambiciózus célokat tűztek ki a fúziós atomenergia kereskedelmi termelésének demonstrálására (azaz a következő évtizedben).

Számos fél – többek között a fúziós közösség néhány tagja – kezdte azt sugallni, hogy a fúziós atomenergia kereskedelmi hasznosítása küszöbön állhat. Bár ez az optimizmus motivációt nyújt és vonzza a befektetéseket, el is homályosíthatja a még előttünk álló műszaki és pénzügyi kihívások mértékét. Az irreális elvárások nemcsak csalódást okozhatnak, hanem a közvélemény és a politikai bizalom erózióját is, ami viszont éppen azt az előrehaladást lassíthatja, amelyet az ITER felgyorsítani kíván. Bár rendkívüli erőfeszítéseket tettek annak érdekében, hogy a reaktor szempontjából releváns technológiát beépítsék az ITER-be – ideértve a szupravezető mágneseket, az aktívan hűtött plazmával kapcsolatos alkatrészeket, a tríciumkezelést és a távkarbantartási rendszereket –, a projekt küldetése alapvetően kísérleti jellegű marad. Az ITER célja a hosszú impulzusú égő plazma működésével kapcsolatos fizikai folyamatok feltárása és elsajátítása, nem pedig a kereskedelmi fúziós erőművekhez szükséges összes technológiai hiányosság megszüntetése. Számos kulcsfontosságú technológiai hiányosság továbbra is az ITER hatókörén kívül esik, és azokat kiegészítő kutatás-fejlesztés révén kell kezelni. A költségek továbbra is az egyik legjelentősebb akadályt képezik a fúziós atomenergia hosszú távú sikere előtt. A közvélemény és a politika elvárásainak továbbra is összhangban kell lenniük a műszaki és fizikai valósággal, elkerülve a túlzott ígéretek jelentette kockázatokat.

A Draghi-jelentés hangsúlyozza, hogy „a magfúzió forradalmi technológia, amely az évszázad második felében forradalmasíthatja az energiaágazatot. [...] Kulcsfontosságú szerepet játszhat az **alacsony szén-dioxid-kibocsátású, éghajlatbarát, megfizethető és biztonságos energetikai megoldásként**, amely bőséges és hozzáférhető tüzelőanyag-készleteken alapul. Az ITER projekt [...] arra ösztönözte az EU-t, hogy a globális magfúziós kutatás élvonalába kerüljön, és több milliárd EUR-t fektetett be az iparág ellátási láncába és kutatásába. A globális magfúziós kutatásban elért jelentős előrelépés ellenére a gyakorlati alkalmazás még több évtizedre van, **ezért további összehangolt erőfeszítésekre és beruházásokra van szükség ahhoz, hogy ez a forradalmi energiaforrás piacra kerülhessen**”. Ezért az EU számára az ITER-be – és általában a magfúzióba – történő beruházás továbbra is teljes mértékben összhangban van prioritásaival³¹, amelyek egy olyan virágzó Európa felépítésére irányulnak,

által önmagát hevíti fel. 2022 decemberében a NIF-nél végzett új kísérlet „célnyereséget” ért el, és több energiát termelt a magfúzióból (3,15 MJ), mint a magfúziós célra szállított lézereenergia mennyisége (2,05 MJ), ami a stabilan begyűjtött fúziós plazma eléréséhez szükséges mérőszám. A decemberi kísérletet négy további begyűjtési kísérlet követte. A 2024 februárjában végzett kísérlet becslések szerint 5,2 MJ energiát termelt – ez több mint kétszerese a 2,2 MJ-os bemeneti energiának. A hőmérséklet és a fenntartott plazma terén is fúziós rekordokat állítottak fel a KSTAR (Korea) és az EAST (Kína) tokamakok.

2. A Japánban található JT-60SA tokamak – a „tágabb megközelítés” megállapodás keretében folytatott EU–Japán együttműködés – 2023 végén érte el az első plazmát.

3. 2025. január 20-án a kínai Hofej városában található Kísérleti Fejlett Szupravezető Tokamak (EAST) **új világrekordot állított fel azzal, hogy 1 066 másodpercig fenntartotta az állandó állapotú, nagy zártságú plazmát**. Ez közel háromszorosa a korábbi, 403 másodperces világrekordnak, amelyet szintén az EAST állított fel még 2023-ban. [A kínai „mesterséges nap” új rekordot ért el, ami jelentős mérföldkő a fúziós energiatermelés felé – Hofej Fizikai Tudományos Intézet, Kínai Tudományos Akadémia.](#)

³¹ https://european-union.europa.eu/priorities-and-actions/eu-priorities/european-union-priorities-2024-2029_hu.

amely képes megerősíteni versenyképességét és biztosítani a dekarbonizált gazdaságra való átállást.

Annak ellenére, hogy megjelentek olyan állami és magán kezdeményezések a fúziós energia területén, amelyek kiegészítik az ITER-t vagy attól eltérő utakat követnek, a különböző érdekelt felek (beleértve a vállalatokat és a laboratóriumokat) úgy vélik, hogy **az ITER jelenleg egyedülálló projekt, amely képes integrált módon kezelni a magfúzióval kapcsolatos valamennyi technológiai kihívást (ideértve a tríciumszaporítást és a plazmaelkülönítést).**

Az ITER így továbbra is a jelenleg folyamatban lévő egyetlen legfontosabb projekt, amelynek célja a magfúziós fejlesztés felgyorsítása az EU-ban.

b) Folytatódjon-e az európai részvétel az ITER-ben az F4E keretében?

Az F4E igazgatótanácsa tagjainak ezen értékelés előkészítése során összegyűjtött véleményei arra is kitértek, hogy az F4E alkalmas-e az Euratom ITER-ben való részvételének végrehajtására. Több mint 90 %-uk úgy vélte, hogy az F4E jó minőségű alkatrészeket, berendezéseket, anyagokat és egyéb erőforrásokat szállított az ITER Szervezetének. Az irányító tagok azonban kevésbé voltak elégedettek az F4E azon képességével, hogy tevékenységeit összehangolja az ITER Szervezetével (körülbelül 55 %-os elégedettség).

Az igazgatótanács tagjai azonosítottak néhány olyan tényezőt, amely hátráltatta a projekt irányítását³². E tényezők közé tartoznak a következők: az ITER Szervezete által biztosított és vele egyeztetett terv kiforratlansága, a maga nemében első alkatrészek túlzottan ambiciózus alapkonceptiója, valamint az előre nem látható körülményekre való rugalmatlan reakció. Véleményük szerint az F4E számos belső szervezeti változása, valamint az ITER Szervezetével való elégtelen együttműködés káros hatással volt az ITER-projektre. **Nem tartják szükségesnek az F4E megbízatásának felülvizsgálatát, de 51 %-uk úgy véli, hogy az F4E és az ITER Szervezetének küldetése között vannak átfedések.**

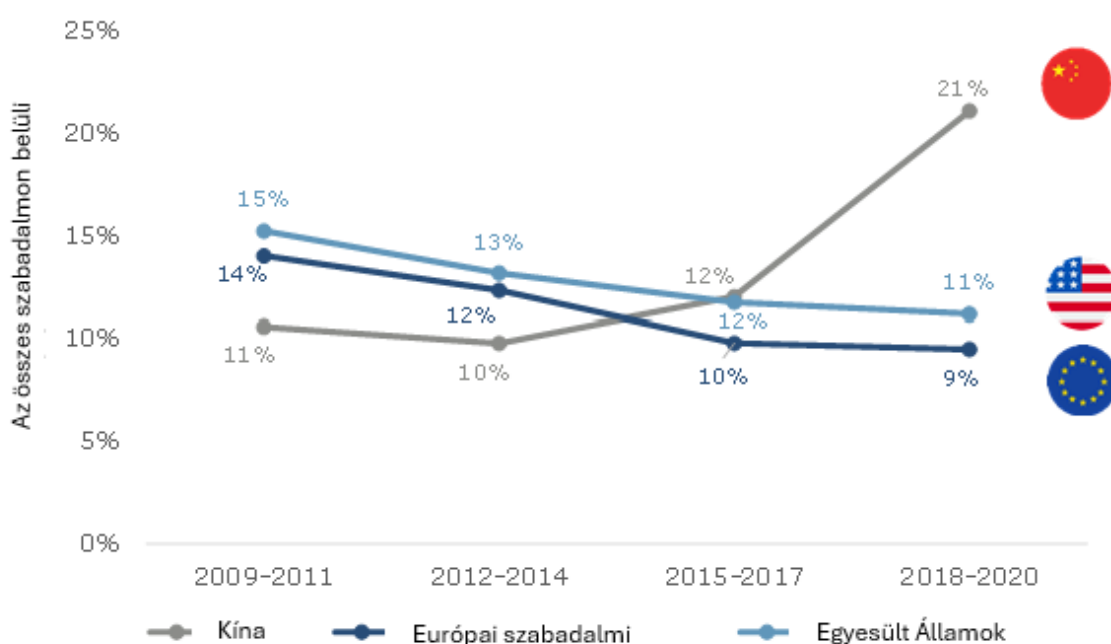
Az Euratom a maga részéről úgy véli, hogy az ITER Szervezete és az F4E közötti jobb integráció elengedhetetlen fejlesztési intézkedés, amelyet meg kell valósítani ahhoz, hogy az F4E továbbra is megfeleljen céljának, azaz a megbízatásának megfelelően hatékonyan és eredményesen teljesítse az ITER-projekthez, valamint más releváns programokhoz (különösen a „tágabb megközelítés” programhoz és a demonstrációs fúziós reaktor előkészítéséhez) nyújtott Euratom-hozzájárulásokat. Az ITER Szervezete és az F4E közötti integrációt különösen a kulcsfontosságú jövőbeli technológiai projektek (például a melegcellák) esetében kell megvalósítani. E célból jelenleg is folynak intézkedések, amelyek hatékonyságát szisztematikusan nyomon kell követni.

c) Hozzájárulhatnak-e az F4E által az ITER számára szállított technológiák és innovatív alkatrészek az EU globális versenyképességéhez a jövőbeli fúziós erőművek kulcsfontosságú fúziós technológiai terén?

³² Az alátámasztó tanulmányban szereplő adatok elérhetők a következő internetcímen: https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/e8d31d19-f590-11ef-b7db-01aa75ed71a1/language-en?WT.mc_id=Searchresult&WT.ria_c=153343&WT.ria_f=8810&WT.ria_ev=search&WT.URL=https%3A%2F%2Fenergy.ec.europa.eu%2F; lásd a 326. oldalt – 6a. és 6b. kérdés – a „semleges”, „negatív” és „egyéltalán nem” válaszok összegzése.

Az ITER-hez kapcsolódó jelentős uniós technológiai előnyök ellenére Kína és az USA is gyorsan halad előre, építve az ITER eredményeire és egyéb kezdeményezésekre, amit az induló innovatív vállalkozások számára biztosított finanszírozás figyelemre méltó növekedése és az ambiciózus nemzeti programok ösztönöznek. Az elmúlt évtizedekben csökkent az EU részesedése a szabadalmak terén, és Kína jelentős beruházásainak köszönhetően átvette a vezetést a szabadalmakért folyó versenyben. Kína a közelmúltban fokozta erőfeszítéseit, és most már valószínűsíthetően „évente 1,5 milliárd USD-t költ a magfúzióra, ami majdnem kétszerese annak, amit az Egyesült Államok kormánya ebben az évben ilyen kutatásra fordított”³³. Kína 2024 januárjában nemzeti konzorciumot is létrehozott azzal a céllal, hogy 2035-ig magfúziós reaktort építsen³⁴.

2. ábra: A magfúzióval kapcsolatos szabadalmak aránya³⁵



Az F4E már tett erőfeszítéseket annak nyomon követése érdekében, hogy a leszállított alkatrészek szabadalmakhoz vezetnek-e, és támogatják-e az EU globális vezető szerepét a fúziós technológiák terén. Ez segít annak értékelésében, hogy az EU stratégiaileg hasznot húz-e beruházásaiból. Küldetésének részeként³⁶ az F4E igazgatótanácsa elfogadta az F4E igazgatója által javasolt iparpolitikai szabályokat. Ennek a politikának az európai vállalkozások érdekeit kell szolgálnia. A közbeszerzési eljárások irányításával az F4E egy olyan vállalati hálózatot is

³³ Inside China's race to lead the world in nuclear fusion (Kína versenye a világelsőségért a magfúzió terén – nature.com): https://www.nature.com/articles/d41586-024-02759-x?utm_campaign=nature&utm_medium=Social&utm_source=Twitter&mc_cid=fc9d5a2010#Echobox=172485496.

³⁴ <https://www.ans.org/news/article-5668/china-launches-fusion-consortium-to-build-artificial-sun/>.

³⁵ Megjegyzés: az „európai szabadalmi hivatalok” felölelik az egyes tagállamok szabadalmi hivatalait, valamint az Európai Szabadalmi Szervezetet, amely magában foglalja az összes uniós tagállamot és más európai országokat, például Törökországot és az Egyesült Királyságot. A Szabadalmi Együttműködési Szerződés a szabadalmak átlagosan 10 %-át tette ki. Japán és Korea szintén jelentős részesedéssel rendelkezik (jellemzően fejenként 12 %-kal).

³⁶ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:02007D0198-20210101> – Melléklet – 6 és 9. cikk.

kiépít, amely valószínűleg együttműködik majd egy kereskedelmi hasznosítású magfúziós projekt kidolgozásában. A hatékony iparpolitika kialakításának szükségessége túlmutat az F4E azon elsődleges feladatán, hogy az alkatrészeket az ITER-hez szállítsa.

Egyre nagyobb a kockázata annak, hogy az egyre növekvő költségek és a késedelmes végrehajtás aláássa az ITER előnyeit. Az ITER Szervezete és az F4E folyamatos erőfeszítései az ütemterv és a költségek optimalizálására – az alapkoncepció újrafogalmazása, a szervezeti átalakítás és az integráció révén – minden eddiginél fontosabbnak tűnnek. Ezzel párhuzamosan törekedni kell arra, hogy az európai csúcstechnológiai iparágak, valamint a kis- és középvállalkozások számára lehetőséget biztosítsanak az innovációra és olyan alkatrészek fejlesztésére, amelyek értékesek és jól alkalmazhatók a jövőbeli kereskedelmi fúziós reaktorokban.

Az Uniónak támogatnia kell az európai vállalkozásokat a know-how fejlesztésében és a kereskedelmi fúzió megvalósítása felé vezető úton azonosított technológiai hiányosságok kezelésében is. E tekintetben a Bizottság meg fogja szilárdítani az erős uniós ellátási láncot, illetve támogatni fogja a magfúzióval foglalkozó induló innovatív vállalkozások dinamikus ágazatát. Ösztönözni fogja az ipar és a kutatás együttműködését a technológiai szűk keresztmetszetek leküzdése érdekében, lehetővé téve a maga nemében első fúziós erőmű kulcsfontosságú támogató létesítményeinek felépítését.

A Bizottság közös programozású partnerség formájában köz- és magánszféra közötti partnerséget készít elő a magfúzió területén, hogy a magánszektor már ne csupán beszállítóként, hanem partnerként is bevonja. A Bizottság a magfúzióval foglalkozó induló innovatív vállalkozások megjelenéséhez és növekedéséhez nyújtott alulról építkező támogatást is fokozni fogja azáltal, hogy növeli az Európai Innovációs Tanács Magfúzió programja keretében nyújtott Euratom-társfinanszírozást.

d) Az EU F4E keretében történő részvétele az ITER-ben szorosabban integrálható-e a fúziós energia szélesebb körű fejlesztésébe?

A kiélezett globális verseny és a folyamatosan változó energiatechnológiai környezet szükségessé teszi a szakpolitikák és gyakorlatok kiigazítását annak érdekében, hogy iránymutatást nyújtsanak mind az uniós intézmények, mind a tagállamok erőfeszítéseire. A szerződő fél által készített alátámasztó tanulmány rámutat arra, hogy az érdekelt felek széles körben egyetértenek abban, hogy a magfúzió fejlesztésére irányuló európai közpolitikai beavatkozásnak el kell mozdulnia az ITER és más kezdeményezések szekvenciális megközelítésétől (azaz először az ITER kiépítése, majd más kezdeményezések, például a demonstrációs fúziós reaktor), valamint hogy az EU-nak átfogó stratégiát kell javasolnia a magfúziós ágazat számára.

A Draghi-jelentés (2024) megismételte ezt az elképzelést, és szorgalmazta, hogy **„átfogó uniós innovációs stratégiát kell kidolgozni a magfúziós energiára vonatkozóan, és támogatni kell a köz- és magánszféra közötti partnerség létrehozását annak gyors, gazdaságilag életképes kereskedelmi hasznosításának előmozdítása érdekében. A partnerségnek arra kell törekednie, hogy stabil és kiszámítható ökoszisztémát hozzon létre az ipari innováció számára, kihasználva az ITER-projektet, ugyanakkor egyértelmű technológiafejlesztési ütemtervet biztosítva. A fúziós atomenergia elterjesztése megköveteli, hogy a köz- és magánberuházások szinergiában működjenek együtt.”**

A Bizottság 2023 végén szakértői csoportot állított fel, hogy segítsen biztosítani az Euratom ITER-rel és magfúziós kutatással kapcsolatos tevékenységeinek koherenciáját. E Magfúziós Szakértői Csoport (FEG), amely 25, az EU tagállamai által kijelölt tagból (Ciprus és

Luxemburg saját döntésük alapján nem képviselteti magát) és az F4E-től és az EUROfusiontól érkező megfigyelőkből áll, véleményét egy FEG-véleményanyagban fogalmazta meg.

A Bizottság jelenleg átfogó stratégiát dolgoz ki a magfúzió további európai fejlesztése céljából, figyelembe véve az álláspontok széles körét, ideértve a FEG véleményét, valamint a szakértőkkel és a nyilvánossággal folytatott további konzultációk eredményeit.

Egyértelmű, hogy az ITER-ben való részvételen túl uniós szintű közpolitikai beavatkozásra lesz szükség a magfúzió európai fejlesztésének elősegítése érdekében. Ezen állami intervenció kulcsfontosságú lesz az új kutatási és technológiai infrastruktúrák kiépítéséhez, amelyek kezelni fogják a magfúzió támogatása terén még fennálló technológiai hiányosságokat. Az ilyen projektek lehetőséget nyújthatnak az F4E további bevonására a fúziós atomenergia szélesebb körű fejlesztésébe.

Jó példa erre egy, a magfúzióra alkalmas anyagok tesztelésére és minősítésére szolgáló európai létesítmény már folyamatban lévő építése. Az EUROfusionnal végrehajtott kutatási projekteket követően, amelyek bizonyították a projekt relevanciáját, Spanyolország és Horvátország beruházott az IFMIF-DONES-be³⁷. Más országok, például Olaszország és Japán nemrégiben jelentették be hozzájárulásukat. 2025 júliusában az F4E igazgatótanácsa határozott Európa F4E keretében történő hozzájárulásáról.

Az F4E keretében szerzett tapasztalatok rendkívül fontosak annak további vizsgálata szempontjából is, hogy miként lehetne megerősíteni és diverzifikálni a magfúzió európai finanszírozási forrásait. Mivel az egyesült államokbeli vállalatok már eddig is nagyarányú beruházásokat vonzottak, és más országok (különösen Kína és az Egyesült Királyság) is jelentős beruházásokat hajtottak végre a magfúziós programokba, Európának is ki kell dolgoznia azokat az eszközöket, amelyek képesek a magfúziós ágazat innovatív projektjeinek finanszírozására, és törekednie kell a kockázatok csökkentésére az európai és a nemzeti forrásokból származó finanszírozási források kombinálásával.

VI. KÖVETKEZTETÉSEK

Az értékelés az Európai Unió Fúzióenergia-fejlesztési és ITER Európai Közös Vállalkozáson keresztül történő részvételére összpontosít az ITER-projektben a jelenlegi többéves pénzügyi keret (MFF) első részében, a 2021–2024-es időszakban. Az európai beavatkozás általánosságban elérte céljait.

Bár a Covid19-világjárványhoz és az inflációs környezethez hasonló külső tényezők a vizsgált időszakban súlyos hatást gyakoroltak a projektre, a nehézségek fő forrása strukturális volt: túlzottan ambiciózus 2016-os alapkoncepció, amely nem tartalmazott rendkívüli intézkedéseket, gyakori tervezési változtatásokkal járt, alulbecsülte a projektkockázatokat és az összetettséget.

Az F4E és az ITER Szervezete nem teljesítette az összes célkitűzést a félidős értékelés időszaka során. A közelmúltban azonban mindkét szervezet javította a projekt végrehajtási arányát.

A késedelmek ellenére az ITER továbbra is központi szerepet játszik a magfúzió megvalósíthatóságának demonstrálásában és a kulcsfontosságú alaptechnológiák kihívásainak leküzdésében. A projekt pozitív gazdasági, ipari és társadalmi hatásokat eredményezett.

A makrogazdasági hatásvizsgálat a 2018–2024-es időszakra vonatkozó értékelésben azt mutatja, hogy ahhoz a helyzethez képest, amikor nem került sor F4E-vel kapcsolatos

³⁷ <https://ifmif-dones.es>.

kiadásokra, és a forrásokat inkább megtakarították, az F4E által elköltött mintegy 5,62 milliárd EUR (2024-es árakon) becslések szerint körülbelül 5,95 milliárd EUR további bruttó hozzáadott értéket generált, és mintegy 39 000 munkaévet támogatott.

Az F4E egyedülálló know-how-t épített ki Európában a magfúziós eszközökhöz szükséges alkatrészek fejlesztése terén. Hozzájárult egy erős európai magfúziós ellátási lánc létrejöttéhez és továbbfejlesztéséhez.

Az ITER célja a hosszú impulzusú égő plazma működésével kapcsolatos fizikai folyamatok feltárása és elsajátítása, nem pedig a kereskedelmi fúziós erőművekhez szükséges összes technológiai hiányosság megszüntetése. Számos kulcsfontosságú technológiai hiányosság továbbra is az ITER hatókörén kívül esik, és azokat kiegészítő kutatás-fejlesztés révén kell kezelni. Folyamatban van egy olyan átfogó stratégia kidolgozása, amelynek célja a magfúzió előmozdítása az EU-ban. Ez az ITER-re épül, és intézkedéseket javasol a fennmaradó hiányosságok megszüntetésére.