

Βρυξέλλες, 5 Οκτωβρίου 2026
(OR. en)

13999/26

RECH 398
ATO 50
COMPET 1162

ΔΙΑΒΙΒΑΣΤΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ

Αποστολέας:	Για τη Γενική Γραμματέα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, η κα Martine DEPREZ, Διευθύντρια
Ημερομηνία Παραλαβής:	1 Οκτωβρίου 2026
Αποδέκτης:	κα Thérèse BLANCHET, Γενική Γραμματέας του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης
Αριθ. εγγρ. Επιτρ.:	COM(2026) 528 final
Θέμα:	ΕΚΘΕΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ Ενδιάμεση αξιολόγηση της εφαρμογής της απόφασης (Ευρατόμ) 2021/281 του Συμβουλίου για την τροποποίηση της απόφασης 2007/198/Ευρατόμ για την ίδρυση της ευρωπαϊκής κοινής επιχείρησης για τον ITER και την ανάπτυξη της πυρηνικής σύντηξης και περί παραχωρήσεως προνομίων σε αυτήν

Διαβιβάζεται συνημμένως στις αντιπροσωπίες το έγγραφο - COM(2026) 528 final.

συνημμ.: COM(2026) 528 final



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ
ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Βρυξέλλες, 1.10.2026
COM(2026) 528 final

**ΕΚΘΕΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ
ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ
ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ**

**Ενδιάμεση αξιολόγηση της εφαρμογής της απόφασης (Ευρατόμ) 2021/281 του
Συμβουλίου για την τροποποίηση της απόφασης 2007/198/Ευρατόμ για την ίδρυση της
ευρωπαϊκής κοινής επιχείρησης για τον ITER και την ανάπτυξη της πυρηνικής
σύντηξης και περί παραχωρήσεως προνομίων σε αυτήν**

{SWD(2026) 289 final}

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο ITER αποτελεί έργο επιστημονικής συνεργασίας σε διεθνές επίπεδο που αποσκοπεί στην επίδειξη της επιστημονικής και τεχνολογικής σκοπιμότητας της ενέργειας σύντηξης για ειρηνικούς σκοπούς. Η συμφωνία ITER, η οποία υπεγράφη το 2006 μεταξύ της Ευρατόμ¹ (εκπροσωπούμενης από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή), των Ηνωμένων Πολιτειών, της Ιαπωνίας, της Ινδίας, της Κίνας, της Κορέας και της Ρωσίας, ίδρυσε τον οργανισμό ITER ως διεθνή οργανισμό για την κατασκευή, τη λειτουργία, την εκμετάλλευση και την απενεργοποίηση των εγκαταστάσεων ITER² στο Cadarache της Γαλλίας, και προβλέπει τον παροπλισμό του. Η συμφωνία ITER δεσμεύει κάθε συμβαλλόμενο μέρος να παρέχει συνεισφορές σε είδος (τα κατασκευαστικά στοιχεία που είναι αναγκαία για την κατασκευή της διάταξης ITER) και σε χρήμα (χρηματοδοτικά κονδύλια για τις δραστηριότητες του οργανισμού ITER).

Κάθε συμβαλλόμενο μέρος της συμφωνίας πρέπει να συστήσει εγχώριο οργανισμό ως οντότητα που θα έχει ως σκοπό τον συντονισμό της αλληλεπίδρασης με τον οργανισμό ITER και την παροχή συνεισφορών για λογαριασμό του συμβαλλόμενου μέρους. Ο εγχώριος οργανισμός της Ευρατόμ είναι η «Ευρωπαϊκή κοινή επιχείρηση για τον ITER και την ανάπτυξη της ενέργειας από τη σύντηξη» [κοινή επιχείρηση «Σύντηξη για ενέργεια» (στο εξής: F4E)], η οποία ιδρύθηκε με την απόφαση 2007/198/Ευρατόμ του Συμβουλίου³ τον Μάρτιο του 2007. Η απόφαση καθορίζει τα καθήκοντα της F4E ως εξής:

- παροχή της συνεισφοράς της Ευρατόμ στον οργανισμό ITER⁴,
- παροχή της συνεισφοράς της Ευρατόμ στις δραστηριότητες ευρύτερης θεώρησης με την Ιαπωνία⁵,
- προετοιμασία και συντονισμός για την προπαρασκευή της κατασκευής αντιδραστήρα επίδειξης της σύντηξης (DEMO) και σχετικών εγκαταστάσεων.

Επί του παρόντος, μέλη της F4E είναι η Ευρατόμ (εκπροσωπούμενη από την Επιτροπή), τα κράτη μέλη της ΕΕ που αποτελούν μέλη της Ευρατόμ⁶ και η Ελβετία. Τρίτες χώρες μπορούν να γίνουν μέλη της F4E υπό τις προϋποθέσεις που καθορίζονται στην απόφαση 2007/198/Ευρατόμ του Συμβουλίου για την ίδρυση της F4E. Ο προϋπολογισμός της F4E χρηματοδοτείται κατά 80 % από τον προϋπολογισμό της ΕΕ. Η Γαλλία, ως χώρα φιλοξενίας του ITER, παρέχει σχεδόν το 20 % της χρηματοδότησης. Το υπόλοιπο καλύπτεται από τις συνδρομές άλλων μελών της F4E.

Η απόφαση (Ευρατόμ) 2021/281⁷ του Συμβουλίου για την τροποποίηση της απόφασης 2007/198/Ευρατόμ του Συμβουλίου υποχρεώνει την Επιτροπή να διενεργήσει ενδιάμεση αξιολόγηση εφαρμογής της απόφασης. Η Επιτροπή εκπόνησε την παρούσα ενδιάμεση

¹ Η Ευρατόμ (Ευρωπαϊκή Κοινότητα Ατομικής Ενέργειας) αποτελεί μια νομικά διακριτή οντότητα από την ΕΕ αλλά με την ίδια ιδιότητα μέλους.

² Ο ITER αποτελεί ένα έργο επιστημονικής συνεργασίας σε διεθνές επίπεδο που αποσκοπεί στην επίδειξη της επιστημονικής και τεχνολογικής σκοπιμότητας της ενέργειας σύντηξης για ειρηνικούς σκοπούς.

³ [2007/198/Ευρατόμ: απόφαση του Συμβουλίου, της 27ης Μαρτίου 2007, περί ιδρύσεως της ευρωπαϊκής κοινής επιχείρησης για τον ITER και την ανάπτυξη της πυρηνικής σύντηξης και περί παραχωρήσεως προνομίων σε αυτήν.](#)

⁴ Κατά τη φάση κατασκευής, η συνεισφορά της Ευρατόμ αντιστοιχεί περίπου στο 45 % του κόστους κατασκευής του ITER. Το μερίδιο κάθε λοιπού μέλους του ITER ανέρχεται σε περίπου 9 %.

⁵ Παράλληλα με τη συμφωνία ITER, η Ευρατόμ συνήψε χωριστή διμερή συμφωνία με την Ιαπωνία (στο εξής: συμφωνία ευρύτερης θεώρησης) για την περαιτέρω διευκόλυνση και τον συντονισμό των σχετικών με τη σύντηξη δραστηριοτήτων με την Ιαπωνία.

⁶ Μεταξύ αυτών περιλαμβάνεται το Ηνωμένο Βασίλειο έως την έναρξη ισχύος της συμφωνίας αποχώρησης (31 Ιανουαρίου 2020).

⁷ [Απόφαση \(ΕΕ, Ευρατόμ\) 2021/281 του Συμβουλίου, της 22ας Φεβρουαρίου 2021,](#) για την τροποποίηση της απόφασης 2007/198/Ευρατόμ για την ίδρυση της ευρωπαϊκής κοινής επιχείρησης για τον ITER και την ανάπτυξη της πυρηνικής σύντηξης και περί παραχωρήσεως προνομίων σε αυτήν (βλ. ειδικότερα άρθρο 5γ).

αξιολόγηση με την υποστήριξη εξωτερικού αναδόχου⁸ για την αξιολόγηση της συμμετοχής της Ευρατόμ στον ITER μέσω της F4E σύμφωνα με τις αρχές για τη βελτίωση της νομοθεσίας. Σκοπός της αξιολόγησης είναι:

1. Η ενημέρωση σχετικά με την κατάσταση του «προγράμματος ITER».
2. Η παροχή στοιχείων για τη βελτίωση του προγράμματος ITER της Ευρατόμ και της λειτουργίας της F4E κατά την περίοδο 2025-2027.

Η αξιολόγηση επικεντρώνεται κυρίως στην ευρωπαϊκή συμμετοχή στο έργο ITER μέσω της κοινής επιχείρησης «Σύντηξη για ενέργεια» κατά το πρώτο μέρος του τρέχοντος πολυετούς δημοσιονομικού πλαισίου (στο εξής: ΠΔΠ), δηλαδή την περίοδο 2021-2024.

Εξετάζονται οι επιδόσεις του έργου ITER και της F4E σε σχέση με την εγκριθείσα βάση αναφοράς του έργου ITER (στην οποία καθορίζονται το αντικείμενο, το χρονοδιάγραμμα και ο προϋπολογισμός) για την εν λόγω περίοδο (βάση αναφοράς 2016) και σε σχέση με τα έγγραφα σχεδιασμού της F4E που προέκυψαν βάσει αυτής⁹. Τον Ιούνιο του 2024 ο οργανισμός ITER παρουσίασε μια νέα βάση αναφοράς κατόπιν αιτήματος του Συμβουλίου του ITER και, ως εκ τούτου, η εφαρμογή της δεν εμπίπτει στο αντικείμενο της παρούσας αξιολόγησης.

II. ΠΟΙΑ ΗΤΑΝ ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΠΙΤΕΥΧΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΤΟ ΕΡΓΟ ITER ΜΕΣΩ ΤΗΣ F4E ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΥΠΟ ΕΞΕΤΑΣΗ ΠΕΡΙΟΔΟ;

α) Συνοπτική επισκόπηση των επιδόσεων της F4E

Στο πλαίσιο της αξιολόγησης της συμμετοχής της Ευρατόμ στο έργο ITER μέσω της F4E, όπως απαιτείται από την απόφαση (Ευρατόμ) 2021/281 του Συμβουλίου, εξετάζεται η πρόοδος που κατόρθωσε να σημειώσει η F4E όσον αφορά τους τρεις στρατηγικούς στόχους που ορίζονται στην εν λόγω απόφαση. Σε έρευνα που διενεργήθηκε το 2024, τα μέλη του διοικητικού συμβουλίου της F4E προέβησαν σε συνολική θετική αξιολόγηση των επιδόσεων της F4E. Στο ερώτημα «σε ποιον βαθμό επιτεύχθηκαν οι αρχικοί στόχοι της F4E;», οι περισσότεροι έκριναν ότι η F4E εκπλήρωσε τους οικείους στόχους και τις δραστηριότητες που ορίζονται στο καταστατικό της (σύμφωνα με τα άρθρα 2 και 3 του παραρτήματος της απόφασης 2007/198/Ευρατόμ του Συμβουλίου)¹⁰.

Για μια διεξοδικότερη αξιολόγηση των επιδόσεων της F4E πρέπει να γίνει διάκριση μεταξύ των διαφόρων τομέων των δραστηριοτήτων της F4E, όπως παρουσιάζεται κατωτέρω.

⁸ Η Επιτροπή δημοσίευσε την έκθεση του αναδόχου που επιλέχθηκε με σκοπό την υποβολή εξωτερικών παρατηρήσεων για την ενδιάμεση αξιολόγηση: 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.

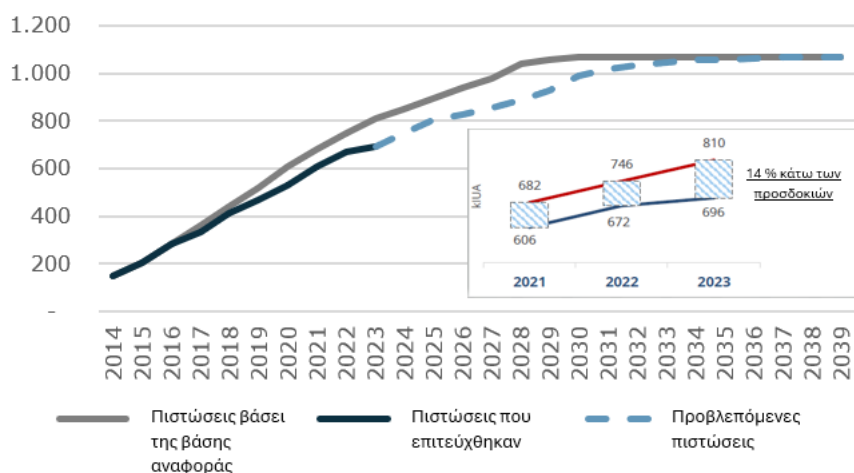
⁹ Μετά την έγκριση της βάσης αναφοράς του 2016, η F4E καθόρισε νέο χρονοδιάγραμμα και υπολόγισε εκ νέου το σχετικό εκτιμώμενο κόστος κατά την ολοκλήρωση για τη συνεισφορά της στη φάση κατασκευής του έργου έως την επίτευξη του ορόσημου για την πρώτη παραγωγή πλάσματος που προβλέπεται να πραγματοποιηθεί το 2025. Το εκτιμώμενο κόστος κατά την ολοκλήρωση συνδυάζει το παρελθοντικό πραγματικό κόστος και το μελλοντικό εκτιμώμενο κόστος (συμπεριλαμβανομένων των πιθανών επιπτώσεων των μελλοντικών κινδύνων) για την εκπλήρωση των αρμοδιοτήτων της F4E όσον αφορά τον ITER έως το τέλος του 2035.

¹⁰ Τα αριθμητικά στοιχεία παρατίθενται στην υποστηρικτική μελέτη που είναι διαθέσιμη στη διεύθυνση: https://op.europa.eu/el/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. βλ. σελίδα 329 —ερώτημα 1— άθροισμα των απαντήσεων «σε μεγάλο βαθμό» και «σε ορισμένο βαθμό».

Για τον ITER: Κατά την εξεταζόμενη περίοδο, η F4E παρέδωσε σημαντικό μέρος των αναμενόμενων συνεισφορών της στον ITER. Υπέγραψε 24 σημαντικές συμβάσεις τεχνικών έργων και κατασκευής που αντιπροσωπεύουν συνολικό δεσμευμένο ποσό ύψους 3 δισ. EUR¹¹. Η F4E έχει παραδώσει σημαντικό μέρος των κτιρίων στην τοποθεσία του ITER στη Γαλλία και τα ευρωπαϊκά τμήματα του συστήματος μαγνητών του ITER (το οποίο είναι το μεγαλύτερο και πιο ολοκληρωμένο σύστημα υπεραγωγίων μαγνητών που έχει κατασκευαστεί ποτέ). Τον Οκτώβριο του 2024 αυτά τα σημαντικά επιτεύγματα συνοδεύτηκαν περαιτέρω από την παράδοση του πρώτου ευρωπαϊκού τομέα του δοχείου κενού¹², με τους λοιπούς τομείς να ακολουθούν έως τα μέσα του 2026.

Παρά την αδιαμφισβήτητη σημασία των επιτευγμάτων αυτών, η πρόοδος δεν συμβάδιζε πάντα με τη βάση αναφοράς του 2016. Έως το τέλος του 2023 τα αποτελέσματα όσον αφορά την εκτέλεση του προϋπολογισμού και την επίτευξη των βασικών οροσήμων που είχαν καθοριστεί από το Συμβούλιο του ITER και το διοικητικό συμβούλιο της F4E ήταν κατώτερα των προσδοκιών: η F4E είχε συγκεντρώσει το 65 % των οικείων πιστώσεων ITER¹³, ποσοστό κατά 14 εκατοστιαίες μονάδες χαμηλότερο από το προβλεπόμενο στη βάση αναφοράς του 2016. Η επίτευξη των οροσήμων, τα οποία καθορίζονται στο πλαίσιο της διακυβέρνησης του οργανισμού ITER (στο εξής: ορόσημα του Συμβουλίου του ITER) και της F4E (στο εξής: ορόσημα του διοικητικού συμβουλίου) για την παρακολούθηση της πρόοδου του έργου ITER, έχει καθυστερήσει επίσης κατά 32 μήνες κατά μέσο όρο σε σύγκριση με τη βάση αναφοράς του 2016.

Σχήμα 1. Πιστώσεις ITER σε σύγκριση με τη βάση αναφοράς του 2016 σε κIUA¹⁴



¹¹ <https://www.youtube.com/watch?v=gTc83Ql8djA&t=31s> (Κατασκευή του ITER, Οκτώβριος 2024).

<https://www.youtube.com/watch?v=NRaFSpd7cwA&t=31s> (Κατασκευή του ITER, Οκτώβριος 2023).

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

¹³ Οι πιστώσεις ITER είναι οι μονάδες που χρησιμοποιούνται για τον ITER προκειμένου να καθοριστεί η αξία των κατασκευαστικών στοιχείων σε είδος τα οποία πρέπει να παραδώσουν οι εγχώριοι οργανισμοί και έχουν συμφωνήσει να το πράξουν στο πλαίσιο των διακανονισμών προμηθειών. Καθεμία από αυτές αντιπροσωπεύει συγκεκριμένες εργασίες που πρέπει να εκτελεστούν και να παραδοθούν από τους εγχώριους οργανισμούς στον οργανισμό ITER. Για κάθε διακανονισμό προμηθειών ορίζονται συγκεκριμένα ορόσημα μεταξύ του οργανισμού ITER και του εκάστοτε εγχώριου οργανισμού τα οποία χρησιμοποιούνται για να παρακολουθείται η πρόοδος της εκτέλεσης του διακανονισμού προμηθειών. Η επίτευξη κάθε οροσήμου αντιστοιχεί σε συγκεκριμένη αποδόσμευση πιστώσεων εκφρασμένων σε λογιστικές μονάδες ITER (στο εξής: IUA). Παρόμοιο σύστημα υπάρχει για το πρόγραμμα ευρύτερης θεώρησης, λογιστική μονάδα του οποίου είναι το BAUA.

¹⁴ Μονάδες που χρησιμοποιούνται για τον ITER ή τα προγράμματα ευρύτερης θεώρησης. Για το έργο ITER, οι συνεισφορές σε είδος στον οργανισμό ITER οργανώνονται μέσω διακανονισμών προμηθειών που αντιπροσωπεύουν συγκεκριμένες εργασίες οι οποίες πρέπει να εκτελεστούν και να παραδοθούν στον οργανισμό

Η αρμόδια για τον προϋπολογισμό αρχή της ΕΕ προέβλεψε στα έγγραφα του ΠΔΠ τη διάθεση ποσού **5,6 δις. EUR** για τη χρηματοδότηση της F4E κατά την περίοδο 2021-2027. Η βραδύτερη εκτέλεση του έργου οδήγησε σε σημαντική υστέρηση στην εκτέλεση των πιστώσεων, με συνέπεια να συσσωρευτούν αχρησιμοποίητες πιστώσεις στην F4E κατά την περίοδο 2021-2024. Το διοικητικό συμβούλιο και η Επιτροπή ενήργησαν για να προσαρμόσουν τους ετήσιους προϋπολογισμούς της F4E ανάλογα με τις ανάγκες της. Με βάση την αρχή της χρηστής δημοσιονομικής διαχείρισης των πόρων της ΕΕ, επιστράφηκε ποσό ύψους **1 δις. EUR από τα 5,6 δις. EUR** στον γενικό προϋπολογισμό της ΕΕ στο πλαίσιο του τρέχοντος ΠΔΠ για την ευθυγράμμιση των ετήσιων δημοσιονομικών αποφάσεων σχετικά με τις πιστώσεις ανάληψης υποχρεώσεων με τις πραγματικές ανάγκες του έργου.

Πίνακας 1. Δεσμεύσεις της Ευρατόμ για τον ITER στα πολυετή δημοσιονομικά πλαίσια

	2007-2013	2014-2020	2021-2027
Ευρωπαϊκές συνεισφορές υπό μορφή πιστώσεων ανάληψης υποχρεώσεων (εκατ. EUR)	3 273	2 915	4 562

Για την ευρύτερη θεώρηση: Το πρόγραμμα ευρύτερης θεώρησης συνίσταται σε τρία μεγάλα έργα: i) στο πρόγραμμα δορυφορικού αντιδραστήρα Tokamak (JT-60SA)¹⁵, ii) στις δραστηριότητες τεχνολογικής επικύρωσης και κατασκευαστικής μελέτης για τη διεθνή εγκατάσταση ακτινοβολήσης υλικών σύντηξης (IFMIF/EVEDA) και iii) στο Διεθνές Ερευνητικό Κέντρο Ενέργειας Σύντηξης (IFERC)¹⁶. Η F4E έχει παραδώσει τις συνολικές συνεισφορές της Ευρατόμ στις δραστηριότητες της ευρύτερης θεώρησης με βάση το συμφωνηθέν χρονοδιάγραμμα. Κατά την περίοδο 2021-2023 η Ευρατόμ, μέσω της F4E, διέθεσε 72 εκατ. EUR για τις δραστηριότητες ευρύτερης θεώρησης. Στα σημαντικά επιτεύγματα της περιόδου αξιολόγησης περιλαμβάνονται τα εγκαίνια του JT-60 SA στο τέλος του 2023. Μετά τα εν λόγω εγκαίνια ακολούθησε μια περίοδος συντήρησης και επισκευών, ενώ θα επανέλθει σύντομα σε λειτουργία με την έναρξη των πρώτων πειραματικών εκστρατειών. Το JT-60SA αποτελεί επί του παρόντος τη μεγαλύτερη και πιο προηγμένη ερευνητική διάταξη σύντηξης σε λειτουργία παγκοσμίως και οι επιδόσεις του θα παράσχουν κρίσιμες πληροφορίες για την κατασκευή και τη λειτουργία του ITER.

Για να μεγιστοποιηθεί η απόδοση των επενδύσεων της ΕΕ —και να διασφαλιστεί ότι η Ευρώπη παραμένει στην πρώτη γραμμή του παγκόσμιου αγώνα δρόμου ώστε η σύντηξη να καταστεί βιώσιμη πηγή ενέργειας— είναι σημαντικό οι Ευρωπαίοι επιστήμονες να αξιοποιήσουν την προνομιακή ευκαιρία πρόσβασης στο JT-60SA, με τη συμμετοχή τους στις δραστηριότητες λειτουργίας και εκμετάλλευσης και την άντληση διδαγμάτων από αυτές.

Για τον DEMO: Επενδύθηκαν περιορισμένοι πόροι από την F4E για την προπαρασκευή της κατασκευής του αντιδραστήρα DEMO, κι αυτό συνέβη κυρίως επειδή απαιτήθηκαν περισσότεροι πόροι από την F4E για την αντιμετώπιση των καθυστερήσεων και των προκλήσεων που ανέκυψαν κατά την υλοποίηση του ITER. Σύμφωνα με την απόφαση 2007/198/Ευρατόμ του Συμβουλίου, σκοπός της F4E είναι η «εκπόνηση και συντονισμός προγράμματος δραστηριοτήτων για την προπαρασκευή της κατασκευής αντιδραστήρα

ITER. Κατά την ανάπτυξη διακανονισμών προμηθειών από τον οργανισμό ITER, τα ορόσημα που συμφωνούνται για την παρακολούθηση της εκτέλεσης του έργου αντιστοιχούν σε συγκεκριμένη αποδέσμευση πιστώσεων εκφρασμένων σε λογιστικές μονάδες ITER (IUA).

¹⁵ Κατασκευή και λειτουργία της ισχυρότερης μηχανής σύντηξης στον κόσμο, του JT-60SA, μέχρι την ολοκλήρωση της κατασκευής του ITER.

¹⁶ Έργο που υλοποιεί διάφορα υποέργα στον τομέα της επιστήμης της σύντηξης με τη χρήση υπερυπολογιστικού εξοπλισμού.

επίδειξης της σύντηξης (DEMO)». Επίσης, από τις συνολικές καθυστερήσεις που σημειώθηκαν στον ITER συνάγεται ότι οι βασικές τεχνολογίες σύντηξης έχουν φθάσει σε χαμηλότερο επίπεδο ωριμότητας σε σχέση με αυτό που θα απαιτούνταν για τις βιομηχανικές δραστηριότητες στο πλαίσιο της προετοιμασίας για τον DEMO. Ως εκ τούτου, οι κύριοι δίαυλοι μέσω των οποίων η F4E συμμετείχε στις δραστηριότητες του DEMO ήταν συγκεκριμένα έργα στο πλαίσιο της συμφωνίας ευρύτερης θεώρησης και συνεργασιών με την EUROfusion, η οποία διαχειρίζεται τις ευρωπαϊκές δραστηριότητες έρευνας στον τομέα της σύντηξης που χρηματοδοτούνται μέσω του προγράμματος έρευνας και κατάρτισης της Ευρατόμ.

β) Ανάλυση των υπερβάσεων κόστους και των καθυστερήσεων στην κατασκευή του ITER

Κατά την εξεταζόμενη περίοδο σημειώθηκαν σημαντικές καθυστερήσεις και υπερβάσεις κόστους του έργου ITER, κυρίως για τους εξής λόγους:

- i) **Έγκριση μιας υπερβολικά φιλόδοξης βάσης αναφοράς του 2016 από το Συμβούλιο του ITER.** Η βάση αναφοράς του 2016 είχε ως γνώμονα το βέλτιστο τεχνικά εφικτό χρονοδιάγραμμα και απέκλειε κάθε είδους απρόβλεπτο συμβάν (όσον αφορά το χρονοδιάγραμμα και το κόστος), πράγμα που στέρησε από το έργο την απαιτούμενη ευελιξία για την αντιμετώπιση ζητημάτων που συνδέονται με τον πρωτοποριακό χαρακτήρα του και πρόσθεσε έναν βαθμό δυσκολίας στη συνολική διαχείρισή του.
- ii) **Ετοιμότητα σχεδιασμού και πρωτοποριακός χαρακτήρας:** Σημειώθηκαν σημαντικές υπερβάσεις κόστους του προγράμματος λόγω των πολυάριθμων αλλαγών στον σχεδιασμό και, ενίοτε, λόγω αδικαιολόγητα πολύπλοκων τεχνικών απαιτήσεων. Αυτές οι επανειλημμένες αλλαγές (ιδίως όσον αφορά τα κτίρια) είχαν ως αποτέλεσμα την υποβολή αξιώσεων από τους αναδόχους της F4E και συνέβαλαν στην αύξηση του κόστους. Παρουσιάστηκαν επίσης τεχνικές προκλήσεις όσον αφορά αρκετά κατασκευαστικά στοιχεία τα οποία έπρεπε να παραδοθούν από την F4E, προκλήσεις συχνά υποτιμημένες από τον οργανισμό ITER και την F4E, με αποτέλεσμα να χρειάζεται μεγαλύτερο χρονικό διάστημα για την κατασκευή τους από ό,τι είχε συμφωνηθεί ή από ό,τι αναμενόταν. Το εκτιμώμενο κόστος κατά την ολοκλήρωση¹⁷ για την F4E αυξήθηκε κατά 1 205 εκατ. EUR μεταξύ του Σεπτεμβρίου του 2020 και του Δεκεμβρίου του 2024.
- iii) **Ζητήματα ποιότητας.** Το 2022 ο οργανισμός ITER εντόπισε προβλήματα ποιότητας σε βασικά κατασκευαστικά στοιχεία (σε τομείς των δοχείων κενού και στις θερμικές ασπίδες του κρυοστάτη) που παραδόθηκαν στην εγκατάσταση¹⁸. Τα εν λόγω κατασκευαστικά στοιχεία έπρεπε να επισκευαστούν. Χρειάστηκαν δύο έτη για την εκτέλεση των επισκευών. Ο οργανισμός ITER βελτιστοποίησε τις εργασίες συναρμολόγησης της μηχανής προκειμένου να μετριαστούν οι επιπτώσεις των επισκευών στο συνολικό χρονοδιάγραμμα του έργου.

¹⁷ Το εκτιμώμενο κόστος κατά την ολοκλήρωση συνδυάζει το παρελθοντικό πραγματικό κόστος και το μελλοντικό εκτιμώμενο κόστος (συμπεριλαμβανομένων των πιθανών επιπτώσεων των μελλοντικών κινδύνων) για την εκπλήρωση των αρμοδιοτήτων της F4E όσον αφορά τον ITER έως το τέλος του 2035.

¹⁸ Πρώτον, διάφορες θερμικές ασπίδες, σχεδιασμένες για να διατηρούν σε χαμηλή θερμοκρασία το υγρό ήλιο που χρησιμοποιείται ως ψυκτικό μέσο του ITER και να προστατεύουν τα τοιχώματα της μηχανής, υπέστησαν διάβρωση και εμφάνισαν ρωγμές λόγω του τρόπου αλληλεπίδρασης μεταξύ των συγκολλήσεων και του οξέος που χρησιμοποιήθηκε για την έκλυση του μετάλλου. Δεύτερον, διαπιστώθηκε ότι ορισμένα κατασκευαστικά στοιχεία του δοχείου κενού, τα οποία σχεδιάζονται για να εφαρμόζουν με απόλυτη ακρίβεια, δεν διέθεταν την απαιτούμενη κατασκευαστική ακρίβεια. [Πηγή: F4E (2023). Ένοποιημένη ετήσια έκθεση δραστηριοτήτων για το 2022].

- iv) **Πανδημία COVID-19 και οι συνέπειες του πολέμου στην Ουκρανία.** Η κρίση λόγω της COVID-19 προκάλεσε περαιτέρω καθυστερήσεις. Η πανδημία της COVID-19 ευθυνόταν για τις περισσότερες καθυστερήσεις που σημειώθηκαν το 2020 και το 2021. Οι περιορισμοί που επιβλήθηκαν κατά τη διάρκεια της πανδημίας στην κυκλοφορία, στα ταξίδια και στην παρουσία στην εργασία επιβράδυναν την παραγωγή, τη μεταφορά και την εγκατάσταση κρίσιμων κατασκευαστικών στοιχείων. Το κόστος παραγωγής αυξήθηκε σημαντικά για όλα τα ενωσιακά κατασκευαστικά στοιχεία λόγω των πληθωριστικών πιέσεων που προκλήθηκαν από την πανδημία της COVID-19 και από τα γεωπολιτικά γεγονότα που ακολούθησαν, ιδίως από την εισβολή της Ρωσίας στην Ουκρανία. Τα γεγονότα αυτά οδήγησαν σε αύξηση των τιμών των πρώτων υλών, όπως ο χάλυβας, οι οποίες αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της κατασκευής των κατασκευαστικών στοιχείων του ITER.
- v) **Κανονιστικές προκλήσεις.** Η τεχνική τεκμηρίωση και οι απαντήσεις που δόθηκαν από τον οργανισμό ITER σχετικά με διάφορα ζητήματα αδειοδότησης (όπως η ολοκληρωμένη νετρονική ροή, οι χάρτες ακτινοβολίας, οι σεισμικοί υπολογισμοί και η συγκόλληση του δοχείου κενού) δεν ήταν αρκετά ώριμες κατά τον χρόνο της αρχικής υποβολής τους στη γαλλική αρχή για την πυρηνική ασφάλεια — η οποία επί του παρόντος αναφέρεται ως αρχή πυρηνικής ασφάλειας και ακτινοπροστασίας (στο εξής: ASNR). Κατά συνέπεια, τον Ιανουάριο του 2022 η ASNR ενημέρωσε τον οργανισμό ITER ότι δεν θα προβεί σε άρση του σημείου ελέγχου για τη συναρμολόγηση του αντιδραστήρα Tokamak, ενός βασικού κανονιστικού οροσήμου, κατά τον χρόνο που είχε προβλεφθεί από τον οργανισμό ITER. Το αποτέλεσμα ήταν να ανασταλούν όλες οι «μη αναστρέψιμες» δραστηριότητες συναρμολόγησης¹⁹ έως ότου ο οργανισμός ITER παράσχει επαρκείς πληροφορίες ώστε η ASNR να προβεί στην επανεξέταση των εν λόγω φακέλων αδειοδότησης.

Μολονότι κατά την περίοδο της ενδιάμεσης αξιολόγησης δεν ήταν σε θέση να τηρήσει τις δεσμεύσεις της από το ένα έτος στο άλλο, η F4E βελτίωσε προσφάτως την προετοιμασία και την εκτέλεση των προγραμμάτων εργασίας της. Πριν από το 2023 το ποσοστό ολοκλήρωσης των οροσήμων της F4E κυμαινόταν μεταξύ 50-60 %, στοιχείο που αντικατοπτρίζει την έλλειψη αξιοπιστίας των δικών της προβλέψεων, με αποτέλεσμα να προκαλείται συσσώρευση καθυστερήσεων κάθε έτος. Το 2024 η F4E ανέφερε σημαντική βελτίωση, με ποσοστό επίτευξης οροσήμων της τάξης του 84 %.

III. ΜΕΤΡΑ ΠΟΥ ΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΙ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ITER

Στο επίπεδο του οργανισμού ITER: Από την ανάληψη των καθηκόντων του τον Σεπτέμβριο του 2022, ο νέος γενικός διευθυντής του οργανισμού ITER εργάστηκε για τον επανακαθορισμό της βάσης αναφοράς του έργου και προέβη σε σειρά διαχειριστικών μεταρρυθμίσεων, ώστε το έργο να επανέλθει σε ομαλή πορεία. Ειδικότερα, ο γενικός διευθυντής του οργανισμού ITER προέβη σε ριζικές αλλαγές σε θέματα οργάνωσης, υιοθετώντας δομή έργων τύπου πλέγματος και εξορθολογίζοντας τη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Επιπλέον, κατάργησε ένα επίπεδο διοίκησης και αναδιοργάνωσε πλήρως την ομάδα διοίκησης, εισάγοντας σταδιακά ένα

¹⁹ Οι μη αναστρέψιμες δραστηριότητες περιλαμβάνουν, για παράδειγμα, τη συγκόλληση των τομέων του δοχείου κενού.

σύστημα εκχώρησης αρμοδιοτήτων²⁰. Ο οργανισμός ITER προσδιόρισε επίσης τρόπους επισκευής των βασικών κατασκευαστικών στοιχείων που παρέχονται από ορισμένα μέλη (τομείς των δοχείων κενού και θερμικές ασπίδες) και βελτίωσε την αλληλεπίδραση με τη γαλλική ρυθμιστική αρχή για την πυρηνική ασφάλεια (ASNR). Μολονότι εξακολουθούν να υπάρχουν πολλές προκλήσεις, το 2024 το Συμβούλιο του ITER αναγνώρισε ότι καταγράφηκε αξιοσημείωτη βελτίωση²¹.

Στο επίπεδο της F4E: Η F4E αναδιοργανώθηκε εκ βάθρων για την εφαρμογή των μεταρρυθμίσεων που κρίθηκαν αναγκαίες από το διοικητικό συμβούλιο της F4E έπειτα από ένα περιστατικό αυτοκτονίας, το οποίο συνέβη τον Μάιο του 2021 και οδήγησε σε απεργία του προσωπικού της F4E. Τα γεγονότα αυτά αποκάλυψαν μια νοοτροπία υπερεντατικών και στρεσογόνων ρυθμών εργασίας, με απαράδεκτες πρακτικές διοίκησης. Το αποτέλεσμα ήταν η παύση του διευθυντή της F4E τον Ιούνιο του 2022. Ελήφθησαν τα αναγκαία μέτρα για τη διασφάλιση της ψυχολογικής ευημερίας όλων των μελών του προσωπικού και τη βελτίωση της κατανομής του φόρτου εργασίας στο εσωτερικό του οργανισμού.

Τον Μάιο του 2023 προσλήφθηκε νέος διευθυντής, ο οποίος έλαβε την εντολή i) να διασφαλίσει τη στενότερη ενοποίηση μεταξύ F4E και οργανισμού ITER· ii) να δημιουργήσει έναν σύγχρονο, ποικιλόμορφο και ευέλικτο οργανισμό· iii) να επισπεύσει την παράδοση της ευρωπαϊκής συνεισφοράς στον ITER σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα, τον προϋπολογισμό και την ποιότητα που έχουν συμφωνηθεί· iv) να συνεργαστεί με το διοικητικό συμβούλιο και να ενεργεί με διαφάνεια· v) να εφαρμόσει χρηστή δημοσιονομική διαχείριση και να βελτιώσει την κατάρτιση του προϋπολογισμού και την υποβολή εκθέσεων· και vi) να ανανεώσει τόσο τη συνεργασία με τους επιστημονικούς και βιομηχανικούς συμφεροντούχους όσο και τη μακροπρόθεσμη προοπτική της F4E. Την 1η Ιουλίου 2024 άρχισε να εφαρμόζεται στην F4E ένα νέο οργανόγραμμα τύπου πλέγματος για τον εξορθολογισμό της διαχείρισής της και τη βελτίωση της αλληλεπίδρασης με τον οργανισμό ITER.

Η Επιτροπή ανέλαβε ηγετικό ρόλο στα θέματα διακυβέρνησης της F4E για να διασφαλίσει, αφενός, ότι η διοίκηση της F4E θα θέσει σε εφαρμογή τα επείγοντα μέτρα που ζητήθηκαν από το διοικητικό συμβούλιο για τη διατήρηση της ευεξίας του προσωπικού και για την επιλογή του νέου διευθυντή και, αφετέρου, ότι η F4E θα επικεντρωθεί στη βασική αποστολή της και θα παραδώσει τα βασικά κατασκευαστικά στοιχεία στον ITER, για παράδειγμα τους τομείς των δοχείων κενού. Οι υπηρεσίες της Επιτροπής που εκπροσωπούν την Ευρατόμ στο πλαίσιο της διακυβέρνησης της F4E αναθεώρησαν την οικεία στρατηγική εποπτείας για να ενισχύσουν ιδίως i) την παρακολούθηση της προόδου των κρίσιμων έργων και των στόχων επιδόσεων, ii) τον προσδιορισμό του κινδύνου και των μέτρων μετριασμού και iii) τη διαφύλαξη των συμφερόντων της ΕΕ όσον αφορά τον τρόπο με τον οποίο η F4E υλοποιεί την αποστολή της.

Ενοποίηση οργανισμού ITER και F4E: Ο οργανισμός ITER προσδιόρισε ως τομέα βελτίωσης της αποδοτικότητας του έργου την ενοποίηση των δραστηριοτήτων του με εκείνες των εγχώριων οργανισμών. Ως εκ τούτου, ο οργανισμός ITER και η F4E διερεύνησαν τρόπους για την καλύτερη ενοποίηση των δραστηριοτήτων τους και για την αξιοποίηση των δυνατικών συνεργειών και της συμπληρωματικότητας μεταξύ των δύο οργανισμών. Από τον Σεπτέμβριο του 2023 η F4E και ο οργανισμός ITER έχουν κάνει σημαντικές προσπάθειες για τον προσδιορισμό των πλέον συναφών δραστηριοτήτων και λειτουργιών που πρέπει να ενοποιηθούν, καθώς και για τη σύσταση ολοκληρωμένων ομάδων που ανταλλάσσουν χρονοδιαγράμματα, εργαλεία (τεχνολογία πληροφοριών, βάσεις δεδομένων, δείκτες) και

²⁰ Πηγή: IC-32/10. Επιστολή του γενικού διευθυντή [DG/2023/OUT/0114 (94EGSL)] — παράγραφος «αναδιοργάνωση».

²¹ Πρακτικά της τριακοστής πέμπτης συνεδρίασης του Συμβουλίου του ITER (IC-35), Νοέμβριος 2024.

πληροφορίες μεσοπρόθεσμα και εργάζονται αποτελεσματικότερα για την επίτευξη κοινών στόχων.

Τα αναμενόμενα αποτελέσματα της ενοποίησης είναι η βελτίωση της αποδοτικότητας και η δυναμική εξοικονόμηση, καθώς ο οργανισμός ITER και η F4E θα μπορούσαν να προσδιορίσουν από κοινού δυνατότητες βελτιστοποίησης του τρόπου σχεδιασμού, προμήθειας και παράδοσης των κατασκευαστικών στοιχείων. Αυτό θα έχει ιδιαίτερη σημασία για τον έγκαιρο σχεδιασμό κατασκευαστικών στοιχείων και συστημάτων [εγκατάσταση κυψελών ραδιενέργειας (Hot Cells), διαγνωστικά μέσα, λύσεις θέρμανσης, εντός δοχείου] τα οποία δεν έχουν ακόμη παραδοθεί από την F4E. Επιπλέον, η ενοποίηση προσφέρει νέες προοπτικές σταδιοδρομίας για το προσωπικό της F4E και θα καταστήσει δυνατή τη διατήρηση ειδικευμένου προσωπικού, ακόμη και μετά την παράδοση των κατασκευαστικών στοιχείων. Οι όροι απόσπασης του προσωπικού της F4E στον οργανισμό ITER (τα καταστατικά του προσωπικού του οργανισμού ITER και της F4E διαφέρουν) διευκρινίστηκαν σε διοικητική συμφωνία που υπεγράφη το 2024.

Αναθεώρηση της βάσης αναφοράς: Τον Ιούνιο του 2024 ο οργανισμός ITER παρουσίασε αναθεώρηση της βάσης αναφοράς του έργου (αντικείμενο, χρονοδιάγραμμα και κόστος), με στόχο τον μετριασμό των βασικών κινδύνων συναρμολόγησης και θέσης σε λειτουργία, τον καθορισμό έκτακτων υποχρεώσεων σε επίπεδο χρονοδιαγράμματος και κόστους, ενσωματώνοντας παράλληλα τα διδάγματα που αντλήθηκαν από προηγούμενες πρωτοποριακές δραστηριότητες. Το νέο χρονοδιάγραμμα εισήγαγε σημαντικές αλλαγές στην αλληλουχία των εργασιών συναρμολόγησης της μηχανής ITER. Ως εκ τούτου, το αναθεωρημένο χρονοδιάγραμμα προβλέπει πλέον την «έναρξη των ερευνητικών δραστηριοτήτων», με την πρώτη πυρηνική δραστηριότητα δευτερίου-δευτερίου να προβλέπεται για το 2035, χωρίς να αντιμετωπίζει καθυστερήσεις σε σύγκριση με το προηγούμενο χρονοδιάγραμμα. Η έναρξη της παραγωγής ενέργειας από σύντηξη κατά τη φάση δευτερίου-τριτίου αναμένεται πλέον το 2039. Αυτή η νέα βάση αναφοράς υποστηρίζεται από μια σταδιακή προσέγγιση αδειοδότησης, σύμφωνα με την οποία ο οργανισμός ITER θα διαχειρίζεται τις επιδείξεις ασφάλειας που απαιτούνται από τη γαλλική ρυθμιστική αρχή για την πυρηνική ασφάλεια (ASNR) κατά φάσεις, με βάση τις προηγούμενες φάσεις ώστε να μειωθούν οι κίνδυνοι στις επόμενες.

IV. ΠΟΙΟΣ ΗΤΑΝ Ο ΑΝΤΙΚΤΥΠΟΣ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΣΤΟΝ ITER ΜΕΣΩ ΤΗΣ F4E;

Η συμμετοχή της ΕΕ στον ITER μέσω της F4E είχε σημαντικό οικονομικό, κοινωνικό και τεχνολογικό αντίκτυπο. Από τη δημιουργία της, η F4E ανέθεσε δημόσιες συμβάσεις συνολικού ύψους 7,6 δισ. EUR και παρέιχε επιχορηγήσεις συνολικού ύψους 114 εκατ. EUR. Από τις δαπάνες αυτές ωφελήθηκε ευρύ φάσμα ευρωπαϊκών επιχειρήσεων, οι οποίες μπόρεσαν να αποδείξουν την αριστεία τους, να αναπτύξουν νέες δεξιότητες και τεχνολογίες και, ενίοτε, να εξαγάγουν την τεχνογνωσία τους²².

Από την ανάλυση μακροοικονομικών επιπτώσεων στο πλαίσιο της αξιολόγησης που καλύπτει την περίοδο 2018-2024²³ προκύπτει ότι, σε σύγκριση με μια κατάσταση κατά την οποία δεν

²² Ως παράδειγμα μεταφοράς γνώσεων, βλ. <https://www.axios.com/pro/climate-deals/2024/05/01/commonwealth-fusion-progress>.

²³ 13η ΕΤΗΣΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΚΟΙΝΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ «ΣΥΝΤΗΞΗ ΓΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ», Τελική έκθεση μελέτης, 2025.

πραγματοποιήθηκαν οι σχετικές με την F4E δαπάνες, αλλά, αντιθέτως, εξοικονομήθηκαν κονδύλια, το ποσό ύψους περίπου 5,62 δισ. EUR (σε τιμές 2024) που δαπανήθηκε από την F4E εκτιμάται ότι παρήγαγε επιπλέον ακαθάριστη προστιθέμενη αξία ύψους περίπου 5,95 δισ. EUR και στήριξε τη δημιουργία περίπου 39 000 ετών απασχόλησης.

Όσον αφορά τον αντίκτυπο σε επίπεδο επιχειρήσεων, οι εταιρείες που παρείχαν αγαθά ή υπηρεσίες στην F4E μεταξύ του 2018 και του 2024 ανέφεραν σημαντικά αποτελέσματα μάθησης, με ενίσχυση τόσο των τεχνικών όσο και των οργανωτικών ικανοτήτων. Η συνεργασία μέσω της F4E είχε ουσιαστικό αντίκτυπο σε θέματα γνώσεων και καινοτομίας. Περίπου οι μισές από τις εταιρείες που συμμετείχαν στην έρευνα ανέφεραν βελτιώσεις σε προϊόντα ή διαδικασίες, συχνά μέσω τεχνολογικής προσαρμογής, ενώ η αναφορά σε πιο προηγμένα αποτελέσματα, όπως διπλώματα ευρεσιτεχνίας, τεχνοβλαστοί ή τεχνολογίες αιχμής, αφορούσε μικρότερο σύνολο προμηθευτών.

Στο πλαίσιο της παρούσας ενδιάμεσης αξιολόγησης, σε έρευνα που διενεργήθηκε το 2024 στους αναδόχους της F4E επιβεβαιώθηκε ότι η σύναψη **συμβάσεων με την F4E είχε βελτιώσει σημαντικά την τεχνική και οργανωτική εμπειρογνωσία τους**. Οι εργασίες κατασκευής του ITER συνέβαλαν επίσης στην επιστημονική καινοτομία και στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών, όπως αποδεικνύεται από 39 συγκεκριμένες εφαρμογές²⁴. Οι εφαρμογές αυτές αποτελούν συγκεκριμένες περιπτώσεις επιτυχούς μεταφοράς τεχνογνωσίας που αποκτήθηκε μέσω συμβάσεων της F4E για βιομηχανικές δραστηριότητες είτε στον πυρηνικό τομέα είτε σε άλλους τομείς (υδρογόνου, βιομηχανίας ελαστικών, κινητών μηχανημάτων κ.λπ.). Από την άλλη πλευρά, ενώ κατέδειξαν πολυάριθμα πλεονεκτήματα όσον αφορά τη συμμετοχή στις διαδικασίες που αφορούν τον ITER (π.χ. γνώσεις, απόκτηση αξιοπιστίας, διεθνής ανάπτυξη της συνεργασίας), οι εταιρείες ανέφεραν ότι η συμμετοχή τους δεν ήταν πάντοτε συνώνυμη της κερδοφορίας και των οφελών. Είναι σημαντικό ότι αρκετοί ανάδοχοι επισήμαναν την ανάγκη **αξιοποίησης των γνώσεων που αναπτύχθηκαν και διασφάλισης της συνέχισης των έργων που είναι συμπληρωματικά προς τον ITER**. Εάν αυτό δεν συμβεί, οι εταιρείες κινδυνεύουν να χάσουν τις δεξιότητες που απέκτησαν με τις εν λόγω συμβάσεις.

Άλλες μελέτες²⁵ υπογραμμίζουν τα δευτερογενή οφέλη από τον ITER. Για παράδειγμα, η ανάπτυξη υπεραγωγίων ηλεκτρομαγνητών για τον ITER από τον όμιλο εταιρειών ASG Superconductors συνέβαλε στην προώθηση τεχνολογιών που εφαρμόζονται σε τομείς πέραν της σύντηξης²⁶, συμπεριλαμβανομένων των τομέων της ιατρικής διάγνωσης, των ημιαγωγών, των ηλεκτρονικών ειδών και της άμυνας.

Η ευρωπαϊκή συμμετοχή στον ITER κατέστησε δυνατή την ανάδειξη μιας εγχώριας αλυσίδας εφοδιασμού της ΕΕ που προσφέρει στις ευρωπαϊκές βιομηχανίες υψηλής τεχνολογίας και στις ΜΜΕ πολύτιμες ευκαιρίες να καινοτομήσουν και να αναπτύξουν «παράγωγα» προϊόντα για εκμετάλλευση σε τομείς εκτός της σύντηξης. Η F4E έχει θέσει στο επίκεντρο της βιομηχανικής πολιτικής της την ανάπτυξη και τη δημιουργία μιας ευρωπαϊκής αλυσίδας εφοδιασμού στον τομέα της πυρηνικής σύντηξης. Από πρόσφατες πρωτοβουλίες διαφαίνεται ότι ο τομέας αρχίζει να αποκτά οργανωμένη δομή στην Ευρώπη:

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

²⁵ Όπως η μελέτη που εκπονήθηκε από τις LGI και IHS Markit (2020): [Follow up study on the economic benefits of ITER and BA projects to EU industry — Publications Office of the EU \(europa.eu\)](#) (Μελέτη παρακολούθησης σχετικά με τα οικονομικά οφέλη από τον ITER και τα έργα ευρύτερης θεώρησης για τη βιομηχανία της ΕΕ — Υπηρεσία Εκδόσεων της ΕΕ).

²⁶ [Follow up study on the economic benefits of ITER and BA projects to EU industry — Publications Office of the EU](#) (Μελέτη παρακολούθησης σχετικά με τα οικονομικά οφέλη από τον ITER και τα έργα ευρύτερης θεώρησης για τη βιομηχανία της ΕΕ — Υπηρεσία Εκδόσεων της ΕΕ).

έχουν δημιουργηθεί αρκετές νεοφυείς επιχειρήσεις που έλαβαν σημαντική χρηματοδότηση²⁷. Επιπλέον, το 2024 στην Ευρώπη συστάθηκαν τρεις εμπορικές ενώσεις στον τομέα της πυρηνικής σύντηξης, με στόχο τη συσπείρωση των συμφερόντων νεοφυών επιχειρήσεων και βιομηχανιών του τομέα (Ευρωπαϊκή Ένωση Σύντηξης, Fusion Europe και Ένωση Βιομηχανιών Σύντηξης, παράρτημα ΕΕ). Πρόκειται για νέα τάση: πριν από το 2024 δεν υπήρχαν τέτοιου είδους ενώσεις στην Ευρώπη ειδικά για τη βιομηχανική πυρηνική σύντηξη, ενώ υπήρχε μόνο μία ένωση στις ΗΠΑ, η Ένωση Βιομηχανιών Σύντηξης, η οποία κατέγραφε την πρόοδο στον τομέα της σύντηξης κυρίως για τις ΗΠΑ και την Ευρώπη.

Η ευρωπαϊκή συμμετοχή στον ITER αναμένεται επίσης να συμβάλει θετικά στην επίτευξη των στόχων της ΕΕ για το κλίμα μακροπρόθεσμα. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η Επιτροπή θεωρεί ότι το 100 % των δαπανών που σχετίζονται με τον ITER για την περίοδο 2021-2027 συμβάλλει στην προσπάθεια επίτευξης των στόχων για το κλίμα στο πλαίσιο του προϋπολογισμού της ΕΕ. Τα χρηματικά ποσά που δαπανώνται για την ευρωπαϊκή συμμετοχή στον ITER αναμένεται να συμβάλουν στην επίτευξη των μακροπρόθεσμων στόχων της Επιτροπής για το κλίμα και, ειδικότερα, στο να «αποτελέσει την πρώτη κλιματικά ουδέτερη ήπειρο με τη μετατροπή της σε μια σύγχρονη, αποδοτική ως προς τη χρήση των πόρων οικονομία». Μολονότι δεν προβλέπεται παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ITER, πρόκειται για ένα βασικό έργο για την ανάπτυξη ενέργειας από σύντηξη, το οποίο έχει τη δυνατότητα να παράσχει μια νέα πηγή ενέργειας χωρίς εκπομπές στο μέλλον. Ως εκ τούτου, η συμμετοχή στον ITER συμβάλλει στη μακροπρόθεσμη προσπάθεια της Ευρωπαϊκής Ένωσης να «διασφαλίσει την πρόσβαση σε οικονομικά προσιτή, αξιόπιστη, βιώσιμη και σύγχρονη ενέργεια για όλους».

Τέλος, ως παράδειγμα παγκόσμιας σύμπραξης στην οποία συμμετέχουν επτά διεθνείς εταίροι (Ευρατόμ, Ηνωμένες Πολιτείες, Ιαπωνία, Ινδία, Κίνα, Νότια Κορέα και Ρωσία) και η οποία αντιπροσωπεύει πάνω από το ήμισυ του παγκόσμιου πληθυσμού, **το έργο ITER συμβάλλει στον στόχο «Ενίσχυση των μέσων εφαρμογής και αναζωογόνηση της παγκόσμιας σύμπραξης για τη βιώσιμη ανάπτυξη»²⁸.**

V. ΠΑΡΑΜΕΝΕΙ Η ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΤΟΝ ITER ΜΕΣΩ ΤΗΣ F4E ΣΥΝΑΦΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ;

α) Θα πρέπει να δοθεί περαιτέρω συνέχεια στην ευρωπαϊκή συμμετοχή στον ITER παρά τις δύσκολες συνθήκες;

Η συμφωνία ITER ορίζει ότι το μέρος υποδοχής, δηλαδή η Ευρατόμ, δεν δύναται να υπαναχωρήσει από τη συμφωνία και, ως εκ τούτου, να αποσυρθεί από το έργο. Κατά συνέπεια, η Ευρατόμ είναι το μέρος το οποίο αφορά περισσότερο η επιτυχία του ITER. Είναι επίσης αναγκαίο να διασφαλιστεί ότι ο ITER παραμένει συναφής για να δικαιολογηθεί η ανάγκη συνέχισης της παρέμβασης της ΕΕ.

Έχουν αναφερθεί προσφάτως σημαντικά επιτεύγματα για αρκετές πρωτοβουλίες στον τομέα της σύντηξης σε παγκόσμιο επίπεδο²⁹ και ο ρυθμός των ανακοινώσεων έχει αυξηθεί

²⁷ Global Investment in the fusion private sector, Report from the F4E Fusion Observatory (Παγκόσμιες επενδύσεις στον ιδιωτικό τομέα της σύντηξης, έκθεση του Παρατηρητηρίου της F4E για τον τομέα της σύντηξης), 2η έκδοση, 2025.

²⁸ Στόχος Βιώσιμης Ανάπτυξης 17.

²⁹ Foresight study on the worldwide developments in advancing fusion energy, including the small scale private initiatives (Μελέτη ανάλυσης προοπτικών σχετικά με τις παγκόσμιες εξελίξεις όσον αφορά την προώθηση της

από το 2021 και μετά³⁰. Ορισμένες χώρες —όπως η Γερμανία, οι Ηνωμένες Πολιτείες, το Ηνωμένο Βασίλειο, η Κίνα και η Κορέα— ανέπτυξαν επίσης τα δικά τους προγράμματα σύντηξης και αύξησαν τη χρηματοδοτική τους στήριξη σε δημόσια εργαστήρια και/ή ιδιωτικές εταιρείες. Τουλάχιστον 45 εταιρείες σε ολόκληρο τον κόσμο εργάζονται για την εμπορευματοποίηση της ενέργειας σύντηξης. Ορισμένες από τις νεοσυσταθείσες ιδιωτικές εταιρείες —οι οποίες κατάφεραν να προσελκύσουν ολόένα και μεγαλύτερα ποσά ιδιωτικής χρηματοδότησης— έχουν θέσει εξαιρετικά φιλόδοξους στόχους για την επίδειξη της εμπορικής παραγωγής ενέργειας με σύντηξη (δηλαδή για την επόμενη δεκαετία).

Διάφορα μέρη, μεταξύ των οποίων και ορισμένα μέλη εντός της κοινότητας σύντηξης, έχουν αρχίσει να υποστηρίζουν ότι η εμπορευματοποίηση της ενέργειας σύντηξης ενδέχεται να βρίσκεται προ των πυλών. Παρότι η αισιοδοξία αυτή ενθαρρύνει και προσελκύει επενδύσεις, μπορεί επίσης να καθιστά δυσδιάκριτη την κλίμακα των τεχνικών και οικονομικών προκλήσεων που βρίσκονται ακόμη μπροστά μας. Οι μη ρεαλιστικές προσδοκίες ενέχουν τον κίνδυνο όχι μόνο της απογοήτευσης αλλά και της διάβρωσης της εμπιστοσύνης του κοινού και των πολιτικών θεσμών, πράγμα που, κατ' επέκταση, ενδέχεται να επιβραδύνει την πρόοδο την οποία επιδιώκει να επιταχύνει ο ITER. Μολονότι έχουν γίνει εξαιρετικές προσπάθειες για να ενσωματωθούν στον ITER όσο το δυνατόν περισσότερες τεχνολογίες που σχετίζονται με τους αντιδραστήρες —συμπεριλαμβανομένων των υπεραγωγίων μαγνητών, των κατασκευαστικών στοιχείων με ενεργή ψύξη που έρχονται σε επαφή με πλάσμα, του χειρισμού του τριτίου και των συστημάτων απομακρυσμένης συντήρησης— η αποστολή του παραμένει ουσιαστικά πειραματική. Στόχος του ITER είναι η διερεύνηση και η πλήρης κατανόηση της φυσικής όσον αφορά την καύση πλάσματος με λειτουργία μακρού παλμού, και όχι η κάλυψη όλων των τεχνολογικών κενών που απαιτείται να αντιμετωπιστούν για την υλοποίηση ενός εμπορικού σταθμού ηλεκτροπαραγωγής από σύντηξη. Αρκετά βασικά τεχνολογικά κενά θα παραμείνουν εκτός του αντικειμένου του ITER και θα πρέπει να αντιμετωπιστούν μέσω συμπληρωματικής έρευνας και ανάπτυξης. Το κόστος παραμένει ένα από τα σημαντικότερα εμπόδια για τη μακροπρόθεσμη επιτυχία στον τομέα της σύντηξης. Οι δημόσιες και πολιτικές

ενέργειας σύντηξης, συμπεριλαμβανομένων των ιδιωτικών πρωτοβουλιών μικρής κλίμακας): <https://op.europa.eu/el/publication-detail/-/publication/83bc3ecd-b19c-11ed-8912-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-292762830>.

³⁰ 1) Η Εθνική Εγκατάσταση Ανάφλεξης (National Ignition Facility, NIF) στις ΗΠΑ είναι η μεγαλύτερη πρωτοβουλία παγκοσμίως στον τομέα της σύντηξης με αδρανειακό περιορισμό (Inertial Confinement Fusion, ICF) και, το 2021, στην εν λόγω εγκατάσταση επιτεύχθηκε η πρώτη στον κόσμο «ανάφλεξη» με καύση πλάσματος, μια κατάσταση κατά κύριο λόγο αυτοθέρμανσης του πλάσματος λόγω αντιδράσεων σύντηξης σε αυτό. Τον Δεκέμβριο του 2022, στο πλαίσιο ενός νέου πειράματος στην Εθνική Εγκατάσταση Ανάφλεξης, επιτεύχθηκε «θετικό ενεργειακό ισοζύγιο στον στόχο» (target gain) —δείκτης μέτρησης για την επίτευξη ισχυρής ανάφλεξης πλάσματος σύντηξης— καθώς η ενέργεια που παράχθηκε από πυρηνική σύντηξη (3,15 MJ) υπερέβη την ποσότητα ενέργειας που παρασχέθηκε στον στόχο της σύντηξης μέσω λέιζερ (2,05 MJ). Μετά το πείραμα του Δεκεμβρίου ακολούθησαν τέσσερα επιπλέον πειράματα με βολές για την επίτευξη ανάφλεξης. Στο πλαίσιο του πειράματος που πραγματοποιήθηκε τον Φεβρουάριο του 2024 παρήχθησαν περίπου 5,2 MJ ενέργειας —υπερδιπλάσια ποσότητα ενέργειας σε σχέση με τα 2,2 MJ της ενέργειας εισόδου. Επίσης, οι αντιδραστήρες Tokamak KSTAR (Κορέα) και EAST (Κίνα) σημείωσαν ρεκόρ θερμοκρασιών και διατήρησης πλάσματος στον τομέα της σύντηξης.

2) Στο τέλος του 2023 παράχθηκε για πρώτη φορά πλάσμα από τον αντιδραστήρα Tokamak JT-60SA στην Ιαπωνία, μια συνεργασία ΕΕ-Ιαπωνίας στο πλαίσιο της συμφωνίας ευρύτερης θεώρησης.

3) Τέλος, στις 20 Ιανουαρίου 2025 ο πειραματικός προηγμένος υπεραγωγίμος αντιδραστήρας Tokamak (EAST) της Κίνας, ο οποίος βρίσκεται στο Hefei, σημείωσε **νέο παγκόσμιο ρεκόρ με τη διατήρηση σταθερού πλάσματος σε συνθήκες υψηλού περιορισμού για 1 066 δευτερόλεπτα**. Πρόκειται σχεδόν για τριπλασιασμό του προηγούμενου παγκόσμιου ρεκόρ των 403 δευτερολέπτων, το οποίο είχε επίσης σημειωθεί από τον EAST το 2023. [Chinese «Artificial Sun» Achieves New Record in a Significant Milestone Toward Fusion Power Generation---Hefei Institutes of Physical Science, The Chinese Academy of Sciences](#) (Ο κινεζικός «τεχνητός ήλιος» σημειώνει νέο ρεκόρ, επιτυγχάνοντας ένα σημαντικό ορόσημο για την ηλεκτροπαραγωγή από σύντηξη---Ινστιτούτο Φυσικών Επιστημών του Hefei, Κινεζική Ακαδημία Επιστημών).

προσδοκίες θα πρέπει να παραμείνουν ευθυγραμμισμένες με την τεχνική και φυσική πραγματικότητα, ώστε να αποφευχθούν οι κίνδυνοι που ενέχονται στις υπερβολικές υποσχέσεις.

Στην έκθεση Draghi υπογραμμίζεται ότι «η πυρηνική σύντηξη είναι μια ανατρεπτική τεχνολογία που έχει τη δυνατότητα να φέρει επανάσταση στο ενεργειακό τοπίο κατά το δεύτερο ήμισυ του τρέχοντος αιώνα [...]. Θα μπορούσε να διαδραματίσει καίριο ρόλο ως μια **φιλική προς το κλίμα, οικονομικά προσιτή και ασφαλής ενεργειακή λύση χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών** που θα βασίζεται σε άφθονο και προσβάσιμο εφοδιασμό με καύσιμη ύλη. Το έργο ITER [...] έχει ωθήσει την ΕΕ στην πρώτη γραμμή της παγκόσμιας έρευνας στον τομέα της σύντηξης, με την πραγματοποίηση επενδύσεων ύψους δισεκατομμυρίων ευρώ στη βιομηχανική αλυσίδα εφοδιασμού και την έρευνα. Παρά την αξιοσημείωτη πρόοδο στην παγκόσμια έρευνα στον τομέα της σύντηξης, απέχουμε ακόμη αρκετές δεκαετίες από την πρακτική εφαρμογή της, **γεγονός που καθιστά αναγκαίες τις περαιτέρω συντονισμένες προσπάθειες και επενδύσεις για τη διάθεση αυτής της επαναστατικής πηγής ενέργειας στην αγορά**». Ως εκ τούτου, για την ΕΕ, οι επενδύσεις στον ITER —και στη σύντηξη γενικότερα— εξακολουθούν να ευθυγραμμίζονται πλήρως με τις προτεραιότητές της³¹, οι οποίες είναι η οικοδόμηση μιας εημερούσας Ευρώπης, ικανής να ενισχύσει την ανταγωνιστικότητά της και να διασφαλίσει τη μετάβασή της σε μια απανθρακοποιημένη οικονομία.

Παρά την εμφάνιση δημόσιων και ιδιωτικών πρωτοβουλιών στον τομέα της σύντηξης, οι οποίες συμπληρώνουν ή επιδιώκουν εναλλακτικές λύσεις έναντι του ITER, διάφοροι συμφεροντούχοι (συμπεριλαμβανομένων εταιρειών και εργαστηρίων) θεωρούν ότι **ο ITER αποτελεί επί του παρόντος ένα μοναδικό έργο, ικανό να αντιμετωπίσει όλες τις τεχνολογικές προκλήσεις της σύντηξης (μεταξύ αυτών την παραγωγή τριτίου και τον περιορισμό του πλάσματος)** με ολοκληρωμένο τρόπο.

Ως εκ τούτου, ο ITER παραμένει το σημαντικότερο έργο που βρίσκεται επί του παρόντος σε εξέλιξη για την ταχύτερη ανάπτυξη της σύντηξης στην ΕΕ.

β) Θα πρέπει να συνεχιστεί η ευρωπαϊκή συμμετοχή στον ITER μέσω της F4E;

Οι απόψεις των μελών του διοικητικού συμβουλίου της F4E που συγκεντρώθηκαν κατά την εκπόνηση της παρούσας επανεξέτασης αφορούσαν επίσης την καταλληλότητα της F4E για την υλοποίηση της συμμετοχής της Ευρατόμ στον ITER. Ειδικότερα, πάνω από το 90 % έκρινε ότι η F4E παρέδωσε καλής ποιότητας κατασκευαστικά στοιχεία, εξοπλισμό, υλικά και άλλους πόρους στον οργανισμό ITER. Ωστόσο, τα μέλη των οργάνων διακυβέρνησης ήταν λιγότερο ικανοποιημένα με την ικανότητα της F4E να συντονίζει τις δραστηριότητές της με τον οργανισμό ITER (περίπου το 55 % δήλωσε ικανοποιημένο).

Τα μέλη του διοικητικού συμβουλίου προσδιόρισαν ορισμένους παράγοντες που επηρέασαν δυσμενώς τη διαχείριση του έργου³². Μεταξύ των παραγόντων αυτών συγκαταλέγονται οι εξής: η ανεπαρκής ωριμότητα των λύσεων σχεδιασμού που παρέχονται από τον οργανισμό

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

³² Τα αριθμητικά στοιχεία παρατίθενται στην υποστηρικτική μελέτη που είναι διαθέσιμη στη διεύθυνση 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. βλ. σελίδα 326 —ερωτήσεις 6α και 6β— άθροισμα των απαντήσεων «ουδέτερη», «αρνητική» και «καμία άποψη».

ITER και συμφωνούνται με αυτόν, η υπερβολικά φιλόδοξη βάση αναφοράς για τα πρωτοποριακά κατασκευαστικά στοιχεία και η έλλειψη ευελιξίας όσον αφορά την αντίδραση σε απρόβλεπτες καταστάσεις. Για τα μέλη, οι πολλές εσωτερικές οργανωτικές αλλαγές της F4E, καθώς και η ανεπαρκής συνεργασία με τον οργανισμό ITER, ήταν επιζήμιες για το έργο ITER. **Δεν θεωρούν αναγκαία την αναθεώρηση της εντολής της F4E, αλλά το 51 % κρίνει ότι υπάρχουν ορισμένες αλληλεπικαλύψεις μεταξύ της αποστολής της F4E και της αποστολής του οργανισμού ITER.**

Από την πλευρά της, η Ευρατόμ θεωρεί ότι η βελτίωση της ενοποίησης μεταξύ του οργανισμού ITER και της F4E αποτελεί απαραίτητο μέτρο βελτίωσης που πρέπει να εφαρμοστεί ώστε η F4E να παραμείνει κατάλληλη για τον σκοπό της, ο οποίος είναι η αποτελεσματική και αποδοτική παροχή των συνεισφορών της Ευρατόμ στο έργο ITER, καθώς και σε άλλα σχετικά προγράμματα (ιδίως της ευρύτερης θεώρησης και των προετοιμασιών για τον DEMO) σύμφωνα με την εντολή της. Η ενοποίηση μεταξύ του οργανισμού ITER και της F4E πρέπει να επιτευχθεί ιδίως σε βασικά επικείμενα τεχνολογικά έργα (όπως οι κυψέλες ραδιενέργειας ή «Hot Cells»). Στο πλαίσιο αυτό έχουν αναληφθεί δράσεις οι οποίες βρίσκονται σε εξέλιξη και η αποτελεσματικότητά τους θα πρέπει να παρακολουθείται συστηματικά.

γ) Μπορεί η F4E, με τις τεχνολογίες και τα καινοτόμα κατασκευαστικά στοιχεία που παραδίδει στον ITER, να συμβάλει στην παγκόσμια ανταγωνιστικότητα της ΕΕ σε βασικές τεχνολογίες σύντηξης που προορίζονται για μελλοντικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής από σύντηξη;

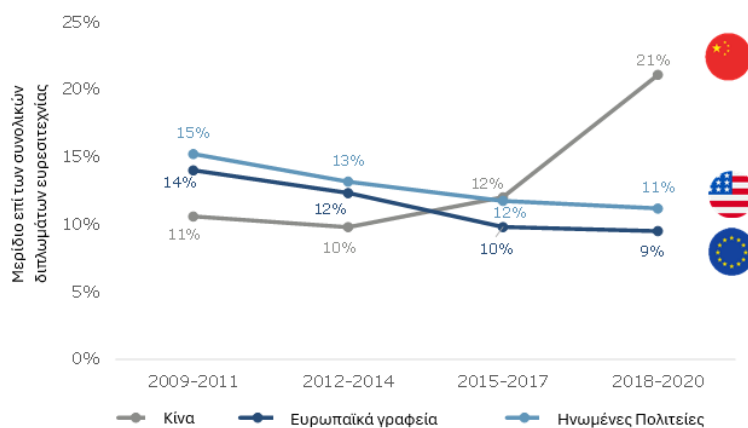
Παρά τα σημαντικά τεχνολογικά πλεονεκτήματα στην ΕΕ που συνδέονται με τον ITER, οι ΗΠΑ και η Κίνα κινούνται με ταχείς ρυθμούς, αξιοποιώντας την πρόοδο του ITER και άλλες πρωτοβουλίες, ωθούμενες από την εντυπωσιακή αύξηση της χρηματοδότησης για νεοφυείς επιχειρήσεις και φιλόδοξα εθνικά προγράμματα. Τις τελευταίες δεκαετίες το μερίδιο της ΕΕ στα διπλώματα ευρεσιτεχνίας έχει μειωθεί και η Κίνα, με τις μαζικές επενδύσεις της, προηγείται στον αγώνα δρόμου για τα διπλώματα ευρεσιτεχνίας. Η Κίνα ενέτεινε προσφάτως τις προσπάθειές της και θα δύναται πλέον «να δαπανά 1,5 δισ. δολάρια ΗΠΑ ετησίως στον τομέα της σύντηξης, ποσό σχεδόν διπλάσιο από αυτό που διέθεσε φέτος η κυβέρνηση των ΗΠΑ για την έρευνα στον τομέα αυτό»³³. Τον Ιανουάριο του 2024 η Κίνα δρομολόγησε επίσης εθνική κοινοπραξία για την κατασκευή αντιδραστήρα πυρηνικής σύντηξης έως το 2035³⁴.

Σχήμα 2. Μερίδια διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας στον τομέα της πυρηνικής σύντηξης³⁵

³³ Inside China's race to lead the world in nuclear fusion (Μια εκ των έσω ματιά στον αγώνα δρόμου της Κίνας για παγκόσμια ηγετική θέση στον τομέα της πυρηνικής σύντηξης) (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 Σημείωση: Στα «ευρωπαϊκά γραφεία διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας» περιλαμβάνονται τα γραφεία διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας κάθε κράτους μέλους, καθώς και ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Διπλωμάτων Ευρεσιτεχνίας, ο οποίος περιλαμβάνει όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ και άλλες ευρωπαϊκές χώρες, όπως είναι το Ηνωμένο Βασίλειο και η Τουρκία. Η συνθήκη συνεργασίας για τα διπλώματα ευρεσιτεχνίας αφορούσε κατά μέσο όρο το 10 % των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας. Η Ιαπωνία και η Κορέα κατέχουν επίσης σημαντικά μερίδια (κατά κανόνα 6-12 % η καθεμία).



Η F4E έχει ήδη κάνει ορισμένες προσπάθειες για την παρακολούθηση του αν τα κατασκευαστικά στοιχεία που παραδίδονται οδηγούν στην παραγωγή διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας και στηρίζουν την ηγετική θέση της ΕΕ στις τεχνολογίες σύντηξης σε παγκόσμιο επίπεδο. Αυτό βοηθά ώστε να εκτιμηθεί αν η ΕΕ επωφελείται στρατηγικά από τις επενδύσεις της. Στο πλαίσιο της αποστολής του³⁶, το διοικητικό συμβούλιο της F4E ενέκρινε κανόνες για τη βιομηχανική πολιτική που πρότείνει ο διευθυντής της F4E. Η πολιτική αυτή θα πρέπει να εξυπηρετεί τα συμφέροντα των ευρωπαϊκών επιχειρήσεων. Με τη διαχείριση των διαδικασιών σύναψης δημόσιων συμβάσεων, η F4E δημιουργεί επίσης ένα δίκτυο εταιρειών που είναι πιθανό να συνεργαστούν για την ανάπτυξη ενός έργου σύντηξης το οποίο θα αποτελέσει προϊόν εμπορικής εκμετάλλευσης. Η ανάγκη δημιουργίας μιας αποτελεσματικής βιομηχανικής πολιτικής υπερβαίνει την πρωταρχική αποστολή της που αφορά την παράδοση των κατασκευαστικών στοιχείων στον ITER.

Εντείνεται ο κίνδυνος υπονόμησης των οφελών που προκύπτουν από τον ITER λόγω του ολοένα και αυξανόμενου κόστους του και της καθυστερημένης υλοποίησής του. Οι συνεχιζόμενες προσπάθειες του οργανισμού ITER και της F4E για τη βελτιστοποίηση του χρονοδιαγράμματος και του κόστους μέσω του επανακαθορισμού της βάσης αναφοράς, της αναδιοργάνωσης και της ενοποίησης κρίνονται περισσότερο από ποτέ σημαντικές. Παράλληλα, θα πρέπει να γίνουν προσπάθειες για να παρασχεθούν ευκαιρίες στις ευρωπαϊκές βιομηχανίες υψηλής τεχνολογίας και στις μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις να καινοτομήσουν και να αναπτύξουν κατασκευαστικά στοιχεία που είναι πολύτιμα και κατάλληλα για την κατασκευή μελλοντικών εμπορικών αντιδραστήρων σύντηξης.

Η ΕΕ θα πρέπει επίσης να στηρίζει τις ευρωπαϊκές επιχειρήσεις για την ανάπτυξη τεχνογνωσίας και την αντιμετώπιση των τεχνολογικών κενών που εντοπίστηκαν στην πορεία προς την επίτευξη της εμπορικής σύντηξης. Στο πλαίσιο αυτό, η Επιτροπή θα εδραιώσει μια ισχυρή αλυσίδα εφοδιασμού της ΕΕ και θα στηρίξει την ανάπτυξη ενός δυναμικού τομέα νεοφυών επιχειρήσεων στον τομέα της σύντηξης. Θα ενθαρρύνει τη συνεργασία μεταξύ βιομηχανίας και έρευνας για την υπέρβαση των τεχνολογικών εμποδίων, καθιστώντας δυνατή την κατασκευή βασικών υποστηρικτικών εγκαταστάσεων για την υλοποίηση ενός πρωτοποριακού σταθμού ηλεκτροπαραγωγής από σύντηξη.

Η Επιτροπή προετοιμάζει επί του παρόντος σύμπραξη δημόσιου-ιδιωτικού τομέα στον τομέα της σύντηξης με τη μορφή σύμπραξης κοινού προγραμματισμού που θα εμπλέκει τον ιδιωτικό

³⁶ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/HTML/?uri=CELEX:02007D0198-20210101> — Παράρτημα — Άρθρα 6 και 9.

τομέα, όχι πλέον ως προμηθευτή, αλλά ως εταίρο. Η Επιτροπή θα ενισχύσει επίσης τη στήριξη από τη βάση προς την κορυφή για την ανάδειξη και την ανάπτυξη νεοφυών επιχειρήσεων στον τομέα της σύντηξης, αυξάνοντας τη συγχρηματοδότηση της Ευρατόμ στο πλαίσιο της πρόκλησης του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου Καινοτομίας για τη σύντηξη.

δ) Μπορεί η συμμετοχή της ΕΕ στον ITER μέσω της F4E να ενσωματωθεί περαιτέρω στην ευρύτερη ανάπτυξη της σύντηξης;

Ο σκληρός παγκόσμιος ανταγωνισμός και το συνεχώς εξελισσόμενο τοπίο των ενεργειακών τεχνολογιών προϋποθέτουν την προσαρμογή των πολιτικών και των πρακτικών για την καθοδήγηση των προσπαθειών τόσο των θεσμικών οργάνων όσο και των κρατών μελών της ΕΕ. Η υποστηρικτική μελέτη του αναδόχου αναδεικνύει την ευρεία συναίνεση των συμφεροντούχων ως προς το ότι οι παρεμβάσεις σε επίπεδο ευρωπαϊκής δημόσιας πολιτικής στον τομέα της ανάπτυξης της σύντηξης θα πρέπει να απομακρυνθούν από μια διαδοχική προσέγγιση όσον αφορά τον ITER και άλλες πρωτοβουλίες (δηλαδή, πρώτα να κατασκευαστεί ο ITER και στη συνέχεια να ακολουθήσουν άλλες πρωτοβουλίες, όπως ο DEMO) και ως προς το ότι η ΕΕ θα πρέπει να προτείνει μια συνολική στρατηγική για τον τομέα της σύντηξης.

Στην έκθεση Draghi (2024) επαναλαμβάνεται η ιδέα αυτή, καθώς απευθύνεται έκκληση για *«μια γενική στρατηγική καινοτομίας της ΕΕ για την πυρηνική ενέργεια σύντηξης και τη στήριξη της δημιουργίας μιας σύμπραξης δημόσιου και ιδιωτικού τομέα για την προώθηση της ταχείας και οικονομικά βιώσιμης εμπορευματοποίησής της. Η σύμπραξη θα πρέπει να αποσκοπεί στη δημιουργία σταθερού και προβλέψιμου οικοσυστήματος για τη βιομηχανική καινοτομία, αξιοποιώντας το έργο ITER, διασφαλίζοντας παράλληλα την εκπόνηση σαφούς χάρτη πορείας για την ανάπτυξη της τεχνολογίας. Για την ανάπτυξη της ενέργειας από σύντηξη θα απαιτηθούν συνέργειες μεταξύ δημόσιων και ιδιωτικών επενδύσεων»*.

Στο τέλος του 2023 η Επιτροπή συγκρότησε ομάδα εμπειρογνομόνων για να συμβάλει στη διασφάλιση της συνοχής των δραστηριοτήτων της Ευρατόμ σχετικά με τον ITER και την έρευνα στον τομέα της σύντηξης. Η εν λόγω ομάδα εμπειρογνομόνων για τη σύντηξη (Fusion Expert Group, στο εξής: FEG), η οποία αποτελείται από 25 μέλη που ορίζονται από τα κράτη μέλη της ΕΕ (η Κύπρος και το Λουξεμβούργο δεν εκπροσωπούνται με δική τους απόφαση) και παρατηρητές που προέρχονται από την F4E και την EUROfusion, διατύπωσε τις απόψεις της σε έγγραφο γνωμοδότησης της FEG.

Η Επιτροπή αναπτύσσει επί του παρόντος ολοκληρωμένη στρατηγική για την περαιτέρω ανάπτυξη της σύντηξης στην Ευρώπη, λαμβάνοντας υπόψη ευρύ φάσμα παρατηρήσεων, συμπεριλαμβανομένων των απόψεων της FEG, καθώς και των αποτελεσμάτων περαιτέρω διαβουλεύσεων με εμπειρογνώμονες και το κοινό.

Είναι σαφές ότι η δημόσια πολιτική παρέμβαση σε επίπεδο ΕΕ θα είναι αναγκαία πέραν της συμμετοχής στον ITER για να συμβάλει στην ανάπτυξη της σύντηξης στην Ευρώπη. Αυτή η δημόσια παρέμβαση θα είναι καίριας σημασίας για την κατασκευή νέων ερευνητικών και τεχνολογικών υποδομών που θα αντιμετωπίσουν τα εναπομένοντα τεχνολογικά κενά για τη στήριξη της σύντηξης. Τα έργα αυτά μπορεί να προσφέρουν ευκαιρίες για την περαιτέρω συμμετοχή της F4E στην ευρύτερη ανάπτυξη της σύντηξης.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η κατασκευή μιας ευρωπαϊκής εγκατάστασης που βρίσκεται ήδη σε εξέλιξη για τη δοκιμή και την έγκριση υλικών κατάλληλων για σύντηξη. Σε συνέχεια ερευνητικών έργων που υλοποιήθηκαν με την EUROfusion, τα οποία κατέδειξαν τη συνάφεια του έργου, η Ισπανία και η Κροατία επένδυσαν στο έργο IFMIF-DONES³⁷. Άλλες χώρες, όπως η Ιαπωνία και η Ιταλία, ανακοίνωσαν προσφάτως τις συνεισφορές τους. Τον

³⁷ <https://ifmif-dones.es>.

Ιούλιο του 2025 το διοικητικό συμβούλιο της F4E αποφάσισε σχετικά με τη συνεισφορά της Ευρώπης μέσω της F4E.

Η πείρα που αποκτήθηκε μέσω της F4E είναι επίσης ιδιαίτερα σημαντική για την περαιτέρω εξέταση τρόπων ενίσχυσης και διαφοροποίησης των πηγών χρηματοδότησης της σύντηξης στην Ευρώπη. Παρότι οι εταιρείες των ΗΠΑ έχουν ήδη προσελκύσει μαζικές επενδύσεις και άλλες χώρες (ιδίως το Ηνωμένο Βασίλειο και η Κίνα) έχουν πραγματοποιήσει σημαντικές επενδύσεις σε προγράμματα σύντηξης, η Ευρώπη πρέπει και αυτή να αναπτύξει μέσα ικανά να χρηματοδοτήσουν καινοτόμα έργα στον τομέα της σύντηξης και να επιδιώξει την ελαχιστοποίηση των κινδύνων τους, συνδυάζοντας πηγές χρηματοδότησης που προέρχονται από ευρωπαϊκές, καθώς και από εθνικές πηγές.

VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η αξιολόγηση επικεντρώθηκε στην ευρωπαϊκή συμμετοχή στο έργο ITER μέσω της κοινής επιχείρησης «Σύντηξη για ενέργεια» κατά τη διάρκεια του τρέχοντος πολυετούς δημοσιονομικού πλαισίου (ΠΔΠ) για την περίοδο 2021-2024. Οι στόχοι της ευρωπαϊκής παρέμβασης έχουν κατά κανόνα επιτευχθεί.

Μολονότι εξωτερικοί παράγοντες, όπως η πανδημία της COVID-19 και το πληθωριστικό πλαίσιο, είχαν σοβαρό αντίκτυπο στο έργο κατά την εξεταζόμενη περίοδο, η κύρια πηγή των δυσκολιών ήταν διαρθρωτικού τύπου: η υπερβολικά φιλόδοξη βάση αναφοράς του 2016 που δεν λαμβάνει υπόψη απρόβλεπτες εξελίξεις, οι συχνές αλλαγές στον σχεδιασμό, καθώς και η υποτίμηση των κινδύνων και της πολυπλοκότητας του έργου.

Ούτε η F4E ούτε ο οργανισμός ITER εκπλήρωσαν το σύνολο των στόχων κατά την περίοδο της ενδιάμεσης αξιολόγησης. Ωστόσο, και οι δύο οργανισμοί βελτίωσαν προσφάτως το ποσοστό εκτέλεσης του έργου.

Παρά τις καθυστερήσεις, ο ITER εξακολουθεί να έχει καίρια σημασία για την επίδειξη της σκοπιμότητας της σύντηξης και την αντιμετώπιση των προκλήσεων των βασικών τεχνολογιών γενικής εφαρμογής. Το έργο έχει θετικό οικονομικό, βιομηχανικό και κοινωνικό αντίκτυπο.

Από την ανάλυση μακροοικονομικών επιπτώσεων στο πλαίσιο της αξιολόγησης που καλύπτει την περίοδο 2018-2024 προκύπτει ότι, σε σύγκριση με μια κατάσταση κατά την οποία δεν πραγματοποιήθηκαν οι σχετικές με την F4E δαπάνες, αλλά, αντιθέτως, εξοικονομήθηκαν κονδύλια, το ποσό ύψους περίπου 5,62 δισ. EUR (σε τιμές 2024) που δαπανήθηκε από την F4E εκτιμάται ότι παρήγαγε επιπλέον ακαθάριστη προστιθέμενη αξία ύψους περίπου 5,95 δισ. EUR και στήριξε τη δημιουργία περίπου 39 000 ετών απασχόλησης.

Η F4E έχει οικοδομήσει μοναδική τεχνογνωσία στην Ευρώπη όσον αφορά την ανάπτυξη κατασκευαστικών στοιχείων που είναι απαραίτητα σε μια διάταξη σύντηξης. Συνέβαλε στη δημιουργία και την ανάπτυξη μιας ισχυρής ευρωπαϊκής αλυσίδας εφοδιασμού στον τομέα της σύντηξης.

Στόχος του ITER είναι η διερεύνηση και η πλήρης κατανόηση της φυσικής όσον αφορά την καύση πλάσματος με λειτουργία μακρού παλμού, και όχι η κάλυψη όλων των τεχνολογικών κενών που απαιτείται να αντιμετωπιστούν για την υλοποίηση ενός εμπορικού σταθμού ηλεκτροπαραγωγής από σύντηξη. Αρκετά βασικά τεχνολογικά κενά θα παραμείνουν εκτός του αντικειμένου του ITER και θα πρέπει να αντιμετωπιστούν μέσω συμπληρωματικής έρευνας και ανάπτυξης. Επί του παρόντος αναπτύσσεται ολοκληρωμένη στρατηγική για την προώθηση της σύντηξης στην ΕΕ. Η εν λόγω στρατηγική θα βασιστεί στον ITER και θα περιλαμβάνει προτάσεις για μέτρα με σκοπό την κάλυψη των εναπομενόντων κενών.