

Βρυξέλλες, 14.10.2020
COM(2020) 953 final

**ΕΚΘΕΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ ΚΑΙ ΤΟ
ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ**

**σχετικά με την πρόοδο όσον αφορά την ανταγωνιστικότητα του τομέα καθαρής
ενέργειας**

{SWD(2020) 953 final}

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	2
2.	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΤΟΜΕΑ ΚΑΘΑΡΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΗΣ ΕΕ	5
	2.1 Τάσεις στον τομέα της ενέργειας και των πόρων.....	5
	2.2 Ποσοστό του τομέα ενέργειας της ΕΕ στο ΑΕΠ της ΕΕ	7
	2.3 Ανθρώπινο κεφάλαιο.....	8
	2.4 Τάση της έρευνας και της καινοτομίας	10
	2.5 Ανάκαμψη από την πανδημία Covid-19	14
3.	ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΙΣ ΚΥΡΙΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΛΥΣΕΙΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	15
	3.1 Υπεράκτιες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας – αιολική.....	15
	3.2 Υπεράκτιες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας – Ωκεάνια ενέργεια.....	18
	3.3 Ηλιακά φωτοβολταϊκά.....	21
	3.4 Παραγωγή ανανεώσιμου υδρογόνου μέσω ηλεκτρόλυσης	23
	3.5 Συσσωρευτές	27
	3.6 Έξυπνα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας	31
	3.7 Περαιτέρω ευρήματα σχετικά με άλλες τεχνολογίες και λύσεις καθαρής ενέργειας και ενέργειας χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών	36
	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	38

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο στόχος της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας¹, της νέας αναπτυξιακής στρατηγικής της Ευρώπης, είναι ο μετασχηματισμός της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ)² σε μια σύγχρονη, ανταγωνιστική, αποδοτική ως προς τη χρήση των πόρων οικονομία, η οποία θα είναι κλιματικά ουδέτερη έως το 2050. Η οικονομία της ΕΕ θα πρέπει να καταστεί βιώσιμη και, ταυτόχρονα, η μετάβαση θα πρέπει να πραγματοποιηθεί με τρόπο δίκαιο και χωρίς αποκλεισμούς. Η πρόσφατη πρόταση της Επιτροπής³ για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 55 % έως το 2030 θέτει την Ευρώπη σε αυτή την υπεύθυνη πορεία. Σήμερα, η παραγωγή και η χρήση ενέργειας αντιπροσωπεύουν πάνω από το 75 % των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου της ΕΕ. Για να επιτευχθούν οι κλιματικοί στόχοι της ΕΕ, θα πρέπει να επανεξετάσουμε τις πολιτικές μας για τον εφοδιασμό με καθαρή ενέργεια σε όλο το φάσμα της οικονομίας. Όσον αφορά το ενεργειακό σύστημα, αυτό συνεπάγεται τη ραγδαία απανθρακοποίηση και ένα ενοποιημένο ενεργειακό σύστημα που θα βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στην ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές. Το μερίδιο της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ΕΕ αναμένεται τουλάχιστον να διπλασιαστεί ήδη μέχρι το 2030, από τα σημερινά επίπεδα του 32 % σε περίπου 65 % ή και περισσότερο⁴ και, έως το 2050, περισσότερο από το 80 % της ηλεκτρικής ενέργειας θα προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας⁵.

Για την επίτευξη αυτών των στόχων για το 2030 και το 2050, απαιτείται εκ βάθρων μετασχηματισμός του ενεργειακού συστήματος. Ωστόσο, ο εν λόγω μετασχηματισμός εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από την υιοθέτηση νέων καθαρών τεχνολογιών και την αύξηση των επενδύσεων στις απαραίτητες λύσεις και υποδομές. Επίσης, εξαρτάται από τα επιχειρηματικά μοντέλα, τις δεξιότητες, καθώς και τις αλλαγές στη συμπεριφορά, ώστε να είναι εφικτή η ανάπτυξη και η χρήση τους. Η βιομηχανία βρίσκεται στο επίκεντρο αυτής της κοινωνικής και οικονομικής αλλαγής. Στο πλαίσιο της νέας βιομηχανικής στρατηγικής για την Ευρώπη⁶, αποδίδεται κεντρικός ρόλος στην ευρωπαϊκή βιομηχανία όσον αφορά τη διττή – πράσινη και ψηφιακή – μετάβαση. Δεδομένης της μεγάλης εγχώριας αγοράς της ΕΕ, η επίσπευση της μετάβασης θα συμβάλει στον εκσυγχρονισμό ολόκληρης της οικονομίας της ΕΕ και θα αυξήσει τις ευκαιρίες για ανάληψη ηγετικής θέσης από την ΕΕ στον τομέα των καθαρών τεχνολογιών σε παγκόσμιο επίπεδο.

Η παρούσα πρώτη ετήσια έκθεση προόδου όσον αφορά την ανταγωνιστικότητα⁷ αποσκοπεί στην αξιολόγηση της κατάστασης των τεχνολογιών καθαρής ενέργειας και της ανταγωνιστικότητας του κλάδου καθαρής ενέργειας της ΕΕ, με σκοπό να διαπιστωθεί κατά πόσον η ανάπτυξη τους βρίσκεται στη σωστή κατεύθυνση για την επίτευξη της πράσινης μετάβασης και των μακροπρόθεσμων κλιματικών στόχων της ΕΕ. Η εν λόγω αξιολόγηση της ανταγωνιστικότητας είναι επίσης ιδιαίτερα κρίσιμη σημασίας για την οικονομική ανάκαμψη από την πανδημία COVID-19, όπως

¹ COM(2019) 640 final.

² Για τους σκοπούς της παρούσας έκθεσης, ως ΕΕ νοείται η ΕΕ-27 (δηλ. χωρίς το Ηνωμένο Βασίλειο). Σε περίπτωση που περιλαμβάνεται το Ηνωμένο Βασίλειο, η παρούσα έκθεση θα αναφέρεται στην ΕΕ-28.

³ COM(2020) 562 final.

⁴ COM(2020) 562 final.

⁵ COM/2018/773 final.

⁶ COM (2020) 102 final.

⁷ Συντάχθηκε σύμφωνα με τις απαιτήσεις του άρθρου 35 στοιχείο ιγ) του κανονισμού (ΕΕ) 2018/1999 (κανονισμός για τη διακυβέρνηση)

περιγράφεται στην ανακοίνωση για το «Next Generation EU»⁸. Η βελτιωμένη ανταγωνιστικότητα παρέχει τη δυνατότητα μετριασμού των βραχυπρόθεσμων και μεσοπρόθεσμων οικονομικών και κοινωνικών επιπτώσεων της κρίσης και, παράλληλα, συμβάλλει στην αντιμετώπιση της πιο μακροπρόθεσμης πρόκλησης της πράσινης και της ψηφιακής μετάβασης με κοινωνικά δίκαιο τρόπο. Τόσο στο πλαίσιο της κρίσης όσο και μακροπρόθεσμα, η βελτιωμένη ανταγωνιστικότητα παρέχει τη δυνατότητα να αντιμετωπιστούν οι ανησυχίες όσον αφορά την ενεργειακή φτώχεια, μέσω της μείωσης του κόστους παραγωγής ενέργειας και του κόστους των επενδύσεων στην ενεργειακή απόδοση⁹.

Οι ανάγκες όσον αφορά την τεχνολογία καθαρής ενέργειας για την επίτευξη των στόχων για το 2030 και το 2050 μπορούν να εξακριβωθούν βάσει της εκτίμησης επιπτώσεων που αναφέρεται στα σενάρια του σχεδίου κλιματικών στόχων της Ευρωπαϊκής Επιτροπής¹⁰. Ειδικότερα, η ΕΕ αναμένεται να επενδύσει στην ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές, ιδίως στην υπεράκτια ενέργεια (πιο συγκεκριμένα, στην αιολική ενέργεια) και στην ηλιακή ενέργεια^{11,12}. Η εν λόγω μεγάλη αύξηση του μεριδίου των μεταβλητών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συνεπάγεται επίσης αύξηση της αποθήκευσης¹³ και της ικανότητας χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας στις μεταφορές και στη βιομηχανία, ιδίως μέσω των συσσωρευτών και του υδρογόνου, και απαιτεί μεγάλες επενδύσεις σε τεχνολογίες έξυπνων δικτύων¹⁴. Στη βάση αυτή, η παρούσα έκθεση επικεντρώνεται στις έξι τεχνολογίες που αναφέρονται ανωτέρω¹⁵, οι περισσότερες εκ των οποίων βρίσκονται στο επίκεντρο των εμβληματικών πρωτοβουλιών της ΕΕ^{16,17} που αποσκοπούν στην προώθηση μεταρρυθμίσεων και επενδύσεων για τη στήριξη μιας ισχυρής ανάκαμψης, με βάση τη διττή – πράσινη και ψηφιακή – μετάβαση. Οι υπόλοιπες τεχνολογίες καθαρής ενέργειας και χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών που περιλαμβάνονται στα σενάρια αναλύονται στο έγγραφο εργασίας των υπηρεσιών της Επιτροπής με τίτλο «Clean

⁸ COM(2020) 456 final

⁹ Βλ. επίσης το έγγραφο «Κύμα ανακαινίσεων για την Ευρώπη – οικολογικά κτίρια, θέσεις εργασίας, καλύτερη ζωή» COM(2020)662 που συνοδεύεται από το SWD(2020)550 και τη σύσταση σχετικά με την ενεργειακή φτώχεια C(2020)9600

¹⁰ Με χρονικό ορίζοντα το 2050, το σενάριο 1.5 TECH από τη μακροπρόθεσμη στρατηγική της ΕΕ για το 2050 (COM (2018) 773) και τα σενάρια του σχεδίου κλιματικών στόχων (COM(2020) 562 final) δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές και, ως εκ τούτου, αναφέρονται αμφότερα στην παρούσα έκθεση. Το σενάριο CTP MIX επιτυγχάνει μειώσεις των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά περίπου 55 %, τόσο μέσω της διεύρυνσης της τιμολόγησης των ανθρακούχων εκπομπών όσο και μέσω της μέτριας αύξησης του επιπέδου φιλοδοξίας των πολιτικών.

¹¹ Μελέτη της ASSET που ανατέθηκε από τη ΓΔ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ - Energy Outlook Analysis (σχέδιο, 2020) και καλύπτει τα LTS 1.5 Life και Tech, BNEF NEO, GP ER, IEA SDS, IRENA GET TES, JRC GECO 2C_M

¹² Tsiropoulos I., Nijss W., Tarvydas D., Ruiz Castillo P., Towards net-zero emissions in the EU energy system by 2050 – Insights from scenarios in line with the 2030 and 2050 ambitions of the European Green Deal, JRC118592

¹³ Study on energy storage - Contribution to the security of the electricity supply in Europe (2020) [Μελέτη για την αποθήκευση ενέργειας – Συμβολή στην ασφάλεια του εφοδιασμού ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη (2020)] : <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a6eba083-932e-11ea-aac4-01aa75ed71a1>

¹⁴ Μεταξύ 71 και 110 δισ. EUR/έτος των επενδύσεων στα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας την περίοδο μεταξύ 2031 και 2050 με βάση τα διάφορα σενάρια, «In-depth analysis in support of COM(2018) 773», πίνακας 10, σ. 202.

¹⁵ Υπεράκτιες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (αιολική και ωκεάνια), ηλιακά φωτοβολταϊκά, ανανεώσιμο υδρογόνο, συσσωρευτές και τεχνολογίες δικτύων. Με την εν λόγω επιλογή δεν παραμελείται ο ρόλος των καθιερωμένων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ιδίως της βιοενέργειας και της υδροηλεκτρικής ενέργειας, στο χαρτοφυλάκιο των τεχνολογιών ενέργειας χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών της ΕΕ. Οι εν λόγω πηγές καλύπτονται στην έκθεση CETTIR και ενδέχεται να καλυφθούν στις επικείμενες ετήσιες εκθέσεις σχετικά με την πρόοδο όσον αφορά την ανταγωνιστικότητα.

¹⁶ Οι ευρωπαϊκές εμβληματικές πρωτοβουλίες παρουσιάστηκαν στην τελευταία Ετήσια στρατηγική για τη βιώσιμη ανάπτυξη 2021 (COM(2020) 575 final) – τμήμα iv.

¹⁷ Στις πρόσφατες και επικείμενες πρωτοβουλίες περιλαμβάνονται, μεταξύ άλλων, η επικείμενη στρατηγική για την υπεράκτια ενέργεια και η στρατηγική για το υδρογόνο (COM(2020) 301 final), συμπεριλαμβανομένης της Συμμαχίας για το Υδρογόνο, της Ευρωπαϊκής Συμμαχίας για τους Συσσωρευτές και της στρατηγικής για την ενοποίηση του ενεργειακού συστήματος (COM(2020) 299 final). Οι εν λόγω τεχνολογίες περιγράφονται και σε ένα φάσμα εθνικών σχεδίων για την ενέργεια και το κλίμα.

Energy Transition – Technologies and Innovations Report» (Έκθεση για τη μετάβαση σε καθαρές μορφές ενέργειας – Τεχνολογίες και Καινοτομίες – CETTIR) που συνοδεύει την παρούσα έκθεση¹⁸.

Για τους σκοπούς της παρούσας έκθεσης, η ανταγωνιστικότητα στον τομέα της καθαρής ενέργειας¹⁹ ορίζεται ως η ικανότητα παραγωγής και χρήσης οικονομικά προσιτής, αξιόπιστης και προσβάσιμης καθαρής ενέργειας μέσω τεχνολογιών καθαρής ενέργειας, καθώς και η ικανότητα ανταγωνισμού στις αγορές τεχνολογιών ενέργειας, με γενικό στόχο την αποκόμιση οφελών για την οικονομία και τους πολίτες της ΕΕ.

Η ανταγωνιστικότητα δεν μπορεί να αποτυπωθεί με τη χρήση ενός μόνο δείκτη²⁰. Συνεπώς, στην παρούσα έκθεση προτείνεται ένα σύνολο ευρέως αποδεκτών δεικτών που μπορούν να χρησιμοποιούνται για τον συγκεκριμένο σκοπό (βλέπε πίνακα 1 κατωτέρω) και οι οποίοι αποτυπώνουν το συνολικό ενεργειακό σύστημα (παραγωγή, μεταφορά και κατανάλωση) και αναλύονται σε τρία επίπεδα (τεχνολογία, αξιακή αλυσίδα και παγκόσμια αγορά).

Πίνακας 1 Πλέγμα δεικτών για την παρακολούθηση της προόδου όσον αφορά την ανταγωνιστικότητα

Ανταγωνιστικότητα του κλάδου καθαρής ενέργειας της ΕΕ		
1. Ανάλυση των τεχνολογιών – Τρέχουσα κατάσταση και προοπτικές	2. Ανάλυση αξιακής αλυσίδας του τομέα ενεργειακών τεχνολογιών	3. Ανάλυση παγκόσμιας αγοράς
Εγκατεστημένη ισχύς, παραγωγή (σήμερα και το 2050)	Κύκλος εργασιών	Εμπόριο (εισαγωγές, εξαγωγές)
Κόστος / σταθμισμένο κόστος ενέργειας (LCoE) (σήμερα και το 2050)	Αύξηση ακαθάριστης προστιθέμενης αξίας Ετήσια μεταβολή %	Κορυφαίοι φορείς της παγκόσμιας αγοράς έναντι κορυφαίων φορέων της αγοράς της ΕΕ (μερίδιο αγοράς)
Δημόσια χρηματοδότηση Ε&Κ	Αριθμός επιχειρήσεων στην αλυσίδα εφοδιασμού, συμπεριλαμβανομένων των κορυφαίων φορέων της αγοράς της ΕΕ	Αποδοτική χρήση πόρων και εξάρτηση από τους πόρους
Ιδιωτική χρηματοδότηση Ε&Κ	Απασχόληση	Πραγματικό ενεργειακό κόστος ανά μονάδα προϊόντος

¹⁸ SWD(2020)953 – Σε αυτές περιλαμβάνονται τα κτίρια (συμπεριλαμβανομένης της θέρμανσης και ψύξης)· η δέσμευση και αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα (Carbon Dioxide Capture and Storage — CCS)· η συμμετοχή των πολιτών και των κοινοτήτων· η γεωθερμική ενέργεια· το συνεχές ρεύμα υψηλής τάσης και οι ηλεκτρονικές συσκευές ισχύος· η υδροηλεκτρική ενέργεια· η βιομηχανική ανάκτηση θερμότητας· η πυρηνική ενέργεια· η χειρσαία αιολική ενέργεια· τα ανανεώσιμα καύσιμα· οι έξυπνες πόλεις και κοινότητες· τα έξυπνα δίκτυα – οι ψηφιακές υποδομές· η ηλιακή θερμική ενέργεια.

¹⁹ Στην παρούσα έκθεση και στο έγγραφο εργασίας των υπηρεσιών της Επιτροπής, η καθαρή ενέργεια θεωρείται, όπως όλες οι ενεργειακές τεχνολογίες, ότι περιλαμβάνεται στη μακροπρόθεσμη στρατηγική της ΕΕ για την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας το 2050.

²⁰ Βάσει των συμπερασμάτων του Συμβουλίου Ανταγωνιστικότητας (28.07.20).

Τάσεις στον τομέα των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας	Ένταση ενέργειας/παραγωγικότητα εργασίας στον τομέα της ενέργειας	
Επίπεδο επιστημονικών δημοσιεύσεων	Κοινοτική παραγωγή²¹ Ετήσια αξία παραγωγής	

Η ανάλυση της ανταγωνιστικότητας του τομέα καθαρής ενέργειας μπορεί να αναπτυχθεί περαιτέρω και περισσότερο εις βάθος με την πάροδο του χρόνου, ενώ στις μελλοντικές εκθέσεις όσον αφορά την ανταγωνιστικότητα το ζήτημα μπορεί να εξετάζεται υπό διαφορετικά πρίσματα. Για παράδειγμα, μέσω της πιο λεπτομερούς εξέτασης των πολιτικών και των μέσων υποστήριξης της έρευνας και καινοτομίας (Ε&Κ) και της ανταγωνιστικότητας σε επίπεδο κρατών μελών, του τρόπου με τον οποίο οι εν λόγω πολιτικές και τα μέσα συμβάλλουν στην επίτευξη των στόχων της Ενεργειακής Ένωσης και της Πράσινης Συμφωνίας, της εξέτασης της ανταγωνιστικότητας σε επίπεδο υποτομέα²² και σε εθνικό ή περιφερειακό επίπεδο, ή μέσω της ανάλυσης των συνεργειών και των συμβιβασμών με τις περιβαλλοντικές ή τις κοινωνικές επιπτώσεις, σύμφωνα με τους στόχους της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας.

Δεδομένης της έλλειψης δεδομένων για ευρύ φάσμα δεικτών ανταγωνιστικότητας^{23,24}, χρησιμοποιούνται προσεγγίσεις πιο έμμεσου χαρακτήρα (π.χ. το επίπεδο επενδύσεων). Η Επιτροπή καλεί τα κράτη μέλη και τα ενδιαφερόμενα μέρη να συνεργαστούν στο πλαίσιο των εθνικών σχεδίων για την ενέργεια και το κλίμα (ΕΣΕΚ)²⁵ και του στρατηγικού σχεδίου ενεργειακών τεχνολογιών προκειμένου να συνεχίσουν να αναπτύσσουν μια κοινή προσέγγιση ως προς την εκτίμηση και την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας της Ενεργειακής Ένωσης. Αυτό είναι επίσης σημαντικό για τα εθνικά σχέδια ανάκαμψης και ανθεκτικότητας που θα καταρτιστούν στο πλαίσιο του μηχανισμού ανάκαμψης και ανθεκτικότητας.

2. ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΤΟΜΕΑ ΚΑΘΑΡΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΗΣ ΕΕ

2.1 Τάσεις στον τομέα της ενέργειας και των πόρων

Κατά την περίοδο 2005-2018, η ένταση πρωτογενούς ενέργειας στην ΕΕ μειώθηκε κατά μέσο ετήσιο ποσοστό σχεδόν 2 %, καταδεικνύοντας την αποσύνδεση της ζήτησης ενέργειας από την οικονομική ανάπτυξη. Η ένταση τελικής ενέργειας στη βιομηχανία και στον κατασκευαστικό κλάδο ακολούθησε την ίδια τάση, αν και με ελαφρώς πιο βραδύ μέσο ετήσιο ποσοστό 1,8 %, αντικατοπτρίζοντας τις προσπάθειες του τομέα να μειώσει το ενεργειακό αποτύπωμά του. Χάρη στην ενεργειακή πολιτική, το ποσοστό της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές επί της κατανάλωσης τελικής ενέργειας αυξήθηκε από 10 % προς το 20 % του στόχου για το 2020. Το ποσοστό της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας αυξήθηκε σε μόλις άνω του 32 %. Στον

²¹ Αυτή η συντόμευση σημαίνει Production Communautaire (σύνολο δεδομένων PRODCOM).

²² Π.χ. το πεδίο εφαρμογής και ο ρόλος εναλλακτικών επιχειρηματικών μοντέλων, καθώς και ο ρόλος των ΜΜΕ και τοπικών φορέων.

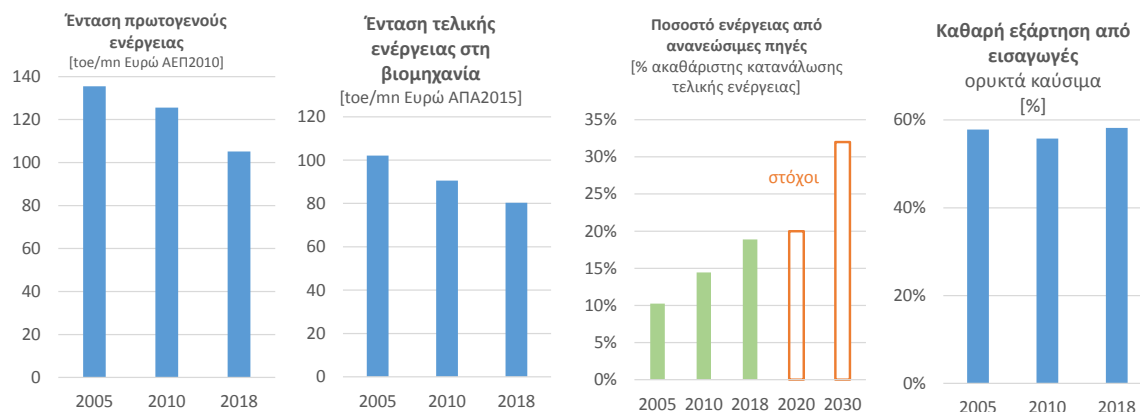
²³ Για μια συνολική αποτύπωση των ορισμών της ανταγωνιστικότητας, ανατρέξτε στο JRC116838, Asensio Bermejo, J.M., Georgakaki, A, Competitiveness indicators for the low-carbon energy industries - definitions, indices and data sources, 2020.

²⁴ Για επισκόπηση των δεδομένων που λείπουν, βλέπε CETTIR (SWD(2020)953) κεφάλαιο 5

²⁵ Η παρούσα έκθεση βασίζεται και συμπληρώνει την αξιολόγηση των ΕΣΕΚ και τις σχετικές ειδικές ανά χώρα κατευθυντήριες γραμμές (COM/2020/564 final), που περιλαμβάνουν το θέμα της «έρευνας, της καινοτομίας και της ανταγωνιστικότητας».

τομέα θέρμανσης και ψύξης αυξήθηκε σε ποσοστό μόλις άνω του 21 %, ενώ στον τομέα των μεταφορών αυξήθηκε σε ποσοστό μόλις άνω του 8 %. Αυτό καταδεικνύει ότι το ενεργειακό σύστημα μετατοπίζεται σταδιακά προς τις τεχνολογίες καθαρής ενέργειας (βλέπε διάγραμμα 1).

Διάγραμμα 1 Ένταση πρωτογενούς ενέργειας, ένταση τελικής ενέργειας στη βιομηχανία, ποσοστό και στόχοι ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και καθαρή εξάρτηση από εισαγωγές (ορυκτά καύσιμα) της ΕΕ²⁶



Πηγή 1 EUROSTAT

Κατά την τελευταία δεκαετία, οι τιμές του βιομηχανικού ηλεκτρικού ρεύματος στην ΕΕ²⁷ παρέμειναν σχετικά σταθερές και είναι, επί του παρόντος, χαμηλότερες από αυτές τις Ιαπωνίας, αλλά διπλάσιες των τιμών στις ΗΠΑ και υψηλότερες των τιμών στις περισσότερες χώρες της G20 εκτός ΕΕ. Παρότι οι τιμές του βιομηχανικού αερίου²⁸ έχουν σημειώσει πτώση και είναι χαμηλότερες από τις αντίστοιχες στην Ιαπωνία, την Κίνα και την Κορέα, εξακολουθούν να είναι υψηλότερες από τις αντίστοιχες τιμές στις περισσότερες χώρες της G20 εκτός ΕΕ. Οι σχετικά υψηλοί μη ανακτήσιμοι φόροι και οι εισφορές στην ΕΕ και η ρύθμιση των τιμών και/ή οι επιδοτήσεις στη G20 εκτός ΕΕ συμβάλλουν σε σημαντικό βαθμό στην εν λόγω διαφορά.

Παρά τη βραχυπρόθεσμη βελτίωση και μείωση της εξάρτησης από εισαγωγές ενέργειας μεταξύ 2008 και 2013, στην ΕΕ σημειώθηκε αύξηση της εξάρτησης²⁹. Το 2018, η καθαρή εξάρτηση από εισαγωγές ανερχόταν σε 58,2 %, μόλις άνω του επιπέδου του 2005 και σχεδόν ίση με τις υψηλότερες τιμές της περιόδου. Η αποδοτική χρήση των πόρων και η οικονομική ανθεκτικότητα αποτελούν παράγοντες καίριας σημασίας όσον αφορά την ανταγωνιστικότητα και την ενίσχυση της ανοικτής στρατηγικής αυτονομίας³⁰ της ΕΕ στην αγορά τεχνολογιών καθαρής ενέργειας. Παρότι οι τεχνολογίες καθαρής ενέργειας μειώνουν την εξάρτηση από τις εισαγωγές ορυκτών καυσίμων, ενέχουν τον κίνδυνο να υποκαταστήσουν την εν λόγω εξάρτηση με την εξάρτηση από πρώτες ύλες. Αυτό δημιουργεί ένα νέο είδος κινδύνου εφοδιασμού³¹. Ωστόσο, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα, οι πρώτες ύλες έχουν τη δυνατότητα να παραμείνουν στην οικονομία

²⁶ Δείκτες Ενεργειακής Ένωσης EE1-A1, EE3, DE5-RES και SoS1.

²⁷ Σταθμισμένος μέσος όρος ΕΕ (βλέπε COM(2020)951).

²⁸ Σταθμισμένος μέσος όρος ΕΕ (βλέπε COM(2020)951).

²⁹ Εύλογες αιτίες για αυτό είναι, μεταξύ άλλων, η εξάντληση των πόρων αερίου της ΕΕ, η μεταβλητότητα των καιρικών συνθηκών, οι οικονομικές κρίσεις και η μεταστροφή στη χρήση καυσίμων.

³⁰ COM(2020) 562 final.

³¹ COM(2020) 474 final και «Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU - A Foresight Study», <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/42882>

μέσω της εφαρμογής προσεγγίσεων κυκλικής οικονομίας³², όπως οι εκτεταμένες αξιακές αλυσίδες, η ανακύκλωση, η επαναχρησιμοποίηση και ο σχεδιασμός για κυκλικότητα, επηρεάζοντας τις δαπάνες κεφαλαίου και μειώνοντας την ενεργειακή ανάγκη για εξόρυξη και μεταποίηση παρθένων υλικών αλλά όχι τις λειτουργικές δαπάνες της παραγωγής ενέργειας. Η ΕΕ εξαρτάται ιδιαίτερα από τρίτες χώρες για πρώτες και μεταποιημένες ύλες. Όσον αφορά ορισμένες τεχνολογίες, ωστόσο, κατέχει ηγετική θέση στην κατασκευή κατασκευαστικών στοιχείων και τελικών προϊόντων ή κατασκευαστικών στοιχείων υψηλής τεχνολογίας. Συγκεκριμένα, παρατηρείται συχνά υψηλή συγκέντρωση της προσφοράς υλών υψηλής τεχνολογίας σε μικρό αριθμό χωρών. (Για παράδειγμα, η Κίνα παράγει πάνω από το 80 % των διαθέσιμων σπάνιων γαιών για γεννήτριες με μόνιμους μαγνήτες)³³.

2.2 Ποσοστό του τομέα ενέργειας της ΕΕ στο ΑΕΠ της ΕΕ

Ο κύκλος εργασιών του τομέα ενέργειας της ΕΕ³⁴ ανήλθε το 2018 σε 1,8 τρισ. EUR, δηλ. σχεδόν στο ίδιο επίπεδο με το επίπεδο του 2011 (1,9 τρισ. EUR). Ο τομέας συμβάλλει το 2 % της συνολικής προστιθέμενης αξίας στην οικονομία, ποσοστό που έχει παραμείνει σε μεγάλο βαθμό σταθερό από το 2011. Ο κύκλος εργασιών του τομέα ορυκτών καυσίμων συρρικνώθηκε από 36 % (702 δισ. EUR) επί του συνολικού κύκλου εργασιών του ενεργειακού τομέα το 2011 σε 26 % (475 δισ. EUR) το 2018. Ταυτόχρονα, ο κύκλος εργασιών από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αυξήθηκε κατά την ίδια περίοδο από 127 δισ. EUR σε 146 δισ. EUR^{35,36}. Η προστιθέμενη αξία του τομέα καθαρής ενέργειας (112 δισ. EUR το 2017) ήταν άνω του διπλάσιου της αντίστοιχης προστιθέμενης αξίας των δραστηριοτήτων εξόρυξης και μεταποίησης ορυκτών καυσίμων (53 δισ. EUR), έχοντας τριπλασιαστεί από το 2000. Ως εκ τούτου, ο τομέας καθαρής ενέργειας παράγει περισσότερη προστιθέμενη αξία η οποία παραμένει στην Ευρώπη σε σχέση με τον τομέα ορυκτών καυσίμων.

Κατά την περίοδο 2000-2017, η ετήσια αύξηση της ακαθάριστης προστιθέμενης αξίας της παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ανερχόταν κατά μέσο όρο σε 9,4 %, ενώ η αντίστοιχη προστιθέμενη αξία των δραστηριοτήτων ενεργειακής απόδοσης ανερχόταν κατά μέσο όρο σε 22,3 %, ποσοστό σαφώς μεγαλύτερο σε σχέση με την υπόλοιπη οικονομία (1,6 %). Η παραγωγικότητα της εργασίας στην ΕΕ (ακαθάριστη προστιθέμενη αξία ανά εργαζόμενο) έχει επίσης βελτιωθεί σημαντικά στον τομέα καθαρής ενέργειας, ιδίως στον τομέα παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, όπου αυξήθηκε κατά 70 % από το 2000.

³² Το σχέδιο δράσης για την κυκλική οικονομία δίδει έμφαση στη δημιουργία μιας δευτερογενούς αγοράς πρώτων υλών και στον σχεδιασμό για κυκλικότητα (COM/2015/0614 final και COM/2020/98 final)

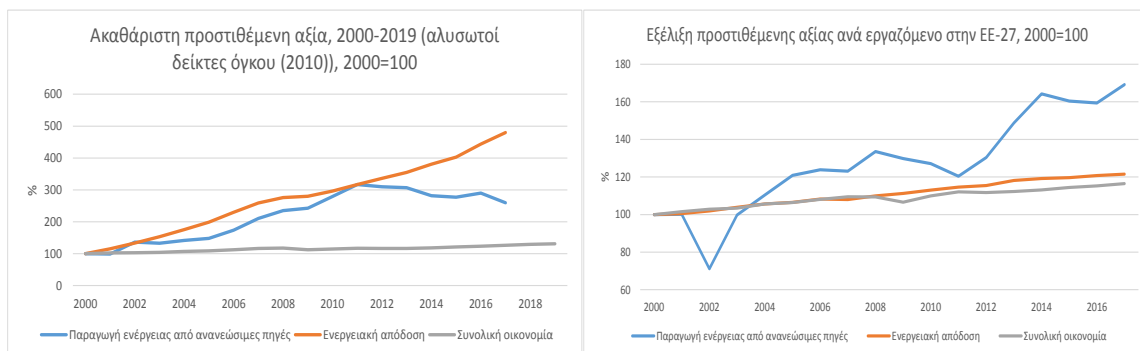
³³ D. T. Blagoeva, P. Alves Dias, A. Marmier, C.C. Pavel (2016) Assessment of potential bottlenecks along the materials supply chain for the future deployment of low-carbon energy and transport technologies in the EU. Wind power, photovoltaic and electric vehicles technologies, time frame: 2015-2030, EUR 28192 EN, DOI:10.2790/08169

³⁴ Με βάση την έρευνα στατιστικών στοιχείων διάρθρωσης των επιχειρήσεων της Eurostat. Περιλαμβάνονται οι ακόλουθοι κωδικοί: B05 (εξόρυξη γαιάνθρακα και λιγνίτη), B06 (εξόρυξη αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου), B07.21 (εξόρυξη μεταλλευμάτων ουρανίου και θορίου), B08.92 (εξόρυξη τύρφης), B09.1 (δραστηριότητες υποστήριξης της εξόρυξης πετρελαίου και φυσικού αερίου), C19 (παραγωγή οπτάνθρακα και προϊόντων διύλισης πετρελαίου) και D35 (παροχή ηλεκτρικής ενέργειας, αερίου, ατμού και κλιματισμού).

³⁵ Eurostat [sbs_na_ind_r2]

³⁶ EurObserv'ER

Διάγραμμα 2 Ακαθάριστη προστιθέμενη αξία και προστιθέμενη αξία ανά εργαζόμενο, 2000-2019, 2000=100



Πηγή 2 ΚΚΕρ με βάση τα στοιχεία της Eurostat: [env_ac_egss1], [nama_10_a10_e], [env_ac_egss2], [nama_10_gdp].

2.3 Ανθρώπινο κεφάλαιο

Οι τεχνολογίες και λύσεις καθαρής ενέργειας δημιουργούν θέσεις πλήρους απασχόλησης για 1,5 εκατομμύριο άτομα στην Ευρώπη³⁷, εκ των οποίων άνω του μισού εκατομμυρίου³⁸ στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (αριθμός ο οποίος αυξάνεται σε 1,5 εκατομμύριο εάν ληφθούν υπόψη και οι έμμεσες θέσεις εργασίας) και σχεδόν 1 εκατομμύριο στον τομέα της ενεργειακής απόδοσης (το 2017)³⁹. Οι άμεσες θέσεις εργασίας στον τομέα της παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές της ΕΕ αυξήθηκαν από 327 000 το 2000 σε 861 000 το 2011, σημειώνοντας πτώση στις 502 000 το 2017. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 3, μετά το 2011 σημειώθηκε μείωση⁴⁰, η οποία

³⁷ Για να δώσουμε μια πληρέστερη εικόνα, η άμεση απασχόληση στον τομέα εξόρυξης και μεταποίησης ορυκτών καυσίμων (NACE B05, B06, B08.92, B09.1, C19) ανήλθε το 2018 σε 328 000 στην ΕΕ-27 και σε 1,2 εκατομμύρια στον τομέα ηλεκτρικής ενέργειας, αερίου, ατμού και κλιματισμού (NACE D35), ο οποίος παρέχει ηλεκτρική ενέργεια τόσο από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όσο και από ορυκτές πηγές ενέργειας. Ο συνολικός αριθμός για τον ευρύτερο ενεργειακό τομέα παρέμεινε εν πολλοίς σταθερός, αν και η απασχόληση μειώθηκε κατά περίπου 80 000 στον τομέα εξόρυξης γαιάνθρακα και λιγνίτη και κατά περίπου 30 000 στον τομέα της εξόρυξης αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου. Βλέπε: JRC120302, Employment in the Energy Sector Status Report 2020, EUR 30186 EN, Υπηρεσία Επισήμων Εκδόσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Λουξεμβούργο, 2020.

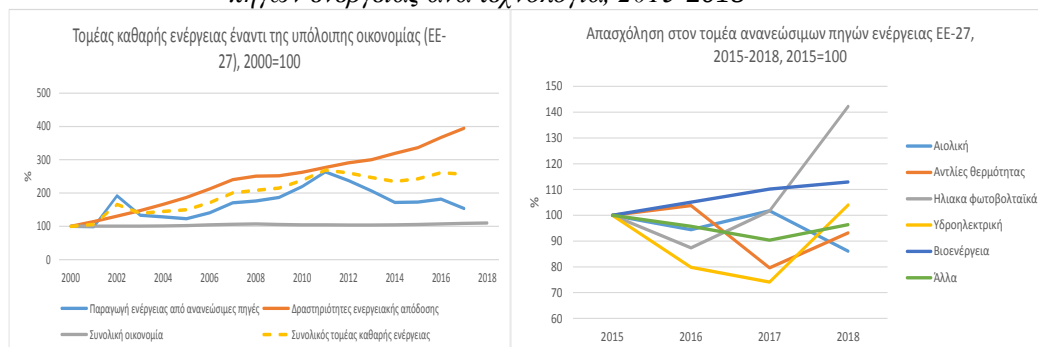
³⁸ Εάν συνυπολογιστούν και οι έμμεσες θέσεις εργασίας, στον τομέα ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές απασχολούνται σχεδόν 1,4 εκατομμύρια άτομα στην ΕΕ-27, σύμφωνα με το EurObserv'ER. Το EurObserv'ER περιλαμβάνει στην εκτίμησή του τόσο την άμεση όσο και την έμμεση απασχόληση. Η άμεση απασχόληση περιλαμβάνει την παραγωγή εξοπλισμού ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, δραστηριότητες κατασκευής, πολιτικού μηχανικού και διαχείρισης, λειτουργίας και συντήρησης μονάδων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και την παροχή και εκμετάλλευση βιομάζας. Η έμμεση απασχόληση αφορά δευτερεύουσες δραστηριότητες όπως οι μεταφορές και άλλες υπηρεσίες. Η επαγωγική απασχόληση δεν εμπίπτει στο πεδίο εφαρμογής της παρούσας ανάλυσης. Το EurObserv'ER χρησιμοποιεί ένα τυποποιημένο μοντέλο για την εκτίμηση της απασχόλησης και του κύκλου εργασιών.

³⁹ Τα στοιχεία της Eurostat σχετικά με τον τομέα περιβαλλοντικών υπηρεσιών και αγαθών (EGSS - ΤΠΑΥ) εκτιμώνται διά του συνδυασμού στοιχείων από διάφορες πηγές (SBS, PRODCOM, εθνικοί λογαριασμοί). Στον ΤΠΑΥ, υποβάλλονται πληροφορίες σχετικά με την παραγωγή αγαθών και υπηρεσιών που έχουν σχεδιαστεί και παράγονται ειδικά με σκοπό την προστασία του περιβάλλοντος ή τη διαχείριση των πόρων. Μονάδα ανάλυσης στον ΤΠΑΥ είναι η εγκατάσταση. Η εγκατάσταση είναι μια επιχείρηση ή μέρος επιχείρησης που είναι εγκατεστημένη σε μία μοναδική τοποθεσία και στην οποία διεξάγεται μία μοναδική δραστηριότητα ή στην οποία η κύρια παραγωγική δραστηριότητα αντιστοιχεί στο μεγαλύτερο μέρος της προστιθέμενης αξίας. Επίσης, εντοπίζεται σε όλους τους κωδικούς NACE. Χρησιμοποιούμε τον κωδικό CREMA 13Α Παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και τον κωδικό CREMA 13Β για εξοικονόμηση και διαχείριση της θερμότητας/ενέργειας.

⁴⁰ Η εν λόγω μείωση αποτελεί πιθανώς συνέπεια της χρηματοπιστωτικής κρίσης, συμπεριλαμβανομένης της επακόλουθης μετεγκατάστασης της παραγωγικής δυναμικότητας, καθώς και της αυξημένης παραγωγικότητας και της μείωσης της πυκνότητας των θέσεων εργασίας (Πηγές: JRC120302 Employment in the Energy Sector Status Report, 2020). Μείωση σημειώθηκε σε μικρότερο βαθμό και στους τομείς της ηλιακής φωτοβολταϊκής ενέργειας και της γεωθερμικής ενέργειας. Οι επιπτώσεις της κρίσης έγιναν αισθητές στη μείωση των εγκαταστάσεων ηλιακής φωτοβολταϊκής ενέργειας και στη μετεγκατάσταση της παραγωγής στην Ασία. Όσον αφορά τον τομέα της χερσαίας και της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας, μπορεί να παρατηρηθεί, ειδικότερα, αύξηση της

αποτελεί πιθανώς συνέπεια της χρηματοπιστωτικής κρίσης, συμπεριλαμβανομένης της επακόλουθης μετεγκατάστασης της παραγωγικής δυναμικότητας, καθώς και της αυξημένης παραγωγικότητας και της μείωσης της πυκνότητας των θέσεων εργασίας. Ο αριθμός των άμεσων θέσεων εργασίας στον τομέα της ενεργειακής απόδοσης αυξήθηκε σταθερά από 244 000 το 2000 σε 964 000 το 2017. Οι άμεσες θέσεις εργασίας στους εν λόγω τομείς (ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ενεργειακή απόδοση) αντιπροσωπεύουν περίπου το 0,7 % της συνολικής απασχόλησης στην ΕΕ⁴¹, αλλά η αύξησή τους έχει υπερβεί την αύξηση στο υπόλοιπο της οικονομίας, με μέση ετήσια αύξηση 3,1 % και 17,4 % αντίστοιχα⁴².

Διάγραμμα 3 Άμεση απασχόληση στον τομέα καθαρής ενέργειας έναντι του υπολοίπου της οικονομίας κατά την περίοδο 2000-2018, 2000=100, και Απασχόληση στον τομέα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ανά τεχνολογία, 2015-2018



Πηγή 3 (ΚΚΕρ με βάση στοιχεία της Eurostat [env_ac_egss1], [nama_10_a10_e]⁴³ και EurObserv'ER)

Η αυξητική τάση της απασχόλησης στον τομέα καθαρής ενέργειας είναι παγκόσμια, αν και οι τεχνολογίες που δημιουργούν περισσότερες ευκαιρίες απασχόλησης διαφέρουν ανά περιοχή. Γενικά, θέσεις εργασίας έχουν δημιουργηθεί κυρίως στους τομείς ηλιακής φωτοβολταϊκής ενέργειας και αιολικής ενέργειας. Η Κίνα, η οποία διαθέτει σχεδόν το 40 % του συνόλου των παγκόσμιων θέσεων εργασίας στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, απασχολεί το μεγαλύτερο μέρος του εν λόγω δυναμικού στους τομείς ηλιακής φωτοβολταϊκής ενέργειας, της ηλιακής θέρμανσης και ψύξης και της αιολικής ενέργειας· στη Βραζιλία, οι σχετικές θέσεις εργασίας αφορούν τον τομέα της βιοενέργειας· και η ΕΕ απασχολεί τους περισσότερους εργαζομένους στον τομέα της βιοενέργειας (σχεδόν το ήμισυ του συνόλου των θέσεων εργασίας στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας) και της αιολικής ενέργειας (σχεδόν το ένα τέταρτο), βλέπε διάγραμμα 4.

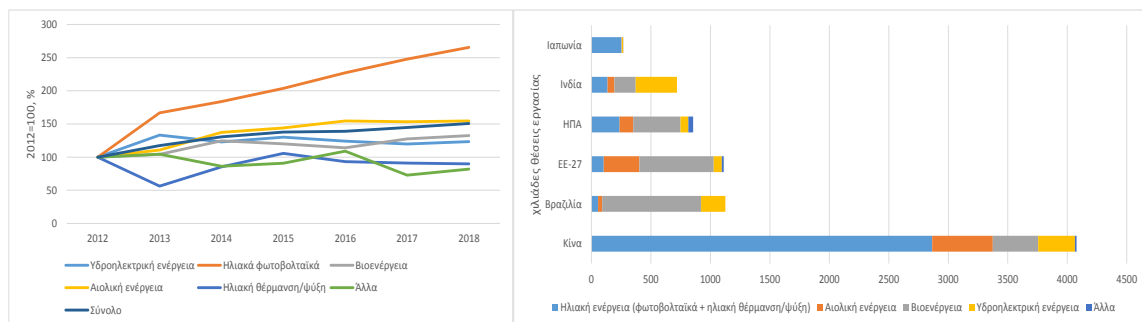
παραγωγικότητας και, ως εκ τούτου, μείωση της έντασης θέσεων εργασίας. Η σύγκριση άμεσης απασχόλησης και συσσωρευμένης εγκατεστημένης ισχύος κατά την τελευταία δεκαετία αποκαλύπτει μείωση κατά 47 % και 59 % στο συγκεκριμένο είδος απασχόλησης στον τομέα χερσαίας και υπεράκτιας αιολικής ενέργειας, αντίστοιχα (πηγές: GWEC 2020, Global Offshore Wind Report, 2020· WindEurope 2020, Update of employment figures based on WindEurope, Local Impact GI). Βάσει του EurObserv'ER, η ένταση θέσεων εργασίας (θέσεις εργασίας/MW) μειώθηκε κατά 19 % στον τομέα της αιολικής ενέργειας και κατά 14 % στον τομέα της ηλιακής φωτοβολταϊκής ενέργειας κατά την περίοδο 2015-2018. Η δυναμική του τομέα ενεργειακής απόδοσης είναι διαφορετική (π.χ. η εξοικονόμηση ενέργειας και η ενεργειακή απόδοση έχει άμεση θετική επίπτωση μέσω του μειωμένου κόστους) και η αύξηση των θέσεων εργασίας στην ΕΕ μπορεί εν μέρει να αποδοθεί στην ισχυρή αύξηση των θέσεων εργασίας στον τομέα αντλίων θερμότητας από το 2012 (EurObserv'ER). Συνολικά, με βάση το EurObserv'ER, που αποτυπώνει τις άμεσες και έμμεσες θέσεις εργασίας, μπορούμε να παρατηρήσουμε μια αυξανόμενη τάση της απασχόλησης στον τομέα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ΕΕ-27.

⁴¹ Eurostat, EGSS.

⁴² Στην υπόλοιπη οικονομία, η μέση ετήσια αύξηση είναι 0,5 %.

⁴³ Η παραγωγή από ανανεώσιμες πηγές σχετίζεται με τον κωδικό EGSS της Eurostat CREMA13A και οι δραστηριότητες ενεργειακής απόδοσης με τον κωδικό CREMA13B.

Διάγραμμα 4 Παγκόσμια απασχόληση στην τεχνολογία ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (2012-2018)⁴⁴



Πηγή 4 (ΚΚΕρ με βάση τα στοιχεία της IRENA, 2019⁴⁵)

Ο τομέας της τεχνολογίας καθαρής ενέργειας εξακολουθεί να αντιμετωπίζει προκλήσεις, ιδίως όσον αφορά τη διαθεσιμότητα εξειδικευμένων εργατών στους τοπούς όπου υπάρχει σχετική ζήτηση.^{46, 47} Οι σχετικές δεξιότητες είναι, ειδικότερα, οι δεξιότητες πολιτικού μηχανικού και οι τεχνικές δεξιότητες, ο ψηφιακός γραμματισμός και η ικανότητα αξιοποίησης των νέων τεχνολογιών, οι γνώσεις σχετικά με τις πτυχές της υγείας και της ασφάλειας, ειδικές δεξιότητες εργασίας σε τοποθεσίες όπου επικρατούν ακραίες συνθήκες (για παράδειγμα, σε ύψος ή σε βάθος) και οι μη τεχνικές δεξιότητες όπως η ομαδική εργασία και η επικοινωνία, καθώς και γνώση της αγγλικής γλώσσας.

Όσον αφορά τα φύλα, το 2019, οι γυναίκες αντιστοιχούσαν κατά μέσο όρο στο 32 % του εργατικού δυναμικού στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας⁴⁸. Ο αριθμός αυτός είναι υψηλότερος σε σχέση με τον παραδοσιακό τομέα της ενέργειας (25 %⁴⁹) αλλά χαμηλότερος σε σχέση με το ποσοστό σε όλη την οικονομία (46,1 %⁵⁰), ενώ, επιπλέον, η ισόρροπη εκπροσώπηση των φύλων διαφέρει σε μεγαλύτερο βαθμό για ορισμένα προφίλ θέσεων εργασίας.

2.4 Τάση της έρευνας και της καινοτομίας

Τα τελευταία έτη η ΕΕ επενδύει κατά μέσο όρο σχεδόν 20 δισ. EUR ετησίως στην Ε&Κ στον τομέα της καθαρής ενέργειας, η οποία έχει τεθεί σε προτεραιότητα στο πλαίσιο της Ενεργειακής Ένωσης^{51, 52}. Τα κονδύλια της ΕΕ συνεισφέρουν σε ποσοστό 6 %, η

⁴⁴ Τα αριθμητικά στοιχεία για την απασχόληση ανά χώρα αφορούν το 2017.

⁴⁵ IRENA. 2019. Ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές και θέσεις εργασίας – Ετήσια επισκόπηση 2019.

⁴⁶ Βάση αναφοράς της στρατηγικής για τη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ της προσφοράς της κατάρτισης και της ζήτησης της βιομηχανίας στην αξιακή αλυσίδα των θαλάσσιων τεχνολογιών, Σεπτέμβριος 2019 - Έργο MATES. <https://www.projectmates.eu/wp-content/uploads/2019/07/MATES-Strategy-Report-September-2019.pdf>

⁴⁷ Alves Dias et al. 2018. EU coal regions: opportunities and challenges ahead. <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/eu-coal-regions-opportunities-and-challenges-ahead>.

⁴⁸ IRENA 2019: <https://www.irena.org/publications/2019/Jan/Renewable-Energy-A-Gender-Perspective>

⁴⁹ Eurostat (2019), ελήφθη από <https://ec.europa.eu/eurostat/web/equality/overview>

⁵⁰ Eurostat [lfsa_egan2], 2019.

⁵¹ COM(2015)80: ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, έξυπνο σύστημα, αποδοτικά συστήματα, βιώσιμες μεταφορές, δέσμευση, αξιοποίηση και αποθήκευση του διοξειδίου του άνθρακα (CCUS) και πυρηνική ασφάλεια.

⁵² ΚΚΕρ SETIS <https://setis.ec.europa.eu/publications/setis-research-innovation-data>

JRC112127 Pasimeni, F., Fiorini, A., Γεωργακάκη Α., Marmier, A., Jimenez Navarro, J. P., Asensio Bermejo, J. M. (2018): SETIS Research & Innovation country dashboards. Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Κοινό Κέντρο Ερευνών (ΚΚΕρ) [σύνολο δεδομένων] PID: <http://data.europa.eu/89h/jrc-10115-10001>, σύμφωνα με:

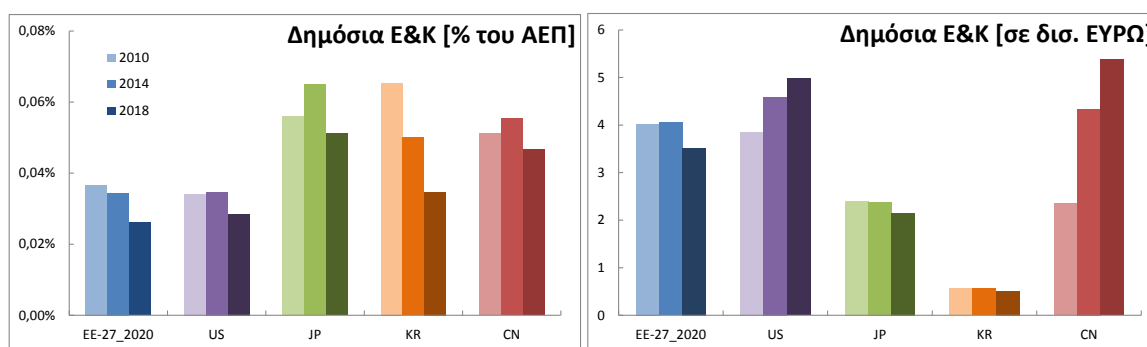
JRC Fiorini, A., Γεωργακάκη, Α., Pasimeni, F. και Τζήμας, Ε., Monitoring R&I in Low-Carbon Energy Technologies, EUR 28446 EN, Υπηρεσία Επισήμων Εκδόσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Λουξεμβούργο, 2017.

JRC117092 Pasimeni, F., Letout, S., Fiorini, A., Γεωργακάκη, Α., Monitoring R&I in Low-Carbon Energy Technologies, Revised methodology and additional indicators, 2020 (επικείμενο).

δημόσια χρηματοδότηση από τις εθνικές κυβερνήσεις ανέρχεται σε 17 % και οι επιχειρήσεις συνεισφέρουν 77 % κατ' εκτίμηση.

Τα κονδύλια E&K που διατίθενται για την ενέργεια στην ΕΕ αντιπροσωπεύουν το 4,7 % της συνολικής δαπάνης για την E&K⁵³. Σε απόλυτους όρους, ωστόσο, τα κράτη μέλη έχουν μειώσει τα εθνικά τους κονδύλια E&K για την καθαρή ενέργεια (διάγραμμα 5): το 2018, η ΕΕ δαπάνησε μισό δισεκατομμύριο λιγότερο σε σχέση με το 2010. Αυτή η τάση είναι παγκόσμια. Οι δαπάνες E&K του ιδιωτικού τομέα για ενεργειακές τεχνολογίες χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών ήταν χαμηλότερες το 2019 σε σχέση με το 2012, ενώ οι χώρες εξακολουθούν να διαθέτουν μεγάλα ποσά χρηματοδότησης E&K για τα ορυκτά καύσιμα⁵⁴. Αυτό είναι το αντίθετο από ό,τι χρειάζεται: Οι επενδύσεις E&K σε καθαρές τεχνολογίες πρέπει να αυξηθούν εάν η ΕΕ και ο κόσμος επιθυμούν να ανταποκριθούν στις δεσμεύσεις τους σχετικά με την απανθρακοποίηση. Σήμερα, η ΕΕ έχει το χαμηλότερο ποσοστό επενδύσεων σε σχέση με το σύνολο των μεγάλων παγκόσμιων οικονομιών ως ποσοστό του ΑΕΠ (διάγραμμα 5). Τα ερευνητικά κονδύλια της ΕΕ συνεισφέρουν υψηλότερο ποσοστό της δημόσιας χρηματοδότησης και ήταν απαραίτητα για να διατηρηθούν τα επίπεδα επενδύσεων στην έρευνα και την καινοτομία κατά τα τελευταία τέσσερα έτη.

Διάγραμμα 5 Δημόσια χρηματοδότηση E&K των προτεραιοτήτων E&K της Ενεργειακής Ένωσης⁵⁵



Πηγή 5 ΚΚΕρ⁴⁹ με βάση τα στοιχεία του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας (ΔΟΕ)⁵⁶, ΜΙ⁵⁷.

Στον ιδιωτικό τομέα μικρό μόνο μερίδιο των εσόδων δαπανάται, επί του παρόντος, στην E&K στους τομείς που απαιτείται περισσότερο να υιοθετήσουν ευρέως τις τεχνολογίες χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών⁵¹. Η ΕΕ έχει εκτιμήσει ότι οι ιδιωτικές επενδύσεις στις προτεραιότητες E&K της Ενεργειακής Ένωσης μειώνονται: αντιστοιχούν, επί του παρόντος, σε περίπου 10 % των συνολικών δαπανών των επιχειρήσεων στην E&K⁵⁸. Το ποσοστό αυτό είναι υψηλότερο από το αντίστοιχο των ΗΠΑ και συγκρίσιμο με αυτό της Ιαπωνίας, αλλά χαμηλότερο σε σχέση με την Κίνα και την Κορέα. Το ένα τρίτο των εν

⁵³ Eurostat, Total GBAORD by NABS 2007 socio-economic objectives [gba_nabsfin07]. Ο κοινωνικοοικονομικός ενεργειακός στόχος περιλαμβάνει την E&K στον τομέα της συμβατικής ενέργειας. Οι προτεραιότητες E&K της Ενεργειακής Ένωσης εμπίπτουν επίσης σε άλλους κοινωνικοοικονομικούς στόχους.

⁵⁴ IEA ETP <https://www.iea.org/reports/clean-energy-innovation/global-status-of-clean-energy-innovation-in-2020#government-rd-funding>

⁵⁵ Δεν περιλαμβάνονται τα ενωσιακά κονδύλια.

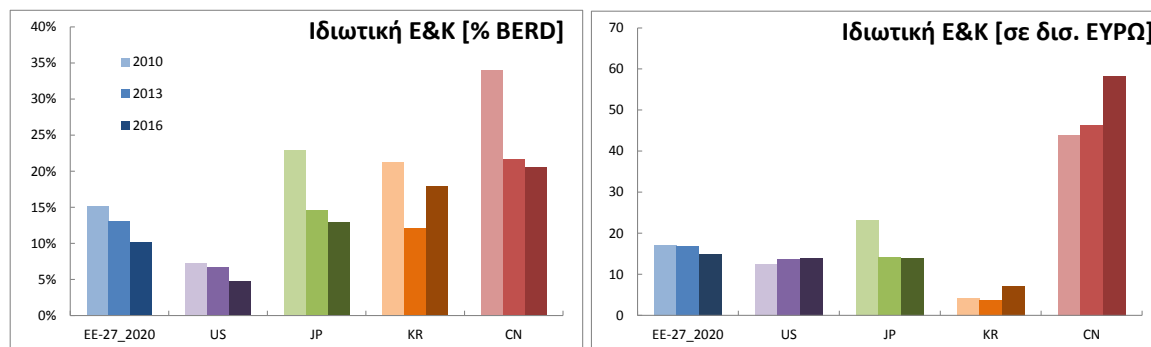
⁵⁶ Προσαρμογή από την έκδοση του 2020 της βάσης δεδομένων κονδυλίων έρευνας, τεχνολογικής ανάπτυξης και επίδειξης (E&E) ενεργειακών τεχνολογιών του ΔΟΕ.

⁵⁷ Mission Innovation Tracking Progress <http://mission-innovation.net/our-work/tracking-progress/>

⁵⁸ Σε αντίθεση με τα στατιστικά στοιχεία για τις BERD: Eurostat/OOΣΑ επιχειρηματικές δαπάνες στην E&A (BERD) ανά δραστηριότητα NACE αναθ. 2 και πηγή κονδυλίων [rd_e_berdfundr2]. Ο τομέας των οργανισμών κοινής ωφελείας περιλαμβάνει τις υπηρεσίες συλλογής, επεξεργασίας υδάτων και ύδρευσης: δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία για όλες τις χώρες.

λόγω επενδύσεων αφορά τις βιώσιμες μεταφορές, ενώ στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τα έξυπνα συστήματα και την ενεργειακή απόδοση επενδύεται το ένα πέμπτο στην καθεμία. Παρότι η κατανομή της ιδιωτικής E&K στην ΕΕ παρουσίασε ελαφρά μόνο μεταβολή τα τελευταία έτη, πιο σημαντική είναι η μετάβαση που σημειώνεται παγκοσμίως προς τις τεχνολογίες βιομηχανικής ενεργειακής απόδοσης και τις έξυπνες τεχνολογίες για τους καταναλωτές⁵⁹.

Διάγραμμα 6 Εκτιμήσεις της ιδιωτικής χρηματοδότησης E&K των προτεραιοτήτων E&K της Ενεργειακής Ένωσης⁶⁰



Πηγή 6 ΚΚΕρ⁴⁹, Eurostat/ΟΟΣΑ⁵⁵

Κατά μέσο όρο, παρότι οι μεγαλύτερες εισηγμένες επιχειρήσεις και οι θυγατρικές τους αποτελούν το 20-25 % των βασικών επενδυτών, αντιπροσωπεύουν, ωστόσο, το 60-70 % της ευρεσιτεχνιακής δραστηριότητας και των επενδύσεων. Στην ΕΕ, ο τομέας της αυτοκινητοβιομηχανίας είναι, σε απόλυτους όρους, ο μεγαλύτερος ιδιωτικός επενδυτής E&K στις προτεραιότητες E&K της Ενεργειακής Ένωσης⁶¹, ενώ ακολουθούν η βιοτεχνολογία και η φαρμακοβιομηχανία. Στο διάγραμμα 7 εμφανίζεται ότι μεταξύ των ενεργειακών βιομηχανιών, ο τομέας του πετρελαίου και του αερίου είναι ο μεγαλύτερος επενδυτής σε E&K. Άλλοι ενεργειακοί τομείς, όπως οι επιχειρήσεις ηλεκτρικής ή εναλλακτικής ενέργειας, διαθέτουν πολύ μικρότερα κονδύλια για την E&K, παρότι δαπανούν μεγαλύτερο μέρος αυτών στην καθαρή ενέργεια. Είναι ανησυχητικό το γεγονός ότι ένα μεγάλο ποσοστό των ιδιωτικών κονδυλίων για την E&K στον ενεργειακό τομέα δεν δαπανάται σε τεχνολογίες καθαρής ενέργειας. Σύμφωνα με τον ΔΟΕ, οι επιχειρήσεις πετρελαίου και αερίου διοχετεύουν λιγότερο από το 1 % των συνολικών δαπανών κεφαλαίου των επιχειρήσεων πετρελαίου και αερίου σε τομείς εκτός των βασικών επιχειρηματικών πεδίων τους, κατά μέσο όρο^{62,63}, ενώ μόνο 8 % των ευρεσιτεχνιών τους αφορούν την καθαρή ενέργεια⁶⁴.

⁵⁹ JRC118288 input to Mission Innovation (2019) «Mission Innovation Beyond 2020: challenges and opportunities».

⁶⁰ Οι εκτιμήσεις για την Κίνα παρουσιάζουν ιδιαίτερες δυσκολίες και αβεβαιότητα, δεδομένων των διαφορών όσον αφορά την προστασία της διανοητικής ιδιοκτησίας (βλέπε επίσης <https://chinapower.csis.org/patents/>) και των δυσχερειών όσον αφορά την αποτύπωση της δομής των επιχειρήσεων (π.χ. επιχειρήσεις που έχουν τη στήριξη του κράτους) και τη χρηματοοικονομική πληροφόρηση.

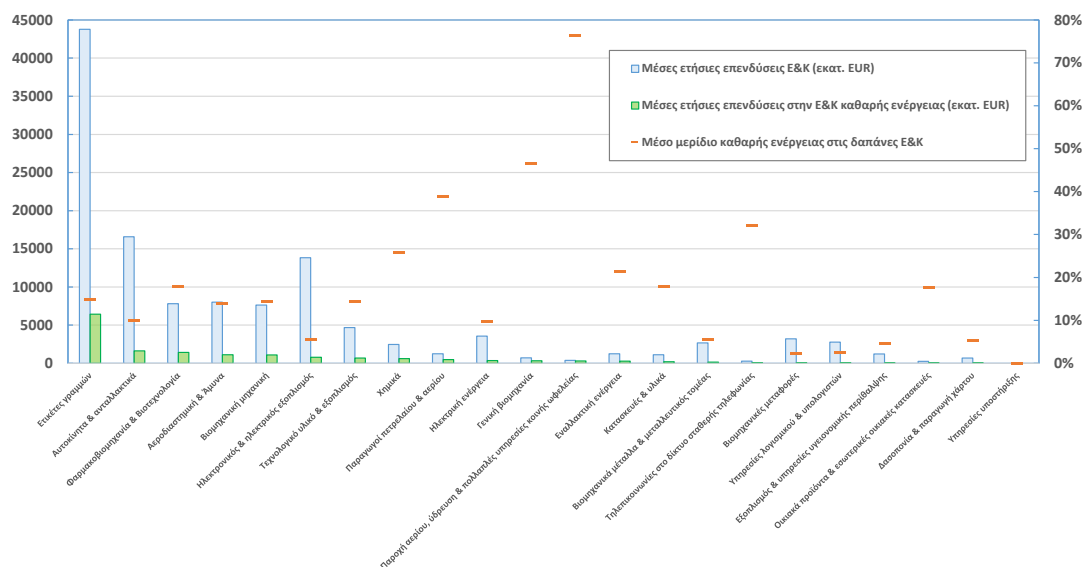
⁶¹ Πρόκειται για ευρύτερο ορισμό του τι περιλαμβάνει η τεχνολογία καθαρής ενέργειας σε σχέση με τον ορισμό που χρησιμοποιείται στην παρούσα έκθεση. Για παράδειγμα, στον εν λόγω ευρύτερο ορισμό περιλαμβάνεται η E&K στον τομέα της ενεργειακής απόδοσης στη βιομηχανία.

⁶² Με ορισμένες κορυφαίες μεμονωμένες επιχειρήσεις να δαπανούν περίπου 5 % στην καθαρή ενέργεια.

⁶³ The oil and gas industry in energy transitions, world energy outlook special report, IEA, January 2020, <https://www.iea.org/reports/the-oil-and-gas-industry-in-energy-transitions>

⁶⁴ The Energy Transition and Oil Companies' Hard Choices – Oxford Institute for Energy Studies, July 2019· Rob West, Founder, Thundersaid Energy & Research Associate, OIES and Bassam Fattouh, Director, OIES, σελίδα 4.

Διάγραμμα 7 Ενωσιακές επενδύσεις Ε&Κ στις προτεραιότητες Ε&Κ της Ενεργειακής Ένωσης, ανά βιομηχανικό τομέα⁶⁵

Πηγή 7 ΚΚΕρ⁴⁹

Τα τελευταία έτη, οι επενδύσεις επιχειρηματικών κεφαλαίων στην καθαρή ενέργεια είχαν ακολουθήσει αυξητική τάση, αλλά εξακολουθούν να είναι χαμηλές (μόλις άνω του 6-7 %) σε σύγκριση με τις επενδύσεις του ιδιωτικού τομέα στην Ε&Κ. Μέχρι στιγμής, το 2020 είναι έτος σημαντικής παγκόσμιας επιβράδυνσης όσον αφορά τις επενδύσεις επιχειρηματικών κεφαλαίων σε τεχνολογίες καθαρής ενέργειας⁶⁶.

Η ευρεσιτεχνιακή δραστηριότητα στις τεχνολογίες καθαρής ενέργειας⁶⁷ κορυφώθηκε το 2012 και, έκτοτε, φθίνει⁶⁸. Στο πλαίσιο αυτής της τάσης, ωστόσο, ορισμένες τεχνολογίες που καθίστανται ολοένα και πιο σημαντικές για τη μετάβαση στην καθαρή ενέργεια (π.χ. συσσωρευτές) έχουν διατηρήσει ή ακόμη και αυξήσει τα επίπεδα ευρεσιτεχνιακής δραστηριότητάς τους.

Η ΕΕ και η Ιαπωνία έχουν την πρωτοκαθεδρία μεταξύ των διεθνών ανταγωνιστών όσον αφορά τις ευρεσιτεχνίες υψηλής αξίας⁶⁹ για τεχνολογίες καθαρής ενέργειας. Οι ευρεσιτεχνίες καθαρής ενέργειας αντιστοιχούν στο 6 % του συνόλου των εφευρέσεων υψηλής αξίας στην ΕΕ. Το ποσοστό της ΕΕ είναι ανάλογο με αυτό της Ιαπωνίας και υψηλότερο από το αντίστοιχο της Κίνας (4 %), των ΗΠΑ και του υπόλοιπου κόσμου (5 %), ενώ έπεται μόνο του ποσοστού της Κορέας (7 %), από την άποψη των ανταγωνιστικών οικονομιών. Η ΕΕ φιλοξενεί το ένα τέταρτο των 100 κορυφαίων επιχειρήσεων από την άποψη των ευρεσιτεχνιών υψηλής αξίας στον τομέα της καθαρής ενέργειας. Η πλειονότητα των εφευρέσεων που χρηματοδοτούνται από πολυεθνικές επιχειρήσεις με έδρα στην ΕΕ παράγεται στην Ευρώπη και, ως επί το πλείστον, από

⁶⁵ Κορυφαίοι συνεισφέροντες τομείς. Μέσος όρος πενταετίας (2012-2016) ανά τομέα: το ένα τρίτο των επιχειρήσεων (μη εισηγμένοι, μικρότεροι επενδυτές) δεν μπορεί να ταξινομηθεί σε συγκεκριμένο τομέα.

⁶⁶ΚΚΕρ ⁵² και ανάλυση ΚΚΕρ με βάση το Pitchbook και στοιχεία του ΔΟΕ για τις επενδύσεις επιχειρηματικών κεφαλαίων στις τεχνολογίες καθαρής ενέργειας.

⁶⁷ Ενεργειακές τεχνολογίες χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών στο πλαίσιο των προτεραιοτήτων Ε&Κ της Ενεργειακής Ένωσης.

⁶⁸ Με εξαίρεση την Κίνα, όπου οι τοπικές αιτήσεις εξακολουθούν να αυξάνονται, χωρίς να επιδιώκεται διεθνής προστασία. (Βλέπε επίσης: Are Patents Indicative of Chinese Innovation? <https://chinapower.csis.org/patents/>)

⁶⁹ Οι οικογένειες ευρεσιτεχνιών (εφευρέσεις) είναι εκείνες που περιλαμβάνουν αιτήσεις σε περισσότερους από έναν οργανισμούς, δηλ. εκείνες για τις οποίες επιδιώκεται η προστασία σε περισσότερες από μία χώρες/αγορές.

θυγατρικές που είναι εγκατεστημένες στην ίδια χώρα⁷⁰. Στις ΗΠΑ και στην Κίνα υπάρχουν οι κύριοι οργανισμοί διανοητικής ιδιοκτησίας (IPO) —και κατ' επέκταση αγορές— στους οποίους υποβάλλονται αιτήσεις για την προστασία των ενωσιακών εφευρέσεων.

2.5 Ανάκαμψη από την πανδημία Covid-19⁷¹

Κατά τη διάρκεια της πανδημίας, το ευρωπαϊκό ενεργειακό σύστημα αποδείχθηκε ανθεκτικό στους κραδασμούς της πανδημίας⁷² και αναδύθηκε ένα πιο πράσινο ενεργειακό μείγμα, με την παραγωγή ισχύος από γαιάνθρακα στην ΕΕ να σημειώνει πτώση κατά 34 % και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας να παρέχουν το 43 % της παραγωγής ισχύος στο δεύτερο τρίμηνο του 2020, δηλ. το υψηλότερο ποσοστό μέχρι σήμερα⁷³. Ταυτόχρονα, οι χρηματιστηριακές επιδόσεις του τομέα καθαρής ενέργειας φαίνεται ότι επηρεάστηκαν λιγότερο και ανέκαμψαν πιο γρήγορα σε σχέση με τους τομείς των ορυκτών καυσίμων. Η ψηφιοποίηση βοήθησε τις επιχειρήσεις και τους τομείς να ανταποκριθούν με επιτυχία στην κρίση, δίνοντας επίσης ώθηση στην ανάπτυξη νέων ψηφιακών εφαρμογών.

Παρότι οι ενεργειακές αξιακές αλυσίδες της ΕΕ ανακάμπτουν, η κρίση έφερε στο προσκήνιο το ζήτημα της βελτιστοποίησης και της δυνητικής αποκέντρωσης των αλυσίδων εφοδιασμού, με σκοπό τη μείωση της έκθεσης σε μελλοντικές διαταραχές και τη βελτίωση της ανθεκτικότητας. Ανταποκρινόμενη στο εν λόγω ζήτημα, η Επιτροπή αποσκοπεί να προσδιορίσει τις κρίσιμες αλυσίδες εφοδιασμού για τις ενεργειακές τεχνολογίες, να αναλύσει τα πιθανά τρωτά σημεία και να βελτιώσει την ανθεκτικότητά τους⁷⁴. Οι κύριες ενεργειακές προτεραιότητες στο πλαίσιο της ανάκαμψης είναι η ενεργειακή απόδοση, ιδίως μέσω του κύματος ανακαινίσεων, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, το υδρογόνο και η ενοποίηση του ενεργειακού συστήματος. Υπάρχει επιπλέον ανησυχία ότι η πανδημία επηρεάζει τις επενδύσεις στην Ε&Κ και τους σχετικούς διαθέσιμους πόρους, όπως καταφανώς συνέβη στις προηγούμενες οικονομικές κρίσεις.

Τα μέτρα ανάκαμψης μπορούν να αξιοποιήσουν το δυναμικό δημιουργίας θέσεων εργασίας που ενέχει η ενεργειακή απόδοση και η ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές⁷⁵, συμπεριλαμβανομένου του δυναμικού του τομέα Ε&Κ, για να δοθεί ώθηση στην απασχόληση και να υλοποιηθεί, ταυτόχρονα, η μετάβαση προς τη βιωσιμότητα. Η υποστήριξη των επενδύσεων Ε&Κ, συμπεριλαμβανομένης της εταιρικής Ε&Κ, έχει μεγαλύτερη θετική επίδραση στην απασχόληση σε τομείς μεσαίας έως υψηλής τεχνολογίας όπως η τεχνολογία πιο καθαρής ενέργειας⁷⁶. Ταυτόχρονα, υπάρχει ανάγκη για ρηζικέλευθες τεχνολογίες χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών, για παράδειγμα, στις ενεργοβόρες βιομηχανίες, οι οποίες θα χρειαστούν ταχύτερες επενδύσεις Ε&Κ για την επίδειξη και την εγκατάστασή τους.

⁷⁰ Οι σημαντικές εξαιρέσεις οφείλονται στα κίνητρα, τη γλώσσα και τη γεωγραφική εγγύτητα.

⁷¹ Με βάση την εργασία του ΚΚΕρ σχετικά με τις επιπτώσεις της πανδημίας Covid-19 στο ενεργειακό σύστημα και τις αξιακές αλυσίδες

⁷² SWD(2020) 104 - Energy security: good practices to address pandemic risks

⁷³ Quarterly Report on European Electricity Markets, Volume 13, Issue 2. https://ec.europa.eu/energy/data-analysis/market-analysis_en?redir=1

⁷⁴ Η ανάλυση υποστηρίζεται από μελέτη τα συμπεράσματα της οποίας αναμένονται τον Απρίλιο του 2021.

⁷⁵ Εκτιμάται ότι το ίδιο επίπεδο δαπανών θα παραγάγει σχεδόν τριπλάσιο αριθμό θέσεων εργασίας σε σχέση με τις βιομηχανίες που βασίζονται στα ορυκτά καύσιμα. Πηγή: Heidi Garrett-Peltier, Green versus brown: Comparing the employment impacts of energy efficiency, renewable energy, and fossil fuels using an input-output model, Economic Modelling, Volume 61, 2017, 439-447

⁷⁶ EC work for MI Tracking Progress: The Economic Impacts of R&D in the Clean Energy Sector and COVID-19, 2020, MI Webinar, May 6, 2020

3. ΈΜΦΑΣΗ ΣΤΙΣ ΚΥΡΙΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΛΥΣΕΙΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Στο κατωτέρω τμήμα, αναλύονται οι πλέον συναφείς αξίες ανταγωνιστικότητας για καθεμία από τις έξι τεχνολογίες που αναλύονται ανωτέρω καθώς και η κατάσταση, η αξιακή αλυσίδα και η παγκόσμια αγορά, με βάση τους δείκτες που παρουσιάζονται στον πίνακα 1. Οι επιδόσεις της ΕΕ συγκρίνονται, στον βαθμό που είναι εφικτό, με τις αντίστοιχες άλλων βασικών περιοχών (π.χ. ΗΠΑ, Ασία). Στην Έκθεση για τη μετάβαση σε καθαρές μορφές ενέργειας – Τεχνολογίες και Καινοτομίες παρουσιάζεται μια πιο αναλυτική εκτίμηση άλλων σημαντικών τεχνολογιών καθαρής ενέργειας και ενέργειας χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών που είναι απαραίτητες για την επίτευξη της κλιματικής ουδετερότητας⁷⁷.

3.1 Υπεράκτιες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας – αιολική

Τεχνολογία: η συσσωρευμένη εγκατεστημένη ισχύς υπεράκτιας αιολικής ενέργειας της ΕΕ ανερχόταν το 2019 σε 12 GW⁷⁸. Με χρονικό ορίζοντα το 2050, τα σενάρια της ΕΕ προβλέπουν κατά προσέγγιση 300 GW υπεράκτιας αιολικής ισχύος στην ΕΕ⁷⁹. Παγκοσμίως, το κόστος έχει σημειώσει απότομη πτώση τα τελευταία έτη και η ζήτηση έχει τονωθεί από νέες διαδικασίες υποβολής προσφορών που εφαρμόζονται σε παγκόσμια κλίμακα και τη δημιουργία αιολικών πάρκων άνευ επιδοτήσεων. Η υπεράκτια αιολική ενέργεια έχει ωφεληθεί σημαντικά από τις εξελίξεις στον τομέα της χερσαίας αιολικής ενέργειας, ιδίως στις οικονομίες κλίμακας (π.χ. οι εξελίξεις στα υλικά και τα κοινά κατασκευαστικά στοιχεία), με αποτέλεσμα να είναι εφικτή η επικέντρωση των προσπαθειών στα πιο καινοτόμα τμήματα της τεχνολογίας (όπως η πλωτή υπεράκτια αιολική ενέργεια, τα νέα υλικά και τα κατασκευαστικά στοιχεία). Στο πλαίσιο πρόσφατων έργων υπεράκτιας αιολικής ενέργειας έχουν ακολουθηθεί κατά πολύ αυξημένοι συντελεστές ισχύος. Η μέση ισχύς ηλεκτροπαραγωγής των ανεμογεννητριών έχει αυξηθεί από 3,7 MW (2015) σε 6,3 MW (2018), χάρη στις συνεχιζόμενες προσπάθειες στον τομέα της Ε&Κ.

Η Ε&Κ στον τομέα της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας αφορά κυρίως την αύξηση του μεγέθους των ανεμογεννητριών, τις πλωτές εφαρμογές (ιδίως τον σχεδιασμό των πλωτών κατασκευών στήριξης), τις εξελίξεις στον τομέα των υποδομών και την ψηφιοποίηση. Σχεδόν το 90 % της χρηματοδότησης Ε&Κ της ΕΕ για την αιολική ενέργεια προέρχεται από τον ιδιωτικό τομέα⁸⁰. Σε επίπεδο ΕΕ, η Ε&Κ στον τομέα της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας λαμβάνει στήριξη από τη δεκαετία του 1990. Τα τελευταία έτη, ο τομέας της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας, ιδίως της πλωτής, λαμβάνει σημαντική χρηματοδότηση (Figure 8). Οι εν λόγω εξελίξεις της Ε&Κ αναδεικνύουν ότι, μέσω της ανάπτυξης νέων τμημάτων της αγοράς, η ΕΕ μπορεί να αποκτήσει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Για παράδειγμα, μια πλήρως αναπτυγμένη ενωσιακή αλυσίδα εφοδιασμού υπεράκτιας αιολικής ενέργειας (επεκτεινόμενη και σε αναξιοποίητες θαλάσσιες λεκάνες της ΕΕ), η πρωτοκαθεδρία στη βιομηχανία πλωτής υπεράκτιας αιολικής ενέργειας με στόχο αγορές με βαθύτερα ύδατα ή νέες αναδυόμενες ιδέες, π.χ. εναέρια συστήματα αιολικής ενέργειας ή ανάπτυξη λιμενικής υποδομής ικανής να ανταποκρίνεται στους φιλόδοξους στόχους (και τις συνέργειες με άλλους τομείς, π.χ. την παραγωγή υδρογόνου σε λιμένες). Οι τάσεις στον ευρεσιτεχνιακό τομέα επιβεβαιώνουν την ανταγωνιστικότητα της Ευρώπης στον τομέα της αιολικής ενέργειας. Οι παίκτες της ΕΕ κατέχουν ηγετική θέση

⁷⁷ SWD(2020)953

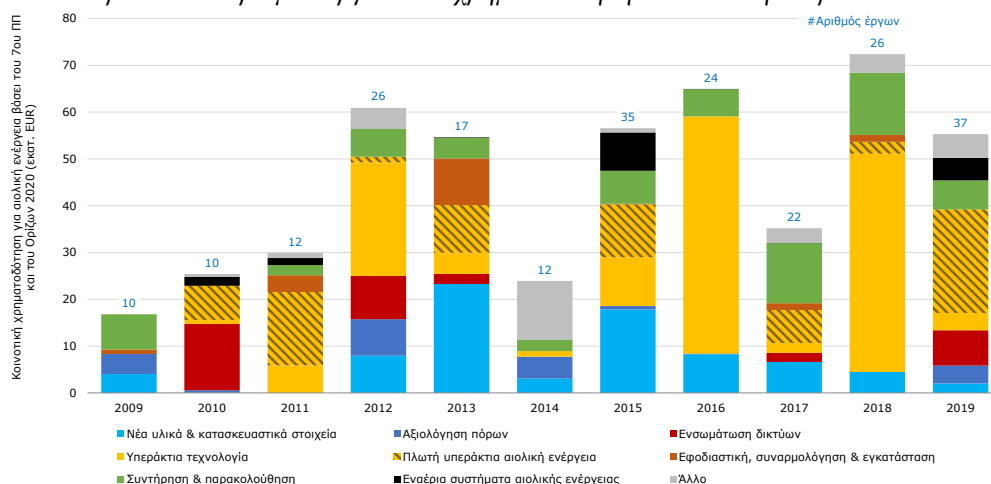
⁷⁸ GWEC, Global Wind Energy Report 2019 (2020).

⁷⁹ Σύμφωνα με το σενάριο CTP-MIX από το COM(2020) 562 final.

⁸⁰ KKEP Technology Market Report – Wind Energy (2019).

όσον αφορά τις εφευρέσεις υψηλής αξίας⁸¹ και προστατεύουν τις γνώσεις τους σε άλλους οργανισμούς διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας, εκτός της αγοράς της χώρας τους.

Διάγραμμα 8 Εξέλιξη της κοινοτικής χρηματοδότησης E&K, κατηγοριοποιημένης κατά προτεραιότητες E&K για την αιολική ενέργεια βάσει του 7ου ΠΠ και του προγράμματος «Ορίζων 2020» και βάσει του αριθμού έργων που χρηματοδοτήθηκαν κατά την περίοδο 2009-2019.



Πηγή 8 ΚΚΕρ 2020⁸²

Άλλες πρόσφατες καινοτομίες στοχεύουν στην εφοδιαστική/αλυσίδα εφοδιασμού, π.χ. η ανάπτυξη κιβωτίων ταχυτήτων ανεμογεννητριών τα οποία είναι επαρκώς συμπαγή ώστε να χωρούν σε ένα τυπικό εμπορευματοκιβώτιο φορτίου αποστολής⁸³ καθώς και η εφαρμογή προσεγγίσεων κυκλικής οικονομίας κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής των εγκαταστάσεων. Άλλες καινοτομίες και τάσεις που αναμένεται να αναπτυχθούν περισσότερο την επόμενη δεκαετία είναι, μεταξύ άλλων, οι γεννήτριες υπεραγωγιμότητας, τα προηγμένα υλικά ηλιακών πύργων και η προστιθέμενη αξία της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας (αξία συστήματος αιολικής ενέργειας). Η ομάδα στρατηγικού σχεδίου ενεργειακών τεχνολογιών (SET) για την αιολική ενέργεια θεώρησε τους περισσότερους από τους εν λόγω τομείς ως καίριας σημασίας προκειμένου η Ευρώπη να διατηρήσει την ανταγωνιστικότητά της στο μέλλον. Επί του παρόντος, η Ευρώπη έχει την πρωτοκαθεδρία σε όλα τα τμήματα της αξιακής αλυσίδας των συστημάτων ελέγχου και παρακολούθησης για ανεμογεννήτριες υπεράκτιας αιολικής ενέργειας, συμπεριλαμβανομένης της έρευνας και παραγωγής⁸⁴.

Αξιακή αλυσίδα: Ως προς την αγορά, οι επιχειρήσεις της ΕΕ έχουν το προβάδισμα έναντι των ανταγωνιστών τους σε ό,τι αφορά την παροχή υπεράκτιων γεννητριών σε όλα τα εύρη ισχύος, γεγονός που αντικατοπτρίζει την ύπαρξη μιας καλά εδραιωμένης ευρωπαϊκής αγοράς υπεράκτιων γεννητριών καθώς και το αυξανόμενο μέγεθος των νέων

⁸¹ Αυτό συνεπάγεται ότι οι ευρεσιτεχνίες κατοχυρώνονται σε άλλους οργανισμούς διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας, εκτός της χώρας έκδοσης και παραπέμπουν σε οικογένειες ευρεσιτεχνιών που περιλαμβάνουν αιτήσεις διπλώματος ευρεσιτεχνίας σε περισσότερους του ενός οργανισμούς διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας. Σχεδόν το 60 % του συνόλου των ενωσιακών εφευρέσεων που σχετίζονται με την αιολική ενέργεια κατοχυρώθηκε σε άλλες χώρες (συγκριτικά, μόνο το 2 % των κινεζικών εφευρέσεων κατοχυρώθηκαν σε οργανισμούς διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας εκτός Κίνας).

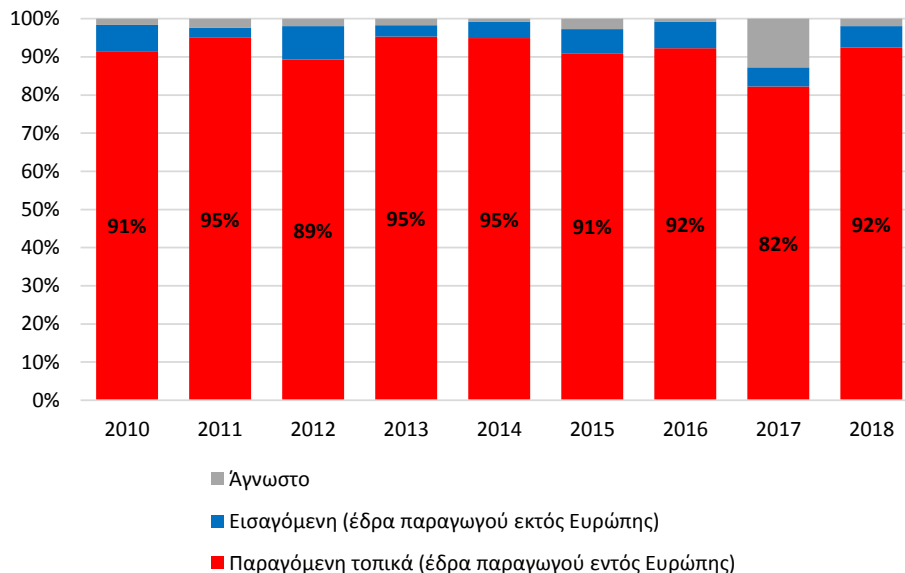
⁸² ΚΚΕρ 2020, Low Carbon Energy Observatory, Wind Energy Technology Development Report 2020, Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2020, JRC120709.

⁸³ Σχέδιο SET, Σχέδιο υλοποίησης υπεράκτιας αιολικής ενέργειας (2018).

⁸⁴ ICF, ανατέθηκε από τη ΓΔ Grow – Climate neutral market opportunities and EU competitiveness study (2020)

ανεμογεννητριών που εγκαθίστανται⁸⁵. Επί του παρόντος, το 93 % περίπου της συνολικής υπεράκτιας ισχύος που είναι εγκατεστημένη στην Ευρώπη το 2019 παράγεται σε τοπικό επίπεδο από Ευρωπαίους κατασκευαστές (Siemens, Gamesa Renewable Energy, MHI Vestas και Senvion⁸⁶).

Διάγραμμα 9 Νέα εγκατάσταση αιολικής ισχύος (χερσαία & υπεράκτια) - τοπική έναντι εισαγόμενης, βάσει της παραδοχής της ευρωπαϊκής ενιαίας αγοράς



Πηγή 9 ΚΚΕρ 2020⁸⁷

Παγκόσμια αγορά: το ποσοστό⁸⁸ παγκόσμιων εξαγωγών της ΕΕ αυξήθηκε από 28 % το 2016 σε 47 % το 2018, ενώ 8 από τους 10 κορυφαίους παγκοσμίως εξαγωγείς ήταν χώρες της ΕΕ, με την Κίνα και την Ινδία να είναι οι κύριοι παγκόσμιοι ανταγωνιστές. Μεταξύ 2009 και 2018, το εμπορικό⁸⁹ ισοζύγιο της ΕΕ παρέμεινε θετικό, με αυξητική τάση.

Ως προς τις προβλέψεις για τις παγκόσμιες αγορές, στην Ασία (συμπεριλαμβανομένης της Κίνας), η υπεράκτια αιολική ισχύς αναμένεται να φθάσει περίπου τα 95 GW έως το 2030 (εκ της προβλεπόμενης παγκόσμιας ισχύος των κατά προσέγγιση 233 GW έως το 2030)⁹⁰. Το ήμισυ σχεδόν των παγκόσμιων επενδύσεων στον τομέα της αιολικής ενέργειας το 2018 πραγματοποιήθηκαν στην Κίνα⁹¹. Στον ίδιο χρονικό ορίζοντα του 2030, προβλέπονται, βάσει του σεναρίου CTP-MIX, 73 GW υπεράκτιας αιολικής ισχύος στην ΕΕ. Επί του παρόντος, βάσει των ΕΣΕΚ προβλέπονται 55 GW υπεράκτιας αιολικής ισχύος έως το 2030.

Οι πλωτές εφαρμογές φαίνεται ότι καθίστανται βιώσιμη επιλογή για τις χώρες και τις περιφέρειες της ΕΕ που δεν διαθέτουν πιο αβαθή ύδατα (πλωτά υπεράκτια αιολικά πάρκα για βάθη μεταξύ 50 και 1 000 μέτρων) και μπορούν να δημιουργήσουν νέες

⁸⁵ ΚΚΕρ Technology Market Report – Wind Energy (2019).

⁸⁶ Μετά την περίπτωση αφερεγγυότητας της Senvion και το κλείσιμο της μονάδας της παραγωγής ανεμογεννητριών στο Μπρεμερχάφεν στα τέλη του 2019, είναι ανοικτό το ενδεχόμενο ακόμη μεγαλύτερης συγκέντρωσης της αγοράς.

⁸⁷ ΚΚΕρ 2020, Facts and figures on Offshore Renewable Energy Sources in Europe, JRC121366 (επικείμενο).

⁸⁸ Η ΕΕ, συμπεριλαμβανομένου του Ηνωμένου Βασιλείου.

⁸⁹ Η ΕΕ, συμπεριλαμβανομένου του Ηνωμένου Βασιλείου.

⁹⁰ GWEC 2020, Global Offshore Wind Report, 2020.

⁹¹ IRENA – Future of wind (2019, σ. 52).

αγορές με βάση περιοχές όπως ο Ατλαντικός Ωκεανός, η Μεσόγειος και, δυνητικά, η Μαύρη Θάλασσα. Σειρά έργων που έχουν προγραμματιστεί ή είναι υπό εκτέλεση θα έχουν ως αποτέλεσμα την εγκατάσταση 350 MW πλωτής ισχύος στα ευρωπαϊκά ύδατα έως το 2024. Επιπλέον, η βιομηχανία αιολικής ενέργειας της ΕΕ αποσκοπεί να εγκαταστήσει έως το 2050 στα ευρωπαϊκά ύδατα πλωτά, υπεράκτια αιολικά πάρκα ισχύος 150 GW με σκοπό την επίτευξη της κλιματικής ουδετερότητας⁹². Η παγκόσμια αγορά ενέργειας από πλωτά, υπεράκτια αιολικά πάρκα αντιπροσωπεύει μια σημαντική εμπορική ευκαιρία για τις επιχειρήσεις της ΕΕ. Από τη συγκεκριμένη πηγή αναμένονται συνολικά περίπου 6,6 GW έως το 2030, με σημαντική ισχύ σε ορισμένες χώρες της Ασίας (Νότια Κορέα και Ιαπωνία), επιπροσθέτως των ευρωπαϊκών αγορών (Γαλλία, Νορβηγία, Ιταλία, Ελλάδα, Ισπανία) μεταξύ 2025 και 2030. Δεδομένου ότι η Κίνα διαθέτει άφθονους πόρους αιολικής ενέργειας σε αβαθή ύδατα, δεν αναμένεται να κατασκευάσει μεσοπρόθεσμα πλωτά αιολικά πάρκα σημαντικής ισχύος⁹³. Οι πλωτές εφαρμογές μπορούν επίσης να μειώσουν τις επιπτώσεις στο υποθαλάσσιο περιβάλλον, ιδίως κατά το στάδιο της κατασκευής.

Η υπεράκτια αιολική ενέργεια είναι μια ανταγωνιστική βιομηχανία στην παγκόσμια αγορά. Η αναδυόμενη ζήτηση στην παγκόσμια αγορά, όπως η ζήτηση για ενέργεια που παράγεται από πλωτά αιολικά πάρκα, ενδέχεται να αποκτήσει καθοριστική σημασία για τη βιομηχανία της ΕΕ, εάν η εν λόγω βιομηχανία πρόκειται να είναι και να παραμείνει ανταγωνιστική στον αναπτυσσόμενο τομέα της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας. Ένα βασικό ζήτημα είναι κατά πόσο τα κράτη μέλη θα δεσμευτούν ως προς τη χρήση της αιολικής ενέργειας. Η τρέχουσα αναντιστοιχία μεταξύ της πρόβλεψης των ΕΣΕΚ για το 2030 (55 GW υπεράκτιας αιολικής ισχύος) και του σεναρίου της ΕΕ (73 GW⁹⁴) σημαίνει ότι οι επενδύσεις πρέπει να επισπευστούν. Ο θετικός αντίκτυπος της ανάπτυξης της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας στις αλυσίδες εφοδιασμού σχετίζεται με την περιφερειακή ανάπτυξη (τόπος παραγωγής, συναρμολόγηση των ανεμογεννητριών κοντά στην αγορά, επιπτώσεις στις λιμενικές υποδομές). Στο πλαίσιο της στρατηγικής για την υπεράκτια ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές⁹⁵ θα προσδιοριστεί ένα σύνολο μέτρων για την υπέρβαση των εμποδίων και την ενίσχυση των υπεράκτιων προοπτικών.

3.2 Υπεράκτιες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας – Ωκεάνια ενέργεια

Τεχνολογία: οι τεχνολογίες παλιρροϊκής και κυματικής ενέργειας είναι οι πλέον προηγμένες τεχνολογίες ωκεάνιας ενέργειας, ενώ σειρά κρατών μελών και περιφερειών διαθέτουν σημαντικό πιθανό δυναμικό⁹⁶. Οι τεχνολογίες παλιρροϊκής ενέργειας μπορούν να θεωρηθούν ότι βρίσκονται στο στάδιο προ της εμπορικής διάθεσης. Η σύγκλιση του σχεδιασμού βοήθησε την τεχνολογία να αναπτυχθεί και να παραγάγει σημαντικές ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας (πάνω από 30 GWh από το 2016⁹⁷). Διάφορα έργα και πρωτότυπα έχουν αναπτυχθεί σε ολόκληρη την Ευρώπη και παγκοσμίως. Ωστόσο, οι περισσότερες τεχνολογικές προσεγγίσεις της κυματικής ενέργειας βρίσκονται σε επίπεδο τεχνολογικής ετοιμότητας 6-7, με ιδιαίτερη έμφαση στην Ε&Κ. Οι βελτιώσεις σε ό,τι αφορά τα αποτελέσματα της κυματικής ενέργειας προέρχονται ως επί το πλείστον από

⁹² ETIPWind, Floating Offshore Wind. Delivering climate neutrality (2020).

⁹³ GWEC 2020, Global Offshore Wind Report, 2020.

⁹⁴ Το σενάριο CTP-MIX από το COM(2020) 562 final.

⁹⁵ Αναμένεται ότι θα δημοσιευτεί αργότερα εντός του 2020.

⁹⁶ Υπάρχει σημαντικό δυναμικό ανάπτυξης της παλιρροϊκής ενέργειας στη Γαλλία, την Ιρλανδία και την Ισπανία και εντοπισμένο δυναμικό σε άλλα κράτη μέλη. Όσον αφορά την κυματική ενέργεια, το δυναμικό είναι υψηλό στον Ατλαντικό, ενώ υπάρχει εντοπισμένο δυναμικό στη Βόρεια Θάλασσα, τη Βαλτική, τη Μεσόγειο και τη Μαύρη Θάλασσα.

⁹⁷ Ofgem Renewable Energy Guarantees Origin Register. <https://www.renewablesandchp.ofgem.gov.uk/>

έργα που είναι υπό εκτέλεση στην ΕΕ. Κατά την τελευταία πενταετία, ο τομέας έχει επιδείξει ανθεκτικότητα⁹⁸ και σημαντική τεχνολογική πρόοδος έχει επιτευχθεί χάρη στην επιτυχή εγκατάσταση πάρκων επίδειξης και πρώτων στο είδος τους πάρκων⁹⁹.

Τα μακροπρόθεσμα σενάρια (LTS) προβλέπουν περιορισμένη αφομοίωση της τεχνολογίας ωκεάνιας ενέργειας. Το υψηλό κόστος των μετατροπών κυματικής και παλιρροϊκής ενέργειας και οι περιορισμένες διαθέσιμες πληροφορίες σχετικά με τις επιδόσεις περιορίζουν τη δέσμευση της ωκεάνιας ενέργειας στο μοντέλο¹⁰⁰. Ταυτόχρονα, στην Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία τονίζεται ο καίριος ρόλος που θα διαδραματίσει η θαλάσσια ανανεώσιμη ενέργεια στη μετάβαση προς μια κλιματικά ουδέτερη οικονομία, με σημαντική αναμενόμενη συμβολή υπό τις κατάλληλες συνθήκες αγοράς και πολιτικής (2,6 GW έως το 2030¹⁰¹ και 100 GW στα ευρωπαϊκά ύδατα έως το 2050¹⁰²). Οι εν εξελίξει επιδείξεις καταδεικνύουν ότι το κόστος μπορεί να μειωθεί γρήγορα: στοιχεία από έργα του προγράμματος «Ορίζων 2020» υποδεικνύουν ότι το κόστος της παλιρροϊκής ενέργειας μειώθηκε σε ποσοστό μεγαλύτερο του 40 % μεταξύ 2015 και 2018^{103,104}.

Αξιακή αλυσίδα: Η Ευρώπη κατέχει την πρωτοκαθεδρία σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού¹⁰⁵ και το σύστημα καινοτομίας¹⁰⁶ ωκεάνιας ενέργειας. Ο ευρωπαϊκός συνεργατικός σχηματισμός που απαρτίζεται από εξειδικευμένα ερευνητικά ινστιτούτα, φορείς ανάπτυξης και η διαθεσιμότητα της ερευνητικής υποδομής έχει επιτρέψει στην Ευρώπη να αναπτύξει και να διατηρεί την υφιστάμενη ανταγωνιστική θέση της.

Παγκόσμια αγορά: η ΕΕ κατέχει την παγκόσμια πρωτοκαθεδρία παρά την αποχώρηση του Ηνωμένου Βασιλείου και τις αλλαγές στην αγορά τεχνολογιών κυματικής και παλιρροϊκής ενέργειας. Το 70 % της παγκόσμιας εγκατεστημένης ωκεάνιας ισχύος έχει αναπτυχθεί από επιχειρήσεις με έδρα την ΕΕ¹⁰⁷. Κατά την επόμενη δεκαετία, είναι ζωτικής σημασίας οι φορείς ανάπτυξης της ΕΕ να αξιοποιήσουν την ανταγωνιστική θέση τους. Η παγκόσμια εγκατεστημένη ωκεάνια ισχύς αναμένεται να αυξηθεί σε 3,5 GW εντός της επόμενης δεκαετίας, ενώ έως το 2030 αναμένεται αύξηση στα 10 GW¹⁰⁸.

⁹⁸ Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2017) Study on Lessons for Ocean Energy Development, EUR 27984.

⁹⁹ Magagna & Uihlein (2015) 2014 KKEP Ocean Energy Status Report.

¹⁰⁰ Τα επόμενα έτη, τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης της ενέργειας της ΕΕ αναμένεται να αποτυπώσουν την επικύρωση και τη μείωση του κόστους των εν λόγω τεχνολογιών.

¹⁰¹ Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2018) Market study on ocean energy. 2.2GW of tidal stream and 423MW of wave energy.

¹⁰² Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2017) Ocean energy strategic roadmap: building ocean energy for Europe.

¹⁰³ KKEP (2019) Technology Development Report LCEO: Ocean Energy.

¹⁰⁴ Επιπλέον, η Ε&Κ στους τομείς των προηγμένων και υβριδικών υλικών, των νέων διαδικασιών παραγωγής, της προσθετικής κατασκευής όπου χρησιμοποιούνται καινοτόμες τρισδιάστατες τεχνολογίες μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την περαιτέρω μείωση του κόστους. Μπορεί επίσης να συμβάλει στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, στη συντόμηση των χρόνων παράδοσης και στη βελτίωση της ποιότητας που σχετίζεται με την παραγωγή των μεγάλων μεταλλικών κατασκευαστικών στοιχείων.

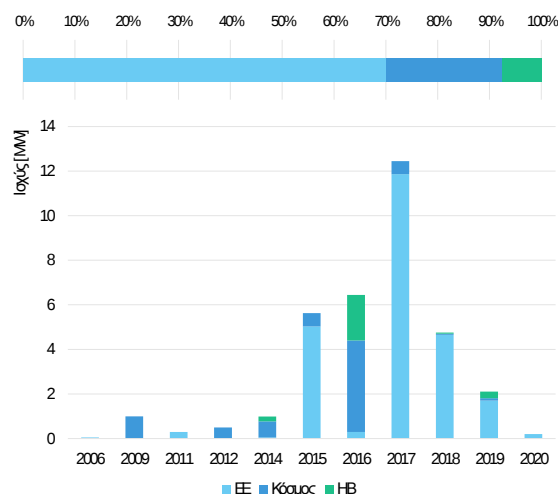
¹⁰⁵ KKEP (2017) Supply chain of renewable energy technologies in Europe.

¹⁰⁶ KKEP (2014) Overview of European innovation activities in marine energy technology.

¹⁰⁷ KKEP (2020) - Facts and figures on Offshore Renewable Energy Sources in Europe, JRC121366 (επικείμενο).

¹⁰⁸ EURActive (2020) <https://www.euractiv.com/section/energy/interview/irena-chief-europe-is-the-frontrunner-on-tidal-and-wave-energy/>

Διάγραμμα 10 Εγκατεστημένη ισχύς βάσει της προέλευσης της τεχνολογίας



Πηγή 10 ΚΚΕρ 2020¹⁰⁹

Εντός της ΕΕ¹¹⁰, μεταξύ 2000 και 2015, 838 επιχειρήσεις σε 26 χώρες κατέθεσαν διπλώματα ευρεσιτεχνίας ή συμμετείχαν στην κατάθεση διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας σχετικά με την ωκεάνια ενέργεια¹¹¹. Η ΕΕ κατέχει για μεγάλο χρονικό διάστημα την τεχνολογική πρωτοκαθεδρία στην ανάπτυξη τεχνολογιών ωκεάνιας ενέργειας, χάρη στη συνεχιζόμενη στήριξη της Ε&Κ. Μεταξύ 2007 και 2019, οι συνολικές δαπάνες Ε&Κ για την κυματική και παλιρροϊκή ενέργεια ανήλθαν σε 3,84 δισ. EUR, το μεγαλύτερο μέρος των οποίων (2,74 δισ. EUR) προήλθαν από ιδιωτικές πηγές. Την ίδια περίοδο, τα εθνικά προγράμματα Ε&Κ συνεισέφεραν 463 εκατ. EUR στην ανάπτυξη της κυματικής και παλιρροϊκής ενέργειας, ενώ τα ενωσιακά κονδύλια στήριξης της Ε&Κ ανήλθαν σε σχεδόν 650 εκατ. EUR [συμπεριλαμβανομένων των έργων NER300 και Interreg (που συγχρηματοδοτήθηκαν από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης)]¹¹². Κατά μέσο όρο, 1 δισ. EUR δημόσιας χρηματοδότησης (ενωσιακής¹¹³ και εθνικής) μόχλευσαν 2,9 δισ. EUR ιδιωτικών επενδύσεων κατά τη διάρκεια της περιόδου αναφοράς.

Η σημαντική μείωση του κόστους των τεχνολογιών κυματικής και παλιρροϊκής ενέργειας εξακολουθεί να είναι απαραίτητη προκειμένου να αξιοποιηθεί το δυναμικό τους στο ενεργειακό μείγμα, γεγονός που καθιστά απαραίτητη την εντατικοποίηση (δηλ. την αύξηση του ποσοστού των έργων που εκτελούνται στα ύδατα) και τη διαρκή (δηλ. συνέχεια των έργων) διεξαγωγή δραστηριοτήτων επίδειξης. Παρά τις προόδους στην ανάπτυξη και την επίδειξη τεχνολογιών, ο τομέας αντιμετωπίζει δυσκολίες όσον αφορά τη δημιουργία μιας βιώσιμης αγοράς. Η στήριξη σε εθνικό επίπεδο φαίνεται να είναι περιορισμένη, γεγονός που αντικατοπτρίζεται στην περιορισμένη δέσμευση όσον αφορά την ισχύ ωκεάνιας ενέργειας στα ΕΣΕΚ σε σύγκριση με το 2010 και στην έλλειψη σαφούς ειδικής στήριξης για έργα επίδειξης ή για την ανάπτυξη καινοτόμων συστημάτων αμοιβών για αναδυόμενες τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Κατ' αυτόν τον τρόπο περιορίζεται το πεδίο ανάπτυξης επιχειρηματικού σεναρίου και προσδιορισμού βιώσιμων τρόπων ανάπτυξης και εγκατάστασης της τεχνολογίας. Συνεπώς, πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη έμφαση σε

¹⁰⁹ ΚΚΕρ (2020) - Facts and figures on Offshore Renewable Energy Sources in Europe, JRC121366 (επικείμενο).

¹¹⁰ Η ΕΕ, συμπεριλαμβανομένου του Ηνωμένου Βασιλείου.

¹¹¹ ΚΚΕρ (2020) Technology Development Report Ocean Energy 2020 Update.

¹¹² Υπολογισμοί ΚΚΕρ, 2020.

¹¹³ Τα ενωσιακά κονδύλια που χορηγήθηκαν έως το 2020 περιλάμβαναν και αποδέκτες του Ηνωμένου Βασιλείου.

συγκεκριμένα επιχειρηματικά σενάρια για την ωκεάνια ενέργεια, ιδίως όταν η προβλεψιμότητά της μπορεί να ενισχύσει την αξία της καθώς και το δυναμικό της όσον αφορά την απανθρακοποίηση μικρών κοινοτήτων και νησιών της ΕΕ¹¹⁴. Η επικείμενη στρατηγική υπεράκτιας ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές παρέχει μια ευκαιρία στήριξης της ανάπτυξης της ωκεάνιας ενέργειας και παροχής της δυνατότητας στην ΕΕ να αξιοποιήσει στο έπακρο τους πόρους σε ολόκληρο το έδαφός της.

3.3 Ηλιακά φωτοβολταϊκά

Τεχνολογία: τα ηλιακά φωτοβολταϊκά έχουν καταστεί η ταχύτερα αναπτυσσόμενη ενεργειακή τεχνολογία στον κόσμο, με τη ζήτηση για ηλιακά φωτοβολταϊκά να εξαπλώνεται και να διευρύνεται, καθώς καθίσταται η πλέον ανταγωνιστική επιλογή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε αυξανόμενο αριθμό αγορών και εφαρμογών. Η εν λόγω ανάπτυξη ευνοείται από το μειούμενο κόστος των φωτοβολταϊκών συστημάτων (EUR/W) και το ολοένα και πιο ανταγωνιστικό κόστος της παραγόμενης ενέργειας (EUR/MWh).

Η¹¹⁵ εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών της ΕΕ ανερχόταν σε 134 GW το 2019 και προβλέπεται ότι θα αυξηθεί σε 370 GW το 2030 και σε 1 051 GW το 2050¹¹⁶. Δεδομένης της σημαντικής προβλεπόμενης αύξησης της ισχύος των φωτοβολταϊκών στην ΕΕ και παγκοσμίως, η Ευρώπη αναμένεται να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στο σύνολο της αξιακής αλυσίδας. Επί του παρόντος, οι επιδόσεις των ευρωπαϊκών επιχειρήσεων χαρακτηρίζονται από πολυμορφία στα διάφορα τμήματα της αξιακής αλυσίδας των φωτοβολταϊκών (Figure 11).

Διάγραμμα 11 Ευρωπαϊκοί παίκτες στην αξιακή αλυσίδα του κλάδου των φωτοβολταϊκών

¹¹⁴ Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2020), The EU Blue Economy Report, 2020.

¹¹⁵ Η ΕΕ, συμπεριλαμβανομένου του Ηνωμένου Βασιλείου.

¹¹⁶ Σύμφωνα με τις προβλέψεις της εκτίμησης επιπτώσεων που υποστηρίζει το σχέδιο κλιματικών στόχων (COM(2020) 562 final.)

	Εξοπλισμός για παραγωγή φωτοβολταϊκών	Ηλιακά Φωτοβολταϊκά πάνελ (πυρίτιο, κυψέλες, μονάδες)	Παρακολούθηση & έλεγχοι	Ισορροπία συστήματος	EPC	Εγκατάσταση
Βασικές δραστηριότητες	- Εξοπλισμός παραγωγής φωτοβολταϊκών - Ανάπτυξη νέας τεχνολογίας φωτοβολταϊκών	Παραγωγή ράβδων πυριτίου, κυψελών και μονάδων φωτοβολταϊκών	Ανάπτυξη υλικού και λογισμικού για τη βελτίωση των επιδόσεων των ηλιακών πάρκων	Όλο το μη σπονδυλωτό υλικό (μετατροπείς, ιχνηλάτες, χαλύβδινες κατασκευές, καλωδίωση κ.λπ.)	- Μηχανολογικός σχεδιασμός - Κατασκευή - Εκμίσθωση & ασφάλιση - Θέση σε λειτουργία	- Ανάπτυξη - Χρηματοδότηση - Λειτ. & Συντήρ.
Μέγεθος αγοράς (Μ€)	1 329 Παγκόσμια 66 ΕΕ	57 842 Παγκόσμια 7 368 ΕΕ	2 694 Παγκόσμια 678 ΕΕ	25 707 Παγκόσμια 3 275 ΕΕ	17 995 Παγκόσμια 2 292 ΕΕ	Παγκόσμια ΕΕ
Προοπτικές ανάπτυξης αγοράς	Παγκόσμια: EE: Ε&Α προσανατολισμένη σε HJT	Παγκόσμια: EE: Εστίαση στην αύξηση της απόδοσης των κυψελών	Παγκόσμια: EE: Εστίαση στη διάγνωση και τη βελτιστοποίηση	Παγκόσμια: EE: Αύξηση των εγγυήσεων και μείωση κόστους	Παγκόσμια: EE: Εστίαση στην εργασία στο εργοστάσιο έναντι του πεδίου	Παγκόσμια: EE: Καθοριστική πρόσβαση σε κεφάλαια χαμηλού κόστους και κορυφαία
Βασικοί παίκτες ΕΕ	- Valoe - Centrotherm - SCHMID	- Hanwha Q-cells (εν μέρει ΕΕ) - Wacker Chemie 3Sun	- GreenPower Monitoring - AlsoEnergy (εν μέρει ΕΕ) - Solar-log - Meteo&Control	Μετατροπείς Ιχνηλάτες - SMA - Soltec	Ιδιαίτερα κατακερματισμένη αγορά με κυριαρχία τοπικών παικτών	- Enel Green Power - Engie - BayWa.re
Βασικοί παίκτες Υπόλοιπος κόσμος	Meyer Burger	- Trina Solar - Jinko Solar - GCL-Si - Hanwha Q-cells (Partially KR) - JA Solar - Longi - Tongwei	- AlsoEnergy (εν μέρει ΗΠΑ) - Inaccess	Μετατροπείς Ιχνηλάτες - Huawei - SunGrow - Nextacker - ArrayTech	Ιδιαίτερα κατακερματισμένη αγορά με κυριαρχία τοπικών παικτών	- Nexterra - BP Lightsource
Υλικά κρίσιμης σημασίας	Κανένα	Άργυρος, χαλκός	Κανένα	Κανένα	Κανένα	Κανένα

Λεζάντα: (CAGR 10ετίας) >15% >10% >5% >0%

Πηγή 11 Μελέτη της ASSET σχετικά με την ανταγωνιστικότητα

Αξιακή αλυσίδα: Οι επιχειρήσεις της ΕΕ είναι ανταγωνιστικές κυρίως στο κατάντη τμήμα της αξιακής αλυσίδας. Πιο συγκεκριμένα, έχουν κατορθώσει να παραμείνουν ανταγωνιστικές στα τμήματα της παρακολούθησης, του ελέγχου και της ισορροπίας συστημάτων, καθώς ανάμεσά τους συγκαταλέγονται ορισμένες από τις κορυφαίες επιχειρήσεις κατασκευής μετατροπέων και φωτοβολταϊκών ιχνηλατών. Οι επιχειρήσεις της ΕΕ έχουν επίσης διατηρήσει ηγετική θέση στο τμήμα της εγκατάστασης, όπου εδραιωμένοι παίκτες όπως οι Enerparc, Engie, Enel Green Power ή BayWa.re έχουν κατορθώσει να κατακτήσουν νέο μερίδιο της αγοράς παγκοσμίως¹¹⁷. Επιπλέον, η κατασκευή εξοπλισμού εξακολουθεί να έχει ισχυρή βάση στην Ευρώπη (π.χ. Meyer Burger, Centrotherm, Schmid).

Παγκόσμια αγορά: η ΕΕ έχασε το μερίδιο αγοράς της σε ορισμένα από τα ανάντη τμήματα της αξιακής αλυσίδας (π.χ. παραγωγή κυψελών και συστοιχιών φωτοβολταϊκών). Η υψηλότερη προστιθέμενη αξία βρίσκεται τόσο στα πρώτα ανάντη στάδια (στην βασική και εφαρμοσμένη Ε&Α και στον σχεδιασμό) όσο και στα τελευταία κατάντη στάδια (στην εμπορική προώθηση, τη διανομή και τη διαχείριση εμπορικής επωνυμίας). Παρότι οι δραστηριότητες της χαμηλότερης προστιθέμενης αξίας απαντούν στο μέσον της αξιακής αλυσίδας (κατασκευή και συναρμολόγηση), είναι προς το συμφέρον των επιχειρήσεων να είναι κατάλληλα τοποθετημένες στα εν λόγω τμήματα ούτως ώστε να μειώνουν τους κινδύνους και το κόστος χρηματοδότησης. Η ΕΕ εξακολουθεί να φιλοξενεί έναν από τους κορυφαίους κατασκευαστές πολυπυριτίου (Wacker Polysilicon AG), η παραγωγή του οποίου αρκεί από μόνη της για την κατασκευή ηλιακών κυψελών 20 GW και ο οποίος εξάγει σημαντικό μέρος της παραγωγής του στην Κίνα¹¹⁸. Επί του παρόντος, η παγκόσμια παραγωγή φωτοβολταϊκών συλλεκτών αποτιμάται σε περίπου 57,8 δισ. EUR, με την παραγωγή της ΕΕ να

¹¹⁷ Μελέτη της ASSET σχετικά με την ανταγωνιστικότητα, 2020.

¹¹⁸ KKEP – PV Status Report, 2011.

αντιστοιχεί σε 7,4 δισ. EUR (12,8 %) του εν λόγω ποσού. Η ΕΕ εξακολουθεί να κατέχει σχετικά μεγάλο μερίδιο της συνολικής αξίας του τμήματος, χάρη στην παραγωγή των ράβδων πολυπυριτίου. Ωστόσο, υπολείπεται κατά πολύ όσον αφορά την κατασκευή κυψελών και συστοιχιών φωτοβολταϊκών. Και οι 10 κορυφαίοι παραγωγοί κυψελών και συστοιχιών φωτοβολταϊκών παράγουν πλέον τα περισσότερα προϊόντα τους στην Ασία¹¹⁹.

Το κόστος δαπάνης κεφαλαίου για τις μονάδες παραγωγής πολυπυριτίου, ηλιακών κυψελών και συστοιχιών μειώθηκε σε πολύ μεγάλο βαθμό μεταξύ 2010 και 2018. Το εν λόγω γεγονός, σε συνδυασμό με τις καινοτομίες στην παραγωγή, αναμένεται να παράσχει στην ΕΕ την ευκαιρία να εξετάσει από άλλη οπτική γωνία τον κλάδο παραγωγής φωτοβολταϊκών και να αντιστρέψει την κατάσταση¹²⁰.

Η παρουσία της ΕΕ στα πρώτα ανάντη στάδια και στα τελικά κατάντη στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού μπορεί κάλλιστα να αποτελέσει τη βάση για την ανοικοδόμηση του κλάδου φωτοβολταϊκών. Για αυτόν τον σκοπό απαιτείται η επικέντρωση σε εξειδικευμένα προϊόντα ή σε προϊόντα υψηλών επιδόσεων/υψηλής αξίας, όπως η παραγωγή εξοπλισμού και μετατροπών καθώς και σε προϊόντα προσαρμοσμένα στις συγκεκριμένες ανάγκες του οικοδομικού τομέα, του τομέα μεταφορών (φωτοβολταϊκά ενσωματωμένα σε οχήματα) και/ή της γεωργίας (διπλή χρήση της γης με γεωργικά φωτοβολταϊκά), ή στη ζήτηση εγκαταστάσεων ηλιακής ενέργειας υψηλής απόδοσης/υψηλής ποιότητας με σκοπό τη βελτιστοποίηση της χρήσης των διαθέσιμων επιφανειών και πόρων. Ο σπονδυλωτός χαρακτήρας της τεχνολογίας διευκολύνει την ενσωμάτωση των φωτοβολταϊκών σε σειρά εφαρμογών, ιδίως στο αστικό περιβάλλον. Οι εν λόγω νέες τεχνολογίες φωτοβολταϊκών, που προσεγγίζουν πλέον το στάδιο της εμπορικής διάθεσης, μπορούν να αποτελέσουν τη βάση για την ανοικοδόμηση του κλάδου¹²¹. Η εις βάθος γνώση των ερευνητικών ιδρυμάτων της ΕΕ, το εξειδικευμένο εργατικό δυναμικό και οι υφιστάμενοι και αναδυόμενοι παίκτες του κλάδου αποτελούν τη βάση για την αναδημιουργία μιας ισχυρής ευρωπαϊκής αλυσίδας εφοδιασμού φωτοβολταϊκών¹²². Για να παραμείνει ανταγωνιστικός, ο εν λόγω κλάδος πρέπει να αναπτύξει παγκόσμια εμβέλεια. Η διαμόρφωση ενός ευμεγέθους ενωσιακού κλάδου παραγωγής φωτοβολταϊκών θα μειώσει επίσης τον κίνδυνο διαταραχών όσον αφορά την προσφορά καθώς και τους κινδύνους ως προς την ποιότητα.

3.4 Παραγωγή ανανεώσιμου υδρογόνου μέσω ηλεκτρόλυσης

Το παρόν τμήμα επικεντρώνεται στην παραγωγή ανανεώσιμου υδρογόνου και στην ανταγωνιστικότητα του εν λόγω πρώτου τμήματος της αξιακής αλυσίδας του

¹¹⁹ Izumi K., PV Industry in 2019 from IEA PVPS Trends Report, ETIP PV conference «Ready for the TW era, May 2019, Brussels

¹²⁰ Arnulf Jäger-Waldau, Ioannis Kougias, Nigel Taylor, Christian Thiel, How photovoltaics can contribute to GHG emission reductions of 55% in the EU by 2030, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 126, 2020, 109836, ISSN 1364-0321

¹²¹ Παρατίθενται ορισμένα παραδείγματα των πλέον συναφών πρωτοβουλιών παραγωγής φωτοβολταϊκών στην Ευρώπη: i) Το έργο «Ampere» του προγράμματος «Ορίζων 2020» που στηρίζει την κατασκευή πιλοτικής γραμμής παραγωγής ηλιακών κυψελών και συστοιχιών πυριτίου τύπου ετεροεπαφής. Το εργοστάσιο 3Sun Factory (Κατάνια, Ιταλία) παράγει μια από τις πλέον αποδοτικές τεχνολογίες φωτοβολταϊκών με βάση τη συγκεκριμένη προσέγγιση. ii) Η πρωτοβουλία Oxford PV για την παραγωγή ηλιακών κυψελών φωτοβολταϊκών με βάση υλικά περοβσκήτη, που λαμβάνει δάνειο από την ETIP στο πλαίσιο της διευκόλυνσης InnovFin για ενεργειακά έργα επίδειξης. iii) Η κατοχυρωμένη με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας τεχνολογία ετεροεπαφής/SmartWire της Meyer Burger, η οποία είναι πιο αποδοτική σε σχέση με την τρέχουσα τυποποιημένη τεχνολογία mono-PERC, καθώς και άλλες διαθέσιμες επί του παρόντος τεχνολογίες ετεροεπαφής.

¹²² Assessment of Photovoltaics (PV) Final Report, Trinomics (2017).

υδρογόνου¹²³. Το υδρογόνο είναι καθοριστικής σημασίας για την αποθήκευση της ενέργειας που παράγεται από ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές και για την απανθρακοποίηση των τομέων που είναι δύσκολο να εξηλεκτριστούν. Ο στόχος της ενωσιακής στρατηγικής για το υδρογόνο είναι η ενσωμάτωση ηλεκτρολυτικών κυψελών ανανεώσιμου υδρογόνου¹²⁴ ισχύος 40 GW και η παραγωγή έως 10 Mt ανανεώσιμου υδρογόνου στο ενωσιακό ενεργειακό σύστημα έως το 2030, με άμεσες επενδύσεις ύψους μεταξύ 24 δισ. EUR και 42 δισ. EUR^{125,126}.

Τεχνολογία: το κόστος κεφαλαίου των ηλεκτρολυτικών κυψελών έχει μειωθεί κατά 60 % την τελευταία δεκαετία και αναμένεται να μειωθεί εκ νέου κατά το ήμισυ έως το 2030, σε σύγκριση με σήμερα, χάρη στις οικονομίες κλίμακας¹²⁷. Το κόστος του ανανεώσιμου υδρογόνου¹²⁸ κυμαίνεται επί του παρόντος μεταξύ 3 EUR και 5,5 EUR ανά χιλιόγραμμα, γεγονός που το καθιστά πιο ακριβό από το μη ανανεώσιμο υδρογόνο [2 EUR (2018) ανά χιλιόγραμμα υδρογόνου¹²⁹].

Σήμερα, λιγότερο από το 1 % της παγκόσμιας παραγωγής υδρογόνου προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές¹³⁰. Με βάση τις προβλέψεις για το 2030, το κόστος του ανανεώσιμου υδρογόνου υπολογίζεται ότι κυμαίνεται μεταξύ 1,1-2,4 EUR/kg¹³¹, δηλ. φθηνότερο σε σχέση με το υδρογόνο ορυκτών καυσίμων χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών¹³² και σχεδόν ανταγωνιστικό με το υδρογόνο ορυκτών καυσίμων¹³³.

Μεταξύ 2008 και 2018, η κοινή επιχείρηση «Κυψέλες καυσίμου και υδρογόνο» (KE KKY) στήριξε 246 έργα σε διάφορες τεχνολογικές εφαρμογές που σχετίζονται με το

¹²³ Η επιτόπια παραγωγή υδρογόνου για συστεγασμένη κατανάλωση σε βιομηχανικές εφαρμογές φαίνεται να αποτελεί ελπιδοφόρο μοντέλο που μπορεί να επιτρέψει την ταχεία επίτευξη κλίμακας για την ευρύτερη εισαγωγή του φορέα στο ενεργειακό σύστημα, σύμφωνα με τον φιλόδοξο στόχο για μια κλιματικά ουδέτερη οικονομία και τη στρατηγική για το υδρογόνο. Η παρούσα έκθεση δεν εξετάζει την ανταγωνιστικότητα των υπόλοιπων τμημάτων της αξιακής αλυσίδας, όπως τη μεταφορά, την αποθήκευση και τη μετατροπή του υδρογόνου σε εφαρμογές τελικής χρήσης (π.χ. κινητικότητα, κτίρια). Η Επιτροπή σύστησε την Ευρωπαϊκή Συμμαχία για το Καθαρό Υδρογόνο ως πλατφόρμα ενδιαφερόμενων φορέων, με σκοπό τη συγκέντρωση των συναφών παικτών.

¹²⁴ Το ανανεώσιμο υδρογόνο (το οποίο αποκαλείται συχνά «πράσινο υδρογόνο») είναι υδρογόνο που παράγεται από ηλεκτρολυτικές κυψέλες που τροφοδοτούνται με ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές, μέσω μιας διαδικασίας με την οποία το νερό διασπάται σε υδρογόνο και οξυγόνο.

¹²⁵ Στρατηγική για το υδρογόνο για μια κλιματικά ουδέτερη Ευρώπη, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0301&from=EL>.

¹²⁶ Επιπλέον, από σήμερα έως το 2030, θα απαιτηθεί ποσό ύψους μεταξύ 220 δισ. EUR και 340 δισ. EUR για την κλιμακώση της παραγωγής και τη σύνδεση ηλιακών γεννητριών και ανεμογεννητριών ισχύος 80-120 GW σε ηλεκτρολυτικές κυψέλες για την παροχή της απαραίτητης ηλεκτρικής ενέργειας.

¹²⁷ Από τη στρατηγική για το υδρογόνο: βάσει εκτιμήσεων κόστους των ΔΟΕ, IRENA και BNEF. Το κόστος των ηλεκτρολυτικών κυψελών θα μειωθεί από τα 900 EUR/kW σε 450 EUR/KW ή και λιγότερο κατά την περίοδο μετά το 2030, και σε 180 EUR/kW μετά το 2040. Το κόστος της δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα αυξάνει το κόστος αναμόρφωσης του φυσικού αερίου από 810 EUR/kWH2 σε 1 512 EUR/kWH2. Για το 2050, το κόστος υπολογίζεται σε 1 152 EUR/kWH2 (ΔΟΕ, 2019).

¹²⁸ Η πλέον προηγμένη απόδοση των αλκαλικών ηλεκτρολυτικών κυψελών είναι περίπου 50 kWh/kgH₂ [περίπου 67 % με βάση την κατώτερη θερμογόνο δύναμη (LHV) του υδρογόνου] και 55 kWh/kgH₂ (περίπου 60 % με βάση την LHV του υδρογόνου) για την ηλεκτρόλυση πολυμερικής ηλεκτρολυτικής μεμβράνης (PEM). Η κατανάλωση ενέργειας για την ηλεκτρόλυση στερεού οξειδίου (SOE) είναι χαμηλότερη (της τάξης των 40 kWh/kgH₂), αλλά απαιτείται πηγή θερμότητας για να εξασφαλιστούν οι απαιτούμενες υψηλές θερμοκρασίες (>600°C).

https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/MAWP%20final%20version_endorsed%20GB%2015062018%20%28ID%203712421%29.pdf

¹²⁹ <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/hydrogen-production-costs-using-natural-gas-in-selected-regions-2018-2> Αρχικό ποσό 1,7 USD - Χρησιμοποιηθείς συντελεστής μετατροπής: (1 EUR = 1,18 USD)

¹³⁰ International Energy Agency, Hydrogen Outlook, June 2019, σ. 32 – 2018 estimates.

¹³¹ COM(2020) 301 final

¹³² Αναφέρεται στο «υδρογόνο ορυκτών καυσίμων με δέσμευση διοξειδίου του άνθρακα» που είναι υποκατηγορία του υδρογόνου ορυκτών καυσίμων, στην οποία τα αέρια του θερμοκηπίου που εκπέμπονται στο πλαίσιο της διαδικασίας παραγωγής υδρογόνου δεσμεύονται.

¹³³ Αναφέρεται στο υδρογόνο που παράγεται από διάφορες διεργασίες που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα ως πρώτες ύλες, COM(2020) 301 final.

υδρογόνο, φθάνοντας σε συνολική επένδυση ύψους 916 εκατ. EUR, στα οποία προστέθηκαν 939 εκατ. EUR ιδιωτικών και εθνικών/περιφερειακών επενδύσεων. Στο πλαίσιο του προγράμματος «Ορίζων 2020» (2014-2018), άνω των 90 εκατ. EUR χορηγήθηκαν για την ανάπτυξη ηλεκτρολυτικών κυψελών, στα οποία προστέθηκαν ιδιωτικά κεφάλαια ύψους 33,5 εκατ. EUR^{134,135}. Σε εθνικό επίπεδο, η Γερμανία χρησιμοποίησε τους περισσότερους πόρους, χορηγώντας 39 εκατ. EUR¹³⁶ σε έργα για την ανάπτυξη ηλεκτρολυτικών κυψελών μεταξύ 2014 και 2018¹³⁷. Στην Ιαπωνία, η Asahi Kasei έλαβε επιδότηση πολλών εκατομμυρίων δολαρίων για τη στήριξη της ανάπτυξης της ηλεκτρολυτικής κυψέλης της¹³⁸.

Η Ασία (κυρίως η Κίνα, η Ιαπωνία και η Νότια Κορέα) κατέχει κυρίαρχη θέση όσον αφορά τον συνολικό αριθμό διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας που κατατέθηκαν μεταξύ 2000 και 2016 για τους ομίλους του υδρογόνου, των ηλεκτρολυτικών κυψελών και των κυψελών καυσίμου. Παρά ταύτα, η ΕΕ έχει πολύ καλές επιδόσεις και έχει καταθέσει τον μεγαλύτερο αριθμό οικογενειών ευρεσιτεχνιών «υψηλής αξίας» στους τομείς του υδρογόνου και των ηλεκτρολυτικών κυψελών. Η Ιαπωνία, ωστόσο, έχει καταθέσει τον μεγαλύτερο αριθμό οικογενειών ευρεσιτεχνιών «υψηλής αξίας» στον τομέα των κυψελών καυσίμου.

Αξιακή αλυσίδα: οι κύριες τεχνολογίες ηλεκτρόλυσης ύδατος είναι η αλκαλική ηλεκτρόλυση (AEL), η ηλεκτρόλυση πολυμερικής ηλεκτρολυτικής μεμβράνης (PEMEL) και η ηλεκτρόλυση στερεού οξειδίου (SOEL)¹³⁹:

- Η αλκαλική ηλεκτρόλυση (AEL) είναι μια ώριμη τεχνολογία με λειτουργικό κόστος που εξαρτάται από το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας και υψηλό κόστος κεφαλαίου. Οι ερευνητικές προκλήσεις είναι η λειτουργία υψηλής πίεσης και η σύζευξη με δυναμικά φορτία.
- Η ηλεκτρόλυση πολυμερικής ηλεκτρολυτικής μεμβράνης (PEMEL) μπορεί να επιτύχει σημαντικά υψηλότερες πυκνότητες ρεύματος¹⁴⁰ σε σύγκριση με την αλκαλική ηλεκτρόλυση (AEL) και την ηλεκτρόλυση στερεού οξειδίου (SOEL), με δυνατότητα περαιτέρω μείωσης του κόστους κεφαλαίου. Τα τελευταία έτη, έχουν εγκατασταθεί αρκετές μεγάλες (κλίμακας MW) μονάδες στην ΕΕ (στη Γερμανία, τη Γαλλία, τη Δανία και τις Κάτω Χώρες), παρέχοντας στην ΕΕ τη δυνατότητα να

¹³⁴ KKEp 2020, «Current status of Chemical Energy Storage Technologies», σ. 63.

https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC118776/current_status_of_chemical_energy_storage_technologies.pdf

¹³⁵ Έναντι 472 εκατ. EUR για τη χρηματοδότηση της KE KKY συνολικά και 439 εκατ. EUR για άλλες πηγές χρηματοδότησης.

¹³⁶ Στο εν λόγω ποσό περιλαμβάνονται ιδιωτικά και δημόσια κονδύλια.

¹³⁷ KKEp 2020, «Current status of Chemical Energy Storage Technologies», σ. 63
https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC118776/current_status_of_chemical_energy_storage_technologies.pdf

¹³⁸ Yoko-moto, K., Country Update: Japan, in 6th International Workshop on Hydrogen Infrastructure and Transportation, 2018.

¹³⁹ Ένα νέο είδος ηλεκτρολυτικής κυψέλης υψηλής θερμοκρασίας, με ιδιαίτερα χαμηλό επίπεδο τεχνολογικής ετοιμότητας, είναι υπό ανάπτυξη: οι κεραμικές ηλεκτρολυτικές κυψέλες πρωτονίων (PCEL), με το δυνητικό πλεονέκτημα παραγωγής καθαρού, ξηρού, πεπιεσμένου υδρογόνου στη μέγιστη πίεση της ηλεκτρολυτικής κυψέλης, σε αντίθεση με άλλες τεχνολογίες ηλεκτρολυτικών κυψελών.

¹⁴⁰ Η ηλεκτρόλυση είναι μια διαδικασία που βασίζεται στις επιφάνειες. Ως εκ τούτου, η αναβάθμιση μιας συστοιχίας ηλεκτρολυτικών κυψελών δεν μπορεί να αξιοποιήσει μια ευνοϊκή αναλογία ευνοϊκής επιφάνειας/όγκου όπως για τις διαδικασίες που βασίζονται στον όγκο. Ο διπλασιασμός ή ο τριπλασιασμός του μεγέθους μιας ηλεκτρολυτικής συστοιχίας, χωρίς να μεταβληθεί τίποτα άλλο, θα έχει ως αποτέλεσμα τον διπλασιασμό ή τον τριπλασιασμό του επενδυτικού κόστους, με περιορισμένο όφελος από την εξοικονόμηση λόγω της αναβάθμισης. Για αυτόν τον λόγο έχει σημασία η αυξημένη πυκνότητα εναέριας ισχύος που επιτρέπει η προσέγγιση PEMEL. Η επίτευξη υψηλότερης παραγωγής υδρογόνου για ένα συγκεκριμένο εμβαδόν της ηλεκτρολυτικής κυψέλης μειώνει το κόστος κεφαλαίου και το συνολικό αποτύπωμα της εγκατάστασης.

συμβαδίζει με τις εξελίξεις όσον αφορά την AEL. Πρόκειται για τεχνολογία έτοιμη για την αγορά, με την έρευνα να επικεντρώνεται κυρίως στην αύξηση της εναέριας πυκνότητας ισχύος, ενώ, παράλληλα, διασφαλίζει την ταυτόχρονη μείωση της χρήσης των πρώτων υλών κρίσιμης σημασίας¹⁴¹ και τη διάρκεια των επιδόσεων.

- Η SOEL παρουσιάζει υψηλότερη απόδοση. Ωστόσο, οι μονάδες είναι σχετικά μικρότερες, συνήθως και πάλι εντός του εύρους ισχύος των 100 kW, απαιτούν σταθερή λειτουργία και πρέπει να είναι συζευγμένες με πηγή θερμότητας¹⁴². Γενικά, η SOEL εξακολουθεί να βρίσκεται στο στάδιο της ανάπτυξης, αν και είναι εφικτή η παραγωγή προϊόντων στην αγορά.

Το 2019, η ΕΕ διέθετε εγκατεστημένη ισχύ ηλεκτρόλυσης ύδατος περίπου 50 MW¹⁴³ (περίπου 30 % AEL και 70 % PEMEL), εκ της οποίας περίπου 30 MW στη Γερμανία το 2018¹⁴⁴.

Η AEL δεν περιλαμβάνει κατασκευαστικά στοιχεία κρίσιμης σημασίας στην αλυσίδα εφοδιασμού της. Χάρη στις τεχνικές ομοιότητες με τον κλάδο της ηλεκτρόλυσης χλωριούχων αλάτων αλκαλίου, στον οποίο χρησιμοποιούνται πολύ μεγαλύτερες εγκαταστάσεις, μπορεί να αξιοποιήσει την τεχνολογική επικάλυψη και να ωφεληθεί από τις καλά εδραιωμένες αξιακές αλυσίδες¹⁴⁵. Οι PEMEL και SOEL αντιμετωπίζουν ορισμένους κοινούς κινδύνους όσον αφορά το κόστος και την προσφορά με τις αντίστοιχες αξιακές αλυσίδες των κυψελών καυσίμου¹⁴⁶. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά τις πρώτες ύλες κρίσιμης σημασίας¹⁴⁷ στην περίπτωση της PEMEL και σε ό,τι αφορά τις σπάνιες γαίες στην περίπτωση της SOEL.

Η PEMEL πρέπει να αντέχει σε διαβρωτικά περιβάλλοντα και, ως εκ τούτου, απαιτεί τη χρήση πιο ακριβών υλικών, όπως το τιτάνιο για τις διπολικές πλάκες. Οι βασικοί παράγοντες κόστους του συστήματος είναι η συστοιχία ηλεκτρολυτικών κυψελών¹⁴⁸ (40-60 %), ακολουθούμενη από τις ηλεκτρονικές συσκευές ισχύος (15-21 %). Τα βασικά κατασκευαστικά στοιχεία που αυξάνουν το κόστος της συστοιχίας είναι τα στρώματα των συγκροτημάτων ηλεκτροδίων μεμβράνης (MEA), τα οποία περιέχουν ευγενή μέταλλα¹⁴⁹. Τα κατασκευαστικά στοιχεία των κυψελών που βασίζονται σε σπάνιες γαίες και τα οποία χρησιμοποιούνται για τα ηλεκτρόδια SOEL και την ηλεκτρολυτική κυψέλη είναι οι κύριοι συντελεστές κόστους της συστοιχίας. Εκτιμάται ότι οι συστοιχίες αντιστοιχούν στο 35 % του συνολικού κόστους συστήματος SOEL¹⁵⁰.

Παγκόσμια αγορά: Οι ευρωπαϊκές επιχειρήσεις είναι κατάλληλα τοποθετημένες ώστε να ωφεληθούν από την ανάπτυξη της αγοράς. Η ΕΕ διαθέτει παραγωγούς και των τριών

¹⁴¹ Κυρίως μέταλλα της ομάδας του λευκόχρυσου (PGMs), πιο συγκεκριμένο ιρίδιο.

¹⁴² Ένα ευρωπαϊκό έργο η υλοποίηση του οποίου ξεκίνησε πρόσφατα¹⁴² αποσκοπεί επί του παρόντος να εγκαταστήσει 2,5 MW σε βιομηχανικό περιβάλλον.

¹⁴³ <https://iea.blob.core.windows.net/assets/a02a0c80-77b2-462e-a9d5-1099e0e572ce/IEA-Hydrogen-Project-Database.xlsx>

¹⁴⁴ <https://www.dvw-info.de/wp-content/uploads/2015/06/DVGW-2955-Brosch%C3%BCre-Wasserstoff-RZ-Screen.pdf>

¹⁴⁵ <https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/Evidence%20Report%20v4.pdf>

¹⁴⁶ <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC118394>

¹⁴⁷ Το ιρίδιο είναι επί του παρόντος κρίσιμης σημασίας μόνο για την ηλεκτρόλυση PEM αλλά όχι για τα συστήματα κυψελών καυσίμου. Καθώς πρόκειται για ένα από τα σπανιότερα στοιχεία στον φλοιό της γης, είναι πιθανό ότι οποιαδήποτε πίεση λόγω αυξημένης επιπρόσθετης ζήτησης θα έχει σημαντικές επιπτώσεις στη διαθεσιμότητα και την τιμή.

¹⁴⁸ Η συστοιχία είναι το άθροισμα όλων των κυψελών.

¹⁴⁹ <https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/Evidence%20Report%20v4.pdf>

¹⁵⁰ https://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/16014_h2_production_cost_solid_oxide_electrolysis.pdf

κύριων τεχνολογιών ηλεκτρολυτικών κυψελών¹⁵¹ και είναι η μόνη περιοχή που παρέχει προϊόν σαφώς ορισμένης αγοράς για την SOEL. Οι υπόλοιποι παίκτες βρίσκονται στο Ηνωμένο Βασίλειο, τη Νορβηγία, την Ελβετία, τις ΗΠΑ, την Κίνα, τον Καναδά, τη Ρωσία και την Ιαπωνία.

Ο παγκόσμιος κύκλος εργασιών για συστήματα ηλεκτρολυτικών κυψελών ύδατος εκτιμάται επί του παρόντος ότι κυμαίνεται από 100 EUR έως 150 εκατ. EUR ετησίως. Σύμφωνα με εκτιμήσεις του 2018, η παραγωγή με ηλεκτρόλυση ύδατος μπορεί να φθάσει σε ισχύ τα 2 GW ετησίως (παγκοσμίως) εντός πολύ σύντομου χρονικού διαστήματος (ενός έως δύο ετών). Οι Ευρωπαίοι παραγωγοί μπορούν δυνητικά να προμηθεύουν περίπου το ένα τρίτο της εν λόγω αυξημένης παγκόσμιας ισχύος¹⁵².

Ο στόχος της ενωσιακής στρατηγικής για το υδρογόνο είναι η επίτευξη σημαντικής ισχύος παραγωγής ανανεώσιμου υδρογόνου έως το 2030. Ο εν λόγω στόχος θα απαιτήσει τεράστια προσπάθεια για την αναβάθμιση από τα επί του παρόντος εγκατεστημένα 50 MW ισχύος ηλεκτρόλυσης ύδατος στα 40 GW έως το 2030, με τη δημιουργία της ισχύος που απαιτείται για μια βιώσιμη αξιακή αλυσίδα στην ΕΕ. Στο πλαίσιο της εν λόγω προσπάθειας θα πρέπει να αξιοποιηθεί το δυναμικό καινοτομίας που παρέχει το συνολικό φάσμα τεχνολογιών ηλεκτρολυτικών κυψελών καθώς και η ηγετική θέση των επιχειρήσεων της ΕΕ στον τομέα της ηλεκτρόλυσης σε όλες τις τεχνολογικές προσεγγίσεις, σε ολόκληρη την αξιακή αλυσίδα, από την παροχή κατασκευαστικών στοιχείων μέχρι τη δυναμικότητα τελικής ενοποίησης. Ως αποτέλεσμα της αναβάθμισης της βιομηχανικής κλίμακας παραγωγής ηλεκτρολυτικών κυψελών αναμένεται σημαντική μείωση του κόστους.

3.5 Συσσωρευτές

Οι συσσωρευτές αποτελούν βασική κινητήρια δύναμη για τη μετάβαση στην κλιματικά ουδέτερη οικονομία που φιλοδοξούμε να επιτύχουμε έως το 2050, για την επέκταση της καθαρής κινητικότητας και προκειμένου η αποθήκευση ενέργειας να επιτρέψει την ενοποίηση των αυξανόμενων μεριδίων των μεταβλητών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η παρούσα ανάλυση επικεντρώνεται στην τεχνολογία συσσωρευτών ιόντων λιθίου. Αυτό οφείλεται σε διάφορους λόγους:

- το ιδιαίτερα προηγμένο στάδιο εξέλιξης της εν λόγω τεχνολογίας και η ετοιμότητα για διάθεσή της στην αγορά,
- η υψηλή της απόδοση πλήρους διαδρομής,
- η σημαντική προβλεπόμενη σχετική ζήτηση, και
- η αναμενόμενη ευρύτερη χρήση της, είτε σε ηλεκτρικά οχήματα, σε μελλοντικά ηλεκτρικά (θαλάσσια και εναέρια) σκάφη, ή σε σταθερές και άλλες βιομηχανικές εφαρμογές, με αποτέλεσμα τη δημιουργία σημαντικών ευκαιριών στην αγορά.

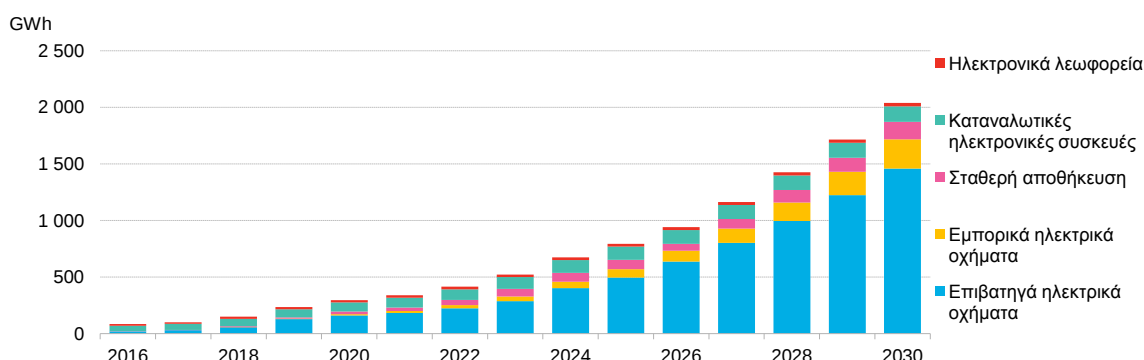
Τεχνολογία: η παγκόσμια ζήτηση για συσσωρευτές ιόντων λιθίου προβλέπεται να αυξηθεί από περίπου 200 GWh το 2019 σε περίπου 800 GWh το 2025 και να υπερβεί τις

¹⁵¹ Η AEL παρέχεται από εννέα ενωσιακούς παραγωγούς (τέσσερις στη Γερμανία, δύο στη Γαλλία, δύο στην Ιταλία και έναν στη Δανία), δύο στην Ελβετία και έναν στη Νορβηγία, δύο στις ΗΠΑ, τρεις στην Κίνα και τρεις σε άλλες χώρες (Καναδάς, Ρωσία και Ιαπωνία). Η PEMEL παρέχεται από έξι ενωσιακούς προμηθευτές (τέσσερις στη Γερμανία, έναν στη Γαλλία και έναν στη Δανία), έναν προμηθευτή από το Ηνωμένο Βασίλειο και έναν από τη Νορβηγία, δύο προμηθευτές από τις ΗΠΑ και δύο προμηθευτές από άλλες χώρες. Η SOEL παρέχεται από δύο προμηθευτές από την ΕΕ (Γερμανία και Γαλλία).

¹⁵² https://www.now-gmbh.de/content/service/3-publikationen/1-nip-wasserstoff-und-brennstoffzellentechnologie/181204_bro_a4_indwede-studie_kurzfassung_en_v03.pdf

2 000 GWh έως το 2030. Με βάση το πλέον αισιόδοξο σενάριο, μπορεί να φθάσει τις 4 000 GWh έως το 2040¹⁵³.

Διάγραμμα 12 Ιστορική και προβλεπόμενη ετήσια ζήτηση συσσωρευτών ιόντων λιθίου, ανά χρήση



Πηγή 12 Bloomberg Long-Term Energy Storage Outlook, 2019: Bloomberg NEF, Avicenne for consumer electronics

Η προβλεπόμενη ανάπτυξη, η οποία βασίζεται κυρίως στα ηλεκτρικά οχήματα (ιδίως τα επιβατηγά οχήματα), προέρχεται από τις αναμενόμενες σημαντικές τεχνολογικές βελτιώσεις και τις περαιτέρω μειώσεις του κόστους. Οι τιμές των συσσωρευτών ιόντων λιθίου, οι οποίες υπερέβαιναν τα 1 100 USD/kWh το 2010, έχουν μειωθεί κατά 87 % σε πραγματικούς όρους σε 156 USD/kWh το 2020¹⁵⁴. Έως το 2025, οι μέσες τιμές αναμένεται να προσεγγίζουν τα 100 USD/kWh¹⁵⁵. Όσον αφορά τις επιδόσεις, η ενεργειακή πυκνότητα των ιόντων λιθίου έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία έτη, τριπλασιαζόμενη από το 1991, έτος εμπορικής διάθεσής τους¹⁵¹. Με τη νέα γενιά συσσωρευτών ιόντων λιθίου αναμένεται να υπάρξει περαιτέρω δυναμικό για βελτιστοποίηση¹⁵⁶.

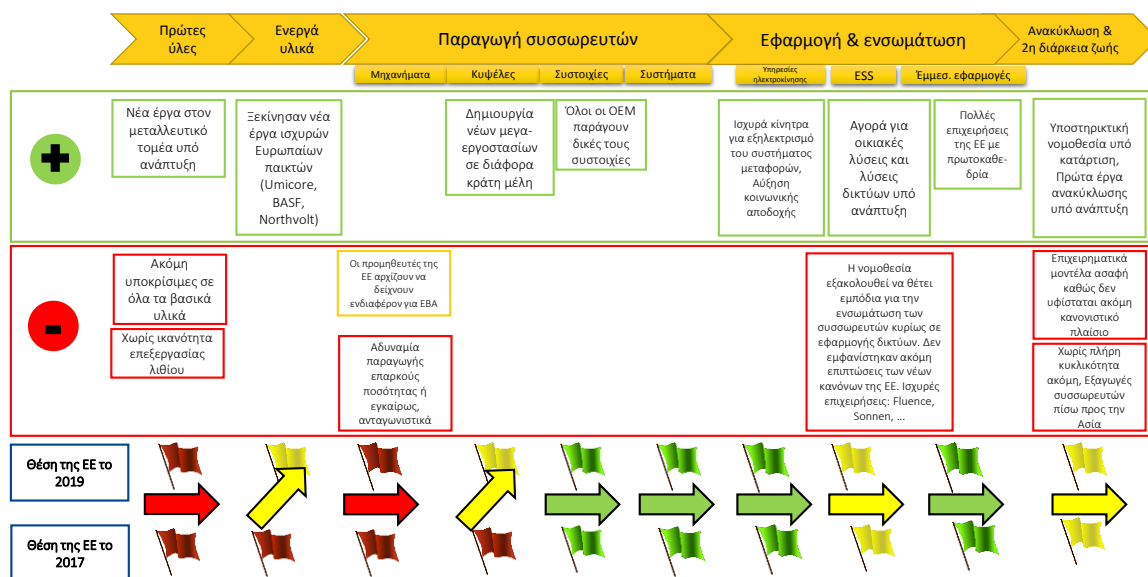
Αξιακή αλυσίδα: Στο διάγραμμα 14 εμφανίζεται η αξιακή αλυσίδα για τους συσσωρευτές σε συνδυασμό με τη θέση της ΕΕ στα διάφορα τμήματα. Η βιομηχανία της ΕΕ επενδύει στον μεταλλευτικό τομέα, στην παραγωγή και μεταποίηση πρώτων υλών και προηγμένων υλικών (υλικά καθόδων, ανόδων και ηλεκτρολυτικών κυψελών), καθώς και στη σύγχρονη παραγωγή κυψελών, συστοιχιών και συσσωρευτών. Ο στόχος είναι να καταστεί πιο ανταγωνιστική μέσω της ποιότητας, της κλίμακας και, ειδικότερα, της βιωσιμότητας.

¹⁵³ Πηγή: Έκθεση Επιστημονικών Στοιχείων και Πολιτικής του ΚΚΕρ: Tsiropoulos I., Tarvydas D., Lebedeva N., Li-ion batteries for mobility and stationary storage applications – Scenarios for costs and market growth, EUR 29440 EN, Υπηρεσία Επισήμων Εκδόσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Λουξεμβούργο, 2018, doi:10.2760/87175.

¹⁵⁴ L. Trahey, F.R. Brushetta, N.P. Balsara, G. Cedera, L. Chenga, Y.-M. Chianga, N.T. Hahn, B.J. Ingrama, S.D. Minter, J.S. Moore, K.T. Mueller, L.F. Nazar, K.A. Persson, D.J. Siegel, K. Xu, K.R. Zavadil, V. Srinivasan, and G.W. Crabtree, «Energy storage emerging: A perspective from the Joint Center for Energy Storage Research», PNAS, 117 (2020) 12550–12557.

¹⁵⁵ BNEF 2019 Battery Price Survey

¹⁵⁶ Επικείμενη – ΚΚΕρ (2020) Technology Development Report LCEO: Battery storage.



Πηγή 13 InnoEnergy (2019).

Παγκόσμια αγορά: η αξία της παγκόσμιας αγοράς συσσωρευτών ιόντων λιθίου για ηλεκτρικά αυτοκίνητα ανέρχεται επί του παρόντος στα 15 δις. EUR/έτος [εκ των οποίων 450 εκατ. EUR/έτος αντιστοιχούν στην ΕΕ (2017)]¹⁵⁷. Βάσει συντηρητικής εκτίμησης, προβλέπεται ότι η αξία της αγοράς θα ανέρχεται σε 40-55 δις. EUR/έτος το 2025 και 200 δις. EUR/έτος το 2040¹⁵⁸. Το 2018, η ΕΕ διέθετε μόνο το 3 % περίπου της παγκόσμιας δυναμικότητας παραγωγής κυψελών ιόντων λιθίου, ενώ η Κίνα διέθετε περίπου το 66 %¹⁵⁹. Η ευρωπαϊκή βιομηχανία θεωρούνταν ότι είναι ισχυρή στα κατάντη τμήματα που βασίζονται στην αξία, όπως η παραγωγή και ενσωμάτωση των συστοιχιών συσσωρευτών και η ανακύκλωση συσσωρευτών και, γενικά, αδύναμη στα ανάντη τμήματα που βασίζονται στο κόστος όπως τα υλικά, τα κατασκευαστικά στοιχεία και η παραγωγή κυψελών^{160,161}. Η αγορά ναυτιλιακών συσσωρευτών αναπτύσσεται και η αξία της εκτιμάται ότι θα υπερβαίνει τα 800 εκατ. EUR/έτος έως το 2025, ενώ πρόκειται για μια αγορά πάνω από το ήμισυ της οποίας βρίσκεται εντός της Ευρώπης και ένα τεχνολογικό τομέα στον οποίο η Ευρώπη κατέχει επί του παρόντος την πρωτοκαθεδρία¹⁶².

Αναγνωρίζοντας την επείγουσα ανάγκη ανάκαμψης της ανταγωνιστικότητας της ΕΕ στην αγορά συσσωρευτών, η Επιτροπή δρομολόγησε το 2017 την ευρωπαϊκή συμμαχία για τους συσσωρευτές και το 2018 εξέδωσε ένα στρατηγικό σχέδιο δράσης για τους συσσωρευτές¹⁶³. Πρόκειται για ένα συνολικό πλαίσιο πολιτικής με κανονιστικά και

¹⁵⁷ https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/jrc114616_li-ion_batteries_two-pager_final.pdf

¹⁵⁸ Bloomberg Long Term Energy Storage Outlook 2019, p55-56

¹⁵⁹ Manufacturing capacity, Bloomberg Long-Term Energy Storage Outlook, 2019, σ. 55-56

¹⁶⁰ Έκθεση Επιστημονικών Στοιχείων και Πολιτικής του ΚΚΕρ: Steen M., Lebedeva N., Di Persio F., Boon-Brett L., EU Competitiveness in Advanced Li-ion Batteries for E-Mobility and Stationary Storage Applications – Opportunities and Actions, EUR 28837 EN, Υπηρεσία Επισήμων Εκδόσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Λουξεμβούργο, 2017 doi:10.2760/75757.

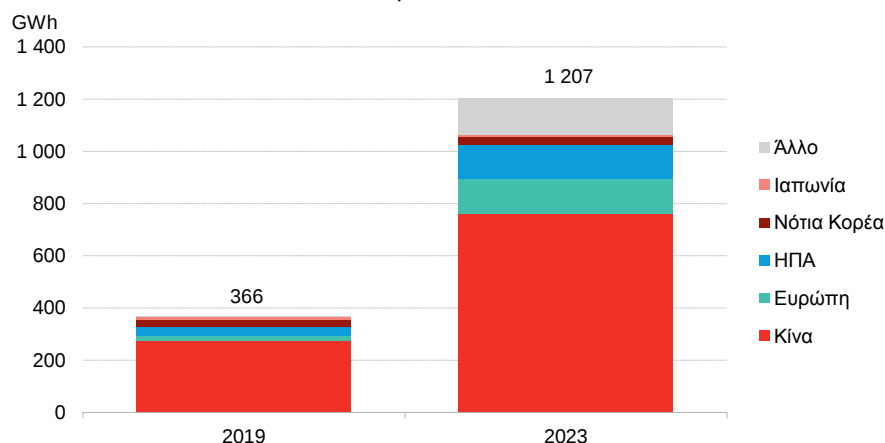
¹⁶¹ Έκθεση Επιστημονικών Στοιχείων και Πολιτικής του ΚΚΕρ: Lebedeva, N., Di Persio, F., Boon-Brett, L., Lithium ion battery value chain and related opportunities for Europe, EUR 28534 EN, Υπηρεσία Επισήμων Εκδόσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Λουξεμβούργο, 2016, doi:10.2760/6060.

¹⁶² <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/marine-battery-market-21022319.html>

¹⁶³ COM(2019) 176, Έκθεση σχετικά με την εφαρμογή του στρατηγικού σχεδίου δράσης για τους συσσωρευτές: δημιουργία μιας στρατηγικής αξιακής αλυσίδας συσσωρευτών στην Ευρώπη. <https://eur->

χρηματοδοτικά μέσα για τη στήριξη της δημιουργίας ενός πλήρους οικοσυστήματος αξιακών αλυσίδων συσσωρευτών στην Ευρώπη. Ταυτόχρονα, οι μεγάλης κλίμακας παραγωγοί συσσωρευτών και στοιχείων συσσωρευτών αρχίζουν να δημιουργούν νέες μονάδες παραγωγής (π.χ. Northvolt). Επί του παρόντος, έχουν ανακοινωθεί επενδύσεις σε περισσότερα από 22 εργοστάσια συσσωρευτών (ορισμένα από τα οποία είναι υπό κατασκευή), με προβλεπόμενη ισχύ 500 GWh έως το 2030¹⁶⁴.

Διάγραμμα 14 Δυναμικότητα παραγωγής στοιχείων ιόντων λιθίου ανά περιφέρεια τοποθεσίας μονάδας



Πηγή 14 BloombergNEF, 2019

Η ΕΕ διαθέτει πλεονεκτήματα τα οποία μπορεί να αξιοποιήσει για να συμβαδίσει με τις εξελίξεις στον κλάδο των συσσωρευτών, ιδίως σε ό,τι αφορά τα προηγμένα υλικά και τους χημικούς τύπους συσσωρευτών καθώς και όσον αφορά τον τομέα της ανακύκλωσης, στον οποίο η πρωτοπόρα νομοθεσία της ΕΕ κατέστησε εφικτή την ανάπτυξη ενός καλά δομημένου κλάδου. Η οδηγία για τους συσσωρευτές είναι επί του παρόντος υπό αναθεώρηση. Ωστόσο, για την κατάκτηση σημαντικού μεριδίου της νέας και ραγδαία αναπτυσσόμενης αγοράς επαναφορτιζόμενων συσσωρευτών, απαιτείται αδιάπτωτη δράση για μακρό χρονικό διάστημα προκειμένου να διασφαλιστεί η αύξηση των επενδύσεων στη δυναμικότητα παραγωγής. Η εν λόγω δράση πρέπει να υποστηριχθεί μέσω Ε&Κ ώστε να βελτιωθούν οι επιδόσεις των συσσωρευτών, διασφαλίζοντας παράλληλα το ότι ικανοποιούν τα πρότυπα ποιότητας και ασφάλειας σε επίπεδο ΕΕ, καθώς και προκειμένου να διασφαλιστεί η διαθεσιμότητα των πρώτων και μεταποιημένων υλών και η επαναχρησιμοποίηση ή η ανακύκλωση και η βιωσιμότητα του συνόλου της αξιακής αλυσίδας συσσωρευτών. Θα πρέπει επίσης να θεσπιστεί ένα νέο συνολικό, ενωσιακό νομοθετικό πλαίσιο για τον ορισμό αξιόπιστων προτύπων για τις επιδόσεις και τη βιωσιμότητα των συσσωρευτών που διατίθενται στην αγορά της ΕΕ. Το εν λόγω πλαίσιο θα βοηθήσει τον κλάδο να προγραμματίσει επενδύσεις και να

lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:72b1e42b-5ab2-11e9-9151-01aa75ed71a1.0016.02/DOC_1&format=PDF

Μεταξύ των δράσεων συμπεριλαμβάνονται α) η ενίσχυση του προγράμματος «Ορίζων 2020» μέσω επιπρόσθετης χρηματοδότησης της έρευνας για τους συσσωρευτές, β) η δημιουργία μιας ειδικής τεχνολογικής πλατφόρμας, της ευρωπαϊκής πλατφόρμας τεχνολογίας και καινοτομίας (ETIP) «Batteries Europe» στην οποία ανατέθηκε ο συντονισμός των προσπάθειών στον τομέα Ε&Α&Κ σε περιφερειακό, εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο, γ) η κατάρτιση ειδικών μέσων για το επόμενο πρόγραμμα-πλαίσιο για την έρευνα «Ορίζων Ευρώπη», δ) η κατάρτιση νέου κανονισμού για τη βιωσιμότητα και ε) η τόνωση των επενδύσεων μέσω σημαντικού έργου κοινού ευρωπαϊκού ενδιαφέροντος (ΣΕΚΕΕ). Δελτίο τύπου IP/19/6705, «State aid: Commission approves €3.2 billion public support by seven Member States for a pan-European research and innovation project in all segments of the battery value chain», 9 Δεκεμβρίου 2019. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_19_6705.

¹⁶⁴ EBA 2020.

διασφαλίσει υψηλά πρότυπα βιωσιμότητας, σύμφωνα με τους στόχους της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας. Σύντομα θα εγκριθεί πρόταση της Επιτροπής.

Παρότι η βελτίωση της θέσης στον τομέα της τεχνολογίας ιόντων λιθίου είναι πιθανό να αποτελέσει ζήτημα ζωτικής σημασίας κατά τις επόμενες δεκαετίες, υπάρχει επίσης η ανάγκη να εξεταστούν και άλλες νέες και ελπιδοφόρες τεχνολογίες συσσωρευτών [όπως η τεχνολογία πλήρως στερεάς κατάστασης (all-solid state), η τεχνολογία νέας γενιάς (post Li-ion) και η τεχνολογία ροής οξειδοαναγωγής (redox flow)]. Οι εν λόγω τεχνολογίες είναι σημαντικές για εφαρμογές στις απαιτήσεις των οποίων δεν μπορεί να ανταποκριθεί η τεχνολογία ιόντων λιθίου.

3.6 Έξυπνα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας

Ο εξηλεκτρισμός αυξάνεται σε όλα τα σενάρια για το 2050¹⁶⁵ και, ως εκ τούτου, ένα έξυπνο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας είναι απαραίτητο για να επιτύχει η ΕΕ τους φιλόδοξους στόχους της στο πλαίσιο της Πράσινης Συμφωνίας. Ένα έξυπνο σύστημα επιτρέπει την αποδοτικότερη ενσωμάτωση των αυξανόμενων μεριδίων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και των αυξανόμενων συσκευών αποθήκευσης και/ή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ. ηλεκτρικά οχήματα) στο ενεργειακό σύστημα. Το ίδιο ισχύει για τους αυξανόμενους αριθμούς συσκευών που λειτουργούν με ηλεκτρική ενέργεια, όπως τα ηλεκτρικά ποδήλατα. Μέσω του ολοκληρωμένου ελέγχου και της παρακολούθησης του δικτύου, τα έξυπνα συστήματα δημιουργούν επίσης αξία μειώνοντας την ανάγκη περιορισμών των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ευνοώντας την παροχή ανταγωνιστικών και καινοτόμων υπηρεσιών ενέργειας για τους καταναλωτές. Σύμφωνα με τον ΔΟΕ, οι επενδύσεις στην ενισχυμένη ψηφιοποίηση θα μειώσουν τους περιορισμούς στην Ευρώπη κατά 67 TWh έως το 2040¹⁶⁶. Στη Γερμανία μόνο, το 2019 εφαρμόστηκαν περιορισμοί που αντιστοιχούσαν σε 6,48 TWh, ενώ τα μέτρα σταθεροποίησης του δικτύου κοστίζουν 1,2 δισ. EUR¹⁶⁷. Τα εν λόγω συστήματα πρέπει να είναι κυβερνοασφαλή, γεγονός που απαιτεί ειδικά μέτρα ανά τομέα¹⁶⁸.

Στις επενδύσεις στις ψηφιακές υποδομές δικτύων κυριαρχεί το υλικό όπως οι έξυπνοι μετρητές και οι φορτιστές ηλεκτρικών οχημάτων. Στην Ευρώπη, οι επενδύσεις παρέμειναν σταθερές το 2019 σε σχεδόν 42 δισ. EUR¹⁶⁹, ενώ μεγαλύτερο μέρος των δαπανών διοχετεύτηκε στην αναβάθμιση των υφιστάμενων υποδομών.

¹⁶⁵ «[Τ]ο ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας στη ζήτηση για τελική ενέργεια θα είναι τουλάχιστον διπλάσιο και θα φτάσει έως και το 53 %, ενώ η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας θα αυξηθεί σημαντικά για να επιτευχθεί ο στόχος των μηδενικών αερίων του θερμοκηπίου· η αύξηση αυτή μπορεί να είναι έως και 2,5 φορές πάνω από τα σημερινά επίπεδα ανάλογα με τις επιλογές που θα χρησιμοποιηθούν για την ενεργειακή μετάβαση», Ανακοίνωση με τίτλο «Καθαρός πλανήτης για όλους – Ένα ευρωπαϊκό, στρατηγικό, μακρόπνοο όραμα για μια ευημερούσα, σύγχρονη, ανταγωνιστική και κλιματικά ουδέτερη οικονομία», σ. 9.

¹⁶⁶ Η απόκριση της ζήτησης αντιστοιχεί σε 22 TWh και η αποθήκευση σε 45 TWh – <https://www.iea.org/reports/digitalisation-and-energy>

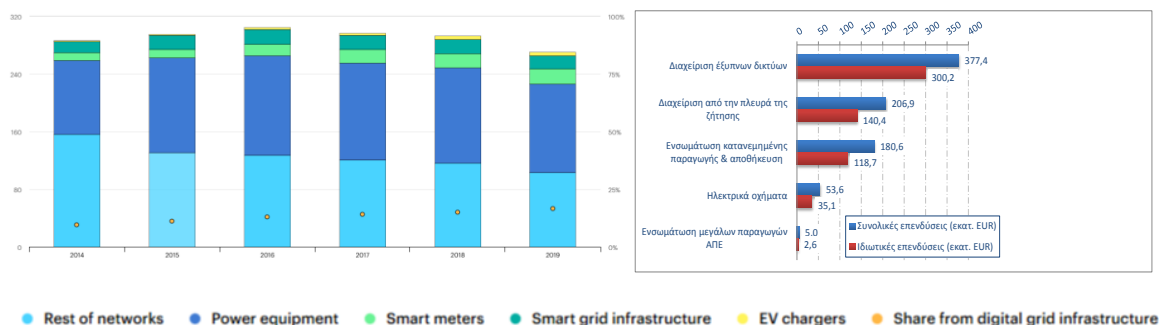
¹⁶⁷ Συμπεριλαμβανομένου του κόστους των περιορισμών, αναδιανομής και προμήθειας εφεδρικής ισχύος. Παρότι το εν λόγω κόστος είναι υψηλότερο στη Γερμανία από ό,τι αλλού στην Ευρώπη, εντούτοις, αποτελεί καλή ένδειξη του κόστους των περιορισμών. Zahlen zu Netz- und Systemsicherheitsmaßnahmen - Gesamtjahr 2019, BNetzA, https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Netz_Systemsicherheit/Netz_Systemsicherheit_node.html, σ. 3

¹⁶⁸ Πιο συγκεκριμένα, απαιτήσεις πραγματικού χρόνου (π.χ. ο αυτόματος διακόπτης πρέπει να αντιδρά εντός λίγων χιλιοστών του δευτερολέπτου), αλυσιδωτές επιπτώσεις και ο συνδυασμός κληροδοτημένων τεχνολογιών με έξυπνες τεχνολογίες/τεχνολογίες αιχμής. Βλέπε τη σύσταση της Επιτροπής σχετικά με την κυβερνοασφάλεια στον τομέα της ενέργειας, C(2019) 2400 final.

¹⁶⁹ Το αριθμητικό στοιχείο της πηγής είναι 50 δισ. USD, <https://www.iea.org/reports/tracking-power-2020>

Διάγραμμα 15 (αριστερά) Παγκόσμιες επενδύσεις σε έξυπνα δίκτυα ανά τεχνολογικό τομέα, 2014-2019¹⁷⁰ (δισ. USD)

Διάγραμμα 16 (δεξιά) Επενδύσεις σε έξυπνα δίκτυα από Ευρωπαίους διαχειριστές συστημάτων μεταφοράς (ΔΣΜ) τα τελευταία έτη, ανά κατηγορία (2018)¹⁷¹



Η κύρια πηγή στήριξης των επενδύσεων Ε&Κ στα έξυπνα δίκτυα σε επίπεδο ΕΕ είναι το πρόγραμμα «Ορίζων 2020», διά του οποίου χορηγήθηκε σχεδόν 1 δισ. EUR μεταξύ 2014 και 2020. 100 εκατ. EUR επενδύθηκαν σε ειδικά έργα ψηφιοποίησης, ενώ στο πλαίσιο πολλών άλλων έργων έξυπνων δικτύων σημαντικό μέρος των κονδυλίων διατίθεται στην ψηφιοποίηση¹⁷². Στο Figure 16 εμφανίζεται ότι οι δημόσιες επενδύσεις στα έξυπνα δίκτυα, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που πραγματοποιήθηκαν μέσω του προγράμματος «Ορίζων 2020», αντιπροσωπεύουν σημαντικό μερίδιο των συνολικών επενδύσεων από διαχειριστές συστημάτων μεταφοράς (ΔΣΜ). Αξίζει να σημειωθεί ότι τα κονδύλια για την Ε&Κ από ΔΣΜ είναι περιορισμένα, δηλ. περίπου 0,5 % του ετήσιου προϋπολογισμού τους^{173,174}.

Ο κανονισμός ΔΕΔ-Ε υποστηρίζει επίσης τις επενδύσεις σε έξυπνα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας ως έναν από τους 12 τομείς προτεραιότητας, αλλά οι επενδύσεις σε (διασυννοριακά) έξυπνα δίκτυα μπορούν να ωφεληθούν από υψηλότερα επίπεδα υποστήριξης από τις ρυθμιστικές αρχές μέσω της συμπερίληψης στα σχέδια ανάπτυξης του εθνικού δικτύου και την επιλεξιμότητα για ενωσιακή χρηματοδοτική συνδρομή υπό μορφή ενισχύσεων για μελέτες και έργα καθώς και καινοτόμων χρηματοδοτικών μέσων στο πλαίσιο του μηχανισμού «Συνδέοντας την Ευρώπη» (ΜΣΕ). Από το 2014 έως το 2019, μέσω του ΜΣΕ έχουν διατεθεί έως 134 εκατ. EUR χρηματοδοτικής συνδρομής σε διάφορα έξυπνα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας σε ολόκληρη την ΕΕ.

Οι ακόλουθες δύο κύριες τεχνολογίες αξιολογούνται αναλυτικότερα: Συστήματα συνεχούς ρεύματος υψηλής τάσης (HVDC) και ψηφιακές λύσεις για λειτουργίες δικτύου και για την ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

i) Συστήματα συνεχούς ρεύματος υψηλής τάσης (HVDC)

Τεχνολογία: η υψηλότερη ζήτηση για πιο αποδοτικές από πλευράς κόστους λύσεις για τη μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις, ιδίως, στην ΕΕ, για τη μεταφορά ισχύος που παράγεται από υπεράκτια αιολική ενέργεια στην ξηρά, αυξάνει τη ζήτηση για τεχνολογίες HVDC. Σύμφωνα με την Guidehouse Insights, η αξία της

¹⁷⁰ <https://www.iea.org/reports/tracking-energy-integration-2020/smart-grids>

¹⁷¹ <https://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/sep.jrc.ec.europa.eu/files/publications/dsoobservatory2018.pdf>

¹⁷² Εκτιμάται ότι είναι τουλάχιστον το ήμισυ της εν λόγω συνολικής στήριξης του προγράμματος «Ορίζων 2020» για τα έξυπνα δίκτυα.

¹⁷³ Αυτό επιβεβαιώνεται περαιτέρω από αριθμητικά στοιχεία για τις δευτερεύουσες αγορές, τις οποίες διαλαμβάνει η έκθεση CETTIR (SWD(2020)953), βλέπε τμήμα 3.17.

¹⁷⁴ ENTSO-E RDI Roadmap 2020-2030, July 2020, σ. 25.

ευρωπαϊκής αγοράς συστημάτων HVDC θα αυξηθεί από τα 1,54 δισ. EUR το 2020 στα 2,74 δισ. EUR το 2030, με ρυθμό ανάπτυξης¹⁷⁵ 6,1 %^{176,177}. Η αξία της παγκόσμιας αγοράς αναμένεται να είναι περί τα 12,5 δισ. EUR (2020), με τις κύριες επενδύσεις στα συστήματα HVDC να πραγματοποιούνται στην Ασία, όπου μεγάλο μέρος της αγοράς καταλαμβάνουν τα συστήματα Ultra-HVDC¹⁷⁸. Ο εξοπλισμός HVDC είναι ιδιαίτερα δαπανηρός και, ως εκ τούτου, τα έργα για τη δημιουργία συνδέσεων HVDC είναι ιδιαίτερα ακριβά. Δεδομένης της τεχνολογικής πολυπλοκότητας των συστημάτων HVDC, την εγκατάστασή τους διαχειρίζονται σε γενικές γραμμές οι κατασκευαστές¹⁷⁹.

Ανάλυση αξιακής αλυσίδας: η αξιακή αλυσίδα των δικτύων HVDC μπορεί να τμηματοποιηθεί με βάση τα διάφορα κατασκευαστικά στοιχεία υλικού που απαιτούνται για την υλοποίηση μιας σύνδεσης HVDC¹⁸⁰. Το κόστος των συστημάτων HVDC διαμορφώνεται σε μεγάλο βαθμό από τους μετατροπείς (περίπου 32 %) και τα καλώδια (περίπου 30 %)¹⁸¹. Στην αξιακή αλυσίδα σταθμών μετατροπής, οι ηλεκτρονικές συσκευές ισχύος¹⁸² διαδραματίζουν βασικό ρόλο όσον αφορά τον καθορισμό της απόδοσης και το μέγεθος του εξοπλισμού. Οι εφαρμογές που σχετίζονται ειδικά με την ενέργεια αντιπροσωπεύουν μικρό μόνο μέρος της παγκόσμιας αγοράς κατασκευαστικών στοιχείων ηλεκτρονικών συσκευών¹⁸³, αλλά τα υπεράκτια δίκτυα και οι ανεμογεννήτριες εξαρτώνται από την εύρυθμη λειτουργία τους υπό υπεράκτιες συνθήκες. Οι επενδύσεις E&K στις τεχνολογίες HVDC είναι ως επί το πλείστον ιδιωτικές. Η δημόσια χρηματοδότηση σε επίπεδο ΕΕ μέσω του προγράμματος «Ορίζων 2020» είναι σχετικά περιορισμένη, αλλά έχει ενισχυθεί από το πρόσφατα ολοκληρωθέν έργο «Promotion»¹⁸⁴.

¹⁷⁵ Οι ρυθμοί ανάπτυξης στο παρόν κεφάλαιο αναφέρονται ως σύνθετοι ρυθμοί ετήσιας ανάπτυξης (CAGR).

¹⁷⁶ Guidehouse Insights (2020) Advanced Transmission & Distribution Technologies Overview. Ανακτήθηκε από τη διεύθυνση: <https://guidehouseinsights.com/reports/advanced-transmission-and-distribution-technologies-overview>

¹⁷⁷ Στα ενεργειακά μοντέλα της ΕΕ (π.χ. Primes) τα συστήματα HVDC δεν μοντελοποιούνται χωριστά και, ως εκ τούτου, δεν υπάρχουν διαθέσιμα πιο μακροπρόθεσμα αριθμητικά στοιχεία. Ωστόσο, είναι σαφές ότι η αγορά HVDC αναμένεται να αναπτύσσεται σταθερά, ιδίως δεδομένης της ανάπτυξης της αγοράς υπεράκτιας ενέργειας.

¹⁷⁸ Τα συστήματα UHVDC δεν χρησιμοποιούνται στην ΕΕ. Χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα στη μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας σε πολύ μεγάλες αποστάσεις, χαρακτηριστικό που είναι λιγότερο σημαντικό στην ΕΕ. Τα συστήματα UHVDC είναι επίσης λιγότερο ελκυστικά στην ΕΕ δεδομένου ότι η αδειοδότηση είναι πιο δύσκολη, για παράδειγμα, διότι οι πύργοι καλωδίων είναι ψηλότεροι σε σχέση με τους συνήθεις πύργους καλωδίων υψηλής τάσης. Η αξία της παγκόσμιας αγοράς συστημάτων UHVDC εκτιμάται σε 6,5 δισ. EUR, κατά κύριο λόγο στην Κίνα.

¹⁷⁹ Εν είδει σύγκρισης, συχνή είναι η παράδοση συστημάτων HVAC «με τα κλειδιά στο χέρι» από εταιρείες του τομέα δραστηριοτήτων πολιτικού μηχανικού, προμήθειας και κατασκευής.

¹⁸⁰ Τα σημαντικά κατασκευαστικά στοιχεία σταθμών μετατροπής είναι οι μετασχηματιστές, οι μετατροπείς, οι αυτόματοι διακόπτες και οι ηλεκτρονικές συσκευές ισχύος που χρησιμοποιούνται για τη μετατροπή της ισχύος από εναλλασσόμενο (AC) σε συνεχές (DC) ρεύμα και αντιστρόφως. Οι μετατροπείς μεταγόμενης γραμμής (LCC), γνωστοί και ως μετατροπείς πηγής ρεύματος (CSC) και οι μετατροπείς πηγής τάσης (VSC) είναι οι κύριες εμπορικές τεχνολογίες μετατροπών HVDC. Αμφότεροι οι σταθμοί LCC και VSC, καθώς είναι πιο πολύπλοκοι από τους υποσταθμούς HVAC, είναι επίσης πιο ακριβοί¹⁸⁰. Παρά την ενσωμάτωση συνήθων τεχνολογιών, οι μετασχηματιστές HVDC και οι σταθμοί μετατροπής δεν είναι τυποποιημένοι και τα σχέδια και το κόστος εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις τοπικές προδιαγραφές έργων.

¹⁸¹ Στην ΕΕ το κόστος των καλωδίων είναι συνήθως υψηλότερο: Έκθεση της ASSET σχετικά με την ανταγωνιστικότητα για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή.

¹⁸² Οι ηλεκτρονικές συσκευές ισχύος αποτελούν απαραίτητη τεχνολογία για την ενσωμάτωση της παραγωγής και κατανάλωσης συνεχούς (DC) ρεύματος που χρησιμοποιείται σε πολλά τμήματα του (μελλοντικού) ενεργειακού συστήματος, όπως εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών, ανεμογεννήτριες, συσσωρευτές και μετατροπείς HVDC. Η τεχνολογία ηλεκτρονικών συσκευών ισχύος βασίζεται στην τεχνολογία ημιαγωγών και επιτρέπει τον έλεγχο της τάσης ή του ρεύματος, για παράδειγμα, για τη διαχείριση του δικτύου και τη μετατροπή του ρεύματος από εναλλασσόμενο (AC) σε συνεχές (DC) και αντίστροφα. Ως εκ τούτου, το συγκεκριμένο θέμα θα μπορούσε να θιγεί σε πολλά σημεία της παρούσας έκθεσης, αλλά λόγω της ειδικής πρόκλησης που θέτει σχετικά με την υπεράκτια αιολική ενέργεια και τα δίκτυα, αντιμετωπίζεται εδώ.

¹⁸³ Η αξία της συνολικής αγοράς ηλεκτρονικών συσκευών ισχύος, δηλ. παθητικά, ενεργά, ηλεκτρομηχανικά κατασκευαστικά στοιχεία, εκτιμήθηκε σε 316 δισ. EUR το 2019: Μερίδιο παγκόσμιας αγοράς ενεργών ηλεκτρονικών κατασκευαστικών στοιχείων, ανά τελικό χρήστη, 2018. www.grandviewresearch.com

¹⁸⁴ <https://www.promotion-offshore.net/>

Παγκόσμια αγορά: την πρωτοκαθεδρία της παγκόσμιας αγοράς HVDC κατέχουν πρωτίστως τρεις επιχειρήσεις, δηλ. η Hitachi ABB Power Grids, η Siemens και η GE¹⁸⁵. Οι Siemens και Hitachi ABB Power Grids κατέχουν περίπου το 50 % της αγοράς στα περισσότερα τμήματα της αγοράς, ενώ οι επιχειρήσεις καλωδίων¹⁸⁶ αντιπροσωπεύουν περίπου το 70 % της αγοράς στην ΕΕ, ενώ οι βασικοί ανταγωνιστές είναι Ιάπωνες. Στην Κίνα, ένας ακόμη πωλητής, η China XD Group, κυριαρχεί στην αγορά.

Μέχρι στιγμής, οι πωλητές πωλούν συστήματα «με τα κλειδιά στο χέρι» ανεξάρτητα, καθότι αυτά εγκαταστάθηκαν ως συνδέσεις HVDC σημείο προς σημείο. Στο πιο διασυνδεδεμένο υπεράκτιο δίκτυο του μέλλοντος, τα συστήματα HVDC διαφόρων κατασκευαστών θα πρέπει να διασυνδέονται. Αυτό έχει ως συνέπεια τη δημιουργία τεχνολογικών προκλήσεων ως προς τη διατήρηση του ελέγχου των δικτύων¹⁸⁷ και, πιο συγκεκριμένα, ως προς τη διασφάλιση της διαλειτουργικότητας του εξοπλισμού και των συστημάτων HVDC. Επιπλέον, καθώς όλα τα κατασκευαστικά στοιχεία πρέπει να εγκαθίστανται σε υπεράκτιες πλατφόρμες, είναι σημαντικό να μειωθεί το μέγεθός τους και υπάρχει ανάγκη να αναπτυχθούν ηλεκτρονικές λύσεις ισχύος ειδικά για υπεράκτιες εφαρμογές ενέργειας.

- ii) Ψηφιακές λύσεις για λειτουργίες δικτύου και για την ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Τεχνολογία & αξιακή αλυσίδα: η αγορά τεχνολογιών διαχείρισης δικτύων προβλέπεται ότι θα αναπτυχθεί με μεγάλη ταχύτητα. Ο ΔΟΕ έχει εκτιμήσει την πιθανή εξοικονόμηση από τις εν λόγω τεχνολογίες σε σχεδόν 20 δισ. USD όσον αφορά τη μείωση του κόστους λειτουργίας και συντήρησης και σε σχεδόν 20 δισ. USD σε αποφευχθείσες επενδύσεις δικτύων¹⁸⁸. Η αγορά απαρτίζεται από διάφορες τεχνολογίες και υπηρεσίες σε μια αξιακή αλυσίδα οι οποίες είναι δύσκολο να διαχωριστούν με σαφήνεια και οι οποίες φαίνεται να ενσωματώνονται παράλληλα με την αύξηση της ανάγκης για ολοκληρωμένες λύσεις για τη διαχείριση της αποθήκευσης, την απόκριση της ζήτησης, τις αποκεντρωμένες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και το ίδιο το δίκτυο. Στην παρούσα έκθεση αναδεικνύονται δύο πτυχές.

Υπηρεσίες ενέργειας βάσει λογισμικού και βάσει δεδομένων, οι οποίες είναι καίριας σημασίας για τη βελτιστοποίηση της ενσωμάτωσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, συμπεριλαμβανομένου σε τοπικό επίπεδο, μέσω του εξ αποστάσεως ελέγχου διαφόρων τεχνολογιών, ιδίως των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και των εικονικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής (VPP)¹⁸⁹. Πρόκειται για μια ραγδαία αναπτυσσόμενη αγορά, η αξία της οποίας προβλέπεται ότι θα αυξηθεί από 200 εκατ. EUR (παγκοσμίως¹⁹⁰) το 2020 σε 1 δισ. EUR το 2030^{191,192}. Αποτελεί τη βάση ενός νέου κλάδου παροχής υπηρεσιών

¹⁸⁵ Guidehouse Insights (2020) *Advanced Transmission & Distribution Technologies Overview*. Ανακτήθηκε από τη διεύθυνση: <https://guidehouseinsights.com/reports/advanced-transmission-and-distribution-technologies-overview>

¹⁸⁶ Οι Prysmian, Nexans και NKT Cables είναι οι τρεις σημαντικότερες ευρωπαϊκές επιχειρήσεις καλωδίων.

¹⁸⁷ Οι κύριες τεχνολογίες στον εν λόγω τομέα περιλαμβάνουν μετατροπείς σχηματισμού δικτύων και αυτόματους διακόπτες συνεχούς (DC) ρεύματος.

¹⁸⁸ <https://www.iea.org/reports/digitalisation-and-energy>

¹⁸⁹ Σε αυτά περιλαμβάνεται το σύστημα διαχείρισης αποκεντρωμένων ενεργειακών πόρων (DERMS), ο εικονικός σταθμός ηλεκτροπαραγωγής (VPP) και η ανάλυση αποκεντρωμένων ενεργειακών πόρων (DER) Για πιο λεπτομερή περιγραφή, βλέπε τμήμα 3.17.4 στο CETTIR (SWD(2020)953).

¹⁹⁰ Δυστυχώς, δεν υπάρχουν διαθέσιμα αριθμητικά στοιχεία για την ΕΕ.

¹⁹¹ Έκθεση της ASSET σχετικά με την ανταγωνιστικότητα για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή - Κεφάλαιο 10.3.2 Διαχείριση δικτύων (ψηφιακές τεχνολογίες)

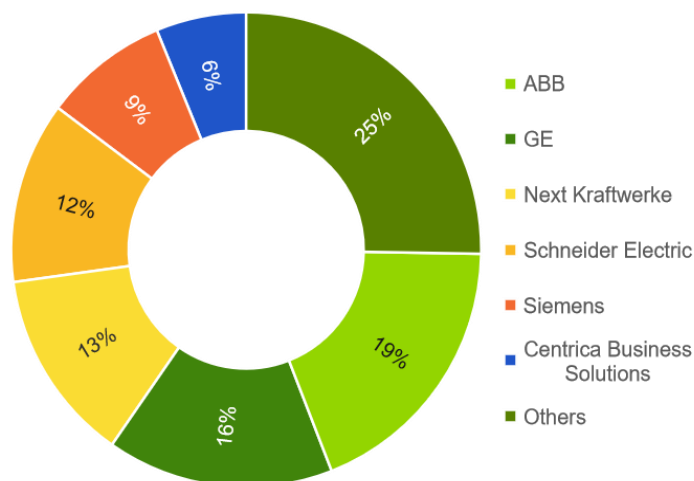
¹⁹² Πρόκειται για σημαντικές αγορές, όπως προκύπτει σαφώς από τη σύγκριση με πιο εδραιωμένες αγορές, όπως η αγορά συστημάτων διαχείρισης της ενέργειας εντός των κτιρίων (BEMS), το μέγεθος της οποίας ανέρχεται σε 1,2 δισ. EUR το 2020 (πηγή: Έκθεση της ASSET σχετικά με την ανταγωνιστικότητα για την Ευρωπαϊκή

ενέργειας σε επιχειρήσεις (συμπεριλαμβανομένων των φορέων εκμετάλλευσης δικτύων) καθώς και σε επιχειρηματικούς και οικιακούς καταναλωτές ενέργειας. Χάρη στον συνδυασμό της αύξησης των μεριδίων των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και των πολιτικών στήριξης της αγοράς, η Ευρώπη αποτελεί την κινητήρια δύναμη της ανάπτυξης των αγορών εικονικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, οι οποίες αντιπροσωπεύουν σχεδόν το 45 % των παγκόσμιων επενδύσεων το 2020. Οι περισσότερες από τις εν λόγω επενδύσεις έχουν πραγματοποιηθεί στη Βορειοδυτική Ευρώπη, συμπεριλαμβανομένων των σκανδιναβικών χωρών. Εντός της Ευρώπης, η Γερμανία προβλέπεται ότι έως το 2028 θα αντιπροσωπεύει σχεδόν το ένα τρίτο της συνολικής ετήσιας ισχύος της αγοράς VPP.

Ψηφιακές τεχνολογίες για βελτιωμένη λειτουργία και συντήρηση δικτύων, η οποία είναι αγορά με επίκεντρο ιδίως τους φορείς εκμετάλλευσης δικτύων. Πρόκειται επίσης για αναπτυσσόμενη αγορά, η οποία αναμένεται να φθάσει τα 0,2 δισ. EUR στην ΕΕ έως το 2030 για τις πλατφόρμες λογισμικού για προβλεπτική συντήρηση και το 1,2 δισ. EUR για τους αισθητήρες του διαδικτύου των πραγμάτων (IoT). Η αγορά IoT αναμένεται να αναπτυχθεί με ρυθμό 8,8 % μεταξύ 2020 και 2030.

Παγκόσμια αγορά: η ΕΕ κατέχει ισχυρή θέση και στα δύο τμήματα. Πολλές από τις παγκοσμίου επιπέδου επιχειρήσεις είναι ευρωπαϊκές (Schneider Electric SE και Siemens). Ο ισχυρότερος ανταγωνισμός προέρχεται από τις ΗΠΑ, συμπεριλαμβανομένων αρκετών καινοτόμων νεοφυών επιχειρήσεων. Η αγορά αισθητήρων και συσκευών παρακολούθησης του διαδικτύου των πραγμάτων (IoT) περιλαμβάνει αρκετούς μεγάλους παίκτες με ευρέα χαρτοφυλάκια και δεκάδες μικρομεσαίες επιχειρήσεις σε εξειδικευμένους τομείς της αγοράς. Μικρός αριθμός επιχειρήσεων παγκοσμίου επιπέδου (Hitachi ABB¹⁹³, IBM, Schneider Electric SE, Oracle, GE, Siemens και C3.ai) κυριαρχούν στην αγορά λύσεων λογισμικού, στην οποία είναι δύσκολο να εισέλθουν νέοι παίκτες. Στο διάγραμμα 17 εμφανίζεται η παγκόσμια αγορά ψηφιακών υπηρεσιών.

Διάγραμμα 17: Κορυφαίοι κύριοι παίκτες της αγοράς και μερίδιο αγοράς ψηφιακών υπηρεσιών, Παγκοσμίως, 2020



Επιτροπή). Στο τμήμα 3.17.4 του CETTIR (SWD(2020)953), η εν λόγω τεχνολογία περιγράφεται μαζί με το οικιακό σύστημα διαχείρισης της ενέργειας (HEMS) και την αγορά φορέων συγκέντρωσης ενέργειας. Οι εν λόγω αγορές αναμένεται επίσης να ενοποιηθούν με αργούς ρυθμούς με τις αγορές που περιγράφονται εδώ.

¹⁹³ Οι επιπτώσεις της εκποίησης της ABB στην Hitachi (<https://new.abb.com/news/detail/64657/abb-completes-divestment-of-power-grids-to-hitachi>) εξετάσσονται περαιτέρω ανάλυσης.

Διάφοροι πάροχοι πετρελαίου και αερίου καθώς και άλλοι πάροχοι ενέργειας πραγματοποιούν στρατηγικές επενδύσεις σε τεχνολογίες διαχείρισης δικτύων, ιδίως σε υπηρεσίες και έχουν επενδύσει ή έχουν αγοράσει μικρότερες νεοφυείς επιχειρήσεις στις αγορές της ΕΕ και των ΗΠΑ. Η Shell και η Eneco έχουν επενδύσει στις γερμανικές εταιρείες Sonnen¹⁹⁴ και Next Kraftwerke αντίστοιχα¹⁹⁵ ενώ η Engie έχει επενδύσει στην Kiwi Power του Ηνωμένου Βασιλείου¹⁹⁶. Η εν λόγω τάση φαίνεται να επιβεβαιώνεται από το γεγονός ότι από τις 200 πρόσφατες επενδύσεις επιχειρηματικών κεφαλαίων που έχουν πραγματοποιήσει οι επιχειρήσεις πετρελαίου και αερίου, 65 αφορούσαν τον τομέα της ψηφιοποίησης, ο οποίος είναι ο τρίτος τομέας μετά τις ανάντη συμβατικές επιχειρήσεις και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας¹⁹⁷.

Ενώ οι πλατφόρμες λογισμικού εισέρχονται στο στάδιο της ωρίμανσης, οι εφαρμογές για ψηφιακές τεχνολογίες με σκοπό την παροχή υπηρεσιών δικτύου εξακολουθούν να ωθούν την καινοτομία στον χώρο της αγοράς. Οι όγκοι δεδομένων είναι σχετικά μικροί σε σύγκριση με άλλους τομείς και, ως εκ τούτου, η πρόκληση για την καινοτομία δεν σχετίζεται με τους όγκους δεδομένων ή με τις τεχνολογίες ανάλυσης δεδομένων¹⁹⁸. Σχετίζεται με τη διαθεσιμότητα και την πρόσβαση σε διαφορετικές και αποκεντρωμένες πηγές δεδομένων προκειμένου οι πάροχοι λογισμικού να μπορούν να παρέχουν ολοκληρωμένες λύσεις στους πελάτες τους. Ως εκ τούτου, είναι καίριας σημασίας οι διαλειτουργικές πλατφόρμες για ολόκληρη την αγορά που παρέχουν εύκολη πρόσβαση σε δεδομένα και ανταλλαγή δεδομένων.

3.7 Περαιτέρω ευρήματα σχετικά με άλλες τεχνολογίες και λύσεις καθαρής ενέργειας και ενέργειας χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών

Όπως περιγράφεται στο συνοδευτικό έγγραφο εργασίας των υπηρεσιών της Επιτροπής, η ΕΕ κατέχει ισχυρή ανταγωνιστική θέση στον τομέα των **τεχνολογιών χερσαίας αιολικής ενέργειας και υδροηλεκτρικής ενέργειας**. Όσον αφορά τη χερσαία αιολική ενέργεια, η μεγάλη κλίμακα της αγοράς¹⁹⁹ και η αυξανόμενη ισχύς εκτός της Ευρώπης παρέχουν ελπιδοφόρες προοπτικές για έναν καλά τοποθετημένο κλάδο της ΕΕ στην αξιακή αλυσίδα της αιολικής ενέργειας²⁰⁰. Παρομοίως, όσον αφορά την **υδροηλεκτρική ενέργεια**, η σημασία της αγοράς²⁰¹ και η παρουσία της ΕΕ στις παγκόσμιες εξαγωγές (48 %) αποτελούν βασικά στοιχεία για έναν ανταγωνιστικό κλάδο. Ωστόσο, βασική πρόκληση για την επίτευξη προόδου και στις δύο τεχνολογίες είναι η επικέντρωση της έρευνας με σκοπό την αξιοποίηση της ευκαιρίας αλλαγής ενεργειακής πηγής/αναβάθμισης των παλαιότερων εγκαταστάσεων ώστε να ενισχυθεί η κοινωνική αποδοχή τους και το μειωμένο αποτύπωμά τους. Όσον αφορά τα **ανανεώσιμα καύσιμα**, το κύριο ζήτημα είναι η μετάβαση από τα καύσιμα πρώτης²⁰² γενιάς σε καύσιμα

¹⁹⁴ Η Shell κατέχει το 100 % των μετοχών της Sonnen: <https://www.shell.com/media/news-and-media-releases/2019/smart-energy-storage-systems.html>, 15 Φεβρουαρίου 2019.

¹⁹⁵ Η Eneco κατέχει μερίδιο μειοψηφίας 34 %: <https://www.next-kraftwerke.com/news/eneco-group-invests-in-next-kraftwerke>, 8 Μαΐου 2017.

¹⁹⁶ Η Engie κατέχει λίγο λιγότερο από το 50 % των μετοχών, αλλά είναι ο μεγαλύτερος μέτοχος: <https://theenergyst.com/engie-acquires-dsr-aggregator-kiwi-power/>, 26 Νοεμβρίου 2018.

¹⁹⁷ The Energy Transition and Oil Companies' Hard Choices – Oxford Institute for Energy Studies, July 2019· Rob West, Founder, Thundersaid Energy & Research Associate, OIES and Bassam Fattouh, Director, OIES, σ. 6.

¹⁹⁸ Για περισσότερες πληροφορίες, βλέπε τμήμα 3.17 CETTIR (SWD(2020)953).

¹⁹⁹ Έσοδα του κλάδου αιολικής ενέργειας της ΕΕ το 2019: 86,1 δις. EUR

²⁰⁰ Οι Ευρωπαίοι παραγωγοί αντιπροσωπεύουν περίπου το 35 %· οι Κινέζοι παραγωγοί σχεδόν το 50 %

²⁰¹ Υφιστάμενη αγορά της ΕΕ-28: 25 δις. EUR

²⁰² Ο κύκλος εργασιών του κλάδου βιοκαυσίμων της ΕΕ-27 ανερχόταν σε 14 δις. EUR το 2017 – κυρίως πρώτες ύλες πρώτης γενιάς.

δεύτερης και τρίτης γενιάς με σκοπό τη διεύρυνση της βιωσιμότητας και τη βελτιστοποίηση της χρήσης της πρώτης ύλης. Για την επίτευξη προόδου προς αυτή την κατεύθυνση, θα είναι σημαντική η υλοποίηση έργων αναβάθμισης και επίδειξης.

Στις αγορές **τεχνολογιών γεωθερμικής ενέργειας** (αγορά κατά προσέγγιση 1 δισ. EUR) και **τεχνολογιών ηλιακής θερμικής ενέργειας** (αγορά κατά προσέγγιση 3 δισ. EUR), η πρόκληση για την αύξηση του μεριδίου αγοράς της ΕΕ έγκειται στην περαιτέρω εγκατάσταση υφιστάμενων και νέων εφαρμογών θέρμανσης τόσο για τα κτίρια (ιδίως όσον αφορά τη γεωθερμική ενέργεια) όσο και τη βιομηχανία (ιδίως όσον αφορά την ηλιακή θερμική ισχύ) και στην περαιτέρω προώθηση του δυναμικού καινοτομίας με σκοπό την ενοποίηση των εν λόγω τεχνολογιών σε κλίμακα. Η ανάπτυξη των τεχνολογιών **δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα (CCS)** αντιμετωπίζει επί του παρόντος εμπόδια λόγω της έλλειψης βιώσιμων επιχειρηματικών μοντέλων και αγορών. Όσον αφορά τις τεχνολογίες **πυρηνικής** ενέργειας, οι επιχειρήσεις της ΕΕ είναι ανταγωνιστικές σε ολόκληρη την αξιακή αλυσίδα. Επί του παρόντος η ανταγωνιστικότητα είναι επικεντρωμένη στην ανάπτυξη και κατασκευή βάσει χρονοδιαγράμματος και στην εξασφάλιση της ασφάλειας του συνόλου του κύκλου ζωής των πυρηνικών, με ειδική μέριμνα για τη διάθεση των ραδιενεργών αποβλήτων και τον παροπλισμό των πυρηνικών εγκαταστάσεων που κλείνουν. Αναπτύσσονται τεχνολογικές καινοτομίες, όπως οι μικροί δομοστοιχειωτοί αντιδραστήρες, με σκοπό τη διατήρηση της ανταγωνιστικότητας της ΕΕ στον τομέα των πυρηνικών.

Σε ό,τι αφορά τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, ένα βασικός τομέας είναι τα **κτίρια**, τα οποία αντιπροσωπεύουν το 40 % της χρήσης ενέργειας στην ΕΕ. Η ΕΕ κατέχει ισχυρή θέση σε ορισμένους τομείς²⁰³ όπως τα προκατασκευασμένα κατασκευαστικά στοιχεία οικοδομών²⁰⁴, τα συστήματα τηλεθέρμανσης, οι τεχνολογίες αντλιών θερμότητας και τα οικιακά/κτιριακά συστήματα διαχείρισης της ενέργειας (HEMS/BEMS). Στον κλάδο των ενεργειακά αποδοτικών φωτιστικών σωμάτων²⁰⁵, η ΕΕ έχει μακρά παράδοση στον σχεδιασμό και την παροχή καινοτόμων συστημάτων φωτισμού υψηλής απόδοσης. Η πρόκληση όσον αφορά την ανταγωνιστικότητα έγκειται στη μαζική παραγωγή μεγάλης κλίμακας, η οποία είναι εφικτή για τις διατάξεις φωτισμού στερεάς κατάστασης. Οι προμηθευτές της Ασίας βρίσκονται σε ευνοϊκότερη θέση, διότι μπορούν να αναβαθμιστούν σε πολύ υψηλότερη δυναμικότητα (οικονομίες κλίμακας). Ενώ, οι υψηλές δεξιότητες στον τομέα του καινοτόμου σχεδιασμού και οι νέες προσεγγίσεις αποτελούν παραδοσιακά μέρος του ευρωπαϊκού βιομηχανικού τομέα.

Τέλος, η ενεργειακή μετάβαση δεν εξαντλείται στις τεχνολογίες αλλά αφορά και την ενσωμάτωσή τους στο σύστημα. Για την επίτευξη της μετάβασης προς οικονομίες και κοινωνίες καθαρών μηδενικών ανθρακούχων εκπομπών απαιτείται η τοποθέτηση των **πολιτών** στο κέντρο όλων των δράσεων²⁰⁶, μέσω της ενδεδειγμένης εξέτασης των κύριων

²⁰³ Στην παρούσα πρώτη έκθεση δεν καλύφθηκαν όλοι οι τομείς, λόγω των περιορισμών όσον αφορά τη διαθεσιμότητα των δεδομένων. Περαιτέρω τομείς που πρόκειται να αναλυθούν είναι το κέλυφος των κτιρίων και οι τεχνικές/η μοντελοποίηση/ο σχεδιασμός των κατασκευών.

²⁰⁴ Η αξία της παραγωγής της ΕΕ-28 αυξήθηκε από 31,85 δισ. EUR (το 2009) σε 44,38 δισ. EUR (το 2018). Κατά την ίδια περίοδο, οι εξαγωγές της ΕΕ-28 προς τον υπόλοιπο κόσμο αυξήθηκαν από 0,83 δισ. EUR σε 1,88 δισ. EUR. Από την άλλη πλευρά, οι εισαγωγές έχουν παραμείνει σχετικά σταθερές, δηλ. περίπου από 0,18 δισ. EUR το 2009 σε 0,26 δισ. EUR το 2018, με μια πτώση 0,15 δισ. EUR κατά τα έτη 2012-13.

²⁰⁵ Η αξία της ευρωπαϊκής αγοράς φωτιστικών σωμάτων αναμένεται να αυξηθεί από 16,3 δισ. EUR το 2012 σε 19,8 δισ. EUR το 2020 – CBI Ministry of Foreign Affairs, *Electronic Lighting in the Netherlands*, 2014

²⁰⁶ Οι στρατηγικές συμμετοχής πρέπει να είναι προσανατολισμένες τόσο σε ατομικό όσο και σε κοινοτικό επίπεδο και να αποσκοπούν όχι μόνο στην παροχή οικονομικών κινήτρων αλλά και στη μεταβολή των ατομικών συμπεριφορών μέσω της αξιοποίησης μη οικονομικών παραγόντων, όπως μέσω της παροχής ανατροφοδότησης σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας με επίκληση των κοινωνικών προτύπων.

παραγόντων και στρατηγικών δημιουργίας κινήτρων για τη συμμετοχή τους και μέσω της ένταξης των καταναλωτών ενέργειας σε ένα ευρύτερο κοινωνικό πλαίσιο. Το ισχύον νομικό πλαίσιο σε επίπεδο ΕΕ παρέχει σαφή ευκαιρία ώστε οι καταναλωτές ενέργειας και οι πολίτες να αναλάβουν τα ηνία και να δρέψουν απτά οφέλη από την ενεργειακή μετάβαση. Με βάση τις παρατηρούμενες τάσεις αστικοποίησης, οι **πόλεις** μπορούν να διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη μιας ολιστικής και ολοκληρωμένης προσέγγισης²⁰⁷ όσον αφορά την ενεργειακή μετάβαση, και της σχέσης της με άλλους τομείς, όπως η κινητικότητα, η ΤΠΕ και η διαχείριση των αποβλήτων ή των υδάτων. Για αυτό απαιτείται, εν συνεχεία, έρευνα και καινοτομία όσον αφορά τις τεχνολογίες καθώς και τις διαδικασίες, ανάπτυξη των γνώσεων και των ικανοτήτων με τη συμμετοχή των αρχών των πόλεων, των επιχειρήσεων και των πολιτών.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα έκθεση καταδεικνύει **πρωτίστως** το οικονομικό δυναμικό του τομέα καθαρής ενέργειας. Το εν λόγω συμπέρασμα υποστηρίζεται και από την πρόσφατη εκτίμηση επιπτώσεων του σχεδίου κλιματικών στόχων για το 2030²⁰⁸. Ενισχύει το επιχείρημα σχετικά με το ότι η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία παρέχει τη σαφή δυνατότητα να αποτελέσει την αναπτυξιακή στρατηγική της ΕΕ μέσω του ενεργειακού τομέα. Στο πλαίσιο της παρούσας ανάλυσης, τα στοιχεία καταδεικνύουν ότι οι επιδόσεις του τομέα τεχνολογιών καθαρής ενέργειας υπερβαίνουν τις επιδόσεις των συμβατικών ενεργειακών πόρων και δημιουργούν, συγκριτικά, υψηλότερη προστιθέμενη αξία, απασχόληση και παραγωγικότητα του εργατικού δυναμικού. Η σημασία του τομέα καθαρής ενέργειας αυξάνεται στην οικονομία της ΕΕ, ως συνέπεια της αυξημένης ζήτησης για καθαρές τεχνολογίες.

Ταυτόχρονα, οι δημόσιες και ιδιωτικές επενδύσεις στην Ε&Κ καθαρής ενέργειας μειώνονται, θέτοντας σε κίνδυνο την ανάπτυξη τεχνολογιών καίριας σημασίας που είναι απαραίτητες για την απανθρακοποίηση της οικονομίας και την επίτευξη των φιλόδοξων στόχων της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας. Η εν λόγω μείωση θα έχει επίσης αρνητική επίπτωση και στην οικονομική ανάπτυξη και την αύξηση της απασχόλησης που παρατηρείται μέχρι σήμερα. Επιπλέον, ο ενεργειακός τομέας δεν επενδύει ιδιαίτερα στην Ε&Κ σε σύγκριση με άλλους τομείς, ενώ, εντός του ενεργειακού τομέα, οι μεγαλύτεροι επενδυτές στην Ε&Κ είναι οι επιχειρήσεις πετρελαίου και αερίου. Παρότι υπάρχουν θετικές ενδείξεις, καθώς οι επιχειρήσεις πετρελαίου και αερίου επενδύουν όλο και περισσότερο στις τεχνολογίες καθαρής ενέργειας (π.χ. αιολική ενέργεια, φωτοβολταϊκά, ψηφιακές τεχνολογίες), οι εν λόγω τεχνολογίες εξακολουθούν να αποτελούν μικρό μέρος των δραστηριοτήτων τους.

Η συγκεκριμένη πορεία δεν αρκεί ώστε η ΕΕ να καταστεί η πρώτη κλιματικά ουδέτερη ήπειρος και να ηγηθεί της παγκόσμιας μετάβασης στην καθαρή ενέργεια. Απαιτείται σημαντική αύξηση των επενδύσεων στην Ε&Κ, τόσο των δημόσιων όσο και των ιδιωτικών, προκειμένου η ΕΕ να εξακολουθήσει την πορεία της προς την απανθρακοποίηση. Οι επικείμενες επενδύσεις στην οικονομική ανάκαμψη θα αποτελέσουν ιδιαίτερα καλή ευκαιρία για αυτό. Σε εθνικό επίπεδο, η Επιτροπή θα ενθαρρύνει τα κράτη μέλη να εξετάσουν το ενδεχόμενο να ορίσουν εθνικούς στόχους για

²⁰⁷ Συμπεριλαμβανομένων των τεχνολογιών, του ολιστικού πολεοδομικού σχεδιασμού, ενός συνδυασμού μεγάλης κλίμακας δημόσιων και ιδιωτικών επενδύσεων και της συνδημιουργίας μεταξύ των υπεύθυνων χάραξης πολιτικής, των οικονομικών παραγόντων και των πολιτών.

²⁰⁸ COM(2020) 562 final.

τις επενδύσεις στην Ε&Κ προκειμένου να στηρίζουν τις τεχνολογίες καθαρής ενέργειας στο πλαίσιο της συνολικής πρόσκλησης για αύξηση των επενδύσεων στην Ε&Κ με σκοπό την επίτευξη των φιλόδοξων στόχων για το κλίμα. Η Επιτροπή θα συνεργαστεί επίσης με τον ιδιωτικό τομέα για την ενίσχυση των επενδύσεων του στην Ε&Κ.

Δεύτερον, οι στόχοι της ΕΕ όσον αφορά τη μείωση των εκπομπών CO₂, τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την ενεργειακή απόδοση έχουν πυροδοτήσει επενδύσεις σε νέες τεχνολογίες και καινοτομίες, με αποτέλεσμα τη δημιουργία κλάδων που είναι ανταγωνιστικοί σε παγκόσμια κλίμακα. Αυτό καταδεικνύει ότι η ύπαρξη ισχυρής εγχώριας αγοράς αποτελεί βασικό παράγοντα όσον αφορά τη βιομηχανική ανταγωνιστικότητα στον τομέα των τεχνολογιών καθαρής ενέργειας, καθώς και ότι θα ενθαρρύνει τις επενδύσεις στην Ε&Κ. Ωστόσο, βασικά χαρακτηριστικά της αγοράς ενέργειας (ιδίως η υψηλή ένταση κεφαλαίου, οι μακροχρόνιοι επενδυτικοί κύκλοι, η νέα δυναμική της αγοράς, σε συνδυασμό με τον χαμηλό ρυθμό απόδοσης των επενδύσεων) δυσχεραίνουν την προσέλκυση επαρκών επιπέδων επενδύσεων στον εν λόγω τομέα, γεγονός που επηρεάζει την ικανότητα καινοτομίας.

Η πείρα από την παραγωγή ηλιακών φωτοβολταϊκών στην ΕΕ καταδεικνύει ότι η ισχυρή εγχώρια αγορά δεν επαρκεί. Πέραν του καθορισμού στόχων για τη δημιουργία ζήτησης για νέες τεχνολογίες, πρέπει να διαμορφωθούν πολιτικές στήριξης της ικανότητας του κλάδου της ΕΕ να ανταποκρίνεται στην εν λόγω ζήτηση. Σε αυτές περιλαμβάνεται η ανάπτυξη συνεργατικών πλατφορμών ανά κλάδο για συγκεκριμένες τεχνολογίες (π.χ. για τους συσσωρευτές και για το υδρογόνο). Ενδέχεται να απαιτούνται περαιτέρω ανάλογες δράσεις και για άλλες τεχνολογίες, σε συνεργασία με τα κράτη μέλη και τη βιομηχανία.

Τρίτον, μπορούν να αντληθούν συγκεκριμένα συμπεράσματα από τις έξι τεχνολογίες που αναλύθηκαν και οι οποίες αναμένεται ότι θα διαδραματίσουν ολοένα και μεγαλύτερο ρόλο στο ενεργειακό μείγμα της ΕΕ για το 2030 και το 2050. Στον κλάδο των ηλιακών φωτοβολταϊκών, σημαντικές ευκαιρίες υφίστανται στα τμήματα της αξιακής αλυσίδας στα οποία είναι καίριας σημασίας η ύπαρξη εξειδικευμένων προϊόντων ή προϊόντων υψηλών επιδόσεων/υψηλής αξίας. Παρομοίως, όσον αφορά τους συσσωρευτές, η συνεχιζόμενη ανταγωνιστική ανάκαμψη της ΕΕ στο τμήμα της παραγωγής κυψελών μέσω πρωτοβουλιών, όπως η ευρωπαϊκή συμμαχία για τους συσσωρευτές, λειτουργεί συμπληρωματικά προς την πιο εδραιωμένη θέση της ευρωπαϊκής βιομηχανίας στα κατάντη τμήματα που βασίζονται στην αξία, όπως η παραγωγή και ενσωμάτωση συστοιχιών συσσωρευτών και η ανακύκλωση συσσωρευτών. Η ανάκτηση του ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος και στις δύο τεχνολογίες είναι απολύτως απαραίτητη, δεδομένης της προβλεπόμενης ζήτησης, του σπονδυλωτού χαρακτήρα και των πιθανών δευτερογενών επιπτώσεων (π.χ. ενσωμάτωση των φωτοβολταϊκών στα κτίρια, τα οχήματα ή άλλες υποδομές).

Όσον αφορά την ωκεάνια ενέργεια, το ανανεώσιμο υδρογόνο και τον κλάδο της αιολικής ενέργειας, η ΕΕ διαθέτει επί του παρόντος το πλεονέκτημα του πρωτοπόρου. Παρά ταύτα, η αναμενόμενη, πολλαπλή αύξηση του μεγέθους ισχύος των αγορών υποδηλώνει ότι η δομή του κλάδου είναι αναπόφευκτο να μεταβληθεί: απαιτείται η συγκέντρωση εμπειρογνωσίας στις επιχειρήσεις, ενώ τα κράτη μέλη και ο ιδιωτικός τομέας πρέπει να αναδιαρθρώσουν και να συγκεντρώσουν τις αξιακές αλυσίδες τους ώστε να υλοποιήσουν τις απαιτούμενες οικονομίες κλίμακας και τις πιθανές θετικές δευτερογενείς επιπτώσεις. Για παράδειγμα, η υφιστάμενη ηγετική θέση της ΕΕ στην αγορά ηλεκτρολυτικών κυψελών, σε ολόκληρη την αξιακή αλυσίδα από την παροχή κατασκευαστικών στοιχείων μέχρι τη δυναμικότητα τελικής ενοποίησης, παρέχει σημαντικές δυνατότητες δευτερογενών επιπτώσεων μεταξύ των συσσωρευτών, των ηλεκτρολυτικών κυψελών και

των κυψελών καυσίμου. Η ανακοινωθείσα ευρωπαϊκή συμμαχία για το καθαρό υδρογόνο θα ενισχύσει περαιτέρω την παγκόσμια ηγετική θέση της ΕΕ στον εν λόγω τομέα. Όσον αφορά την ωκεάνια ενέργεια, οι σχετικές τεχνολογίες δεν έχουν ακόμη καταστεί εμπορικά βιώσιμες και πρέπει να προσδιοριστούν καθεστώτα χρηματοδοτικής στήριξης για τη διατήρηση και επέκταση της υφιστάμενης ηγετικής θέσης της ΕΕ.

Ο κλάδος υπεράκτιας αιολικής ενέργειας, με την εδραιωμένη ικανότητα καινοτομίας που διευρύνει τα όρια της τεχνολογίας (π.χ. πλωτά υπεράκτια πάρκα αιολικής ενέργειας), χρειάζεται την προοπτική μιας αναπτυσσόμενης εγχώριας αγοράς καθώς και αδιάπτωτης χρηματοδότησης της Ε&Κ προκειμένου να δρέψει τα οφέλη από την ανάπτυξη των παγκόσμιων αγορών. Οι κλάδοι έξυπνων δικτύων και HVDC της ΕΕ εμφανίζουν εξίσου ικανοποιητικές επιδόσεις και παρότι πρόκειται για μικρή αγορά σε σύγκριση με την αγορά αιολικής ενέργειας ή ηλιακών φωτοβολταϊκών είναι σημαντική διότι δημιουργεί αξία για οτιδήποτε συνδέεται με το δίκτυο. Δεδομένης της κανονικοποίησης στην οποία υπόκειται, οι κυβερνήσεις και οι ρυθμιστικές αρχές στην ΕΕ διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην αξιοποίηση των οφελών από τον εν λόγω κλάδο.

Τέταρτον, η μετάβαση προς καθαρές τεχνολογίες μετατοπίζει επίσης την εξάρτηση της ΕΕ από τις εισαγωγές ορυκτών καυσίμων προς την αυξανόμενη χρήση πρώτων υλών κρίσιμης σημασίας στις ενεργειακές τεχνολογίες. Ωστόσο, η εν λόγω εξάρτηση είναι λιγότερο άμεση από την εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα, δεδομένου ότι οι εν λόγω ύλες έχουν τη δυνατότητα να παραμένουν στην οικονομία μέσω της επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσής τους. Κατ' αυτόν τον τρόπο μπορεί να βελτιωθεί η ανθεκτικότητα των αλυσίδων εφοδιασμού τεχνολογίας καθαρής ενέργειας και, ως εκ τούτου, να ενισχυθεί η ανοικτή στρατηγική αυτονομία της ΕΕ. Υπάρχει σαφής ανάγκη για Ε&Κ και επενδύσεις ώστε ο σχεδιασμός των κατασκευαστικών στοιχείων τεχνολογίας καθαρής ενέργειας να αυξάνει τη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσής τους, ούτως ώστε τα υλικά να διατηρούνται στην οικονομία για όσο το δυνατόν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και σε όσο το δυνατόν υψηλότερη αξία/επιδόσεις. Συνδεδεμένη με τη μετάβαση προς περαιτέρω κυκλικότητα, η συμμετοχή της ΕΕ σε διεθνή φόρα όπως η ομάδα G20, η υπουργική διάσκεψη για την καθαρή ενέργεια και η πρωτοβουλία «Mission Innovation», αφενός, θα της επιτρέψει να δώσει ώθηση στη δημιουργία περιβαλλοντικών προτύπων για τις νέες τεχνολογίες και να εδραιώσει περαιτέρω την παγκόσμια ηγετική θέση της και, αφετέρου, θα μετριάσει τον κίνδυνο διαταραχών της προσφοράς και θα βελτιώσει τη βιωσιμότητα και την ποιότητα των τεχνολογιών.

Πέμπτον, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή θα αναπτύξει περαιτέρω τη μεθοδολογία αξιολόγησης της ανταγωνιστικότητας, σε συνεργασία με τα κράτη μέλη και τους ενδιαφερόμενους φορείς. Ο στόχος είναι η βελτίωση της μακροοικονομικής ανάλυσης του τομέα καθαρής ενέργειας, συμπεριλαμβανομένου του προαπαιτούμενου για περισσότερα δεδομένα. Η βελτιωμένη μεθοδολογία θα υποστηρίξει τον σχεδιασμό μιας πολιτικής Ε&Κ, συμβάλλοντας στη δημιουργία ενός ανταγωνιστικού, δυναμικού και ανθεκτικού κλάδου καθαρών τεχνολογιών. Η ετήσια αξιολόγηση της ανταγωνιστικότητας του τομέα καθαρής ενέργειας θα λειτουργήσει συμπληρωματικά προς το πλαίσιο των εθνικών σχεδίων για την ενέργεια και το κλίμα, του στρατηγικού σχεδίου ενεργειακών τεχνολογιών και του βιομηχανικού φόρουμ καθαρής ενέργειας. Η συνεχής και βελτιωμένη αξιολόγηση αποσκοπεί στο να εκπληρώσει ο ενεργειακός τομέας καθαρής ενέργειας πλήρως τον ρόλο που συνίσταται στο να καταστεί η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία μια ενωσιακή αναπτυξιακή στρατηγική στην πράξη.