



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Η/Υ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»



ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ – ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑ-
ΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»

**Κοινωνικοτεχνική Ανάλυση για την Ενεργειακή
Μετάβαση των Ενεργοβόρων Βιομηχανιών στη Χώρα
των Βάσκων**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σπύρος Γιαννέλος

Επιβλέπων: Ευάγγελος Μαρινάκης Επ. Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Οκτώβριος 2025

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ – ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑ-
ΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»

**Κοινωνικοτεχνική Ανάλυση για την Ενεργειακή
Μετάβαση των Ενεργοβόρων Βιομηχανιών στη Χώρα
των Βάσκων**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σπύρος Γιαννέλος

Επιβλέπων: Ευάγγελος Μαρινάκης Επ. Καθηγητής ΕΜΠ

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 27η Οκτωβρίου 2025.

.....
Ευάγγελος Μαρινάκης
Επ. Καθηγητής ΕΜΠ

.....
Ιωάννης Ψαρράς
Καθηγητής ΕΜΠ

.....
Δημήτριος Ασκούνης
Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Οκτώβριος 2025

Σπύρος Γιαννέλος

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός & Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © ΣΠΥΡΟΣ ΓΙΑΝΝΕΛΟΣ, 2025

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζει τη διαδικασία ενεργειακής μετάβασης των ενεργοβόρων βιομηχανιών στη Χώρα των Βάσκων, στο πλαίσιο της ευρωπαϊκής στρατηγικής για κλιματική ουδετερότητα έως το 2050. Η ανάλυση βασίζεται στο θεωρητικό πλαίσιο του **Multi-Level Perspective (MLP)**, το οποίο επιτρέπει την κατανόηση των πολύπλοκων αλληλεπιδράσεων μεταξύ του μακρο-επιπέδου (κλιματική κρίση και ευρωπαϊκές πολιτικές), του μεσο-επιπέδου (θεσμικό και κοινωνικοτεχνικό καθεστώς) και του μικρο-επιπέδου (αναδυόμενες καθαρές τεχνολογίες).

Η Χώρα των Βάσκων διαθέτει ένα ώριμο και δυναμικό βιομηχανικό οικοσύστημα, με ανεπτυγμένες πολιτικές καινοτομίας, συνεργατικές δομές μεταξύ δημόσιου και ιδιωτικού τομέα, και θεσμική ικανότητα προσαρμογής στις ευρωπαϊκές κατευθύνσεις. Η μετάβαση χαρακτηρίζεται από συνδυασμό **τεχνολογικής καινοτομίας, θεσμικής συνοχής και κοινωνικής συμμετοχής**, στοιχεία που επιτρέπουν τη σταδιακή μεταμόρφωση του υφιστάμενου καθεστώτος.

Η επιτυχία της ενεργειακής μετάβασης εξαρτάται από την ενίσχυση των πολιτικών **έρευνας και ανάπτυξης**, την **οικονομική στήριξη των επιχειρήσεων**, τη **διασύνδεση των clusters**, και την **καλλιέργεια πράσινων δεξιοτήτων**. Η περίπτωση της Χώρας των Βάσκων μπορεί να λειτουργήσει ως πρότυπο για άλλες ευρωπαϊκές περιφέρειες, αποδεικνύοντας ότι η απανθρακοποίηση των ενεργοβόρων βιομηχανιών είναι εφικτή μέσα από τη συνέργεια τεχνολογίας, πολιτικής και κοινωνίας.

Λέξεις-κλειδιά: Ενεργειακή μετάβαση, Κοινωνικοτεχνικά συστήματα, Multi-Level Perspective, Ενεργοβόρες βιομηχανίες, Απανθρακοποίηση, Χώρα των Βάσκων, Καινοτομία καθαρών τεχνολογιών, Κυκλική οικονομία, Υδρογόνο.

Abstract

This thesis examines the process of energy transition in the energy-intensive industries of the Basque Country within the framework of the European strategy for climate neutrality by 2050. The analysis is based on the **Multi-Level Perspective (MLP)** framework, which enables a comprehensive understanding of the interactions among the macro-level (climate crisis and EU policies), the meso-level (socio-technical regime), and the micro-level (emerging clean technologies).

The Basque Country possesses a mature and dynamic industrial ecosystem, characterized by strong innovation policies, collaborative networks between public and private actors, and an advanced institutional capacity to adapt to European directives. The transition follows an **incremental path**, combining technological innovation, institutional stability, and social participation, rather than disruptive transformation.

The success of the transition depends on reinforcing **research and development**, promoting **industrial collaboration and cluster networks**, ensuring **financial and regulatory support**, and fostering **green skills and workforce training**. The Basque Country thus emerges as a European reference model for industrial decarbonization, demonstrating that the path to a sustainable, low-carbon future can be achieved through the synergy of **technology, governance, and society**.

Keywords: Energy transition, Socio-technical systems, Multi-Level Perspective, Energy-intensive industries, Decarbonization, Basque Country, Clean technology innovation, Circular economy, Hydrogen.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω την ειλικρινή μου ευγνωμοσύνη στον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Μαρινάκη, για την πολύτιμη καθοδήγηση, την εμπιστοσύνη και τη συνεχή υποστήριξή του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Ευχαριστώ επίσης τα μέλη της ακαδημαϊκής κοινότητας του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στις Τεχνοοικονομικές Επιστήμες του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου για το γόνιμο και δημιουργικό περιβάλλον μάθησης που προσέφεραν.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την οικογένεια και τους φίλους μου για τη συνεχή συμπαράσταση, την υπομονή και την ενθάρρυνση σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

*Σπύρος Γιαννέλος
Αθήνα, Οκτώβριος 2025*

Πίνακας Περιεχομένων

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή.....	14
1.1 Αντικείμενο – Στόχος	14
1.2 Οργάνωση τόμου.....	15
Κεφάλαιο 2: Μεθοδολογία – Το Μοντέλο Βιώσιμων Μεταβάσεων Πολυεπίπεδης Ανάλυσης (Multi-Level Perspective, MLP)	16
2.1 Εισαγωγή στη μεθοδολογική προσέγγιση.....	16
2.2 Βασικές αρχές του Μοντέλου Πολυεπίπεδης Ανάλυσης (MLP).....	17
2.3 Εφαρμογή της MLP στη μελέτη της Χώρας των Βάσκων	18
2.4 Ερευνητική μεθοδολογία και πηγές δεδομένων.....	19
Κεφάλαιο 3: Κοινωνικοτεχνικό καθεστώς (μεσο-επίπεδο)	20
3.1 Γενικά στοιχεία για την Χώρα των Βάσκων	21
3.2 Ιστορική εξέλιξη της δομής του βιομηχανικού συμπλέγματος της Χώρας των Βάσκων	23
3.3 Υφιστάμενοι βιομηχανικοί τομείς/clusters	26
3.4 Κυρίαρχες στρατηγικές βιώσιμης ανάπτυξης και καινοτομίας.....	30
3.4.1 Περιφερειακές πολιτικές	34
3.4.2 Συνεργασία δημόσιου/ιδιωτικού τομέα	37
3.4.3 Έρευνα και ανάπτυξη.....	42
3.4.4 Ανθρώπινο δυναμικό	52
3.4.5 Ενεργειακές υποδομές.....	54
Κεφάλαιο 4: Εξωτερικό περιβάλλον (μακρο-επίπεδο).....	56
4.1 Η πρόκληση της κλιματικής κρίσης και της γεωπολιτικής αστάθειας	56
4.2 Η επίδραση των Ευρωπαϊκών πολιτικών/στόχων για μηδενικό ισοζύγιο εκπομπών	59
4.2.1 Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία και Fit for 55	61
4.2.2 REPowerEU και ενεργειακή ασφάλεια	62
4.2.3 Ευρωπαϊκή Βιομηχανική Στρατηγική.....	64
4.2.4 Συνολική αποτίμηση	65
Κεφάλαιο 5: Αναδυόμενες "καθαρές" τεχνολογίες (μικρο-επίπεδο)	67
5.1 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ)	67
5.1.1 Υφιστάμενες τεχνολογίες και επιχειρηματικές δραστηριότητες	67

Κοινωνικοτεχνική Ανάλυση για την Ενεργειακή Μετάβαση των Ενεργοβόρων Βιομηχανιών στη Χώρα των Βάσκων	
5.1.2 Προώθηση των ΑΠΕ μέσω έργων έρευνας και ανάπτυξης, επενδύσεων, και διεθνούς δικτύωσης	69
5.1.3 Κοινωνική αποδοχή και αντιστάσεις	72
5.2 Υδρογόνο	74
5.2.1 Τρέχουσα κατάσταση και υφιστάμενα σχέδια/δραστηριότητες	74
5.2.2 Έρευνα και ανάπτυξη	76
5.2.3 Οικονομικές ευκαιρίες και προκλήσεις	78
5.3 Δέσμευση, αξιοποίηση και αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα (CCUS)	80
5.3.1 Παλαιότερες πρωτοβουλίες και μελλοντικές προοπτικές	80
5.3.2 Έρευνα και ανάπτυξη	83
5.4 Κυκλική οικονομία	85
5.4.1 Πολιτικές και πρωτοβουλίες για την έρευνα και ανάπτυξη	85
5.4.2 Αντιλήψεις για τον αντίκτυπο της κυκλικής οικονομίας	88
5.4.3 Η περίπτωση του Βιομηχανικού Κόμβου για Κυκλικότητα της Χώρας των Βάσκων (BIH4C)	90
5.5 Συμπεράσματα	93
Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα	95
6.1 Σύνοψη βασικών ευρημάτων	95
6.2 Η αλληλεπίδραση των επιπέδων MLP	96
6.3 Ο ρόλος της περιφερειακής διακυβέρνησης	96
6.4 Εμπόδια και προκλήσεις της μετάβασης	97
6.5 Προοπτικές για το μέλλον	97
6.6 Συνολική εκτίμηση	98
Κεφάλαιο 7: Επίλογος	99
Βιβλιογραφία	101

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1. Γεωγραφία της χώρας των Βάσκων	21
--	----

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1 Συμπεράσματα	93
------------------------------	----

Κοινωνικοτεχνική Ανάλυση για την Ενεργειακή Μετάβαση των Ενεργοβόρων Βιομηχανιών στη
Χώρα των Βάσκων

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1 Αντικείμενο – Στόχος

Η παγκόσμια προσπάθεια για απανθρακοποίηση του ενεργειακού συστήματος έχει αποκτήσει καίρια σημασία μέσα στο πλαίσιο της κλιματικής κρίσης και της ανάγκης για βιώσιμη ανάπτυξη. Οι ενεργοβόρες βιομηχανίες, όπως ο χάλυβας, το τσιμέντο, τα χημικά και η διύλιση, βρίσκονται στο επίκεντρο αυτής της μετάβασης, καθώς συνεισφέρουν σημαντικά στις συνολικές εκπομπές CO₂ αλλά ταυτόχρονα αποτελούν θεμέλιο της οικονομίας και της απασχόλησης.

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάλυση της πορείας απανθρακοποίησης των ενεργοβόρων βιομηχανιών στη **Χώρα των Βάσκων** μέσα από το πρίσμα του θεωρητικού πλαισίου του **Multi-Level Perspective (MLP)**. Η έρευνα εξετάζει πώς αλληλεπιδρούν τρία επίπεδα – το εξωτερικό περιβάλλον, το κοινωνικοτεχνικό καθεστώς και οι αναδύομενες καινοτομίες – κατά τη διαδικασία ενεργειακής μετάβασης.

Στόχος είναι να διερευνηθεί:

- πώς διαμορφώνονται οι πιέσεις του εξωτερικού περιβάλλοντος (μακρο-επίπεδο)·
- ποια χαρακτηριστικά συνθέτουν το κοινωνικοτεχνικό καθεστώς της περιοχής (μεσο-επίπεδο)·
- και πώς αναδύονται νέες τεχνολογικές καινοτομίες και πρακτικές (μικρο-επίπεδο).

Η εργασία αποσκοπεί στην αποτύπωση των προκλήσεων, των ευκαιριών και των δυναμικών αλλαγής που καθορίζουν τη μετάβαση προς μια **βιομηχανία μηδενικών εκπομπών** στη Χώρα των Βάσκων, συμβάλλοντας στην κατανόηση της εφαρμογής του MLP σε περιφερειακό και βιομηχανικό πλαίσιο.

1.2 Οργάνωση τόμου

Ο τόμος οργανώνεται ως εξής:

- **Κεφάλαιο 3:** Παρουσιάζεται το **κοινωνικοτεχνικό καθεστώς** (μεσο-επίπεδο) της Χώρας των Βάσκων: η βιομηχανική δομή, οι στρατηγικές καινοτομίας, τα θεσμικά εργαλεία και οι μηχανισμοί υποστήριξης της μετάβασης.
- **Κεφάλαιο 4:** Αναλύεται το **εξωτερικό περιβάλλον (μακρο-επίπεδο)**, εστιάζοντας στην κλιματική κρίση, τη γεωπολιτική αστάθεια και τις ευρωπαϊκές πολιτικές για μηδενικό ισοζύγιο εκπομπών.
- **Κεφάλαιο 5:** Εξετάζονται οι **αναδυόμενες καθαρές τεχνολογίες (μικρο-επίπεδο)**, όπως οι ΑΠΕ, το υδρογόνο, το CCUS και η κυκλική οικονομία.
- **Κεφάλαιο 6:** Παρουσιάζονται τα **κύρια συμπεράσματα**.
- **Κεφάλαιο 7:** περιλαμβάνει τον **επίλογο** και προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

Κεφάλαιο 2: Μεθοδολογία – Το Μοντέλο Βιώσιμων Μεταβάσεων Πολυεπίπεδης Ανάλυσης (Multi-Level Perspective, MLP)

2.1 Εισαγωγή στη μεθοδολογική προσέγγιση

Η ενεργειακή μετάβαση δεν αποτελεί μια γραμμική ή αποκλειστικά τεχνολογική διαδικασία· είναι ένα **πολύπλοκο κοινωνικοτεχνικό φαινόμενο**, στο οποίο αλληλεπιδρούν θεσμοί, αγορές, πολιτικές, τεχνολογίες και κοινωνικές πρακτικές. Για να αποδοθεί αυτή η πολυπλοκότητα, η παρούσα εργασία βασίζεται στο **μοντέλο Πολυεπίπεδης Ανάλυσης των Βιώσιμων Μεταβάσεων (Multi-Level Perspective – MLP)**, το οποίο αναπτύχθηκε από τους Geels (2002) και Schot & Geels (2007) στο πεδίο των σπουδών κοινωνικοτεχνικών μετασχηματισμών.

Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει την κατανόηση της ενεργειακής μετάβασης ως **διαδικασία αλληλεπίδρασης** μεταξύ διαφορετικών επιπέδων:

- των **ευρύτερων κοινωνικοοικονομικών και πολιτικών συνθηκών** (μακρο-επίπεδο ή «τοπίο»),
- του **υφιστάμενου κοινωνικοτεχνικού καθεστώτος** (μεσο-επίπεδο),
- και των **αναδυόμενων καινοτομιών και τεχνολογιών** (μικρο-επίπεδο).

Η MLP είναι επομένως κατάλληλη για την παρούσα μελέτη, καθώς επιτρέπει μια **ολιστική ανάλυση** του πώς οι πιέσεις από το εξωτερικό περιβάλλον, οι θεσμικές δομές και οι καινοτομίες αλληλεπιδρούν στη διαδικασία **απανθρακοποίησης των ενεργοβόρων βιομηχανιών της Χώρας των Βάσκων**.

2.2 Βασικές αρχές του Μοντέλου Πολυεπίπεδης Ανάλυσης (MLP)

Το μοντέλο MLP στηρίζεται στην ιδέα ότι οι μεταβάσεις σε βιώσιμα συστήματα προκύπτουν όταν οι αλλαγές σε τρία επίπεδα συντονίζονται χρονικά και θεσμικά.

1. **Μακρο-επίπεδο (Socio-technical Landscape):** Περιλαμβάνει τις ευρύτερες δυνάμεις που επηρεάζουν τα συστήματα, όπως οι διεθνείς πολιτικές, η παγκοσμιοποίηση, οι κοινωνικές αξίες, η τεχνολογική πρόοδος και η κλιματική κρίση. Οι αλλαγές σε αυτό το επίπεδο δημιουργούν **εξωτερικές πιέσεις** που ωθούν τα καθεστώτα να μετασχηματιστούν.
2. **Μεσο-επίπεδο (Socio-technical Regime):** Εκπροσωπεί το “σύστημα” όπως λειτουργεί σήμερα: θεσμούς, κανόνες, υποδομές, επιχειρήσεις, πολιτικές και καταναλωτικές πρακτικές. Το καθεστώς είναι σταθερό, αλλά όχι άκαμπτο, μπορεί να προσαρμόζεται όταν αντιμετωπίζει πιέσεις ή νέες ευκαιρίες.
3. **Μικρο-επίπεδο (Niches of Innovation):** Αφορά **χώρους πειραματισμού και καινοτομίας**, όπου αναπτύσσονται νέες τεχνολογίες, επιχειρηματικά μοντέλα ή κοινωνικές πρακτικές. Οι καινοτομίες λειτουργούν ως «εργαστήρια του μέλλοντος», και όταν ωριμάσουν, μπορούν να επηρεάσουν ή να αντικαταστήσουν στοιχεία του καθεστώτος.

Η μετάβαση θεωρείται επιτυχής όταν **οι πιέσεις του μακρο-επιπέδου** (π.χ. πολιτικές για το κλίμα) **συμπίπτουν με την ωρίμανση των καινοτομιών του μικρο-επιπέδου**, επιτρέποντας στο καθεστώς να μετασχηματιστεί. Με άλλα λόγια, η MLP εξηγεί **πώς οι μικρές αλλαγές μπορούν να οδηγήσουν σε συστημικό μετασχηματισμό** (Geels, 2002; Smith et al., 2010).

2.3 Εφαρμογή της MLP στη μελέτη της Χώρας των Βάσκων

Η Χώρα των Βάσκων αποτελεί μια **ιδανική μελέτη περίπτωσης** για την εφαρμογή του μοντέλου MLP, καθώς διαθέτει ισχυρή βιομηχανική βάση, ανεπτυγμένες πολιτικές καινοτομίας και σαφείς στόχους απανθρακοποίησης. Η παρούσα έρευνα αξιοποιεί το MLP για να ερμηνεύσει τη **διαδικασία ενεργειακής μετάβασης** της περιοχής σε τρία επίπεδα:

- **Τοπίο (μακρο-επίπεδο):** Αναλύονται οι ευρωπαϊκές και διεθνείς πιέσεις που επηρεάζουν την περιφέρεια, όπως η Πράσινη Συμφωνία της ΕΕ, οι στόχοι κλιματικής ουδετερότητας και οι αλλαγές στην παγκόσμια ενεργειακή αγορά.
- **Καθεστώς (μεσο-επίπεδο):** Εξετάζονται οι θεσμικές δομές, οι περιφερειακές πολιτικές, τα βιομηχανικά clusters, καθώς και οι σχέσεις δημόσιου – ιδιωτικού τομέα που καθορίζουν το πλαίσιο δράσης.
- **Νέες τεχνολογίες (μικρο-επίπεδο):** Εστιάζεται στις αναδυόμενες τεχνολογίες, όπως το υδρογόνο, το CCUS, οι ΑΠΕ και η κυκλική οικονομία, που αποτελούν τους βασικούς πυλώνες της μελλοντικής ενεργειακής στρατηγικής.

Η ανάλυση αυτή επιτρέπει την **κατανόηση των δυναμικών αλληλεπιδράσεων** ανάμεσα στα τρία επίπεδα και τον τρόπο με τον οποίο οι τεχνολογικές καινοτομίες ενσωματώνονται σταδιακά στο βιομηχανικό σύστημα.

2.4 Ερευνητική μεθοδολογία και πηγές δεδομένων

Η μελέτη βασίζεται σε **ποιοτική και συγκριτική ανάλυση δευτερογενών δεδομένων**.

Οι κύριες πηγές περιλαμβάνουν:

- Επιστημονική βιβλιογραφία για τις θεωρίες ενεργειακής μετάβασης και MLP.
- Επίσημα έγγραφα στρατηγικής του **Basque Government** και οργανισμών όπως το **EVE**, η **Innobasque**, και το **Basque Industry Cluster**.
- Εκθέσεις διεθνών οργανισμών (IEA, European Commission, OECD).
- Ακαδημαϊκές μελέτες περιφερειακής ανάπτυξης και πολιτικής καινοτομίας.

Η ερευνητική διαδικασία περιλάμβανε:

1. **Συλλογή δεδομένων** από αξιόπιστες πηγές,
2. **Κατηγοριοποίηση** των στοιχείων στα τρία επίπεδα της MLP,
3. **Σύνθεση και ανάλυση** για την ανάδειξη συσχετισμών, πολιτικών μοτίβων και τεχνολογικών τάσεων.

Η επιλογή αυτής της μεθοδολογίας επιτρέπει τη **συστηματική και ερμηνευτική προσέγγιση** της ενεργειακής μετάβασης, συνδυάζοντας θεωρητική κατανόηση και εμπειρικά δεδομένα. Η MLP, επομένως, λειτουργεί όχι μόνο ως θεωρητικό πλαίσιο, αλλά και ως **αναλυτικό εργαλείο** για την αποκωδικοποίηση των διαδικασιών αλλαγής στη Χώρα των Βάσκων.

Κεφάλαιο 3: Κοινωνικοτεχνικό καθεστώς (μεσο-επίπεδο)

Η κατανόηση του κοινωνικοτεχνικού καθεστώτος της Χώρας των Βάσκων είναι απαραίτητη για την ερμηνεία της ενεργειακής και βιομηχανικής της μετάβασης. Το καθεστώς αυτό περιλαμβάνει το σύνολο των θεσμών, υποδομών, πολιτικών, κοινωνικών πρακτικών και τεχνολογιών που στηρίζουν το υφιστάμενο παραγωγικό σύστημα.

Η ανάλυση που ακολουθεί εξετάζει τις ιστορικές και θεσμικές βάσεις της βιομηχανικής ανάπτυξης, τη διάρθρωση των clusters, τις στρατηγικές καινοτομίας και βιώσιμης ανάπτυξης, τις πολιτικές στήριξης, καθώς και τις βασικές ενεργειακές και ανθρώπινες συνιστώσες του καθεστώτος.

Το κοινωνικοτεχνικό καθεστώς της Χώρας των Βάσκων αντανakλά ένα στενά συνυφασμένο σύστημα βιομηχανικών πρακτικών, υποδομών, πολιτικών πλαισίων και πολιτισμικών κανόνων. Το καθεστώς αυτό, ιδίως στην επαρχία Biscay, διαμορφώνεται όλο και περισσότερο από την πίεση πολλαπλών συστημικών μεταβάσεων: ενέργεια, ψηφιοποίηση, υγεία και ευημερία (Mazzucato et al., 2021). Αυτοί οι τομείς εστίασης δεν είναι τυχαίοι, αλλά προκύπτουν τόσο από **διαρθρωτικές προκλήσεις** όσο και από **στρατηγική πρόβλεψη** ως απάντηση σε παγκόσμιες και περιφερειακές πιέσεις.

Από ενεργειακή άποψη, η Χώρα των Βάσκων ήταν ιστορικά **σε μεγάλο βαθμό εξαρτημένη από εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα**, κυρίως πετρέλαιο και φυσικό αέριο. Σύμφωνα με την **Βασκική Υπηρεσία Ενέργειας (EVE)**, περισσότερο από το **90 % της πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας της περιοχής στις αρχές της δεκαετίας του 2000 προήλθε από εξωτερικές πηγές** (EVE, 2010). Αυτή η ενεργειακή εξάρτηση επιτείνεται από τη συγκέντρωση της ενεργειακής κατανάλωσης σε ενεργοβόρες βιομηχανίες (EEI), όπως η χαλυβουργία, η τσιμεντοβιομηχανία, η χημική βιομηχανία και η διύλιση, κυρίως μέσω του **διυλιστηρίου της Petronor στο Muskiz** και των **χαλυβουργικών εγκαταστάσεων της ArcelorMittal στο Sestao**. Σύμφωνα με πρόσφατες εκτιμήσεις, **η βιομηχανία αντιπροσωπεύει σχεδόν το 40% της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας** στην περιοχή, πολύ πάνω από τον μέσο όρο της ΕΕ που είναι ~25% (González-Eguino et al., 2012; Larrinaga et al., 2021).

3.1 Γενικά στοιχεία για την Χώρα των Βάσκων

Η Χώρα των Βάσκων (Euskadi) αποτελεί μία από τις πιο βιομηχανικές περιφέρειες της Ισπανίας αλλά και ολόκληρης της Ευρώπης, με πληθυσμό περίπου 2,2 εκατομμύρια κατοίκους και ΑΕΠ που υπερβαίνει τον εθνικό μέσο όρο (Orkestra, 2023). Διαθέτει υψηλό επίπεδο αυτονομίας και δικό της φορολογικό σύστημα, γεγονός που της επιτρέπει να χαράσσει ανεξάρτητες πολιτικές οικονομικής και βιομηχανικής ανάπτυξης. Η περιφέρεια έχει εξελιχθεί σε κέντρο καινοτομίας και βιομηχανικής τεχνογνωσίας, ενώ παρουσιάζει έντονη εξωστρέφεια μέσω εμπορικών και ερευνητικών συνεργασιών στην Ευρώπη.



Εικόνα 1. Γεωγραφία της χώρας των Βάσκων

Το βιομηχανικό καθεστώς της Χώρας των Βάσκων στηρίζεται σε ένα πυκνό δίκτυο μεγάλων, εξαγωγικών επιχειρήσεων που δραστηριοποιούνται σε ενεργοβόρους τομείς, πολλές

από τις οποίες έχουν βαθιές ιστορικές ρίζες και διατηρούν ισχυρούς δεσμούς με περιφερειακούς φορείς. Αυτοί οι εταιρικοί παράγοντες αντιπροσωπεύουν τον τεχνολογικό και οικονομικό πυρήνα της υπάρχουσας κοινωνικοτεχνικής διαμόρφωσης, διαμορφώνοντας συχνά την πορεία της βιομηχανικής καινοτομίας, των εργασιακών προτύπων και της περιβαλλοντικής διακυβέρνησης.

Ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες είναι η **Petronor**, το μεγαλύτερο διυλιστήριο πετρελαίου στην Ισπανία και θυγατρική της Repsol, με έδρα το Muskiz. Πέρα από τις παραδοσιακές δραστηριότητές της στον τομέα των ορυκτών καυσίμων, η Petronor είναι βασικός περιφερειακός κόμβος στην καινοτομία στον τομέα του υδρογόνου και των συνθετικών καυσίμων μέσω πρωτοβουλιών όπως ο **Βασκικός Διάδρομος Υδρογόνου (BH2C)**. Ο ρόλος της αποτελεί παράδειγμα του τρόπου με τον οποίο οι καθιερωμένες εταιρείες μπορούν να στηρίζουν τα Συστήματα Τεχνολογικής Καινοτομίας (TIS) και ταυτόχρονα να ενισχύσουν τη συνέχεια του καθεστώτος μέσω της κλίμακας, των υποδομών και της πρόσβασης στην πολιτική (Repsol, 2023; BH2C, 2023).

Στον τομέα της μεταλλουργίας, η **ArcelorMittal Sestao** λειτουργεί ένα από τα λίγα εργοστάσια χάλυβα με ηλεκτρικό τόξο (EAF) στην Ευρώπη που ισχυρίζεται ότι παράγει «πράσινο χάλυβα» χρησιμοποιώντας παλιοσίδηρα και ανανεώσιμη ηλεκτρική ενέργεια. Αν και αυτό αντιπροσωπεύει μια μερική απομάκρυνση από την παραγωγή χάλυβα με υψηλές εκπομπές, η εταιρεία παραμένει ενσωματωμένη στις παγκόσμιες αγορές εμπορευμάτων και εξαρτάται από τις διακυμάνσεις των τιμών της ηλεκτρικής ενέργειας, γεγονός που περιπλέκει την περαιτέρω απανθρακοποίηση.

Η **βιομηχανία τσιμέντου** εκπροσωπείται από εταιρείες όπως η **Cementos Lemona** (μέρος της Cementos Portland Valderrivas), η οποία λειτουργεί περιστροφικούς κλιβάνους και ασχολείται με την επεξεργασία αποβλήτων και πιλοτικά προγράμματα δέσμευσης άνθρακα σε πρώιμο στάδιο. Ωστόσο, η υψηλή ένταση κεφαλαίου και οι μακροί κύκλοι απόσβεσης του τομέα συνεχίζουν να ενισχύουν την τεχνολογική δέσμευση, καθυστερώντας την υιοθέτηση καθαρότερων εναλλακτικών λύσεων (Lucena-Giraldo et al., 2022).

Άλλες εταιρείες που συμβάλλουν στη διαμόρφωση του καθεστώτος είναι η **Tubacex**, παγκόσμιος ηγέτης στον τομέα των βιομηχανικών σωληνώσεων για τους τομείς του πετρελαίου και του φυσικού αερίου, της πυρηνικής ενέργειας και του υδρογόνου, και η

Ingeteam, μια εταιρεία με έδρα στη Χώρα των Βάσκων που ειδικεύεται στην ηλεκτρολογία, την ηλεκτρονική ισχύος και τα εξαρτήματα έξυπνων δικτύων. Ενώ η Ingeteam βρίσκεται στο μεταίχμιο μεταξύ καθεστώτος και εξειδικευμένου τομέα, συμμετέχοντας ενεργά σε έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, παραμένει δομικά συνδεδεμένη με τους παραδοσιακούς βιομηχανικούς τομείς.

Η **Sener**, μια εταιρεία μηχανικής και E&A, λειτουργεί ως ολοκληρωτής συστημάτων σε βιομηχανικές πλατφόρμες και συνεργάζεται με περιφερειακούς φορείς σε έργα όπως η ανάπτυξη ηλεκτρολυτών και κυκλικών συστημάτων υδρογόνου. Ως τεχνολογικός μεσάζων, η Sener ενισχύει την ευθυγράμμιση μεταξύ των δημόσιων στρατηγικών καινοτομίας και των βιομηχανικών προτεραιοτήτων.

Αυτοί οι εταιρικοί παράγοντες δεν είναι απομονωμένοι, αλλά υποστηρίζονται από μια αρχιτεκτονική καθεστώτος **συνεταιρισμών, συμπράξεων δημόσιου-ιδιωτικού τομέα και μηχανισμών συντονισμού πολιτικών** (π.χ. SPRI, EVE, ACLIMA και AFV), οι οποίοι θεσμοθετούν την επιρροή τους και ενισχύουν τον ρόλο τους στον καθορισμό της κατεύθυνσης των διαδρομών μετάβασης. Αρκετές εταιρείες έχουν αρχίσει να ενσωματώνουν στρατηγικές χαμηλών εκπομπών άνθρακα στις δραστηριότητές τους έχοντας όπως ως **γενικό προσανατολισμό και την ανταγωνιστικότητα, τη σταδιακή καινοτομία και τη σταθερότητα**.

3.2 Ιστορική εξέλιξη της δομής του βιομηχανικού συμπλέγματος της Χώρας των Βάσκων

Η ιστορική βιομηχανική ανάπτυξη της περιοχής ξεκινά από τον 19ο αιώνα, όταν η αφθονία σιδηρομεταλλεύματος και η εγγύτητα στα λιμάνια ευνόησαν την άνοδο της χαλυβουργίας και της ναυπηγίας. Η οικονομία της περιοχής διαμορφώθηκε από ενεργοβόρους τομείς όπως η **σιδηρουργία και η χαλυβουργία**, η (πετρο)χημική βιομηχανία, η **τσιμεντοβιομηχανία** και η **μηχανουργία**, με την εκβιομηχάνιση να συγκεντρώνεται ιστορικά σε πόλεις όπως το Μπιλμπάο, η Ντονόστια-Σαν Σεμπαστιάν και η Βιτόρια-Γαστέις (González-Eguino et al., 2012). Αυτή η βιομηχανική κληρονομιά διαμόρφωσε τόσο το

προφίλ της ενεργειακής ζήτησης της περιοχής όσο και το **ανθρακικό αποτύπωμα** της, ενσωματώνοντας την εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα στον οικονομικό ιστό.

Μέχρι το 2005, η Χώρα των Βάσκων παρήγαγε περίπου **6,9 εκατομμύρια τόνους ακατέργαστου χάλυβα**, που αντιστοιχούσε στο **39% της συνολικής παραγωγής χάλυβα της Ισπανίας** (33% σε μια πιο πρόσφατη μελέτη της CaixaBank Research τον Μάρτιο του 2025), ένα ποσοστό συγκρίσιμο με αυτό ολόκληρων χωρών όπως η Ολλανδία ή η Αυστραλία την εποχή εκείνη (Ansuategi & Arto, 2004). Η παραγωγή ακατέργαστου χάλυβα της Ισπανίας ήταν περίπου 11,8 εκατομμύρια τόνοι το 2024, ενώ η ΕΕ-27 παρήγαγε περίπου 129,5 εκατομμύρια τόνους ακατέργαστου χάλυβα (GMK Center, 2025), γεγονός που δείχνει τους υψηλούς όγκους της εθνικής παραγωγής χάλυβα στην Ισπανία. Αυτή η επικέντρωση στη βαριά βιομηχανία έχει οδηγήσει σε **υψηλή συγκέντρωση ενεργειακής ζήτησης**, με το **φυσικό αέριο και την ηλεκτρική ενέργεια** ως κύριους φορείς ενέργειας. Ως αποτέλεσμα, ο βιομηχανικός τομέας της Χώρας των Βάσκων αντιπροσώπευε **πάνω από το 45 % της τελικής κατανάλωσης ενέργειας και πάνω από το 60 % των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου** στην περιοχή (Dellink & González, 2005; Larrinaga et al., 2021).

Η βιομηχανική παράδοση της περιοχής είναι ταυτόχρονα πλεονέκτημα και πρόκληση: στηρίζει την απασχόληση και την οικονομία, αλλά την κρατά εξαρτημένη από **δραστηριότητες με υψηλές εκπομπές** και ευάλωτη στις διακυμάνσεις του κόστους άνθρακα στην ΕΕ. Οι ενεργοβόρες επιχειρήσεις πρέπει τώρα να ανταποκριθούν στις αυξανόμενες κλιματικές πιέσεις - **αύξηση των τιμών του άνθρακα στο ETS**, αυστηρότεροι κανονισμοί της ΕΕ και αυξημένη ζήτηση του κοινού για κλιματική δράση - διατηρώντας παράλληλα την ανταγωνιστικότητά τους στις παγκόσμιες αγορές (Lucena-Giraldo et al., 2022; Gerres et al., 2019).

Οι Querejeta et al. (2021) επισημαίνουν ότι κατά την περίοδο 2008-2020, η Χώρα των Βάσκων εξασφάλισε ανθεκτική οικονομική απόδοση ευθυγραμμίζοντας την εδαφική στρατηγική με τη βιομηχανία και την καινοτομία. Το κατά κεφαλήν ΑΕΠ αυξήθηκε από ~30.600 ευρώ (2014) σε ~34.900 ευρώ (2019), η βιομηχανία σταθεροποιήθηκε στο 24% του ΑΕΠ και ο κίνδυνος φτώχειας μειώθηκε στο 14,4%, ξεπερνώντας πολλές ευρωπαϊκές

περιφέρειες σε ό,τι αφορά την κοινωνική ένταξη και την ανταγωνιστικότητα. Οι ενεργοβόρες βιομηχανίες (ΕΕΙ) στη Χώρα των Βάσκων εξακολουθούν σήμερα να αντιπροσωπεύουν σημαντικό μερίδιο του ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος (ΑΕΠ) και της απασχόλησης της περιφέρειας, ιδίως σε τομείς όπως η χαλυβουργία, η αυτοκινητοβιομηχανία και η πετροχημική βιομηχανία. Ωστόσο, η μεγάλη εξάρτησή τους από διαδικασίες που βασίζονται στην καύση τις καθιστά ιδιαίτερα έντονες σε εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και όλο και πιο ευάλωτες σε ρυθμιστικές, αγοραίες και περιβαλλοντικές αλλαγές. Συγκεκριμένα, το βιομηχανικό μοντέλο των Βάσκων πρέπει τώρα να προσαρμοστεί σε μια αλλαγή που καθοδηγείται από ευρύτερες ευρωπαϊκές πολιτικές απανθρακοποίησης και ατξέντες βιωσιμότητας. Η **Πράσινη Συμφωνία της ΕΕ** και το **πακέτο «Fit for 55»** έχουν εντείνει αυτές τις πιέσεις, επιβάλλοντας σημαντικές μειώσεις των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε όλους τους τομείς έως το 2030. Η **κυβέρνηση της Χώρας των Βάσκων**, έχοντας επίγνωση αυτής της πραγματικότητας, έχει ενσωματώσει την κλιματική μετάβαση στον οικονομικό της σχεδιασμό μέσω στρατηγικών όπως η **Στρατηγική για την Ενέργεια της Χώρας των Βάσκων 2030**, η **Στρατηγική για την Κυκλική Οικονομία 2030** και η περιφερειακή **Ατζέντα Euskadi 2030**, με στόχο τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και την προώθηση της απανθρακοποίησης της βιομηχανίας μέσω της καινοτομίας, της ψηφιοποίησης και της συνεργασίας (Navarro et al., 2014; Basque Gouvernement, 2021).

Από κοινωνικοπολιτική άποψη, η κλιματική αλλαγή συνδέεται επίσης με τη δημόσια υγεία, την ενεργειακή ασφάλεια και την οικονομική ισότητα στη Χώρα των Βάσκων. Η **κυβέρνηση της επαρχίας Biscay** έχει εντάξει την κλιματική ανθεκτικότητα και την ευημερία στους βασικούς στόχους της αναπτυξιακής της στρατηγικής, αναγνωρίζοντας ότι η κλιματική κρίση δεν είναι μόνο τεχνολογικό, αλλά συνολικό κοινωνικό και οικονομικό ζήτημα (Mazzucato et al., 2021). Επιπλέον, νέες περιφερειακές συνεργασίες, όπως το **Basque Net Zero Industrial Super Cluster** και το **Basque Hydrogen Corridor (BH2C)**, αντανακλούν την επέκταση της διακυβέρνησης πολλαπλών φορέων γύρω από την απανθρακοποίηση. Αυτές οι πρωτοβουλίες υπογραμμίζουν επίσης τη σημασία των **ενδιάμεσων οργανισμών**, συμπεριλαμβανομένων των τεχνολογικών κέντρων, των συνεταιρισμών και των πλατφορμών καινοτομίας, στη διαμόρφωση τόσο της βιομηχανικής μεταμόρφωσης όσο και των αποτελεσμάτων της δίκαιης μετάβασης (Elgorriaga Kunze & Quintana, 2017; Morandeira-Arca et al., 2024).

Έτσι, η Χώρα των Βάσκων αποτελεί μια συναρπαστική περίπτωση μελέτης για την εξέταση του τρόπου με τον οποίο μια ώριμη, υψηλών εκπομπών βιομηχανική περιοχή μπορεί να επιχειρήσει να στραφεί προς τη βιωσιμότητα, ενώ παράλληλα αντιμετωπίζει τις **δυναμικές της παγκόσμιας αγοράς**. Η εφαρμογή του πλαισίου **Multi-Level Perspective (MLP)** σε αυτή τη διατριβή επιτρέπει μια δομημένη κατανόηση των κοινωνικοτεχνικών διαδρομών μετάβασης που αναδύονται σε αυτό το μοναδικό περιφερειακό πλαίσιο.

3.3 Υφιστάμενοι βιομηχανικοί τομείς/clusters

Η Χώρα των Βάσκων χαρακτηρίζεται από υψηλό βαθμό βιομηχανικής εξειδίκευσης και συγκέντρωσης παραγωγικών δραστηριοτήτων. Τα σημαντικότερα clusters περιλαμβάνουν:

- **AFV Cluster** – χάλυβας και μεταλλουργία,
- **Aclima Cluster** – περιβάλλον και κυκλική οικονομία,
- **Energy Cluster Basque Country** – ενέργεια, ηλεκτροπαραγωγή και υδρογόνο,
- **Automotive Cluster ACICAE**,
- **Machine Tool Cluster AFM**,
- **Basque Maritime Forum** – ναυπηγική και logistics.

Η πολιτική των clusters αποτελεί βασικό εργαλείο περιφερειακής βιομηχανικής στρατηγικής, ενισχύοντας τη συνεργασία μεταξύ επιχειρήσεων, ερευνητικών φορέων και δημόσιων αρχών (Basque Government, 2022).

Η Χώρα των Βάσκων ξεκίνησε την πολιτική αυτή στις αρχές της δεκαετίας του 1990, σε συνδυασμό με το Πρόγραμμα Ανταγωνιστικότητας που εισήχθη το 1990, το οποίο έθεσε τα θεμέλια για τη νέα βιομηχανική στρατηγική της περιοχής. Από το 1992, η Χώρα των Βάσκων έχει δημιουργήσει 16 clusters, η αποστολή των οποίων είναι να «βελτιώσουν την ανταγωνιστικότητα των βασικών επιχειρήσεων μέσω της συνεργασίας, εστιάζοντας στις ανταγωνιστικές στρατηγικές προκλήσεις που δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν με μεμο-

νωμένες δράσεις των επιχειρήσεων» (Basque Government, 2007). Οι πολιτικές αυτές έχουν καταστεί βασικό εργαλείο για την υποστήριξη της περιφερειακής διαφοροποίησης και της τεχνολογικής αναβάθμισης (Borowik, 2014).

Η πολιτική των συνεργατικών σχηματισμών αποτελεί καθοριστικό χαρακτηριστικό της βασκικής βιομηχανικής διακυβέρνησης από τις αρχές της δεκαετίας του 1990. Όπως δείχνει ο Ahedo (2004), η Βασκική Κυβέρνηση δημιούργησε σκόπιμα **πλαίσια συνεργασίας μεταξύ βιομηχανίας και κυβέρνησης** μέσω συνεργατικών σχηματισμών, με στόχο την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας, την προώθηση της καινοτομίας και την ανάπτυξη συλλογικών ικανοτήτων. Αυτές οι ενώσεις, που καλύπτουν τομείς όπως η αυτοκινητοβιομηχανία, οι μηχανές, η ενέργεια και οι περιβαλλοντικές βιομηχανίες, έγιναν θεσμοθετημένοι χώροι όπου δημόσιοι φορείς (π.χ. SPRI, EVE) και ιδιωτικές εταιρείες σχεδίασαν από κοινού στρατηγικές, συντόνισαν τις προσπάθειες έρευνας και ανάπτυξης και έκαναν κοινές επενδύσεις. Αυτό το **μοντέλο που βασίζεται σε clusters** θεωρείται ευρέως ότι συνέβαλε στην αναγέννηση της βιομηχανίας της Χώρας των Βάσκων μετά την κρίση της δεκαετίας του 1980 και παραμένει ο ακρογωνιαίος λίθος της περιφερειακής πολιτικής καινοτομίας.

Αυτή η κληρονομιά συνεχίζεται ρητά στο **RIS3 Euskadi**, το οποίο προσδιορίζει **στρατηγικούς τομείς προτεραιότητας (προηγμένη μεταποίηση, ενέργεια, βιοεπιστήμες)** και χρησιμοποιεί τα clusters ως **βασικούς μεσάζοντες** για την ευθυγράμμιση της έρευνας, της καινοτομίας και της βιομηχανικής δραστηριότητας. Clusters όπως το **Basque Energy Cluster**, το **ACLIMA (περιβαλλοντικό cluster)**, το **Siderex (χάλυβας)** και το **AFV (χυτήριο)** διαδραματίζουν πλέον κεντρικό ρόλο στην οργάνωση εξειδικευμένων καινοτομιών, από τεχνολογίες υδρογόνου και πιλοτικά προγράμματα CCU έως πλατφόρμες κυκλικής οικονομίας. Από την πλευρά του MLP, τα clusters λειτουργούν ως **μηχανισμοί συντονισμού σε επίπεδο καθεστώτος** που επιτρέπουν την εξειδίκευση, αλλά και κατευθύνουν τις καινοτομίες προς κατευθύνσεις που ενισχύουν τις προτεραιότητες του καθεστώτος, όπως η ανταγωνιστικότητα, η αύξηση των εξαγωγών και η τεχνολογική ηγεσία. Αυτό τα καθιστά ισχυρούς μοχλούς για τη μετάβαση διαμορφώνοντας έτσι τη συνολική πορεία προς μια **διαδρομή αναδιάρθρωσης** του καθεστώτος.

Τα clusters περιλαμβάνουν όχι μόνο εκπροσώπους του ιδιωτικού τομέα, αλλά και περιφερειακά τεχνολογικά κέντρα, δημόσιους φορείς και πανεπιστήμια. Αυτές οι οντότητες συνεργάζονται για τη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας των επιχειρήσεων, την προώθηση της καινοτομίας και της βιώσιμης ανάπτυξης και την ενίσχυση των δεσμών μεταξύ της περιφερειακής διοίκησης, του ιδιωτικού τομέα και των τεχνολογικών/ερευνητικών κέντρων. Η καινοτομία αποτελεί κορυφαία προτεραιότητα σε όλες τις ενώσεις clusters.

Ορισμένα clusters είναι αποκλειστικά επιχειρηματικές οντότητες, που διαχειρίζονται πλήρως από τον ιδιωτικό τομέα. Οι εταιρείες πρέπει να γίνουν επίσημα μέλη και να καταβάλουν ετήσια συνδρομή για να έχουν πρόσβαση στις υπηρεσίες τους. Περίπου το 50% του προϋπολογισμού τους προέρχεται από αυτές τις συνδρομές, ενώ η κυβέρνηση της Χώρας των Βάσκων παρέχει συγχρηματοδότηση μέσω ετήσιας συμφωνίας για να υποστηρίξει τις καθημερινές δραστηριότητες συντονισμού μεταξύ των υπαλλήλων και της ηγεσίας.

Οι συνεργασίες των clusters επεκτείνονται κυρίως σε περιφερειακούς και διεθνείς φορείς. Αυτός ο εξωστρεφής προσανατολισμός υποστηρίζεται εν μέρει από την εκτεταμένη νομοθετική αυτονομία της Χώρας των Βάσκων βάσει του Καταστατικού της Γκέρνικα (1979), το οποίο παρέχει στην Αυτόνομη Κοινότητα των Βάσκων αρμοδιότητες σε θέματα οικονομικής, βιομηχανικής και φορολογικής πολιτικής. Περιφερειακές εκθέσεις (π.χ. Cluster and Productive Development Policies της ΔΟΕ 2021) επισημαίνουν ότι αυτή η αυτονομία παρέχει στη Βασκική Κυβέρνηση σημαντικά μεγαλύτερη ευελιξία στο σχεδιασμό πολιτικών για τα clusters και πρωτοβουλιών καινοτομίας σε σύγκριση με πολλές άλλες ισπανικές περιφέρειες. Η συμμετοχή σε ερευνητικά πλαίσια της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπως το πρόγραμμα FP7, αποδεικνύει περαιτέρω τη δέσμευση της περιφέρειας στην διακρατική συνεργασία για την καινοτομία.

Η ιστορική εξέλιξη του βασκικού βιομηχανικού καθεστώτος είναι βαθιά σημαδεμένη από την εξάρτηση από την προηγούμενη πορεία, όπως αποδεικνύουν οι Valdaliso, Elola και Jose (2011) στη μελέτη τους για τη δημιουργία clusters και την οικονομική εξέλιξη. Μετά την βιομηχανική κρίση της δεκαετίας του 1980, η βασκική κυβέρνηση υιοθέτησε μια στρατηγική βασισμένη στα clusters ως σκόπιμη απάντηση στην οικονομική ύφεση, με στόχο την προώθηση της συλλογικής αποδοτικότητας, της τεχνολογικής αναβάθμισης και της ανταγωνιστικότητας των εξαγωγών. Με την πάροδο του χρόνου, αυτές οι ενώσεις

cluster εξελίχθηκαν σε θεσμοθετημένους μηχανισμούς συντονισμού δημόσιων και ιδιωτικών δράσεων, διαμορφώνοντας όχι μόνο την τομεακή στρατηγική, αλλά και τη διακυβέρνηση της καινοτομίας σε ευρύτερο επίπεδο. Αυτή η ιστορική πορεία βοηθά να εξηγηθεί γιατί το σημερινό Βασκικό Σύστημα Καινοτομίας (BIS) χαρακτηρίζεται από πυκνά δίκτυα cluster, τεχνολογικών κέντρων και φορέων χάραξης πολιτικής που συνεργάζονται μεταξύ τους.

Οι Elola, Valdaliso, López και Aranguren (2012) παρέχουν πρόσθετες πληροφορίες εξετάζοντας τους **κύκλους ζωής των βασκικών clusters**, επισημαίνοντας ότι τα περισσότερα έχουν εξελιχθεί από το αρχικό στάδιο ανάπτυξης σε **στάδια ωριμότητας και ανανέωσης**. Αυτή η μετάβαση έχει μετατοπίσει το επίκεντρο των ενώσεων clusters από την απλή ανταγωνιστικότητα και την ενοποίηση της αγοράς προς την **καινοτομία, τη διεθνοποίηση και την αναβάθμιση με γνώμονα τη βιωσιμότητα**. Οι ενώσεις των clusters στη Χώρα των Βάσκων εμπλέκονται έτσι σε μια διαδικασία **στρατηγικής ανανέωσης**, επιδιώκοντας να ενσωματώσουν τις αναδυόμενες τεχνολογίες και να ανταποκριθούν στις παγκόσμιες πιέσεις, όπως η απανθρακοποίηση και η ψηφιοποίηση. Αυτή η δυναμική βοηθά να εξηγηθεί γιατί οι οργανώσεις cluster υποστηρίζουν ενεργά **τεχνολογίες υδρογόνου, πιλοτικά προγράμματα CCU και πρωτοβουλίες κυκλικής οικονομίας**: αυτά τα έργα εξυπηρετούν όχι μόνο περιβαλλοντικούς στόχους, αλλά και την ανάγκη των clusters να παραμείνουν ανταγωνιστικές και σχετικές ενόψει της αναδιάρθρωσης της παγκόσμιας αλυσίδας αξίας. Σύμφωνα με την MLP, η διαδικασία ανανέωσης των clusters αντανakλά μια προσπάθεια σε επίπεδο καθεστώτος για **αναδιάρθρωση**, ενσωματώνοντας εξειδικευμένες καινοτομίες για να επεκτείνει τη βιωσιμότητα του καθεστώτος, ενώ παράλληλα προσαρμόζει σταδιακά την τεχνολογική και θεσμική του αρχιτεκτονική.

Οι Valdaliso, Elola και Franco (2016) βελτιώνουν περαιτέρω την κατανόηση της εξέλιξης των clusters, αποδεικνύοντας ότι **τα clusters δεν ακολουθούν μια ενιαία, ντετερμινιστική πορεία κύκλου ζωής**. Αντίθετα, παρουσιάζουν **ποικίλα πρότυπα ανάπτυξης**: ορισμένα εισέρχονται σε φάση παρακμής, άλλα σταθεροποιούνται και πολλά ακολουθούν **στρατηγικές ανανέωσης** για να διατηρήσουν την ανταγωνιστικότητά τους. Στο πλαίσιο της Χώρας των Βάσκων, αυτή η ποικιλομορφία εξηγεί γιατί ορισμένα clusters, όπως αυτά των τομέων της ενέργειας, του χάλυβα και του περιβάλλοντος, προωθούν ενεργά την **και-**

νοτομία μέσω έργων υδρογόνου, πιλοτικών προγραμμάτων CCU και πρωτοβουλιών κυκλικής οικονομίας, ενώ άλλα μπορεί να δείχνουν πιο περιορισμένη συμμετοχή σε προγράμματα μετάβασης. Αυτή η ποικιλία είναι κρίσιμη για την κατανόηση της **φύσης της περιφερειακής μετάβασης**, όπου ορισμένοι τομείς λειτουργούν ως καταλύτες, ενώ άλλοι παραμένουν εγκλωβισμένοι σε παλιές πρακτικές. Από την άποψη του MLP, αυτό υπογραμμίζει ότι το καθεστώς είναι **εσωτερικά διαφοροποιημένο**: αντί για μια ενιαία δομή, αποτελείται από πολλαπλά clusters σε διαφορετικά στάδια εξέλιξης, δημιουργώντας ποικίλες **διαδρομές αναδιάρθρωσης** σε όλο το βιομηχανικό σύστημα.

Ο Valdaliso (2015) τοποθετεί την βιομηχανική πορεία της Χώρας των Βάσκων στο πλαίσιο μιας σκόπιμης, μακροπρόθεσμης στρατηγικής εδαφικής ανταγωνιστικότητας, τονίζοντας ότι η μεταμόρφωση της περιοχής από τη δεκαετία του 1980 καθοδηγείται από μια σαφή όραση αναβάθμισης της βιομηχανικής της βάσης, προώθησης της καινοτομίας και ενσωμάτωσής της στις παγκόσμιες αλυσίδες αξίας. Αυτός ο στρατηγικός προσανατολισμός έχει οδηγήσει σε ένα καθεστώς που χαρακτηρίζεται από ισχυρό θεσμικό συντονισμό, πυκνά δίκτυα δημόσιου-ιδιωτικού τομέα και έμφαση στην ανταγωνιστικότητα με βάση την τεχνολογία ως τον κύριο δρόμο προς την οικονομική και κοινωνική ανανέωση. Σε αυτό το πλαίσιο, η τρέχουσα έμφαση στην απανθρακοποίηση, το υδρογόνο, την κυκλική οικονομία και την ψηφιοποίηση μπορεί να θεωρηθεί ως η τελευταία εκδοχή αυτής της ατζέντας ανταγωνιστικότητας.

3.4 Κυρίαρχες στρατηγικές βιώσιμης ανάπτυξης και καινοτομίας

Οι τρεις βασικές μεταβάσεις, ενέργεια, ψηφιακή τεχνολογία και υγεία, ενσωματώνονται επίσημα στον στρατηγικό σχεδιασμό της περιοχής, ιδίως μέσω της **Ατζέντας Euskadi 2030** και του **Μοντέλου Biscay**, τα οποία ευθυγραμμίζουν τις περιφερειακές δημοσιονομικές και καινοτομικές πολιτικές με τους **Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών** (Mazzucato et al., 2021). Αυτή η **κοινωνική δυναμική** ενισχύει επίσης τις περιφερειακές πολιτικές δράσεις, με πρωτοβουλίες όπως η Ατζέντα Euskadi 2030 να θέτουν την **περιβαλλοντική βιωσιμότητα**, την **κοινωνική ισότητα** και την **τεχνολογική καινοτομία** στο επίκεντρο του σχεδιασμού της ανάπτυξης της Χώρας των Βάσκων (Mazzucato

et al., 2021). Αυτή η στρατηγική ευθυγράμμιση αντικατοπτρίζει μια προσπάθεια **διαφοροποίησης της περιφερειακής οικονομίας**, μείωσης της υπερβολικής εξάρτησης από τις βιομηχανίες που βασίζονται σε ορυκτά καύσιμα και ταυτόχρονης αντιμετώπισης των δημογραφικών και υγειονομικών ευπαθειών του πληθυσμού.

Η **Ατζέντα Euskadi Χώρα των Βάσκων 2030** είναι το ολοκληρωμένο στρατηγικό πλαίσιο της βασκικής κυβέρνησης που ευθυγραμμίζεται με τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών, ενσωματώνοντας την εδαφική ανάπτυξη, τις τομεακές πολιτικές και τις δομές διακυβέρνησης σε ένα ενοποιημένο όραμα βιωσιμότητας. Η Ατζέντα, η οποία εγκρίθηκε αρχικά τον Απρίλιο του 2018, σχεδιάστηκε με σκοπό την εναρμόνιση του Προγράμματος της Βασκικής Κυβέρνησης (2016-2020) με τους 17 Πυλώνες Βιώσιμης Ανάπτυξης (SDGs) και τους 169 στόχους τους. Αυτή η ευθυγράμμιση περιλάμβανε 93 δεσμεύσεις της κυβέρνησης, 80 μέσα σχεδιασμού, 19 νομοθετικές πρωτοβουλίες και 50 δείκτες απόδοσης, δημιουργώντας έναν εφαρμόσιμο χάρτη πορείας που καλύπτει κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές διαστάσεις.

Η διαχείριση της Ατζέντας λειτουργεί με βάση ένα **πολυεπίπεδο μοντέλο διακυβέρνησης**, το οποίο στηρίζεται σε μια Διυπουργική Επιτροπή για την Εξωτερική Δράση υπό την ηγεσία του Γραφείου του Προέδρου και στην οποία συμμετέχουν οι περιφερειακές κυβερνήσεις, οι δήμοι και σημαντικές ενώσεις όπως η **EUDEL** (Ενωση Βασκικών Δήμων). Η προσέγγιση περιλαμβάνει επίσης μια **Τοπική Ατζέντα 2030 (Udalsarea 2030)**, η οποία επιτρέπει στους δήμους να συντονίζουν τις πολιτικές τους με την υλοποίηση των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης. Αυτό το θεμέλιο ενισχύει την **θεσμική ετοιμότητα** της Χώρας των Βάσκων να αντιμετωπίσει τις εξελισσόμενες οδηγίες της ΕΕ, τα παγκόσμια προγράμματα απανθρακοποίησης και τις επιταγές της κοινωνικοοικονομικής ανθεκτικότητας. Το Σχέδιο Επιστήμης, Τεχνολογίας και Καινοτομίας της Χώρας των Βάσκων (PCTI) λειτουργεί στο ευρύτερο ευρωπαϊκό πλαίσιο των Στρατηγικών Έξυπνης Εξειδίκευσης (RIS3), ευθυγραμμίζοντας την περιφερειακή ανάπτυξη με στοχευμένη καινοτομία και ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα. Αυτή η στρατηγική ευθυγράμμιση διασφαλίζει ότι οι περιφερειακές πολιτικές για τη βιομηχανία και την καινοτομία δεν είναι απομονωμένες, αλλά αποτελούν μέρος μιας πολυεπίπεδης δομής διακυβέρνησης που συντονίζει τα τοπικά πλεονεκτήματα με τους στόχους σε επίπεδο ΕΕ.

Το μοντέλο Biscay απεικονίζει ένα αναδυόμενο παράδειγμα στο οποίο η περιφερειακή φορολογική πολιτική αξιοποιείται όχι μόνο για την απόκτηση εσόδων, αλλά και ως **στρατηγικός μοχλός για την ανακατεύθυνση της βιομηχανικής δραστηριότητας προς αποτελέσματα που ευθυγραμμίζονται με τους στόχους βιώσιμης ανάπτυξης**. Με την εφαρμογή ενός σύνθετου δείκτη τομέων συνεισφοράς και κλιμακωτών κινήτρων, η περιφερειακή κυβέρνηση επαναπροσδιορίζει τον ρόλο της από ρυθμιστή σε **διαμορφωτή της αγοράς**, μια εννοιολογική μετατόπιση που έχει μεγάλη σημασία για τις μεταβάσεις προς τη βιωσιμότητα και τη βιομηχανική μεταμόρφωση (Mazzucato et al., 2021).

Οι πρωτοβουλίες ενεργειακής μετάβασης υποστηρίζονται από πολυεπίπεδα πλαίσια πολιτικής, όπως η **Βασκική Ενεργειακή Στρατηγική 2030**, η οποία στοχεύει στη **μείωση της ενεργειακής εξάρτησης από 90% σε 60%**, στην **αύξηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κατά 40%** και σε σημαντική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης (EVE, 2020). Στην πράξη, αυτό συνεπάγεται την προώθηση του ανανεώσιμου υδρογόνου, της ηλεκτροδότησης και της ανάκτησης θερμότητας από απόβλητα, με παράλληλη ενίσχυση της ανθεκτικότητας και της διασυνδεσιμότητας του δικτύου.

Παράλληλα, η ψηφιακή μετάβαση θεωρείται μέσο για την ενίσχυση της **αποδοτικότητας, της παρακολούθησης και της προληπτικής συντήρησης** στα ενεργειακά και βιομηχανικά συστήματα. Τα έργα στο πλαίσιο της **Βασκικής Βιομηχανίας 4.0**, τα οποία συχνά χρηματοδοτούνται μέσω του **SPRI** και του **BRTA**, στοχεύουν στην υποστήριξη της έξυπνης παραγωγής και των ευφών ενεργειακών συστημάτων, ιδίως για τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις με ιστορικά περιορισμένη ψηφιακή ικανότητα.

Ο τρίτος άξονας, υγεία και ευημερία, συνδέεται στενά με την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή. Με την πρόβλεψη υψηλότερων κινδύνων για την υγεία που σχετίζονται με το κλίμα για τους ηλικιωμένους και τους ευάλωτους πληθυσμούς, η περιφερειακή στρατηγική περιλαμβάνει την επέκταση της **καινοτομίας στον τομέα της υγείας**, του **έξυπνου αστικού σχεδιασμού** και των **ανθεκτικών υποδομών** (Querejeta et al., 2020). Η συμπερίληψη της υγείας σε αυτή την τριάδα αναγνωρίζει την **αλληλεξάρτηση των περιβαλλοντικών, κοινωνικών και τεχνολογικών συστημάτων**.

Το **Basque Government** διαθέτει ανεξαρτησία στη διαμόρφωση πολιτικής μέσω του **Department of Economic Development, Sustainability and Environment**. Αυτό του επιτρέπει να διαμορφώνει στοχευμένες στρατηγικές που ανταποκρίνονται στις ανάγκες της περιφερειακής οικονομίας και της βιομηχανικής του βάσης.

Τρεις είναι οι βασικοί πυλώνες πολιτικής που καθοδηγούν τη μετάβαση της Χώρας των Βάσκων προς ένα πιο βιώσιμο και ανταγωνιστικό μοντέλο ανάπτυξης:

Το **Energy Transition and Climate Change Plan (2021–2024)** χαράσσει τον οδικό χάρτη για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό μίγμα. Περιλαμβάνει δράσεις για ενεργειακή αποδοτικότητα, προώθηση ηλεκτροκίνησης, επενδύσεις σε υδρογόνο και αναβάθμιση των ενεργειακών υποδομών.

Η **στρατηγική Basque Industry 4.0** επικεντρώνεται στον ψηφιακό μετασχηματισμό της βιομηχανίας. Προωθεί τη χρήση τεχνολογιών όπως η τεχνητή νοημοσύνη, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT), και η ανάλυση δεδομένων, ώστε οι βιομηχανίες να γίνουν πιο αποδοτικές, ευέλικτες και φιλικές προς το περιβάλλον. Τα έργα στο πλαίσιο αυτό στοχεύουν στην υποστήριξη της έξυπνης παραγωγής και των ευφυών ενεργειακών συστημάτων, ιδίως για τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις με περιορισμένη ψηφιακή ικανότητα.

Η **Circular Economy Strategy 2030** στοχεύει στη μείωση της σπατάλης πόρων και στην αξιοποίηση αποβλήτων ως πρώτων υλών για νέες παραγωγικές διαδικασίες. Προωθεί την ανακύκλωση, την επαναχρησιμοποίηση προϊόντων και την ανάπτυξη επιχειρηματικών μοντέλων βασισμένων στην κυκλική οικονομία.

Οι Del Castillo, Paton και Barroeta (2017) χαρακτηρίζουν την πορεία της Χώρας των Βάσκων ως «μεγάλη ανταγωνιστική μεταμόρφωση», στην οποία η βιωσιμότητα και η καινοτομία έχουν καταστεί κεντρικοί πυλώνες της περιφερειακής ανάπτυξης. Με βάση δεκαετίες βιομηχανικής ανανέωσης και τα clusters, η περιοχή έχει ενσωματώσει σταδιακά την οικολογική καινοτομία, τη διαχείριση του περιβάλλοντος και τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης στο μείγμα πολιτικών της, αναδιαμορφώνοντας την απανθρακοποίηση όχι ως περιορισμό αλλά ως πηγή ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος. Αυτή η στρατηγική αναδιαμόρφωση έχει κινητοποιήσει επιχειρήσεις, clusters και τεχνολογικά κέντρα να επενδύσουν σε τεχνολογίες χαμηλών εκπομπών άνθρακα, πρωτοβουλίες κυκλικής οικονομίας και έργα

ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ενσωματώνοντας τη βιωσιμότητα στην ίδια τη λογική της περιφερειακής ανταγωνιστικότητας. Σύμφωνα με το μοντέλο MLP, αυτό σηματοδοτεί την εδραίωση μιας πορείας αναδιάρθρωσης που ενσωματώνει νέα παραδείγματα, όπως η κλιματική ουδετερότητα, στην υπάρχουσα αρχιτεκτονική του καθεστώτος, δημιουργώντας μια εξελικτική μετάβαση. Αυτό παρέχει επίσης το πλαίσιο για τις εξειδικευμένες καινοτομίες, οι οποίες μπορούν να θεωρηθούν ως συνέχεια αυτής της μακροπρόθεσμης μεταμόρφωσης και όχι ως μεμονωμένες ή εξωγενείς διαταραχές του συστήματος.

Συνολικά, οι πολιτικές αυτές **συμπληρώνουν η μία την άλλη**: ενισχύουν την **ανταγωνιστικότητα των επιχειρήσεων** μέσω τεχνολογικής αναβάθμισης, προωθούν την **καινοτομία και τη βιωσιμότητα** και συμβάλλουν στη **μείωση των εκπομπών και της ενεργειακής εξάρτησης**.

Με απλά λόγια, η Χώρα των Βάσκων δεν αντιμετωπίζει την ενεργειακή μετάβαση μόνο ως περιβαλλοντική πρόκληση, αλλά ως **ευκαιρία οικονομικού και τεχνολογικού μετασχηματισμού** (EVE, 2022).

3.4.1 Περιφερειακές πολιτικές

Η στρατηγική **RIS3 Euskadi (Smart Specialisation Strategy)** και το **Science, Technology and Innovation Plan 2030 (PCTI 2030)** αποτελούν τον πυρήνα του αναπτυξιακού σχεδιασμού της περιφέρειας. Οι προτεραιότητες επικεντρώνονται στη **βιώσιμη ενέργεια**, τη **βιομηχανία 4.0**, την **προηγμένη κατασκευή** και την **πράσινη μετάβαση**. Η φιλοσοφία βασίζεται στη δημιουργία ενός **οικοσυστήματος καινοτομίας** που συνδέει επιχειρήσεις, πανεπιστήμια, ερευνητικά κέντρα και δημόσια διοίκηση (European Commission, 2023). Η **Innobasque – Basque Innovation Agency** λειτουργεί ως συντονιστής αυτής της στρατηγικής, προωθώντας έργα E&A, χρηματοδότηση start-ups και διεθνή δικτύωση.

Η υιοθέτηση του **RIS3 Euskadi** αποτελεί σημαντικό θεσμικό ορόσημο στην πορεία της καινοτομίας της Χώρας των Βάσκων, επισημοποιώντας μια στρατηγική **έξυπνης εξειδίκευσης** που βασίζεται σε δεκαετίες βιομηχανικής πολιτικής βασισμένης σε clusters. Όπως

τεκμηριώνεται από το Instruments (2013), το RIS3 σχεδιάστηκε για να συγκεντρώσει πόρους σε τρεις τομείς προτεραιότητας, **προηγμένη μεταποίηση, ενέργεια και βιοεπιστήμες και υγεία**, και να ενισχύσει την ενσωμάτωση της **έρευνας και ανάπτυξης, της βιομηχανικής πολιτικής και της περιφερειακής ανάπτυξης**. Το μοντέλο διακυβέρνησής του βασίζεται σε **δημόσιες-ιδιωτικές συνεργασίες, ενώσεις cluster, τεχνολογικά κέντρα και πανεπιστήμια**, θεσμοθετώντας έτσι μια συνεργατική προσέγγιση στην καινοτομία που είχε αναπτυχθεί σταδιακά από τη δεκαετία του 1990. Η RIS3 εδραιώνει έτσι τη δέσμευση της περιοχής για **ανάπτυξη με γνώμονα την καινοτομία**, παρέχοντας παράλληλα ένα πλαίσιο για την **ευθυγράμμιση των εξειδικευμένων καινοτομιών με τις προτεραιότητες του καθεστώτος**, διασφαλίζοντας ότι οι νέες τεχνολογίες συμβάλλουν στην ανταγωνιστικότητα, στο εξαγωγικό δυναμικό και στην ανανέωση της βιομηχανίας. Από την πλευρά του MLP, η RIS3 μπορεί να θεωρηθεί ως ένα **στρατηγικό μέσο του καθεστώτος** που προστατεύει και κλιμακώνει τις καινοτομίες, αλλά και τις κατευθύνει σε **δρομές αναδιάρθρωσης** που ενισχύουν τη σταθερότητα του καθεστώτος.

Η **Στρατηγική Έξυπνης Εξειδίκευσης της Χώρας των Βάσκων (RIS3 Euskadi)** αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο του πλαισίου καινοτομίας και βιομηχανικής πολιτικής της περιοχής. Αποτελεί μέρος της ευρύτερης πρωτοβουλίας RIS3 της ΕΕ, η οποία ενθαρρύνει τις περιφέρειες να επικεντρώσουν τις επενδύσεις σε τομείς όπου έχουν ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα, τεχνολογική ικανότητα και κοινωνικές ανάγκες.

Η RIS3 Euskadi ξεκίνησε επίσημα το 2014 και αναθεωρήθηκε το 2021. Συντονίζεται από το **Υπουργείο Οικονομικής Ανάπτυξης, Βιωσιμότητας και Περιβάλλοντος της Βασκικής Κυβέρνησης** και είναι στενά συντονισμένη με άλλα στρατηγικά έγγραφα, όπως το **Βασκικό Σχέδιο Επιστήμης, Τεχνολογίας και Καινοτομίας (PCTI)** και η **Στρατηγική Βιομηχανοποίησης 2030**.

Η στρατηγική προσδιορίζει **τρεις τομείς προτεραιότητας: Προηγμένη μεταποίηση** (συμπεριλαμβανομένης της Βιομηχανίας 4.0 και των ευφών συστημάτων παραγωγής), **Ενέργεια** (ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αποθήκευση ενέργειας, υδρογόνο, έξυπνα δίκτυα και ενεργειακή απόδοση), **Βιοεπιστήμες-Υγεία** (βιοϊατρική E&A, ψηφιακή υγεία).

Αυτές οι προτεραιότητες υποστηρίζονται από έξι **εξειδικευμένες ευκαιρίες**: Οικολογική καινοτομία, Τρόφιμα, Αστικός βιότοπος, Δημιουργικές και πολιτιστικές βιομηχανίες, Χωροταξικός σχεδιασμός και βιωσιμότητα, Κοινωνική καινοτομία.

Το μοντέλο διακυβέρνησης είναι **πολυεπίπεδο και συμμετοχικό**, με τη συμμετοχή Περιφερειακών υπουργείων, Κέντρων τεχνολογίας (π.χ. Tecnalia, IK4), cluster (π.χ. Basque Energy Cluster), Πανεπιστήμια (π.χ. UPV/EHU), ενδιαφερόμενοι φορείς της βιομηχανίας (κυρίως μικρομεσαίες και μεγάλες βιομηχανικές επιχειρήσεις), μεσάζοντες όπως η **SPRI Group**.

Η υλοποίηση διαχειρίζεται μέσω **Στρατηγικών Προτοβουλίων, Τεχνολογικών Πλατφορμών και Επιδεικτικών Έργων** (όπως αυτά που χρηματοδοτούνται στο πλαίσιο των προγραμμάτων Hazitek ή Horizon Europe).

Το **Σχέδιο Επιστήμης, Τεχνολογίας και Καινοτομίας της Χώρας των Βάσκων (PCTI)** λειτουργεί στο ευρύτερο ευρωπαϊκό πλαίσιο των Στρατηγικών Έξυπνης Εξειδίκευσης (RIS3), στο πλαίσιο του οποίου η Χώρα των Βάσκων έχει προσδιορίσει την «**ενέργεια και την οικολογική καινοτομία**» ως έναν από τους τρεις τομείς προτεραιότητας (NAUWELAERS et al., 2022) και ευθυγραμμίζει την περιφερειακή ανάπτυξη με στοχευμένη καινοτομία και ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα. Η ευθυγράμμιση αυτή εξασφαλίζει ότι **η περιφερειακή χρηματοδότηση της καινοτομίας επικεντρώνεται σε τομείς με οικονομικό δυναμικό και κοινωνική σημασία**, ενισχύοντας την ικανότητα της Χώρας των Βάσκων να αξιοποιήσει τα κονδύλια της ΕΕ, όπως το Horizon Europe, το LIFE και το Ταμείο Καινοτομίας. Το σχέδιο δίνει προτεραιότητα σε τομείς που θεωρούνται κρίσιμοι για την περιφερειακή μεταμόρφωση, δηλαδή την **ενέργεια**, την **προηγμένη μεταποίηση** και την **οικολογική καινοτομία**, ενισχύοντας έτσι τις συνέργειες μεταξύ των τεχνολογικών δυνατοτήτων και των στόχων βιωσιμότητας (Navarro et al., 2014).

Ενσωματώνοντας το PCTI στη λογική RIS3, η κυβέρνηση των Βάσκων αξιοποιεί τα ευρωπαϊκά διαρθρωτικά ταμεία και τα ερευνητικά προγράμματα για να καθοδηγήσει τη βιομηχανική διαφοροποίηση, να υποστηρίξει την καινοτομία με συγκεκριμένους στόχους και να προωθήσει τη βιώσιμη ανταγωνιστικότητα. Αυτό ενισχύει την θεσμική ετοιμότητα της

περιοχής να ανταποκριθεί στις παγκόσμιες προκλήσεις μέσω του συντονισμένου σχεδιασμού πολιτικών, των συμπράξεων δημόσιου-ιδιωτικού τομέα και της τεχνολογικής εξειδίκευσης.

Συνοψίζοντας, η περιφερειακή κυβέρνηση των Βάσκων δίνει προτεραιότητα στη συνεργασία μεταξύ διαφόρων φορέων καινοτομίας. Η πολιτική των συνεργατικών σχηματισμών αποτελεί κεντρικό στοιχείο αυτής της προσέγγισης, με στόχο την προώθηση της συνεργασίας σε όλα τα επίπεδα, μεταξύ επιχειρήσεων, μεταξύ επιχειρήσεων και ιδρυμάτων και μεταξύ διεθνών δικτύων, για την τόνωση της καινοτομίας, της τεχνολογικής αναβάθμισης και της βιώσιμης ανταγωνιστικότητας.

3.4.2 Συνεργασία δημόσιου/ιδιωτικού τομέα

Η συνεργασία μεταξύ του **δημόσιου και του ιδιωτικού τομέα** είναι καθοριστικής σημασίας για την επιτυχία της ενεργειακής μετάβασης στη Χώρα των Βάσκων. Κανένας φορέας, ούτε το κράτος, ούτε οι επιχειρήσεις, ούτε τα ερευνητικά κέντρα, δεν μπορεί να επιτύχει από μόνος του τους στόχους της απανθρακοποίησης. Η πρόοδος απαιτεί **συντονισμένες προσπάθειες, ανταλλαγή γνώσης και κοινό σχεδιασμό πολιτικών και τεχνολογικών λύσεων**.

Σε αυτό το πλαίσιο, εφαρμόζεται με επιτυχία το μοντέλο **Triple Helix** (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000), το οποίο βασίζεται στη στενή συνεργασία **τριών βασικών “πυλώνων”**:

Κράτος – θέτει το θεσμικό πλαίσιο, χρηματοδοτεί έργα και διαμορφώνει πολιτικές για πράσινη ανάπτυξη.

Επιχειρήσεις – επενδύουν σε νέες τεχνολογίες, δημιουργούν θέσεις εργασίας και προωθούν την καινοτομία στην πράξη.

Ερευνητικά και ακαδημαϊκά ιδρύματα – παράγουν επιστημονική γνώση, παρέχουν τεχνική υποστήριξη και εκπαιδεύουν εξειδικευμένο ανθρώπινο δυναμικό.

Στη Χώρα των Βάσκων, οι τρεις αυτοί φορείς **λειτουργούν σε διαρκή διάλογο** μέσα από δομές συνεργασίας και κοινά έργα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα **clusters** ερευνητικών φορέων και δημόσιων οργανισμών.

Τα clusters αυτά λειτουργούν ως **πλατφόρμες συλλογικής δράσης**:

- Ενώνουν δυνάμεις από διαφορετικούς κλάδους.
- Διευκολύνουν την **από κοινού ανάπτυξη τεχνολογιών** και πιλοτικών έργων.
- Επιτρέπουν την **ανταλλαγή τεχνογνωσίας και εμπειρίας** μεταξύ βιομηχανίας και έρευνας.
- Δημιουργούν **οικοσυστήματα καινοτομίας**, όπου νέες ιδέες μπορούν να δοκιμαστούν και να μετατραπούν σε εμπορικά βιώσιμες λύσεις.

Η ενσωμάτωση σε **clusters**, οι κοινοπραξίες με βιομηχανικές επιχειρήσεις και η ευθυγράμμιση με τις στρατηγικές προτεραιότητες RIS3 εξασφαλίζουν ότι αυτά τα κέντρα συμβάλλουν άμεσα στους περιφερειακούς στόχους για την **τεχνολογική κυριαρχία**, την **ενεργειακή μετάβαση** και την **ανθεκτικότητα στο κλίμα** (Navarro et al., 2014; BRTA, 2023). Η συμμετοχή τους σε **διατομεακά πιλοτικά προγράμματα** ενισχύει την προσαρμοστική ικανότητα του συστήματος και υποστηρίζει την **βιομηχανική αναβάθμιση**, ιδίως σε ενεργοβόρους τομείς που επιδιώκουν να συμμορφωθούν με τις αυστηρότερες κλιματικές ρυθμίσεις (NAUWELAERS et al., 2022).

Ένα κορυφαίο παράδειγμα δημόσιας-ιδιωτικής συνεργασίας είναι το **Basque Ecodesign Center (BEC)**, μια πρωτοβουλία που συντονίζεται από την **Ihobe** και συγκεντρώνει μεγάλες βιομηχανικές εταιρείες, ερευνητικά ιδρύματα και δημόσιους φορείς. Το BEC έχει **πρωτοστατήσει στη χρήση αρχών σχεδιασμού προϊόντων με βάση τον κύκλο ζωής** στο βιομηχανικό ιστό της Χώρας των Βάσκων, εστιάζοντας στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε ολόκληρη την αλυσίδα αξίας. Από την ίδρυσή της, η πλατφόρμα έχει **συμμετάσχει σε πάνω από 150 εταιρείες** σε έργα οικολογικής καινοτομίας, καλύπτοντας τομείς όπως η αυτοκινητοβιομηχανία, η ηλεκτρονική, τα εργαλεία μηχανών και τα καταναλωτικά αγαθά. Τα έργα αυτά ενσωματώνουν **μεθοδολογίες οικολογικού σχε-**

διασμού, περιβαλλοντικές δηλώσεις προϊόντων και αξιολογήσεις βιωσιμότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας, προκειμένου να ευθυγραμμιστεί η επιχειρηματική στρατηγική με τους στόχους της κυκλικής οικονομίας (Elgorriaga Kunze & Quintana San Miguel, 2017).

Παράλληλα, περιφερειακές πρωτοβουλίες όπως η **Ατζέντα Euskadi 2030** και τα **Πρότυπα Έργα Κυκλικής Οικονομίας** έχουν παράσχει στοχευμένη χρηματοδότηση και τεχνική υποστήριξη για βιομηχανικούς μετασχηματισμούς. Αυτά τα προγράμματα στοχεύουν στη **μείωση των βιομηχανικών αποβλήτων**, στην προώθηση της **υποκατάστασης υλικών** και στην εφαρμογή **συστημάτων μέτρησης της έντασης άνθρακα σε πραγματικό χρόνο** μέσω προηγμένων εργαλείων παρακολούθησης και ψηφιακών εργαλείων. Το πεδίο εφαρμογής περιλαμβάνει πιλοτικά έργα στους τομείς της επεξεργασίας τσιμέντου, χάλυβα και πλαστικών, υποστηρίζοντας την αποσύνδεση της βιομηχανικής ανάπτυξης από την περιβαλλοντική υποβάθμιση (Lucena-Giraldo et al., 2022). Αυτές οι προσπάθειες σηματοδοτούν μια θεσμική δέσμευση για την ενσωμάτωση της βιωσιμότητας στο περιφερειακό βιομηχανικό μοντέλο μέσω **πειραματισμών προσανατολισμένων στη δράση**, πέρα από τις δηλώσεις πολιτικής υψηλού επιπέδου.

Χάρη σε αυτή τη συνεργατική κουλτούρα, η Χώρα των Βάσκων έχει καταφέρει να συνδέσει την **επιστημονική γνώση** με την **παραγωγή**, και την **πολιτική χάραξη** με την **τεχνολογική εφαρμογή**, καθιστώντας τη μετάβαση προς τη βιώσιμη βιομηχανία πιο ρεαλιστική και αποτελεσματική.

Η περίπτωση της Petronor

Η **Petronor**, θυγατρική της Repsol, αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους ενεργειακούς φορείς της Χώρας των Βάσκων και σημείο αναφοράς για τη βιομηχανική μετάβαση. Με έδρα το Μπιλμπάο, δραστηριοποιείται στην παραγωγή καυσίμων και στην ανάπτυξη νέων ενεργειακών λύσεων.

Η Petronor έχει ξεκινήσει έργα **παραγωγής πράσινου υδρογόνου**, **δέσμευσης και αξιοποίησης CO₂** και **κυκλικής οικονομίας**, μέσω της δημιουργίας του **Energy Intelligence**

Center και του **Basque Hydrogen Corridor (BH₂C)** (Repsol, 2023). Αποτελεί παράδειγμα μετασχηματισμού μιας παραδοσιακής βιομηχανίας προς βιώσιμα επιχειρηματικά μοντέλα.

Οι Menéndez-Sánchez et al. (2023) εξετάζουν την Petronor, τη μεγαλύτερη εταιρεία πετρελαίου και φυσικού αερίου που δραστηριοποιείται στη Χώρα των Βάσκων, ως τον πυρήνα ενός οικοσυστήματος καινοτομίας χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Η μελέτη περίπτωσης που πραγματοποίησαν υπογραμμίζει τον τρόπο με τον οποίο η Petronor θέτει ως γνώμονα τη βιωσιμότητα, δημιουργώντας συνεργασίες με ερευνητικά ιδρύματα, ιδιωτικές εταιρείες και δημόσιους φορείς. Οι συνεργασίες αυτές στοχεύουν στην επιτάχυνση της περιφερειακής οικονομικής ανάπτυξης και στην ανάπτυξη τεχνολογιών που συνάδουν με τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (SDG). Συγκεκριμένα, η Petronor έχει δημιουργήσει ένα κέντρο ανανεώσιμου υδρογόνου στο διωλιστήριο της Muskiz, το οποίο περιλαμβάνει τη λειτουργία ενός ηλεκτρολύτη 2,5 MW που παράγει πράσινο υδρογόνο για βιομηχανική και δημόσια χρήση. Η εταιρεία αναπτύσσει επίσης ένα εργοστάσιο υδρογόνου 100 MW και έχει ξεκινήσει το ONTZHi, ένα πρόγραμμα έρευνας και ανάπτυξης που εστιάζει στα υλικά υδρογόνου, την ασφάλεια και τα συστήματα μεταφοράς. Αυτές οι πρωτοβουλίες υπογραμμίζουν τον αυξανόμενο ρόλο της Petronor στην ενίσχυση των δυνατοτήτων E&A και καινοτομίας της Χώρας των Βάσκων στο πλαίσιο της πράσινης μετάβασης.

Η Petronor (Petróleos del Norte, S.A.), που ιδρύθηκε το 1968 στο Muskiz (Μπιλμπάο), είναι μία από τις πιο σημαντικές εταιρείες στο βιομηχανικό καθεστώς της Χώρας των Βάσκων. Ανήκει κατά πλειοψηφία στην Repsol (≈ 85,98%), ενώ η Kutxabank κατέχει μειοψηφικό μερίδιο (≈ 14,02%) (Wikipedia, 2024). Τα τελευταία χρόνια, η Petronor ίδρυσε την Alba Emission Free Energy ως νέα επιχειρηματική μονάδα για τον συντονισμό των ενεργειακών δραστηριοτήτων της που είναι προσανατολισμένες στη μετάβαση «νέα βιώσιμη ενέργεια», υδρογόνο, ουδέτερα καύσιμα κ.α. (Alba Emission Free Energy, 2024).

Η Petronor ηγείται του Basque Hydrogen Corridor (BH₂C), του οποίου προεδρεύει μαζί με την Repsol, την EVE (Βασκική Υπηρεσία Ενέργειας), ερευνητικά κέντρα και πολλές εταιρείες (≈72 μέλη) με σκοπό την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου οικοσυστήματος υδρογόνου που θα καλύπτει την παραγωγή, την αποθήκευση, τη διανομή και την τελική χρήση (βιομηχανία, κινητικότητα κ.λπ.). Ο στόχος είναι η παραγωγή 21.000 τόνων ανανεώσιμου

υδρογόνου ετησίως και η μείωση κατά περίπου 200.000 τόνους CO₂ ετησίως έως το 2030 μέσω αυτού του διαδρόμου (BH2C, 2024).

Το έργο ηλεκτρολύτη 100 MW αναγνωρίζεται επίσημα ως IPCEI (Σημαντικό Έργο Κοινού Ευρωπαϊκού Ενδιαφέροντος) στο πλαίσιο της στρατηγικής της Repsol για την απανθρακοποίηση της βιομηχανίας στην Ισπανία. Ο στόχος είναι το παραγόμενο υδρογόνο να αντικαταστήσει μέρος του συμβατικού υδρογόνου που παράγεται σήμερα μέσω διαδικασιών που εκπέμπουν ορυκτό CO₂, ειδικά για χρήση σε διυλιστήρια (Repsol, 2024).

Η Petronor έχει συμμετάσχει σε δημόσιες-ιδιωτικές συνεργασίες, συμπεριλαμβανομένης της νεοσύστατης εταιρείας Basque Hydrogen, σε συνεργασία με την EVE και την Enagás Renovable, η οποία κατασκευάζει ένα εργοστάσιο ανανεώσιμου υδρογόνου 10 MW στο λιμάνι του Μπιλμπάο, το οποίο θα τροφοδοτεί μια μονάδα συνθετικών καυσίμων (Basque Hydrogen, 2024).

Συμμετέχει επίσης στο Basque Ecodesign Center, μια σύμπραξη δημόσιου και ιδιωτικού τομέα για την κυκλική οικονομία και τον οικολογικό σχεδιασμό, μαζί με άλλες μεγάλες βιομηχανικές εταιρείες (π.χ. ITP Aero), καθώς και κυβερνητικούς φορείς, κέντρα γνώσης και επιχειρηματικές ενώσεις. Αυτό αποδεικνύει την προθυμία της να εμπλακεί σε περιβαλλοντικές καινοτομίες πέρα από την τεχνολογία υδρογόνου (Basque Government, 2023).

Στον τομέα της έρευνας και ανάπτυξης, η Petronor υλοποιεί διάφορα καινοτόμα έργα. Για παράδειγμα, η ONTZH είναι μια κοινοπραξία υπό την ηγεσία της Petronor (με διάφορους ιδιωτικούς εταίρους και ερευνητικά κέντρα) που διεξάγει έρευνα στους τομείς της αποθήκευσης υδρογόνου, της μεταφοράς, της ανθεκτικότητας των υλικών, των επιστρώσεων κλπ. (Petronor, 2024).

Από οικονομικής άποψης, η Petronor έχει δεσμευτεί σε ένα επενδυτικό σχέδιο άνω των 1,1 δισεκατομμυρίων ευρώ έως το 2030 για την απανθρακοποίηση του διυλιστηρίου της στο Muskiz. Αυτό περιλαμβάνει επενδύσεις σε πολλαπλούς ηλεκτρολύτες (2,5 MW ήδη σε λειτουργία, άλλος 10 MW υπό κατασκευή και η εγκατάσταση 100 MW που αναμένεται το 2028) και συμμαχίες με διαχειριστές δικτύων φυσικού αερίου όπως η Enagás και η Nortegas για υποδομές μεταφοράς υδρογόνου (Cinco Días, 2025).

Η Petronor αποτελεί ένα κρίσιμο σημείο στο κοινωνικοτεχνικό καθεστώς της Χώρας των Βάσκων. Η μετάβασή της από δραστηριότητες βασισμένες σε ορυκτά καύσιμα προς ολοκληρωμένα συστήματα χαμηλών εκπομπών άνθρακα υπογραμμίζει τον τρόπο με τον οποίο οι καθιερωμένες εταιρείες, με στρατηγική ευθυγράμμιση δημόσιου και ιδιωτικού τομέα και ισχυρή θεσμική ικανότητα, μπορούν να λειτουργήσουν ως κινητήριες δυνάμεις των Συστημάτων Τεχνολογικής Καινοτομίας (TIS). Αξιοποιώντας την κλίμακα, τους πόρους έρευνας και ανάπτυξης και την πρόσβαση σε πολιτικές, η Petronor καθιστά δυνατές μετασχηματιστικές πορείες στο βιομηχανικό τοπίο.

3.4.3 Έρευνα και ανάπτυξη

Η Χώρα των Βάσκων κατατάσσεται μεταξύ των κορυφαίων περιφερειών της Ισπανίας ως προς τις δαπάνες έρευνας και ανάπτυξης (2,12 % του ΑΕΠ το 2022) (Eustat, 2023). Οι δραστηριότητες έρευνας και ανάπτυξης συντονίζονται μέσω των **Technology Centres**, των πανεπιστημίων και της Innobasque. Η εστίαση στην **ενεργειακή αποδοτικότητα**, τα **υλικά χαμηλών εκπομπών**, και το **υδρογόνο** ενισχύει τη βιομηχανική καινοτομία και την ανταγωνιστικότητα.

Ιδρύματα όπως τα **Tecnalia**, **IKERLAN**, **CIDETEC**, **Gaiker** και **AZTI** είναι από τα πιο γνωστά, με πολλά από αυτά να αποτελούν μέρος της **Βασκικής Συμμαχίας Έρευνας και Τεχνολογίας (BRTA)**. Αυτά τα κέντρα ειδικεύονται στην εφαρμοσμένη έρευνα και ανάπτυξη και λειτουργούν ως **κόμβοι μεταφοράς τεχνολογίας**, γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ της ακαδημαϊκής έρευνας και της βιομηχανικής εφαρμογής.

Διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην **ανάπτυξη πιλοτικών και προ-εμπορικών τεχνολογιών**, ιδίως σε τομείς κρίσιμης σημασίας για τη μετάβαση σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, όπως η **ενεργειακή απόδοση**, η **ανάκτηση θερμότητας από βιομηχανικά απόβλητα**, η **τεχνολογία διεργασιών με ουδέτερο ισοζύγιο άνθρακα**, ο **οικολογικός σχεδιασμός** και οι καινοτομίες στην **κυκλική οικονομία**. Για παράδειγμα, η **Tecnalia** έχει ηγηθεί έργων χρηματοδοτούμενων από την ΕΕ σχετικά με τις τεχνολογίες υδρογόνου και την ψηφιοποίηση των ενεργειακών συστημάτων, ενώ η **Gaiker** επικεντρώνεται στην ανακύκλωση πολυμερών και στην καινοτομία στον τομέα

των βιώσιμων υλικών. Ομοίως, η **AZTI** παρέχει εφαρμοσμένες λύσεις για την απανθρακοποίηση των τομέων της γεωργίας-διατροφής και της ναυτιλίας, ενώ η **IKERLAN** αναπτύσσει ενσωματωμένα συστήματα και τεχνολογίες αυτοματισμού σχετικές με την έξυπνη κατασκευή.

Οι Magro, Navarro, Zabala-Iturriagagoitia και Sebastian τονίζουν ότι η δύναμη του βασκικού καθεστώτος καινοτομίας δεν έγκειται μόνο στους **επίσημους θεσμούς και τα πλαίσια πολιτικής**, αλλά και στο εκτεταμένο δίκτυο **άτυπων μηχανισμών συντονισμού** που λειτουργούν «πίσω από τα παρασκήνια». Αυτά περιλαμβάνουν σχέσεις εμπιστοσύνης μεταξύ των υπευθύνων χάραξης πολιτικής, των διαχειριστών των clusters, των τεχνολογικών κέντρων και των κορυφαίων επιχειρήσεων, καθώς και επαναληπτικές διαδικασίες διαβούλευσης που ευθυγραμμίζουν τους φορείς γύρω από κοινές προτεραιότητες. Αυτός ο συντονισμός προάγει υψηλό βαθμό **συνοχής των πολιτικών**, μειώνει την αλληλεπικάλυψη των προσπαθειών και επιτρέπει την ταχεία κινητοποίηση πόρων όταν προκύπτουν νέες προκλήσεις, για παράδειγμα η ταχεία δημιουργία πλατφορμών συνεργασίας για έργα υδρογόνου ή κυκλικής οικονομίας.

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό του Βασκικού Συστήματος Καινοτομίας είναι η ισχυρή του επένδυση σε **κοινωνικό κεφάλαιο**, το οποίο οι Valdaliso, Elola, Aranguren και Lopez (2011) προσδιορίζουν ως βασικό μοχλό τεχνολογικής αναβάθμισης και διεθνοποίησης στον κλάδο της ηλεκτρονικής. Τα πυκνά δίκτυα συνεργασίας μεταξύ επιχειρήσεων, τεχνολογικών κέντρων, πανεπιστημίων και δημόσιων φορέων έχουν καλλιεργήσει υψηλά επίπεδα **εμπιστοσύνης, ανταλλαγής γνώσεων και συλλογικής μάθησης**, ενισχύοντας την **απορροφητική ικανότητα** της περιοχής, δηλαδή την ικανότητά της να αποκτά, να προσαρμόζει και να εφαρμόζει εξωτερικές γνώσεις. Αυτή η σχεσιακή υποδομή όχι μόνο επιταχύνει τη διάδοση της καινοτομίας εντός των κλάδων, αλλά και διευκολύνει τη συμμετοχή σε **ευρωπαϊκά κονσόρτια και παγκόσμιες αλυσίδες αξίας**, κάτι που είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τεχνολογίες όπως η ηλεκτρόλυση υδρογόνου, η CCU και οι προηγμένες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Σύμφωνα με το μοντέλο MLP, αυτό το ισχυρό κοινωνικό κεφάλαιο συμβάλλει στην ικανότητα του καθεστώτος να **ενσωματώνει γρήγορα εξειδικευμένες καινοτομίες** στην υπάρχουσα αρχιτεκτονική του, ενισχύοντας μια **διαδρομή αναδιάρθρωσης** όπου η αλλαγή είναι συνεργατική και συντονισμένη. Ωστόσο, αυτός ο υψηλός βαθμός ενσωμάτωσης μπορεί επίσης να ενέχει τον κίνδυνο **υπερβολικής**

ενοποίησης, ευνοώντας λύσεις που προωθούνται από τους κατεστημένους φορείς και καθιστώντας πιο δύσκολο για τις καινοτομίες που προέρχονται από εξωτερικούς φορείς ή από τη βάση να αμφισβητήσουν την κυρίαρχη πορεία.

Η Χώρα των Βάσκων διαθέτει μια σειρά από ιδρύματα που επικεντρώνονται στην προώθηση της καινοτομίας. Το Συμβούλιο της Χώρας των Βάσκων για την Επιστήμη, την Τεχνολογία και την Καινοτομία ηγείται των πολιτικών που σχετίζονται με την επιστήμη, την τεχνολογία, την έρευνα και την καινοτομία. Το συμβούλιο, με την υποστήριξη του Ιδρύματος της Χώρας των Βάσκων για την Επιστήμη και την Έρευνα (IKERBASQUE) και του Οργανισμού Καινοτομίας της Χώρας των Βάσκων (INNOBASQUE), δημιουργεί πυλώνες που διατηρούν τις περιφερειακές πολιτικές έρευνας και καινοτομίας σύμφωνα με το Σχέδιο της Χώρας των Βάσκων για E&A. Το Βασκικό Συμβούλιο Έρευνας παρακολουθεί, συντονίζει και προωθεί την επιστήμη, την ανάπτυξη και την καινοτομία στην περιοχή.

Η INNOBASQUE είναι ένας ιδιωτικός, μη κερδοσκοπικός σύλλογος που ιδρύθηκε με σκοπό τον συντονισμό και την προώθηση της καινοτομίας, με βασικό καθήκον τον συντονισμό του βασικού συστήματος καινοτομίας και την εφαρμογή πολιτικών καινοτομίας, επιστήμης και τεχνολογίας, καθώς και τη διεθνοποίηση (υποστηρίζει τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις να συμμετέχουν σε ευρωπαϊκά προγράμματα), αναπτύσσει μηχανισμούς παρακολούθησης και παρακολούθησης των δραστηριοτήτων και των αποτελεσμάτων της πολιτικής, καθώς και των φορέων του συστήματος. Η Ikerbasque (Βασκική Κυβέρνηση 2009), με τη σειρά της, συμβάλλει στην ανάπτυξη της επιστημονικής έρευνας προσελκύοντας διεθνείς ερευνητές και δημιουργώντας επιστημονικές και ακαδημαϊκές συνεργασίες με εθνικά και διεθνή πανεπιστήμια και ερευνητικά κέντρα, καθώς και με τον ιδιωτικό τομέα. Τέλος, το δίκτυο Innovanet ενισχύει τον συντονισμό του περιφερειακού συστήματος καινοτομίας για την ανάπτυξη στρατηγικής καινοτομίας σε συνεργασία με τοπικούς φορείς και οργανισμούς.

Σημαντικό ρόλο στο οικοσύστημα καινοτομίας διαδραματίζει το **Energy Intelligence Center (EIC)**, που βρίσκεται στη **Ζόροτσα (Zorrozaurre)**. Το EIC λειτουργεί ως **τεχνολογικός κόμβος και συνεργατικός χώρος**, όπου **επιχειρήσεις, ερευνητικά κέντρα και τοπικές αρχές** αναπτύσσουν από κοινού νέες λύσεις για την ενεργειακή μετάβαση.

Φιλοξενεί έργα που σχετίζονται με την ενεργειακή αποδοτικότητα, την αποθήκευση ενέργειας, το υδρογόνο και τη βιομηχανική ψηφιοποίηση, ενισχύοντας τη **διασύνδεση έρευνας και παραγωγής** (EVE, 2023).

Στον πυρήνα του καθεστώτος καινοτομίας των Βάσκων βρίσκεται ένα **συνεπές πολυεπίπεδο πλαίσιο διακυβέρνησης** που ενσωματώνει τους στόχους της έρευνας και ανάπτυξης (E&A), του εκσυγχρονισμού της βιομηχανίας και της ενεργειακής μετάβασης. Αυτή η δομή καθοδηγείται σε μεγάλο βαθμό από **μέσα στρατηγικού σχεδιασμού** που έχουν σχεδιαστεί για να ευθυγραμμίσουν την τεχνολογική πρόοδο με ευρύτερους οικονομικούς και περιβαλλοντικούς στόχους.

Το **Σχέδιο για την Επιστήμη, την Τεχνολογία και την Καινοτομία της Χώρας των Βάσκων (PCTI)** αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο αυτού του πλαισίου. Καθορίζει **μακροπρόθεσμες προτεραιότητες καινοτομίας**, συντονίζει τις δημόσιες επενδύσεις σε E&A και διευκολύνει τη συνεργασία μεταξύ ερευνητικών κέντρων, πανεπιστημίων και βιομηχανιών. Το σχέδιο δίνει προτεραιότητα σε τομείς που θεωρούνται κρίσιμοι για την περιφερειακή μεταμόρφωση, δηλαδή την **ενέργεια**, την **προηγμένη μεταποίηση** και την **οικολογική καινοτομία**, ενισχύοντας έτσι τις συνέργειες μεταξύ των τεχνολογικών δυνατοτήτων και των στόχων βιωσιμότητας (Navarro et al., 2014).

Ένας βασικός παράγοντας για αυτό το συντονισμένο καθεστώς καινοτομίας είναι η **Βασική Συμμαχία Έρευνας και Τεχνολογίας (BRTA)**. Η BRTA ιδρύθηκε μέσω μιας στρατηγικής συμφωνίας συνεργασίας μεταξύ **16 κορυφαίων κέντρων τεχνολογίας και έρευνας**, με σκοπό την **ενίσχυση της αποτελεσματικότητας της έρευνας, τη βελτίωση της μεταφοράς γνώσης** και την ενοποίηση του βασικού συστήματος επιστήμης και τεχνολογίας σε μια πιο συνεκτική και διεθνώς ανταγωνιστική δομή. Η συμμαχία συγκεντρώνει φορείς από όλο το **φάσμα της τεχνολογικής ανάπτυξης**, συμπεριλαμβανομένης της **εφαρμοσμένης έρευνας, της βιομηχανικής επίδειξης και της ακαδημαϊκής συνεργασίας**, και διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στην κατάρριψη των φραγμών μεταξύ επιχειρήσεων και ερευνητικών ιδρυμάτων (BRTA, 2023; Navarro et al., 2014).

Η BRTA είναι ιδιαίτερα δραστήρια στη διευκόλυνση **μεγάλης κλίμακας έργων επίδειξης και τομεακών πλατφορμών καινοτομίας**, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που στοχεύουν στην **απανθρακοποίηση** και την ψηφιοποίηση των **ενεργοβόρων βιομηχανιών**

(EEI). Για παράδειγμα, υποστηρίζει πιλοτικά προγράμματα που αφορούν την **ανάκτηση θερμότητας από απόβλητα**, την **ενσωμάτωση υδρογόνου** και την **προηγμένη ανάλυση δεδομένων για τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών**. Αυτές οι πλατφόρμες συχνά σχεδιάζονται με τρόπο ώστε να εμπλέκουν **ομάδες επιχειρήσεων, τοπικές κυβερνήσεις και ιδρύματα γνώσης**, επιτρέποντας έτσι την **κλιμάκωση και διάδοση καινοτομιών χαμηλών εκπομπών άνθρακα** σε όλες τις βιομηχανικές αλυσίδες αξίας. Επιπλέον, η αποστολή της BRTA ευθυγραμμίζεται με τους ευρύτερους στόχους της **Στρατηγικής Έξυπνης Εξειδίκευσης RIS3**, καθιστώντας την μια θεσμική γέφυρα μεταξύ των **περιφερειακών πλαισίων πολιτικής και των μηχανισμών χρηματοδότησης της έρευνας της ΕΕ** (NAUWELAERS et al., 2022).

Ως αποτέλεσμα, η BRTA συμβάλλει στην εδραίωση των πορειών καινοτομίας στους στρατηγικούς βιομηχανικούς τομείς της Χώρας των Βάσκων, υποστηρίζοντας παράλληλα την **τεχνολογική αναβάθμιση** που απαιτείται για την επίτευξη των μακροπρόθεσμων κλιματικών στόχων. Ωστόσο, η ενσωμάτωσή της στο υπάρχον καθεστώς σημαίνει επίσης ότι συχνά δίνει έμφαση στην **σταδιακή καινοτομία** έναντι της ρηξικέλευθης μεταμόρφωσης, ειδικά σε τομείς όπου οι κατεστημένοι φορείς έχουν ισχυρή επιρροή στα προγράμματα E&A (Borowik, 2014).

Ένας άλλος κεντρικός παράγοντας στο οικοσύστημα καινοτομίας της Χώρας των Βάσκων είναι η **SPRI (Βασκική Υπηρεσία Ανάπτυξης Επιχειρήσεων)**, ο κύριος βραχίονας της περιφερειακής κυβέρνησης για την προώθηση της **βιομηχανικής ανταγωνιστικότητας, της καινοτομίας και της διεθνοποίησης**. Η SPRI διαδραματίζει βασικό διαμεσολαβητικό ρόλο, **συνδέοντας μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις, νεοσύστατες επιχειρήσεις και βιομηχανικούς φορείς με ένα ευρύ φάσμα προγραμμάτων στήριξης, συμπεριλαμβανομένων υπηρεσιών μεταφοράς τεχνολογίας, επιχορηγήσεων για επιδείξεις και συντονισμού πιλοτικών έργων**.

Στο πλαίσιο της **Στρατηγικής Βιομηχανοποίησης** της Βασκικής Κυβέρνησης, η SPRI υλοποιεί διάφορα προγράμματα χρηματοδότησης, όπως τα **Hazitek, Elkartek** και **Innobideak**, τα οποία υποστηρίζουν τη συνεργατική E&A, την καινοτομία στις επιχειρηματικές διαδικασίες και την υιοθέτηση τεχνολογιών χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Πολλές

από αυτές τις πρωτοβουλίες συγχρηματοδοτούνται από την ΕΕ μέσω του **ΕΤΠΑ** (Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης) και ευθυγραμμίζονται με τις **προτεραιότητες RIS3**. Στην πράξη, η SPRI λειτουργεί ως **διαμεσολαβητής μεταξύ πολιτικής και πρακτικής**, βοηθώντας τις επιχειρήσεις να έχουν πρόσβαση σε τεχνική εμπειρογνωμοσύνη, δημόσια χρηματοδότηση και διεθνή δίκτυα (Navarro et al., 2014; NAUWELAERS et al., 2022).

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η ικανότητα προσέγγισης και η εγγύτητα του SPRI με τις επιχειρήσεις το καθιστούν σημαντικό **καταλύτη για τον πειραματισμό και την καινοτομία σε πρώιμο στάδιο**, ιδίως μεταξύ των μικρομεσαίων επιχειρήσεων που ενδέχεται να μην διαθέτουν εσωτερικούς πόρους Ε&Α. Συνεργάζεται επίσης στενά με **τεχνολογικά κέντρα, πανεπιστημιακά τμήματα** και το **BRTA**, διευκολύνοντας τις συνεργασίες μεταξύ πολλών φορέων που είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη λύσεων χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε ενεργοβόρους τομείς.

Επιπλέον, **εξειδικευμένοι μεσάζοντες**, όπως το **Basque Energy Cluster** και το **Ihobe** (η δημόσια περιβαλλοντική υπηρεσία της βασκικής κυβέρνησης), διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην **προώθηση της πράσινης Ε&Α και στη διευκόλυνση πρωτοβουλιών βιομηχανικής συμβίωσης**. Αυτές οι οργανώσεις βρίσκονται σε στρατηγική θέση για να γεφυρώσουν το χάσμα μεταξύ πολιτικής, βιομηχανίας και έρευνας, ιδίως σε τομείς που σχετίζονται με την **απανθρακοποίηση, την κυκλική οικονομία και την ενεργειακή απόδοση**.

Το **Basque Energy Cluster**, που αποτελείται από περισσότερους από 200 ενδιαφερόμενους φορείς σε όλη την αλυσίδα αξίας της ενέργειας, λειτουργεί ως **πλατφόρμα συνεργασίας για την ανάπτυξη τεχνολογιών ενέργειας**, με έμφαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τα έξυπνα δίκτυα, το υδρογόνο και την αποθήκευση ενέργειας. Προωθεί ενεργά κοινά έργα μεταξύ εταιρειών, πανεπιστημίων και τεχνολογικών κέντρων και λειτουργεί ως **πύλη για πρωτοβουλίες της ΕΕ**, όπως το Horizon Europe και η Clean Energy Transition Partnership (Elgorriaga Kunze & Quintana San Miguel, 2017).

Παράλληλα, η **Ihobe** υποστηρίζει τον **σχεδιασμό και την εφαρμογή πολιτικών περιβαλλοντικής καινοτομίας**, με ιδιαίτερη έμφαση στον **οικολογικό σχεδιασμό, την αξιολόγηση του κύκλου ζωής και την αποδοτικότητα των υλικών**. Μέσω πρωτοβουλιών όπως

το **Basque Ecodesign Center**, η Ihobe φέρνει σε επαφή δημόσιους και ιδιωτικούς φορείς με σκοπό την **ενσωμάτωση πρακτικών βιωσιμότητας στην ανάπτυξη προϊόντων και διαδικασιών**, ιδίως στον τομέα της μεταποιητικής βιομηχανίας (Elgorriaga Kunze & Quintana San Miguel, 2017). Υποστηρίζει επίσης **επιδεικτικά έργα**, εκπονεί **στρατηγικές εκθέσεις περιβαλλοντικής παρακολούθησης** και παρέχει **τεχνική καθοδήγηση** σε μικρομεσαίες επιχειρήσεις που εφαρμόζουν στρατηγικές κυκλικής οικονομίας.

Και οι δύο οργανισμοί συμβάλλουν στην προώθηση μιας περιφερειακής **προσέγγισης οικοσυστήματος**, η οποία υπερβαίνει την καινοτομία των μεμονωμένων επιχειρήσεων και προωθεί τη **μάθηση με βάση το δίκτυο και τις μεταβάσεις σε επίπεδο συστήματος**. Με αυτόν τον τρόπο, διοχετεύουν **περιφερειακή και ευρωπαϊκή χρηματοδότηση** σε κοινούς στόχους καινοτομίας, μειώνοντας τον κατακερματισμό και συμβάλλοντας στην ευθυγράμμιση του εκσυγχρονισμού της βιομηχανίας με τους ευρύτερους **στόχους της Χώρας των Βάσκων για χαμηλές εκπομπές άνθρακα και κυκλική οικονομία** (Borowik, 2014; Navarro et al., 2014).

Το **καθεστώς καινοτομίας στη Χώρα των Βάσκων** είναι βαθιά **συνυφασμένο με ευρωπαϊκούς και πολυεπίπεδους μηχανισμούς χρηματοδότησης**, οι οποίοι λειτουργούν ως κρίσιμοι καταλύτες της βιομηχανικής μετάβασης. **Προγράμματα σε επίπεδο ΕΕ**, όπως το **Horizon Europe**, το **Interreg** και το **Innovation Fund**, έχουν αξιοποιηθεί στρατηγικά από τους θεσμούς και τους βιομηχανικούς φορείς της Χώρας των Βάσκων για τη **συγχρηματοδότηση πιλοτικών και επιδεικτικών έργων**, ιδίως σε τομείς που ευθυγραμμίζονται με τις ατζέντες **EU Green Deal**, **Fit for 55** και **REPowerEU** (Dellink & González, 2005; González-Eguino et al., 2012). Αυτά περιλαμβάνουν πρωτοβουλίες για **βιομηχανικές διαδικασίες χαμηλών εκπομπών άνθρακα, ανάπτυξη ανανεώσιμου υδρογόνου, αλυσίδες αξίας κυκλικής οικονομίας και έξυπνα ενεργειακά συστήματα**, που συχνά συντονίζονται μέσω συνεργατικών κοινοπραξιών στις οποίες συμμετέχουν κέντρα BRTA, MME και πολυεθνικές εταιρείες.

Σε **εθνικό και περιφερειακό επίπεδο**, προγράμματα όπως το **Hazitek**, ένα εμβληματικό μέσο χρηματοδότησης E&A που διαχειρίζεται η βασκική κυβέρνηση, παρέχουν **συμπληρωματική συγχρηματοδότηση** σε όλο το φάσμα της τεχνολογικής ετοιμότητας, από την έρευνα σε αρχικό στάδιο έως τον βιομηχανικό πειραματισμό κοντά στην αγορά. Το

Hazitek υποστηρίζει τόσο ατομικά όσο και συνεργατικά έργα, βοηθώντας τις επιχειρήσεις να μειώσουν τον κίνδυνο των επενδύσεων σε **τεχνολογική καινοτομία, ενεργειακή απόδοση και απανθρακοποίηση των διαδικασιών**. Αυτή η πολυεπίπεδη ευθυγράμμιση μεταξύ των μέσων της ΕΕ, των εθνικών και των περιφερειακών μέσων έχει συμβάλει στη δημιουργία ενός **σταθερού και φιλικού προς την καινοτομία πολιτικού περιβάλλοντος**, επιτρέποντας στο βασικό καθεστώς καινοτομίας να διατηρήσει τη συνοχή του, ανταποκρινόμενο ταυτόχρονα δυναμικά στις εξωτερικές πιέσεις (NAUWELAERS et al., 2022).

Σημειωτέον ότι η **Χώρα των Βάσκων διαδραματίζει ενεργό ρόλο σε διάφορες υψηλού προφίλ πρωτοβουλίες της ΕΕ για την απανθρακοποίηση της βιομηχανίας**, ενισχύοντας την εξωστρεφή στρατηγική καινοτομίας και τη δέσμευσή της για συστημική μεταμόρφωση. Μεταξύ αυτών, η συμμετοχή της περιφέρειας στο **Hubs4Circularity (H4C)**, ένα εμβληματικό πρόγραμμα του Horizon Europe, στοχεύει στη δημιουργία **περιφερειακών οικοσυστημάτων για τη βιομηχανική-αστική συμβίωση**, ενσωματώνοντας τις αρχές της κυκλικής οικονομίας σε όλους τους τομείς και σε όλες τις εδαφικές κλίμακες. Επιπλέον, ο **Βασκικός Διάδρομος Υδρογόνου (BH2C)** αποτελεί μια σημαντική διατομεακή πρωτοβουλία για την ανάπτυξη της παραγωγής, της διανομής και των βιομηχανικών εφαρμογών υδρογόνου, σε συνεργασία με περισσότερους από 70 ενδιαφερόμενους φορείς, μεταξύ των οποίων οι Petronor και Repsol. Τέλος, το **Net Zero Industrial Super Cluster**, του οποίου η Χώρα των Βάσκων αποτελεί βασικό κόμβο, διευκολύνει τη συνεργασία για την απανθρακοποίηση μεταξύ των ενεργοβόρων βιομηχανιών, επιτρέποντας την κοινή χρήση υποδομών και συντονισμένες επενδύσεις σε Ε&Α. Αυτά τα έργα αντανakλούν συλλογικά **την ισχυρή σύνδεση της περιοχής με τα προγράμματα καινοτομίας της ΕΕ και υπογραμμίζουν την φιλοδοξία του βασικού καθεστώτος καινοτομίας να λειτουργήσει ως πρωτοπόρος στην ευρωπαϊκή μετάβαση προς χαμηλές εκπομπές άνθρακα** (Escribano & Urbasos, 2021).

Το **Net-Zero Basque Industrial Super Cluster (NZBISC)** είναι μια εμβληματική περιφερειακή πρωτοβουλία υπό την ηγεσία της **Βασκικής Κυβέρνησης** μέσω του **SPRI Group**, σε συνεργασία με τις μεγάλες εταιρείες ενέργειας **Petronor-Repsol** και **Iberdrola**, καθώς και με τα 16 βιομηχανικά clusters της περιοχής. Αποτελεί μέρος της πρωτοβουλίας του **Παγκόσμιου Οικονομικού Φόρουμ «Μετάβαση των βιομηχανικών**

συμπλεγμάτων προς μηδενικές εκπομπές», τονίζοντας τη συνέργεια μεταξύ του δημόσιου και του ιδιωτικού τομέα για την επιτάχυνση της απανθρακοποίησης σε όλους τους τομείς υψηλών εκπομπών της Χώρας των Βάσκων.

Ο στρατηγικός στόχος του Super Cluster είναι διττός:

- Επίτευξη **απανθρακοποιημένης ενεργειακής τροφοδοσίας και μεγαλύτερης ενεργειακής απόδοσης** σε κορυφαίους βιομηχανικούς τομείς (διύλιση, τσιμέντο, χάλυβας, χυτήριο), οι οποίοι συνολικά συμβάλλουν σε περίπου 67% των βιομηχανικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου της περιοχής.
- Αξιοποίηση της **εμπορικής αξιοποίησης της τεχνολογίας**, των **καινοτόμων υπηρεσιών** και των **νέων ευκαιριών της αγοράς** για τη δημιουργία περίπου **20.000 έως 30.000 θέσεων εργασίας** υψηλής ειδίκευσης και την παραγωγή εκτιμώμενης **αύξησης του ΑΕΠ κατά 2-3 δισεκατομμύρια ευρώ** ετησίως από το 2030 και μετά.

Το NZBISC, που ανακοινώθηκε στο **COP26** το 2021 και παρουσιάστηκε σε παγκόσμιες πλατφόρμες, συμπεριλαμβανομένων των συναντήσεων του WEF στο Νταβός, έχει καθιερώσει συνεργατική διακυβέρνηση μεταξύ των ενδιαφερόμενων μερών της κυβέρνησης, της βιομηχανίας και της έρευνας.

Τα βασικά εργαλεία και μοχλοί πολιτικής περιλαμβάνουν:

- Ανάπτυξη **τομεακών οδικών χαρτών για την απανθρακοποίηση** των βιομηχανιών διύλισης, χάλυβα, τσιμέντου, χαρτοπολτού και χαρτιού, καθώς και χύτευσης, που διαμορφώθηκαν στο πλαίσιο του συντονισμού των βιομηχανικών συσπειρώσεων.
- Ενσωμάτωση βασικών αλυσίδων αξίας για τεχνολογίες όπως η **ενεργειακή απόδοση**, οι **αντλίες θερμότητας** και το **πράσινο υδρογόνο**, διευκολύνοντας τον συντονισμό μεταξύ των επιχειρήσεων και την κλιμάκωση της καινοτομίας.

Το Super Cluster προωθεί την κλιμάκωση τεχνολογιών και υπηρεσιών χαμηλών εκπομπών άνθρακα σε όλους τους βιομηχανικούς τομείς που αντιμετωπίζουν περιορισμούς στο ενεργειακό σύστημα. Βασίζεται σε μια ευρύτερη θεσμική αρχιτεκτονική, συμπεριλαμβανομένων των προγραμμάτων RIS3, Hazitek και της στρατηγικής BEK Innovation, και ενισχύει τα τοπικά δίκτυα ερευνητικών κέντρων και επιχειρήσεων (π.χ. Tecnalia, Energy Cluster, επιχειρήσεις στο πλαίσιο του BH₂C).

Η πρωτοβουλία προωθεί επίσης την ανταλλαγή γνώσεων μέσω πλατφορμών όπως το **Φόρουμ για την Απανθρακοποίηση της Βασκικής Βιομηχανίας**, στο οποίο συμμετέχουν η SPRI, ενώσεις cluster και τεχνολογικοί μεσάζοντες με σκοπό να διερευνήσουν την **Συμφωνία της ΕΕ για Καθαρή Βιομηχανία** και τις επιπτώσεις της στην απανθρακοποίηση της βιομηχανίας.

Παρά την ισχυρή θεσμική αρχιτεκτονική και τους στοχευμένους μηχανισμούς χρηματοδότησης, το **σύστημα Ε&Α και καινοτομίας της Χώρας των Βάσκων παρουσιάζει επίμονους διαρθρωτικούς περιορισμούς** που θέτουν σε δοκιμασία τη μετασχηματιστική του ικανότητα. Ένα από τα κύρια προβλήματα είναι η **άνιση διάδοση της τεχνολογικής καινοτομίας μεταξύ επιχειρήσεων διαφορετικού μεγέθους**. Ενώ οι **μεγάλες βιομηχανικές επιχειρήσεις** επωφελούνται από **οικονομίες κλίμακας**, άμεση πρόσβαση στα κέντρα της **Βασκικής Συμμαχίας Έρευνας και Τεχνολογίας (BRTA)** και εξειδικευμένες ομάδες καινοτομίας, πολλές **μικρομεσαίες επιχειρήσεις** αντιμετωπίζουν **περιορισμένη απορροφητική ικανότητα**, τόσο όσον αφορά την τεχνική γνώση όσο και το εξειδικευμένο προσωπικό. Αυτό το **κενό ικανοτήτων** περιορίζει την υιοθέτηση προηγμένων λύσεων, όπως η ψηφιακή παρακολούθηση της ενέργειας, η ηλεκτροδότηση των διαδικασιών ή οι πρακτικές οικολογικού σχεδιασμού από τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις, παρά τη στρατηγική τους σημασία στις περιφερειακές αλυσίδες αξίας (Elgorriaga Kunze & Quintana San Miguel, 2017).

Επιπλέον, οι διαρθρωτικές διαφορές στην κουλτούρα καινοτομίας, στην κατανομή των πόρων και στα επίπεδα διεθνοποίησης συμβάλλουν στη **διαφοροποίηση των επιδόσεων καινοτομίας** μεταξύ των κορυφαίων επιχειρήσεων και των υστερούντων φορέων. Ενώ πλατφόρμες όπως η SPRI και η Ihobe προσφέρουν μέσα στήριξης που απευθύνονται στις μικρομεσαίες επιχειρήσεις, η μεταφορά της έρευνας στην πράξη παραμένει άνιση, υποδηλώνοντας την ανάγκη για πιο περιεκτικές πολιτικές καινοτομίας που να αντιμετωπίζουν την ανάπτυξη ικανοτήτων σε επίπεδο μικρομεσαίων επιχειρήσεων (Orkestra, 2024; Orkestra, 2019).

Δεύτερον, ενώ η **βασκική πολιτική καινοτομίας έχει ενσωματώσει όλο και περισσότερο περιβαλλοντικούς στόχους και στόχους βιωσιμότητας**, παραμένει η **τάση οι ατζέντες Ε&Α να διαμορφώνονται από την υφιστάμενη βιομηχανική λογική**, που συχνά

προτιμά την **ανταγωνιστικότητα και την τεχνολογική αποδοτικότητα έναντι της συστημικής αναστάτωσης**. Αυτή η δυναμική εκδηλώνεται ως **καινοτομία που εξαρτάται από την πορεία**, όπου οι επενδύσεις κατευθύνονται προς **σταδιακές αναβαθμίσεις** των υφιστάμενων διαδικασιών, όπως αναβαθμίσεις ενεργειακής απόδοσης ή καθαρότερα συστήματα καύσης, αντί για **ριζικές εναλλακτικές λύσεις** που θα μετασχηματίσουν θεμελιωδώς την κοινωνικοτεχνική διαμόρφωση (Lucena-Giraldo et al., 2022; González-Eguino et al., 2012).

Αυτός ο **τεχνολογικά επικεντρωμένος προσανατολισμός** μπορεί να περιορίσει το μετασχηματιστικό δυναμικό του καθεστώτος καινοτομίας, ειδικά όταν **η κοινωνική καινοτομία, η δυναμική της ζήτησης και τα μοντέλα διακυβέρνησης για τη μετάβαση** δεν λαμβάνουν επαρκή προσοχή. Για παράδειγμα, σχετικά λίγες πρωτοβουλίες δίνουν προτεραιότητα στην αλλαγή συμπεριφοράς, στον συμμετοχικό σχεδιασμό ή στη συν-δημιουργία βιώσιμων επιχειρηματικών μοντέλων, παράγοντες που αναγνωρίζονται όλο και περισσότερο ως **απαραίτητοι για την επίτευξη βαθιάς απανθρακοποίησης**. Ως αποτέλεσμα, ακόμη και οι καλά χρηματοδοτούμενες πλατφόρμες καινοτομίας ενδέχεται να αποτύχουν να καταλύσουν τη **διαρθρωτική αναδιάρθρωση σε όλους τους τομείς και τα ιδρύματα**, εκτός εάν συμπληρωθούν από ευρύτερες προσεγγίσεις καινοτομίας του συστήματος.

3.4.4 Ανθρώπινο δυναμικό

Η βιομηχανική επιτυχία της Χώρας των Βάσκων στηρίζεται σε ένα **ισχυρό ανθρώπινο δυναμικό**, δηλαδή σε εργαζομένους με υψηλή εκπαίδευση, τεχνική κατάρτιση και ικανότητα προσαρμογής στις τεχνολογικές αλλαγές. Το ποσοστό εργαζομένων με **πανεπιστημιακό τίτλο σπουδών** είναι υψηλότερο από τον ευρωπαϊκό μέσο όρο, γεγονός που αντανακλά τη μακρόχρονη επένδυση της περιφέρειας στην εκπαίδευση και στην επαγγελματική εξειδίκευση (Basque Government, 2022).

Η Χώρα των Βάσκων διαθέτει ένα **πυκνό δίκτυο τεχνικών σχολών, πανεπιστημίων και ερευνητικών κέντρων** που συνεργάζονται άμεσα με τις επιχειρήσεις. Αυτή η σύνδεση εκπαίδευσης και αγοράς εργασίας εξασφαλίζει ότι οι σπουδαστές αποκτούν **δεξιότητες που έχουν πραγματική ζήτηση** από τη βιομηχανία, ειδικά σε τομείς όπως η ενέργεια, τα προηγμένα υλικά, η μηχανολογία, η ψηφιοποίηση και οι πράσινες τεχνολογίες.

Τα **προγράμματα επαγγελματικής κατάρτισης (Vocational Education and Training – VET)** αποτελούν βασικό εργαλείο αυτής της πολιτικής. Οι τεχνικές σχολές λειτουργούν σε στενή συνεργασία με τις επιχειρήσεις, προσφέροντας πρακτική εμπειρία και ενδοεπιχειρησιακή μάθηση στους σπουδαστές. Έτσι, οι νέοι εργαζόμενοι μπορούν να ενταχθούν γρήγορα στην παραγωγή, ενώ οι εταιρείες αποκτούν προσωπικό με τις ακριβείς δεξιότητες που χρειάζονται.

Ταυτόχρονα, η Χώρα των Βάσκων έχει ξεκινήσει μια σειρά από εκπαιδευτικές μεταρρυθμίσεις με προσανατολισμό στην καινοτομία, με στόχο την ευθυγράμμιση της ανάπτυξης του ανθρώπινου κεφαλαίου με τις προτεραιότητες της ενεργειακής μετάβασης και της ψηφιακής μεταμόρφωσης. Το Έκτο Σχέδιο Επαγγελματικής Εκπαίδευσης και Κατάρτισης των Βάσκων (2022-2025) ενσωματώνει ρητά στόχους για την ψηφιοποίηση, την ένταξη των φύλων και τα αρθρωτά προγράμματα εξειδίκευσης που εστιάζονται σε στρατηγικούς κλάδους (Κυβέρνηση των Βάσκων, 2022). Το Tknika, το περιφερειακό κέντρο καινοτομίας ΕΕΚ, διαδραματίζει βασικό ρόλο στη διάδοση ευφών συστημάτων, αυτοματισμού και δεξιοτήτων σχετικών με την τεχνητή νοημοσύνη σε όλα τα εκπαιδευτικά ιδρύματα (Tknika, 2023). Προγράμματα όπως το Παγκόσμιο Πρόγραμμα Κατάρτισης και η Κατάρτιση στην Καινοτομία του Innobasque επεκτείνουν επίσης τις διασυνοριακές δεξιότητες, τη διαχείριση της καινοτομίας και την προσαρμοστικότητα μεταξύ των νέων επαγγελματιών και των μικρομεσαίων επιχειρήσεων (Basque Trade & Investment, 2024; Innobasque, 2024). Αυτές οι πρωτοβουλίες υποδηλώνουν μια αυξανόμενη θεσμική βούληση για αναπροσανατολισμό της βάσης δεξιοτήτων προς τους αναδυόμενους πράσινους και ψηφιακούς τομείς.

Παράλληλα, η περιφέρεια έχει υιοθετήσει πολιτικές **δια βίου μάθησης** και **συνεχούς αναβάθμισης δεξιοτήτων** (reskilling και upskilling), αναγνωρίζοντας ότι η πράσινη και ψηφιακή μετάβαση αλλάζει ριζικά τις απαιτήσεις της αγοράς εργασίας. Μέσα από στοχευμένα προγράμματα κατάρτισης, ενισχύονται τόσο οι **τεχνικές δεξιότητες** (π.χ. ενεργειακή αποδοτικότητα, χρήση ψηφιακών εργαλείων) όσο και οι **οριζόντιες δεξιότητες** (π.χ. ομαδική εργασία, επίλυση προβλημάτων).

Χάρη σε αυτή τη συνεχή επένδυση στη γνώση, η Χώρα των Βάσκων έχει καταφέρει να διαμορφώσει μια **οικονομία που βασίζεται στη γνώση και την καινοτομία**, όπου το ανθρώπινο κεφάλαιο δεν αποτελεί απλώς συντελεστή παραγωγής, αλλά **κινητήρια δύναμη της ανάπτυξης και της μετάβασης**.

3.4.5 Ενεργειακές υποδομές

Η Χώρα των Βάσκων διαθέτει ένα **εκτεταμένο και καλά ανεπτυγμένο δίκτυο ενεργειακών υποδομών**, που αποτελεί θεμέλιο για τη βιομηχανική της δραστηριότητα και τη μετάβαση σε καθαρότερες μορφές ενέργειας. Η περιοχή είναι **έντονα διασυνδεδεμένη με τα δίκτυα φυσικού αερίου και ηλεκτρικής ενέργειας** της Ισπανίας και της Γαλλίας, γεγονός που εξασφαλίζει ενεργειακή σταθερότητα και ασφάλεια εφοδιασμού.

Ένας από τους σημαντικότερους κόμβους είναι ο **σταθμός υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG)** του Μπιλμπάο, γνωστός ως **Bilbao Bahía de Bizkaia Gas (BBG)**. Ο σταθμός αυτός αποτελεί κρίσιμη υποδομή για την ενεργειακή ασφάλεια όχι μόνο της Χώρας των Βάσκων, αλλά και ολόκληρης της Ισπανίας, καθώς επιτρέπει την εισαγωγή φυσικού αερίου από διαφορετικές διεθνείς πηγές και μειώνει την εξάρτηση από αγωγούς ή μεμονωμένους προμηθευτές. Παράλληλα, η ύπαρξή του προσφέρει **ευελιξία στο ενεργειακό σύστημα**, ιδίως σε περιόδους διαταραχών ή κρίσεων στην αγορά ενέργειας.

Τα τελευταία χρόνια, η περιφέρεια επενδύει δυναμικά στην **ενίσχυση των υποδομών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ)**, όπως υπεράκτια αιολικά πάρκα, φωτοβολταϊκά έργα και δίκτυα αποθήκευσης ενέργειας. Στόχος είναι η σταδιακή μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα και η δημιουργία ενός **ανθεκτικού και ευέλικτου ενεργειακού συστήματος**, ικανού να στηρίζει τη βιομηχανική παραγωγή με χαμηλό ανθρακικό αποτύπωμα.

Ιδιαίτερη προτεραιότητα δίνεται και στην ανάπτυξη των **υποδομών υδρογόνου**, στο πλαίσιο του **Basque Hydrogen Corridor (BH₂C)**. Η Χώρα των Βάσκων φιλοξενεί έργα παραγωγής, αποθήκευσης και μεταφοράς υδρογόνου, καθώς και πιλοτικές εφαρμογές του σε βιομηχανίες και μεταφορές. Αυτές οι υποδομές θεωρούνται κλειδί για την απανθρακοποίηση των ενεργοβόρων τομέων και την ανάπτυξη νέων αγορών καθαρής ενέργειας.

Κοινωνικοτεχνική Ανάλυση για την Ενεργειακή Μετάβαση των Ενεργοβόρων Βιομηχανιών στη Χώρα των Βάσκων

Χάρη σε αυτό το πλέγμα υποδομών, από τα δίκτυα αερίου και ηλεκτρισμού μέχρι τις νέες εγκαταστάσεις ΑΠΕ και υδρογόνου, η Χώρα των Βάσκων διαθέτει μια **σταθερή ενεργειακή βάση** πάνω στην οποία μπορεί να στηρίζει τη **βιομηχανική της ανανέωση** και να επιτύχει τους στόχους **απανθρακοποίησης και βιώσιμης ανάπτυξης**.

Συμπερασματικά, το κοινωνικοτεχνικό καθεστώς της Χώρας των Βάσκων εμφανίζει υψηλό βαθμό θεσμικής συνοχής, ώριμο βιομηχανικό υπόβαθρο και δυναμικό οικοσύστημα καινοτομίας. Η μετάβαση προς τη βιώσιμη ανάπτυξη είναι ήδη σε εξέλιξη, ωστόσο η εξάρτηση από ορυκτά καύσιμα και η ανάγκη για ενεργειακή ασφάλεια αποτελούν κρίσιμες προκλήσεις. Η ενίσχυση των clusters, η ενίσχυση των συνεργασιών δημόσιου και ιδιωτικού τομέα και η διασύνδεση των πολιτικών έρευνας και ανάπτυξης με τις πράσινες τεχνολογίες θα καθορίσουν το ρυθμό της μετάβασης.

Κεφάλαιο 4: Εξωτερικό περιβάλλον (μακρο-επίπεδο)

Η ενεργειακή μετάβαση των ενεργοβόρων βιομηχανιών της Χώρας των Βάσκων διαμορφώνεται υπό την επίδραση ενός σύνθετου εξωτερικού περιβάλλοντος, στο οποίο συνυπάρχουν παγκόσμιες, ευρωπαϊκές και εθνικές πιέσεις. Το κεφάλαιο αυτό εξετάζει τους βασικούς παράγοντες του **μακρο-επιπέδου (landscape)** του πλαισίου Multi-Level Perspective (MLP): αφενός, τις **περιβαλλοντικές και γεωπολιτικές προκλήσεις** που επηρεάζουν τις βιομηχανικές στρατηγικές, και αφετέρου, τις **ευρωπαϊκές πολιτικές και θεσμικές πρωτοβουλίες** που θέτουν το πλαίσιο για την επίτευξη μηδενικού ισοζυγίου εκπομπών έως το 2050.

4.1 Η πρόκληση της κλιματικής κρίσης και της γεωπολιτικής αστάθειας

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί τη σημαντικότερη παγκόσμια πρόκληση του 21ου αιώνα. Η **IPCC (2023)** επιβεβαιώνει ότι η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη οφείλεται κατά κύριο λόγο στις ανθρωπογενείς εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, με τον βιομηχανικό τομέα να συμβάλλει περίπου στο 25 % των συνολικών εκπομπών CO₂. Οι επιπτώσεις, όπως ακραία καιρικά φαινόμενα, πίεση στα οικοσυστήματα και αυξανόμενη ενεργειακή ανασφάλεια, καθιστούν την ανάγκη για απανθρακοποίηση άμεση και διαπραγματεύτη.

Η **ενεργειακή κρίση του 2021–2022**, σε συνδυασμό με τη ρωσική εισβολή στην Ουκρανία, ανέδειξε την εξάρτηση της Ευρώπης από τα ορυκτά καύσιμα. Η αστάθεια στις αγορές ενέργειας προκάλεσε αύξηση του κόστους παραγωγής και τόνισε την ανάγκη διαφοροποίησης των πηγών ενέργειας και επιτάχυνσης της μετάβασης προς τις ΑΠΕ (IEA, 2023). Οι ενεργοβόρες βιομηχανίες της Χώρας των Βάσκων, λόγω του εξαγωγικού τους χαρακτήρα και της υψηλής κατανάλωσης ενέργειας, επηρεάστηκαν άμεσα από αυτή τη συγκυρία.

Σε αυτό το πλαίσιο, η ενεργειακή ασφάλεια έχει επανέλθει ως στρατηγική προτεραιότητα, όχι μόνο στον εθνικό διάλογο, αλλά και στα πλαίσια της ενεργειακής και κλιματικής πο-

λιτικής της Χώρας των Βάσκων. Η περιφερειακή Ενεργειακή Στρατηγική 2030, που δημοσιεύθηκε από την Ενεργειακή Υπηρεσία της Χώρας των Βάσκων (EVE, 2023), αναφέρει ρητά την ενεργειακή ασφάλεια ως έναν από τους βασικούς της πυλώνες, παράλληλα με τη βιωσιμότητα και την ανταγωνιστικότητα. Θέτει ως στόχο τη μείωση των εκπομπών CO₂ που σχετίζονται με την ενέργεια κατά 30 % έως το 2030, κυρίως μέσω της ενεργειακής απόδοσης, της ηλεκτροδότησης και της αυξημένης χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αναγνωρίζει επίσης την ανάγκη μείωσης της εξάρτησης από τις εισαγωγές, της διαφοροποίησης των πηγών ενέργειας και της επέκτασης της τοπικής παραγωγικής ικανότητας, ιδίως από αιολική, ηλιακή και βιοενέργεια.

Ο βασικός νόμος του 2024 για την ενεργειακή μετάβαση και την κλιματική αλλαγή (LTECC) προχωρά ακόμη περισσότερο, θεσμοθετώντας την ενεργειακή ασφάλεια ως διατομεακό στόχο της περιφερειακής διακυβέρνησης (Osborne Clarke, 2024). Αναθέτει στον δημόσιο τομέα ηγετικό ρόλο στην ενεργειακή απόδοση (π.χ. μέσω της ανακαίνισης δημόσιων κτιρίων), προωθεί τον χωροταξικό σχεδιασμό για την ορθολογική ανάπτυξη υποδομών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και υποστηρίζει τον σχεδιασμό ανθεκτικότητας ως απάντηση σε γεωπολιτικές αναταραχές.

Το ιστορικό προφίλ εκπομπών της Ισπανίας προσθέτει ένα επιπλέον επίπεδο πολυπλοκότητας στις εθνικές και περιφερειακές προσπάθειες απανθρακοποίησης. Επειδή η βιομηχανική της βάση το 1990 ήταν λιγότερο έντονη σε άνθρακα από εκείνη των χωρών της Βόρειας Ευρώπης, η Ισπανία είχε το δικαίωμα να αυξήσει τις εκπομπές της κατά +15% κατά την πρώτη φάση του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Αυτό είχε ως στόχο να αντικατοπτρίσει το χαμηλότερο σημείο εκκίνησης της χώρας και την αναμενόμενη αύξηση της βιομηχανικής δραστηριότητας (EEA, 2020). Ωστόσο, κατά τη διάρκεια της οικονομικής άνθησης στις αρχές της δεκαετίας του 2000, οι εκπομπές αυξήθηκαν πολύ πέρα από αυτό το όριο, φτάνοντας πάνω από +50% των επιπέδων του 1990 έως το 2005 (UNFCCC, 2012). Μεγάλο μέρος της πρόσφατης μείωσης των εκπομπών, ειδικά μετά το 2008, αποδίδεται περισσότερο στην οικονομική ύφεση παρά στη διαρθρωτική απανθρακοποίηση (Olabe, 2019).

Αυτή η ιστορική πορεία βοηθά να εξηγηθεί γιατί ορισμένες ισπανικές περιφέρειες, συμπεριλαμβανομένης της Χώρας των Βάσκων, αντιμετωπίζουν πολιτική και οικονομική αδράνεια όταν προωθούν βαθιές βιομηχανικές μεταρρυθμίσεις. Υπογραμμίζει επίσης ένα ευρύτερο σχεδιαστικό ελάττωμα στις διεθνείς συμφωνίες για το κλίμα: τα έτη αναφοράς και οι ποσοστιαίοι στόχοι δεν λαμβάνουν υπόψη τις χώρες που βιομηχανοποιήθηκαν αργά και έχουν διαφορετικές πορείες ανάπτυξης. Στο πλαίσιο της Χώρας των Βάσκων, αυτό σημαίνει ότι, παρά τα ισχυρά συστήματα καινοτομίας και τη βιομηχανική ανταγωνιστικότητα, οι προσδοκίες για μείωση των εκπομπών συχνά περιορίζονται πολιτικά από ευρύτερες εθνικές δυναμικές.

Επιπλέον, ο ρόλος του διεθνούς εμπορίου και της ενεργειακής διασύνδεσης είναι καθοριστικός. Η γεωγραφική θέση της Ισπανίας στην περιφέρεια της Ευρώπης σημαίνει ότι οι διασυνοριακές υποδομές, ιδίως οι διασυνδέσεις ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου, είναι απαραίτητες για την ενοποίηση της αγοράς και την εξισορρόπηση της ενέργειας. Η υποανάπτυξη των διασυνδέσεων με τη Γαλλία έχει από καιρό αναγνωριστεί ως εμπόδιο για την ενεργειακή ασφάλεια (Brookings Institution, 2025).

Από εμπορικής άποψης, η μετάβαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τις πράσινες τεχνολογίες εισάγει νέες εξαρτήσεις: η Χώρα των Βάσκων θα απαιτεί όλο και περισσότερο πρόσβαση σε σπάνια μέταλλα, προηγμένα εξαρτήματα, ηλεκτρολύτες και υλικά για μπαταρίες, πολλά από τα οποία προέρχονται από χώρες εκτός της ΕΕ. Ταυτόχρονα, οι βασικές εταιρείες αναδύονται ως εξαγωγείς τεχνολογιών καθαρής ενέργειας (αιολική ενέργεια, υδρογόνο, λύσεις έξυπνων δικτύων), ανοίγοντας νέες στρατηγικές εμπορικές σχέσεις.

Συμπερασματικά, η ενεργειακή μετάβαση της Χώρας των Βάσκων είναι βαθιά συνυφασμένη με ζητήματα γεωπολιτικού κινδύνου, εμπορικής αλληλεξάρτησης και στρατηγικής αυτονομίας. Η περιφερειακή απάντηση, όπως αντικατοπτρίζεται στη στρατηγική 2030 και στον νόμο LTECC, δεν είναι μόνο η επιτάχυνση της απανθρακοποίησης, αλλά και ο επανασχεδιασμός του ενεργειακού συστήματος με βάση τις αρχές της ανθεκτικότητας, της κυριαρχίας και του συντονισμού σε πολλαπλά επίπεδα. Αυτή η αναδιάταξη μετατρέπει την ενεργειακή μετάβαση από περιβαλλοντική αναγκαιότητα σε γεωστρατηγική.

Οι αναλύσεις με προσανατολισμό στο μέλλον ενισχύουν τη σημασία της επιτάχυνσης των προσπαθειών απανθρακοποίησης στη Χώρα των Βάσκων. Η μελέτη του Bueno (2009) για ένα σενάριο βιώσιμης κατανάλωσης ενέργειας έως το 2030 προβλέπει σημαντικές βελτιώσεις στην ενεργειακή απόδοση, τη διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και την ηλεκτροδότηση σε σύγκριση με μια πορεία χωρίς αλλαγές. Ωστόσο, ακόμη και σε αυτό το φιλόδοξο σενάριο, παραμένει σημαντική ζήτηση ενέργειας σε τομείς όπου η μείωση των εκπομπών είναι δύσκολη, όπως η χαλυβουργία, η τσιμεντοβιομηχανία και η διύλιση. Το εύρημα αυτό υπογραμμίζει τη διατήρηση των διαρθρωτικών εξαρτήσεων από τα ορυκτά καύσιμα στο βιομηχανικό καθεστώς και την ανάγκη για συμπληρωματικές τεχνολογικές λύσεις, όπως το υδρογόνο, η CCU και η προηγμένη ανάκτηση θερμότητας από απόβλητα. Σε όρους MLP, το σενάριο του Bueno υπογραμμίζει ότι οι πιέσεις στο τοπίο (κλιματικοί στόχοι της ΕΕ, ανησυχίες για την ενεργειακή ασφάλεια) δημιουργούν μια ευκαιρία, αλλά η επίτευξη της επιθυμητής μεταμόρφωσης θα απαιτήσει την ωρίμανση και την ταχεία ενσωμάτωση εξειδικευμένων καινοτομιών.

Η συνδυασμένη δράση της **κλιματικής κρίσης** και της **γεωπολιτικής αστάθειας** έχει μετατρέψει την απανθρακοποίηση όχι μόνο σε περιβαλλοντική αλλά και σε **οικονομική και στρατηγική αναγκαιότητα**. Η ενεργειακή ασφάλεια, η ανθεκτικότητα των αλυσίδων εφοδιασμού και η ενίσχυση της ευρωπαϊκής βιομηχανικής αυτονομίας αποτελούν πλέον κρίσιμες προτεραιότητες (European Council, 2023).

4.2 Η επίδραση των Ευρωπαϊκών πολιτικών/στόχων για μηδενικό ισοζύγιο εκπομπών

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει τον πιο φιλόδοξο δεσμευτικό στόχο παγκοσμίως: **κλιματική ουδετερότητα έως το 2050**. Το πλαίσιο πολιτικών για την επίτευξη αυτού του στόχου καθορίζεται από την **Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (European Green Deal)**, το **Fit for 55 Package**, και το **REPowerEU Plan**, τα οποία συνδυάζουν μέτρα μείωσης εκπομπών, ανάπτυξης καθαρών τεχνολογιών και ενίσχυσης ενεργειακής ανθεκτικότητας (European Commission, 2023).

Η **Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία** και το **πακέτο «Fit for 55»** αντιπροσωπεύουν μια θεμελιώδη αλλαγή στην οικονομική και κλιματική διακυβέρνηση της ΕΕ. Ο στόχος της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά **τουλάχιστον 55 % έως το 2030** (σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990) και της επίτευξης **κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050** επιβάλλει σημαντικές υποχρεώσεις σε περιοχές με υψηλές εκπομπές, όπως η Χώρα των Βάσκων. Στο πλαίσιο αυτό, οι **μηχανισμοί τιμολόγησης του άνθρακα**, οι **συνοριακές προσαρμογές άνθρακα** και οι **τομεακοί στόχοι** επαναπροσδιορίζουν τις δομές κόστους και τις τεχνολογικές πορείες των επιχειρήσεων με υψηλές εκπομπές άνθρακα (González-Eguino et al., 2012; Lucena-Giraldo et al., 2022).

Οι ενεργοβόρες βιομηχανίες στη Χώρα των Βάσκων, ιδίως στον τομέα του **χάλυβα**, του **τσιμέντου** και των **χημικών**, υπόκεινται ήδη στο **σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών της ΕΕ (EU ETS)**. Η αυξανόμενη **σπανιότητα και το κόστος των δικαιωμάτων**, σε συνδυασμό με την προοπτική της **σταδιακής κατάργησης της δωρεάν κατανομής**, ασκούν πίεση στις επιχειρήσεις είτε να υιοθετήσουν τεχνολογίες χαμηλών εκπομπών άνθρακα είτε να αντιμετωπίσουν μακροπρόθεσμη οικονομική παρακμή (Lucena-Giraldo et al., 2022). Αυτή η πολιτική πίεση έχει ιδιαίτερη επίδραση, δεδομένης της ενσωματωμένης υποδομής και των διαδικασιών που βασίζονται στην καύση που χρησιμοποιούνται στις βασικές ΕΕΙ (Ansuategi & Arto, 2004). Στο πλαίσιο αυτό, οι μηχανισμοί τιμολόγησης του άνθρακα, ιδίως το σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών της ΕΕ (ETS), αυξάνουν σταθερά το κόστος των εκπομπών άνθρακα, ωθώντας τις επιχειρήσεις προς την καινοτομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα και την αποδοτική χρήση των πόρων. Η επέκταση του ETS σε νέους τομείς, η εισαγωγή του Μηχανισμού Προσαρμογής των Συνόρων για τον Άνθρακα (CBAM) και οι αυστηρότεροι τομεακοί στόχοι δεν αλλάζουν μόνο το κόστος συμμόρφωσης, αλλά και επαναπροσδιορίζουν τις δομές κόστους, το τοπίο ανταγωνιστικότητας και τις τεχνολογικές πορείες των επιχειρήσεων με υψηλές εκπομπές άνθρακα (González-Eguino et al., 2012; Lucena-Giraldo et al., 2022). Αυτές οι εξελίξεις αμφισβητούν την οικονομική βιωσιμότητα των καθιερωμένων πρακτικών σε ενεργοβόρες βιομηχανίες (ΕΕΙ), ιδίως σε τομείς όπως ο χάλυβας, τα χημικά και το τσιμέντο.

4.2.1 Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία και Fit for 55

Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (European Green Deal) αποτελεί τη βασική στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για να αντιμετωπίσει την κλιματική κρίση και να μετατρέψει την Ευρώπη στην **πρώτη ήπειρο με μηδενικές καθαρές εκπομπές έως το 2050**. Δεν είναι ένα μεμονωμένο μέτρο, αλλά **ένα ολοκληρωμένο σύνολο πολιτικών** που επηρεάζει όλους τους τομείς της οικονομίας, την ενέργεια, τη βιομηχανία, τις μεταφορές, τη γεωργία, την κατοικία και τη χρηματοδότηση.

Ο στόχος είναι διπλός: Να μειωθούν δραστικά οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και να ενισχυθεί η ανταγωνιστικότητα της ευρωπαϊκής οικονομίας μέσα από νέες πράσινες τεχνολογίες και επενδύσεις.

Στο πλαίσιο αυτό, το **πακέτο μέτρων Fit for 55** (που υιοθετήθηκε το 2021) εξειδικεύει την Πράσινη Συμφωνία, θέτοντας **ενδιάμεσο στόχο μείωσης εκπομπών κατά 55% έως το 2030**. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος, η Ε.Ε. εισήγαγε μια σειρά από **νομοθετικά εργαλεία και μηχανισμούς**:

Αναθεώρηση του Συστήματος Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών (ETS): Το ETS είναι η “αγορά άνθρακα” της Ε.Ε., όπου οι επιχειρήσεις πρέπει να αγοράζουν δικαιώματα για κάθε τόνο CO₂ που εκπέμπουν. Με τη νέα αναθεώρηση, το σύστημα γίνεται πιο αυστηρό, μειώνοντας τον συνολικό αριθμό δικαιωμάτων και αυξάνοντας σταδιακά το κόστος των εκπομπών. Αυτό σημαίνει ότι οι ενεργοβόρες βιομηχανίες, όπως αυτές της Χώρας των Βάσκων, έχουν **οικονομικό κίνητρο να μειώσουν τις εκπομπές τους** και να επενδύσουν σε καθαρές τεχνολογίες.

Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM): Πρόκειται για έναν μηχανισμό που **επιβάλλει “φόρο άνθρακα” στις εισαγωγές προϊόντων** (π.χ. χάλυβα, τσιμέντου, αλουμινίου) από χώρες εκτός Ε.Ε. που δεν εφαρμόζουν παρόμοια περιβαλλοντικά πρότυπα. Στόχος είναι να διασφαλιστεί ο “δίκαιος ανταγωνισμός” και να αποτραπεί η μεταφορά παραγωγής σε χώρες με πιο χαλαρούς κανόνες. Για τη Χώρα των Βάσκων, αυτό σημαίνει ότι οι τοπικές βιομηχανίες θα πρέπει να παραμείνουν **ανταγωνιστικές με όρους βιωσιμότητας**, επενδύοντας σε τεχνολογίες χαμηλών εκπομπών.

Αναθεωρημένοι στόχοι για ΑΠΕ και ενεργειακή απόδοση: Το Fit for 55 αυξάνει το ποσοστό συμμετοχής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό μείγμα της Ε.Ε. και θέτει νέους στόχους για εξοικονόμηση ενέργειας. Αυτό ωθεί τις περιφέρειες, όπως η Χώρα των Βάσκων, να **επιταχύνουν την ανάπτυξη ΑΠΕ, των δικτύων αποθήκευσης ενέργειας και των έργων πράσινης καινοτομίας.**

Συνολικά, η Πράσινη Συμφωνία και το Fit for 55 **αλλάζουν ριζικά το περιβάλλον λειτουργίας των βιομηχανιών.** Οι επιχειρήσεις της Χώρας των Βάσκων καλούνται να μειώσουν τις εκπομπές τους, να εξοικονομήσουν ενέργεια, να αναδιαρθρώσουν τις εφοδιαστικές τους αλυσίδες και να επενδύσουν σε **τεχνολογίες χαμηλού άνθρακα**, όπως το υδρογόνο, το CCUS και την κυκλική οικονομία.

Με απλά λόγια, το νέο ευρωπαϊκό πλαίσιο **επιβάλλει αυστηρότερους κανόνες**, αλλά ταυτόχρονα **δημιουργεί ευκαιρίες για καινοτομία, επενδύσεις και ανάπτυξη** σε όσες περιφέρειες, όπως η Χώρα των Βάσκων, κινηθούν γρήγορα και στρατηγικά προς τη βιωσιμότητα.

4.2.2 REPowerEU και ενεργειακή ασφάλεια

Το **REPowerEU Plan**, που παρουσιάστηκε το 2022 από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, σχεδιάστηκε ως **άμεση απάντηση στην ενεργειακή κρίση** που προκάλεσαν οι γεωπολιτικές εντάσεις και η διακοπή των ροών φυσικού αερίου από τη Ρωσία. Κύριος στόχος του σχεδίου είναι να καταστήσει την Ευρωπαϊκή Ένωση **ενεργειακά ανεξάρτητη και πιο ανθεκτική** απέναντι σε εξωτερικούς κινδύνους, εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα ότι η πορεία προς την κλιματική ουδετερότητα συνεχίζεται χωρίς καθυστερήσεις.

Η φιλοσοφία του REPowerEU στηρίζεται σε **τέσσερις βασικούς άξονες δράσης:**

Επιτάχυνση της ανάπτυξης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ): Η Ευρώπη στοχεύει να αντικαταστήσει το φυσικό αέριο και άλλα ορυκτά καύσιμα με καθαρές μορφές

Κοινωνικοτεχνική Ανάλυση για την Ενεργειακή Μετάβαση των Ενεργοβόρων Βιομηχανιών στη Χώρα των Βάσκων

ενέργειας, όπως ηλιακή, αιολική και βιοενέργεια. Για τον σκοπό αυτό, προβλέπεται απλοποίηση των αδειοδοτήσεων για νέα έργα ΑΠΕ, κίνητρα για ιδιώτες και βιομηχανίες, καθώς και επενδύσεις σε δίκτυα μεταφοράς και αποθήκευσης ενέργειας.

Ενίσχυση της εξοικονόμησης ενέργειας: Το σχέδιο δίνει μεγάλη έμφαση στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης μέσα από δράσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια, στη βιομηχανία και στις μεταφορές. Η εξοικονόμηση θεωρείται το πιο “καθαρό καύσιμο”, αφού κάθε μονάδα ενέργειας που δεν καταναλώνεται μειώνει άμεσα τις εκπομπές και το ενεργειακό κόστος.

Διαφοροποίηση ενεργειακών προμηθευτών: Για να μειωθεί η εξάρτηση από τη ρωσική ενέργεια, η Ε.Ε. αναπτύσσει νέες εμπορικές σχέσεις με προμηθευτές φυσικού αερίου και LNG, όπως οι ΗΠΑ, η Νορβηγία και το Κατάρ. Παράλληλα, ενισχύονται οι **ενδοευρωπαϊκές διασυνδέσεις**, ώστε τα κράτη μέλη να μπορούν να ανταλλάσσουν ενέργεια πιο αποτελεσματικά.

Επενδύσεις σε πράσινο υδρογόνο και ενεργειακές υποδομές: Το υδρογόνο θεωρείται το “καύσιμο του μέλλοντος”, ικανό να αντικαταστήσει το φυσικό αέριο σε βιομηχανικές διεργασίες και μεταφορές. Το REPowerEU χρηματοδοτεί έργα υποδομών για παραγωγή, αποθήκευση και μεταφορά **πράσινου υδρογόνου**, καθώς και τον εκσυγχρονισμό των ευρωπαϊκών δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας.

Η **Χώρα των Βάσκων** έχει ήδη προσαρμόσει τις πολιτικές της στις κατευθύνσεις του REPowerEU μέσα από το **Energy Transition and Climate Change Plan (2021–2024)**. Το σχέδιο αυτό προβλέπει δράσεις για **ενεργειακή αποδοτικότητα, ανάπτυξη ΑΠΕ**, και **μετάβαση σε καθαρές τεχνολογίες**, ενσωματώνοντας παράλληλα τη διάσταση της **ενεργειακής ασφάλειας**.

Κεντρικό ρόλο σε αυτή τη στρατηγική κατέχει το **Basque Hydrogen Corridor (BH₂C)**, ένα από τα πιο σημαντικά έργα πράσινης ενέργειας στη Νότια Ευρώπη. Το BH₂C συγκεντρώνει περισσότερους από **60 δημόσιους και ιδιωτικούς φορείς**, όπως

η Petronor, η Repsol, το Tecnalia και η EVE, με σκοπό τη δημιουργία **μιας ολοκληρωμένης αλυσίδας αξίας υδρογόνου**, από την παραγωγή και αποθήκευση μέχρι τη χρήση στη βιομηχανία και τις μεταφορές (BH2C, 2023).

Η υλοποίηση του έργου αναμένεται να μειώσει σημαντικά τις εκπομπές CO₂ των βιομηχανικών δραστηριοτήτων, να προσελκύσει νέες επενδύσεις και να δημιουργήσει θέσεις εργασίας σε τομείς υψηλής τεχνολογίας. Παράλληλα, ενισχύει την **ενεργειακή αυτονομία** της περιφέρειας, μειώνοντας την εξάρτησή της από εισαγόμενα καύσιμα και βελτιώνοντας τη **σταθερότητα του ενεργειακού συστήματος**.

Με απλά λόγια, το REPowerEU και το Basque Hydrogen Corridor δεν είναι απλώς ενεργειακά έργα, αλλά **στρατηγικά εργαλεία περιφερειακής ανθεκτικότητας**. Συνδυάζουν την **κλιματική δράση** με την **οικονομική ανάπτυξη**, κάνοντας τη Χώρα των Βάσκων παράδειγμα **πράσινης μετάβασης με βιομηχανική βάση** για ολόκληρη την Ευρώπη.

4.2.3 Ευρωπαϊκή Βιομηχανική Στρατηγική

Η **Νέα Βιομηχανική Στρατηγική για την Ευρώπη (New Industrial Strategy for Europe)**, που αναθεωρήθηκε το 2021, αποτελεί τον βασικό οδηγό για τον μετασχηματισμό της ευρωπαϊκής βιομηχανίας σε μια **πιο ανθεκτική, ψηφιακή και πράσινη οικονομία**. Η στρατηγική αυτή αναγνωρίζει ότι η βιομηχανία της Ε.Ε. βρίσκεται αντιμέτωπη με **διπλή πρόκληση**: από τη μία πλευρά, την ανάγκη να μειώσει δραστικά τις εκπομπές άνθρακα, και από την άλλη, να παραμείνει ανταγωνιστική σε ένα διεθνές περιβάλλον που αλλάζει ραγδαία.

Για τον σκοπό αυτό, η Ε.Ε. θέτει ως προτεραιότητες: Την **ενίσχυση της τεχνολογικής και στρατηγικής αυτονομίας** της Ευρώπης, ώστε να μειωθεί η εξάρτηση από τρίτες χώρες σε κρίσιμους τομείς (όπως πρώτες ύλες, ενέργεια, μικροτσιπ), την **προώθηση της καινοτομίας και της ψηφιακής μετάβασης**, με επενδύσεις σε τεχνολογίες όπως η τεχνητή νοημοσύνη, η ρομποτική, τα big data και η πράσινη χημεία και τη **στήριξη κρίσιμων βιομηχανικών κλάδων**, όπως η χαλυβουργία, τα χημικά και το τσιμέντο, τομείς που

Κοινωνικοτεχνική Ανάλυση για την Ενεργειακή Μετάβαση των Ενεργοβόρων Βιομηχανιών στη Χώρα των Βάσκων

είναι ταυτόχρονα ενεργοβόροι και απαραίτητοι για την ευρωπαϊκή οικονομία (European Commission, 2021).

Η **Χώρα των Βάσκων** κατέχει εξέχουσα θέση σε αυτούς τους τομείς, χάρη στη μακρά βιομηχανική της παράδοση και την ύπαρξη **συγκεντρωμένων παραγωγικών clusters**. Η περιφέρεια έχει αναπτύξει ένα εκτεταμένο δίκτυο **τεχνολογικών κέντρων, πανεπιστημίων και επιχειρήσεων** που συνεργάζονται για την ανάπτυξη καινοτόμων λύσεων χαμηλών εκπομπών.

Στο πλαίσιο της ευρωπαϊκής βιομηχανικής στρατηγικής, η Χώρα των Βάσκων προσανατολίζεται προς την **πράσινη βιομηχανική αναβάθμιση**, με δράσεις που συνδυάζουν:

Τεχνολογική καινοτομία, όπως η αξιοποίηση του υδρογόνου, η δέσμευση και αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα (CCUS) και η κυκλική οικονομία.

Ψηφιακό μετασχηματισμό, μέσω της στρατηγικής **Basque Industry 4.0**, που επιδιώκει τη χρήση έξυπνων τεχνολογιών στη βιομηχανική παραγωγή.

Κοινωνική και περιφερειακή συνοχή, με στόχο μια δίκαιη μετάβαση που δεν αφήνει πίσω τους εργαζομένους και τις τοπικές κοινότητες.

Η νέα ευρωπαϊκή στρατηγική, επομένως, δεν αντιμετωπίζει τη βιομηχανία μόνο ως πηγή εκπομπών, αλλά ως **μοχλό βιώσιμης ανάπτυξης**. Για τη Χώρα των Βάσκων, αυτό μεταφράζεται σε μια **ευκαιρία ανανέωσης** του παραγωγικού της μοντέλου, μέσα από επενδύσεις που ενώνουν την **καινοτομία**, την **ψηφιοποίηση** και την **πράσινη τεχνολογία**.

4.2.4 Συνολική αποτίμηση

Οι ευρωπαϊκές πολιτικές διαμορφώνουν ένα περιβάλλον αυστηρότερων ρυθμίσεων αλλά και νέων ευκαιριών χρηματοδότησης. Η Χώρα των Βάσκων, χάρη στη θεσμική της αυτονομία, έχει τη δυνατότητα να ευθυγραμμίσει τις περιφερειακές στρατηγικές της με τα ευρωπαϊκά εργαλεία, αξιοποιώντας προγράμματα όπως το **Horizon Europe** και το

Innovation Fund. Ωστόσο, η επίτευξη μηδενικού ισοζυγίου εκπομπών προϋποθέτει σημαντικές επενδύσεις σε υποδομές, εκπαίδευση και τεχνολογική ανάπτυξη.

Το εξωτερικό περιβάλλον της ενεργειακής μετάβασης χαρακτηρίζεται από ισχυρές **περιβαλλοντικές, γεωπολιτικές και κανονιστικές πιέσεις**. Η κλιματική κρίση λειτουργεί ως επιταχυντής αλλαγής, ενώ η γεωπολιτική αστάθεια καθιστά αναγκαία την ενεργειακή ανεξαρτησία. Ταυτόχρονα, η Ε.Ε. παρέχει ένα σαφές θεσμικό πλαίσιο και σημαντικά χρηματοδοτικά εργαλεία για τον μετασχηματισμό των βιομηχανιών.

Η Χώρα των Βάσκων βρίσκεται σε πλεονεκτική θέση να αξιοποιήσει αυτό το περιβάλλον χάρη στην ανεπτυγμένη βιομηχανική της βάση, τις πολιτικές καινοτομίας και την περιφερειακή της αυτονομία. Ωστόσο, η επιτυχής απανθρακοποίηση απαιτεί **ευθυγράμμιση των τοπικών στρατηγικών** με τις ευρωπαϊκές πολιτικές και **ενίσχυση της τεχνολογικής και θεσμικής ικανότητας** των επιχειρήσεων.

Κεφάλαιο 5: Αναδυόμενες "καθαρές" τεχνολογίες (μικρο-επίπεδο)

Η μετάβαση προς μια οικονομία χαμηλών εκπομπών στη Χώρα των Βάσκων βασίζεται σε ένα σύνολο τεχνολογιών αιχμής, οι οποίες αποτελούν το μικρο-επίπεδο του θεωρητικού πλαισίου **Multi-Level Perspective (MLP)**. Οι τεχνολογίες αυτές, οι ΑΠΕ, το υδρογόνο, οι λύσεις CCUS και η κυκλική οικονομία, αναπτύσσονται μέσα από πειραματικά προγράμματα, συνεργασίες βιομηχανίας–πανεπιστημίων και στοχευμένες επενδύσεις. Το παρόν κεφάλαιο αναλύει τις σημαντικότερες εξ αυτών, εστιάζοντας στις ερευνητικές και επιχειρηματικές τους προοπτικές, καθώς και στους κοινωνικούς παράγοντες που επηρεάζουν την υλοποίησή τους.

5.1 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ)

5.1.1 Υφιστάμενες τεχνολογίες και επιχειρηματικές δραστηριότητες

Η **Χώρα των Βάσκων** διαθέτει ένα από τα πιο δυναμικά οικοσυστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) στην Ισπανία, με επιχειρήσεις, ερευνητικά κέντρα και βιομηχανικούς φορείς που δραστηριοποιούνται σε ολόκληρη την αλυσίδα αξίας της καθαρής ενέργειας. Παρότι οι φυσικές δυνατότητες της περιοχής για **χερσαία αιολική και ηλιακή ενέργεια** είναι περιορισμένες λόγω μορφολογίας εδάφους και κλιματολογικών συνθηκών, η περιφέρεια έχει στραφεί στρατηγικά σε τομείς όπου διαθέτει **τεχνολογικό και βιομηχανικό πλεονέκτημα**, όπως τα **υπεράκτια αιολικά**, η **ενεργειακή αποδοτικότητα**, η **βιομάζα** και η **αποθήκευση ενέργειας** (EVE, 2023).

Αιολική ενέργεια και πλωτές τεχνολογίες

Η **Iberdrola**, μία από τις μεγαλύτερες ενεργειακές εταιρείες της Ισπανίας με έδρα στη Χώρα των Βάσκων, έχει αναλάβει πρωταγωνιστικό ρόλο στην ανάπτυξη **υπεράκτιων αιολικών έργων**. Μέσω συνεργασιών με τοπικές επιχειρήσεις και ερευνητικά ιδρύματα, η εταιρεία συμβάλλει στη δημιουργία μιας **νέας βιομηχανικής αλυσίδας** γύρω από τα υπεράκτια αιολικά πάρκα. Ιδιαίτερη σημασία έχει το **πilotικό έργο DemoSATH**, που αναπτύχθηκε από την **Saitec Offshore Technologies** σε συνεργασία με την Iberdrola. Το έργο αυτό αποτελεί την **πρώτη πλωτή ανεμογεννήτρια μεγάλης κλίμακας στην Ισπανία**, η οποία λειτουργεί στο πέλαγος του Μπιλμπάο. Η τεχνολογία πλωτών θεμελιώσεων (floating platforms) που δοκιμάζεται στο DemoSATH προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα, επιτρέποντας την εγκατάσταση ανεμογεννητριών σε μεγαλύτερα βάθη και περιοχές με ισχυρότερη αιολική ενέργεια, όπου δεν είναι δυνατή η παραδοσιακή σταθερή θεμελίωση.

Η επιτυχία τέτοιων έργων δημιουργεί νέες **ευκαιρίες βιομηχανικής εξειδίκευσης** για τη Χώρα των Βάσκων, καθώς ενισχύει κλάδους όπως η **ναυπηγία, η μηχανολογία, τα προηγμένα υλικά και τα ηλεκτρονικά συστήματα**.

Ηλιακή ενέργεια και αποθήκευση

Παρά τους γεωγραφικούς περιορισμούς, η περιοχή επενδύει σταθερά και στα **φωτοβολταϊκά συστήματα**, ειδικά σε **αστικές και βιομηχανικές εγκαταστάσεις μικρής και μεσαίας κλίμακας**. Πολλές επιχειρήσεις έχουν εγκαταστήσει φωτοβολταϊκά στις στέγες των εργοστασίων και κτιρίων τους, ενισχύοντας την **αυτοπαραγωγή και αυτοκατανάλωση ενέργειας**.

Παράλληλα, δίνεται αυξανόμενη προσοχή στην **αποθήκευση ενέργειας**, καθώς οι διακυμάνσεις της παραγωγής από ΑΠΕ απαιτούν τεχνολογίες σταθεροποίησης του δικτύου. Η **Ingeteam** και η **Gamesa Electric** διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο σε αυτό το πεδίο, αναπτύσσοντας **μετατροπείς ισχύος, ηλεκτρικά υποσυστήματα και συστήματα διαχείρισης ενέργειας** που εξασφαλίζουν την ομαλή ενσωμάτωση των ΑΠΕ στο δίκτυο.

Βιομάζα και ενεργειακή αποδοτικότητα

Η βιομάζα αποτελεί μια **παραδοσιακή αλλά και σύγχρονη** μορφή ανανεώσιμης ενέργειας για τη Χώρα των Βάσκων, με εφαρμογές σε βιομηχανικές μονάδες, θέρμανση και παραγωγή ηλεκτρισμού από οργανικά απόβλητα. Μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις της περιφέρειας αξιοποιούν **τοπικές πρώτες ύλες**, όπως υπολείμματα ξυλείας και γεωργικά απόβλητα, συμβάλλοντας στη **μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα** και στην **ενίσχυση της κυκλικής οικονομίας**.

Παράλληλα, αναπτύσσονται συνεχώς προγράμματα **ενεργειακής αποδοτικότητας** στον βιομηχανικό και αστικό τομέα, με την υποστήριξη του **EVE (Basque Energy Agency)**. Οι δράσεις αυτές περιλαμβάνουν την αναβάθμιση συστημάτων φωτισμού, θέρμανσης, ψύξης και κινητήρων, καθώς και την προώθηση της **ενεργειακής διαχείρισης μέσω ψηφιακών εργαλείων (smart grids)**.

Συνολικά, το οικοσύστημα των ΑΠΕ στη Χώρα των Βάσκων χαρακτηρίζεται από **τεχνολογική ποικιλία, ισχυρές επιχειρηματικές συνεργασίες και εστίαση στην καινοτομία**. Η παρουσία κορυφαίων εταιρειών, η τεχνολογική εξειδίκευση και η διασύνδεση με ερευνητικά κέντρα και πανεπιστήμια δημιουργούν τις προϋποθέσεις για την **περαιτέρω ανάπτυξη ενός βιώσιμου και ανταγωνιστικού ενεργειακού συστήματος**, σύμφωνα με τους ευρωπαϊκούς στόχους απανθρακοποίησης.

5.1.2 Προώθηση των ΑΠΕ μέσω έργων έρευνας και ανάπτυξης, επενδύσεων, και διεθνούς δικτύωσης

Η προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) στη Χώρα των Βάσκων δεν περιορίζεται στην ανάπτυξη υποδομών, αλλά στηρίζεται σε **μια συστηματική στρατηγική έρευνας, καινοτομίας και διεθνούς συνεργασίας**.

Το **Basque Government** έχει εντάξει την έρευνα και ανάπτυξη (R&D) στις ΑΠΕ ως **πυρήνα της ενεργειακής και βιομηχανικής πολιτικής** του, επιδιώκοντας να συνδέσει την τεχνολογική πρόοδο με την οικονομική ανάπτυξη και την απασχόληση.

Κεντρικό ρόλο στην υλοποίηση αυτής της στρατηγικής διαδραματίζουν δύο οργανισμοί:

- το **Basque Energy Agency (EVE)**, που λειτουργεί ως συντονιστής της ενεργειακής πολιτικής και ως μοχλός επενδύσεων στις καθαρές τεχνολογίες,
- και το **Energy Cluster Basque Country**, ένα δίκτυο συνεργασίας που συγκεντρώνει επιχειρήσεις, ερευνητικά κέντρα και δημόσιους φορείς γύρω από κοινά έργα.

Μέσα από το Energy Cluster προωθούνται **κοινές δράσεις και πιλοτικά έργα**, με στόχο τη δημιουργία **οικοσυστήματος καινοτομίας** στον τομέα των ΑΠΕ. Η συνεργασία αυτή επιτρέπει τη **μεταφορά τεχνογνωσίας**, την ανάπτυξη νέων προϊόντων και την ενίσχυση της **ανταγωνιστικότητας των μικρομεσαίων επιχειρήσεων** που δραστηριοποιούνται στην πράσινη ενέργεια.

Η περιφέρεια επενδύει σημαντικούς πόρους στην έρευνα μέσω των **τεχνολογικών κέντρων**, με κορυφαίο παράδειγμα το **Tecnalia Research & Innovation**. Το Tecnalia συμμετέχει ενεργά σε **ευρωπαϊκά ερευνητικά προγράμματα**, όπως το **Horizon Europe**, σε συνεργασία με πανεπιστήμια και επιχειρήσεις από όλη την Ευρώπη. Τα έργα αυτά επικεντρώνονται σε **τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας, ευφυή δίκτυα (smart grids), ψηφιακή διαχείριση της κατανάλωσης και ενσωμάτωση ΑΠΕ σε βιομηχανικές διεργασίες** (EERA, 2023).

Επιπλέον, η συμμετοχή σε δίκτυα όπως το **European Energy Research Alliance (EERA)** επιτρέπει στη Χώρα των Βάσκων να παρακολουθεί και να συνδιαμορφώνει τις **τεχνολογικές εξελίξεις σε ευρωπαϊκό επίπεδο**, ενισχύοντας τον ρόλο της ως κόμβου καινοτομίας στον ενεργειακό τομέα.

Κοινωνικοτεχνική Ανάλυση για την Ενεργειακή Μετάβαση των Ενεργοβόρων Βιομηχανιών στη Χώρα των Βάσκων

Η περιφερειακή κυβέρνηση εφαρμόζει πολιτικές που **ενθαρρύνουν τις επενδύσεις του ιδιωτικού τομέα** σε έργα καθαρής ενέργειας μέσω: **φορολογικών κινήτρων, προγραμμάτων συγχρηματοδότησης και μηχανισμών στήριξης μικρομεσαίων επιχειρήσεων** για έρευνα και τεχνολογική αναβάθμιση.

Πολλές από αυτές τις δράσεις ευθυγραμμίζονται με τα χρηματοδοτικά πλαίσια της Ε.Ε., όπως το **Innovation Fund** και το **InvestEU**, επιτρέποντας τη μόχλευση πόρων από τον δημόσιο και ιδιωτικό τομέα.

Η Χώρα των Βάσκων επιδιώκει **ενεργή διεθνή συνεργασία** με άλλες βιομηχανικές περιφέρειες που αντιμετωπίζουν παρόμοιες προκλήσεις στην ενεργειακή μετάβαση. Σημαντικές συνεργασίες έχουν αναπτυχθεί με τη **North Rhine–Westphalia (Γερμανία)** και τη **Flanders (Βέλγιο)**, δύο περιοχές με ισχυρή βιομηχανική βάση και μακρά εμπειρία στη βιώσιμη καινοτομία. Αυτές οι συνεργασίες ενισχύουν τη **διάχυση τεχνογνωσίας**, τη **συν-χρηματοδότηση έργων** και τη **δημιουργία κοινοπραξιών** για την ανάπτυξη και εμπορική αξιοποίηση νέων τεχνολογιών ΑΠΕ.

Η διεθνής δικτύωση λειτουργεί επίσης ως μέσο **ενίσχυσης της εξωστρέφειας των τοπικών επιχειρήσεων**, διευκολύνοντας τη συμμετοχή τους σε ευρωπαϊκές πλατφόρμες και αγορές.

Συνολικά, η στρατηγική της Χώρας των Βάσκων για τις ΑΠΕ στηρίζεται σε ένα **ολοκληρωμένο μοντέλο συνεργασίας** μεταξύ δημόσιου τομέα, βιομηχανίας και ερευνητικών φορέων. Μέσα από τη **συνεχή επένδυση στην έρευνα, την καινοτομία και τη διεθνή δικτύωση**, η περιφέρεια κατορθώνει να **ενισχύει τη βιομηχανική της ανταγωνιστικότητα**, να **προσελκύει επενδύσεις** και να **δημιουργεί συνθήκες βιώσιμης ανάπτυξης** στον τομέα της καθαρής ενέργειας.

5.1.3 Κοινωνική αποδοχή και αντιστάσεις

Η **κοινωνική αποδοχή** αποτελεί έναν από τους πιο κρίσιμους παράγοντες για την επιτυχία της ενεργειακής μετάβασης. Η τεχνολογική πρόοδος και οι επενδύσεις δεν αρκούν αν δεν συνοδεύονται από **στήριξη της κοινωνίας**, καθώς οι πολίτες είναι άμεσα επηρεαζόμενοι από τις αλλαγές στο ενεργειακό τοπίο, τόσο σε περιβαλλοντικό όσο και σε οικονομικό επίπεδο.

Στη **Χώρα των Βάσκων**, οι πολίτες εμφανίζονται γενικά **θετικοί απέναντι στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας**, καθώς αντιλαμβάνονται τη συμβολή τους στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, στη μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα και στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας (Orkestra, 2023). Ωστόσο, σε τοπικό επίπεδο, υπάρχουν **αντιδράσεις και εντάσεις** που σχετίζονται κυρίως με έργα **αιολικής ενέργειας** και **υποδομές μεγάλης κλίμακας**.

Οι αντιστάσεις αυτές οφείλονται σε μια σειρά παραγόντων:

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις: Οι κάτοικοι εκφράζουν ανησυχίες για την αλλοίωση του φυσικού τοπίου, τον θόρυβο, και τις πιθανές επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα (π.χ. πουλιά, οικοσυστήματα).

Αισθητικές και πολιτιστικές ανησυχίες: Η εγκατάσταση ανεμογεννητριών σε ορεινές ή παράκτιες περιοχές θεωρείται από ορισμένους ως επέμβαση σε παραδοσιακά ή ιστορικά τοπία, γεγονός που προκαλεί συναισθηματικές και πολιτισμικές αντιδράσεις.

Κοινωνικοοικονομικοί παράγοντες: Συχνά υπάρχει η αίσθηση ότι τα οφέλη των έργων (π.χ. κέρδη, θέσεις εργασίας) δεν κατανέμονται δίκαια ή ότι οι τοπικές κοινότητες **δεν έχουν λόγο στις αποφάσεις** που τις αφορούν.

Αυτές οι ανησυχίες δεν είναι μοναδικές για τη Χώρα των Βάσκων, εμφανίζονται σε πολλές ευρωπαϊκές περιοχές, υπογραμμίζοντας ότι η ενεργειακή μετάβαση είναι εξίσου **κοινωνική διαδικασία** όσο και τεχνολογική.

Η περιφερειακή κυβέρνηση έχει αναγνωρίσει τη σημασία αυτών των θεμάτων και προωθεί **πολιτικές συμμετοχικότητας και διαφάνειας**. Η **ενεργή συμμετοχή των πολιτών** σε όλα τα στάδια, από τον σχεδιασμό μέχρι τη λειτουργία των έργων, έχει αποδειχθεί καθοριστική για την οικοδόμηση εμπιστοσύνης.

Ένα από τα πιο αποτελεσματικά εργαλεία σε αυτό το πλαίσιο είναι η **ανάπτυξη ενεργειακών κοινοτήτων (energy communities)**. Οι ενεργειακές κοινότητες δίνουν τη δυνατότητα σε πολίτες, δήμους και μικρές επιχειρήσεις να **συμμετέχουν άμεσα στην παραγωγή, κατανάλωση και διαχείριση ενέργειας**. Με αυτόν τον τρόπο αυξάνεται η **τοπική ιδιοκτησία και αποδοχή των έργων**, ενισχύεται η **κοινωνική συνοχή** και διαχέονται **οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη** στις τοπικές κοινωνίες.

Στη Χώρα των Βάσκων λειτουργούν ήδη **πilotικές ενεργειακές κοινότητες** σε δήμους όπως το Μπιλμπάο και η Βιτόρια, με την υποστήριξη του **EVE** και της **Innobasque**, που αποτελούν παραδείγματα **συν-διαμόρφωσης πολιτικών** μεταξύ πολιτών, τοπικών αρχών και επιχειρήσεων.

Η εμπειρία της Χώρας των Βάσκων δείχνει ότι η **κοινωνική διάσταση** δεν πρέπει να αντιμετωπίζεται ως “παράπλευρη” πτυχή της ενεργειακής πολιτικής, αλλά ως **κεντρικός πυλώνας** της μετάβασης. Η επιτυχία των ΑΠΕ εξαρτάται από το κατά πόσο οι πολίτες αισθάνονται ότι **συμμετέχουν, ωφελούνται και εμπιστεύονται τη διαδικασία**.

Με απλά λόγια, η ενεργειακή μετάβαση θα είναι πραγματικά βιώσιμη **μόνο αν είναι και κοινωνικά αποδεκτή**. Η Χώρα των Βάσκων, μέσα από πολιτικές διαφάνειας, συμμετοχικότητας και ενδυνάμωσης των κοινοτήτων, προσπαθεί να οικοδομήσει **ένα νέο κοινωνικό συμβόλαιο γύρω από την ενέργεια**, βασισμένο στη συνεργασία, τη δικαιοσύνη και την εμπιστοσύνη.

5.2 Υδρογόνο

5.2.1 Τρέχουσα κατάσταση και υφιστάμενα σχέδια/δραστηριότητες

Τα τελευταία χρόνια, το **υδρογόνο** έχει αναδειχθεί ως ένας από τους βασικούς πυλώνες της **πράσινης μετάβασης** στην Ευρώπη, καθώς μπορεί να λειτουργήσει τόσο ως **καύσιμο χαμηλών εκπομπών** όσο και ως **μέσο αποθήκευσης ενέργειας**. Η **Χώρα των Βάσκων** έχει τοποθετηθεί δυναμικά σε αυτή τη νέα αγορά, εξελισσόμενη σε **έναν από τους πιο ενεργούς περιφερειακούς κόμβους ανάπτυξης υδρογόνου στην Ευρώπη** (BH₂C, 2023).

Το **Basque Hydrogen Corridor (BH₂C)** αποτελεί τη ναυαρχίδα της στρατηγικής για το υδρογόνο στη Χώρα των Βάσκων. Πρόκειται για μια **μεγάλης κλίμακας πρωτοβουλία δημόσιου-ιδιωτικού χαρακτήρα**, που συγκεντρώνει πάνω από **60 φορείς**, μεταξύ των οποίων οι **Petronor, Repsol, Tecnalia, EVE (Basque Energy Agency)** και το **Orkestra – Basque Institute of Competitiveness**.

Ο βασικός στόχος του BH₂C είναι η **δημιουργία μιας ολοκληρωμένης αλυσίδας αξίας υδρογόνου**, η οποία καλύπτει: την **παραγωγή** πράσινου υδρογόνου μέσω ηλεκτρόλυσης, τη **μεταφορά και αποθήκευση** και την **τελική χρήση** του στη βιομηχανία, τις μεταφορές και την ενέργεια.

Η προσέγγιση αυτή βασίζεται στη λογική του “**από την έρευνα στην εφαρμογή**”, με έργα που συνδυάζουν **τεχνολογική καινοτομία, βιομηχανική εμπειρία και θεσμική υποστήριξη**.

Η **πρώτη φάση** του BH₂C περιλαμβάνει την εγκατάσταση **ηλεκτρολυτών ισχύος 10 MW** κοντά στις εγκαταστάσεις της **Petronor** στο Muskiz, με στόχο την παραγωγή **πράσινου υδρογόνου** από ανανεώσιμες πηγές. Το παραγόμενο υδρογόνο θα χρησιμοποιείται **πilotικά** τόσο σε **διυλιστήρια**, για την αντικατάσταση συμβατικού υδρογόνου που παράγεται από φυσικό αέριο, όσο και σε **μεταφορές**, μέσω pilotικών σταθμών ανεφοδιασμού βαρέων οχημάτων και λεωφορείων.

Κοινωνικοτεχνική Ανάλυση για την Ενεργειακή Μετάβαση των Ενεργοβόρων Βιομηχανιών στη Χώρα των Βάσκων

Παράλληλα, αναπτύσσονται **υποδομές αποθήκευσης και διανομής**, ώστε να διασφαλιστεί η σταθερή παροχή υδρογόνου στα βιομηχανικά κέντρα της περιοχής. Το έργο περιλαμβάνει επίσης τη **δημιουργία “ζωνών καινοτομίας”**, όπου θα δοκιμάζονται εφαρμογές σε πραγματικές συνθήκες παραγωγής, μεταφορών και ενεργειακής διαχείρισης.

Το **Tecnalia Research & Innovation** και το **CIC energiGUNE** έχουν ενεργό ρόλο στον σχεδιασμό και τη βελτιστοποίηση τεχνολογιών ηλεκτρόλυσης, αποθήκευσης και μετατροπής ενέργειας. Η συνεργασία τους με τη βιομηχανία, κυρίως με την Petronor και τη Repsol, εξασφαλίζει τη **μεταφορά τεχνογνωσίας** από το εργαστήριο στην παραγωγή.

Η **Innobasque** συντονίζει δράσεις **καινοτομίας και εκπαίδευσης**, με στόχο την ανάπτυξη των απαραίτητων δεξιοτήτων σε τεχνικό και μηχανικό προσωπικό, ενώ το **EVE** εποπτεύει τη συμμόρφωση με τα ενεργειακά πρότυπα και την ευθυγράμμιση με τους στόχους του **Energy Transition and Climate Change Plan (2021–2024)**.

Το BH₂C έχει ενταχθεί στο πλαίσιο της **Ευρωπαϊκής Συμμαχίας για το Καθαρό Υδρογόνο (European Clean Hydrogen Alliance)**, γεγονός που του επιτρέπει πρόσβαση σε **ευρωπαϊκή χρηματοδότηση και τεχνική υποστήριξη**. Επιπλέον, αποτελεί μέρος των **Projects of Common Interest (PCI)** της Ε.Ε., αναγνωριζόμενο ως έργο στρατηγικής σημασίας για την ανάπτυξη ενός **διευρωπαϊκού δικτύου υδρογόνου**.

Η Χώρα των Βάσκων, χάρη στη γεωγραφική της θέση και τις λιμενικές της υποδομές, στοχεύει να εξελιχθεί σε **περιφερειακό κόμβο εξαγωγής και διανομής πράσινου υδρογόνου** προς άλλες ευρωπαϊκές αγορές, αξιοποιώντας τη σύνδεσή της με τη Βόρεια Ισπανία και τη Νότια Γαλλία.

Η ανάπτυξη του BH₂C συνδέεται άμεσα με τη **βιομηχανική ανανέωση της Χώρας των Βάσκων**, καθώς προσφέρει εναλλακτικές λύσεις απανθρακοποίησης για ενεργοβόρους τομείς όπως: η **διύλιση πετρελαίου**, η **παραγωγή χάλυβα**, και η **χημική βιομηχανία**.

Η μετάβαση σε υδρογόνο μπορεί να μειώσει δραστικά τις εκπομπές CO₂ και να ενισχύσει την **ανταγωνιστικότητα των βιομηχανιών**, ανοίγοντας παράλληλα νέες αγορές και ευκαιρίες απασχόλησης.

Με απλά λόγια, το BH₂C λειτουργεί ως “**καταλύτης μετασχηματισμού**” για τη Χώρα των Βάσκων, συνδυάζοντας **τεχνολογική καινοτομία, ενεργειακή ασφάλεια και περιφερειακή ανάπτυξη**.

5.2.2 Έρευνα και ανάπτυξη

Η **έρευνα και ανάπτυξη (R&D)** αποτελεί τον δεύτερο θεμέλιο λίθο της στρατηγικής για το υδρογόνο στη Χώρα των Βάσκων, συμπληρώνοντας τις βιομηχανικές και ενεργειακές επενδύσεις του έργου **Basque Hydrogen Corridor (BH₂C)**. Η περιφέρεια έχει αναπτύξει ένα **δυναμικό ερευνητικό οικοσύστημα**, που συνδέει **πανεπιστήμια, τεχνολογικά κέντρα και επιχειρήσεις**, με στόχο την παραγωγή και διάχυση γνώσης γύρω από τις τεχνολογίες του υδρογόνου.

Δύο ερευνητικοί οργανισμοί ηγούνται των σχετικών δραστηριοτήτων:

Το **CIC energiGUNE**, ένα κορυφαίο κέντρο ενεργειακής έρευνας που ειδικεύεται στα **υλικά αποθήκευσης ενέργειας**, στις **μπαταρίες στερεάς κατάστασης** και στα **θερμοδυναμικά συστήματα υδρογόνου**.

Το **Tecnalia Research & Innovation**, που εστιάζει στην ανάπτυξη **καινοτόμων ηλεκτρολυτών, κυψελών καυσίμου και υβριδικών συστημάτων ενέργειας**, καθώς και στη βελτιστοποίηση **αλγορίθμων ελέγχου και αποδοτικότητας** των μονάδων παραγωγής υδρογόνου.

Οι ερευνητικές ομάδες αυτών των κέντρων συνεργάζονται στενά με τη **βιομηχανία** (Petronor, Repsol, Ingeteam) για τη μεταφορά των τεχνολογικών λύσεων από το εργαστήριο στην παραγωγή. Η εστίαση δεν είναι μόνο στην **τεχνική βελτίωση των συστημάτων**, αλλά και στην **οικονομική βιωσιμότητα** και την **προσαρμογή στις ανάγκες των τοπικών βιομηχανιών**.

Τα ερευνητικά έργα επικεντρώνονται σε τέσσερις βασικούς άξονες:

1. **Νέα υλικά και ηλεκτρολύτες:** Έρευνες στοχεύουν στην ανάπτυξη **ανθεκτικότερων και αποδοτικότερων υλικών** για ηλεκτρολύτες και κυψέλες καυσίμου, ώστε να αυξηθεί η διάρκεια ζωής και η ενεργειακή απόδοση των συστημάτων.
2. **Συστήματα αποθήκευσης και μεταφοράς υδρογόνου:** Το CIC energiGUNE διερευνά **ασφαλείς και οικονομικές μεθόδους αποθήκευσης**, όπως αποθήκευση σε μεταλλικά υδρίδια ή υλικά νανοδομής, και **τεχνικές συμπίεσης** για μεταφορά σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις.
3. **Ενσωμάτωση υδρογόνου στα ενεργειακά δίκτυα:** Μελετάται η **συμβατότητα** του υδρογόνου με υπάρχοντα δίκτυα φυσικού αερίου, καθώς και η δυνατότητα **ανάμειξης (blending)** σε ποσοστά έως 20%, ως μεταβατικό βήμα προς την πλήρη υποκατάσταση.
4. **Μείωση κόστους ηλεκτρόλυσης και κλιμάκωση τεχνολογιών:** Η έρευνα επικεντρώνεται στη **μείωση του κόστους παραγωγής πράσινου υδρογόνου**, μέσω της χρήσης **ανακυκλώσιμων υλικών**, **ψηφιακής παρακολούθησης λειτουργίας (digital twins)** και **βελτιστοποίησης των διεργασιών ηλεκτρόλυσης** (IEA, 2023).

Η Χώρα των Βάσκων συμμετέχει ενεργά στο **ευρωπαϊκό δίκτυο Hydrogen Europe Research**, το οποίο φέρνει σε επαφή πάνω από 150 ερευνητικούς φορείς, πανεπιστήμια και βιομηχανικούς εταίρους από όλη την Ευρώπη. Μέσω της συμμετοχής αυτής, η περιφέρεια συμβάλλει σε **πανευρωπαϊκές μελέτες** σχετικά με: την **ασφάλεια λειτουργίας** των συστημάτων υδρογόνου, την **ενεργειακή απόδοση** και την **πρότυπη πιστοποίηση τεχνολογιών** και τη **συγκριτική ανάλυση κόστους παραγωγής και αποθήκευσης**.

Η διεθνής αυτή δικτύωση επιτρέπει στη Χώρα των Βάσκων να **παρακολουθεί τις τεχνολογικές εξελίξεις σε πραγματικό χρόνο**, να συμμετέχει σε **κοινά ερευνητικά έργα**, και να προσελκύει **ευρωπαϊκή χρηματοδότηση** για μεγάλης κλίμακας πιλοτικές εφαρμογές.

Ένα βασικό χαρακτηριστικό του ερευνητικού οικοσυστήματος της Χώρας των Βάσκων είναι η **στενή διασύνδεση μεταξύ επιστήμης και βιομηχανίας**. Οι ερευνητικοί φορείς

δεν λειτουργούν απομονωμένα, αλλά σε **συντονισμό με επιχειρήσεις, δημόσιους οργανισμούς και περιφερειακούς φορείς πολιτικής**. Αυτό επιτρέπει τη **γρήγορη μεταφορά τεχνολογιών** από το εργαστήριο στην αγορά, μειώνοντας τον “χρόνο καινοτομίας” (time-to-market).

Παράλληλα, η εστίαση στην **εκπαίδευση νέων ερευνητών** και την **εξειδίκευση τεχνικού προσωπικού** εξασφαλίζει τη δημιουργία μιας **οικονομίας βασισμένης στη γνώση**, που μπορεί να στηρίζει τη μακροπρόθεσμη ανάπτυξη του τομέα του υδρογόνου.

Με λίγα λόγια, η Χώρα των Βάσκων δεν αντιμετωπίζει το υδρογόνο μόνο ως νέα ενεργειακή τεχνολογία, αλλά ως **στρατηγικό πεδίο έρευνας και καινοτομίας**. Η επένδυση στη R&D, σε συνδυασμό με τις βιομηχανικές εφαρμογές του BH₂C, τοποθετεί την περιφέρεια **στην πρωτοπορία της ευρωπαϊκής ενεργειακής επιστήμης και τεχνολογίας**.

5.2.3 Οικονομικές ευκαιρίες και προκλήσεις

Η ανάπτυξη της **οικονομίας του υδρογόνου** στη Χώρα των Βάσκων προσφέρει ένα **ευρύ φάσμα οικονομικών δυνατοτήτων**, συνδυάζοντας την περιβαλλοντική βιωσιμότητα με τη βιομηχανική ανασυγκρότηση και την τεχνολογική καινοτομία. Το υδρογόνο δεν αντιμετωπίζεται απλώς ως ενεργειακή εναλλακτική, αλλά ως **στρατηγική επένδυση** που μπορεί να ενισχύσει την ανταγωνιστικότητα της περιφέρειας σε μακροπρόθεσμο ορίζοντα.

Η ανάπτυξη της αλυσίδας αξίας του υδρογόνου δημιουργεί **σημαντικό αριθμό νέων θέσεων εργασίας**, τόσο σε βιομηχανικό όσο και σε ερευνητικό επίπεδο. Εκτιμάται ότι μόνο το έργο **Basque Hydrogen Corridor (BH₂C)** μπορεί να δημιουργήσει **πάνω από 1.300 άμεσες και 6.000 έμμεσες θέσεις εργασίας** τα επόμενα χρόνια (EVE, 2023). Παράλληλα, απαιτείται εξειδικευμένο ανθρώπινο δυναμικό με τεχνικές γνώσεις στους τομείς **χημικής μηχανικής, μηχανολογίας, ενεργειακών συστημάτων και ψηφιακής διαχείρισης**. Αυτό οδηγεί σε νέες πρωτοβουλίες **εκπαίδευσης και κατάρτισης**, ενισχύοντας την τοπική αγορά εργασίας και αναβαθμίζοντας τις δεξιότητες των εργαζομένων.

Η μετάβαση στο υδρογόνο κινητοποιεί **σημαντικές επενδύσεις** από τον δημόσιο και ιδιωτικό τομέα. Στη Χώρα των Βάσκων, εταιρείες όπως η **Repsol**, η **Petronor** και η **Iberdrola** έχουν δεσμεύσει **πολλαπλά εκατομμύρια ευρώ** για έργα υποδομών και τεχνολογικής ανάπτυξης. Η παρουσία ενός ισχυρού **οικοσυστήματος συνεργασίας** (clusters, ερευνητικά κέντρα, πανεπιστήμια) λειτουργεί ως **πόλος προσέλκυσης ξένων επενδύσεων**, κυρίως από εταιρείες ενέργειας και τεχνολογίας που αναζητούν εταίρους για πιλοτικά έργα.

Η Χώρα των Βάσκων επιδιώκει να εδραιωθεί ως **εξαγωγέας τεχνολογικής γνώσης και εξοπλισμού** γύρω από το υδρογόνο, αξιοποιώντας τη μακρά παράδοση στη βιομηχανική μηχανική και την κατασκευή ενεργειακών συστημάτων. Οι τοπικές επιχειρήσεις που αναπτύσσουν **συστήματα ηλεκτρόλυσης, μετατροπείς και αποθήκευσης** στοχεύουν σε αγορές της Νότιας Ευρώπης και της Λατινικής Αμερικής, επεκτείνοντας έτσι το οικονομικό αποτύπωμα της περιφέρειας.

Το υδρογόνο ανοίγει τον δρόμο για τη δημιουργία **ολοκαίνουργιων τομέων δραστηριότητας**, που συνδυάζουν την παραγωγή ενέργειας με τις εφαρμογές στη χημική βιομηχανία, τις μεταφορές και τη ναυτιλία. Αυτή η **οικονομία πολλαπλών διασυνδέσεων** δημιουργεί συνέργειες μεταξύ επιχειρήσεων και ενισχύει την περιφερειακή αυτάρκεια σε κρίσιμες πρώτες ύλες και τεχνολογίες.

Παρά τις σημαντικές προοπτικές, η πορεία προς την οικονομία του υδρογόνου συνοδεύεται από **σοβαρές προκλήσεις και αβεβαιότητες**. Υψηλές κεφαλαιακές δαπάνες (**CAPEX**). Οι εγκαταστάσεις ηλεκτρόλυσης, αποθήκευσης και διανομής απαιτούν **τεράστιες αρχικές επενδύσεις**, οι οποίες είναι δύσκολο να αποσβεστούν χωρίς κρατική ή ευρωπαϊκή στήριξη. Το κόστος παραγωγής πράσινου υδρογόνου εξακολουθεί να είναι **2–3 φορές υψηλότερο** σε σχέση με το “γκρι” υδρογόνο που παράγεται από φυσικό αέριο (IEA, 2023). **Αβεβαιότητα στην αγορά και στη ζήτηση** Παρότι η τεχνολογία προχωρά, η **αγορά υδρογόνου παραμένει ανώριμη**. Οι τελικοί χρήστες (βιομηχανίες, μεταφορές) χρειάζονται σαφή οικονομικά κίνητρα και σταθερό ρυθμιστικό πλαίσιο για να επενδύσουν. Η απουσία ενός ενιαίου **ευρωπαϊκού μηχανισμού τιμολόγησης** δυσχεραίνει την

εμπορική ανάπτυξη του τομέα. **Ανάγκη υποδομών και τεχνικής τυποποίησης** Η μεταφορά και αποθήκευση υδρογόνου απαιτεί ειδικές υποδομές υψηλής ασφάλειας και **πρότυπα πιστοποίησης** που ακόμα διαμορφώνονται. Η διασύνδεση μεταξύ εθνικών και περιφερειακών δικτύων υδρογόνου (hydrogen backbone) βρίσκεται ακόμη σε πρώιμο στάδιο, γεγονός που περιορίζει την κλίμακα εμπορικής αξιοποίησης.

Για να ξεπεραστούν τα παραπάνω εμπόδια, η Χώρα των Βάσκων αξιοποιεί **ευρωπαϊκούς χρηματοδοτικούς μηχανισμούς**, όπως το **Innovation Fund**, που στηρίζει μεγάλα έργα καθαρής τεχνολογίας και το **IPCEI Hydrogen (Important Projects of Common European Interest)**, το οποίο χρηματοδοτεί στρατηγικά έργα ανάπτυξης υδρογόνου σε ευρωπαϊκό επίπεδο (European Commission, 2023).

Η συμμετοχή της περιφέρειας σε αυτά τα προγράμματα εξασφαλίζει **πρόσβαση σε κεφάλαια, τεχνογνωσία και συνεργασίες** που ενισχύουν την εμπορική ωρίμανση των τεχνολογιών υδρογόνου. Παράλληλα, διευκολύνει τη **δημιουργία οικοσυστήματος επενδυτικής εμπιστοσύνης**, όπου το δημόσιο, η βιομηχανία και τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα μοιράζονται τον κίνδυνο και τα οφέλη της μετάβασης.

Με απλά λόγια, το υδρογόνο προσφέρει **μεγάλες ευκαιρίες ανάπτυξης**, αλλά και **μεγάλες οικονομικές προκλήσεις**. Η επιτυχία της Χώρας των Βάσκων θα εξαρτηθεί από την ικανότητά της να **προσελκύσει επενδύσεις, να μειώσει το κόστος παραγωγής** και να **οικοδομήσει μια βιώσιμη αγορά** για την πράσινη ενέργεια του μέλλοντος.

5.3 Δέσμευση, αξιοποίηση και αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα (CCUS)

5.3.1 Παλαιότερες πρωτοβουλίες και μελλοντικές προοπτικές

Οι τεχνολογίες **δέσμευσης, αξιοποίησης και αποθήκευσης διοξειδίου του άνθρακα (CCUS)** αποτελούν **αναπόσπαστο στοιχείο της στρατηγικής απανθρακοποίησης** στη Χώρα των Βάσκων. Σε βιομηχανίες όπως η **διύλιση, η χαλυβουργία και τα χημικά**, όπου οι εκπομπές CO₂ είναι δομικά συνδεδεμένες με τις ίδιες τις παραγωγικές διεργασίες, η

CCUS προσφέρει μια **ρεαλιστική λύση μείωσης εκπομπών** χωρίς την ανάγκη πλήρους αντικατάστασης των υποδομών.

Η Χώρα των Βάσκων συγκαταλέγεται στις πρώτες ευρωπαϊκές περιφέρειες που επένδυσαν στην έρευνα και ανάπτυξη CCUS, ήδη από τις αρχές της δεκαετίας του 2010. Οι πρώτες πρωτοβουλίες ξεκίνησαν με **πilotικά έργα της Petronor** (θυγατρικής της Repsol), σε συνεργασία με το **Tecnalia** και το **EVE (Basque Energy Agency)**.

Αυτά τα έργα επικεντρώθηκαν σε δύο βασικές κατευθύνσεις: στη **δέσμευση CO₂ από βιομηχανικές διεργασίες**, κυρίως από καμινάδες διυλιστηρίων και μονάδες καύσης και την **αξιοποίηση του δεσμευμένου CO₂** ως πρώτη ύλη για την παραγωγή **συνθετικών καυσίμων (e-fuels)**, **χημικών προϊόντων** και **πλαστικών νέας γενιάς**.

Η **Repsol** σε συνεργασία με το **Tecnalia** ανέπτυξαν pilotικές εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν **ηλεκτροχημική μετατροπή CO₂** σε μεθάνιο ή αιθανόλη, αξιοποιώντας **πράσινο υδρογόνο** που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές. Αυτός ο συνδυασμός τεχνολογιών, υδρογόνο και CCUS, δημιουργεί ένα **κυκλικό σύστημα άνθρακα**, όπου το CO₂ δεν απορρίπτεται, αλλά επαναχρησιμοποιείται στην παραγωγική διαδικασία.

Τα έργα αυτά είχαν κυρίως **πειραματικό χαρακτήρα**, ωστόσο παρείχαν κρίσιμα δεδομένα για την **τεχνική και οικονομική βιωσιμότητα** των τεχνολογιών CCUS στη βιομηχανική πράξη.

Το **Tecnalia Research & Innovation** και το **CIC energiGUNE** αποτελούν βασικούς εταίρους στα έργα CCUS, συμβάλλοντας στην ανάπτυξη **νέων απορροφητικών υλικών** για τη δέσμευση CO₂, **καταλυτών** για τη μετατροπή του σε χημικές ενώσεις και **προσομοιωτικών εργαλείων** για τη βελτιστοποίηση της διαδικασίας αποθήκευσης.

Επιπλέον, η συμμετοχή της περιφέρειας σε δίκτυα όπως το **European CCUS Projects Network** και το **Mission Innovation Carbon Capture Challenge** επιτρέπει την ανταλλαγή τεχνογνωσίας με κορυφαία ερευνητικά κέντρα από τη Νορβηγία, τη Γερμανία και την Ολλανδία.

Η επόμενη φάση της στρατηγικής προβλέπει τη δημιουργία **βιομηχανικών κόμβων CCUS (CCUS industrial hubs)**, οι οποίοι θα εξυπηρετούν **πολλαπλές επιχειρήσεις** σε κοινές υποδομές δέσμευσης, συμπίεσης, μεταφοράς και αποθήκευσης CO₂. Οι κόμβοι αυτοί θα λειτουργούν με **οικονομίες κλίμακας**, μειώνοντας το κόστος ανά τόνο δεσμευμένου CO₂ και επιτρέποντας την ευρύτερη διάδοση της τεχνολογίας.

Ένας από τους στόχους του **Energy Transition and Climate Change Plan (2021–2024)** είναι η **πilotική λειτουργία ενός τέτοιου κόμβου στο Muskiz**, σε συνδυασμό με τις υπάρχουσες εγκαταστάσεις της Petronor. Στην περιοχή αυτή υπάρχουν ήδη **βιομηχανικές υποδομές, δίκτυα αγωγών και λιμενικές εγκαταστάσεις**, που μπορούν να αξιοποιηθούν για τη **συλλογή και εξαγωγή CO₂** προς υπεράκτιους χώρους αποθήκευσης.

Μακροπρόθεσμα, η Χώρα των Βάσκων στοχεύει να ενταχθεί στο **ευρωπαϊκό δίκτυο CO₂ transport & storage infrastructure**, το οποίο θα συνδέει διάφορες βιομηχανικές περιφέρειες με κοινούς αποθηκευτικούς χώρους σε θαλάσσιες λεκάνες (π.χ. Βόρεια Θάλασσα).

Η ενσωμάτωση της CCUS με τεχνολογίες **υδρογόνου, κυκλικής οικονομίας και ενεργειακής αποδοτικότητας** δημιουργεί **συμπληρωματικά οφέλη**. Για παράδειγμα, το CO₂ που δεσμεύεται από τη βιομηχανία μπορεί να αξιοποιηθεί για την **παραγωγή συνθετικών καυσίμων** (π.χ. e-methanol), για τη **χημική ανακύκλωση** πλαστικών ή για τη **γεωλογική αποθήκευση** σε υπόγεια κοιτάσματα, μειώνοντας τις καθαρές εκπομπές της περιοχής.

Αυτός ο **συνδυασμός τεχνολογιών** ενισχύει την ανταγωνιστικότητα της τοπικής βιομηχανίας, καθιστώντας τη Χώρα των Βάσκων **παράδειγμα “ολοκληρωμένης προσέγγισης” στη βιομηχανική απανθρακοποίηση**.

Παρότι οι τεχνολογίες CCUS παρουσιάζουν μεγάλες δυνατότητες, η ευρεία εφαρμογή τους παραμένει **τεχνικά και οικονομικά απαιτητική**. Τα βασικά εμπόδια περιλαμβάνουν το **υψηλό κόστος δέσμευσης και αποθήκευσης**, την **έλλειψη επαρκούς ρυθμιστικού πλαισίου** για την αποθήκευση CO₂, και τις **ανησυχίες των πολιτών** σχετικά με την ασφάλεια υπόγειας αποθήκευσης.

Για την υπέρβαση αυτών των εμποδίων, απαιτείται **ευρωπαϊκή και διαπεριφερειακή συνεργασία**, καθώς και πρόσβαση σε **χρηματοδοτικά εργαλεία** όπως το **Innovation Fund** και το **Horizon Europe**.

Συνολικά, η Χώρα των Βάσκων έχει αναγνωρίσει τη CCUS ως **τεχνολογία-κλειδί** για την επίτευξη των στόχων μηδενικών εκπομπών. Η μετάβαση από τις πιλοτικές εφαρμογές στους **βιομηχανικούς κόμβους CCUS** θα καθορίσει το κατά πόσο η περιφέρεια θα μπορέσει να **διατηρήσει τη βιομηχανική της ταυτότητα**, ενώ ταυτόχρονα θα ευθυγραμμιστεί με τις **ευρωπαϊκές πολιτικές κλιματικής ουδετερότητας**.

5.3.2 Έρευνα και ανάπτυξη

Η **έρευνα και ανάπτυξη (R&D)** γύρω από τις τεχνολογίες **δέσμευσης, αξιοποίησης και αποθήκευσης διοξειδίου του άνθρακα (CCUS)** αποτελεί βασικό πυλώνα της περιφερειακής στρατηγικής της Χώρας των Βάσκων για τη βιομηχανική απανθρακοποίηση. Η περιφέρεια επιδιώκει να μην περιοριστεί στην πιλοτική εφαρμογή υπαρχουσών τεχνολογιών, αλλά να **παράγει νέα γνώση και καινοτόμες λύσεις**, ενισχύοντας ταυτόχρονα την ανταγωνιστικότητα των τοπικών ερευνητικών και βιομηχανικών οικοσυστημάτων.

Οι κύριοι ερευνητικοί φορείς της περιοχής — το **Tecnalia Research & Innovation**, το **CIC energiGUNE**, και το **Basque Center for Climate Change (BC3)** — συνεργάζονται στενά με επιχειρήσεις και διεθνή πανεπιστήμια για την ανάπτυξη **προηγμένων μεθόδων δέσμευσης και αξιοποίησης CO₂**.

Οι ερευνητικές δραστηριότητες εστιάζουν σε τρεις βασικούς τομείς:

1. **Χημική δέσμευση CO₂**: Μελετώνται **νέοι απορροφητές** (π.χ. νανοδομημένα οξείδια, ιοντικά υγρά, μεταλλο-οργανικά πλαίσια – MOFs) που βελτιώνουν την ικανότητα απορρόφησης CO₂ με χαμηλότερο ενεργειακό κόστος. Στόχος είναι η ανάπτυξη **ενεργειακά αποδοτικότερων διεργασιών** σε σύγκριση με τις παραδοσιακές τεχνικές απορρόφησης με αμίνες.

2. **Ορυκτοποίηση και μόνιμη αποθήκευση:** Το **CIC energiGUNE** και το **EVE** συμμετέχουν σε ερευνητικά προγράμματα που εξετάζουν την **ορυκτοποίηση CO₂**, δηλαδή τη μετατροπή του σε **σταθερά ανθρακικά άλατα** μέσω αντίδρασης με φυσικά ορυκτά (π.χ. βασάλτες). Η μέθοδος αυτή θεωρείται μια **βιώσιμη λύση μακροχρόνιας αποθήκευσης**, χωρίς τον κίνδυνο διαρροών. Τα πειράματα περιλαμβάνουν **εργαστηριακές προσομοιώσεις** καθώς και **πilotικές εφαρμογές** σε γεωλογικούς σχηματισμούς της βόρειας Ισπανίας.
3. **Μικροβιολογική αξιοποίηση CO₂ (Bio-CCU):** Σε συνεργασία με το **Basque Research and Technology Alliance (BRTA)** και το **Tecnalia**, διερευνάται η χρήση **μικροοργανισμών και αλγών** που μετατρέπουν το CO₂ σε **βιομάζα, βιοκαύσιμα ή βιοχημικά προϊόντα**. Αυτή η βιοτεχνολογική προσέγγιση προσφέρει **διπλό περιβαλλοντικό όφελος**, καθώς μειώνει τις εκπομπές και παράγει εμπορεύσιμα προϊόντα.

Η Χώρα των Βάσκων συμμετέχει ενεργά σε διεθνή ερευνητικά δίκτυα, όπως το **Hydrogen Europe Research**, το **European CCUS Projects Network**, και το **Mission Innovation Carbon Capture Challenge**. Ειδικά η **συνεργασία με πανεπιστήμια της Δανίας (Aalborg University)** και της **Norβηγίας (NTNU και SINTEF)** είναι καθοριστική για τη **μεταφορά τεχνογνωσίας στην υπεράκτια αποθήκευση CO₂**, καθώς οι σκανδιναβικές χώρες διαθέτουν μακροχρόνια εμπειρία σε θαλάσσιες υποδομές αποθήκευσης.

Μέσα από αυτά τα δίκτυα, ερευνητές της Χώρας των Βάσκων συμμετέχουν σε **κοινές ευρωπαϊκές μελέτες** που εξετάζουν: την **ασφάλεια των υπεράκτιων αποθεμάτων**, τη **γεωλογική καταλληλότητα των σχηματισμών**, και τα **πρότυπα μέτρησης, επαλήθευσης και αναφοράς (MRV)** για την αποθήκευση CO₂.

Η διεθνής συνεργασία διευρύνει τη **γνώση και την πρόσβαση σε υποδομές**, ενώ ταυτόχρονα ενισχύει τη **διεθνή αναγνωρισιμότητα** της περιφέρειας ως κόμβου καινοτομίας στον τομέα της καθαρής ενέργειας.

Η **Ευρωπαϊκή Επιτροπή** έχει αναγνωρίσει τις δράσεις της Χώρας των Βάσκων στον τομέα της CCUS ως **«καλή πρακτική περιφερειακής καινοτομίας»** (European

Commission, 2023). Η επιτυχία αποδίδεται στον **ολοκληρωμένο τρόπο προσέγγισης**, που συνδυάζει **επιστημονική έρευνα, συνεργασία δημόσιου και ιδιωτικού τομέα και πιλοτικές εφαρμογές σε πραγματικό βιομηχανικό περιβάλλον**.

Η αναγνώριση αυτή όχι μόνο ενισχύει τη φήμη της περιφέρειας σε ευρωπαϊκό επίπεδο, αλλά και διευκολύνει την **πρόσβαση σε χρηματοδότηση** από προγράμματα όπως το **Horizon Europe** και το **Innovation Fund**, για την περαιτέρω ανάπτυξη τεχνολογιών CCUS μεγάλης κλίμακας.

Η ερευνητική στρατηγική της Χώρας των Βάσκων για το CCUS βασίζεται σε μια **πολυεπιστημονική και συνεργατική προσέγγιση**, που ενώνει τη **χημεία, τη βιοτεχνολογία, τη γεωλογία και τη μηχανική**. Αυτό το ερευνητικό υπόβαθρο εξασφαλίζει ότι η περιφέρεια δεν θα είναι απλώς “καταναλωτής” νέων τεχνολογιών, αλλά **δημιουργός και εξαγωγέας καινοτομίας** στη μάχη κατά της κλιματικής αλλαγής.

5.4 Κυκλική οικονομία

5.4.1 Πολιτικές και πρωτοβουλίες για την έρευνα και ανάπτυξη

Η **Circular Economy Strategy 2030** της Χώρας των Βάσκων αποτελεί έναν από τους βασικούς πυλώνες της περιφερειακής στρατηγικής βιώσιμης ανάπτυξης και καινοτομίας. Η στρατηγική αυτή στοχεύει να μετασχηματίσει το παραγωγικό μοντέλο της περιοχής από ένα **γραμμικό μοντέλο κατανάλωσης και απόρριψης**, σε ένα **κυκλικό σύστημα παραγωγής**, όπου τα απόβλητα μετατρέπονται σε πόρους και οι πρώτες ύλες χρησιμοποιούνται ξανά και ξανά.

Συγκεκριμένα, οι στόχοι της **Circular Economy Strategy 2030** περιλαμβάνουν:

- **Μείωση της κατανάλωσης πρώτων υλών κατά 30%,**
- **Αύξηση της επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης αποβλήτων κατά 60%,**
- **και περιορισμό της παραγωγής μη ανακυκλώσιμων αποβλήτων κατά 10% έως το 2030** (Basque Government, 2022).

Αυτοί οι στόχοι εντάσσονται στο πλαίσιο της ευρωπαϊκής πολιτικής **Green Deal** και της **Circular Economy Action Plan** της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, ενώ συνδέονται άμεσα με τη βιομηχανική στρατηγική **Basque Industry 4.0**, προωθώντας τη σύζευξη **ψηφιοποίησης, καινοτομίας και περιβαλλοντικής βιωσιμότητας**.

Η εφαρμογή της στρατηγικής συντονίζεται από δύο βασικούς φορείς:

1. **Aclima Cluster – Basque Environment Cluster:** Το Aclima αποτελεί το **οικοσύστημα της περιβαλλοντικής βιομηχανίας** της Χώρας των Βάσκων και συγκεντρώνει περισσότερες από **120 επιχειρήσεις, ερευνητικά κέντρα και πανεπιστήμια**. Ο ρόλος του είναι να **ενώνει τη βιομηχανία με την έρευνα**, ενθαρρύνοντας έργα για **ανακύκλωση βιομηχανικών αποβλήτων, αποκατάσταση εδαφών και καθαρή παραγωγή**. Μέσα από κοινές πλατφόρμες και clusters, προωθείται η **συνεργασία μεταξύ MME και μεγάλων βιομηχανιών** ώστε να ενσωματώνουν κυκλικές πρακτικές στις διαδικασίες τους.
2. **Basque Circular Hub:** Δημιουργήθηκε το 2021 ως **κέντρο αναφοράς για την κυκλική καινοτομία**, με αποστολή την **παροχή τεχνολογικής και επιστημονικής υποστήριξης** σε επιχειρήσεις που θέλουν να εφαρμόσουν κυκλικά μοντέλα. Το Hub παρέχει εργαλεία αξιολόγησης κύκλου ζωής (LCA), πλατφόρμες δεδομένων για βιομηχανικά απόβλητα, και **προγράμματα κατάρτισης** για μηχανικούς και στελέχη επιχειρήσεων. Παράλληλα, συντονίζει πιλοτικά έργα που δοκιμάζουν **νέες λύσεις επαναχρησιμοποίησης υλικών και κυκλικά επιχειρηματικά μοντέλα** σε βιομηχανικά clusters όπως η μεταλλουργία, τα χημικά και τα κατασκευαστικά υλικά.

Τα ερευνητικά προγράμματα στην κυκλική οικονομία εστιάζουν σε τρεις κύριους τομείς:

1. **Ανακύκλωση και αξιοποίηση βιομηχανικών αποβλήτων:** Ερευνητικά κέντρα όπως το **Tecnalia** και το **Gaiker** αναπτύσσουν τεχνολογίες **μηχανικής, χημικής και βιολογικής ανακύκλωσης** αποβλήτων από τη βιομηχανία χάλυβα, των πλα-

στικών και των ηλεκτρονικών. Για παράδειγμα, προγράμματα του Gaiker εστιάζουν στην **ανακύκλωση σύνθετων πολυμερών** και στην **ανάκτηση πολύτιμων μετάλλων** από ηλεκτρονικά απόβλητα.

2. **Δευτερογενής χρήση υλικών και βιομηχανική συμβίωση:** Μέσα από την πρωτοβουλία **Basque Ecodesign Center**, επιχειρήσεις διαφορετικών κλάδων (π.χ. ενέργεια, χάλυβας, τρόφιμα) συνεργάζονται για **ανταλλαγή ροών υλικών και ενέργειας**. Αυτό το μοντέλο “**βιομηχανικής συμβίωσης**” μειώνει το περιβαλλοντικό αποτύπωμα και δημιουργεί οικονομίες κόστους, καθώς τα απόβλητα μιας εταιρείας γίνονται πρώτες ύλες για μια άλλη.
3. **Ανάπτυξη οικολογικών προϊόντων και πράσινου σχεδιασμού (eco-design):** Η περιφέρεια επενδύει στην ανάπτυξη προϊόντων με **παρατεταμένο κύκλο ζωής, ανακυκλώσιμα υλικά** και **μειωμένες ενεργειακές απαιτήσεις**. Τα προγράμματα χρηματοδοτούνται μέσω του **Basque Ecodesign Hub**, που λειτουργεί υπό την εποπτεία του Υπουργείου Οικονομικής Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος. Η έρευνα εδώ επικεντρώνεται στο **σχεδιασμό για αποσυναρμολόγηση**, στην **ανακατασκευή (remanufacturing)** και στη **σύνδεση οικολογικού σχεδιασμού με την κυκλική παραγωγή**.

Η επιτυχία της κυκλικής στρατηγικής βασίζεται στη **στενή συνεργασία** δημόσιου και ιδιωτικού τομέα. Η περιφερειακή κυβέρνηση (Basque Government) παρέχει **χρηματοδοτικά εργαλεία και πλαίσια στήριξης**, ενώ οι επιχειρήσεις συνεισφέρουν με **τεχνολογική τεχνογνωσία και πρακτικές εφαρμογές**. Το **Circular Basque Funding Scheme**, για παράδειγμα, παρέχει επιχορηγήσεις σε εταιρείες που υιοθετούν **κυκλικά επιχειρηματικά μοντέλα** ή επενδύουν σε **τεχνολογίες επαναχρησιμοποίησης**.

Η Χώρα των Βάσκων θεωρείται πλέον **ευρωπαϊκό πρότυπο** στην ενσωμάτωση της κυκλικής οικονομίας στη βιομηχανική πολιτική. Η **Ευρωπαϊκή Επιτροπή** έχει αναγνωρίσει το **Basque Circular Hub** και το **Aclima Cluster** ως **παραδείγματα περιφερειακής καινοτομίας**, ενώ η περιφέρεια συμμετέχει ενεργά στο **European Circular Economy Stakeholder Platform (ECESP)**.

Οι μελλοντικές προοπτικές εστιάζουν στη **σύνδεση της κυκλικής οικονομίας με την πράσινη και ψηφιακή μετάβαση**, με στόχο τη δημιουργία ενός “**έξυπνα βιώσιμου βιομηχανικού οικοσυστήματος**”, όπου η καινοτομία, η αποδοτικότητα και η προστασία του περιβάλλοντος θα λειτουργούν συμπληρωματικά.

Με απλά λόγια, η Χώρα των Βάσκων δεν βλέπει την κυκλική οικονομία ως “περιβαλλοντικό στόχο”, αλλά ως **οικονομικό και βιομηχανικό πλεονέκτημα**. Η επένδυση στην έρευνα, στην καινοτομία και στις συνεργασίες δημιουργεί τις βάσεις για μια **ανθεκτική, χαμηλών εκπομπών και ανταγωνιστική περιφερειακή οικονομία**.

5.4.2 Αντιλήψεις για τον αντίκτυπο της κυκλικής οικονομίας

Η **κυκλική οικονομία** στη Χώρα των Βάσκων αντιμετωπίζεται γενικά με **θετικό τρόπο τόσο από την κοινωνία όσο και από τη βιομηχανία**. Οι πολίτες τη συνδέουν με την **περιβαλλοντική προστασία, τη βιωσιμότητα και τη δημιουργία σταθερών θέσεων εργασίας**, ενώ οι επιχειρήσεις την αντιλαμβάνονται ολοένα και περισσότερο ως **ευκαιρία βελτίωσης της αποδοτικότητας και της ανταγωνιστικότητάς τους**.

Σύμφωνα με μελέτες του **Orchestra – Basque Institute of Competitiveness (2023)**, η κυκλική οικονομία θεωρείται από την πλειονότητα των επιχειρήσεων **αναπόφευκτη κατεύθυνση** στο πλαίσιο της ενεργειακής και βιομηχανικής μετάβασης. Πολλές εταιρείες βλέπουν σε αυτήν **ευκαιρία διαφοροποίησης**, μέσω της ανάπτυξης **πράσινων προϊόντων**, της **μείωσης κόστους ενέργειας και πρώτων υλών**, καθώς και της **βελτίωσης της εταιρικής τους εικόνας** απέναντι σε πελάτες και επενδυτές.

Η κοινωνική αποδοχή της κυκλικής οικονομίας στηρίζεται σε τρεις κυρίως παράγοντες:

1. **Διατήρηση και δημιουργία θέσεων εργασίας:** Η μετάβαση σε κυκλικά μοντέλα παραγωγής έχει αποδειχθεί ότι **δεν μειώνει την απασχόληση**, αλλά τη **μετασχηματίζει**. Οι νέες δραστηριότητες, όπως η **επισκευή, η ανακατασκευή, η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίηση**, δημιουργούν **εξειδικευμένες θέσεις εργασίας** και ενισχύουν την τοπική οικονομία. Σύμφωνα με εκτιμήσεις του Basque

Circular Hub (2023), η εφαρμογή των πολιτικών κυκλικής οικονομίας μπορεί να δημιουργήσει **πάνω από 2.000 νέες θέσεις εργασίας** έως το 2030 στη Χώρα των Βάσκων.

2. **Περιβαλλοντικά οφέλη και ποιότητα ζωής:** Η μείωση αποβλήτων, η εξοικονόμηση πρώτων υλών και η αύξηση της ανακύκλωσης συμβάλλουν στην **καθαρότερη βιομηχανική παραγωγή** και στη **βελτίωση του περιβάλλοντος**. Οι πολίτες αναγνωρίζουν ότι η κυκλική οικονομία μειώνει τις ρυπογόνες πρακτικές και ενισχύει την **ανθεκτικότητα των τοπικών οικοσυστημάτων**. Η ευρύτερη αποδοχή της κυκλικότητας ενισχύεται επίσης από **εκπαιδευτικά προγράμματα** και **εκστρατείες ενημέρωσης** που υλοποιούνται από δήμους και περιβαλλοντικούς φορείς.
3. **Τοπική ταυτότητα και κοινωνική υπευθυνότητα:** Η έννοια της κυκλικότητας ευθυγραμμίζεται με τη **βασκική παράδοση της συνεργασίας και της κοινοτικής οργάνωσης**. Συνεταιριστικά σχήματα, όπως αυτά του ομίλου **Mondragon**, ενσωματώνουν πρακτικές κυκλικής παραγωγής και διαχείρισης πόρων, ενισχύοντας το αίσθημα συμμετοχής των εργαζομένων και την **κοινωνική συνοχή**.

Παρά τη θετική στάση, υπάρχουν **ουσιαστικές δυσκολίες** για την ευρεία υιοθέτηση κυκλικών πρακτικών, ειδικά από **μικρομεσαίες επιχειρήσεις**. Οι κυριότερες προκλήσεις περιλαμβάνουν:

1. **Περιορισμένους οικονομικούς και τεχνικούς πόρους:** Πολλές επιχειρήσεις αδυνατούν να επενδύσουν σε νέες τεχνολογίες ή διαδικασίες λόγω **έλλειψης κεφαλαίων και τεχνικής εξειδίκευσης**. Οι επιχειρήσεις αυτές λειτουργούν συχνά με **περιορισμένα περιθώρια κέρδους**, γεγονός που καθιστά δύσκολη την κάλυψη του αρχικού κόστους προσαρμογής.
2. **Έλλειψη πρόσβασης σε τεχνογνωσία και εργαλεία:** Η μετάβαση στην κυκλική παραγωγή απαιτεί νέες γνώσεις σε θέματα **οικολογικού σχεδιασμού, διαχείρισης πόρων και βιομηχανικής συμβίωσης**. Οι μικρότερες επιχειρήσεις δεν διαθέτουν πάντοτε την πρόσβαση σε **τεχνικούς συμβούλους ή ερευνητικά δίκτυα** που θα μπορούσαν να τις υποστηρίξουν.

3. **Ανάγκη θεσμικής στήριξης και κινήτρων:** Η παροχή οικονομικών κινήτρων, φορολογικών ελαφρύνσεων και **τεχνικής βοήθειας** είναι καθοριστικής σημασίας για την επιτάχυνση της υιοθέτησης κυκλικών πρακτικών. Η περιφέρεια έχει ήδη θεσπίσει εργαλεία, όπως το πρόγραμμα **Basque Circular Economy Support Scheme**, ωστόσο απαιτείται **περαιτέρω ενίσχυση και απλούστευση διαδικασιών πρόσβασης** για τις μικρότερες επιχειρήσεις.

Σε γενικές γραμμές, η κοινωνία και οι επιχειρήσεις της Χώρας των Βάσκων **αντιλαμβάνονται θετικά την κυκλική οικονομία** ως στρατηγική που συνδυάζει την **οικονομική ανάπτυξη με τη βιωσιμότητα**. Ωστόσο, για να επιτευχθεί **πλήρης εφαρμογή**, απαιτείται **ενίσχυση της τεχνικής υποστήριξης, εκπαίδευση του ανθρώπινου δυναμικού και συνέχιση της δημόσιας χρηματοδότησης**.

Η επιτυχία της μετάβασης θα εξαρτηθεί από το κατά πόσο η περιφερειακή κυβέρνηση θα καταφέρει να διασφαλίσει **ισότιμη συμμετοχή όλων των επιχειρηματικών μεγεθών** και να δημιουργήσει ένα **σταθερό θεσμικό και οικονομικό πλαίσιο** που να καθιστά την κυκλικότητα ελκυστική και οικονομικά βιώσιμη.

5.4.3 Η περίπτωση του Βιομηχανικού Κόμβου για Κυκλικότητα της Χώρας των Βάσκων (BIH4C)

Ο **Βιομηχανικός Κόμβος για Κυκλικότητα της Χώρας των Βάσκων (Basque Industrial Hub for Circularity – BIH4C)** αποτελεί **πρωτοποριακή πρωτοβουλία** που ενσαρκώνει τις αρχές της κυκλικής οικονομίας στη βιομηχανική πράξη. Πρόκειται για ένα **ολοκληρωμένο οικοσύστημα συνεργασίας** μεταξύ επιχειρήσεων, ερευνητικών κέντρων, δημόσιων φορέων και τεχνολογικών οργανισμών, το οποίο στοχεύει στη **μετατροπή των βιομηχανικών αποβλήτων σε νέους πόρους** και στη **δημιουργία αξίας μέσω της ανακύκλωσης, της επαναχρησιμοποίησης και της καινοτομίας**.

Το BIH4C επιδιώκει να καταστήσει τη Χώρα των Βάσκων **ευρωπαϊκό σημείο αναφοράς** για τη βιομηχανική κυκλικότητα, συνδέοντας **τεχνολογική καινοτομία, περιβαλλοντική βιωσιμότητα και περιφερειακή ανάπτυξη**. Οι βασικοί του στόχοι είναι:

- Η δημιουργία δικτύων συνεργασίας ανάμεσα σε βιομηχανίες διαφορετικών κλάδων, ώστε να αναπτύσσονται **συνέργειες ανταλλαγής πόρων** (π.χ. απόβλητα μετάλλου, πλαστικά, βιομηχανική θερμότητα).
- Η προώθηση νέων **τεχνολογιών κυκλικής παραγωγής και καθαρών διεργασιών** μέσω έργων έρευνας και ανάπτυξης (R&D).
- Η **ενίσχυση των ΜΜΕ** ώστε να ενταχθούν στην κυκλική οικονομία, παρέχοντάς τους **τεχνική και επιστημονική υποστήριξη**.
- Η **μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος** των βιομηχανικών περιοχών της περιφέρειας κατά τουλάχιστον **25% έως το 2030**.

Το BIH4C λειτουργεί ως **περιφερειακή πλατφόρμα βιομηχανικής συνεργασίας**, υπό τον συντονισμό του **Basque Circular Hub** και του **Aclima Cluster**, με τη στήριξη της **περιφερειακής κυβέρνησης** και της **EVE (Basque Energy Agency)**.

Ο κόμβος συγκεντρώνει περισσότερους από **70 εταίρους** από διαφορετικούς τομείς:

- **Ενεργειακές και χημικές εταιρείες**, όπως η Petronor και η Repsol,
- **Βιομηχανίες υλικών και μετάλλων**, όπως η Sidenor, η Tubacex και η Aceros Inoxidables,
- **Τεχνολογικά κέντρα**, όπως το Tecnalia, το Gaiker και το CIC energiGUNE,
- καθώς και **πανεπιστήμια και φορείς τοπικής αυτοδιοίκησης**.

Η λειτουργία του BIH4C βασίζεται σε ένα **μοντέλο “βιομηχανικής συμβίωσης” (industrial symbiosis)**, όπου τα απόβλητα ή τα υποπροϊόντα μιας επιχείρησης χρησιμοποιούνται ως **πρώτες ύλες ή ενέργεια** από μια άλλη. Αυτό μειώνει το κόστος διαχείρισης αποβλήτων, περιορίζει τις εκπομπές CO₂ και ενισχύει την ενεργειακή απόδοση του συνόλου του βιομηχανικού συμπλέγματος.

Το BIH4C υλοποιεί πληθώρα **πilotικών έργων κυκλικής καινοτομίας**, μερικά από τα οποία περιλαμβάνουν:

1. **Ανακύκλωση βιομηχανικών μετάλλων και σκωριών:** Εφαρμογή τεχνολογιών ανάκτησης πολύτιμων μετάλλων (π.χ. νικέλιο, χρώμιο, χαλκός) από απόβλητα χαλυβουργίας και σιδηρομεταλλευμάτων, με στόχο τη μείωση εισαγωγών πρώτων υλών.
2. **Ανακύκλωση και αναγέννηση πλαστικών:** Πιλοτικές εγκαταστάσεις του Gaiker αναπτύσσουν διεργασίες **χημικής ανακύκλωσης πλαστικών**, μετατρέποντάς τα σε μονομερή που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν στη βιομηχανία.
3. **Αξιοποίηση βιομηχανικής θερμότητας:** Ανάπτυξη συστημάτων **ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης απορριπτόμενης θερμότητας**, με στόχο την τροφοδότηση άλλων βιομηχανικών διεργασιών ή δημοτικών δικτύων θέρμανσης.
4. **Ψηφιακές πλατφόρμες παρακολούθησης πόρων:** Δημιουργία ψηφιακών “**χαρτών ροών αποβλήτων**” που επιτρέπουν στις επιχειρήσεις να εντοπίζουν σε πραγματικό χρόνο πλεονάζοντα υλικά ή ενέργεια, ενισχύοντας έτσι τη συνεργασία και την αποδοτικότητα.

Από την έναρξή του το 2021, το BIH4C έχει ήδη επιτύχει **απτά αποτελέσματα**:

- Μείωση κατά **10% των βιομηχανικών αποβλήτων** σε συμμετέχουσες επιχειρήσεις,
- Δημιουργία **νέων επιχειρηματικών μοντέλων κυκλικής παραγωγής**,
- και **ενίσχυση της συνεργασίας μεταξύ μεγάλων και μικρομεσαίων εταιρειών**.

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, ο κόμβος έχει χαρακτηριστεί από την **Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2023)** ως “**παράδειγμα βιομηχανικής καινοτομίας με θετικό κοινωνικό και περιβαλλοντικό αντίκτυπο**”.

Οι μελλοντικές προοπτικές του BIH4C περιλαμβάνουν:

- τη **διεύρυνση των συμμετεχόντων εταιρειών** και την **ένταξη νέων κλάδων** όπως τα τρόφιμα και η κλωστοϋφαντουργία,

- την ανάπτυξη **τεχνολογιών παρακολούθησης ανθρακικού αποτυπώματος (carbon tracking)**,
- και τη δημιουργία **εκπαιδευτικών προγραμμάτων** για την εκπαίδευση μηχανικών και στελεχών επιχειρήσεων στις αρχές της κυκλικότητας.

Το BIH4C αποδεικνύει στην πράξη ότι η **κυκλική οικονομία μπορεί να λειτουργήσει ως μοχλός βιομηχανικής ανανέωσης και περιφερειακής ανάπτυξης**. Με τη συνεργασία δημόσιου και ιδιωτικού τομέα, την εμπλοκή της έρευνας και την εφαρμογή νέων τεχνολογιών, η Χώρα των Βάσκων δείχνει πως η μετάβαση σε **κλιματικά ουδέτερη και ανταγωνιστική βιομηχανία** είναι εφικτή όταν βασίζεται σε **γνώση, συνεργασία και καινοτομία**.

5.5 Συμπεράσματα

Πίνακας 1 Συμπεράσματα

Τεχνολογικό πεδίο	Κύριες εξελίξεις & δράσεις	Οικονομικές & κοινωνικές ευκαιρίες	Προκλήσεις & εμπόδια	Ερευνητικές κατευθύνσεις
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)	Ανάπτυξη υπεράκτιων αιολικών (DemoSATH), φωτοβολταϊκών και έργων ενεργειακής αποδοτικότητας. Ισχυρή παρουσία Iberdrola, Ingeteam, Saitec.	Νέες επενδύσεις, δημιουργία θέσεων εργασίας, βελτίωση ενεργειακής αυτάρκειας.	Περιορισμένο φυσικό δυναμικό για αιολικά/ηλιακά, γραφειοκρατικά εμπόδια, τοπικές αντιδράσεις.	Τεχνολογίες αποθήκευσης, “έξυπνα” δίκτυα, συστήματα διαχείρισης ενέργειας.
Υδρογόνο	Δημιουργία του Basque Hydrogen Corridor (BH ₂ C), επενδύσεις σε ηλεκτρολύτες, πιλοτικές μονάδες 10 MW.	Ανάπτυξη νέας βιομηχανικής αλυσίδας, εξαγωγή τεχνογνωσίας, ενίσχυση απασχόλησης.	Υψηλό κόστος ηλεκτρόλυσης, ανώριμη αγορά, ανάγκη υποδομών.	Βελτίωση αποδοτικότητας κυψελών καυσίμου, αποθήκευση, blending με φυσικό αέριο.

Τεχνολογικό πεδίο	Κύριες εξελίξεις & δράσεις	Οικονομικές & κοινωνικές ευκαιρίες	Προκλήσεις & εμπόδια	Ερευνητικές κατευθύνσεις
CCUS (Δέσμευση, Αξιοποίηση και Αποθήκευση CO ₂)	Συνεργασίες Petronor–Repsol–Tecnalia. Πιλοτικά έργα για συνθετικά καύσιμα και ορυκτοποίηση CO ₂ .	Διατήρηση βαριάς βιομηχανίας με μειωμένες εκπομπές, τεχνολογική καινοτομία.	Υψηλό CAPEX, έλλειψη ρυθμιστικού πλαισίου, κοινωνικές ανησυχίες για αποθήκευση.	Νέα απορροφητικά υλικά, βιοτεχνολογική αξιοποίηση CO ₂ , υπεράκτια αποθήκευση.
Κυκλική Οικονομία	Εφαρμογή Circular Economy Strategy 2030, δημιουργία BIH4C, δράσεις Aclima & Basque Circular Hub.	Ενίσχυση MME, μείωση αποβλήτων, ανάπτυξη πράσινων προϊόντων, νέες θέσεις εργασίας.	Περιορισμένοι πόροι MME, ανάγκη τεχνικής υποστήριξης, θεσμική πολυπλοκότητα.	Βιομηχανική συμβίωση, eco-design, ψηφιακή ιχνηλάτηση υλικών.

Το κεφάλαιο 5 δείχνει ότι η **Χώρα των Βάσκων** έχει αναπτύξει ένα **ολοκληρωμένο οικοσύστημα πράσινων τεχνολογιών**, που συνδυάζει *ΑΠΕ*, *υδρογόνο*, *CCUS* και *κυκλική οικονομία* σε ένα συνεκτικό μοντέλο βιομηχανικής μετάβασης.

Οι **τεχνολογίες** είναι σε **διαφορετικά στάδια ωρίμανσης**, αλλά όλες συνδέονται μέσω συνεργασιών, R&D και περιφερειακής πολιτικής.

Η **πρόκληση** είναι η **οικονομική βιωσιμότητα** και η **ενσωμάτωση των MME**, ενώ το **πλεονέκτημα** είναι η ισχυρή **κουλτούρα συνεργασίας** και η **τεχνολογική ικανότητα** της περιοχής.

Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα

Η παρούσα μελέτη ανέλυσε τη διαδικασία ενεργειακής μετάβασης των ενεργοβόρων βιομηχανιών της Χώρας των Βάσκων μέσω του θεωρητικού πλαισίου του **Multi-Level Perspective (MLP)**. Η προσέγγιση αυτή επέτρεψε την κατανόηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ του **μακρο-επιπέδου** (landscape), του **μεσο-επιπέδου** (socio-technical regime) και του **μικρο-επιπέδου** (niches), παρέχοντας μια πολυεπίπεδη εικόνα της πορείας προς την απανθρακοποίηση.

6.1 Σύνοψη βασικών ευρημάτων

Η ανάλυση του **μακρο-επιπέδου** ανέδειξε την πίεση που ασκούν η κλιματική κρίση, η γεωπολιτική αστάθεια και το ευρωπαϊκό κανονιστικό πλαίσιο πάνω στις βιομηχανίες. Οι ευρωπαϊκές πολιτικές, όπως η **Πράσινη Συμφωνία**, το **Fit for 55**, το **REPowerEU** και η **Νέα Βιομηχανική Στρατηγική**, καθορίζουν σαφείς στόχους μείωσης εκπομπών και προωθούν τη μετάβαση μέσω αυστηρών ρυθμιστικών και χρηματοδοτικών εργαλείων (European Commission, 2023).

Στο **μεσο-επίπεδο**, η Χώρα των Βάσκων διαθέτει ισχυρό κοινωνικοτεχνικό καθεστώς, με βαθιά ριζωμένες βιομηχανικές παραδόσεις, ανεπτυγμένες δομές καινοτομίας και ώριμο θεσμικό πλαίσιο. Η ύπαρξη ενεργών **clusters**, η λειτουργία οργανισμών όπως το **EVE**, η **Innobasque** και το **Basque Energy Cluster**, καθώς και η συνεργασία δημόσιου–ιδιωτικού τομέα, δημιουργούν σταθερή βάση για την ενεργειακή και τεχνολογική μετάβαση.

Τέλος, στο **μικρο-επίπεδο**, εντοπίζονται τα πρώτα αποτελέσματα αυτής της μετάβασης: η ανάπτυξη των **ΑΠΕ**, η δημιουργία του **Basque Hydrogen Corridor**, οι δράσεις **CCUS** και η ενίσχυση της **κυκλικής οικονομίας**. Οι τεχνολογικές αυτές πρωτοβουλίες αποτελούν πυρήνες καινοτομίας που σταδιακά αλληλεπιδρούν με το καθεστώς, οδηγώντας σε μετασχηματισμό του βιομηχανικού μοντέλου.

6.2 Η αλληλεπίδραση των επιπέδων MLP

Η εξέλιξη της ενεργειακής μετάβασης στη Χώρα των Βάσκων αποδεικνύει τη **δυναμική αλληλεπίδραση** μεταξύ των επιπέδων του MLP. Οι **μακρο-επίπεδες πιέσεις** (περιβαλλοντικές και θεσμικές) λειτουργούν ως εξωτερικοί καταλύτες αλλαγής, ενώ οι **καινοτομίες του μικρο-επιπέδου** λειτουργούν ως σημεία εισόδου νέων τεχνολογικών και κοινωνικών πρακτικών στο καθεστώς. Το **μεσο-επίπεδο**, με τη σειρά του, καθορίζει τον ρυθμό και τον τρόπο ενσωμάτωσης αυτών των καινοτομιών.

Στη Χώρα των Βάσκων, η ύπαρξη ώριμων θεσμών και μηχανισμών συνεργασίας επιτρέπει την **προοδευτική συνύπαρξη καθεστώτος και καινοτομίας**, ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα της σταδιακής μετάβασης. Η καινοτομία αναπτύσσεται σε περιβάλλον σταθερότητας και όχι κρίσης, γεγονός που μειώνει τις κοινωνικές αντιστάσεις και ενισχύει τη βιωσιμότητα των μεταρρυθμίσεων (Geels, 2002).

6.3 Ο ρόλος της περιφερειακής διακυβέρνησης

Η περιφερειακή αυτονομία της Χώρας των Βάσκων αναδεικνύεται ως κρίσιμος παράγοντας επιτυχίας. Η δυνατότητα χάραξης ανεξάρτητης πολιτικής, σε συνδυασμό με την ύπαρξη θεσμικών εργαλείων όπως το **PCTI 2030** και η **RIS3 Euskadi**, επιτρέπει στο περιφερειακό σύστημα να προσαρμόζεται ευέλικτα στις ευρωπαϊκές κατευθύνσεις. Η εφαρμογή της **πολυεπίπεδης διακυβέρνησης (multi-level governance)** ενισχύει τον συντονισμό μεταξύ Ε.Ε., εθνικών και τοπικών φορέων, αποτρέποντας επικαλύψεις και αναποτελεσματικότητες.

Παράλληλα, η στενή συνεργασία των φορέων μέσω των **clusters** επιταχύνει τη διάχυση τεχνολογιών, τη μεταφορά γνώσης και τη δημιουργία περιφερειακών «οικοσυστημάτων καινοτομίας».

Η περίπτωση της **Petronor** αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα μετασχηματισμού μιας παραδοσιακής βιομηχανίας μέσω στοχευμένων πολιτικών στήριξης και δημόσιων επενδύσεων.

6.4 Εμπόδια και προκλήσεις της μετάβασης

Παρά τη θετική δυναμική, η ενεργειακή μετάβαση αντιμετωπίζει μια σειρά προκλήσεων:

- **Οικονομικές:** Υψηλό κόστος επενδύσεων σε υδρογόνο και CCUS, περιορισμένη πρόσβαση σε κεφάλαια για μικρομεσαίες επιχειρήσεις.
- **Τεχνολογικές:** Ανάγκη επιτάχυνσης της εμπορικής ωρίμανσης και της κλίμακας παραγωγής.
- **Κοινωνικές:** Αντιστάσεις σε ορισμένες περιοχές (κυρίως για αιολικά έργα), φόβοι απώλειας θέσεων εργασίας.
- **Θεσμικές:** Πολυπλοκότητα αδειοδοτήσεων και ανάγκη καλύτερου συντονισμού μεταξύ επιπέδων διακυβέρνησης.

Η αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων απαιτεί **συνεχή πολιτική συνοχή, ενίσχυση του ανθρώπινου δυναμικού, και επένδυση σε υποδομές και γνώση.**

6.5 Προοπτικές για το μέλλον

Η Χώρα των Βάσκων διαθέτει όλες τις προϋποθέσεις για να αποτελέσει **ευρωπαϊκό πρότυπο περιφερειακής απανθρακοποίησης**. Η συνδυασμένη προώθηση καθαρών τεχνολογιών, η συνεργασία των θεσμών και η ενεργή συμμετοχή της κοινωνίας διαμορφώνουν ένα πλαίσιο βιώσιμης ανάπτυξης.

Οι μελλοντικές προτεραιότητες περιλαμβάνουν:

- τη **συνέχιση επενδύσεων** σε υδρογόνο, ΑΠΕ και κυκλική οικονομία,
- την **ενίσχυση της εκπαίδευσης και κατάρτισης** στο πεδίο των πράσινων δεξιοτήτων,
- την **εμβάθυνση διεθνών συνεργασιών** μέσω του Horizon Europe και άλλων προγραμμάτων,
- και τη **διαμόρφωση πολιτικών δίκαιης μετάβασης**, που διασφαλίζουν κοινωνική ισορροπία και περιβαλλοντική δικαιοσύνη.

6.6 Συνολική εκτίμηση

Η ανάλυση κατέδειξε ότι η ενεργειακή μετάβαση των ενεργοβόρων βιομηχανιών στη Χώρα των Βάσκων δεν είναι μια απομονωμένη τεχνολογική διαδικασία, αλλά ένα **πολύ-επίπεδο κοινωνικοτεχνικό φαινόμενο**. Η επιτυχία της οφείλεται στην ισορροπία μεταξύ **θεσμικής σταθερότητας** και **τεχνολογικής καινοτομίας**, καθώς και στη δυνατότητα της περιφέρειας να λειτουργεί ως εργαστήριο πειραματισμού για την πράσινη μετάβαση.

Η πορεία αυτή υποδεικνύει ότι η **βιώσιμη βιομηχανική πολιτική** δεν μπορεί να προκύψει χωρίς συνέργεια μεταξύ των τριών επιπέδων του MLP, τοπίο, καθεστώς και καινοτομίες, και χωρίς ενεργή συμμετοχή όλων των φορέων του κοινωνικού ιστού.

Κεφάλαιο 7: Επίλογος

Η παρούσα εργασία διερεύνησε τη διαδικασία ενεργειακής μετάβασης των ενεργοβόρων βιομηχανιών της Χώρας των Βάσκων μέσα από το θεωρητικό πλαίσιο του **Multi-Level Perspective (MLP)**. Η ανάλυση αυτή επέτρεψε την ολιστική κατανόηση των πολύπλοκων αλληλεπιδράσεων ανάμεσα στα τρία επίπεδα του συστήματος, **τοπίο, καθεστώς και καινοτομίες**, και ανέδειξε τον τρόπο με τον οποίο η περιφέρεια επιχειρεί να επιτύχει την απανθρακοποίηση με ισορροπία μεταξύ **τεχνολογικής καινοτομίας, θεσμικής σταθερότητας και κοινωνικής αποδοχής**.

Η Χώρα των Βάσκων παρουσιάζεται ως ένα **παράδειγμα σταδιακής μετάβασης (incremental transition)**, όπου οι αλλαγές δεν επιβάλλονται εξωτερικά ή απότομα, αλλά προκύπτουν μέσα από τον μετασχηματισμό των υπαρχόντων δομών. Το ισχυρό θεσμικό πλαίσιο, η μακρά βιομηχανική παράδοση και η ικανότητα συντονισμού πολιτικών σε περιφερειακό επίπεδο αποτελούν κρίσιμους παράγοντες επιτυχίας. Παράλληλα, η ενεργή συμμετοχή της κοινωνίας και η καλλιέργεια περιβαλλοντικής συνείδησης διευκολύνουν την κοινωνική νομιμοποίηση των μεταρρυθμίσεων.

Η μελέτη ανέδειξε επίσης τη σημασία της **καινοτομίας από τα κάτω (bottom-up innovation)**. Τα πειραματικά έργα σε πεδία όπως το **υδρογόνο**, οι **ΑΠΕ**, το **CCUS** και η **κυκλική οικονομία** δείχνουν ότι η μετάβαση δεν είναι μονοδιάστατα τεχνολογική, αλλά πολυπαραγοντική, συνδέεται με νέες μορφές συνεργασίας, επιχειρηματικότητας και κοινωνικής συμμετοχής. Η δυναμική αυτή ενισχύει την ανθεκτικότητα του περιφερειακού συστήματος και προσδίδει μακροχρόνια βιωσιμότητα στην ανάπτυξη.

Ωστόσο, παραμένουν σημαντικές **προκλήσεις**. Η ανάγκη για **επιτάχυνση της εμπορικής ωρίμανσης** νέων τεχνολογιών, η **πρόσβαση σε επενδυτικά κεφάλαια**, η **τεχνική αναβάθμιση του εργατικού δυναμικού** και η **διασφάλιση κοινωνικής δικαιοσύνης** αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες για το επόμενο στάδιο. Η συνέχιση των πολιτικών στήριξης της καινοτομίας, σε συνδυασμό με μια πιο ισχυρή ευρωπαϊκή συνεργασία, θα καθορίσουν την επιτυχία της ενεργειακής μετάβασης όχι μόνο στη Χώρα των Βάσκων, αλλά και σε άλλες βιομηχανικές περιφέρειες της Ευρώπης.

Σε επίπεδο θεωρητικής συμβολής, η εφαρμογή του πλαισίου **MLP** αποδείχθηκε ιδιαίτερα χρήσιμη για την κατανόηση των μηχανισμών αλλαγής σε σύνθετα κοινωνικοτεχνικά συστήματα. Ανέδειξε ότι η μετάβαση προϋποθέτει **συνέργεια μεταξύ επιπέδων, φορέων και στρατηγικών**, καμία μεμονωμένη παρέμβαση δεν επαρκεί χωρίς θεσμική συνοχή και κοινό όραμα.

Συνοψίζοντας, η Χώρα των Βάσκων καταφέρνει να συνδυάσει **οικονομική ανταγωνιστικότητα** και **περιβαλλοντική υπευθυνότητα** μέσα από ένα μοντέλο συνεργατικής διακυβέρνησης και καινοτομίας. Η ενεργειακή της μετάβαση δεν είναι μόνο τεχνολογικός μετασχηματισμός, αλλά και κοινωνικό εγχείρημα που επιδιώκει τη δίκαιη και συμμετοχική πορεία προς ένα **ουδέτερο κλιματικά μέλλον**.

Η εμπειρία αυτή μπορεί να αποτελέσει πολύτιμο **παράδειγμα πολιτικής μάθησης** για άλλες ευρωπαϊκές περιφέρειες, αποδεικνύοντας ότι η πράσινη μετάβαση δεν είναι απλώς επιταγή, αλλά **ευκαιρία επανεφεύρεσης** του βιομηχανικού μοντέλου και της ίδιας της έννοιας της ανάπτυξης.

Βιβλιογραφία

- Ahedo, M. (2004). Cluster policy in the Basque country (1991–2002): constructing ‘industry–government’ collaboration through cluster-associations. *European Planning Studies*, 12(8), 1097–1113.
- Antolín-Urbaneja, J. C., González-González, A., Lopez-Guede, J. M., & De Ipiña, J. L. (2018). Digital industrial furnaces: Challenges for energy efficiency under VULKANO project. *Journal of Energy Systems*, 2(4), 204–223.
- Aranguren, M. J., Canto, A., & Magro, E. (2021). Long-term regional strategy for inclusive competitiveness: The Basque Country. *Competitiveness Review*, 31(3), 527–547.
- Azkarraga, L. U., & Gurrutxaga, M. (2024). Making space for environmental justice in renewable energy planning. *Energy Research & Social Science*, 118, 103806.
- Basque Government. (2018). Agenda Euskadi–Basque Country 2030 [Policy framework].
- Basque Government. (2025). Net-Zero Basque Industrial Super Cluster [Initiative description]. SPRI Group.
- Bilbao-Ubillos, J., & Camino-Beldarrain, V. Material and Institutional Resources for Innovation in the Basque Economy: An Evaluation of the Basque Innovation System. Implications of Current Research on Social Innovation in the Basque Country, 95.
- Biodiversity strategy of the Basque Autonomous Community 2030 and First Action Plan 2020
- Borowik, I. M. (2014). Knowledge exchange mechanisms and innovation policy in post-industrial regions: Approaches of the Basque Country and the West Midlands. *Journal of the Knowledge Economy*, 5, 37–69.
- BRTA. (2023). *Basque Research and Technology Alliance: Annual Report*.
- Bueno, G. Analysis of a sustainable energy consumption scenario in the Basque Country up to 2030. Dellink, R., & González, M. (2005). *Impact of Climate Policy on the Basque Economy*. SSRN.
- Del Castillo, J., Paton, J., & Barroeta, B. (2017). The great basque competitive transformation towards sustainable innovations. In *Sustainable Innovation and Regional Development* (pp. 189–212). Edward Elgar Publishing.
- Elgorriaga Kunze, A., & Quintana San Miguel, I. (2017). Results of three cost-effective, innovative and transferable resource-efficiency instruments for industries in the Basque

- Country. In H. Lehmann (Ed.), *Factor X: Challenges, implementation strategies and examples for a sustainable use of natural resources* (pp. 233–250). Springer.
- Elola, A., Valdaliso, J. M., López, S. M., & Aranguren, M. J. (2012). Cluster life cycles, path dependency and regional economic development: Insights from a meta-study on Basque clusters. *European Planning Studies*, 20(2), 257-279.
- Escribano, G., & Urbasos, I. (2021). Spain's hydrogen ambition. *Real Instituto Elcano*.
- Geels, F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, 31(8–9), 1257–1274.
- Gerres, T., Chaves Ávila, J. P., & Linares Llamas, P. (2019). The transformation of the Spanish basic materials sector towards a low carbon economy. *Energy Strategy Reviews*, 26, 100427.
- González-Eguino, M. (2009). Market instruments and CO2 mitigation: A general equilibrium analysis for Spain. *Energy Policy*, 37(12), 5071–5082.
- González-Eguino, M., Galarraga, I., & Ansuategi, A. (2012). The future of old industrial regions in a carbon-constrained world. *Climate Policy*, 12(2), 164–186.
- Green Jobs and Green Skills in the Basque Country. (2022). Executive Summary. Prepared by: M. Larrea, L. Solórzano, I. Eizagirre, & A. Irizar.
- Gurrutxaga, A. (2011). Pathways to Social Innovation in the Basque Country. Implications of Current Research on Social Innovation in the Basque Country, 53.
- Hubs4Circularity Europe. (n.d.). Hubs4Circularity as socio-technical ecosystems.
- Instruments, K. P. (2013). BASQUE COUNTRY, SPAIN: SMART SPECIALISATION STRATEGIES. *Innovation-driven Growth in Regions: The Role of Smart Specialisation*, 141.
- IS2H4C Project. (n.d.). Hubs for Circularity – Basque Hub.
- ISEAK Foundation. (2023). White Paper on Employment in the Basque Country: Digital Euskadi 2030.
- Larrinaga, P., Campos-Celador, Á., Legarreta, J., & Diarce, G. (2021). Evaluation of the theoretical, technical and economic potential of industrial waste heat recovery in the Basque Country. *Journal of Cleaner Production*, 312, 127494.
- Lucena-Giraldo, J., Rodríguez-Crespo, E., & Salazar-Elena, J. C. (2022). The creative response of energy-intensive industries to the Emissions Trading System in the European Union. *Journal of Cleaner Production*, 373, 133700.

Magro, E., Navarro, M., Zabala-Iturriagoitia, J. M., & Sebastian, D. S. Behind the curtains: the invisible hand of formal and informal coordination in innovation policy.

Mazzucato, M., Roll, K., Aeron-Thomas, D., McPherson, M., & Lorca, A. (2021). The Biscay Model: Aligning tax policy with the United Nations sustainable development goals.

Menéndez-Sánchez, J., Fernández-Gómez, J., & Araujo-de-la-Mata, A. (2023). Sustainability Strategies by Oil and Gas Companies, Contribution to the SDGs and Local Innovation Ecosystems. *Energies*, 16(6), 2552.

Miró, L., Brueckner, S., McKenna, R., & Cabeza, L. F. (2016). Methodologies to estimate industrial waste heat potential by transferring key figures: A case study for Spain. *Applied Energy*, 169, 866–873.

Morandeira-Arca, J., Etxezarreta-Etxarri, E., Azurza-Zubizarreta, O., & Izagirre-Olaizola, J. (2024). Social innovation for a new energy model, from theory to action: contributions from the social and solidarity economy in the Basque Country. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 37(1), 33–59.

Navarro, M., Valdaliso, J. M., Aranguren, M. J., & Magro, E. (2014). A holistic approach to regional strategies: The case of the Basque Country. *Science and Public Policy*, 41(4), 532–547.

NAUWELAERS, C., Harding, R., Perianez, F. I., Haegeman, K., & Arregui, P. E. (2022). *Case studies towards Green Transition in EU regions: Smart Specialisation for transformative innovation*. Publications Office of the European Union.

Querejeta, M. J. A., Farachala, P. C., Montero, E. M., Arancegui, M. N., Wilson, J. R., & Valdaliso, J. M. LONG-TERM REGIONAL STRATEGY FOR INCLUSIVE COMPETITIVENESS: THE BASQUE COUNTRY.

OECD. (2011). *OECD Reviews of Regional Innovation: Basque Country, Spain 2011*.

OECD. (2025). *A Territorial Approach to the Sustainable Development Goals in the Basque Country*.

Olabe, A. (2019) – Climate Leviathan and Spain’s Transition Paradox

Orkestra. (2023). *Basque Country Competitiveness Report 2023: Transition to Environmentally Sustainable Competitiveness*. Ormazabal, M., Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., & Santos, J. (2016). An overview of the circular economy among SMEs in the Basque country: A multiple case study. *Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM)*, 9(5), 1047-1058.

Osborne Clarke. (2024). *Top things you should be thinking about in 2024*.

Susur, E., Hidalgo Nuchera, A., & Chiaroni, D. (2018). Strategic niche management for industrial ecosystems: A cross case study on management of synergy based initiatives in Catalonia and Basque Country.

TecNALIA. (2024, February 1). The Basque Industrial Hub for Circularity – Driving decarbonisation.

University of Twente & IS2H4C Consortium. (2023). Transitioning industrial zones into hubs for circularity. EU Horizon Europe Project.

Valdaliso, J. M. (2015). The Basque Country. Strategies for shaping territorial competitiveness, 94.

Valdaliso, J., Elola, A., Aranguren, M., & Lopez, S. (2011). Social capital, internationalization and absorptive capacity: The electronics and ICT cluster of the Basque Country. *Entrepreneurship & Regional Development*, 23(9-10), 707-733.

Valdaliso, J. M., Elola, A., & Franco, S. (2016). Do clusters follow the industry life cycle? Diversity of cluster evolution in old industrial regions. *Competitiveness review*, 26(1), 66-86.

Valdaliso, J. M., Elola, A., & Jose, M. (2011). Origins and Development of Industrial Clusters in the Basque Country: Path-Dependency and Economic Evolution. *Behavior and Organizational Change*, 99.

Zabala, I., Zubietta, E., & Páez, D. (2020). Basque Ethnic Identity and Collective Empowerment: Predictive Factors of Wellbeing and Community Participation.