
**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΕΙΡΑΙΩΣ**



**ΤΜΗΜΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΡΙΣΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ»**

**«Αυτοκινητόδρομοι-Σιδηρόδρομοι-Κανάλια άρδευσης:
Γραμμική ανάπτυξη φωτοβολταϊκών»**

Αθανασούλης Γεώργιος

Διπλωματική Εργασία υποβληθείσα στο Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων
του Πανεπιστημίου Πειραιώς για την απόκτηση
Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην Κλιματική Κρίση και Τεχνολογίες
Πληροφορικής και Επικοινωνιών.

Πειραιάς, Ελλάδα , 2023



**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΡΙΣΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ»**

**Αυτοκινητόδρομοι-Σιδηρόδρομοι-Κανάλια άρδευσης:
Γραμμική ανάπτυξη φωτοβολταϊκών**

Αθανασούλης Γεώργιος, Α.Μ.: ΜΚΚ2101

Επιβλέπων: Ιωάννης Μανιάτης / Καθηγητής / Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Διπλωματική Εργασία υποβληθείσα στο Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων
του Πανεπιστημίου Πειραιώς για την απόκτηση
Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην Κλιματική Κρίση και Τεχνολογίες
Πληροφορικής και Επικοινωνιών

Πειραιάς, Ελλάδα, 2023

**UNIVERSITY of
PIRAEUS**



**DEPARTMENT of
DIGITAL SYSTEMS**

**M.Sc. in Climate Crisis and Information and
Communication Technologies**

**« Highways-Railways-Irrigation Networks: Linear
development of photovoltaics »**

Athanasoulis Georgios

Master Thesis submitted to the Department of Digital Systems
of the University of Piraeus in partial fulfillment of the requirements
for the degree of M.Sc. in Climate Crisis and Information and Communication
Technologies

Piraeus, Greece, 2023

Δήλωση Πνευματικών Δικαιωμάτων

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα Διπλωματική Εργασία με τίτλο “ **Αυτοκινητόδρομοι-Σιδηρόδρομοι-Κανάλια άρδευσης: Γραμμική ανάπτυξη φωτοβολταϊκών** ” καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και οι πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας και αναφέρονται ρητώς μέσα στο κείμενο που συνοδεύουν και η οποία έχει εκπονηθεί στο Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων του Πανεπιστημίου Πειραιώς αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή / και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. 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 μόνο.

Copyright (C) Αθανασούλης Γεώργιος, 2023, Πειραιάς

Υπογραφή:



Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποσκοπεί στην παρουσίαση φωτοβολταϊκών συστημάτων στους αυτοκινητόδρομους, σιδηρόδρομους και σε κανάλια άρδευσης, με απώτερο σκοπό την μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος. Αρχικά, γίνεται μια ευρύτερη αναφορά στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργεια καθώς και στη παραγωγή της στο παγκόσμιο ιστό. Επίσης, θα πραγματοποιηθεί μια σύντομη αναφορά στην τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Ακολουθεί, η ιστορική εξέλιξη των φωτοβολταϊκών μέσα στο πέρασμα των ετών. Έπειτα, η χρήση των φωτοβολταϊκών σε παγκόσμιο και ευρωπαϊκό επίπεδο σε παραδείγματα εφαρμογής. Τέλος, θα αναφερθεί σε παραδείγματα ηλεκτρικής ενέργειας στον Ελλαδικό χώρο. Συμπερασματικά, βασικός στόχος της έρευνας αποτελεί η αναδείξει τρόπων εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας με τη βοήθεια της τεχνολογίας και των καινοτομιών που εφαρμόζονται ή θα εφαρμοστούν.

Λέξεις – Κλειδιά: φωτοβολταϊκά συστήματα, τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών

Abstract

This dissertation aims to present photovoltaic systems on highways, railways and irrigation canals, with the ultimate goal of reducing the carbon footprint. First, a broader reference is made to electricity consumption as well as its production in the global system. Also, a brief reference will be made to the technology of photovoltaic systems. The following is the historical evolution of photovoltaics over the years. Then, the use of photovoltaics at the global level and at the level of examples. Finally, examples of electricity in the Greek area will be mentioned. In conclusion, the main objective of the research is to highlight ways to save electricity with the help of technology and innovations that are or will be implemented.

Keywords: photovoltaic systems, information and communication technologies

Περιεχόμενα

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Εισαγωγή | 1 |
| 1.1. | Ενεργειακή ασφάλεια των σύγχρονων κοινωνιών | 6 |
| 1.2. | Τοποθέτηση φωτοβολταϊκών στο παγκόσμιο ιστό | 8 |
| 2 | Φωτοβολταϊκά Συστήματα | 12 |
| 2.1 | Κρυσταλλικά Φωτοβολταϊκά στοιχεία | 13 |
| 2.2. | Φωτοβολταϊκά στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου | 13 |
| 2.3. | Φωτοβολταϊκά στοιχεία πολυκρυσταλλικού πυριτίου | 14 |
| 2.4. | Φωτοβολταϊκά στοιχεία ταινίας | 14 |
| 2.5. | Φωτοβολταϊκά στοιχεία λεπτών υμενίων | 15 |
| 2.6. | Φωτοβολταϊκά στοιχεία άμορφου πυριτίου | 15 |
| 2.7. | Φωτοβολταϊκά στοιχεία πολλαπλών στρωμάτων | 15 |
| 2.8. | Φωτοβολταϊκά με Δισεληνοϊνδιούχος Χαλκός (CuInSe ₂ ή CIS) | 16 |
| 2.9. | Φωτοβολταϊκά με Τελλουριούχο Κάδμιο (CdTe) | 16 |
| 2.10. | Φωτοβολταϊκά με Αρσενικούχο Γάλλιο | 16 |
| 3 | Αυτοκινητόδρομοι και Φωτοβολταϊκά Συστήματα | 19 |
| 3.1 | Οι ηλιακοί αυτοκινητόδρομοι λύνουν το πρόβλημα του «διαστήματος» | 20 |
| 3.2. | Η δομή ενός ηλιακού αυτοκινητόδρομου | 22 |
| 3.3. | Ινδία | 24 |
| 3.4. | Νότια Κορέα | 25 |
| 3.5. | Γαλλία Wattway | 27 |
| 3.6. | Ολλανδία | 29 |
| 3.7 | Ελβετία | 31 |
| 4 | Σιδηρόδρομοι και φωτοβολταϊκά Συστήματα | 35 |
| 4.1 | Κίνα | 35 |
| 4.2 | Νότια Κορέα | 39 |
| 4.3 | Γερμανία | 41 |

| | | |
|-----|--|-----|
| 5 | Κανάλια άρδευσης με φωτοβολταϊκά..... | 45 |
| 5.1 | Ινδία..... | 48 |
| 5.2 | Η.Π.Α..... | 54 |
| 5.3 | Ισπανία..... | 57 |
| 5.4 | Ολλανδία | 59 |
| 5.5 | Πορτογαλία..... | 69 |
| 6 | Ελλάδα | 74 |
| 6.1 | Αυτοκινητόδρομοι και φωτοβολταϊκά | 76 |
| 6.2 | Φωτοβολταϊκά σε αρδευτικά κανάλια..... | 90 |
| 6.3 | Προοπτική καναλιών άρδευσης φωτοβολταϊκών..... | 92 |
| 7 | Συμπεράσματα | 105 |
| 8 | Βιβλιογραφία | 114 |

Ευρετήριο Εικόνων

| | |
|---|----|
| Εικόνα 1. Η παγκόσμια ηλεκτροδότηση της τελικής κατανάλωσης συνεχίζει να ακολουθεί αυξητική τάση, φτάνοντας το 20,4% το 2021 (+1 μονάδα σε σύγκριση με το 2019) | 1 |
| Εικόνα 2. Παγκόσμιο μίγμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας | 2 |
| Εικόνα 3. Μερίδιο της παγκόσμιας τελικής κατανάλωσης ενέργειας ανά καύσιμο στο σενάριο των δηλωμένων πολιτικών, 2000-2040..... | 7 |
| Εικόνα 4. Μερίδιο της παγκόσμιας τελικής κατανάλωσης ενέργειας από καύσιμα στο Σενάριο Βιώσιμης Ανάπτυξης, 2000-2040 | 8 |
| Εικόνα 5. Σενάρια του 2050..... | 9 |
| Εικόνα 6. Το μείγμα της ηλεκτρικής ενέργειας το 2050..... | 10 |
| Εικόνα 7. Πάνελ μονοκρυσταλλικού πυριτίου. | 13 |
| Εικόνα 8. Πάνελ πολυκρυσταλλικού πυριτίου | 14 |
| Εικόνα 9. Εικόνα . πολυκρυσταλλικό πυρίτιο ταινίας. | 14 |
| Εικόνα 10. Εικόνα . Φωτοβολταϊκά στοιχεία άμορφου | 15 |
| Εικόνα 11. Φωτοβολταϊκά με Δισεληνοϊδούχος Χαλκός. | 16 |
| Εικόνα 12. Φωτοβολταϊκά με Τελλουριούχο Κάδμιο..... | 16 |
| Εικόνα 13. Φωτοβολταϊκά με Αρσενικούχο Γάλλιο. | 17 |
| Εικόνα 14. Παγκόσμια μεταβολή θερμοκρασίας..... | 19 |
| Εικόνα 15. Αυτοκινητόδρομοι του μέλλοντος..... | 21 |
| Εικόνα 16. Βομβάη με το Ναγκπούρ | 24 |
| Εικόνα 17. Αυτοκινητόδρομος μεταξύ Βομβάη με το Ναγκπούρ | 25 |
| Εικόνα 18. Daejeon και Sejong..... | 26 |
| Εικόνα 19. Αυτοκινητόδρομος Νότιας Κορέας | 26 |
| Εικόνα 20. Το έργο Wattway | 29 |
| Εικόνα 21. Πόλη Almere, στην Ολλανδία | 30 |
| Εικόνα 22. Πόλη Almere | 31 |
| Εικόνα 23. Το πιλοτικό έργο αυτοκινητόδρομου με φωτοβολταϊκά κοντά στο Martigny στη νότια Ελβετία | 33 |
| Εικόνα 24. Martigny στη νότια Ελβετία | 34 |
| Εικόνα 25. Σιδηροδρομικός σταθμός Xiong'an | 35 |
| Εικόνα 26. Αεροφωτογραφία που τραβήχτηκε στις 9 Σεπτεμβρίου 2022 δείχνει έναν κατανεμημένο φωτοβολταϊκό (PV) σταθμό ηλεκτροπαραγωγής στην ταράτσα του | |

| | |
|--|----|
| σιδηροδρομικού σταθμού Xiong'an στη Νέα Περιοχή Xiong'an, στην επαρχία Hebei της Βόρειας Κίνας. | 38 |
| Εικόνα 27. Πόλη Suncheon της Νότιας Κορέας | 40 |
| Εικόνα 28. Φωτοβολταϊκό δυναμικό Γερμανία | 42 |
| Εικόνα 29. Φωτοβολταϊκά για σιδηροδρομικές γραμμές | 44 |
| Εικόνα 30. : Χρονοδιάγραμμα πλωτών φωτοβολταϊκών έργων. | 47 |
| Εικόνα 31. Ανάρτηση με σχοινί από χάλυβα υψηλής αντοχής για ηλιακούς συλλέκτες σε κανάλια μεγάλου πλάτους. | 49 |
| Εικόνα 32. Ηλιακό έργο στην κορυφή του καναλιού στο Μπιχάρ..... | 51 |
| Εικόνα 33. Οι ινδικές δεξαμενές θα μπορούσαν να φιλοξενήσουν 280 GW πλωτή ηλιακή ενέργεια, σύμφωνα με μελέτη του Ινστιτούτου Ενέργειας και Πόρων. | 53 |
| Εικόνα 34. Οι ηλιακοί συλλέκτες που εγκαθίστανται πάνω από κανάλια αυξάνουν την απόδοση και των δύο συστημάτων. Brandi McKuin, CC BY-ND. | 56 |
| Εικόνα 35. Απόδοση ενός συστήματος ηλιακού καναλιού για την Καλιφόρνια. Solar Aquagrid LLC, CC BY-ND | 57 |
| Εικόνα 36. Αρδευτική κοινότητα του Canal de Navarra | 58 |
| Εικόνα 37. Λίμνη Oostvoornse Meer, στην Ολλανδία | 60 |
| Εικόνα 38. Πλωτό ηλιακό πάρκο | 62 |
| Εικόνα 39. Η Ιαπωνία επενδύει σε μεγάλο βαθμό σε πλωτά ηλιακά πάρκα λόγω της περιορισμένης διαθεσιμότητας γης ή της πολύ ακριβής γης..... | 64 |
| Εικόνα 40. Η Proteus είναι μια από τις πρώτες εγκαταστάσεις που συνδύασε τους πλωτούς ηλιακούς συλλέκτες με την τεχνολογία Sun-tracking..... | 65 |
| Εικόνα 41. Η πλωτή ηλιακή ενέργεια μπορεί να βοηθήσει στη μείωση της εξάτμισης και στην πρόληψη της εξάπλωσης τοξικών ανθέων φυκιών, οι οποίες απειλούν την παροχή νερού..... | 67 |
| Εικόνα 42. Φράγμα Alqueva, στη Moura της Πορτογαλίας | 69 |
| Εικόνα 43. Ένας εργαζόμενος περπατά κατά την εγκατάσταση του μεγαλύτερου πλωτού ηλιακού πάρκου της EDP (Energias de Portugal) σε ένα φράγμα στην Ευρώπη, στην επιφάνεια του φράγματος Alqueva, στη Moura της Πορτογαλίας. | 70 |
| Εικόνα 44. Το EDP's (Energias de Portugal) είναι το μεγαλύτερο πλωτό ηλιακό πάρκο σε υδροηλεκτρικό φράγμα στην Ευρώπη και ένα πολύ καλό σημείο αναφοράς. Εικόνα: REUTERS/Miguel Pereira | 71 |
| Εικόνα 45. Επίπεδο θέρμανσης στην Ελλάδα, 2000-2020 | 74 |

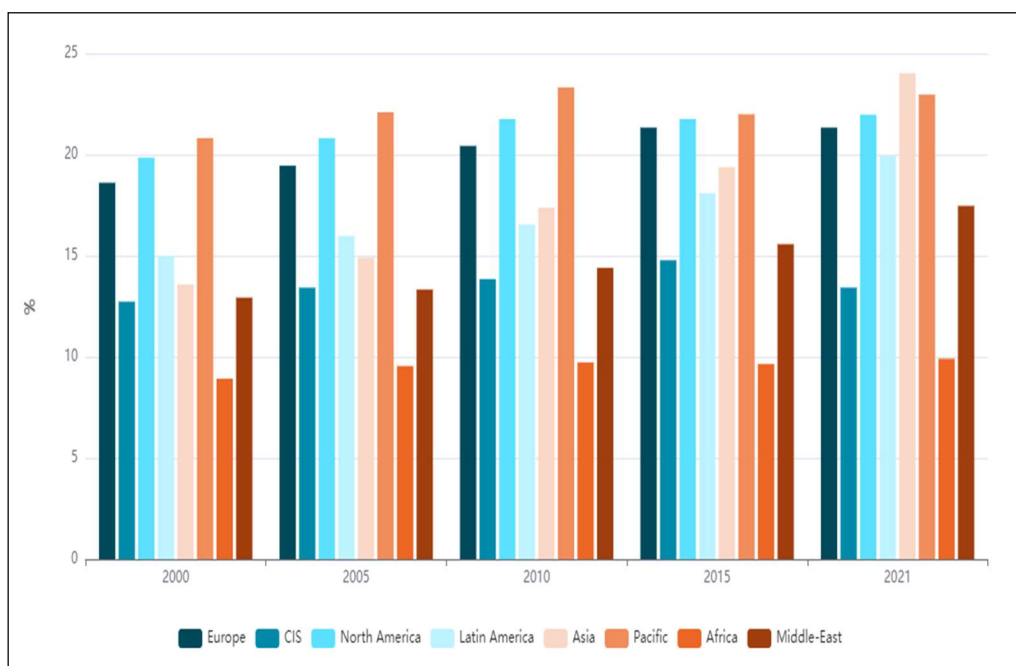
| | |
|---|-----|
| Εικόνα 46. Πηγές ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα , πρώτοι 10 μήνες κάθε έτους | 76 |
| Εικόνα 47. Αττική Οδός . | 77 |
| Εικόνα 48. | 78 |
| Εικόνα 49. Κόμβος Αττικής οδού | 78 |
| Εικόνα 50. Σήραγγα Σ2,Αγίου Κωνσταντίνου Φθιώτιδας..... | 79 |
| Εικόνα 51. Το πρώτο, πιλοτικό φωτοβολταϊκό πάρκο σε πρανή της Ιόνιας Οδού. | 80 |
| Εικόνα 52. Στυλίδα, Σήραγγα T3D και Σήραγγα T3A | 82 |
| Εικόνα 53. Στυλίδα, Σήραγγα T7D | 82 |
| Εικόνα 54. Φωτισμός LED σε Σήραγγα της Κακιάς Σκάλας | 84 |
| Εικόνα 55. Σήραγγα Καλογερικού | 86 |
| Εικόνα 56. Αυτοκινητόδρομος Αιγαίου | 87 |
| Εικόνα 57. Εγνατία Οδός ,Εβρος | 88 |
| Εικόνα 58. Φωτοβολταϊκά σε διόδους και τούνελ | 89 |
| Εικόνα 59. Πλωτά φωτοβολταϊκά στον Αχελώο | 91 |
| Εικόνα 60. Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών τα κανάλια άρδευσης. | 92 |
| Εικόνα 61. Άμεση κανονική ακτινοβολία | 100 |
| Εικόνα 62. Παγκόσμια οριζόντια ακτινοβολία | 101 |
| Εικόνα 63. Φωτοβολταϊκό δυναμικό ισχύος..... | 102 |

Ευρετήριο Πινάκων

| | |
|--|----|
| Πίνακας 1. Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Αττική Οδός Α.Ε..... | 77 |
| Πίνακας 2. Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Νέα Οδός Α.Ε | 78 |
| Πίνακας 3. Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Αυτοκινητόδρομος Κεντρικής Ελλάδος Α.Ε | 81 |
| Πίνακας 4. Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Ολυμπία Οδός Α.Ε | 83 |
| Πίνακας 5. Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Μορέας Α.Ε..... | 85 |
| Πίνακας 6. Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Αυτοκινητόδρομος Αιγαίου Α.Ε | 86 |
| Πίνακας 7. Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Εγνατίας Οδού Α.Ε. | 87 |

1 Εισαγωγή

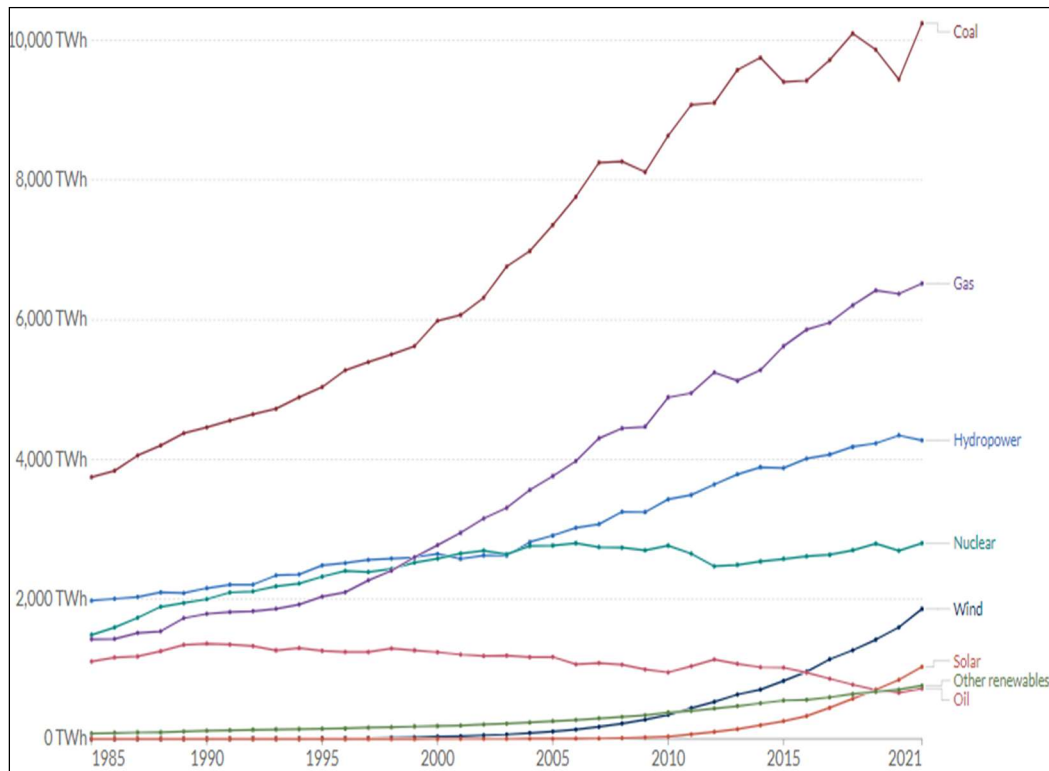
Το σημαντικότερο πρόβλημα, αλλά και στοίχημα ταυτόχρονα, που αντιμετωπίζουν οι σύγχρονες κοινωνίες είναι η συνεχείς μεταβολές στο κλίμα δηλαδή η κλιματική αλλαγή. Οι μεταβολές αυτές σε ένα μεγάλο ποσοστό οφείλονται στη συνεχή ρύπανση του περιβάλλοντος από την εκμετάλλευση πρώτων υλών για τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (και όχι μόνο). Το μεγάλο στοίχημα των κοινωνιών είναι η παραγωγή γενικότερα της ενέργειας να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), έτσι ώστε το ενεργειακό αποτύπωμα να είναι μικρότερο. Διότι η προστασία του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων προέχουν και επιβραδύνουν την κλιματική αλλαγή.



Εικόνα 1. Η παγκόσμια ηλεκτροδότηση της τελικής κατανάλωσης συνεχίζει να ακολουθεί αυξητική τάση, φτάνοντας το 20,4% το 2021 (+1 μονάδα σε σύγκριση με το 2019)¹

Οι ΑΠΕ είναι η χρήση κάθε μορφής ενέργειας που προέρχονται από φυσικές διαδικασίες, όπως η αιολική, ηλιακή, γεωθερμική και άλλες. Επίσης, είναι φιλικές προς το περιβάλλον διότι δε παράγουν τοξικούς ρύπους κατά τη λειτουργία τους.

¹Πηγή : <https://yearbook.enerdata.net/electricity/share-electricity-final-consumption.html> [Ανάκτηση 23/3/2023]



Εικόνα 2. Παγκόσμιο μίγμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας²

Οι φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις (ΦΒ) είναι σε θέση να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από ηλιακή ενέργεια χωρίς εκπομπές ρύπων ή αερίων θερμοκηπίου, παρέχοντας μια βιώσιμη λύση για την απόκτηση ενέργειας. Έχουν προσελκύσει παγκόσμιο ενδιαφέρον, ειδικά στο παρασκήνιο, καθώς χώρες έχουν θέσει στόχους μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ως απάντηση στη Συμφωνία του Παρισιού από το 2016. Οι φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις συνήθως καλύπτουν μεγάλες περιοχές προκειμένου να λάβουν επαρκή ηλιακή ενέργεια και ως εκ τούτου συνήθως περιορίζονται σε απομακρυσμένες ανοιχτές περιοχές, π.χ. ερήμους. Προκειμένου να αποφευχθεί η μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις, έχουν γίνει προσπάθειες για την κατανομή των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων σε ελεύθερους χώρους αστικών και περιαστικών περιοχών, ιδιαίτερα στους εξωτερικούς χώρους των κτιρίων. Έχουν τοποθετηθεί με πλαίσια σε στέγες παρόμοια με εκείνα στο έδαφος. Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα φωτοβολταϊκά πάνελ μπορεί επίσης να λειτουργούν ως δομικά στοιχεία εκτός από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, για παράδειγμα,

² Πηγή : <https://ourworldindata.org/grapher/electricity-production-by-source> [Ανάκτηση 23/3/2023]

μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη σκίαση του φωτός και τα διαφανή ή ημιδιαφανή φωτοβολταϊκά κύτταρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως παράθυρα και φεγγίτες ³.

Σε ορισμένες πρόσφατες πρακτικές, οι φωτοβολταϊκές κυψέλες ενσωματώνονται σε συμβατικά δομικά στοιχεία και λειτουργούν ως προσόψεις και ως κεραμίδια στέγης. Ωστόσο, αρκετές προκλήσεις εμπόδισαν τις πιο εκτεταμένες εφαρμογές τέτοιων φωτοβολταϊκών ολοκληρωμένων κτιρίων ή εφαρμογών σε κτίρια. Για παράδειγμα, τα σχέδια κτιρίων συνδέονται συνήθως με αισθητικούς λόγους, ενώ τα συμβατικά φωτοβολταϊκά πάνελ είναι επίπεδα και συνδέονται με περιορισμένα χρώματα. Δεύτερον, διαφορετικές δομές ή λειτουργίες κτιρίων μπορεί να απαιτούν προσαρμοσμένα προϊόντα ή ρυθμίσεις εγκατάστασης, οι οποίες μπορεί να βλάψουν την οικονομική προσιτότητα και την αποδοτικότητά του. Επιπλέον, ο διαθέσιμος εξωτερικός χώρος ενός μεμονωμένου κτιρίου είναι συνήθως περιορισμένος, ειδικά λαμβάνοντας υπόψη τον προσανατολισμό του κτιρίου και τις σκιάσεις στο αστικό περιβάλλον (π.χ., παρακείμενα κτίρια και τοπία) ⁴.

Ως καθαρή μορφή παραγωγής ενέργειας, η τεχνολογία ηλιακών φωτοβολταϊκών (PV) έχει διευκολύνει την υλοποίηση της ισοτιμίας του δικτύου σε πολλές χώρες. Με γνώμονα τις δεσμεύσεις πολλών χωρών να επιτύχουν στόχους ουδετερότητας άνθρακα, μετάβασης καθαρής ενέργειας και πράσινης ανάκαμψης, εκτιμάται ότι περίπου 210–260 GW νέων φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων ετησίως θα εγκαθίστανται παγκοσμίως κατά την περίοδο 2020–2025. Οι φωτοβολταϊκοί σταθμοί και τα φωτοβολταϊκά συστήματα οικιακής κλίμακας είναι δύο κύριες εφαρμογές της τεχνολογίας φωτοβολταϊκών. Η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών είναι επίσης βασικό στοιχείο στη διαδικασία μετάβασης των ενεργειακών συστημάτων. Ωστόσο, ο κακός σχεδιασμός των δύο παραπάνω εφαρμογών έχει προκαλέσει ορισμένα ζητήματα, όπως η ηλιακή περικοπή και η αναντιστοιχία μεταξύ παραγωγής και κατανάλωσης, λόγω των εγγενών χαρακτηριστικών της ΦΒ και της συμπεριφοράς των καταναλωτών. Έχουν γίνει πολλές προσπάθειες για την επέκταση των ορίων των φωτοβολταϊκών εφαρμογών. Μια πολλά

³ Πηγή : Dai, Y., Yin, Y., & Lu, Y. (2021). Strategies to facilitate photovoltaic applications in road structures for energy harvesting. *Energies*, 14(21), 7097. <https://doi.org/10.3390/en14217097>

⁴ Πηγή : Goncalves, J. E., van Hooff, T., & Saelens, D. (2020). A physics-based high-resolution BIPV model for building performance simulations. *Solar Energy*, 204, 585–599. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.04.057>

υποσχόμενη προσέγγιση είναι η ενοποίηση των φωτοβολταϊκών συστημάτων και της υποδομής.⁵

Περισσότερο από το ήμισυ του παγκόσμιου πληθυσμού ζει τώρα σε αστικές περιοχές και η αστική ανάπτυξη παγκοσμίως έχει επιφέρει αύξηση της ζήτησης για ενέργεια, υλικοτεχνική υποστήριξη, μεταφορές, μετακινήσεις και άλλες πτυχές. Οι σχετικά μη προηγμένες υποδομές αστικών μεταφορών είναι επιρρεπείς σε κυκλοφοριακή συμφόρηση, ατμοσφαιρική ρύπανση και άλλες «ασθένειες των πόλεων». Στο πλαίσιο της ουδετερότητας των εκπομπών άνθρακα, οι εθνικοί στόχοι πρέπει να μεταδοθούν και να εφαρμοστούν στη συγκεκριμένη υποδομή μεταφορών και οι πόλεις θα πρέπει να είναι οι πρόδρομοι της ουδετερότητας άνθρακα. Ως εκ τούτου, ο τομέας των μεταφορών έχει προσελκύσει μεγάλη προσοχή όσον αφορά την ενοποίηση των φωτοβολταϊκών. Προσπάθειες για τη βελτίωση της βιωσιμότητας των μεταφορών έχουν γίνει στον σιδηροδρομικό τομέα και στους αυτοκινητοδρόμους σε παγκόσμιο επίπεδο.⁶

Κατά την ερευνητική διαδικασία βελτιστοποίησης των εφαρμοζόμενων φωτοβολταϊκών κτιρίων, έχει δοθεί επίσης προσοχή στις δομές αυτοκινητοδρόμων, σιδηροδρόμων και αστικών δρόμων που καλύπτουν σημαντική περιοχή αστικών και προαστιακών συνοικιών και ενδέχεται να έχουν δυνατότητες ενσωμάτωσης με φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις. Ορισμένες στρατηγικές που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη φωτοβολταϊκών που εφαρμόζονται σε κτίρια έχουν επίσης εφαρμοστεί σε οδικές κατασκευές. Σε σύγκριση με τα κτίρια, οι αυτοκινητόδρομοι και οι αστικοί δρόμοι συνδέονται με λιγότερο αισθητικά ζητήματα. Λόγω σχεδόν ομοίμορφων διατομών οδικών κατασκευών, ο σχεδιασμός για τις εφαρμοστέες φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις μπορεί να είναι ευκολότερος και μια επιτυχημένη πρακτική μπορεί να προωθηθεί εύκολα σε παρόμοια έργα. Δεύτερον, οι αυτοκινητόδρομοι και οι αστικοί δρόμοι συντηρούνται συνήθως από επαγγελματικές ομάδες, κάτι που είναι ευνοϊκό για τη διατήρηση της μακροπρόθεσμης απόδοσης των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων. Επιπλέον, ο αυξανόμενος αριθμός ηλεκτρικών οχημάτων δημιουργεί ζήτηση για πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια σε απομακρυσμένους αυτοκινητόδρομους, όπου

⁵ Πηγή : Chen, Z., Jiang, M., Qi, L., Wei, W., Yu, Z., Wei, W., Yu, X., & Yan, J. (2022). Using existing infrastructures of high-speed railways for photovoltaic electricity generation. *Resources, Conservation and Recycling*, 178, 106091. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.106091>

⁶ Πηγή :Victoria, M., Zhu, K., Brown, T., Andresen, G., & Greiner, M. (2020). Early Decarbonisation of the European Energy System Pays Off. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-37721/v1>

οι εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών μπορεί να είναι ακόμη πιο αποδοτικές από την κατασκευή εγκαταστάσεων ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο. Μια ελκυστική εφαρμογή των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων στο πεζοδρόμιο είναι η πραγματοποίηση ασύρματης φόρτισης για ηλεκτρικά οχήματα κατά την οδήγηση με πηνίο επαγωγής ⁷.

Παρά την πρόοδο που σημειώθηκε στη διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) στα περισσότερα μέρη του κόσμου, εξακολουθεί να μην είναι αρκετά γρήγορη για την επίτευξη των διεθνών στόχων μετριασμού του κλίματος. Επιπλέον, στις διαδικασίες ενεργειακού σχεδιασμού καθίσταται σημαντικό να συμπεριληφθούν πτυχές πέρα από τις τεχνοοικονομικές, προκειμένου να εφαρμοστούν πολιτικές που όχι μόνο μειώνουν τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (GHG), αλλά και που αποφεύγουν άλλα περιβαλλοντικά προβλήματα και κοινωνικές συγκρούσεις, δημιουργώντας ταυτόχρονα κοινωνικοοικονομικά οφέλη. Από αυτή την άποψη, τα ηλιακά φωτοβολταϊκά (PV) είναι μια από τις πιο υποσχόμενες τεχνολογίες ΑΠΕ λόγω της πανταχού παρουσίας και της βιωσιμότητάς τους. Στην πραγματικότητα, τα ηλιακά φωτοβολταϊκά αναμένεται να είναι η κορυφαία τεχνολογία ΑΠΕ έως το 2050 και να δημιουργήσουν πολλές θέσεις εργασίας κατά τη διάρκεια μιας παγκόσμιας μετάβασης συμβατής με το κλίμα σε όλους τους ενεργειακούς τομείς. Ωστόσο, οι ανησυχίες σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τις συγκρούσεις χρήσης γης μεγάλης κλίμακας επίγειων φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων προκαλούν αβεβαιότητα και κάποια αντίθεση στην εφαρμογή αυτής της τεχνολογίας ⁸

Ως εναλλακτική λύση σε αυτές τις ανησυχίες, τα πλωτά φωτοβολταϊκά συστήματα είναι μια αναδυόμενη εφαρμογή που διπλασιάζει την εγκατεστημένη ισχύ της κάθε χρόνο. Στην πραγματικότητα, τα πλωτά φωτοβολταϊκά συστήματα είναι ανταγωνιστικά ως προς το κόστος σε σύγκριση με τα επίγεια ηλιακά φωτοβολταϊκά αγροκτήματα λόγω της απουσίας κόστους απόκτησης γης. Παρέχει επίσης ορισμένα πρόσθετα και μοναδικά χαρακτηριστικά, συμπεριλαμβανομένης της μείωσης της εξάτμισης του νερού των καναλιών άρδευσης, των δεξαμενών ή των λιμνών όπου είναι εγκατεστημένη, μαζί με τον μετριασμό της ανάπτυξης φυκιών. Επιπλέον, ορισμένοι

⁷ Dai, Y., Yin, Y., & Lu, Y. (2021). Strategies to facilitate photovoltaic applications in road structures for energy harvesting. *Energies*, 14(21), 7097. <https://doi.org/10.3390/en14217097>

⁸ Muñoz-Cerón, E., Osorio-Aravena, J. C., Rodríguez-Segura, F. J., Frolova, M., & Ruano-Quesada, A. (2023). Floating photovoltaics systems on water irrigation ponds: Technical potential and multi-benefits analysis. *Energy*, 271, 127039. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.127039>

μελετητές ισχυρίζονται υψηλότερη απόδοση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε σύγκριση με τα κοινά φωτοβολταϊκά συστήματα λόγω των ψυκτικών επιδράσεων του νερού και, τέλος, αποτρέπει τις συγκρούσεις χρήσης γης. Επιπλέον, τα πλωτά φωτοβολταϊκά συστήματα θα μπορούσαν να μετριάσουν τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη θερμοκρασία και τη στρωματοποίηση του υδάτινου σώματος, να συνεπάγονται συνέργειες δεσμού νερού-τροφής-ενέργειας και κερδίζουν κοινωνική υποστήριξη⁹.

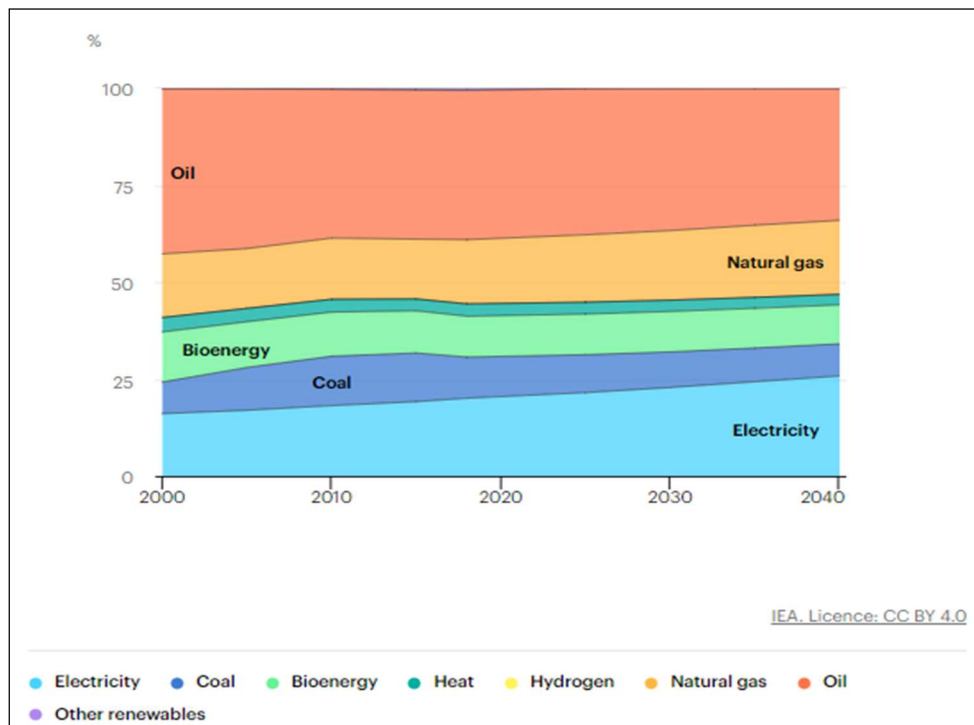
1.1. Ενεργειακή ασφάλεια των σύγχρονων κοινωνιών

Θα ήταν πολύ δύσκολο να φανταστεί κάποιος τις σύγχρονες κοινωνίες χωρίς ασφαλή παροχή ηλεκτρικής ενέργειας. Αν και αντιπροσωπεύει μόνο το ένα πέμπτο της χρήσης πρωτογενούς ενέργειας σήμερα, είναι απαραίτητο για την κάλυψη όλων των αναγκών και όλο και περισσότερο που εισέρχεται η ψηφιακή οικονομία. Οι πρόσφατες δυσκολίες που προκλήθηκαν από την πανδημία Covid-19 υπενθυμίζουν την κρίσιμη σημασία του ηλεκτρισμού σε όλες τις πτυχές της ζωής, όπως η διατήρηση του ιατρικού εξοπλισμού που εργάζεται σε νοσοκομεία και των συστημάτων πληροφορικής διαθέσιμα για τηλεργασία και τηλεδιάσκεψη. Οι επιπτώσεις μιας εκτεταμένης διακοπής υπερβαίνουν κατά πολύ το σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας ή την αξία της ίδιας της αγοράς χαμένης ενέργειας.

Το μερίδιο της ηλεκτρικής ενέργειας στην τελική κατανάλωση ενέργειας αναμένεται να αυξηθεί. Έχοντας αυξηθεί από 15% το 2000 σε 20% σήμερα, πρόκειται να αυξηθεί στο 24% έως το 2040, εάν οι χώρες παραμείνουν στην τρέχουσα πορεία τους, όπως στο Σενάριο Δηλωμένων Πολιτικών του Διεθνούς Ενεργειακού Προοπτικού του ΔΟΕ. Η αποτελεσματική ηλεκτροδότηση μιας σειράς ενεργειακών χρήσεων θα μπορούσε να καταστήσει την ηλεκτρική ενέργεια τη σημαντικότερη πηγή ενέργειας μας. Εάν οι χώρες στραφούν προς ένα ποικίλο, οικονομικά αποδοτικό μείγμα σύμφωνα με τη Συμφωνία του Παρισιού, όπως στο Σενάριο Βιώσιμης Ανάπτυξης του ΔΟΕ, ο ρόλος της ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται ακόμη πιο ισχυρός, φτάνοντας το 31% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας έως το 2040. Ενώ το μερίδιο της ηλεκτρικής

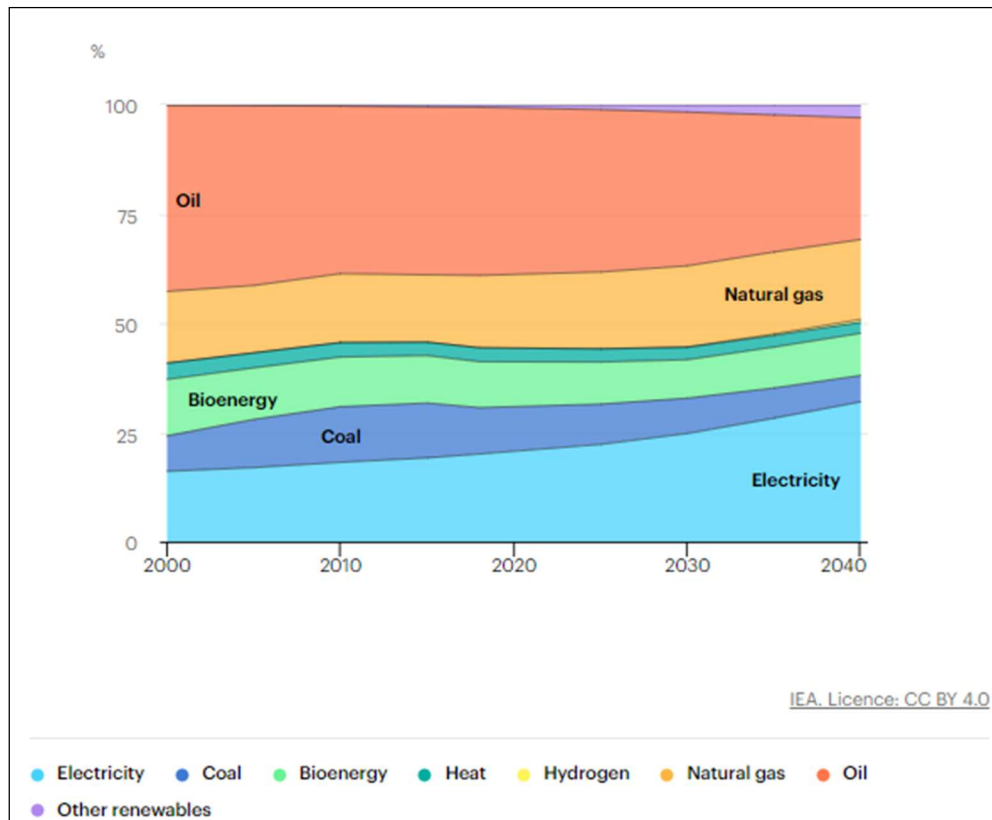
⁹ Muñoz-Cerón, E., Osorio-Aravena, J. C., Rodríguez-Segura, F. J., Frolova, M., & Ruano-Quesada, A. (2023). Floating photovoltaics systems on water irrigation ponds: Technical potential and multi-benefits analysis. *Energy*, 271, 127039. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.127039>

ενέργειας στην τελική κατανάλωση είναι μικρότερη από τη μισή του πετρελαίου σήμερα, ξεπερνά το πετρέλαιο μέχρι το 2040 στο Σενάριο Βιώσιμης Ανάπτυξης.¹⁰



Εικόνα 3. Μερίδιο της παγκόσμιας τελικής κατανάλωσης ενέργειας ανά καύσιμο στο σενάριο των δηλωμένων πολιτικών, 2000-2040

¹⁰ Πηγή :<https://www.iea.org/reports/power-systems-in-transition/electricity-security-matters-more-than-ever> [Ανάκτηση 23/3/2023]



Εικόνα 4. Μερίδιο της παγκόσμιας τελικής κατανάλωσης ενέργειας από καύσιμα στο Σενάριο Βιώσιμης Ανάπτυξης, 2000-2040

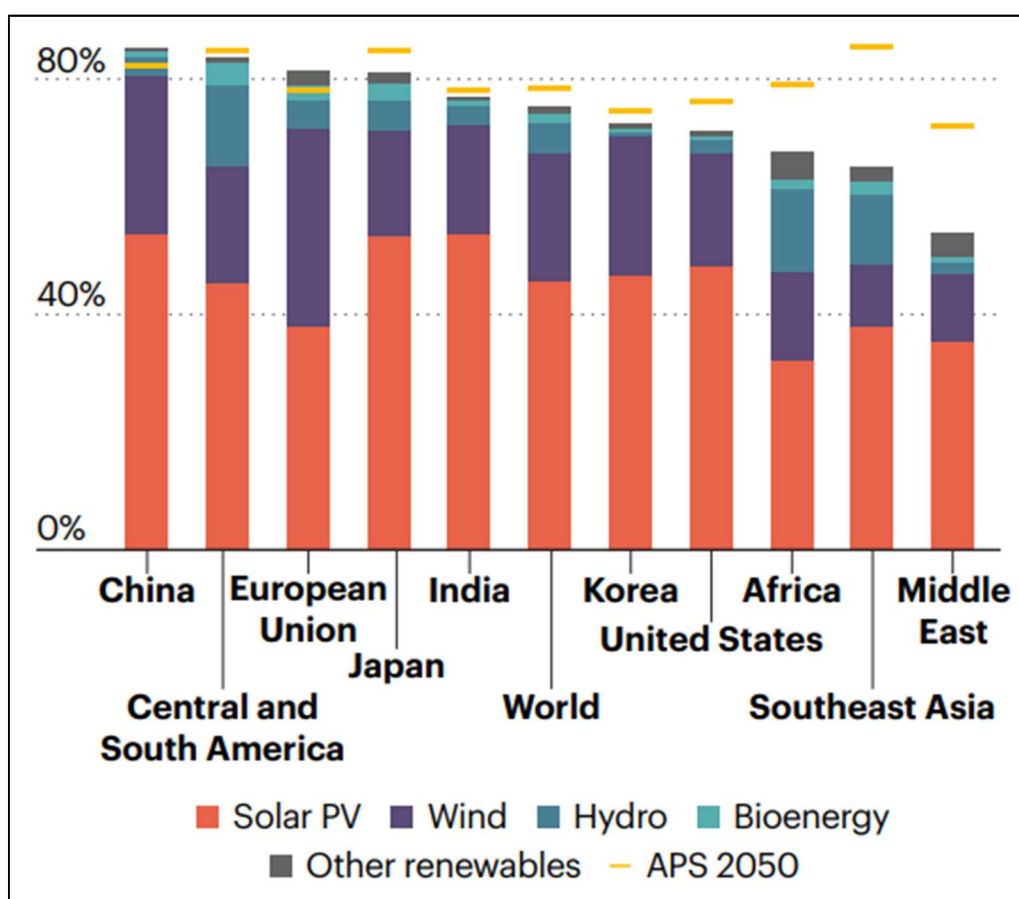
Το αυξανόμενο μερίδιο της ηλεκτρικής ενέργειας στην τελική ενεργειακή ζήτηση δεν γίνεται αντιληπτό και κυρίως η σημασία της. Η ηλεκτρική ενέργεια έχει κρίσιμους δεσμούς με άλλα μέρη του ενεργειακού τομέα, ιδιαίτερα τη βιομηχανία πετρελαίου και φυσικού αερίου, και στηρίζει τις βασικές δραστηριότητες του οικιακού, εμπορικού και βιομηχανικού τομέα. Καθώς η ηλεκτρική ενέργεια οδηγεί σε αυξημένα μερίδια θέρμανσης, ψύξης, μεταφορών και πολλών ψηφιακών τομέων επικοινωνίας, χρηματοδότησης, υγειονομικής περίθαλψης και άλλων, έτσι η ανάγκη για επαρκή μέτρα ασφαλείας για την ηλεκτρική ενέργεια κλιμακώνεται.¹¹

1.2. Τοποθέτηση φωτοβολταϊκών στο παγκόσμιο ιστό

Η παγκόσμια ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας αυξάνεται κατά 5900 TWh στις αναγραφόμενες πολιτικές σεναρίων (STEPS) και πάνω από 7000 TWh στο Ανακοινωθέν Σενάριο Υποσχέσεων (APS) έως το 2030, που ισοδυναμεί με την

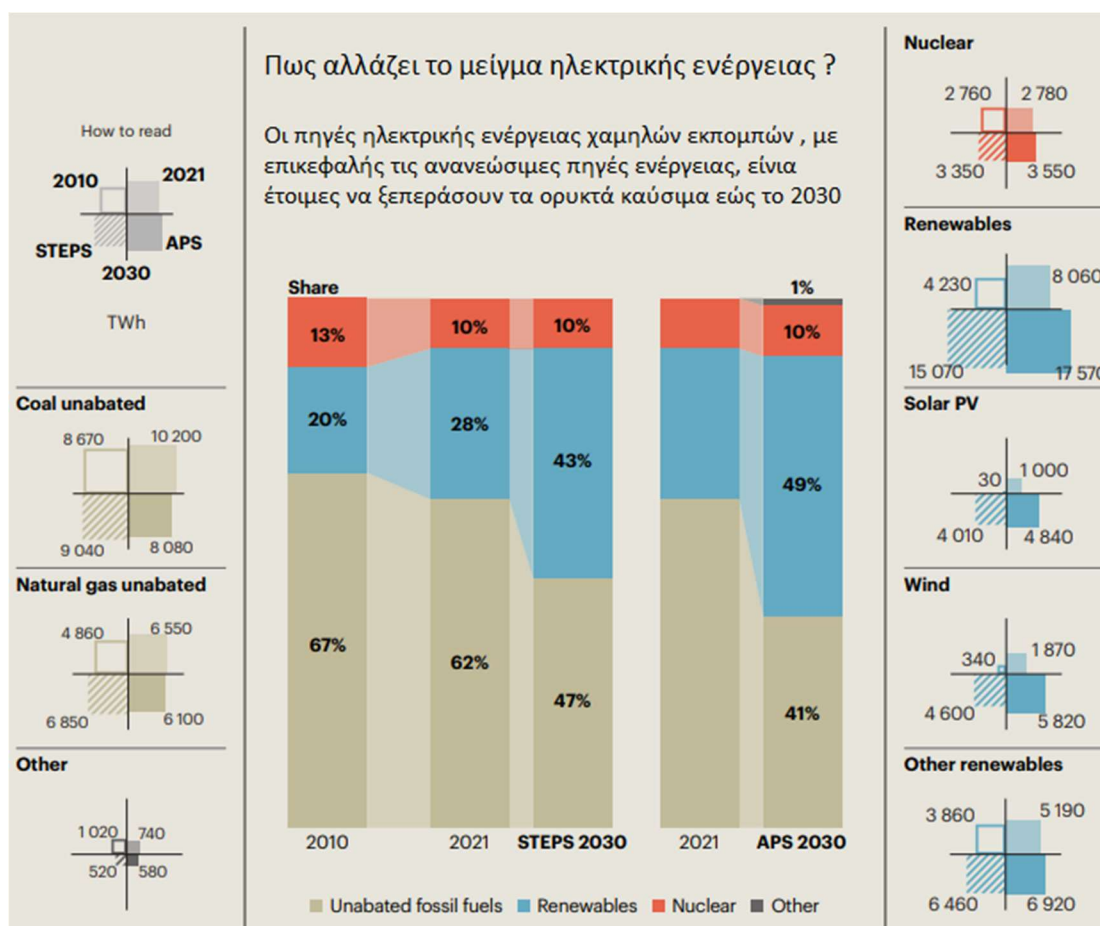
¹¹Πηγή : <https://www.iea.org/reports/power-systems-in-transition/electricity-security-matters-more-than-ever> [Ανάκτηση 23/3/2023]

προσθήκη του τρέχοντος επιπέδου ζήτησης στις Ηνωμένες Πολιτείες και την Ευρωπαϊκή Ένωση. Στις προηγμένες οικονομίες, οι μεταφορές είναι ο μεγαλύτερος παράγοντας αυξημένη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας καθώς το μερίδιο αγοράς των ηλεκτρικών αυτοκινήτων αυξάνεται από περίπου 8% το 2021 σε 32% στις αναγραφόμενες πολιτικές σεναρίων STEPS και σχεδόν 50% στο Ανακοινωθέν Σενάριο Υποσχέσεων APS έως το 2030. Στην αναδυόμενη αγορά και τις αναπτυσσόμενες οικονομίες, την αύξηση του πληθυσμού και την αυξανόμενη ζήτηση για ψύξη συμβάλλουν στην αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας. Ηλεκτρική ενέργεια παρέχει ένα αυξανόμενο μερίδιο της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας σε όλες τις οικονομίες. Η παγκόσμια ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας το 2050 είναι πάνω από 75% υψηλότερη από τις αναγραφόμενες πολιτικές σεναρίων STEPS από ότι είναι σήμερα, 120% υψηλότερα στο Ανακοινωθέν Σενάριο Υποσχέσεων APS και 150% υψηλότερα στο Σενάριο Καθαρών Μηδενικών Εκπομπών έως το 2050 (NZE).



Εικόνα 5. Σενάρια του 2050

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας πρόκειται να κυριαρχήσουν στις παγκόσμιες προσθήκες δυναμικότητας, αντιπροσωπεύοντας το 75-80% της συνολικής νέας δυναμικότητας έως το 2050 στις αναγραφόμενες πολιτικές σεναρίων STEPS και στο Ανακοινωθέν Σενάριο Υποσχέσεων APS, με κυρίαρχες τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.¹²



Εικόνα 6. Το μείγμα της ηλεκτρικής ενέργειας το 2050¹³

¹²Πηγή:<https://iea.blob.core.windows.net/assets/830fe099-5530-48f2-a7c1-11f35d510983/WorldEnergyOutlook2022.pdf>
[Ανάκτηση 23/11/2021]

¹³Πηγή:<https://iea.blob.core.windows.net/assets/830fe099-5530-48f2-a7c1-11f35d510983/WorldEnergyOutlook2022.pdf>
(page 278). [Ανάκτηση 23/11/2021]

2 Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι μια συνεχώς ταχύτατη αναπτυσσόμενη τεχνολογία που είχε, έχει και θα έχει σημαντικό ρόλο στο παγκόσμιο ενεργειακό μείγμα ηλεκτρικής ενέργειας.

Η χρήση των φωτοβολταϊκών, ως μια μορφή εναλλακτικής ενέργειας, είναι αναγκαία για τη μείωση των εκπομπών των ρύπων και συμπεριλαμβάνεται στο κλάδο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Συγκεκριμένα, η ενέργεια που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά ονομάζεται Φωτοβολταϊκό φαινόμενο.¹⁴

Το Φωτοβολταϊκό φαινόμενο προκύπτει από την ηλιακή ακτινοβολία και από ημιαγωγά στοιχεία (ημιαγωγούς διόδους). Κάθε φωτόνιο της ακτινοβολίας με ενέργεια ίση ή μεγαλύτερη από το ενεργειακό διάκενο του ημιαγωγού, έχει τη δυνατότητα να απορροφηθεί σε ένα χημικό δεσμό και να ελευθερώσει ένα ηλεκτρόνιο. Η απόδοση της παραγωγής ενέργειας εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν, την κλίση με την οποία έχουν τοποθετηθεί τα φωτοβολταϊκά καθώς και τα ποιοτικά τεχνικά χαρακτηριστικά κατασκευής τους¹⁵

Οι κύριες τεχνολογίες φωτοβολταϊκών είναι οι παρακάτω :

¹⁴Πηγή : Χατζηγεωργίου, Α.Χ., (2018). «Τεχνικοοικονομική ανάλυση και σχεδίαση αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών απομακρυσμένης αγροτικής εγκατάστασης». Διπλωματική Εργασία.Ε.Μ.Π.

¹⁵Πηγή : helapco.gr, (2013). « Φωτοβολταϊκά –Ένας πρακτικός τεχνικός οδηγός»Διαθέσιμο διαδικτυακά https://helapco.gr/pdf/PV_Guide_Aug_2013.pdf

2.1 Κρυσταλλικά Φωτοβολταϊκά στοιχεία

Το κύριο συστατικό τους είναι το ημιαγωγό πυρίτιο το οποίο υπάρχει σε αφθονία στον πλανήτη.



Εικόνα 7. Πάνελ μονοκρυσταλλικού πυριτίου¹⁶.

2.2. Φωτοβολταϊκά στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου

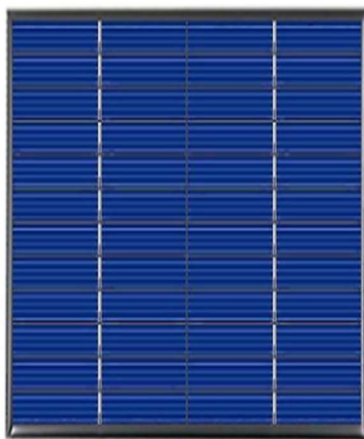
Είναι ένα συνεχές κρυσταλλικό πλέγμα. Το πάχος του είναι 200 έως 400 mm και η απόδοση παραγωγής του φτάνει το 15%. Πρόκειται για τα αποδοτικότερα αλλά και τα πιο κοστοβόρα.¹⁷

¹⁶ Πηγή: <https://plaza24.gr/fotovoltaiiko-panel-monokrystalikou-pyritioy-15-watt-12v-me-plaisio-alouminiou-solar-panel-bao-1520-oem.html> [Ανάκτηση23/11/2021]

¹⁷ Πηγή: plaza.gr. «Φωτοβολταϊκό Πάνελ Μονοκρυσταλλικού πυριτίου 15 WATT 12V με Πλαίσιο Αλουμινίου Solar PANEL BAO-1520OEM. » Διαθέσιμο διαδικτυακά <https://plaza24.gr/fotovoltaiiko-panel-monokrystalikou-pyritioy-15-watt-12v-me-plaisio-alouminiou-solar-panel-bao-1520-oem.html>. [Ανάκτηση23/11/2021]

2.3. Φωτοβολταϊκά στοιχεία πολυκρυσταλλικού πυριτίου

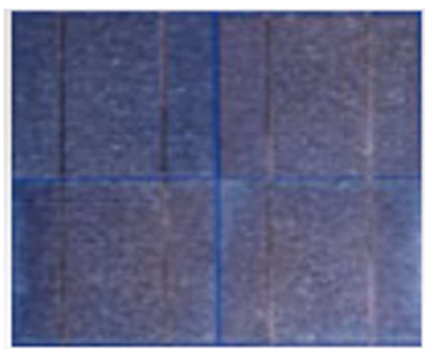
Παράγονται από τη ψύξη μεγάλων ποσοτήτων πυριτίου δημιουργώντας κρύσταλλα. Το πάχος τους φτάνει από 10 έως 50 mm και το ποσοστό απόδοσης τους κυμαίνεται από 10 έως 12 %. Έχουν χαμηλότερο κόστος από τα μονοκρυσταλλικά.¹⁸



Εικόνα 8. Πάνελ πολυκρυσταλλικού πυριτίου¹⁹

2.4. Φωτοβολταϊκά στοιχεία ταινίας

Παράγονται από πολυκρυσταλλικό πυρίτιο δημιουργώντας μια λεπτή ταινία από την τήξη υλικού. Ο βαθμός απόδοσης τους είναι περίπου στο 12%, όμως το κόστος παραγωγής τους είναι πολύ μεγάλο με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν εγκατεστημένα.



Εικόνα 9. Εικόνα . πολυκρυσταλλικό πυρίτιο ταινίας²⁰.

¹⁸ Πηγή : polycrystalline-solarpanel.com. «Πολυκρυσταλλικό ηλιακό πλαίσιο πυριτίου 42.5v 300wat». Διαθέσιμο διαδικτυακά: <http://greek.polycrystalline-solarpanel.com/sale-12030133-polycrystalline-silicon-solar-cells-300-watt-solar-panel.html>. [Ανάκτηση:23/11/2021]

¹⁹ Πηγή: <http://greek.polycrystalline-solarpanel.com/sale-12030133-polycrystalline-silicon-solar-cells-300-watt-solar-panel.html>[Ανάκτηση 23/11/2021]

²⁰ Πηγή : https://selasenergy.gr/fv_systems.php#bookmark3[Ανάκτηση 23/11/2021]

2.5. Φωτοβολταϊκά στοιχεία λεπτών υμενίων

Χρησιμοποιούν υλικά για την δημιουργία ημιαγωγών από άμορφο πυριτίου (Si) , Δισεληνοϊδούχος χαλκός (CuInSe₂ ή CIS), Αρσενικού ο Γάλλιο (GaAs) και Τελλουριούχο Κάδμιο (CdTe). Ο ημιαγωγός που παράγεται με τη μορφή λεπτών στρωμάτων τοποθετείται σε υλικά χαμηλού κόστους όπως αλουμίνιο, πλαστικό, γυαλί. Η ολοκλήρωση της διαδικασίας πραγματοποιείται αφού τοποθετηθεί στην πίσω πλευρά ένας μεταλλικός αγωγός και εν συνεχεία προχωρήσει στη παραγωγή ηλεκτρικά συνδεδεμένων πολλών στοιχείων. Το κόστος παραγωγής είναι χαμηλό διότι δεν χρειάζεται η επεξεργασία των υλικών τους.

2.6. Φωτοβολταϊκά στοιχεία άμορφου πυριτίου

Τεχνολογία με λεπτά υμένια. Σημαντικά πλεονεκτήματα ως προς τη χρήση τους είναι ότι δεν επηρεάζονται από τις υψηλές θερμοκρασίες, έχουν υψηλή απόδοση στη συννεφιά και μπορούν να κατασκευαστούν με οποιαδήποτε μορφή. Η απόδοσή τους φτάνει στο 6% έως 8%.



Εικόνα 10. Εικόνα . Φωτοβολταϊκά στοιχεία άμορφου

2.7. Φωτοβολταϊκά στοιχεία πολλαπλών στρωμάτων

Πρόκειται για μια τεχνολογία που αξιοποιεί σε δύο στάδια την ηλιακή ακτινοβολία, συγκεκριμένα τα φωτόνια που εισέρχονται στο πάνελ απορροφούνται από το πρώτο στρώμα και όσο δεν θα μπορέσουν θα απορριφθούν από δεύτερο στρώμα. Τα ημιαγωγά στοιχεία που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή τέτοιας κατηγορίας φωτοβολταϊκών είναι ο Δισεληνοϊδούχος Χαλκός, το Τελλουριούχο Κάδμιο, το Αρσενικούχο Γάλλιο. Το ποσοστό απόδοσης τους μπορεί να φτάσει έως 43% (solar junction).

2.8. Φωτοβολταϊκά με Δισεληνοϊνδίουχος Χαλκός (CuInSe₂ ή CIS)

Είναι ένα πολυκρυσταλλικό στοιχείο το οποίο έχει υψηλή απορροφητικότητα και χαμηλό κόστος κατασκευής. Μειονεκτεί ως προς την χρήση καθώς δεν υπάρχει σε μεγάλες ποσότητες το στοιχείο του ινδίου (indium) που χρησιμοποιείται στη πρόσμιξη για την κατασκευή του. Η μεγαλύτερη απόδοση που παρουσιάζει είναι 10% έως 11% αλλά σε συνδυασμό με την πρόσμιξη Γαλλίου (GIGS) .



Εικόνα 11. Φωτοβολταϊκά με Δισεληνοϊδούχος Χαλκός²¹.

2.9. Φωτοβολταϊκά με Τελλουριούχο Κάδμιο (CdTe)

Επίσης ένα πολυκρυσταλλικό στοιχείο το οποίο έχει υψηλή απορροφητικότητα από τις ακτίνες του ηλίου. Κατά την εφαρμογή του η απόδοση του δεν ξεπερνά το 8% . Ένα από τα βασικά μειονεκτήματα του είναι η έλλειψη του στοιχείου τελλουρίου αλλά και η περιεκτικότητα του σε κάδμιο το οποίο είναι καρκινογόνο.



Εικόνα 12. Φωτοβολταϊκά με Τελλουριούχο Κάδμιο²².

2.10. Φωτοβολταϊκά με Αρσενικούχο Γάλλιο

Το στοιχείο έχει κρυσταλλική δομή και αποτελείται από τα στοιχεία Γάλλιο και Αρσένιο. Το Γάλλιο παράγεται μέσα από το την τήξη διαφόρων μετάλλων όπως είναι

²¹ Πηγή: https://selasenergy.gr/fv_systems.php#bookmark3[Ανάκτηση 23/11/2021]

²² Πηγή: https://selasenergy.gr/fv_systems.php#bookmark3[Ανάκτηση 23/11/2021]

το αλουμίνιο και ο ψευδάργυρος. Η πρόσμιξη των στοιχείων φέρει υψηλό αποτέλεσμα στην απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας. Έχει ιδιαίτερα αυξημένο κόστος παραγωγής και προτιμάτε να εγκαθίσταται σε διαστημικές εφαρμογές. Η απόδοση του φτάνει από 26% έως 28%.²³



Εικόνα 13. Φωτοβολταϊκά με Αρσενικούχο Γάλλιο.²⁴

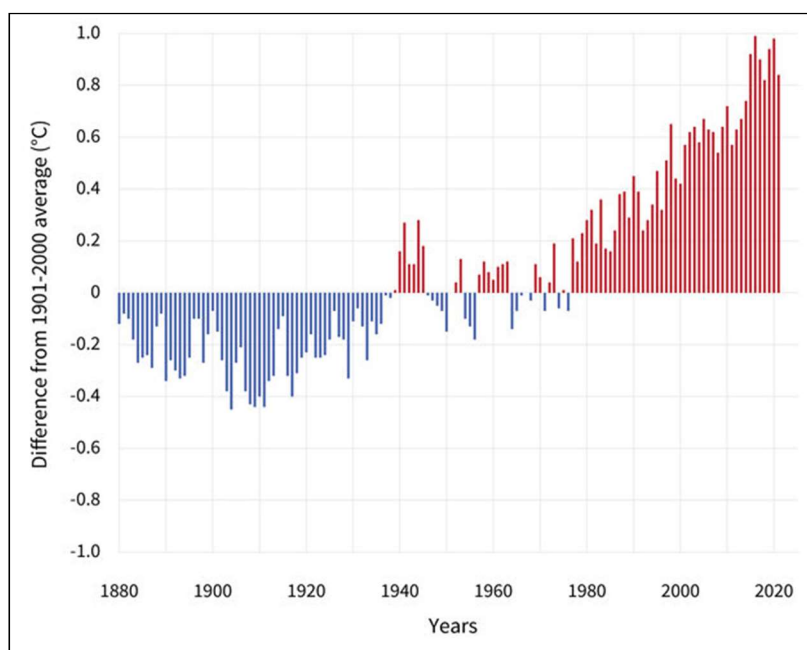
²³ Πηγή: selasenergy.gr. «Φωτοβολταϊκά στοιχεία άμορφου πυριτίου (Amorphous ή Thin film Silicon, a-Si)». Διαθέσιμο διαδικτυακά: https://selasenergy.gr/fv_systems.php#bookmark3. [Ανάκτηση 23/11/2021]

²⁴ Πηγή: https://selasenergy.gr/fv_systems.php#bookmark3[Ανάκτηση 23/11/2021]

3 Αυτοκινητόδρομοι και Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Οι εκτοξευόμενες εκπομπές CO₂ αλλάζουν γρήγορα τη ζωή των πολιτών και το κλίμα γίνεται από το κακό στο χειρότερο. Η απειλή της υπερθέρμανσης του πλανήτη είναι πλέον πιο ρεαλιστική από ποτέ και ακόμη και οι πιο επίμονοι αρνητικοί της κλιματικής αλλαγής αρχίζουν να το βλέπουν αυτό. Η παγκόσμια ανταπόκριση πρέπει να είναι γρήγορη, πρέπει να δημιουργηθεί περισσότερο πράσινο, καθώς προς το παρόν το μέλλον φαίνεται μίζερο και η εναλλακτική είναι η μίζερια ή, στο χειρότερο σενάριο, θα βρεθεί η ανθρωπότητα στη εξαφάνιση.

Για να γίνουν τα πράγματα ακόμα χειρότερα, η ενεργειακή ζήτηση αυξάνεται εκθετικά και για να καλύψει τις ανάγκες πρέπει να τα κράτη να στραφούν σε λύσεις ανανεώσιμων και βιώσιμων πηγών ενέργειας. Όχι σε 30 χρόνια αλλά ούτε και όχι σε 10 χρόνια. Μέχρι εκείνη τη στιγμή μπορεί να είναι ήδη πολύ αργά διότι πρέπει οι κοινωνίες να δράσουν τώρα καθώς δεν υπάρχει εναλλακτική άλλου πλανήτη.



Εικόνα 14. Παγκόσμια μεταβολή θερμοκρασίας²⁵

²⁵ Πηγή: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-temperature#:~:text=Earth's%20temperature%20has%20risen%20by,based%20on%20NOAA's%20temperature%20data.>
[Ανάκτηση 18/3/2023]

Η ηλιακή ενέργεια γίνεται όλο και πιο ανταγωνιστική. Υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία προμηθειών για τις ενεργειακές απαιτήσεις, μεταξύ αυτών η πυρηνική ενέργεια, η οποία δύσκολα μπορεί να ονομαστεί «καθαρή ενέργεια», παρά το γεγονός ότι είναι πολύ πιο ασφαλής από πριν, η υδροηλεκτρική ενέργεια και η φωτοβολταϊκή ενέργεια. Αυτές έχουν τις περισσότερες δυνατότητες να τροφοδοτήσουν τα σπίτια, τους χώρους εργασίας και τις μεταφορές .

Επίσης, οι τιμές γίνονται επίσης ανταγωνιστικές για την εκμετάλλευση της ηλιακή ενέργεια που θα γίνει σύντομα η φθηνότερη πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Βεβαίως απαιτούνται τεράστιες εκτάσεις αλλαγής χρήσης γης. Όμως τα περισσότερα ηλιακά πάνελ από όσα μπορούν να φιλοξενήσουν με ασφάλεια οι στέγες όλων των κτιρίων. Λοιπόν, ίσως θα μπορούσαμε απλώς να βάλουμε περισσότερα φωτοβολταϊκά πάνελ στην ύπαιθρο; Όχι πραγματικά. Προσπαθούμε να σώσουμε το περιβάλλον μας εδώ, όχι να συμβάλλουμε στο να γίνουν τα πράγματα ακόμη χειρότερα.

3.1 Οι ηλιακοί αυτοκινητόδρομοι λύνουν το πρόβλημα του «διαστήματος»

Αυτό που έχουν σε αφθονία όλες οι ανεπτυγμένες χώρες είναι δρόμοι. Η επιφάνεια των δρόμων είναι τεράστιοι, μόνο το Ηνωμένο Βασίλειο έχει ένα δίκτυο περίπου 422.000 χιλιομέτρα. Εάν υπήρχε η δυνατότητα να εγκατασταθούν σε αυτόν τον χώρο ηλιακά πάνελ, θα μπορούσε να συλλεγεί αρκετή ενέργεια ώστε να περιοριστούν οι σταθμοί παραγωγής ενέργειας από άνθρακα (όπως ο πολωνικός σταθμός παραγωγής ενέργειας Belchatow, που είναι ο μεγαλύτερος εκπομπός CO₂ στην Ευρώπη) ή να σταματήσει τη χρήση πετρελαιοκίνητων αυτοκινήτων.

Εκτιμάται ότι εάν εγκατασταθούν σε ηλιακά πάνελ στους δρόμους των ΗΠΑ, η εκτιμωμένη παραγωγή να ήταν πάνω από το διπλάσιο ρεύμα από αυτό που χρειάζεται σήμερα η χώρα. Με άλλα λόγια, η μετάβαση από δρόμους ασφάλτου σε ηλιακούς συλλέκτες θα μπορούσε θεωρητικά να λύσει όλα τα προβλήματα ενεργειακής κρίσης που αντιμετωπίζουν οι κοινωνίες αυτή τη στιγμή. Θα βοηθούσε επίσης να νικηθεί η πιο σοβαρή πρόκληση που αντιμετωπίζουμε αυτή τη στιγμή, που είναι η κλιματική αλλαγή.

Οι ηλιακοί δρόμοι, ή όπως ονομάζονται επίσης φωτοβολταϊκοί δρόμοι, είναι ειδικοί ηλιακοί συλλέκτες, σχεδιασμένοι από τον Scott Brusaw, για περπάτημα ή οδήγηση.

Δεν είναι ευρέως διαθέσιμα για αυτοκινητόδρομους, τοποθετούνται σε χώρους στάθμευσης και δρόμους με χαμηλή πυκνότητα κυκλοφορίας.

Αυτοκινητόδρομοι του Μέλλοντος

1. Συγκομιδή Πιεζοηλεκτρικής Ενέργειας

Αυτή η τεχνολογία θα μπορεί να μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια των κινούμενων αυτοκινήτων σε ηλεκτρική ενέργεια. Οι τροχοί του αυτοκινήτου θα παραμορφώσουν το πιεζοηλεκτρικό υλικό ακαίντως πάλι σε έναν συγκεκριμένο τύπο κρυστάλλων οδηγώντας σε παραγωγή ενέργειας.

2. Φωτοβολταϊκό σύστημα

Με τη χρήση ηλιακών αλλετριών, αυτή η τεχνολογία επιτρέπει τη μετατροπή του ηλιακού φωτός σε ενέργεια, η οποία στη συνέχεια αποθηκεύεται σε μπαταρίες. Επίσης θα χρησιμοποιηθεί για την τροφοδοσία των ηλεκτροδίων μέσα στα αγώγια πάνελ για να λιώσει ο πάγος στην επιφάνεια.

3. Ηλιακά πάνελ καλυμμένα με διαπερατό υλικό από την υπερύωση ακτινοβολία

Εξοπλισμένα με μικροσκοπικές συσκευές θέρμανσης μικροτάπη και σκληρωμένο γυαλί, θα τοποθετηθούν κάτω από το ανώτερο στρώμα του δρόμου ως μια άλλη δυνατότητα για τη θέρμανση των επιφανειών του δρόμου. Αυτή η τεχνολογία θα φορτίζει επίσης συσκευές στο αυτοκίνητο.

4. Επαγωγική λωρ' δια φόρτισης

Το αντιστατικό σύστημα θα φορτίζει τα EV (ηλεκτροκίνητα οχήματα) μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται ηλεκτρομαγνητική επαγωγή. Αυτό θα μπορούσε να είναι δυνατό αφού τοποθετήσετε ένα πηνίο σύρματος στο έδαφος στο οποίο στη συνέχεια θα μεταφέρει ηλεκτρισμό σε έναν δέκτη στο αυτοκίνητο για να δημιουργήσει ένα μαγνητικό πεδίο και να τροφοδοτήσει το αυτοκίνητο.

5. Φωτογραφία ή Ηλεκτροφωταγεία Βαφή

Ανάλογα με την κατάσταση, θα μπορούσε να εμφανίζει σύμβολα για να ενημερώσει τους οδηγούς για τις καιρικές συνθήκες ή ένα σημείο "επιβράδυνσης" για να τους προειδοποιήσει για τυχόν κινδύνους υπερβολικής ταχύτητας. Θα μπορούσε επίσης να χρησιμοποιηθεί για την αντικατάσταση οδικών σημάτων.

6. Ασύρματοι αισθητήρες

Αυτά θα βοηθήσουν στην παρακολούθηση της θερμοκρασίας της κυκλοφοριακής ροής και του βάρους του οχήματος που θα επιτρέψει στη συνέχεια περισσότερο έλεγχο στους αυτοκινητόδρομους. Θα συλλέξει επίσης δεδομένα που απαιτούνται για τον σχεδιασμό μελλοντικών πρωτοβουλιών.

7. Βιοτικά

Τα φύτα του δρόμου ή τα πλαϊνά σημάδια θα βοηθήσουν στην αξιοποίηση των δυνατοτήτων των φυσικών πόρων και στην εξοικονόμηση ενέργειας.

8. Διαδραστικός φωτισμός με αισθητήρα κίνησης

Αυτό θα δημιουργήσει αμέσως σπινάκ σημάδια για να προειδοποιήσει τους οδηγούς για απροσδόκητους κινδύνους, όπως ζώα που τρέχουν έξω στο δρόμο.

Παραδοσιακός αυτοκινητόδρομος

1. Μαύρο κάλυμμα
2. Βάση
3. Υπόβαθρο
4. Ανάχωμα

Εικόνα 15. Αυτοκινητόδρομοι του μέλλοντος²⁶

²⁶ Πηγή: <https://www.oponeo.ie/blog/motorways-in-europe> [Ανάκτηση 18/3/2023]

3.2. Η δομή ενός ηλιακού αυτοκινητόδρομου

Τα φωτοβολταϊκά πάνελ αποτελούνται από διάφορα στοιχεία, μικροεπεξεργαστές που τα καθιστούν έξυπνα, διότι επιτρέπουν στα πάνελ να επικοινωνούν με έναν κεντρικό σταθμό ελέγχου, θερμαντικά στοιχεία για την αποφυγή συσσώρευσης χιονιού - πάγου και φωτισμό LED για τη δημιουργία γραμμών και οδικών πινακίδων χωρίς τη χρήση του χρώματος. Τα πάνελ είναι κατασκευασμένα από σκληρυμένο γυαλί που αντέχει το βάρος υπέρβαρων οχημάτων με επεξεργασμένη επιφάνεια παρόμοια με την ασφάλτο. Ολόκληρη η κατασκευή απλώνεται σε οποιονδήποτε αυτοκινητόδρομο ή εναλλακτικά σε κατάλληλο στήριγμα από ανακυκλωμένα υλικά. Κάθε πάνελ αποτελείται από ξεχωριστά στρώματα:

- ❖ Το ανώτερο στρώμα, αποτελείται από ένα ειδικό κρύμα γυαλιού, το οποίο μπορεί να αντέξει μεγάλα φορτία και να αντέχει σε ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες, αλλά ταυτόχρονα είναι ημιδιαφανές και αφήνει το φως του ήλιου να περάσει,
- ❖ Στο κεντρικό στρώμα βρίσκονται οι ηλιακές κυψέλες που αιχμαλωτίζουν το φως. Είναι ενσωματωμένα με φώτα LED για φωτισμό και οδική σήμανση
- ❖ Η βάση που αποτελείται από ένα πολύ πυκνό υλικό, στο οποίο τοποθετούνται τα καλώδια για τη διανομή της παραγόμενης ενέργειας.

Αυτός ο τύπος του δρόμου κοστίζει περίπου 458 δολάρια ανά τετραγωνικό μέτρο και φέρεται να μπορεί να χειριστεί 10 φορές περισσότερη πίεση από την τυπική ασφάλτο. Η Κίνα, η Ινδία, η Γερμανία, η Γαλλία, η Ιταλία και η Ολλανδία έχουν ήδη κάνει τα πρώτα τους βήματα στην πορεία προς την εισαγωγή των ηλιακών δρόμων. Όπως συμβαίνει με όλα τα νέα, ορισμένα προβλήματα πρέπει να ξεπεραστούν. Για να είναι αποτελεσματικοί, αυτοί οι αυτοκινητόδρομοι πρέπει να διατηρούνται καθαροί από χιόνι και βρωμιά. Η σκόνη του δρόμου, η σκόνη των ελαστικών και τα καυσαέρια ντίζελ φαίνεται να είναι το μεγαλύτερο πρόβλημα, καθώς μπορεί να κρύψουν τα πάνελ και να μειώσουν την απόδοση ισχύος τους. Τα πάνελ πρέπει επίσης να είναι ανθεκτικά και αξιόπιστα, καθώς κανένας οδηγός δεν θα ήθελε να δει ένα πάνελ να σπάει κάτω από το όχημά του.

Πάρα πολλοί άνθρωποι διατηρούν απόμακρη στάση για την αποτελεσματικότητα, αλλά εδώ η υπόθεση είναι ξεκάθαρη. Η αυξημένη τεχνογνωσία είναι ήδη σε θέση να

συλλέξει το 44,5% της ηλιακής ενέργειας, μετατρέποντάς την σε ηλεκτρική ενέργεια. Καθώς παράγετε περισσότερη ενέργεια από ΑΠΕ το κόστος ανά μονάδα πέφτει πάντα και με την εμπειρία έρχεται καλύτερη ποιότητα, λιγότερα σφάλματα και λιγότερη συντήρηση.

Ένα ακόμα πλεονέκτημα των ηλιακών δρόμων θα είναι ένας εξαιρετικός τρόπος για την τροφοδοσία έξυπνων αυτοκινητοδρόμων, που αποτελούν το μέλλον των μεταφορών. Θα συμβάλουν σε μεγαλύτερη ασφάλεια, λιγότερα μπουτιλιαρίσματα και καλύτερη απόδοση καυσίμου. Για αυτό χρειάζεται όλοι, ειδικά δεδομένου του αριθμού των θυμάτων τροχαίων ατυχημάτων κάθε χρόνο. Δεν είναι εφικτό να αντικατασταθεί είτε μεταφορά εμπορευμάτων είτε μετακίνηση από αυτοκίνητα και φορτηγά, επομένως πρέπει να βελτιωθούν τα οδικά δίκτυα στους αυτοκινητόδρομους..

Δυστυχώς, η τοποθέτηση φωτοβολταϊκών πάνελ στους δρόμους, όπως κάθε άλλη νέα τεχνολογία, δημιουργεί ορισμένα προβλήματα. Τα κύρια προβλήματα στους ηλιακούς αυτοκινητόδρομους που πρέπει να αντιμετωπιστούν στο μέλλον είναι, υψηλό κόστος παραγωγής και συντήρησης, χωρίς αρκετή αντοχή, οι ηλιακοί συλλέκτες πρέπει να καλύπτονται με κράμα γυαλιού αρκετά ισχυρό ώστε να μπορούν να αντέχουν όχι μόνο τα αυτοκίνητα και τα φορτηγά, αλλά και τα φορτηγά 18 τροχών, τα οποία μπορεί να οδηγήσουν σε συχνές οδικές εργασίες για την αντικατάσταση ελαττωματικών πλακιδίων.

Οι προβλέψεις για την παραγωγή ενέργειας είναι συνήθως πολύ αισιόδοξες, αλλά εξαρτώνται από μεγάλο αριθμό παραγόντων, όπως ηλιόλουστες μέρες ανά έτος, βροχές ή χιόνια και στην τελευταία περίπτωση δεν υπάρχει πιθανότητα ολίσθησης, κάτι που διατηρεί καθαρά τα πάνελ της ταράτσας, όπως συνήθως έχουν κλίση,

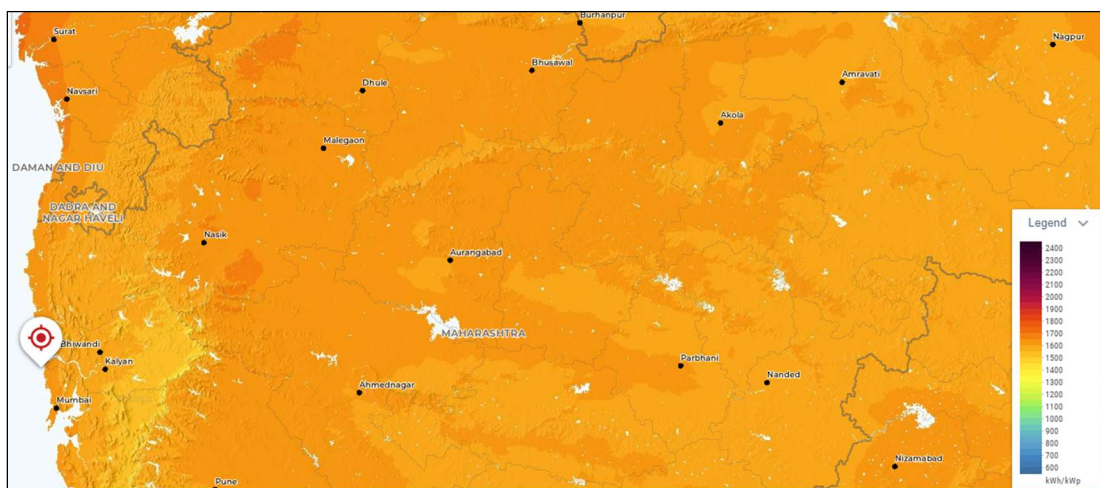
Η ασφάλεια των χρηστών του δρόμου μπορεί να τεθεί σε κίνδυνο λόγω του ότι το γυαλί δεν παρέχει επαρκή πρόσφυση στα ελαστικά, καθώς παρόλο που αυτό θα μπορούσε εύκολα να τροποποιηθεί με την προσθήκη υφής στο τζάμι, θα προκύψουν νέα προβλήματα, όπως η μείωση της απόδοσης των πάνελ καθώς και η αύξηση της ηχορύπανση, όπως συνέβη με τον γαλλικό ηλιακό αυτοκινητόδρομο.²⁷

²⁷ Πηγή:<https://www.solarfeeds.com/mag/will-solar-highways-pave-the-way-to-the-future/>[Ανάκτηση 18/3/2023]

3.3. Ινδία

Το Παγκόσμιο Ινστιτούτο Πράσινης Ανάπτυξης (Global Green Growth Institute - GGGI) βοήθησε στην εξασφάλιση χρηματοδότησης για την ανάπτυξη μιας ηλιακής μονάδας ισχύος 250 MW σε έναν αυτοκινητόδρομο στην Ινδία. Το έργο θα υποστηρίξει τη φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων και άλλες ενεργειακές απαιτήσεις κατά μήκος του δρόμου.

Το Παγκόσμιο Ινστιτούτο Πράσινης Ανάπτυξης (Global Green Growth Institute - GGGI) που εδρεύει στη Νότια Κορέα υποστηρίζει την ανάπτυξη μιας ηλιακής φωτοβολταϊκής μονάδας ισχύος 250 MW για την Maharashtra State Road Development Corp. (MSRDC) κατά μήκος ενός τμήματος αυτοκινητόδρομου μήκους 700 χιλιομέτρων που συνδέει τη Βομβάη με το Ναγκπούρ. Το έργο θα παρέχει ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για τις μελλοντικές απαιτήσεις ηλεκτροκίνησης του δρόμου.



Εικόνα 16. Βομβάη με το Ναγκπούρ²⁸

Το GGGI είναι ένας διακυβερνητικός οργανισμός που βασίζεται σε συνθήκη που προωθεί τη βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη στις αναπτυσσόμενες χώρες. Το 2018, συνήψε συνεργασία με το MSRDC για την υποστήριξη του έργου ινδικού αυτοκινητόδρομου. Η GGGI έχει παράσχει τεχνική βοήθεια, επενδυτική δέουσα επιμέλεια και διάρθρωση χρέους για το έργο.

²⁸ Πηγή: [https://globalsolaratlas.info/map?c=20.460469,75.83313,8&s=19.259294,72.762451&m=site\[Ανάκτηση 18/3/2023\]](https://globalsolaratlas.info/map?c=20.460469,75.83313,8&s=19.259294,72.762451&m=site[Ανάκτηση 18/3/2023])



Εικόνα 17. Αυτοκινητόδρομος μεταξύ Βομβάη με το Ναγκπούρ

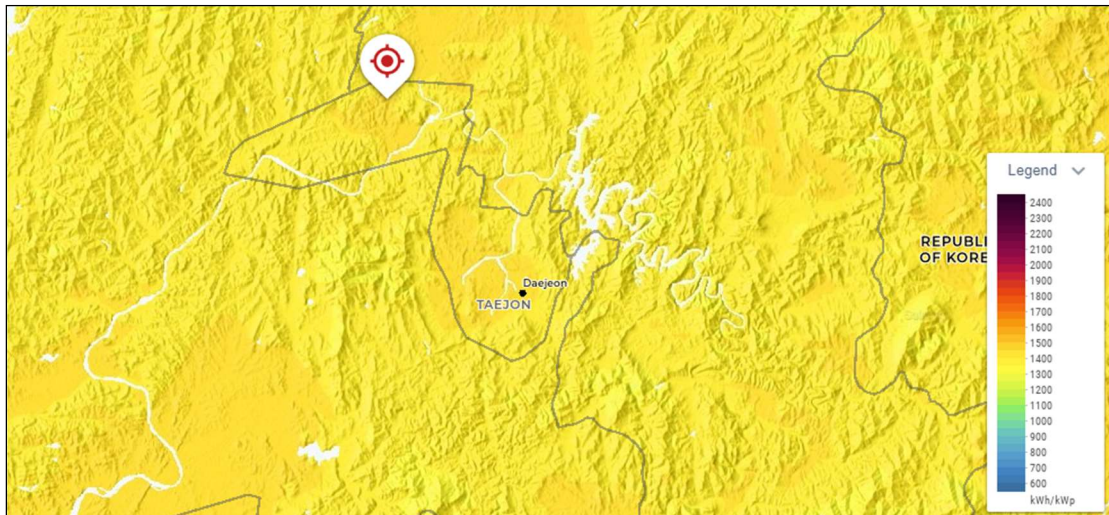
«Αυτό είναι το πρώτο πρόγραμμα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που ευθυγραμμίζεται με ένα μεγάλο έργο οδικής υποδομής στην Ινδία. Η GGGI έχει διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στη δημιουργία των θεμελίων και στο άνοιγμα του δρόμου για τη μελλοντική πράσινη υποδομή ηλεκτροκίνησης στον αυτοκινητόδρομο», δήλωσε η Gulshan Vashistha, περιφερειακή τεχνική επικεφαλής της GGGI για την Ασία και τον Ειρηνικό.

Το έργο αναμένεται να βοηθήσει στην αποφυγή 10 εκατομμυρίων τόνων εκπομπών CO₂ κατά τη διάρκεια της 25ετούς ζωής του και θα δημιουργήσει περίπου 200 πράσινες θέσεις εργασίας. Θα ανοίξει επίσης έναν δρόμο για τα πρόσθετα σχέδια της MSRDC για την κατασκευή σταθμών φόρτισης στον αυτοκινητόδρομο.²⁹

3.4. Νότια Κορέα

Ένας «αυτοκινητόδρομος ποδηλασίας» που τρέχει μεταξύ Daejeon και Sejong στη Νότια Κορέα είναι ένα θέαμα, διότι κατά μήκος του έχουν τοποθετηθεί ηλιακοί συλλέκτες. Εκτείνεται για 32 χιλιόμετρα (20 μίλια) και όχι μόνο προστατεύει τους ποδηλάτες από τον ήλιο αλλά παράγει και ενέργεια ταυτόχρονα.

²⁹ Πηγή: <https://www.pv-magazine.com/2021/06/08/indian-highway-to-host-250-mw-solar-plant/> [Ανάκτηση 18/3/2023]



Εικόνα 18. Daejeon και Sejong³⁰.

Είναι αλήθεια ότι ένας ποδηλατόδρομος στο κέντρο ενός αυτοκινητόδρομου είναι μια ασυνήθιστη τοποθεσία για κάποιον, ειδικά με τρεις λωρίδες κυκλοφορίας και στις δύο πλευρές του, ωστόσο λειτουργεί.



Εικόνα 19. Αυτοκινητόδρομος Νότιας Κορέας

Κάτω από τα εναέρια ηλιακά πάνελ, οι ποδηλάτες χρησιμοποιούν υπόγειες σήραγγες για να εισέλθουν και να εξέλθουν από το μονοπάτι, κάτι που ενισχύει τρομερά την ασφάλεια, καθώς μπορούν να ανέβουν και να βγουν από τον

³⁰Πηγή: [https://globalsolaratlas.info/map?c=36.532261,127.238159,10&s=36.529519,127.258176&m=site\[Ανάκτηση 18/3/2023\]](https://globalsolaratlas.info/map?c=36.532261,127.238159,10&s=36.529519,127.258176&m=site[Ανάκτηση 18/3/2023])

ποδηλατόδρομο χωρίς να εμπλέκονται στην κανονική κυκλοφορία. Μόλις περάσουν στη διαδρομή, προστατεύονται από την κυκλοφορία σε κάθε πλευρά με εμπόδια, και ενώ αυτό δεν προσφέρει ευχάριστη θέα στο δρόμο, προσφέρει προστασία από τον ήλιο. Συνδέει το Daejeon και το Sejong ο αυτοκινητόδρομος, αλλά με πολύ πιο αποτελεσματικό και ασφαλέστερο τρόπο. Ωστόσο, έχει τα μειονεκτήματά του, καθώς ορισμένα είναι ο θόρυβος του αυτοκινητόδρομου, πιθανά προβλήματα υγείας που σχετίζονται με την αναπνοή των αναθυμιάσεων των οχημάτων και τις εκπομπές από τα γρήγορα κινούμενα αυτοκίνητα και φορτηγά και την πιθανότητα ένας οδηγός να χτυπήσει τα εμπόδια κάποια στιγμή.

Ως εκ τούτου, η κοινή γνώμη στις λωρίδες διχάζεται, ορισμένοι πιστεύουν ότι είναι μια φανταστική ιδέα που αντιπροσωπεύει την πρώτη κίνηση προς τη δημιουργία παρόμοιων ποδηλατοδρόμων σε στυλ μετακίνησης στο μέλλον, ορισμένοι πιστεύουν ότι η πλευρά του δρόμου θα ήταν καλύτερη θέση³¹.

3.5. Γαλλία Wattway

Η Γαλλία ανακοίνωσε το έργο της, που ονομάζεται Wattway, το 2016. Την ίδια χρονιά κατασκευάστηκε ηλιακός δρόμος 1 km (0,6 μίλια), 2.800 τετραγωνικών μέτρων στο Tourouvre-au-Perche, ένα χωριό της Νορμανδίας. Περίπου 5 εκατομμύρια ευρώ δαπανήθηκαν για φωτοβολταϊκά, τα οποία υποτίθεται ότι έδιναν ρεύμα σε κοντινά σπίτια.

Τρία χρόνια αργότερα, ακόμη και οι πιο αισιόδοξοι υποστηρικτές έχουν θεωρήσει το Wattway αποτυχημένο. Το Wattway αποτελείται από 2.800 φωτοβολταϊκά πάνελ που επενδύουν ένα χιλιόμετρο (0,62 μίλια) στο δρόμο προς τη μικρή βόρεια πόλη Tourouvre-au-Perch στη Νορμανδία. Την εποχή που άνοιξε ο κατασκευαστής του, ο κατασκευαστικός όμιλος Colas, μέρος του ομίλου τηλεπικοινωνιών Bouygues, είπε ότι τα ηλιακά πάνελ ήταν καλυμμένα με ρητίνη που περιέχει τυρίτιο, αρκετά ισχυρή ώστε να αποτρέπει την κυκλοφορία ακόμη και από 18τροχα.

Οι μηχανικοί αυτού του έργου σίγουρα δεν σκέφτηκαν τα τρακτέρ που θα κυλούσαν, είπαν στη γαλλική εφημερίδα Le Monde το 2019 ο Πασκάλ και ο Έρικ. Ενώ η επιστροφή ρητίνης μπορεί να είναι αρκετά ισχυρή ώστε να εμποδίζει μια μεγάλη εξέδρα να συνθλίβει τους ηλιακούς συλλέκτες, οι δύο είπαν ότι η οδήγηση από πάνω

³¹Πηγή : Ozdemir, D. (2021, July 1). South Korean 20-mile solar “Bike Highway” generates electricity. South Korean 20-Mile Solar Bike Highway Generates Electricity. <https://interestingengineering.com/innovation/south-korean-20-mile-solar-bike-highway-generates-electricity> [Ανάκτηση 18/11/2021]

της δημιουργεί τόσο πολύ θόρυβο που οι ντόπιοι ζήτησαν να μειωθεί το όριο ταχύτητας του δρόμου στα 70 km/h ή ένα ασήμαντο 43 μίλι/ώρα.

Επίσης η Le Monde περιγράφει τον δρόμο ως «χλωμό με τους κουρελιασμένους αρμούς του», με «ηλιακούς συλλέκτες που ξεκολλούν από το δρόμο και τα πολλά θραύσματα που σμάλτο ρητίνης προστατεύουν τα φωτοβολταϊκά κύτταρα». Είναι ένα κακό σημάδι για ένα έργο στο οποίο η γαλλική κυβέρνηση επένδυσε ύψους 5 εκατομμυρίων ευρώ, ή 5.546.750 δολαρίων.

Επιπλέον, ο θόρυβος και η κακή συντήρηση δεν είναι τα μόνα προβλήματα που αντιμετωπίζει το Wattway. Μέσω της κακής μηχανικής, το Wattway δεν παράγει καν την ηλεκτρική ενέργεια που υποσχέθηκε να παραδώσει. Το 2016, οι κατασκευαστές υποσχέθηκαν ότι θα τροφοδοτούσε 5.000 νοικοκυριά.

Αποδείχτηκε ότι υπήρχαν πολλά προβλήματα με αυτόν τον στόχο. Το πρώτο ήταν ότι η Νορμανδία δεν είναι ιστορικά γνωστή ως ηλιόλουστη περιοχή. Εκείνη την εποχή, η πρωτεύουσα της περιοχής, η Καέν, είχε μόνο 44 ημέρες έντονης ηλιοφάνειας το χρόνο και δεν έχουν αλλάξει πολλά από τότε. Οι καταιγίδες έχουν καταστρέψει τα συστήματα. Αλλά ακόμα κι αν ο καιρός ήταν καλός, φαίνεται ότι τα πάνελ δεν κατασκευάστηκαν για να τα καταγράφουν αποτελεσματικά.³²

³²Πηγή : Grossman, D. (2023, March 13). Three years later, the french solar road is a total flop. Popular Mechanics. <https://www.popularmechanics.com/technology/infrastructure/a28720252/french-solar-road-failure/> [Ανάκτηση 18/11/2021]



Εικόνα 20. Το έργο Wattway

3.6. Ολλανδία

Η εταιρεία παραγωγής ενέργειας Vattenfall με έδρα τη Σουηδία αποκάλυψε σχέδια για την κατασκευή ενός ηλιακού έργου 16,8 MWp κατά μήκος του αυτοκινητόδρομου Trekweg A6 κοντά στην πόλη Almere, στην Ολλανδία. Ο αυτοκινητόδρομος στην επαρχία Flevoland είναι η συντομότερη σύνδεση μεταξύ του Άμστερνταμ και των βόρειων επαρχιών Friesland και Groningen.

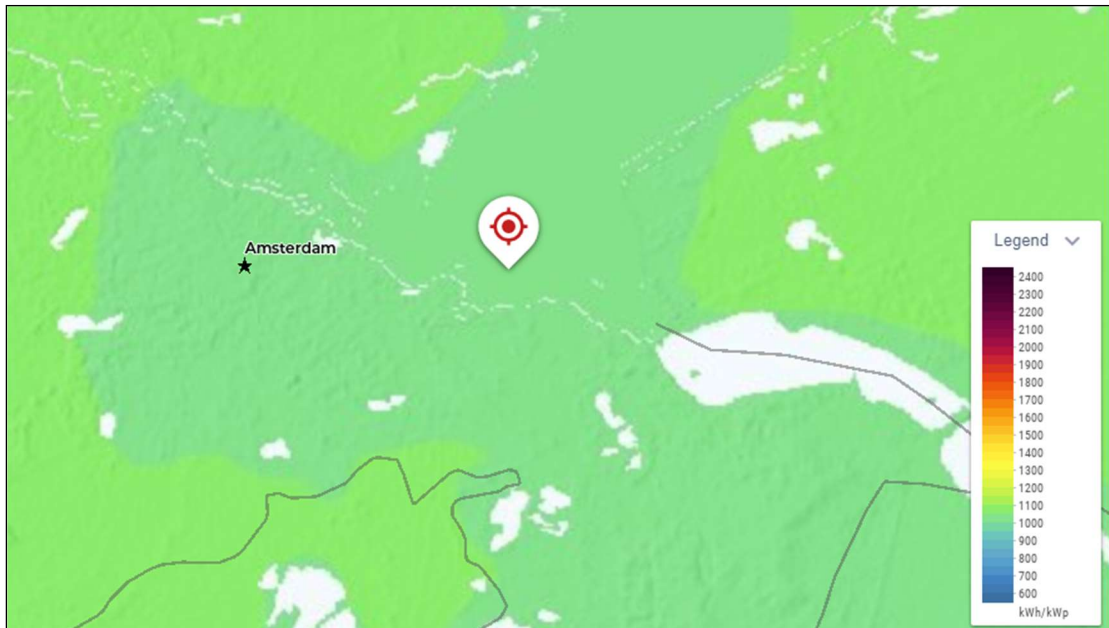
Το πάρκο θα φιλοξενήσει 25.000 ηλιακούς συλλέκτες διπλής όψης που θα τοποθετηθούν σε ένα σύστημα παρακολούθησης. Θα εκτείνεται σε 200 στρέμματα (20 εκτάρια), ενώ άλλα 50 στρέμματα (5 εκτάρια) θα αφιερωθούν σε μια πράσινη ζώνη για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας.

Η εταιρεία έχει υποβάλει αίτηση για άδεια για την κατασκευή της τοποθεσίας, η οποία θα είναι το πρώτο ηλιακό έργο χωρίς επιδότηση από το Ολλανδικό κράτος. Η γη ανήκει στην ολλανδική κυβέρνηση. Η εταιρεία αναμένει να ολοκληρώσει έναν διαγωνισμό για τους κατασκευαστές έργων έως το τέλος του 2023. Η κατασκευή έχει προγραμματιστεί να ξεκινήσει το 2024.



Εικόνα 21. Πόλη Almere, στην Ολλανδία

Το έργο εντάσσεται σε έναν κατάλογο πολλών ηλιακών πάρκων που κατασκευάζονται κατά μήκος των ολλανδικών αυτοκινητοδρόμων. Το τελευταίο έργο ανακοινώθηκε από τον ολλανδικό ενεργειακό συνεταιρισμό Energie Coöperatie Bunnik (ΕΚΤ) και την IX Zon τον Ιανουάριο. Κατασκευάζουν το ηλιακό έργο ισχύος 16 MW κατά μήκος του αυτοκινητόδρομου A12, που συνδέει τη Χάγη με τα γερμανικά σύνορα της επαρχίας Gelderland, στην ανατολική Ολλανδία.



Εικόνα 22. Πόλη Almere ³³

Επίσης, ανακοινώθηκαν άλλα τέσσερα έργα από το Rijkswaterstaat, το οποίο είναι ο οργανισμός διαχείρισης υδάτων της Ολλανδίας, υπό το Υπουργείο Υποδομών και Διαχείρισης Υδάτων. Τα εργοστάσια αναπτύσσονται κοντά σε ράμπες εντός και εκτός του αυτοκινητόδρομου A7, που συνδέει το Zaandam, στην επαρχία της Βόρειας Ολλανδίας, με τα γερμανικά σύνορα.³⁴

3.7 Ελβετία

Το Ελβετικό Ομοσπονδιακό Συμβούλιο τροποποίησε το Διάταγμα για τους Εθνικούς Οδούς για να επιτρέψει στη χώρα να παράγει ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε ελεύθερες επιφάνειες κατά μήκος μεγάλων οδικών αρτηριών, όπως φράγματα θορύβου και χώρους ανάπαυσης. Αυτή η ανακοίνωση ακολουθεί διευκρινίσεις που έγιναν το 2020 ως απάντηση σε κοινοβουλευτική έρευνα που κατατέθηκε από το μέλος του Εθνικού Συμβουλίου Μπρούνο Στόρνι. Αφορούσαν τη δυνατότητα παραγωγής φωτοβολταϊκών σε φράγματα θορύβου κατά μήκος αυτοκινητοδρόμων και σιδηροδρόμων.

Η Ελβετική πολιτεία δίνει τη δυνατότητα πλέον παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κατά μήκος των αυτοκινητοδρόμων και των σιδηροδρόμων με συνολική ετήσια

³³ Πηγή: <https://www.solarfeeds.com/mag/will-solar-highways-pave-the-way-to-the-future/> [Ανάκτηση 18/3/2023]

³⁴ Πηγή: <https://www.pv-magazine.com/2022/11/08/vattenfall-to-build-solar-array-along-dutch-highway/> [Ανάκτηση 18/3/2023]

παραγωγή 101 GWh, συγκεντρώνοντας 46 GWh από τους σιδηρόδρομους και 55 GWh από τις εθνικές οδούς. Το Federal Roads Office (FEDRO) εκμεταλλεύεται ήδη εν μέρει αυτό το δυναμικό των 55 GWh για τη δική του κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, ιδιαίτερα κοντά σε σήραγγες και σε κέντρα συντήρησης.

Άλλες κατάλληλες επιφάνειες είναι τα φράγματα θορύβου ή χώροι ανάπαυσης όπου θα διατίθενται πλέον σε τρίτους δωρεάν. Η νέα διάταξη ισχύει και για κάθε άλλη εγκατάσταση που προορίζεται για την παραγωγή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η αιολική ή η γεωθερμική ενέργεια ³⁵.

Όπως αναφέρει ο Laurent Jospin, ο ιδιοκτήτης της Energiepiet, μιας ελβετικής νεοσύστατης εταιρείας ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, έχει ένα όραμα «στον αυτοκινητόδρομο που διασχίζει την κοιλάδα του Ροδανού στο καντόνι Valais τα φωτοβολταϊκά συστήματα και οι μικρές ανεμογεννήτριες να παράγουν πράσινη ενέργεια στον αγώνα κατά της κλιματικής αλλαγής. Η τοποθεσία και οι συνθήκες είναι ιδανικές για ένα από τα πιλοτικά του έργα ηλιακής οδού, επιμένει. Το Valais, με τους ηλιόλουστους αμπελώνες και τα εύφορα περιβόλια, είναι τελικά μια από τις πιο ηλιόλουστες περιοχές της Ελβετίας».

³⁵Πηγή : Deboutte, G. (2022, August 23). Switzerland wants to deploy solar along Highways. pv magazine International. <https://www.pv-magazine.com/2022/08/23/switzerland-wants-to-deploy-solar-along-highways/> [Ανάκτηση 18/3/2023]



Εικόνα 23. Το πιλοτικό έργο αυτοκινητόδρομου με φωτοβολταϊκά κοντά στο Martigny στη νότια Ελβετία

Ο επιχειρηματίας θέλει να εγκαταστήσει 47.000 φωτοβολταϊκά σε μεταλλικές κατασκευές ανοιχτού θόλου σε μια έκταση 1,6 χιλιομέτρων (1 μίλι) του αυτοκινητόδρομου A9 στο Fully, κοντά στο Martigny, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για 12.000 νοικοκυριά ετησίως. Η Energyriper σχεδιάζει ένα παρόμοιο πιλοτικό πρόγραμμα σε 2,5 χιλιόμετρα αυτοκινητόδρομου κοντά στη Ζυρίχη για 20.000 νοικοκυριά. Σε δευτερεύουσα φάση θέλει να εγκαταστήσει μικρές κάθετες ανεμογεννήτριες δίπλα στις κατασκευές.



Εικόνα 24. Martigny στη νότια Ελβετία ³⁶

Οι ελβετικές αρχές έχουν δεσμευτεί να επιτύχουν καθαρές μηδενικές εκπομπές CO₂ έως το 2050. Η ηλιακή ενέργεια είναι ένα από τα κύρια σημεία αυτής της στρατηγικής. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας πρέπει να καλύψουν την αυξανόμενη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας καθώς οι πυρηνικοί σταθμοί παροπλίζονται. Οι αρχές θέλουν 34 TWh ηλεκτρικής ενέργειας να παραχθεί από τα φωτοβολταϊκά συστήματα έως το 2050 εν συγκρίσει 2,6 TWh που παρήχθησαν το 2020 ³⁷.

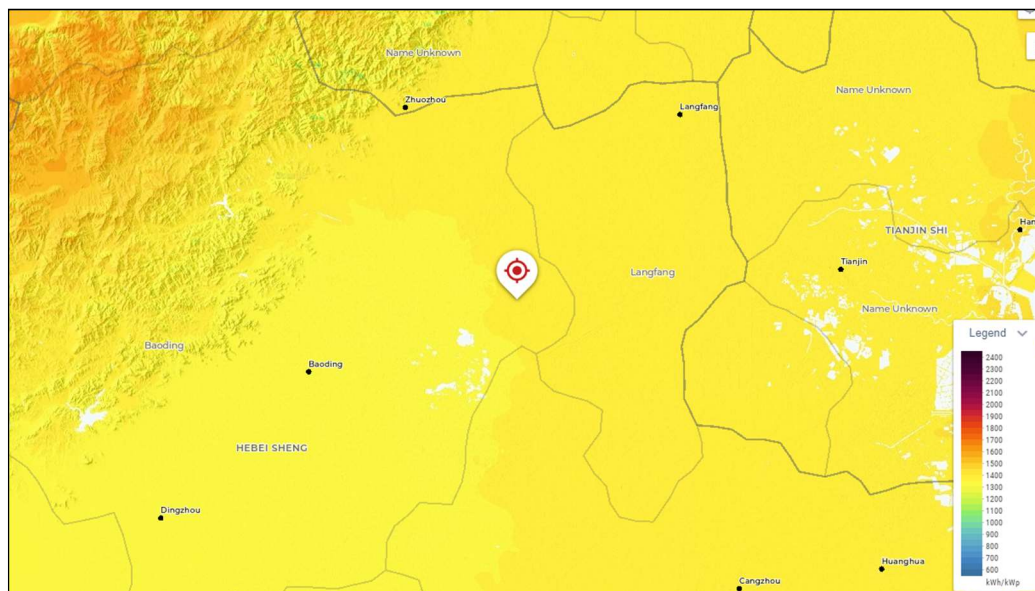
³⁶Πηγή:
<https://globalsolaratlas.info/map?c=46.161761,7.009277,9&s=46.123241,7.096604&m=site> [Ανάκτηση 18/3/2023]

³⁷ Bradley, S. (2023, March 16). Can solar panels on highways accelerate the supply of green energy?. SWI swissinfo.ch. <https://www.swissinfo.ch/eng/sci-tech/can-solar-panels-on-highways-accelerate-the-supply-of-green-energy-/47121004> [Ανάκτηση 18/3/2023]

4 Σιδηρόδρομοι και φωτοβολταϊκά Συστήματα

4.1 Κίνα

Ο Φωτοβολταϊκός σταθμός ηλεκτροπαραγωγής στον σιδηροδρομικό σταθμό Xiong'an υποστηριζόμενος από πλήρεις αλυσίδες εφοδιασμού και ισχυρά μέτρα πολιτικής, η Κίνα έχει επιτύχει αλματώδη ανάπτυξη στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας τα τελευταία χρόνια, με την εγκατεστημένη ισχύ της να κατατάσσεται στην κορυφή παγκοσμίως. Μετά από χρόνια ανάπτυξης, η Κίνα είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός αιολικής και ηλιακής ενέργειας στον κόσμο, καθώς και ο μεγαλύτερος εγχώριος και εξερχόμενος επενδυτής στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, σύμφωνα με την Εθνική της Υπηρεσία Ενέργειας. Τα τελευταία 10 χρόνια, η συνολική εγκατεστημένη ισχύς για την παραγωγή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Κίνα αυξήθηκε στα 1,1 δισεκατομμύρια KW, με την ικανότητα παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας, αιολικής ενέργειας, ηλιακής ενέργειας και βιομάζας να κατατάσσεται στην κορυφή παγκοσμίως. Η συνδυασμένη εγκατεστημένη ισχύς αιολικής και ηλιακής ενέργειας έφτασε τα 670 εκατομμύρια kW, σχεδόν 90 φορές το επίπεδο του 2012, ανέφερε η κυβέρνηση.



Εικόνα 25. Σιδηροδρομικός σταθμός Xiong'an³⁸.

Κατά τη διάρκεια της περιόδου του 14ου Πενταετούς Σχεδίου (2021-25), η ικανότητα παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές της Κίνας αναμένεται να

³⁸Πηγή:<https://globalsolaratlas.info/map?c=39.111948,116.062317,9&s=39.055576,116.154145&m=site>[Ανάκτηση 18/3/2023]

αντιπροσωπεύει περισσότερο από το 50 % του συνόλου και η ικανότητα παραγωγής για αιολική και ηλιακή ενέργεια θα διπλασιαστεί, ενισχύοντας περαιτέρω τον ρόλο της χώρας ως παγκόσμιος ηγέτης στην ανάπτυξη της ικανότητας ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, σύμφωνα με την κυβέρνηση.

Η κλίμακα ανάπτυξης και χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Κίνα ισοδυναμούσε με 753 εκατομμύρια τόνους τυπικού άνθρακα πέρυσι, μειώνοντας 2,07 δισεκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα, 400.000 τόνους διοξειδίου του θείου και 450.000 τόνους οξειδίου του αζώτου, ανέφερε η διοίκηση.

Η ταχεία ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας του έθνους έχει ενισχύσει περαιτέρω την παγκόσμια απασχόληση. Σύμφωνα με την Ετήσια Ανασκόπηση 2022 για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Εργασίας που κυκλοφόρησε πρόσφατα από τον Διεθνή Οργανισμό Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, η απασχόληση στον κλάδο έφτασε τις 12,7 εκατομμύρια θέσεις εργασίας πέρυσι, με την Κίνα να αντιπροσωπεύει σχεδόν το ήμισυ του συνόλου, παρά τις παρατεταμένες επιπτώσεις του COVID-19 και του παγκόσμια ενεργειακή κρίση. Σχεδόν τα δύο τρίτα αυτών των θέσεων εργασίας βρίσκονται στην Ασία, με την Κίνα να καταλαμβάνει το 42% του παγκόσμιου ποσοστού, ακολουθούμενη από την Ευρωπαϊκή Ένωση και τη Βραζιλία με 10% η καθεμία και τις ΗΠΑ και την Ινδία με 7% η καθεμία. Πέρυσι, 5,4 εκατομμύρια άνθρωποι απασχολήθηκαν στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Κίνα, από 4,7 εκατομμύρια το 2020. Από αυτές τις θέσεις, τα ηλιακά φωτοβολταϊκά κατείχαν το μεγαλύτερο μερίδιο, με εργατικό δυναμικό που υπολογίζεται σε σχεδόν 2,7 εκατομμύρια, από 2,3 εκατομμύρια το 2020 .

Η Κίνα αντιπροσώπευε επίσης το 48% των 1,4 εκατομμυρίων θέσεων εργασίας στην παγκόσμια χερσαία και υπεράκτια αγορά αιολικής ενέργειας πέρυσι, παρόλο που τα 47 GW που προστέθηκαν στον κλάδο ήταν σημαντικά λιγότερα από το προηγούμενο έτος. Το έθνος ήταν επίσης ο μεγαλύτερος συνεισφέρων σε θέσεις εργασίας στην υδροηλεκτρική ενέργεια, αντιπροσωπεύοντας το 37% αυτής της απασχόλησης παγκοσμίως, παρά την πανδημία που καθυστερεί την ολοκλήρωση ορισμένων έργων.

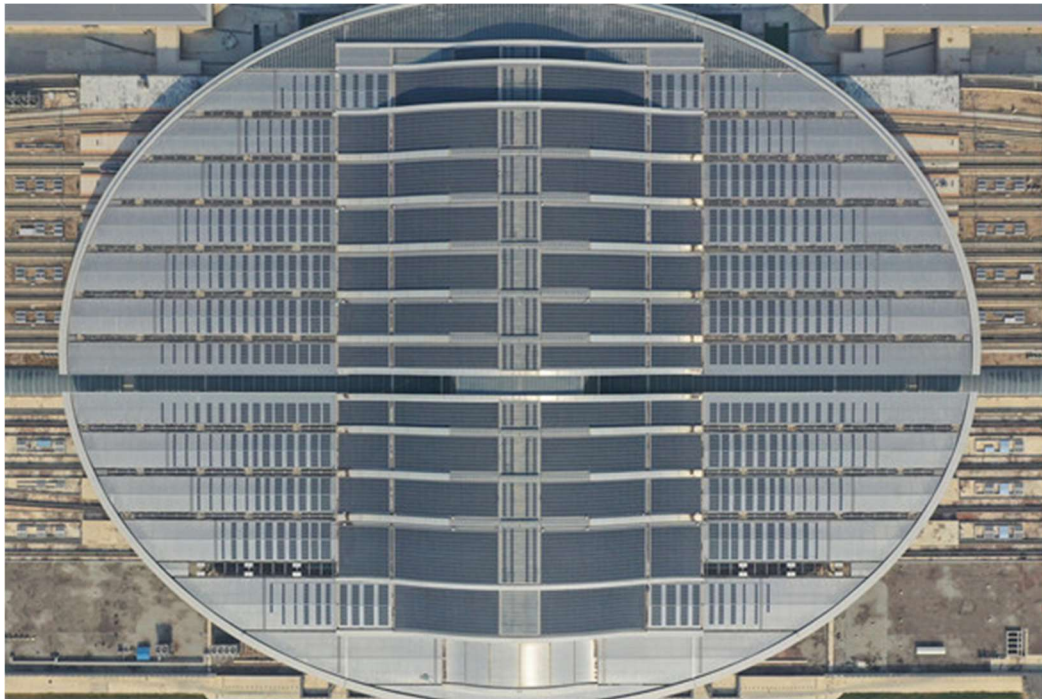
Ο Liu Dechun, διευθυντής του Τμήματος Διατήρησης Πόρων και Προστασίας του Περιβάλλοντος στην Εθνική Επιτροπή Ανάπτυξης και Μεταρρυθμίσεων, την κορυφαία οικονομική ρυθμιστική αρχή της χώρας, πιστεύει ότι η Κίνα μπορεί να κορυφώσει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα έως το 2030 και να επιτύχει ουδετερότητα άνθρακα έως το 2060, όπως είχε προγραμματιστεί, επειδή έχει κάνει σημαντικά πρόοδος στον

ενεργειακό μετασχηματισμό του πράσινου και χαμηλών εκπομπών άνθρακα κατά την τελευταία δεκαετία.

Η κατανάλωση καθαρής ενέργειας της Κίνας αντιπροσώπευε το 25,5% της συνολικής χρήσης ενέργειας πέρυσι, σημειώνοντας αύξηση 11 ποσοστιαίων μονάδων από το 2012. Το μερίδιό της στην κατανάλωση άνθρακα ήταν 56 τοις εκατό πέρυσι, πτώση 12,5 ποσοστιαίων μονάδων από το 2012, ανέφερε το τμήμα.

Η εγκατεστημένη ισχύς του έθνους για την παραγωγή αιολικής και φωτοβολταϊκής ενέργειας αυξήθηκε κατά περίπου 12 φορές από το 2012 και η νέα παραγωγή ενέργειας υπερέβη το 1 τρισεκατομμύριο κιλοβατώρες για πρώτη φορά.





Εικόνα 26. Αεροφωτογραφία που τραβήχτηκε στις 9 Σεπτεμβρίου 2022 δείχνει έναν κατανεμημένο φωτοβολταϊκό (PV) σταθμό ηλεκτροπαραγωγής στην ταράτσα του σιδηροδρομικού σταθμού Xiong'an στη Νέα Περιοχή Xiong'an, στην επαρχία Hebei της Βόρειας Κίνας.³⁹

Τον Σεπτέμβριο του 2020, ο Σιδηροδρομικός Σταθμός Xiong'an στην Κίνα, ο μεγαλύτερος στην Ασία, ολοκλήρωσε όλη την κατασκευή και τέθηκε επίσημα σε λειτουργία. Καλύπτοντας μια έκταση άνω των 680.000 τετραγωνικών μέτρων, ο Σιδηροδρομικός Σταθμός Xiong'an ο μεγαλύτερος σιδηροδρομικός σταθμός στην Ασία, μοναδικός αρχιτεκτονικός σχεδιασμός, με πολλές προηγμένες τεχνολογίες και πράσινη ενέργεια για την παροχή ενέργειας.

Η ταράτσα του κτιρίου του κεντρικού σταθμού καλύπτεται από ηλιακές φωτοβολταϊκές μονάδες συνολικής επιφάνειας περίπου 42.000 τετραγωνικών μέτρων. Η συνολική εγκατάσταση είναι έως 6 MW που θα παράγει πάνω από 5,8 GWh κάθε χρόνο για τη ζήτηση ισχύος του σταθμού. Η Mibet Energy, ένας κινεζικός προμηθευτής ραφιών και ανιχνευτών με έδρα το Fujian, παρείχε με τιμή ολόκληρο το εργοστάσιο στον τελευταίο όροφο με το υψηλής ποιότητας μεταλλικό στήριγμα κλίσης.

Αυτό το έργο είναι πολύ σημαντικό επειδή ο σταθμός Xiong'an είναι ένα κτίριο ορόσημο στη Βόρεια Κίνα, αλλά είναι επίσης μια μεγάλη πρόκληση για εμάς», δήλωσε ο Leo Lin, γενικός διευθυντής εγχώριων πωλήσεων της Mibet Energy, ο οποίος

³⁹Πηγή : Distributed Photovoltaic Power Station seen at xiong'an railway station. (n.d.). https://english.www.gov.cn/news/photos/202209/11/content_WS631d1aa2c6d0a757729dfdc0.html [Ανάκτηση 18/3/2023]

συμμετείχε σε όλη τη διαδικασία από την υποβολή προσφορών έως βοήθεια παράδοσης και εγκατάστασης. «Μέσα σε δύο μόνο μήνες, η ομάδα πωλήσεων και η τεχνική ομάδα μας συνεργάστηκε στενά με το EPC και τον σύμβουλο σχεδιασμού μέρα και νύχτα. Με την ανάλυση διάταξης και τη βαθιά προσαρμογή μας με βάση τις απαιτήσεις του πελάτη, παρέχουμε στην EPC ειδικά σχεδιασμένα προϊόντα rack που έλαβαν υψηλούς επαίνους από αυτούς. Με την έγκριση του μοντέλου rack, τροποποιήσαμε τις γραμμές παραγωγής μας και ολοκληρώσαμε όλη την παραγωγή και την παράδοση σε σύντομο χρονικό διάστημα.» προστέθηκε από τον Leo Lin.

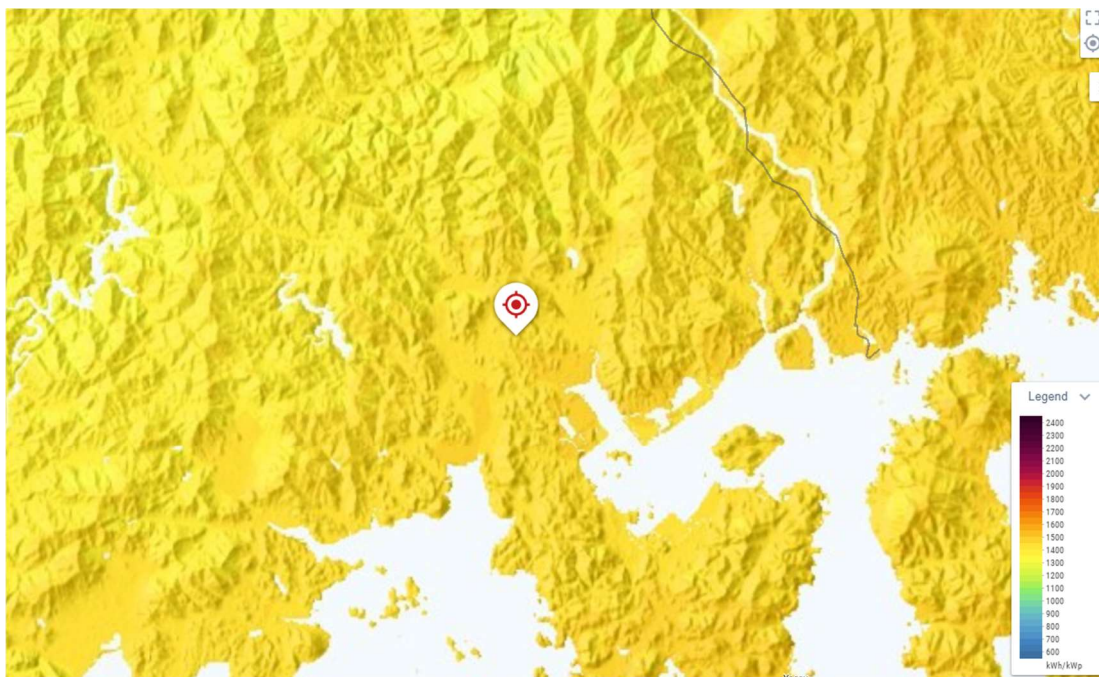
«Η δομή στήριξης που σχεδιάστηκε είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για την ταράτσα του σταθμού και έχει βελτιώσει σημαντικά τον πλεονασμό του φορτίου στέγης. Ήμασταν πολύ χαρούμενοι που είχαμε τη Mibet ως συνεργάτη μας για την υποστήριξη λειτουργιών.» Είπε ο David Wu, διευθυντής επίβλεψης εγκατάστασης του εργολάβου εγκατάστασης.

Ο Leo Lin, ο γενικός διευθυντής εγχώριων πωλήσεων της Mibet Energy είναι ικανοποιημένος με την απόδοση της ομάδας του σε αυτό το έργο. Εξέφρασε την ευγνωμοσύνη του για το έργο του σιδηροδρομικού σταθμού Xiong'an, «αυτό το έργο έχει δοκιμάσει τη συνολική μας ικανότητα, συμπεριλαμβανομένων των πωλήσεων, του σχεδιασμού, της τεχνικής υποστήριξης, της ομαδικής εργασίας, της κατασκευής, του logistics ελέγχου κ.λπ. Η Mibet έχει αποδειχθεί ικανή να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις των πελατών σε ένα τόσο περίπλοκο περιβάλλον»⁴⁰.

4.2 Νότια Κορέα

Μια χώρα που δοκιμάζει την εφαρμογή είναι η Νότια Κορέα, όπου δοκιμάζει φωτοβολταϊκά σε φράγματα θορύβου σιδηροδρόμου. Η μικρή Νότια Κορέα φιλοξενεί επί του παρόντος μια σειρά πρωτοβουλιών που στοχεύουν στην ανάπτυξη ηλιακής ενέργειας σε αχρησιμοποίητες επιφάνειες. Μία από τις τελευταίες εφαρμογές θα βρει έδαφος στην πόλη Suncheon, η οποία θα δοκιμάσει πολλά φωτοβολταϊκά στα σιδηροδρομικά φράγματα θορύβου που βασίζονται σε φωτοβολταϊκές μονάδες διπλής όψης.

⁴⁰ Πηγή : Mibet china xiong'an railway station rooftop PV project completed construction. Mibet. (2022, November 3). <https://www.mbtenergy.com/mibet-xiong-an-railway-station-rooftop-pv-project> [Ανάκτηση 18/3/2023]



Εικόνα 27. Πόλη Suncheon της Νότιας Κορέας ⁴¹

Επιλέχθηκε η πόλη Suncheon από το Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας και Ενέργειας της Κορέας (MOTIE) για να φιλοξενήσει το έργο Solar Power Demonstrator for Noise Reduction που είναι κατάλληλο για τους σιδηροδρόμους. Πρόκειται για μια πρωτοβουλία 6 δισεκατομμυρίων KRW (4,8 εκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ) που στοχεύει στη δοκιμή των φωτοβολταϊκών πλαισίων εγκατάστασης σε φράγματα θορύβου σιδηροδρόμου. Οι εγκαταστάσεις θα βασίζονται σε ηλιακές μονάδες διπλής όψης και θα εφαρμόζονται σε φράγματα θορύβου σε σιδηροδρόμους υψηλής ταχύτητας και σε συμβατικούς σιδηροδρόμους καθώς και σε γέφυρες. «Ξεκινώντας με αυτό το έργο συνεργασίας, το MOLIT και η Korea Railroad Corporation θα συνεχίσουν να επεκτείνουν τη συνεργασία τους με άλλους οργανισμούς, όπως τοπικές κυβερνήσεις και εταιρείες ηλεκτρικής ενέργειας και να αυξήσουν την κλίμακα της σιδηροδρομικής παραγωγής ηλιακής ενέργειας στα 456 MW έως το 2030.

⁴¹Πηγή:<https://globalsolaratlas.info/map?c=34.954047,127.543445,11&s=34.954047,127.543445&m=site>[Ανάκτηση 18/3/2023]



Οι επιστήμονες από το Κορεατικό Ινστιτούτο Ενεργειακής Έρευνας (KIER) ανέπτυξαν πέρυσι ένα φωτοβολταϊκό-θερμικό φράγμα θορύβου που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την αντικατάσταση συμβατικών ηχομονωτικών τοίχων για τη μείωση του θορύβου από την κυκλοφορία. Η Korea Hydro and Nuclear Power Co. (KHNP), μια μονάδα της Korea Electric Power Corp. (Kerco), υπέγραψε επίσης πρόσφατα μνημόνιο κατανόησης με τη Hanmaeum Energy, μια εταιρεία ιδιωτικών μετοχών με έδρα τη Σιγκαπούρη που ανήκει στις Affirma Capital και Duham Partners για την ανάπτυξη 100 MW ηλιακής ισχύος σε περιοχές αδράνειας κοντά σε αυτοκινητόδρομους στη Νότια Κορέα.

Τέλος στο μέλλον, η χώρα ενδέχεται να φιλοξενήσει ένα από τα μεγαλύτερα πλωτά φωτοβολταϊκά έργα στον κόσμο – ένα πλωτό ηλιακό συγκρότημα 2,1 GW που η κυβέρνηση της Νότιας Κορέας αναπτύσσει κοντά στα παλιρροϊκά διαμερίσματα Saemangeum, στην ακτή της Κίτρινης Θάλασσας.

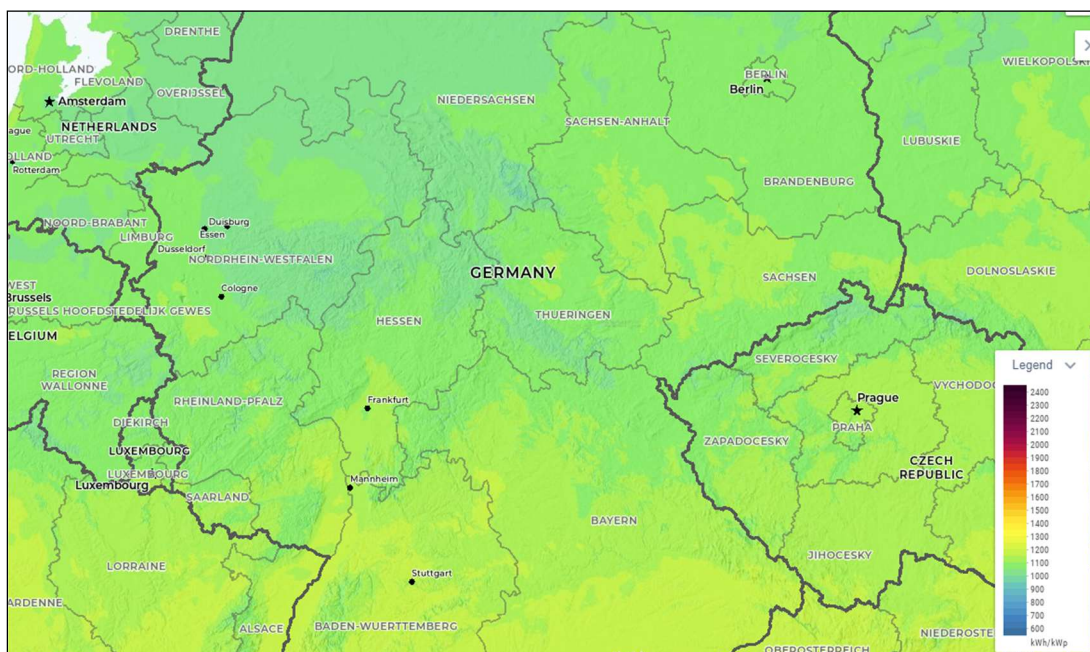
4.3 Γερμανία

Τα φωτοβολταϊκά έργα που αναπτύσσονται κατά μήκος των σιδηροδρόμων για την τροφοδοσία ηλεκτρικής ενέργειας απευθείας στο δίκτυο ρεύματος έλξης δεν είναι νέα. Η γερμανική εταιρεία κατασκευής ηλιακών έργων Enerparc έχει κατασκευάσει τους πρώτους φωτοβολταϊκούς σταθμούς παραγωγής ενέργειας στη Βόρεια Γερμανία για το σκοπό αυτό. Ωστόσο, τέτοια έργα δεν είναι σε καμία περίπτωση σίγουρη επιτυχία, καθώς πρέπει να τηρούνται ορισμένες τεχνικές και νομικές ιδιαιτερότητες.

Το Γερμανικό Κέντρο Έρευνας Σιδηροδρομικών Μεταφορών (DZSF) στη Γερμανική Ομοσπονδιακή Αρχή Σιδηροδρόμων ανέθεσε στην TÜV Rheinland να

διερευνήσει τις δυνατότητες τέτοιων φωτοβολταϊκών εφαρμογών στη σιδηροδρομική υποδομή και στη σιδηροδρομική υποδομή μέσω ενός ερευνητικού έργου διάρκειας 14 μηνών. Μια ομάδα επιστημόνων ειδικών στους σιδηροδρόμους διερεύνησε ποια φωτοβολταϊκά συστήματα είναι συμβατά με τη σιδηροδρομική υποδομή προκειμένου να τροφοδοτήσουν την ηλιακή ενέργεια απευθείας στο σιδηροδρομικό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας.

«Εάν είναι δυνατόν να παραχθεί ενέργεια κατά μήκος του ευρέως διακλαδισμένου δικτύου ρεύματος έλξης και να τροφοδοτηθεί απευθείας, κάνοντας έτσι καλύτερη χρήση της υπάρχουσας υποδομής και μειώνοντας τις απώλειες ενέργειας μέσω επαναλαμβανόμενης μετατροπής και μεταφοράς, ο σιδηροδρομικός τρόπος μεταφοράς θα μπορούσε να βελτιώσει περαιτέρω τα αέρια του θερμοκηπίου. Ισορροπία», εξήγησε ο Jürgen van der Weem, ειδικός στη σιδηροδρομική τεχνολογία. Επιπλέον, υπάρχουν διάφορες επιλογές για τα φωτοβολταϊκά που θα ενσωματωθούν στους σιδηροδρόμους, όπως στην τροχιά ή σε φράγματα θορύβου. Η ιδιαίτερη πρόκληση έγκειται στην τροφοδοσία της παραγόμενης ηλιακής ενέργειας απευθείας στο μονοφασικό δίκτυο 15 KV.



Εικόνα 28. Φωτοβολταϊκό δυναμικό Γερμανία ⁴²

⁴²Πηγή:<https://globalsolaratlas.info/map?c=50.885709,10.096436,7&s=34.954047,127.543445&m=site>[Ανάκτηση 18/3/2023]

Η εταιρεία TÜV Rheinland θα υλοποιήσει το έργο σε τρεις κατευθύνσεις:

- ❖ Πρώτον, θέλει να διερευνήσει το δυναμικό της αγοράς για αυτά τα έργα, να αξιολογήσει όλες τις τεχνικές πτυχές και στοιχεία για άμεση τροφοδοσία στο τρέχον δίκτυο έλξης και να αναλύσει τα υπάρχοντα έργα.
- ❖ Σε ένα δεύτερο βήμα, το γερμανικό ινστιτούτο θέλει να προσδιορίσει τις περιοχές στη σιδηροδρομική υποδομή στη Γερμανία και στη σιδηροδρομική υποδομή που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τέτοιες εφαρμογές, καθώς και τις πιθανές αποδόσεις ενέργειας τροφοδοσίας και ενέργειας. Για το σκοπό αυτό, θα βασίζεται σε βάσεις δεδομένων της γερμανικής σιδηροδρομικής εταιρείας Deutsche Bahn καθώς και σε χάρτες ηλιακής ακτινοβολίας. Ωστόσο, δεν θα ληφθεί υπόψη μόνο η άμεση τροφοδοσία στο δίκτυο ρεύματος έλξης, αλλά και οι εσωτερικοί καταναλωτές στον σιδηροδρομικό τομέα που βρίσκονται κοντά στο σημείο παραγωγής.
- ❖ Στην τρίτη φάση του έργου, οι ειδικοί της TÜV Rheinland θα καθορίσουν την κύρια απαίτηση για φωτοβολταϊκά έργα που συνδέονται με το σιδηροδρομικό δίκτυο έλξης. Στο πλαίσιο αυτό, θα είναι σε θέση να παρέχουν συγκεκριμένες συστάσεις για τις απαραίτητες προσαρμογές στους σιδηροδρομικούς κανονισμούς για την ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών συστημάτων στη σιδηροδρομική υποδομή, λαμβάνοντας υπόψη την άμεση τροφοδοσία.



Εικόνα 29. Φωτοβολταϊκά για σιδηροδρομικές γραμμές⁴³

5 Κανάλια άρδευσης με φωτοβολταϊκά

Ο 21ος αιώνας έχει δει μια στροφή προς την ανάπλαση του ενεργειακού τομέα, με στόχο από την παρουσία περισσότερων τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο εσωτερικό. Αυτό έγινε κυρίως από συμφωνίες πρωτοκόλλου και νομοθετικές απαιτήσεις, όπως το Πρωτόκολλο του Κιότο ⁴⁴.

Τα Ε.Ε. μέλη των χωρών έχουν επίσης δεσμευτικές συμφωνίες για την παραγωγή ενός ποσοστού της ενέργειάς τους από τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έως το 2020 , διαφορετικά θα πληρώσουν πρόστιμα. Πλέον οι τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας απαιτούν μεγάλες εκτάσεις για MW κλίμακας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και, ως εκ τούτου, να θέσει περιορισμούς στη χρήση της γης για γεωργικούς σκοπούς. Αυτό προκάλεσε τη συζήτηση για τη χρήση της γης για ενέργεια έναντι της συζήτησης για τα τρόφιμα και εντατικοποιήθηκαν οι προσπάθειες για έρευνα σε υπεράκτιες τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας , και ούτω καθεξής ανάπτυξη της ιδέας της πλωτής συστοιχίας φωτοβολταϊκών για εμπορική ηλεκτρική ενέργεια ^{45,46,47,48,49}.

Τα ανεπτυγμένα έργα πλωτών φωτοβολταϊκών περιλαμβάνουν συμβατικές συστοιχίες, καθώς και συγκεντρωμένες συστοιχίες που επωφελούνται από το περιβάλλον υδάτινο σώμα για την πρόληψη της υπερθέρμανσης του ηλιακού κύτταρα. Η κριτική που δίνεται περιορίζεται μόνο σε συμβατικές συστοιχίες φωτοβολταϊκών. Τα προ ώριμα στάδια αυτής της τεχνολογικής εφαρμογής περιορίζουν τα έργα που έχουν αναπτυχθεί σε όλο τον κόσμο. Ως επί το πλείστον, αυτές οι εγκαταστάσεις είναι τοποθετημένες σε μια πλωτή κατασκευή που βασίζεται σε ποντόνι και εγκαθίστανται είτε σε δεξαμενές είτε σε λιμνούλες που χρησιμοποιούνται κυρίως για αρδευτικούς σκοπούς (με κίνητρο την αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας στα σύγχρονα συστήματα άρδευσης και στη γεωργία). Τα κοινά οφέλη από αυτές τις εγκαταστάσεις ήταν η

⁴³ Πηγή :Enkhardt, S. (2021, December 21). Solar for railways. pv magazine International. <https://www.pv-magazine.com/2021/12/21/solar-for-railways/> [Ανάκτηση 18/3/2023]

⁴⁴Πηγή : European Commission. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council. Official Journal of the European Union. 2009. [Ανάκτηση 18/3/2023]

⁴⁵ Πηγή : Sliz-Szkliniarz B. Assessment of the renewable energy-mix and land use trade-off at a regional level: A case study for the Kujawsko-Pomorskie Voivodship. Land Use Policy. 2013;35:257-70. [Ανάκτηση 18/3/2023]

⁴⁶ Πηγή : Turney D, Fthenakis V. Environmental impacts from the installation and operation of large-scale solar power plants. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2011;15:3261-70. [Ανάκτηση 18/3/2023]

⁴⁷ Πηγή : Esteban MD, Diez JJ, López JS, Negro V. Why offshore wind energy? Renewable Energy. 2011;36:444-50. [Ανάκτηση 18/3/2023]

⁴⁸ Πηγή :Trapani K, Millar DL, Smith HCM. Novel offshore application of photovoltaics in comparison to conventional marine renewable energy technologies. Renewable Energy. 2013;50:879-88 [Ανάκτηση 18/3/2023]

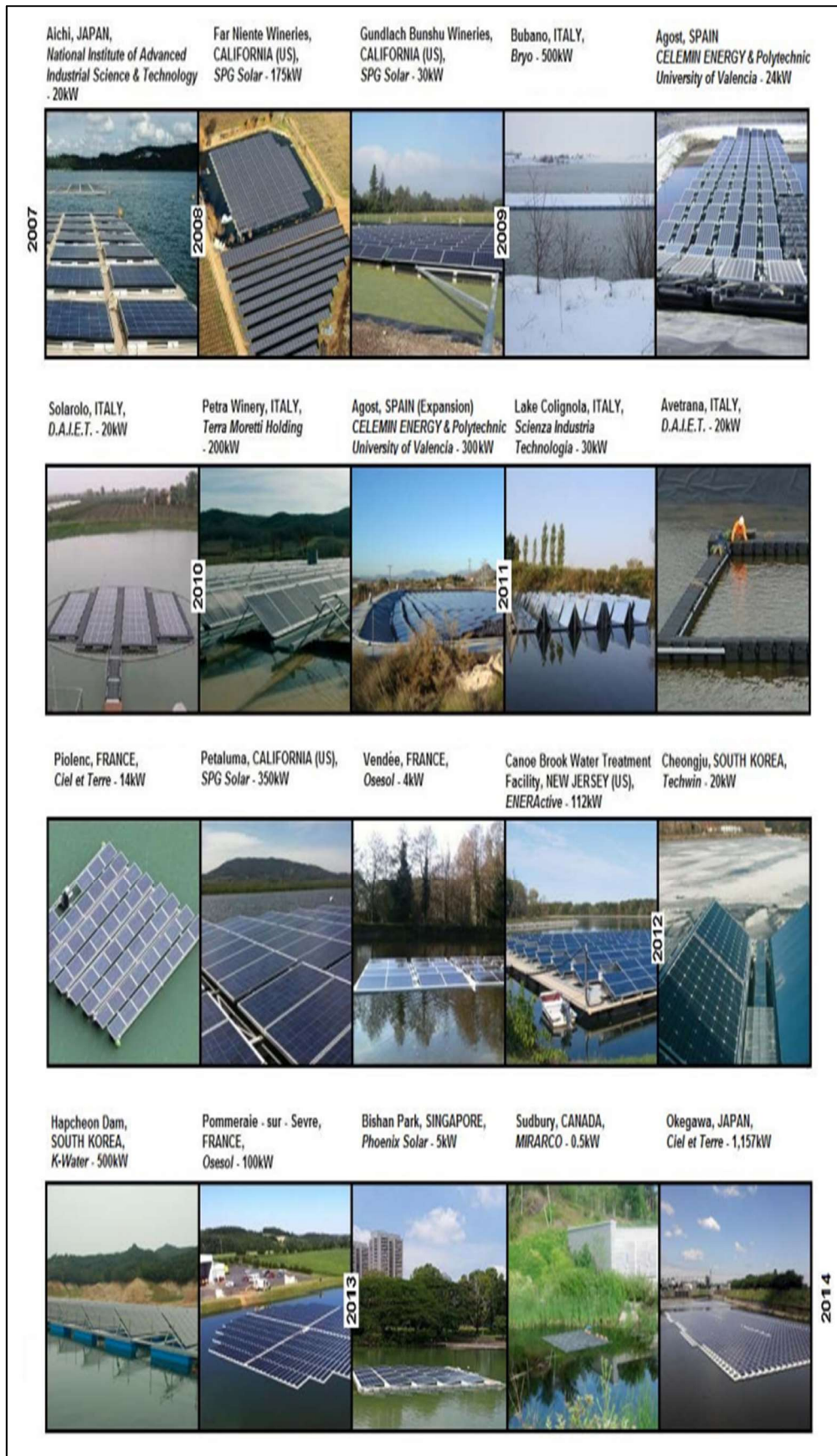
⁴⁹ Πηγή :Trapani K, Millar DL. Proposing offshore photovoltaic (PV) technology to the energy mix of the Maltese islands. Energy Conversion and Management. 2013;67:18-26. [Ανάκτηση 18/3/2023]

μείωση της εξάτμισης του νερού από το δεξαμενή/λίμνη και μειωμένη ανάπτυξη φυκιών (λόγω της μείωσης της διείσδυσης του ηλιακού φωτός μέσα στο υδάτινο σώμα). Επίσης, οι ηλεκτρικές αποδόσεις ήταν ελαφρώς βελτιωμένες, στις περισσότερες αναφορές περιπτώσεις, πιθανώς λόγω του πλεονεκτήματος ψύξης που προσφέρει η υποκείμενη επιφάνεια του νερού καθώς εικονογράφηση από Bahaidarah ενώ δοκίμαζε ένα φωτοβολταϊκό πάνελ που βρισκόταν απευθείας επαφή με νερό ^{50, 51, 52}.

⁵⁰ Πηγή :Ferrer-Gisbert C, Ferrán-Gozálvez JJ, Redón-Santafé M, Ferrer-Gisbert P, Sánchez-Romero FJ, Torregrosa-Soler JB. A new photovoltaic floating cover system for water reservoirs. *Renewable Energy*. 2013;60:63-70. [Ανάκτηση 18/3/2023]

⁵¹ Πηγή :Z. B. Alam M, Ohgaki S. Evaluation of UV-radiation and its residual effect for algal growth control. In: Tomonori M, Keisuke H, Satoshi T, Hiroyasu SatohA2 - Tomonori Matsuo KHST, Hiroyasu S, editors. *Advances in Water and Wastewater Treatment Technology*. Amsterdam: Elsevier Science B.V.; 2001. p. 109-17. [Ανάκτηση 18/3/2023]

⁵² Πηγή : Bahaidarah H, Subhan A, Gandhidasan P, Rehman S. Performance evaluation of a PV (photovoltaic) module by back surface water cooling for hot climatic conditions. *Energy*. [Ανάκτηση 18/3/2023]



Εικόνα 30. : Χρονοδιάγραμμα πλωτών φωτοβολταϊκών έργων. ⁵³

5.1 Ινδία

Η κλιματική αλλαγή επιδεινώνει τη λειψυδρία σε πολλά μέρη του κόσμου, και ενώ οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι μια μακροπρόθεσμη λύση, σε πολλές περιπτώσεις είναι επίσης μια βραχυπρόθεσμη λύση. Μια τέτοια περίπτωση στη σχέση ενέργειας-νερού είναι αυτή της ηλιακής ενέργειας από την κορυφή του καναλιού, η οποία πρωτοπαρουσιάστηκε στην Ινδία πριν από μια δεκαετία, όταν εγκαταστάθηκαν τα πρώτα φωτοβολταϊκά συστήματα στο κανάλι άρδευσης στο Γκουτζαράτ. Από τα ευρήματα του Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνια προκύπτουν σε μια συμβιωτική εφαρμογή εξοικονόμησης νερού, ενώ παράγεται ηλιακή ενέργεια, χωρίς να καταλαμβάνετε καλλιεργήσιμη γη.

Η πολιτεία του Γκουτζαράτ βρίσκεται στη δυτική ακτή της Ινδίας έχει μακρά ιστορία βιομηχανικής προοπτικής και λέγεται ότι είναι το σπίτι ενός από τα πρώτα θαλάσσια λιμάνια του κόσμου, στο Lothal. Μεταξύ 2012 και 2014, το πρωτοποριακό πνεύμα του Γκουτζαράτ εμφανίστηκε ξανά κατά μήκος μιας πιλοτικής έκτασης 750 μέτρων ηλιακών συλλεκτών πάνω από ένα κανάλι άρδευσης. Το Φωτοβολταϊκό σύστημα ισχύος 10 MW που περιελίσσεται πάνω από το κανάλι Vadodara Branch Canal (VBC).

Η πυκνοκατοικημένοι Ινδία αντιμετωπίζει τεράστιο πρόβλημα λειψυδρίας που σιγά σιγά γίνεται και παγκόσμιο ζήτημα. Οι Ινδοί είδαν τη δυνατότητα της ηλιακής ενέργειας στην κορυφή του καναλιού να μειώνει ταυτόχρονα την εξάτμιση του νερού και να παράγει ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές, χωρίς να καταλαμβάνει καλλιεργήσιμη ή φιλόξενη γη.

Τον Φεβρουάριο του 2022, οι συνεχιζόμενες επιτυχίες του έργου οδήγησαν στην κυβέρνηση του Γκουτζαράτ Sadar Sarovar Narmada Nigam (SSNNL) να ανακοινώνει ένα ηλιακό έργο 100 MW που θα κατασκευαστεί στην κορυφή των καναλιών που διακλαδίζονται από τον ποταμό Narmada.

Σύμφωνα με την εταιρεία Gujarat State Electricity Corp., εάν το 30% των 80.000 km καναλιών της πολιτείας εγκατασταθούν φωτοβολταϊκά, όπου θα παρήγαγαν 18 GW καθαρής ενέργειας και θα εξοικονομούσε περίπου 90.000 στρέμματα αλλαγής γόνιμης χρήσης γης⁵⁴.

Επίσης η επιτυχία της Ινδίας δεν πέρασε απαρατήρητη από άλλες περιοχές που παλεύουν με τη λειψυδρία, τη χρήση γης και την ενσωμάτωση των ανανεώσιμων

⁵⁴ Πηγή: <https://www.pv-magazine-india.com/2022/06/11/the-long-read-canal-top-solar-solutions/> [Ανάκτηση 18/3/2023]

πηγών ενέργειας – κυρίως από την Καλιφόρνια. Το σύστημα καναλιών της Καλιφόρνια, συμπεριλαμβανομένου του υδραγωγείου της Καλιφόρνια, συνήθως τρέχει από βορρά προς νότο, φέρνοντας νερό από βόρειες, ορεινές περιοχές στον ξηρό και πυκνοκατοικημένο νότο.

Ακόμα ένα τεράστιο επίτευγμα στην Ινδία από ηλιακές εγκαταστάσεις στην κορυφή του καναλιού αποτελούν μια ελκυστική πρόταση, καθώς παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές για γεωργικές δραστηριότητες χωρίς να καταναλώνουν τη γη. Ωστόσο, το υψηλό κόστος τους σε σύγκριση με την επίγεια τοποθέτηση παραμένει ανησυχητικό. Τέτοια έργα επωφελούνται από την εύκολη διαθεσιμότητα του δικτύου, καθώς τα περισσότερα από τα μεγάλα συστήματα καναλιών της Ινδίας διαθέτουν μίνι εγκαταστάσεις υδροηλεκτρικών στο δίκτυο. Το δυναμικό παραγωγής από την ηλιακή ενέργεια στην κορυφή των καναλιών είναι σημαντικός με παραγωγή τουλάχιστον 10 GW, λαμβάνοντας υπόψη την εγκατάσταση στα μεγάλα συστήματα καναλιών στην Ινδία και όχι στα δευτερεύοντα κανάλια τους.



Εικόνα 31. Ανάρτηση με σχοινί από χάλυβα υψηλής αντοχής για ηλιακούς συλλέκτες σε κανάλια μεγάλου πλάτους.

Ο κατασκευαστής μονάδων και εγκαταστάτης EPC, ο εκτελεστικός διευθυντής της Premier Energies, Sudhir Moola, δήλωσε: «Η Ινδία διαθέτει περίπου δέκα μεγάλα συστήματα καναλιών που καλύπτουν μήκος περίπου 10.097 km. Ακόμη και αν το 50% αυτού του μήκους καναλιού (περίπου 5000 km) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ηλιακή εγκατάσταση στην κορυφή του καναλιού, μπορούμε να κάνουμε 2-3 MW για κάθε km

του καναλιού, υποθέτοντας πλάτος καναλιού 15-20 μέτρα. Αυτό μας δίνει δυνητικά 10 GW ηλιακών συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας στην κορυφή του καναλιού που μπορούν να εγκατασταθούν εξοικονομώντας περισσότερα από 40.000 στρέμματα γης».

Εκτός από αυτό, η κάλυψη του καναλιού με φωτοβολταϊκά πάνελ οδηγεί επίσης σε εξοικονόμηση νερού του καναλιού, καθώς η σκίαση παρέχει ένα αποτέλεσμα ψύξης και μειώνει την απώλεια νερού λόγω της εξάτμισης, πρόσθεσε.

Εγκατεστημένη χωρητικότητα

Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα η πολιτειακή κυβέρνηση του Γκουτζαράτ διατύπωσε την ιδέα της ηλιακής ενέργειας στην κορυφή του καναλιού στην Ινδία το 2011, καθώς αναζητούσε τρόπους για να αυξήσει την παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας χωρίς συγκρούσεις γης. Αυτό οδήγησε στην έναρξη λειτουργίας του πρώτου ηλιακού έργου της Ινδίας στην κορυφή του καναλιού στο χωριό Chandrasan, περίπου 45 χιλιόμετρα από το Ahmedabad. Η φωτοβολταϊκή μονάδα ισχύος 1 MW εγκαταστάθηκε σε μια έκταση 750 m του καναλιού διακλάδωσης Sanand.

Το έργο αναπτύχθηκε από την Gujarat State Electricity Corporation Limited με την υποστήριξη της Sardar Sarovar Narmada Nigam Limited, η οποία διαθέτει σήμερα 35 MW τέτοιων έργων (20 MW canal-top και 15 MW canal-bank) με διαγωνισμό για άλλα 100 MW ηλιακή κορυφή καναλιού.

Από την επιτυχία του έργου, το 2014 το Υπουργείο Νέας και Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (MNRE) ξεκίνησε ένα πιλοτικό πρόγραμμα επίδειξης για την ανάπτυξη συνολικών 100 MW ηλιακών φωτοβολταϊκών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής συνδεδεμένων στο δίκτυο σε όχθες και κορυφές καναλιών μέσω κρατικού φορέα.

Το πρόγραμμα παρείχε υποστήριξη χρηματοδότησης βιωσιμότητας κενού (VGF) έως 3 εκατομμύρια INR /MW (ή 123 χιλ δολάρια/MW) για φωτοβολταϊκά έργα κορυφαίων καναλιών και 1.5 εκατομμύρια INR /MW (ή 62 χιλ δολάρια/MW)για εγκαταστάσεις σε τράπεζες καναλιών. Το VGF επρόκειτο να χρηματοδοτήσει το πρόσθετο κόστος λόγω της δομής στην κορυφή του καναλιού.

Σύμφωνα με αυτό το σχέδιο, με βάση τα αιτήματα κατανομής που ελήφθησαν από διάφορα κράτη, το MNRE ενέκρινε πλήρη στοχευμένη ισχύ 50 MW καναλιών-bank και 50 MW καναλιών πάνω από ηλιακά φωτοβολταϊκά έργα στις πολιτείες Andhra Pradesh, Gujarat, Karnataka, Kerala, Punjab , Uttarakhand, Uttar Pradesh και Δυτική Βεγγάλη. Από τις 31 Μαρτίου 2019, τέθηκαν σε λειτουργία έργα ηλιακών

φωτοβολταϊκών καναλιών-bank 50 MW και ηλιακά φωτοβολταϊκά έργα καναλιού 44 MW.

Ο Pulkit Dhingra, ιδρυτής και διευθυντής, της AHA H Solar (ένας πάροχος ψηφιακών λύσεων για τη διαχείριση έργων), δήλωσε: «Η εγκατάσταση ηλιακών φωτοβολταϊκών στο επάνω μέρος του καναλιού απαιτεί ένα τμήμα καναλιού χωρίς σκιές με ιδανικό πλάτος μεταξύ 20 και 30 μέτρων. Ένας μηχανοκίνητος δρόμος κατά μήκος του καναλιού επιτρέπει την ανάπτυξη και τη συντήρηση. Η ροή του καναλιού Βορράς-Νότου είναι ιδανική για τη μέγιστη απόδοση από τα πάνελ, αλλά η κατεύθυνση ανατολής-δύσης μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την εγκατάσταση πάνελ.



Εικόνα 32. Ηλιακό έργο στην κορυφή του καναλιού στο Μπιχάρ

Τα έργα στην κορυφή του καναλιού κοστίζουν περισσότερο από τις κανονικές επίγειες και πλωτές ηλιακές φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις καθώς απαιτούν μια σημαντική κατασκευή για να εκτείνεται το κανάλι για να στηρίξει τα πάνελ. Ενώ οι επίγειες εγκαταστάσεις κοστίζουν περίπου 3 εκατομμύρια. INR /MW (ή 123 χιλ. δολάρια/MW) , το κόστος για την εγκατάσταση στην κορυφή του καναλιού θα μπορούσε να είναι 4,5-6 εκατομμύρια INR /MW (ή 700 με 735 χιλ. δολάρια/MW ανάλογα με το πλάτος του καναλιού, σύμφωνα με τον Sudhir Moola της Premier Energies.

Το κύριο στοιχείο που κάνει τη διαφορά είναι η δομή στήριξης. Οι κατασκευές θα μπορούσαν να εγκατασταθούν από άκρο σε άκρο ή χωρίς να αγγίζουν τα άκρα των καναλιών. Στην τελευταία προσέγγιση, εγκαθίστανται προβλήτες εντός των καναλιών και πάνελ τοποθετημένα έτσι ώστε να μην αγγίζουν το άκρο των καναλιών έτσι ώστε να μην διαταράσσονται τα άκρα των καναλιών. Για ευρύτερα κανάλια, όπως αυτά στο Παντζάμπ, είναι σημαντικό να εγκαταστήσετε προβλήτες εντός των καναλιών.

Μια άλλη προσέγγιση είναι η χρήση ανάρτησης με χάλυβα υψηλής εφελκυσμού για την τοποθέτηση των μονάδων. Η Premier Energies είναι η μόνη εταιρεία στην Ινδία που εφάρμοσε αυτήν την προσέγγιση για το σύστημα κορυφής καναλιού 1 MW το 2017 στο Ουταραχάντ. Μέχρι σήμερα, αυτή είναι η ευρύτερη εγκατάσταση στην κορυφή του καναλιού στην Ινδία, με πλάτος 35 μέτρα και χωρίς στοίβαξη στο εσωτερικό του καναλιού.⁵⁵

Επιπροσθέτως, το Ινδικό κράτος θα ξεκινήσει τρία πλωτά ηλιακά έργα αξίας 7.500 εκατομμύρια INR (91,9 εκατομμύρια δολάρια). Τα νέα έργα θα είναι επιπρόσθετα σε μια μονάδα 600 MW που βρίσκεται επί του παρόντος υπό ανάπτυξη στη δεξαμενή Omkareshwar.

Η Madhya Pradesh ετοιμάζεται να προμηθεύσει το 50% του στόχου της Ινδίας για το 2030 για 500 GW ανανεώσιμης ενέργειας, δήλωσε ο υπουργός Νέας και Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας της Madhya Pradesh, Hardeep Singh Dang, στη συνεχιζόμενη Παγκόσμια Σύνοδο Επενδυτών στην πολιτεία.

⁵⁵Πηγή : Gupta, U. (2021, March 9). Solar arrays on canals. pv magazine India. <https://www.pv-magazine-india.com/2021/03/09/installing-solar-atop-canals/> [Ανάκτηση 18/3/2023]



Εικόνα 33. Οι ινδικές δεξαμενές θα μπορούσαν να φιλοξενήσουν 280 GW πλωτή ηλιακή ενέργεια, σύμφωνα με μελέτη του Ινστιτούτου Ενέργειας και Πόρων.

Το κράτος έχει εγκατεστημένα και υπό υλοποίηση έργα παραγωγής ηλιακής ενέργειας άνω των 60 GW και περίπου 5 GW αιολικής ενέργειας. Και η εν εξελίξει Σύνοδος Επενδυτών είδε την υπογραφή Μνημονίων Συνεννόησης αξίας 16.000 εκατομμύρια INR (195 εκατομμύρια δολάρια) στη συνεδρίαση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Επί του παρόντος, η Madhya Pradesh έχει πολλά έργα ηλιακής ενέργειας μεγάλης κλίμακας υπό υλοποίηση. Ένα πλωτό ηλιακό έργο ισχύος 600 MW αναπτύσσεται στη δεξαμενή Omkareshwar. Το έργο αναμένεται να ξεκινήσει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι τον Σεπτέμβριο. Οι εργασίες για άλλα τρία πλωτά έργα αξίας 7.500 INR θα ξεκινήσουν σύντομα στην πολιτεία, είτε ο Dang.

Μέχρι τον Σεπτέμβριο του 2023, το ηλιακό έργο Agar-Shajapur-Neemuch ισχύος 1,5 GW θα τεθεί επίσης σε λειτουργία. Και μέχρι το 2025, θα ξεκινήσουν 1,4 GW ηλιακού πάρκου στη Morena και 950 MW υβριδικού πάρκου ΑΠΕ με αποθήκευση ενέργειας στο Chhatarpur.⁵⁶

⁵⁶ Πηγή : Gupta, U. (2021, March 9). Solar arrays on canals. pv magazine India. <https://www.pv-magazine-india.com/2021/03/09/installing-solar-atop-canals/> [Ανάκτηση 18/3/2023]

5.2 Η.Π.Α.

Τα αυξανόμενα στοιχεία δείχνουν ότι οι δυτικές Ηνωμένες Πολιτείες βρίσκονται τώρα στη χειρότερη ξηρασία των τελευταίων τουλάχιστον 1.200 ετών. Τα υπόγεια ύδατα αντλούνται υπερβολικά σε πολλά μέρη και η ξηρότητα, οι πυρκαγιές και η συρρίκνωση των αποθεμάτων νερού καθιστούν την κλιματική αλλαγή προσωπική για εκατομμύρια ανθρώπους. Ονομάστηκε η λύση ηλιακού καναλιού και πρόκειται να δοκιμαστεί στην Καλιφόρνια.

Περίπου 6437Km (4.000 μίλια) καναλιών μεταφέρουν νερό σε περίπου 35 εκατομμύρια Καλιφορνέζους και 5,7 εκατομμύρια στρέμματα γεωργικής γης σε όλη την πολιτεία. Η κάλυψη αυτών των καναλιών με ηλιακούς συλλέκτες θα μειώνει την εξάτμιση του πολύτιμου νερού και θα βοηθούσε στην επίτευξη των στόχων της πολιτείας για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, εξοικονομώντας παράλληλα χρήματα.

Η Καλιφόρνια είναι επιρρεπής στην ξηρασία και το νερό είναι μια συνεχής ανησυχία. Τώρα, το μεταβαλλόμενο κλίμα φέρνει θερμότερο και ξηρότερο καιρό. Οι έντονες ξηρασίες τα τελευταία 10 έως 30 χρόνια έχουν σαν αποτέλεσμα να μην υπάρχει νερό στις γεωτρήσεις, όπου ανάγκασαν τους αξιωματούχους να εφαρμόσουν περιορισμούς στο νερό με αποτέλεσμα να υπάρξουν τεράστιες πυρκαγιές. Το κράτος έχει εντολή να μειώσει την άντληση των υπόγειων υδάτων διατηρώντας παράλληλα αξιόπιστες προμήθειες σε αγροκτήματα, πόλεις, άγρια ζωή και οικοσυστήματα. Ως μέρος μιας ευρείας πρωτοβουλίας για την κλιματική αλλαγή, τον Οκτώβριο του 2020 ο κυβερνήτης Gavin Newsom ζήτησε από την Υπηρεσία Φυσικών Πόρων της Καλιφόρνια να πρωτοστατήσει στις προσπάθειες για τη διατήρηση του 30% της ξηράς και των παράκτιων υδάτων έως το 2030.

Το μεγαλύτερο μέρος της βροχής και του χιονιού της Καλιφόρνια πέφτει βόρεια του Σακραμέντο κατά τη διάρκεια του χειμώνα, ενώ το 80% της χρήσης νερού γίνεται στη Νότια Καλιφόρνια, κυρίως το καλοκαίρι. Γι' αυτό τα κανάλια που διασχίζουν την πολιτεία είναι το μεγαλύτερα που υπάρχουν στον κόσμο. Υπολογίζετε ότι περίπου το 1%-2% του νερού που μεταφέρουν χάνεται στην εξάτμιση κάτω από τον καυτό ήλιο της Καλιφόρνια.

Σε μια μελέτη του 2021, ανέδειξε ότι η κάλυψη και των 6437Km (4.000 μιλίων) των καναλιών της Καλιφόρνια με φωτοβολταϊκά συστήματα θα εξοικονομούσε περισσότερα από 246 δισεκατομμύρια λίτρα (65 δισεκατομμύρια γαλόνια) νερού ετησίως μειώνοντας την εξάτμιση. Αυτό είναι αρκετό για να ποτίσει 50.000 στρέμματα

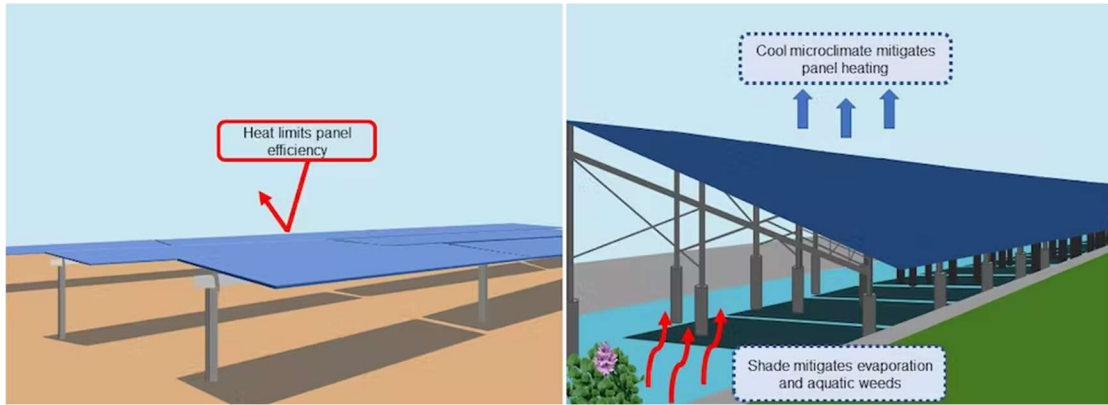
γεωργικής γης ή να καλύψει τις οικιακές ανάγκες σε νερό περισσότερων από 2 εκατομμυρίων ανθρώπων. Με τη συγκέντρωση των ηλιακών εγκαταστάσεων σε γη που χρησιμοποιείται ήδη, αντί να χτίζονται σε μη ανεπτυγμένη γη, αυτή η προσέγγιση θα βοηθούσε την Καλιφόρνια να επιτύχει τους στόχους βιώσιμης διαχείρισης τόσο για τους υδάτινους όσο και για τους χερσαίους πόρους.

Το θετικό αποτύπωμα από την σκίαση των καναλιών της Καλιφόρνια με φωτοβολταϊκά συστήματα θα παρήγαγε σημαντικές ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας. Οι εκτιμήσεις δείχνουν ότι θα μπορούσε να παρέχει περίπου 13 GW δυναμικότητας ανανεώσιμης ενέργειας, που είναι περίπου το ήμισυ των νέων πηγών που χρειάζεται να προσθέσει το κράτος για να επιτύχει τους στόχους καθαρής ηλεκτρικής ενέργειας: 60% από πηγές χωρίς άνθρακα έως το 2030 και 100% ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έως το 2045 .

Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων πάνω από τα κανάλια κάνει και τα δύο συστήματα πιο αποτελεσματικά. Τα ηλιακά πάνελ θα μείωναν την εξάτμιση από τα κανάλια, ειδικά κατά τη διάρκεια των ζεστών καλοκαιριών της Καλιφόρνια. Και επειδή το νερό θερμαίνεται πιο αργά από τη γη, το νερό του καναλιού που ρέει κάτω από τα πάνελ θα μπορούσε να τα ψύχει κατά 12 βαθμούς Κελσίου, ενισχύοντας την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας έως και 3%.

Αυτά τα στέγαστρα θα μπορούσαν επίσης να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια τοπικά σε πολλά μέρη της Καλιφόρνια, μειώνοντας τόσο τις απώλειες μεταφοράς όσο και το κόστος για τους καταναλωτές. Ο συνδυασμός ηλιακής ενέργειας με αποθήκευση μπαταρίας μπορεί να βοηθήσει στη δημιουργία μικρών δικτύων σε αγροτικές περιοχές και αυτόνομες κοινότητες, καθιστώντας το σύστημα ισχύος πιο αποτελεσματικό και ανθεκτικό. Ισχυροποιώντας και μειώνοντας τον κίνδυνο απωλειών ρεύματος λόγω ακραίων καιρικών συνθηκών, ανθρώπινου λάθους και πυρκαγιών.

Η εκτίμηση για το κόστος διάνοιξης καναλιών με φωτοβολταϊκά συστήματα θα είναι υψηλότερο από την κατασκευή επίγειων συστημάτων . Προσθέτοντας μερικά πλεονεκτήματα, όπως η αποφυγή κόστους γης, εξοικονόμηση νερού, μετριασμό των υδρόβιων ζιζανίων και ενισχυμένη απόδοση φωτοβολταϊκών, γίνεται η διαπίστωση ότι τα ηλιακά κανάλια ήταν η καλύτερη επένδυση και παρείχαν ηλεκτρική ενέργεια που κοστίζει λιγότερο κατά τη διάρκεια ζωής τους . Ακόμα, πριν ληφθούν υπόψη τα οφέλη για την ανθρώπινη υγεία από τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα και τις μειωμένες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.



Εικόνα 34. Οι ηλιακοί συλλέκτες που εγκαθίστανται πάνω από κανάλια αυξάνουν την απόδοση και των δύο συστημάτων. Brandi McKuIn, CC BY-ND.

Επίσης τα ηλιακά κανάλια προσφέρουν οφέλη για τη γη, δηλαδή δεν είναι απλώς η παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας και η εξοικονόμηση νερού. Η κατασκευή αυτών των μακρών, λεπτών ηλιακών συστοιχιών θα μπορούσε να αποτρέψει τη μετατροπή περισσότερων από 80.000 στρεμμάτων γεωργικής γης ή φυσικού οικοτόπου σε ηλιακά αγροκτήματα.

Η Καλιφόρνια καλλιεργεί τρόφιμα για έναν συνεχώς αυξανόμενο παγκόσμιο πληθυσμό και παράγει περισσότερο από το 50% των φρούτων, των ξηρών καρπών και των λαχανικών που τρώνε οι Αμερικανοί καταναλωτές. Ωστόσο, έως και το 50% της νέας χωρητικότητας ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την επίτευξη των στόχων απαλλαγής από τις ανθρακούχες εκπομπές θα μπορούσε να τοποθετηθεί σε γεωργικές περιοχές, συμπεριλαμβανομένων μεγάλων τμημάτων προνομιούχων γεωργικών εκτάσεων.



Εικόνα 36. Αρδευτική κοινότητα του Canal de Navarra ⁵⁸

Επίσης, η Περιφερειακή Διοίκηση εξετάζει την κατασκευή πιλοτικό φωτοβολταϊκό σύστημα αρχικού μήκους 9 χιλιομέτρων, το οποίο θα εξασφάλιζε την παροχή πράσινης ηλεκτρικής ενέργειας για την κάλυψη της ζήτησης του 52% των κτιρίων της Περιφερειακής Αυτοδιοίκησης. Τα φωτοβολταϊκά αναμένονται να καλύψουν συνολικό μήκος 198 χιλιόμετρα. Όπως αναφέρει ο υπουργός Περιβάλλοντος της περιφέρειας Comez «Έχουμε ήδη μια προκαταρκτική μελέτη οικονομικής σκοπιμότητας που έχει εκπονήσει η Industry Association of Navarra για αυτό το πιλοτικό τμήμα, το οποίο θα παράγει περίπου 28,5 GWh ετησίως», σημειώνοντας ότι η μελέτη αξιολόγησε επίσης το κόστος κατασκευής και λειτουργίας του εργοστασίου. «Το έργο είναι οικονομικά βιώσιμο». Πρόσθεσε ότι το έργο θα λάβει επίσης απροσδιόριστη μορφή υποστήριξης από την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Ο οργανισμός National Association of Photovoltaic Energy Producers Spain (Anpier) ανέφερε ότι τον Σεπτέμβριο το έργο μπορεί να αναπαραχθεί σε όλα τα κανάλια με παρόμοια χαρακτηριστικά που υπάρχουν σε όλες τις αυτόνομες κοινότητες της Ισπανίας. «Στον οργανισμό Anpier, υποστηρίζουμε μικρές και μεσαίες

⁵⁸ Πηγή : Bellini, E. (2022, June 7). Project to deploy 160 MW solar array on Spanish Canal moves forward. pv magazine International. <https://www.pv-magazine.com/2022/06/07/project-to-deploy-160-mw-solar-array-on-spanish-canal-moves-forward/> [Ανάκτηση 18/3/2023]

φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις και ζητήσαμε να υλοποιηθούν σε μέρη όπου τα δίκτυα διανομής και μεταφοράς είναι πιο αποτελεσματικά, όπου μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι υπάρχουσες υποδομές ή σε μέρη που δεν παρουσιάζουν φυσική κληρονομιά ή χωρίς συγκεκριμένη γεωργική χρήση, όπου οι εγκαταστάσεις δεν αλλοιώνουν τους φυσικούς οικοτόπους και τις γεωργικές εκτάσεις», ανέφερε η ένωση.

Τα φωτοβολταϊκά έργα μεγάλης κλίμακας σε κανάλια πολλαπλασιάζονται σε όλο τον κόσμο. Πρόσφατα έργα ανακοινώθηκαν μεταξύ άλλων στην Ινδία, τη Γαλλία, τις Ηνωμένες Πολιτείες και το Πακιστάν. Αυτά τα έργα παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια χωρίς να καταλαμβάνουν γη και να μειώνουν την εξάτμιση του νερού.⁵⁹

5.4 Ολλανδία

Τα πλωτά φωτοβολταϊκά συστήματα που μπορούν να παρακολουθούν την κίνηση του ήλιου γίνονται όλο και πιο περιζήτητα παγκοσμίως καθώς οι χώρες προσπαθούν να βρουν κατάλληλες περιοχές για εγκαταστάσεις ηλιακών πάνελ μεγάλης κλίμακας. Σύμφωνα με αυτή την τάση, η Ολλανδία πιέζει τώρα τα όρια αναπτύσσοντας αιωρούμενες συστοιχίες ειδικά σχεδιασμένες για να προσαρμόζονται δυναμικά στην τροχιά του Ήλιου

Ένα κυκλικό νησί σε μια λίμνη φωτίζεται από πολυάριθμα φωτοβολταϊκά πάνελ που αστράφτουν υπέροχα. Ωστόσο, δεν πρόκειται για μια συνηθισμένη ηλιακή συστοιχία, ούτε είναι παρόμοιο με τα πολλά νέα πλωτά ηλιακά πάρκα που κατασκευάζονται σε όλο τον κόσμο σε λίμνες, δεξαμενές και παράκτιες περιοχές. Ο λόγος για αυτό είναι επειδή η συγκεκριμένη ηλιακή συστοιχία έχει ένα μοναδικό χαρακτηριστικό που κανένα από τα άλλα πλωτά ηλιακά πάρκα δεν διαθέτει. Παρακολουθεί στενά την κίνηση του Ήλιου στον ουρανό, διασφαλίζοντας ότι συλλαμβάνει όσο το δυνατόν περισσότερες ακτίνες ηλιακού φωτός.

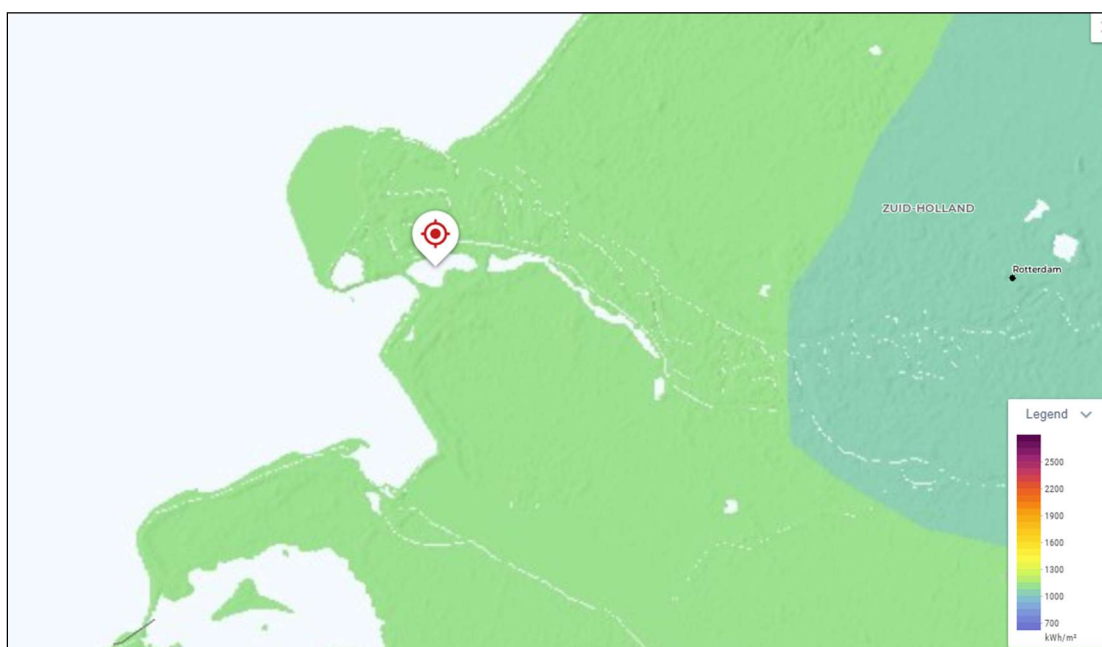
Ο Πρωτέας «Proteus», που πήρε το όνομά του από τον Έλληνα θεό της θάλασσας, είναι μια αξιοσημείωτη εγκατάσταση που χρησιμοποιεί πλωτούς ηλιακούς συλλέκτες και τεχνολογία παρακολούθησης του ήλιου για να παράγει τη μέγιστη καθαρή

⁵⁹ Πηγή: <https://www.pv-magazine.com/2022/06/07/project-to-deploy-160-mw-solar-array-on-spanish-canal-moves-forward/>

[Ανάκτηση 18/3/2023]

ενέργεια. Είναι ένα από τα πρώτα του είδους του και στοχεύει να αξιοποιήσει στο έπακρο τη διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια.

Στην Oostvoornse Meer, μια λίμνη που βρίσκεται στα νοτιοδυτικά της Ολλανδίας, υπάρχει ένα νησί που φιλοξενεί 180 φωτοβολταϊκά πάνελ που μπορούν να κινηθούν. Αυτά τα πάνελ έχουν συνολική χωρητικότητα 73 kWp, που είναι σχετικά μικρή ποσότητα σε σύγκριση με την αυξανόμενη παγκόσμια ζήτηση για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ωστόσο, η SolarisFloat, η πορτογαλική εταιρεία που είναι υπεύθυνη για την κατασκευή του Proteus, πιστεύει ότι αυτό το μικρής κλίμακας έργο θα μπορούσε να επεκταθεί για να παράγει σημαντικές ποσότητες καθαρής ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς να χρειάζεται πολύτιμη γη.



Εικόνα 37. Λίμνη Oostvoornse Meer, στην Ολλανδία ⁶⁰

Τα πλωτά ηλιακά πάνελ έχουν γίνει όλο και πιο δημοφιλή παγκοσμίως, με χώρες όπως η Βραζιλία και η Ιαπωνία να πρωτοστατούν στην υιοθέτηση αυτής της καινοτόμου τεχνολογίας. Την τελευταία δεκαετία, η χωρητικότητα των πλωτών ηλιακών εγκαταστάσεων γνώρισε εκθετική αύξηση, εκτοξευόμενη από 70 MWp το 2015 σε εντυπωσιακά 1.300 MWp το 2020. Αυτή η αξιοσημείωτη επέκταση είναι ενδεικτική των τεράστιων δυνατοτήτων και του πολλά υποσχόμενου μέλλοντος των πλωτών ηλιακών συλλεκτών. Τα πολυάριθμα οφέλη που προσφέρουν τα πλωτά ηλιακά

⁶⁰Πηγή: <https://globalsolaratlas.info/map?c=51.916532,4.09996,11&s=51.926908,4.067001&m=site> [Ανάκτηση 18/3/2023]

πάνελ συμβάλλουν στην αυξανόμενη δημοτικότητά τους. Πρώτον, η ικανότητά τους να εγκαθίστανται σε υδάτινα σώματα, όπως λίμνες, δεξαμενές, ακόμη και ωκεανούς, μεγιστοποιεί την αποδοτικότητα της χρήσης γης, ένα πολύτιμο πλεονέκτημα σε περιοχές όπου η διαθέσιμη γη είναι περιορισμένη. Επιπλέον, το αποτέλεσμα ψύξης του νερού κάτω από τα πάνελ ενισχύει τη συνολική τους απόδοση, με αποτέλεσμα την αυξημένη παραγωγή ενέργειας. Τα πλωτά ηλιακά πάνελ προσφέρουν επίσης περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα, καθώς συμβάλλουν στη μείωση της εξάτμισης του νερού και στην αναστολή της ανάπτυξης των φυκών, ωφελώντας έτσι το οικοσύστημα των υδάτινων σωμάτων στα οποία είναι εγκατεστημένα. Επιπλέον, τα πάνελ συμβάλλουν στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, βοηθώντας στον παγκόσμιο αγώνα κατά της κλιματικής αλλαγής. Η επιτυχία και οι δυνατότητες των πλωτών ηλιακών συλλεκτών εκτείνονται πέρα από τις δυνατότητές τους για παραγωγή ενέργειας. Παρουσιάζουν επίσης οικονομικές ευκαιρίες, δημιουργώντας θέσεις εργασίας και οδηγούν στην οικονομική ανάπτυξη στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η αυξανόμενη ζήτηση για πλωτές ηλιακές εγκαταστάσεις απαιτεί εξειδικευμένο εργατικό δυναμικό και τεχνογνωσία, ενισχύοντας ευκαιρίες απασχόλησης και ενισχύοντας τις τοπικές οικονομίες. Η παγκόσμια υιοθέτηση των πλωτών ηλιακών συλλεκτών δεν περιορίζεται σε συγκεκριμένες περιοχές. Οι χώρες σε όλο τον κόσμο αναγνωρίζουν την αξία αυτής της τεχνολογίας και την ενσωματώνουν ενεργά στις ενεργειακές στρατηγικές τους. Από την Ασία μέχρι την Ευρώπη και την Αμερική, αναδύονται πλωτά ηλιακά έργα, που επιδεικνύουν την ευελιξία και την προσαρμοστικότητα αυτής της λύσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Συμπερασματικά, η ταχεία ανάπτυξη και η προβλεπόμενη μελλοντική επέκταση της αγοράς των πλωτών ηλιακών πάνελ καταδεικνύουν τη σημασία της στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Με την ικανότητά τους να μεγιστοποιούν την απόδοση της χρήσης γης, να βελτιώνουν την παραγωγή ενέργειας και να παρέχουν περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη, τα πλωτά ηλιακά πάνελ είναι έτοιμοι να φέρουν επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο αξιοποιούμε την ηλιακή ενέργεια. Καθώς ο κόσμος συνεχίζει να δίνει προτεραιότητα στις βιώσιμες και καθαρές πηγές ενέργειας, το μέλλον των πλωτών ηλιακών συλλεκτών φαίνεται πιο φωτεινό από ποτέ. Οι προβλέψεις για την πλωτή ηλιακή αγορά είναι εξαιρετικά αισιόδοξες, με τους ειδικούς να προβλέπουν εκπληκτικό ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης 43% την επόμενη δεκαετία. Μέχρι το 2031, αναμένεται ότι η αγορά για αυτή τη λύση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα φτάσει σε μια εκπληκτική αξία 24,5 δισεκατομμυρίων δολαρίων (21, 7

δισ £). Αυτή η προβολή υπογραμμίζει την αυξανόμενη αναγνώριση και την ευρεία υιοθέτηση των πλωτών ηλιακών συλλεκτών ως βιώσιμης και βιώσιμης πηγής ενέργειας.

Σύμφωνα με τον Thomas Reindl, αναπληρωτή διευθύνοντα σύμβουλο της Seris, η πλωτή ηλιακή ενέργεια είναι μια πολλά υποσχόμενη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που δεν έχει ακόμη αξιοποιηθεί πλήρως. Οι δυνατότητες για πλωτή ηλιακή ενέργεια είναι τεράστιες σε παγκόσμια κλίμακα, καθώς ακόμη και ένα μικρό τμήμα τεχνητών δεξαμενών θα μπορούσε να παράγει εγκατεστημένη ισχύ 20 TW, η οποία είναι 20 φορές μεγαλύτερη από την τρέχουσα παγκόσμια ηλιακή φωτοβολταϊκή ισχύ. Αυτές οι πληροφορίες προέρχονται από ανάλυση που διεξήγαγε η Seris.



Εικόνα 38. Πλωτό ηλιακό πάρκο

Συμπερασματικά, η άνοδος της πλωτής ηλιακής τεχνολογίας είναι μια σημαντική εξέλιξη στο πλαίσιο της ευρύτερης επέκτασης της ηλιακής χωρητικότητας Φ/Β. Η εντυπωσιακή ανάπτυξη των ηλιακών φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων την τελευταία δεκαετία, σε συνδυασμό με το αυξανόμενο μερίδιο των ηλιακών φωτοβολταϊκών στην παγκόσμια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, υπογραμμίζει την αυξανόμενη σημασία και αποδοχή της ηλιακής ενέργειας ως βασικό παράγοντα στο παγκόσμιο ενεργειακό τοπίο. Επιπλέον, το μειωμένο κόστος των ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων έχει καταστήσει την ανανεώσιμη ενέργεια πιο προσιτή και ελκυστική, οδηγώντας περαιτέρω την υιοθέτηση της τεχνολογίας ηλιακών φωτοβολταϊκών. Τα τελευταία χρόνια, έχει σημειωθεί σημαντική αύξηση στη δημοτικότητα και στην υιοθέτηση της πλωτής ηλιακής τεχνολογίας, η οποία θεωρείται πρωτοποριακή πρόοδος στον τομέα της ηλιακής φωτοβολταϊκής ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτή η τάση αποτελεί μέρος της μεγαλύτερης επέκτασης της χωρητικότητας ηλιακών φωτοβολταϊκών παγκοσμίως, η

οποία έχει γνωρίσει αξιοσημείωτη ανάπτυξη σχεδόν 12 φορές την τελευταία δεκαετία. Από μόλις 72 GW εγκατεστημένης ισχύος το 2011, η παγκόσμια ισχύς ηλιακών φωτοβολταϊκών έφτασε τώρα τα εντυπωσιακά 843 GW το 2021. Επιπλέον, η άνοδος της πλωτής ηλιακής τεχνολογίας συνέβαλε στη συνολική αύξηση του μεριδίου των ηλιακών φωτοβολταϊκών στην παγκόσμια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας . Το 2021, τα ηλιακά φωτοβολταϊκά αντιπροσώπευαν περίπου το 3,6% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, σημειώνοντας σημαντική αύξηση από το μερίδιο μόλις 0,03% του 2006. Αυτό δείχνει μια σημαντική στροφή προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και υπογραμμίζει την αυξανόμενη σημασία των ηλιακών φωτοβολταϊκών ως βιώσιμο και φιλική προς το περιβάλλον λύση για την κάλυψη των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών. Ένας από τους βασικούς παράγοντες που καθοδηγούν την επέκταση της χωρητικότητας των ηλιακών φωτοβολταϊκών είναι η σημαντική μείωση του κόστους των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Με τα χρόνια, υπήρξε μια δραματική πτώση στις τιμές των ηλιακών φωτοβολταϊκών εξαρτημάτων, καθιστώντας τα την πιο οικονομική πηγή ενέργειας παγκοσμίως. Αυτός ο παράγοντας προσιτότητας έχει διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στην ευρεία υιοθέτηση της ηλιακής φωτοβολταϊκής τεχνολογίας, καθώς έχει καταστήσει την ανανεώσιμη ενέργεια προσβάσιμη σε μεγαλύτερο πληθυσμό και έχει δώσει κίνητρα για τη μετάβαση από τα ορυκτά καύσιμα σε εναλλακτικές λύσεις καθαρής ενέργειας.



Εικόνα 39. Η Ιαπωνία επενδύει σε μεγάλο βαθμό σε πλωτά ηλιακά πάρκα λόγω της περιορισμένης διαθεσιμότητας γης ή της πολύ ακριβής γης

Οι οικολόγοι έχουν εκφράσει ανησυχίες σχετικά με τον πιθανό αρνητικό αντίκτυπο στη βιοποικιλότητα που έχουν τα επίγεια ηλιακά και αιολικά πάρκα, ιδιαίτερα αυτά που κατασκευάζονται σε περιοχές με υψηλά επίπεδα ποικιλότητας ειδών.

Προκειμένου να αξιοποιηθούν οι μη κατειλημμένες λίμνες και ταμειυτήρες και επίσης να ελευθερωθεί γη, η ενσωμάτωση της τεχνολογίας ηλιακής απορρόφησης στο νερό είναι μια σοφή επιλογή. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο χώρες όπως η Σιγκαπούρη και η Ιαπωνία επενδύουν σε μεγάλο βαθμό σε πλωτά ηλιακά πάρκα καθώς αντιμετωπίζουν ζητήματα που σχετίζονται με περιορισμένη διαθεσιμότητα γης ή υψηλές τιμές γης.

Σύμφωνα με έρευνα της SERIS, η χρήση ηλιακών πάνελ διπλής όψης έχει βρεθεί ότι έχει τη δυνατότητα να αυξήσει την παραγωγή ενέργειας κατά 35% και να μειώσει το μέσο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας κατά 16% σε σύγκριση με τα συμβατικά συστήματα. Η αυξανόμενη ζήτηση για τεχνολογία παρακολούθησης για ηλιακά πάνελ είναι πιθανό να αυξάνεται κατά 16% ετησίως μεταξύ 2022 και 2030 λόγω της εμφανούς αύξησης της απόδοσης. Η συγχώνευση των ηλιακών πλαισίων παρακολούθησης και της τεχνολογίας παρακολούθησης αναμένεται να οδηγήσει σε αύξηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας έως και 40% σε σύγκριση με εγκαταστάσεις στατικής γης. Η SolarisFloat, μια εταιρεία που ειδικεύεται σε αυτή την τεχνολογία, έχει αναπτύξει ένα πιλοτικό έργο που ονομάζεται Proteus για να δοκιμάσει την αποτελεσματικότητα αυτής

της τεχνολογίας αιχμής και να αναλύσει πώς μπορεί να ενισχύσει την παραγωγή καθαρής ενέργειας.

Τα μονόπλευρα πάνελ του Proteus περιστρέφονται σταδιακά κάθε λίγες ώρες σε δύο διαφορετικούς άξονες. Βασίζονται σε έναν συνδυασμό μηχανικών, γεωχωρικών και αισθητήρων φωτός για να προσδιορίσουν με ακρίβεια το ύψος της τροχιάς του Ήλιου καθώς ταξιδεύει από την ανατολή προς τη δύση.



Εικόνα 40. Η Proteus είναι μια από τις πρώτες εγκαταστάσεις που συνδύασε τους πλωτούς ηλιακούς συλλέκτες με την τεχνολογία Sun-tracking

Η σύνδεση της τεχνολογίας παρακολούθησης με την πλωτή ηλιακή ενέργεια έχει τη δυνατότητα όχι μόνο να αυξήσει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και να προσφέρει μια σειρά από πρόσθετα οφέλη. Οι επιστήμονες ανακάλυψαν ότι η πλωτή ηλιακή ενέργεια μπορεί να διαδραματίσει κρίσιμο ρόλο στη μείωση της εξάτμισης και στην πρόληψη της εξάπλωσης των τοξικών φυκών, που αποτελούν απειλή για τα αποθέματα νερού. Ένας από τους τρόπους με τους οποίους οι πλωτές ηλιακές εγκαταστάσεις συμβάλλουν στη διατήρηση του νερού είναι η ψύξη της θερμοκρασίας του νερού. Παρέχοντας σκιά και προστασία από τον ήλιο, αυτές οι εγκαταστάσεις βοηθούν στην πρόληψη της ανάπτυξης τοξικών γαλαζοπράσινων φυκών. Αυτά τα άνθη ευδοκιμούν σε θερμότερα νερά και μπορούν να απελευθερώσουν επιβλαβείς τοξίνες που μπορεί να προκαλέσουν ερεθισμό των ματιών και του δέρματος στον άνθρωπο, καθώς και εμετό και σοβαρές ασθένειες ή ακόμα και θάνατο στα ζώα. Συνοψίζοντας, η ενσωμάτωση της τεχνολογίας παρακολούθησης με την πλωτή ηλιακή ενέργεια όχι

μόνο ενισχύει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αλλά προσφέρει επίσης μια σειρά από περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα. Αυτά περιλαμβάνουν την πρόληψη της άνθησης τοξικών φυκών, τη μείωση της εξάτμισης του νερού και τη διατήρηση των πολύτιμων υδάτινων πόρων, ιδιαίτερα σε ξηρές περιοχές. Επιπλέον, η ψυκτική επίδραση των πλωτών ηλιακών συλλεκτών έχει άμεσο αντίκτυπο στην εξάτμιση του νερού. Αυτό το πλεονέκτημα είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε ξηρές περιοχές όπου το νερό είναι σπάνιος πόρος. Μάλιστα, μια πρόσφατη μελέτη που διεξήχθη στην Ιορδανία, η οποία είναι γνωστή ως μία από τις χώρες με τη μεγαλύτερη λειψυδρία στον κόσμο, αποκάλυψε ότι τα πλωτά ηλιακά πάνελ σε μια δεξαμενή μείωσαν την εξάτμιση κατά ένα εντυπωσιακό 42%. Εκτός από αυτό το όφελος εξοικονόμησης νερού, η εγκατάσταση παρήγαγε επίσης 425 MWh ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως.

Σύμφωνα με την Alona Armstrong, λέκτορα ενεργειακών και περιβαλλοντικών επιστημών στο Πανεπιστήμιο του Λάνκαστερ και συγγραφέας μιας μελέτης για πλωτά ηλιακά πάρκα, εάν εφαρμοστεί αποτελεσματικά σε κατάλληλες τοποθεσίες, η πλωτή ηλιακή τεχνολογία έχει τη δυνατότητα να προσφέρει μια πολύ αναγκαία πηγή χαμηλής ενέργεια άνθρακα, ενώ ταυτόχρονα εξοικονομείται η γη και βελτιώνεται η συνολική κατάσταση των υδάτινων σωμάτων. Η έρευνα του Άρμστρονγκ καταδεικνύει ότι η πλωτή ηλιακή ενέργεια έχει ένα ψυκτικό αποτέλεσμα στο νερό, το οποίο με τη σειρά του μειώνει την ποσότητα της παρούσας βιομάζας φυτοπλαγκτού. Αυτό είναι σημαντικό επειδή οι υπερβολικές συγκεντρώσεις βιομάζας φυτοπλαγκτού μπορεί να συμβάλουν στον πολλαπλασιασμό των ανθισμάτων φυκιών, οι οποίες μπορεί να είναι επιζήμιες για τα υδάτινα οικοσυστήματα.

Ενώ η πλωτή ηλιακή ενέργεια έχει τα πλεονεκτηματά της, υπάρχουν επίσης πιθανές αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Ένας τέτοιος αντίκτυπος είναι η πιθανή διαταραχή της διαστρωμάτωσης σε υδάτινα σώματα λόγω των αλλαγών στην ηλιακή ακτινοβολία και τον επιφανειακό άνεμο που προκαλούνται από την παρουσία πλωτών ηλιακών συλλεκτών. Αυτή η διαταραχή θα μπορούσε να οδηγήσει σε εξάντληση του οξυγόνου στο κάτω στρώμα του νερού, με αποτέλεσμα επιβλαβείς αυξήσεις στις συγκεντρώσεις των θρεπτικών συστατικών και το θάνατο των ψαριών. Αυτές οι ανησυχίες επισημάνθηκαν σε μια μελέτη που διεξήχθη από τον Άρμστρονγκ.

Σύμφωνα με τον Άρμστρονγκ, η εφαρμογή πλωτών ηλιακών συλλεκτών θα μπορούσε δυνητικά να έχει θετικές και αρνητικές επιπτώσεις στο υδάτινο σώμα, με την πιθανότητα ενός μείγματος και των δύο αποτελεσμάτων. Το κλειδί έγκειται στη διασφάλιση ότι η εγκατάσταση εκτελείται αποτελεσματικά και τοποθετείται σωστά.



Εικόνα 41. Η πλωτή ηλιακή ενέργεια μπορεί να βοηθήσει στη μείωση της εξάτμισης και στην πρόληψη της εξάπλωσης τοξικών ανθέων φυκιών, οι οποίες απειλούν την παροχή νερού

Ο συνδυασμός των πλωτών ηλιακών συλλεκτών με άλλες καθαρές τεχνολογίες μπορεί να προσφέρει ποικίλα οφέλη. Όταν συνδυάζεται με την υπάρχουσα υδροηλεκτρική υποδομή, η πλωτή ηλιακή ενέργεια μπορεί να παρέχει σταθερή παροχή ρεύματος κατά τη διάρκεια μεταβλητών καιρικών συνθηκών, κάτι που αποτελεί σημαντική πρόκληση για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Σύμφωνα με τον Reindl, αυτό αποτελεί μια σημαντική ευκαιρία για τη συγχώνευση αυτών των δύο τεχνολογιών και την επίτευξη ακόμη μεγαλύτερης ενεργειακής απόδοσης.

Ο Reindl προτείνει τη χρήση ηλιακής ενέργειας κατά τη διάρκεια της ημέρας και υδροηλεκτρικής ενέργειας τη νύχτα. Χρησιμοποιώντας μια στρατηγική προσέγγιση, η δεξαμενή θα μπορούσε ενδεχομένως να λειτουργήσει ως μια τεράστια μπαταρία.

Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας, τα υδροηλεκτρικά φράγματα κατέχουν σήμερα τον τίτλο της μεγαλύτερης ανανεώσιμης πηγής ενέργειας στον πλανήτη μας. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι σε ορισμένες περιοχές, ιδιαίτερα στην Αφρική, οι κλιμακούμενες ξηρασίες που προκαλούνται από τη διαρκώς επιδεινούμενη κατάσταση της κλιματικής αλλαγής ενδέχεται να αποτελέσουν σημαντική απειλή για το μελλοντικό δυναμικό αυτών των φραγμάτων. Υπό το φως αυτής της ανησυχίας, μια πρόσφατη μελέτη έχει ρίξει φως σε μια πιθανή λύση - την εφαρμογή ηλιακών συλλεκτών που μπορούν να επιπλέουν μόνο στο 1% των

υφιστάμενων υδροηλεκτρικών δεξαμενών της Αφρικής. Παραδόξως, η υιοθέτηση αυτής της στρατηγικής έχει τη δυνατότητα όχι μόνο να διπλασιάσει την υδροηλεκτρική ικανότητα της ηπείρου αλλά και να ενισχύσει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από αυτά τα φράγματα κατά ένα σημαντικό ποσοστό 58%. Αναγνωρίζοντας τις τεράστιες δυνατότητες που υπάρχουν σε αυτήν την καινοτόμο προσέγγιση, οι ειδικοί πιστεύουν ότι η ενσωμάτωση μιας εγκατάστασης όπως η Proteus παράλληλα με την τρέχουσα υδροηλεκτρική υποδομή θα μπορούσε να χρησιμεύσει ως δυναμικό και αποτελεσματικό μέσο για την ενίσχυση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

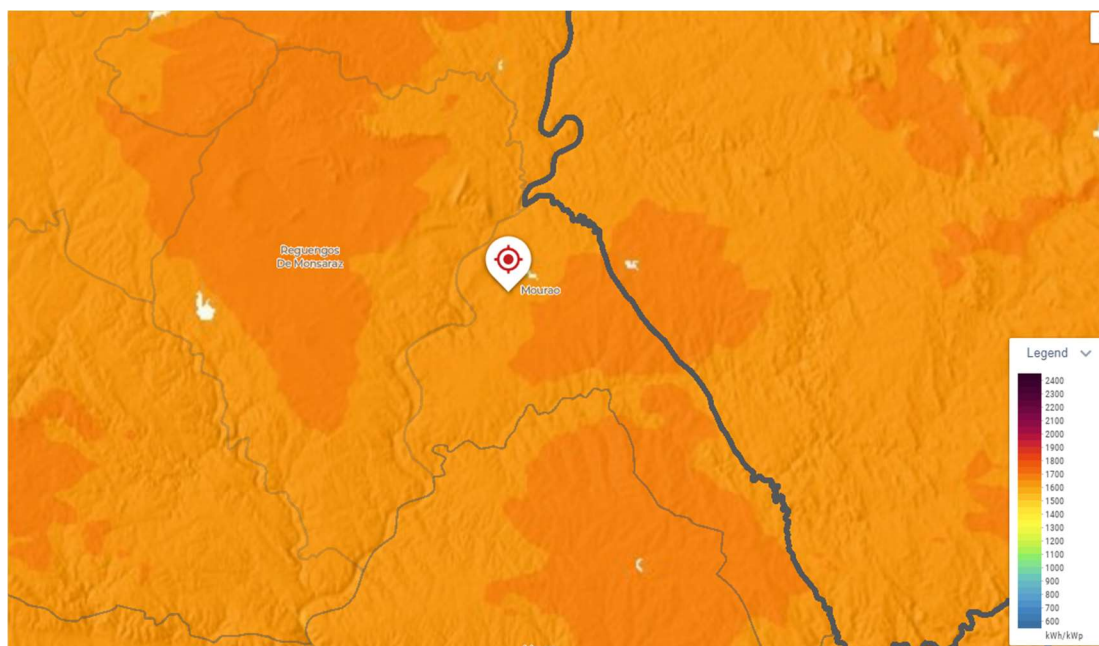
Η SolarisFloat ισχυρίζεται ότι η τεχνολογία της είναι μια λύση που ωφελεί τόσο τη ζήτηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όσο και τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, καθώς αντιμετωπίζει τα εμπόδια του υψηλού κόστους υλικών και της περίπλοκης εγκατάστασης που εμποδίζουν την παγκόσμια ανάπτυξη εγκαταστάσεων όπως η Proteus. Με την αυξανόμενη ζήτηση για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τον αυξανόμενο αντίκτυπο της κλιματικής αλλαγής, η ανάγκη για τέτοιες λύσεις έχει γίνει πιο κρίσιμη.

Προκειμένου η SolarisFloat να επιτύχει εμπορική επιτυχία, δεν είναι μόνο απαραίτητο να αποδείξει ότι μπορεί να παράγει περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια, αλλά πρέπει επίσης να αποδείξει ότι η αρχική επένδυση σε ολόκληρο το σύστημα και το τρέχον κόστος λειτουργίας μπορούν να διατηρηθούν στο ελάχιστο. στον Ράιντλ.

Καθώς ο κόσμος σταδιακά αγκαλιάζει τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, οι προοπτικές για πλωτή ηλιακή ενέργεια φαίνονται εξαιρετικά υποσχόμενες. Είναι προφανές ότι το μέλλον αυτής της καινοτόμου τεχνολογίας είναι γεμάτο με τεράστιες δυνατότητες, όπως υποδεικνύεται από τις προβλέψεις ότι η παγκόσμια αγορά είναι έτοιμη να επεκταθεί κατά ένα εντυπωσιακό 20% τα επόμενα οκτώ χρόνια, φτάνοντας την εντυπωσιακή αποτίμηση των 180,2 εκατομμυρίων δολαρίων (£151,5 εκατ.). Αυτή η εκθετική ανάπτυξη όχι μόνο υπογραμμίζει την αυξανόμενη ζήτηση για βιώσιμες ενεργειακές λύσεις, αλλά υπογραμμίζει επίσης τον σημαντικό ρόλο που θα διαδραματίσει η πλωτή ηλιακή ενέργεια στην κάλυψη αυτής της ανάγκης.

5.5 Πορτογαλία

Το πλωτό Φωτοβολταϊκό πάρκο στην Πορτογαλία χτισμένο από την κύρια εταιρεία κοινής ωφελείας EDP της χώρας στη μεγαλύτερη τεχνητή λίμνη της Δυτικής Ευρώπης. Το πλωτό νησί αποτελεί μέρος του σχεδίου της Πορτογαλίας να περιορίσει την εξάρτηση από τα εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα των οποίων οι τιμές έχουν αυξηθεί μετά την εισβολή της Ρωσίας στην Ουκρανία.



Εικόνα 42. Φράγμα Alqueva, στη Moura της Πορτογαλίας⁶¹

Ευλογημένη από τις πολλές ώρες ηλιοφάνειας και τους ανέμους του Ατλαντικού, η Πορτογαλία έχει επιταχύνει τη στροφή της προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Όμως, παρόλο που η Πορτογαλία δεν χρησιμοποιεί σχεδόν καθόλου ρωσικούς υδρογονάνθρακες, οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής της που λειτουργούν με φυσικό αέριο εξακολουθούν να αισθάνονται τη συμπίεση της αύξησης των τιμών των καυσίμων.

⁶¹Πηγή:[https://globalsolaratlas.info/map?c=38.386611,-7.357407,11&s=38.385093,-7.346731&m=site\[Ανάκτηση 18/3/2023\]](https://globalsolaratlas.info/map?c=38.386611,-7.357407,11&s=38.385093,-7.346731&m=site[Ανάκτηση 18/3/2023])



Εικόνα 43. Ένας εργαζόμενος περπατά κατά την εγκατάσταση του μεγαλύτερου πλωτού ηλιακού πάρκου της EDP (Energias de Portugal) σε ένα φράγμα στην Ευρώπη, στην επιφάνεια του φράγματος Alqueva, στη Moura της Πορτογαλίας.

Ο Miguel Patena, διευθυντής του ομίλου EDP, υπεύθυνος για το ηλιακό έργο, είπε όταν τα ρυμουλκά μετέφεραν τα πάνελ στη θέση τους ότι η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από το πλωτό πάρκο, με εγκατεστημένη ισχύ 5 μεγαβάτ (MW), θα κόστιζε το ένα τρίτο αυτής που παράγεται από αέριο

Τα πάνελ στη δεξαμενή Alqueva, η οποία χρησιμοποιείται για την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας, θα παράγουν 7,5 γιγαβάτ/ώρα (GWh) ηλεκτρικής ενέργειας το χρόνο και θα συμπληρώνονται από μπαταρίες λιθίου για την αποθήκευση 2 GWh.

Τα ηλιακά πάνελ θα τροφοδοτήσουν 1.500 οικογένειες με ρεύμα ή το ένα τρίτο των αναγκών των κοντινών πόλεων Moura και Portel.

«Αυτό το έργο είναι το μεγαλύτερο πλωτό ηλιακό πάρκο σε υδροφράγμα στην Ευρώπη, είναι ένα πολύ καλό σημείο αναφοράς», είπε ο Patena.



Εικόνα 44. Το EDP's (Energias de Portugal) είναι το μεγαλύτερο πλωτό ηλιακό πάρκο σε υδροηλεκτρικό φράγμα στην Ευρώπη και ένα πολύ καλό σημείο αναφοράς. Εικόνα: REUTERS/Miguel Pereira

Ηλιακά πάνελ τοποθετημένα σε πλωτήρες σε λίμνες ή στη θάλασσα έχουν εγκατασταθεί σε μια σειρά από μέρη από την Καλιφόρνια έως τις μολυσμένες βιομηχανικές λίμνες στην Κίνα, στον αγώνα για τη μείωση των εκπομπών CO₂.

Τα πλωτά πάνελ δεν απαιτούν πολύτιμα ακίνητα και αυτά σε ταμιευτήρες που χρησιμοποιούνται για υδροηλεκτρική ενέργεια είναι ιδιαίτερα οικονομικά αποδοτικά, καθώς μπορούν να συνδεθούν με υπάρχουσες συνδέσεις με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Η υπερβολική ενέργεια που παράγεται τις ηλιόλουστες μέρες μπορεί να αντλήσει νερό στη λίμνη για να αποθηκευτεί για χρήση σε συννεφιασμένες μέρες ή τη νύχτα.

Το μέλος του εκτελεστικού συμβουλίου του EDP, Ana Paula Marques, δήλωσε ότι ο πόλεμος στην Ουκρανία έδειξε την ανάγκη να επιταχυνθεί η στροφή προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Είπε ότι το έργο Alqueva ήταν μέρος της στρατηγικής της EDP «να γίνει 100% πράσινο έως το 2030», με την υδροηλεκτρική ενέργεια και άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας να αντιπροσωπεύουν πλέον το 78% της εγκατεστημένης ισχύος 25,6 GW της EDP.

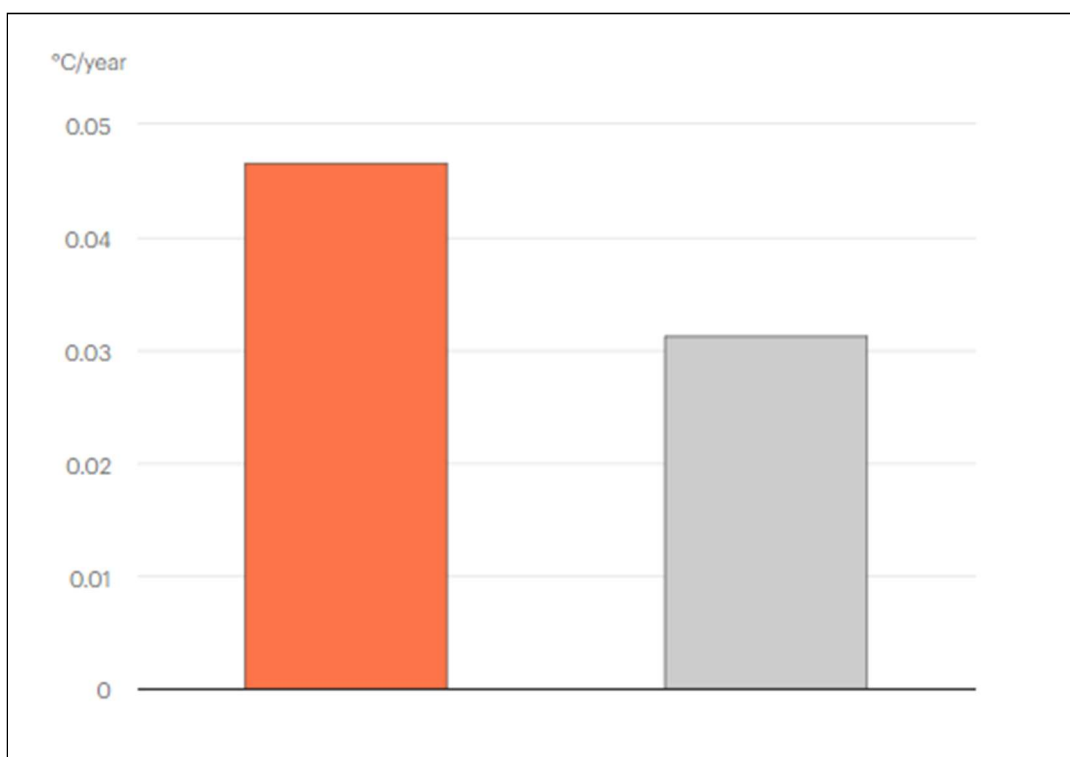
Το 2017, η EDP εγκατέστησε ένα πιλοτικό πλωτό ηλιακό έργο με 840 πάνελ στο φράγμα Alto Rabagao, το πρώτο στην Ευρώπη που δοκίμασε πώς η υδροηλεκτρική και η ηλιακή ενέργεια θα μπορούσαν να αλληλοσυμπληρωθούν. Η EDP έχει ήδη σχέδια

να επεκτείνει το έργο Alqueva. Εξασφάλισε το δικαίωμα τον Απρίλιο να κατασκευάσει ένα δεύτερο πλωτό αγρόκτημα εγκατεστημένης ισχύος 70 MW ⁶².

⁶² Πηγή :Roger Bales. Distinguished Professor of Engineering. (2023, February 16). First Solar Canal project is a win for water, energy, air and climate in California. The Conversation. <https://theconversation.com/first-solar-canal-project-is-a-win-for-water-energy-air-and-climate-in-california-177433> [Ανάκτηση 18/3/2023]

6 Ελλάδα

Στην Ελλάδα, η ετήσια μέση θερμοκρασία αυξήθηκε σταθερά από το 2001 έως το 2015, με την πλειονότητα των μετεωρολογικών σταθμών να καταγράφουν ότι η μέση ετήσια θερμοκρασία ήταν μεγαλύτερη από την περίοδο 1961-2000. Η τάση θέρμανσης, τα τελευταία είκοσι χρόνια, ήταν με ετήσιο ρυθμό 0,047°C, που υπερβαίνει την παγκόσμια μέση αύξηση των 0,011°C.



Εικόνα 45. Επίπεδο θέρμανσης στην Ελλάδα, 2000-2020 ⁶³

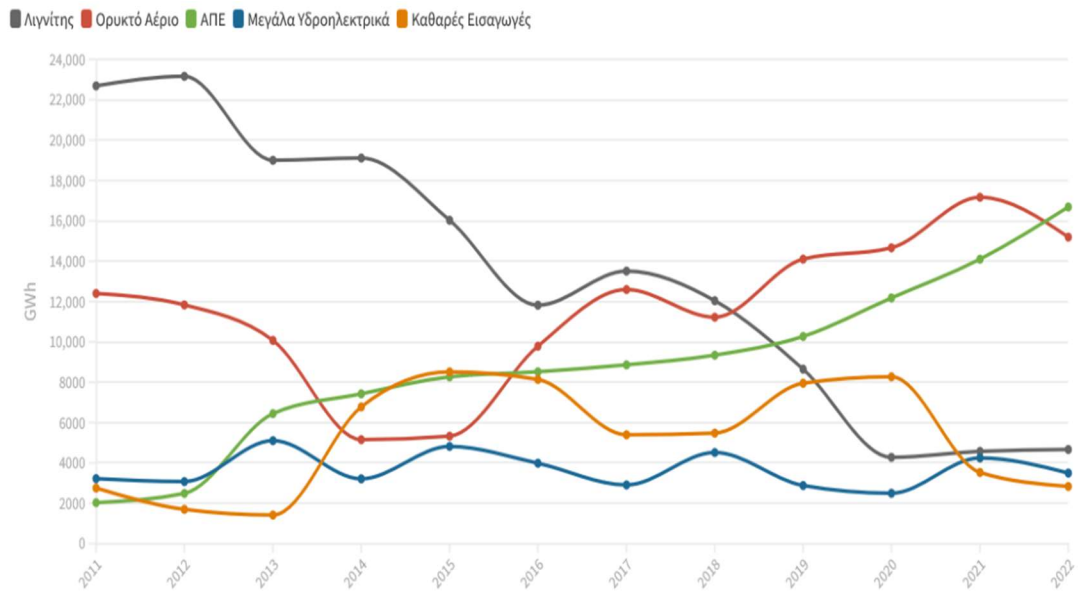
Σύμφωνα με τις προβλέψεις, η Ελλάδα αναμένεται να παρουσιάσει μέση αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα κατά 3-4,5°C μέχρι το τέλος του αιώνα σε σύγκριση με την περίοδο μεταξύ 1961 και 1990. Αναμένονται υψηλότερες αυξήσεις θερμοκρασίας το καλοκαίρι και το φθινόπωρο, με άνοδο 5,4°C και 4,7°C αντίστοιχα, σε σύγκριση με αύξηση 3,9°C την άνοιξη. Οι ηπειρωτικές περιοχές της Ελλάδας αναμένεται να αντιμετωπίσουν εντονότερους καύσωνες από τα νησιά όλες τις εποχές, εκτός από το φθινόπωρο όπου οι αυξήσεις της θερμοκρασίας αναμένεται να είναι πιο ομοιόμορφες σε όλη τη χώρα.

⁶³ Πηγή: <https://www.iea.org/articles/greece-climate-resilience-policy-indicator> [Ανάκτηση 18/3/2023]

Με βάση την έκθεση αξιολόγησης κινδύνου της Ελλάδας, αναμένεται ότι οι υψηλές θερμοκρασίες θα δημιουργήσουν δυνητικούς κινδύνους για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας. Η άνοδος της θερμοκρασίας μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς, όχι μόνο μειώνοντας την αποτελεσματικότητά τους αλλά και εντείνοντας τη ζήτηση τους για ψυκτικό νερό. Επιπλέον, κατά τη διάρκεια περιόδων ακραίας ζέστης, υπάρχει μια σημαντική αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας αιχμής για σκοπούς ψύξης, η οποία μπορεί τελικά να οδηγήσει σε αστοχίες του συστήματος.

Το συνεχιζόμενο ζήτημα της υπερθέρμανσης του πλανήτη οδήγησε σε αύξηση της στάθμης της θάλασσας, η οποία προβλέπεται ότι θα συνεχιστεί καθ' όλη τη διάρκεια του 21ου αιώνα. Μάλιστα, μελέτες υποδεικνύουν ότι η στάθμη των υδάτων θα μπορούσε να αυξηθεί από 0,2 έως 2 μέτρα μέχρι το έτος 2100. Αυτό είναι ιδιαίτερα ανησυχητικό για την Ελλάδα, καθώς μεγάλο μέρος των οικονομικών δραστηριοτήτων και των ενεργειακών υποδομών της χώρας βρίσκονται σε παράκτιες περιοχές. Δυστυχώς, περίπου το 21% της ακτογραμμής της Ελλάδας θεωρείται ότι διατρέχει μέτριο έως υψηλό κίνδυνο ζημιών από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Ως αποτέλεσμα, η ενεργειακή υποδομή σε αυτές τις ευάλωτες περιοχές ενδέχεται να επηρεαστεί αρνητικά λόγω της υποχώρησης της ακτογραμμής.

Η Ελλάδα έχει αυξανόμενο ρυθμό στην εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών και αιολικών, αυτό φαίνεται στις επιδόσεις του πρώτου δεκάμηνου του 2022. Για πρώτη φορά οι Α.Π.Ε. κάλυψαν τη χώρα με ποσοστό 39% στην ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας. Επίσης το 2022 η λιγνιτική παραγωγή παρέμεινε στα ίδια επίπεδα με τη προηγούμενη χρονιά. Τα ορυκτά αέρια διακατείχαν το 11,5% της συνολικής ηλεκτροπαραγωγής μειώνοντας κατά 20% την εισαγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Πρακτικά οι Α.Π.Ε. συνέφεραν για τη μείωση από την εξάρτηση των ορυκτών καυσίμων και την εισαγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

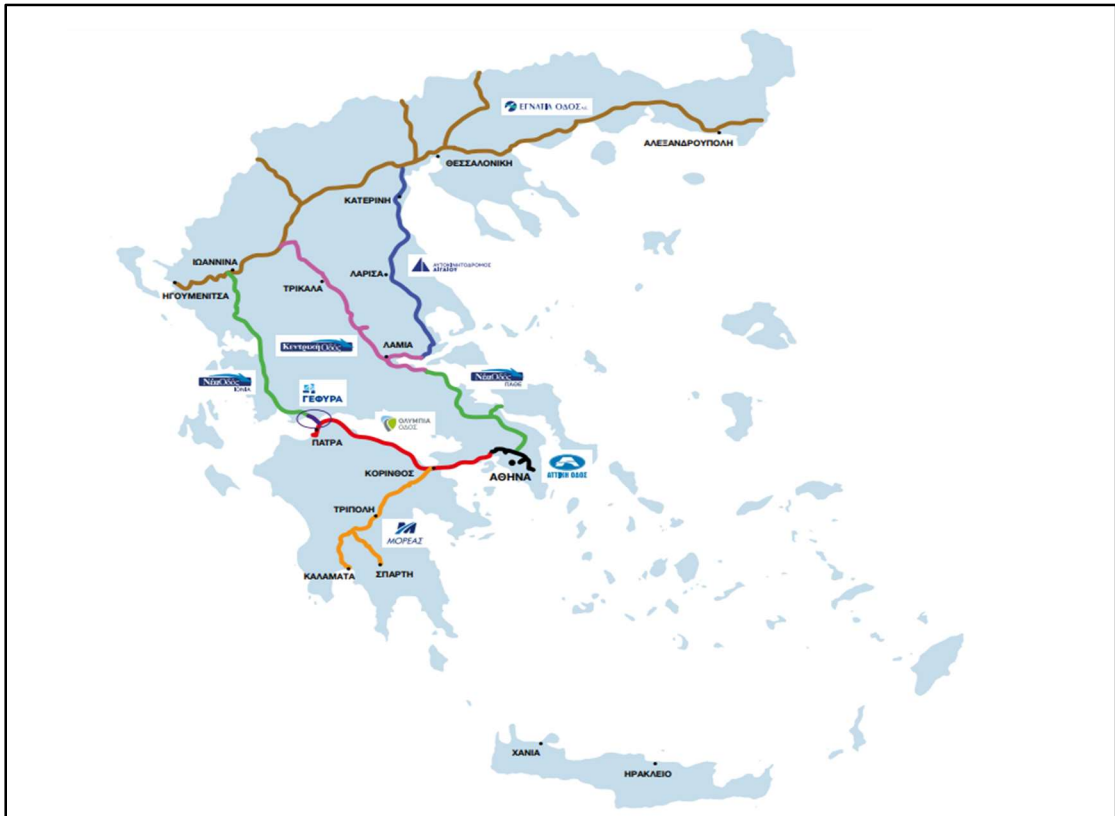


Εικόνα 46. Πηγές ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα , πρώτοι 10 μήνες κάθε έτους ⁶⁴

6.1 Αυτοκινητόδρομοι και φωτοβολταϊκά

Οι αυτοκινητόδρομοι στην Ελλάδα (περίπου 2500 χιλιόμετρα τμήματα κατασκευασμένα και μη) δίνουν σημαντική αξία στις οδικές μεταφορές σε εθνικό επίπεδο και σε Ευρωπαϊκό επίπεδο. Οι αυτοκινητόδρομοι απαρτίζονται από σύνολο έξυπνων συστημάτων παρακολούθησης κυκλοφορίας (scada, κάμερες, μετρητές οχημάτων, ηλεκτρονικές πινακίδες σήμανσης και μηνυμάτων, μετρητές βάρους οχημάτων, αερισμός σηράγγων, τηλέφωνα έκτακτης ανάγκης κτλ), καθώς και από μεγάλο πλήθος ηλεκτορμηχανολογικού εξοπλισμού στον ανοιχτό αυτοκινητόδρομο και στα τεχνικά του αυτοκινητόδρομου (γέφυρες, διαβάσεις και Σήραγγες) για την ασφαλή οδική μεταφορά.

⁶⁴Πηγή : Ο μονοδρόμος της πράσινης μετάβασης. The Green Tank. (2022, August 12). <https://thegreentank.gr/2022/12/08/o-monodromos-tis-prasinis-metavasis/> [Ανάκτηση 18/3/2023]



Εικόνα 47. Αττική Οδός .⁶⁵



Αττική οδός Α.Ε.

Πίνακας 1. Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Αττική Οδός Α.Ε

| Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας | |
|---------------------------------|----------|
| KWh | |
| 2017 | 32213606 |
| 2018 | 32198542 |
| 2019 | 29746745 |

⁶⁵ Πηγή: <https://www.aodos.gr/> [Ανάκτηση 18/11/2021]

Ο αυτοκινητόδρομος Αττική οδός Α.Ε. έχει εγκαταστήσει δύο φωτοβολταϊκά συστήματα από το 2013 , όπου αποτελούνται από 84 πολυκρυσταλλικά πάνελ στα στέγαστρα των δυο μετωπικών σταθμών διοδίων .Η συνολική ισχύς που παράχθηκε το 2020 είναι 55378KWh συγκριτικά με το 2019 όπου παράχθηκε ισχύς ίση με 63316 KWh. Αξιοσημείωτη είναι η συνολική ηλιακή δέσμευση των πάνελ από το 2013 έως 2020, όπου φτάνει 456680 KWh. ⁶⁶

Εικόνα 48.



Εικόνα 49. Κόμβος Αττικής οδού ⁶⁷



Νέα Οδός Α.Ε.

Πίνακας 2. Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Νέα Οδός Α.Ε

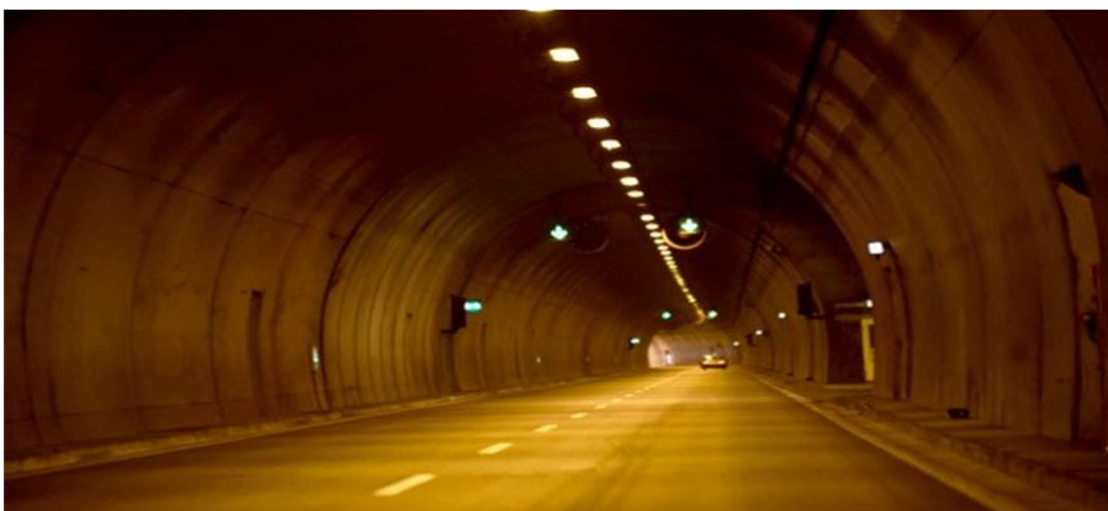
| | Κατανάλωση Ενέργειας | Ηλεκτρικής |
|------|-------------------------|------------|
| | KWh | |
| 2017 | 27075683 | |
| 2018 | 33043904,61 | |
| 2019 | 32919562,02 | |

⁶⁶Πηγή: aodos.gr. «Εκθέσεις βιώσιμης ανάπτυξης». Διαθέσιμο διαδικτυακά: <https://www.aodos.gr/etairiki-ureuthunotita/ektheseis-etairikis-ureuthunotitas-aeiforos-anaptuxi/>. [Ανάκτηση 18/11/2021]

⁶⁷ Πηγή :<https://www.aodos.gr/> [Ανάκτηση 18/11/2021]

Ο αυτοκινητόδρομος Νέα Οδός Α.Ε. έχει υλοποιήσει για τη μείωση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας τα παρακάτω:

- Όλα τα τηλέφωνα έκτακτης ανάγκης (ERT) δουλεύουν με ηλιακή ενέργεια, σύνολο ηλιακής ενέργειας φτάνει ετήσιος περίπου 32000 KWh ,
- τα συστήματα άρδευσης δουλεύουν με ηλιακή ενέργεια ,
- τα κτίρια της Διοίκησης έχουν εγκατεστημένα φωτοβολταϊκά πάνελ, όπου το 2019 η ηλιακή ενέργεια που παρήγαγαν 4444 KWh και το 2020 παρήγαγαν 21384 KWh,
- έχουν τοποθετηθεί αυτόνομες κάμερες παρακολούθησης κυκλοφορίας με φωτοβολταϊκά, συνολική ηλιακή ενέργεια που δεσμεύτηκε το 2020 είναι 1000KWh ,
- σε όλους τους σταθμούς διόδων έχουν τοποθετηθεί φορτιστές 2X11KW για ηλεκτρικά οχήματα και
- τέλος έχουν αντικατασταθεί μερικά τμήματα οδοφωτισμού σε LED.⁶⁸



Εικόνα 50. Σήραγγα Σ2, Αγίου Κωνσταντίνου Φθιώτιδας⁶⁹

⁶⁸ Πηγή :Νέα οδός. «Απολογισμός εταιρικής υπευθυνότητας». Διαθέσιμο διαδικτυακά: <https://www.neaodos.gr/wp-content/uploads/2021/12/NEA-ODOS-2021-BODY-GR-WEB.pdf> [Ανάκτηση 17/12/2021]

⁶⁹ Πηγή: <https://www.news247.gr/koinonia/poy-tha-ginoun-oi-nees-odikes-siragges-tis-athinas.9011789.html> [Ανάκτηση 17/12/2021]

Από το 2018, η Ιόνια Οδός είναι ο μοναδικός αυτοκινητόδρομος στην Ελλάδα που προσφέρει σταθμούς φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων κάθε 30 χιλιόμετρα σε όλους τους Σταθμούς Εξυπηρέτησης Αυτοκινητιστών. Αυτό της έχει κερδίσει τη διάκριση ως ο πιο φιλικός προς το περιβάλλον αυτοκινητόδρομος στη χώρα. Η Νέα Οδός ξεκίνησε την πρωτοβουλία «Nea Odos Go Green» το 2021, καθιστώντας την πρώτη εταιρεία εκμετάλλευσης, συντήρησης και διαχείρισης αυτοκινητοδρόμων στην Ελλάδα που χρησιμοποιεί 100% ηλεκτρικά οχήματα van. Η εταιρεία ξεκίνησε επίσης την αντικατάσταση του στόλου των οχημάτων της με ηλεκτρικά και υβριδικά οχήματα και έχει εγκαταστήσει 18 φορτιστές ηλεκτρικών οχημάτων στις εγκαταστάσεις της. Στόχος είναι έως το τέλος του 2021 να αντικατασταθεί τουλάχιστον το 20% των οχημάτων της εταιρείας με ηλεκτρικά και υβριδικά. Το Ionian Way, έργο που διαχειρίζεται η Νέα Οδός, υλοποίησε μια ακόμη πρωτοβουλία για την προστασία του περιβάλλοντος. Ένα πιλοτικό φωτοβολταϊκό πάρκο έχει αναπτυχθεί στις πλαγιές του αυτοκινητόδρομου για την παραγωγή καθαρής ενέργειας από τον ήλιο και την κάλυψη ορισμένων ενεργειακών αναγκών του έργου. Ο Ανισόπεδος κόμβος Μεσολογγίου φιλοξενεί τέσσερις εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών πάνελ συνολικής ισχύος 102 kWp, που αναμένεται να παράγουν 153.000 kWh ετησίως, που μπορούν να τροφοδοτήσουν 245 φώτα δρόμου LED για ένα χρόνο. Η Νέα Οδός ερευνά και άλλες κατάλληλες περιοχές για την υλοποίηση ανάλογων εγκαταστάσεων σε άλλα έργα που διαχειρίζεται.



Εικόνα 51. Το πρώτο, πιλοτικό φωτοβολταϊκό πάρκο σε πρηνή της Ιόνιας Οδού

Αυτοκινητόδρομος Κεντρικής Ελλάδος Α.Ε.

Πίνακας 3. Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Αυτοκινητόδρομος Κεντρικής Ελλάδος Α.Ε

| | Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας |
|------|---------------------------------|
| | KWh |
| 2017 | 6150200,3 |
| 2018 | 9431888,1 |
| 2019 | 9650237,2 |

Ο αυτοκινητόδρομος Κεντρικής Ελλάδος Α.Ε. υλοποίησε αντικατάσταση φωτιστικών νατρίου NaPH σε Led σε 3 Σήραγγες της Στυλίδας στο τέλος του 2021 συνολικού μήκους 2790 μέτρων. Επίσης όλα τα τηλέφωνα έκτακτης ανάγκης λειτουργούν με ηλιακή ενέργεια, όπου ετήσιος η δέσμευση ηλιακής ενέργειας προσεγγίζει 6000 KWh. Ακόμα στα νέα τμήματα του αυτοκινητόδρομου όλα τα συστήματα άρδευσης λειτουργούν με ηλιακή ενέργεια .Επιπλέον σε όλους τους σταθμούς διοδίων έχουν τοποθετηθεί φορτιστές για ηλεκτρικά οχήματα. Τέλος, στα τέλη του 2021 έχουν τοποθετηθεί αυτόνομες κάμερες με τη χρήση μπαταριών και φωτοβολταϊκών για τη παρακολούθηση της κυκλοφορίας.⁷⁰

⁷⁰ Πηγή : Κεντρική οδός. «Απολογισμός εταιρικής υπευθυνότητας». Διαθέσιμο διαδικτυακά: <https://www.kentrikiodos.gr/wp-content/uploads/2021/12/%CE%9A%CE%95%CE%9D%CE%A4%CE%A1%CE%99%CE%9A%CE%97-ODOS-2022-web-GR.pdf>[Ανάκτηση 25/11/2021]



Εικόνα 52. Στυλίδα, Σήραγγα T3D και Σήραγγα T3A



Εικόνα 53. Στυλίδα, Σήραγγα T7D



Ολυμπία Οδός Α.Ε.

Πίνακας 4. Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Ολυμπία Οδός Α.Ε

| | Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας |
|------|---------------------------------|
| | KWh |
| 2017 | 33659561 |
| 2018 | 28742897 |
| 2019 | 28670535 |

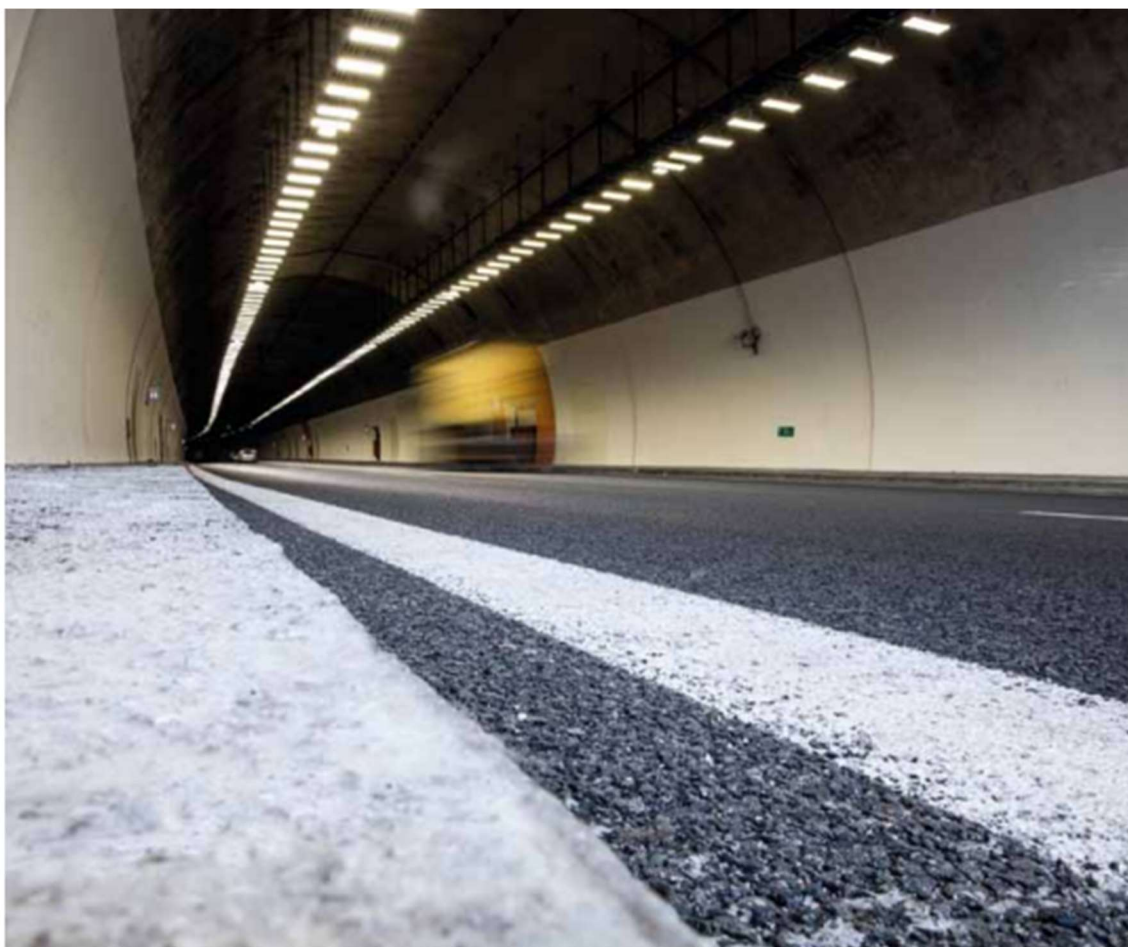
Η Ολυμπία Οδός Α.Ε. υλοποίησε αντικατάσταση φωτιστικών NaPh σε ρυθμιζόμενα φωτιστικά LED σε 17 Σήραγγες στη Κακιά Σκάλα και στην περιμετρική Πατρών με τα έργα να ολοκληρώνονται το 2018 .Το κέρδος που αποκόμισαν είναι :

- ❖ 60% μείωση κατανάλωσης ενέργειας στη Κακιά Σκάλα,
- ❖ 75% μείωση κατανάλωσης ενέργειας στη Περιμετρική Πατρών,
- ❖ 60% μείωση ανθρακικού αποτυπώματος (5.717 tCO₂),
- ❖ ετήσια εξοικονόμηση 10GW/h , όπου οι 6 GM/h αντιστοιχούν στην περιμετρική Πατρών και
- ❖ βελτιστοποίηση Φωτισμού σε 3 Σήραγγες στο κομμάτι Κορίνθου Πατρών, με τη ρύθμιση εκ νέου των υπάρχον φωτόμετρων (L20) .

Εξίσου σημαντική είναι και τοποθετηθεί σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στο σταθμό εξυπηρέτησης αυτοκινητιστών στο Βέλο.

Τέλος, ο αυτοκινητόδρομος προμηθεύεται ηλεκτρική ενέργεια σε ποσοστό 100% από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σύμφωνα με τις Ευρωπαϊκές οδηγίες 2003/54/EC και 2009/72/EC.⁷¹

⁷¹Πηγή : Ολυμπία οδός, 2019-2020. «Εκθεση αειφόρου ανάπτυξης». Διαθέσιμο διαδικτυακά: https://www.olympiaodos.gr/images/user/aiforos_anartyxi/Olympia_Odos_2019_GR.pdf. [Ανάκτηση 25/11/2021]



Εικόνα 54. Φωτισμός LED σε Σήραγγα της Κακιάς Σκάλας ⁷²



Αυτοκινητόδρομος Μορέας Α.Ε.

⁷² Πηγή : https://www.olympiaodos.gr/images/user/aiforos_anaptyxi/Olympia_Odos_2019_GR.pdf [Ανάκτηση 25/11/2021]

Πίνακας 5. Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Μορέας Α.Ε

| | Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας |
|------|---------------------------------|
| | KWh |
| 2017 | 33659561 |
| 2018 | 28742897 |
| 2019 | 28670535 |

Στον αυτοκινητόδρομο Μορέας Α.Ε. υλοποιήθηκε αντικατάσταση οδοφωτισμού από NaPH σε τύπου Led σε τμήμα 6 χιλιομέτρων από τον ανισόπεδο κόμβο Λεύκτρου έως στο Cut and cover Μαλλωτά. Το σύστημα ενεργειακής διαχείρισης είναι πιστοποιημένο κατά ISO 50001:2018 .⁷³

⁷³Πηγή : ΜΟΡΕΑΣ «Ετήσια περιβαλλοντική έκθεση». Διαθέσιμο διαδικτυακά: https://media.zentech.gr/filesystem/Multimedia/pdf/13h_ETHSIA_PERIBALLONTIKH_EKUESH_MOREAS_id5943355.pdf
[Ανάκτηση 25/11/2021]



Εικόνα 55. Σήραγγα Καλογερικού ⁷⁴



Αυτοκινητόδρομος Αιγαίου Α.Ε.

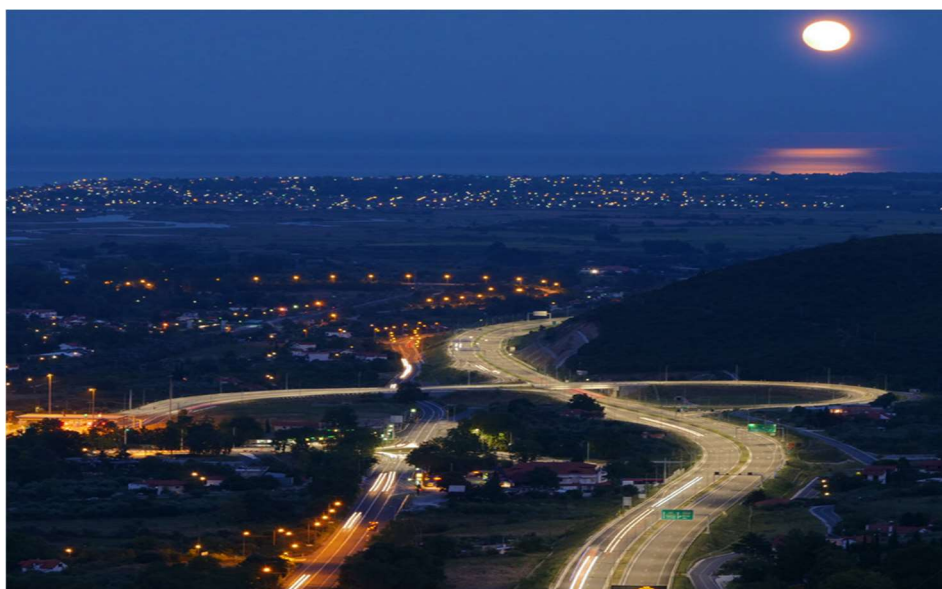
Πίνακας 6. Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Αυτοκινητόδρομος Αιγαίου Α.Ε

| | Κατανάλωση Ενέργειας | Ηλεκτρικής |
|------|-------------------------|------------|
| | KWh | |
| 2017 | 23147818 | |
| 2018 | 28651779 | |
| 2019 | 25656605 | |

Στον Αυτοκινητόδρομο Αίγιου Α.Ε. με την ολοκλήρωση της εγκατάσταση το 2019 των dynamic dimming led πραγματοποιήθηκε εξοικονόμησης ενέργειας στον οδοφωτισμό ποσοστού 56,4%. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από τον

⁷⁴Πηγή https://www.moreas.com.gr/arxiki_selida_media_gallery_fotografies/ [Ανάκτηση 25/11/2021]

οδοφωτισμό έφτανε ετησίως 12,3 GW/h από φωτιστικά NaHP. Ο οδοφωτισμός καλύπτει το 52,9 % του συνολικού μήκους του αυτοκινητόδρομου και το πλήθος των φωτιστικών φτάνει στα 9000 τεμάχια.⁷⁵



Εικόνα 56. Αυτοκινητόδρομος Αιγαίου ⁷⁶



Εγνατία Οδός Α.Ε.

Πίνακας 7. Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Εγνατίας Οδού Α.Ε.

| | Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας |
|------|---------------------------------|
| | KWh |
| 2017 | 65892456 |
| 2018 | 65842564 |
| 2019 | 64319842 |

⁷⁵Πηγή: [aegeanmotorway.gr](https://www.aegeanmotorway.gr/wp-content/uploads/2020/06/Annual_Environmental_Report_2019.pdf). «Ετήσια έκθεση περιβαλλοντικής διαχείρισης». Διαθέσιμο διαδικτυακά: https://www.aegeanmotorway.gr/wp-content/uploads/2020/06/Annual_Environmental_Report_2019.pdf. [Ανάκτηση 25/11/2021]

⁷⁶ Πηγή :https://www.aegeanmotorway.gr/wp-content/uploads/2019/12/CSR_2018.pdf [Ανάκτηση 25/11/2021]



Εικόνα 57. Εγνατία Οδός, Έβρος ⁷⁷

Η εφαρμογή των φωτοβολταϊκών αυξάνεται συνεχώς ως βιώσιμη πηγή ενέργειας σε πολλούς τομείς. Η SELAS είναι μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για τη διαχείριση και την αποτελεσματική διανομή ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκά εξαρτήματα, με στόχο την τροφοδοσία βασικών υποδομών κατά μήκος των αυτοκινητοδρόμων. Η προσέγγιση της Ευρώπης για την ενεργειακή μετάβαση φέρνει επανάσταση με την προαναφερθείσα λογική. Η Ελλάδα προσπαθεί να γίνει μια σύγχρονη, ανταγωνιστική και αποτελεσματική οικονομία με την αποτελεσματική διαχείριση των πόρων. Λόγω της αύξησης της αστικοποίησης και των ενεργειακών απαιτήσεων των πόλεων, τα φωτοβολταϊκά συστήματα ερευνώνται όλο και περισσότερο από κυβερνητικούς φορείς, εταιρείες και ερευνητές. Το ερευνητικό πρόγραμμα SELAS έχει αναπτύξει ένα ολοκληρωμένο σύστημα που θα διαχειρίζεται και θα διανέμει έξυπνα την ενέργεια από φωτοβολταϊκά στοιχεία. Αυτό το σύστημα θα χρησιμοποιηθεί για την τροφοδοσία σημαντικών υποδομών αυτοκινητοδρόμων.

⁷⁷Πηγή : <https://www.evros-news.gr/2021/07/17/%CE%B5%CE%B3%CE%BD%CE%B1%CF%84%CE%AF%CE%B1-%CE%BF%CE%B4%CF%8C%CF%82-%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CF%80%CE%B1%CE%AF%CF%81%CE%BD%CE%B5%CE%B9-%CE%B7-%CE%B3%CE%B5%CE%BA-%CF%84%CE%B5%CF%81%CE%BD%CE%B1-%CE%BC/> (Ανάκτηση 18/3/ 2023)



Εικόνα 58. Φωτοβολταϊκά σε δίοδια και τούνελ

Το επαναστατικό σύστημα SELAS θα λειτουργεί χρησιμοποιώντας μια εξαιρετικά προηγμένη πλατφόρμα διαχείρισης που θα συλλέγει και θα αναλύει ένα ευρύ φάσμα δεδομένων. Αυτό περιλαμβάνει πληροφορίες για την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά συστήματα, τη χρήση ενέργειας των φορτίων που πρέπει να τροφοδοτηθούν, τις περιβαλλοντικές συνθήκες, τα επίπεδα φόρτισης των μπαταριών, ακόμη και τις συνθήκες κυκλοφορίας. Χρησιμοποιώντας περίπλοκους αλγόριθμους για πρόβλεψη, διαχείριση και βελτιστοποίηση, το σύστημα θα είναι σε θέση να υπολογίζει με ακρίβεια την κατανάλωση ενέργειας και να προβλέπει με επιτυχία πιθανά προβλήματα τόσο στα φωτοβολταϊκά συστήματα όσο και στις μπαταρίες. Αυτή η πλατφόρμα έχει επίσης τη δυνατότητα επέκτασης και ενσωμάτωσης νέων οδηγιών διαχείρισης και σεναρίων χρήσης, καθιστώντας την ένα κρίσιμο εργαλείο για την παρακολούθηση ενεργειακών και μη ενεργειακών δεδομένων που σχετίζονται με τα δίοδια, την παροχή προληπτικών μέτρων και την έγκαιρη αντιμετώπιση σφαλμάτων. Στο πλαίσιο του έργου, πραγματοποιήθηκε μια πρακτική αξιολόγηση για νέες τεχνολογίες φωτοβολταϊκών που μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια ακόμη και τη νύχτα μέσω της χρήσης των φώτων των διερχόμενων οχημάτων και του φωτισμού περιβάλλοντος. Η εφαρμογή αυτής της μεθόδου θα οδηγήσει σε

συνεχή παραγωγή ενέργειας για 24 ώρες. Τα εργαστήρια Δημόκριτος έχουν πραγματοποιήσει έρευνα για την τελευταία λέξη της τεχνολογίας Φωτοβολταϊκών (DSSC), η οποία έχει δείξει σημαντική βελτίωση στην απόδοση σε σύγκριση με άλλα ερευνητικά κέντρα. Τα αποτελέσματα δείχνουν επίσης ότι αυτές οι συσκευές μπορούν να παράγουν ικανοποιητική ποσότητα ρεύματος ακόμη και σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού και κατά τη διάρκεια των πιλοτικών δοκιμών, μπόρεσαν να λειτουργήσουν καλά κατά τη διάρκεια της νύχτας ⁷⁸.

6.2 Φωτοβολταϊκά σε αρδευτικά κανάλια

Εφαρμογές που προσπαθούν να δημιουργούν στον Ελλαδικό χώρο είναι η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων είτε σε κανάλια άρδευσης είτε πλωτά φωτοβολταϊκά. Συγκεκριμένα ένα από τα παραδείγματα αφορά το Δήμο Κιλελέρ της περιφέρειας Θεσσαλίας. Η εταιρεία AKUO ENERGY σχεδίασε το πλωτό Φωτοβολταϊκό της περιφέρειας έτσι ώστε να εξασφαλιστούν 400 MW πάνω από κανάλια και ταμιευτήρες δίχως να πραγματοποιηθεί αλλαγή χρήσης γης. Το έργο δεσμεύει τη παροχή δωρεάν ηλεκτρικής ενέργειας για 10000 αγρότες και καλύπτοντας 150000 στρέμματα της περιοχής ⁷⁹.

Επίσης ακόμα ένα παράδειγμα είναι πρόταση που έχει γίνει στη Ρ.Α.Ε. για εγκαταστάσεις πλωτών φωτοβολταϊκών συστημάτων στους ταμιευτήρες του Αχελώου με συνολική ισχύς 265 MW. Προϋπολογίζετε ότι συνολικό ύψος της επένδυσης θα ξεπεράσει τα 170 εκατομμύρια ευρώ. Πιο συγκεκριμένα, οι αιτήσεις για την ανάπτυξη έργων αυτής της καινοτόμου τεχνολογίας παραγωγής καθαρής ενέργειας αφορούν στην εγκατάσταση 120 MW στον Τεχνητό Ταμιευτήρα Καστρακίου, 103 MW στον Τεχνητό Ταμιευτήρα Πουρναρίου και 42 MW στον Τεχνητό Ταμιευτήρα Στράτου.

⁷⁸ Πηγή : Pressroom (2023) Τα φωτοβολταϊκά μπορούν να καλύψουν ενεργειακά διόδια και τούνελ, CarGuys. Available at: <https://carguys.gr/ta-fotovoltaiika-mporoun-na-kalipsoun-energeiaka-diodia-kai-tounel/> (Ανάκτηση 25/6/ 2023).

⁷⁹ Πηγή : “έργο πνοής που θα μηδενίσει το κόστος άρδευσης.” ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ. (n.d.). <https://www.eleftheria.gr/%CE%B1%CE%B3%CF%81%CE%BF%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC/item/332645-%C2%AB%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%BF-%CF%80%CE%BD%CE%BF%CE%AE%CF%82-%CF%80%CE%BF%CF%85-%CE%B8%CE%B1-%CE%BC%CE%B7%CE%B4%CE%B5%CE%BD%CE%AF%CF%83%CE%B5%CE%B9-%CF%84%CE%BF-%CE%BA%CF%8C%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%82-%CE%AC%CF%81%CE%B4%CE%B5%CF%85%CF%83%CE%B7%CF%82%2%BB.html> (Ανάκτηση 25/6/ 2023).



Εικόνα 59. Πλωτά φωτοβολταϊκά στον Αχελώο ⁸⁰

Ακόμα μια πρόταση έχει γίνει από τη ΔΕΗ ανανεώσιμες για να εγκατασταθούν πλωτά φωτοβολταϊκά στις λίμνες των ανοιχτών ορυχείων και σε αρδευτικές λίμνες στη περιοχή της Μακεδονίας. Η παραγωγή των πάρκων θα έχουν ισχύ 50 MW ⁸¹.

Ο νομός Φθιώτιδας είναι γνωστός για τα τεράστια αποθέματα γης στην περιοχή του Δομοκού και την ευρύτερη πεδιάδα της Λαμίας, τα οποία έχουν προβλεφθεί για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων. Τα αποθέματα αυτά εκτείνονται σε δεκάδες χιλιάδες στρέμματα και προς το παρόν αναμένουν την ολοκλήρωση των απαραίτητων διαδικασιών και υποδομών για την παραλαβή τους. Αυτό καταδεικνύει τη δέσμευση της περιοχής στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τις δυνατότητές της να γίνει σημαντικός συνεισφέρων στο εθνικό ενεργειακό δίκτυο. Παρά την περίοδο αναμονής, αυτά τα φωτοβολταϊκά αποθέματα αντιπροσωπεύουν ένα σημαντικό βήμα προς την επίτευξη βιωσιμότητας και τη μείωση της εξάρτησής μας από μη ανανεώσιμες

⁸⁰ Πηγή: Dpelf. (2021, January 25). Πλωτά φωτοβολταϊκά στον Αχελώο : Η τεχνολογία και τα πλεονεκτήματα που κάνουν ελκυστικό το Project. ΑγρίνιοCulture. <https://www.agrinioculture.gr/2021/01/25/plota-fotovoltaika-ston-acheloo-i-technologiei-kai-ta-pleonektimata-poy-kanoy-elkystiko-to-project/> (Ανάκτηση 25/2/ 2023).

⁸¹ Πηγή: Capital.gr. (n.d.). Γιατί επενδύουν στα πλωτά φωτοβολταϊκά ΔΕΗ και Τέρνα Ενεργειακή. Capital.gr. <https://www.capital.gr/epixeiriseis/3520091/giati-ependuoun-sta-plota-fotovoltaika-dei-kai-terna-energeiaki> (Ανάκτηση 25/2/ 2023).

πηγές ενέργειας. Ο πρόεδρος της αρμόδιας επιτροπής Δημήτρης Τζαχρήστας έχει επισημάνει την άμεση ευκαιρία αξιοποίησης χιλιάδων στρεμμάτων γης. Προτείνει τη χρήση των αρδευτικών καναλιών πλάτους 10 έως 15 μέτρων και μήκους πολλών χιλιομέτρων, γεγονός που θα αποτρέψει τη σπατάλη γης μέσης και υψηλής παραγωγικότητας. Ο Τζαχρήστας τονίζει τη σημασία της διατήρησης μιας τέτοιας γης, καθώς χρειάζονται 500 χρόνια για να δημιουργηθούν μόλις 2 εκατοστά εδάφους. Ως εκ τούτου, η αξιοποίηση των αρδευτικών καναλιών όχι μόνο θα παρείχε μια πρακτική λύση για τη χρήση της γης, αλλά θα συνέβαλε επίσης στη διατήρηση των πολύτιμων εδαφικών πόρων ⁸².



Εικόνα 60. Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών τα κανάλια άρδευσης. ⁸³

6.3 Προοπτική καναλιών άρδευσης φωτοβολταϊκών

Υπάρχει μια πολλά υποσχόμενη προοπτική για το ενεργειακό μέλλον της Ελλάδας και της Ευρώπης, με δυνατότητες για θετικές προόδους. Αυτή η θετική προοπτική έχει τις ρίζες της στην ενίσχυση φιλικών προς το περιβάλλον ενεργειακών πολιτικών, στις κοινές προσπάθειες επιστημόνων για την ανάπτυξη καινοτόμων οικολογικών ενεργειακών λύσεων και στην αυξανόμενη οικολογική συνείδηση των πολιτών, οι

⁸²Πηγή : ΑπόNewsroom. (2022, October 31). Μονοπάτια ηλιακών συλλεκτών τα κανάλια της άρδευσης. Energymag.gr. https://energymag.gr/news/energeia/monopatia-iliakon-syllekton-ta-kanalia-tis-ardefsis/?utm_source=rss&utm_medium=rss&utm_campaign=monopatia-iliakon-syllekton-ta-kanalia-tis-ardefsis (Ανάκτηση 25/2/ 2023)

⁸³Πηγή:<https://www.yraithros.gr/monopatia-iliakon-syllekton-kanalia-ardeysis-na-perioristei-spatali-gis-ypsilis-paragogikotitas-proteinei-kede/>(Ανάκτηση 25/2/ 2023)

οποίοι υποστηρίζουν όλο και περισσότερο τις πρωτοβουλίες πράσινης ενέργειας, μεταξύ άλλων παραγόντων.

Τρεις επιστήμονες μίλησαν πρόσφατα στο ΑΠΕ - ΜΠΕ και μοιράστηκαν την αισιόδοξη προοπτική τους για το μέλλον της παραγωγής ενέργειας. Συζήτησαν ένα νέο πρόγραμμα που περιλαμβάνει την παραγωγή ενέργειας σε πλωτές νησίδες στην ανοιχτή θάλασσα χρησιμοποιώντας τεχνολογία ανέμου, ηλιακής ενέργειας και κυμάτων. Οι επιστήμονες διαθέτουν υψηλά προσόντα στους αντίστοιχους τομείς τους, όπως ο Χαράλαμπος Μπανιωτόπουλος, ομότιμος καθηγητής στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης και καθηγητής στο Πανεπιστήμιο του Birmingham στην Αγγλία, ο καθηγητής ερευνητής Γιώργος Σταυρουλάκης από το Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης του Πολυτεχνείου Κρήτης, και επίκουρος καθηγητής Παναγιώτης Αλευράς επίσης από το Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης του Πολυτεχνείου Κρήτης. Αυτοί οι επιστήμονες πιστεύουν ότι το πρόγραμμα θα έχει σημαντικό αντίκτυπο στο μέλλον της παραγωγής ενέργειας και της βιωσιμότητας.

Δουλεύοντας μαζί με ερευνητές τόσο από χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης όσο και από χώρες εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης, συμμετέχουν επί του παρόντος σε ένα έργο που επικεντρώνεται στην ανάπτυξη των πλωτών νησίδων παραγωγής ενέργειας. Αυτές οι καινοτόμες πλατφόρμες έχουν τη δυνατότητα όχι μόνο να καλύψουν τις ενεργειακές απαιτήσεις των παράκτιων περιοχών αλλά και να επεκτείνουν την εμβέλειά τους σε ηπειρωτικές περιοχές. Ως μέρος αυτής της πρωτοβουλίας, αξιότιμοι καθηγητές, μαζί με τους συναδέλφους τους ερευνητές, ένωσαν τις δυνάμεις τους με μια διαφορετική ομάδα 24 φοιτητών που προέρχονται από διάφορες ευρωπαϊκές χώρες. Η συλλογική συμμετοχή τους στο θερινό σχολείο του δικτύου Modenerlands.eu στοχεύει στην ενίσχυση της συνεργασίας και της συνοχής μεταξύ των ευρωπαϊκών ομάδων έρευνας και ανάπτυξης (R&D) που είναι αφιερωμένες στην προώθηση της βιώσιμης ενέργειας και των συναφών τεχνολογιών, με ιδιαίτερη έμφαση στις πηγές αιολικής και κυματικής ενέργειας.

Σύμφωνα με τον καθηγητή Μπανιωτόπουλο, ο οποίος κατέχει την έδρα Sustainable Energy Systems στο Πανεπιστήμιο του Μπέρμιγχαμ εδώ και μια δεκαετία, αυτό το έργο είναι μια προηγμένη έκδοση μιας ευρωπαϊκής πρωτοβουλίας της οποίας προήδρευσε προηγουμένως. Το αρχικό πρόγραμμα είχε ως στόχο την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας και ολοκληρώθηκε πριν από πέντε χρόνια. Ωστόσο, η ομάδα πρότεινε έκτοτε ένα νέο πρόγραμμα που ενσωματώνει την αιολική, την ηλιακή και την κυματική ενέργεια, το οποίο έχει εγκριθεί.

Το έργο περιλαμβάνει την επέκταση της ιδέας των πλωτών ανεμογεννητριών σε συνεργασία με το Πολυτεχνείο Κρήτης. Ο στόχος είναι να δημιουργηθούν τεχνητές νησίδες χρησιμοποιώντας ένα σύστημα συνδεδειγμένων κομματιών που μπορούν να προσαρμοστούν για να αυξήσουν ή να μειώσουν την επιφάνεια της πλωτής κατασκευής. Τα νησιά θα στεγάσουν συστήματα βιώσιμης ενέργειας όπως φωτοβολταϊκά, ανεμογεννήτριες και συστήματα κυματικής ενέργειας. Είναι σαν να κατασκευάζετε ένα σετ Lego που μπορεί να συν αρμολογηθεί ή να αποσυναρμολογηθεί με βάση τις τεχνικές απαιτήσεις και τα σχέδια σχεδιασμού. Το μέγεθος των νησιών έχει καθοριστεί από την ποσότητα ενέργειας που απαιτείται και τις μελλοντικές χρήσεις. Αυτές οι πλωτές νησίδες, σχεδιασμένες με συγκεκριμένες διαστάσεις για να ανταποκρίνονται στις μελλοντικές ανάγκες και ενεργειακές απαιτήσεις, στεγάζουν συστήματα βιώσιμης ενέργειας όπως ανεμογεννήτριες, φωτοβολταϊκά πάνελ και τεχνολογίες κυματικής ενέργειας. Συνοπτικά, το έργο μας εστιάζει σε όλες τις πτυχές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Η έρευνα και ο σχεδιασμός του έργου των νησίδων υποστηρίζεται από τέσσερα εξειδικευμένα θερινά σχολεία που στοχεύουν στην εκπαίδευση των μαθητών σχετικά με το έργο. Επιπλέον, έχουν οργανωθεί πολυάριθμες συναντήσεις με ειδικούς και επιστήμονες στην Ευρώπη για την περαιτέρω ενίσχυση της ανάπτυξης του έργου. Το Πολυτεχνείο Κρήτης συμμετέχει ενεργά σε αυτό το πολλά υποσχόμενο πρόγραμμα, συνεργαζόμενο με 30 χώρες, ερευνητικές ομάδες και άτομα τόσο εντός όσο και εκτός Ευρώπης. Αυτή η συνεργασία είναι ιδιαίτερα επωφελής καθώς το πανεπιστήμιο διαθέτει καθηγητές και επιστήμονες στην Κρήτη που διαθέτουν μεγάλη τεχνογνωσία και εμπειρία στον συγκεκριμένο τομέα. Ο κ. Μπανιωτόπουλος, μαζί με τον καθηγητή Γιώργο Σταυρουλάκη, υπογράμμισαν τη δέσμευση του πανεπιστημίου να συνεργαστεί με διάφορες ομάδες επιστημόνων που είναι αφοσιωμένοι στη διεξαγωγή έρευνας και στο σχεδιασμό έργων που έχουν τη δυνατότητα να βελτιώσουν την ποιότητα της ζωής των ανθρώπων στο μέλλον.

Είναι επιτακτική ανάγκη να παρέχουμε στους μαθητές μας μια εκπαίδευση που να περιλαμβάνει τον τομέα της έρευνας και του σχεδιασμού στον ενεργειακό τομέα, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να μένουν ενήμεροι για τις τελευταίες επιστημονικές εξελίξεις. Αυτό θα εξασφαλίσει ότι είναι εξοπλισμένοι για να αναλάβουν ηγετικούς ρόλους και να συνεχίσουν το σπουδαίο έργο των σημερινών ερευνητών και επιστημόνων. Πρέπει να τους μεταδώσουμε τις γνώσεις μας ώστε να μπορούν να υποστηρίξουν και να προωθήσουν αυτά τα προγράμματα όταν περάσουν από τη θεωρία

στην πρακτική εφαρμογή. Είναι ζωτικής σημασίας να εξοικειωθούν με νέες εφαρμογές και έργα μελέτης, όπως το έργο πλωτής ανεμογεννήτριας που θέτει προκλήσεις όπως κόπωση υλικού και μεγάλες ταλαντώσεις. Επομένως, οι μηχανικοί πρέπει να ειδικεύονται σε αυτόν τον τομέα καθώς θα είναι υπεύθυνοι για το σχεδιασμό και την προώθηση αυτών των έργων.

Σύμφωνα με τον καθηγητή Παναγιώτη Αλευρά, η αξιοποίηση της ενέργειας που υπάρχει στους ωκεανούς και τις ανοιχτές θάλασσες είναι επιτακτική ανάγκη στη σημερινή μας εποχή. Υπάρχουν πολλοί επιτακτικοί λόγοι για τους οποίους θα πρέπει να δώσουμε προτεραιότητα σε αυτό το έργο, συμπεριλαμβανομένου του γεγονότος ότι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στις θάλασσες υπερτερούν των αντίστοιχων στην ξηρά. Η απόκτηση αυτής της ενέργειας είναι επίσης λιγότερο περίπλοκη αν σκεφτούμε την εγγύτητά μας στην επιφάνεια της γης. Για παράδειγμα, ο άνεμος παρουσιάζει ανεπιθύμητα χαρακτηριστικά όταν βρισκόμαστε πιο κοντά στο έδαφος. Ωστόσο, είναι σημαντικό να αναγνωρίσουμε ότι υπάρχουν κοινωνικοί παράγοντες που θέτουν προκλήσεις για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Για παράδειγμα, όταν επιχειρούμε να εγκαταστήσουμε κατασκευές στη γη, μπορεί να υπάρξουν αρνητικές αντιδράσεις ή συγκρούσεις με άλλες δραστηριότητες όπως η γεωργία.

Το νησί της Κρήτης προσφέρει πολλές ευκαιρίες για τη δημιουργία πλωτών νησίδων που μπορούν να αντιμετωπίσουν αποτελεσματικά τα προβλήματα που σχετίζονται με τις ανεμογεννήτριες, είτε βρίσκονται στην ξηρά είτε στη θάλασσα κοντά στην ακτογραμμή. Σύμφωνα με τον κ. Μπανιωτόπουλο, η θάλασσα που περιβάλλει την Κρήτη είναι αρκετά βαθιά, γεγονός που καθιστά δύσκολη την εγκατάσταση ανεμογεννητριών απευθείας στα νερά. Ωστόσο, η δημιουργία πλωτών νησίδων μπορεί να δώσει λύση σε αυτό το πρόβλημα αποφεύγοντας τυχόν αρνητικές επιπτώσεις στην τουριστική βιομηχανία και διατηρώντας την αισθητική γοητεία του τοπίου. Οι πλωτές νησίδες μπορούν επίσης να εξαλείψουν την ηχορύπανση που σχετίζεται με τις ανεμογεννήτριες.

Η γένεση αυτής της ιδέας μπορεί να εντοπιστεί πίσω στις συνομιλίες που έγιναν με συναδέλφους από την Ιταλία, την Ισπανία και τη Βρετανία, οι οποίοι εξέταζαν τη δυνατότητα αξιοποίησης των τεράστιων πόρων του ωκεανού. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οραματιζόμαστε μια σημαντική απόσταση από την ακτογραμμή, διασφαλίζοντας ότι θα παραμείνουμε εντός των νομικών ορίων. Χάρη στις προόδους της τεχνολογίας, έχουμε πλέον τη δυνατότητα να αγκυροβολήσουμε αυτά τα τεχνητά νησιά σε άνευ προηγουμένου βάθη. Οι πρωτοποριακές προσπάθειες στον τομέα αυτό

έγιναν μάρτυρες στην Ιαπωνία, όπου δημιούργησαν με επιτυχία νησιά σε μια εντυπωσιακή έκταση 300 τετραγωνικών μέτρων, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν κυρίως ως πλωτά αεροδρόμια. Η Δανία, από την άλλη πλευρά, ασπάστηκε επίσης αυτή την καινοτόμο ιδέα, αλλά λόγω των ρηχών νερών της, υιοθέτησε μια ελαφρώς διαφορετική προσέγγιση, κατασκευάζοντας τις νησίδες χρησιμοποιώντας μπαζώματα, που θυμίζουν τις εμβληματικές κατασκευές που βρέθηκαν στο Ντουμπάι.

Στο πλαίσιο του έργου μας, εστιάζουμε αποκλειστικά στην ιδέα των πλωτών τεχνητών νησίδων, τα οποία σκοπίμως μεταφέρονται σε απομακρυσμένες τοποθεσίες για να διασφαλίσουμε ότι παραμένουν κρυφά από την οπτική των πολιτών, εξαλείφοντας έτσι οποιαδήποτε πιθανή αναστάτωση. Επιπλέον, λόγω των σημαντικών προόδων στη γνώση και την τεχνολογία, αυτές οι τεχνητές νησίδες διαθέτουν την ικανότητα να αντέχουν τις ισχυρές δυνάμεις των κυμάτων του ωκεανού, εξασφαλίζοντας τη σταθερότητά τους. Ως αποτέλεσμα, είναι σε θέση να παράγουν μια συνεχή ροή καθαρής και ανανεώσιμης ενέργειας, ξεπερνώντας τις τρέχουσες δυνατότητες παραγωγής πράσινης ενέργειας στην ξηρά.

Κατά τη διάρκεια της διάλεξης, ο καθηγητής συζήτησε πώς η μορφολογία της ξηράς συχνά εμποδίζει τον άνεμο, ενώ η ροή του ανέμου στη θάλασσα είναι πιο συνεπής. Η μεταφορά του παραγόμενου ρεύματος και ενέργειας από υπεράκτια σε ξηρά ήταν προβληματική, αλλά ο κ. Μπανιωτόπουλος μας ενημέρωσε ότι το θέμα έχει λυθεί. Εξήγησε ότι η Γερμανία διέθεσε πέρυσι σημαντικό ποσό χρηματοδότησης για έρευνα σε αυτόν τον τομέα και συγκεκριμένα για την άμεση παραγωγή υδρογόνου στα νησιά. Αυτό το υδρογόνο μπορεί στη συνέχεια να μεταφερθεί στην ηπειρωτική χώρα μέσω αγωγών ή πλοίων. Σύμφωνα με τον κ. Μπανιωτόπουλο, η Κρήτη έχει τη δυνατότητα να φιλοξενήσει πολυάριθμους πλωτούς ταμιευτήρες, οι οποίοι μπορούν να λειτουργήσουν σε συνδυασμό με άλλα μεγάλης κλίμακας χερσαία ενεργειακά έργα.

Ένα ενδιαφέρον παράδειγμα σημαντικού εγχειρήματος είναι η κατασκευή ποταμού φράγματος στο Ρέθυμνο, όπου καταβάλλεται σημαντική προσπάθεια για την ανύψωση της στάθμης του νερού του ταμιευτήρα. Αυτό εξυπηρετεί έναν κρίσιμο σκοπό, καθώς το ανυψωμένο νερό μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας όποτε απαιτείται, λειτουργώντας ως μια τεράστια μπαταρία. Ανάλογη προσπάθεια βρίσκεται σε εξέλιξη και στο Ηράκλειο. Οι δυνατότητες συνδυασμού αυτών των καινοτόμων πλωτών νησίδων που παράγουν αιολική ή άλλες μορφές ενέργειας φιλικής προς το περιβάλλον με αυτά τα μεγάλης κλίμακας χερσαία έργα είναι τεράστιες. Με μια τέτοια ολοκλήρωση και ανάπτυξη, είναι πολύ εύλογο ότι μέσα στην

επόμενη δεκαετία, η παραγωγή θα μπορούσε να ξεκινήσει και να καλύψει αποτελεσματικά τις ενεργειακές απαιτήσεις ολόκληρου του νησιού της Κρήτης.

Σύμφωνα με το ΑΠΕ - ΜΠΕ, υπάρχει μια ισχυρή και γόνιμη συνεργασία μεταξύ Ελλήνων επιστημόνων και Ευρωπαίων ομολόγων τους. Αυτή η συνεργασία δεν περιορίζεται σε καταξιωμένους ερευνητές, καθώς επεκτείνεται και σε φοιτητές και νέους που ενθαρρύνονται να αποκτήσουν εμπειρία, να εργαστούν δίπλα σε επαγγελματίες και να συμμετάσχουν σε διάφορα προγράμματα. Υπογραμμίζοντας τη σημασία αυτής της συνεργασίας, οι καθηγητές τόνισαν ότι η ποιότητα της εκπαίδευσης στην Ελλάδα είναι εξαιρετικά υψηλή. Ομοίως, αυτό ισχύει και στην Κρήτη, παρά το σχετικά μικρό μέγεθος του Πολυτεχνείου του σε σύγκριση με μεγαλύτερα ιδρύματα όπως το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο. Οι καθηγητές εξήραν την εξαιρετική επιτυχία και την ενεργό συμμετοχή των συναδέλφων τους σε ερευνητικά προγράμματα που διεξάγονται στο Πολυτεχνείο.

Η ενεργειακή πολιτική στη χώρα μας έχει κάνει μεγάλο λάθος καθυστερώντας την εφαρμογή βιώσιμων πηγών ενέργειας. Μια ανάμνηση μοιράστηκε κάποιος που ήταν κάποτε διευθυντής τμήματος στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, αναπολώντας μια επίσκεψη πριν από δέκα χρόνια στην Ικαρία, όπου είδαν την ίδια δουλειά που γίνεται με αυτό που γίνεται τώρα στο Φράγμα του Ποταμού στο Ρέθυμνο. Το έργο αυτό θα έπρεπε να είχε ξεκινήσει πολλά χρόνια πριν και ολόκληρη η Ελλάδα θα έπρεπε να γεμίσει με ανεμογεννήτριες και παρόμοιες δεξαμενές για την αποθήκευση υδροηλεκτρικής ενέργειας. Αν αυτό είχε επιτευχθεί νωρίτερα, δεν θα ήμασταν τόσο εξαρτημένοι από το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο όσο τώρα.

Μετά από συνομιλία με επιστημονικούς ερευνητές, ανακαλύψαμε ότι η εκπαίδευση έχει σημαντικό αντίκτυπο στην περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση. Όσον αφορά τα έργα πράσινης ενέργειας, υπάρχουν συχνά ποικίλες αντιδράσεις από διάφορες ομάδες. Το κλειδί της επιτυχίας είναι ο συνεχής διάλογος μεταξύ των επιστημόνων, των πανεπιστημίων, των επιχειρήσεων, του κράτους και των πολιτών που ζουν σε περιοχές όπου αναπτύσσονται έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Είναι κρίσιμο για όλα τα μέρη να είναι πλήρως ενημερωμένα και η τοπική κυβέρνηση να ακολουθήσει το παράδειγμα της Ελβετίας διδάσκοντας και μυώντας τους πολίτες στις λεπτομέρειες του έργου. Για παράδειγμα, εάν σχεδιάζεται ένα έργο ανεμογεννήτριας, η τοπική κυβέρνηση θα πρέπει να ενημερώσει την κοινότητα ότι διαθέτει κεφάλαια για την κατασκευή 100 ανεμογεννητριών στην περιοχή.

Η έναρξη μιας συζήτησης για έργα πράσινης ενέργειας και προστασίας του περιβάλλοντος μπορεί να οδηγήσει σε εκτενείς συζητήσεις που μπορεί να διαρκέσουν αρκετά χρόνια. Αυτές οι συνομιλίες ενημερώνουν τα άτομα και τους επιτρέπουν να σταθμίσουν τα οφέλη και τα μειονεκτήματα της επένδυσης σε τέτοια έργα. Μέσα από αυτές τις συζητήσεις, μπορούν να διατυπωθούν λύσεις, συμπεριλαμβανομένων των θεωρήσεων χωροταξικού σχεδιασμού. Είναι κρίσιμο να διασφαλιστεί ότι οι πολίτες θα συμπεριληφθούν σε αυτές τις συζητήσεις και θα πεισθούν να υποστηρίξουν αυτές τις πρωτοβουλίες. Τελικά, αυτές οι συνομιλίες συμβάλλουν στην καλύτερη κατανόηση και υποστήριξη έργων πράσινης ενέργειας και προστασίας του περιβάλλοντος.

Σύμφωνα με τους καθηγητές, υπάρχουν δύο σημαντικά ζητήματα που απαιτούν εκτενή συζήτηση προκειμένου να βρεθούν λύσεις. Το πρώτο ζήτημα είναι η πολιτική διαχείριση του ενεργειακού προβλήματος, που πρέπει να εξεταστεί και να αντιμετωπιστεί διεξοδικά. Το δεύτερο ζήτημα είναι η έλλειψη συμμετοχής και ευαισθητοποίησης των πολιτών σχετικά με τις περιβαλλοντικές ευθύνες. Και τα δύο αυτά προβλήματα δεν μπορούν να λυθούν από τη μια μέρα στην άλλη, αλλά μάλλον απαιτούν μακροπρόθεσμο διάλογο και προσπάθεια. Οι καθηγητές πιστεύουν ότι για την αποτελεσματική αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων, είναι απαραίτητο να συμμετάσχουν σε εκτενείς συζητήσεις με το κοινό, ενθαρρύνοντάς το να παρέχει ανατροφοδότηση και να συμμετέχει ενεργά στην εξεύρεση λύσεων. Επιπλέον, η εκπαίδευση παίζει καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση των στάσεων και των συμπεριφορών των ατόμων, ιδιαίτερα από νεαρή ηλικία. Επενδύοντας στην εκπαίδευση που δίνει έμφαση στο σεβασμό για το περιβάλλον και την προστασία του, μπορούμε να εξασφαλίσουμε ένα καλύτερο μέλλον για τις επόμενες γενιές. Ως εκ τούτου, οι καθηγητές συνηγορούν υπέρ του συνδυασμού διαλόγου, της δημοκρατικής πρόσβασης σε πληροφορίες για το περιβάλλον και την ενέργεια και την άριστη εκπαίδευση για τα παιδιά ως το απόλυτο εργαλείο για την αντιμετώπιση αυτών των πιεστικών ζητημάτων.

Σύμφωνα με τον κ. Αλευρά, μπορεί να υπάρχουν προβλήματα, αλλά η πρόβλεψη είναι πολύ απαραίτητη και πολύ ωφέλιμη για την Ελλάδα και την Ευρώπη γενικότερα από το συγκεκριμένο έργο. Αυτή η προσπάθεια έχει τη στήριξη της πολιτείας και όπως είπε ο κ. Σταυρουλάκης «το Υπουργείο Παιδείας και τα υπουργεία ενέργειας γνωρίζουν τη δουλειά μας, γνωρίζουν την έρευνά μας, γνωρίζουν τη συνεργασία μας. Εκπροσωπούμαστε επίσης από την Ελλάδα σε αυτήν την ομάδα του Υπουργείου, το Υπουργείο Ανάπτυξης μας ενέκρινε ως εκπροσώπους και υπάρχει συνεχής ενημέρωση

για την πρόοδό μας και τη δραστηριότητά μας και ανά πάσα στιγμή και στιγμή υπάρχει ενημέρωση από την επίσημη επιστημονική ομάδα προς τις αρχές και στελέχη των αρμόδιων υπουργείων.

Σύμφωνα με τους επιστήμονες και τους μαθητές που βρέθηκαν στο Φράγμα του Ποταμού στο Ρέθυμνο, συζητήθηκε ενεργά η ιδέα της εφαρμογής πλωτών φωτοβολταϊκών στη λίμνη. Ο καθηγητής Παναγιώτης Αλευράς τόνισε ότι η Κρήτη θα μπορούσε να ωφεληθεί πολύ από την εισαγωγή πλωτών νησιών παραγωγής ενέργειας, αλλά για την επίτευξη αυτού του στόχου απαιτείται συνεργασία όχι μόνο εντός της χώρας αλλά και με άλλα έθνη. Εξέφρασε περαιτέρω την κατανόησή του ότι υπάρχει μια ευρεία πολιτική αποφασιστικότητα σε όλη την Ευρώπη για την ενίσχυση αυτών των συστημάτων λόγω της αναγκαιότητας και της χρησιμότητάς τους. Ταυτόχρονα, τόνισε τη σημασία της επένδυσης στην εκπαίδευση των μαθητών, καθώς αυτοί θα είναι οι μελλοντικοί επιστήμονες υπεύθυνοι για την ανάπτυξη και την προώθηση αυτών των τεχνολογιών παραγωγής ενέργειας.

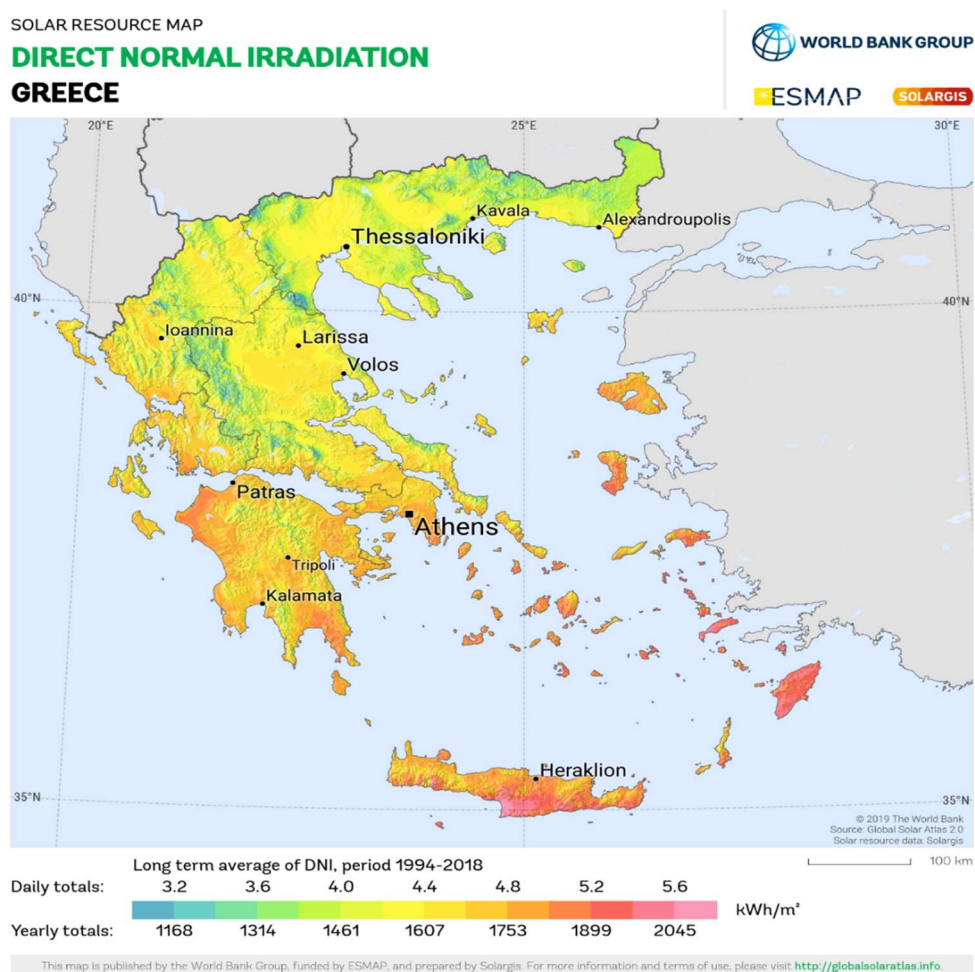
Σύμφωνα με τους τρεις καθηγητές, έχουν θετική ματιά στο θέμα της ενέργειας. Τόνισαν στο ΑΠΕ ΒΕΕ ότι αν και ορισμένες εξελίξεις μπορεί να προκαλέσουν ανησυχία, παραμένουν αισιόδοξοι ότι μπορούν να εφαρμόσουν αλλαγές για την αντιμετώπιση του προβλήματος⁸⁴.

Η τεχνολογία πλωτών φωτοβολταϊκών προσφέρει πολλά σημαντικά πλεονεκτήματα. Πρώτον, έχει τη δυνατότητα να παράγει περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια σε σύγκριση με τα πάνελ που βασίζονται στην ξηρά, επειδή τα πάνελ επωφελούνται από την ψυκτική επίδραση του νερού. Επιπλέον, με την εγκατάσταση σε λίμνες, εξαλείφει τις προκλήσεις που σχετίζονται με την απόκτηση γης για παραδοσιακές εγκαταστάσεις ηλιακών πάνελ. Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι τα πλωτά φωτοβολταϊκά βοηθούν στην ελαχιστοποίηση των απωλειών νερού που προκαλούνται από την εξάτμιση. Επιπλέον, τα παραδοσιακά φωτοβολταϊκά συστήματα απαιτούν συνήθως μια σημαντική ποσότητα νερού, που κυμαίνεται από 7 έως 20 χιλιάδες λίτρα ανά MW, για σκοπούς καθαρισμού. Ωστόσο, με την τεχνολογία πλωτών φωτοβολταϊκών, το νερό μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί, μειώνοντας έτσι την κατανάλωση νερού και μειώνοντας το σχετικό κόστος.

Τα πλωτά φωτοβολταϊκά συστήματα εγκαθίστανται συνήθως σε τεχνητές υδάτινες μάζες, όπως τεχνητές λίμνες και αρδευτικά κανάλια. Αυτή η ιδέα έχει κερδίσει την

⁸⁴ Πηγή :Ο μονόδρομος της πράσινης μετάβασης. The Green Tank. (2022, August 12). <https://thegreentank.gr/2022/12/08/omonodromos-tis-prasinis-metavasis/>(Ανάκτηση 18/3/ 2023)

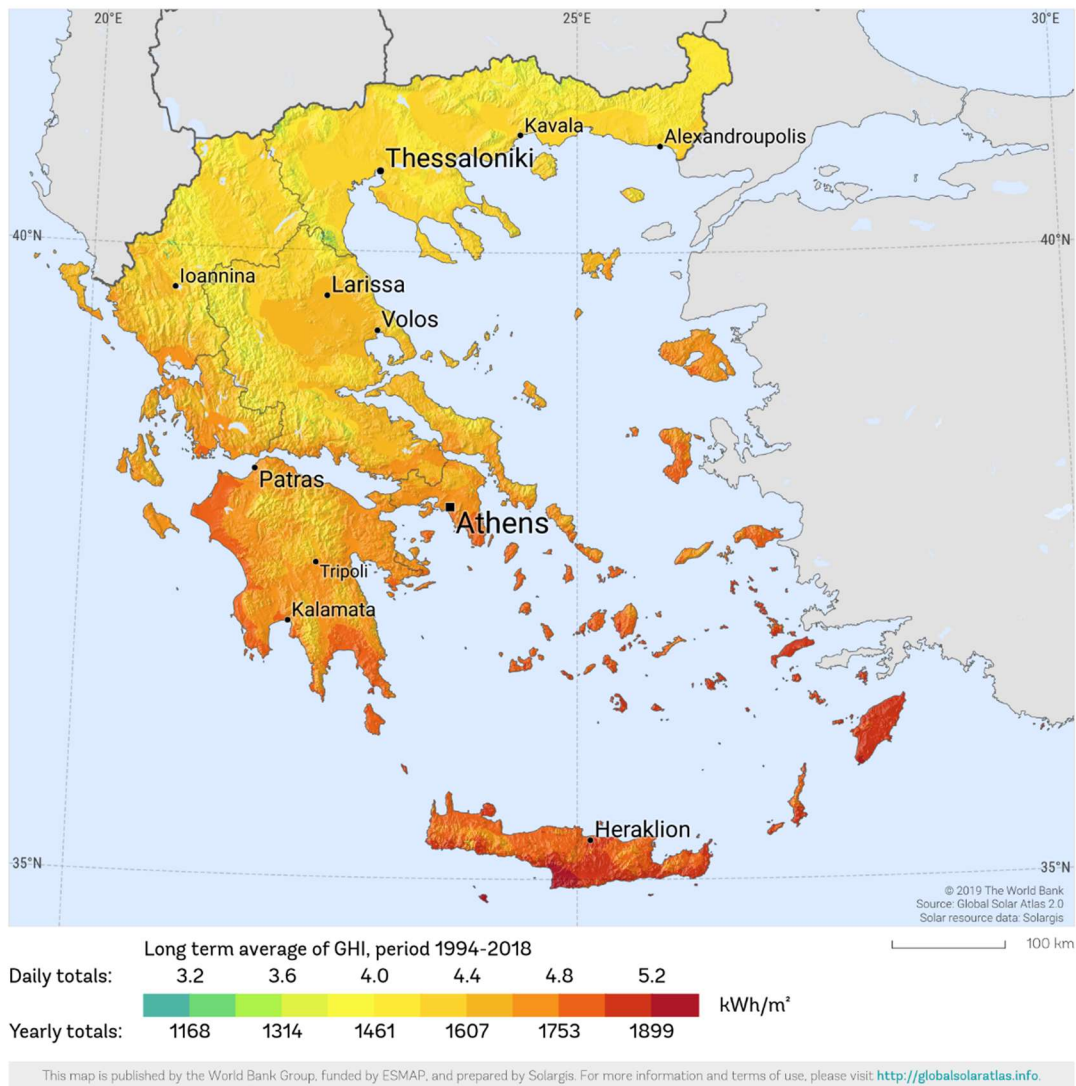
προσοχή στην Ελλάδα, όπου το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος (ΤΟΕΒ) στοχεύει στη χρήση αρδευτικών καναλιών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και τη μείωση της εξάρτησης από τη ΔΕΗ, στην οποία οφείλει σημαντικό χρηματικό ποσό. Η διαδικασία εγκατάστασης για πλωτά φωτοβολταϊκά είναι παρόμοια με τα παραδοσιακά συστήματα, με τη διαφορά ότι τα πάνελ τοποθετούνται σε πλωτή πλατφόρμα που είναι αγκυρωμένη για να αποτρέπεται η υπερβολική κίνηση. Στη συνέχεια, το σύστημα συνδέεται στο ηλεκτρικό δίκτυο μέσω ενός καλωδίου που τρέχει υποβρύχια.



Εικόνα 61. Άμεση κανονική ακτινοβολία ⁸⁵

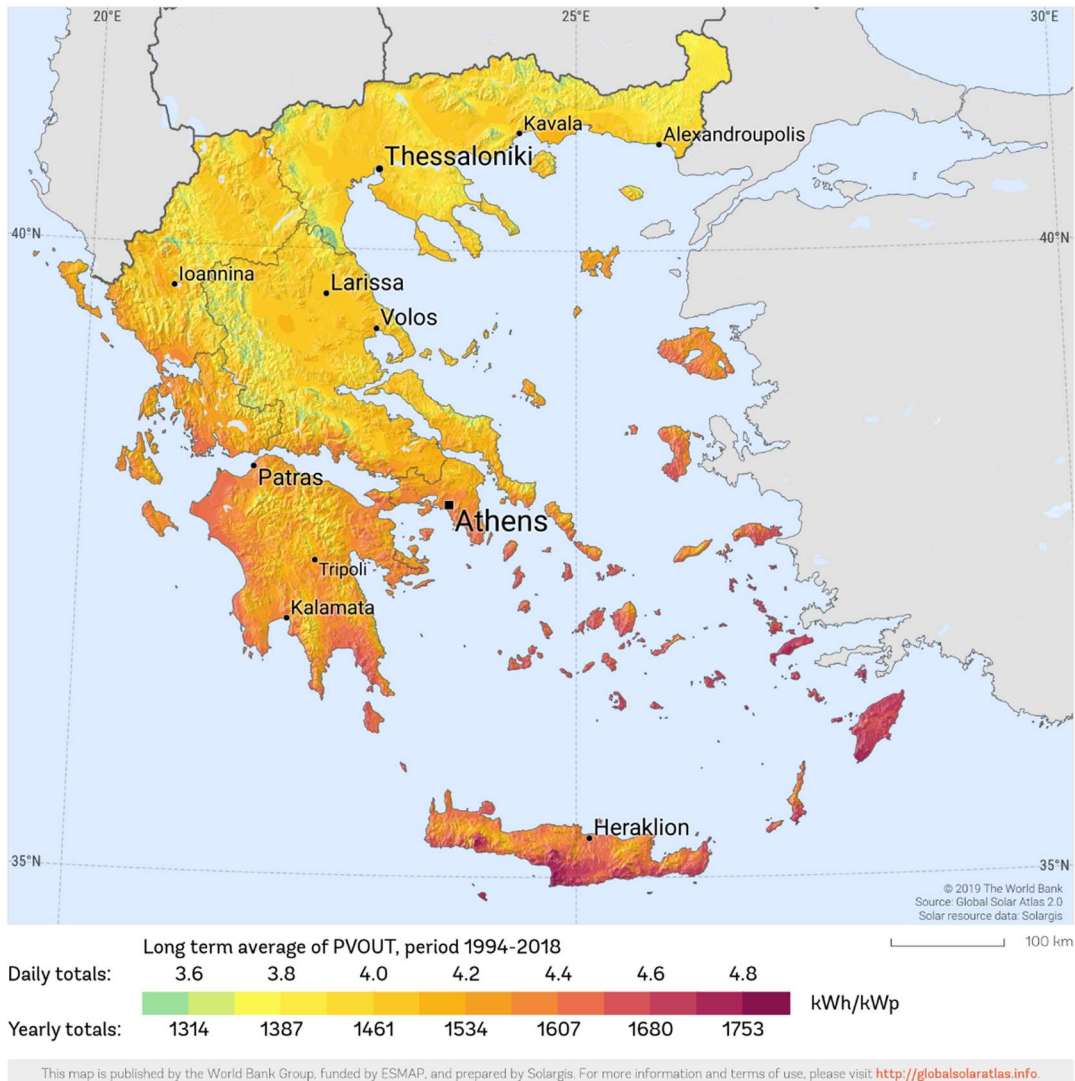
⁸⁵ Πηγή : <https://globalsolaratlas.info/download/greece> (Ανάκτηση 25/2/ 2023)

GLOBAL HORIZONTAL IRRADIATION
GREECE



Εικόνα 62. Παγκόσμια οριζόντια ακτινοβολία⁸⁶

⁸⁶Πηγή : <https://globalsolaratlas.info/download/greece> (Ανάκτηση 25/2/ 2023)



Εικόνα 63. Φωτοβολταϊκό δυναμικό ισχύος⁸⁷

Σε εξέλιξη βρίσκεται αυτή την ώρα η διαδικασία έγκρισης για την κατασκευή πλωτού φωτοβολταϊκού πάρκου στην παραλία Καλαμάκι στη Ναυπακτία. Το πάρκο έχει οριστεί να έχει χωρητικότητα 0,999 Μεγαβάτ και θα αποτελέσει πιλοτικό σταθμό για ένα μεγαλύτερο φωτοβολταϊκό πάρκο στην επιφάνεια της θάλασσας. Τα σχέδια για αυτό το έργο έχουν δημοσιοποιηθεί και είναι ανοιχτά για διαβούλευση και υποβολή σχολίων. Το πάρκο θα αναπτυχθεί σε υδάτινη έκταση 7 στρεμμάτων, περίπου 200 μέτρα μακριά από την παραλία του Καλαμακίου, στην Παλιοβούνα.

⁸⁷ Πηγή: <https://globalsolaratlas.info/download/greece> (Ανάκτηση 25/2/ 2023)

Προκειμένου να τύχει έγκρισης για το πιλοτικό έργο, κυκλοφόρησε ένα ολοκληρωμένο έγγραφο μεταξύ των διαφόρων Υπηρεσιών και Υπουργείων που είναι αρμόδια για την υλοποίησή του, ζητώντας τις πολύτιμες γνώμες τους. Οι αρχικές λεπτομέρειες υποδηλώνουν ότι το έργο στοχεύει στον καθορισμό συγκεκριμένων ζωνών στην ηπειρωτική χώρα δίπλα στην εγκαταλελειμμένη παραλία. Ωστόσο, παραμένει ασαφές εάν αυτές οι περιοχές θα είναι προσβάσιμες στον περιορισμένο αριθμό επισκεπτών που απολάμβαναν προηγουμένως τις καλοκαιρινές τους απολαύσεις σε αυτή την ήσυχη τοποθεσία.

Οι κάτοικοι της Ναυπακτίας περιμένουν μια ακόμη επένδυση στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) που αναμένεται να προκαλέσει αναστάτωση σε μια περιοχή απaráμιλλης φυσικής λαμπρότητας. Η περιοχή έχει ήδη πολιορκηθεί από αμέτρητες ανεμογεννήτριες τα τελευταία χρόνια, και αυτή η νέα εξέλιξη απειλεί να αμαυρώσει περαιτέρω την παρθένα ομορφιά της.

Η κοινότητα στο Αντίρριο έχει ήδη αρχίσει να αναρωτιέται εάν είναι απαραίτητο να επεκταθεί η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις παραλίες, καθώς πιστεύουν ότι δεν υπάρχουν αρκετά αιολικά πάρκα στις κορυφές των βουνών. Μερικά άτομα αμφισβητούν την ιδέα και εκφράζουν τις ανησυχίες τους.

Σύμφωνα με τις διαθέσιμες πληροφορίες, το θέμα θα συζητηθεί και στο τοπικό όργανο της Ναυπακτίας, αναδεικνύοντας έτσι τη σημασία του. Αναμφίβολα, αυτή η επένδυση έχει τη δυνατότητα να μεταμορφώσει τη γραφική ακτογραμμή του Καλαμακίου σε έναν πραγματικά αξιόλογο και μαγευτικό προορισμό.

Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι η εισαγωγή του πιλοτικού πλωτού φωτοβολταϊκού εργοστασίου κοντά στην παραλία Παλιοβούνα είναι άμεσο αποτέλεσμα της νομοθεσίας που ψηφίστηκε το περασμένο καλοκαίρι από το Υπουργείο Εσωτερικών. Αυτή η νομοθεσία είχε ως στόχο τη δημιουργία δέκα θαλάσσιων φωτοβολταϊκών σταθμών, η καθεμία με ισχύ που κυμαίνεται από μισό μεγαβάτ έως ένα μεγαβάτ.

Αυτές οι πλωτές φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις βρίσκονται υπό ανάπτυξη σε καθορισμένη θαλάσσια περιοχή, η οποία θα μισθωθεί από το κοινό. Οι εγκαταστάσεις θα λειτουργήσουν σε πιλοτική βάση και τους έχει ανατεθεί 20ετής σύμβαση επιχειρησιακής υποστήριξης για να διασφαλιστεί η διαρκής λειτουργία τους.

Ο σχεδιασμός των επίμαχων σταθμών έχει πραγματοποιηθεί κατά τρόπο που αγνοεί τις απαιτήσεις που επιβάλλονται σε άλλα έργα. Αυτοί οι σταθμοί δεν απαιτείται να λάβουν Πιστοποιητικό Παραγωγού ή Πιστοποιητικό Ειδικών Έργων, να υποβληθούν

σε περιβαλλοντική αδειοδότηση, να συμμορφωθούν με τις Τυπικές Περιβαλλοντικές Δεσμεύσεις ή να λάβουν οικοδομική άδεια.

Ουσιαστικά, το νέο θεσμικό πλαίσιο σκιαγραφεί τις προϋποθέσεις και τις απαιτήσεις για την τοποθέτηση πλωτών φωτοβολταϊκών μονάδων στην Ελλάδα, συμπεριλαμβανομένων των απαραίτητων αδειών, των επιλέξιμων εκτάσεων γης και των υποχρεώσεων πληρωμής ενοικίων. Σύμφωνα με το νέο θεσμικό πλαίσιο, η τοποθέτηση πλωτών φωτοβολταϊκών (ΦΒ) σταθμών θα πραγματοποιηθεί σε θαλάσσιες και χερσαίες περιοχές που έχουν λάβει παραχώρηση από το Ελληνικό Δημόσιο. Πριν από την εγκατάσταση και τη λειτουργία, πρέπει να εκδοθεί πιστοποιητικό για την επιβεβαίωση της επιτρεπτής θέσης του σταθμού για περίοδο 22 ετών. Οι επιλέξιμες εκτάσεις γης για παραχώρηση περιλαμβάνουν την ακτή ή την παραλία, τις δημόσιες εκτάσεις, τις δασικές εκτάσεις και τα ακίνητα που διαχειρίζεται το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. Το ελληνικό Δημόσιο δικαιούται μίσθωμα 30 ευρώ ανά στρέμμα ετησίως, το οποίο πρέπει να καταβληθεί ένα μήνα μετά την υπογραφή της σύμβασης μίσθωσης⁸⁸.

⁸⁸ Πηγή :Δυτική Ελλάδα: το πρώτο πλωτό Φωτοβολταϊκό Πάρκο... στον Πατραϊκό. Δημοσιογραφικό ενημερωτικό portal για την ενέργεια. (2022, December 18). <https://energypress.gr/news/dytiki-ellada-PROTO-PLOTO-FOTOBOLTAIKO-PARKO-STON-PATRAIKO> (Ανάκτηση 25/2/ 2023)

7 Συμπεράσματα

Η έναρξη της κλιματικής αλλαγής είναι ήδη εμφανής μέσω της εμφάνισης ακραίων κυμάτων καύσωνα, λιώσιμο των πάγων και ισχυρών καταιγίδων κατά τη θερινή περίοδο. Κατά συνέπεια, η παγκόσμια κοινότητα αναζητά ενεργά εναλλακτικές πηγές ενέργειας που είναι φιλικές προς το περιβάλλον. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν γίνει αναπόσπαστο μέρος της ζωής μας και προβλέπεται να γίνουν ακόμη πιο διαδεδομένες. Ειδικά για την Ελλάδα, υπάρχει σχέδιο για να διασφαλιστεί ότι το 30% της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας στο εγγύς μέλλον θα προέρχεται αποκλειστικά από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ο ήλιος, ως ένας απίστευτα σημαντικός και βιώσιμος πόρος, αξιοποιείται για την ενέργειά του μέσω της χρήσης φωτοβολταϊκών συστημάτων. Αυτά τα συστήματα, γνωστά και ως φωτοβολταϊκά πάνελ, βελτιώνονται σταθερά σε απόδοση χάρη στις εξελίξεις της τεχνολογίας. Κατά συνέπεια, τα φωτοβολταϊκά πάρκα έχουν αναδειχθεί ως μια βιώσιμη εναλλακτική λύση για την παραγωγή ενέργειας σε σύγκριση με τις παραδοσιακές πηγές. Ωστόσο, ένα σημαντικό μειονέκτημα είναι ότι αυτά τα πάρκα απαιτούν τεράστιες εκτάσεις γης, που συχνά αποτελούν πρόκληση, καθώς οι κατάλληλες περιοχές δεν είναι πάντα εύκολα προσβάσιμες⁸⁹.

Το υπό εξέταση πρόβλημα μπορεί να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά μέσω της υλοποίησης πλωτών φωτοβολταϊκών πάρκων. Αυτές οι καινοτόμες ηλιακές εγκαταστάσεις αποτελούν μια πολλά υποσχόμενη νέα εξέλιξη στη σφαίρα των φωτοβολταϊκών συστημάτων, ειδικά σχεδιασμένα για εγκατάσταση στην επιφάνεια τεχνητών υδάτινων σωμάτων όπως τεχνητές λίμνες, λίμνες λατομείων και αρδευτικά κανάλια. Αν και έχουν ομοιότητες με τα παραδοσιακά φωτοβολταϊκά, αυτά τα πλωτά συστήματα διακρίνονται ενσωματώνοντας μια δομή που επιτρέπει στα πάνελ να επιπλέουν. Για να εξασφαλιστεί η σταθερότητα, οι πλωτές κατασκευές ασφαλιζονται στη θέση τους και συνδέονται με το πλέγμα μέσω ενός υποβρύχιου καλωδίου. Η ιδέα των πλωτών φωτοβολταϊκών εισήχθη για πρώτη φορά στην Ιαπωνία το 2007 και γρήγορα κέρδισε την έλξη με την πρώτη εμπορική εγκατάσταση που

⁸⁹ Πηγή: Envinow.gr. (2021, June 21). Πλωτά φωτοβολταϊκά πάρκα, ένα υποσχόμενο και φιλόδοξο εγχείρημα. <https://www.envinow.gr/post/%CF%80%CE%BB%CF%89%CF%84%CE%AC-%CF%86%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CE%AC-%CF%80%CE%AC%CF%81%CE%BA%CE%B1-%CE%AD%CE%BD%CE%B1-%CF%85%CF%80%CE%BF%CF%83%CF%87%CF%8C%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CE%BF-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%86%CE%B9%CE%BB%CF%8C%CE%B4%CE%BF%CE%BE%CE%BF-%CE%B5%CE%B3%CF%87%CE%B5%CE%AF%CF%81%CE%B7%CE%BC%CE%B1> (Ανάκτηση 25/2/ 2023)

πραγματοποιήθηκε στην Καλιφόρνια το 2008, με ένα εντυπωσιακό σύστημα ισχύος με χωρητικότητα 175 kWp ⁹⁰.

Τα πλωτά ηλιακά πάρκα προσφέρουν πολυάριθμα οφέλη σε σχέση με τις παραδοσιακές χερσαίες ηλιακές εγκαταστάσεις. Αυτές οι καινοτόμες δομές παρέχουν μια εναλλακτική λύση στη σπανιότητα γης και μπορούν να αναπτυχθούν σε οποιοδήποτε υδάτινο σώμα, συμπεριλαμβανομένων λιμνοδεξαμενών, λιμνών και ωκεανών. Αυτή η τεχνολογία έχει αποκτήσει τεράστια δημοτικότητα τα τελευταία χρόνια λόγω της ικανότητάς της να αξιοποιεί ανανεώσιμες πηγές ενέργειας από τον ήλιο και την ικανότητά της να παράγει ενέργεια σε μεγάλη κλίμακα. Ένα άλλο βασικό πλεονέκτημα των πλωτών ηλιακών πάρκων είναι η ικανότητά τους να μειώνουν την εξάτμιση του νερού. Σε θερμές και ξηρές περιοχές, η εξάτμιση του νερού είναι μια σημαντική πρόκληση, η οποία μπορεί να προκαλέσει λειψυδρία και να μειώσει την απόδοση της παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας. Ωστόσο, καλύπτοντας μια επιφάνεια νερού με ηλιακούς συλλέκτες, τα πλωτά ηλιακά πάρκα μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση της εξάτμισης του νερού. Αυτή η προσέγγιση μπορεί να βοηθήσει στη διατήρηση των υδάτινων πόρων και στη βελτίωση της συνολικής αποτελεσματικότητας των συστημάτων διαχείρισης του νερού. Συμπερασματικά, τα πλωτά ηλιακά πάρκα προσφέρουν πολλά πλεονεκτήματα έναντι των παραδοσιακών χερσαίων ηλιακών σταθμών. Αυτές οι καινοτόμες δομές μπορούν να βοηθήσουν στη βελτιστοποίηση της χρήσης γης, στη μείωση της εξάτμισης του νερού, στη βελτίωση της απόδοσης και να έχουν χαμηλό περιβαλλοντικό αντίκτυπο. Καθώς η ζήτηση για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας συνεχίζει να αυξάνεται, τα πλωτά ηλιακά πάρκα είναι πιθανό να διαδραματίζουν όλο και πιο σημαντικό ρόλο στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του κόσμου. Επιπλέον, τα πλωτά ηλιακά πάρκα είναι πιο αποδοτικά από τα παραδοσιακά ηλιακά πάρκα. Το νερό είναι ένα εξαιρετικό ψυκτικό και τα πάνελ σε ένα πλωτό ηλιακό πάρκο ψύχονται φυσικά από το νερό που τα περιβάλλει. Αυτό το αποτέλεσμα ψύξης μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση της απόδοσης των ηλιακών συλλεκτών, οδηγώντας σε υψηλότερη απόδοση ισχύος και χαμηλότερο κόστος ενέργειας. Ένα από τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα των πλωτών ηλιακών πάρκων

⁹⁰ Πηγή: Envinow.gr. (2021, June 21). Πλωτά φωτοβολταϊκά πάρκα, ένα υποσχόμενο και φιλόδοξο εγχείρημα. <https://www.envinow.gr/post/%CF%80%CE%BB%CF%89%CF%84%CE%AC-%CF%86%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CE%AC-%CF%80%CE%AC%CF%81%CE%BA%CE%B1-%CE%AD%CE%BD%CE%B1-%CF%85%CF%80%CE%BF%CF%83%CF%87%CF%8C%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CE%BF-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%86%CE%B9%CE%BB%CF%8C%CE%B4%CE%BF%CE%BE%CE%BF-%CE%B5%CE%B3%CF%87%CE%B5%CE%AF%CF%81%CE%B7%CE%BC%CE%B1> (Ανάκτηση 25/2/ 2023)

είναι η ικανότητά τους να βελτιστοποιούν τη χρήση γης. Οι παραδοσιακές ηλιακές εγκαταστάσεις απαιτούν τεράστιες εκτάσεις γης, κάτι που μπορεί να αποτελέσει πρόκληση σε αστικές περιοχές όπου η γη είναι σπάνια. Τα πλωτά ηλιακά πάρκα μπορούν να αναπτυχθούν σε υδάτινα σώματα που δεν χρησιμοποιούνται για άλλους σκοπούς, όπως η παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας ή η άρδευση. Αυτή η προσέγγιση μπορεί να βοηθήσει στην εξοικονόμηση πολύτιμων πόρων γης και στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της παραγωγής ηλιακής ενέργειας. Τέλος, τα πλωτά ηλιακά πάρκα έχουν χαμηλό περιβαλλοντικό αντίκτυπο. Οι παραδοσιακοί σταθμοί ηλιακής ενέργειας απαιτούν τη χρήση τοξικών υλικών όπως το κάδμιο ή ο μόλυβδος, τα οποία μπορεί να έχουν αρνητικές περιβαλλοντικές συνέπειες. Τα πλωτά ηλιακά πάρκα, από την άλλη, χρησιμοποιούν υλικά που είναι λιγότερο επιβλαβή για το περιβάλλον, όπως πυρίτιο και γυαλί. Επιπλέον, αυτές οι δομές μπορούν να παρέχουν ένα βιότοπο για την υδρόβια ζωή, η οποία μπορεί να συμβάλει στην προώθηση της βιοποικιλότητας στο περιβάλλον οικοσύστημα. Διατηρούνται πολύτιμες εκτάσεις γης, κυρίως για γεωργικούς σκοπούς, και το ανέγγιχτο φυσικό τοπίο της ενδοχώρας παραμένει αναλλοίωτο. Αυτό διασφαλίζει την προστασία και τη διατήρηση αυτών των πολύτιμων εδαφών, επιτρέποντάς τους να λειτουργούν ως παραγωγικοί αγροτικοί χώροι διατηρώντας ταυτόχρονα την παρθένα ομορφιά του γύρω φυσικού περιβάλλοντος. Ένα από τα πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών πάνελ είναι ότι έχουν την ικανότητα να μειώνουν την ποσότητα του νερού που εξατμίζεται τόσο από τις φυσικές όσο και από τις ανθρωπογενείς λίμνες. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι αυτά τα πάνελ είναι ικανά να απορροφούν αποτελεσματικά ένα σημαντικό μέρος της ηλιακής ενέργειας. Η διαδικασία ψύξης των φωτοβολταϊκών συστημάτων (PV) συμβαίνει φυσικά και είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική. Ο πλωτός μηχανισμός στον οποίο βρίσκονται είναι κατασκευασμένος από συνθετικό πολυμερές υλικό που δεν έχει αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον ⁹¹.

Τα πλωτά ηλιακά πάρκα αντιμετωπίζουν διάφορες προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν προκειμένου να διασφαλιστεί η επιτυχία και η αποτελεσματικότητά τους. Η εγκατάσταση πλωτών φωτοβολταϊκών συστημάτων δεν είναι κατάλληλη για

⁹¹ Πηγή :Envinow.gr. (2021, June 21). Πλωτά φωτοβολταϊκά πάρκα, ένα υποσχόμενο και φιλόδοξο εγχείρημα. <https://www.envinow.gr/post/%CF%80%CE%BB%CF%89%CF%84%CE%AC-%CF%86%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CE%AC-%CF%80%CE%AC%CF%81%CE%BA%CE%B1-%CE%AD%CE%BD%CE%B1-%CF%85%CF%80%CE%BF%CF%83%CF%87%CF%8C%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CE%BF-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%86%CE%B9%CE%BB%CF%8C%CE%B4%CE%BF%CE%BE%CE%BF-%CE%B5%CE%B3%CF%87%CE%B5%CE%AF%CF%81%CE%B7%CE%BC%CE%B1> (Ανάκτηση 25/2/ 2023)

ανάπτυξη στην επιφάνεια του ωκεανού. Αυτό συμβαίνει επειδή οι παλίρροιες έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην τοποθέτησή τους, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει αστάθεια. Επιπλέον, η απόδοση των πάνελ μπορεί να επηρεαστεί αρνητικά από την παρουσία ισχυρών ανέμων. Το αρχικό κόστος εγκατάστασης και συντήρησης που σχετίζεται με αυτά τα συστήματα είναι υψηλό. Αυτά τα κόστη είναι υψηλά και απαιτούν σημαντική επένδυση εκ των προτέρων. Επιπλέον, τα τρέχοντα έξοδα συντήρησης μπορεί επίσης να είναι αρκετά υψηλά. Έτσι, η οικονομική δέσμευση που απαιτείται για την εγκατάσταση και τη συντήρηση αυτών των συστημάτων είναι υψηλή. Η πλωτή κατασκευή κινδυνεύει από διάβρωση από το νερό και υπάρχουν ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια κατά τη μετάδοση ηλεκτρικής ενέργειας από την επιφάνεια του νερού στην ξηρά. Αυτοί οι παράγοντες θα μπορούσαν να αποτελέσουν σημαντικές προκλήσεις για τη μακροζωία και την επιτυχή λειτουργία της δομής .

Τα πλωτά φωτοβολταϊκά έχουν μεγάλες δυνατότητες στις χώρες της Ανατολικής Ασίας και του Ειρηνικού Ωκεανού, καθώς και σε χώρες με υψηλή πυκνότητα πληθυσμού όπως οι ΗΠΑ, η Βραζιλία και η Ινδία όπου η γη είναι σπάνια. Η σημερινή μεγαλύτερη πλωτή ηλιακή μονάδα της Ευρώπης, που κατασκευάστηκε από την Akuo στη Γαλλία, παράγει μόνο 17 MW ισχύος. Ωστόσο, μια μεγαλύτερη μονάδα ισχύος 27 MW κατασκευάζεται σήμερα στην Ολλανδία. Η ΔΕΗ Ανανεώσιμες και η ΤΕΡΝΑ έχουν υποβάλει αίτηση για πλωτά φωτοβολταϊκά έργα στην Ελλάδα. Αυτές οι επιχειρήσεις στοχεύουν στην αξιοποίηση λιμνών ορυχείων και λιμνών άρδευσης, με συνδυασμένη ισχύ 50 MW και 265 MW. Η επιτυχία αυτών των φιλόδοξων δεσμεύσεων θα παίζει αναμφίβολα κρίσιμο ρόλο στην επιδίωξη της Ευρώπης για βιώσιμες ενεργειακές λύσεις. Μόνο ο χρόνος θα δείξει πώς θα τα πάνε αυτά τα έργα στην πραγματικότητα, αλλά αναμφίβολα σηματοδοτούν ένα σημαντικό βήμα προς τα εμπρός στην πορεία της Ελλάδας προς την υιοθέτηση της καθαρής ενέργειας.

Η πράσινη ενέργεια και η δυνατότητα εξοικονόμησης 20-40% στο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας (το οποίο μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με τη συγκεκριμένη επένδυση) είναι μερικά από τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν τα φωτοβολταϊκά συστήματα όταν χρησιμοποιούνται σε αντλιοστάσια άρδευσης. Αξιοποιώντας τη δύναμη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, αυτά τα συστήματα όχι μόνο συμβάλλουν σε ένα πιο βιώσιμο μέλλον αλλά βοηθούν επίσης τους αγρότες και τις γεωργικές επιχειρήσεις να μειώσουν σημαντικά τις δαπάνες τους που σχετίζονται με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Με την ικανότητα παραγωγής καθαρής ενέργειας και την παροχή ουσιαστικής εξοικονόμησης κόστους, τα φωτοβολταϊκά συστήματα

έχουν αποδειχθεί πολύτιμη και αποτελεσματική λύση για την τροφοδοσία των αντλιοστασίων άρδευσης. Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα της χρήσης φωτοβολταϊκών συστημάτων σε κανάλια και αντλιοστάσια άρδευσης είναι η δυνατότητα για αυξημένη ενεργειακή απόδοση. Αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια, αυτά τα συστήματα μπορούν να μετατρέψουν το ηλιακό φως σε ηλεκτρική ενέργεια, η οποία μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί για την τροφοδοσία διαφόρων λειτουργιών εντός των καναλιών και των αντλιοστασίων. Αυτή η ανανεώσιμη πηγή ενέργειας παρέχει μια αξιόπιστη και σταθερή παροχή ρεύματος, μειώνοντας την εξάρτηση από παραδοσιακές πηγές ενέργειας όπως τα ορυκτά καύσιμα. Ως αποτέλεσμα, η συνολική κατανάλωση ενέργειας και οι εκπομπές άνθρακα που σχετίζονται με αυτές τις εγκαταστάσεις μπορούν να μειωθούν σημαντικά. Υπάρχουν πολλά οφέλη που σχετίζονται με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε κανάλια και αντλιοστάσια άρδευσης. Αυτά τα πλεονεκτήματα περιλαμβάνουν τη δυνατότητα για αυξημένη ενεργειακή απόδοση, εξοικονόμηση κόστους και περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Εκτός από τα οικονομικά πλεονεκτήματα, η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε κανάλια και αντλιοστάσια άρδευσης επιφέρει και περιβαλλοντικά οφέλη. Με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το ηλιακό φως, αυτά τα συστήματα παράγουν καθαρή και πράσινη ενέργεια, μειώνοντας την εξάρτηση από ορυκτά καύσιμα και ελαχιστοποιώντας τις επιβλαβείς εκπομπές. Αυτό συμβάλλει στη διατήρηση του περιβάλλοντος και βοηθά στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής. Επιπλέον, η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάνελ σε κανάλια και αντλιοστάσια μπορεί επίσης να έχει θετικές επιπτώσεις στα τοπικά οικοσυστήματα. Τα πάνελ μπορούν να προσφέρουν σκιά, μειώνοντας τους ρυθμούς εξάτμισης του νερού και δημιουργώντας ένα πιο ευνοϊκό περιβάλλον για τους υδρόβιους οργανισμούς. Αυτό μπορεί να βελτιώσει τη συνολική οικολογική υγεία των καναλιών και να συμβάλει στη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Συμπερασματικά, η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε κανάλια και αντλιοστάσια άρδευσης προσφέρει πολυάριθμα πλεονεκτήματα. Αυτά περιλαμβάνουν αυξημένη ενεργειακή απόδοση, εξοικονόμηση κόστους και περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Αξιοποιώντας τη δύναμη του ήλιου, αυτά τα συστήματα παρέχουν μια αξιόπιστη και καθαρή πηγή ηλεκτρικής ενέργειας, μειώνοντας το αποτύπωμα άνθρακα και προάγοντας ένα πιο βιώσιμο μέλλον. Επιπλέον, η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε κανάλια και αντλιοστάσια άρδευσης μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση κόστους. Η ηλιακή ενέργεια είναι ένας δωρεάν και άφθονος πόρος, εξαλείφοντας την ανάγκη για ακριβές

πηγές καυσίμου. Μόλις γίνει η αρχική επένδυση, το τρέχον λειτουργικό κόστος αυτών των συστημάτων είναι σχετικά χαμηλό, καθώς απαιτούν ελάχιστη συντήρηση και έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής. Αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα σημαντικές οικονομικές οικονομίες για τους φορείς εκμετάλλευσης αυτών των εγκαταστάσεων, οι οποίες μπορούν να επανεπενδυθούν σε άλλες περιοχές ή να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της συνολικής απόδοσης και αποτελεσματικότητας των συστημάτων άρδευσης. Υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα και εξοικονόμηση κόστους που σχετίζονται με την παρουσία ενός μετασχηματιστή μέσης τάσης και την εγγύτητα της εγκατάστασης σε αυτόν. Πρώτον, δεν χρειάζεται καμία δέσμευση καλλιεργήσιμης γης. Επιπλέον, η ύπαρξη του μετασχηματιστή μειώνει την ανάγκη λειτουργίας του και παρατείνει τη συνολική διάρκεια ζωής του. Επιπλέον, η εναπόθεση φυκιών και βρύων στη σκιασμένη περιοχή μειώνεται σημαντικά, με αποτέλεσμα λιγότερες εργασίες συντήρησης που απαιτούνται για τα κανάλια και τις δεξαμενές. Αυτό οδηγεί επίσης σε βελτιωμένη απόδοση στη λειτουργία των αντλιών. Επιπλέον, η ετήσια και ημερήσια εποχικότητα της ζήτησης ευθυγραμμίζεται καλά με τα προφίλ παραγωγής των φωτοβολταϊκών συστημάτων, τα οποία παρουσιάζουν αυξημένη παραγωγή κατά τις καλοκαιρινές και ημερήσιες ώρες. Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι η εξοικονόμηση εξατμισμένου νερού λόγω της σκίασης που παρέχουν τα φωτοβολταϊκά πάνελ. Επιπλέον, υπάρχει οικονομικό πλεονέκτημα μέσω του net-metering. Τέλος, με την παρουσίαση των ευρημάτων αυτής της μελέτης σε ευρωπαϊκό συνέδριο, επιτρέπει την προώθηση και συζήτηση καινοτόμων ιδεών πέρα από τα σύνορα της Ελλάδας. Ο στόχος είναι να εμπνεύσει διάφορους τοπικούς, περιφερειακούς και άλλους οργανισμούς να υποστηρίξουν ενεργά πρωτοβουλίες υποδομής που προάγουν τη βιώσιμη αγροτική ανάπτυξη, ενώ παράλληλα είναι οικονομικά βιώσιμες⁹².

Όσον αφορά την ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών στους αυτοκινητόδρομους, αναπτύχθηκε το σύστημα «ΣΕΛΑΣ» το οποίο αντιπροσωπεύει μια σημαντική ανακάλυψη στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Χρησιμοποιώντας αποτελεσματικά διάφορες πηγές φωτός, αυτό το καινοτόμο σύστημα έχει τη δυνατότητα να παρέχει αυτόνομη και βιώσιμη παραγωγή και αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας σε αυτοκινητόδρομους, ωφελώντας τόσο την υποδομή της σήραγγας όσο και

⁹²Πηγή : Μεγάλα ενεργειακά και περιβαλλοντικά οφέλη από τα φωτοβολταϊκά στην άρδευση. Green Agenda. (2017, November,29).<https://greenagenda.gr/%CE%BC%CE%B5%CE%B3%CE%AC%CE%BB%CE%B1-%CE%B5%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AC-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%B2%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%B9%CE%BA/> (Ανάκτηση 25/2/ 2023)

του σταθμού διοδίων. Ένα επαναστατικό σύστημα γνωστό ως «ΣΕΛΑΣ» έχει αναπτύξει η ΕΚΕΤΑ, ο «Δημόκριτος», η Εγνατία Οδός και το Sunlight. Αυτό το καινοτόμο σύστημα εκμεταλλεύεται διάφορες πηγές φωτός, όπως οι προβολείς σε σήραγγες αυτοκινητοδρόμων, τα φώτα από διερχόμενα οχήματα στους σταθμούς διοδίων και το γενικό φως περιβάλλοντος. Η ανάπτυξη του ΣΕΛΑΣ κατέστη δυνατή μέσω της πρωτοβουλίας «ΕΣΠΑ 2014-2020 - ΕΡΕΥΝΑ - ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ - ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ», που στοχεύει στη δημιουργία ενός αυτόνομου συστήματος συνεχούς παραγωγής και αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση φωτοβολταϊκών σε αυτοκινητόδρομους. Το σύστημα έχει ήδη δοκιμαστεί με επιτυχία στον σταθμό διοδίων «Ανάληψη» στην Εγνατία οδό. Βασικός στόχος του έργου «ΣΕΛΑΣ» είναι ο φωτισμός των σηράγγων με χρήση προβολέων οροφής και των φώτων από διερχόμενα οχήματα. Αντίστοιχα, οι σταθμοί διοδίων μπορούν επίσης να επωφεληθούν από αυτό το σύστημα, καθώς τα φωτοβολταϊκά φωτίζονται από διερχόμενα οχήματα καθώς επιβραδύνουν και πλησιάζουν το γκισέ. Η ενέργεια που συλλέγεται στη συνέχεια κατευθύνεται σε μπαταρίες και χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία του φωτισμού του σταθμού. Ουσιαστικά, το έργο αυτό στοχεύει στη δημιουργία ενεργειακά αυταρκών σηράγγων και σταθμών διοδίων. Σύμφωνα με τους ειδικούς, η εφαρμογή αυτού του συστήματος σε σήραγγες είναι σχετικά πιο εύκολη σε σύγκριση με τους σταθμούς διοδίων, καθώς υπάρχουν ορισμένοι περιορισμοί τοποθέτησης στους τελευταίους. Ωστόσο, εκτιμάται ότι η «ΣΕΛΑΣ» μπορεί να καλύψει περίπου το 30% των ενεργειακών αναγκών των σταθμών διοδίων. Προκειμένου να αξιοποιήσουν την ενέργεια από αυτές τις διαφορετικές πηγές φωτός, οι επιστήμονες που συμμετείχαν στο έργο χρησιμοποίησαν ειδικά φωτοευαίσθητα φωτοβολταϊκά της Solar Bright. Αυτά τα φωτοβολταϊκά είναι μοναδικά στο ότι μπορούν να λειτουργούν ανεξάρτητα από τον προσανατολισμό τους, επιτρέποντάς τους να τοποθετούνται κάθετα, οριζόντια ή υπό γωνία και να χρησιμοποιούν αποτελεσματικά οποιαδήποτε διαθέσιμη πηγή φωτός. Για να βελτιώσουν τις επιδόσεις τους, το Ινστιτούτο Πληροφορικής και Επικοινωνιών του Εθνικού Κέντρου Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης ανέπτυξε υδρόφοβα φίλτρα, γνωστά ως «Δημόκριτος», τα οποία εφαρμόστηκαν στα ειδικά φωτοβολταϊκά. Αυτά τα φίλτρα αποτρέπουν την αντανάκλαση, τη συσσώρευση αλατιού και τα σημεία νερού που προκαλούνται από τις βροχοπτώσεις. Το φως του ήλιου έπαιξε επίσης καθοριστικό ρόλο στο έργο παρέχοντας ειδικές μπαταρίες για την αποθήκευση της συλλεγόμενης ενέργειας. Πριν από αρκετούς μήνες, τα διόδια «Ανάληψη» της Εγνατίας Οδού έγιναν μάρτυρες της οριστικής εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Στην

εκδήλωση παραβρέθηκαν στελέχη της ΕΚΕΤΑ και της Εγνατίας Οδού. Το παραδοσιακό φωτοβολταϊκό σύστημα τοποθετήθηκε στην οροφή του κτιρίου γραφείων διοδίων, ενώ τα φωτοευαίσθητα ειδικά φωτοβολταϊκά τοποθετήθηκαν στρατηγικά σύμφωνα με τους κανονισμούς ασφαλείας της Εγνατίας Οδού. Συγκεκριμένα, τοποθετήθηκαν στην περιοχή έξω από τα κουβούκλια πληρωμής διοδίων, όπου τα οχήματα σταματούν να πραγματοποιούν πληρωμές, μεγιστοποιώντας έτσι τις δυνατότητες αξιοποίησης του φωτός που παράγεται από τα οχήματα. Τα δύο αυτά συστήματα ικανοποιούσαν αποτελεσματικά τις ενεργειακές απαιτήσεις των καθορισμένων φορτίων και μετέφεραν τα σχετικά δεδομένα στην πλατφόρμα «ΣΕΛΑΣ». Αυτή η πλατφόρμα παρέχει μια φιλική προς τον χρήστη διεπαφή που παρουσιάζει τα δεδομένα με έναν καλά οργανωμένο τρόπο για εύκολη κατανόηση. Επιπλέον, μέσω της χρήσης προηγμένων αλγορίθμων πρόβλεψης, διαχείρισης και βελτιστοποίησης, μπορεί να προβλεφθεί με ακρίβεια η κατανάλωση ενέργειας των φωτοβολταϊκών συστημάτων και μονάδων αποθήκευσης και να εντοπιστούν προληπτικά τυχόν πιθανά σφάλματα ⁹³.

Το σύστημα «ΣΕΛΑΣ» αναμένεται να αποφέρει πολλά πλεονεκτήματα σε μεγάλους αυτοκινητόδρομους. Αυτά τα οφέλη περιλαμβάνουν τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων με την παραγωγή πράσινης ενέργειας, τη μείωση των δαπανών ηλεκτρικής ενέργειας και την περαιτέρω βελτιστοποίηση της εξοικονόμησης ενέργειας μέσω της χρήσης μιας έξυπνης πλατφόρμας διαχείρισης. Επιπρόσθετα, η εφαρμογή του συστήματος «SELAS» αναμένεται να δημιουργήσει νέες άκρως εξειδικευμένες ευκαιρίες απασχόλησης και να μειώσει την εμφάνιση ατυχημάτων σε επικίνδυνες περιοχές με τη χρήση προειδοποιητικών πινακίδων που υποστηρίζονται από το σύστημα. Αυτό θα οδηγήσει επίσης σε μείωση του ασφαλιστικού κόστους που σχετίζεται με τροχαία ατυχήματα, ενισχύοντας τελικά τον συνολικό του ρόλο.

⁹³Πηγή : team, A. (2023) Ελληνική πατέντα: Ενέργεια από τα φώτα των αυτοκινήτων - τι είναι το 'Σελας', Autotypos.gr by Quattroruote. Available at: <https://www.autotypos.gr/auto-news/elliniki-patenta-energeia-apo-ta-fota-ton-aftokiniton-ti-einai-to-selas/> (Ανάκτηση 25/6/ 2023)

8 Βιβλιογραφία

- [1] “εργο πνοής που θα μηδενίσει το κόστος άρδευσης.” ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ. (n.d). <https://www.eleftheria.gr/%CE%B1%CE%B3%CF%81%CE%BF%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC/item/332645-%C2%AB%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%BF-%CF%80%CE%BD%CE%BF%CE%AE%CF%82-%CF%80%CE%BF%CF%85-%CE%B8%CE%B1-%CE%BC%CE%B7%CE%B4%CE%B5%CE%BD%CE%AF%CF%83%CE%B5%CE%B9-%CF%84%CE%BF-%CE%BA%CF%8C%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%82-%CE%AC%CF%81%CE%B4%CE%B5%CF%85%CF%83%CE%B7%CF%82%CE%BB.html>
- [2] aegeanmotorway.gr. «Ετήσια έκθεση περιβαλλοντικής διαχείρισης». Διαθέσιμο διαδικτυακά: https://www.aegeanmotorway.gr/wp-content/uploads/2020/06/Annual_Environmental_Report_2019.pdf. [Ανάκτηση 25/11/2021]
- [3] Bahaidarah H, Subhan A, Gandhidasan P, Rehman S. Performance evaluation of a PV (photovoltaic) module by back surface water cooling for hot climatic conditions. Energy.
- [4] Bellini, E. (2022, June 7). Project to deploy 160 MW solar array on Spanish Canal moves forward. pv magazine International. <https://www.pv-magazine.com/2022/06/07/project-to-deploy-160-mw-solar-array-on-spanish-canal-moves-forward/>
- [5] Bradley, S. (2023, March 16). Can solar panels on highways accelerate the supply of green energy?. SWI swissinfo.ch. <https://www.swissinfo.ch/eng/sci-tech/can-solar-panels-on-highways-accelerate-the-supply-of-green-energy-/47121004>
- [6] Capital.gr. (n.d.). Γιατί επενδύουν στα πλωτά φωτοβολταϊκά ΔΕΗ και Τέρνα Ενεργειακή. Capital.gr. <https://www.capital.gr/epixeiriseis/3520091/giati-ependuoun-sta-plota-fotovoltaika-dei-kai-terna-energeiaki>
- [7] Chen, Z., Jiang, M., Qi, L., Wei, W., Yu, Z., Wei, W., Yu, X., & Yan, J. (2022). Using existing infrastructures of high-speed railways for photovoltaic electricity generation.

- Resources, Conservation and Recycling, 178, 106091.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.106091>
- [8] Dai, Y., Yin, Y., & Lu, Y. (2021). Strategies to facilitate photovoltaic applications in road structures for energy harvesting. *Energies*, 14(21), 7097.
<https://doi.org/10.3390/en14217097>
- [9] Deboutte, G. (2022, August 23). Switzerland wants to deploy solar along Highways. *pV magazine International*. <https://www.pv-magazine.com/2022/08/23/switzerland-wants-to-deploy-solar-along-highways/>
- [10] Distributed Photovoltaic Power Station seen at xiong'an railway station. (n.d.).
https://english.www.gov.cn/news/photos/202209/11/content_WS631d1aa2c6d0a757729dfdc0.html
- [11] Dpelf. (2021, January 25). Πλωτά φωτοβολταϊκά στον Αχελώο : Η τεχνολογία και τα πλεονεκτήματα που κάνουν ελκυστικό το Project. *ΑγρίνιοCulture*.
<https://www.agrinoculture.gr/2021/01/25/plota-fotovoltaika-ston-acheloo-i-technologie-kai-ta-pleonektimata-poy-kanoun-elkystiko-to-project/>
- [12] Dpelf. (2021, January 25). Πλωτά φωτοβολταϊκά στον Αχελώο : Η τεχνολογία και τα πλεονεκτήματα που κάνουν ελκυστικό το Project. *ΑγρίνιοCulture*.
<https://www.agrinoculture.gr/2021/01/25/plota-fotovoltaika-ston-acheloo-i-technologie-kai-ta-pleonektimata-poy-kanoun-elkystiko-to-project/>
- [13] Enkhardt, S. (2021, December 21). Solar for railways. *pV magazine International*.
<https://www.pv-magazine.com/2021/12/21/solar-for-railways/>
- [14] Envinow.gr. (2021, June 21). Πλωτά φωτοβολταϊκά πάρκα, ένα υποσχόμενο και φιλόδοξο εγχείρημα. [envinow.gr.
<https://www.envinow.gr/post/%CF%80%CE%BB%CF%89%CF%84%CE%AC-%CF%86%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CE%AC-%CF%80%CE%AC%CF%81%CE%BA%CE%B1-%CE%AD%CE%BD%CE%B1-%CF%85%CF%80%CE%BF%CF%83%CF%87%CF%8C%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CE%BF-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%86%CE%B9%CE%BB%CF%8C%CE%B4%CE%BF%CE%BE%CE%BF-%CE%B5%CE%B3%CF%87%CE%B5%CE%AF%CF%81%CE%B7%CE%BC%CE%B1>](https://www.envinow.gr/post/%CF%80%CE%BB%CF%89%CF%84%CE%AC-%CF%86%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CE%AC-%CF%80%CE%AC%CF%81%CE%BA%CE%B1-%CE%AD%CE%BD%CE%B1-%CF%85%CF%80%CE%BF%CF%83%CF%87%CF%8C%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CE%BF-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%86%CE%B9%CE%BB%CF%8C%CE%B4%CE%BF%CE%BE%CE%BF-%CE%B5%CE%B3%CF%87%CE%B5%CE%AF%CF%81%CE%B7%CE%BC%CE%B1)

- [15] Esteban MD, Diez JJ, López JS, Negro V. Why offshore wind energy? *Renewable Energy*. 2011;36:444-50.
- [16] European Commission. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council. *Official Journal of the European Union*. 2009.
- [17] Ferrer-Gisbert C, Ferrán-Gozálvez JJ, Redón-Santafé M, Ferrer-Gisbert P, Sánchez-Romero FJ, Torregrosa-Soler JB. A new photovoltaic floating cover system for water reservoirs. *Renewable Energy*. 2013;60:63-70.
- [18] Gerretsen, I. (2023, April 13). The floating solar panels that track the sun. *BBC Future*. <https://www.bbc.com/future/article/20221116-the-floating-solar-panels-that-track-the-sun>
- [19] Goncalves, J. E., van Hooff, T., & Saelens, D. (2020). A physics-based high-resolution BIPV model for building performance simulations. *Solar Energy*, 204, 585–599. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.04.057>
- [20] Grossman, D. (2023, March 13). Three years later, the french solar road is a total flop. *Popular Mechanics*. <https://www.popularmechanics.com/technology/infrastructure/a28720252/french-solar-road-failure/>
- [21] helapco.gr, (2013). « Φωτοβολταϊκά –Ένας πρακτικός τεχνικός οδηγός» Διαθέσιμο διαδικτυακά https://helapco.gr/pdf/PV_Guide_Aug_2013.pdf
- [22]. <https://globalsolaratlas.info/download/greece>
- [23]. <https://globalsolaratlas.info/map?c=34.954047,127.543445,11&s=34.954047,127.543445&m=site>
- [24]. <https://globalsolaratlas.info/map?c=38.386611,-7.357407,11&s=38.385093,-7.346731&m=site>
- [23]. <https://globalsolaratlas.info/map?c=39.111948,116.062317,9&s=39.055576,116.154145&m=site>
- [26]. <https://globalsolaratlas.info/map?c=46.161761,7.009277,9&s=46.123241,7.096604&m=site>
- [27]. <https://globalsolaratlas.info/map?c=50.885709,10.096436,7&s=34.954047,127.543445&m=site>

- [28]. <https://globalsolaratlas.info/map?c=51.916532,4.09996,11&s=51.926908,4.067001&m=site>
- [29]. [https://iea.blob.core.windows.net/assets/830fe099-5530-48f2-a7c1-11f35d510983/WorldEnergyOutlook2022 \(page 278\) .pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/830fe099-5530-48f2-a7c1-11f35d510983/WorldEnergyOutlook2022%20(page%20278).pdf)
- [30]. [https://iea.blob.core.windows.net/assets/830fe099-5530-48f2-a7c1-11f35d510983/WorldEnergyOutlook2022 \(page 278\).pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/830fe099-5530-48f2-a7c1-11f35d510983/WorldEnergyOutlook2022%20(page%20278).pdf)
- [31]. <https://ourworldindata.org/grapher/electricity-production-by-source>
- [32]. https://www.aegeanmotorway.gr/wp-content/uploads/2019/12/CSR_2018.pdf
- [33] <https://www.aodos.gr/>
- [34] <https://www.aodos.gr/>
- [35] <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-temperature#:~:text=Earth's%20temperature%20has%20risen%20by,based%20on%20NOAA's%20temperature%20data>
- [36] <https://www.evros-news.gr/2021/07/17/%CE%B5%CE%B3%CE%BD%CE%B1%CF%84%CE%AF%CE%B1-%CE%BF%CE%B4%CF%8C%CF%82-%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CF%80%CE%B1%CE%AF%CF%81%CE%BD%CE%B5%CE%B9-%CE%B7-%CE%B3%CE%B5%CE%BA-%CF%84%CE%B5%CF%81%CE%BD%CE%B1-%CE%BC/>
- [37] <https://www.iea.org/articles/greece-climate-resilience-policy-indicator>
- [38] <https://www.iea.org/reports/power-systems-in-transition/electricity-security-matters-more-than-ever>
- [39] <https://www.iea.org/reports/power-systems-in-transition/electricity-security-matters-more-than-ever>
- [40] https://www.moreas.com.gr/arxiki_selida_media_gallery_fotografies/
- [41] <https://www.oponeo.ie/blog/motorways-in-europe>
- [42] <https://www.pv-magazine.com/2021/06/08/indian-highway-to-host-250-mw-solar-plant/>
- [43] <https://www.pv-magazine.com/2022/11/08/vattenfall-to-build-solar-array-along-dutch-highway/>
- [44] <https://www.pv-magazine-india.com/2022/06/11/the-long-read-canal-top-solar-solutions/>

- [45] <https://www.solarfeeds.com/mag/will-solar-highways-pave-the-way-to-the-future/>
- [46] <https://www.solarfeeds.com/mag/will-solar-highways-pave-the-way-to-the-future/>
- [47] <https://www.yraithros.gr/monopatia-iliakon-syllekton-kanalia-ardeysis-na-perioristei-spatali-gis-ypsilis-paragogikotitas-proteinei-kede/>
- [48] <https://yearbook.enerdata.net/electricity/share-electricity-final-consumption.html>
- [49] Iea. (n.d.). Greece Climate Resilience Policy Indicator – analysis. IEA. <https://www.iea.org/articles/greece-climate-resilience-policy-indicator>
- [50] Mibet china xiong’an railway station rooftop PV project completed construction. Mibet. (2022, November 3). <https://www.mbtenergy.com/mibet-xiong-an-railway-station-rooftop-pv-project>
- [51] Muñoz-Cerón, E., Osorio-Aravena, J. C., Rodríguez-Segura, F. J., Frolova, M., & Ruano-Quesada, A. (2023). Floating photovoltaics systems on water irrigation ponds: Technical potential and multi-benefits analysis. *Energy*, 271, 127039. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.127039>
- [52] Ozdemir, D. (2021, July 1). South Korean 20-mile solar “Bike Highway” generates electricity. South Korean 20-Mile Solar Bike Highway Generates Electricity. <https://interestingengineering.com/innovation/south-korean-20-mile-solar-bike-highway-generates-electricity>
- [53] plaza.gr. «Φωτοβολταϊκό Πάnel Μονοκρυσταλλικού πυριτίου 15 WATT 12V με Πλαίσιο Αλουμινίου Solar PANEL BAO-1520OEM. » Διαθέσιμο διαδικτυακά <https://plaza24.gr/fotovoltaiko-panel-monokrystalikou-pyritioy-15-watt-12v-me-plaisio-alouminiou-solar-panel-bao-1520-oem.html>. [Ανάκτηση23/11/2021]
- [54] polycrystalline-solarpanel.com. «Πολυκρυσταλλικό ηλιακό πλαίσιο πυριτίου 42.5v 300wat». Διαθέσιμο διαδικτυακά: <http://greek.polycrystalline-solarpanel.com/sale-12030133-polycrystalline-silicon-solar-cells-300-watt-solar-panel.html>. [Ανάκτηση:23/11/2021]
- [55] Pressroom (2023). Τα φωτοβολταϊκά μπορούν να καλύψουν ενεργειακά διόδια και τούνελ, CarGuys. Available at: <https://carguys.gr/ta-fotovoltaika-mporoun-na-kalipsoyn-energeiaka-diodia-kai-tounel/> (Accessed: 23 June 2023).
- [56] Roger Bales. Distinguished Professor of Engineering. (2023, February 16). First Solar Canal project is a win for water, energy, air and climate in California. *The Conversation*.

<https://theconversation.com/first-solar-canal-project-is-a-win-for-water-energy-air-and-climate-in-california-177433>

- [57] selasenergy.gr. «Φωτοβολταϊκά στοιχεία άμορφου πυριτίου (Amorphous ή Thin film Silicon, a-Si)». Διαθέσιμο διαδικτυακά: https://selasenergy.gr/fv_systems.php#bookmark3. [Ανάκτηση 23/11/2021]
- [58] Sliz-Szkliniarz B. Assessment of the renewable energy-mix and land use trade-off at a regional level: A case study for the Kujawsko–Pomorskie Voivodship. *Land Use Policy*. 2013;35:257-70.
- [59] team, A. (2023) Ελληνική πατέντα: Ενέργεια από τα φώτα των αυτοκινήτων - τι είναι το 'Σελας', Autotypos.gr by Quattroruote. Available at: <https://www.autotypos.gr/auto-news/elliniki-patenta-energeia-apo-ta-fota-ton-aftokiniton-ti-einai-to-selas/> (Accessed: 23 June 2023).
- [60] Trapani K, Millar DL, Smith HCM. Novel offshore application of photovoltaics in comparison to conventional marine renewable energy technologies. *Renewable Energy*. 2013;50:879-88
- [61] Trapani K, Millar DL. Proposing offshore photovoltaic (PV) technology to the energy mix of the Maltese islands. *Energy Conversion and Management*. 2013;67:18-26.
- [62] Turney D, Fthenakis V. Environmental impacts from the installation and operation of large-scale solar power plants. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2011;15:3261-70.
- [63] Victoria, M., Zhu, K., Brown, T., Andresen, G., & Greiner, M. (2020). Early Decarbonisation of the European Energy System Pays Off. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-37721/v1>
- [64] www.aodos.gr. «Εκθέσεις βιώσιμης ανάπτυξης». Διαθέσιμο διαδικτυακά: <https://www.aodos.gr/etairiki-ipeuthunotita/ektheseis-etairikis-ipeuthunotitas-aeiforos-anaptuxi/>. [Ανάκτηση 18/11/2021]
- [65] Z. B. Alam M, Ohgaki S. Evaluation of UV-radiation and its residual effect for algal growth control. In: Tomonori M, Keisuke H, Satoshi T, Hiroyasu Satoh A2 - Tomonori Matsuo KHST, Hiroyasu S, editors. *Advances in Water and Wastewater Treatment Technology*. Amsterdam: Elsevier Science B.V.; 2001. p. 109-17.

- [66] ΑπόNewsroom. (2022, October 31). Μονοπάτια ηλιακών συλλεκτών τα κανάλια της άρδευσης. Energymag.gr. https://energymag.gr/news/energeia/monopatia-iliakon-syllekton-ta-kanalia-tis-ardefsis/?utm_source=rss&utm_medium=rss&utm_campaign=monopatia-iliakon-syllekton-ta-kanalia-tis-ardefsis
- [67] Δυτική Ελλάδα: το πρώτο πλωτό Φωτοβολταϊκό Πάρκο... στον Πατραϊκό. Δημοσιογραφικό ενημερωτικό portal για την ενέργεια. (2022, December 18). <https://energypress.gr/news/dytiki-ellada-proto-ploto-fotovoltaiko-parko-ston-patraiko>
- [68] Μεγάλα ενεργειακά και περιβαλλοντικά οφέλη από τα φωτοβολταϊκά στην άρδευση. GreenAgenda.(2017,November29). <https://greenagenda.gr/%CE%BC%CE%B5%CE%B3%CE%AC%CE%BB%CE%B1-%CE%B5%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AC-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%B2%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%B9%CE%BA/>
- [69] Ο μονόδρομος της πράσινης μετάβασης. The Green Tank. (2022, August 12). <https://thegreentank.gr/2022/12/08/o-monodromos-tis-prasinis-metavasis/>
- [70] Ο μονόδρομος της πράσινης μετάβασης. The Green Tank. (2022, August 12). <https://thegreentank.gr/2022/12/08/o-monodromos-tis-prasinis-metavasis/>
- [71] Χατζηγεωργίου, Α.Χ., (2018). «Τεχνικοοικονομική ανάλυση και σχεδίαση αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών απομακρυσμένης αγροτικής εγκατάστασης». Διπλωματική Εργασία.Ε.Μ.Π.