



## Αιολική Ενέργεια και Κυκλική Οικονομία

γράφουν ο Παναγιώτης Παπασταματίου και η Έφη Καρρά\*

***Ο αιολικός κλάδος έχει δεσμευτεί στην κυκλική οικονομία. Ήδη, τα υλικά μιας ανεμογεννήτριας ανακυκλώνονται κατά 85-90%. Πρόκληση αποτελούν τα πτερύγια εξαιτίας των σύνθετων υλικών που απαιτούνται για την κατασκευή τους.***

Η δεκαετία που διανύουμε είναι εξαιρετικά κρίσιμη για το μέλλον. Καλούμαστε καθημερινά να προσαρμοστούμε στο δυναμικό περιβάλλον στο οποίο ζούμε. Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει σήμερα η ανθρωπότητα είναι η κλιματική κρίση η οποία γίνεται ολοένα και πιο έντονη. Η ριζική αλλαγή του οικονομικού μοντέλου είναι επιβεβλημένη. Η αιολική ενέργεια και γενικότερα οι Α.Π.Ε, η εξοικονόμηση ενέργειας, η κυκλική οικονομία, και τελικώς η απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα θα διαδραματίσουν πρωταρχικό ρόλο προκειμένου να επιτευχθεί η μετάβαση προς ένα βιώσιμο μέλλον.

Η εξοικονόμηση πόρων και ενέργειας αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για το μέλλον. Η αρχή «κάνε περισσότερα με λιγότερα» εφαρμόζεται ήδη σε πολλούς τομείς της οικονομίας. Στο πλαίσιο της Πράσινης Συμφωνίας, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε ένα Σχέδιο Δράσης<sup>[1]</sup> για την κυκλική οικονομία που συνάδει με τον στόχο για κλιματική ουδετερότητα έως το 2050 και εστιάζει στη μείωση της σπατάλης των πόρων, στην επαναχρησιμοποίηση των υλικών και στην παραγωγή ενέργειας από απόβλητα παραγωγικών διαδικασιών. Ο αιολικός κλάδος έχει δεσμευτεί στην κυκλική οικονομία. Ήδη, τα υλικά μιας ανεμογεννήτριας ανακυκλώνονται κατά 85-90%. Πρόκληση αποτελούν τα πτερύγια εξαιτίας των σύνθετων υλικών που απαιτούνται για την κατασκευή τους. Πρόκειται για υλικά σαν αυτά που χρησιμοποιούνται στα θαλάσσια σκάφη και που μέχρι σήμερα μπορούν να τύχουν κατάλληλης διαχείρισης ή να διατεθούν για δευτερογενείς χρήσεις στο σύνολό τους<sup>[2]</sup>. Ένα αντίστοιχο παράδειγμα αποτελεί η πρωτοβουλία της ΔΕΗ Ανανεώσιμες, σε συνεργασία με τον Δήμο Τρικάλων, τη ΡΑΕ και την ΕΛΕΤΑΕΝ, να μετατρέψει παλαιά πτερύγια ανεμογεννητριών σε «έπιπλα κήπου» και παγκάκια τα οποία εγκατέστησε στον χώρο αναψυχής του Μύλου των Ξωτικών<sup>[3]</sup>.



Ήδη πολλές κατασκευάστριες εταιρείες ανεμογεννητριών έχουν ανακοινώσει ερευνητικά προγράμματα για την ανακύκλωση υφιστάμενων πτερυγίων ή και την ανάπτυξη νέου είδους υλικών

Σύμφωνα με εκτιμήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης Βιομηχανίας των Συνθετικών Υλικών (EuCIA), μέχρι το 2025, ο αιολικός κλάδος, παρά την ακόμα μεγαλύτερη ανάπτυξη που αναμένεται να γνωρίσει τα επόμενα χρόνια, θα είναι υπεύθυνος μόνο για το 10% των συνθετικών αποβλήτων παγκοσμίως. Παρόλο που το ποσοστό αυτό είναι μικρό, ο κλάδος επιδιώκει να φτάσει στο 100% την ανακύκλωση και ήδη γίνονται αξιόλογες προσπάθειες προς την επίτευξη αυτού του στόχου.

Όπως αναφέρθηκε, μεγάλη πρόκληση παραμένουν τα πτερύγια, καθώς αποτελούνται από θερμοσκληρυνόμενα σύνθετα υλικά τα οποία είναι δύσκολο και αρκετά κοστοβόρο να ανακυκλωθούν. Εντούτοις, υπάρχουν διάφορες τεχνικές ανακύκλωσης ή διαχείρισης πτερυγίων, όπως η συν-επεξεργασία στη βιομηχανία τσιμέντου, η μηχανική επεξεργασία, η πυρόλυση, το high voltage pulse fragmentation, η σολβόλυση, η αεροποίηση και η αποτέφρωση σε μια εγκατάσταση βιομηχανικής ανακύκλωσης. Παρόλ' αυτά, οι τεχνικές αυτές δεν είναι αρκετά ώριμες ακόμα και τα προϊόντα που προκύπτουν είναι αρκετά πιο υποβαθμισμένης αξίας σε σχέση με τα αρχικά. Για αυτό τον λόγο, ολοένα και περισσότερες επιχειρήσεις, σε συνεργασία με την επιστημονική κοινότητα, προσπαθούν να βρουν καλύτερες απαντήσεις σε αυτή την πρόκληση. Ήδη πολλές κατασκευάστριες εταιρείες ανεμογεννητριών έχουν ανακοινώσει ερευνητικά προγράμματα για την ανακύκλωση υφιστάμενων πτερυγίων ή και την ανάπτυξη νέων πτερυγίων – κάτι που όταν ολοκληρωθεί, θα αποτελέσει ορόσημο στο σύνθετο πρόβλημα της ανακύκλωσης των πτερυγίων των ανεμογεννητριών και θα καταστήσει τον κλάδο πλήρως ανακυκλώσιμο. Στο πλαίσιο αυτών των έργων (DecomBlades<sup>[4]</sup>, CETEC<sup>[5]</sup>, ZEBRA<sup>[6]</sup>), έχουν ήδη ανακοινωθεί τα πρώτα πτερύγια από ανακυκλώσιμα υλικά. Οι τεχνολογίες

αυτές μάλιστα θα μπορούσαν να αποτελέσουν λύση και σε άλλους κλάδους της βιομηχανίας όπου χρησιμοποιούνται αντίστοιχα υλικά, όπως στη ναυσιπλοΐα, την αεροπλοΐα κ.α.

Περαιτέρω, οι ανεμογεννήτριες έχουν απολύτως θετικό περιβαλλοντικό και ενεργειακό ισοζύγιο. Μια ανεμογεννήτρια προκαλεί εκπομπές 10-11 g CO<sub>2</sub>eq για κάθε κιλοβατώρα ηλεκτρισμού που παράγει σε αντίθεση με τα 1000 g CO<sub>2</sub>eq/kWh του άνθρακα. Η ανεμογεννήτρια αποσοβεί τις εκπομπές αυτές μέσα στους πρώτους 5-12 μήνες λειτουργίας της, ανάλογα με τον τύπο και την ισχύ της<sup>[7]</sup>. Η πλειονότητα των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τις ανεμογεννήτριες οφείλεται στις πρώτες ύλες που απαιτούνται για την κατασκευή τους. Ο χάλυβας και το αλουμίνιο, απαραίτητα συστατικά για την κατασκευή του πυλώνα, ευθύνονται για τον κύριο όγκο των εκπομπών, καθώς για την παραγωγή τους απαιτείται καύση μεταλλουργικού άνθρακα<sup>[8]</sup>. Οι εκπομπές αυτές αποτελούν όμως ελάχιστο ποσοστό (<1%-2%) του συνόλου των εκπομπών ορυκτών καυσίμων παγκοσμίως. Ωστόσο, υπάρχουν περιθώρια περαιτέρω μείωσης, με την εξέλιξη της τεχνολογίας και την εύρεση νέων μεθόδων. Στόχος είναι τα υλικά αυτά να αντικατασταθούν από υλικά που παράγονται με πιο «πράσινες» μεθόδους, βελτιώνοντας ακόμα περισσότερο το περιβαλλοντικό ισοζύγιο και εφαρμόζοντας τις αρχές της κυκλικής οικονομίας.

Στην ΕΛΕΤΑΕΝ προσπαθούμε να ενημερώσουμε και να επικοινωνήσουμε τις αλήθειες για την αιολική ενέργεια με απλότητα και επιστημονική τεκμηρίωση. Έχουμε αναλάβει την πρωτοβουλία [ask4wind](https://ask4wind.gr) η οποία απαντά σε 22 μύθους που διασπείρονται ενάντια στην αιολική ενέργεια. Ένας από αυτούς αφορά την ανακύκλωση και την κυκλική οικονομία<sup>[9]</sup>. Μπορείτε να επισκοπήσετε και να μελετήσετε όλες τις πηγές που έχουν αναρτηθεί εκεί<sup>[10]</sup> ή να αναζητήσετε την σχετική έκθεση της Ευρωπαϊκής Ένωσης Αιολικής Ενέργειας WindEurope<sup>[11]</sup>. Γενικότερα, για το τι συμβαίνει στα αιολικά πάρκα όταν τελειώσει η διάρκεια ζωής τους μπορείτε να επισκεφθείτε την ιστοσελίδα της ΕΛΕΤΑΕΝ όπου έχουν αναρτηθεί οι παρουσιάσεις και τα βίντεο από την πρόσφατη ημερίδα<sup>[12]</sup> που διοργάνωσε η ΕΛΕΤΑΕΝ για την κυκλική οικονομία και την ανακύκλωση των ανεμογεννητριών.

[1] <https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2020/10/CEAP.pdf>

[2] <https://ask4wind.gr/cons-myth04/>

[3] <https://eletaen.gr/deltio-typou-i-aioliki-energeia-sto-milo-twn-xwtikwn/>

[4] <https://innovationsfonden.dk/da/nyheder-presse-og-job/decomblades-consortium-awarded-funding-large-cross-sector-wind-turbine-blade>

[5] <https://www.vestas.com/en/media/company-news?n=3974601#!NewsView>

[6] <https://www.lmwindpower.com/en/sustainability/zero-waste-blades>

[7] <https://ask4wind.gr/climate-myth03/>

[8] <https://www.forbes.com/sites/christopherhelman/2021/04/28/how-green-is-wind-power-really-a-new-report-tallies-up-the-carbon-cost-of-renewables/?sh=1ae848a073cd>

[9] <https://ask4wind.gr/cons-myth04/>

[10] <https://ask4wind.gr/sources/#source4-8>

[11] <https://ask4wind.gr/wp-content/uploads/2021/03/WindEurope-Accelerating-wind-turbine-blade-circularity.pdf>

[12] <https://eletaen.gr/e-workshop-aioliki-energeia-kai-kukliki-oikonomia/>

\* Ο Παναγιώτης Παπασταματίου είναι Διευθυντής Ανάπτυξης και Επικεφαλής του Χρηματοοικονομικού τομέα του Ομίλου ENTEKA. Επιπλέον, είναι Γενικός Διευθυντής της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Αιολικής Ενέργειας ΕΛΕΤΑΕΝ. Έχει μεγάλη εμπειρία στην ανάπτυξη ενεργειακών έργων στην Ελλάδα και στα Βαλκάνια με ιδιαίτερη έμφαση και βαθιά γνώση της αιολικής ενέργειας. Στο παρελθόν εργάστηκε ως σύμβουλος του Υπουργείου Ανάπτυξης καθώς και για άλλες δημόσιες και ιδιωτικές επιχειρήσεις. Είναι Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός ΕΜΠ με Διδακτορικό Δίπλωμα στην Επιχειρησιακή Έρευνα και Ενεργειακή Πολιτική και Σχεδιασμό και μεταπτυχιακά μαθήματα στα Οικονομικά και Διοίκηση στο Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Είναι εκλεγμένο μέλος του Διοικητικού Συμβουλίου του Ελληνικού Συνδέσμου Ηλεκτροπαραγωγών από ΑΠΕ, ΕΣΗΑΠΕ.

\* Η Έφη Καρρά είναι πτυχιούχος Γεωλόγος- Γεωπεριβαλλοντολόγος του ΕΚΠΑ, με κατεύθυνση την Γεωλογική έρευνα & τη Διαχείριση των Φυσικών πόρων. Διαθέτει τίτλο μεταπτυχιακών σπουδών στις Στρατηγικές Διαχείρισης Περιβάλλοντος, Καταστροφών και Κρίσεων με ειδίκευση την προστασία και την αποκατάσταση του περιβάλλοντος. Έχει συμμετάσχει στην ερευνητική ομάδα σε Εφαρμοσμένο Ερευνητικό Πρόγραμμα «Οργανωτικό & Διαχειριστικό Πρωτόκολλο Αντιμετώπισης Δασικών Πυρκαγιών για την Π.Ε.Δ.Α.». Αποτελεί μέλος της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας και του Γεωτεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (ΓΕΩΤ.Ε.Ε.). Έχει συμμετάσχει στο παρελθόν σε γεωλογικές, γεωτεχνικές και περιβαλλοντικές μελέτες ιδιωτικών και δημοσίων έργων, ενώ τώρα εργάζεται ως βοηθός του Γενικού Διευθυντή της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Αιολικής Ενέργειας.