

ΠΛΗΡΕΣ ΚΕΙΜΕΝΟ-ΑΝΑΛΥΣΗ

Με στόχο τη δραστική μείωση εκπομπών αερίων ρύπων του θερμοκηπίου για την αντιμετώπιση της ραγδαίας κλιματικής αλλαγής, η χώρα μας στο πλαίσιο υιοθέτησης αναπτυξιακής και περιβαλλοντικής πολιτικής σύμφωνα με τον σχετικό ευρωπαϊκό ενεργειακό σχεδιασμό, έθεσε με τον νόμο 3851/2010 (ΦΕΚ Α' 85/4-6-2010) ως εθνικό στόχο μέχρι το έτος 2020, τη διείσδυση των ΑΠΕ σε ποσοστό 40 % επί της ακαθάριστης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Με χρονικό ορίζοντα το έτος 2020, η αναλογία εγκατεστημένης ισχύος ανά τεχνολογία ΑΠΕ προσδιορίστηκε με την υπουργική απόφαση Φ1/οικ.19598/2010 (ΦΕΚ Β' 1630/11-10-2010), σύμφωνα με την οποία η ανάπτυξη και εγκατάσταση 2,2 GW φ/β συστημάτων στην ελληνική επικράτεια είναι αναγκαία προϋπόθεση, ώστε να τηρηθεί η προαναφερθείσα εθνική δέσμευση. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι η συγκεντρωτική εγκατεστημένη ισχύς φ/β συστημάτων σε παγκόσμιο επίπεδο το έτος 2014 ανέρχεται, όπως προκύπτει από τα δημοσιευμένα στοιχεία αναλύσεων οργανισμών ενέργειας και εταιριών έρευνας αγοράς [1], σε 178 GW (επαρκεί για να εξασφαλίσει περίπου το 1 % της τρέχουσας ενεργειακής ζήτησης του πλανήτη), μέγεθος το οποίο προβλέπεται το έτος 2020 να υπερβεί το κατώφλι των 500 GW. Σύμφωνα με τα τελευταία στατιστικά στοιχεία του ΣΕΦ [2], η εγκατεστημένη ισχύς φ/β συστημάτων στο σύνολο της ελληνικής επικράτειας στο τέλος του έτους 2015 υπολογίζεται σε 2,6 GW, καλύπτοντας έτσι το 7,1 % της τρέχουσας εγχώριας απαίτησης σε ηλεκτρική ενέργεια.

Η επιστημονική κοινότητα προδιαγράφει μια αποδεκτή τεχνική διάρκεια ζωής των φ/β πλαισίων άνω των 30 ετών παραγωγικής λειτουργίας τους, διάστημα το οποίο καλύπτει τη νομική διάρκεια ισχύος της σύμβασης αγοροπωλησίας ή συμψηφισμού ηλεκτρικής ενέργειας, που συνάπτεται μεταξύ του παραγωγού ενέργειας με τον ΛΑΓΗΕ ή ΔΕΔΔΗΕ, ανάλογα με τις ειδικές απαιτήσεις ηλεκτροδότησης της εκάστοτε φ/β εγκατάστασης. Λαμβάνοντας υπόψη ότι στην Ελλάδα α) οι πρώτοι φ/β σταθμοί ουσιαστικά τέθηκαν σε λειτουργία το έτος 2007 με τη συντριπτική πλειοψηφία (91,7 %) του συνόλου αυτών να έχει ηλεκτροδοτηθεί αρκετά μεταγενέστερα, δηλαδή την τριετία 2011-2013 β) η διάρκεια ισχύος της σύμβασης αγοροπωλησίας ή συμψηφισμού ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ των αντισυμβαλλομένων μερών ανέρχεται, σύμφωνα με την περυσινή νομορρυθμιστική διάταξη (new deal), σε 27 έτη και γ) ο επιδιωκόμενος εθνικός στόχος εγκατεστημένης ισχύος της φ/β τεχνολογίας στο μείγμα των διαφόρων τεχνολογιών ΑΠΕ για το έτος 2020 έχει ήδη υπερκαλυφθεί, συνάγεται (υποθέτοντας αποξήλωση όλων των φ/β σταθμών μετά το πέρας 27 παραγωγικών ετών) ότι τα πρώτα φ/β πλαίσια θα έχουν ολοκληρώσει τον κύκλο ζωής τους το έτος 2034 με συνακόλουθη συσσώρευση μεγάλου όγκου αποβλήτων φ/β πλαισίων να διατίθεται προς διαχείριση την τριετία 2038-2040. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις που δίδονται στον πίνακα και με βάση την προαναφερθείσα υπόθεση εργασίας, προβλέπεται να συγκεντρωθούν την περίοδο 2034-2041 από όλη την ελληνική επικράτεια κατά μέσο όρο περίπου 235.000 tn φ/β πλαισίων προς

ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ: ΙΧΝΗΛΑΤΗΣΗ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΓΟΡΑ

ανακύκλωση, ποσότητα η οποία ισοδυναμεί με το συνολικό βάρος 168.000 συμβατικών ΙΧ αυτοκινήτων. Η εκτίμηση αυτή είναι πιθανότατα συντηρητική, γιατί δεν περιλαμβάνει ποσότητα φ/β πλαισίων που επίκειται να συσσωρευτεί μετά το έτος 2020 εξαιτίας της απόρριψής τους, είτε λόγω κάποιων ανεπιθύμητων φαινομένων (π.χ. αποκόλληση στεγανοποιητικής μεμβράνης, διάβρωση εσωτερικών συνδέσεων αγωγιμότητας, αποχρωματισμός αντανakλαστικής επίστρωσης και εμφάνιση φαινομένου PID) που αποδεδειγμένα μειώνουν την ισχύ εξόδου των φ/β πλαισίων, είτε λόγω της συνεχούς τεχνολογικής προόδου, η οποία, σε συνδυασμό με τις ελκυστικές ταρίφες ακόμα και μετά την εφαρμογή της διάταξης new deal, θα καθιστά την εγκατάσταση, εφόσον βέβαια θεσπιστεί μελλοντικά κατάλληλο νομοθέτημα, νέας γενιάς φ/β πλαισίων με βελτιωμένους θερμοκρασιακούς συντελεστές, ιδιαίτερα συμφέρουσα για την ανατροφοδότηση φ/β σταθμών με μέτριο/χαμηλό δείκτη απόδοσης (performance ratio). Θεωρώντας ότι ένα τυπικό φ/β πλαίσιο (ισχύος 215 W_p και βάρους 22 kgr) αποτελείται από 16,6 kgr γυαλί και 2,3 kgr αλουμίνιο με τα υπόλοιπα 3,1 kgr να αντιστοιχούν σε λοιπά συστατικά και με βάση το 95 % ως τυπικό ποσοστό ανάκτησης γυαλιού και αλουμινίου στο τέλος των διεργασιών κατεργασίας του φ/β πλαισίου, υπολογίζεται ότι 15,8 kgr γυαλιού και 2,2 kgr αλουμινίου ανά αποσυρθέν φ/β πλαίσιο μπορούν να επαναξιοποιηθούν ως δευτερογενή υλικά στον κύκλο παραγωγής διαφόρων προϊόντων. Σε επίπεδο περιβαλλοντικών δεικτών, η ανακύκλωση 1 tn φ/β πλαισίων τεχνολογίας πυριτίου ισοδυναμεί με την αποφυγή έκλυσης 800-1200 kgr εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

Μέχρι πρότινος, η ισχύουσα νομοθεσία στη χώρα μας δεν προέβλεπε την υποχρεωτική συλλογή, επεξεργασία και ανακύκλωση των φ/β πλαισίων που έχουν υποστεί φθορά, είτε κατά τη μεταφορά ή εγκατάσταση τους, είτε στη διάρκεια της παραγωγικής λειτουργίας τους. Στο πλαίσιο όμως της ενσωμάτωσης στο εθνικό δίκαιο των διατάξεων της οδηγίας 2012/19/EK του ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του συμβουλίου της 4^{ης} Ιουλίου 2012, με την υπουργική απόφαση 23615/651/Ε.103 (ΦΕΚ Β' 1184/9-5-2014) θεσπίστηκαν πλέον στη χώρα μας από πέρυσι κανόνες, μέτρα και διαδικασίες για την οργάνωση της εναλλακτικής διαχείρισης των αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού. Τα φ/β πλαίσια προς απόσυρση εντάσσονται ως πεδίο εφαρμογής της εν λόγω απόφασης στην 4^η κατηγορία του 1^{ου} παραρτήματος αυτής για την μεταβατική περίοδο από 13 Αυγούστου 2012 έως 14 Αυγούστου 2018 και στην 4^η κατηγορία του 2^{ου} παραρτήματος αυτής για την περίοδο μετά την 15^η Αυγούστου 2018. Σκοπός της συμμόρφωσης της ελληνικής με την ευρωπαϊκή νομοθεσία είναι η συμβολή στην αειφόρο παραγωγή και κατανάλωση με την πρόληψη της παραγωγής αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού και με την επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και άλλες μορφές ανάκτησης αυτών, ώστε να μειωθεί η ποσότητα τους προς τελική διάθεση και να υποβοηθηθεί η αποδοτική χρήση των πόρων και η ανάκτηση πολύτιμων δευτερογενών πρώτων υλών. Παράλληλα, επιδιώκεται η βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων όλων των φορέων που εμπλέκονται στον κύκλο ζωής του ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού και η εξειδίκευση της εφαρμογής της αρχής της διευρυμένης

ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ: ΙΧΝΗΛΑΤΗΣΗ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΓΟΡΑ

ευθύνης του παραγωγού, προκειμένου να επιτυγχάνεται με αποδοτικότερο τρόπο η προστασία του περιβάλλοντος και της υγείας. Αρμόδια αρχή για την εφαρμογή της προαναφερθείσας υπουργικής απόφασης, αλλά και γενικότερα για την έγκριση εθνικών συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης ανά προϊόν είναι ο οργανισμός ΕΟΑΝ, ο οποίος υπάγεται στην εποπτεία και στον έλεγχο του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας.

Επιπρόσθετα, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι τα φ/β πλαίσια αναγνωρίζονται κατά τα λογιστικά πρότυπα ως ενσώματα πάγια περιουσιακά στοιχεία μιας οικονομικής οντότητας και ως εκ τούτου ορίζεται ότι η λογιστική αξία ενός ενσώματου στοιχείου ακινητοποιήσεων θα πρέπει να διαγραφεί από το μητρώο παγίων μιας επιχείρησης, όταν το στοιχείο διατίθεται ή όταν παύουν να αναμένονται μελλοντικά οικονομικά οφέλη από την χρήση ή διάθεση του, όπως χαρακτηριστικά συμβαίνει στην περίπτωση φ/β πλαισίων, τα οποία έχουν υποστεί καταστροφή και άρα έχουν πάψει να καθίσταται προσοδοφόρα. Συνάγεται λοιπόν ότι η ανακύκλωση φ/β πλαισίων καθίσταται από λογιστικής απόψεως επιβεβλημένη, ώστε η εκάστοτε εταιρία που έχει αντικείμενο δραστηριότητας την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω φ/β σταθμού να έχει ορθή και πλήρη αποτύπωση των παγίων στοιχείων στον ετήσιο ισολογισμό της. Η υποχρέωση αυτή σε συνδυασμό με την άσκηση ενιαίας εταιρικής περιβαλλοντικής πολιτικής και εφαρμογής αυστηρών μέτρων υγιεινής και ασφαλείας, με στόχο τη συνεχή βελτίωση και πιστοποίηση της οργάνωσης, των περιβαλλοντικών επιδόσεων και της συμπεριφοράς των εργαζομένων, λειτουργούν στη χώρα μας ως ισχυρότατος μοχλός για την ανάθεση, κυρίως από ξένους θεσμικούς επενδυτές στον κλάδο της ενέργειας, έργων ανακύκλωσης αποβλήτων φ/β πλαισίων.

Η αποξήλωση φ/β πλαισίων από τον γηραιότερο φ/β σταθμό της Γερμανίας (εγκαταστάθηκε το έτος 1983 στη νήσο Pellworm με ισχύ 300 kW_p) και η συνακόλουθη πιλοτική επαναξιοποίηση αυτών στη δευτερογενή κατασκευή φ/β πλαισίων, φανερώνουν εμπράκτως, όπως διαπιστώνουν οι Bombach et al. [3] και Schlenker et al. [4], ότι είναι εφικτό να κατασκευαστούν εξαιρετικής ποιότητας φ/β πλαίσια, ώστε να μπορεί να ανακτηθεί, εν τέλει, το 94 % της αρχικής ισχύς εξόδου του συγκεκριμένου φ/β σταθμού. Το συμπέρασμα αυτό συνάδει με τα ευρήματα του θεωρητικού υπολογιστικού μοντέλου των Ashfaq et al. [5] αναφορικά με την συγκριτική αξιολόγηση της επίδοσης ενός φ/β πλαισίου, που έχει παραχθεί μέσω εναλλακτικής διαχείρισης αποβλήτων με αυτή που αντιστοιχεί σε ένα φ/β πλαίσιο, που έχει υποστεί γήρανση ή έχει κατασκευαστεί σε μια σύγχρονη γραμμή παραγωγής. Σύμφωνα με τα ευρήματα των Frisson et al. [6], ο δείκτης ενεργειακού χρόνου αποπληρωμής ενός φ/β πλαισίου τεχνολογίας πυριτίου, το οποίο έχει κατασκευαστεί με υλικά από διεργασίες ανακύκλωσης, είναι κατά μέσο όρο τέσσερις φορές μικρότερος από τον αντίστοιχο ενός φ/β πλαισίου όμοιας τεχνολογίας που έχει παραχθεί από αχρησιμοποίητα υλικά. Εντούτοις, η ανακύκλωση φ/β πλαισίων στην παρούσα φάση δεν συνιστά μια οικονομικά βιώσιμη επιχειρηματική δράση εξαιτίας του μικρού όγκου αποβλήτων που διατίθεται προς διαχείριση με αποτέλεσμα, όπως καταλήγει η οικονομική ανάλυση των Cucchiella et al. [7], να εξετάζεται ενδεχόμενη στροφή της βιομηχανίας σε προσωρινές λύσεις, όπως η συλλογή απορριμμάτων

ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ: ΙΧΝΗΛΑΤΗΣΗ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΓΟΡΑ

φ/β πλαισίων στη βάση διακρατικών συμφωνιών, αλλά και η επεξεργασία τους σε συνδυαστικές μονάδες υποδοχής απορριμμάτων και άλλων κατηγοριών. Η μελέτη των McDonald και Pearce [8] συνηγορεί περί της μη βιωσιμότητας άμεσων επενδυτικών πλάνων ανακύκλωσης φ/β πλαισίων, επισημαίνοντας ότι η εισαγωγή τόσο οικονομικών κινήτρων όσο και του σχεδίου διευρυμένης ευθύνης του παραγωγού δύναται να δημιουργήσουν στο μέλλον ένα ευνοϊκότερο κλίμα προς αντιστροφή της υπάρχουσας κατάστασης. Όπως καταλήγει η έρευνα των Choi και Fthenakis [9], η ορθή διεύθυνση της συγκομιδής και μεταφοράς των φ/β πλαισίων (αντίστροφη εφοδιαστική αλυσίδα) προς απόσυρση στα κέντρα ανακύκλωσής τους, καθώς επίσης και η υιοθέτηση αυτοματοποιημένων μεθόδων βέλτιστης κατεργασίας αποβλήτων συνιστούν μέγιστες προκλήσεις, οι οποίες επιβάλλεται να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά κατά την διάρκεια κατάστρωσης ενός επιχειρηματικού πλάνου, ώστε να διασφαλιστεί μελλοντικά η οικονομική βιωσιμότητα αυτού. Η ανάλυση των Achilles et al. [10] αναφορικά με την διαχείριση αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού στη χώρα μας καταδεικνύει ομοίως την καθοριστική σημασία του κόστους δικτύου αντιστροφής εφοδιαστικής αλυσίδας, ιδιαιτέρως δε του κόστους μεταφοράς αποβλήτων, ως κύριος ρυθμιστικός παράγοντας διαμόρφωσης του τελικού κόστους ανακύκλωσης ενός αποσυρθέντος προϊόντος.

Ως διαδικασία, η ανακύκλωση φ/β πλαισίων που συμπλήρωσαν τον κύκλο ζωής τους διαιρείται μακροσκοπικά σε τρεις επιμέρους κατηγορίες: αποκόλληση, διαχωρισμός και εξαγωγή/δύλιση. Οι Tao και Yu [11] παραθέτουν διεξοδικά όλες τις σχετικές διεργασίες που έχουν προταθεί μέχρι και σήμερα από εταιρίες του κλάδου και ερευνητικούς φορείς, ορισμένες μάλιστα εκ των οποίων έχουν ήδη βρει πρακτική εφαρμογή στη φ/β βιομηχανία. Ωστόσο, όπως συνάγεται από την προαναφερθείσα ανασκόπηση [11], προκλήσεις προς υπέρβαση διαρκώς ανακύπτουν αναφορικά με την αποτελεσματικότητα και πολυπλοκότητα της εκάστοτε διαδικασίας, τις ενεργειακές απαιτήσεις και το οικονομικό κόστος υλοποίησης αυτής αλλά και με την επιλογή των χημικών ουσιών και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που απορρέουν από την χρήση τους. Εξίσου σημαντική πρόκληση προς υπέρβαση καθίσταται ο αρχικός κατασκευαστικός σχεδιασμός της δομής των φ/β πλαισίων να εκτελείται με γνώμονα την εύκολη αποσυναρμολόγησή τους προς απλοποίηση της ανακύκλωσης των φ/β πλαισίων και της επαναχρησιμοποίησης των συστατικών τους. Η ανακύκλωση φ/β πλαισίων τεχνολογίας λεπτού υμενίου παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον εξαιτίας της υψηλής κερδοφορίας που επιφέρει η ανάκτηση και εκμετάλλευση δυσεύρετων συστατικών τους στοιχείων (γάλλιο, ίνδιο και τελλούριο), αφού τα εν λόγω μέταλλα έχουν μεγαλύτερη χρηματιστηριακή αξία από αυτή του αλουμινίου, το οποίο αντλείτε αφθόνως μέσω της απόρριψης συμβατικών φ/β πλαισίων τεχνολογίας πυριτίου.

Ο οργανισμός PVCYCLE, ίσως το πιο ευρέως διαδεδομένο εγχείρημα μεταξύ άλλων στον τομέα ανακύκλωσης αποβλήτων φ/β πλαισίων στην Ευρώπη, ιδρύθηκε και χρηματοδοτήθηκε με εθελοντική πρωτοβουλία της ευρωπαϊκής φ/β βιομηχανίας, με σκοπό να θέσει σε εφαρμογή ένα πρόγραμμα διαχείρισης στη λογική «λαμβάνω πίσω και ανακυκλώνω» φ/β πλαισίων που

ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ: ΙΧΝΗΛΑΤΗΣΗ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΓΟΡΑ

έχουν ολοκληρώσει τον κύκλο ζωής τους. Διαθέτει σχεδόν σε όλα τα ευρωπαϊκά κράτη, μεταξύ αυτών και στη χώρα μας, πιστοποιημένα σημεία συλλογής αποβλήτων φ/β πλαισίων όλων των τεχνολογιών (εξαιρούνται τα φ/β πλαίσια της εταιρίας First Solar), τα οποία με μέριμνα του εν λόγω οργανισμού μεταφέρονται σε συνεργαζόμενα κέντρα ανακύκλωσης για περαιτέρω κατεργασία, με γνώμονα μια στρατηγική «βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών χωρίς υπερβολικό κόστος». Όλες οι σχετικές διαδικασίες που ακολουθεί είναι εναρμονισμένες με την κοινοτική νομοθεσία που διέπει την διαχείριση φ/β πλαισίων προς απόσυρση. Σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία που δημοσιοποίησε [12] ο παραπάνω οργανισμός, η συνολική ποσότητα αποβλήτων φ/β πλαισίων, που έχει υποστεί κατεργασία την περίοδο Ιανουαρίου 2010-Οκτωβρίου 2015 στις συμβεβλημένες εγκαταστάσεις του προς ανάκτηση δευτερογενών υλικών, ανέρχεται σε 12.449 tn εκ των οποίων το 1,3 % (159 tn) προέρχεται από την Ελλάδα και επιμερίζεται σε 74 tn και 85 tn αποβλήτων φ/β πλαισίων τεχνολογίας πυριτίου και λεπτού υμενίου αντίστοιχα. Στις τρεις πρώτες θέσεις κατάταξης από πλευράς συνεισφοράς ανακυκλώσιμου υλικού στην πρωτοβουλία του οργανισμού PVCYCLE βρίσκονται κατά σειρά η Γερμανία (7.241 tn), η Ιταλία (1.799 tn) και η Ισπανία (949 tn), ενώ τα φ/β πλαίσια τεχνολογίας πυριτίου καταλαμβάνουν συντριπτικά μεγαλύτερο μερίδιο (81,5 %) στον συνολικό όγκο των πλαισίων που έχουν υποστεί κατεργασία, σε αντιδιαστολή με αυτό των φ/β πλαισίων τεχνολογίας χαλκού-ινδίου-(γαλλίου)-σεληνίου (15,5 %) και των λοιπών τεχνολογιών (3,0 %) στην σχετική κατανομή. Οι μέθοδοι επεξεργασίας αποβλήτων φ/β πλαισίων που εφαρμόζει ο οργανισμός PVCYCLE, επιτυγχάνουν ανάκτηση 85 % του βάρους ενός πλαισίου τεχνολογίας πυριτίου και 95 % για τις υπόλοιπες τεχνολογίες πλαισίων. Παρά τη δέσμευση της φ/β βιομηχανίας για βιώσιμη διαχείριση του κύκλου ζωής των φ/β πλαισίων, ο οργανισμός PVCYCLE εκτιμά [12] ότι σήμερα περίπου το 40 % της ευρωπαϊκής αγοράς, στο οποίο συγκαταλέγονται και εταιρίες με μακρά ιστορική παράδοση αριστείας σε θέματα περιβάλλοντος και διαχείρισης αποβλήτων, δεν έχει συμμορφωθεί με τις υποχρεωτικές απαιτήσεις της σχετικής κοινοτικής νομοθεσίας. Η μη συμμόρφωση αυτή μπορεί να επισύρει ποινική δίωξη, επιβολή προστίμου και απαγόρευση εμπορικής δραστηριότητας.

Η εταιρία ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΑΕ, ως συλλογικό σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης στη χώρα μας όλων των κατηγοριών αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, έχει ήδη προχωρήσει στην ανάπτυξη πλάνου περιβαλλοντικής διαχείρισης αποβλήτων φ/β πλαισίων, σύμφωνα με την ενσωματωμένη στο ελληνικό δίκαιο σχετική κοινοτική οδηγία. Όπως αναφέρει ο κ. Χ. Αγγελακόπουλος, τεχνικός διευθυντής περιβάλλοντος της εταιρίας, «Κατόπιν επαφών με όλους τους εμπλεκόμενους φορείς (ΣΕΦ, PVCYCLE, ΕΟΑΝ) προκειμένου να εξεταστούν οι παράμετροι του επιχειρησιακού μας σχεδιασμού, κατατέθηκε στον οργανισμό ΕΟΑΝ προς έγκριση η τροποποίηση αυτού. Σκοπός είναι η δημιουργία μηχανισμού, ο οποίος αφενός θα εξυπηρετήσει την αποτελεσματική διαχείριση του ειδικού ρεύματος αποβλήτων φ/β πλαισίων που αναμένεται να παραχθεί βραχυπρόθεσμα εξαιτίας π.χ. της καταστροφής των πλαισίων λόγω απρόβλεπτων δυσμενών καιρικών συνθηκών, και αφετέρου θα αποτελέσει τη βάση για την ορθή διαχείριση των φ/β αποβλήτων μακροπρόθεσμα, όταν δηλαδή τα φ/β πλαίσια συμπληρώσουν τον θεωρητικά άνω της

ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ: ΙΧΝΗΛΑΤΗΣΗ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΓΟΡΑ

τριακονταετίας κύκλο ζωής τους. Για την επίτευξη των στόχων του προτεινόμενου επιχειρησιακού πλάνου, η έναρξη εφαρμογής του οποίου στην παρούσα φάση αναμένει και θα είναι εφικτή μόνο κατόπιν έγκρισης από τον ΕΟΑΝ, συνιστάται η αξιοποίηση υφιστάμενων υποδομών αλλά και, εφόσον απαιτηθεί, η δημιουργία νέων έτσι, ώστε να παρέχεται απρόσκοπτα η δυνατότητα στο σύνολο των οικιακών και εμπορικών χρηστών να απορρίπτουν με οικολογικές πρακτικές τα παραγόμενα φ/β απόβλητα».

Ενδιαφέρον επίσης για τα ελληνικά δεδομένα παρουσιάζει η σύμπραξη εγχώριων ιδιωτικών εταιριών και πανεπιστημιακών ιδρυμάτων στα πλαίσια του έργου «Επανασχεδιασμός και Ανακύκλωση Φ/Β Πινάκων, RE-PV» [13]. Η συνέργεια εστιάζει, όπως σημειώνουν οι ερευνητές Δρ. Ι. Κατσιγιαννης και Καθ. Ν. Μπιλάλης του πολυτεχνείου Κρήτης ως συντονιστικός φορέας του συγκεκριμένου έργου, «Στη δημιουργία εναλλακτικών επιχειρηματικών ευκαιριών που θα ανακύψουν από το σχεδιασμό μιας βέλτιστης διαδικασίας διαχείρισης αποβλήτων φ/β πλαισίων, κατόπιν εκτίμησης των μελλοντικών παραγόμενων ποσοτήτων προς απόσυρση ανά γεωγραφικό νομό, εύρεσης κατάλληλων σημείων χωροθέτησης μονάδων ανακύκλωσης σε όλη την ελληνική επικράτεια, κριτικής αξιολόγησης των υφιστάμενων μεθόδων ανακύκλωσης και ανάπτυξης ενός παραμετροποιημένου συστήματος προσομοίωσης της λειτουργίας μιας μονάδας ανακύκλωσης φ/β πλαισίων».

Πρόσφατα, η εταιρία MESSARITIS ANANEΩΣΙΜΕΣ ΕΠΕ ολοκλήρωσε για λογαριασμό εταιρίας ΑΠΕ με εδραιωμένη παρουσία στη χώρα μας το πρώτο για τα ελληνικά δεδομένα μεγάλης κλίμακας έργο ανακύκλωσης συνολικής ποσότητας 85 τn φ/β πλαισίων τεχνολογίας λεπτού υμενίου που συμπλήρωσαν τον κύκλο ζωής τους. Όπως αναφέρει ο κ. Ι. Μεσσαρίτης, ιδιοκτήτης της εταιρίας, «Η πολυετής εμπειρία μας στον τομέα της ενέργειας και η δραστηριοποίησή μας σε όλο σχεδόν το φάσμα μιας επένδυσης, καθώς παρέχουμε ολοκληρωμένες υπηρεσίες αδειοδότησης, μελέτης, προμήθειας εξοπλισμού, κατασκευής και συντήρησης φ/β εγκαταστάσεων, εμπλουτίζεται πλέον εμπράκτως με υπηρεσίες ανακύκλωσης φ/β πλαισίων, επιτρέποντάς μας να προσδώσουμε ολιστικό χαρακτήρα προσέγγισης σε μια φ/β επένδυση. Η συγκεκριμένη ανάθεση και υλοποίηση έργου μας χαροποιεί ιδιαίτερα, γιατί συνάδει με τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης, της περιβαλλοντικής ευαισθησίας και κοινωνικής ευθύνης που υπηρετούμε, καθώς η συλλογή και ανακύκλωση αποβλήτων φ/β πλαισίων συντελεί στη μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος, στην εξοικονόμηση ενέργειας και μη ανανεώσιμων σπάνιων φυσικών πόρων, αλλά και στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας. Συνεισφέρουμε έτσι από κοινού με τον πελάτη μας στην υγεία, στην οικολογία, στον πολιτισμό και στην οικονομία».

Εν κατακλείδι, η εναλλακτική διαχείριση αποβλήτων φ/β πλαισίων λειτουργεί ως ακρογωνιαίος λίθος, ώστε η φ/β τεχνολογία να συνεχίσει στο μέλλον να διατηρεί ανέπαφη την εικόνα μιας κατεχοχόν βιώσιμης και πράσινης τεχνολογίας. Τα πρώτα πρακτικά δείγματα ευαισθητοποίησης της πολιτείας, των φορέων ανακύκλωσης, των πανεπιστημιακών ιδρυμάτων και ορισμένων επενδυτικών ομίλων-παραγωγών προς την κατεύθυνση αυτή είναι ήδη έκδηλα στη χώρα μας και επιβάλλεται να πολλαπλασιαστούν στο μέλλον. Δεν αρκεί να παραμείνουμε

ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ: ΙΧΝΗΛΑΤΗΣΗ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΓΟΡΑ

απλοί καταναλωτές φ/β συστημάτων, αντιθέτως καθίσταται αναγκαίο να επενδύσουμε συστηματικά σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής τους, από τη σχεδίαση και παραγωγή έως την ανακύκλωσή τους.

Δρ.
Στέλιος Ν. Βόλκος

ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ: ΙΧΝΗΛΑΤΗΣΗ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΓΟΡΑ

ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΗ ΔΙΑΘΕΣΙΜΗ ΜΑΖΑ (tn) ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΠΡΟΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ 2034-2041.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΟΥ	ΜΕ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΑΝΑΛΟΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΒΑΡΟΥΣ ΣΥΣΤΑΤΙΚΟΥ ΑΝΑ ΜΟΝΑΔΑ ΙΣΧΥΟΣ*	ΜΕ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ÖKOPOΛ*	ΜΕ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ
ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟΥ ΠΥΡΙΤΙΟΥ	258.468	190.050	220.348
ΑΜΟΡΦΟΥ ΠΥΡΙΤΙΟΥ	15.332	3.965	12.103
ΤΕΛΛΟΥΡΙΟΥΧΟΥ ΚΑΔΜΙΟΥ	1.720	645	1.328
ΧΑΛΚΟΥ-ΙΝΔΙΟΥ-ΣΕΛΗΝΙΟΥ	44	17	29
ΣΥΝΟΛΟ	275.564	194.677	233.808

ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ: 234.683 tn

*Bio Intelligence Service S.A.S Final Report (2011): "Study on photovoltaic panels supplementing the impact assessment for a recast of the WEEE directive".

Η εκτίμηση με βάση την αναλογία μονάδας βάρους συστατικού ανά μονάδα ισχύος στηρίζεται στις εξής παραδοχές: τεχνολογία κρυσταλλικού πυριτίου = 0,102 kgr/W_p, τεχνολογία άμορφου πυριτίου = 0,29 kgr/W_p, τεχνολογία τελλουριούχου καδμίου = 0,20 kgr/W_p, τεχνολογία χαλκού-ινδίου-σεληνίου = 0,20 kgr/W_p.

Ο συντελεστής ÖkoPol προέκυψε κατόπιν συμφωνίας ομάδας εμπειρογνομόνων και ερευνητών στον τομέα της φ/β τεχνολογίας. Δεν βασίζεται στην αναλογία μονάδας βάρους συστατικού ανά μονάδα ισχύος, αλλά χρησιμοποιεί ως αναφορά για όλες τις τεχνολογίες φ/β πλαισίων τη σχέση 1 MW_p φ/β πλαισίων = 75 tn ανακυκλώσιμου υλικού.

Η ανεξάρτητη εκτίμηση της παρούσας αναφοράς προκύπτει από συλλογή δεδομένων περί της εγκατεστημένης ισχύος ανά τεχνολογία φ/β πλαισίου από όλη την ελληνική επικράτεια.

ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ

- [1] http://en.wikipedia.org/wiki/Growth_of_photovoltaics.
- [2] <http://helapco.gr>.
- [3] E. Bombach, I. Rover, A. Muller, S. Schlenker, K. Wambach, R. Kopecek, and E. Wefringhaus, "Technical experience during thermal and chemical recycling of a 23 year old PV generator formerly installed on Pellworm island", *Proceedings EU PVSEC*, σελ. 2048-2053 (2006).
- [4] S. Schlenker, K. Wambach, A. Muller, M. Klenk, S. Wallat, R. Kopecek, and E. Wefringhaus, "The second life of a 300 kW PV generator manufactured with recycled wafers from the oldest German PV power plant", *Proceedings EU PVSEC*, σελ. 2477-2480 (2006).
- [5] H. Ashfaq, I. Hussain, and A. Giri, "Comparative analysis of old, recycled and new PV modules", *Journal of King Saud University-Engineering Sciences* (2014).
- [6] L. Frisson, K. Lieten, T. Bruton, K. Declercq, J. Szlufcik, H. De Moor, M. Goris, A. Benali, and O. Aceves, "Recent improvements in industrial PV module recycling", *Proceedings EU PVSEC*, σελ. 2160-2163 (2000).
- [7] F. Cucchiella, I. D'Adamo, and P. Rosa, "End-of-Life of used photovoltaic modules: a financial analysis", *Renewable & Sustainable Energy Reviews* 47, σελ. 552-561 (2015).
- [8] N. C. McDonald and J. M. Pearce, "Producer responsibility and recycling solar photovoltaic modules", *Energy Policy* 38, σελ. 7041-7047 (2010).
- [9] J. K. Choi and V. Fthenakis, "Crystalline silicon photovoltaic recycling planning: macro and micro perspectives", *Journal of Cleaner Production* 66, σελ. 443-449 (2014).
- [10] C. Achillas, C. Vlachokostas, N. Moussiopoulos, G. Perkoulidis, G. Banias, and M. Mastropavlos, "Electronic waste management cost: a scenario-based analysis for Greece", *Waste Management & Research* 29, σελ. 963-972 (2011).
- [11] J. Tao and S. Yu, "Review on feasible recycling pathways and technologies of solar photovoltaic modules", *Solar Energy Materials & Solar Cells* 141, σελ. 108-124 (2015).
- [12] <http://www.pvcycle.org>.
- [13] Y. Katsigiannis, M. Rentoumis, A. Katsamaki, A. Chatzikokolaki, and N. Bilalis, "Estimation of quantities of waste materials for photovoltaic installations in Crete island", *Proceedings MAE*, σελ. 10-14 (2014).