



## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ :

**‘Διερεύνηση των Αιτιών Μειωμένης Απόδοσης Φωτοβολταϊκού Συστήματος.  
Προσέγγιση με βοήθεια Σύνθεσης-Ανάλυσης Δένδρου Σφαλμάτων’  
‘Investigation of the causes of reduced efficiency on Photovoltaic System. A  
Fault Tree Synthesis Analysis Approach’**

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ  
Πανεπιστήμιο Πειραιώς  
Καραολή & Δημητρίου 80, Τ.Κ.18534  
Πειραιάς

1)Κραββαρίτης Γεώργιος ,

-Μηχανολόγος Μηχανικός Ε.Μ.Π.

-Μεταπτυχιακός φοιτητής του διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος ‘Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας και Προστασίας Περιβάλλοντος’ του τμήματος Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας του Πανεπιστημίου Πειραιά σε συνεργασία με το τμήμα Χημικών Μηχανικών του Ε.Μ.Π.

e-mail : [g.kravvaritis@hotmail.com](mailto:g.kravvaritis@hotmail.com) , [gk@kravvaritis.com](mailto:gk@kravvaritis.com)

Αθήνα , Ιούλιος 2013

## ***EYXAPICTIEC***

-Αρχικά , θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιβλέποντα Καθηγητή κο Φραγκίσκο Μπατζιά για την πολύτιμη καθοδήγηση, τις υποδείξεις και τη γνώση που μου παρείχε κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας, για την άποψη συνεργασία και το ενδιαφέρον το οποίο υπέδειξε. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την Λέκτορα κα Χριστίνα Σιοντόρου τις σημαντικότερες διευκρινίσεις και τη βοήθεια που μου παρείχε κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας.

-Πολύτιμη αρωγή μου παρείχαν ενεργειακοί φορείς όπως το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) , ο οργανισμός ΕΡΙΑ (European Photovoltaic Industry Association) , το διεθνές περιοδικό PHOTON Magazine μέσω των άρθρων και των στοιχείων που άντλησα.

-Στη συνέχεια , θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσημους φορείς και ιδρύματα από έναν ευρύτερο χώρο όπως το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος (ΤΕΕ) , το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (Ε.Μ.Π.) ,το Πανεπιστήμιο Πειραιώς , τα εκπαιδευτήρια Engineering Intelligence , τα I.E.K. Intergraphiks , και ο διεθνώς αναγνωρισμένος φορέας πιστοποίησης TÜV-Nord που συνέβαλλαν στην ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας

-Κλείνοντας θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα θερμά τους γονείς μου , και τους πολύ κοντινούς μου ανθρώπους , οι οποίοι μου συμπαραστάθηκαν ηθικά σε όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών σπουδών μου.

**Κραββαρίτης Κων.Γεώργιος**

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....	2
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ .....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ-ABSTRACT .....	4
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
2 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ.....	6
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	6
2.2 ΣΥΝΤΟΜΗ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΤΗΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ.....	9
2.3 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΚΑΙ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ.....	10
2.4 ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	12
2.5 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	15
2.6.ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	19
2.7 ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ STATUS ΑΓΟΡΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ.....	20
3 ΕΙΔΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΣΤΑΔΙΑ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ.....	23
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΒΑΣΙΚΟΤΕΡΑ ΕΙΔΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	23
3.2 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	27
3.3 ΚΥΚΛΟΣ ΖΩΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΚΛΥΚΛΩΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	29
3.4 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ 2012/19/ΕΕ ΣΕ ΣΥΝΕΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ 2008/19/ΕΕ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ.....	47
3.5 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	94
4 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ: ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	97
4.1 ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ / ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΙΛΟΓΗΣ FAULT TREE ANALYSIS...97	97
4.2 ΜΕΘΟΔΟΣ FAULT TREE ANALYSIS.....	98
4.3 ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ – ΓΕΝΙΚΑ.....	99
4.4 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟ ΕΞΕΤΑΣΗ.....	100
5 ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	125
5.1 ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ- ΓΕΝΙΚΑ.....	125
5.2 ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΜΕΤΑ ΤΙΣ ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ.....	129
5.3 ΚΟΣΤΟΣ ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΩΝ.....	129
5.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΘΕΜΑΤΑ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΞΕΤΑΣΗ.....	131
6 ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΛΙΚΟΥ – ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΕΚΦΡΑΣΜΕΝΗ ΣΕ ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΟΥ).....	133
6.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	133
6.2 Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ.....	134
6.3 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑ ΥΛΙΚΟΥ (ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΙΑ) , ΑΠΟΔΟΣΗΣ (BENEFIT) ΚΑΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ.....	135
6.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	140
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b> ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ FAULT TREE ANALYSIS (F.T.A).....	143

## Περίληψη

Παρουσιάζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Φωτοβολταϊκό στοιχείο με έμφαση στα εμφανιζόμενα στην πράξη προβλήματα και ιδιαίτερα στην μείωση αποδιδόμενης ενέργειας σε Φωτοβολταϊκό σύστημα. Πραγματοποιήθηκε ανάλυση συμβάντων αστοχίας και επεξήγηση απωλειών με μεθοδολογία που αναπτύχθηκε εντός εργαστηρίου αλλά και στο πεδίο εφαρμογής. Συλλέχθηκαν δεδομένα από μελέτες σε παγκόσμια κλίμακα και μετρήσεις από Φωτοβολταϊκά συστήματα εγκατεστημένα στην ελληνική επικράτεια. Εν συνεχεία έγινε σύνθεση Δένδρου Ανάλυσης Σφαλμάτων με αναφορά των γεγονότων αστοχίας. Η επίδραση των γεγονότων κανονικοποιήθηκε με συντελεστές την συχνότητα εμφάνισης τους, την βαρύτητα επιρροής του γεγονότος στο όλο σύστημα και το κόστος που απαιτείται ώστε το γεγονός να εξαλειφθεί ή να μην επανεμφανιστεί εφόσον αυτό καθίσταται τεχνικά εφικτό. Προτάθηκαν τρόποι αντιμετώπισης των κύριων συμβάντων αστοχίας με συνακόλουθη εξαγωγή συμπερασμάτων. Τέλος, πραγματοποιήθηκε (εκτός του σχεδιασθέντος αρχικού πλαισίου εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας αλλά προκύπτουσα στη συνέχεια αυτής-follow up) πολυκριτηριακή ανάλυση ποιότητας υλικού πλαισίου σε συσχέτιση με την απόδοση ανά μονάδα επιφάνειας Φωτοβολταϊκού στοιχείου.

**Λέξεις Κλειδιά :** Δέντρο Ανάλυσης Σφαλμάτων (F.T.A.) , Μείωση απόδοσης Φωτοβολταϊκού Συστήματος , Πολυκριτηριακή Ανάλυση Ποιότητας Υλικού-Απόδοσης ανά μονάδα επιφάνειας Φωτοβολταϊκού Στοιχείου

## Abstract

Presentation of the Photovoltaic energy production emphasizing at reduced efficiency of Photovoltaic energy output in Photovoltaic system. An analysis of failure events and explanation of losses with on site and in laboratory data collection methodology combined studies on a global scale and measurements of photovoltaic systems installed in Greece as well. In addition a composition of Fault Tree Analysis took place in reference of failure events. An optimization of the events presented in that thesis. This optimization includes incidence rates, the gravitation influence of facts in the whole system and the cost required to eliminate or may not reappear, if that becomes technically feasible. Remedial proposals to major incidents of failure are also suggested. Finally, (out of the initial frame of this thesis but occur as a relevant follow-up part) multicriteria analysis regarding on quality of photovoltaic module related to the benefit of each module technology is presented.

**Key words :** Fault Tree Analysis (F.T.A.) , Energy Yield Reduction on Photovoltaic Systems , Multicriteria Analysis of Product Quality-Efficiency per area unit of Photovoltaic module

## Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup> : Εισαγωγή

Αρχικά , στο κεφάλαιο 2 γίνεται μια σύντομη παρουσίαση της ηλιακής ενέργειας και της Φωτοβολταϊκής τεχνολογίας γενικά. Γίνεται μια σύντομη ιστορική ανάδρομη στην φωτοβολταϊκή τεχνολογία και το Φωτοβολταϊκό φαινόμενο , περιγράφονται τα βασικά ηλεκτρικά χαρακτηριστικά που περιγράφουν ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο. Εν συνεχεία , παρουσιάζονται πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των Φωτοβολταϊκών στοιχείων και περιγράφεται η κατάσταση της παγκόσμιας φωτοβολταϊκής αγοράς.

Στο κεφάλαιο 3 παρουσιάζονται τα βασικότερα είδη των Φωτοβολταϊκών στοιχείων , γίνεται σύντομη περιγραφή της παραγωγικής διαδικασίας , του κύκλου ζωής και εξετάζεται το ζήτημα Ανακύκλωσης των φωτοβολταϊκών στοιχείων υπό το πρίσμα της οδηγίας 2012/19/ΕΕ που έρχεται σε συνέχεια της οδηγίας 2008/19/ΕΕ του ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του συμβουλίου σχετικά με την ανακύκλωση των φωτοβολταϊκών στοιχείων.

Στην συνέχεια της εργασίας γίνεται μια εκτενής προσπάθεια αποτύπωσης των αιτιών μειωμένης απόδοσης Φωτοβολταϊκού Συστήματος. Η βασική προσέγγιση και ανάλυση των συμβάντων αστοχίας γίνεται με την βοήθεια Σύνθεσης-Ανάλυσης Δένδρου Σφαλμάτων που περιγράφεται αναλυτικά στο κεφάλαιο 4.

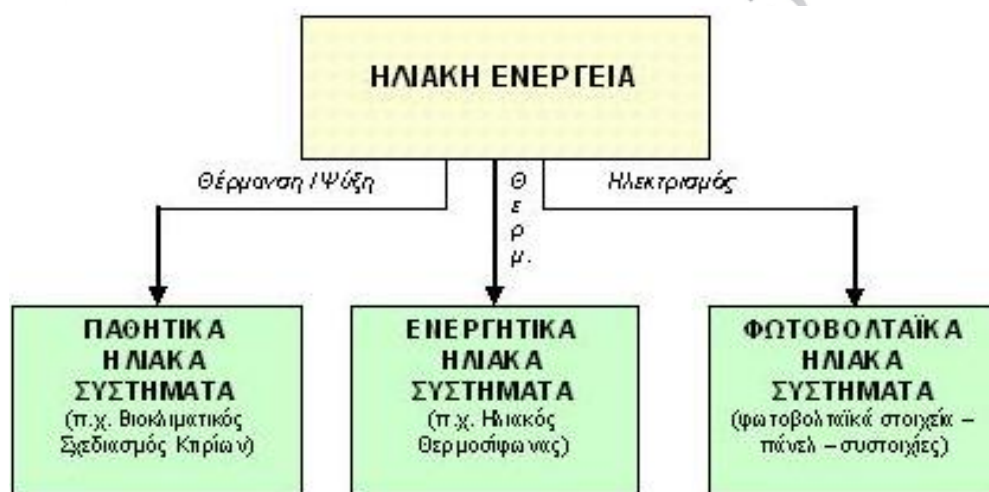
Η επεξήγηση των διορθωτικών ενεργειών περιγράφεται στο κεφάλαιο 5 με ταυτόχρονη αξιολόγηση των μεθόδων και των ενεργειών που προτείνονται .

Τέλος , το κεφάλαιο 6 πραγματεύεται την σχέση ποιότητας υλικού (που εκφράζεται με διάφορους τύπους φωτοβολταϊκού στοιχείου) σε σχέση με την απόδοση του (που εκφράζεται με την μορφή διαφόρων κριτηρίων-benefit) . Η πολυκριτηριακή αυτή ανάλυση παρουσιάζεται με την μορφή ενός ενδιαφέροντος πίνακα στο τελευταίο κεφάλαιο της διπλωματικής εργασίας.

## Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup> : Ηλιακή Ενέργεια και Φωτοβολταϊκή τεχνολογία

### 2.1 Εισαγωγή στην Ηλιακή ενέργεια

Με το όρο Ηλιακή Ενέργεια χαρακτηρίζουμε το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο. Το φώς και η θερμότητα που ακτινοβολούνται, απορροφούνται από στοιχεία και ενώσεις στη Γη και μετατρέπονται σε άλλες μορφές ενέργειας. Η τεχνολογία σήμερα αξιοποιεί ένα μηδαμινό ποσοστό της καταφθάνουσας στην επιφάνεια του πλανήτη μας ηλιακής ενέργειας με τριών ειδών συστήματα: τα ενεργητικά ηλιακά, τα παθητικά ηλιακά και τα φωτοβολταϊκά-ηλιακά συστήματα.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.1 Διάγραμμα κατηγοριοποιήσεων Ηλιακής ενέργειας [1]**

Η ηλιακή ενέργεια αποτελεί μία ανεξάντλητη μορφή ενέργειας, η οποία αντιπροσωπεύει μία καθαρή μορφή ενέργειας εν συγκρίσει με την ενέργεια που προέρχεται από ορυκτά καύσιμα, οι ρύποι από τη χρήση της οποίας συμβάλλουν στην ανάπτυξη του φαινομένου του θερμοκηπίου. Έτσι η ηλιακή ενέργεια μπορεί εν δυνάμει να αποτελέσει μία σημαντική μορφή ενέργειας προς εκμετάλλευση. Γενικότερα, η ηλιακή ενέργεια έχει ζωτική σημασία για την διατήρηση της ζωής στη Γη και αποτελεί τη βάση για όλες σχεδόν τις άλλες μορφές ενέργειας που χρησιμοποιούμε. Για παράδειγμα, η ηλιακή ενέργεια είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη των φυτών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βιομάζα ή, υπό κατάλληλες συνθήκες, να οδηγήσουν στη δημιουργία πετρελαίου μετά από εκατομμύρια χρόνια. Η θερμότητα του ήλιου δημιουργεί θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ περιοχών και ανάπτυξη ανέμων η ενέργεια των οποίων χρησιμοποιείται στις σύγχρονες ανεμογεννήτριες. Επιπλέον, ποσότητες νερού εξατμίζονται λόγω της θερμότητας του ήλιου, πέφτουν ως βροχή σε υψόμετρα και κατηφορίζουν προς τη θάλασσα, με δυνατότητα εκμετάλλευσης της δυναμικής τους ενέργειας σε υδροηλεκτρικές γεννήτριες. ωστόσο, με τον όρο ‘‘ηλιακή ενέργεια’’ αναφερόμαστε



συνήθως στην ενέργεια του ήλιου που μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας για την παραγωγή κυρίως θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας.

Το ποσό της ηλιακής ενέργειας που προσπίπτει στην επιφάνεια της Γης είναι πραγματικά τεράστιο: όλη η ενέργεια που βρίσκεται αποθηκευμένη στα παγκόσμια κοιτάσματα άνθρακα, πετρελαίου και φυσικού αερίου αντιστοιχεί σε ποσότητα ενέργειας που προκύπτει από μόλις 20 ημέρες ηλιοφάνειας. Πέρα από τη γήινα ατμόσφαιρα, η ενέργεια του ήλιου είναι περίπου  $1,3\text{kW}/\text{τ.μ.}$ . Περίπου ένα τρίτο ( $1/3$ ) αυτής της ενέργειας ανακλάται πίσω στο διάστημα και μία ποσότητα της απορροφάται από την ατμόσφαιρα. Όταν η ηλιακή ενέργεια φτάσει στην ατμόσφαιρα, η ισχύς της μειώνεται σε περίπου  $1\text{kW}/\text{τ.μ.}$  κατά τις μεσημβρινές ώρες σε καθαρό ουρανό. Κατά μέσο όρο, λαμβάνοντας υπόψη όλη την επιφάνεια του πλανήτη, κάθε  $\text{τ.μ.}$  δέχεται περίπου  $4,2\text{kWh}$  την ημέρα. Τα ποσοστά ενέργειας είναι υψηλότερα σε επιφάνειες όπως έρημοι όπου μπορούν να ξεπεράσουν τις  $6\text{kWh}/\text{τ.μ.}$  την ημέρα.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.2 Πορεία ηλιακής ενέργειας στην ατμόσφαιρα [1]**



**ΕΙΚΟΝΑ 2.3 Σύγκριση συμβατικών καυσίμων με Ηλιακή ενέργεια [1]**

### **2.1.1. Ενεργητικά - Θερμικά Ηλιακά Συστήματα**

Η πιο απλή και διαδεδομένη μορφή των θερμικών ηλιακών συστημάτων είναι οι γνωστοί ηλιακοί θερμοσίφωνες, οι οποίοι απορροφούν την ηλιακή ενέργεια και στη συνέχεια, τη μεταφέρουν με τη μορφή θερμότητας σε κάποιο ρευστό, όπως το νερό για παράδειγμα.

Η απορρόφηση της ηλιακής ενέργειας γίνεται μέσω ηλιακών συλλεκτών, σκουρόχρωμων δηλαδή επιφανειών καλά προσανατολισμένων στον ήλιο, οι οποίες βρίσκονται σε επαφή με νερό και του μεταδίδουν μέρος της θερμότητας που παρέλαβαν.

Το παραγόμενο ζεστό νερό χρησιμοποιείται για απλή οικιακή ή πιο σύνθετη βιομηχανική χρήση, τελευταία δε ακόμη και για τη θέρμανση και ψύξη χώρων μέσω κατάλληλων διατάξεων.

### **2.1.2. Παθητικά Ηλιακά Συστήματα**

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα αποτελούνται από δομικά στοιχεία, κατάλληλα σχεδιασμένα και συνδυασμένα μεταξύ τους, ώστε να υποβοηθούν την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για τον φυσικό φωτισμό των κτιρίων ή για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας μέσα σε αυτά.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα αποτελούν την αρχή της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής και μπορούν να εφαρμοσθούν σε όλους σχεδόν τους τύπους κτιρίων.

### **2.1.3. Φωτοβολταϊκά Συστήματα**

Πρόκειται για συστήματα που μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια .

Χρησιμοποιούνται για την ηλεκτροδότηση καταναλώσεων διασυνδεδεμένων και μη στο ηλεκτρικό δίκτυο .

Δορυφόροι, φάροι, ρολόγια και απομονωμένα σπίτια χρησιμοποιούν τα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα για την ηλεκτροδότησή τους.

Οικόπεδα, χωράφια, οικίες (στέγη, στέγαστρα, δώματα κτλ), βιομηχανικά κτίρια, αποθήκες κτλ χρησιμοποιούνται ώστε τα Φ/Β πλαίσια που τοποθετούνται στα διασυνδεδεμένα αυτά φωτοβολταϊκά συστήματα να διαχέουν την ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο ηλεκτρισμού.

Ανάλογα με τη χρήση του παραγόμενου ρεύματος, τα Φ/Β κατατάσσονται σε:

Αυτόνομα συστήματα, η παραγόμενη ενέργεια των οποίων καταναλώνεται επιτόπου και εξολοκλήρου από την παραγωγή στην κατανάλωση

Διασυνδεδεμένα συστήματα, η παραγόμενη ενέργεια των οποίων διοχετεύεται στο ηλεκτρικό δίκτυο για να μεταφερθεί και να καταναλωθεί αλλού



## 2.2 Σύντομη ιστορική αναδρομή στην Φωτοβολταϊκή τεχνολογία

Το 1839, ο Γάλλος φυσικός Edmund Becquerel ανακάλυψε ότι ορισμένα υλικά μπορούσαν να παράγουν σπινθήρες ηλεκτρισμού όταν υποβάλλονταν σε ηλιακή ακτινοβολία. Αυτό το φαινόμενο, γνωστό και ως φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, χρησιμοποιήθηκε σε πρωτόγονα ηλιακά κελιά από σελήνιο στα τέλη του 18ου αιώνα. Τη δεκαετία του 1950, επιστήμονες στα Bell Labs, αναπροσάρμοσαν την τεχνολογία και, χρησιμοποιώντας ως βάση το πυρίτιο, κατασκεύασαν ηλιακά κελιά τα οποία μπορούσαν να μετατρέψουν ποσοστό περίπου 4% της ηλιακής ενέργειας απευθείας σε ηλεκτρική ενέργεια. Με απλά λόγια, τα σημαντικότερα στοιχεία ενός ηλιακού κελιού (solar cell) είναι δύο στρώματα ημιαγωγικού υλικού τα οποία γενικά αποτελούνται από κρυστάλλους πυριτίου. [3]

**Alexandre Edmond Becquerel (1839)** → ανακάλυψε ότι μπορεί να παραχθεί ηλεκτρικό ρεύμα όταν συγκεκριμένες κατασκευές εκτεθούν στο φως.

**Adams και Day (1876)** → χρησιμοποιώντας έναν κρύσταλλο σεληνίου είχαν κάνει επίδειξη αυτού του φαινομένου. Η απόδοση σε αυτή την περίπτωση ήταν μόνο 1%.

**Albert Einstein (1905)** → διατύπωσε την εξήγηση του φωτοβολταϊκού φαινομένου ( υπόθεση του φωτονίου).

**Shockley, Bardeen και Brattain (1949)** → ανακάλυψαν το τρανζίστορ διευκρινίζοντας τη φυσική των p και n ενώσεων των ημιαγωγικών υλικών. Το πρώτο φωτοβολταϊκό κύτταρο με απόδοση κοντά στο 6% κατασκευάστηκε το 1956, ενώ αργότερα κατασκευάστηκε το φωτοβολταϊκό κύτταρο από πυρίτιο, το οποίο λειτουργούσε με απόδοση του 10%.

Η γρήγορη ανάπτυξη της τεχνολογίας στην εξερεύνηση του διαστήματος διάνοιξε εξαιρετικές προοπτικές για την χρήση φωτοβολταϊκών κυττάρων. Το 1958, 108 ηλιακά κύτταρα είχαν σταλεί στο διάστημα για δοκιμή. Η σύνδεση σε σειρά άρχισε αργότερα σε μικρότερο αριθμό. Το 1970 η ετήσια παραγωγή φωτοβολταϊκών πλαισίων για διαστημικές εφαρμογές ήταν 500 m<sup>2</sup>. Η επίγεια χρήση ξεκίνησε στα μέσα της δεκαετίας του '70, παίρνοντας δυναμική από την πετρελαϊκή κρίση του 1973-74 και δίνοντας ερεθίσματα για την εκπόνηση πληθώρας ερευνητικών μελετών. Η προσπάθεια της επιστημονικής κοινότητας ήταν να μειωθεί το κόστος των φωτοβολταϊκών πλαισίων, με την εύρεση νέων φθηνότερων και αποδοτικότερων υλικών και προσμίξεων

## **2.3 Φωτοβολταϊκό φαινόμενο και Φωτοβολταϊκό στοιχείο**

Το κρυσταλλικό πυρίτιο, αυτό καθ’ αυτό δεν είναι ένας πολύ καλός αγωγός του ηλεκτρισμού, αλλά όταν προστίθενται σ’ αυτό προσμίξεις, δημιουργούνται οι προϋποθέσεις για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Στο κάτω στρώμα του ηλιακού κελιού προστίθεται συνήθως βόριο, το οποίο δημιουργεί δεσμούς με το πυρίτιο οδηγώντας στην ανάπτυξη θετικού φορτίου (p). Στο πάνω μέρος του ηλιακού κελιού προστίθεται συνήθως φώσφορος, το οποίο δημιουργεί δεσμούς με το πυρίτιο οδηγώντας στην ανάπτυξη αρνητικού φορτίου (n). Η επιφάνεια μεταξύ των ημιαγωγών τύπου p και τύπου n που δημιουργούνται ονομάζεται p-n επαφή (P-N junction). Όταν το ηλιακό φως εισέρχεται στο κελί, η ενέργεια που ελευθερώνει ηλεκτρόνια και στα δύο στρώματα. Τα ηλεκτρόνια αυτά, γνωστά και ως ελεύθερα ηλεκτρόνια, προσπαθούν, λόγω των διαφορετικών φορτίσεων των δύο στρωμάτων, να μετακινηθούν από το στρώμα τύπου-n στο στρώμα τύπου-p, αλλά εμποδίζονται από το ηλεκτρικό πεδίο στην επαφή p-n. Ωστόσο, η παρουσία ενός εξωτερικού κυκλώματος δημιουργεί την απαραίτητη διαδρομή για τη μεταφορά ηλεκτρονίων από το στρώμα τύπου-n στο στρώμα τύπου-p. Εξαιρετικά λεπτά καλώδια κατά μήκος του στρώματος τύπου-n επιτρέπουν τη διέλευση ηλεκτρονίων και η κίνηση αυτή των ηλεκτρονίων προκαλεί τη δημιουργία ρεύματος.

Τα ηλιακά κελιά έχουν συνήθως τετράγωνο σχήμα πλευράς περίπου 10 εκατοστών. Ένα ηλιακό κελί παράγει πολύ μικρή ισχύ (συνήθως λιγότερο από 2W) και έτσι ενώνονται ηλεκτρικά εν σειρά ή εν παραλλήλω, όπως θα αναλυθεί παρακάτω για να δημιουργηθούν τα φωτοβολταϊκά πάνελ.

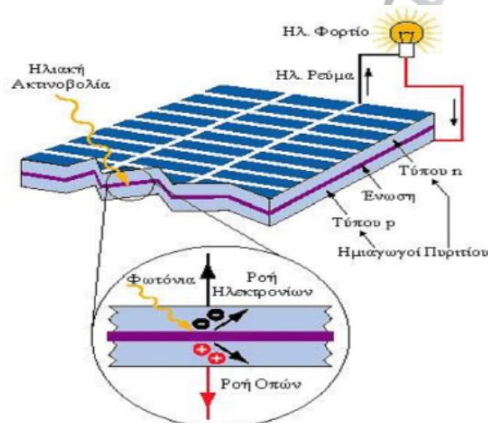
Η απόδοση των ηλιακών κελιών, εκφραζόμενη ως το ποσοστό της ηλιακής ενέργειας που μετατρέπεται σε ηλεκτρική, εξαρτάται από την τεχνολογία των υλικών που χρησιμοποιούνται. Σε ερευνητικό επίπεδο έχουν αναφερθεί αποδόσεις έως και 40%. Ωστόσο η πλειονότητα των ηλιακών κελιών και των δημιουργούμενων φωτοβολταϊκών πάνελ που διατίθενται σήμερα στο εμπόριο έχουν μία μέγιστη απόδοση της τάξης του 10-20%.

### 2.3.1 Επεξήγηση Αρχής λειτουργίας

Ένα φωτοβολταϊκό κύτταρο από πυρίτιο είναι κατασκευασμένο από μία ειδική ημιαγωγική δίοδο (φωτοδίοδο), στην οποία παρατηρούμε μια ροή ηλεκτρικών φορέων όταν αυτό δεχθεί φως.

Όπως προαναφέραμε, όταν το φως χτυπήσει το κύτταρο, τότε τα φωτόνια απορροφούνται από τα ηλεκτρόνια του πυριτίου.

Η ενέργεια των φωτονίων διεγείρει τα ηλεκτρόνια σε μια υψηλότερη ενεργειακή στάθμη, οπότε αυτά κινούνται αφήνοντας πίσω τους μία οπή. Έτσι λοιπόν τα απορροφούμενα φωτόνια δημιουργούν ζεύγη ηλεκτρονίων – οπών. Το ηλεκτρικό πεδίο διαχωρίζει τα ηλεκτρόνια από τις οπές και η διαφορά δυναμικού που αναπτύσσεται κυμαίνεται μεταξύ 0.5-0.6 Volts. Η ύπαρξη των ηλεκτρικών φορέων και της διαφοράς δυναμικού δημιουργούν ένα ρεύμα το οποίο μπορεί να διαρρέει ένα εξωτερικό κλειστό κύκλωμα.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.4 Βασική δομή ενός ηλιακού κελιού [1] [2]**

Η καρδιά του Φ/Β συστήματος είναι προφανώς τα φωτοβολταϊκά. Αν και υπάρχουν αρκετές τεχνολογίες διαφορετικές μεταξύ τους, η πιο συνηθής είναι αυτή του κρυσταλλικού πυριτίου. Η πρώτη ύλη για την παραγωγή αυτών των φωτοβολταϊκών είναι (όπως λέει και το όνομα) το διοξείδιο του πυριτίου ( $\text{SiO}_2$ ) που το παίρνουμε από χαλαζιακά πετρώματα που χρησιμοποιούνται επίσης και για την κατασκευή των chips στους υπολογιστές.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.5 Πυρίτιο σε αρχική μη επεξεργασμένη μορφή [1]**

## **2.4 Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά φωτοβολταϊκών στοιχείων**

Η απόδοση ενός Φ/Β στοιχείου εξαρτάται από ποικίλους παράγοντες όπως η ηλιοφάνεια , η θερμοκρασία , η γωνία κλίσης , ο τύπος του Φ/Β στοιχείου κτλ. Τα πλαίσια μετρώνται σε Standard Test Conditions (STC) με ηλιοφάνεια  $1,000 \text{ W/m}^2$  , σε μηδενική κλίση ,  $1.5$  αέρια μάζα και  $25^\circ\text{C}$  θερμοκρασία κελιού. Υπό αυτές τις συνθήκες αναγράφονται στα τεχνικά εγχειρίδια τα παρακάτω βασικά ηλεκτρικά μεγέθη των Φ/Β στοιχείων.

### **ΒΑΣΙΚΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ**

- Ονομαστική ισχύς / Ισχύς αιχμής –  $P_{mpp}$  [W]
- Απόδοση πλαισίου / efficiency -  $\eta$  (%)
- Τύπος κοννέκτορα
- Τύπος κελιού
- Fill Factor (%)
- Ονομαστική τάση/ Τάση σημείου μέγιστης ισχύος –  $V_{mpp}$  [V]
- Ονομαστικό ρεύμα/Ρεύμα σημείου μέγιστης ισχύος –  $I_{mpp}$  [A]
- Τάση ανοιχτού κυκλώματος –  $V_{oc}$  [V]
- Ρεύμα βραχυκύκλωσης –  $I_{sc}$  [A]
- Θερμοκρασιακός συντελεστής ισχύος -  $P_{mpp}$  [(-)% /  $^\circ\text{C}$ ]
- Θερμοκρασιακός συντελεστής ρεύματος βραχυκύκλωσης –  $I_{sc}$  [(+)% /  $^\circ\text{C}$ ]
- Θερμοκρασιακός συντελεστής τάσεως ανοιχτού κυκλώματος –  $V_{oc}$  [(-) % /  $^\circ\text{C}$ ]
- Ανοχή ακρίβειας μέτρησης  $P_{mpp}$  σε STC [(+/-) %]
- Μέγιστη τάση συστήματος [V]
- Μέγιστο ρεύμα επιστροφής [A]

Παρακάτω ακολουθεί η επεξήγηση των βασικών ηλεκτρικών μεγεθών ενός Φωτοβολταϊκού στοιχείου: [2]

**Maximum Rated Power  $P_m$  (Watt):** The maximum power output from a PV panel at STC which is usually labeled on the panel nameplate. The actual power output can be estimated by

$$P_{\text{real}} = P_m * S / 1000 * [1 - \lambda(T_{\text{cell}} - 25)]$$

$$T_{\text{cell}} = T_{\text{ambient}} + S / 800 * (T_{\text{NOCT}} - 20)$$

where S - the solar radiation on the panel surface,  $T_{\text{ambient}}$  - the ambient temperature,  $T_{\text{NOCT}}$  - the Nominal Operating Cell Temperature, and  $\lambda$  - Maximum Power Temperature Coefficient.

**Panel Efficiency (%):** The ratio of output power to input power from the sunlight, i.e., what percentage of light energy that hits the panel gets converted into electricity. The higher the efficiency value, the more electricity generated in a given space. You must be aware, however, that the solar cell efficiency doesn't equal the panel efficiency. The panel efficiency is usually 1 to 3% lower than the solar cell efficiency due to glass reflection, frame shadowing, higher temperatures etc.

**Fill Factor (%):** The ratio of actual rated maximum power  $P_m$  to the theoretical (not actually obtainable) maximum power ( $I_{\text{sc}} \times V_{\text{oc}}$ ). This is a key parameter in evaluating the performance of solar panels. Typical commercial solar panels have a fill factor  $> 0.70$ , while grade B solar panels have a fill factor range from 0.4 to 0.7. A higher fill factor solar panel has less losses due to the series and parallel resistances within the cells themselves.

**Connector Type:** Panel output terminal or cable/connector configuration. Most panels come with "plug and play" weatherproofed connectors to reduce installation time in the field.

**Cell Type:** The type of silicon that comprises a specific cell, based on the cell manufacturing process. Each cell type has pros and cons. Monocrystalline PV cells are the most expensive and energy intensive to produce but usually yield the highest efficiencies. Though polycrystalline and ribbon silicon cells are slightly less energy intensive and less expensive to produce, these cells are slightly less efficient than monocrystalline cells. However, because both poly- and ribbon silicon panels leave fewer gaps on the panel surface (due to square or rectangular cell shapes), these panels can often offer about the same power density as monocrystalline modules. Thin-film panels, such as those made from amorphous silicon cells, are the least expensive to produce and require the least amount of energy and raw materials, but are the least efficient of the cell types. They require about twice as much space to produce the same power as mono-, poly-, or ribbon-silicon panels. Thin-film panels do have better shade tolerance and high-temperature performance but are often more expensive to install because of their lower power density.

Sanyo's "bifacial" HIT panels are composed of a monocrystalline cell and a thin layer of amorphous silicon material. In addition to generating power from the direct rays of the sun on the panel face, this hybrid panel can produce power from reflected light on its underside, increasing overall panel efficiency.



**Maximum Power Voltage  $V_{mp}$ :** The voltage where a panel outputs the maximum power. Grid-tied inverters and MPPT charge controllers are built to track maximum power point throughout the day, and  $V_{mp}$  of each panel array, as well as array operating temperatures must be considered when sizing an array to a particular inverter or controller. Series string sizing software programs for grid-tied inverters allow you to input both the high and low temperatures at your installation site, and calculate the correct number of panels in series to maximize system performance.

**Maximum Power Current  $I_{mp}$ :** The maximum amperage where a panel outputs the maximum power. This specification is most commonly used in calculations for PV array disconnect labeling required by NEC Article 690.53(1), as the rated maximum power-point current for the array must be listed. Maximum power current is also used in array and charge controller sizing calculations for battery-based PV systems.

**Open-Circuit Voltage  $V_{oc}$ :** The maximum voltage generated by a PV panel exposed to sunlight with no load connected. All major PV system components (panels, wiring, inverters, charge controllers, etc.) are rated to handle a maximum voltage. Maximum system voltage must be calculated in the design process to ensure all components are designed to handle the highest voltage that may be present. Under certain low-light conditions (dawn/dusk), it's possible for a PV system to operate close to open-circuit voltage. PV voltage will increase with decreasing air temperature, so  $V_{oc}$  is used in conjunction with historic low temperature data to calculate the absolute highest maximum system voltage. Maximum system voltage must be shown on the PV array disconnect label required by NEC code.

**Short-Circuit Current  $I_{sc}$ :** The maximum amperage generated by a PV panel exposed to sunlight with the output terminals shorted. The PV circuit's wire size and overcurrent protection (fuses and circuit breakers) calculations per NEC Article 690.8 are based on panel short-circuit current. The PV system disconnect(s) must list short-circuit current (per NEC 690.53).

**Short-Circuit Current Temperature Coefficient  $\alpha$  (%/°C):** The change in panel short-circuit current per degree Celsius at temperatures other than 25°C. It is most commonly used to calculate maximum system current (per NEC Article 690.7) for system design and labeling purposes. For example, consider a series string of ten 8A ( $I_{sc}$ ) panels installed at a site with a record low of 15°C. Given a  $I_{sc}$  temperature coefficient 0.04%/°C), the decrease in current will be 0.32A, making for an overall maximum system current of 7.68A.

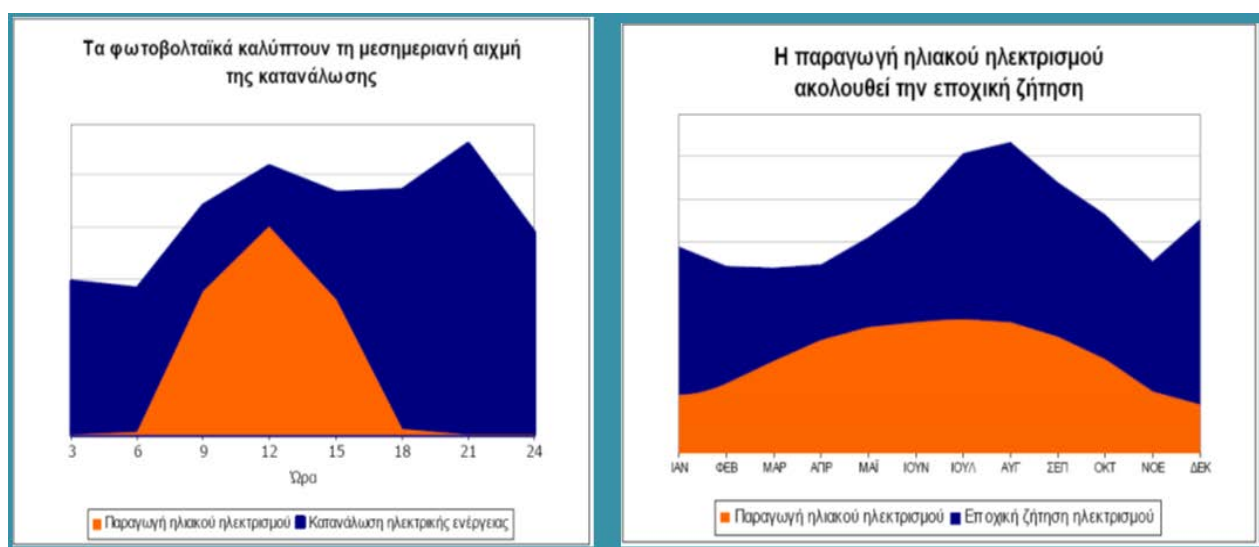
**Open-Circuit Voltage Temperature Coefficient  $\beta$  (%/°C):** The change in panel open-circuit voltage at temperatures other than 25°C.

**Maximum Power Temperature Coefficient  $\delta$  (%/°C):** The change in panel output power for temperatures other than 25°C.

## 2.5 Πλεονεκτήματα φωτοβολταϊκών στοιχείων

Τα πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών είναι αδιαμφισβήτητα και θα μπορούσαν να αναπτυχθούν σε ολόκληρο βιβλίο. Στην παρούσα εργασία αναφέρονται ενδεικτικά τα κυριότερα από τα πλεονεκτήματα των Φωτοβολταϊκών σχετικά με το περιβάλλον. [5] [7]

- Η ηλιακή ενέργεια είναι *καθαρή, ανεξάντλητη, ήπια και ανανεώσιμη*.
- Η ηλιακή ενέργεια που απαιτείται για την λειτουργία τους είναι παντού και δωρεάν διαθέσιμη.
- Με βάση το σημερινό ενεργειακό μείγμα στην Ελλάδα και τις μέσες απώλειες του δικτύου κάθε 1KWh που παράγεται από φωτοβολταϊκά, και άρα όχι από συμβατικά καύσιμα, συνεπάγεται την αποφυγή έκλυσης περίπου 1kg διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) στην ατμόσφαιρα
- 1kW φωτοβολταϊκών αποτρέπει κάθε χρόνο την έκλυση 1,3 tn διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>).
- Χρειάζονται 2 στρέμματα δάσους για να απορροφήσουν 1,3 tn διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>).
- Από περιβαλλοντική άποψη, αποφεύγοντας 1,3 τόνους CO<sub>2</sub> ετησίως είναι σαν να κάνει ένα μέσο αυτοκίνητο 7.000 χιλιόμετρα λιγότερα κάθε χρόνο.
- Η λειτουργία τους είναι σχεδόν αθόρυβη .
- Η λειτουργία τους είναι απόλυτα φιλική προς το περιβάλλον.
- Μικρές σχετικά απαιτήσεις συντήρησης.
- Η οπτική ρύπανση και η αντανάκλαση που δημιουργούν σχεδόν αμελητέες.
- Νέες θέσεις εργασίας δημιουργούνται.
- Κάλυψη ημερησίων και εποχιακών φορτίων αιχμής ηλεκτρισμού με ανακούφιση και ενεργειακή ασφάλεια του ηλεκτρικού δικτύου.
- Η υποκατάσταση ρυπογόνων καυσίμων από φωτοβολταϊκά συνεπάγεται λιγότερες εκπομπές επιβλαβών αερίων και άλλων επικίνδυνων ρύπων (όπως τα αιωρούμενα μικροσωματίδια, τα οξείδια του αζώτου, οι ενώσεις του θείου, κ.λπ). Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα πυροδοτούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου , ρυπαίνουν τα ύδατα , αλλάζουν το κλίμα της Γης, ενώ η ατμοσφαιρική ρύπανση έχει σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία ,το περιβάλλον.
- Αποκεντρώνεται η παραγωγή ενέργειας και ενισχύεται η χρήση ΑΠΕ έναντι των ρυπογόνων συμβατικών τρόπων παραγωγής ενέργειας.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.6 Κάλυψη αιχμακών φορτίων ηλεκτρισμού μέσω Φωτοβολταϊκής τεχνολογίας σε ημερήσια και εποχιακή βάση [1]**

Με βάση το γράφημα του EUROPEAN PHOTOVOLTAIC INDUSTRY ASSOCIATION (EPIA) είναι εμφανές ότι το κόστος της συμβατικής Ηλεκτρικής ενέργειας θα τείνει συνεχώς αυξανόμενο λόγω της συνεχούς αύξησης της ζήτησης αλλά και των ανοδικών μεταβολών των τιμών πετρελαίου και φυσικού αερίου, που αποτελούν απαραίτητα καύσιμα για την πλειονότητα των συμβατικών Σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Από την άλλη, αυτή τη χρονική διάρκεια το κόστος Παραγωγής Φ/Β στοιχείων τείνει συνεχώς να μειώνεται λόγω της καμπύλης εκμάθησης (επαναλαμβανόμενοι στόχοι αποφέρουν μια βελτίωση στην απόδοση), αλλά και της Οικονομίας Κλίμακας (διαδικασίες και επιχειρησιακές δραστηριότητες πολύ μεγάλων εταιριών που λειτουργούν σε σταθερά περιβάλλοντα σε συνδυασμό με βελτιωμένες τεχνολογικές διαδικασίες των εργοστασίων). Γενικώς, η αγορά των Φ/Β παρουσίασε μια πτώση στις τιμές της ως και 50% τα πέντε τελευταία χρόνια.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.7 Μακροπρόθεσμη μείωση τιμών ηλεκτρισμού μέσω της Φ/Β τεχνολογίας [1]**

Οι μονάδες ηλεκτροπαραγωγής και τα ενεργειακά δίκτυα σε όλη την Ευρώπη είναι πλέον γερασμένα και χρειάζεται να αναβαθμιστούν επειγόντως.

Τεχνοοικονομικά με βαρύτητα στον παράγοντα κόστους, μια νέα γραμμή μεταφοράς έχει πολύ υψηλό κόστος, αν λάβουμε υπόψη μας πέρα από τον τεχνολογικό εξοπλισμό και την εξάντληση των πεπερασμένων φυσικών πόρων. Η αναβάθμιση αυτή σίγουρα κοστίζει ακριβά, τίθεται λοιπόν το ερώτημα πού πρέπει να επενδύσουν οι ευρωπαϊκές κυβερνήσεις, στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ή τη συμβατική παραγωγή.

Ο Ευρωπαϊκός Οδικός Χάρτης για την Ενέργεια 2050, είναι μία πρώτη επίσημη προσπάθεια για να απαντηθεί αυτό το ερώτημα και να οδηγήσει τις μελλοντικές πολιτικές αποφάσεις στον ενεργειακό τομέα, με την εξοικονόμηση ενέργειας και τις ΑΠΕ να βρίσκονται σε πρωταγωνιστικό ρόλο. Όλα τα σενάρια απαιτούν:

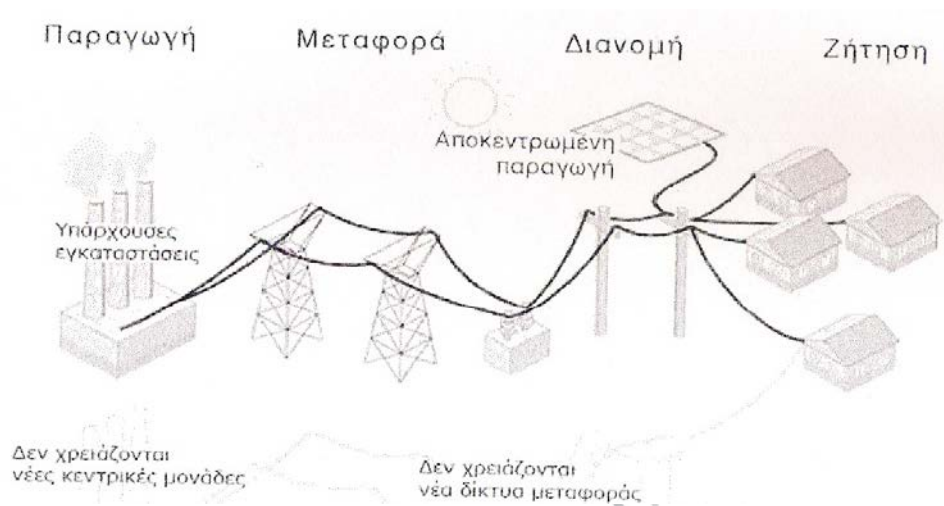
-Σημαντική αύξηση της εξοικονόμησης ενέργειας και της ενεργειακής αποδοτικότητας

- Σημαντική αύξηση των ΑΠΕ. Ακόμα και στα σενάρια που προβλέπουν υψηλή διείσδυση της πυρηνικής ενέργειας ή της δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα, οι ΑΠΕ καλύπτουν κατ' ελάχιστον το 55% της τελικής χρήσης ενέργειας.

Βάσει επίσημων στοιχείων της Ευρωπαϊκής Ένωσης, τουλάχιστον το 60% της ενέργειας που παράγεται από ορυκτά καύσιμα χάνεται πριν να φτάσει στα νοικοκυριά. Κατά συνέπεια, η Επιτροπή των Περιφερειών υπογραμμίζει ότι οι πόλεις και οι περιφέρειες θα πρέπει να ενθαρρύνονται περισσότερο για να αναπτύξουν συστήματα και τεχνολογίες αποκεντρωμένης παραγωγής ενέργειας διότι έτσι καταπολεμάται η διαμόρφωση μονοπωλίων στον τομέα της ενέργειας, δραστηριοποιούνται περισσότερο οι πολίτες, το περιβάλλον ωφελείται και, συνεπώς, γίνεται καλύτερα αποδεκτή η πιο βιώσιμη παραγωγή ενέργειας.

Ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας σχετικά με τις συμβατικές πηγές, είναι η ομαλή κατανομή της στο χώρο. Έτσι δεν είμαστε υποχρεωμένοι να μεταφέρουμε την ενέργεια σε μεγάλες αποστάσεις. Χρησιμοποιούμε μικρά ηλιακά συστήματα, συχνά χαμηλής ή μέσης τεχνολογίας έχοντας το πλεονέκτημα μικρών απωλειών μεταφοράς, ειδικά στις περιπτώσεις ηλιακών – φωτοβολταϊκών συστημάτων που βρίσκονται κοντά στον αστικό ιστό.

Οι διάφοροι μικροί παραγωγοί ηλιακής ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούν ιδανική λύση για τη μελλοντική παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στις περιπτώσεις όπου αμφισβητείται η ασφάλεια της παροχής. Η τοπική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας δεν δοκιμάζεται από δαπανηρές ενεργειακές απώλειες που αντιμετωπίζει το ηλεκτρικό δίκτυο (απώλειες, οι οποίες στην Ελλάδα ανέρχονται σε 10% κατά μέσο όρο).



**ΕΙΚΟΝΑ 2.8 Διάγραμμα απεικόνισης αποκεντρωμένης ενέργειας [1]**

Κλείνοντας αξίζει να αναφερθεί ότι όμοια ανάπτυξη και μοντέλο αποκέντρωσης είχαμε και στην Πληροφορική από τα μέσα της δεκαετίας του 1970 μέχρι και σήμερα. Ο κλάδος της Πληροφορικής γνώρισε μεγάλη εξέλιξη και πρόοδο σε αυτό το διάστημα με μαζική μείωση του κόστους και ταυτόχρονη αύξηση στην απόδοση. Η χρησιμότητα των υπολογιστών και της Πληροφορικής άνοιξε τον δρόμο για την αποκέντρωση του κλάδου ακόμα περισσότερο, μεταφέροντας από συγκεκριμένα μη προσιτά σε όλους υπολογιστικά κέντρα (ο πρώτος υπολογιστής είχε εμβαδό περίπου 170m<sup>2</sup>), στο γραφείο και στο σπίτι.

Όλη αυτή η ραγδαία ανάπτυξη και ο ανταγωνισμός είχε ως αποτέλεσμα την παγκόσμια εξάπλωσή τους και την κατακόρυφη αύξηση των παρεχόμενων υπηρεσιών προς όφελος του τελικού καταναλωτή κάτι που διαφαίνεται ότι συμβαίνει και στην απαιτητική πλέον αγορά των Φωτοβολταϊκών. [1]



## **2.6. Μειονεκτήματα φωτοβολταϊκών στοιχείων**

Στα λιγότερα και βασικότερα επιχειρήματα μειονεκτημάτων των Φ/Β στοιχείων δύναται να πιστωθούν τα παρακάτω :

- Αδυναμία 24ώρης αδιάλειπτης λειτουργίας.
- Κυμαινόμενη απόδοση κατά την διάρκεια του έτους.
- Απουσία επίσημης και απόλυτα υποχρεωτικής-δεσμευτικής οδηγίας ανακύκλωσης Φ/Β πλαισίων
- Απώλεια συμβατικών πόρων (Γυαλί και Αλουμίνιου).
- Απώλεια σπάνιων μετάλλων, (ασήμι ,ίνδιο, γάλλιο και γερμάνιο).
- Επίδραση κάποιων βλαβερών συστατικών φ/β πλαισίων στον άνθρωπο όπως:

-Διύλιση του μολύβδου (Pb)

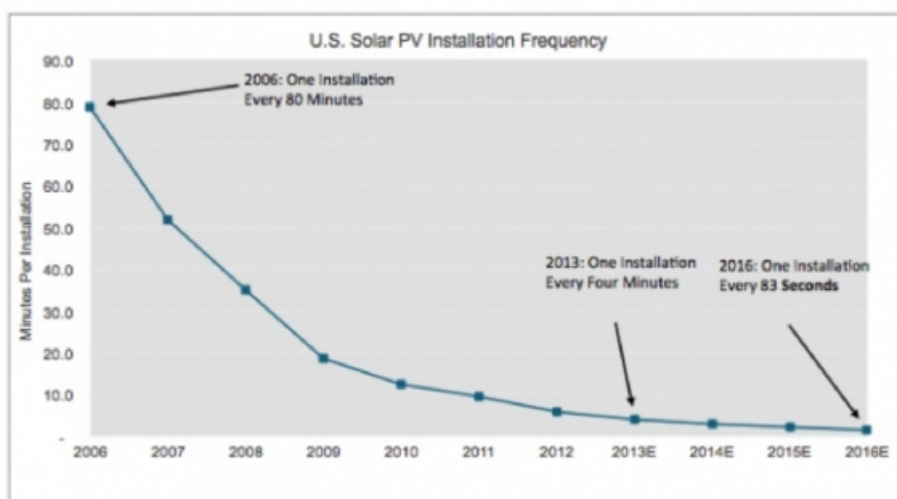
Ο μολύβδος συγκαταλέγεται στα βαρέα μέταλλα Βαρύ μέταλλο με υψηλή δυνατότητα για συσσώρευση σε ανθρώπους και το περιβάλλον.

-Διύλιση του Καδμίου (Cd)

Το κάδμιο είναι επίσης, ένα από τα βαρέα μέταλλα , το οποίο που συσσωρεύεται στους οργανισμούς και έχει υψηλή οξεία τοξικότητα καθώς επίσης και μια υψηλή δυνατότητα συσσώρευσης στους ανθρώπους.

## 2.7 Παγκόσμιο status αγοράς Φωτοβολταϊκών

Κλείνοντας , σε πλήρη συμφωνία της επικράτησης των πλεονεκτημάτων της Φ/Β τεχνολογίας έναντι των μειονεκτημάτων της , έρχονται οι δηλώσεις του Shayle Kann αντιπροέδρου του τμήματος έρευνας της αμερικάνικης GTM RESEARCH [6] . Οι επίσημες δηλώσεις που συνοδεύονται και από σχετικό πίνακα που ακολουθεί και αριθμεί την συχνότητα στις Φ/Β εγκαταστάσεις των Η.Π.Α συγκρίνοντας το 2006 (1 εγκατάσταση ανά 80 λεπτά) με το 2013(1 εγκατάσταση ανά 4 λεπτά) δίνοντας και αισιόδοξη πρόβλεψη για το 2016 (1 εγκατάσταση ανά περίπου 2 λεπτά).



Source: Shayle Kann, GTM Research

### ΕΙΚΟΝΑ 2.9 Πίνακας συχνότητας Φ/Β εγκαταστάσεων στις Η.Π.Α ( Shayle Kann , GTM research) [6]

Τέλος , αναφορικά με την χώρα μας τελευταία έγκυρα στοιχεία την κατατάσσουν στην 37<sup>η</sup> θέση, σε σύνολο 40 χωρών, όσον αφορά την ελκυστικότητα για επενδύσεις ΑΠΕ βάσει του δείκτη RECAI (Renewable energy country attractiveness index) της Ernst&Young.

Σύμφωνα με την τελευταία τριμηνιαία έκθεση της εταιρίας, ο δείκτης ελκυστικότητας για την Ελλάδα ανέρχεται σε 39,7 βαθμούς ενώ όσον αφορά τις επιμέρους τεχνολογίες, στα αιολικά η Ελλάδα καταλαμβάνει την 37<sup>η</sup> θέση με δείκτη 45.6, στα φωτοβολταϊκά την 34<sup>η</sup> με δείκτη 46,1 και στη βιομάζα την 33<sup>η</sup> με δείκτη 39,8. Υπενθυμίζεται ότι στην προηγούμενη κατάταξη, τον Μάιο του 2013 , η Ελλάδα είχε βρεθεί στην τελευταία θέση. Στην έκθεση, μεταξύ άλλων γίνεται αναφορά στα μέτρα που έλαβε η χώρα ενώ η άνοδος από την τελευταία στην 37<sup>η</sup> θέση αποδίδεται, μεταξύ άλλων, στην αύξηση των προβλέψεων για ζήτηση ηλεκτρισμού και στην αύξηση του ποσοστού συμμετοχής των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή.

Στην πρώτη πεντάδα της κατάταξης της Ernst & Young βρίσκονται οι ΗΠΑ, η Κίνα, η Γερμανία, το Ηνωμένο Βασίλειο και η Ιαπωνία.

Rank	Previous ranking	Market	RECAI score	Macro drivers			Energy market drivers			Technology-specific drivers		
				Macro stability	Ease of doing business	Total	Prioritization of renewables	Bankability of renewables	Total	Wind	Solar	Other technologies
1	(1)	US	75.4	64.8	71.1	68.6	57.6	76.0	68.7	68.8	78.0	52.9
2	(2)	China	71.9	67.5	46.3	54.7	60.6	63.4	62.3	76.7	79.6	58.4
3	(3)	Germany	69.6	75.6	61.5	67.1	70.1	74.0	72.4	58.4	59.6	45.9
4	(5)	UK	62.1	79.2	76.4	77.6	59.5	69.8	65.7	58.8	38.9	36.0
5	(6)	Japan	61.8	73.0	61.0	65.8	61.4	69.1	66.0	43.7	56.8	49.4
6	(4)	Australia	61.3	83.7	73.2	77.4	57.3	65.1	62.0	46.2	57.2	35.0
7	(7)	Canada	59.3	80.8	74.3	76.9	52.1	63.1	58.7	52.5	46.1	46.1
8	(9)	France	56.9	71.5	60.9	65.1	53.5	63.1	59.3	47.3	48.3	39.0
9	(8)	India	56.2	54.1	37.2	44.0	61.6	52.6	56.2	50.5	60.6	46.0
10	(11)	Italy	54.4	46.6	45.2	45.8	63.4	65.7	64.8	37.3	50.3	44.4
11	(10)	Belgium	53.0	68.2	77.7	73.9	64.5	58.0	60.6	42.5	35.7	29.3
12	(12)	South Korea	52.2	67.7	61.2	63.8	64.9	53.3	57.9	39.9	41.7	38.9
13	(13)	Spain	51.7	53.6	57.5	55.9	54.4	65.8	61.2	36.0	45.5	27.8
14	(16)	Denmark	51.3	79.5	73.9	76.2	60.6	61.2	60.9	46.0	24.9	28.5
15	(15)	Brazil	50.9	53.6	38.2	44.3	50.6	51.8	51.3	47.4	46.9	60.8
16	(18)	Chile	50.8	77.2	73.6	75.0	65.0	55.0	59.0	32.8	40.1	33.0
17	(19)	Portugal	50.6	46.4	65.6	57.9	57.0	59.5	58.5	37.6	41.0	35.1
18	(14)	Netherlands	50.5	74.8	63.0	67.7	63.7	56.7	59.5	43.7	29.3	29.7
19	(17)	Sweden	50.4	83.6	73.5	77.6	61.1	59.5	60.2	45.0	20.9	39.5
20	(23)	South Africa	48.5	63.0	61.6	62.1	49.6	48.4	48.9	37.9	49.6	26.2
21	(20)	Austria	48.1	72.5	68.5	70.1	65.3	56.0	59.7	31.9	31.9	35.9
22	(22)	Taiwan	47.8	70.5	63.2	66.1	47.5	58.5	54.1	32.5	40.9	31.2
23	(21)	Poland	47.6	67.2	56.3	60.7	61.9	56.7	58.8	39.0	28.0	31.8
24	(24)	Turkey	47.3	54.0	52.2	53.0	53.0	50.2	51.3	41.6	37.4	39.4
25	(28)	Ireland	46.5	67.5	69.7	68.8	65.3	60.5	62.4	42.2	15.5	24.2
26	(30)	Thailand	46.4	58.3	69.8	65.2	52.7	52.2	52.4	25.9	46.7	29.4
27	(26)	Peru	46.2	60.7	67.1	64.5	46.7	54.8	51.6	27.7	42.0	44.3
28	(25)	Norway	45.9	79.1	76.0	77.2	53.7	59.0	56.9	42.8	13.8	37.4
28	(32)	Finland	45.9	80.4	71.1	74.8	59.3	62.0	60.9	41.3	12.8	31.2
30	(29)	Mexico	45.2	57.6	58.1	57.9	50.7	48.6	49.4	37.9	36.5	29.8
30	(27)	Israel	45.2	71.4	69.4	70.2	58.1	53.0	55.0	20.4	45.7	18.2
32	(31)	Morocco	44.9	53.4	45.7	48.8	56.5	49.7	52.4	36.1	40.8	12.9
33	(33)	Romania	43.5	50.6	50.1	50.3	57.3	50.3	53.1	36.3	31.2	22.2
34	(36)	Bulgaria	41.2	55.5	56.1	55.9	56.0	43.1	48.2	29.7	34.6	24.0
35	(34)	Czech	41.1	62.8	56.1	58.8	57.8	46.7	51.2	26.9	31.2	28.3
36	(37)	Slovenia	40.6	56.4	56.2	56.3	66.1	48.3	55.4	18.9	33.2	31.7
37	(40)	Greece	39.7	31.6	37.9	35.4	52.3	33.7	41.1	33.9	47.6	27.2
38	(38)	Saudi Arabia	39.6	64.6	72.0	69.0	43.4	43.8	43.6	16.6	51.0	3.7
39	(35)	New Zealand	39.3	85.8	78.5	81.5	55.1	50.8	52.5	32.7	14.0	17.6
40	(39)	Ukraine	39.0	37.8	33.9	35.5	47.0	38.5	41.9	35.7	39.8	28.4

**ΕΙΚΟΝΑ 2.10 :** Πίνακας σύγκρισης ελκυστικότητας για επενδύσεις ΑΠΕ βάσει του δείκτη *RECAI* (Renewable energy country attractiveness index) της Ernst&Young . Αύγουστος 2013 [8]

### Πηγές:

1. **Chapter1.3 pg.4-5-6-11-13\_Chapter .1.1 pg.18-21**\_Τεχνικό Σεμινάριο πιστοποιημένο από την TUV Nord με τίτλο : Ολιστική Προσέγγιση Εγκατάστασης Φ/Β Σταθμού στην πράξη σε Κατοικίες –Βιομηχανίες και Φ/Β Παρκα  
Εισηγητής : Γ.Κραββαρίτης υπό την αιγίδα της TUV Nord και του IEK Intergraphiks , 2012
2. **pg2-** [www.ucsusa.org/clean\\_energy/technology\\_and\\_impacts/energy\\_technologies/how\\_solar\\_energy\\_works.html](http://www.ucsusa.org/clean_energy/technology_and_impacts/energy_technologies/how_solar_energy_works.html) ,2013
3. **pg6-** Εργαστηριακό Κέντρο Φυσικών Επιστημών Πρέβεζας ,Παρουσίαση Γ.Λελοβίτη 2013
4. **pg15-**IMPLEMENTATION OF HARDWARE AND SOFTWARE OF SOLAR PANEL TESTING PARAMETERS
5. **pg6-7\_** «Απόδοση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε πραγματικές συνθήκες», Αθηνά Γαλλία, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, 2009
6. **pg1-2\_**Shayle Kann , GTM research  
[http://www.pvtech.org/news/us\\_installation\\_frequency\\_hits\\_one\\_every\\_four\\_minutes?utm\\_source=PVtech&utm\\_campaign=c502dc4845PV\\_Tech\\_Daily\\_Newsletter\\_August\\_26\\_2013&utm\\_medium=email&utm\\_term=0\\_4ee2b8d807-c502dc4845-1511986](http://www.pvtech.org/news/us_installation_frequency_hits_one_every_four_minutes?utm_source=PVtech&utm_campaign=c502dc4845PV_Tech_Daily_Newsletter_August_26_2013&utm_medium=email&utm_term=0_4ee2b8d807-c502dc4845-1511986) , 2013
7. **pg2\_** [www.greenpeace.org/greece/el/news/2011/3/odikos\\_energeiakos\\_xartis\\_2050/](http://www.greenpeace.org/greece/el/news/2011/3/odikos_energeiakos_xartis_2050/) , 2012
8. **pg14-**Πίνακας σύγκρισης ελκυστικότητας για επενδύσεις ΑΠΕ βάσει του δείκτη RECAI (Renewable energy country attractiveness index) της Ernst&Young , 2013

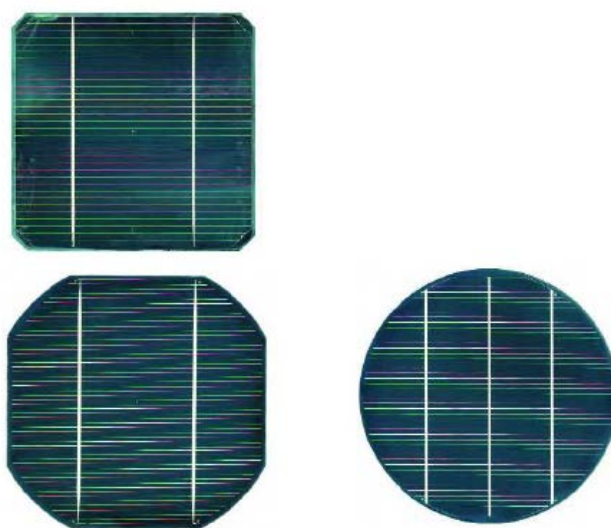
## Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>: Είδη Φωτοβολταϊκών στοιχείων και στάδια κύκλου ζωής

### 3.1.Εισαγωγή στα βασικότερα είδη Φωτοβολταϊκών στοιχείων

Οι κυριότεροι τύποι φωτοβολταϊκών στοιχείων σε σχέση με την τεχνολογία κελιού είναι οι ακόλουθοι:

#### Μονοκρυσταλλικό πυρίτιο

Τα κελιά μονοκρυσταλλικού πυριτίου κατασκευάζονται από έναν μεγάλο κρυσταλλικό δίσκο (wafer) πυριτίου. Τα κελιά αυτά χαρακτηρίζονται από υψηλή απόδοση, της τάξης του 15-19% αλλά και σχετικά υψηλό κόστος. Τα ηλιακά κελιά κατασκευάζονται σε σχήμα κύκλου, ή σχεδόν κύκλου καθώς και τετράγωνα. Τα κυκλικά ηλιακά κελιά είναι φθηνότερα από τα υπόλοιπα επειδή είναι λιγότερα τα υπολείμματα κατά την κατασκευή τους. Ωστόσο δε χρησιμοποιούνται συχνά στην κατασκευή φωτοβολταϊκών πάνελ επειδή δεν χρησιμοποιείται αποδοτικά μία επιφάνεια, λόγω των κενών μεταξύ τους όταν τοποθετούνται δίπλα το ένα στο άλλο. Αποτελούν όμως μία καλή προοπτική για ενσωμάτωση σε κτίρια όταν απαιτείται μερική διαπερατότητα στο φως. Το χρώμα τους είναι συνήθως βαθύ μπλε έως μαύρο όταν διαθέτουν αντί-ανακλαστική (AR) επίστρωση ή γκρι (χωρίς αντί-ανακλαστική επίστρωση).

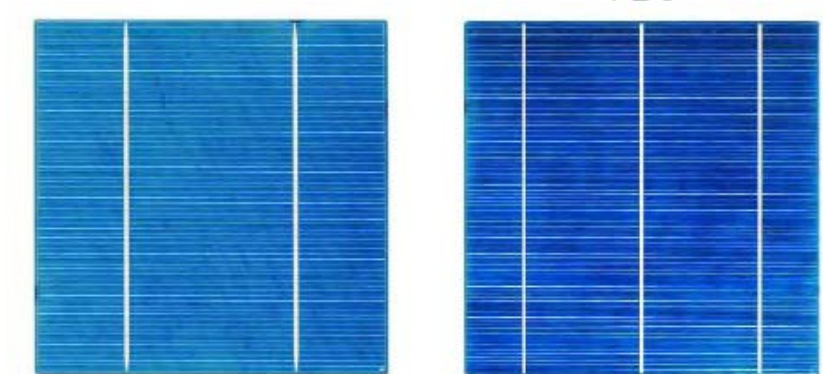


ΕΙΚΟΝΑ 3.1 Μορφή Φωτοβολταϊκών στοιχείων μονοκρυσταλλικής τεχνολογίας [2]



### Πολυκρυσταλλικό πυρίτιο

Τα κελιά πολυκρυσταλλικού πυριτίου είναι φθηνότερα από αυτά του μονοκρυσταλλικού πυριτίου αλλά και λιγότερο αποδοτικά. Όπως προκύπτει και από τον όρο, κατασκευάζονται από δίσκους (wafers) πυριτίου που κόβονται από τετραγωνισμένους ράβδους πυριτίου. Η μέθοδος κατασκευής ενός πολυκρυσταλλικού κελιού απαιτεί πολύ μικρότερη ακρίβεια και κόστος σε σχέση με τα μονοκρυσταλλικά κελιά. Η απόδοση τους κυμαίνεται από 14% έως 18% και κατασκευάζονται συνήθως σε τετράγωνο σχήμα. Το χρώμα τους είναι συνήθως μπλε (με αντί-ανακλαστική επίστρωση) ή γκρι-ασημί (χωρίς αντί-ανακλαστική επίστρωση).



**ΕΙΚΟΝΑ 3.2 Μορφή Φωτοβολταϊκών στοιχείων πολυκρυσταλλικής τεχνολογίας [2]**

### Τεχνολογίες λεπτού υμενίου (thin-film)

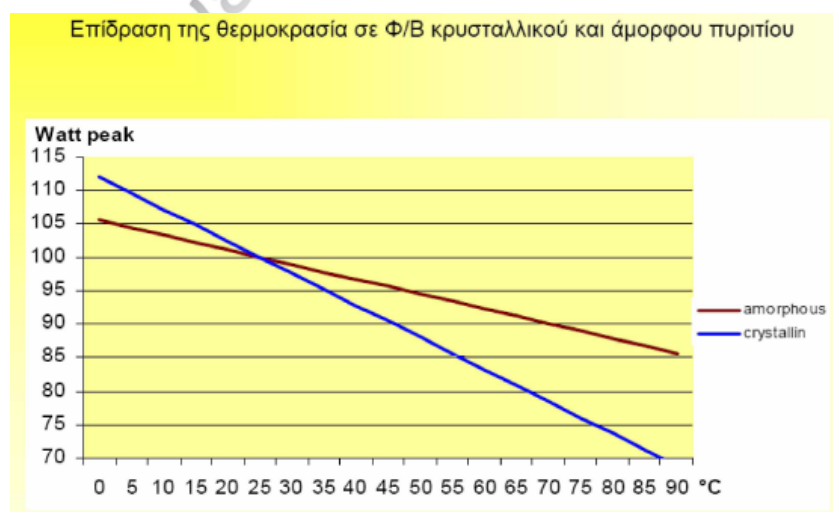
Αρκετή έρευνα έχει διεξαχθεί τα τελευταία χρόνια για την τελειοποίηση μεθόδων κατασκευής ηλιακών κελιών με ημιαγωγούς πάχους μόλις μερικών μικρομέτρων, με στόχο την επίτευξη μίας εύλογης απόδοσης με τη χρήση μικρής ποσότητας πυριτίου. Τα κελιά αυτά έχουν μικρότερη απόδοση από τα κελιά κρυσταλλικού πυριτίου (της τάξης του 7-15%) αλλά με αρκετά χαμηλότερο κόστος, ώστε να τα καθιστά ανταγωνιστικά. Συνήθως χαρακτηρίζονται από το έντονα σκούρο (σχεδόν μαύρο) χρώμα τους. Κυριότεροι αντιπρόσωποι της κατηγορίας αυτής αποτελούν τα παρακάτω:

#### - Κελιά άμορφου πυριτίου (amorphous-Si)

Αποτελούν την πιο συνηθισμένη μορφή και έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως σε ηλεκτρονικά προϊόντα ευρείας κατανάλωσης (π.χ. υπολογιστές τσέπης). Το άμορφο πυρίτιο, η μη-κρυσταλλική μορφή του πυριτίου, μπορεί να τοποθετηθεί σε ένα αγώγιμο υπόστρωμα σε ένα στρώμα πάχους μερικών μικρομέτρων δημιουργώντας ένα κελί τεχνολογίας λεπτού υμενίου. Η διαδικασία τοποθέτησης επιτρέπει στο άμορφο πυρίτιο να έχει λιγότερο από 1% του πάχους ενός κρυσταλλικού κελιού. Επιπλέον, τα κελιά άμορφου πυριτίου δίνουν τη δυνατότητα κατασκευής εύκαμπτων φωτοβολταϊκών πάνελ.



**ΕΙΚΟΝΑ 3.3**Μορφή Φωτοβολταϊκών στοιχείων τεχνολογίας thin film (άμορφο πυρίτιο) [2]



**ΕΙΚΟΝΑ 3.4** Διαφορετικές συμπεριφορές Φ/Β στοιχείων κρυσταλλικής τεχνολογίας και τεχνολογίας thin film (άμορφο πυρίτιο) [6]

## **-Κελιά καδμίου-τελλουρίου (CdTe)**

Η κρυσταλλική ένωση καδμίου-τελλουρίου (CdTe) είναι ένα αποτελεσματικό υλικό κατασκευής φωτοβολταϊκών κελιών. Για τη δημιουργία μίας ένωσης p-n σε ένα ηλιακό κελί, ένα στρώμα σουλφιδίου του καδμίου προστίθεται στο CdTe. Λόγω της αποτελεσματικότητας ένα κελί CdTe χρησιμοποιεί περίπου το 1% του ημιαγωγού υλικού σε σχέση με ένα κρυσταλλικό κελί. Μειονέκτημα τους αποτελεί το γεγονός της χρήσης του σπάνιου μετάλλου τελλουρίου. Επιπλέον, η χρήση του καδμίου επιβάλλει την αναγκαστική εναρμονισμένη με την νομοθεσία ανακύκλωση τους μετά το πέρας της ζωής τους.

## **-Κελιά χαλκού-Ινδίου / Γαλλίου – Δισεληνιούχου**

Αποτελεί μία από τις περισσότερο υποσχόμενες τεχνολογίες, όπου κελιά λεπτού υμενίου κατασκευάζονται από έναν συνδυασμό χαλκού-ινδίου-δισεληνιούχου και χαλκού-γαλλίου-δισεληνιούχου (κελιά CIGS). Τα κελιά αυτά έχουν επιδείξει αποδόσεις της τάξης του 19,9%, που αποτελεί την υψηλότερη για κελιά λεπτού υμενίου.

## **Άλλοι τύποι κελιών**

### **Υβριδικής τεχνολογίας**

Αποτελούν κελιά υψηλής απόδοσης (πάνω από 20%), σχετικά ακριβά, τα οποία συνδυάζουν χαρακτηριστικά από στοιχεία μονοκρυσταλλικής, πολυκρυσταλλικής και τεχνολογίας thin film.

Εκτός των παραπάνω συναντά κανείς και τους παρακάτω τύπους κελιών σε μικρό βαθμό ή σε εργαστηριακό επίπεδο:

**Κελιά Γαλλίου-Αρσενικούχου (GaAs):** Αποτελούν κελιά υψηλής απόδοσης (έως και 36%), ωστόσο ιδιαίτερα ακριβά και εμπορικά εκτός πραγματικής συμβατικής αγοράς.

### 3.2. Παραγωγική διαδικασία κατασκευής

Κατά την Παραγωγική Διαδικασία των Πλασίων τελικό βασικό ζητούμενο είναι η προστασία των Φ/Β κυψελών από:

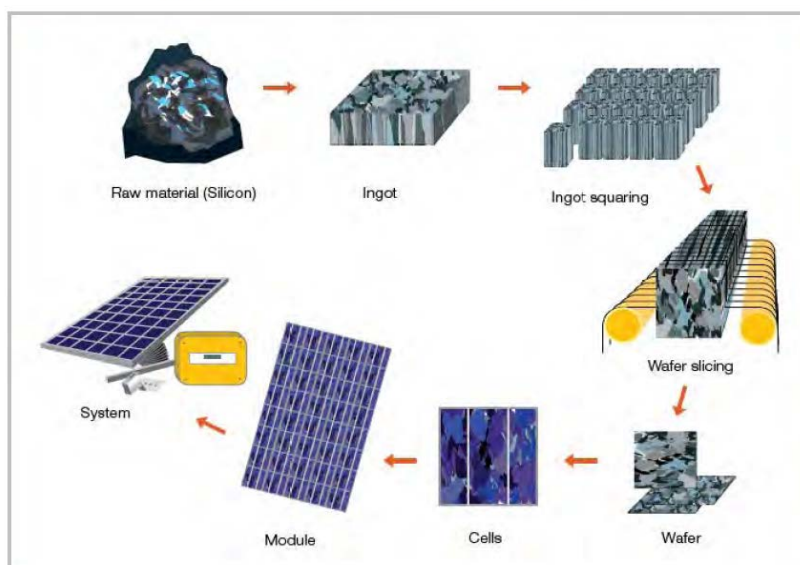
- Μηχανική Τάση
- Υγρασία
- Καιρικές Συνθήκες
- Ηλεκτρικές διαρροές

#### **ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**

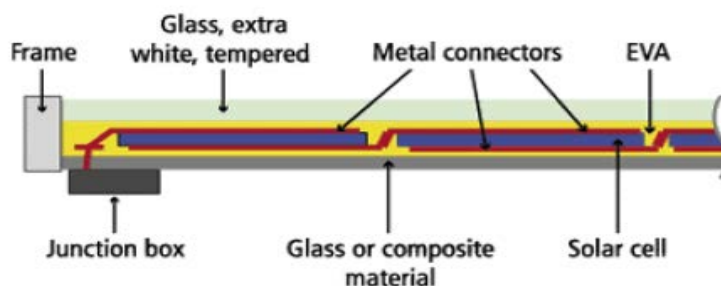
Στις περισσότερες περιπτώσεις τα ηλιακά στοιχεία περιβάλλονται από ένα λεπτό φιλμ EVA (πάχους 0,25-0,5 mm), ενώ στην πάνω πλευρά τοποθετείται και ένα ενισχυμένο γυαλί (ειδικό γυαλί με αντιανακλαστική στρώση και μεγάλη αντοχή). Από κάτω μπαίνει ή μία στρώση tedlar ή κάποιο άλλο υλικό (π.χ. γυαλί ή μέταλλο). Οι στρώσεις αυτές των υλικών συνήθως ενθυλακώνονται σε ένα πλαίσιο αλουμινίου. Στο πίσω μέρος μπαίνει ένα junction box από πολυεστέρα για τη σύνδεση των καλωδίων το οποίο προσκολλάται με κόλλα σιλικόνης.



Η διαδικασία παραγωγής κρυσταλλικών φωτοβολταϊκών



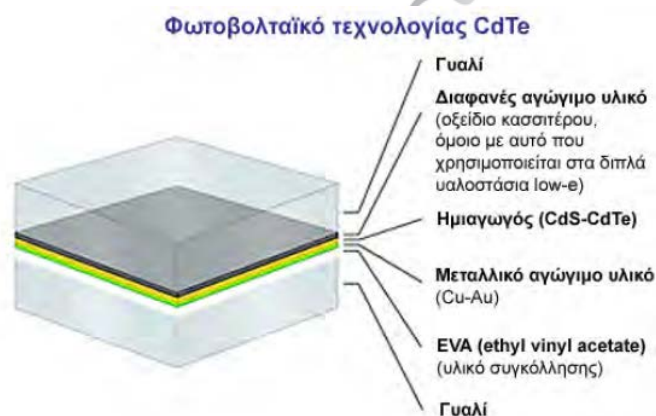
**ΕΙΚΟΝΑ 3.5 Ενδεικτική παραγωγική διαδικασία Φ/Β στοιχείων πολυκρυσταλλικής τεχνολογίας**  
**[3]**



**ΕΙΚΟΝΑ 3.6 Πλάγια όψη Φ/Β πλαισίου πολυκρυσταλλικής τεχνολογίας [3]**

### ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ THIN FILM

Σε αντίθεση με τις μονάδες τεχνολογίας κρυσταλλικού πυριτίου που μπορεί να είναι διακριτές και σε διαφορετικά μέρη μεταξύ τους, οι μονάδες παραγωγής φωτοβολταϊκών τεχνολογιών thin film χρησιμοποιούν μια καθετοποιημένη διαδικασία παραγωγής, η οποία είναι απλούστερη και με σαφώς μικρότερο κόστος στο τελικό προϊόν.



**3.7 Ενδεικτική παραγωγική διαδικασία Φ/Β στοιχείων τεχνολογίας thin-film (CdTe) [3]**

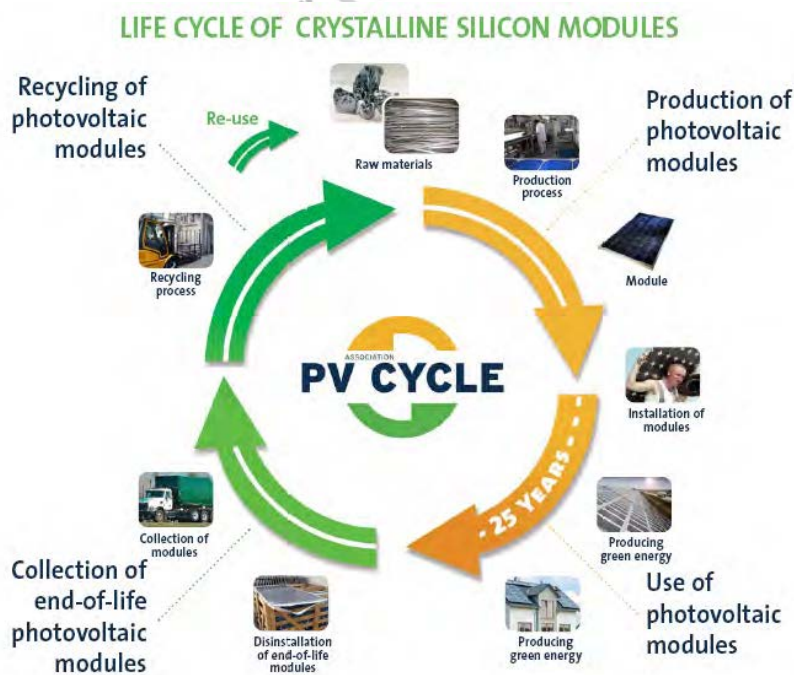


### 3.3 Κύκλος ζωής και Ανακλυκλωση Φωτοβολταϊκών στοιχείων

Βάσει μελετών βιβλιογραφίας και δεδομένων από εγκατεστημένα Φ/Β στοιχεία παγκοσμίως, τα Φ/Β στοιχεία συνεχίζουν να παράγουν ενέργεια (έστω και μειωμένη) ακόμα και 25έτη μετά την εγκατάστασή τους.

Κοιτάζοντας την Φ/Β τεχνολογία με ένα μεσομακροπρόθεσμο πρίσμα οι τάσεις της αγοράς, η εστίαση της έρευνας, οι πολιτικές εθνικών και συμμετοχή των φωτοβολταϊκών στην ηλεκτροπαραγωγή διεθνών φορέων, η διάθεση κονδυλίων και κινήτρων «δείχνουν» καθαρά πως η φαίνεται πως θα είναι το «όχημα» της Ευρωπαϊκής Ένωσης για να φτάσει επιτυχώς στους στόχους του 2020 για «καθαρή» - και φθηνή - ενέργεια. Με εγκατεστημένη ισχύ, στα τέλη του 2011, να ανέρχεται στα 28GW στα 27 κράτη - μέλη και με εκτίμηση ετήσιας αύξησης κατά 15% για τα επόμενα 10 χρόνια, αναμένεται ότι η συνεισφορά των φωτοβολταϊκών θα καλύψει έως και το 12% της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας («The Set of 2020» Project - EU), ενώ οι προσδοκίες για το 2050 τοποθετούν τα φωτοβολταϊκά στην κορυφή των ηλεκτροπαραγωγών εφαρμογών («The Rethinking2050» Project, EU).

Το στοιχείο που ενισχύει όσο κανένα άλλο το ρόλο των φωτοβολταϊκών στην «καθαρή» ηλεκτροπαραγωγή είναι αδιαμφισβήτητα είναι η άμεση αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. [4]



**ΕΙΚΟΝΑ 3.8 Κύκλος Ζωής Φ/Β στοιχείων κρυσταλλικής τεχνολογίας . Δράση PVCYCLE (πηγή EUROPEAN PHOTOVOLTAIC INDUSTRY ASSOCIATION , E.P.I.A.) [8]**



Στα ελάχιστα μειονεκτήματα που παρουσιάζει η τεχνολογία των Φωτοβολταϊκών είναι ορισμένες τοξικές χημικές ουσίες, όπως το κάδμιο και το αρσενικό, που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία παραγωγής των Φωτοβολταϊκών πάνελ. Αυτές οι περιβαλλοντικές επιδράσεις είναι δευτερεύουσες και μπορούν να ελεγχθούν εύκολα μέσω ανακύκλωσης και κατάλληλης διάθεσης.

Μέσω της δράσης του PVCYCLE (προγράμματος εθελοντικής απόσυρσης και ανακύκλωσης των φωτοβολταϊκών γεννητριών στην Ευρώπη, των οποίων η διάρκεια ζωής έχει λήξει), αν και δεν υπάρχει ακόμα νομοθεσία υποχρεωτικής ανακύκλωσης η ευρωπαϊκή βιομηχανία φωτοβολταϊκών έχει δεσμευτεί να συλλέγει το 65% κατ' ελάχιστον των φωτοβολταϊκών που έχουν εγκατασταθεί στην Ευρώπη από το 1990 και να ανακυκλώνει το 85% των υλικών. Ειδικά, στην περίπτωση των φωτοβολταϊκών τεχνολογίας CdTe η υποχρέωση ανακύκλωσης είναι συνάδει με την αγορά του πλαισίου και ο αγοραστής υπογράφει συμβόλαιο να παραδώσει τα φωτοβολταϊκά στην κατασκευάστρια εταιρία μετά τον προσδόκιμο χρόνο ζωής τους, με την κατασκευάστρια εταιρία να δεσμεύεται στην ανακύκλωση και ανάκτηση του CdTe.

Συμβατικά Καύσιμα	Φωτοβολταϊκή τεχνολογία
Παραγωγή ενέργειας 1 kWh εκλύοντας 1kg CO <sub>2</sub>	Παραγωγή ενέργειας 1 kWh με μηδενικούς ρύπους
2,2 βαρέλια πετρελαίου εκλύουν 1,3 τόνους CO <sub>2</sub> σε ένα χρόνο/ ένα αυτοκίνητο εκλύει τους ίδιους ρύπους διανύοντας 7000km	Φωτοβολταϊκό σύστημα 1 kW παράγει την ίδια ενέργεια χωρίς να εκλύει ρύπους

### 3.9 Περιβαλλοντικό προφίλ Φ/Β τεχνολογίας [4]

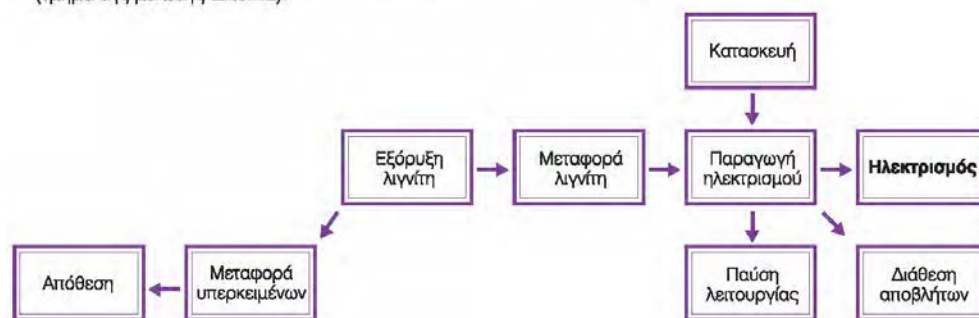
Η έρευνα και η τεχνολογία δεν κατάφεραν να προσφέρουν την ιδανική λύση που θα προσφέρει εξοικονόμηση και προστασία των φυσικών πόρων χωρίς καμία άλλη περιβαλλοντική επιβάρυνση. Εξετάζοντας τα φωτοβολταϊκά συστήματα όπως οποιαδήποτε άλλο σύστημα ηλεκτρολογικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού θα διαπιστώσει κινδύνους που υπονομεύουν την «πράσινη» και βιώσιμη εικόνα των συστημάτων αυτών.

### Σύγκριση σταδίων κύκλου ζωής Λιγνιτικού και Φ/Β σταθμού.

Οι επιπτώσεις του κύκλου ζωής ενός φωτοβολταϊκού συστήματος από την κατασκευή μέχρι την τελική απόθεση και η διαχείριση τους καθορίζουν το αν τα φωτοβολταϊκά θα αποφύγουν μία ενδεχόμενη περιβαλλοντική απαξίωση ακόμα και αν ο κύκλος ζωής τους είναι ασύγκριτα πιο περιβαλλοντικά φιλικός σε σχέση με συμβατικούς τρόπους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, όπως επί παραδείγματι με έναν συμβατικό θερμοηλεκτρικό-λιγνιτικό σταθμό.

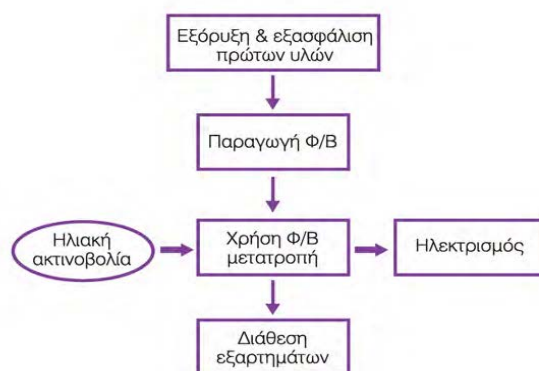
#### Ανάλυση Κύκλου Ζωής (LCA) – Σύγκριση με Θερμοηλεκτρικό Σταθμό

Τα διαφορετικά στάδια του Κύκλου Ζωής ενός Λιγνιτικού Σταθμού παρουσιάζονται στο σχήμα που ακολουθεί (τμήμα της μελέτης ExternE):



### 3.10 Ανάλυση Κύκλου ζωής Θερμοηλεκτρικού σταθμού [1]

Τα διαφορετικά στάδια του Κύκλου Ζωής ενός Φ/Β παρουσιάζονται στο σχήμα που ακολουθεί:



### 3.11 Ανάλυση Κύκλου ζωής Φ/Β συστήματος [1]

Η δέσμευση της Ευρωπαϊκής Ένωσης για παραγωγή καθαρή ενέργειας και εν γένει για την επίτευξη στόχων αναβάθμισης του περιβάλλοντος και της ποιότητας ζωής στις 27 χώρες-μέλη της, την οδήγησε στο να διαγνώσει τους κινδύνους από την χρήση ηλεκτρολογικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού και να προχωρήσει σε σχετικά μέτρα. Το 2003 εξεδόθη η Οδηγία 2002/96/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Ιανουαρίου 2003 σχετικά με τα απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ). Εντούτοις, στο πεδίο εφαρμογής της Οδηγίας αυτής δεν εντάσσονται σαφώς τα φωτοβολταϊκά πλαίσια, το βασικότερο – και μεγαλύτερο – στοιχείο ενός φωτοβολταϊκού συστήματος. Το θεσμικό πλαίσιο παραμένει «γκρίζο» σε ότι αφορά στην ανακύκλωση στοιχείων ενός φωτοβολταϊκού συστήματος και μιλώντας πρακτικά, τόσο οι κατασκευαστές όσο και οι τελικές χρήστες δεν υποχρεούνται να αναλάβουν καμία σχετική δράση.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή σε μία προσπάθεια να διαγνώσει μελλοντικές προεκτάσεις της έλλειψης σαφούς θεσμικού πλαισίου για την ανακύκλωση των φωτοβολταϊκών ξεκίνησε το 2008 να ερευνά πιθανά σενάρια ένταξης ή μη των φωτοβολταϊκών πλαισίων στο πεδίο εφαρμογής μιας τροποποιημένης Οδηγίας 2002/96/ΕΚ. Τα αποτελέσματα της μελέτης ανακοινώθηκαν τον Απρίλιο του 2011 και παρουσιάζονται, μεταξύ άλλων, συνοπτικά παρακάτω.

Διανύοντας ήδη την 4<sup>η</sup> δεκαετία ευρείας χρήσης φωτοβολταϊκών συστημάτων, η πρόβλεψη για φωτοβολταϊκά πάνελ που θα έχουν φθάσει στο τέλος της ωφέλιμης ζωής τους και θα βρεθούν στα στάδια της τελικής απόθεσης θα αγγίζει το 2050 τους 9.570.00 τόνους, ενώ η αύξηση της ποσότητας σε αριθμούς εγκατεστημένης ισχύος των φ/β πλαισίων προς τελική διάθεση θα είναι ραγδαία τα επόμενα χρόνια και ιδίως για την περίοδο 2030-2050, όπως δείχνουν τα παρακάτω νούμερα

#### *ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ MW:*

- 2025 → 188 MW
- 2030 → 2.033 MW
- 2050 → 68.000 MW

Οι αριθμοί αυτοί αν δεν αντικατοπτρίζουν ποσότητες ανακυκλωμένων φ/β πλαισίων, θα αποτελούν περιβαλλοντικό φόρτο τόσο από την άποψη επικίνδυνων στερεών αποβλήτων όσο και από την άποψη σπατάλης πολύτιμων φυσικών πόρων.

Αναλύοντας τις **αιτίες** που επιβάλλουν την ανακύκλωση των φ/β πλαισίων, εστιάζουμε στις ακόλουθες:

#### Περιβάλλον και ανθρώπινη υγεία – Επίδραση συστατικών φ/β πλαισίων

- Δύλιση του μολύβδου (Pb) .

Ο μόλυβδος συγκαταλέγεται στα βαρέα μέταλλα Βαρύ μέταλλο με υψηλή δυνατότητα για συσσώρευση σε ανθρώπους και το περιβάλλον. Διανέμεται σε όλο το σώμα στο αίμα και συσσωρεύεται στα κόκκαλα. Τα οικοσυστήματα κοντά σε πηγές μολύβδου καταδεικνύουν σειρά δυσμενών αποτελεσμάτων, συμπεριλαμβανομένων απωλειών στη βιοποικιλότητα, τη τα φυτά και τα ζώα με νευρολογικά και αναπαραγωγικά προβλήματα.

- Δύλιση του Καδμίου (Cd).

Το κάδμιο είναι επίσης, ένα από τα βαρέα μέταλλα , το οποίο που συσσωρεύεται στους οργανισμούς. Έχει υψηλή οξεία τοξικότητα καθώς επίσης και μια υψηλή δυνατότητα συσσώρευσης στους ανθρώπους. Πρόκειται για καθιερωμένη καρκινογόνος ουσία που μπορεί να προκαλέσει σοβαρές παθολογικές αλλαγές.

- Απώλεια συμβατικών πόρων (Γυαλί και Αλουμίνιου).
- Απώλεια σπάνιων μετάλλων, (ασήμι ,ίνδιο, γάλλιο και γερμάνιο).

#### Οικονομία – Σπατάλη πόρων

Η απώλεια των παραπάνω συμβατικών και σπάνιων πόρων έχει, επίσης, σημαντικές οικονομικές προεκτάσεις, δεδομένων των τιμών που επικρατούν στην αγορά, γεγονός που μπορεί να αποτελέσει ανάχωμα στην παραγωγή και διάθεση των φ/β πλαισίων με οικονομικά συμφέροντες όρους. Η επανάκτηση τους, είναι, συνεπώς, επιτακτική.

ΥΛΙΚΑ ΑΞΙΑΣ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ [4]

Ασήμι 	650€ / kg
Ίνδιο 	442€/ kg
Γάλλιο 	515€/ kg
Γερμάνιο 	957€/ kg

Οι στόχοι που θέτει η Οδηγία 2002/96/EK είναι σαφείς και απόλυτα εστιασμένοι στους παραπάνω κινδύνους:

1. Προσδιορισμός περιβαλλοντικών επιδράσεων των φωτοβολταϊκών πλαισίων μετά το τέλος του κύκλου ζωής τους .
2. Περιγραφή βασικών Πολιτικών και Επιλογών που μπορούν να εξαλείψουν τα απόβλητα .
3. Δημιουργία βιώσιμων όρων για την κατάλληλη επεξεργασία συγκεκριμένων αποβλήτων.
4. Αποτίμηση Περιβαλλοντικού , Οικονομικού και Κοινωνικού Οφέλους από την δράση Ανακύκλωσης Φ/Β Πλαισίων.

Παρά την έλλειψη σαφούς θεσμικού πλαισίου, σημαντικές πρωτοβουλίες αναπτύχθηκαν τόσο από κατασκευάστριες εταιρείες φ/β πλαισίων όσο και από φορείς περιβαλλοντικής δράσης

Η εταιρεία παραγωγής φ/β πλαισίων Deutsche Solar, με έδρα την Γερμανία, ξεκίνησε το 2003 σχέδιο επεξεργασίας της κρυσταλλικής σιλικόνης (crystalline silicon –  $1^{Hc}$  γενιάς), αρχικά πιλοτικά και σε στάδιο επίδειξης. Εντούτοις, οι μικρές ποσότητες στα φωτοβολταϊκά απόβλητα δεν έδωσε περαιτέρω κίνητρα για την επέκταση του εγχειρήματος.

Η εταιρεία παραγωγής φ/β πλαισίων First Solar, με χώρες δραστηριοποίησης τις Η.Π.Α., την Γερμανία και την Μαλαισία, εστίασε από το 2003 τις σχετικές εργασίες της στο υλικό CdTe –  $2^{Hc}$  γενιάς ( CIS και CIGS). Το σχέδιο προέβλεπε την ανακύκλωση να πραγματοποιείται και στα αρχικά στάδια κατασκευής, ενώ στοιχεία της ανακύκλωσης παρέχονταν σε κάθε πλαίσιο για την ενημέρωση των καταναλωτών. Οι προσπάθειες ευοδώθηκαν και σήμερα, περί τα 86.000.000 δολάρια δίνονται από την First Solar για συλλογή και ανακύκλωση Φ/Β πλαισίων. [7]

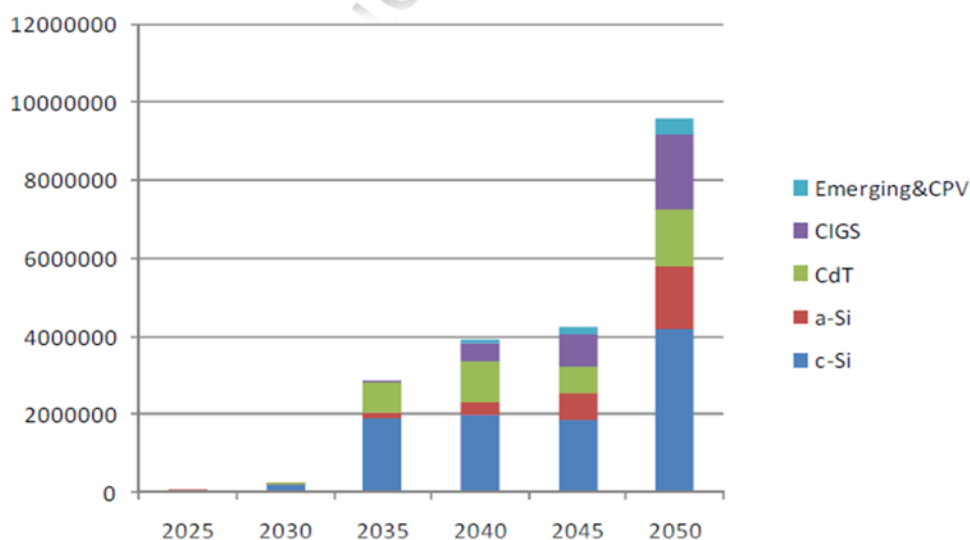


Σε ότι αφορά την ανάπτυξη πρωτοβουλιών από φορείς περιβαλλοντικής δράσης, ξεχωρίζει το εθελοντικό πρόγραμμα «PV Cycle» το οποίο αφορά στη συλλογή και ανακύκλωση Φ/Β πλαισίων μετά το πέρας της ζωής τους και το οποίο ξεκίνησε το 2007 στην Γερμανία και το Βέλγιο και αναπτύχθηκε με 91 σημεία συλλογής σε όλη την Ευρώπη. Μόνο το 2011, 1.500 τόνοι φ/β πλαισίων συγκεντρώθηκαν και οδηγήθηκαν στην ανακύκλωση, οι οποίοι προέρχονταν καθαρά από παλαιά και αντικατασταθέντα πλαίσια.

Η επιτυχία του προγράμματος «PV Cycle» οφείλεται στο εύρος και τη διαθεσιμότητα του δικτύου συλλογής – όπως εξάλλου ισχύει για κάθε πρόγραμμα εθελοντικής ανακύκλωσης – το οποίο επεκτείνεται διαρκώς καθώς και στην παροχή πιο ευρείας λύσης ανακύκλωσης στοιχείων ενός περιβαλλοντικού συστήματος – το πρόγραμμα περιλαμβάνει και τη συλλογή και επεξεργασία των γεννητριών. Πέραν των σταθερών σημείων συλλογής, κάδοι διατίθενται και προσωρινά σε χώρους εγκαταστάσεων μεγάλης κλίμακας, όπου λαμβάνουν χώρα εργασίες κατασκευής, αξιοποίησης και κατεδάφισης.

## ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Δυστυχώς, οι παραπάνω πρωτοβουλίες δεν αρκούν, αν λάβει κανείς υπόψη ότι η συνεχώς αυξανόμενη τοποθέτηση φωτοβολταϊκών πλαισίων, οδηγεί στη δημιουργία βιομηχανικών φωτοβολταϊκών αποβλήτων που θα αυξάνεται με γρήγορους ρυθμούς στα επόμενα 40 χρόνια.



### 3.12 Παραγωγή φωτοβολταϊκών αποβλήτων με βάση την τεχνολογία που χρησιμοποιείται σε τόνους στην Ε.Ε. [4]

Η επέκταση ή μη του πεδίου εφαρμογής της Οδηγίας θα διαδραματίσει τον πιο σημαντικό ρόλο και αυτό είναι εμφανές αν εξετάσει κανείς τα εναλλακτικά σενάρια εντός και εκτός του πλαισίου της Οδηγίας.

Εξετάζοντας την προοπτική δράσης εκτός της Οδηγίας 2002/96/ΕΚ έχουμε τα ακόλουθα **σενάρια βασικών γραμμών** (‘no policy action’, ‘Photovoltaic panels are outside the scope of the WEEE Directive’)

<b>A1. Διάθεση χωρίς καμία επεξεργασία και ανακύκλωση των φ/β πλαισίων</b> (‘worst case’ – Σενάριο δυσμενέστερης θέσης')
---

<b>A2. Τρέχουσες πρακτικές ανακύκλωσης και προγενέστερης επεξεργασίας</b> (‘voluntary action’ – Σενάριο εθελοντικής δράσης).
---

Η προοπτική δράσης εντός του πλαισίου της Οδηγίας δίνει τις ακόλουθες πιθανές διαδρομές:

1. Ένταξη φ/β πλαισίων οικιακής χρήσης στο πεδίο εφαρμογής της Οδηγίας (Σενάριο Επιλογής Πολιτικής Α)
2. Ένταξη φ/β πλαισίων οικιακής και εμπορικής χρήσης στο πεδίο εφαρμογής της Οδηγίας (Σενάριο Επιλογής Πολιτικής Β)

Τα δυνητικά αποτελέσματα των παραπάνω σεναρίων αναλύονται ακολούθως:

**A1. Διάθεση χωρίς καμία επεξεργασία και ανακύκλωση των φ/β πλαισίων (‘worst case – σενάριο δυσμενέστερης θέσης’)**

Χωρίς θεσμικό πλαίσιο και στοχευμένο σχέδιο δράσης, το σενάριο αυτό αναμένεται να φέρει όλα εκείνα τα δυσμενή αποτελέσματα που θα αποτελέσουν τροχοπέδη για την περαιτέρω διεύθυνση των φ/β συστημάτων στην ηλεκτροπαραγωγή. Η απουσία τεχνικών για αποκομιδή αποβλήτων και μεθόδων επεξεργασίας θα δώσει προεκτάσεις αποτυχίας στην σχετική περιβαλλοντική τεχνολογία καθώς το όφελος «καθαρής» ενέργειας θα επισκιαστεί από τα εκατομμύρια των τόνων των αποβλήτων από φ/β συστήματα που διαρκώς συσσωρεύονται, όπως καταδεικνύεται και στον ακόλουθο πίνακα.

Photovoltaic technology	a Amount of waste generated (in million tonnes)			b Collection rate (percentage)			c Properly treated and sent for recycling (in million tonnes) <i>c = a x b</i>			d Not properly treated and not sent for recycling (in million tonnes) <i>d = a - c</i>		
	2030	2040	2050	2030	2040	2050	2030	2040	2050	2030	2040	2050
	<i>c-Si</i>	0,20	2,00	4,21	0%	0%	0%	0,00	0,00	0,00	0,20	2,00
<i>a-Si</i>	0,02	0,33	1,57	0%	0%	0%	0,00	0,00	0,00	0,02	0,33	1,57
<i>CdTe</i>	0,01	0,79	1,49	0%	0%	0%	0,00	0,00	0,00	0,01	0,79	1,49
<i>CIGS/CIS</i>	0,00	0,05	1,89	0%	0%	0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	1,89
<b>Total</b>	<b>0,22</b>	<b>3,18</b>	<b>9,16</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,22</b>	<b>3,18</b>	<b>9,16</b>

**3.13 Εκτίμηση συγκέντρωσης αποβλήτων από φ/β συστήματα [4]**

**A2. Τρέχουσες πρακτικές ανακύκλωσης και προγενέστερης επεξεργασίας (‘voluntary action’ – σενάριο εθελοντικής δράσης).**

Το οξύ ζήτημα της έλλειψης θεσμικού πλαισίου μπορεί να αμβλύνει, η ανάπτυξη εθελοντικών δράσεων, όπως το πρόγραμμα «PV Cycle». Αισιόδοξα μηνύματα προέρχονται από μελέτες που αποδίδουν το 20-30% της συλλογής φ/β πλαισίων από τέτοια προγράμματα (Knut Sander, Ökopol, 2007) και προβλέπουν ότι το ποσοστό αυτό μπορεί να αυξηθεί σημαντικά.

### **A.1 «Σενάριο δυσμενέστερης θέσης»- Θετικές επιπτώσεις**

#### Οικονομικές επιπτώσεις:

- Το κόστος μεταφοράς και ανακύκλωσης είναι της ίδιας τάξεως με αυτό του σεναρίου εθελοντικής δράσης, παρόλο που το κόστος ανακύκλωσης ποικίλει ανάλογα με την τεχνολογία.
- Το κόστος ανακύκλωσης που λαμβάνεται υπ’όψιν, παραμένει σταθερό στα €175/τόνο για τα φωτοβολταϊκά πλαίσια όπως και στο Σενάριο Εθελοντικής Δράσης, ενώ στα Σενάρια Επιλογής Πολιτικής Α και Β το συνολικό κόστος μεταφοράς και ανακύκλωσης ποικίλουν από €210/τόνο και €290/τόνο με βάση τις υπολογισθείσες διαφορές στις τεχνικές ανακύκλωσης και την διαδικασία προεπεξεργασίας που απαιτείται. Τα έσοδα ανέρχονται σε €15/ τόνο στο Σενάριο Εθελοντικής Δράσης, αλλά κυμαίνονται μεταξύ €2105/ τόνο και €2349/τόνο για τα Σενάρια Επιλογής Πολιτικής Α και Β. Υποθέτοντας μεταπώληση των ανακτημένων υλικών στην τρέχουσα αγορά (Φεβρουάριος 2011) για ανεπεξέργαστες, πρώτες ύλες, τα έσοδα για τα φωτοβολταϊκά πλαίσια c-Si είναι 7 με 10 φορές μεγαλύτερα από το κόστος μεταφοράς και ανακύκλωσης.
- Για τα πάνελ τύπου thin film, τα έσοδα από τα ανακυκλωμένα υλικά είναι 8 έως 11 φορές υψηλότερα αντίστοιχα, με βάση την τεχνολογία που χρησιμοποιείται.

#### Κοινωνικές επιπτώσεις:

- Δυνατότητα δημιουργίας νέων θέσεων εργασίας, οι οποίες βασίζονται στην εμπειρογνομοσύνη και εξαρτώνται από τύπο της ανακύκλωσης που εφαρμόζεται για τα φωτοβολταϊκά πλαίσια.
- Στο Σενάριο Δυσμενέστερης Θέσης, όπου δεν πραγματοποιείται ανακύκλωση των φωτοβολταϊκών πλαισίων, δεν λαμβάνει χώρα η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας σε σύγκριση με το Σενάριο Εθελοντικής Δράσης όπου πραγματοποιείται κατάλληλη διαχείριση και απλή ανακύκλωση των πλαισίων.
- Στα Σενάρια Επιλογής Πολιτικής Α και Β η εφαρμογή κατάλληλων τεχνικών διαχείρισης και ανακύκλωσης των φωτοβολταϊκών πλαισίων οδηγούν στην δυνατότητα δημιουργίας ακόμα περισσότερων θέσεων εργασίας, λόγω της χρήσης εξειδικευμένων τεχνικών και την δημιουργία νέων εγκαταστάσεων διαχείρισης και ανακύκλωσης, όπου θα εκτελούνται αυτές οι τεχνικές.

## **A.2 «Σενάριο Εθελοντικής Δράσης» - Θετικές επιπτώσεις**

### Οικονομικές επιπτώσεις:

- Η ανακύκλωση είναι προσανατολισμένη γύρω από την προεπεξεργασία και ανακύκλωση των ΦΒ πλαισίων στο τέλος του ωφέλιμου κύκλου ζωής τους σε μονάδες ανακύκλωσης γυαλιού, οδηγώντας σε κόστος προεπεξεργασίας και ανακύκλωσης ύψους €175/τόνο και έσοδα ανάκτησης €15/τόνο.
- Το κόστος μεταφοράς, προεπεξεργασίας και ανακύκλωσης ανέρχεται στα 0,38 εκατομμύρια ευρώ.

### Περιβαλλοντικές επιπτώσεις:

- Οι περιβαλλοντικές επιδράσεις είναι χαμηλότερες σε σύγκριση με το Σενάριο Δυσμενέστερης Θέσης, ωστόσο η διαρροή μολύβδου στο περιβάλλον υπολογίζεται περίπου μεταξύ 220 και 1500 τόνων και η διαρροή καδμίου μεταξύ 30 και 160 τόνων. Αυτοί οι όγκοι προκαλούν μία επίδραση στο εξωτερικό κόστος της τάξεως του 1 δισεκατομμυρίου ευρώ.
- Τα προς ανακύκλωση πλαίσια στο Σενάριο Εθελοντικής Δράσης αθροίζονται σε 1,82 εκατομμύρια τόνους γυαλιού, 0,13 εκατομμύρια τόνους αλουμινίου και 0,02 εκατομμύρια τόνους σπάνιων υλικών. Καθώς στο εν λόγω σενάριο εφαρμόζεται μόνο απλή ανακύκλωση, το αποτέλεσμα είναι μόνο ανακυκλωμένο γυαλί, το οποίο ανέρχεται σε 1,73 εκατομμύρια τόνους. Αυτό οδηγεί σε ένα συνολικό κέρδος πόρων ύψους 30 εκατομμυρίων ευρώ.

### Κοινωνικές επιπτώσεις

- Λόγω της προεπεξεργασίας και ανακύκλωσης των φωτοβολταϊκών αποβλήτων σε μονάδες ανακυκλώσεως γυαλιού, προβλέπεται η δημιουργία μερικών θέσεων εργασίας ώστε να αυξηθεί η δυνατότητα διαχείρισης μεγάλων ποσοτήτων φωτοβολταϊκών αποβλήτων. Οι συνολικές θέσεις εργασίας που θα δημιουργηθούν προβλέπονται στις 400 μέσα στο 2050 για αυτό το σενάριο.

### ***Ένταξη φ/β πλαισίων οικιακής χρήσης στο πεδίο εφαρμογής της Οδηγίας - Σενάριο Επιλογής Πολιτικής Α***

Η σχετική δράση στο πλαίσιο της εφαρμογής της Οδηγίας 2002/96/EK προβλέπει τη συλλογή στοιχείων φωτοβολταϊκών συστημάτων οικιακής χρήσης – γεννήτριες και πλαίσια που πωλούνται σε ιδιωτικά νοικοκυριά και που εγκαθίστανται στις ιδιωτικές κατοικίες. Το ποσοστό αποκομιδής μπορεί να φθάσει το 85% των αποβλήτων σε οικιακές κτιριακές εγκαταστάσεις, κάτι που δίνει σημαντικό οικονομικό κίνητρο για συμμετοχή στο σχέδιο λόγω των υλικών που επανακτούνται.

### ***Ένταξη φ/β πλαισίων οικιακής και εμπορικής χρήσης στο πεδίο εφαρμογής της Οδηγίας - Σενάριο Επιλογής Πολιτικής Β***

Η σχετική δράση στο πλαίσιο της εφαρμογής της Οδηγίας 2002/96/EK προβλέπει τη συλλογή στοιχείων φωτοβολταϊκών συστημάτων οικιακής χρήσης – γεννήτριες και πλαίσια που πωλούνται σε ιδιωτικά νοικοκυριά και για τις εμπορικές εγκαταστάσεις. Το ποσοστό αποκομιδής μπορεί να φθάσει το 85% των αποβλήτων από όλες τις φωτοβολταϊκές γεννήτριες ενώ το 100% των συλλεχθέντων μπορούν να στέλνονται από κατάλληλη προγενέστερη επεξεργασία και ανακύκλωση. Το σχέδιο αυτό αναμένεται να ικανοποιήσει τις ανάγκες για ανακύκλωση των 8 από τους προβλεπόμενους 9,2 τόνους φ/β πλαισίων προς ανακύκλωση το 2050.

Αναλύοντας τα παραπάνω σενάρια ως προς τις επιπτώσεις του, έχουμε τα ακόλουθα αποτελέσματα



## **Σενάριο Επιλογής Πολιτικής Α – Θετικές επιπτώσεις**

### Γενικά

- Στο σενάριο αυτό, όπου τα ΦΒ πλαίσια κατοικιών ανακυκλώνονται υπό την οδηγία 2002/96/EK, 7 εκατομμύρια τόνοι ΦΒ πλαισίων ανακυκλώνονται ενώ πάνω από 2 εκατομμύρια τόνοι πλαισίων στο τέλος του κύκλου ζωής τους απορρίπτονται. Αυτό αντιπροσωπεύει το 76% του ρυθμού ανακύκλωσης συγκρινόμενη με την συνολική ποσότητα των αποβλήτων που παράγονται.

### Οικονομικές επιπτώσεις

- Το συνολικό κόστος περισυλλογής, προεπεξεργασίας και ανακύκλωσης ΦΒ πλαισίων κατοικιών όπως έχει υποτεθεί σε αυτήν την επιλογή υπολογίζονται ετησίως σε περίπου 2 δισεκατομμύρια ευρώ το 2050. Η ανακύκλωση που θεωρείται ρεαλιστική για αυτούς τους όγκους, αντιστοιχεί στο 100% του αλουμινίου, στο 95% του γυαλιού και 30 % σπάνιων μετάλλων προβλέπεται να αποφέρει έσοδα της τάξης των 15 δισεκατομμυρίων ευρώ ετησίως το 2050, λόγω της πώλησης των υλικών που θα έχουν ανακτηθεί σε τιμές της αγοράς. Με άλλα λόγια, η ανακύκλωση γίνεται εξαιρετικά επικερδής σε τόσο υψηλές ποσότητες. Τα οικονομικά οφέλη μπορεί να αυξηθούν περαιτέρω αν γίνουν διαθέσιμες νέες τεχνολογίες ανακύκλωσης, ειδικά για τα σπάνια μέταλλα.
- Η υποχρέωση διαχείρισης αποβλήτων που προκύπτει για τους παραγωγούς από την οδηγία 2002/96/EK τυπικά υλοποιείται μέσω της συνεργασίας ενός αριθμού παραγόντων σε μια αλληλένδετη αλυσίδα προστιθέμενης αξίας. Η τελική διαδικασία ανακύκλωσης και απόρριψης αποτελούν έργα, συνήθως, από μεγάλων μονάδων ανακύκλωσης εντάσεως κεφαλαίου, ενώ η διαδικασία συλλογής και η προεπεξεργασία διεξάγονται από μικρές ή μεσαίες επιχειρήσεις. Στην περίπτωση των ΦΒ, εργασίες όπως η απεγκατάσταση, συλλογή και προεπεξεργασία θα διεξάγονται πιθανότατα από τις ίδιες μικρές ή μεσαίες επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στην εγκατάσταση των πλαισίων. Ως εκ τούτου η επέκταση της αλυσίδας προστιθέμενης αξίας, σε ότι αφορά στη διαχείριση αποβλήτων θα μπορούσε να δημιουργήσει μια επιπρόσθετη απαίτηση παροχής υπηρεσιών από αυτές τις ίδιες επιχειρήσεις. Θα πρέπει να αναφερθεί επιπλέον, ότι η δημιουργία συστημάτων περισυλλογής αποβλήτων σε μεγάλη κλίμακα είναι πρακτικά αδύνατη για μια μόνο μικρή επιχείρηση, ενώ το κόστος ανά μονάδα μειώνεται ραγδαία με το μέγεθος και την χρήση των προς δημιουργία συστημάτων. Συνεπώς, οι παραγωγοί ΦΒ πλαισίων μικρής κλίμακας θα επωφεληθούν δυσανάλογα από τη συμμετοχή τους σε ένα σύστημα συμμόρφωσης, όπως προβλέπεται ως επιλογή από την οδηγία 2002/96/EK

### Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

- Ο μόλυβδος που διαρρέει στο περιβάλλον ανέρχεται προσεγγιστικά σε 70 με 500 τόνους και το κάδμιο που διαρρέει ανέρχεται προσεγγιστικά σε 10 με 50 τόνους. Το προκύπτον μέσο κόστος της διαρροής αξιολογείται προσεγγιστικά σε 330 εκατομμύρια ευρώ. Η εισροή πόρων στο Σενάριο Επιλογής Πολιτικής Α ανέρχεται σε 6 εκατομμύρια τόνους γυαλιού, 0,34 εκατομμύρια τόνους αλουμινίου και 0,07 τόνους σπάνιων μετάλλων ,που οδηγούν σε ένα συνολικό κέρδος 15,66 δισεκατομμυρίων ευρώ.

### Κοινωνικές επιδράσεις

- Λόγω της αύξησης της διαθέσιμης δυνατότητας ανακύκλωσης, η δημιουργία θέσεων εργασίας για την βιομηχανία ανακύκλωσης φωτοβολταϊκών πλαισίων υπολογίζεται στις 13.000 το 2050

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

## **Σενάριο Επιλογής Πολιτικής Β – Θετικές επιπτώσεις**

### Γενικά

- Στο Σενάριο Επιλογής Πολιτικής Β όπου τα ΦΒ πλαίσια τόσο οικιακής όσο και εμπορικής ανακυκλώνονται υπό την οδηγία 2002/96/EK, 8 εκατομμύρια τόνοι ΦΒ πλαισίων ανακυκλώνονται ενώ πάνω από 1,4 εκατομμύρια τόνοι πλαισίων στο τέλος του ωφέλιμου κύκλου ζωής τους απορρίπτονται. Αυτό αντιπροσωπεύει το 85% του ρυθμού ανακύκλωσης συγκρινόμενη με την συνολική ποσότητα των αποβλήτων που παράγονται.

### Οικονομικές επιπτώσεις

- Το συνολικό κόστος περισυλλογής, προεπεξεργασίας και ανακύκλωσης ΦΒ πλαισίων κατοικιών όπως έχει υποθεθεί σε αυτήν την επιλογή υπολογίζονται ετησίως σε περίπου 2 δισεκατομμύρια ευρώ το 2050. Η ανακύκλωση που θεωρείται ρεαλιστική για αυτούς τους όγκους, αντιστοιχεί στο 100% του αλουμινίου, στο 95% του γυαλιού και 30 % σπάνιων μετάλλων προβλέπεται να αποφέρει έσοδα της τάξης των 17,5 δισεκατομμυρίων ευρώ ετησίως το 2050, λόγω της πώλησης των υλικών που θα έχουν ανακτηθεί σε τιμές της αγοράς. Με άλλα λόγια, η ανακύκλωση γίνεται εξαιρετικά επικερδής σε τόσο υψηλές ποσότητες. Τα οικονομικά οφέλη μπορεί να αυξηθούν περαιτέρω αν γίνουν διαθέσιμες νέες τεχνολογίες ανακύκλωσης, ειδικά για τα σπάνια μέταλλα.
- Όσον αφορά τις μικρές και τις μεσαίες Επιχειρήσεις, αναμένονται θετικές επιδράσεις, όπως αυτές περιγράφησαν στην *Σενάριο Επιλογής Πολιτικής Α* παραπάνω.

### Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

- Οι περιβαλλοντικές επιδράσεις του *Σενάριο Επιλογής Πολιτικής Β* μειώνονται σε σύγκριση με το *Σενάριο Επιλογής Πολιτικής Α*. Ο μόλυβδος που διαρρέει στο περιβάλλον ανέρχεται προσεγγιστικά σε 50 με 330 τόνους και το κάδμιο που διαρρέει ανέρχεται προσεγγιστικά σε 5 με 35 τόνους. Το προκύπτον μέσο κόστος της διαρροής αξιολογείται προσεγγιστικά σε 220 εκατομμύρια ευρώ. Η εισροή πόρων ανέρχεται σε 6,68 εκατομμύρια τόνους γυαλιού, 0,38 εκατομμύρια τόνους αλουμινίου και 0,08 τόνους σπάνιων μετάλλων ,που οδηγούν σε ένα συνολικό κέρδος 17,42 δισεκατομμυρίων ευρώ.

## Κοινωνικές επιδράσεις

- Λόγω της αύξησης της διαθέσιμης δυνατότητας ανακύκλωσης, η δημιουργία θέσεων εργασίας για την βιομηχανία ανακύκλωσης φωτοβολταϊκών πλαισίων υπολογίζεται στις 20.000 το 2050.

Η σύγκριση των αποτελεσμάτων των δράσεων δείχνουν ξεκάθαρα την επιτακτικότητα της ένταξης των φωτοβολταϊκών στοιχείων στο πεδίο εφαρμογής της Οδηγίας 2002/96/EK

- Συγκρίνοντας τα σενάρια εκτός Οδηγίας με τα σενάρια εντός Οδηγίας, από την πλευρά των ποσοτήτων ανακυκλούμενων Φ/Β πλαισίων παρατηρούμε τεράστιες διαφορές. Πράγματι συγκρίνοντας το Σενάριο Δυσμενέστερης Θέσης με τα Σενάρια Επιλογής Πολιτικής Α και Β παρατηρούμε αύξηση κατά 76% και 85% αντίστοιχα. Συγκρίνοντας το Σενάριο Δυσμενέστερης θέσης και τα Σενάρια Επιλογής Πολιτικής Α και Β, τα καθαρά εφικτά κέρδη είναι 10 και 11 φορές υψηλότερα, αντίστοιχα.
- Συγκρίνοντας τα σενάρια εκτός Οδηγίας με τα σενάρια εντός Οδηγίας, οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιδράσεις μειώνονται λόγω της επίτευξης υψηλότερων ρυθμών ανακύκλωσης. Πράγματι συγκρίνοντας το Σενάριο Δυσμενέστερης Θέσης με τα Σενάρια Επιλογής Πολιτικής Α και Β παρατηρούμε μείωση στο κόστος διαρροής κατά 1,14 και 1,25 δισεκατομμύρια ευρώ, αντίστοιχα.
- Συγκρίνοντας τα Σενάρια Επιλογής Πολιτικής Α και Β, τα εφικτά κέρδη στην 2<sup>η</sup> περίπτωση είναι θεαματικά υψηλότερα καθώς το ποσοστό των συνολικών ανακυκλωμένων πλαισίων που βρίσκονται στο τέλος του κύκλου ζωής τους είναι 85%, δηλαδή κατά 9 μονάδες υψηλότερο σε σχέση με το ποσοστό του 76%, που ισχύει στην 1<sup>η</sup> περίπτωση, οδηγώντας, έτσι, σε μειωμένες περιβαλλοντικές επιδράσεις, μειωμένα κόστη και απώλειες. Τα καθαρά κέρδη και των δυο Σεναρίων είναι θετικά, με τα κέρδη πόρων από την ανακύκλωση να υπερτερούν των κοστών ανακύκλωσης και με τη δυνατότητα δημιουργίας νέων θέσεων εργασίας να ανυψώνεται. Τα συνολικά οφέλη που επιτυγχάνονται είναι προσεγγιστικά 6% υψηλότερα σε όλες τις κατηγορίες που αξιολογούνται στο Σενάριο Επιλογής Πολιτικής Β σε σύγκριση με το Σενάριο Επιλογής Πολιτικής Α.
- Από την άποψη των κοινωνικών επιδράσεων, προβλέπονται μεγάλα κέρδη όσον αφορά την δημιουργία θέσεων εργασίας σε σύγκριση των σεναρίων εντός Οδηγίας με τα σενάρια εκτός Οδηγίας.

Εντούτοις, την συγκριτική υπεροχή των σεναρίων εντός Οδηγίας 2002/96/EK μπορεί να ανατρέψει η ανάπτυξη έντονης εθελοντικής δράσης και η αρχή της επικουρικότητας. Οι παραγωγοί των ΦΒ πλαισίων έχουν επίγνωση της

περιβαλλοντικής τους ευθύνης και των επιδράσεων της περιβαλλοντικής τους δράσης στη δημόσια εικόνα τους, καθώς του γεγονότος ότι τα υλικά που περιλαμβάνονται στα ΦΒ και η ανάκτηση τους, μπορούν να καταστήσουν τη διαδικασία ανακύκλωσης μια επικερδή διαδικασία. Ωστόσο, για να γίνει η διαδικασία ανακύκλωσης επικερδής, σταθερά μεγάλες ποσότητες αποβλήτων πρέπει να είναι εξασφαλισμένες σε βάθος χρόνου. Οι τιμές των πρώτων υλών καθώς και οι συνθήκες που επικρατούν στην αγορά μπορούν να διακυμαίνονται έντονα. Ως εκ τούτου, σημαντικοί μακροχρόνιοι μηχανισμοί θα πρέπει να συμφωνηθούν μεταξύ των παραγωγών, προκειμένου να εξασφαλισθεί η βιωσιμότητα των διαδικασιών περισυλλογής, προεπεξεργασίας και ανακύκλωσης ακόμη και σε περιόδους όπου οι τιμές των πρώτων υλών είναι χαμηλές, και ακόμη και για αυτά τα τμήματα της διαδικασίας, τα οποία δεν είναι επικερδή. Η προσπάθεια εκ μέρους της βιομηχανίας να εξασφαλίσει μια τέτοιου είδους εθελοντική συμφωνία, η οποία θα εξασφαλίζει τέτοιου είδους μηχανισμούς με πρόβλεψη και κάτω από τις συνθήκες αβεβαιότητας όσον αφορά τις αγορές και τις τιμές είναι μια πολύ σημαντική πρόκληση. Ως εκ τούτου, οι προβλέψεις για την ανατροπή που αναφέρθηκε αρχικά είναι απαισιόδοξες.

Όσον αφορά την αρχή της επικουρικότητας, το ζήτημα έχει αναλυθεί και αποφασισθεί σε γενικά πλαίσια κατά την αρχική υιοθέτηση της οδηγίας 2002/96/ΕΚ το 2003, και η λογική της εφαρμόζεται εξίσου σε ΦΒ πλαίσια στο τέλος του κύκλου ζωής τους.

Τέλος, τα καθαρά κέρδη έχουν υπολογιστεί λαμβάνοντας υπόψιν το εξωτερικό κόστος που αποφεύγεται και την ανάκτηση πόρων ως όφελος, και αφαιρώντας το συνολικό κόστος μεταφοράς, περισυλλογής, κατάλληλης διαχείρισης και ανακύκλωσης.

Η εξίσωση υπολογισμού των καθαρών κερδών είναι η ακόλουθη:

(Εξωτερικά κέρδη που αποφεύγονται + κέρδη ανάκτησης πόρων)-(Συνολικό κόστος περισυλλογής, μεταφοράς, κατάλληλης διαχείρισης και ανακύκλωσης)=καθαρά κέρδη

Η παραπάνω μελέτη και συγκριτική ανάλυση βασίστηκε στην προβολή των σημερινών δεδομένων στο μέλλον. Η ανάπτυξη αποδοτικότερων μεθόδων ανακύκλωσης, η παροχή χρηματοδοτήσεων και κινήτρων για ανακύκλωση, η ανάπτυξη εθνικών και διεθνών θεσμικών πλαισίων, η εξέλιξη των περιβαλλοντικών δεικτών καθώς και οι οικονομικές στρατηγικές των κατασκευαστριών εταιρειών είναι τα δυναμικά στοιχεία που θα καθορίσουν το μέλλον της ανακύκλωσης και του περιβαλλοντικού ισοζυγίου των φωτοβολταϊκών πλαισίων και συστημάτων γενικότερα.

### **3.4. Παρουσίαση της οδηγίας 2012/19/ΕΕ σε συνέχεια της οδηγίας 2008/19/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου σχετικά με την ανακύκλωση των Φωτοβολταϊκών πλαισίων [5]**

Ακολουθεί η εκτενής παρουσίαση της οδηγίας 2012/19/ΕΕ σε συνέχεια της οδηγίας 2008/19/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου.

**Οδηγία 2012/19/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 4ης Ιουλίου 2012, σχετικά με τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) Κείμενο που παρουσιάζει ενδιαφέρον για τον ΕΟΧ.**

*Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L 197 της 24/07/2012 σ. 0038 - 0071*

Οδηγία 2012/19/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 4ης Ιουλίου 2012 σχετικά με τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ)

(αναδιατύπωση)

ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ ΚΑΙ ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ,

Έχοντας υπόψη τη Συνθήκη για τη λειτουργία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, και ιδίως το άρθρο 192 παράγραφος 1,

Έχοντας υπόψη την πρόταση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής,

Έχοντας υπόψη τη γνώμη της Ευρωπαϊκής Οικονομικής και Κοινωνικής Επιτροπής [1],

Έχοντας υπόψη τη γνώμη της Επιτροπής των Περιφερειών [2],

Αποφασίζοντας σύμφωνα με τη συνήθη νομοθετική διαδικασία [3],

Εκτιμώντας τα ακόλουθα:

(1) Η οδηγία 2002/96/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 27ης Ιανουαρίου 2003, σχετικά με τα απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) [4] πρέπει να τροποποιηθεί ουσιαδώς. Για λόγους σαφήνειας, είναι σκόπιμη η αναδιατύπωση της εν λόγω οδηγίας.

(2) Η πολιτική της Ένωσης στον τομέα του περιβάλλοντος αποσκοπεί ιδίως στη διατήρηση, την προστασία και τη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος, στην προστασία της υγείας του ανθρώπου και στη συνετή και ορθολογική χρησιμοποίηση



των φυσικών πόρων. Η πολιτική αυτή στηρίζεται στην αρχή της προφύλαξης και στις αρχές της προληπτικής δράσης, της επανόρθωσης των ζημιών στο περιβάλλον, κατά προτεραιότητα στην πηγή, καθώς και στην αρχή "ο ρυπαίνων πληρώνει".

(3) Το κοινοτικό πρόγραμμα πολιτικής και δράσης για το περιβάλλον και την αειφόρο ανάπτυξη ("πέμπτο πρόγραμμα δράσης για το περιβάλλον") [5] όριζε ότι, προκειμένου να επιτευχθεί αειφόρος ανάπτυξη, απαιτούνται σημαντικές αλλαγές των υφιστάμενων προτύπων ανάπτυξης, παραγωγής, κατανάλωσης και συμπεριφοράς και υποστηρίζει, μεταξύ άλλων, τη μείωση της σπατάλης των φυσικών πόρων και την πρόληψη της ρύπανσης. Το πρόγραμμα αυτό αναφέρει τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) ως έναν από τους τομείς ενδιαφέροντος στους οποίους πρέπει να επιτευχθεί κανονιστική ρύθμιση, βάσει της εφαρμογής των αρχών της πρόληψης, της ανάκτησης και της ασφαλούς διάθεσης των αποβλήτων.

(4) Η παρούσα οδηγία συμπληρώνει τη γενική νομοθεσία της Ένωσης για τη διαχείριση των αποβλήτων, όπως είναι η οδηγία 2008/98/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 19ης Νοεμβρίου 2008, για τα απόβλητα [6]. Παραπέμπει στους ορισμούς που διατυπώνονται στην οδηγία αυτή, μεταξύ άλλων στους ορισμούς των αποβλήτων και της γενικής διαχείρισης αποβλήτων. Ο ορισμός της συλλογής κατά την οδηγία 2008/98/ΕΚ για τα απόβλητα καλύπτει την προκαταρκτική διαλογή και την προκαταρκτική αποθήκευση αποβλήτων με σκοπό τη μεταφορά τους σε εγκατάσταση επεξεργασίας αποβλήτων. Με την οδηγία 2009/125/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου [7] θεσπίστηκε πλαίσιο για τον καθορισμό απαιτήσεων οικολογικού σχεδιασμού όσον αφορά τα προϊόντα που σχετίζονται με την ενέργεια και κατέστη δυνατή η θέσπιση ειδικών απαιτήσεων οικολογικού σχεδιασμού για προϊόντα που σχετίζονται με την ενέργεια και μπορεί να καλύπτονται και από την παρούσα οδηγία. Η οδηγία 2009/125/ΕΚ και τα εκτελεστικά μέτρα που θεσπίζονται δυνάμει αυτής ισχύουν με την επιφύλαξη της νομοθεσίας της Ένωσης για τη διαχείριση αποβλήτων. Η οδηγία 2002/95/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 27ης Ιανουαρίου 2003, σχετικά με τον περιορισμό της χρήσης ορισμένων επικίνδυνων ουσιών σε είδη ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού [8] επιβάλλει την υποκατάσταση απαγορευμένων ουσιών σε όλα τα είδη ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΗΗΕ) που εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής της.

(5) Λόγω της συνεχούς επέκτασης της αγοράς και συντόμευσης των κύκλων καινοτομίας, η αντικατάσταση του εξοπλισμού επιταχύνεται, καθιστώντας τα ΗΗΕ ταχέως αναπτυσσόμενη πηγή αποβλήτων. Μολονότι η οδηγία 2002/95/ΕΚ έχει συμβάλει αποτελεσματικά στη μείωση των επικίνδυνων ουσιών που περιέχονται στον νέο ΗΗΕ, θα συνεχιστεί για πολλά έτη η παρουσία στα ΑΗΗΕ επικίνδυνων ουσιών, όπως είναι ο υδράργυρος, το κάδμιο, ο μόλυβδος, το εξασθενές χρώμιο και τα πολυχλωροδιφαινύλια (PCB), καθώς και οι ουσίες που καταστρέφουν το όζον. Η περιεκτικότητα των ειδών ΗΗΕ σε επικίνδυνα συστατικά προκαλεί μείζονα προβληματισμό κατά το στάδιο της διαχείρισης των αποβλήτων και η ανακύκλωση των ΑΗΗΕ δεν πραγματοποιείται σε επαρκή κλίμακα. Η απουσία ανακύκλωσης προκαλεί απώλεια πολύτιμων πόρων.

(6) Σκοπός της παρούσας οδηγίας είναι να συμβάλει στην αειφόρο παραγωγή και κατανάλωση, κατά πρώτη προτεραιότητα με την πρόληψη της παράγωγης ΑΗΗΕ και,

επιπροσθέτως, με την επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση και άλλες μορφές ανάκτησης των εν λόγω αποβλήτων, ώστε να μειωθεί η ποσότητα των αποβλήτων προς τελική διάθεση και να υποβοηθηθεί η αποδοτική χρήση των πόρων και η ανάκτηση πολύτιμων δευτερογενών πρώτων υλών. Παράλληλα, με την οδηγία επιδιώκεται η βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων όλων των φορέων που εμπλέκονται στον κύκλο ζωής του ΗΗΕ, π.χ. παραγωγών, διανομέων και καταναλωτών, ιδίως εκείνων που μετέχουν άμεσα στη συλλογή και επεξεργασία ΑΗΗΕ. Ειδικότερα, η διαφορετική εφαρμογή της αρχής της ευθύνης του παραγωγού μεταξύ κρατών μελών ενδέχεται να οδηγήσει σε σοβαρές αποκλίσεις όσον αφορά τη χρηματοοικονομική επιβάρυνση των οικονομικών φορέων. Η άσκηση διαφορετικών εθνικών πολιτικών διαχείρισης ΑΗΗΕ υποβαθμίζει την αποτελεσματικότητα των πολιτικών ανακύκλωσης. Για τον λόγο αυτό, τα βασικά κριτήρια θα πρέπει να καθορίζονται σε επίπεδο Ένωσης και θα πρέπει να αναπτυχθούν ελάχιστα πρότυπα για την επεξεργασία των ΑΗΗΕ.

(7) Οι διατάξεις της παρούσας οδηγίας θα πρέπει να εφαρμόζονται σε προϊόντα και παραγωγούς ανεξαρτήτως της τεχνικής πωλήσεων, συμπεριλαμβανομένων των εξ αποστάσεως πωλήσεων και των ηλεκτρονικών πωλήσεων. Εν προκειμένω, οι υποχρεώσεις των παραγωγών και διανομέων που χρησιμοποιούν δίκτυα εξ αποστάσεως πωλήσεων και ηλεκτρονικών πωλήσεων πρέπει, εφόσον είναι εφικτό, να είναι ενιαίες και να επιβάλλονται με τον ίδιο τρόπο που επιβάλλονται και στα άλλα δίκτυα διανομής, προκειμένου να αποφεύγεται η επιβάρυνση άλλων δικτύων διανομής με το κόστος που απορρέει από την παρούσα οδηγία όταν πρόκειται για ΑΗΗΕ προερχόμενα από εξοπλισμό που πωλήθηκε με εξ αποστάσεως ή ηλεκτρονική πώληση.

(8) Για να ανταποκρίνεται στις υποχρεώσεις που απορρέουν από την παρούσα οδηγία σε ένα κράτος μέλος, ο παραγωγός θα πρέπει να είναι εγκατεστημένος στο συγκεκριμένο κράτος μέλος. Κατ’ εξαίρεση, για τη μείωση των υπαρχόντων εμποδίων στην ορθή λειτουργία της εσωτερικής αγοράς και των διοικητικών εμποδίων, τα κράτη μέλη θα πρέπει να επιτρέπουν στους παραγωγούς που δεν είναι εγκατεστημένοι στην επικράτειά τους αλλά είναι εγκατεστημένοι σε άλλο κράτος μέλος, να ορίζουν εξουσιοδοτημένο αντιπρόσωπο υπεύθυνο για την εκπλήρωση των υποχρεώσεων του εν λόγω παραγωγού στο πλαίσιο της παρούσας οδηγίας. Επιπλέον, τα διοικητικά εμπόδια πρέπει να μειωθούν απλοποιώντας τις διαδικασίες καταχώρισης και υποβολής εκθέσεων και με την εξασφάλιση της αποφυγής πολλαπλών χρεώσεων για καταχωρίσεις στα επιμέρους κράτη μέλη.

(9) Η παρούσα οδηγία θα πρέπει να συμπεριλάβει όλα τα είδη ΗΗΕ που χρησιμοποιούνται από τους καταναλωτές, καθώς και τα είδη ΗΗΕ που προορίζονται για επαγγελματική χρήση. Η παρούσα οδηγία πρέπει να εφαρμόζεται με την επιφύλαξη της νομοθεσίας της Ένωσης για τις απαιτήσεις ασφάλειας και υγείας, που προστατεύει όλους τους συντελεστές οι οποίοι έρχονται σε επαφή με τα ΑΗΗΕ, καθώς και της ειδικής νομοθεσίας της Ένωσης για τη διαχείριση των αποβλήτων, ιδίως της οδηγίας 2006/66/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 6ης Σεπτεμβρίου 2006, σχετικά με τις ηλεκτρικές στήλες και τους συσσωρευτές και τα απόβλητα ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών [9], και της νομοθεσίας της Ένωσης για τον σχεδιασμό των προϊόντων, ιδίως της οδηγίας 2009/125/ΕΚ. Η προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση, ανάκτηση και ανακύκλωση αποβλήτων

εξοπλισμού ψύξης καθώς και των ουσιών, των σχετικών μειγμάτων ή των κατασκευαστικών στοιχείων αυτών θα πρέπει να είναι σύμφωνη με τη σχετική νομοθεσία της Ένωσης και συγκεκριμένα τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1005/2009 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 16ης Σεπτεμβρίου 2009, για τις ουσίες που καταστρέφουν τη στιβάδα του όζοντος [10] και τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 842/2006 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 17ης Μαΐου 2006, για ορισμένα φθοριούχα αέρια θερμοκηπίου [11]. Οι στόχοι της παρούσας οδηγίας μπορούν να επιτευχθούν χωρίς τη υπαγωγή στο πεδίο εφαρμογής της των μόνιμων εγκαταστάσεων μεγάλης κλίμακας, όπως είναι οι εξέδρες εξόρυξης πετρελαίου, τα συστήματα μεταφοράς αποσκευών στους αερολιμένες και οι ανελκυστήρες. Ωστόσο, ο εξοπλισμός που περιλαμβάνεται σε τέτοιου είδους εγκαταστάσεις χωρίς να είναι ειδικά σχεδιασμένος για τέτοιου είδους εγκαταστάσεις, και μπορεί να επιτελεί τη λειτουργία του ακόμα κι όταν δεν αποτελεί μέρος αυτών πρέπει να περιληφθεί στο πεδίο εφαρμογής της παρούσας οδηγίας. Τέτοιος εξοπλισμός είναι, για παράδειγμα, τα συστήματα φωτισμού και τα φωτοβολταϊκά πλαίσια.

(10) Η παρούσα οδηγία, προκειμένου να καθορισθεί το πεδίο εφαρμογής της, θα πρέπει να περιλαμβάνει ορισμένους ορισμούς. Ωστόσο, ο ορισμός του ΗΗΕ θα πρέπει να εξειδικευτεί περαιτέρω στο πλαίσιο αναθεώρησης του πεδίου εφαρμογής, ώστε να ανταποκρίνεται περισσότερο στα συναφή εθνικά μέτρα και τις ακολουθούμενες και καθιερωμένες πρακτικές.

(11) Στο πλαίσιο των μέτρων εφαρμογής της οδηγίας 2009/125/ΕΚ, θα πρέπει να καθοριστούν απαιτήσεις οικολογικού σχεδιασμού για τη διευκόλυνση της επαναχρησιμοποίησης, αποσυναρμολόγησης και ανάκτησης ΑΗΗΕ. Προκειμένου να βελτιστοποιούνται η επαναχρησιμοποίηση και η ανάκτηση μέσω του σχεδιασμού των προϊόντων, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ολόκληρος ο κύκλος ζωής του προϊόντος.

(12) Η καθιέρωση, με την παρούσα οδηγία, της ευθύνης του παραγωγού είναι ένα από τα μέσα ενθάρρυνσης του σχεδιασμού και της παραγωγής ειδών ΗΗΕ που λαμβάνουν πλήρως υπόψη και διευκολύνουν την επισκευή, την πιθανή αναβάθμιση, την επαναχρησιμοποίηση, την αποσυναρμολόγηση και την ανακύκλωσή τους.

(13) Προκειμένου να προστατεύεται η ασφάλεια και η υγεία του προσωπικού των διανομέων που μετέχει στην επιστροφή και στο χειρισμό των ΑΗΗΕ, τα κράτη μέλη πρέπει να καθορίζουν, σύμφωνα με την εθνική νομοθεσία και τη νομοθεσία της Ένωσης για τις απαιτήσεις υγείας και ασφάλειας, τις προϋποθέσεις υπό τις οποίες οι διανομείς μπορούν να απορρίπτουν τις επιστροφές.

(14) Η χωριστή συλλογή αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση προκειμένου να εξασφαλισθεί η ειδική επεξεργασία και ανακύκλωση των ΑΗΗΕ και είναι αναγκαία προκειμένου να επιτευχθεί το επιλεγμένο επίπεδο προστασίας, εντός της Ένωσης, τόσο της υγείας του ανθρώπου όσο και του περιβάλλοντος. Οι καταναλωτές υποχρεούνται να συμβάλλουν ενεργώς στην επιτυχία της ως άνω συλλογής και πρέπει να ενθαρρύνονται ώστε να επιστρέφουν τα ΑΗΗΕ. Προς τούτο, πρέπει να δημιουργηθούν οι προσήκουσες εγκαταστάσεις για την επιστροφή των ΑΗΗΕ, συμπεριλαμβανομένων των δημοσίων σημείων συλλογής, για την τουλάχιστον δωρεάν επιστροφή αναλόγων αποβλήτων εκ μέρους των οικιακών χρηστών. Για την επιτυχία της συλλογής των ΑΗΗΕ σημαντικός θα είναι ο ρόλος των διανομέων. Τα

σημεία συλλογής, που θα δημιουργηθούν στα καταστήματα λιανικής πώλησης, για πολύ μικρού μεγέθους ΑΗΗΕ δεν θα πρέπει να υπόκεινται στις απαιτήσεις καταχώρισης ή αδειοδότησης της οδηγίας 2008/98/ΕΚ.

(15) Προκειμένου να επιτευχθεί το επιλεγμένο επίπεδο προστασίας και εναρμονισμένων περιβαλλοντικών στόχων της Ένωσης, τα κράτη μέλη πρέπει να θεσπίζουν κατάλληλα μέτρα για την ελαχιστοποίηση της διάθεσης των ΑΗΗΕ ως αδιαχώριστων αστικών αποβλήτων, καθώς και για την επίτευξη υψηλού επιπέδου χωριστής συλλογής των ΑΗΗΕ. Προκειμένου να εξασφαλισθεί ότι τα κράτη μέλη καταβάλλουν κάθε δυνατή προσπάθεια για την καθιέρωση αποτελεσματικών συστημάτων συλλογής, πρέπει να έχουν την υποχρέωση να επιτυγχάνουν υψηλό ποσοστό συλλογής ΑΗΗΕ, ιδίως αποβλήτων εξοπλισμού ψύξης και κατάψυξης, ο οποίος περιέχει ουσίες που καταστρέφουν το όζον και φθοριούχα αέρια του θερμοκηπίου, λόγω των σοβαρών περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων και λαμβανομένων υπόψη των υποχρεώσεων που επιβάλλουν οι κανονισμοί (ΕΚ) αριθ. 842/2006 και (ΕΚ) αριθ. 1005/2009. Από δεδομένα που περιλαμβάνονται στην εκτίμηση επιπτώσεων που διενεργήθηκε από την Επιτροπή το 2008 προκύπτει ότι, περίπου το 65 % του ΗΗΕ που διατίθεται στην αγορά συλλέγεται ήδη χωριστά σήμερα, αλλά περισσότερο από το μισό της ποσότητας αυτής αποτελεί πιθανώς αντικείμενο ακατάλληλης επεξεργασίας και παράνομων εξαγωγών, και, ακόμα κι όταν υποβάλλεται σε ορθή επεξεργασία τούτο δεν αναφέρεται. Η κατάσταση αυτή έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια πολύτιμων δευτερογενών πρώτων υλών, την υποβάθμιση του περιβάλλοντος και την παροχή αντιφατικών δεδομένων. Για να αποφευχθεί η κατάσταση αυτή, είναι απαραίτητο να καθοριστεί φιλόδοξος στόχος όσον αφορά τη συλλογή, προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι τα συλλεγόμενα ΑΗΗΕ θα υποβάλλονται σε επεξεργασία με περιβαλλοντικά ορθό τρόπο και θα αναφέρονται σωστά στις σχετικές εκθέσεις. Ενδείκνυται ο καθορισμός ελάχιστων απαιτήσεων για τη μεταφορά μεταχειρισμένου ΗΗΕ για τον οποίο υπάρχουν υποψίες ότι αποτελεί ΑΗΗΕ, για την εφαρμογή των οποίων τα κράτη μέλη δύνανται να παραπέμπουν σε κατευθυντήριες γραμμές για τους ανταποκριτές που καταρτίζονται στο πλαίσιο της εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1013/2006 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 14ης Ιουνίου 2006, για τις μεταφορές αποβλήτων [12]. Οι ελάχιστες αυτές απαιτήσεις θα πρέπει να αποσκοπούν σε κάθε περίπτωση στην αποφυγή ανεπιθύμητων μεταφορών ΗΗΕ που δεν λειτουργεί σε αναπτυσσόμενες χώρες.

(16) Ο καθορισμός φιλόδοξων στόχων συλλογής θα πρέπει να βασίζεται στην ποσότητα των παραγόμενων ΑΗΗΕ, και στο πλαίσιο αυτό πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι διαφορές στον κύκλο ζωής των προϊόντων στα διάφορα κράτη μέλη, οι μη κορεσμένες αγορές και ο ΗΗΕ με μεγάλο κύκλο ζωής. Συνεπώς, θα πρέπει να αναπτυχθεί στο άμεσο μέλλον μεθοδολογία για τον υπολογισμό των ποσοστών συλλογής με βάση τα παραγόμενα ΑΗΗΕ. Σύμφωνα με τις τρέχουσες εκτιμήσεις, ένα ποσοστό συλλογής 85 % των παραγόμενων ΑΗΗΕ ισοδυναμεί σε γενικές γραμμές με ποσοστό συλλογής 65 % του μέσου ετήσιου βάρους του ΗΗΕ που διατέθηκαν στην αγορά την προηγούμενη τριετία.

(17) Επιβάλλεται η εξειδικευμένη επεξεργασία των ΑΗΗΕ προκειμένου να αποφευχθεί η διάχυση ρύπων στα ανακυκλωμένα υλικά ή στις ροές αποβλήτων. Η επεξεργασία αυτή είναι το πλέον αποτελεσματικό μέσο για την εξασφάλιση της



συμμόρφωσης προς το επιλεγέν επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος της Ένωσης. Κάθε οργανισμός ή επιχείρηση που εκτελεί εργασίες συλλογής, ανακύκλωσης και επεξεργασίας πρέπει να ανταποκρίνεται σε ελάχιστα πρότυπα ώστε να αποφεύγονται οι αρνητικές επιπτώσεις για το περιβάλλον που σχετίζονται με την επεξεργασία των ΑΗΗΕ. Πρέπει να χρησιμοποιούνται οι βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές επεξεργασίας, ανάκτησης και ανακύκλωσης υπό τον όρο ότι εξασφαλίζουν την προστασία της ανθρώπινης υγείας, καθώς και υψηλού επιπέδου προστασία του περιβάλλοντος. Οι βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές επεξεργασίας, ανάκτησης και ανακύκλωσης μπορεί να καθοριστούν περαιτέρω σύμφωνα με τις διαδικασίες της οδηγίας 2008/1/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 15ης Ιανουαρίου 2008, σχετικά με την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης [13].

(18) Η επιστημονική επιτροπή για τους ανακλύπτοντες και τους πρόσφατα εντοπιζόμενους κινδύνους για την υγεία επισημαίνει στη γνωμοδότησή της, της 19ης Ιανουαρίου 2009, σχετικά με την "Εκτίμηση της επικινδυνότητας των προϊόντων νανοτεχνολογίας", ότι στη φάση της δημιουργίας αποβλήτων και κατά τη διάρκεια της ανακύκλωσης μπορεί να λάβει χώρα έκθεση σε νανοϋλικά, τα οποία είναι μονίμως ενσωματωμένα σε μεγάλες δομές, για παράδειγμα σε ηλεκτρονικά κυκλώματα. Για τον έλεγχο των πιθανών κινδύνων για την υγεία του ανθρώπου και το περιβάλλον από την επεξεργασία ΑΗΗΕ που περιέχουν νανοϋλικά, είναι σκόπιμο να εξετάσει η Επιτροπή αν είναι απαραίτητη η επιλεκτική επεξεργασία.

(19) Η συλλογή, η αποθήκευση, η μεταφορά, η επεξεργασία και η ανακύκλωση των ΑΗΗΕ, καθώς και η προετοιμασία τους για επαναχρησιμοποίηση πραγματοποιούνται στη βάση μιας προσέγγισης προσανατολισμένης στην προστασία του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας και τη διατήρηση των πρώτων υλών, και θα πρέπει να αποσκοπούν στην ανακύκλωση των πολύτιμων πρώτων υλών που περιέχονται στον ΗΗΕ, ώστε να εξασφαλιστεί η βελτίωση της προσφοράς πόρων στην Ένωση.

(20) Όταν κρίνεται σκόπιμο, πρέπει να δίδεται προτεραιότητα στην προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση των ΑΗΗΕ καθώς και των κατασκευαστικών τους στοιχείων, των συναρμολογημένων μερών τους και των αναλωσίμων. Όπου αυτό δεν ενδεικνύεται, όλα τα ΑΗΗΕ που συλλέγονται ξεχωριστά πρέπει να υποβάλλονται σε ανάκτηση, με την οποία πρέπει να επιτυγχάνεται υψηλός βαθμός ανακύκλωσης και ανάκτησης. Επίσης, πρέπει να ενθαρρυνθούν οι παραγωγοί να ενσωματώνουν τα προϊόντα της ανακύκλωσης στον νέο εξοπλισμό.

(21) Η ανάκτηση, η προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση των ΑΗΗΕ θα πρέπει να μπορούν να θεωρούνται ότι συμβάλλουν στην επίτευξη των στόχων της παρούσας οδηγίας, μόνον εφόσον η εν λόγω ανάκτηση, προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση ή ανακύκλωση δεν αντίκειται σε άλλες, ισχύουσες για τον εξοπλισμό αυτόν νομοθετικές διατάξεις της Ένωσης ή των κρατών μελών. Η μέριμνα για κατάλληλη ανάκτηση, προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση των ΑΗΗΕ έχει μεγάλη σημασία για τη χρηστή διαχείριση των πόρων και τη βελτιστοποίηση του εφοδιασμού με πόρους.

(22) Επιβάλλεται να καθιερωθούν βασικές αρχές για τη χρηματοδότηση της διαχείρισης των ΑΗΗΕ σε επίπεδο Ένωσης και τα χρηματοδοτικά προγράμματα

πρέπει να συμβάλλουν σε υψηλά ποσοστά συλλογής των αποβλήτων, καθώς και στην εφαρμογή της αρχής της ευθύνης του παραγωγού.

(23) Οι οικιακοί χρήστες ΗΗΕ πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να επιστρέφουν τα ΑΗΗΕ τουλάχιστον δωρεάν. Οι παραγωγοί πρέπει να χρηματοδοτούν τη συλλογή, καθώς και την επεξεργασία, την ανάκτηση και τη διάθεση των ΑΗΗΕ. Τα κράτη μέλη πρέπει να ενθαρρύνουν τους παραγωγούς να αναλαμβάνουν πλήρως την ευθύνη συλλογής των ΑΗΗΕ, ιδίως χρηματοδοτώντας τη συλλογή τους από ολόκληρη την αλυσίδα αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων των νοικοκυριών, ώστε τα χωριστά συλλεγόμενα ΑΗΗΕ να μην γίνουν αντικείμενο επεξεργασίας κατώτερης της βέλτιστης και παρανόμων εξαγωγών, να εξασφαλιστούν ίσοι όροι ανταγωνισμού με την εναρμόνιση ανά την Ένωση της εκ μέρους των παραγωγών χρηματοδότησης και να μετακυλιστεί η δαπάνη για τη συλλογή των συγκεκριμένων αποβλήτων από τους φορολογούμενους στους καταναλωτές ΗΗΕ, σύμφωνα με την αρχή "ο ρυπαίνων πληρώνει". Προκειμένου να αποκομισθούν τα μέγιστα δυνατά οφέλη από την αρχή της ευθύνης του παραγωγού, κάθε παραγωγός πρέπει να είναι υπεύθυνος για τη χρηματοδότηση της διαχείρισης των αποβλήτων που προέρχονται από τα δικά του προϊόντα. Ο παραγωγός πρέπει να μπορεί να επιλέγει εάν θα εκπληρώσει την υποχρέωση αυτή ατομικά ή με το να ενταχθεί σε συλλογικό σύστημα. Κάθε παραγωγός, όταν διαθέτει ένα προϊόν στην αγορά, πρέπει να παρέχει οικονομική εγγύηση ώστε το κόστος της διαχείρισης των ΑΗΗΕ από ορφανά προϊόντα να μην επιβαρύνει την κοινωνία ή τους υπόλοιπους παραγωγούς. Την ευθύνη για τη χρηματοδότηση της διαχείρισης των ιστορικών αποβλήτων πρέπει να μοιράζονται όλοι οι παραγωγοί στο πλαίσιο συλλογικών συστημάτων χρηματοδότησης, στα οποία συνεισφέρουν αναλογικά όλοι οι παραγωγοί που είναι ενεργοί στην αγορά όταν ανακύπτει το κόστος. Η εφαρμογή συλλογικών συστημάτων χρηματοδότησης δεν πρέπει να έχει ως αποτέλεσμα τον αποκλεισμό των παραγωγών, των εισαγωγέων και των νεοεισερχομένων στην αγορά προϊόντων υψηλής ειδικεύσης και περιορισμένου όγκου παραγωγής. Τα συλλογικά συστήματα θα μπορούσαν να προβλέπουν διαφοροποιημένες χρηματικές εισφορές, με βάση την ευκολία ανακύκλωσης των προϊόντων και των πολύτιμων πρώτων υλών που περιέχονται σε αυτά. Για εξοπλισμό με μεγάλο κύκλο ζωής, που υπάγεται πλέον στις διατάξεις της παρούσας οδηγίας, όπως για παράδειγμα τα φωτοβολταϊκά πλαίσια, θα πρέπει να είναι δυνατή η βέλτιστη αξιοποίηση των υφιστάμενων δομών συλλογής και ανάκτησης, με την προϋπόθεση να τηρούνται αντίστοιχες απαιτήσεις με βάση την παρούσα οδηγία.

(24) Θα πρέπει να επιτρέπεται στους παραγωγούς να ενημερώνουν τους αγοραστές, σε προαιρετική βάση κατά την πώληση νέων προϊόντων, σχετικά με το κόστος συλλογής, επεξεργασίας και διάθεσης των ΑΗΗΕ κατά περιβαλλοντικά ορθό τρόπο. Αυτό συνάδει με την ανακοίνωση της Επιτροπής σχετικά με το σχέδιο δράσης για τη βιώσιμη κατανάλωση και παραγωγή και τη βιώσιμη βιομηχανική πολιτική, ιδίως όσον αφορά την ευφύστερη κατανάλωση και τις οικολογικές ("πράσινες") δημόσιες συμβάσεις.

(25) Η ενημέρωση των χρηστών σχετικά με την υποχρέωση να μην διατίθενται πλέον τα ΑΗΗΕ ως αδιαχώριστα αστικά απόβλητα, αλλά να συλλέγονται ξεχωριστά, καθώς επίσης σχετικά με τα συστήματα συλλογής και τον ρόλο που διαδραματίζουν κατά τη διαχείριση των ΑΗΗΕ, είναι απαραίτητη για την επιτυχία της συλλογής των ΑΗΗΕ. Η ενημέρωση αυτή καθιστά αναγκαία τη δέουσα σήμανση των ειδών ηλεκτρικού και



ηλεκτρονικού εξοπλισμού, που διαφορετικά θα μπορούσαν να καταλήξουν σε κάδους απορριμμάτων ή ανάλογα μέσα συλλογής αστικών αποβλήτων.

(26) Η ενημέρωση για την αναγνώριση των κατασκευαστικών στοιχείων και των υλικών που παρέχεται εκ μέρους των παραγωγών είναι σημαντική προκειμένου να διευκολύνεται η διαχείριση και ιδίως η επεξεργασία και η ανάκτηση ή ανακύκλωση των ΑΗΗΕ.

(27) Τα κράτη μέλη θα πρέπει να εξασφαλίσουν ότι η υποδομή για τις επιθεωρήσεις και την παρακολούθηση καθιστά δυνατή την επαλήθευση της ορθής εφαρμογής της παρούσας οδηγίας, λαμβάνοντας υπόψη, μεταξύ άλλων, τη σύσταση 2001/331/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 4ης Απριλίου 2001, για τον καθορισμό ελάχιστων κριτηρίων σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιθεωρήσεις στα κράτη μέλη [14].

(28) Τα κράτη μέλη θα πρέπει να προβλέπουν την επιβολή αποτελεσματικών, αναλογικών και αποτρεπτικών κυρώσεων σε φυσικά και νομικά πρόσωπα που είναι υπεύθυνα για τη διαχείριση αποβλήτων, όταν παραβαίνουν τις διατάξεις της παρούσας οδηγίας. Τα κράτη μέλη θα πρέπει να μπορούν επίσης να αναλαμβάνουν δράση για να ανακτούν το κόστος της μη συμμόρφωσης και των μέτρων επανόρθωσης, με την επιφύλαξη της οδηγίας 2004/35/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 21ης Απριλίου 2004, σχετικά με την περιβαλλοντική ευθύνη όσον αφορά την πρόληψη και την αποκατάσταση περιβαλλοντικής ζημίας [15].

(29) Οι πληροφορίες σχετικά με το βάρος των ειδών ΗΗΕ που διατίθενται στην αγορά της Ένωσης καθώς και σχετικά με τα ποσοστά συλλογής, προετοιμασίας της επαναχρησιμοποίησης, συμπεριλαμβανομένης της προετοιμασίας για την επαναχρησιμοποίηση ολόκληρων συσκευών κατά το δυνατόν, ανάκτησης ή ανακύκλωσης και εξαγωγής των ΑΗΗΕ που συλλέγονται σύμφωνα με την παρούσα οδηγία, είναι απαραίτητες για τον έλεγχο της επίτευξης των στόχων της παρούσας οδηγίας. Για τους σκοπούς του υπολογισμού των ποσοστών συλλογής, θα πρέπει να αναπτυχθεί κοινή μέθοδος για τον υπολογισμό του βάρους του ΗΗΕ, ώστε να διαπιστωθεί, μεταξύ άλλων, αν ο όρος αυτός περιλαμβάνει το πραγματικό βάρος ολόκληρου του εξοπλισμού στη μορφή στην οποία διατίθεται στην αγορά, συμπεριλαμβανομένων όλων των κατασκευαστικών στοιχείων, των υποσυγκροτημάτων, των εξαρτημάτων και των αναλωσίμων, χωρίς να υπολογίζονται όμως η συσκευασία, οι ηλεκτρικές στήλες, οι οδηγίες χρήσης και τα εγχειρίδια.

(30) Τα κράτη μέλη θα πρέπει να μπορούν να επιλέξουν να εφαρμόζουν ορισμένες διατάξεις της παρούσας οδηγίας μέσω συμφωνιών μεταξύ των αρμόδιων αρχών και των οικείων οικονομικών κλάδων, υπό τον όρο ότι τηρούνται οι ειδικές προϋποθέσεις.

(31) Προκειμένου να αντιμετωπίσει δυσκολίες που αντιμετωπίζουν τα κράτη μέλη ως προς την επίτευξη των στόχων ανάκτησης, η εξουσία έκδοσης πράξεων σύμφωνα με το άρθρο 290 της Συνθήκης για τη λειτουργία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΣΛΕΕ) θα πρέπει να ανατίθεται στην Επιτροπή, όσον αφορά μεταβατικές προσαρμογές για ορισμένα κράτη μέλη, προσαρμογή στην τεχνική και επιστημονική πρόοδο και τη

θέσπιση λεπτομερών κανόνων σχετικά με τα ΑΗΗΕ που εξάγονται εκτός της Ένωσης, οι ποσότητες των οποίων προσμετρούνται για την επίτευξη των στόχων ανάκτησης. Έχει ιδιαίτερη σημασία η Επιτροπή να προβαίνει σε κατάλληλες διαβουλεύσεις κατά τη διάρκεια του προπαρασκευαστικού έργου της, περιλαμβανομένων των διαβουλεύσεων σε επίπεδο εμπειρογνομώνων. Η Επιτροπή, όταν ετοιμάζει και συντάσσει κατ’ εξουσιοδότηση πράξεις, θα πρέπει να εξασφαλίζει την ταυτόχρονη, έγκαιρη και κατάλληλη διαβίβαση των σχετικών εγγράφων στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και στο Συμβούλιο.

(32) Για την εξασφάλιση ενιαίων όρων για την εφαρμογή της παρούσας οδηγίας θα πρέπει να ανατεθούν στην Επιτροπή εκτελεστικές εξουσίες. Οι εξουσίες αυτές θα πρέπει να ασκούνται σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΕ) αριθ. 182/2011 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 16ης Φεβρουαρίου 2011, για τη θέσπιση των κανόνων και γενικών αρχών σχετικά με τους τρόπους ελέγχου από τα κράτη μέλη της άσκησης των εκτελεστικών αρμοδιοτήτων από την Επιτροπή [16].

(33) Η υποχρέωση μεταφοράς της παρούσας οδηγίας στο εθνικό δίκαιο πρέπει να περιοριστεί στις διατάξεις που συνιστούν τροποποιήσεις ουσίας των προϋπαρχουσών οδηγιών. Η υποχρέωση μεταφοράς στο εθνικό δίκαιο των διατάξεων που δεν τροποποιούνται κατ’ ουσία απορρέει από τις προϋπάρχουσες οδηγίες.

(34) Σύμφωνα με την κοινή πολιτική δήλωση της 28ης Σεπτεμβρίου 2011 των κρατών μελών και της Επιτροπής σχετικά με τα επεξηγηματικά έγγραφα [17] τα κράτη μέλη ανέλαβαν να συνοδεύσουν, σε περιπτώσεις όπου αιτιολογείται, την κοινοποίηση των μέτρων μεταφοράς στο εθνικό δίκαιο με ένα ή περισσότερα έγγραφα στα οποία θα επεξηγείται η σχέση μεταξύ των συστατικών στοιχείων μιας οδηγίας και των αντίστοιχων μερών των πράξεων μεταφοράς στο εθνικό δίκαιο. Όσον αφορά την παρούσα οδηγία, ο νομοθέτης κρίνει ότι η διαβίβαση των εγγράφων αυτών είναι δικαιολογημένη.

(35) Η παρούσα οδηγία δεν πρέπει να θίγει τις υποχρεώσεις των κρατών μελών όσον αφορά τις προθεσμίες μεταφοράς στο εθνικό δίκαιο και εφαρμογής των οδηγιών που παρατίθενται στο παράρτημα XI μέρος Β.

(36) Δεδομένου ότι ο στόχος της παρούσας οδηγίας δεν μπορεί να επιτευχθεί επαρκώς από τα κράτη μέλη και ότι, επομένως, λόγω της κλίμακας του προβλήματος, είναι δυνατόν να επιτευχθεί καλύτερα σε επίπεδο Ένωσης, η Ένωση μπορεί να θεσπίσει μέτρα σύμφωνα με την αρχή της επικουρικότητας, που διατυπώνεται στο άρθρο 5 της Συνθήκης για την Ευρωπαϊκή Ένωση. Σύμφωνα με την αρχή της αναλογικότητας, που διατυπώνεται στο ίδιο άρθρο, η παρούσα οδηγία δεν υπερβαίνει τα αναγκαία για την επίτευξη του συγκεκριμένου στόχου μέτρα,

ΕΞΕΔΩΣΑΝ ΤΗΝ ΠΑΡΟΥΣΑ ΟΔΗΓΙΑ:

Άρθρο 1

Αντικείμενο

Η παρούσα οδηγία ορίζει μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας με την πρόληψη ή μείωση των αρνητικών επιπτώσεων της παραγωγής και της διαχείρισης αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΗΗΕ), καθώς και με τον περιορισμό των συνολικών επιπτώσεων της χρήσης των πόρων και τη βελτίωση της αποδοτικότητάς της, σύμφωνα με τα άρθρα 1 και 4 της οδηγίας 2008/98/ΕΚ, συμβάλλοντας έτσι στη αειφόρο ανάπτυξη.

## Άρθρο 2

### Πεδίο εφαρμογής

1. Η παρούσα οδηγία εφαρμόζεται στον ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό (ΗΗΕ) ως εξής:

α) από τις 13 Αυγούστου 2012 έως τις 14 Αυγούστου 2018 (μεταβατική περίοδος), υπό την επιφύλαξη της παραγράφου 3, στον ΗΗΕ που υπάγεται στις κατηγορίες του παραρτήματος Ι. Το παράρτημα ΙΙ περιέχει μη εξαντλητικό κατάλογο ειδών ΗΗΕ που υπάγονται στις κατηγορίες του παραρτήματος Ι·

β) από τις 15 Αυγούστου 2018, σε όλο τον ΗΗΕ, υπό την επιφύλαξη των παραγράφων 3 και 4. Όλος ο ΗΗΕ κατατάσσεται στις κατηγορίες του παραρτήματος ΙΙΙ. Το παράρτημα ΙV περιέχει μη εξαντλητικό κατάλογο ειδών ΗΗΕ που εμπίπτουν στις κατηγορίες του παραρτήματος ΙΙΙ (ανοικτός κατάλογος).

2. Η παρούσα οδηγία εφαρμόζεται με την επιφύλαξη των απαιτήσεων της νομοθεσίας της Ένωσης για την ασφάλεια και την υγεία και για τα χημικά προϊόντα, ειδικότερα του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1907/2006 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 18ης Δεκεμβρίου 2006, για την καταχώριση, την αξιολόγηση, την αδειοδότηση και τους περιορισμούς των χημικών προϊόντων (REACH) και για την ίδρυση του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Χημικών Προϊόντων [18], καθώς και της ειδικής νομοθεσίας της Ένωσης για τη διαχείριση αποβλήτων και τον σχεδιασμό προϊόντων.

3. Η παρούσα οδηγία δεν εφαρμόζεται σε κανένα από τα ακόλουθα είδη ΗΗΕ:

α) εξοπλισμός απαραίτητος για την προστασία των ζωτικών συμφερόντων ασφάλειας των κρατών μελών, στον οποίο περιλαμβάνονται τα όπλα, τα πυρομαχικά και το πολεμικό υλικό που προορίζονται για αμιγώς στρατιωτικούς σκοπούς·

β) εξοπλισμός ειδικά σχεδιασμένος και εγκατεστημένος ως τμήμα άλλου τύπου εξοπλισμού αποκλειόμενου από ή μη υπαγόμενου στο πεδίο εφαρμογής της παρούσας οδηγίας, ο οποίος μπορεί να επιτελέσει τη λειτουργία του μόνο εάν αποτελεί τμήμα του εν λόγω άλλου εξοπλισμού·

γ) λαμπτήρες πυράκτωσης.

4. Πέραν του εξοπλισμού που αναφέρεται στην παράγραφο 3, από τις 15 Αυγούστου 2018 η παρούσα οδηγία δεν εφαρμόζεται σε κανένα από τα ακόλουθα είδη ΗΗΕ:

- α) εξοπλισμός σχεδιασμένος για αποστολή στο διάστημα·
- β) σταθερά βιομηχανικά εργαλεία μεγάλης κλίμακας·
- γ) μόνιμες εγκαταστάσεις μεγάλης κλίμακας, με εξαίρεση τον περιλαμβανόμενο εξοπλισμό που δεν έχει σχεδιαστεί ειδικά για τις εγκαταστάσεις αυτές·
- δ) μέσα μεταφοράς ανθρώπων ή εμπορευμάτων, πλην των ηλεκτρικών δίτροχων οχημάτων τα οποία δεν είναι εγκεκριμένου τύπου·
- ε) μη οδικά κινητά μηχανήματα που προορίζονται αποκλειστικά για επαγγελματική χρήση·
- στ) ειδικός εξοπλισμός σχεδιασμένος αποκλειστικά για τους σκοπούς της έρευνας και ανάπτυξης που διατίθεται μόνο μεταξύ επιχειρήσεων·
- ζ) ιατρικά βοηθήματα και ιατρικά βοηθήματα που χρησιμοποιούνται στη διάγνωση in vitro, όταν τα εν λόγω βοηθήματα αναμένεται να καταστούν μολυσματικά πριν από το τέλος του κύκλου ζωής και ενεργά εμφυτεύσιμα ιατρικά βοηθήματα.

5. Το αργότερο στις 14 Αυγούστου 2015 η Επιτροπή θα επανεξετάσει το πεδίο εφαρμογής της παρούσας οδηγίας που ορίζεται στην παράγραφο 1 στοιχείο β) συμπεριλαμβανομένων των παραμέτρων για τη διάκριση εξοπλισμού μεγάλου και μικρού μεγέθους στο παράρτημα ΙΙΙ, και θα υποβάλει σχετική έκθεση στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και στο Συμβούλιο. Η έκθεση θα συνοδεύεται από νομοθετική πρόταση, εφόσον απαιτείται.

### Άρθρο 3

#### Ορισμοί

1. Για τους σκοπούς της παρούσας οδηγίας, ισχύουν οι ακόλουθοι ορισμοί:

- α) "ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός" ή "ΗΗΕ" : ο εξοπλισμός η ορθή λειτουργία του οποίου εξαρτάται από ηλεκτρικά ρεύματα ή ηλεκτρομαγνητικά πεδία και ο εξοπλισμός για την παραγωγή, τη μεταφορά και τη μέτρηση των ρευμάτων και πεδίων αυτών, ο οποίος έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί υπό ονομαστική τάση έως 1000 V εναλλασσομένου ρεύματος ή έως 1500 V συνεχούς ρεύματος·
- β) "μεγάλης κλίμακας σταθερά βιομηχανικά εργαλεία" : μεγάλης κλίμακας συναρμολόγημα μηχανημάτων, εξοπλισμού και/ή εξαρτημάτων που λειτουργούν από κοινού για μια ειδική εφαρμογή, εγκαθίστανται και απεγκαθίστανται από ειδικούς σε συγκεκριμένη θέση, και χρησιμοποιούνται και συντηρούνται από επαγγελματίες σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις ή σε εγκαταστάσεις έρευνας και ανάπτυξης·
- γ) "μεγάλης κλίμακας σταθερή εγκατάσταση" :

ένας μεγάλης κλίμακας συνδυασμός διάφορων τύπων συσκευών και, ενδεχομένως, άλλων διατάξεων, που:

- i) συναρμολογούνται, εγκαθίστανται και απεγκαθίστανται από επαγγελματίες,
- ii) προορίζονται να χρησιμοποιούνται μονίμως ως μέρος κτιρίου ή δομής σε έναν προκαθορισμένο ειδικό χώρο, και
- iii) μπορούν να αντικαθίστανται μόνο από τον ίδιο, ειδικά σχεδιασμένο εξοπλισμό·

δ) "μη οδικά κινητά μηχανήματα που διατίθενται αποκλειστικά για επαγγελματική χρήση" : μηχανήματα με ενσωματωμένη πηγή ενέργειας, η λειτουργία των οποίων απαιτεί είτε κινητικότητα είτε συνεχή ή ημισυνεχή κίνηση μεταξύ μιας σειράς σταθερών σημείων εργασίας κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης των εργασιών·

ε) "απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού" ή "ΑΗΗΕ" : ο ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός που θεωρείται απόβλητο κατά την έννοια του άρθρου 3 παράγραφος 1 της οδηγίας 2008/98/ΕΚ, συμπεριλαμβανομένων όλων των κατασκευαστικών στοιχείων, των συναρμολογημένων μερών και των αναλωσίμων, που συνιστούν τμήμα του προϊόντος κατά τον χρόνο απόρριψής του·

στ) "παραγωγός" :

οιοδήποτε φυσικό ή νομικό πρόσωπο, ανεξάρτητα από το ποια τεχνική πωλήσεων χρησιμοποιεί, συμπεριλαμβανομένης της εξ αποστάσεως επικοινωνίας υπό την έννοια της οδηγίας 97/7/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 20ής Μαΐου 1997, για την προστασία των καταναλωτών κατά τις εξ αποστάσεως συμβάσεις [19], το οποίο:

i) είναι εγκατεστημένο σε κράτος μέλος και κατασκευάζει ΗΗΕ με την επωνυμία ή το εμπορικό σήμα του ή αναθέτει τον σχεδιασμό ή την κατασκευή ΗΗΕ, τον οποίο θέτει στην αγορά με την επωνυμία ή το εμπορικό σήμα του εντός της επικράτειας του εν λόγω κράτους μέλους,

ii) είναι εγκατεστημένο σε κράτος μέλος και μεταπωλεί εντός της επικράτειας του εν λόγω κράτους μέλους με την επωνυμία ή το εμπορικό σήμα του εξοπλισμό παραγόμενο από άλλους προμηθευτές, όπου ο μεταπωλητής δεν θεωρείται "παραγωγός" εφόσον η μάρκα του παραγωγού αναγράφεται στον εξοπλισμό σύμφωνα με το σημείο i),

iii) είναι εγκατεστημένο σε κράτος μέλος και διαθέτει στην αγορά του εν λόγω κράτους μέλους, κατ' επάγγελμα, ΗΗΕ από τρίτη χώρα ή από άλλο κράτος μέλος, ή

iv) πωλεί ΗΗΕ μέσω εξ αποστάσεως επικοινωνίας απευθείας σε ιδιωτικά νοικοκυριά ή χρήστες, πλην των ιδιωτικών νοικοκυριών σε κράτος μέλος, και είναι εγκατεστημένος σε άλλο κράτος μέλος ή σε τρίτη χώρα.



Όποιος παρέχει αποκλειστικά χρηματοδότηση στο πλαίσιο ή βάσει χρηματοδοτικής συμφωνίας, δεν θεωρείται "παραγωγός", εκτός εάν ενεργεί επίσης ως παραγωγός κατά την έννοια των σημείων ι) έως ιν)·

ζ) "διανομέας" : κάθε φυσικό ή νομικό πρόσωπο στην αλυσίδα εφοδιασμού, το οποίο καθιστά ΗΗΕ διαθέσιμο στην αγορά. Ο ορισμός αυτός δεν εμποδίζει ένα διανομέα να είναι και παραγωγός κατά την έννοια του στοιχείου στ)·

η) "ΑΗΗΕ οικιακής προέλευσης" : τα ΑΗΗΕ που προέρχονται από νοικοκυριά και από εμπορικές, βιομηχανικές, ιδρυματικές και άλλες πηγές, η φύση και η ποσότητα των οποίων είναι παρόμοιες με εκείνες των ΑΗΗΕ προερχόμενων από νοικοκυριά. Τα απόβλητα από ΗΗΕ, που ενδέχεται να χρησιμοποιείται τόσο από ιδιωτικά νοικοκυριά όσο και από χρήστες πλην των ιδιωτικών νοικοκυριών, θεωρούνται εν πάση περιπτώσει ΑΗΗΕ οικιακής προέλευσης·

θ) "χρηματοδοτική συμφωνία" : οποιαδήποτε συμφωνία ή διακανονισμός δανειοδότησης, εκμίσθωσης, μίσθωσης ή μελλοντικής πώλησης εξοπλισμού, ανεξάρτητα από το αν οι όροι της εν λόγω συμφωνίας ή διακανονισμού ή οιασδήποτε συνοδευτικής συμφωνίας ή διακανονισμού προβλέπουν ή επιτρέπουν τη μεταβίβαση της κυριότητας του εξοπλισμού·

ι) "κυκλοφορία στην αγορά" : κάθε προμήθεια προϊόντος για διανομή, κατανάλωση ή χρήση στην αγορά κράτους μέλους στο πλαίσιο εμπορικής δραστηριότητας, είτε επί πληρωμή είτε δωρεάν·

ια) "διάθεση στην αγορά" : η πρώτη φορά κατά την οποία ένα προϊόν κυκλοφορεί στην αγορά. εντός της επικράτειας κράτους μέλους σε επαγγελματική βάση·

ιβ) "αφαίρεση" : ο χειρωνακτικός, μηχανικός, χημικός ή μεταλλουργικός χειρισμός που έχει ως αποτέλεσμα να περιορίζονται σε κλειστό περιβάλλον οι επικίνδυνες ουσίες, τα μείγματα και τα κατασκευαστικά στοιχεία ως αναγνωρίσιμη ροή ή αναγνωρίσιμο τμήμα ροής στο πλαίσιο της επεξεργασίας. Μια ουσία, ένα μείγμα ή ένα συστατικό είναι αναγνωρίσιμο εάν υπάρχει δυνατότητα παρακολούθησής του για να αποδειχθεί η ασφάλής για το περιβάλλον επεξεργασία·

ιγ) "ιατρικό βοήθημα" : ιατρικό βοήθημα ή εξάρτημα κατά την έννοια, αντίστοιχα, του στοιχείου α) ή β) του άρθρου 1 παράγραφος 2 της οδηγίας 93/42/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 14ης Ιουνίου 1993, περί των ιατροτεχνολογικών προϊόντων [20], που συνιστά ΗΗΕ·

ιδ) "ιατρικό βοήθημα που χρησιμοποιείται στη διάγνωση in vitro" : βοήθημα ή εξάρτημα που χρησιμοποιείται στη διάγνωση in vitro κατά την έννοια, αντίστοιχα, του στοιχείου β) ή γ) του άρθρου 1 παράγραφος 2 της οδηγίας 98/79/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 27ης Οκτωβρίου 1998, για τα ιατροτεχνολογικά βοηθήματα που χρησιμοποιούνται στη διάγνωση in vitro [21], που συνιστά ΗΗΕ·

ιε) "ενεργό εμφυτεύσιμο ιατρικό βοήθημα" : ενεργό εμφυτεύσιμο ιατρικό βοήθημα κατά την έννοια του στοιχείου γ) του άρθρου 1 παράγραφος 2 της οδηγίας



90/385/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 20ής Ιουνίου 1990, για την προσέγγιση των νομοθεσιών των κρατών μελών σχετικά με τα ενεργά εμφυτεύσιμα ιατρικά βοηθήματα [22], που συνιστά ΗΗΕ.

2. Επίσης, ισχύουν οι ορισμοί "επικίνδυνα απόβλητα", "συλλογή""χωριστή συλλογή""πρόληψη", "επαναχρησιμοποίηση", "επεξεργασία""ανάκτηση", "προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση", "ανακύκλωση" και "διάθεση", του άρθρου 3 της οδηγίας 2008/98/ΕΚ.

#### Άρθρο 4

##### Σχεδιασμός προϊόντων

Με την επιφύλαξη των απαιτήσεων της ενωσιακής νομοθεσίας για την ορθή λειτουργία της εσωτερικής αγοράς και το σχεδιασμό προϊόντων, συμπεριλαμβανομένης της οδηγίας 2009/125/ΕΚ, τα κράτη μέλη ενθαρρύνουν τη συνεργασία παραγωγών και ανακυκλωτών και τη λήψη μέτρων που προάγουν τον σχεδιασμό και την παραγωγή ΗΗΕ με κύριο σκοπό να διευκολυνθούν η επαναχρησιμοποίηση, η αποσυναρμολόγηση και η ανάκτηση των ΑΗΗΕ, των κατασκευαστικών τους στοιχείων και των υλικών τους. Εν προκειμένω, τα κράτη μέλη λαμβάνουν κατάλληλα μέτρα έτσι ώστε να εφαρμόζονται οι απαιτήσεις οικολογικής σχεδίασης όσον αφορά τη διευκόλυνση της επαναχρησιμοποίησης και της επεξεργασίας των ΑΗΗΕ, που θεσπίστηκαν στο πλαίσιο της οδηγίας 2009/125/ΕΚ, και οι παραγωγοί να μην εμποδίζουν, με ειδικά χαρακτηριστικά σχεδιασμού ή διεργασίες κατασκευής, την επαναχρησιμοποίηση των ΑΗΗΕ, εκτός εάν αυτά τα ειδικά χαρακτηριστικά σχεδιασμού ή διεργασίες κατασκευής παρουσιάζουν πλεονεκτήματα υπέρτερης σημασίας, παραδείγματος χάριν ως προς την προστασία του περιβάλλοντος και/ή τις απαιτήσεις ασφαλείας.

#### Άρθρο 5

##### Χωριστή συλλογή

1. Τα κράτη μέλη θεσπίζουν κατάλληλα μέτρα για την ελαχιστοποίηση της διάθεσης των ΑΗΗΕ ως αδιαχώριστων αστικών αποβλήτων και για την επίτευξη υψηλού βαθμού χωριστής συλλογής των ΑΗΗΕ, κυρίως και κατά προτεραιότητα, αποβλήτων εξοπλισμού ανταλλαγής θερμότητας ο οποίος περιέχει ουσίες που καταστρέφουν το όζον και φθοριούχα αέρια του θερμοκηπίου, λαμπτήρων φθορισμού που περιέχουν υδράργυρο, φωτοβολταϊκών πλαισίων και εξοπλισμού μικρού μεγέθους των κατηγοριών 5 και 6 του παραρτήματος ΙΙΙ.

2. Για τα ΑΗΗΕ οικιακής προέλευσης, τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε:

α) να συγκροτηθούν συστήματα τα οποία επιτρέπουν στους τελικούς κατόχους και τους διανομείς να επιστρέφουν τα απόβλητα αυτά τουλάχιστον δωρεάν. Τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν τη διαθεσιμότητα και προσβασιμότητα των απαραίτητων εγκαταστάσεων συλλογής, λαμβάνοντας υπόψη ιδίως την πληθυσμιακή πυκνότητα.

β) οι διανομείς να είναι υπεύθυνοι να εξασφαλίζουν ότι, όταν προμηθεύουν νέο προϊόν, τα αντίστοιχα απόβλητα μπορούν να τους επιστρέφονται τουλάχιστον δωρεάν, με αντιστοιχία ένα προς ένα, εφόσον ο εξοπλισμός αυτός είναι ισοδύναμου τύπου και επιτελεί τις ίδιες λειτουργίες με τον προσφερόμενο εξοπλισμό. Τα κράτη μέλη μπορούν να παρεκκλίνουν από την παρούσα διάταξη, εφόσον διασφαλίσουν ότι τούτο δεν καθιστά δυσχερέστερη για τον τελικό κάτοχο την επιστροφή των ΑΗΗΕ και με την προϋπόθεση ότι παραμένει δωρεάν για τον τελικό κάτοχο. Τα κράτη μέλη που κάνουν χρήση της παρούσας παρέκκλισης ενημερώνουν την Επιτροπή·

γ) οι διανομείς να προσφέρουν στους τελικούς χρήστες, στα καταστήματα λιανικής τα οποία διαθέτουν χώρους πώλησης ΗΗΕ εμβαδού τουλάχιστον 400 m<sup>2</sup> ή πολύ κοντά σε αυτά, τη δυνατότητα δωρεάν απόρριψης πολύ μικρών ΑΗΗΕ (καμιά από τις εξωτερικές διαστάσεις δεν υπερβαίνει τα 25 cm) χωρίς υποχρέωση αγοράς αντίστοιχου ΗΗΕ, εκτός αν προκύψει από αξιολόγηση ότι τα υπάρχοντα εναλλακτικά συστήματα συλλογής είναι τουλάχιστον εξίσου αποτελεσματικά. Οι αξιολογήσεις αυτές πρέπει να είναι διαθέσιμες στο κοινό. Τα συλλεγόμενα ΑΗΗΕ πρέπει να υφίστανται κατάλληλη επεξεργασία σύμφωνα με το άρθρο 8·

δ) με την επιφύλαξη των διατάξεων των στοιχείων α), β) και γ), να επιτρέπεται στους παραγωγούς η συγκρότηση και θέση σε λειτουργία ατομικών και/ή συλλογικών συστημάτων επιστροφής για ΑΗΗΕ οικιακής προέλευσης, υπό τον όρο ότι αυτά είναι σύμφωνα με τους στόχους της παρούσας οδηγίας·

ε) λαμβάνοντας υπόψη τα εθνικά πρότυπα υγείας και ασφάλειας και τα πρότυπα υγείας και ασφάλειας της ΕΕ, να είναι δυνατή η άρνηση παραλαβής επιστρεφόμενων δυνάμει των στοιχείων α), β) και γ) ΑΗΗΕ που παρουσιάζουν κίνδυνο για την υγεία και την ασφάλεια του προσωπικού λόγω μόλυνσης. Τα κράτη μέλη προβαίνουν σε συγκεκριμένες ρυθμίσεις για τα εν λόγω ΑΗΗΕ.

Τα κράτη μέλη μπορούν να προβλέπουν ειδικές ρυθμίσεις για τη σύμφωνα με τα στοιχεία α), β) και γ) επιστροφή των ΑΗΗΕ, για περιπτώσεις όπου ο εξοπλισμός δεν περιλαμβάνει τα ουσιώδη κατασκευαστικά του στοιχεία ή αν περιέχει άλλα απόβλητα εκτός των ΑΗΗΕ.

3. Τα κράτη μέλη μπορούν να ορίζουν τους φορείς οι οποίοι επιτρέπεται να συλλέγουν ΑΗΗΕ οικιακής προέλευσης, κατά τα αναφερόμενα στην παράγραφο 2.

4. Τα κράτη μέλη μπορούν να απαιτήσουν τα ΑΗΗΕ που αποτίθενται στις εγκαταστάσεις συλλογής των παραγράφων 2 και 3 να παραδίδονται εν συνεχεία στους παραγωγούς ή σε τρίτους οι οποίοι ενεργούν για λογαριασμό τους ή, για τους σκοπούς της προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση, στις ενδεδειγμένες εγκαταστάσεις ή επιχειρήσεις.

5. Όσον αφορά τα ΑΗΗΕ από άλλους χρήστες εκτός των οικιακών και με την επιφύλαξη του άρθρου 13, τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν ότι οι παραγωγοί ή τρίτοι οι οποίοι ενεργούν για λογαριασμό τους μεριμνούν για τη συλλογή των αποβλήτων αυτών.

Άρθρο 6

## Διάθεση και μεταφορά των συλλεγόμενων ΑΗΗΕ

1. Τα κράτη μέλη απαγορεύουν τη διάθεση ΑΗΗΕ που έχουν συλλεχθεί χωριστά και δεν έχουν υποστεί επεξεργασία σύμφωνα με το άρθρο 8.
2. Τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν τη συλλογή και τη μεταφορά των χωριστά συλλεγόμενων ΑΗΗΕ κατά τρόπο που επιτρέπει βέλτιστες συνθήκες για την προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση, καθώς και τον περιορισμό των επικινδύνων ουσιών.

Προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση, και πριν από οποιαδήποτε περαιτέρω μεταφορά, τα κράτη μέλη ενθαρρύνουν, όπου χρειάζεται, τα συστήματα ή τις μονάδες συλλογής να διαχωρίζουν στα σημεία συλλογής τα ΑΗΗΕ εκείνα που πρόκειται να προετοιμαστούν για επαναχρησιμοποίηση από τα υπόλοιπα χωριστά συλλεγόμενα ΑΗΗΕ, ιδιαίτερα παρέχοντας πρόσβαση σε προσωπικό από κέντρα επαναχρησιμοποίησης.

## Άρθρο 7

### Ποσοστό συλλογής

1. Με την επιφύλαξη του άρθρου 5 παράγραφος 1, κάθε κράτος μέλος μεριμνά για την εφαρμογή της αρχής της ευθύνης του παραγωγού και, στη βάση αυτή, εξασφαλίζει την επίτευξη ελάχιστου ετήσιου ποσοστού συλλογής. Από το 2016, το ελάχιστο ποσοστό συλλογής ορίζεται σε 45 %, και υπολογίζεται βάσει του συνολικού βάρους των ΑΗΗΕ τα οποία συλλέχθηκαν σε ένα δεδομένο έτος στο συγκεκριμένο κράτος μέλος σύμφωνα με τα άρθρα 5 και 6, εκφράζεται δε ως ποσοστό του μέσου ετήσιου βάρους του ΗΗΕ που διατέθηκε σε κυκλοφορία κατά τα προηγούμενα τρία έτη στο κράτος μέλος αυτό. Τα κράτη μέλη μεριμνούν για τη σταδιακή αύξηση του όγκου των συλλεγόμενων ΑΗΗΕ κατά το διάστημα από το 2016 έως το 2019, εκτός αν έχει ήδη επιτευχθεί το ποσοστό συλλογής που προβλέπει το δεύτερο εδάφιο.

Από το 2019, το ελάχιστο ποσοστό συλλογής που πρέπει να επιτυγχάνεται σε ετήσια βάση πρέπει να είναι το 65 % του μέσου ετήσιου βάρους των ΗΗΕ που διατέθηκε στην αγορά του εν λόγω κράτους μέλους την προηγούμενη τριετία, ή εναλλακτικά το 85 % των ΑΗΗΕ που παράγονται ανά βάρος στο κράτος μέλος αυτό.

Μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου 2015 θα εξακολουθήσει να ισχύει ποσοστό χωριστής συλλογής ΑΗΗΕ οικιακής προέλευσης που αντιστοιχεί είτε σε ποσότητα τουλάχιστον τεσσάρων χιλιόγραμμων κατά μέσο όρο ανά κάτοικο ανά έτος, είτε σε ποσότητα ίση με το μέσο ετήσιο βάρος των ΑΗΗΕ που συλλέχθησαν στο συγκεκριμένο κράτος μέλος την προηγούμενη τριετία, ανάλογα με το ποια ποσότητα είναι μεγαλύτερη.

Τα κράτη μέλη μπορούν να ορίζουν πιο φιλόδοξους επιμέρους στόχους για χωριστή συλλογή ΑΗΗΕ, και σε αυτήν την περίπτωση ενημερώνουν σχετικά την Επιτροπή.

2. Προκειμένου να κρίνουν κατά πόσον έχει επιτευχθεί το ελάχιστο ποσοστό συλλογής, τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν ότι οι πληροφορίες για ΑΗΗΕ τα οποία

συλλέγονται χωριστά όπως αναφέρεται στο άρθρο 5, διαβιβάζονται στα κράτη μέλη δωρεάν, συμπεριλαμβανομένων τουλάχιστον πληροφοριών για τα ΑΗΗΕ που

α) παραλήφθηκαν στις εγκαταστάσεις συλλογής και επεξεργασίας,

β) παραλήφθηκαν από τους διανομείς,

γ) συλλέχθηκαν χωριστά από παραγωγούς ή τρίτους που ενεργούν για λογαριασμό τους.

3. Κατά παρέκκλιση της παραγράφου 1, η Βουλγαρία, η Τσεχική Δημοκρατία, η Λετονία, η Λιθουανία, η Ουγγαρία, η Μάλτα, η Πολωνία, η Ρουμανία, η Σλοβενία και η Σλοβακία μπορούν, λόγω ελλείψεων στην απαραίτητη υποδομή και χαμηλού επιπέδου κατανάλωσης ΗΗΕ, να αποφασίσουν:

α) να επιτύχουν, από τις 14 Αυγούστου 2016 στόχο συλλογής κάτω του 45 % αλλά ανώτερο του 40 % του μέσου βάρους του ΗΗΕ που διατέθηκε στην αγορά κατά την προηγούμενη τριετία, και

β) να αναβάλουν την επίτευξη των ποσοστών συλλογής της παραγράφου 1 δεύτερο εδάφιο έως την ημερομηνία της επιλογής τους, το αργότερο έως τις 14 Αυγούστου 2021.

4. Ανατίθεται στην Επιτροπή η εξουσία να θεσπίζει κατ' εξουσιοδότηση πράξεις σύμφωνα με το άρθρο 20, για τον καθορισμό των μεταβατικών διατάξεων που απαιτούνται για την αντιμετώπιση δυσχερειών που αντιμετωπίζουν τα κράτη μέλη στην ικανοποίηση των απαιτήσεων της παραγράφου 1.

5. Προκειμένου να εξασφαλισθούν ενιαίοι όροι για την εφαρμογή του παρόντος άρθρου, καθορίζονται από την Επιτροπή έως τις 14 Αυγούστου 2015, με εκτελεστικές πράξεις, κοινή μεθοδολογία για τον υπολογισμό του συνολικού βάρους του ΗΗΕ που διατίθεται στην εθνική αγορά και κοινή μεθοδολογία για τον υπολογισμό της κατά βάρους ποσότητας ΑΗΗΕ που παράγονται σε κάθε κράτος μέλος. Αυτές οι εκτελεστικές πράξεις θεσπίζονται σύμφωνα με την διαδικασία εξέτασης που προβλέπεται στο άρθρο 21 παράγραφος 2.

6. Η Επιτροπή υποβάλλει, έως τις 14 Αυγούστου 2015, έκθεση στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και στο Συμβούλιο, για την επανεξέταση των προθεσμιών σε σχέση με τα ποσοστά συλλογής που αναφέρονται στην παράγραφο 1, και για τον πιθανό καθορισμό στόχων χωριστής συλλογής για μία ή περισσότερες κατηγορίες ΗΗΕ του παραρτήματος ΙΙΙ ειδικά για εξοπλισμό ανταλλαγής θερμότητας, για φωτοβολταϊκά πλαίσια, για εξοπλισμό μικρού μεγέθους, συμπεριλαμβανομένου εξοπλισμού πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών μικρού μεγέθους, και για λαμπτήρες που περιέχουν υδράργυρο. Η έκθεση αυτή συνοδεύεται, αν είναι σκόπιμο, από νομοθετική πρόταση.

7. Αν η Επιτροπή θεωρεί, με βάση μελέτη εκτίμησης επιπτώσεων, ότι απαιτείται να αναθεωρηθεί το ποσοστό συλλογής με βάση τα παραγόμενα ΑΗΗΕ, υποβάλλει σχετική νομοθετική πρόταση στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο.

## Άρθρο 8

### Ενδεδειγμένη επεξεργασία

1. Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε όλα τα ΑΗΗΕ που συλλέγονται χωριστά να υποβάλλονται σε ενδεδειγμένη επεξεργασία.
  2. Η ενδεδειγμένη επεξεργασία, πλην της προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση, και οι λειτουργίες ανάκτησης ή ανακύκλωσης, περιλαμβάνουν, τουλάχιστον, την αφαίρεση όλων των ρευστών και επιλεκτική επεξεργασία σύμφωνα με το παράρτημα VII.
  3. Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε οι παραγωγοί ή οι τρίτοι οι οποίοι ενεργούν για λογαριασμό τους να συγκροτούν συστήματα ανάκτησης των ΑΗΗΕ με χρήση των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών. Τα συστήματα επιτρέπεται να συγκροτούνται από τους παραγωγούς σε ατομική ή/και συλλογική βάση. Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε κάθε εγκατάσταση ή επιχείρηση που εκτελεί εργασίες συλλογής ή επεξεργασίας να αποθηκεύει και να επεξεργάζεται τα ΑΗΗΕ σύμφωνα με τις τεχνικές απαιτήσεις του παραρτήματος VIII.
  4. Η Επιτροπή εξουσιοδοτείται να εκδίδει πράξεις κατ’ εξουσιοδότηση που θα θεσπισθούν σύμφωνα με το άρθρο 20 για να τροποποιήσει το παράρτημα VII ώστε να συμπεριληφθούν σε αυτό και άλλες τεχνολογίες επεξεργασίας που διασφαλίζουν τουλάχιστον το ίδιο επίπεδο προστασίας της ανθρώπινης υγείας και του περιβάλλοντος.
- Η Επιτροπή αξιολογεί κατά προτεραιότητα το κατά πόσον είναι αναγκαίο να τροποποιηθούν οι καταχωρίσεις που αφορούν τις πλακέτες τυπωμένων κυκλωμάτων για κινητά τηλέφωνα και τις οθόνες υγρών κρυστάλλων. Η Επιτροπή καλείται να αξιολογήσει αν απαιτείται να γίνουν τροποποιήσεις στο παράρτημα VII προκειμένου να συμπεριληφθούν τα νανοϋλικά που περιέχονται στον ΗΗΕ.
5. Για λόγους προστασίας του περιβάλλοντος, τα κράτη μέλη μπορούν να ορίζουν ελάχιστα πρότυπα ποιότητας για την επεξεργασία των συλλεγόμενων ΑΗΗΕ.

Τα κράτη μέλη που ορίζουν πρότυπα ποιότητας ενημερώνουν σχετικά την Επιτροπή, η οποία τα δημοσιεύει.

Το αργότερο έως τις 14 Φεβρουαρίου 2013, η Επιτροπή ζητεί από του ευρωπαϊκούς οργανισμούς τυποποίησης να αναπτύξουν ευρωπαϊκά πρότυπα για την επεξεργασία ΑΗΗΕ, συμπεριλαμβανομένης της ανάκτησης, της ανακύκλωσης και της προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση. Τα πρότυπα αυτά πρέπει να ανταποκρίνονται στην εξέλιξη της τεχνικής.



Προκειμένου να εξασφαλιστούν ενιαίοι όροι για την εφαρμογή του παρόντος άρθρου, η Επιτροπή μπορεί να θεσπίζει, με εκτελεστικές πράξεις, ελάχιστα ποιοτικά πρότυπα με βάση ιδιαίτερα τα πρότυπα που αναπτύσσουν οι ευρωπαϊκοί οργανισμοί τυποποίησης. Αυτές οι εκτελεστικές πράξεις θεσπίζονται σύμφωνα με την διαδικασία εξέτασης που προβλέπεται στο άρθρο 21 παράγραφος 2.

Για τα πρότυπα που εγκρίνει η Επιτροπή δημοσιεύεται παραπομπή.

6. Τα κράτη μέλη ενθαρρύνουν όσες εγκαταστάσεις ή επιχειρήσεις προβαίνουν σε επεξεργασία να καθιερώνουν πιστοποιημένα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1221/2009 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 25ης Νοεμβρίου 2009, περί της εκούσιας συμμετοχής οργανισμών σε κοινοτικό σύστημα οικολογικής διαχείρισης και οικολογικού ελέγχου (EMAS) [23].

## Άρθρο 9

### Άδειες

1. Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε κάθε εγκατάσταση ή επιχείρηση που εκτελεί εργασίες επεξεργασίας να λαμβάνει άδεια από τις αρμόδιες αρχές, σύμφωνα με το άρθρο 23 της οδηγίας 2008/98/ΕΚ.
2. Οι εξαιρέσεις από την απαίτηση λήψης άδειας, οι όροι για τις εξαιρέσεις και την καταχώριση συμφωνούν, αντίστοιχα, με τα άρθρα 24, 25 και 26 της οδηγίας 2008/98/ΕΚ.
3. Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε η αναφερόμενη στις παραγράφους 1 και 2 άδεια ή καταχώριση να περιλαμβάνει όλες τις απαραίτητες προϋποθέσεις για την τήρηση των απαιτήσεων του άρθρου 8 παράγραφοι 2, 3 και 5 και για την επίτευξη των στόχων ανάκτησης του άρθρου 11.

## Άρθρο 10

### Μεταφορές ΑΗΗΕ

1. Η επεξεργασία μπορεί επίσης να εκτελείται εκτός του αντιστοίχου κράτους μέλους ή της Ένωσης, υπό την προϋπόθεση ότι τα ΑΗΗΕ μεταφέρονται σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1013/2006 και τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1418/2007 της Επιτροπής, της 29ης Νοεμβρίου 2007, σχετικά με την εξαγωγή για αξιοποίηση ορισμένων αποβλήτων που περιέχονται στο παράρτημα ΙΙΙ ή ΙΙΙΑ του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1013/2006 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, προς ορισμένες χώρες στις οποίες δεν εφαρμόζεται η απόφαση του ΟΟΣΑ για τον έλεγχο των διασυνοριακών διακινήσεων αποβλήτων [24].
2. ΑΗΗΕ που εξάγονται από την Ένωση υπολογίζονται για την εκπλήρωση των υποχρεώσεων και των στόχων του άρθρου 11 της παρούσας οδηγίας μόνον εφόσον, σύμφωνα με τους κανονισμούς (ΕΚ) αριθ. 1013/2006 και (ΕΚ) αριθ. 1418/2007, ο



εξαγωγέας μπορεί να αποδείξει ότι η επεξεργασία πραγματοποιήθηκε υπό συνθήκες ισοδύναμες με τις απαιτήσεις της παρούσας οδηγίας.

3. Η Επιτροπή εκδίδει, το αργότερο έως τις 14 Φεβρουαρίου 2014, πράξεις κατ’ εξουσιοδότηση σύμφωνα με το άρθρο 20 θεσπίζοντας λεπτομερείς κανόνες που συμπληρώνουν εκείνους της παραγράφου 2 του παρόντος άρθρου, και ειδικότερα, κριτήρια για την αξιολόγηση των ισοδυνάμων συνθηκών.

## Άρθρο 11

### Στόχοι ανάκτησης

1. Όσον αφορά όλα τα ΑΗΗΕ που συλλέγονται χωριστά σύμφωνα με το άρθρο 5 και στέλλονται για επεξεργασία σύμφωνα με τα άρθρα 8, 9 και 10, τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν ότι, οι παραγωγοί επιτυγχάνουν τους ελάχιστους στόχους του παραρτήματος V.

2. Η επίτευξη των στόχων αυτών υπολογίζεται για κάθε κατηγορία διαιρώντας το βάρος των ΑΗΗΕ που εισέρχονται στην εγκατάσταση ανάκτησης ή ανακύκλωσης/προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση μετά την ενδεδειγμένη επεξεργασία, σύμφωνα με το άρθρο 8 παράγραφος 2, όσον αφορά την ανάκτηση και την ανακύκλωση διά του βάρους όλων των χωριστά συλλεγόμενων ΑΗΗΕ για κάθε κατηγορία, εκφραζόμενη ως ποσοστό.

Οι προκαταρκτικές δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένων της διαλογής και της αποθήκευσης πριν από την ανάκτηση, δεν υπολογίζονται στην επίτευξη αυτών των στόχων.

3. Προκειμένου να εξασφαλισθούν ενιαίοι όροι για την εφαρμογή του παρόντος άρθρου, μπορούν να θεσπισθούν από την Επιτροπή με εκτελεστικές πράξεις πρόσθετοι κανόνες σχετικά με τις μεθόδους υπολογισμού για την εφαρμογή των ελάχιστων στόχων. Αυτές οι εκτελεστικές πράξεις θεσπίζονται σύμφωνα με την διαδικασία εξέτασης που προβλέπεται στο άρθρο 21 παράγραφος 2.

4. Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε, για τον υπολογισμό των εν λόγω στόχων, οι παραγωγοί ή οι ενεργούντες για λογαριασμό τους τρίτοι να τηρούν αρχεία σχετικά με το βάρος των ΑΗΗΕ, των κατασκευαστικών τους στοιχείων, υλικών και ουσιών κατά την έξοδο από την εγκατάσταση συλλογής (εκροές), κατά την είσοδο (εισροές) και έξοδο (εκροές) από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας και κατά την είσοδο (εισροές) στην εγκατάσταση ανάκτησης ή ανακύκλωσης/προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση.

Τα κράτη μέλη μεριμνούν επίσης ώστε, για τους σκοπούς της παραγράφου 6, να τηρούνται στοιχεία σχετικά με το βάρος των προϊόντων και των υλικών που βγαίνουν από την εγκατάσταση ανάκτησης, ανακύκλωσης ή προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση (εκροές).

5. Τα κράτη μέλη ενθαρρύνουν την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών ανάκτησης, ανακύκλωσης και επεξεργασίας.

6. Με βάση έκθεση της Επιτροπής συνοδευόμενη, εφόσον ενδείκνυται, από σχετική νομοθετική πρόταση, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο επανεξετάζουν, έως τις 14 Αυγούστου 2016, τους στόχους ανάκτησης του παραρτήματος V μέρος 3, διερευνούν τη δυνατότητα θέσπισης ιδιαίτερων στόχων για τα ΑΗΗΕ που προετοιμάζονται για επαναχρησιμοποίηση, και επανεξετάζουν τη μέθοδο υπολογισμού της παραγράφου 2, προκειμένου να αναλυθεί κατά πόσον είναι εφικτό να τεθούν στόχοι ανάκτησης με βάση προϊόντα και υλικά που απορρέουν (εκροές) από ανάκτηση, ανακύκλωση και προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση.

## Άρθρο 12

Χρηματοδότηση ως προς τα ΑΗΗΕ οικιακής προέλευσης

1. Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε οι παραγωγοί να εξασφαλίζουν τη χρηματοδότηση της συλλογής, της επεξεργασίας, της ανάκτησης και της περιβαλλοντικής ορθής διάθεσης των ΑΗΗΕ οικιακής προέλευσης, που παραδίδονται στις εγκαταστάσεις συλλογής, οι οποίες δημιουργούνται δυνάμει του άρθρου 5 παράγραφος 2.

2. Όπου ενδείκνυται, τα κράτη μέλη μπορούν να ενθαρρύνουν τους παραγωγούς να χρηματοδοτούν και τη δαπάνη που συνεπάγεται η συλλογή ΑΗΗΕ οικιακής προέλευσης πριν παραδοθούν στις εγκαταστάσεις συλλογής.

3. Για τα προϊόντα που διατέθηκαν στην αγορά μετά τις 13 Αυγούστου 2005, κάθε παραγωγός είναι υπεύθυνος για τη χρηματοδότηση των εργασιών που αναφέρονται στην παράγραφο 1 όσον αφορά τα απόβλητα των δικών του προϊόντων. Ο παραγωγός μπορεί να επιλέξει την εκπλήρωση της υποχρέωσης αυτής είτε ατομικά είτε εντασσόμενος σε συλλογικό σύστημα.

Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε κάθε παραγωγός να παρέχει εγγύηση όταν διαθέτει ένα προϊόν στην αγορά, η οποία βεβαιώνει τη χρηματοδότηση της διαχείρισης όλων των ΑΗΗΕ, και μεριμνούν ώστε οι παραγωγοί να σημαίνουν ευκρινώς τα προϊόντα τους σύμφωνα με το άρθρο 15 παράγραφος 2. Η εγγύηση αυτή εξασφαλίζει τη χρηματοδότηση των εργασιών που αναφέρονται στην παράγραφο 1 όσον αφορά το εν λόγω προϊόν. Η εγγύηση μπορεί να λαμβάνει τη μορφή συμμετοχής του παραγωγού σε κατάλληλα συστήματα για τη χρηματοδότηση της διαχείρισης ΑΗΗΕ, ασφάλισης ανακύκλωσης ή δεσμευμένου τραπεζικού λογαριασμού.

4. Η ευθύνη για τη χρηματοδότηση του κόστους της διαχείρισης των ΑΗΗΕ των προερχόμενων από προϊόντα που είχαν διατεθεί στην αγορά πριν από τις 13 Αυγούστου 2005 ("ιστορικά απόβλητα") ανατίθεται σε ένα ή περισσότερα συστήματα, στα οποία συνεισφέρουν αναλογικά όλοι οι υφιστάμενοι στην αγορά όταν ανακύπτει το σχετικό κόστος παραγωγού, π.χ. ανάλογα με το μερίδιό τους στην αγορά ανά τύπο εξοπλισμού.

5. Τα κράτη μέλη λαμβάνουν τα αναγκαία μέτρα για την ανάπτυξη κατάλληλων μηχανισμών ή διαδικασιών επιστροφής των χρηματικών εισφορών στους παραγωγούς

όταν ο ΗΗΕ μεταφέρεται για διάθεση στην αγορά εκτός της επικράτειας του συγκεκριμένου κράτους μέλους. Τέτοιες διαδικασίες μπορεί να αναπτύσσονται από παραγωγούς ή τρίτους που ενεργούν για λογαριασμό τους.

6. Η Επιτροπή καλείται να υποβάλει έκθεση, έως τις 14 Αυγούστου 2015, σχετικά με τη δυνατότητα ανάπτυξης κριτηρίων για την ενσωμάτωση του πραγματικού κόστους στο τέλος κύκλου ζωής, της χρηματοδότησης των ΑΗΗΕ από παραγωγούς, και, αν είναι σκόπιμο, να υποβάλει νομοθετική πρόταση στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο.

#### Άρθρο 13

Χρηματοδότηση ως προς τα ΑΗΗΕ από άλλους χρήστες, πλην των ιδιωτικών νοικοκυριών

1. Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε, για προϊόντα που διατέθηκαν στην αγορά μετά τις 13 Αυγούστου 2005, οι δαπάνες για τη συλλογή, την επεξεργασία, την ανάκτηση και την περιβαλλοντικώς ορθή διάθεση των ΑΗΗΕ που προέρχονται από άλλους χρήστες πλην των ιδιωτικών νοικοκυριών να χρηματοδοτούνται από τους παραγωγούς.

Για τα ιστορικά απόβλητα που αντικαθίστανται από νέα ισοδύναμα προϊόντα ή από νέα προϊόντα που επιτελούν την ίδια λειτουργία, η χρηματοδότηση των δαπανών επιβαρύνει τους παραγωγούς αυτών των προϊόντων, όταν τα προμηθεύουν. Τα κράτη μέλη δύνανται, εναλλακτικώς, να προβλέπουν ότι οι άλλοι χρήστες πλην των ιδιωτικών νοικοκυριών, μπορούν επίσης να καθίστανται, εν μέρει ή πλήρως, υπεύθυνοι για τη χρηματοδότηση αυτή.

Για τα λοιπά ιστορικά απόβλητα, η χρηματοδότηση των δαπανών επιβαρύνει τους χρήστες, πλην των ιδιωτικών νοικοκυριών.

2. Οι παραγωγοί και οι χρήστες, πλην των ιδιωτικών νοικοκυριών, δύνανται, υπό την επιφύλαξη της παρούσας οδηγίας, να συνάπτουν συμφωνίες που να προβλέπουν άλλες μεθόδους χρηματοδότησης.

#### Άρθρο 14

Ενημέρωση των χρηστών

1. Τα κράτη μέλη μπορούν να απαιτούν από τους παραγωγούς να ενημερώνουν τους αγοραστές, κατά την πώληση νέων προϊόντων, σχετικά με το κόστος συλλογής, επεξεργασίας και διάθεσης των ΑΗΗΕ κατά τρόπο περιβαλλοντικώς ορθό. Το αναφερόμενο κόστος δεν υπερβαίνει την καλύτερη εκτίμηση του πραγματικού.

2. Τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν ότι οι οικιακοί χρήστες ΗΗΕ ενημερώνονται δεόντως σχετικά με:

α) την απαίτηση να μην διατίθενται τα ΑΗΗΕ ως αδιαχώριστα αστικά απόβλητα, αλλά να συλλέγονται χωριστά:

β) τα συστήματα επιστροφής και συλλογής στα οποία έχουν πρόσβαση, και προωθούν τον συντονισμό των πληροφοριών που επιτρέπουν τον εντοπισμό όλων των διαθέσιμων εγκαταστάσεων συλλογής, ανεξάρτητα από τον παραγωγό ή άλλο φορέα που έχει δημιουργήσει την εγκατάσταση·

γ) το ρόλο τους στην επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση και τις άλλες μορφές ανάκτησης των ΑΗΗΕ·

δ) τις δυνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία ως αποτέλεσμα της παρουσίας επικίνδυνων ουσιών στον ΗΗΕ·

ε) την έννοια του συμβόλου που παρατίθεται στο παράρτημα ΙΧ.

3. Τα κράτη μέλη θεσπίζουν κατάλληλα μέτρα προκειμένου οι καταναλωτές να συμμετέχουν στη συλλογή των ΑΗΗΕ και να ενθαρρύνονται να διευκολύνουν τη διαδικασία επαναχρησιμοποίησης, επεξεργασίας και ανάκτησης.

4. Προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η διάθεση των ΑΗΗΕ ως αδιαχώριστων αστικών αποβλήτων και να διευκολυνθεί η χωριστή συλλογή τους, τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε οι παραγωγοί να σημαίνουν δεόντως με το σύμβολο που παρατίθεται στο παράρτημα ΙΧ – κατά προτίμηση σύμφωνα με το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 50419 [25] – τον ΗΗΕ που διατίθεται στην αγορά. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις, εάν είναι αναγκαίο λόγω του μεγέθους ή της λειτουργίας του προϊόντος, το σύμβολο τυπώνεται στη συσκευασία, τις οδηγίες χρήσης και την εγγύηση του συγκεκριμένου ΗΗΕ.

5. Τα κράτη μέλη μπορούν να απαιτούν να παρέχονται ορισμένες ή όλες οι πληροφορίες που αναφέρονται στις παραγράφους 2, 3 και 4 από τους παραγωγούς ή/και τους διανομείς, π.χ. μέσω των οδηγιών χρήσης ή στο σημείο πώλησης, και μέσω εκστρατειών ευαισθητοποίησης της κοινής γνώμης.

## Άρθρο 15

### Ενημέρωση των εγκαταστάσεων επεξεργασίας

1. Προκειμένου να διευκολυνθεί η προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση και η ορθή και περιβαλλοντικά αβλαβής επεξεργασία των ΑΗΗΕ, συμπεριλαμβανομένης της συντήρησης, αναβάθμισης, ανακαίνισης και ανακύκλωσης, τα κράτη μέλη λαμβάνουν τα κατάλληλα μέτρα για να εξασφαλίσουν ότι οι παραγωγοί παρέχουν πληροφορίες, χωρίς χρέωση, σχετικά με την προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση και επεξεργασία για κάθε τύπο νέου ΗΗΕ που διατίθεται για πρώτη φορά στην αγορά της Ένωσης, εντός ενός έτους από τη διάθεση του εξοπλισμού στην αγορά. Οι πληροφορίες αυτές προσδιορίζουν, στο μέτρο που τούτο απαιτείται από τα κέντρα προετοιμασίας της επαναχρησιμοποίησης και τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας και ανακύκλωσης προκειμένου να τηρούνται οι διατάξεις της παρούσας οδηγίας, τα διάφορα συστατικά και υλικά του ΗΗΕ καθώς και τη θέση των επικίνδυνων ουσιών και μειγμάτων στον ΗΗΕ. Οι εν λόγω πληροφορίες τίθενται στη διάθεση των κέντρων προετοιμασίας της επαναχρησιμοποίησης και των εγκαταστάσεων επεξεργασίας και ανακύκλωσης από τους παραγωγούς ΗΗΕ με τη μορφή εγχειριδίων ή με ηλεκτρονικά μέσα (π.χ. CD-ROM, διαδικτυακές υπηρεσίες).

2. Προκειμένου να καθίσταται δυνατός ο αδιαμφισβήτητος προσδιορισμός της ημερομηνίας διάθεσης του ΗΗΕ στην αγορά, τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε να υπάρχει σήμα στη συσκευή που να προσδιορίζει ότι ο ΗΗΕ διατέθηκε στην αγορά μετά τις 13 Αυγούστου 2005. Κατά προτίμηση εφαρμόζεται για το σκοπό αυτό το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 50419.

## Άρθρο 16

### Καταχώριση και υποβολή πληροφοριών και εκθέσεων

1. Τα κράτη μέλη καταρτίζουν, σύμφωνα με την παράγραφο 2, μητρώο παραγωγών, συμπεριλαμβανομένων των παραγωγών που προμηθεύουν ΗΗΕ χρησιμοποιώντας επικοινωνία εξ αποστάσεως. Το μητρώο έχει σκοπό την παρακολούθηση της τήρησης των απαιτήσεων της παρούσας οδηγίας.

Οι παραγωγοί που προμηθεύουν ΗΗΕ χρησιμοποιώντας εξ αποστάσεως επικοινωνία όπως ορίζεται στο άρθρο 3 παράγραφος 1 στοιχείο στ) σημείο iv) καταχωρίζονται στο κράτος μέλος προς το οποίο γίνεται η πώληση. Θα πρέπει να καταχωρίζονται μέσω των εξουσιοδοτημένων αντιπροσώπων τους, όπως αναφέρεται στο άρθρο 17 παράγραφος 2, εκτός εάν έχουν ήδη καταχωρισθεί στο κράτος μέλος προς το οποίο γίνεται η πώληση.

2. Τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν ότι:

α) κάθε παραγωγός ή κάθε εξουσιοδοτημένος αντιπρόσωπος σε περίπτωση που εφαρμόζεται το άρθρο 17 καταχωρίζεται όπως απαιτείται και έχει τη δυνατότητα να καταχωρίζει στο οικείο εθνικό μητρώο ηλεκτρονικά όλες τις σχετικές πληροφορίες που περιγράφουν τις δραστηριότητες του συγκεκριμένου παραγωγού στο συγκεκριμένο κράτος μέλος·

β) κατά την καταχώριση, κάθε παραγωγός ή κάθε εξουσιοδοτημένος αντιπρόσωπος, στην περίπτωση που εφαρμόζεται το άρθρο 17, παρέχει τις πληροφορίες του παραρτήματος Χ μέρος Α και αναλαμβάνει να τις επικαιροποιεί·

γ) κάθε παραγωγός ή κάθε εξουσιοδοτημένος αντιπρόσωπος, στην περίπτωση που εφαρμόζεται το άρθρο 17, παρέχει τις πληροφορίες του παραρτήματος Χ μέρος Β·

δ) τα εθνικά μητρώα επιτρέπουν την πρόσβαση σε άλλα εθνικά μητρώα μέσω συνδέσμων στις ιστοσελίδες τους, προκειμένου να διευκολύνεται, σε όλα τα κράτη μέλη, η καταχώριση των παραγωγών ή, σε περίπτωση που εφαρμόζεται το άρθρο 17, των εξουσιοδοτημένων αντιπροσώπων τους.

3. Προκειμένου να εξασφαλισθούν ενιαίοι όροι για την εφαρμογή του παρόντος άρθρου, το υπόδειγμα για την καταχώριση και την υποβολή εκθέσεων και η συχνότητα υποβολής στο μητρώο καθορίζονται από την Επιτροπή με εκτελεστικές πράξεις. Αυτές οι εκτελεστικές πράξεις θεσπίζονται σύμφωνα με την διαδικασία εξέτασης που προβλέπεται στο άρθρο 21 παράγραφος 2.



4. Τα κράτη μέλη συγκεντρώνουν ετησίως πληροφορίες, συμπεριλαμβανομένων θεμελιωμένων εκτιμήσεων, σχετικά με τις ποσότητες και τις κατηγορίες ΗΗΕ που διατίθεται στην αγορά τους, συλλέγονται με οποιοδήποτε τρόπο, ανακτώνται, επαναχρησιμοποιούνται και ανακυκλώνονται εντός των κρατών μελών, καθώς και σχετικά με τα χωριστά συλλεγόμενα ΑΗΗΕ που εξάγονται, κατά βάρος.

5. Τα κράτη μέλη υποβάλλουν στην Επιτροπή, ανά τριετία, έκθεση σχετικά με την εφαρμογή της παρούσας οδηγίας και με τις πληροφορίες που αναφέρονται στην παράγραφο 4. Η έκθεση εφαρμογής συντάσσεται βάσει ερωτηματολογίου, το οποίο ορίζεται από τις αποφάσεις της Επιτροπής 2004/249/ΕΚ [26] και 2005/369/ΕΚ [27]. Η έκθεση τίθεται στη διάθεση της Επιτροπής εντός εννέα μηνών από το τέλος της αντίστοιχης τριετούς περιόδου.

Η πρώτη έκθεση καλύπτει την περίοδο από τις 14 Φεβρουαρίου 2014 έως τις 31 Δεκεμβρίου 2015.

Εντός εννέα μηνών από την παραλαβή των εκθέσεων των κρατών μελών, η Επιτροπή δημοσιεύει έκθεση σχετικά με την εφαρμογή της παρούσας οδηγίας.

#### Άρθρο 17

##### Εξουσιοδοτημένος αντιπρόσωπος

1. Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε ένας παραγωγός, όπως ορίζεται στο άρθρο 3 παράγραφος 1 στοιχείο στ) σημεία i) έως iii), εγκατεστημένος σε άλλο κράτος μέλος, να μπορεί να ορίζει νομικό ή φυσικό πρόσωπο εγκατεστημένο στην επικράτειά τους ως εξουσιοδοτημένο αντιπρόσωπο υπεύθυνο για την εκπλήρωση των υποχρεώσεων του συγκεκριμένου παραγωγού, σύμφωνα με την παρούσα οδηγία, στην επικράτειά τους.

2. Κάθε κράτος μέλος μεριμνά ώστε οι παραγωγοί όπως ορίζονται στο άρθρο 3 παράγραφος 1 στοιχείο στ) σημείο iv), που είναι εγκατεστημένοι στην επικράτειά του και πωλούν ΗΗΕ σε άλλο κράτος μέλος, να ορίζουν στο κράτος μέλος αυτό εξουσιοδοτημένο αντιπρόσωπο υπεύθυνο για την εκπλήρωση των υποχρεώσεων του συγκεκριμένου παραγωγού, σύμφωνα με την οδηγία, στην επικράτεια του εν λόγω κράτους μέλους.

3. Ο ορισμός του εξουσιοδοτημένου αντιπροσώπου πρέπει να γίνεται με γραπτή εντολή.

#### Άρθρο 18

##### Διοικητική συνεργασία και ανταλλαγή πληροφοριών

Τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν ότι οι αρμόδιες για την εφαρμογή της παρούσας οδηγίας αρχές συνεργάζονται μεταξύ τους, με σκοπό ιδίως τη δημιουργία της κατάλληλης ροής πληροφοριών για να εξασφαλισθεί η συμμόρφωση των παραγωγών με τις διατάξεις της οδηγίας και, κατά περίπτωση, ανταλλάσσουν πληροφορίες



ωσαύτως και με την Επιτροπή, με σκοπό να διευκολύνουν την ορθή εφαρμογή της παρούσας οδηγίας. Η διοικητική συνεργασία και η ανταλλαγή πληροφοριών, ιδιαίτερα μεταξύ εθνικών μητρώων, περιλαμβάνουν και ηλεκτρονικά μέσα επικοινωνίας.

Η συνεργασία περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, την πρόσβαση στα σχετικά έγγραφα και πληροφορίες, συμπεριλαμβανομένων των αποτελεσμάτων ενδεχόμενων επιθεωρήσεων, στο πλαίσιο της τήρησης των διατάξεων της νομοθεσίας για την προστασία των δεδομένων που ισχύει στο κράτος μέλος του οποίου η αρχή καλείται σε συνεργασία.

## Άρθρο 19

Προσαρμογή στην επιστημονική και τεχνική πρόοδο

Εξουσιοδοτείται η Επιτροπή να εκδίδει πράξεις κατ’ εξουσιοδότηση σύμφωνα με το άρθρο 20, όσον αφορά τροποποιήσεις, αναγκαίες για την προσαρμογή του άρθρου 16 παράγραφος 5 και των παραρτημάτων IV, VII, VIII και IX στην επιστημονική και τεχνική πρόοδο. Κατά την τροποποίηση του παραρτήματος VII, λαμβάνονται υπόψη οι εξαιρέσεις που αναγνωρίζονται με την οδηγία 2011/65/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 8ης Ιουνίου 2011, για τον περιορισμό της χρήσης ορισμένων επικινδύνων ουσιών σε ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό [28].

Πριν από κάθε τροποποίηση των παραρτημάτων, η Επιτροπή συμβουλευέται, μεταξύ άλλων, τους παραγωγούς ΗΗΕ, τους ανακυκλωτές, τις επιχειρήσεις επεξεργασίας, τις περιβαλλοντικές οργανώσεις και τις ενώσεις εργαζομένων και καταναλωτών.

## Άρθρο 20

Άσκηση της εξουσιοδότησης

1. Οι εξουσίες έκδοσης πράξεων κατ’ εξουσιοδότηση ανατίθεται στην Επιτροπή υπό τους όρους του παρόντος άρθρου.
2. Η εξουσιοδότηση κατά το άρθρο 7 παράγραφος 4, το άρθρο 8 παράγραφος 4, το άρθρο 10 παράγραφος 3, και το άρθρο 19 χορηγείται στην Επιτροπή για πέντε έτη από τις 13 Αυγούστου 2012. Η Επιτροπή συντάσσει έκθεση σχετικά με τις εξουσίες που της έχουν ανατεθεί το αργότερο εννέα μήνες πριν από τη λήξη της πενταετίας. Η εξουσιοδότηση ανανεώνεται σιωπηρώς για χρονικά διαστήματα ίδιας διάρκειας, εκτός αν το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο ή το Συμβούλιο αντιταχθούν στην ανανέωση, και το αργότερο τρεις μήνες πριν τελειώσει η κάθε περίοδος.
3. Η εξουσιοδότηση κατά το άρθρο 7 παράγραφος 4, το άρθρο 8 παράγραφος 4, το άρθρο 10 παράγραφος 3, και το άρθρο 19 μπορεί να ανακληθεί ανά πάσα στιγμή από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο ή το Συμβούλιο. Η απόφαση ανάκλησης περατώνει την εξουσιοδότηση που προσδιορίζεται στην εν λόγω απόφαση. Αρχίζει να ισχύει την επομένη της δημοσίευσης της απόφασης στην Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής

Ένωσης ή σε μεταγενέστερη ημερομηνία που ορίζεται σε αυτήν. Δεν θίγει το κύρος των ήδη εν ισχύ κατ’ εξουσιοδότηση πράξεων.

4. Η Επιτροπή, μόλις εκδώσει πράξη κατ’ εξουσιοδότηση, την κοινοποιεί ταυτόχρονα στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και στο Συμβούλιο.

5. Η κατ’ εξουσιοδότηση πράξη που εκδίδεται κατά το άρθρο 7 παράγραφος 4, το άρθρο 8 παράγραφος 4, το άρθρο 10 παράγραφος 3 και το άρθρο 19 τίθεται σε ισχύ μόνον εφόσον δεν έχει διατυπωθεί αντίρρηση είτε από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο είτε από το Συμβούλιο εντός δύο μηνών από την ημέρα που η πράξη κοινοποιείται στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και στο Συμβούλιο ή αν, πριν λήξει αυτή η περίοδος, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο ενημερώσουν αμφότερα την Επιτροπή ότι δεν θα προβάλλουν αντιρρήσεις. Η περίοδος αυτή παρατείνεται κατά δύο μήνες κατόπιν πρωτοβουλίας του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου ή του Συμβουλίου.

## Άρθρο 21

### Διαδικασία επιτροπής

1. Η Επιτροπή επικουρείται από την επιτροπή η οποία έχει συσταθεί δυνάμει του άρθρου 39 της οδηγίας 2008/98/ΕΚ. Η εν λόγω επιτροπή αποτελεί επιτροπή κατά την έννοια του κανονισμού (ΕΕ) αριθ. 182/2011.

2. Όταν γίνεται αναφορά στην παρούσα παράγραφο, εφαρμόζεται το άρθρο 5 του κανονισμού (ΕΕ) αριθ. 182/2011.

Εάν η επιτροπή δεν διατυπώσει γνώμη, η Επιτροπή δεν εκδίδει το σχέδιο εκτελεστικής πράξης και εφαρμόζεται το άρθρο 5 παράγραφος 4 τρίτο εδάφιο του κανονισμού (ΕΕ) αριθ. 182/2011.

## Άρθρο 22

### Κυρώσεις

Τα κράτη μέλη θεσπίζουν τους κανόνες σχετικά με τις κυρώσεις που επιβάλλονται για παραβάσεις των εθνικών διατάξεων οι οποίες έχουν θεσπιστεί κατ’ εφαρμογή της παρούσας οδηγίας και λαμβάνουν κάθε αναγκαίο μέτρο για να εξασφαλιστεί η εφαρμογή τους. Οι προβλεπόμενες κυρώσεις πρέπει να είναι αποτελεσματικές, αναλογικές και αποτρεπτικές. Τα κράτη μέλη κοινοποιούν τις σχετικές διατάξεις στην Επιτροπή, το αργότερο έως τις 14 Φεβρουαρίου 2014, και της γνωστοποιούν αμέσως κάθε μεταγενέστερη τροποποίησή τους.

## Άρθρο 23

### Επιθεώρηση και παρακολούθηση

1. Τα κράτη μέλη διενεργούν τις ενδεδειγμένες επιθεωρήσεις και παρακολούθηση για να ελέγχουν την ορθή εφαρμογή της παρούσας οδηγίας.

Οι επιθεωρήσεις αυτές καλύπτουν τουλάχιστον:

- α) πληροφορίες χορηγούμενες στο πλαίσιο του μητρώου παραγωγών,
  - β) μεταφορές, ιδίως τις εξαγωγές ΑΗΗΕ εκτός Ένωσης σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1013/2006 και τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1418/2007, και
  - γ) τις εργασίες που εκτελούνται στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας σύμφωνα με την οδηγία 2008/98/ΕΚ και με το παράρτημα VII της παρούσας οδηγίας.
2. Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε οι μεταφορές μεταχειρισμένου ΗΗΕ για τον οποίο υπάρχει υποψία ότι πρόκειται για ΑΗΗΕ να διενεργούνται σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του παραρτήματος VI και παρακολουθούν αναλόγως τις μεταφορές αυτές.
3. Το κόστος των ενδεδειγμένων αναλύσεων και επιθεωρήσεων, συμπεριλαμβανομένου του κόστους αποθήκευσης μεταχειρισμένου ΗΗΕ για τον οποίο υπάρχει υποψία ότι πρόκειται για ΑΗΗΕ, μπορεί να επιβαρύνει τους παραγωγούς, τους τρίτους που ενεργούν για λογαριασμό τους ή άλλα πρόσωπα, τα οποία μεριμνούν για τη μεταφορά μεταχειρισμένου ΗΗΕ για τον οποίο υπάρχει υποψία ότι πρόκειται για ΑΗΗΕ.
4. Προκειμένου να εξασφαλισθούν ενιαίοι όροι για την εφαρμογή του παρόντος άρθρου και του παραρτήματος VI, ιδίως δε, για την εφαρμογή του σημείου 2 του παραρτήματος αυτού, η Επιτροπή μπορεί να θεσπίζει εκτελεστικές πράξεις για τη θέσπιση πρόσθετων κανόνων για τις επιθεωρήσεις και την παρακολούθηση. Αυτές οι εκτελεστικές πράξεις θεσπίζονται σύμφωνα με την διαδικασία εξέτασης που προβλέπεται στο άρθρο 21 παράγραφος 2.

## Άρθρο 24

### Μεταφορά στο εθνικό δίκαιο

1. Τα κράτη μέλη θέτουν σε ισχύ τις αναγκαίες νομοθετικές, κανονιστικές και διοικητικές διατάξεις προκειμένου να συμμορφωθούν με την παρούσα οδηγία έως τις 14 Φεβρουαρίου 2014. Ανακοινώνουν αμέσως στην Επιτροπή το κείμενο των εν λόγω διατάξεων.

Οι διατάξεις αυτές, όταν θεσπίζονται από τα κράτη μέλη, περιλαμβάνουν αναφορά στην παρούσα οδηγία ή συνοδεύονται από την αναφορά αυτή κατά την επίσημη δημοσίευσή τους. Οι εν λόγω διατάξεις περιλαμβάνουν επίσης δήλωση που διευκρινίζει ότι οι παραπομπές στις οδηγίες που καταργούνται από την παρούσα οδηγία, οι οποίες περιέχονται στις ισχύουσες νομοθετικές, κανονιστικές και διοικητικές διατάξεις, θεωρούνται ότι γίνονται στην παρούσα οδηγία. Ο τρόπος πραγματοποίησης αυτής της παραπομπής και η διατύπωση αυτής της δήλωσης καθορίζονται από τα κράτη μέλη.

2. Τα κράτη μέλη ανακοινώνουν στην Επιτροπή το κείμενο των ουσιαστών διατάξεων εσωτερικού δικαίου τις οποίες θεσπίζουν στον τομέα που διέπεται από την παρούσα οδηγία.

3. Με την προϋπόθεση ότι επιτυγχάνονται οι στόχοι που τίθενται στην παρούσα οδηγία, τα κράτη μέλη μπορούν να μεταφέρουν στο εθνικό τους δίκαιο τις διατάξεις του άρθρου 8 παράγραφος 6, του άρθρου 14 παράγραφος 2 και του άρθρου 15, μέσω συμφωνιών μεταξύ των αρμόδιων αρχών και των οικείων οικονομικών κλάδων. Οι συμφωνίες αυτές πληρούν τις ακόλουθες απαιτήσεις:

α) η τήρησή τους δύναται να επιβληθεί·

β) προσδιορίζουν στόχους και τις αντίστοιχες προθεσμίες·

γ) δημοσιεύονται στην εθνική επίσημη εφημερίδα ή σε επίσημο έγγραφο εξίσου προσιτό στο κοινό και διαβιβάζονται στην Επιτροπή·

δ) τα επιτυγχάνόμενα αποτελέσματα παρακολουθούνται τακτικά, αναφέρονται στις αρμόδιες αρχές και στην Επιτροπή και καθίστανται διαθέσιμα στο κοινό υπό τους όρους της συμφωνίας·

ε) οι αρμόδιες αρχές εξασφαλίζουν ότι εξετάζεται η επιτελούμενη στα πλαίσια της συμφωνίας πρόοδος·

στ) σε περίπτωση μη συμμόρφωσης με τη συμφωνία, τα κράτη μέλη πρέπει να εφαρμόζουν τις αντίστοιχες διατάξεις της παρούσας οδηγίας με νομοθετικά, κανονιστικά ή διοικητικά μέτρα.

Άρθρο 25

Κατάργηση

Η οδηγία 2002/96/ΕΚ, όπως τροποποιήθηκε με τις οδηγίες που εμφανίζονται στο παράρτημα XI μέρος Α, καταργείται από τις 15 Φεβρουαρίου 2014, με την επιφύλαξη των υποχρεώσεων των κρατών μελών όσον αφορά τις προθεσμίες μεταφοράς στο εθνικό δίκαιο και εφαρμογής της οδηγίας που εμφανίζεται στο παράρτημα XI μέρος Β.

Οι παραπομπές στις καταργούμενες οδηγίες νοούνται ως παραπομπές στην παρούσα οδηγία και διαβάζονται σύμφωνα με τον πίνακα αντιστοιχίας του παραρτήματος XII.

Άρθρο 26

Έναρξη ισχύος

Η παρούσα οδηγία αρχίζει να ισχύει την εικοστή ημέρα από τη δημοσίευσή της στην Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Άρθρο 27

Αποδέκτες

Η παρούσα οδηγία απευθύνεται στα κράτη μέλη.

Στρασβούργο, 4 Ιουλίου 2012.

Για το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο

Ο Πρόεδρος

M. Schulz

Για το Συμβούλιο

Ο Πρόεδρος

A. Δ. Μαυρογιαννης

[1] ΕΕ C 306 της 16.12.2009, σ. 39.

[2] ΕΕ C 141 της 29.5.2010, σ. 55.

[3] Θέση του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, της 3ης Φεβρουαρίου 2011 (δεν έχει ακόμη δημοσιευθεί στην Επίσημη Εφημερίδα) και θέση του Συμβουλίου σε πρώτη ανάγνωση της 19ης Ιουλίου 2011 (δεν έχει ακόμη δημοσιευθεί στην Επίσημη Εφημερίδα). Θέση του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου της 19ης Ιανουαρίου 2012 (δεν έχει ακόμη δημοσιευθεί στην Επίσημη Εφημερίδα) και απόφαση του Συμβουλίου της 7ης Ιουνίου 2012.

[4] ΕΕ L 37 της 13.2.2003, σ. 24.

[5] ΕΕ C 138 της 17.5.1993, σ. 5.

[6] ΕΕ L 312 της 22.11.2008, σ. 3.

[7] ΕΕ L 285 της 31.10.2009, σ. 10.

[8] ΕΕ L 37 της 13.2.2003, σ. 19.

[9] ΕΕ L 266 της 26.9.2006, σ. 1.

[10] ΕΕ L 286 της 31.10.2009, σ. 1.

[11] ΕΕ L 161 της 14.6.2006, σ. 1.

[12] ΕΕ L 190 της 12.7.2006, σ. 1.

[13] ΕΕ L 24 της 29.1.2008, σ. 8.



- [14] EE L 118 της 27.4.2001, σ. 41.
- [15] EE L 143 της 30.4.2004, σ. 56.
- [16] EE L 55 της 28.2.2011, σ. 13.
- [17] EE C 369 της 17.12.2011, σ. 14.
- [18] EE L 396 της 30.12.2006, σ. 1.
- [19] EE L 144 της 4.6.1997, σ. 19.
- [20] EE L 169 της 12.7.1993, σ. 1.
- [21] EE L 331 της 7.12.1998, σ. 1.
- [22] EE L 189 της 20.7.1990, σ. 17.
- [23] EE L 342 της 22.12.2009, σ. 1.
- [24] EE L 316 της 4.12.2007, σ. 6.
- [25] Εκδόθηκε από τη Cenelec τον Μάρτιο του 2006.
- [26] EE L 78 της 16.3.2004, σ. 56.
- [27] EE L 119 της 11.5.2005, σ. 13.
- [28] EE L 174 της 1.7.2011, σ. 88.

---

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Κατηγορίες ΗΗΕ που καλύπτει η παρούσα οδηγία κατά τη μεταβατική περίοδο του άρθρου 2 παράγραφος 1 στοιχείο α)

1. Μεγάλες οικιακές συσκευές
2. Μικρές οικιακές συσκευές
3. Εξοπλισμός τεχνολογίας πληροφοριών και τηλεπικοινωνιών
4. Καταναλωτικά είδη και φωτοβολταϊκά πλαίσια
5. Είδη φωτισμού

6. Ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εργαλεία εξαιρουμένων των σταθερών βιομηχανικών εργαλείων μεγάλης κλίμακας

7. Παιχνίδια και εξοπλισμός αναψυχής και αθλητισμού

8. Ιατρικά βοηθήματα εξαιρουμένων όλων των εμφυτευμένων και μολυσμένων προϊόντων

9. Όργανα παρακολούθησης και ελέγχου

10. Αυτόματοι διανομείς.

---

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Μη εξαντλητικός κατάλογος ΗΗΕ των κατηγοριών του παραρτήματος Ι

### 1. ΜΕΓΑΛΕΣ ΟΙΚΙΑΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Μεγάλες συσκευές ψύξης

Ψυγεία

Καταψύκτες

Άλλες μεγάλες συσκευές που χρησιμοποιούνται για ψύξη, διατήρηση και αποθήκευση τροφίμων

Πλυντήρια

Στεγνωτήρια ρούχων

Πλυντήρια πιάτων

Συσκευές μαγειρικής

Ηλεκτρικές κουζίνες

Ηλεκτρικά μάτια

Φούρνοι μικροκυμάτων

Άλλες μεγάλες συσκευές χρησιμοποιούμενες για μαγείρεμα και άλλες επεξεργασίες τροφίμων

Ηλεκτρικές θερμάστρες

Ηλεκτρικά καλοριφέρ

Άλλες μεγάλες συσκευές που χρησιμοποιούνται για θέρμανση χώρων, κρεβατιών, καθισμάτων

Ηλεκτρικοί ανεμιστήρες

Συσκευές κλιματισμού

Άλλα είδη εξοπλισμού αερισμού, απαγωγής αερίων και κλιματισμού

## 2. ΜΙΚΡΕΣ ΟΙΚΙΑΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Ηλεκτρικές σκούπες

Σκούπες χαλιών

Άλλες συσκευές καθαριότητας

Συσκευές χρησιμοποιούμενες για ράψιμο, πλέξιμο, ύφανση και άλλες κλωστοϋφαντουργικές εργασίες

Ηλεκτρικά σίδερα και άλλες συσκευές για σιδέρωμα, καλάνδρισμα και, γενικά, για τη φροντίδα του ματισμού

Φρυγανιέρες

Συσκευές τηγανίσματος (φριτέζες)

Μύλοι, καφετιέρες και συσκευές ανοίγματος ή σφραγίσματος περιεκτών ή συσκευασιών

Ηλεκτρικά μαχαίρια

Συσκευές για κόψιμο και στέγνωμα μαλλιών, βούρτσισμα δοντιών, ξύρισμα, μασάζ και άλλες συσκευές περιποίησης του σώματος

Ρολόγια κάθε είδους και εξοπλισμός μέτρησης, ένδειξης ή καταγραφής του χρόνου

Ζυγοί

## 3. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Συστήματα κεντρικής επεξεργασίας δεδομένων:

Μεγάλοι υπολογιστές (mainframes)

Μεσαίοι υπολογιστές (mini computers)

## Μονάδες εκτύπωσης

Συστήματα προσωπικών υπολογιστών:

Προσωπικοί υπολογιστές [συμπεριλαμβανομένων των κεντρικών μονάδων επεξεργασίας (CPU), των ποντικών, των οθονών και των πληκτρολογίων]

Φορητοί υπολογιστές (lap-top) (συμπεριλαμβανομένων των CPU, των ποντικών, των οθονών και των πληκτρολογίων)

Υπολογιστές τσέπης (notebook)

Υπολογιστές χειρός (notepad)

Εκτυπωτές

Φωτοαντιγραφικά μηχανήματα

Ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές γραφομηχανές

Αριθμομηχανές τσέπης και επιτραπέζιες

και άλλα προϊόντα και είδη εξοπλισμού για τη συλλογή, αποθήκευση, επεξεργασία, παρουσίαση ή διαβίβαση πληροφοριών με ηλεκτρονικά μέσα

Τερματικά και συστήματα χρηστών

Συσκευές τηλεομοιοτυπίας (φαξ)

Τηλέτυπα

Τηλέφωνα

Τηλεφωνικές συσκευές επί πληρωμή

Ασύρματα τηλέφωνα

Κινητά τηλέφωνα

Συστήματα τηλεφωνητών

και άλλα προϊόντα και είδη εξοπλισμού για τη μετάδοση ήχου, εικόνων ή άλλων πληροφοριών με τηλεπικοινωνιακά μέσα

## 4. ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΙΚΑ ΕΙΔΗ ΚΑΙ **ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΠΛΑΙΣΙΑ**

Ραδιόφωνα

Τηλεοράσεις

Κάμερες μαγνητοσκόπησης (βιντεοκάμερες)

Μαγνητοσκόπια (συσκευές αναπαραγωγής εικόνας)

Συσκευές ηχογράφησης υψηλής πιστότητας

Ενισχυτές ήχου

Μουσικά όργανα

και άλλα προϊόντα και είδη εξοπλισμού για την εγγραφή ή αναπαραγωγή ήχου ή εικόνων, συμπεριλαμβανομένων των σημάτων ή άλλων τεχνολογιών διανομής ήχου και εικόνας με άλλα πλην των τηλεπικοινωνιακών μέσα

### **Φωτοβολταϊκά πλαίσια**

#### 5. ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ ΕΙΔΗ

Φωτιστικά για λαμπτήρες φθορισμού πλην των οικιακών φωτιστικών σωμάτων

Ευθείς λαμπτήρες φθορισμού

Λαμπτήρες φθορισμού μικρών διαστάσεων

Λαμπτήρες εκκενώσεως υψηλής έντασης, συμπεριλαμβανομένων των λαμπτήρων νατρίου υψηλής πίεσης και των λαμπτήρων αλογονούχων μετάλλων

Λαμπτήρες νατρίου χαμηλής πίεσης

Άλλος φωτιστικός εξοπλισμός και εξοπλισμός προβολής ή ελέγχου του φωτός πλην των λαμπτήρων πυράκτωσης

#### 6. ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ (ΕΞΑΙΡΟΥΜΕΝΩΝ ΤΩΝ ΜΕΓΑΛΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ)

Τρυπάνια

Πριόνια

Ραπτομηχανές

Εξοπλισμός για την τόννευση, τη λείανση, την επίστρωση, το τρόχισμα, το πριόνισμα, το κόψιμο, τον τεμαχισμό, τη διάτμηση, τη διάτρηση, τη διάνοιξη οπών, τη μορφοποίηση, την κύρτωση και άλλες παρόμοιες επεξεργασίες ξύλου, μετάλλου και άλλων υλικών



Εργαλεία για τη στερέωση με βίδες, καρφιά ή κοινωμάτια και την αφαίρεσή τους και για παρόμοιες χρήσεις

Εργαλεία για συγκολλήσεις εν γένει και παρόμοιες χρήσεις

Εξοπλισμός ψεκασμού, επάλειψης, διασποράς ή άλλης επεξεργασίας υγρών ή αέριων ουσιών με άλλα μέσα

Εργαλεία κοπής χόρτου ή άλλων εργασιών κηπουρικής

## 7. ΠΑΙΧΝΙΔΙΑ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΨΥΧΑΓΩΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

Ηλεκτρικά τρένα ή αυτοκινητοδρόμια

Φορητές κονσόλες βίντεο παιχνιδιών

Βιντεοπαιχνίδια

Υπολογιστές για ποδηλασία, καταδύσεις, τρέξιμο, κωπηλασία κ.λπ.

Αθλητικός εξοπλισμός με ηλεκτρικά ή ηλεκτρονικά κατασκευαστικά στοιχεία

Κερματοδέκτες τυχερών παιχνιδιών

## 8. ΙΑΤΡΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ (ΕΞΑΙΡΟΥΜΕΝΩΝ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΕΜΦΥΤΕΥΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΜΟΛΥΣΜΕΝΩΝ)

Ακτινοθεραπευτικός εξοπλισμός

Καρδιολογικός εξοπλισμός

Συσκευές αιμοκάθαρσης

Συσκευές πνευμονικής οξυγόνωσης

Εξοπλισμός πυρηνικής ιατρικής

Ιατρικός εξοπλισμός για in-vitro διάγνωση

Συσκευές ανάλυσης

Καταψύκτες

Τεστ γονιμοποίησης

Άλλες συσκευές για την ανίχνευση, την πρόληψη, την παρακολούθηση, την αντιμετώπιση ή την ανακούφιση ασθενειών, σωματικών βλαβών και αναπηριών

## 9. ΟΡΓΑΝΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ

Ανιχνευτές καπνού

Συσκευές θερμορύθμισης

Θερμοστάτες

Συσκευές μέτρησης, ζύγισης ή προσαρμογής για οικιακή η εργαστηριακή χρήση

Άλλα όργανα παρακολούθησης και ελέγχου χρησιμοποιούμενα σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις (π.χ. σε ταμπλώ ελέγχου)

## 10. ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΗΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

Συσκευές αυτόματης διανομής θερμών ποτών

Συσκευές αυτόματης διανομής θερμών ή ψυχρών φιαλών ή μεταλλικών δοχείων

Συσκευές αυτόματης διανομής στερεών προϊόντων

Συσκευές αυτόματης διανομής χρημάτων

Κάθε είδους συσκευές αυτόματης διανομής οποιουδήποτε προϊόντος

-----

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

### ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΗΗΕ ΠΟΥ ΚΑΛΥΠΤΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΡΟΥΣΑ ΟΔΗΓΙΑ

1. Εξοπλισμός ανταλλαγής θερμότητας
2. Οθόνες και εξοπλισμός που περιέχει οθόνες με επιφάνεια μεγαλύτερη των 100 cm<sup>2</sup>
3. Λαμπτήρες
4. Μεγάλου μεγέθους εξοπλισμός (οποιαδήποτε εξωτερική διάσταση μεγαλύτερη από 50 cm) συμπεριλαμβανομένων (όχι αποκλειστικά) των εξής:

Οικιακές συσκευές, εξοπλισμός πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών, καταναλωτικά είδη, φωτιστικά είδη, εξοπλισμός αναπαραγωγής ήχου και εικόνων, μουσικός εξοπλισμός, ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εργαλεία, παιχνίδια και εξοπλισμός ψυχαγωγίας και αθλητισμού, ιατρικά βοηθήματα, όργανα παρακολούθησης και ελέγχου, συσκευές αυτόματης διανομής, εξοπλισμός παραγωγής ηλεκτρικών ρευμάτων. Η κατηγορία αυτή δεν περιλαμβάνει τον εξοπλισμό που περιλαμβάνεται στις κατηγορίες 1 έως 3.

5. Μικρού μεγέθους εξοπλισμός (καμιά εξωτερική διάσταση μεγαλύτερη από 50 cm) συμπεριλαμβανομένων (όχι αποκλειστικά) των εξής:

Οικιακές συσκευές, καταναλωτικά είδη, φωτιστικά είδη, εξοπλισμός αναπαραγωγής ήχου και εικόνων, μουσικός εξοπλισμός, ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εργαλεία, παιχνίδια και εξοπλισμός ψυχαγωγίας και αθλητισμού, ιατρικά βοηθήματα, όργανα παρακολούθησης και ελέγχου, συσκευές αυτόματης διανομής, εξοπλισμός παραγωγής ηλεκτρικών ρευμάτων. Η κατηγορία αυτή δεν περιλαμβάνει τον εξοπλισμό που περιλαμβάνεται στις κατηγορίες 1 έως 3 και 6.

6. Μικρού μεγέθους εξοπλισμός πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών (καμιά εξωτερική διάσταση μεγαλύτερη από 50 cm).

-----  
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

Μη εξαντλητικός κατάλογος ΗΗΕ των κατηγοριών του παραρτήματος III

1. Εξοπλισμός ανταλλαγής θερμότητας

Ψυγεία, καταψύκτες, μηχανήματα που διανέμουν αυτόματα προϊόντα σε ψύξη, συσκευές κλιματισμού, συσκευές αφύγρανσης, αντλίες θέρμανσης, θερμάστρες που περιέχουν πετρέλαιο και άλλες συσκευές ανταλλαγής θερμότητας που χρησιμοποιούν υγρά πλην του νερού για την ανταλλαγή θερμότητας.

2. Οθόνες και εξοπλισμός που περιέχει οθόνες με επιφάνεια μεγαλύτερη των 100 cm<sup>2</sup>

Οθόνες, τηλεοράσεις, κορνίζες LCD, φορητοί υπολογιστές (laptops), υπολογιστές τσέπης (notebooks).

3. Λαμπτήρες

Ευθείς λαμπτήρες φθορισμού, λαμπτήρες φθορισμού μικρών διαστάσεων, λαμπτήρες φθορισμού, λαμπτήρες εκκενώσεως υψηλής έντασης, συμπεριλαμβανομένων των λαμπτήρων νατρίου υψηλής πίεσης και των λαμπτήρων αλογονούχων μετάλλων, λαμπτήρες νατρίου χαμηλής πίεσης, λαμπτήρες LED.

4. Μεγάλου μεγέθους εξοπλισμός

Πλυντήρια ρούχων, στεγνωτήρια ρούχων, πλυντήρια πιάτων, συσκευές μαγειρικής, ηλεκτρικές κουζίνες, ηλεκτρικά μάτια, καταναλωτικά είδη, φωτιστικά είδη, εξοπλισμός αναπαραγωγής ήχου και εικόνων, μουσικός εξοπλισμός (εξαιρουμένων των εκκλησιαστικών οργάνων), συσκευές χρησιμοποιούμενες για πλέξιμο και ύφανση, μεγάλοι υπολογιστές (mainframes), μεγάλες μηχανές εκτύπωσης, φωτοαντιγραφικά μηχανήματα, κερματοδέκτες τυχερών παιχνιδιών, μεγάλα ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά βιομηχανικά εργαλεία, μεγάλα ιατρικά βοηθήματα,

μεγάλα όργανα παρακολούθησης και ελέγχου, μεγάλα μηχανήματα αυτόματης διανομής προϊόντων και χρημάτων, **φωτοβολταϊκά πλαίσια.**

#### 5. Μικρού μεθέγους εξοπλισμός

Ηλεκτρικές σκούπες, σκούπες χαλιών, συσκευές ραπτικής, φωτιστικά είδη, φούρνοι μικροκυμάτων, ανεμιστήρες, ηλεκτρικά σίδερα, φρυγανιέρες, ηλεκτρικά μαχαίρια, ηλεκτρικοί βραστήρες, ρολόγια, ηλεκτρικές ξυριστικές μηχανές, ζυγαριές, συσκευές περιποίησης μαλλιών και σώματος, αριθμομηχανές, ραδιόφωνα, κάμερες μαγνητοσκόπησης (βιντεοκάμερες), μαγνητοσκόπια (συσκευές αναπαραγωγής εικόνας), συσκευές ηχογράφησης υψηλής πιστότητας, μουσικά όργανα, εξοπλισμός αναπαραγωγής ήχου και εικόνων, ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά παιχνίδια, αθλητικός εξοπλισμός, υπολογιστές για ποδηλασία, καταδύσεις, τρέξιμο, κωπηλασία κλπ., ανιχνευτές καπνού, συσκευές θερμορύθμισης, θερμοστάτες, μικρά ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εργαλεία, μικρά ιατρικά βοηθήματα, μικρά όργανα παρακολούθησης και ελέγχου, μικρά μηχανήματα αυτόματης διανομής προϊόντων, **μικρές συσκευές με ενσωματωμένα φωτοβολταϊκά πλαίσια.**

#### 6. Μικρού μεγέθους εξοπλισμός πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών (καμιά εξωτερική διάσταση μεγαλύτερη από 50 cm)

Κινητά τηλέφωνα, GPS, αριθμομηχανές τσέπης, διακλαδωτήρες, προσωπικοί υπολογιστές, εκτυπωτές, τηλέφωνα.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V

### ΕΛΑΧΙΣΤΟΙ ΣΤΟΧΟΙ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΠΟΥ ΠΡΟΒΛΕΠΟΝΤΑΙ ΣΤΟ ΑΡΘΡΟ 11

Μέρος 1: Ελάχιστοι στόχοι που εφαρμόζονται από τις 13 Αυγούστου 2012 έως τις 14 Αυγούστου 2015 σχετικά με τις κατηγορίες του παραρτήματος I:

α) για ΑΗΗΕ που υπάγονται στις κατηγορίες 1 ή 10 του παραρτήματος I,

- ποσοστό ανάκτησης 80 %, και

- ποσοστό ανακύκλωσης 75 %·

β) για ΑΗΗΕ που υπάγονται στις κατηγορίες 3 ή 4 του παραρτήματος I,

- ποσοστό ανάκτησης 75 %, και

- ποσοστό ανακύκλωσης 65 %·

γ) για ΑΗΗΕ που υπάγονται στις κατηγορίες 2, 5, 6, 7, 8 ή 9 του παραρτήματος I,

- ποσοστό ανάκτησης 70 %, και

- ποσοστό ανακύκλωσης 50 %·

δ) για λαμπτήρες εκκένωσης αερίων, ποσοστό ανακύκλωσης 80 %.

Μέρος 2: Ελάχιστοι στόχοι που εφαρμόζονται από τις 15 Αυγούστου 2015 έως τις 14 Αυγούστου 2018 σχετικά με τις κατηγορίες του παραρτήματος I:

α) για ΑΗΗΕ που υπάγονται στις κατηγορίες 1 ή 10 του παραρτήματος I,

- ποσοστό ανάκτησης 85 %, και

- ποσοστό προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωσης 80 %·

β) για ΑΗΗΕ που υπάγονται στις κατηγορίες 3 ή 4 του παραρτήματος I,

- ποσοστό ανάκτησης 80 %, και

- ποσοστό προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωσης 70 %·

γ) για ΑΗΗΕ που υπάγονται στις κατηγορίες 2, 5, 6, 7, 8 ή 9 του παραρτήματος I,

- ποσοστό ανάκτησης 75 %, και

- ποσοστό προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωσης 55 %·

δ) για λαμπτήρες εκκένωσης αερίων, ποσοστό ανακύκλωσης 80 %.

Μέρος 3: Ελάχιστοι στόχοι που εφαρμόζονται από τις 15 Αυγούστου 2018 σχετικά με τις κατηγορίες του παραρτήματος III:

α) για ΑΗΗΕ που υπάγονται στις κατηγορίες 1 ή 4 του παραρτήματος III,

- ποσοστό ανάκτησης 85 %, και

- ποσοστό προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωσης 80 %·

β) για ΑΗΗΕ που υπάγονται στην κατηγορία 2 του παραρτήματος III,

- ποσοστό ανάκτησης 80 %, και

- ποσοστό προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωσης 70 %·

γ) για ΑΗΗΕ που υπάγονται στις κατηγορίες 5 ή 6 του παραρτήματος III,

- ποσοστό ανάκτησης 75 %, και

- ποσοστό προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωσης 55 %·



δ) για ΑΗΗΕ που υπάγονται στην κατηγορία 3 του παραρτήματος ΙΙΙ ποσοστό ανακύκλωσης 80 %.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI

### ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

1. Για να διακρίνεται ο ΗΗΕ από τα ΑΗΗΕ, στις περιπτώσεις που ο κάτοχος του αντικείμενου ισχυρίζεται ότι προτίθεται να αποστείλει ή αποστέλλει μεταχειρισμένο ΗΗΕ και όχι ΑΗΗΕ, τα κράτη μέλη ζητούν από τον κάτοχο να διαθέτει τα ακόλουθα δικαιολογητικά για την τεκμηρίωση του ισχυρισμού αυτού:

α) αντίγραφο του τιμολογίου και της σύμβασης που αφορούν την πώληση ή/και τη μεταβίβαση της κυριότητας του ΗΗΕ, όπου αναφέρεται ότι ο εξοπλισμός προορίζεται να επαναχρησιμοποιηθεί άμεσα και λειτουργεί πλήρως·

β) αποδεικτικό αξιολόγησης ή δοκιμής υπό μορφή αντιγράφου των αρχείων (πιστοποιητικό δοκιμής, αποδεικτικό λειτουργίας) για κάθε αντικείμενο του φορτίου και πρωτόκολλο που περιέχει όλα τα καταγεγραμμένα στοιχεία σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στο σημείο 3·

γ) δήλωση του κατόχου που προβαίνει στις διευθετήσεις για τη μεταφορά του ΗΗΕ, στην οποία βεβαιώνει ότι κανένα από τα υλικά ή τον εξοπλισμό του φορτίου δεν είναι απόβλητο κατά την έννοια του άρθρου 3 παράγραφος 1 της οδηγίας 2008/98/ΕΚ, και

δ) ενδεδειγμένη προστασία από ζημιές κατά τη μεταφορά, τη φόρτωση και την εκφόρτωση, ιδίως με τη δέουσα συσκευασία και την κατάλληλη τοποθέτηση του φορτίου σε στοίβες.

2. Κατά παρέκκλιση, τα στοιχεία α) και β) του σημείου 1 και το σημείο 3 δεν εφαρμόζονται όταν προκύπτει από τα απαραίτητα δικαιολογητικά ότι η μεταφορά πραγματοποιείται στο πλαίσιο συμφωνίας μεταξύ επιχειρήσεων και:

α) ο ΗΗΕ επιστρέφεται στον παραγωγό ή σε τρίτα μέρη που ενεργούν για λογαριασμό του παραγωγού ως ελαττωματικός για επισκευή βάσει εγγύησης προκειμένου να επαναχρησιμοποιηθεί, ή

β) ο μεταχειρισμένος ΗΗΕ για επαγγελματική χρήση αποστέλλεται στον παραγωγό ή σε τρίτα μέρη που ενεργούν για λογαριασμό του παραγωγού ή σε εγκαταστάσεις τρίτων μερών σε χώρες στις οποίες έχει εφαρμογή η απόφαση C(2001)107/τελικό του Συμβουλίου του ΟΟΣΑ σχετικά με την αναθεώρηση της απόφασης C(92)39/τελικό, για τον έλεγχο των διασυνωριακών διακινήσεων αποβλήτων, για ανακαίνιση ή επισκευή δυνάμει νομικής σύμβασης μετά την πώληση προκειμένου να επαναχρησιμοποιηθεί, ή

γ) ο ελαττωματικός μεταχειρισμένος ΗΗΕ για επαγγελματική χρήση, όπως τα ιατρικά βοηθήματα ή τα μέρη τους, αποστέλλεται στον παραγωγό ή σε τρίτα μέρη που ενεργούν για λογαριασμό του για ανάλυση βλάβης δυνάμει νομικής σύμβασης μετά την πώληση, όταν η εν λόγω ανάλυση μπορεί να διενεργηθεί μόνο από τον παραγωγό ή από τρίτους που ενεργούν για λογαριασμό του.

3. Για να αποδεικνύεται ότι τα μεταφερόμενα αντικείμενα είναι μεταχειρισμένος ΗΗΕ και όχι ΑΗΗΕ, τα κράτη μέλη απαιτούν τα ακόλουθα στάδια διεξαγωγής δοκιμών και τήρησης αρχείου για τον μεταχειρισμένο ΗΗΕ:

Στάδιο 1: Διεξαγωγή δοκιμών

α) Ελέγχεται η λειτουργία και εκτιμάται η παρουσία επικίνδυνων ουσιών. Οι προς διεξαγωγή δοκιμές εξαρτώνται από το είδος του ΗΗΕ. Για τα περισσότερα είδη μεταχειρισμένου ΗΗΕ αρκεί η δοκιμή λειτουργίας για τις βασικές λειτουργίες.

β) Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης και των δοκιμών καταγράφονται σε αρχείο.

Στάδιο 2: Αρχείο

α) Το αρχείο είναι στερεωμένο σταθερά, άλλα όχι μόνιμα, είτε στον ίδιο τον ΗΗΕ (εφόσον αυτός είναι ασυσκευαστος) ή στη συσκευασία του, ώστε να μπορεί να αναγνωστεί χωρίς να χρειάζεται να αφαιρεθεί η συσκευασία του εξοπλισμού.

β) Το αρχείο περιέχει τα ακόλουθα στοιχεία:

- ονομασία του αντικειμένου (ονομασία του εξοπλισμού αν περιλαμβάνεται στο παράρτημα II ή στο παράρτημα IV, αναλόγως, και κατηγορία σύμφωνα με το παράρτημα I ή το παράρτημα III, αναλόγως),

- αναγνωριστικός αριθμός του αντικειμένου (αριθ. τύπου), όταν υπάρχει,

- έτος παραγωγής (εάν είναι γνωστό),

- επωνυμία και διεύθυνση της εταιρείας που είναι υπεύθυνη για την απόδειξη της λειτουργίας του εξοπλισμού,

- αποτελέσματα των δοκιμών που περιγράφονται στο στάδιο 1, (συμπεριλαμβανομένης της ημερομηνίας της δοκιμής λειτουργίας),

- είδος των δοκιμών που διεξήχθησαν.

4. Επιπλέον των εγγράφων που απαιτούνται κατά τα σημεία 1, 2 και 3, κάθε φορτίο (π.χ. εμπορευματοκιβωτίου, φορτηγού) μεταχειρισμένου ΗΗΕ συνοδεύεται από τα εξής:

α) σχετικό έγγραφο μεταφορών, π.χ. έγγραφο CMR ή φορτωτική·

β) δήλωση του υπευθύνου προσώπου σχετικά με την ευθύνη του.

5. Ελλείπει αποδείξεις ότι ένα αντικείμενο είναι μεταχειρισμένος ΗΗΕ και όχι ΑΗΗΕ μέσω των καταλλήλων δικαιολογητικών που απαιτούνται κατά τα σημεία 1, 2, 3 και 4, και ελλείπει ενδεδειγμένης προστασίας από ζημιές κατά τη μεταφορά, τη φόρτωση και την εκφόρτωση ιδίως με τη δέουσα συσκευασία και την κατάλληλη τοποθέτηση του φορτίου σε στοίβες, που είναι υποχρεώσεις του κατόχου ο οποίος οργανώνει τη μεταφορά, οι αρχές των κρατών μελών θεωρούν ότι το αντικείμενο είναι ΑΗΗΕ και ότι το φορτίο εμπεριέχει παράνομη μεταφορά. Υπό τις περιστάσεις αυτές, το φορτίο αντιμετωπίζεται σύμφωνα με τα άρθρα 24 και 25 του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1013/2006.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VII

Επιλεκτική επεξεργασία υλικών και κατασκευαστικών στοιχείων των αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, η οποία αναφέρεται στο άρθρο 8 παράγραφος 2

1. Από τα ΑΗΗΕ που συλλέγονται χωριστά πρέπει να αφαιρούνται τουλάχιστον οι ακόλουθες ουσίες, μείγματα και κατασκευαστικά στοιχεία:

- πυκνωτές που περιέχουν πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB) σύμφωνα με την οδηγία 96/59/ΕΚ του Συμβουλίου, της 16ης Σεπτεμβρίου 1996, για τη διάθεση των πολυχλωροδιφαινυλίων και των πολυχλωροτριφαινυλίων (PCB/PCT) [1],
- κατασκευαστικά στοιχεία που περιέχουν υδράργυρο, όπως διακόπτες και λαμπτήρες οπισθοφωτισμού,
- μπαταρίες,
- πλακέτες τυπωμένων κυκλωμάτων από κινητά τηλέφωνα εν γένει και από άλλες συσκευές, αν η επιφάνεια της πλακέτας υπερβαίνει τα 10 τετραγωνικά εκατοστά,
- δοχεία υγρών ή κολλωδών μελανιών καθώς και έγχρωμων,
- πλαστικά υλικά που περιέχουν βρωμιούχους φλογοεπιβραδυντές,
- αμιαντούχα απόβλητα και κατασκευαστικά στοιχεία που περιέχουν αμίαντο,
- καθοδικές λυχνίες,
- χλωροφθοράνθρακες (CFC), υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFC) ή υδροφθοράνθρακες (HFC), υδρογονάνθρακες (HC),
- λαμπτήρες εκκένωσης αερίων,

- οθόνες υγρών κρυστάλλων (μαζί με το περίβλημά τους, οσάκις ενδείκνυται), η επιφάνεια των οποίων υπερβαίνει τα 100 τετραγωνικά εκατοστά, καθώς και οθόνες οπισθοφωτιζόμενες με λαμπτήρες εκκένωσης αερίων,
- εξωτερικά ηλεκτρικά καλώδια,
- κατασκευαστικά στοιχεία με πυρίμαχες κεραμικές ίνες, όπως περιγράφονται στην οδηγία 97/69/ΕΚ της Επιτροπής, της 5ης Δεκεμβρίου 1997, για την εικοστή τρίτη προσαρμογή στην τεχνική πρόοδο της οδηγίας 67/548/ΕΟΚ του Συμβουλίου περί προσεγγίσεως των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων που αφορούν στην ταξινόμηση, συσκευασία και επισήμανση των επικινδύνων ουσιών [2],
- κατασκευαστικά στοιχεία με ραδιενεργές ουσίες, εξαιρουμένων των κατασκευαστικών στοιχείων που δεν υπερβαίνουν τα όρια εξαίρεσης που ορίζονται στο άρθρο 3 και στο παράρτημα Ι της οδηγίας 96/29/Ευρατόμ του Συμβουλίου, της 13ης Μαΐου 1996, για τον καθορισμό των βασικών κανόνων ασφάλειας για την προστασία της υγείας των εργαζομένων και του πληθυσμού από τους κινδύνους που προκύπτουν από ιονίζουσες ακτινοβολίες [3],
- ηλεκτρολυτικοί πυκνωτές που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες (ύψος > 25 mm, διάμετρος > 25 mm ή ανάλογος όγκος).

Οι ως άνω ουσίες, μείγματα και κατασκευαστικά στοιχεία διατίθενται ή ανακτώνται σύμφωνα με την οδηγία 2008/98/ΕΚ.

2. Τα παρακάτω κατασκευαστικά στοιχεία των ΑΗΗΕ τα οποία συλλέγονται χωριστά πρέπει να υποβάλλονται στην ακόλουθη επεξεργασία:

- καθοδικές λυχνίες: πρέπει να αφαιρείται το φθορίζον επίχρισμα,
- εξοπλισμός που περιέχει αέρια τα οποία καταστρέφουν το στρώμα του όζοντος ή παρουσιάζουν δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη (GWP) άνω του 15, όπως τα αέρια που περιέχονται στο μονωτικό αφρό και στα ψυκτικά κυκλώματα: τα αέρια πρέπει να αφαιρούνται καταλλήλως και να υποβάλλονται σε κατάλληλη επεξεργασία. Τα αέρια που καταστρέφουν το στρώμα του όζοντος πρέπει να υποβάλλονται σε επεξεργασία σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1005/2009,
- λαμπτήρες εκκένωσης αερίων: αφαιρείται ο υδράργυρος.

3. Λαμβανομένων υπόψη των περιβαλλοντικών μελημάτων και της σκοπιμότητας της προετοιμασίας προς επαναχρησιμοποίηση και της ανακύκλωσης, οι παράγραφοι 1 και 2 εφαρμόζονται κατά τρόπον ώστε να μην παρεμποδίζεται η περιβαλλοντικώς ορθή προετοιμασία προς επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση κατασκευαστικών στοιχείων ή ολόκληρων συσκευών.

[1] ΕΕ L 243 της 24.9.1996, σ. 31.

[2] ΕΕ L 343 της 13.12.1997, σ. 19.

[3] ΕΕ L 159 της 29.6.1996, σ. 1.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VIII

### ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑΦΕΡΟΜΕΝΕΣ ΣΤΟ ΑΡΘΡΟ 8 ΠΑΡΑΓΡΑΦΟΣ 3

1. Χώροι αποθήκευσης (ακόμη και προσωρινής) των ΑΗΗΕ πριν από την επεξεργασία τους [με την επιφύλαξη των απαιτήσεων της οδηγίας 1999/31/ΕΚ του Συμβουλίου, της 26ης Απριλίου 1999, περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων [1]]:

- στεγανές επιφάνειες στα κατάλληλα σημεία, με πρόβλεψη εγκαταστάσεων συλλογής υπερχειλιζόντων, καθώς και, οσάκις ενδείκνυται, διαχωριστών, και συστημάτων καθαρισμού-απολίπανσης,

- κάλυψη των κατάλληλων σημείων για προστασία από τα καιρικά φαινόμενα, όπου πρέπει.

2. Χώροι επεξεργασίας των ΑΗΗΕ:

- ζυγοί για τη μέτρηση του βάρους των αποβλήτων που υποβάλλονται σε επεξεργασία,

- στεγανές επιφάνειες στα κατάλληλα σημεία και κάλυψή τους για προστασία από τα καιρικά φαινόμενα, με πρόβλεψη εγκαταστάσεων συλλογής υπερχειλιζόντων, καθώς και, οσάκις ενδείκνυται, διαχωριστών, και συστημάτων καθαρισμού-απολίπανσης,

- κατάλληλη αποθήκευση των αποσυναρμολογημένων ανταλλακτικών,

- κατάλληλα δοχεία για την αποθήκευση μπαταριών, πυκνωτών που περιέχουν PCB/PCT και άλλων επικίνδυνων αποβλήτων, όπως τα ραδιενεργά απόβλητα,

- εξοπλισμός για την επεξεργασία του νερού σύμφωνα με τους κανονισμούς για την υγεία και το περιβάλλον.

[1] ΕΕ L 182 της 16.7.1999, σ. 1.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IX

### ΣΥΜΒΟΛΟ ΣΗΜΑΝΣΗΣ ΤΟΥ ΗΗΕ

Το σύμβολο που αναφέρεται στη χωριστή συλλογή ΗΗΕ αποτελείται από διαγραμμένο τροχήλατο κάδο απορριμμάτων, όπως αναπαριστάται κατωτέρω. Το σύμβολο πρέπει να τυπώνεται κατά τρόπο ώστε να είναι ευκρινές, ευανάγνωστο και ανεξίτηλο.

+++++ TIFF +++++

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ X

### ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΧΩΡΙΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΥΠΟΒΟΛΗ ΕΚΘΕΣΕΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΑΡΘΡΟ 16

Α. Στοιχεία που υποβάλλονται κατά την καταχώριση:

1. Όνομα και διεύθυνση του παραγωγού ή του εξουσιοδοτημένου αντιπροσώπου σε περίπτωση που εφαρμόζεται το άρθρο 17 (ταχυδρομικός κώδικας και τόπος, οδός και αριθμός, χώρα, αριθμός τηλεφώνου και φαξ, ηλεκτρονική διεύθυνση καθώς και αρμόδιος επικοινωνίας). Σε περίπτωση εξουσιοδοτημένου αντιπροσώπου όπως ορίζεται στο άρθρο 17, επίσης τα στοιχεία επικοινωνίας του εκπροσωπούμενου παραγωγού.

2. Εθνικός αναγνωριστικός κωδικός του παραγωγού, συμπεριλαμβανομένου του ευρωπαϊκού ή του εθνικού αριθμού φορολογικού μητρώου.

3. Κατηγορία ΗΗΕ σύμφωνα με το παράρτημα I ή III της παρούσας οδηγίας, αναλόγως.



4. Τύπος ΗΗΕ (οικιακός ή άλλος). Ονομασία προϊόντος του ΗΗΕ (προαιρετικό).
  5. Ονομασία προϊόντος του ΗΗΕ.
  6. Πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο ο παραγωγός εκπληρώνει τις υποχρεώσεις του: ατομικό ή συλλογικό σύστημα, συμπεριλαμβανομένων των πληροφοριών για την οικονομική εγγύηση.
  7. Χρησιμοποιούμενη τεχνική πώλησης (π.χ. πώληση εξ αποστάσεως).
  8. Δήλωση περί του αληθούς των υποβαλλόμενων στοιχείων.
- B. Στοιχεία για την υποβολή εκθέσεων:**
1. Εθνικός αναγνωριστικός κωδικός του παραγωγού.
  2. Περίοδος αναφοράς.
  3. Κατηγορία ΗΗΕ σύμφωνα με το παράρτημα I ή το παράρτημα III της παρούσας οδηγίας, αναλόγως.
  4. Ποσότητα ΗΗΕ που διατίθεται στην εθνική αγορά, κατά βάρος.
  5. Ποσότητα, κατά βάρος, των αποβλήτων ΗΗΕ που συλλέγονται χωριστά, ανακυκλώνονται (συμπεριλαμβανομένης της προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση), ανακτώνται και διατίθενται εντός του κράτους μέλους ή μεταφέρονται εντός ή εκτός της Ένωσης.
- Σημείωση: Τα στοιχεία των σημείων 4 και 5 πρέπει να δίδονται ανά κατηγορία.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ XI

### ΜΕΡΟΣ Α

Καταργούμενη οδηγία με τις διαδοχικές τροποποιήσεις της  
(αναφερόμενες στο άρθρο 25)

Οδηγία 2002/96/ΕΚ σχετικά με τα απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ)  
| (ΕΕ L 37 της 13.2.2003, σ. 24) |

Οδηγία 2003/108/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου | (ΕΕ L 345 της 31.12.2003,  
σ. 106) |

Οδηγία 2008/34/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου | (ΕΕ L 81 της 20.3.2008, σ.  
65) |

### ΜΕΡΟΣ Β

Κατάλογος προθεσμιών μεταφοράς στο εθνικό δίκαιο  
(κατά το άρθρο 25)

Οδηγία | Προθεσμία μεταφοράς |

2002/96/ΕΚ | 13 Αυγούστου 2004 |

2003/108/ΕΚ | 13 Αυγούστου 2004 |

2008/34/ΕΚ | — |

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ XII

### ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑΣ

Οδηγία 2002/96/ΕΚ | Παρούσα Οδηγία |

Άρθρο 1 | — |

— | Άρθρο 1 |

Άρθρο 2 παράγραφος 1 | Άρθρο 2 παράγραφος 1 |

Άρθρο 2 παράγραφος 2 | Άρθρο 2 παράγραφος 2 |

Άρθρο 2 παράγραφος 3 | Άρθρο 2 παράγραφος 3 στοιχείο α) |

Άρθρο 2 παράγραφος 1 (εν μέρει) | Άρθρο 2 παράγραφος 3 στοιχείο β) |

Παράρτημα ΙΒ, σημείο 5, τελευταία περίπτωση | Άρθρο 2 παράγραφος 3 στοιχείο γ) |  
Παράρτημα ΙΒ, σημείο 8 | Άρθρο 2 παράγραφος 4 στοιχείο ζ) |  
— | Άρθρο 2 παράγραφος 4 στοιχεία α) έως στ) και άρθρο 2 παράγραφος 5 |  
Άρθρο 3 στοιχείο α) | Άρθρο 3 παράγραφος 1 στοιχείο α) |  
— | Άρθρο 3 παράγραφος 1 στοιχεία β) έως δ) |  
Άρθρο 3 στοιχείο β) | Άρθρο 3 παράγραφος 1 στοιχείο ε) |  
Άρθρο 3 στοιχεία γ) έως η) | Άρθρο 3 παράγραφος 2 |  
Άρθρο 3 στοιχείο θ) | Άρθρο 3 παράγραφος 1 στοιχείο στ) |  
Άρθρο 3 στοιχείο ι) | Άρθρο 3 παράγραφος 1 στοιχείο ζ) |  
Άρθρο 3 στοιχείο ια) | Άρθρο 3 παράγραφος 1 στοιχείο η) |  
Άρθρο 3 στοιχείο ιβ) | — |  
Άρθρο 3 στοιχείο ιγ) | Άρθρο 3 παράγραφος 1 στοιχείο θ) |  
— | Άρθρο 3 παράγραφος 1 στοιχεία κ) έως ξ) |  
Άρθρο 4 | Άρθρο 4 |  
Άρθρο 5 παράγραφοι 1 έως 2 | Άρθρο 5 παράγραφοι 1 έως 2 |  
— | Άρθρο 5 παράγραφοι 3 έως 4 |  
Άρθρο 5 παράγραφος 3 | Άρθρο 5 παράγραφος 5 |  
— | Άρθρο 6 παράγραφος 1 |  
Άρθρο 5 παράγραφος 4 | Άρθρο 6 παράγραφος 2 |  
Άρθρο 5 παράγραφος 5 | Άρθρο 7 παράγραφοι 1 και 2 |  
— | Άρθρο 8 παράγραφος 1 |  
Άρθρο 6 παράγραφος 1 πρώτο και δεύτερο εδάφιο και παράγραφος 3 | Άρθρο 8 παράγραφοι 2, 3 και 4 |  
Παράρτημα ΙΙ σημείο 4 | Άρθρο 8 παράγραφος 4, δεύτερο εδάφιο, πρώτη πρόταση |  
Άρθρο 6 παράγραφος 1 τρίτο εδάφιο | Άρθρο 8 παράγραφος 5 |  
Άρθρο 6 παράγραφος 6 | Άρθρο 8 παράγραφος 6 |  
Άρθρο 6 παράγραφος 2 | Άρθρο 9 παράγραφοι 1 και 2 |  
Άρθρο 6 παράγραφος 4 | Άρθρο 9 παράγραφος 3 |  
Άρθρο 6 παράγραφος 5 | Άρθρο 10 παράγραφοι 1 και 2 |  
— | Άρθρο 10 παράγραφος 3 |  
Άρθρο 7 παράγραφος 1 | — |  
Άρθρο 7 παράγραφος 2 | Άρθρο 11 παράγραφος 1 και παράρτημα V |  
— | Άρθρο 11 παράγραφος 2 |  
— | Άρθρο 11 παράγραφος 3 |  
Άρθρο 7 παράγραφος 3 πρώτο εδάφιο | Άρθρο 11 παράγραφος 4 |  
Άρθρο 7 παράγραφος 3 δεύτερο εδάφιο | — |  
Άρθρο 7 παράγραφος 4 | — |  
Άρθρο 7 παράγραφος 5 | Άρθρο 11 παράγραφος 5 |  
— | Άρθρο 11 παράγραφος 6 |  
Άρθρο 8 παράγραφος 1 | Άρθρο 12 παράγραφος 1 |  
— | Άρθρο 12 παράγραφος 2 |  
Άρθρο 8 παράγραφος 2 πρώτο και δεύτερο εδάφιο | Άρθρο 12 παράγραφος 3 |  
Άρθρο 8 παράγραφος 2 τρίτο εδάφιο | Άρθρο 14 παράγραφος 1 (εν μέρει) |  
Άρθρο 8 παράγραφος 3 πρώτο εδάφιο | Άρθρο 12 παράγραφος 4 |  
— | Άρθρο 12 παράγραφος 5 |  
Άρθρο 8 παράγραφος 3 δεύτερο εδάφιο | Άρθρο 14 παράγραφος 1 (εν μέρει) |  
Άρθρο 8 παράγραφος 4 | — |  
Άρθρο 9 παράγραφος 1 πρώτο εδάφιο | Άρθρο 13 παράγραφος 1 πρώτο εδάφιο |  
Άρθρο 9 παράγραφος 1 δεύτερο εδάφιο | — |  
Άρθρο 9 παράγραφος 1 τρίτο εδάφιο | Άρθρο 13 παράγραφος 1 δεύτερο εδάφιο |  
Άρθρο 9 παράγραφος 1 τέταρτο εδάφιο | Άρθρο 13 παράγραφος 1 τρίτο εδάφιο |  
Άρθρο 9 παράγραφος 2 | Άρθρο 13 παράγραφος 2 |  
Άρθρο 10 παράγραφος 1 | Άρθρο 14 παράγραφος 2 |  
Άρθρο 10 παράγραφος 2 | Άρθρο 14 παράγραφος 3 |  
Άρθρο 10 παράγραφος 3 | Άρθρο 14 παράγραφος 4 |  
Άρθρο 10 παράγραφος 4 | Άρθρο 14 παράγραφος 5 |  
Άρθρο 11 | Άρθρο 15 |  
Άρθρο 12 παράγραφος 1 (εν μέρει) | Άρθρο 16 παράγραφοι 1 έως 3 |

Άρθρο 12 παράγραφος 1 πρώτο εδάφιο (εν μέρει) | Άρθρο 16 παράγραφος 4 |  
Άρθρο 12 παράγραφος 1 δεύτερο εδάφιο | Άρθρο 16 παράγραφοι 1 και 2 και άρθρο 17 παράγραφοι 2 και 3 |  
Άρθρο 12 παράγραφος 1 τρίτο εδάφιο | Άρθρο 16 παράγραφοι 3 και 5 |  
— | Άρθρο 17 παράγραφος 1 |  
Άρθρο 12 παράγραφος 1 τέταρτο εδάφιο | Άρθρο 18 |  
Άρθρο 12 παράγραφος 2 | Άρθρο 16 παράγραφος 5 |  
Άρθρο 13 | Άρθρο 19 |  
— | Άρθρο 20 |  
Άρθρο 14 | Άρθρο 21 |  
Άρθρο 15 | Άρθρο 22 |  
Άρθρο 16 | Άρθρο 23 παράγραφος 1 |  
— | Άρθρο 23 παράγραφοι 2 έως 4 |  
Άρθρο 17 παράγραφοι 1 έως 3 | Άρθρο 24 παράγραφοι 1 έως 3 |  
Άρθρο 17 παράγραφος 4 | Άρθρο 7 παράγραφος 3 |  
Άρθρο 17 παράγραφος 5 | Άρθρο 7 παράγραφοι 4 έως 7, άρθρο 11 παράγραφος 6 και άρθρο 12 παράγραφος 6 |  
— | Άρθρο 25 |  
Άρθρο 18 | Άρθρο 26 |  
Άρθρο 19 | Άρθρο 27 |  
Παράρτημα ΙΑ | Παράρτημα Ι |  
Παράρτημα ΙΒ | Παράρτημα ΙΙ |  
— | Παραρτήματα ΙΙΙ, ΙV και ΙVΙ |  
Παραρτήματα ΙΙ έως ΙV | Παραρτήματα ΙVΙΙ έως ΙVΙX |  
— | Παραρτήματα Χ και ΧΙ |  
— | Παράρτημα ΧΙΙ |

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

### 3.5 Συγκεντρωτικοί πίνακες ελληνικής Νομοθεσίας περί των Φωτοβολταϊκών συστημάτων [3]

<b>Νόμοι</b>
N.4062/2012 "Πρόγραμμα ΗΛΙΟΣ - Προώθηση της χρήσης ενέργειας από ΑΠΕ - Τροπολογίες ΑΠΕ", ΦΕΚ 70Α/30-3-2012
N.4001/2011 "Για τη λειτουργία Ενεργειακών Αγορών Ηλεκτρισμού και Φυσικού αερίου, για Έρευνα, Παραγωγή και δίκτυα μεταφοράς Υδρογονανθράκων και άλλες ρυθμίσεις", ΦΕΚ 179Α/22-8-2011
Ενοποίηση των διατάξεων του Ν.3468/2006 όπως τροποποιήθηκαν από τους Ν.3734/2009, Ν.3851/2010, Ν.3889/2010 και λοιπών διατάξεων νόμων
N.3851/2010, "Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής", ΦΕΚ 85Α/4-6-2010
N.3734/2009, "Προώθηση της συμπαραγωγής δύο ή περισσότερων χρήσιμων μορφών ενέργειας, ρύθμιση ζητημάτων σχετικών με το Υδροηλεκτρικό Έργο Μεσοχώρας και άλλες διατάξεις", ΦΕΚ 8Α/28-1-2009
N.3468/2006, "Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις", ΦΕΚ 129Α/29-6-2006

<b>Εγκύκλιοι</b>
Εγκύκλιος ΥΑΠΕ/Φ1/οικ.28135 (27-12-2010), "Διευκρινίσεις σχετικά με την προτεραιότητα εξέτασης αιτημάτων για τη χορήγηση προσφορών σύνδεσης από τον αρμόδιο διαχειριστή δικτύου"
Εγκύκλιος ΥΑΠΕ/Φ1/οικ.26928 (16-12-2010), "Εφαρμογή των διατάξεων του ν.3851/2010 σχετικών με την εξέταση αιτημάτων για την εγκατάσταση σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. σε γεωργική γη υψηλής παραγωγικότητας, συμπεριλαμβανομένης της κατηγορίας των επαγγελματιών αγροτών"
Εγκύκλιος 1078580/6637/491/Β0014 (6-8-2009), "Φορολογική αντιμετώπιση της εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων μέχρι 10 kWp σε κτιριακές εγκαταστάσεις κατοικιών ή πολύ μικρών επιχειρήσεων"

<b>Υπουργικές Αποφάσεις</b>
ΥΑΠΕ/Φ1/οικ.2262 & 2266, "Τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς", ΦΕΚ 97Β/31-01-2012
ΥΑΠΕ/Φ1/14810, "Κανονισμός Αδειών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας με χρήση ΑΠΕ", ΦΕΚ 2373Β/25-10-2011
ΥΑ 16-2-2011, "Τροποποιήσεις ειδικών όρων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και ηλιακών συστημάτων σε γήπεδα, οικόπεδα και κτίρια", ΦΕΚ 583Β/14-4-2011
ΥΑ 24839/2010, "Έγγραφοδία για την υπογραφή Συμβάσεων Σύνδεσης στα δίκτυα διανομής σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με χρήση Α.Π.Ε. που εξαιρούνται από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής", ΦΕΚ 1901Β/3-12-2010
ΥΑ 19598/2010, "Απόφαση για την επιδιωκόμενη αναλογία εγκατεστημένης ισχύος και την κατανομή της στο χρόνο μεταξύ των διαφόρων τεχνολογιών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας", ΦΕΚ 1630Β/11-10-2010
ΚΥΑ 18513/2010, "Συμπλήρωση του Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις", ΦΕΚ 1557Β/22-9-2010
ΥΑ 40158/2010, "Έγκριση ειδικών όρων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων και ηλιακών συστημάτων σε γήπεδα και κτίρια σε εκτός σχεδίου περιοχές", ΦΕΚ 1556Β/22-9-2010
ΥΑ 36720/2010, "Έγκριση ειδικών όρων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και ηλιακών συστημάτων σε κτίρια και οικόπεδα εντός σχεδίου περιοχών και σε οικισμούς", ΦΕΚ 376/6-9-2010
ΚΥΑ 17149/2010, "Τύπος και περιεχόμενο συμβάσεων πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται με χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και μέσω Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης στο Σύστημα και το Διασυνδεδεμένο Δίκτυο και στο Δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νήσων, σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 12 παρ. 3 του Ν. 3468/2006, όπως ισχύει, πλην ηλιοθερμικών και υβριδικών σταθμών", ΦΕΚ 1497Β/6-9-2010
ΚΥΑ 12323/2009, "Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων", ΦΕΚ 1079Β/4-6-2009
ΚΥΑ 49828/2008, "Έγκριση ειδικού πλαισίου χωροταξικού σχεδιασμού και αιτιόφρου ανάπτυξης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και της στρατηγικής μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων αυτού", ΦΕΚ 2464Β/3-12-2008
ΚΥΑ 104247/2006, "Διαδικασία Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης και Αξιολόγησης (Π.Π.Ε.Α.) και Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (Ε.Π.Ο.) έργων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.), σύμφωνα με το άρθρο 4 του Ν.1650/1986, όπως αντικαταστάθηκε με το άρθρο 2 του Ν.3010/2002" και ΚΥΑ 104248/2006, "Περιεχόμενο, δικαιολογητικά και λοιπά στοιχεία των Προμελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Π.Π.Ε.), των Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.), καθώς και συναφών μελετών περιβάλλοντος, έργων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.)", ΦΕΚ 663Β/26-5-2006
ΚΥΑ 19500/2004, "Τροποποίηση και συμπλήρωση της 13727/724/2003 κοινής υπουργικής απόφασης ως προς την αντιστοίχιση των δραστηριοτήτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τους βαθμούς όχλησης που αναφέρονται στην πολεοδομική νομοθεσία", ΦΕΚ 1671Β/11-11-2004

## Πηγές:

1. [pg1,2,3...28](#) \_ Παρουσίαση μελέτης και αξιολόγηση της οδηγίας ανακύκλωσης ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (οδηγία WEEE) συμπεριλαμβανομένων των φ/β πλαισίων (project υπο την αιγίδα της Ευρωπαϊκής Κομισσίων), Γ.Κραββαρίτης , Ν.Μπιλάλης **Φεβρουάριος 2012'** ,\_%\_(
2. [pg11-12-13-14](#) \_ ΤΕΕ Κεντρικής Μακεδονίας , Μόνιμη Επιτροπή Ενέργειας ‘‘Οδηγός Μελέτης και Υλοποίησης Φωτοβολταϊκών Έργων’’ (Πόρισμα Ομάδας Εργασίας του ΤΕΕ/ΤΚΜ όπως εγκρίθηκε με την απόφαση Α159/Σ9/11.04.2011 της Διοικούσας Επιτροπής) , **Απρίλιος 2011**
3. [pg7-8-9](#) \_ Τεχνικό Σεμινάριο πιστοποιημένο από την TÜV Nord με τίτλο : Ολιστική Προσέγγιση Εγκατάστασης Φ/Β Σταθμού στην πράξη σε Κατοικίες –Βιομηχανίες και Φ/Β Παρκα Εισηγητής : Γ.Κραββαρίτης υπό την αιγίδα της TÜV Nord και του ΙΕΚ Intergraphiks , **2012**
4. [pg1,2,3...14](#) \_ Άρθρο Γ.Κραββαρίτη αναφορικά με θέματα PV Recycling και αξιολόγηση της οδηγίας ανακύκλωσης ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (οδηγία WEEE) συμπεριλαμβανομένων των φ/β πλαισίων . Γ.Κραββαρίτης , περιοδικό Tekdotiki , εκδοσεις Σελλούντου **2012**
5. **Full text** \_ Παρουσίαση της οδηγίας 2012/19/ΕΕ σε συνέχεια της οδηγίας 2008/19/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου σχετικά με την ανακύκλωση των Φωτοβολταϊκών πλαισίων , **2012**
6. [pg15](#) \_ Βιβλιογραφία τεχνικών σεμιναρίων του εκπαιδευτικού κέντρου Μηχανικών Engineering Intelligence περί Κτιριακών Φ/Β (Εισηγητής Κραββαρίτης Γιώργος) , **2011-2012**
7. **Generic Information** \_ [www.firstsolar.com/en/recycle\\_program.php](http://www.firstsolar.com/en/recycle_program.php) , **2013**
8. **Generic Information** \_ [www.pvcycle.org/uploads/media/ENVI\\_Agreement](http://www.pvcycle.org/uploads/media/ENVI_Agreement) , **2013**

## Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>: Πειραματικό μέρος: Ανάλυση και αξιολόγηση απόδοσης φωτοβολταϊκών συστημάτων

### 4.1 Επιλογή μεθόδου / Αιτιολόγηση επιλογής Fault Tree Analysis

Το FTA (Fault Tree Analysis) είναι μια καθοδική αφαιρετική ανάλυση σφαλμάτων (δέντρο) που μας εξηγεί την ανεπιθύμητη κατάσταση του Φ/Β συστήματος (μείωση απόδοσης στην πορεία των ετών). Το FTA αναλύεται χρησιμοποιώντας δυαδική λογική όπου περιγράφεται από σειρά γεγονότων που βαίνουν σε χαμηλότερου επιπέδου γεγονότα. Αυτή η μέθοδος ανάλυσης, που χρησιμοποιείται συνήθως σε τομείς της εφαρμοσμένης μηχανικής ταιριάζει καλύτερα στην ανάλυση μας.

Άλλες μέθοδοι Δέντρων Ανάλυσης είναι το ETA (Event Tree Analysis), το CTA (Cause Tree Analysis) και το DTA (Decision Tree Analysis). [13]

Το ETA (Event Tree Analysis) είναι μια επαγωγική διαγραμματική ανάλυση συμβάντων (δέντρο) στο οποίο ένα συμβάν αναλύεται χρησιμοποιώντας δυαδική λογική για να εξετάσει μια χρονολογική σειρά των γεγονότων που θα ακολουθήσουν ή τις συνέπειες τους. Συνήθως, αυτός ο τρόπος ανάλυσης χρησιμοποιείται σε ανάλυση τυχαίων γεγονότων. [12]

Το CTA (Cause/Causal Tree Analysis) είναι μια διαγραμματική ανάλυση (δέντρο) ενός συμβάντος το οποίο έγινε εκ των υστέρων από πράξεις και συνθήκες που προηγήθηκαν. Οι πράξεις είναι στιγμιαίες αιτίες που έφεραν έτσι τις συνθήκες ώστε να πραγματοποιηθεί το εξεταζόμενο αποτέλεσμα (συμβάν).

Το DTA (Decision Tree Analysis) είναι μια διαγραμματική ανάλυση (δέντρο) αποφάσεων και των πιθανών συνεπειών τους που συμπεριλαμβάνουν αποτελέσματα συνέπειες, χρησιμότητα κτλ. Τα διαγράμματα DTA χρησιμοποιούνται συνήθως στην επιχειρησιακή έρευνα, και συγκεκριμένα στην ανάλυση της αποφάσεων ή στον εντοπισμό μιας στρατηγικής με την οποία είναι πιο πιθανό να επιτευχθεί ένας στόχος. [11]



## **4.2 Μέθοδος Fault Tree Analysis**

Το κεφάλαιο αυτό αναφέρεται στην επεξήγηση της σημασίας μεθόδου, την ανάπτυξη του δένδρου σφαλμάτων, την ποσοτική και ποιοτική εκδοχή, τα μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα, καθώς και τα αναμενόμενα αποτελέσματα.

Μέσω της ανάπτυξης της μεθόδου του FTA αναλύονται τα γεγονότα (events) που οδηγούν σε μείωση της απόδοσης ενός Φ/Β συστήματος στην πορεία των ετών πάντα με γνώμονα τεκμηριωμένα στοιχεία και δεδομένα αλλά συνυπολογίζοντας στα εξαγόμενα ποσοστά και συμπεράσματα τους παρακάτω συντελεστές :

**Συντελεστές επίδρασης γεγονότων στο όλο σύστημα (με γνώμονα άμεση/έμμεση/επαγωγική σχέση και τέλος την προσωπική εμπειρία)**

- ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ (Συχνότητα εμφάνισης του γεγονότος)
- ΒΑΡΥΤΗΤΑ (Βαρύτητα γεγονότος άρα πόσο επηρεάζεται το όλο σύστημα )
- ΚΟΣΤΟΣ (Απαιτούμενο κόστος που απαιτείται ώστε να μην εμφανίζεται το σφάλμα-fault)

Ανάλογα με το μέγεθος της Συχνότητας, της Βαρύτητας και του Κόστους προκύπτουν οι παρακάτω συντελεστές με τους οποίους θα πολλαπλασιαστεί το τελικό αποτέλεσμα του ποσοστού των event.

- ΜΙΚΡΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 0,5**
- ΜΙΚΡΗ ΒΑΡΥΤΗΤΑ 0,5**
- ΜΙΚΡΟ ΚΟΣΤΟΣ 0,5**
  
- ΜΕΣΑΙΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1**
- ΜΕΣΑΙΑ ΒΑΡΥΤΗΤΑ 1**
- ΜΕΣΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ 1**
  
- ΜΕΓΑΛΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1,5**
- ΜΕΓΑΛΗ ΒΑΡΥΤΗΤΑ 1,5**
- ΜΕΓΑΛΟ ΚΟΣΤΟΣ 1,5**

Οι βασικές στοιβάδες του FTA περιγράφονται ξεχωριστά σε κάθε event και περιλαμβάνουν :

- Ταυτοποίηση (identification) των events που περιλαμβάνει κατά περίπτωση την μέθοδο μετρήσεων, τον εξοπλισμό των μετρήσεων, την μετρολογία του συστήματος, διακρίβωση εξοπλισμού μετρήσεων κτλ)
- Ποσοτικοποίηση των events,
- Τρόπους αντιμετώπισης των events (Remidial prososals) οι οποίοι περιγράφονται αναλυτικά στο κεφάλαιο 5.

### **4.3 Συλλογή δεδομένων – Γενικά**

Η συλλογή δεδομένων έγινε μετά από λεπτομερή εξέταση των δεδομένων και του τρόπου επεξεργασίας τους. Περιλαμβάνονται πρωθύστερες μελέτες τα τελευταία 30 χρόνια αλλά και πειράματα και παρατηρήσεις από τον ίδιο τον υπογράφοντα μελετώντας Φ/Β συστήματα στην ελληνική επικράτεια τα τελευταία τρία χρόνια . Επίσης , στο στάδιο αξιολόγησης συνυπολογίστηκαν σε μεγάλο βαθμό οι εκάστοτε ιδιαιτερότητες και συνθήκες υπό τις οποίες συλλέχθηκαν και επεξεργάστηκαν τα εν λόγω δεδομένα.

#### **4.3.1 Επιλογή μεγεθών προς μέτρηση**

Τα μεγέθη που εξετάζονται είναι μείωση της απόδοσης (reduction of efficiency) αναφορικά με την αποδιδόμενη ενέργεια ενός Φωτοβολταϊκού συστήματος χωρίς αυτό να αποκλείει την εξέταση λοιπών μεγεθών που σχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με την μείωση της απόδοσης (reduction of efficiency) ενός Φωτοβολταϊκού συστήματος.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

#### **4.4 Συστήματα υπό εξέταση**

**A. Ως ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ** (αποκλείοντας την περίπτωση ελαττωματικού πλαισίου) ονομάζουμε την κάλυψη επιφάνειας στοιχείου με λεπτά στερεά σωματίδια λιγότερο από 500 nm σε διάμετρο όπως χώμα , λεπτή γύρη , βακτήρια , μύκητες, μικροΐνες καθώς και λοιπές εναπόθεσεις σκόνης από διάφορες περιβαλλοντικές και καιρικές συνθήκες , από δραστηριότητες πεζών και οχημάτων , από αστική και χημική ρύπανση καθώς και αλατονέφωση κυρίως σε παράκτιες περιοχές. Οι διάφορες κατηγορίες σκόνης έχουν διαφορετικές ιδιότητες ( μέγεθος, σχήμα, βάρος, κλπ.) βαρύτητα και συχνότητα εμφάνισης που εξετάζονται στην κατηγορία **A.1 ΚΑΛΥΨΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΠΑΝΕΛ (PANEL’s COVER)** έχοντας 3 βασικές υποκατηγορίες ΑΛΑΤΟΝΕΦΩΣΗ(SALT) , ΧΗΜΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ (CHEMICAL) και ΕΠΙΚΑΘΙΣΗ ΣΚΟΝΗΣ (DUST).

**B. Ως ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΛΟΓΩ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΟΥ** ονομάζουμε την πτώση απόδοσης που παρατηρείται λόγω ηλεκτρικών απωλειών στο βασικότερο μέρος ενός Φ/Β συστήματος δηλαδή τα Φ/Β πλαίσια , οι inverters και η λοιπή ηλεκτρολογική εγκατάσταση (καλώδια , ηλεκτρολογικές συνδέσεις κτλ) και εξετάζονται στην ενότητα εξετάζονται στην κατηγορία **B.1 ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΛΟΓΩ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΟΥ (ELECTRICAL LOOSSES)** έχοντας ως βασική υποκατηγορία την ΠΤΩΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΟΥ (PANEL EFF.REDUCTION).

Από τα ανωτέρω υπό εξέταση συστήματα , όπως εμφανίζεται και στο FTA διάγραμμα, παρατηρούμε ότι η μείωση της αποδιδόμενης ενέργειας σε ένα Φωτοβολταϊκό σύστημα λόγω των **Φωτοβολταϊκών πλαισίων** εκτιμάται σε **81,25%**. Διαφαίνεται λοιπόν καθαρά η βαρύνουσα σημασία των Φωτοβολταϊκών πλαισίων στην μείωση της απόδοσης ενός Φωτοβολταϊκού συστήματος.

Λόγω **λοιπών παραγόντων** που αποτελούν το Φωτοβολταϊκό σύστημα παρουσιάζονται απώλειες που εκτιμώνται σε **18,75%**. Ενδεικτικά , οι απώλειες αυτές στο πέρας των ετών μπορεί να αφορούν **πτώση απόδοσης inverters, πτώση απόδοσης λόγω γήρανσης καλωδίων DC , πτώση απόδοσης λόγω γήρανσης καλωδίων AC , πτώση απόδοσης λόγω γήρανσης ηλεκτρολογικών συνδέσεων (σε καλώδια, ηλεκτρολογικούς πίνακες, μετρητικά συστήματα κτλ) , γήρανση μετασχηματιστών** και είναι μεγέθη που επηρεάζουν λιγότερο την συνολική πτώση απόδοσης του Φωτοβολταϊκού συστήματος.

Οι λοιποί παράγοντες που προαναφέρθηκαν καθώς και το ποσοστό τους προκύπτει επαγωγικά ενώ επαληθεύεται με κάποιες παραδοχές.

Η ταυτοποίηση και η ποσοτικοποίηση των παραπάνω εν δυνάμει events (κάτι που δεν ισχύει βέβαια για τους τρόπους αντιμετώπισης) περιλαμβάνει τεκμηρίωση που δεν είναι εφαρμόσιμη.

Κύριοι λόγοι είναι:

-Η πολύ μεγάλη ποικιλία (διάφοροι τύποι inverter , καλωδίων, μετασχηματιστών και συνδέσεων) που δυσκολεύει πολύ την κατηγοριοποίηση ,

-Η έλλειψη μακροχρόνιων έγκυρων δεδομένων , ειδικά σε πειραματικό-πρακτικό επίπεδο που ακόμα και οι εταιρείες inverter , μετασχηματιστών, ηλεκτρολογικών πινάκων δεν μπορούν να διαθέσουν με ακρίβεια λόγω συχνής αλλαγής τεχνολογίας ,

- Η αδυναμία συγκρίσιμων μετρήσεων με δυνατότητα εξαγωγής έγκυρων συμπερασμάτων,
- Η πολυπλοκότητα σε ηλεκτρολογικό επίπεδο που παρουσιάζουν τα προαναφερθέντα συστήματα.

Για τους παραπάνω λόγους το Fault Tree Analysis διάγραμμα εστιάζεται στη μείωση αποδιδόμενης ενέργειας σε Φωτοβολταϊκό σύστημα λόγω των Φωτοβολταϊκών Πλαισίων.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

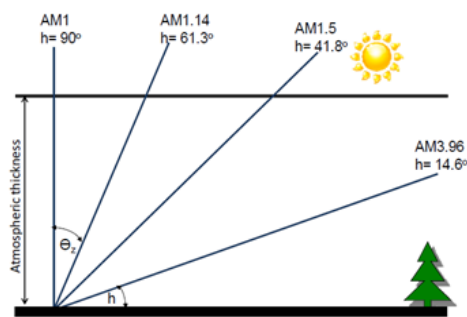
#### 4.4.2 Συμβάντα αστοχίας

## A.1 ΚΑΛΥΨΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΠΑΝΕΛ (PANEL'S COVER)

**ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ EVENT  $\rightarrow 32,2*0,5*1,5*1,5=36,25\%$**

-ΜΕΓΑΛΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1,5  
-ΜΕΓΑΛΗ ΒΑΡΥΤΗΤΑ 1,5  
-ΜΙΚΡΟ ΚΟΣΤΟΣ 0,5

Όπως είναι γνωστό, τεράστιες ποσότητες ενέργειας παράγονται από τον ήλιο καθημερινά και κάθε δευτερόλεπτο. Η ενέργεια αυτή μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας ταξιδεύει προς την γη διανύοντας απόσταση  $149.6 \times 10^6$  km. Σε όλα τα προαναφερθέντα αξίζει να εξηγηθεί και ο όρος αέρια μάζα (AM) όπως παρουσιάζεται παρακάτω αντιπροσωπεύει το πάχος της ατμόσφαιρας το οποίο διαπερνά το ηλιακό φως και αποτελεί ένα σημαντικό δείκτη των χαρακτηριστικών του διαθέσιμου φωτός, αφού τα Φ/Β πλαίσια αξιοποιούν την ηλιακή ακτινοβολία σε συγκεκριμένα μήκη κύματος. Εάν ο ήλιος βρίσκεται κατ' ευθείαν από πάνω, η αέρια μάζα ισούται με 1.. Μια τιμή αναφοράς AM που χρησιμοποιείται για φωτοβολταϊκά ως διεθνώς τυποποιημένη τιμή είναι AM1.5.



**ΕΙΚΟΝΑ 4.1 Παράδειγμα Τιμών Αέριας Μάζας σε σχέση με το επίπεδο ηλίου (h) και γωνίας ζενίθ(Θz) . [9]**

Ανεξαρτήτως τώρα ηλιακής ακτινοβολίας και αέριας μάζας, έχουν υπάρξει διάφορες μελέτες που αναφέρονται στη διερεύνηση της επίδραση της σκόνης στα Φ/Β πλαίσια.

Από ένα ευρύ φάσμα Φ/Β πλαισίων παγκοσμίως, έχουν μελετηθεί και αξιολογηθεί ως προς την μείωση στην απόδοση που παρουσιάζουν, πληθώρα πλαισίων κατά το παρελθόν. [10]

Συμπεριλαμβανομένων και των μελετών τους για αυτά τα πλαίσια, παρατηρούμε ένα ποσοστό με μέση μείωση 40% σε ένα διάστημα 6-μηνών στη Σαουδική Αραβία, 32% μείωση σε διάστημα 8 μηνών και πάλι στη Σαουδική Αραβία, 17% μείωση ανάλογα με τη γωνία κλίσης σε 38 ημέρες στο Κουβέιτ, 33,5% και 8% στην Αίγυπτο. Οι ανωτέρω μειώσεις αφορούν βραχυπρόθεσμο διάστημα (κάτω των 5 ετών) με βέλτιστη γωνία κλίσης (+/- 5 μοίρες) απόκλιση από την βέλτιστη γωνία κλίσης της εκάστοτε χώρας.

Τέλος ακόμα και στο τροπικό κλίμα της Ταϊλάνδης, η μείωση απόδοσης ήταν 11% για περίοδο ενός μηνός.

Ο τρόπος εξέτασης περιελάμβανε άμεση πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας σε κεκλιμένα πάνελ που καλύπτονται με σκόνη για σκοπό των υπολογισμών σχεδιασμού.

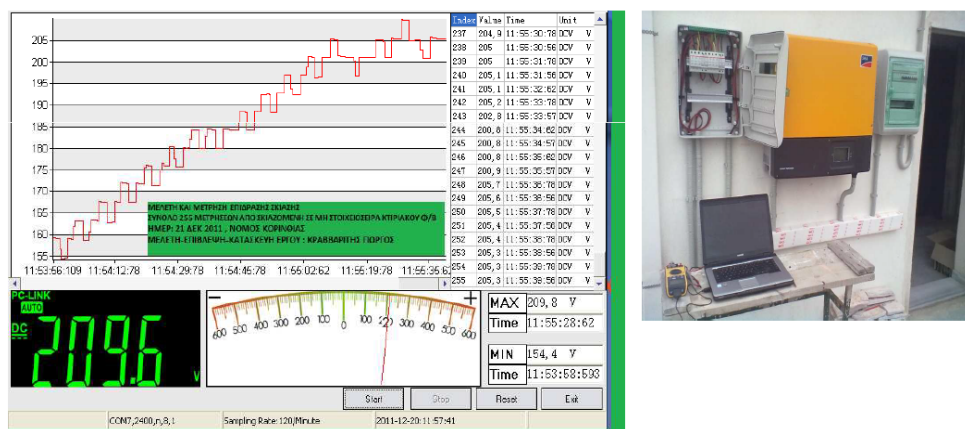
Παρουσιάζουμε στον παρακάτω πίνακα τον συνολικό Μ.Ο. των προαναφερθέντων που προκύπτει ως μείωση απόδοσης **33,25%** σε Μ.Ο. χρονικού διαστήματος εξέτασης 4 μήνες :

AREA	REDUCTION OF EFFICIENCY (PANEL COVER)	TIME PERIOD (MONTHS)
SAUDI ARABIA	32	8
KUWAIT	41	1
EGYPT	49	6
THAILAND	11	1
AVERAGE	33,25	4

**ΕΙΚΟΝΑ 4.2 Πίνακας Μ.Ο. μείωσης απόδοσης Φωτοβολταϊκών πλαισίων λόγω κάλυψης της επιφάνειας του στοιχείου (PANEL COVER) [10]**

Τέλος, υπάρχουν και μελέτες όπου αναφέρουν ότι λόγω κάλυψης της επιφάνειας του στοιχείου με ποικίλης προέλευσης σκόνης δύναται να οδηγήσει σε μείωση στην απόδοση του Φωτοβολταϊκού συστήματος ως και 50%. [17]

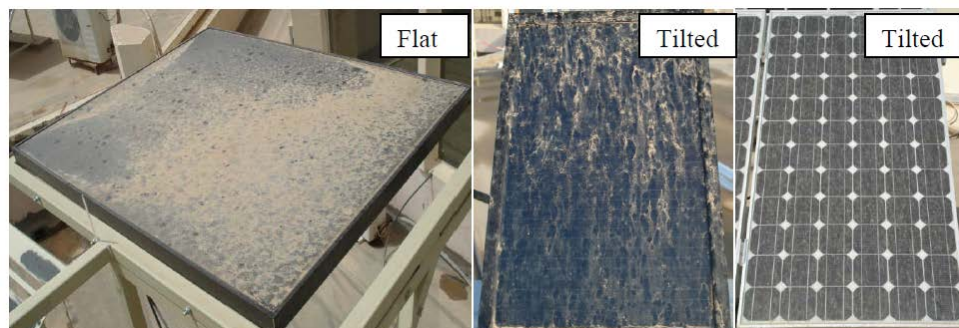
Τα παραπάνω δεδομένα φανερώνουν ότι η συνεχής επικάλυψη της επιφάνειας των πλαισίων λόγω σκόνης, χημικής καταπόνησης, αλατονέφωσης κτλ μπορεί να οδηγήσει σε πιο δυσάρεστες συνέπειες από την μερική σκίαση Φ/Β πλαισίων που όπως διαφαίνεται παρακάτω αποτελεί έναν από τους πιο έντονους παράγοντες μείωσης της απόδοσης ενός Φ/Β συστήματος.



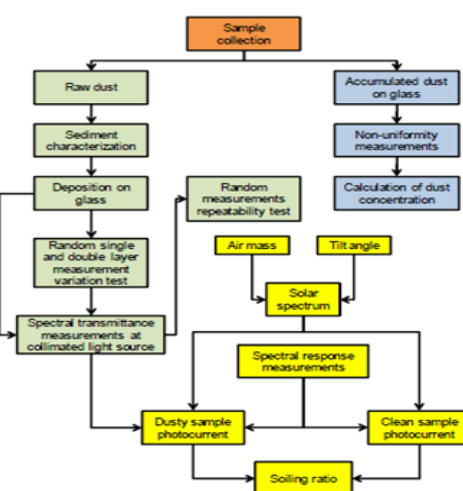
**ΕΙΚΟΝΑ 4.3 Πίνακας μείωσης τάσης Φωτοβολταϊκών πλαισίων λόγω μερικής σκίασης της επιφάνειας τους [Κόρινθος, Δεκέμβριος 2011]**



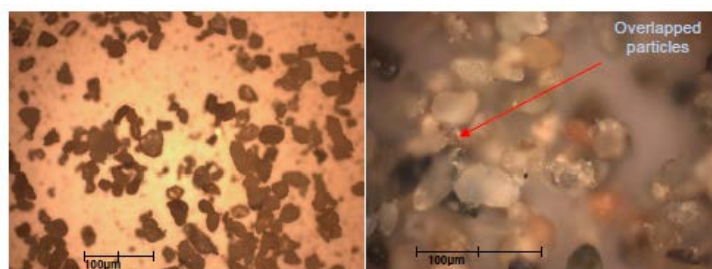
Αξίζει να σημειωθεί ότι πλαίσια με πολύ μεγάλες γωνίες κλίσης δεν επιτρέπουν μεγάλη συσσώρευση σκόνης στην επιφάνειά τους, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει σημαντική μείωση της διαπερατότητας κάτι που όμως δεν είναι σύνηθες στον περισσότερο κόσμο. Επιπλέον, τα λεπτότερα σωματίδια επηρεάζουν περισσότερο την απόδοση των φωτοβολταϊκών απ’ ό,τι τα χονδροκόκκα.



**ΕΙΚΟΝΑ 4.4** Συσσωρευμένη επικάλυψη της επιφάνεια πλαισίων (PANEL’s COVER) σε micromorphous-Si, CIGS και μονοκρυσταλλικού πυριτίου πλαίσια στην Αραβική ηερσόνησο (Κουβέιτ). [9]



**ΕΙΚΟΝΑ 4.5.** Αναλυτική παρουσίαση διαδικασίας επικάλυψης επιφάνειας Φ/Β πλαισίων που αφορά τον πίνακα 4.2 [9]



**ΕΙΚΟΝΑ 4.6.** Λεπτομερής παρατήρηση στην επικάλυψη της επιφάνεια πλαισίων (PANEL’s COVER) σε πλαίσια στην Αραβική ηερσόνησο (Κουβέιτ). [9]

### A.1.1.1 ΑΛΑΤΟΝΕΦΩΣΗ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ (SALT)

**ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ EVENT  $\rightarrow 7*0,5*1*1,5=5,25\%$**

-ΜΙΚΡΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 0,5  
-ΜΕΣΑΙΑ ΒΑΡΥΤΗΤΑ 1  
-ΜΕΓΑΛΟ ΚΟΣΤΟΣ 1,5

Με βάση την συχνότητα εμφάνισης, την βαρύτητα αλλά και το κόστος αποκατάστασης το φαινόμενο αλατονέφωσης επιδρά στα Φ/Β συστήματα σε ένα ποσοστό περίπου της τάξης του 7% συνυπολογίζοντας τα δεδομένα ότι ένα μεγάλο ποσοστό των εταιρειών Φ/Β πλαισίων είναι εναρμονισμένη με το πρότυπο IEC 61701:1995 (for salt mist corrosion testing of photovoltaic modules) που αναφέρεται σε απώλειες ισχύος των πλαισίων ως 5%.

Κάνοντας παραδοχή ότι υπάρχουν πλαίσια που δεν έχουν περάσει την δοκιμασία του προτύπου (κάτι που δεν συνεπάγεται απαραίτητα ότι η μείωση θα είναι πάνω του 5%) αλλά και έχοντας υπόψη τις πραγματικές συνθήκες (και όχι STC) που επικρατούν στα Φ/Β συστήματα προκύπτει το προαναφερθέν ποσοστό περίπου της τάξης του 7%.

Για τον προσδιορισμό της αντίστασης των Φ/Β πλαισίων στη διάβρωση από αλάτι (NaCl) έγιναν οι παρακάτω αξιολογήσεις:

- Αξιολόγηση σε όλες τις πιθανές βλάβες φ/β πλαισίων υπό υγρές συνθήκες με υψηλή συγκέντρωση αλατονέφωσης.
- Έλεγχος εάν τα πλαίσια είναι ηλεκτρικά ενεργά ώστε να εντοπιστούν οι πιθανές επιπτώσεις μείωσης της απόδοσης.

Η εν λόγω αρχική εξέταση των πλαισίων ακολουθεί τις εξής προδιαγραφές:

IEC 61701:1995 για ομίχλη αλάτι διάβρωση δοκιμές Φ/Β πλαίσια

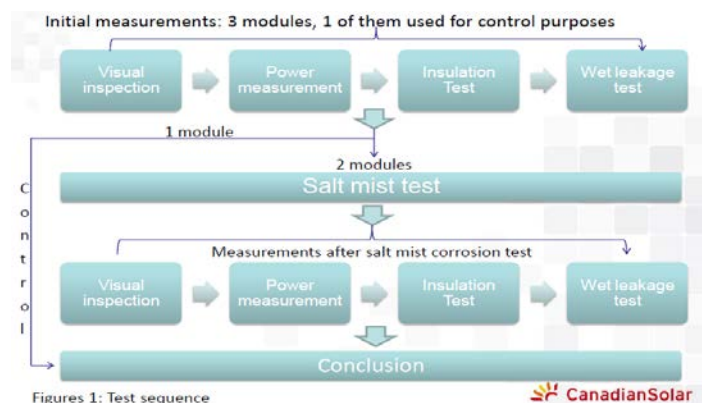
EK 61215:2006 για κρυσταλλικού πυριτίου Φ/Β πλαίσια

IEC 60904-9:2008 για Φ/Β συστήματα

IEC 60904 -1 για Φ/Β πλαίσια

Θερμοκρασία Φ/Β πλαισίου 25°C

Ηλιακή ακτινοβολία στα 1.000W/m<sup>2</sup>



**ΕΙΚΟΝΑ 4.7. Αλληλουχία διαδικασίας δοκιμής SALT MIST (πηγή Canadian Solar) [15]**

Η δοκιμή των πλαισίων ακολουθεί τις εξής προδιαγραφές:

IEC 61701:1995 για ομίχλη αλάτι διάβρωση δοκιμές Φ/Β πλαίσια

EK 61215:2006 για κρυσταλλικού πυριτίου Φ/Β πλαίσια

IEC 60904-9:2008 για Φ/Β συστήματα

IEC 60904 -1 για Φ/Β πλαίσια

Θερμοκρασία ατμόσφαιρας δοκιμής 35°C

Διάρκεια δοκιμής 96 ώρες

Τιμές pH 6.7

Συγκέντρωση άλατος 5% NaCl



**ΕΙΚΟΝΑ 4.8. Διαδικασίας δοκιμής SALT MIST (πηγή Canadian Solar) [15]**

Η δοκιμή των πλαισίων που είναι επιτυχημένη θα πρέπει να ακολουθεί όλες τις παρακάτω προδιαγραφές:

-Να τηρεί όλα τα κριτήρια που αντιστοιχούν σε μακροσκοπική εξέταση , οπτικό έλεγχο , μέτρησης ισχύος , δοκιμή μόνωσης και διαρροή υγρού σύμφωνα με το IEC61215.

-Να τηρεί όλα τα κριτήρια μη σημαντικών οπτικών ελαττωμάτων, μη μηχανικής φθοράς ή διάβρωσης.

-Η μέγιστη ισχύς δεν θα πρέπει να μειωθεί περισσότερο από 5% της αρχικής τιμής της.

### A.1.1.2 ΧΗΜΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΠΛΑΣΙΩΝ (CHEMICAL)

#### **ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΕΝΕΝΤ $\rightarrow 10*1*1*1=10\%$**

-ΜΕΣΑΙΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1  
-ΜΕΣΑΙΑ ΒΑΡΥΤΗΤΑ 1  
-ΜΕΣΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ 1

Αναφορικά με την χημική καταπόνηση στην επιφάνεια των πλαισίων , μια μείωση της παραγωγής ενέργειας της τάξης του **10%** είναι αναμενόμενη. Τα λεγόμενα αυτά επιβεβαιώθηκαν σε πειραματική διάταξη από το PV-LABORATORY στο Burgdorf της Ελβετίας αναφορικά με την ρύπανση σε Φωτοβολταϊκό σύστημα 60kWp με δεδομένα ρύπανσης 4 ετών. [14]

Η ρύπανση αυτή προκλήθηκε από αστική ρύπανση (σε πόλη 15.000κατοίκων με έντονο οδικό και σιδηροδρομικό δίκτυο) , βιολογική ρύπανση (έντονη γύρη ειδικά την εαρινή περίοδο) καθώς και βιομηχανική ρύπανση (ελαφριά βιομηχανία).

Εξάλλου , κοντινά αποτελέσματα έχουν καταγραφεί, σε πιο βραχυπρόθεσμες περιόδους βέβαια , σε Φ/Β πάρκα της ελληνικής επικράτειας σε πάρκα που είχαν προσφάτως καθαρισμένα πλαίσια και υπέστησαν έντονη όξινη βροχή με αποτελέσματα μείωσης απόδοσης από **6,5%** ως **9%** . [14]



**ΕΙΚΟΝΑ 4.9. Πειραματική διάταξη μέτρησης ρύπανσης Φ/Β συστήματος 60kWp εγκατεστημένη στο PV Laboratory , Burgdorf Ελβετίας [14]**

#### A.1.1.2.1 ΓΕΝΙΚΟΤΕΡΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ (ENV. POLLUTION)

**ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ EVENT  $\rightarrow 8*1*1*1=8\%$**

**-ΜΕΣΑΙΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1**  
**-ΜΕΣΑΙΑ ΒΑΡΥΤΗΤΑ 1**  
**-ΜΕΣΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ 1**

#### A.1.1.2.2 ΠΕΡΙΤΤΩΜΑΤΑ ΠΤΗΝΩΝ (ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΑΝΟΙΧΤΟ ΟΡΙΖΟΝΤΑ) (BIRD CHEM)

**ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ EVENT  $\rightarrow 2*1*1*1=2\%$**

**-ΜΕΣΑΙΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1**  
**-ΜΕΣΑΙΑ ΒΑΡΥΤΗΤΑ 1**  
**-ΜΕΣΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ 1**

Είναι μοιραία η έκθεση των Φ/Β συστημάτων σε ανοιχτό ορίζοντα και ως συνέπεια παρουσιάζεται η χημική καταπόνηση από περιπτώματα πτηνών καθώς η γενικότερη ατμοσφαιρική ρύπανση που επιδέχονται αναγκαστικά τα Φ/Β πλαίσια και έχει ως αποτέλεσμα την μειούμενη αποδιδόμενη ενέργεια.

Περισσότερο από εμπειρικές καταγραφές και μετρήσεις διαφαίνεται ότι τα περιπτώματα πτηνών αφορούν περί το **15-20%** των πλαισίων σε ένα Φωτοβολταϊκό έργο και παράλληλα έχουν μεγάλη στοχαστικότητα που μόνο με πάρα πολύ συχνή πλύση μπορεί να αντιμετωπιστεί ενώ επαγωγικά προκύπτει ότι η γενικότερη ατμοσφαιρική ρύπανση καταπονεί χημικά την απόδοση του Φ/Β συστήματος. Έχει αποδειχτεί στην πράξη ότι η χημική καταπόνηση από περιπτώματα πτηνών και από την γενικότερη ατμοσφαιρική ρύπανση είναι καθημερινά φαινόμενα που λαμβάνουν χώρα σχεδόν σε κάθε Φωτοβολταϊκό σύστημα στην Ελλάδα αλλά και τον υπόλοιπο κόσμο. Μάλιστα ,σε ορισμένες περιπτώσεις τα περιπτώματα βρίσκονται και στα καλώδια κάτω από τα πλαίσια όπου επίσης καταπονούν χημικά τα SOLAR cables που αποτελούν το ηλεκτρολογικό κομμάτι της όλης εγκατάστασης.





**ΕΙΚΟΝΑ 4.10. Περιπτώματα πτηνών σε Φ/Β πλαίσιο Οικιακού συστήματος 5kWp (Πόρτο Ράφτη Αττικής, Δεκέμβριος 2010)**



**ΕΙΚΟΝΑ 4.11 Περιπτώματα πτηνών σε Φ/Β πλαίσια επίγειου Φ/Β συστήματος σε αγροτική περιοχή στην Βοιωτία (Βοιωτία, Ιούνιος 2013)**



### Α.1.1.3 ΕΠΙΚΑΘΙΣΗ ΣΚΟΝΗΣ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΠΛΑΙΣΙΩΝ (DUST)

**ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ EVENT  $\rightarrow 28 * 1,5 * 1 * 0,5 = 21\%$**

-ΜΕΓΑΛΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1,5  
 -ΜΕΣΑΙΑ ΒΑΡΥΤΗΤΑ 1  
 -ΜΙΚΡΟ ΚΟΣΤΟΣ 0,5

Σε εξέταση πλαισίων πολυκρυσταλλικής τεχνολογίας στην περιοχή της Εύβοιας , με γωνία κλίσης 25° (μετρούμενη με ψηφιακό γωνιόμετρο BOSCH) πρακτικά βέλτιστη για την Ελλάδα παρατηρήθηκαν τα κάτωθι αποτελέσματα :

APRIL 2013				MAY 2013	
Total yield / Meter Change [kWh] / 4/20/2013				Total yield / Meter Change [kWh] / 5/20/2013	
STP 17000TL-10 077	93.711			STP 17000TL-10 077	95.097
STP 17000TL-10 355	97.452	20/4/2013		20/5/2013 STP 17000TL-10 355	93.871
STP 17000TL-10 569	96.837			STP 17000TL-10 569	91.935
STP 17000TL-10 629	91.944			STP 17000TL-10 629	92.484
STP 17000TL-10 795	96.425			STP 17000TL-10 795	93.041
STP 17000TL-10 826	94.871			STP 17000TL-10 826	90.571
571.24 / [Total]				557.00 / [Total]	
Total yield / Meter change [kWh] / 4/19/2013				Total yield / Meter change [kWh] / 5/19/2013	
STP 17000TL-10 077	78.555			STP 17000TL-10 077	65.810
STP 17000TL-10 355	80.762	19/4/2013		19/5/2013 STP 17000TL-10 355	64.686
STP 17000TL-10 569	80.403			STP 17000TL-10 569	63.212
STP 17000TL-10 629	76.277			STP 17000TL-10 629	63.050
STP 17000TL-10 795	79.718			STP 17000TL-10 795	64.088
STP 17000TL-10 826	78.691			STP 17000TL-10 826	62.419
474.41 / [Total]				384.07 / [Total]	
Total yield / Meter change [kWh] / 4/18/2013				Total yield / Meter change [kWh] / 5/18/2013	
STP 17000TL-10 077	101.378			STP 17000TL-10 077	97.442
STP 17000TL-10 355	105.269	18/4/2013		18/5/2013 STP 17000TL-10 355	99.003
STP 17000TL-10 569	105.117			STP 17000TL-10 569	97.052
STP 17000TL-10 629	99.293			STP 17000TL-10 629	93.854
STP 17000TL-10 795	104.261			STP 17000TL-10 795	97.740
STP 17000TL-10 826	103.596			STP 17000TL-10 826	92.845
618.91 / [Total]				577.94 / [Total]	

**ΕΙΚΟΝΑ 4.12 Πίνακας σύγκρισης απόδοσης σε Φ/Β πλαίσια επίγειου Φ/Β συστήματος σε αγροτική περιοχή στην Εύβοια (Εύβοια, Μάιος 2013)**

Σε διάστημα 9 μηνών (Σεπτέμβριος 2012-Μάιος 2013) στα Φ/Β πλαίσια δεν είχε πραγματοποιηθεί καθολικό πλύσιμο παρά μόνο πλύσιμο περιττωμάτων πτηνών για αποφυγή χημικής καταπόνησης και τακτική ηλεκτρολογική συντήρηση τον μήνα Ιανουάριο και αυτό για τις ανάγκες της εν λόγω δοκιμής. Τα πλαίσια παρουσίαζαν μεγάλες ποσότητες σκόνης (DUST) ενώ βρίσκονται και σε περιοχή όχι κοντά στη θάλασσα (άνω των 2χλμ.) προς αποφυγή του φαινομένου αλατονέφωσης.

Καθαρίστηκαν επιμελώς και σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή , τα πλαίσια που αντιστοιχούν μόνο σε 1 inverter και υπολογίστηκαν Μ.Ο. μείωσης απόδοσης των καθαρών πλαισίων συγκριτικά με τις ως τώρα αποδόσεις των πλαισίων σε παρεμφερείς συνθήκες μέσης ηλιοφάνειας ημέρας. Παρατηρήθηκε ότι σε μέρες με παρεμφερή Μ.Ο. ηλιοφάνειας η μείωση της απόδοσης έφτανε το **23,3%** λόγω σκόνης (DUST) με αναγωγή σε οριζόντα εικοσαετία.

### **DATA ΕΡΓΟΥ**

Φ/Β ΕΡΓΟ ΝΟΜΟΣ ΕΥΒΟΙΑΣ.

Φ/Β ΠΑΡΚΟ ΣΕ ΧΩΜΑΤΟΔΡΟΜΟ (3χλμ) ΜΕ ΕΝΤΟΝΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΟΧΙ ΚΟΝΤΑ ΣΕ ΘΑΛΑΣΣΑ(ΑΝΩ ΤΩΝ 2χλμ)

- ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ (ΠΑΡΑΔΟΧΗ ΑΠΩΛΕΙΩΝ 3,3%)
- ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟ
- ΕΙΧΕ ΠΡΟΗΓΗΘΕΙ ΤΟΠΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΣΕ ΠΕΡΙΤΩΜΑΤΑ ΠΤΗΝΩΝ ΚΑΙ ΕΧΟΥΜΕ ΩΣ ΠΑΡΑΔΟΧΗ Ο,ΤΙ ΔΕΝ ΕΙΧΑΜΕ ΟΞΙΝΗ ΒΡΟΧΗ ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΟ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟ



**ΕΙΚΟΝΑ 4.13. Έλεγχος μείωσης απόδοσης λόγω σκόνης σε πολυκρυσταλλικά Φ/Β πλαίσια επίγειου Φ/Β συστήματος σε αγροτική περιοχή στην Εύβοια (Εύβοια, Απρίλιος-Μάιος 2013)**

Βέβαια το αποτέλεσμα δεν είναι το ίδιο για όλους τους τύπους της Φωτοβολταϊκής τεχνολογίας επειδή η φασματική μετάδοση επηρεάζει διαφορετικά κάθε τύπο Φωτοβολταϊκού στοιχείου. Επί παραδείγματι σε παρόμοια πειράματα στην αραβική χερσόνησο το αποτέλεσμα είναι χειρότερο για Φ/Β πλαίσια a-Si και CdTe τεχνολογίες όπου παρατηρείται μείωση **33%** όταν εφαρμόστηκε συγκέντρωση 4,25 mg/cm<sup>2</sup> σκόνης. Σε σύγκριση τεχνολογιών πλαισίων c-Si και CIGS παρατηρήθηκε **28,6%** και **28,5%** μειώσεις στο την ίδια πυκνότητα της σκόνης. [9]

Κατά συνέπεια , συνυπολογίζοντας όλα όσα αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο μιλάμε για περίπου **28%** μείωση της απόδοσης σε διάστημα ορίζοντα εικοσαετίας.

#### A.1.1.3.1 ΕΣΦΑΛΜΕΝΗ ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕ ΕΝΤΟΝΟ ΡΙΣΚΟ ΣΚΟΝΗΣ (DUST RISK)

##### A.1.1.3.1.1 ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΓΗ ΜΕ ΧΩΜΑΤΟΔΡΟΜΟΥΣ ΚΑΙ ΕΝΤΟΝΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ (SOIL DUST RISK)

**ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ EVENT  $\rightarrow 15,75*1*1*1=15,75\%$**

-ΜΕΣΑΙΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1  
-ΜΕΣΑΙΑ ΒΑΡΥΤΗΤΑ 1  
-ΜΕΣΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ 1

##### A.1.1.3.1.2 ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ (CIVIL AREA)

**ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ EVENT  $\rightarrow 5,25*1*1*1=5,25\%$**

- ΜΕΣΑΙΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1  
-ΜΕΣΑΙΑ ΒΑΡΥΤΗΤΑ 1  
-ΜΕΣΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ 1

Η εναπόθεση της σκόνης είναι συνάρτηση διάφορων περιβαλλοντικών και καιρικών συνθηκών επίσης καιρίο παίζουν ορισμένοι τοπικοί παράγοντες καθώς και το μικροκλίμα . Οι τοπικοί παράγοντες, όπως και το μικροκλίμα ( ταχύτητα του ανέμου , βροχοπτώσεις κτλ) μπορούν να επηρεάσουν αρκετά την εναπόθεση της σκόνης καθώς είναι μεταβλητές που σε μικροί απόσταση μεταξύ γειτνιαζόντων νομών ή περιοχών να παρουσιάσουν σημαντικές διαφοροποιήσεις στην συμπεριφορά της μείωσης απόδοσης Φ/Β συστήματος σε σχέση με την εναπόθεση σκόνης.

Για παράδειγμα καθώς αυξάνεται η ταχύτητα του ανέμου, αυξάνεται η εναπόθεση της σκόνης. Η υπερβολική συσσώρευση σκόνης έχει ως αποτέλεσμα την 18υποβάθμιση της ποιότητας του πλαισιού και του παράγοντα πληρότητας. Η απόδοση των φωτοβολταϊκών μειώνεται δραματικά όταν σκόνη συσσωρεύεται πάνω σε ήδη σκονισμένη επιφάνεια .Η υψηλή υγρασία βοηθά στο σχηματισμό δροσοσταλίδων στην επιφάνεια των ηλιακών κυττάρων που μπορούν να δημιουργήσουν συσσωμάτωμα σκόνης.

Από ανεπίσημα στοιχεία του 2013 σε παγκόσμια κλίμακα τα Διασυνδεδεμένα Φωτοβολταϊκά Πάρκα που βρίσκονται σε επίγειες αγροτικές εκτάσεις ή επίγειες μη καλλιεργήσιμες αλλά χωμάτινες εκτάσεις αποτελούν περίπου το 97% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος ενώ τα Διασυνδεδεμένα Κτιριακά Φωτοβολταϊκά (Οικιακά και Βιομηχανικές στέγες) αποτελούν περίπου το 3% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος.

Αναφορικά με την Ελλάδα , σύμφωνα με επίσημα στοιχεία του ΛΑΓΗΕ (Απρίλιος 2013) τα Διασυνδεδεμένα Φωτοβολταϊκά Πάρκα που βρίσκονται σε επίγειες αγροτικές εκτάσεις ή επίγειες μη καλλιεργήσιμες αλλά χωμάτινες εκτάσεις αποτελούν περίπου το 95% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος ενώ τα Διασυνδεδεμένα

Κτιριακά Φωτοβολταϊκά (Οικιακά και Βιομηχανικές στέγες) αποτελούν περίπου το 5% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος.

Το παραπάνω συμπέρασμα προέκυψε με την παραδοχή ότι από τα 1.921,66 MW που είναι εγκατεστημένα και αναφέρονται στον παρακάτω σχετικό πίνακα το 5% αποτελεί Κτιριακά Φ/Β πάρκα (διαφορετικό από το παγκόσμιο 3 % παραπάνω καθώς στην Ελλάδα δεν έχουμε Επίγεια Φωτοβολταϊκά Πάρκα δεκάδων MW το καθένα γεγονός που μικραίνει την στατιστική ψαλίδα). Συνεπώς θεωρώντας ως παραδοχή ότι έχουμε περίπου 100MW κτιριακών Φ/Β πάρκων και βάσει στατιστικών ότι έχουμε 347,97MW κτιριακών οικιακών Φ/Β προκύπτει ότι περίπου το **25%** στην Ελλάδα αποτελεί κτιριακά Φ/Β συστήματα συνήθως σε αστικές ή ημιαστικές περιοχές και το **75%** αποτελεί επίγεια Φ/Β συστήματα συνήθως σε αγροτικές ή και μη καλλιεργήσιμες αλλά χωμάτινες εκτάσεις.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7

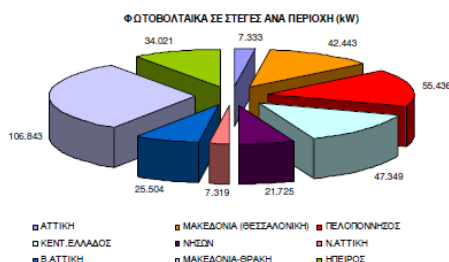
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ 2013 (Άρθρο 9 Ν.3468/2006)				
ΜΗΝΑΣ	ΕΝΕΡΓΕΙΑ (MWh)	ΙΣΧΥΣ (MW)		
		ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΥΜΒΟΛΑΙΟΠΟΙΗΜΕΝΗ	ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ (%)
Ιανουάριος	102.627,45	2.990	1.403,74	9,83%
Φεβρουάριος*	94.551,32	3.022	1.615,10	8,71%
Μάρτιος	175.118,37	3.027	1.862,50	12,64%
Απρίλιος	240.339,57	3.069	1.921,66	17,37%
Μάιος				
Ιούνιος*				
Ιούλιος				
Αύγουστος				
Σεπτέμβριος				
Οκτώβριος*				
Νοέμβριος				
Δεκέμβριος				
<b>ΣΥΝΟΛΟ (MWh)</b>	<b>612.636,71</b>	* Μήνες εκκαθαριστικών λογαριασμών για τα Φ/Β ΧΤ		

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΝΑ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ  
 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ (kW)

ΠΙΝΑΚΑΣ 8

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΕ ΣΤΕΓΕΣ < 10KW (Ειδικό Πρόγραμμα ΦΒ σε στέγες κτιρίων Κ.Υ.Α. 12323/ΓΓ175 ΦΕΚ Β 1079)		
	ΕΝΕΡΓΕΙΑ (MWh)*	ΙΣΧΥΣ (MW)
Ιανουάριος	30.260	316,36
Φεβρουάριος	20.567	328,95
Μάρτιος	21.400	340,70
Απρίλιος	21.708	347,97
Μάιος		
Ιούνιος		
Ιούλιος		
Αύγουστος		
Σεπτέμβριος		
Οκτώβριος		
Νοέμβριος		
Δεκέμβριος		
<b>ΣΥΝΟΛΟ (MWh)</b>	<b>93.935</b>	

\* Η παραγόμενη ενέργεια αναφέρεται στο ποσό ενέργειας που έχει εκκαθαριστεί τον συγκεκριμένο μήνα βάσει καταμετρήσεων από τον ΔΕΔΔΗΕ.



ΛΑΓΓΗ/ ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2013

**ΕΙΚΟΝΑ 4.14. Στοιχεία ΛΑΓΓΗ , Απρίλιος 2013**





**ΕΙΚΟΝΑ 4.15. Επικάλυψη σκόνης σε χρονικό διάστημα μόλις 2 μηνών από την αρχική εγκατάσταση επίγειου Φ/Β συστήματος σε αγροτική περιοχή (Σοφάδες Καρδίτσας , Μάιος 2013)**



**ΕΙΚΟΝΑ 4.16. Καταγίδα σκόνης από παρατήρηση δορυφόρου της NASA (Σαουδική Αραβία, NASA Earth Observatory , 14 May 2005 , [www.earthobservatory.nasa.gov](http://www.earthobservatory.nasa.gov) )**

## B.1. ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΛΟΓΩ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΟΥ (ELECTRICAL LOOSES)

### B.1.1. ΠΤΩΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ (PANEL's EFFICIENCY REDUCTION)

**ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ EVENT  $\rightarrow 20*1,5*1,5*1=45\%$**

-ΜΕΓΑΛΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1,5  
-ΜΕΓΑΛΗ ΒΑΡΥΤΗΤΑ 1,5  
-ΜΕΣΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ 1

Είναι ευρέως γνωστό με τεκμήρια ότι το 95% από τους κατασκευαστές Φ/Β πλαισίων η εγγύηση μείωσης απόδοσης των πλαισίων λιγότερο από το 10% κατά τα πρώτα 10 έτη και λιγότερο από το 20% για τα επόμενα 25 χρόνια για πλαίσια κρυσταλλικού πυριτίου.

Βέβαια , εδώ εξετάζουμε τους ενδογενείς παράγοντες πτώσης απόδοσης των Φ/Β πλαισίων καθώς οι εξωγενείς (φυσική κάλυψη επιφάνειας πλαισίων , αλατονέφωση , σκόνη ,χημική καταπόνηση , ατμοσφαιρική ρύπανση , περιττώματα πτηνών κτλ) παρατηρήθηκαν πιο αναλυτικά στη παράγραφο Α1.

#### B.1.1.1 MISMATCH LOOSES

**ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ EVENT  $\rightarrow 10*1,5*1,5*0,5=11,25\%$**

-ΜΕΣΑΙΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1,5  
-ΜΕΓΑΛΗ ΒΑΡΥΤΗΤΑ 1,5  
-ΜΙΚΡΟ ΚΟΣΤΟΣ 0,5

Οι διαφορές που ενίοτε παρατηρούνται στις κυριότερες παραμέτρους των Φ/Β κελιών (PV cells) που αποτελούν ένα Φ/Β πλαίσιο (PV panel) εισάγουν αναντιστοιχίες μεταξύ των ποσών της ενέργειας που παράγονται από δύο ή περισσότερα κελιά , μέσα σε ένα πλαίσιο και αφορούν την απόδοση του Φ/Β στοιχείου αρχικά αλλά και του Φ/Β συστήματος κατ επέκταση.

Αυτό το φαινόμενο απωλειών είναι γνωστό ως mismatch losses (απώλειες αναντιστοιχίας ). Η επίδραση της αναντιστοιχία αυτής είναι σημαντικότερη σε Φ/Β συστήματα , όπου τα πλαίσια παρουσιάσουν διαφορετικές συμπεριφορές υπό κανονικές συνθήκες παραγωγής με αποτέλεσμα οι απώλειες ισχύος της φ/β γεννήτριας, να φτάνουν περίπου το 10% στην περίοδο των 20 ετών .

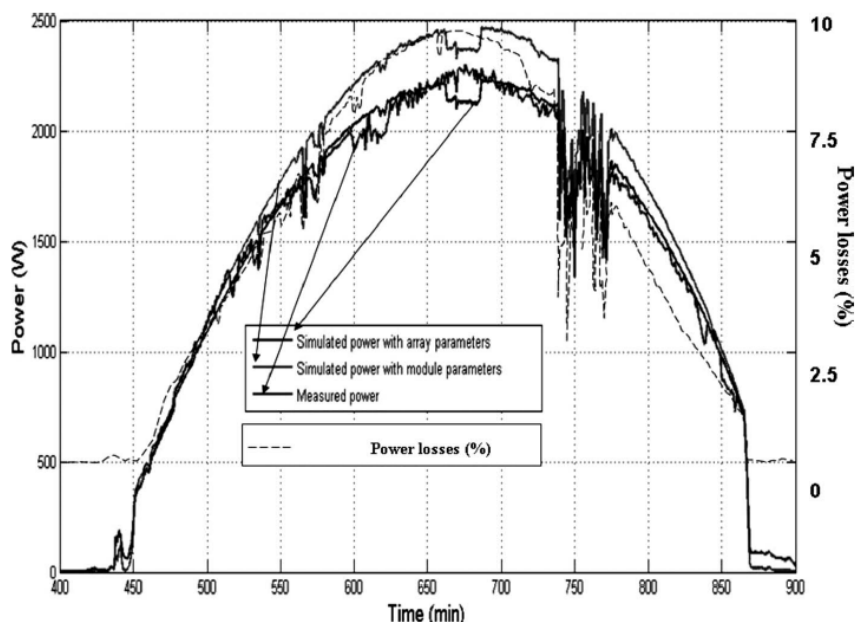
[16]

Τα πρώτα χρόνια τα φαινόμενα αυτά είναι πιο μικρά και οι απώλειες αυτών σε επίπεδα της τάξης του 2-5% αλλά στην πορεία των ετών και με την φυσιολογική γήρανση που υπόκεινται τα πλαίσια φτάνουμε σε τιμές 10-12%.



Το φαινόμενο mismatch losses παρουσιάζεται ως ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες απώλειας απόδοσης των Φ/Β συστημάτων ανά τον κόσμο.

Η υποβάθμιση αυτή της ηλεκτρικής απόδοσης Φ/Β πλαισίων προκαλείται ουσιαστικά από ‘ηλεκτρική ασυμφωνία’ των κελιών και από λοιπές ηλεκτρικές απώλειες (απώλειες πτώσης τάσης, απώλειες διόδων κτλ). [6]



**ΕΙΚΟΝΑ 4.17. Προσομείωση πορείας ενέργειας και ενέργειας που χάνεται λόγω απωλειών φαινομένου mismatch losses. [16]**

### B.1.1.2 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΟΥ (THERMAL LOSSES)

**ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ EVENT  $\rightarrow 8 * 1,5 * 1,5 * 1 = 9\%$**

-ΜΕΣΑΙΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1,5
-ΜΕΓΑΛΗ ΒΑΡΥΤΗΤΑ 1,5
-ΜΙΚΡΟ ΚΟΣΤΟΣ 0,5

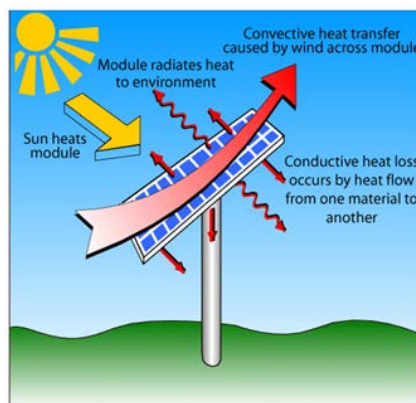
Αναφορικά με τις θερμοκρασιακές απώλειες, υπάρχει πληθώρα παραγόντων όπως περιοχή, μικροκλίμα, τύπος πάνελ, ταχύτητα ανέμου κτλ που συντελούν στην ποσόστωση των θερμοκρασιακών απωλειών των πλαισίων. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία παγκοσμίως μια πολύ γενική προσέγγιση των θερμοκρασιακών απωλειών αγγίζει το ποσοστό του **7% με 8%** μείωσης της αποδιδόμενης ενέργειας Φ/Β συστήματος.

Κατά την θερμοκρασιακή αύξηση που συντελείται, βλέπουμε την τάση να μειώνεται γραμμικά.

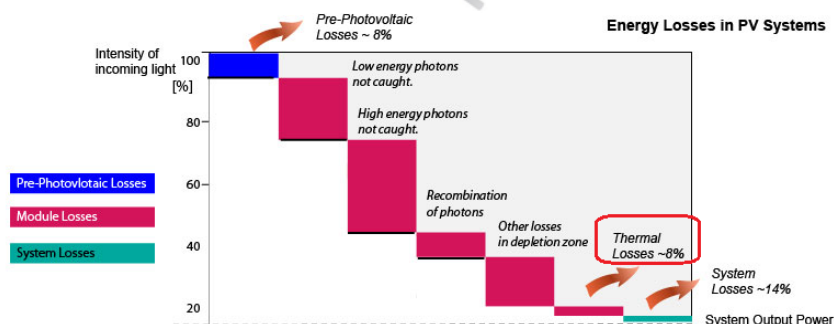
Παρακάτω παρουσιάζεται πίνακας με ενδεικτικά-τυπικά ποσοστά θερμοκρασιακών συντελεστών για διάφορα είδη Φ/Β πλαισίων.

Adsorber Type	Typical Temperature Coefficient % $P_{max}/^{\circ}C$
mc-Si	-0.47
x-Si	-0.31
CIGS	-0.60
CdTe	-0.20
a-Si (triple junction)	-0.31

**ΕΙΚΟΝΑ 4.18. Ενδεικτικοί θερμοκρασιακοί συντελεστές**



**ΕΙΚΟΝΑ 4.19. Σχηματική απεικόνιση θερμοκρασιακών απωλειών [8]**

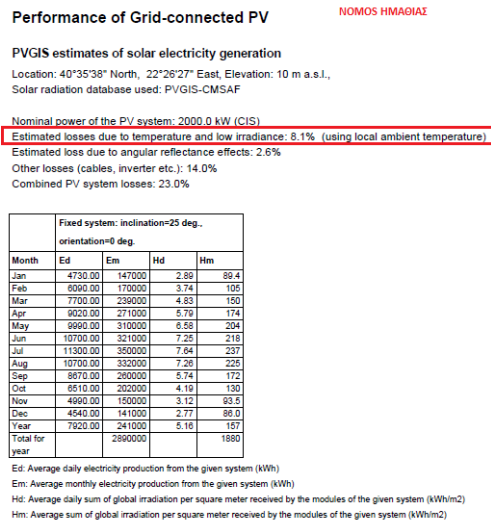
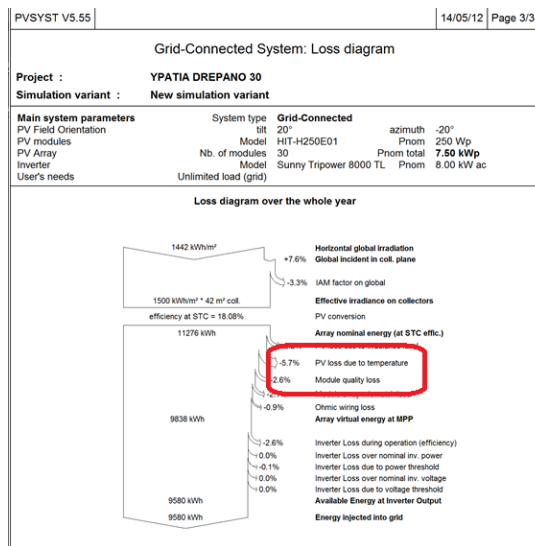
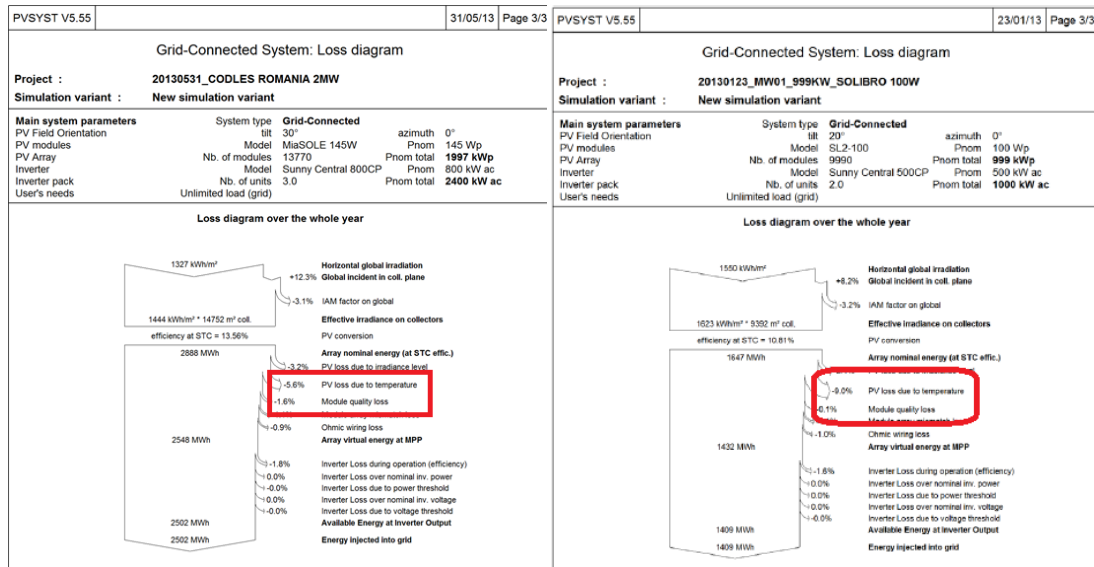


**ΕΙΚΟΝΑ 4.19. Διάγραμμα θερμοκρασιακών απωλειών των Φ/Β πλαισίων [8]**

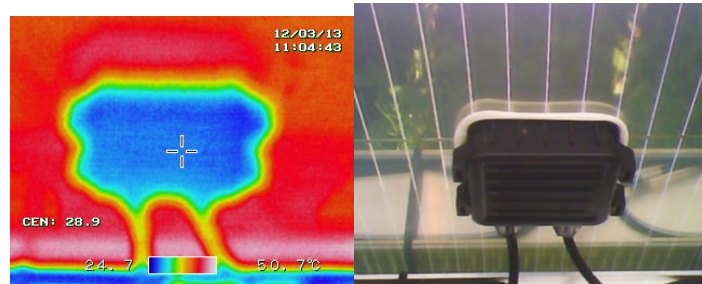
Παρακάτω παρατίθενται στοιχεία που συμφωνούν με το προαναφερθέν ποσοστό μείωσης της αποδιδόμενης ενέργειας Φ/Β συστήματος λόγω θερμοκρασιακών απωλειών των πλαισίων.

Σε μελέτες που έγιναν με λογισμικά που χρησιμοποιούνται ευρέως στην Φ/Β αγορά εκτιμήθηκε το ύψος των θερμοκρασιακών απωλειών των Φ/Β πλαισίων σε έργα μικρής, μεσαίας και μεγάλης κλίμακας στην Πτολεμαίδα, Καρδίτσα, Ημαθία και Ρουμανία.

Ακόμα και με χρήση διαφορετικών λογισμικών (PVsyst, PVGIS) για σχεδόν βέλτιστη κλίση στα έργα παρατηρήθηκε ότι οι θερμοκρασιακές απώλειες κυμάνθηκαν σε κοντινά επίπεδα μεταξύ τους με μέση τιμή **7,1%** πτώση απόδοσης λόγω θερμοκρασιακών απωλειών. Στα παραπάνω έργα χρησιμοποιήθηκαν 3 διαφορετικές τεχνολογίες πλαισίων (πολυκρυσταλλικά, thin film, υβριδικά).



**ΕΙΚΟΝΑ 4.20. Διάγραμμα θερμοκρασιακών απωλειών των Φ/Β πλαισίων σε Φ/Β μελέτη με χρήση PVSyst και PVGIS (Φ/Β συστήματα στη Ρουμανία, Καρδίτσα, Πτολεμαίδα και Ημαθία)**



**ΕΙΚΟΝΑ 4.21. Εικόνα θερμοκρασιακών απωλειών στην διεπιφάνεια Junction Box - Φ/Β πλαισίων από θερμογραφική κάμερα σε Φ/Β σύστημα (Τρίκαλα Μάρτιος 2013)**

### B.1.1.3 ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗΣ ΠΛΑΙΣΙΩΝ (DEGRADATION)

**ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ EVENT  $\rightarrow 22*1,5*1,5*0,5=24,75\%$**

-ΜΕΣΑΙΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1,5  
 -ΜΕΓΑΛΗ ΒΑΡΥΤΗΤΑ 1,5  
 -ΜΙΚΡΟ ΚΟΣΤΟΣ 0,5

Το Φαινόμενο Degradation, είναι ένα φαινόμενο που επηρεάζει τα φωτοβολταϊκά πλαίσια και οδηγεί σε σταδιακή μείωση της απόδοσής τους, και αφορά όλους τους τύπους των Φ/Β πλαισίων (κρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια πυριτίου Si , thin film Φ/Β πλαίσια , υβριδικά κτλ.).

Το Φαινόμενο Degradation αρχικά εμφανίζεται ως initial Degradation με πιο έντονο βαθμό και μετά την σταθεροποίηση (stabilization) του στοιχείου έχει ένα πιο σταθερό ποσοστό συνήθως αισθητά μικρότερο ποσοστό.

Από εμπειριστατωμένες μελέτες που έχουν γίνει παγκοσμίως έχουμε τα κάτωθι αποτελέσματα :

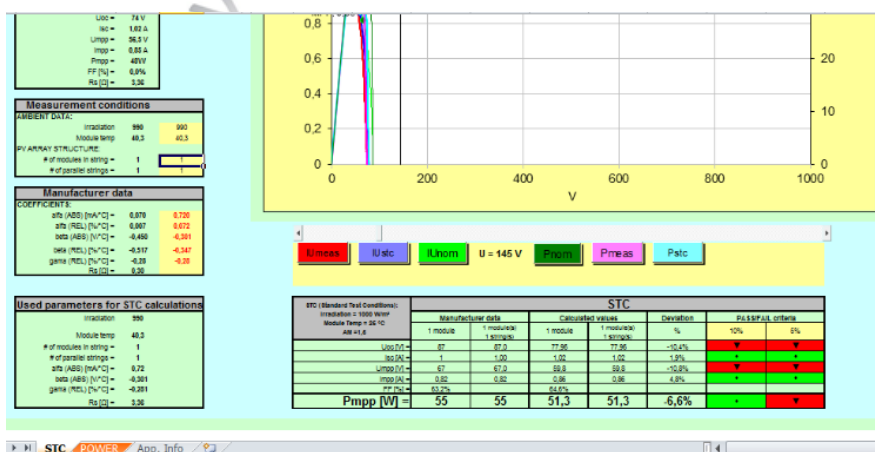
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	ΧΡΟΝΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ (ΜΗΝΕΣ)	DEGRADATION (%) /ΕΤΟΣ	ΣΧΟΛΙΑ
ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ ,ΠΕΡΘ	cSi	16	1,6	DEGRADATION ΑΠΌ 0,5 ΩΣ 2,7 ΑΝΑ ΕΤΟΣ
ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ ,ΠΕΡΘ	pSi	16	1,95	DEGRADATION ΑΠΌ 1 ΩΣ 2,9 ΑΝΑ ΕΤΟΣ
ΗΠΑ , ΑΡΙΖΟΝΑ	cSi	48	0,4	
ΗΠΑ , ΑΡΙΖΟΝΑ	pSi	48	0,53	
ΗΠΑ , ΚΑΛΙΦΟΡΝΙΑ	cSi	132	0,4	
ΙΑΠΩΝΙΑ , ΧΑΜΑΜΑΤΣΟΥ	cSi	120	0,62	
ΗΠΑ , ΚΟΛΟΡΑΝΤΟ	cSi	96	0,75	
ΙΤΑΛΙΑ , ΙΣΠΡΑ	pSi	264	0,3	
ΙΤΑΛΙΑ , ΙΣΠΡΑ	cSi	264	0,67	
ΕΛΒΕΤΙΑ , ΛΟΥΓΚΑΝΟ	cSi	48	0,53	
<b>ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΣΥΝΟΛΟΥ DEGRADATION ΑΝΑ ΕΤΟΣ (%)</b>			<b>0,775</b>	

**ΕΙΚΟΝΑ 4.22. Μέσος όρος συνόλου ετήσιας ενεργειακής υποβάθμισης- degradation [5] [7]**

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	ΧΡΟΝΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ (ΜΗΝΕΣ)	DEGRADATION (%) /ΕΤΟΣ	ΣΧΟΛΙΑ
ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ, ΠΕΡΘ	aSi	16	18,8	
ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ, ΠΕΡΘ	CIS	16	12,6	
ΗΠΑ, ΑΡΙΖΟΝΑ	aSi	48	3,52	
ΑΛΓΕΡΙΑ, ΓΚΑΡΝΤΑΙΑ	CIS	120	7,5	IEC 6089
ΑΛΓΕΡΙΑ, ΓΚΑΡΝΤΑΙΑ	aSi	120	0,4	IEC 6089
ΕΛΛΑΔΑ, ΒΟΙΩΤΙΑ	aSi	7	6,6	METREL FORMULA
ΕΛΛΑΔΑ, ΒΟΙΩΤΙΑ	aSi	7	8,2	METREL FORMULA
ΕΛΛΑΔΑ, ΒΟΙΩΤΙΑ	aSi	7	4,3	METREL FORMULA
ΕΛΛΑΔΑ, ΒΟΙΩΤΙΑ	aSi	8	5,1	METREL FORMULA
ΕΛΛΑΔΑ, ΒΟΙΩΤΙΑ	aSi	8	6,6	METREL FORMULA
ΕΛΛΑΔΑ, ΒΟΙΩΤΙΑ	aSi	8	7,4	METREL FORMULA
ΕΛΛΑΔΑ, ΚΑΡΔΙΤΣΑ	aSi	4	7,1	METREL FORMULA
ΕΛΛΑΔΑ, ΚΑΡΔΙΤΣΑ	aSi	4	3,1	METREL FORMULA
ΕΛΛΑΔΑ, ΚΑΡΔΙΤΣΑ	aSi	4	7,4	METREL FORMULA
ΕΛΛΑΔΑ, ΚΑΡΔΙΤΣΑ	aSi	4	10,2	METREL FORMULA
ΕΛΛΑΔΑ, ΚΑΡΔΙΤΣΑ	aSi	4	9,9	METREL FORMULA
ΕΛΛΑΔΑ, ΚΑΡΔΙΤΣΑ	aSi	4	11,3	METREL FORMULA
ΕΛΛΑΔΑ, ΒΟΙΩΤΙΑ	aSi	7	8,6	TELEMETRY DATA
ΕΛΛΑΔΑ, ΚΑΡΔΙΤΣΑ	aSi	4	8,13	TELEMETRY DATA
ΕΛΛΑΔΑ, ΚΑΡΔΙΤΣΑ	aSi	4	6,11	TELEMETRY DATA
ΕΛΛΑΔΑ, ΚΑΡΔΙΤΣΑ	aSi	4	13,5	TELEMETRY DATA
<b>ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΣΥΝΟΛΟΥ DEGRADATION ANA ΕΤΟΣ (%)</b>			<b>7,943</b>	

ΔΕΝ ΣΥΜΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΙ ΤΡΟΠΙΚΑ ΚΛΙΜΑΤΑ ή ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΡΗΜΟ  
 [25] ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ 80% ΤΩΝ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΙΝΑΙ ΜΕ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΑ ΠΛΑΙΣΙΑ  
 [25] ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ 20% ΤΩΝ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΙΝΑΙ ΜΕ THIN FILM ΠΛΑΙΣΙΑ  
 ΑΡΑ ΛΟΓΩ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΕΧΟΥΜΕ ΤΕΛΙΚΟ ΜΕΣΟ ΟΡΟ DEGRADATION Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ 1,1% ΣΕ ΕΤΗΣΙΑ ΒΑΣΗ  
 ΣΥΝΕΠΩΣ ΕΧΟΥΜΕ ΣΕ ΔΙΑΡΚΕΙΑ 20 ΕΤΩΝ ΕΧΟΥΜΕ DEGRADATION 22%

**ΕΙΚΟΝΑ 4.23. Μέσος όρος συνόλου ετήσιου degradation. Μετρήσεις Κραββαρίτη Γ. και στοιχεία πηγών [5] [7]**

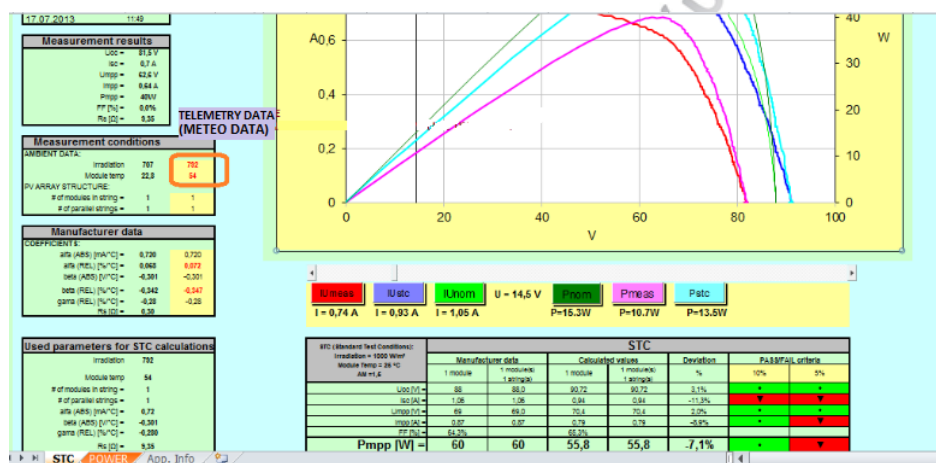


10-07-2013 ΒΟΙΩΤΙΑ

**ΕΙΚΟΝΑ 4.24. Ενδεικτικές μετρήσεις degradation σύμφωνα με την METREL FORMULA σύμφωνα με τα METREL data [Δεδομένα μετρήσεων σε επίγειο Φ/Β πάρκο στη Βοιωτία]**

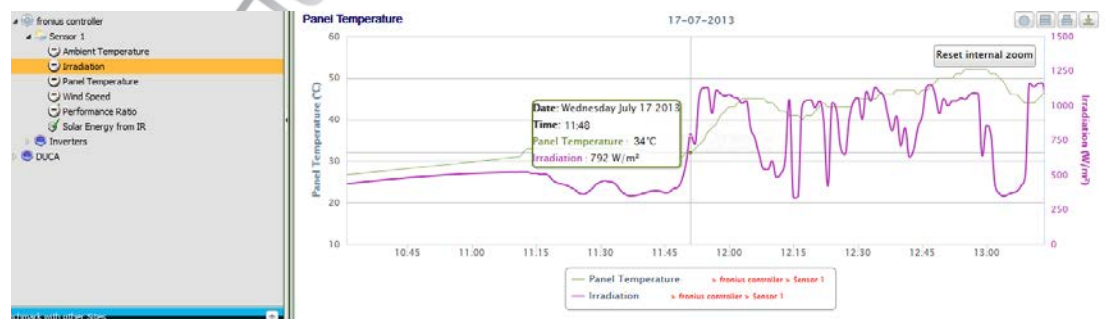
Measurement conditions		
AMBIENT DATA:		
Irradiation	931	931
Module temp	35,3	35,3
PV ARRAY STRUCTURE:		
# of modules in string	1	10
# of parallel strings	1	2
Manufacturer data		
COEFFICIENTS:		
alfa (ABS) [mA/°C]	-0,070	0,720
alfa (REL) [%/°C]	-0,007	0,072
beta (ABS) [V/°C]	-0,450	-0,301
beta (REL) [%/°C]	-0,517	-0,347
gamma (REL) [%/°C]	-0,23	-0,23
Rs [Ω]	0,30	

**ΕΙΚΟΝΑ 4.25.** Ενδεικτικές κλιματολογικές συνθήκες (ηλιοφάνειας και θερμοκρασίας) σε συνδυασμό με τα κατασκευαστικά δεδομένα πλαισίων κατά την μέτρηση του degradation [Δεδομένα μετρήσεων από τους METREL sensors σε επίγεια Φ/Β πάρκα σε Ημαθία , Τρίκαλα, Καρδίτσα , Βοιωτία]



17-07-2013-11.48πμ ΚΑΡΔΙΤΣΑ

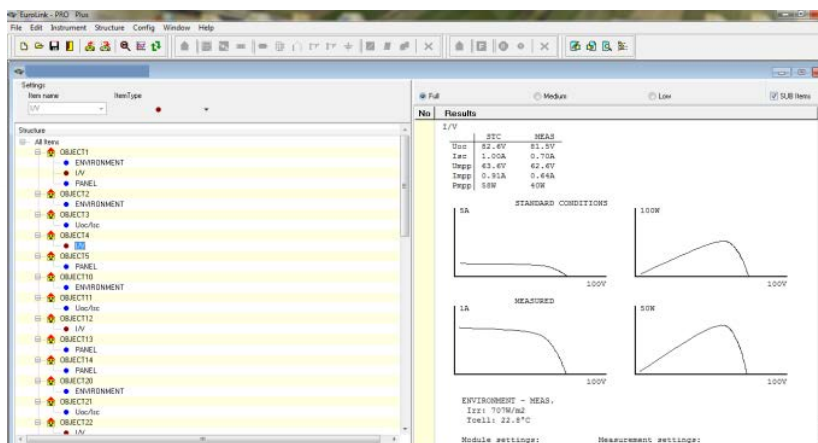
**ΕΙΚΟΝΑ 4.26.** Ενδεικτικές μετρήσεις degradation σύμφωνα με την METREL FORMULA με δεδομένα από τα data τηλεμετρίας [Δεδομένα μετρήσεων σε επίγειο Φ/Β πάρκο στην Καρδίτσα ]



17-07-2013-11.48πμ ΚΑΡΔΙΤΣΑ

**ΕΙΚΟΝΑ 4.27.** Ενδεικτικές κλιματολογικές συνθήκες (ηλιοφάνειας και θερμοκρασίας) [Δεδομένα μετρήσεων από τους telemetry sensors σε επίγειο Φ/Β πάρκο στην Καρδίτσα ]





**ΕΙΚΟΝΑ 4.28. Ένδειξη μετρήσεων σε H/Y προ της επεξεργασίας μετρήσεων με το λογισμικό του οργάνου METREL (MI 3108 EUROTEST PV)**



**ΕΙΚΟΝΑ 4.29. Διάταξη οργάνου METREL (MI 3108 EUROTEST PV) με τα παρελκόμενα του και το πιστοποιητικό διακρίβωσης (ημερ.λήξης 31.07.2013) που χρησιμοποιήθηκε στις μετρήσεις που περιέχονται στην εργασία.**



**ΕΙΚΟΝΑ 4.30.Μέτρηση επί έργου 10kW στο Περιστέρι Αττικής (Μάιος 2013)**

## Πηγές:

1. **Generic Info\_**«Fault tree analysis” P.L. Klemens, J. Sverdrup, 1993DOE Photovoltaics Reliability Project A Teamed Effort at: Sandia National Labs and the National Renewable Energy Lab, Accelerated Aging and Reliability Workshop Denver, **2008**
2. **Generic Info\_**««An Overview of Quantitative Risk Assessment Methods», F.Safie, **2000**
3. **Generic Info\_**« “Fault Tree Analysis: Tutorial”, Proceedings of the 16th International System Safety Conference, J. Andrews, UK, **1998**
4. **Generic Info\_**« “Fault Tree Handbook”, U.S. Nuclear Regulatory Commission, **1981**
5. **Pg5\_**Research “Photovoltaic Module Reliability Model Based on Field Degradation Studies” M.Vasquez and Ignacio Rey Stolle , Madrid **2008**
6. **Pg1-2-3\_**24th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, 21.-25.09.2009, Hamburg “Study on MPP Mismatch losses in Photovoltaic Applications” N. Henze, B. Sahan B. Koirala **2009**
7. **Pg3-4\_**“A comparison of the performance of different PV module types in temperate climates” A.J. Carr a.,1, T.L. Pryor ,**2003**
8. **Image1/image2\_**www.greenrhinoenergy.com ,**2013**
9. **pg14-15-18-32-42-45\_**Doctoral Thesis Submitted in partial fulfilment of the requirementsfor the award of Doctor of Philosophy of Loughborough University by Hassan Qasem **2013**
10. **pg3\_**Renewable and Sustainable Energy Reviews for “Effect of dust, humidity and air velocity on efficiency of photovoltaic cells” by S. Mekhilefa, R. Saidurb, M. Kamalisarvestanib, www.sciencedirect.com/science/journal/13640321 , **2012**
11. **pg1\_**[http://en.wikipedia.org/wiki/Decision\\_tree](http://en.wikipedia.org/wiki/Decision_tree) ,**2013**
12. **pg1\_**[http://en.wikipedia.org/wiki/Event\\_tree\\_analysis](http://en.wikipedia.org/wiki/Event_tree_analysis) ,**2013**
13. **Generic Information\_** www.wikipedia.com , **2013**
14. **Pg1-2-3\_**Gradual reduction of PV generator yield due to pollution “H.Haebertin and J.D.. Graf” , Burgdorf Switzerland , **1998**
15. **Pg3-4-10\_**Canadian Solar “ Introduction to salt mist corrosion test on PV modules” **2011**
16. **Pg4\_**“Analysis model of mismatch loses” Department of Electrical engineer , University Barcelona Spain.
17. **Generic info\_**IEA\_’PV Power systems” Colorado laboratory\_ presentation at Frankfurt \_Parkard , **2005**

## Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup>: Διορθωτικές ενέργειες και Τρόποι αντιμετώπισης – Συμπεράσματα

### 5.1 Διορθωτικές ενέργειες- Γενικά

Στο κεφάλαιο 5 παρουσιάζονται σενάρια βελτιώσεων ανά είδος αστοχίας καθώς επίσης προτείνονται και τρόποι αντιμετώπισης των αστοχιών (remedial proposals). Αρχικά προτείνονται μέθοδοι και τρόποι αντιμετώπισης των γεγονότων που αφορούν την κάλυψη της επιφάνειας των στοιχείων (PANEL’s COVER) και εν συνεχεία εστιάζουμε σε προτάσεις τρόπων αντιμετώπισης της μειούμενης απόδοσης λόγω ηλεκτρικών απωλειών Φ/Β στοιχείου (ELECTRICAL LOOSSES)

#### A.1 ΚΑΛΥΨΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ (PANEL’s COVER)

Όπως έχει αναφερθεί στο κεφάλαιο 4 τα ενεργειακά οφέλη από τον καθαρισμό ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου, είναι υπαρκτά και δεν είναι αμελητέα. Πλην των δεδομένων που παρατίθενται στο προηγούμενο κεφάλαιο, νέες μελέτες αποδεικνύουν ότι η απόδοση του φωτοβολταϊκού συστήματος, μπορεί να έχει έως και 18% απώλειες [1] μόνο από την κατακάθιση διάφορων ειδών σκόνης στην επιφάνεια των πλαισίων. Επίσης, παράγοντες όπως η χημική καταπόνηση, γύρη, ακαθαρσίες πτηνών κτλ έχουν ως αποτέλεσμα οι συνολικές απώλειες μιας φωτοβολταϊκής εγκατάστασης να ανέρχονται έως και 25%. Η κάλυψη επιφάνειας στα πλαίσια δύναται να προέρχεται από διάφορους παράγοντες όπως έχουμε προαναφέρει με την σημαντικότητά τους να αποτυπώνεται στο Δέντρο Ανάλυσης Σφαλμάτων.

Για τη μεγιστοποίηση της απόδοσης της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης, προτείνεται καθαρισμός των πλαισίων κατ’ ελάχιστο δύο φορές τον χρόνο, μια κατά τον Απρίλιο και μία κατά τον Αύγουστο (χώρα αναφοράς: Ελλάδα). Περισσότερες φορές πλύσης προτείνονται αλλά έγκειται στην οικονομική ευχέρεια του κάθε ιδιοκτήτη.

Σε περιπτώσεις έντονων φαινομένων κάλυψης της επιφάνειας πλαισίων (πχ συχνά φαινόμενα dust-storm εικόνα 4.16) ή ειδικών περιπτώσεων χημικού σκονισμού (πχ γειτνίαση Φ/Β συστήματος με βιομηχανία μαρμάρων, λατομείο κτλ) ή σε περιπτώσεις Φ/Β συστημάτων σε απόσταση μικρότερη των 2χλμ από την θάλασσα ο καθαρισμός των πλαισίων πρέπει να λαμβάνει χώρα σε μηνιαία ή διμηνιαία βάση όλο το χρόνο.

Προχωρώντας και σε λοιπούς παράγοντες κάλυψης των Φ/Β στοιχείων, οι ερευνητές παγκοσμίως έχουν αποφανθεί ότι πλαίσια με μικρή γωνία κλίσης παρουσιάζουν εντονότερα φαινόμενα κάλυψης της επιφάνειας τους λόγω των εξωγενών παραγόντων. Αυτό στατιστικά αποτρέπεται δίνοντας μεγαλύτερη των 5 μοιρών κλίση στα πλαίσια. Ακόμα και σε περιοχές κοντά στο ισημερινό όπου η κλίση των πλαισίων προτείνεται λόγω απόδοσης να είναι μηδενική. Εξάλλου, είναι γεγονός ότι η πλειονότητα των κατασκευαστών Φ/Β πλαισίων προτείνει κλίσεις μεγαλύτερες των 5μοιρών δίνοντας σοβαρά επιχειρήματα μέσω των εκάστοτε κατασκευαστικών εγγυήσεων των πλαισίων.

Αξίζει να σημειωθεί ότι εάν δεν καθαριστούν τα πλαίσια, η δημιουργία ενιαίας κρούστας βρωμιάς σε βάθος σχετικά σύντομου χρονικού διαστήματος είναι αναπόφευκτη.

Η κρούστα αυτή οποία είναι πολύ δύσκολο να καθαριστεί και έχει σαν επίπτωση την κάθετη μείωση της απόδοσης της εγκατάστασης όπως αποτυπώνεται ξεκάθαρα και στον πίνακα της 5.1.

TABLE I  
PEAK POWER FOR DIFFERENT CONDITIONS ON THE PV PANEL

Condition	Peak power (W)		
	255 W/m <sup>2</sup>	301 W/m <sup>2</sup>	340 W/m <sup>2</sup>
No plastic	4.25	4.12	3.62
Clean plastic	4.25	3.75	3.16
Mud	3.48	3.43	3.49
Talcum	3.55	3.22	1.73

**ΕΙΚΟΝΑ 5.1 Πίνακας ισχύος σε σχέση με τεχνητή κάλυψη σκόνης στην επιφάνεια Φ/Β στοιχείου. Δοκιμή in situ στο εργαστήριο για συγκεκριμένη ηλιοφάνεια [1]**

#### A.1.1.1 ΑΛΑΤΟΝΕΦΩΣΗ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ (SALT)

Περιγραφή σφάλματος : ΜΕΙΩΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΛΟΓΩ ΑΛΑΤΟΝΕΦΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΠΛΑΙΣΙΩΝ

Τρόπος Ανίχνευσης : ΟΠΤΙΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΑΝΩ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΕΝΔΕΙΞΗΣ ΑΛΑΤΩΝ ΜΕ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΜΕΘΟΔΟ. ΟΠΤΙΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΜΕΡΩΝ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ . ΜΕΤΡΗΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ-ΘΑΛΑΣΣΑΣ (ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ GOOGLE EARTH)

Τρόπος Διόρθωσης : ΕΠΙΜΕΛΗΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΜΕ ΜΕΘΟΔΟ ΚΑΙ ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΩΝ ΠΟΥ ΥΠΟΔΕΙΚΝΥΕΙ Ο ΕΚΑΣΤΟΤΕ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ ΠΛΑΙΣΙΩΝ

#### A.1.1.2 ΧΗΜΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΠΛΑΙΣΙΩΝ (CHEMICAL)

Περιγραφή σφάλματος : ΜΕΙΩΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΛΟΓΩ ΧΗΜΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΠΛΑΙΣΙΩΝ

Τρόπος Ανίχνευσης : ΟΠΤΙΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΑΝΩ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΕΝΔΕΙΞΗΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ. ΟΠΤΙΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ (ΑΝΑΛΥΣΗ ΡΥΠΩΝ ΣΕ ΕΡΓΑΣΗΡΙΟ ,ΡΥΠΟΓΟΝΕΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ , ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ , ΜΕΤΕΟΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΓΙΑ ΕΝΔΕΙΞΗ ΟΞΙΝΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ , ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΠΕΡΙΤΤΩΜΑΤΩΝ ΠΤΗΝΩΝ )

Τρόπος Διόρθωσης : ΕΠΙΜΕΛΗΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΜΕ ΜΕΘΟΔΟ ΚΑΙ ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΩΝ ΠΟΥ ΥΠΟΔΕΙΚΝΥΕΙ Ο ΕΚΑΣΤΟΤΕ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ ΠΛΑΙΣΙΩΝ

#### A.1.1.3 ΕΠΙΚΑΘΙΣΗ ΣΚΟΝΗΣ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΠΛΑΙΣΙΩΝ (DUST)

Περιγραφή σφάλματος : ΜΕΙΩΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΛΟΓΩ ΕΠΙΚΑΘΙΣΗΣ ΣΚΟΝΗΣ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΠΛΑΙΣΙΩΝ

Τρόπος Ανίχνευσης : ΟΠΤΙΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΑΝΩ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΕΝΔΕΙΞΗΣ ΕΠΙΚΑΘΙΣΗΣ ΣΚΟΝΗΣ. ΟΠΤΙΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΣ ΑΠΟΡΡΙΨΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΚΑΤΩ ΑΙΤΙΩΝ ΑΛΑΤΟΝΕΦΩΣΗΣ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ :

(α) ΟΠΤΙΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΑΝΩ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΕΝΔΕΙΞΗΣ ΑΛΑΤΩΝ ΜΕ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΜΕΘΟΔΟ. ΟΠΤΙΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΜΕΡΩΝ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ . ΜΕΤΡΗΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ-ΘΑΛΑΣΣΑΣ (ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ GOOGLE EARTH))

(β) ΕΞΩΓΕΝΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΠΟΥ ΣΥΝΗΓΟΡΟΥΝ ΣΤΗΝ ΧΗΜΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ (ΑΝΑΛΥΣΗ ΡΥΠΩΝ ΣΕ ΕΡΓΑΣΗΡΙΟ , ΡΥΠΟΓΟΝΕΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ , ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ , ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΓΙΑ ΕΝΔΕΙΞΗ ΟΞΙΝΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ , ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΠΕΡΙΤΤΩΜΑΤΩΝ ΠΤΗΝΩΝ )

Τρόπος Διόρθωσης : ΕΠΙΜΕΛΗΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΜΕ ΜΕΘΟΔΟ ΚΑΙ ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΩΝ ΠΟΥ ΥΠΟΔΕΙΚΝΥΕΙ Ο ΕΚΑΣΤΟΤΕ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ ΠΛΑΙΣΙΩΝ



**ΕΙΚΟΝΑ 5.2** Συσκευή καθαρισμού Φ/Β πλαισίων



## B.1. ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΛΟΓΩ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΟΥ (ELECTRICAL LOOSES)

### B.1.1. ΠΤΩΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ (PANEL’S EFFICIENCY REDUCTION)

Περιγραφή σφάλματος : ΜΕΙΩΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΛΟΓΩ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΟΥ

Τρόπος Ανίχνευσης : ΜΕΤΡΗΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΣΕ ΚΑΘΑΡΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕ ΙΔΙΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ , ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΝΕΜΟΥ.ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ Η ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΑΘΙΣΤΑΤΑΙ ΜΗ ΑΚΡΙΒΗΣ

Τρόπος Διόρθωσης : ΑΛΛΑΓΗ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ Ή ΧΡΗΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (PV MODULE OPTIMIZERS/MAXIMIZERS)

#### B.1.1.1 MISMATCH LOOSES

Περιγραφή σφάλματος : ΜΕΙΩΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΛΟΓΩ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΟΥ

Τρόπος Ανίχνευσης : ΜΕΤΡΗΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΣΕ ΚΑΘΑΡΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕ ΙΔΙΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ , ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΝΕΜΟΥ.ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ Η ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΑΘΙΣΤΑΤΑΙ ΜΗ ΑΚΡΙΒΗΣ

Τρόπος Διόρθωσης : ΑΛΛΑΓΗ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ Ή ΧΡΗΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (PV MODULE OPTIMIZERS/MAXIMIZERS) ΠΙΣΩ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ

#### B.1.1.2 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΟΥ (THERMAL LOOSES)

Περιγραφή σφάλματος : ΜΕΙΩΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΛΟΓΩ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΟΥ

Τρόπος Ανίχνευσης : ΜΕΤΡΗΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΣΕ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΝΕΜΟΥ.ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΜΕ ΛΗΨΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ ΜΕΣΩ ΘΕΡΜΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΚΑΜΕΡΑΣ.

Τρόπος Διόρθωσης : ΑΛΛΑΓΗ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ (ΣΕ ΤΜΗΜΑ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΟΠΟΥ ΠΑΡΟΥΣΙΑΖΕΤΑΙ ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ)



### B.1.1.3 ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (DEGRADATION)

Περιγραφή σφάλματος : ΜΕΙΩΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗΣ  
Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΟΥ (ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ DEGRADATION)

Τρόπος Ανίχνευσης : ΜΕΤΡΗΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΣΕ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΕΣ  
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΗΛΙΟΦΑΝΕΙΑΣ , ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΝΕΜΟΥ  
ΜΕ ΕΙΔΙΚΟ ΟΡΓΑΝΟ .ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ  
ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΜΕΝΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ.

Τρόπος Διόρθωσης : ΑΛΛΑΓΗ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ .ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ  
ΣΥΝΗΘΩΣ ΔΕΝ ΠΡΟΤΕΙΝΕΤΑΙ ΔΙΟΡΘΩΣΗ

## 5.2 Βελτίωση απόδοσης μετά τις διορθωτικές ενέργειες

Η βελτίωση της απόδοσης δύναται να είναι μετρήσιμη με ασφαλή συμπεράσματα σε εργαστηριακό επίπεδο. Σε πραγματικές συνθήκες , η αναμενόμενη βελτίωση με προσεγγιστικούς υπολογισμούς βάσει καταγεγραμμένων δεδομένων βρίσκεται σε αρχικό στάδιο και τα δεδομένα είναι επεξεργάσιμα εφόσον συνυπολογιστούν και οι λοιποί παράγοντες κάθε περίπτωσης. Βέβαια υπάρχουν περιπτώσεις γεγονότων που επιδέχονται βελτιώσεις ήσσονος σημασίας λόγω τεχνικής αδυναμίας πλήρους εξάλειψης και η μόνη λύση. Η βελτίωση ανά περίπτωση είναι συνάρτηση του ποσού μείωσης απόδοσης που αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 4 σε ποσοστό από 1-100% αναλόγως με την εκάστοτε περίπτωση. Τα

### **5.3 Κόστος διορθωτικών ενεργειών**

Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να συνεξεταστεί και το κόστος των προτεινόμενων διορθωτικών ενεργειών το οποίο αναλύεται στο κεφάλαιο 5.3. Επίσης, σημαντικό ρόλο παίζει και η σχέση κόστους-οφέλους που πολλές φορές δεν φαίνεται αμέσως αλλά είναι μακροπρόθεσμη. Σε άλλες περιπτώσεις, το όφελος είναι πολύ μεγαλύτερο από το κόστος

Όταν το κόστος μη επανεμφάνισης ενός γεγονότος είναι πολύ μεγάλο λειτουργεί αποτρεπτικά στην πρόταση διορθωτικής ενέργειας που προτείνεται ή αναγκαστικά προτείνεται μια εναλλακτική διορθωτική ενέργεια η οποία έχει πολύ μικρό κόστος αλλά είναι εφαρμόσιμη. Ως παράδειγμα, να αναφέρουμε το φαινόμενο θερμοκρασιακών απωλειών στην περίπτωση που συμβαίνει στην πληθώρα των πλαισίων ενός συστήματος. Η αλλαγή όλων των Φ/Β στοιχείων δεν είναι πρακτικά δυνατή για οικονομικούς λόγους, συνεπώς η επιλεκτική αλλαγή τμημάτων του πλαισίου (πχ junction box ή κοννέκτορες) φαντάζει ως μοναδική και οικονομική λύση.

#### **A.1 ΚΑΛΥΨΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΠΑΝΕΛ (PANEL'S COVER)**

***-ΜΙΚΡΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΞΑΛΕΙΨΗΣ ή ΜΗ ΕΠΑΝΕΜΦΑΝΙΣΗΣ***

##### **A.1.1.1 ΑΛΑΤΟΝΕΦΩΣΗ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ (SALT)**

***ΜΕΓΑΛΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΞΑΛΕΙΨΗΣ ή ΜΗ ΕΠΑΝΕΜΦΑΝΙΣΗΣ***

##### **A.1.1.2 ΧΗΜΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΠΛΑΙΣΙΩΝ (CHEMICAL)**

***ΜΕΣΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΞΑΛΕΙΨΗΣ ή ΜΗ ΕΠΑΝΕΜΦΑΝΙΣΗΣ***

##### **A.1.1.2.1 ΓΕΝΙΚΟΤΕΡΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ (ENV. POLLUTION)**

***ΜΕΣΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΞΑΛΕΙΨΗΣ ή ΜΗ ΕΠΑΝΕΜΦΑΝΙΣΗΣ***

##### **A.1.1.2.2 ΠΕΡΙΤΤΩΜΑΤΑ ΠΤΗΝΩΝ (ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΑΝΟΙΧΤΟ ΟΡΙΖΟΝΤΑ) (BIRD CHEM)**

***ΜΕΣΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΞΑΛΕΙΨΗΣ ή ΜΗ ΕΠΑΝΕΜΦΑΝΙΣΗΣ***

##### **A.1.1.3 ΕΠΙΚΑΘΙΣΗ ΣΚΟΝΗΣ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΠΛΑΙΣΙΩΝ (DUST)**

***-ΜΙΚΡΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΞΑΛΕΙΨΗΣ ή ΜΗ ΕΠΑΝΕΜΦΑΝΙΣΗΣ***

##### **A.1.1.3.1.1 ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΓΗ ΜΕ ΧΩΜΑΤΟΔΡΟΜΟΥΣ ΚΑΙ ΕΝΤΟΝΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ (SOIL DUST RISK)**

***-ΜΕΣΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΞΑΛΕΙΨΗΣ ή ΜΗ ΕΠΑΝΕΜΦΑΝΙΣΗΣ***

##### **A.1.1.3.1.2 ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ (CIVIL AREA)**

**-ΜΕΣΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΞΑΛΕΙΨΗΣ ή ΜΗ ΕΠΑΝΕΜΦΑΝΙΣΗΣ**

## **B.1. ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΛΟΓΩ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΟΥ (ELECTRICAL LOOSES)**

### **B.1.1. ΠΤΩΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ (PANEL’s EFFICIENCY REDUCTION)**

**-ΜΕΣΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΞΑΛΕΙΨΗΣ ή ΜΗ ΕΠΑΝΕΜΦΑΝΙΣΗΣ**

#### **B.1.1.1 MISMATCH LOOSES**

**-ΜΙΚΡΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΞΑΛΕΙΨΗΣ ή ΜΗ ΕΠΑΝΕΜΦΑΝΙΣΗΣ**

#### **B.1.1.2 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΟΥ (THERMAL LOOSES)**

**-ΜΙΚΡΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΞΑΛΕΙΨΗΣ ή ΜΗ ΕΠΑΝΕΜΦΑΝΙΣΗΣ**

#### **B.1.1.3 ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗΣ ΠΛΑΙΣΙΩΝ (DEGRADATION)**

**-ΜΙΚΡΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΞΑΛΕΙΨΗΣ ή ΜΗ ΕΠΑΝΕΜΦΑΝΙΣΗΣ**

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

## **5.4 Συμπεράσματα – Θέματα για περαιτέρω εξέταση**

Συμπερασματικά , προκύπτει ότι το σύνολο των διορθωτικών ενεργειών που δύναται να προταθούν για αντιμετώπιση των γεγονότων αστοχίας που περιγράφονται στο F.T.A. ποικίλουν ως προς το κόστος , την μέθοδο εφαρμογής , το ποσοστό βελτίωσης κτλ.

Τα συμπεράσματα που εξάγονται σήμερα , στο εγγύς μέλλον ίσως θεωρηθούν ξεπερασμένα λόγω της ταχείας τεχνολογικής εξέλιξης του κλάδου αλλά και της συνεχούς μείωσης των τιμών των Φ/Β στοιχείων.

Είναι χαρακτηριστικό το γεγονός ότι όλες οι σημαντικές εταιρείες του Φ/Β χώρου εστιάζουν στην εξέλιξη και δοκιμή νέων Φ/Β στοιχείων αντί να προσπαθούν να διορθώσουν ή απλώς να βελτιώσουν τα είδη υπάρχοντα στοιχεία.

Ίσως αυτή η τάση της αγοράς να μην είναι ορθή καθώς στο στίβο του ανταγωνισμού θέτουν σε δεύτερη μοίρα τα ‘ανταλλακτικά και την συντήρηση’ των παλαιών μοντέλων με συνέπεια την ενδεχόμενη αδυναμία των υπαρχουσών εγκαταστάσεων να εξαντλήσουν την προβλεπόμενη χρονική περίοδο ωφέλιμης ζωής τους. Στην περίπτωση αυτή , θα έχουμε αύξηση του κεφαλαιακού κόστους λόγω μείωσης του χρόνου απόσβεσης καθώς και αύξηση του λειτουργικού κόστους , λόγω αυξημένων δαπανών συντήρησης/αντικατάστασης με στοιχεία παλαιάς τεχνολογίας. Από την άλλη πλευρά όμως θα γίνεται συνεχώς οικονομικότερη η αντιμετώπιση με στοιχεία νεότερης τεχνολογίας.

Τελικά , η λήψη απόφασης αντικατάστασης απαιτεί την επίλυση ενός προβλήματος πολυκριτηριακής επιλογής , αντίστοιχα με αυτό που παρουσιάζεται στο συνημμένο 6<sup>ο</sup> κεφάλαιο της παρούσας εργασίας.

### Πηγές:

1. pg5\_ ‘Effects of Dust on the Performance of PV Panels’ from Shaharin A. Sulaiman, Haizatul H. Hussain, Nik Siti H. Nik Leh, and Mohd S. I. Razali , World Academy of Science, Engineering and Technology 2011

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

## Κεφάλαιο 6<sup>ο</sup>: Πολυκριτηριακή Ανάλυση Ποιότητας Υλικού – Απόδοσης (εκφρασμένη σε μονάδες επιφάνειας Φ/Β στοιχείου)

### 6.1 Γενικά

Η Πολυκριτηριακή Ανάλυση αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους και ταχύτερα εξελισσόμενους χώρους της επιχειρησιακής έρευνας, με αντικείμενο την αντιμετώπιση προβλημάτων, όπου η λήψη αποφάσεων προσδιορίζεται βάσει πολλαπλών κριτηρίων και στόχων που έχουν συνήθως μια ανταγωνιστική σχέση μεταξύ τους, όπως στην προκειμένη περίπτωση τα Φωτοβολταϊκά Πλαίσια. Η προσφορά της πολυκριτηριακής ανάλυσης που παραθέτουμε, βοηθά με καινοτόμες μεθόδους τους λήπτες αποφάσεων ώστε με ορθολογική τρόπο επιλογής να καταλήξουν στην τεχνολογία Φωτοβολταϊκών Πλαισίων που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν. Η εφαρμογή στην πράξη αυτών των μεθοδολογικών προσεγγίσεων προσδίδει την απαραίτητη αξιοπιστία και επιστημονική υποστήριξη στους αποφασίζοντες, παρέχοντας τους τα εργαλεία ανάλυσης πολύπλοκων προβλημάτων, όπως και την απαραίτητη στήριξη στις αποφάσεις αυτές. Ταυτόχρονα η πολυκριτήρια ανάλυση έχει στόχο να συμβάλει στον εντοπισμό των βασικών χαρακτηριστικών και ιδιοτήτων των διαθέσιμων εναλλακτικών λύσεων. Οι μεθοδολογίες που ανταποκρίνονται σε αυτούς του στόχους εξασφαλίζουν στους αποφασίζοντες καλύτερη αντίληψη του προβλήματος, ενώ παρέχουν και τη δυνατότητα διάκρισης των διαφοροποιήσεων και αλληλεπιδράσεων μεταξύ των πολλαπλών και αντικρουόμενων κριτηρίων.

Αναφορικά με το εξεταζόμενο θέμα της ανάλυσης Ποιότητας Υλικού σε σχέση με την Απόδοση (εκφρασμένη σε μονάδες επιφάνειας Φ/Β στοιχείου), στόχος της μεθοδολογίας είναι η αποτελεσματική διερεύνηση και συσχέτιση:

-της **Ποιότητας Υλικού** με εναλλακτικές ΜΟΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ, ΠΟΛΥΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ, THIN FILM(a-Si) ΠΛΑΙΣΙΟ, THIN FILM(CIS) ΠΛΑΙΣΙΟ, ΥΒΡΙΔΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.

-με την **Απόδοση-Benefit** (εκφρασμένη σε μονάδες επιφάνειας Φ/Β στοιχείου) με εναλλακτικές ΚΟΣΤΟΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ανά m<sup>2</sup>, ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ανά m<sup>2</sup>, ΧΡΟΝΟΣ ΖΩΗΣ ανά m<sup>2</sup>, ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ανά m<sup>2</sup>, ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ανά m<sup>2</sup>, ΩΡΙΜΟΤΗΤΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ανά m<sup>2</sup>.



## 6.2 Η διαδικασία της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης

Η πολυκριτηριακή ανάλυση ορίζεται ως μία συστηματική και μαθηματικά τυποποιημένη προσπάθεια επίλυσης προβλημάτων που προκύπτουν από αντικρουόμενους στόχους. Η ικανοποίηση των στόχων αυτών δεν μπορεί να είναι πλήρης, ειδικά όταν μιλάμε για **Απόδοση-Benefit** (εκφρασμένη σε μονάδες επιφάνειας Φ/Β στοιχείου) και συγκεκριμένα με εναλλακτικές το ΚΟΣΤΟΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ανά m<sup>2</sup> , ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ανά m<sup>2</sup> , τον ΧΡΟΝΟΣ ΖΩΗΣ ανά m<sup>2</sup> , την ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ανά m<sup>2</sup> , και τέλος την ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ανά m<sup>2</sup>.

Επί παραδείγματι , ορίζουμε τους βαθμούς ικανοποίησης με βαθμούς από 2 έως 8 , κλιμακωτά και ως εξής:

Μέγιστος Βαθμός Ικανοποίησης → 8  
Ενδιάμεσοι Βαθμοί Ικανοποίησης → 7-6-5-4-3  
Ελάχιστος Βαθμός Ικανοποίησης → 2

Η επιστημονική περιοχή της πολυκριτηριακής ανάλυσης περιλαμβάνει κατ' αρχήν ένα θεωρητικό υπόβαθρο, στο οποίο αναπτύσσεται η βασική λογική για την προσέγγιση τέτοιου είδους προβλημάτων. Ακόμη προσδιορίζονται τα κύρια δομικά στοιχεία του προβλήματος και αναλύονται οι βασικές τους ιδιότητες. Με βάση αυτό το θεωρητικό υπόβαθρο έχει αναπτυχθεί ένα πλήθος τεχνικών, κατάλληλων για την αντιμετώπιση ενός μεγάλου εύρους προβλημάτων που προκύπτουν στην πράξη.

### 6.3 Καθορισμός Παράγοντα Υλικού (Ομοιομορφία) , Απόδοσης (Benefit) και Συντελεστών Βαρύτητας

Στο επισυναπτόμενο πίνακα που ακολουθεί , καθορίζονται οι συντελεστές βαρύτητας των κριτηρίων , με γνώμονα για την ποσόστωση τους , την σημαντικότητα του κάθε κριτηρίου σε όλο το Φωτοβολταϊκό σύστημα λίγο πριν την φάση κατασκευής του. Λόγω της ραγδαίας ανάπτυξης τεχνολογίας και ευπλασίας τιμών του Φωτοβολταϊκού κλάδου παγκοσμίως , είναι ιδιαίτερα ασταθές να αναφερθούμε σε ορίζοντα είκοσι ετών και για τον λόγο αυτό η παρούσα πολυκριτηριακή ανάλυση εστιάζεται στην συσχέτιση Παράγοντα Υλικού (Ομοιομορφία) και Απόδοσης (Benefit) εμπορικά διαθέσιμων Φ/Β πλαισίων και όχι σε πλαίσια που συναντώνται σε ερευνητικό επίπεδο.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ (Wi)	A1	A2	A3	A4	A5	Σταθισμένη Βαθμολογία Επιλογών					
		ΜΟΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΑ ΠΛΑΙΣΙΑ	ΠΟΛΥΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΑ ΠΛΑΙΣΙΑ	THIN FILM (a-si) ΠΛΑΙΣΙΑ	THIN FILM (CIS) ΠΛΑΙΣΙΑ	ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΠΛΑΙΣΙΑ	ΜΟΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΑ ΠΛΑΙΣΙΑ	ΠΟΛΥΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΑ ΠΛΑΙΣΙΑ	THIN FILM (a-si) ΠΛΑΙΣΙΑ	THIN FILM (CIS) ΠΛΑΙΣΙΑ	ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΠΛΑΙΣΙΑ	
fi	(Wi)	ai1	ai2	ai3	ai4	ai5						
ΚΟΣΤΟΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ/m2	0,19	4	6	8	7	3	0,76	1,14	1,52	1,33	0,57	
ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ/m2	0,19	5	5	4	4	6	0,95	0,95	0,76	0,76	1,14	
ΧΡΟΝΟΣ ΖΩΗΣ/m2	0,13	5	5	4	4	4	0,65	0,65	0,52	0,52	0,52	
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ/m2	0,2	6	5	3	4	8	1,2	1	0,6	0,8	1,6	
ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ/m2	0,12	6	6	5	5	5	0,72	0,72	0,6	0,6	0,6	
ΩΡΙΜΟΤΗΤΑ/m2	0,17	5	5	5	5	4	0,85	0,85	0,85	0,85	0,68	
1		ΑΘΡΟΙΣΜΑ Sj						5,13	5,31	4,85	4,86	5,11

#### 6.1 Πίνακας πολυκριτηριακής ανάλυσης

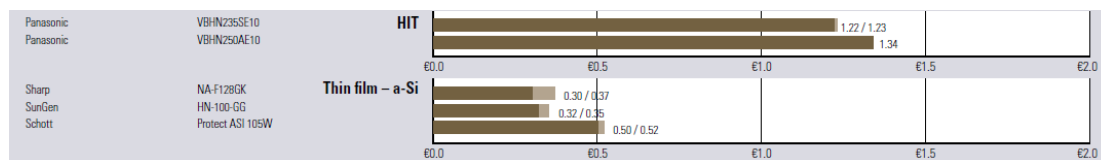
### ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ

Ακολουθεί σύντομη επεξήγηση της βαθμολόγησης των κριτηρίων του πίνακα.

#### **A. ΚΟΣΤΟΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ανά m2**

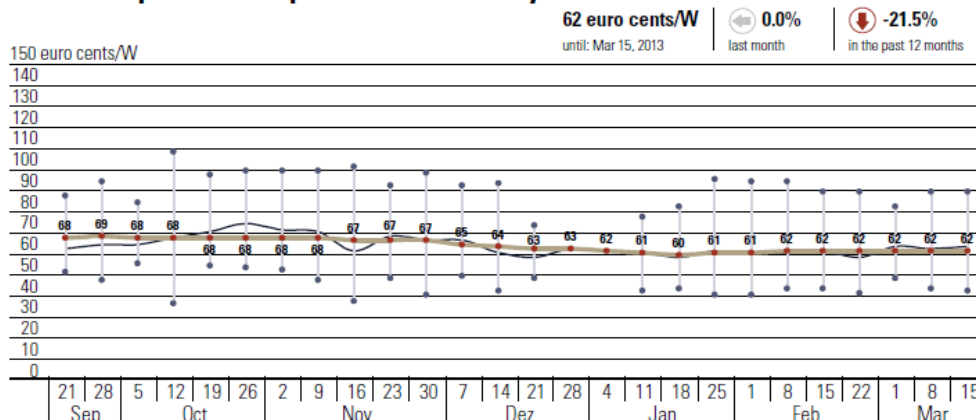
Τα τελευταία χρόνια οι πωλήσεις των Φωτοβολταϊκών πλαισίων έχουν γνωρίσει μεγάλη άνθιση με αποτέλεσμα ο ανταγωνισμός να αυξάνεται με ταυτόχρονη μείωση και σταδιακή σταθεροποίηση των τιμών σε μια υπό συνθήκες ώριμη Φωτοβολταϊκή αγορά. Αναφέρονται παρακάτω τιμές που αφορούν διάφορες τεχνολογίες Φ/Β πλαισίων και συγκρίνονται όχι σε κάποια Φωτοβολταϊκά αναλφάβητη χώρα , αλλά στην Φωτοβολταϊκά ώριμη Γερμανία.

Το στατιστικό δείγμα ανά τεχνολογία κρίνεται επαρκές (από 138 ως 4.860 σημεία συλλογής δεδομένων) και δίνει έντονη και έγκυρη αίσθηση της αγοράς του πρώτου τετραμήνου 2013.



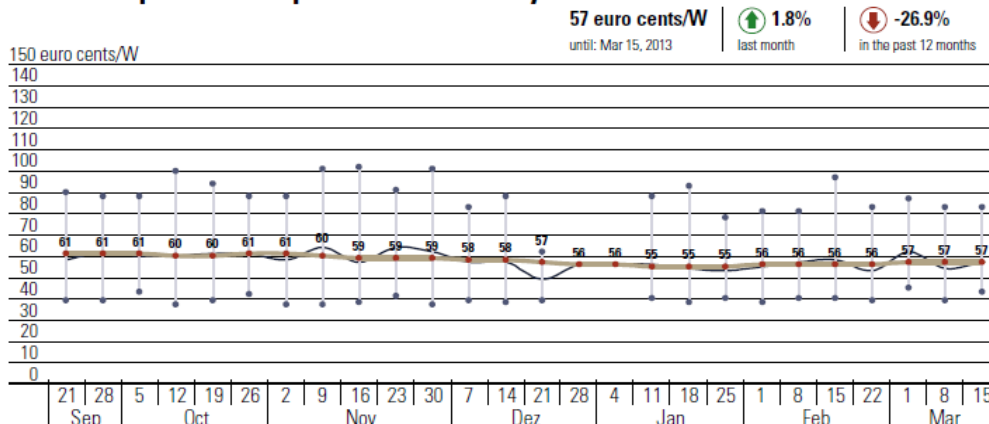
## 6.2 Ενδεικτική σύγκριση τιμών υβριδικών και thin-film (a-Si) Φ/Β πλαισίων, Απρίλιος 2013 [4]

### German spot market prices for monocrystalline modules



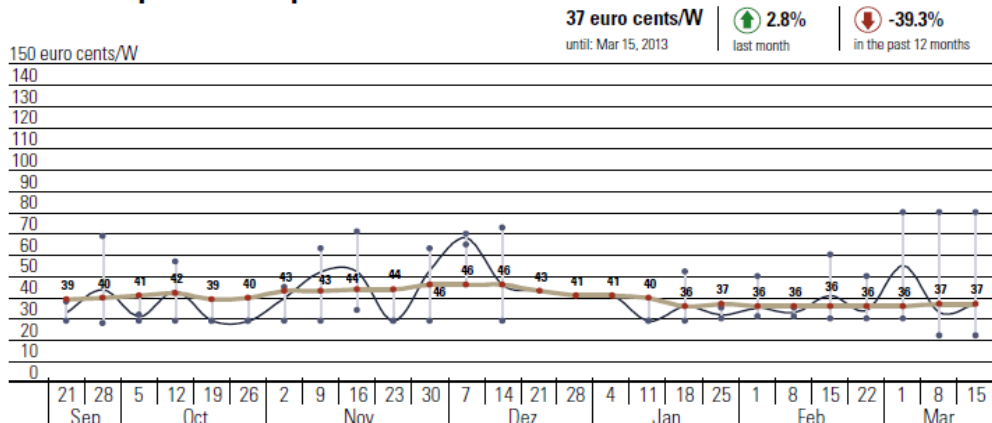
3,489 data points, excl. Panasonic and SunPower; source: PHOTON International

### German spot market prices for multicrystalline modules



4,680 data points, source: PHOTON International

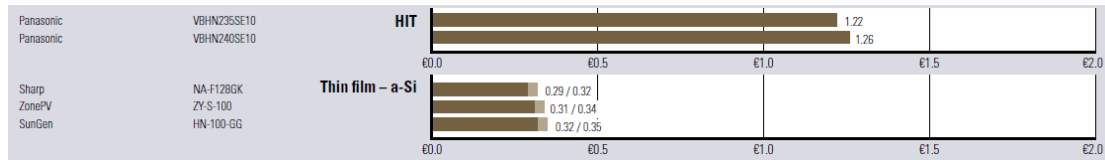
### German spot market prices for a-Si modules



175 data points, source: PHOTON International

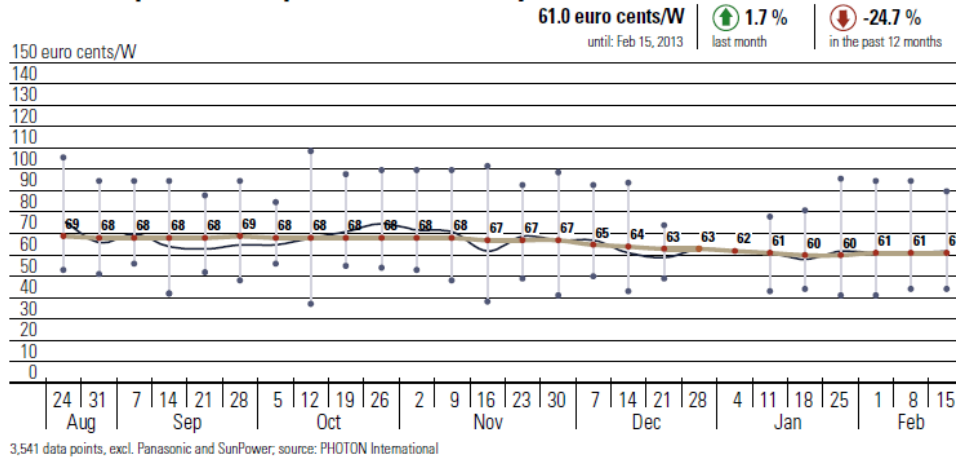
• price range of each week — average prices — price trend (with value of each week)

## 6.3 Ενδεικτικές τιμές μονοκρυσταλλικών, πολυκρυσταλλικών και thin-film (a-Si) Φ/Β πλαισίων Απρίλιος 2013 [4]

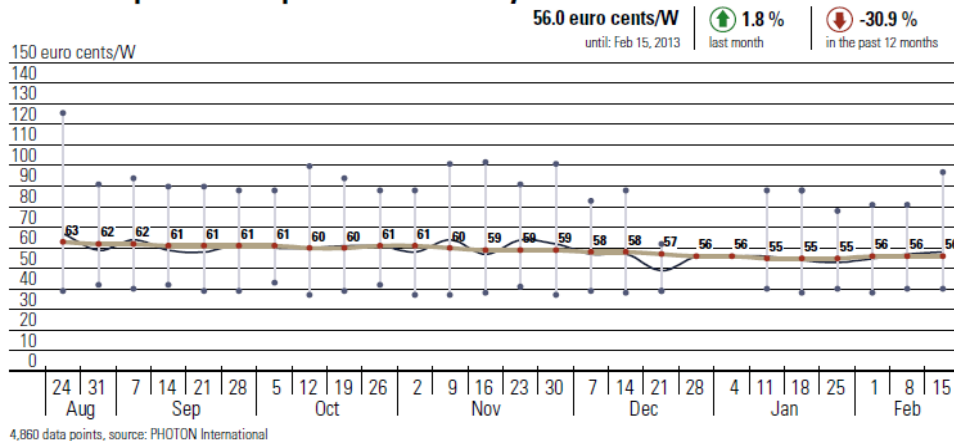


#### 6.4 Ενδεικτική σύγκριση τιμών υβριδικών και thin-film (a-Si) Φ/Β πλαισίων, Μάρτιος 2013 [5]

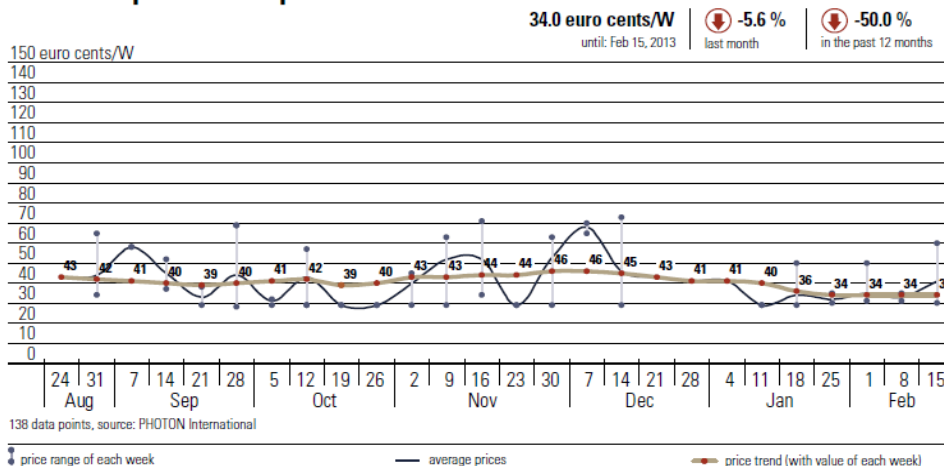
##### German spot market prices for monocrystalline modules



##### German spot market prices for multicrystalline modules



##### German spot market prices for a-Si modules



#### 6.5 Ενδεικτικές τιμές μονοκρυσταλλικών, πολυκρυσταλλικών και thin-film (a-Si) Φ/Β πλαισίων Μάρτιος 2013 [5]

## **B. ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ανά m<sup>2</sup>**

Το κόστος εγκατάστασης ανά m<sup>2</sup> σε Φ/Β πλαίσια κρυσταλλικής τεχνολογίας (μονοκρυσταλλικά-πολυκρυσταλλικά) αλλά και υβριδικά πλαίσια είναι περίπου ίδιο καθώς το ο αριθμός πλαισίων και το εμβαδό που απαιτείται σε συγκεκριμένη έκταση δεν παρουσιάζει πολύ μεγάλες αποκλίσεις. Ειδικά σε πολύ μεγάλες επίγειες εγκαταστάσεις τα μεγέθη αυτά είναι πολύ κοντινά.

Στις περιπτώσεις των thin film πλαισίων ο αριθμός πλαισίων αυξάνεται, ο χώρος που απαιτείται είναι μεγαλύτερος και κατά συνέπεια το κόστος στηρικτικών, καλωδιώσεων, περίφραξης, συστήματος CCTV – Security κτλ είναι υψηλότερο.

Υπάρχουν επίσης thin film πλαίσια που λόγω ιδιαίτερων ηλεκτρολογικών απαιτήσεων (παράλληλισμός string ή γείωση αρνητικού πόλου) αυξάνουν ακόμα περισσότερο το κόστος. Τέλος, σε περιπτώσεις frameless πλαισίων ο χρόνος εγκατάστασης άρα και το κόστος αυξάνονται καθώς τα εν λόγω πλαίσια είναι πιο επιρρεπή σε σπασίματα/ραγίσματα κατά την διαδικασία τοποθέτησης.

## **Γ. ΧΡΟΝΟΣ ΖΩΗΣ ανά m<sup>2</sup>**

Ο χρόνος ζωής των μη ελαττωματικών Φ/Β πλαισίων ξεπερνά τα είκοσι έτη άρα η βαθμολόγηση του κριτηρίου αυτού παρουσιάζει μικρές αποκλίσεις μεταξύ των διαφορετικών πλαισίων. Η πολύ μικρή διαφοροποίηση οφείλεται σε μικρές τεχνολογικές διαφορές μεταξύ κρυσταλλικών και thin-film πλαισίων. Για την περίπτωση των υβριδικών πλαισίων η βαθμολόγηση είναι σχετικά πιο χαμηλή λόγω των λιγότερων ετών που έχουν δοκιμαστεί σε πραγματικές συνθήκες εγκατάστασης.

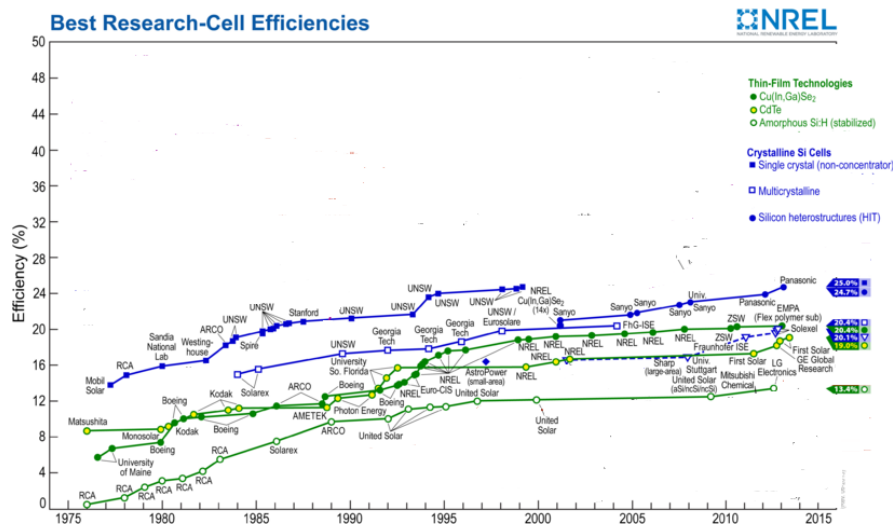
## **Δ. ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ανά m<sup>2</sup>**

Σχετικά με την βαθμολόγηση της ηλεκτρικής απόδοσης παραθέτουμε παρακάτω ενδεικτικές αποδόσεις Φ/Β πλαισίων του εμπορίου σε συνδυασμό με πίνακα υλικού πλαισίων από το National Renewable Energy Laboratory (NREL) του Κολοράντο στο Ντένβερ των Η.Π.Α. Ενδεικτικά, να αναφέρουμε ότι υβριδικής τεχνολογίας Φ/Β πλαίσια παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες αποδόσεις 17%-21% (PANASONIC HIT-H250E01 250w/ απόδοση 18%), πλαίσια μονοκρυσταλλικής τεχνολογίας 15%-19% (YINGLI PANDA 270W/ απόδοση 16,5%), πολυκρυσταλλικής τεχνολογίας 14-18% (SOLAR FABRIK PRO L3, 260W/απόδοση 15,9%), Thin-film (a-Si) πλαίσια 7-11%, Thin-film (CIS) πλαίσια απόδοση 11-15% (MiaSole MS155 / απόδοση 14,5%, Solar Frontier SF165-S 165W/ απόδοση 13,4%).

Σε τεκμηρίωση των ανωτέρω, παραθέτουμε και στοιχεία του εγκυρότατου παγκοσμίως Φωτοβολταϊκού περιοδικού (PHOTON Magazine International, Issue Feb2013, pg.72) που αναφέρει ως μέση τιμή απόδοσης των μονοκρυσταλλικών πλαισίων 15,1%, των πολυκρυσταλλικών πλαισίων 14,7%.

Οι μέσες τιμές αποδόσεων των thin film πλαισίων βρίσκονται αισθητά κάτω από τα παραπάνω ποσοστά.

Για λόγους ολιστικής προσέγγισης του ζητήματος αναφέρεται ότι οι μέσες τιμές απόδοσης που αναφέρθηκαν αφορούν βάση δεδομένων 4.950 πλαισίων.



### 6.6 Τμηματικό γράφημα αποδόσεων υβριδικών μονοκρυσταλλικών, πολυκρυσταλλικών και thin-film (a-Si) Φ/Β πλαισίων από το NREL [7]

#### Ε.ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ανά m<sup>2</sup>

Η αξιοπιστία όλων των προαναφερθέντων επιλογών που αφορά καλώς λειτουργούντα Φ/Β πλαίσια παρουσιάζει σχετικά μικρές αποκλίσεις μεταξύ των διαφορετικών πλαισίων. Η πολύ μικρή διαφοροποίηση οφείλεται σε μικρές τεχνολογικές διαφορές μεταξύ κρυσταλλικών και thin-film πλαισίων. Για την περίπτωση των υβριδικών πλαισίων η βαθμολόγηση είναι σχετικά πιο χαμηλή λόγω των λιγότερων ετών που έχουν δοκιμαστεί σε πραγματικές συνθήκες εγκατάστασης.

#### ΣΤ.ΩΡΙΜΟΤΗΤΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ανά m<sup>2</sup>

Η ωριμότητα όπως και στο κριτήριο της αξιοπιστίας αφορά καλώς λειτουργούντα Φ/Β πλαίσια παρουσιάζει σχετικά μικρές αποκλίσεις μεταξύ των διαφορετικών πλαισίων. Η αξιολόγηση μεταξύ κρυσταλλικών και thin-film πλαισίων είναι η ίδια καθώς θεωρούνται τεχνολογίες αμιγώς ώριμες. Για την περίπτωση των υβριδικών πλαισίων η βαθμολόγηση είναι σχετικά πιο χαμηλή λόγω των λιγότερων ετών που έχουν δοκιμαστεί σε πραγματικές συνθήκες εγκατάστασης, κάτι που συμβαίνει και στον παράγοντα της αξιοπιστίας.



## 6.4 Συμπεράσματα

Η διαμόρφωση ολοκληρωμένης άποψης για την ανάλυση της συσχέτισης Ποιότητας Υλικού σε συνδυασμό με την Απόδοση (εκφρασμένη σε μονάδες επιφάνειας Φ/Β στοιχείου), αποτελεί μια πολύπλοκη διαδικασία, δεδομένου ότι:

- Ο αριθμός των διαθέσιμων εναλλακτικών τεχνολογίας Φ/Β πλαισίων είναι στις περισσότερες περιπτώσεις μεγάλος. Για το λόγο αυτό, ο προγραμματισμός δράσεων διαχείρισης και η εφαρμογή αντίστοιχων συστημάτων πρέπει να συμπεριλαμβάνει στη διαδικασία επιλογής όλες τις τεχνικά εφικτές λύσεις.
- Κάθε τύπος στοιχείου παρουσιάζει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, τεχνικά και οικονομικά. Επομένως απαιτείται η συγκριτική αξιολόγηση να γίνεται με προσέγγιση που συνδυάζει θεωρητικά, πρακτικά και εμπειρικά δεδομένα.

Ο συνδυασμός των παραπάνω αναφερόμενων παραμέτρων δημιουργεί ένα περίπλοκο πρόβλημα, το οποίο για την αντιμετώπισή του χρειάζεται το συσχετισμό μιας σειράς από δεδομένα, γνώμες ειδικών, εμπειρική γνώση και εμπειρικούς κανόνες. Επιπλέον, η τελική επιλογή της καταλληλότερης τεχνολογίας μεταξύ των εναλλακτικών λύσεων απαιτεί συνεξέταση και αξιολόγηση πολλών αντικρουόμενων παραμέτρων.

Από την συνεξέταση που πραγματοποιήθηκε, a posteriori προκύπτει ως προτιμητέος τύπος Φωτοβολταϊκού στοιχείου τα πλαίσια πολύκρυσταλλικής τεχνολογίας με πρώτη εναλλακτική πλαίσια μονοκρυσταλλικής τεχνολογίας αλλά σε πολύ μικρή απόσταση από την εναλλακτική πλαίσια υβριδικής τεχνολογίας.



## 6.7 Γράφημα Ποιότητας Υλικού – Απόδοσης

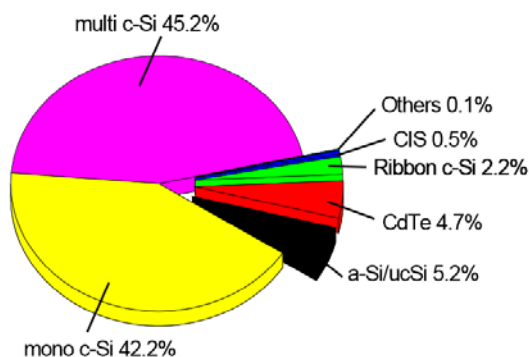
Συνοψίζοντας , στο τέλος της πρώτης δεκαετίας του 2000 η παγκόσμια εκτιμώμενη προσέγγιση κατανομής των Φ/Β πλαισίων ανά τεχνολογία περιελάμβανε ποσοστιαία :

Πλαίσια πολυκρυσταλλικής τεχνολογίας: 45,2%

Πλαίσια μονοκρυσταλλικής τεχνολογίας: 42,2%

Πλαίσια τεχνολογίας thin film : 12,6%

(σύνολο κρυσταλλικών πλαισίων =  $45,2+42,2 = 87,4\%$ )



#### 6.8 Γράφημα παγκόσμιας κατανομής μονοκρυσταλλικών , πολυκρυσταλλικών και thin-film (a-Si) Φ/Β πλαισίων παγκοσμίως , 2008-2010

Σύμφωνα με νεότερα παγκόσμια έγκυρα στοιχεία του Photon Magazine [6] (σε σύνολο 5.445 Φ/Β πλαισίων το 2011 και 4.950 πλαισίων το 2012) η παγκόσμια εκτιμώμενη προσέγγιση κατανομής των Φ/Β πλαισίων ανά τεχνολογία περιελάμβανε ποσοστιαία :

Πλαίσια πολυκρυσταλλικής τεχνολογίας: 49%

Πλαίσια μονοκρυσταλλικής τεχνολογίας: 48,4%

Πλαίσια τεχνολογίας thin film : 2,38%

(σύνολο κρυσταλλικών πλαισίων =  $49+48,4 = 97,4\%$ )

Η τεκμηρίωση των παραπάνω στοιχειοθετεί το συμπέρασμα προκύπτει από το γράφημα το οποίο γεννάται από την πολυκριτηριακή ανάλυση και εξηγεί τους λόγους που οδηγούν στην χρήση , ως επί το πλείστον , συγκεκριμένων τεχνολογιών Φωτοβολταϊκών πλαισίων ειδικά σε μεσαίας ή μεγάλης κλίμακας Φωτοβολταϊκά συστήματα.

### Πηγές:

1. Σημειώσεις μαθήματος ‘Ανακύκλωση και Ενεργειακή Αξιοποίηση Υλικών’ του Μεταπτυχιακού Προγράμματος σπουδών Οργάνωση και Διοίκηση Βιομηχανικών Συστημάτων , Φ.Μπατζιάς 2007-2008
2. pg3-4\_ ‘Development of best management systems for high priority waste streams in Cyprus’ ,Κύπρος 2005
3. Generic information\_ ‘ Πολυκριτηριακή ανάλυση στη λήψη αποφάσεων για τη χωροθέτηση εγκαταστάσεων και την κατανομή πόρων ‘ Μητρόπουλος Παναγιώτης , Ιούλιος 2007
- 4.pg 40-41-42-43\_PHOTON International Magazine, April 2013
- 5.pg48-49-50-51-52-53\_ PHOTON International Magazine, March 2013
- 6.pg72\_PHOTON Magazine International, February 2013
- 7.pg1\_ Best research cell efficiency (yearly chart) National Renewable Energy Laboratory (NREL) 2013

Πανεπιστήμιο Περραιφών

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

## **F.T.A**

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Αφιερωμένο στην μητέρα μου  
22/7/2013