



## ΕΑΥ ΚΑΙ ΜΙΚΡΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

### 1. Εισαγωγή

Παρά τη διαδεδομένη χρήση των εγκαταστάσεων ηλιακής ενέργειας οικιακής χρήσης και μικρής κλίμακας, ελάχιστη προσοχή έχει δοθεί μέχρι στιγμής στις πτυχές που σχετίζονται με την επαγγελματική ασφάλεια και υγεία (ΕΑΥ). Διάφορες ομάδες εργαζομένων που απασχολούνται σε ένα ευρύ φάσμα επιχειρήσεων και επιχειρηματικών κλάδων εκτελούν εργασίες σχετικές με τα εν λόγω συστήματα στα διάφορα στάδια του κύκλου ζωής τους, ήτοι από την κατασκευή, τη μεταφορά, την τοποθέτηση και συντήρηση έως την αποξήλωση και την ανακύκλωσή τους. Κατά συνέπεια, είναι σημαντικό να εξετάζεται δεόντως η πτυχή της ΕΑΥ κατά τον σχεδιασμό αυτών των συστημάτων με γνώμονα την πρόληψη της εμφάνισης κινδύνων ΕΑΥ σε κάποιο μελλοντικό στάδιο του κύκλου ζωής τους. Το παρόν ηλεκτρονικό ενημερωτικό δελτίο στοχεύει στην ενίσχυση της ευαισθητοποίησης σχετικά με τους παράγοντες κινδύνου που συνδέονται με την εργασία και τις πτυχές ΕΑΥ όσον αφορά τις οικιακής χρήσης και μικρής κλίμακας εγκαταστάσεις ηλιακής ενέργειας



Συγγραφέας: David Tijero Osorio

#### 1.1 Τεχνολογικό υπόβαθρο και μικρής κλίμακας εγκαταστάσεις ηλιακής ενέργειας

Για την παραγωγή ηλιακής ενέργειας χρησιμοποιούνται δύο τύποι τεχνολογιών: τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα και τα ηλιοθερμικά συστήματα ηλεκτροπαραγωγής. Καμία από αυτές τις τεχνολογίες δεν παράγει αέρια του θερμοκηπίου ή εκπομπές τοξικών αερίων, ενώ αμφότερες ενδείκνυνται για εφαρμογές μικρής κλίμακας. Τα συστήματα συγκέντρωσης ηλιακής ενέργειας (ΣΗΕ) χρησιμοποιούνται αποκλειστικά σε μεγάλης κλίμακας εφαρμογές.

Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα, τα οποία χρησιμοποιούν φωτοβολταϊκά κύτταρα που μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρικό ρεύμα, αποτελούν τη συνηθέστερη επιλογή. Το ηλιακό φως δημιουργεί ηλεκτρικό πεδίο που διαπερνά τις στρώσεις ενός ημιαγωγού υλικού παράγοντας συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα. Ένας αντιστροφέας μετατρέπει το συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο. Η μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια βασίζεται σε ένα φυσικό φαινόμενο και, συνεπώς, παράγει ενέργεια αδιαλείπτως.

Το συχνότερα χρησιμοποιούμενο για την κατασκευή φωτοβολταϊκών κυττάρων ημιαγωγό υλικό είναι το πυρίτιο. Οι διεργασίες κατασκευής και τα υλικά είναι παρεμφερή με αυτά που χρησιμοποιούνται στον κλάδο της μικροηλεκτρονικής. Στην αιχμή της τεχνολογίας βρίσκονται τα ηλιακά κύτταρα «λεπτών υμενίων», τα οποία κατασκευάζονται με την εναπόθεση εξαιρετικά μικρών ποσοτήτων ημιαγωγών υλικών πάνω σε λεπτό υπόστρωμα από γυαλί, μέταλλο ή πλαστικό. Μεταξύ των υλικών που χρησιμοποιούνται στην τεχνολογία φωτοβολταϊκών συστημάτων περιλαμβάνονται το κρυσταλλικό πυρίτιο (x-Si), το άμορφο πυρίτιο (a-Si), το τελλουριούχο κάδμιο (CdTe), ο δισεληνοϊνδιούχος χαλκός

(CIS) και ο διφωσφοριούχος χαλκός με πρόσμιξη γαλλίου (CIGS).

Οι περισσότερες μικρής κλίμακας εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων συνδέονται με το σύστημα ηλεκτρικής τροφοδότησης. Τα συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν στις στέγες σπιτιών, πολυκατοικιών ή εμπορικών κτιρίων. Τα φωτοβολταϊκά υλικά μπορούν επίσης να ενσωματωθούν σε κτίρια, π.χ. να καλύψουν προσόψεις σπιτιών ή στέγες.

Τα ηλιοθερμικά συστήματα θέρμανσης και οι ηλιακοί θερμοσίφωνες μετατρέπουν το ηλιακό φως σε θερμότητα. Περιλαμβάνουν επίπεδους συλλέκτες οι οποίοι χρησιμοποιούν μείγμα νερού/γλυκόλης ως ρευστό μεταφοράς της θερμότητας. Η θερμότητα μεταφέρεται σε δεξαμενή και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση νερού ή για τη θέρμανση χώρου. Αντίθετα με τα φωτοβολταϊκά συστήματα, τα ηλιοθερμικά συστήματα δεν χρησιμοποιούν τοξικά, εκρηκτικά, διαβρωτικά ή δυνητικώς καρκινογενή υλικά και δεν ενέχουν κινδύνους ηλεκτρικής προελεύσεως.

## 1.2 Πολιτικοί στόχοι

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει καταρτίσει μια φιλόδοξη στρατηγική σχετικά με την πολιτική για το κλίμα και την ενέργεια η οποία στοχεύει στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, στην ενίσχυση της ενεργειακής ασφάλειας και στη μετατροπή της Ευρώπης σε μια οικονομία με χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Προωθώντας τη διαδικασία αυτή, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έθεσε ως στόχο τη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά τουλάχιστον 20% έως το 2020 σε σχέση με το 1990 και την αύξηση της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές κατά 20% επί του συνόλου της πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας.

Η ηλιακή ενέργεια διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στο πλαίσιο της προσπάθειας για την επίτευξη ενός βιώσιμου συνδυασμού πηγών ενέργειας στην Ευρώπη, η δε Επιτροπή επενδύει στην προώθησή της. Βάσει του στρατηγικού σχεδίου ενεργειακών τεχνολογιών (ΣΕΤ), θεσπίστηκε μια ευρωπαϊκή βιομηχανική πρωτοβουλία για την ηλιακή ενέργεια με στόχο καθαρές, ανταγωνιστικές και βιώσιμες ηλιακές τεχνολογίες που θα ικανοποιούν έως και το 15% της ζήτησης ηλεκτρικού ρεύματος στην Ευρώπη το 2020.

Οι τεχνολογίες ηλιακής ενέργειας βασίζονται κατά κανόνα περισσότερο στην ένταση εργασίας από ό,τι οι συμβατικές τεχνολογίες, όπως είναι οι τεχνολογίες ορυκτών καυσίμων. Ως εκ τούτου, η προώθηση της ηλιακής ενέργειας από την ΕΕ επηρεάζει τις διαρθρωτικές αλλαγές στον τομέα της απασχόλησης και δημιουργεί πλήθος θέσεων εργασίας στον κλάδο της ηλιακής ενέργειας.

## 1.3 Ρόλος και αντίκτυπος της ηλιακής ενέργειας

Τις τελευταίες δύο δεκαετίες ο κλάδος της ηλιακής ενέργειας σημείωσε ραγδαία ανάπτυξη, η τάση δε αυτή αναμένεται να συνεχισθεί. Η μείωση του κόστους των συστημάτων ηλιακής ενέργειας, καθώς και η χρηματοδότησή τους με δημόσιους πόρους και δημόσιες επενδύσεις, προκάλεσαν μεγάλη αύξηση της ζήτησης για οικιακές εγκαταστάσεις. Το 2011, ο αριθμός των απασχολούμενων στον κλάδο της ηλιακής ενέργειας ανήλθε σε 320.000 άτομα, σημειώνοντας αύξηση 86% σε σχέση με το 2009, γεγονός που αντικατοπτρίζει τις σημαντικές επενδύσεις της Ευρώπης στον κλάδο [1].

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα στο σύνολο των κρατών μελών ανήλθε σε 26 γιγαβάτ (GW) το 2010 και εκτιμάται ότι θα φτάσει τα 84 GW το 2020. Η μέση ετήσια αύξηση της ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά κατά την πενταετία 2005-2010 ήταν 64%. Η μέση ετήσια αύξηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ηλιοθερμικά συστήματα αναμένεται να σταθεροποιηθεί γύρω στο 16% για την περίοδο 2005-2020, όμως το μερίδιό της παραμένει σημαντικά μικρότερο από εκείνο της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκά συστήματα [2].

Η αγορά φωτοβολταϊκών συστημάτων επιβραδύνεται στις εμβληματικές στον τομέα αυτόν χώρες, π.χ. στη Γερμανία και στην Ισπανία, κυρίως λόγω της μείωσης της κρατικής στήριξης. Αντίθετα, ορισμένες μικρότερες αγορές της κεντρικής και της ανατολικής Ευρώπης, π.χ. η Αυστρία, το Βέλγιο, η Ουκρανία, η Βουλγαρία, η Τσεχική Δημοκρατία και η Ρουμανία, αναπτύσσονται ταχέως. Οι χώρες αυτές παρέχουν ολοένα και περισσότερα κίνητρα, όπως σταθερά τιμολόγια τροφοδότησης και φοροαπαλλαγές. Στο εγγύς μέλλον, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά συστήματα ενδέχεται να αποκτήσει περισσότερο ομοιογενή χαρακτήρα σε ολόκληρη την ΕΕ.

## 2. Πτυχές EAY στον κύκλο ζωής των ηλιακών συστημάτων μικρής κλίμακας

Ο κύκλος ζωής των ηλιακών εγκαταστάσεων μικρής κλίμακας περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια: σχεδιασμός, κατασκευή, μεταφορά, τοποθέτηση, ενσωμάτωση στην υποδομή, λειτουργία και συντήρηση, αποξήλωση και, τέλος, απόρριψη/ανακύκλωση. Στα στάδια αυτά δραστηριοποιούνται διάφορες ομάδες εργαζομένων που απασχολούνται σε ένα ευρύ φάσμα επιχειρήσεων και επιχειρηματικών κλάδων, π.χ. μηχανικοί βιομηχανικού εξοπλισμού, ηλεκτρολόγοι μηχανικοί, συγκολλητές, εργάτες μετάλλου, ηλεκτρολόγοι, εγκαταστάτες συστημάτων ηλιακής ενέργειας, οικοδόμοι, εργαζόμενοι στον τομέα διαχείρισης απορριμμάτων, κ.λπ. [3].

Η εξέταση των πτυχών EAY σε όλα αυτά τα στάδια δείχνει ότι οι κύριοι κίνδυνοι -επικίνδυνες ουσίες, η εργασία σε ύψος, ολισθήσεις, παραπατήματα και πτώσεις, κίνδυνοι από επαφή με ηλεκτρικό εξοπλισμό και κίνδυνοι πυρκαγιάς- ενδέχεται να έχουν αντίκτυπο σε πλήθος εργαζομένων σε διάφορους χώρους εργασίας. Ως εκ τούτου, κατά τον σχεδιασμό μιας ηλιακής συστοιχίας είναι σημαντικό να εξετάζονται οι πτυχές της EAY με γνώμονα ολόκληρο τον κύκλο ζωής του συστήματος, το δε σύστημα να σχεδιάζεται με στόχο την ελαχιστοποίηση των κινδύνων EAY στα επόμενα στάδια του κύκλου ζωής του. Επίσης, πριν από την κυκλοφορία του προϊόντος στην αγορά, πρέπει να διενεργείται δοκιμή επιδόσεων στον τομέα της EAY ώστε να διασφαλίζεται ότι το προϊόν συμμορφώνεται προς τα αποδεκτά πρότυπα EAY.

Οι περισσότεροι από τους συναφείς με τα ηλιακά συστήματα μικρής κλίμακας κινδύνους είναι ήδη γνωστοί από άλλους κλάδους και η διαχείρισή τους μπορεί να βασισθεί στην υφιστάμενη γνώση EAY. Ωστόσο, ενδέχεται να απαιτούνται νέοι συνδυασμοί δεξιοτήτων για την αντιμετώπιση των νέων κινδύνων και τον χειρισμό των νέων προϊόντων (π.χ., των φωτοβολταϊκών πλακιδίων, τα οποία αποτελούν αιτία συναφών με το ηλεκτρικό ρεύμα κινδύνων) και ουσιών όπως τα καινοτόμα νανοϋλικά. Για παράδειγμα, στις ηλιακές εγκαταστάσεις θέρμανσης νερού απαιτείται οι εργάτες να διαθέτουν δεξιότητες στεγοποιού, υδραυλικού και ηλεκτρολόγου, καθώς και τις γνώσεις που απαιτούνται για εργασία σε ύψος.

Η αύξηση της ζήτησης για οικιακές ηλιακές εγκαταστάσεις μικρής κλίμακας ενδέχεται επίσης να βρεθεί αντιμετώπιση με ελλείψεις δεξιοτήτων που θα είναι δύσκολο να καλυφθούν άμεσα. Ως εκ τούτου, οι εργαζόμενοι στον κλάδο ενδέχεται να βρεθούν στην ανάγκη να χειρισθούν νέες τεχνολογίες ή να χειρισθούν τεχνολογίες με τις οποίες δεν είναι εξοικειωμένοι ενώ στερούνται επαρκούς κατάρτισης και των απαιτούμενων δεξιοτήτων [4]. Επιπλέον, το κίνητρο της δημόσιας χρηματοδότησης για την τοποθέτηση τέτοιων εγκαταστάσεων ενδέχεται να προσελκύσει νέες επιχειρήσεις, οι οποίες πιθανώς δεν διαθέτουν την απαιτούμενη πείρα. Εξάλλου, η σπουδή των ενδιαφερομένων να επωφεληθούν των παρεχόμενων επιδοτήσεων πριν από την πιθανή λήξη των σχετικών προγραμμάτων ενδέχεται να προκαλέσει πληθμελή εφαρμογή των μέτρων EAY.

Επί του παρόντος δεν υφίστανται αξιόπιστα στοιχεία σχετικά με εργατικά ατυχήματα που συνδέονται με τα συστήματα ηλιακής ενέργειας. Καθώς μεγάλο μέρος των εργασιών που σχετίζονται με την τοποθέτηση τέτοιων συστημάτων πραγματοποιείται από αυτοαπασχολούμενους ή από φορείς που δραστηριοποιούνται στο πλαίσιο της άτυπης οικονομίας, η συλλογή στοιχείων για τα εργατικά ατυχήματα και τις ασθένειες που σχετίζονται με την εργασία είναι προβληματική. Η αξιολόγηση των κινδύνων στον χώρο εργασίας ενδέχεται επίσης να προσκρούσει στην έλλειψη στοιχείων σχετικά με την ασφάλεια και την υγεία, ιδίως όσον αφορά το ευρύ φάσμα των τεχνολογιών και των διαδικασιών κατασκευής των φωτοβολταϊκών κυττάρων. Τα διαθέσιμα στοιχεία για τις θανατηφόρες πτώσεις από ύψος δείχνουν ότι οι κίνδυνοι που συνδέονται με τα συστήματα ηλιακής ενέργειας σε στέγες είναι πολλαπλάσιοι των κινδύνων που συνδέονται με την αιολική ή την πυρηνική ενέργεια (0,44 θάνατοι ανά τετραβάτώρα ετησίως έναντι 0,15 και 0,04 θανάτων αντίστοιχα) [6]. Καθώς η ζήτηση για ηλιακές εγκαταστάσεις μικρής κλίμακας αυξάνεται, η πιθανότητα για ατυχήματα που σχετίζονται με την υγεία και την ασφάλεια ενδέχεται επίσης να αυξηθεί.

Η επέκταση του τομέα των συστημάτων ηλιακής ενέργειας αυξάνει σημαντικά τον κύκλο ζωής όλων των σταδίων της συναφούς τεχνολογίας, γεγονός που ενδεχομένως συνεπάγεται κινδύνους για διαρκώς περισσότερα άτομα. Όταν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια ολοκληρώσουν τον κύκλο ζωής τους, θα προκύψει ένας τεράστιος όγκος ηλεκτρονικών απορριμμάτων με δυνητικό αντίκτυπο για το περιβάλλον και την υγεία. Η τεχνολογική εξέλιξη επηρεάζει τον κύκλο ζωής και των άλλων σταδίων των τεχνολογιών ηλιακής ενέργειας, όπως τα στάδια κατασκευής και συντήρησης. Ως εκ τούτου, οι συναφείς πτυχές EAY χρήζουν στενής παρακολούθησης οι συναφείς πτυχές EAY. Οι κίνδυνοι των νέων τεχνολογιών ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων (ηλιακά κύτταρα με οργανικούς ημιαγωγούς,

φωτοευαίσθητες βαφές ηλιακών κυττάρων, λεπτά υμένα μικροκρυσταλλικού καρβιδίου του πυριτίου και ηλιακά κύτταρα κατασκευασμένα από νανοϋλικά) είναι δύσκολο να αξιολογηθούν, καθώς η ανάπτυξη τους βρίσκεται ακόμη στο στάδιο των εργαστηριακών δοκιμών [5].

## 2.1 Κίνδυνοι ΕΑΥ που συνδέονται με την κατασκευή ηλιακών εγκαταστάσεων

Κατά την κατασκευή φωτοβολταϊκών κυττάρων, ποικίλες ουσίες και υλικά ενδέχεται να έχουν δυσμενείς επιπτώσεις για την υγεία των εργαζομένων. Οι χημικοί κίνδυνοι συνδέονται με την τοξικότητα, τη διαβρωτική ικανότητα, την ευφλεκτότητα και την εκρηκτικότητα των υλικών. Οι ποσότητες και οι τύποι των χρησιμοποιούμενων χημικών ουσιών ποικίλλουν ανάλογα με τον τύπο του παραγόμενου ηλιακού κυττάρου, ενώ τα ημιαγωγά υλικά χρησιμοποιούνται σε μικρές ποσότητες, ιδίως κατά την παραγωγή επιστρώσεων λεπτών υμενίων [7]. Επιπλέον, οι συγκολλήσεις μεταξύ των πλαισίων ενδέχεται να περιέχουν βαρέα μέταλλα, όπως είναι ο μόλυβδος.

Κατά την κατασκευή ηλιακών κυττάρων x-Si, ιδιαίτερα επικίνδυνη είναι η χρήση καυστικών χημικών ουσιών, όπως το υδροφθορικό οξύ (HF), το οποίο χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό των πλακετών πυριτίου, καθώς και το σιλάνιο (SiH<sub>4</sub>), το οποίο είναι ένα εξαιρετικά εύφλεκτο και εκρηκτικό αέριο. Επί του παρόντος, οι μεγαλύτερες ποσότητες πυριτίου που χρησιμοποιείται ως βασικό υλικό για την κατασκευή ηλιακών κυττάρων x-Si παράγονται σε χώρες όπως η Κίνα, όπου τα πρότυπα ΕΑΥ ποικίλλουν. Η παραγωγή ηλιακών κυττάρων a-Si απαιτεί επίσης τη χρήση μεγάλων ποσοτήτων SiH<sub>4</sub>. Ο σημαντικότερος κίνδυνος που συνεπάγεται η παραγωγή ηλιακών κυττάρων CdTe είναι η τοξικότητα και η καρκινογονικότητα του καδμίου. Το CdTe φαίνεται ότι είναι λιγότερο τοξικό από το στοιχειακό κάδμιο, τουλάχιστον όσον αφορά την άμεση έκθεση [8]. Η χρήση υδροσεληνίου (H<sub>2</sub>Se) αποτελεί το κύριο πρόβλημα κατά την παραγωγή ηλιακών κυττάρων CIS/CIGS. Οι διαθέσιμες πληροφορίες σχετικά με την τοξικότητα των ηλιακών κυττάρων CIS είναι ανεπαρκείς [9]. Ο χειρισμός των ανωτέρω χημικών ουσιών στον κλάδο παραγωγής ημιαγωγών πραγματοποιείται βάσει τυποποιημένων διαδικασιών, ενώ κατά κανόνα εφαρμόζονται μέτρα ασφαλείας. Οι διαδικασίες ασφαλούς εργασίας και η ανάπτυξη κλειστών συστημάτων παραγωγής ή συστημάτων εξαερισμού και απαγωγών αερίων ελαχιστοποιούν τους κινδύνους έκθεσης.

Πρέπει να εξεταστούν οι παράμετροι που συνδέονται με τη χειρονακτική επεξεργασία στο πλαίσιο των διεργασιών μεταποίησης, ιδίως όταν αυξάνεται ο όγκος των προϊόντων που χρήζουν χειρονακτικής επεξεργασίας [10]. Μεταξύ των επιλογών πρόληψης μπορούν να περιληφθούν η χρήση προσαρμοζόμενων εργονομικών λύσεων, όπως ανυψωτικών συσκευών κενού, καθώς και η χρήση αυτόματων ρομπότ. Εργασίες συναρμολόγησης που απαιτούν επαναληπτικές κινήσεις των άνω άκρων (βραχιόνων και χεριών) αποτελούν συνήθη παράγοντα κινδύνου ανάπτυξης κινητικών διαταραχών των άνω άκρων.

Η μεταφορά των επιμέρους στοιχείων των εγκαταστάσεων ηλιακής ενέργειας μικρού μεγέθους από το εργοστάσιο στον χώρο του πελάτη δεν ενέχει σοβαρούς κινδύνους, όμως πρέπει να συνάδει με τους κανονισμούς ΕΑΥ που ρυθμίζουν τη μεταφορά προϊόντων.

## 2.2 Κίνδυνοι ΕΑΥ που συνδέονται με την εγκατάσταση, τη συντήρηση και την αποξήλωση

Μεταξύ των κύριων κινδύνων που συνδέονται με την εργασία σε ύψος συγκαταλέγονται οι εξής: προβλήματα πρόσβασης, πτώσεις αντικειμένων, πτώσεις, ολισθήσεις και παραπατήματα που προκαλούνται από ολισθηρά εφυσωμένα πλακίδια ή πλακίδια καλυμμένα με φύκια ή βρύα σε στέγες, έντονα επικλινείς στέγες, εύθραυστες, επισφαλείς ή κατεστραμμένες στέγες. Εκτός από τον κίνδυνο τραυματισμού από ολισθήσεις, παραπατήματα και πτώσεις, οι κίνδυνοι αυτοί μπορούν επίσης να συμβάλουν στην πρόκληση μυοσκελετικών διαταραχών. Για παράδειγμα, το μεγάλο βάρος των ηλιακών συλλεκτών ζεστού νερού ενδέχεται να δυσκολέψει την ανύψωσή τους σε στέγες. Επίσης, συχνά απαιτείται η εκτέλεση χρονοβόρων εργασιών σε άβολες στάσεις όπως το γονάτισμα και το ημικάθισμα, οι οποίες εκθέτουν τους εργαζόμενους σε εργονομικούς κινδύνους κατά την τοποθέτηση, αποξήλωση και συντήρηση ηλιακών συστημάτων. Οι εν λόγω κίνδυνοι ενδέχεται να προκαλέσουν μυοσκελετικές διαταραχές, όπως τραυματισμούς στη σπονδυλική στήλη.

Οι δυσμενείς καιρικές συνθήκες, όπως οι υπερβολικά χαμηλές ή υψηλές θερμοκρασίες, μπορούν να προκαλέσουν καταπόνηση του σώματος λόγω χαμηλής ή υψηλής θερμοκρασίας αντίστοιχα. Η έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να προκαλέσει ηλιακά εγκαύματα, διαταραχές όρασης και ορισμένους τύπους καρκίνου. Η βροχή ή το χιόνι ενδέχεται να καταστήσουν ολισθηρές τις επιφάνειες και να



προκαλέσουν ολισθήσεις και πτώσεις.

Οι ηλιοθερμικές εγκαταστάσεις δεν ενέχουν ηλεκτρικούς κινδύνους, μπορούν όμως να προκαλέσουν εγκαύματα λόγω των θερμών ρευστών που περιέχουν. Αντίθετα, τα φωτοβολταϊκά συστήματα ενδέχεται να ενέχουν ηλεκτρικούς κινδύνους. Πρώτον, η εργασία κοντά σε εναέρια ηλεκτρικά καλώδια που διέρχονται από βραχίονες στέγης ενέχει απειλές. Δεύτερον, τα φωτοβολταϊκά συστήματα ενέχουν ηλεκτρικούς κινδύνους εάν το ηλεκτρικό τους σύστημα παρουσιάσει βλάβη ή τα προστατευτικά καλύμματα των επιμέρους στοιχείων έχουν καταστραφεί. Η τυπική τάση των 600 βολτ μπορεί να προκαλέσει ηλεκτροπληξία ή ηλεκτρικά ή θερμικά εγκαύματα ή εγκαύματα ηλεκτρικού τόξου [11]. Επιπλέον, ακόμη και χαμηλά επίπεδα έντασης του ρεύματος μπορούν να προκαλέσουν ακούσια μυϊκή αντίδραση, η οποία μπορεί να προκαλέσει πτώση από τη στέγη. Ένας πρόσθετος κίνδυνος απορρέει από το ότι το φωτοβολταϊκό σύστημα δεν μπορεί να τεθεί εκτός λειτουργίας, καθώς η ηλιακή ακτινοβολία δεν μπορεί να παύσει να υφίσταται κατά τη διάρκεια της συντήρησης ή άλλων εργασιών στο σύστημα. Νέοι ηλεκτρικοί κίνδυνοι ενδέχεται να προκύψουν συνεπεία των τεχνολογικών εξελίξεων. Για παράδειγμα, τα φωτοβολταϊκά κύτταρα μπορούν να ενσωματωθούν σε πλακίδια, οι δε στεγοποιοί ενδέχεται να κληθούν να τα τοποθετήσουν χωρίς να διαθέτουν ηλεκτρολογικές γνώσεις.

Οι απαιτήσεις που συνδέονται με την τοποθέτηση, την αποξήλωση και τη συντήρηση των οικιακών ή των επιχειρηματικών ηλιακών συστημάτων είναι πολύπλοκες και προϋποθέτουν πολλές διαφορετικές γνώσεις. Συνεπώς, οι τυχόν υπεργολαβίες πρέπει να αποβλέπουν στη συνεργασία εργαζομένων που συνδυάζουν δεξιότητες από διάφορους τομείς. Η έλλειψη εξειδικευμένων εργαζομένων, καθώς και το δέλεαρ των επιδοτήσεων, συμβάλλουν στη συχνή απασχόληση ανειδίκευτων εργατών, μεταναστών με στοιχειώδεις γνώσεις της γλώσσας της χώρας υποδοχής και παράνομων εργαζόμενων. Οι επισφαλείς συνθήκες εργασίας λόγω χρονικής πίεσης ή πίεσης του κόστους μπορούν να αυξήσουν τα επίπεδα του άγχους. Συναφώς, είναι ιδιαίτερα σημαντική η ενίσχυση της επικοινωνίας με όλους τους υπεργολάβους και η πλήρης συμμόρφωσή τους προς τα πρότυπα ΕΑΥ.

Καθώς η τοποθέτηση του εξοπλισμού απλοποιείται, το φαινόμενο των αυθαίρετων, ιδιωτικών εγκαταστάσεων οι οποίες τοποθετούνται από τον ίδιο τον χρήστη μπορεί να γίνει συχνότερο. Για παράδειγμα, τοπικά καταστήματα πωλούν συναρμολογούμενα κιτ ηλιακών εγκαταστάσεων. Κατά συνέπεια, ενδέχεται να κριθεί αναγκαία η επίβλεψη της διαδικασίας εγκατάστασης από ειδικούς του τομέα ΕΑΥ προκειμένου να διασφαλίζεται η ασφάλεια των εγκαταστάσεων και των χρηστών, των συντηρητών και των παρόχων βοήθειας έκτακτης ανάγκης [12].

### **2.3 Κίνδυνοι ΕΑΥ που συνδέονται με την ενσωμάτωση στην υποδομή και με τη λειτουργία των συστημάτων**

Η ενσωμάτωση των οικιακών και των άλλων συστημάτων μικρής κλίμακας στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας και η λειτουργία του εκάστοτε συστήματος ενέχουν ηλεκτρικούς κινδύνους, καθώς και κινδύνους παρεμφερείς με εκείνους που ελλοχεύουν κατά την τοποθέτηση και τη συντήρηση. Η συνήθης λειτουργία των φωτοβολταϊκών στοιχείων δεν ενέχει κινδύνους λόγω επικίνδυνων ουσιών, αερίων ή χημικών ουσιών, καθώς δεν είναι δυνατή η δημιουργία ατμών ή σκόνης.

Η σύνδεση των ηλιακών πλαισίων με την κεντρική παροχή ρεύματος πρέπει να γίνεται από εξειδικευμένους εργάτες. Ωστόσο, οι ιδιοκτήτες των κτιρίων, οι ενοικιαστές, οι υπεύθυνοι κτιρίων ή εγκαταστάσεων ενδέχεται επίσης να επιχειρήσουν τη σύνδεση μόνοι τους παρότι στερούνται των απαιτούμενων δεξιοτήτων, θέτοντας έτσι σε κίνδυνο τις ζωές τους. Εκτός από τη σύνδεση, ενδέχεται να εκτελέσουν και άλλες δραστηριότητες, π.χ. να καθαρίσουν τα πλαίσια, να ελέγξουν τις επιφάνειες και τα σημεία ανάρτησης των πλαισίων, να ελέγξουν το ηλεκτρικό σύστημα και τον αναστροφέα, κ.λπ., για τις οποίες ενδέχεται να μη διαθέτουν επαρκή εκπαίδευση. Καθώς δεν γνωρίζουν τους συναφείς κινδύνους και την ανάγκη ανάθεσης των σχετικών καθηκόντων σε ειδικευμένο προσωπικό, ενδέχεται να προσλάβουν ανειδίκευτους εργάτες και να θέσουν τα εν λόγω πρόσωπα σε κίνδυνο.

### **2.4 Κίνδυνοι ΕΑΥ που συνδέονται με τη διαχείριση απορριμμάτων και την ανακύκλωση**

Ο αναμενόμενος κύκλος ζωής των φωτοβολταϊκών στοιχείων είναι περίπου 30 χρόνια. Με την ολοκλήρωσή του, τα φωτοβολταϊκά στοιχεία πρέπει να αποξηλωθούν και να απορριφθούν ή να επαναχρησιμοποιηθούν, όπως συμβαίνει και με άλλα ηλεκτρονικά προϊόντα. Η ανακύκλωση των

φωτοβολταϊκών συστημάτων μετά την ολοκλήρωση του κύκλου ζωής τους είναι προτιμότερη από περιβαλλοντική άποψη, καθώς το 95% του ημιαγωγού υλικού και το 90% του γυαλιού μπορούν να ανακυκλωθούν [13]. Ο διαχωρισμός των επικίνδυνων μετάλλων από το γυαλί και τα μεταλλικά πλαίσια υποτριπλασιάζει την ποσότητα των επικίνδυνων απορριμμάτων [14].

Η αναμενόμενη ανάπτυξη του κλάδου της ανακύκλωσης εγείρει πιθανούς προβληματισμούς σχετικά με την υγεία και την ασφάλεια στις επιχειρήσεις ανακύκλωσης, καθώς και την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων τόσο στο στάδιο συλλογής των απορριμμάτων όσο και στο στάδιο επεξεργασίας των ανακυκλώσιμων υλικών. Όπως και στο στάδιο παραγωγής, οι εργαζόμενοι ενδέχεται να εκτεθούν σε ημιαγωγά υλικά ή βαρέα μέταλλα τα οποία περιέχονται στα ηλιακά πλαίσια που αποξηλώνουν. Ομοίως, αντιμετωπίζουν εργονομικούς κινδύνους και κινδύνους μυοσκελετικών διαταραχών κατά τον χειρισμό βαρέων δομοστοιχείων του συστήματος ή τον επαναλαμβανόμενο χειρισμό φωτοβολταϊκών στοιχείων. Καθώς η συλλογή των ανακυκλώσιμων υλικών πραγματοποιείται μέσω ενιαίας διαδικασίας με τη χρήση νέων, έντονα αυτοματοποιημένων γραμμών διαλογής, μειώνεται ο αριθμός των ατόμων που συλλέγουν τα ανακυκλώσιμα υλικά με το χέρι. Η αυτοματοποίηση μειώνει την έκθεση σε τέτοιους κινδύνους.

Η διαχείριση των απορριμμάτων των φωτοβολταϊκών συστημάτων εγείρει παρόμοιους κινδύνους με τη διαχείριση άλλων ειδών απορριμμάτων. Όλοι αυτοί οι κίνδυνοι είναι διαχειρίσιμοι μέσω της εφαρμογής πρόσφορων μέτρων πρόληψης. Οι κίνδυνοι αυξάνονται όταν τα ηλεκτρονικά απορρίμματα αποστέλλονται σε άλλες χώρες, όπου δεν διασφαλίζονται πρόσφορες συνθήκες EAY και η προστασία των εργαζομένων κατά τη διαχείριση επικίνδυνων απορριμμάτων είναι ανεπαρκής.

## 2.5 Κίνδυνοι EAY για τις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης

Σε περίπτωση ανάφλεξης ενός φωτοβολταϊκού συστήματος, οι υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης δεν αντιμετωπίζουν μόνον ηλεκτρικούς κινδύνους, αλλά επίσης, π.χ., κινδύνους για το αναπνευστικό σύστημα λόγω επικίνδυνων ουσιών, υποχώρησης της στέγης, ολισθήσεων και παραπατημάτων, πτώσης από ψηλά, καθώς και πτώσης υλικών. Εξαιρουμένων των ηλεκτρικών κινδύνων, τα ίδια ισχύουν και για τις ηλιοθερμικές εγκαταστάσεις. Οι εκπομπές αερίων από την καύση των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι αμελητέες, καθώς οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια πυρκαγιών σε στέγες υπολείπονται σημαντικά των θερμοκρασιών που προκαλούν αναθυμιάσεις των υλικών των φωτοβολταϊκών στοιχείων [9]. Η βέλτιστη εκτίμηση είναι ιδιαίτερα σημαντική για την κατάσβεση όλων των πυρκαγιών σε δομημένο περιβάλλον. Η πληροφορία ότι το κτίριο διαθέτει φωτοβολταϊκό σύστημα παραγωγής ενέργειας, καθώς και ο τύπος του συστήματος, πρέπει να διαβιβάζονται άμεσα στην πυροσβεστική υπηρεσία προκειμένου να καθορίσει τις επόμενες ενέργειές της σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές που διέπουν τις επιχειρήσεις πυρόσβεσης [15]. Ένας επιπλέον προβληματισμός αφορά την τακτική της εισόδου στο καιόμενο κτίριο από τη στέγη, η οποία εφαρμόζεται συχνά από την πυροσβεστική υπηρεσία. Η ύπαρξη φωτοβολταϊκών πλαισίων στη στέγη, τα οποία εμποδίζουν την πρόσβαση, μπορεί να περιπλέξει τις επιχειρήσεις πυρόσβεσης.

## 3. Πρόληψη

Οι κίνδυνοι που συνδέονται με τα οικιακά φωτοβολταϊκά συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι κατά κανόνα συμβατικοί. Ωστόσο, ποικίλλουν, μπορούν να συνδυαστούν, να σχετίζονται με νέα προϊόντα και ουσίες και να φέρουν αντιμέτωπους με νέες καταστάσεις τους τυχόν ανειδίκευτους νεοεισερχόμενους στον κλάδο. Πρέπει να διενεργείται διεξοδική και πρόσφορη για τον κάθε χώρο διαδικασία εκτίμησης κινδύνων, η οποία αποτελεί τον θεμέλιο λίθο της πρόληψης. Όπως ορίζει η οδηγία πλαίσιο της ΕΕ (I), οι κίνδυνοι πρέπει να εντοπίζονται, να αναλύονται και αντιμετωπίζονται κατά σειρά προτεραιότητας. Ακολουθώντας, πρέπει να τηρείται η ιεραρχία των μέτρων ελέγχου: προηγείται η εξάλειψη ή η καθ' οιονδήποτε τρόπο υποκατάσταση του κινδύνου, ακολουθεί η ελαχιστοποίηση των κινδύνων στην πηγή τους μέσω της χρήσης μηχανικών μέσων ελέγχου, η λήψη οργανωτικών μέτρων ελέγχου και, εν κατακλείδι, η χρήση εξοπλισμού προσωπικής προστασίας.

Ο κλάδος των συστημάτων ηλιακής ενέργειας είναι ιδιαίτερα δυναμικός και εξακολουθεί να κερδίζει μερίδια αγοράς αναπτύσσοντας νέα συστήματα. Η εφαρμογή νέων τεχνολογιών, εξοπλισμού ή ουσιών, νέων εργασιακών πρακτικών ή διαδικασιών, καθώς και η σταθερή αλλαγή του εργατικού

<sup>1</sup> Οδηγία του Συμβουλίου της 12ης Ιουνίου 1989 σχετικά με την εφαρμογή μέτρων για την προώθηση της βελτίωσης της ασφάλειας και της υγείας των εργαζομένων κατά την εργασία (89/391/EOK). Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:01989L0391-20081211:EL:NOT>

δυναμικού απαιτούν μια δυναμική και επικαιροποιούμενη ανά τακτά χρονικά διαστήματα διαδικασία διαχείρισης κινδύνων. Η επιτυχία του ελέγχου των κινδύνων στον χώρο εργασίας δεν πρέπει να συνεπάγεται τη διακοπή της συναφούς διαδικασίας. Πρέπει να εφαρμόζεται σύστημα συστηματικής παρακολούθησης και ανασκόπησης, καθώς πάντοτε υπάρχει η πιθανότητα εμφάνισης νέων κινδύνων στους χώρους εργασίας.

Πρέπει επίσης να εντατικοποιούνται οι προσπάθειες έκαιρης εξάλειψης ή ελαχιστοποίησης των κινδύνων ήδη από το στάδιο του σχεδιασμού [16]. Ήδη από το στάδιο του σχεδιασμού, πρέπει να εφαρμόζεται μια διεπιστημονική προσέγγιση η οποία θα εξετάζει τις πτυχές ΕΑΥ καθ' όλο τον κύκλο ζωής των ηλιακών εφαρμογών μικρής κλίμακας [17].

Καθώς οι εργαζόμενοι σε πλήθος κλάδων και, επιπλέον, διάφορες μη επαγγελματικές ομάδες ενδέχεται να εκτεθούν σε κινδύνους οι οποίοι προκύπτουν από μικρής κλίμακας ηλιακές εγκαταστάσεις, είναι αναγκαία η χάραξη μιας ευρείας φιλοσοφίας για την προαγωγή της υγείας και της ασφάλειας η οποία θα λαμβάνει υπόψη τις απόψεις διαφόρων παραγόντων, όπως είναι οι εκπρόσωποι των εργαζομένων, οι επικεφαλής των επιχειρήσεων, οι εργολάβοι και οι υπεργολάβοι, οι υπηρεσίες πυρόσβεσης και οι δήμοι. Τα ακόλουθα μέτρα είναι ιδιαίτερα σημαντικά: τακτική κατάρτιση όλων των εμπλεκόμενων προσώπων, διαρκής παρακολούθηση των (νέων πιθανών) κινδύνων, μείωση της χρήσης τοξικών υλικών στο στάδιο της παραγωγής των υλικών, πρόσφορες δοκιμές των νέων υλικών και μεθόδων επεξεργασίας βάσει προληπτικής προσέγγισης και σχεδιασμός προϊόντων με γνώμονα την ασφαλή λειτουργία τους καθ' όλο τον κύκλο ζωής τους, περιλαμβανομένης της ασφαλούς ανακύκλωσης του εκάστοτε συστήματος.

Ο κατάλογος ελέγχων που συνοδεύει το παρόν ηλεκτρονικό δελτίο διατίθεται επίσης στη διεύθυνση: <https://osha.europa.eu/en/publications/e-facts/e-fact-69-hazard-identification-checklist-osh-risks-associated-with-small-scale-solar-energy-applications> με στόχο να συμβάλει στη δρομολόγηση της διαδικασίας εντοπισμού των κινδύνων και να στηρίξει τη διενέργεια εκτιμήσεων κινδύνων στους χώρους εργασίας. Παρέχει επίσης παραδείγματα μέτρων πρόληψης με στόχο να συνδράμει στον εντοπισμό και στην εφαρμογή πρόσφορων μέτρων πρόληψης.

## Περισσότερες πληροφορίες

Ευρωπαϊκή Επιτροπή. <http://setis.ec.europa.eu/technologies/Solar-photovoltaic>,  
<http://setis.ec.europa.eu/technologies/Solar-heating-and-cooling>

EPIA - European Photovoltaic Industry Association. <http://www.epia.org/about-epia/who-is-epia.html>

ESTIF - European Solar Thermal Industry Federation:

<http://www.estif.org/statistics/st-markets-in-europe-2010/>

IFA - Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung. [http://gestis-en.itrust.de/nxt/gateway.dll?f=templates\\$fn=default.htm\\$vid=gestiseng:sdbeng](http://gestis-en.itrust.de/nxt/gateway.dll?f=templates$fn=default.htm$vid=gestiseng:sdbeng)

ILO - Διεθνής Οργάνωση Εργασίας. <http://www.ilo.org/global/topics/green-iobs/lang--en/index.htm>,  
[http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms175600.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms175600.pdf),

[http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@\\_ed\\_emp/@\\_emp\\_ent/documents/publication/wcms152065.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@_ed_emp/@_emp_ent/documents/publication/wcms152065.pdf)

NFPA - National Fire Protection Association, Fire Fighter Safety and Emergency Response for Solar Power Systems, Quincy, May 2010. Διατίθεται στη διεύθυνση:

[http://www.nfpa.org/assets/files/pdf/research/fftacticssolarpower.pdf?bcsi\\_scan\\_53dc4632274cd1ca=0&bcsi\\_scan\\_filename=fftacticssolarpower.pdf](http://www.nfpa.org/assets/files/pdf/research/fftacticssolarpower.pdf?bcsi_scan_53dc4632274cd1ca=0&bcsi_scan_filename=fftacticssolarpower.pdf)

NIOSH - National Institute for Occupational Safety and Health:

<http://www.cdc.gov/niosh/topics/PtD/greeniobs.html>,

<http://blogs.cdc.gov/niosh-science-blog/2010/01/green-2/>

OPPBTP - La prévention BTP, Pose De Panneaux Photovoltaïcs - Préparation d'un chantier, 2e édition, avril 2011. Διατίθεται στη διεύθυνση:

[http://www.oppbtp.fr/thematiques/danger\\_nuisance\\_risque/electricite/documentation/pose de panneaux photovoltaiques preparation d un chantier](http://www.oppbtp.fr/thematiques/danger_nuisance_risque/electricite/documentation/pose_de_panneaux_photovoltaiques_preparation_d_un_chantier)

OSEIA - Oregon Solar Energy Industries Association, Solar Construction Safety, Portland, 12/06.

Διατίθεται στη διεύθυνση: [http://www.coshnetwork.org/sites/default/files/OSEIA Solar Safety 12-06.pdf](http://www.coshnetwork.org/sites/default/files/OSEIA_Solar_Safety_12-06.pdf)

OSFM - Office of the State Fire Marshal, Fire Operations for Photovoltaic Emergencies, Sacramento, November 2010. Διατίθεται στη διεύθυνση:

[http://osfm.fire.ca.gov/training/pdf/Photovoltaics/Fire%20Ops%20PV%20lo%20resl.pdf?bcsi\\_scan\\_a53dc4632274cd1ca=0&bcsi\\_scan\\_filename=Fire%20Ops%20PV%20lo%20resl.pdf](http://osfm.fire.ca.gov/training/pdf/Photovoltaics/Fire%20Ops%20PV%20lo%20resl.pdf?bcsi_scan_a53dc4632274cd1ca=0&bcsi_scan_filename=Fire%20Ops%20PV%20lo%20resl.pdf)

OSHA - US Occupational Safety & Health Administration.

<http://www.osha.gov/dep/greeniobs/solar.html>

PV Cycle - European Association for voluntary take-back and recovering of photovoltaic modules

A.I.S.B.L. <http://www.pvcycle.org/>

UNEP - United Nations Environment Programme -

[http://www.unep.org/labour\\_environment/pdfs/green-iobs-background-paper-18-01-08.pdf](http://www.unep.org/labour_environment/pdfs/green-iobs-background-paper-18-01-08.pdf)

## Παραπομπές

- [1] Observ'ER, 'The State of Renewable Energies in Europe 11th - EurObserv'ER Report', Paris, December 2011. Διατίθεται στη διεύθυνση:  
[http://www.euroobserver.org/pdf/barobilan11.pdf?bcsi\\_scan\\_53dc4632274cd1ca=0&bcsi\\_scan\\_filename=barobilan11.pdf](http://www.euroobserver.org/pdf/barobilan11.pdf?bcsi_scan_53dc4632274cd1ca=0&bcsi_scan_filename=barobilan11.pdf)
- [2] Beurskens, L. W. M., Hekkenberg, M. & Vethman P., 'Renewable Energy Projections as Published in the National Renewable Energy Action Plans of the European Member States', ECN-E-10-069, 2011. Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://www.ecn.nl/docs/library/report/2010/e10069.pdf>
- [3] EU-OSHA (European Agency for Safety and Health at Work), 'Foresight of New and Emerging Risks to Occupational Safety and Health Associated with New Technologies in Green Jobs by 2020, Phase I - Key drivers of change', 2011. Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://osha.europa.eu/en/publications/reports/foresight-green-iobs-drivers-change-TERO11001ENN>
- [4] Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention (CDC), National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 'Summary of the Making Green Jobs Safe Workshop', Washington, DC, December 14-16, 2009. Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2011-201/pdfs/2011-201.pdf>
- [5] Silicon Valley Toxics Coalition, 'Toward a Just and Sustainable Solar Energy Industry', White Paper, 2009. Διατίθεται στη διεύθυνση: [http://svtc.org/wp-content/uploads/Silicon Valley Toxics Coalition - Toward a Just and Sust.pdf](http://svtc.org/wp-content/uploads/Silicon_Valley_Toxics_Coalition_-_Toward_a_Just_and_Sust.pdf)
- [6] Next Big Future, 'Deaths per TWH by Energy Source', 2011. Ελήφθη την 10 Σεπτεμβρίου, από τον ιστότοπο: <http://nextbigfuture.com/2011/03/deaths-per-twh-by-energy-source.html>
- [7] EPRI (Electric Power Research Institute), 'Potential Health and Environmental Aspects Associated with the Manufacture and Use of Photovoltaic Cells', Final Report, Palo Alto, 2003. Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://www.energy.ca.gov/reports/500-04-053.PDF>
- [8] Zayed, J. & Philippe, S., 'Acute Oral and Inhalation Toxicities in Rats with Cadmium Telluride', International Journal of Toxicology, Vol. 28, No 4, 2009, σ. 259-265.
- [9] Fthenakis, V. M., 'Overview of Potential Hazards', in Markvart T. & Castaner, L. (Eds.), Practical Handbook of Photovoltaics: Fundamentals and Applications, Elsevier, 2003, σ. 854-868. Διατίθεται στη διεύθυνση: [http://www.bnl.gov/pv/files/pdf/art\\_170.pdf](http://www.bnl.gov/pv/files/pdf/art_170.pdf)
- [10] Wang, M-J. J., Chung, H-C. & Wu, H-C., 'Evaluating the 300mm Wafer-Handling Task in Semi-Conductor Industry', International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 34, No 6, 2004, σ. 459-466. Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://ir.lib.cyut.edu.tw:8080/bitstream/310901800/7335/1/A7.pdf>



- [11] Chen, H., Green and Healthy Jobs, Labour Occupational Health Program, University of California at Berkeley, 2010. Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://www.cpwr.com/pdfs/Green-Healthy%20Jobs%20fni%20for%20posting.pdf>
- [12] Grant, C. C., 'Fire Fighter Safety and Emergency Response for Solar Power Systems', Final Report, a DHS/Assistance to Firefighter Grants (AFG) Funded Study, May 2010. Διατίθεται στη διεύθυνση: [http://www.nfpa.org/assets/files/pdf/research/fftacticssolarpower.pdf?bcsi\\_scan\\_53dc4632274cd1ca=0&bcsi\\_scan\\_filename=fftacticssolarpower.pdf](http://www.nfpa.org/assets/files/pdf/research/fftacticssolarpower.pdf?bcsi_scan_53dc4632274cd1ca=0&bcsi_scan_filename=fftacticssolarpower.pdf)
- [13] Krueger, L., 'An Overview of First Solar's Module Collection and Recycling Program', Presented at Photovoltaics Recycling Scoping Workshop, 34th PV Specialists Conference, June 11, 2009, Philadelphia, USA, and at 1st International Conference on Module Recycling, January 2010, Berlin, Germany. Διατίθεται στη διεύθυνση: [http://www.bnl.gov/pv/files/PRS\\_Agenda/2\\_Krueger\\_IEEE-Presentation-Final.pdf](http://www.bnl.gov/pv/files/PRS_Agenda/2_Krueger_IEEE-Presentation-Final.pdf)
- [14] Fthenakis, V. M., 'End-of-Life Management and Recycling of PV Modules', Energy Policy, Vol. 28, 2000, σ. 1051-1058. Διατίθεται στη διεύθυνση: [http://clca.columbia.edu/papers/End\\_Life\\_Management\\_Recycling\\_Energy\\_Policy.pdf](http://clca.columbia.edu/papers/End_Life_Management_Recycling_Energy_Policy.pdf)
- [15] CAL Fire (Office of the State Fire Marshal), 'Fire Operations for Photovoltaic Emergencies', November 2010. Διατίθεται στη διεύθυνση: [http://osfm.fire.ca.gov/training/pdf/Photovoltaics/Fire%20Ops%20PV%20lo%20resl.pdf?bcsi\\_scan\\_53dc4632274cd1ca=0&bcsi\\_scan\\_filename=Fire%20Ops%20PV%20lo%20resl.pdf](http://osfm.fire.ca.gov/training/pdf/Photovoltaics/Fire%20Ops%20PV%20lo%20resl.pdf?bcsi_scan_53dc4632274cd1ca=0&bcsi_scan_filename=Fire%20Ops%20PV%20lo%20resl.pdf)
- [16] Schulte, P. A., Rinehart, R., Okun, A., Geraci, C. L. & Heidel, D. S., 'National Prevention through Design (PtD) Initiative', Journal of Safety Research, Vol. 39, No 2, 2008, σ. 115-121.
- [17] Ertas, A., 'Prevention through Design: Transdisciplinary Process', Lubbock, Texas, 2010. Διατίθεται στη διεύθυνση: [http://basarab.nicolescu.perso.sfr.fr/ciret/ARTICLES/Ertas\\_fichiers/ptd.pdf](http://basarab.nicolescu.perso.sfr.fr/ciret/ARTICLES/Ertas_fichiers/ptd.pdf)