

Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΝΕΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ



Έρευνα - Συγγραφή
Στέλιος Ψωμάς
Σύμβουλος ΣΕΦ

Φεβρουάριος 2005

Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΝΕΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Η ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ	3
2. ΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	4
2.1 Φωτοβολταϊκά	4
2.2 Αιολική ενέργεια	8
2.3 Βιομάζα	11
2.4 Γεωθερμία	12
2.5 Ηλιοθερμικά	13
2.6 Υδροηλεκτρικά	14
3. ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗ ΚΑΙ ΟΡΥΚΤΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	14
3.1 Ανθρακικοί-Λιγνιτικοί σταθμοί	14
3.2 Πετρελαϊκοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής	16
3.3 Σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής με φυσικό αέριο	16
4. ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	17
ΑΝΑΦΟΡΕΣ	20

Έρευνα - Συγγραφή

Στέλιος Ψωμάς

Σύμβουλος ΣΕΦ

Photo εξωφύλλου: ECOSUN

Φεβρουάριος 2005



ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΕΤΑΙΡΙΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ (ΣΕΦ)

www.helapco.gr

Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΝΕΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Η ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας από την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) είναι ένα από τα ισχυρά επιχειρήματα που προβάλλονται, μεταξύ άλλων, για την ταχύτερη διείσδυση των καθαρών ενεργειακών τεχνολογιών. Μία επισκόπηση όμως της διεθνούς βιβλιογραφίας, καταδεικνύει ότι υπάρχουν ακόμη κενά στην ποσοτική καταγραφή των θέσεων εργασίας που δημιουργούνται από την ανάπτυξη των διαφόρων μορφών ΑΠΕ, ενώ το φάσμα των προσδοκώμενων νέων θέσεων εργασίας ανά τεχνολογία είναι συχνά ευρύ.

Το πρώτο μεθοδολογικό πρόβλημα που έχει να αντιμετωπίσει κανείς προσπαθώντας να συγκρίνει τις διάφορες τεχνολογίες, είναι πως τα στοιχεία δεν δίνονται στην ίδια μορφή και συχνά η σύγκριση καθίσταται από δύσκολη έως αδύνατη. Η έννοια 'θέση εργασίας' δεν αποδίδεται με τον ίδιο τρόπο απ' όλους. Αναφερόμαστε σε μόνιμη θέση εργασίας και αν ναι, τι σημαίνει πρακτικά αυτό; Από την άλλη, κάποιες θέσεις εργασίας είναι βραχυχρόνιες και αφορούν μόνο στο στάδιο της κατασκευής ή εγκατάστασης μιας μονάδας, ενώ άλλες θέσεις έχουν πιο μόνιμο και μακροχρόνιο χαρακτήρα. Έτσι, είναι πιο ορθό να αναφερόμαστε σε 'εργατοέτη' που δημιουργούνται από μία επένδυση, παρά σε θέσεις εργασίας γενικώς. Ως 'εργατοέτος' θεωρούμε την απασχόληση ενός ατόμου για 8 ώρες ημερησίως, πέντε ημέρες εβδομαδιαίως για 46 εβδομάδες το χρόνο (1.840 ώρες ετησίως) ή ακόμη και την ισοδύναμη απασχόληση περισσότερων ατόμων για λιγότερες ώρες ετησίως (π.χ. 4 άτομα που απασχολούνται από 460 ώρες ετησίως).

Όταν αναφερόμαστε σε ενεργειακές επενδύσεις, τρία μεγέθη είναι σημαντικά. Η ισχύς, η παραγόμενη ενέργεια και το κόστος της επένδυσης. Έτσι συνήθως οι θέσεις εργασίας εκφράζονται ανά MW, ανά GWh ή ανά επενδυμένο κεφάλαιο (π.χ. ανά εκατ. €). Κι εδώ βέβαια δεν λείπουν τα μεθοδολογικά προβλήματα. Η διαθεσιμότητα κάθε τεχνολογίας δεν είναι ίδια και συνεπώς η σύγκριση μόνο ανά εγκατεστημένη ισχύ (MWp) δεν λέει όλη την αλήθεια. Ο συντελεστής χρησιμοποίησης (capacity factor) ενός σταθμού ηλεκτροπαραγωγής με καύσιμο φυσικό αέριο π.χ. είναι της τάξης του 70%. Αυτό σημαίνει ότι η μονάδα είναι διαθέσιμη το 70% του χρόνου και συνεπώς κάθε MW ενός σταθμού φυσικού αερίου παράγει $1 \text{ MW} * 0,7 * 24 \text{ ώρες} = 16,8 \text{ MWh}$ την ημέρα. Ένας φωτοβολταϊκός σταθμός από την άλλη έχει συντελεστή χρησιμοποίησης 15% περίπου, δηλαδή κάθε MW παράγει $1 \text{ MW} * 0,15 * 24 \text{ ώρες} = 3,6 \text{ MWh}$ την ημέρα.

Θα πρέπει να τονίσουμε τέλος ότι οι σχετικοί συντελεστές ανά τεχνολογία (π.χ. εργατοέτη ανά MW ή ανά εκατ. €) δεν παραμένουν σταθεροί στο χρόνο αλλά αλλάζουν, καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται και τα κόστη των νέων τεχνολογιών πέφτουν διαρκώς, ενώ

ταυτόχρονα αυξάνεται η παραγωγικότητα των εργαζομένων. Αυτό σημαίνει ότι οι συντελεστές αυτοί θα πρέπει να αναπροσαρμόζονται σε τακτά διαστήματα λαμβάνοντας υπ' όψη τις εξελίξεις.

2. ΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

2.1 Φωτοβολταϊκά

Οι υψηλής τεχνολογίας εφαρμογές θεωρούνται συνήθως εντάσεως κεφαλαίου και όχι εργασίας. Αυτό δεν φαίνεται να ισχύει στην περίπτωση των φωτοβολταϊκών (Φ/Β), αφού όλες οι αναλύσεις, παρόλες τις ποσοτικές διαφορές μεταξύ τους, συγκλίνουν στο ότι η βιομηχανία των φωτοβολταϊκών συμβάλλει στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας (ανά μονάδα αποδιδόμενης ενέργειας) περισσότερο από κάθε άλλη ενεργειακή τεχνολογία.

Την τελευταία εξαετία, η φωτοβολταϊκή βιομηχανία αναπτύσσεται με ετήσιους ρυθμούς που ξεπερνούν σταθερά το 30%. Το 2004 μάλιστα, η παραγωγή ξεπέρασε το ψυχολογικό φράγμα του 1 GWr, ο δε κύκλος εργασιών της βιομηχανίας έφτασε τα 5,8 δις €, με προοπτικές να αγγίξει τα 25 δις € το 2010 ⁽¹⁾. Η άνθηση αυτή της βιομηχανίας φωτοβολταϊκών εκτιμάται ότι έχει οδηγήσει, μεταξύ άλλων, στη δημιουργία περίπου 50.000 θέσεων εργασίας ως τις αρχές του 2005. Οι εκτιμήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης Φωτοβολταϊκών Βιομηχανιών (EPIA) και της Greenpeace κάνουν λόγο για συνολικά 2,25 εκατ. θέσεις εργασίας στον κλάδο ως το 2020, αν επιτευχθεί ο στόχος για κάλυψη του 1,1% της παγκόσμιας ηλεκτροπαραγωγής από φωτοβολταϊκά ως το 2020. Κάτι τέτοιο θα σήμαινε στην πράξη εγκατάσταση 205 GWr φωτοβολταϊκών ως το τέλος της δεύτερης δεκαετίας του αιώνα. Σύμφωνα με την EPIA και τη Greenpeace, οι θέσεις αυτές κατανέμονται ως εξής ⁽²⁾:

Εργατοέτη ανά MWp	2001	2004	2010	2020
Παραγωγή φωτοβολταϊκών	20	17	15	10
Εμπορία, εγκατάσταση, συναφείς υπηρεσίες	30	30	30	26
Συντήρηση & λειτουργία	1	1	1	2
Σύνολο	51	48	46	38

Πίνακας 1: Εργατοέτη ανά MWp στη βιομηχανία φωτοβολταϊκών σύμφωνα με τις EPIA-Greenpeace

Η μείωση των θέσεων εργασίας ανά MWp κυρίως την περίοδο μετά το 2010 οφείλεται στην αύξηση της παραγωγικότητας και τη βελτίωση της απόδοσης των συστημάτων, ενώ η αύξηση των θέσεων εργασίας στη συντήρηση και λειτουργία οφείλεται στην ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών συστημάτων στις αναπτυσσόμενες χώρες σε απομακρυσμένες περιοχές και εφαρμογή αυτόνομων συστημάτων που απαιτούν περισσότερη φροντίδα από τα διασυνδεδεμένα στο δίκτυο.

Μια ανάλυση του κύκλου ζωής των φωτοβολταϊκών από το REPP (Renewable Energy Policy Project) στις ΗΠΑ το 2001, έδειξε ότι κάθε νέο MWp φωτοβολταϊκών δημιουργεί 69.650 εργατοώρες ή ισοδύναμα 37,8 εργατοέτη ⁽³⁾. Τα εργατοέτη διορθώθηκαν σε σχέση με το αρχικό κείμενο (που ανέφερε 35,5 αντί 37,8) λαμβάνοντας υπ' όψη τον διαφορετικό αριθμό ωρών εργασίας ανά έτος στην Ελλάδα σε σχέση με τις ΗΠΑ (Πίνακας 2).

Δραστηριότητα	Εργατοώρες ανά MWp	%
Πυρίτιο	5.650	8,1
Γυαλί	200	0,3
Πλαστικά	300	0,4
Παραγωγή κυψελών	3.200	4,6
Συναρμολόγηση πλαισίων	20.950	30,0
Καλωδιώσεις	1.850	2,7
Μετατροπείς τάσης	4.750	6,8
Βάση στήριξης	1.500	2,2
Συναρμολόγηση συστήματος	11.750	16,9
Διανομή	4.000	5,7
Εγκατάσταση	10.500	15,1
Συντήρηση	5.000	7,2
Σύνολο σε εργατοώρες	69.650	100
Σύνολο σε εργατοέτη	37,8	

* Οι υπολογισμοί έγιναν για διασυνδεδεμένα συστήματα των 2 KWp τεχνολογίας κρυσταλλικού πυριτίου και για συντήρηση επί δεκαετία. Αν υπολογίσει κανείς και τα αυτόνομα συστήματα που περιλαμβάνουν και συσσωρευτές, καθώς και συντήρηση επί 25-30 χρόνια (που είναι ο αναμενόμενος χρόνος ζωής των συστημάτων κατά τη διάρκεια του οποίου αναμένεται και κάποια αντικατάσταση του μετατροπέα τάσης), τότε προφανώς αυξάνει ο αριθμός των εργατοωρών ανά MWp και πλησιάζει την προηγούμενη εκτίμηση των EPIA-Greenpeace.

Πίνακας 2: Εργατοέτη ανά MWp στη βιομηχανία φωτοβολταϊκών σύμφωνα με το REPP

Να σημειώσουμε εδώ κάποιες άλλες εκτιμήσεις που έχουν γίνει στις ΗΠΑ, όπως αυτή του REPP για την περίπτωση της Καλιφόρνια (51,22 εργατοέτη/MWp) ⁽⁴⁾ ή της εταιρίας Clean Edge (25 εργατοέτη/MWp) ⁽⁵⁾. Η εμπειρία της Αριζόνα από την εγκατάσταση 5,5 MWp φωτοβολταϊκών έδειξε ότι δημιουργήθηκαν 268 εργατοέτη, δηλαδή 48,5 εργατοέτη/MWp ⁽⁶⁾. Στις ΗΠΑ πάντως συνήθως ακολουθείται η προσέγγιση και μεθοδολογία του REPP για τον υπολογισμό των θέσεων εργασίας από επενδύσεις σε φωτοβολταϊκά.

Αξίζει εδώ να κάνουμε μνεία της ελληνικής περίπτωσης που αφορά τη νέα μονάδα παραγωγής φωτοβολταϊκών πλαισίων άμορφου πυριτίου της εταιρίας ΗΛΙΟΔΟΜΗ στο Κιλκίς, η οποία ξεκινά μέσα στο 2005 και είναι παραγωγικής ικανότητας 5 MWp ετησίως. Η νέα αυτή μονάδα θα απασχολεί 112 άτομα ⁽⁷⁾, δηλαδή από την παραγωγή και μόνο των φωτοβολταϊκών πλαισίων έχουμε 22,4 εργατοέτη/MWp.

Πρόσφατες εκτιμήσεις στον Καναδά από το Pembina Institute κάνουν λόγο για 28,4 εργατοέτη/MWp, κατανεμημένα ως εξής ⁽⁸⁾:

- Παραγωγή Φ/Β και BOS (Balance-Of-System): 18,8 εργατοέτη/MWp.

- Εγκατάσταση: 7,1 εργατοέτη/MWp.
- Λειτουργία-συντήρηση: 2,5 εργατοέτη/MWp.

Πέρα από τις εκτιμήσεις όμως, υπάρχει και η πραγματικότητα. Ας δούμε λοιπόν πώς καταγράφεται αυτή στις 20 χώρες που συμμετέχουν στο πρόγραμμα φωτοβολταϊκών (IEA-PVPS) του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας (IEA) ⁽⁹⁻¹⁰⁾. Σημειωτέον ότι στο πρόγραμμα αυτό συμμετέχει η πλειοψηφία των παραγωγών φωτοβολταϊκών (88,5% της παγκόσμιας παραγωγής το 2003) και φυσικά οι 'υπερδυνάμεις' του κλάδου, δηλαδή η Ιαπωνία, η Γερμανία και οι ΗΠΑ. Συνεπώς, η στατιστική ανάλυση που αφορά τις 20 αυτές χώρες, καλύπτει εν πολλοίς τη διεθνή κατάσταση. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει αναλυτικά τα στοιχεία.

Έτος	Θέσεις εργασίας στις 20 χώρες του IEA-PVPS	Παραγωγή Φ/Β [MWp]	Εργατοέτη ανά MWp
2002	23.362	482	48,5
2003	33.350	667	50
Μέσος όρος	-	-	49,2
Κατανομή θέσεων εργασίας		Παραγωγή	17,3
		Λοιπές υπηρεσίες	31,9

Πίνακας 3: Εργατοέτη ανά MWp στη βιομηχανία φωτοβολταϊκών σύμφωνα με τα στοιχεία της IEA

Όπως αναφέραμε στην εισαγωγή, οι θέσεις εργασίας είναι συνάρτηση του χρόνου και της εξέλιξης της τεχνολογίας. Έτσι, στον Πίνακα 4 δίνουμε τις εκτιμήσεις για την εξέλιξη της απασχόλησης για την περίπτωση της Καλιφόρνια για την περίοδο 2001-2010. Τα δεδομένα αυτά προέρχονται από σχετική ανάλυση του EPRI (Electric Power Research Institute) ⁽⁴⁾.

2001 = 1	Θέσεις εργασίας 2001	Θέσεις εργασίας 2005	Θέσεις εργασίας 2010
Φωτοβολταϊκά	1	0,73	0,43
Αιολικά	1	0,74	0,45
Βιοαέριο	1	0,78	0,52
Γεωθερμία	1	0,77	0,32

Πίνακας 4: Θέσεις εργασίας για διάφορες ενεργειακές τεχνολογίες την περίοδο 2001-2010 σύμφωνα με μελέτη του EPRI

Οι εξελίξεις την περίοδο 2001-2005, δεν φαίνεται να επιβεβαιώνουν αυτές τις εκτιμήσεις του EPRI, μιας και οι εκτιμήσεις αυτές αποδεικνύονται αρκετά απαισιόδοξες για το δυναμικό δημιουργίας θέσεων εργασίας από τις ΑΠΕ σε σχέση με τα πραγματικά μεγέθη στην αγορά εργασίας. Η εμπειρία των φωτοβολταϊκών και των αιολικών έδειξε πως οι προτεινόμενοι συντελεστές του EPRI για το 2005 θα πρέπει ουσιαστικά να μετατεθούν χρονικά για μετά το 2010 (συμφωνώντας έτσι με τις εκτιμήσεις άλλων φορέων και τις τάσεις της αγοράς). Ο παρακάτω πίνακας απεικονίζει την τάση αυτή.

2001 = 1	Θέσεις εργασίας 2001	Θέσεις εργασίας 2010
Φωτοβολταϊκά	1	0,9
Αιολικά	1	0,75

Πίνακας 5: Εκτιμώμενες θέσεις εργασίας για φωτοβολταϊκά και αιολικά την περίοδο 2001-2010 σύμφωνα με τις τάσεις της αγοράς και τις εκτιμήσεις των EPIA-Greenpeace-EWEA

Μια αναγωγή των δημιουργουμένων εργατοετών ανά παραγόμενη ενέργεια (για τα δεδομένα της Καλιφόρνια) για διάφορες τεχνολογίες δίνεται στον πίνακα 6 ⁽¹¹⁾.

Τεχνολογία	Εργατοέτη ανά παραγόμενη GWh
Φωτοβολταϊκά	0,85-1,21
Αιολικά	0,08-1,07
Βιομάζα	0,09-0,33
Άνθρακας & φυσικό αέριο	0,11

Πίνακας 6: Εργατοέτη ανά παραγόμενη GWh για διάφορες ενεργειακές τεχνολογίες σύμφωνα με μελέτη του Πανεπιστημίου του Berkeley

Η εκτίμηση των δημιουργουμένων εργατοετών ανά μονάδα επενδυμένου κεφαλαίου είναι πιο επισφαλής, αφού το κόστος των τεχνολογιών πέφτει ραγδαία με την εξέλιξη της τεχνολογίας. Στα φωτοβολταϊκά, για παράδειγμα, η καμπύλη εκμάθησης δείχνει ότι το κόστος των παραγόμενων φωτοβολταϊκών πλαισίων πέφτει κατά 18% κάθε φορά που διπλασιάζεται το παραγωγικό δυναμικό. Οι συγκρίσεις συνεπώς έχουν σχετικό χαρακτήρα και εκφράζουν τη δεδομένη στιγμή που πραγματοποιήθηκαν οι μελέτες.

Μελέτη του REPP ⁽³⁾ έδειξε ότι στην περίπτωση των φωτοβολταϊκών δημιουργούνται 5,65 εργατοέτη ανά εκατ. δολάρια σε μια δεκαετή περίοδο, έναντι 5,7 εργατοετών ανά εκατ. \$ για την περίπτωση των αιολικών και 3,96 για την περίπτωση του άνθρακα.

Στην περίπτωση της Αριζόνα (2003) επενδύθηκαν 39,5 εκατ. \$ για την εγκατάσταση 5.521 KWr φωτοβολταϊκών και δημιουργήθηκαν 268 εργατοέτη, είχαμε δηλαδή 6,78 εργατοέτη ανά εκατ. \$ (8,8 εργατοέτη ανά εκατ. €) ⁽⁶⁾.

Με μέσες τιμές για φωτοβολταϊκά συστήματα από 6 \$/watt για τις αναπτυγμένες αγορές (Ιαπωνία, Γερμανία) έως 12 \$/watt για τις λιγότερο αναπτυγμένες αγορές, και θεωρώντας πολλαπλασιαστή 50 εργατοέτη/MWr, έχουμε 4,2-8,3 εργατοέτη ανά εκατ. \$ (5,5-10,8 εργατοέτη ανά εκατ. €), μια εκτίμηση που είναι κοντά σ' αυτές που προαναφέρθηκαν.

Προσαρμόζοντας τα παραπάνω στοιχεία για την περίπτωση της Ελλάδας (διαφορετική ηλιοφάνεια και κόστη), οι διάφοροι συντελεστές διαμορφώνονται ως εξής:

Συντελεστές για φωτοβολταϊκά στην Ελλάδα	
Εργατοέτη/MWp	50
Εργατοέτη/GWh	1,5
Εργατοέτη ανά εκατ. €	6-7

Πίνακας 7: Προτεινόμενοι συντελεστές για Ελλάδα

2.2 Αιολική ενέργεια

Στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής, η αιολική ενέργεια αποτελεί αναμφισβήτη τη ναυαρχίδα των ΑΠΕ. Μέσα στο 2005, η αιολική βιομηχανία θα σπάσει το φράγμα των 50 GW εγκατεστημένης ισχύος διεθνώς. Μόνο στην Ευρωπαϊκή Ένωση, είχαν ήδη εγκατασταθεί 34.205 MW αιολικών στα τέλη του 2004, ενώ η ευρωπαϊκή βιομηχανία γνωρίζει την τελευταία εξαετία ετήσιους ρυθμούς ανάπτυξης σταθερά πάνω από 20%. Τα 5,7 GW νέας ισχύος που προστέθηκαν το 2004 στο ευρωπαϊκό αιολικό δυναμικό, απέφεραν περί τα 5,7 δις € στις κατασκευάστριες εταιρίες ⁽¹²⁾.

Ήδη στα τέλη του 2002, η ευρωπαϊκή αιολική βιομηχανία απασχολούσε πάνω από 82.000 εργαζόμενους (46.000 στη Γερμανία, 21.000 στη Δανία, 10.000 στην Ισπανία, 3.200 στην Αυστρία, 1.000 στην Ιταλία) ⁽¹³⁾. Η Ευρωπαϊκή Ένωση Αιολικής Ενέργειας (EWEA) εκτιμά ότι το 2020, η ευρωπαϊκή αιολική βιομηχανία θα απασχολεί 196.900 άτομα κατανομημένα ως εξής ⁽¹⁴⁾:

- Κατασκευή ανεμογεννητριών: 153.400
- Εγκατάσταση: 27.400
- Συντήρηση-λειτουργία: 16.100

Η EWEA έχει εκπονήσει από κοινού με τη Greenpeace ένα σενάριο για την κάλυψη του 12% της παγκόσμιας ηλεκτροπαραγωγής από αιολικά έως το 2020. Στο σενάριο αυτό εκτιμάται ότι το 2020 θα έχουν δημιουργηθεί 1,8 εκατ. εργατοέτη διεθνώς από την ανάπτυξη της αιολικής βιομηχανίας ⁽¹⁵⁾.

Παλαιότερα στοιχεία από την ιδιαίτερα αναπτυγμένη αιολική βιομηχανία της Δανίας (1998) έδειξαν ότι δημιουργούνται 22 εργατοέτη για κάθε νέο MW αιολικών (17 στην παραγωγή των ανεμογεννητριών και 5 από την εγκατάσταση). Για την ίδια περίοδο, είχαμε τη δημιουργία 22 εργατοετών ανά εκατ. \$ που επενδυόταν στα αιολικά.

Δεδομένου ότι η τεχνολογία αναπτύσσεται ραγδαία, τα μεγέθη των ανεμογεννητριών αυξάνουν διαρκώς και ταυτόχρονα βελτιώνεται η παραγωγικότητα των εργαζομένων και πέφτει το κόστος των συστημάτων, οι EWEA και Greenpeace επεξεργάστηκαν στο σενάριό τους τις αναμενόμενες θέσεις εργασίας στην περίοδο ως το 2020, αναπροσαρμόζοντας κατάλληλα τα μεγέθη (Πίνακας 8).

Έτος	Εργατοέτη ανά MW
2005	17,7
2010	14,8
2015	13,1
2020	11,8

Πίνακας 8: Εργατοέτη ανά MW στη βιομηχανία αιολικών σύμφωνα με τις EWEA-Greenpeace

Σε ότι αφορά ειδικότερα την εγκατάσταση και λειτουργία των ανεμογεννητριών, τα στατιστικά στοιχεία της EWEA δίνουν τα παρακάτω νούμερα για διάφορες ευρωπαϊκές χώρες (στοιχεία για το 2002) ⁽¹⁴⁾:

Χώρα	Εργαζόμενοι στην εγκατάσταση αιολικών ανά MW
Αυστρία	4,7
Βρετανία	9,1
Γαλλία	6,2
Γερμανία	1,7
Ελλάδα	2
Μέσος όρος	5,8
Μέσος σταθμισμένος όρος	2

Πίνακας 9: Εργαζόμενοι στην εγκατάσταση αιολικών ανά MW σύμφωνα με την EWEA

Χώρα	Εργαζόμενοι στη συντήρηση-λειτουργία αιολικών ανά MW
Αυστρία	0,43
Βρετανία	0,09
Γαλλία	0,3
Γερμανία	0,09
Ελλάδα	0,32
Ισπανία	0,2
Πορτογαλία	0,16
Μέσος όρος	0,23

Πίνακας 10: Εργαζόμενοι στη συντήρηση-λειτουργία αιολικών ανά MW σύμφωνα με την EWEA

Πρόσφατα στοιχεία για την Ελλάδα (2003) από λειτουργούντα αιολικά πάρκα έδειξαν ότι κατά τη φάση κατασκευής δημιουργούνται 1-1,5 εργατοέτη/MW (το 30-40% αυτής της απασχόλησης αφορά ντόπιο εργατικό δυναμικό), ενώ κατά τη φάση λειτουργίας 6,5-8 εργατοέτη/MW (0,26-0,32 εργαζόμενοι/MW, με 50-100% ντόπιο εργατικό δυναμικό) ⁽¹⁶⁾.

Μια ανάλυση του κύκλου ζωής των αιολικών από το REPP στις ΗΠΑ το 2001 ⁽³⁾, έδειξε ότι κάθε νέο MW αιολικών δημιουργεί 9.500 εργατοώρες ή ισοδύναμα 5,2 εργατοέτη (Πίνακας 11), εκτίμηση κατά πολύ μικρότερη αυτής των EWEA-Greenpeace. Οι εκτιμήσεις έγιναν για ένα μέσο αιολικό πάρκο των 37,5 MW και για συντήρηση δεκαετίας. Τα εργατοέτη διορθώθηκαν σε σχέση με το αρχικό κείμενο (που ανέφερε 4,8 αντί 5,2) λαμβάνοντας υπ' όψη τον διαφορετικό αριθμό ωρών εργασίας ανά έτος στην Ελλάδα σε σχέση με τις ΗΠΑ.

Δραστηριότητα	Εργατοώρες ανά MW	%
Πτερύγια	2.410	25,4
Μεταφορά	160	1,7
Σύζευξη	210	2,2
Φρένα	390	4,1
Έλεγχος-παρακολούθηση	470	4,9
Σύστημα μετάδοσης ταχύτητας	600	6,3
Σύστημα περιστροφής πτερυγίων	170	1,8
Γεννήτρια	380	4
Πύργος	790	8,3
Θάλαμος	470	4,9
Στρόβιλος	370	3,9
Ανάπτυξη	120	1,3
Εγκατάσταση	1.060	11,2
Συντήρηση	1.900	20
Σύνολο σε εργατοώρες	9.500	100
Σύνολο σε εργατοέτη	5,2	

Πίνακας 11: Εργατοέτη ανά MW στη βιομηχανία αιολικών σύμφωνα με το REPP

Όπως ειπώθηκε, η εκτίμηση αυτή αφορά συντήρηση και λειτουργία επί δεκαετία, οι δε σχετικές εργατοώρες που αντιστοιχούν σ' αυτό τον τομέα είναι 1.900 (δηλαδή ένα εργατοέτος περίπου) ή αλλιώς 0,1 εργαζόμενος/MW για δέκα χρόνια. Παρόλα αυτά, ο λειτουργικός χρόνος ενός αιολικού πάρκου είναι περί τα 25 χρόνια, η δε εμπειρία από διάφορες ευρωπαϊκές χώρες δείχνει ότι στη συντήρηση-λειτουργία απασχολούνται κατά μέσο όρο 0,23 εργαζόμενοι/MW (0,26-0,32 εργαζόμενοι/MW για την Ελλάδα, με μέσο όρο 0,29 εργαζομένους/MW). Συνεπώς, οι αντίστοιχες εργατοώρες είναι 10.925/MW (5,9 εργατοέτη/MW) ή και 13.775/MW (7,5 εργατοέτη/MW) αν χρησιμοποιήσουμε τον ελληνικό συντελεστή. Ακόμη κι αν χρησιμοποιήσουμε το συντελεστή 0,1 εργαζόμενοι/MW, ο αντίστοιχος συντελεστής του REPP για τη συντήρηση-λειτουργία θα πρέπει να διορθωθεί σε 2,5 εργατοέτη/MW. Έτσι, ο συνολικός πολλαπλασιαστής του REPP θα πρέπει να διορθωθεί και να κυμανθεί, ανάλογα με τις συνθήκες, από 6,7 έως 11,6 εργατοέτη/MW.

Εκτιμήσεις στον Καναδά από το Pembina Institute κάνουν λόγο για 6,42 εργατοέτη/MW, που προσαυξάνεται στα 6,72 εργατοέτη/MW στην περίπτωση των υπεράκτιων αιολικών πάρκων ⁽⁸⁾. Βέβαια, στην περίπτωση του Οντάριο, η Καναδική Ένωση Αιολικής Ενέργειας εκτίμησε ότι η ανάπτυξη 2.000 MW αιολικών θα απέφερε 16.000-32.000 εργατοέτη, δηλαδή 8-16 εργατοέτη/MW, μια εκτίμηση που βρίσκεται πιο κοντά στα ευρωπαϊκά δεδομένα ⁽¹⁷⁾.

Μια άλλη προσέγγιση που θα μας δώσει πιο ρεαλιστική εκτίμηση των πραγματικών μεγεθών είναι αυτή που βασίζεται σε υπαρκτές θέσεις εργασίας όπως αυτές που καταγράφονται στατιστικά. Για τα έτη 2001 και 2002 λοιπόν, για τα οποία υπάρχουν σχετικά αξιόπιστα στοιχεία σε διάφορες ευρωπαϊκές χώρες, έχουμε τα εξής:

- 2001: 4.428 νέα MW στην ΕΕ, περίπου 70.000 θέσεις εργασίας → 15,8 εργατοέτη/MW
- 2002: 5.783 νέα MW στην ΕΕ, τουλάχιστον 82.000 θέσεις εργασίας → 14,2 εργατοέτη/MW
- Μέσος όρος 2001-2002: 15 εργατοέτη/MW

Βλέπουμε λοιπόν ότι η προσέγγιση αυτή πλησιάζει τα νούμερα που δίνει η ευρωπαϊκή βιομηχανία και όχι τις εκτιμήσεις που έχουν γίνει στις ΗΠΑ.

Μελέτη του Πανεπιστημίου του Berkeley συνοψίζει ως εξής τα συμπεράσματα διαφόρων μελετών για την περίπτωση των αιολικών ⁽¹¹⁾.

Συντελεστής	Θέσεις εργασίας	Εργατοέτη
ανά MWp	0,25-0,98	6,3-24,5
ανά GWh	-	0,08-1,07

Πίνακας 12: Θέσεις εργασίας για ηλεκτροπαραγωγή από αιολικά σύμφωνα με μελέτη του Πανεπιστημίου του Berkeley

Για την περίπτωση της Ελλάδας (θεωρώντας ετήσια παραγωγή 2,25 GWh/MWp και 17,7 εργατοέτη/MWp) έχουμε 0,31 εργατοέτη/GWh.

Θεωρώντας μέσο κόστος εγκατάστασης το 1 εκατ. € ανά MW, με βάση τα στοιχεία του πίνακα 8, προκύπτει ότι επένδυση ενός εκατ. € στα αιολικά δημιουργεί 17,7 εργατοέτη.

2.3 Βιομάζα

Η περίπτωση της βιομάζας είναι λίγο πιο περίπλοκη από άλλες μορφές ενέργειας, καθώς αυτή χρησιμοποιείται σε διάφορες μορφές και για πολλαπλές χρήσεις (παραγωγή θερμότητας ή/και ηλεκτρισμού, βιοκαύσιμα). Σε κάθε περίπτωση όμως πρόκειται για μια μορφή ενέργειας εντάσεως εργασίας. Η αμερικανική βιομηχανία βιοενέργειας απασχολούσε στα τέλη του 2002 περί τους 66.000 εργαζομένους, ενώ οι εκτιμήσεις του αμερικανικού Υπουργείου Ενέργειας κάνουν λόγο για 120.000 θέσεις εργασίας στον τομέα το 2012 ⁽¹⁸⁾. Η EUBIA (European Biomass Industry Association) εκτιμά ότι ο τομέας της βιοενέργειας θα συνεισφέρει στη δημιουργία 1,5 εκατ. νέων θέσεων εργασίας στις ευρωπαϊκές χώρες ως το 2020, και 5,7 εκατ. νέων θέσεων εργασίας ως το 2050 ⁽¹⁹⁾.

Η μελέτη του Πανεπιστημίου του Berkeley συνοψίζει ως εξής τα συμπεράσματα διαφόρων μελετών για την περίπτωση της ηλεκτροπαραγωγής από βιομάζα ⁽¹¹⁾.

Συντελεστής	Θέσεις εργασίας	Εργατοέτη
ανά MWp	0,66-2,42	16,5-60,5
ανά GWh	-	0,09-0,33

Πίνακας 13: Θέσεις εργασίας για ηλεκτροπαραγωγή από βιομάζα σύμφωνα με μελέτη του Πανεπιστημίου του Berkeley

Το REPP εξέτασε τη δημιουργία θέσεων εργασίας στην περίπτωση καύσης βιομάζας σε υπάρχοντες ανθρακικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής (δυναμικότητας 100-750 MW με τη βιομάζα να καλύπτει το 5% της θερμογόνου δύναμης). Η ανάλυση αυτή έδειξε ότι η χρήση της βιομάζας δημιουργεί 3,5-23,3 εργατοέτη/MW για δεκαετή τροφοδοσία του σταθμού με βιοκαύσιμα (ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη πρώτη ύλη: λιγότερα εργατοέτη για χρήση υπολειμμάτων βιομηχανίας ξύλου και περισσότερα για τη χρήση ενεργειακών καλλιεργειών). Τα εργατοέτη διορθώθηκαν σε σχέση με το αρχικό κείμενο (που ανέφερε 3,8-21,8 εργατοέτη/MW) λαμβάνοντας υπ' όψη τον διαφορετικό αριθμό ωρών εργασίας ανά έτος στην Ελλάδα σε σχέση με τις ΗΠΑ ⁽³⁾.

Εκτιμήσεις στον Καναδά από το Pembina Institute κάνουν λόγο για 25,75 εργατοέτη/MW στην περίπτωση της ηλεκτροπαραγωγής από βιομάζα ⁽⁸⁾, ενώ αντίστοιχες εκτιμήσεις του ΕΜΠ για πιθανή ανέγερση ηλεκτροπαραγωγικού σταθμού στην Κρήτη με χρήση βιομάζας έκαναν λόγο για 47,7 εργατοέτη/MW ή ισοδύναμα 29,8 εργατοέτη ανά εκατ. € που θα επενδυόταν για την κατασκευή του σταθμού αυτού ⁽²⁰⁾.

Μελέτη της εταιρίας Ecotec ⁽²¹⁾, αναφέρει ως τάξη μεγέθους τα 60 εργατοέτη/MWe για την περίπτωση σταθμών ηλεκτροπαραγωγής ισχύος 15-20 MWe και τα 11,5 εργατοέτη για σημαντικά μικρότερες θερμικές εφαρμογές (της τάξης των 250 KWth). Τα νούμερα αυτά έχουν στρογγυλοποιηθεί χάριν συγκρίσεων, μιας και η μελέτη δεν ποσοτικοποιεί κάποιες από τις εργασίες (και κυρίως τις έμμεσες δημιουργούμενες θέσεις εργασίας).

2.4 Γεωθερμία

Στα τέλη του 2002, η γεωθερμική παραγωγή ηλεκτρισμού είχε αγγίξει διεθνώς τα 8.356 MW ⁽²²⁾. Έχοντας περίπου το 1/3 της εγκατεστημένης ισχύος, η αμερικανική γεωθερμική βιομηχανία απασχολούσε άμεσα περί τα 10.000 άτομα (με τις έμμεσες θέσεις εργασίας να εκτιμώνται σε 20.000 επιπλέον) ⁽²³⁾, ενώ οι εκτιμήσεις του αμερικανικού Υπουργείου Ενέργειας εκτιμούν πως το 2020, το άμεσα απασχολούμενο δυναμικό θα φτάσει τις 35.000 ⁽⁶⁾.

Οι εκτιμήσεις για τις δημιουργούμενες θέσεις εργασίας, τόσο στις ΗΠΑ όσο και στον Καναδά, βασίζονται σε σχετικές μελέτες του REPP, οι οποίες συνοπτικά δίνουν τους εξής δείκτες ⁽²³⁾:

Συντελεστής	Θέσεις εργασίας	Εργατοέτη
ανά MWp	5,1	56,2
ανά GWh	-	0,2

Πίνακας 14: Θέσεις εργασίας για ηλεκτροπαραγωγή από γεωθερμία σύμφωνα με το REPP (με συντελεστή χρησιμοποίησης 90% και 35 χρόνια λειτουργίας)

Στην περίπτωση της Νεβάδα, χρησιμοποιήθηκε διαφορετικός πολλαπλασιαστής για τις θέσεις εργασίας στη συντήρηση-λειτουργία, ανεβάζοντας το συντελεστή σε 7,13 θέσεις εργασίας/MWp.

Με κόσμη επένδυσης από 1,15-3 εκατ. € ανά MWp (ανάλογα με το μέγεθος του σταθμού), έχουμε 17,5-48,9 εργατοέτη ανά εκατ. € επένδυσης.

2.5 Ηλιοθερμικά

Στην περίπτωση των ηλιοθερμικών τεχνολογιών, έχουμε δύο διακριτές εφαρμογές. Την ηλιοθερμική ηλεκτροπαραγωγή σε σταθμούς της τάξης των 30-80 MW και την παραγωγή θερμότητας από ηλιοθερμικά συστήματα (ατομικά ή κεντρικά). Εξετάζουμε εν συντομία το δυναμικό δημιουργίας θέσεων εργασίας των εφαρμογών αυτών.

Ηλιοθερμική παραγωγή ηλεκτρισμού

Τα δεδομένα είναι εκ των πραγμάτων περιορισμένα, αφού η τεχνολογία αυτή εφαρμόζεται προς το παρόν μόνο στις ΗΠΑ και συγκεκριμένα στην Καλιφόρνια. Στοιχεία για τις αναμενόμενες θέσεις εργασίας στο κομμάτι της λειτουργίας-συντήρησης υπάρχουν και από παλαιότερη πρόταση για δημιουργία ενός ηλιοθερμικού σταθμού ηλεκτροπαραγωγής στην Κρήτη (0,57-1,57 εργαζόμενοι/MWp για συντήρηση-λειτουργία). Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει τα στοιχεία αυτά ^(4,24).

Συντελεστής	Θέσεις εργασίας	Εργατοέτη
ανά MWp	1,5-3	15,7-40,7
ανά GWh	-	0,29-0,74

* Ο συντελεστής χρησιμοποίησης αυτών των σταθμών είναι 25% (για το καθαρά ηλιακό κομμάτι τους)

Πίνακας 15: Θέσεις εργασίας για ηλιοθερμική ηλεκτροπαραγωγή

Με μέσο κόστος επένδυσης τα 2-3 εκατ. € ανά MW, έχουμε 5,2-20,35 εργατοέτη/εκατ. €

Ηλιακή παραγωγή θερμότητας και ζεστού νερού χρήσης

Με βάση τα στοιχεία της Ένωσης Βιομηχανιών Ηλιακής Ενέργειας (ΕΒΗΕ), στην Ελλάδα απασχολούνται περί τα 3.700 άτομα στον κλάδο. Δεδομένου ότι η μέση ετήσια παραγωγή ηλιοσυλλεκτών στην Ελλάδα την τελευταία τετραετία είναι περίπου 276.000 m², έχουμε 1 εργατοέτος για κάθε 75 m² συλλεκτών (περίπου 1 εργατοέτος για κάθε 30 ηλιοθερμικά συστήματα με βάση τη μέση επιφάνεια των συστημάτων αυτών στην Ελλάδα).

Δεδομένου ότι 1 m² αντιστοιχεί με 0,7 KW_{th} ⁽²⁵⁾, έχουμε 19 εργατοέτη/MW_{th}.

Με κόστος 250-300 €/m², έχουμε 44,4-53,3 εργατοέτη για κάθε εκατ. € που επενδύεται στα συστήματα αυτά.

2.6 Υδροηλεκτρικά

Η φύση και το μέγεθος του υδροηλεκτρικού καθορίζουν, μεταξύ άλλων και το δυναμικό δημιουργίας νέων θέσεων εργασίας.

Η εμπειρία από τον πλούσιο σε υδατοπτώσεις Καναδά δίνει ένα εύρος 9-38,6 εργατοέτη/MWp για μεγάλα υδροηλεκτρικά ^(17,26,28). Με κόστος 2,2 εκατ. €/MWp, αυτό μεταφράζεται σε 4,1-17,5 εργατοέτη ανά εκατ. € που επενδύεται.

Με μέση παραγωγή 1,1 GWh/MWp (στοιχεία ΔΕΗ), έχουμε (για 40 χρόνια λειτουργίας) 0,2-0,88 εργατοέτη/GWh.

Η ελληνική εμπειρία από κατασκευή μικρών υδροηλεκτρικών (της τάξης των 5 MW), δείχνει ότι στη φάση κατασκευής απασχολούνται περίπου 10 άτομα/MWp για ενάμιση χρόνο, ενώ στη φάση λειτουργίας-συντήρησής τους απασχολούνται μόνιμα 1,2-2 άτομα/MWp ⁽¹⁶⁾. Μελέτη του ΕΜΠ για κατασκευή μικρού υδροηλεκτρικού ισχύος 6 MW στην Κρήτη, δίνει συντελεστή 26,7 εργατοέτη/MWp ⁽²⁰⁾.

Η ΔΕΗ τέλος απασχολεί 745 άτομα στα υδροηλεκτρικά της (συνολικής ισχύος 3.060 MW). Με άλλα λόγια, μόνο το κομμάτι της λειτουργίας-συντήρησης συνεπάγεται 0,24 θέσεις εργασίας/MWp.

3. ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗ ΚΑΙ ΟΡΥΚΤΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

3.1 Ανθρακικοί-Λιγνιτικοί σταθμοί

Τα στοιχεία για τους ανθρακικούς-λιγνιτικούς σταθμούς προέρχονται από 4 πηγές και καλύπτουν σε μεγάλο βαθμό την πραγματική εικόνα όπως έχει σήμερα. Ο Πίνακας 16, συνοψίζει τα στοιχεία του Πανεπιστημίου του Berkeley για ανθρακικούς σταθμούς ⁽¹¹⁾.

Συντελεστής	ανά MWp	ανά GWh
Θέσεις εργασίας (παραγωγή)	0,39	-
Θέσεις εργασίας (παραγωγή & ορυχεία)	0,8	-
Εργατοέτη (παραγωγή)	15,7	0,055
Εργατοέτη (παραγωγή & ορυχεία)	32	0,11

* 8,5 εργατοέτη/MWp αφορούν την κατασκευή του σταθμού, 7,2 εργατοέτη/MWp αφορούν τη συντήρηση-λειτουργία του σταθμού και 16,3 εργατοέτη/MWp αφορούν την επεξεργασία και μεταφορά του καυσίμου. Ως μέσος συντελεστής χρησιμοποίησης θεωρήθηκε από τη μελέτη το 80%.

Πίνακας 16: Θέσεις εργασίας για ηλεκτροπαραγωγή από άνθρακα σύμφωνα με μελέτη του Πανεπιστημίου του Berkeley

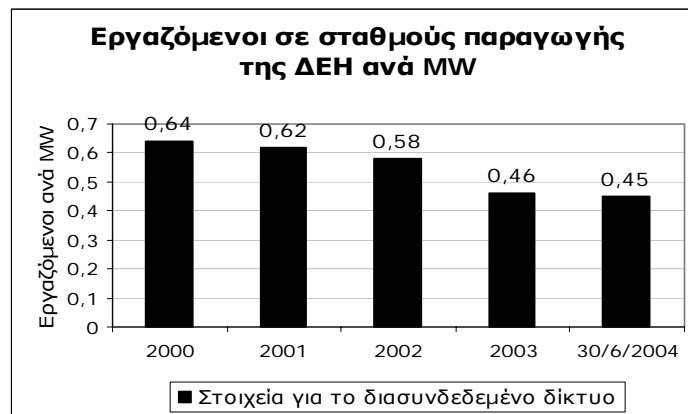
Μια πρόσφατη μελέτη της εταιρίας Hill & Associates που συγκρίνει σύγχρονους ανθρακικούς σταθμούς (ισχύος 1.500 MW) με σταθμούς φυσικού αερίου, κάνει λόγο για

7,68 εργατοέτη/MWp για την περίπτωση των ανθρακικών σταθμών (3,87 εργατοέτη/MWp για την κατασκευή και 3,81 εργατοέτη/MWp για την λειτουργία των σταθμών). Αν προσθέσουμε και τις θέσεις εργασίας στα ορυχεία, τότε ο συντελεστής γίνεται 18,5 εργατοέτη/MWp ⁽²⁷⁾.

Στοιχεία της εταιρίας BC Hydro από τον Καναδά για νέους ανθρακικούς σταθμούς 250-500 MW, αναφέρουν ένα δυναμικό δημιουργίας 7,8-11,6 εργατοετών/MWp (3-3,6 εργατοέτη/MWp για το στάδιο κατασκευής του σταθμού) ⁽²⁸⁾.

Σύμφωνα με στοιχεία της ΔΕΗ (2005), στους λιγνιτικούς σταθμούς (συνολικής ισχύος 5.287 MW) απασχολούνται (στο τμήμα της παραγωγής) 3.389 εργαζόμενοι ⁽²⁹⁾. Αυτό μεταφράζεται σε 0,64 θέσεις εργασίας ανά MWp ή 25,6 εργατοέτη/MWp.

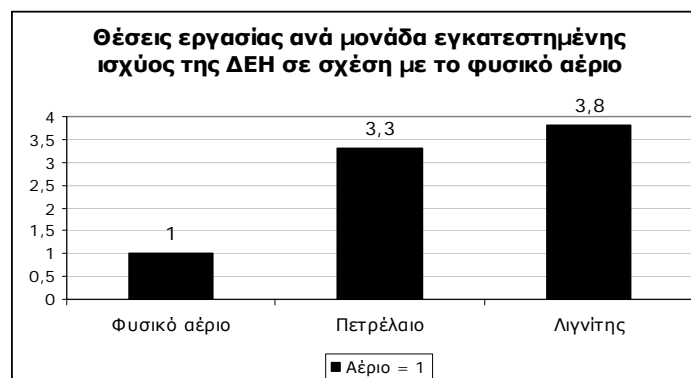
Το διάγραμμα 1 που ακολουθεί δείχνει την πτωτική τάση σε ότι αφορά τους εργαζόμενους ανά MW στο διασυνδεδεμένο δίκτυο της ΔΕΗ (για όλες τις τεχνολογίες και καύσιμα) ⁽³⁰⁾.



Διάγραμμα 1: Εργαζόμενοι ανά MW στο διασυνδεδεμένο δίκτυο της ΔΕΗ

Με βάση τα στοιχεία του παραπάνω διαγράμματος και θεωρώντας ως λειτουργικό χρόνο ζωής των μονάδων τα 40 χρόνια, έχουμε κατά μέσο όρο 18 εργατοέτη/MWp.

Το διάγραμμα 2 δίνει τους εργαζόμενους στις μονάδες παραγωγής της ΔΕΗ ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος σε σχέση με το φυσικό αέριο (αέριο = 1).



Διάγραμμα 2: Εργαζόμενοι στις μονάδες παραγωγής της ΔΕΗ ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος

Λαμβάνοντας υπόψη το εύρος των τιμών που αναφέραμε και κόστος επένδυσης περί τα 1-2 εκατ. € ανά MW για ανθρακικούς σταθμούς, έχουμε 3,9-25,6 εργατοέτη ανά εκατ. € που επενδύθηκε στο σταθμό ηλεκτροπαραγωγής.

3.2 Πετρελαϊκοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής

Τα στοιχεία για τους πετρελαϊκούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής είναι περιορισμένα, καθώς τέτοιοι σταθμοί δεν κατασκευάζονται πλέον συχνά, τουλάχιστον στις αναπτυγμένες βιομηχανικά χώρες (με εξαίρεση βέβαια την Ελλάδα που συνεχίζει τη δημιουργία τέτοιων σταθμών στα νησιά).

Σύμφωνα με στοιχεία της ΔΕΗ (2005), στους πετρελαϊκούς σταθμούς (συνολικής ισχύος 2.258 MW) απασχολούνται (στο τμήμα της παραγωγής) 1.278 εργαζόμενοι ⁽²⁹⁾. Αυτό μεταφράζεται σε 0,56 θέσεις εργασίας ανά MWp ή 22,5 εργατοέτη/MWp. Αν προσθέσουμε και περίπου 3,5 εργατοέτη/MWp για το στάδιο της κατασκευής, καταλήγουμε στα 26 εργατοέτη/MWp. Με μέσο κόστος επένδυσης 1,1-1,35 εκατ. € ανά MW, έχουμε 19,2-23,6 εργατοέτη ανά εκατ. € που επενδύεται. Δεδομένου ότι η μέση παραγωγή των πετρελαϊκών σταθμών την περίοδο 2001-2003 ήταν περίπου 3,53 GWh/MWp ετησίως, έχουμε (για 40 έτη λειτουργίας του σταθμού) 0,18 εργατοέτη/GWh.

Πρόσφατα στοιχεία από κατασκευή πετρελαϊκού σταθμού ηλεκτροπαραγωγής στη Σρι Λάνκα (163 MW), δίνουν σημαντικά μικρότερα μεγέθη και συγκεκριμένα 7,8 εργατοέτη/MWp (1,7 εργατοέτη/MWp για το στάδιο της κατασκευής και 6,1 εργατοέτη/MWp για τη σαραντάχρονη λειτουργία του σταθμού) ⁽³¹⁾.

3.3 Σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής με φυσικό αέριο

Όπως και τα στοιχεία για τους ανθρακικούς σταθμούς, τα στοιχεία για το φυσικό αέριο προέρχονται κατ' αρχάς από τις ίδιες πηγές για να υπάρχει και ένα μέτρο σύγκρισης.

Ο Πίνακας 17, συνοψίζει τα στοιχεία του Πανεπιστημίου του Berkeley για σταθμούς φυσικού αερίου ⁽¹¹⁾.

Συντελεστής	ανά MWp	ανά GWh
Θέσεις εργασίας (παραγωγή)	0,31	-
Θέσεις εργασίας (παραγωγή & τροφοδοσία καυσίμου)	0,81	-
Εργατοέτη (παραγωγή)	12,5	0,04
Εργατοέτη (παραγωγή & τροφοδοσία καυσίμου)	32,4	0,11

* 8,5 εργατοέτη/MWp αφορούν την κατασκευή του σταθμού, 4 εργατοέτη/MWp αφορούν τη συντήρηση-λειτουργία του σταθμού και 19,9 εργατοέτη/MWp αφορούν την μεταφορά και τροφοδοσία του καυσίμου. Ως μέσος συντελεστής χρησιμοποίησης θεωρήθηκε από τη μελέτη το 85%.

Πίνακας 17: Θέσεις εργασίας για ηλεκτροπαραγωγή από φυσικό αέριο σύμφωνα με μελέτη του Πανεπιστημίου του Berkeley

Σύμφωνα με στοιχεία της ΔΕΗ (2005), στους σταθμούς φυσικού αερίου (συνολικής ισχύος 1.580 MW) απασχολούνται (στο τμήμα της παραγωγής) 263 εργαζόμενοι ⁽²⁹⁾. Αυτό μεταφράζεται σε 0,17 θέσεις εργασίας ανά MWp ή 6,8 εργατοέτη/MWp.

Η μελέτη της εταιρίας Hill & Associates που προαναφέραμε, κάνει λόγο για 3 εργατοέτη/MWp για την περίπτωση των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με καύσιμο φυσικό αέριο (0,9 εργατοέτη/MWp για την κατασκευή και 2,1 εργατοέτη/MWp για την λειτουργία των σταθμών) ⁽²⁷⁾.

Στοιχεία της εταιρίας BC Hydro από τον Καναδά για νέους σταθμούς φυσικού αερίου 250-500 MW, αναφέρουν ένα δυναμικό δημιουργίας 3,5-8 εργατοετών/MWp (0,8-1,6 εργατοέτη/MWp για το στάδιο κατασκευής του σταθμού) ⁽²⁸⁾.

Αντίστοιχα, πρόσφατα στοιχεία από τη Βρετανία ⁽³²⁾ αναφέρουν 0,67 εργατοέτη/MWp κατά το στάδιο της κατασκευής.

Στην Ινδία, η κατασκευή και λειτουργία σταθμών φυσικού αερίου εκτιμήθηκε ότι συνεισφέρει 5,24 εργατοέτη/MWp (1,43 εργατοέτη/MWp στο στάδιο της κατασκευής και 3,81 εργατοέτη/MWp στη σαραντάχρονη λειτουργία του σταθμού) ⁽³³⁾. Αντίστοιχα, στις Φιλιππίνες, το στάδιο κατασκευής ενός σταθμού ηλεκτροπαραγωγής περιλαμβανομένων των δεξαμενών υγροποιημένου αερίου εκτιμήθηκε ότι θα δημιουργήσει 3,7 εργατοέτη/MWp ⁽³⁴⁾.

Μελέτη του CALPIRG Charitable Trust (2002) για την περίπτωση της Καλιφόρνια, δίνει ένα συντελεστή 0,07 εργαζομένων/MW (μέσος όρος από 15 σταθμούς) ⁽⁴⁾. Ο συντελεστής αυτός είναι μόλις το 40% του αντίστοιχου της ΔΕΗ. Δεδομένου ότι οι νέοι σταθμοί φυσικού αερίου είναι αρκετά αυτοματοποιημένοι, τα στοιχεία από 19 προτεινόμενους νέους σταθμούς δίνουν συνολικά 2,1 εργατοέτη/MW (άμεση απασχόληση) και 5 εργατοέτη/MW (άμεση και έμμεση απασχόληση). Ειδικά για το κομμάτι της συντήρησης-λειτουργίας των σταθμών, οι συντελεστές είναι 0,04 και 0,1 εργαζόμενοι/MW αντίστοιχα.

Δεδομένου του εύρους των εκτιμήσεων και με μέσο κόστος επένδυσης περί τα 0,5 εκατ. € ανά MW, έχουμε 6-25 εργατοέτη ανά εκατ. € που επενδύθηκε στο σταθμό ηλεκτροπαραγωγής.

4. ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει τα αποτελέσματα για τις διάφορες ενεργειακές τεχνολογίες, υιοθετώντας εκείνες τις εκτιμήσεις που κρίνονται ως πιο ρεαλιστικές ή/και αντικατοπτρίζουν καλύτερα τις πρόσφατες τάσεις της αγοράς.

Εργατοέτη	ανά MWp	ανά GWh	ανά εκατ. €
Φωτοβολταϊκά	50	1,5	6,5 (5,5-10,8)
Αιολικά	17,7 (6,3-24,5)	0,3 (0,08-1,07)	17,7
Βιομάζα	47,7 (16,5-60,5)	0,2 (0,1-0,3)	29,8
Γεωθερμία	56,2	0,2	27 (17,5-48,9)
Ηλιοθερμικά	28 (15,7-40,7)	0,5 (0,3-0,7)	11,2 (5,2-20,3)
Υδροηλεκτρικά	24 (9-38,6)	0,55 (0,2-0,9)	11 (4,1-17,5)
Άνθρακας (παραγωγή)	10 (7,7-25,6)	0,04	6,7 (3,9-25,6)
Άνθρακας (παραγωγή & ορυχεία)	20 (18,5-32)	0,08 (0,07-0,11)	-
Πετρέλαιο (παραγωγή)	8 (7,8-26)	0,06 (0,025-0,18)	6,5 (5,8-23,6)
Φυσικό αέριο (παραγωγή)	4 (3-12,5)	0,025 (0,01-0,04)	8 (6-25)
Φυσικό αέριο (παραγωγή & τροφοδοσία καυσίμου)	20	0,11	-

Πίνακας 18: Εργατοέτη ανά τεχνολογία

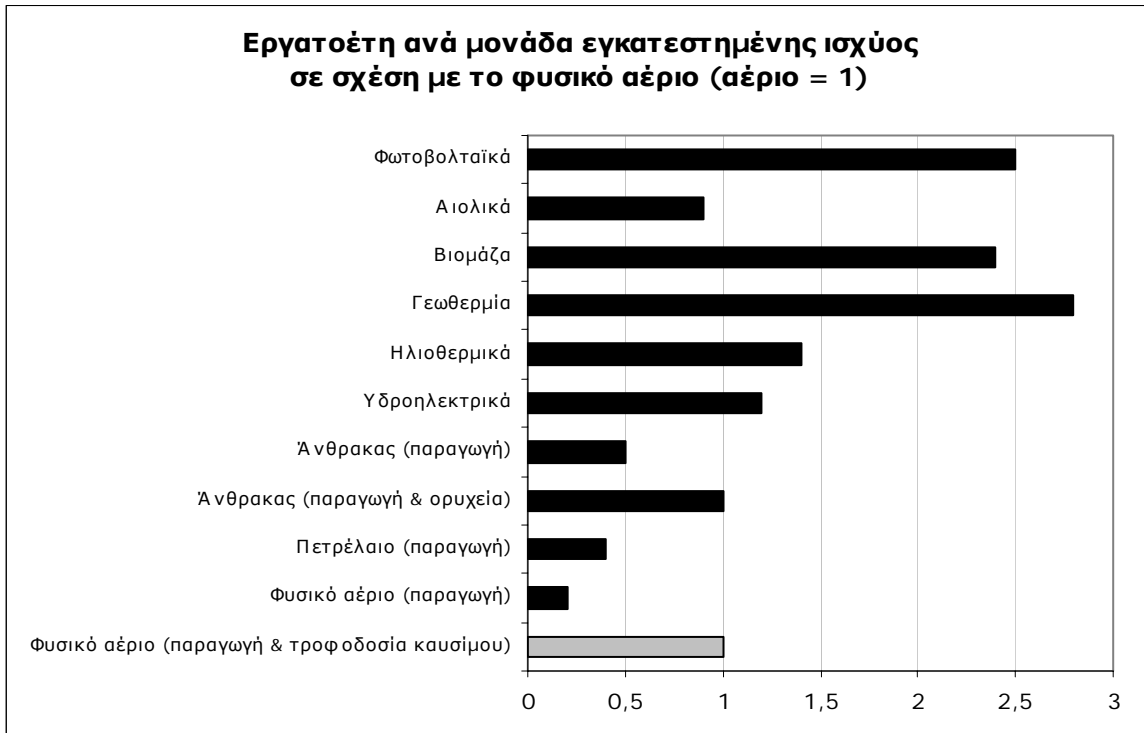
Ο πίνακας 19 και τα διαγράμματα 3 & 4 που ακολουθούν δίνουν τα ίδια στοιχεία, παρουσιάζοντας το δυναμικό δημιουργίας θέσεων εργασίας των διαφόρων τεχνολογιών συγκριτικά με το φυσικό αέριο.

Εργατοέτη σε σχέση με φυσικό αέριο (αέριο = 1)	ανά μονάδα ισχύος	ανά μονάδα ενέργειας
Φωτοβολταϊκά	2,5	13,6
Αιολικά	0,9	2,7
Βιομάζα	2,4	1,8
Γεωθερμία	2,8	1,8
Ηλιοθερμικά	1,4	4,5
Υδροηλεκτρικά	1,2	5
Άνθρακας (παραγωγή)	0,5	0,4
Άνθρακας (παραγωγή & ορυχεία)	1	0,7
Πετρέλαιο (παραγωγή)	0,4	0,55
Φυσικό αέριο (παραγωγή)	0,2	0,2
Φυσικό αέριο (παραγωγή & τροφοδοσία καυσίμου)	1	1

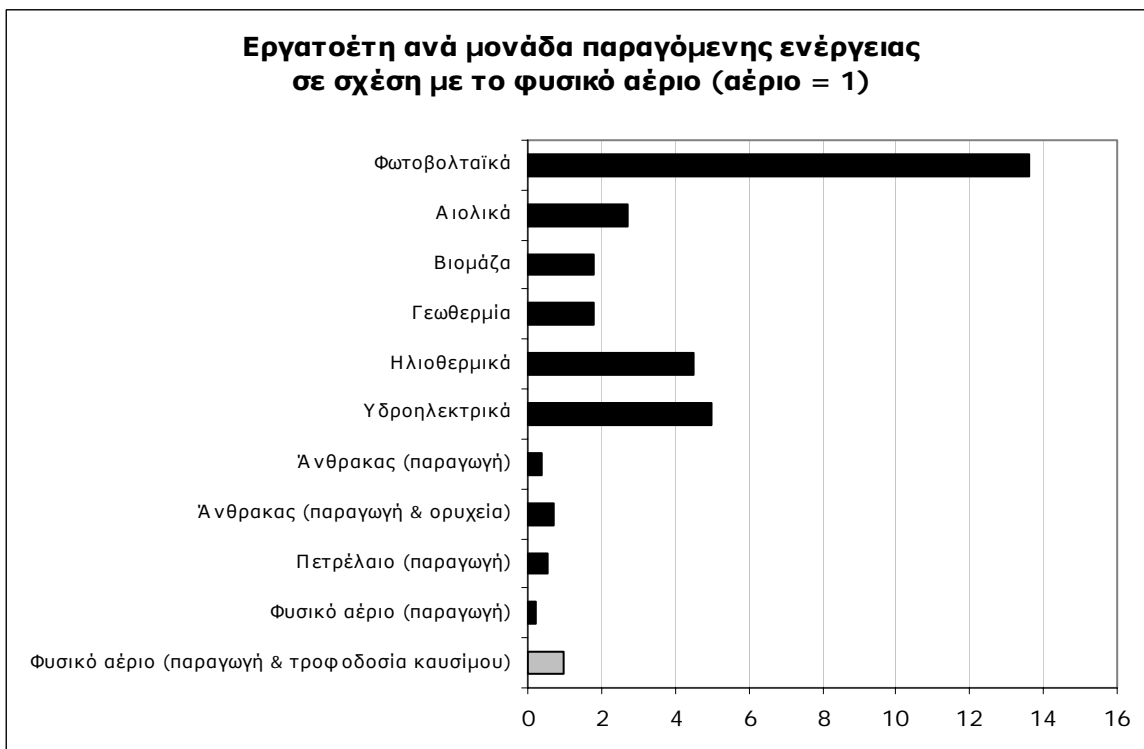
Πίνακας 19: Εργατοέτη ανά τεχνολογία συγκριτικά με το φυσικό αέριο

Όπως φαίνεται, η γεωθερμία, τα φωτοβολταϊκά και η βιομάζα δημιουργούν τα περισσότερα εργατοέτη ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος, ενώ όταν το κριτήριο είναι η παραγόμενη ενέργεια, τα φωτοβολταϊκά είναι μακράν η καλύτερη επιλογή, με τα υδροηλεκτρικά και τα ηλιοθερμικά να ακολουθούν. Σε ότι αφορά τα εργατοέτη ανά επενδυμένο κεφάλαιο, η γεωθερμία, η βιομάζα και τα αιολικά αποδεικνύονται οι καλύτερες

επιλογές, αν και η κατάσταση θα βελτιωθεί περαιτέρω υπέρ όλων των μορφών ΑΠΕ, καθώς το κόστος των τεχνολογιών αυτών πέφτει διαρκώς.



Διάγραμμα 3: Εργατοέτη ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος σε σχέση με το φυσικό αέριο



Διάγραμμα 4: Εργατοέτη ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας σε σχέση με το φυσικό αέριο

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] M. Rogol, S. Doi and A. Wilkinson, 'CLSA Asia Pacific Markets, Solar Power Sector Outlook', July 2004.
- [2] EPIA-Greenpeace, 'Solar Generation: Solar electricity for over 1 billion people and 2 million jobs by 2020', European Photovoltaic Industry Association & Greenpeace International, October 2004.
- [3] REPP, 'The work that goes into renewable energy'. Renewable Energy Policy Project – Research Report No 13, Nov. 2001, <http://www.repp.org>
- [4] B. Heavner and S. Churchill, 'Renewable Work: Job Growth from Renewable Energy Development in California', CALPIRG Charitable Trust, 2002.
- [5] Clean Edge, 'Bringing Solar to Scale', July 2002, <http://www.cleandedge.com>
- [6] J. Weissman, 'Labor forecasts and job trends for the solar and renewable energy industries'. Interstate Renewable Energy Council (IREC), Working Memo, Ver. 4, July 2004.
- [7] Δ. Παπακώστας, Διευθύνων Σύμβουλος ΗΛΙΟΔΟΜΗ Α.Ε, προσωπική επικοινωνία, Ιαν. 2005.
- [8] Pembina Institute, 'Canadian Renewable Electricity Development: Employment Impacts', 2004.
- [9] IEA, 'Trends in Photovoltaic Applications in Selected IEA countries between 1992 and 2002', Photovoltaic Power Systems Programme, Report IEA – PVPS T1 - 12: 2003.
- [10] IEA, 'Trends in Photovoltaic Applications in Selected IEA countries between 1992 and 2003', Photovoltaic Power Systems Programme, Report IEA – PVPS T1 - 13: 2004.
- [11] D. M. Kammen, K. Kapadia, and M. Fripp, 'Putting Renewables to Work: How Many Jobs Can the Clean Energy Industry Generate?' RAEL Report, University of California, Berkeley, 13 Apr. 2004.
- [12] EWEA, 'Wind power continues to grow in 2004 in the EU, but faces constraints of grid and administrative barriers', European Wind Energy Association News Release, 27 Jan 2005, <http://www.ewea.org>
- [13] EUROBSERV'ER, 'Wind Energy Barometer', No 159, Feb 2004.
- [14] EWEA, 'Wind Energy – The Facts: Vol. 3 Industry & Employment', European Wind Energy Association, 2004, www.ewea.org
- [15] EWEA-Greenpeace, 'Wind Force 12: A Blueprint to achieve 12% of the World's electricity from wind power by 2020', May 2004, <http://www.ewea.org>
- [16] Ν. Βασιλάκος, 'Η πορεία των έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ελλάδα: Βασικά ποσοτικά δεδομένα και προβλήματα', 2003.
- [17] CANWEA, 'Generating investment in Ontario', Jan 2003, <http://www.canwea.ca>
- [18] The Council of State Governments, 'Renewable Energy and State Economies, May 2003.
- [19] EUBIA, 'Bioenergy Factsheet', 2003, European Biomass Industry Association, <http://www.eubia.org>
- [20] NTUA-RENES and Regional Energy Agency of Crete, 'Renewable Energy Sources in Crete: An implementation Plan', 1999, <http://www.agores.org/Publications/creta.pdf>

- [21] ECOTEC Consulting, 'The Impact of Renewables on Employment and Economic Growth', 1998, Biomass details found at <http://www.woodfuelwales.org.uk/biomass/socioeconomic/job.html>
- [22] EUROBSERV'ER, 'Geothermal Energy Barometer', No 156, Aug 2003.
- [23] REPP, 'Geothermal Energy', Dec 2003, <http://solstice.crest.org/geothermal/index.html>
- [24] OADYK-FLAGSOL, 'Prefeasibility Study of a Solar Thermal Power Plant in Crete', Dec 1994
- [25] IEA SHC, 'Recommendation: Converting solar thermal collector area into installed capacity (m² to kW_{th})', Nov 2004. <http://www.iea-shc.org>
- [26] Manitoba Industry Economic Development and Mines, 2004, http://www.gov.mb.ca/iedm/invest/busfacts/economy/ec_newhydro.html
- [27] Hill & Associates, 'Economic benefits of a coal-fueled power plant compared to natural gas', Jan 2003.
- [28] BC Hydro, '2004 Electricity Integration Plan', www.bchydro.com
- [29] ΔΕΗ: Δ/νση Εκμετάλλευσης Θερμοηλεκτρικών Σταθμών, Προσωπική επικοινωνία, 3 Φεβ. 2005.
- [30] ΔΕΗ, Ενημερωτική έκδοση, Σεπ. 2004.
- [31] Asian Development Bank, 'AES Kelanitissa power plant (163 MW) in the Republic of Sri Lanka - Summary environmental impact assessment', August 2000, www.adb.org
- [32] SembCorp Utilities UK & AKER KVAERNER, '£20m investment helps SembCorp power ahead'. Press Release 11 Jan. 2005, <http://www.sembutilities.co.uk>
- [33] Asian Development Bank, 'Torrent combined cycle power project in India - Summary environmental impact assessment', June 2004, www.adb.org
- [34] Asian Development Bank, 'GNPOWER 2x600 MW LNG-fired combined-cycle power plant project in the Philippines - Summary environmental impact assessment', April 2004, www.adb.org