

Ακολουθώντας τα ηλιο-έσοδα

Η εγκατάσταση tracker σε μεγάλα φωτοβολταϊκά πάρκα είναι μια αρκετά γνωστή μέθοδος, με την οποία μπορούμε να εκμεταλλευτούμε πλήρως την ενέργεια του ήλιου καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Ωστόσο, μπορούν να εφαρμοστούν και σε οικιακή εγκατάσταση, όπως μας αποδεικνύει η εταιρεία **avelion**, εγκαθιστώντας σε ταράτσα Φ/Β σύστημα ισχύος 9,8kWp με μονοαξονικά συστήματα ιχνηλάτησης (tracker).



Tα τελευταία χρόνια η Ελλάδα, ύστερα από τις γνωστές γραφειοκρατικές αγκυλώσεις και "παιδικές ασθένειες", κατάφερε να αναπτύξει την αγορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ο πολυδιαφημισμένος ήλιος της γίνεται κινητήριος μοχλός της οικονομίας, δημιουρ-

γώντας νέες θέσεις εργασίας και προσφέροντας διέξodo σε καιρούς έντονης κρίσης. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούν αυτή την σημήνι μια ταχέως αναπτυσσόμενη αγορά με πολλαπλά οφέλη για τον επενδυτή, λόγω του πολύ ευνοϊκού νομοθετικού πλαισίου.

Σε αντίθεση με τις δυσκολίες και καθυστερήσεις που παρατηρούνται στην ανάπτυξη των μεγαλύτερων έργων φωτοβολταϊκών συστημάτων, τα φωτοβολταϊκά σε στέγες - ταράτσες μέχρι 10kWp έχουν ήδη ξεπέρασει κατά πολύ τις προσδοκίες των εταιριών του χώ-

ρου. Με χρόνο υλοποίησης περίπου δύο μήνες, αφορολόγητο εισόδημα και πολύ υψηλότερη εγγυημένη τιμή (feed-in-tariff), αποτελούν την ιδανικότερη επένδυση. Η επιλογή τους κατάλληλου εξοπλισμού καθώς και της εταιρίας που θα αναλάβει να υλοποιήσει το έργο αποτελεί το δύσκολο ερώτημα στο οποίο καλείται να απαντήσει ο επενδυτής. Τα κριτήρια επιλογής δεν είναι άλλα από την ποιότητα και προέλευση των υλικών, τις εγγυήσεις τους, το after-sales support που παρέχουν, την τεχνογνωσία και εξειδίκευση τους, το

κόστος και φυσικά τα αναμενόμενα έσοδα της επένδυσης.

Μια καλά μελετημένη εγκατάσταση ισχύος 10kWp στην Στερεά Ελλάδα αλλά και με τον ποιοτικότερο εξοπλισμό μπορεί να αποδώσει κατά την διάρκεια ενός χρονού έως 15000kWh. Αυτό με τις σημερινές εγγυημένες τιμές (0,495€/kWh) μεταφράζεται σε 7425€ ετίσιο αφορολόγητο έσοδο. Με κόστος 26000€ έως 28000€ το σύστημα αποσύρεται το κόστος του σε 3,5 έως 4 χρόνια. Είναι όμως αυτό το άνω όριο για μια επένδυση φωτοβολταϊκού σε στέγη;

Η απάντηση είναι όχι. Η χρήση συστημάτων ιχνηλάτησης του ήλιου – οι γνωστοί tracker – πλέον μπορούν να ενωματωθούν σε ταράτσες οικιακών συστημάτων αυξάνοντας κατά πολύ τα επίσια έσοδα μιας εγκατάστασης ισχύος 10kWp. Με αναμενόμενη αύξηση εσόδων της τάξης του 35 – 40% και πρόσθιο κόστος περίπου 10.000€ τα συστήματα ιχνηλάτησης αποσύρενται το επιπλέον κόστος τους σε 4 περίπου χρόνια, δίνοντας αντίστοιχα μεγαλύτερο οικονομικό οφέλος σε βάθος 25ετίας.

Πως λειτουργεί ένας tracker

Μια φωτοβολταϊκή γεννήτρια (πάνελ) έχει βέλτιστη απόδοση όταν έχουμε κάθετη πρόσπικη της πλιακής ακτινοβολίας. Με το δεδομένο ότι ο ήλιος μετακινείται διαρκώς κατά τη διάρκεια της ημέρας, θα πρέπει – εάν θέλουμε να βελτιστοποιήσουμε την απόδοση ενός συστήματος - να περιστρέψουμε τις γεννήτριες ώστε να συναντιούν την πλιακή ακτινοβολία με τη μικρότερη δυνατή γωνία. Αυτά ακριβώς είναι οι δουλειές των trackers οι οποίοι με την χρήση κινητήρων μεταβάλουν την κλίση των φωτοβολταϊκών γεννητριών, αυξάνοντας κατά πολύ την απόδοση ενός συστήματος.

Τα πο προηγμένα συστήματα παρακολούθησης του ήλιου, όπως αυτό της γερμανικής εταιρείας DEGERenergie δεν παρακολουθούν απλά την προδιαγεγραμμένη πορεία του ήλιου, αλλά διαθέτουν και αισθητήρα (DEGERconecter) ο οποίος κατευθύνει το σύστημα στο σημείο με την μεγαλύτερη πλιακή ακτινοβολία. Δύο κυφέλες με αισθητήρες στο DEGERconecter παρέχουν πιέσις αναφοράς οι οποίες αξιολογούνται από μια "λογική" πύλη, ώστε να γίνει ιχνηλάτηση του ήλιου κατά τη διάρκεια της ημέρας. Ένας τρίτος αισθητήρας φροντίζει τις πρωτές ώρες για την επαναφορά της εγκατάστασης.

Ανάλογα με την ακτινοβολία, ένας διαφο-

ρικός ενισχυτής επιφέρει τη μετάβαση από την λογαριθμική χαρακτηριστική καμπύλη, σε δυνατή ακτινοβολία στη γραμμή χαρακτηριστικής καμπύλης σε διάχυτο φως. Η μετάδοση κίνησης ελέγχεται απευθείας μέσω της γέφυρας MOSFET, που είναι ενσωματωμένη στο DEGERconecter (εξαιρετικά χαμηλές ανυστάσεις ενεργοποίησης). Μια διάταξη ρύθμισης ρεύματος εμποδίζει την υπερφόρτωση του κινητήρα. Σε περίπτωση αύξησης του ρεύματος, όπως για παράδειγμα παγωμένες ή μπλοκαρισμένες μεταδό-

σεις κίνησης, απενεργοποιείται ο κινητήρας. Μόλις η μετάδοση κίνησης γίνεται και πάλι ελεύθερα, το σύστημα επανέρχεται στην ομαλή λειτουργία.



Τα υπέρ και τα κατά

Με βάση την υφιστάμενη νομοθεσία στην Ελλάδα, τα trackers δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε στέγες, παρά μόνο σε επίπεδες ταράτσες και οροφές κτιρίων. Ακόμα, όμως, και στις επίπεδες οροφές, υπάρχουν αρκετοί περιορισμοί και δυσκολίες που δεν επιτρέπουν την εγκατάστασή τους.

Ο βασικότερος περιορισμός είναι η επάρκεια χώρου, μιας και τα συστήματα ιχνηλάτησης απαιτούν μέχρι και 2,5 φορές περισ-

σότερο χώρο από ότι τα σταθερά συστήματα. Επιπρόσθετα η μελέτη σκίασης από παρακείμενα εμπόδια γίνεται ακόμα πιο πολύπλοκη, μιας και η δυναμική κατάσταση του ήλιου και της θέσης των φωτοβολταϊκών αλλάζει διαρκώς τα δεδομένα. Επομένως, ιδιαίτερες τοποθεσίες για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών με trackers σε κτίρια, είναι κτίρια που διαθέτουν μεγάλες ασκίαστες επιφάνειες άνω των 250 τετραγωνικών μέτρων.

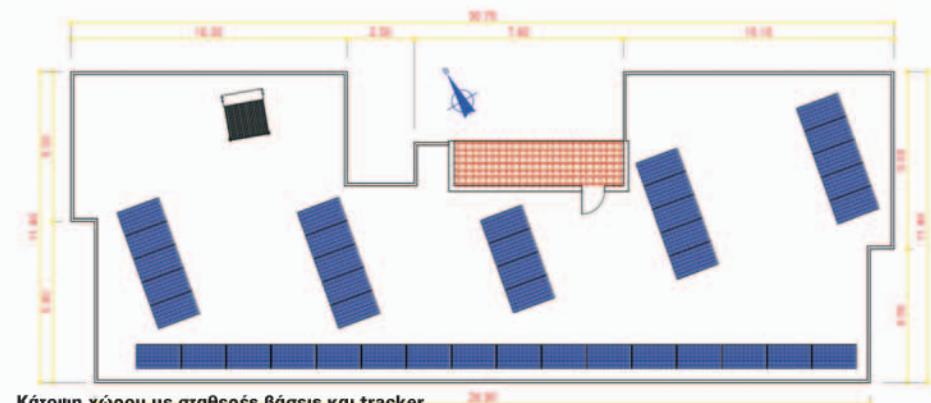
Σταθερές βάσεις	Tracker
Οικονομικότερη αρχική επένδυση Λιγότερη επιφάνεια	Αποδόσεις μέχρι και +30% Αξιοποίηση της εγγυημένης τιμής του οικιακού προγράμματος 0,495€
Μεγαλύτερη ευελιξία στην σχεδιασμό Εφαρμογή σε στέγη & ταράτσα	

Στην πράξη

Στον Άγιο Δημήτριο Κορωπίου, τοποθετήθηκε από την εταιρεία **avelion** σύστημα ισχύος 9,8kWp με μονοαξονικά συστήματα ικνιλάπτης της γερμανικής εταιρίας DEGERenergie, σε συνδυασμό με σταθερές βάσεις αλουμινίου, σε διαθέσιμη επιφάνεια περίπου 300 m² ιδιόκτητης πολυκατοικίας.

Το σύστημα των tracker χρειάζεται παραπάνω διαθέσιμη επιφάνεια, σε σύγκριση με ένα σύστημα σταθερών βάσεων, για δεδομένη εγκατεστημένη ισχύ. Επειδή στην συγκεκριμένη εφαρμογή, όπως και σε όλες τις

εφαρμογές φωτοβολταϊκών σε ταράτσες, υπήρχε περιορισμός στην διαθέσιμη επιφάνεια, επέλεχθηκε η χρήση 5 tracker, αντί 8 που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την εγκατάσταση 9,80kWp. Επομένως, από το σύνολο της εγκατεστημένης ισχύος τα 5,88kWp είναι εγκατεστημένα σε tracker με νότιο προσανατολισμό ενώ τα 3,92kWp σε σταθερές βάσεις αλουμινίου με κλίση 20° ως προς το οριζόντιο επίπεδο και προσανατολισμό 30° νοτιοδυτικά. (60% trackers και 40% σταθερές βάσεις)



Κάτωψη χώρου με σταθερές βάσεις και tracker.

Tracker vs Σταθερά: Τι να επιλέξω



Τύπος βάσεων	Ισχύς συστήματος	Εκτιμώμενη απόδοση	Εκτιμώμενα ετήσια έσοδα*1	Εκτιμώμενο κόστος εγκατάστασης*2	Χρόνος απόσβεσης	Έσοδα σε 25 χρόνια
Tracker	9,8kWp	19.520kWh	9662€	37.000€	3,83 χρόνια	250.000€
Σταθερές	9,8kWp	15.262kWh	7555€	27.000€	3,57 χρόνια	195.000€

*1 με εγγυημένη τιμή 0,495€/kWh *2 με φωτοβολταϊκά aleo, μετατροπέα SMA, βάσεις metaloumin, tracker DEGERenergie. Δεν περιλαμβάνεται το κόστος σύνδεσης με τη ΔΕΗ

Θετικά		Αρνητικά	
Σύστημα tracker	<ul style="list-style-type: none"> • 28% μεγαλύτερη απόδοση • 26% περισσότερα κέρδη σε 25 χρόνια • Μέγιστη εκμετάλλευση διαθέσιμου χώρου 	<ul style="list-style-type: none"> • Έως και 250% μεγαλύτερος απαιτούμενος χώρος • Μεγαλύτερη οπτική όληση 	
Σύστημα σταθερών βάσεων	<ul style="list-style-type: none"> • 6,2% μικρότερος χρόνος απόσβεσης • κεφαλαίου • Μικρότερη πιθανότητα βλάβης χώρου εφόσον αυτός υπάρχει 	<ul style="list-style-type: none"> • Μικρότερη εκμετάλλευση διαθέσιμου χώρου εφόσον αυτός υπάρχει 	

Σχετική μελέτη πραγματοποιήθηκε από την εταιρεία avelion για την συγκεκριμένη περιοχή, όσον αφορά στην διαφορά των αποδόσεων ενός συστήματος αποκλειστικά με tracker και ενός με αποκλειστικά σταθερές βάσεις. Από την μελέτη αυτή προέκυψαν οι παρακάτω εκπλήσεις:

Συμπερασματικά το σύστημα με τους μονοαξονικούς tracker αποδίδει περίπου κατά 28% περισσότερο από ένα σύστημα με σταθερές βάσεις. Αποσβένει το κόστος

Το σύστημα αποτελείται από

40 φωτοβολταϊκές γεννήτριες μονοκρυσταλλικού πυρίτιου S19 της aleo solar γερμανικής κατασκευής, ισχύος 245Wp
5 μονοαξονικούς tracker της γερμανικής εταιρίας Degerenergie, τύπου toptracker 8.5 με γωνία 20 μοίρες. (σύνολο 24 φ/β γεννήτριες)
Σταθερές βάσεις αλουμινίου της ελληνικής εταιρίας metaloumin (σύνολο 16 φ/β γεννήτριες)
1 τριφασικό μετατροπέα της γερμανικής εταιρίας SMA, ο τύπος STP 10000TL-10. (2 ανεξάρτητα MPP)
Σχεδιασμός - μελέτη - εγκατάσταση



Χρηματορροές αποδόσεων: 44.588€ περισσότερα έσοδα με tracker

Στους παρακάτω πίνακες σας παρουσιάζουμε τις διαφορές που παρατηρούνται στις χρηματορροές αποδόσεων μεταξύ συστημάτων με 100% trackers και εκείνων που χρησιμοποιούν 100% σταθερές βάσεις.



ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΒΑΣΕΙΣ

Εγκατεστημένη ισχύς έργου (kWp)	9,80	Μέση ετήσια παραγωγή (kWh/kWp)	1.557
Συνολικό κόστος έργου	27.000 €	Ετήσια αναπροσαρμογή τιμής πώλησης	1,00%
Χρόνος επένδυσης	25	Ετήσια μείωση απόδοσης Φ/Β πλαισίων	0,70%
Μέση ετήσια παραγωγή (kWh)	15.262		
Τιμή πώλησης (€/kWh)	0,495 €		

Έτος	Ετήσια Παραγωγή (kWh)	Τιμή Πώλησης (€/kWh)	Ετήσια έσοδα	Χρηματορροές	Αθροιστικές Χρηματορροές
0	0	0,000	0	-27.000 €	-27.000 €
1	15.262	0,495	7.555 €	-19.445 €	-27.338 €
2	15.155	0,500	7.577 €	-11.868 €	-17.847 €
3	15.049	0,505	7.599 €	-4.269 €	-7.928 €
4	14.944	0,510	7.621 €	3.352 €	1.820 €
5	14.839	0,515	7.644 €	10.995 €	11.596 €
6	14.735	0,520	7.666 €	18.661 €	21.401 €
7	14.632	0,525	7.688 €	26.350 €	31.234 €
8	14.530	0,531	7.711 €	34.061 €	41.097 €
9	14.428	0,536	7.734 €	41.795 €	50.988 €
10	14.327	0,541	7.756 €	49.551 €	60.908 €
11	14.227	0,547	7.779 €	57.330 €	70.857 €
12	14.127	0,552	7.802 €	65.132 €	80.836 €
13	14.028	0,558	7.825 €	72.956 €	90.843 €
14	13.930	0,563	7.848 €	80.804 €	100.880 €
15	13.833	0,569	7.871 €	88.674 €	110.947 €
16	13.736	0,575	7.894 €	96.568 €	121.043 €
17	13.640	0,580	7.917 €	104.485 €	131.168 €
18	13.544	0,586	7.940 €	112.425 €	141.323 €
19	13.449	0,592	7.963 €	120.388 €	151.508 €
20	13.355	0,598	7.987 €	128.374 €	161.723 €
21	13.262	0,604	8.010 €	136.384 €	171.967 €
22	13.169	0,610	8.033 €	144.418 €	182.242 €
23	13.077	0,616	8.057 €	152.475 €	192.547 €
24	12.985	0,622	8.081 €	160.555 €	202.882 €
25	12.894	0,629	8.104 €	168.659 €	213.247 €

ΜΕ TRACKERS

Εγκατεστημένη ισχύς έργου (kWp)	9,80	Μέση ετήσια παραγωγή (kWh/kWp)	1.992
Συνολικό κόστος έργου	37.000 €	Ετήσια αναπροσαρμογή τιμής πώλησης	