

Κανόνες Λειτουργίας Ηλιοθερμικών Σταθμών στη Νησιωτική Ελλάδα



Αλέξης Φωκάς Κοσμετάτος

Ημερίδα ΠΣΧΜ

ΕΜΠ, 24 Νοεμβρίου 2009

- Συνοπτική παρουσίαση της ηλιοθερμικής τεχνολογίας
- Προοπτικές ανάπτυξης στον ελληνικό νησιωτικό χώρο
- Εναλλακτικές λύσεις προς αποφυγή της διαλείπουσας λειτουργίας
- Προτάσεις για τους κανόνες λειτουργίας

Τα ηλιοθερμικά συστήματα δημιουργούν ηλεκτρική ενέργεια από τη θερμική ενέργεια του ήλιου



Παραβολικά Κάτοπτρα

- Μεγαλύτερη εμπειρία εγκαταστάσεων
- Υψηλό κόστος
- Μεγάλες απαιτήσεις σε νερό για ψύξη του θερμικού κύκλου

Κεντρικός Πύργος

- Τεχνολογία νέας γενιάς
- Παραγωγή υπέρθερμου ατμού (550C, 150bar)
- Χαμηλό κόστος
- Ελάχιστες απαιτήσεις σε νερό (αερόψυκτος κύκλος)

Γραμμικό Fresnel

- Τεχνολογία νέας γενιάς
- Χαμηλή απόδοση και λιγότερες MWh/MW
- Μικρή λειτουργική εμπειρία

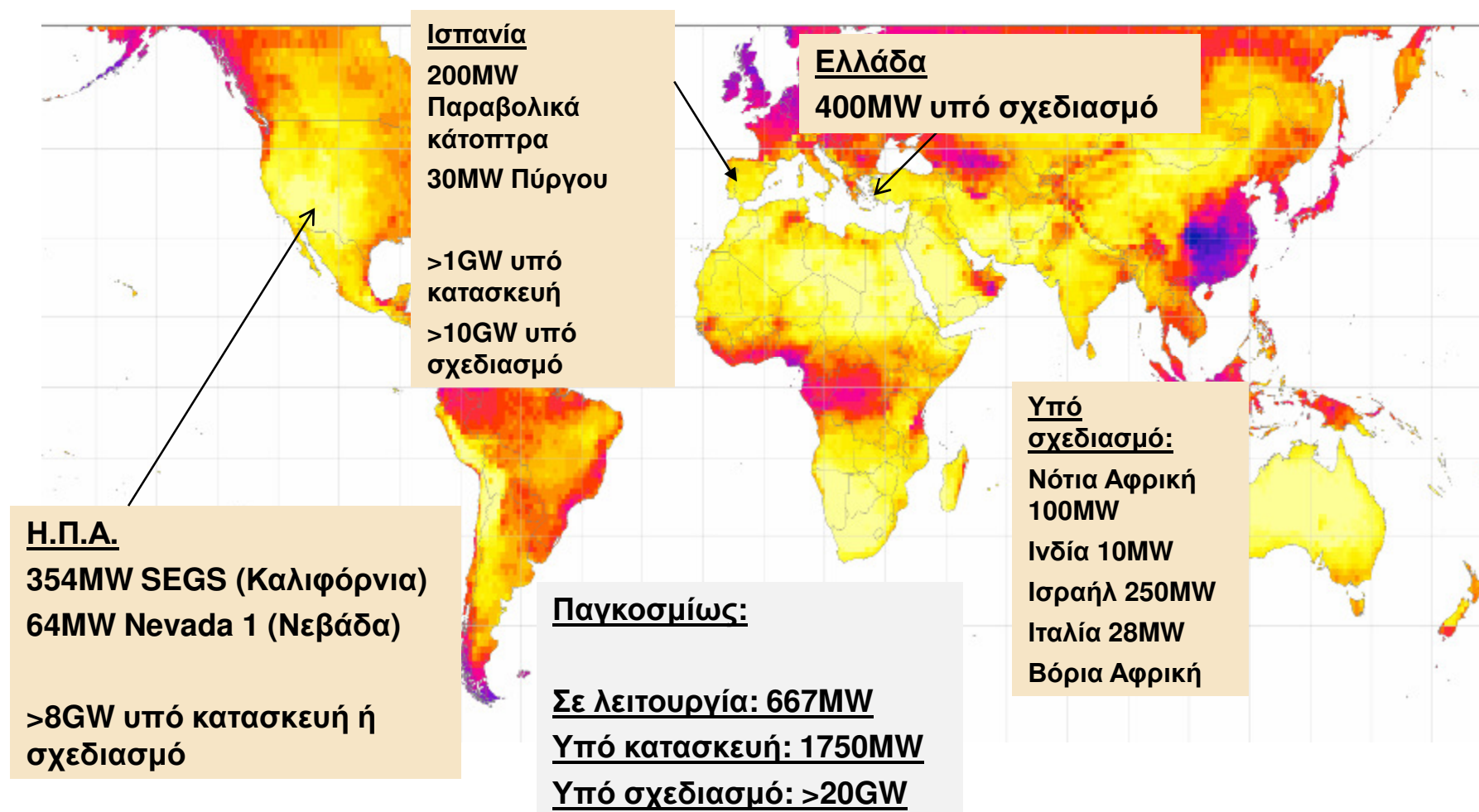
Θερμική μηχανή

- Υψηλή απόδοση
- Πολύ δύσκολη ενσωμάτωση συστήματος αδιάλειπτης λειτουργίας

Κοινές προδιαγραφές Η/Θ σταθμών

Κάτοπτρα εστιάζουν ηλιακές ακτίνες σε συλλέκτη που εκμεταλλεύεται την θερμική ενέργεια
 Συνδυασμός με τεχνολογίες συμβατικών σταθμών, λ.χ. ατμογεννήτριες
 Εργοστάσια παραγωγής μεγάλης κλίμακας (10MW με 200MW+)
 Προϋπόθεση η ηλιακή ακτινοβολία μεγάλης έντασης

Παγκόσμιες εγκαταστάσεις



Παράδειγμα: Διάγραμμα λειτουργίας ηλιοθερμικού σταθμού



Ηλιοστάτες

Ηλιοτροπικά επίπεδα κάτοπτρα (δυνατότητα παρακολούθησης της ηλιακής τροχιάς (μέγεθος από $1\mu^2$ μέχρι $120\mu^2$)

Πύργος και λέβητας

Δημιουργία ατμού ή απορρόφηση θερμικής ενέργειας από άλλο μέσο (ύψος πύργου 50μ με 200μ)

Ατμοτουρμπίνα

Απόλυτα συμβατική ατμοτουρμπίνα

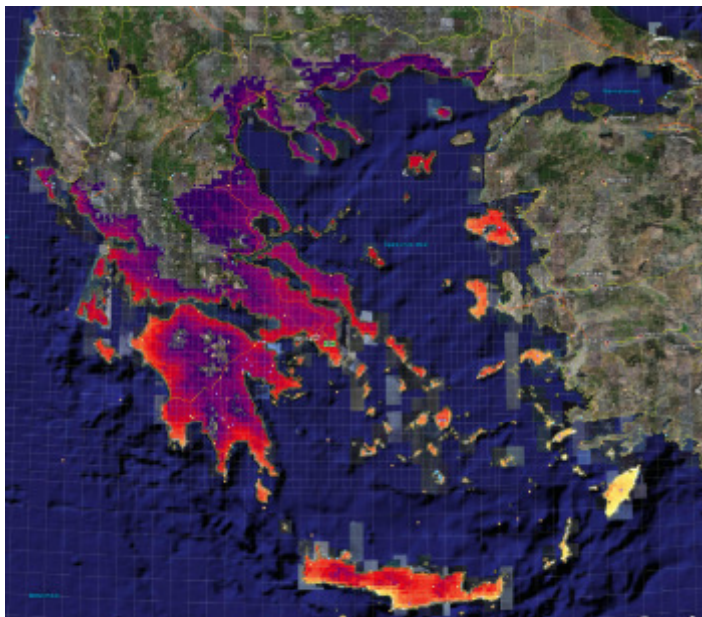
Ψύξη

Η υπερθέρμανση του ατμού επιτρέπει τον αερόψυκτο θερμικό κύκλο

Αδιάλειπτη λειτουργία

Μέσω αποθήκευσης θερμικής ενέργειας ή συνδυασμό με συμβατικό θερμικό κύκλο

Το υψηλό δυναμικό ηλιακής ενέργειας και η ευνοϊκή νομοθεσία έχουν προσελκύσει επενδυτικό ενδιαφέρον



1300-1349
 1350-1399
 1400-1449
 1450-1499
 1500-1549
 1550-1599
 1600-1649
 1650-1699
 1700-1749
 1750-1799
 1800-1849
 1850-1899
 1900-1949
 1950-1999
 2000-2049
 2050-2100+
 Annual sum 2002 of
 direct normal irradiance
 in kWh/m²
 Source: MED-CSP Study of DLR

Με τα σημερινά δεδομένα μόνο τα νότια παράλια της Κρήτης και η Ρόδος έχουν αρκετά υψηλή ηλιακή ακτινοβολία για βιώσιμους ηλιοθερμικούς σταθμούς. Άλλα νησιά (λ.χ. Κάρπαθος) είναι πολύ μικρά για να είναι αξιοποιήσιμα

Λόγοι ανάπτυξης ενδιαφέροντος για Η/Θ σταθμούς

N. 3468/2005: επιδότηση της κιλοβατώρας ηλιοθερμικής ενέργειας στα νησιά μεταξύ 250-270€/MWh

Προτεραιότητα ένταξης στο δίκτυο ως παραγωγού ΑΠΕ

Η μεταβλητότητα ηλεκτρικού φορτίου ταυτίζεται με την αυξομείωση της ηλιακής ενέργειας σε ετήσια και ημερήσια βάση



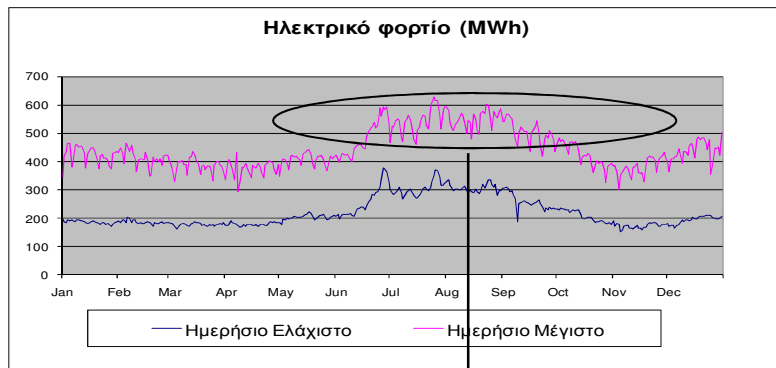
→ Επτά αιτήσεις στην Κρήτη (273MW)

→ Δύο αιτήσεις στη Ρόδο (110MW)

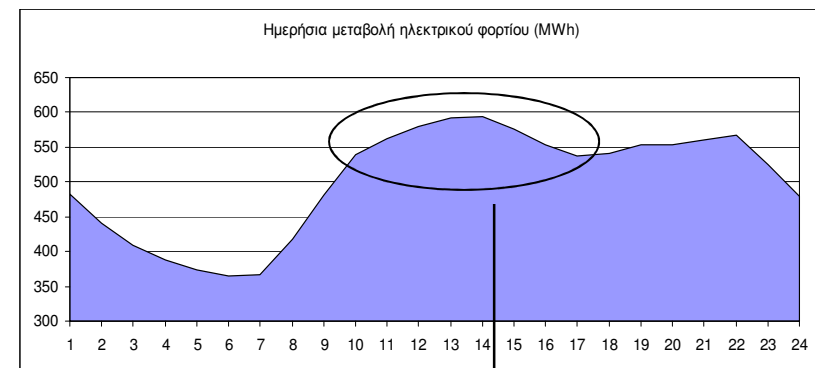


Η ηλιοθερμική ενέργεια είναι ιδανική λύση για τα τουριστικά νησιά λόγω ταύτισης παραγωγής και ζήτησης

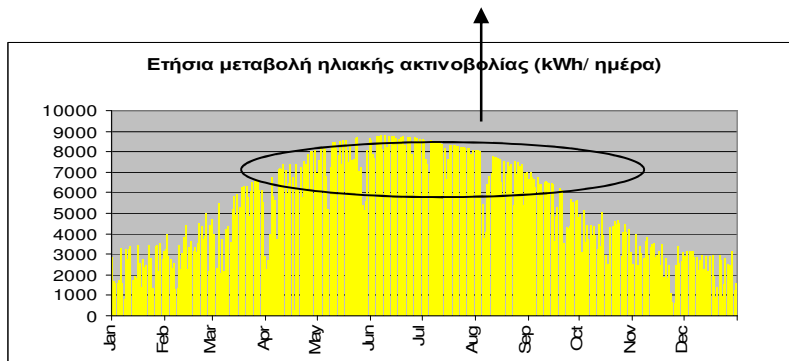
Στοιχεία του ΣΗΕ Κρήτης – Ηλεκτρικό φορτίο και ηλιακή ακτινοβολία σε ετήσια και ημερήσια βάση



Η αύξηση φορτίου συμβαδίζει με την αύξηση της ηλιακής ακτινοβολίας **εποχιακά**



Η ηλιακή ακτινοβολία ακολουθεί επίσης την **αυξομείωση του φορτίου και ημερησίως**



Η πρόκληση της διαλείπουσας λειτουργίας

Πρωταρχική μέριμνα της ΔΕΗ είναι η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος με σταθερή τάση και χωρίς διακοπές

Η μεταβλητότητα των ΑΠΕ (ηλιακή & αιολική) δυσχεραίνει το έργο της ΔΕΗ λόγω περιορισμένης δυνατότητας σταθεροποίησης μιας μεγάλης και απότομης αλλαγής στη ζήτηση με συνέπεια τα συχνά **black-out**

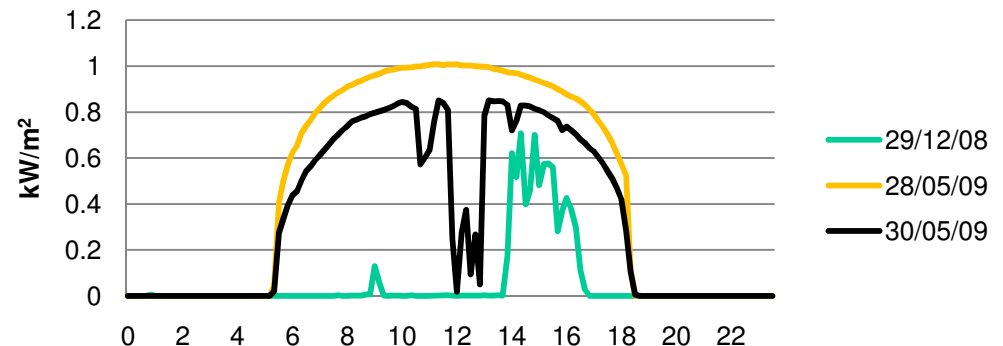
Αποτέλεσμα: Κανόνας ένταξης αιολικών πάρκων στο δίκτυο

Μέχρι 30% της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να καλυφθεί από αιολική ενέργεια.

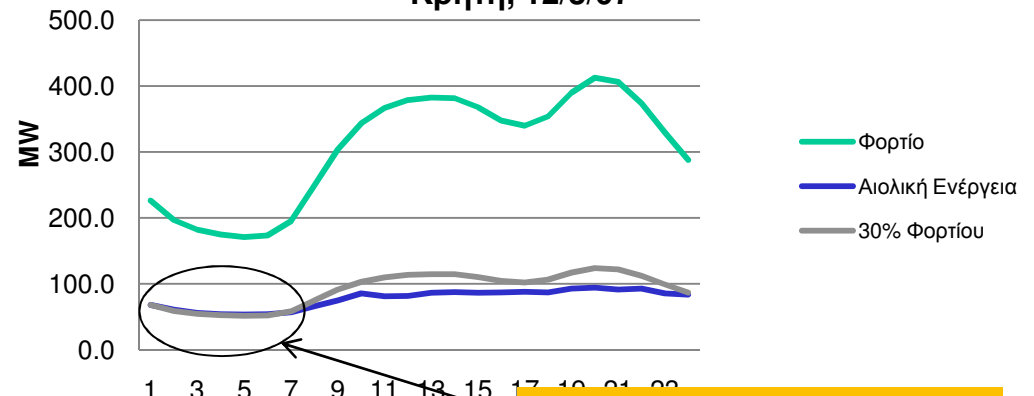
Ολόκληρη η αιολική παραγωγή καλύπτεται από **στρεφόμενη εφεδρεία**

- Ψηλότερο κόστος παραγωγής ενέργειας από ΔΕΗ
- Όριο στην απορρόφηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Άμεση Ηλιακή ακτινοβολία



Κρήτη, 12/3/07



Δεν μπόρεσε να απορροφηθεί όλη η αιολική ενέργεια, λόγω του ορίου του 30%

Εναλλακτικές λύσεις για τη διασφάλιση της αδιάλειπτης λειτουργίας των ηλιοθερμικών σταθμών

1) Συμμετοχή στην πρόβλεψη ημερήσιας κατανομής [σχέδιο Α]

- Πρόβλεψη εγγυημένης ισχύος από τον Η/Θ για το επόμενο 24ωρο
- Ποινή απόκλισης από την πρόβλεψη

Για τον Διαχειριστή

- Μέγιστη ακρίβεια πρόβλεψης
- Άριστη λύση
- Μηδενική ανάγκη διατήρησης στρεφόμενης εφεδρείας

Για τον Η/Θ Σταθμό

- Πρακτικά μη εφαρμόσιμη και ασύμφορη λύση η πρόβλεψη άνω των 24 ωρών

2) Αντιμετώπιση των Η/Θ Σταθμών απλά ως Υβριδικών

- Πρόβλεψη εγγυημένης ισχύος από τον Η/Θ κατά τις ώρες αιχμής του επομένου 24ωρου
- Ποινή απόκλισης από την πρόβλεψη

Για τον Διαχειριστή

- Ακρίβεια πρόβλεψης κατά τις ώρες αιχμής, αλλά όχι στις ώρες μη αιχμής
- Ικανοποιητική λύση
- Ανάγκη διατήρησης στρεφόμενης εφεδρείας κατά τις ώρες μη αιχμής

Για τον Η/Θ Σταθμό

- Ασύμφορη λύση, διότι τις ώρες εκτός αιχμής, ο υβριδικός σταθμός θεωρείται απλά ως μονάδα ΑΠΕ και η απορρόφηση ενέργειας από το δίκτυο γίνεται, αφού δοθεί προτεραιότητα στις υπόλοιπες μονάδες ΑΠΕ

3) Συμμετοχή στην πρόβλεψη ημερήσιας κατανομής [σχέδιο Β]

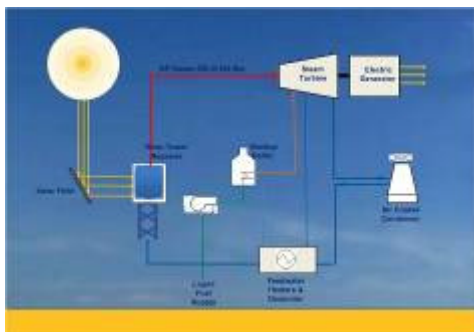
- Πρόβλεψη ισχύος από τον Η/Θ για το επόμενο 24ωρο με εγγύηση για τις επόμενες 4 ώρες
- Ποινή απόκλισης από την εγγύηση των 4 ωρών

Για τον Διαχειριστή

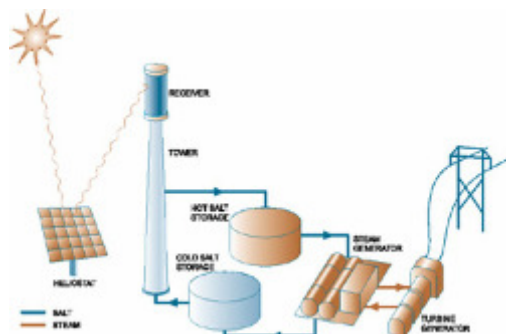
- Μέγιστη ακρίβεια πρόβλεψης
- Άριστη λύση
- Μηδενική ανάγκη διατήρησης στρεφόμενης εφεδρείας

Για τον Η/Θ Σταθμό

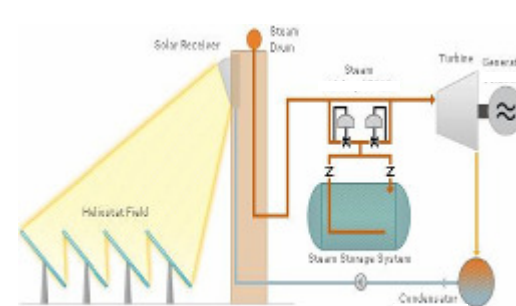
- Εξαιρετικά απλή και εφαρμόσιμη λύση η εγγύηση μερικών ωρών, εφόσον υπάρχει εφεδρικός συμβατικός λέβητας ή σύστημα αποθήκευσης θερμότητας

Διαθέσιμες τεχνολογίες για τη διασφάλιση της αδιάλειπτης λειτουργίας

**Εφεδρικός συμβατικός
λέβητας**

- Συμπληρωματική καύση συμβατικού καυσίμου (φυσικό αέριο ή πετρέλαιο)
- Τεχνολογικά γνωστή λύση με ελάχιστο κίνδυνο και διαθεσιμότητα 24/365
- Η πιο φιλική στο περιβάλλον λύση


Εύτηκτα άλατα

- Δύο δεξαμενές με άλατα σε διαφορετική θερμοκρασία (290 – 380 βαθμούς Κελσίου)
- Αν και διαδεδομένο στην Ισπανία για πολύ συγκεκριμένους λόγους, ενέχει τεχνικούς κινδύνους
- Απώλειες ενέργειας στους εναλλάκτες θερμότητας


Αποθήκευση ατμού

- Απαιτεί θερμικό κύκλο με ατμό χαμηλής πίεσης, άρα θυσιάζεται η απόδοση του σταθμού

Η/Θ Σταθμός με εφεδρικό συμβατικό λέβητα – η πιο φιλική προς το περιβάλλον λύση

*Μα πώς είναι
δυνατόν; Αφού καίει
πετρέλαιο!*

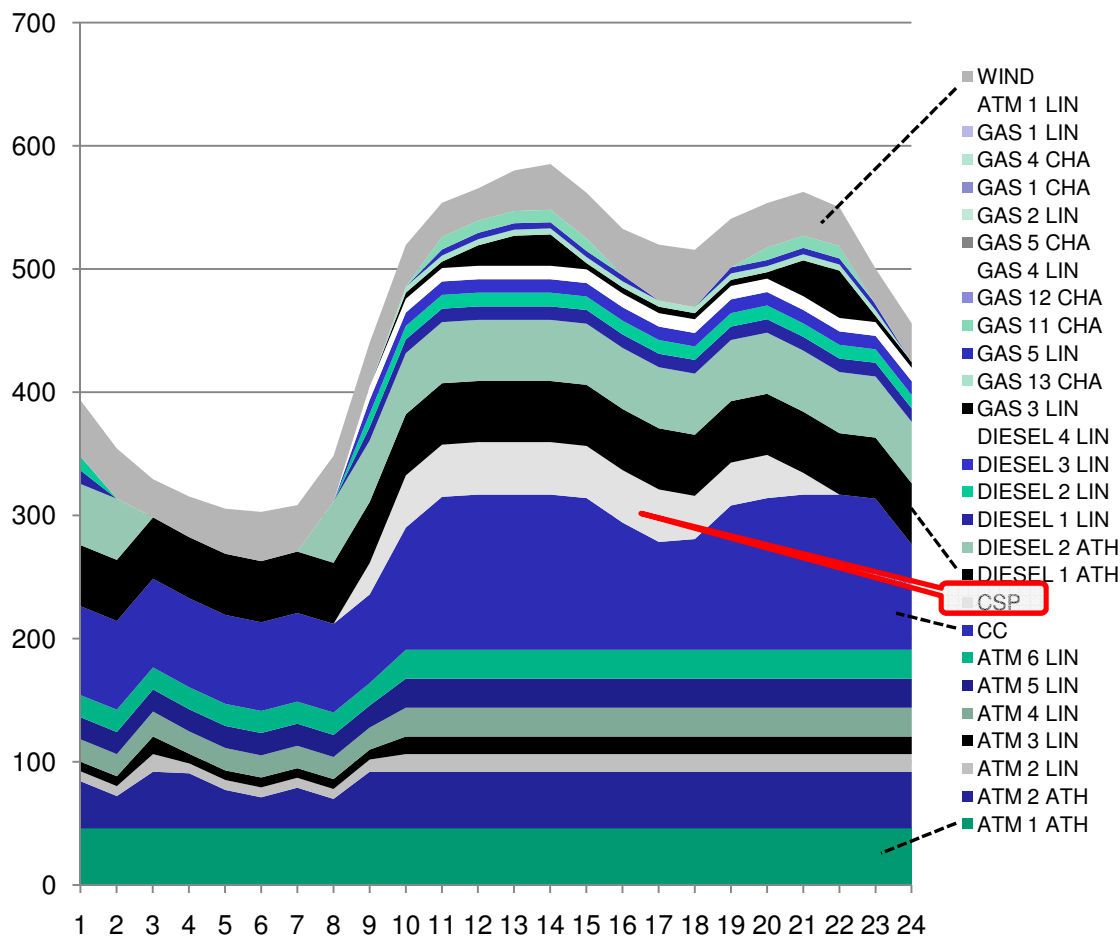


Η/Θ Σταθμός με εφεδρικό συμβατικό λέβητα – η πιο φιλική προς το περιβάλλον λύση

	Η/Θ Σταθμός Α	Η/Θ Σταθμός Β	Η/Θ Σταθμός Γ	Η/Θ Σταθμός Δ
Έκταση (στρέμματα)	1500	1500	1500	1500
Ηλιακό πεδίο (μ²)	300,000	300,000	300,000	300,000
Τεχνολογία	Η/Θ μόνο	Με καύση συμβατικού καυσίμου	Αποθήκευση θερμότητας (άλατα)	Αποθήκευση θερμότητας (ατμός)
Ισχύς (MW)	45	45	30	45
Θερμική Ενέργεια MW _(th)	185,000	185,000	185,000	185,000
Ηλεκτρική ενέργεια από τον ήλιο (MW _e)	70,000	70,000	62,000	65,000
Συνολική ηλεκτρική παραγωγή (MW _e)	70,000	90,000	62,000	65,000
Παρατηρήσεις	Διακεκομμένη λειτουργία, απαραίτητη η παροχή στρεφόμενης εφεδρείας από τον Διαχειριστή	Μεγιστοποίηση απόδοσης μετατροπής ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική	Απώλειες λόγω μετατροπής ενέργειας	Χαμηλή απόδοση λόγω χαμηλής πίεσης ατμού
Συνολική <u>μείωση</u> CO ₂ στην Κρήτη	38,100 (χ. τόνοι)	51,800	45,900	48,100
Μέγιστη μείωση ρύπων και CO ₂				



Προσομοίωση ένταξης του Η/Θ σταθμού Αθρινόλακκου στην ημερήσια κατανομή του Σ.Η.Ε. Κρήτης



1. Ο Η/Θ Σταθμός μειώνει την κατανάλωση καυσίμου στις ακριβές αιχμιακές μονάδες

✓ Μειώνει το μέσο ετήσιο κόστος καυσίμου για την ΔΕΗ κατά 0.5€/MWh

✓ Αποτρέπει το κόστος καυσίμων των αιχμιακών μονάδων (178€/MWh)

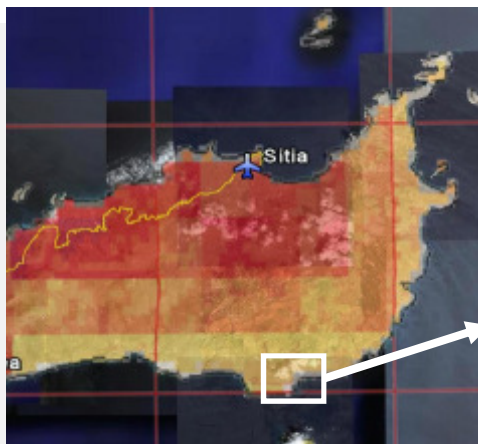
2. Μειώνει τις εκπομπές CO₂ κατά 51,8 χιλιάδες τόνους ετησίως

3. Δεν απαιτεί επιπρόσθετη στρεφόμενη εφεδρεία

4. Δεν παραβιάζει τα τεχνικά ελάχιστα των θερμικών μονάδων

Η NUR-MOH A.E. Ηλιοθερμικής Ενέργειας προτείνει την ανάπτυξη του Η/Θ Σταθμού της σε ιδανική τοποθεσία

- ~1.000 στρέμματα ελαφριάς κλίσης προς τον Νότο
- Με την υψηλότερη ηλιακή ακτινοβολία στην Κρήτη και ίσως στην Ελλάδα
- Γειτονικά του Α.Η.Σ. Αθρινόλακκου της ΔΕΗ (200-300MW)
- Μέγιστη ισχύς 50MW
- Τεχνολογία Πύργου της Brightsource Energy



Η πρότασή μας για τους κανόνες λειτουργίας και ένταξης των Η/Θ σταθμών στην νησιωτική Ελλάδα**Για το Διαχειριστή Η/Θ Σταθμού***I) Πρόβλεψη ωριαίας ισχύος*

Κοινοποίηση εγγυημένης πρόβλεψης ισχύος για τις επόμενες ώρες (π.χ. 4 ώρες δεδομένου ότι οι συμβατικές μονάδες της Δ.Ε.Η. απαιτούν μερικές ώρες για να ενταχθούν)

II) Σεβασμός προς το περιβάλλον

- Καύση συμβατικού καυσίμου καλύτερης ποιότητας από το μέσο όρο της Δ.Ε.Η.
- Δραματική μείωση κατανάλωσης νερού λόγω αφαλάτωσης και χρήσης αερόψυκτων συμπυκνωτών

*III) Παροχή ισχύος, εφόσον αυτό απαιτηθεί από το Δίκτυο***Για το Διαχειριστή Δικτύου (Δ.Ε.Η.)**

I) Χωρίς στρεφόμενη εφεδρεία για τους Η/Θ Σταθμούς, αλλά με επιβολή ποινής σε περίπτωση απόκλισης από την πρόβλεψη

II) Χωρίς διάθεση βραδινής ενέργειας για την πλήρωση των μονάδων αποθήκευσης θερμικής ενέργειας των Η/Θ σταθμών

[Ο Η/Θ σταθμός χρειάζεται 4kWh από το δίκτυο για να παρέχει 1kWh πίσω στο δίκτυο λόγω των απωλειών από τη μετατροπή ηλεκτρικής σε θερμική και πάλι σε ηλεκτρική ενέργεια. Η χρήση βραδινής ηλεκτρικής ενέργειας έχει νόημα μόνο στους αιολικούς με αντλιοσταμειυτήρα, όπου οι απώλειες μετατροπής είναι μικρές]

Για το Νομοθέτη**Αποσαφήνιση του ορισμού του υβριδικού σταθμού σύμφωνα με την Κ.Ο. 2001/77, δηλαδή ως συνδυασμού συμβατικού και ΑΠΕ σύμφωνα με την οποία**

«η ηλεκτρική ενέργεια η οποία παράγεται από ανανεώσιμες πηγές» θεωρείται «η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν μόνον ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, καθώς και το μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε υβριδικούς σταθμούς οι οποίοι χρησιμοποιούν συμβατικές πηγές ενέργειας [...]»

Επομένως, πρέπει να θεσπιστεί νομοθετικά αυτό που από οικονομοτεχνικής άποψης είναι εφικτό, δηλαδή να διαχωριστεί

- Η ηλιακή ενέργεια που θα τιμολογείται στην επιδοτούμενη τιμή από τον Ν3468/2005 από τη
- Συμβατική ενέργεια που θα τιμολογείται στην μέση οριακή τιμή συστήματος της Νήσου

Το τιμολόγιο ισχύος θα πληρώνεται για τις ώρες που ο σταθμός παρέχει εγγύηση ισχύος (εβδομαδιαία ανανέωση)



Αλέξης Φωκάς-Κοσμετάτος **apc@nurenergie.com**