



# **ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΓΙΑ ΠΕΡΙΘΩΡΙΟ ΕΦΕΔΡΕΙΑΣ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ**

**Ιούλιος 2017**

Αριθμός Έκθεσης 02/2017

*Οποιαδήποτε αλληλογραφία για το παρόν έγγραφο να αποστέλλεται στη Ρυθμιστική Αρχή  
Ενέργειας Κύπρου*

## Μεθοδολογία Υπολογισμού για Περιθώριο Εφεδρείας Εγκατεστημένης Ισχύος

---

**Αριθμός Έκθεσης 02/2017**

**Ιούλιος 2017**

Οποιαδήποτε αλληλογραφία για το παρόν έγγραφο να αποστέλλεται στη  
Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας Κύπρου.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή.....	4
2. Αμετάβλητη Εγκατεστημένη Ισχύς .....	6
3. Συνεισφορά των Μονάδων Ηλεκτροπαραγωγής στην Ετήσια Αιχμική Ζήτηση Ισχύος.....	7
4. Συντομογραφίες .....	9

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το ετήσιο περιθώριο εφεδρείας εγκατεστημένης ισχύος<sup>1</sup> (ή περιθώριο εφεδρείας εγκατεστημένης παραγωγικής ικανότητας) καθορίζεται ως το επίπεδο της επιπρόσθετης ισχύος το οποίο είναι άμεσα διαθέσιμο κατά τη διάρκεια της περιόδου αιχμής της ζήτησης ισχύος, έτσι ώστε να καλύπτει, για παράδειγμα, τις πιθανότητες:

- απώλειας λόγω βλάβης σε μια μονάδα ηλεκτροπαραγωγής, ή
- απρόβλεπτης αύξησης της ζήτησης λόγω ασυνήθιστα υψηλής θερμοκρασίας, κλπ.

Με μαθηματικούς όρους, το περιθώριο εφεδρείας εγκατεστημένης ισχύος είναι η ικανότητα της εγκατεστημένης ισχύος για παραγωγή ισχύος μεγαλύτερης από αυτή που γενικώς χρειάζεται το ηλεκτρικό σύστημα σε περιόδους αιχμής ή η ποσότητα διαθέσιμης εγκατεστημένης ισχύος που δε χρησιμοποιείται σε περιόδους αιχμής. Το ετήσιο περιθώριο εφεδρείας εγκατεστημένης ισχύος, *CRM*, ορίζεται ως:

$$CRM = \frac{P_{in} - P_{max}}{P_{max}}$$

όπου  $P_{in}$  είναι η αμετάβλητη εγκατεστημένη ισχύς<sup>2</sup> (ασφαλής διαθέσιμη ισχύς ή κατανεμόμενη ισχύς<sup>3</sup>) σε MWe και  $P_{max}$  είναι η αιχμική ζήτηση ισχύος σε MWe, η οποία μπορεί είτε να μετρηθεί είτε να εκτιμηθεί (προβλεφθεί). Η εγκατεστημένη ισχύς,  $P_{in}$ , προσδιορίζεται ως το άθροισμα της αμετάβλητης εγκατεστημένης ισχύος<sup>4</sup> όλων των μονάδων ηλεκτροπαραγωγής που είναι διαθέσιμες σε ένα ηλεκτρικό σύστημα.

Για διασυνδεδεμένα ηλεκτρικά συστήματα, οι ρυθμιστικές αρχές ενέργειας συνήθως απαιτούν περιθώριο εφεδρείας εγκατεστημένης ισχύος μεταξύ 10%-20% ως ασφάλεια έναντι βλάβης σε μέρος του συστήματος ή απρόβλεπτης και αιφνίδιας αύξησης της ζήτησης για ηλεκτρική ενέργεια. Ωστόσο, στην περίπτωση

---

<sup>1</sup> Capacity reserve margin.

<sup>2</sup> Firm capacity.

<sup>3</sup> Dispatchable capacity.

<sup>4</sup> Ο ορισμός της αμετάβλητης εγκατεστημένης ισχύος δίνεται στην ενότητα 2.

απομονωμένων ηλεκτρικών συστημάτων, όπως το ηλεκτρικό σύστημα της Κύπρου, απαιτείται περιθώριο εφεδρείας εγκατεστημένης ισχύος μεταξύ 20%-40% προκειμένου να διατηρηθεί η υψηλή αξιοπιστία του ηλεκτρικού συστήματος.

## 2. ΑΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ

Η αμετάβλητη εγκατεστημένη ισχύς ορίζεται ως η ασφαλής διαθέσιμη ισχύς ή η κατανεμόμενη ισχύς που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος.

Όπως έχει αναφερθεί στην ενότητα 1, το περιθώριο εφεδρείας εγκατεστημένης ισχύος είναι συνάρτηση της αμετάβλητης εγκατεστημένης ισχύος,  $P_{in}$ , η οποία προσδιορίζεται ως το άθροισμα της εγκατεστημένης ισχύος όλων των κατανεμόμενων μονάδων ηλεκτροπαραγωγής (αμετάβλητη εγκατεστημένη ισχύς) που είναι διαθέσιμες σε ένα ηλεκτρικό σύστημα.

Οι συμβατικές τεχνολογίες, όπως η τεχνολογία ατμοστρόβιλων, η τεχνολογία αεριοστρόβιλων, η τεχνολογία μηχανών εσωτερικής καύσης και η τεχνολογία συνδυασμένου κύκλου, είναι όλες κατανεμόμενες τεχνολογίες. Αντίθετα, ανάλογα με το είδος της ανανεώσιμης πηγής ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρισμού (ΑΠΕ-Η), η ικανότητα κατανομής είναι οριακή και η αμετάβλητη εγκατεστημένη ισχύς εξαρτάται από το διαθέσιμο δυναμικό (π.χ. αιολικό δυναμικό, ηλιακό δυναμικό, κλπ.) και το βαθμό της διαθέσιμης αποθήκευσης. Για παράδειγμα, η ηλιοθερμική τεχνολογία όταν διαθέτει σύστημα αποθήκευσης θερμικής ενέργειας μπορεί να παρέχει 100% αμετάβλητη ισχύ (ασφαλής διαθέσιμη ισχύ).

Τεχνολογίες ΑΠΕ-Η οι οποίες διαθέτουν σύστημα αποθήκευσης ενέργειας είναι κατανεμόμενες, οπότε η αμετάβλητη ισχύς είναι ίση με την ονομαστική εγκατεστημένη ισχύ. Με την προσεκτική επιλογή του μεγέθους του σταθμού ΑΠΕ-Η που διαθέτει σύστημα αποθήκευσης ενέργειας, είναι εφικτό να κατασκευαστεί μονάδα ΑΠΕ-Η η οποία θα παρέχει ισχύ καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας, δηλαδή να λειτουργεί 24 ώρες την ημέρα, 7 μέρες την εβδομάδα.

### 3. ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΤΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΤΗΣΙΑ ΑΙΧΜΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ ΙΣΧΥΟΣ

Η αμετάβλητη εγκατεστημένη ισχύς για κάθε διαθέσιμη συμβατική μονάδα ηλεκτροπαραγωγής που είναι εγκατεστημένη στο σύστημα ηλεκτροπαραγωγής της Κύπρου παρουσιάζεται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Αμετάβλητη εγκατεστημένη ισχύς συμβατικών μονάδων ηλεκτροπαραγωγής κατά την ετήσια μέγιστη ζήτηση ισχύος

Συμβατική μονάδα	Ονομαστική εγκατεστημένη ισχύς (MW)	Αμετάβλητη εγκατεστημένη ισχύς (MW)
Ατμοστρόβιλος	60.0	60.0
Ατμοστρόβιλος	130.0	130.0
Αεριοστρόβιλος	37.5	32.0
Αεριοστρόβιλος	38.0	32.0
Συνδυασμένου κύκλου (2+1)	220.0	210.0
Μηχανή εσωτερικής καύσης	17.5	16.7

Προκειμένου να προσδιοριστεί η συνεισφορά των τεχνολογιών ΑΠΕ-Η κατά την ετήσια μέγιστη ζήτηση ισχύος, έχει πραγματοποιηθεί ανάλυση βασισμένη στα πραγματικά και εκτιμώμενα στοιχεία των τελευταίων 6 ετών. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2: Συνεισφορά ΑΠΕ-Η κατά την ετήσια μέγιστη ζήτηση ισχύος

Τεχνολογία ΑΠΕ-Η	Μέσος όρος συνεισφοράς στη μέγιστη ζήτηση ισχύος για τα έτη 2011-2016	Αποδεκτό, από τη ΡΑΕΚ, περιθώριο εγκατεστημένης ισχύος
Αιολικά συστήματα	11.02%	0%
Φωτοβολταϊκά συστήματα	59.95%	50%
Συστήματα βιομάζας	33%	33%
Ηλιοθερμικό σύστημα με θερμική αποθήκευση	δεν υπάρχουν στοιχεία	100%

Όσον αφορά την τεχνολογία αιολικών συστημάτων, τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ιστορική μέση συνεισφορά στη μέγιστη ζήτηση ισχύος 11.02%. Ωστόσο, δεδομένου ότι το αιολικό δυναμικό δεν είναι ιδιαίτερα προβλέψιμο, η συνεισφορά των αιολικών συστημάτων που κρίνεται αποδεκτή για τον υπολογισμό του περιθωρίου εφεδρείας εγκατεστημένης ισχύος για μελλοντικές περιόδους ορίζεται στο 0%.

Στην περίπτωση της τεχνολογίας των φωτοβολταϊκών συστημάτων, δεδομένου ότι το ηλιακό δυναμικό είναι καλύτερα προβλέψιμο με ιστορική μέση συνεισφορά στη μέγιστη ζήτηση ισχύος της τάξης του 59.95%, για λόγους ασφαλείας, η συνεισφορά των φωτοβολταϊκών που κρίνεται αποδεκτή για τον υπολογισμό του περιθωρίου εφεδρείας εγκατεστημένης ισχύος για μελλοντικές περιόδους ορίζεται στο 50%.



#### 4. ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΑΠΕ-Η      Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας  
ΡΑΕΚ      Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας Κύπρου