



**ΛΕΙΤΟΥΡΓΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ Α.Ε.**

**ΚΑΣΤΟΡΟΣ 72, 18545 ΠΕΙΡΑΙΑΣ**

**Τηλ. : 210 – 9466 969, 732**

**Φαξ : 210 – 9466 766**

**[www.laaghe.gr](http://www.laaghe.gr)**

**[info@laaghe.gr](mailto:info@laaghe.gr)**

<b>ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΑΡΧΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΡΑΕ)</b>	
ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ	I - 164090
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	29/10/2012

ΑΡ./ΗΜ./ ΛΑΓΗΕ/ 6485/26.10.2012

**Προς: Δρ. Ν. Βασιλάκο  
Πρόεδρο ΡΑΕ**

**Θέμα :** Υποβολή, εισήγησης για τη μεθοδολογία προσδιορισμού του Μεταβλητού Κόστους των Υδροηλεκτρικών Μονάδων

**Σχετικό :** ΡΑΕ/Ο-51487/11.06.2012 (εισ. ΛΑΓΗΕ/3755/11.06.2012)

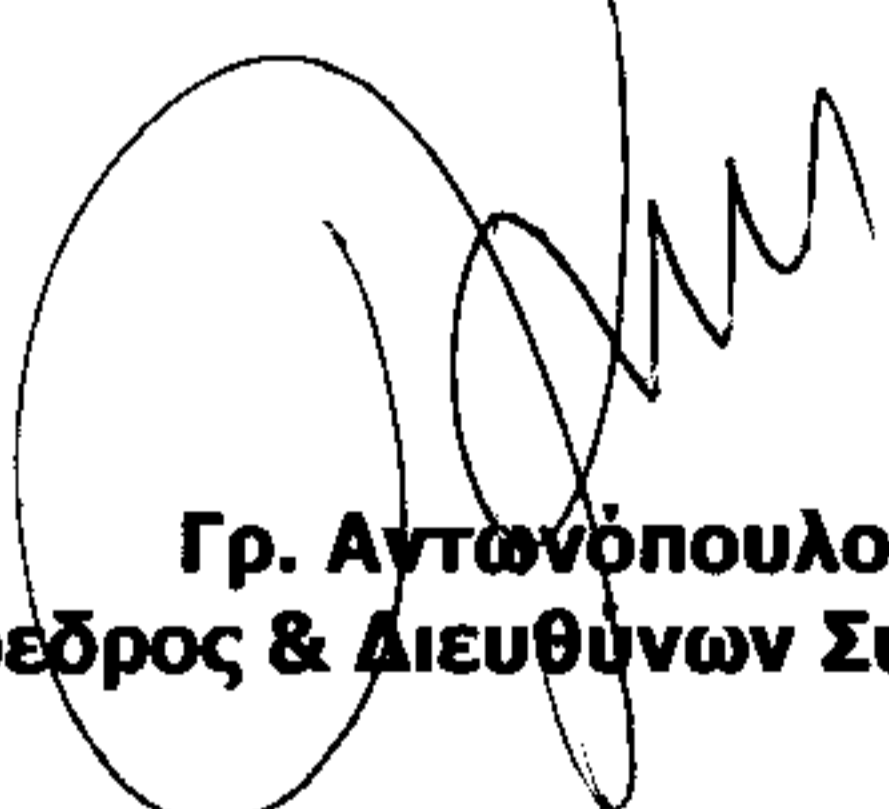
Αξιότιμε κύριε Πρόεδρε,

Σύμφωνα με το Άρθρο 44 του ΚΣΗΕ, ο Λειτουργός της Αγοράς υποβάλει εισήγηση σχετικά με τη μεθοδολογία προσδιορισμού του Μεταβλητού Κόστους των Υδροηλεκτρικών Μονάδων το οποίο, δυνάμει του Άρθρου 71 του ΚΣΗΕ, συνιστά τη Διοικητικά Οριζόμενη Ελάχιστη Τιμή Προσφοράς για τις Υδροηλεκτρικές Μονάδες.

Δεδομένης της ως άνω πρόβλεψης του ΚΣΗΕ και σε συνέχεια του Σχετικού, ο Λειτουργός της Αγοράς σας υποβάλει την προβλεπόμενη στον ΚΣΗΕ εισήγησή του.

Στη διάθεσή σας για οποιαδήποτε πληροφορία ή διευκρίνιση.

Με εκτίμηση,

  
**Γρ. Αντωνόπουλος**  
**Πρόεδρος & Διευθύνων Σύμβουλος**

**Συνημμένα :**

- Εισήγηση για τον καθορισμό μεθοδολογίας υπολογισμού του Μεταβλητού Κόστους των Υδροηλεκτρικών Μονάδων, κατά τις διατάξεις του Άρθρου 44, παρ. 5, του ΚΣΗΕ
- Παράρτημα Α: Ετήσιες καμπύλες ανά ποτάμιο σύστημα
- Παράρτημα Β: Συνιστώσες αντικατάστασης καυσίμου θερμικής παραγωγής
- Παράρτημα Γ: Γραφική παράσταση κάτω ορίου τιμής Προσφορών Έγχυσης Υδροηλεκτρικών Μονάδων



**Μεθοδολογία υπολογισμού  
Μεταβλητού Κόστους των Υδροηλεκτρικών Μονάδων,  
κατά τις διατάξεις του Άρθρου 44, παρ. 5, του ΚΣΗΕ.**

## 1. Εισαγωγή

Σε αντίθεση με τους Θερμοηλεκτρικούς Σταθμούς των οποίων το κόστος παραγωγής εξαρτάται άμεσα από το κόστος καυσίμου, οι Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί έχουν φαινομενικά μηδενικό κόστος, δεδομένης της φυσικής εισροής του νερού στους ταμειυτήρες και του ελάχιστου κόστους λειτουργίας τους.

Ωστόσο, υπάρχει το έμμεσο κόστος της χρήσης του νερού, που σχετίζεται με την εξοικονόμηση που προκύπτει λόγω της μη λειτουργίας των Θερμοηλεκτρικών Σταθμών που υποκαθίστανται από τους Υδροηλεκτρικούς. Το έμμεσο αυτό κόστος, το οποίο προσδιορίζει την αξία του νερού ως υποκατάστατο καυσίμων θερμικών σταθμών και εκφράζει την πλασματική<sup>(1)</sup> τιμή του νερού σε €/m<sup>3</sup><sup>(2)</sup>, προκύπτει από την επίλυση προβλημάτων βελτιστοποίησης (προβλήματα υδρο-θερμικής συνεργασίας) και ταυτίζεται με τους σχετικούς πολλαπλασιαστές Lagrange των προβλημάτων βελτιστοποίησης.

Ο Λειτουργός της Αγοράς υπολογίζει καθημερινά, δυνάμει του Άρθρου 44, παρ. 5 του ΚΣΗΕ, το Μεταβλητό Κόστος των Υδροηλεκτρικών Μονάδων σε Ευρώ ανά MWh, το οποίο αποτελεί το κάτω όριο της τιμής των Προσφορών Έγχυσης τους. Η προτεινόμενη μεθοδολογία δεν συνιστά υποκατάσταση της επίλυσης των προβλημάτων υδρο-θερμικής συνεργασίας, ούτε σκοπεύει στον προσδιορισμό της βέλτιστης χρησιμοποίησης των υδάτινων πόρων. Η σχετική αρμοδιότητα είναι των ιδιοκτητών των Υδροηλεκτρικών Μονάδων. Η μεθοδολογία αποσκοπεί στην εύρυθμη λειτουργία της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας, με την εισαγωγή κανόνων που επιτρέπουν την ανάπτυξη συνθηκών υγιούς ανταγωνισμού και την αποτροπή φαινομένων κατάχρησης ηγετικής θέσης στην Αγορά, ενώ παράλληλα δεν εισάγουν εμπόδια στη βέλτιστη χρήση των υδάτινων αποθεμάτων.

Βάσει της παραπάνω στόχευσης, η μεθοδολογία αναπτύχθηκε έχοντας υπόψη τους ακόλουθους άξονες:

### A. Διαφάνεια

Τα δεδομένα των υπολογισμών της μεθοδολογίας πρέπει να είναι διαθέσιμα στους Συμμετέχοντες της Αγοράς.

### B. Αντικειμενικότητα

Η μεθοδολογία πρέπει να βασίζεται κατά το δυνατό σε μη αμφισβητήσιμα δεδομένα και να περιορίζεται στο ελάχιστο η επίδραση προβλέψεων, παραδοχών και υποκειμενικών θεωρήσεων.

<sup>1</sup> Στη σχετική βιβλιογραφία αναφέρεται συχνά ως σκιώδης τιμή (shadow value).

<sup>2</sup> Η, με τις κατάλληλες μετατροπές, σε €/MWh.

### Γ. Σαφήνεια

Η μεθοδολογία πρέπει να είναι σαφώς ορισμένη και να μη δημιουργεί απορίες στους Συμμετέχοντες όσον αφορά την εφαρμογή της.

### Δ. Απλότητα

Η μεθοδολογία πρέπει να είναι κατά το δυνατό απλή ώστε να μπορεί να αναπαραχθεί από τους Συμμετέχοντες χωρίς τη χρήση ειδικού λογισμικού.

### Ε. Αποτροπή φαινομένων κατάχρησης

Η μεθοδολογία πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις παραμέτρους της Αγοράς και τη στάθμη των υδάτινων αποθεμάτων και να προσδιορίζει ένα κάτω όριο τιμών Προσφορών Έγχυσης που δε θα επιτρέπει την εξάσκηση δεσπόζουσας θέσης στην Αγορά και τη χειραγώγησή της.

### ΣΤ. Διευκόλυνση βέλτιστης χρήσης υδάτινων αποθεμάτων

Η μεθοδολογία πρέπει να διευκολύνει τη βέλτιστη χρήση των υδάτινων αποθεμάτων χωρίς να επιβάλλει περιττά εμπόδια στην αξιοποίησή τους, ούτε να υποκαθιστά τους ιδιοκτήτες των Μονάδων στις αρμοδιότητές τους σχετικά με τη Διαχείριση των υδάτινων πόρων. Στα πλαίσια αυτά, πρέπει να είναι προβλέψιμη και να έχει μικρές μεταβολές στην τελική τιμή όταν οι στάθμες των υδάτινων αποθεμάτων είναι σε φυσιολογικά επίπεδα, ενώ πρέπει να προσαρμόζεται γρήγορα όταν οι στάθμες των αποθεμάτων βρεθούν σε ακραία επίπεδα.

Βάσει των παραπάνω, μια μεθοδολογία βασισμένη στην επίλυση προβλημάτων υδρο-θερμικής συνεργασίας, παρότι βέλτιστη μαθηματικά, δεν είναι επιθυμητή καθώς:

- Απαιτεί τεράστιο όγκο δεδομένων και παραδοχών
- Απαιτεί ιδιαίτερα εξειδικευμένες γνώσεις και λογισμικό για την κατανόηση και την εφαρμογή της από τους Συμμετέχοντες
- Είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στις παραδοχές της
- Τείνει να αναλάβει την αρμοδιότητα Διαχείρισης των υδάτινων αποθεμάτων

## **2. Παρουσίαση της Μεθοδολογίας**

Το Μεταβλητό Κόστος των Υδροηλεκτρικών Μονάδων το οποίο αποτελεί το κάτω όριο της τιμής των Προσφορών Έγχυσής τους, προκύπτει από (α) τη συνιστώσα αξίας χρήσης του νερού η οποία αντιστοιχεί στην εξοικονόμηση καυσίμων των Θερμικών Μονάδων παραγωγής και (β) τη συνιστώσα κόστους που εξαρτάται από το επίπεδο στάθμης υδάτων (αποθέματος) του ταμιευτήρα κάθε μονάδας.

Έστω  $VC_{i,m,d}$  το κάτω όριο της τιμής των Προσφορών Έγχυσης της Υδροηλεκτρικής Μονάδας  $i$  για τον ημερολογιακό μήνα  $m$  και την Ημέρα Κατανομής  $d$ . Τότε:

$$VC_{i,m,d} = C_{1,m,d} + C_{2,i,m,d} \quad (1)$$

όπου:

$C_{1,m,d}$  η συνιστώσα αντικατάστασης καυσίμου θερμικής παραγωγής

$C_{2,i,m,d}$  η συνιστώσα αποθέματος ταμιευτήρα της Υδροηλεκτρικής Μονάδας  $i$



Η εξοικονόμηση πόρων από την αντικατάσταση της θερμικής παραγωγής υπολογίζεται θεωρώντας ότι το κόστος αντικατάστασης καυσίμου που προέρχεται από τη λειτουργία της Υδροηλεκτρικής Μονάδας  $i$ , είναι ανάλογο με την ΟΤΣ<sup>3</sup>. Λαμβάνοντας ιστορικά στοιχεία των τριών (3) τελευταίων ετών, υπολογίζεται μια μέση τιμή αναφοράς ανά μήνα για τη συνιστώσα αντικατάστασης καυσίμου θερμικής παραγωγής. Η τιμή αυτή αναπροσαρμόζεται ημερήσια, μέσω συντελεστή ο οποίος λαμβάνει υπόψη τις μεταβολές στο κόστος καυσίμου.

Η συνιστώσα αποθέματος ταμιευτήρα προκύπτει βάσει ιστορικών στοιχείων των δέκα (10) τελευταίων ετών από τα οποία προκύπτουν τα ελάχιστα και μέγιστα αποθέματα ταμιευτήρα. Εν συνεχεία, εισάγονται στη σχετική συνάρτηση τα αποθέματα των ταμιευτήρων της προηγούμενης ημέρας.

### 3. Ορισμοί

Ορίζονται τα ακόλουθα μεγέθη:

$i$	Δείκτης Υδροηλεκτρικής Μονάδας ή πρώτου ανάντι ταμιευτήρα του ποτάμιου συστήματος που εντάσσεται η Υδροηλεκτρική Μονάδα
$d$	Δείκτης Ημέρας Κατανομής
$m$	Δείκτης ημερολογιακού μήνα
$y$	Δείκτης ημερολογιακού έτους
$C_{1,m,d}$	Συνιστώσα αντικατάστασης καυσίμου θερμικής παραγωγής
$C_{2,i,m,d}$	Συνιστώσα αποθέματος ταμιευτήρα
$C_{TH,m}$	Τιμή Αναφοράς συνιστώσας αντικατάστασης θερμικής παραγωγής, το μήνα $m$
$SMP_{m,h}$	Οριακή Τιμή Συστήματος ώρας $h$ , του μήνα $m$
$\sigma_{m,d}$	Συντελεστής προσαρμογής μεταβολών κόστους καυσίμου
$E_{m,h}^H$	Υδροηλεκτρική Παραγωγή ώρας $h$ , του μήνα $m$
$fuel$	Δείκτης καυσίμου ( $fuel=lig, NG, oil$ )
$lig$	Δείκτης καυσίμου για λιγνίτη
$NG$	Δείκτης καυσίμου για φυσικό αέριο
$oil$	Δείκτης καυσίμου για πετρέλαιο
$E_{fuel,m}$	Θερμική παραγωγή ανά τεχνολογία καυσίμου το μήνα $m$
$E_{TH,m}$	Συνολική θερμική παραγωγή το μήνα $m$
$\Delta T_{fuel,m,d-1}$	Ποσοστιαία μεταβολή του κόστους καυσίμου
$T_{fuel,d-1}$	Τιμή καυσίμου

<sup>3</sup> Η ΟΤΣ θεωρήθηκε ως καλή μετρική βάση για τον υπολογισμό της συνιστώσας αντικατάστασης καυσίμου καθώς προκύπτει από τεχνο-οικονομικό μοντέλο συν-βελτιστοποίησης και ενσωματώνει τις επιδράσεις πλειάδας παραμέτρων (μίγμα καυσίμου Μονάδων Παραγωγής, διαθεσιμότητα, απαιτήσεις εφεδρειών, περιορισμούς παραγωγής, επίδραση διασυνδέσεων κτλ) ενώ δεν απαιτεί καμία παραδοχή μελέτης και είναι ευρέως διαθέσιμη. Περαιτέρω, δεδομένων των περιορισμών στις τιμές προσφορών έγχυσης των Θερμικών Μονάδων Παραγωγής και των ρυθμιστικών χαρακτηριστικών της Ελληνικής Αγοράς, αποτελεί μια ρεαλιστική απεικόνιση του μεταβλητού κόστους των Οριακών μονάδων Παραγωγής.

$a_{fuel,m}$	Συντελεστής συμμετοχής ανά τεχνολογία στο σύνολο της θερμικής παραγωγής
$VC_{max}$	Μέγιστο κατώφλι Προσφορών Έγχυσης Υδροηλεκτρικών Μονάδων
$R_{max,i}$	Ετήσια καμπύλη μέγιστου αποθέματος ταμιευτήρα $i$
$R_{min,i}$	Ετήσια καμπύλη ελάχιστου αποθέματος ταμιευτήρα $i$
$R_{ref,i}$	Ετήσια καμπύλη αναφοράς αποθέματος ταμιευτήρα $i$
$TOL_{up,i}$	Ανοχή άνω περιθωρίου ετήσιας καμπύλης αναφοράς
$TOL_{dn,i}$	Ανοχή κάτω περιθωρίου ετήσιας καμπύλης αναφοράς
$R_{ref,up,i}$	Άνω περιθώριο ετήσιας καμπύλης αναφοράς αποθέματος ταμιευτήρα $i$
$R_{ref,dn,i}$	Κάτω περιθώριο ετήσιας καμπύλης αναφοράς αποθέματος ταμιευτήρα $i$
$r_{i,d-2}$	Απόθεμα του ταμιευτήρα $i$
$R_{sec,i}$	Απόθεμα ασφαλείας ταμιευτήρα $i$

#### 4. Συνιστώσα αντικατάστασης καυσίμου θερμικής παραγωγής $C_1$

Ορίζεται μηνιαία τιμή αναφοράς για τη συνιστώσα αντικατάστασης καυσίμου θερμικής παραγωγής  $C_{TH,m}$ .

Η τιμή αναφοράς  $C_{TH,m}$  προκύπτει ως ο αριθμητικός μέσος των τριών (3) τελευταίων ετών, της μέσης τιμής της ΟΤΣ του μήνα  $m$ , σταθμισμένης ως προς την αντίστοιχη υδροηλεκτρική παραγωγή  $E^H$  που εντάχθηκε στον ΗΕΠ, συμπεριλαμβανομένων και των υποχρεωτικών εγχύσεων των Υδροηλεκτρικών Μονάδων.

$$C_{TH,m} = \frac{1}{3} \sum_{y=3}^{y-1} \left\{ \frac{\sum_h (SMP_{m(y),h} * E_{m(y),h}^H)}{\sum_h E_{m(y),h}^H} \right\} \quad (2)$$

Ορίζεται συντελεστής προσαρμογής  $\sigma_{m,d}$ , μέσω του οποίου λαμβάνονται υπόψη οι μεταβολές στο κόστος καυσίμου. Ο συντελεστής  $\sigma_{m,d}$  υπολογίζεται σε ημερήσια βάση και είναι το άθροισμα των γινομένων των επιμέρους ποσοστιαίων μεταβολών ανά είδος καυσίμου  $\Delta T_{fuel}$ , επί τους αντίστοιχους συντελεστές βαρύτητας ανά τεχνολογία θερμικής παραγωγής  $a_{fuel}$ :

$$\sigma_{m,d} = \sum_{fuel} (a_{fuel,m} \Delta T_{fuel,m,d-1}) \quad (3)$$

Η μεταβολή ανά είδος καυσίμου, προκύπτει από τη διαφορά μεταξύ της τιμής του καυσίμου την προηγούμενη ημέρα της Ημέρας Κατανομής (ημέρα υπολογισμών,  $d-1$ ) και της μέσης τιμής του καυσίμου του μήνα  $m$  των τελευταίων τριών (3) ετών. Οι τιμές καυσίμων λαμβάνονται από τις Δηλώσεις Τεχνοοικονομικών Στοιχείων των μονάδων που έχουν υποβληθεί στον ΗΕΠ.

$$\Delta T_{fuel,m,d-1} = \frac{T_{fuel,d-1}}{\frac{1}{3} \sum_{y=3}^{y-1} T_{fuel,m(y)}} - 1 \quad (4)$$

Οι συντελεστές βαρύτητας ανά τεχνολογία θερμικής παραγωγής είναι ο μέσος όρος της συμμετοχής κάθε τεχνολογίας στη συνολική θερμική παραγωγή  $E_{TH}$ , όπως αυτή εντάχθηκε στον ΗΕΠ το μήνα  $m$ , για τα τρία (3) τελευταία έτη:

$$a_{fuel,m} = \frac{1}{3} \sum_{y=3}^{y-1} \frac{E_{fuel,m}(y)}{E_{TH,m}(y)} \quad (5)$$

Τελικά, η συνιστώσα αντικατάστασης καυσίμου θερμικής παραγωγής υπολογίζεται σε ημερήσια βάση, από τις σχέσεις (2) έως και (5), ως εξής:

$$C_{1,m,d} = (1 + \sigma_{m,d}) C_{TH,m} \quad (6)$$

## 5. Συνιστώσα αποθέματος ταμιευτήρα $C_{2,i}$

Το Ελληνικό Σύστημα έχει δεκατρείς Υδροηλεκτρικούς Σταθμούς εγκατεστημένους σε έξι ποτάμια συστήματα. Στην παρούσα μεθοδολογία, οι υδραυλικά συζευγμένοι σταθμοί αντιμετωπίζονται ενιαία, η τιμή που προκύπτει είναι ίδια για όλους τους σταθμούς που ανήκουν στο ίδιο σύστημα, ενώ βασίζεται στα αποθέματα του πρώτου ανάντι ταμιευτήρα.

ΥΗΣ-Ταμιευτήρας	Ποταμός	Συνολική Ισχύς (MW)
Κρεμαστά	Αχελώος	437
Καστράκι		320
Στράτος I		150
Πολύφυτο	Αλιάκμονας	375
Σφηκιά		315
Ασώματα		108
Πηγές Αώου	Άραχθος	210
Πουρνάρι I		300
Πουρνάρι II		34
Θησαυρός	Νέστος	384
Πλατανόβρυση		116
Λάδωνας	Λάδωνας	70
Πλαστήρας	Ταυρωπός	130

Η παραγωγή των Υδροηλεκτρικών Μονάδων εξαρτάται από το νερό που εκρέει από τον ταμιευτήρα και η διαχείριση των υδάτων πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε η στάθμη των ταμιευτήρων να παραμένει εντός των επιθυμητών επιπέδων. Αν κάποιος ταμιευτήρας έχει αυξημένα αποθέματα νερού, τότε η αντίστοιχη Μονάδα θα πρέπει να λειτουργήσει ώστε να αποφευχθεί τυχόν σπατάλη ενέργειας από πιθανές υπερχειλίσεις, ενώ αντίθετα η λειτουργία του πρέπει να περιορίζεται όσο τα αποθέματα νερού μειώνονται.

Διακρίνονται κατά συνέπεια οι ακόλουθες καταστάσεις:

- Όταν τα αποθέματα νερού φτάσουν στην τιμή  $R_{max,i,m}$  το κάτω όριο της τιμής των Προσφορών Έγχυσης της Υδροηλεκτρικής Μονάδας  $i$  τίθεται ίσο με το μηδέν:

$$VC_{i,m,d} = C_{1,m,d} + C_{2,i,m,d} = 0 \Leftrightarrow C_{2,i,m,d} = -C_{1,m,d}$$



- Όταν τα αποθέματα νερού φτάσουν στην τιμή  $R_{\min,i,m}$ , το κάτω όριο της τιμής των Προσφορών Έγχυσης της Υδροηλεκτρικής Μονάδας  $i$  αποκτά τη μέγιστη τιμή του,  $VC_{\max}$  :

$$VC_{i,m,d} = C_{1,m,d} + C_{2,i,m,d} = VC_{\max} \Leftrightarrow C_{2,i,m,d} = VC_{\max} - C_{1,m,d}$$

Με βάση τα παραπάνω δημιουργείται η συνάρτηση  $C_{2,i,m,d}$  για κάθε ταμιευτήρα  $i$  ως εξής:

- Λαμβάνονται οι ετήσιες καμπύλες αποθέματος ταμιευτήρα  $i$  των τελευταίων δέκα (10) ετών.
- Ορίζονται  $R_{\max,i}$  και  $R_{\min,i}$  οι ετήσιες καμπύλες μέγιστου και ελάχιστου αποθέματος ταμιευτήρα  $i$  αντίστοιχα, οι οποίες προκύπτουν λαμβάνοντας τις μέγιστες και ελάχιστες μηνιαίες τιμές των ετήσιων καμπυλών. Τα σχετικά γραφήματα παρουσιάζονται στο Παράρτημα Α.
- Ορίζεται ως καμπύλη αναφοράς  $R_{ref,i}$ , η καμπύλη που προκύπτει από τον αριθμητικό μέσο των μηνιαίων τιμών των καμπυλών των τελευταίων δέκα (10) ετών κάθε ταμιευτήρα  $i$ .
- Υπολογίζονται τα άνω και κάτω περιθώρια της τιμής αναφοράς,  $R_{ref,up,i}$  και  $R_{ref,dn,i}$  εντός του εύρους των οποίων η συνιστώσα αποθέματος ταμιευτήρα λαμβάνεται σταθερή και ίση με το μηδέν ( $C_{2,i,m,d} = 0$ ), από τις ακόλουθες σχέσεις:

$$R_{ref,up,i,m} = (1 + TOL_{up,i})R_{ref,i,m} \quad (7) \quad R_{ref,dn,i,m} = (1 - TOL_{dn,i})R_{ref,i,m} \quad (8)$$

Κατά συνέπεια, η ημερήσια τιμή  $C_{2,i,m,d}$  προκύπτει συναρτήσει του αποθέματος  $r_{i,d-2}$  του ταμιευτήρα που σχετίζεται με την Υδροηλεκτρική Μονάδα  $i$ . Η γραφική της παράσταση αποτελείται από 5 διακριτά τμήματα:

- Τμήμα 1. Όταν το απόθεμα του ταμιευτήρα  $r_{i,d-2}$  είναι μικρότερο ή ίσο της τιμής  $R_{\min,i,m}$  της ετήσιας καμπύλης ελάχιστου αποθέματος ταμιευτήρα  $i$ , η τιμή  $C_{2,i,m,d}$  ισούται με  $VC_{\max} - C_{1,m,d}$ .
- Τμήμα 2. Όταν το απόθεμα του ταμιευτήρα  $r_{i,d-2}$  κινείται μεταξύ της τιμής  $R_{\min,i,m}$  και της τιμής  $R_{ref,dn,i}$  του κάτω περιθωρίου της τιμής αναφοράς, η τιμή  $C_{2,i,m,d}$  μειώνεται σταδιακά, αλλά παραμένει θετική. Η μείωση αυτή μπορεί να επιτευχθεί με πλειάδα συναρτήσεων όπως αναλύεται στη συνέχεια.
- Τμήμα 3. Όταν το απόθεμα του ταμιευτήρα  $r_{i,d-2}$  κινείται μεταξύ της τιμής  $R_{ref,dn,i}$  και της τιμής  $R_{ref,up,i}$  του άνω περιθωρίου της τιμής αναφοράς, η τιμή  $C_{2,i,m,d}$  παραμένει σταθερή και ίση με το μηδέν.
- Τμήμα 4. Όταν το απόθεμα του ταμιευτήρα  $r_{i,d-2}$  κινείται μεταξύ της τιμής  $R_{ref,up,i}$  και της τιμής  $R_{\max,i,m}$  της ετήσιας καμπύλης μέγιστου αποθέματος ταμιευτήρα  $i$ , η τιμή  $C_{2,i,m,d}$  είναι αρνητική και μειώνεται σταδιακά. Η μείωση αυτή μπορεί να επιτευχθεί με πλειάδα συναρτήσεων όπως αναλύεται στη συνέχεια.
- Τμήμα 5. Όταν το απόθεμα του ταμιευτήρα  $r_{i,d-2}$  είναι μεγαλύτερο ή ίσο της τιμής  $R_{\max,i,m}$  της ετήσιας καμπύλης μέγιστου αποθέματος ταμιευτήρα  $i$ , η τιμή  $C_{2,i,m,d}$  ισούται με  $-C_{1,m,d}$ .

Οι μεταβολές της τιμής  $C_{2,i,m,d}$  στα Τμήματα 2 και 4, μπορούν να γίνουν με πλειάδα τρόπων.



Ενδεικτικά αναφέρονται:

- Με γραμμική συνάρτηση μεταξύ των δύο σχετικών σημείων
- Με πολυωνυμική συνάρτηση 2<sup>ου</sup> βαθμού
- Σε βήματα, βάσει βηματικών συναρτήσεων
- Βάσει εκθετικών συναρτήσεων
- Βάσει σιγμοειδών (λογιστικών) συναρτήσεων

Η επιλογή της κατάλληλης συνάρτησης σχετίζεται με τα χαρακτηριστικά των ταμιευτήρων και των εισροών και πρέπει να αποτελέσει αντικείμενο διαβούλευσης μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων καθώς κάθε επιλογή παρουσιάζει ορισμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Παρά τη σχετική επιφύλαξη του Λειτουργού ως προς τη βέλτιστη επιλογή, για την πληρότητα της παρουσίασης της μεθοδολογίας, θεωρείται ότι επιλέγεται η εκθετική συνάρτηση. Βάσει αυτής προκύπτει η γραφική παράσταση που παρουσιάζεται στο Παράρτημα Γ.

Κατά συνέπεια, η ημερήσια τιμή  $C_{2,i,m,d}$ , προκύπτει συναρτήσει του αποθέματος  $r_{i,d-2}$  του ταμιευτήρα που σχετίζεται με την Υδροηλεκτρική Μονάδα  $i$ , ως εξής:

$$C_{2,i,m,d}(r_{i,d-2}) = \left\{ \begin{array}{ll} VC_{\max} - C_{1,m,d}, & r_{i,d-2} \leq R_{\min,i,m} \\ (VC_{\max} - C_{1,m,d}) \exp\left(-k_{1,j} \frac{r_{i,d-2} - R_{\min,i,m}}{R_{ref,dn,i,m} - R_{\min,i,m}}\right), & R_{\min,i,m} < r_{i,d-2} < R_{ref,dn,i,m} \\ 0, & r_{i,d-2} \in [R_{ref,dn,i,m}, R_{ref,up,i,m}] \\ -C_{1,m,d} \exp\left(-k_{2,j} \frac{R_{\max,i,m} - r_{i,d-2}}{R_{\max,i,m} - R_{ref,up,i,m}}\right), & R_{ref,up,i,m} < r_{i,d-2} < R_{\max,i,m} \\ -C_{1,m,d}, & r_{i,d-2} \geq R_{\max,i,m} \end{array} \right\} \quad (9)$$

### Πρόβλεψη ασφάλειας

Σε περίπτωση που το απόθεμα  $r_{i,d-2}$  του ταμιευτήρα που σχετίζεται με την Υδροηλεκτρική Μονάδα  $i$ , υπερβαίνει το αντίστοιχο απόθεμα ασφαλείας  $R_{sec,i}$  ο Ιδιοκτήτης της Υδροηλεκτρικής Μονάδας  $i$ , δύναται να υποβάλλει Μη Τιμολογούμενες Προσφορές Έγχυσης για το σύνολο της διαθέσιμης ισχύος της, ανεξάρτητα από την τιμή που προκύπτει από τη σχέση (1).

### 6. Ρυθμιστικές Παράμετροι

Όλοι οι υπολογισμοί βασίζονται σε απολογιστικά δεδομένα και ρυθμιστικές παραμέτρους, χωρίς προβλέψεις ή υποκειμενικές εκτιμήσεις εκ μέρους του Λειτουργού της Αγοράς.

Οι ρυθμιστικές παράμετροι που πρέπει να προσδιοριστούν κατόπιν διαβούλευσης με όλους τους εμπλεκόμενους φορείς είναι οι ακόλουθοι:

- $TOL_{up,i}/TOL_{dn,i}$

Πρόκειται για τα ποσοστά μέσω των οποίων προσδιορίζονται τα άνω και κάτω περιθώρια ετήσιας καμπύλης αναφοράς αποθέματος ταμιευτήρα  $i$ , εντός του εύρους των οποίων η συνιστώσα αποθέματος ταμιευτήρα λαμβάνεται ίση με το μηδέν. Δύναται να ισχύει  $TOL_{up,i}=TOL_{dn,i}$

- $VC_{max}$

Αναπαριστά το μέγιστο κατώφλι Προσφορών Έγχυσης Υδροηλεκτρικών Σταθμών και θα είναι μικρότερο ή ίσο της Διοικητικά Οριζόμενης Μέγιστης Τιμής Προσφορών Έγχυσης (150€/MWh).

- $k_{1,i}/k_{2,i}$

Οι παράμετροι αυτοί προσδιορίζουν το ρυθμό μεταβολής του κάτω ορίου της τιμής των Προσφορών Έγχυσης για κάθε Υδροηλεκτρική Μονάδα  $i$ , όταν τα σχετικά υδάτινα αποθέματα βρίσκονται στα τμήματα 2 ή 4 της γραφικής παράστασης της  $C_{2,i,m,d}$ .

Οι τιμές αυτές μπορούν να προσδιοριστούν με πλειάδα τρόπων. Μια εξ' αυτών είναι η επιλογή ενός επιθυμητού σημείου της καμπύλης  $VC_{i,m,d}$  για κάθε παράμετρο, ως εξής:

Έστω ότι επιθυμούμε η ποσοστιαία μείωση του κάτω ορίου της τιμής Προσφορών Έγχυσης σε σχέση με την συνιστώσα αντικατάστασης καυσίμου  $C_{1,m,d}$  να είναι PR\_RED όταν τα υδάτινα αποθέματα αυξηθούν τόσο ώστε να καλύψουν ποσοστό RES\_INC του εύρους μεταξύ  $R_{ref,up,i}$  και  $R_{max,i}$ . Στην περίπτωση αυτή η παράμετρος  $k_{2,i}$  ισούται με

$$k_{2,i} = -\frac{\ln(PR\_RED)}{1 - RES\_INC}$$

Ως παραδείγματα:

α) αν επιθυμούμε να επιτυγχάνεται μείωση της τιμής  $VC_{i,m,d}$  στο 50% της τιμής  $C_{1,m,d}$  για κάλυψη ποσοστού 80% του εύρους μεταξύ  $R_{ref,up,i}$  και  $R_{max,i}$  το  $k_{2,i}$  προκύπτει ίσο με

$$k_{2,i} = -\frac{\ln 0.5}{0.2} = 3.466.$$

β) αν επιθυμούμε να επιτυγχάνεται μείωση της τιμής  $VC_{i,m,d}$  στο 40% της τιμής  $C_{1,m,d}$  για κάλυψη ποσοστού 70% του εύρους μεταξύ  $R_{ref,up,i}$  και  $R_{max,i}$  το  $k_{2,i}$  προκύπτει ίσο με

$$k_{2,i} = -\frac{\ln 0.4}{0.3} = 3.054.$$

- $R_{sec}$

Το απόθεμα ασφαλείας είναι το μέγιστο απόθεμα ανά ταμιευτήρα  $i$ , σταθερό για όλη τη διάρκεια του έτους, πέραν του οποίου, ανεξαρτήτως της τιμής που προκύπτει από τη σχέση (1), ο Ιδιοκτήτης των Υδροηλεκτρικών Μονάδων που συνδέονται με τον ταμιευτήρα  $i$ , δύναται να υποβάλλει Μη Τιμολογούμενες Προσφορές Έγχυσης για το σύνολο της διαθέσιμης ισχύος των ως άνω Μονάδων.

## 7. Δεδομένα και Διαδικασία Υπολογισμών

Τα δεδομένα που απαιτούνται για την εφαρμογή της μεθοδολογίας είναι τα ακόλουθα:

1. Οριακή Τιμή του Συστήματος των τριών τελευταίων ετών.
2. Παραγωγή ανά τεχνολογία ανά μήνα  $m$  των τελευταίων τριών (3) ετών, όπως αυτή εντάχθηκε στον ΗΕΠ.
3. Τιμές καυσίμων των τριών τελευταίων ετών, όπως προκύπτουν από τις υποβληθείσες στον ΗΕΠ Δηλώσεις Τεχνοοικονομικών Στοιχείων κάθε μονάδας.
4. Ετήσιες καμπύλες αποθεμάτων ταμιευτήρων τελευταίων δέκα (10) ετών.
5. Αποθέματα ταμιευτήρων την προηγούμενη της ημέρας υπολογισμών ( $d-2$ ) .

Τα δεδομένα των σημείων 1 έως 3 λαμβάνονται από τη βάση δεδομένων του Συστήματος Πληροφοριών Συναλλαγών Ηλεκτρικής Ενέργειας, ενώ τα δεδομένα των σημείων 4 και 5 λαμβάνονται από τον Ιδιοκτήτη των Υδροηλεκτρικών Μονάδων, μέσω του Διαχειριστή του Συστήματος.

Σύμφωνα με το Άρθρο 44 του ΚΣΗΕ, ο υπολογισμός του Ελάχιστου Μεταβλητού Κόστους για κάθε Υδροηλεκτρική Μονάδα γίνεται καθημερινά για την επόμενη ημέρα και δημοσιεύεται μισή ώρα πριν την λήξη της προθεσμίας υποβολής προσφορών για τη δέσμευση ημερήσιων διασυνδεδετικών δικαιωμάτων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

Η διαδικασία που ακολουθείται για τον υπολογισμό του Ελάχιστου Μεταβλητού Κόστους το οποίο αποτελεί το κάτω όριο της τιμής των Προσφορών Έγχυσης κάθε Υδροηλεκτρικής Μονάδας με βάση την προτεινόμενη μεθοδολογία είναι η εξής:

Ο Διαχειριστής του Συστήματος υποβάλλει στο Λειτουργό της Αγοράς καθημερινά, σαρανταπέντε λεπτά πριν την λήξη της προθεσμίας υποβολής προσφορών για τη δέσμευση ημερήσιων διασυνδεδετικών δικαιωμάτων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, τα αποθέματα των ταμιευτήρων της τελευταίας ώρας της προηγούμενης ημέρας.

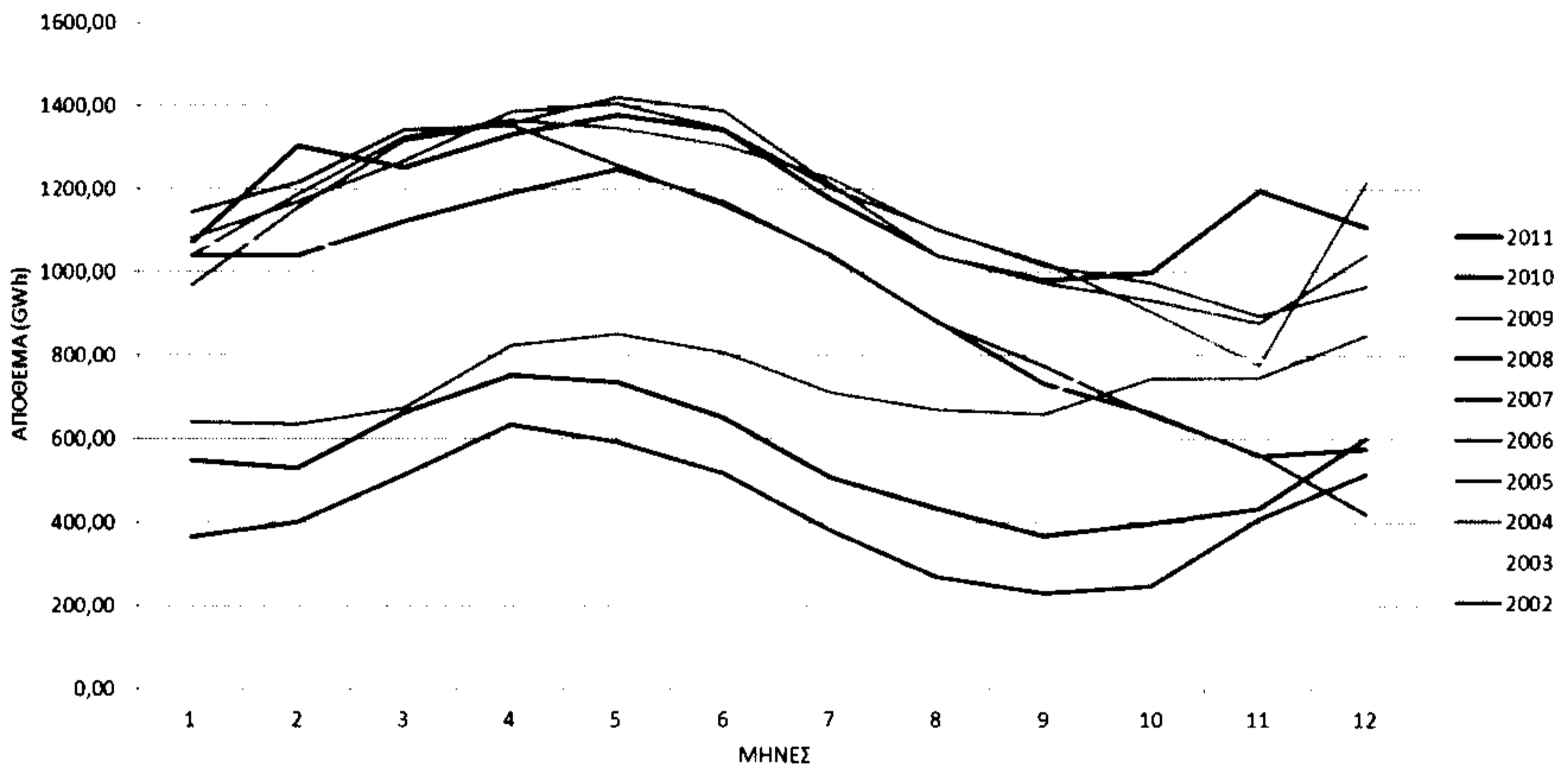
Ο Λειτουργός της Αγοράς, υπολογίζει και δημοσιεύει:

- i. Σε εξαμηνιαία βάση, έως την 30<sup>η</sup> Μαρτίου, τις καμπύλες αποθεμάτων ταμιευτήρων  $R_{\max,i}$ ,  $R_{\min,i}$  και  $R_{\text{ref},i}$  και τις τιμές  $C_{TH,m}$  και  $a_{\text{fuel},m}$  για το 2<sup>ο</sup> εξάμηνο του τρέχοντος έτους και έως την 30<sup>η</sup> Σεπτεμβρίου τα αντίστοιχα στοιχεία για το 1<sup>ο</sup> εξάμηνο του επόμενου έτους.
- ii. Καθημερινά για την επόμενη ημέρα (Ημέρα Κατανομής), τις ποσοστιαίες μεταβολές των τιμών καυσίμου,  $\Delta T_{\text{fuel},m,d-1}$ , το συντελεστή προσαρμογής,  $\sigma_{m,d}$ , τη συνιστώσα αντικατάστασης καυσίμου θερμικής παραγωγής,  $C_{1,m,d}$ , τη συνιστώσα αποθέματος ταμιευτήρα της Υδροηλεκτρικής Μονάδας  $i$   $C_{2,i,m,d}$  και, τελικά, το κάτω όριο της τιμής των Προσφορών Έγχυσης για κάθε Υδροηλεκτρική Μονάδα  $i$ ,  $VC_{i,m,d}$ .

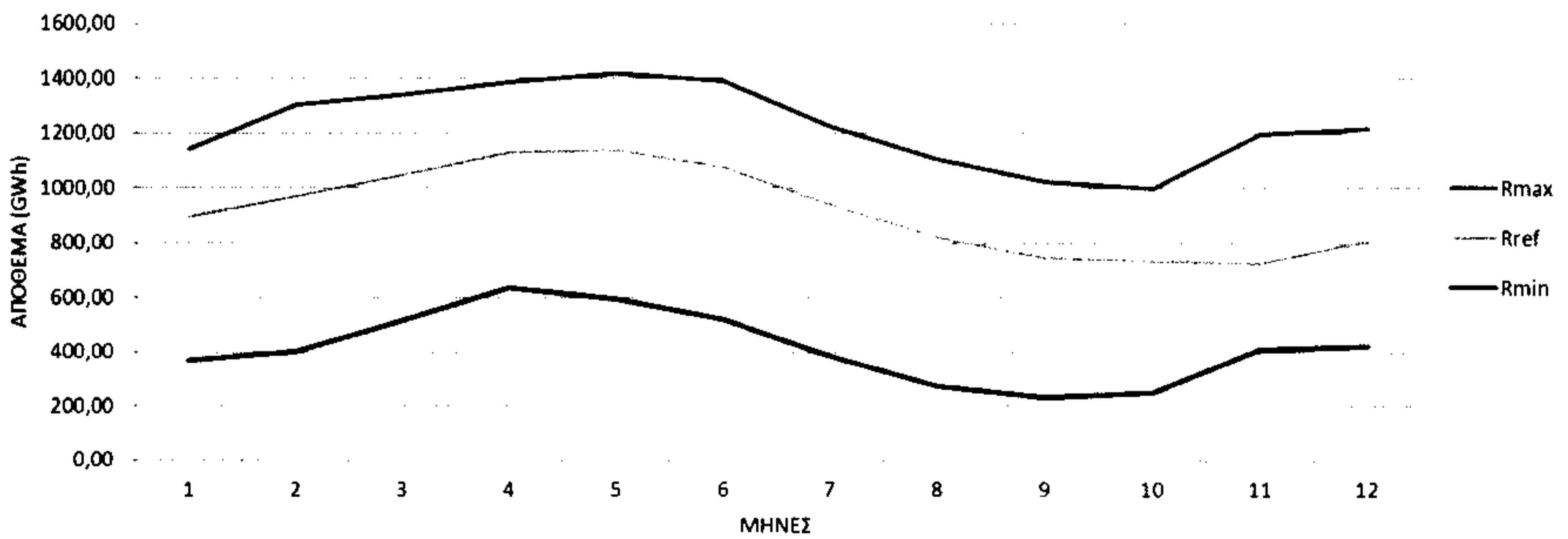
**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α**

**ΕΤΗΣΙΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΑΝΑ ΠΟΤΑΜΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ**

**ΑΧΕΛΩΟΣ-ΚΡΕΜΑΣΤΑ**

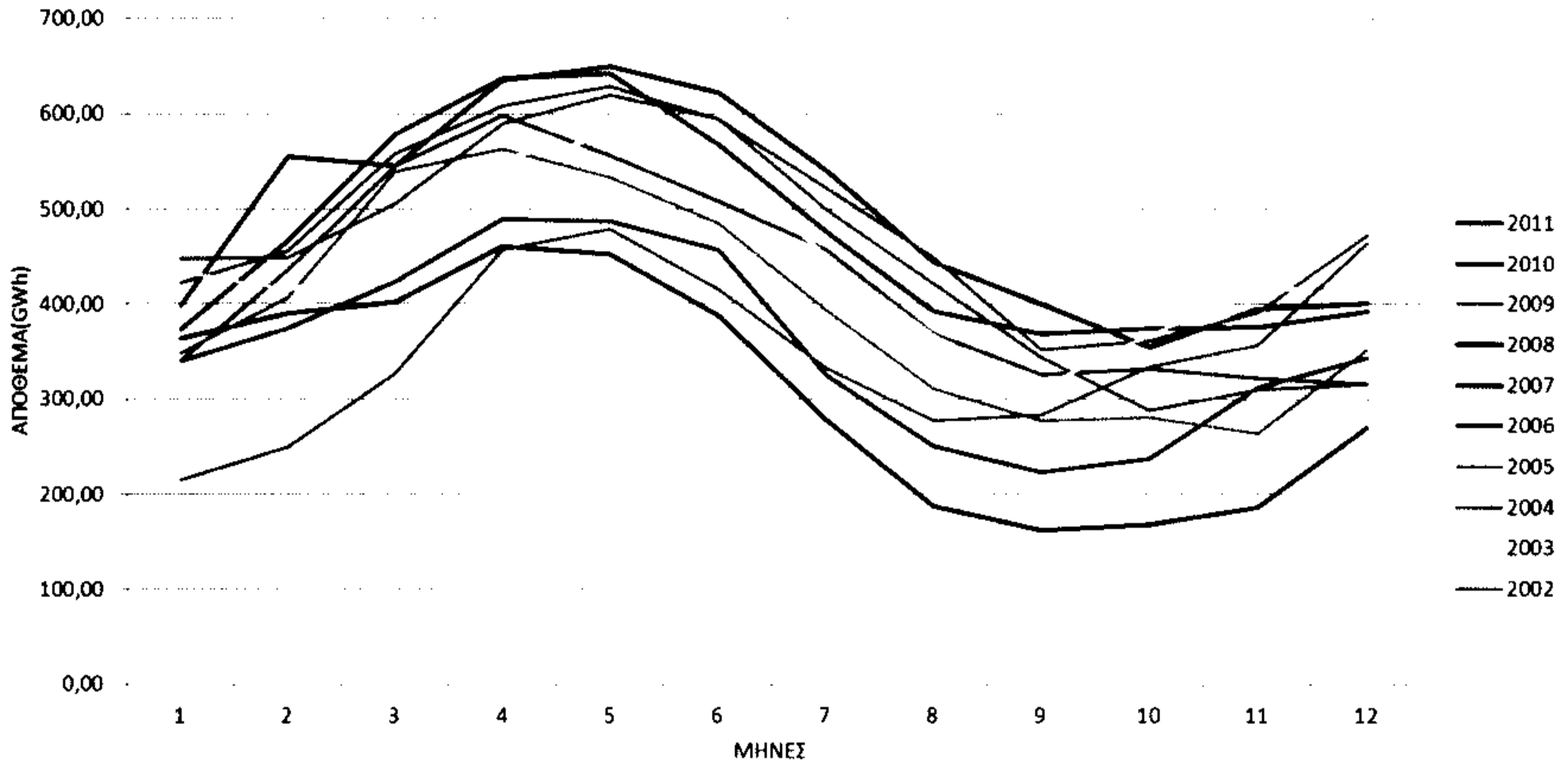


**ΑΧΕΛΩΟΣ-ΚΡΕΜΑΣΤΑ**

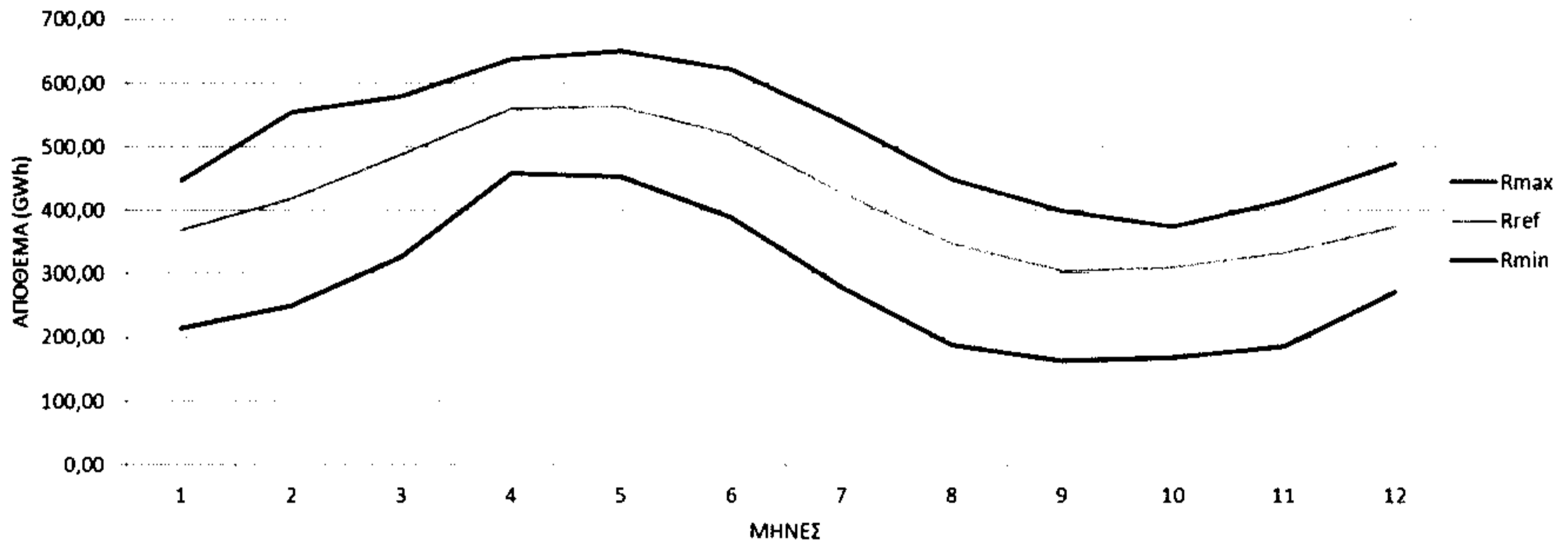




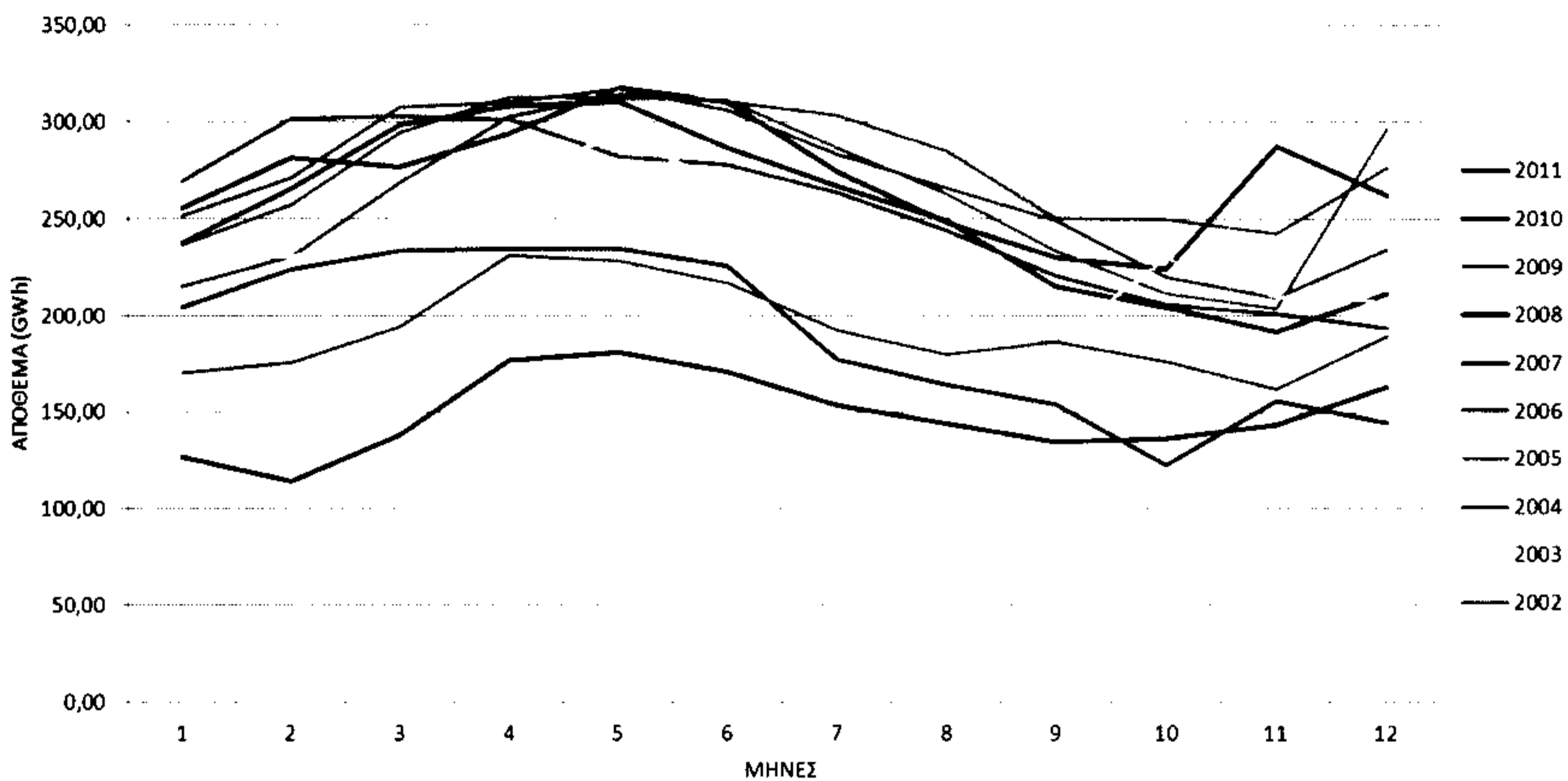
### ΑΛΙΑΚΜΟΝΑΣ-ΠΟΛΥΦΥΤΟ



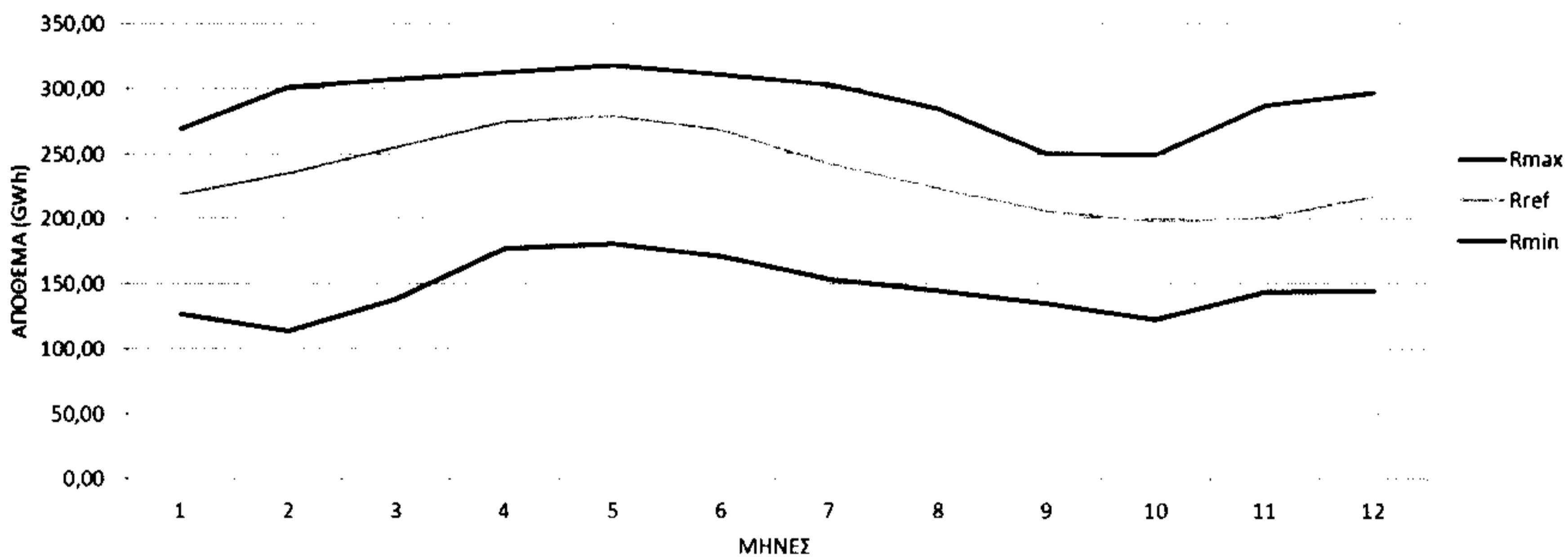
### ΑΛΙΑΚΜΟΝΑΣ-ΠΟΛΥΦΥΤΟ



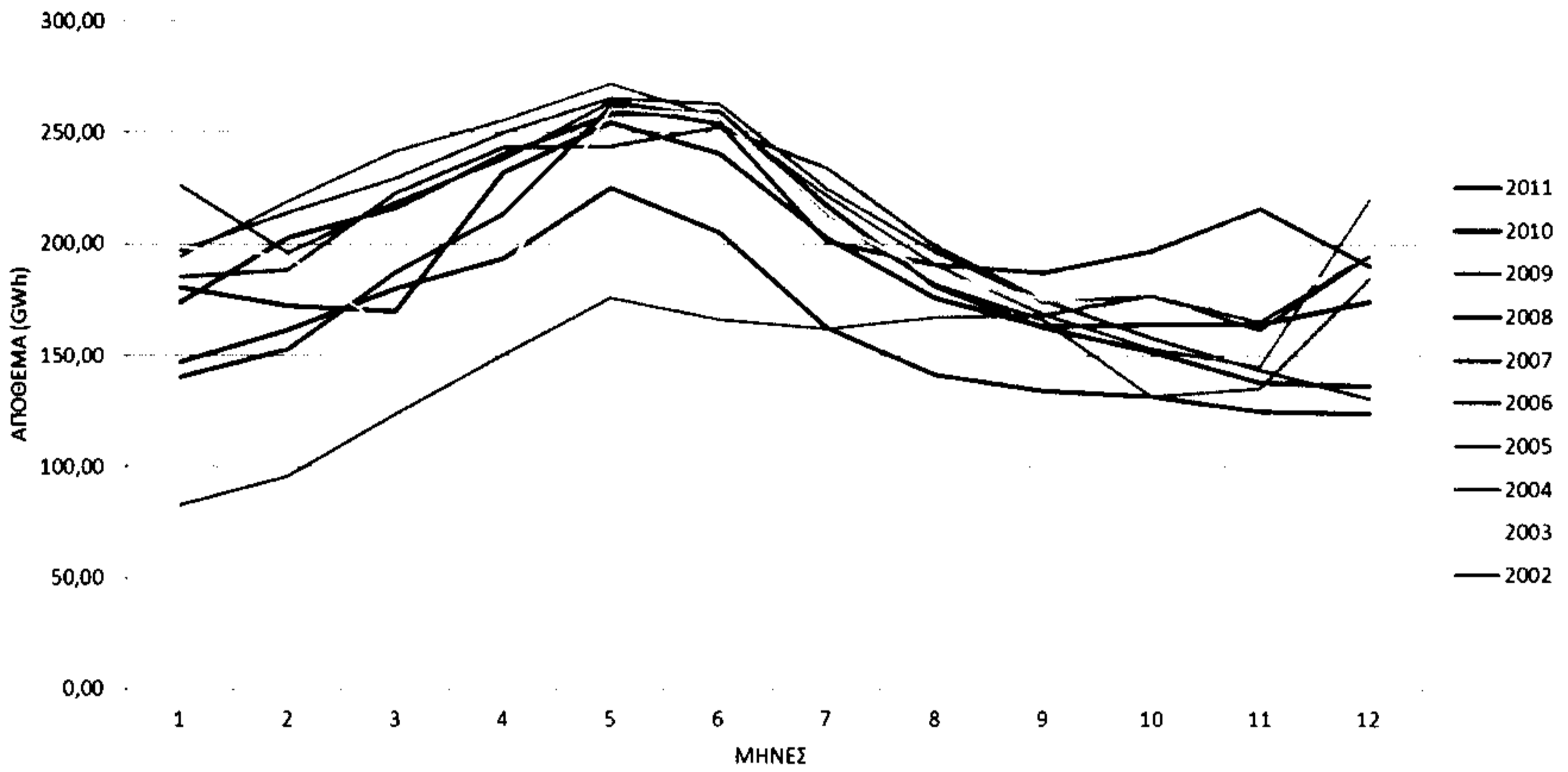
### ΑΡΑΧΘΟΣ



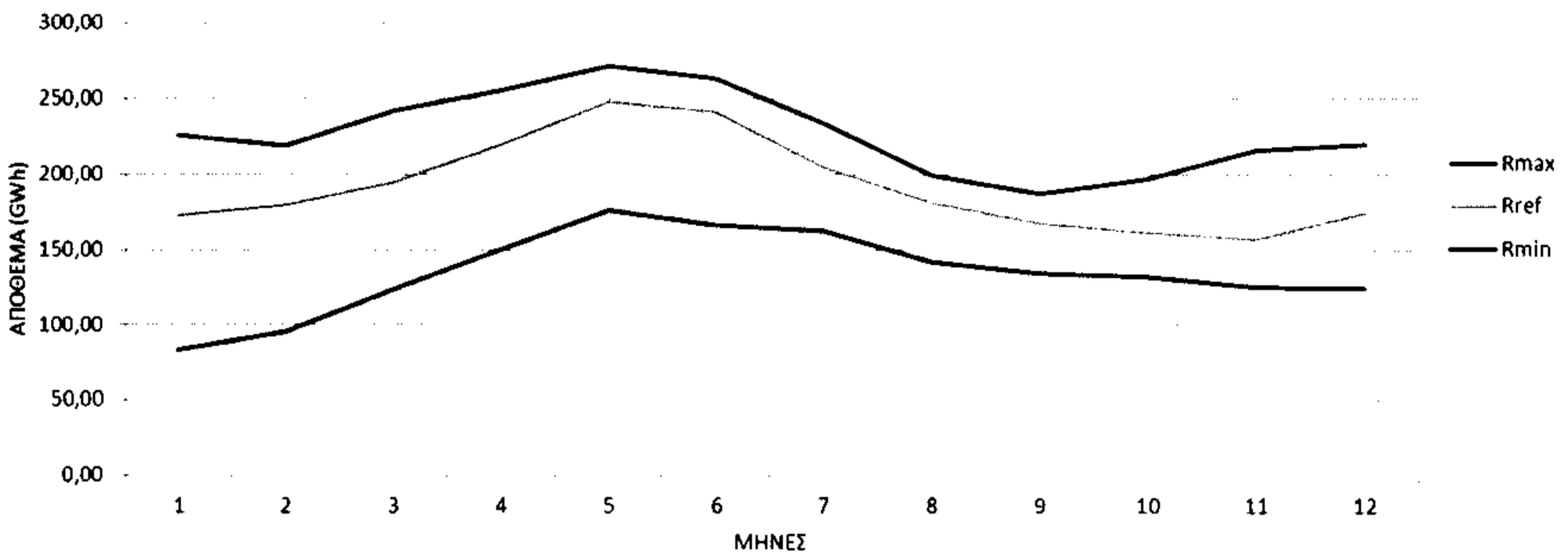
### ΑΡΑΧΘΟΣ



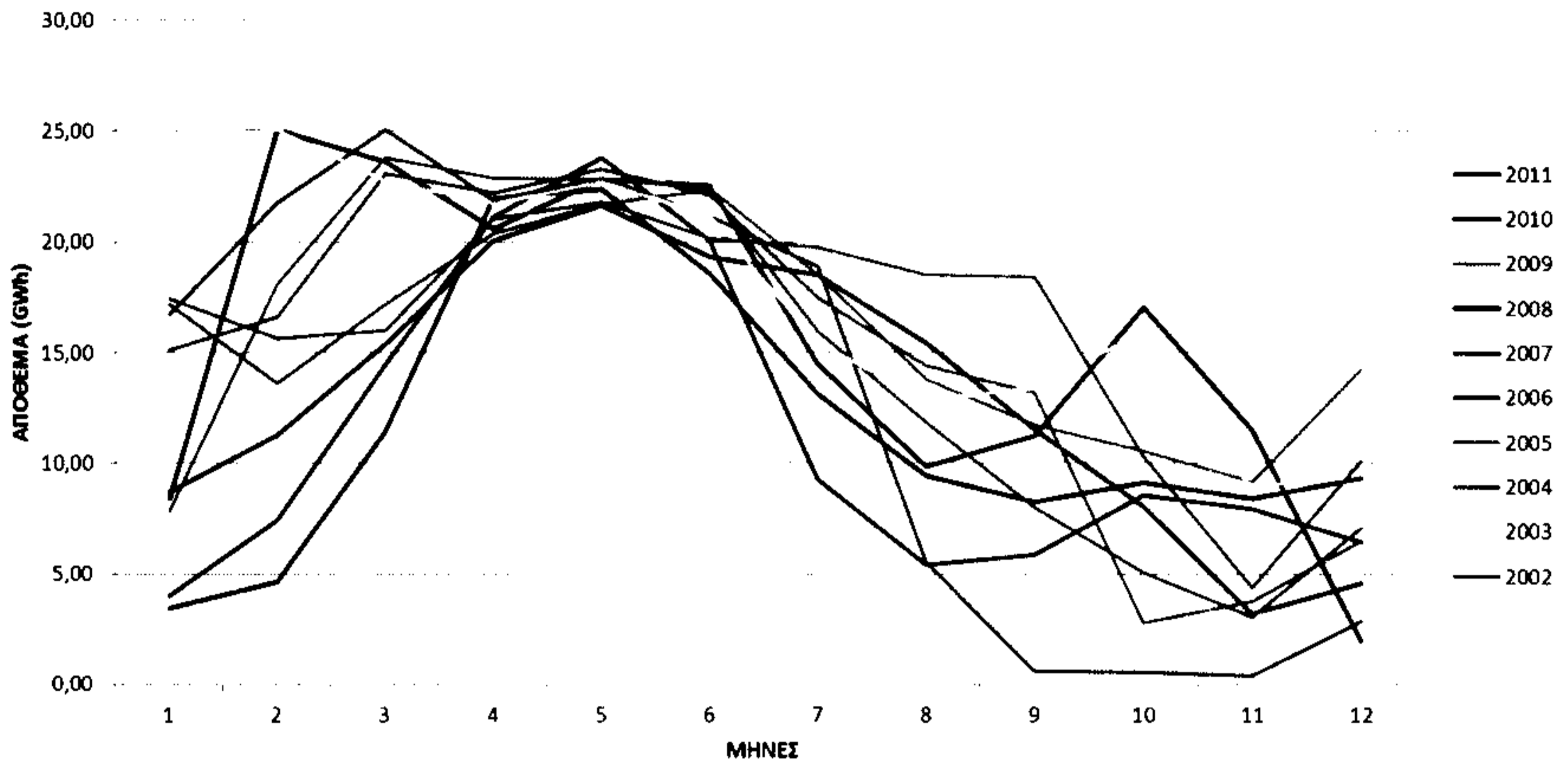
### ΝΕΣΤΟΣ-ΘΗΣΑΥΡΟΣ



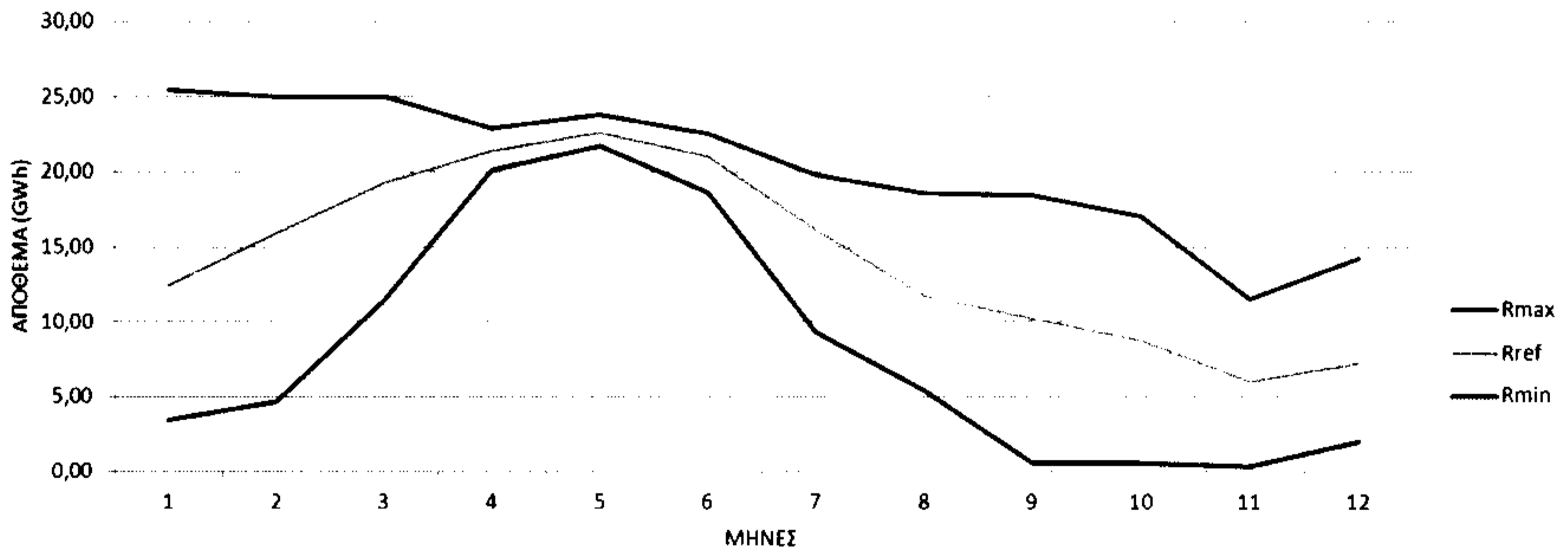
### ΝΕΣΤΟΣ-ΘΗΣΑΥΡΟΣ



### ΛΑΔΩΝΑΣ

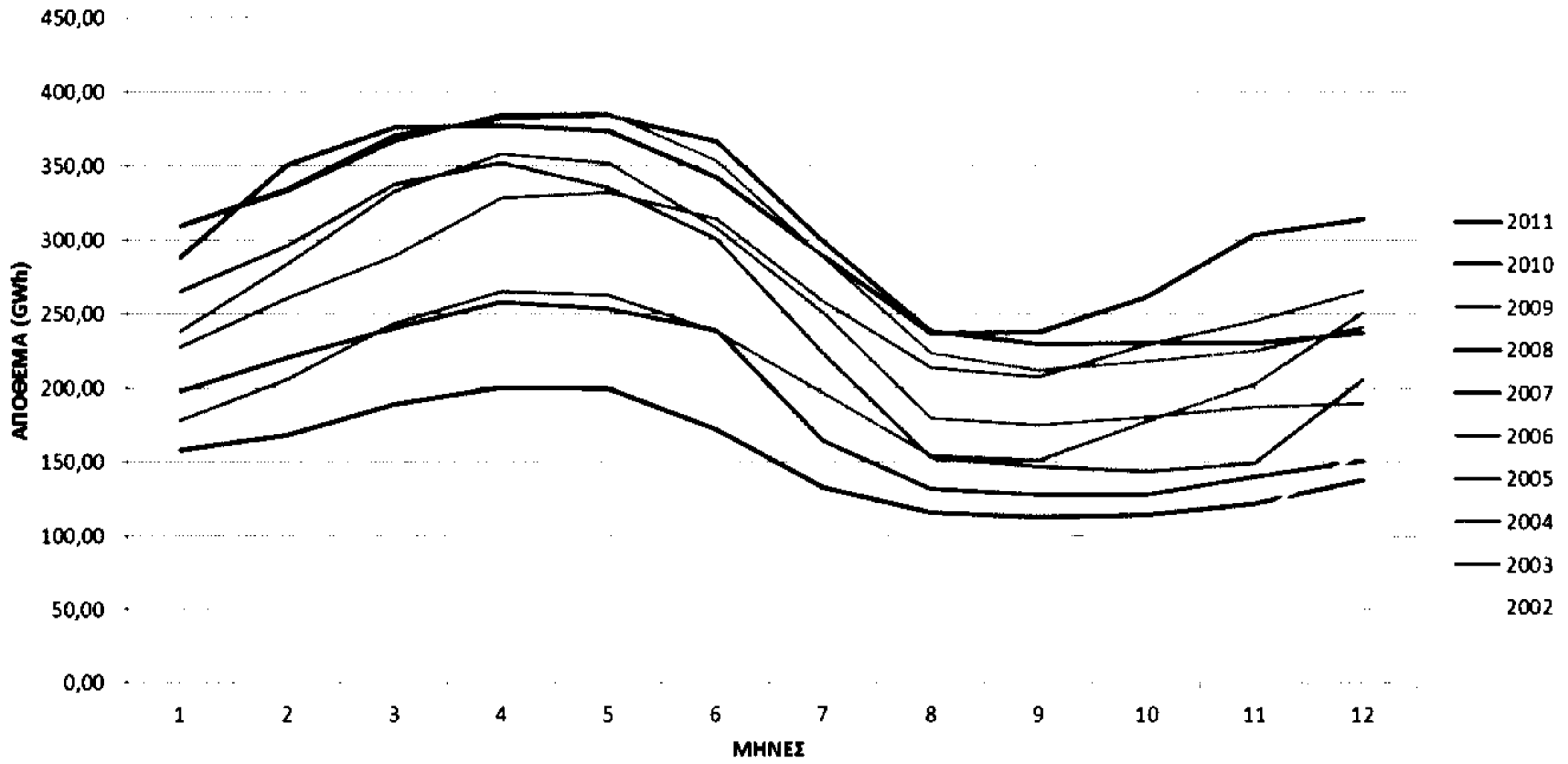


### ΛΑΔΩΝΑΣ

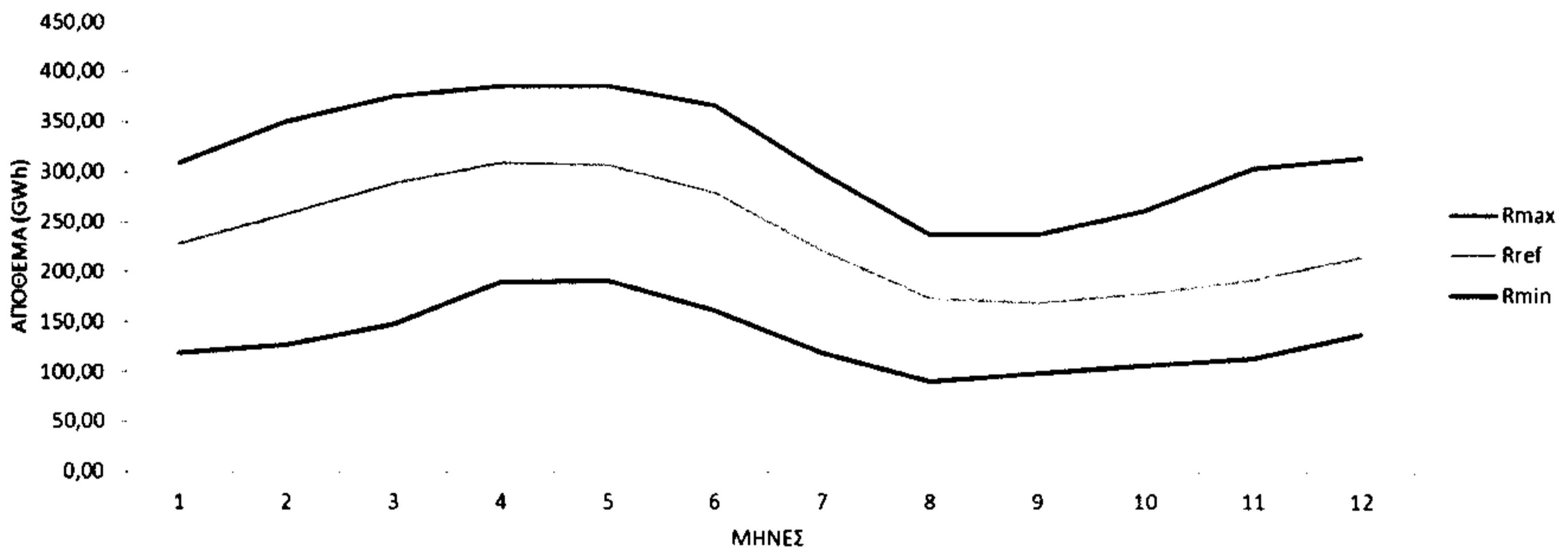




### ΠΛΑΣΤΗΡΑΣ



### ΠΛΑΣΤΗΡΑΣ



**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β**

**ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

ΜΗΝΑΣ (m)	AVG SMP	$C_{TH,m}$	$\alpha_{fuel,m}$			$\Delta T_{fuel,m,d-1}$			$\sigma_{m,d}$	$C_{1,m,d}$
			ΛΙΓΝ.	Φ.Α.	ΠΕΤΡ.	ΛΙΓΝ.	Φ.Α.	ΠΕΤΡ.		
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	51,65167	57,51699	0,78063	0,18401	0,03537	0,13730	0,57225	0,82852	0,24178	71,42348
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	51,04766	57,80460	0,78450	0,18234	0,03316	0,13730	0,42307	0,85956	0,21336	70,13754
ΜΑΡΤΙΟΣ	47,11044	52,23538	0,78480	0,18568	0,02952	0,13730	0,24394	0,74607	0,17507	61,38018
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	47,50755	55,57745	0,76318	0,22924	0,00758	0,13730	0,51768	0,71072	0,22884	68,29602
ΜΑΙΟΣ	45,97940	54,12720	0,75035	0,24218	0,00747	0,13730	0,60367	0,68876	0,25436	67,89517
ΙΟΥΝΙΟΣ	46,47855	56,49309	0,74855	0,24995	0,00149	0,13730	0,60626	0,62664	0,25525	70,91292
ΙΟΥΛΙΟΣ	48,99844	54,35136	0,73736	0,26219	0,00045	0,13730	0,60769	0,41205	0,26075	68,52374
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	48,40676	55,09550	0,74369	0,25612	0,00018	0,06156	0,54165	0,44315	0,18460	65,26590
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	49,36449	59,77959	0,74862	0,25123	0,00014	0,00895	0,47401	0,53816	0,12586	67,30364
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	52,26713	63,70969	0,71212	0,28744	0,00044	0,00895	0,40911	0,61370	0,12424	71,62487
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	52,26057	63,28894	0,74214	0,25767	0,00019					
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	52,48837	63,06539	0,75185	0,24799	0,00016					

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ**

**ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΚΑΤΩ ΟΡΙΟΥ ΤΙΜΗΣ ΠΡΟΣΦΟΡΩΝ ΕΓΧΥΣΗΣ ΥΔΡΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ**

