



Τεχνική Απόφαση χειροκίνητης Εφεδρείας Αποκατάστασης Συχνότητας (χΕΑΣ)

Δημόσια Διαβούλευση

Απρίλιος 2022

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή	4
1.1	Εφεδρείες Αποκατάστασης Συχνότητας	4
1.2	Πάροχοι Υπηρεσιών και Οντότητες.....	4
1.3	Μηχανισμός ενεργοποίησης εφεδρειών	5
2	Χειροκίνητη ΕΑΣ.....	6
2.1.	Γενικά	6
2.2.	Ορισμός του εύρους λειτουργίας σε πραγματικό χρόνο	7
2.3.	Διαδικασία χειροκίνητης ΕΑΣ	8
2.4.	Θεμελίωση του προβλήματος βελτιστοποίησης στην διαδικασία χΕΑΣ	9
2.4.1.	Δεδομένα εισόδου	9
2.4.2.	Παράμετροι και κατηγορίες μεταβλητών προβλήματος.....	11
2.4.2.1.	Δεδομένα προβλέψεων.....	11
2.4.2.2.	Διαζωνικά και διασυννοριακά στοιχεία.....	11
2.4.2.3.	Στοιχεία Οντότητας.....	12
2.4.3.	Προσφορές ενέργειας εξισορρόπησης	14
2.4.4.	Καθαρός διαζωνικός περιορισμός.....	17
2.4.5.	Γενικοί περιορισμοί	17
2.4.6.	Χειρισμός Προσφορών Ενέργειας Εξισορρόπησης με την ίδια τιμή (Tie Break Rules).....	18
2.4.7.	Εκκίνηση και σβέση	18
2.4.8.	Εκκίνηση και τερματισμός λειτουργίας για Χαρτοφυλάκια Κατανεμόμενου Φορτίου και Κατανεμόμενων μη ελεγχόμενων ΑΠΕ.....	19
2.5.	Μαθηματική διατύπωση	20
2.5.1.	Βήμα προσφοράς	20
2.5.2.	Χρονική Περίοδος Χειροκίνητης ΕΑΣ	20
2.5.3.	Ζώνες.....	20
2.5.4.	Διαζωνικοί διάδρομοι	20
2.5.5.	Διατύπωση βελτιστοποίησης υπό περιορισμούς.....	20
2.5.6.	Αντικειμενική Συνάρτηση.....	20
2.5.7.	Κόστος ενέργειας εξισορρόπησης και αποτελέσματα διαδικασίας χΕΑΣ.....	21
2.5.8.	Κόστη ποινής.....	22
2.5.9.	Όρια Οντοτήτων Υπηρεσιών Εξισορρόπησης	23
2.5.10.	Όρια οντότητας που είναι αντλία	24
2.5.11.	Περιορισμοί Ρυθμών Μεταβολής.....	25
2.5.12.	Περιορισμοί Ζωνικών Αποκλίσεων	25

❖ **Συντομογραφίες**

ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
ΑΡΠ	Αυτόματη Ρύθμιση Παραγωγής
ΕΑΣ	Εφεδρεία Αποκατάστασης Συχνότητας
ΕΔΣ	Εφεδρεία Διατήρησης της Συχνότητας
ΕΣΜΗΕ	Ελληνικό Σύστημα Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΕΦΣ	Έλεγχος Φορτίου Συχνότητας
αΕΑΣ ή αFRR	Αυτόματη Εφεδρεία Αποκατάστασης της Συχνότητας
χΕΑΣ ή mFRR	Χειροκίνητη Εφεδρεία Αποκατάστασης της Συχνότητας
FRR	Frequency Restoration Reserve
FCR	Frequency Containment Reserve
RTBM(S)	Real-Time Balancing Market (System) (Σύστημα Αγοράς Εξισορρόπησης Πραγματικού Χρόνου – Διαδικασία χΕΑΣ)
MS	Market Schedule (Πρόγραμμα Αγοράς)
DR	Κατανεμόμενο Φορτίο

1 Εισαγωγή

Με την παρούσα τεχνική απόφαση ο Διαχειριστής του Συστήματος Μεταφοράς (ΔΣΜ) παραθέτει τεχνικές λεπτομέρειες για τη συμμετοχή των Παρόχων Υπηρεσιών Εξισορρόπησης (ΠΥΕ) στην Αγορά Ενέργειας Εξισορρόπησης όπως αυτή περιγράφεται στον Κανονισμό Αγοράς Εξισορρόπησης (ΚΑΕ).

Ο Διαχειριστής του ΕΣΜΗΕ λειτουργεί την Αγορά Ενέργειας Εξισορρόπησης για την ενεργοποίηση των Προσφορών Ενέργειας Εξισορρόπησης χειροκίνητης ΕΑΣ (χΕΑΣ) και αυτόματης ΕΑΣ (αΕΑΣ) και εκδίδει Εντολές Κατανομής χειροκίνητης ΕΑΣ και αυτόματης ΕΑΣ προς τις Οντότητες Υπηρεσιών Εξισορρόπησης. Παρά τη λειτουργική σύνδεση της χΕΑΣ με την αΕΑΣ, η παρούσα Τεχνική Απόφαση εστιάζει στην χΕΑΣ ενώ η αΕΑΣ καλύπτεται με ξεχωριστή Τεχνική Απόφαση.

1.1 Εφεδρείες Αποκατάστασης Συχνότητας

Οι Εφεδρείες Αποκατάστασης Συχνότητας (ΕΑΣ) περιλαμβάνουν την αΕΑΣ και χΕΑΣ, και έχουν την έννοια του σημείου 7 του άρθρου 3 του Κανονισμού (ΕΕ) 2017/1485, αποτελούν δηλαδή εφεδρείες ενεργού ισχύος που είναι διαθέσιμες για να αποκαταστήσουν τη συχνότητα του Συστήματος στην ονομαστική της τιμή. Για την περίπτωση συγχρονισμένης περιοχής που αποτελείται από περισσότερες από μία περιοχές ελέγχου φορτίου – συχνότητας, αυτό προϋποθέτει (ταυτόχρονη) αποκατάσταση του ισοζυγίου παραγωγής – ζήτησης της κάθε περιοχής ξεχωριστά.

Για να επιτευχθεί αυτό, θα πρέπει οι Οντότητες Υπηρεσιών Εξισορρόπησης που έχουν επιλεγεί από την αγορά εξισορρόπησης να δύνανται να διαθέσουν τα απαιτούμενα ποσά εφεδρείας ισχύος και ενέργειας εξισορρόπησης είτε προς την κατεύθυνση αύξησης είτε μείωσης της παραγωγής ή της ζήτησης τους, ώστε να μπορέσει να εξισορροπηθεί η απόκλιση παραγωγής – φορτίου σε πραγματικό χρόνο με αξιοπιστία και οικονομικότητα. Τα εν λόγω ποσά εφεδρείας θα πρέπει να ενεργοποιούνται πλήρως εντός μέγιστου επιτρεπτού χρονικού διαστήματος, το οποίο προβλέπεται από τον Κανονισμό (ΕΕ) 2017/1485 στο άρ.157(2)(γ) και πρέπει να μην υπερβαίνει τα 15', προκειμένου να είναι δυνατή η επίτευξη της επαναφοράς της συχνότητας του Συστήματος εντός του τυπικού εύρους μεταβολής αυτής, όπως αυτό αναφέρεται στον Πίνακα 1 στο Παράρτημα ΙΙΙ του Κανονισμού (ΕΕ) 2017/1485.

Προκειμένου να αποδεσμευτούν τα απαιτούμενα ποσά εφεδρειών από τις Οντότητες Υπηρεσιών Εξισορρόπησης, μέσω της ενεργοποίησης των διαδικασιών αΕΑΣ και χΕΑΣ, είναι απαραίτητη η λειτουργία του Συστήματος Αυτόματης Ρύθμισης Παραγωγής (ΑΡΠ) και του συστήματος RTBM για τη διαδικασία χΕΑΣ, όπως αυτά περιγράφονται στον ΚΑΕ.

1.2 Πάροχοι Υπηρεσιών και Οντότητες

Οι Πάροχοι Υπηρεσιών Εξισορρόπησης, εκπροσωπούν Οντότητες Υπηρεσιών Εξισορρόπησης και συμμετέχουν στην διαδικασία χΕΑΣ με σκοπό την προσφορά ενέργειας εξισορρόπησης, στα πλαίσια λειτουργίας της αγοράς εξισορρόπησης. Περισσότερες λεπτομέρειες για τους όρους και τις προϋποθέσεις συμμετοχής τους μπορούν να αναζητηθούν στη Μεθοδολογία «Όροι και Προϋποθέσεις Συμβαλλόμενων Μερών με Ευθύνη Εξισορρόπησης».

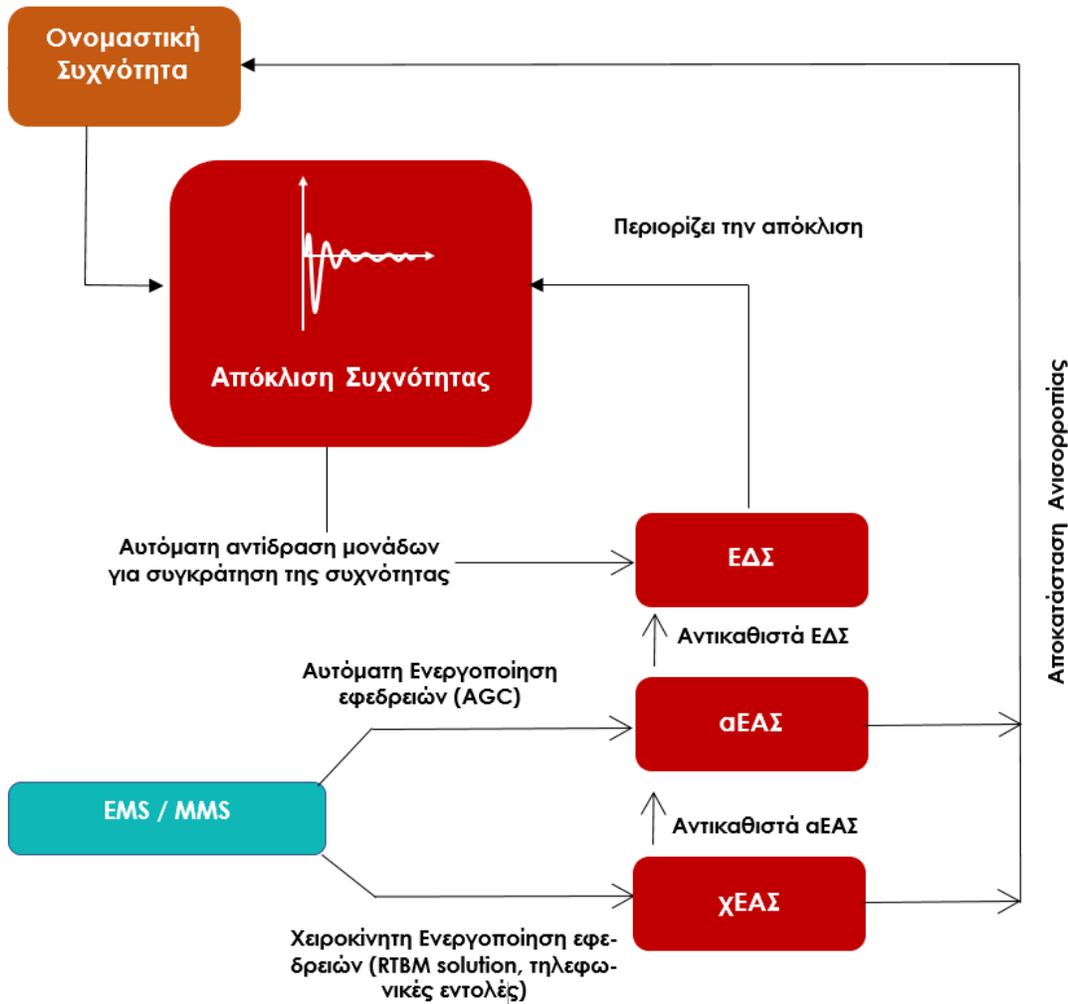
Οι Οντότητες Υπηρεσιών Εξισορρόπησης, προβλέπονται στον ΚΑΕ και μπορούν να χωριστούν στις ακόλουθες κατηγορίες:

- Μονάδες Παραγωγής που χωρίζονται σε:
 - Κατανεμόμενες Μονάδες Παραγωγής
 - Εικονικές Οντότητες ως εξής:
 - Εικονικές Οντότητες που αντιστοιχούν στις Διατάξεις λειτουργίας των Κατανεμόμενων Μονάδων Παραγωγής Συνδυασμένου Κύκλου Πολλαπλών Αξόνων,
 - Εικονικές Οντότητες που αντιστοιχούν στις Κατανεμόμενες Μονάδες Παραγωγής με Εναλλακτικό Καύσιμο,
 - Εικονικές Οντότητες που αντιστοιχούν στην παραγωγή από Κατανεμόμενες υδροηλεκτρικές Μονάδες Παραγωγής με δυνατότητα άντλησης,
 - Εικονικές Οντότητες που αντιστοιχούν στην άντληση από Κατανεμόμενες υδροηλεκτρικές Μονάδες Παραγωγής με δυνατότητα άντλησης,
- Χαρτοφυλάκια Κατανεμόμενων Μονάδων ΑΠΕ.
- Χαρτοφυλάκια Κατανεμόμενου Φορτίου.

Οι Συμβεβλημένες Μονάδες συγκαταλέγονται επίσης στις Οντότητες Υπηρεσιών Εξισορρόπησης. Κάθε Πάροχος Υπηρεσιών Εξισορρόπησης δηλώνει τις τεχνικές δυνατότητες της οντότητας εξισορρόπησης, σύμφωνα με τις πρόνοιες του Κώδικα Διαχείρισης ΕΣΜΗΕ και του ΚΑΕ. Ο πάροχος είναι υποχρεωμένος να τηρεί τις δηλωθείσες δυνατότητες, καθώς αυτές λαμβάνονται υπόψιν στον τρόπο υπολογισμού των εντολών ανάληψης ή απόρριψης ισχύος από την αγορά εξισορρόπησης πραγματικού χρόνου αλλά και το σύστημα ΑΡΠ.

1.3 Μηχανισμός ενεργοποίησης εφεδρειών

Ο μηχανισμός ενεργοποίησης των προϊόντων εφεδρείας αποτυπώνεται στο ΣΧΗΜΑ 1. Σχηματικά ο μηχανισμός ενεργοποίησης των εφεδρειών (ανοδικών) ΕΔΣ και ΕΑΣ μετά από ένα συμβάν. Η χρησιμοποίηση των εφεδρειών ΕΔΣ, αΕΑΣ και χΕΑΣ είναι τέτοια ώστε να ικανοποιείται η απαίτηση του Άρθρου 157(2)(β)(γ) του Κανονισμού (ΕΕ) 2017/1485, και να διασφαλίζεται η ποιότητα συχνότητας (Άρ. 128, Πίνακας 1 & 2 Παράρτημα ΙΙΙ Κανονισμού (ΕΕ) 2017/1485).



ΣΧΗΜΑ 1: Μηχανισμός ενεργοποίησης εφεδρειών

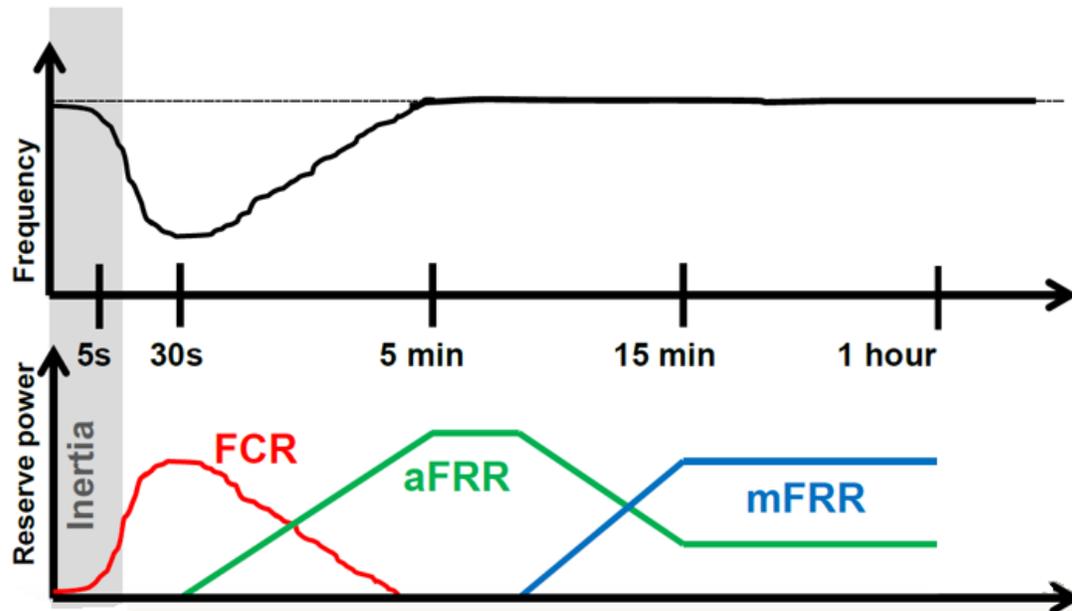
2 Χειροκίνητη ΕΑΣ

2.1. Γενικά

Το χρονικό πλαίσιο ενεργοποίησης της χΕΑΣ είναι μεγαλύτερο σε σχέση με αυτό της αΕΑΣ. Η χΕΑΣ αποσκοπεί ώστε οι δυνατότητες παροχής εφεδρειών των οντοτήτων υπηρεσιών εξισορρόπησης να χρησιμοποιηθούν βέλτιστα, έτσι ώστε να αποκατασταθεί το ισοζύγιο ισχύος, αλλά και ταυτόχρονα να επανακτηθεί η ποσότητα αΕΑΣ που έχει τυχόν ενεργοποιηθεί.

Η ενεργοποίηση της χΕΑΣ μπορεί να προκύπτει είτε από την επίλυση της αγοράς εξισορρόπησης πραγματικού χρόνου, είτε μέσω απευθείας εντολής από τον ΔΣΜ με σκοπό να καλυφθούν αποκλίσεις που δημιουργούνται μεταξύ του Προγράμματος Αγοράς (MS) και των πραγματικών συνθηκών (προβλέψεις ΑΠΕ, φορτίο) που αφορούν τη λειτουργία του Συστήματος σε κανονικές συνθήκες αλλά και σε έκτακτα περιστατικά (π.χ. η απώλεια κάποιας μονάδας, συμφορήσεις δικτύου μεταφοράς, κτλ). Σε κάθε περίπτωση τμήμα της χΕΑΣ αποσκοπεί στο να αντικαταστήσει την αΕΑΣ που θα έχει ήδη ενεργοποιηθεί μέσω του ΑΡΠ (ταχύτερη ενεργοποίηση).

Στο ΣΧΗΜΑ 2 φαίνεται η χρονική κλίμακα δράσης των εφεδρειών FCR, aFRR, mFRR καθώς και η αλληλουχία ενεργοποίησής τους.



ΣΧΗΜΑ 2 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΤΥΠΩΝ ΤΩΝ ΕΦΕΔΡΕΙΩΝ.

Από το ΣΧΗΜΑ 2 προκύπτει ότι οι χρόνοι ενεργοποίησης των προϊόντων αΕΑΣ και χΕΑΣ είναι τέτοιοι ώστε να εξασφαλίζονται η επαναφορά της συχνότητας εντός του τυπικού εύρους μεταβολής της, όπως αυτό ορίζεται στον Πίνακα 1 Παράρτημα ΙΙΙ του Κανονισμού (ΕΕ) 2017/1485, καθώς και οι απαιτήσεις του Άρθρου 157(2)(β) του ίδιου Κανονισμού.

Η διαδικασία χΕΑΣ βασίζεται στο Σύστημα RTBM το οποίο εκτελεί επιλύσεις σε χρονική κλίμακα πλησίον του πραγματικού χρόνου λειτουργίας του συστήματος, έχοντας χρονική περίοδο υλοποίησης ίση με 15' (Χρονική Περίοδος Χειροκίνητης ΕΑΣ).

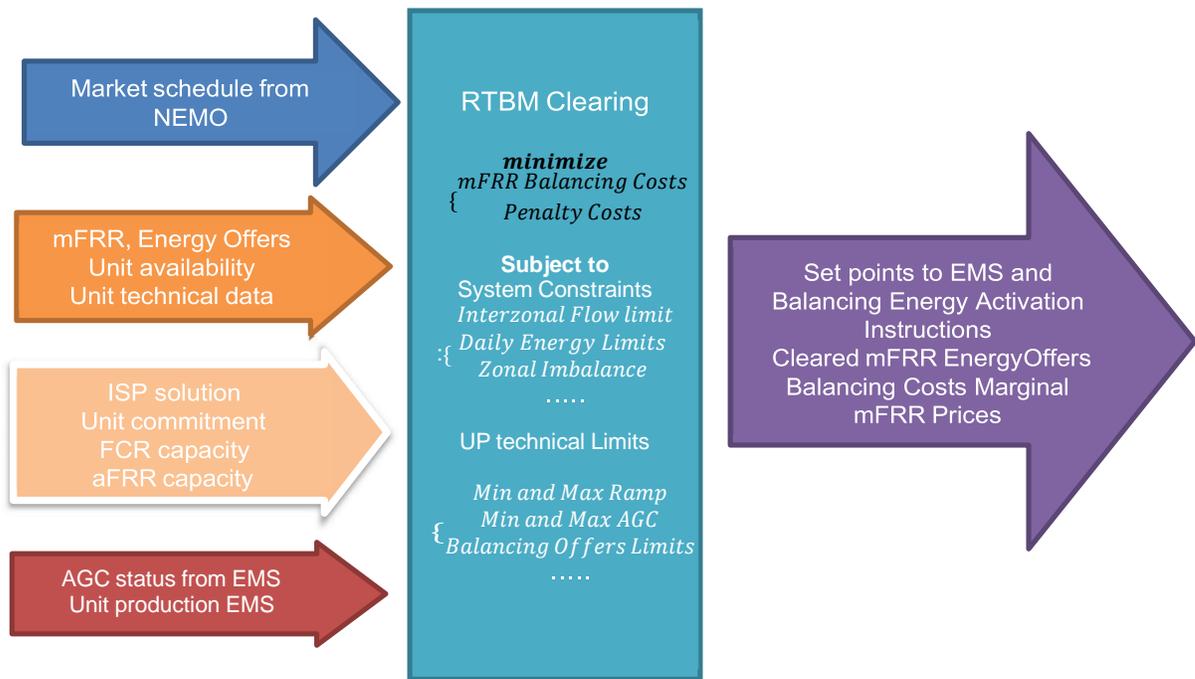
Στο ΣΧΗΜΑ 3 που απεικονίζεται παρακάτω, αποτυπώνεται ένα συνοπτικό διάγραμμα ροής της διαδικασίας που ακολουθείται με τα κυριότερα χαρακτηριστικά της. Για κάθε Χρονική Περίοδο Χειροκίνητης ΕΑΣ, μετά το πέρας εκτέλεσης της διαδικασίας χΕΑΣ αποστέλλονται τα αποτελέσματά της υπό μορφή εντολής κατανομής στις Οντότητες Υπηρεσιών Εξισορρόπησης από το Σύστημα RTBM αλλά και μέσω τηλεφωνικής εντολής του ΔΣΜ. Οι Οντότητες Υπηρεσιών Εξισορρόπησης οφείλουν να διαθέτουν κατάλληλο εξοπλισμό προκειμένου να ακολουθούν τις εντολές κατανομής που λαμβάνουν στα πλαίσια της διαδικασίας χΕΑΣ.

2.2. Ορισμός του εύρους λειτουργίας σε πραγματικό χρόνο

Το εύρος λειτουργίας εντός του οποίου εντέλλεται μία Οντότητα Υπηρεσιών Εξισορρόπησης εξαρτάται από τα καταχωρημένα τεχνικά χαρακτηριστικά, από τις διαθεσιμότητες που έχει δηλώσει η Οντότητα Υπηρεσιών Εξισορρόπησης, από τις ποσότητες χΕΑΣ που προκύπτουν από τις προσφορές για το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα επίλυσης και από το ποσό εφεδρείας που της έχει δεσμεύσει η ΔΕΠ για αΕΑΣ και ΕΔΣ.

2.3. Διαδικασία χειροκίνητης ΕΑΣ

Με βάση το ΣΧΗΜΑ 3, η εκτέλεση της διαδικασίας χΕΑΣ προϋποθέτει την εισαγωγή στο Σύστημα RTBM των απαιτούμενων δεδομένων εισόδου, προκειμένου να καταστεί δυνατή η επίλυση ενός προβλήματος βέλτιστης οικονομικής κατανομής μονάδων υπό συγκεκριμένους περιορισμούς. Η αναλυτική μαθηματική μοντελοποίηση του προβλήματος περιγράφεται στη συνέχεια.



ΣΧΗΜΑ 3 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΗΣ ΕΑΣ

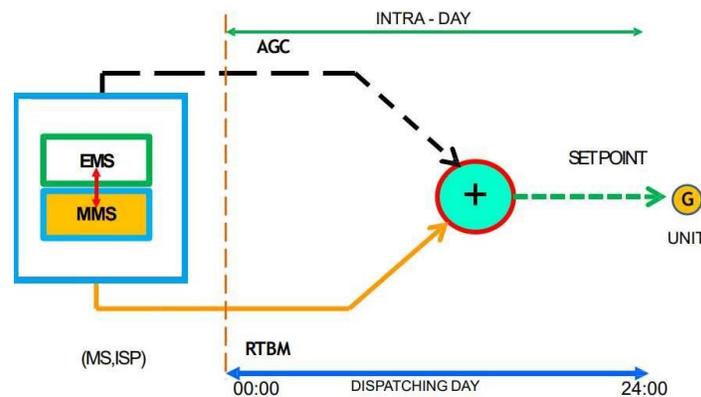
Οι Πάροχοι Υπηρεσιών Εξισορρόπησης υποβάλλουν προσφορές ανοδικής/καθοδικής ενέργειας εξισορρόπησης για κάθε Χρονική Μονάδα χΕΑΣ (15'), έως και 15 λεπτά πριν την Χρονική Μονάδα χΕΑΣ, οι οποίες αφορούν προϊόντα ανοδικής/καθοδικής ενέργειας εξισορρόπησης διάρκειας 15' και λαμβάνονται υπόψη από τον Διαχειριστή ΕΣΜΗΕ στις συνεχείς/διαδοχικές - 15-λεπτου βήματος - εκτελέσεις της διαδικασίας χΕΑΣ. Η ενεργοποίηση της απαιτούμενης ποσότητας χΕΑΣ από κάθε Οντότητα Υπηρεσιών Εξισορρόπησης πρέπει να υλοποιείται στο επόμενο διάστημα 15' από εκείνο εντός του οποίου έγινε ο υπολογισμός.

Για την εξασφάλιση της επιτυχούς εκτέλεσης της διαδικασίας χΕΑΣ, οι Πάροχοι Υπηρεσιών Εξισορρόπησης καταθέτουν κατάλληλες προσφορές Ενέργειας Εξισορρόπησης χΕΑΣ στο Σύστημα RTBM. Η διαδικασία χΕΑΣ υιοθετεί τα αποτελέσματα από τη ΔΕΠ για κάθε Οντότητα Υπηρεσιών Εξισορρόπησης εφόσον δεν έχει υποβληθεί δήλωση ολικής ή μερικής μη διαθεσιμότητας αυτής. Σε περίπτωση αλλαγής της διαθεσιμότητας της, λόγω έκτακτων συνθηκών, η Οντότητα Υπηρεσιών

Εξισορρόπησης οφείλει να επικαιροποιήσει άμεσα την νέα της διαθεσιμότητα.

Με σημείο εκκίνησης την πιο πρόσφατη επίλυση της ΔΕΠ και τις πιο πρόσφατες προβλέψεις του φορτίου του Συστήματος και της παραγωγής από Μονάδες ΑΠΕ Συστήματος, καθώς και με βάση την τρέχουσα κατάσταση του Συστήματος, όπως αυτή αποτυπώνεται από το Σύστημα SCADA του ΔΣΜ, και σε συνδυασμό με το ΑΡΠ, η βελτιστοποίηση δίνει νέο σημείο λειτουργίας στις Οντότητες Υπηρεσιών Εξισορρόπησης .

Από την εκτέλεση της διαδικασίας χΕΑΣ προκύπτουν τα σημεία αναφοράς (base points) των Οντοτήτων για την επόμενη Χρονική Περίοδο Χειροκίνητης ΕΑΣ, και αποστέλλονται οι εντολές ενεργοποίησης Ενέργειας Εξισορρόπησης από χΕΑΣ σε κάθε πάροχο υπηρεσιών εξισορρόπησης. Επί των σημείων αναφοράς υπερτίθενται οι τιμές που προκύπτουν από το σύστημα ΑΡΠ, όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 4.



ΣΧΗΜΑ 4 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΤΟΛΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΑΠΟ AGC - RTBM

Επίσης, από την επίλυση της διαδικασίας χΕΑΣ προκύπτουν οι ποσότητες ανοδικής ή καθοδικής ενέργειας εξισορρόπησης των υπολοίπων Οντοτήτων Υπηρεσιών Εξισορρόπησης οι οποίες δεν έχουν δυνατότητα να παρέχουν αΕΑΣ.

Η διαδικασία χΕΑΣ βασίζεται στην επίλυση ενός προβλήματος βελτιστοποίησης για κάθε Χρονική Περίοδο Χειροκίνητης ΕΑΣ (15') με αντικειμενική συνάρτηση την ελαχιστοποίηση του κόστους, βάσει των προσφορών των ΠΥΕ, για την κάλυψη των ζωνικών αποκλίσεων για όλες τις ζώνες προσφορών, υπό την ύπαρξη των (ισοτικών και ανισοτικών) περιορισμών που αναλύονται στη συνέχεια.

2.4. Θεμελίωση του προβλήματος βελτιστοποίησης στην διαδικασία χΕΑΣ

2.4.1. Δεδομένα εισόδου

Με βάση την ισχύουσα κατάσταση, τα απαιτούμενα δεδομένα εισόδου για τη επίλυση του προβλήματος βελτιστοποίησης της διαδικασίας χΕΑΣ συνοψίζονται στα παρακάτω:

- a) Το διαθέσιμο Πρόγραμμα Αγοράς, που αφορά συγκεκριμένα τις οντότητες:
 - Όλες τις οντότητες με δυνατότητα κατανομής, περιλαμβανομένων των χαρτοφυλακίων κατανεμόμενων φορτίων και των χαρτοφυλακίων κατανεμόμενων μονάδων ΑΠΕ

- Μονάδες σε κατάσταση δοκιμαστικής λειτουργίας
- Πρόγραμμα αγοράς μη κατανεμόμενου φορτίου (συμπεριλαμβανομένων των απωλειών)
- Πρόγραμμα αγοράς μη κατανεμόμενων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Τα εν λόγω προγράμματα αγοράς είναι η ενέργεια σε MWh που εκκαθαρίζεται στη χονδρεμπορική αγορά και λειτουργεί ως αρχική συνθήκη για την εκτέλεση της διαδικασίας χΕΑΣ.

Για τις οντότητες που δεν έχουν τη δυνατότητα κατανομής και δεν συμβάλλουν στις υπηρεσίες εξισορρόπησης, τα εν λόγω προγράμματα αγοράς χρησιμοποιούνται στον περιορισμό που αφορά στον ζωνικό υπολογισμό ανισορροπιών.

b) Τις προσφορές ενέργειας χΕΑΣ σύμφωνα με το αρ. 67 του ΚΑΕ.

c) Τις διαθέσιμότητες των Οντοτήτων Υπηρεσιών Εξισορρόπησης και τη διαθέσιμη ισχύ αυτών με βάση την πιο πρόσφατη υποβληθείσα δήλωση μη διαθεσιμότητας αυτών.

d) Ποιες Οντότητες βρίσκονται σε καθεστώς ΑΡΠ.

e) Τα προγράμματα λειτουργίας των Οντοτήτων Υπηρεσιών Εξισορρόπησης σε κατάσταση δοκιμών παραλαβής, όπως υποβάλλονται από τους Παρόχους Υπηρεσιών Εξισορρόπησης μέσω των δηλώσεων προγραμμάτων λειτουργίας Οντοτήτων σε κατάσταση δοκιμών παραλαβής.

f) Τα προγράμματα λειτουργίας των Οντοτήτων Υπηρεσιών Εξισορρόπησης σε Δοκιμαστική Λειτουργία που υποβάλλονται από τους Παρόχους Υπηρεσιών Εξισορρόπησης μέσω των Δηλώσεων προγραμμάτων λειτουργίας Οντοτήτων σε δοκιμαστική κατάσταση

g) Τα υποχρεωτικά προγράμματα παραγωγής κατανεμόμενων υδροηλεκτρικών μονάδων, όπως υποβάλλονται από τους αντίστοιχους παραγωγούς μέσω των ημερήσιων δηλώσεων υποχρεωτικών εγχύσεων υδάτινων πόρων.

h) Τα Δηλωμένα Χαρακτηριστικά των Οντοτήτων Υπηρεσιών Εξισορρόπησης.

i) Τις επικαιροποιημένες καθορισμένες ροές των διαζωνικών διαδρόμων μεταξύ των Ζωνών Προσφορών που προέρχονται από το Πρόγραμμα Αγοράς όλων των Οντοτήτων, προκειμένου να υπολογιστούν οι υπολειπόμενες διαθέσιμες ροές των διαζωνικών διαδρόμων.

j) Την επίλυση της πιο πρόσφατης ΔΕΠ συμπεριλαμβανομένης της απονεμημένης Ισχύος Εξισορρόπησης των Οντοτήτων Υπηρεσιών Εξισορρόπησης για ανοδική και καθοδική ΕΔΣ, αΕΑΣ και χΕΑΣ.

k) Τις τρέχουσες πληροφορίες των Οντοτήτων Υπηρεσιών Εξισορρόπησης που λαμβάνονται από το Σύστημα Διαχείρισης Ενέργειας (π.χ. μονάδα εντός ή εκτός λειτουργίας, μετρήσεις SCADA της παραγωγής των Κατανεμόμενων Μονάδων Παραγωγής)

l) το τρέχον επίπεδο παραγωγής / κατανάλωσης των Οντοτήτων Υπηρεσιών Εξισορρόπησης πριν και όσο το δυνατόν πιο κοντά στην έναρξη της Χρονικής Μονάδας χΕΑΣ της συγκεκριμένης επίλυσης της διαδικασίας χειροκίνητης ΕΑΣ

m) τις ζωνικές Αποκλίσεις Φορτίου,

n) τις ζωνικές Αποκλίσεις Μονάδων ΑΠΕ.

o) Τις ζωνικές απαιτήσεις ισχύος εξισορρόπησης, όπως αυτές υπολογίζονται από τον ΔΣΜ βάσει

της ισχύουσας μεθοδολογίας υπολογισμού ζωνικών / συστημικών αναγκών ισχύος εξισορρόπησης.

Με διαθέσιμα τα παραπάνω δεδομένα εισόδου καθίσταται δυνατή η επίλυση του προβλήματος ανακατανομής των μονάδων βάσει των οικονομικότερων προσφορών σε πραγματικό χρόνο. Το πρόβλημα επιλύεται ως πρόβλημα βελτιστοποίησης για κάθε χρονική περίοδο χΕΑΣ (15') με αντικειμενική συνάρτηση ελαχιστοποίησης του κόστους για την κάλυψη των ζωνικών αποκλίσεων για όλες τις ζώνες προσφορών, υπό την απαίτηση ισοτικών και ανισοτικών περιορισμών.

Οι ισοτικοί και ανισοτικοί περιορισμοί του προβλήματος περιλαμβάνουν:

- Τον περιορισμό της ζωνικής Απόκλισης για κάθε Ζώνη Προσφορών
- Τους περιορισμούς στις ροές ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ των Ζωνών Προσφορών
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά και στους τυχόν περιορισμούς των Οντοτήτων, όπως προκύπτουν από τις προσφορές καθώς και στους διάφορους περιορισμούς που λαμβάνονται υπόψη από τον ΔΣΜ για την ασφαλή λειτουργία του Συστήματος.
- Τους τυχόν περιορισμούς υποχρεωτικών εγχύσεων
- Τους τυχόν περιορισμούς μέγιστης ημερήσιας έγχυσης ενέργειας από Κατανεμόμενες Μονάδες Παραγωγής.
- Τους τυχόν γενικούς περιορισμούς που αφορούν στη διασφάλιση της αδιάκοπης λειτουργίας του Συστήματος Μεταφοράς

2.4.2. Παράμετροι και κατηγορίες μεταβλητών προβλήματος

Για την κατάρτιση του προβλήματος οικονομικής βελτιστοποίησης, λαμβάνονται υπόψη όλα τα δεδομένα εισόδου που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Παρακάτω περιγράφονται ορισμένα στοιχεία και παράμετροι που επιδρούν στην προσέγγιση και κατάρτιση του προβλήματος.

2.4.2.1. Δεδομένα προβλέψεων

Η αγορά εξισορρόπησης πραγματικού χρόνου λαμβάνει ένα σύνολο προβλέψεων, οι οποίες παρέχονται από τον ΔΣΜ. Οι εν λόγω προβλέψεις αφορούν τις οντότητες χωρίς δυνατότητα κατανομής και είναι απαραίτητες για τον υπολογισμό των ζωνικών ανισορροπιών συγκρίνοντάς τις με τα προγράμματα των εκκαθαρισμένων χονδρικών αγορών. Οι ακόλουθες προβλέψεις θα λαμβάνονται σε ζωνική βάση:

- Ζωνικές προβλέψεις φορτίου
- Ζωνικές προβλέψεις ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κατανεμόμενων και μη, εκτός των κατανεμόμενων ΑΠΕ ελεγχόμενης παραγωγής
- Ζωνικές προβλέψεις απωλειών

2.4.2.2. Διαζωνικά και διασυνοριακά στοιχεία

Προκειμένου να εκφραστεί ορθά η προκύπτουσα απόκλιση των ζωνών, ο μηχανισμός εκκαθάρισης της αγοράς εξισορρόπησης πραγματικού χρόνου θα λαμβάνει ως στοιχεία την απόκλιση εισαγωγών/εξαγωγών στις διασυνοριακές διασυνδέσεις, καθώς και στον διαζωνικό διάδρομο. Οι εν λόγω αποκλίσεις θα λαμβάνονται υπόψη ως απόκλιση στους περιορισμούς αποκλίσεων ζωνών.

Για κάθε διαζωνικό διάδρομο, ο μηχανισμός εκκαθάρισης αγοράς εξισορρόπησης πραγματικού χρόνου θα λαμβάνει τη διαθέσιμη δυναμικότητα μεταφοράς που θα επιτρέπει τις ροές μεταξύ των ζωνών προσφοράς, όπως

αυτή έχει διαμορφωθεί από τον ΔΣΜ. Η εν λόγω διαθέσιμη δυναμικότητα μεταφοράς αντιπροσωπεύει τη μέγιστη πρόσθετη ροή σε MW (επιπλέον από τις ροές που έχουν ήδη προγραμματιστεί από την ανταλλαγή ισχύος και τις μακροπρόθεσμες συμβάσεις) που μπορούν να διέλθουν από έναν συγκεκριμένο διάδρομο και για μια συγκεκριμένη κατεύθυνση.

2.4.2.3. Στοιχεία Οντότητας

Ο μηχανισμός της αγοράς εξισορρόπησης πραγματικού χρόνου λαμβάνει υπόψη τα ακόλουθα Δηλωμένα Χαρακτηριστικά στοιχεία:

- **Ελάχιστη Διαθέσιμη Ισχύς:**
 - Για μία Οντότητα (μονάδα παραγωγής ή χαρτοφυλάκιο ΑΠΕ ελεγχόμενης παραγωγής) και εκτός της φάσης εκκίνησης / σβέσης, η Οντότητα δεν πρέπει να εντέλλεται κάτω από αυτό το επίπεδο. Το ελάχιστο επίπεδο παραγωγής είναι ίσο με το Τεχνικό Ελάχιστο της Οντότητας, εκτός εάν η Οντότητα δεν είναι διαθέσιμη (δήλωση συνολικής μη διαθεσιμότητας). Σε περίπτωση συνολικής μη διαθεσιμότητας, αυτή η τιμή είναι μηδέν και η Οντότητα δεν μπορεί να δεσμευτεί.
 - Για αντλίες είναι θετική. Αυτή η τιμή αντιστοιχεί στην ελάχιστη ισχύ (MW) που μπορεί να καταναλώσει η αντλία. Η αντλία δεν πρέπει να εντέλλεται κάτω από αυτό το επίπεδο.
 - Για τα χαρτοφυλάκια Κατανεμόμενου Φορτίου (DR) και Κατανεμόμενων ΑΠΕ μη ελεγχόμενης παραγωγής είναι αρνητική. Αυτή η τιμή αντιστοιχεί σε αύξηση φορτίου (για DR) ή μείωση παραγωγής (για ΑΠΕ). Σχετίζεται με την παροχή ενέργειας εξισορρόπησης προς τα κάτω.
- Για οντότητες χαρτοφυλακίου Κατανεμόμενου Φορτίου και Κατανεμόμενων ΑΠΕ μπορεί να υποβάλλεται ένα ημερήσιο πρόγραμμα για να τροποποιηθεί η τιμή της ελάχιστης διαθέσιμης ισχύος που ορίζεται στα δηλωμένα Τεχνικά χαρακτηριστικά. Το πρόγραμμα λειτουργίας είναι μια δήλωση μη διαθεσιμότητας σχετικά με τη μέγιστη ικανότητα παροχής ενέργειας και δυνατότητας εξισορρόπησης προς τα κάτω.
- **Μέγιστη Διαθέσιμη Ισχύς:**
 - Για μία Οντότητα (μονάδα παραγωγής ή χαρτοφυλάκιο ΑΠΕ ελεγχόμενης παραγωγής) όπως αυτή έχει τροποποιηθεί με βάση τις Δηλώσεις μη Διαθεσιμότητας της Οντότητας Υπηρεσιών Εξισορρόπησης. Η Μέγιστη Διαθέσιμη Ισχύς είναι ίση με την Μέγιστη Καθαρή Ισχύ, εκτός αν η Οντότητα Υπηρεσιών Εξισορρόπησης έχει υποβάλει Δήλωση Ολικής ή Μερικής μη Διαθεσιμότητας ή Μείζονος Βλάβης. Στην περίπτωση Ολικής μη Διαθεσιμότητας, η Μέγιστη Διαθέσιμη Ισχύς είναι μηδέν. Στην περίπτωση Μερικής μη Διαθεσιμότητας, η Μέγιστη Διαθέσιμη Ισχύς τροποποιείται βάσει της Δήλωσης Μερικής μη Διαθεσιμότητας.
 - Για κατανεμόμενο φορτίο (αντλίες) είναι αρνητική. Αυτή η τιμή αντιστοιχεί στην μέγιστη ισχύ (MW) που μπορεί να καταναλώσει η αντλία. Η αντλία δεν πρέπει να εντέλλεται πάνω από αυτό το επίπεδο.
- Για τα χαρτοφυλάκια Κατανεμόμενου Φορτίου (DR) και Κατανεμόμενων ΑΠΕ μη ελεγχόμενης παραγωγής είναι θετική. Αυτή η τιμή αντιστοιχεί σε μείωση του φορτίου (για DR) ή αύξηση παραγωγής (για ΑΠΕ). Σχετίζεται με την παροχή ενέργειας εξισορρόπησης προς τα πάνω.

- **Ρυθμός Ανόδου:** Είναι ο ρυθμός αύξησης της ενεργού ισχύος σε MW/λεπτό μίας Οντότητας Υπηρεσιών Εξισορρόπησης, που ισχύει όταν η Οντότητα Υπηρεσιών Εξισορρόπησης είναι ενταγμένη και εκτός της φάσης εκκίνησης ή σβέσης.
- **Ρυθμός Καθόδου:** Είναι ο ρυθμός μείωσης της ενεργού ισχύος σε MW/λεπτό μίας Οντότητας Υπηρεσιών Εξισορρόπησης, που ισχύει όταν η Οντότητα Υπηρεσιών Εξισορρόπησης είναι ενταγμένη και εκτός της φάσης εκκίνησης ή σβέσης.
- **Μέγιστη συνεισφορά σε ΕΔΣ:** Είναι η τεχνική ικανότητα της Οντότητας Υπηρεσιών Εξισορρόπησης να προσφέρει Εφεδρεία Διατήρησης της Συχνότητας, όπως αυτή προκύπτει από τις δοκιμές και προσδιορίζεται στα Καταχωρημένα Χαρακτηριστικά. Ορίζεται διακριτά για ανοδική και καθοδική Εφεδρεία Διατήρησης της Συχνότητας. Εκφράζεται σε MW.
- **Μέγιστη συνεισφορά σε Αυτόματη ΕΑΣ:** Είναι η τεχνική ικανότητα της Οντότητας Υπηρεσιών Εξισορρόπησης να προσφέρει αυτόματη Εφεδρεία Αποκατάστασης Συχνότητας, όπως αυτή προκύπτει από τις δοκιμές και προσδιορίζεται στα Καταχωρημένα Χαρακτηριστικά. Ορίζεται διακριτά για ανοδική και καθοδική αυτόματη Εφεδρεία Αποκατάστασης της Συχνότητας. Εκφράζεται σε MW.
- **Μέγιστη συνεισφορά σε Χειροκίνητη ΕΑΣ:** Είναι η τεχνική ικανότητα της Οντότητας Υπηρεσιών Εξισορρόπησης να προσφέρει χειροκίνητη Εφεδρεία Αποκατάστασης Συχνότητας, όπως αυτή προκύπτει από τις δοκιμές και προσδιορίζεται στα Καταχωρημένα Χαρακτηριστικά. Ορίζεται διακριτά για ανοδική και καθοδική χειροκίνητη Εφεδρεία Αποκατάστασης της Συχνότητας. Εκφράζεται σε MW.
- **Μέγιστη Διαθέσιμη Ισχύς σε λειτουργία ΑΡΠ:** Είναι η Μέγιστη Διαθέσιμη Ισχύς όταν η Οντότητα Υπηρεσιών εξισορρόπησης είναι σε λειτουργία ΑΡΠ. Εκφράζεται σε MW.
- **Ελάχιστη Διαθέσιμη Ισχύς σε λειτουργία ΑΡΠ:** Είναι η Ελάχιστη Διαθέσιμη Ισχύς όταν η Οντότητα Υπηρεσιών Εξισορρόπησης είναι σε λειτουργία ΑΡΠ. Εκφράζεται σε MW.
- **Ρυθμός Ανόδου σε λειτουργία ΑΡΠ:** Είναι ο ρυθμός αύξησης της ενεργού ισχύος σε MW/λεπτό μίας Οντότητα Υπηρεσιών Εξισορρόπησης, όταν είναι σε λειτουργία ΑΡΠ.
- **Ρυθμός Καθόδου σε λειτουργία ΑΡΠ:** είναι ο ρυθμός αύξησης της ενεργού ισχύος σε MW/λεπτό μίας Οντότητας Υπηρεσιών Εξισορρόπησης, όταν είναι σε λειτουργία ΑΡΠ.

Κατά τη διάρκεια της φάσης εκκίνησης, τα δεδομένα της διαδικασίας χΕΑΣ που λαμβάνονται υπόψη για μία Οντότητα (μονάδα παραγωγής ή χαρτοφυλάκιο ΑΠΕ ελεγχόμενης παραγωγής) είναι τα παρακάτω:

- **StartupState:** Υποδηλώνει εάν η μονάδα που έχει εκκινήσει βρίσκεται σε θερμή, ενδιάμεση ή ψυχρή κατάσταση.
- **Βηματική Συνάρτηση Ενδιάμεσου Φορτίου (Soak Mw):** Είναι το επίπεδο παραγωγής από την κατάσταση συγχρονισμού έως κατά μέγιστο την κατάσταση ελάχιστης παραγωγής κάθε Μονάδας Παραγωγής, και πραγματοποιείται έως έξι (6) ωριαία βήματα. Ισχύει για κάθε μία από τις καταστάσεις εκκίνησης (θερμή, ενδιάμεση, ψυχρή). Εκφράζεται σε MW.
- **Χρόνος συγχρονισμού (SyncTime):** Είναι ο χρόνος που απαιτείται για να συγχρονίσει μία Οντότητα Υπηρεσιών Εξισορρόπησης από τη στιγμή που εκκινεί από θερμή, ενδιάμεση ή ψυχρή κατάσταση. Κατά τη διάρκεια αυτού του χρονικού διαστήματος, το επίπεδο παραγωγής της είναι μηδενικό.

- HoursUpDn: Αριθμός χρονικών περιόδων χειροκίνητης ΕΑΣ (διαστήματος 15') που υποδηλώνει πριν πόση ώρα εκκίνησε η μονάδα. Πρέπει να υπολογίζεται σε κάθε RTBM και να αποτελεί έξοδο για το επόμενο RTBM. Το HoursUP υπολογίζεται μόνο για το πρώτο τέταρτο (15').

Προγράμματα Οντοτήτων

- Προγράμματα Αγοράς – MWh: Προγράμματα αγοράς Οντοτήτων.
- Προγράμματα έναρξης λειτουργίας - MWh: Προγράμματα έναρξης λειτουργίας ή δοκιμών.
- Προβλέψεις – MWh: Πρόγραμμα προβλέψεων.
- Προγράμματα διαθεσιμότητας – MW: Μέγιστη διαθεσιμότητα μιας Οντότητας
- Πρόγραμμα ένταξης οντοτήτων που καθορίζεται βάσει της επίλυσης της ΔΕΠ

2.4.3. Προσφορές ενέργειας εξισορρόπησης

Οι Προσφορές Ενέργειας Εξισορρόπησης για χειροκίνητη ΕΑΣ δύναται να υποβάλλονται το αργότερο μέχρι τη Λήξη της Προθεσμίας Υποβολής Προσφορών της Αγοράς Ενέργειας Εξισορρόπησης. Η Λήξη της Προθεσμίας Υποβολής Προσφορών της Αγοράς Ενέργειας Εξισορρόπησης είναι δέκα πέντε (15) λεπτά πριν από την κάθε Χρονική Περίοδο χειροκίνητης ΕΑΣ. Η τιμή των Προσφορών Ενέργειας Εξισορρόπησης για χειροκίνητη ΕΑΣ που υποβάλουν οι Πάροχοι Υπηρεσίας Εξισορρόπησης, πρέπει να είναι βελτιωμένη σε σχέση με την τιμή της Προσφοράς Ενέργειας Εξισορρόπησης ΔΕΠ που υποβλήθηκε στην ΔΕΠ για την Περίοδο Κατανομής που περιλαμβάνει την Χρονική Περίοδο χειροκίνητης ΕΑΣ. Με τον όρο βελτιωμένη τιμή εννοείται μικρότερη τιμή για τις ανοδικές Προσφορές Ενέργειας Εξισορρόπησης και μεγαλύτερη τιμή για τις καθοδικές Προσφορές Ενέργειας Εξισορρόπησης.

Στην περίπτωση που οι Προσφορές Ενέργειας Εξισορρόπησης για χειροκίνητη ΕΑΣ για τις Κατανεμόμενες Μονάδες Παραγωγής δεν υποβληθούν ή δεν υποβληθούν εμπρόθεσμα ή δεν γίνουν αποδεκτές τότε οι Προσφορές Ενέργειας Εξισορρόπησης ΔΕΠ ανά Περίοδο Κατανομής μετατρέπονται αυτομάτως σε αντίστοιχες 15-λεπτες Προσφορές Αγοράς Ενέργειας χειροκίνητης ΕΑΣ. Κάθε Προσφορά Ενέργειας Εξισορρόπησης ΔΕΠ ανά Περίοδο Κατανομής μετατρέπεται σε δύο (2) ισοδύναμες 15-λεπτες Προσφορές Ενέργειας Εξισορρόπησης χειροκίνητης ΕΑΣ, με την ίδια μορφή και τις ίδιες ποσότητες και τιμές Ενέργειας Εξισορρόπησης όπως στην αρχική προσφορά. Οι ως άνω αυτόματες Προσφορές θεωρούνται ως υποβληθείσες από τον Συμμετέχοντα και επιφέρουν όλα τα αποτελέσματα που προβλέπονται στον Κανονισμό Αγοράς Εξισορρόπησης, ωσάν οι Προσφορές αυτές να είχαν υποβληθεί από τον Συμμετέχοντα.

Οι ποσότητες ενέργειας που περιλαμβάνονται στις ανοδικές και καθοδικές Προσφορές Ενέργειας Εξισορρόπησης οι οποίες υποβάλλονται στην Αγορά Ενέργειας Εξισορρόπησης από τις Οντότητες παραγωγής θεωρούνται ότι παράγονται / απορροφώνται στο σημείο σύνδεσης του Μετρητή Κατανεμόμενης Μονάδας Παραγωγής.

Οι Παραγωγοί που εκπροσωπούν Κατανεμόμενες Μονάδες Παραγωγής με Εναλλακτικό Καύσιμο υποχρεούνται να υποβάλλουν διακριτά Προσφορές Ενέργειας Εξισορρόπησης για τη λειτουργία τους τόσο με το πρωτεύον όσο και με το εναλλακτικό καύσιμο.

Οι Παραγωγοί που εκπροσωπούν Κατανεμόμενες υδροηλεκτρικές Μονάδες Παραγωγής με δυνατότητα άντλησης υποχρεούνται να υποβάλλουν διακριτά Προσφορές Ενέργειας Εξισορρόπησης για τη παραγωγή και για την άντληση..

Οι Παραγωγοί που εκπροσωπούν Κατανεμόμενες Μονάδες Παραγωγής Συνδυασμένου Κύκλου Πολλαπλών Αξόνων υποχρεούνται να υποβάλλουν διακριτά Προσφορές Ενέργειας Εξισορρόπησης για κάθε διάταξη λειτουργίας (configuration) των Μονάδων τους.

Στις βηματικές Προσφορές Ενέργειας Εξισορρόπησης ΔΕΠ των Χαρτοφυλακίων Κατανεμόμενου Φορτίου, οι Πάροχοι Υπηρεσιών Εξισορρόπησης έχουν το δικαίωμα να περιλάβουν συγκεκριμένη ποσότητα ανά βήμα, η οποία προσφέρεται ως ενιαίο σύνολο και συνεπώς, μπορεί είτε να γίνει αποδεκτή είτε να απορριφθεί στο σύνολό της από τη ΔΕΠ.

Σε περίπτωση που για μια Ημέρα Κατανομής απορριφθεί ή δεν υποβληθεί μια ή περισσότερες εκ των ανωτέρω προσφορών, αναπαράγεται αυτόματα η τελευταία επικυρωμένη αντίστοιχη Προσφορά Ενέργειας Εξισορρόπησης και την χρησιμοποιείται για την εν λόγω Ημέρα Κατανομής.

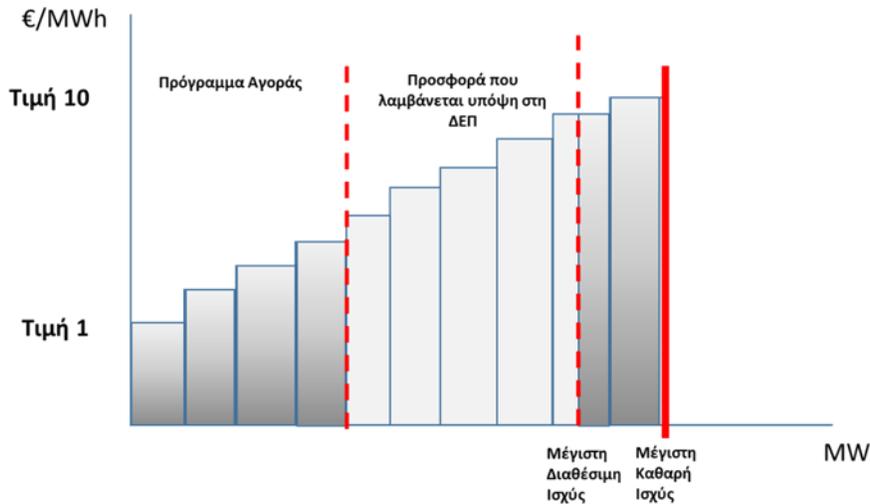
Η ανοδική Προσφορά Ενέργειας Εξισορρόπησης συνίσταται για τις Κατανεμόμενες Μονάδες Παραγωγής και τα Χαρτοφυλάκια Κατανεμόμενων Μονάδων ΑΠΕ σε δυνατότητα αύξησης του επιπέδου παραγωγής σε σχέση με το Πρόγραμμα Αγοράς ενώ για τα Χαρτοφυλάκια Κατανεμόμενου Φορτίου σε δυνατότητα μείωσης του επιπέδου κατανάλωσης του Χαρτοφυλακίου σε σχέση με το Φορτίο Αναφοράς.

Οι ανοδικές Προσφορές Ενέργειας Εξισορρόπησης για κάθε Οντότητα Υπηρεσιών Εξισορρόπησης και για κάθε Περίοδο Κατανομής αποτελούνται από ένα (1) έως δέκα (10) βήματα. Τα βήματα σε MW είναι υποχρεωτικά συνεχόμενα χωρίς κενά και καλύπτουν το συνολικό εύρος Μέγιστης Καθαρής Ισχύος της Οντότητας Υπηρεσιών Εξισορρόπησης (από 0 MW μέχρι την Μέγιστη Καθαρή Ισχύ) ανεξαρτήτως της διαθεσιμότητας της Οντότητας Υπηρεσιών Εξισορρόπησης. Για τις Οντότητες Υπηρεσιών Εξισορρόπησης για τις οποίες εφαρμόζεται περιορισμός Τεχνικά Ελάχιστης Παραγωγής η ποσότητα του πρώτου βήματος της ανοδικής Προσφοράς Ενέργειας Εξισορρόπησης σε MW είναι τουλάχιστον ίση με την Τεχνικά Ελάχιστη Παραγωγή.

Κάθε βήμα περιέχει τιμή Προσφοράς Ενέργειας Εξισορρόπησης σε €/MWh με ακρίβεια δύο (2) δεκαδικών ψηφίων και ποσότητα που αντιστοιχεί στο επίπεδο φόρτισης της Οντότητας Υπηρεσιών Εξισορρόπησης σε MW με ακρίβεια ενός (1) δεκαδικού ψηφίου. Η ελάχιστη ποσότητα Προσφοράς ισούται με ένα (1) MW. Για ανοδικές προσφορές κατανεμόμενων μονάδων παραγωγής, τα διαθέσιμα τμήματα προς επιλογή είναι μεταξύ του προγράμματος της αγοράς και του διαθέσιμου τεχνικού μεγίστου. Η τιμή Προσφοράς Ενέργειας Εξισορρόπησης που αντιστοιχεί σε κάθε ένα από τα διαδοχικά βήματα δεν επιτρέπεται να μειώνεται σε σχέση με την τιμή Προσφοράς Ενέργειας Εξισορρόπησης του προηγούμενου κατά σειρά βήματος. Οι τιμές προσφοράς Ενέργειας Εξισορρόπησης πρέπει να βρίσκονται εντός των Ανωτάτων και Κατωτάτων Ορίων Προσφοράς Ενέργειας Εξισορρόπησης, όπως αυτά ισχύουν για την Χρονική Μονάδα χΕΑΣ στην οποία αντιστοιχεί η Προσφορά Ενέργειας Εξισορρόπησης. Οι αριθμητικές τιμές του Κατώτατου Ορίου και του Ανώτατου Ορίου Προσφοράς Ενέργειας Εξισορρόπησης καθορίζονται στην Τεχνική Απόφαση «Τεχνικά όρια τιμών υποβολής προσφοράς και τιμών εκκαθάρισης στην Αγορά Εξισορρόπησης».

Η ποσότητα της ανοδικής Προσφοράς Ενέργειας Εξισορρόπησης η οποία λαμβάνεται υπόψη για τις Κατανεμόμενες μονάδες, τις αντλίες και τα χαρτοφυλάκια Κατανεμόμενων ΑΠΕ ελεγχόμενης παραγωγής αντιστοιχεί στη διαφορά μεταξύ της Μέγιστης Διαθέσιμης Ισχύος της Οντότητας Υπηρεσιών Εξισορρόπησης από την ενέργεια που προκύπτει σύμφωνα με το Πρόγραμμα Αγοράς της Οντότητας Υπηρεσιών Εξισορρόπησης, όπως φαίνεται στο ΣΧΗΜΑ 5.

Για ανοδικές προσφορές Χαρτοφυλακίων Φορτίου και τα χαρτοφυλάκια Κατανεμόμενων ΑΠΕ μη ελεγχόμενης παραγωγής, τα διαθέσιμα βήματα καλύπτουν κατά μέγιστο το εύρος της Διαθέσιμης Κατανεμόμενης Ισχύος.



ΣΧΗΜΑ 5 ΑΝΟΔΙΚΕΣ ΠΡΟΣΦΟΡΕΣ ΟΝΤΟΤΗΤΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

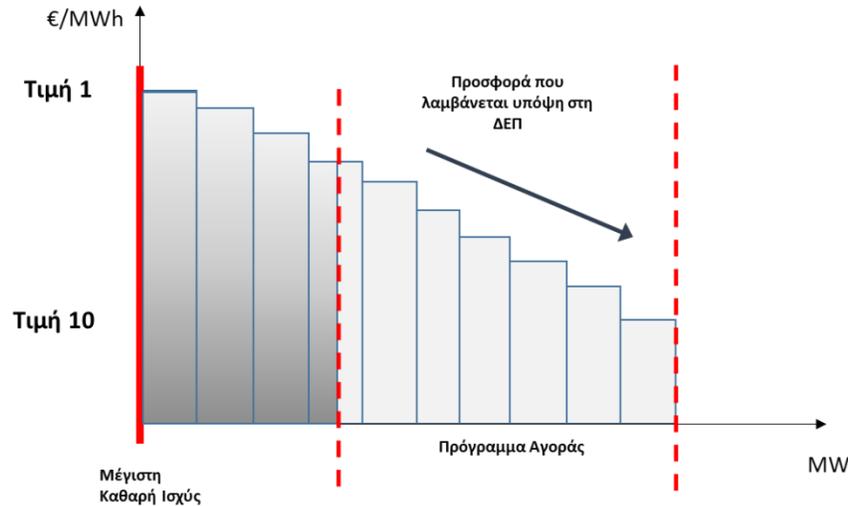
Η καθοδική Προσφορά Ενέργειας Εξισορρόπησης συνίσταται για τις Κατανεμόμενες Μονάδες Παραγωγής και τα Χαρτοφυλάκια Κατανεμόμενων Μονάδων ΑΠΕ σε δυνατότητα μείωσης του επιπέδου παραγωγής σε σχέση με το Πρόγραμμα Αγοράς, ενώ για τα Χαρτοφυλάκια Κατανεμόμενου Φορτίου σε δυνατότητα αύξησης του επιπέδου κατανάλωσης του Χαρτοφυλακίου σε σχέση με το Φορτίο Αναφοράς.

Οι καθοδικές Προσφορές Ενέργειας Εξισορρόπησης για κάθε Οντότητα Υπηρεσιών Εξισορρόπησης και για κάθε Περίοδο Κατανομής αποτελούνται από ένα (1) έως δέκα (10) βήματα. Τα βήματα σε MW είναι υποχρεωτικά συνεχόμενα χωρίς κενά και καλύπτουν το συνολικό εύρος Μέγιστης Καθαρής Ισχύος της Οντότητας Υπηρεσιών Εξισορρόπησης (από την Μέγιστη Καθαρή Ισχύ μέχρι 0MW) ανεξαρτήτως της διαθεσιμότητας της Οντότητας Υπηρεσιών Εξισορρόπησης. Για τις Οντότητες Υπηρεσιών Εξισορρόπησης για τις οποίες εφαρμόζεται περιορισμός Τεχνικά Ελάχιστης Παραγωγής η ποσότητα του τελευταίου βήματος της καθοδικής Προσφοράς Ενέργειας Εξισορρόπησης σε MW είναι τουλάχιστον ίση με την Τεχνικά Ελάχιστη Παραγωγή.

Κάθε βήμα περιέχει τιμή Προσφοράς Ενέργειας Εξισορρόπησης σε €/MWh με ακρίβεια δύο (2) δεκαδικών ψηφίων και ποσότητα που αντιστοιχεί στο επίπεδο φόρτισης της Οντότητας Υπηρεσιών Εξισορρόπησης σε MW με ακρίβεια ενός (1) δεκαδικού ψηφίου. Η ελάχιστη ποσότητα Προσφοράς ισούται με ένα (1) MW. Για καθοδικές προσφορές κατανεμόμενων μονάδων παραγωγής, τα διαθέσιμα τμήματα προς επιλογή αντιστοιχούν στο εύρος από μηδενική ισχύ μέχρι και την ισχύ που προκύπτει από το Πρόγραμμα Αγοράς της Οντότητας Υπηρεσιών Εξισορρόπησης. Η τιμή Προσφοράς Ενέργειας Εξισορρόπησης που αντιστοιχεί σε κάθε ένα από τα διαδοχικά βήματα δεν επιτρέπεται να αυξάνεται σε σχέση με την τιμή Προσφοράς Ενέργειας Εξισορρόπησης του προηγούμενου κατά σειρά βήματος. Οι τιμές προσφοράς Ενέργειας Εξισορρόπησης πρέπει να βρίσκονται εντός των Ανωτάτων και Κατωτάτων Ορίων Προσφοράς Ενέργειας Εξισορρόπησης, όπως αυτά ισχύουν για την Χρονική Μονάδα ΧΕΑΣ στην οποία αντιστοιχεί η Προσφορά Ενέργειας Εξισορρόπησης. Οι αριθμητικές τιμές του Κατώτατου Ορίου και του Ανώτατου Ορίου Προσφοράς Ενέργειας Εξισορρόπησης καθορίζονται στην Τεχνική Απόφαση «Τεχνικά όρια τιμών υποβολής προσφοράς και τιμών εκκαθάρισης στην Αγορά Εξισορρόπησης».

Η ποσότητα της καθοδικής Προσφοράς Ενέργειας Εξισορρόπησης η οποία λαμβάνεται υπόψη για τις Κατανεμόμενες μονάδες, τις αντλίες και τα χαρτοφυλάκια Κατανεμόμενων ΑΠΕ ελεγχόμενης παραγωγής αντιστοιχεί στη διαφορά από μηδενική ισχύ μέχρι και την ισχύ που προκύπτει από το Πρόγραμμα Αγοράς της Οντότητας Υπηρεσιών Εξισορρόπησης, όπως φαίνεται στο ΣΧΗΜΑ 6.

Για καθοδικές προσφορές Χαρτοφυλακίων Κατανεμόμενου Φορτίου και Χαρτοφυλακίων Κατανεμόμενων ΑΠΕ μη ελεγχόμενης παραγωγής, τα διαθέσιμα βήματα καλύπτουν κατά μέγιστο το εύρος της Διαθέσιμης Κατανεμόμενης Ισχύος.



ΣΧΗΜΑ 6 ΚΑΘΟΔΙΚΕΣ ΠΡΟΣΦΟΡΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ ΟΝΤΟΤΗΤΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Τα Χαρτοφυλάκια Κατανεμόμενου Φορτίου και Κατανεμόμενων ΑΠΕ συμμετέχουν στην αγορά σε εθελοντική βάση.

2.4.4. Διαζωνικός περιορισμός

Για οποιαδήποτε εσωτερική διασύνδεση που ισχύει διαζωνικός περιορισμός, οι καθαρές ροές πρέπει να είναι μικρότερες ή ίσες με το δηλωθέν καθαρό όριο δυναμικότητας μεταφοράς της εν λόγω διασύνδεσης.

2.4.5. Γενικοί περιορισμοί

Οι γενικοί περιορισμοί παρέχουν στον Διαχειριστή τη δυνατότητα να προγραμματίζει πρόσθετους περιορισμούς ασφάλειας για την κατανομή της ενέργειας από τους μηχανισμούς της αγοράς.

Οι γενικοί περιορισμοί χρησιμοποιούνται στις εξής περιπτώσεις:

- Για τη μοντελοποίηση της ελάχιστης/μέγιστης συνολικής έγχυσης ενέργειας από μια ομάδα οντοτήτων σε καθορισμένο χρονικό διάστημα για συγκεκριμένους λόγους (ενδεικτικά περιορισμός τάσης, κ.λπ.)
- Για τη μοντελοποίηση ενεργειακού περιορισμού κατά την διάρκεια της ημέρας ή τμήμα αυτής για μια ομάδα οντοτήτων.

2.4.6. Χειρισμός Προσφορών Ενέργειας Εξισορρόπησης με την ίδια τιμή (Tie Break Rules)

Σε περίπτωση που για δύο ή περισσότερες Προσφορές Ενέργειας Εξισορρόπησης για την ίδια Περίοδο Κατανομής ταυτίζεται η τιμή Προσφοράς Ενέργειας Εξισορρόπησης δύο ή περισσότερων Οντοτήτων, τότε ακολουθείται ο κανόνας Tie Break Rule, σύμφωνα με το Άρθρο 69 του ΚΑΕ. Προτεραιότητα δίνεται στις προσφορές με την ακόλουθη σειρά ανάλογα με τον τύπο της Οντότητας:

- Χαρτοφυλάκια ΑΠΕ
- Υδροηλεκτρικές Μονάδες
- Χαρτοφυλάκια Φορτίου και αντλίες
- Μονάδες Φυσικού Αερίου
- Λιγνιτικές Μονάδες.

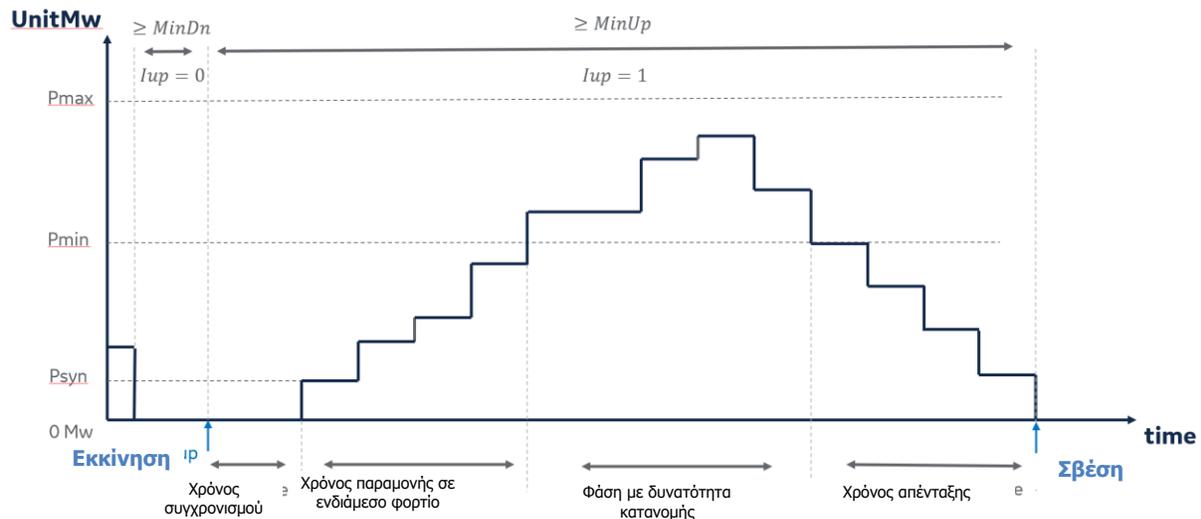
Εάν οι υπάρχουν ίσες τιμές για Οντότητες ίδιου τύπου, τότε επιλέγεται πρώτα η Οντότητα με τον ταχύτερο ρυθμό ανόδου/καθόδου. Σε περίπτωση που οι ρυθμοί είναι ίδιοι ή δεν υπάρχουν τότε χρησιμοποιείται τυχαία επιλογή.

2.4.7. Εκκίνηση και σβέση

Κατά τη διάρκεια της φάσης εκκίνησης και σβέσης, η μονάδα θεωρείται ότι βρίσκεται εκτός αγοράς, η κατανομή MW είναι υποχρεωτική σε ένα συγκεκριμένο προφίλ και, επομένως, δεν επηρεάζει το κόστος βελτιστοποίησης. Η διαδικασία χΕΑΣ υπολογίζει την κατανομή MW κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης προκειμένου να προσδιορίσει τυχόν απόκλιση που ενδεχομένως δημιουργηθεί.

Η διαδικασία χΕΑΣ πληροφορείται πότε θα πραγματοποιείται εκκίνηση ή σβέση από τα αποτελέσματα της ΔΕΠ. Εάν τα αποτελέσματα της ένταξης της ΔΕΠ διαφέρουν από το πρόγραμμα αγοράς, το γεγονός αυτό λαμβάνεται υπόψη στον ζωνικό περιορισμό αποκλίσεων.

Μία συνοπτική περιγραφή της φάσης εκκίνησης περιγράφεται παρακάτω:



ΣΧΗΜΑ 7 ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΒΕΣΗΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ

Προκειμένου η διαδικασία χΕΑΣ να υπολογίσει την κατανομή MW, χρειάζεται τα εξής:

- Τις πληροφορίες για την κατάσταση εκκίνησης προκειμένου να ενημερωθεί εάν η εκκίνηση τελέστηκε σε ψυχρή, θερμή ή ενδιάμεση κατάσταση·
- Την παράμετρο hoursUp για να μάθει σε ποιο χρονικό σημείο της φάσης εκκίνησης βρίσκεται επί του παρόντος·
- Τις βηματικές συναρτήσεις ενδιάμεσου φορτίου και τους χρόνους συγχρονισμού.

Επομένως, τα προφίλ εκκίνησης των περιόδων κατανομής της διαδικασίας χΕΑΣ υπολογίζονται και χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό των ζωνικών αποκλίσεων. Κατά τη διάρκεια της φάσης απένταξης, το προφίλ ακολουθεί γραμμική κάθοδο από ελάχιστη διαθέσιμη ισχύ έως τη μηδενική. Η σταθερή μεταβολή που ισούται με την παράμετρο Pmin/DesyncTime χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του προφίλ σβέσης για όλες τις περιόδους κατανομής της διαδικασίας χΕΑΣ.

2.4.8. Εκκίνηση και τερματισμός λειτουργίας για Χαρτοφυλάκια Κατανεμόμενου Φορτίου και Κατανεμόμενων μη ελεγχόμενων ΑΠΕ

Οι Οντότητες Κατανεμόμενου Φορτίου και Κατανεμόμενων μη Ελεγχόμενων ΑΠΕ έχουν μόνο μία κατάσταση λειτουργίας που μοντελοποιείται με μηδενικούς χρόνους συγχρονισμού και αποσύνδεσης.

Ο συνολικός αριθμός εκκινήσεων Οντοτήτων Κατανεμόμενου Φορτίου και Κατανεμόμενων μη Ελεγχόμενων ΑΠΕ υπολογίζεται παρακολουθώντας τους κύκλους εκκίνησης και τερματισμού λειτουργίας στο RTBM, ως εξής:

Για Χαρτοφυλάκια Φορτίου και μη ελεγχόμενων ΑΠΕ, για τον υπολογισμό των εκκινήσεων οντοτήτων και του HoursUpDn, η οντότητα u θεωρείται ενεργή κατά την Χρονική Περίοδο χΕΑΣ h όταν:

$$\text{UnitMW}(u,h) \neq 0$$

Από την άλλη πλευρά, η οντότητα u θεωρείται ανενεργή κατά την Χρονική Περίοδο χΕΑΣ h όταν:

$$\text{UnitMW}(u,h) = 0$$

Για τις οντότητες Χαρτοφυλακίων Κατανεμόμενων μη ελεγχόμενων ΑΠΕ, το πρόγραμμα αγοράς (MS0(u,h)) θεωρείται μηδενικό για τον υπολογισμό του UnitMW και του RTBMEnergy.

Μια εκκίνηση συμβαίνει όταν μια μονάδα που ήταν ανενεργή στην προηγούμενη εκτέλεση RTBM γίνεται ενεργή στην τρέχουσα εκτέλεση RTBM. Ο τερματισμός λειτουργίας συμβαίνει όταν μια μονάδα που ήταν ενεργή στην προηγούμενη εκτέλεση RTBM καθίσταται ανενεργή στην τρέχουσα εκτέλεση RTBM.

Το HoursUpDN θα μηδενιστεί και θα αρχίσει να μετράει προς τη θετική κατεύθυνση μετά από μια εκκίνηση.

Το HoursUpDN θα μηδενιστεί και θα αρχίσει να μετράει προς την αρνητική κατεύθυνση μετά από διακοπή λειτουργίας.

Ο αριθμός των εκκινήσεων παρακολουθείται στο RTBM χρησιμοποιώντας έναν μετρητή που ονομάζεται TotalNumberActivations.

Το TotalNumberActivations αυξάνεται κατά 1 όταν πραγματοποιείται νέα εκκίνηση.

Το TotalNumberActivations μεταβιβάζεται στην επόμενη εκτέλεση RTBM καθώς και στην επόμενη εκτέλεση ISP.

Το TotalNumberActivations επαναφέρεται στο 0 στην αρχή της ημέρας αγοράς.

2.5. Μαθηματική διατύπωση

2.5.1. Βήμα προσφοράς

Το βήμα προσφοράς (seg) αποτελεί μέρος μιας Προσφοράς Ενέργειας Εξισορρόπησης με ενιαία τιμή και συνδέεται με μία Οντότητα Υψηλεσιών Εξισορρόπησης. Εκφράζεται σε MW.

2.5.2. Χρονική Περίοδος Χειροκίνητης ΕΑΣ

Οι Χρονικές Περίοδοι Χειροκίνητης ΕΑΣ (Periods) αποτελούν ένα σύνολο χρονικών διαστημάτων και αναπαρίστανται με τη μεταβλητή h . Το εν λόγω σύνολο περιλαμβάνει όλα τα διαστήματα αγοράς της υπό εξέταση περιόδου. Πρόκειται για περιόδους συναλλαγών διάρκειας 15'.

2.5.3. Ζώνες

Οι ζώνες που αντιπροσωπεύονται από το σύνολο ZONES υπό τη μεταβλητή z , είναι οι ζώνες προσφοράς εντός της Ελλάδας. Κάθε οντότητα πρέπει να ανήκει σε μία αποκλειστικά ζώνη. Υπάρχει δυνατότητα να οριστούν διαζωνικοί διάδρομοι μεταξύ ζωνών.

2.5.4. Διαζωνικοί διάδρομοι

Οι διαζωνικοί διάδρομοι, οι οποίοι αντιπροσωπεύονται από το σύνολο FLOWGATES υπό τη μεταβλητή fg αποτελούν διαδρόμους ροής ισχύος μεταξύ εσωτερικών ζωνών. Κάθε διάδρομος είναι μίας κατεύθυνσης (ήτοι ορίζεται «από τη ζώνη» ή «στη ζώνη»). Οι ροές σε κάθε διάδρομο ισχύος υπολογίζονται από μελέτες του ΔΣΜ ή στην περίπτωση των δύο ζωνών με το «μοντέλο διαζωνικής μεταφοράς».

2.5.5. Διατύπωση βελτιστοποίησης υπό περιορισμούς

Η εκκαθάριση της αγοράς διατυπώνεται ως πρόβλημα βελτιστοποίησης με περιορισμούς. Το εν λόγω πρόβλημα περιγράφεται από μια αντικειμενική συνάρτηση και ένα σύνολο περιορισμών (περιορισμοί ισότητας και περιορισμοί ανισότητας).

Ο μηχανισμός εκκαθάρισης της αγοράς εξισορρόπησης διατυπώνει το πρόβλημα της εκκαθάρισης των προσφορών για τη φυσική αγορά ως πρόβλημα βελτιστοποίησης το οποίο αποτελείται από μια αντικειμενική συνάρτηση, ένα σύνολο μεταβλητών απόφασης (η ποσότητα που πρέπει να κατανεμηθεί για κάθε προσφορά) και ένα σύνολο ανισοτικών και ισοτικών περιορισμών.

Η εκτέλεση της διαδικασίας χΕΑΣ έχει τη δυνατότητα να τροποποιήσει τα αποτελέσματα της ΔΕΠ που αφορούν την κατανομή βάσει αγοράς, αλλά δεν έχει τη δυνατότητα να τροποποιεί τις αποφάσεις ένταξης μονάδων από την τελευταία ΔΕΠ.

Ο αλγόριθμος επίλυσης της αγοράς παρέχει έναν ομαλό τρόπο αντιμετώπισης δυσκολίας εύρεσης λύσεων, που ενδέχεται να προκύψουν λόγω των ισοτικών ή ανισοτικών περιορισμών. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης μιας εφαρμογής προγραμματισμού στόχων (Goal Programming, GP) στην οποία οι μεταβλητές χαλάρωσης (slack variables), με σχετικά υψηλό κόστος ποινής, χρησιμοποιούνται για να μετριάσουν τους μείζονες περιορισμούς του συστήματος με ομαλό τρόπο. Για παράδειγμα, ο περιορισμός ισορροπίας ενέργειας διαθέτει μεταβλητές χαλάρωσης για την πλεονάζουσα και ελλειμματική παραγωγή. Σε καθεμία συσχετίζεται μια τιμή ποινής. Εάν δεν υπάρχουν επαρκείς πόροι για την κάλυψη του περιορισμού της ζήτησης, η μεταβλητή της ελλειμματικής παραγωγής θα καλύψει την απαιτούμενη ενέργεια στην τιμή ελλειμματικής παραγωγής.

Οι περιορισμοί ισότητας διαθέτουν πλεονασματικές και ελλειμματικές μεταβλητές χαλάρωσης. Οι ανισοτικοί περιορισμοί με ανώτερο ή κατώτερο όριο έχουν είτε ελλειμματικές είτε πλεονασματικές μεταβλητές χαλάρωσης.

2.5.6. Αντικειμενική Συνάρτηση

Η αντικειμενική συνάρτηση του μοντέλου της διαδικασίας χΕΑΣ για κάθε Χρονική Περίοδο χΕΑΣ περιγράφεται ως εξής:

$$\min(\text{BalancingEnergyCosts} + \text{PenaltyCosts}) \quad (1)$$

όπου

- **BalancingEnergyCosts**: είναι μια μεταβλητή που αντιπροσωπεύει το κόστος από την επιλογή προσφορών εξισορρόπησης ενέργειας προς την ανοδική και καθοδική κατεύθυνση σε ένα δεδομένο Market Point (σημείο έγχυσης), εκφρασμένη σε €, για ολόκληρο το σύστημα και όλες τις περιόδους.
- **PenaltyCost**: είναι μια μεταβλητή που αντιπροσωπεύει το μη φυσικό κόστος, εκφρασμένη σε €, για ολόκληρο το σύστημα και όλες τις περιόδους, λόγω παραβίασης των περιορισμών όταν δεν υπάρχει εφικτή λύση.

2.5.7. Κόστος ενέργειας εξισορρόπησης και αποτελέσματα διαδικασίας χΕΑΣ

Το κόστος της ενέργειας εξισορρόπησης ορίζεται ως εξής:

$$\begin{aligned} \text{BalancingEnergyCosts} &= \sum_h \sum_u \sum_{\text{seg}} \text{ESegMWhUp}(u, h, \text{seg}) * \text{EsegPriceUp}(u, h, \text{seg}) \\ &- \sum_h \sum_u \sum_{\text{seg}} \text{ESegMWhDn}(u, h, \text{seg}) * \text{EsegPriceDn}(u, h, \text{seg}) \end{aligned} \quad (2)$$

Όπου,

- **ESegMWhUp** είναι η ποσότητα ενέργειας εξισορρόπησης σε MWh που έχει εκκαθαριστεί στην ανοδική κατεύθυνση, την Χρονική Περίοδο χΕΑΣ h , στο τμήμα seg για τον πάροχο παροχής υπηρεσιών εξισορρόπησης u με τιμή **EsegPriceUp**.
- **ESegMWhDn** είναι η ποσότητα ενέργειας εξισορρόπησης σε MWh που έχει εκκαθαριστεί στην καθοδική κατεύθυνση, την Χρονική Περίοδο χΕΑΣ h , στο τμήμα seg και με πάροχο παροχής υπηρεσιών εξισορρόπησης u με τιμή **EsegPriceDn**.

Τα αποτελέσματα της διαδικασίας χΕΑΣ προκύπτουν ως εξής:

$$\text{RTBMEnergy}(u, h) = \text{MS}_0(u, h) + \text{UnitBEMWhUp}(u, h) - \text{UnitBEMWhDn}(u, h) \quad (3\alpha)$$

$$\text{UnitMW}(u, h) = \frac{\text{RTBMEnergy}(u, h)}{D} \quad (3\beta)$$

Όπου,

- **MS₀(u,h)**: είναι μια παράμετρος που αντιπροσωπεύει το Πρόγραμμα Αγοράς για τη μονάδα u και το διάστημα της αγοράς h , εκφρασμένο σε MWh.
- **UnitBEMWhUp(u,h)**: είναι μια μεταβλητή που αντιστοιχεί στην εκκαθαρισμένη ποσότητα ενέργειας σε MWh προς την ανοδική κατεύθυνση για την οντότητα u και την Χρονική Περίοδο χΕΑΣ h .

- $UnitBEMWhDn(u,h)$: είναι μια μεταβλητή που αντιπροσωπεύει την εκκαθαρισμένη ποσότητα ενέργειας σε MWh προς την καθοδική κατεύθυνση για την οντότητα u και το διάστημα της αγοράς h .
- $RTBMEnergy(u,h)$: είναι μια μεταβλητή που αντιπροσωπεύει την ποσότητα ενέργειας που παράγεται από την οντότητα u την Χρονική Περίοδο h χΕΑΣ h .
- $UnitMW(u, h)$: αντιπροσωπεύει την ποσότητα ισχύος που παράγεται από την οντότητα u , την Χρονική Περίοδο h χΕΑΣ h
- **D** η διάρκεια του χρονικού βήματος

Οι παραπάνω περιορισμοί ισχύουν μόνο για οντότητες που συμμετέχουν στην αγορά, οι οντότητες που είναι εκτός λειτουργίας μπορούν να συμβάλουν στην αγορά, εφόσον στη συνέχεια, μπορούν να εξασφαλίσουν την εξισορρόπηση ενέργειας με την εκκίνηση.

Για να εξασφαλιστεί ότι η έξοδος ισχύος για τις υδροηλεκτρικές μονάδες δεν υπολείπεται της υποχρεωτικής ποσότητας MW, εφαρμόζεται ο ακόλουθος περιορισμός:

$$UnitMw(u, h) \geq MandMw(u, h) \quad (4)$$

Όπου,

- $MandMw(u, h)$: είναι μια παράμετρος που αντιπροσωπεύει την υποχρεωτική ποσότητα MW για την υδροηλεκτρική μονάδα u και την Χρονική Περίοδο h χΕΑΣ h . Η ενέργεια που αντιπροσωπεύει περιλαμβάνεται στο πρόγραμμα της αγοράς της υδροηλεκτρικής μονάδας.

Η οντότητα που βρίσκεται σε κατάσταση δοκίμων παραλαβής ή σε δοκιμαστική λειτουργία θεωρείται ότι βρίσκεται εκτός αγοράς για την περίοδο κατά την οποία καθορίζεται το πρόγραμμα λειτουργίας της. Ως εκ τούτου, δεν πρόκειται να επηρεαστεί από τις εξισώσεις αυτές και θα τηρήσει το δηλωμένο πρόγραμμα λειτουργίας της.

Στην περίπτωση που το εν λόγω πρόγραμμα δοκιμαστικής λειτουργίας διαφέρει από το πρόγραμμα αγοράς ή σε περίπτωση που δηλωθεί μερική ή ολική μη διαθεσιμότητα, τότε η προκύπτουσα διαφορά λαμβάνεται υπόψη στους περιορισμούς ανισορροπίας ζώνης.

2.5.8. Κόστη ποινής

Για την αντιμετώπιση των περιπτώσεων αδυναμίας επίλυσης της διαδικασίας βελτιστοποίησης κάτω από συγκεκριμένες περιστάσεις, προστίθενται στην Αντικειμενική Συνάρτηση μεταβλητές παραβίασης καθώς και πρόσθετοι όροι για τις ποινές των μεταβλητών παραβίασης. Κάθε συντελεστής ποινής αντιστοιχίζεται σε μία μεταβλητή παραβίασης. Οι συντελεστές ποινής λαμβάνουν σχετικά μεγάλες τιμές, έτσι ώστε παραβίαση των περιορισμών να γίνεται μόνο σε περιπτώσεις που ο αλγόριθμος δεν δύναται να βρει λύση βάσει των Προσφορών που έχουν υποβάλει οι Συμμετέχοντες. Μη μηδενική τιμή σε μια μεταβλητή παραβίασης στη λύση υποδηλώνει ότι το πρόβλημα δεν έχει λύση δίχως παραβίαση κάποιων εκ των περιορισμών. Μεταβλητές παραβίασης χρησιμοποιούνται για τους παρακάτω περιορισμούς:

- Ζωνικός περιορισμός ανισορροπιών
- Περιορισμοί τεχνικού μεγίστου/ελαχίστου οντότητας
- Μέγιστος ενεργειακοί περιορισμοί ημέρας
- Ανοδικοί και καθοδικοί περιορισμοί
- Γενικοί περιορισμοί

Για καθένα από τους εν λόγω περιορισμούς, ορίζεται μια τιμή ποινής που υποδηλώνει ποιος έχει τη _____

μεγαλύτερη προτεραιότητα και ποιος τη μικρότερη.

$$\begin{aligned}
 & \text{PenaltyCosts} = \\
 & \sum_{u,h} (\text{UnitCapSurplus}(u, h) * \text{DeficitViolationUnitLimitPrice} + \text{UnitCapDeficitMw}(u, h) \\
 & \quad * \text{SurplusViolationUnitLimitPrice}) \\
 & + \sum_{u,h} (\text{UnitRampUpMwSurplus}(u, h) * \text{ViolationUnitRampUpPrice} + \text{UnitRampDnMwSurplus}(u, h) * \\
 & \quad \text{ViolationUnitRampDnPrice}) \\
 & + \sum_{z,h} (\text{ZonalImDeficit}(z, h) * \text{DeficitGenPrice} + \text{ZonalImSurplus}(z, h) * \text{SurplusGenPrice}) \\
 & \quad + \text{OZViolationPrice} * (\text{SlackUp} + \text{SlackDn}) \\
 & + \text{GenericPenaltyPrice} * (\text{GenericDeficit} + \text{GenericSurplus})
 \end{aligned} \tag{5}$$

2.5.9. Όρια Οντοτήτων Υπηρεσιών Εξισορρόπησης

Οι ακόλουθοι περιορισμοί καθορίζουν τα όρια μιας οντότητας. Το κατώτερο όριο της οντότητας μπορεί να διατυπωθεί ως εξής:

Αν η οντότητα δεν είναι σε λειτουργία ΑΡΠ τότε:

$$\begin{aligned}
 & \text{UnitMW}(u, h) - \text{ISPUntBCDnMW}(u, h, 'FCR') - \text{ISPUntBCDnMW}(u, h, 'aFRR') \\
 & \quad + \text{UnitCapDeficitMW}(u, h) \\
 & \geq \text{MinMW}(u, h) * (\text{IDisp}(u, h) - \text{Transitioning}(u, h)) \\
 & \quad + \sum_{u2} \text{TransitionProfile}(u2, u, h) * \text{OptionTransitionProfileMW}
 \end{aligned} \tag{6}$$

Αν η οντότητα είναι σε λειτουργία ΑΡΠ τότε:

$$\begin{aligned}
 & \text{UnitMW}(u, h) - \text{ISPUntBCDnMW}(u, h, 'aFRR') + \text{UnitCapDeficitMW}(u, h) \geq \\
 & \quad \text{MinMW}(u, h) * (\text{IDisp}(u, h) - \text{IUpAGC}(u, h) - \text{Transitioning}(u, h)) \\
 & \quad + \sum_{u2} \text{TransitionProfile}(u2, u, h) * \text{OptionTransitionProfileMW} + \\
 & \quad \quad \quad + \text{IUpAGC}(u, h) * \text{MinAGC}(u, h)
 \end{aligned} \tag{7}$$

Το ανώτατο όριο της οντότητας μπορεί να διατυπωθεί ως εξής:

Αν η οντότητα δεν είναι σε λειτουργία ΑΡΠ τότε:

$$\begin{aligned}
 & \text{UnitMW}(u, h) + \text{ISPUntBCUpMW}(u, h, 'FCR') + \text{ISPUntBCUpMW}(u, h, 'aFRR') \\
 & \quad - \text{UnitCapSurplusMW}(u, h) \leq \\
 & \quad \quad \quad + \text{MaxMW}(u, h) * (\text{IDisp}(u, h) - \text{Transitioning}(u, h)) \\
 & \quad \quad \quad + \sum_{u2} \text{TransitionProfile}(u2, u, h) * \text{OptionTransitionProfileMW}
 \end{aligned} \tag{8}$$

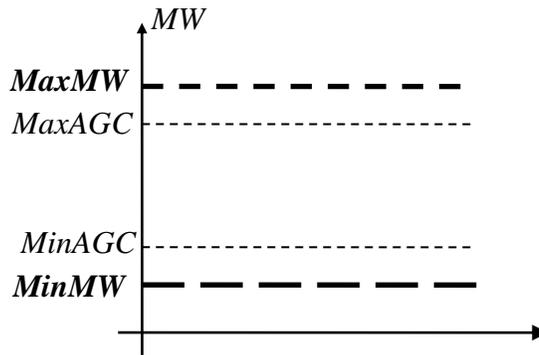
Αν η οντότητα είναι σε λειτουργία ΑΡΠ τότε:

$$\begin{aligned}
 & UnitMW(u, h) + ISPUnitBCUpMW(u, h, 'aFRR') - UnitCapSurplusMW(u, h) \leq \\
 & MaxMW(u, h) * (IDisp(u, h) - IUpAGC(u, h) - Transitioning(u, h)) \\
 & \quad + \sum_{u2} TransitionProfile(u2, u, h) * OptionTransitionProfileMW \\
 & \quad + IUpAGC(u, h) * MaxAGCMW(u, h)
 \end{aligned} \tag{9}$$

όπου

- $MinMW(u, h)$: Η Ελάχιστη Διαθέσιμη Ισχύς μιας Οντότητας Υπηρεσιών Εξισορρόπησης u , κατά την Χρονική Περίοδο χ ΕΑΣ h . Εκφράζεται σε MW.
- $MaxMW(u, h)$: Η Μέγιστη Διαθέσιμη Ισχύς μιας Οντότητας Υπηρεσιών Εξισορρόπησης u , κατά την Χρονική Περίοδο χ ΕΑΣ h . Εκφράζεται σε MW.
- $MinAGCMW(u, h)$: Η Τεχνικά Ελάχιστη Ισχύ σε λειτουργία ΑΡΠ μιας Οντότητας Υπηρεσιών Εξισορρόπησης u , κατά την Χρονική Περίοδο χ ΕΑΣ h . Εκφράζεται σε MW.
- $MaxAGCMW(u, h)$: Η Μέγιστη Καθαρή Ισχύς σε λειτουργία ΑΡΠ μιας Οντότητας Υπηρεσιών Εξισορρόπησης u , κατά την Χρονική Περίοδο χ ΕΑΣ h . Εκφράζεται σε MW.
- $IupAGC$: είναι μια δυαδική παράμετρος που υποδεικνύει αν η οντότητα λειτουργεί σε κατάσταση ΑΡΠ, η οποία προκύπτει από τα αποτελέσματα της ΔΕΠ ή του EMS.
- $Transitioning(u, h)$: είναι μια δυαδική παράμετρος που υποδηλώνει ότι η διάταξη λειτουργίας μίας μονάδας συνδυασμένου κύκλου πολλαπλών αξόνων (CCGT) βρίσκεται σε διαδικασία μετάβασης, όπου στην περίπτωση αυτή, ισχύει η προηγούμενη Διάταξη Λειτουργίας. Η εν λόγω παράμετρος προκύπτει από τα αποτελέσματα της ΔΕΠ.

Το σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζει τα διάφορα όρια της οντότητας που περιγράφονται παραπάνω.



ΣΧΗΜΑ 8 ΑΡΠ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΑ ΜΕΓΙΣΤΑ ΟΡΙΑ

Οι παραπάνω περιορισμοί αντιπροσωπεύουν ένα γενικό μοντέλο και για τις δύο περιπτώσεις όπου η οντότητα τελεί ή όχι υπό κατάσταση ΑΡΠ και εκφράζει ότι $MinAGC > MinMW$ και $MaxAGC < MaxMW$.

2.5.10. Όρια οντότητας που είναι αντλία

Οι αντλίες, θεωρούνται αρνητικές παραγωγές και ως εκ τούτου έχουν αρνητικά όρια ελαχίστων και μεγίστων. Επιπλέον, οι αντλίες δεν έχουν χρόνους έναυσης και σβέσης και έχουν δύο καταστάσεις λειτουργίας

(εντός λειτουργίας /εκτός λειτουργίας).

Ο περιορισμός του ανώτερου ορίου της οντότητας, φαίνεται παρακάτω:

$$\begin{aligned} UnitMw(u, h) - ISPUntBCDnMW(u, h, 'FCR') - ISPUntBCDnMW(u, h, 'aFRR') \\ + UnitCapDeficitMw(u, h) \geq \\ -MaxMw(u, h) \end{aligned} \quad (10)$$

Ο περιορισμός του κατώτερου ορίου της οντότητας, φαίνεται παρακάτω:

$$\begin{aligned} UnitMw(u, h) + ISPUntBCUpMW(u, h, 'FCR') + ISPUntBCUpMW(u, h, 'aFRR') \\ - UnitCapSurplusMw(u, h) \leq \\ -MinMw(u, h) \end{aligned} \quad (11)$$

2.5.11. Περιορισμοί Ρυθμών Μεταβολής

Οι περιορισμοί των ρυθμών μεταβολής των Οντοτήτων Υπηρεσιών εξισορρόπησης εκράζονται από τις παρακάτω εξισώσεις.

$$\begin{aligned} UnitMw(u, h) - UnitMw(u, h - 1) - UnitRampUpMwSurplus(u, h) \\ \leq 7.5 * UnitRampUp(u) * (Idisp(u, h) - IupAGC(u, h)) + 7.5 * UnitAGCRampUp(u) \\ * (IupAGC(u, h)) \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} UnitMw(u, h - 1) - UnitMw(u, h) - UnitRampDnMwSurplus(u, h) \\ \leq 7.5 * UnitRampDn(u) * (Idisp(u, h) - IupAGC(u, h)) + 7.5 * UnitAGCRampDn(u) \\ * (IupAGC(u, h)) \end{aligned} \quad (13)$$

Όπου,

- $UnitRampDn(u, h)$: Ο Ρυθμός Ανόδου για την Οντότητα Υπηρεσιών Εξισορρόπησης u σε MW/min
- $UnitRampUp(u, h)$: Ο Ρυθμός Καθόδου για την Οντότητα Υπηρεσιών Εξισορρόπησης u . σε MW/min
- M : αντιπροσωπεύει αρκετά μεγάλο αριθμό, έτσι ώστε να απενεργοποιείται ο περιορισμός μεταβολής εάν η οντότητα δεν βρίσκεται σε φάση κατανομής, εκφρασμένος σε MW.
- Η αριθμητική τιμή 7,5 (λεπτά) αντιστοιχεί στο θεωρούμενο χρόνο πλήρους ενεργοποίησης της χΕΑΣ

2.5.12. Περιορισμοί Ζωνικών Αποκλίσεων

Η διαδικασία χΕΑΣ στοχεύει στην επιλογή της ποσότητας Ενέργειας Εξισορρόπησης για την ελαχιστοποίηση των αποκλίσεων εντός των Ζωνών Προσφοράς. Με δεδομένο το ότι τα Προγράμματα Αγοράς όλων των Οντοτήτων ικανοποιούν το ισοζύγιο ισχύος για το ΕΣΜΗΕ σε κάθε αγοραία χρονική μονάδα οι Ζωνικές Αποκλίσεις υπολογίζονται λαμβάνοντας υπόψη τις κατωτέρω συνιστώσες:

- Την απόκλιση της συνολικής πρόβλεψης του φορτίου από το άθροισμα όλων των Προγραμμάτων Αγοράς των Μη Κατανεμόμενων Φορτίων.
- Την απόκλιση της συνολικής πρόβλεψης των Χαρτοφυλακίων μη Κατανεμόμενων Μονάδων ΑΠΕ και των Χαρτοφυλακίων Κατανεμόμενων Μονάδων ΑΠΕ μη Ελεγχόμενης Παραγωγής από το άθροισμα των Προγραμμάτων Αγοράς των Οντοτήτων αυτών.
- Την απόκλιση της δήλωσης Προγραμμάτων Δοκιμαστικής Λειτουργίας από τα Προγράμματα Αγοράς για Οντότητες Υπηρεσιών Εξισορρόπησης σε Κατάσταση Δοκιμαστικής Λειτουργίας ή Δοκιμών Παραλαβής.
- Γνωστές αλλαγές στα Προγράμματα των διασυνδέσεων.
- Την απόκλιση της πρόβλεψης απωλειών του ΕΣΜΗΕ από το αντίστοιχο Πρόγραμμα Αγοράς.
- Αποκλίσεις των Οντοτήτων Υπηρεσιών Εξισορρόπησης που είναι εκτός αγοράς.

Οι ανωτέρω αποκλίσεις για κάθε Ζώνη Προσφορών, z , καλύπτονται από την Ενέργεια Εξισορρόπησης που παρέχουν οι Οντότητες Υπηρεσιών Εξισορρόπησης στην Ζώνη Προσφορών, z , και την υπολογιζόμενη ροή στους διαζωνικούς διαδρόμους, όπως περιγράφεται παρακάτω:

$$\begin{aligned}
 & \sum_{u \in z} \text{UnitBEMwhUp}(u, h) - \text{UnitBEMwhDn}(u, h) \\
 & + \sum_{z1} [\text{FlowMw}(z1, z, h) - \text{FlowMw}(z, z1, h)] * D \\
 & = \left(\text{NonDispLoadFR}(z, h) - \sum_{u \in z} (\text{NonDispLoadMS}(u, h) * D) \right) \\
 & + \left(\left(\sum_{u \in z} \text{ResPortMS}(u, h) * D \right) - \text{ResPortFR}(z, h) * D \right) \\
 & + (\sum_{u \in z} (\text{NonDispResMS}(u, h) * D) - \text{NonDispResFR}(z, h) * D) \\
 & + \sum_{u \in z} (\text{UnitCommisMS}(u, h) - \text{UnitCommisDS}(u, h)) * D \\
 & + \sum_{inter \in z} (\text{ExportDev}(inter, h) - \text{ImportDev}(inter, h)) \\
 & + \text{ZonalLossMS}(z, h) * D - \text{ForecastedZonalLoss}(z, h) * D \\
 & + \text{ZonalImbSurplus}(z, h) * D - \text{ZonalImbDeficit}(z, h) * D
 \end{aligned} \tag{14}$$

Όπου:

D η διάρκεια της Χρονική Μονάδας χΕΑΣ.

$\text{UnitBEMWhUp}(u, h)$ Η εκκαθαρισμένη ανοδική Ενέργεια Εξισορρόπησης μίας Οντότητας Υπηρεσιών Εξισορρόπησης u , κατά την Περίοδο Κατανομής h . Εκφράζεται σε MWh.

$\text{UnitBEMWhDnp}(u, h)$ Η εκκαθαρισμένη καθοδική Ενέργεια Εξισορρόπησης μίας Οντότητας Υπηρεσιών Εξισορρόπησης u , κατά την Περίοδο Κατανομής h . Εκφράζεται σε MWh.

$\text{FlowMw}(z, z1, h)$ Η ροή σε MW από την Ζώνη Προσφοράς z προς την Ζώνη Προσφοράς $z1$ σε ένα διαζωνικό διάδρομο, κατά την Περίοδο Κατανομής h . Μη αρνητική.

$FlowMw(z1,z,h)$ Η ροή σε MW από την Ζώνη Προσφοράς $z1$ προς την Ζώνη Προσφοράς z σε ένα διαζωνικό διάδρομο, κατά την Περίοδο Κατανομής h . Μη αρνητική.

$NonDispLoadFR(z,h)$ Η πρόβλεψη ζήτησης του μη Κατανεμόμενου Φορτίου από τον Διαχειριστή του ΕΣΜΗΕ, στην Ζώνη Προσφοράς z , κατά την Περίοδο Κατανομής h . Εκφράζεται σε MW.

$NonDispLoadMS(u,h)$ Το Πρόγραμμα Αγοράς του μη Κατανεμόμενου Φορτίου, στην Ζώνη Προσφοράς z , κατά την Περίοδο Κατανομής h . Εκφράζεται σε MW.

$NonDispResFR(z,h)$ Η πρόβλεψη παραγωγής των Μη Κατανεμόμενων ΑΠΕ από τον Διαχειριστή του ΕΣΜΗΕ, στην Ζώνη Προσφοράς z , κατά την Περίοδο Κατανομής h . Εκφράζεται σε MW.

$NonDispResMS(u,h)$ Το Πρόγραμμα Αγοράς των μη Κατανεμόμενων ΑΠΕ, στην Ζώνη Προσφοράς z , κατά την Περίοδο Κατανομής h . Εκφράζεται σε MW.

$ResPortFR(z,h)$ Η πρόβλεψη παραγωγής των ΑΠΕ, του Διαχειριστή του ΕΣΜΗΕ, στην Ζώνη Προσφοράς z , κατά την Περίοδο Κατανομής h . Εκφράζεται σε MW.

$ResPortMS(u,h)$ Το Πρόγραμμα Αγοράς των ΑΠΕ, στην Ζώνη Προσφοράς z , κατά την Περίοδο Κατανομής h . Εκφράζεται σε MW.

$UnitCommisDS(u,h)$ Η ισχύς που έχει συμφωνηθεί με τον Διαχειριστή πριν τη ΔΕΠ για μία Οντότητα Υπηρεσιών Εξισορρόπησης u , που βρίσκεται σε Κατάσταση Δοκιμών Παραλαβής κατά την περίοδο h . Εκφράζεται σε MW

$UnitCommisMS(u,h)$ Το Πρόγραμμα Αγοράς για μία Οντότητα Υπηρεσιών Εξισορρόπησης u , που βρίσκεται σε Κατάσταση Δοκιμών Παραλαβής κατά την Περίοδο Κατανομής h . Εκφράζεται σε MW.

$ForecastedZonalLoss(z,h)$ Η πρόβλεψη των Ζωνικών αποκλίσεων, στην ζώνη z , κατά την Περίοδο Κατανομής h . Εκφράζεται σε MW.

$ZonalLossMS(z,h)$ Το Πρόγραμμα Αγοράς για τις Απώλειες Συστήματος, στην Ζώνη Προσφοράς z , κατά την Περίοδο Κατανομής h . Εκφράζεται σε MW.

$ImportDev(inter,h)$ Η απόκλιση των εισαγωγών σε ένα διασυνοριακό διάδρομο $inter$, κατά την Περίοδο Κατανομής h .

$ExportDev(inter,h)$ Η απόκλιση των εξαγωγών σε ένα διασυνοριακό διάδρομο $inter$, κατά την Περίοδο Κατανομής h .

$ZonalImDeficit(z,h)$ Το έλλειμμα στις Ζωνικές αποκλίσεις κατά την Περίοδο Κατανομής h για την Ζώνη Προσφοράς z . Εκφράζεται σε MW.

$ZonalImbSurplus(z,h)$ Το πλεόνασμα στις Ζωνικές αποκλίσεις κατά την Περίοδο Κατανομής h για την Ζώνη Προσφοράς z . Εκφράζεται σε MW