

ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΘΩΡΙΩΝ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ ΑΠΕ ΣΤΑ ΜΔΝ

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΠΕΡΙΘΩΡΙΩΝ
ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ ΑΠΕ ΚΑΙ ΥΒΣ ΣΤΑ ΗΣ:

ΔΟΝΟΥΣΑ
ΑΝΑΦΗ
ΚΥΘΝΟΣ
ΣΚΥΡΟΣ
ΑΜΟΡΓΟΣ
ΣΙΦΝΟΣ

*Τομέας Ανάπτυξης και Διαχείρισης Παραγωγής,
Διεύθυνση Διαχείρισης Νησιών, ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε.*

Αθήνα, Απρίλιος 2021

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ – ΒΑΣΙΚΕΣ ΘΕΩΡΗΣΕΙΣ	6
2.1 Χαρακτηριστικά του Φορτίου	6
2.2 Χαρακτηριστικά Συμβατικών Μονάδων	7
2.3 Χαρακτηριστικά Σταθμών ΑΠΕ	8
Αιολικά Πάρκα	8
Φωτοβολταϊκοί Σταθμοί	9
Υβριδικοί Σταθμοί	9
Λοιπές ΑΠΕ	10
2.4 Λοιπές Παράμετροι και Δεδομένα Εισόδου	11
2.5 Κριτήρια Αποδοχής Σεναρίων Διείσδυσης ΑΠΕ/ΥΒΣ	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΠΕΡΙΘΩΡΙΑ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ ΥΒΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΣ ΔΟΝΟΥΣΑΣ	13
3.1 Εξεταζόμενα σενάρια διείσδυσης	13
3.2 Προσδιορισμός περιθωρίων εγκατεστημένης/εγγυημένης ισχύος ΥΒΣ στο ΗΣ Δονούσας	13
3.3 Εγγυημένα μεγέθη ΥΒΣ Δονούσας	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΠΕΡΙΘΩΡΙΑ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ ΥΒΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΣ ΑΝΑΦΗΣ	17
4.1 Εξεταζόμενα σενάρια διείσδυσης	17
4.2 Προσδιορισμός περιθωρίων εγκατεστημένης/εγγυημένης ισχύος ΥΒΣ στο ΗΣ Ανάφης	17
4.3 Εγγυημένα μεγέθη ΥΒΣ Ανάφης	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΠΕΡΙΘΩΡΙΑ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ ΑΠΕ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΣ ΚΥΘΝΟΥ	21
5.1 Περιθώρια διείσδυσης των μη ελεγχόμενων τεχνολογιών ΑΠΕ	21
5.2 Περιθώριο Α/Π	22
5.3 Περιθώρια διείσδυσης ΥΒΣ	23
5.4 Καμπύλη Εγγυημένης Απορρόφησης	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΠΕΡΙΘΩΡΙΑ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ ΑΠΕ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΣ ΣΚΥΡΟΥ	28
6.1 Περιθώρια διείσδυσης των μη ελεγχόμενων τεχνολογιών ΑΠΕ	28

6.2 Περιθώριο Α/Π	28
6.3 Περιθώρια διείσδυσης ΥΒΣ	30
6.4 Καμπύλη Εγγυημένης Απορρόφησης	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΠΕΡΙΘΩΡΙΑ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ ΑΠΕ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΣ ΑΜΟΡΓΟΥ	34
7.1 Περιθώρια διείσδυσης των μη ελεγχόμενων τεχνολογιών ΑΠΕ	34
7.2 Περιθώριο Α/Π	34
7.3 Περιθώρια διείσδυσης ΥΒΣ	36
7.4 Καμπύλη Εγγυημένης Απορρόφησης	38
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΠΕΡΙΘΩΡΙΑ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ ΑΠΕ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΣ ΣΙΦΝΟΥ	40
8.1 Περιθώρια διείσδυσης των μη ελεγχόμενων τεχνολογιών ΑΠΕ	40
8.2 Περιθώριο Α/Π	40
8.3 Περιθώρια διείσδυσης ΥΒΣ	42
8.4 Καμπύλη Εγγυημένης Απορρόφησης	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	47
9.1 Συμπεράσματα για τα ΗΣ Δονούσας και Ανάφης	47
9.2 Συμπεράσματα για τα ΗΣ Κύθνου, Σκύρου, Αμοργού και Σίφνου	47
9.2.1 Προτεινόμενα Περιθώρια ΗΣ Κύθνου	48
9.2.2 Προτεινόμενα Περιθώρια ΗΣ Σκύρου	48
9.2.3 Προτεινόμενα Περιθώρια ΗΣ Αμοργού	49
9.2.4 Προτεινόμενα Περιθώρια ΗΣ Σίφνου	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	50

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη αποτελεί συνέχεια της μελέτης που υποβλήθηκε τον Δεκέμβριο 2020 στην Αρχή σας [1] και αφορούσε στην αναθεώρηση των περιθωρίων ΑΠΕ στα ΗΣ Λήμνου και Μήλου, καθώς και τον αρχικό προσδιορισμό των περιθωρίων ΥΒΣ στα ΗΣ Ερεϊκούσσας, Αγαθονησίου, Οθωνών, Γαύδου, Αρκιών και Αντικυθήρων. Η ανάγκη επανεκτίμησης των περιθωρίων υπαγορεύεται τόσο από τις διατάξεις του Κώδικα Διαχείρισης Ηλεκτρικών Συστημάτων Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών (ΚΔΜΔΝ) – Άρθρο 223, όσο και από τα νέα δεδομένα που διαμορφώθηκαν στα ΜΔΝ κατά την τελευταία 5ετία. Συγκεκριμένα:

- Για τεχνολογίες κατανεμόμενων σταθμών ΑΠΕ όπως οι ΗΘΣ δεν υπάρχει πλέον κανένα επενδυτικό ενδιαφέρον στα ΜΔΝ (πλην Κρήτης που διασυνδέεται εντός του τρέχοντος έτους).
- Η ρυθμιστική πραγματικότητα δεν δικαιολογεί την υπόθεση μερικής ελαστικότητας στην τήρηση των ΣΑΩΛ των λειτουργούντων Α/Π, δεδομένου ότι δεν υλοποιήθηκε η αναμενόμενη από τον ΔΕΔΔΗΕ σχετική νομοθετική ρύθμιση. Συνεπώς, η εφαρμογή του κριτηρίου μείωσης των ΣΑΩΛ (έως 20% σε προηγούμενες μελέτες) οφείλει κατ' αρχήν να αφορά στη χωρίς έκπτωση τήρηση των συμβατικών ΑΩΛ.
- Η εξέλιξη της ζήτησης των νησιών είναι ένας ακόμη παράγοντας διαφοροποίησης των περιθωρίων.
- Τέλος, ιδιαίτερης σημασίας δεδομένο αποτελεί η διαγραφόμενη προοπτική διασύνδεσης με το ηπειρωτικό ΣΗΕ του συνόλου σχεδόν των συστημάτων ΜΔΝ, εντός της τρέχουσας 10ετίας. Το δεδομένο αυτό αφαιρεί την πίεση για επίτευξη υψηλών διεισδύσεων ΑΠΕ το ταχύτερο δυνατό, υιοθετώντας λύσεις υψηλού κόστους και διαχειριστικής πολυπλοκότητας.

Με βάση τα παραπάνω και δεδομένης της προβληματικής διαστασιολόγησης των αδειοδοτημένων ΥΒΣ, η οποία επανειλημμένως έχει αναφερθεί στις σχετικές γνωμοδοτήσεις του Διαχειριστή ΜΔΝ προς την Αρχή σας, γίνεται εμφανής η αναγκαιότητα αναθεώρησης πολλών εκ των υποθέσεων στις οποίες στηρίχθηκαν οι αρχικές μελέτες περιθωρίων ΑΠΕ [2-5].

Στα πλαίσια αυτά πραγματοποιήθηκε η παρούσα μελέτη για τον προσδιορισμό των περιθωρίων διείσδυσης ΑΠΕ και ΥΒΣ στα νησιωτικά συστήματα Δονούσας, Ανάφης, Κύθνου, Σκύρου, Αμοργού και Σίφνου, τα οποία δεν είχαν εξεταστεί αναλυτικά στα προγενέστερα έργα.

Για την εκπόνηση των μελετών γίνεται χρήση Εφαρμογής, η οποία αναπτύχθηκε από το Εργαστήριο Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας του Τομέα Ηλεκτρικής Ισχύος της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Η/Υ του ΕΜΠ. Η εφαρμογή υλοποιεί αλγόριθμο ωριαίας ένταξης και κατανομής φορτίου στις μονάδες παραγωγής του εκάστοτε ΜΔΝ λαμβάνοντας υπόψη πλειάδα παραμέτρων που μπορούν να οριστούν από τον χρήστη μέσω κατάλληλης διεπαφής.

Για λόγους συμβατότητας με τις προηγούμενες μελέτες και τα περιθώρια που έχουν ήδη εγκριθεί από τη ΡΑΕ για επιμέρους συστήματα ΜΔΝ, στο παρόν έργο υιοθετούνται οι ίδιες βασικές αρχές ανάλυσης, μεθοδολογίες εξέτασης και παραδοχές/θεωρήσεις που έγιναν στην αρχική μελέτη ([2]).

Στο Κεφάλαιο 2 παρουσιάζονται τα βασικά δεδομένα εισόδου των υπό εξέταση συστημάτων και αναφέρονται τα κριτήρια αποδοχής σεναρίων που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη.

Στα Κεφάλαια 3 και 4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της διερεύνησης και τα προτεινόμενα περιθώρια υποδοχής ΥΒΣ για τα ΗΣ Δονούσας και Ανάφης. Λόγω του αυξημένου επενδυτικού ενδιαφέροντος για ΥΒΣ, η διερεύνηση περιορίζεται στην εξέταση της συγκεκριμένης τεχνολογίας σταθμών, ενώ για τις λοιπές ΑΠΕ (Φ/Β, Α/Π, μΑ/Γ, ΣΒΒ) διατηρούνται τα εγκεκριμένα περιθώρια της

απόφασης ΡΑΕ616/2016 χωρίς να επανεξετάζονται, καθώς δεν υφίστανται σχετικές άδειες παραγωγής ή αιτήσεις για τις τεχνολογίες αυτές στα υπόψη ΗΣ.

Στα Κεφάλαια 5, 6, 7 και 8 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της διερεύνησης και τα προτεινόμενα περιθώρια υποδοχής ΑΠΕ και ΥΒΣ για τα ΗΣ Κύθνου, Σκύρου, Αμοργού και Σίφνου. Στα εν λόγω ΗΣ υφίστανται εγκατεστημένοι Φ/Β σταθμοί ή και Α/Π, συνεπώς θεωρείται αναγκαία η επανεξέταση των εγκεκριμένων περιθωρίων των τεχνολογιών αυτών και στη συνέχεια ο προσδιορισμός της μέγιστης δυνατότητας υποδοχής ΥΒΣ.

Στο Κεφάλαιο 9 συνοψίζονται τα κύρια συμπεράσματα και οι προτάσεις περιθωρίων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ – ΒΑΣΙΚΕΣ ΘΕΩΡΗΣΕΙΣ

Στο παρόν Κεφάλαιο παρατίθενται τα δεδομένα εισόδου που χρησιμοποιήθηκαν στις προσομοιώσεις των ΗΣ που εξετάζονται, γενικές παράμετροι που σχετίζονται με τη διαχείριση του συστήματος παραγωγής κάθε ΗΣ καθώς και τα κριτήρια αποδοχής σεναρίων που επιλέχθηκαν για τον προσδιορισμό των περιθωρίων των διαφόρων τεχνολογιών ΑΠΕ. Ως έτος αναφοράς για την εκπόνηση της μελέτης επιλέγεται το 2023, δεδομένου του 2ετούς κύκλου αναθεώρησης των μελετών ανάπτυξης δυναμικού ΑΠΕ που επιβάλλει ο Κώδικας ΜΔΝ (άρθρο 223).

2.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ

Ως ωριαία χρονοσειρά φορτίου για το έτος αναφοράς χρησιμοποιείται η χρονοσειρά του έτους 2019, προσαρμοσμένη στις τιμές ετήσιας ζήτησης και αιχμής για το έτος 2023 του Πίνακα 1. Οι εκτιμήσεις αυτές αποτελούν ένα συγκρατημένο σενάριο εξέλιξης της ζήτησης, θεωρώντας σταδιακή επαναφορά στην προ COVID ζήτηση.

A/A	ΗΣ	Ζήτηση 2023 (MWh)	Αιχμή 2023 (kW)	CF
1	Δονούσα	1.168	510	26%
2	Ανάφη	1.425	610	27%
3	Κύθνος	10.272	3.570	33%
4	Σκύρος	16.736	4.370	44%
5	Αμοργός	11.709	3.340	40%
6	Σίφνος	19.684	6.480	35%

Πίνακας 1 : Στοιχεία Αιχμής – Ζήτησης ΗΣ

2.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ

Η προβλεπόμενη σύνθεση και σειρά ένταξης των συμβατικών μονάδων παραγωγής των 6 ΗΣ για το έτος αναφοράς, καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους, παρουσιάζονται στον Πίνακα 2. Όλοι οι ΤΣΠ περιλαμβάνουν μικρές μονάδες με καύσιμο diesel. Το παραγωγικό δυναμικό δεν αναμένεται να μεταβληθεί εντός της επόμενης διετίας.

ΤΣΠ	A/A	Μονάδα	Ονομαστική ισχύς (MW)	Αποδιδόμενη ισχύς (MW)	Τεχνικό ελάχιστο (MW)
Δονούσα	1,2,4	MAN D2566ME	0,09	0,08	0,036
	3, 6	VOLVO PENTA TAD 1345GE	0,25	0,25	0,1
	5	VOLVO PENTA TD740GE	0,22	0,2	0,088
	ΣΥΝΟΛΟ			0,94	
Ανάφη	4	HYUNDAI KD8AX	0,22	0,2	0,088
	1	VOLVO TAD1241GE	0,212	0,2	0,0848
	2, 3	VOLVO PENTA TAD 1345GE	0,25	0,25	0,1
	5	VOLVO TAD740GE	0,22	0,2	0,088
	ΣΥΝΟΛΟ			1,1	
Κύθνος	1, 2, 7, 8	MITSUBISHI S16R-PTA	1,275	1	0,51
	3, 4, 5, 6	MWM TBD603V12	0,53	0,3	0,212
	ΣΥΝΟΛΟ			5,2	
Σκύρος	1, 2, 3, 4, 5	MITSUBISHI S16R-PTA	1,275	1,1	0,51
	6	MITSUBISHI S16R-PTA	1,275	1	0,51
	ΣΥΝΟΛΟ			6,5	
Αμοργός	1, 2, 3, 4	MITSUBISHI S16R-PTA	1,275	1	0,51
	5, 6	CEGIELSKI 6AL20/24	0,55	0,46	0,22
	ΣΥΝΟΛΟ			4,92	
Σίφνος	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	MITSUBISHI S16R-PTA	1,275	1	0,51
	ΣΥΝΟΛΟ			9	

Πίνακας 2 : Τεχνικά χαρακτηριστικά συμβατικών μονάδων παραγωγής των 6 ΗΣ

Τα τεχνικά ελάχιστα των θερμικών μονάδων τίθενται στο 40% της ονομαστικής τους ισχύος, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ΚΔΜΔΝ, ανεξάρτητα από τα Τ.Ε. που δηλώνονται από τον θερμικό παραγωγό. Η πρώτη σε σειρά ένταξης μονάδα του σταθμού τηρείται ως μονάδα υποχρεωτικής ένταξης (must-run).

2.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΑΘΜΩΝ ΑΠΕ

ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ

Στα ΗΣ Δονούσας και Ανάφης δεν υφίστανται εγκατεστημένοι αιολικοί σταθμοί, αλλά ούτε περιθώρια υποδοχής αιολικής ισχύος, σύμφωνα με την απόφαση ΡΑΕ 616/2016, καθώς πρόκειται για συστήματα πολύ μικρού μεγέθους με αιχμή κατά πολύ μικρότερη από τα εμπορικά μεγέθη Α/Γ. Για την ωριαία προσομοίωση της λειτουργίας των ΗΣ, απαιτείται χρονοσειρά ανηγμένης δυνατότητας αιολικής παραγωγής που να αντιπροσωπεύει τις μικρές Α/Γ των 50kW των αδειοδοτημένων ΥΒΣ, εφόσον στα συστήματα αυτά δεν επανεξετάζεται το περιθώριο για αιολικούς σταθμούς. Ελλείψει ανεμολογικών δεδομένων για τα υπόψη νησιά, χρησιμοποιείται καμπύλη ταχύτητας ανέμου από Α/Π της Νάξου, η οποία αποκλιμακώνεται σε μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου 5m/s. Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας την καμπύλη ισχύος των μΑ/Γ, προκύπτει η χρονοσειρά ανηγμένης δυνατότητας αιολικής παραγωγής με συντελεστή χρησιμοποίησης (CF) 23,2%, η οποία και λαμβάνεται υπόψη στην προσομοίωση των ΗΣ.

Στο ΗΣ Κύθνου υπάρχει ενεργή άδεια που δεσμεύει ηλεκτρικό χώρο για Α/Π 665kW, χωρίς να υφίσταται Α/Π σε λειτουργία, ενώ το εγκεκριμένο περιθώριο Α/Π είναι 670kW. Στο ΗΣ της Σίφνου βρίσκεται σε λειτουργία αιολικό πάρκο εγκατεστημένης ισχύος 1,2MW, το οποίο καλύπτει πλήρως το υφιστάμενο περιθώριο. Για την ωριαία προσομοίωση της λειτουργίας των ΗΣ Κύθνου και Σίφνου χρησιμοποιείται χρονοσειρά ανηγμένης δυνατότητας παραγωγής του Α/Π της Σίφνου με CF=37,9%. Για τους σκοπούς της προσομοίωσης, οι εν λόγω χρονοσειρές χρησιμοποιούνται τόσο για τα υφιστάμενα Α/Π όσο και για τις μελλοντικές εγκαταστάσεις Α/Π, ως αντιπροσωπευτικές.

Στα ΗΣ Σκύρου και Αμοργού υπάρχουν περιθώρια υποδοχής αιολικής ισχύος 800kW και 500kW αντίστοιχα, τα οποία παραμένουν διαθέσιμα. Για την ωριαία προσομοίωση της λειτουργίας των μελλοντικών εγκαταστάσεων Α/Π των υπόψη ΗΣ, λαμβάνεται χρονοσειρά ανηγμένης δυνατότητας παραγωγής από Α/Π της Λήμνου με CF=37,1%.

Α/Α	ΗΣ	Περιθώρια Α/Π (kW) στην απόφαση ΡΑΕ 616/2016	Εγκατεστημένοι σταθμοί Α/Π (kW)
1	Δονούσα	-	-
2	Ανάφη	-	-
3	Κύθνος	670	665
4	Σκύρος	800	-
5	Αμοργός	500	-
6	Σίφνος	1200	1200

Πίνακας 3 : Εγκεκριμένα περιθώρια και εγκατεστημένη ισχύς Α/Π

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ

Η Φ/Β ισχύς που δεσμεύει ηλεκτρικό χώρο (συμπεριλαμβανομένων των Φ/Β σε στέγες) στα εξεταζόμενα ΗΣ, καθώς και τα εγκεκριμένα περιθώρια της Απόφασης ΡΑΕ 616/2016, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.

A/A	ΗΣ	Περιθώρια Φ/Β (kW) στην απόφαση ΡΑΕ 616/2016	Εγκατεστημένοι Φ/Β σταθμοί (kW)	Μέση ετήσια ενεργειακή απόδοση Φ/Β (kWh/kW)
1	Δονούσα	29	-	1.604,27
2	Ανάφη	56	-	1.604,27
3	Κύθνος	308	267,79	1.652,34
4	Σκύρος	571,5	342,08	1.670,67
5	Αμοργός	333	308,25	1.503,24
6	Σίφνος	586,8	390,21	1.596,15

Πίνακας 4 : Εγκεκριμένα περιθώρια και εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β σταθμών

Για τις ανάγκες των σεναρίων χρησιμοποιούνται στοιχεία από μετρητές Φ/Β σταθμών με τηλεμέτρηση με αναγωγή στη συνολική εγκατεστημένη ισχύ κάθε ΗΣ, βάσει των οποίων προκύπτει τυπική καμπύλη Φ/Β παραγωγής. Η μέση ετήσια ενεργειακή απόδοση της καμπύλης εκάστου ΗΣ παρουσιάζεται στον παραπάνω πίνακα. Στα ΗΣ Δονούσας και Ανάφης που δεν υφίστανται εγκατεστημένοι Φ/Β σταθμοί, λαμβάνονται αντιπροσωπευτικές καμπύλες από Φ/Β του ΗΣ Νάξου.

ΥΒΡΙΔΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ

Βάσει του επενδυτικού ενδιαφέροντος, όπως προκύπτει από τις εκδοθείσες άδειες παραγωγής στα υπό εξέταση ΗΣ, για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης προσομοιώνονται ΥΒΣ με μπαταρίες και Φ/Β ή/και Α/Γ ως τεχνολογία ΑΠΕ, με τα ακόλουθα βασικά χαρακτηριστικά:

- Βαθμός απόδοσης πλήρους κύκλου αποθήκευσης-απόδοσης ενέργειας: 85%
- Τεχνικό ελάχιστο ελεγχόμενων μονάδων (συμβατικό)¹: 10% της εγκατεστημένης ισχύος ελεγχόμενων μονάδων
- Τεχνικό ελάχιστο ελεγχόμενων μονάδων (πραγματικό)²: 0
- Πλήθος ελεγχόμενων μονάδων: 2
- Ανώτατο ποσοστό συμμετοχής ΑΠΕ στην Προγραμματισμένη Ισχύ: 100%
- Αρχική κατάσταση συστήματος αποθήκευσης: 100%

¹ Το συμβατικό τεχνικό ελάχιστο των ελεγχόμενων μονάδων του ΥΒΣ ευθυγραμμίζεται με τις ελάχιστες απαιτήσεις που τίθενται στον ΚΔΜΔΝ. Λαμβάνεται υπ' όψιν στην κατανομή της προσφερόμενης ενέργειας του ΥΒΣ και στον υπολογισμό του set-point των Α/Π.

² Το πραγματικό τεχνικό ελάχιστο λαμβάνεται υπ' όψιν στην προσομοίωση της εσωτερικής λειτουργίας του ΥΒΣ.

- Ελάχιστο απόθεμα ασφαλείας συστήματος αποθήκευσης κατά τον προγραμματισμό: 20% της ωφέλιμης χωρητικότητας της μπαταρίας
- Ελάχιστο απόθεμα συστήματος αποθήκευσης κατά την ωριαία λειτουργία: 10% της ωφέλιμης χωρητικότητας της μπαταρίας
- Ποσοστό διαθέσιμης ισχύος ελεγχόμενων μονάδων (κατά την έναρξη λειτουργίας του ΥΒΣ στην ετήσια προσομοίωση): 100%
- Ποσοστό διαθέσιμης ισχύος μονάδων ΑΠΕ: 100%
- Συντελεστές στάθμισης για πρόβλεψη αιολικής παραγωγής: 1h-8h: 0,8' 9h-16h: 0,6' 17h-24h: 0,4'
- Συντελεστές στάθμισης για πρόβλεψη αιολικής παραγωγής (επικαιροποίηση ΔΠ Β' περιόδου ΚΗΕΠ): 13h-18h: 0,8' 19h-24h: 0,6'
- Συντελεστές στάθμισης για πρόβλεψη Φ/Β παραγωγής: 1h-13h: 0,7' 14h-24h: 0,3
- Συντελεστές στάθμισης για πρόβλεψη Φ/Β παραγωγής (επικαιροποίηση ΔΠ Β' περιόδου ΚΗΕΠ): 13h-24h: 0,7
- Χωρίς πρόγραμμα συντήρησης
- Προτεραιότητα αξιοποίησης διαθέσιμης παραγωγής ΑΠΕ: πρώτα συμμετοχή στην προγραμματισμένη ισχύ, μετά αποθήκευση και, τέλος, απ' ευθείας έγχυση.

Στα ΗΣ Δονούσας και Ανάφης τα χαρακτηριστικά των ΥΒΣ που προσομοιώνονται, διαφέρουν από τα προαναφερθέντα στα παρακάτω:

- Βαθμός απόδοσης πλήρους κύκλου αποθήκευσης-απόδοσης ενέργειας: 90%
- Τεχνικό ελάχιστο ελεγχόμενων μονάδων (συμβατικό): 0
- Πλήθος ελεγχόμενων μονάδων: 1

ΛΟΙΠΕΣ ΑΠΕ

Βάσει των αρχείων αδειών, στα εξεταζόμενα ΗΣ δεν υπάρχουν σταθμοί βιομάζας (ελεγχόμενοι ή μη) ούτε εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας με μικρές ανεμογεννήτριες που να δεσμεύουν ηλεκτρικό χώρο. Ωστόσο, για την εξαγωγή των περιθωρίων των τεχνολογιών γίνονται οι εξής παραδοχές:

- Η κανονικοποιημένη χρονοσειρά παραγωγής των μικρών ανεμογεννητριών (μΑ/Γ) προκύπτει από την αντίστοιχη χρονοσειρά που υπολογίζεται για τα λοιπά Α/Π, θεωρώντας ένα ποσοστό αποκλιμάκωσης της χρονοσειράς αυτής ώστε να προκύψει χρονοσειρά με συντελεστή χρησιμοποίησης περί το 20%.
- Το προφίλ παραγωγής σταθμών βιομάζας είναι σταθερό καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και απομειώνεται με χρήση κατάλληλου συντελεστή που τίθεται ίσος προς 90% (με τον τρόπο αυτό είναι δυνατόν να προσομοιωθεί ενδεχόμενη μη διαθεσιμότητα μέρους της ισχύος των σταθμών αυτής της τεχνολογίας).
- Για τους ελεγχόμενους σταθμούς βιομάζας-βιοαερίου (ΣΒΒελ) λαμβάνεται τεχνικό ελάχιστο ίσο προς το 40% της εγκατεστημένης ισχύος.

Τα υφιστάμενα περιθώρια των τεχνολογιών αυτών παρατίθενται στον Πίνακα 5.

A/A	ΗΣ	Περιθώρια μΑ/Γ (kW)	Περιθώρια ΣΒΒμε (kW)	Περιθώρια ΣΒΒελ (kW)
1	Δονούσα	0,44	-	
2	Ανάφη	0,70	-	
3	Κύθνος	5,02	-	
4	Σκύρος	63,6 από κοινού με τουλάχιστον το ήμισυ στις μΑ/Γ		100
5	Αμοργός	5,93	-	-
6	Σίφνος	65,2 από κοινού με τουλάχιστον το ήμισυ στις μΑ/Γ		108

Πίνακας 5 : Εγκεκριμένα περιθώρια Απόφασης ΡΑΕ 616/2016 για μΑ/Γ, ΣΒΒμε και ΣΒΒελ.

Όσον αφορά στους ΗΘΣ, αποτελούν τεχνολογία χωρίς κανένα επενδυτικό ενδιαφέρον ή πιθανότητα ανάπτυξης, συνεπώς δεν λαμβάνονται υπόψη στην παρούσα ανάλυση.

2.4 ΛΟΙΠΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ

Κοινά στοιχεία για τις προσομοιώσεις των ΗΣ, παρουσιάζονται στην παρούσα παράγραφο.

- Η απαίτηση στρεφόμενης εφεδρείας υπολογίζεται ανά ώρα ως το 10%-15% του φορτίου.
- Οι ντηζελογεννήτριες χαρακτηρίζονται από ελάχιστο χρόνο λειτουργίας δύο ωρών και κράτησης μίας ώρας.
- Το ποσοστό εγγυημένης παραγωγής Α/Π τίθεται στο 25%.
- Το ποσοστό εγγυημένης παραγωγής Φ/Β, μΑ/Γ και σταθμών μη ελεγχόμενης βιομάζας τίθεται στο 100%.
- Ο δυναμικός περιορισμός αιολικής παραγωγής (C_D) τίθεται στο 30% του φορτίου.
- Εφαρμόζεται αναλογική φόρτιση των συμβατικών μονάδων παραγωγής.

2.5 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ ΑΠΕ/ΥΒΣ

Από προηγούμενες σχετικές μελέτες έχουν αναπτυχθεί και εφαρμόζονται συγκεκριμένα κριτήρια αποδοχής των σεναρίων. Στην παρούσα μελέτη τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων αξιολογούνται βάσει των εξής κριτηρίων:

- Για τον προσδιορισμό της αποδεκτής ισχύος Φ/Β και λοιπών μη ελεγχόμενων ΑΠΕ χρησιμοποιείται το κριτήριο τήρησης της ελάχιστης φόρτισης των συμβατικών μονάδων υποχρεωτικής ένταξης.
- Για τον προσδιορισμό της αποδεκτής ισχύος Α/Π αξιολογείται η επίπτωση στις ΣΑΩΛ των υφιστάμενων Α/Π (με μηδενικό περιθώριο υστέρησης των ετησίων ΑΩΛ σε σχέση με τις ΣΑΩΛ) και εφαρμόζονται τα κριτήρια του ελάχιστου συντελεστή χρησιμοποίησης ($CF > 27,5\%$) ή και της μέγιστης στιγμιαίας διείσδυσης μη κατανεμόμενων μονάδων ΑΠΕ ($< 55\%$). Ελέγχεται παράλληλα η επίπτωση της ένταξης αιολικής ισχύος στα περιθώρια διείσδυσης ΥΒΣ.
- Για τον προσδιορισμό της αποδεκτής ισχύος ΥΒΣ αξιολογείται τόσο το κριτήριο τήρησης των ΣΑΩΛ όσο και η ενεργειακή αποδοτικότητα του σταθμού (απορριπτόμενη ενέργεια ΑΠΕ του ΥΒΣ το πολύ ίση με το $1/3$ της πρωτογενώς διαθέσιμης).

Η οικονομική βιωσιμότητα των ΥΒΣ δεν μπορεί να αξιολογηθεί απουσία νέου πλαισίου τιμολόγησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΠΕΡΙΘΩΡΙΑ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ ΥΒΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΣ ΔΟΝΟΥΣΑΣ

3.1 ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΑ ΣΕΝΑΡΙΑ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων της λειτουργίας του συστήματος της Δονούσας για το έτος 2023 και τα εκτιμώμενα περιθώρια διείσδυσης Υβριδικών σταθμών με σύστημα αποθήκευσης μπαταριών και Φ/Β ή και Α/Γ ως συνιστώσες ΑΠΕ. Στη Δονούσα έχουν εκδοθεί άδειες παραγωγής για δύο ΥΒΣ συνολικής εγγυημένης ισχύος 0,12 MW. Η σύνθεση των αδειοδοτημένων ΥΒΣ παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί.

Εταιρία	Άδεια Παραγωγής	Φ/Β	Α/Γ	Εγγυημένη Ισχύς	Εγκ.ΦΒ/ Εγγ.Ισχύ	Μετατροπέας	Φορτιστές	Ωφέλιμη Χωρητικότητα Μπαταριών
Ελληνικοί Υβριδικοί Σταθμοί Α.Ε.	ΡΑΕ 546-06.03.2020	0,314 MW	-	0,07 MW	448%	0,16 MW	0,24 MW	0,762 MWh ή 10,88 ώρες
Eunice Laboratories Μονοπρόσωπη Ι.Κ.Ε.	ΡΑΕ 669-27.03.2020	0,07 MW	0,05 MW	0,05 MW	140%	0,12 MW	-	0,373 MWh ή 7,46 ώρες

Πίνακας 6 : Αδειοδοτημένοι ΥΒΣ στη Δονούσα

Βάσει των ανωτέρω αδειών, εξετάζονται σενάρια ΥΒΣ με εγκατεστημένη ισχύ Φ/Β από 150% έως 450% της εγγυημένης ισχύος του ΥΒΣ με βήμα 100% και ωφέλιμη χωρητικότητα του συστήματος συσσωρευτών 5, 8 και 11 ώρες. Στη συνέχεια επαναλαμβάνονται όλα τα παραπάνω σενάρια σε συνδυασμό με Α/Γ ισχύος 50kW. Η αναλογία μεγέθους των κύριων συνιστωσών παρουσιάζεται στον Πίνακα 7.

Εγγυημένη Ισχύς ΥΒΣ	Εγκατεστημένη Ισχύς Φ/Β	Εγκατεστημένη Ισχύς Α/Γ	Ωφέλιμη Χωρητικότητα Μπαταριών	Ισχύς Μετατροπέων Ισχύος
P	150%, 250%, 350%, 450% · P	0 - 50kW	5, 8, 11 · P	200% · P

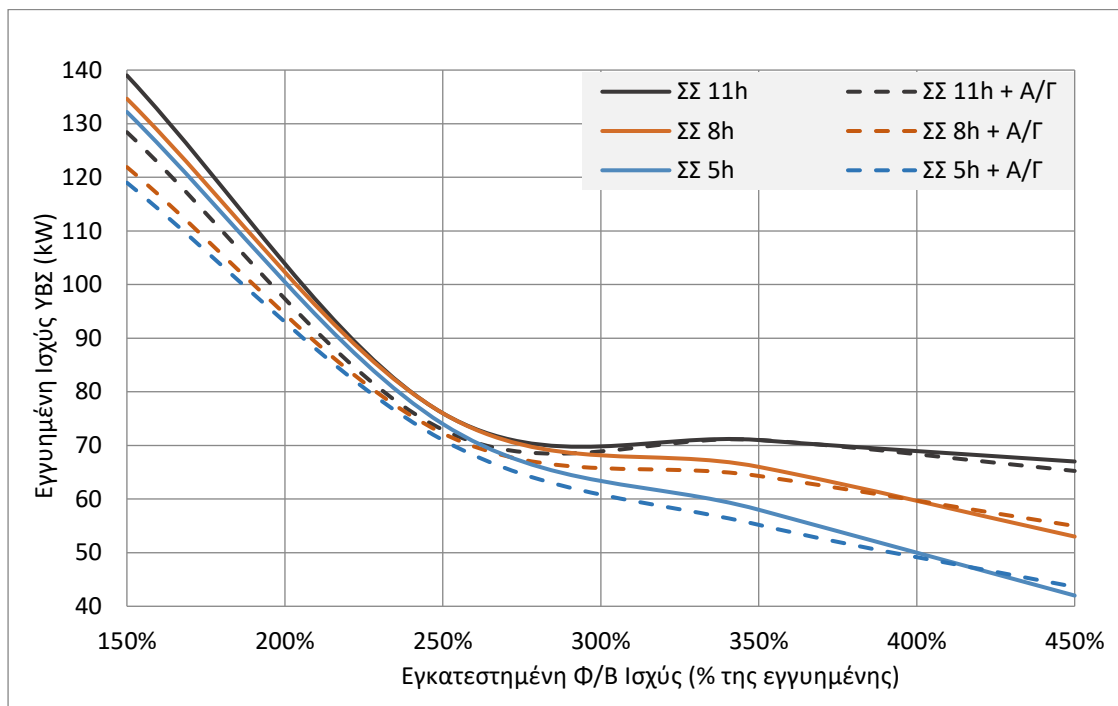
Πίνακας 7 : Θεωρηθείσα διαστασιολόγηση συνιστωσών ΥΒΣ στη Δονούσα

Η διερεύνηση πραγματοποιήθηκε διατηρώντας τα υφιστάμενα περιθώρια ΑΠΕ, δηλαδή Φ/Β=29kW, μΑ/Γ=0,44kW και ΣΒΒ μηδενικής ισχύος, με την εγγυημένη ισχύ ΥΒΣ να κυμαίνεται μεταξύ 20-250kW, με βήμα 10kW.

3.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΘΩΡΙΩΝ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ/ΕΓΓΥΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΥΒΣ ΣΤΟ ΗΣ ΔΟΝΟΥΣΑΣ

Για τον προσδιορισμό των ορίων ισχύος των κατανεμόμενων σταθμών ΑΠΕ, πραγματοποιήθηκαν προσομοιώσεις της ετήσιας λειτουργίας του συστήματος με δεδομένη τη σύνθεση του μείγματος των μη ελεγχόμενων μονάδων και μεταβάλλοντας την ισχύ των ΥΒΣ (εγγυημένη και εγκατεστημένη ΑΠΕ) ώστε να καλύπτονται όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί. Στα αποτελέσματα των προσομοιώσεων εφαρμόστηκαν τα κριτήρια αποδοχής που περιγράφονται στο Κεφάλαιο 2 και προέκυψε το σύνολο των αποδεκτών σεναρίων διείσδυσης ΥΒΣ.

Στο Σχήμα 1 παρατίθενται οι καμπύλες των μέγιστων αποδεκτών τιμών ισχύος ΥΒΣ, για τα σενάρια χαμηλής και αυξημένης διείσδυσης. Η κάθε καμπύλη ουσιαστικά αποτελεί την περιβάλλουσα των αποδεκτών σεναρίων ΥΒΣ, αφού οι συνδυασμοί ισχύος που περιέχονται μεταξύ της καμπύλης και των αξόνων γενικά αντιστοιχούν σε αποδεκτές καταστάσεις χαμηλότερης διείσδυσης. Οι συνεχείς καμπύλες αναφέρονται σε ΥΒΣ με Φ/Β, ενώ οι διακεκομμένες σε διαμορφώσεις ΥΒΣ με Φ/Β και Α/Γ=50kW.



Σχήμα 1 : Καμπύλες περιθωρίων εγγυημένης – εγκατεστημένης ισχύος ΑΠΕ για το ΗΣ Δονούσας

Από το παραπάνω σχήμα παρατηρείται ότι η αύξηση της χωρητικότητας του συστήματος αποθήκευσης οδηγεί γενικά σε μεγαλύτερο περιθώριο ΥΒΣ καθώς οι απορρίψεις πρωτογενούς ενέργειας ΑΠΕ είναι μειωμένες. Η επιλογή όμως συστήματος αποθήκευσης μεγαλύτερης χωρητικότητας αυξάνει το κόστος και ενδεχομένως καθιστά τη σχετική επένδυση μη βιώσιμη. Σε προηγούμενη μελέτη ([6]) προσδιορίστηκε το σημείο ισορροπίας μεταξύ της μείωσης της απορριπτόμενης πρωτογενούς ενέργειας και της διασφάλισης της βιωσιμότητας της σχετικής επένδυσης, στο επίπεδο μεταξύ 6 και 7 ωρών ωφέλιμης χωρητικότητας.

Επιπλέον, είναι φανερό από το παραπάνω σχήμα ότι η υπερδιαστασιολόγηση των Φ/Β του υβριδικού συστήματος οδηγεί σε σημαντικό περιορισμό του περιθωρίου διείσδυσης, ανεξάρτητα από το μέγεθος του διαθέσιμου αποθηκευτικού συστήματος. Πρακτικά αυτό σημαίνει πως η μεγάλη ισχύς ΑΠΕ, ενώ ενδεχομένως δύναται να αποθηκευτεί όταν υφίσταται ανάλογο ΣΣ, δεν μπορεί να απορροφηθεί από το δίκτυο, καθώς η ισχύς έγχυσης περιορίζεται από την εγγυημένη ισχύ του σταθμού, η οποία είναι κατά πολύ μικρότερη (έως και 4 φορές) της ισχύος ΑΠΕ.

Στον Πίνακα 8 δίνονται οι μέγιστες αποδεκτές τιμές ισχύος ΥΒΣ για το σύστημα της Δονούσας, κατά αντιστοιχία με τις παραπάνω καμπύλες, λαμβάνοντας το ασφαλέστερο όριο μεταξύ των δύο διαφορετικών διαμορφώσεων ΥΒΣ (με ή χωρίς Α/Γ) σε κάθε συνδυασμό Φ/Β – ΣΣ. Για οποιοδήποτε ΥΒΣ διαφορετικής διαστασιολόγησης, το αποδεκτό όριο εγγυημένης ισχύος υπολογίζεται με γραμμική παρεμβολή των δύο πλησιέστερων διαμορφώσεων.

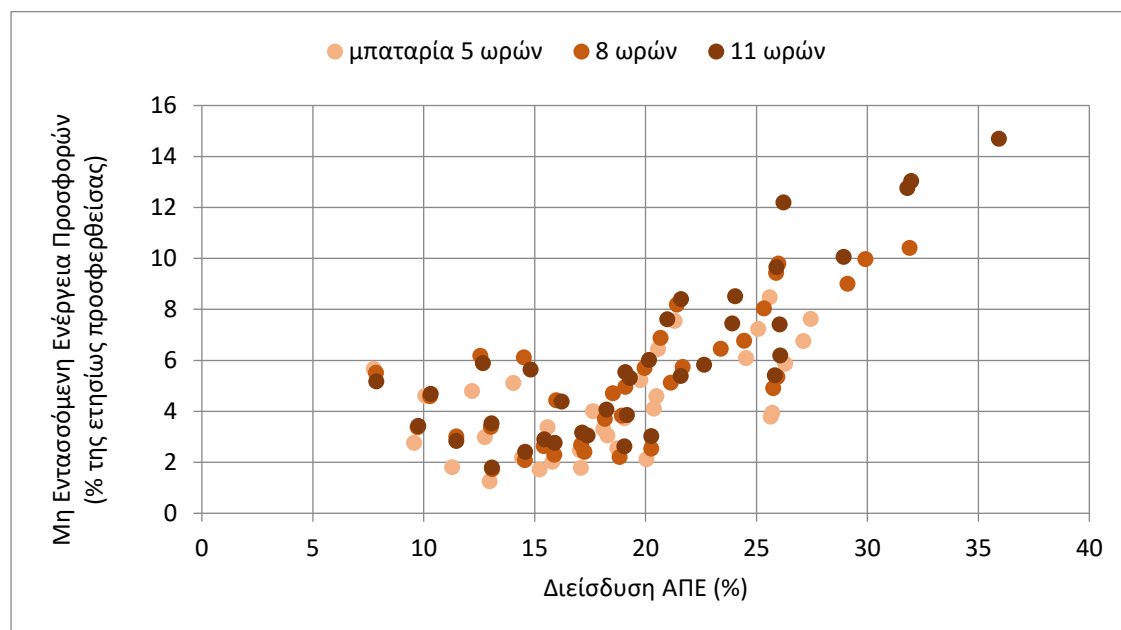
Όριο εγγυημένης ισχύος ΥΒΣ (kW)		Χωρητικότητα ΣΣ (σε ώρες παροχής εγγυημένης ισχύος)		
		5 ώρες	8 ώρες	11 ώρες
Εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β (% της εγγ.)	150%	119	122	128
	250%	71	72	73
	350%	55	64	71
	450%	42	53	65

Πίνακας 8 : Περιθώριο διείσδυσης ΥΒΣ συναρτήσει της διαστασιολόγησης των ΑΠΕ και του ΣΣ για το σύστημα της Δονούσας

Λόγω του πολύ μικρού μεγέθους ΥΒΣ που μπορεί να υποδεχθεί το σύστημα, κρίνεται σκόπιμο να εγκατασταθεί ένας μόνο σταθμός στο ΗΣ, ο οποίος και να εξαντλήσει το περιθώριο. Σε περίπτωση όμως που ο πρώτος αποδεκτός ΥΒΣ που εγκατασταθεί δεν καλύψει το περιθώριο, όπως αυτό προκύπτει από τα παραπάνω διαγράμματα ή αναλυτικότερα από τον Πίνακα 8, τότε θα εξεταστεί εκ νέου το τυχόν εναπομείναν περιθώριο για την ένταξη και δεύτερου ΥΒΣ.

3.3 ΕΓΓΥΗΜΕΝΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΒΣ ΔΟΝΟΥΣΑΣ

Στο Σχήμα 2 παρουσιάζονται τα επίπεδα μη εντασσόμενης ενέργειας (ΜΕΕ) προσφορών των αποδεκτών σεναρίων που προέκυψαν από την ανάλυση της προηγούμενης ενότητας, προκειμένου να διαμορφωθεί εικόνα ως προς τις αναγκαίες εγγυήσεις απορρόφησης τις οποίες οφείλει να παρέχει ο Διαχειριστής ΜΔΝ στους κατανεμόμενους σταθμούς ΑΠΕ.

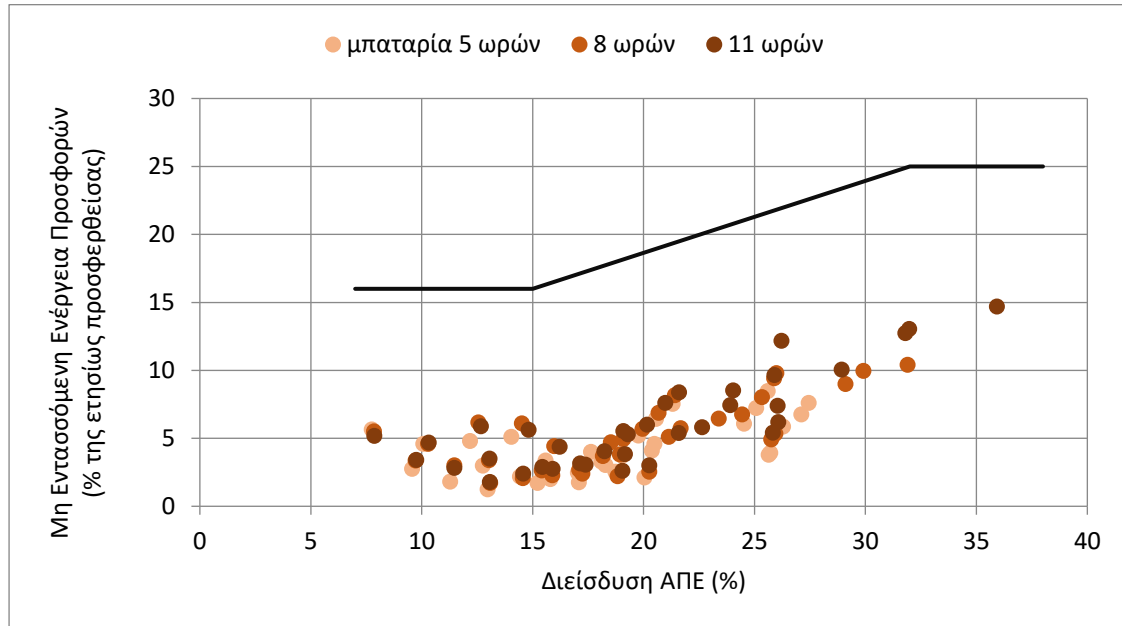


Σχήμα 2 : Μη εντασσόμενη ενέργεια προσφορών αποδεκτών σεναρίων ΥΒΣ με μπαταρία 5, 8 και 11 ωρών στο ΗΣ Δονούσας

Όπως διαπιστώθηκε σε προηγούμενο έργο, το καταλληλότερο μέγεθος προς συμβολαιοποίηση είναι η μη εντασσόμενη ενέργεια των προσφορών των κατανεμόμενων σταθμών (εδώ ΥΒΣ). Η ενέργεια αυτή περιλαμβάνει την προσφερθείσα από τον σταθμό ενέργεια (Δηλώσεις Παραγωγής Α' και Β' Περιόδου ΚΗΕΠ), η οποία δεν κατέστη δυνατό να απορροφηθεί από το δίκτυο λόγω συμφόρησης, είτε στη φάση του προγραμματισμού (κατάρτιση και αναθεώρηση του ΚΗΕΠ και κατάρτιση των προγραμμάτων κατανομής) είτε στη φάση της λειτουργίας. Υπενθυμίζεται ότι η παραπάνω ενέργεια δεν απορρίπτεται κατ' ανάγκην, εφόσον υπάρχει δυνατότητα αποθήκευσης, αλλά επαναπροσφέρεται την επόμενη

περίοδο ΚΗΕΠ. Η απορριπτόμενη ενέργεια πρωτογενούς πηγής των σταθμών ΑΠΕ αντανακλά επίσης την αποθηκευτική ικανότητα και την εσωτερική διαστασιολόγηση του κάθε σταθμού ΑΠΕ και συνεπώς δεν ταυτίζεται με τη μη εντασσόμενη ενέργεια των προσφορών, ωστόσο παρουσιάζει συσχέτιση με αυτή.

Λαμβάνοντας υπόψη μόνο τα αποδεκτά σενάρια και τηρώντας ένα εύλογο περιθώριο ασφαλείας της τάξης του 10%, προκύπτει η καμπύλη εγγυημένης απορρόφησης που εικονίζεται στο Σχήμα 3 με ευθεία γραμμή μαύρου χρώματος.



Σχήμα 3 : Καμπύλη εγγυημένης απορρόφησης στο ΗΣ Δονούσας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΠΕΡΙΘΩΡΙΑ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ ΥΒΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΣ ΑΝΑΦΗΣ

4.1 ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΑ ΣΕΝΑΡΙΑ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων της λειτουργίας του συστήματος της Ανάφης για το έτος 2023 και τα εκτιμώμενα περιθώρια διείσδυσης Υβριδικών σταθμών με σύστημα αποθήκευσης μπαταριών και Φ/Β ή και Α/Γ ως συνιστώσες ΑΠΕ. Στην Ανάφη έχουν εκδοθεί άδειες παραγωγής για τρεις ΥΒΣ συνολικής εγγυημένης ισχύος 0,61 MW. Η σύνθεση των αδειοδοτημένων ΥΒΣ παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί.

Εταιρία	Άδεια Παραγωγής	Φ/Β	Α/Γ	Εγγυημένη Ισχύς	Εγκ.ΦΒ/Εγγ.Ισχύ	Μετατροπέας	Φορτιστές	Ωφέλιμη Χωρητικότητα Μπαταριών
Δυτικός Υβριδικός Α.Ε.	PAE 450-05.03.2020	1 MW	-	0,4 MW	250%	0,4 MW	1 MW	3,2 MWh ή 8 ώρες
Eunice Laboratories Μονοπρόσωπη Ι.Κ.Ε.	PAE 487-06.03.2020	0,05 MW	0,05 MW	0,05 MW	100%	0,1 MW	-	0,3327 MWh ή 6,65 ώρες
Ελληνικοί Υβριδικοί Σταθμοί Α.Ε.	PAE 539-06.03.2020	0,477 4 MW	-	0,16 MW	298%	0,25 MW	0,5 MW	1,1424 MWh ή 7,14 ώρες

Πίνακας 9 : Αδειοδοτημένοι ΥΒΣ στην Ανάφη

Βάσει των ανωτέρω αδειών, εξετάζονται σενάρια ΥΒΣ με εγκατεστημένη ισχύ Φ/Β από 100% έως 400% της εγγυημένης ισχύος του ΥΒΣ με βήμα 100% και ωφέλιμη χωρητικότητα του συστήματος συσσωρευτών 5, 8 και 11 ώρες. Στη συνέχεια επαναλαμβάνονται όλα τα παραπάνω σενάρια σε συνδυασμό με Α/Γ ισχύος 50kW. Η αναλογία μεγέθους των κύριων συνιστωσών παρουσιάζεται στον Πίνακα 10.

Εγγυημένη Ισχύς ΥΒΣ	Εγκατεστημένη Ισχύς Φ/Β	Εγκατεστημένη Ισχύς Α/Γ	Ωφέλιμη Χωρητικότητα Μπαταριών	Ισχύς Μετατροπέων Ισχύος
P	100%, 200%, 300%, 400% · P	0 - 50kW	5, 8, 11 · P	200% · P

Πίνακας 10 : Θεωρηθείσα διαστασιολόγηση συνιστωσών ΥΒΣ στην Ανάφη

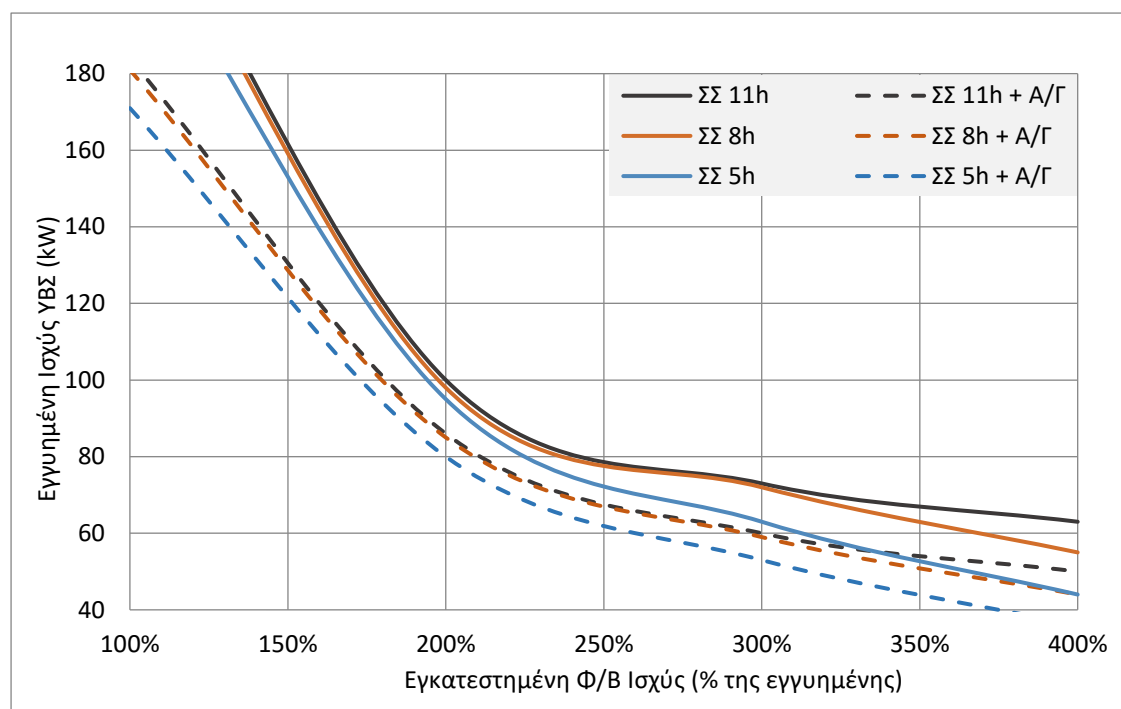
Η διερεύνηση πραγματοποιήθηκε διατηρώντας τα υφιστάμενα περιθώρια ΑΠΕ, δηλαδή Φ/Β=56kW, μΑ/Γ=0,7kW και ΣΒΒ μηδενικής ισχύος, με την εγγυημένη ισχύ ΥΒΣ να κυμαίνεται μεταξύ 20-250kW, με βήμα 10kW.

4.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΘΩΡΙΩΝ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ/ΕΓΓΥΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΥΒΣ ΣΤΟ ΗΣ ΑΝΑΦΗΣ

Για τον προσδιορισμό των ορίων ισχύος των κατανεμόμενων σταθμών ΑΠΕ, πραγματοποιήθηκαν προσομοιώσεις της ετήσιας λειτουργίας του συστήματος με δεδομένη τη σύνθεση του μείγματος των μη ελεγχόμενων μονάδων και μεταβάλλοντας την ισχύ των ΥΒΣ (εγγυημένη και εγκατεστημένη ΑΠΕ) ώστε να καλύπτονται όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί. Στα αποτελέσματα των προσομοιώσεων

εφαρμόστηκαν τα κριτήρια αποδοχής που περιγράφονται στο Κεφάλαιο 2 και προέκυψε το σύνολο των αποδεκτών σεναρίων διείσδυσης ΥΒΣ.

Στο Σχήμα 4 παρατίθενται οι καμπύλες των μέγιστων αποδεκτών τιμών ισχύος ΥΒΣ, για τα σενάρια χαμηλής και αυξημένης διείσδυσης. Η κάθε καμπύλη ουσιαστικά αποτελεί την περιβάλλουσα των αποδεκτών σεναρίων ΥΒΣ, αφού οι συνδυασμοί ισχύος που περιέχονται μεταξύ της καμπύλης και των αξόνων γενικά αντιστοιχούν σε αποδεκτές καταστάσεις χαμηλότερης διείσδυσης. Οι συνεχείς καμπύλες αναφέρονται σε ΥΒΣ με Φ/Β, ενώ οι διακεκομμένες σε διαμορφώσεις ΥΒΣ με Φ/Β και Α/Γ=50kW.



Σχήμα 4 : Καμπύλες περιθωρίων εγγυημένης – εγκατεστημένης ισχύος ΑΠΕ για το ΗΣ Ανάφης

Από το παραπάνω σχήμα παρατηρείται ότι η αύξηση της χωρητικότητας του συστήματος αποθήκευσης οδηγεί γενικά σε μεγαλύτερο περιθώριο ΥΒΣ καθώς οι απορρίψεις πρωτογενούς ενέργειας ΑΠΕ είναι μειωμένες. Η επιλογή όμως συστήματος αποθήκευσης μεγαλύτερης χωρητικότητας αυξάνει το κόστος και ενδεχομένως καθιστά τη σχετική επένδυση μη βιώσιμη. Σε προηγούμενη μελέτη ([6]) προσδιορίστηκε το σημείο ισορροπίας μεταξύ της μείωσης της απορριπτόμενης πρωτογενούς ενέργειας και της διασφάλισης της βιωσιμότητας της σχετικής επένδυσης, στο επίπεδο μεταξύ 6 και 7 ωρών ωφέλιμης χωρητικότητας.

Επιπλέον, είναι φανερό από το παραπάνω σχήμα ότι η υπερδιαστασιολόγηση των Φ/Β του υβριδικού συστήματος οδηγεί σε σημαντικό περιορισμό του περιθωρίου διείσδυσης, ανεξάρτητα από το μέγεθος του διαθέσιμου αποθηκευτικού συστήματος. Πρακτικά αυτό σημαίνει πως η μεγάλη ισχύς ΑΠΕ, ενώ ενδεχομένως δύναται να αποθηκευτεί όταν υφίσταται ανάλογο ΣΣ, δεν μπορεί να απορροφηθεί από το δίκτυο, καθώς η ισχύς έγχυσης περιορίζεται από την εγγυημένη ισχύ του σταθμού, η οποία είναι κατά πολύ μικρότερη (έως και 4 φορές) της ισχύος ΑΠΕ.

Στον Πίνακα 11 δίνονται οι μέγιστες αποδεκτές τιμές ισχύος ΥΒΣ για το σύστημα της Ανάφης, κατά αντιστοιχία με τις παραπάνω καμπύλες, λαμβάνοντας το ασφαλέστερο όριο μεταξύ των δύο διαφορετικών διαμορφώσεων ΥΒΣ (με ή χωρίς Α/Γ) σε κάθε συνδυασμό Φ/Β – ΣΣ. Για οποιοδήποτε ΥΒΣ διαφορετικής διαστασιολόγησης, το αποδεκτό όριο εγγυημένης ισχύος υπολογίζεται με γραμμική παρεμβολή των δύο πλησιέστερων διαμορφώσεων.

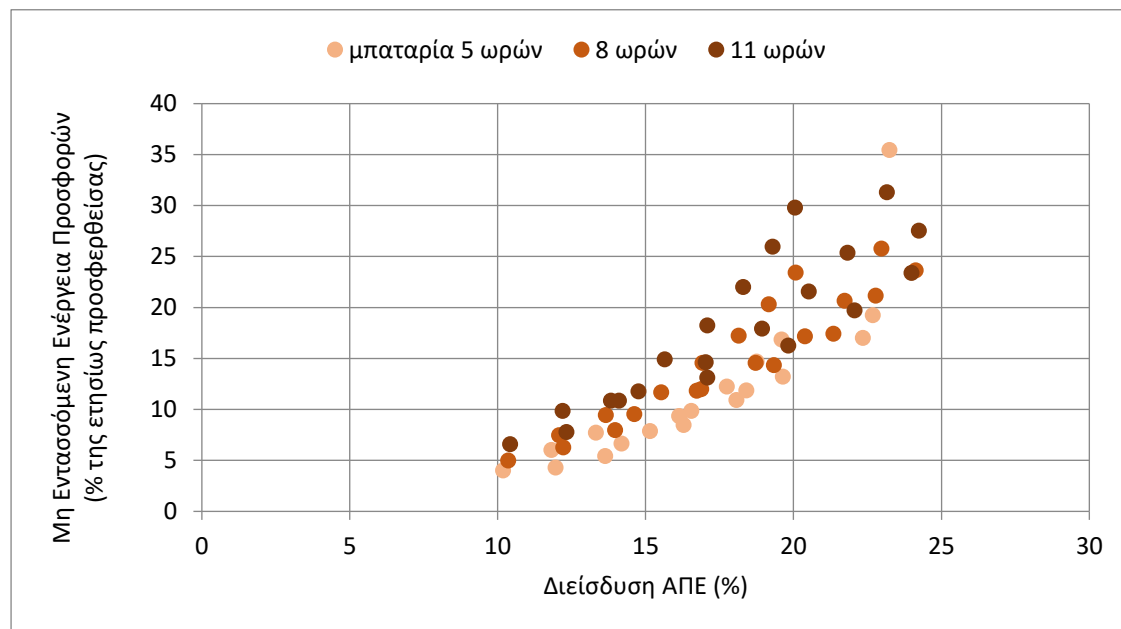
Όριο εγγυημένης ισχύος ΥΒΣ (kW)		Χωρητικότητα ΣΣ (σε ώρες παροχής εγγυημένης ισχύος)		
		5 ώρες	8 ώρες	11 ώρες
Εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β (% της εγγ.)	100%	171	181	184
	200%	80	85	86
	300%	53	59	60
	400%	36	44	50

Πίνακας 11 : Περιθώριο διείσδυσης ΥΒΣ συναρτήσει της διαστασιολόγησης των ΑΠΕ και του ΣΣ για το σύστημα της Ανάφης

Λόγω του πολύ μικρού μεγέθους ΥΒΣ που μπορεί να υποδεχθεί το σύστημα, κρίνεται σκόπιμο να εγκατασταθεί ένας μόνο σταθμός στο ΗΣ, ο οποίος και να εξαντλήσει το περιθώριο. Σε περίπτωση όμως που ο πρώτος αποδεκτός ΥΒΣ που εγκατασταθεί δεν καλύψει το περιθώριο, όπως αυτό προκύπτει από τα παραπάνω διαγράμματα ή αναλυτικότερα από τον Πίνακα 11, τότε θα εξεταστεί εκ νέου το τυχόν εναπομείναν περιθώριο για την ένταξη και δεύτερου ΥΒΣ.

4.3 ΕΓΓΥΗΜΕΝΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΒΣ ΑΝΑΦΗΣ

Στο Σχήμα 5 παρουσιάζονται τα επίπεδα μη εντασσόμενης ενέργειας (ΜΕΕ) προσφορών των αποδεκτών σεναρίων που προέκυψαν από την ανάλυση της προηγούμενης ενότητας, προκειμένου να διαμορφωθεί εικόνα ως προς τις αναγκαίες εγγυήσεις απορρόφησης τις οποίες οφείλει να παρέχει ο Διαχειριστής ΜΔΝ στους κατανεμόμενους σταθμούς ΑΠΕ.

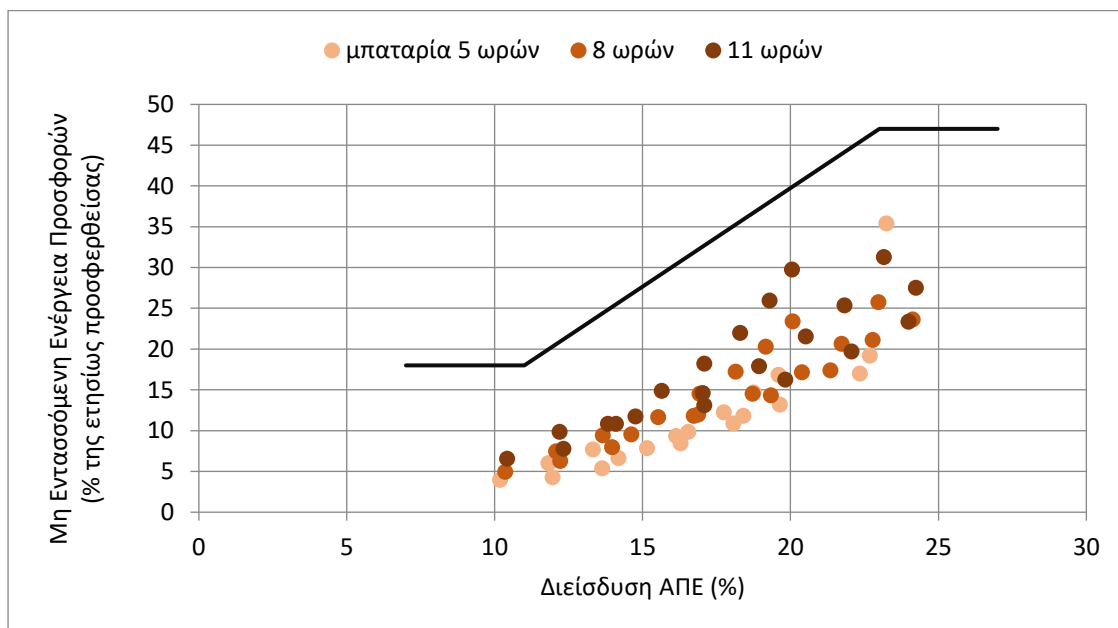


Σχήμα 5 : Μη εντασσόμενη ενέργεια προσφορών αποδεκτών σεναρίων ΥΒΣ με μπαταρία 5, 8 και 11 ωρών στο ΗΣ Ανάφης

Όπως διαπιστώθηκε σε προηγούμενο έργο, το καταλληλότερο μέγεθος προς συμβολαιοποίηση είναι η μη εντασσόμενη ενέργεια των προσφορών των κατανεμόμενων σταθμών (εδώ ΥΒΣ). Η ενέργεια αυτή περιλαμβάνει την προσφερθείσα από τον σταθμό ενέργεια (Δηλώσεις Παραγωγής Α' και Β' Περιόδου ΚΗΕΠ), η οποία δεν κατέστη δυνατό να απορροφηθεί από το δίκτυο λόγω συμφόρησης, είτε στη φάση του προγραμματισμού (κατάρτιση και αναθεώρηση του ΚΗΕΠ και κατάρτιση των προγραμμάτων

κατανομής) είτε στη φάση της λειτουργίας. Υπενθυμίζεται ότι η παραπάνω ενέργεια δεν απορρίπτεται κατ' ανάγκην, εφόσον υπάρχει δυνατότητα αποθήκευσης, αλλά επαναπροσφέρεται την επόμενη περίοδο ΚΗΕΠ. Η απορριπτόμενη ενέργεια πρωτογενούς πηγής των σταθμών ΑΠΕ αντανakλά επίσης την αποθηκευτική ικανότητα και την εσωτερική διαστασιολόγηση του κάθε σταθμού ΑΠΕ και συνεπώς δεν ταυτίζεται με τη μη εντασσόμενη ενέργεια των προσφορών, ωστόσο παρουσιάζει συσχέτιση με αυτή.

Λαμβάνοντας υπόψη μόνο τα αποδεκτά σενάρια και τηρώντας ένα εύλογο περιθώριο ασφαλείας της τάξης του 10%, προκύπτει η καμπύλη εγγυημένης απορρόφησης που εικονίζεται στο Σχήμα 6 με ευθεία γραμμή μαύρου χρώματος.



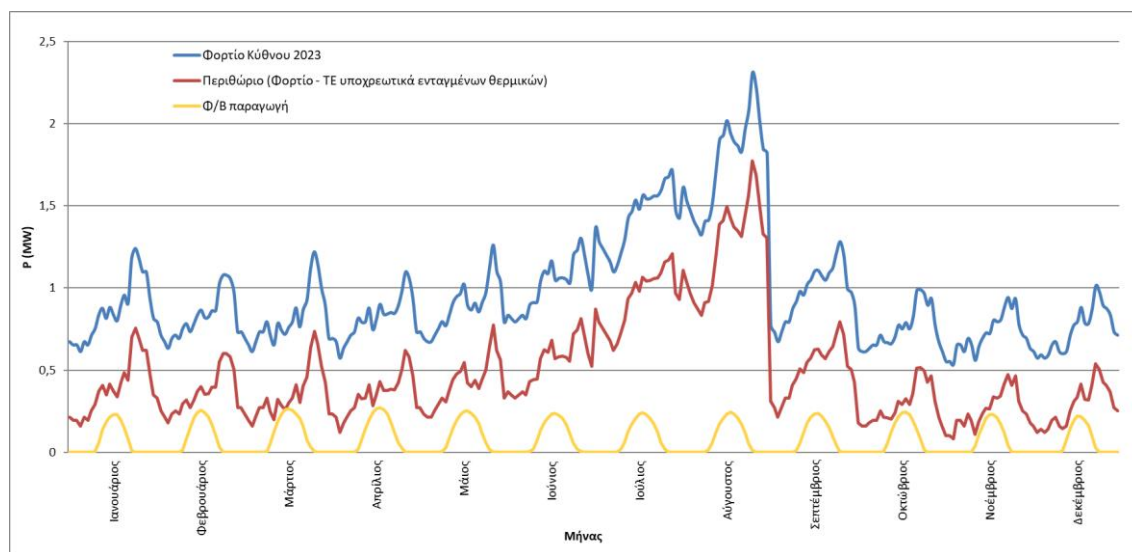
Σχήμα 6 : Καμπύλη εγγυημένης απορρόφησης στο ΗΣ Ανάφης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΠΕΡΙΘΩΡΙΑ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ ΑΠΕ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΣ ΚΥΘΝΟΥ

5.1 ΠΕΡΙΘΩΡΙΑ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ ΤΩΝ ΜΗ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΑΠΕ

Για τον προσδιορισμό του περιθωρίου Φ/Β και λοιπών μη ελεγχόμενων ΑΠΕ εφαρμόζεται το κριτήριο ελάχιστης φόρτισης των συμβατικών μονάδων, προκειμένου να προσδιοριστεί η αποδεκτή ισχύς των μη ελεγχόμενων τεχνολογιών ΑΠΕ (Φ/Β, μΑ/Γ, ΣΒΒμε). Πιθανή φόρτιση των συμβατικών μονάδων σε ισχείς χαμηλότερες των τεχνικών ελαχίστων τους δύναται να εμφανιστεί σε συνθήκες χαμηλού φορτίου και υψηλής παραγωγής τεχνολογιών ΑΠΕ στις οποίες δεν επιβάλλονται περιορισμοί διείσδυσης. Προς τούτο, λαμβάνονται οι ελάχιστες ημερήσιες καμπύλες φορτίου για κάθε μήνα του έτους, από τις οποίες αφαιρούνται τα τεχνικά ελάχιστα των υποχρεωτικά ενταγμένων συμβατικών μονάδων καθώς και μια ελάχιστη ποσότητα αρνητικής στρεφόμενης εφεδρείας ίση με 5% του φορτίου. Έτσι προκύπτει η μέγιστη δυνατότητα απορρόφησης παραγωγής μη ελεγχόμενων τεχνολογιών ΑΠΕ από το σύστημα του νησιού για κάθε ώρα του έτους.

Δεδομένου ότι η μη ελεγχόμενη παραγωγή ΑΠΕ αποτελείται κατά κύριο λόγο από Φ/Β σταθμούς, υπολογίζεται η ανά ώρα μέγιστη Φ/Β παραγωγή του κάθε μήνα, βάσει της εγκατεστημένης ισχύος Φ/Β. Με αυτόν τον τρόπο προκύπτει η μέγιστη αποδεκτή ισχύς Φ/Β, για την οποία η μέγιστη αναμενόμενη παραγωγή τους δεν υπερβαίνει την ελάχιστη δυνατότητα απορρόφησης παραγωγής ΑΠΕ από το σύστημα για κανέναν μήνα του έτους. Η διαδικασία αυτή απεικονίζεται στο Σχήμα 7.



Σχήμα 7: Μείγιστη δυνατότητα απορρόφησης παραγωγής μη ελεγχόμενων τεχνολογιών ΑΠΕ για το ΗΣ της Κύθνου.

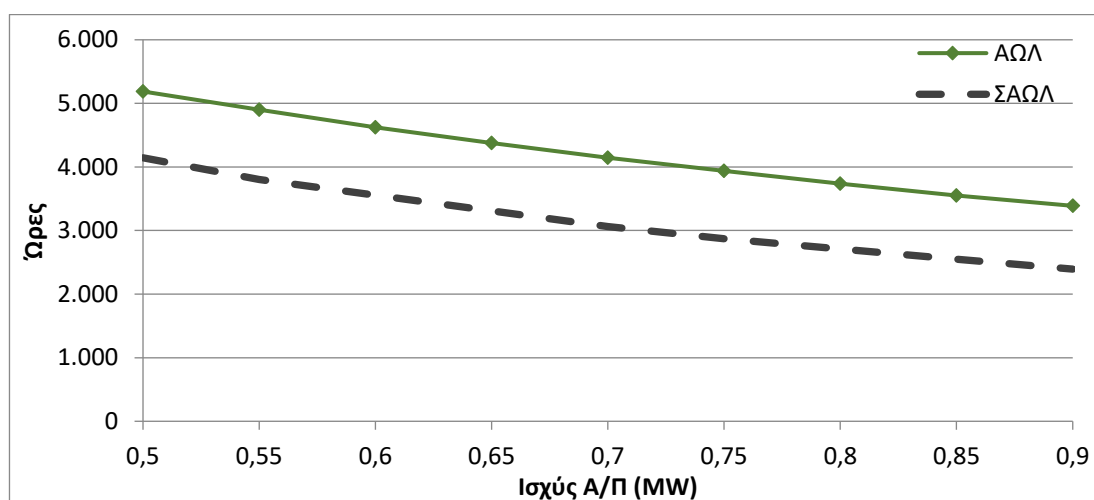
Καθώς εξετάζουμε τις ελάχιστες ημερήσιες καμπύλες φορτίου, κρίνεται αναγκαία η θεώρηση δύο μονάδων MWM ως υποχρεωτικά ενταγμένων μονάδων έναντι μίας μονάδας Mitsubishi, ώστε να προκύπτουν συνολικά μικρότερα τεχνικά ελάχιστα. Εάν επιλεγεί η τήρηση της μονάδας Mitsubishi ακόμη και στα χαμηλότερα φορτία, προκύπτει σημαντική μείωση του περιθωρίου Φ/Β, τέτοια ώστε το σύστημα να αδυνατεί να υποδεχτεί οποιαδήποτε Φ/Β ισχύ πέραν της εγκατεστημένης, έστω και αν δεν τηρηθεί αρνητική εφεδρεία.

Με τη μεθοδολογία αυτή υπολογίζεται αποδεκτή εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β σταθμών ίση με 290kW, τιμή που είναι κατά 23kW μικρότερη του ισχύοντος περιθωρίου (όπως αυτό ορίζεται στην απόφαση ΡΑΕ 616/2016) για το σύνολο των μη ελεγχόμενων σταθμών ΑΠΕ, το οποίο ανέρχεται σε 313kW και είναι επιμερισμένο σε 308kW για Φ/Β, 5kW σε μΑ/Γ και μηδενική ισχύ σε ΣΒΒμε.

Ο επιμερισμός του νέου περιθωρίου μπορεί να ακολουθήσει τη λογική του ήδη εγκεκριμένου ή να διαφοροποιηθεί, ανάλογα με το ενδιαφέρον για εγκατάσταση Φ/Β. Για τις προσομοιώσεις της παρούσας μελέτης, το προκύπτον περιθώριο επιμερίζεται σε **285kW για Φ/Β και 5kW σε μΑ/Γ**.

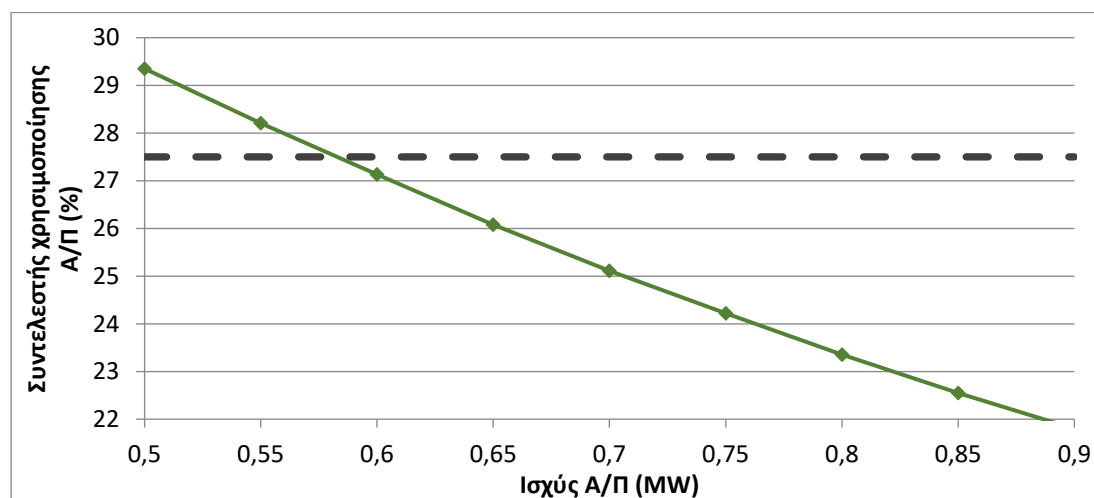
5.2 ΠΕΡΙΘΩΡΙΟ Α/Π

Στη συνέχεια παρουσιάζονται αποτελέσματα προσομοιώσεων της λειτουργίας του συστήματος της Κύθνου για το έτος 2023, θεωρώντας ενταγμένους μη ελεγχόμενους σταθμούς ΑΠΕ ισχύος ίσης με τα περιθώρια που προσδιορίζονται στην προηγούμενη ενότητα και την ισχύ Α/Π να κυμαίνεται μεταξύ 500kW και 900kW. Στο Σχήμα 8 παρουσιάζονται οι υπολογιζόμενες ΑΩΛ συναρτήσει της συνολικής ισχύος Α/Π του συστήματος. Αυτές συγκρίνονται με τις ΣΑΩΛ που προκύπτουν βάσει του πίνακα της σύμβασης πώλησης που βρίσκεται σε ισχύ.



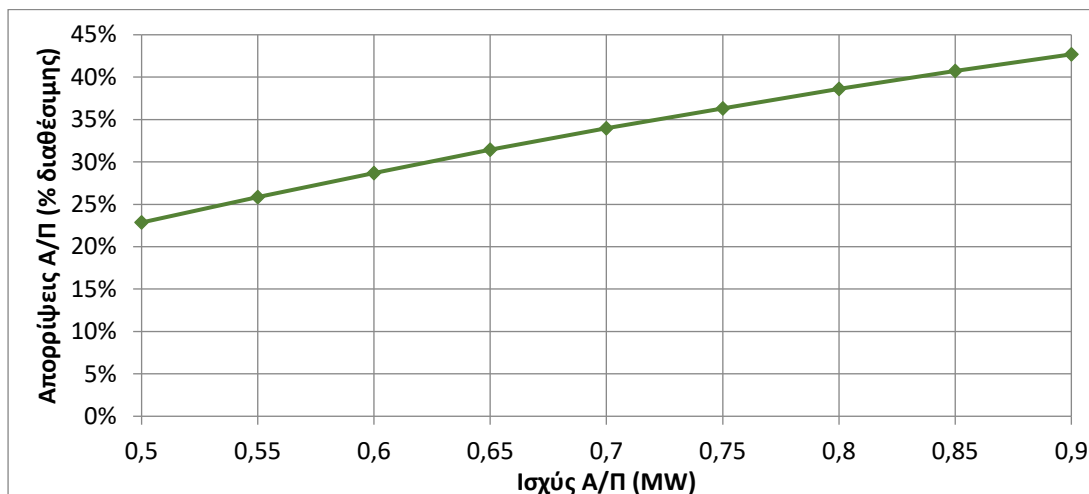
Σχήμα 8: Σύγκριση ΑΩΛ – ΣΑΩΛ, συναρτήσει της συνολικής αιολικής ισχύος στο ΗΣ Κύθνου

Είναι εμφανές από την απεικόνιση των δύο μεγεθών ότι, για οποιαδήποτε εγκατεστημένη ισχύ Α/Π εντός του εύρους εξέτασης, ικανοποιείται η συμβατική υποχρέωση του διαχειριστή (ΑΩΛ>ΣΑΩΛ). Συνεπώς, για τον καθορισμό της μέγιστης αποδεκτής αιολικής ισχύος εξετάζεται ο συντελεστής χρησιμοποίησης του Α/Π (Σχήμα 9), ενώ παράλληλα αξιολογούνται οι απορρίψεις των Α/Π (Σχήμα 10).



Σχήμα 9: Συντελεστής χρησιμοποίησης Α/Π, συναρτήσει της συνολικής αιολικής ισχύος στο ΗΣ Κύθνου

Από την παραπάνω απεικόνιση γίνεται φανερό ότι η διατήρηση του συντελεστή χρησιμοποίησης στο όριο του 27,5%, αποκλείει οποιαδήποτε αιολική ισχύς μεγαλύτερη των 580kW. Συνεπώς, το σύστημα της Κύθνου δεν μπορεί να υποδεχθεί πρόσθετη αιολική ισχύ, πέραν της ήδη αδειοδοτημένης. Δεδομένου ότι το αδειοδοτημένο και δεσμεύον ηλεκτρικό χώρο Α/Π στην Κύθνο έχει ισχύ 665kW, **προτείνεται το περιθώριο για Α/Π να τεθεί ίσο με 665kW**. Στο επίπεδο αυτό, οι απορρίψεις αιολικής ενέργειας ανέρχονται σε 32,5% της διαθέσιμης, ποσοστό ήδη αρκετά υψηλό.



Σχήμα 10: Απορριπτόμενη ενέργεια Α/Π (% της διαθέσιμης), συνάρτησε της συνολικής αιολικής ισχύος στο ΗΣ Κύθνου

5.3 ΠΕΡΙΘΩΡΙΑ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ ΥΒΣ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων της λειτουργίας του συστήματος της Κύθνου για το έτος 2023 και τα εκτιμώμενα περιθώρια διείσδυσης Υβριδικών σταθμών με σύστημα αποθήκευσης μπαταριών και Φ/Β - Α/Γ ως συνιστώσες ΑΠΕ. Στην Κύθνο έχουν εκδοθεί άδειες παραγωγής για τρεις ΥΒΣ συνολικής εγγυημένης ισχύος 2,8 MW. Η σύνθεση των αδειοδοτημένων ΥΒΣ παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί.

Εταιρία	Άδεια Παραγωγής	Φ/Β	Α/Γ	Εγγυημένη Ισχύς	Αντιστροφέας	Φορτιστές	Ωφέλιμη Χωρητικότητα Μπαταριών
ΑΠ Γαϊδουροράχης Α.Ε.	ΡΑΕ 537-06.03.2020	-	1 MW	0,8 MW	-	1 MW	4 MWh ή 5 ώρες
Ακτίνα Κρήτης Α.Ε.	ΡΑΕ 649-27.03.2020	1,99 MW	-	1 MW	1 MW	2 MW	5 MWh ή 5 ώρες
Ακτίνα Κρήτης Α.Ε.	ΡΑΕ 650-27.03.2020	1,99 MW	-	1 MW	1 MW	2 MW	5 MWh ή 5 ώρες

Πίνακας 12 : Αδειοδοτημένοι ΥΒΣ στην Κύθνο

Βάσει των ανωτέρω αδειών, εξετάζεται η ένταξη υβριδικών σταθμών με σύστημα αποθήκευσης μπαταριών και Φ/Β (ΥΒΣ-ΦΜ) ή Α/Π (ΥΒΣ-ΑΜ) ως μονάδες ΑΠΕ, σε αναλογία ισχύος ΥΒΣ-ΦΒ:ΥΒΣ-ΑΜ ίση με 5:2. Η αναλογία μεγέθους των κύριων συνιστωσών ΥΒΣ-ΦΒ και ΥΒΣ-ΑΜ παρουσιάζεται στους Πίνακες 13 και 14.

Εγγυημένη Ισχύς ΥΒΣ	Εγκατεστημένη Ισχύς Φ/Β	Ωφέλιμη Χωρητικότητα Μπαταριών	Ισχύς Μετατροπένων Ισχύος
P	200% · P	5 · P	200% · P

Πίνακας 13 : Θεωρηθείσα διαστασιολόγηση συνιστωσών ΥΒΣ-ΦΜ στην Κύθνο

Εγγυημένη Ισχύς ΥΒΣ	Εγκατεστημένη Ισχύς Α/Γ	Ωφέλιμη Χωρητικότητα Μπαταριών	Ισχύς Μετατροπένων Ισχύος
P	125% · P	5 · P	125% · P

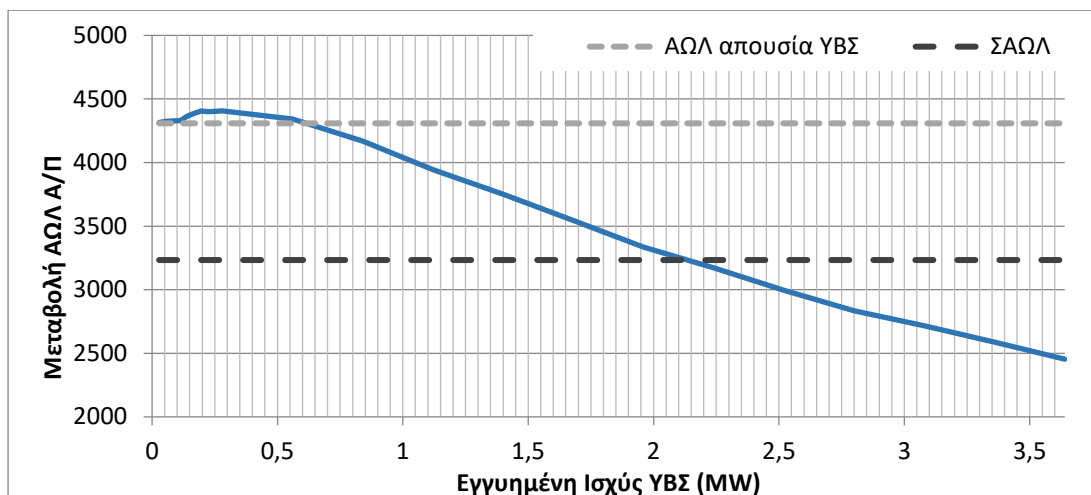
Πίνακας 14 : Θεωρηθείσα διαστασιολόγηση συνιστωσών ΥΒΣ-ΑΜ στην Κύθνο

Η εγκατεστημένη ισχύς των Μη Κατανεμόμενων Μονάδων ΑΠΕ θεωρείται σταθερή και ίση με το αντίστοιχο περιθώριο ισχύος όπως ορίζεται στις παραγράφους 5.1 και 5.2 (Α/Π 665kW, Φ/Β 285kW και μΑ/Γ 5kW). Για τους ΣΒΒελ θεωρείται αρχικά μηδενικό περιθώριο, όπως ορίζεται και στην απόφαση ΡΑΕ 616/2016. Το εύρος σεναρίων ΥΒΣ που εξετάζεται με τις παραπάνω παραδοχές εγκατεστημένης ισχύος ΑΠΕ, συνοψίζεται στον Πίνακα 15.

Τεχνολογία ΑΠΕ	kW
Α/Π	665
Φ/Β	285
μΑ/Γ	5
ΣΒΒμε	0
ΣΒΒελ	0
ΥΒΣ	28–280 με βήμα 28kW, 280-3.640 με βήμα 280kW

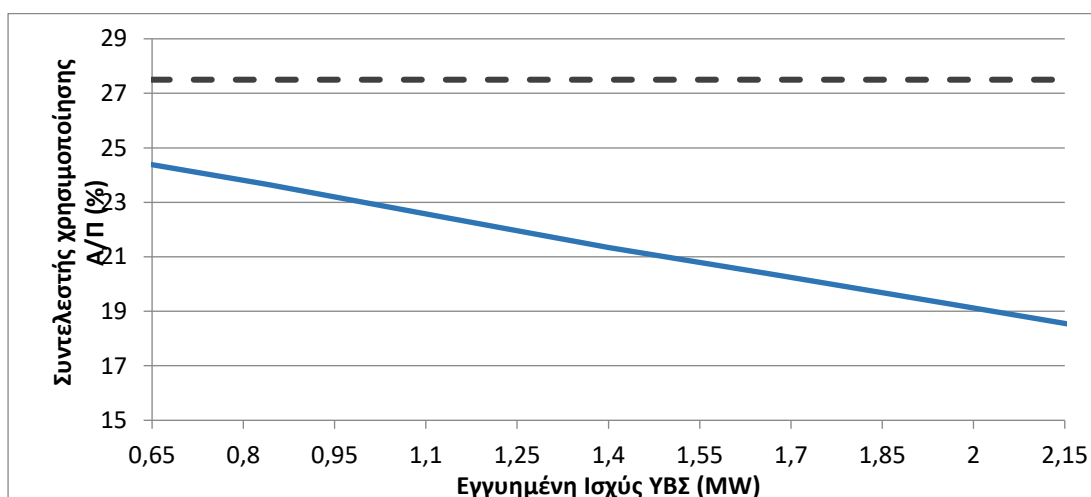
Πίνακας 15: Θεωρούμενη εγκατεστημένη ισχύς (kW) ανά τεχνολογία ΑΠΕ για το σύνολο των εξεταζόμενων σεναρίων για τον προσδιορισμό του περιθωρίου ισχύος ΥΒΣ του ΗΣ Κύθνου.

Στο Σχήμα 11 παρουσιάζεται η απόκλιση των ΑΩΛ, τόσο από τις ΑΩΛ που προκύπτουν απουσία ΥΒΣ, όσο και από τις ΣΑΩΛ, συναρτήσει της ισχύος ΥΒΣ στο σύστημα. Η επίπτωση από την ένταξη αυξανόμενης ισχύος ΥΒΣ στις υπολογιζόμενες ΑΩΛ είναι αισθητή. Οι ΑΩΛ των Α/Π δεν υπολείπονται από τις ΑΩΛ που θα αποστέλλονταν στα Α/Π απουσία ΥΒΣ για εγγυημένη ισχύ ΥΒΣ έως 0,65MW, ενώ υπερκαλύπτουν τις συμβατικές για ισχύ ΥΒΣ έως και 2,1MW.

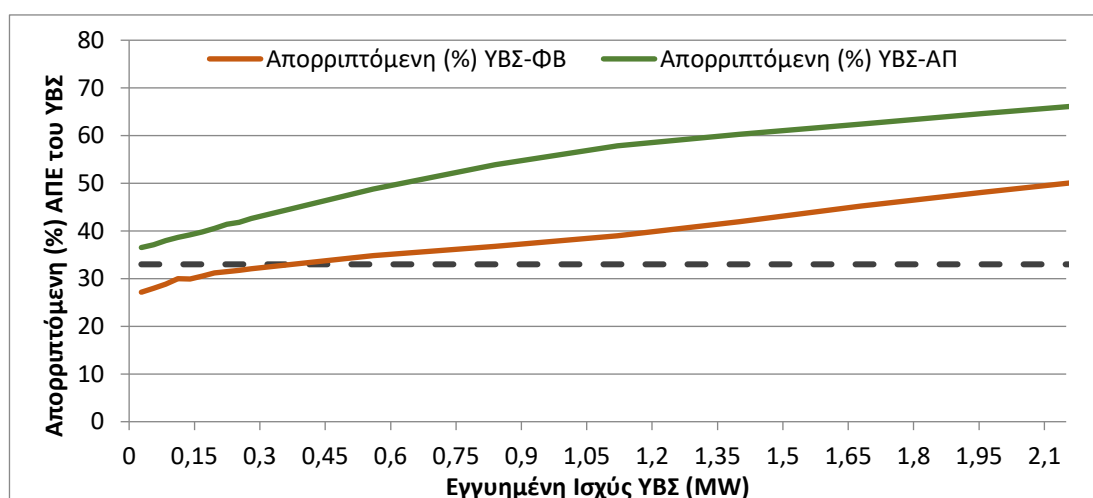


Σχήμα 11: Μεταβολή των ΑΩΛ, συναρτήσει της εγκατεστημένης ισχύος ΥΒΣ

Μέσα σε αυτό το εύρος εγκατεστημένης ισχύος (0,65-2,1MW) ο συντελεστής χρησιμοποίησης κυμαίνεται σε ποσοστά 24-19%, ενώ η απορριπτόμενη ενέργεια ΑΠΕ των ΥΒΣ σε ποσοστά 35-65% (Σχήμα 12 και 13).



Σχήμα 12: Συντελεστής χρησιμοποίησης Α/Π, συναρτήσει της εγκατεστημένης ισχύος ΥΒΣ



Σχήμα 13: Απορριπτόμενη Φ/Β ενέργεια του ΥΒΣ, συναρτήσει της εγκατεστημένης ισχύος ΥΒΣ

Είναι εμφανές ότι λόγω του μεγέθους του αδειοδοτημένου Α/Π, το σύστημα είναι ήδη έντονα κορεσμένο και διαθέτει πολύ μικρό περιθώριο υποδοχής κατανεμόμενων σταθμών ΑΠΕ. Η ενεργειακή αποδοτικότητα του ΥΒΣ είναι εξ αρχής χαμηλή και αυτό θα πρέπει να ληφθεί υπόψη από τον υποψήφιο υβριδικό παραγωγό στη μελέτη διαστασιολόγησης του έργου.

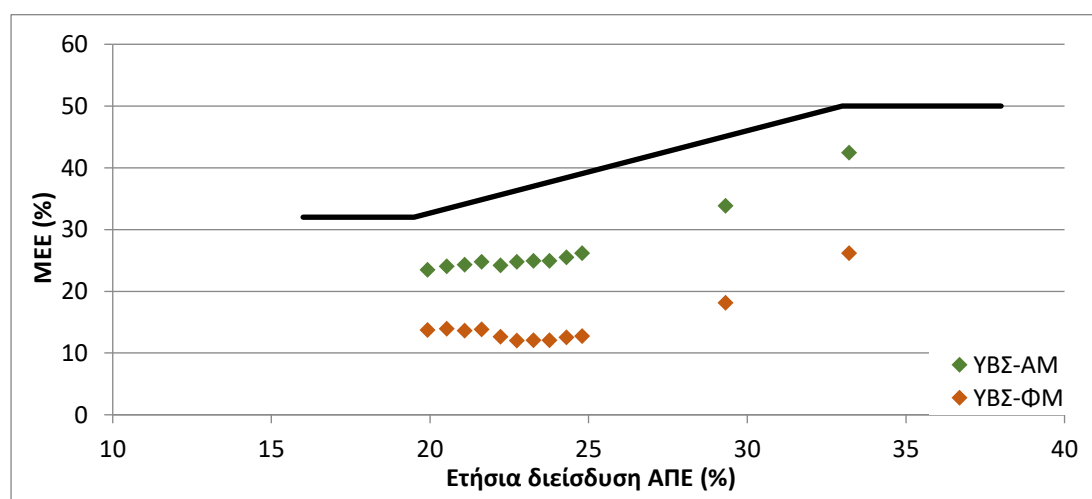
Συνεκτιμώντας όλες τις παραμέτρους, **προτείνεται να δοθεί περιθώριο ΥΒΣ 0,65MW**, το οποίο καλύπτει το κριτήριο τήρησης των ΣΑΩΛ, ενώ παράλληλα διατηρεί τόσο το συντελεστή χρησιμοποίησης του Α/Π όσο και τις απορρίψεις ΑΠΕ του ΥΒΣ σε κατά το δυνατόν ικανοποιητικά επίπεδα. Ένα υψηλότερο περιθώριο ΥΒΣ, ειδικά στην περίπτωση που ο υποψήφιος υβριδικός παραγωγός διαθέτει Α/Γ και όχι Φ/Β, θα οδηγήσει σε απόρριψη τη μισή και πλέον διαθέσιμη ενέργεια ΑΠΕ του υβριδικού σταθμού σε ετήσια βάση.

Τέλος, διαπιστώνεται ότι δεν υπάρχουν περιθώρια υποδοχής ισχύος ΣΒΒελ, καθώς αυτό θα σήμαινε επιπλέον μείωση του περιθωρίου ΥΒΣ, το οποίο, δεδομένου του επενδυτικού ενδιαφέροντος για ΥΒΣ, δεν κρίνεται αποδεκτό.

5.4 ΚΑΜΠΥΛΗ ΕΓΓΥΗΜΕΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ

Στην αρχική μελέτη προσδιορισμού περιθωρίων διείσδυσης ΑΠΕ διαπιστώθηκε ότι το κατάλληλο μέγεθος εγγυήσεων απορρόφησης για κατανεμόμενους σταθμούς ΑΠΕ είναι η μη εντασόμενη ενέργεια (ΜΕΕ) προσφορών των σταθμών αυτών. Η ενέργεια αυτή αντιστοιχεί στην προσφερθείσα από τον σταθμό ενέργεια, η οποία δεν κατέστη δυνατό να παραχθεί λόγω συμφόρησης του συστήματος, είτε στη φάση του προγραμματισμού, είτε στη φάση της λειτουργίας. Σημειώνεται ότι, όταν ο σταθμός διαθέτει δυνατότητα αποθήκευσης, η παραπάνω ενέργεια δεν απορρίπτεται κατ' ανάγκην αλλά επαναπροσφέρεται την επόμενη περίοδο ΚΗΕΠ. Η μη εντασόμενη ενέργεια παρουσιάζει συσχέτιση με την απορριπτόμενη πρωτογενώς διαθέσιμη ενέργεια, αλλά δεν ταυτίζεται με αυτή παρουσία αποθηκευτικών δυνατοτήτων. Η δεύτερη εξαρτάται από την αποθηκευτική ικανότητα και την εσωτερική διαστασιολόγηση των συνιστωσών του κάθε σταθμού, όπως και από το επίπεδο κορεσμού του συστήματος ΜΔΝ.

Στο Σχήμα 14 παρουσιάζεται η ΜΕΕ των θεωρούμενων ΥΒΣ-ΦΜ και ΥΒΣ-ΑΜ, ως ποσοστό της συνολικά προσφερθείσας ενέργειας από τον σταθμό σε ετήσια βάση, συναρτήσει της επιτυγχανόμενης διείσδυσης ΑΠΕ (% της ετήσιας ζήτησης).



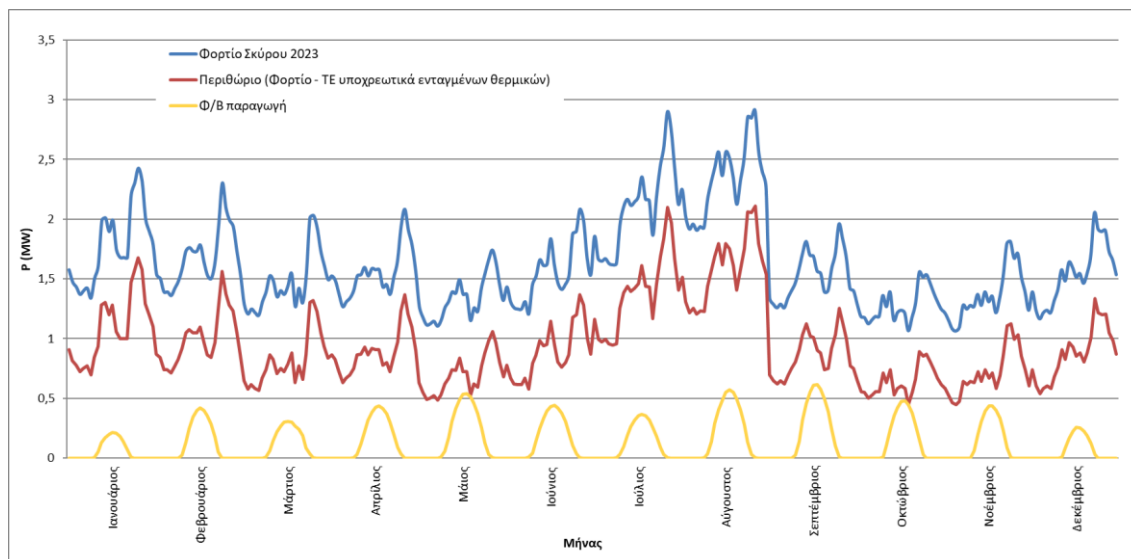
Σχήμα 14: Μη εντασόμενη ενέργεια προσφορών ΥΒΣ συναρτήσει της ετήσιας διείσδυσης ΑΠΕ (% του φορτίου) για το σύνολο των αποδεκτών σεναρίων στο ΗΣ Κύθνου

Η καμπύλη εγγυήσεων ΜΕΕ διατηρεί σημαντική απόσταση ασφαλείας από τις τιμές ΜΕΕ των προσομοιώσεων (8-10%), δεδομένου ότι οι τελευταίες παρουσιάζουν σημαντική ευαισθησία ως προς διάφορες παραμέτρους διαχείρισης του συστήματος, οι οποίες σε επίπεδο ανάλυσης προσεγγίζονται κατά το δυνατόν πιο αξιόπιστα, αλλά δεν μπορούν να προεξοφληθούν σε σχέση με τη μελλοντική εφαρμογή τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΠΕΡΙΘΩΡΙΑ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ ΑΠΕ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΣ ΣΚΥΡΟΥ

6.1 ΠΕΡΙΘΩΡΙΑ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ ΤΩΝ ΜΗ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΑΠΕ

Όπως και στην περίπτωση της Κύθνου, εφαρμόζεται το κριτήριο ελάχιστης φόρτισης των υποχρεωτικά ενταγμένων συμβατικών μονάδων, προκειμένου να προσδιοριστεί η αποδεκτή ισχύς των μη ελεγχόμενων τεχνολογιών ΑΠΕ (αθροιστική ισχύς Φ/Β, μΑ/Γ και ΣΒΒμε). Ελήφθησαν οι ελάχιστες ημερήσιες καμπύλες φορτίου για κάθε μήνα του έτους αναφοράς, από τις οποίες αφαιρέθηκαν τα τεχνικά ελάχιστα των υποχρεωτικά ενταγμένων συμβατικών μονάδων καθώς και μια ελάχιστη ποσότητα αρνητικής στρεφόμενης εφεδρείας ίση με 10% του φορτίου. Δεδομένου ότι η μη ελεγχόμενη παραγωγή ΑΠΕ αποτελείται κατά κύριο λόγο από Φ/Β σταθμούς, υπολογίζεται η ανά ώρα μέγιστη Φ/Β παραγωγή του κάθε μήνα, βάσει της εγκατεστημένης ισχύος Φ/Β. Με αυτόν τον τρόπο προκύπτει η μέγιστη αποδεκτή ισχύς Φ/Β, για την οποία η μέγιστη αναμενόμενη παραγωγή τους δεν υπερβαίνει την ελάχιστη δυνατότητα απορρόφησης παραγωγής ΑΠΕ από το σύστημα για κανέναν μήνα του έτους (Σχήμα 15).



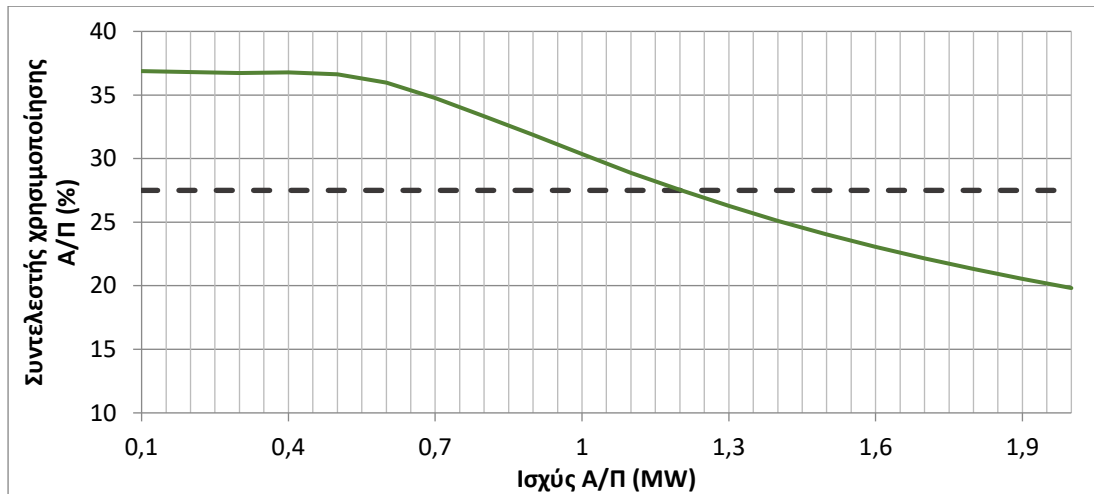
Σχήμα 15: Μείγιστη δυνατότητα απορρόφησης παραγωγής μη ελεγχόμενων τεχνολογιών ΑΠΕ για το ΗΣ της Σκύρου

Με μονάδα υποχρεωτικής ένταξης μία Mitsubishi, υπολογίζεται αποδεκτή εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β σταθμών 635kW, τιμή ίση με το ισχύον περιθώριο της απόφασης ΡΑΕ 616/2016 για το σύνολο των μη ελεγχόμενων σταθμών ΑΠΕ. Ο επιμερισμός του νέου περιθωρίου μπορεί να παραμείνει ως έχει ή να διαφοροποιηθεί, ανάλογα με το ενδιαφέρον για εγκατάσταση Φ/Β. Για τις προσομοιώσεις της παρούσας μελέτης, το προκύπτον περιθώριο επιμερίζεται σε **571kW για Φ/Β, 64kW σε μΑ/Γ και μηδενικό σε ΣΒΒμε**.

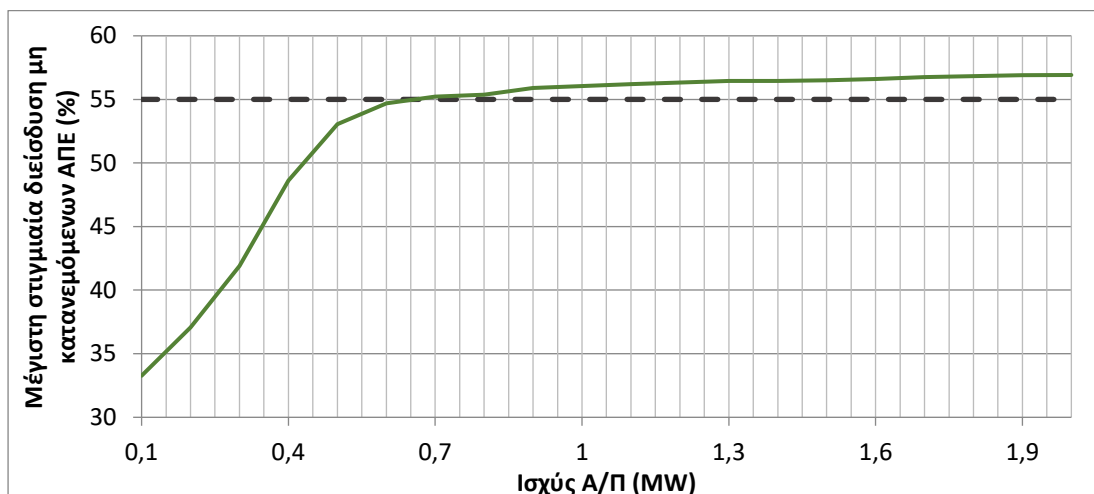
6.2 ΠΕΡΙΘΩΡΙΟ Α/Π

Στη συνέχεια παρουσιάζονται αποτελέσματα προσομοιώσεων της λειτουργίας του συστήματος της Σκύρου για το έτος 2023, θεωρώντας ενταγμένους μη ελεγχόμενους σταθμούς ΑΠΕ ισχύος ίσης με τα περιθώρια που προσδιορίζονται στην προηγούμενη ενότητα. Η ισχύς Α/Π κυμαίνεται μεταξύ 500kW και 1200kW με βήμα 100kW.

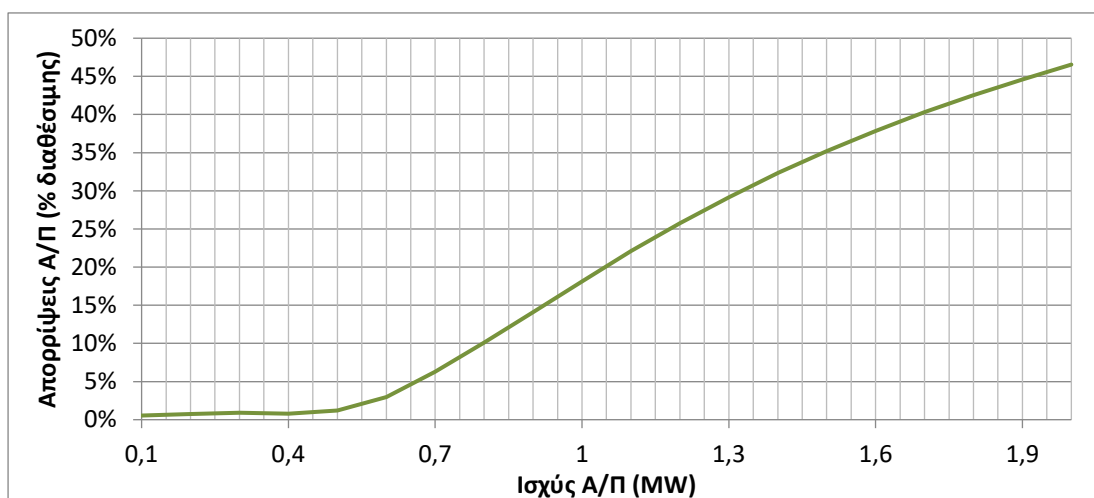
Στα Σχήματα 16, 17 και 18 παρουσιάζονται αντίστοιχα ο υπολογιζόμενος συντελεστής χρησιμοποίησης των Α/Π, η μέγιστη στιγμιαία διείσδυση μη κατανεμόμενων ΑΠΕ και οι απορρίψεις αιολικής ενέργειας, συναρτήσει της συνολικής ισχύος Α/Π του συστήματος.



Σχήμα 16: Συντελεστής χρησιμοποίησης Α/Π, συναρτήσει της συνολικής αιολικής ισχύος στο ΗΣ Σκύρου



Σχήμα 17: Μέγιστη στιγμιαία διείσδυση μη κατανεμόμενων ΑΠΕ, συναρτήσει της συνολικής αιολικής ισχύος στο ΗΣ Σκύρου



Σχήμα 18: Απορριπτόμενη ενέργεια Α/Π (% της διαθέσιμης), συναρτήσει της συνολικής αιολικής ισχύος στο ΗΣ Σκύρου

Παρατηρείται ότι ο συντελεστής χρησιμοποίησης Α/Π τηρείται άνω του ορίου 27,5% για αιολική ισχύ έως και 1,2MW. Στο επίπεδο όμως αυτό οι απορρίψεις του Α/Π υπερβαίνουν το 25% της διαθέσιμης ενέργειας ΑΠΕ. Παράλληλα, η τήρηση του κριτηρίου της μέγιστης στιγμιαίας διείσδυσης ΑΠΕ (έως 55%), επιτρέπει την υποδοχή έως και 0,65MW αιολικής ισχύος, με απορρίψεις περί το 5%. Με δεδομένο το επενδυτικό ενδιαφέρον για υβριδικούς σταθμούς στο ΗΣ, σε αντίθεση με τα Α/Π για τα οποία δεν υφίσταται καμία αίτηση υποψήφιου παραγωγού, προτείνεται η μείωση του εγκεκριμένου περιθωρίου της Απόφασης ΡΑΕ 616/2016 από τα 0,8MW στο επίπεδο των **0,65MW**, ώστε παράλληλα με την τήρηση του κριτηρίου, να απομένει ικανοποιητικός χώρος για υποδοχή υβριδικών σταθμών.

6.3 ΠΕΡΙΘΩΡΙΑ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ ΥΒΣ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων της λειτουργίας του συστήματος της Σκύρου για το έτος 2023 και τα εκτιμώμενα περιθώρια διείσδυσης Υβριδικών σταθμών με σύστημα αποθήκευσης μπαταριών και Φ/Β - Α/Γ ως συνιστώσες ΑΠΕ. Στη Σκύρο έχουν εκδοθεί άδειες παραγωγής για τρεις ΥΒΣ συνολικής εγγυημένης ισχύος 2,9 MW. Η σύνθεση των αδειοδοτημένων ΥΒΣ παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί.

Εταιρία	Άδεια Παραγωγής	Φ/Β	Α/Γ	Εγγυημένη Ισχύς	Αντιστροφέας	Φορτιστές	Ωφέλιμη Χωρητικότητα Μπαταριών
Ελληνικοί Υβριδικοί Σταθμοί Α.Ε.	ΡΑΕ 544-06.03.2020	5,236 MW	-	1,4 MW	2,5 MW	5 MW	9,52 MWh ή 7 ώρες
Παυλίδης Α.Ε.	ΡΑΕ 509-06.03.2020	0,499 MW	1 MW	1 MW	-	1,4 MW	5,6 MWh ή 6 ώρες
Elpedison	ΡΑΕ 665-27.03.2020	1,495 MW	-	0,5 MW	1,29 MW	-	5,323 MWh ή 10,65 ώρες

Πίνακας 16 : Αδειοδοτημένοι ΥΒΣ στη Σκύρο

Βάσει των ανωτέρω αδειών, εξετάζεται η ένταξη υβριδικών σταθμών με σύστημα αποθήκευσης μπαταριών και Φ/Β (ΥΒΣ-ΦΜ) ή Α/Π και Φ/Β (ΥΒΣ-ΑΦΜ) ως μονάδες ΑΠΕ, σε αναλογία εγγυημένης ισχύος ΥΒΣ-ΦΒ:ΥΒΣ-ΑΦΜ ίση με 1,9:1. Η αναλογία μεγέθους των κύριων συνιστωσών ΥΒΣ-ΦΒ και ΥΒΣ-ΑΦΜ παρουσιάζεται στους Πίνακες 17 και 18.

Εγγυημένη Ισχύς ΥΒΣ	Εγκατεστημένη Ισχύς Φ/Β	Ωφέλιμη Χωρητικότητα Μπαταριών	Ισχύς Μετατροπών Ισχύος
P	350% · P	7,8 · P	325% · P

Πίνακας 17 : Θεωρηθείσα διαστασιολόγηση συνιστωσών ΥΒΣ-ΦΜ στη Σκύρο

Εγγυημένη Ισχύς ΥΒΣ	Εγκατεστημένη Ισχύς Φ/Β	Εγκατεστημένη Ισχύς Α/Γ	Ωφέλιμη Χωρητικότητα Μπαταριών	Ισχύς Μετατροπών Ισχύος
P	50% · P	100% · P	5,6 · P	140% · P

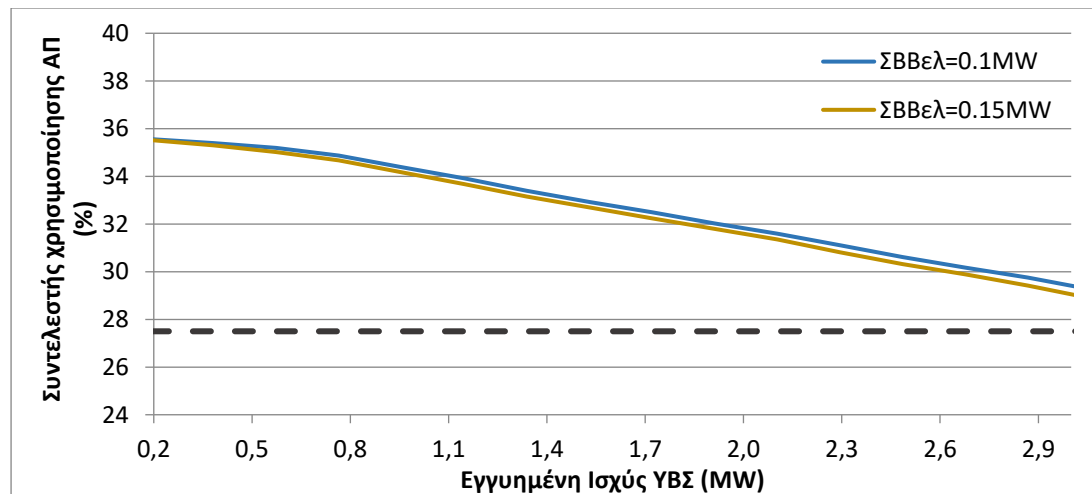
Πίνακας 18 : Θεωρηθείσα διαστασιολόγηση συνιστωσών ΥΒΣ-ΑΦΜ στη Σκύρο

Η εγκατεστημένη ισχύς των Μη Κατανεμόμενων Μονάδων ΑΠΕ θεωρείται σταθερή και ίση με το αντίστοιχο περιθώριο ισχύος όπως ορίζεται στις παραγράφους 6.1 και 6.2 (Α/Π 650kW, Φ/Β 571kW και μΑ/Γ 64kW). Για τους ΣΒΒελ θεωρούνται δύο επίπεδα ισχύος: το πρώτο επίπεδο ισχύος ΣΒΒελ είναι ίσο με το περιθώριο στην απόφαση ΡΑΕ 616/2016, δηλαδή 100kW το δεύτερο λαμβάνεται ενδεικτικά περίπου ίσο με το 8% του μέσου φορτίου, δηλαδή 150kW. Για κάθε επίπεδο ισχύος ΣΒΒελ εξετάζεται ευρύ σύνολο σεναρίων ΥΒΣ (Πίνακας 19).

Τεχνολογία ΑΠΕ	Σενάρια με ισχύ ΣΒΒελ βάσει ΡΑΕ 616/2016 (ισχύον περιθώριο)	Σενάρια με ισχύ ΣΒΒελ ίση προς 8% του μέσου φορτίου
Α/Π	650	
Φ/Β	571	
μΑ/Γ	64	
ΣΒΒμε	0	
ΣΒΒελ	100	150
ΥΒΣ	191 – 3.059 (με βήμα 191kW)	

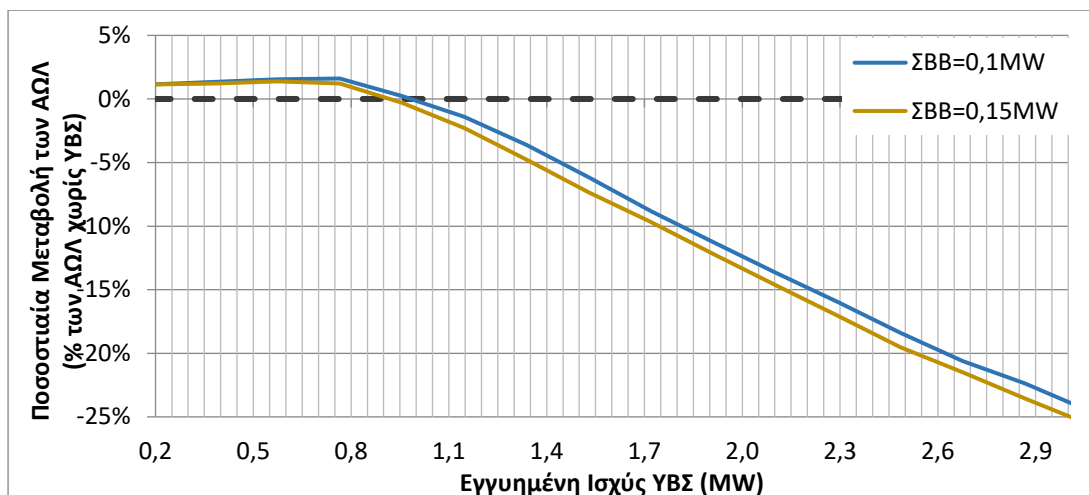
Πίνακας 19: Θεωρούμενη εγκατεστημένη ισχύς (kW) ανά τεχνολογία ΑΠΕ για το σύνολο των εξεταζόμενων σεναρίων για τον προσδιορισμό του περιθωρίου ισχύος ΥΒΣ του ΗΣ Σκύρου.

Στο επόμενο σχήμα παρουσιάζεται η επίπτωση του ΥΒΣ στο συντελεστή χρησιμοποίησης των Α/Π. Όπως φαίνεται, το CF παραμένει πάνω από το όριο 27,5% σε όλο το εύρος εξέτασης σεναρίων.



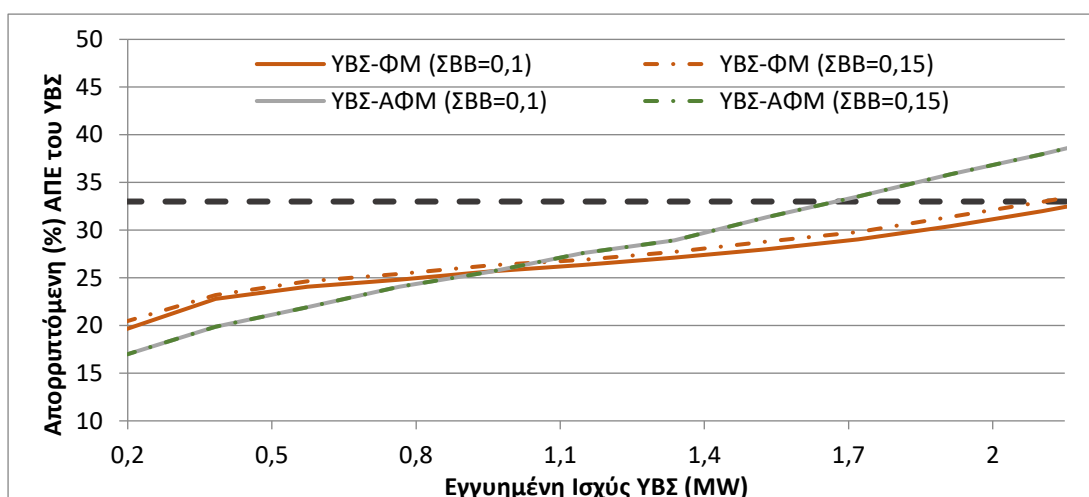
Σχήμα 19: Συντελεστής χρησιμοποίησης Α/Π, συναρτήσει της εγκατεστημένης ισχύος ΥΒΣ

Στη συνέχεια εξετάζεται η τήρηση του κριτηρίου μηδενικής υστέρησης των υπολογιζόμενων ΑΩΛ σε σχέση με τις ΑΩΛ απουσία ΥΒΣ (Σχήμα 20). Αυτό ικανοποιείται μέχρι την εγγυημένη ισχύ των 0,9-0,95MW (αναλόγως του επιπέδου ισχύος ΣΒΒελ).



Σχήμα 20: Ποσοστιαία Μεταβολή των ΑΩΛ, συναρτήσει της εγκατεστημένης ισχύος ΥΒΣ

Δεδομένου ότι δεν υφίσταται κάποιο Α/Π στο ΗΣ, η τήρηση του συγκεκριμένου κριτηρίου δεν πρέπει να αποτελέσει τροχοπέδη στην ανάπτυξη ΥΒΣ στο σύστημα, εφόσον αυτή είναι αποδεκτή αξιολογώντας την ενεργειακή αποδοτικότητα των σταθμών. Έτσι, το περιθώριο διείσδυσης ΥΒΣ καθορίζεται τελικά από το όριο της απορριπτόμενης ενέργειας ΑΠΕ του ΥΒΣ σε 1,7MW (Σχήμα 21).



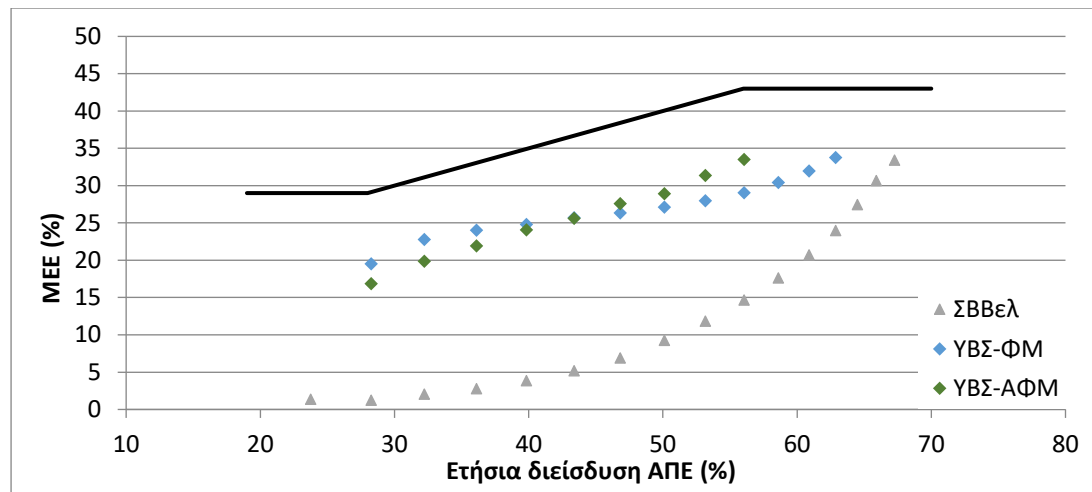
Σχήμα 21: Απορριπτόμενη Φ/Β ενέργεια του ΥΒΣ, συναρτήσει της εγκατεστημένης ισχύος ΥΒΣ

Συμπερασματικά, **το προτεινόμενο όριο διείσδυσης ισχύος ΥΒΣ στο σύστημα της Σκύρου είναι 1,7 MW**. Στο επίπεδο αυτό, ο συντελεστής χρησιμοποίησης των Α/Π είναι 32% και οι ΑΩΛ υπολογίζονται σε 6.361h.

Επιπλέον, διαπιστώνεται ότι η μεταβολή στην εγκατεστημένη ισχύ των ΣΒΒελ δεν επηρεάζει καθοριστικά το όριο αποδεκτής ισχύος ΥΒΣ, παράλληλα όμως δεν υφίσταται επενδυτικό ενδιαφέρον για τέτοιου είδους σταθμούς. Συνεπώς **προτείνεται το περιθώριο εγκατεστημένης ισχύος ΣΒΒελ να παραμείνει στα 100kW**.

6.4 ΚΑΜΠΥΛΗ ΕΓΓΥΗΜΕΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ

Στο Σχήμα 22 παρουσιάζεται η ΜΕΕ του εκάστοτε θεωρούμενου ΥΒΣ-ΦΜ, ΥΒΣ-ΑΦΜ και ΣΒΒελ, ως ποσοστό της συνολικά προσφερθείσας ενέργειας από τον σταθμό σε ετήσια βάση, συναρτήσει της επιτυγχανόμενης διείσδυσης ΑΠΕ (% της ετήσιας ζήτησης).



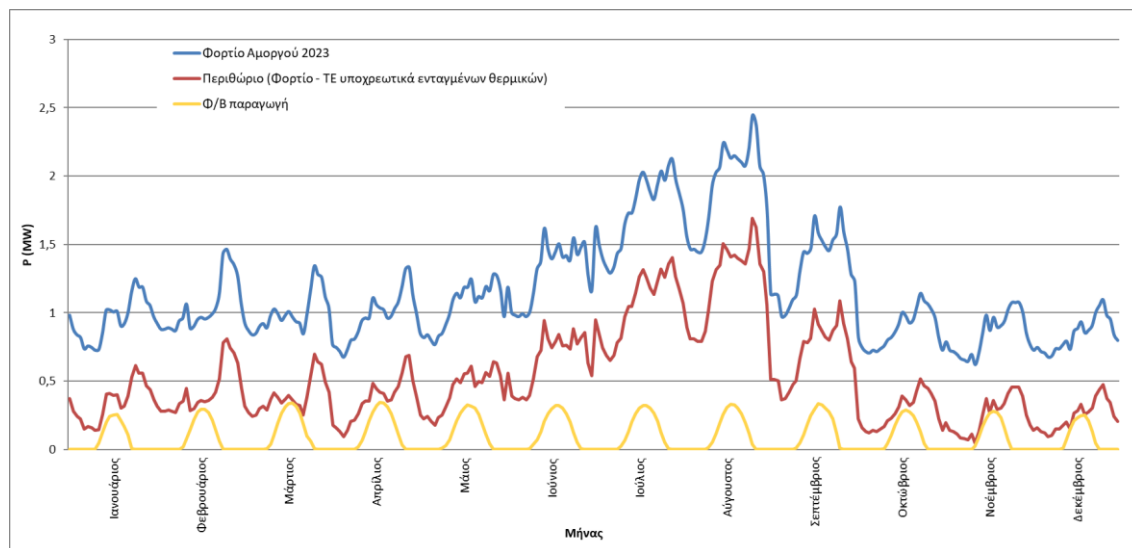
Σχήμα 22: Μη εντασσόμενη ενέργεια προσφορών ΣΒΒελ και ΥΒΣ συναρτήσει της ετήσιας διείσδυσης ΑΠΕ (% του φορτίου) για το σύνολο των αποδεκτών σεναρίων στο ΗΣ Σκύρου

Η καμπύλη εγγυήσεων ΜΕΕ διατηρεί σημαντική απόσταση ασφαλείας από τις τιμές ΜΕΕ των προσομοιώσεων (8-10%), δεδομένου ότι οι τελευταίες παρουσιάζουν σημαντική ευαισθησία ως προς διάφορες παραμέτρους διαχείρισης του συστήματος, οι οποίες σε επίπεδο ανάλυσης προσεγγίζονται κατά το δυνατόν πιο αξιόπιστα, αλλά δεν μπορούν να προεξοφληθούν σε σχέση με τη μελλοντική εφαρμογή τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΠΕΡΙΘΩΡΙΑ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ ΑΠΕ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΣ ΑΜΟΡΓΟΥ

7.1 ΠΕΡΙΘΩΡΙΑ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ ΤΩΝ ΜΗ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΑΠΕ

Όπως και στην περίπτωση της Σκύρου, εφαρμόζεται το κριτήριο ελάχιστης φόρτισης των υποχρεωτικά ενταγμένων συμβατικών μονάδων, προκειμένου να προσδιοριστεί η αποδεκτή ισχύς των μη ελεγχόμενων τεχνολογιών ΑΠΕ (αθροιστική ισχύς Φ/Β, μΑ/Γ και ΣΒΒμε). Ελήφθησαν οι ελάχιστες ημερήσιες καμπύλες φορτίου για κάθε μήνα του έτους αναφοράς, από τις οποίες αφαιρέθηκαν τα τεχνικά ελάχιστα των υποχρεωτικά ενταγμένων συμβατικών μονάδων καθώς και μια ελάχιστη ποσότητα αρνητικής στρεφόμενης εφεδρείας ίση με 10% του φορτίου. Δεδομένου ότι η μη ελεγχόμενη παραγωγή ΑΠΕ αποτελείται κατά κύριο λόγο από Φ/Β σταθμούς, υπολογίζεται η ανά ώρα μέγιστη Φ/Β παραγωγή του κάθε μήνα, βάσει της εγκατεστημένης ισχύος Φ/Β. Με αυτόν τον τρόπο προκύπτει η μέγιστη αποδεκτή ισχύς Φ/Β, για την οποία η μέγιστη αναμενόμενη παραγωγή τους δεν υπερβαίνει την ελάχιστη δυνατότητα απορρόφησης παραγωγής ΑΠΕ από το σύστημα για κανέναν μήνα του έτους (Σχήμα 23).



Σχήμα 23: Μείνιστη δυνατότητα απορρόφησης παραγωγής μη ελεγχόμενων τεχνολογιών ΑΠΕ για το ΗΣ της Αμοργού

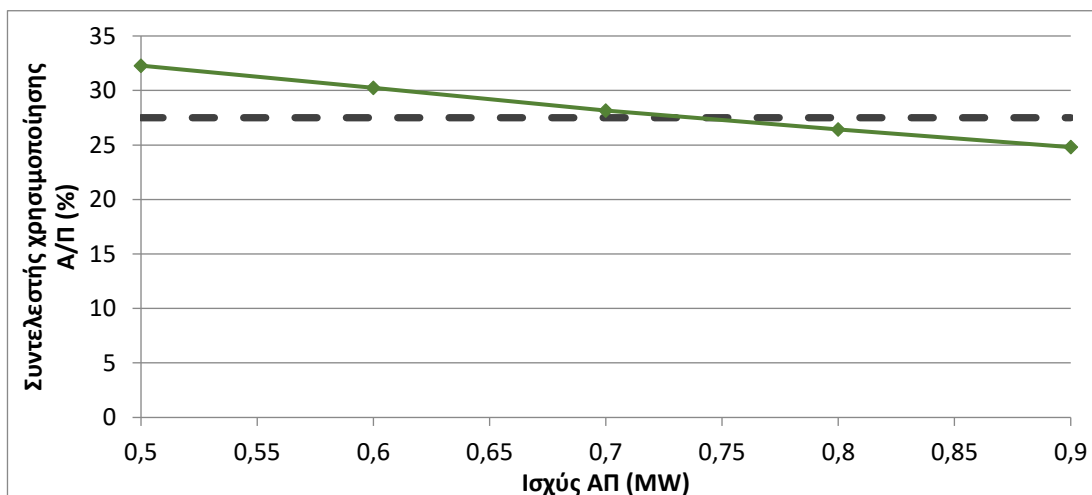
Με μονάδα υποχρεωτικής ένταξης μία Mitsubishi, υπολογίζεται αποδεκτή εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β σταθμών ίση με 400kW, τιμή που είναι κατά 61kW μεγαλύτερη του ισχύοντος περιθωρίου (όπως αυτό ορίζεται στην απόφαση ΡΑΕ 616/2016) για το σύνολο των μη ελεγχόμενων σταθμών ΑΠΕ, το οποίο ανέρχεται σε 339kW και είναι επιμερισμένο σε 333kW για Φ/Β, 6kW σε μΑ/Γ και μηδενική ισχύ σε ΣΒΒμε.

Ο επιμερισμός του νέου περιθωρίου μπορεί να ακολουθήσει τη λογική του ήδη εγκεκριμένου ή να διαφοροποιηθεί, ανάλογα με το ενδιαφέρον για εγκατάσταση Φ/Β. Για τις προσομοιώσεις της παρούσας μελέτης, το προκύπτον περιθώριο επιμερίζεται σε **393kW για Φ/Β και 7kW σε μΑ/Γ**.

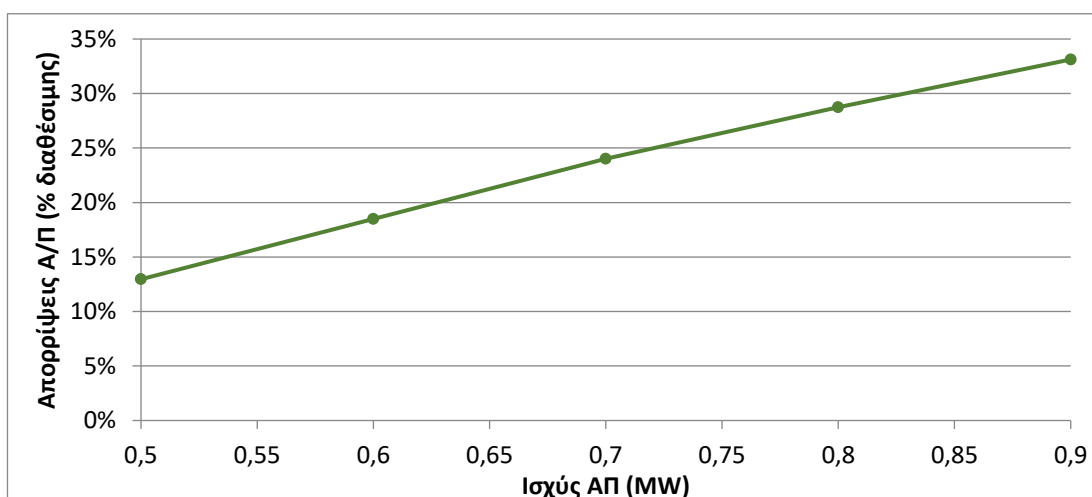
7.2 ΠΕΡΙΘΩΡΙΟ Α/Π

Στη συνέχεια παρουσιάζονται αποτελέσματα προσομοιώσεων της λειτουργίας του συστήματος της Αμοργού για το έτος 2023, θεωρώντας ενταγμένους μη ελεγχόμενους σταθμούς ΑΠΕ ισχύος ίσης με τα περιθώρια που προσδιορίζονται στην προηγούμενη ενότητα. Η ισχύς Α/Π κυμαίνεται μεταξύ 500kW και 900kW με βήμα 100kW.

Στα Σχήματα 24 και 25 παρουσιάζονται αντίστοιχα ο υπολογιζόμενος συντελεστής χρησιμοποίησης των Α/Π και οι απορρίψεις αιολικής ενέργειας, συναρτήσει της συνολικής ισχύος Α/Π του συστήματος.



Σχήμα 24: Συντελεστής χρησιμοποίησης Α/Π, συναρτήσει της συνολικής αιολικής ισχύος στο ΗΣ Αμοργού



Σχήμα 25: Απορριπτόμενη ενέργεια Α/Π (% της διαθέσιμης), συναρτήσει της συνολικής αιολικής ισχύος στο ΗΣ Αμοργού

Παρατηρείται ότι ο συντελεστής χρησιμοποίησης Α/Π τηρείται άνω του ορίου 27,5% για αιολική ισχύ έως και 730kW. Στο επίπεδο αυτό οι απορρίψεις του Α/Π υπερβαίνουν το 25% της διαθέσιμης ενέργειας ΑΠΕ, ενώ η μέγιστη στιγμιαία διείσδυση μη κατανεμόμενων ΑΠΕ είναι 51,8%, χαμηλότερη του ορίου (55%). Συνεπώς είναι δυνατή η αύξηση του εγκεκριμένου περιθωρίου των 500kW της Απόφασης ΡΑΕ 616/2016 κατά 230kW. Με δεδομένο όμως το επενδυτικό ενδιαφέρον για υβριδικούς σταθμούς στο ΗΣ, σε αντίθεση με τα Α/Π για τα οποία δεν υφίσταται καμία αίτηση υποψήφιου παραγωγού, εξετάζονται στη συνέχεια δύο σενάρια. Στο πρώτο θεωρείται νέο περιθώριο Α/Π στα 730kW, ενώ στο δεύτερο διατηρείται το εγκεκριμένο περιθώριο των 500kW ώστε να υπάρξει μεγαλύτερο περιθώριο υποδοχής υβριδικών σταθμών. Από την ανάλυση που ακολουθεί διαφαίνεται ως πλέον συμφέρουσα για την αύξηση της διείσδυσης του νησιού, **η διατήρηση του περιθωρίου Α/Π στα 500kW.**

7.3 ΠΕΡΙΘΩΡΙΑ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ ΥΒΣ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων της λειτουργίας του συστήματος της Αμοργού για το έτος 2023 και τα εκτιμώμενα περιθώρια διείσδυσης ΥΒΣ. Στην Αμοργό έχουν εκδοθεί άδειες παραγωγής για τέσσερις ΥΒΣ συνολικής εγγυημένης ισχύος 3,5 MW με σύστημα αποθήκευσης μπαταριών και Φ/Β ως συνιστώσες ΑΠΕ. Η σύνθεση των αδειοδοτημένων ΥΒΣ παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί.

Εταιρία	Άδεια Παραγωγής	Φ/Β	Α/Γ	Εγγυημένη Ισχύς	Αντιστροφέας	Φορτιστές	Ωφέλιμη Χωρητικότητα Μπαταριών
Δυτικός Υβριδικός Α.Ε.	ΡΑΕ 484-06.03.2020	1,99 MW	-	1 MW	1 MW	2 MW	8 MWh ή 8 ώρες
Δυτικός Υβριδικός Α.Ε.	ΡΑΕ 485-06.03.2020	1,99 MW	-	1 MW	1 MW	2 MW	8 MWh ή 8 ώρες
Ελληνικοί Υβριδικοί Σταθμοί Α.Ε.	ΡΑΕ 651-27.03.2020	3,234 MW	-	0,9 MW	1,5 MW	3 MW	6,8544 MWh ή 7,6 ώρες
Elpedison	ΡΑΕ 668-27.03.2020	1,706 MW	-	0,6 MW	2,1 MW	-	6,0768 MWh ή 10,1 ώρες

Πίνακας 20 : Αδειοδοτημένοι ΥΒΣ με μπαταρίες στην Αμοργό

Επιπλέον, υπάρχει μία άδεια παραγωγής για ΥΒΣ με αντλησιοταμίευση, εγγυημένης ισχύος 1,5MW με την ακόλουθη σύνθεση.

Εταιρία	Άδεια Παραγωγής	Φ/Β	Α/Γ	Εγγυημένη Ισχύς	Υδροστρόβιλοι	Αντλίες
Δυτικός Υβριδικός Α.Ε.	ΡΑΕ 483-06.03.2020	4 MW	1 MW	1,5 MW	1,5 MW	4 MW

Πίνακας 21 : Αδειοδοτημένος ΥΒΣ με αντλησιοταμίευση στην Αμοργό

Για τις ανάγκες της μελέτης ο παραπάνω υβριδικός με αντλησιοταμίευση μετατρέπεται σε ισοδύναμο ΥΒΣ-ΦΜ με την ισχύ Α/Γ να μετατρέπεται σε ισοδύναμης ενεργειακής απόδοσης ισχύ Φ/Β (περίπου διπλάσια των Α/Γ). Έτσι, εξετάζεται η ένταξη υβριδικών σταθμών με σύστημα αποθήκευσης μπαταριών και Φ/Β (ΥΒΣ-ΦΜ) ως μονάδες ΑΠΕ. Η αναλογία μεγέθους των κύριων συνιστωσών ΥΒΣ-ΦΒ παρουσιάζεται στον Πίνακα 22.

Εγγυημένη Ισχύς ΥΒΣ	Εγκατεστημένη Ισχύς Φ/Β	Ωφέλιμη Χωρητικότητα Μπαταριών	Ισχύς Μετατροπών Ισχύος
P	280% · P	8,2 · P	280% · P

Πίνακας 22 : Θεωρηθείσα διαστασιολόγηση συνιστωσών ΥΒΣ-ΦΜ στην Αμοργό

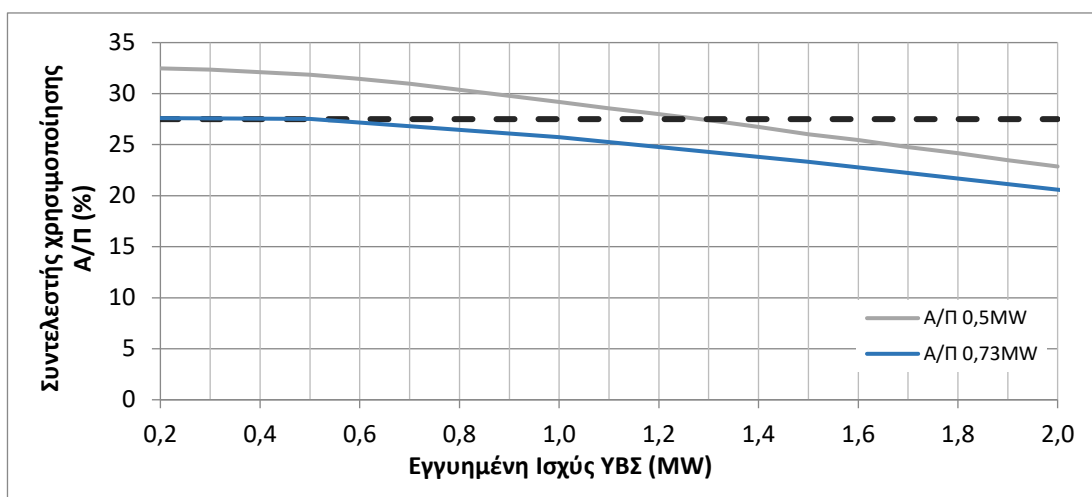
Η εγκατεστημένη ισχύς των Μη Κατανεμόμενων Μονάδων ΑΠΕ θεωρείται σταθερή και ίση με 393kW για τα Φ/Β και 7kW για τις Α/Γ. Στα Α/Π θεωρούνται δύο επίπεδα ακραία επίπεδα εγκατεστημένης ισχύος: το πρώτο στα 730kW, ως η μέγιστη δυνατότητα του ΗΣ σύμφωνα με την ανάλυση της παραγράφου 7.2 και το δεύτερο στα 500kW, όσο το εγκεκριμένο περιθώριο. Μεταξύ αυτών ελέγχονται και οι ενδιάμεσες ισχύς Α/Π με βήμα 50kW. Για τους ΣΒΒελ θεωρείται μηδενικό

περιθώριο, όπως ορίζεται και στην απόφαση ΡΑΕ 616/2016. Για κάθε επίπεδο ισχύος Α/Π εξετάζεται ένα ευρύ σύνολο σεναρίων ΥΒΣ (Πίνακας 23).

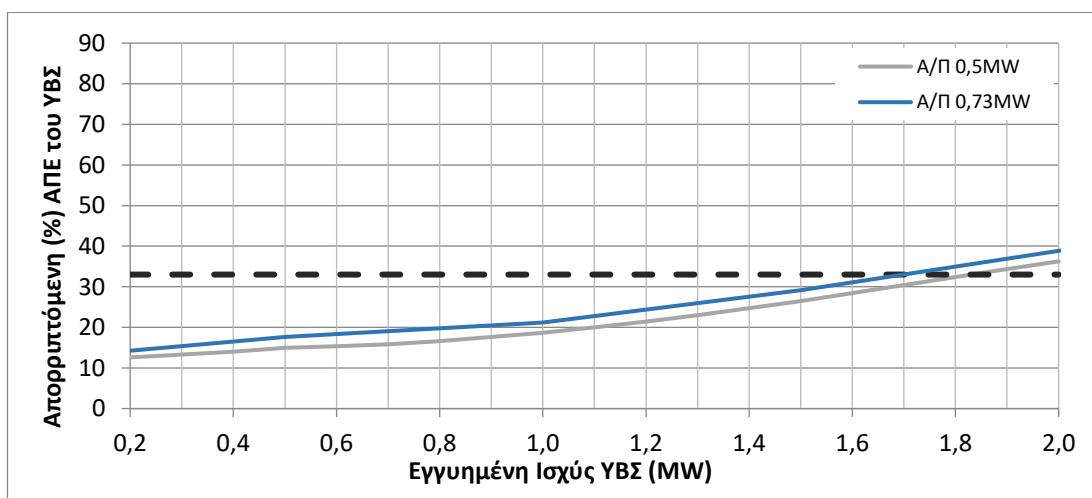
Τεχνολογία ΑΠΕ	kW
Α/Π	500-730 με βήμα 50kW
Φ/Β	393
μΑ/Γ	7
ΣΒΒμε	0
ΣΒΒελ	0
ΥΒΣ	200-2.000 με βήμα 100kW 2.000-6.000 με βήμα 500kW

Πίνακας 23: Θεωρούμενη εγκατεστημένη ισχύς (kW) ανά τεχνολογία ΑΠΕ για το σύνολο των εξεταζόμενων σεναρίων για τον προσδιορισμό του περιθωρίου ισχύος ΥΒΣ του ΗΣ Αμοργού.

Στα δύο επόμενα σχήματα παρουσιάζεται ο συντελεστής χρησιμοποίησης των Α/Π και η απορριπτόμενη ενέργεια ΑΠΕ των ΥΒΣ, σε συνάρτηση με την εγγυημένη ισχύ ΥΒΣ για τα δύο ακραία σενάρια αιολικής ισχύος.



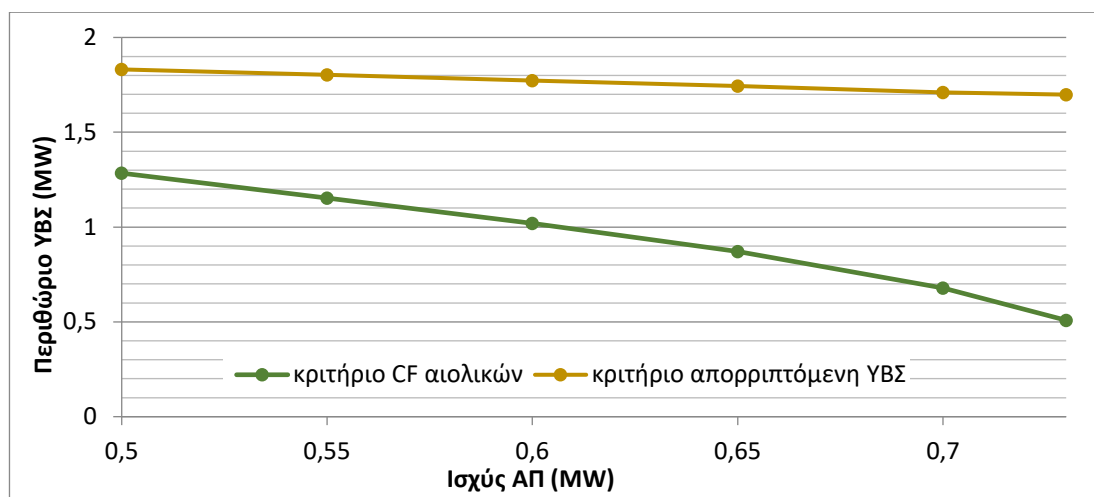
Σχήμα 26: Συντελεστής χρησιμοποίησης Α/Π, συναρτήσει της εγκατεστημένης ισχύος ΥΒΣ



Σχήμα 27: Απορριπτόμενη Φ/Β ενέργεια του ΥΒΣ, συναρτήσει της εγκατεστημένης ισχύος ΥΒΣ

Παρατηρείται ότι και στα δύο επίπεδα αιολικής ισχύος το κριτήριο που καθορίζει το περιθώριο των ΥΒΣ είναι τήρηση του ελάχιστου συντελεστή χρησιμοποίησης. Συγκεκριμένα, ο χώρος υποδοχής ΥΒΣ ανέρχεται σε 1,7-1,83MW μέσω του κριτηρίου ενεργειακής αποδοτικότητας, ενώ περιορίζεται σε 0,51-1,28MW μέσω του κριτηρίου ελάχιστου CF (για Α/Π 730kW και 500kW αντίστοιχα).

Στο Σχήμα 28 παρουσιάζεται ακριβέστερα η επίδραση της εγκατεστημένης ισχύος Α/Π στο περιθώριο ανάπτυξης ΥΒΣ.

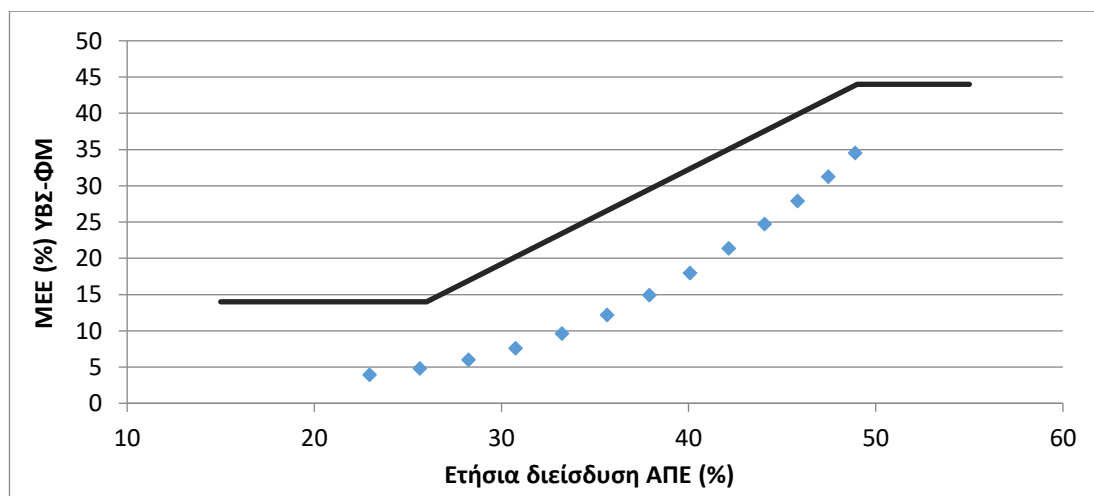


Σχήμα 28: Διερεύνηση περιθωρίου ΥΒΣ στην Αμοργό σε συνάρτηση με την εγκατεστημένη ισχύ Α/Π

Σταθμίζοντας συνολικά τα αποτελέσματα των σεναρίων, προτείνεται το περιθώριο Α/Π να παραμείνει ίσο με το εγκεκριμένο, ώστε να δοθεί **περιθώριο διείσδυσης ΥΒΣ στο σύστημα 1,3MW**.

7.4 ΚΑΜΠΥΛΗ ΕΓΓΥΗΜΕΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ

Στο Σχήμα 29 παρουσιάζεται η ΜΕΕ του εκάστοτε θεωρούμενου ΥΒΣ-ΦΜ, ως ποσοστό της συνολικά προσφερθείσας ενέργειας από τον σταθμό σε ετήσια βάση, συναρτήσει της επιτυγχανόμενης διείσδυσης ΑΠΕ (% της ετήσιας ζήτησης).



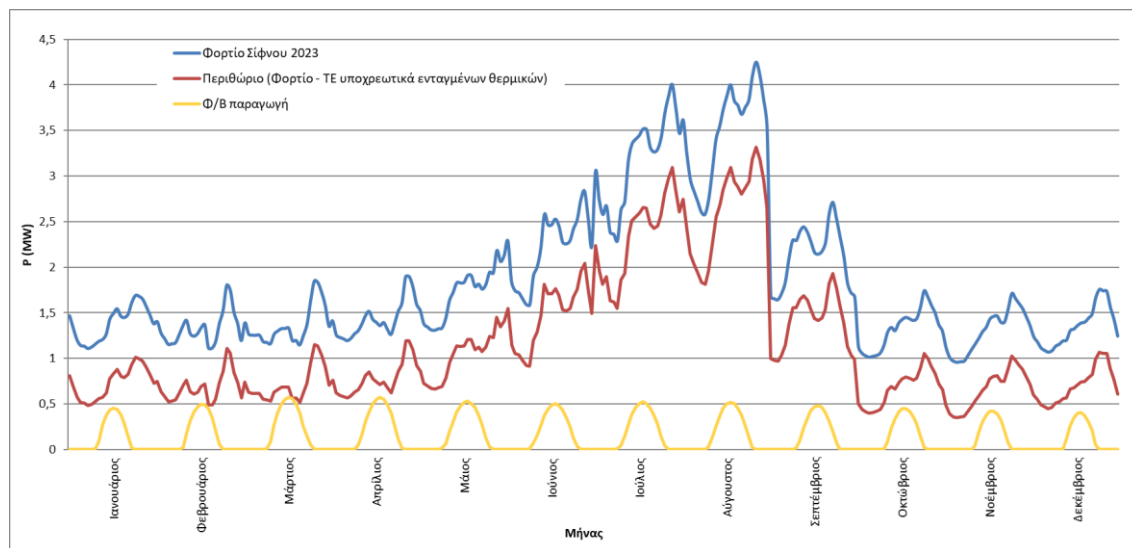
Σχήμα 29: Μη εντασσόμενη ενέργεια προσφορών ΥΒΣ συναρτήσει της ετήσιας διείσδυσης ΑΠΕ (% του φορτίου) για το σύνολο των αποδεκτών σεναρίων στο ΗΣ Αμοργού

Η καμπύλη εγγυήσεων ΜΕΕ διατηρεί σημαντική απόσταση ασφαλείας από τις τιμές ΜΕΕ των προσομοιώσεων (8-10%), για λόγους οι οποίοι αναλύθηκαν σε προηγούμενα κεφάλαια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΠΕΡΙΘΩΡΙΑ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ ΑΠΕ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΣ ΣΙΦΝΟΥ

8.1 ΠΕΡΙΘΩΡΙΑ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ ΤΩΝ ΜΗ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΑΠΕ

Όπως και στα προηγούμενα ΗΣ, εφαρμόζεται το κριτήριο ελάχιστης φόρτισης των υποχρεωτικά ενταγμένων συμβατικών μονάδων, προκειμένου να προσδιοριστεί η αποδεκτή ισχύς των μη ελεγχόμενων τεχνολογιών ΑΠΕ (αθροιστική ισχύς Φ/Β, μΑ/Γ και ΣΒΒμε). Ελήφθησαν οι ελάχιστες ημερήσιες καμπύλες φορτίου για κάθε μήνα του έτους αναφοράς, από τις οποίες αφαιρέθηκαν τα τεχνικά ελάχιστα των υποχρεωτικά ενταγμένων συμβατικών μονάδων καθώς και μια ελάχιστη ποσότητα αρνητικής στρεφόμενης εφεδρείας ίση με 10% του φορτίου. Δεδομένου ότι η μη ελεγχόμενη παραγωγή ΑΠΕ αποτελείται κατά κύριο λόγο από Φ/Β σταθμούς, υπολογίζεται η ανά ώρα μέγιστη Φ/Β παραγωγή του κάθε μήνα, βάσει της εγκατεστημένης ισχύος Φ/Β. Με αυτόν τον τρόπο προκύπτει η μέγιστη αποδεκτή ισχύς Φ/Β, για την οποία η μέγιστη αναμενόμενη παραγωγή τους δεν υπερβαίνει την ελάχιστη δυνατότητα απορρόφησης παραγωγής ΑΠΕ από το σύστημα για κανέναν μήνα του έτους (Σχήμα 30).



Σχήμα 30: Μείγιστη δυνατότητα απορρόφησης παραγωγής μη ελεγχόμενων τεχνολογιών ΑΠΕ για το ΗΣ της Σίφνου

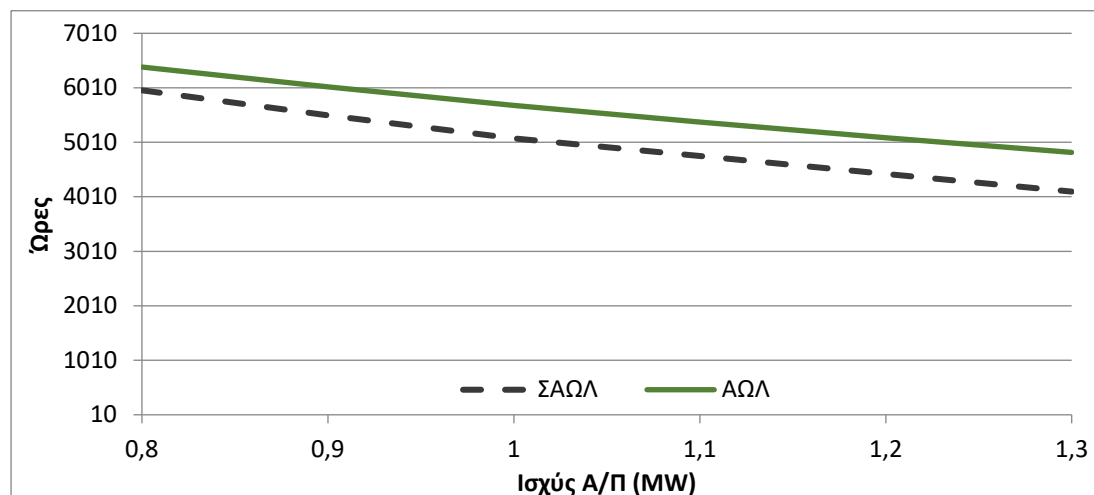
Με μονάδα υποχρεωτικής ένταξης μία Mitsubishi, υπολογίζεται αποδεκτή εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β σταθμών ίση με 610kW, τιμή που είναι κατά 42kW μικρότερη του ισχύοντος περιθωρίου (όπως αυτό ορίζεται στην απόφαση ΡΑΕ 616/2016) για το σύνολο των μη ελεγχόμενων σταθμών ΑΠΕ, το οποίο ανέρχεται σε 652kW και είναι επιμερισμένο σε 587kW για Φ/Β, 65kW από κοινού σε μΑ/Γ και ΣΒΒμε, με τουλάχιστον το ήμισυ στις μΑ/Γ.

Ο επιμερισμός του νέου περιθωρίου μπορεί να ακολουθήσει τη λογική του ήδη εγκεκριμένου ή να διαφοροποιηθεί, ανάλογα με το ενδιαφέρον για εγκατάσταση Φ/Β. Για τις προσομοιώσεις της παρούσας μελέτης, το προκύπτον περιθώριο επιμερίζεται σε **550kW για Φ/Β και 60kW σε μΑ/Γ**.

8.2 ΠΕΡΙΘΩΡΙΟ Α/Π

Στη συνέχεια παρουσιάζονται αποτελέσματα προσομοιώσεων της λειτουργίας του συστήματος της Σίφνου για το έτος 2023, θεωρώντας ενταγμένους μη ελεγχόμενους σταθμούς ΑΠΕ ισχύος ίσης με τα περιθώρια που προσδιορίζονται στην προηγούμενη ενότητα και την ισχύ Α/Π να κυμαίνεται μεταξύ 800kW και 1.300kW. Στο Σχήμα 31 παρουσιάζονται οι υπολογιζόμενες ΑΩΛ συναρτήσει της συνολικής

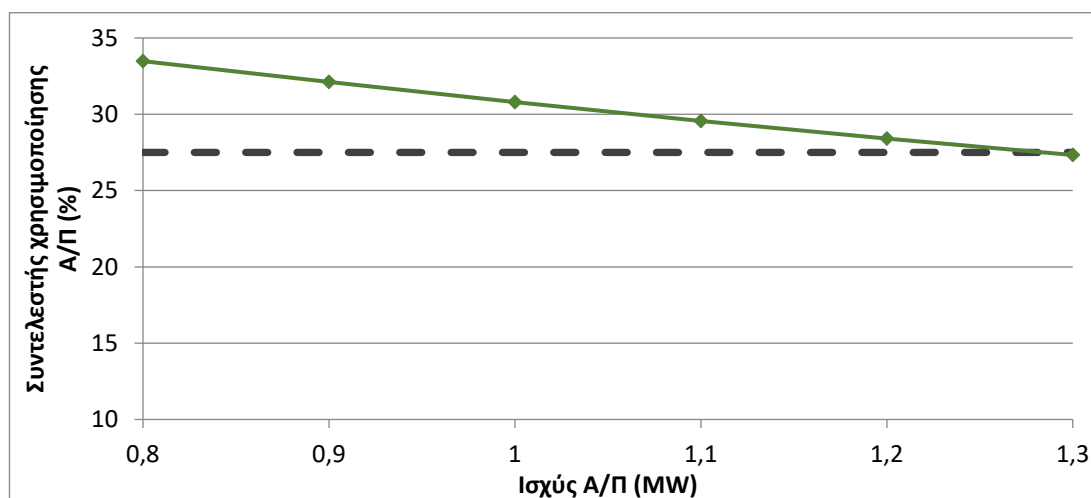
ισχύος Α/Π του συστήματος. Αυτές συγκρίνονται με τις ΣΑΩΛ που προκύπτουν βάσει του πίνακα της σύμβασης πώλησης του Α/Π της Σίφνου.



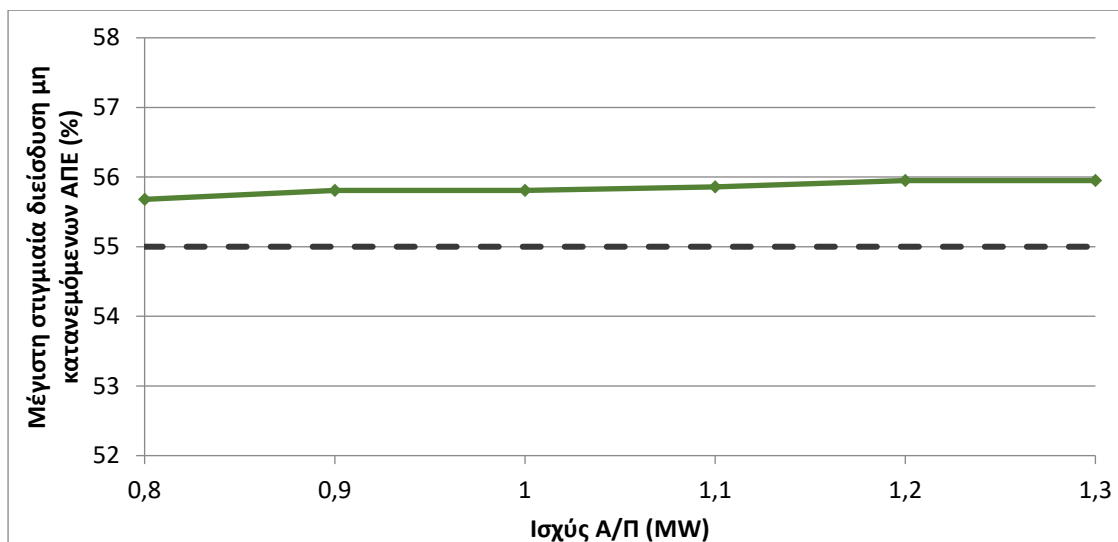
Σχήμα 31: Σύγκριση ΑΩΛ – ΣΑΩΛ, συναρτήσει της συνολικής αιολικής ισχύος στο ΗΣ Σίφνου

Είναι εμφανές από την απεικόνιση των δύο μεγεθών ότι, για οποιαδήποτε εγκατεστημένη ισχύ Α/Π εντός του εύρους εξέτασης, ικανοποιείται η συμβατική υποχρέωση του διαχειριστή ($ΑΩΛ > ΣΑΩΛ$).

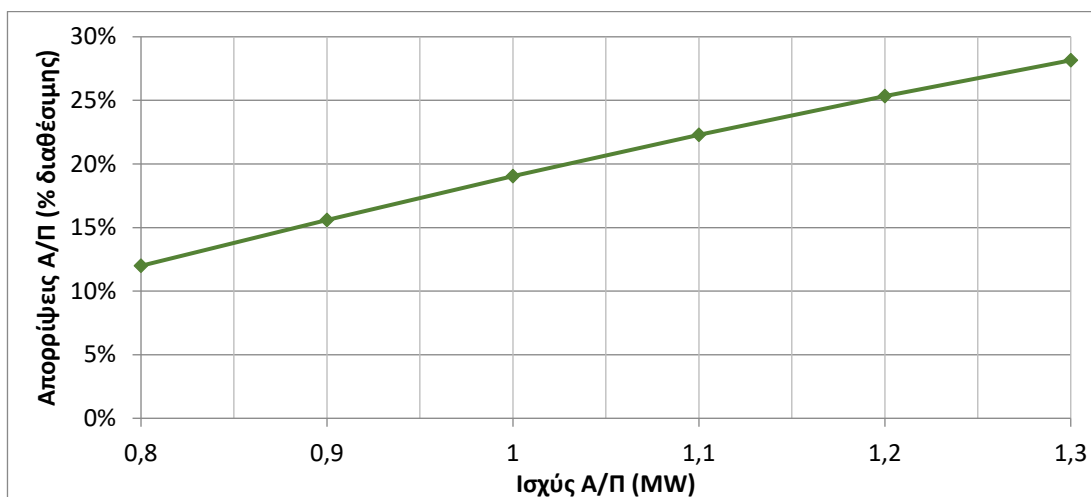
Στη συνέχεια εξετάζονται τα κριτήρια του ελάχιστου συντελεστή χρησιμοποίησης των Α/Π (Σχήμα 32) και της μέγιστης στιγμιαίας διείσδυσης μη κατανεμόμενων ΑΠΕ (Σχήμα 33), ενώ παράλληλα αξιολογούνται οι απορρίψεις των Α/Π (Σχήμα 34).



Σχήμα 32: Συντελεστής χρησιμοποίησης Α/Π, συναρτήσει της συνολικής αιολικής ισχύος στο ΗΣ Σίφνου



Σχήμα 33: Μέγιστη στιγμιαία διείσδυση μη κατανεμόμενων ΑΠΕ, συναρτήσει της συνολικής αιολικής ισχύος στο ΗΣ Σίφνου



Σχήμα 34: Απορριπτόμενη ενέργεια Α/Π (% της διαθέσιμης), συναρτήσει της συνολικής αιολικής ισχύος στο ΗΣ Σίφνου

Παρατηρείται ότι ο συντελεστής χρησιμοποίησης Α/Π τηρείται άνω του ορίου 27,5% για αιολική ισχύ όση η εγκατεστημένη του Α/Π της Σίφνου, ενώ οι απορρίψεις στο επίπεδο αυτό αγγίζουν το 25% της διαθέσιμης αιολικής ισχύος. Τέλος, η μέγιστη στιγμιαία διείσδυση ΑΠΕ υπερβαίνει το όριο 55% σε όλο το εύρος εξέτασης της αιολικής ισχύος και επομένως δεν προκύπτει πρόσθετο περιθώριο για Α/Π στη Σίφνο. Συνεπώς, προτείνεται η **διατήρηση του περιθωρίου Α/Π στα 1.200kW**.

8.3 ΠΕΡΙΘΩΡΙΑ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ ΥΒΣ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων της λειτουργίας του συστήματος της Σίφνου για το έτος 2023 και τα εκτιμώμενα περιθώρια διείσδυσης ΥΒΣ. Στη Σίφνο έχουν εκδοθεί άδειες παραγωγής για τέσσερις ΥΒΣ συνολικής εγγυημένης ισχύος 4,15 MW με σύστημα αποθήκευσης μπαταριών και Φ/Β ως συνιστώσες ΑΠΕ. Η σύνθεση των αδειοδοτημένων ΥΒΣ παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί.

Εταιρία	Άδεια Παραγωγής	Φ/Β	Α/Γ	Εγγυημένη Ισχύς	Αντιστροφέας	Φορτιστές	Ωφέλιμη Χωρητικότητα Μπαταριών
Ακτίνα Κρήτης Α.Ε.	PAE 530-06.03.2020	1,99 MW	-	1 MW	1 MW	2 MW	5 MWh ή 5 ώρες
Ακτίνα Κρήτης Α.Ε.	PAE 531-06.03.2020	1,99 MW	-	1 MW	1 MW	2 MW	5 MWh ή 5 ώρες
Ελληνικοί Υβριδικοί Σταθμοί Α.Ε.	PAE 653-27.03.2020	5,4208 MW	-	1,65 MW	2,75 MW	5,5 MW	10,472 MWh ή 6,35 ώρες
Elpedison	PAE 716-09.04.2020	1,495 MW	-	0,5 MW	1,29 MW	-	5,323 MWh ή 10,65 ώρες

Πίνακας 24 : Αδειοδοτημένοι ΥΒΣ με μπαταρίες στη Σίφνο

Επιπλέον, υπάρχει μία άδεια παραγωγής για ΥΒΣ με αντλησιοταμίευση, εγγυημένης ισχύος 8MW με την ακόλουθη σύνθεση.

Εταιρία	Άδεια Παραγωγής	Φ/Β	Α/Γ	Εγγυημένη Ισχύς	Υδροστρόβιλοι	Αντλίες
Συνεταιριστική εταιρία Σίφνου	PAE 1226-10.09.2020	-	11,5 MW	8 MW	8,74 MW	10,287 MW

Πίνακας 25 : Αδειοδοτημένος ΥΒΣ με αντλησιοταμίευση στη Σίφνο

Στα πλαίσια της μελέτης ο παραπάνω υβριδικός με αντλησιοταμίευση δεν λαμβάνεται υπόψη, καθώς η υλοποίηση του συγκεκριμένου έργου αποκλείει τόσο την ανάπτυξη άλλων σταθμών ΑΠΕ στο νησί, όσο και τη συνέχιση λειτουργίας του θερμικού παραγωγού. Συνεπώς, εξετάζεται μόνο η ένταξη ΥΒΣ με σύστημα αποθήκευσης μπαταριών και Φ/Β (ΥΒΣ-ΦΜ) ως μονάδες ΑΠΕ. Η αναλογία μεγέθους των κύριων συνιστωσών ΥΒΣ-ΦΒ παρουσιάζεται στον Πίνακα 26.

Εγγυημένη Ισχύς ΥΒΣ	Εγκατεστημένη Ισχύς Φ/Β	Ωφέλιμη Χωρητικότητα Μπαταριών	Ισχύς Μετατροπών Ισχύος
P	260% · P	6,2 · P	260% · P

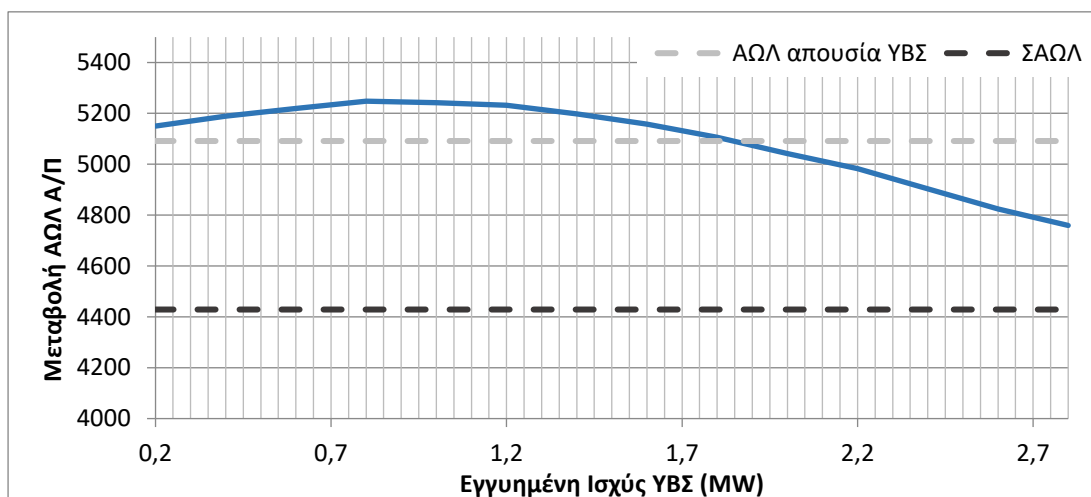
Πίνακας 26 : Θεωρηθείσα διαστασιολόγηση συνιστωσών ΥΒΣ-ΦΜ στη Σίφνο

Η εγκατεστημένη ισχύς των Μη Κατανεμόμενων Μονάδων ΑΠΕ θεωρείται σταθερή και ίση με 550kW για τα Φ/Β, 60kW για τις μΑ/Γ και 1.200kW για το Α/Π, σύμφωνα με τα αποτελέσματα των παραγράφων 8.1 και 8.2. Για τους ΣΒΒελ θεωρούνται δύο επίπεδα ισχύος: το πρώτο επίπεδο ισχύος είναι ίσο με το περιθώριο στην απόφαση ΡΑΕ 616/2016, δηλαδή 108kW το δεύτερο λαμβάνεται ενδεικτικά περίπου ίσο με το 6% του μέσου φορτίου, δηλαδή 135kW. Για κάθε επίπεδο ισχύος ΣΒΒελ εξετάζεται ευρύ σύνολο σεναρίων ΥΒΣ (Πίνακας 27).

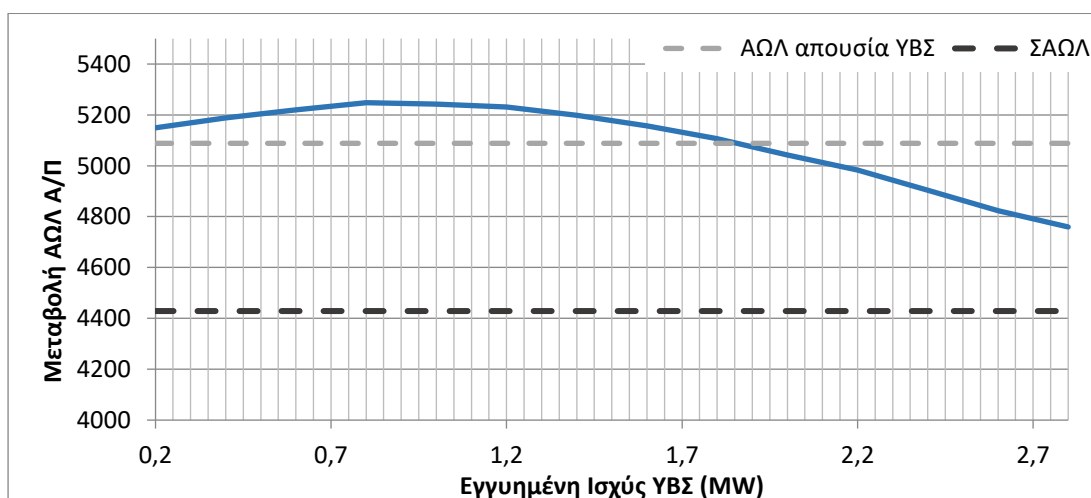
Τεχνολογία ΑΠΕ	Σενάρια με ισχύ ΣΒΒελ βάσει ΡΑΕ 616/2016 (ισχύον περιθώριο)	Σενάρια με ισχύ ΣΒΒελ ίση προς 6% του μέσου φορτίου
Α/Π		1.200
Φ/Β		550
μΑ/Γ		60
ΣΒΒμε		0
ΣΒΒελ	108	135
ΥΒΣ	200-2.800 με βήμα 200kW	

Πίνακας 27: Θεωρούμενη εγκατεστημένη ισχύς (kW) ανά τεχνολογία ΑΠΕ για το σύνολο των εξεταζόμενων σεναρίων για τον προσδιορισμό του περιθωρίου ισχύος ΥΒΣ του ΗΣ Σίφνου.

Στα Σχήματα 35 και 36 παρουσιάζεται η απόκλιση των ΑΩΛ, τόσο από τις ΑΩΛ που προκύπτουν απουσία ΥΒΣ, όσο και από τις ΣΑΩΛ, συναρτήσει της ισχύος ΥΒΣ στο σύστημα, για τα δύο επίπεδα ΣΒΒελ.



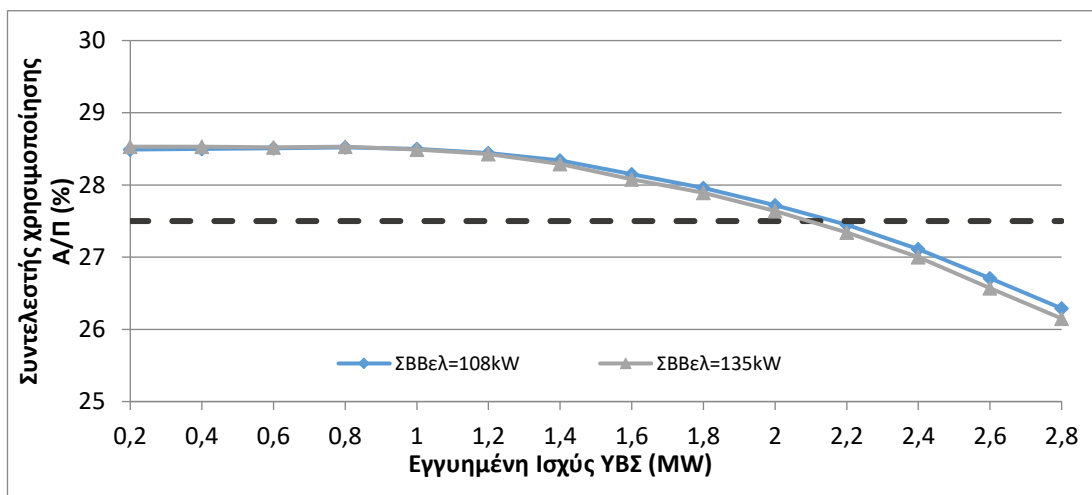
Σχήμα 35: Μεταβολή των ΑΩΛ, συναρτήσει της εγκατεστημένης ισχύος ΥΒΣ για εγκατεστημένη ισχύ ΣΒΒελ=108kW



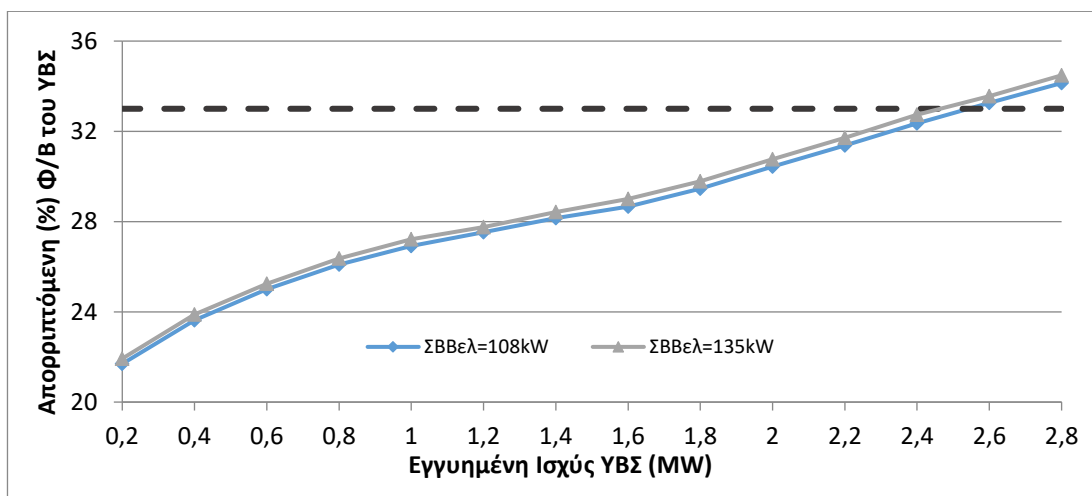
Σχήμα 36: Μεταβολή των ΑΩΛ, συναρτήσει της εγκατεστημένης ισχύος ΥΒΣ για εγκατεστημένη ισχύ ΣΒΒελ=135kW

Οι ΑΩΛ του Α/Π δεν υπολείπονται από τις ΣΑΩΛ σε όλο το εύρος εξέτασης, ενώ υπερκαλύπτουν τις ΑΩΛ που θα αποστέλλονταν στο Α/Π απουσία ΥΒΣ για εγγυημένη ισχύ ΥΒΣ έως 1,8MW. Τα αποτελέσματα δεν διαφέρουν ουσιαστικά για τα δύο σενάρια εγκατεστημένης ισχύος ΣΒΒελ.

Στη συνέχεια εξετάζονται τα κριτήρια του ελάχιστου συντελεστή χρησιμοποίησης Α/Π και της μέγιστης απορριπτόμενης ενέργειας Φ/Β του ΥΒΣ για τα δύο επίπεδα ισχύος ΣΒΒελ (Σχήμα 37 και 38).



Σχήμα 37: Συντελεστής χρησιμοποίησης Α/Π, συναρτήσει της εγκατεστημένης ισχύος ΥΒΣ στο ΗΣ Σίφνου

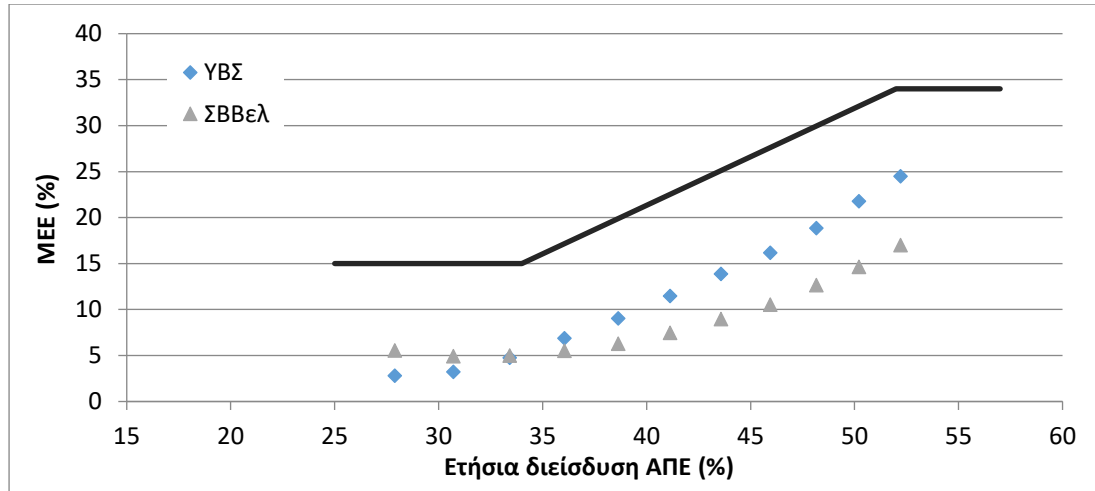


Σχήμα 38: Απορριπτόμενη Φ/Β ενέργεια του ΥΒΣ, συναρτήσει της εγκατεστημένης ισχύος ΥΒΣ στο ΗΣ Σίφνου

Τα περιθώρια υποδοχής υβριδικής ισχύος στο σύστημα της Σίφνου διαφοροποιούνται για τα δύο επίπεδα ισχύος ΣΒΒελ κατά 50kW περίπου. Λόγω του αυξημένου επενδυτικού ενδιαφέροντος για ΥΒΣ επιλέγεται η **διατήρηση του υφιστάμενου περιθωρίου ΣΒΒελ** ώστε να δοθεί το μέγιστο δυνατό περιθώριο σε υβριδικούς σταθμούς. Αυτό προκύπτει 2,15MW με βάση το κριτήριο του ελάχιστου CF ή 2,55MW με βάση το κριτήριο της ενεργειακής αποδοτικότητας του σταθμού. Συνεπώς, για την τήρηση και των δύο κριτηρίων **προτείνεται περιθώριο ΥΒΣ 2,15MW**.

8.4 ΚΑΜΠΥΛΗ ΕΓΓΥΗΜΕΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ

Στο Σχήμα 39 παρουσιάζεται η ΜΕΕ του εκάστοτε θεωρούμενου ΥΒΣ-ΦΜ και ΣΒΒελ, ως ποσοστό της συνολικά προσφερθείσας ενέργειας από τον σταθμό σε ετήσια βάση, συναρτήσει της επιτυγχανόμενης διείσδυσης ΑΠΕ (% της ετήσιας ζήτησης).



Σχήμα 39: Μην εντασσόμενη ενέργεια προσφορών ΥΒΣ και ΣΒΒελ συναρτήσει της ετήσιας διείσδυσης ΑΠΕ (% του φορτίου) για το σύνολο των αποδεκτών σεναρίων στο ΗΣ Σίφνου

Η καμπύλη εγγυήσεων ΜΕΕ διατηρεί σημαντική απόσταση ασφαλείας από τις τιμές ΜΕΕ των προσομοιώσεων (8-10%), για λόγους οι οποίοι αναλύθηκαν σε προηγούμενα κεφάλαια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

9.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΑ ΗΣ ΔΟΝΟΥΣΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΦΗΣ

Στα πλαίσια της διερεύνησης εξετάστηκε η λειτουργία των ΗΣ με την ένταξη των εγκεκριμένων περιθωρίων ΑΠΕ βάσει της απόφασης 616/2016 της ΡΑΕ αλλά και με την λειτουργία ΥΒΣ. Δεν συμπεριλήφθηκαν ΗΘΣ, ΣΒΒ και Α/Π λόγω μεγέθους των ΗΣ, αλλά και απουσίας επενδυτικού ενδιαφέροντος.

Η πολιτική διαχείρισης η οποία εφαρμόζεται στην προσομοίωση της λειτουργίας των ΗΣ Δονούσας και Ανάφης, αναπτύχθηκε στα πλαίσια προγενέστερου έργου μελέτης των περιθωρίων ΑΠΕ στα ΜΔΝ και υιοθετείται στην παρούσα μελέτη με την κατάλληλη παραμετροποίηση.

Η διερεύνηση πραγματοποιήθηκε για έτος αναφοράς του οποίου η καμπύλη φορτίου προσεγγίζει την αναμενόμενη ζήτηση του έτους 2023.

Για την αξιολόγηση της αποδεκτότητας των διαφόρων σεναρίων διείσδυσης ΑΠΕ εφαρμόζεται το κριτήριο της ενεργειακής αποδοτικότητας του έργου (μέγιστη απορριπτόμενη πρωτογενής ενέργεια ΑΠΕ ίση με το 1/3 της διαθέσιμης).

Για τον προσδιορισμό των ορίων ισχύος ΥΒΣ εξετάστηκαν υβριδικοί με μπαταρίες και Φ/Β ως τεχνολογία ΑΠΕ ή και Α/Γ 50kW. Δοκιμάστηκαν διάφορες διαστασιολογήσεις τόσο των Φ/Β όσο και του συστήματος αποθήκευσης και προέκυψε ένα εύρος περιθωρίων το οποίο αποδόθηκε με καμπύλες περιθωρίων αλλά και ως Πίνακας μέγιστων αποδεκτών τιμών εγγυημένης ισχύος για τον ακριβέστερο υπολογισμό του περιθωρίου. Η μέγιστη αποδεκτή ισχύς ΥΒΣ, για συγκεκριμένη διαστασιολόγηση των συνιστωσών του ΥΒΣ, αγγίζει το 25% της αιχμής του ΗΣ Δονούσας και το 30% του ΗΣ της Ανάφης. Σε κάθε περίπτωση, ο ακριβής προσδιορισμός του περιθωρίου για κάθε πιθανή διαμόρφωση σταθμού γίνεται με χρήση των Πινάκων 8 και 11.

Τέλος, εξετάστηκαν οι εγγυήσεις απορρόφησης τις οποίες οφείλει να παρέχει ο Διαχειριστής ΜΔΝ στους κατανεμόμενους σταθμούς ΑΠΕ μέσω των συμβάσεων πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας. Το προς συμβολαιοποίηση μέγεθος είναι η μη εντασσόμενη ενέργεια (ΜΕΕ) προσφορών των σταθμών, εκφρασμένη ως ποσοστό επί της συνολικά προσφερθείσας. Το μέγεθος αυτό παρουσιάζει ισχυρή συσχέτιση με τη συνολική διείσδυση ΑΠΕ στο σύστημα ΜΔΝ, η οποία εκφράζει τη συμφόρηση και συνεπώς τις περικοπές στις προσφορές των σταθμών. Η συσχέτιση της μη εντασσόμενης ενέργειας της κάθε διαστασιολόγησης ΥΒΣ με τη διείσδυση ΑΠΕ για τα αποδεκτά σενάρια ΥΒΣ σχηματίζει νέφος σημείων, βάσει του οποίου χαράχθηκε η καμπύλη εγγυημένης απορρόφησης.

9.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΑ ΗΣ ΚΥΘΝΟΥ, ΣΚΥΡΟΥ, ΑΜΟΡΓΟΥ ΚΑΙ ΣΙΦΝΟΥ

Για τον προσδιορισμό των δυνατοτήτων ανάπτυξης νέου δυναμικού ΑΠΕ (Α/Π, Φ/Β, μΑ/Γ, ΣΒΒ, ΥΒΣ) στα εν λόγω ΗΣ μελετάται η λειτουργία των συστημάτων λαμβάνοντας υπόψη τα νέα δεδομένα όπως διαμορφώνονται με την αδειοδότηση ΥΒΣ στα νησιά. Η διερεύνηση πραγματοποιήθηκε για έτος αναφοράς του οποίου η καμπύλη φορτίου προσεγγίζει την αναμενόμενη ζήτηση του έτους 2023.

Η πολιτική διαχείρισης, η οποία εφαρμόζεται στην προσομοίωση της λειτουργίας των συστημάτων, αναπτύχθηκε στα πλαίσια προγενέστερου έργου μελέτης των περιθωρίων ΑΠΕ στα ΜΔΝ και υιοθετείται στην παρούσα μελέτη με την κατάλληλη παραμετροποίηση.

Για την αξιολόγηση της αποδεκτότητας των διαφόρων σεναρίων διείσδυσης ΑΠΕ εφαρμόζονται τα κριτήρια:

- Για τον προσδιορισμό της αποδεκτής ισχύος Φ/Β και λοιπών μη ελεγχόμενων ΑΠΕ χρησιμοποιείται το κριτήριο τήρησης της ελάχιστης φόρτισης των συμβατικών μονάδων υποχρεωτικής ένταξης.
- Για τον προσδιορισμό της αποδεκτής ισχύος Α/Π αξιολογείται η επίπτωση στις ΣΑΩΛ των υφιστάμενων Α/Π και εφαρμόζονται τα κριτήρια του ελάχιστου συντελεστή χρησιμοποίησης ή και της μέγιστης στιγμιαίας διείσδυσης μη κατανεμόμενων μονάδων ΑΠΕ. Ελέγχεται παράλληλα η επίπτωση της ένταξης αιολικής ισχύος στα περιθώρια διείσδυσης ΥΒΣ καθώς και οι απορρίψεις των Α/Π.
- Για τον προσδιορισμό της αποδεκτής ισχύος ΥΒΣ αξιολογείται το κριτήριο τήρησης των ΣΑΩΛ, η ενεργειακή αποδοτικότητα του υβριδικού σταθμού και ο συντελεστής χρησιμοποίησης των Α/Π.

Τέλος, εξετάστηκαν οι εγγυήσεις απορρόφησης τις οποίες οφείλει να παρέχει ο Διαχειριστής ΜΔΝ στους κατανεμόμενους σταθμούς ΑΠΕ μέσω των συμβάσεων πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας. Το προς συμβολαιοποίηση μέγεθος είναι η μη εντασσόμενη ενέργεια (ΜΕΕ) προσφορών των σταθμών, εκφρασμένη ως ποσοστό επί της συνολικά προσφερθείσας. Το μέγεθος αυτό παρουσιάζει ισχυρή συσχέτιση με τη συνολική διείσδυση ΑΠΕ στο σύστημα ΜΔΝ, η οποία εκφράζει τη συμφόρηση και συνεπώς τις περικοπές στις προσφορές των σταθμών. Η συσχέτιση της μη εντασσόμενης ενέργειας της κάθε διαστασιολόγησης ΥΒΣ με τη διείσδυση ΑΠΕ για τα αποδεκτά σενάρια ΥΒΣ σχηματίζει νέφος σημείων, βάσει του οποίου χαράχθηκε η καμπύλη εγγυημένης απορρόφησης.

9.2.1 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΠΕΡΙΘΩΡΙΑ ΗΣ ΚΥΘΝΟΥ

Για το σύστημα της Κύθνου, προτείνονται τα εξής:

- Συνολικό νέο περιθώριο **290kW** για τις μη ελεγχόμενες ΑΠΕ, επιμερισμένο κατά **285kW στους Φ/Β σταθμούς** (μειωμένο κατά 23kW σε σχέση με το ισχύον) και **5kW για τις μΑ/Γ**.
- **Κανένα πρόσθετο περιθώριο Α/Π**, πέραν της ήδη δεσμευμένης αιολικής ισχύος των **665kW** (μείωση περιθωρίου κατά 5kW σε σχέση με το ισχύον).
- Περιθώριο διείσδυσης **650kW για ΥΒΣ** και διατήρηση του **μηδενικού περιθωρίου ΣΒΒελ** της Απόφασης ΡΑΕ 16/2016.
- Καμπύλη ΜΕΕ του Σχήματος 14.

9.2.2 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΠΕΡΙΘΩΡΙΑ ΗΣ ΣΚΥΡΟΥ

Για το σύστημα της Σκύρου, προτείνονται τα εξής:

- Διατήρηση του περιθωρίου για τις μη ελεγχόμενες ΑΠΕ στα **635kW**, επιμερισμένο κατά **571kW στα Φ/Β** και **64kW για τις μΑ/Γ και ΣΒΒμε**, με τουλάχιστον το ήμισυ στις μΑ/Γ (όπως και στην Απόφαση ΡΑΕ 616/2016).
- Νέο περιθώριο **Α/Π 650kW** (μείωση περιθωρίου κατά 150kW σε σχέση με το ισχύον).
- Περιθώριο διείσδυσης **1700kW για ΥΒΣ** και διατήρηση του περιθωρίου στα **100kW για ΣΒΒελ** (όπως και στην απόφαση ΡΑΕ 16/2016).
- Καμπύλη ΜΕΕ του Σχήματος 22.

9.2.3 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΠΕΡΙΘΩΡΙΑ ΗΣ ΑΜΟΡΓΟΥ

Για το σύστημα της Αμοργού, προτείνονται τα εξής:

- Συνολικό νέο περιθώριο **400kW** για τις μη ελεγχόμενες ΑΠΕ (αυξημένο κατά 61kW σε σχέση με το ισχύον), επιμερισμένο κατά **393kW στους Φ/Β σταθμούς και 7kW για τις μΑ/Γ**.
- Διατήρηση του περιθώριου **Α/Π στα 500kW** (όπως και στην απόφαση ΡΑΕ 16/2016).
- Περιθώριο διείσδυσης **1300kW για ΥΒΣ** και διατήρηση του **μηδενικού περιθωρίου ΣΒΒελ** της Απόφασης ΡΑΕ 16/2016.
- Καμπύλη ΜΕΕ του Σχήματος 29.

9.2.4 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΠΕΡΙΘΩΡΙΑ ΗΣ ΣΙΦΝΟΥ

Για το σύστημα της Σίφνου, προτείνονται τα εξής:

- Συνολικό νέο περιθώριο **610kW** για τις μη ελεγχόμενες ΑΠΕ (μειωμένο κατά 42kW σε σχέση με το ισχύον), επιμερισμένο κατά **550kW στα Φ/Β και 60kW για τις μΑ/Γ και ΣΒΒμε**, με τουλάχιστον το ήμισυ στις μΑ/Γ.
- **Κανένα πρόσθετο περιθώριο Α/Π**, πέραν της ήδη εγκατεστημένης αιολικής ισχύος των **1200kW** (διατήρηση ισχύοντος περιθωρίου).
- Περιθώριο διείσδυσης **2150kW για ΥΒΣ** και διατήρηση του περιθωρίου στα **108kW για ΣΒΒελ** (όπως και στην απόφαση ΡΑΕ 16/2016).
- Καμπύλη ΜΕΕ του Σχήματος 39.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] «Μελέτη περιθωρίων διείσδυσης ΑΠΕ στα ΜΔΝ: Επικαιροποίηση των περιθωρίων Διείσδυσης ΑΠΕ σε Λήμνο, Μήλο. Προσδιορισμός των περιθωρίων διείσδυσης ΥΒΣ σε Ερεικούσσα, Αγαθονήσι, Οθωνούς, Γαύδο, Αρκιούς και Αντικύθηρα», Τομέας Ανάπτυξης και Διαχείρισης Παραγωγής, Διεύθυνση Διαχείρισης Νησιών, ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε., Δεκέμβριος 2020.
- [2] «Διερεύνηση των περιθωρίων διείσδυσης όλων των τεχνολογιών ΑΠΕ στα μη διασυνδεδεμένα νησιωτικά συστήματα», Έκθεση Α΄ Φάσης, Συστήματα Κρήτης και Ρόδου, ΕΠΙΣΕΥ-ΕΜΠ, Μάρτιος 2014.
- [3] «Διερεύνηση των περιθωρίων διείσδυσης όλων των τεχνολογιών ΑΠΕ στα μη διασυνδεδεμένα νησιωτικά συστήματα», Έκθεση Β΄ Φάσης, Συστήματα Λέσβου και Κω-Καλύμνου ΕΠΙΣΕΥ-ΕΜΠ, Μάιος 2014.
- [4] «Διερεύνηση των περιθωρίων διείσδυσης όλων των τεχνολογιών ΑΠΕ στα μη διασυνδεδεμένα νησιωτικά συστήματα», Έκθεση Β΄ Φάσης, Συστήματα Σάμου και Καρπάθου-Κάσου ΕΠΙΣΕΥ-ΕΜΠ, Αύγουστος 2014.
- [5] «Διερεύνηση των περιθωρίων διείσδυσης όλων των τεχνολογιών ΑΠΕ στα μη διασυνδεδεμένα νησιωτικά συστήματα», Έκθεση Β΄ Φάσης, Συστήματα Πάτμου και Σεριφου ΕΠΙΣΕΥ-ΕΜΠ, Σεπτέμβριος 2014.
- [6] «Μελέτη περιθωρίων ΑΠΕ για τα ΗΣ Λήμνου και Μήλου», Τελική Έκθεση, ΕΠΙΣΕΥ-ΕΜΠ, Ιούνιος 2018.