

H/Γ
571



ΑΡΧΕΙΟ

ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ Σ.τ.εφ.
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ



Πτυχιακή Εργασία

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Νέες Τεχνολογίες

Καθηγητής: Σινιόρος Παναγιώτης

Σπουδαστής: Καπρινιώτης Βλάσης
Α.Μ. 32279

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Ενέργεια και Ε.Ε.....	4
1.1 Από το κρατικό μονοπώλιο στην ανοικτή αγορά.....	4
1.2 Το διακρατικό πλαίσιο της Ε.Ε.....	5
1.3 Οι στόχοι της Ε.Ε. και η ενεργειακή θέση της Ελλάδας.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Α.Π.Ε. και Αιολική ενέργεια.....	13
2.1 Μορφές των Α.Π.Ε.....	13
2.2 Πλεονεκτήματα των Α.Π.Ε.....	14
2.3 Αιολική ενέργεια.....	14
2.4 Χαρακτηριστικά ανεμογεννητριών.....	15
2.5 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ανεμογεννητριών.....	17
2.6 Εφαρμογή αιολικών συστημάτων.....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Αποθήκευση της ενέργειας- μέθοδος αντλησιοταμίευσης.....	19
3.1 Η ανάγκη της αποθήκευσης της ενέργειας.....	19
3.2 Τρόποι αποθήκευσης της ενέργειας.....	20
3.3 Πλεονεκτήματα της μεθόδου.....	25
3.4 Αρχή λειτουργίας αντλησιοταμιευτικού συστήματος (Ικαρία).....	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Υβριδικά συστήματα.....	28
4.1 Λόγοι ανάπτυξης υβριδικών συστημάτων στα ελληνικά νησιά.....	28
4.2 Κριτήρια ορθής λειτουργίας.....	29
4.3 Φιλοσοφία ανάπτυξης υβριδικών συστημάτων Α.Π.Ε.....	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 Ευστάθεια συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας.....	31
5.1 Ασφάλεια και ευστάθεια Σ.Η.Ε.....	31
5.2 Η ευστάθεια της τάσης, συχνότητας και γωνίας του δρομέα.....	31
5.2.1 Ευστάθεια τάσης.....	31
5.2.2 Ευστάθεια συχνότητας.....	32
5.2.3 Ευστάθεια γωνίας δρομέα.....	32
5.3 Εκτίμηση ασφάλειας συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 Υβριδικό ενεργειακό έργο Ικαρίας.....	32
6.1 Παρούσα κατάσταση.....	34
6.1.1 Μονάδες παραγωγής ισχύος.....	34
6.1.2 Δίκτυο Διανομής.....	35
6.2 Περιγραφή της μελλοντικής κατάστασης.....	36
6.2.1 Εισαγωγή-Ιστορικό.....	36
6.2.2 Γενικές αρχές σχεδίασης ενός ΥΗΣ με μονάδες αντλησιοταμίευσης.....	36
6.3 Περιγραφή του υβριδικού ενεργειακού σχεδίου.....	37
6.3.1 Γενικά.....	38
6.3.2 Κύρια Τμήματα του συστήματος.....	38
6.3.3 Γραμμές Διασύνδεσης 20 kV.....	41
6.3.4 Μελλοντικό δίκτυο διανομής.....	42

6.4 Προοπτική λειτουργίας του υβριδικού συστήματος.....	42
6.4.1 Γενικά.....	42
6.4.2 Βασικά σενάρια λειτουργίας μονάδων.....	43
6.5 Σενάριο εφαρμογής για την λειτουργία του συστήματος.....	45
6.5.1 Γενικές Απαιτήσεις Σχεδίασης.....	45
6.5.2 Πρόβλεψη ζήτησης φορτίου.....	46
6.5.3 Πρόβλεψη παραγωγής αιολικής ισχύος.....	47
6.5.4 Πρόβλεψη Δυνατότητας Παραγωγής Υδροηλεκτρικής Ισχύος.....	51
6.5.5 Πρόβλεψη της ικανότητας θερμικής παραγωγής.....	55
6.5.6 Πρόβλεψη της λειτουργίας του Αντλιοστασίου (Ζήτηση Ισχύος).....	56
6.6 Κριτήρια για την προτεραιότητα λειτουργίας των μονάδων παραγωγής και των αιολικών πάρκων.....	59
Συμπεράσματα.....	61
Βιβλιογραφία.....	63

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στόχος αυτής της πτυχιακής εργασίας είναι να κατανοήσουμε πως έχει διαμορφωθεί ο τομέας της ενέργειας τα τελευταία χρόνια στην Ε.Ε. και ποια είναι η κατάσταση που υπάρχει ειδικότερα στην Ελλάδα: ποιος είναι ο ρόλος των νέων τεχνολογιών στον τομέα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, τι δυνατότητες υπάρχουν για παραγωγή από ήπιες πηγές, τι βήματα έχουν γίνει μέχρι τώρα και πώς μπορούν να αναπτυχθούν και για ποιον.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια ανασκόπηση σε θεωρητικά ζητήματα, στις πολιτικές επιλογές της Ε.Ε. που έχουν διαμορφώσει την υπάρχουσα κατάσταση και στην ενεργειακή θέση της Ελλάδας. Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται λόγος για τις διάφορες μορφές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και συγκεκριμένα για την αιολική ενέργεια, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της. Στο τρίτο κεφάλαιο αναφέρονται οι τρόποι αποθήκευσης της ενέργειας και στη συνέχεια αναλύεται η μέθοδος της αποθήκευσης σε υδραυλικό ταμιευτήρα κάνοντας και μια αναφορά στην αρχή λειτουργίας του αντλησιοταμιευτικού συστήματος με το παράδειγμα της Ικαρίας. Στο τέταρτο κεφάλαιο αναφέρονται οι λόγοι ανάπτυξης υβριδικών συστημάτων στα ελληνικά νησιά και δίνονται οι λόγοι αντικατάστασης των συμβατικών συστημάτων που λειτουργούν τώρα με υβριδικά συστήματα που λειτουργούν με κύριο στοιχείο τις Α.Π.Ε. Στο πέμπτο κεφάλαιο αναλύεται η ευστάθεια των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας. Στο έκτο κεφάλαιο αναλύεται η λειτουργία του Υβριδικού Ενεργειακού Έργου που κατασκευάζεται στο νησί της Ικαρίας.

Εφόσον έχουμε δει με το παράδειγμα της Ικαρίας ότι χρησιμοποιώντας νέες τεχνολογίες στην παραγωγή της ενέργειας μπορούν να λυθούν προβλήματα που υπάρχουν σήμερα στην κάλυψη των λαϊκών αναγκών για ρεύμα, στα συμπεράσματα δίνεται η κατεύθυνση που πρέπει να ακολουθηθεί για να υλοποιηθούν οι στόχοι που μπαίνουν και να μπορέσει να αναπτυχθεί ο τομέας της ενέργειας για τη λαϊκή ευημερία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Ενέργεια και Ε.Ε.

1.1 Από το κρατικό μονοπώλιο στην ανοικτή αγορά

Η «απελευθέρωση» από το κρατικό μονοπώλιο στρατηγικών τομέων της οικονομίας, όπως η ηλεκτρική ενέργεια, δεν αποτελεί νέο φαινόμενο και δεν αφορά αποκλειστικά την Ελλάδα. Η συγκεκριμένη κυβερνητική πολιτική υλοποιείται σταδιακά στο διεθνές ιμπεριαλιστικό σύστημα και ιδιαίτερα στις ΗΠΑ και στην ΕΕ, ήδη από τη δεκαετία του '70. Ο εκάστοτε βαθμός επιχειρηματικής δραστηριότητας του αστικού κράτους σε διάφορες σφαίρες της παραγωγής και της οικονομίας δεν αποτελεί τυχαίο φαινόμενο ούτε προϊόν αυθαίρετης επιλογής των κυβερνητικών επιτελείων κάθε χώρας. Η διατήρηση του κρατικού μονοπωλίου σε τομείς στρατηγικής σημασίας της οικονομίας εδράζεται στις ανάγκες διευρυμένης αναπαραγωγής του κοινωνικού κεφαλαίου για μια ορισμένη περίοδο ανάπτυξης, αφού διασφαλίζει την αναγκαία υποδομή, ώστε να επιταχυνθεί η συγκέντρωση και συγκεντροποίηση του κεφαλαίου. Πρόκειται για την ιστορική περίοδο, όπου σύμφωνα και με το δεδομένο επίπεδο τεχνολογικής ανάπτυξης απαιτείται μεγάλη επένδυση κεφαλαίου, η οποία δε διασφαλίζει γρήγορα υψηλό κέρδος (π.χ. πυρηνικοί σταθμοί ενέργειας).

Την περίοδο αυτή η αστική πολιτική μέσω του κρατικού μονοπωλίου της ΔΕΗ εξυπηρέτησε πολλαπλά την πορεία καπιταλιστικής ανάπτυξης, π.χ. με τη δημιουργία της αναγκαίας υποδομής για τη δράση του μονοπωλιακού κεφαλαίου, την πολιτική τιμών του βιομηχανικού ρεύματος, την πολιτική προμηθειών και κατασκευών ενεργειακών έργων από εγχώριους ομίλους. Παράλληλα η ύπαρξη του κρατικού μονοπωλίου βοήθησε την αστική τάξη να διαχειριστεί τις λαϊκές ανάγκες καθώς και πλευρές της ταξικής πάλης, από τη σκοπιά των στρατηγικών συμφερόντων της (π.χ. η διαμόρφωση τιμών οικιακής χρήσης που να συμβάλλουν στη διατήρηση ενός επιπέδου λαϊκής κατανάλωσης).

Συμπερασματικά, θα μπορούσαμε να πούμε ότι η ιστορική κυριαρχία του κρατικού μονοπωλίου συνδέεται με την ανάγκη δημιουργίας προϋποθέσεων καπιταλιστικής συσσώρευσης σε τομείς όπου απαιτείται μεγάλο κεφάλαιο, με ισχυρό κίνδυνο για την κερδοφορία του.

Όμως η αποκλειστικότητα της κρατικής επιχειρηματικής δραστηριότητας σε τομείς της οικονομίας δε συμβαδίζει μακροπρόθεσμα με τις νομοτέλειες της καπιταλιστικής παραγωγής. Η υπερσυσσώρευση κεφαλαίων σε άλλους κλάδους που αναζητούν διέξοδο για άνοδο της κερδοφορίας τους οδηγεί γενικά στην «απελευθέρωση» των στρατηγικών τομέων της οικονομίας από την κρατική προστασία.

Δεν πρόκειται επίσης για νέο φαινόμενο της καπιταλιστικής οικονομίας. Το κεφάλαιο μετακινείται ασταμάτητα από σφαίρες της παραγωγής με χαμηλό ποσοστό κέρδους προς σφαίρες που αποφέρουν μεγαλύτερο κέρδος. Με τη μετακίνηση του κεφαλαίου ανάμεσα στις διάφορες σφαίρες της παραγωγής με γνώμονα τις διαφορές στο ποσοστό κέρδους, οδηγούμαστε σε τελευταία ανάλυση στην τάση εξίσωσης του ποσοστού κέρδους.

Ο Μαρξ επισημαίνει: «*Η διαρκής εξίσωση των διαρκών αναδιδόμενων ανισοτήτων συντελείται τόσο πιο γρήγορα: 1) Όσο πιο κινητό είναι το κεφάλαιο, δηλαδή όσο πιο εύκολα μπορεί να μεταφέρεται απ' τη μια σφαίρα στην άλλη και απ' το ένα μέρος στο άλλο, 2) όσο πιο γρήγορα μπορεί η εργατική δύναμη να ρίχνεται απ' τη μια σφαίρα στην άλλη και απ' το ένα τοπικό κέντρο παραγωγής στο άλλο. Το πρώτο σημείο προϋποθέτει πλήρη ελευθερία του εμπορίου στο εσωτερικό της κοινωνίας και παραμέριση όλων των μονοπωλίων, εκτός απ' τα φυσικά μονοπώλια, δηλαδή των μονοπωλίων που προκύπτουν απ' τον ίδιο τον κεφαλαιοκρατικό τρόπο παραγωγής.*»

Σε μια ορισμένη χρονική περίοδο λοιπόν η ύπαρξη του κρατικού μονοπωλίου εμποδίζει την εύκολη μετακίνηση του κεφαλαίου ανάμεσα στις διάφορες σφαίρες και τομείς της παραγωγής. Η αναδιάρθρωση σε τομείς στρατηγικής σημασίας δημιουργεί δυνατότητες ευκολότερης εισόδου σε αυτούς, σε κεφάλαια που είχαν υπερσυσσωρευτεί σε άλλους κλάδους.

Η αναδιάρθρωση ξεκινά συνήθως αφού έχει ολοκληρωθεί με κρατικές επενδύσεις η οικοδόμηση του δικτύου μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και γενικότερα η αναγκαία υποδομή για τη διασφάλιση μιας στοιχειώδους ενεργειακής επάρκειας σε κάθε καπιταλιστική χώρα. Ξεκινά από τομείς όπου η τεχνολογική ωρίμανση επιτρέπει γρήγορη και υψηλή κερδοφορία σε μικρότερη πλέον κλίμακα παραγωγής. Έτσι στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας ξεκινά με το σκέλος των σταθμών παραγωγής και επεκτείνεται σταδιακά στη μεταφορά και στη διανομή (π.χ. η σύγχρονη τεχνολογία των έξυπνων και ευέλικτων δικτύων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας και ταυτόχρονα των πληροφοριών για τη λειτουργία και τον έλεγχο του συστήματος, διευκολύνει την είσοδο του ιδιωτικού κεφαλαίου).

Την περίοδο της «απελευθέρωσης» το πρώην κρατικό μονοπώλιο δεν εξαφανίζεται, αλλά αλλάζει ρόλο μέσα από τη μερική ή ολική ιδιωτικοποίηση - μετοχοποίησή του. Λειτουργεί σύμφωνα με τους νόμους του καπιταλιστικού ανταγωνισμού, όπως και οι ιδιωτικοί όμιλοι που το ανταγωνίζονται. Στοχεύει στη μεγιστοποίηση της κερδοφορίας του με την αύξηση του βαθμού εκμετάλλευσης των εργαζομένων του και την επιβάρυνση της λαϊκής κατανάλωσης.

1.2 Το διακρατικό πλαίσιο της Ε.Ε.

Η σταδιακή «απελευθέρωση» του ενεργειακού τομέα της ΕΕ απ' την εθνική κρατική προστασία συντελείται ήδη στη δεκαετία του '90, σύμφωνα με τις κατευθύνσεις της συνθήκης του Μάαστριχ για ελεύθερη κίνηση κεφαλαίου, εργασίας, εμπορευμάτων στο σύνολο της επικράτειας της ΕΕ.

Σαν κατεύθυνση εντάσσεται στο στρατηγικό σχέδιο αναδιάρθρωσεων στα κράτη-μέλη της ΕΕ, με στόχο να μετατραπεί η ΕΕ στην πιο ανταγωνιστική οικονομία στον κόσμο, σύμφωνα με τις διακηρύξεις της στρατηγικής της Λισσαβόνας. Η στρατηγική αυτή στοχεύει στην επιτάχυνση της συγκέντρωσης και συγκεντροποίησης του κεφαλαίου, στην αύξηση του βαθμού εκμετάλλευσης της εργατικής τάξης.

Το πρώτο μεγάλο βήμα για την αναδιάρθρωση και τη δημιουργία μιας ενιαίας εσωτερικής αγοράς στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας έγινε με την ψήφιση της Οδηγίας 96/92/ΕΚ. Με την οδηγία αυτή καταργήθηκαν τα αποκλειστικά κρατικά δικαιώματα κατασκευής και λειτουργίας σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και προβλέφθηκε διαδικασία χορήγησης σχετικών αδειών σε ιδιώτες επενδυτές. Προηγήθηκε και αξιοποιήθηκε σχετικά η βρετανική εμπειρία. Προβλέφθηκε επίσης η δημιουργία φορέων διαχείρισης των εθνικών συστημάτων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, διαφορετικών απ' τα κρατικά μονοπώλια που ασκούσαν ουσιαστικά τη διαχείριση την προηγούμενη περίοδο.

Ακολούθησε η Οδηγία 2001/77/ΕΚ, με την οποία προβλέφθηκε η αποφασιστική κρατική ενίσχυση των ιδιωτικών επενδύσεων στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) και ο καθορισμός εθνικών, ενδεικτικών στόχων αύξησης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ.

Το επόμενο αποφασιστικό βήμα ήταν η έκδοση της Οδηγίας Πλαίσιο 2003/54/ΕΚ με στόχο την επιτάχυνση της «απελευθέρωσης». Σύμφωνα με την οδηγία, από την 1η Ιουλίου 2007 όλοι οι καταναλωτές (συμπεριλαμβανομένων και των οικιακών) θα μπορούν να αγοράζουν ηλεκτρική ενέργεια από οποιονδήποτε προμηθευτή στο πλαίσιο της ΕΕ.

Παρέχονται επίσης αυξημένα δικαιώματα λήψης αποφάσεων στους Διαχειριστές των δικτύων (κρατικούς φορείς) στην περίπτωση που τα δίκτυα μεταφοράς και διανομής ενός κράτους-μέλους παραμένουν στην ιδιοκτησία καθετοποιημένης επιχείρησης, δηλαδή του πρώην κρατικού μονοπωλίου.

Παράλληλα ενισχύεται ο ρόλος των ρυθμιστικών αρχών που είναι υπεύθυνες για τη διασφάλιση του ουσιαστικού ανταγωνισμού μεταξύ των ιδιωτικών ομίλων και των προϋποθέσεων για τη σύνδεση στο δίκτυο νέων παραγωγών ηλεκτρικής ενέργειας. Αξιοσημείωτη εξέλιξη ήταν και η υιοθέτηση του Κανονισμού 1228/2003 για τον καθορισμό κανόνων σχετικά με τις διασυνοριακές ανταλλαγές ηλεκτρικής ενέργειας. Στόχος του κανονισμού ήταν η αντιμετώπιση ορισμένων εμποδίων στην ενοποίηση της ευρωπαϊκής καπιταλιστικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, μέσω εναρμονισμένων τιμολογίων πρόσβασης στα δίκτυα και ενιαίων διαδικασιών αντιμετώπισης των προβλημάτων συμφόρησης στα δίκτυα στις διασυνοριακές ανταλλαγές.

Η προώθηση των συγκεκριμένων νομοθετικών ρυθμίσεων οδήγησε στην επιτάχυνση της συγκέντρωσης και συγκεντροποίησης του κεφαλαίου. Ήδη από το 2002, πέντε μεγάλοι μονοπωλιακοί όμιλοι (γαλλική EdF, γερμανικές RWE, EON, VattenFall, ιταλική ENEL) έφτασαν να ελέγχουν το 55% της αγοράς της ΕΕ-15.

Η παρουσία των πέντε αυτών ομίλων στις αγορές των κρατών-μελών της ΕΕ, το 2005, αποτυπώνεται στον Πίνακα 1.

Η επιτάχυνση αυτή βασίστηκε στην αύξηση της παραγωγικότητας και του βαθμού εκμετάλλευσης της εργασίας και ενίσχυσε την ανταγωνιστική θέση της ΕΕ έναντι των ΗΠΑ. (Πίνακας 2).

Πίνακας 1

	Μεγαλύτερη εταιρία	Άλλες σημαντικές
Αυστρία	VERBUND	RWE, EON, EdF
Βέλγιο	E-BEL	EdF
Δανία	ELSAM	VF, EON
Φινλανδία	FORTUM	VF, EON
Γαλλία	EdF	ENDESA (ENEL-EON)
Γερμανία	RWE	EON, VF, EdF
Ιρλανδία	ESB	
Ιταλία	ENEL	ENDESA (ENEL-EON)
Ολλανδία	E-BEL	EON
Πορτογαλία	EDP	ENDESA (ENEL-EON)
Ισπανία	ENDESA	ENEL
Σουηδία	VF	EON
Ην. Βασίλειο		EdF, EON, RWE
Πολωνία	BOT	EdF
Τσεχία	CEZ	RWE, EON
Σλοβακία	ENEL	RWE, EdF, EON
Ουγγαρία	MVM	EdF, EON, RWE
Σλοβενία	HSE	

Πίνακας 2

Αύξηση της παραγωγικότητας της εργασίας στους κλάδους της ηλεκτρικής ενέργειας και του φυσικού αερίου

Ετήσιο %	1979-1990	1990-1995	1995-2001
ΕΕ - 15	2,7	3,6	5,7
ΗΠΑ	1,1	1,8	0,1

Πηγή: Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 2005.

Η πορεία αυτή οδήγησε σε όξυνση των ενδοϊμπεριαλιστικών αντιθέσεων για το ρυθμό και το πλαίσιο διαχείρισης της «απελευθέρωσης». Οι αντιθέσεις αυτές έχουν αντικειμενική βάση. Εδράζονται στην καπιταλιστική ανισομετρία και στην εθνοκρατική οργάνωση πάνω στην οποία εξακολουθεί να στηρίζεται η καπιταλιστική συσσώρευση στην ΕΕ. Η συμμαχία των καπιταλιστικών κρατών της Ευρώπης για να

αντεπεξέλθουν στο διεθνή ανταγωνισμό δεν μπορεί να αναιρέσει αυτά τα χαρακτηριστικά.

Στην ετήσια έκθεσή της το 2005 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ομολογεί: «Νευραλγικό ζήτημα συνιστά η αποτυχία ολοκλήρωσης των εθνικών αγορών ηλεκτρικής ενέργειας σε ευρύτερη ενιαία ευρωπαϊκή αγορά. Ζωτική σημασία έχει εν προκειμένω να συνεχιστεί η βελτίωση των κανόνων για διασυνοριακό εμπόριο ηλεκτρικής ενέργειας... Δεύτερον τα κράτη μέλη εξακολουθούν να αμελούν για το ζήτημα της διάρθρωσης της αγοράς. Όπως έχει επισημανθεί και σε προγενέστερες εκθέσεις, στις αγορές ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου πάρα πολλών κρατών-μελών κυριαρχούν μία ή δύο εταιρίες και σε πολλές περιπτώσεις είναι ανεπαρκές το δυναμικό για διασυνοριακό ανταγωνισμό. Είναι επιτακτική ανάγκη εξεύρεσης λύσεων σε αυτά τα προβλήματα».

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ανησυχεί γιατί η ισχυροποίηση των μονοπωλιακών ομίλων ακυρώνει στην πράξη τη μυθοπλασία περί «ελεύθερου ανταγωνισμού προς όφελος του λαϊκού καταναλωτή» και σημειώνει: «Παρότι οι διακυμάνσεις τιμών δεν είναι ασυνήθιστες, οι αυξήσεις δύσκολα θα γίνουν αποδεκτές από τους καταναλωτές στις περιπτώσεις που οι προοπτικές αλλαγής προμηθευτή φαίνεται να είναι περιορισμένες και στις περιπτώσεις που η διαπραγματευτική ισχύς των καταναλωτών είναι ασθενής, λόγω δυσμενούς διάρθρωσης της αγοράς».

Φυσικά το πρόβλημα δεν οφείλεται στην «αμέλεια» των κρατών-μελών για το ζήτημα της διάρθρωσης της αγοράς, αλλά στην αντικειμενική επίδραση της διαδικασίας συσσώρευσης του κεφαλαίου. Αξίζει μάλιστα να σημειωθεί ότι το 2007 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή επέβαλε ένα σημαντικό πρόστιμο 750 εκ. ευρώ στους βασικότερους ομίλους προμήθειας ενεργειακού εξοπλισμού με την κατηγορία του σχηματισμού καρτέλ (Siemens, Alstom κλπ.).

Στην προσπάθεια άμβλυνσης των ενδοϊμπεριαλιστικών αντιθέσεων, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δίνει έμφαση στην ενοποίηση των εθνικών αγορών σε μεγαλύτερες ομάδες, στην αύξηση του επιπέδου των διαθέσιμων διασυνδέσεων μεταξύ των κρατών-μελών, στον ιδιοκτησιακό διαχωρισμό των εθνικών δικτύων μεταφοράς και διανομής από τις καθετοποιημένες επιχειρήσεις (πρώην κρατικά μονοπώλια), στην υιοθέτηση δεσμευτικών εθνικών στόχων για τα μερίδια ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ.

Στις προτάσεις αυτές εκφράζεται ισχυρή αντίθεση από ένα μπλοκ κρατών (Γαλλίας, Ιταλίας, Ισπανίας κ.ά.) με το οποίο συμπορεύεται και η Ελλάδα. Το συγκεκριμένο μπλοκ θεωρεί ότι οι στόχοι ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ πρέπει να είναι ενδεικτικοί και όχι δεσμευτικοί, επισημαίνοντας τον κίνδυνο ανόδου των τιμών ηλεκτροπαραγωγής για την ενεργοβόρα εγχώρια μεταποίηση - βιομηχανία τους. Διαφωνεί επίσης με το ιδιοκτησιακό διαχωρισμό του δικτύου από τα πρώην κρατικά μονοπώλια ηλεκτρικής ενέργειας. Δε συμφωνεί στη διαμόρφωση θεσμού «υπερ-ρύθμισης», δηλαδή μίας ενιαίας ευρωπαϊκής ρυθμιστικής αρχής ενέργειας με ενισχυμένες εκτελεστικές αρμοδιότητες. Οι συγκεκριμένες διαφωνίες σε επίπεδο υπουργών και αρχηγών κρατών-μελών εκφράστηκαν το Φεβρουάριο και το Μάρτιο του 2007 και αντανακλούν κυρίως τις αντιθέσεις τμημάτων του βιομηχανικού κεφαλαίου ορισμένων κρατών, που εκτιμά ότι θα επιδεινωθεί η ανταγωνιστική του θέση αν υιοθετηθούν οι προτάσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (π.χ. γαλλικοί

βιομηχανικοί όμιλοι διατηρούν ενισχυμένη ανταγωνιστική θέση λόγω του σύγχρονου συγκριτικά φθηνού βιομηχανικού ρεύματος που εξακολουθεί να τους διασφαλίζει το πρώην κρατικό μονοπώλιο EdF).

Σε επιστολή του προς τον Κοινοτικό Επίτροπο για την Ενέργεια, Αντρίς Πίμπαλγκς, στις 10 Ιανουαρίου 2007 ο Γάλλος υπουργός βιομηχανίας σημειώνει ότι «η απελευθέρωση απέτυχε να διασφαλίσει φτηνότερες τιμές για τους καταναλωτές και επισημαίνει τις πολύ μεγάλες αυξήσεις τιμών μεταξύ 2004-2006 στην ΕΕ.

Οι ενδοϊμπεριαλιστικές αντιθέσεις και ο μονοπωλιακός ανταγωνισμός έχουν ασκήσει επίσης σημαντική επίδραση στην έκβαση λαϊκών αγώνων ενάντια στην «απελευθέρωση» και τις ιδιωτικοποιήσεις που εκδηλώθηκαν διεθνώς κυρίως μετά το 1999 (π.χ. Γαλλία, ΗΠΑ, Μεξικό, Καναδάς).

1.3 Οι στόχοι της Ε.Ε. και η ενεργειακή θέση της Ελλάδας

Η περίοδος που διανύουμε χαρακτηρίζεται από όξυνση των ενδοϊμπεριαλιστικών αντιθέσεων για τον έλεγχο των ενεργειακών πηγών και των οδών μεταφοράς του πετρελαίου και του φυσικού αερίου.

Στο πλαίσιο αυτό η ΕΕ επιχειρεί να μειώσει την ενεργειακή της εξάρτηση και να αντιμετωπίσει την υπεροχή του αμερικάνικου ιμπεριαλισμού σχετικά με τον έλεγχο των ενεργειακών πηγών ιδιαίτερα της Μέσης Ανατολής. Γι' αυτό η ΕΕ δίνει έμφαση στην ενίσχυση της ενεργειακής συνεργασίας της με τη Ρωσία και στην υλοποίηση μιας δέσμης μέτρων μείωσης της ενεργειακής της εξάρτησης με άξονες την εξοικονόμηση ενέργειας και τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, την αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, την επίτευξη της ενιαίας ευρωπαϊκής αγοράς στον ενεργειακό τομέα, την ηλεκτροπαραγωγή από πυρηνική ενέργεια, την επιτάχυνση της έρευνας για νέες καινοτόμες ενεργειακές τεχνολογίες.

Ιδιαίτερα στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας που εξετάζουμε, η ΕΕ και η EURELECTRIC (που εκπροσωπεί τους ευρωπαϊκούς μονοπωλιακούς ομίλους ηλεκτρισμού) στοχεύουν στη δημιουργία ενός «Μεσογειακού ηλεκτρικού δακτυλίου», μιας μεγάλης ενιαίας αγοράς, που θα περιλάβει τις χώρες της Μέσης Ανατολής και της Βόρειας Αφρικής που βρέχονται από τη Μεσόγειο. Το συγκεκριμένο δακτυλίδι μαζί με άλλα δύο σχέδια (το Βαλτικό δακτυλίδι και το δακτυλίδι της Μαύρης Θάλασσας) αφορούν χώρες εκτός ΕΕ με προβλεπόμενους υψηλούς ρυθμούς κατανάλωσης ηλεκτρισμού, που αποτελούν επενδυτική διέξοδο για τους ευρωπαϊκούς ομίλους και τον ενεργειακό εφοδιασμό της ΕΕ. Ο ρυθμός ανόδου της κατανάλωσης σε αυτές τις χώρες είναι σαφώς υψηλότερος των κρατών-μελών της ΕΕ. Την περίοδο 1990-2004 η κατανάλωση ηλεκτρισμού των μεσογειακών Ασιατικών και Αφρικανικών κρατών αυξήθηκε τέσσερις φορές περισσότερο από τον αντίστοιχο των κρατών-μελών της ΕΕ.

Στην ίδια κατεύθυνση κινείται και η ίδρυση της «Ενεργειακής Κοινότητας της Νοτιοανατολικής Ευρώπης» το 2005, με συμμετοχή 13 κρατών της περιοχής, από τα οποία πέντε είναι μέλη της ΕΕ. Η ίδρυση της Κοινότητας δρομολογεί την ελεύθερη,

ανεμπόδιστη κίνηση κεφαλαίων και ενεργειακών εμπορευμάτων μεταξύ της ΕΕ και των συγκεκριμένων κρατών αυτής της περιοχής.

Σύμφωνα με μελέτη της Παγκόσμιας Τράπεζας και της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας της συγκεκριμένης περιοχής μπορούν να επενδυθούν 20 δισ. ευρώ τα επόμενα 15 χρόνια. Από αυτά τα 12 δισ. ευρώ προβλέπονται για αποκατάσταση υφιστάμενων κατασκευών προοριζόμενων για νέους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής, ενώ τα 8 δισ. ευρώ για την κατασκευή δικτύων μεταφοράς και διανομής. Το επενδυτικό ενδιαφέρον των ευρωπαϊκών ομίλων εστιάζεται σε λιγνιτικές μονάδες και στα πλούσια λιγνιτικά κοιτάσματα των Δυτικών Βαλκανίων (Κοσσυφοπέδιου, ΠΓΔΜ, Σερβίας, Μαυροβουνίου).

Έτσι η ΕΕ αφενός διασφαλίζει εναλλακτικές πηγές για φτηνή ηλεκτροπαραγωγή και αφετέρου διαμορφώνει προϋποθέσεις ανόδου της κερδοφορίας σε κεφάλαια που είχαν υπερσυσσωρευτεί στα κράτη-μέλη της. Γι' αυτό εκτός από τους ευρωπαϊκούς ομίλους (EdF, EON, RWE, Enel κλπ.), έχουν ενεργοποιηθεί οι λεγόμενοι «δωρητές», όπως η Παγκόσμια Τράπεζα, η Ευρωπαϊκή Τράπεζα για την Ανασυγκρότηση και την Ανάπτυξη, οι κυβερνήσεις ΗΠΑ και Καναδά. Μέρος της χρηματοδότησης των αναγκαίων υποδομών διασφαλίζεται μέσω της προβλεπόμενης ευρωενωσιακής χρηματοδότησης για την Ανάπτυξη των Διευρωπαϊκών Δικτύων Ενέργειας. Φυσικά η πρωτοβουλία της ΕΕ δεν περιορίζεται στον τομέα της ενέργειας.

Επιχειρεί να αξιοποιήσει την Ενεργειακή Κοινότητα ως συνδετικό κρίκο για σταθερότερη πρόσδεση των Βαλκανικών κρατών στο άρμα του ευρωενωσιακού ιμπεριαλισμού. Κινείται στην ίδια κατεύθυνση με το Σύμφωνο Σταθερότητας για τη Νοτιο-Ανατολική Ευρώπη που υπογράφηκε το 1999, με την ένταξη της Βουλγαρίας και Ρουμανίας στην ΕΕ-25 το 2006 και με τη Διαδικασία Σταθεροποίησης και Σύνδεσης των κρατών των Δυτικών Βαλκανίων με την ΕΕ που δρομολογήθηκε το 2000.

Μέσα σε αυτό το πλαίσιο η αστική τάξη της Ελλάδας επιχειρεί να αναβαθμίσει το ρόλο της στον παγκόσμιο ενεργειακό χάρτη. Προσπαθεί να ενταχθεί στα μεγάλα διεθνή δίκτυα ενέργειας, φυσικού αερίου και πετρελαίου. Επιχειρεί να μετεξελιχθεί σε ενεργειακό δίαυλο μεταξύ των σημείων παραγωγής και των κέντρων κατανάλωσης της ενέργειας. Συνδυάζει την ενεργειακή της πολιτική με την προσπάθεια να εδραιωθεί σε χρηματοπιστωτικό και εμπορικό κέντρο της ευρύτερης περιοχής. Τους συγκεκριμένους στόχους διατύπωσε σε ομιλία του στον ΟΟΣΑ, τον Ιανουάριο του 2007, ο υπουργός Ανάπτυξης Δημ. Σιούφας.

Η πολιτική αυτή περιλαμβάνει μέτρα που αφορούν τους τομείς του πετρελαίου και του φυσικού αερίου, όπως η ιστορική διακήρυξη των ηγετών Ρωσίας - Ελλάδας - Βουλγαρίας το 2006 για την κατασκευή του πετρελαιοαγωγού Μπουργκάς - Αλεξανδρούπολης, η κατασκευή του αγωγού φυσικού αερίου Ελλάδα - Τουρκίας, η συμφωνία της έναρξης κατασκευής του υποθαλάσσιου αγωγού φυσικού αερίου Ελλάδα - Ιταλίας.

Στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας η αστική τάξη αξιοποιεί ήδη την ενεργό συμμετοχή της στην Ενεργειακή Κοινότητα της ΝΑ Ευρώπης, αφενός για εξαγωγή κεφαλαίου και επενδύσεις στην περιοχή και αφετέρου για προώθηση της διασύνδεσης με τα συστήματα ηλεκτρισμού των γειτονικών χωρών.

Για το σκοπό αυτό προωθεί την υπογραφή Διακρατικής Συμφωνίας ενεργειακής συνεργασίας με την Αλβανία και ολοκληρώνει την κατασκευή γραμμής μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας με την ΠΓΔΜ.

Παράλληλα με την υπογραφή πρωτοκόλλου ενεργειακής συνεργασίας με την Ιταλία δρομολογείται ο διπλασιασμός της χωρητικότητας της υποβρύχιας ηλεκτρικής διασύνδεσης Ελλάδας - Ιταλίας που ήδη λειτουργεί από το 2002. Η ελληνική κυβέρνηση διαπραγματεύεται με την κυβέρνηση της Βουλγαρίας για την κατασκευή δεύτερης γραμμής διασύνδεσης.

Η ΔΕΗ ΑΕ διαδραματίζει σημαντικό ρόλο για την υλοποίηση αυτού του σχεδιασμού. Π.χ. η προτεινόμενη συμφωνία της ΔΕΗ ΑΕ προς την αντίστοιχη Αλβανική KESH, για την ανάληψη από τη ΔΕΗ ΑΕ του προγραμματισμού ανάπτυξης του ηλεκτρικού συστήματος της Αλβανίας και της αναβάθμισης του δικτύου της. Στην προσπάθειά της να αναβαθμίσει το ρόλο της στον ενεργειακό σχεδιασμό της περιοχής η Ελλάδα αναπτύσσει αντιφατικές σχέσεις ανταγωνισμού και συνεργασίας τόσο με την Τουρκία όσο και με τις ισχυρές ιμπεριαλιστικές δυνάμεις. Αξιοποιεί την ιδιότητά της ως κράτος-μέλος της ΕΕ για να μετάσχει στην εκμετάλλευση των κοιτασμάτων του Κοσσόβου, όμως ταυτόχρονα βρίσκεται αντιμέτωπη με τις επιδιώξεις των ισχυρών γερμανικών ομίλων (RWE, Energie Baden κλπ.).

Γενικότερα θα πρέπει να επιστημόνουμε ότι η ανάδειξη της περιοχής σε ενεργειακό κόμβο τη μετατρέπει σε πεδίο οξυμένης ενδοϊμπεριαλιστικής διαπάλης. Από το πλήθος των γεγονότων που επιβεβαιώνουν αυτή την εκτίμηση αναφέρουμε ενδεικτικά: Την αμερικανική και τουρκική παρέμβαση ενάντια στην ενεργειακή συμφωνία Κύπρου - Αιγύπτου - Λιβάνου, την υπονόμευση των κυρίαρχων δικαιωμάτων της Σερβίας στο Κοσσυφοπέδιο από την ΕΕ κάτω από την ομπρέλα του ΟΗΕ, τη ρωσική πίεση προς την κυβέρνηση της Βουλγαρίας για τους τελικούς όρους της συμφωνίας για το σχέδιο αγωγού Μπουργκάς - Αλεξανδρούπολης, την αμερικανική αντίδραση στη ρωσική πρόταση για τροφοδοσία του αγωγού Τουρκίας - Ελλάδα - Ιταλίας με ρωσικό φυσικό αέριο.

Η προσπάθεια της ελληνικής κυβέρνησης να κρατήσει ισορροπίες στη Σύνοδο Κορυφής της ΕΕ (Μάρτιος 2007) ανάμεσα στις απαιτήσεις των ΗΠΑ για εγκατάσταση συστήματος αντιτυραυλικής άμυνας στην Τσεχία και στην Πολωνία και στα αντίθετα συμφέροντα της Ρωσίας (προκειμένου να οριστικοποιηθεί η συμφωνία για τον αγωγό Μπουργκάς-Αλεξανδρούπολης) είναι χαρακτηριστικό παράδειγμα. Οι συγκεκριμένοι στόχοι μετατροπής της χώρας σε ενεργειακό δίαυλο είναι σημαντικοί για την κερδοφορία του κεφαλαίου, τα στρατηγικά συμφέροντα της αστικής τάξης. Η επίτευξή τους όμως δεν οδηγεί σε ανάλογα ευεργετικά αποτελέσματα για τους εργαζόμενους.

Ο κίνδυνος αποσταθεροποίησης της περιοχής λόγω της όξυνσης των ενδοϊμπεριαλιστικών αντιθέσεων είναι η πιο φανερή αλλά όχι και η μοναδική αρνητική πλευρά. Η εφαρμογή της Συνθήκης για την Ελλάδα θα οδηγήσει σε ένταση της ενεργειακής εξάρτησης. Μεγάλο μέρος των επενδύσεων σε σταθμούς παραγωγής θα κατευθυνθούν στα Βαλκανικά κράτη με φτηνή ηλεκτροπαραγωγή (π.χ. Σερβία-Κοσσυφοπέδιο) και στη συνέχεια θα γίνεται εισαγωγή ρεύματος στην Ελλάδα από ομίλους προμηθευτών. Η ευθύνη του ενεργειακού σχεδιασμού θα μετατοπιστεί προς

το επίπεδο της ΝΑ Ευρώπης, για την ενιαία αντιμετώπιση των προβλημάτων της συγκεκριμένης αγοράς. Παράλληλα το κίνητρο της προσέλκυσης και το φόβητρο της απομάκρυνσης ιδιωτικών επενδύσεων από τη χώρα θα χρησιμοποιηθούν προς τους εργαζόμενους του κλάδου σαν καρότο και μαστίγιο, για να αποδεχτούν τα μέτρα αύξησης του βαθμού εκμετάλλευσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Α.Π.Ε. και Αιολική ενέργεια

2.1 Μορφές των Α.Π.Ε.

Οι κυριότερες μορφές των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας είναι:

- **Ηλιακή ενέργεια:** αξιοποιείται μέσω τεχνολογιών που εκμεταλλεύονται, τόσο τη θερμότητα, όσο και τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα του ήλιου. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για τη εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας διακρίνονται σε:
 - **Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα:** μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα (κυρίως ηλιακοί θερμοσίφωνες).
 - **Παθητικά Ηλιακά και Υβριδικά Συστήματα:** αφορούν κατάλληλες αρχιτεκτονικές λύσεις και χρήση των κατάλληλων δομικών υλικών για τη μεγιστοποίηση της απευθείας εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση, δροσισμό ή φωτισμό στα κτίρια.
 - **Φωτοβολταϊκά Ηλιακά Συστήματα:** μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια άμεσα σε ηλεκτρική ενέργεια.
- **Αιολική Ενέργεια:** η κινητική ενέργεια που παράγεται από τη δύναμη του ανέμου και μετατρέπεται σε απολήψιμη μηχανική ενέργεια ή και σε ηλεκτρική ενέργεια.
- **Γεωθερμία:** η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και εμπεριέχεται σε φυσικούς ατμούς, σε επιφανειακά ή υπόγεια θερμά νερά και σε θερμά ξηρά πετρώματα.
- **Υδροηλεκτρική Ενέργεια:** αξιοποιεί τις υδατοπτώσεις και τη ροή των υδάτων με στόχο την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή και το μετασχηματισμό της σε απολήψιμη μηχανική ενέργεια.
- **Βιομάζα:** είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας, που μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια σε οργανική ύλη με μια σειρά διεργασιών των φυτικών οργανισμών χερσαίας ή υδρόβιας προέλευσης (δασικά - γεωργικά υποπροϊόντα, απόβλητα γεωργικών βιομηχανιών και βιομηχανιών τροφίμων κ.λπ.). Σ' αυτήν την κατηγορία μπορούν να συμπεριληφθούν και τα αστικά απορρίμματα σε ότι αφορά την αξιοποίηση του ενεργειακού περιεχομένου τους στο γενικότερο πλαίσιο μιας ολοκληρωμένης περιβαλλοντικής διαχείρισης της τελικής απόθεσής τους.

2.2 Πλεονεκτήματα των Α.Π.Ε.

Τα κύρια πλεονέκτημα των ΑΠΕ είναι τα εξής:

- Είναι πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησης από τους εξαντλήσιμους συμβατικούς ενεργειακούς πόρους (κυρίως ορυκτά καύσιμα).
- Είναι εγχώριες πηγές ενέργειας και συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής αυτάρκειας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε τοπικό, περιφερειακό και εθνικό επίπεδο.
- Είναι διάσπαρτες γεωγραφικά και οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, παρέχοντας τη δυνατότητα κάλυψης των ενεργειακών αναγκών σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας έτσι τα συστήματα υποδομής και μειώνοντας τις απώλειες από τη μεταφορά ενέργειας.
- Προσφέρουν τη δυνατότητα ορθολογικής αξιοποίησης των ενεργειακών πόρων καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα των ενεργειακών αναγκών των χρηστών π.χ. ηλιακή ενέργεια για θερμότητα χαμηλών θερμοκρασιών, αιολική ενέργεια για ηλεκτροπαραγωγή.
- Οι εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης των ΑΠΕ έχουν σχεδιασθεί για να καλύπτουν τις ανάγκες των χρηστών και σε μικρή κλίμακα εφαρμογών ή σε μεγάλη κλίμακα αντίστοιχα, έχουν μικρή διάρκεια κατασκευής, επιτρέποντας έτσι τη γρήγορη ανταπόκριση της προσφοράς προς τη ζήτηση ενέργειας.
- Είναι φιλικές προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο.

2.3 Αιολική ενέργεια

Οι άνεμοι, δηλαδή οι μεγάλες μάζες αέρα που μετακινούνται με ταχύτητα από μία περιοχή σε κάποια άλλη, οφείλονται στην ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της Γης από την ηλιακή ακτινοβολία. Η **αιολική ενέργεια** είναι η ενέργεια του ανέμου που προέρχεται από τη μετακίνηση αερίων μαζών της ατμόσφαιρας. Το συνολικό εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό της Ελλάδας μπορεί να καλύψει ένα μεγάλο μέρος των ηλεκτρικών αναγκών της. Η κινητική ενέργεια των ανέμων είναι τόση που, με βάση τη σημερινή τεχνολογία εκμετάλλευσής της, θα μπορούσε να καλύψει πάνω από δύο φορές τις ανάγκες της ανθρωπότητας σε ηλεκτρική ενέργεια.

Η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας χάνεται στα βάθη της ιστορίας. Για πολλές εκατοντάδες χρόνια η κίνηση των πλοίων στηριζόταν στη δύναμη του ανέμου, ενώ η χρήση του ανεμόμυλου ως κινητήριας μηχανής εγκαταλείπεται μόλις στα μέσα του προηγούμενου αιώνα. Είναι η εποχή που εξαπλώνονται ραγδαία τα συμβατικά καύσιμα και ο ηλεκτρισμός, ο οποίος φτάνει ως τα πιο απομακρυσμένα σημεία. Η πετρελαϊκή κρίση στις αρχές της δεκαετίας του 70, φέρνει ξανά στο προσκήνιο τις

ΑΠΕ και την αιολική ενέργεια. Στο διάστημα μέχρι σήμερα, σημειώνεται μια αλματώδης ανάπτυξη, κάτι που ενισχύεται και από την επιτακτική ανάγκη για την προστασία του περιβάλλοντος. Γίνεται πλέον συνείδηση σε όλο και περισσότερο κόσμο, πως ο άνεμος είναι μια καθαρή ανεξάντλητη πηγή ενέργειας.

Τα σύγχρονα συστήματα εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας αφορούν κυρίως μηχανές που μετατρέπουν την ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια και ονομάζονται ανεμογεννήτριες.

Η σημαντικότερη οικονομικά εφαρμογή των ανεμογεννητριών είναι η σύνδεσή τους στο ηλεκτρικό δίκτυο μιας χώρας. Στην περίπτωση αυτή, ένα αιολικό πάρκο, δηλαδή μία συστοιχία πολλών ανεμογεννητριών, εγκαθίσταται και λειτουργεί σε μία περιοχή με υψηλό αιολικό δυναμικό και διοχετεύει το σύνολο της παραγωγής του στο ηλεκτρικό σύστημα. Υπάρχει βέβαια και η δυνατότητα οι ανεμογεννήτριες να λειτουργούν αυτόνομα, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε περιοχές που δεν ηλεκτροδοτούνται, μηχανικής ενέργειας για χρήση σε αντλιοστάσια, καθώς και θερμότητας. Όμως, η ισχύς που παράγεται σε εφαρμογές αυτού του είδους είναι περιορισμένη, το ίδιο και η οικονομική τους σημασία.

Πολλοί ερευνητές εργάζονται για να βρουν περισσότερους αποτελεσματικούς τρόπους για αυτή την εκμετάλλευση. Η εγκατάσταση και λειτουργία των αιολικών πάρκων και των υβριδικών συστημάτων σε μικρότερα και μεγαλύτερα νησιά αποκάλυψε τα εμπόδια και τις δυνατότητες εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ). Η στοχαστική συμπεριφορά του αιολικού δυναμικού, σε συνδυασμό με τις διακυμάνσεις της ζήτησης ενέργειας από τις καταναλώσεις σε καθημερινή βάση αλλά και ανάλογα την εποχή, περιορίζουν τη χρήση των ΑΠΕ για την ικανοποίηση χωρίς αποθήκευση ενέργειας, των ενεργειακών αναγκών των νησιών.

2.4 Χαρακτηριστικά ανεμογεννητριών

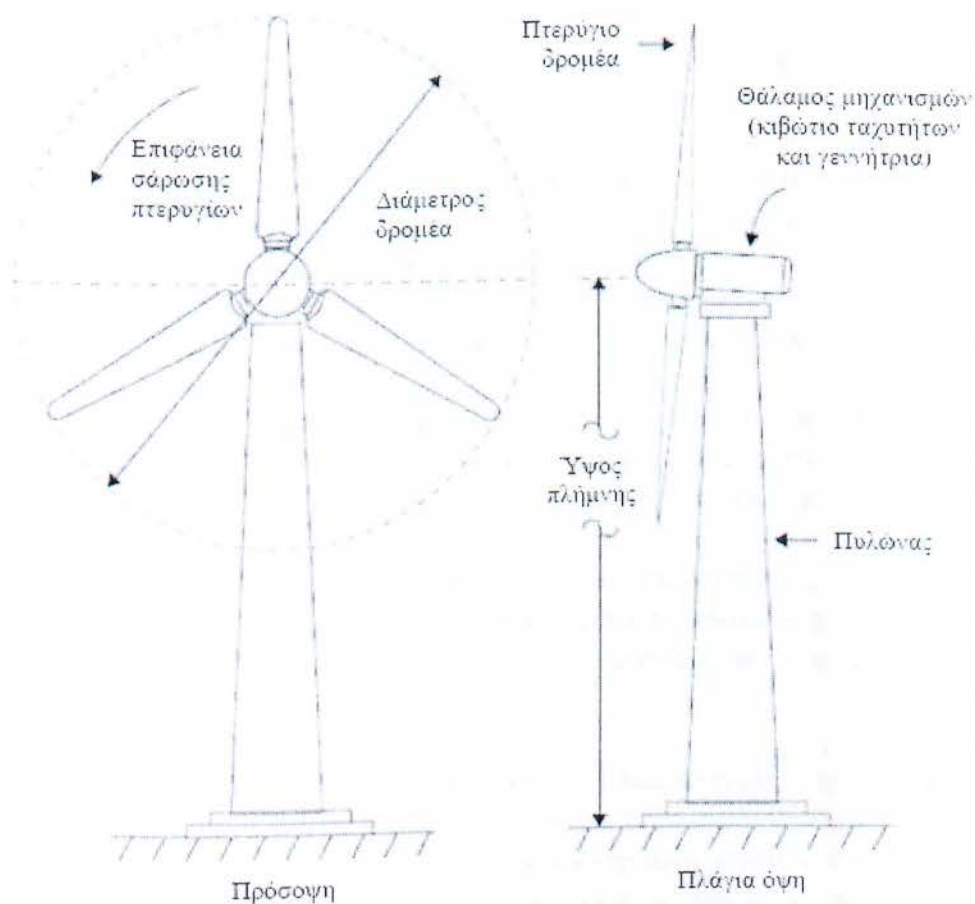
Διακρίνουμε δύο είδη: τις δίπτερες και τις τρίπτερες. Οι τρίπτερες, με ρότορα μικρότερο των 10 μέτρων, έχουν τη δυνατότητα εκμετάλλευσης ασθενούς αιολικού δυναμικού. Στις μηχανές μεγάλου μεγέθους επικρατούν οι δίπτερες, με κόστος κατασκευής και συντήρησης μικρότερο απ' αυτό των τρίπτερων αντίστοιχου μεγέθους. Η σύγχρονη τεχνολογία χρήσης της αιολικής ενέργειας ξεκίνησε με μικρές Α/Γ δυναμικότητας 20 ως 75 KW. Σήμερα χρησιμοποιούνται Α/Γ δυναμικότητας 200 ως 2.000 KW.

Ενδιαφέρον, για την εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού τους, έχουν οι περιοχές με ικανοποιητικές μέσες ταχύτητες ανέμου. Ένα πάρκο ανεμογεννητριών, το οποίο σε ταχύτητα 8m/sec αποδίδει 1600KW, σε ταχύτητα 4m/sec αποδίδει μόνο 200 KW. Σημαντικό ρόλο παίζει ο τόπος εγκατάστασης των ανεμογεννητριών. Η ύπαρξη ανωμαλιών του εδάφους, κτιρίων, δέντρων ή εμποδίων γενικά μπορεί να δημιουργήσει στροβιλισμούς και να μειώσει την αποδοτικότητα. Πριν την επιλογή

της περιοχής απαιτείται μελέτη στατιστικών μετεωρολογικών δεδομένων για τις κατευθύνσεις των κυρίαρχων ανέμων για περίοδο ενός χρόνου.

Στα νησιά του Αιγαίου, στην Κρήτη και στην Αν. Στερεά Ελλάδα οι μέσες ταχύτητες ανέμου είναι 6 - 7 m/sec, με αποτέλεσμα το κόστος της παραγόμενης ενέργειας να είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικό, γι' αυτό παρατηρείται πληθώρα έργων εκμετάλλευσης στις περιοχές αυτές. Μετά την απελευθέρωση της αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας, υποβλήθηκαν 350 αιτήσεις για άδεια αιολικών εγκαταστάσεων. Η παραγωγή ηλεκτρισμού από τον άνεμο είναι σήμερα ελκυστική για πολλούς λόγους.

Τμήματα Α/Γ οριζοντίου άξονα



2.6 Εφαρμογή αιολικών συστημάτων

Η κύρια αιτία δημιουργίας των ανέμων, είναι η άνιση θερμοκρασιακή κατανομή στις διάφορες περιοχές του πλανήτη μας, οφειλόμενη στη δράση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Έτσι το 2% της συνολικής ηλιακής ενέργειας που προσπίπτει στον πλανήτη μας, μετατρέπεται σε αιολική. Η ισχύς του ανέμου σε ολόκληρη τη γη υπολογίζεται ετησίως, σε $3,6 \cdot 10^9$ MW. Η ισχύς ρεύματος αέρα γενικά είναι ανάλογη της πυκνότητάς του και του κύβου της ταχύτητάς του. Έτσι για την ίδια ταχύτητα και διατομή, ένα ρεύμα αέρα θα έχει περίπου 800 φορές μικρότερη ενέργεια από μία αντίστοιχη δέσμη νερού. Η αιολική ενέργεια συνεπώς είναι μια «αραιή» ή «ήπια» μορφή ενέργειας, δηλαδή είναι μικρή η ποσότητα ενέργειας, η οποία δεσμεύεται ανά μονάδα χρόνου, σε κάθε τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας που προσβάλλεται από τον άνεμο. Ένας ανεμοκινητήρας (Α/Κ) έχει τη δυνατότητα να δεσμεύσει περίπου μόνο το 48% της ισχύς του ανέμου που προσβάλλει την επιφάνειά του. Αυτό έχει σαν συνέπεια την ανάγκη κατασκευής μονάδων μεγάλων διαστάσεων, μειονέκτημα όμως το οποίο με τη σημερινή τεχνολογία αντιμετωπίζεται ικανοποιητικά.

Παράλληλα η αιολική ενέργεια χαρακτηρίζεται από το πλεονέκτημα, ότι δίνει απ' ευθείας μηχανική ενέργεια, μια «αναβαθμισμένη» κατά την τεχνική ορολογία μορφή ενέργειας, που με πολύ υψηλό βαθμό απόδοσης και απλά μέσα, μετατρέπεται σε οποιαδήποτε άλλη μορφή ενέργειας και φυσικά την πιο εύχρηστη αυτών, την ηλεκτρική.

Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα της αιολικής ενέργειας είναι η στοχαστικότητα της, αλλά και η αδυναμία της να αποθηκευτεί και να χρησιμοποιηθεί μεταγενέστερα. Όπως είναι γνωστό, ο άνεμος είναι μια στοχαστική πηγή ενέργειας, γεγονός που σημαίνει ότι μπορεί να υπάρχει μεγάλη παραγωγή ενέργειας σε ώρες χαμηλής ζήτησης, ή αντίθετα σε ώρες αιχμής να μην υπάρχει παραγωγή. Από την άλλη η στοχαστικότητα αυτή της αιολικής ενέργειας αποτελεί τροχοπέδη στην εξολοκλήρου διεύθυνσή της στο σύστημα, για λόγους ευστάθειας αυτού.

Λύση στο πρόβλημα αυτό δίνει η αντλησιοταμίευση, με την οποία η αιολική ενέργεια αποθηκεύεται με τη μορφή δυναμικής ενέργειας στη ποσότητα του νερού το οποίο βρίσκεται σε συγκεκριμένο υψόμετρο. Δύνεται έτσι η δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί μεταγενέστερα και μάλιστα σαν μια ποιοτική ηλεκτρική πηγή ενέργειας η οποία δεν προκαλεί κανένα πρόβλημα στο σύστημα.

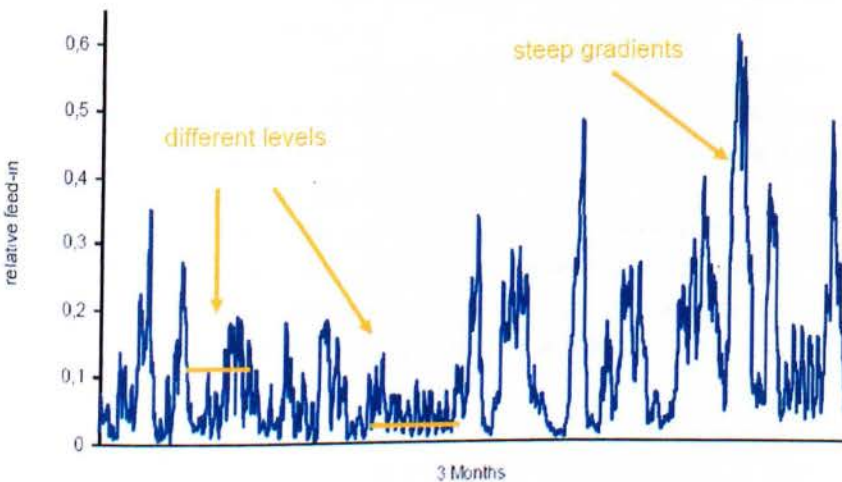
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Αποθήκευση της ενέργειας – μέθοδος αντλησιοταμίευσης

3.1 Η ανάγκη της αποθήκευσης ενέργειας

Σε ένα ηλεκτρικό δίκτυο, είτε αυτό είναι ένα ισχυρό διασυνδεδεμένο δίκτυο (όπως αυτό της ηπειρωτικής χώρας) είτε είναι αυτόνομο (μεγάλης ή μικρότερης ισχύος, όπως τα νησιά ανάλογα με το μέγεθός τους) σε κάθε χρονική στιγμή πρέπει να ικανοποιείται το ισοζύγιο της ισχύος, δηλ. η ισχύς που απορροφάται από τους καταναλωτές, το φορτίο, πρέπει να είναι ίση, με μικρές αποκλίσεις, προς αυτή που παράγουν οι σταθμοί παραγωγής (θερμικοί, υδροηλεκτρικοί κλπ).

Η χρονική διακύμανση του φορτίου είναι σχετικά προβλέψιμη ώστε να προσαρμόζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος. Για τεχνικούς λόγους και σε περιόδους χαμηλού φορτίου, οι μεγάλοι θερμικοί σταθμοί δεν μπορούν να μειώσουν την παραγωγή τους κάτω από ένα τεχνικό ελάχιστο όριο οπότε τις χρονικές αυτές περιόδους φαίνεται να περισσεύει ισχύς στο δίκτυο.

Η αύξηση συμμετοχής της ηλεκτρικής ενέργειας, που προέρχεται από την αιολική ενέργεια προκαλεί νέα τεχνικά προβλήματα στη διαχείριση ενός ηλεκτρικού δικτύου, τα οποία οφείλονται στην έντονη χρονική διακύμανση που παρουσιάζει η παραγωγή των αιολικών πάρκων και στην αδυναμία πρόλεξης της παραγωγής από τα αιολικά πάρκα.



Άρα στην ανάγκη αποθήκευσης ενέργειας που υπήρχε παραδοσιακά λόγω των τεχνικών ελάχιστων των μεγάλων θερμικών σταθμών παραγωγής και την κάλυψη των αιχμών ενός δικτύου προστίθεται μία καινούργια που προέρχεται από την αύξησης της συμμετοχής των αιολικών πάρκων στο σύστημα παραγωγής.

Η ανάγκη αποθήκευσης ενέργειας που προέρχεται από την παραγωγή αιολικών πάρκων γίνεται απαραίτητη, ακόμα και σε ισχυρά διασυνδεδεμένα δίκτυα, όταν η συμμετοχή της αιολικής ενέργειας αρχίζει να πλησιάζει κάποια όρια πέρα από τα οποία η διεξόδυση της αιολικής ενέργειας προκαλεί αστάθεια στο ηλεκτρικό δίκτυο. Ήδη κάποιες χώρες έχουν φτάσει στο όριο αυτό οπότε η περαιτέρω ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας μπορεί να γίνει μόνο μέσω αποθήκευσης.

Στην Γερμανία με συνολική εγκατεστημένη ισχύ περί τις 120.000MW η ισχύς των αιολικών πάρκων είναι ήδη 22.000 MW.

Στην Ελλάδα σήμερα με εγκατεστημένη ισχύ περί τα 14.000 MW, η ισχύς των αιολικών πάρκων είναι περί τα 900 MW (από αυτά τα 700 MW τροφοδοτούν τι διασυνδεδεμένο δίκτυο).

Επίσης στις χρονικές περιόδους υψηλού φορτίου και ιδιαίτερα στις αιχμές του φορτίου είναι ιδιαίτερα επιθυμητή στον διαχειριστή ενός δικτύου η διαθεσιμότητα μεγάλης ισχύος σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Από τα προηγούμενα προκύπτει η ανάγκη αποθήκευσης ενέργειας τις ώρες που υπάρχει αυτή διαθέσιμη και η δυνατότητα πρόσδοσης ενέργειας στο ηλεκτρικό δίκτυο κατά τις περιόδους αιχμής.

3.2 Τρόποι αποθήκευσης ενέργειας

Η ενέργεια μπορεί να αποθηκευτεί με διάφορες μορφές όπως:

- σε ηλεκτρική μορφή συνεχούς ρεύματος σε μία συστοιχία ηλεκτρικών συσσωρευτών (μπαταρίες)
- σε μηχανική μορφή υπό τη μορφή κινητικής ενέργειας σε σφόνδυλο
- υπό μορφή πεπιεσμένου αέρα ή αερίου , γενικότερα σε αεροφυλάκιο
- σε υδραυλική μορφή υπό τη μορφή ποσότητας νερού που αντλείται από μία χαμηλότερη στάθμη σε μία υψηλότερη

Στη διαδικασία αποθήκευσης της ενέργειας και στη συνέχεια, της επαναπόδοσής της στην κατανάλωση γίνεται με την ανάπτυξη απωλειών με αποτέλεσμα η ενέργεια που αποδίδεται να είναι μικρότερη από την ενέργεια που αποθηκεύεται. Ο τύπος των απωλειών εξαρτάται από τη μέθοδο αποθήκευσης.

Πίνακας 3

Τεχνολογία	Ολικός βαθμός απόδοσης (%)	Μέγεθος (MWh)
Υδραυλικός ταμιευτήρας	-75	0 - 20.000
Πεπιεσμένος αέρας	70	250 - 2.200
Σφόνδυλος	90+	0,1 - 20
Ηλ.Συσσωρευτής	70-84	17 - 40

Ως βαθμός απόδοσης του συστήματος αποθήκευσης ορίζεται ο λόγος της ενέργειας που αποδίδεται προς την ενέργεια που αποθηκεύεται.

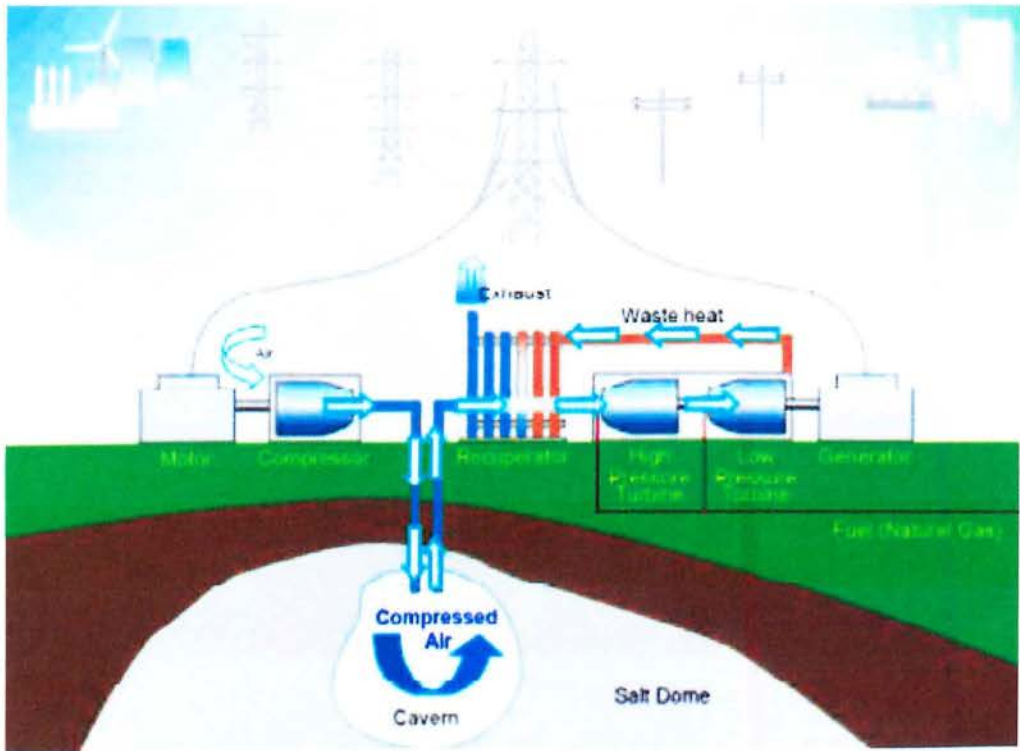
Από όλες τις μεθόδους αποθήκευσης ενέργειας, μόνο η αποθήκευσή της σε μορφή υδραυλικής ενέργειας και υπό μορφή πεπιεσμένου αέρα καλύπτουν την περιοχή μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας, οπότε είναι εφαρμόσιμες στην περίπτωση ηλεκτρικού δικτύου.

Επίσης παρουσιάζουν τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- Είναι αναστρέψιμες μέθοδοι (αποθήκευση και τροφοδοσία του ηλεκτρικού δικτύου)
- Έχουν γρήγορη απόκριση
- Έχουν σχετικά υψηλό βαθμό απόδοσης σε ένα πλήρη κύκλο

A) Αποθήκευση σε μορφή πεπιεσμένου αέρα

Ο πλήρης κύκλος περιλαμβάνει αεροσυμπιεστή του ατμοσφαιρικού αέρα, αποθήκευση του πεπιεσμένου αέρα σε υπόγεια σπήλαια σε πίεση 40-80bar και στη συνέχεια παραγωγή ηλεκτρισμού από 2 αεριοστρόβιλους (υψηλής και χαμηλής πίεσης).



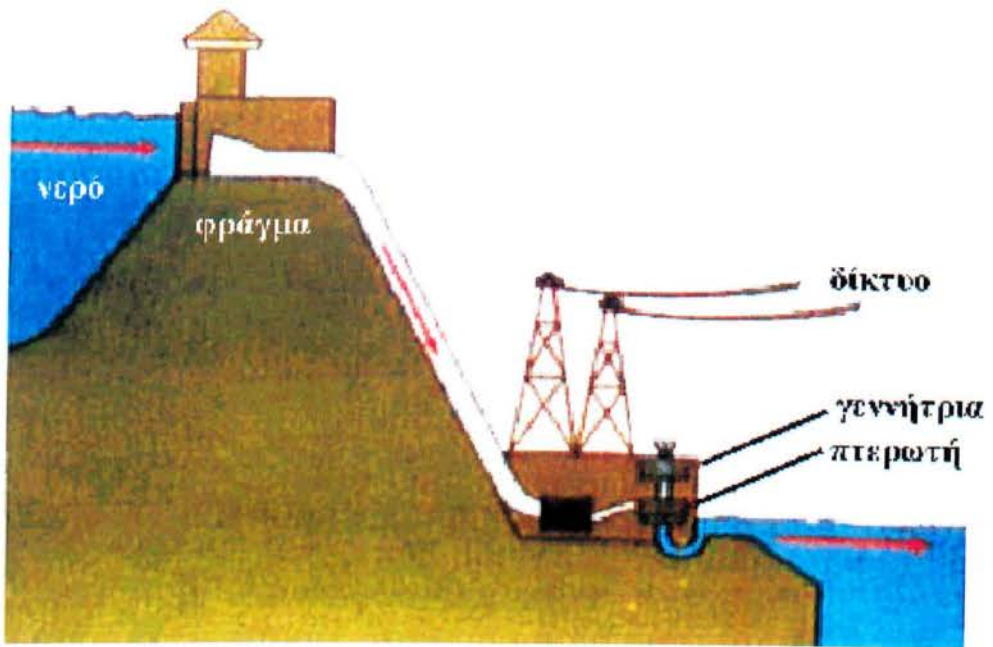
Β) Αποθήκευση σε υδραυλικό ταμιευτήρα

Ο πλήρης κύκλος περιλαμβάνει άντληση νερού από ένα κάτω ταμιευτήρα σε ένα άνω ταμιευτήρα των οποίων η υψομετρική διαφορά είναι ίση προς h για την φάση της αποθήκευσης ενέργειας (μετατρέπεται η ηλεκτρική ενέργεια σε υδραυλική) και για την φάση της παραγωγής διακίνηση του νερού από τον πάνω ταμιευτήρα στον κάτω μέσω υδροστρόβιλων οπότε η υδραυλική ενέργεια μετατρέπεται σε μηχανική και στη συνέχεια σε ηλεκτρική. Πρόκειται για τα αναστρέψιμα υδροηλεκτρικά έργα. Η πρώτη εφαρμογή μεγάλης κλίμακας αναφέρεται το 1929 στην Γερμανία.

Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα των υδροηλεκτρικών σταθμών παραγωγής είναι η δυνατότητα γρήγορης παραλαβής και γρήγορης απόρριψης φορτίου πολύ μεγάλης ισχύος με αποτέλεσμα να αποτελούν την καλύτερη λύση που διαθέτει ο διαχειριστής ενός δικτύου ώστε να καλύπτει τις αιχμές φορτίου που παρουσιάζονται.

Τα αναστρέψιμα υδροηλεκτρικά έργα που λειτουργούν σήμερα σε ολόκληρη την υφήλιο έχουν ισχύ περί τις 140.000 MW από τα οποία:

- 100.000 MW στην Ευρώπη, Ασία και Λατινική Αμερική
- 21.000 MW στην Ιαπωνία
- 19.000 MW στις Η.Π.Α.



Κύρια χαρακτηριστικά των αναστρέψιμων υδροηλεκτρικών έργων

Η υδραυλική ισχύς N_h δίνεται από το γινόμενο:

$$N_h = (\rho g) \cdot h \cdot Q$$

στην οποία συμβολίζονται:

με $g = 9,81 \text{ m/sec}^2$ η επιτάχυνση της βαρύτητας

με ρ η πυκνότητα του νερού ($\rho = 1000 \text{ Kg/m}^3$)

με Q σε m^3/sec η διακινούμενη παροχή νερού και

με h σε m η υψομετρική διαφορά μεταξύ κάτω και άνω ταμιευτήρα

Από την προηγούμενη σχέση γίνεται φανερός ο ρόλος της υψομετρικής διαφοράς h μεταξύ κάτω και άνω ταμιευτήρα:

Για την αποθήκευση δεδομένης ισχύος N επί κάποιου χρονικού διαστήματος Δt , άρα ενέργειας:

$$E = N \cdot \Delta t$$

Όσο μεγαλύτερη είναι η υψομετρική διαφορά h τόσο μικρότερη είναι η αντίστοιχη παροχή Q και η ποσότητα νερού:

$$(Q \cdot \Delta t)$$

που αντιστοιχεί.

Άρα, για την αποθήκευση της ίδιας ισχύος και ενέργειας όσο αυξάνεται η υψομετρική διαφορά h μειώνεται η παροχή της σωλήνωσης (μικρότερη διάμετρος)

των αντλιών του ταμειυτήρα λόγω της μικρότερης χωρητικότητας που απαιτείται για τη αποθήκευση της ίδιας ποσότητας ενέργειας.

Για τον λόγο αυτό, τα αναστρέψιμα υδροηλεκτρικά έργα θεωρούνται αποδοτικά όταν η υδραυλική πτώση είναι ψηλότερη των 150-200m περίπου.

α) Φάση της άντλησης

Η ενέργεια H του νερού, την οποία θα πρέπει να δίνει η αντλία, είναι ίση προς:

$$H=h+\delta hf$$

Όπου με δh συμβολίζονται οι υδραυλικές απώλειες που αναπτύσσονται στην σωλήνωση που συνδέει τον κάτω με τον άνω ταμειυτήρα.

Άρα η ισχύς:

$$\delta Nf=(\rho g)\cdot\delta hf\cdot Q$$

αποτελεί την απώλεια ισχύος που αντιστοιχεί ισχύ που χάνεται στις υδραυλικές απώλειες της σωλήνωσης.

Εάν ληφθούν υπόψη οι ενεργειακές απώλειες του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού που παρεμβαίνει (αντλία, ηλεκτροκινητήρας, μετασχηματιστές) μέσω του βαθμού απόδοσής τους, προκύπτει ο συνολικός βαθμός απόδοσης:

$$\eta=\eta P \cdot \eta M \cdot \eta Tr$$

Άρα εάν υπάρχει ηλεκτρική ισχύς N αυτή μπορεί μέσω άντλησης να μετατραπεί σε υδραυλική ισχύ N_h ,

$$\text{προφανώς } N_h < N$$

καθώς η διαφορά $(N-N_h)$ αντιστοιχεί στις απώλειες που αναπτύσσονται και αντιστοιχούν σε ενέργεια που δεν αποθηκεύεται.

β) Φάση επαναπρόσδοσης της υδραυλικής ενέργειας

Στην φάση αυτή η φορά της ενέργειας και της ροής του νερού είναι η αντίθετη. Την λειτουργία αυτή εξασφαλίζει ο υδροστρόβιλος και η ηλεκτρική γεννήτρια που στρέφεται από αυτόν.

Η ενέργεια που διατίθεται στον υδροστρόβιλο για να την μετατρέψει σε μηχανική και στη συνέχεια σε ηλεκτρική ενέργεια είναι ίση προς:

$$H=h-\delta hf$$

Όπου με δh συμβολίζονται οι υδραυλικές απώλειες που αναπτύσσονται στην σωλήνωση που συνδέει τον κάτω με τον άνω ταμειυτήρα,

Άρα η ισχύς:

$$\delta Nf=(\rho g)\cdot\delta hf \cdot Q$$

αποτελεί την απώλεια ισχύος και αντιστοιχεί στην ισχύ που χάνεται στις υδραυλικές απώλειες της σωλήνωσης.

Εάν ληφθούν υπόψη οι ενεργειακές απώλειες του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού που παρεμβαίνει (υδροστρόβιλος, ηλεκτρική γεννήτρια, μετασχηματιστές) μέσω του βαθμού απόδοσής τους, προκύπτει ο συνολικός βαθμός απόδοσης:

$$\eta=\eta T \cdot \eta G \cdot \eta Tr$$

Άρα από την υδραυλική ισχύ N_h αυτή που μετατρέπεται σε ηλεκτρική ισχύ N_e και τροφοδοτεί το ηλεκτρικό δίκτυο είναι μικρότερη κατά τις ολικές απώλειες (σωληνώσεις και ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός),

δηλαδή $N_e < N_h$.

Συνολικά, σε ένα πλήρη κύκλο και ανάλογα με τον εξοπλισμό (αντλίες, υδροστρόβιλοι κλπ) ο ολικός βαθμός απόδοσης είναι της τάξεως του 65-80% (το υπόλοιπο 35-20% της ενέργειας χάνεται σε απώλειες) ανάλογα με το μέγεθος της μονάδας, την επιλογή του εξοπλισμού της κα.

Σημειώνεται ότι η τεχνολογία της αποθήκευσης μέσω πεπιεσμένου αέρα φθάνει σε ολικό βαθμό απόδοσης της τάξεως του 75%.

3.3 Πλεονεκτήματα της μεθόδου

Η επιδίωξη της αύξησης των επιπέδων διεύθυνσης του ανέμου στα ηλεκτρικά συστήματα, και συγκεκριμένα στις περιπτώσεις απομονωμένων νησιωτικών ηλεκτρικών δικτύων, απαιτεί την υλοποίηση κατάλληλων μεθόδων αποθήκευσης της ενέργειας. Αυτή η απαίτηση συχνά επιβάλλεται μέσω τεχνικών περιορισμών στις συμβατικές μονάδες παραγωγής, καθώς και μέσω περιορισμών ευστάθειας όταν αντιμετωπίζουμε πηγές που έχουν έντονες τυχαίες διακυμάνσεις, όπως είναι η αιολική ενέργεια. Όταν το μέγεθος του συστήματος ισχύος αυξάνει πέρα από λίγες εκατοντάδες kW, τότε η αποθήκευση σε μπαταρίες και άλλα τέτοια παρόμοια μέσα αποθήκευσης ενέργειας παύουν να είναι τεχνικά ελκυστικά, αφήνοντας την αντλησιοταμίευση ως τη μοναδική εφαρμόσιμη και βιώσιμη λύση. Αυτά τα συστήματα απαιτούν έναν σταθμό συστημάτων αντλιών/στροβίλων και δύο ευμεγέθους ταμιευτήρες νερού, με κατάλληλο κάθετο διαχωρισμό, τυπικά της τάξης των μερικών εκατοντάδων μέτρων.

Η χρήση υβριδικών αιολικών-υδροηλεκτρικών συστημάτων για παραγωγή ισχύος σε νησιά ή άλλες μη διασυνδεδεμένες περιοχές φαίνεται να είναι η καλύτερη λύση για να ξεπεραστούν τα προβλήματα αποθήκευσης της αιολικής ενέργειας, αλλά και της διεύθυνσης του ανέμου στο δίκτυο. Για μικρά νησιά με χαμηλή εγκατεστημένη ισχύ, η μέθοδος της αντλησιοταμίευσης φαίνεται να είναι ο πλέον ελπιδοφόρος τρόπος για την εκμετάλλευση του διαθέσιμου αιολικού δυναμικού σε υψηλό βαθμό διεύθυνσης. Σε μεγαλύτερα νησιά, μια τέτοια ενεργειακή μονάδα θα μπορούσε να αντικαταστήσει μια ή περισσότερες βασικές θερμικές μονάδες. Ένα επιπλέον πλεονέκτημα της μονάδας αντλησιοταμίευσης είναι η δυνατότητα χρήσης του αποθηκευμένου στους ταμιευτήρες νερού για σκοπούς ύδρευσης και άρδευσης του νησιού, καθώς και για προστασία από τις πυρκαγιές. Επιπλέον, η λειτουργία ενός τέτοιου υβριδικού συστήματος θα είναι σημαντική για την αντιμετώπιση των αναμενόμενων κλιματικών αλλαγών, είτε βελτιώνοντας την ευστάθεια του ηλεκτρικού δικτύου(πως αντιμετωπίζονται οι κλιματικές αλλαγές με τη βελτίωση της ευστάθειας του δικτύου), είτε ενσωματώνοντας μια μονάδα αφαλάτωσης για παραγωγή καθαρού πόσιμου νερού στο νησί.

Τα οφέλη της αντλησιοταμίευσης στη δυναμική ασφάλεια του συστήματος εκδηλώνονται κυρίως στις αιχμές του συστήματος, στη στρεφόμενη εφεδρεία, στα αποθέματα έκτακτης ανάγκης, στη ρύθμιση της συχνότητας και στις διαδικασίες.

Με τη συνεχή παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας θα μπορούσαν να μειωθούν οι διαφορές που παρουσιάζονται στο δίκτυο μεταξύ της βάσης και της αιχμής της ζήτησης. Ειδικά αφού η μονάδα αντλησιοταμίευσης τεθεί σε λειτουργία, θα μπορούσε αυτή να αναλάβει τις αιχμές ζήτησης του ηλεκτρικού δικτύου αντί να τις αναλάβουν οι θερμικές μονάδες και να μειωθεί έτσι η κατανάλωση καυσίμου του συστήματος. Έτσι θα μπορούσε να ανακουφιστεί το δίκτυο από το βάρος των θερμικών μονάδων παραγωγής, και έτσι να λειτουργεί κάτω από τις βέλτιστες συνθήκες, να βελτιωθεί ο βαθμός χρήσης και η απόδοση λειτουργίας των θερμικών μονάδων, καθώς και να μειωθεί η κατανάλωση άνθρακα.

3.4 Αρχή λειτουργίας αντλησιοταμιευτικού συστήματος (Ικαρία)

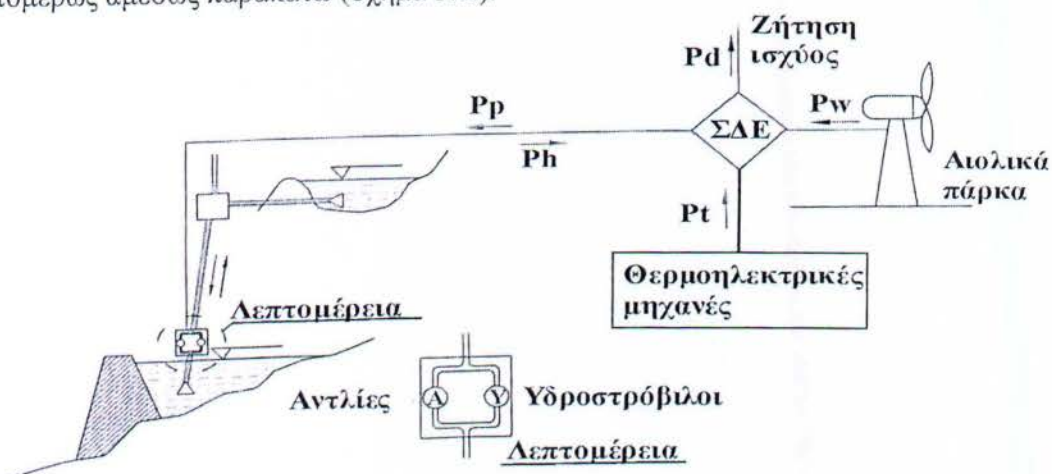
Στην παρούσα εργασία εξετάζεται η επίδραση της λειτουργίας αντλησιοταμιευτικών συστημάτων στη δυναμική ασφάλεια απομονωμένων συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας, με εφαρμογή στο σύστημα της Ικαρίας.

Για την ακρίβεια, στη Ικαρία εισάγονται τα παρακάτω συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας, των οποίων εξετάζεται η δυναμική ασφάλεια:

υφιστάμενο σύστημα παραγωγής στην Ικαρία το 2006, αποτελούμενο από θερμοηλεκτρικούς σταθμούς και αιολικά πάρκα

υφιστάμενο σύστημα παραγωγής στην Ικαρία του 2006 με εισαγωγή αναστρέψιμων υδροηλεκτρικών σταθμών για απαλοιφή αιχμών ισχύος

υβριδικό σύστημα παραγωγής αιολικών πάρκων και αναστρέψιμων υδροηλεκτρικών, με σκοπό τη μεγιστοποίηση διείσδυσης Α.Π.Ε. και με τις θερμοηλεκτρικές μονάδες να έχουν ρόλο εφεδρικό. Το σύστημα αυτό παρουσιάζεται λεπτομερώς αμέσως παρακάτω (σχήμα 3.1.).



Σχήμα 3.1.: Σχηματική απεικόνιση αρχής λειτουργίας αντλησιοταμίευσης

Στο σχήμα 3.1., σε μία δεδομένη χρονική στιγμή παράγεται ηλεκτρική ισχύς P_w από τα αιολικά πάρκα. Το σύστημα διαχείρισης ενέργειας (Σ.Δ.Ε.) ελέγχει αν η στιγμιαία παραγωγή ισχύος από τα αιολικά πάρκα P_w είναι μεγαλύτερη από τη στιγμιαία ζήτηση P_d . Διακρίνονται οι ακόλουθες περιπτώσεις[3.1]:

1. Αν $P_w > P_d$, η ζήτηση ηλεκτρικής ισχύος καλύπτεται εξ' ολοκλήρου από τα αιολικά πάρκα. Οι αντλίες του συστήματος αντλησιοταμίευσης τροφοδοτούνται με ισχύ $P_p = P_w - P_d$, με σκοπό να αποθηκευτεί με τη μορφή δυναμικής ενέργειας στην άνω δεξαμενή του αντλησιοταμιευτήρα.

2. Αν $P_w < P_d$, η παραγόμενη αιολική ισχύς προσφέρεται ολόκληρη για την κάλυψη της ζήτησης. Την ίδια χρονική στιγμή, παράγεται από τους υδροστρόβιλους συμπληρωματική ηλεκτρική ισχύς $P_h = P_d - P_w$, προκειμένου να συμπληρωθεί το έλλειμμα στην παραγωγή ισχύος. Στην περίπτωση που η άνω δεξαμενή του αντλησιοταμιευτήρα δεν περιέχει ικανή ποσότητα νερού ώστε να καλυφθεί το έλλειμμα παραγωγής ισχύος μέσω των υδροστροβίλων, τότε τίθενται σε λειτουργία οι θερμοηλεκτρικές μονάδες, οι οποίες παράγουν ισχύ $P_t = P_d - P_w - P_h$.

Η διείσδυση αιολικής ισχύος σε αυτό το σύστημα μπορεί να φτάσει σε πολύ υψηλά ποσοστά. Η παρούσα εργασία υλοποιείται μέσω κατάλληλης προσομοίωσης της λειτουργίας των ανωτέρω συστημάτων. Η δυναμική ασφάλεια των ανωτέρω συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας μελετάται βάσει της χρονικής διακύμανσης της συχνότητας δικτύου μετά από την εμφάνιση συγκεκριμένων ακραίων συμβάντων απώλειας ισχύος σε συνθήκες χαμηλής φόρτισης του συστήματος και υψηλής διείσδυσης αιολικής ισχύος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Υβριδικά συστήματα

4.1 Λόγοι ανάπτυξης υβριδικών συστημάτων στα ελληνικά νησιά

Είναι γνωστό ότι το αιολικό δυναμικό των ελληνικών νησιών είναι μεγάλο και θα πρέπει να το εκμεταλλευτούμε όσο το δυνατό περισσότερο. Πολλοί ερευνητές εργάζονται για να βρουν περισσότερους αποτελεσματικούς τρόπους για αυτή την εκμετάλλευση. Η εγκατάσταση και λειτουργία των αιολικών πάρκων και των υβριδικών συστημάτων σε μικρότερα και μεγαλύτερα νησιά αποκάλυψε τα εμπόδια και τις δυνατότητες εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ). Η στοχαστική συμπεριφορά του αιολικού δυναμικού, σε συνδυασμό με τις διακυμάνσεις της ζήτησης ενέργειας από τις καταναλώσεις σε καθημερινή βάση αλλά και ανάλογα την εποχή, περιορίζουν τη δυνατότητα των ΑΠΕ να ικανοποιήσουν από μόνες τους τις ενεργειακές ανάγκες των νησιών χωρίς αποθήκευση ενέργειας.

Συμβατικά Υβριδικά Συστήματα

Προτείνεται η ανάπτυξη των υβριδικών συστημάτων, όπου οι ΑΠΕ μπορούν να λειτουργήσουν παράλληλα με αυτόνομους σταθμούς παραγωγής ενέργειας (ΘΗΣ) οι οποίοι είναι ήδη διαθέσιμοι σε μερικά νησιά. Οι ΘΗΣ αποτελούνται από νητζελομηχανές. Αυτά τα συστήματα λειτουργούν στα ελληνικά νησιά, τα οποία δεν είναι συνδεδεμένα στο ηπειρωτικό δίκτυο. Τα απλά υβριδικά συστήματα (γνωστά ως πρώτης γενιάς) αποκάλυψαν πολλές ασυμβατότητες μεταξύ ΑΠΕ και ΘΗΣ όπως διακυμάνσεις συχνότητας και τάσης. Σε κάθε περίπτωση ο ΘΗΣ χρησιμοποιούταν ως η κύρια πηγή ενέργειας και τα ηλιακά και αιολικά συστήματα ως η δευτερεύουσα πηγή καλύπτοντας μόνο το 10% της συνολικής ενεργειακής ζήτησης. Παρά ταύτα η δυνατή επιθυμία για μεγαλύτερη διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών οδήγησε στην ανάπτυξη των υβριδικών συστημάτων δεύτερης γενιάς. Σε αυτά τα συστήματα, η κύρια ιδέα είναι η χρήση πολλαπλών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας οι οποίες λειτουργούν αυτόνομα και οι θερμικές μηχανές οι οποίες θα χρησιμοποιούνται μόνο αν η ζήτηση είναι μεγαλύτερη από την παραγωγή από τις ΑΠΕ. Ένα καλό παράδειγμα ενός υβριδικού συστήματος δεύτερης γενιάς βρίσκεται στο νησί της Κύθνου, όπου μια ανεμογεννήτρια (500 kW), ένας υδροηλεκτρικός σταθμός (100 kW) και ένας ΘΗΣ (1990 kW) λειτουργούν παράλληλα. Χρησιμοποιούνται επιπλέον οι μπαταρίες ως μέσα αποθήκευσης. Ένα άλλο ενδιαφέρον υβριδικό σύστημα δεύτερης γενιάς βασίζεται στη συνεργασία μεταξύ ανεμογεννητριών και μικρών αναστρέψιμων υδροηλεκτρικών συστημάτων, τα οποία λειτουργούν παράλληλα με τους ΘΗΣ. Αυτός ο τύπος συστημάτων προτείνεται για νησιά των οποίων το φορτίο είναι μεγάλο και η χρήση μπαταριών είναι απαγορευτική. Η διείσδυση των συστημάτων ΑΠΕ στο τοπικό δίκτυο του νησιού χρησιμοποιώντας μπαταρίες ως μέσα αποθήκευσης αναμένεται να φτάσει μόνο το 50% της συνολικής ενεργειακής ζήτησης. Χρησιμοποιώντας όμως υδροηλεκτρικούς σταθμούς ως μέσα αποθήκευσης, η διείσδυση μπορεί να φτάσει το 80%.

4.2 Μέγιστο ποσοστό αιολικής διείσδυσης

Κριτήρια Ορθής Λειτουργίας

Σε μια προσπάθεια καθορισμού του μέγιστου ποσοστού αιολικής διείσδυσης, πρέπει να υπογραμμιστεί ότι οι ανεμογεννήτριες είναι μηχανές μεταβαλλόμενης παραγωγής ενέργειας, δεδομένου ότι αξιοποιούν ένα φυσικό φαινόμενο με στοχαστική συμπεριφορά – τη ροή του ανέμου. Η εισαγωγή τους συνεπώς σε ένα ηλεκτρικό δίκτυο, πέρα από τα σημαντικά θετικά στοιχεία που προσφέρει, προκαλεί επίσης ικανό αριθμό διαταραχών (διακύμανση τάσεως – συχνότητας, ασυμμετρία δικτύου, επαγωγικά φορτία κλπ) που αν και ασήμαντες για ισχυρά δίκτυα, είναι εν τούτοις συχνά απαγορευτικές για μικρά ασθενή νησιώτικα δίκτυα. Για την αντιμετώπιση της πραγματικότητας αυτής, οι Ηλεκτρικές Εταιρίες (π.χ. ΔΕΗ επιτρέπουν την ενεργειακή συμμετοχή αιολικών μηχανών μόνο σε ποσοστό 30% της στιγμιαίας ζήτησης φορτίου κατά μέγιστο, ιδιαίτερα σε νησιά που καλύπτονται με ηλεκτροπαραγωγή ζεύγη στηριζόμενα σε εμβολοφόρους μηχανές εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ). Το ποσοστό αυτό καθορίζεται σε συνδυασμό με το επιλεγμένο σημείο λειτουργίας των ΜΕΚ του αυτόνομου σταθμού παραγωγής (ΑΣΠ) και της ελαστικότητας φορτίου αυτών, ώστε σε περίπτωση ξαφνικής απώλειας της παραγωγής των αιολικών μηχανών (βλάβη, πτώση ταχύτητας ανέμου) να είναι δυνατή η στιγμιαία ανάληψη του απαιτούμενου φορτίου από τις εν λειτουργία ευρισκόμενες ΜΕΚ του ΑΣΠ, χωρίς δημιουργία προβλήματος στο τοπικό δίκτυο (απώλεια φορτίου, πλήρες black out κλπ). Σε περίπτωση ύπαρξης αεροστροβίλων είτε υδροστροβίλων, λόγω της ικανότητας άμεσης ανάληψης φορτίου (χρόνος αντίδρασης περίπου 4''), παρέχεται η δυνατότητα μεγαλύτερης συμμετοχής των αιολικών μηχανών στο δίκτυο.

4.3 Φιλοσοφία ανάπτυξης υβριδικών συστημάτων ΑΠΕ

Φυσικό επακόλουθο της πολύχρονης εμπειρίας και των εξειδικευμένων γνώσεων από τη μια μεριά, που αποκτήθηκαν σταδιακά και είναι συσσωρευμένες και της συστηματικής ανάλυσης των παραπάνω προβλημάτων, εμποδίων και οικονομικών λειτουργικών στοιχείων από την άλλη ήταν η έρευνα, η ανάπτυξη και η εφαρμογή κατάλληλων για κάθε περίπτωση υβριδικών συστημάτων. Βασικό κριτήριο σχεδιασμού των συστημάτων αυτών ήταν η εξασφάλιση ευστάθειας στο δίκτυο όταν διακόπτεται η λειτουργία όλων των πετρελαϊκών μονάδων. Με λίγα λόγια οι Α/Γ έπρεπε να γίνουν βασική πηγή ενέργειας. Επιπλέον η χρήση Α/Γ μεταβλητών στροφών με δυνατότητα ταχείας ρύθμισης ενεργού και παροχή άεργου ισχύος τους λύνει τα προβλήματα στην πηγή τους πριν δηλαδή παρουσιαστούν και συμβάλει καθοριστικά στην εξασφάλιση ευστάθειας του δικτύου. Έτσι αποφεύγεται πρόσθετος εξοπλισμός αντιστάσεων απόρριψης φορτίου και το κυριότερο δυσάρεστα για τους καταναλωτές μεταβατικά φαινόμενα και αστάθειας του δικτύου. Στις περιπτώσεις

τέλος που είναι δυνατό να προσαρμοστεί η στοχαστική εμφάνιση της Αιολικής Ενέργειας στη ζήτηση μέσω ενδιάμεσης μεσοπρόθεσμης (της τάξης μερικών 24ώρων) αποθήκευσης ενέργειας (π.χ. μπαταρίες για μικρά συστήματα, λιμνοδεξαμενές και παραγωγή υδρογόνου για μεγαλύτερα κλπ.) τότε διείσδυση της Αιολικής Ενέργειας στα αυτόνομα δίκτυα μπορεί να ξεπεράσει ποσοστά της τάξης του 90%. Υβριδικά συστήματα ΑΠΕ του είδους αυτού που προέκυψαν σαν αποτέλεσμα πολυετών προσπαθειών και αναζητήσεων είναι το αντικείμενο της εν λόγω εργασίας και περιγράφονται συνοπτικά στην συνέχεια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 Ευστάθεια συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας

5.1 Ασφάλεια και ευστάθεια Σ.Η.Ε.

Η ασφάλεια και η ευστάθεια ενός συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας είναι συσχετιζόμενοι όροι. Η ασφάλεια θεωρείται ότι είναι μια στιγμιαία, μεταβαλλόμενη με το χρόνο συνθήκη, που είναι συνάρτηση της ευρωστίας ενός συστήματος, σχετιζόμενης με επικείμενες διαταραχές. Η ευστάθεια είναι μια συνθήκη που αφορά τη συνέχεια της παράλληλης και συγχρονισμένης λειτουργίας όλων των λειτουργικών μονάδων (σύγχρονες γεννήτριες) του συστήματος. Η ευστάθεια αποτελεί ένα πολύ σημαντικό παράγοντα ασφάλειας.

Ένα μοντέρνο σύστημα ισχύος είναι μια υψηλής τάξης διαδικασία πολλών μεταβλητών που η δυναμική απόκρισή του επηρεάζεται από μια ευρεία σειρά συσκευών με διαφορετικά χαρακτηριστικά και διαφορετικούς ρυθμούς απόκρισης. Ανάλογα με την τοπολογία του δικτύου, τη συνθήκη λειτουργίας του συστήματος και του τύπου διαταραχής, διαφορετικά σύνολα αντιτιθέμενων δυνάμεων μπορεί να υποστούν παρατεταμένη ανισορροπία που οδηγεί σε διαφορετικούς τύπους αστάθειας. Η αστάθεια συστήματος ισχύος μπορεί να ταξινομείται λαμβάνοντας υπόψη τα εξής :

- ✓ τη φύση της προκύπτουσας κατάστασης της αστάθειας με βάση την κύρια μεταβλητή του συστήματος στην οποία παρατηρείται αστάθεια
- ✓ το μέγεθος της θεωρούμενης διαταραχής, που επηρεάζει τη μέθοδο υπολογισμού και πρόβλεψης της ευστάθειας
- ✓ τις συσκευές, τις διαδικασίες και το χρονικό διάστημα που πρέπει να ληφθούν υπόψη για να εκτιμηθεί η ευστάθεια.

5.2 Η ευστάθεια της τάσης, συχνότητας και γωνίας του δρομέα

Η ευστάθεια του συστήματος ισχύος εξαρτάται από την ευστάθεια τάσης, συχνότητας και γωνίας δρομέα .

5.2.1 Ευστάθεια τάσης

Η ευστάθεια τάσης (voltage stability) αναφέρεται στην ικανότητα του συστήματος ισχύος να διατηρεί αποδεκτές τάσεις σε όλους τους ζυγούς του συστήματος κάτω από συνθήκες κανονικής λειτουργίας και όταν υπάρχει μια διαταραχή. Ο κύριος παράγοντας που προκαλεί αστάθεια τάσης είναι η ανικανότητα του συστήματος ισχύος να διατηρεί ένα σωστό ισοζύγιο της άεργου ισχύος.

5.2.2 Ευστάθεια συχνότητας

Η ευστάθεια συχνότητας (frequency stability) είναι η ικανότητα του συστήματος ισχύος να συντηρεί τη συχνότητα σε ένα εύρος γύρω από την ονομαστική της τιμή, ακολουθώντας μια σοβαρή διαταραχή του συστήματος η οποία μπορεί να οδηγήσει στην υποδιαίρεση του σε μικρότερα υποσυστήματα. Αυτό εξαρτάται από την ικανότητα να αποκατασταθεί το ισοζύγιο μεταξύ παραγωγής και φορτίου του συστήματος με την ελάχιστη απώλεια φορτίου.

5.2.3 Ευστάθεια γωνίας δρομέα

Η ευστάθεια γωνίας δρομέα (rotor angle stability) αναφέρεται στην ικανότητα των σύγχρονων μηχανών ενός διασυνδεδεμένου συστήματος να παραμείνουν σε συγχρονισμό κάτω από συνθήκες κανονικής λειτουργίας και μετά από μια διαταραχή. Αυτό εξαρτάται από την ικανότητα του συστήματος να συντηρήσει ή να αποκαταστήσει την ισορροπία μεταξύ ηλεκτρομαγνητικής και μηχανικής ροπής της κάθε σύγχρονης μηχανής. Η αστάθεια που μπορεί να προκύψει εκδηλώνεται στη μορφή των αυξανόμενων ταλαντώσεων γωνίας κάποιων γεννητριών που οδηγούν στην απώλεια του συγχρονισμού με άλλες γεννήτριες.

5.3 Εκτίμηση ασφάλειας συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας

Η εκτίμηση ασφάλειας μπορεί να ταξινομείται σε Εκτίμηση Στατικής Ασφάλειας (Static Security Assessment, SSA) και Εκτίμηση Δυναμικής Ασφάλειας (Dynamic Security Assessment, DSA) σύμφωνα με τις μεθόδους ανάλυσης.

Εκτίμηση στατικής ασφάλειας είναι μεθοδολογίες που ελέγχουν τα όρια τάσης ζυγών και ροής ισχύος στις γραμμές για την κατάσταση λειτουργίας μετά τη διαταραχή, θεωρώντας ότι η μετάβαση μεταξύ των λειτουργικών καταστάσεων πριν και μετά τη διαταραχή γίνεται χωρίς να εμφανιστούν οποιαδήποτε φαινόμενα αστάθειας σε οποιοδήποτε τμήμα του συστήματος.

Εκτίμηση δυναμικής ασφάλειας είναι μεθοδολογίες για εκτίμηση της ευστάθειας και ποιότητας των μεταβατικών διαδικασιών μεταξύ των καταστάσεων πριν και μετά τη διαταραχή. Σε αυτή την περίπτωση η εκτίμηση δυναμικής ασφάλειας βοηθά στην εξασφάλιση ότι το σύστημα θα είναι ευσταθές μετά την εκδήλωση της διαταραχής και ότι τα μεταβατικά φαινόμενα προκαλούμενα από μια τέτοια διαταραχή είναι αποσβέσιμα, έχουν μικρό πλάτος και με μικρή επίδραση στην ποιότητα εξυπηρέτησης.

Υπάρχουν τρία επίπεδα εκτίμησης ασφάλειας:

1)Εποπτεία της ασφάλειας

Η εποπτεία της ασφάλειας συνίσταται στον έλεγχο αν ικανοποιούνται οι λειτουργικές συνθήκες.

2)Ανάλυση της ασφάλειας

Η ανάλυση της ασφάλειας συνίσταται στον έλεγχο της ικανότητας του συστήματος να υποστεί διαταραχές. Ένα σύστημα είναι ασφαλές αν αυτό αντιστέκεται σε κάθε προσδιορισμένη διαταραχή χωρίς να μεταβαίνει σε κατάσταση ανάγκης. Ειδάλλως το σύστημα είναι ανασφαλές ή σε κατάσταση επιφυλακής. Είναι προφανές ότι αν θεωρούνται όλες οι πιθανές διαταραχές, θα είναι πολύ δύσκολο να βρεθεί μια ασφαλής λειτουργική κατάσταση. Στην πράξη θεωρούνται μόνο διαταραχές με λογική πιθανότητα να συμβούν (contingencies).

3)Προσδιορισμός περιθωρίου ασφάλειας

Η εκτίμηση του επιπέδου ασφάλειας για μια δεδομένη λειτουργική συνθήκη ή διαμόρφωση τοπολογίας (υπό ένα προκαθορισμένο σύνολο διαταραχών), χρειάζεται τον ορισμό ενός περιθωρίου ασφάλειας χρησιμοποιώντας κάποιες επιλεγμένες μεταβλητές ή παραμέτρους. Σ' αυτό το πλαίσιο, το αντικείμενο δεν είναι μόνο να μεταβεί το σύστημα από ανασφαλή σε ασφαλή κατάσταση αλλά επίσης να διατηρούνται επαρκή περιθώρια ασφάλειας. Αυτά τα περιθώρια ιδιαίτερα χρειάζονται σε περιβάλλοντα μεταφοράς ανοικτής προσπέλασης που επικρατούν σε ολόένα και μεγαλύτερο αριθμό χώρων. Σε αυτή την περίπτωση, ο χειριστής θέλει να γνωρίζει πόσο φορτίο ή αύξηση μεταφοράς ισχύος είναι αποδεκτά χωρίς το σύστημα να γίνεται ανασφαλές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 Υβριδικό ενεργειακό έργο Ικαρίας

6.1 Παρούσα κατάσταση

6.1.1 Μονάδες παραγωγής ισχύος

Το σύστημα παραγωγής ενέργειας της Ικαρίας είναι απομονωμένο και η απαιτούμενη ισχύς παράγεται κυρίως από τις οκτώ θερμικές μονάδες του Τοπικού Σταθμού Παραγωγής (Τ.Σ.Π.) της Ικαρίας, ο οποίος βρίσκεται στον Αγ. Κύρηκο ,καθώς και από μια ανεμογεννήτρια των 600 kW και από επτά μικρότερες ανεμογεννήτριες των 55 kW η καθεμία, όλες εγκατεστημένες στην περιοχή « Περδίκι ». Τα κύρια χαρακτηριστικά των θερμικών μονάδων παραγωγής και των ανεμογεννητριών είναι τα εξής:

A. Τοπικός σταθμός παραγωγής στον Αγ. Κύρηκο (Τ.Σ.Π.)

ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥΣ					
Α/Α	ΜΟΝΑΔΑ	Ονομαστική Ισχύς		Μέγιστη	Ελάχιστη
		kVA	kW	Παραγόμενη	Παραγόμενη
				Ισχύς (kW)	Ισχύς (kW)
1	No 1	1220	975	750	300
2	No 2	1220	975	750	300
3	No 3	1220	975	750	300
4	No 4	1220	975	750	300
5	No 5	1220	975	750	300
6	No 6	1600	1280	1100	750
7	No 7	1600	1280	1100	750
8	No 8	3880	3104	3100	1800
Σύνολο		13180	10539	9050	4800

Πίνακας 6.1: Πίνακας Μονάδων ΤΣΠ

B. Αιολικά πάρκα στην περιοχή «Περδίκι»

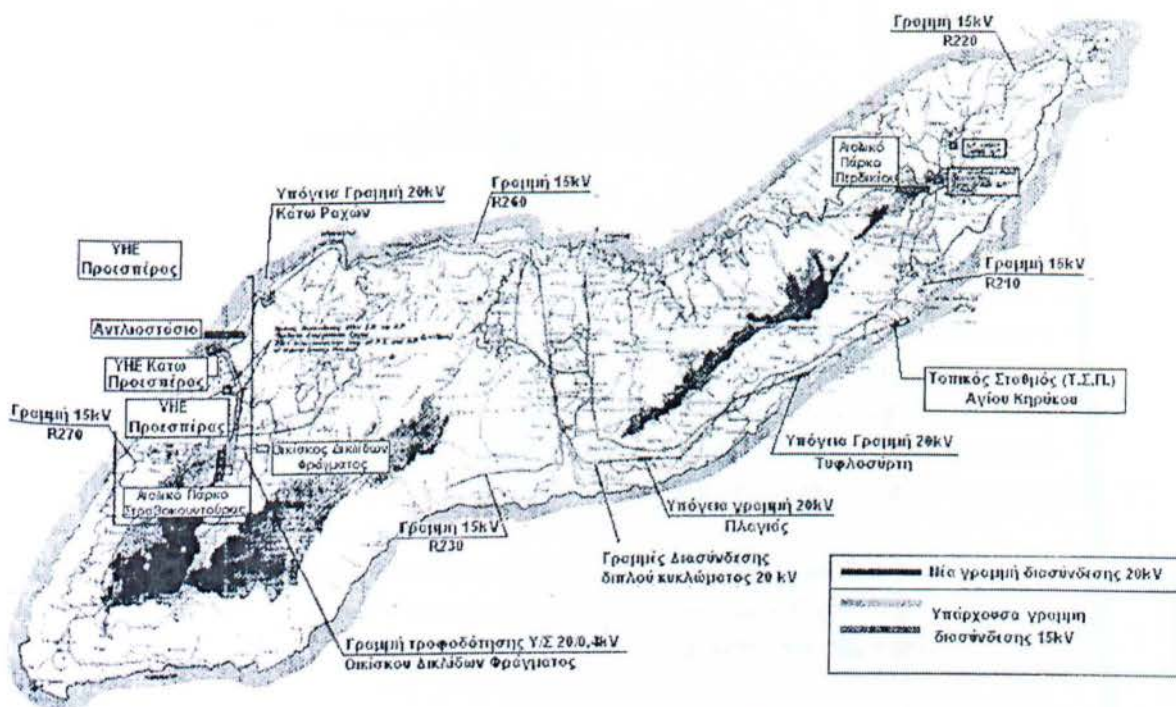
Μια ανεμογεννήτρια (σύγχρονη) , 600 kW ιδιόκτητη

Επτά (7) ανεμογεννήτριες (ασύγχρονες), 55 kW η καθεμία, συνολικής ισχύος 7×55 kW=385 kW του Τοπικού Σταθμού Παραγωγής.

6.1.2 Δίκτυο Διανομής

Το δίκτυο διανομής της νήσου Ικαρίας είναι ακτινικό και περιλαμβάνει τρεις (3) γραμμές που αναχωρούν από τον Τοπικό Σταθμό Παραγωγής του Αγ. Κήρυκου όπως φαίνεται στα σχέδια, οι οποίες είναι:

- α. Γραμμή «Αγ. Κήρυκος» 15 kV (Γραμμή R210), κατά μήκος της ακτής στην πλευρά του Αγ. Κήρυκου.
- β. Γραμμή «Καραβόσταμο - Εύδηλος» 15 kV (Γραμμή R220), μέχρι τον Εύδηλο, πάνω στην οποία είναι συνδεδεμένες όλες οι ανεμογεννήτριες.
- γ. Γραμμή «Χρυσόστομος-Καρκινάγρι» 15 kV (Γραμμή R230), η οποία τροφοδοτεί ολόκληρη την περιοχή δυτικά του Εύδηλου.



6.2 Περιγραφή της μελλοντικής κατάστασης

6.2.1 Εισαγωγή-Ιστορικό

Η πρόταση για την κατασκευή του υβριδικού ενεργειακού συστήματος της νήσου Ικαρίας προήλθε από μια έρευνα για την αξιοποίηση της υπάρχουσας δυναμικότητας σε νερό των νησιών του Αιγαίου.

Κατά τη διάρκεια αυτής της έρευνας, παρατηρήθηκε ότι υπάρχει ένας υδατοφράκτης, ο οποίος κατασκευάστηκε από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης, χωρητικότητας περίπου 1.000.000 κ.μ. (m³), στην τοποθεσία «Πέζι» στην κοινότητα "Ράχες". Το φράγμα έχει μέγιστο ύψος 724 m και χρησιμοποιείται για την ύδρευση και την άρδευση του νησιού κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

Σύμφωνα με τα σχέδια που φτιάχτηκαν γι' αυτή την έκταση, διαπιστώθηκε ότι μεγάλες ποσότητες νερού, οι οποίες σπαταλιούνται άσκοπα, θα μπορούσαν να χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας. Τοιουτοτρόπως σχεδιάστηκε το υβριδικό ενεργειακό πάρκο, λαμβάνοντας υπ' όψη την δυναμικότητα σε νερό και την υπάρχουσα υψηλή δυναμικότητα σε άνεμο της περιοχής.

6.2.2 Γενικές αρχές σχεδίασης ενός ΥΗΣ με μονάδες αντλησιοταμίευσης

Είναι γνωστό ότι τα υδροηλεκτρικά πάρκα με αντλησιοταμιευτικές μονάδες συνήθως κατασκευάζονται σε μεγάλα δίκτυα, όπου υπάρχουν ορισμένες θερμικές και πυρηνικές μονάδες, οι οποίες λειτουργούν σαν βάση και οι οποίες είναι αδύνατο ή εξαιρετικά δύσκολο να χρησιμοποιηθούν για την εξισορρόπηση του φορτίου.

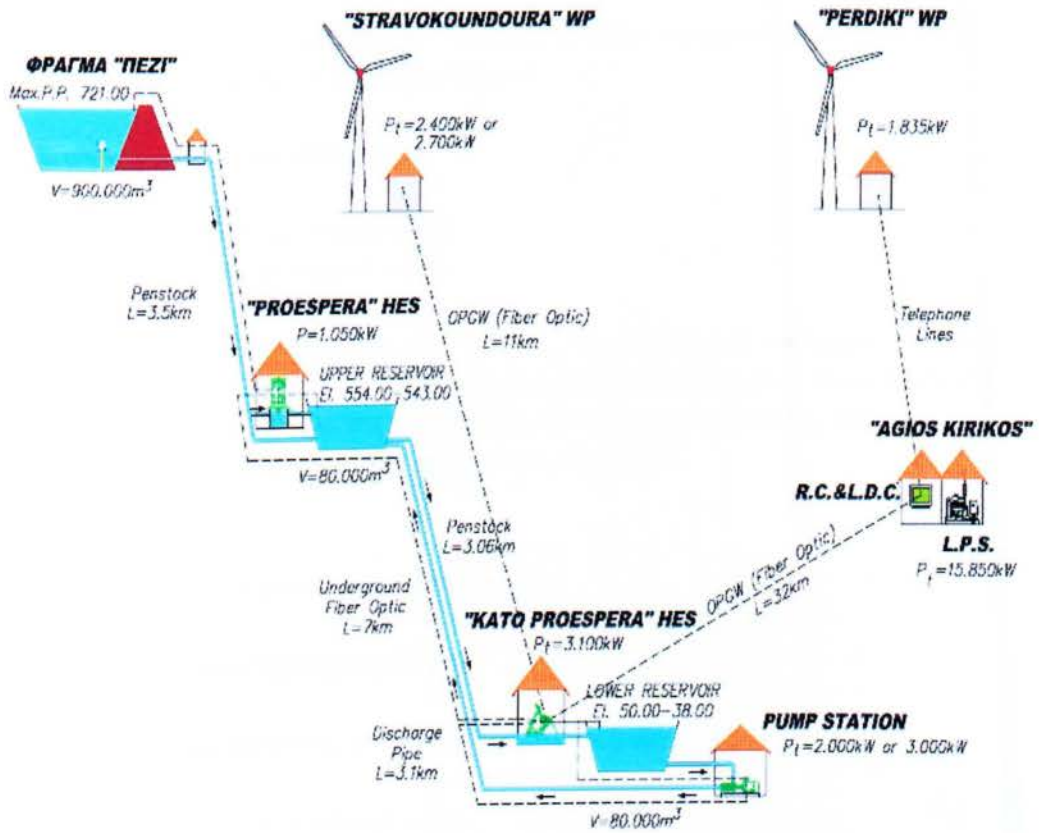
Οι αναστρεφόμενες μονάδες έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν κατά τη διάρκεια της ακμής της ζήτησης φορτίου ως συμβατικές μονάδες, για να παράγουν ενέργεια ή για να υποκαθιστούν τις θερμικές μονάδες σε περίπτωση σφάλματος χάρη στην άμεση απόκρισή τους.

Οι ίδιες μονάδες χρησιμοποιούνται επίσης και για να αποταμιεύουν την επιπλέον ενέργεια (αποθηκεύοντας το νερό στον άνω ταμιευτήρα από τον κάτω) κατά τις νυχτερινές ώρες, όπου η ζήτηση φορτίου είναι χαμηλή και να παράγουν ενέργεια την ημέρα τις ώρες υψηλής ζήτησης φορτίου.

Όσον αφορά το δίκτυο της Ικαρίας, δεν υπάρχουν μεγάλες μονάδες, και γι' αυτόν τον λόγο δεν δικαιολογείται η κατασκευή ενός αναστρέψιμου ενεργειακού σταθμού. Έτσι κάτι ανάλογο θα μπορούσε να επιτευχθεί με την παράλληλη εγκατάσταση νέων μονάδων μεγάλης ισχύος, πάντα σε σύγκριση με τα ισχύοντα χαρακτηριστικά του υπάρχοντος συστήματος. Λαμβάνοντας υπόψη όλες τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, οι ανεμογεννήτριες είναι κατάλληλες να εγκατασταθούν στην Ικαρία. Σε αυτή την περίπτωση ο ρόλος του αναστρέψιμου δικτύου θα είναι ο εξής:

- α. Η αποθήκευση της πλεονάζουσας ενέργειας κατά τις ώρες μειωμένης ζήτησης φορτίου και της παραγωγής της κατά τη διάρκεια της ημέρας όπου η ζήτηση φορτίου είναι μέγιστη.
- β. Η εξομάλυνση της στοχαστικής λειτουργίας των ανεμογεννητριών.

6.3 Περιγραφή του υβριδικού ενεργειακού σχεδίου



6.3.1 Γενικά

Μετά την εξέταση διαφορετικών εναλλακτικών λύσεων, σύμφωνα με το κυρίως σχέδιο που τελικά επιλέχτηκε, θα αξιοποιηθούν δύο είδη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

1. Η ενέργεια του νερού με την κατασκευή δύο (2) μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών στην Προεσπέρα και την Κάτω Προεσπέρα, στους οποίους θα αξιοποιείται μέρος του νερού το οποίο σε άλλη περίπτωση θα χυνόταν στον αγωγό υπερχειλίσης, και

2. Η ενέργεια του ανέμου με την εγκατάσταση ανεμογεννητριών στο αιολικό πάρκο της περιοχής των Στραβοκουνδούρων.

σε συνδυασμό με την κατασκευή:

3. Ενός (1) αντλιοστασίου και
4. Δύο (2) ταμιευτήρων νερού

Έτσι θα υπάρχει η δυνατότητα αποθήκευσης της πλεονάζουσας αιολικής ενέργειας κατά τις νυχτερινές ώρες, κυρίως κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και η παραγωγή ενέργειας κατά τη διάρκεια της ημέρας στις μέγιστες στιγμές ζήτησης φορτίου βελτιώνοντας έτσι και την σταθερότητα του συστήματος.

6.3.2 Κύρια Τμήματα του συστήματος

1. Δεξαμενή-Ταμιευτήρας (στο Πέζι)

Τα βασικά χαρακτηριστικά του ταμιευτήρα στο Πέζι είναι τα εξής:

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| • Μέγιστη στάθμη υπερχειλίσης | 722,56m |
| • Μέγιστη ισχύς δεξαμενής | 721,00m |
| • Ελάχιστη ισχύς δεξαμενής | 707,00m |
| • Αξιοποιήσιμο απόθεμα | $900 \times 10^3 \text{m}^3$ |
| • Μεικτός όγκος | $1000 \times 10^3 \text{m}^3$ |

Η εισροή ύδατος θα πραγματοποιείται μέσω μιας διακλάδωσης στην κατασκευή βαλβίδων του φράγματος και με έναν σωλήνα νερού μήκους περίπου τριών (3) χιλιομέτρων, το νερό θα διοχετεύεται στην μονάδα του μικρού ΥΗΣ Προεσπέρας.

2.ΥΗΣ Προεσπέρας

Τα βασικά χαρακτηριστικά του ΥΗΣ Προεσπέρας είναι τα εξής:

- Αριθμός μονάδων Μια (1)
- Στρόβιλος
 - Τύπος Pelton με κατακόρυφο άξονα
 - Ισχύς 1000kW
 - Κεντρικό ύψος στάθμης 555,20m

- Γεννήτρια
 - Τύπος Σύγχρονη
 - Ισχύς 1300kVA

Ο παραπάνω σταθμός παραγωγής δεν θα λειτουργεί κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου.

Το νερό, φεύγοντας από τον στρόβιλο, θα διοχετεύεται στον άνω ταμιευτήρα στην Προεσπέρα.

3.Άνω ταμιευτήρας (στην Προεσπέρα)

Τα βασικά χαρακτηριστικά του άνω ταμιευτήρα είναι τα εξής:

- Κορυφή φράγματος 555,20m
- Μέγιστη ισχύς δεξαμενής 554,00m
- Ελάχιστη ισχύς δεξαμενής 543,00m
- Ύψος πυθμένα 542,00m
- Αξιοποιήσιμο απόθεμα $80 \times 10^3 \text{m}^3$
- Μεικτός όγκος $87 \times 10^3 \text{m}^3$

Φεύγοντας από τον άνω ταμιευτήρα, το νερό με έναν σωλήνα νερού μήκους περίπου τριών χιλιομέτρων, θα διοχετεύεται στους δύο στρόβιλους που θα εγκατασταθούν στον μικρό ΥΗΣ της Κάτω Προεσπέρας.

4.ΥΗΣ Κάτω Προεσπέρας

Τα βασικά χαρακτηριστικά του ΥΗΣ Κάτω Προεσπέρας είναι τα εξής:

- Αριθμός Μονάδων Δύο (2)
- Στρόβιλοι
- Τύπος Pelton με οριζόντιο άξονα
- Ισχύς στροβίλων $2 \times 1550 \text{ kW} = 3100 \text{ kW}$
- Κεντρικό ύψος 50,70 m
- Γεννήτριες
- Τύπος Σύγχρονες
- Ισχύς $2 \times 1900 \text{ kVA}$

Το νερό, φεύγοντας από τους στρόβιλους, θα διοχετεύεται στον Κάτω ταμιευτήρα στην Κάτω Προεσπέρα.

5.Κάτω Ταμιευτήρας (στην Κάτω Προεσπέρα)

Τα βασικά χαρακτηριστικά του κάτω ταμιευτήρα είναι τα εξής:

- Κορυφή φράγματος 50,20m
- Μέγιστη ισχύς δεξαμενής 49,00 m
- Ελάχιστη ισχύς δεξαμενής 36,00 m
- Ύψος πυθμένα 35,00 m
- Αξιοποιήσιμο απόθεμα $80 \times 10^3 \text{ m}^3$
- Μεικτός όγκος $83 \times 10^3 \text{ m}^3$

Ακριβώς δίπλα και πάνω στη ροή του Κάτω Ταμιευτήρα θα κατασκευαστεί το αντλιοστάσιο, όπου θα εγκατασταθούν οκτώ (8) αντλίες με την προοπτική μιας μελλοντικής εγκατάστασης τεσσάρων ακόμη αντλιών, συνολικά δώδεκα(12) δηλαδή.

6.Αντλιοστάσιο Κάτω Προεσπέρας

Τα βασικά χαρακτηριστικά του αντλιοστασίου είναι τα εξής:

- Αριθμός συστημάτων αντλιών-κινητήρων Οκτώ(8)
- Αντλίες
 - Τύπος Οριζόντιου Άξονα
 - Ισχύς Κινητήρων $8 \times 200 \text{kW} = 1600 \text{kW}$
 - Κεντρικό ύψος 35,50m

Κατόπιν, δίπλα στο φράγμα στην περιοχή των Στραβοκουνδούρων, θα κατασκευαστεί το αιολικό πάρκο.

7.Αιολικό Πάρκο Στραβοκουνδούρων

Τα βασικά χαρακτηριστικά του αιολικού πάρκου Στραβοκουνδούρων είναι τα εξής:

- Ανεμογεννήτριες
 - Τύπος Σύγχρονες
 - Αριθμός τέσσερις(4) ή τρεις(3)
 - Ισχύς $4 \times 600 \text{kW} = 2400 \text{kW}$ ή $3 \times 800 \text{kW} = 2400 \text{kW}$

Η λειτουργία του παραπάνω «υβριδικού ενεργειακού κέντρου» θα συνδυαστεί επίσης με τη λειτουργία των θερμικών μονάδων του ΘΗΣ Αγ. Κήρυκου και των κρατικών ανεμογεννητριών που ανήκουν στη ΔΕΗ στο αιολικό πάρκο στο Περδίκι που περιγράφεται παραπάνω.

6.3.3 Γραμμές Διασύνδεσης 20 kV

Το μελλοντικό ενεργειακό δίκτυο της Ικαρίας θα περιλαμβάνει μια διπλή γραμμή διασύνδεσης κυκλώματος, η οποία θα αναχωρεί από τον ΘΗΣ στον Αγ. Κήρυκο και θα φτάνει στον ΥΗΣ στην Κάτω Προεσπέρα, καθώς και από δύο (2) μονές γραμμές διασύνδεσης κυκλώματος, οι οποίες θα αναχωρούν από τον ΥΗΣ Κάτω Προεσπέρας και θα καταλήγουν στον ΥΗΣ Προεσπέρας και στο αιολικό πάρκο Στραβοκουνδούρων αντίστοιχα όπως φαίνεται και στα σχέδια.

Οι παραπάνω γραμμές που αναφέραμε είναι οι εξής:

1. Γραμμή 20 kV «Αγ. Κήρυκος – Κάτω Προεσπέρα» Νο1 (Γραμμή R240)
2. Γραμμή 20 kV «Αγ. Κήρυκος – Κάτω Προεσπέρα» Νο2 (Γραμμή R250)
3. Γραμμή 20 kV «Κάτω Προεσπέρα –Προεσπέρα»
4. Γραμμή 20 kV «Κάτω Προεσπέρα –Αιολικό Πάρκο Στραβοκουνδούρων»

6.3.4 Μελλοντικό δίκτυο διανομής

Το μελλοντικό δίκτυο διανομής της νήσου Ικαρίας θα περιλαμβάνει πέντε (5) γραμμές ,οι οποίες θα είναι οι εξής:

1. Γραμμή 15 kV «Άγιος Κήρυκος» (Γραμμή R210), κατά μήκος της ακτής του Άγιου Κήρυκου.
2. Γραμμή 15 kV «Καραβόσταμο-Εύδηλος» (Γραμμή R220) έως τον Εύδηλο, στην οποία πάνω θα συνδεθούν όλες οι υπάρχουσες ανεμογεννήτριες.
3. Γραμμή 15 kV «Χρυσόστομος-Φραδάτο» (Γραμμή R230), η οποία θα τροφοδοτεί τις περιοχές του Χρυσόστομου, το Φραδάτο και τον Ακάματο συν τον Εύδηλο.
4. Γραμμή 15 kV «Κάτω Προεσπέρα-Γιαλισκάρι-Εύδηλος» (Γραμμή R260), η οποία θα τροφοδοτεί τις περιοχές του Αρμενιστή, το Γιαλισκάρι έως τον Εύδηλο.
5. Γραμμή 15 kV «Προεσπέρα-Χρηστός-Καρκινάγρι» (Γραμμή R270), η οποία θα τροφοδοτεί την περιοχή από τον Χρηστό έως το Καρκινάγρι.

6.4 Προοπτική λειτουργίας του υβριδικού συστήματος

6.4.1 Γενικά

Όταν ολοκληρωθεί η κατασκευή του Υβριδικού Ενεργειακού συστήματος, το διασυνδεδεμένο ηλεκτρικό σύστημα του νησιού θα περιλαμβάνει:

Οκτώ (8) θερμικές μονάδες στον ΘΗΣ Αγ. Κήρυκου,

Τρεις (3) υδροηλεκτρικές μονάδες στους δύο υδροηλεκτρικούς σταθμούς , στην Κάτω Προεσπέρα και στην Προεσπέρα,

Τέσσερις (4) ή τρεις (3) ανεμογεννήτριες στο αιολικό πάρκο Στραβοκουνδούρων,

Επτά (7) ανεμογεννήτριες στο μικρό αιολικό πάρκο της ΔΕΗ στο Περδίκι,

Μια (1) ανεμογεννήτρια ενός ιδιοκτήτη

Μια (1) ανεμογεννήτρια μιας εταιρίας

Οκτώ (8) αντλίες στο αντλιοστάσιο στην Κάτω Προεσπέρα.

Λόγω των μεγάλων αποστάσεων μεταξύ τους, για να έχουμε μια καλύτερη επίβλεψη όλου του συστήματος, παρέχεται ένα Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου, το οποίο θα εγκατασταθεί στο υπάρχον Control Room στον ΘΗΣ Αγ. Κήρυκου, λειτουργώντας ως Κέντρο απομακρυσμένου ελέγχου και ελέγχου κατανομής του φορτίου.

Για τον έλεγχο όλων των υποσυστημάτων του υβριδικού συστήματος, τοπικά συστήματα ελέγχου θα εγκατασταθούν σε κάθε υδροηλεκτρικό σταθμό, αντλιοστάσιο και στο αιολικό πάρκο Στραβοκούνδουρων. Αυτά τα τοπικά συστήματα ελέγχου θα επικοινωνούν με το Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου μεταδίδοντας τις απαιτούμενες εντολές ελέγχου, δεδομένα κλπ. για το κάθε ένα μέσω των εναέριων και των υπόγειων καλωδίων από οπτικές ίνες που καθορίζονται από τις τεχνικές προδιαγραφές.

Το SCADA του Κεντρικού Συστήματος Ελέγχου θα λαμβάνει υπόψη το δεδομένα για κάθε υποσύστημα, που θα έρχονται από τα τοπικά συστήματα ελέγχου και σύμφωνα με τις τοπικές απαιτήσεις του συστήματος, θα δίνει τις κατάλληλες εντολές ελέγχου για την λειτουργία και τη ρύθμιση της κάθε μονάδας. Το όλο σύστημα αυτοματισμού θα επιτύχει με την υποστήριξη των αντίστοιχων λογισμικών που θα εγκατασταθούν στο Κεντρικό και στα Τοπικά Κέντρα Ελέγχου.

6.4.2 Βασικά σενάρια λειτουργίας μονάδων

Τα παρακάτω τρία (3) σενάρια για τη λειτουργία των μονάδων και των ανεμογεννητριών προβλέπονται κάτω από κανονικές συνθήκες.

1. Βασικό σενάριο λειτουργίας μονάδων κατά τη διάρκεια του χειμώνα

Κατά τη διάρκεια του χειμώνα (μέσα Οκτώβρη έως τέλη Απρίλη), όταν η ζήτηση νερού για ύδρευση και άρδευση είναι χαμηλή και υπάρχει πλεονάζουσα ποσότητα νερού, η σταδιακή σύνδεση των μονάδων στο σύστημα θα έχει ως εξής:

1. Λειτουργία των τριών υδροηλεκτρικών μονάδων συνολικής δυναμικότητας 4,1 MW, με βάση τη ζήτηση φορτίου, με μια μονάδα σε λειτουργία ως εφεδρεία και αν υπάρξει διαθέσιμη ποσότητα νερού στον Ταμειυτήρα στο Πέζι και τον Άνω Ταμειυτήρα.
2. Λειτουργία των ανεμογεννητριών με ένα όριο ισχύος για διείσδυση της αιολικής ενέργειας έως 40% της συνολικής ζήτησης φορτίου κάθε στιγμή.
3. Η επιπλέον ζήτηση φορτίου θα καλύπτεται με τη λειτουργία των απαραίτητων θερμικών μονάδων στην κατάλληλη ισχύ η καθεμία.

Στην χειμερινή αυτή περίοδο οι υδροηλεκτρικές μονάδες θα λειτουργούν για να ελέγχουν την τάση, τη συχνότητα και τη ζήτηση φορτίου του δικτύου.

2.Βασικό σενάριο λειτουργίας μονάδων κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού Νο1 (Νύχτα και μέρα με χαμηλή και ενδιάμεση ζήτηση φορτίου)

Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (αρχές Μαΐου έως μέσα Οκτωβρίου) και κατά τη διάρκεια της νύχτας (χαμηλή ζήτηση) και της ημέρας με χαμηλή και ενδιάμεση ζήτηση, η σταδιακή σύνδεση των μονάδων στο σύστημα θα έχει ως εξής:
Ο ΥΗΣ Προεσπέρας θα είναι εκτός λειτουργίας εξαιτίας της έλλειψης νερού.

1. Λειτουργία του απαραίτητου αριθμού θερμικών μονάδων και στην κατάλληλη ισχύ η καθεμιά.
2. Λειτουργία των ανεμογεννητριών με ένα όριο ισχύος και σε όριο διείσδυσης αιολικής ισχύος έως 35% της συνολικής ζήτησης φορτίου σε κάθε στιγμή.

Κατόπιν, σε περίπτωση που υπάρχει πλεονάζουσα αιολική ενέργεια θα πραγματοποιούνται τα παρακάτω:

3. Λειτουργία των ανεμογεννητριών της ΔΕΗ χωρίς όριο ισχύος
4. Λειτουργία συγκεκριμένου αριθμού αντλιών του σταθμού παραγωγής σύμφωνα με την πλεονάζουσα αιολική ενέργεια πάνω από την επιτρεπόμενη διείσδυση.
5. Λειτουργία ενός στροβίλου στον ΥΗΣ Κάτω Προεσπέρας σε επίπεδο ισχύος 10% (150kW), σε στρεφόμενη εφεδρεία, για να καλύψει το μέγιστο ζήτησης φορτίου.

3.Βασικό σενάριο λειτουργίας μονάδων κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού Νο2 (Ημέρα με μέγιστη ζήτηση φορτίου)

Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (αρχές Μαΐου έως μέσα Οκτωβρίου) και κατά τη διάρκεια της ημέρας με μέγιστη ζήτηση φορτίου η σταδιακή σύνδεση των μονάδων στο σύστημα θα έχει ως εξής:

Ο ΥΗΣ Προεσπέρας θα είναι εκτός λειτουργίας εξαιτίας της έλλειψης βροχής.

1. Λειτουργία του απαραίτητου αριθμού θερμικών μονάδων και στην κατάλληλη ισχύ η καθεμιά.
2. Λειτουργία των ανεμογεννητριών με ένα όριο ισχύος και σε όριο διεύδυσης αιολικής ισχύος έως 35% της συνολικής ζήτησης φορτίου σε κάθε στιγμή.
3. Οποιαδήποτε επιπλέον ζήτηση φορτίου θα καλύπτεται από τη λειτουργία των δύο (2) υδροηλεκτρικών μονάδων στην Κάτω Προεσπέρα , 1550 kW η καθεμιά για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα , με τη μια μονάδα σαν εφεδρεία ανάλογα με τη διαθέσιμη ποσότητα νερού στον άνω Ταμιευτήρα εκείνη την ημέρα.

Κατά τη διάρκεια όλου του καλοκαιριού ο έλεγχος και η ρύθμιση της τάσης και της συχνότητας θα γίνονται από τις θερμικές μονάδες του ΘΗΣ Αγ. Κήρυκου.

6.5 Σενάριο εφαρμογής για την λειτουργία του συστήματος

6.5.1 Γενικές Απαιτήσεις Σχεδίασης

Το σύστημα SCADA πρόκειται να σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ,ώστε να είναι ικανό να προβλέψει τη ζήτηση φορτίου και να κάνει υπολογισμούς προβλέποντας την ικανότητα παραγωγής ισχύος κάθε υδροηλεκτρικού σταθμού, κάθε θερμοηλεκτρικού σταθμού και κάθε αιολικού πάρκου καθώς και την κατανάλωση ισχύος του αντλιοστασίου.

Έτσι ,ο Διαχειριστής του Συστήματος ,λαμβάνοντας υπ' όψιν όλες τις παραπάνω πληροφορίες ,θα εξάγει τα διαφορετικά σενάρια λειτουργίας Μονάδες Ισχύος από τα οποία, με βάση την εμπειρία του ,θα επιλέγει το καλύτερο σενάριο για την εφαρμογή,το οποίο θα εκτελείται μέσω του συστήματος SCADA αυτομάτως.

6.5.2 Πρόβλεψη ζήτησης φορτίου

Το λογισμικό του SCADA θα είναι σε θέση να προβλέπει τη ζήτηση για τις επόμενες (24) εικοσιτέσσερις ώρες σε μέση ωριαία βάση.

Η μέση ωριαία ζήτηση φορτίου ολόκληρου του νησιού θα αποθηκεύεται στην βάση δεδομένων του ιστορικού του συστήματος SCADA.

Αυτή η ζήτηση φορτίου θα είναι το άθροισμα της παραγόμενης ισχύος των θερμικών μονάδων συν την παραγόμενη ισχύ των ανεμογεννητριών συν την παραγόμενη ισχύ των υδροηλεκτρικών μονάδων μείον την κατανάλωση των αντλιών στο αντλιοστάσιο. Αυτές οι τιμές που θα προκύπτουν θα παρουσιάζονται συνεχώς και θα αποθηκεύονται κάθε λεπτό. Κάθε μια (1) ώρα η μέση ωριαία τιμή του παραπάνω αθροίσματος θα είναι το Μέσο Ωριαίο Φορτίο του Συστήματος της Ικαρίας και θα αποθηκεύεται στην βάση δεδομένων του ιστορικού του συστήματος.

Κάθε ώρα το πρόγραμμα :

- Θα συγκρίνει το τελευταίο μέσο ωριαίο φορτίο του συστήματος με την αντίστοιχη τιμή της μέσης ωριαίας ζήτησης φορτίου του συστήματος για μια (1) μέρα, δύο (2) ημέρες και τρεις (3) ημέρες (24, 48 και 72 ώρες) πριν και καθορίζει τις διαφορές.
- Θα συγκρίνει το τελευταίο μέσο ωριαίο φορτίο του συστήματος με την αντίστοιχη τιμή της μέσης ωριαίας ζήτησης φορτίου του συστήματος των προηγούμενων επτά (7) ημερών (ίδια μέρα της προηγούμενης εβδομάδας) και καθορίζει τη διαφορά.
- Θα καθορίζει την ελάχιστη διαφορά των τεσσάρων (4) παραπάνω τιμών.
- Θα προσθέτει την παραπάνω ελάχιστη διαφορά στην χαρακτηριστική φορτίου των εικοσιτεσσέρων (24) ωρών της ημέρας για την οποία υπολογίστηκε η διαφορά αυτή.

Αυτή η νέα χαρακτηριστική φορτίου θα είναι η πρόβλεψη της ζήτησης φορτίου για τις επόμενες εικοσιτέσσερις (24) ώρες.

- Θα υπολογίζει το ποσοστό της κάθε ώρας σε σχέση με την μέγιστη τιμή του φορτίου μέσα στην ημέρα.
- Θα παρουσιάζει την πρόβλεψη φορτίου για τις επόμενες εικοσιτέσσερις (24) ώρες σε πίνακα και/ή σε χαρακτηριστικές, δείχνοντας την ισχύ σε kW αλλά και σε ποσοστά του μέγιστου φορτίου της ημέρας.

Παρουσιάζεται παρακάτω ένα τυπικό παράδειγμα και οι απαιτήσεις φορτίου, για τις εικοσιτέσσερις (24) ώρες μιας (1) ημέρας. Τα στοιχεία παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.2

ΠΙΝΑΚΑΣ Νο2: ΖΗΤΗΣΗ ΦΟΡΤΙΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ(kW)(Αναμενόμενο φορτίο της 10.12.06)	
ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ(ώρες)	ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΖΗΤΗΣΗ(Kw)
00:00-1:00	3592,50
1:00-2:00	3361,25
2:00-3:00	3007,50
3:00-4:00	2788,75
4:00-5:00	2617,50
5:00-6:00	2613,75
6:00-7:00	3148,75
7:00-8:00	3798,75
8:00-9:00	4025,00
9:00-10:00	4201,25
10:00-11:00	4585,00
11:00-12:00	4555,00
12:00-13:00	4562,50
13:00-14:00	4736,25
14:00-15:00	4587,50
15:00-16:00	4740,00
16:00-17:00	5241,25
17:00-18:00	6793,50
18:00-19:00	6701,25
19:00-20:00	6685,00
20:00-21:00	6052,50
21:00-22:00	5916,25
22:00-23:00	5002,50
23:00-24:00	4613,75

Πίνακας 6.2: Πίνακας Ζήτησης Φορτίου

6.5.3 Πρόβλεψη παραγωγής αιολικής ισχύος

Η πραγματική παραγωγή ισχύος της κάθε ανεμογεννήτριας θα μετριέται αδιαλείπτως και οι μετρήσεις αυτές θα εισάγονται στο σύστημα SCADA , αφού το αυτόματο σύστημα κάθε αιολικού πάρκου θα είναι συνεχώς σε online σύνδεση με το Κέντρο Απομακρυσμένου Ελέγχου και Κατανομής Φορτίου (RC & LDC).Ετσι, ο χειριστής θα γνωρίζει την παραγωγή κάθε ανεμογεννήτριας , κάθε αιολικού πάρκου και συνολικά κάθε στιγμή, και τα στοιχεία θα παρουσιάζονται σε έναν πίνακα (No2), παρόμοιο με τον Πίνακα Νο1 ,όπως παρουσιάζεται παρακάτω και/ή σε καμπύλες.

Επίσης ,στο σύστημα SCADA οι καμπύλες «Ισχύς – Ταχύτητα Ανέμου» πρέπει να αποθηκεύονται μόνιμα. Με αυτό τον τρόπο ,ο χειριστής θα έχει την δυνατότητα, εισάγοντας την πρόβλεψη καιρού για τις ταχύτητες και τις διευθύνσεις του ανέμου για τις επόμενες εικοσιτέσσερις (24) ώρες , την οποία θα παίρνει από την

Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία ή θα κατεβάξει από το Διαδίκτυο, θα παίρνει πίνακες παρόμοιους με τον Πίνακα 2 και/ή καμπύλες με τις προβλέψεις της παραγωγής Αιολικής Ενέργειας κάθε ανεμογεννήτριας, κάθε αιολικού πάρκου και της συνολικής παραγωγής.

Κατόπιν, ο χειριστής κατέχοντας όλα αυτά τα δεδομένα και τις πληροφορίες για την παραγωγή της αιολικής ενέργειας και το υποθετικό σενάριο λειτουργίας για αυτή την ημέρα, θα είναι σε θέση να εκτιμήσει το αναμενόμενο πλεόνασμα αιολικής ενέργειας πάνω από το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο διείσδυσης π.χ. 35% ή 40%, με βάση την εποχή και τις καιρικές συνθήκες. Το πλεόνασμα αυτό θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την λειτουργία του Αντλιοστασίου, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα Νο2.

Κάθε είκοσι (20) λεπτά και/ή κάθε μια ώρα, μια νέα πρόβλεψη Αιολικής Ισχύος θα παρουσιάζεται σε πίνακα και/ή σε καμπύλες στο Κέντρο Απομακρυσμένου Ελέγχου και Κατανομής Φορτίου.

Εδώ παρακάτω, δίνεται ένα τυπικό παράδειγμα για τις αναμενόμενες προβλέψεις για ένα εικοσιτετράωρο στις 10.12.06.

Σε αυτό το παράδειγμα, η πρόβλεψη της παραγωγής αιολικής ενέργειας και την διείσδυση του ανέμου, σε σχέση με τις απαιτήσεις του συστήματος που παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.2, φαίνονται παρακάτω, όπως φαίνεται και ο απαιτούμενος αριθμός αντλιών-κινητήρων που θα είναι σε λειτουργία.

Τα σχετικά δεδομένα παρουσιάζονται στον Πίνακα Νο6.3.

Ο απαιτούμενος αριθμός αντλιών-κινητήρων που θα είναι σε λειτουργία σε σχέση με το πλεόνασμα αιολικής ισχύος φαίνεται στον Πίνακα Νο6.3.

ΠΙΝΑΚΑΣ Νο3:ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ(kW)(Τυπικό παράδειγμα της 10.12.06)

ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ(ώρες)	ΑΙΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ	ΕΠΙΤΕΠΤΗ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ(35%)(Kw)	ΠΛΕΟΝΑΣΜΑ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΝΤΛΙΩΝ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ
00:00-1:00	1500	1257,375	242,62	1
1:00-2:00	1580	1176,438	403,56	2
2:00-3:00	1670	1052,625	617,38	3
3:00-4:00	1780	976,0625	803,94	4
4:00-5:00	1880	916,125	963,88	5
5:00-6:00	2080	914,8125	1155,19	6
6:00-7:00	1970	1102,063	867,94	4
7:00-8:00	2000	1329,563	670,44	3
8:00-9:00	2070	1408,75	661,25	3
9:00-10:00	2140	1470,439	669,56	3
10:00-11:00	2220	1604,75	615,25	3
11:00-12:00	2350	1594,25	755,75	4
12:00-13:00	2380	1596,875	783,13	4
13:00-14:00	2410	1657,688	752,31	4
14:00-15:00	2450	1605,625	844,38	4
15:00-16:00	2500	1659	841	4
16:00-17:00	2300	1834,438	465,56	2
17:00-18:00	2100	2377,813	-277,81	0
18:00-19:00	2000	2345,438	-345,44	0
19:00-20:00	1900	2339,75	-439,75	0
20:00-21:00	1800	2118,375	-318,38	0
21:00-22:00	1720	2070,688	-350,69	0
22:00-23:00	1600	1750,875	-150,88	0
23:00-24:00	1550	1614,813	-64,81	0

Πίνακας 6.3: Πίνακας Πρόβλεψης Αιολικής Παραγωγής

Ο Διαχειριστής του Συστήματος, με βάση την ημέρα, την ώρα, τις καιρικές συνθήκες και την εμπειρία του, θα καθορίσει το μέγιστο ποσοστό διείσδυσης της παραγωγής αιολικής ισχύος σε κάθε εποχή π.χ. 35%. Η παραγωγή πρέπει να διανέμεται αυτομάτως σε όλες τις διαθέσιμες ανεμογεννήτριες σε αυτή την περίοδο, σύμφωνα με την εφαρμόσιμη εγκατεστημένη ισχύ κάθε ανεμογεννήτριας σε αυτή την περίοδο, σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

$$P_{at} = P_{\max,at} \cdot \frac{P_a}{P_{T,a}} \quad (\text{εξ. 6.1})$$

όπου,

P_{ai} = Μέγιστη επιτρεπόμενη στιγμιαία παραγωγή ισχύος του αιολικού πάρκου

$P_{max,ai}$ = Μέγιστη επιτρεπόμενη συνολική παραγωγή ισχύος από όλα τα αιολικά πάρκα .

P_{α} = Διαθέσιμη εγκατεστημένη ισχύς κάθε αιολικού πάρκου την συγκεκριμένη περίοδο.

$P_{T,\alpha}$ = Συνολική διαθέσιμη εγκατεστημένη ισχύς όλων των αιολικών πάρκων στην Ικαρία την συγκεκριμένη περίοδο.

Μετά την εισαγωγή από τον Χειριστή του σημείου αναφοράς για την συνολική διείσδυση της αιολικής ισχύος (όριο αιολικής ισχύος) στο σύστημα SCADA, αυτό θα υπολογίζει αδιαλείπτως, με βάση την ζήτηση φορτίου για την κάθε στιγμή, την μέγιστη επιτρεπόμενη διείσδυση της παραγωγής αιολικής ισχύος έτσι, ώστε να διατηρείται η αιολική ισχύς κάτω από αυτό το όριο συνεχώς. Κατόπιν ένα σημείο αναφοράς για την παραγωγή ισχύος με βάση τον παραπάνω τύπο, θα αποστέλλεται συνεχώς και αυτομάτως στο αντίστοιχο Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου κάθε Αιολικού Πάρκου έτσι, ώστε να κατανέμεται η παραγωγή ισχύος που πρέπει να έχουμε στις επιμέρους ανεμογεννήτριες ισότιμα.

Το Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου κάθε αιολικού πάρκου, το οποίο θα είναι σε on-line σύνδεση με το PLC της κάθε ανεμογεννήτριας, θα επιβλέπει την παραγωγή κάθε αιολικού πάρκου και μέσω των συσκευών απεικόνισης των ταχυτήτων και των κατευθύνσεων του ανέμου θα προσαρμόζει την παραγωγή σε πραγματικό χρόνο.

Επιπλέον, το αντίστοιχο Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου του κάθε αιολικού πάρκου θα βρίσκεται σε on-line σύνδεση με το σύστημα SCADA στο Κέντρο Απομακρυσμένου Ελέγχου και Κατανομής Φορτίου (RC & LDC), στο οποίο θα μεταδίδει όλες τις πληροφορίες (ισχύς, παραγωγή ενέργειας κτλ.) και από το οποίο θα δέχεται όλες τις εντολές για αύξηση και μείωση της παραγωγής των ανεμογεννητριών σύμφωνα με τη ζήτηση φορτίου και τον συντελεστή διείσδυσης.

Όταν υπάρξει πλεόνασμα αιολικής ισχύος και τηρούνται οι προϋποθέσεις για την άντληση από τον Κάτω Ταμιευτήρα και την αποθήκευση στον Άνω Ταμιευτήρα, αποστέλλεται μια εντολή για «Αντλιοστάσιο σε λειτουργία» στο Σύστημα SCADA του αντλιοστασίου αυτόματα και/ή χειροκίνητα από τον Χειριστή του συστήματος. Έπειτα το λογισμικό του Συστήματος SCADA του Κέντρου Απομακρυσμένου Ελέγχου και Κατανομής Φορτίου (RC & LDC) θα υπολογίζει σε κάθε χρονική στιγμή την διαφορά μεταξύ της παραγόμενης ισχύος και της μέγιστης επιτρεπόμενης διείσδυσης, π.χ. 35% της ζήτησης φορτίου και θα αποστέλλει την αναλογική εντολή συνεχώς στο Σύστημα SCADA του αντλιοστασίου για να τεθεί σε λειτουργία ο απαιτούμενος αριθμός Αντλιών .

6.5.4 Πρόβλεψη Δυνατότητας Παραγωγής Υδροηλεκτρικής Ισχύος

1. Γενικά

Για να γίνουν οι προβλέψεις της παραγωγής ισχύος από τους ΥΗΣ Προεσπέρας και Κάτω Προεσπέρας, θα πρέπει πρώτα να υπολογιστούν οι διαθέσιμοι όγκοι νερού στον Ταμιευτήρα των Πεζών και στον Άνω Ταμιευτήρα. Ο διαθέσιμος όγκος νερού στον Ταμιευτήρα των Πεζών θα προκύψει, λαμβάνοντας υπ' όψιν τον ελάχιστο όγκο που χρειάζεται να υπάρχει στον Ταμιευτήρα για να καλύπτει τις ανάγκες ύδρευσης και άρδευσης των κάτω περιοχών. Αυτές οι απαιτήσεις για νερό θα αλλάζουν ανάλογα με την εποχή, όπως φαίνεται στην παρακάτω καμπύλη. Για αυτόν τον λόγο ο διαθέσιμος όγκος νερού του κάθε μήνα θα προκύπτει από τη διαφορά μεταξύ του υπάρχοντος όγκου στον Ταμιευτήρα των Πεζών και του ελάχιστου απαιτούμενου όγκου για τον κάθε μήνα.

Για αυτόν τον λόγο, οι παρακάτω καμπύλες «στάθμη νερού Ταμιευτήρα-Όγκος Νερού», καθώς και οι αντίστοιχες συναρτήσεις, που είναι απαραίτητες για τον υπολογισμό του όγκου του νερού σε κάθε Ταμιευτήρα για κάθε στάθμη νερού, θα πρέπει να αποθηκεύονται στο Σύστημα SCADA.

Οι καμπύλες αυτές θα είναι οι εξής:

α. Στάθμη νερού-Δυναμικότητα σε νερό (όγκος) του Ταμιευτήρα Πεζών (Καμπύλη Νο1)

β. Ελάχιστη Επιτρεπτή δυναμικότητα επιπέδου νερού (όγκος) στο τέλος κάθε μήνα στον Ταμιευτήρα Πεζών (Καμπύλη Νο2)

Η καμπύλη Νο5 δείχνει την ελάχιστη στάθμη νερού κάθε μήνα, στην οποία αντιστοιχεί η ελάχιστη επιτρεπτή δυναμικότητα νερού. Έτσι, ο κατάλληλος όγκος νερού θα πρέπει να αποθηκεύεται στον Ταμιευτήρα των Πεζών κάθε μήνα έτσι, ώστε να είναι διαθέσιμος για τις ανάγκες ύδρευσης και άρδευσης.

γ. Στάθμη νερού-Δυναμικότητα σε νερό (όγκος) του Άνω Ταμιευτήρα (Καμπύλη Νο3)

δ. Στάθμη νερού-Δυναμικότητα σε νερό (όγκος) του Κάτω Ταμιευτήρα (Καμπύλη Νο4)

Για τους παραπάνω λόγους, θα εγκατασταθούν ηλεκτρονικοί ανιχνευτές στάθμης στον Ταμιευτήρα των Πεζών, στον Άνω και Κάτω Ταμιευτήρα, οι οποίοι θα συνδεθούν με το σύστημα SCADA μόνιμα, σε on-line σύνδεση, μεταδίδοντας συνεχώς τα πραγματικά επίπεδα νερού.

Λαμβάνοντας υπ' όψιν αυτές τις μετρήσεις της στάθμης, το σύστημα SCADA θα υπολογίζει τους όγκους και τις στάθμες του νερού από τις χαρακτηριστικές καμπύλες:

- Καμπύλη Α: υπολογισμός του υπάρχοντος όγκου νερού στον Ταμιευτήρα Πεζών $V_{r,ex}$.
- Καμπύλη Β: καθορισμός της ελάχιστης επιτρεπτής στάθμης νερού $H_{r,all}$ στον Ταμιευτήρα των Πεζών για τον σχετικό μήνα. Τα παραπάνω επίπεδα είναι ελάχιστα επιτρεπτά, για να υπάρχει ο ελάχιστος επιτρεπτός όγκος νερού στον Ταμιευτήρα για τις ανάγκες ύδρευσης και άρδευσης.
- Καμπύλη Γ: υπολογισμός του ελάχιστου όγκου $V_{r,all}$, λαμβάνοντας υπ' όψιν την ελάχιστη επιτρεπτή στάθμη νερού $H_{r,all}$ που παίρνουμε από την καμπύλη NoB

Ο διαθέσιμος όγκος νερού ΔV_{av} για παραγωγή ενέργειας θα προκύπτει από την διαφορά μεταξύ των δύο παραπάνω όγκων και θα είναι $\Delta V_{r,av} = V_{r,ex} - V_{r,all}$

Με τον ίδιο τρόπο από τις καμπύλες Δ και Ε, ο Χειριστής, μέσω του SCADA, θα μπορεί να υπολογίζει τους όγκους νερού που υπάρχουν στον άνω και κάτω Ταμιευτήρα, λαμβάνοντας υπ' όψιν τις μετρήσεις για τις στάθμες του νερού.

Έτσι, ο Χειριστής θα έχει, από την:

- Καμπύλη Δ: υπολογισμός του υπάρχοντος όγκου νερού στον Άνω Ταμιευτήρα (Προεσπέρα) $V_{ur,ex}$
- Καμπύλη Ε υπολογισμός του υπάρχοντος όγκου νερού στον Κάτω Ταμιευτήρα (Κάτω Προεσπέρα) $V_{lr,ex}$

Έπειτα, ο Χειριστής θα είναι σε θέση να καθορίσει τους διαθέσιμους όγκους $V_{ur,av}$ και $V_{lr,av}$, για παραγωγή ενέργειας, για την συγκεκριμένη ημέρα όπως διευκρινίζεται εδώ παρακάτω.

Κατ' όψιν τούτου και για το αντίστοιχο σενάριο λειτουργίας των υδροηλεκτρικών μονάδων, το SCADA θα υπολογίζει τον χρόνο λειτουργίας, τον ζυγό αναφοράς, την ισχύ και την ενέργεια για κάθε μονάδα, ενδεικτικά περιγράφεται παρακάτω στο υποθετικό σενάριο λειτουργίας που ακολουθεί.

2. Υποθετικό σενάριο λειτουργίας για την χειμερινή περίοδο

Υποθέτουμε ότι οι Μονάδες στους ΥΗΣ Προεσπέρας και Κάτω Προεσπέρας θα λειτουργούν σε ποσοστό λ% της συνολικής τους ενέργειας η καθεμιά.

Ορίζουμε:

- $Q_i(m^3/s)$: Εκφόρτιση παραγωγής στροβίλου
- $\lambda_i(P)$: Φορτίο γεννήτριας σε ποσοστό της ονομαστικής της τιμής για κάθε μέση ωριαία περίοδο
- $\eta_t, \eta_g, \eta_{tr}$: Συντελεστές απόδοσης του στροβίλου, της γεννήτριας, του μετασχηματιστή
- $P(kW)$: Παραγόμενη ενεργή ισχύς
- $E(kWh)$: Παραγόμενη ενέργεια
- $\Delta V_{r,av}(m^3/μήνα)$: Διαθέσιμος όγκος νερού για ολόκληρο τον μήνα στον Ταμιευτήρα των Πεζών
- $\Delta V_{ur,av}(m^3/μήνα)$: Διαθέσιμος όγκος νερού για ολόκληρο τον μήνα στον Άνω Ταμιευτήρα

Θεωρούμε ότι δεν θα υπάρξει καμία εισροή για το υπόλοιπο του μήνα.

- $\Delta V_{r,av}/(30 \cdot 24) (m^3/h)$: Μέσος ωριαίος διαθέσιμος όγκος νερού για παραγωγή ενέργειας από τον Ταμιευτήρα των Πεζών
- $\Delta V_{ur,av}/(30 \cdot 24) (m^3/h)$: Μέσος ωριαίος διαθέσιμος όγκος νερού για παραγωγή ενέργειας από τον Ταμιευτήρα των Πεζών
- $t =$ Χρόνος λειτουργίας κάθε μονάδας ανά μέρα

Με τη χρήση των τύπων παρακάτω, η ισχύς και η ενέργεια για κάθε υποθετικό σενάριο λειτουργίας μπορούν να υπολογιστούν. Έτσι το Σύστημα SCADA και/ή ο Χειριστής, λαμβάνοντας υπόψη όλα αυτά, θα επιλέξει το καλύτερο σενάριο για την παραγωγή ισχύος η οποία θα καλύψει τη ζήτηση φορτίου με τον καλύτερο τρόπο.

1. ΥΗΣ Προεσπέρας ($Q = \lambda_i Q_{i,p}$)

$$\frac{\Delta V_{r,av}}{30 \cdot 24} \left(\frac{m^3}{h} \right) = Q_{i,p} \cdot 3600 \cdot \sum_{i=1}^{24} \lambda_i(P) \quad (\text{εξ. 6.2})$$

$$H_p = \Delta H_p - K_p (\lambda_i Q)_{i,p}^2 (m) \quad (\text{εξ. 6.3})$$

$$P_p = \rho \cdot g \cdot Q_{i,p} \cdot H_p \cdot n_i \cdot n_g \cdot n_{ir} (kW) \quad (\text{εξ.6.4})$$

$$E_p = \rho \cdot g \cdot Q_{iKP} \cdot H_{KP} \cdot n_i \cdot n_g \cdot n_{ir} \cdot t_p \cdot \sum_{i=1}^{24} \lambda_i(P) (kWh) \quad (\text{εξ.6.5})$$

2. ΥΗΣ Κάτω Προεσπέρας ($Q=\lambda_i Q_{iKP}$)

$$\frac{\Delta V_{r,av} + \Delta V_{ir,av}}{30 \cdot 24} \left(\frac{m^3}{h} \right) = Q_{i,p} \cdot 3600 \cdot \sum_{i=1}^{24} \lambda_i(P) \quad (\text{εξ.6.6})$$

$$H_{KP} = \Delta H_{KP} - K_{KP} \cdot (\lambda \cdot Q_{i,KP})^2 (m) \quad (\text{εξ.6.7})$$

$$P_{KP} = 2 \cdot \rho \cdot g \cdot Q_{i,KP} \cdot n_i \cdot n_g \cdot n_{ir} (kW)$$

$$E_{KP} = 2 \cdot \rho \cdot g \cdot Q_{i,KP} \cdot H_{KP} \cdot n_i \cdot n_g \cdot n_{ir} \cdot t_{KP} \cdot \sum_{i=1}^{24} \lambda_i(P) (kWh) \quad (\text{εξ.6.8})$$

Κάθε μια ώρα (1) το πρόγραμμα του SCADA :

- Θα κάνει μια νέα πρόβλεψη για τις επόμενες εικοσιτέσσερις (24) ώρες.
- Θα υπολογίζει την ελάχιστη διαθέσιμη ενέργεια, για τον επόμενο ένα μήνα, λαμβάνοντας υπ' όψιν τις μετρήσεις της στάθμης του Ταμιευτήρα Πεζών και του Άνω Ταμιευτήρα (μέτρηση πραγματικής στάθμης – ελάχιστη επιτρεπόμενη στάθμη νερού)
- Θα θεωρείται ότι, κατά τη διάρκεια του επόμενου μήνα, η ενέργεια θα διαιρείται ισάξια σε κάθε μια ημέρα του μήνα.
- Θα διαμοιράζει την παραπάνω ενέργεια, σε κάθε ώρα, αναλογικά σε σχέση με το ποσοστό του φορτίου του συστήματος του νησιού που εκτιμάται από την πρόβλεψη φορτίου.

Έτσι η ενέργεια που μπορεί να παραχθεί από το υδροδυναμικό του Άνω Ταμιευτήρα θα είναι:

$$E_p = \rho \cdot g \cdot Q_{i,p} \cdot H_p \cdot n_i \cdot n_g \cdot n_{ir} \cdot t_p \cdot \sum_{i=1}^{24} \lambda_i(P) (kWh) \quad (\text{εξ.6.9})$$

Το ίδιο θα εφαρμοστεί και για τον Άνω Ταμιευτήρα.

Έτσι η ενέργεια που μπορεί να παραχθεί από το υδροδυναμικό του Άνω Ταμιευτήρα θα είναι:

$$E_{KP} = 2 \cdot \rho \cdot g \cdot Q_{i,KP} \cdot H_{KP} \cdot n_i \cdot n_g \cdot n_r \cdot t_{KP} \cdot \sum_{i=1}^{24} \lambda_i(P)(kWh) \quad (\text{εξ.6.10})$$

Το άθροισμα των δύο παραπάνω αποτελεσμάτων της ενέργεια που παράγουν και οι δύο Ταμιευτήρες θα είναι η διαθέσιμη ενέργεια που παράγεται από τις δύο υδροηλεκτρικές μονάδες για τον επόμενο μήνα.

Διαιρώντας αυτό το αποτέλεσμα με τις 30 ημέρες, θα προκύψει η ενέργεια για τις επόμενες 24 ώρες.

Η παραπάνω ενέργεια θα μοιράζεται ανάλογα με το ποσοστό της μέγιστης ζήτησης του φορτίου όπως περιγράφεται στην παραπάνω παράγραφο.

6.5.5 Πρόβλεψη της ικανότητας θερμικής παραγωγής

Από τα χαρακτηριστικά των μονάδων και της διαθεσιμότητάς τους, ο Διαχειριστής του Συστήματος θα είναι σε θέση να προβλέψει την ικανότητα ισχύος η οποία θα παρουσιάζεται σε έναν πίνακα παρόμοιο με τον παρακάτω.

ΠΙΝΑΚΑΣ Νο4:ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΑΠΟ Τ.Σ.Π.					
ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΜΟΝΑΔΑ	Ισχύς λειτουργίας (kVA) (kW)		ΜΕΓΙΣΤΗ ΙΣΧΥΣ (kW)	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΙΣΧΥΣ (kW)
1	No1	1.220	975	750	300
2	No2	1.220	975	750	300
3	No3	1.220	975	750	300
4	No4	1.220	975	750	300
5	No5	1.220	975	750	300
6	No6	1.600	1.280	1.100	750
7	No7	1.600	1.280	1.100	750
8	No8	3.880	3.104	3.100	1.800
ΣΥΝΟΛΟ		13.180	10.539	9.050	4.800

Πίνακας 6.4: Πίνακας Ικανότητας Παραγωγής Ισχύος ΤΣΠ

6.5.6 Πρόβλεψη της λειτουργίας του Αντλιοστασίου (Ζήτηση Ισχύος)

Το σύστημα SCADA θα μπορεί να υπολογίσει τον υπάρχοντα όγκο $V_{lr,ex}$, ο οποίος θα είναι διαθέσιμος για άντληση, λαμβάνοντας υπ' όψιν την χαρακτηριστική «Στάθμη νερού - Όγκος νερού» του Κάτω Ταμιευτήρα και την μέτρηση της στάθμης του ύδατος που θα παίρνει από την συσκευή ανίχνευσης της στάθμης του νερού που θα βρίσκεται σε on-line σύνδεση με το SCADA.

Επιπλέον, θα υπολογίζεται και ο διαθέσιμος όγκος νερού, για αποθήκευση, του Άνω Ταμιευτήρα $\Delta V_{ur,av}$ μέσω του ανιχνευτή στάθμης νερού.

Εάν $\Delta V_{ur,av} > V_{lr,ex}$, ο μέγιστος διαθέσιμος όγκος θα είναι $V_{lr,ex}$.

Εάν $\Delta V_{ur,av} < V_{lr,ex}$, ο μέγιστος διαθέσιμος όγκος θα είναι $\Delta V_{ur,av}$.

Κατ' όψιν τούτου, το SCADA θα υπολογίζει τον χρόνο λειτουργίας, τις αιχμές, την κατανάλωση ισχύος και ενέργειας για κάθε σύστημα αντλίας-κινητήρα όπως ενδεικτικά φαίνεται πιο κάτω:

i. Υποθετικό Σενάριο Λειτουργίας

Υποθέτουμε ότι όλες οι αντλίες θα είναι σε λειτουργία στην πλήρη ισχύ τους.

Θεωρούμε:

- $Q_p(m^3/s)$: Ρυθμός ροής αντλίας
- $H(m)$: Κορυφή άντλησης
- η_p, η_m : Βαθμός απόδοσης αντλίας και κινητήρα αντίστοιχα
- ΣI : 0,95
- $P_m(kW)$: Απαιτούμενη ισχύς από την αντλία
- $P_n(kW)$: Απαιτούμενη ισχύς από το δίκτυο
- $E_r(kWh)$: Απαιτούμενη ενέργεια από το δίκτυο
- $V_{lr,ex}(m^3)$: Υπάρχων και διαθέσιμος όγκος νερού για άντληση εάν
 - $\Delta V_{ur,av} > V_{lr,ex}$
- $\Delta V_{ur,ex}(m^3)$: Διαθέσιμος όγκος νερού για άντληση εάν $\Delta V_{ur,av} < V_{lr,ex}$
- t_p : Χρόνος λειτουργίας κάθε αντλίας
- k : Αριθμός αντλιών σε λειτουργία

Χρησιμοποιώντας τους παρακάτω τύπους, τον αριθμό των αντλιών και τον χρόνο λειτουργίας της κάθε αντλίας μπορεί να υπολογιστεί ποια θα είναι η επιπλέον, πάνω από το επιτρεπτό όριο διείσδυσης, απαιτούμενη αιολική ισχύς, που θα παράγεται από τα αιολικά πάρκα, εφόσον υπάρχει αυτή η πιθανότητα.

Έτσι, εάν ο διαθέσιμος όγκος νερού για άντληση είναι $V_{lr,ex}$, θα έχουμε περίπου:

$$t_p = \frac{V_{lr,ex}}{k \cdot Q_p} \text{ sec} \quad (\text{εξ.6.11})$$

$$H_p = \Delta H_p + K_p \cdot Q_p^2 (m) \quad (\text{εξ.6.12})$$

$$P_m = \frac{\rho \cdot g \cdot Q_p \cdot H_p}{n_p} \text{ και } P_n = \frac{\rho \cdot g \cdot Q_p \cdot H_p}{n_p \cdot n_m} \quad (\text{εξ.6.13})$$

Επομένως, εάν υπάρχει πλεόνασμα αιολικής ισχύος, όπως περιγράφεται στην προηγούμενη παράγραφο, το SCADA και/ή ο Χειριστής θα δίνουν εντολή για «Αντλιοστάσιο σε λειτουργία» στο σύστημα αυτοματισμού του αντλιοστασίου και θα ορίζουν επίσης το σημείο αναφοράς για την διείσδυση αιολικής ισχύος έως το 100% για όλα τα αιολικά πάρκα.

Έπειτα, το λογισμικό του RC&LDC του SCADA, λαμβάνοντας υπόψιν την πλεονάζουσα αιολική ισχύ στην συγκεκριμένη χρονική περίοδο, θα ξεκινάει να στέλνει αδιαλείπτως μια αναλογική εντολή στο σύστημα αυτοματισμού του Αντλιοστασίου για «αυτόματη εκκίνηση των συστημάτων αντλιών-κινητήρων».

Το σύστημα αυτοματισμού του Αντλιοστασίου, λαμβάνοντας υπόψιν την παραπάνω τιμή, θα καθορίζει τον απαιτούμενο αριθμό αντλιών, ο οποίος πρέπει να τεθεί σε λειτουργία, σύμφωνα με το εύρος στο οποίο κυμαίνεται η πλεονάζουσα αιολική ισχύς, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

ΠΙΝΑΚΑΣ Νο5		
A/A	ΠΛΕΟΝΑΖΟΥΣΑ ΑΙΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΕΡΑΝ ΤΟΥ ΟΡΙΟΥ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ ΕΙΝΑΙ ΜΕΤΑΞΥ (kW)	Απαιτούμενος αριθμός αντλιών σε λειτουργία
1	0-155	0
2	155-355	1
3	355-555	2
4	555-755	3
5	755-955	4
6	955-1155	5
7	1155-1355	6
8	1355-1555	7
9	1555-1600	8

Πίνακας 6.5: Πίνακας Απαιτούμενου αριθμού αντλιών

Η προτεραιότητα με βάση την οποία θα λειτουργούν οι αντλίες θα καθορίζεται κάθε φορά, από το τοπικό σύστημα αυτοματισμού του Αντλιοστασίου.

Λόγω της συνεχούς μετάδοσης του προηγούμενου αναλογικού σήματος για την πλεονάζουσα ισχύς, ο αριθμός των συστημάτων αντλία-κινητήρας που θα είναι σε λειτουργία, θα αλλάζει συνεχώς με βάση το εύρος στο οποίο θα κυμαίνεται η ισχύς πάντα κάτω από την επιτήρηση του συστήματος αυτοματισμού και του SCADA του αντλιοστασίου.

Εάν η διαφορά ισχύος είναι μεγαλύτερη από την συνολική εγκατεστημένη δυναμικότητα των κινητήρων π.χ. 1600 kW , μια σειρά από αυτόματους περιορισμούς της παραγωγής αιολικής ισχύος θα επιβάλλονται σε όλα τα αιολικά πάρκα για να περιορίσουν την ισχύ ανάλογα με την εγκατεστημένη δυναμικότητα.

Στον παρακάτω Πίνακα δίνεται ένα τυπικό παράδειγμα για την πρόβλεψη της λειτουργίας των αντλιών λαμβάνοντας υπόψη τις αναμενόμενες προβλέψεις για την ημερομηνία 10.12.06.

Πίνακας 6.6: Πίνακας Πρόβλεψης Φορτίου Αντλιοστασίου

ΠΙΝΑΚΑΣ Νο6:ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΖΗΤΗΣΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ(ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ)			
ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ(ώρες)	ΠΛΕΟΝΑΣΜΑ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΝΤΛΙΩΝ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	ΖΗΤΗΣΗ ΦΟΡΤΙΟΥ
00:00-1:00	242,62	1	200
1:00-2:00	403,56	2	400
2:00-3:00	617,38	3	600
3:00-4:00	803,94	4	800
4:00-5:00	963,88	5	1000
5:00-6:00	1155,19	6	1200
6:00-7:00	867,94	4	800
7:00-8:00	670,44	3	600
8:00-9:00	661,25	3	600
9:00-10:00	669,56	3	600
10:00-11:00	615,25	3	600
11:00-12:00	755,75	4	800
12:00-13:00	783,13	4	801
13:00-14:00	752,31	4	802
14:00-15:00	844,38	4	803
15:00-16:00	841	4	804
16:00-17:00	465,56	2	400
17:00-18:00	-277,81	0	0
18:00-19:00	-345,44	0	0
19:00-20:00	-439,75	0	0
20:00-21:00	-318,38	0	0
21:00-22:00	-350,69	0	0
22:00-23:00	-150,88	0	0
23:00-24:00	-64,81	0	0

6.6 Κριτήρια για την προτεραιότητα λειτουργίας των μονάδων παραγωγής και των αιολικών πάρκων

Ο Διαχειριστής του Συστήματος, λαμβάνοντας υπ' όψιν τη ζήτηση φορτίου και την παραγωγή ισχύος, καθώς και τις δυνατότητες άντλησης, θα επιλέγει το καλύτερο σενάριο για κάθε ώρα της ημέρας της αντίστοιχης περιόδου, καθορίζοντας την προτεραιότητα των μονάδων η οποία κατά τη διάρκεια της ημέρας θα αναπροσαρμόζεται με βάση τη ζήτηση φορτίου και τις προβλέψεις της παραγωγής ισχύος, η οποία θα μεταβάλλεται συνεχώς λόγω της on-line επικοινωνίας του SCADA με τις αντίστοιχες μονάδες και συσκευές μέτρησης.

Για την επιλογή του τελικού σεναρίου για την εφαρμογή, θα ληφθούν υπ' όψιν επιπλέον τα παρακάτω:

1. Οι ανεμογεννήτριες θα έχουν την πρώτη προτεραιότητα στη σύνδεση με το δίκτυο.
2. Σε περίπτωση που η αιολική ισχύς δεν επαρκεί, οι υδροηλεκτρικές μονάδες θα έχουν προτεραιότητα, εάν αυτό είναι εφικτό και οι θερμικές μονάδες θα έπονται.
3. Οι θερμικές μονάδες, όταν θα είναι σε λειτουργία, θα επιδιώκεται να λειτουργούν κοντά στην καλύτερη απόδοσή τους (περίπου 80% της ονομαστικής τους ισχύος).
4. Για την κάλυψη της εφεδρείας, οι υδροηλεκτρικές μονάδες θα έχουν προτεραιότητα και μετά οι θερμικές.
5. Σε περίπτωση πλεονάζουσας αιολικής ισχύος οι αντίστοιχες αντλίες θα λειτουργούν και η απαιτούμενη ισχύς θα παράγεται από τα αιολικά πάρκα στα Στραβοκούνδουρα και στο Περδίκι μέχρι την συνολική ικανότητά τους και μετά από τα άλλα αιολικά ιδιωτικά πάρκα.

Απαιτήσεις προγράμματος κατανομής φορτίου

Το πρόγραμμα θα τρέχει κάθε είκοσι (20) δευτερόλεπτα.

Για τον τρέχοντα χρόνο το πρόγραμμα θα:

- Ελέγχει το φορτίο του συστήματος ολόκληρου του νησιού.
- Ελέγχει την πρόβλεψη φορτίου για αυτή τη ώρα.
- Ελέγχει το ποσοστό διείσδυσης των Αιολικών Πάρκων στο φορτίο του συστήματος.
- Εάν η διείσδυση υπερβαίνει π.χ. το 35%, τότε θα αποστέλλεται αυτομάτως μια εντολή στο αντλιοστάσιο για εκκίνηση του κατάλληλου αριθμού αντλιών-κινητήρων για να διατηρηθεί η διαφορά ισχύος μεταξύ της παραγόμενης και της μέγιστης επιτρεπτής διείσδυσης 35% (η μέγιστη επιτρεπτή διείσδυση

πρέπει να μεταβάλλεται χειροκίνητα από τον Χειριστή του Συστήματος εάν για παράδειγμα επικρατούν άσχημες καιρικές συνθήκες).

- Ελέγχει την μέγιστη διαθέσιμη ισχύ για αυτή την ώρα από τις υδροηλεκτρικές μονάδες και θα στέλνει τα σημεία αναφοράς στις Υδροηλεκτρικές μονάδες αναλογικά με την εγκατεστημένη ισχύ τους (και π.χ. 80% της διαθέσιμης ισχύος για λόγους ασφαλείας)
- Αποστέλλει τα σημεία αναφοράς στις ντιζελογεννήτριες για να καλύψει το υπόλοιπο φορτίο.

Λειτουργίες που εκτελούνται από τον Χειριστή του σταθμού

Οι λειτουργίες που θα εκτελούνται από τον Χειριστή του σταθμού θα είναι οι εξής:

1. Όλες οι λειτουργίες που απαιτούνται για το σενάριο εφαρμογής και διευκρινίστηκαν στην προηγούμενη παράγραφο.
2. Οι λειτουργίες που καθορίζονται εδώ πιο κάτω για τον ΥΗΣ Κάτω Προεσπέρας, τον ΥΗΣ Προεσπέρας, το αντλιοστάσιο, και το αιολικό πάρκο Στραβοκουνδούρων.

Συμπεράσματα

Τα προαναφερόμενα αποδεικνύουν ότι στο πλαίσιο του καπιταλιστικού συστήματος η ενέργεια αποτελεί μια σφαίρα της παραγωγής και της οικονομίας πάνω στην οποία τα μονοπώλια μπορούν να βγάλουν πολλά κέρδη όταν το επιτρέψουν οι συνθήκες.

Η όποια τεχνολογική πρόοδος υπάρχει ή όποια μέσα χρησιμοποιούνται για την παραγωγή της (πετρέλαιο, λιγνίτης, ΑΠΕ) κατευθύνεται σύμφωνα με το εάν μέσα από αυτή τη διαδικασία των διάφορων τρόπων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας υπάρχει ικανοποιητικό ποσοστό κέρδους για τα μονοπώλια. Κατά συνέπεια το καπιταλιστικό κέρδος βάζει φραγμούς στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών στον τομέα της ενέργειας αλλά και στην σωστή χρήση των ήδη υπαρχόντων.

Ταυτόχρονα αναδεικνύονται οι αντικειμενικές δυνατότητες αλλά και οι πολιτικές προϋποθέσεις για να κατοχυρωθεί η ενέργεια ως κοινωνικό αγαθό και όχι ως εμπόρευμα. Λύνοντας τα οξυμένα προβλήματα όχι μόνο των νησιών και των ακριτικών περιοχών, αλλά ολόκληρου του κράτους, όπως της αναβάθμισης του δικτύου διανομής και των τοπικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, χρησιμοποιώντας και άλλους τρόπους παραγωγής όπως αυτός που αναλύθηκε παραπάνω. Γενικότερα, έχει ωριμάσει η ανάγκη της παραγωγής ενέργειας με στόχο τη λαϊκή ευημερία στη βάση της λαϊκής οικονομίας, υπάρχουν οι αντικειμενικές προϋποθέσεις για την παραγωγή με τέτοιο τρόπο και για αυτό το σκοπό.

Για τη συνδυασμένη ικανοποίηση των αναγκών του λαού πρέπει οι πρώτες ύλες, τα μέσα παραγωγής, τα δίκτυα μεταφοράς και διανομής του ενεργειακού τομέα να αποτελούν κρατική κοινωνική ιδιοκτησία. Ο σχεδιασμός και η διαχείρισή τους να ανήκει σε ένα αποκλειστικά κρατικό, ενιαίο φορέα ενέργειας, μηχανισμό της λαϊκής οικονομίας.

Αυτός ο τρόπος παραγωγής και λειτουργίας της οικονομίας απαιτεί ριζικές ανατροπές στο επίπεδο της εξουσίας και στο χαρακτήρα της ιδιοκτησίας.

Ο ενιαίος κρατικός φορέας ενέργειας θα υπηρετεί ένα σύνολο στόχων και κριτηρίων:

α) Τη διασφάλιση της υποδομής για την κάλυψη των αναγκών της κεντρικά σχεδιασμένης βιομηχανίας που στηρίζεται στην κοινωνικοποίηση των βασικών μέσων παραγωγής. Τη σχεδιασμένη ανάπτυξη συγκεκριμένων περιοχών και κλάδων με μοχλό τον ενεργειακό τομέα. Τη στήριξη της αγροτικής και βιοτεχνικής παραγωγής με στόχο τη συνεταιριστική συγκεντροποίησή τους, την άνοδο της παραγωγικότητάς τους και την άνοδο του βιοτικού επιπέδου των φτωχών αγροτών και των αυτοαπασχολούμενων της βιοτεχνίας.

β) Την εξασφάλιση επαρκούς και φτηνής λαϊκής κατανάλωσης, η οποία θα ανεβάζει συνολικά το επίπεδο ζωής, θα κατοχυρώνει στην πράξη το ενεργειακό προϊόν ως κοινωνικό αγαθό.

γ) Την ασφάλεια των εργαζομένων του κλάδου αλλά και των οικιστικών ζωνών και γενικότερα την προστασία του περιβάλλοντος.

δ) Τη μείωση του βαθμού ενεργειακής εξάρτησης της χώρας. Παράλληλα την

ανάπτυξη διακρατικής συνεργασίας σε αμοιβαία επωφελή βάση, όταν και όπου προκύπτουν οι ανάλογες κοινωνικοπολιτικές προϋποθέσεις.

Τότε μόνο μπορεί να υλοποιηθεί ο *κεντρικός ενεργειακός σχεδιασμός* του κρατικού φορέα ενέργειας, δηλαδή ο σχεδιασμός ο οποίος *προωθεί, προγραμματίζει και συνδυάζει αρμονικά* όλους τους στόχους που προαναφέρονται. Σε αυτές τις κοινωνικοοικονομικές και πολιτικές συνθήκες αποκτά ρόλο ουσιαστικό ο εργατικός και κοινωνικός έλεγχος.

Υπό αυτή την προϋπόθεση ο κρατικός φορέας ενέργειας, *απαλλαγμένος* από τους σιδερένιους νόμους του καπιταλιστικού κέρδους και τις αναπόφευκτες κρίσεις, θα μπορεί να *επεξεργάζεται* την ενεργειακή πολιτική με άξονες:

1. *Την αξιοποίηση εγχώριων πηγών* (π.χ. Λιγνίτη, αιολικής ενέργειας), προσδιορίζοντας τις κατάλληλες χρήσεις - περιοχές - τεχνολογίες, τα μεγέθη, με βάση τα προαναφερθέντα κριτήρια. Την ενδεχόμενη αξιοποίηση κοιτασμάτων πετρελαίου, που δε θα ήταν κερδοφόρα η εξόρυξή τους από ένα ιδιωτικό καπιταλιστικό όμιλο ή και κρατικό υπό το καπιταλιστικό καθεστώς.
2. *Τη συστηματική έρευνα για εξεύρεση νέων πηγών* (π.χ. πιθανά κοιτάσματα σε Ιόνιο - Αιγαίο κλπ.) και αξιοποίηση των τεχνολογιών με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας, την αύξηση του βαθμού ενεργειακής αυτοδυναμίας και ελέγχου του εγχώριου ενεργειακού προϊόντος.
3. *Τη διακρατική αμοιβαία επωφελή συνεργασία σε τομείς, όπως:*

Η αξιοποίηση και ανάπτυξη δικτύων - αγωγών μεταφοράς ενεργειακού προϊόντος με προϋποθέσεις που συνδυάζουν το αμοιβαίο όφελος διαφορετικών κρατών από τις οικονομίες κλίμακας με τη διασφάλιση των κυριαρχικών δικαιωμάτων στη διαχείριση των εγχώριου προϊόντος.

Η μεταφορά τεχνογνωσίας και η ανάπτυξη εγχώριας ερευνητικής δραστηριότητας.

Η καλύτερη διαχείριση του προβλήματος των εισαγωγών καυσίμων και γενικότερα των όρων διεξαγωγής του εξωτερικού εμπορίου.

Η διέξοδος δεν πρέπει ούτε μπορεί να αναζητηθεί στην επιστροφή στο παρελθόν, δηλαδή στις κρατικές επιχειρήσεις που υπηρέτησαν πολύμορφα το μονοπωλιακό κεφάλαιο. Ούτε η μεμονωμένη κρατική επιχείρηση στο πλαίσιο του «απελευθερωμένου» τομέα ενέργειας ούτε ο κρατικός ενεργειακός τομέας στο πλαίσιο μιας οικονομίας όπου δεσπάζουν οι ιδιωτικοί μονοπωλιακοί όμιλοι μπορούν να αποτελέσουν διέξοδο για τις λαϊκές ανάγκες.

Βιβλιογραφία

- Εμμ. Βουμβουλάκης, Δημήτριος Γ. Χρηστάκης, *“Η συμβολή των Αναστρέψιμων Υδροηλεκτρικών στη Βελτίωση της Δυναμικής Ασφάλειας Απομονωμένων Ενεργειακών Συστημάτων”*
- Γερανάκη Κ. Μαρία *“Μελέτη της επίδρασης συστήματος αντλησιοταμίευσης στη δυναμική ασφάλεια του Σ.Η.Ε. Ικαρίας”* (Διπλωματική εργασία)
- Μαυρόκοτας Παναγιώτης, Καπούας Χρήστος *“Εφαρμογές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε αυτόνομη κατοικία”* (Πτυχιακή εργασία)
- Μπαξεβάνος Α.Α., Φεΐδαρος Δ.Κ., Βλάχος Ν.Σ. *“Εκπαίδευση στο σχεδιασμό και την λειτουργία των υβριδικών συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής”*
- Μπέτζιος Γεώργιος *“Αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην Ελλάδα. Προβλήματα-Εμπειρίες-Προοπτικές”*
- Παπαδόπουλος Μάκης, Εισήγηση στην ημερίδα της Κ.Ε. του Κ.Κ.Ε. με θέμα: *“Οι εξελίξεις στον τομέα της ενέργειας και η πρόταση του Κ.Κ.Ε. στον αντίποδα των επιλογών της αστικής τάξης”*
- Παπαευθυμίου Σ., Καραμάνος Ε., Παπαθανασίου Σ., Παπαδόπουλος Μ., Ροντήρης Σ., Δρυμωνίτης Ι. *“Αρχές Διαχείρισης Υβριδικών Σταθμών: Εφαρμογή στο Σύστημα της Ικαρίας”* Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- Καραμάνος Ε., Παπαευθυμίου Σ., Παπαθανασίου Σ., *“Ανάλυση της λειτουργίας υβριδικών σταθμών σε μη διασυνδεδεμένα νησιωτικά συστήματα”* Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τομέας Ηλεκτρικής Ισχύος
- Παπαντώνης Δημήτρης *“Νέες προοπτικές για την ανάπτυξη της αντλησιοταμίευσης στην Ελλάδα, τεχνολογία και τεχνολογικοί περιορισμοί”* Τ.Ε.Ε. Ιωάννινα 2009
- Ροντήρης Στέλιος, *“Υβριδικό ενεργειακό έργο Ικαρίας”*, Enertech 2008 (ομιλία)

Πηγές

- Δ.Ε.Η. Ανανεώσιμες Α.Ε. (οικονομοτεχνική μελέτη υβριδικού ενεργειακού έργου Ικαρίας, διάφορα υλικά)
- Τ.Ε.Ε. *“Νέες τεχνολογίες και εφαρμογές Α.Π.Ε.”*, υλικά συνεδρίου Μάρτης 2010

Περιοδικά

- Ανεμολόγια