

Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Αιολικού Πάρκου

Γενικά στοιχεία του έργου που περιλαμβάνει τα γενικά στοιχεία της μελέτης και τη μη τεχνική περίληψη. Τη θέση, τη σημασία και την αναγκαιότητα του έργου, την ιστορική εξέλιξη, τα οικονομικά στοιχεία του έργου και τη συσχέτιση με άλλα έργα.

Βασική αρχή η επαφή με τους διαμορφωτές γνώμης της περιοχής εγκατάστασης και η αποδοχή του έργου από τις τοπικές κοινωνίες

Η αναλυτική περιγραφή μπορεί να κατηγοριοποιηθεί στην:

- Υφιστάμενη κατάσταση του περιβάλλοντος (κλιματολογικά στοιχεία, μορφολογία και τη γεωλογία)
- Υφιστάμενη κατάσταση φυσικού περιβάλλοντος (υδάτινο περιβάλλον, ειδικές φυσικές περιοχές, χλωρίδα, πανίδα, ανθρωπογενές)

Στο ανθρωπογενές περιβάλλον της περιοχής μελέτης περιγράφονται:

- Ο χωροταξικός σχεδιασμός
- Το δομημένο περιβάλλον
- Το ιστορικό-πολιτιστικό περιβάλλον
- Το κοινωνικό-οικονομικό περιβάλλον
- Το ακουστικό περιβάλλον, δονήσεις και τις ακτινοβολίες

Στα τεχνικά χαρακτηριστικά του έργου περιγράφονται η χωροθέτηση των ανεμογεννητριών, η πρόσβαση και οι διασυνδέσεις

Εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων-σενάριο αναφοράς

1. Μη βιοτικά χαρακτηριστικά (κλίμα, βιοκλίμα γεωμορφολογία, τοπιολογία)
2. Φυσικό περιβάλλον (έδαφος, ύδατα, αέρας)
3. Ανθρωπογενές (αστικό, χρήση γης, πολιτιστικό, ακουστικό και ακτινοβολίες)

Αντιμετώπιση & παρακολούθηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων

1. Φάση κατασκευής (φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον, παραγόμενα απόβλητα, θόρυβος, αισθητική, κοινωνικο-οικονομικό περιβάλλον, πολιτιστικό περιβάλλον)
2. Φάση λειτουργίας (επίδραση στην άγρια πανίδα, επίδραση στην υγεία, σκίαση στον αστικό ιστό, ηλεκτρομαγνητικές επιδράσεις, επίδραση στην αξία γης και στην αισθητική)

Γενικά στοιχεία του έργου → Σύνομη περιγραφή (Β' κατηγορία, θεσμικό πλαίσιο έργων)

- Υπεύθυνος Μελετητής-Σύνταξη Μελέτης-Αναφορές των στοιχείων
- Διάρθρωση της μελέτης- Τοπογραφικό Διάγραμμα, Εμβαδομέτρηση, Στόχος, Σπουδαιότητα

Ανάλυση του έργου

- Περιγραφή Ανεμογεννητριών (Αιολικό Δυναμικό-Εκτίμηση Παραγόμενης Ενέργειας)
- Αποφυγή Εκπομπής Ρύπων (Χρήση συντελεστών εκπομπών για διασυνδεδεμένο και μη διασυνδεδεμένο σύστημα)

-CO2 (g/kWh)	1390 (ΠΛ)	950 (ΝΛ)
-SO2 (g/kWh)	2.8	0.5
-NOx (g/kWh)	2.3	0.7
-PM (g/kWh)	1	0.1

-Χωροθέτηση των Ανεμογεννητριών – Πλεονεκτήματα Αιολικής Ενέργειας

Χρήσεις γης ευρύτερης περιοχής (δραστηριότητες, περιοχές Natura, οικισμοί, διασύνδεση)

Απαίτηση επιφάνειας έργου (ελάχιστο διάκενο 2.5 D ως όριο από ειδικό πλαίσιο χωροταξικού , αποφυγή waking effect 8 D) → κάθε ΑΓ 3-5 στρέμματα για θεμελίωση ΑΓ 20-30 μέτρα διάμετρο και 2-3 m βάθος)

+ Δρόμοι Πρόσβασης

-Έλεγχος για γη υψηλής παραγωγικότητας ή αρχαιολογικός χώρος- μεταβολές σε υδατόρεμα- σεισμολογικά στοιχεία-υφιστάμενη κατάσταση περιβάλλοντος

- Φάση Κατασκευής

-Επίδραση στη χλωρίδα (συνήθης ασθενής αλλά εκτεταμένη βιβλιογραφική έρευνα πρόσφατων μελετών και επαφή με δασική υπηρεσία, οικολογικές και τοπικές οργανώσεις κλπ.)

-Επίδραση στην πανίδα (συνήθης η επαναφορά των μεταβολών αλλά εκτεταμένη βιβλιογραφική έρευνα πρόσφατων μελετών και έρευνα πεδίου)

-Επίδραση στα πτηνά (μη χωροθέτηση σε περιοχές με προστατευόμενα είδη (natura 2000, σημαντική περιοχή για τα πουλιά, θεσμοθετημένη περιοχή προστασίας φύσης, καταφύγιο άγριας ζωής κλπ), αποφυγή σε άλλες περιοχές με αραιή τοποθέτηση ΑΓ και ενσωμάτωση συστημάτων αντιμετώπισης επίπτωσης με εκτεταμένη βιβλιογραφική έρευνα πρόσφατων μελετών και εκπόνηση ειδικής ορνιθολογικής μελέτης με έρευνα πεδίου και αθροιστικές επιπτώσεις

→ παρακολούθηση σε όλες τις φάσεις του έργου)

- Επίδραση στο ατμοσφαιρικό περιβάλλον (κατασκευαστικά έργα και κίνηση οχημάτων, ενδεχόμενη επίδραση στην κατεύθυνση ανέμων στην περιοχή, εκτεταμένη βιβλιογραφική έρευνα πρόσφατων μελετών και ενδεχομένως έρευνα πεδίου)
- Επίδραση στο ακουστικό περιβάλλον / ΗΜ (εφαρμογή οδηγιών για ΗΜ και συμβατότητα, έλεγχος βαρέων οχημάτων και εργοταξίου και εκτεταμένη βιβλιογραφική έρευνα πρόσφατων μελετών)- (Έλεγχος οικισμών και ηχητικής όχλησης με 50-60 dB στα 40 m από την ΑΓ)
- Επίδραση στο υδάτινο περιβάλλον (εκπόνηση υδρολογικής μελέτης)
- Έλεγχος χωροθέτησης σε περιοχές ειδικού ενδιαφέροντος
- Αποκατάσταση παρεμβάσεων στη φάση κατασκευής

Οικονομικά στοιχεία του έργου

Φυσικό Περιβάλλον

- Οικοσυστήματα στην περιοχή
- Μετεωρολογικά στοιχεία
- Χλωρίδα → Ποσοστό φυτοκάλυψης και περιγραφή χλωρίδας περιοχής
- Πανίδα→Ενδεχόμενα σπάνια-προστατευόμενα και ενδημικά είδη (ορνιθοπανίδα, θηράματα κα)

Ανθρωπογενές Περιβάλλον

- Οικισμοί –Παραγωγικοί Τομείς-Φυσικοί Πόροι-Τουρισμός
- Χωροθέτηση (Χερσαία)
 - Έλεγχος κριτηρίου μέγιστης επιτρεπόμενης πυκνότητας αιολικών εγκαταστάσεων
 - (ΠΑΚ: 5%, ΠΑΠ: 8%)
 - Επίπεδου Α΄ ΟΤΑ: $0.66 \text{ ΤΥΠ ΑΓ}/1000 \text{ ΣΤΡ} /5\% \text{ έκτασης ανά ΟΤΑ}$
 - Τυπική ΑΓ ή ισοδύναμης αυτής με διάμετρο ρότορα $D_c 85 \text{ m}$
 - $N_{\text{ισ}} = \text{Ισοδύναμος αριθμός τυπικών ΑΓ} = D \text{ (προτεινόμενη)}/D_c (85 \text{ m})$
 - Αναλογούσα στην εγκατεστημένη ΑΓ επιφάνεια κάλυψης χώρου $(E_{\text{ισ}}) = N_{\text{ισ}} \times 75.86$
 - στρέμματα
- Αποστάσεις από περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος, πολιτιστικής κληρονομιάς, οικιστικές δραστηριότητες κλπ
- Μήτρες εκπλήρωσης κριτηρίων π.χ. πλησιέστερη ΑΓ απέχει $> 2 \text{ km}$ από οικισμό

Ανασκόπηση τυπικών αναφορών περιβαλλοντικών επιπτώσεων ΑΓ

1. Επίδραση στο μικροκλίμα της περιοχής: π.χ. Κεντρο-δυτικό Τέξας→ αύξηση της θερμοκρασίας κατά 0.72°C (Zhou et al., Nat. Clim. Change 2012, 2, 539-43). Τα αιολικά πάρκα ενδέχεται να αλλάζουν την κατανομή νεφών και βροχής (Roy and Trairat, Proc. Nat. Acad. Sci. 2010, 107(42) επίδραση αιολικών πάρκων στο τοπικό κλίμα με επίδραση μακράς διάρκειας στην άγρια ζωή και τοπικό καιρό. Όμως υπάρχουν και μελέτες θετικής επίδρασης στο μικροκλίμα όπως και μείωσης της ταχύτητας του ανέμου σε περιοχές με έντονα προβλήματα ανέμου και μείωση μέχρι τα 10 km
2. Δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντικά απόδειξη επίδρασης των ΑΓ στην ανθρώπινη υγείας → Αναφορές για κάποια επίδραση σε ανθρώπους που ζουν κοντά
3. Οπτική όχληση: πιο σημαντική για τους ανθρώπους που ζουν κοντά και βλέπουν αρχικά το χώρο→ αποδοχή του πάρκου από τις τοπικές κοινωνίες→ αποφυγή χώρων που συνδέονται με όμορφα τοπία ή εμπόδιση της θέας από τις ΑΓ. Προτιμητέα η χωροθέτηση σε κανονικό πλέγμα γιατί μη κανονική δημιουργεί την αίσθηση του χάους (π.χ. Palmer, Landascape Urban Planning, 2015, 140, 56-66).

4. Επιπτώσεις στην αξία γης: Η εγκατάσταση ΑΓ επιδρά την αξία γης αλλά δεν είναι ισχυρά αποδεδειγμένη η σχέση επίδρασή της (π.χ. Atkinson-Palombo 2014 LBNL).

5. Επιπτώσεις στην άγρια φύση → ίσως από τις σημαντικότερες επιπτώσεις εξαιτίας των θανάτων πουλιών και νυχτερίδων από τις προσκρούσεις (0.03-45/ΑΓ/χρόνο για διάφορες περιοχές όταν στα κτίρια είναι 300-1000 M πουλιά/χρόνο και γραμμές μεταφοράς 150 M πουλιά/χρόνο. Αντιμετώπιση : α) κατάλληλη χωροθέτηση ώστε να δημιουργηθούν δίοδοι για τα πουλιά, β) αύξηση επιφάνειας πτερυγίων και μείωση ταχύτητάς τους, γ) μείωση ή διακοπή λειτουργίας στην διέλευση πουλιών (ειδικά αποδημητικών) (μείωση θανάτου κατά 50% με μείωση παραγωγής ενέργειας μόνο κατά 0.07%, De Lucas et al. Biol. Conserv. 2012, 147, 184-9). Δ) συνεργασία με οικολόγους και αποφυγή χωροθέτησης ΑΓ σε δρόμους πουλιών (π.χ. 300 m από περιοχές Natura πουλιών)

6. Θόρυβος και Η/Μ επίδραση

Απόσταση από ΑΓ → ΗΒ 350 m, Δανία 4x μέγιστο υψος, Γαλλία 1500 m, Γερμανία 300-1500 m, Ιταλία 5 x ύψος (όρια θορύβου 40-50 dB). Πιθανή επίδραση των υπόηχων ΑΓ στον ύπνο αλλά δεν είναι αποδεδειγμένο. Το ΗΜ φάσμα που δημιουργεί η ΑΓ είναι ασθενές αλλά ενδεχομένως να υπάρχουν παρεμβολές σε κοντινά πεδία ή μέσω διάθλασης ή σκεδαζόμενων κυμάτων → Χρήση υλικών στα πτερύγια που δεν επηρεάζουν τη διέλευση της ΗΜ ακτινοβολίας

Στοιχεία ΚΥΑ χωροθέτησης 2009

- Ελάχιστη απόσταση από σταθερά στοιχεία παρεμβολής 7 x ύψος σταθερού στοιχείου
- Ελάχιστη απόσταση ΑΓ: Με ανάπτυγμα κάθετο στη διεύθυνση κυρίαρχου ανέμου 3xD
- Με ανάπτυγμα παράλληλο στη διεύθυνση του κυρίαρχου ανέμου : 7xD
- Ζώνες αποκλεισμού:
 - Ζώνες προστασίας Α-μνημεία παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς
 - Πυρήνες Εθνικών Δρυμών
 - Κηρυγμένα μνημεία της φύσης
 - Αισθητικά δάση
 - Περιοχές απολύτου προστασίας της φύσης
 - Natura 2000
 - Οικισμοί
- Περιοχές ανάπτυξης τουριστικού-παραγωγικού τριτογενούς τομέα, θεματικά πάρκα, τουριστικές περιοχές
- αγροτική γη πρώτης προτεραιότητας
- λατομικές και μεταλλευτικές περιοχές

-Ζώνες ειδικής προστασίας ορνιθοπανίδας- δεν είναι κατ'αρχήν ζώνες αποκλεισμού (συνεργασία με ορνιθολόγους)

-Ελάχιστη απόσταση

Αρχαιολογικοί χώροι: 3000 m

Ζώνη Α: 7xD

Πολιτιστικά Μνημεία: 7xD

Πόλεις >2000 : 1000 m

Παραδοσιακοί: 1500 m

Λοιποί: 500 m

Μεμονωμένη Κατοικία: Επίπεδο θορύβου 45 dB

Γνωμοδοτήσεις

-Τμήμα ΗΜ συμβατότητας της Δ/νσης Πιστοποίησης Γενικής Γραμματείας Επικοινωνιών Υπουργείου Υποδομών Μεταφορών και Δικτύων

-Απόφαση ΡΑΕ

-Υπουργείο Εθνικής Άμυνας

-Διεύθυνση Αγροτικής Οικονομίας Περιφέρειας

-Κτηματική Υπηρεσία

-Δασαρχείο-Πράξη χαρακτηρισμού

-Υπηρεσία Νεώτερων Μνημείων και Τεχνικών Έργων

-Υπηρεσία Δόμησης

-Διεύθυνση Αερολιμένων

-ΕΟΤ

-Πράξη χαρακτηρισμού έκτασης αιολικού πάρκου

-Εφορία Βυζαντινών Αρχαιοτήτων

Προκήρυξη έργου για εκπόνηση μελετών Νέου Χωροταξικού που θα περιλαμβάνει τις παρακάτω μελετητικές εργασίες (2020 έχει προσδιοριστεί ο ανάδοχος):

1. εκπόνηση μελέτης αξιολόγησης της εφαρμογής του Ε.Χ.Π. για τις Α.Π.Ε. η οποία θα περιλαμβάνει: α) ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης χωρικής ανάπτυξης και οργάνωσης των εγκαταστάσεων Α.Π.Ε. και, β) αξιολόγηση των χωρικών επιπτώσεων, του τρόπου και των προβλημάτων εφαρμογής του υφιστάμενου Ε.Χ.Π. για τις Α.Π.Ε.
2. εκπόνηση μελέτης αναθεώρησης του Ε.Χ.Π. για τις Α.Π.Ε. βάσει των πορισμάτων της ανωτέρω ανάλυσης/αξιολόγησης
3. σύνταξη σχεδίου Κοινής Υπουργικής Απόφασης (Κ.Υ.Α.) του Ε.Χ.Π. για τις Α.Π.Ε. και σχεδίου εισηγητικής έκθεσης
4. εκπόνηση Στρατηγικής Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Σ.Μ.Π.Ε.) του Ε.Χ.Π. για τις Α.Π.Ε.
5. σύνταξη έκθεσης αξιολόγησης των αποτελεσμάτων της δημόσιας διαβούλευσης επί του σχεδίου Κ.Υ.Α. και επί της Σ.Μ.Π.Ε. και κωδικοποίησή τους, ανά άρθρο του σχεδίου Κ.Υ.Α.
6. αναδιαμόρφωση της μελέτης αναθεώρησης του Ε.Χ.Π. για τις Α.Π.Ε., του οικείου σχεδίου Κ.Υ.Α. και του οικείου σχεδίου εισηγητικής έκθεσης, βάσει των αποτελεσμάτων της διαβούλευσης και τις διαφοροποιήσεις που επιβάλλει η εισήγηση έγκρισης της Σ.Μ.Π.Ε.
7. τελική μελέτη αναθεώρησης του Ε.Χ.Π. για τις Α.Π.Ε., τελικό σχέδιο Κ.Υ.Α. και τελικό σχέδιο εισηγητικής έκθεσης, κατόπιν διατύπωσης γνώμης του Εθνικού Συμβουλίου Χωροταξίας.

Εφαρμογή 1. ΑΓ/ΜΥΔ

Αιολικό πάρκο 10 ΑΓ 300 kW τροφοδοτεί με περίσσεια ενέργειας αναστρέψιμο υδροηλεκτρικό σταθμό. Στις 23.5.2003 η ταχύτητα ανέμου είναι τέτοια ώστε όλες οι ΑΓ του πάρκου δουλεύουν 24 h στην ονομαστική τους ισχύς ενώ ο συνολικός βαθμός απόδοσης του πάρκου είναι 80%. Να υπολογιστεί:

A) Η ημερήσια αποταμιευόμενη ποσότητα νερού την 23.5.2003 σε άδειο ταμιευτήρα διαστάσεων (ΠxΜxΥΒ 100 m x 50 m x 40 m σε ύψος 50 m από ΥΔΗΣ με βαθμό απόδοσης αντλιών 0.75 και αγνόηση υδραυλικών απωλειών. Η συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας από το αιολικό πάρκο για την κάλυψη των τυπικών αναγκών είναι 25 MWh.

B) Η αποδιδόμενη ενέργεια στην κατανάλωση από την λειτουργία του υδροστροβίλου στις 24/5/2003 (ολικού βαθμού απόδοσης 94%) με την αξιοποίηση του αποθηκευμένου νερού (δεν λαμβάνονται υπόψη απώλειες αγωγού πτώσης).

ΛΥΣΗ

Απόδοση Αιολικού Πάρκου: $\eta_{\text{ΑΠ}} = N_{\text{ΑΠ}} / (Z \cdot N)$ όπου $N_{\text{ΑΠ}}$ η αποδιδόμενη ισχύς, Z ο αριθμός των ΑΓ (10) και N η ονομαστική ισχύς κάθε μηχανής

Αφού δουλεύουν στην ονομαστική τους ισχύ για 24 h $\rightarrow N = N_o = 300 \text{ kW}$

$$\rightarrow N_{\text{ΑΠ}} = \eta_{\text{ΑΠ}} \cdot Z \cdot N = 0.8 \times 10 \times 300 = 2400 \text{ kW}$$

Η ημερήσια παραγόμενη ενέργεια:

$$E = 24 \text{ h} \cdot 2400 \text{ kW} = 57600 \text{ kWh}$$

Περίσσεια Ενέργειας:

$E_p = 57600 \text{ kWh} - 25000 \text{ kWh}$ (κάλυψη αναγκών) = 32600 kWh για διάθεση στον αντλητικό σταθμό

$$\rightarrow H_a = h = 50 \text{ m} \text{ (χωρίς απώλειες)}$$

Όγκος αποταμιευμένης ποσότητας νερού: $V_t = E_p \eta_{\text{αντλ}} / (\rho \cdot g \cdot H_a)$

(καθώς $P = \rho g h$ V/t ή $Pt = \rho g h V$ ή $Vt = E$ (κατανάλωση αντλιών) $/ \rho g H_a = E_p \eta_{\text{αντλ}} / (\rho \cdot g \cdot H_a)$)

Άρα ο όγκος είναι: $V_t = 32600 \times 1000 \times 3600 \times 0.75 / (1000 \times 9.81 \times 50) \text{ m}^3 = 179450 \text{ m}^3$

Μέγιστος διαθέσιμος όγκος αποταμίευσης: $V_m = 100 \times 50 \times 40 = 200000 \text{ m}^3$

Άρα επαρκεί καθώς $V_t < V_m$

Β) Την επόμενη ημέρα λόγω άπνοιας λειτουργεί το ΥΔΗΣ με βαθμό απόδοσης 94%

Αποδιδόμενη ενέργεια ΥΔΗΣ $E' = \rho \cdot g \cdot H \cdot V \cdot \eta_{\text{ΥΔ}}$ με $P \cdot t = E'$

$$E' = 1000 \times 9.81 \times 50 \times 179450 \times 0.94 = 82738800 \text{ J} = 22383 \text{ kWh} = 23 \text{ MWh}$$

Με κάλυψη αναγκών $23/25 = 92\%$

Εφαρμογή 2 ΑΓ/ΜΥΔ

Σε νησί με μέση ωριαία ζήτηση ισχύος ίση με 1500 kW και μέγιστη ζήτηση ισχύος ίση με 3000 kW θα εγκατασταθεί υβριδικό ΥΔ-ΑΠ με 2 ταμιευτήρες με διαφορά υψομέτρου 140 m και διαθέσιμο ύψος του άνω ταμιευτήρα 50 m.

Α) Πόσες ΑΓ 300 kW απαιτούνται για να είναι το σύστημα αυτόνομο; (μέσος ετήσιος συντελεστής ισχύος $w=0.45$ και διαθεσιμότητα μηχανών 90%).

Β) Ποια είναι τα χαρακτηριστικά του αναστρέψιμου υδροστρόβιλου και τα χαρακτηριστικά των απαραίτητων αντλιών;

Γ) Ποια η απαραίτητη έκταση του άνω ταμιευτήρα για εξασφάλιση ενεργειακής αυτονομίας του νησιού για 2 τυπικές ημέρες;

Λύση

A) Ετήσια ενεργειακή κατανάλωση του νησιού

$$E_y = 365 \cdot 24 \cdot 1500 = 13140000 \text{ kWh}$$

Υπόθεση: Πλήρης συμφωνία παραγωγής ΑΓ και ζήτησης φορτίου

→ $E_y = Z_{\min} \cdot N_o \cdot CF \cdot 365 \cdot 24$ όπου $Z_{\min}$ ο ελάχιστος αριθμός ΑΓ ονομαστικής ισχύος N_o και

$CF = \text{μέσος ετήσιος ΣΙχδιαθεσιμότητα} = 0.45 \times 0.9 = 0.405$

$$\rightarrow Z_{\min} = 12.3 = 13$$

Υπόθεση: Πλήρης ασυμφωνία παραγωγής ΑΓ και ζήτησης φορτίου με αποθήκευση της αιολικής ενέργειας στον άνω ταμιευτήρα και απόδοση στη συνέχεια από τον υδροστροβίλο
Συνολικός βαθμός απόδοσης τέτοιου συστήματος με όλες τις απώλειες: $\eta^* = 6.0\%$

$$\rightarrow E_y = Z_{\max} \cdot N_o \cdot CF \cdot \eta^* \cdot 365 \cdot 24 \rightarrow Z_{\max} = 20.6 = 21$$

$$13 \leq Z \leq 21$$

b) Υδροστροβίλος → κάλυψη από μόνος του τη μέγιστη ζήτηση ισχύος 3000 kW και πιθανή μελλοντική αύξηση κατά 30% → Ονομαστική ισχύς υδροστροβίλου $P_u/\sigma = 3900 \text{ kW} \approx 4 \text{ MW}$

Μέσο γεωδαιτικό ύψος: $h = 140 \text{ m}$ και απώλειες $\Delta H_f = 5\% H$

$$\rightarrow H = h - \Delta H_f = 0.95 h = 133 \text{ m}$$

Επιλέγουμε τυπικό βαθμό απόδοσης υδροστροβίλου 90%

$$\rightarrow Q = P / (\rho \cdot g \cdot H \cdot \eta) = 3.406 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ονομαστική ισχύς Αντλιών: Απορρόφηση ισχύος ΑΓ-Ελάχιστο φορτίο δικτύου

→ $P_{ANT} = Z \cdot P_O - P_{Y/\Sigma}$ όπου Z ο αριθμός των ΑΓ

Ο αναστρέψιμος υδροστρόβιλος λειτουργεί ως αντλία με 4 MW

Άρα:

→ $13 \times 300 - 4000 \leq P_{ANT} \leq 21 \times 300 - 4000$

→ $0 \leq P_{ANT} \leq 2300 \text{ kW}$

Παροχή αντλιών: Υπόθεση: βαθμός απόδοσης 75% και αύξηση γεωδαιτικού ύψους κατά 5% ώστε να ληφθούν υπόψη οι απώλειες προσαγωγής

→ $H_A = h + \delta H_f' = 1.05 h = 147 \text{ m}$

→ Παροχή αντλιών $Q'_A = P_A \cdot \eta_A / (\rho \cdot g \cdot H_A) = 2300000 \times 0.75 / (1000 \times 9.81 \times 147) = 1.196 \text{ m}^3/\text{s}$

Γ) Διαστάσεις ταμιευτήρα

Ενεργειακή αυτονομία για 2 ημέρες

→ $E_2 = 2 \times 24 \times 1500 = 72000 \text{ kWh}$

Αλλά $E_2 = \rho \cdot g \cdot H \cdot n \cdot V_2 \rightarrow V_2 = E_2 / (\rho \cdot g \cdot H \cdot n) = 220735 \text{ m}^3$

Αφού το διαθέσιμο ύψος του άνω ταμιευτήρα είναι 50 m

→ Απαιτούμενη επιφάνεια $S = V_2 / 50 \text{ m} = 4414.71 \text{ m}^2$

Εφαρμογή 3 ΜΥΔ

Οικισμός 800 κάτοικοι με ετήσια κατανάλωση ανά κάτοικο 1500 kWh χρησιμοποιεί ΜΥΔ για 35% κάλυψη σε ποταμό με μέση μηνιαία παροχή $1500 \text{ m}^3/\text{h}$ (20% του νερού χρησιμοποιείται για άρδευση). Ο βαθμός απόδοσης του ΜΥΔ είναι 88% (σταθερός) ενώ δύο όμοιοι αγωγοί συνδέουν άνω ταμιευτήρα με υδροστρόβιλο ($L=350 \text{ m}$, $D=0.5 \text{ m}$, και συντελεστής γραμμικών απωλειών $f=0.015$) ενώ οι συγκεντρωμένες απώλειες είναι 25% των γραμμικών απωλειών των αγωγών. Πόσο είναι το γεωδαιτικό ύψος της υδατόπτωσης;

$$E_y = 800 \times 1500 \text{ kWh} = 1200000 \text{ kWh}$$

→ Η ετήσια παραγωγή ΜΥΔ

$$E = 0.35 E_y = 420000 \text{ kWh}$$

→ Μέση αποδιδόμενη ισχύς

$$P_{ex} = E / 8760 = 420000 / 8760 = 47.95 \text{ kW}$$

→ Παροχή νερού προς υδροστρόβιλο

$$Q = Q_t - 0.2 Q_t (\text{άρδευση}) = 0.8 Q_t = 0.8 \times 1500 / 3600 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow Q = 0.333 \text{ m}^3/\text{s}$$

→ Καθαρό ύψος του υδροστροβίλου

$$H = P_{ex} / (\eta_{ef} \cdot \eta \cdot \rho \cdot g \cdot Q) = 47945.2 / (0.88 \times 1000 \times 9.81 \times 0.333) = 16.662 \text{ m}$$

Υδραυλικές απώλειες των 2 αγωγών

Ταχύτητα ρευστού: $v = Q / 2A = 0.333 / 2 / (\pi \cdot 0.5^2 / 4) = 0.849 \text{ m/s}$

Γραμμικές απώλειες: $h_f = f \cdot L \cdot v^2 / (D \cdot 2 \cdot g) = 0.015 \times 350 \times 0.849^2 / (0.5 \times 2 \cdot 9.81) = 0.3856 \text{ m}$

→ $\delta H_f = h_f + h_k = h_f + 0.25 h_f = 1.25 h_f = 0.482 \text{ m}$

→ Γεωδαιτικό ύψος: $h = H + \delta H_f = 17.144 \text{ m}$