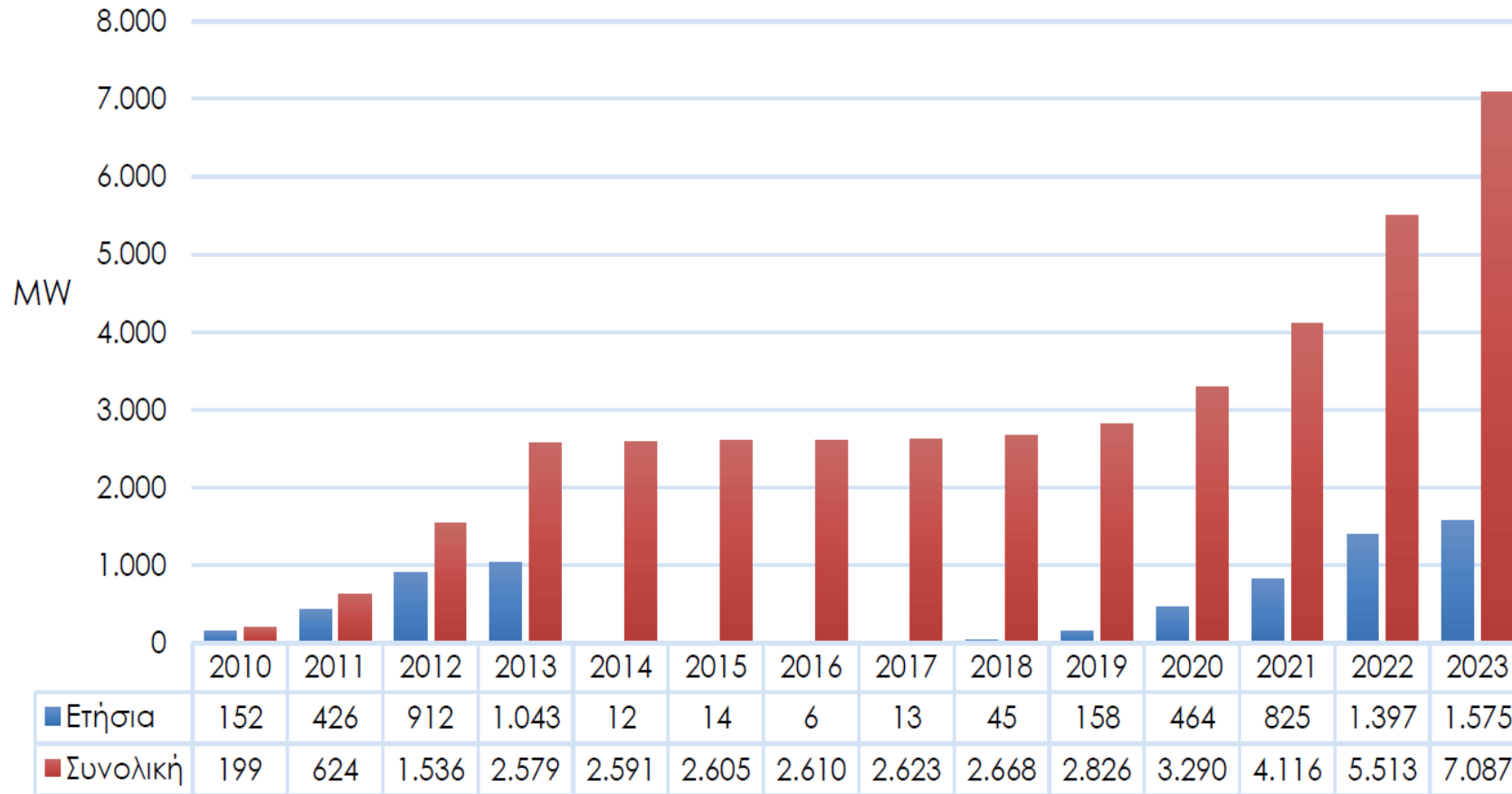


**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ Α.Π.Ε.**

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

The background features abstract, overlapping geometric shapes in various shades of green, ranging from light lime to dark forest green. These shapes are primarily located on the right side of the frame, creating a modern, dynamic feel. The text is centered horizontally and set against a plain white background.

Ελληνική αγορά φωτοβολταϊκών 2010-2023



Περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά την εγκατάσταση και τη λειτουργία των Φωτοβολταϊκών συστημάτων

- ▶ Οι κυριότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις παρατηρούνται κατά τη διάρκεια της εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών συστημάτων λόγω των απαιτούμενων **μεταφορικών κινήσεων** και των **εργασιών διαμόρφωσης** (π.χ. χωματουργικά, τοποθέτηση βάσεων στήριξης κ.λπ.).

- ▶ Ειδικότερα, οι **περιβαλλοντικές οχλήσεις** που αναμένεται να προκληθούν, συνοψίζονται ως εξής:

Θόρυβος: Η λειτουργία των φωτοβολταϊκών συστημάτων δεν προκαλεί σημαντικές οχλήσεις λόγω θορύβου, αφού συνήθως δεν υπάρχουν κινούμενα μηχανικά μέρη (εξαιρείται η περίπτωση των συστημάτων με trackers).

Τα τοπικά επίπεδα θορύβου στην περιοχή εγκατάστασης αναμένεται να αυξηθούν παροδικά, κατά την μεταφορά εξοπλισμού και προσωπικού, κατά την διάρκεια των κατασκευαστικών εργασιών για τη διαμόρφωση της εγκατάστασης (π.χ. έργα οδοποιίας, έργα για γραμμές μεταφοράς κ.λπ.) και τις εργασίες συντήρησης.

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά την εγκατάσταση και τη λειτουργία των Φωτοβολταϊκών συστημάτων

Ατμόσφαιρα: Οι πιθανές επιπτώσεις στην ποιότητα της ατμόσφαιρας προέρχονται κυρίως από τις εκπομπές των εργοταξιακών μηχανημάτων (π.χ. χωματοσυγκόλλων, δομικών κ.λπ.) και των οχημάτων μεταφοράς που θα χρησιμοποιηθούν σε όλες τις φάσεις των κατασκευαστικών εργασιών.

Επιπλέον, οι απαιτούμενες εργασίες διαμόρφωσης αναμένεται να προκαλέσουν την έκλυση σκόνης (σωματιδιακοί ρύποι) στην περιοχή εγκατάστασης, λόγω της φόρτωσης και εκφόρτωσης των λατομικών υλικών, της πιθανής κατασκευής προσβάσεων για την εξυπηρέτηση του έργου και της διακίνησης βαρέων οχημάτων

Κατά τη φάση λειτουργίας ενός φωτοβολταϊκού συστήματος δεν προκαλούνται οποιεσδήποτε εκπομπές είτε σκόνης είτε αέριων ρύπων που να επιφέρουν επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά την εγκατάσταση και τη λειτουργία των Φωτοβολταϊκών συστημάτων

- ▶ **Έδαφος και υδάτινοι αποδέκτες:** Γενικά, η εγκατάσταση και η λειτουργία των φωτοβολταϊκών συστημάτων εμφανίζει μικρές επιπτώσεις στο έδαφος, τα υπόγεια και επιφανειακά ύδατα. Ωστόσο, οι επιπτώσεις αυτές δύναται να αυξηθούν σημαντικά στην περίπτωση της **ανεξέλεγκτης απόρριψης στερεών** (μπάζα, συσκευασίες, κ.λπ.) **και υγρών** (μηχανέλαια, καύσιμα, κτλ.) **αποβλήτων.**

Ακόμη, κατά τον **καθαρισμό των ΦΒ πλαισίων** για την απομάκρυνση της σκόνης θα πρέπει **να αποφεύγεται η χρήση χημικών ουσιών**, προκειμένου να αποφευχθεί η επιβάρυνση του εδάφους και του υδροφόρου ορίζοντα.

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά την εγκατάσταση και τη λειτουργία των Φωτοβολταϊκών συστημάτων

Τοπίο – Αισθητική: Η δριμύτητα των επιπτώσεων στο φυσικό τοπίο και το μέγεθος της οπτικής όχλησης εξαρτώνται από την ευαισθησία του θεατή στο να αποδεχθεί τις αλλαγές στο τοπίο και από το μέγεθος της αλλαγής.

Ο βαθμός της οπτικής όχλησης εξαρτάται από την επιφάνεια που καταλαμβάνεται, αλλά κυρίως από το τρόπο χωροθέτησης του ΦΒ συστήματος. Για μικρά απομονωμένα συστήματα η επίπτωση είναι αμελητέα, ιδιαίτερα για τα συστήματα οροφής.

Επίσης, **στην περίπτωση που δεν υπάρχει δίκτυο**, επιβάρυνση δημιουργείται από την υποδομή (πυλώνες, καλώδια, μετασχηματιστές κλπ) που απαιτείται για τη σύνδεση των περιοχών αυτών με το δίκτυο.

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά την εγκατάσταση και τη λειτουργία των Φωτοβολταϊκών συστημάτων

Χλωρίδα και Πανίδα: Κατά τη διάρκεια των κατασκευαστικών έργων παρατηρούνται επιπτώσεις στα οικοσυστήματα, όπως η υποβάθμιση της πανίδας και της χλωρίδας λόγω εκσκαφών, οι οποίες περιορίζονται τοπικά στην περιοχή μελέτης.

Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας ενός φωτοβολταϊκού συστήματος είναι δυνατή η επαναφορά της χλωρίδας εντός του γηπέδου μιας εγκατάστασης χωρίς όμως να διακυβεύεται η ασφάλεια της (π.χ. πυρκαγιά από ξερά χόρτα κλ.π.).

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά την εγκατάσταση και τη λειτουργία των Φωτοβολταϊκών συστημάτων

Άνθρωπος: Στην υπάρχουσα βιβλιογραφία αναφέρονται ως άμεσες επιπτώσεις για τον άνθρωπο:

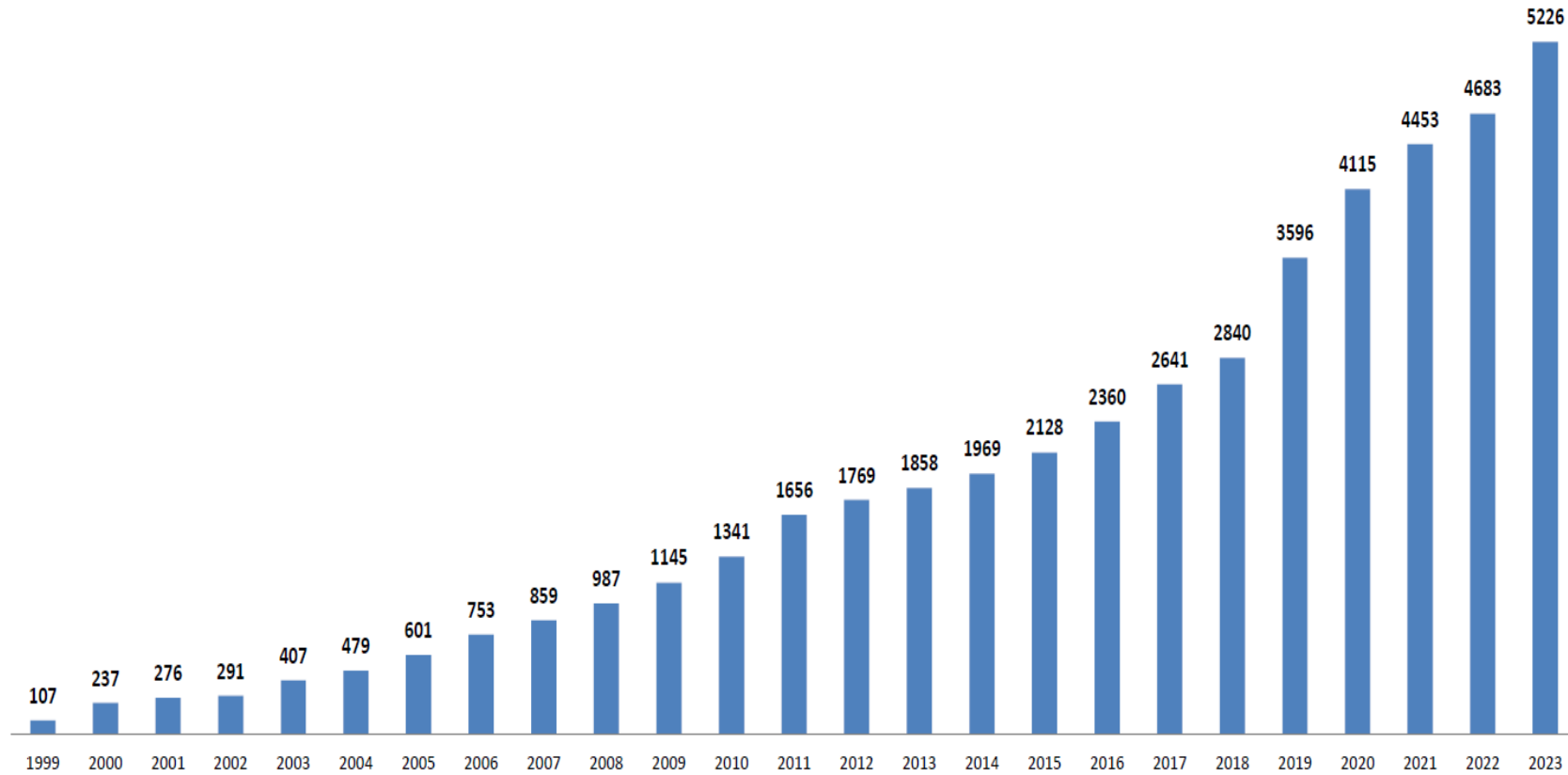
- Τα ΦΒ πλαίσια των εγκαταστάσεων είναι δυνατόν να προκαλέσουν **προσωρινή θάμβωση** στους ανθρώπους που είτε κατοικούν ή εργάζονται κοντά σε αυτά είτε τα εγκαθιστούν, λόγω των ανακλάσεων που πιθανώς να δημιουργηθούν
- Σημαντικοί κίνδυνοι για τη δημόσια υγεία: Η περίπτωση πυρκαγιάς σε μία φωτοβολταϊκή εγκατάσταση οδηγεί σε απελευθέρωση στην ατμόσφαιρα ρυπαντών από τα στοιχεία (Cd, Te, Se, As) με άμεσο κίνδυνο για τη δημόσια υγεία. Ο κίνδυνος είναι μικρός για πολύ μικρά συστήματα εγκαταστάσεις (<5 kWp), αλλά για μεγαλύτερες εγκαταστάσεις (>100 kWp) απαιτείται να λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα προφύλαξης (π.χ. οι κάτοικοι σε απόσταση 1-2 km από την εγκατάσταση, κ.λπ.).
- Κίνδυνοι για τη επαγγελματική υγεία: Κατά τη διάρκεια της κατασκευής και εγκατάστασης οι κίνδυνοι είναι τυπικοί, όπως για κάθε εγκατάσταση παραγωγής ενέργειας. Εν τούτοις, **το συνεχές ρεύμα από τα ΦΒΣ είναι περισσότερο επικίνδυνο από το ισοδύναμο εναλλασσόμενο** και για το λόγο αυτό απαιτείται κάποια επιπλέον προστασία.

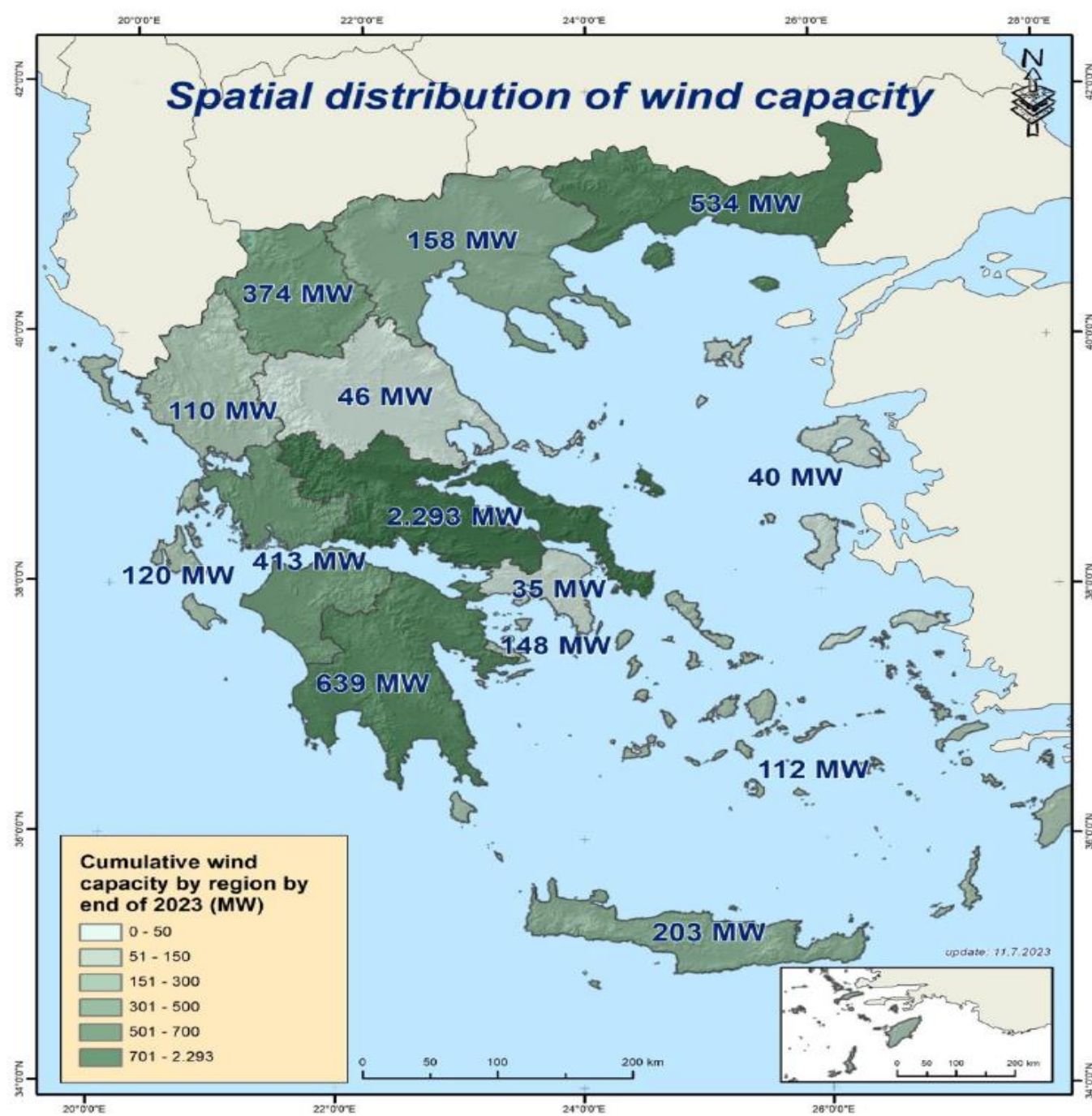
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ

The background features abstract, overlapping geometric shapes in various shades of green, ranging from light lime to dark forest green. These shapes are primarily located on the right side of the frame, creating a modern, dynamic feel. The text is centered horizontally and set against a plain white background.

Συνολική δυναμικότητα στο δίκτυο (MW) ετησίως

Total capacity to the grid (MW) per year





ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΤΑ ΜΗ ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

► ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

- ❖ Οι ανεμογεννήτριες χρησιμοποιούν ένα μικρό κλάσμα της κινητικής ενέργειας του ανέμου και **δε μεταβάλλουν την ένταση ή τη διεύθυνσή του.**
- ❖ Από τη λειτουργία των ανεμογεννητριών **δεν παράγονται θερμότητα, αέριοι ή άλλου είδους ρύποι**, που θα μπορούσαν εν δυνάμει να μεταβάλουν τα κλιματολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής εγκατάστασης.
- ❖ Στην περίπτωση των μεγάλων αιολικών πάρκων, όπου τα έργα ηλεκτρικής διασύνδεσης περιλαμβάνουν την **κατασκευή Υποσταθμού Ανύψωσης τάσης και γραμμής μεταφοράς Υψηλής Τάσης**, αναφέρονται τα εξής:
 - η θερμότητα που παράγεται από τους μετασχηματιστές του υποσταθμού και από τις γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσης είναι αμελητέα, απάγεται σε μια εκτεταμένη περιοχή και **δεν επηρεάζει το θερμικό ισοζύγιο της ατμόσφαιρας**
 - οι δικτυωτοί πύργοι στήριξης των εναερίων καλωδίων, λόγω του σχήματός τους, **δεν επηρεάζουν σημαντικά το ανεμολογικό πεδίο** στην ευρύτερη περιοχή όδευσης της γραμμής μεταφοράς.

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΤΑ ΜΗ ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

► ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΤΟΠΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

A. Κατά την κατασκευή ενός αιολικού πάρκου:

- Αναμένεται να υπάρξει επίπτωση από την παρουσία του εργοταξίου και των μηχανημάτων
- Στην πλειονότητα των περιπτώσεων, χωροθετούνται σε ορεινές και απομονωμένες περιοχές, **μακριά από τουριστικές υποδομές**

B. Κατά τη λειτουργία ενός αιολικού πάρκου

- Οι παρεμβάσεις που γίνονται στο έδαφος του χώρου εγκατάστασης ενός αιολικού πάρκου πρέπει να αποκαθίστανται έπειτα από το πέρας των εργασιών, πλην των πλατωμάτων γύρω από κάθε ανεμογεννήτρια (που έχουν ένα εμβαδόν της τάξης του 1,5 στρεμ.) και της εσωτερικής οδοποιίας.
- Οποιαδήποτε εναπομείναντα προϊόντα εκσκαφής απομακρύνονται με την ευθύνη του φορέα του έργου (υπάρχει πάντοτε ρητή αναφορά στους περιβαλλοντικούς όρους του έργου), ώστε να διατηρηθούν οι κλίσεις του εδάφους και να μην υπάρξει αλλαγή στη ροή των επίγειων υδάτων της βροχής.

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΤΑ ΜΗ ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

► ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΤΟΠΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Η οπτική όχληση που δύναται να προκαλέσει ένα αιολικό πάρκο εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

- τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των Α/Γ (ύψος πυλώνων, διάμετρος ρότορα)
- ο αριθμός και η διάταξη των ανεμογεννητριών μέσα στο αιολικό πάρκο
- η απόσταση των Α/Γ από τον παρατηρητή
- η στάση των ατόμων όσον αφορά στο τοπίο και στο φυσικό κάλλος
- η αντίληψη των ατόμων για το υπάρχον επίπεδο της οπτικής καλαισθησίας
- η στάση των ατόμων ως προς την αιολική ενέργεια
- η στάθμιση από το κάθε άτομο της τοπικής επίπτωσης

▶ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΚΑΙ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ

- ❑ Η αιολική ενέργεια από τη μια πλευρά **θεραπεύει την κλιματική αλλαγή** η οποία εμμέσως απειλεί την βιοποικιλότητα του πλανήτη, από την άλλη πλευρά όμως **απειλεί την βιοποικιλότητα** λόγω των κινδύνων που ενέχει η λειτουργία των ανεμογεννητριών στα πτηνά και της καταστροφής οικοτόπων λόγω κυρίως των συνοδών έργων των αιολικών πάρκων (δρόμοι και ηλεκτρικές γραμμές)
- ❑ Η Ελλάδα διαθέτει ένα **υψηλό αιολικό δυναμικό** το οποίο οφείλει να εκμεταλλευτεί, αλλά και **πλούσια και μεγάλης σημασίας βιοποικιλότητα** την οποία οφείλει να διαφυλάξει.

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

▶ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΕ ΧΛΩΡΙΔΑ ΚΑΙ ΠΑΝΙΔΑ

- ❖ Κατά τη φάση λειτουργίας ενός αιολικού πάρκου **δεν υπάρχουν εκπομπές αερίων, υγρών και στερεών αποβλήτων**, ώστε να επιδράσουν στη χλωρίδα και στην πανίδα της περιοχής εγκατάστασης.
- ❖ Οι όποιες επιπτώσεις στη χλωρίδα της περιοχής εγκατάστασης αναμένονται να προκληθούν, κυρίως, κατά τη φάση κατασκευής. Οι επεμβάσεις στο περιβάλλον αφορούν στην **κατασκευή των πλατειών των Α/Γ**, καθώς επίσης και στην **κατασκευή δρόμων** (οδός προσπέλασης και εσωτερική οδοποιία).
- ❖ Ενδείκνυται η εκπόνηση, πριν την κατασκευή, **μελετών που θα αποτυπώσουν τη χλωρίδα της περιοχής επέμβασης**, ώστε να διατηρηθούν σπάνια είδη που πιθανόν να υφίστανται στην περιοχή.

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

▶ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΕ ΧΛΩΡΙΔΑ ΚΑΙ ΠΑΝΙΔΑ

- ❖ Για την εγκατάσταση των ανεμογεννητριών και για τη διάνοιξη του εσωτερικού δικτύου διασύνδεσης γίνεται εκχέρσωση του εδάφους. Το μέγεθος της προς αποψίλωση έκτασης είναι **1,5 στρέμμα ανά ανεμογεννήτρια**
- ❖ Κατά τη φάση κατασκευής ενός αιολικού πάρκου, λόγω των εργασιών προετοιμασίας του χώρου εγκατάστασης, των εργασιών **διάνοιξης δρόμων**, καθώς και των εργασιών κατασκευής των Α/Γ, **αυξάνονται τα επίπεδα θορύβου** στην περιοχή. Η μικρή έστω αύξηση του θορύβου, ενδεχομένως να δημιουργήσει προβλήματα στην πανίδα της περιοχής, οδηγώντας την, κατά το διάστημα κατασκευής, σε **μερική μετακίνηση**.
- ❖ κατά τη φάση κατασκευής αλλά και λειτουργίας **ο θόρυβος και ο ισχυρός φωτισμός** αποτελούν παράγοντες όχλησης ευαίσθητου ζωικού πληθυσμού όπως μικρών θηλαστικών και μικρών νυχτόβιων πουλιών

► ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΕ ΧΛΩΡΙΔΑ ΚΑΙ ΠΑΝΙΔΑ

- ❖ Πρέπει να δοθεί προσοχή στις επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον από τα έργα ηλεκτρικής σύνδεσης ενός αιολικού πάρκου (**Υποσταθμός Ανύψωσης Τάσης (ΥΑΤ)** και γραμμές υψηλής και μέσης τάσης).
 - ❖ Ο ΥΑΤ, όπου χρειάζεται, απαιτεί **επίπεδη έκταση** και κατά συνέπεια την εκτέλεση χωματουργικών εργασιών.
 - ❖ Η κατασκευή των γραμμών μεταφοράς ΥΤ, απαιτεί επεμβάσεις στο περιβάλλον για **την κατασκευή των βάσεων των πυλώνων** (τετράγωνα διαστάσεων 8x8 έως 12x12, ανάλογα με τον τύπο της γραμμής) και την κατασκευή των υποτυπωδών δρομίσκων –όπου αυτό απαιτείται– για την πρόσβαση των μηχανημάτων κατασκευής στις θέσεις των πύργων της γραμμής.
 - ❖ Κατά τη φάση κατασκευής του Υποσταθμού και των γραμμών μεταφοράς ΜΤ & ΥΤ, αναμένεται να **αυξηθούν τα επίπεδα θορύβου** σε μια μικρή περιοχή γύρω από το χώρο εργασιών.
 - ❖ Οι δικτυωτοί πύργοι της γραμμής μεταφοράς ΥΤ δεν πρέπει να αποτελούν **τεχνητό φραγμό για τη μετακίνηση ζώων**, αλλά και για **την εξάπλωση φυτών**. Η έδρασή τους να γίνεται έτσι ώστε η μεταξύ τους απόσταση να είναι, κατά μέσο όρο, 300 m.

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

► ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΕ ΧΛΩΡΙΔΑ ΚΑΙ ΠΑΝΙΔΑ

- ❑ Το δίκτυο Natura 2000 ιδρύθηκε τον Μάιο του 1992 με την υιοθέτηση της Οδηγίας για τους Οικοτόπους (92/43/ΕΟΚ) η οποία συμπληρώνει την Οδηγία για τα Πουλιά (79/409/ΕΟΚ). Έτσι το δίκτυο αποτελείται από δύο κατηγορίες περιοχών:
 - ✓ τις «Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ)» (Special Protection Areas - SPA) για την Οрниθοπανίδα, όπως ορίζονται στην Οδηγία για τα Πουλιά (79/409/ΕΚ) «για τη διατήρηση των άγριων πτηνών»
 - ✓ τους «Τόπους Κοινοτικής Σημασίας (ΤΚΣ)» (Sites of Community Importance – SCI) όπως ορίζονται στην Οδηγία για του Οικοτόπους (92/43/ΕΟΚ).
- ❑ Στην περίπτωση των Ζωνών Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ), κρίνεται αναγκαία η εξακρίβωση, κατά το στάδιο περιβαλλοντικής αδειοδότησης του αιολικού πάρκου, των **επιπτώσεων που πιθανόν θα δημιουργήσει η εγκατάσταση του έργου στην ορνιθοπανίδα της περιοχής.**
- ❑ Επιτρέπεται η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων εντός των Ζωνών Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) της ορνιθοπανίδας, ύστερα από τη σύνταξη ειδικής **ορνιθολογικής μελέτης** και σύμφωνα με τις ειδικότερες προϋποθέσεις και περιορισμούς που θα καθορίζονται στην οικεία πράξη έγκρισης περιβαλλοντικών όρων

► ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΕ ΧΛΩΡΙΔΑ ΚΑΙ ΠΑΝΙΔΑ

- Κατά την εκπόνηση των Ειδικών Ορνιθολογικών Μελετών θα πρέπει να εξετάζονται:

Ενότητα 1η: Επιπτώσεις στα πουλιά

- Ποια είναι τα είδη πουλιών που μπορεί να επηρεαστούν από το υπό μελέτη αιολικό πάρκο;
- Ποια είναι τα χαρακτηριστικά αυτών των πουλιών;
- Σε ποιο ύψος πετούν τα πουλιά στην περιοχή; Πετούν μεμονωμένα ή σε κοπάδι;
- Είναι οι ανεμογεννήτριες τοποθετημένες σε μονοπάτια πουλιών ή κοντά σε περιοχές τροφοληψίας πουλιών, σε περιοχές που κουρνιάζουν ή φωλιάζουν πουλιά στη γη;

Ενότητα 2η: Συγκρούσεις

- Πώς συσχετίζονται οι ανεμογεννήτριες με τα κύρια μονοπάτια σμηνών πουλιών;
- Είναι τα πουλιά ικανά να ελίσσονται γρήγορα σε μικρές αποστάσεις, έτσι ώστε να αντιδρούν γρήγορα, για να αποφύγουν τις ανεμογεννήτριες;
- Είναι εφικτό ο αριθμός πουλιών που ενδέχεται να συγκρουστούν με τις ανεμογεννήτριες να μειωθεί ή να εξαλειφθεί, με μία αλλαγή στη διαχείριση της γης γύρω από την περιοχή;
- Εάν υπάρχει υψηλό ρίσκο συγκρούσεων, τότε η διακοπή του αιολικού πάρκου ορισμένες ώρες την ημέρα ή το χρόνο θα μειώσει σημαντικά τον κίνδυνο;

▶ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

▶ Σκόνη – Καυσαέρια

Κατά τη διάρκεια κατασκευής ενός αιολικού υπάρχουν επιβαρύνσεις στην ατμόσφαιρα λόγω:

- α) **της παραγωγής σκόνης** από την κίνηση των οχημάτων και τη διαχείριση των υλικών και χωματουργικών προϊόντων (εργασίες εκσκαφής, εκχερσώσεις, φορτοεκφορτώσεις χωμάτων και αδρανών κ.λπ.),
- β) **της παραγωγής καυσαερίων** από τις μετακινήσεις των φορτηγών και των μηχανημάτων κατασκευής στο χώρο του έργου και
- γ) **της παραγωγής καυσαερίων** από τα μεταφορικά μέσα που θα μεταφέρουν τα υλικά κατασκευής από και προς το εργοτάξιο.

▶ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

▶ Σκόνη

(i) **Κίνηση των οχημάτων:** Η έκλυση της σκόνης οφείλεται στην εφαρμογή μηχανικής δύναμης (βάρος οχημάτων) πάνω σε χαλαρό έδαφος, με αποτέλεσμα την κονιοποίηση και τις αποξέσεις στην επιφάνεια των υλικών. Οι εκπομπές της σκόνης από την κίνηση των οχημάτων εξαρτώνται από:

- ✓ Τη μέση ταχύτητα κίνησης των οχημάτων
- ✓ Το μέσο βάρος των οχημάτων
- ✓ Το μέσο αριθμό των τροχών των οχημάτων
- ✓ Το ποσοστό του εδάφους σε ιλύ
- ✓ Παράσυρση από τον άνεμο σωματιδίων σκόνης: Η δυσμενέστερη περίπτωση για τη δημιουργία σκόνης είναι η επικράτηση ισχυρών ανέμων υπό ξηρές συνθήκες.

Οι εκπομπές της σκόνης από τη δράση του ανέμου εξαρτώνται, κυρίως, από τον αριθμό των ημερών κατά τις οποίες **η ταχύτητα του ανέμου υπερβαίνει τα 5 m/sec**, καθώς και από άλλους παράγοντες. Τις μέρες με υψηλή βροχόπτωση (μεγαλύτερη από τα 0,25 mm) δεν εκλύονται εκπομπές σκόνης.

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΤΟ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

▶ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

▶ Σκόνη

(ii) Χωματουργικές εργασίες: Όπως και στην περίπτωση της σκόνης από την κίνηση οχημάτων, όταν πνέουν άνεμοι, τα υλικά οικοδομής δημιουργούν σκόνη σε μικρή απόσταση από το έργο. Τα σωματίδια σκόνης που έχουν μέγεθος μεγαλύτερο από 30 μm καθιζάνουν στο έδαφος, σε απόσταση μόνο λίγων μέτρων. Τα μικρότερα συμπαρασύρονται από τον άνεμο και μεταφέρονται σε αρκετά μεγάλες αποστάσεις.

Μεταφορά, διανομή και αποθήκευση αδρανών υλικών: Η πρόσθεση αδρανών υλικών σε ένα σωρό ή η μεταφορά τους από αυτόν, όπως και η συνεχής απόθεσή τους, αποτελούν πηγές για τη δημιουργία σκόνης.

Οι εκπομπές που δημιουργούνται στην περίπτωση αυτή εξαρτώνται κυρίως από:

- ✓ Την μέση ταχύτητα του ανέμου
- ✓ Το ύψος πτώσης
- ✓ Την περιεχόμενη στο υλικό υγρασία

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΤΟ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

► ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

► Σκόνη

- ❑ Σύμφωνα με έρευνες, **~35%** του ολικού αιωρούμενου υλικού (TSP) που εκπέμπεται από εργασίες κατασκευής, αποτελείται από σωματίδια μικρότερης διαμέτρου των **10 μm**.
- ❑ Είναι, όμως, γνωστό ότι αυτά τα σωματίδια αποτελούν ουσιαστικό κίνδυνο για την υγεία του ανθρώπου, αφού αυτά, λόγω του μεγέθους τους, είναι εισπνεύσιμα και μπορούν να διεισδύσουν και να παραμείνουν στους βρόγχους. Μάλιστα, τα πιο επικίνδυνα είναι τα μικρότερα των 2,5 μm, τα οποία είναι εισπνεύσιμα και μπορούν να διεισδύσουν στο κυτταρικό τοίχωμα των πνευμόνων.
- ❑ Ο ρυθμός εκπομπής τέτοιων σωματιδίων κατά τη δυσμενέστερη ημέρα εργασίας εκτιμάται σε 0,01 - 0,02 g/s ή διαφορετικά, σε 36 - 72 g/h.
- ❖ Αξίζει να αναφερθεί ότι οι εκπομπές τέτοιων σωματιδίων από τις καμινάδες της λιγνιτικής μονάδας της ΔΕΗ στη Μεγαλόπολη κυμαίνονται από 1800 g/h (οι πιο «καθαρές») μέχρι 29000 g/h (οι πιο «βρώμικες»), για όλες τις ημέρες και ώρες του χρόνου.

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΤΟ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

▶ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

▶ Καυσαέρια

Ο υπολογισμός των εκπομπών των αέριων ρύπων λόγω μεταφοράς υλικών με βαρέα οχήματα γίνεται με βάση

- ✓ τον εκτιμώμενο αριθμό διελεύσεων οχημάτων,
- ✓ την αναμενόμενη μέση διανυόμενη απόσταση ανά κίνηση οχήματος (άδειο, γεμάτο) και
- ✓ την εκτίμηση ρυπαντικού φορτίου την ώρα αιχμής (kg/h)

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΤΟ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

► ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

- Θετικές επιπτώσεις στην ατμόσφαιρα

Ποσότητες αέριων ρύπων (σε g/kWh και tn/έτος) που δεν εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα, λόγω της λειτουργίας του αιολικού πάρκου εγκατεστημένης ισχύος 40MW.*

Αποφυγή αέριων ρύπων						
	CO ₂	SO ₂	CO	NO _x	HC	Σωματίδια
Ειδικές εκπομπές αερίου ρύπου (g/kWh)	850	15,5	0,18	1,2	0,05	0,8
Συνολική αποφυγή αέριων ρύπων (tn/έτος)	92.945,8	1.694,9	19,7	131,2	5,5	87,5

* με μέσο προς καλό αιολικό δυναμικό (2.750 ισοδύναμες ώρες λειτουργίας), εκτιμάται ότι η ετήσια ενεργειακή παραγωγή του θα είναι της τάξης των 110.000 MWh.

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΤΟ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

▶ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

- ▶ Θετικές επιπτώσεις στην ατμόσφαιρα

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τη λειτουργία του αιολικού πάρκου και επαγόμενη υποκατάσταση ορυκτών καυσίμων

Εξοικονόμηση συμβατικού καυσίμου		
Παραγωγή τελικής ηλεκτρικής ενέργειας από Α/Π	109.348	MWh/y
Βαθμός απόδοσης σταθμών ΔΕΗ	35,0%	
Υποκατάσταση πρωτογενούς συμβατικής ενέργειας	312.423	MWh/y
Θερμογόνος δύναμη mazut	11,45	kWh/kg
Υποκατάσταση καυσίμου	27.286	tn/y

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΤΟ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

► ΑΚΟΥΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Αιτίες Θορύβου κατά την κατασκευή αιολικού πάρκου

1. Πρώτη και κυριότερη πηγή θορύβου είναι τα **μηχανήματα που χρησιμοποιούνται στο εργοτάξιο**, κινητά και ακίνητα, όπως μηχανήματα εκσκαφής ή χαλάρωσης εδαφών, φόρτωσης προϊόντων εκσκαφής, διάστρωσης και συμπίεσης υλικών, διατρητικά μηχανήματα και μηχανήματα παραγωγής αδρανών και σκυροδέματος.
2. Δεύτερη πηγή είναι η τυχόν **χρήση εκρηκτικών** για τη χαλάρωση εδαφών, εάν αυτά είναι βραχώδη ή πολύ συνεκτικά. Οι ανατινάξεις προκαλούν ισχυρό κρότο, αλλά και δόνηση του εδάφους.
3. Τρίτη πηγή είναι ο θόρυβος από την **κυκλοφορία βαρέων οχημάτων** που μεταφέρουν τα υλικά εκσκαφών προς τους χώρους απόθεσης, αδρανή υλικά από λατομεία, έτοιμο σκυρόδεμα ή ασφαλτοσκυρόδεμα από τα εργοστάσια παραγωγής και κάθε άλλο υλικό που χρειάζεται για την κατασκευή του έργου. Ο θόρυβος από τα οχήματα αυτά μπορεί να επιβαρύνει και περιοχές μακριά από το εργοτάξιο, όπως, για παράδειγμα, συμβαίνει κατά μήκος των οδών που ακολουθούν τα οχήματα αυτά από και προς το εργοτάξιο.

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΤΟ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

► ΑΚΟΥΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Ο παραγόμενος θόρυβος κατά τη λειτουργία ενός αιολικού πάρκου είναι κυρίως:

1. **αεροδυναμικός** προερχόμενος από την περιστροφή των πτερυγίων,
2. **μηχανικός** προερχόμενος από τον πολλαπλασιαστή στροφών της ανεμογεννήτριας και από τη γεννήτρια.

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΤΟ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

► ΑΚΟΥΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Επίπεδο θορύβου σε dB διαφόρων πηγών θορύβου

Απόσταση πηγής θορύβου (m)	Δραστηριότητα/Πηγή	Τιμή θορύβου dB(A)
-	Επίπεδο ακοής	0
-	Νύχτα σε Αγροτική περιοχή	20 - 40
-	Ήσυχο δωμάτιο	35
350	Αιολικό πάρκο	35 - 45
100	I.X. αυτοκίνητο (40 km/h)	55
-	Γραφείο εργασίας	60
100	Φορτηγό (30 km/h)	65
7	Πνευματικό κομπρεσέρ	95
250	Απογείωση αεροσκάφους	105
-	Όριο πόνου αυτιού	140

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΔΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΤΟ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

► ΑΚΟΥΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Θόρυβος από τα έργα ηλεκτρικής διασύνδεσης

Υπάρχουν δύο είδη θορύβων που μπορούν να προέλθουν από γραμμή μεταφοράς Υψηλής Τάσεως και να προκαλέσουν αύξηση της υπάρχουσας στάθμης θορύβου. Το ένα είδος αφορά σε θόρυβο προερχόμενο από το φαινόμενο CORONA και το άλλο είδος αφορά σε θόρυβο προερχόμενο από τον άνεμο.

i. Θόρυβος από το φαινόμενο CORONA

Το φαινόμενο CORONA, που είναι ηλεκτρικής φύσεως φαινόμενο, όταν εμφανίζεται σε γραμμή μεταφοράς Υψηλής Τάσης, προκαλεί θόρυβο με χαρακτηριστικό ήχο σαν «τριζοβόλημα».

Οι παράγοντες που κυρίως επηρεάζουν το μέγεθος αυτού του θορύβου είναι

- ✓ η τάση λειτουργίας της γραμμής,
- ✓ η απόσταση από τη γραμμή και
- ✓ οι καιρικές συνθήκες.

ii. Θόρυβος από τον άνεμο

- ❖ Ο θόρυβος αυτός προέρχεται, κυρίως, από την πρόσπτωση του ανέμου στα μεταλλικά στοιχεία του πύργου, στις αλυσίδες των μονωτήρων και στους αγωγούς της γραμμής.
- ❖ Η ένταση του θορύβου αυτού εξαρτάται από την ταχύτητα του ανέμου και την γωνία προσπτώσεως στα διάφορα στοιχεία της γραμμής.

Ανάλυση κύκλου ζωής ρύπων και ενέργειας για μια ανεμογεννήτρια

Ανεμογεννήτρια με ονομαστική ισχύ $P_R = 600\text{kW}$ είναι διασυνδεδεμένη στο ηλεκτρικό δίκτυο της Ελλάδας και μετά από μετρήσεις ο συντελεστής εκμετάλλευσης προέκυψε ίσος με $CF = 31.2\%$. Στον Πίνακα 1 δίνονται κατασκευαστικά στοιχεία της ανεμογεννήτριας ενώ στον Πίνακα 2 δίνεται το ενεργειακό μίγμα της Ελλάδας.

Να υπολογιστούν:

1. Η μείωση ρύπων από την εισαγωγή ανεμογεννήτριας στο δίκτυο.
2. Ο λόγος ενεργειακής αποπληρωμής και η περίοδος ενεργειακής αποπληρωμής
3. Η τιμή για το συντελεστή εκπομπής CO_2 στο κύκλο ζωής της ανεμογεννήτριας

Δεδομένα

Διάρκεια ζωής επένδυσης

$$L=25\text{yr}$$

Απώλεια ηλεκτρικού δικτύου

$$n_{\text{dist}} = 8\%$$

Ενέργεια αποσυναρμολόγησης

$$E_R(E_p) = 2.5\% E_p$$

Όπου E_p η ενέργεια συναρμολόγησης

Ανάλυση κύκλου ζωής ρύπων και ενέργειας για μια ανεμογεννήτρια

Πίνακας 1

Υλικό	Ποσότητα (kg)	Ειδική Ενέργεια Επεξεργασίας (MJ/kg)	Συντελεστής Εκπομπής CO ₂ (kg _{CO2} /GJ)
Χάλυβας	63460	25.7	89.75
Αλουμίνιο	1780	39.2	87.59
Χαλκός	740	78.2	83.58
Άμμος	2520	3.68	0.00
Γυαλί	1320	9.3	62.47
Πολυεστέρας	2400	45.7	86.23
Ενισχυμένος Σίδηρος	14400	36.3	85.78
Μπετόν	339000	3.68	191.03
Άλλα υλικά	840	46.7	0.00

Πίνακας 2

Ενεργειακή Πηγή	Ποσοστό Συμμετοχής στο Ενεργειακό Μίγμα (%)	Συντελεστής Εκπομπής CO ₂ (kgCO ₂ /GJ)	Μέσος Βαθμός Απόδοσης (%)
Λιγνίτης	15	122	32
ΑΠΕ	40	0	100
Φυσικό Αέριο	38	49	42
Εισαγωγές	6	0	100