

ούγχρονη

TEXVIKÍ

ΕΠΙΘΕΩΡΟΝ

τεύχος 172 • Σεπτέμβριος 2006

DANGER

electrical



- Ανανεώσιμες πηγές
- Πληροφορική
- Ρισφάλεια



www.mte.gr



Σχεδίαση συστημάτων γείωσης σε αιολικά πάρκα

Ι.Φ. Γκόνος, Β.Θ. Κονταργύρη, Ι.Α. Σταθόπουλος • Εργαστήριο Υψηλών Τάσεων Ε.Μ.Π.
Γ.Α. Μάνος • Ελληνική Τεχνοδομική Ενεργειακή Α.Ε.

Προτείνεται η σχεδίαση και κατασκευή του συστήματος γείωσης ενός αιολικού πάρκου έτοις ώστε, αφενός να μην αναπτύσσονται επικίνδυνες βηματικές τάσεις και τάσεις επαφής, και αφετέρου να είναι εφικτός ο διαχωρισμός του σε ανεξάρτητα συστήματα γείωσης (ανεμογεννητριών, κέντρων ελέγχου, υποσταθμού, κ.λπ.), στα οποία είναι δυνατή η μετρηση της αντίστασης γείωσης.

O σχεδιασμός και η κατασκευή του συστήματος γείωσης μιας εγκατάστασης στοχεύει στην ασφαλή λειτουργία της, δηλαδή τον περιορισμό των κλίσεων δυναμικού γης σε τέτοια επίπεδα τάσης, ώστε, υπό συνθήκες σφάλματος, να μην κινδυνεύουν ούτε τα άτομα που βρίσκονται στην περιοχή, ούτε όμως και ο εξοπλισμός. Η μελέτη για το σχεδιασμό ενός συστήματος γείωσης πρέπει να λαμβάνει υπόψη τα ασφαλή όρια για τη βηματική τάση και την τάση επαφής, ανάλογα με τη μέγιστη αναμενόμενη τιμή του ρεύματος σφάλματος και το συνολικό χρόνο εκκαθάρισης του [1].

Τα ελληνικά αιολικά πάρκα κατασκευάζονται συνήθως σε κορυφογραμμές με βραχώδες ή ημιβραχώδες εδάφος, με συνέπεια τη ειδική αντίσταση του εδάφους να είναι πολύ μεγάλη, ενώ η διαθεσμη περιοχή για το σύστημα γείωσης είναι συνήθως περιορισμένη. Έτσι, στις

περισσότερες περιπτώσεις δεν είναι εφικτή η κατασκευή συστήματος γείωσης σε κάθε ανεμογεννήτρια, το οποίο να παρουσιάζει χαμηλή τιμή αντίστασης γείωσης. Γ' αυτό είναι απαραίτητη η μέτρηση της ειδικής αντίστασης του εδάφους στην περιοχή που θα τοποθετηθεί το σύστημα γείωσης, ώστε να είναι δυνατός ο ακριβέστερος υπολογισμός των βηματικών τάσεων και των τάσεων επαφής, οι οποίες θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη σχεδίαση του συστήματος γείωσης [2].

Επιπλέον, οι τοπογραφικοί και χωροταξικοί περιορισμοί που ωρίτανται στις περιοχές κατασκευής αιολικών πάρκων καθιστούν ιδιαίτερα δύσκολη τη μέτρηση της συνολικής αντίστασης γείωσης του αιολικού πάρκου, καθώς δεν υπάρχουν οι κατάλληλες αποστάσεις, σύμφωνα με το Πρότυπο [3]. Η μέτρηση της συνολικής αντίστασης γείωσης ενός αιολικού πάρκου, που αποτελεί ένα εκτεταμένο σύστημα γείωσης, είναι μια χρονοβόρη διαδικασία, με αρκετά μεγάλο οικονομικό κόστος. Για να είναι δυνατή η μέτρηση της αντίστασης γείωσης με ακρίβεια, προτείνεται η κατασκευή του συστήματος γείωσης με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι δυνατή η μέτρηση της αντίστασης προσγειωσής του κάθε ανεξάρτητου συστήματος γείωσης (ανεμογεννήτριας, υποσταθμού, κέντρων ελέγχου, κλπ.), που υπάρχει στο αιολικό πάρκο. Συνδυασμός αυτών των ανεξάρτητων μετρήσεων δίνει τη συνολική αντίσταση γείωσης του αιολικού πάρκου. Με αυτό τον τρόπο μειώνεται τόσο η χρονική διάρκεια, δύο και το κόστος της μέτρησης [2].

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΙΩΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ

Η τιμή της αντίστασης γείωσης εξαρτάται από την ειδική αντίσταση του εδάφους. Η ειδική αντίσταση του εδάφους μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια του έτους ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες. Γ' αυτό πρέπει να τονισθεί ότι είναι απαραίτητη η μέτρηση της ειδικής αντίστασης του εδάφους κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, που εμφανίζει την μέγιστη τιμή. Κατόπιν εκτεταμένων μελετών [4] προέκυψε ότι το εδάφος έχει συνήθως πολυστρωματική δομή. Για το σχεδιασμό ενός συστήματος γείωσης είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός των παραμέτρων της δομής του εδάφους (ειδική αντίσταση και πάχος του κάθε στρώματος του εδάφους). Οι παράμε-



τροι αυτές υπολογίζονται με βάση τις μετρήσεις της ειδικής αντίστασης του εδάφους.

Η μέθοδος των τεσσάρων σημείων (Wenner) [4] θεωρείται η πλέον ακριβής για τη μέτρηση της μέσης ειδικής αντίστασης. Για τον υπολογισμό των παραμέτρων του εδάφους (πλήθος/ειδική αντίσταση/πάχος στρωμάτων) είτε χρησιμοποιείται μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στο Ε.Μ.Π. [5], η οποία με χρήση γενετικών αλγορίθμων υπολογίζει τη δομή του εδάφους, είτε οι μετρήσεις της ειδικής αντίστασης του εδάφους εισάγονται στον επιλύτη RESAP του προγράμματος CDEGS [2].

Επιπλέον, πρέπει το κάθε σύστημα γεώσης να μπορεί να ανεξαρτητοποιηθεί, έτσι ώστε η αντίσταση γεώσης κάθε ανεξάρτητου συστήματος γεώσης να μετρείται κατά το στάδιο της κατασκευής. Στο στάδιο της κατασκευής, τα ανεξάρτητα συστήματα γεώσης των ανεμογεννητριών χωρίζονται μεταξύ τους με φρεατιά, ώστε να είναι δυνατός ο ελεγχός/μέτρηση του κάθε συστήματος γεώσης ανεξάρτητα από τα υπόλοιπα. Μ' αυτόν τον τρόπο, μπορεί αφενός να αποδειχθεί η ακρίβεια των υπολογισμών της μελέτης, και αφετέρου να είναι δυνατή η, ενδεχομένως απαιτούμενη, ενίσχυση του συστήματος γεώσης. Μια πρακτική και αξιόπιστη μέθοδος μέτρησης της αντίστασης γεώσης είναι αυτή της "πτώσης δυναμικού" [1-4], η οποία βασίζεται στη μέτρηση της πτώσης δυναμικού κατά μήκος του εδάφους που προκαλείται από ένα ρεύμα που εγχύεται στο έδαφος σε κάποιο άλλο σημείο.

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΓΕΙΩΣΗΣ
Αναλυτικά τα βήματα που ακολουθούμε για την κατασκευή του συστήματος γεώσης ενός αιολικού πάρκου

	0.1 sec		0.25 sec		0.5 sec		1 sec	
	E_{up} [V]	E_{down} [V]	E_{up} [V]	E_{down} [V]	E_{up} [V]	E_{down} [V]	E_{up} [V]	E_{down} [V]
Χωρίς υλικό επιφάνειας	9033	2475	6470	1773	4826	1323	3513	963

Πίνακας 1: Μέγιστρα επιτρεπόμενα όρια για βηματικές τάσεις και τάσεις επαφής ΑΓ1

Σχήμα 1: ΑΓ1 α) Τάση επαφής, β) Βηματική τάση

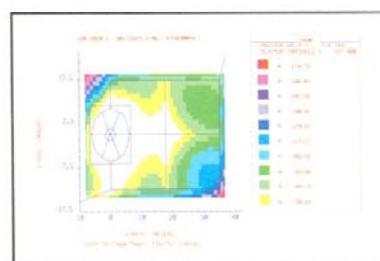
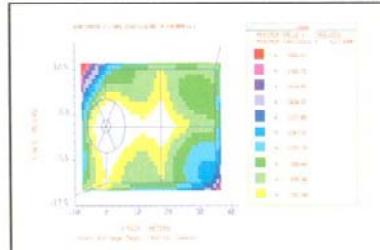
Περιγράφονται παρακάτω:

- Καθορισμός της μέγιστης τιμής ρεύματος σφάλματος του αιολικού πάρκου.
- Επιλογή των υποψήφιων θέσεων εγκατάστασης των ανεμογεννητριών και των κέντρων ελέγχου.
- Μέτρηση της ειδικής αντίστασης του εδάφους με τη μέθοδο Wenner για κάθε υποψήφια θέση εγκατάστασης ανεμογεννητριας ή κέντρου ελέγχου.
- Εντοπισμός άλλων θέσεων στο αιολικό πάρκο που θα μπορούν να μειώσουν την αντίσταση γεώσης (ηγάδια, χώμα, κλπ.).
- Υπολογισμός του μοντέλου εδάφους, βάσει μετρήσεων της ειδικής αντίστασης του εδάφους για όλες τις θέσεις στις οποίες έχουμε μετρήσεις.
- Σχεδιασμός τυπικού πλέγματος γεώσης, για κάθε ανεμογεννητρία ή υποσταθμό.
- Υπολογισμός της αντίστασης γεώσης για κάθε σύστημα γεώσης.
- Υπολογισμός του εγχύομενου ρεύματος σφάλματος σε κάθε σύστημα γεώσης.
- Υπολογισμός της μέγιστης επιτρεπόμενης ασφαλούς βηματικής τάσης και της μέγιστης επιτρεπόμενης ασφαλούς τάσης επαφής για κάθε σύστημα γεώσης.
- Υπολογισμός της βηματικής τάσης και της τάσης



	0.1 sec		0.25 sec		0.5 sec		1 sec	
	E_{sys} [V]	E_{touch} [V]	E_{sys} [V]	E_{touch} [V]	E_{sys} [V]	E_{touch} [V]	E_{sys} [V]	E_{touch} [V]
Χωρίς υλικό επιφανείας	5588	1614	4003	1156	2986	862	2174	628
Με προσθήκη υλικού	7181	2012	5144	1441	3837	1075	2793	783

Πίνακας 2: Μέγιστα επιπτερόμενα όρια για βιητικές τάσεις και τάσεις επαφής ΑΓ11



Σχήμα 2: α) Τάση επαφής ΑΓ11 β) Τάση επαφής για ενιαχυμένο πλέγμα γείωσης της ΑΓ11

επαφής για κάθε σημείο στην επιφάνεια του εδάφους πάνω από το πλέγμα γείωσης.

11. Ελεγχος των τιμών των παραπάνω μεγεθών. Είναι επιθυμητό:

- η συνολική αντίσταση γείωσης του πάρκου να είναι μικρότερη από 1Ω ,
- η αντίσταση γείωσης της κάθε ανεμογεννήτριας να είναι μικρότερη από 10Ω ,
- οι βιητικές τάσεις και οι τάσεις επαφής να μην ξεπερνούν τα ασφαλή όρια, όπως αυτά ορίζονται από το Πρότυπο [1].

12. Εάν ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του βήματος 11, τότε η σχεδίση έχει ολοκληρωθεί (οπότε ακολουθεί το βήμα 15), αλλιώς το επόμενο βήμα 13.

13. Βελτίωση συστήματος γείωσης με:

- αύξηση της επιφάνειας του συστήματος γείωσης,
- πύκνωση του πλέγματος γείωσης,
- προσθήκη κατακόρυφων ηλεκτροδίων,
- προσθήκη χώματος με χαμηλή ειδική αντίσταση ή βελτιωτικών εδάφους,
- διασύνδεση του συστήματος γείωσης με άλλο σύστημα γείωσης,
- μείωση του χρέους εκκαθάρισης σφάλματος. Εφ' ό-

σον εξοσφαλίζεται από τα μέσα πραστασίας ότι ο χρόνος εκκαθάρισης σφάλματος είναι μικρότερος, τότε τα όρια ασφαλείας για τη βιητική τάση και την τάση επαφής έχουν μεγαλύτερες τιμές,

- χρήση κατάλληλου υλικού επιφανείας, συνήθως χαλκιού, στην επιφάνεια του εδάφους πάνω από το σύστημα γείωσης, εάν αυτό επιφέρει αλλαγή στα όρια ασφαλείας.

14. Επανάληψη της παραπάνω διαδικασίας από το βήμα 4.

15. Κατασκευή του συστήματος γείωσης.

16. Μέτρηση της αντίστασης γείωσης.

17. Πραγματοποίηση τυχόν επιπλέον βελτιώσεων, όπου τούτο είναι τεχνικά αναγκαίο και ερικτό.

Η προτεινόμενη μεθοδολογία έχει εφαρμοσθεί στη σχεδίαση αρκετών αιολικών πάρκων της χώρας με ικανοποιητικά αποτελέσματα [2]. Κάθε ανεμογεννήτρια και κέντρο ελεγχού θεωρήθηκε ως μεμονωμένο σύστημα λόγω της μεγάλης απόστασης από τα γειτονικά του: η απόσταση μεταξύ διαδοχικών ανεμογεννητριών είναι περίπου 100m. Επιμένουσ, η απόσταση μεταξύ των ανεμογεννητριών είναι μεγαλύτερη από το ενεργό μήκος του συστήματος γείωσης για την πλειοψηφία των υποψήφιων θέσεων εγκατάστασης ανεμογεννητριών. Η διασύνδεση τους προσθομιάθηκε θεωρώντας αγωγούς τοποθετημένους στο σημείο διασύνδεσης, μήκους ίσου με το ήμιτο της απόστασης μεταξύ του συγκεκριμένου συστήματος και του επομένου.

Τα πλέγματα γείωσης των ανεμογεννητριών (Σχήματα 1-3) και των κεντρικών ελεγχού (Σχήμα 4) αποτελούνται από:

- ταινία γείωσης $40 \times 4 \text{ mm}^2$ (επιψευδοργυρωμένος χάλυβας) μέσα στο σκυρόδεμα,
- αγωγό γείωσης 150 mm^2 (επικασσιτερωμένος χαλκός),
- κατακόρυφα ηλεκτρόδια $\Phi 19 \text{ mm}$ μήκους 3m.

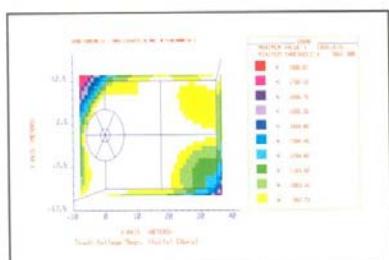
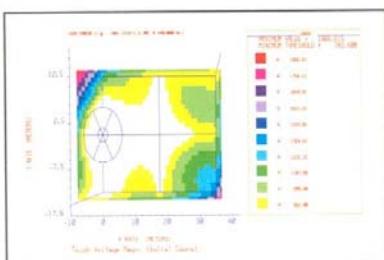
Το μήκος του τυπικού πλέγματος μιας ανεμογεννήτριας είναι 35m και το πλάτος του 25m, το δε βάθος τοποθετησης 1m. Ο εξωτερικός δακτύλιος τοποθετήσεως σε βάθος 2.5m, έχει διάμετρο 12π, ενώ ο εσωτερικός δακτύλιος, τοποθετημένος σε βάθος 1m, είναι διαμέτρου 3m. Το πλέγμα του κάθε κέντρου ελεγχου έχει διαστάσεις $10 \times 4 \text{ m}$, ενώ ο περιμετρικός αγωγός απέχει 2m από το υπόλοιπο πλέγμα. Το βάθος τοποθέτησης είναι 1m.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται χαρακτηριστικές περιπόλεσις κατασκευής πλέγμάτων γείωσης για τις ανεμογεννητρίες και τα κεντρά ελεγχου αιολικού πάρκου.

1η περίπτωση

Για την ανεμογεννήτρια No 1 (ΑΓ1), η οποία ευρίσκεται επί εδάφους με ειδική αντίσταση πρώτου στρώματος 48380 m^2 , δευτέρου στρώματος 23330 m^2 , τρίτου στρώματος 130430 m^2 , με πάχος πρώτου στρώματος 0.6 m και δευτέρου 0.8 m , επιλέχθηκε το πλέγμα γείωσης του Σχήματος 1.

Η αντίσταση γείωσης της ανεμογεννήτριας υπολογίσθηκε 127.5Ω , σύμφωνα με την αναπτυχθείσα μεθοδολογία. Αφού κατασκευάσθηκε το σύστημα γείωσης, με-



Σχήμα 3: Τάση επαφής α) με προσθήκη επιφανειακού στρώματος χαλικιού, β) για χρόνο εκκαθάρισης σφάλματος 0.5sec

τρήθηκε η τιμή της αντίστασης γείωσης και βρέθηκε $120 \pm 5\Omega$.

Για τη μελέτη ασφάλειας του αιολικού πάρκου έχει θεωρηθεί ρεύμα βραχυκύλωσης στην περιοχή ίσο με 800A, επιμεριζόμενο στα ανεξάρτητα συστήματα γείωσης του αιολικού πάρκου, ανάλογα με την αντίσταση ενός εκάστου εξ αυτών [2]. Τα μεγιστα επιτρέπομενα όρια για βηματικές τάσεις και τάσεις επαφής υπολογίστηκαν με βάση το Πρότυπο ANSI/IEEE Std 80-2000 [1] για ανθρώπινο βάρους 50kg. Ο υπολογισμός πραγματοποιήθηκε για τέσσερις διαφορετικούς χρόνους εκκαθάρισης σφάλματος (0.1sec, 0.25sec, 0.5sec, 1sec) και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Στη συνέχεια λαμβάνοντας υπόψη τα μέγιστα όρια για τις τάσεις επαφής, που αντιστοιχούν σε χρόνο εκκαθάρισης σφάλματος 1sec, σχεδιάστηκαν τα γραφήματα της τάσης επαφής (Σχήμα 1α) και της βηματικής τάσης (Σχήμα 1β), τα οποία καταδεικνύουν το ασφαλές του συστήματος γείωσης.

Εποιημαίνεται ότι, η λευκή περιοχή στα γραφήματα σημαίνει ότι τα μεγέθη των ως άνω τάσεων είναι εντός όριων.

2η περίπτωση

Στο Σχήμα 2α παρουσιάζεται το πλέγμα γείωσης άλλης ανεμογεννήτριας (ΑΓ11), η οποία η οποία ευρίσκεται επί εδάφους με ειδική αντίσταση πρώτου στρώματος 2932Ωm, δευτέρου στρώματος 1650Ωm, τρίτου στρώματος 15700Ωm, με πάχος πρώτου στρώματος

	0.1 sec		0.25 sec		0.5 sec		1 sec	
	E_{step} [V]	E_{ouch} [V]						
Χωρίς υλικό επιφάνειας	5975	1711	4280	1225	3193	914	2324	665
Με προσθήκη υλικού	6111	1745	4377	1250	3265	932	2377	679

Πίνακας 3: Μέγιστα επιτρέπομένα όρια για βηματικές τάσεις και τάσεις επαφής ΚΕ2

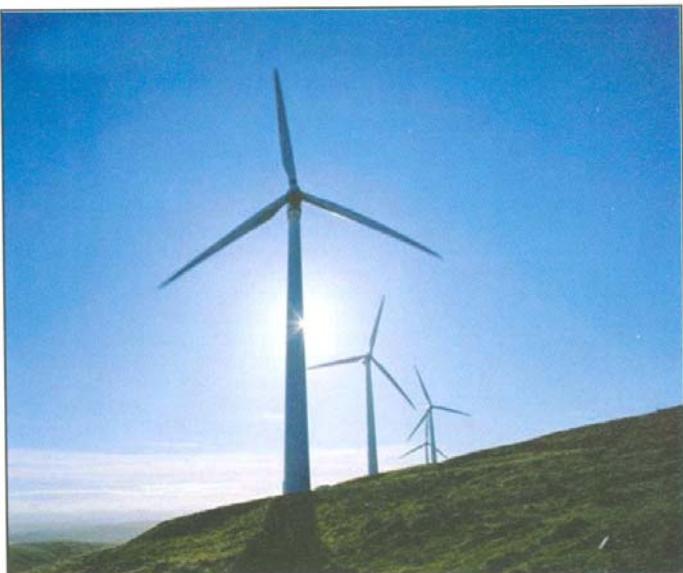
Οι προτεινόμενες εναλλακτικές λύσεις είναι οι εξής:

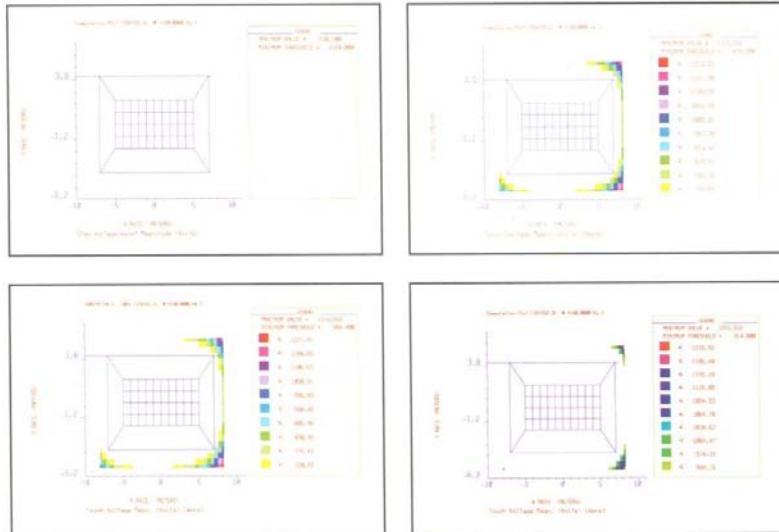
1. Ενίσχυση του πλέγματος, με την προσθήκη του τετραγώνου που περιβάλλει τον εξωτερικό δακτύλιο, όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 2β.

2. Επίστρωση του εδάφους με υλικό επιφανείας (χαλίκι) πάχους 15cm και ειδικής αντίστασης 4000Ωm. Με αυτό το τρόπο τα όρια για τις τάσεις επαφής και τις βηματικές τάσεις παρουσιάζονται στη τελευταία γραφήματα του Πίνακα 2. Το αντίστοιχο γράφημα για τις τάσεις επαφής παρουσιάζεται στο Σχήμα 3α.

3. Καταλλήλως ρύθμιση του εξπληκτικού προστασίας, ώστε ο χρόνος εκκαθάρισης σφάλματος να μειωθεί στα 0.5sec. Το αντίστοιχο γράφημα για τις τάσεις επαφής παρουσιάζεται στο Σχήμα 3β.

Από τα γραφήματα του Σχήματος 3 παραπέραιται ότι στην ανεμογεννήτρια εμφανίζονται, για αποστάσεις πολύ μεγαλύτερες του 1m (περί τα δωμάτια από την ανεμογεννήτρια), μη επιτρεπτές τιμές τάσεων επαφής. Οι βη-





Σχήμα 4: α) Βηματική τάση κέντρου ελέγχου (KE2), β) Τάση επαφής κέντρου ελέγχου (KE2).

Σχήμα 5: Τάση επαφής α) με προσθήκη επιφανειακού στρώματος χαλκικού, β) για χρόνο εκκαθάρισης σφάλματος 0.5sec

ματικές τάσεις που αναπτύσσονται είναι εντός των επιτρεπόμενων ορίων.



3η περίπτωση

Στο Σχήμα 4 παρουσιάζεται το πλέγμα γείωσης ενός κέντρου ελέγχου (KE2) διαστάσεων 10x4m, το οποίο ευρίσκεται επί εδάφους με ειδική αντίσταση πρώτου στρώματος 3146Ωm, δευτέρου στρώματος 41826Ωm και πάχος πρώτου στρώματος 2,84m. Η αντίσταση γείωσης του κέντρου ελέγχου υπολογισθήκε 233Ω. Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται τα επιτρεπτά ορία για τις βηματικές τάσεις και τις τάσεις επαφής που αναπτύσσονται σε περίπτωση βραχυκύλωμάτος στο αιολικό πάρκο. Στο Σχήμα 4α παρουσιάζονται οι αναπτυσσόμενες βηματικές τάσεις ενώ στο Σχήμα 4β παρουσιάζονται οι αναπτυσσόμενες τάσεις επαφής. Οι προτεινόμενες εναλλακτικές λύσεις, ώστε οι τάσεις επαφής που αναπτύσσονται να είναι εντός των επιτρεπόμενων ορίων, είναι οι εξής:

1. Επιστρώματος εδάφους με υλικό επιφανείας (χαλκού) πάχος 15cm και ειδικής αντίστασης 4000Ωm. Με αυτό τον τρόπο τα ορία για τις τάσεις επαφής και τις βηματικές τάσεις παρουσιάζονται στη τελευταία γραμμή του Πίνακα 3. Το αντίστοιχο γράφημα για τις τάσεις επαφής παρουσιάζεται στη Σχήμα 5α.

2. Κατάλληλη ρύθμιση του εξοπλισμού προστασίας, ώστε ο χρόνος εκκαθάρισης σφάλματος να μειωθεί στα 0.5sec. Το αντίστοιχο γράφημα για την τάση επαφής παρουσιάζεται στο Σχήμα 5β.

4η περίπτωση

Στα πλαίσια της μελέτης ασφάλειας του αιολικού πάρκου έχουν ληφθεί υπόψη και δυσμενέστερες (μεγαλύτερες) τιμές του ρεύματος βραχυκύλωσης στην περιοχή (1kA και 2,5kA). Στην περίπτωση που το ρεύμα βραχυκύλωσης είναι 1kA αναπτύσσεται επικίνδυνη τάση μόνο στα συστήματα γείωσης των περιπτώσεων 2 και 3 και τη αντιμετώπισή τους είναι ακριβώς η ίδια. Στην περίπτωση, όμως, που το ρεύμα βραχυκύλωσης γίνει 2,5kA αναπτύσσεται επικίνδυνη τάση επαφής σε πέντε συστήματα γείωσης. Η μείωση του χρόνου εκκαθάρισης, από τα 1sec στα 0.5sec, προσφέρει λύση και στις πέντε περιπτώσεις.

Η προσθήκη υλικού επιφανείας προσφέρει λύση μόνο σε τρεις περιπτώσεις, γιατί στις άλλες δύο η ειδική αντίσταση του πάνω στρώματος εδάφους έχει πολύ υψηλή τιμή (συγκρίσιμη με αυτή του υλικού επίστρωσης).

Σ' αυτές τις δύο περιπτώσεις, αν δεν θέλουμε να μειώσουμε το χρόνο εκκαθάρισης σφάλματος, η λύση είναι η επανασχεδίαση του συστήματος γείωσης, με πύκνωση του πλέγματος κοντά στις ανεμογεννητρίες [2].

Σε κανένα από τα 26 συστήματα γείωσης δεν παρατηρήθηκε ανάπτυξη επικίνδυνων βηματικών τάσεων. Επικίνδυνη βηματική τάση εμφανίζεται σ' ένα σύστημα γείωσης όταν το ρεύμα βραχυκύλωσης υπερβεί τα 7kA, ενώ όταν τούτο υπερβεί τα 15kA εμφανίζεται επικίνδυνη βηματική τάση στα μιαδά συστήματα γείωσης. Ακόμα και

σ' αυτήν την τελευταία περίπτωση, όμως, εξαλείφονται οι επικίνδυνες βηματικές τάσεις, εάν ο χρόνος εκκαθάρισης μειώθει από το 1sec στα 0,5sec.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το σύστημα γείωσης ενός αιολικού πάρκου πρέπει να εξασφαλίζει την προστασία, τόσο των ατόμων, που βρίσκονται σ' αυτό, όσο και του εξοπλισμού, κατά την περίπτωση βραχυκυκλώματος. Για το λόγο αυτό, το κύριο ζητούμενο στη μελέτη, σχεδίαση και κατασκευή ενός αιολικού πάρκου είναι η μη ανάπτυξη επικίνδυνων βηματικών τάσεων και τάσεων επαφής.

Με την παρούσα εργασία προτείνεται, όπως το σύστημα γείωσης ενός αιολικού πάρκου χωρισθεί σε όλα τα στάδια (μελέτη, κατασκευή, μέτρηση) σε ανεξάρτητα τυπικά συστήματα γείωσης, για λόγους οικονομίας. Τα ανεξάρτητα τυπικά συστήματα γείωσης αφορούν τόσο τα συστήματα γείωσης των ανεμογεννητριών, όσο και των κέντρων ελέγχου. Οι υπολογισμοί πρέπει να γίνονται για τη μέγιστη τιμή του ρεύματος σφάλματος και ενα τυπικό χρόνο εκκαθάρισης σφάλματος. Το τελικό κριτήριο στη σχεδίαση δεν πρέπει να είναι μόνο η ελαχιστοποίηση της συνολικής αντίστασης γείωσης του πάρκου, αλλά επιπροσθέτως, και μάλιστα μεγαλύτερη σημασία, η προστηση των βηματικών τάσεων και των τάσεων επαφής κατώ των επιτρεπτών ορίων ασφαλείας, όπως υπολογίζεται με βάση το Πρότυπο ANSI/IEEE Std 80-2000 [1]. Κατά περίπτωση, είναι ενδεχόμενο να κριθεί απαραίτητη η διαφοροποίηση της σχεδίασης καποιου ή μερικών από τα ανεξάρτητα συστήματα γείωσης, η μείωση του χρόνου εκκαθάρισης σφάλματος, όταν τας αντίστοιχες θέσεις (είτε ανεμογεννητριών, είτε κέντρων ελέγχου) οι βηματικές τάσεις και οι τάσεις επαφής υπερβαίνουν, κατ' εξαίρεση, τις επιτρεπτές τιμές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] ANSI/IEEE Std 80-2000, "IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding", 2000.
- [2] Γκάνος Ι.Φ., Κονταργύρη Β.Θ., Φώτης Γ.Π., Σταθόπουλος Ι.Α., Μάνος Γ.Α.: «Σχεδίαση, ανάληση και μέτρηση συστημάτων γείωσης σε αιολικά πάρκα», Σύνοδος Ε.Ε. CIGRE, Αθήνα, 15-16 Δεκεμβρίου 2005, σελ. 201-208.
- [3] IEEE Std 81.2-1991, "IEEE guide to measurement of impedance and safety characteristics of large, extended or interconnected grounding systems", June 1992.
- [4] IEEE Std 81-1983, "IEEE guide for measuring earth resistivity, ground impedance, and earth surface potentials of a ground system", 11 March 1983.
- [5] Gonos I.F., Stathopoulos I.A., "Estimation of Multi-Layer Soil Parameters using Genetic Algorithms", IEEE Transactions on Power Delivery, January 2005, pp. 100-106.

characteristics of large, extended or interconnected grounding systems", June 1992.

[4] IEEE Std 81-1983, "IEEE guide for measuring earth resistivity, ground impedance, and earth surface potentials of a ground system", 11 March 1983.

[5] Gonos I.F., Stathopoulos I.A., "Estimation of Multi-Layer Soil Parameters using Genetic Algorithms", IEEE Transactions on Power Delivery, January 2005, pp. 100-106.

Σύνδρομο Αρρώστων Κηρίων

Προεδρικό διάγραμμα 16/1996

6.5. Αποθέσεις και ρύποι στις εγκαταστάσεις κλιματισμού ή μηχανικού εξαερισμού που ενδέχεται να επιφέρουν κίνδυνο στην υγεία των εργαζομένων. Πάγω μόλιսησης του εισπνεούμενου αέρα, πρέπει να περιορίζονται ΑΜΕΖΑ.

Με πάνω από 25 χρόνια εμπειρίας στην Τεχνική Υποστήριξη, με πρωτοπορία στην έρευνα και συνδρήφηση λύσεων στον Ελληνικό χώρο, πιστοποιήθηκε με ISO 9001:2000 από την DQS και παράλληλα ως Indoor Air Cleaning Specialist από την παγκόσμια γνωστή για την τεχνολογία της, Φιλαδέλφια εταιρεία LIFA IAQ. Με ανώτερο μηχανολογικό εξοπλισμό, εκπολεμεί των τεχνικών μαστις (μη πιστοποιημένα χημικά), αερογεννάντων κλιματιστικού και εξαεριστικού. Οι ολοκληρωμένες υπηρεσίες μας, εκτός από αποτέλεσμα την εξόφληση στους πελάτες μας Υγειονού περιβάλλοντος - Αύξηση πορογεννητότητας των εργαζόμενων - Μείωση της κατανάλωσης ενέργειας Κοπιμότητα της επικίνδυνης - Ανταγωνιστικό πλεονεκτήματος. Η εταιρεία ΖΑΦΕΙΡΟΠΟΥΛΟΣ έχει την απόλυτη γνώση στα δίκτυα αερογεννών γιατί είμαστε συντηρητές των μεγαλύτερων εταιρειών ΚΩΤΣΟΒΟΛΟΣ, PEPSI IVI, ΡΑΔΙΟ ΑΘΗΝΑΙ, HOLIDAY INN, INTERSPORT.

Για περισσότερες πληροφορίες: Σχετικά με αποστολή ενημερωτικού άλικού και ΔΩΡΕΑΝ ΕΠΙΒΕΓΡΗΣΗ με CAMERA ROBOT των αερογεννών σας, απευθύνεστε στα τηλέφωνα: 210 8662338-9, 210 8644423, fax: 210 8662561, <http://www.zafeiropoulos.gr>.