

ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ Α/Γ

Η ασφάλεια του συστήματος της Α/Γ εξασφαλίζεται με:

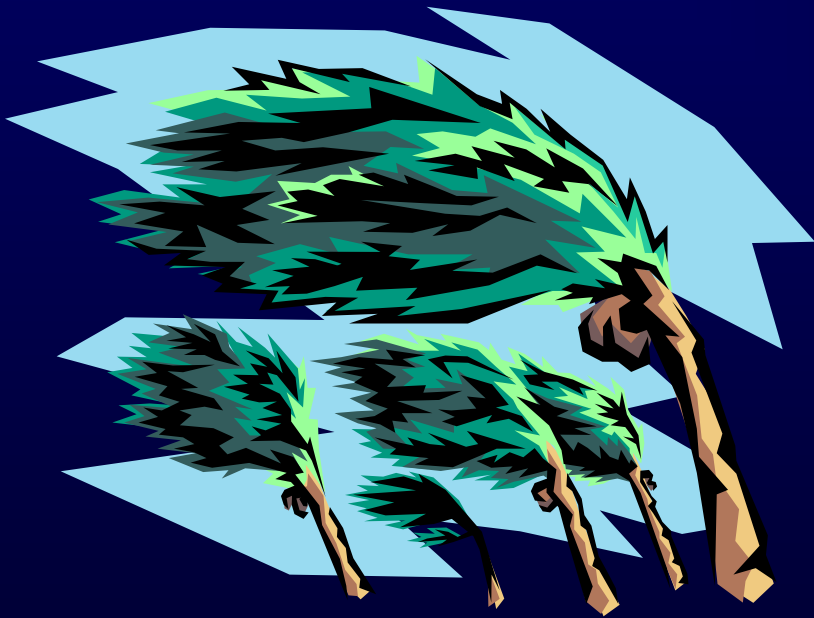
- ❑ Κατάλληλο αεροελαστικό σχεδιασμό συστήματος:
 - ❑ υπολογισμούς φορτίων
 - ❑ στατικούς και δυναμικούς ελέγχους του συστήματος & των επιμέρους τμημάτων αυτού.
- ❑ Κατασκευαστικές μεθόδους που διασφαλίζουν τον σχεδιασμό.



Εξωτερικές Συνθήκες

Κατάταξη του συστήματος σε τάξεις, οι οποίες προσδιορίζουν τις αναμενόμενες εξωτερικές συνθήκες για τις οποίες έχει σχεδιαστεί το σύστημα (V_{nom} , V_{ext} , I κ.α.).

Ο σχεδιασμός, η λειτουργία & η εγκατάσταση του συστήματος θα εξαρτώνται από την τάξη του μικρού αυτόνομου συστήματος.



Ονομαστικά Μεγέθη

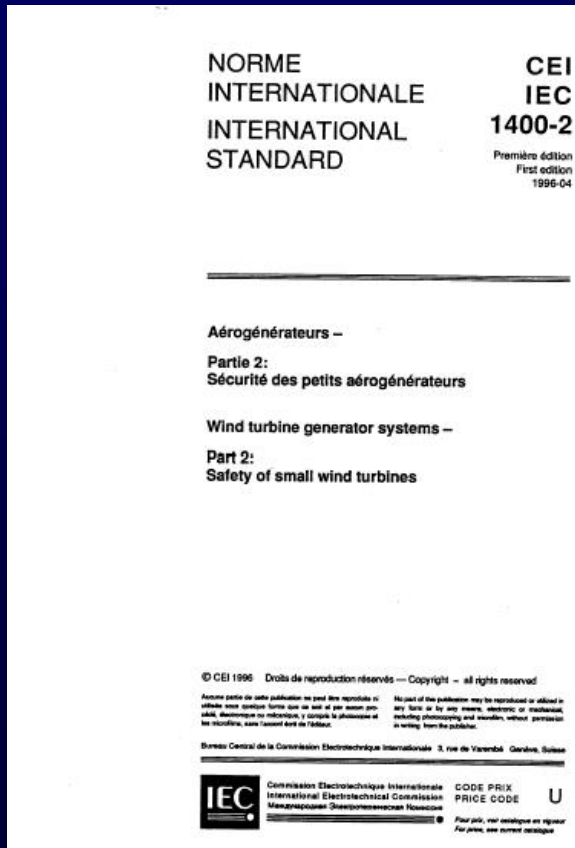


Τα απαραίτητα μεγέθη ώστε η σύγκριση των συστημάτων να είναι εύκολη & ασφαλής:

- ❑ Τάξη
- ❑ Ονομαστική ισχύς P_r
- ❑ Μέγιστη ισχύς P_{max}
- ❑ Ονομαστική ταχύτητα ανέμου V_{nom}
- ❑ Μέγιστη ταχύτητα ανέμου σχεδίασης V_{ext}
- ❑ Είδος συστήματος περιστροφής (yaw control)
- ❑ Είδος συστήματος ελέγχου & ασφάλειας (control & safety system)
- ❑ Είδος πλύμνης (hub).









Υποσυστήματα



Όλα τα συστήματα θα πρέπει να κατασκευάζονται σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς (IEC WT 01 -April 2001, ISO 2394 –1986, Eurocode 3)

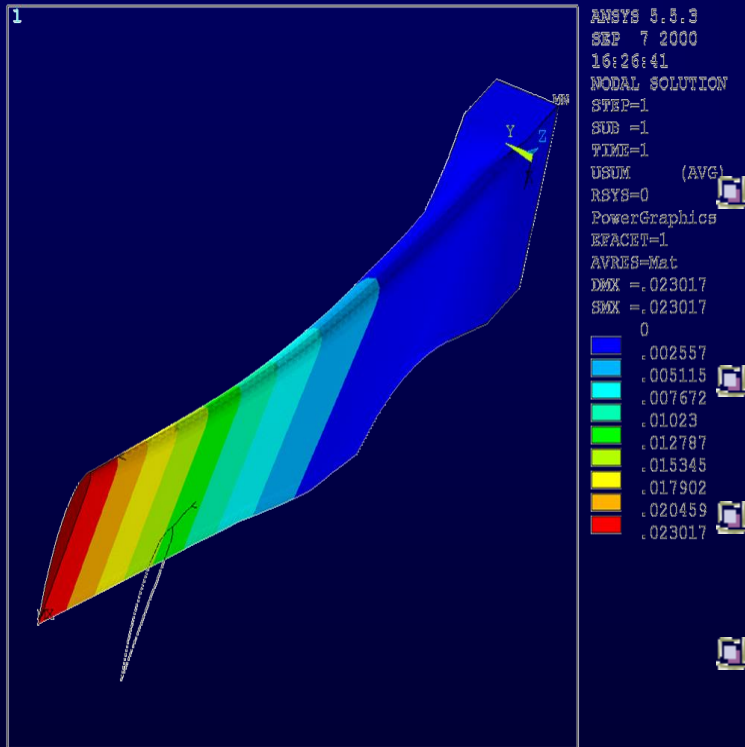
Έμφαση οφείλει να δοθεί στα κύρια μέρη του συστήματος:

-  Πτερύγωση
-  Γεννήτρια
-  Πυλώνας
-  Σύστημα ελέγχου & ασφάλειας
-  Σύστημα αποθήκευσης ενέργειας
-  Εγχειρίδια



Εργαστήριο Σύνθεσης Ενεργειακών Συστημάτων, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, ΕΛΜΕΠΙΑ, 71004 Εσταυρωμένος, Ηράκλειο, www.hmu.gr, Tel, Fax: 2810 256191, email: condax@hmu.gr

Πτερύγωση



☐ Αεροδυναμικός & δομικός σχεδιασμός

(βελτιστοποίηση συμπεριφοράς, μεγιστοποίηση απολαβής ισχύος, μείωση κόστους)

☐ Υπολογισμοί σχεδιασμού (απλοποίηση αεροελαστικής ανάλυσης με χρήση συντελεστών ασφαλείας)

☐ Καταστρεπτικές δοκιμές (κάλυψη στατικών & κοπωτικών φορτίων, μέτρηση ελαστικότητας)

☐ Μέτρηση ιδιοσυχνοτήτων εν στάση ($\neq 10\%$ από ιδιοσυχνότητες περιστροφής ρότορα)

☐ Ζυγοστάθμιση ($M_{εκmax} < 3\% * M_{nom}$ & η διαφορά των γωνιών κλίσης μεταξύ των πτερυγίων $< 0.5^\circ$).



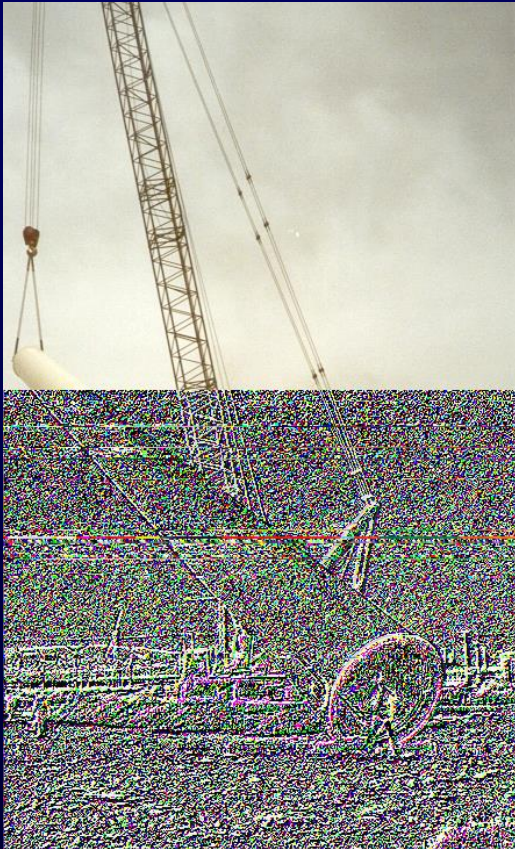
Γεννήτρια



- ❑ Γεννήτριες με μόνιμους μαγνήτες (*permanent magnet generators*)
 - ❑ αποφεύγεται η χρήση πολλαπλασιαστή στροφών μεταξύ δρομέα & γεννήτριας
 - ❑ ελαχιστοποιημένη συντήρηση
- ❑ Η τάξη στεγανοποίησης τουλάχιστον IP 54
- ❑ Η μόνωση επιλέγεται σύμφωνα με τις περιβαλλοντολογικές συνθήκες της περιοχής εγκατάστασης.



Πυλώνας

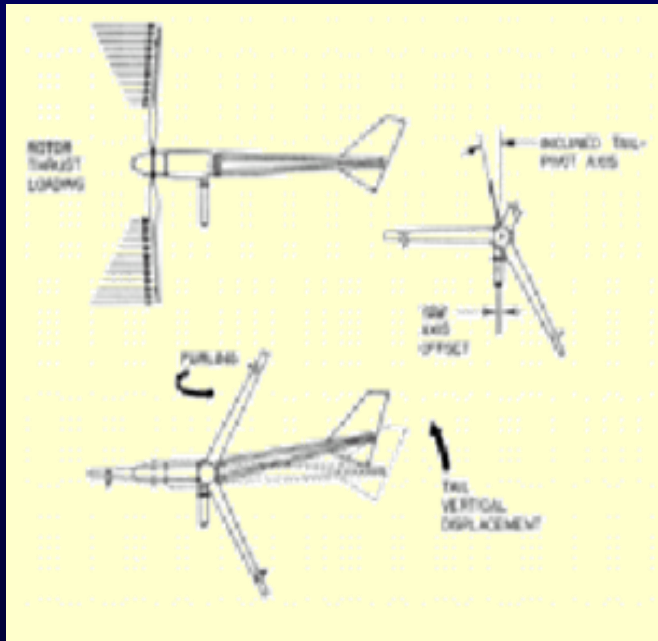


- ❏ Υπολογισμός σε ακραία στατικά & σε κοπρωτικά φορτία
- ❏ Μέτρηση ιδιοσυχνοτήτων ($\neq 10\%$ από ιδιοσυχνότητες περιστροφής ρότορα)
- ❏ Υπολογισμός συρματοσχοίνων (εάν υπάρχουν)
- ❏ Επαρκής αντιδιαβρωτική προστασία.



Σύστημα ελέγχου & ασφάλειας

Το σύστημα ελέγχου & ασφάλειας εξασφαλίζει την ανά πάσα στιγμή ομαλή λειτουργία του συστήματος. Σε περίπτωση προβλήματος το σύστημα ασφαλείας οφείλει να υπερέχει του συστήματος ελέγχου, τα οποία πρέπει να είναι μεταξύ τους ανεξάρτητα.



☐ Ενεργητικό (active)

Διαρκής έλεγχος παραμέτρων από αισθητήρια. Αν εμφανισθεί κάποιο πρόβλημα, το σύστημα ενεργοποιεί μία διαδικασία που θέτει την Α/Γ υπό έλεγχο.

☐ Παθητικό (passive)

Με κατάλληλο σχεδιασμό επιτυγχάνεται η κανονική λειτουργία της Α/Γ κάτω από καθορισμένες εξωτερικές συνθήκες.



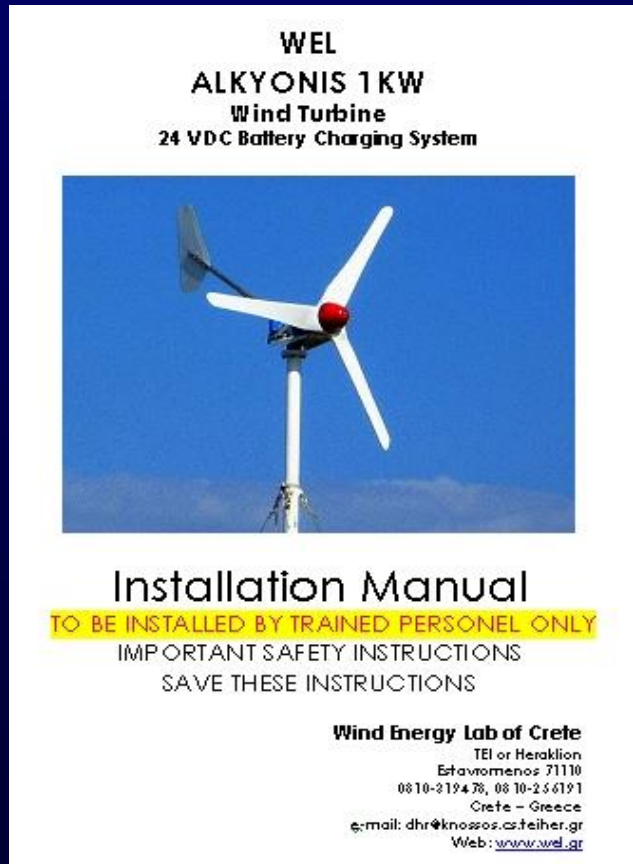
Σύστημα αποθήκευσης ενέργειας



- ❑ *Συσσωρευτές (κατά προτίμηση βαθιάς εκφόρτισης (deep cycle batteries), έχουν τη δυνατότητα να εκφορτιστούν έως και 80% της χωρητικότητας τους)*
- ❑ *Ελεγκτής φόρτισης (charge controller) ώστε να προστατεύονται οι συσσωρευτές από υπερφόρτιση.*



Εγχειρίδια



- ❏ Εγχειρίδιο εγκατάστασης του συστήματος (*installation manual*)
- ❏ Εγχειρίδιο χρήσης και συντήρησης (*user & maintenance manual*)

Τα εγχειρίδια οφείλουν να περιέχουν:

- ❏ τις απαραίτητες επισημάνσεις και προειδοποιήσεις (*notices & warnings*)
- ❏ πίνακα αναγνώρισης προβλημάτων & επεμβάσεων (*troubleshooting table*)
- ❏ Να είναι γραμμένα σε κατανοητή γλώσσα από το χρήστη.



ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΜΙΚΡΩΝ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΓΙΑ ΑΥΤΟΝΟΜΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Μια προσέγγιση στην τεχνολογία των Μικρών Ανεμογεννητριών (<60kW) που εξασφαλίζει την μέγιστη ασφάλεια και αξιοπιστία των Α/Γ, αποσκοπώντας στην ευρεία εξάπλωση τους.



Η ΜΕΧΡΙ ΤΩΡΑ ΠΟΡΕΙΑ



Η λανθασμένη αντιμετώπιση που επικρατεί μέχρι τώρα ταυτίζεται με:

■ *Κατασκευαστές:*

- *χαμηλή ποιότητα κατασκευής*
- *αναξιόπιστη λειτουργία των συστημάτων*

■ *Μελετητές:*

- *λανθασμένη εκτίμηση των εξωτερικών χαρακτηριστικών της περιοχής εγκατάστασης*
- *κακή επιλογή συστήματος ανεμογεννήτριας*

■ *Τεχνικό Προσωπικό, Συνεργεία:*

- *χαμηλή ποιότητα εγκατάστασης & συντήρησης των συστημάτων*

■ *Επενδυτικό Κοινό:*

- *διστακτικότητα, αναξιοπιστία.*



ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ/ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ

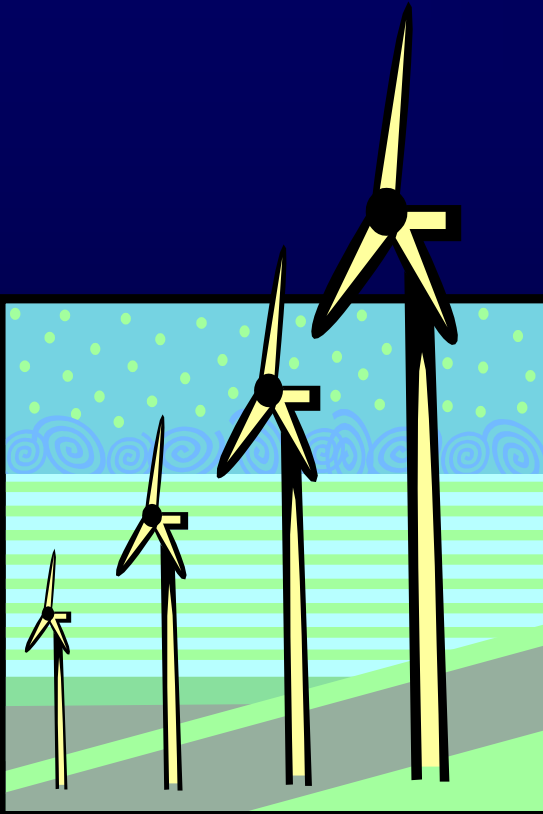


- Υπαρξη σαφών προδιαγραφών ώστε να εξασφαλίζεται:
 - η ασφάλεια του προϊόντος
 - η απλότητα κατά τη χρήση
 - ελάχιστη απαιτούμενη συντήρηση
 - η μέγιστη διαθεσιμότητα.

- Υπαρξη ενός οργανισμού πιστοποίησης ο οποίος:
 - θεσμοθετεί τις απαραίτητες προδιαγραφές ως κανόνες πιστοποίησης
 - επαληθεύει τη συμφωνία του υπό πιστοποίηση συστήματος με τους κανόνες πιστοποίησης.



ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΜΙΚΡΩΝ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΓΙΑ ΑΥΤΟΝΟΜΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ



Οι ισχύουσες προδιαγραφές ασφαλείας για τις μικρές Α/Γ (IEC 61400-2, Apr 1996) δεν ανταποκρίνονται πλέον στις προσδοκίες κατασκευαστών – επενδυτών.

Η διαδικασία αναθεώρησης των προδιαγραφών είναι υπό εξέλιξη, από την επιτροπή TC 88 MT15 του IEC (όπου συμμετέχει το Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας).

Βασικές Αρχές

- ❑ Εξωτερικές συνθήκες
- ❑ Ονομαστικά μεγέθη
- ❑ Υποσυστήματα

Πρότυπο IEC 61400-2 ed.2

Ανάγκη ύπαρξης
προδιαγραφών
μικρών
ανεμογεννητριών

Σύνταξη προτύπου
61400-2 εκδ.2

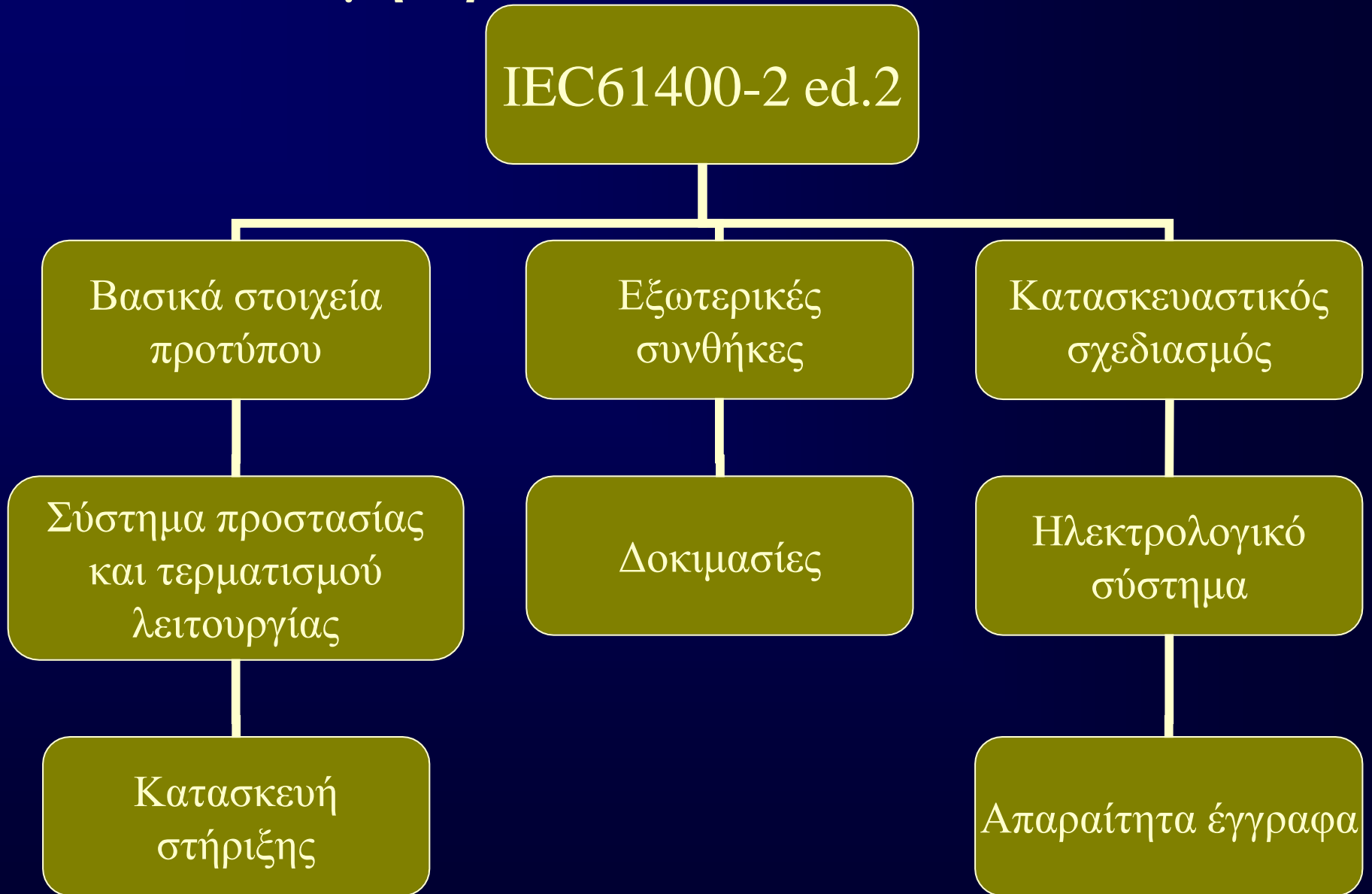
Κατάλληλο επίπεδο
ασφάλειας

Βελτιστοποίηση
Κατασκευής

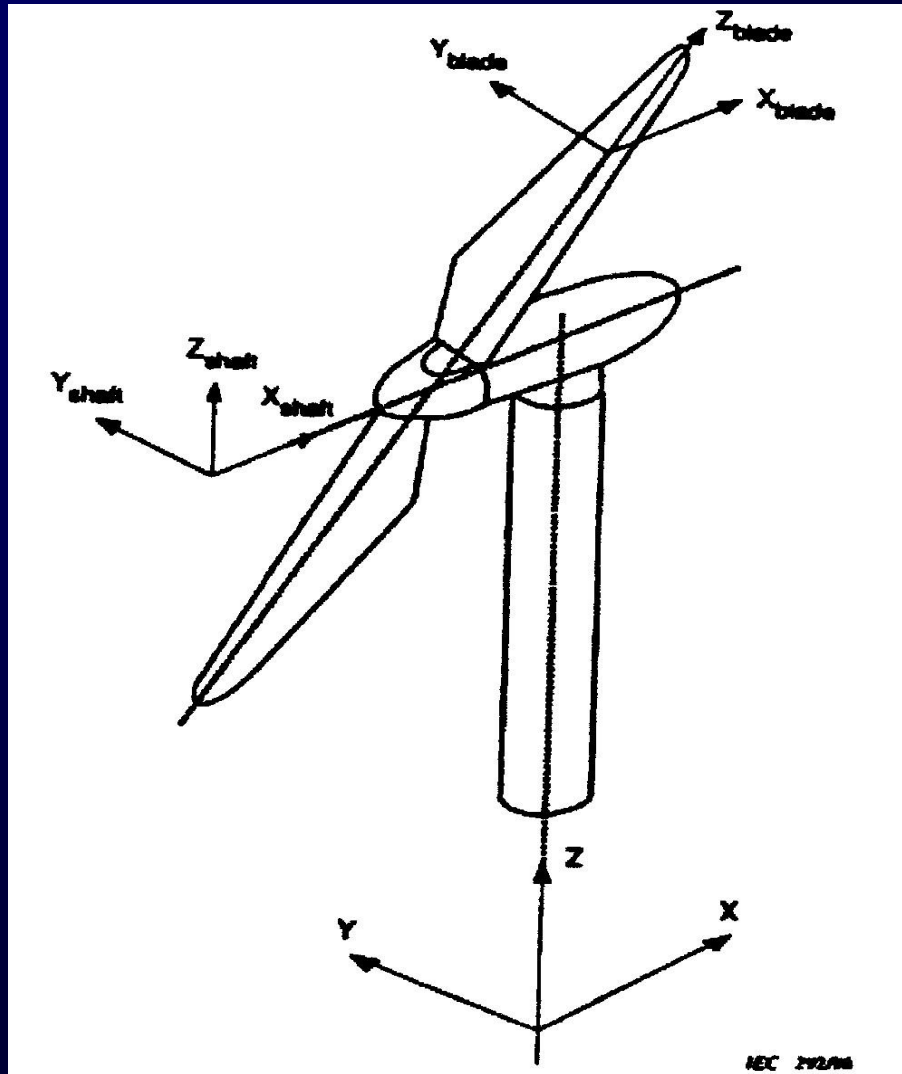
Επιφάνεια σάρωσης <2000m²
παραγωγή με τάση
<1000V A.C. ή
<1500V D.C.



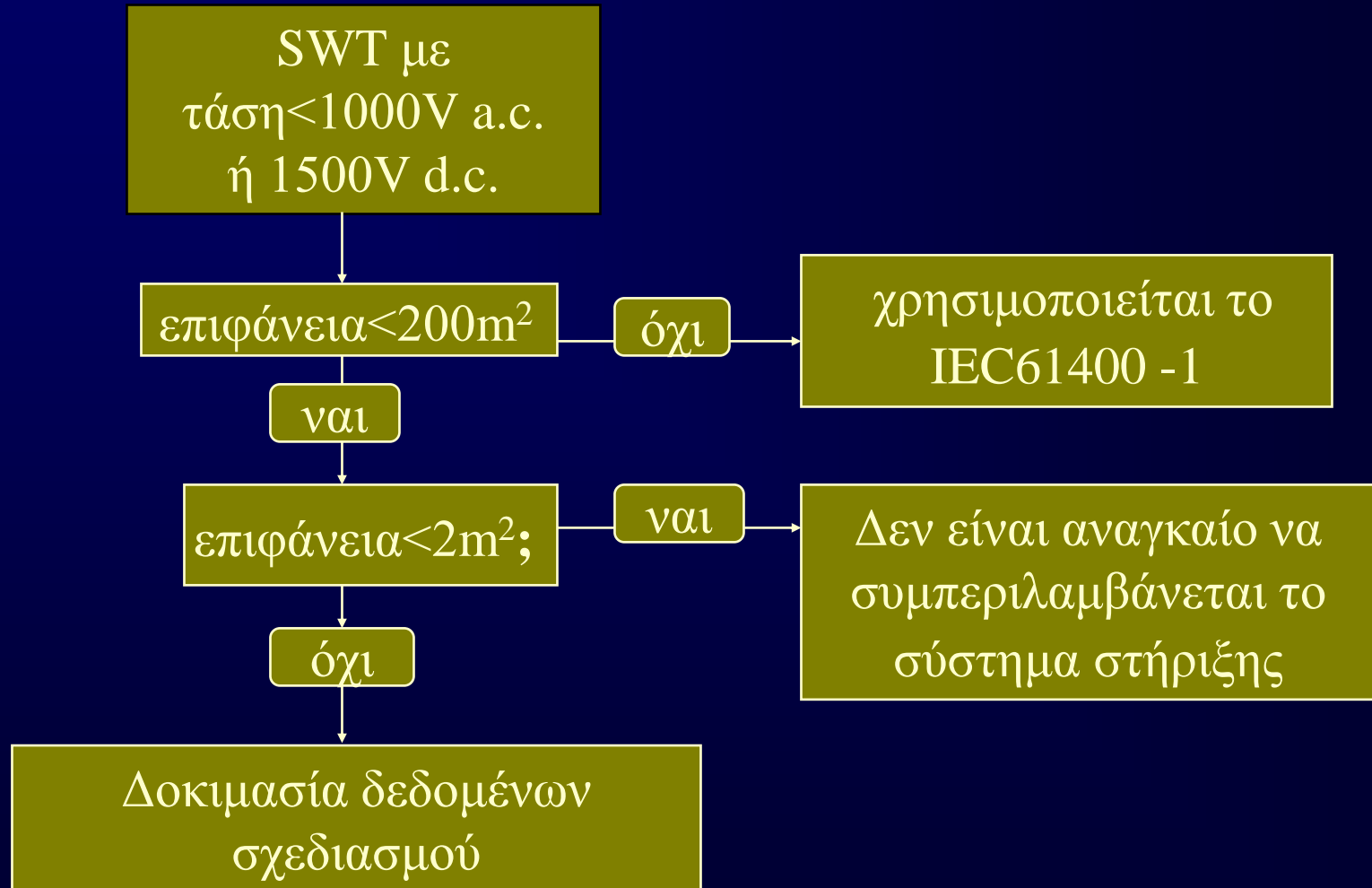
Δομή Προτύπου IEC 61400-2 ed.2



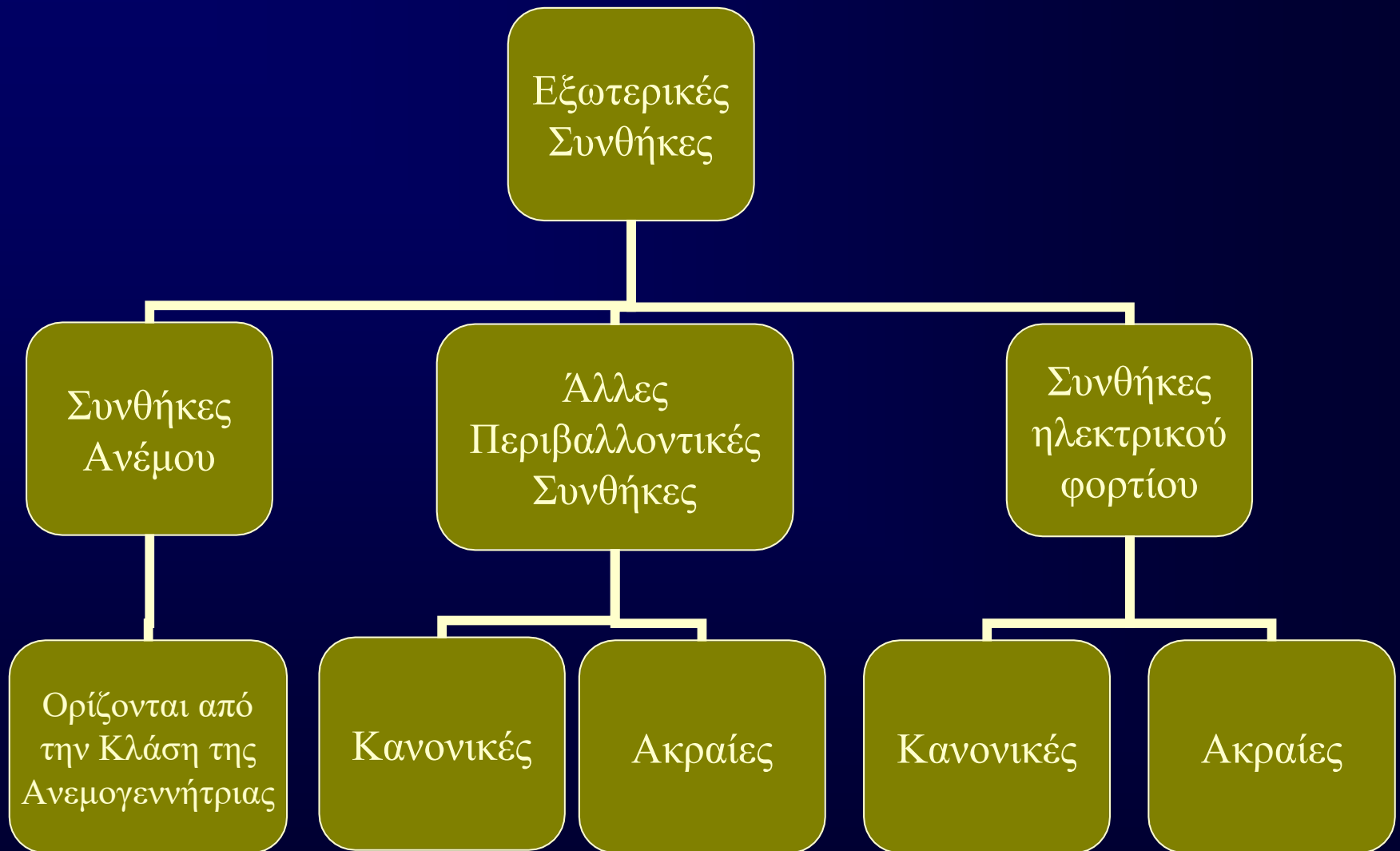
Σύστημα Συντεταγμένων



Βασικά Στοιχεία Προτύπου



Εξωτερικές Συνθήκες



Συνθήκες Ανέμου (Κλάσεις Α/Γ)

Κλάση SWT	I	II	III	IV	S
Vref (m/s)	50	42,5	37,5	30	Οι τιμές
Vave (m/s)	10	8,5	7,5	6	θα ορίζονται
I15 (-)	0,18	0,18	0,18	0,18	από τον
a (-)	2	2	2	2	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤ ή



Άλλες Κανονικές Περιβαλλοντικές Συνθήκες

- Θερμοκρασία
- Σχετική Υγρασία
- Πυκνότητα αέρα
- Ηλιακή ακτινοβολία
- Πυκνότητα αέρα



Άλλες Ακραίες Περιβαλλοντικές Συνθήκες

- Θερμοκρασία
- Κεραυνοί
- Πάγος
- Σεισμοί



Συνθήκες Ηλεκτρικού Φορτίου

Κανονικές και ακραίες ηλεκτρικές συνθήκες :

- Τάση
- Συχνότητα
Αστάθεια τάσης
- Διαδικασίες αυτόματης σύνδεσης μετά από λάθος δικτύου
- Κατάσταση όπου τίθεται το σύστημα εκτός ηλεκτρικού δικτύου



Κατασκευαστικός Σχεδιασμός



Σύστημα Προστασίας και Τερματισμού Λειτουργίας

-Σύστημα προστασίας

Θα πρέπει να σχεδιαστεί έτσι ώστε να είναι ασφαλές κατά την αστοχία του (fail-safe). Μια βλάβη στο σύστημα ελέγχου, ισχύος, ή στο σύστημα προστασίας δεν θα πρέπει να επιτρέπει στην ανεμογεννήτρια να υπερβεί την μέγιστη ταχύτητα περιστροφής n_{max} .

-Σύστημα τερματισμού λειτουργίας

- Χειροκίνητος τερματισμός λειτουργίας
- Τερματισμός λειτουργίας για συντήρηση



Δοκιμασίες



Στοιχεία Υπολογισμού Κατασκευής Στήριξης



Ηλεκτρολογικό Σύστημα

Ηλεκτρολογικό σύστημα

Προστατευτικοί μηχανισμοί

Μηχανισμός αποσύνδεσης

Συστήματα γείωσης

Αντικεραυνική προστασία

Ηλεκτρικοί αγωγοί και καλωδιώσεις

Ηλεκτρικά φορτία



Απαραίτητα Έγγραφα

Απαραίτητα
έγγραφα

Σχέδια και
οδηγίες
εγκατάστασης

Κατασκευή
διάταξης
στήριξης

Διαδικασίες
εκκίνησης και
τερματισμού
λειτουργίας

Συντήρηση
και τακτική
επιθεώρηση

<Να εγκαθίσταται μόνο
από ειδικευμένο
προσωπικό>

<Η συντήρηση και οι
επισκευές να γίνονται μόνο
από ειδικευμένο προσωπικό>



Πρόγραμμα Πιστοποίησης Μικρών Ανεμογεννητριών



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- ✓ Οι προδιαγραφές & κατά συνέπεια η πιστοποίηση των Αυτόνομων Ενεργειακών Συστημάτων οφείλουν να καθιερωθούν μιας και εξασφαλίζουν:
 - ✓ Την ασφαλή λειτουργία του συστήματος, ώστε να εξαλειφθεί η διστακτικότητα που υφίσταται στο κοινό
 - ✓ Την σωστή περιγραφή του (ονομαστικά μεγέθη) ώστε η μεταξύ των συστημάτων σύγκριση από τους επενδυτές να είναι ακριβής.
- ✓ Παράλληλα με την πιστοποίηση των συστημάτων, η θέσπιση μιας κατάλληλης οικονομικής & χρηματοπιστωτικής πολιτικής θα εξασφαλίσει την αξιόπιστη & ανταγωνιστική αγορά.

