

GOODWE

DRIVING THE WORLD'S SMART ENERGY FUTURE

GoodWe

Renewable & Storage Forum 7,
22 – 23 Οκτωβρίου 2025, Αθήνα

**Από τη Διασύνδεση στην Ποιότητα Ενέργειας:
Grid Compliance και η Μετάβαση από Grid-Following σε Grid-Forming
στο Ευρωπαϊκό Ενεργειακό Δίκτυο**

Dimitrios Pantoulas
Technical Director Utility Projects Europe
GoodWe Europe GmbH

Dimitrios Pantoulas
Technical Director Utility Projects Europe
GoodWe Europe GmbH

Από τη Διασύνδεση στην Ποιότητα Ενέργειας: Grid Compliance και η Μετάβαση από Grid-Following σε Grid-Forming στο Ευρωπαϊκό Ενεργειακό Δίκτυο

Από τον αρχικό σχεδιασμό και την αδειοδότηση έως τη δοκιμή διασύνδεσης και τη συμμόρφωση με τα grid codes — μαθήματα, προκλήσεις και βέλτιστες πρακτικές από την ευρωπαϊκή εμπειρία των utility-scale έργων.

Προς ένα αξιόπιστο, σταθερό και βιώσιμο ενεργειακό σύστημα — με τη συνεργασία όλων των φορέων και τη συμβολή της τεχνολογίας

Τι Σημαίνει «Ποιοτική Ενέργεια»

GOODWE

Η ποιοτική ενέργεια δεν αφορά μόνο τη διαθεσιμότητα, αλλά κυρίως τη σταθερότητα και αξιοπιστία των ηλεκτρικών χαρακτηριστικών.

Όπως το νερό πρέπει να είναι πόσιμο, έτσι και η ενέργεια πρέπει να πληροί προδιαγραφές ποιότητας.



Σταθερή Τάση

Χωρίς υπερτάσεις ή πτώσεις



Σταθερή Συχνότητα

Κοντά στα 50 Hz



Συντελεστής Ισχύος

Διαχείριση αέργου ισχύος



Ισορροπία Φάσεων

Σωστή συμμετρία φορτίου

Η Σημασία της Ποιότητας της Παραγόμενης Ενέργειας

Η ποιότητα της ενέργειας είναι θεμελιώδης, ιδιαίτερα με την ενσωμάτωση των ΑΠΕ, καθώς διασφαλίζει τη σταθερότητα και αξιοπιστία του δικτύου. Η τεχνολογία διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στην επίτευξη αυτών των προτύπων.



Πρότυπα Ποιότητας

Η παραγωγή ενέργειας πρέπει να συμμορφώνεται με αυστηρά πρότυπα ποιότητας, ιδίως όσον αφορά τις αρμονικές και τα flickers, που μπορούν να επηρεάσουν την απόδοση του δικτύου και του εξοπλισμού.



Διεθνείς Κανονισμοί

Η GoodWe τηρεί πλήρως τα διεθνή πρότυπα IEC και EN50549, τα οποία καθορίζουν τα όρια για τις αρμονικές παραμορφώσεις και τα flickers, συμπεριλαμβανομένων αυτών που προκαλούνται από τις μεταγωγές.



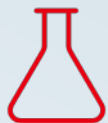
Καινοτόμες Επιδόσεις

Οι τελευταίας γενιάς utility inverters της GoodWe επιτυγχάνουν **Συνολική Αρμονική Παραμόρφωση (THD) κάτω του 1%**, υπερβαίνοντας κατά πολύ τις απαιτούμενες προδιαγραφές (3-5%).

Αυτές οι υψηλές επιδόσεις υπογραμμίζουν την αφοσίωση της GoodWe στην παροχή αξιόπιστων και ποιοτικών λύσεων, συμβάλλοντας ενεργά σε ένα πιο σταθερό και αποτελεσματικό ενεργειακό σύστημα.

Οι Φορείς του Project Life Cycle

Η επιτυχία ενός φωτοβολταϊκού έργου απαιτεί συλλογική προσπάθεια πολλών φορέων:



Developers & Τράπεζες

Σχεδιασμός και χρηματοδότηση έργων



Κρατικοί Φορείς

Αδειοδοτήσεις



Σύμβουλοι & EPC

Μελέτες και κατασκευή



Διαχειριστές Δικτύων



Προμηθευτές Εξοπλισμού

Inverters, panels, structures, SCADA



Έλεγχος Ποιότητας

QA/QC, FATs, SATs, Cold & Hot Commissioning

Το Project Life Cycle ξεκινάει από το Development, φτάνει στη διασύνδεση και συνεχίζει με Grid Compliance testing. Οι προδιαγραφές Grid Code αποσκοπούν στην παραγωγή και μεταφορά ποιοτικής ενέργειας στον τελικό καταναλωτή.

Στόχοι ΑΠΕ 2030

GOODWE

42.5%

Στόχος ΑΠΕ

Τουλάχιστον 42,5%
του ενεργειακού
μίγματος της ΕΕ έως
το 2030

75%

Εκπομπές

Ο ενεργειακός τομέας
ευθύνεται για πάνω
από 75% των
εκπομπών αερίων
θερμοκηπίου

55%

Μείωση

Μείωση εκπομπών
κατά τουλάχιστον
55% έως το 2030

Η αναθεωρημένη Οδηγία EU/2023/2413 θέτει φιλόδοξους στόχους για τη μετάβαση σε κλιματικά ουδέτερη Ευρώπη έως το 2050.

Ο Ρόλος των Δικτύων και Διασυνδέσεων

Τα υπάρχοντα δίκτυα αναπτύχθηκαν με βάση την τεχνολογία πυρηνικών και ορυκτών καυσίμων. Στον 21ο αιώνα απαιτείται προσαρμογή στο νέο μοντέλο παραγωγής ΑΠΕ.



Αποκεντρωμένη Παραγωγή

Ενσωμάτωση αυτοκατανάλωσης



Αποθήκευση Ενέργειας

Πολλαπλές μορφές αποθήκευσης



Έξυπνα Δίκτυα

Smart grids και πρόβλεψη σφαλμάτων



Συνέχεια & Προστασία

Αποφυγή διακοπών και blackouts

Grid Compliance vs Sizing

Η συμμόρφωση με τους κανονισμούς δικτύου είναι ουσιώδης για την ομαλή ένταξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ). Τα υπάρχοντα δίκτυα σχεδιάστηκαν για συμβατική παραγωγή, ενώ οι μονάδες ΑΠΕ λειτουργούν ως grid-following συστήματα, εισάγοντας νέες τεχνολογικές προκλήσεις. Οι κανονισμοί δικτύου (grid codes) διασφαλίζουν την ποιότητα, σταθερότητα, υποστήριξη και ασφάλεια του δικτύου.

Ποιότητα Δικτύου

Διασφάλιση παραγωγής ενέργειας σύμφωνα με πρότυπα ποιότητας (π.χ. harmonics και flickers).

Υποστήριξη Δικτύου

Δυνατότητα των ΑΠΕ να προσφέρουν στήριξη με ενεργό ή άεργο ρεύμα όταν η τάση ή η συχνότητα παρεκκλίνουν.

Σταθερότητα Δικτύου

Ικανότητα των ΑΠΕ να αντέχουν διαταραχές (fault ride through) χωρίς αποσύνδεση, παρέχοντας ενεργό ή άεργο ισχύ.

Ασφάλεια Δικτύου

Ικανότητα των συστημάτων ΑΠΕ να αποσυνδέονται σε περιπτώσεις όπου η συνέχιση λειτουργίας θα επιδείνωνε ένα πρόβλημα (π.χ. ROCOF).

Grid Compliance vs Sizing

Για την επιτυχή ενσωμάτωση, απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή σε όλες τις φάσεις του κύκλου ζωής ενός έργου:

Φάση Ανάπτυξης

- Προμελέτη & Χρηματοοικονομική Ανάλυση
- Αδειοδότηση & Εγκρίσεις

Φάση Υλοποίησης

- Μελέτη Κατασκευής (E) & Προμήθεια (P)
- Κατασκευή (C) & Διασφάλιση Ποιότητας (QA/QC)
- Cold & Hot Commissioning, Διασύνδεση
- Δοκιμές Συμμόρφωσης Δικτύου (Grid Compliance Testing)

Οι κανονισμοί δικτύου (grid codes) αποτελούν τον ακρογωνιαίο λίθο για την παραγωγή και μεταφορά ποιοτικής ενέργειας.

Grid Following vs Grid Forming: Η Εξέλιξη των Δικτύων

Η μετάβαση σε ένα ενεργειακό σύστημα με υψηλή διείσδυση ΑΠΕ απαιτεί μια θεμελιώδη αλλαγή στον τρόπο που οι μονάδες παραγωγής αλληλεπιδρούν με το δίκτυο. Ενώ τα συστήματα Grid Following βασίζονται στην ύπαρξη ενός ισχυρού δικτύου για να συγχρονιστούν, η τεχνολογία Grid Forming είναι ικανή να παρέχει αυτόνομη υποστήριξη και σταθεροποίηση.

Passively syncs to external electrical characteristics

Grid Following

Requires stable grid reference

Actively controls voltage and frequency

Grid Forming

Supports islanded and weak grids

Το Grid Forming: Πρότυπο Σταθερότητας στην Ευρώπη

GOODWE

Η τεχνολογία Grid Forming αποτελεί πλέον πραγματικότητα στην Ευρώπη, ενσωματώνοντας βασικές λειτουργίες για τη σταθερότητα και ευελιξία των ηλεκτρικών δικτύων. Θα συμπεριληφθεί στις απαιτήσεις του RFG2, ενώ αρκετές χώρες έχουν ήδη ενσωματώσει σχετικούς κανονισμούς:

Ηνωμένο Βασίλειο

Απαιτήσεις Grid Forming στον Κώδικα Δικτύου (έκδοση 12 του 2022) με πλήρη ενσωμάτωση στην αναθεώρηση του 2025 (Grid Code | NESO).

Ιταλία

Παρουσίασε κατευθυντήριες γραμμές του διαχειριστή Terna για συστήματα BESS με έλεγχο Grid Forming (Μάιος 2024).

Γερμανία

Δημοσίευσε τεχνικές απαιτήσεις και διαδικασίες επαλήθευσης για συστήματα με λειτουργία Grid Forming (Μάιος 2024).

Οι απαιτήσεις Grid Forming επεκτείνονται πέραν της απλής στήριξης, περιλαμβάνοντας ταχεία απόκριση, προσομοιωμένη αδράνεια, δυνατότητα επανεκκίνησης (**black start**) και λειτουργία σε νησιδοποιημένο καθεστώς (**islanding operation**). Αν και τεχνικά εφικτό για τους αντιστροφείς φωτοβολταϊκών, η εφαρμογή του είναι πρακτικότερη στα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας (BESS) λόγω της αστάθειας της ηλιακής παραγωγής.

Προσαρμογή Απαιτήσεων για Φωτοβολταϊκά

Υπάρχει άμεση ανάγκη για ειδικές απαιτήσεις που να αφορούν αποκλειστικά τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Σε τοπικό επίπεδο, πολλές προδιαγραφές που αναπτύχθηκαν αρχικά για αιολικά πάρκα, εφαρμόζονται πλέον στα PV χωρίς τις απαραίτητες προσαρμογές, δημιουργώντας αστοχίες και καθυστερήσεις.

Good Practice : Η GoodWe συμβάλλει ενεργά στην ομαλή ενσωμάτωση των φωτοβολταϊκών:

Συλλογή Δεδομένων

Το πανευρωπαϊκό δίκτυο πωλήσεων συλλέγει πληροφορίες από όλους τους κλάδους (οικιακό, εμπορικό, utility), τροφοδοτώντας την R&D για προσαρμογή προϊόντων.

Πιστοποιήσεις

Συνεργασία με διεθνείς οργανισμούς δοκιμών (SGS, TÜV) για εκτενή γνώση των ευρωπαϊκών αγορών και απαιτήσεων.

Τοπικές Συνεργασίες

Συμμετοχή σε ομάδες εργασίας με διαχειριστές δικτύων και ρυθμιστικές αρχές για τη διαμόρφωση εθνικών κανονισμών.

Επιτροπές Τυποποίησης

Ενεργός συμμετοχή σε ευρωπαϊκές και τοπικές επιτροπές (IEC, EN) για πρωτοπορία στις κανονιστικές εξελίξεις.

GOODWE



THANK YOU

GOODWE TECHNOLOGIES CO.,

LTD.

Dimitrios Pantoulas
Technical Director Utility Projects Europe
GoodWe Europe GmbH

GOODWE TECHNOLOGIES CO., LTD.