



Σύνδεση, Ένταξη και Διαχείριση Διεσπαρμένης ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ-Η στο Σύστημα Διανομής

ΟΕΒ 22 ΟΚΤ. 2019

Σ. Σταυρινός
Β. Διευθυντής (Λειτ. Συστήματος)



Στόχοι και Δομή Παρουσίασης

- ❑ ΔΣΔ Γενικά και Προκλήσεις
- ❑ Υποδιεύθυνση Λειτουργίας Συστ. Διανομής του ΔΣΔ
- ❑ Πλάνο του ΔΣΔ για την αντιμετώπισή των μεγάλων προκλήσεων:
 - ❑ Εισαγωγή Συστημάτων ψηλής Τεχνολογίας στον ΔΣΔ
 - ❑ «Κεντριοποίηση» λειτουργίας συστήματος
- ❑ Κύριες Απαιτήσεις Σύνδεσης Μονάδων ΑΠΕ στο δίκτυο Διανομής



Κύριες τωρινές και επερχόμενες προκλήσεις ΔΣΔ

Ο Διαχειριστής Συστήματος Διανομής στο νέο περιβάλλον που δημιουργείται θα έχει να αντιμετωπίσει:

1. Τεχνολογικές Αλλαγές.

Διεσπαρμένη Παραγωγή

Διείσδυση ΑΠΕ

Συμπαγωγή (micro CHP)

Ηλεκτρικό Αυτοκίνητο

Αποθήκευση Ενέργειας

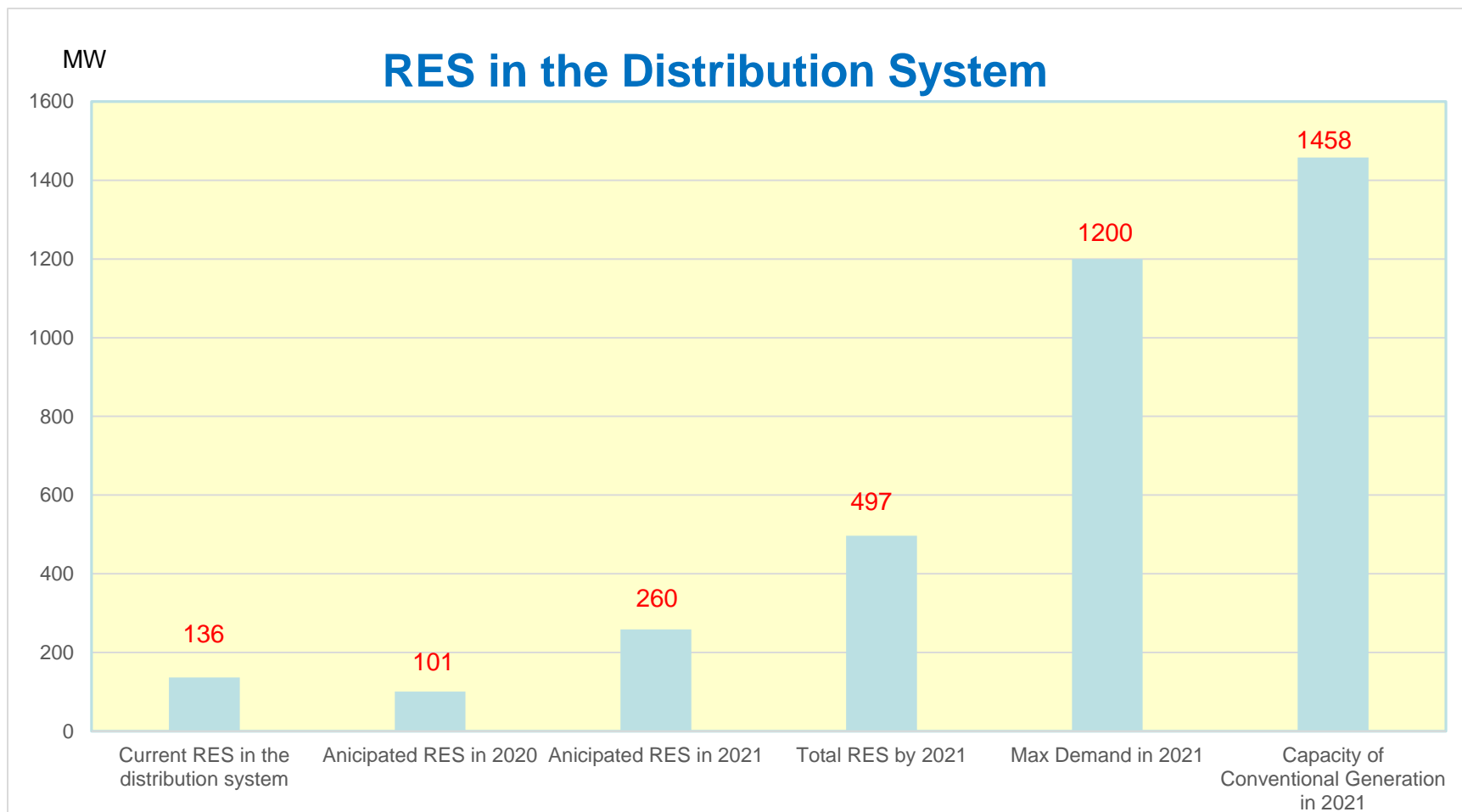
2. Αύξηση μεταβαλλόμενης ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας → Διαταραχή των παραμέτρων συστήματος (Συχνότητα, Τάση, Αρμονικές κ.α.).

3. Έξυπνα Δίκτυα.

4. Αυτοματοποίηση Δικτύων.

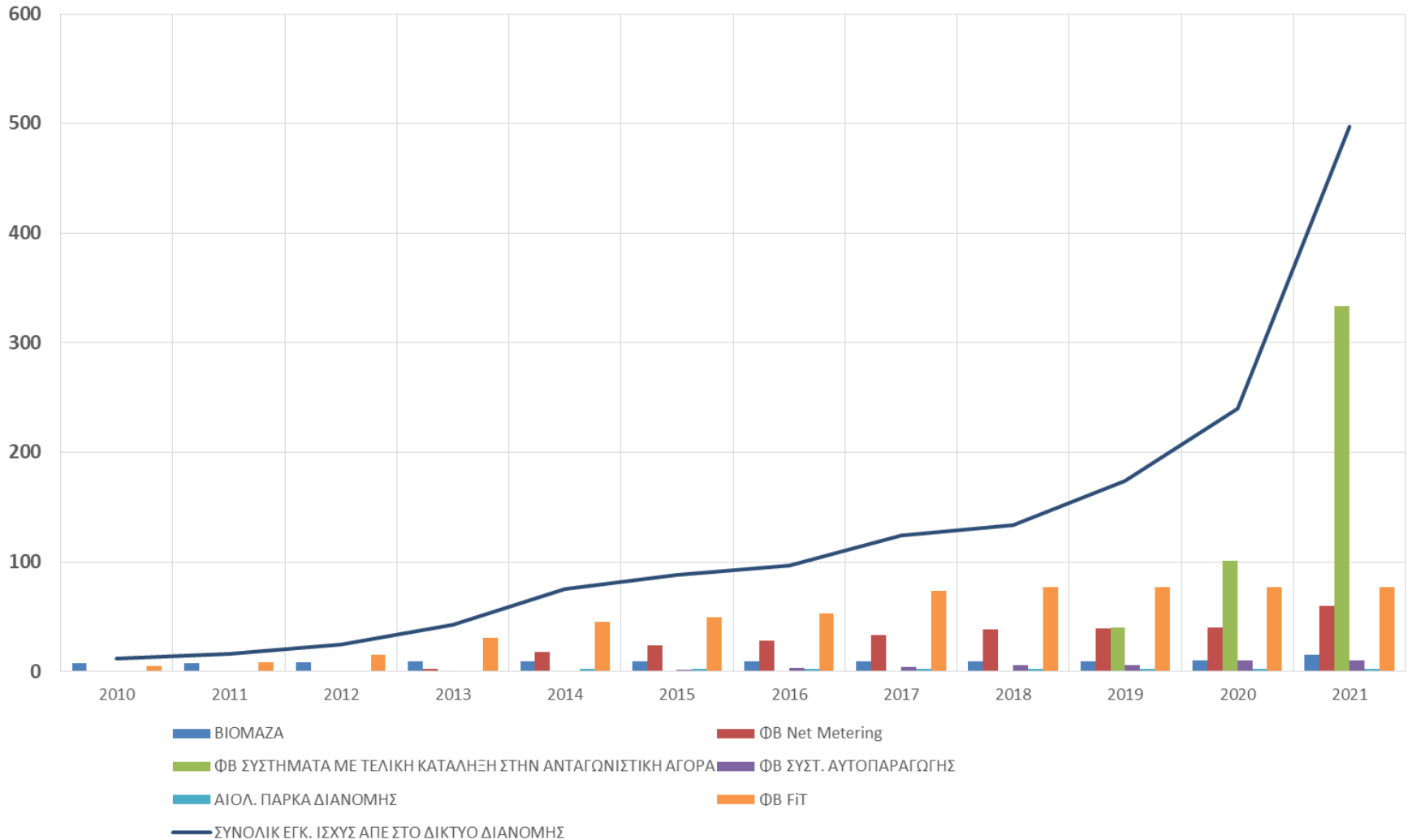


ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΑΠΕ





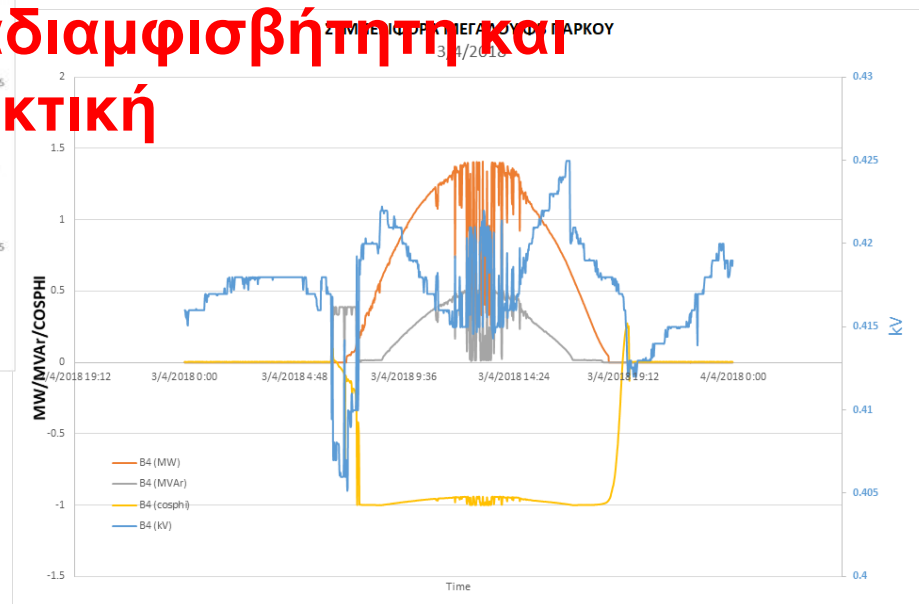
ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΕΓΚ. ΙΣΧΥΣ ΑΠΕ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ (MW)





Διαταραχή των παραμέτρων συστήματος (Συχνότητα, Τάση, Αρμονικές κ.α.).

Η αναγκαιότητα Παρακολούθησης και Ελέγχου της Συμπεριφοράς Διεσπαρμένης Παραγωγής είναι αδιαμφισβήτητη και ΕΠΙΤΑΚΤΙΚή





Πως να αντιμετωπίσει ο ΔΣΔ τις προκλήσεις (1);

- Ο ΔΣΔ επενδύει στην τεχνολογία για να μπορέσει να ανταπεξέλθει στις πολλές και ποικιλόμορφες προκλήσεις
 - Υπάρχουν σε εξέλιξη πολλά έργα εισαγωγής **συστημάτων** ψηλής τεχνολογίας :
 - SCADA/ADMS (Supervisory Control and Data Acquisition System/Adv. Distr. Management System)
 - MDMS (Meter Data Management System)
 - AMI (Advanced Metering Infrastructure)



Πως να αντιμετωπίσει ο ΔΣΔ τις προκλήσεις (2);

- Συνεχής προσπάθεια του ΔΣΔ για διαμόρφωση βελτιωμένων απαιτήσεων για σύνδεση ΑΠΕ-Η στο δίκτυο διανομής ώστε:
 - Να ληφθούν έγκαιρα τα αναγκαία μέτρα ώστε η διεσπαρμένη παραγωγή να τυγχάνει αποτελεσματικής διαχείρισης με σκοπό
 - Να συνεισφέρει και η διεσπαρμένη παραγωγή στην αντιμετώπιση προβλημάτων παραβίασης παραμέτρων λειτουργίας και
 - Να παρακολουθείται κεντρικά η ποιότητα ισχύος (η οποία επηρεάζεται αρνητικά από την ένταξη μεγάλου αριθμό αντιστροφών (Inverters) στο δίκτυο διανομής)



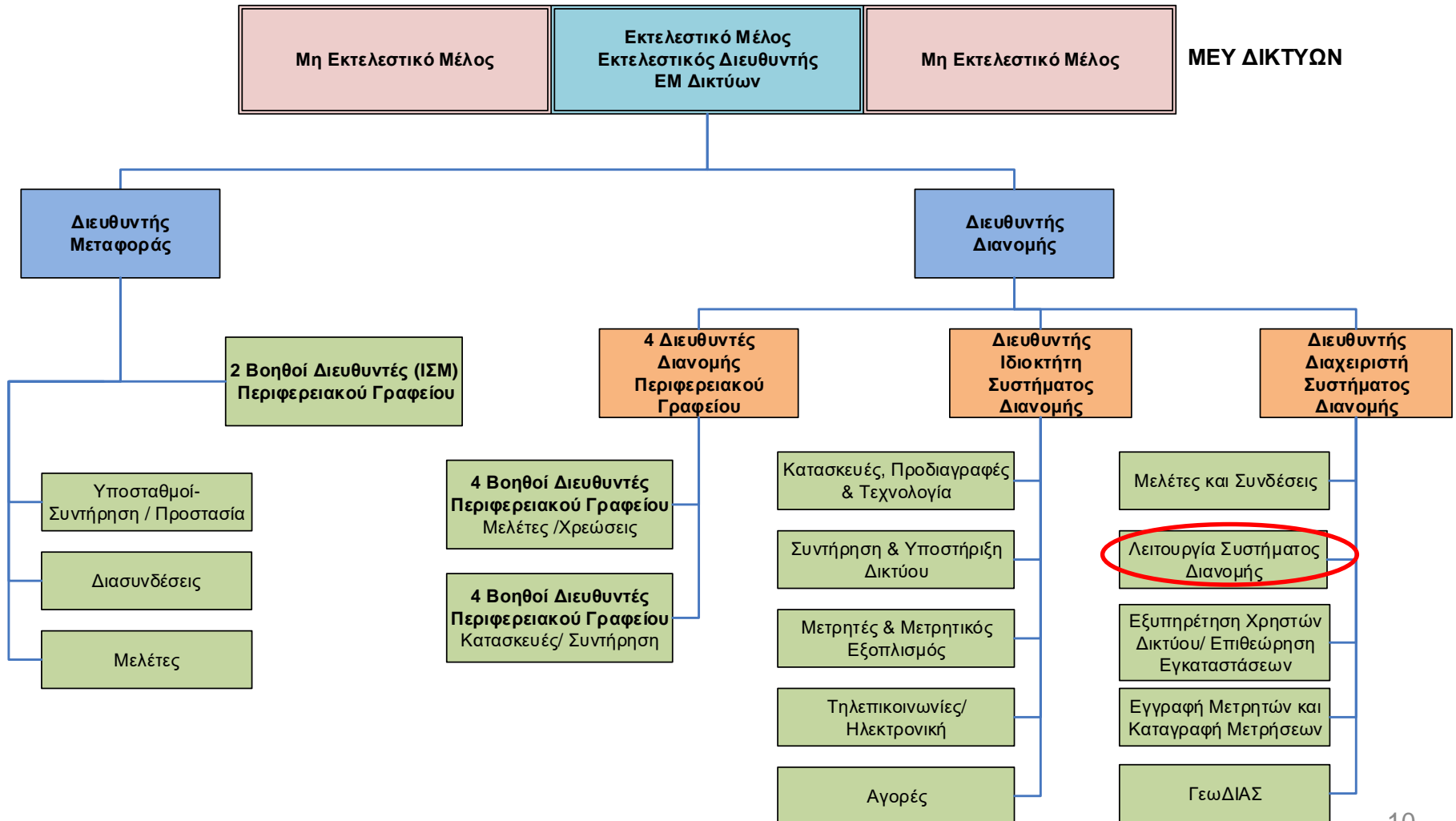
Πως να αντιμετωπίσει ο ΔΣΔ τις προκλήσεις (3);

“Κεντριοποιημένη” Λειτουργία του Συστήματος Διανομής

- Για να μπορέσει να ανταπεξέλθει στις δυσκολίες διαχείρισης του δικτύου ο ΔΣΔ προωθεί την εγκατάσταση ενός μοντέρνου συστήματος διαχείρισης δικτύου (SCADA ADMS)
- Ο ΔΣΔ αποσκοπεί μέσω του πιο πάνω συστήματος να διενεργείται **κεντρικά** η λειτουργία του συστήματος διανομής από το «Εθνικό Κέντρο Ελέγχου Διανομής»



ΔΙΕΥΘΥΝΤΙΚΗ ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΔΟΜΗ ΕΜ ΔΙΚΤΥΩΝ



Αντικείμενο υποδιεύθυνσης Λειτουργίας ΔΣΔ

(από Κανόνα Λειτουργίας)

Η διατήρηση ασφαλούς, αξιόπιστου και αποδοτικού δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, με τα ακόλουθα:

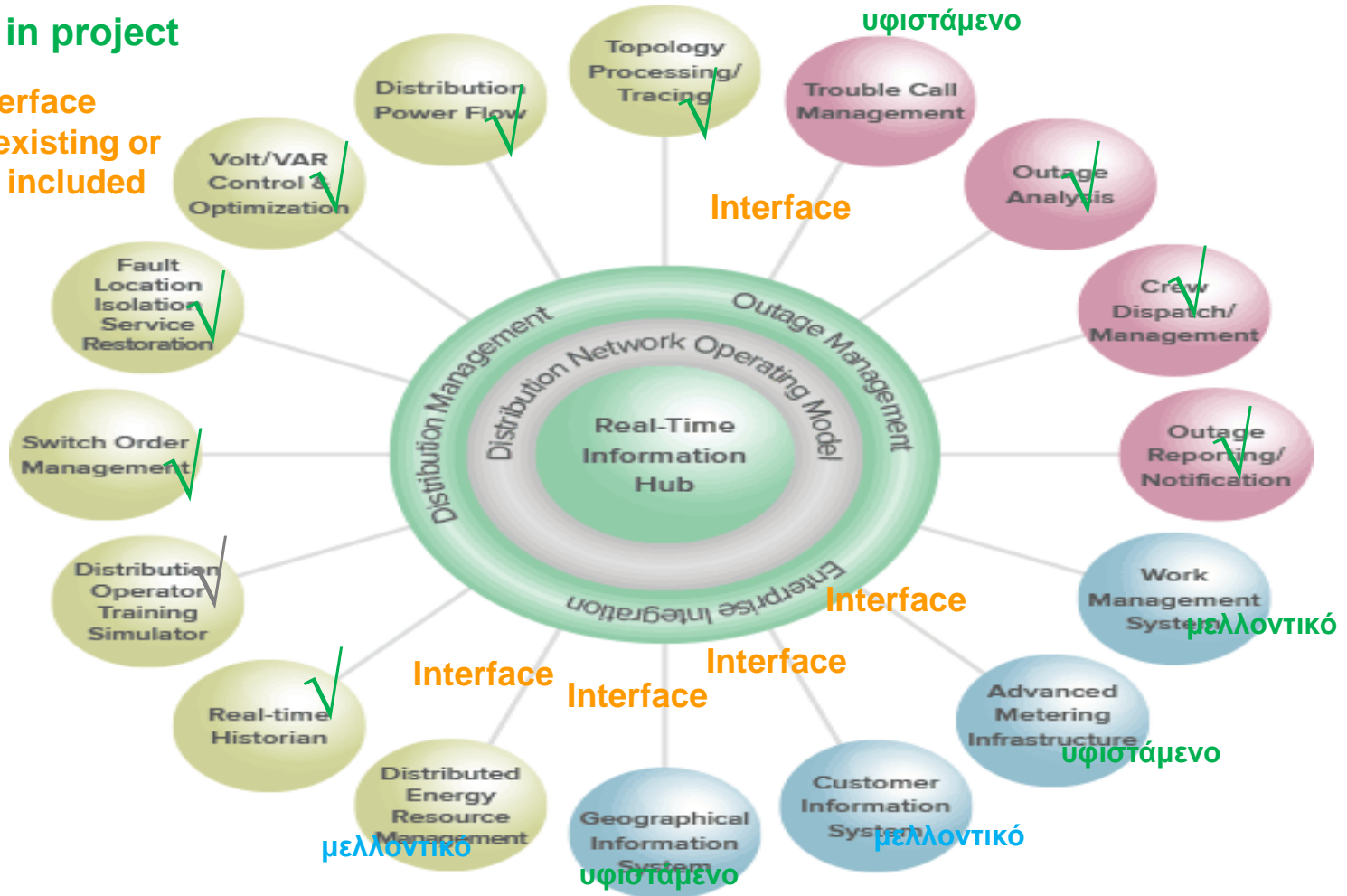
1. Τη **συνεχή** παρακολούθηση των παραμέτρων λειτουργίας
2. Τη διαχείριση των ρυθμίσεων όλου του εξοπλισμού του ΣΔ με απώτερο σκοπό την διατήρηση της λειτουργίας του συστήματος εντός των παραμέτρων που προβλέπονται από τους Κανόνες Μεταφοράς Διανομής (ΚΜΔ)
3. Τη βελτιστοποίηση των δεικτών αξιοπιστίας του συστήματος
4. Την ορθή ενσωμάτωση των ΑΠΕ που συνδέονται στο ΣΔ
5. Την ελαχιστοποίηση των απωλειών και του κόστους λειτουργίας του συστήματος
6. Τη βέλτιστη διαχείριση των βλαβών στο σύστημα με στόχο την ελαχιστοποίηση της ταλαιπωρίας και απώλειας σύνδεσης στους καταναλωτές-παραγωγούς



Αρχιτεκτονική ADMS

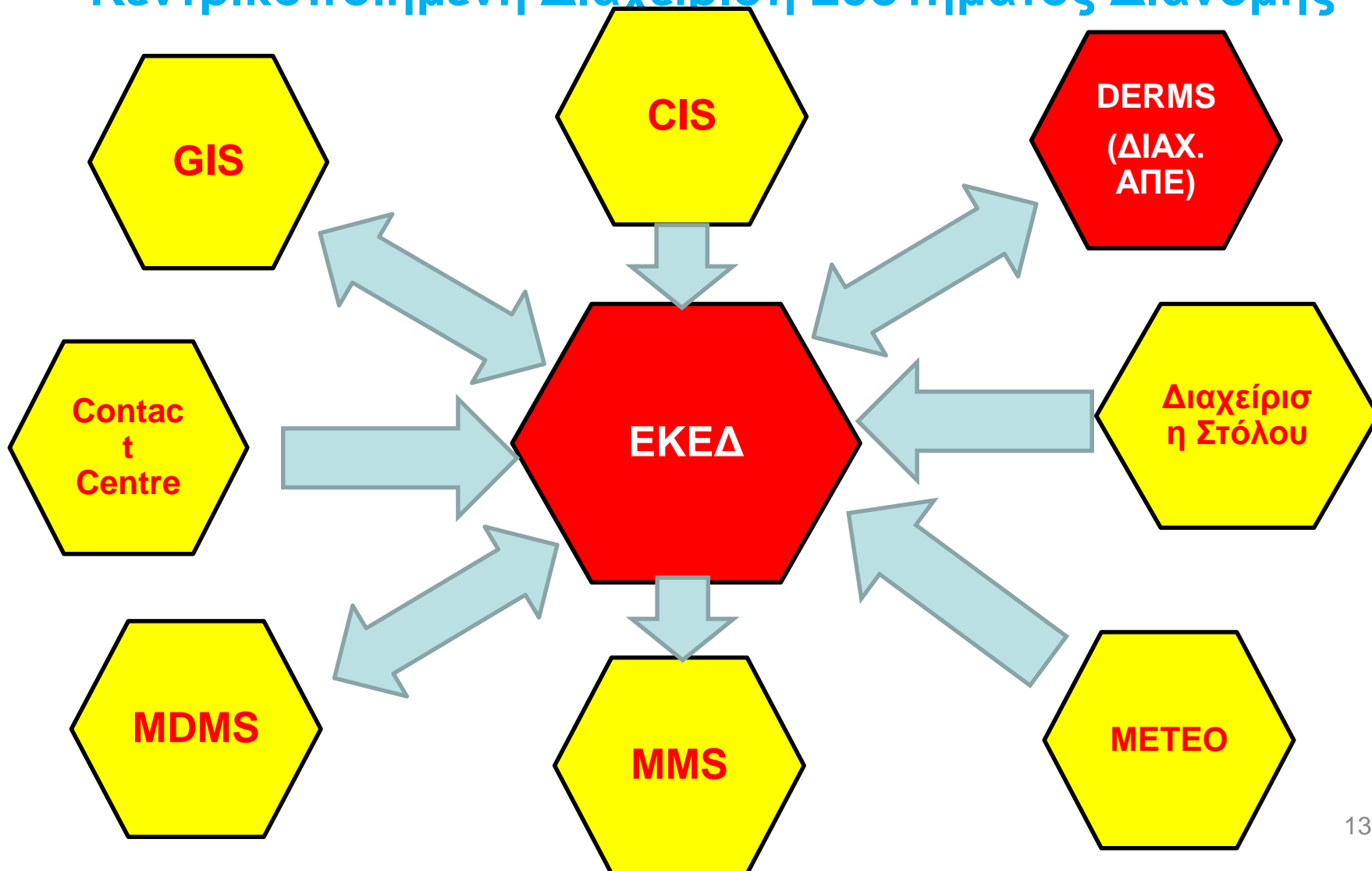
✓ = included in project

Interface = interface with external existing or future system included in project





Κεντριοποιημένη Διαχείριση Συστήματος Διανομής





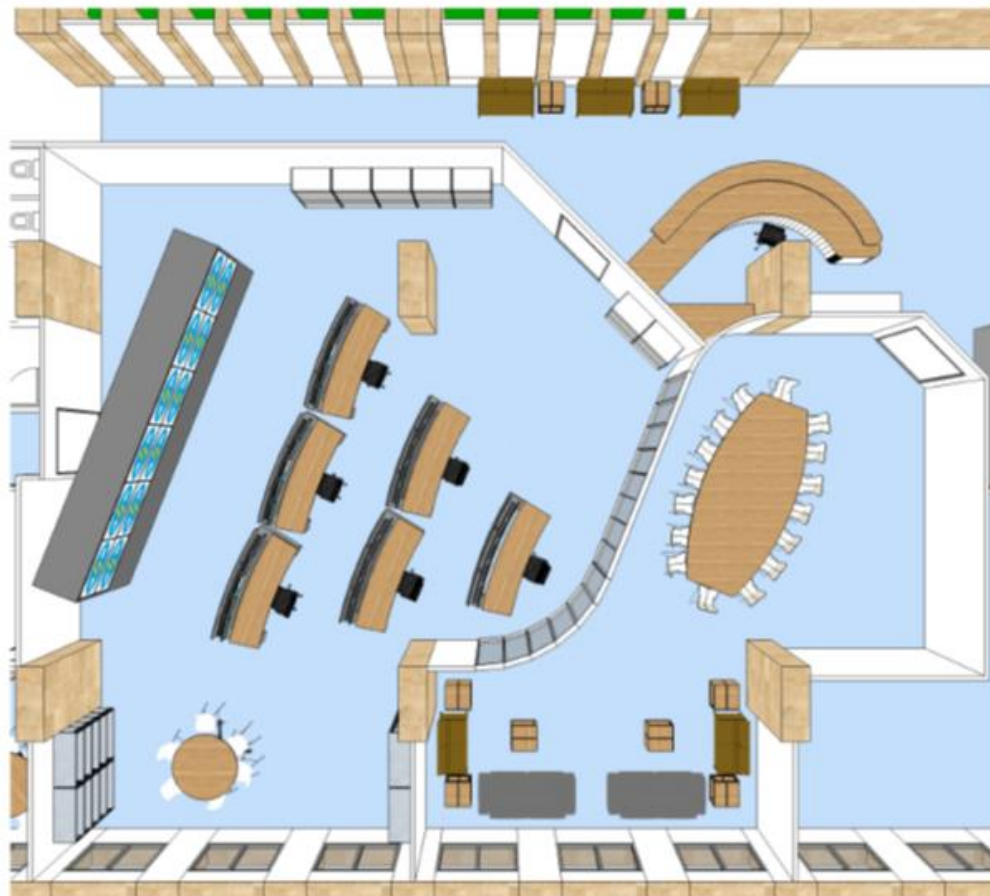
Εθνικό Κέντρο Ελέγχου Διανομής





Εθνικό Κέντρο Ελέγχου Διανομής

EAC : Final Design

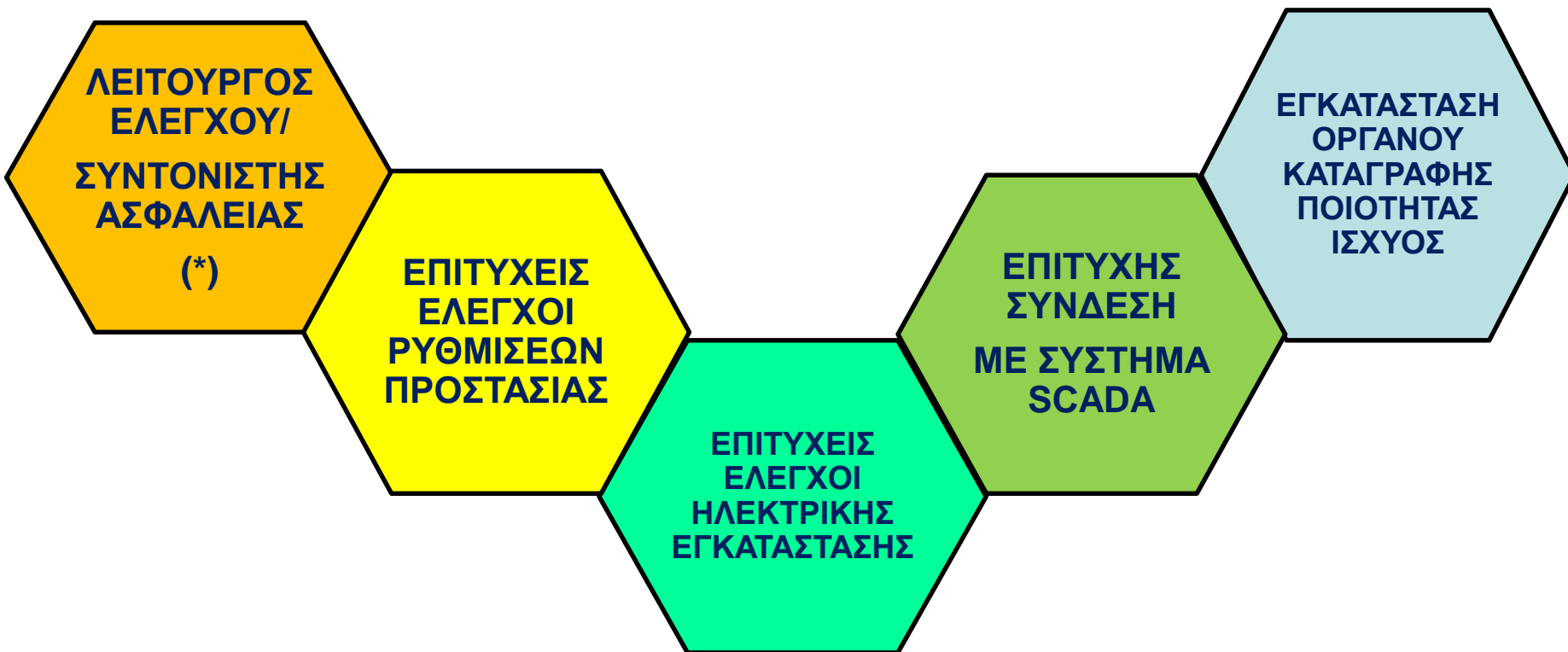




ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΔΣΔ ΓΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΠΕ-Η ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ



Κύριες Τεχνικές Απαιτήσεις ΔΣΔ για Σύνδεση Μονάδων ΑΠΕ $\geq 500\text{kW}$ στο δίκτυο Διανομής



(*) Μόνο για Μονάδες ΑΠΕ που έχουν ιδιωτικό δίκτυο ΜΤ



ΛΕΙΤΟΥΡΓΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ/ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ Πρόνοιες Κεφαλαίου T12 των ΚΜΔ

- Για κάθε εγκατάσταση που περιλαμβάνει ιδιωτικό δίκτυο Μέσης Τάσης, ο Χρήστης δικτύου υποβάλλει αίτηση στον ΔΣΔ για τον ορισμό ενός ή και περισσότερων Λειτουργών Ελέγχου και Συντονιστών Ασφάλειας, για την περιοχή ευθύνης του.
- Στην αίτηση πρέπει να επισυνάπτονται συγκεκριμένα πιστοποιητικά και αλλά έγγραφα των μηχανικών υποψήφιων ΣΑ/ΛΕ



ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΕΓΓΡΑΦΑ ΓΙΑ ΥΠΟΨΗΦΙΟ ΛΕ/ΣΑ

- ❑ Ετήσια Άδεια Άσκησης του Επαγγέλματος (ΕΤΕΚ) σε ισχύ
- ❑ Πιστοποιητικό Εγγραφής στην ΗΜΥ (Ταυτότητα ΗΜΥ) σε ισχύ (πρώτης ή δεύτερης τάξης αναλόγως της τάσης και ισχύος του ιδιωτικού δικτύου στο οποίο θα ναι ΣΑ/ΛΕ).
- ❑ Πιστοποιητικό Ικανότητας ΗΜΥ
- ❑ Πιστοποιητικό από εξουσιοδοτημένο πρόσωπο για την παρακολούθηση επιμορφωτικού προγράμματος κατάρτισης για απόκτηση Πιστοποιητικού Εξουσιοδότησης Συντονιστή Ασφαλείας/Λειτουργός Ελέγχου στην περιοχή ευθύνης του ιδιωτικού δικτύου του αιτηθέντα Χρήστη δικτύου.
- ❑ Επιστολή από την εταιρεία ότι επιθυμεί να ασκεί καθήκοντα ΣΑ/ΛΕ ο συγκεκριμένος μηχανικός για το ιδιωτικό της δίκτυο.
- ❑ Επιπρόσθετα, να δηλώνεται αν θα ακολουθήσουν δικούς τους Τοπικούς Κανονισμούς Ασφαλείας ή αν θα υιοθετούν τους Κανονισμούς Ασφαλείας της ΑΗΚ ως Τοπικούς Κανονισμούς.
- ❑ Να έχουν πείρα τουλάχιστον δυο χρόνων στον τομέα εκτέλεσης και ελέγχου ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων συστημάτων παραγωγής ηλεκτρισμού χαμηλής και μέσης τάσης (για τις υποθέσεις επιθεώρησης των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων).
- ❑ Μονογραμμικό διάγραμμα των εγκαταστάσεων 11kV \ 22kV



ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑ SCADA

Απαιτείται εγκατάσταση υποδομής για επικοινωνία με Σύστημα Τηλε-ελέγχου, Τηλεμέτρησης και Αποστολής Δεδομένων ώστε ο ΔΣΔ να μπορεί να τη δυνατότητα παρακολούθησης και ελέγχου της λειτουργίας της Μονάδας ΑΠΕ σε πραγματικό χρόνο, για σκοπούς:

- εκτέλεσης συγκεκριμένων τηλε-εντολών
- ενεργειακής διαχείρισης (έλεγχο της παραγωγής ή/και διακοπή του συστήματος ΑΠΕ
- τηλε-μετρήσεων/τηλε-ενδείξεων

Αποσκοπώντας στη διασφάλιση της ασφαλούς, ομαλής και αξιόπιστης λειτουργίας του Δικτύου Διανομής.

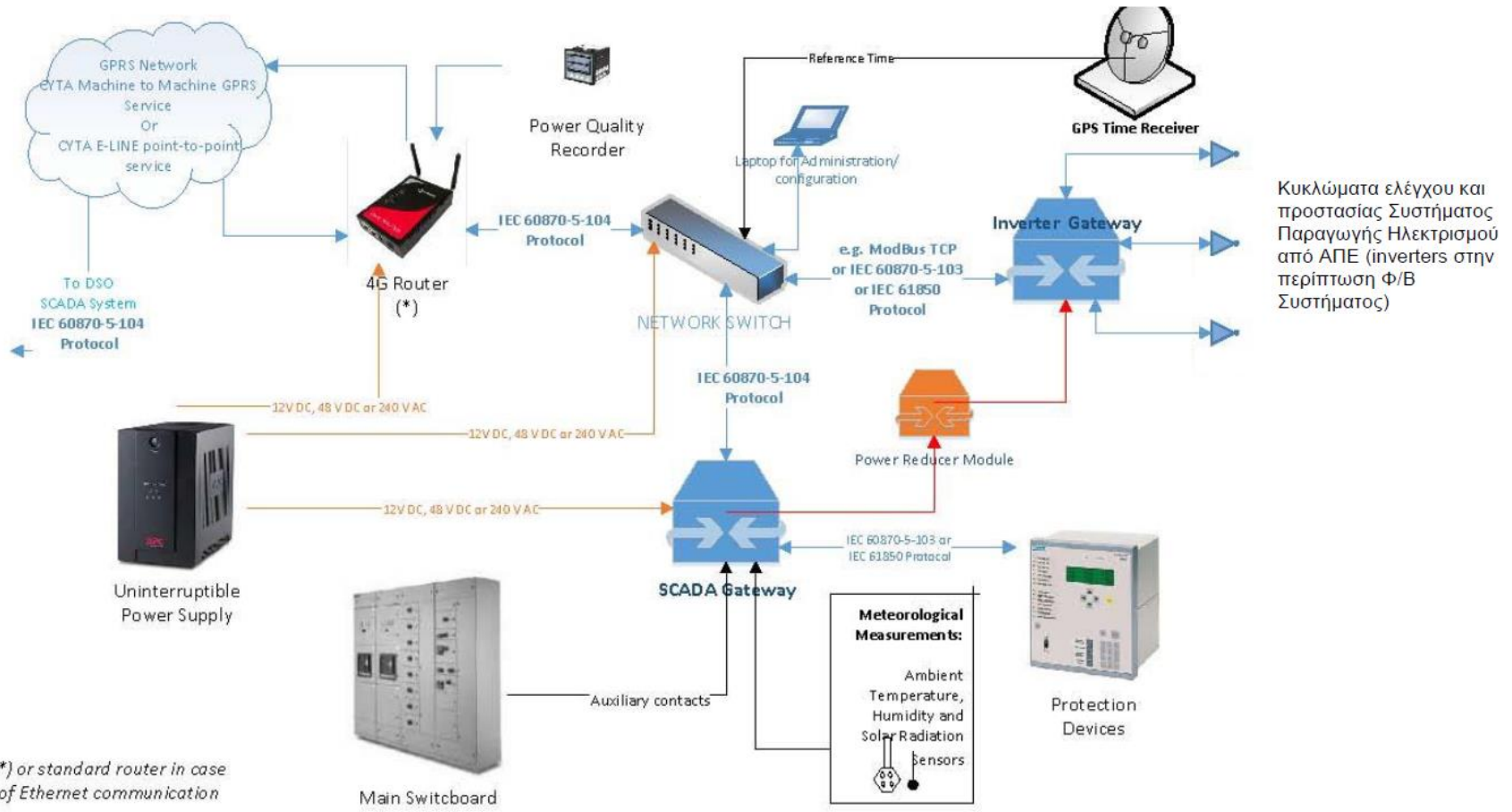


Κατηγορίες Σημάτων Ενδείξεων SCADA που μεταδίδονται από και προς τη Μονάδα ΑΠΕ

- ❑ Θέσεις των μέσων προστασίας και χειρισμών
- ❑ Μετρήσεις Ενέργειας και Ισχύος
- ❑ Μετρήσεις Τάσης
- ❑ Μετρήσεις Μετεωρολογικών Παραμέτρων
- ❑ Ένδειξη της θέσης του βήματος μετασχηματιστή
- ❑ Ενδείξεις σφαλμάτων και συναγερμοί (λειτουργία προστασίας, άνοιγμα κεντρικού διακόπτη κλπ)
- ❑ Εντολές Περιορισμού Παραγωγής Μονάδας ΑΠΕ



Ενδεικτική Υποδομή Συστημάτων Παραγωγής Ηλεκτρισμού από ΑΠΕ Ισχύος $\geq 500\text{kWp}$ για σύνδεση στο Σύστημα SCADA

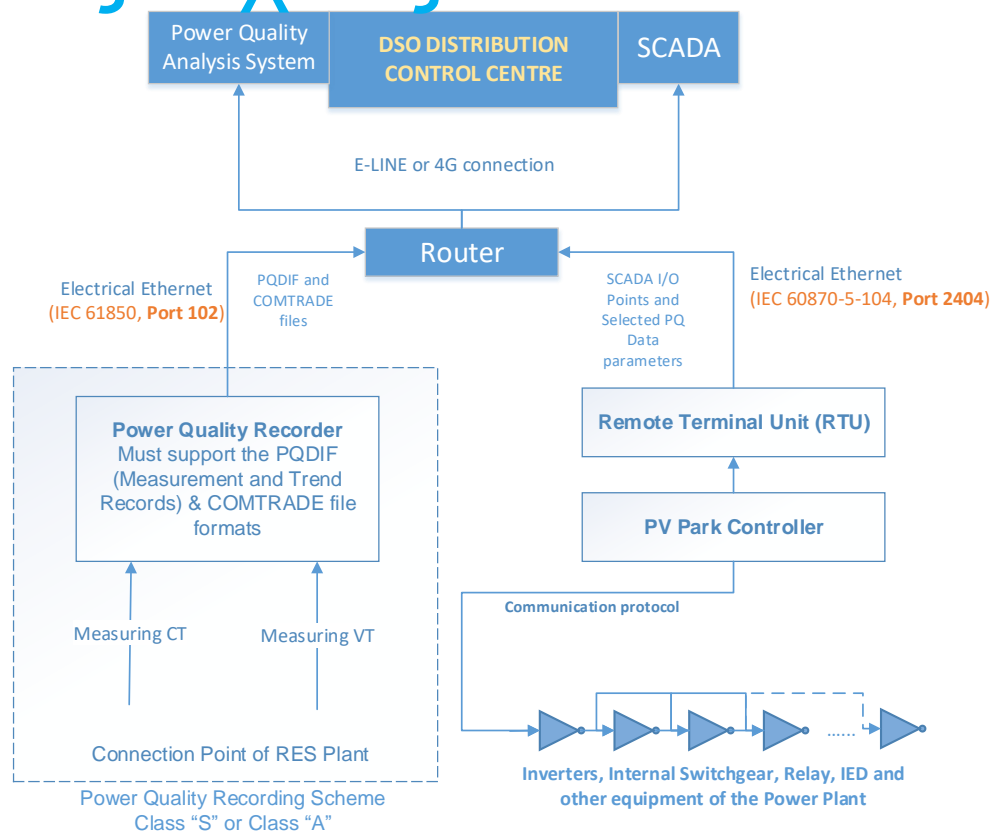


Κυκλώματα ελέγχου και προστασίας Συστήματος Παραγωγής Ηλεκτρισμού από ΑΠΕ (inverters στην περίπτωση Φ/Β Συστήματος)

(*) or standard router in case of Ethernet communication



Τυπική Διάταξη Σύνδεσης Οργάνου Ποιότητας Ισχύος και SCADA RTU



Equipment Layout and Communication protocols for the transmission of SCADA Signals and Power Quality data to the National Distribution Control Centre of the DSO(EAC)



Έλεγχος Ενεργού Ισχύος Μονάδας ΑΠΕ

- Έλεγχος ενεργού ισχύος εξόδου σε καθορισμένο σημείο ρύθμισης (set point) που αντιστοιχεί σε ποσοστό (100% / 60% / 30% / 0%) και μέσω αποστολής οποιασδήποτε τιμής από τον ΔΣΔ μέσω εντολής *Setpoint* → **Προτιμητέο**
- Ο περιορισμός της ισχύς εξόδου στο αντίστοιχο σημείο ρύθμισης θα πρέπει να επιτυγχάνεται άμεσα, και οπωσδήποτε εντός ενός (1) λεπτού το αργότερο
- Εάν ο περιορισμός αυτός δεν επιτευχθεί εντός ενός (1) λεπτού, τότε το Σύστημα Παραγωγής Ηλεκτρισμού από ΑΠΕ θα πρέπει να αποσυνδέεται από το Δίκτυο του ΔΣΔ και ο ΔΣΔ θα έχει δικαίωμα σε τέτοιες περιπτώσεις αφού προειδοποιήσει τον Παραγωγό να προβαίνει σε διακοπή του Πάρκου



ΕΙΚΟΝΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΥΠΙΚΟΥ ΦΒ ΠΑΡΚΟΥ ΣΕ ΣΥΣΤΗΜΑ SCADA

Weather Data:

- Sunshine or sun radiation: 296.000 W/m²
- Air temperature: 24.400 Deg
- Wind speed average: 0.670 m/s
- PV plant availability: 94.000 %

Control Status:

- SCADA ACT POWER CONTROL: DEACTIVAT
- SCADA REA POWER CONTROL: DEACTIVAT
- Connection point CB status: CLOSED
- CB Scada/Local Control: REMOTE
- Grid Relay Malfunction: IDLE
- Overtoltage Protection: IDLE
- Overcurrent Protection: IDLE
- Overfrequency Protection: IDLE
- Underfrequency Protection: IDLE
- Undervoltage Protection: IDLE
- Loss Of Mains Protection: IDLE

PLANT INFO:

CAPACITY: 1,850 MW
LOCATION: [REDACTED]

Power Setpoints:

1850 kW 0 kVAR

ACTIVE POWER CONTROL REACTIVE POWER CONTROL

Active Power Setpoint REJECTED Reactive Power Setpoint REJECTED

Active Power Setpoint Feedback: 1850 kW
Reactive Power Setpoint Feedback: 0 kVAR

CMD:

- Active Power Setpoint 0% UNHAT
- Active Power Setpoint 30% UNHAT
- Active Power Setpoint 60% UNHAT
- Active Power Setpoint 100% ON

444.436 kW -23.249 kVAR

Average Output Voltage: 11.209 kV
POWER FACTOR: 0.994

Curve Contact / Details Photo

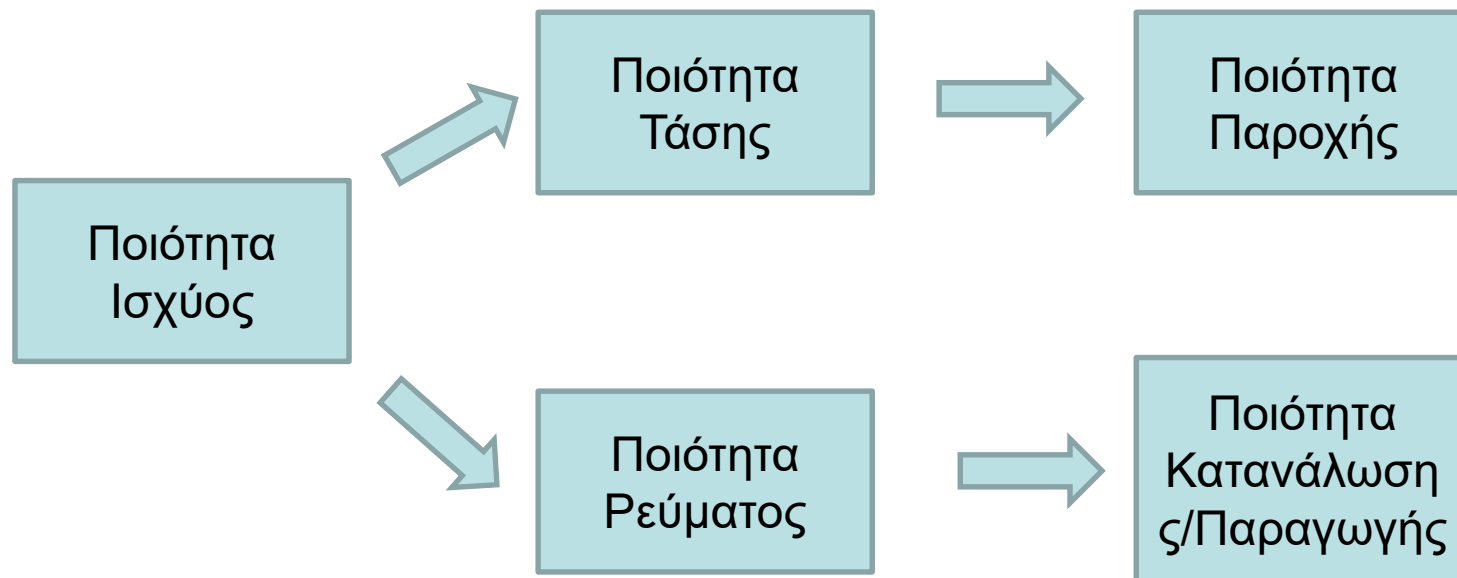
60.0 min / div

1 (21/10/19 21:08:00)	0.00 kW	- 2289 PV BIOLAND 14 (01 GENERAL)	11 kV	Output Active Power (at the [0]Min,MOY) [0
1 (20/10/19 21:08:00)	0.00 kW	- 2289 PV BIOLAND 14 (01 GENERAL)	11 kV	Output Active Power (at the [0]Min,MOY) [0



Εισαγωγή - Ποιότητα ισχύος

Πρόβλημα Ποιότητας Ισχύος: Μεταβολή τάσης ή/και ρεύματος (μη κανονική) που μπορεί να προκαλέσει ζημιά οικονομικής ή τεχνικής φύσης στους χρήστες ή στον εξοπλισμό του δικτύου



Προβλήματα Ποιότητας Ισχύος

27

- Προβλήματα Ποιότητας Ισχύος



TRANSIENTS



HARMONICS



REACTIVE POWER



NETWORK UNBALANCE



OSCILLATIONS



VOLTAGE VARIATIONS



FLICKER

Επιπτώσεις - Ποιότητας Ισχύος

28

■ Επιπτώσεις

- Υπερθέρμανση Μετασχηματιστών/Καλωδίων
- Εσφαλμένη Ενεργοποίηση Μηχανισμών Προστασίας και ανεπιθύμητη αποσύνδεση μονάδων ΑΠΕ
- Non-compliance
- Μειώνει την ζωή του εξοπλισμού
- Διακοπή Παραγωγής/Οικονομικές Απώλειες
- Υπέρβαση των ορίων



29

Παράμετροι Ποιότητας Ισχύος

Με βάση το πρότυπο EN 50160 θα πρέπει κατ' ελάχιστον να καταμετρούνται, αποθηκεύονται και απεικονίζονται οι ακόλουθες παράμετροι:

- Τάση και Ένταση Ηλεκτρικού Ρεύματος (Current and Voltage)
- Ενεργός και Άεργος Ισχύς (Active & Reactive Power)
- Συχνότητα (Power Frequency)
- Ολική Αρμονική Παραμόρφωση Τάσης (Voltage Total Harmonic Distortion)
- Αρμονικές Τάσης από την 2^η μέχρι την 25^η αρμονική (Voltage Harmonics)
- Αναλαμπές Τάσης (Voltage Flickering)
- Ασυμμετρία Τάσεων (Voltage Unbalance)
- Διαταραχές Τάσης (Voltage Interruptions, Dips and Swells)
- Απότομες Μεταβολές Τάσης (Rapid Voltage Changes)



30

Ακρίβεια Μετρήσεων Ποιότητας

Υπάρχουν δύο κατηγορίες οργάνων (IEC 61000-4-30 και IEC 62586)

○ Κλάση A

- Τα όργανα που πληρούν τις απαιτήσεις της κλάσης A των προτύπων IEC 61000-4-30 και IEC 62586 παρέχουν αξιόπιστα και μεγάλης ακρίβειας αποτελέσματα.

○ Κλάση S

- Οι απαιτήσεις ακρίβειας και αξιοπιστίας της κλάσης S είναι λιγότερο αυστηρές από την κλάση A. Όργανα Κλάσης S καταγράφουν ενδεικτικές μετρήσεις. Χρησιμοποιούνται για Στατιστικές Μελέτες και Παρακολούθηση. Σε περίπτωση διαφωνιών είναι αναγκαία η επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων με την χρήση οργάνου Κλάσης A.

Προδιαγραφές Συστήματος Καταγραφής Ποιότητας Ισχύος

31

■ Προδιαγραφές

Καταγραφή/Ανάλυση Ποιότητα Ισχύος

- Υποστήριξη προτύπου PQDIF (IEEE Std. 1159.3:2003 PQDIF)
- **Υποστήριξη προτύπου COMTRADE**
- Αρμονικές Τάσης μέχρι την 25^η Αρμονική
- Ανάλυση και δημιουργία αναφοράς σύμφωνα με το πρότυπο EN 50160
- Καταγραφή παραμέτρων ποιότητας ισχύος με βάση το πρότυπο IEC 6100-4-30 Τουλάχιστον Κλάση S

Πρωτόκολλα Επικοινωνίας

- IEC 61850
- Modbus RTU
- Ethernet Modbus TCP/IP

Θύρες Επικοινωνίας

- Ethernet
- RS485

Συγχρονισμός Ώρας

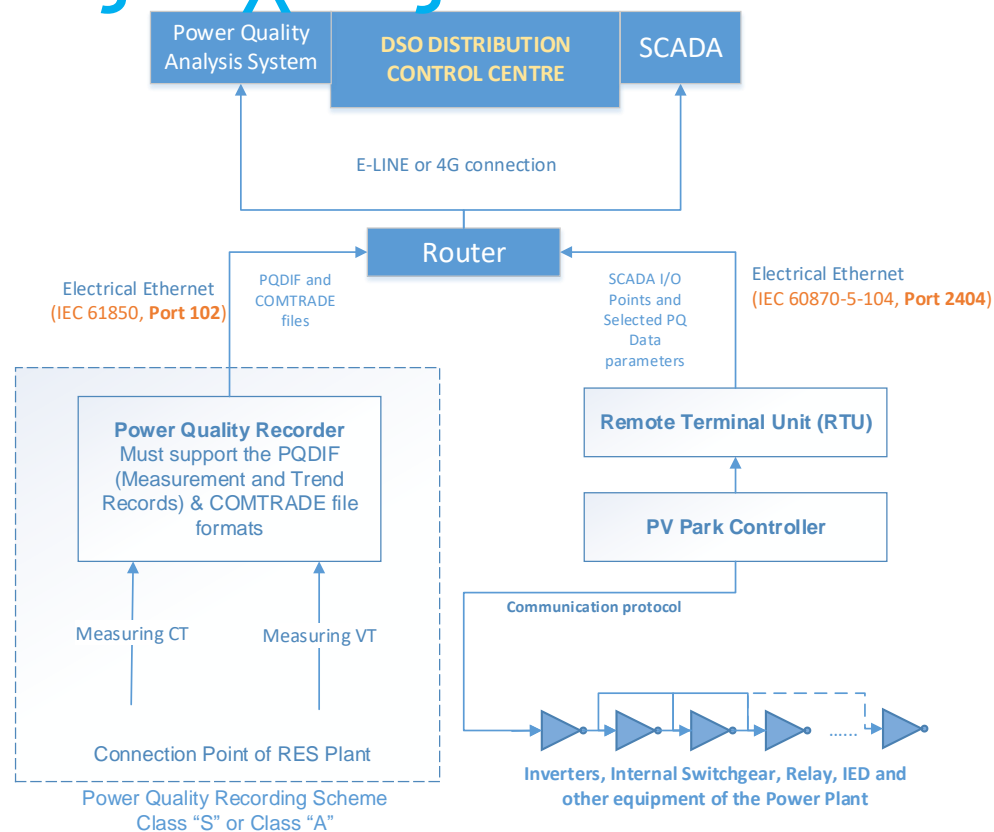
- Ethernet NTP

Χωρητικότητα Αποθήκευσης

- Ελάχιστη χωρητικότητα 1GB



Τυπική Διάταξη Σύνδεσης Οργάνου Ποιότητας Ισχύος και SCADA RTU



Equipment Layout and Communication protocols for the transmission of SCADA Signals and Power Quality data to the National Distribution Control Centre of the DSO(EAC)



Total Harmonic Distortion (%)

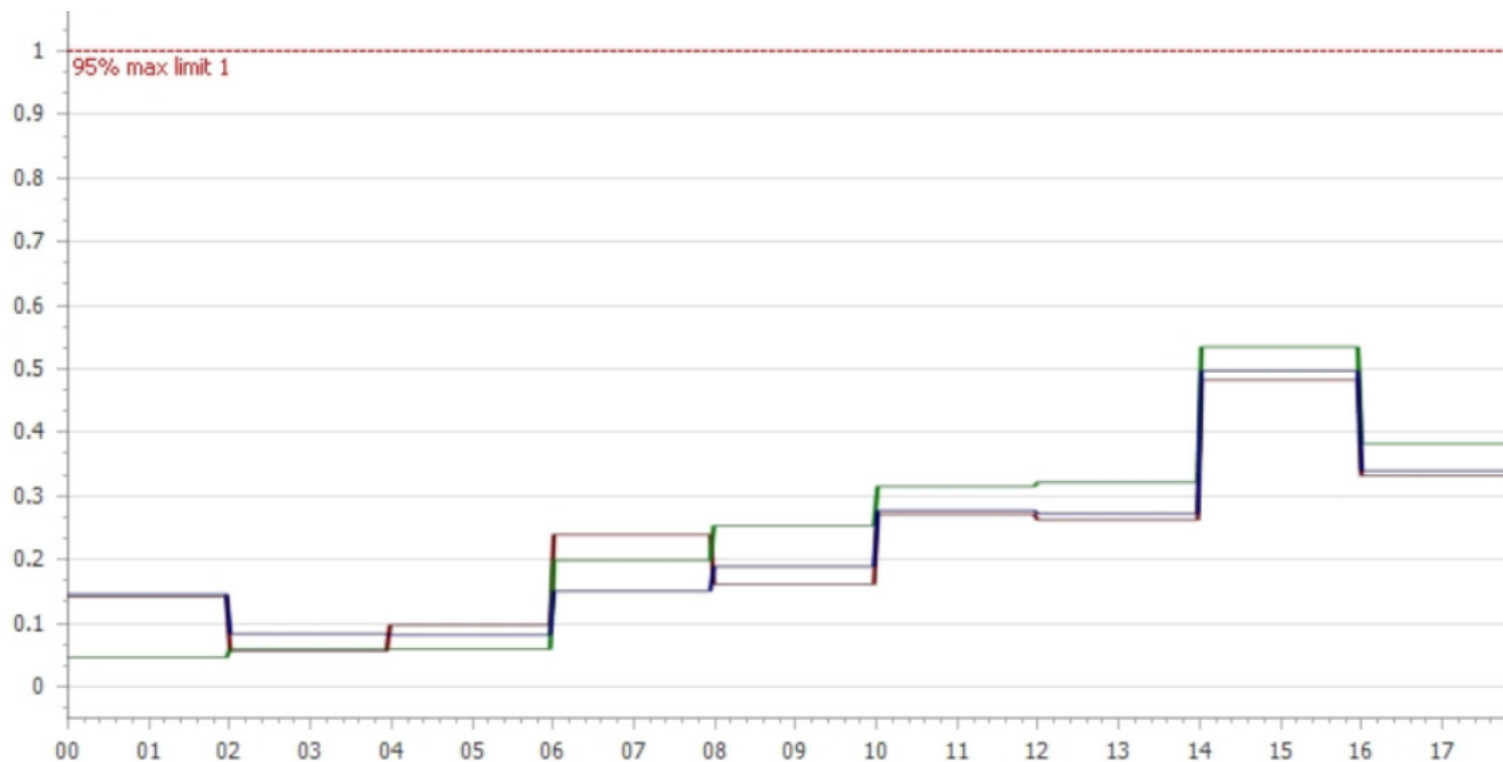


THD - values and limits for report time period.





Flicker



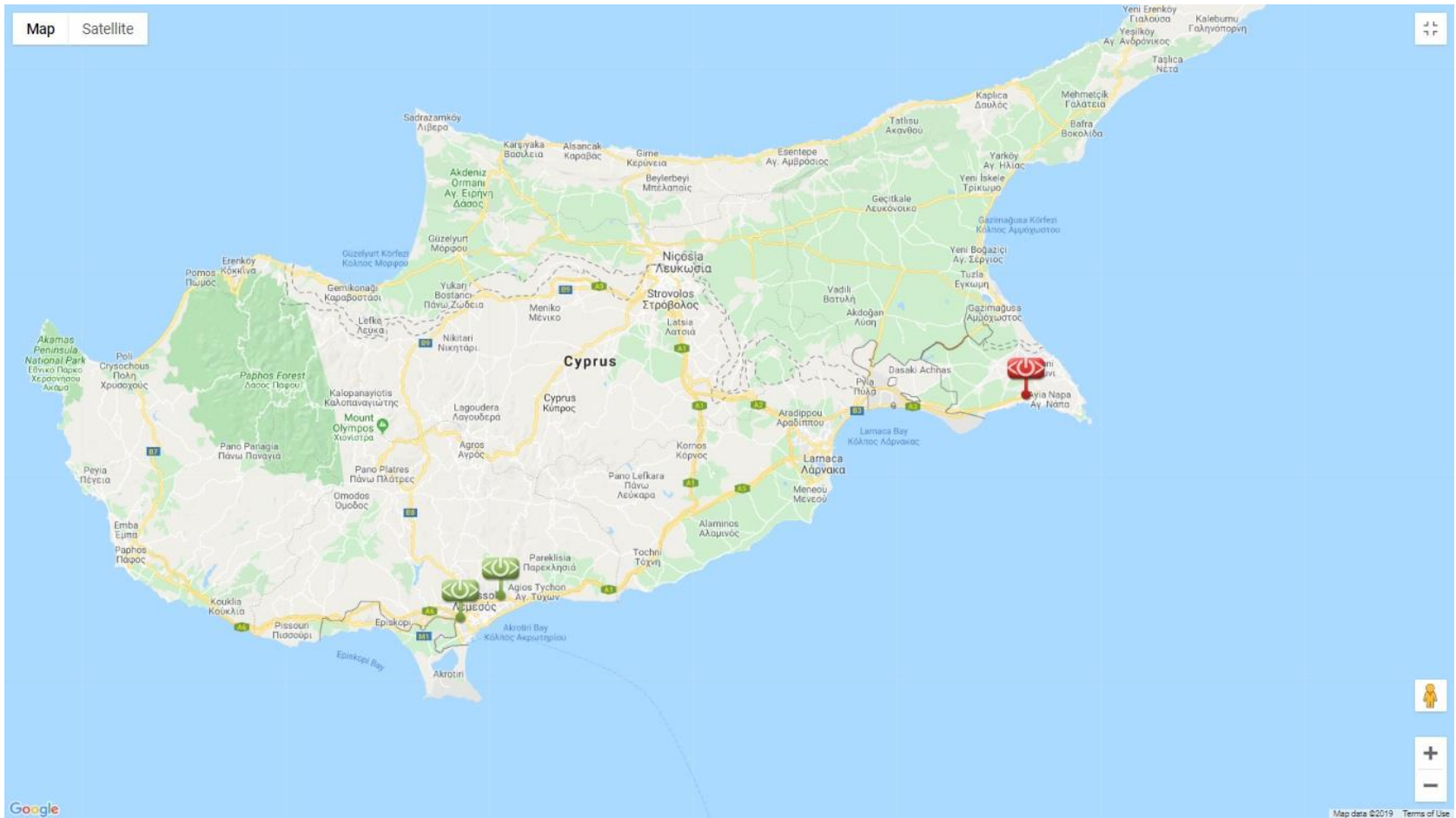
Flicker - values and limits for report time period.



Τυπική διάταξη του συστήματος καταγραφής της Ποιότητας Ισχύος

35

Κεντρική Παρακολούθηση Ποιότητας ισχύος





Κεντρική Παρακολούθηση Ποιότητας Ισχύος

Mashup.DEPhys.GA.Master.Will | +

grideye.ch/Runtime/index.html#master=Mashup.DEPhys.GA.Master.WithMenu&mapshup=Mashup.DEPhys.GA/1

GridEye GA

HV/MV Stations: All HV/MV stations | MV Feeder: Not assigned bubbles | Apply

2019-Oct-19 to 2019-Oct-22 | Apply | D W M T F

Map | Satellite

GridEye Performance Index (GPI)

Statistical values

Category	Max	Min	Avg
Voltage	245.05 [V]	230.77 [V]	238 [V]
Frequency	50.08 [Hz]	49.92 [Hz]	50 [Hz]
Load (Current)	64.78 [%]		38.01 [%]

Metric	Value
Inv/dimasc	0.08 [%]
D/dimasc	0.65 [%]
F/dimasc	3.8 [%]
Harmonics max	183.12 [%]

Voltage distribution

Current distribution

Energy distribution

Active energy (kWh)

Category	Value
Production	942
Consumption	40304

Reactive energy (kVArh)

Category	Value
Production	2204
Consumption	7506

2019-10-19 11:52 AM 22 Oct 19



Ευχαριστώ για την προσοχή σας



2009