ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Μέτρηση και διαχείριση ηλεκτρικής ενέργειας μέσω του προτύπου KNX



Εκπόνηση: Γκαμπέλης Ιωάννης ΑΜ: ΜΜ151

Επιβλέπων καθηγητής: Τσικαλάκης Αντώνιος, Επίκουρος καθηγητής

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2024

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Postgraduate Thesis

Electricity metering and management Using the KNX standard



Written by: Gkampelis Ioannis RN: MM151

Supervisor: Tsikalakis Antonios, Assistant professor

Heraklion 2024

Περίληψη

Η ενδιάμεση μέτρηση και η έξυπνη μέτρηση γίνονται όλο και πιο δημοφιλείς για την αποτελεσματική διαχείριση ενέργειας στα κτίρια. Ταυτόχρονα, όλο και περισσότερες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις έχουν αναπτυχθεί με βάση το πρωτόκολλο KNX και ο διαθέσιμος εξοπλισμός που είναι συμβατός με αυτό το πρωτόκολλο αυξάνονται συνεχώς.

Η εργασία αυτή στοχεύει στη διερεύνηση των δυνατοτήτων και των περιορισμών για μέτρηση, επίβλεψη και τέλος διαχείριση ηλεκτρικής ενέργειας με τη βοήθεια του πρωτοκόλλου KNX.

Ως πρώτο βήμα, παρουσιάζονται οι δυνατότητες μέτρησης ηλεκτρικών μεγεθών μέσω εξοπλισμού KNX. Ανασκοπούνται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των μετρητών ενέργειας KNX και επεξηγούνται χαρακτηριστικά παραδείγματα από την παραμετροποίηση και τον προγραμματισμό τους με το πρόγραμμα ETS. Στη συνέχεια, επιχειρείται σύγκριση ως προς τις δυνατότητες που προσφέρουν. Υπάρχει επίσης αναφορά στη σύζευξη του KNX με άλλα πρωτόκολλα επικοινωνίας όπως το MODBUS.

Ως δεύτερο βήμα, παρουσιάζονται οι δυνατότητες οπτικοποίησης και αρχειοθέτησης αυτών των μετρούμενων μεγεθών, ώστε οι τελικοί χρήστες να ενημερώνονται για την κατανάλωση του συνόλου ή μέρους της εγκατάστασής τους. Παρουσιάζονται τα προϊόντα οπτικοποίησης αυτών των μετρήσεων με τις λειτουργίες τους και τη ρύθμισή τους με το ETS. Ομοίως, στο τέλος του κεφαλαίου, γίνεται μια προσπάθεια σύγκρισης ως προς τις δυνατότητές τους.

Στη συνέχεια, διερευνάται η δυνατότητα τηλεχειρισμού φορτίων από τον χρήστη ηλεκτρικής εγκατάστασης KNX με βάση τις μετρήσεις που έχουν ληφθεί και όχι με βάση απλούς λογικούς συνδυασμούς που μέχρι τώρα ήταν συνηθισμένο σε τέτοιες εγκαταστάσεις. Στόχος είναι η μετατροπή των δεδομένων κατανάλωσης από απλά γραφήματα σε ένα ταμπλό σε ενεργό εργαλείο για την αποτελεσματική διαχείριση της ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα παραδείγματα περιλαμβάνουν την ενσωμάτωση μετρητών KNX σε ένα υπάρχον εκπαιδευτικό πάνελ KNX που αναπτύχθηκε από προηγούμενες διατριβές στο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα», έξυπνα συστήματα προστασίας και αποτελεσματική διαχείριση ενός σύγχρονου κτιρίου με τεχνολογία αιχμής που αξιοποιεί Αντλίες Θερμότητας, Φ/Β, μπαταρίες και σταθμούς φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων .

Τέλος, τα συμπεράσματα που εξάγονται αναφέρονται πρώτα στη χρήση μετρητών ενέργειας KNX, στη συνέχεια στη χρήση προϊόντων οπτικοποίησης και τέλος στη διαχείριση ηλεκτρικής ενέργειας με αυτό το πρωτόκολλο. Έχει επίσης γίνει μια κριτική συζήτηση για τις δυνατότητες και τους περιορισμούς του KNX σε αυτόν τον τομέα.

Λέξεις κλειδιά KNX, Διαχείριση Ηλεκτρικής Ενέργειας, Μέτρηση, απεικόνιση μετρούμενων μεγεθών

Abstract

Submetering and intelligent metering becomes more and more popular for the efficient energy management in buildings. At the same time, more and more electrical installations have been developed based on the KNX Protocol and the available electrical components compatible with this protocol are constantly increasing.

This work aims to investigate the possibilities and limitations for measurement, supervision and finally management of electricity with the aid of the KNX protocol.

As a first step, the capabilities of measuring electrical quantities via KNX equipment are presented. The technical characteristics of KNX Energy meters are reviewed and typical examples from their parameterization and programming with the ETS program are explained. Then, a comparison is attempted in terms of the possibilities they offer. There is also reference on the coupling of KNX with other communication protocols such as MODBUS.

As a second step, the visualization and archiving capabilities of these measured quantities are presented, so that the end users can be informed about the consumption of all or part of their installation. Display products of these metrics with their functions and their setup with ETS are presented. Likewise, at the end of the chapter, an attempt is made to compare them in terms of their capabilities.

Then, the possibility for remote control of loads by the user of a KNX electrical installation is investigated based on the measurements taken and not based on any simple logical combinations which until now were common in such installations. Such a process is essential for the efficient electricity management and not letting measurements as nice graphs on a dashboard. Examples include integration of KNX meters in an existing educational KNX panel developed by previous Theses in the MSc “Energy Systems”, intelligent protection schemes and efficient management of a state-of-the art building utilizing Heat Pumps, PVs,batteries and Electric Vehicles Charging stations.

Finally, the conclusions drawn refer first to the use of KNX energy meters, then to the use of visualization products and finally from the management of electricity with this protocol. A critical discussion on capabilities and limitations of KNX has been also made.

Keywords KNX, Electricity Management, Measurement, display of measured quantities

Αφιερώνεται στη σύζυγό και στα παιδιά μου.

Ευχαριστίες

Με την παρουσίαση αυτής της διπλωματικής εργασίας ολοκληρώνονται οι μεταπτυχιακές μου σπουδές στο Δ.Π.Μ.Σ. Ενεργειακά Συστήματα του Ελληνικού Μεσογειακού Πανεπιστημίου.

Θα ήθελα να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στη σύζυγό μου για την υπομονή, την κατανόηση και την συμπαράσταση που έδειξε κατά τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον συνάδελφο μου Γεωργαλή Γεώργιο που με προέτρεψε να συμμετέχω στο παρόν Δ.Π.Μ.Σ.

Και τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Τσικαλάκη Αντώνιο, για την επιστημονική καθοδήγηση και την αρμονική συνεργασία που είχαμε καθ΄όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας αυτής.

Ηράκλειο, Σεπτέμβριος 2024
Γκαμπέλης Ιωάννης

Περιεχόμενα

Περίληψη....3

Abstract....4

1. Εισαγωγή....10

1.1 Σκοπός και δομή της εργασίας....11

2. Η συμβολή των Συστημάτων Αυτομάτου Ελέγχου (ΣΑΕ) στην Ορθή Διαχείριση Ενέργειας και στην Αύξηση της Ενεργειακής Απόδοσης....13

2.1 Γενικά....13

2.2 Οδηγίες , Πρότυπα, Κανονισμοί και δείκτες της ΕΕ που αφορούν την διαχείριση ενέργειας και την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων....14

- ΟΔΗΓΙΑ (ΕΕ) 2018/844 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων....14
- Πρότυπο ISO 52120-1:2022....14
- Δείκτης SRI....14
- ΚΕΝΑΚ....15

2.3 Λύσεις της τεχνικής KNX που σχετίζονται με την Ενεργειακή Απόδοση και τη Διαχείριση Ενέργειας....17

3. Μέτρηση Ηλεκτρικής Ενέργειας και άλλων ηλεκτρικών μεγεθών με το πρωτόκολλο KNX.....18

3.1 Εισαγωγή – Έξυπνη Μέτρηση Ηλεκτρικής Ενέργειας....18

3.2 Η Σημασία της Δευτερεύουσας μέτρησης....19

3.3 Χρήση Μετρητών Ενέργειας KNX....19

3.4 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Μετρητών Ενέργειας KNX....20

3.5 Παραμετροποίηση KNX Μετρητών με το πρόγραμμα ETS6....21

3.5.1 Παραμετροποίηση του μετρητή EZ-0363.01 της εταιρίας MDT....21

3.5.2 Παραμετροποίηση του Μετρητή Ενέργειας KES Plus της εταιρίας Zennio [16]....36

3.6 Σύγκριση Μετρητών Ηλεκτρικής ενέργειας KNX....48

3.6.1 Δυνατότητα εξωτερικής επεξεργασίας Δεδομένων....49

3.6.2 Τυπικό Φύλλο Συμμόρφωσης για Μετρητή KNX....51

3.7 Μέτρηση ενέργειας σε εγκατάσταση KNX με χρήση διεπαφής....51

3.7.1 Πύλη μετρήσεων KNX για Modbus μετρητές....51

Εικόνα 58. Acti 9iEM μετρητής ενέργειας - 63 A – Modbus....53

3.7.2 Μέτρηση Ενέργειας με συμβατικό μετρητή μέσω υπέρυθρων και χρήση διεπαφής KNX....56

4. Οπτικοποίηση και Κεντρικός Έλεγχος με το πρωτόκολλο KNX....59

4.1 Εισαγωγή....59

4.2 Χαρακτηριστικά Λογισμικών οπτικοποίησης....59

4.3 Είδη οπτικοποίησης KNX....61

4.3.1 Συσκευές KNX με ενσωματωμένο λογισμικό οπτικοποίησης [7, p. 479] 61
4.3.2 Κινητές συσκευές (smartphone ή tablet), με εγκατεστημένο λογισμικό απεικόνισης (Mobile Visualization for KNX) [7, p. 482] 61
4.3.3 Διακομιστές ιστού (Webservers) ενσωματωμένοι σε συσκευές ράγας DIN [7, p. 484]....62
4.3.4 Οπτικοποίηση βασισμένη στο μοντέλο πελάτη/διακομιστή (Client/Server) [33, p. 486] 62
4.4 Παραμετροποίηση συσκευών οπτικοποίησης KNX με το πρόγραμμα ETS 6....63
4.4.1 Παραμετροποίηση του object server VisuControl Easy II της εταιρίας MDT [35] 63
4.4.2 Παραμετροποίηση της οθόνης αφής Z41 PRO της εταιρίας Zennio [38] 76
4.4 Σύγκριση Συσκευών οπτικοποίησης KNX....89
4.6 Σύνθετες Λύσεις Οπτικοποίησης....90
5. Αποτελεσματική Διαχείριση Ηλεκτρικής Ενέργειας με το πρωτόκολλο KNX....94
5.1 Αναγκαιότητα Διαχείρισης Ηλεκτρικής Ενέργειας σε μια κατοικία 94
Σενάρια που παρουσιάζονται 95
5.2 Πραγματικά Σενάρια διαχείρισης ενέργειας σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση KNX 96
5.2.1 Παράδειγμα ελέγχου φορτίου σε εκπαιδευτική πινακίδα με υλικά KNX 96
5.2.2 Παράδειγμα ελέγχου της πλεονάζουσας παραγόμενης ενέργειας με ένα όριο ισχύος....102
5.2.3 Παράδειγμα Δυναμικής Φόρτισης Ηλεκτρικού Αυτοκινήτου. 104
5.2.4 Παραδείγματα διαχείρισης φορτίου σύμφωνα με την παραγωγή του φωτοβολταϊκό συστήματος και την στάθμη φόρτισης της μπαταρίας....109
5.2.4.1 Παράδειγμα διαχείρισης φορτίου με πλεόνασμα παραγόμενης ισχύος από το φωτοβολταϊκό σύστημα και υψηλή στάθμη φόρτισης της μπαταρίας 113
5.2.4.2 Παράδειγμα διαχείρισης φορτίου με ελάχιστη παραγωγή ισχύος και μειωμένη στάθμη φόρτισης της μπαταρίας....121
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 128
6.1 Συμπεράσματα από την χρήση KNX μετρητών 128
6.2 Συμπεράσματα από την χρήση Συσκευών οπτικοποίησης KNX....129
6.3 Συμπεράσματα από την χρήση του προτύπου KNX για την διαχείριση ηλεκτρικής ενέργειας....130
6.4 Συμπεράσματα για την αναβάθμιση του Εργαστηριακού εξοπλισμού εκπαιδευτικής πινακίδας «έξυπνου σπιτιού – KNX», εργαστηρίου ΕΛ.ΜΕ.ΠΑ 131
6.5 Γενικές Επισημάνσεις της Διπλωματικής Εργασίας....133
Αναφορές....134

1. Εισαγωγή

Στο άμεσο μέλλον ένα τυπικό έξυπνο σπίτι θα έχει συνήθως ένα φωτοβολταϊκό σύστημα με μετατροπέα , ένα εγκατεστημένο σύστημα αποθήκευσης μπαταρίας καθώς και έναν τουλάχιστον σταθμό φόρτισης για ηλεκτρικά οχήματα.

Στην Γερμανία σήμερα η 1 kWh ηλεκτρικής ενέργειας από τον πάροχο κοστίζει περίπου 31 λεπτά ενώ ο ιδιοκτήτης ενός φωτοβολταϊκού συστήματος λαμβάνει μόνο 7 λεπτά για κάθε kWh που παράγει ο ίδιος και τροφοδοτεί το δίκτυο. Άρα είναι λογικό ο κάθε ιδιοκτήτης έξυπνου σπιτιού να θέλει να χρησιμοποιήσει όσο το δυνατόν περισσότερη από την ενέργεια που παράγει για να καλύψει τις δικές του ανάγκες [1].

Την παρούσα χρονική στιγμή στην Ελλάδα επιδοτούνται αποκλειστικά διασυνδεδεμένα Φ/Β συστήματα τα οποία μπορούν να λειτουργούν είτε με δυνατότητα έγχυσης ενέργειας στο δίκτυο δηλαδή ενεργειακού συμψηφισμού (net metering) είτε χωρίς έγχυση ενέργειας στο δίκτυο (zero feed in). Για να αυξηθεί η αυτονομία και η αποδοτικότητα των συστημάτων χωρίς έγχυση, προστίθενται μπαταρίες αποθήκευσης. Όταν η μπαταρία είναι πλήρως φορτισμένη και η παραγωγή ενέργειας υπερβαίνει τις άμεσες ανάγκες κατανάλωσης, το σύστημα πρέπει να βρει τρόπους να αξιοποιήσει αυτό το πλεόνασμα.

Μια εφικτή λύση στο παραπάνω πρόβλημα θα ήταν η μεγιστοποίηση της κατανάλωση ενέργειας την στιγμή που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας . Σε περιόδους δηλαδή πλεονάζουσας παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας να είναι δυνατή η φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων ή θερμικών αποθηκών μέσω αντλιών θερμότητας ή η αύξηση της ισχύος ψύξης των συστημάτων κλιματισμού . Αντίθετα, σε περιόδους έλλειψης παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας να διακοπεί ή να μειωθεί η φόρτιση των ηλεκτρικών οχημάτων ενώ η αντλία θερμότητας ή το σύστημα κλιματισμού να τεθούν προσωρινά σε κατάσταση οικονομικής λειτουργίας [2].

Επομένως η συνεργασία της βελτιστοποιημένης κατανάλωσης με την τοπικά παραγόμενη ανανεώσιμη ενέργεια με σκοπό την μείωση της ενεργειακής ζήτησης των κτιρίων είναι το πιο δύσκολο έργο που πρέπει να αντιμετωπιστεί. Επίσης το σύστημα διαχείρισης ενέργειας πρέπει να είναι εύκολο στη χρήση, διαφορετικά δεν θα φτάσει ποτέ στον τελικό καταναλωτή , ανεξάρτητα από την αποτελεσματικότητα του [3].

Αναμφίβολα υπάρχουν πολλοί τρόποι με τους οποίους οι τεχνολογίες έξυπνων σπιτιών μπορούν να εξασφαλίσουν έναν πιο ενεργειακά αποδοτικό τρόπο ζωής και να μειώσουν σημαντικά τους λογαριασμούς ενέργειας. Είναι γεγονός ότι και οι απλούστεροι αυτοματισμοί κτιρίων μπορούν να συμβάλουν σημαντικά στην μείωση της κατανάλωσης ενέργειας . Για παράδειγμα ένας ανιχνευτής παρουσίας θα περιορίσει την σπατάλη της καταναλισκόμενης ενέργειας. Ωστόσο, όλες αυτές οι μεμονωμένες συσκευές και τεχνολογίες αποδίδουν καλύτερα όταν χρησιμοποιούνται μαζί, συνεργάζονται μεταξύ τους και ενσωματώνονται στην ίδια πλατφόρμα [1].

Έτσι τελικά μπορούν να διαμορφωθούν διασυνδεδεμένα συστήματα διαχείρισης ενέργειας και κτιρίων που επιτρέπουν τον έλεγχο, τη ρύθμιση και την παρακολούθηση των ροών ενέργειας ανάλογα με τη ζήτηση κατά τη λειτουργία. Επίσης μπορούν να ενσωματωθούν και συστήματα ένδειξης σφαλμάτων, όπως η υψηλή κατανάλωση ενέργειας που προκαλείται από βλάβες με σκοπό την γρήγορη διόρθωση τους [4].

Το πρότυπο KNX παρέχει μια καλή βάση για να απλοποιηθεί η διαχείριση φορτίου με σκοπό να αυξηθεί η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου.

Επίσης το KNX μέσω των κατάλληλων διεπαφών μπορεί να συνεργαστεί με διαφορετικά πρωτόκολλα επικοινωνίας όπως το Modbus (51) , Zigbee ή OCPP , τα οποία χρησιμοποιούνται στην ηλεκτροκίνηση, στις αντλίες θερμότητας, στους μετατροπείς κ.λπ. [5].

Όλα τα παραπάνω είναι αδύνατον να πραγματοποιηθούν με ένα πιθανόν οικονομικότερο , απλουστευμένο και κλειστό σύστημα αυτοματισμού.

1.1 Σκοπός και δομή της εργασίας

Η παρούσα διπλωματική έχει ως σκοπό να αναδείξει τις δυνατότητες αλλά και τους περιορισμούς που έχει μια εγκατάσταση KNX :

- Ως προς την μέτρηση της ηλεκτρικής ενέργειας και άλλων ηλεκτρικών μεγεθών.
- Ως προς τον απομακρυσμένο έλεγχο και την πλήρη οπτικοποίηση των λειτουργιών.
- Ως προς την αποτελεσματική διαχείριση του φορτίου με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας. Αυτό μπορεί να γίνει με την συνεχή παρακολούθηση, καταγραφή, ανάλυση και δυνατότητα προσαρμογής της κατανάλωσης ενέργειας ακόμα και ατομικά για κάθε συσκευή .

Η δομή της διπλωματική είναι η εξής:

- Το πρώτο (παρόν) κεφάλαιο αναφέρεται στην εισαγωγή και στους σκοπούς της συγκεκριμένης εργασίας.
- Το δεύτερο κεφάλαιο εστιάζει στην κομβική συμβολή των συστημάτων αυτόματου ελέγχου για την ορθή διαχείριση της ενέργειας, με στόχο την ενίσχυση της ενεργειακής απόδοσης. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται συνοπτικά:
  - Η οδηγία 2018/844: Θεσπίζει κανόνες για την προώθηση της ενεργειακής απόδοσης στους κτιριακούς κλάδους, θέτοντας ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης για νέα και υφιστάμενα κτίρια.
  - Το Πρότυπο ISO 52120-1:2022: Καθοδηγεί σχετικά με την υλοποίηση, τη λειτουργία και τη συντήρηση συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης σε κτίρια, με σκοπό τη βελτιστοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης.
  - Ο δείκτης SRI (Smart Readiness Indicator): Αξιολογεί την ετοιμότητα ενός κτιρίου για έξυπνη και ευέλικτη λειτουργία, λαμβάνοντας υπόψη την ύπαρξη και την αποτελεσματικότητα συστημάτων αυτοματισμού.
  - Ο κανονισμός ΚΕΝΑΚ: Θεσπίζει ενεργειακά πρότυπα για τα κτίρια στην Ελλάδα, θέτοντας όρια ενεργειακής κατανάλωσης και προωθώντας την υιοθέτηση ενεργειακά αποδοτικών λύσεων.

  Η ύπαρξη και εγκατάσταση συστημάτων αυτοματισμού αναδεικνύεται ως καίριας σημασίας για την τήρηση των προαναφερθέντων κανόνων και δεικτών.

- Στο τρίτο κεφάλαιο εξετάζεται διεξοδικά η μέτρηση της ηλεκτρικής ενέργειας μέσω του πρωτοκόλλου KNX. Παρουσιάζονται αναλυτικά τα χαρακτηριστικά και οι δυνατότητες των μετρητών ενέργειας KNX, με έμφαση στην παραμετροποίησή τους μέσω του λογισμικού ETS. Για να επισημανθούν οι διαφορές και οι ομοιότητες μεταξύ διαφορετικών προϊόντων, πραγματοποιείται συγκριτική ανάλυση δύο μετρητών ενέργειας από διαφορετικούς κατασκευαστές. Η σύγκριση αυτή επικεντρώνεται στα βασικά χαρακτηριστικά και τις λειτουργίες των συσκευών. Στην συνέχεια για να διευκολυνθεί η διαδικασία επιλογής ενός κατάλληλου μετρητή KNX, παρουσιάζεται ένα τυπικό φύλλο συμμόρφωσης. Και τέλος παρουσιάζονται συνοπτικά λύσεις για την ενσωμάτωση άλλων τύπων μετρητών ενέργειας στο σύστημα KNX που κυκλοφορούν στο εμπόριο, ενός μετρητή Modbus και ενός συμβατικό μετρητή με υπέρυθρες.

- Το τέταρτο κεφάλαιο εμβαθύνει στην ουσία της οπτικοποίησης και του απομακρυσμένου ελέγχου των εγκαταστάσεων KNX. Παρουσιάζεται μια αναλυτική επισκόπηση των διαθέσιμων συσκευών στην αγορά, καταγράφοντας τα είδη τους και τα χαρακτηριστικά τους. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται μια πρακτική εφαρμογή με την παραμετροποίηση δύο διαφορετικών συσκευών οπτικοποίησης μέσω του λογισμικού ETS 6, αναδεικνύοντας τις διαφορές στην τοπολογία. Ακολουθεί μια συγκριτική ανάλυση των δύο συσκευών, με επίκεντρο τα βασικά χαρακτηριστικά και τις λειτουργίες τους. Στόχος είναι να προσφερθεί στον αναγνώστη μια ξεκάθαρη εικόνα των δυνατοτήτων που προσφέρει κάθε συσκευή. Τέλος, γίνεται μια σύντομη αναφορά στις νεότερες τάσεις στον τομέα της οπτικοποίησης KNX, παρουσιάζοντας νέες συσκευές που έχουν εισαχθεί στην αγορά από διαφορετικούς κατασκευαστές. Με αυτόν τον τρόπο, επισημαίνεται η συνεχής εξέλιξη της τεχνολογίας και η πληθώρα επιλογών που διατίθενται στους χρήστες.

- Το πέμπτο κεφάλαιο εμβαθύνει στην πρακτική εφαρμογή του πρωτοκόλλου KNX για την αποτελεσματική διαχείριση ενέργειας. Παρουσιάζονται πραγματικά σενάρια ενεργειακού ελέγχου, όπου διάφορες συσκευές ενσωματώνονται στο λογισμικό ETS και παραμετροποιούνται με στόχο την πλήρη διαχείριση της κατανάλωσης ενέργειας. Ως πρώτο παράδειγμα αναφέρεται μια υφιστάμενη εκπαιδευτική πινακίδα εξοπλισμένη με τεχνολογία KNX, η οποία βρίσκεται στο εργαστήριο Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων του τμήματος Ηλεκτρολόγων [6, p. 161] . Στη συνέχεια, παρουσιάζεται ένα σενάριο ελέγχου της πλεονάζουσας παραγόμενης ενέργειας με βάση ένα συγκεκριμένο όριο ισχύος και ένα παράδειγμα δυναμικής φόρτισης ηλεκτρικού οχήματος. Τέλος, αναλύονται δύο παραδείγματα διαχείρισης ενέργειας σε κατοικίες εξοπλισμένες με φωτοβολταϊκά συστήματα και μπαταρίες.

- Στο έκτο και τελευταίο κεφάλαιο παρατίθενται τα συμπεράσματα που αφορούν το αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής δηλαδή την μέτρηση , την οπτικοποίηση και την διαχείριση μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης με το πρωτόκολλο KNX.

2. Η συμβολή των Συστημάτων Αυτομάτου Ελέγχου (ΣΑΕ) στην Ορθή Διαχείριση Ενέργειας και στην Αύξηση της Ενεργειακής Απόδοσης

2.1 Γενικά

Η **Ενεργειακή Απόδοση (Energy Efficiency)** δεν είναι απλώς η μέγιστη δυνατή εξοικονόμηση ενέργειας αλλά η χρήση λιγότερης ενέργειας για την εκτέλεση της ίδιας εργασίας ή την παραγωγή του ίδιου αποτελέσματος. Επομένως η αποδοτικότητα αυξάνει όταν γίνεται εξοικονόμηση ενέργειας αλλά όχι σε βάρος της ασφάλειας και της άνεσης της εγκατάστασης.

Αρχικά η κατανάλωση μπορεί να μειωθεί με δύο τρόπους , είτε μέσω της μείωσης της ζήτησης ενέργειας είτε μέσω της βελτίωση της απόδοσης των συστημάτων, του εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων που χρησιμοποιούνται. Στην πρώτη περίπτωση, η μείωση επιτυγχάνεται με την χρήση καλύτερων υλικών κατασκευής π.χ καλύτερη μόνωση. Στη δεύτερη περίπτωση η βελτίωση επιτυγχάνεται με την χρήση υλικών ή μεθόδων που οδηγούν σε υψηλότερη απόδοση με χαμηλότερη κατανάλωση. Τέτοια παραδείγματα είναι η χρήση στον φωτισμό αποδοτικότερων φωτιστικών σωμάτων (LED) , η χρήση αποδοτικότερων συστημάτων HVAC (π.χ. αντλίες θερμότητας , λέβητες συμπύκνωσης) , η χρήση μετατροπέων συχνότητας για τον έλεγχο των κινητήρων καθώς και η χρήση απλών συστημάτων αυτοματισμού (π.χ ανιχνευτής παρουσίας, αισθητήρας φωτός, χρονοδιακόπτης κ.τ.λ.). Ιδίως οι αυτοματισμοί κτιρίων, ακόμα και οι απλούστεροι συνεισφέρουν στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας εξαιτίας της αποφυγής κατανάλωσης όταν δε χρειάζεται.

Όμως όλα τα παραπάνω δεν επαρκούν για να επιτευχθεί ένα κτίριο με καθαρή κατανάλωση ενέργειας ίση με μηδέν (Net Zero Energy Building) . Η επιπλέον μείωση της κατανάλωσης ενέργειας μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο μέσω της συμβολής των πιο αποδοτικών συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου (όπως το KNX) και των συστημάτων τεχνικής διαχείρισης κτιρίων (TBM) για επίβλεψη (όπως το BMS) [7, p. 153]. Άρα χρειάζεται η ορθή εγκατάσταση ενός ανεπτυγμένου και συνθέτου αυτοματισμού όπως το KNX σε συνδυασμό με την σωστή παραμετροποίηση και προγραμματισμό του. Αυτό θα οδηγήσει στον πλήρη έλεγχο και την σωστή χρήση των λειτουργιών και θα μειώσει την άσκοπη χρήση της ενέργειας.

Πιο συγκεκριμένα, ο αυτοματισμός μπορεί να εφαρμοστεί στους ακόλουθους τομείς:

1. Συστήματα θέρμανσης/ψύξης και ZNX [8, p. 7]:

- Ρύθμιση της θερμοκρασίας στους χώρους ανάλογα με τις ανάγκες και την παρουσία των χρηστών.
- Προσαρμογή της λειτουργίας των συστημάτων βάσει εξωτερικών συνθηκών και κλιματολογικών δεδομένων.
- Χρήση θερμοστατών με προγραμματισμό και δυνατότητα εξ αποστάσεως ελέγχου.
- Εγκατάσταση συστημάτων αυτοματισμού για τον έλεγχο της λειτουργίας των αντλιών θερμότητας, λεβήτων, κλιματιστικών κτλ.

2. Φωτισμός [8, p. 9]:

- Εγκατάσταση αισθητήρων φωτός για τον αυτόματο έλεγχο του φωτισμού.
- Εφαρμογή συστημάτων αυτοματισμού για τον έλεγχο της φωτεινότητας στους χώρους, λαμβάνοντας υπόψη το φυσικό φως.

3. Σκίαση [8, p. 11]:

- Εγκατάσταση συστημάτων αυτόματης σκίασης για τον έλεγχο της ηλιακής ακτινοβολίας.

- Χρήση τέντας, ρολών ή περσίδων με δυνατότητα αυτοματισμού.

4. Αερισμός [8, p. 12]:

- Εγκατάσταση συστημάτων ανάκτησης θερμότητας από τον αποβαλλόμενο αέρα.
- Χρήση ανεμιστήρων οροφής για την καλύτερη κυκλοφορία του αέρα.
- Εφαρμογή συστημάτων αυτοματισμού για τον έλεγχο του αερισμού στους χώρους.

5. Ενεργειακή διαχείριση [8, p. 17]:

- Εγκατάσταση συστημάτων παρακολούθησης της κατανάλωσης ενέργειας.
- Ανάλυση δεδομένων για τον εντοπισμό σημείων σπατάλης ενέργειας.
- Εφαρμογή μέτρων για τη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας.

Πέρα από τα παραπάνω, ο έξυπνος αυτοματισμός μπορεί να προσφέρει και άλλα οφέλη, όπως [8, p. 15]:

- Βελτίωση της άνεσης των χρηστών
- Αύξηση της ασφάλειας του κτιρίου
- Μείωση του κόστους λειτουργίας του κτιρίου

2.2 Οδηγίες , Πρότυπα, Κανονισμοί και δείκτες της ΕΕ που αφορούν την διαχείριση ενέργειας και την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων

- ΟΔΗΓΙΑ (ΕΕ) 2018/844 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων

Η τελευταία εφαρμογή της οδηγίας (2018/844) για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων της ΕΕ περιλαμβάνει ειδικές απαιτήσεις στο πλαίσιο αυτό, οι οποίες εισήχθησαν με το άρθρο 14 και το άρθρο 15 της 4 παραγράφου και αναφέρει ότι :

«Τα κράτη μέλη θεσπίζουν τις απαιτήσεις για να εξασφαλίσουν ότι, όπου είναι τεχνικά και οικονομικά εφικτό, ότι τα μη προοριζόμενα για κατοικία κτίρια με ωφέλιμη ονομαστική ισχύ εξόδου για θέρμανση (άρθρο 14) / κλιματισμό (άρθρο 15) συστήματα ή συστήματα συνδυασμένης θέρμανση / κλιματισμός χώρων και εξαερισμού άνω των 290kW (989521 BTU ή 249335 Kcal) θα έχουν εξοπλιστεί έως το 2025 με συστήματα αυτοματισμού και ελέγχου» [9].

- Πρότυπο ISO 52120-1:2022

Το ισχύον πρότυπο ISO 52120-2022, το οποίο έχει αντικαταστήσει το προηγούμενο πρότυπο EN-15232, περιγράφει μεθόδους αξιολόγησης της επίδρασης του αυτοματισμού κτιρίων (BACS) και της τεχνικής διαχείρισης κτιρίων (TBM, δηλαδή συστήματα BMS) στην κατανάλωση ενέργειας των κτιρίων. Για το σκοπό αυτό έχουν εισαχθεί τέσσερις τάξεις απόδοσης από το Α έως το Δ. Κάθε κτίριο αφού εξοπλιστεί με συστήματα αυτοματισμού και ελέγχου θα ταξινομηθεί σε μία από αυτές τις κατηγορίες [7, p. 153].

- Δείκτης SRI

Ο δείκτης ευφυούς ετοιμότητας κτιρίων (Smart Readiness Indicator -SRI) σκοπεύει στην αξιολόγηση της ετοιμότητας των κτιρίων να ενσωματώσουν ευφυή συστήματα για καλύτερη διαχείριση της ενέργειας και της άνεσης. Ο δείκτης αυτός αναφέρθηκε για πρώτη φορά στην αναθεωρημένη ευρωπαϊκή οδηγία για την ενεργειακή απόδοση κτιρίων το 2018 .Οι στόχοι αυτού του μελλοντικού προτύπου SRI είναι:

  - Βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης και της συνολικής απόδοσης κατά τη χρήση.
  - Η προσαρμογή της λειτουργίας στις ανάγκες του τελικού χρήστη.

- Η προσαρμογή σε σήματα από το δίκτυο (ενεργειακή ευελιξία) [7, p. 157].

Η μεθοδολογία υπολογισμού του Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας (Smart Readiness Indicator, SRI) βασίζεται σε πρότυπο της Ευρωπαϊκής Ένωσης και συγκεκριμένα στο [EN 15232].

Υπάρχουν δύο κύριες μέθοδοι υπολογισμού του SRI:

- **Μέθοδος Α**: Πιο απλή μέθοδος που χρησιμοποιεί έναν πίνακα με συντελεστές για κάθε έναν από τους εννέα τεχνικούς τομείς ενός κτιρίου (Θέρμανση, Ψύξη, Ζεστό νερό χρήσης, Εξαερισμός, Φωτισμός, Δυναμικό κέλυφος κτιρίου, Ηλεκτρική ενέργεια, Φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων & Παρακολούθηση και έλεγχος). Οι συντελεστές αντικατοπτρίζουν το επίπεδο ετοιμότητας για την ενσωμάτωση ευφυών συστημάτων σε κάθε τομέα.
- **Μέθοδος Β**: Πιο περίπλοκη μέθοδος που απαιτεί τη χρήση λογισμικού υπολογισμού. Το λογισμικό λαμβάνει υπόψη διάφορες παραμέτρους του κτιρίου και των συστημάτων του, όπως ο τύπος του κτιρίου, τα υπάρχοντα συστήματα ελέγχου, και τις δυνατότητες ενσωμάτωσης πιο έξυπνων τεχνολογιών [10].

• ΚΕΝΑΚ

Ο **ΚΕΝΑΚ**, ή αλλιώς Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων, είναι ένα θεσμικό πλαίσιο που θέτει τις ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση νέων και υφιστάμενων κτιρίων στην Ελλάδα. Στόχος του ΚΕΝΑΚ είναι η προώθηση της ενεργειακής εξοικονόμησης και η μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από τον κτιριακό τομέα.

Συγκεκριμένα ο ΚΕΝΑΚ περιλαμβάνει [11, p. 21]:

1. Τη μέθοδο υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων: [11, p. 21]

- Πώς υπολογίζεται η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων;
- Ποιες μετρήσεις και μεθοδολογίες λαμβάνονται υπόψη;

2. Τις ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοσή τους: [11, p. 21]

- Ποιες είναι οι ελάχιστες προδιαγραφές που πρέπει να πληρούν τα κτίρια ως προς την ενεργειακή τους απόδοση;
- Πώς διαφοροποιούνται οι απαιτήσεις αυτές ανάλογα με τον τύπο και τη χρήση του κτιρίου;

3. Τον τύπο και το περιεχόμενο της μελέτης ενεργειακής απόδοσης: [11, p. 21]

- Ποια στοιχεία περιλαμβάνει η μελέτη ενεργειακής απόδοσης;
- Πώς διαμορφώνεται και ποια είναι η δομή της;

4. Τα αρμόδια για την εκπόνησή της πρόσωπα: [11, p. 21]

- Ποιοι είναι οι εξουσιοδοτημένοι μελετητές που μπορούν να εκπονήσουν μελέτη ενεργειακής απόδοσης;
- Ποιες προϋποθέσεις και προσόντα πρέπει να πληρούν;

5. Τη διαδικασία και συχνότητα διενέργειας ενεργειακών επιθεωρήσεων σε κτίρια, λέβητες, εγκαταστάσεις θέρμανσης, συστήματα κλιματισμού: [11, p. 21]

- Πώς πραγματοποιείται η ενεργειακή επιθεώρηση σε κτίρια και τις εγκαταστάσεις τους;
- Πόσο συχνά πρέπει να διενεργείται;

6. Τον τύπο και το περιεχόμενο του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης: [11, p. 21]

- Ποιες πληροφορίες περιλαμβάνονται στο πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης;

- Πώς αξιολογείται η ενεργειακή κατηγορία του κτιρίου;

7. Τη διαδικασία έκδοσής του και τους σχετικούς ελέγχους από τα αρμόδια όργανα: [11, p. 21]

- Πώς εκδίδεται το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης;
- Ποιοι έλεγχοι διενεργούνται από τα αρμόδια όργανα;

8. Το ύψος της δαπάνης έκδοσής του και τον τρόπο υπολογισμού της: [11, p. 21]

- Πόσο κοστίζει η έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης;
- Πώς υπολογίζεται το κόστος;

9. Την πρόβλεψη κινήτρων για την εφαρμογή πρόσθετων μέτρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης: [11, p. 21]

- Ποια κίνητρα προσφέρονται για την υιοθέτηση μέτρων που ενισχύουν την ενεργειακή απόδοση;
- Πώς μπορούν οι ιδιοκτήτες κτιρίων να ωφεληθούν από αυτά;

Παρακάτω αναφέρεται η **σημασία των αυτοματισμών βάσει του ΚΕΝΑΚ** ***[11, p. 32]***
Ο ΚΕΝΑΚ, βασιζόμενος στις οδηγίες ΤΟΤΕΕ- Πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ15232.2007, διακρίνει 4 κατηγορίες αυτοματισμών, από το πλήρως αυτοματοποιημένο σύστημα Α έως το μη αυτοματοποιημένο Δ [11, p. 32].

Για να καταταχθεί ένα κτήριο σε μια κατηγορία, π.χ. Γ, οι αυτοματισμοί που διαθέτει οφείλουν να ανταποκρίνονται στις ελάχιστες απαιτήσεις της κατηγορίας αυτής ή να είναι ανώτερης ποιότητας.

Παρακάτω αναφέρονται οι προϋποθέσεις ενός κτιρίου κατηγορίας Α [11, p. 34]

- **Συστήματα παραγωγής, διανομής και εκπομπής θέρμανσης/ψύξης:**
    - Ολοκληρωμένος έλεγχος λειτουργίας τερματικών μονάδων (με έλεγχο παρουσίας)
    - Ρύθμιση δικτύου διανομής βάσει θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου
    - Αντλίες διανομής με μεταβλητή ταχύτητα
    - Αυτόματος έλεγχος μονάδας παραγωγής με έξυπνους ελεγκτές
    - Προτεραιότητα στις πιο αποδοτικές μονάδες σε περίπτωση αλληλουχίας
    - Σύστημα απόψυξης σε περίπτωση αντλίας θερμότητας

Τα Επίπεδα Β, Γ, Δ περιλαμβάνουν λιγότερες αυτοματοποιήσεις

- **Συστήματα αερισμού:**
    - Έλεγχος ροής αέρα βάσει ζήτησης φορτίου
    - Αυτόματος έλεγχος ροής/πίεσης σε κεντρική κλιματιστική μονάδα
    - Δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης και νυχτερινού αερισμού
    - Έλεγχος θερμοκρασίας προσαγωγής αέρα
    - Έλεγχος υγρασίας αέρα

Ομοίως τα επίπεδα Β, Γ, Δ Περιλαμβάνονται λιγότερες αυτοματοποιήσεις

Οι Βελτιώσεις στους αυτοματισμούς προσφέρουν : [11, p. 41]

1. Μείωση λειτουργικού κόστους
2. Ανάγκη διανομής πληροφοριών

3. Βελτιωμένο περιβάλλον στο κτήριο
4. Αύξηση της απόδοσης και οικονομία

Ο ΚΕΝΑΚ αποτελεί το βασικό εργαλείο για την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων στο πλαίσιο του προγράμματος **«Εξοικονομώ – Αυτονομώ».**

Με το ανανεωμένο πρόγραμμα Εξοικονομώ 2021 υπάρχει η δυνατότητα για προμήθεια και εγκατάσταση Smart Home με μέγιστο προϋπολογισμό στα 2.500€ ανά κτίριο. Ως επιλέξιμα είναι τα συστήματα που περιλαμβάνουν**:**

1. Έξυπνα συστήματα διαχείρισης ηλεκτρικών φορτίων
2. Έξυπνα συστήματα θέρμανσης/ψύξης
3. Έξυπνα συστήματα Απομακρυσμένου ελέγχου και παρακολούθησης

2.3 Λύσεις της τεχνικής KNX που σχετίζονται με την Ενεργειακή Απόδοση και τη Διαχείριση Ενέργειας

Η τεχνική KNX διαθέτει ένα ευρύ φάσμα λειτουργιών οι οποίες με την κατάλληλη διαμόρφωση και προγραμματισμό , οδηγούν στην αποτελεσματική διαχείριση ενέργειας και στην ενεργειακή απόδοση. Ενδεικτικά αναφέρονται μερικά παραδείγματα :

1. Ατομικός έλεγχος δωματίου. Το KNX παρέχει ατομικό έλεγχο της θέρμανσης και του κλιματισμού σε κάθε δωμάτιο ρυθμίζοντας ξεχωριστά προφίλ θερμοκρασίας.
2. Καλύτερη προσαρμογή των διαφόρων εφαρμογών στις εξωτερικές κλιματολογικές συνθήκες (για παράδειγμα, με τη βοήθεια ενός μετεωρολογικού σταθμού).
3. Οι αισθητήρες από έναν τομέα εφαρμογής μπορούν επίσης να αλληλοεπιδράσουν με δέκτες από άλλους τομείς εφαρμογής (για παράδειγμα, ο ανιχνευτής παρουσίας επηρεάζει τον φωτισμό καθώς και τη θέρμανση/ψύξη).
4. Μετρητές και ενδιάμεσοι μετρητές που μπορούν να εκτελέσουν διάφορες μετρήσεις ισχύος ανά φάση ή της συνολικής ισχύος και να μεταδώσουν τα στατιστικά δεδομένα μέσω διαύλου (bus) KNX.
5. Ενεργοποιητές φορτίων με ενσωματωμένη μέτρηση κατανάλωσης ενέργειας ανά έξοδο . Η μέτρηση πραγματοποιείται σε επίπεδο κυκλώματος και με δυνατότητα περιορισμού της κατανάλωσης σε καθορισμένο επίπεδο.
6. Οπτικοποίηση των λειτουργιών της εγκατάστασης και απομακρυσμένος έλεγχος.
7. Συσκευές Μονάδων Λογικής (Logic Functions), η οποίες εκτελούν μαθηματικές και δυαδικές λογικές πράξεις με δεδομένα που λαμβάνονται από το δίαυλο KNX. Η αποστολή των αποτελεσμάτων πραγματοποιείται μέσω αντικειμένων επικοινωνίας διαφορετικού μεγέθους.
8. Διεπαφή KNX με Φ/Β συστήματα για την μεταφορά όλων των σχετικών δεδομένων από τους μετατροπείς στο KNX. Τα δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας, την παρακολούθηση των παραγόμενων ηλεκτρικών μεγεθών και την ενεργοποίηση συγκεκριμένων ενεργειών στην εγκατάσταση KNX.
9. Οι μονάδες αποθήκευσης ενέργειας μπορούν πλέον να ενσωματωθούν στον κόσμο του KNX, επιτρέποντας μια πιο ανεξάρτητη διαχείριση της κατανάλωσης ενέργειας.
10. Διαθέσιμη Διεπαφή KNX για την ενσωμάτωση των σταθμών φόρτισης EV διαφόρων κατασκευαστών στο KNX.

Στα επόμενα κεφάλαια θα αναλυθούν τα υλικά και τα εργαλεία της τεχνικής KNX που απαιτούνται στην διαχείριση κτιρίων για την επίτευξη της μέγιστης ενεργειακής απόδοσης [7, p. 160] .

3. Μέτρηση Ηλεκτρικής Ενέργειας και άλλων ηλεκτρικών μεγεθών με το πρωτόκολλο KNX.

3.1 Εισαγωγή – Έξυπνη Μέτρηση Ηλεκτρικής Ενέργειας

Γενικά η **έξυπνη μέτρηση <smart metering>** σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση αναφέρεται στη χρήση ψηφιακών τεχνολογιών για τη μέτρηση, την συλλογή και την αποστολή των δεδομένων κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και άλλων ηλεκτρικών μεγεθών [7, p. 164]. Είναι μια σχετικά νέα και αναπτυσσόμενη τεχνολογία με πολλά οφέλη για τους χρήστες, τις επιχειρήσεις και τις εταιρείες διανομής ενέργειας. Ο κύριος σκοπός της είναι να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα και την ασφάλεια της χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας.

Ο **έξυπνος μετρητής <smart meter>** είναι ένας μετρητής αμφίδρομής επικοινωνίας, ο οποίος καταγράφει σε πραγματικό χρόνο την κατανάλωση ενέργειας και έχει δυνατότητα αποστολής δεδομένων και λήψης εντολών σε ένα κεντρικό σύστημα ή απευθείας στον χρήστη [12]. Σε αντίθεση με τον παραδοσιακό μετρητή μπορεί να παρέχει λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τη χρήση ενέργειας, όπως τη χρονική κατανομή της κατανάλωσης, την κατανάλωση ανά συσκευή και την κατανάλωση ανά ημέρα, εβδομάδα ή μήνα.

Οι προβλέψεις της ΕΕ, αναφέρουν ότι οι **έξυπνοι μετρητές** συνιστούν ένα πολύ σημαντικό εργαλείο καθώς προσφέρουν πολλά οφέλη όπως:

Για τους πελάτες [12, p. 17]

- Πιο **ακριβείς** μετρήσεις και τιμολογήσεις
- **Παροχή δυναμικών τιμολογίων ρεύματος**, τα οποία θα μπορούν να μεταβληθούν ανάλογα με την ημέρα ή την ώρα.
- **Επιλογή διαφορετικού προμηθευτή για συσκευές που καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες ενέργειας** όπως ο φορτιστής ηλεκτρικού αυτοκινήτου ή συσκευές θέρμανσης και διαφορετικού για τις άλλες ανάγκες (φωτισμού, μαγειρέματος, κ.α.) [13].
- **Εξοικονόμηση ενέργειας**: Η έξυπνη μέτρηση μπορεί να βοηθήσει τους χρήστες να εξοικονομήσουν ενέργεια, παρέχοντάς τους δεδομένα για να κατανοήσουν καλύτερα την κατανάλωση ενέργειας τους και να εντοπίσουν ευκαιρίες εξοικονόμησης ενέργειας .
- **Αποδοτικότερες τιμές**: Οι καταναλωτές μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα δεδομένα της έξυπνης μέτρησης για να διαπραγματευτούν πιο αποδοτικές τιμές ενέργειας από τους παρόχους (δυναμικά τιμολόγια).
- **Βελτίωση της ποιότητας της εξυπηρέτησης**: Η έξυπνη μέτρηση μπορεί να βοηθήσει τις εταιρείες διανομής ενέργειας να βελτιώσουν την ποιότητα της εξυπηρέτησης των πελατών τους, παρέχοντάς τους πρόσβαση σε δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας σε πραγματικό χρόνο.

Για τους διαχειριστές Ηλεκτρικής Ενέργειας [12, p. 18]

- **Βελτίωση ελέγχου** και εποπτείας του δικτύου.
- **Μείωση κόστους** λόγω αυτοματοποίησης διαδικασιών.
- **Αυξημένη ασφάλεια** λόγω ευκολότερου **εντοπισμού σφαλμάτων** δικτύου/ρευματοκλοπών.
- Καλύτερος **έλεγχος ποιότητας** τροφοδότησης.
- Ενσωμάτωση **διεσπαρμένης παραγωγής**.

Για τους προμηθευτές [12, p. 19]

- Βελτιστοποίηση κόστους με **μετατόπιση αιχμών.**
- **Μείωση ισοζυγίου ενέργειας** εξαιτίας καλύτερων προβλέψεων.
- **Νέες υπηρεσίες** για ειδικές απαιτήσεις (π.χ. προπληρωμή).
- **Πρόσβαση σε μετρητικά δεδομένα** για εξουσιοδοτημένους χρήστες.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία παρακάτω αναλύονται μόνο οι έξυπνοι μετρητές που είναι συμβατοί με το πρωτόκολλο KNX. Δηλαδή οι συγκεκριμένοι μετρητές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για κύρια ή δευτερεύουσα μέτρηση σε εγκαταστάσεις KNX και σχεδιάζονται κυρίως για χρήση σε εσωτερικούς χώρους, σε οικιακά ή εμπορικά περιβάλλοντα. Επίσης δεν υπόκεινται στις ίδιες αυστηρές απαιτήσεις ακρίβειας με τους μετρητές ΔΕΔΔΗΕ, καθώς δεν χρησιμοποιούνται για εμπορικές συναλλαγές με παρόχους ενέργειας. Παρέχουν μια ενδεικτική μέτρηση της κατανάλωσης ενέργειας, η οποία είναι επαρκής για την παρακολούθηση και τον έλεγχο της κατανάλωσης σε επίπεδο χρήστη.

Αντιθέτως οι μετρητές του ΔΕΔΔΗΕ καθίστανται εξωτερικά των κτιρίων και συνδέονται απευθείας στο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον υποβάλλονται σε αυστηρούς ελέγχους και κανονισμούς για να διασφαλίζεται η ακρίβεια των μετρήσεων και χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση των λογαριασμών ηλεκτρικής ενέργειας και τις εμπορικές συναλλαγές μεταξύ καταναλωτή και παρόχου.

Για να χρησιμοποιηθεί ένας μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας για χρέωση από τον οργανισμό κοινής ωφέλειας στην Ελλάδα, οφείλει να φέρει τις ακόλουθες πιστοποιήσεις:

- Πιστοποίηση MID: Διασφαλίζει την ακρίβεια, αξιοπιστία, ασφάλεια και διαλειτουργικότητα.
- Πιστοποίηση ΚΕΔΕΚ: Διασφαλίζει την ενεργειακή απόδοση.
- Πιστοποίηση από τον ΔΕΔΔΗΕ: Διασφαλίζει τη συμβατότητα με το δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ [14] .

3.2 Η Σημασία της Δευτερεύουσας μέτρησης

Εκτός από τον κύριο μετρητή χρέωσης που τοποθετείται αποκλειστικά από τον πάροχο είναι χρήσιμη σε ένα κτίριο η εγκατάσταση ενδιάμεσων μετρητών για τη μέτρηση της ατομικής κατανάλωσης . Η δευτερεύουσα μέτρηση (sub-metering) έχει ως σκοπό να παρέχει:

- Εντοπισμός σημείων σπατάλης ενέργειας.
- Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.
- Βελτιστοποίηση λειτουργίας κτιρίου.
- Μείωση κόστους λειτουργίας.
- Βελτίωση άνεσης χρηστών.
- Ενίσχυση περιβαλλοντικής ευθύνης.
- Ανάλυση κατανάλωσης ανά κύκλωμα, συσκευή ή χώρο.
- Εντοπισμός ενεργοβόρων συσκευών
- Ενθαρρύνει την υιοθέτηση υπεύθυνης κατανάλωσης ενέργειας
- Έκδοση Πιστοποίηση ΠΕΑ (Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης) με ακρίβεια αν τοποθετηθεί στα σημεία κατανάλωσης που επηρεάζουν τις τιμές του Πιστοποιητικού.

3.3 Χρήση Μετρητών Ενέργειας KNX

Οι μετρητές ηλεκτρικής Ενέργειας KNX λαμβάνουν και μεταδίδουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο με άλλες συσκευές και συστήματα KNX, όπως τερματικά χρηστών, συστήματα διαχείρισης ενέργειας και συστήματα

αυτοματισμού κτιρίων. Τα μετρούμενα ηλεκτρικά μεγέθη μεταδίδονται σε μορφή δεδομένων μέσω τηλεγραφημάτων στο δίαυλο (bus) KNX. Επομένως η χρήση τους είναι συγκεκριμένη και συνήθως περιορίζονται για ενδιάμεση – δευτερεύουσα (sub-metering)μέτρηση μέσα στην KNX εγκατάσταση σε ομάδες φορτίων ή ατομικά για ενημέρωση του τελικού χρήστη.

Οι μετρητές ενέργειας και ισχύος KNX μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μια ποικιλία εφαρμογών, όπως:

- Μέτρηση της κατανάλωσης ενέργειας.
- Μέτρηση της ποιότητας της ισχύος.
- Βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας.
- Διαχείριση της ενέργειας.

3.4 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Μετρητών Ενέργειας KNX

Η πλειονότητα των KNX μετρητών ενέργειας :

- Διαθέτουν τρία ανεξάρτητα κανάλια εισόδου για την παρακολούθηση έως και τριών ανεξάρτητων μονοφασικών γραμμών ή μίας τριφασικής γραμμής.
- Παρέχουν υψηλή ακρίβεια μέτρησης κλάσης 1 (1%) σύμφωνα με το πρότυπο EN 62053-31, όπως και οι μετρητές που χρησιμοποιεί ο ΔΕΔΔΗΕ για την τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας.
- Μπορούν να συγχρονιστούν με εξωτερικό ρολόι KNX για την ενημέρωση της ημερομηνίας και την ώρα της ημέρας. Αυτό είναι απαραίτητο για ορισμένες λειτουργίες, όπως τους περιοδικούς καταχωρητές ενέργειας (ημερήσιο, μηνιαίο κτλ.).
- Είναι αμφίδρομοι , μπορούν να μετρήσουν και να κοινοποιήσουν , όχι μόνο την καταναλισκόμενη αλλά και την παραγόμενη ενέργεια από ένα εγκατεστημένο φωτοβολταικό σύστημα.
- Διαθέτουν μετρητές τιμολόγησης για την εκτίμηση του κόστους με σταθερή ή μεταβλητή τιμή kWh καθώς και μετρητές υπολογισμού των εκπομπών CO2 από την κατανάλωση ενέργειας .
- Μπορούν να καταγράψουν την ατομική κατανάλωση ενέργειας για μεμονωμένες συσκευές εφόσον διαθέτουν χωριστά κανάλια. Οι συσκευές αυτές ονομάζονται ενεργοποιητές ενέργειας και διευκολύνουν τον έλεγχο των συνδεδεμένων φορτίων προσφέροντάς μια λεπτομερή και διαφανή εικόνα της κατανάλωσης ενέργειας για κάθε ατομικό φορτίο που είναι συνδεμένο σε κάθε έξοδο τους.
- Αποστέλλουν ειδοποιήσεις διαφορετικών καταστάσεων όπως υπέρταση, υπόταση , υπέρβαση κατανάλωσης ενέργειας , περίσσεια παραγόμενη ισχύς , αυξημένο οικονομικό κόστος, αυξημένες εκπομπές CO2 , ανομοιόμορφη φόρτιση των τριών φάσεων .

Όλες οι μετρούμενες τιμές των ηλεκτρικών μεγεθών όπως το ρεύμα, η τάση, η ενεργός ισχύς, η άεργος ισχύς, η παραγόμενη ή καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ο συντελεστής ισχύος μεταδίδονται στον δίαυλο KNX και κοινοποιούνται στον τελικό χρήστη.

3.5 Παραμετροποίηση KNX Μετρητών με το πρόγραμμα ETS6

Παρακάτω παρουσιάζεται η παραμετροποίηση δυο KNX μετρητών ενέργειας με διαφορετικές δυνατότητες.

3.5.1 Παραμετροποίηση του μετρητή EZ-0363.01 της εταιρίας MDT

Ο **EZ-0363.01** είναι ένας 3-φασικός αμφίδρομος μετρητής πραγματικής ενέργειας με μέγιστο ρεύμα ανά φάση τα 63 A (πιστοποιημένος κατά **ISO 9001**)και για τοποθέτηση σε ράγα DIN 35mm . Χρησιμοποιεί μετασχηματιστές ρεύματος (περιλαμβάνονται στην συσκευασία του προϊόντος) για την μέτρηση της έντασης του ρεύματος στις τρεις φάσεις με δυνατότητα χωριστής καταγραφής της καταναλισκόμενης και της παραγόμενης ενέργειας. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κεντρικός (κύριος) μετρητής σε μία εγκατάσταση ή ως ενδιάμεσος σε μια ομάδα φορτίων.



Εικόνα 1. Μετρητής Ενέργειας EZ-0363.01 [15]

Διαθέτει τις εξής ειδικές λειτουργίες [15]:

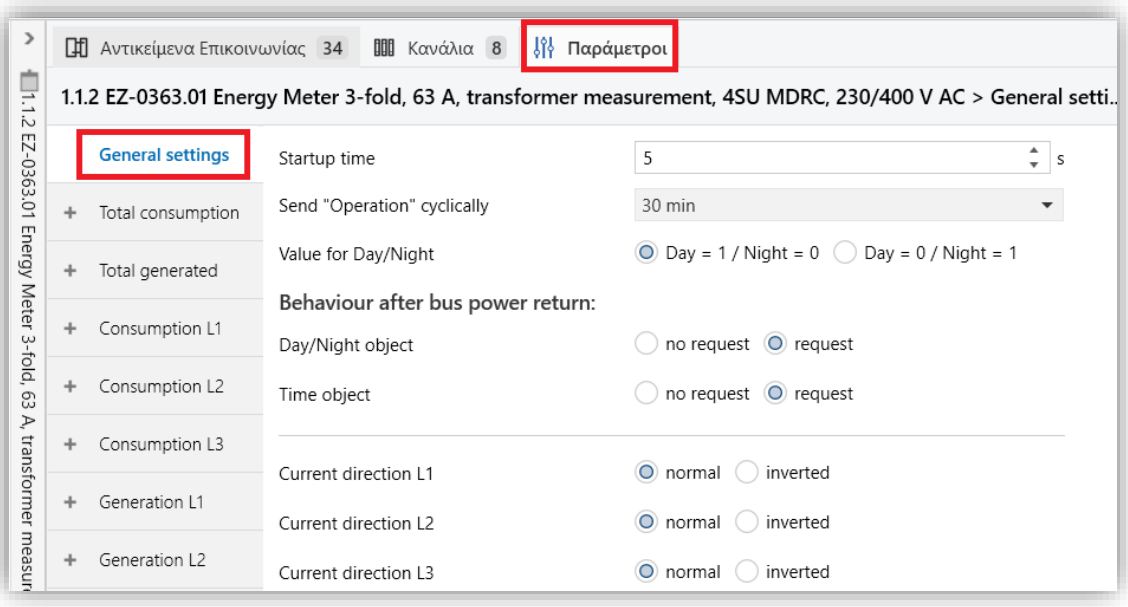
- Η ενεργός μονοφασική και τριφασική ισχύς μπορεί να καταγραφεί σε W ή kW και η τιμή της να αποτελέσει τη βάση για την παρακολούθηση της αυξημένης ή της χαμηλής κατανάλωσης φορτίου.
- Μέτρηση της άεργου ισχύος, της φαινόμενη ισχύς και του συντελεστής ισχύος.
- Μέτρηση ρεύματος ανά κανάλι σε mA ή A (εύρος μέτρησης ρεύματος 30 mA έως 63 A) με παρακολούθηση του άνω και κάτω ορίου. Τα όρια , η υστέρηση και η ελάχιστη διάρκεια των ορίων του ρεύματος κατανάλωσης ή παραγωγής ρυθμίζονται κατά τον προγραμματισμό.
- Μέτρηση της φασικής ή πολικής τάσης με παρακολούθηση της υπέρτασης ή της υπότασης.
- Για τον προσδιορισμό του κόστους κατανάλωσης ή της απόδοσης παραγωγής , οι τιμές ηλεκτρικής ενέργειας μπορούν είτε να καταχωρούνται ως σταθερές αξίες (ευρώ ή λεπτά) είτε να διαβιβάζονται ως μεταβλητές τιμές μέσω αντικειμένου (τιμές ημέρας και νύχτας).

- Μπορούν να ενεργοποιηθούν έως και δύο συμβάντα σε κάθε μετρητή. Ένα συμβάν ενεργοποιείται μόλις επιτευχθεί μια κατάσταση . Η κατάσταση μπορεί να είναι μια μετρούμενη επιτευχθείσα τιμή μεγέθους , μία συγκεκριμένη τιμή κόστους ή η συμπλήρωση ενός χρονικού διαστήματος. Στη συνέχεια, το συμβάν που ενεργοποιήθηκε εκτελεί λειτουργίες όπως αποστολή τηλεγραφήματος ή και επαναφορά ένδειξης μετρητή.
- Ο μετρητής ενέργειας MDT υποστηρίζει "Long Frames" (μεγαλύτερα τηλεγραφήματα). Αυτά περιέχουν περισσότερα δεδομένα χρήστη ανά τηλεγράφημα, γεγονός που μειώνει σημαντικά τον χρόνο προγραμματισμού με το ETS.

Μετά την εισαγωγή της αντίστοιχης βάσης δεδομένων του μετρητή ενέργειας **EZ-0363.01** στο **ETS 6** και την προσθήκη της συσκευής στην τοπολογία του έργου, ξεκινά η προτεινόμενη διαμόρφωση της συσκευής που αφορά μιας κατοικία με τριφασική παροχή και εγκαταστημένο φωτοβολταϊκό σύστημά.

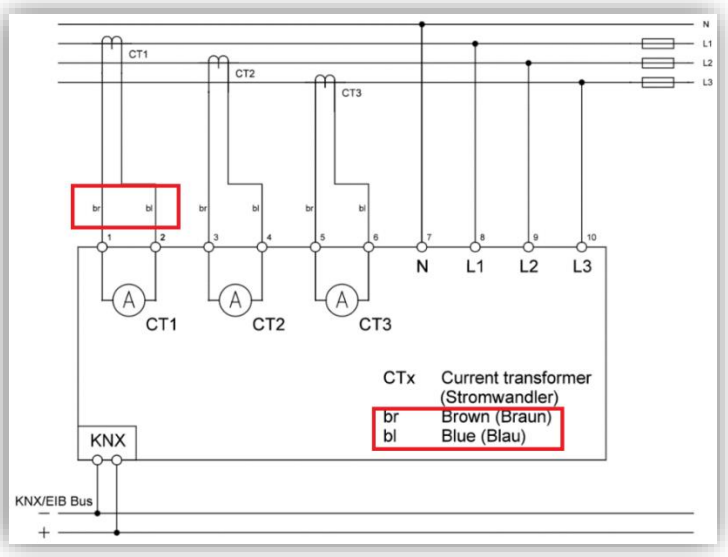
Η διαδικασία διαμόρφωσης αρχίζει με την εισαγωγή στην καρτέλα **Παράμετροι**.

Καρτέλα Γενικές Ρυθμίσεις (General settings)



Εικόνα 2. Παράμετροι- Γενικές ρυθμίσεις στο ETS

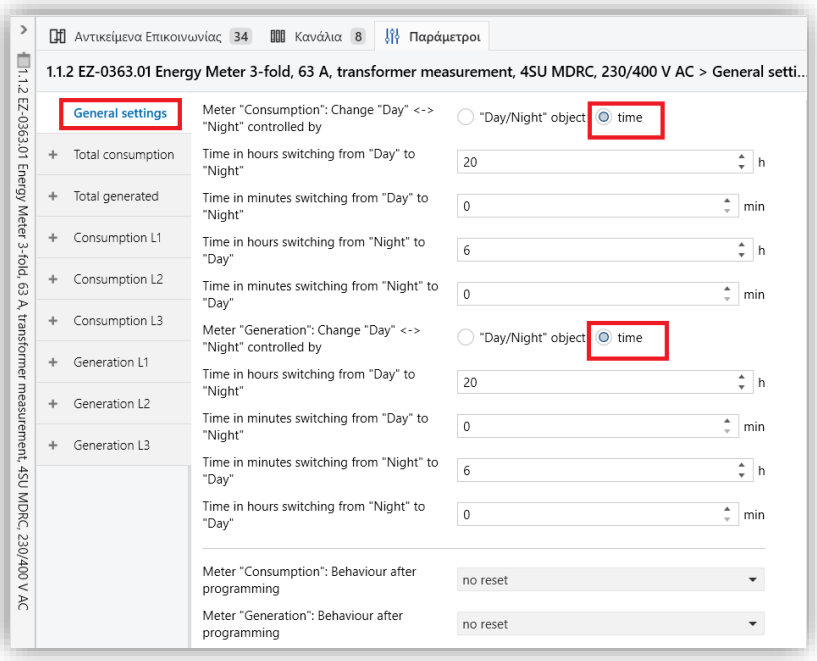
- Ο χρόνος εκκίνησης αποστολής τηλεγραφημάτων στον δίαυλο (bus) ορίζεται στα 5 δευτερόλεπτα μετά από επανεκκίνηση της συσκευής λόγω διακοπής ρεύματος, επαναπρογραμματισμού ή ανάκτηση της τάσης διαύλου. Ο ρυθμιζόμενος αυτός χρόνος θα βοηθήσει στην αποσυμφόρηση του δίαυλου από τα τηλεγραφήματα .
- Το τηλεγράφημα της ένδειξης λειτουργίας του μετρητή (ON) θα μεταδίδεται κυκλικά κάθε 30 λεπτά. Ο χρόνος είναι ρυθμιζόμενος από τον τεχνικό με εύρος από 1 λεπτό μέχρι και ανά 24ώρες.
- Η συσκευή θα ξεκινά πάντα σε λειτουργία "Ημέρας" και θα ενημερώνεται για την ώρα και για την τρέχουσα κατάσταση ημέρα ή νύχτα, με τιμή δεδομένων Day= 1/Night=0 μετά από κάθε επανεκκίνηση της.
- Εφόσον η συσκευή έχει συνδεθεί στο δίκτυο σύμφωνα με την παρακάτω εικόνα (Διαστάσεις MDRC 4 θέσεων SU ή 4 DIN units)) ως προς την φορά πολικότητας των μετασχηματιστών ρεύματος τότε τσεκάρετε η επιλογή Normal στο <current direction L1 / L2 / L3> .



Εικόνα 3. Παράδειγμα συνδεσμολογίας του μετρητή στο ηλεκτρικό πίνακα

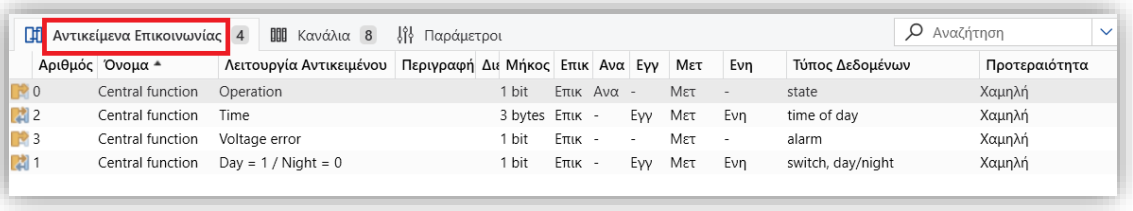
Η μετάβαση της κατάστασης "Ημέρα" /"Νύχτα" έχει ρυθμιστεί να πραγματοποιείται σε καθορισμένη ώρα (σε ώρες και λεπτά) και όχι μέσω ενός αντικειμένου επικοινωνίας που θα αποστέλλεται στον δίαυλο . Η ημέρα ρυθμίστηκε να έχει διάρκεια από τις 6:00 έως της 20:00.

Οι μετρητές κατανάλωσης και παραγωγής δεν θα μηδενίζονται (reset) μετά τον προγραμματισμό της συσκευής άρα οι ενδείξεις των τιμών θα παραμένουν στην προηγούμενη κατάσταση.



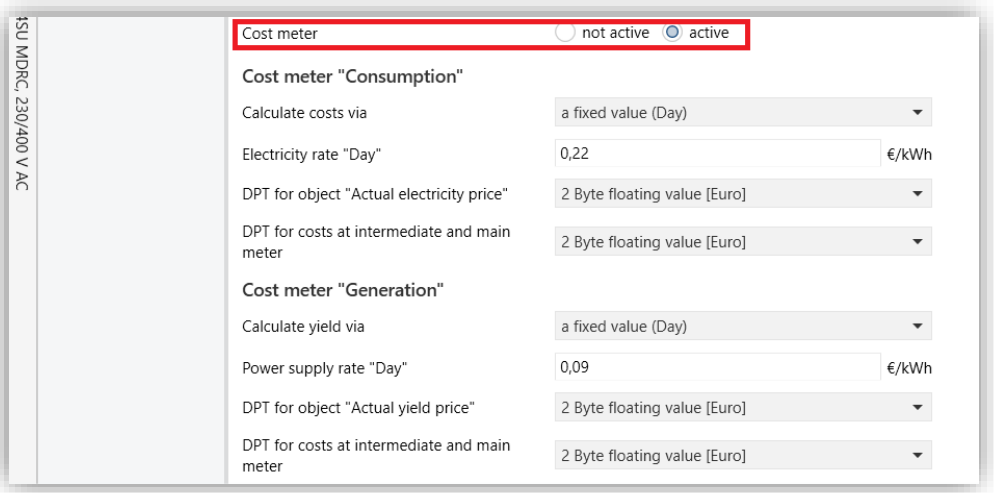
Εικόνα 4. Παράμετροι- Γενικές Ρυθμίσεις στο ETS

Παρακάτω εμφανίζονται τα αντικείμενα επικοινωνίας που αφορούν την ρύθμιση που έγινε και τα οποία θα εισαχθούν στις κατάλληλες διευθύνσεις ομάδων που θα δημιουργηθούν σε ένα έργο



Εικόνα 5. Αντικείμενα επικοινωνίας – Γενικές Ρυθμίσεις

Μετρητής Κόστους "Κατανάλωσης"/"Παραγωγής"



Εικόνα 6. Γενικές Ρυθμίσεις - Μετρητής Κόστους (Κατανάλωσης και Απόδοσης)

- Αρχικά ενεργοποιείται ο μετρητής τιμολογίου για τον υπολογισμό του κόστους της κατανάλωσης καθώς και τον υπολογισμό της απόδοσης από την παραγωγή ενέργειας.
- Για τον υπολογισμό του τιμολογίου της κατανάλωσης ορίζεται η σταθερή τιμή 0,22 €/ kWh για ημέρα και νύχτα. Ενώ για το τιμολόγιο απόδοσης -παραγωγής ορίζεται η σταθερή τιμή 0,08 €/ kWh που εισάγεται από τον προγραμματισμό. Υπάρχει η δυνατότητα της επιλογής τιμολογίων μεταβλητής τιμής τα οποία εισάγονται μέσω αντικειμένων επικοινωνίας. Επομένως ανάλογα με την ώρα της ημέρας μπορεί από τον πάροχο να αλλάζει η τιμή της kWh και να ενημερώνεται ο μετρητής κόστους μέσω του παραπάνω αντικειμένου επικοινωνίας. Αυτό απαιτεί την δημιουργία επιπλέον διευθύνσεων ομάδας. Για την παραπάνω λειτουργία των δυναμικών τιμολογίων θα πρέπει ο μετρητής του παρόχου κάθε φορά που αλλάζει η τιμή της kWh να στέλνει ένα δυαδικό σήμα η μια ψηφιακή πληροφορία η οποία θα συνδέεται με τα αντίστοιχα αντικείμενα επικοινωνίας που αναφέρθηκαν παραπάνω και θα αλλάζει το τιμολόγιο κόστους στο KNX μετρητή .
- Ο τύπος δεδομένων σημείου (DPT) επιλέγεται 2 Byte floating value [Euro]. Επομένως η ένδειξη του μετρητή κόστους της καταναλισκόμενης ή της παραγόμενης ενέργειας θα απεικονίζεται σε ευρώ με ακρίβεια έως και 6 δεκαδικών ψηφίων . Αν επιλεγόταν ο τύπος 4 Byte floating value [Euro] προφανώς το εύρος της τιμής καταγραφής θα αυξανόταν.

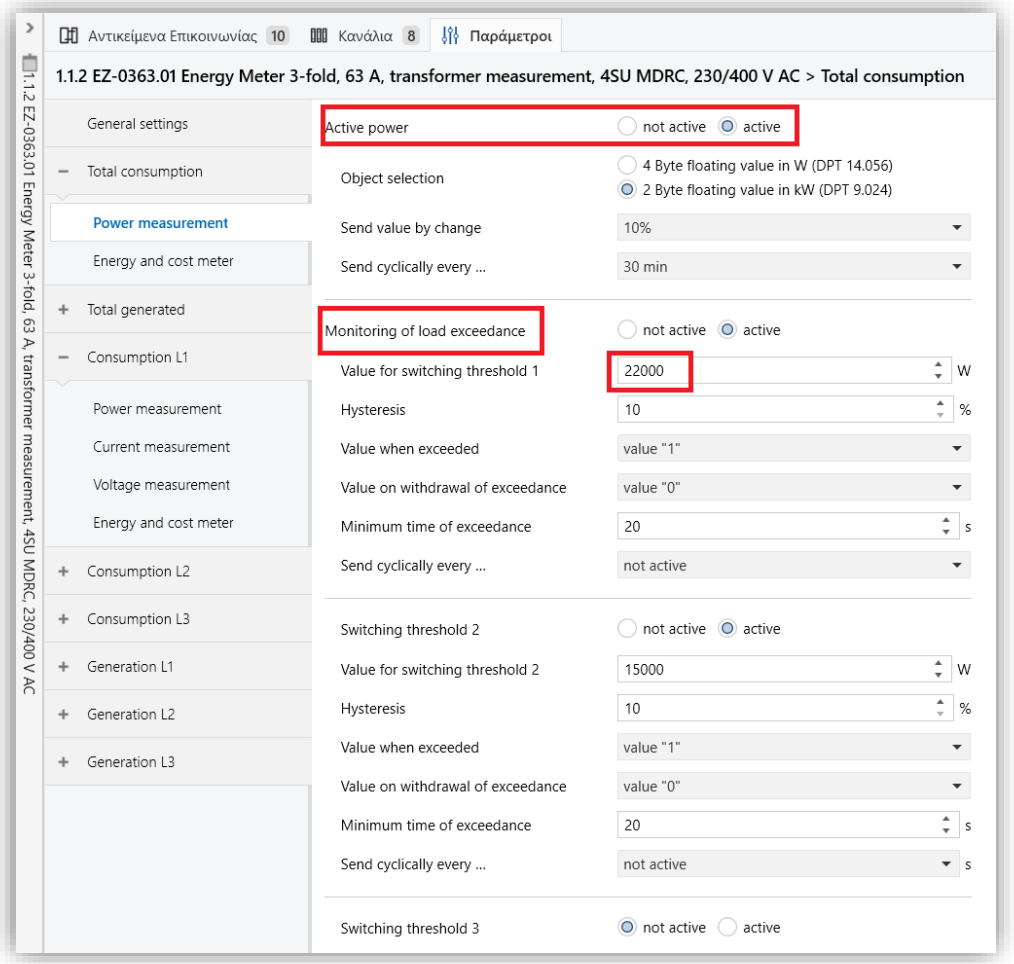
Στην παρακάτω εικόνα εμφανίζονται τα αντικείμενα επικοινωνίας του κόστους απόδοσης και του κέρδους παραγωγής , τα οποία θα εισαχθούν στις κατάλληλες διευθύνσεις ομάδων που θα δημιουργηθούν σε ένα έργο



Εικόνα 7. Αντικείμενα επικοινωνίας – Μετρητής Κόστους σε Ευρώ

Καρτέλα Συνολική κατανάλωση (Total consumption)

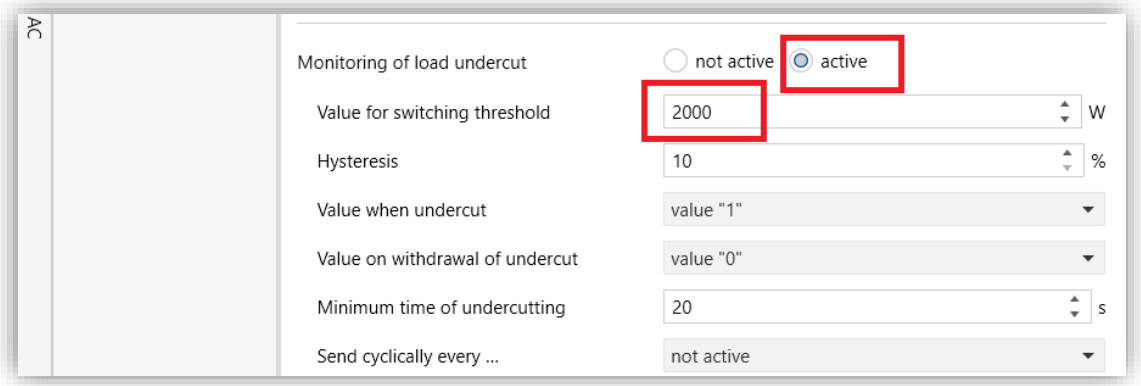
A) Μέτρηση Ισχύος (power measure)



Εικόνα 8. Ολική (Τριφασική) Κατανάλωση – Μέτρηση Ενεργού Ισχύος-Όρια υπέρβασης Ισχύος

- Στην καρτέλα (power measurement) ενεργοποιείται η συνολική μέτρηση της καταναλισκόμενης ενεργού ισχύος. Η πραγματική τριφασική ισχύς υπολογίζεται με ταυτόχρονη μέτρηση της έντασης του ρεύματος και την μέτρηση της τάσης.
- Η Παρακολούθηση υπέρβασης φορτίου είναι μία χρήσιμη λειτουργία στην οποία μπορούν να καθοριστούν μέχρι τρία όρια τιμών ισχύος .Όταν η καταναλισκόμενη ισχύς φτάσει ή ξεπεράσει κάποιο από αυτά τα όρια τιμών εκτελούνται ορισμένες ενέργειες . Στην παραπάνω ρύθμιση έχουν ενεργοποιηθεί δύο όρια ισχύος . Με την υστέρηση το όριο απενεργοποίησης μπορεί να μετατοπιστεί. Παράδειγμα το πρώτο όριο στα **22.000 W** με υστέρηση **10%** και ελάχιστο χρόνος υπέρβασης **20sec** σημαίνει ότι το αντικείμενο επικοινωνία 10 όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα θα στείλει στον δίαυλο τηλεγράφημα 1 bit με τιμή 1 όταν το όριο της ισχύος είναι ίσο ή ξεπεράσει την τιμή 22.000 W για 20 δευτερόλεπτα. Ενώ θα στείλει την τιμή 0 όταν η ισχύς μειωθεί

κάτω από το όριο των **22.000-(10/100*22000)=19.800 W** . Ομοίως ορίζεται και ένα δεύτερο όριο ισχύος στα **15.000 W** το οποίο μπορεί να ενεργοποιήσει λειτουργίες ή ειδοποιήσεις. Τα όρια λειτουργίας επιλέχθηκαν για μια κατοικία με παροχή No2 τριφασικό δηλαδή με μέγιστη συμφωνημένη ισχύς τα 25 kVA από τον πάροχο . Άρα το πρώτο όριο κατανάλωσης των 22000 W θα στείλει μια ειδοποίηση ότι το φορτίο πλησιάζει στην μέγιστη ισχύ παροχής. Ενώ το δεύτερο όριο των 15000W απλά θα ενημερώσει την αυξημένη κατανάλωση. Οι ειδοποιήσεις ανάλογα με το ενεργειακό σενάριο που θα δημιουργηθεί θα μπορούν να απενεργοποιήσουν κάποια φορτία.



Εικόνα 9. Μέτρηση Ενεργού Ισχύος -Όριο χαμηλού φορτίου

- Παρομοίως με την ενεργοποίηση της παρακολούθηση ελάχιστου φορτίου , όταν το συνολικό φορτίο της κατοικίας μειωθεί στα 2000 W για 20 sec θα σταλεί ένα τηλεγράφημα με τιμή 1 και θα ενεργοποιηθούν οι συνθήκες που έχουν οριστεί. Ενώ αν η τιμή υπερβεί την ελάχιστη τιμή συν την υστέρηση δηλαδή τα 2200 W Θα σταλεί η τιμή 0 στο bus και θα απενεργοποιηθούν οι συνθήκες.

Ο παρακάτω πίνακας εμφανίζει τα διαθέσιμα αντικείμενα επικοινωνίας της παραπάνω παραμετροποίησης.

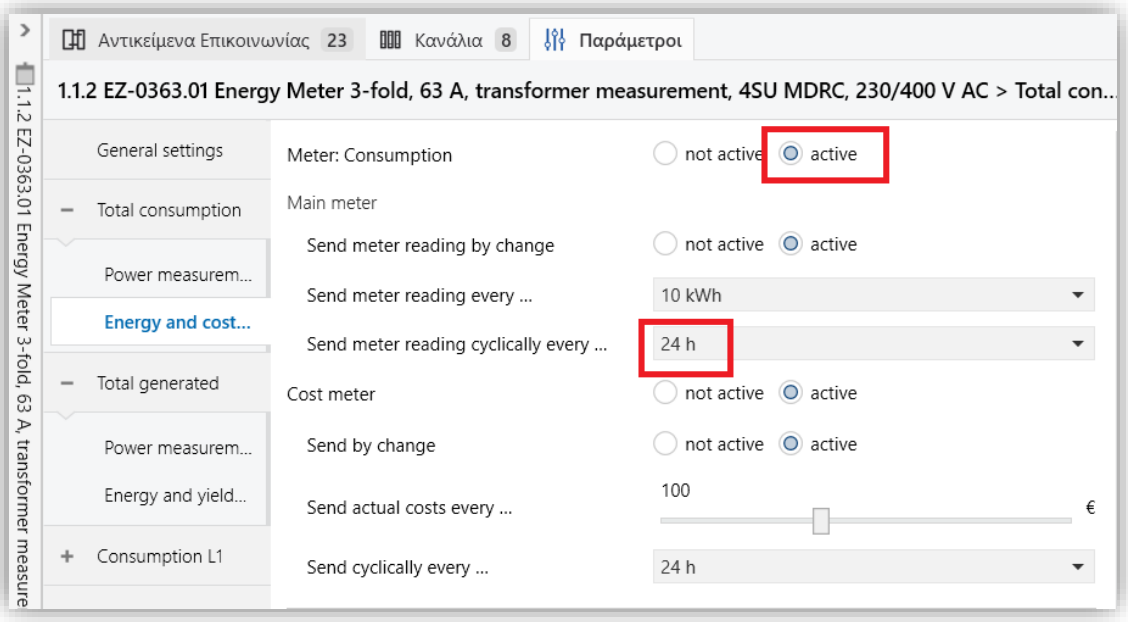


5	Total consumption	Active piower (kW)	2 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	power (kW)	Χαμηλή
10	Total consumption	Load exceedance 1	1 bit	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	state	Χαμηλή
11	Total consumption	Load exceedance 2	1 bit	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	state	Χαμηλή
9	Total consumption	Load undercut	1 bit	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	state	Χαμηλή

Εικόνα 10. Αντικείμενα επικοινωνίας – Ενεργού ισχύος, όρια υπέρβασης φορτίου και όριο χαμηλού φορτίου

Β) Μετρητής Ενέργειας και κόστους (Energy and cost meter)

- Στην καρτέλα ενεργοποιείται ο κύριος μετρητής που λειτουργεί πάντα με τον τύπο σημείου δεδομένων 13.013 (kWh) και ρυθμίζεται ώστε να στέλνει την ένδειξη του κυκλικά κάθε 24 ώρες και επιπλέον όταν η τιμή του αλλάζει κάθε 10 kWh (διαθέσιμη ρύθμιση από 1 kWh έως 500 kWh).
- Η ένδειξη της κατανάλωσης μπορεί να σταλεί χωριστά ως ημερήσια ή νυχτερινή κατανάλωση όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα με τα αντικείμενα επικοινωνίας με αριθμό 20 και 21.
- Ενεργοποιείται και ο μετρητής κόστους ο οποίος θα στείλει κυκλικά την ένδειξη σε Ευρώ κάθε 24 ώρες (ημερήσιος μετρητής) και επιπλέον όταν η τιμή αλλάζει κάθε 100 Ευρώ (διαθέσιμη ρύθμιση από 1 Ευρώ έως 255). Ο μηδενισμός (reset) του κύριου μετρητή θα πραγματοποιείται κάθε 24 ώρες και η ένδειξη μπορεί να σταλεί για αποθήκευση και περεταίρω επεξεργασία ή απεικόνιση.



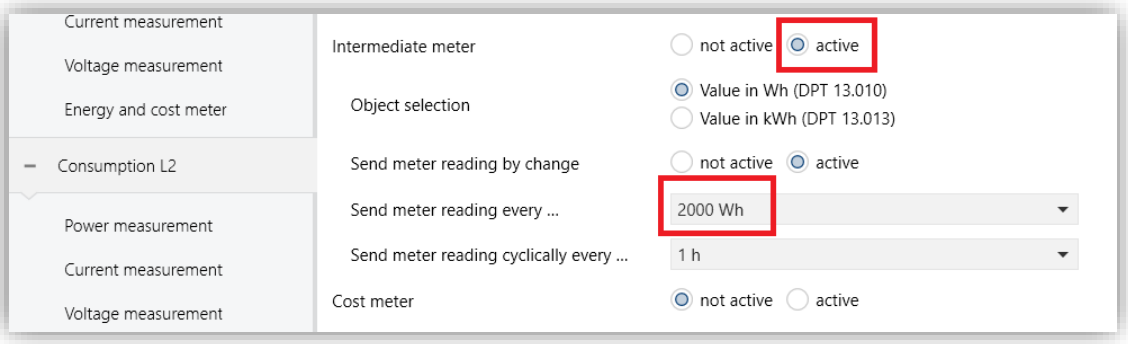
Εικόνα 11. Μετρητής Ενέργειας και Κόστους Κατανάλωσης -Κύριος Μετρητής Κόστους και Ενέργειας

Στην παρακάτω εικόνα εμφανίζονται τα αντικείμενα επικοινωνίας τα οποία θα εισαχθούν στις κατάλληλες διευθύνσεις ομάδων που θα δημιουργηθούν σε ένα έργο



Εικόνα 12. Αντικείμενα επικοινωνίας – Κατανάλωση ενέργειας κύριου μετρητή

- Στην καρτέλα ενεργοποιείται και ο ενδιάμεσος μετρητής που λειτουργεί με τον τύπο σημείου δεδομένων 13.010 (Wh). Ο μετρητής ρυθμίζεται ώστε να στέλνει την ένδειξη του κυκλικά κάθε 1 ώρα (ωριαίος μετρητής) και επιπλέον όταν η τιμή αλλάζει κάθε 2000 Wh.
- Ομοίως η ένδειξη της κατανάλωσης μπορεί να σταλεί χωριστά ως ημερήσια ή νυχτερινή κατανάλωση όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα με τα αντικείμενα επικοινωνίας. Ο μηδενισμός (reset) του ενδιάμεσου μετρητή θα πραγματοποιείται κάθε 1 ώρα και μπορεί να σταλεί η ένδειξη για αποθήκευση και περεταίρω επεξεργασία ή απεικόνιση.



Εικόνα 13. Μετρητής Ενέργειας και Κόστους Κατανάλωσης -Ενδιάμεσος Μετρητής Ενέργειας

Στην παρακάτω εικόνα εμφανίζονται τα αντικείμενα επικοινωνίας της τελευταίας παραμετροποίησης.

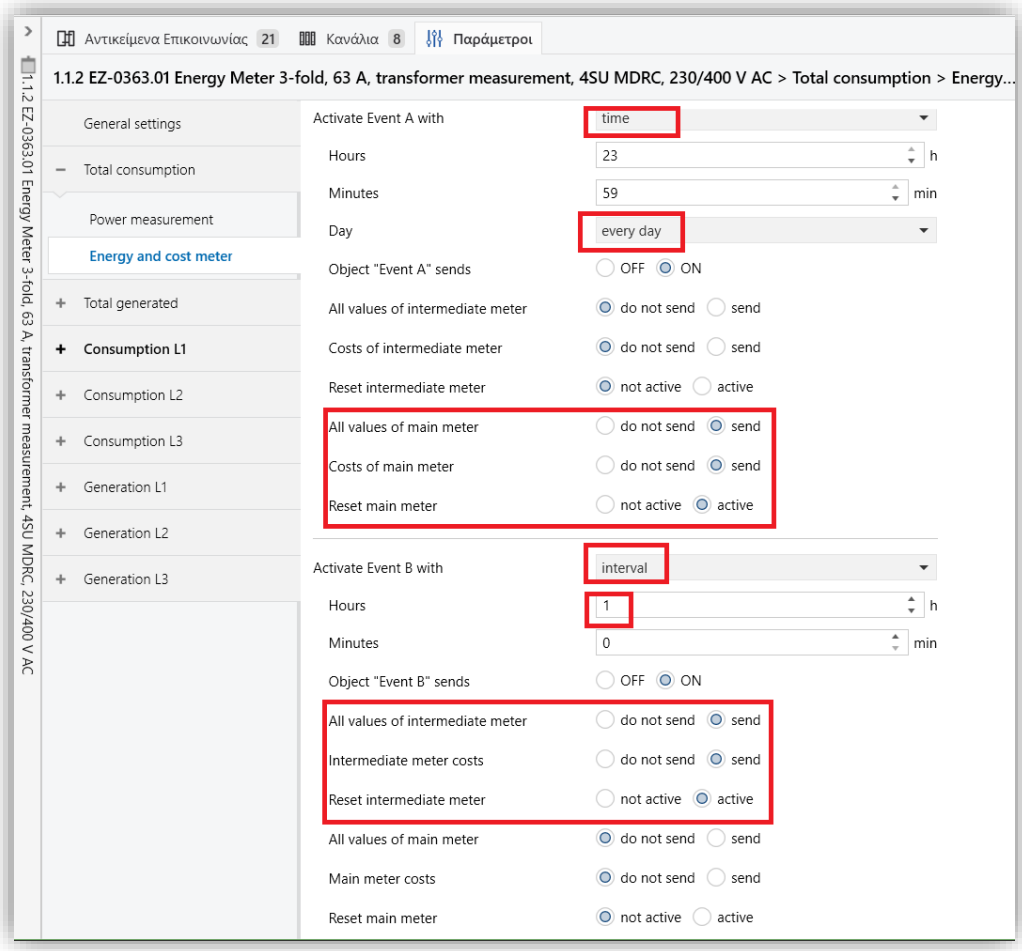
15	Total consumption: Intermediat...	Meter reading Day	4 bytes	Επικ	Ανα	Εγγ	Μετ	-	active energy (Wh)	Χαμηλή
17	Total consumption: Intermediat...	Reset	1 bit	Επικ	-	Εγγ	-	-	enable	Χαμηλή
13	Total consumption: Intermediat...	Active energy (Wh)	4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	active energy (Wh)	Χαμηλή
16	Total consumption: Intermediat...	Meter reading Night	4 bytes	Επικ	Ανα	Εγγ	Μετ	-	active energy (Wh)	Χαμηλή

Εικόνα 14. Αντικείμενα επικοινωνίας – Κατανάλωση ενέργειας ενδιάμεσου μετρητή σε Wh

Μπορούν να ενεργοποιηθούν έως δύο διαφορετικά συμβάντα Α και Β , εάν πληρούνται ορισμένες προϋποθέσεις όπως :

- Μια δηλωμένη σταθερή τιμή ένδειξης ενέργειας του κύριου ή δευτερεύοντα μετρητή
- Μια δηλωμένη σταθερή τιμή του κόστους ενέργειας του κύριου ή δευτερεύοντα μετρητή κόστους
- Σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή σε όλες ή συγκεκριμένες ημέρες της εβδομάδας
- Επανειλημμένα σε καθορισμένο χρονικό διάστημα (σε ώρες και λεπτά).

Η παρακάτω ρύθμιση δηλώνει ότι το συμβάν Α θα στέλνει κάθε μέρα στις 23΄59 στο δίαυλο την μέτρηση της καταναλισκόμενης ενέργειας καθώς και του κόστους του κύριου μετρητή και θα μηδενίζεται ο μετρητής (reset). Ενώ το συμβάν Β θα διαβιβάζει κάθε 1 ώρα την μέτρηση της ενέργειας καθώς και του κόστους του δευτερεύοντα μετρητή και μετά θα μηδενίζεται.



Εικόνα 15. Μετρητής Ενέργειας και Κόστους Κατανάλωσης -Συμβάντα Α και Β

Στην παρακάτω εικόνα εμφανίζονται τα αντικείμενα επικοινωνίας τον γεγονότων Α και Β τα οποία θα εισαχθούν στις κατάλληλες διευθύνσεις ομάδων που θα δημιουργηθούν σε ένα έργο



Εικόνα 16. Αντικείμενα επικοινωνίας – Συμβάντα A και B

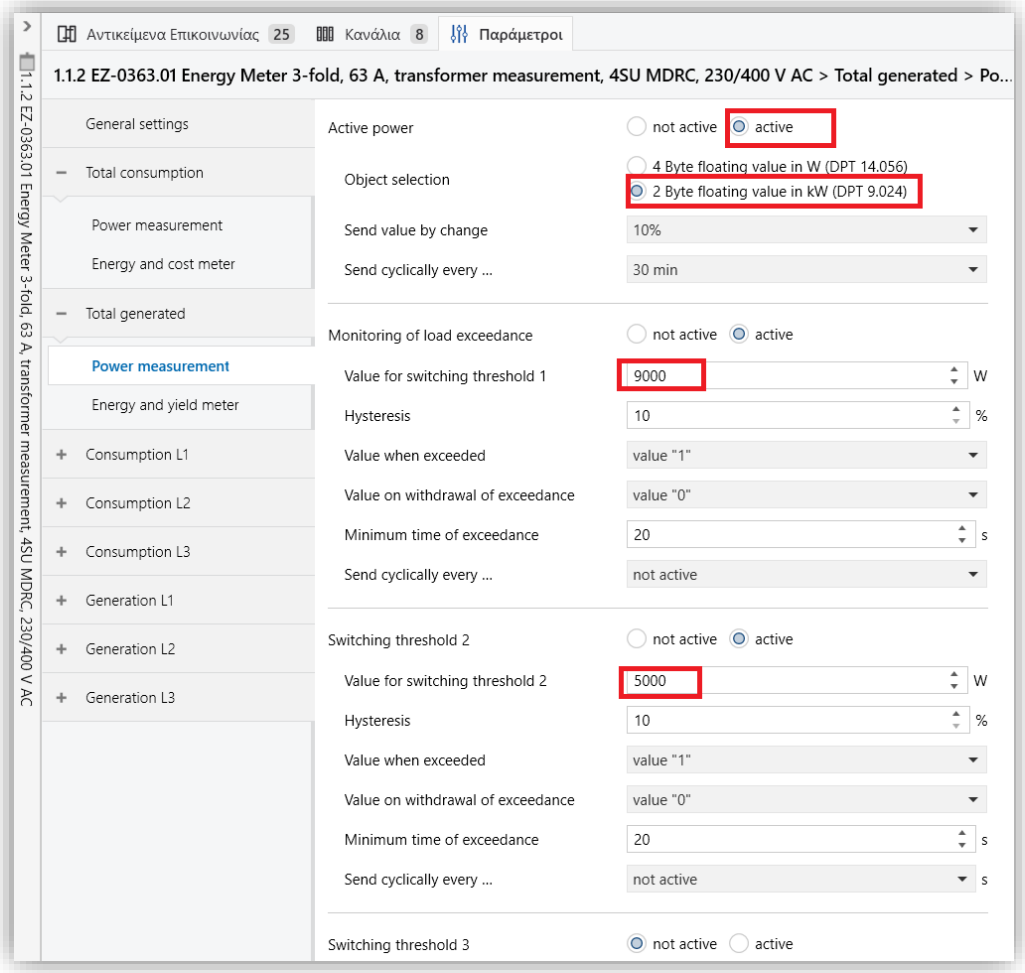
Άρα η συνολική κατανάλωση και το κόστος ενέργειας της κάθε ημέρας με τον κύριο μετρητή καθώς και η ωριαία κατανάλωση και το κόστος ενέργειας της κάθε ώρας από το δευτερεύοντα μετρητή θα στέλνονται στον δίαυλο. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να απεικονίζονται σε διαγράμματα και να αποθηκεύονται σε αρχεία για περαιτέρω επεξεργασία.

Καρτέλα Συνολική παραγωγή (Total generated)

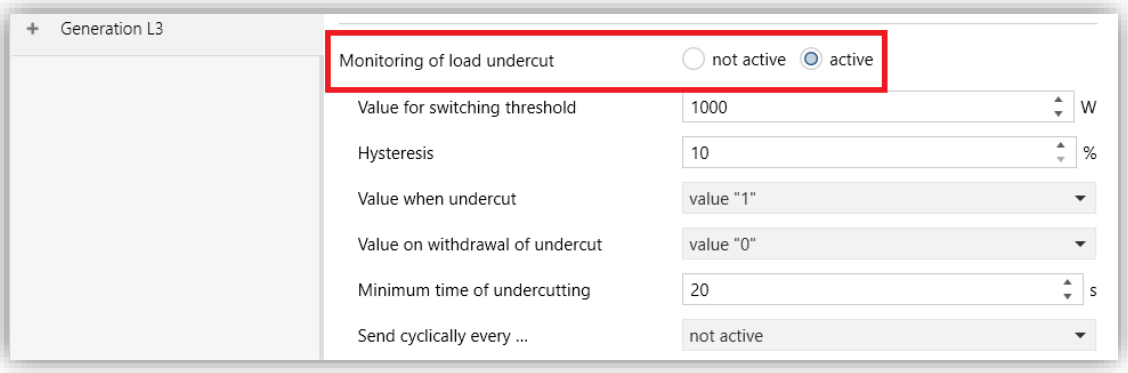
A) Μέτρηση Ισχύος (power measurement)

Όπως με την κατανάλωση έτσι και με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ακολουθείται παρόμοια παραμετροποίηση .

- Ενεργοποιείται η συνολική παραγόμενη ενεργός ισχύς.
- Θεωρώντας ότι η εγκατεστημένη ισχύς των φωτοβολταϊκού συστήματος είναι 10kWp, ορίζονται δύο όρια τιμών ισχύος αυξημένης παραγωγής και ένα όριο τιμής ισχύος μειωμένης παραγωγής με υστέρηση 10% και ελάχιστο χρόνος υπέρβασης 20sec.



Εικόνα 17. Ολική (Τριφασική) Παραγωγή – Μέτρηση Ενεργού Ισχύος-Όρια υπέρβασης Ισχύος



Εικόνα 18. Μέτρηση Ενεργού Ισχύος -Όριο χαμηλού φορτίου παραγωγής

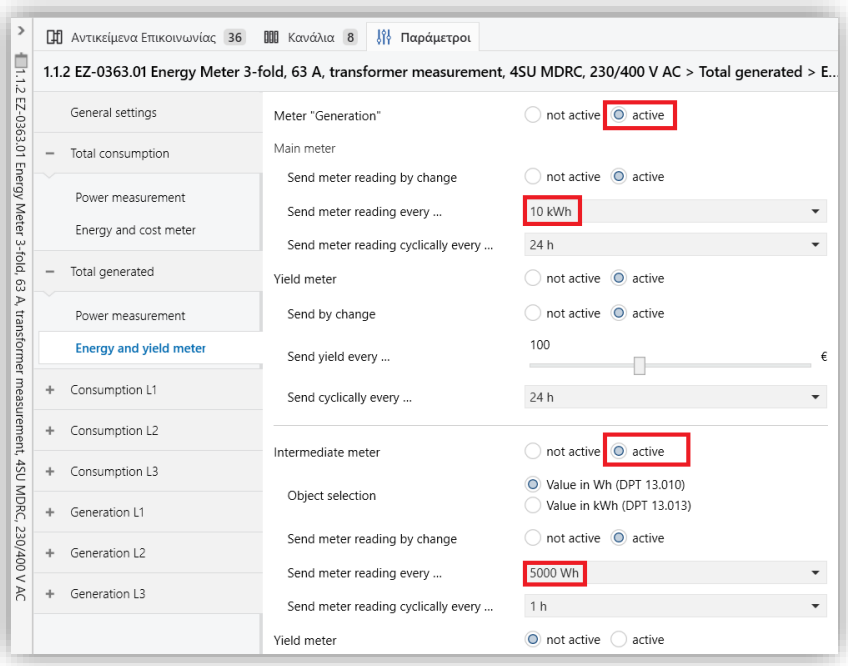
Στην παρακάτω εικόνα εμφανίζονται τα αντικείμενα επικοινωνίας της παραγωγής ενέργειας και των ορίων που έχουν τεθεί και θα εισαχθούν στις κατάλληλες διευθύνσεις ομάδων .



Εικόνα 19. Αντικείμενα επικοινωνίας – Ενεργού ισχύος, όρια υπέρβασης φορτίου και όριο χαμηλού φορτίου παραγωγής

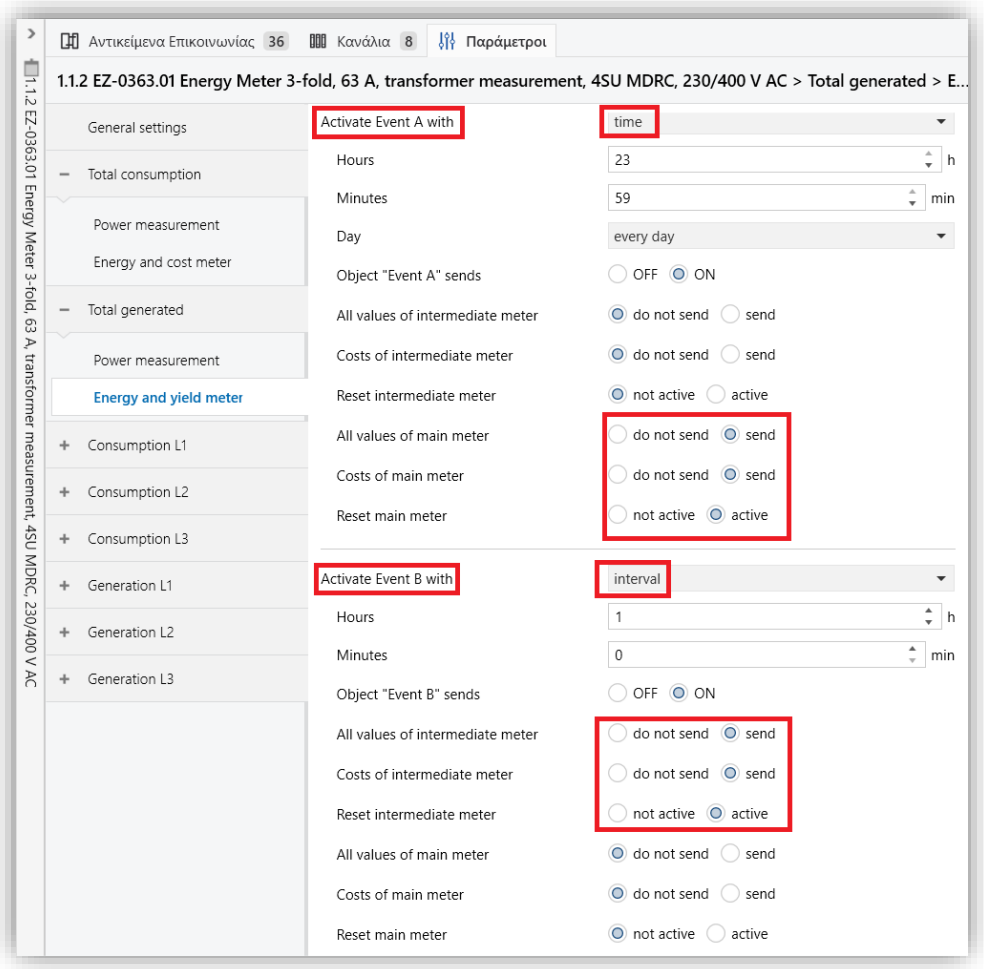
Β) Μέτρηση Ενέργειας και απόδοσης (Energy and yield meter)

- Στην καρτέλα ενεργοποιείται ο κύριος μετρητής της παραγόμενης ενέργειας και θα στέλνει την ένδειξη του κυκλικά κάθε 24 ώρες και επιπλέον όταν η τιμή του αλλάζει κάθε 10 kWh.
- Ενεργοποιείται και ο μετρητής απόδοσης ο οποίος θα στείλει κυκλικά την ένδειξη σε Ευρώ κάθε 24 ώρες και όταν η τιμή αλλάζει κάθε 100 ευρώ.
- Στην καρτέλα ενεργοποιείται και ο ενδιάμεσος μετρητής που λειτουργεί με τον τύπο σημείου δεδομένων 13.010 (Wh). Ο μετρητής ρυθμίζεται ώστε να στέλνει την ένδειξη του κυκλικά κάθε 1 ώρα και επιπλέον όταν η τιμή αλλάζει κάθε 5000 Wh.



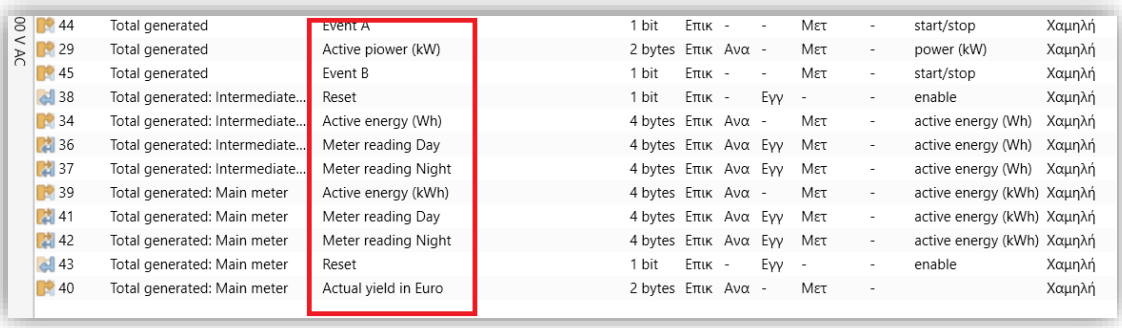
Εικόνα 20. Μετρητής Ενέργειας και Κόστους Παραγωγής -Κύριος Μετρητής Απόδοσης και Παραγόμενης Ενέργειας

Με τον ίδιο τρόπο ρυθμίζονται και τα συμβάντα Α και Β. Δηλαδή το συμβάν Α θα στέλνει κάθε μέρα στις 23΄59 στο δίαυλο την μέτρηση της παραγόμενης ενέργειας καθώς και το κόστος κέρδους του κύριου μετρητή και στην συνέχεια θα μηδενίζεται η τιμή του (ημερήσιος μετρητής απόδοσης) . Το συμβάν Β θα στέλνει κάθε ώρα την τιμή της μέτρησης της παραγόμενης ενέργειας και θα μηδενίζεται η τιμή του μετρητή (ωριαίος μετρητής κέρδους) .



Εικόνα 21. Μετρητής Παραγόμενης Ενέργειας και Κόστους Απόδοσης -Συμβάντα Α και Β

Στην παρακάτω εικόνα εμφανίζονται συνολικά τα αντικείμενα επικοινωνίας για την παραγωγή ενέργειας , ισχύος και απόδοσης (κέρδους).

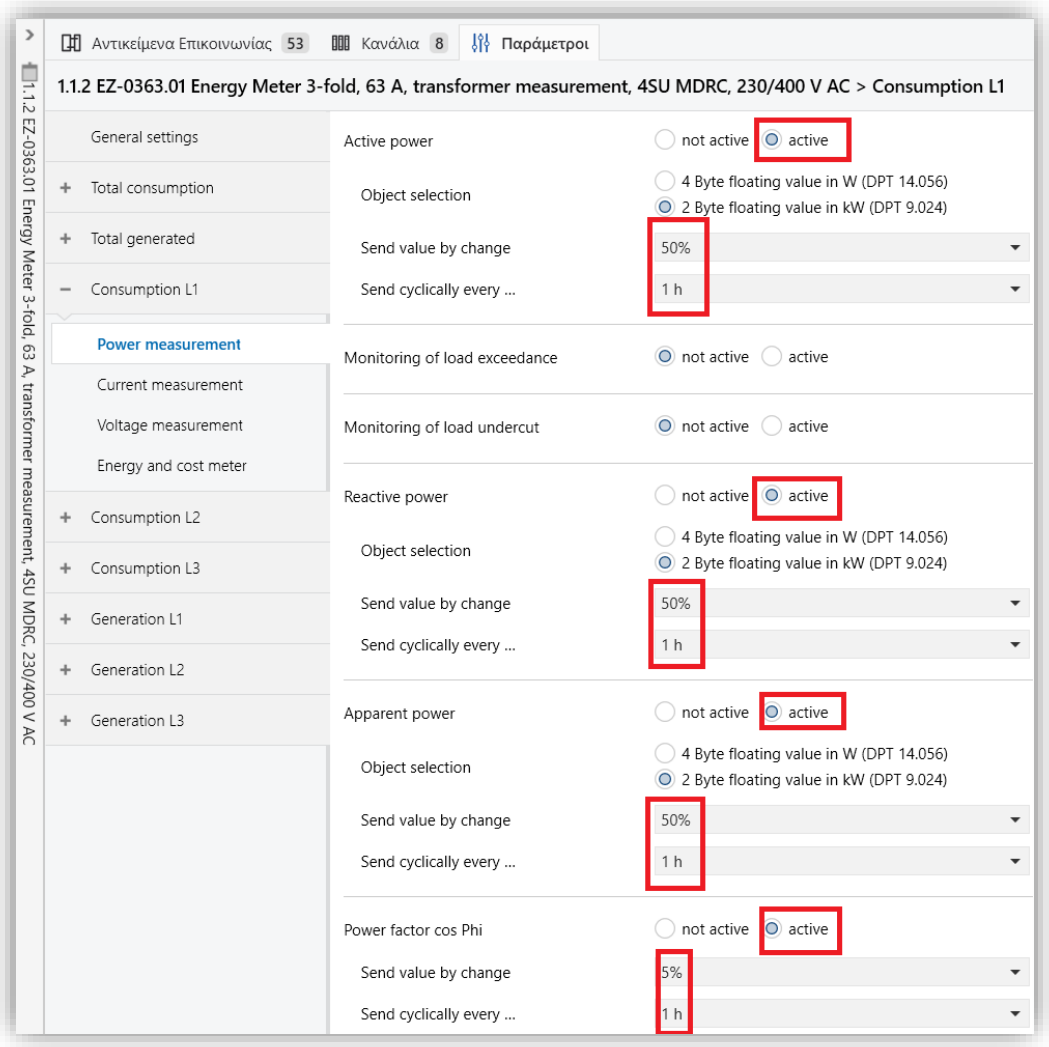


Εικόνα 22. Αντικείμενα επικοινωνίας – Μετρητή παραγόμενης Ισχύος , Μετρητής Παραγόμενης Ενέργειας, Μετρητής Απόδοσης σε Ευρώ , Συμβάντα Α και Β

A) Μέτρηση Ισχύος (power measurement)

Στην συγκεκριμένη καρτέλα ενεργοποιούνται ανά φάση οι εξής μετρήσεις .

- Μέτρηση πραγματικής ισχύος, Άεργης ισχύος, Φαινόμενης ισχύος και αποστολή τιμών κάθε 1 ώρα καθώς και σε περίπτωση μεταβολής της τιμής κατά 50% για περιορισμό των τηλεγραφημάτων στον δίαυλο. Ο λόγος που επιλέχθηκαν οι συγκεκριμένες τιμές είναι ότι μας ενδιαφέρει στο συγκεκριμένο παράδειγμα ρύθμισης η συνολική τριφασική ισχύς για μέτρηση και όχι τόσο πολύ η τιμή ανά φάση. Για μεγαλύτερη ακρίβεια όμως στις μετρήσεις θα επιλέγονταν η αποστολή (τηλεγραφήματος) της τιμής της ισχύος π.χ της φάσης L1 να πραγματοποιείται όταν η τιμή μεταβάλλεται κατά 5% και ταυτόχρονα ανά 15 λεπτά ανεξάρτητα από την μεταβολής της .
- Μέτρηση συντελεστή ισχύος και αποστολή τιμής κάθε 1 ώρα στον δίαυλο καθώς και σε περίπτωση μεταβολής της τιμής κατά 5 %. Οι τιμές μπορεί να αλλάξουν ανάλογα με την εφαρμογή μας . Για παράδειγμα σε περίπτωση διαγράμματος με μεγαλύτερη ακρίβεια απεικόνισης τιμών και συμβατότητας με την τηλεμετρία του ΔΕΔΔΗΕ, το χρονικό διάστημα θα αλλάξει σε 15 λεπτά , αντί για 1 ώρα . Τα παραπάνω όρια μεταβολής των τιμών της ισχύος ή του συντελεστή ισχύος για αποστολή τηλεγραφημάτων μπορούν να ρυθμιστούν από 5% έως 75% ανά βήμα των 5%.
- Δεν έχουν ενεργοποιηθεί η παρακολούθηση του ανώτερου και κατώτερου ορίου τιμής ισχύος ανά φάση επειδή αυτό έχει γίνει ήδη για την συνολική τριφασική ισχύ.



Εικόνα 23. Φάση L1 Κατανάλωση - Ενεργός , Άεργος και Φαινόμενη Ισχύς, Συντελεστής Ισχύος

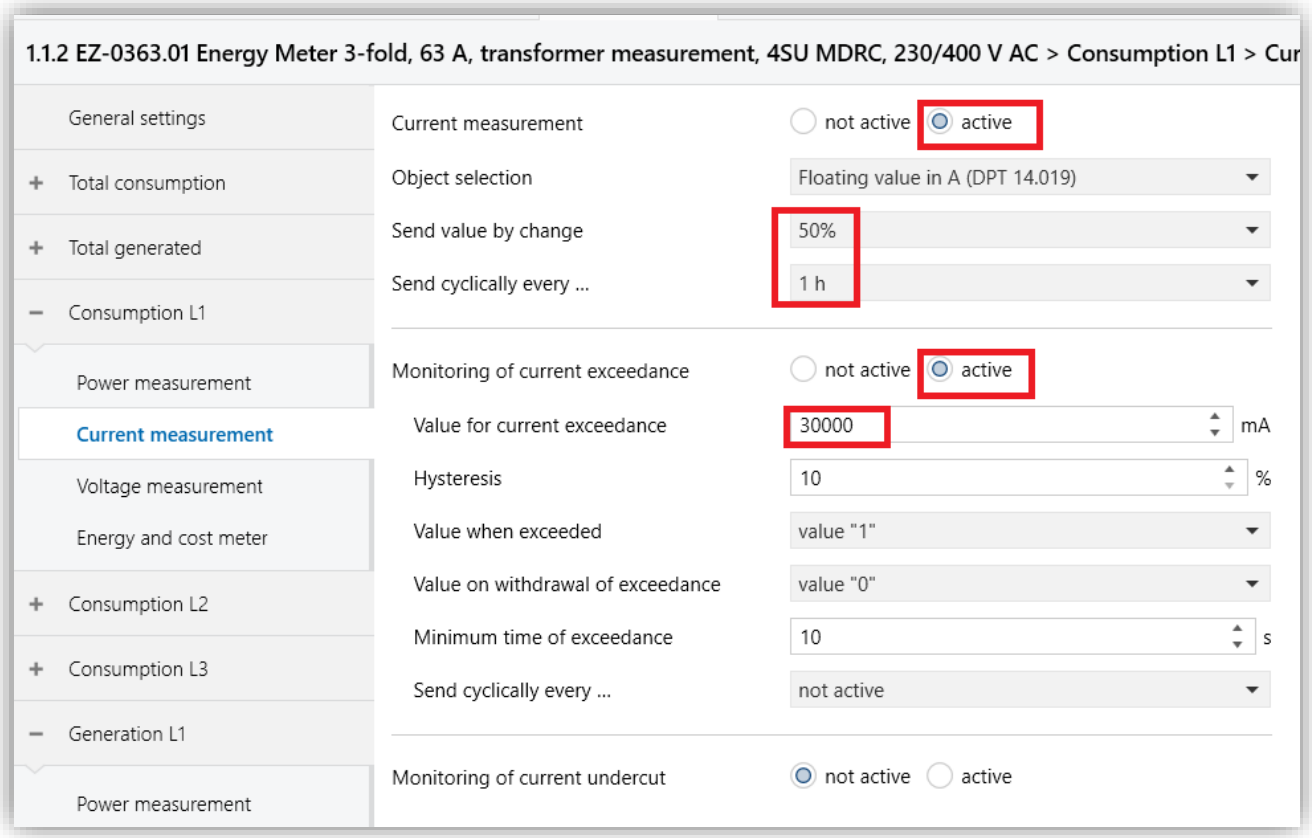
Στην παρακάτω εικόνα εμφανίζονται τα αντικείμενα επικοινωνίας για την μέτρηση πραγματικής, φαινόμενης ,άεργου ισχύς και του συντελεστή ισχύος της φάσης L1.

53	Consumption L1	Reactive power (kW)	2 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	power (kW)	Χαμηλή
54	Consumption L1	Apparent power (kW)	2 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	power (kW)	Χαμηλή
55	Consumption L1	Power factor cos Phi	4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	power factor (cos Φ)	Χαμηλή
50	Consumption L1	Active power (kW)	2 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	power (kW)	Χαμηλή

Εικόνα 24. Αντικείμενα Επικοινωνίας - Ενεργός , Άεργος και Φαινόμενη Ισχύς, Συντελεστής Ισχύος της L1 Φάσης

Β) Μέτρηση Ηλεκτρικού Ρεύματος Φάσης L1 (Current Measurement)

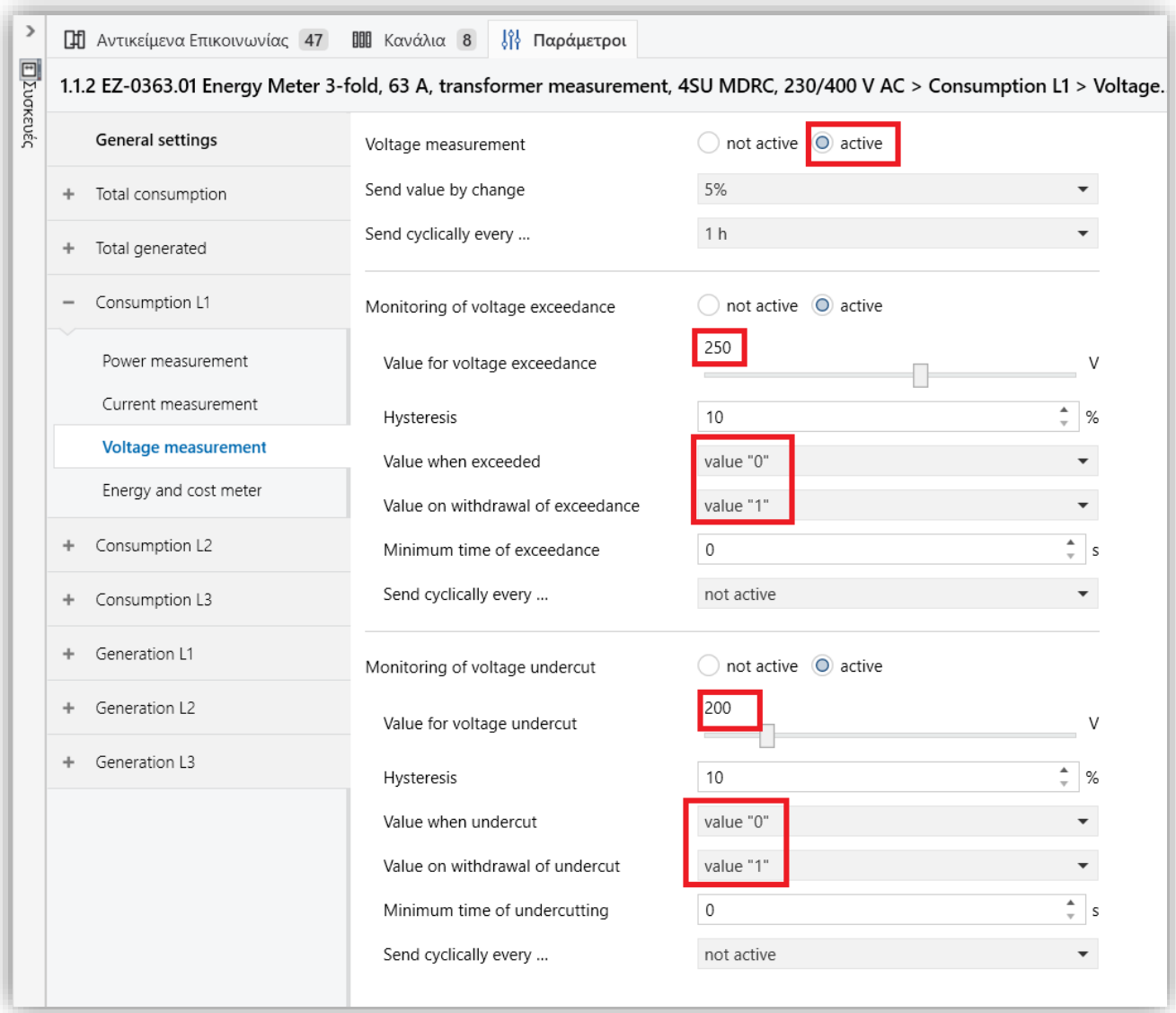
- Στην καρτέλα ενεργοποιείται η μέτρηση του ηλεκτρικού ρεύματος σε Αμπέρ (A) και η τιμή του θα αποστέλνεται κυκλικά κάθε 1 ώρα και όταν υπάρξει μεταβολή της τιμής του πάνω από 50 %.
- Ενεργοποιείται η παρακολούθηση υπέρβασης ορίου στα 30 A με υστέρηση 10% και ελάχιστο χρόνο τα 10 δευτερόλεπτα. Αυτό σημαίνει ότι όταν η ένταση του ρεύματος κατανάλωσης στην L1 φάση ξεπεράσει τα 30 A για 10 δευτερόλεπτα μπορούν να ενεργοποιούνται κάποια σενάρια με σκοπό τον περιορισμό του ρεύματος μέχρι η τιμή του να μειωθεί στα 27 A . Αυτό θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί όπως θα δούμε παρακάτω με την απενεργοποίηση (off ή dimming) φορτίων χαμηλής προτεραιότητας. Ο χρόνος υστέρησης των 10 δευτερολέπτων ορίζεται ώστε να μην ενεργοποιηθεί αμέσως κάποιο σενάριο απόρριψης φορτίων λόγω μεταβατικών φαινομένων (π.χ. εκκίνηση κινητήρων).



Εικόνα 25. Μέτρηση Ρεύματος Κατανάλωσης Φάσης L1- Μέτρηση τιμής ρεύματος σε A , Όριο Υπερέντασης

Γ) Μέτρηση Φασικής Τάσης L1 (Voltage Measurement)

- Στην καρτέλα ενεργοποιείται η μέτρηση της ηλεκτρικής τάσης σε Βολτ (V) και η τιμή του θα αποστέλνεται κυκλικά κάθε 1 ώρα και όταν υπάρξει μεταβολή της τιμής του πάνω από 5 %.
- Ενεργοποιείται η παρακολούθηση της τάσης με μέγιστο όριο τα 250 V και ελάχιστο τα 200 V με υστέρηση 10% . Όταν θα συμβεί ένα από τα δύο αυτά σενάρια (υπέρτασης ή η χαμηλή τάση) θα σταλεί η τιμή 0 μέσω ενός τηλεγραφήματος με αποδέκτες τους ενεργοποιητές που στα άκρα τους έχουν συνδεθεί ευαίσθητα φορτία στην διακύμανση της τάσης με σκοπό την απενεργοποίηση τους.



Εικόνα 26. Μέτρηση Τάσης Φάσης L1- Αποστολή τιμών Τάσης , Όρια Υπέρτασης και Υπότασης

Στην παρακάτω εικόνα εμφανίζονται τα αντικείμενα επικοινωνίας για την μέτρηση τάσης και της έντασης του ρεύματος της φάσης L1.





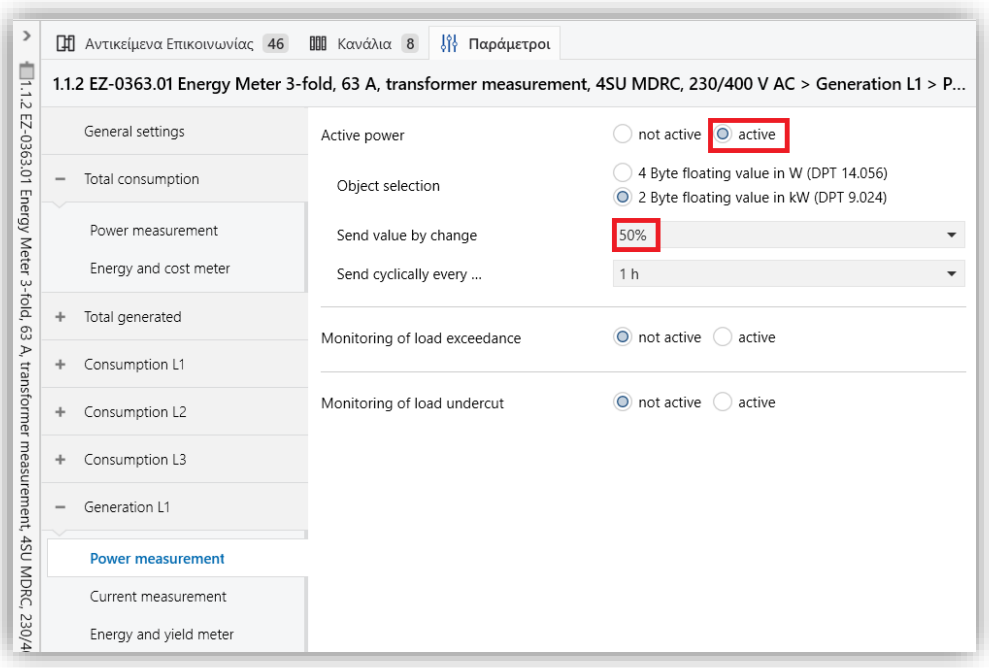
Εικόνα 27. Αντικείμενα Επικοινωνίας - Μέτρηση Τάσης και Ρεύματος L1 , Όρια Υπερέντασης, Υπέρτασης και Υπότασης

Δεν έχει ενεργοποιηθεί ο κύριος και δευτερεύον μετρητής ισχύος και κόστους για την φάση L1 επειδή αυτό ήδη έχει γίνει για την συνολική τριφασική ισχύς . Ομοίως η ίδια παραμετροποίηση θα ισχύσει και για τις φάσεις L2 και L3.

Καρτέλα παραγωγής L1,L2,L3 (generation L1)

A) Μέτρηση Ισχύος (power measurement)

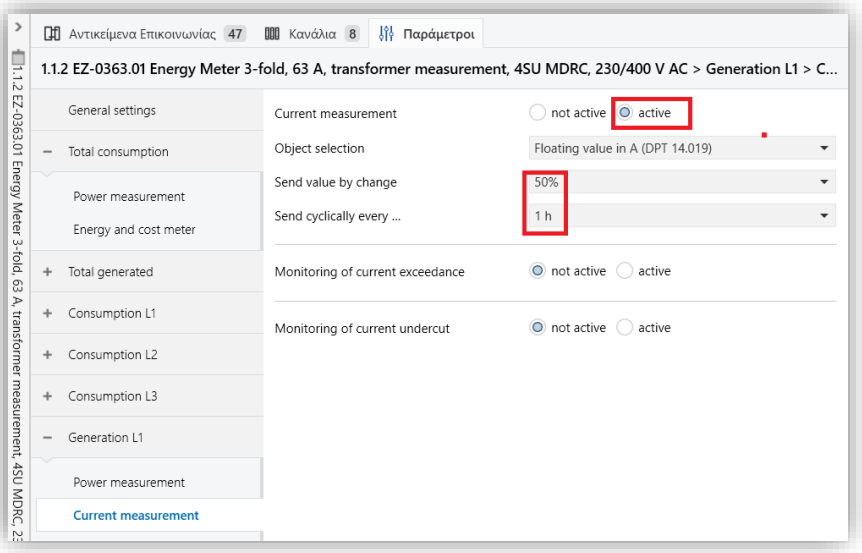
- Στην συγκεκριμένη καρτέλα ενεργοποιείται η μέτρηση της πραγματικής ισχύς ανά φάση και η αποστολή τιμών κάθε 1 ώρα καθώς και σε περίπτωση μεταβολής της τιμής κατά 50% για περιορισμό των τηλεγραφημάτων στον δίαυλο. Δεν έχουν ενεργοποιηθεί η παρακολούθηση του ανώτερου και κατώτερου ορίου τιμής ισχύος επειδή αυτό έχει γίνει ήδη για την συνολική τριφασική ισχύ.



Εικόνα 28. Φάση L1 Παραγωγή - Ενεργός Ισχύς, Όρια ισχύος

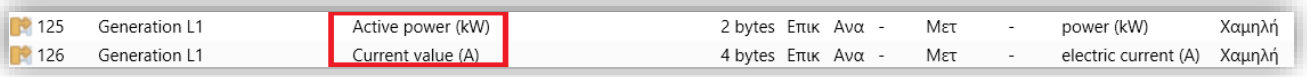
B) Μέτρηση Ηλεκτρικού Ρεύματος Φάσης L1 (Current Measurement)

- Στην καρτέλα ενεργοποιείται η μέτρηση του ηλεκτρικού ρεύματος σε Αμπέρ (A) και η τιμή του θα αποστέλνεται κυκλικά κάθε 1 ώρα και όταν υπάρξει μεταβολή της τιμής του π.χ. πάνω από 50 % .



Εικόνα 29. Μέτρηση Ρεύματος Παραγωγής Φάσης L1- Μέτρηση τιμής ρεύματος σε Α , Όριο Μέγιστης και Ελάχιστης οριζόμενης Τιμής

Στην παρακάτω εικόνα εμφανίζονται τα αντικείμενα επικοινωνίας για την μέτρησης της παραγόμενης πραγματικής ισχύς και της έντασης του ρεύματος της φάσης L1.



Εικόνα 30. Αντικείμενα Επικοινωνίας - Ενεργός Ισχύς , Ρεύμα Παραγωγής L1

3.5.2 Παραμετροποίηση του Μετρητή Ενέργειας KES Plus της εταιρίας Zennio [16]

Ο KES Plus είναι ένας KNX σύνθετος μετρητής ενέργειας για μονοφασικά ή τριφασικά συστήματα. Μπορεί να μετρήσει και να κοινοποιήσει στο σύστημα KNX, όχι μόνο την καταναλισκόμενη ή παραγόμενη ενέργεια, αλλά και το σχετικό κόστος σύμφωνα με 6 διαφορετικά τιμολόγια, τις εκπομπές CO2, την ενεργό και άεργο ισχύ, τον συντελεστή ισχύος και άλλες πληροφορίες που σχετίζονται με τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας στην εγκατάσταση (2 DIN units).

Οι τιμές των μετρούμενων μεγεθών που στέλνει η συσκευή στον δίαυλο για την παρακολούθηση και την διαχείριση ενέργειας είναι οι εξής [17]:

- Τάση (Vφ/Vπ): rms τιμή σε millivolts [mV] ή βολτ [V].
- Ρεύμα (Iφ/Iπ): rms τιμή σε milliamps [mA] ή amps [A]
- Πραγματική ισχύς P (Τριφασική/Ανά φάση): σε βατ [W] ή κιλοβάτ [kW].
- Ενεργός ισχύς > 0 →Καταναλισκόμενη , Ενεργός ισχύς < 0 → Παραγόμενη .
- Συντελεστής ισχύος (cosφ): (αδιάστατο μέγεθος).
- Πραγματική ενέργεια (Συνολική/ Ανά φάση): Διαχωρίζεται σε δύο αντικείμενα, την καταναλισκόμενη και την παραγόμενη ενέργεια (πάντα θετικές τιμές). Μετρούμενη σε βατώρες [W·h] ή κιλοβατώρες [kW·h].
- Συχνότητα (f):Μετρημένο σε hertz [Hz].
- Άεργος ισχύς (Τριφασική/ ανά φάση): Μετρούμενη σε [VAr] ή [kVAr]
- Ανισορροπία τάσης και ρεύματος (T): μετρούμενη μονάδα ως ποσοστό % .Ο υπολογισμός γίνεται σύμφωνα με τα πρότυπα IEC 61000-2-1, IEC 61000-4-27, ANSI C84.1 για φασικές τάσεις

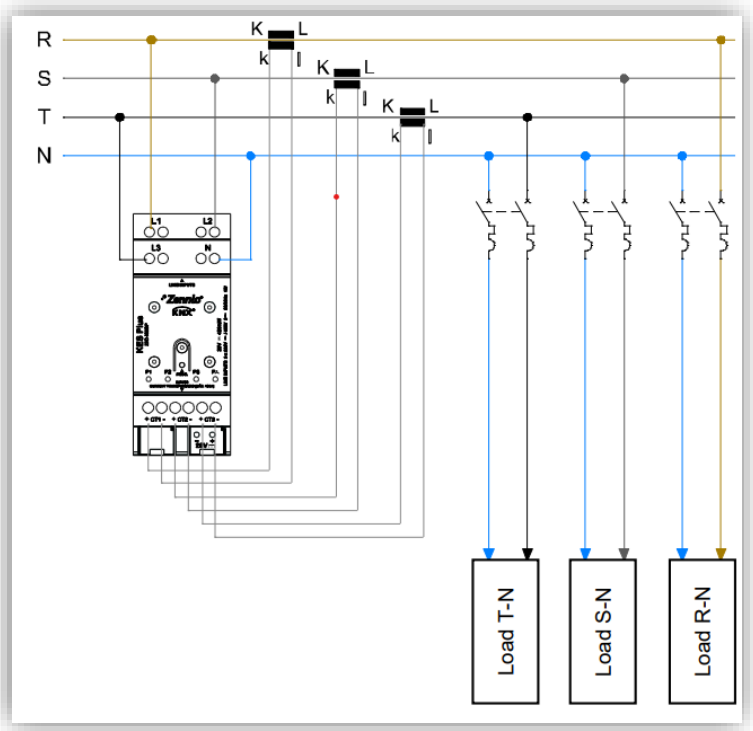


Εικόνα 31. Μετρητής Ενέργειας KES Plus της εταιρίας Zennio [17]

Διαθέτει τις εξής ειδικές λειτουργίες:

- Έως 6 μετρητές τιμολόγησης για την εκτίμηση του κόστους κατανάλωσης ενέργειας.
- 4 Συναγερμοί για περίσσεια ισχύος και χαμηλή ισχύ.
- Έως 15 ειδοποιήσεις διαφορετικών καταστάσεων: υπέρταση, χαμηλή τάση, υπέρβαση κατανάλωσης, παραγωγή ενέργειας, οικονομικό κόστος, εκπομπές CO2.
- Συγχρονισμός με εξωτερικό ρολόι KNX.
- 10 προσαρμόσιμες λογικές συναρτήσεις πολλαπλών λειτουργιών.

Ο μετρητής τοποθετείται στον ηλεκτρικό πίνακα και καταλαμβάνει χώρο 2 DIN units . Σε αυτόν συνδέονται οι μετασχηματιστές ρεύματος Zennio **ZN1AC-CST60** που δεν περιλαμβάνονται στην συσκευασία και έχουν εύρος μέτρησης από 0,03 A έως 60 A και λόγο μετασχηματισμού ρεύματος 60 A / 20mA [16].



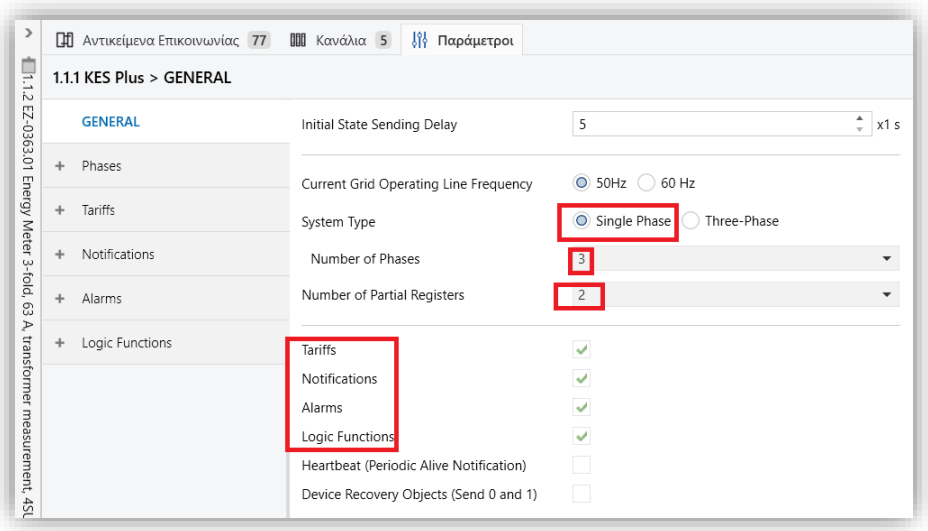
Εικόνα 32. Σύνδεση σε τριφασική παροχή με ουδέτερο και μονοφασικά φορτία [17]

Μετά την εισαγωγή της αντίστοιχης βάσης δεδομένων στο **ETS 6** και την προσθήκη της συσκευής στην τοπολογία του έργου [6], ξεκινά η προτεινόμενη διαμόρφωση της συσκευής που αφορά μιας κατοικία με τριφασική παροχή και εγκαταστημένο φωτοβολταϊκό σύστημά.

Η διαδικασία διαμόρφωσης αρχίζει με την εισαγωγή στην καρτέλα **Παράμετροι**.

1) Καρτέλα Γενικά (General).

- Στην καρτέλα ενεργοποιούνται οι επιλογές Τριφασική εγκατάσταση με ύπαρξη ουδέτερο αγωγού με τροφοδοσία μονοφασικών φορτίων στα 50 Hz.
- Ενεργοποιούνται δύο μερικοί καταχωρητές για καθολικές τιμές, οι οποίοι αποθηκεύουν δεδομένα κατά τη διάρκεια μιας ημέρας ή ενός μήνα.
- Ενεργοποιούνται οι καρτέλες **Τιμολόγια, Ειδοποιήσεις, Συναγερμοί, Λογικές Συναρτήσεις.**



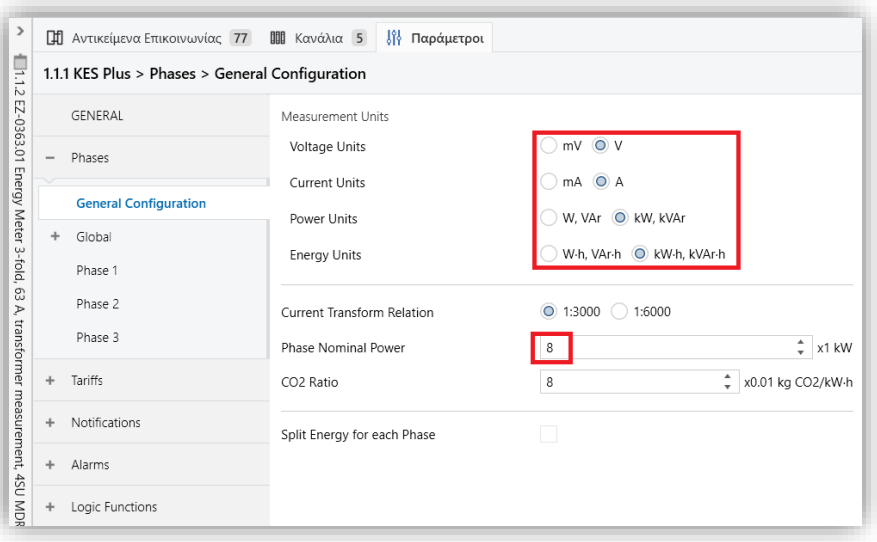
Εικόνα 33. Παράμετροι- Γενικές ρυθμίσεις στο ETS

2) Καρτέλα Φάσεις (Phases)

A) Γενική Διαμόρφωση (General Configuration)

Επιλέγονται :

- Οι μονάδες μέτρησης των μεγεθών.
- Ο λόγος μετασχηματισμού του μετασχηματιστή ρεύματος που χρησιμοποιείται στην εγκατάσταση.
- Η ονομαστική Ισχύς ανά φάση.
- Η παραγωγή CO2 σε εκατοστά του χιλιόγραμμου που εκλύονται στην ατμόσφαιρα ανά μονάδα κατανάλωσης (0,01 kg CO2/kWh).



Εικόνα 34. Γενική Διαμόρφωση – Μονάδες Μέτρησης, Λόγος Μετασχηματισμού, Αναλογία CO2

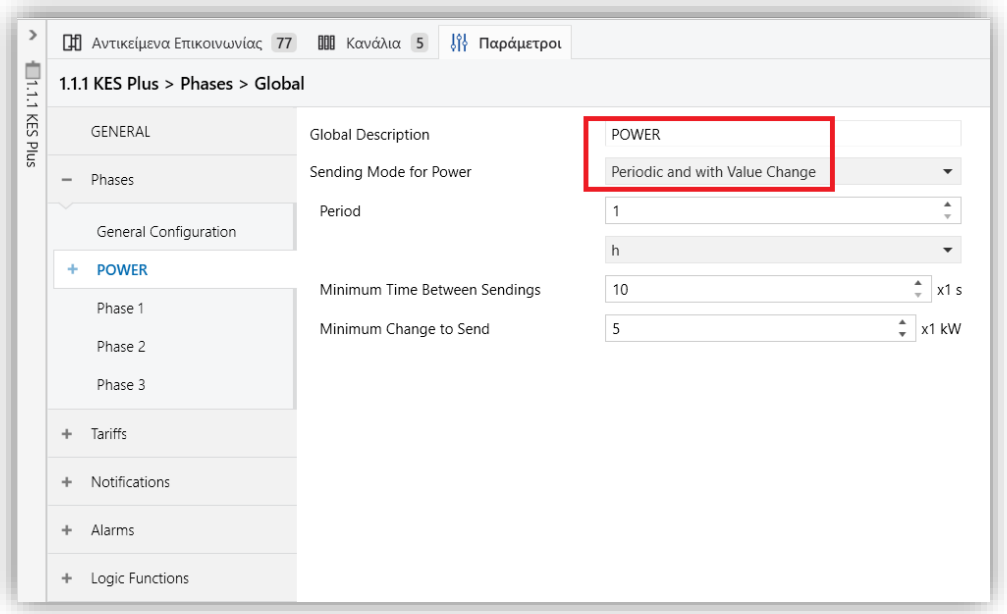
Τα διαθέσιμα αντικείμενα επικοινωνίας για την δημιουργία διευθύνσεων ομάδας (Λειτουργίες) φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.

1	Date	Set Date	3 bytes	Επικ	-	Εγγ	Μετ	Ενη	date	Χαμηλή
3	Reset Partial Register 1	0 = No Action; 1 = Reset	1 bit	Επικ	-	Εγγ	-	-	reset	Χαμηλή
4	Reset Partial Register 2	0 = No Action; 1 = Reset	1 bit	Επικ	-	Εγγ	-	-	reset	Χαμηλή
5	Starting Date of Partial Register 1	Date when the register was started	3 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	date	Χαμηλή
6	Starting Date of Partial Register 2	Date when the register was started	3 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	date	Χαμηλή
2	Time of Day	Set Time of Day	3 bytes	Επικ	-	Εγγ	Μετ	Ενη	time of day	Χαμηλή

Εικόνα 35. Αντικείμενα επικοινωνίας – Γενικές Ρυθμίσεις

Β) Συνολικά Μεγέθη (Global)

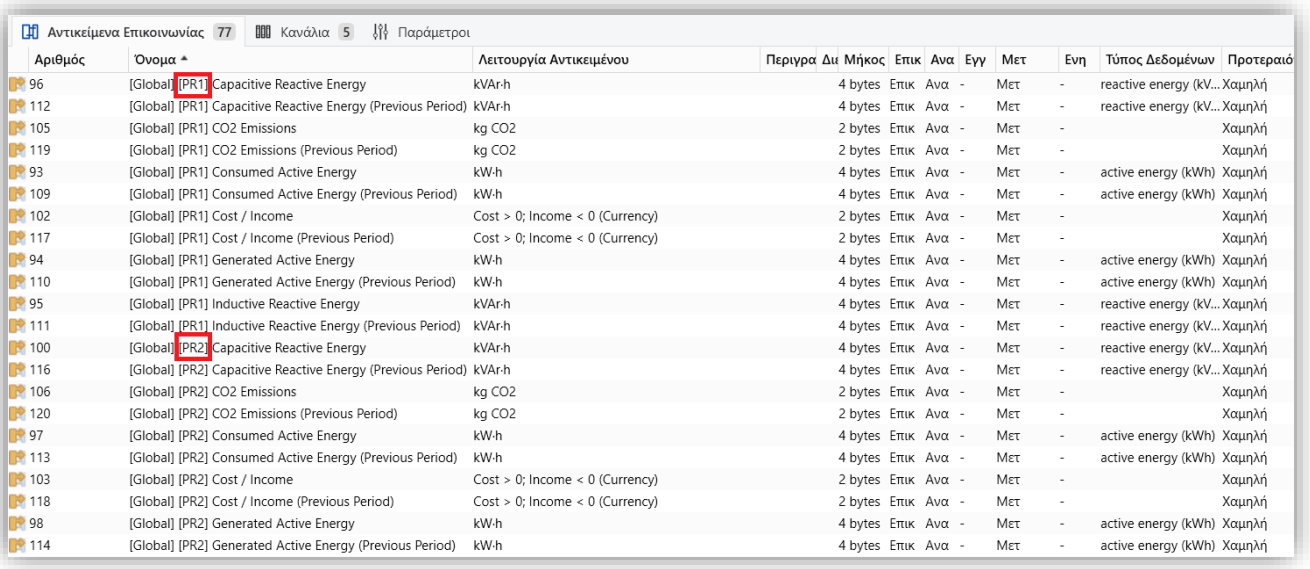
Η αποστολή τηλεγραφημάτων για την τριφασική- συνολική ισχύ θα πραγματοποιείται κυκλικά κάθε 1 ώρα και επιπλέον όταν θα υπάρχει διαφορά 5 kW ως προς την προηγούμενη τιμή (Διαμορφώσιμο όριο μεταβολής από 1 έως 90 kW με βήμα 1 kW).



Εικόνα 36. Ισχύς – Συνθήκες Αποστολής Τηλεγραφημάτων

Στην παρακάτω εικόνα εμφανίζονται τα αντικείμενα επικοινωνίας των τιμών των δύο μερικών καταχωρητών (δευτερεύοντες μετρητές):

- της καταναλισκόμενης και της παραγόμενης πραγματικής και άεργου ενέργειας
- της παραγωγής CO2
- τα τιμολόγια κόστους και απόδοσης

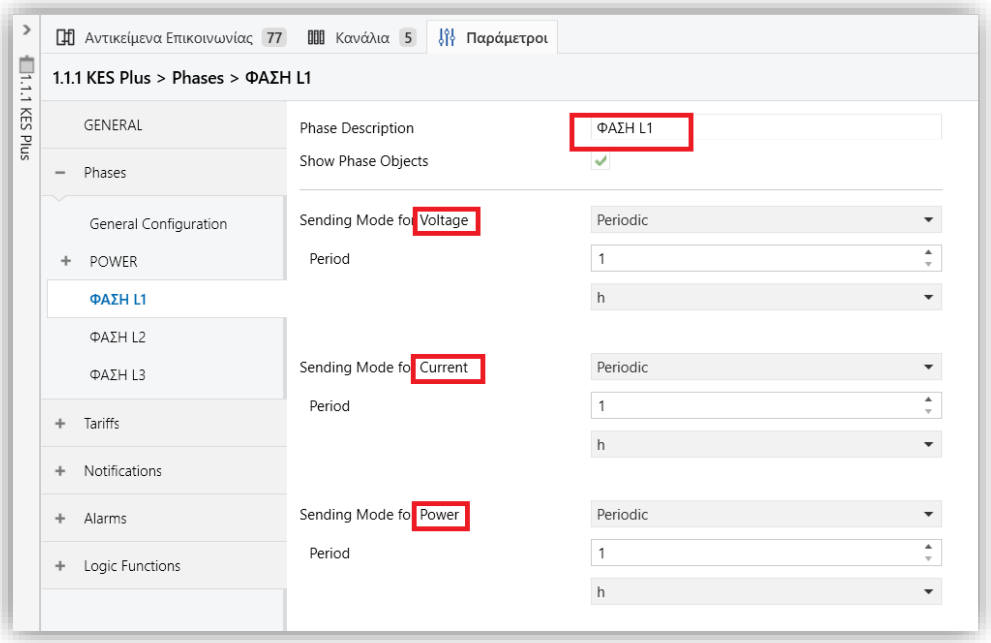


Αριθμός	Όνομα	Λειτουργία Αντικειμένου	Περιγρα	Δι	Μήκος	Επικ	Ανα	Εγγ	Μετ	Ενη	Τύπος Δεδομένων	Προτεραιό
96	[Global] [PR1] Capacitive Reactive Energy	kVAr·h			4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	reactive energy (kV...	Χαμηλή
112	[Global] [PR1] Capacitive Reactive Energy (Previous Period)	kVAr·h			4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	reactive energy (kV...	Χαμηλή
105	[Global] [PR1] CO2 Emissions	kg CO2			2 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-		Χαμηλή
119	[Global] [PR1] CO2 Emissions (Previous Period)	kg CO2			2 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-		Χαμηλή
93	[Global] [PR1] Consumed Active Energy	kW·h			4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	active energy (kWh)	Χαμηλή
109	[Global] [PR1] Consumed Active Energy (Previous Period)	kW·h			4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	active energy (kWh)	Χαμηλή
102	[Global] [PR1] Cost / Income	Cost > 0; Income < 0 (Currency)			2 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-		Χαμηλή
117	[Global] [PR1] Cost / Income (Previous Period)	Cost > 0; Income < 0 (Currency)			2 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-		Χαμηλή
94	[Global] [PR1] Generated Active Energy	kW·h			4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	active energy (kWh)	Χαμηλή
110	[Global] [PR1] Generated Active Energy (Previous Period)	kW·h			4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	active energy (kWh)	Χαμηλή
95	[Global] [PR1] Inductive Reactive Energy	kVAr·h			4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	reactive energy (kV...	Χαμηλή
111	[Global] [PR1] Inductive Reactive Energy (Previous Period)	kVAr·h			4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	reactive energy (kV...	Χαμηλή
100	[Global] [PR2] Capacitive Reactive Energy	kVAr·h			4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	reactive energy (kV...	Χαμηλή
116	[Global] [PR2] Capacitive Reactive Energy (Previous Period)	kVAr·h			4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	reactive energy (kV...	Χαμηλή
106	[Global] [PR2] CO2 Emissions	kg CO2			2 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-		Χαμηλή
120	[Global] [PR2] CO2 Emissions (Previous Period)	kg CO2			2 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-		Χαμηλή
97	[Global] [PR2] Consumed Active Energy	kW·h			4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	active energy (kWh)	Χαμηλή
113	[Global] [PR2] Consumed Active Energy (Previous Period)	kW·h			4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	active energy (kWh)	Χαμηλή
103	[Global] [PR2] Cost / Income	Cost > 0; Income < 0 (Currency)			2 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-		Χαμηλή
118	[Global] [PR2] Cost / Income (Previous Period)	Cost > 0; Income < 0 (Currency)			2 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-		Χαμηλή
98	[Global] [PR2] Generated Active Energy	kW·h			4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	active energy (kWh)	Χαμηλή
114	[Global] [PR2] Generated Active Energy (Previous Period)	kW·h			4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	active energy (kWh)	Χαμηλή

Εικόνα 37. Αντικείμενα επικοινωνίας Μερικών Καταχωρητών –Πραγματικής, Άεργος Ενέργειας (Καταναλισκόμενης -Παραγόμενης), Τιμολόγια Κόστους, Παραγωγή CO2.

Γ) Μεγέθη ανά φάση (L1,L2,L3)

Η αποστολή τηλεγραφημάτων για κάθε φάση των τιμών των μεγεθών της ισχύος, του ρεύματος και της τάσης θα πραγματοποιείται κυκλικά κάθε 1 ώρα. Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται η διαμόρφωση για την πρώτη φάση L1 , ομοίως θα ακολουθηθεί η ίδια διαδικασία και για τις άλλες δύο φάσεις L2 και L3.



Εικόνα 38. Ισχύς (Φάση L1) – Μέτρηση Τάσης , Έντασης ρεύματος και Ενεργού Ισχύς για L1

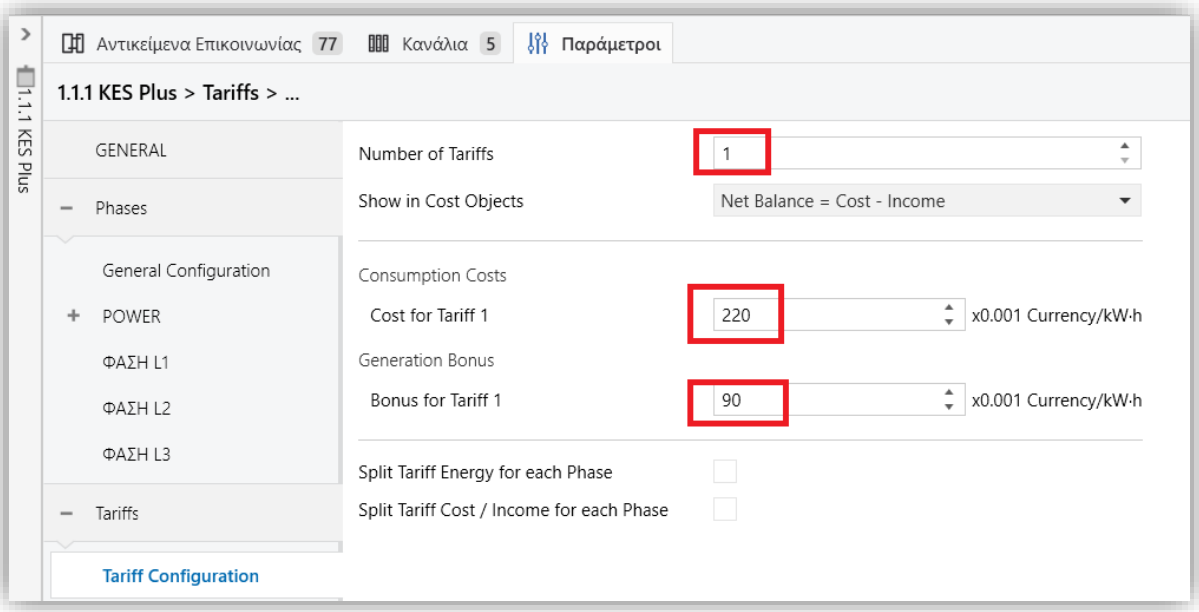
Στην παρακάτω εικόνα εμφανίζονται τα αντικείμενα επικοινωνίας για την μέτρηση πραγματικής ισχύος ,της τάσης , του ρεύματος και του συντελεστή ισχύος και για τις τρεις φάσεις .

10	[Ph1] Active Power	Consumption > 0; Generation < 0 (kW)	2 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	power (kW)	Χαμηλή
9	[Ph1] Current	RMS Current (A)	4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	electric current (A)	Χαμηλή
11	[Ph1] Power Factor	[-1000, 1000]	4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	power factor (cos Φ)	Χαμηλή
7	[Ph1] Request metering	0 = No Action; 1 = Request metering values	1 bit	Επικ	-	Εγγ	-	-	acknowledge	Χαμηλή
8	[Ph1] Voltage	RMS Voltage (V)	4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	electric potential (V)	Χαμηλή
35	[Ph2] Active Power	Consumption > 0; Generation < 0 (kW)	2 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	power (kW)	Χαμηλή
34	[Ph2] Current	RMS Current (A)	4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	electric current (A)	Χαμηλή
36	[Ph2] Power Factor	[-1000, 1000]	4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	power factor (cos Φ)	Χαμηλή
32	[Ph2] Request metering	0 = No Action; 1 = Request metering values	1 bit	Επικ	-	Εγγ	-	-	acknowledge	Χαμηλή
33	[Ph2] Voltage	RMS Voltage (V)	4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	electric potential (V)	Χαμηλή
60	[Ph3] Active Power	Consumption > 0; Generation < 0 (kW)	2 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	power (kW)	Χαμηλή
59	[Ph3] Current	RMS Current (A)	4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	electric current (A)	Χαμηλή
61	[Ph3] Power Factor	[-1000, 1000]	4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	power factor (cos Φ)	Χαμηλή
57	[Ph3] Request metering	0 = No Action; 1 = Request metering values	1 bit	Επικ	-	Εγγ	-	-	acknowledge	Χαμηλή
58	[Ph3] Voltage	RMS Voltage (V)	4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	electric potential (V)	Χαμηλή

Εικόνα 39. Αντικείμενα επικοινωνίας –Πραγματικής ισχύος , τάσης , ρεύματος και του συντελεστή ισχύος και για τις τρεις φάσεις .

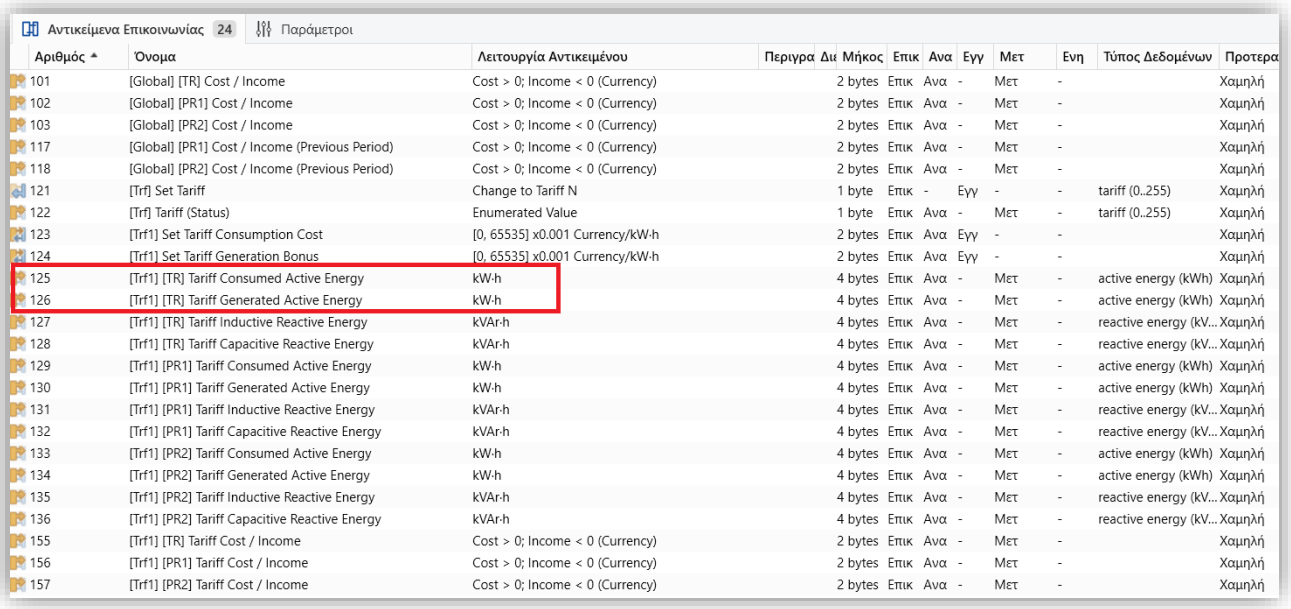
3) Καρτέλα Τιμολόγιο (Tariffs)

Επιλέχτηκε 1 τιμολόγιο με τιμή 0,22 €/kWh για χρέωση καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας και 0,09 €/kWh αυθαίρετα για πώληση παραγόμενης ενέργειας. Θα εμφανιστεί στον δίαυλο η τιμή του αντικειμένου επικοινωνίας ***Καθαρό υπόλοιπο = Κόστος – Έσοδα.***



Εικόνα 40. Τιμολόγια – Διαμόρφωση Τιμολογίων για καταναλισκόμενη και παραγόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια

Στην παρακάτω εικόνα εμφανίζονται τα αντικείμενα επικοινωνίας που αναφέρονται στα τιμολόγια κόστους και απόδοσης .



Αντικείμενα Επικοινωνίας 24 | Παράμετροι

Αριθμός	Όνομα	Λειτουργία Αντικειμένου	Περιγρα	Δι	Μήκος	Επικ	Ανα	Εγγ	Μετ	Ενη	Τύπος Δεδομένων	Προτερα
101	[Global] [TR] Cost / Income	Cost > 0; Income < 0 (Currency)			2 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-		Χαμηλή
102	[Global] [PR1] Cost / Income	Cost > 0; Income < 0 (Currency)			2 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-		Χαμηλή
103	[Global] [PR2] Cost / Income	Cost > 0; Income < 0 (Currency)			2 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-		Χαμηλή
117	[Global] [PR1] Cost / Income (Previous Period)	Cost > 0; Income < 0 (Currency)			2 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-		Χαμηλή
118	[Global] [PR2] Cost / Income (Previous Period)	Cost > 0; Income < 0 (Currency)			2 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-		Χαμηλή
121	[Trf] Set Tariff	Change to Tariff N			1 byte	Επικ	-	Εγγ	-	-	tariff (0..255)	Χαμηλή
122	[Trf] Tariff (Status)	Enumerated Value			1 byte	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	tariff (0..255)	Χαμηλή
123	[Trf1] Set Tariff Consumption Cost	[0, 65535] x0.001 Currency/kW·h			2 bytes	Επικ	Ανα	Εγγ	-	-		Χαμηλή
124	[Trf1] Set Tariff Generation Bonus	[0, 65535] x0.001 Currency/kW·h			2 bytes	Επικ	Ανα	Εγγ	-	-		Χαμηλή
125	[Trf1] [TR] Tariff Consumed Active Energy	kW·h			4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	active energy (kWh)	Χαμηλή
126	[Trf1] [TR] Tariff Generated Active Energy	kW·h			4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	active energy (kWh)	Χαμηλή
127	[Trf1] [TR] Tariff Inductive Reactive Energy	kVAr·h			4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	reactive energy (kV...	Χαμηλή
128	[Trf1] [TR] Tariff Capacitive Reactive Energy	kVAr·h			4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	reactive energy (kV...	Χαμηλή
129	[Trf1] [PR1] Tariff Consumed Active Energy	kW·h			4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	active energy (kWh)	Χαμηλή
130	[Trf1] [PR1] Tariff Generated Active Energy	kW·h			4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	active energy (kWh)	Χαμηλή
131	[Trf1] [PR1] Tariff Inductive Reactive Energy	kVAr·h			4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	reactive energy (kV...	Χαμηλή
132	[Trf1] [PR1] Tariff Capacitive Reactive Energy	kVAr·h			4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	reactive energy (kV...	Χαμηλή
133	[Trf1] [PR2] Tariff Consumed Active Energy	kW·h			4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	active energy (kWh)	Χαμηλή
134	[Trf1] [PR2] Tariff Generated Active Energy	kW·h			4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	active energy (kWh)	Χαμηλή
135	[Trf1] [PR2] Tariff Inductive Reactive Energy	kVAr·h			4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	reactive energy (kV...	Χαμηλή
136	[Trf1] [PR2] Tariff Capacitive Reactive Energy	kVAr·h			4 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	reactive energy (kV...	Χαμηλή
155	[Trf1] [TR] Tariff Cost / Income	Cost > 0; Income < 0 (Currency)			2 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-		Χαμηλή
156	[Trf1] [PR1] Tariff Cost / Income	Cost > 0; Income < 0 (Currency)			2 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-		Χαμηλή
157	[Trf1] [PR2] Tariff Cost / Income	Cost > 0; Income < 0 (Currency)			2 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-		Χαμηλή

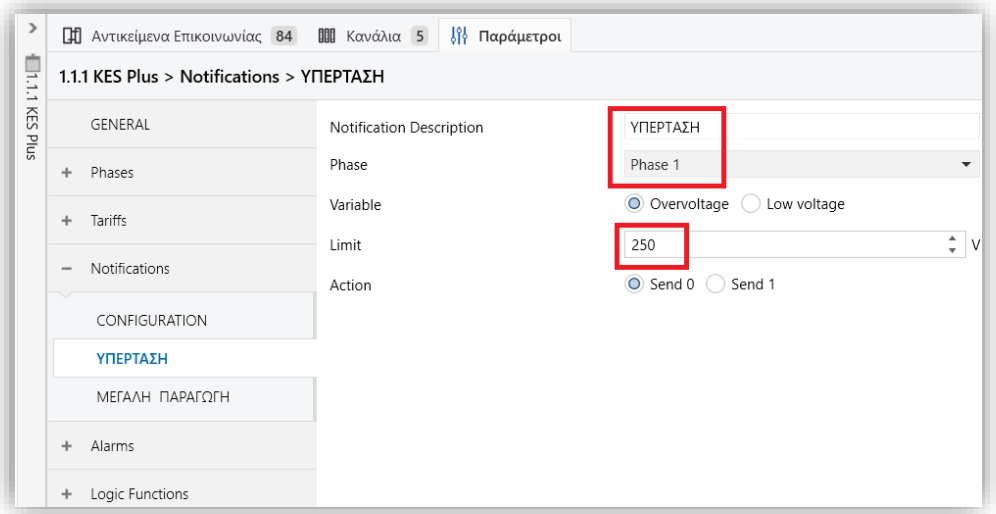
Εικόνα 41. Αντικείμενα επικοινωνίας – Τιμολόγια Κόστους και Απόδοσης

4) Καρτέλα Ειδοποιήσεις (Notifications)

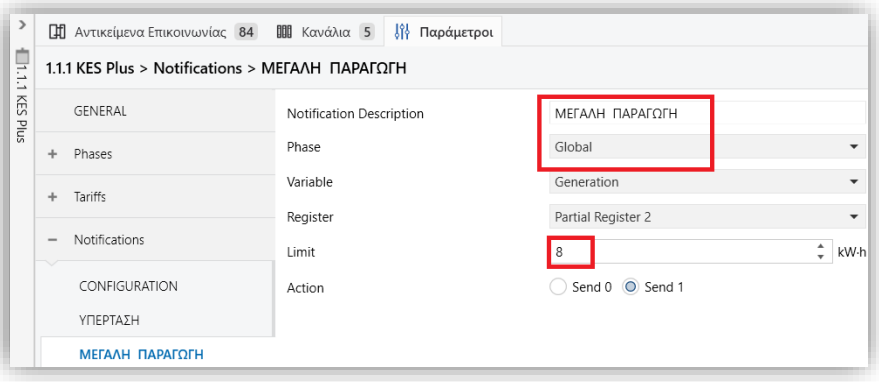
Μπορούν να ενεργοποιηθούν μέχρι και 15 ειδοποιήσεις οι οποίες θα αποστείλουν ένα δυαδικό αντικείμενο στον δίαυλο όταν :

- εμφανιστεί υπέρταση ή χαμηλή τάση σε μια από τις τρεις φάσης.
- όταν οι επιλεγμένες μεταβλητές στους καταχωρητές, φτάσουν σε μια προκαθορισμένη τιμή που έχει οριστεί . Οι μεταβλητές μπορούν να αφορούν την κατανάλωση, την παραγωγή ενέργειας , το κόστος ή την παραγωγή CO2 .

Παρακάτω παρουσιάζονται δυο παραδείγματα διαμορφώσεων μιας ειδοποίηση για υψηλή τάση και μίας ειδοποίησης για μεγάλη παραγωγή ενέργειας.

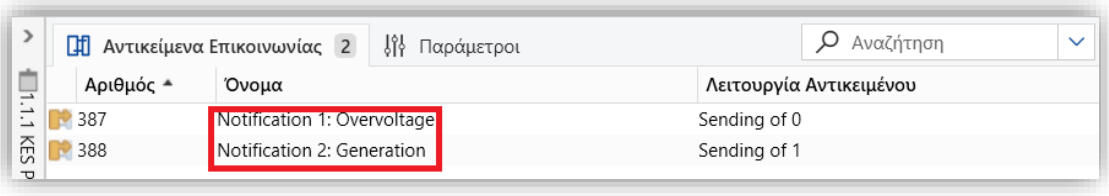


Εικόνα 42. Ειδοποιήσεις – Αποστολή Τηλεγραφήματος σε περίπτωση Υπέρτασης



Εικόνα 43. Ειδοποιήσεις – Αποστολή Τηλεγραφήματος σε περίπτωση Υψηλής Παραγωγής Ενέργειας

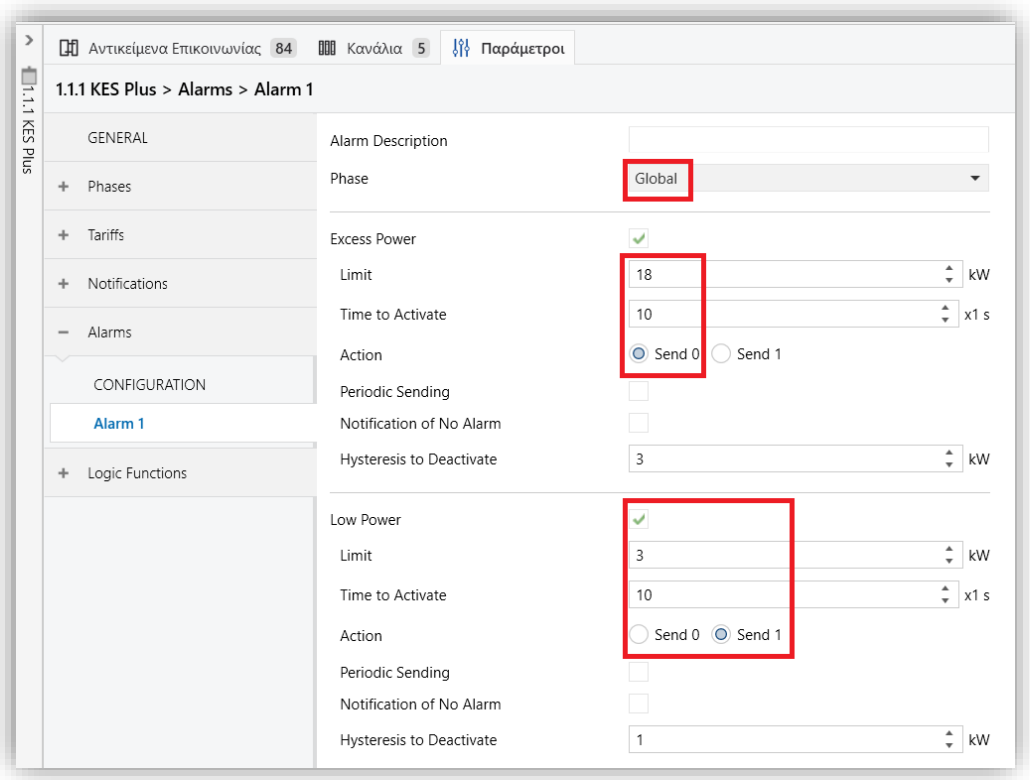
Στην παρακάτω εικόνα εμφανίζονται τα αντικείμενα επικοινωνίας που αναφέρονται στις δύο ειδοποιήσεις.



Εικόνα 44. **Αντικείμενα επικοινωνίας – Τιμολόγια Κόστους και Απόδοσης**

5) Καρτέλα Συναγερμοί (Alarms)

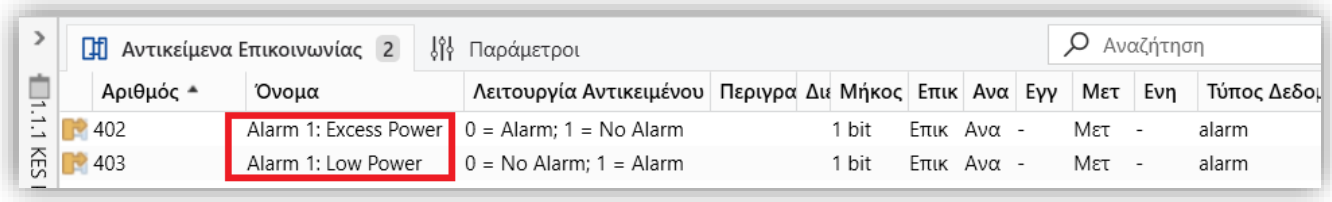
Μπορούν να ενεργοποιηθούν μέχρι και τέσσερις συναγερμοί και να παραμετροποιηθούν ανεξάρτητα, για την παρακολούθηση της ισχύος σύμφωνα με ένα διαμορφώσιμο ανώτερο και ένα κατώτερο όριο τιμής. Για να αποφευχθούν ψευδείς ειδοποιήσεις συναγερμού λόγω κάποιων μεταβατικών φαινομένων, η διαμόρφωση περιλαμβάνει επιπλέον χρόνο ενεργοποίησης και μία τιμή υστέρησης της απενεργοποίησης του σεναρίου.



Εικόνα 45. Συναγερμοί – Αποστολή Τηλεγραφημάτων ως προς το ανώτερο και το κατώτερο όριο τριφασικής ισχύος

Στο παραπάνω παράδειγμα παραμετροποίησης το αντικείμενο επικοινωνίας αυξημένη ισχύς θα στείλει ένα δυαδικό αντικείμενο στον δίαυλο με τιμή 0 όταν η τριφασική καταναλισκόμενη ισχύς θα ξεπεράσει ή θα είναι ίση με 18 kW για 10 δευτερόλεπτα . Το ίδιο αντικείμενο επικοινωνίας θα στείλει την τιμή 1 όταν η ισχύς ελαττωθεί στα 15 kW. Με ανάλογο τρόπο διαμορφώνεται και το ελάχιστο όριο ισχύος.

Στην παρακάτω εικόνα εμφανίζονται τα αντικείμενα επικοινωνίας που αναφέρονται στον συναγερμό.



Εικόνα 46. Αντικείμενα επικοινωνίας – Συναγερμοί με ανώτερο και κατώτερο όριο τριφασικής ισχύος

6) Καρτέλα Λογικές Συναρτήσεις (Logic Functions)

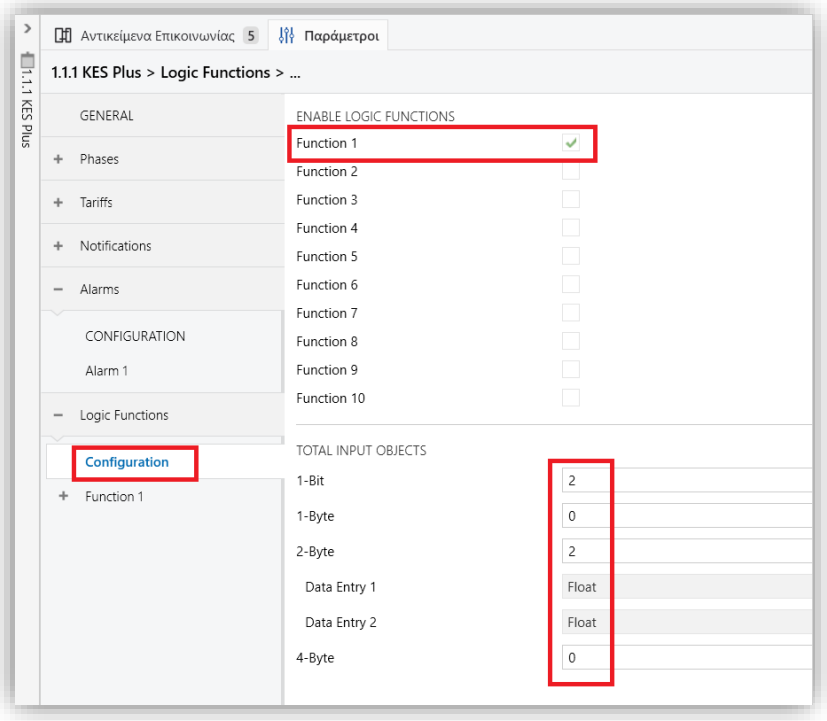
Η καρτέλα **Λογικές Συναρτήσεις** επιτρέπει την ενεργοποίηση και τη διαμόρφωση έως και δέκα ανεξάρτητων συναρτήσεων οι οποίες μπορούν να εκτελέσουν έως και 4 διαδοχικές λειτουργίες η καθεμία.

Οι συναρτήσεις είναι ικανές να εκτελούν μαθηματικές και δυαδικές λογικές πράξεις με δεδομένα που λαμβάνονται από το δίαυλο KNX και να στέλνουν τα αποτελέσματα μέσω συγκεκριμένων αντικειμένων επικοινωνίας διαφορετικών μεγεθών [18].

Τα βήματα που συνήθως ακολουθούνται κατά την εφαρμογή μιας λογικής συνάρτησης στο ETS 6 είναι τα εξής:

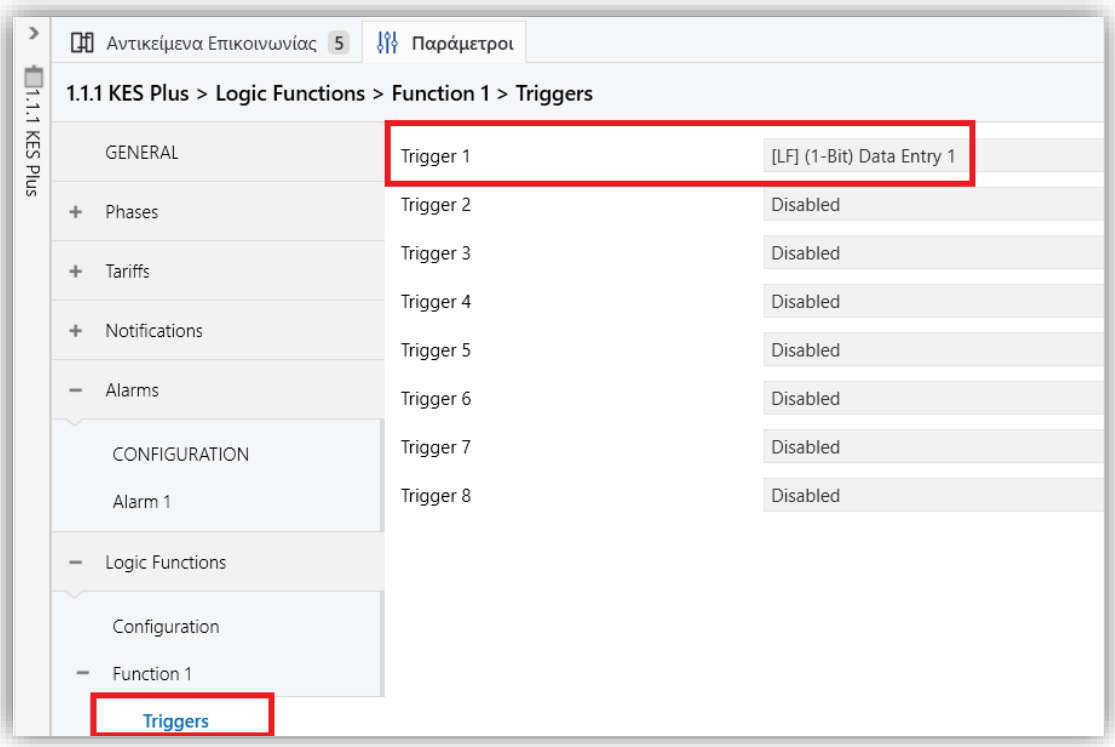
- Ένα έως οκτώ αντικείμενα επικοινωνίας (με μέγεθος ενός bit, ενός byte, δύο byte ή τεσσάρων byte) μόλις λάβει μια τιμή από τον δίαυλο θα καλέσει την συνάρτηση (έναυσμα-σκανδαλισμός).
- Ελέγχετε εάν η τρέχουσα κατάσταση πληροί τις προϋποθέσεις για την εκτέλεση των λειτουργιών. Εάν δεν έχει ρυθμιστεί καμία συνθήκη εκτέλεσης, οι λειτουργίες θα εκτελούνται πάντα αλλιώς οι λειτουργίες θα εκτελεστούν μόνο εάν η σύγκριση δύο τελεστών εισόδου (σταθερές τιμές, αντικείμενα επικοινωνίας ή εσωτερικές μεταβλητές) είναι αληθής.
- Εκτελούνται οι διαδοχικές λειτουργίες της συνάρτησης που μπορούν να είναι είτε λογικές (ID, NOT, AND, OR, XOR, NAND, NOR και NXOR) είτε Αριθμητικές (πρόσθεση, αφαίρεση, πολλαπλασιασμός, διαίρεση, μέγιστο και ελάχιστο. Σύγκριση: είναι ίσο, όχι ίσο, είναι μεγαλύτερο από, είναι μεγαλύτερο ή ίσο με, είναι μικρότερο από, είναι μικρότερο ή ίσο με κ.τ.λ.).
- Το αποτέλεσμα της συνάρτησης θα είναι μια εσωτερική μεταβλητή που η τιμή της θα σταλεί μέσω του αντίστοιχου αντικειμένου επικοινωνίας μόλις τελειώσει η εκτέλεση όλων των λειτουργιών. Υπάρχει η δυνατότητα η αποστολή να συμβαίνει κάθε φορά που εκτελείται η λειτουργία ή περιοδικά ή μόνο σε περίπτωση που η συνάρτηση υπολογίζει ένα αποτέλεσμα που διαφέρει από αυτό της προηγούμενης εκτέλεσης [18, p. 5].

Στην παρακάτω διαμόρφωση έχει ενεργοποιηθεί 1 μία λογική συνάρτηση η οποία έχει 2 αντικείμενα εισόδου τύπου 2 Byte float και δύο αντικείμενα εισόδου τύπου 1 Bit.



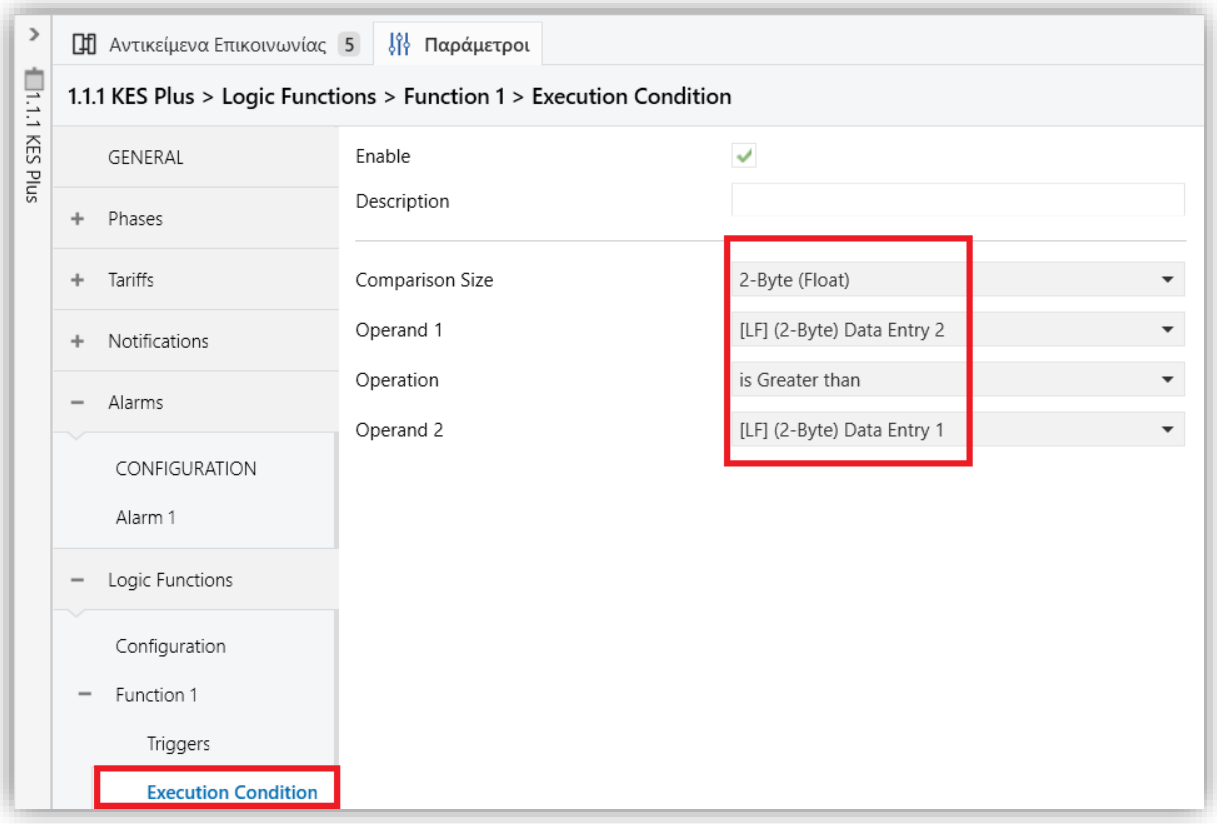
Εικόνα 47. Λογικές Συναρτήσεις – Διαμόρφωση Λογικής Συνάρτησης 1

Η λογική συνάρτηση καλείται από ένα αντικείμενο επικοινωνίας 1 Bit π.χ. από μια ειδοποίησή Μεγάλης Παραγωγής .



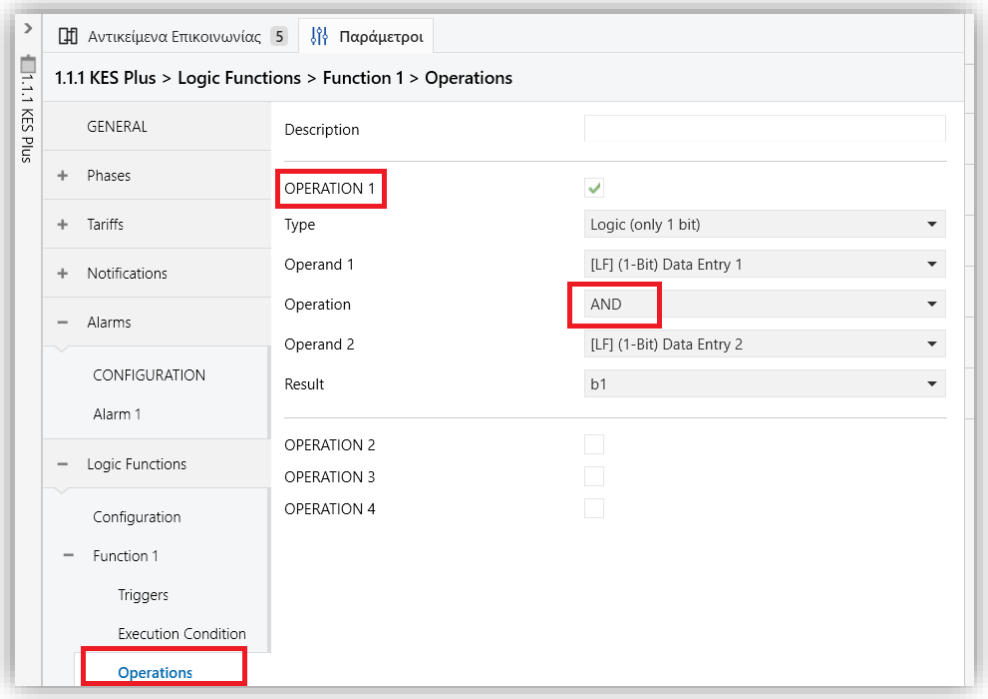
Εικόνα 48. Λογική Συνάρτηση 1 – Διαμόρφωση Σκανδαλισμός (Trigger)

Στην συνέχεια ελέγχεται η συνθήκη αν η παραγόμενη ισχύς είναι μεγαλύτερη από την καταναλισκόμενη .



Εικόνα 49. Λογική Συνάρτηση 1 – Διαμόρφωση Συνθήκης Εκτέλεση

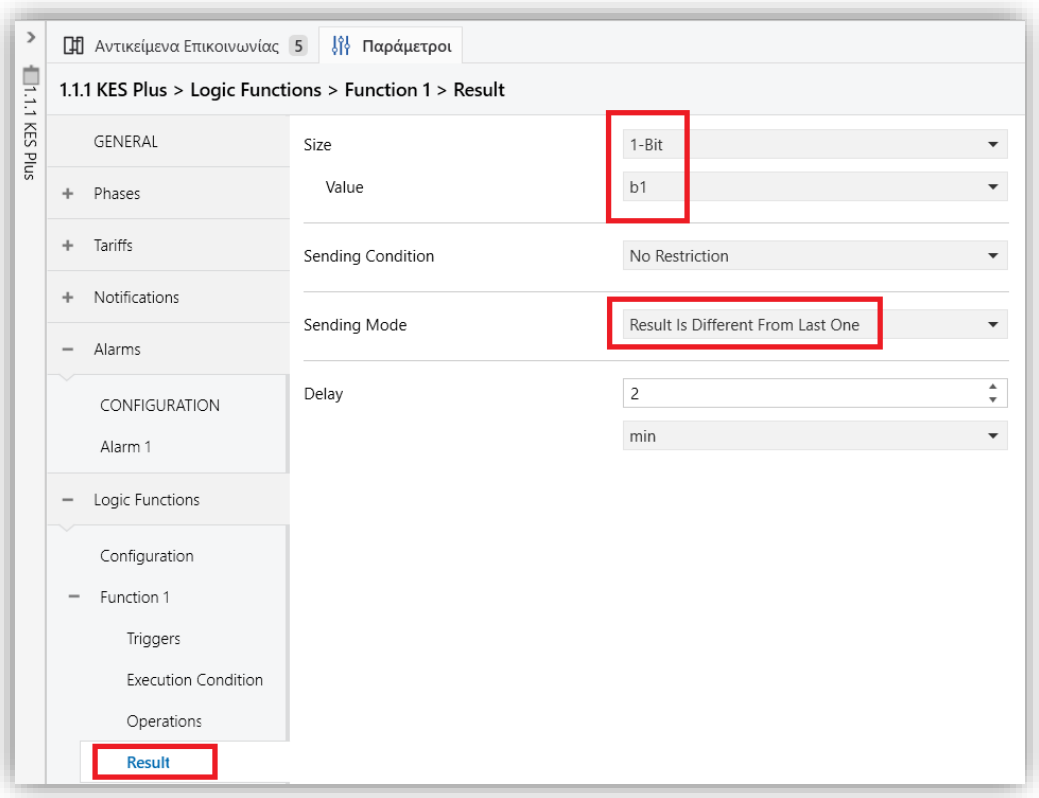
Αν ισχύει η παραπάνω συνθήκη τότε θα εκτελεστεί η λειτουργία παρακάτω



Εικόνα 50. Λογική Συνάρτηση 1 – Διαμόρφωση Εκτέλεσης Λογικής Συνάρτησης AND

Στην περίπτωση που το αντικείμενο επικοινωνίας της **Ειδοποίησής Μεγάλη παραγωγή είναι αληθές** δίνει 1 και το αντικείμενο επικοινωνίας της **Ειδοποίησής μικρή κατανάλωση είναι και αυτό αληθές ,** το αποτέλεσμα δηλαδή της λογικής πύλης AND είναι αληθές και είναι μια εσωτερική μεταβλητή που η τιμή της θα σταλεί μέσω του

αντίστοιχου αντικειμένου επικοινωνίας b1. Το b1 θα στείλει 1 στον δίαυλο KNX και θα μπορεί με την κατάλληλη διεύθυνση ομάδας να ενεργοποιήσει ένα μεγάλο φορτίο π.χ. έναν φορτιστή αυτοκινήτου .



Εικόνα 51. Λογική Συνάρτηση 1 – Διαμόρφωση Αποστολής Τηλεγραφήματος κατά την Εκτέλεσης της Λογικής Συνάρτησης

Τα αντικείμενα επικοινωνίας της λογικής συνάρτησης φαίνονται στην παρακάτω εικόνα

Αριθμός	Όνομα	Λειτουργία Αντικειμένου	Περιγρα	Δι	Μήκος	Επικ	Ανα	Εγγ	Μετ	Ενη	Τύπος Δεδομένων	Προτεραιότητα
410	[LF] (1-Bit) Data Entry 1	Binary Data Entry (0/1)			1 bit	Επικ	-	Εγγ	-	-	boolean	Χαμηλή
411	[LF] (1-Bit) Data Entry 2	Binary Data Entry (0/1)			1 bit	Επικ	-	Εγγ	-	-	boolean	Χαμηλή
458	[LF] (2-Byte) Data Entry 1	2-Byte Data Entry			2 bytes	Επικ	-	Εγγ	-	-	2-byte float value	Χαμηλή
459	[LF] (2-Byte) Data Entry 2	2-Byte Data Entry			2 bytes	Επικ	-	Εγγ	-	-	2-byte float value	Χαμηλή
482	[LF] Function 1 - Result	(1-Bit) Boolean			1 bit	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	boolean	Χαμηλή

Εικόνα 52. Αντικείμενα επικοινωνίας – Μεταβλητών και αποτελέσματος της Λογικής Συνάρτησης AND

3.6 Σύγκριση Μετρητών Ηλεκτρικής ενέργειας KNX

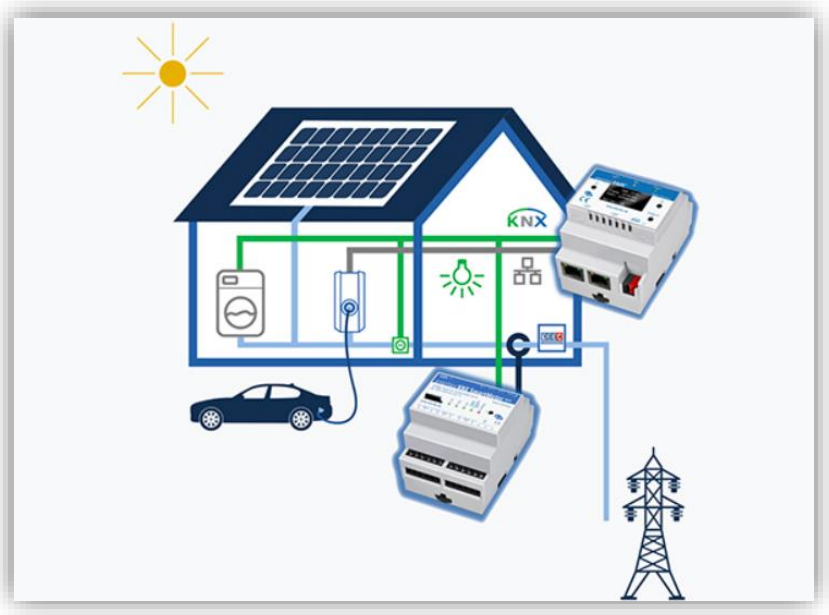
Οι δυο μετρητές που παραμετροποιήθηκαν παραπάνω έχουν αρκετά κοινά χαρακτηριστικά και τοποθετούνται στον ηλεκτρικό πίνακα . Στον παρακάτω πίνακα επιχειρείται μία σύντομη σύγκριση ως προς τα χαρακτηριστικά μεταξύ τους, καθώς και με έναν άλλον μετρητή τον **SmartMeter 85A** της εταιρίας **Enertex** [19]επίσης αρκετά αξιόλογο με τους προηγούμενους.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ - ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ	**EZ-0363.01 (MDT)**	**KES Plus (zennio)**	**SmartMeter 85A (Enertex)**
Διαστάσεις	4 DIN modules	2 DIN modules	4 DIN modules
Μέτρηση	kWh, kW, A, V, Hz, PF, Κόστους €, Απόδοσης €,	kWh, kVAr·h, kW, kVAr, A, V, Hz, PF, Voltage Current Unbalance %, CO2 emissions, τιμολόγιο €,	A, V, kW, kVAr, kWh, kVAr·h, Hz, PF, THD-U, THD-I, Unbalanced load, Zero current, Power harmonics up to the 50th harmonics, τιμολόγιο €.
Max. fuse protection of the individual circuits	63 A	60A	85A
Sd card	-	-	ΝΑΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΙΜΩΝ (TEXT FILE FORMAT CSV)
Ενδιάμεσους Μετρητές	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
Ειδοποιησεις	-	15	
Συναγερμοί	-	4	
Λογικές Συναρτήσεις	-	10	
Οριa μέγιστης - ελάχιστης τιμής	ΝΑΙ	-	ΝΑΙ
Ενδιαμεσος μετρητης	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
Τιμολογιο ρευματος	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
Ενδεικτική τιμή αγοράς	231,55 Ευρώ Λιανική τιμη Ελλάδας [20]	214,8 Ευρώ (site εξωτερικού) [21]	368,3 Ευρώ (site εξωτερικού) [22]

Εικόνα 53. Πίνακας σύγκρισης μετρητών KNX

Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι:

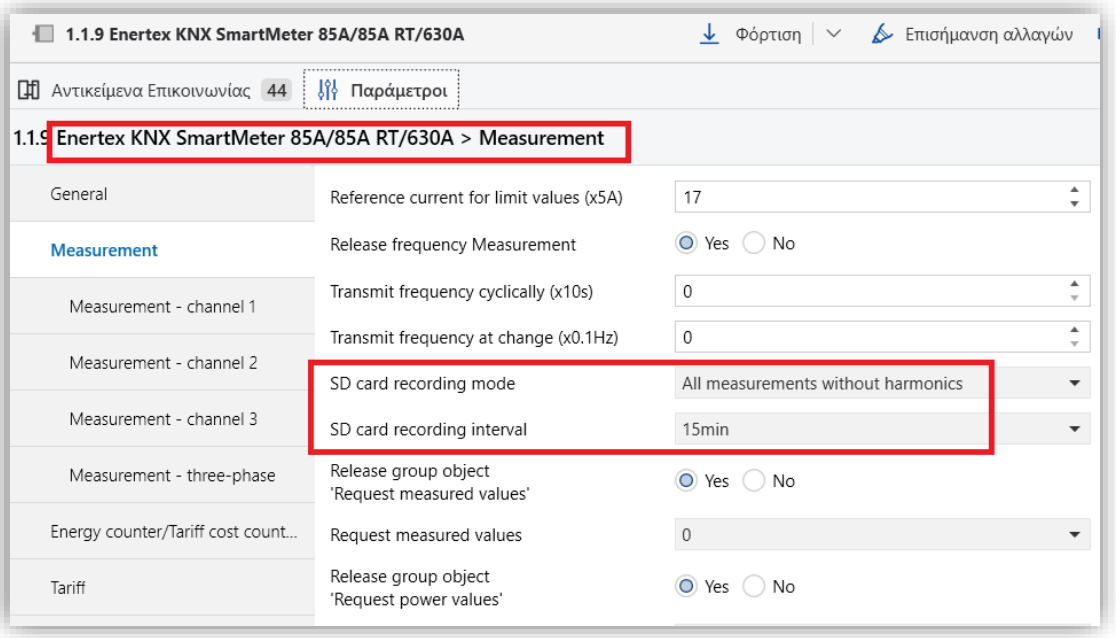
- Οι δύο πρώτοι μετρητές έχουν δυνατότητα μέτρησης 63 και 60 A μέγιστο ρεύμα. Αυτό σημαίνει ότι μπορούν να τοποθετηθούν για συνολική κεντρική μέτρηση σε κτίρια ή κατοικίες με μέγιστη συμφωνημένη ισχύς τα 35 kVA (αριθμό τριφασικής παροχής No 3) .
- Ο μετρητής της εταιρίας Enertex έχει την δυνατότητα μέτρησης τα 85 A μέγιστο ρεύμα Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να τοποθετηθεί για συνολική κεντρική μέτρηση σε κτίρια με μέγιστη συμφωνημένη ισχύς τα 55 kVA (αριθμό τριφασικής παροχής No 4) .
- Ο μετρητής KES Plus (zennio) έχει ενσωματωμένη την λειτουργία 10 λογικών συναρτήσεων. Οι λογικές συναρτήσεις αποτελούν ένα σημαντικό κομμάτι του KNX, προσφέροντας ευελιξία, αυτοματοποίηση και έλεγχο σε πλήθος συσκευών και συστημάτων ενός κτιρίου. Πιο συγκεκριμένα επιτρέπουν την υλοποίηση σύνθετων σεναρίων αυτοματοποίησης, προσαρμοσμένων στις ανάγκες του κάθε κτιρίου , απελευθερώντας τον χρήστη από επαναλαμβανόμενες ενέργειες.
- Ο μετρητής της εταιρίας Enertex έχει την δυνατότητα καταγραφής των τιμών των μετρήσεων σε κάρτα sd για περεταίρω επεξεργασία.
- Οι **τιμές** των συσκευών είναι ενδεικτικές και δεν μπορούν να αποτελούν αντικείμενο σύγκρισης για τους ακόλουθους λόγους:
    - ❖ Διαφέρουν ανάλογα με τον προμηθευτή.
    - ❖ Εξαρτώνται αν υπάρχουν διαθέσιμα στην Ελληνική αγορά.
    - ❖ Υπάρχουν τιμολογιακές ή ποσοτικές εκπτώσεις που αφορούν επαγγελματίες ή ιδιώτες.



Εικόνα 54. SmartMeter 85A της εταιρίας Enertex [3]

3.6.1 Δυνατότητα εξωτερικής επεξεργασίας Δεδομένων

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω ο μετρητής της εταιρίας Enertex έχει την δυνατότητα καταγραφής δεδομένων μέτρησης σε κάρτα sd . Το διάστημα εγγραφής μπορεί να παραμετροποιηθεί από το ETS . Η εφαρμογή καταγράφει συνεχώς όλες τις μετρήσεις (Ενέργεια, Μέση τιμή ισχύς, Τάση, Ένταση ρεύματος, συντελεστής ισχύος κ.τ.λ.) και αποθηκεύει τα δεδομένα σε αρχεία με επέκταση .csv στην κάρτα SD. Η συχνότητα εγγραφής μπορεί να επιλεχθεί ανά 1, 5, 15 λεπτά, 1, 12 ή 24 ώρες.



Εικόνα 55. Καταγραφή Μετρήσεων σε sd

Κάθε μέρα δημιουργείται ένα νέο αρχείο .csv με μοναδικό όνομα που βασίζεται στην ημερομηνία και τη ρύθμιση εγγραφής. Η δομή του αρχείου είναι διαμορφωμένη ως εξής [19, p. 30]:

- **Πρώτες δύο γραμμές:** περιέχουν περιγραφή των μετρήσεων (όνομα και μονάδα μέτρησης).
- **Υπόλοιπες γραμμές:** κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε μια μέτρηση και περιλαμβάνει:
    - **Ώρα καταγραφής :** δείχνει την ακριβή στιγμή που έγινε η μέτρηση.
    - **Τιμές μετρήσεων:** οι τιμές που καταγράφηκαν κατά το προηγούμενο διάστημα εγγραφής.

Η συγκεκριμένη ενότητα αναφέρεται σε μετρητές ενέργειας οι οποίοι έχουν ενσωματωμένη την διεπαφή bus . Δηλαδή μετρούν και ταυτόχρονα μεταφέρουν τα δεδομένα στον δίαυλο. Οι περισσότερες εταιρίες παραγωγής ηλεκτρολογικού υλικού που παράγουν προϊόντα σύμφωνα με το πρωτόκολλο KNX έχουν στην γκάμα τους τουλάχιστον έναν τέτοιο μετρητή .

Παρακάτω παρουσιάζεται ένα τυπικό φύλλο συμμόρφωσης για αγορά ενός μετρητή KNX . Ο σκοπός της αγοράς είναι να ενισχυθεί η υφιστάμενη εκπαιδευτική πινακίδα με υλικά KNX που υπάρχει στο εργαστήριο Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων του τμήματος Ηλεκτρολόγων [6, p. 161].

3.6.2 Τυπικό Φύλλο Συμμόρφωσης για Μετρητή KNX

Το τυπικό φύλλο συμμόρφωσης έχει την παρακάτω μορφή [23, p. 134]

ΦΥΛΛΟ ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗΣ			
Σύστημα Εργαστήριο κτιριακού αυτοματισμού			
	Ενδεικτική Τιμή Τεμάχια χωρίς ΦΠΑ	ΧΧ €	
ΜΕΤΡΗΤΗΣ KNX	ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗ ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗ*	ΠΑΡΑΠΟΜΠΗ**
Αριθμός καναλιών μέτρησης	3		
Εύρος μέτρησης ρεύματος	30 mA - 40 A		
Τάση Εισόδου	12-30V DC +10% / -15%		
Τύπος ακρίβειας μέτρησης	2% Για I≥ 100mA		
Οπτικές ενδείξεις LED για γρήγορη αναγνώριση σφαλμάτων και αντιμετώπιση τους	NAI		
Διατομή σύνδεσης καλωδίου	0,5 – 4 mm²		
Διαθέσιμη βάση δεδομένων KNX	ETS 5/6		
Βαθμός προστασίας	Τουλάχιστον IP 20		
Μέθοδος τοποθέτησης	Ράγα DIN ή Χωνευτός		
Θερμοκρασία λειτουργίας	0 to + 45°C		
Υπεύθυνος Προδιαγραφών:	Τσικαλάκης Αντώνης, 2810 379867		
Τόπος Παράδοσης:	Σχολή Μηχανικών, Τμήμα ΗΜΜΥ, Ηράκλειο		
Υπεύθυνος Παραλαβής:	Τσικαλάκης Αντώνης, 2810-379867		

Εικόνα 56 .Φύλλο συμμόρφωσης

Εκτός όμως από τους μετρητές KNX στο εμπόριο υπάρχουν και άλλες λύσεις σε σχέση με την μέτρηση ενέργειας σε μια εγκατάσταση KNX όπως παρουσιάζεται στην παρακάτω ενότητα.

3.7 Μέτρηση ενέργειας σε εγκατάσταση KNX με χρήση διεπαφής

3.7.1 Πύλη μετρήσεων KNX για Modbus μετρητές

Μία αξιόλογη επιλογή αποτελεί μία πύλη μετρήσεων KNX για **Modbus**. Η συσκευή απλά μεταφέρει τις μετρούμενες τιμές ισχύος και κατανάλωσης από την εγκατάσταση Modbus στο δίαυλο KNX.

Με λίγα λόγια το Modbus [24](δεν αποτελεί αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής) είναι ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας που χρησιμοποιείται ευρέως σε βιομηχανικές εφαρμογές για την αυτοματοποίηση και τον έλεγχο διαφόρων συσκευών. Χρησιμοποιείται για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ συσκευών, όπως μετρητές ενέργειας, PLC, RTU, και άλλα. Έχει πολλά πλεονεκτήματα όπως :

- **Απλότητα:** Το Modbus είναι ένα απλό πρωτόκολλο, εύκολο στην υλοποίηση και στη χρήση.
- **Αξιοπιστία:** Το Modbus είναι ένα στιβαρό πρωτόκολλο με ανθεκτικότητα σε σφάλματα.
- **Ανοιχτό πρότυπο:** Το Modbus είναι ένα ανοιχτό πρότυπο, διαθέσιμο δωρεάν, χωρίς χρεώσεις αδειοδότησης.
- **Ευρέως χρησιμοποιούμενο:** Το Modbus είναι ένα από τα πιο δημοφιλή πρωτόκολλα αυτοματοποίησης στον κόσμο, με υποστήριξη από πλήθος κατασκευαστών και συσκευών.

Και έχει τους ακόλουθους τρόπους σύνδεσης :

- **Σειριακή σύνδεση:** Η πιο κοινή μέθοδος σύνδεσης με Modbus είναι μέσω RS-485, RS-232 ή TTL.
- **Δίκτυο Ethernet:** Το Modbus TCP/IP επιτρέπει τη σύνδεση μετρητών σε δίκτυα Ethernet.
- **Κινητή τηλεφωνία:** Ορισμένοι μετρητές προσφέρουν σύνδεση Modbus μέσω GPRS ή 3G/4G.

Μία πύλης KNX/ Modbus είναι η συσκευή KNX Metering Gateway Modbus MTN6503-0201 της εταιρίας Schneider Electric (Τελική Τιμή αγοράς 274.76 € / τμχ) [25].



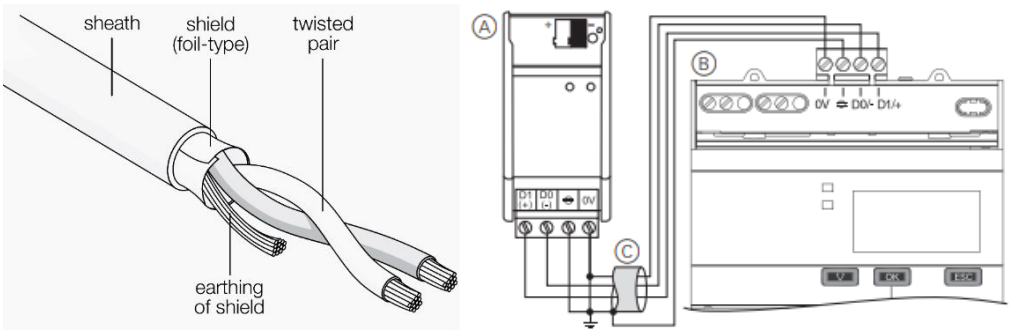
Εικόνα 57. Gateway KNX/Modbus MTN6503-0201 της εταιρίας Schneider Electric

Η συγκεκριμένη συσκευή μεταδίδει μετρούμενες τιμές ισχύος και ενέργειας από συνδεδεμένους μετρητές Modbus στο δίαυλο KNX. Αυτά τα δεδομένα του μετρητή μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση, οπτικοποίηση ή και την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Στην συγκεκριμένη πύλη μπορούν να συνδεθούν μέχρι και 32 μετρητές Modbus παράλληλα με το πρωτόκολλο μεταφοράς RTU. Αυτοί οι μετρητές στέλνουν δεδομένα στο KNX μέσω της πύλης. Η πύλη δικτύου εργάζεται πάντα σε κύρια λειτουργία (master) και οι συνδεδεμένες συσκευές Modbus σε υποτελή λειτουργία (slave). Η επικοινωνία από το δίαυλο KNX προς το Modbus όμως δεν είναι δυνατή. Στο παρακάτω παράδειγμα παραμετροποίησης θα χρησιμοποιηθεί ο μετρητή modbus της ίδιας εταιρίας που μπορεί να συνδεθεί με την συγκεκριμένη πύλη και είναι ο Acti 9iEM [26] με ονομαστικό ρεύμα μέτρησης τα 63 A (Υπάρχουν εκδόσεις του ίδιου μετρητή με ονομαστικά ρεύματα 1 A , 5 A, 125 A) .



Εικόνα 58. Acti 9iEM μετρητής ενέργειας - 63 A – Modbus

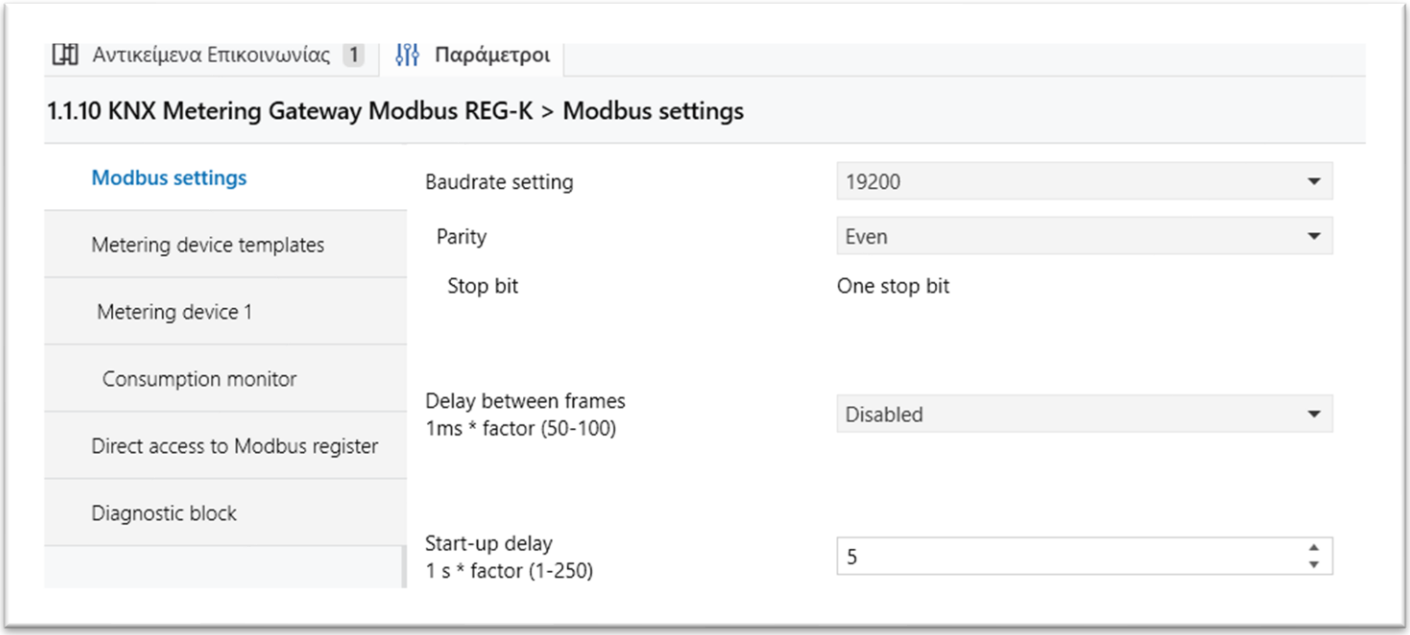
Στην παρακάτω παραμετροποίηση που παρουσιάζεται θα εγκατασταθεί ένας μετρητής iEM3150 Modbus και θα στέλνει τα δεδομένα στο δίαυλο KNX μέσω της πύλης MTN6503-0201



Εικόνα 59. Καλώδιο Modbus- Σύνδεση Μετρητή Acti 9iEM - 63 A με Gateway KNX/Modbus

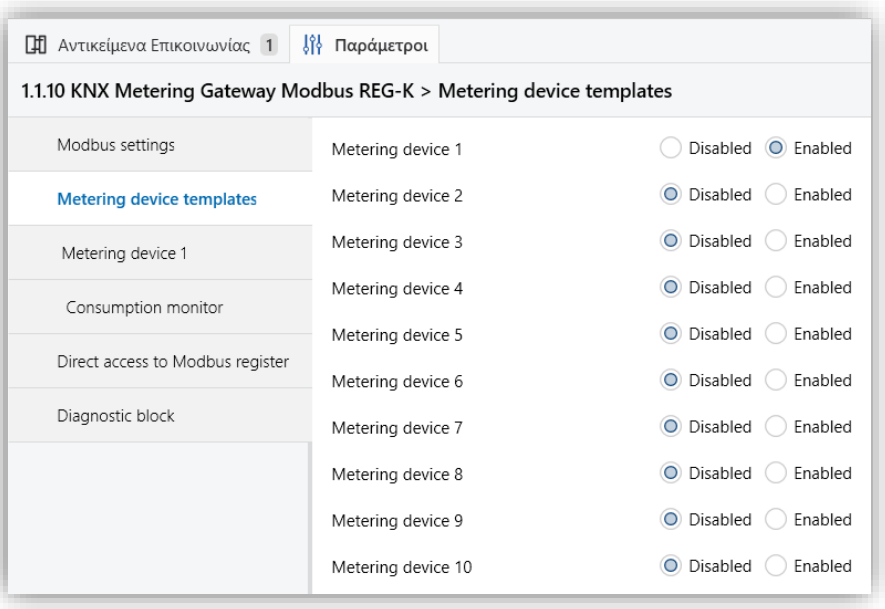
Μετά την εισαγωγή της αντίστοιχης βάσης δεδομένων στο **ETS 6** και την προσθήκη της συσκευής (διεπαφή)στην τοπολογία του έργου, ξεκινά η προτεινόμενη διαμόρφωση της συσκευής.

Η διαδικασία διαμόρφωσης αρχίζει με την εισαγωγή στην καρτέλα **Παράμετροι**.



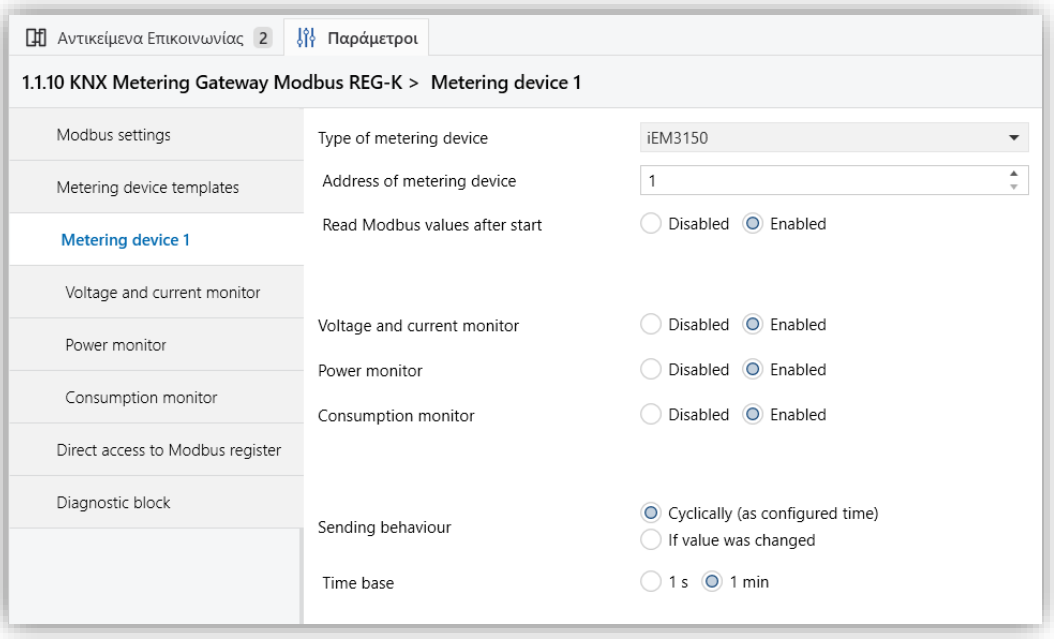
Εικόνα 60.Παράμετροι- Γενικές ρυθμίσεις στο ETS

- Η ταχύτητα μετάδοσης (Baudrate) ορίζεται στα 19.200 bit/sec θεωρώντας ότι η μέγιστη απόσταση επικοινωνίας μεταξύ 1 - 15 συσκευών Modbus RTU είναι μέχρι 900 μέτρα.
- Τα bit ισοτιμίας (parity) χρησιμοποιούνται ως μέσο ανίχνευσης σφαλμάτων κατά τη μετάδοση και λήψη ψηφιακών δεδομένων. Τόσο η πύλη όσο και ο μετρητής πρέπει πάντα να έχουν ρυθμιστεί στο ίδιο μεταξύ τους, μονά, ζυγά ή κανένα (Even).
- Δε ορίστηκε καθυστέρηση μεταξύ των αιτημάτων (delay disabled).
- Η καθυστέρηση εκκίνησης (start-up delay)για τις μετρούμενες τιμές ορίστηκε 5 sec.

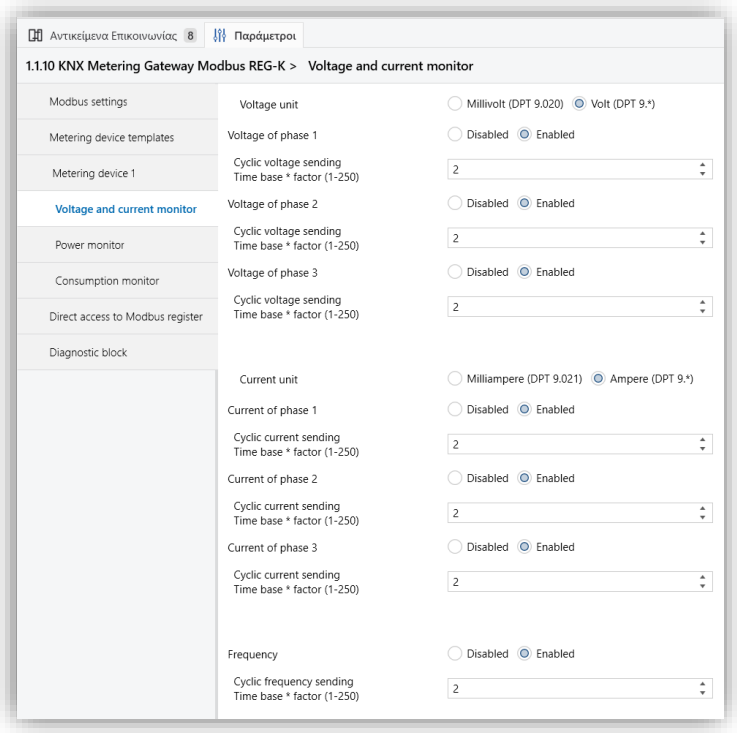


Εικόνα 61 . Ενεργοποίηση ενός μετρητή

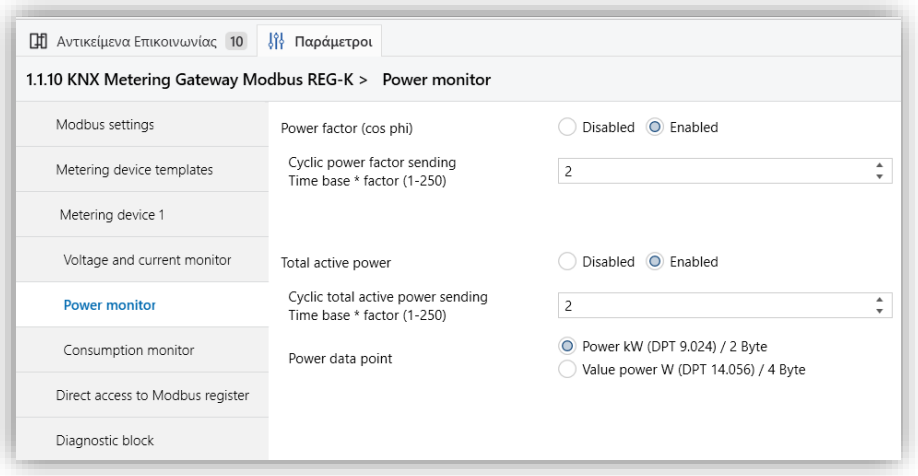
- Στην παρακάτω παραμετροποίηση επιλέγω τον μετρητή iEM3150 με μοναδική διεύθυνση 1 (Διευθύνσεις συσκευών 1 έως 247).
- Επιλέγονται και οι τρεις λειτουργίες παρακολούθησης (τάσης και ρεύματος- ισχύος- κατανάλωσης).
- Επιλέγεται κυκλική αποστολή των μετρήσεων ανά λεπτό.



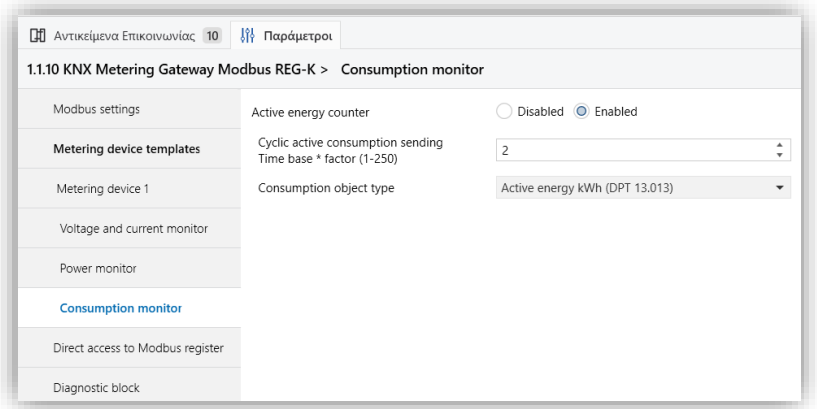
Εικόνα 62 . Επιλογή μετρητή Modbus και ρύθμιση των τιμών παρακολούθησης



Εικόνα 63 . Παρακολούθηση Τάσεων και Ρευμάτων για κάθε φάση καθώς και της συχνότητας κάθε 2 λεπτά



Εικόνα 64. Παρακολούθηση Συντελεστή Ισχύος και Συνολικής Πραγματικής ισχύς σε kW κάθε 2 λεπτά.



Εικόνα 65. Παρακολούθηση Πραγματικής Καταναλισκόμενης Ενέργειας σε kWh κάθε 2 λεπτά

Τα διαθέσιμα αντικείμενα επικοινωνίας των τιμών μέτρησης του μετρητή Modbus είναι διαθέσιμα στο KNX για την δημιουργία διευθύνσεων ομάδας (Λειτουργίες) όπως φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.

Αντικείμενα Επικοινωνίας 10 | Παράμετροι

Αριθμός	Όνομα	Περιγραφ	Δι	Λειτουργία Αντικειμένου	Μήκος	Εγγ	Επικ	Ανα	Μετ	Ενη	Τύ	Προτεραιότητα
17	Active energy counter kWh (iEM3150)			Metering device 1	4 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-		Χαμηλή
3	Current phase 1 (iEM3150)			Metering device 1	2 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-		Χαμηλή
4	Current phase 2 (iEM3150)			Metering device 1	2 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-		Χαμηλή
5	Current phase 3 (iEM3150)			Metering device 1	2 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-		Χαμηλή
6	Frequency (iEM3150)			Metering device 1	4 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-		Χαμηλή
7	Power factor (iEM3150)			Metering device 1	4 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-		Χαμηλή
14	Total active power kW (iEM3150)			Metering device 1	2 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-		Χαμηλή
0	Voltage phase 1 (iEM3150)			Metering device 1	2 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-		Χαμηλή
1	Voltage phase 2 (iEM3150)			Metering device 1	2 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-		Χαμηλή
2	Voltage phase 3 (iEM3150)			Metering device 1	2 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-		Χαμηλή

Εικόνα 66. Αντικείμενα Επικοινωνίας της διεπαφής KNX/Modbus

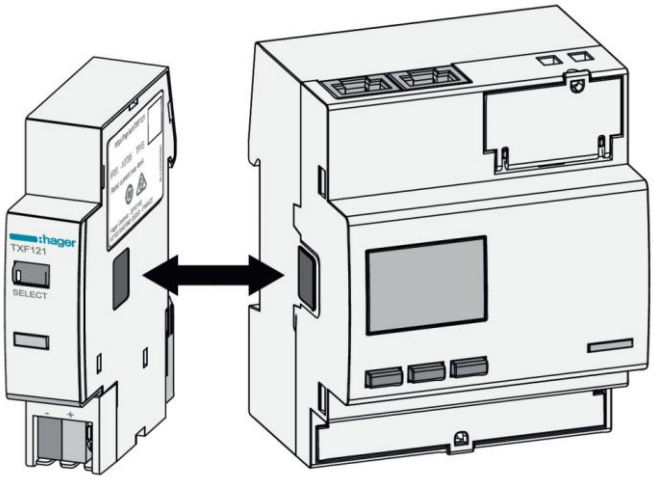
3.7.2 Μέτρηση Ενέργειας με συμβατικό μετρητή μέσω υπέρυθρων και χρήση διεπαφής KNX

Μία δεύτερη επιλογή αποτελεί μία μονάδα διασύνδεσης (διεπαφή) KNX για μετρητές ενέργειας , η συσκευή **TXF121** της εταιρίας **Hager** (Λιανική Τιμή καταλόγου χωρίς ΦΠΑ 145,61 € / τμχ) [27].



Εικόνα 67. Gateway KNX TXF121 της εταιρίας Hager

Η συγκεκριμένη διεπαφή επιτρέπει την απομακρυσμένη ανάγνωση των δεδομένων και των τιμών από (συμβατικούς) μονοφασικούς και τριφασικούς μετρητές ενέργειας. Χάρη στην υπέρυθρη σύνδεση, η διεπαφή λαμβάνει τηλεγραφήματα από ένα απλό Hager μετρητή ενέργειας και τα μεταδίδει μέσω του διαύλου στην εγκατάσταση KNX. Η τροφοδοσία για τη διεπαφή προέρχεται απευθείας από το δίαυλο εγκατάστασης KNX.



Εικόνα 68. Σύνδεση της Gateway KNX TXF121 με έναν μετρητή της εταιρίας Hager

Οι κύριες λειτουργίες μέτρησης της πύλης είναι το :

• Τιμολόγιο Ενέργειας για κάθε κανάλι μέτρησης σε μορφή 4 byte ή 6 byte.

• Η μέτρηση της Ενεργού ενέργειας ενός κύριου μετρητή χωρίς να είναι δυνατή η επαναφορά αυτής της ένδειξης, και ενός δευτερεύοντα μετρητή (μερικός καταχωρητής) με δυνατότητα επαναφοράς της τιμής (reset) ανάλογα με την διαμόρφωση .

• Η μέτρηση της Άεργος ενέργειας ομοίως με παραπάνω με κύρια και δευτερεύουσα μέτρηση.

• Η δυνατότητα χρονικής σήμανσης δηλαδή ο ορισμός της ημερομηνίας και της ώρας σε κάθε μέτρηση μέτρησης.

• Μέτρηση της τάσης, του ρεύματος, ισχύς με κύρια και δευτερεύουσα μέτρηση.

• Υπάρχει η δυνατότητα αποθήκευση της μέτρησης.

Παράδειγμα μετρητή της ίδιας εταιρίας που μπορεί να συνδεθεί με την συγκεκριμένη πύλη είναι ο ECM [28] με ονομαστικό ρεύμα μέτρησης 1 έως 5 A, 40 A και 80 A ανάλογα με το μοντέλο .

3.8 Ταυτόχρονη Μέτρηση ενέργειας ξεχωριστών φορτίων σε μια συσκευή

Τα τελευταία χρόνια είναι διαδεδομένη η χρήση ενεργοποιητών μεταγωγής (actuators) με εκτεταμένη όμως λειτουργικότητα , όπως **ο Energy Actuator SE/S 3.16.1** της εταιρίας **ABB**. Ο ενεργοποιητής ενέργειας μπορεί να χειριστεί έως και 3 ανεξάρτητα ηλεκτρικά φορτία με μέγιστο ρεύμα φορτίου ανά έξοδο τα 20 A. Επιπλέον μετράει την κατανάλωση ενεργού ενέργειας ανά κανάλι εξόδου καθώς και την συνολική κατανάλωση και των τριών φορτίων που συνδέονται και στις τρεις εξόδους. Όλες οι τιμές μετρήσεων μπορούν να αποστέλλονται κυκλικά, κατόπιν αιτήματος ή όταν έχει συμβεί ένα συμβάν (συγκεκριμένη ώρα, χρονική περίοδος, όριο κατανάλωσης κτ.λ) [29].



Εικόνα 69. Energy Actuator SE/S 3.16.1 της εταιρίας ABB.

Για κάθε κανάλι μπορεί να μετρηθεί η ενεργός ισχύς, το ρεύμα , η τάση καθώς και άλλα ηλεκτρικά μεγέθη όπως η φαινόμενη ισχύς, ο συντελεστής ισχύος και η συχνότητα.

Οι μετρούμενες τιμές είναι διαθέσιμες μέσω του διαύλου KNX και είναι δυνατή η δημιουργία ορίων τιμών . Σε περίπτωση δηλαδή υπέρβασης ή μείωσης της τιμής κάτω από ένα καθορισμένο όριο μπορεί να σταλεί μια προειδοποίηση ή να αλλάξει κατάσταση μιας εξόδου της συσκευής (on-off φορτίου) .

4. Οπτικοποίηση και Κεντρικός Έλεγχος με το πρωτόκολλο KNX

4.1 Εισαγωγή

Σε μία εγκατάσταση KNX όλες οι συσκευές μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους όταν απαιτείται, χωρίς να είναι απαραίτητο να υπάρχει κάποιος κεντρικός έλεγχος. Παρόλου αυτά είναι εφικτή η απομακρυσμένη και η κεντρική εποπτεία της εγκατάστασης. Για παράδειγμα, εάν η ηλεκτρική εγκατάσταση KNX αφορά ένα διαμέρισμα ο κεντρικός και απομακρυσμένος έλεγχος μπορεί να πραγματοποιηθεί με μια μικρή οθόνη που θα περιλαμβάνει όλες τις απαραίτητες εντολές ελέγχου και θα προβάλει τις κρίσιμες ενδείξεις. Εάν η εγκατάσταση είναι μεγαλύτερη, όπως ένα ξενοδοχείο με εκατοντάδες δωμάτια ή ένα κτίριο γραφείων, η ανάγκη για κεντρική εποπτεία αυξάνεται σημαντικά [7, p. 452]. Στην περίπτωση πολύ μεγάλων εγκαταστάσεων συνηθίζεται να συνεργάζονται διαφορετικά συστήματα όπως το σύστημα ελέγχου κτιρίου BMS με το KNX με σκοπό την σωστή διαχείριση της κυκλοφορίας των τηλεγραφημάτων στον δίαυλο.

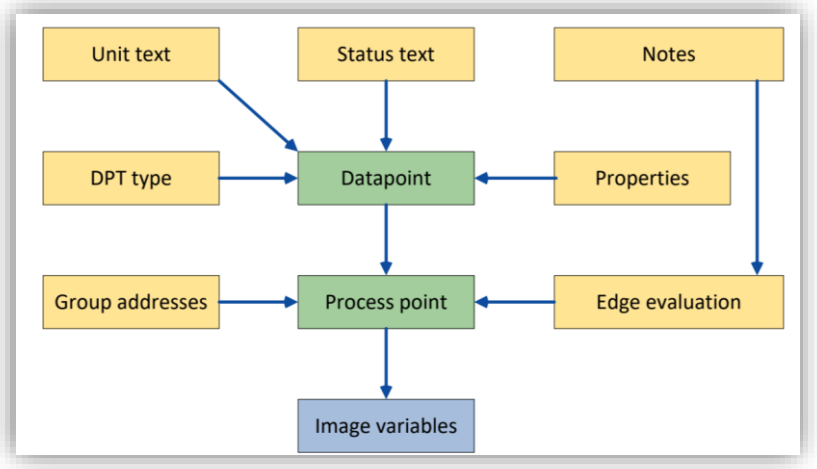
Γενικά η οπτικοποίηση μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης με το πρωτόκολλο KNX είναι η αναπαράσταση καταστάσεων (παρατήρηση) ενώ ο Έλεγχος είναι η επιλογή καταστάσεων λειτουργίας . Με την τεχνολογία αυτοματισμού κτιρίων KNX ο χειριστής είναι σε θέση να γνωρίζει και να ελέγχει από μια κεντρική τοποθεσία ή από κάποια φορητή συσκευή (tablet, smartphone) :

- Τα φώτα που εξακολουθούν να είναι αναμμένα σε συγκεκριμένο σημείο στην εγκατάσταση (κτίριο / όροφος / δωμάτιο).
- Τα παράθυρα και τις πόρτες που παραμένουν ανοιχτές , γεγονός που μπορεί να προκαλέσει κινδύνους ασφαλείας.
- Να λαμβάνει συλλογικά μηνύματα κατάστασης ορισμένων ομάδων λειτουργιών ή συσκευών.
- Να είναι ενήμερος για τυχόν συναγερμούς ή βλάβες.
- Να ενημερώνεται για την τρέχουσα κατάσταση κατανάλωσης ή ακόμα και για συνολικά στατιστικά στοιχεία κατανάλωσης ή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
- Να ρυθμίζει τις θερμοκρασίες των εσωτερικών χώρων ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες , την παρουσία των ατόμων και το είδος χρήσης του χώρου [7, p. 453].

4.2 Χαρακτηριστικά Λογισμικών οπτικοποίησης

Είναι γνωστό ότι με το λογισμικό KNX -Engineering Tool Software (ETS) γίνεται ο ορισμός των διευθύνσεων ομάδων σε αισθητήρες και ενεργοποιητές κατά το σχεδιασμό μιας εγκατάστασης [6]. Η μορφή των πληροφοριών που θα κυκλοφορούν στον δίαυλο (bus) καθορίζεται από το DPT (Datapoint Type). Το DPT είναι ένας τύπος δεδομένων που χρησιμοποιείται στο πρωτόκολλο για να καθορίσει τον τρόπο αποθήκευσης και μετάδοσης δεδομένων μεταξύ συσκευών KNX, όπως αισθητήρες, ενεργοποιητές, μετρητές και τερματικούς σταθμούς. Κάθε DPT έχει έναν μοναδικό αριθμό και ένα σύνολο χαρακτηριστικών, όπως το μέγεθος , τον τύπο και τη σημασία των δεδομένων . Το πρότυπο για το DPT KNX είναι το ETSI EN 50090-3-7-2. Το πρότυπο αυτό καθορίζει τις τεχνικές απαιτήσεις για τα δεδομένα σημείου (Data Point, DPT) που χρησιμοποιούνται στο σύστημα KNX [30].

Εκτός από τα DPT που επιτρέπουν στις συσκευές να επικοινωνούν μεταξύ τους και να ανταλλάσσουν δεδομένα με έναν ομοιόμορφο και συνεπή τρόπο, εισάγεται στην οπτικοποίηση και ο όρος **σημείο διεργασίας** (**Process point)** [7, p. 454]**.** Το σημείο διεργασίας είναι η διεπαφή (interface) μεταξύ των πληροφοριών ή λειτουργιών για απεικόνιση και της γραφικής αναπαράστασής τους στην οθόνη (Τύπος εμφάνισης) . Ένα σημείο διεργασίας βασίζεται σε έναν συγκεκριμένο τύπο σημείου δεδομένων και προσθέτει σημαντικές πληροφορίες για τη σωστή εμφάνιση και χρήση των δεδομένων , όπως την διεύθυνση ομάδας , την χρονική σήμανση του αντικειμένου , το επίπεδο πρόσβασης κ.τ.λ.



Εικόνα 70. Δομημένος σχεδιασμός έργου [7, p. 459]

Σε ένα **πρόγραμμα οπτικοποίησης** , μπορούν να δημιουργηθούν ή να εισαχθούν τα παρακάτω οπτικά βοηθήματα για τον τελικό χρήστη της εγκατάστασης.

- Στατικές εικόνες φόντου, οι οποίες δείχνουν π.χ. στην οθόνη την κάτοψη της περιοχής ή επιτρέπουν μια 3D αναπαράσταση του δωματίου. Σημαντικό μειονέκτημα είναι ότι οι τρέχουσες καταστάσεις ή ενδείξεις δεν μπορούν να απεικονιστούν.
- Δυναμικά στοιχεία εικόνας ή μεταβλητές με τις οποίες οι πληροφορίες ή οι καταστάσεις μπορούν να εμφανιστούν στην οθόνη. Η εμφάνιση μιας μεταβλητής εικόνας τροποποιείται ανάλογα με την κατάσταση της διαδικασίας (σχήμα, χρώμα, κείμενο, αναβοσβήνει κ.λπ.)
- Αναδυόμενα στοιχεία όπου με την χρήση τους μειώνεται σημαντικά ο αριθμός των ορατών γραφικών στοιχείων. Αυτή είναι η λύση που συνήθως προτιμάται σε απεικονίσεις που περιλαμβάνουν μεγάλο αριθμό στοιχείων και στοιχείων ελέγχου σε μια οθόνη [7, p. 455].

Τα χαρακτηριστικά των πακέτων λογισμικού οπτικοποίησης και ελέγχου υψηλής απόδοσης περιλαμβάνουν:

1. Ένα ή περισσότερα τερματικά οπτικοποίησης
2. Την υποστήριξη και επεξεργασία σύνθετων και μεγάλου όγκου δεδομένων.
3. Την ευελιξία στην προσαρμογή τους σε διαφορετικές εφαρμογές και δυνατότητα επέκτασης.
4. Τη δημιουργία και παραμετροποίηση των σημείων διεργασίας προς απεικόνιση ως εικόνες ή διαγράμματα.
5. Έναν ενσωματωμένο επεξεργαστή εικόνας για διανυσματικά γραφικά με βιβλιοθήκη μακροεντολών, διάφορα δυναμικά στοιχεία εικόνας (μεταβλητές) για την εμφάνιση τρεχουσών καταστάσεων, τιμών και πληροφοριών.
6. Την δυνατότητα εμφάνισης, λειτουργίας και καταγραφής, σε διάφορες γλώσσες.
7. Ισχυρές πρόσθετες λειτουργίες, όπως στατιστικές συναρτήσεις, προγράμματα συμβάντων και χρονοδιακόπτες [7, p. 457].

Τα δεδομένα που έχουν ρυθμιστεί στο ETS μπορούν σε πολλές περιπτώσεις να μεταφερθούν απευθείας στο πρόγραμμα οπτικοποίησης ή να εισαχθούν χειροκίνητα. Τα δεδομένα που μεταφέρονται είναι οι :

- Υπάρχουσες συσκευές διαύλου και τα σχόλιά τους.
- Υπάρχοντα αντικείμενα ομάδας και οι ρυθμίσεις τους (flags, DPT...)
- Διαμορφωμένες διευθύνσεις ομάδων και τα σχόλιά τους

Η οπτικοποίηση παίρνει τις απαραίτητες πληροφορίες της κατά τη λειτουργία από τις συσκευές ακούγοντας τα σχετικά τηλεγραφήματα στο δίαυλο (τηλεγραφήματα ελέγχου και τηλεγραφήματα κατάστασης). Ωστόσο σε

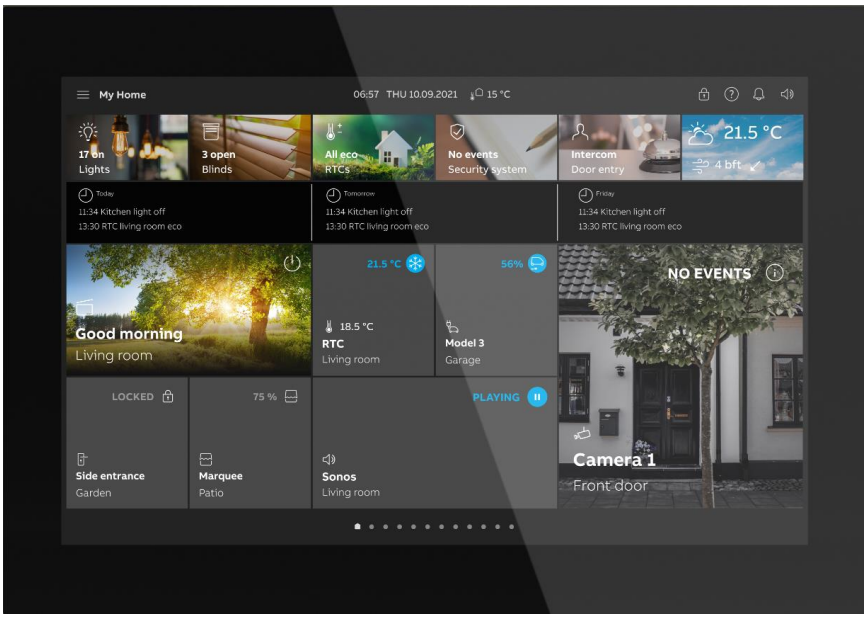
περιπτώσεις όπως η επανεκκίνηση του προγράμματος οπτικοποίησης ή επαναφορά της τάσης του διαύλου μετά από διακοπή ή προγραμματισμό θα πρέπει να γίνει η ρύθμιση της αυτόματης ενημέρωσης των καταστάσεων των συσκευών για την ορθή λειτουργία του συστήματος.

4.3 Είδη οπτικοποίησης KNX

Ανάλογα με το μέγεθος και τα χαρακτηριστικά του έργου KNX υπάρχουν διαφορετικοί τύποι οπτικοποίησης . Αυτοί μπορούν να ταξινομηθούν στις εξής κατηγορίες.

4.3.1 Συσκευές KNX με ενσωματωμένο λογισμικό οπτικοποίησης [7, p. 479]

Μια τέτοια συσκευή είναι συνήθως μια οθόνη αφής, με ενσωματωμένη μονάδα σύζευξης διαύλου KNX για την παρακολούθηση και τον έλεγχο των συσκευών σε μια εγκατάσταση . Είναι παραμετροποιήσιμες είτε μέσω ETS απευθείας ή μέσω εφαρμογής DCA (Device Configurator App for ETS) ή ακόμα και χρησιμοποιώντας ένα εξωτερικό εργαλείο διαμόρφωσης. Επίσης διαθέτουν και προσαρμογέα Ethernet που επιτρέπει τον απομακρυσμένο έλεγχο μέσω ίντερνετ . Από αρκετές εταιρίες έχει προκύψει και μια ενδιάμεση λύση μεταξύ αυτού του τύπου και του επόμενου τύπου οπτικοποίησης , όπου μια οθόνη αφής απεικονίζεται ταυτόχρονα και σε ένα smartphone ή tablet χρησιμοποιώντας μια εφαρμογή (iOS, Android...) με ασφαλή πρόσβαση στο cloud.



Εικόνα 71. Οθόνη Αφής ABB [31]

4.3.2 Κινητές συσκευές (smartphone ή tablet), με εγκατεστημένο λογισμικό απεικόνισης (Mobile Visualization for KNX) [7, p. 482]

Η σύνδεση της κινητής συσκευής με το δίαυλο KNX επιτυγχάνεται με ασύρματη σύνδεση WiFi μέσω ενός IP δρομολογητή (Router). Ένας KNX IP Router επιτρέπει τη σύνδεση ενός συστήματος KNX με ένα δίκτυο IP χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο KNXnet/IP για τη μετάδοση δεδομένων μεταξύ των δύο δικτύων.

Ο KNX IP Router μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορους σκοπούς, όπως:

- Σύνδεση πολλών γραμμών KNX σε ένα κεντρικό δίκτυο IP.
- Σύνδεση ενός συστήματος KNX με ένα διαχειριστικό σύστημα κτιρίων (BMS).
- Πρόσβαση σε ένα σύστημα KNX από ένα υπολογιστή ή μια κινητή συσκευή.
- Ασφάλεια δεδομένων.

Το λογισμικό οπτικοποίησης της εγκατάστασης KNX σε μια κινητή συσκευή είναι μια διαμορφώσιμη εφαρμογή που μπορεί να εγκατασταθεί από το Google Play ή το App Store και διατίθενται δωρεάν από τις αντίστοιχες εταιρίες.

4.3.3 Διακομιστές ιστού (Webservers) ενσωματωμένοι σε συσκευές ράγας DIN [7, p. 484]

Υπάρχει η δυνατότητα απεικόνισης μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης KNX σε έναν φυλλομετρητή μέσω ενός διακομιστή ιστού (web browser) που βασίζονται σε HTML.

Η οθόνη ελέγχου της εγκατάστασης απεικονίζεται σε οποιοδήποτε πρόγραμμα περιήγησης σε H/Y , tablet ή smartphone χωρίς να απαιτείται επιπλέον εφαρμογή. Η παραπάνω συσκευή δεν αποτελεί απλά μία πύλη της οπτικοποίησης αλλά διαθέτει και άλλα χαρακτηριστικά όπως:

1. Επιτρέπει τη διαμόρφωση συναγερμών, σεναρίων και χρονικών διαγραμμάτων .
2. Καταγράφει δεδομένα για αναπαράσταση σε γραφήματα.
3. Λειτουργεί ως δρομολογητής IP .
4. Προσφέρει μια ασφαλή πρόσβαση VPN στην εγκατάσταση μέσω της συσκευής.
5. Μπορεί να διαθέτει ενσωματωμένο λογικό ελεγκτή για πιο σύνθετες ρυθμίσεις παραμέτρων .
6. Να επιτρέπει τον φωνητικό έλεγχο με την ενσωμάτωση έξυπνων βοηθών όπως η Alexa ή το Google Home.
7. Να επιτρέπει την άμεση ενσωμάτωση του KNX με άλλα πρωτόκολλα επικοινωνίας όπως Modbus RTU, Modbus TCP, BACnet IP, MQTT, LORA, Zigbee κ.λπ.

Η διαμόρφωση μιας συσκευής διακομιστή ιστού γίνεται στις περισσότερες περιπτώσεις με πρόσβαση στην ίδια συσκευή μέσω του φυλλομετρητή .



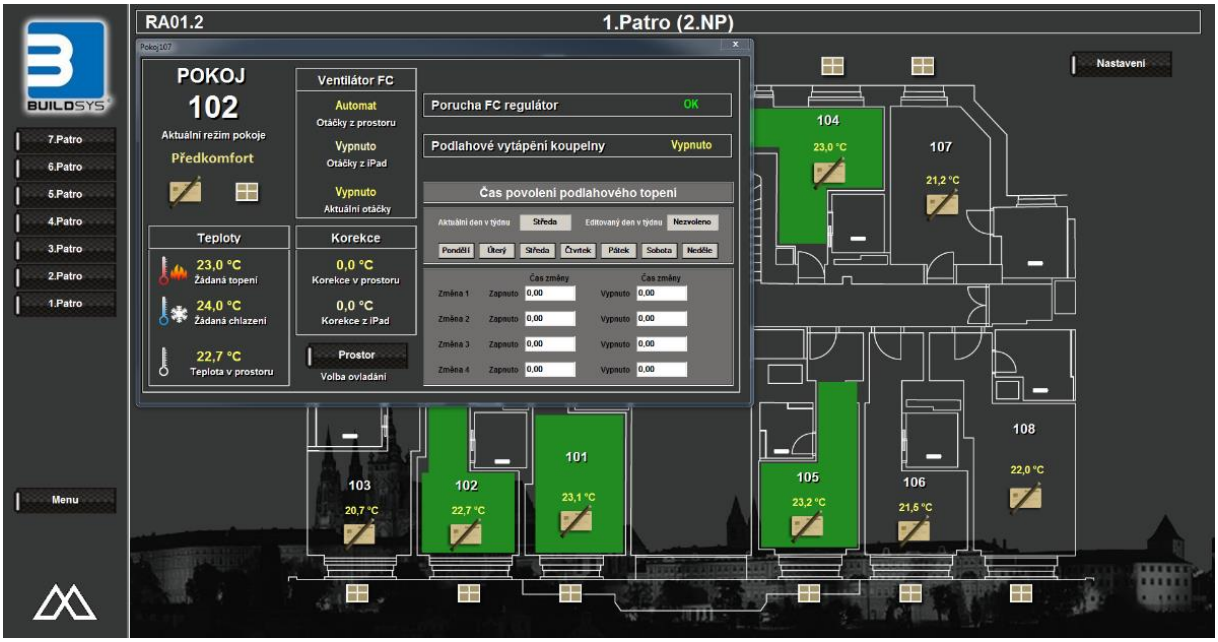
Εικόνα 72. Webserver [32]

4.3.4 Οπτικοποίηση βασισμένη στο μοντέλο πελάτη/διακομιστή (Client/Server) [33, p. 486]

Σε πολύ μεγάλες εγκαταστάσεις υπάρχει η ανάγκη χρήσης της οπτικοποίησης από πολλούς χρήστες με διαφορετικά προνόμια χρήσης . Το λογισμικό οπτικοποίησης εκτελείται σε μια κεντρική συσκευή (server) και παρέχει πρόσβαση στην εγκατάσταση σε άλλες συσκευές (clients). Ένας πελάτης μπορεί να είναι είτε μια οθόνη αφής, ένας υπολογιστής ή μια κινητή συσκευή. Παράδειγμα αποτελούν οι λύσεις Server/Client BMS με σύνδεση KNX και ενσωμάτωση και με άλλα πολλαπλά πρωτόκολλα που αναφέρονται ως BMS Platform ή BMS Architecture στην αγορά. Η λύση BMS αποτελείται από έναν διακομιστή- λογισμικό που είναι υπεύθυνο για την πολύ αποτελεσματική επικοινωνία με όλες τις γραμμές KNX. . Αυτή η αρχιτεκτονική λογισμικού πελάτη/διακομιστή επιτρέπει να υπάρχουν ταυτόχρονα διαφορετικές απεικονίσεις της ίδιας εγκατάστασης ως προς τα πεδία, το μέγεθος και τις δυνατότητες χειρισμού.

Για παράδειγμα σε ένα ξενοδοχείο απαιτείται μια λύση οπτικοποίησης σε τρία επίπεδα:

1. Επίπεδο 1: μια κεντρική απεικόνιση για τη διοίκηση του ξενοδοχείου και την υπηρεσία υποδοχής.
2. Επίπεδο 2: Επιμέρους απεικονίσεις για κάθε όροφο του ξενοδοχείου για την υπηρεσία καθαρισμού δωματίου και για την υπηρεσία συντήρησης .
3. Επίπεδο 3: Ατομική απεικόνιση για κάθε δωμάτιο/σουίτα ξενοδοχείου, η οποία επιτρέπει σε κάθε χρήστη να έχει τον έλεγχο και την οπτικοποίηση των φώτων, του κλιματισμού, των κουρτινών κ.λπ. κατά τη διάρκεια της διαμονής του [7, p. 487].



Εικόνα 73. BMS SCADA Screen HOTEL Επιπέδου 1 [34]

4.4 Παραμετροποίηση συσκευών οπτικοποίησης KNX με το πρόγραμμα ETS 6

Παρακάτω παρουσιάζεται συνοπτικά η παραμετροποίηση δυο σύνθετων KNX συσκευών απεικόνισης με διαφορετικό τρόπο τοποθέτησης . Η πρώτη συσκευή είναι υλικό ράγας και τοποθετείται μέσα στον ηλεκτρικό πίνακα ενώ η δεύτερη συσκευή είναι μια οθόνη αφής και μπορεί να τοποθετηθεί σε ένα κεντρικό σημείο του σπιτιού.

4.4.1 Παραμετροποίηση του object server VisuControl Easy II της εταιρίας MDT [35]

Ο VisuControl Easy είναι ένας εξυπηρετητής (διακομιστής) αντικειμένων που παρέχει μια ψηφιακή διασύνδεση μεταξύ του δικτύου KNX και του εξωτερικού κόσμου. Λειτουργεί ως μεταφραστής των σημάτων KNX σε ένα πρωτόκολλο που μπορεί να κατανοηθεί από κάθε συσκευή στο δίκτυο. Συνδυαστικά με την εφαρμογή VisuControl Easy APP, το οποίο είναι διαθέσιμο για συσκευές iOS και android είναι δυνατή η πρόσβαση στο έλεγχο της εγκατάστασης μέσω κινητών συσκευών απομακρυσμένα. Τοποθετείται στον ηλεκτρικό πίνακα και έχει διάστασή 2 DIN units.

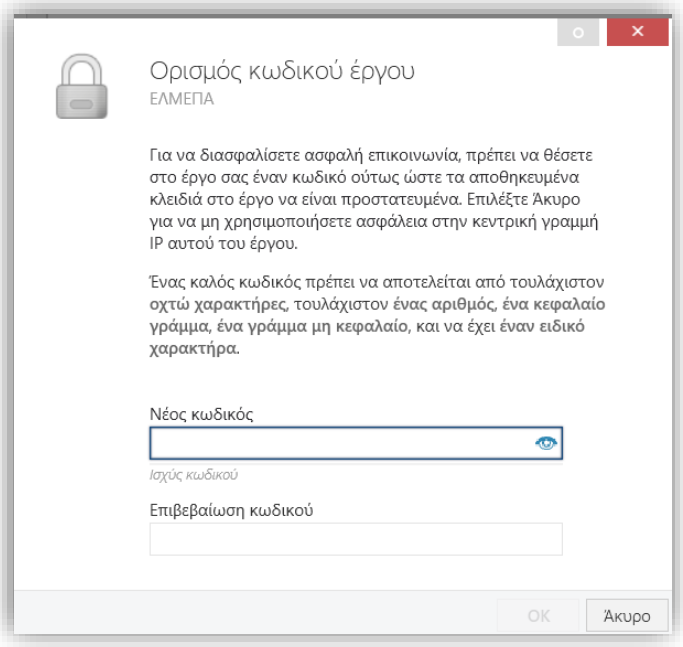


Εικόνα 74. Object server VisuControl Easy II

Η συγκεκριμένη συσκευή έχει την δυνατότητα:

- Της εμφάνισης έως 200 λειτουργιών από 20 διαφορετικούς τύπους . (Διακόπτης, φως, έλεγχος χρωμάτων RGB, ρολό , τέντες, Θερμοκρασία δωματίου ,Σενάρια , Πολυμέσα, Ενδείξεις Κατάστασης, Διακόπτης χρόνου κ.τ.λ) . Οι λειτουργίες μπορούν να ομαδοποιηθούν στην τελική απεικόνιση ανά αίθουσα, ζώνη ή λειτουργία.
- Να καταγράψει και να απεικονίσει γραφικά σε μορφή γραμμών ή σε ραβδογράμματα μέχρι 8 σειρές δεδομένων. Το διάστημα καταγραφής, η μονάδα καθώς και ο τύπος σημείου δεδομένων είναι πλήρως ρυθμιζόμενα. Παραδείγματα γραφικής απεικόνισης θα μπορούσε να είναι η καμπύλη θερμοκρασία ενός χώρου ή η ισχύς που παρέχεται από ένα φωτοβολταϊκό σύστημα.
- Να εμφανίσει **Δεδομένα καιρού** που παρέχονται μέσω του διαύλου KNX, από κάποιο διασυνδεμένο KNX μετεωρολογικό σταθμό.
- Της **Διεπαφή IP** με τεχνολογία **KNX Secure**. Στην ουσία η συσκευή είναι μια διεπαφή προγραμματισμού που χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο KNXnet/IP για τη μεταφορά δεδομένων μεταξύ των δύο δικτύων (knx-ip). Το KNX Secure είναι μια τεχνολογία που προσφέρει υψηλό επίπεδο ασφάλειας, προστατεύοντας τα συστήματα από κακόβουλες επιθέσεις με πρόσθετο έλεγχο ταυτότητας και κρυπτογράφηση.
- Της εμφάνισης στην εφαρμογή έως τεσσάρων Ip καμερών
- **Του time server** δηλαδή να ενημερώσει για την ώρα και την ημερομηνία μέσω ενός διακομιστή NTP τις υπόλοιπες συσκευές που είναι συνδεδεμένες μέσω του διαύλου KNX.
- Διαθέτει λειτουργίες ηλεκτρονικού ταχυδρομείου με την αποστολή αυτόματα έως και **σε 3 παραλήπτες email** τις αλλαγές κατάστασης στην εγκατάσταση , τις ειδοποιήσεις και τους συναγερμούς [36, p. 6].

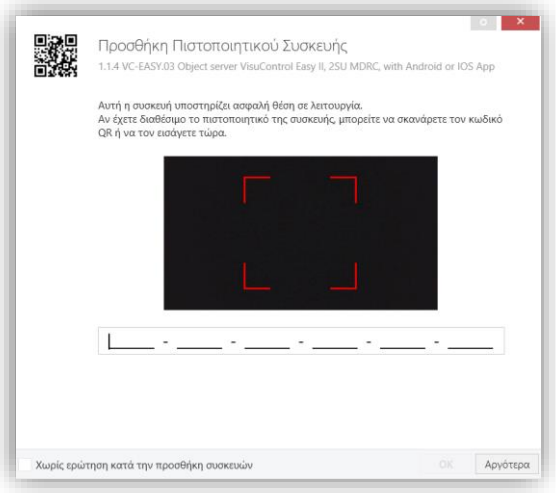
Κατά την εισαγωγή της αντίστοιχης βάσης δεδομένων του **VC-EASY.03** στο **ETS 6** και την προσθήκη της συσκευής στην τοπολογία του έργου και συγκεκριμένα μέσα στο ηλεκτρικό πίνακα της κατοικίας [6], απαιτείται ένας κωδικός πρόσβασης του έργου στο **ETS 6** για την ενεργοποίηση του **KNX Secure.** Αν δεν εισαχθεί κάποιος κωδικός πρόσβασης έργου, τότε όλες οι συσκευές λειτουργούν σε "Απλή λειτουργία" και τα δεδομένα μεταδίδονται χωρίς κρυπτογράφηση [36, p. 11].



Εικόνα 75. Κωδικός Έργου

Αν επιλεγεί να τοποθετηθεί κωδικός στο έργο τότε στην συνέχεια εισάγεται ο **FDSK (Κλειδί Εγκατάστασης Εργοστασιακής Συσκευής)** που παραδίδεται σαν ένα αποσπώμενο αυτοκόλλητο στο πλάι του περιβλήματος της συσκευής . Ο εγκαταστάτης εισάγει αυτό το κλειδί στο ETS το οποίο στέλνετε μέσω του διαύλου KNX στη συσκευή που πρόκειται να ρυθμιστεί. Αυτή η μετάδοση κρυπτογραφείται και πιστοποιείται με το FDSK. Μετά τη θέση σε λειτουργία, η συσκευή δέχεται μόνο το συγκεκριμένο κλειδί.

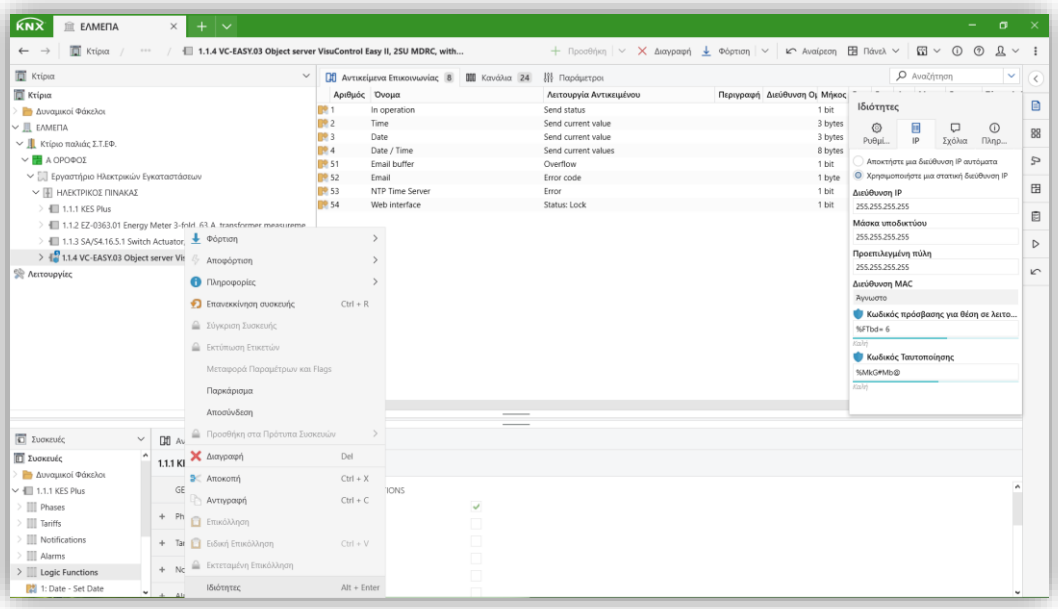
Όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα η εισαγωγή του κλειδιού πραγματοποιείται μέσω μιας κάμερα web(H/Y), σαρώνοντας τον κωδικό QR ή εναλλακτικά μέσω του πληκτρολογίου [36, p. 12]



Εικόνα 76. FDSK

Μόλις η συσκευή λάβει μια διεύθυνση IP (για παράδειγμα από ένα δρομολογητή Internet), εμφανίζεται ως διεπαφή προγραμματισμού εντός του ETS και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προγραμματισμό των συσκευών KNX.

Με δεξί κλικ του ποντικιού πάνω στην συσκευή εμφανίζεται το παράθυρο "Ιδιότητες" στη δεξιά άκρη της οθόνης. Μέσω της καρτέλας "IP" μπορούν να γίνουν οι ρυθμίσεις για μια σταθερή διεύθυνση IP.

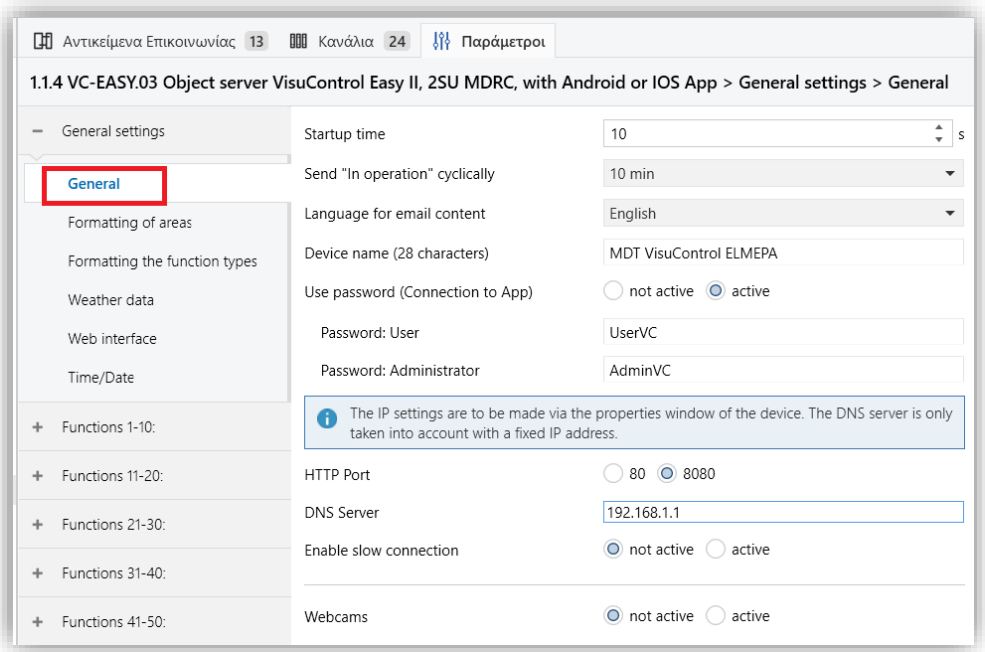


Εικόνα 77. Ρύθμιση Διεπαφής Προγραμματισμού

Η διαδικασία διαμόρφωσης αρχίζει με την εισαγωγή στην καρτέλα **Παράμετροι**.

Καρτέλα Γενικές Ρυθμίσεις (General settings)

Α) Γενικά

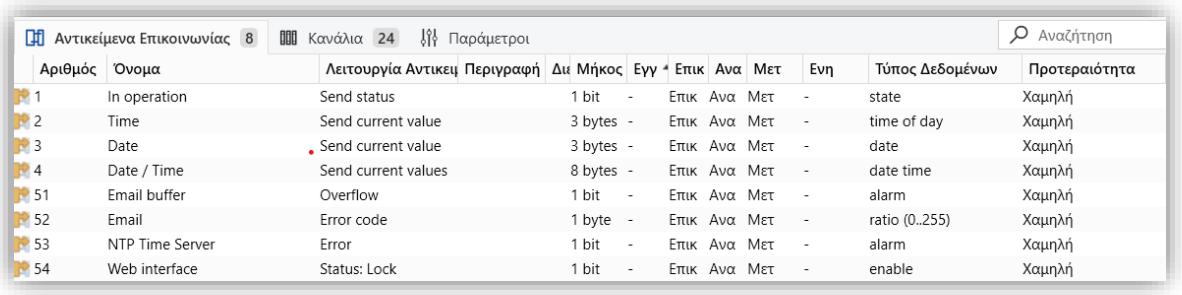


Εικόνα 78. Παράμετροι- Γενικές ρυθμίσεις στο ETS του VC-EASY.03

- Χρόνος εκκίνησης (στο παράδειγμα ορίστηκε στα 10 sec) για την επανεκκίνηση της συσκευής μετά από επαναπρογραμματισμό ή επαναφοράς τάσης διαύλου για αποσυμφόρηση του διαύλου .
- Το αντικείμενο επικοινωνίας "Σε λειτουργία" θα στείλει ένα τηλεγράφημα "ON " κάθε 10 λεπτά για ενημέρωση ότι η συσκευή είναι σε κανονική λειτουργία .
- Η γλώσσα που επιλέχθηκε για τα σταθερά κείμενα των μηνυμάτων του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου που αποστέλλονται αυτόματα είναι τα αγγλικά.
- Είναι θεμιτό να τοποθετηθεί κωδικός για την πρόσβαση στην εφαρμογή .Υπάρχει η δυνατότητα για διαφορετικό κωδικό μεταξύ του διαχειριστή και του χρήστη.

- Πραγματοποιείται η ρύθμιση του αριθμού της θύρα HTTP για την πρόσβαση στη διεπαφή ιστού της συσκευής.
- Στο πεδίο του διακομιστή DNS εισάγεται συνήθως αυτόματα η διεύθυνση IP της συσκευής , σε ορισμένες περιπτώσεις όμως μπορεί στο πεδίο να συμπληρωθεί η διεύθυνση του δρομολογητή ίντερνετ η μια στατική διεύθυνση.
- Μπορούν να ενεργοποιηθούν έως και 4 κάμερες με την εισαγωγή μιας διεύθυνσης URL (https:/...) και θα εμφανίζονται στην εφαρμογή.

Τα διαθέσιμα αντικείμενα επικοινωνίας για τις Γενικές Λειτουργίες παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα.

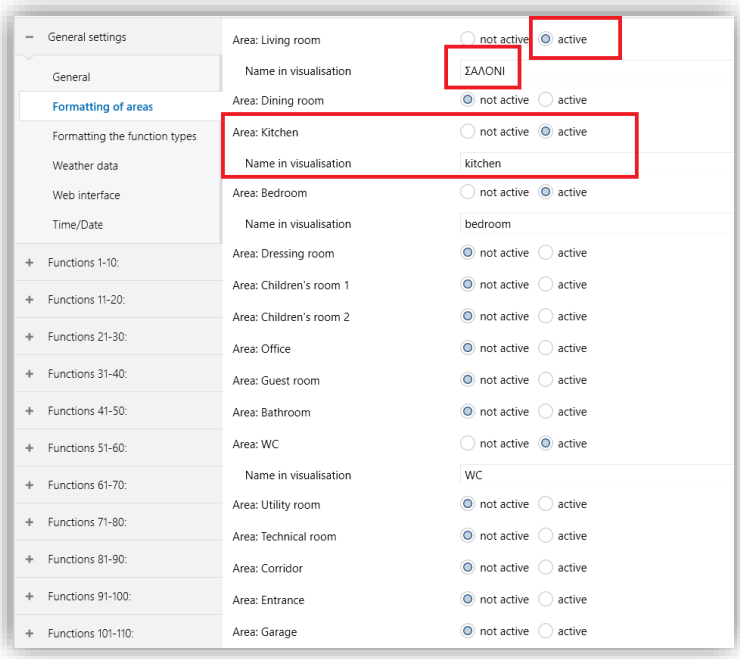


Αριθμός	Όνομα	Λειτουργία Αντικειμ	Περιγραφή	Δι	Μήκος	Εγγ	Επικ	Ανα	Μετ	Ενη	Τύπος Δεδομένων	Προτεραιότητα
1	In operation	Send status			1 bit	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	state	Χαμηλή
2	Time	Send current value			3 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	time of day	Χαμηλή
3	Date	Send current value			3 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	date	Χαμηλή
4	Date / Time	Send current values			8 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	date time	Χαμηλή
51	Email buffer	Overflow			1 bit	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	alarm	Χαμηλή
52	Email	Error code			1 byte	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	ratio (0..255)	Χαμηλή
53	NTP Time Server	Error			1 bit	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	alarm	Χαμηλή
54	Web interface	Status: Lock			1 bit	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	enable	Χαμηλή

Εικόνα 79. Αντικείμενα επικοινωνίας – Γενικές Ρυθμίσεις

Β) Μορφοποίηση των περιοχών (Εισαγωγή των Δωματίων σε μια κατοικία)

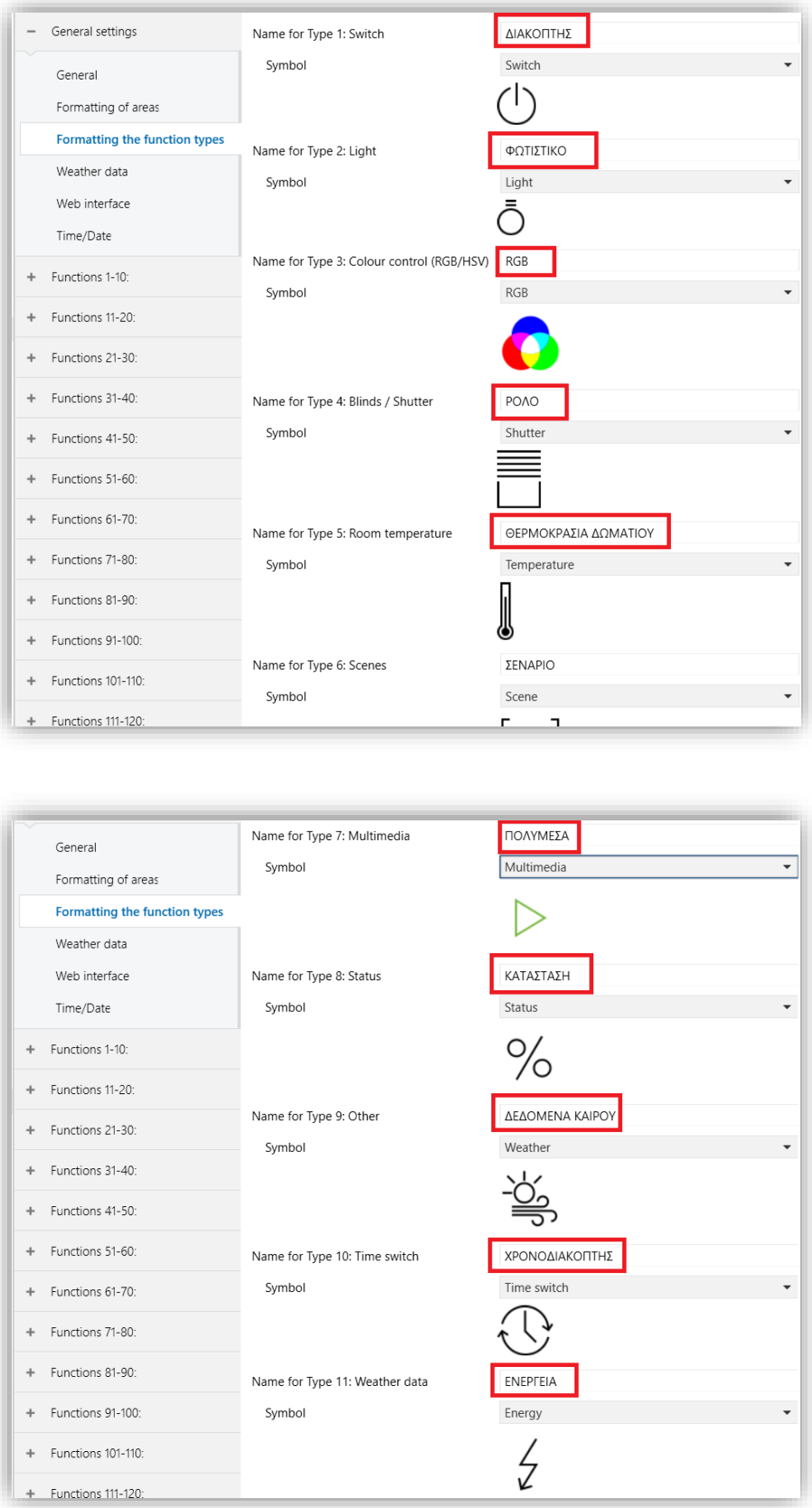
Οι λειτουργίες μπορούν να αντιστοιχιστούν σε μια περιοχή. Συνολικά μπορούν να διαμορφωθούν έως και 30 περιοχές στην εφαρμογή. Κάθε περιοχή αντιπροσωπεύει συνήθως ένα δωμάτιο, μία αίθουσα ή και έναν όροφο.



Εικόνα 80. Παράμετροι- Μορφοποίηση Χώρων

Γ) Μορφοποίηση των Λειτουργιών (Εισαγωγή των Λειτουργιών σε ένα δωμάτιο)

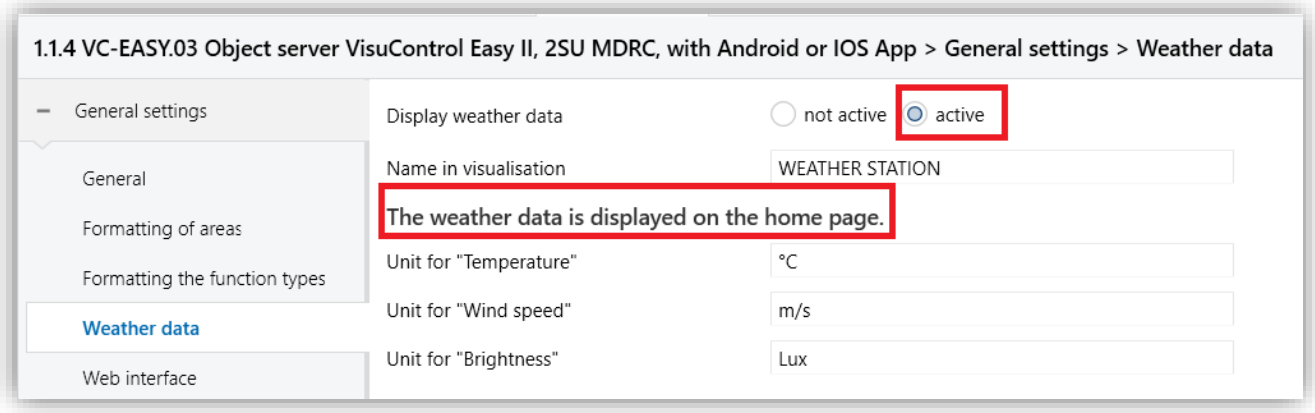
Έως και 22 διαφορετικοί τύποι λειτουργιών με τα σύμβολά τους μπορούν να παραμετροποιηθούν και να εμφανιστούν στην εφαρμογή.



Εικόνες 81. Παράμετροι- Μορφοποίηση Λειτουργιών

Δ) Δεδομένα Καιρού

Τα δεδομένα καιρού περιλαμβάνουν θερμοκρασία, ταχύτητα ανέμου, φωτεινότητα, συναγερμό βροχής και συναγερμό ανέμου. Αυτά εμφανίζονται στην εφαρμογή, ομαδοποιημένα στην αρχική σελίδα.



Εικόνα 82. Παράμετροι- Δεδομένα καιρού

Διαθέσιμα αντικείμενα επικοινωνίας δεδομένων καιρού VC-EASY.03 .

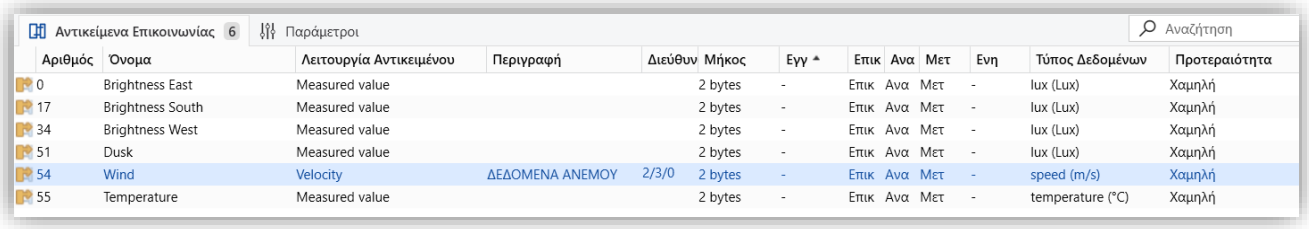
1316	Weather data	Status: Temperature	2 bytes	Εγγ	Επικ	-	Μετ	Ενη	temperature (°C)	Χαμηλή
1317	Weather data	Status: Wind speed	2 bytes	Εγγ	Επικ	-	Μετ	Ενη	speed (m/s)	Χαμηλή
1318	Weather data	Status: Brightness	2 bytes	Εγγ	Επικ	-	Μετ	Ενη	lux (Lux)	Χαμηλή
1319	Weather data	Status: Rain alarm	1 bit	Εγγ	Επικ	-	Μετ	Ενη	alarm	Χαμηλή
1320	Weather data	Status: Wind alarm	1 bit	Εγγ	Επικ	-	Μετ	Ενη	alarm	Χαμηλή

Εικόνα 83. Αντικείμενα επικοινωνίας – Δεδομένα καιρού VC-EASY.03

Μετά την εισαγωγή στο έργο του μετεωρολογικού σταθμού SCN-WS3HW.01 της εταιρίας MDT TECHNOLOGIES [37] στον χώρο της βεράντας του Α ορόφου και την κατάλληλη παραμετροποίηση της συσκευής εμφανίζονται τα παρακάτω αντικείμενα επικοινωνίας.

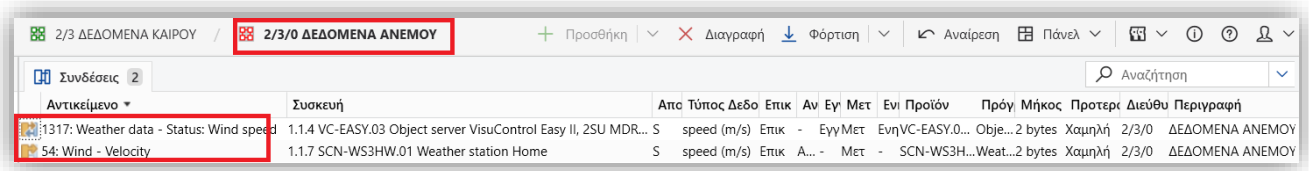


Εικόνα 84.Μετεωρολογικός σταθμός - SCN-WS3HW.01 της εταιρίας MDT TECHNOLOGIES [37]



Εικόνα 85. Αντικείμενα επικοινωνίας – Μετεωρολογικού Σταθμού

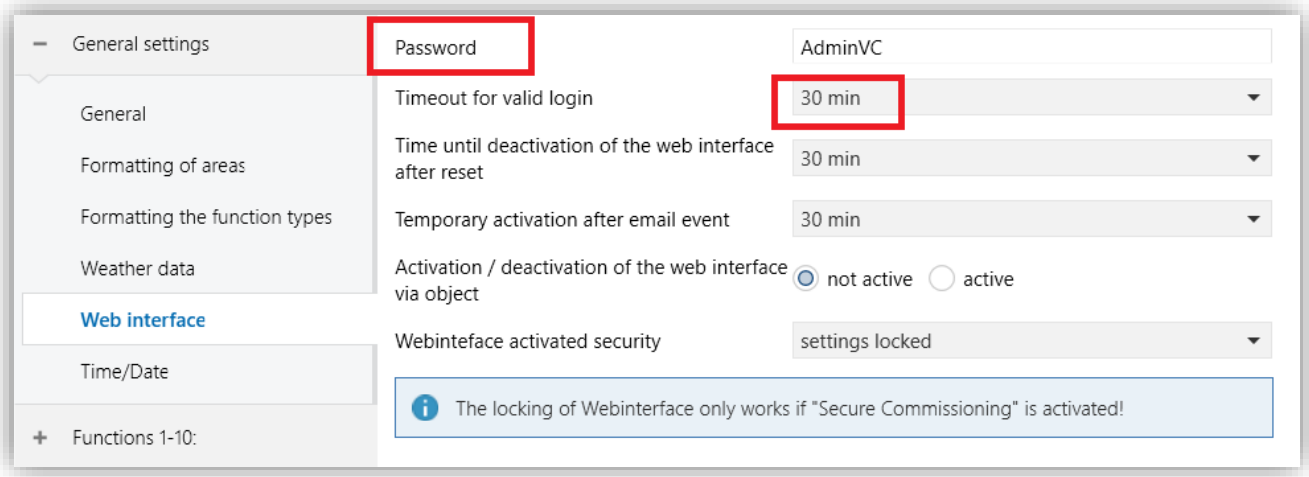
Στην συνέχεια δημιουργείται η κατάλληλη διεύθυνση ομάδας όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Το παράδειγμα οπτικοποίησης αναφέρεται στην ταχύτητα του ανέμου σε m/sec. Ομοίως μπορούν να απεικονιστούν με παρόμοια διαδικασία τα δεδομένα της φωτεινότητας σε lux, της θερμοκρασίας σε ^{o}C και να οριστούν κάποια όρια τιμών στα παραπάνω μεγέθη . Τα αντικείμενα επικοινωνίας των ορίων αυτών θα μπορούσαν με τις κατάλληλες διευθύνσεις ομάδων να ενεργοποιήσουν τα κατάλληλα σενάρια προστασίας ή αποδοτικότερης διαχείρισης ενέργειας .



Εικόνα 86.Διεύθυνση Ομάδας (2/3/0) – Οπτικοποίηση Ταχύτητας Ανέμου

Ε) Ρύθμιση Διεπαφής Διαδικτύου

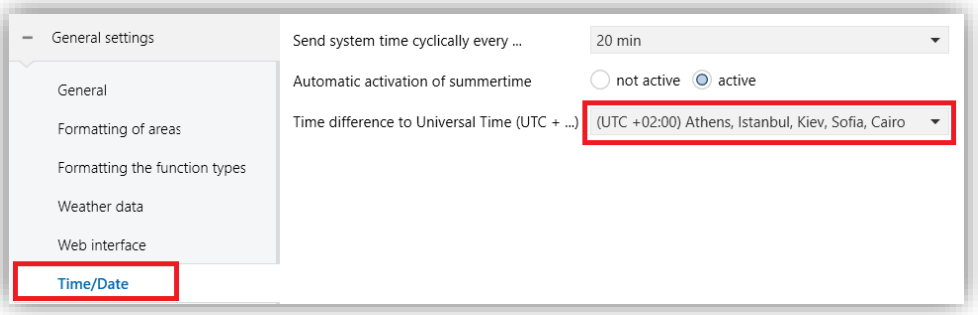
Σε αυτό το πεδίο εισάγεται ο κωδικός , ο χρόνος αποσύνδεσης από την διεπαφή , ο χρόνος ενεργοποίησης της μετά από την αποστολή email. κ.τ.λ.



Εικόνα 87. Παράμετροι- Διεπαφή Διαδίκτυού

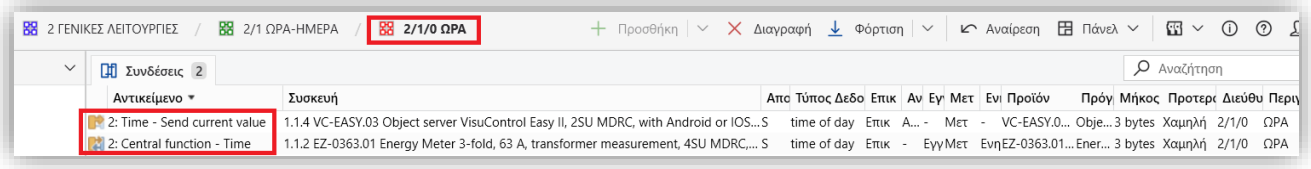
Ε) Ρύθμιση Ώρα/Ημέρα

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται οι βασικές ρυθμίσεις για την αποστολή της ώρας και της ημέρας στον δίαυλο.



Εικόνα 88. Παράμετροι- Ώρα/Ημέρα

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η διεύθυνση ομάδας 2/1/0 η οποία είναι υπεύθυνη για την ενημέρωση του μετρητή ενέργειας EZ-0363.01 (1.1.2) για την τρέχουσα ώρα από τον διακομιστή αντικειμένων. Η διεύθυνση είναι απαραίτητή για την δημιουργία των διαγραμμάτων ενέργειας, κόστους, ισχύος κ.τ.λ. Η συσκευή VisuControl Easy II θα συνδεθεί αυτόματα στον διακομιστή NTP μετά από τις απαραίτητες ρυθμίσεις (Στην ενότητα "NTP", εισαγάγετε η διεύθυνση IP του διακομιστή NTP και συγκεκριμένα μπορεί να συνδεθεί με τον διακομιστή ntp.grnet.gr με ip 147.102.255.1). Ο διακομιστής αυτός είναι ένας από τους πιο ακριβείς διακομιστές NTP στην Ελλάδα και παρέχει αξιόπιστη υπηρεσία χρονισμού.

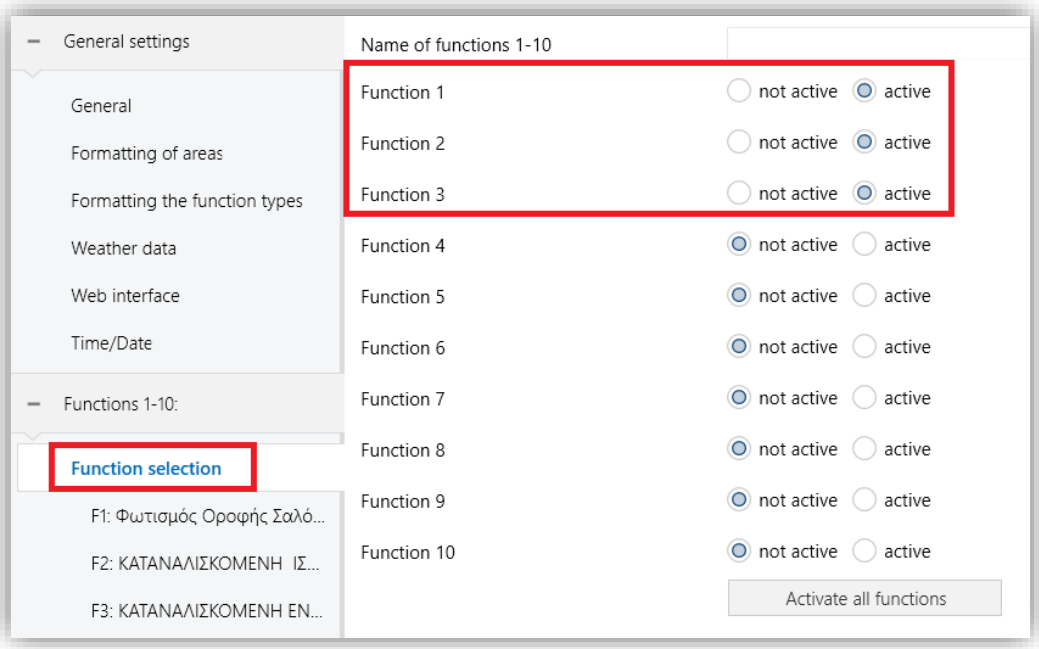


Εικόνα 89. Διεύθυνση Ομάδας(2/0/1)- ΩΡΑ

Καρτέλα- Λειτουργίες από 1 έως 10

Α) Επιλογή λειτουργιών

Στην παρακάτω εικόνα έχουν επιλεγεί 3 λειτουργίες . Για κάθε μία από τις επιλεγμένες λειτουργίες εκτός από την παραμετροποίηση της θα δοθεί και ένα παράδειγμα προγραμματισμού στο ETS6.

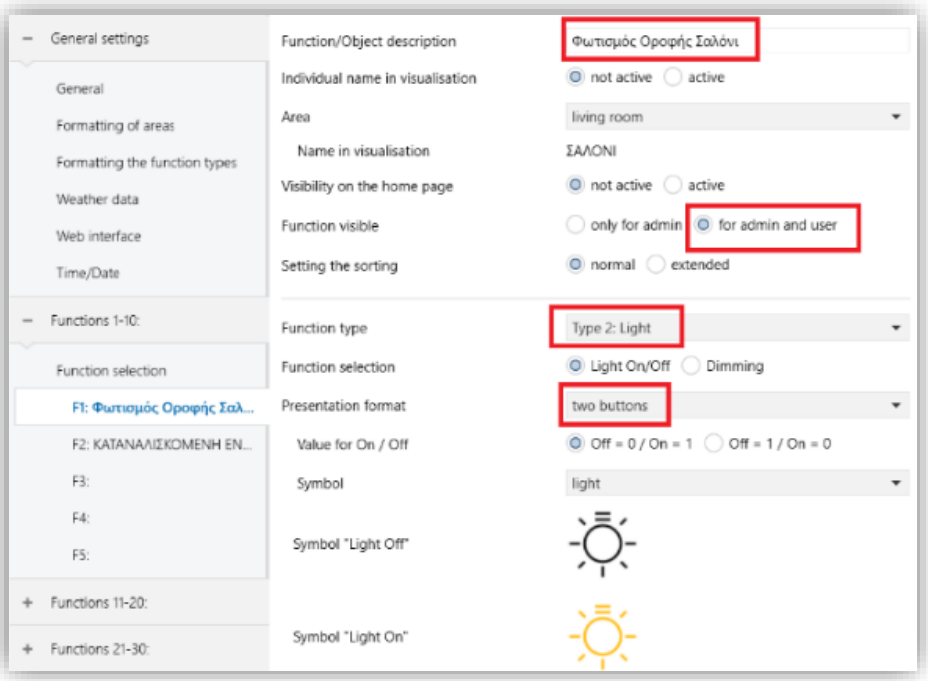


Εικόνα 90. Λειτουργίες 1 -10 – Ενεργοποίηση λειτουργιών

Β) Λειτουργία 1 (Φωτιστικό)

Το κείμενο που εισάγεται στην παρακάτω καρτέλα (Φωτιστικό Οροφής Σαλόνι) σχετίζεται με την διεύθυνση ομάδας (Λειτουργία) που έχει δημιουργηθεί στο έργο ETS καθώς και της λειτουργίας που θα εμφανίζεται στην εφαρμογή Android / iOS.

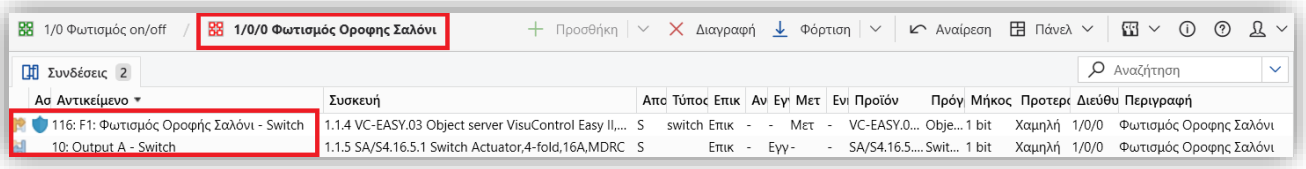
Η συγκεκριμένη λειτουργία αντιστοιχίζεται στην διαμορφωμένη περιοχή Σαλόνι και θα είναι προσβάσιμη και από τον διαχειριστή καθώς και από τον χρήστη . Στην εφαρμογή σύμφωνα με την παρακάτω ρύθμιση θα εμφανίζονται δυο πλήκτρα on και off.



Εικόνα 91. Λειτουργία 1 – Τύπος 2 Φωτισμός

Τα αντικείμενα επικοινωνίας που εισάγονται στην διεύθυνση ομάδας 1/0/0 είναι:

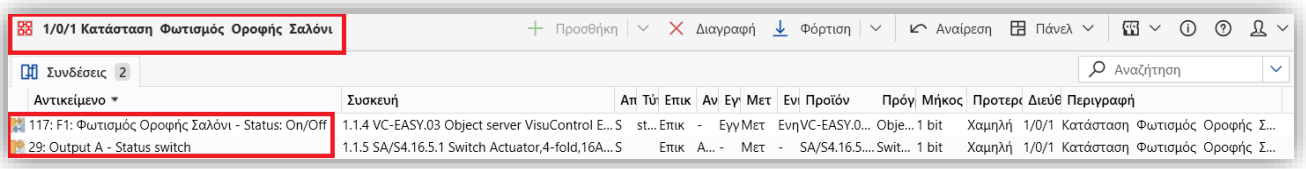
- 116 - (F1) της συσκευής VC-EASY.03 (1.1.4)
- 10 - Output A του switch actuator ABB (1.1.5)



Εικόνα 92. Διεύθυνση Ομάδας Λειτουργίας 1 (1/0/0)-Φωτισμός Οροφής Σαλόνι

Τα αντικείμενα επικοινωνίας που εισάγονται στην διεύθυνση ομάδας 1/0/1 είναι:

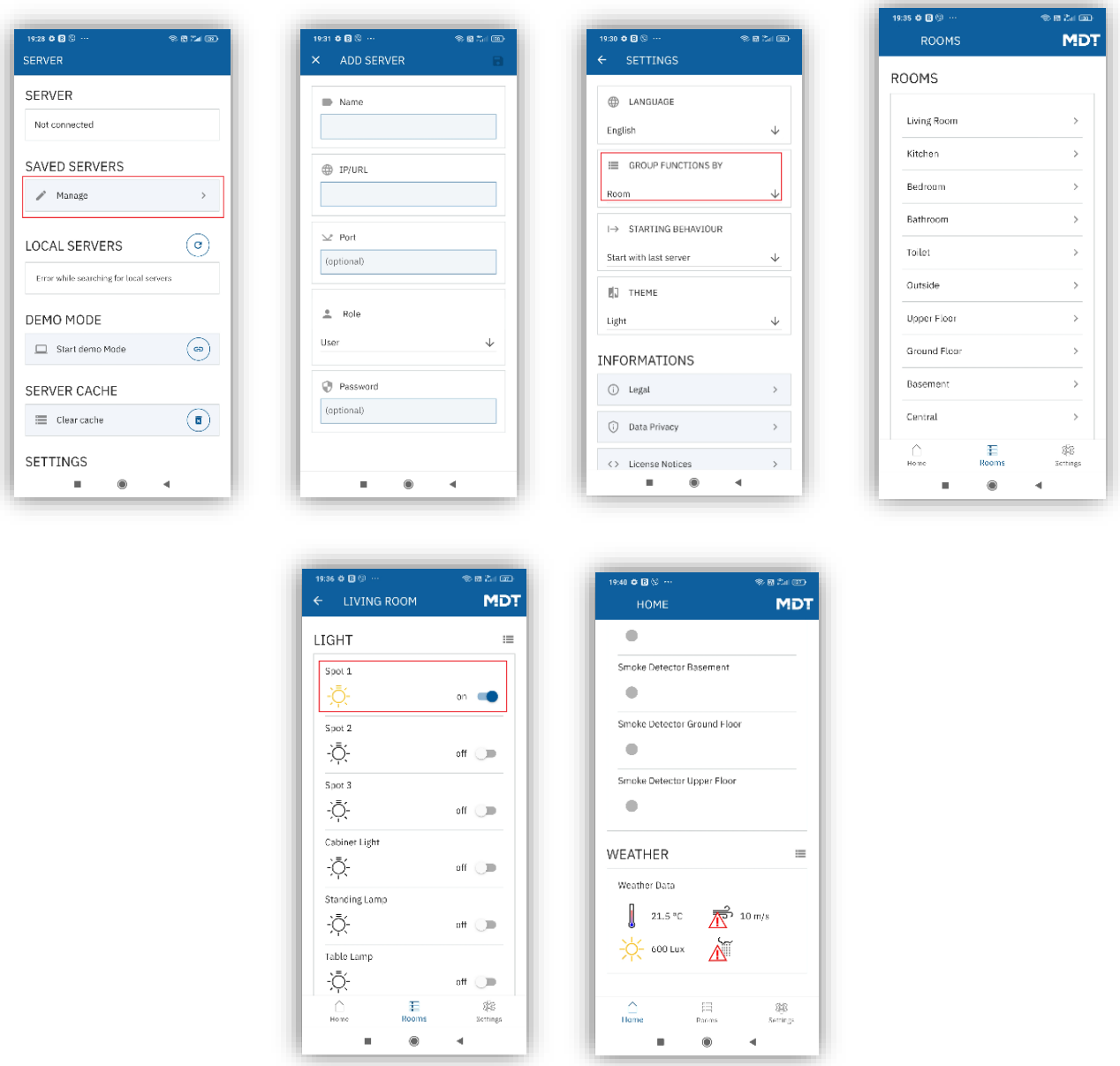
- 117 -(F1) της συσκευής VC-EASY.03 (1.1.4)
- 29- Output A του switch actuator ABB (1.1.5)



Εικόνα 93. Διεύθυνση Ομάδας Λειτουργίας Κατάστασης 1 (1/0/1) – Ενημέρωση Κατάστασης

Στην συνέχεια γίνεται η λήψη της εφαρμογής VisuControl II για KNX από Smartphone ή tablet . Η εφαρμογή είναι διαθέσιμη για δωρεάν λήψη στο Google Play Store και στο Apple App Store. Η συγκεκριμένη εφαρμογή μπορεί να διαχειριστεί ως και 10 διακομιστές αντικειμένων(VC-EASY.03). Η εισαγωγή κάθε διακομιστή στην εφαρμογή μπορεί να γίνει αυτόματα από την αναζήτηση στο τοπικό δίκτυο ή χειροκίνητα στην εφαρμογή.

Η εφαρμογή προσφέρει δύο επιλογές για λειτουργίες ομαδοποίησης. Η απεικόνιση των διαμορφώσιμων λειτουργιών μπορεί να εμφανίζεται ανά δωμάτιο ή ανά είδος λειτουργίας .Παρακάτω προβάλλονται κάποια δείγματα προβολών των σελίδων με την σειρά ρύθμισης:

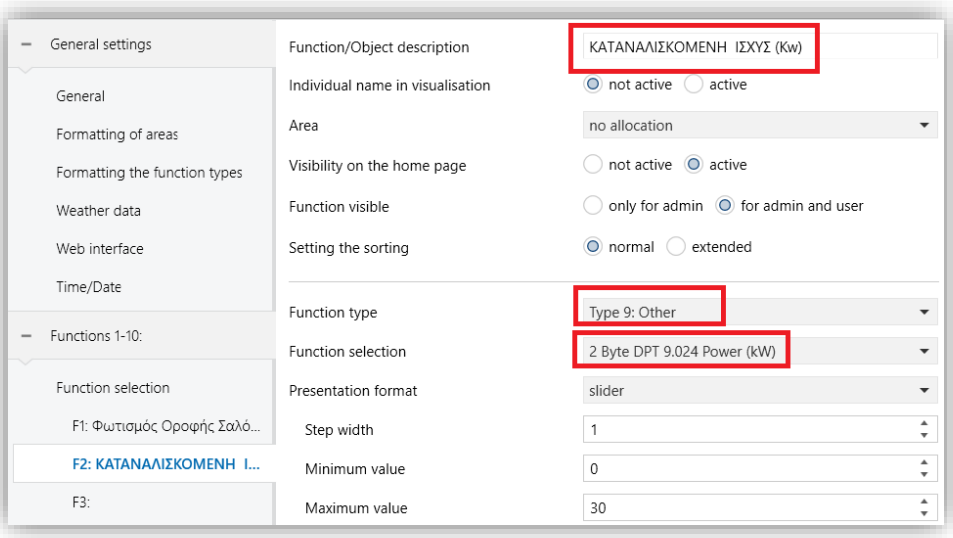


Εικόνα 94. Εφαρμογή VisuControl II – Μενού εφαρμογής

Γ) Λειτουργία 2 (Ισχύς σε Διάγραμμα)

Σύμφωνα με τις προτεινόμενες παρακάτω ρυθμίσεις:

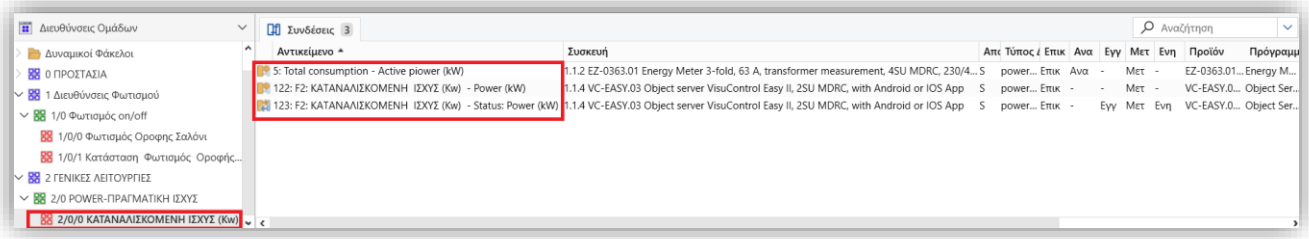
- Η καταναλισκόμενη ισχύς θα είναι ορατή στην αρχική σελίδα της εφαρμογής και από τον χρήστη και από τον διαχειριστή.
- Η τιμή της ισχύος όπως ρυθμίστηκε στον αρχικό μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας MDT θα είναι μεταβλητή 2 Byte (DPT 9024).
- Η τιμή της καταναλισκόμενης ισχύος που αναμένω σε μια κατοικία παροχής No2 Τριφασικό 25 kVA θα είναι από 0 έως 30 Kw
- Επιλέγοντας "κανονικό", το διάγραμμα εκχωρείται αυτόματα σύμφωνα με τον τύπο λειτουργίας "Διαγράμματα".



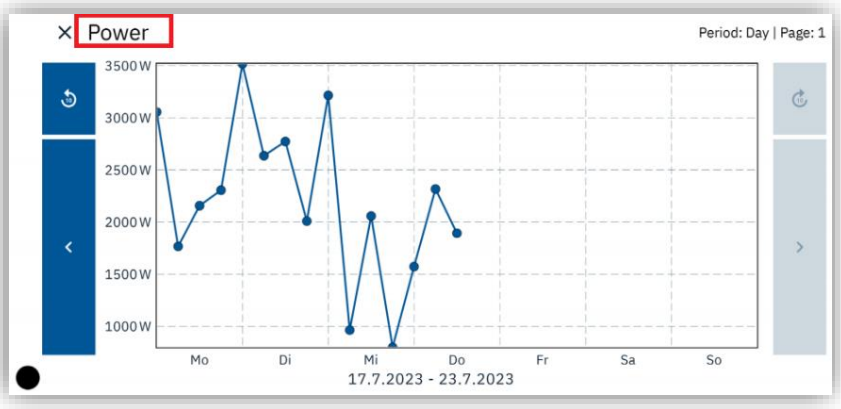
Εικόνα 95. Λειτουργία 2 – Τύπος 9 Καταναλισκόμενη Ισχύς

Για την δημιουργία της διεύθυνση ομάδας 2/0/0 εισάγονται τα αντικείμενα :

- 5 -(Active Power) του EZ-0363.01 (1.1.2)
- 122 -(F2) τουVC-EASY.03 (1.1.4)
- 123- (F2) τουVC-EASY.03 (1.1.4)



Εικόνα 96. Διεύθυνση Ομάδας (2/0/0) – Καταναλισκόμενη Ισχύς (Ισχύς σε Διάγραμμα)

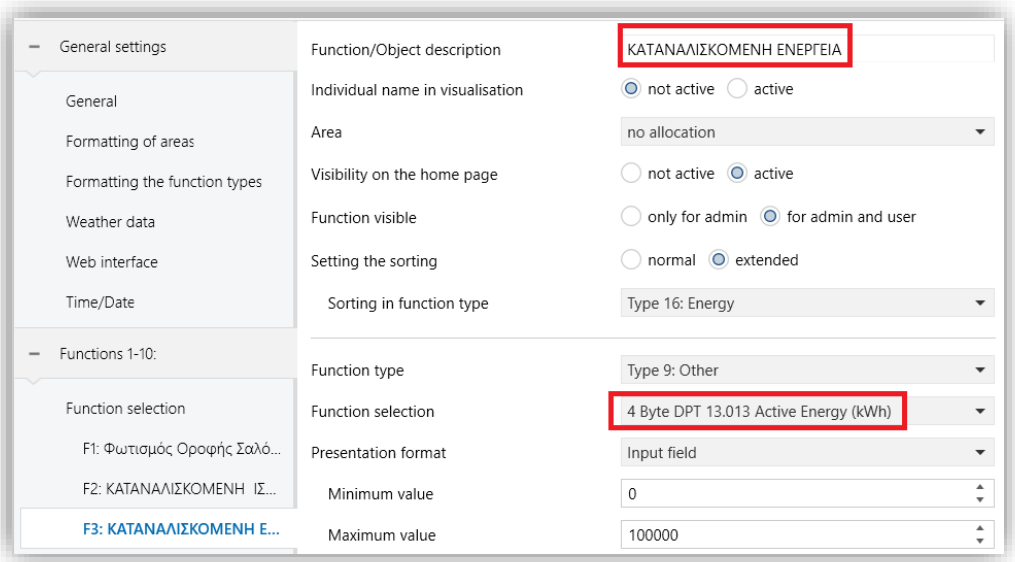


Εικόνα 97. Οπτικοποίηση VisuControl II – Παράδειγμα Εμφάνισης Διαγράμματος ισχύος χρονικής διάρκειας 7 ημερών [36, p. 68]

Δ) Λειτουργία 3 (Συνολική Καταναλισκόμενη Ενέργεια σε Διάγραμμα)

Σύμφωνα με τις προτεινόμενες παρακάτω ρυθμίσεις:

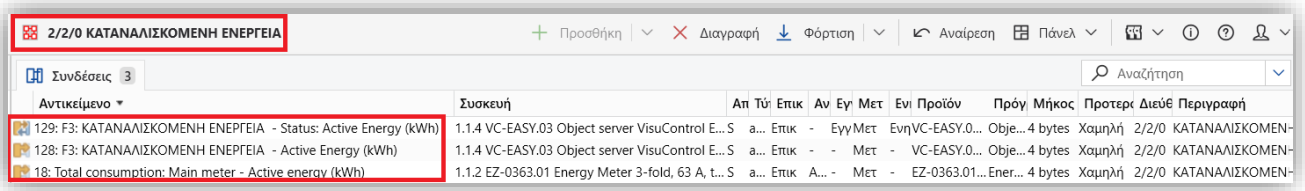
- Η καταναλισκόμενη Ενέργεια θα είναι ορατή στην αρχική σελίδα της εφαρμογής και από τον χρήστη και από τον διαχειριστή.
- Η τιμή της ισχύος όπως ρυθμίστηκε στον αρχικό μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας MDT θα είναι μεταβλητή 4 Byte (DPT 13013).
- Η τιμή της καταναλισκόμενης Ενέργειας θα ξεκινά από την τιμή 0 και μπορεί να φθάσει μέχρι την ορισμένη τιμή 100.000 kWh και θα μηδενίζεται.



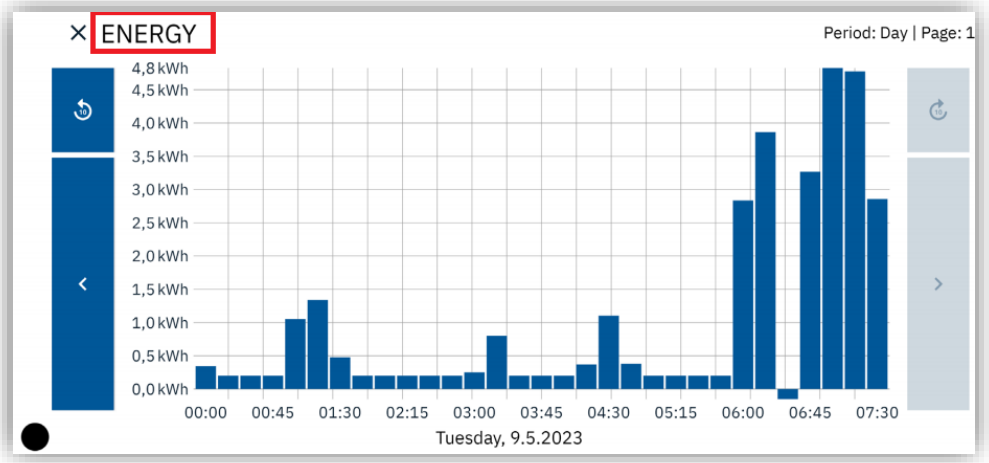
Εικόνα 98. Λειτουργία 3 – Τύπος 16 Καταναλισκόμενη Ενέργεια

Για την δημιουργία της διεύθυνση ομάδας 2/0/0 εισάγονται τα αντικείμενα :

- 18 -(Active Energy) του EZ-0363.01 (1.1.2)
- 128 -(F3) τουVC-EASY.03 (1.1.4)
- 129- (F3) τουVC-EASY.03 (1.1.4)



Εικόνα 99. Διεύθυνση Ομάδας (2/2/0) – Καταναλισκόμενη Ενέργεια (Διάγραμμα Καταναλισκόμενης Ενέργειας)



Εικόνα 100. Εφαρμογή VisuControl II – Παράδειγμα Εμφάνιση Διαγράμματος Ενέργειας [36, p. 68]

4.4.2 Παραμετροποίηση της οθόνης αφής Z41 PRO της εταιρίας Zennio [38]

Η συσκευή **Z41 PRO** είναι μια έγχρωμη οθόνη αφής υψηλής απόδοσης 4.1 ιντσών με ανάλυση οθόνης (320x240 pixels). Λόγω των ενσωματωμένων χαρακτηριστικών και των λειτουργιών που διαθέτει την καθιστούν αποτελεσματική λύση για έναν ολοκληρωμένο έλεγχο δωματίων σε ξενοδοχεία, γραφεία ή κατοικιών όπου απαιτείται έλεγχος συστημάτων κλιματισμού, συστημάτων φωτισμού, ρολών, σεναρίων κ.λπ. [38, p. 9]. Συνδυαστικά με την εφαρμογή **Zennio Remote**, που είναι διαθέσιμη για λήψη και εγκατάσταση στο Google Play, για έκδοση Android, καθώς και στο Apple Store για έκδοση iOS, είναι δυνατή η διαχείριση πολλαπλών οθονών αφής μέσω κινητών συσκευών απομακρυσμένα. Στην ουσία η οθόνη ενσωματώνει μια λειτουργία τηλεχειριστηρίου μέσω του οποίου η εφαρμογή αναπαράγει τη διεπαφή οθόνης αφής [39, p. 5].



Εικόνα 101. Οθόνης αφής Z41 PRO της εταιρίας Zennio [38]

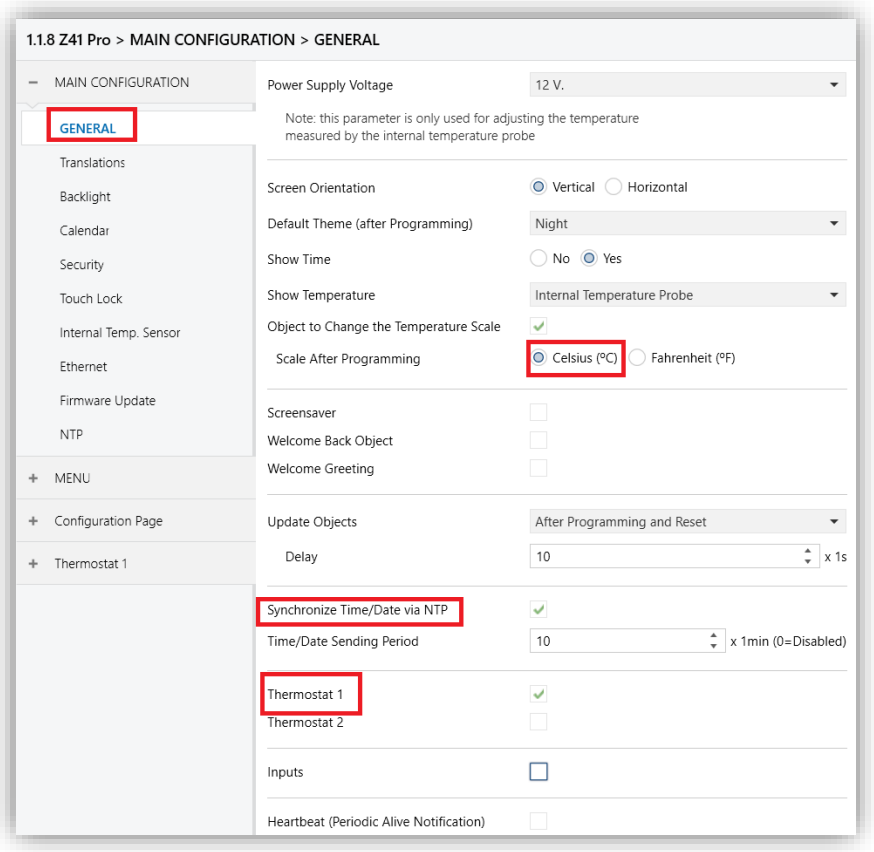
Η συγκεκριμένη συσκευή έχει τα εξής χαρακτηριστικά και δυνατότητες:

- Της εμφάνισης έως 96 διαμορφώσιμων λειτουργιών άμεσου ελέγχου ή ένδειξης μέχρι σε 12 διαμορφώσιμες σελίδες.
- Διαθέτει Ρολόι πραγματικού χρόνου (RTC) με μπαταρία ρολογιού και υποστήριξη NTP.
- Διαθέτει 2 ανεξάρτητους θερμοστάτες και έναν ενσωματωμένο αισθητήρας θερμοκρασίας, μπορεί να συνδεθεί και ένας δεύτερος αισθητήρας θερμοκρασίας ο οποίος να δείχνει την θερμοκρασία ενός άλλου χώρου ή του εξωτερικού περιβάλλοντος (Παρέχει πλήρη διαχείριση του κλίματος).
- Η συσκευή συνδέεται με τον δίαυλο KNX μέσω του ενσωματωμένου τερματικού (κλέμμα bus) ενώ για την τροφοδοσία του απαιτείται ένα εξωτερικό τροφοδοτικό (150 mA) που περικλείεται στην συσκευασία.
- Διαθέτει επαφή σύνδεσης Mini-USB και Ethernet για ενημερώσεις λογισμικού και για τον έλεγχο της συσκευής από απομακρυσμένες εφαρμογές IP .
- Διαθέτει 2 προσαρμόσιμες αναλογικές-ψηφιακές είσοδοι.
- Διαθέτει Προγραμματιζόμενους χρονοδιακόπτες- Ημερολόγιο αργιών
- Έλεγχος συναγερμού-Μακροεντολές-Λογικές συναρτήσεις.
- Το μενού διατίθενται και στην ελληνική γλώσσα [38, p. 10].

Κατά την εισαγωγή της αντίστοιχης βάσης δεδομένων του Z41 PRO στο **ETS 6** και την προσθήκη της συσκευής στην τοπολογία του έργου και συγκεκριμένα στον χώρο του σαλονιού [6] ξεκινά η προτεινόμενη παραμετροποίηση με την εισαγωγή στην καρτέλα **Παράμετροι**.

Καρτέλα Κύρια Διαμόρφωση (Main Configuration)

A) Γενικά (General)



Εικόνα 102. Κύρια ρύθμιση - Γενικά

Σύμφωνα με την παραπάνω διαμόρφωση:

- Ορίζεται κάθετος ο προσανατολισμός οθόνης.

- Επιλέγεται το χρώμα του περιβάλλοντος εργασίας χρήστη (μετά τον προγραμματισμό).



Εικόνα 103. Χρώμα Περιβάλλοντος χρήστη της οθόνης Z41 Pro [38, p. 25]

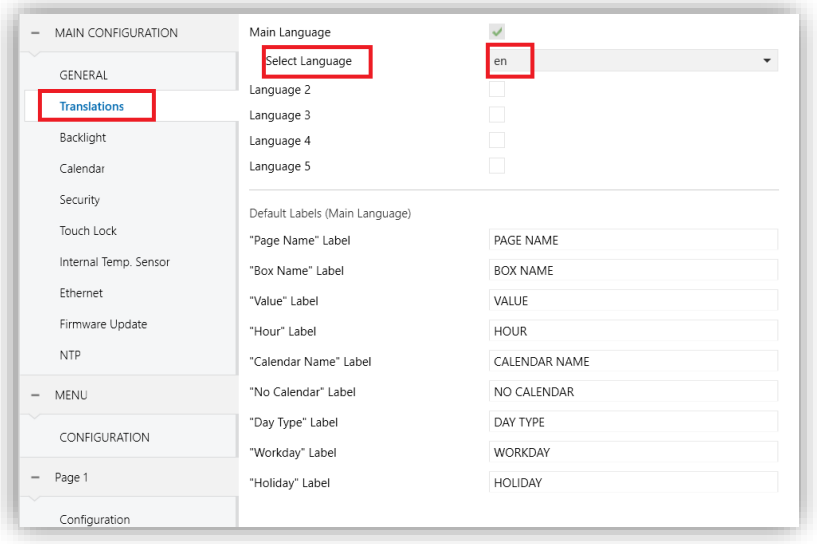
- Θα εμφανίζεται η ώρα του εσωτερικού ρολογιού της συσκευής στην επάνω αριστερή γωνία κάθε σελίδας**.**
- Θα εμφανίζεται η τρέχουσα θερμοκρασία από τον εσωτερικό αισθητήρα θερμοκρασία στην επάνω δεξιά γωνία κάθε σελίδας.
- Υπάρχει η δυνατότητα μέσω ενός αντικειμένου η αλλαγή της μονάδας μέτρησης της θερμοκρασίας από Κελσίου σε Φαρενάιτ.
- Μπορεί να ενεργοποιηθεί μια προφύλαξη οθόνης - Screensaver (συνήθως μια φωτογραφία) σε κατάσταση αδράνειας της οθόνης ή ένας χαιρετισμός καλωσορίσματος (δωμάτιο ξενοδοχείου) .
- Υπάρχει η δυνατότητα ενημέρωσης των αντικειμένων κατάστασης επιτρέποντας την αποστολή αιτήσεων ανάγνωσης μετά τον προγραμματισμό και την επαναφορά.
- Δυνατότητα Συγχρονισμού ώρας/ημερομηνίας μέσω NTP , η επιλεγμένη τιμή είναι κάθε 10 λεπτά.
- Έχει ενεργοποιηθεί ο ένας θερμοστάτης για περεταίρω διαμόρφωση.
- Δεν έχουν ενεργοποιηθεί οι δύο είσοδοι . Στις εισόδους αυτές με την κατάλληλη επιλογή μπορούν να συνδεθούν απλά μπουτόν , ανιχνευτές κίνησης ή αισθητήρες θερμοκρασίας [38, p. 50].

1	[General] Time	Current Time		3 bytes	Επικ	Ανα	Εγγ	Μετ	Ενη	time of day	Χαμηλή
2	[General] Date	Current Date	ΗΜΕΡΑ	2/...3 bytes	Επικ	Ανα	Εγγ	Μετ	Ενη	date	Χαμηλή
3	[General] Scenes: Send	Scene Value		1 byte	Επικ	-	-	Μετ	-	scene control	Χαμηλή
4	[General] Scenes: Receive	Scene Value		1 byte	Επικ	-	Εγγ	-	-	scene number	Χαμηλή
5	[General] Internal Temperature	Current Temperature (Buil...		2 bytes	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	temperature (°C)	Χαμηλή
7	[General] Select Language	0 = Main; 1 = Lang. 2; ... ;...		1 byte	Επικ	-	Εγγ	-	-		Χαμηλή
8	[General] Select Language	Language selection throu...		2 bytes	Επικ	-	Εγγ	-	-	language code (AS...	Χαμηλή
9	[General] Illumination	0=No Action; 1=Light Dis...		1 bit	Επικ	-	Εγγ	-	-	acknowledge	Χαμηλή
10	[General] Backlight Mode	0=Normal Mode; 1=Nigh...		1 bit	Επικ	-	Εγγ	-	-	day/night	Χαμηλή
11	[General] Touch Lock	0=Unlocked; 1=Locked		1 bit	Επικ	-	Εγγ	-	-	enable	Χαμηλή
23	[General] Temperature Scale	0 = °C; 1 = °F		1 bit	Επικ	-	Εγγ	Μετ	Ενη	switch	Χαμηλή
24	[Profile] Brightness	0-100%		1 byte	Επικ	-	Εγγ	Μετ	-	percentage (0..100%)	Χαμηλή
25	[Profile] Contrast	0-100%		1 byte	Επικ	-	Εγγ	Μετ	-	percentage (0..100%)	Χαμηλή
26	[Profile] Melody	0=Mute; 1=Melody 1; 2=...		1 byte	Επικ	-	Εγγ	Μετ	-		Χαμηλή
27	[Profile] Theme	0=Ocean; 1=Sky; 2=Night...		1 byte	Επικ	-	Εγγ	Μετ	-		Χαμηλή

Εικόνα 104. Αντικείμενα επικοινωνίας – Γενικές Ρυθμίσεις της οθόνης Z41 Pro

Β) Μεταφράσεις (Translations)

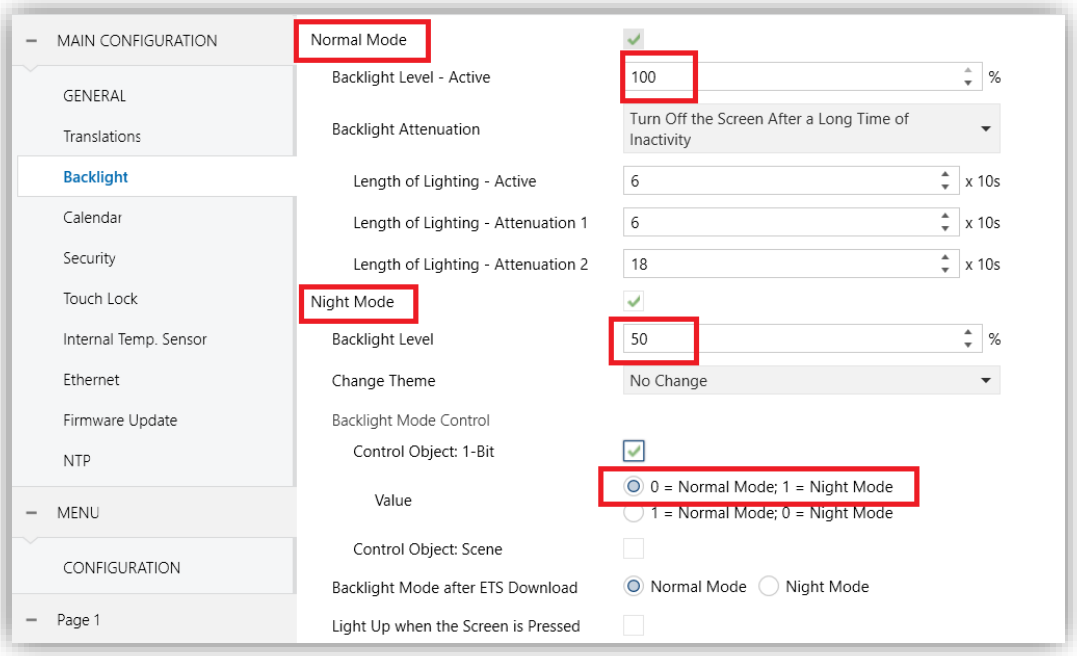
Τα κείμενα που εμφανίζονται στην οθόνη μπορούν να μεταφραστούν σε έως και πέντε διαφορετικές γλώσσες. Η μετάβαση από τη γλώσσα στην άλλη μπορεί να γίνει μέσω δύο τύπων επικοινωνίας. Οι μεταφράσεις θα πρέπει να μεταφορτώνονται στη συσκευή μέσω εξωτερικής μνήμης USB κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις [38, p. 33].



Εικόνα 105. Κύρια ρύθμιση – Μεταφράσεις

Γ) Φωτισμός Οθόνης (BACKLIGHT)

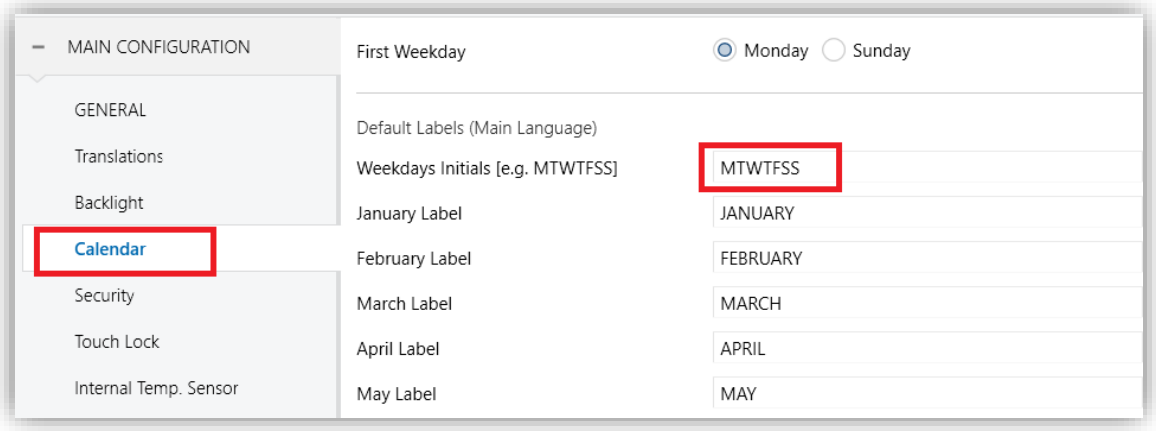
Σε αυτήν την καρτέλα πραγματοποιούνται οι ρυθμίσεις σε σχέση τον φωτισμό της οθόνης. Η κανονική λειτουργία είναι ενεργοποιημένη και ρυθμίζεται ο φωτισμός της στο 100% . Ο φωτισμός θα μειώνεται σταδιακά σε μικρότερες στάθμες έντασης φωτισμού μετά από καθορισμένο χρόνο αδράνειας της συσκευής. Ενεργοποιείται η δυνατότητα νυχτερινής λειτουργείας στο 50 % της μέγιστης έντασης του φωτισμού χωρίς αλλαγής του θέματος προβολής. Η αλλαγή του φωτισμού της οθόνης από κανονική λειτουργία σε νυχτερινή θα μπορεί να γίνει μέσω ενός αντικειμένου επικοινωνίας 1 bit ("0 = κανονική λειτουργία; 1 = Νυχτερινή λειτουργία") .



Εικόνα 106. Κύρια ρύθμιση – Φωτισμός Οθόνης

Δ) Ημερολόγιο (CALENDAR)

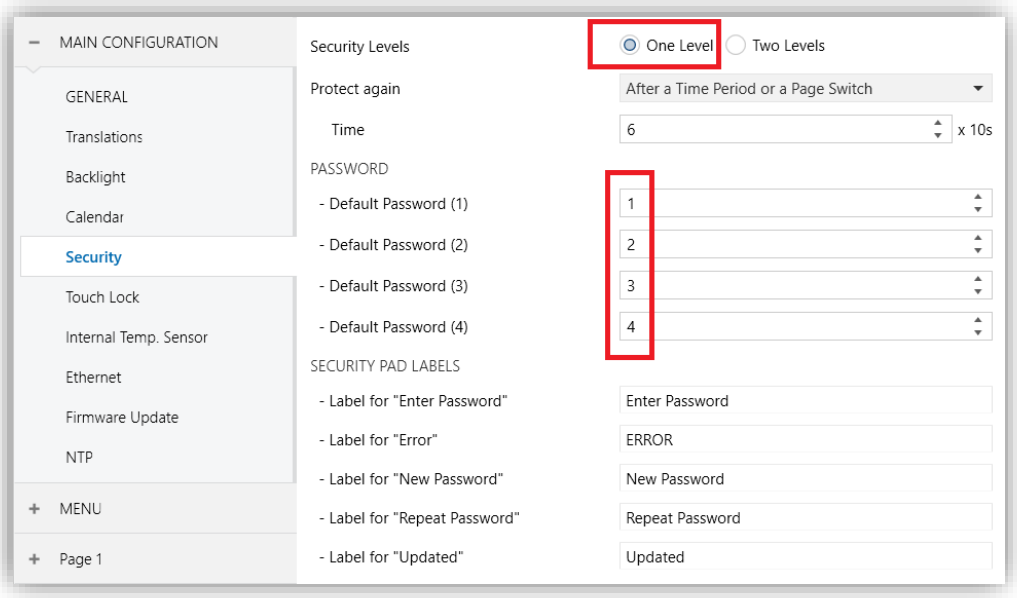
Σε αυτήν την καρτέλα πραγματοποιούνται οι ρυθμίσεις για την απεικόνιση των στοιχείων σε σχέση με τον ορισμό ενεργειών για το ημερολόγιο, 24ωρο Χρονοδιακόπτη, εβδομαδιαίο χρονοδιακόπτη και ρύθμιση του θερμοστάτη. Πρώτη εργάσιμη ημέρα ορίζεται η "Δευτέρα". Επομένως η σειρά των ημερών είναι "MTWTFSS" στα αγγλικά. Οι προεπιλεγμένες τιμές για τους δώδεκα μήνες του έτους είναι επίσης στην Αγγλική γλώσσα.



Εικόνα 107. Κύρια ρύθμιση – Ημερολόγιο

Ε) Ασφάλεια (SECURITY)

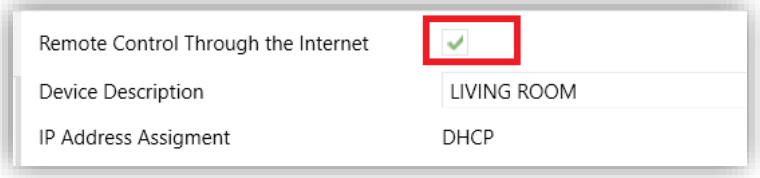
Σε αυτήν την καρτέλα πραγματοποιούνται οι ρυθμίσεις που αφορούν την προστασία της παραμετροποίησης των σελίδων και των πλαισίων ελέγχου (μπουτόν) της οθόνης με κωδικό . Έχει επιλεγεί ένα επίπεδο ασφάλειας με κωδικό 1234.



Εικόνα 108. Κύρια ρύθμιση – Ασφάλεια

Ζ) Ethernet

Η καρτέλα Ethernet επιτρέπει τη διαμόρφωση της θύρας του δικτύου του Z41 Pro . Αρχικά ενεργοποιείται το πεδίο Τηλεχειριστήριο μέσω Internet . Στην συνέχεια δίνεται ένα όνομα στην συσκευή ώστε να γίνεται ευκολότερη η αναγνώρισή της σε σχέση με άλλη συσκευή Z41 που μπορεί να βρίσκεται στο ίδιο τοπικό δίκτυο και τέλος η IP έχει οριστεί από το "DHCP".



Εικόνα 109. Κύρια ρύθμιση – Ethernet

Z) NPT

Σε αυτήν την καρτέλα επιλέγεται η ζώνης ώρας και ο διακομιστής NTP για την αυτόματη ενημέρωση του εσωτερικού ρολογιού του Z41 Pro , όπου με την σειρά της η συσκευή θα ενημερώσει της υπόλοιπες συσκευές του διαύλου όπως τον μετρητή ενέργειας **KES Plus**.



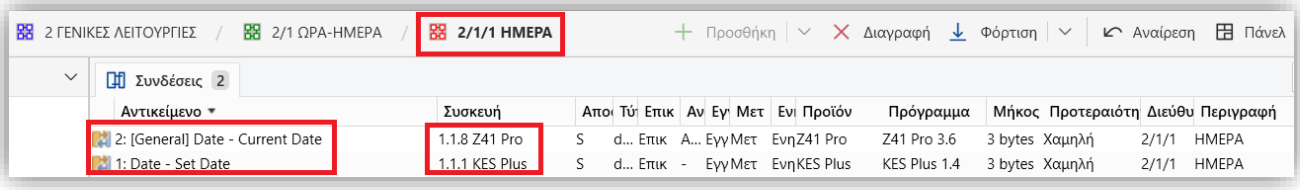
Εικόνα 110. Κύρια ρύθμιση – NPT

Διαθέσιμα αντικείμενα επικοινωνίας για αυτόματη ενημέρωση Ημέρας και Ώρας.



Εικόνα 111. Αντικείμενα επικοινωνίας – Z41 Pro Time/Day

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η διεύθυνση ομάδας 2/1/1 η οποία ενημερώνει τον μετρητή ενέργειας KES Plus (1.1.1 Φυσική Διεύθυνση) για την τρέχουσα Ημέρα από την οθόνη αφής Z41Pro (1.1.8 Φυσική Διεύθυνση). Είναι μια ενέργεια απαραίτητη για την δημιουργία χρονοπρογραμμάτων και διαγραμμάτων ενέργειας, κόστους, ισχύος κτλ. Η ίδια διαδικασία θα επαναληφθεί και για την ενημέρωση της ώρα.

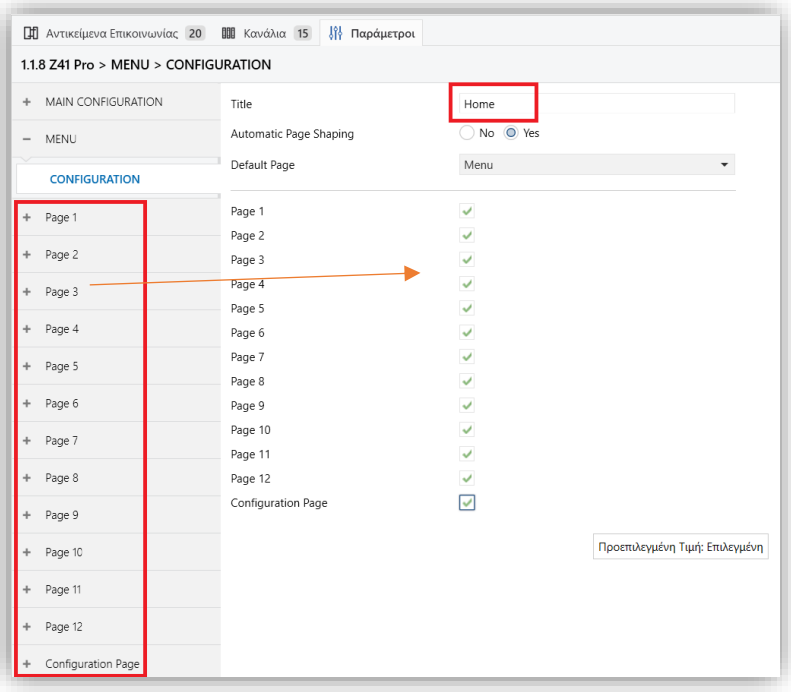


Εικόνα 112. Διεύθυνση Ομάδας(2/1/1)- ΗΜΕΡΑ

Καρτέλα Μενού

A) Διαμόρφωση (Configuration)

Η προτεινόμενη παραμετροποίηση ης καρτέλας Μενού παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα. Συγκεκριμένα η Σελίδα μενού έχει ονομαστεί ως **Home** και έχει επιλεγεί ως προεπιλεγμένη σελίδα δηλαδή θα εμφανίζεται πάντα στην οθόνη μετά από ένα λεπτό αδράνειας της συσκευής. Έχει επιλεγεί η αυτόματη διαμόρφωση της σελίδας αυτό σημαίνει ότι τα πλαίσια (μπουτόν- ενδείξεις) στη σελίδα μενού διανέμονται και σχηματοποιούνται αυτόματα ανάλογα με τον αριθμό τους. Συνολικά θα εμφανιστούν 12 πλαίσια ελέγχου. Κάθε πλαίσιο θα αντιπροσωπεύει μια σελίδα γενικής χρήσης (δηλαδή σελίδες 1 έως 12), καθώς θα υπάρχει και ένα ακόμη πλαίσιο ελέγχου για τη σελίδα της Διαμόρφωσης.

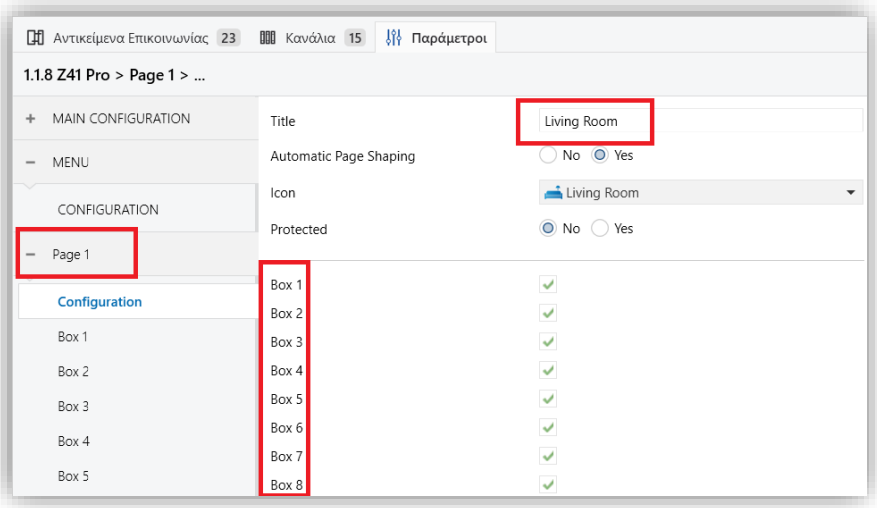


Εικόνα 113. Μενού- Διαμόρφωση

Καρτέλα Σελίδα 1(Page 1)

Α) Διαμόρφωση (Configuration)

Όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα η Σελίδα 1 έχει ονομαστεί Living Room με το κατάλληλο εικονίδιο και έχουν ενεργοποιηθεί και τα 8 πλαίσια (boxes). Κάθε πλαίσιο θα αντιπροσωπεύει μια **ένδειξη κατάστασης ή ένα στοιχείο ελέγχου .** Η συγκεκριμένη σελίδα δεν προστατεύεται με κωδικό πρόσβασης.



Εικόνα 114. Διαμόρφωση – Σελίδα 1

Η οθόνη χρήστη είναι οργανωμένη σε σελίδες όπως αναφέρθηκε παραπάνω (έως δώδεκα διαφορετικές σελίδες, εκτός από τη σελίδα Διαμόρφωσης). Κάθε σελίδα είναι προσβάσιμη από τη σελίδα Μενού, η οποία εμφανίζεται αυτόματα μετά την εκκίνηση. Παρακάτω παρουσιάζεται ένα παράδειγμα στιγμιότυπου της οθόνης της συσκευή Z41 Pro σύμφωνα με την παραμετροποίηση που πραγματοποιήθηκε.

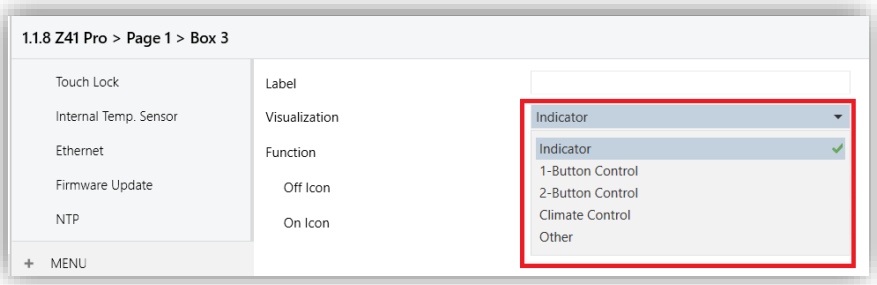


Εικόνα 115. Σελίδα μενού (παράδειγμα). [38, p. 17]

Β) Πλαίσιο 1 (Box 1) . Οπτικοποίηση Απλού Φωτιστικού Σημείου

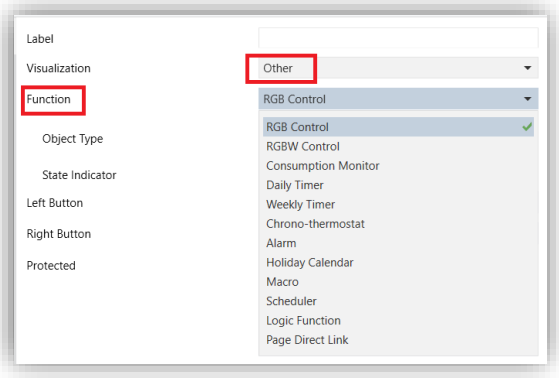
Κάθε πλαίσιο (box) μπορεί να παραμετροποιηθεί χωριστά . Στην αρχή επιλέγεται μια ονομασία στο πεδίο “Label”, έπειτα επιλέγεται ο τύπος της οπτικοποίησης και η μορφή του πλαισίου στην οθόνη , η οποία μπορεί να είναι:

- Ένδειξη (το πλαίσιο θα λειτουργεί ως ένδειξη κατάστασης).
- Στοιχείο ελέγχου 1 πλήκτρου.
- Στοιχείο ελέγχου 2 πλήκτρων και ένδειξη κατάστασης.
- Έλεγχος κλίματος (το πλαίσιο θα λειτουργήσει για τον έλεγχο του κλιματισμού).
- Άλλο (το πλαίσιο θα ενσωματώση κάποια άλλη λειτουργικότητα π.χ. RGBW control, χρονοπρογράμματα, διαγράμματα ισχύος-ενέργειας, απευθείας απεικόνισης ιστοσελίδων κτλ.).



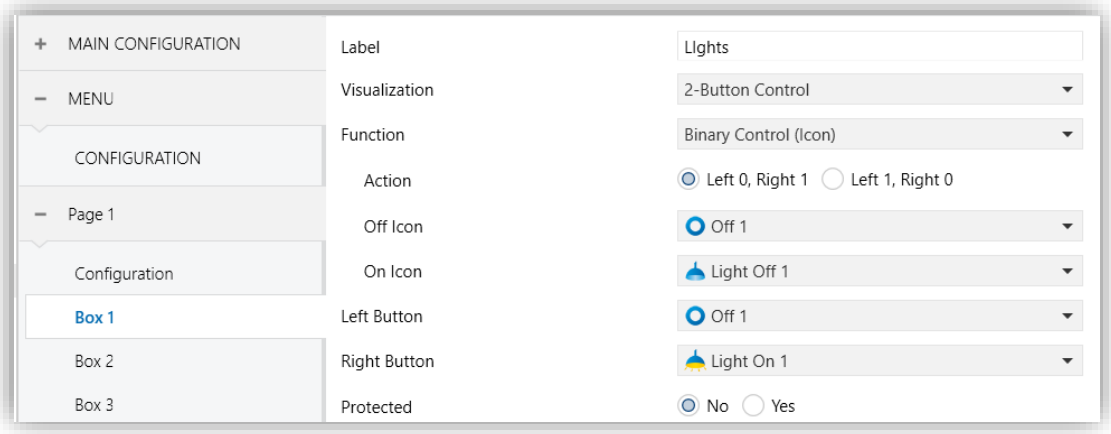
Εικόνα 116. Διαμόρφωση Πλαισίου (box)

Στην συνέχεια ανάλογα με την επιλογή της οπτικοποίησης εμφανίζονται οι διαφορετικές λειτουργίες που είναι διαθέσιμες.



Εικόνα 117. Διαμόρφωση Πλαισίου-Επιλογή Λειτουργίας

Στο παράδειγμα που ακολουθεί το 1 πλαίσιο θα λειτουργεί ως έλεγχος με ένδειξη κατάστασης για ένα φωτιστικό σημείο. Η συγκεκριμένη λειτουργία περιέχεται στην διαμορφωμένη σελίδα Living Room .Όπως φαίνεται στην παρακάτω παραμετροποίηση το όνομα του πλαισίου είναι lights και θα εμφανίζονται δυο δύο πλήκτρα εικονιδίων (off / on) που θα αντιπροσωπεύουν τις δύο καταστάσεις (0 / 1) .



Εικόνα 118. Σελίδα 1- Πλαίσιο 1

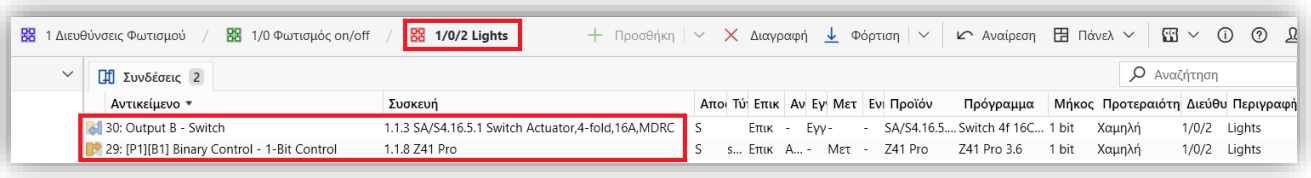
Διαθέσιμα αντικείμενα επικοινωνίας για Πλαίσιο 1.



Εικόνα 119. Αντικείμενα Επικοινωνίας -Πλαισίου 1

Για την δημιουργία της διεύθυνση ομάδας 1/0/2 εισάγονται τα αντικείμενα :

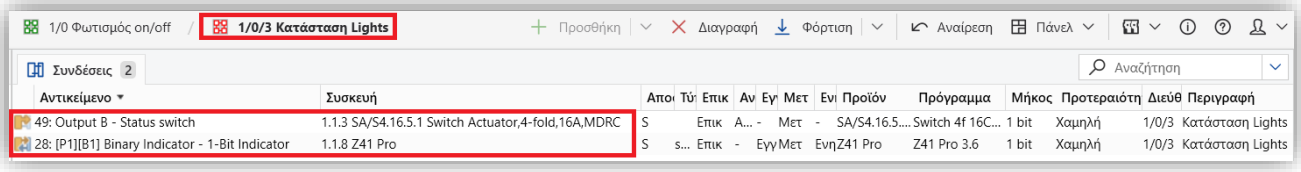
- 29 -(Page1-Box1) της συσκευής Z41 (1.1.8)
- 30- Output B του switch actuator ABB (1.1.3)



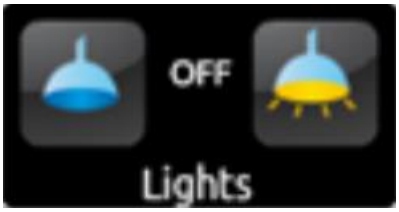
Εικόνα 120. Διεύθυνση Ομάδας Πλαισίου (1/0/2)-Lights

Τα αντικείμενα επικοινωνίας που εισάγονται στην διεύθυνση ομάδας 1/0/1 για ένδειξη κατάστασης είναι:

- 28 -(Page1-Box1) της συσκευής Z41 (1.1.8)
- 49- Output B του switch actuator ABB (1.1.3)



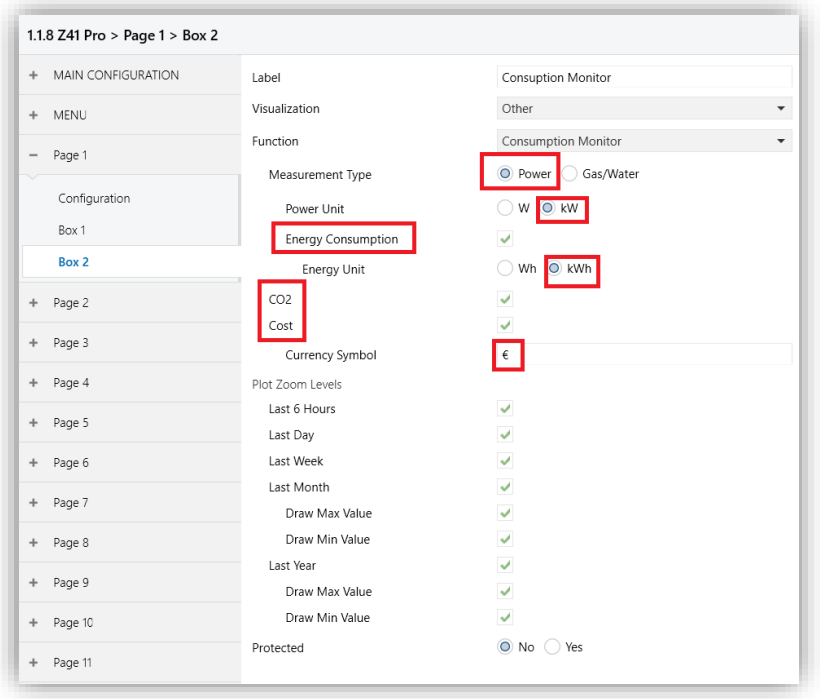
Εικόνα 121. Διεύθυνση Ομάδας Κατάστασης Πλαισίου 1 (1/0/3)-Lights



Εικόνα 122. Μπουτόν Ελέγχου (παράδειγμα) [38, p. 90]

Γ) Πλαίσιο 2 (Box 2) Οπτικοποίηση Κατανάλωσης

Στο παράδειγμα που ακολουθεί το πλαίσιο 2 της Σελίδας 1 θα λειτουργήσει ως ένδειξη της καταναλισκόμενης ισχύος . Όταν ο χρήστης αγγίξει το πλαίσιο τότε θα εμφανιστεί ένα αναδυόμενο παράθυρο που θα παρουσιάζει το διάγραμμα της καταναλισκόμενης ισχύος , την ένδειξη τιμής της καταναλισκόμενης ενέργειας , την τιμή της παραγωγή CO2 καθώς και το κόστος της ενέργειας σε Ευρώ . Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται οι απαραίτητες ρυθμίσεις.



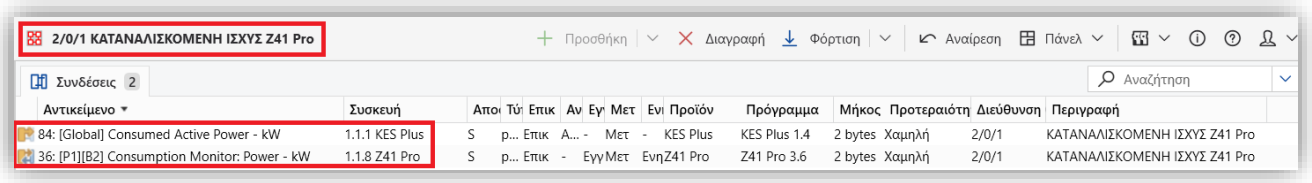
Εικόνα 123. Διαμόρφωση – Πλαίσιο 2

Τα αντικείμενα επικοινωνίας της συσκευής Z41 Pro που παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα , θα συνδυαστούν στις κατάλληλες διευθύνσεις ομάδων , με τα κατάλληλα αντικείμενα του μετρητή KES Plus της εταιρίας Zennio για την παραπάνω λειτουργία του πλαισίου.

36	[P1][B2] Consumption Monitor: Power	kW	2 bytes	Επικ	-	Εγγ	Μετ	Ενη	power (kW)	Χαμηλή
38	[P1][B2] Consumption Monitor: Cost	Local Currency	2 bytes	Επικ	-	Εγγ	Μετ	Ενη		Χαμηλή
40	[P1][B2] Consumption Monitor: Energy	kWh	4 bytes	Επικ	-	Εγγ	Μετ	Ενη	active energy (kWh)	Χαμηλή
41	[P1][B2] Consumption Monitor: CO_2	kg CO_2	2 bytes	Επικ	-	Εγγ	Μετ	Ενη		Χαμηλή
42	[P1][B2] Consumption Monitor: Request	0=No Action; 1=Request	1 bit	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	switch	Χαμηλή
43	[P1][B2] Consumption Monitor: Reset	0=No Action; 1=Reset	1 bit	Επικ	Ανα	-	Μετ	-	reset	Χαμηλή

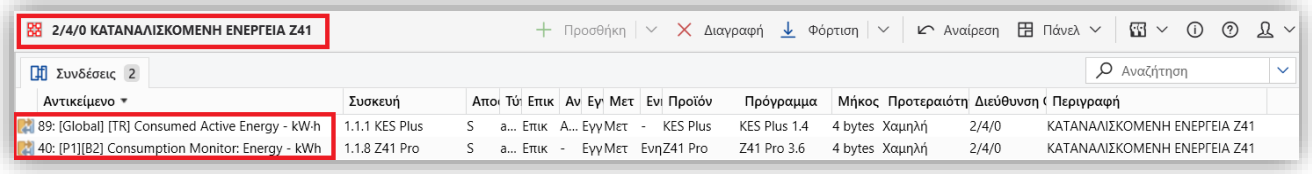
Εικόνα 124. Αντικείμενα Επικοινωνίας – Πλαίσιο 2

Οπτικοποίηση Καταναλισκόμενης Ισχύς στην συσκευή Z41Pro



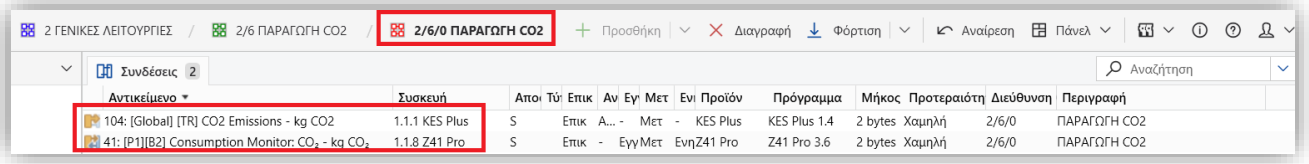
Εικόνα 125. Διεύθυνση Ομάδας Πλαισίου 2 (2/0/1)- Καταναλισκόμενη Ισχύς

Οπτικοποίηση Καταναλισκόμενης Ενέργειας στην συσκευή Z41Pro



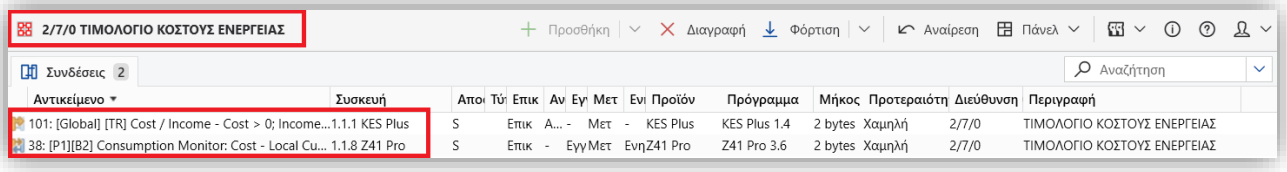
Εικόνα 126. Διεύθυνση Ομάδας Πλαισίου 2 (2/4/0)- Καταναλισκόμενης Ενέργειας

Οπτικοποίηση Παραγωγής CO2 στην συσκευή Z41Pro



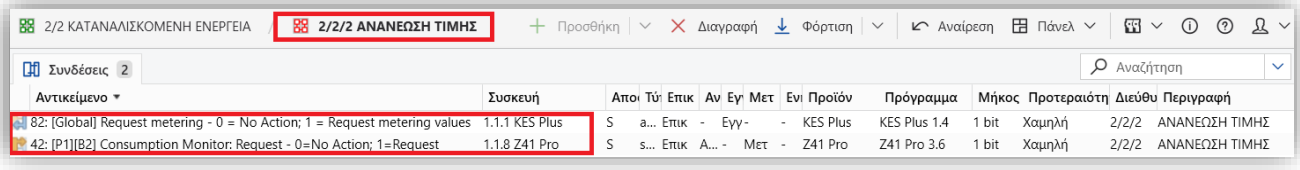
Εικόνα 127. Διεύθυνση Ομάδας Πλαισίου 2 (2/6/0)- Παραγωγής CO2

Οπτικοποίηση Κόστους Ενέργειας στην συσκευή Z41Pro



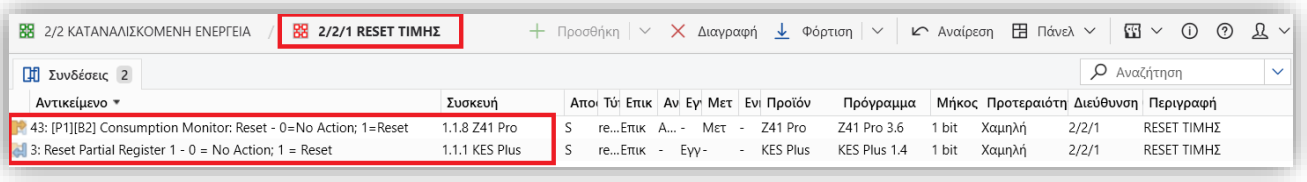
Εικόνα 128. Διεύθυνση Ομάδας Πλαισίου 2 (2/7/0) - Κόστος Ενέργειας

Αποστολή Νέων Τιμών Μετρήσεων(Ανανέωση Τιμών)



Εικόνα 129. Διεύθυνση Ομάδας Πλαισίου 2 (2/2/2) – Αποστολή Τιμών Μετρήσεων

Reset των Τιμών (η κατανάλωση και οι μεταβλητές CO2 και κόστους θα μηδενίζονται)



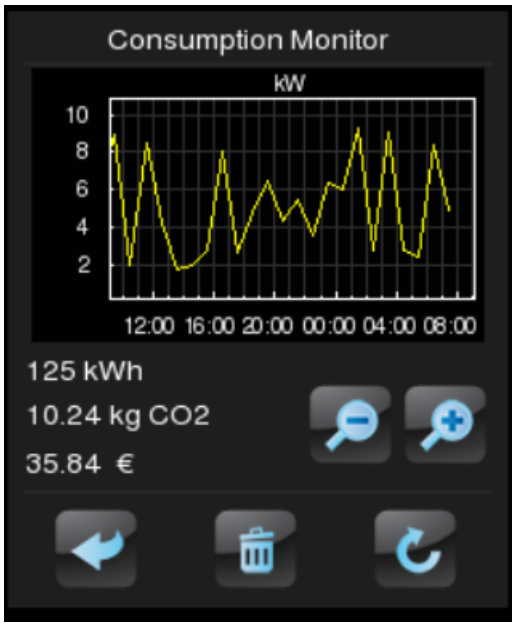
Εικόνα 130. Διεύθυνση Ομάδας Πλαισίου 2 (2/2/1) – Reset Τιμών Μετρήσεων

Παρακάτω φαίνεται το πλαίσιο 2 που έχει πλέον παραμετροποιηθεί.



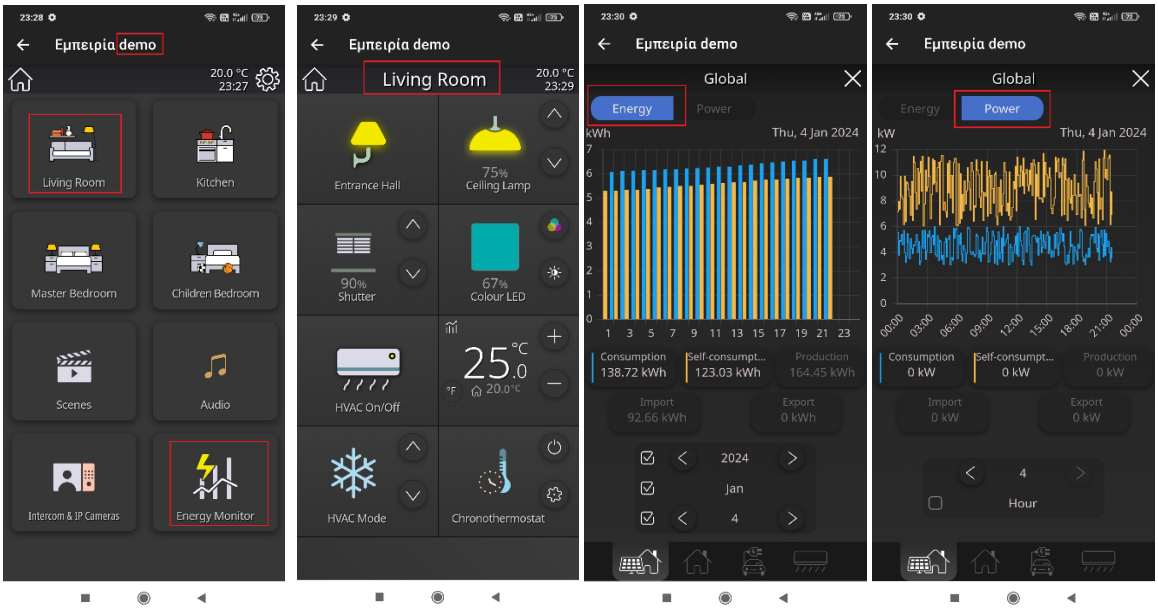
Εικόνα 131. Πλαίσιο 2- Παράδειγμα ένδειξης Τιμής Καταναλισκόμενης Πραγματικής Ισχύος [38, p. 113]

Αγγίζοντας το πλαίσιο της οθόνης ανοίγει το παρακάτω αναδυόμενο παράθυρο. Ο οριζόντιος άξονας θα εμφανίζει διαφορετικά χρονικά διαστήματα (ώρες, ημέρες ή μήνες), ανάλογα με το επιλεγμένο επίπεδο εστίασης (ζουμ). Ο έλεγχος της αλλαγής της χρονική κλίμακα, πραγματοποιείται από τα δυο εικονίδια του μεγεθυντικού φακού. Τα υπόλοιπά εικονίδια που εμφανίζονται στο κάτω μέρος της οθόνης αφορούν το κλείσιμο του παραθύρου τον μηδενισμό των τιμών και την ανανέωση των τιμών από την συσκευή μέτρησης.



Εικόνα 132. Πλαίσιο 2- Παράδειγμα ένδειξης Τιμών Διαφόρων Μεγεθών [38, p. 114]

Έχει αναφερθεί στην αρχή ότι η εφαρμογή Zennio Remote για κινητές συσκευές αναπαράγει στην ουσία τη διεπαφή οθόνης αφής [39, p. 4]. Οι οδηγίες εγκατάστασης και διαμόρφωσης της εφαρμογής είναι διαθέσιμες στην ιστοσελίδα της εταιρίας [39] . Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζεται η δοκιμαστική λειτουργία της εφαρμογής χωρίς την σύνδεση της με κάποια οθόνη αφής.



Εικόνα 133. Λειτουργία Εφαρμογής σε smartphone σε demo version

4.4 Σύγκριση Συσκευών οπτικοποίησης KNX

Σε αντίθεση με τις συσκευές μέτρησης ηλεκτρικής ενέργειας KNX , οι συσκευές οπτικοποίησης που κυκλοφορούν στο εμπόριο μπορεί να έχουν διαφορές ως προς τον τρόπο χρήσης και την τοπολογία. Στον παρακάτω πίνακα επιχειρείται μία σύγκριση μεταξύ των δυο συσκευών οπτικοποίησης που παρουσιάστηκαν παραπάνω ως προς τα χαρακτηριστικά τους .

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ - ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ	**VisuControl Easy II (MDT)**	**Z41 PRO της εταιρίας Zennio**
Είδος	Διακομιστής αντικειμένων (Object Server)	Οθόνη Αφής 4.1 ίντσες.
Τοποθέτηση	Σε πίνακα 2 DIN modules	Τοποθέτηση σε κεντρικό σημείο
Τοπικός χειρισμός απο συσκευή	--	ΝΑΙ
Απεικόνηση λειτουργιών	200	96
Διεπαφή Προγραμματισμού	ΝΑΙ	-
Διασύνδεση ethernet	ΝΑΙ	ΝΑΙ
Επαφή σύνδεσης Mini-USB	-	ΝΑΙ
Διαγράμματα Δεδομένων	ΝΑΙ	ΝΑΙ
KNX /IP	ΝΑΙ	-
KNX Secure	ΝΑΙ	-
Σύνδεση με Time server	ΝΑΙ	ΝΑΙ
Ρολόι (RTC) με μπαταρία	-	ΝΑΙ
Υπηρεσίες Ηλεκτρονικού ταχυδρομίου	ΝΑΙ	ΝΑΙ
Σύνδεση Web Cams	4	-
Λογικη Συνάρτηση	ΝΑΙ	ΝΑΙ
Δεδομένα Καιρού	ΝΑΙ	ΝΑΙ
Εφαρμογή Smartphone	ΝΑΙ	ΝΑΙ
Ενσωματωμένος αισθητήρας θερμοκρασίας και προσέγγισης	-	ΝΑΙ
Λειτουργία Θερμοστάτη	-	2
Προσαρμόσιμες αναλογικές-ψηφιακές είσοδοι	-	2
Λειτουργία VPN	ΝΑΙ (ΙΟS ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ)	-
Χρονοπρογράμματα		ΝΑΙ
Συναγερμός		ΝΑΙ
Ενδεικτική τιμή	542 Ευρώ Λιανική τιμή Ελλάδας	549 Ευρώ (site εξωτερικού)

Εικόνα 134. Πίνακας σύγκρισης συσκευών οπτικοποίησης KNX

Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρούμε τις εξής διαφορές :

- Η πρώτη συσκευή της εταιρίας MDT είναι ραγουλικό και τοποθετείται στον ηλεκτρικό πίνακα σε αντίθεση με την δεύτερη συσκευή της εταιρίας Zennio που είναι οθόνη αφής.
- Η πρώτη συσκευή μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σαν διεπαφή προγραμματισμού (KNX/IP) με την τεχνολογία KNX Secure για μέγιστη ασφάλεια.
- Η οθόνη αφής μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τον χειρισμό των λειτουργιών της κατοικίας αφού μπορεί να τοποθετηθεί σε ένα κεντρικό σημείο.
- Ο server μπορεί να απεικονίσει στην κινητή συσκευή μέχρι και 4 web κάμερες.
- Η οθόνη αφής περιλαμβάνει χρονοδιακόπτες και εσωτερικό θερμοστάτη.
- Οι τιμές των συσκευών είναι σχεδόν ίδιες αλλά είναι ενδεικτικές και μπορεί να αλλάξουν ανάλογα με τον προμηθευτή.

- Οι **τιμές** των συσκευών είναι ενδεικτικές και δεν μπορούν να αποτελούν αντικείμενο σύγκρισης για τους ακόλουθους λόγους:
    - ❖ Διαφέρουν ανάλογα με τον προμηθευτή.
    - ❖ Εξαρτώνται αν υπάρχουν διαθέσιμες στην Ελληνική αγορά.
    - ❖ Υπάρχουν τιμολογιακές ή ποσοτικές εκπτώσεις που αφορούν επαγγελματίες ή ιδιώτες.

Οι περισσότερες εταιρίες παραγωγής ηλεκτρολογικού υλικού που παράγουν προϊόντα σύμφωνα με το πρωτόκολλο KNX έχουν στην γκάμα τους τουλάχιστον μία οθόνη αφής . Υπάρχει αρκετά μεγάλη ποικιλία ως προς τα χαρακτηριστικά των οθονών σε ίντσες , σε τιμή , σε δυνατότητες ακόμα και σε λειτουργικά συστήματα π.χ μερικές οθόνες έχουν android ή ακόμα και windows. Εκτός από τις οθόνες αφής για την οπτικοποίηση μια εγκατάστασης KNX υπάρχει και μεγάλη ποικιλία σε server που διαφέρουν επίσης αρκετά μεταξύ τους ως προς τις τιμές και τις λειτουργίες τους.

4.6 Σύνθετες Λύσεις Οπτικοποίησης

Το KNX είναι ένα πρωτόκολλο το οποίο προσαρμόζεται πολύ καλά στις νέες προτιμήσεις της αγοράς και στις ανάγκες των χρηστών. Όλοι οι τρόποι επικοινωνίας (διεπαφή) μεταξύ του χρήστη και της ηλεκτρικής εγκατάστασης συνυπάρχουν σήμερα στα συστήματα KNX. Η διεπαφή συνεχώς εξελίσσεται , ξεκίνησε από την χρήση κουμπιών με LED στη συνέχεια εξελίχθηκε στη χρήση μικρών οθονών καθώς και στην χρήση smartphones και tablet . Τα τελευταία χρόνια ο φωνητικός έλεγχος και οι έξυπνοι βοηθοί είναι μια διεπαφή χρήστη που έχει ενσωματωθεί σε αρκετές νέες συσκευές KNX. Οι τρεις βασικές λύσεις που αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο μέρος του μεριδίου αγοράς για λύσεις έξυπνων βοηθών είναι το Apple (HomeKit), η Amazon (Alexa) και η Alphabet (Google Home). Αυτοί οι βοηθοί προσφέρουν στον χρήστη μια αυτόματη απεικόνιση μέσω των εφαρμογών τους και τη δυνατότητα δημιουργίας αυτοματισμών με απλό και διαισθητικό τρόπο. Επιτρέπουν επίσης την ενσωμάτωση άλλων συστημάτων όπως κάμερες ασφαλείας, μετεωρολογικούς αισθητήρες κ.λπ. Οι έξυπνοι βοηθοί έχουν πολλά πλεονεκτήματα και προσφέρουν λειτουργίες οι οποίες δεν περιορίζονται μόνο σε εντολές ή ερωτήματα μέσω φωνής. Παρόλου αυτά έχουν και αρκετά μειονεκτήματα. όσον αφορά τον αριθμό των συσκευών με τις οποίες είναι συμβατές [7, p. 490].



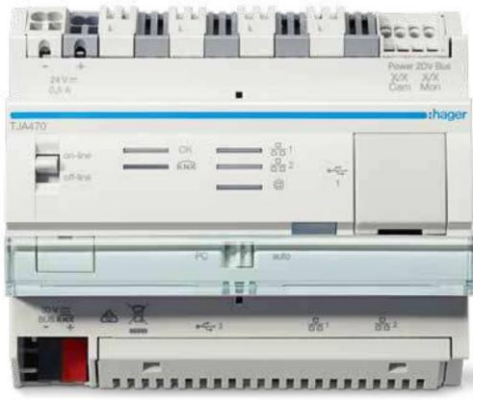
Εικόνα 135. Παραδείγματα συσκευών που επιτρέπουν την ενσωμάτωση συστημάτων KNX με ευφυείς βοηθούς [7, p. 490].

Παρακάτω παρουσιάζονται και άλλες λύσεις οπτικοποίησης που υπάρχουν στο εμπόριο .

Μία συσκευή η οποία συνδυάζει την οπτικοποίηση με τον φωνητικό έλεγχο είναι ο server **domovea** της εταιρίας **hager** ο οποίος συγκεντρώνει πολλές νέες λειτουργίες και χαρακτηριστικά. Η συγκεκριμένη συσκευή καταλαμβάνει χώρο 6 στοιχείων στον πίνακα. Διατίθενται στην αγορά σε δυο εκδόσεις στο domovea basic (Λιανική τιμή καταλόγου χωρίς ΦΠΑ 921,12 ευρώ) που αφορά για απλές έξυπνες οικιακές εφαρμογές, κατάλληλες για κατοικίες και το domovea expert (Λιανική τιμή καταλόγου χωρίς ΦΠΑ 1614,15 ευρώ) που αφορά πιο περίπλοκες έξυπνες οικιακές εφαρμογές, κατάλληλες για κατοικίες αλλά και μικρά εμπορικά κτίρια [40].

Ο server δίνει την δυνατότητα :

- Της οπτικοποίησης της εγκατάστασης KNX σε smartphone, tablet ή PC
- Συνδέει το Internet of Things με το KNX. Δηλαδή πραγματοποιεί την ενοποίηση των IoT συσκευών στο σύστημα με απλό τρόπο μέσω του ενσωματωμένου IoT Controller. Παραδείγματα τέτοιων εφαρμογών είναι το Amazon Echo, Google Home, Sonos, Philips Hue, Netatmo και άλλα.
- Συνδέει πολυάριθμες cloud υπηρεσίες με τις KNX λειτουργίες. Η παρεχόμενη υπηρεσία IFTTT **(If this then that)** της συσκευής επιτρέπει τη δημιουργία πολλών έξυπνων λειτουργιών μέσω cloud εφαρμογών. Για παράδειγμα, ο KNX φωτισμός μπορεί να συνδυαστεί με την τρέχουσα τοποθεσία της κατοικίας ή μια πρόβλεψη καιρού να μπορεί να ρυθμίσει την θέρμανση.



Εικόνα 136. Συσκευή domovea expert TJA470 της εταιρίας HAGER

Η συσκευή domovea expert δίνει επιπλέον τη δυνατότητα :

- Της ενσωμάτωσης του συστήματος θυροτηλεόρασης.
- Της εισαγωγής στο σύστημα KNX 10 ελεγκτών θερμοκρασίας.
- Του ελέγχου μέχρι 50 IP καμερών στην εγκατάσταση KNX.
- Της δημιουργίας πολύπλοκων σεναρίων (λογικών πράξεων).

- Της απομακρυσμένης πρόσβασης για τον προγραμματισμό και την συντήρηση του domovea μέσω ETS και όχι μόνο τοπικά.

Ένα ακόμα πλεονέκτημα της παραπάνω συσκευής όπως και για όλες τις συσκευές KNX είναι ότι ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιεί όλες τις δυνατότητες των υπηρεσιών cloud χωρίς όμως να εξαρτάται από αυτές. Αυτό συμβαίνει επειδή η υποδομή του έξυπνου κτιρίου KNX λειτουργεί ως ένα αποκεντρωμένο σύστημα ακόμη και χωρίς Internet ή απομακρυσμένη πρόσβαση. Σε σύγκριση με συστήματα που βασίζονται αποκλειστικά σε cloud εφαρμογές για να λειτουργήσουν, η εγκατάσταση KNX παραμένει ενεργή ώστε το κτίριο να παραμείνει λειτουργικό ακόμη και όταν το τοπικό δίκτυο δεν λειτουργεί .

Μία άλλη σύνθετη συσκευή είναι ο sever **1Home Server KNX** της εταιρίας **1Home Solutions GmbH** με πολλές εφαρμογές, φωνητικούς οδηγούς, προηγμένη λογική μονάδα, ασφαλή απομακρυσμένο προγραμματισμό & άμεση ενσωμάτωση αρκετών συσκευών IoT μέσω Matter. Είναι μία συσκευή για τον έλεγχο των δύο μεγαλύτερων ανοικτών συστημάτων έξυπνου σπιτιού του **KNX** και του **Matter** [41]**.** (Τιμή Ελλάδας με ΦΠΑ 494.76 ευρω)



Εικόνα 137. Συσκευή 1Home Server KNX της εταιρίας 1Home Solutions GmbH

Το **Matter** με λίγα λόγια είναι ένα νέο πρότυπο διασύνδεσης έξυπνου σπιτιού που έχει σχεδιαστεί για να προσφέρει πλήρη διαλειτουργικότητα σε συσκευές από διαφορετικούς κατασκευαστές. Πριν από το Matter, ο έλεγχος των έξυπνων συσκευών πραγματοποιούνταν αποκλειστικά μέσω των δικών τους εφαρμογών . Αυτό σήμαινε ότι οι συσκευές από την Apple, για παράδειγμα, δεν μπορούσαν πάντα να συνεργαστούν με συσκευές από την Google ή την Amazon.

Το Matter λύνει αυτό το πρόβλημα δημιουργώντας μια κοινή γλώσσα για τις έξυπνες συσκευές. Αυτό σημαίνει ότι οι συσκευές που φέρουν την ετικέτα Matter θα μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους, ανεξάρτητα από τον κατασκευαστή ή την πλατφόρμα. Ο αριθμός των προϊόντων που είναι συμβατά με το Matter αυξάνεται συνεχώς . Παρακάτω ακολουθούν ενδεικτικά μερικά παραδείγματα συσκευών συμβατά με το πρότυπο matter:

Φωτισμός:

- Amazon: Echo Glow, Smart Plug
- Google: Nest Hub Max, Nest Mini
- Philips Hue: White Ambiance Filament Bulb, Hue White Ambiance Dimmer Switch
- Sengled: Smart LED bulb, Smart LED light strip

Θερμανση:

- Ecobee: Smart Thermostat with Voice Control
- Nest: Learning Thermostat 3rd Gen

- Honeywell: Lyric T6 Wi-Fi Thermostat

Πρίζες:

- Amazon: Smart Plug
- Google: Nest Mini
- TP-Link: Kasa Smart Wi-Fi Plug

Αισθητήρες:

- Amazon: Smart Doorbell
- Google: Nest Cam Indoor
- Samsung: SmartThings Multipurpose Sensor

Ρομποτικές σκούπες:

- iRobot: Roomba i7+
- Ecovacs: Deebot X1 Omni
- Roborock: S7 MaxV Ultra

Τηλεοράσεις:

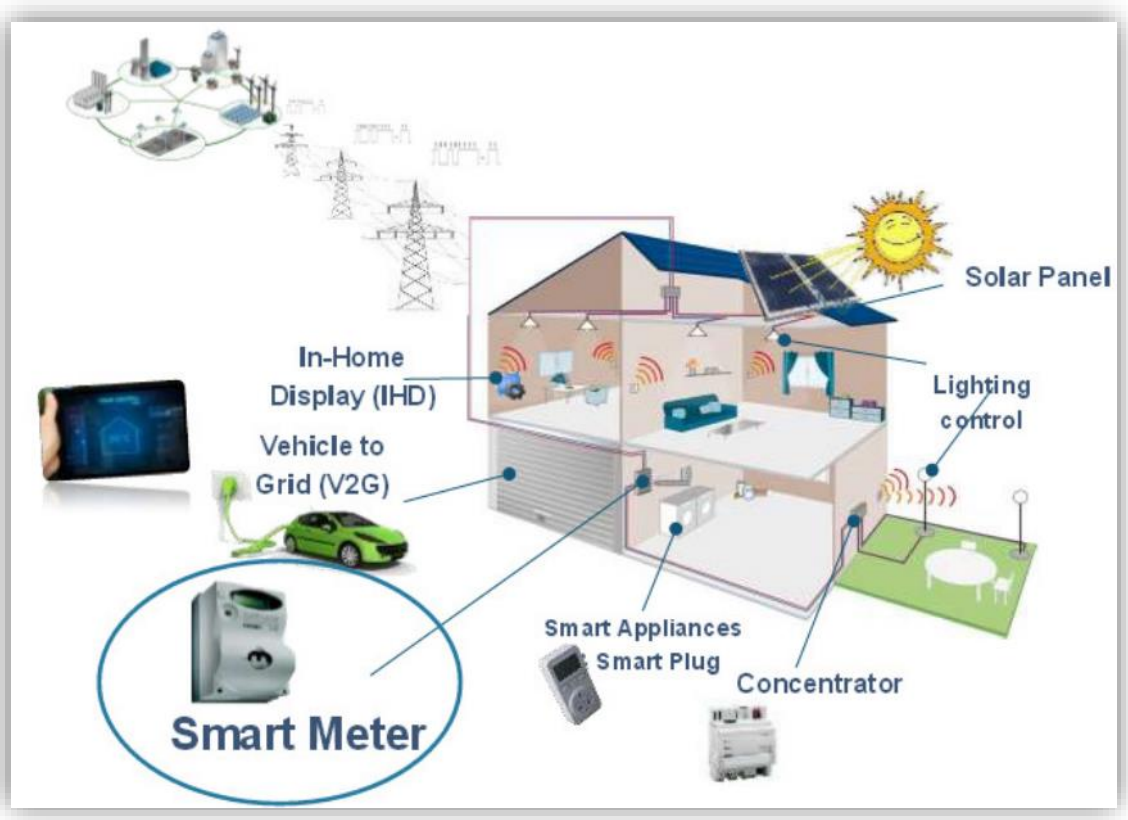
- Samsung: QLED 8K Smart TV
- LG: C2 OLED Smart TV
- TCL: Roku TV 6-Series

5. Αποτελεσματική Διαχείριση Ηλεκτρικής Ενέργειας με το πρωτόκολλο KNX

5.1 Αναγκαιότητα Διαχείρισης Ηλεκτρικής Ενέργειας σε μια κατοικία

Η αυξανόμενη εξάρτηση των σύγχρονων κατοικιών από την ηλεκτρική ενέργεια, λόγω της ευρείας υιοθέτησης τεχνολογιών όπως οι αντλίες θερμότητας και τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, έχει καταστήσει την αποτελεσματική διαχείριση της ενεργειακής κατανάλωσης πιο κρίσιμη από ποτέ. Με την μέση ετήσια κατανάλωση αρκετών νοικοκυριών συχνά να αγγίζει τα 15.000 kWh, η βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης είναι πλέον απαραίτητη για τη μείωση των λογαριασμών ρεύματος και του περιβαλλοντικού αποτυπώματος. [42].

Η λύση είναι η πλήρης αυτοματοποίηση της διαχείρισης ενέργειας, εξαλείφοντας την ανάγκη για χειροκίνητες παρεμβάσεις. Ο χρήστης θα έχει τη δυνατότητα απομακρυσμένου ελέγχου και παρακολούθησης της εγκατάστασης, λαμβάνοντας ειδοποιήσεις σε πραγματικό χρόνο μέσω email ή κινητού. Επιπλέον, η διαχείριση θα περιλαμβάνει ολοκληρωμένη προστασία της εγκατάστασης, υπερβαίνοντας την απλή χρήση ασφαλειών. Εξελιγμένα συστήματα αυτοματισμού θα επιτρέπουν τον περιορισμό της ροής ισχύος ανάλογα με την τιμή αγοράς της ενέργειας και την παροχή κεντρικής ή ατομικής προστασίας φορτίων από υπερφόρτιση, υπέρταση και υπόταση.



Εικόνα 138. Smart Home [12]

Μια αξιόπιστη λύση για την αποτελεσματική διαχείριση της ενέργειας είναι η τεχνολογία KNX. Με ένα ευρύ φάσμα λειτουργιών, το KNX, μέσω της κατάλληλης διαμόρφωσης, και του προγραμματισμού , μπορεί να διευκολύνει τη ζωή των ενοίκων και να αυξήσει σημαντικά την ενεργειακή απόδοση.

Συγκεκριμένα η τεχνολογία KNX παρέχει τη δυνατότητα της **ενεργού διαχείρισης** της κατανάλωσης ενέργειας σε μια κατοικία μέσω του **αυτόματου ελέγχου** των ηλεκτρικών φορτίων, δηλαδή της ενεργοποίησης ή απενεργοποίησης ορισμένων συσκευών ανάλογα με συγκεκριμένα κριτήρια. Αυτό επιτυγχάνεται με την επικοινωνία αισθητήρα-ενεργοποιητή. Για παράδειγμα ένας μετρητής ενέργειας (αισθητήρας) συλλέγει συνεχώς δεδομένα για την κατανάλωση και τα στέλνει σε μια λογική πύλη ή σε μια μονάδα διαχείρισης ενέργειας. Η μονάδα συγκρίνει τα δεδομένα κατανάλωσης με ένα προκαθορισμένο όριο (σημείο ρύθμισης) και αν η κατανάλωση υπερβαίνει το όριο, η μονάδα απενεργοποιεί συγκεκριμένα φορτία (π.χ. μειώνει τη θέρμανση, απενεργοποιεί μη απαραίτητα φώτα) για να μειώσει την συνολική κατανάλωση.

Σενάρια που παρουσιάζονται

Στην επόμενη ενότητα παρουσιάζονται κάποια προτεινόμενα **ενεργειακά σενάρια** με την βοήθεια του πρωτοκόλλου KNX.

Το πρώτο παράδειγμα αναφέρεται στον έλεγχο ενός φορτίου με ένα όριο ισχύος και την προστασία του θέτοντας όρια στο ρεύμα και την τάση. Το συγκεκριμένο ενεργειακό σενάριο εφαρμόζεται στην υφιστάμενη εκπαιδευτική πινακίδα του εργαστηρίου.

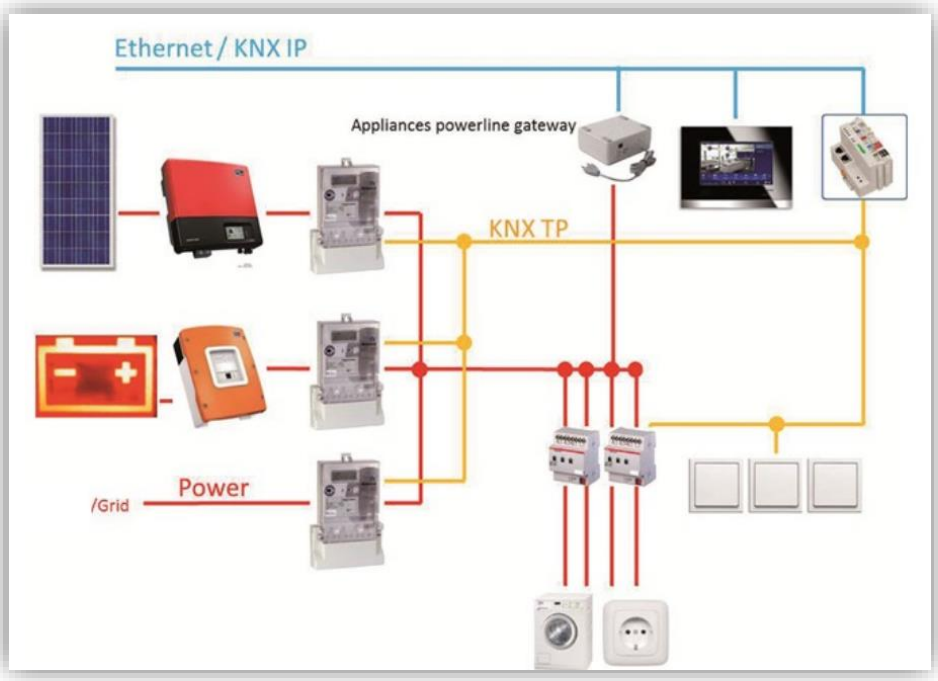
Ενώ στα επόμενα παραδείγματα γίνεται και αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας με την τοποθέτηση ενός διασυνδεμένου Φ/Β συστήματος με σκοπό τη μείωση της εξάρτησης από τα συμβατικά καύσιμα και την ενεργειακή αυτονομία των κατοικιών.

Η αυξανόμενη διείσδυση των Φ/Β συστημάτων στις κατοικίες, σε συνδυασμό με την υιοθέτηση εξελιγμένων συστημάτων αυτοματισμού όπως το KNX, δημιουργεί νέες δυνατότητες για την αποτελεσματική διαχείριση της ηλεκτρικής ενέργεια όπως για παράδειγμα όταν υπάρχει:

- **Υψηλή Παραγωγή Ενέργειας:** Όταν η παραγωγή ενέργειας από το φωτοβολταϊκό υπερβαίνει τις άμεσες ανάγκες και οι αποθηκευτικές μονάδες είναι πλήρεις, είναι απαραίτητο να καταναλωθεί άμεσα το πλεόνασμα. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω:
    - **Φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων:** Εκμετάλλευση της φθηνής ενέργειας για τη φόρτιση των ηλεκτρικών οχημάτων.
    - **Λειτουργίας αντλιών θερμότητας:** Χρήση της πλεονάζουσας ενέργειας για τη θέρμανση χώρων ή την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.
    - **Ενεργοποίησης ενεργοβόρων συσκευών:** Εκμετάλλευση της ευκαιρίας για την εκτέλεση εργασιών πλυντηρίου, στεγνωτηρίου κ.λπ.

- **Χαμηλή Παραγωγή Ενέργειας:** Σε περιόδους χαμηλής παραγωγής ή εκφόρτισης των αποθηκευτικών μονάδων, απαιτείται η προσαρμογή της κατανάλωσης με την :
    - **Διακοπή μη απαραίτητων φορτίων:** Αυτόματη διακοπή της φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων ή της λειτουργίας αντλιών θερμότητας.
    - **Ρύθμιση κλιματισμού και φωτισμού:** Μετάβαση σε οικονομικές ρυθμίσεις για τον κλιματισμό και μείωση της έντασης του φωτισμού.

.



Εικόνα 139. Τοπολογία Ηλεκτρικής Εγκατάστασης KNX [7]

5.2 Πραγματικά Σενάρια διαχείρισης ενέργειας σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση KNX

Το πρώτο παράδειγμα αφορά μια απλή διαχείριση φορτίου σε υφιστάμενη εκπαιδευτική πινακίδα με υλικά KNX που υπάρχει στο εργαστήριο Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων του τμήματος Ηλεκτρολόγων [6, p. 161], ενώ τα επόμενα αναφέρονται σε μια κατοικία που διαθέτει ηλεκτρική εγκατάσταση KNX και διασυνδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα.

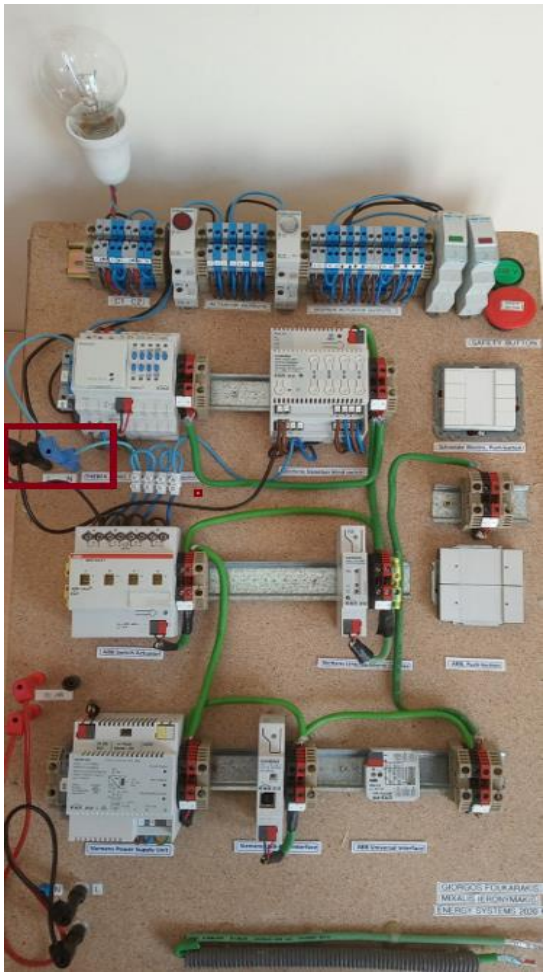
Γενικά τα στάδια που ακολουθούνται για την δημιουργία ενός KNX έργου στο ETS πρόγραμμα είναι τα εξής [6, p. 170]:

- Δημιουργία Νέου Έργου
- Προσθήκη Συσκευών
- Παραμετροποίηση συσκευών
- Δημιουργία Διευθύνσεων ομάδων
- Σύνδεση των bus συνδρομητών
- Φόρτιση ατομικών διευθύνσεων και μεταφορά των προγραμμάτων εφαρμογής καθώς και φόρτιση προγράμματος στο έργο

5.2.1 Παράδειγμα ελέγχου φορτίου σε εκπαιδευτική πινακίδα με υλικά KNX

Τα υλικά που βρίσκονται τοποθετημένα στην εκπαιδευτική πινακίδα του εργαστηρίου είναι τα εξής [6, p. 181]:

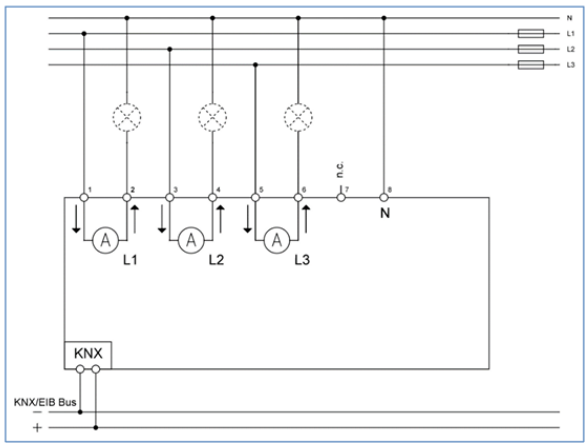
1) Power Supply Unit N 125/02 160 mA, Siemens
2) Push-button 2-gang, ABB, 6126/01-84-500
3) Push-button 4-gang, MTN617419, Schneider Electric
4) Switch Actuator SA/S 4.6.2.1, 4-fold, 6 A, ABB
5) USB-KNX Interface N148/12 SIEMENS
6) THEBEN/ DMG 2 T KNX DIMMER
7) UNIVERSAL Interface US/U 4.2 ABB
8) LINE/BACKBONE COUPLER N140/03
9) Μπουτόν Διπλό ABB 6126/01-84-500



Εικόνα 140.Εκπαιδευτική Πινακίδα του εργαστηρίου με υλικά KNX [6, p. 162]

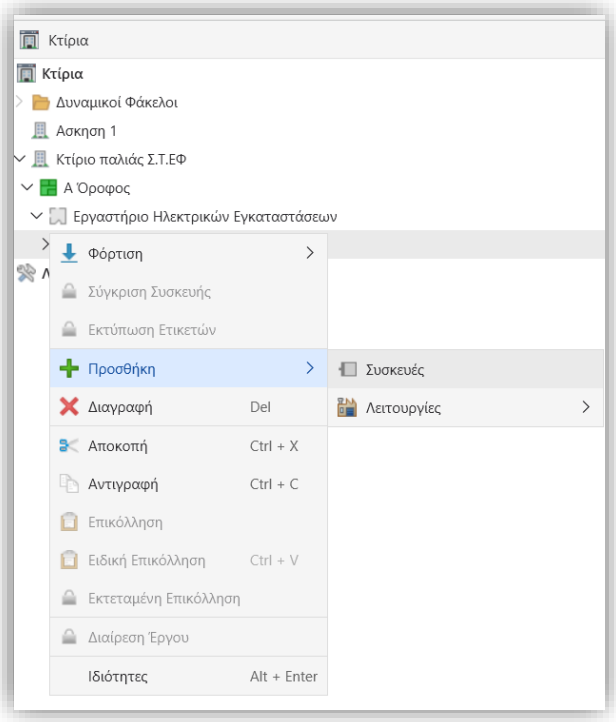
Για την αναβάθμιση των λειτουργιών της πινακίδας ως προς την μέτρηση (ενέργεια, ισχύς, ένταση ρεύματος , τάση) και για την δημιουργία ενεργειακών σεναρίων από τους φοιτητές προτείνεται να τοποθετηθεί στην είσοδο της τροφοδοσίας ένας μετρητής KNX με σκοπό την εκμάθηση του συγκεκριμένου πρωτοκόλλου.

Στο πρώτο παράδειγμα παρακάτω χρησιμοποιείται ο αμφίδρομος μετρητής MDT Energy Meter EZ-0320.01. με μικρό κόστος (215 περίπου ευρώ) για απευθείας μέτρηση μέχρι 20 A ανά φάση χωρίς την χρήση μετασχηματιστών ρεύματος .

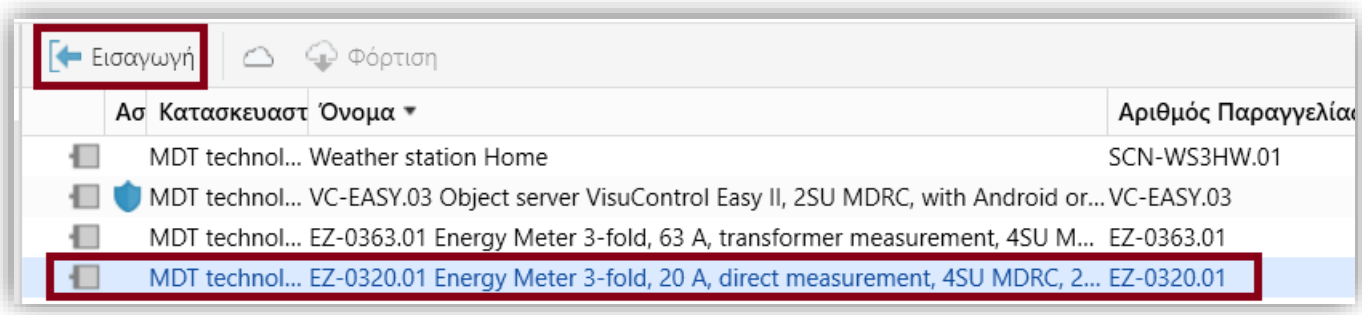


Εικόνα 141. Συνδεσμολογία μετρητή MDT Energy Meter EZ-0320.01 [20]

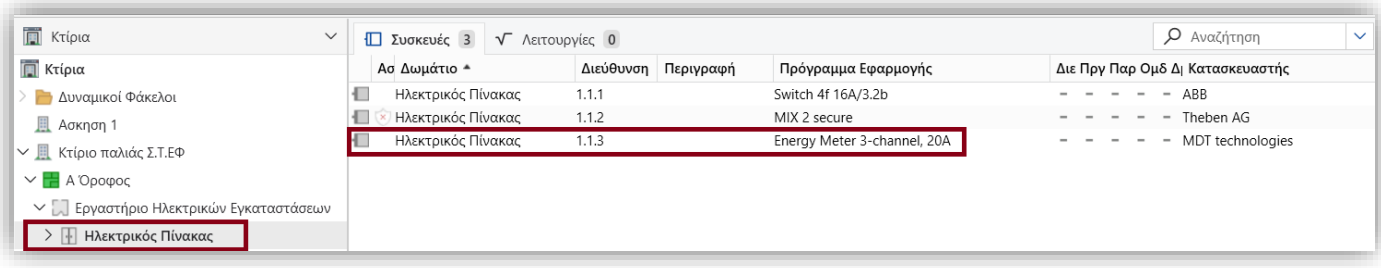
Στο υπάρχον έργο με την βοήθεια του ETS θα προστεθεί ο μετρητής. Στις παρακάτω εικόνες φαίνεται η προσθήκη του μετρητή στο έργο που ονομάζεται Άσκηση 1 με αναλυτικά βήματα .



Εικόνα 142. Εισαγωγή μετρητή στο έργο



Εικόνα 143 . Επιλογή μετρητή EZ-0363 της εταιρίας MDT

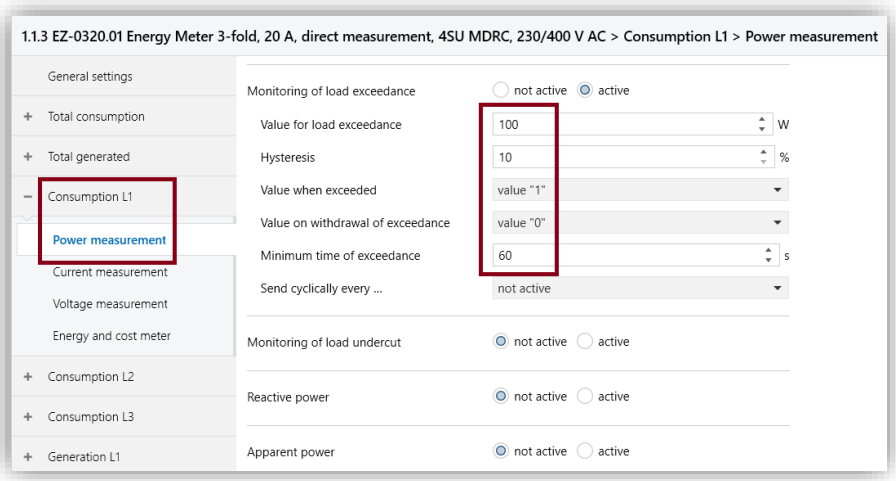


Εικόνα144. Προσθήκη του μετρητή στον ηλεκτρικό πίνακα

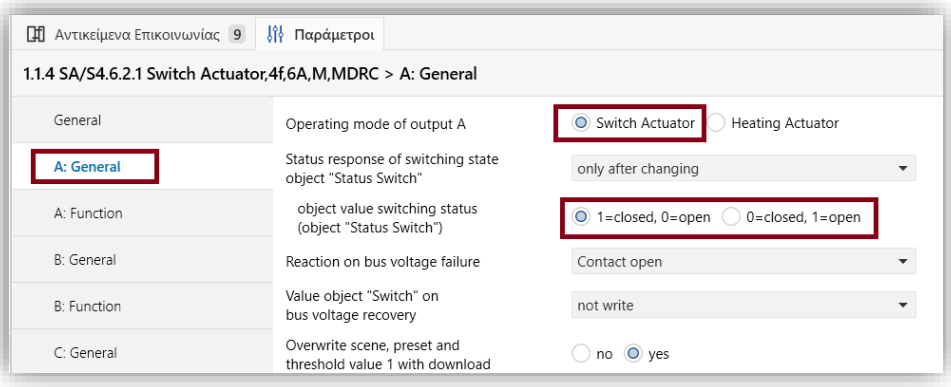
5.2.1.2. Αυτόματη Διαχείριση ενός φορτίου θέτοντας ένα όριο ισχύος

Στην συνέχεια ακολουθεί η ρύθμιση των συσκευών με την βοήθεια του ETS. Σύμφωνα με την παρακάτω παραμετροποίηση όταν η καταναλισκόμενη πραγματική ισχύς στην φάση L1 σε μια χρονική στιγμή της ημέρας ξεπεράσει τα 100 W και συνεχιστεί η υπέρβασή για τουλάχιστον 60 δευτερόλεπτα τότε θα απενεργοποιηθεί η έξοδος Α του ενεργοποιητή. Επομένως το φορτίο που είναι συνδεμένο στην έξοδο Α θα σταματήσει να

τροφοδοτείται με ηλεκτρική ενέργεια. Αν η ισχύς μειωθεί κάτω από 100 W τότε αυτόματα το φορτίο θα ενεργοποιηθεί . Το όριο των 100 W είναι ενδεικτικό αλλάζει μέσω του προγραμματισμού και ορίστηκε με βάση του φορτίου της πινακίδας για να πραγματοποιηθούν μελλοντικές δοκιμές . Συνδέοντας παράδειγμα στις εξόδους του ενεργοποιητή τέσσερις κατάλληλους λαμπτήρες με την ταυτόχρονη ενεργοποίηση τους το όριο της ισχύος θα ξεπερνά τα 100 W και θα απενεργοποιείται ο λαμπτήρας της εξόδου Α. Εάν σβήσει κάποιος λαμπτήρας από τις άλλες εξόδους (B,C,D) θα ενεργοποιείται αυτόματα η έξοδος Α .

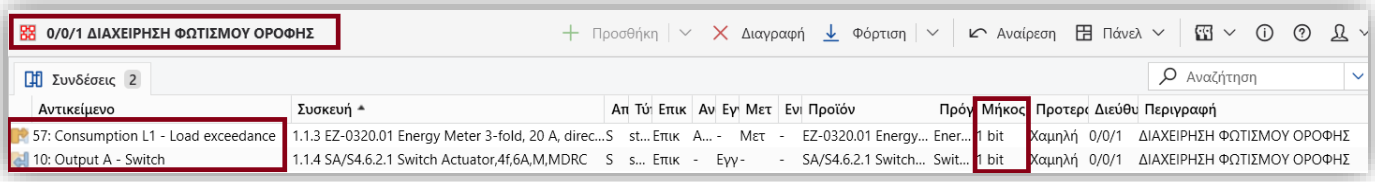


Εικόνα 145. Παραμετροποίηση του μετρητή EZ-0363.01



Εικόνα 146. Παραμετροποίηση του switch actuator SA/S4.6.2.1

Για το παραπάνω σενάριο έχει δημιουργηθεί η διεύθυνση ομάδας 0/0/1 (Διαχείριση Φωτισμού Οροφής) στην οποία το αντικείμενο επικοινωνίας 57 του μετρητή θα στείλει στον δίαυλο την τιμή ¨0¨ όταν ενεργοποιηθεί η παραπάνω συνθήκη με αποδεκτή το αντικείμενο επικοινωνίας 10 του ενεργοποιητή με αποτέλεσμα το άνοιγμα της επαφής. Όταν σταματήσει να ισχύει η συνθήκη τότε θα σταλεί η τιμή ¨1¨ στον actuator με αποτέλεσμα το κλείσιμο της επαφής και την ενεργοποίηση του φορτίου.



Εικόνα 147. Διεύθυνση ομάδας 0/0/1 του πρώτου σεναρίου

Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι ο μετρητής έχει ρυθμιστεί μόνο για την διαχείριση του φορτίου. Σε περίπτωση που θα χρειαστεί απεικόνιση των τιμών καταναλισκόμενης ενέργειας, ισχύος καθώς και άλλων

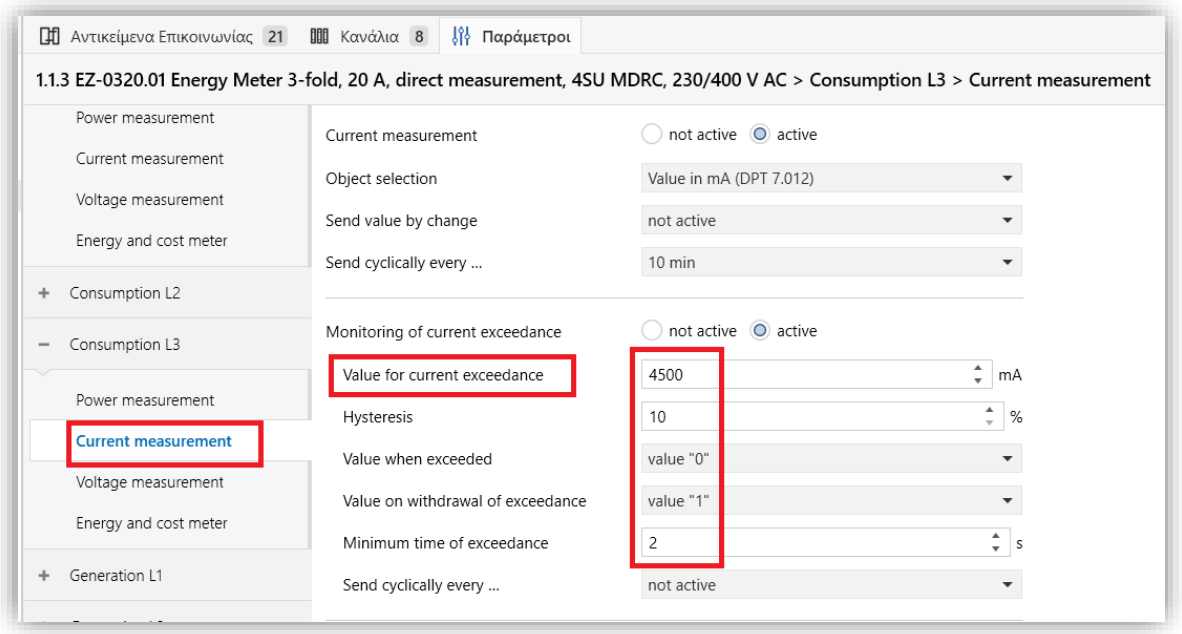
ηλεκτρικών μεγεθών απαιτείται η τοποθέτηση μιας συσκευής απεικόνισης . Χαρακτηριστικά των συσκευών απεικόνισης αναφέρονται στο προηγούμενο κεφάλαιο.

5.2.1.3. Αυτόματη Διαχείριση ενός ευαίσθητου φορτίου θέτοντας όρια στο ρεύμα και την τάση

Ο μετρητής που προτείνεται στην παραπάνω πινακίδα , με την κατάλληλη διαμόρφωση μπορεί να λειτουργήσει ως ρυθμιζόμενος διακόπτης υπερέντασης, υπέρτασης και υπότασης. Στο παράδειγμα που ακολουθεί στην έξοδο D του Switch Actuator SA/S 4.6.2.1 συνδέεται ένα ευαίσθητο σε μεταβολές φορτίο στην φάση L3 . Ένας κινητήρας 1 hp=746W με συνφ=0,8 , απορροφά ρεύμα έντασης περίπου I=4,05 A στην κανονική του λειτουργία.

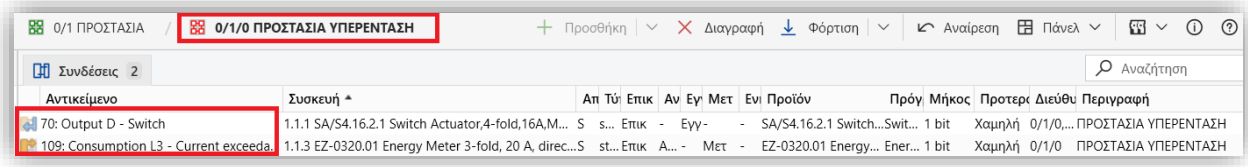
Παρακολούθηση υπέρβασης ρεύματος.

Στην παρακάτω παραμετροποίηση ενεργοποιείται η παρακολούθηση υπέρβασης ορίου στα 4500 mA = 4,5A με υστέρηση 10% και ελάχιστο χρόνο καθυστέρησης ενεργοποίησης τα 2 δευτερόλεπτα λόγω μεταβατικών φαινομένων κατά την εκκίνηση . Όταν για κάποιο λόγο συμβεί το σενάριο της υπερέντασης, θα σταλεί η τιμή 0 μέσω ενός τηλεγραφήματος με αποδέκτη την έξοδο D του ενεργοποιητή που στα άκρα του έχει συνδεθεί ο συγκεκριμένος κινητήρας με σκοπό την απενεργοποίηση του.



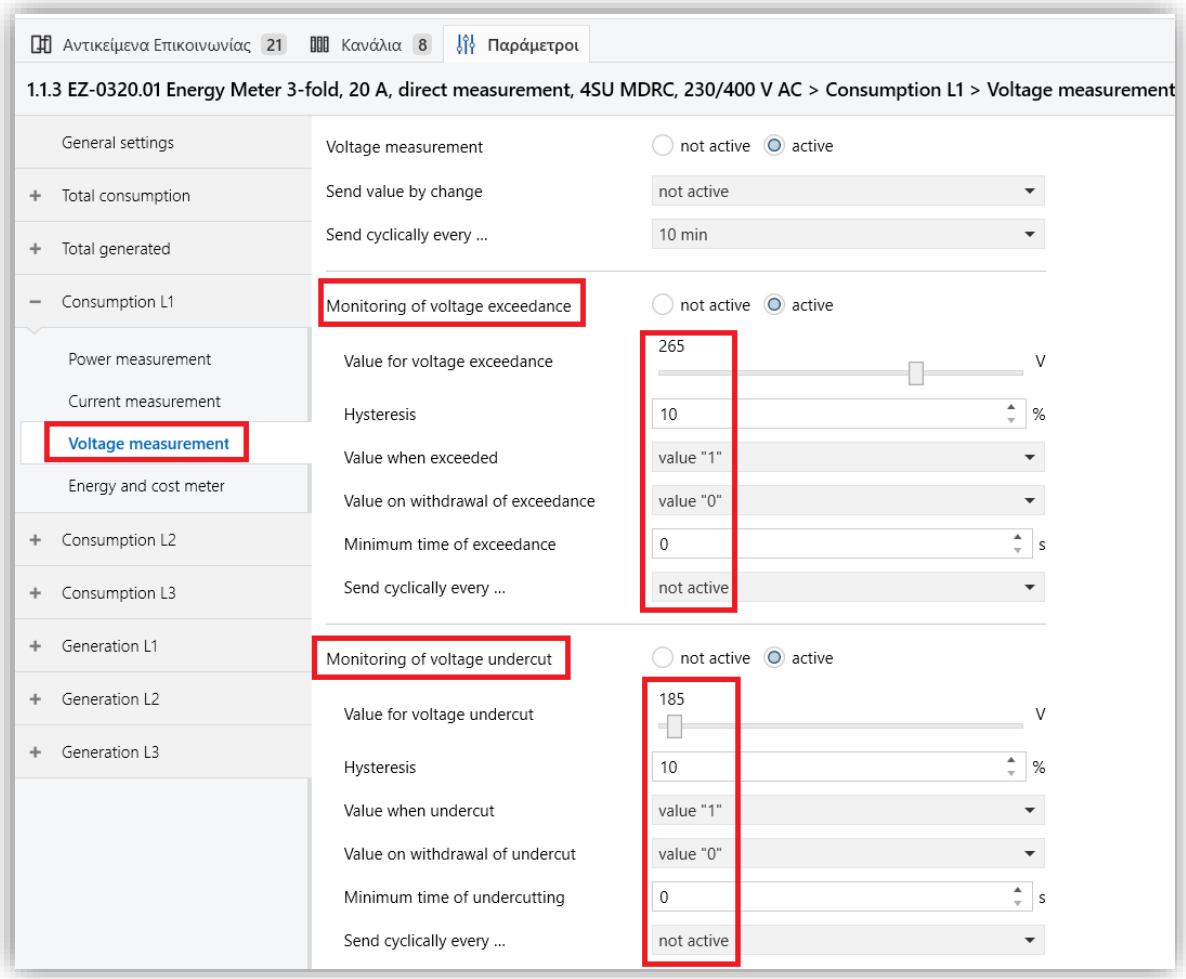
Εικόνα 148. Μέτρηση Έντασης Ρεύματος- Όριο υπερέντασης

Για το παραπάνω σενάριο έχει δημιουργηθεί η διεύθυνση ομάδας 0/1/0.



Εικόνα 149. Διεύθυνση ομάδας 0/1/0- Προστασία Υπερέντασης

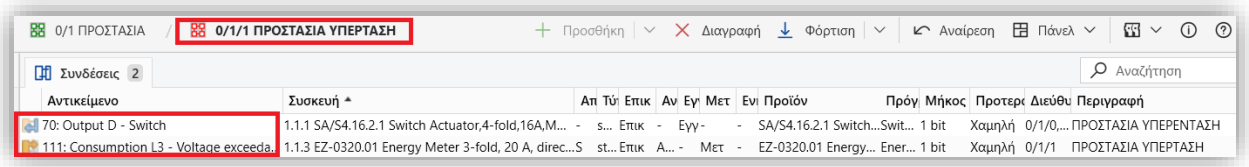
Επίσης ορίστηκαν όρια άνω και κάτω όριο τιμής της τάσης . Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η διαμόρφωση του μετρητή .



Εικόνα 150. Μέτρηση Τάσης - Όριο υπέρτασης- Όριο υπότασης

Παρακολούθηση άνω ορίου τάσης (υπέρταση)

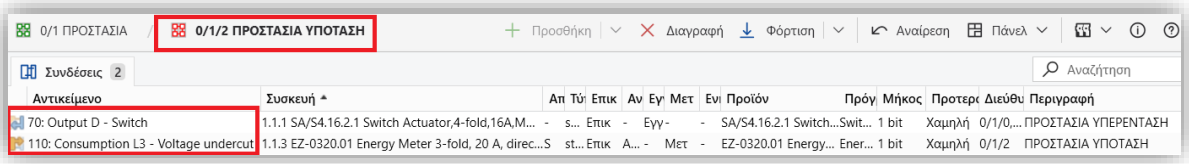
Το όριο της υπέρτασης ορίζεται στα **230+15% =265 V** και είναι η τιμή πάνω από την οποία πρέπει να εκτελεστεί το σενάριο απενεργοποίησης του φορτίου . Με την "υστέρηση", το όριο ενεργοποίησης του φορτίου μπορεί να μετατοπιστεί. Επομένως το φορτίο θα ενεργοποιηθεί πάλι όταν η τιμή της τάσης του μειωθεί στα **265-26,5=238,5 V** (τιμή ενεργοποίησης μείον υστέρηση 10%).



Εικόνα 151. Διεύθυνση ομάδας 0/1/1- Προστασία Υπέρτασης

Παρακολούθηση κάτω ορίου τάσης (υπόταση)

Το όριο της υπότασης ορίζεται στα **230 – 20%= 185 V** . και είναι η τιμή κάτω από την οποία πρέπει να εκτελεστεί το σενάριο απενεργοποίησης του φορτίου . Με την "υστέρηση", το όριο ενεργοποίησης του φορτίου μπορεί να μετατοπιστεί. Επομένως το φορτίο θα ενεργοποιηθεί πάλι όταν η τιμή της τάσης του αυξηθεί στα **185 + 18,5=203,5 V** (τιμή ενεργοποίησης + υστέρηση 10%).



Εικόνα 152. Διεύθυνση ομάδας 0/1/2- Προστασία Υπότασης

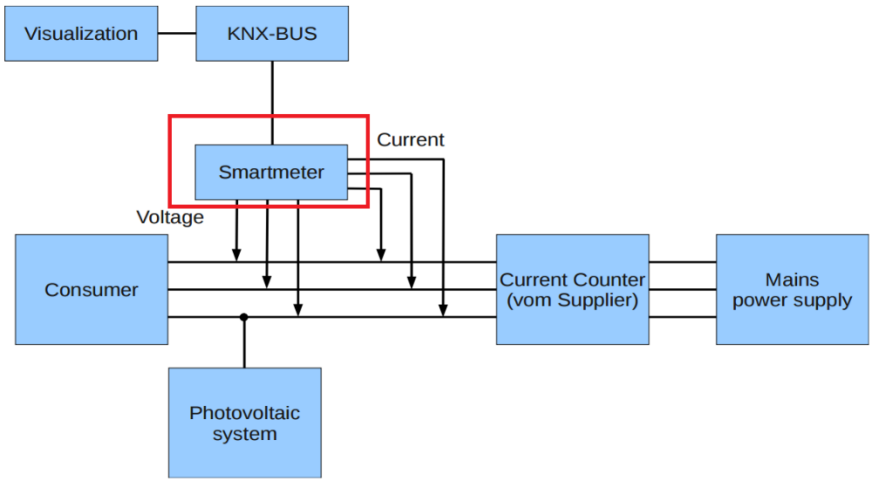
Όταν θα συμβεί ένα από τα δύο αυτά σενάρια (υπέρτασης ή υπόταση) θα σταλεί η τιμή 0 μέσω ενός τηλεγραφήματος με αποδέκτη την έξοδο D του ενεργοποιητή .

5.2.2 Παράδειγμα ελέγχου της πλεονάζουσας παραγόμενης ενέργειας με ένα όριο ισχύος

Στο δεύτερο παράδειγμα παρουσιάζεται μια απλή διαχείριση για τον έλεγχο δύο φορτίων με δυο όμως όρια ισχύος. Η λογική σε όλα τα παραδείγματα διαχείρισης ενέργειας παρακάτω είναι ότι μόνο η πλεονάζουσα παραγόμενη ενέργεια από το φωτοβολταϊκό σύστημα θα χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία πρόσθετων φορτίων .

Οι συσκευές που θα χρησιμοποιηθούν είναι:

1. Ο αμφίδρομος μετρητής ενέργειας KNX MDT Energy Meter EZ-0363.01 με φυσική διεύθυνση 1.1.2. Ο μετρητής όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα θα τοποθετηθεί στον κεντρικό πίνακα ανάμεσα στον μετρητή του προμηθευτή ενέργειας και στην ηλεκτρική εγκατάσταση (φορτίο+Φ/Β).
2. Ένας ενεργοποιητής φορτίων ο Switch Actuator SA/S 4.6.2.1, 4-fold, 6 A, ABB με φυσική διεύθυνση 1.1.5 με 4 εξόδους (υπάρχει στην εκπαιδευτική πινακίδα).
3. 2 Ρελέ ισχύος ράγας 16 A 230VAC 2NO.



Εικόνα 153. Τοποθέτηση μετρητή KNX

Ο μετρητής όπως δείχνει το παραπάνω σχήμα θα τοποθετηθεί στην είσοδο της εγκατάστασης σαν κύριος μετρητής και στην ουσία θα ενημερώνει για την τιμή της ισχύος. Όταν στην ηλεκτρική εγκατάσταση παράγεται περισσότερη ενέργεια από όση καταναλώνεται το πλεόνασμα ισχύος επιστρέφεται στο δίκτυο (Εγχέεται Ισχύς στο δίκτυο διανομής). Αντιθέτως όταν καταναλώνεται περισσότερη ενέργεια από όση παράγεται και η διαφορά καλύπτεται από το δίκτυο υπάρχει έλλειμμα ισχύος (απορροφάται ισχύς από το δίκτυο διανομής).

Ο ενεργοποιητής SA/S 4.6.1.2, θα τοποθετηθεί επίσης στον ηλεκτρικό πίνακα (4SU) για το έλεγχο δυο φορτίων με μέγιστο ρεύμα τα 6 A . Για τον έλεγχο φορτίων με μεγαλύτερη ισχύ (P ≥ 6*230 W) στις εξόδους του ενεργοποιητή του A (Output A) κα B (Output B) θα τοποθετηθούν ρελε ισχύος .

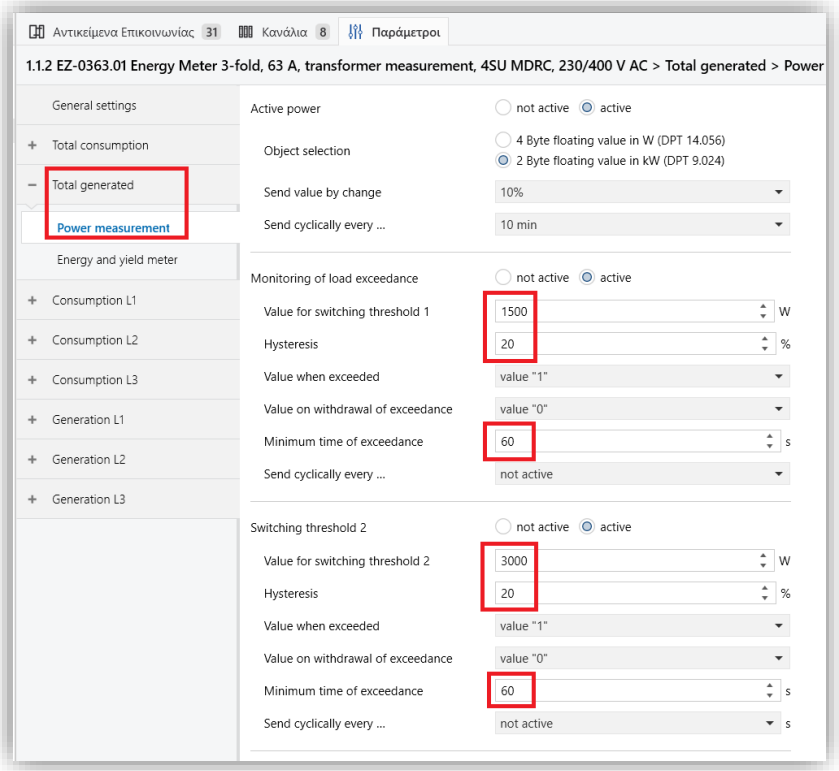


Εικόνα 154. Switch Actuator SA/S 4.6.2.1 , 4-fold, 6 A, της ABB

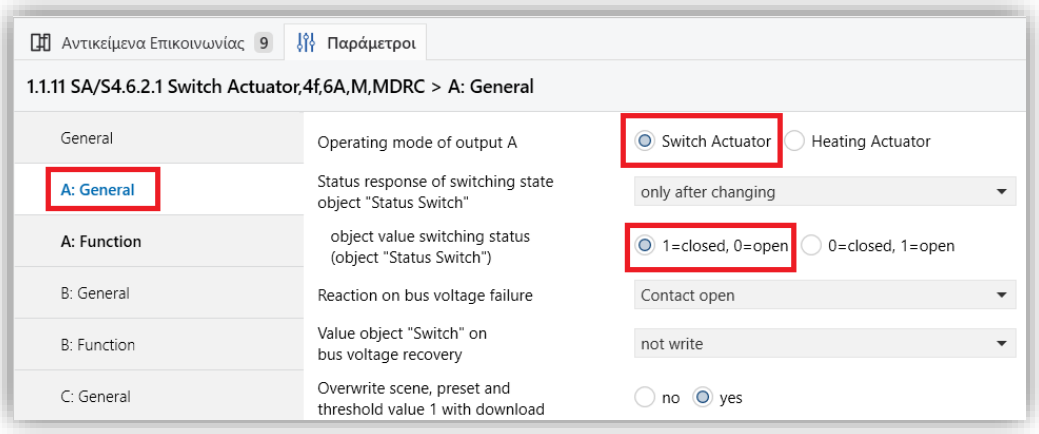
5.2.2.1. Αυτόματη Διαχείριση ενός φορτίου θέτοντας δύο όρια ισχύος

Σύμφωνα με την παρακάτω παραμετροποίηση όταν η πλεονάζουσα πραγματική ισχύς σε μια χρονική στιγμή της ημέρας ξεπεράσει τα 1500 W και συνεχιστεί η κατάσταση για τουλάχιστον 60 δευτερόλεπτα τότε θα ενεργοποιηθεί η έξοδος A του ενεργοποιητή και θα τροφοδοτηθεί το φορτίο 1 . Αν η πλεονάζουσα ισχύς μειωθεί στα 1500-300 (20% Υστέρηση)=1200 W τότε θα απενεργοποιηθεί η έξοδος A , άρα το φορτίο θα σταματήσει να τροφοδοτείται με ηλεκτρική ενέργεια.

Στην περίπτωση που η συνολική πλεονάζουσα πραγματική ισχύς σε μια χρονική στιγμή της ημέρας ξεπεράσει τα 3000 W και συνεχιστεί η κατάσταση για τουλάχιστον 60 δευτερόλεπτα μαζί με την έξοδο A θα ενεργοποιηθεί και η έξοδος B του ενεργοποιητή επομένως θα τροφοδοτηθεί ένα επιπλέον φορτίο . Το φορτίο 2 θα απενεργοποιηθεί όταν η πλεονάζουσα ισχύς μειωθεί 3000-600 (20% Υστέρηση)=2400 W

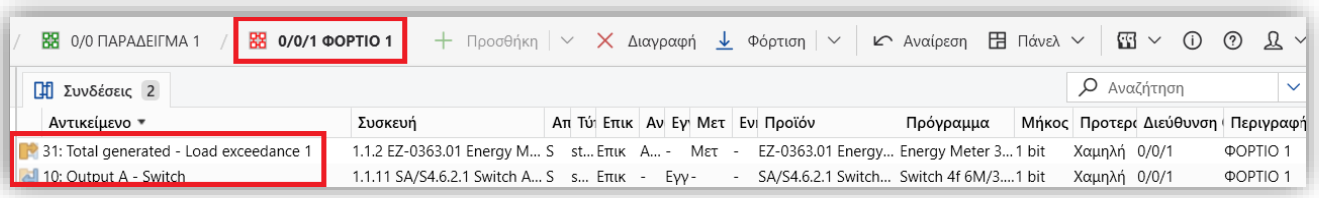


Εικόνα 155. Παραμετροποίηση του μετρητή EZ-0363.01



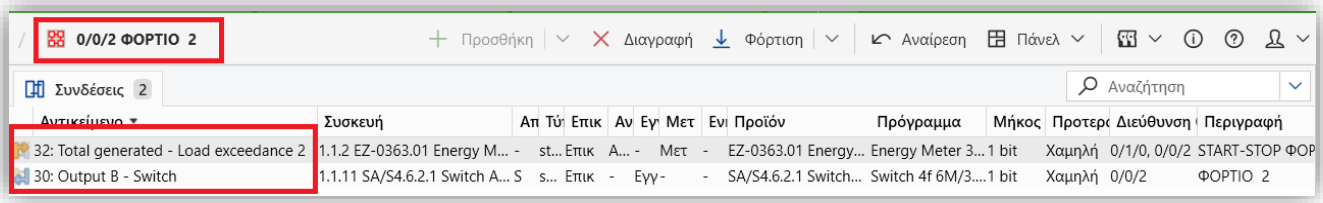
Εικόνα 156. Παραμετροποίηση του switch actuator SA/S 4.6.2.1

Για την περίπτωση πλεονάζουσας ισχύς > 1500 W έχει δημιουργηθεί η διεύθυνση ομάδας 0/0/1 (Φορτίο1) στην οποία το αντικείμενο επικοινωνίας 31 του μετρητή θα στείλει στον δίαυλο την τιμή ¨1¨ όταν ενεργοποιηθεί η παραπάνω συνθήκη με αποδεκτή το αντικείμενο επικοινωνίας 10 του ενεργοποιητή με αποτέλεσμα το κλείσιμο της επαφής. Όταν σταματήσει να ισχύει η συνθήκη τότε θα σταλεί η τιμή ¨0¨ στον actuator με αποτέλεσμα την διακοπή του φορτίου 1 με το άνοιγμα της επαφής του.



Εικόνα 157. Διεύθυνση ομάδας 0/0/1 του δεύτερου σεναρίου

Για την περίπτωση πλεονάζουσας ισχύς > 3000 W έχει δημιουργηθεί η διεύθυνση ομάδας 0/0/2 (Φορτίο 2) στην οποία το αντικείμενο επικοινωνίας 32 του μετρητή θα στείλει στον δίαυλο την τιμή ¨1¨ όταν ενεργοποιηθεί η παραπάνω συνθήκη με αποδεκτή το αντικείμενο επικοινωνίας 30 του ενεργοποιητή με αποτέλεσμα το κλείσιμο των επαφών. Όταν σταματήσει να ισχύει η συνθήκη τότε θα σταλεί η τιμή ¨0¨ στον actuator με αποτέλεσμα την διακοπή του φορτίου 2 με το άνοιγμα της επαφής του.



Εικόνα 158. Διεύθυνση ομάδας 0/0/2 του δεύτερου σεναρίου

5.2.3 Παράδειγμα Δυναμικής Φόρτισης Ηλεκτρικού Αυτοκινήτου.

Στο τρίτο παράδειγμα παρουσιάζεται η διαχείριση μονοφασικής φόρτισης ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου. Οι συσκευές που θα χρησιμοποιηθούν είναι:

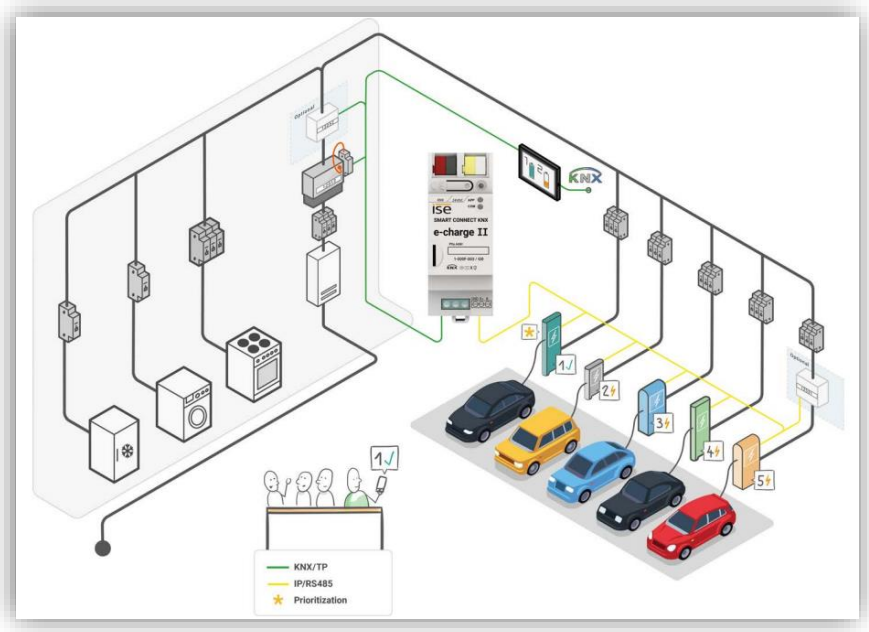
1. Ο αμφίδρομος μετρητής ενέργειας KNX MDT Energy Meter EZ-0363.01 με φυσική διεύθυνση 1.1.2. Στην συσκευή αυτή θα ενεργοποιηθεί το όριο της πλεονάζουσας παραγόμενης ισχύος στα 3.500 Watt.
2. Η πύλη SMART CONNECT KNX e-charge II της εταιρίας ise με φυσική διεύθυνση 1.1.3 η οποία θα αναλάβει την δυναμική φόρτιση του αυτοκινήτου μέσω του φορτιστή της ABB Terra AC.

Η συγκεκριμένη πύλη έχει την δυνατότητα να ενσωματώσει στο σύστημα KNX έως και πέντε συμβατά σημεία φόρτισης από διαφορετικούς κατασκευαστές. Επίσης η συσκευή είναι συμβατή με το KNX Secure προσφέροντας προστασία. Όλα τα σημεία φόρτισης μπορούν να συνδεθούν στην πύλη είτε με σύνδεση IP είτε με σύνδεση RS485 (Modbus) .



Εικόνα 159.Gateway SMART CONNECT KNX e-charge II

Η διαμόρφωση της δεν απαιτεί πρόσθετο λογισμικό γιατί μπορεί να πραγματοποιηθεί εξ ολοκλήρου στο πρόγραμμα ETS ή με πρόσβαση στον ιστότοπο της συσκευής (μέσω IP) από ένα πρόγραμμα περιήγησης ιστού .



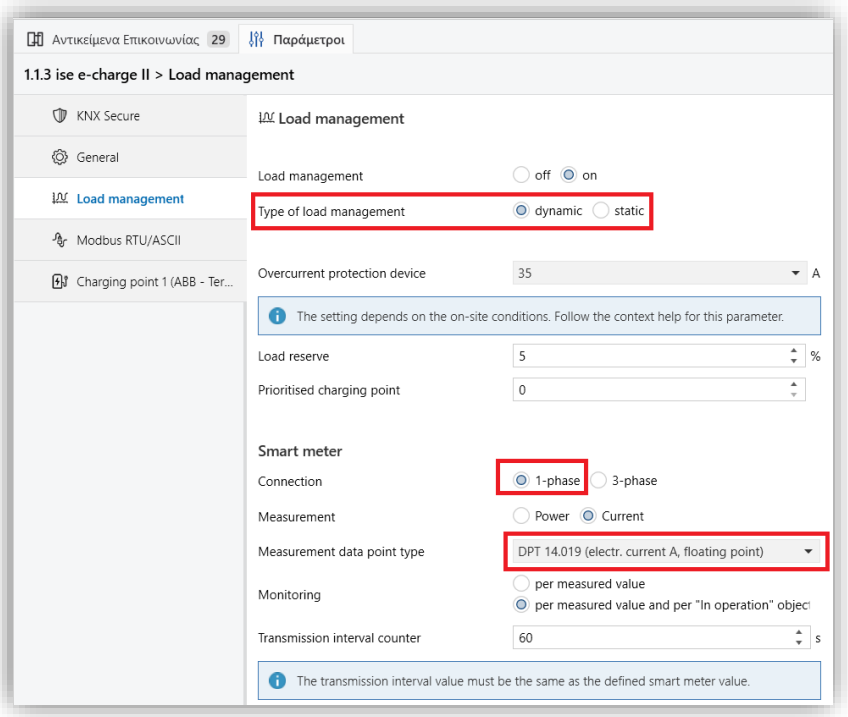
Εικόνα 160.Παράδειγμα εφαρμογής της Gateway SMART CONNECT KNX e-charge II

Το SMART CONNECT KNX e-charge II επιτρέπει στον διαχειριστή του τοπικού δικτύου (εγκατάστασης) να ελέγχει την κατανάλωση ενέργειας μειώνοντας το ρεύμα φόρτισης ή διακόπτοντας τη διαδικασία φόρτισης κατά τη διάρκεια περιόδων υψηλού φορτίου, προκειμένου να αποφευχθεί μια υπερφόρτιση στο δίκτυο.

Συγκεκριμένα η επιλογή της δυναμική διαχείριση φορτίου (DLM) που διαθέτει η συγκεκριμένη συσκευή συντονίζει το διαθέσιμο ρεύμα φόρτισης του αυτοκινήτου ανάλογα με το συνολικό ρεύμα φόρτισης στην κατοικία. Εάν μειωθεί η κατανάλωση τότε διατίθεται περισσότερη ενέργεια για τη φόρτιση του ηλεκτρικού οχήματος . Παρακάτω παρουσιάζεται η παραμετροποίηση της συσκευής για δυναμική διαχείριση φόρτιση με ένα μόνο σημείο φόρτισης ηλεκτρικού οχήματος .

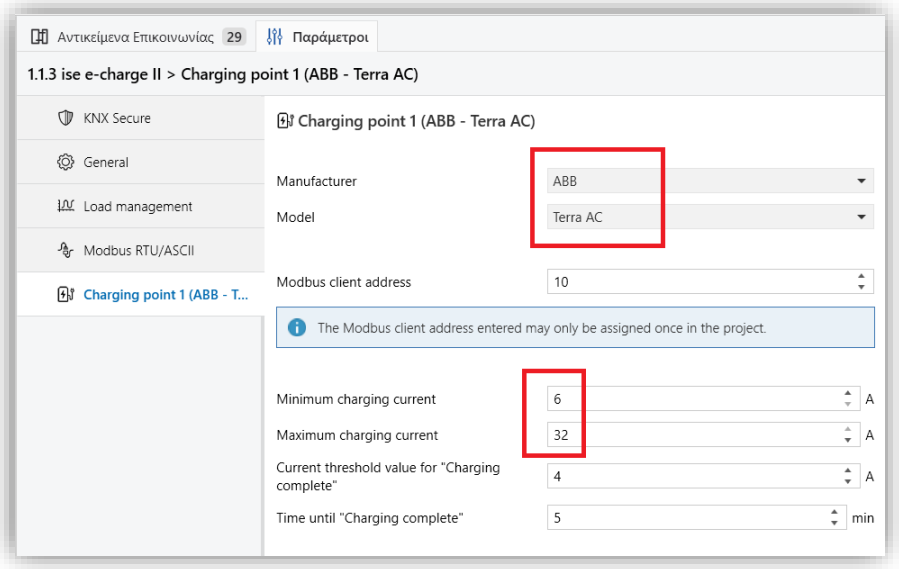
Στο παράδειγμα η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή ρεύματος που μοιράζεται στο σημείο φόρτισης και τους άλλους καταναλωτές της κατοικία έχει οριστεί στα 35 A (Νο 2 Τριφασική Παροχή ή Νο 3 Μονοφασική) για την αποφυγή

της υπερφόρτισης (υπερέντασης). Η εφεδρεία φορτίου (load reserve) έχει οριστεί στο 5% αυθαίρετά και σκοπό έχει να εμποδίσει τη συνολική κατανάλωση να φτάσει στο όριο της διαθέσιμης τρέχουσας τιμής, δηλαδή τα 35 A . Συνιστάται η χρήση της εφεδρείας φορτίου για να διασφαλιστεί ότι η κατανάλωση δεν θα φτάσει ποτέ στο όριο ισχύος. Άρα η μέγιστη επιτρεπόμενη τρέχουσα τιμή έντασης του ρεύματος διαμοιρασμού ορίζεται στα 35-5*35/100=35-1,75= 33,25 A λαμβάνοντας υπόψιν και την εφεδρεία φορτίου (Load reserve). Θεωρώντας στο παράδειγμα ότι ο φορτιστής έχει συνδεθεί μονοφασικά στο δίκτυο και συγκεκριμένα στην L1 φάση και ότι ο μετρητής ενέργειας μετράει συνολικό ρεύμα κατανάλωσης στα υπόλοιπα φορτία 10 A στην ίδια φάση , τότε το ρεύμα φόρτισης του αυτοκινήτου που απομένει είναι: 33,25 A - 10 A = 23,25 A .



Εικόνα 161.Παραμετροποίηση της Gateway SMART CONNECT KNX e-charge II στο ETS

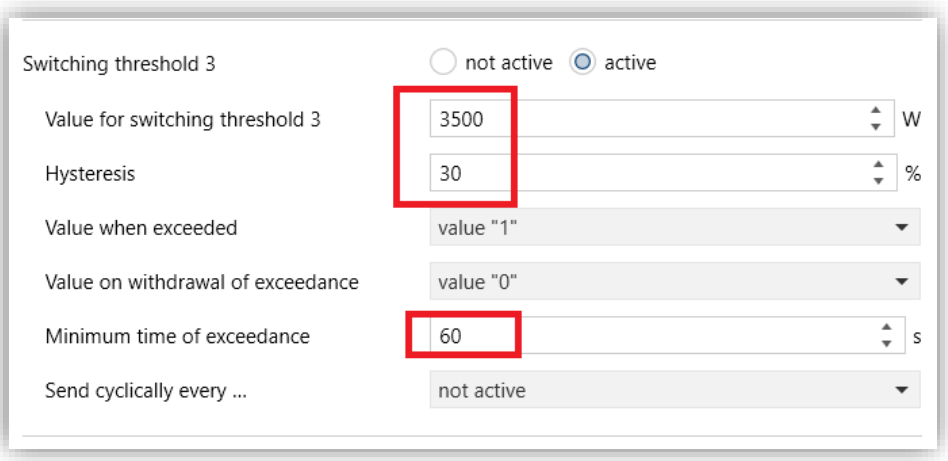
Όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα παραμετροποίησης για τον φορτιστή της ABB Terra AC έχουν οριστεί τα όρια φόρτισης με ελάχιστο ρεύμα φόρτισης τα 6 A ενώ ως μέγιστο ρεύμα φόρτισης τα 32 A . Τα όρια ρεύματος που τέθηκαν θα λειτουργήσουν συμπληρωματικά της δυναμικής φόρτισης.



Εικόνα 162.Παραμετροποίηση του φορτιστή Terra AC της ABB στο ETS

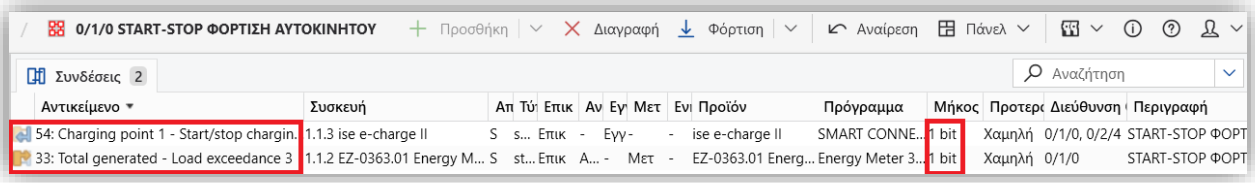
Στο τρίτο ενεργειακό σενάριο όταν η καθαρή πλεονάζουσα πραγματική ισχύς σε μια χρονική στιγμή της ημέρας ξεπεράσει τα 3500 W και συνεχιστεί η κατάσταση για τουλάχιστον 60 δευτερόλεπτα τότε θα ενεργοποιηθεί η φόρτιση μέσω της πύλης. Αν η πλεονάζουσα ισχύς μειωθεί στα 3500-1050 (30% Υστέρηση)=2450 W τότε θα απενεργοποιηθεί η φόρτιση του

Για το παραπάνω σενάριο αρχικά θα δημιουργηθεί η διεύθυνση ομάδας 0/1/0 (START-STOP Φόρτιση Αυτοκινήτου)με την οποία θα ελέγχεται η έναρξη ή το σταμάτημα της φόρτισης του οχήματος. Αυτό θα πραγματοποιηθεί όπως και στο παραπάνω παράδειγμα με την δημιουργία ενός ορίου πλεονάζουσας ισχύς στον μετρητή MDT.



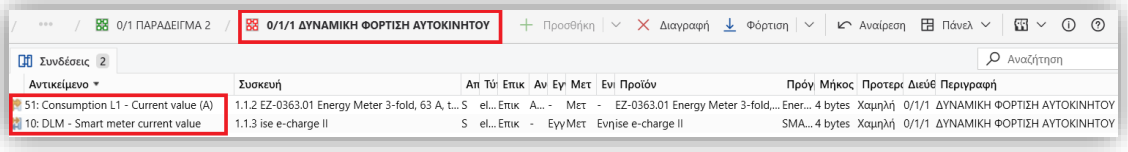
Εικόνα 163.Παραμετροποίηση ορίου ισχύος

Η παρακάτω διεύθυνση ομάδας θα περιέχει το αντικείμενο επικοινωνίας 33 του μετρητή που θα στείλει στον δίαυλο την τιμή ¨1¨ όταν ενεργοποιηθεί η συνθήκη με αποδεκτή το αντικείμενο επικοινωνίας 54 της πύλης του φορτιστή του οχήματος.



Εικόνα 164. Διεύθυνση ομάδας 0/1/0 Start- Stop Φόρτισης

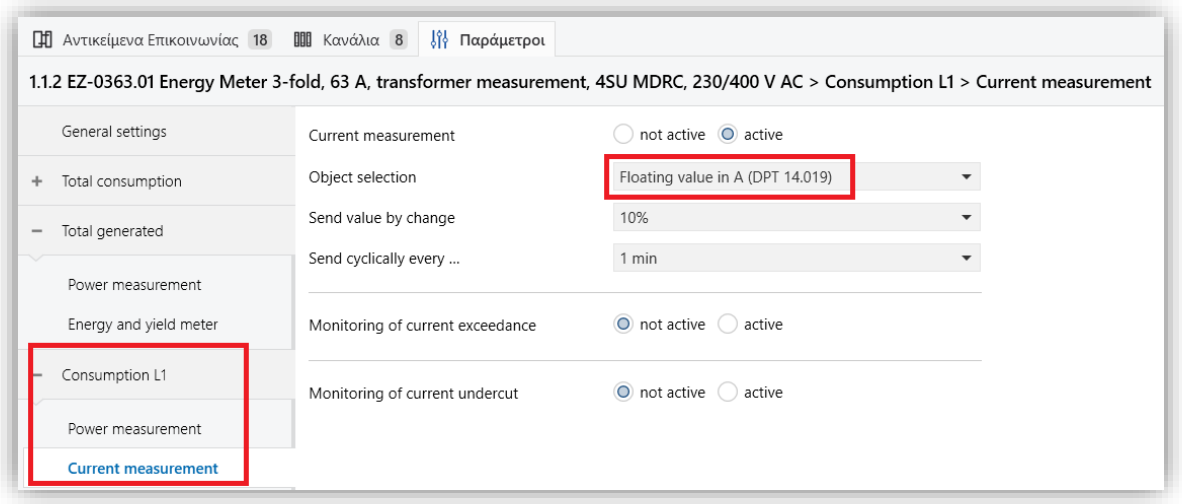
Στην συνέχεια η πύλη θα αναλάβει την δυναμική φόρτιση του αυτοκινήτου ανάλογα με το διαθέσιμο πλεονάζων ρεύμα μέσω της διεύθυνσης ομάδας 0/1/1 (Δυναμική Φόρτιση Αυτοκινήτου).



Εικόνα 165. Διεύθυνση ομάδας 0/1/1 Δυναμική Φόρτιση Οχήματος

Η διεύθυνση ομάδας θα περιέχει το παραπάνω αντικείμενο επικοινωνίας 51 του μετρητή καθώς και το αντικείμενο επικοινωνίας 10 της πύλης με το οποίο θα πραγματοποιείται η δυναμική φόρτιση του οχήματος όπως αναλύθηκε προηγουμένως.

Για την δυναμική φόρτιση χρειάζεται και η μέτρηση της κατανάλωσης της φάση L1 (Λοιπά φορτία κατοικίας). Σύμφωνα με την παρακάτω παραμετροποίηση ο μετρητής θα στέλνει ανά ένα λεπτό στον δίαυλο την τιμή του ρεύματος.



Εικόνα 166. Μέτρηση ρεύματος κατανάλωσης φορτίου φάσης L1

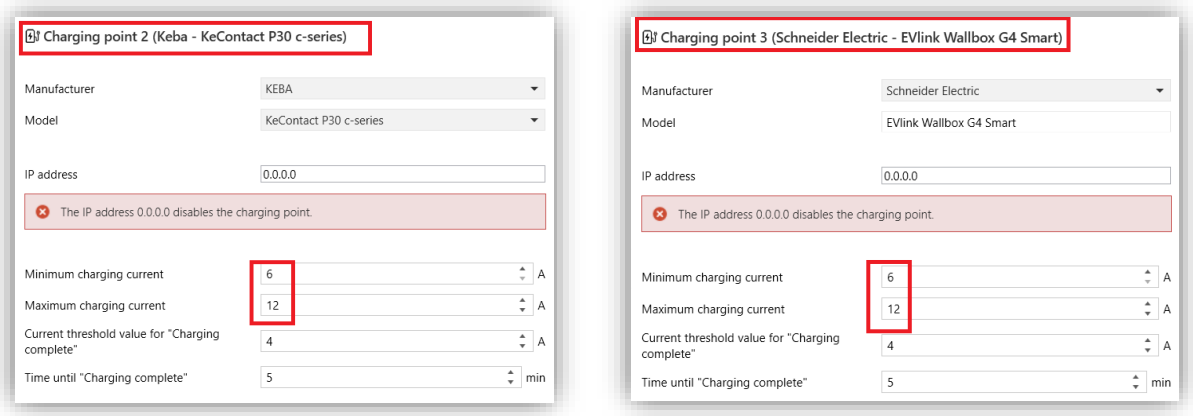
Παραμετροποίηση Συσκευής για Διαχείριση Δυναμικής Φόρτισης 3 Οχημάτων

Σε περίπτωση που υπάρχουν παραπάνω από ένα σημεία φόρτισης στην ηλεκτρική εγκατάσταση , η πύλη SMART CONNECT KNX e-charge II προσφέρει τη δυνατότητα προτεραιότητας ενός σημείου. Δηλαδή το ηλεκτρικό όχημα σε αυτό το σημείο φόρτισης θα τροφοδοτείται κατά προτίμηση με το μεγαλύτερο δυνατό ρεύμα φόρτισης.

Παράδειγμα με τρία σημεία φόρτισης με ελάχιστο ρεύμα φόρτισης τα 6 A και μέγιστο τα 12 A. Έστω ότι :

- Συσκευή προστασίας από υπερένταση: 35 A.
- Εφεδρεία φορτίου (Load reserve): 8% .
- Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή ρεύματος: 35 A – 2,8 (8%) = 32,2 A.
- Σύνολο ελάχιστων ρευμάτων φόρτισης των τριών σημείων φόρτισης: 6 A + 6 A + 6 A = 18 A.
- Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή ρεύματος είναι επαρκής για τη διαμόρφωση: 18 A < 32,2 A.
- Έστω ότι το φορτίο της κατοικίας είναι 5 A (32,2-5=27,2 A), το συνολικό ελάχιστο ρεύμα φόρτισης όλων των σημείων φόρτισης εξακολουθεί να είναι μικρότερο από τη μέγιστη επιτρεπόμενη τρέχουσα τιμή, πράγμα που σημαίνει ότι πληρούνται η απαίτηση φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων: 18 A < 27.2 A .
- Υπολειπόμενο ρεύμα φόρτισης για περαιτέρω διανομή: 27,2 A - 18 A = 9,2 A
- Δίνεται προτεραιότητα στο CP1 προτεραιότητας και λαμβάνει άλλα 6 A (6+6 =12 A μέγιστο) από το υπόλοιπο ρεύμα φόρτισης προκειμένου να παρέχει το μέγιστο ρεύμα φόρτισης 12 A.
- 9,2 A - 6 A = 3,2 A Το υπόλοιπο 3,2 A κατανέμεται εξίσου μεταξύ CP2 (6 A+1,6 A=7,6 A) και CP3 (6 A+1,6 A= 7,6 A).

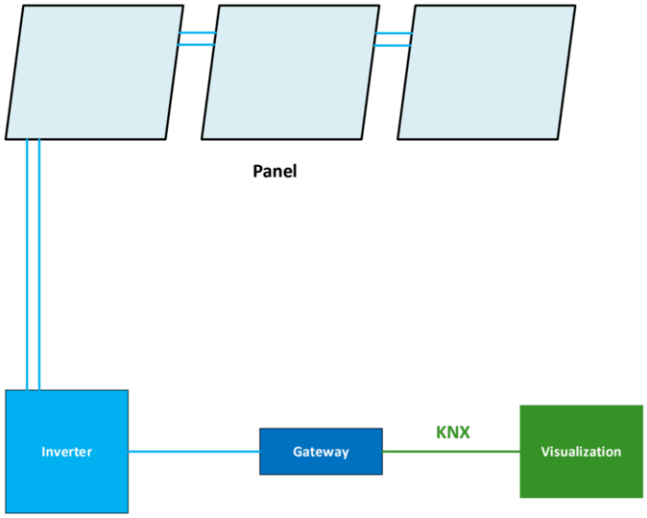
Παρακάτω φαίνονται το παράδειγμα παραμετροποίησης όπου οι δυο επιπλέον σταθμοί φόρτισης CP2 και CP3 από δύο διαφορετικούς κατασκευαστές έχουν προστεθεί στην υπάρχουσα πύλη.



Εικόνα 167. Σταθμοί φόρτισης αυτοκινήτων

5.2.4 Παραδείγματα διαχείρισης φορτίου σύμφωνα με την παραγωγή του φωτοβολταϊκό συστήματος και την στάθμη φόρτισης της μπαταρίας

Στα παρακάτω παραδείγματα παρουσιάζεται η διαχείριση των φορτίων μιας διασυνδεμένης κατοικίας με το δίκτυο , με εγκατεστημένο Φ/Β και μπαταρία. Θα χρησιμοποιηθεί η πύλη (Gateway) ELAUSYS INV-KNX-HU KNX για μετατροπείς SUN2000 Huawei .



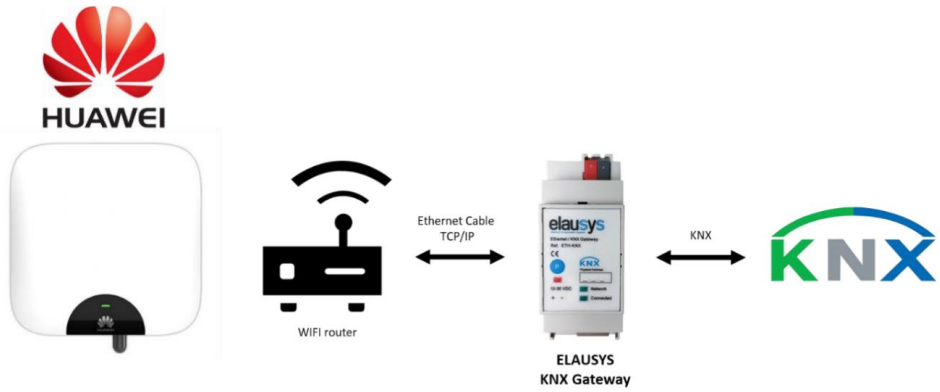
Εικόνα 168.Gateway KNX for Inverter

Η συγκεκριμένη πύλη παρέχει μια απλή λύση για τη μεταφορά όλων των σχετικών δεδομένων από μετατροπείς (inverter) Huawei στο σύστημα KNX. Τα δεδομένα (τιμές μεγεθών) δηλαδή του μετατροπέα μεταφέρονται στο δίαυλο και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας, παρακολούθηση τάσης ή ενεργοποίηση συγκεκριμένης ενέργειας στην εγκατάσταση .

Η συσκευή έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

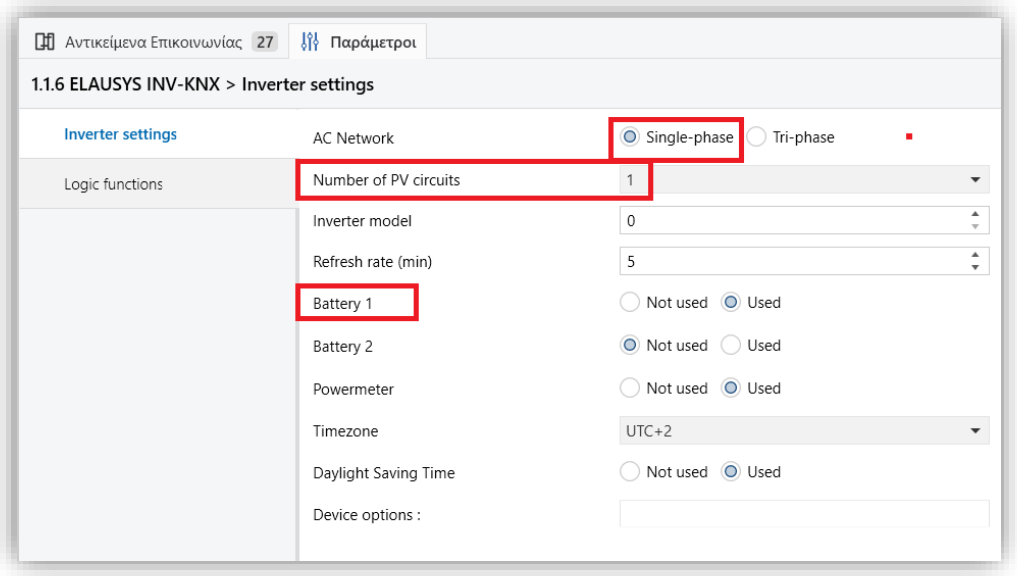
- Συνδέεται με τον μετατροπέα μέσω Ethernet
- Περιέχει μονάδα λογικής KNX που περιλαμβάνει λογικές πύλες, ακολουθίες, εναύσματα, μαθηματική λειτουργία και εβδομαδιαία συμβάντα ημερολογίου.
- Τοποθέτηση σε Ράγα DIN (2 θέσεων)
- Συνδέεται με βοηθητικό τροφοδοτικό 12-30VDC
- Παρακολούθηση της ενέργειας, της ισχύος, του ρεύματος, της τάσης, της συχνότητας, της θερμοκρασίας, στάθμη μπαταρίας κ.α

- Έχει την δυνατότητα του διαμορφώσιμου ρυθμού ανανέωσης των δεδομένων από τον μετατροπέα



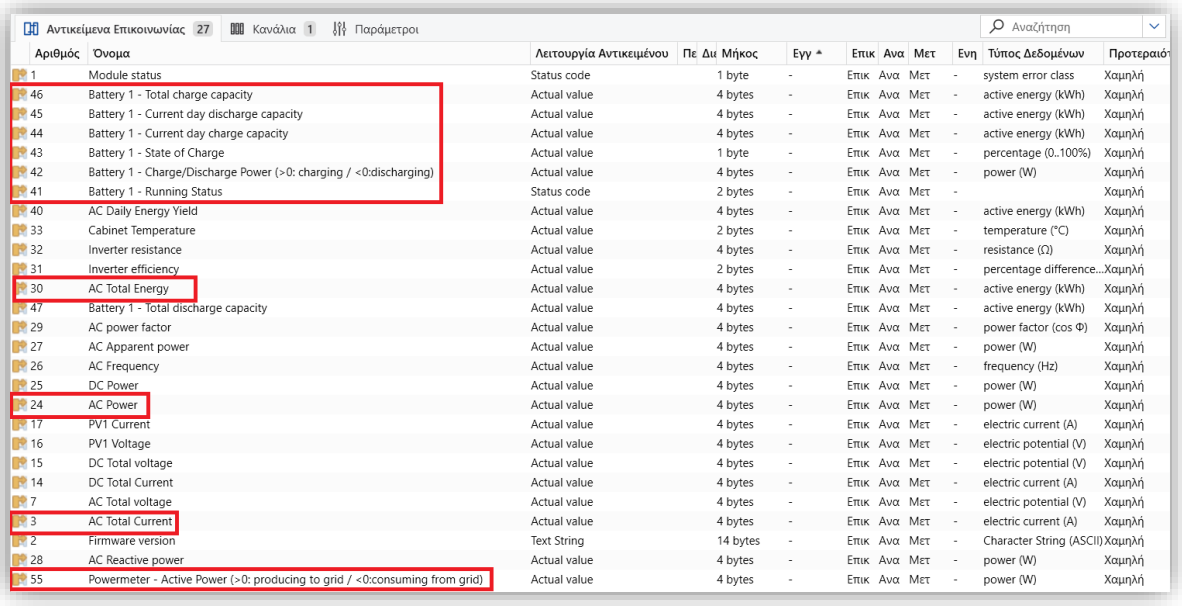
Εικόνα 169 .Gateway INV-KNX-HU της εταιρίας ELAUSYS

Η παραμετροποίηση της πύλης στο ETS παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα .



Εικόνα 170 .Παραμετροποίηση της Gateway INV-KNX-HU

Αρχικά επιλέγεται η μονοφασική εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού συστήματος με έναν αριθμό Φ/Β κυκλώματος. Επιλέγεται το μοντέλο **0 = HUAWEI SUN2000L** με κυκλικό ρυθμό αποστολής των δεδομένων του αντιστροφέα τα 5 λεπτά της ώρας. Επίσης ενεργοποιούνται τα αντικείμενα ομάδας για την παρακολούθηση της κατάστασης της μπαταρίας 1 που θα είναι συνδεμένη με το φωτοβολταϊκό καθώς και ο μετρητής της τιμής της ισχύος.
Τέλος ρυθμίζεται η **Ζώνη ώρας** όπου είναι εγκατεστημένη η συσκευή. Η τελευταία ρύθμιση θα χρησιμοποιηθεί για τις λογικές συναρτήσεις που βασίζονται σε εβδομαδιαίο ημερολόγιο.
Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αντικείμενα επικοινωνίας της συσκευής που είναι διαθέσιμα για την δημιουργία των κατάλληλων διευθύνσεων ομάδων (λειτουργίες).



Αντικείμενα Επικοινωνίας 27 | Κανάλια 1 | Παράμετροι | Αναζήτηση

Αριθμός	Όνομα	Λειτουργία Αντικειμένου	Πε	Δι	Μήκος	Εγγ	Επικ	Ανα	Μετ	Ενη	Τύπος Δεδομένων	Προτεραιότ
1	Module status	Status code			1 byte	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	system error class	Χαμηλή
46	Battery 1 - Total charge capacity	Actual value			4 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	active energy (kWh)	Χαμηλή
45	Battery 1 - Current day discharge capacity	Actual value			4 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	active energy (kWh)	Χαμηλή
44	Battery 1 - Current day charge capacity	Actual value			4 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	active energy (kWh)	Χαμηλή
43	Battery 1 - State of Charge	Actual value			1 byte	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	percentage (0..100%)	Χαμηλή
42	Battery 1 - Charge/Discharge Power (>0: charging / <0:discharging)	Actual value			4 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	power (W)	Χαμηλή
41	Battery 1 - Running Status	Status code			2 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-		Χαμηλή
40	AC Daily Energy Yield	Actual value			4 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	active energy (kWh)	Χαμηλή
33	Cabinet Temperature	Actual value			2 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	temperature (°C)	Χαμηλή
32	Inverter resistance	Actual value			4 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	resistance (Ω)	Χαμηλή
31	Inverter efficiency	Actual value			2 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	percentage difference...	Χαμηλή
30	AC Total Energy	Actual value			4 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	active energy (kWh)	Χαμηλή
47	Battery 1 - Total discharge capacity	Actual value			4 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	active energy (kWh)	Χαμηλή
29	AC power factor	Actual value			4 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	power factor (cos Φ)	Χαμηλή
27	AC Apparent power	Actual value			4 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	power (W)	Χαμηλή
26	AC Frequency	Actual value			4 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	frequency (Hz)	Χαμηλή
25	DC Power	Actual value			4 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	power (W)	Χαμηλή
24	AC Power	Actual value			4 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	power (W)	Χαμηλή
17	PV1 Current	Actual value			4 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	electric current (A)	Χαμηλή
16	PV1 Voltage	Actual value			4 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	electric potential (V)	Χαμηλή
15	DC Total voltage	Actual value			4 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	electric potential (V)	Χαμηλή
14	DC Total Current	Actual value			4 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	electric current (A)	Χαμηλή
7	AC Total voltage	Actual value			4 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	electric potential (V)	Χαμηλή
3	AC Total Current	Actual value			4 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	electric current (A)	Χαμηλή
2	Firmware version	Text String			14 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	Character String (ASCII)	Χαμηλή
28	AC Reactive power	Actual value			4 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	power (W)	Χαμηλή
55	Powermeter - Active Power (>0: producing to grid / <0:consuming from grid)	Actual value			4 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	power (W)	Χαμηλή

Εικόνα 171 .Αντικείμενα επικοινωνίας της Gateway INV-KNX-HU

Επίσης στα παραδείγματα που ακολουθούν θα χρησιμοποιηθεί η πύλη (Gateway) KLIC-DD v3 KNX - Daikin της εταιρίας Zennio για οικιακές μονάδες κλιματιστικών. Με την συγκεκριμένη πύλη ένα οποιοδήποτε κλιματικό Daikin μετατρέπεται στην ουσία σε KNX κλιματιστικό.



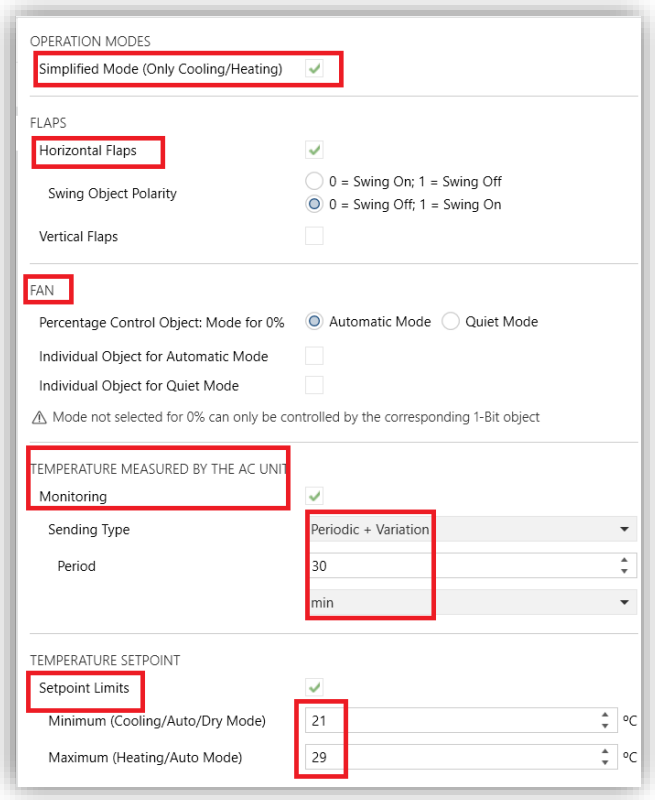
Εικόνα 172 .Gateway KLIC-DD v3 KNX - Daikin της εταιρίας Zennio

Η συγκεκριμένη πύλη παρέχει μια πλήρως αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ του συστήματος οικιακού αυτοματισμού KNX και του οικιακού κλιματισμού Daikin. Μέσω του διαύλου KNX, το KLIC-DD v3 μπορεί να στείλει εντολές για τον έλεγχο των ακόλουθων βασικών λειτουργιών της μονάδας κλιματισμού:

- Διακόπτης ενεργοποίησης/απενεργοποίησης της μονάδας κλιματισμού.
- Τρόπος λειτουργίας: αυτόματο, θέρμανση, ψύξη, ανεμιστήρας και αφυγραντήρας.
- Σημείο ρύθμισης ορίων τιμών θερμοκρασίας.
- Ταχύτητα ανεμιστήρα: 5 επίπεδα, αυτόματη λειτουργία και αθόρυβη λειτουργία.
- Ταλάντευση πτερυγίων: κάθετα πτερύγια, οριζόντια πτερύγια ή και οι δύο τύποι ανάλογα με τον κλιματισμό μονάδα.
- Αυτόματη αποστολή της μετρούμενης θερμοκρασίας στον δίαυλο ανά χρονική περίοδο, αλλαγή στην τιμή ή έναν συνδυασμό και των δύο.
- Επιτρέπει την ενεργοποίηση έξι αντικειμένων για τη λειτουργία του ελέγχου υγρασίας.
- Αποθήκευση έως πέντε σεναρίων με συγκεκριμένες προεπιλογές .
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια εξωτερική θερμοκρασία αναφοράς που παρέχεται από έναν αισθητήρα θερμοκρασίας.
- Διαθέτει 10 προσαρμόσιμες λογικές συναρτήσεις πολλαπλών λειτουργιών.

- Χρόνος λειτουργίας της μονάδας κλιματισμού σε ώρες ή δευτερόλεπτα.
- Αυτόματη απενεργοποίηση του κλιματιστικού λόγω συγκεκριμένου συμβάντος.
- Διαθέτει δύο αναλογικές-ψηφιακές είσοδοι, για τη σύνδεση αισθητήρων θερμοκρασίας, ανιχνευτών κίνησης ή συμβατικών διακοπτών.

Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζεται η παραμετροποίηση της συσκευής στο ETS . Αρχικά επιλέγεται η απλοποιημένη λειτουργία, η οποία επιτρέπει τη μετάβαση στη λειτουργία ψύξης με την αποστολή "0" και στη λειτουργία θέρμανσης με την αποστολή "1". Επίσης έχει ενεργοποιηθεί η λειτουργία οριζόντια πτερύγια οπότε 2 αντικείμενα επικοινωνίας 1-bit είναι διαθέσιμα για την κίνηση τους ή για ενημέρωση θέσης . Έχει επιλεγεί η λειτουργία ανεμιστήρα για τον έλεγχο της ταχύτητας εξαερισμού και η παρακολούθηση της θερμοκρασίας μέσω ενός αντικείμενου δύο byte, το οποίο παρέχει την τιμή του αισθητήρα του εσωτερικού χώρου. Η αποστολή της τιμής της θερμοκρασίας στον δίαυλο θα γίνεται κατά την μεταβολή της ή και κάθε 30 λεπτά, ενώ ρυθμίζονται τα όρια θερμοκρασίας στην λειτουργία ψύξης, θέρμανσης , αυτόματου ελέγχου και αφύγρανσης .

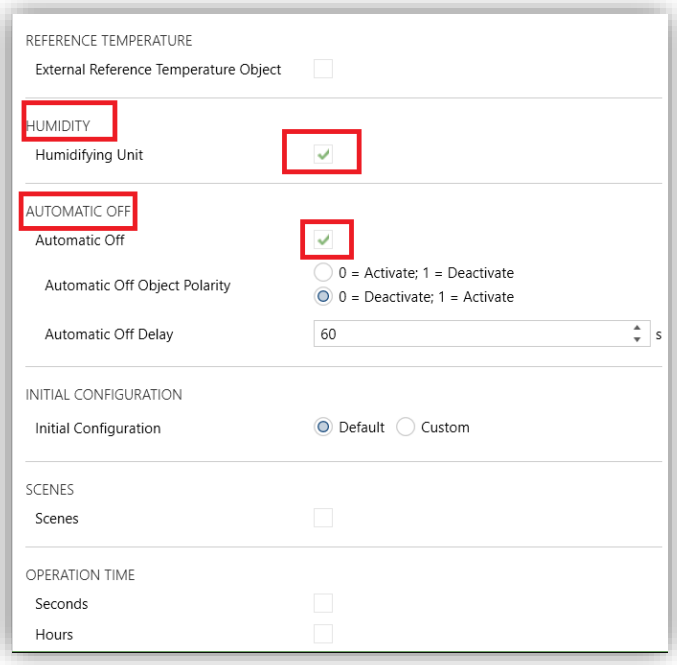


Εικόνα 173 .Παραμετροποίηση της Gateway KLIC-DD v3 KNX

Επίσης έχει ενεργοποιηθεί η λειτουργία ελέγχου της αφύγρανσης με τα ακόλουθα αντικείμενα επικοινωνίας :

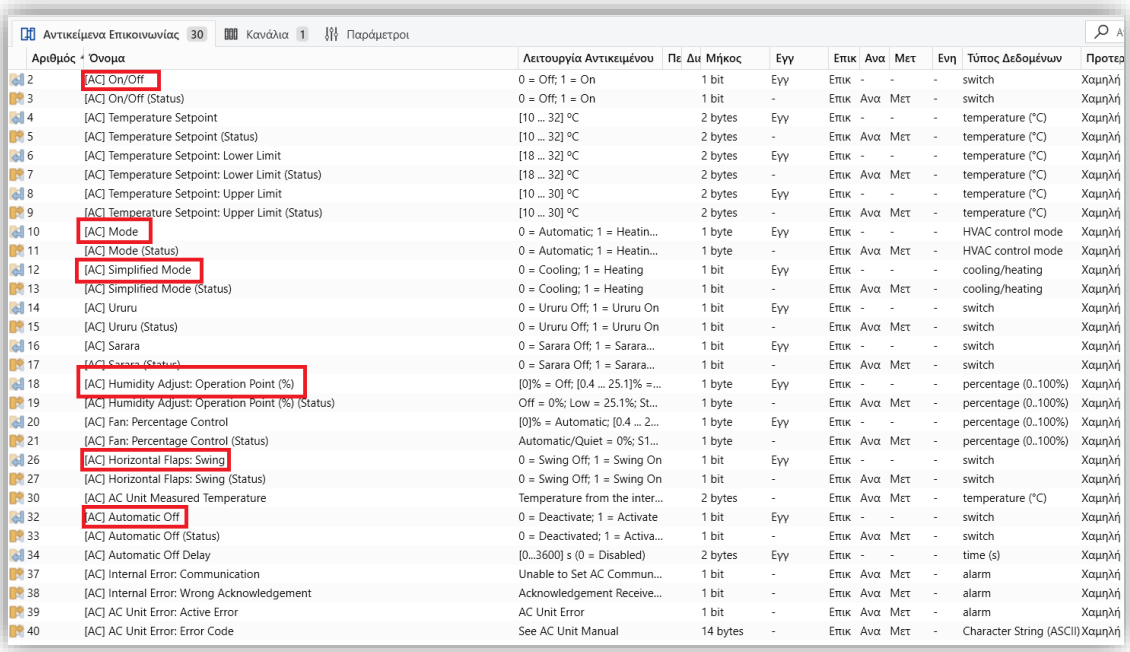
- Ρύθμιση υγρασίας (%) του χώρου μεγέθους 1-Byte
- Ενημέρωση κατάστασης υγρασίας μεγέθους 1-Byte

Η επιλογή της αυτόματης απενεργοποίησης επιτρέπει την προσωρινή παύση της μονάδας μετά από ρυθμιζόμενη καθυστέρηση, όταν το σχετικό αντικείμενο επικοινωνίας ενεργοποιείται λόγω ενός συγκεκριμένου συμβάντος. Τέλος είναι δυνατή η δημιουργία 5 σεναρίων για διαφορετικές καταστάσεις άνεσης (επιθυμητή θερμοκρασία-υγρασία) και η δημιουργία χρονοπρογραμμάτων.



Εικόνα 174 .Παραμετροποίηση της Gateway KLIC-DD v3 KNX

Στην παρακάτω εικόνα εμφανίζονται τα αντικείμενα επικοινωνίας στο ETS της προτεινόμενης διαμόρφωσης της συσκευής..



Αντικείμενα Επικοινωνίας 30 | Κανάλια 1 | Παράμετροι

Αριθμός	Όνομα	Λειτουργία Αντικειμένου	Πε	Δια	Μήκος	Εγγ	Επικ	Ανα	Μετ	Ενη	Τύπος Δεδομένων	Προτερ
2	[AC] On/Off	0 = Off; 1 = On			1 bit	Εγγ	Επικ	-	-	-	switch	Χαμηλή
3	[AC] On/Off (Status)	0 = Off; 1 = On			1 bit	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	switch	Χαμηλή
4	[AC] Temperature Setpoint	[10 ... 32] °C			2 bytes	Εγγ	Επικ	-	-	-	temperature (°C)	Χαμηλή
5	[AC] Temperature Setpoint (Status)	[10 ... 32] °C			2 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	temperature (°C)	Χαμηλή
6	[AC] Temperature Setpoint: Lower Limit	[18 ... 32] °C			2 bytes	Εγγ	Επικ	-	-	-	temperature (°C)	Χαμηλή
7	[AC] Temperature Setpoint: Lower Limit (Status)	[18 ... 32] °C			2 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	temperature (°C)	Χαμηλή
8	[AC] Temperature Setpoint: Upper Limit	[10 ... 30] °C			2 bytes	Εγγ	Επικ	-	-	-	temperature (°C)	Χαμηλή
9	[AC] Temperature Setpoint: Upper Limit (Status)	[10 ... 30] °C			2 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	temperature (°C)	Χαμηλή
10	[AC] Mode	0 = Automatic; 1 = Heatin...			1 byte	Εγγ	Επικ	-	-	-	HVAC control mode	Χαμηλή
11	[AC] Mode (Status)	0 = Automatic; 1 = Heatin...			1 byte	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	HVAC control mode	Χαμηλή
12	[AC] Simplified Mode	0 = Cooling; 1 = Heating			1 bit	Εγγ	Επικ	-	-	-	cooling/heating	Χαμηλή
13	[AC] Simplified Mode (Status)	0 = Cooling; 1 = Heating			1 bit	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	cooling/heating	Χαμηλή
14	[AC] Ururu	0 = Ururu Off; 1 = Ururu On			1 bit	Εγγ	Επικ	-	-	-	switch	Χαμηλή
15	[AC] Ururu (Status)	0 = Ururu Off; 1 = Ururu On			1 bit	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	switch	Χαμηλή
16	[AC] Sarara	0 = Sarara Off; 1 = Sarara...			1 bit	Εγγ	Επικ	-	-	-	switch	Χαμηλή
17	[AC] Sarara (Status)	0 = Sarara Off; 1 = Sarara...			1 bit	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	switch	Χαμηλή
18	[AC] Humidity Adjust: Operation Point (%)	[0]% = Off; [0.4 ... 25.1]% =...			1 byte	Εγγ	Επικ	-	-	-	percentage (0..100%)	Χαμηλή
19	[AC] Humidity Adjust: Operation Point (%) (Status)	Off = 0%; Low = 25.1%; St...			1 byte	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	percentage (0..100%)	Χαμηλή
20	[AC] Fan: Percentage Control	[0]% = Automatic; [0.4 ... 2...			1 byte	Εγγ	Επικ	-	-	-	percentage (0..100%)	Χαμηλή
21	[AC] Fan: Percentage Control (Status)	Automatic/Quiet = 0%; S1...			1 byte	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	percentage (0..100%)	Χαμηλή
26	[AC] Horizontal Flaps: Swing	0 = Swing Off; 1 = Swing On			1 bit	Εγγ	Επικ	-	-	-	switch	Χαμηλή
27	[AC] Horizontal Flaps: Swing (Status)	0 = Swing Off; 1 = Swing On			1 bit	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	switch	Χαμηλή
30	[AC] AC Unit Measured Temperature	Temperature from the inter...			2 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	temperature (°C)	Χαμηλή
32	[AC] Automatic Off	0 = Deactivate; 1 = Activate			1 bit	Εγγ	Επικ	-	-	-	switch	Χαμηλή
33	[AC] Automatic Off (Status)	0 = Deactivated; 1 = Activa...			1 bit	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	switch	Χαμηλή
34	[AC] Automatic Off Delay	[0...3600] s (0 = Disabled)			2 bytes	Εγγ	Επικ	-	-	-	time (s)	Χαμηλή
37	[AC] Internal Error: Communication	Unable to Set AC Commun...			1 bit	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	alarm	Χαμηλή
38	[AC] Internal Error: Wrong Acknowledgement	Acknowledgement Receive...			1 bit	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	alarm	Χαμηλή
39	[AC] AC Unit Error: Active Error	AC Unit Error			1 bit	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	alarm	Χαμηλή
40	[AC] AC Unit Error: Error Code	See AC Unit Manual			14 bytes	-	Επικ	Ανα	Μετ	-	Character String (ASCII)	Χαμηλή

Εικόνα 175 .Αντικείμενα επικοινωνίας της Gateway KLIC-DD v3 KNX

5.2.4.1 Παράδειγμα διαχείρισης φορτίου με πλεόνασμα παραγόμενης ισχύος από το φωτοβολταϊκό σύστημα και υψηλή στάθμη φόρτισης της μπαταρίας .

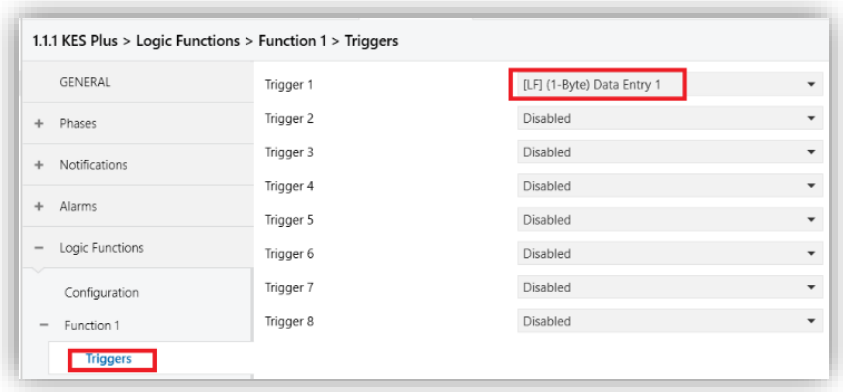
Στο συγκεκριμένο ενεργειακό σενάριο ελέγχεται αν η στάθμη φόρτισης της μπαταρίας είναι μεγαλύτερη ή ίση με το 80% και υπάρχει πλεόνασμα παραγόμενης ισχύος τουλάχιστον 1000 W . Αν συμβούν τα παραπάνω θα

ενεργοποιηθεί η δυναμική φόρτιση του αυτοκινήτου. Σε περίπτωση όμως που δεν υπάρχει κάποιο συνδεδεμένο αυτοκίνητο στο σταθμό φόρτισης ή έχει συμπληρωθεί η φόρτιση του οχήματος τότε θα ενεργοποιείται ένα κλιματιστικό Daikin για θέρμανση του χώρου με σκοπό την εξοικονόμηση πετρελαίου από την λειτουργία του λέβητα . Επομένως η πλεονάζουσα παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια θα μετατρέπεται και θα αποθηκεύεται σε άλλη μορφή ενέργειας (θερμότητα) .

Οι συσκευές που θα χρησιμοποιηθούν είναι:

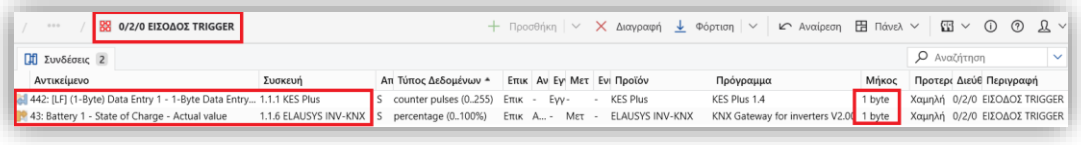
1. Ο μετρητή ενέργειας KES Plus της εταιρίας Zennio με φυσική διεύθυνση 1.1.1 οποίος θα μετράει την καταναλισκόμενη ισχύ της κατοικίας και θα την διαβιβάζει στον δίαυλο . Επίσης θα ενεργοποιηθούν και οι ανάλογες λογικές συναρτήσεις της συσκευής για την διαμόρφωση της ορθής διαχείρισης ενέργειας σύμφωνα με τις τρέχουσες μετρήσεις.
2. Η πύλη ELAUSYS INV-KNX-HU (inverter SUN2000 Huawei) με φυσική διεύθυνση 1.1.6 η οποία θα διαβιβάζει την παραγόμενη ισχύ του φωτοβολταϊκού συστήματος και θα ενημερώνει για την λειτουργία της μπαταρίας (φόρτιση- εκφόρτιση) καθώς και για την κατάσταση φόρτισης της ως ποσοστό επί της % .
3. Η πύλη SMART CONNECT KNX e-charge II της εταιρίας ise με φυσική διεύθυνση 1.1.3 η οποία θα αναλάβει την δυναμική φόρτιση του αυτοκινήτου μέσω του φορτιστή της ABB Terra AC.
4. Η πύλη KLIC-DD v3 KNX – Daikin της εταιρίας Zennio με φυσική διεύθυνση 1.1.7 η οποία θα αναλάβει τον έλεγχο του κλιματισμού της κατοικίας.

Θα ενεργοποιηθούν τρεις συνολικά λογικές συναρτήσεις στην συσκευή KES Plus. Η έναυση (trigger -σκανδαλισμός) για όλες τις συναρτήσεις θα είναι μια μεταβλητή 1-Byte που είναι το ποσοστό (%) φόρτισης της μπαταρίας. Κάθε φορά που θα αλλάζει η τιμή της συγκεκριμένης μεταβλητής θα καλούνται οι συναρτήσεις .



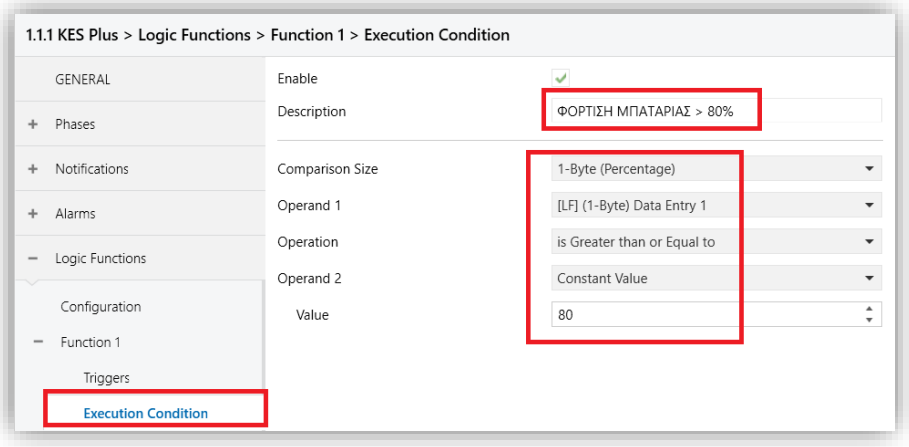
Εικόνα 176 .Trigger- Ενεργειακό σενάριο

Η αντιστοίχιση των αντικειμένων επικοινωνίας του ποσοστού φόρτισης με την μεταβλητή έναυσης παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα .



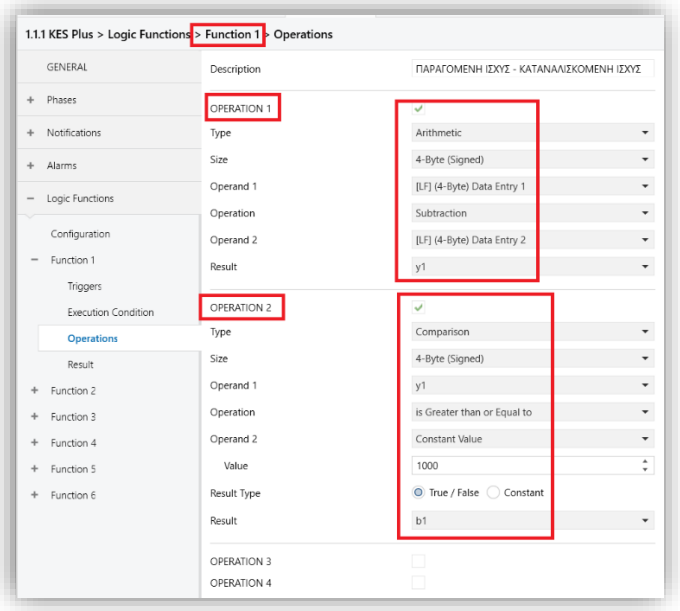
Εικόνα 177. Διεύθυνση ομάδας 0/2/0 -Είσοδος Trigger

Επίσης ο έλεγχος της συνθήκης είναι ο ίδιος και για τις τρεις συναρτήσεις . Αν πληρείται η προϋπόθεση ότι η τρέχουσα τιμή της φόρτισης της μπαταρίας είναι μεγαλύτερη ή ίση με το 80% τότε θα εκτελούνται οι διαδοχικές λειτουργίες της κάθε συνάρτησης που έχουν οριστεί . Αν δεν πληρείται η προϋπόθεση τότε δεν ενεργοποιείται κάποιο φορτίο (συναρτήσεις) και θα συνεχίζεται κατά προτεραιότητα η φόρτιση της μπαταρίας.



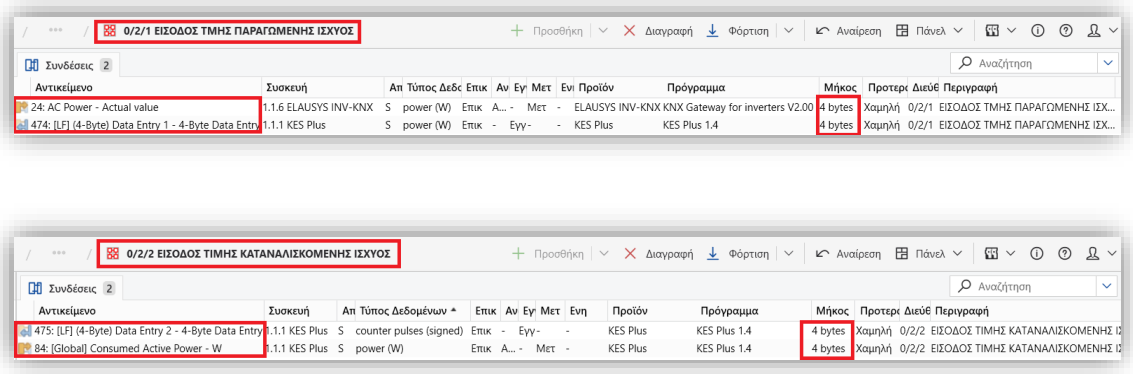
Εικόνα 178. Έλεγχος συνθήκης της φόρτισης

Για την **πρώτη συνάρτηση** εκτελείται η **πρώτη αριθμητική λειτουργία** στην οποία υπολογίζεται το πλεόνασμα της ισχύος λόγω της παραγωγής του φωτοβολταϊκού συστήματος (y1= παραγόμενη ισχύς – καταναλισκόμενη ισχύς) . Μετά εκτελείται **η δεύτερη αριθμητική συνάρτηση** που ελέγχει αν το πλεόνασμα ισχύος είναι μεγαλύτερο ή ίσο από 1000 W (y1 ≥ 2000). Αν ισχύει τότε το αποτέλεσμα b1 (αντικείμενο επικοινωνίας 1 bit) έχει τιμή ¨1¨ αλλιώς τιμή ¨0¨.



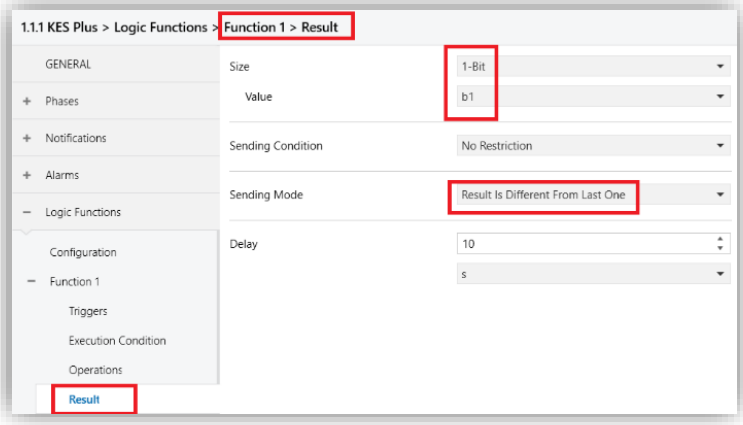
Εικόνα 179 . Λογικές Συναρτήσεις – Function 1

Η αντιστοίχιση των αντικειμένων επικοινωνίας της παραγόμενης ενέργειας από το φωτοβολταϊκό σύστημα και της καταναλισκόμενης ενέργειας της κατοικίας με τις μεταβλητές της συνάρτησης 1 (LF (4Byte)-Data Entry και Data Entry 2) παρουσιάζονται παρακάτω.



Εικόνα 180 . Διευθύνσεις ομάδων 0/2/1 -0/2/2

Το αποτέλεσμα της πρώτης συνάρτησης που προκύπτει φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



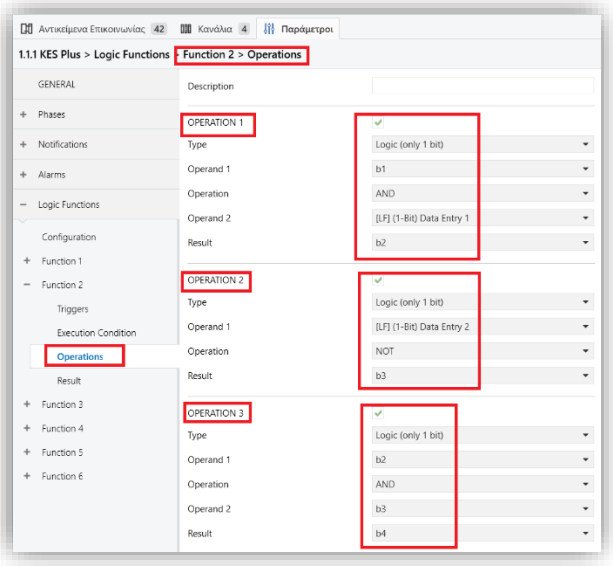
Εικόνα 181. Αποτέλεσμα b1 Συνάρτησης 1

Στην συνέχεια καλείται η **δεύτερη συνάρτηση** .

Η **πρώτη λογική λειτουργία** είναι μια πύλη **AND** της οποίας το αποτέλεσμα **b2** (1 bit) θα είναι αληθές (τιμη ¨1¨) , όταν το αποτέλεσμα της πρώτης συνάρτησης (b1) είναι αληθές και υπάρχει συνδεδεμένο αυτοκίνητο στον φορτιστή (LF (1 Bit)-Data Entry 1).

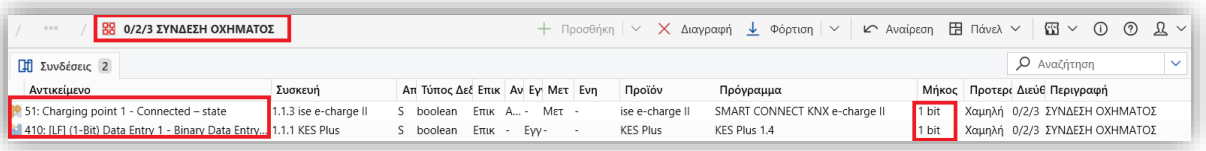
Η **δεύτερη λογική λειτουργία** είναι μια πύλη **NOT** που το αποτέλεσμα της θα είναι αντίθετο της μεταβλητής (LF (1 Bit)-Data Entry 1) που δηλώνει την πλήρη φόρτιση του οχήματος και την διακοπή της διαδικασίας . Το αποτέλεσμα **b3** (1 bit) θα έχει τιμη ¨1¨ , όσο δεν έχει ολοκληρωθεί η πλήρης φόρτιση.

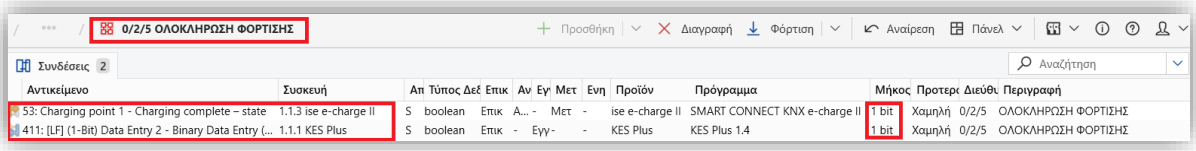
Η **τρίτη λογική λειτουργία** είναι μια πύλη **AND** της οποίας το αποτέλεσμα **b4** (1 bit) θα είναι αληθές (τιμή ¨1¨) και θα ενεργοποιεί την δυναμική φόρτιση όταν ισχύουν όλες οι παραπάνω προϋποθέσεις .



Εικόνα 182. Λογικές Συναρτήσεις – Function 2

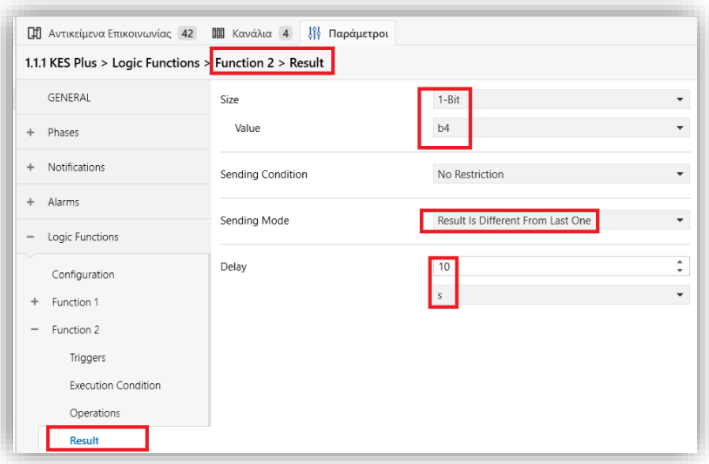
Η αντιστοίχιση των αντικειμένων επικοινωνίας της κατάστασης σύνδεσης του οχήματος με τον σταθμό φόρτισης και της κατάστασης πλήρους φόρτισης του οχήματος με τις μεταβλητές της συνάρτησης 2 ((LF (1 Bit)-Data Entry 1 και Data Entry 2) παρουσιάζονται παρακάτω.



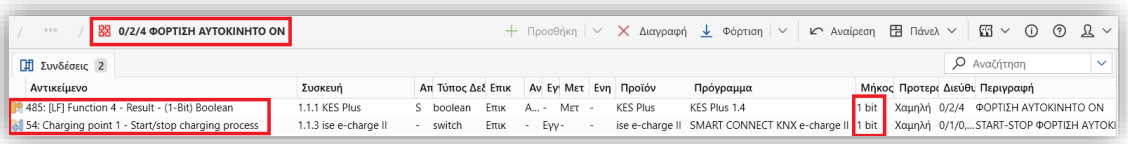


Εικόνα 183 . Διευθύνσεις ομάδων 0/2/3 -0/2/5

Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζεται το αποτέλεσμα b4 (LF Function 4 Result 1 Bit) της συνάρτησής 2 και η αντιστοίχιση του με το αντικείμενο επικοινωνίας της διαδικασίας start and stop φόρτισης του οχήματος.



Εικόνα 184. Αποτέλεσμα b4 Συνάρτησης 2

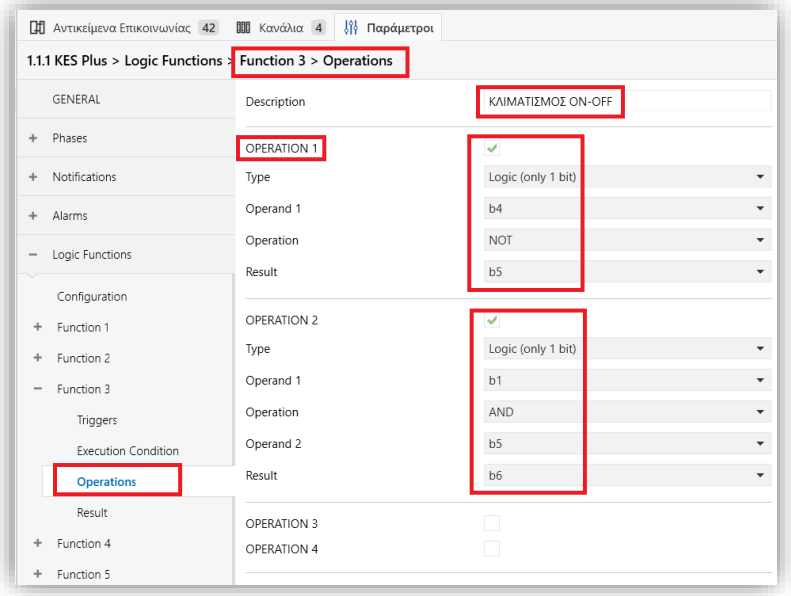


Εικόνα 185. Διεύθυνση ομάδας 0/2/4- ON-OFF Φόρτιση Αυτοκινήτου

Στο τέλος καλείται η **τρίτη συνάρτηση** .

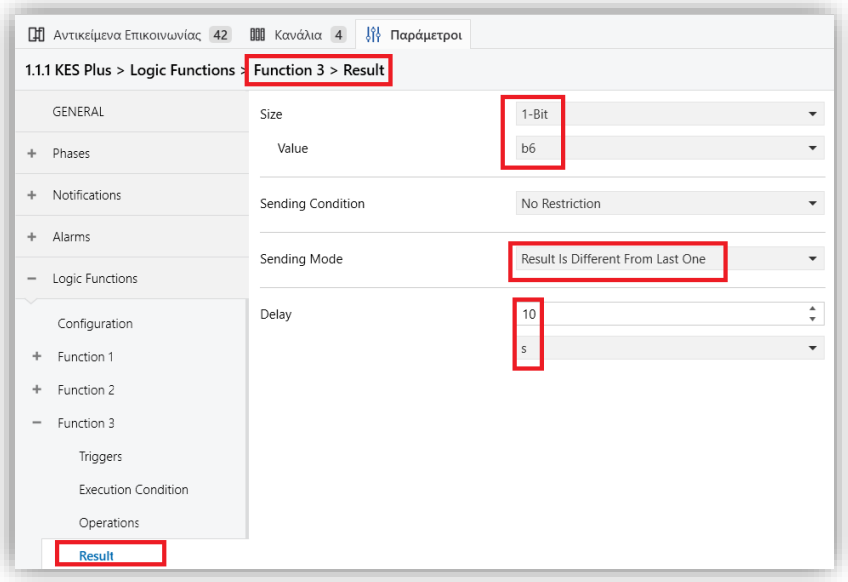
Η **πρώτη λογική λειτουργία** της είναι μια πύλη **NOT** που το αποτέλεσμα της **(b5)** θα είναι αντίθετο του αποτελέσματος **(b4)** της δεύτερης συνάρτησης. Επομένως το b5 θα έχει τιμή ¨1¨ όταν δεν θα λειτουργεί η φόρτιση του οχήματος.

Η **δεύτερη λογική λειτουργία** είναι μια πύλη **AND** της οποίας το αποτέλεσμα **b6** (1 bit) θα είναι αληθές (τιμη ¨1¨) και θα ενεργοποιεί το κλιματιστικό όταν το αποτέλεσμα b1 της πρώτης συνάρτησης είναι αληθές και δεν λειτουργεί η φόρτιση του οχήματος b5 αληθές .

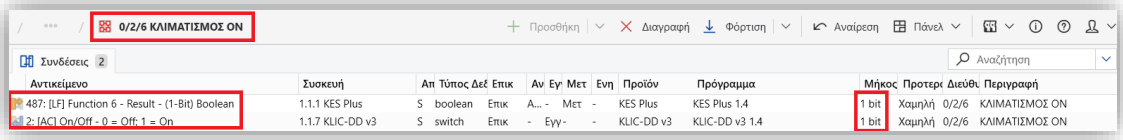


Εικόνα 186 . Λογικές Συναρτήσεις – Function 3

Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζεται το αποτέλεσμα b6 (LF Function 6 Result 1 Bit) της συνάρτησής 3 και η αντιστοίχιση του με το αντικείμενο επικοινωνίας της διαδικασίας ON-OFF του κλιματιστικού.

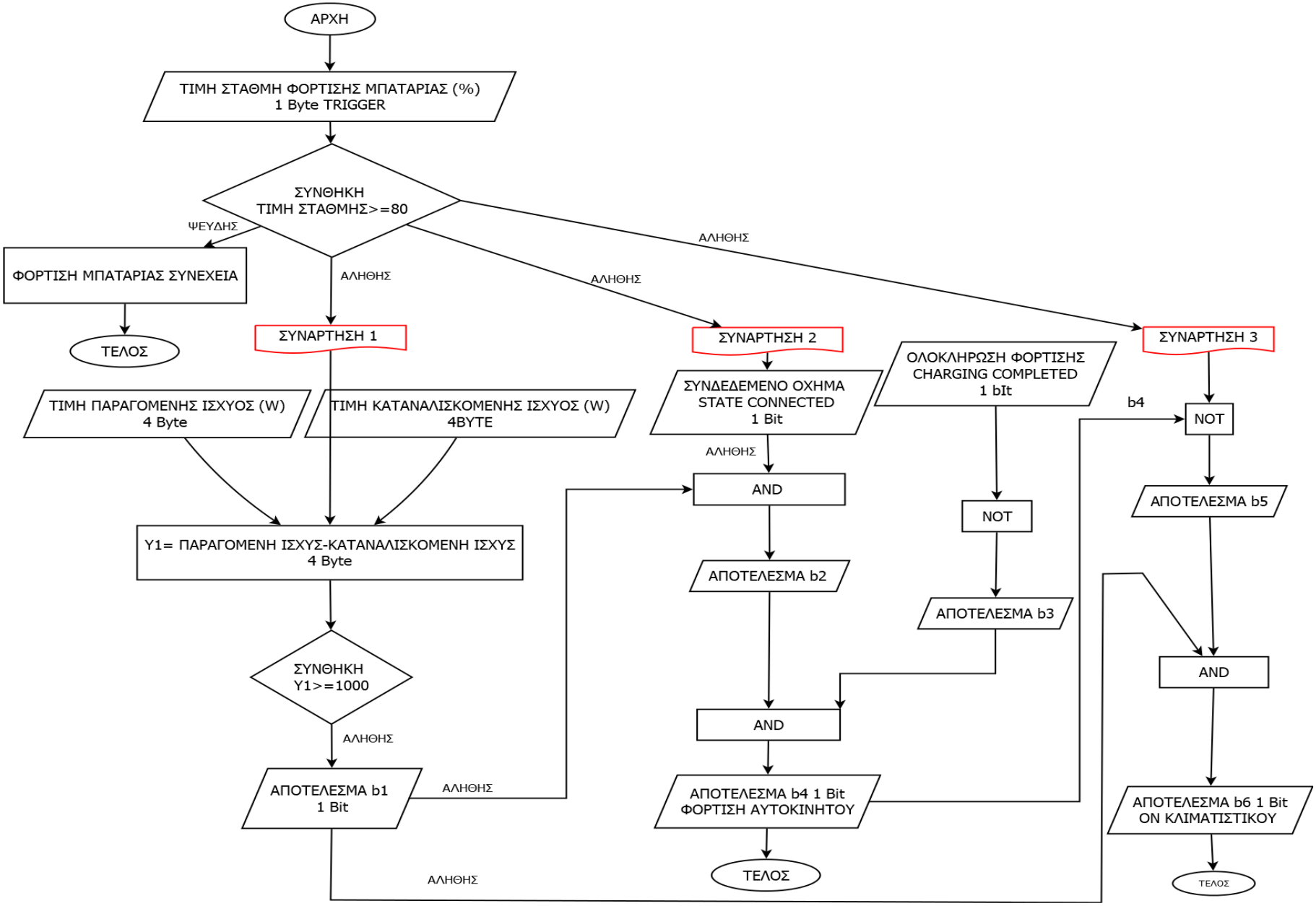


Εικόνα 187. Αποτέλεσμα b6 Συνάρτησης 3



Εικόνα 188. Διεύθυνση ομάδας 0/2/6- ON-OFF Κλιματιστικού

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζετε συνολικά το διάγραμμα ροής του ενεργειακού σεναρίου και έχει δημιουργηθεί με την βοήθεια του προγράμματος Dia που είναι ένα ελεύθερο και ανοιχτό λογισμικό για την δημιουργία διαγραμμάτων.



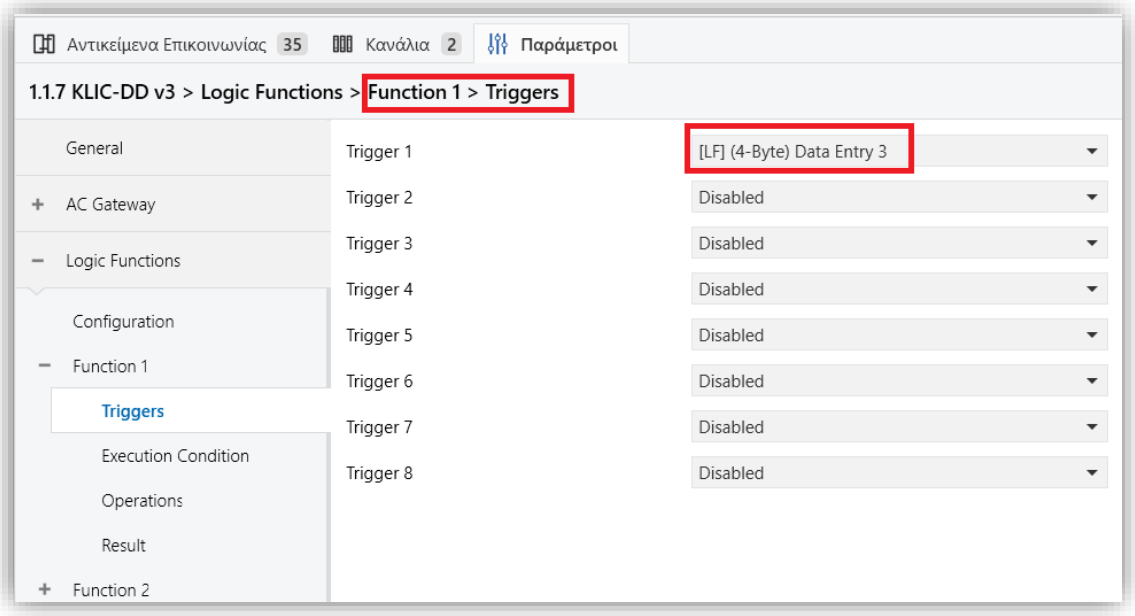
Εικόνα 189. Συνολικό Διάγραμμα Ροής Ενεργειακού Σεναρίου

5.2.4.2 Παράδειγμα διαχείρισης φορτίου με ελάχιστη παραγωγή ισχύος και μειωμένη στάθμη φόρτισης της μπαταρίας

Στο συγκεκριμένο ενεργειακό σενάριο θεωρούμε ότι η μπαταρία εκφορτίζεται για να τροφοδοτήσει τα φορτία του σπιτιού και η στάθμη φόρτισης της είναι χαμηλή και μικρότερη από το 30% . Η παραγωγή ενέργειας από το φωτοβολταϊκό σύστημα θεωρείται πάρα πολύ μικρή ή μηδενική . Η μείωση της κατανάλωσης της κατοικίας με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί από τις διαδικασίες off ή dimming των μη κρίσιμων φορτίων , όπως τα φώτα του κήπου ή με την μείωση του μέγιστου ορίου θερμοκρασίας (setpoint) της θέρμανσης ενός χώρου κατά δύο βαθμούς κελσίου. Οι συσκευές που θα χρησιμοποιηθούν είναι:

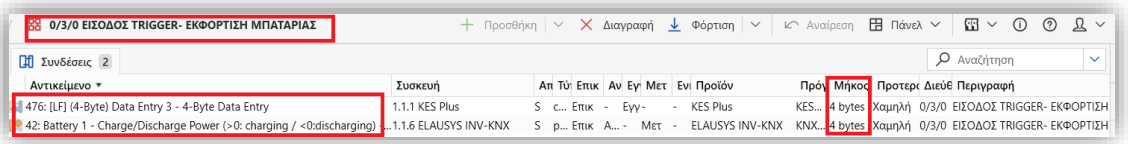
1. Η πύλη ELAUSYS INV-KNX-HU (inverter SUN2000 Huawei) με φυσική διεύθυνση 1.1.6 η οποία θα ενημερώνει για την κατάσταση λειτουργία της μπαταρίας (φόρτιση ή εκφόρτιση) καθώς και για την κατάσταση φόρτισης της ως ποσοστό επί της % .
2. Η πύλη KLIC-DD v3 KNX – Daikin της εταιρίας Zennio με φυσική διεύθυνση 1.1.7 η οποία θα αναλάβει τον έλεγχο του κλιματισμού της κατοικίας. Επίσης θα ενεργοποιηθούν και οι ανάλογες λογικές συναρτήσεις της συσκευής για την διαμόρφωση της ορθής διαχείρισης ενέργειας σύμφωνα με τις τρέχουσες μετρήσεις.
3. Η συσκευή DMG 2 T KNX DIMMER – της εταιρίας THEBEN με φυσική διεύθυνση 1.1.8 η οποία θα χρησιμοποιηθεί ως ροοστάτης για την ρύθμιση της έντασης του φωτισμού.

Συνολικά Θα ενεργοποιηθούν δυο λογικές συναρτήσεις στην συσκευή KLIC-DD v3 . Η έναυση (trigger -σκανδαλισμός) και για τις δύο τις συναρτήσεις θα είναι μια μεταβλητή 4-Byte που είναι η ισχύς φόρτισης ή εκφόρτισης της μπαταρίας (σε Watt) . Κάθε φορά που θα αλλάζει η τιμή της συγκεκριμένης μεταβλητής θα καλούνται οι συναρτήσεις .



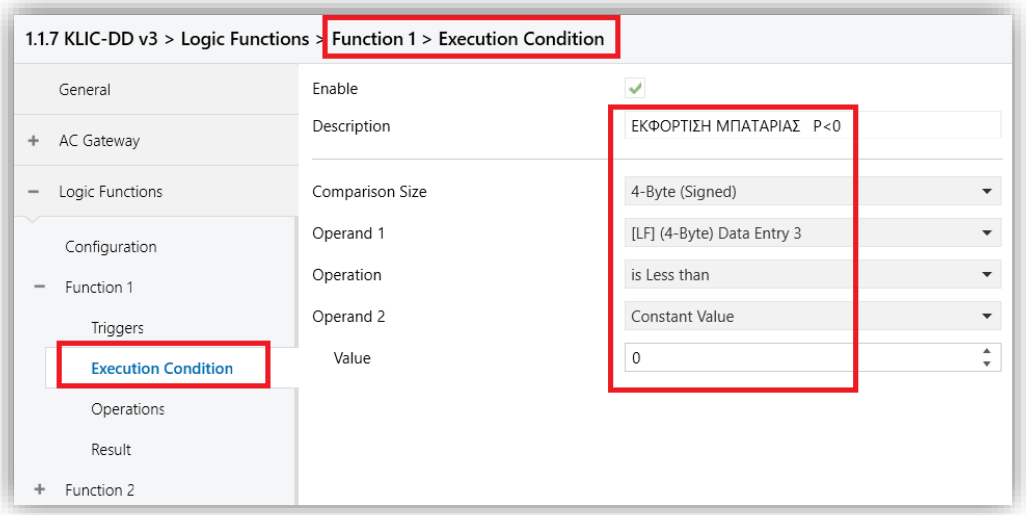
Εικόνα 190 .Trigger- Ενεργειακό σενάριο

Η αντιστοίχιση των αντικειμένων επικοινωνίας της ισχύς φόρτισης ή εκφόρτισης μπαταρίας με την μεταβλητή έναυσης παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα .



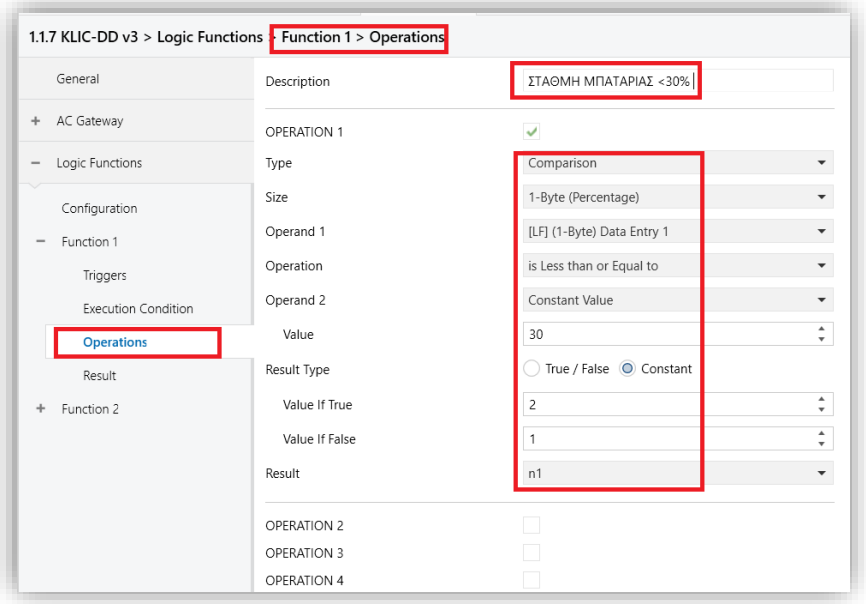
Εικόνα 191 . Διεύθυνση ομάδας 0/3/0 -Είσοδος Trigger

Ο έλεγχος της συνθήκης θα είναι ο ίδιος και για τις δυο συναρτήσεις . Αν πληρείται η προϋπόθεση ότι η τρέχουσα τιμή της ισχύος της μπαταρίας είναι μικρότερη από την τιμή 0 τότε αυτή θα εκφορτίζεται τροφοδοτώντας τα φορτία της κατοικίας. Σε περίπτωση μόνο εκφόρτισης θα εκτελούνται οι διαδοχικές λειτουργίες της κάθε συνάρτησης που έχουν οριστεί . Αν η τρέχουσα τιμή της ισχύος της μπαταρίας είναι μεγαλύτερή από το 0 δεν θα πληρείται η παραπάνω προϋπόθεση και η μπαταρία θα συνεχίζει να φορτίζει .



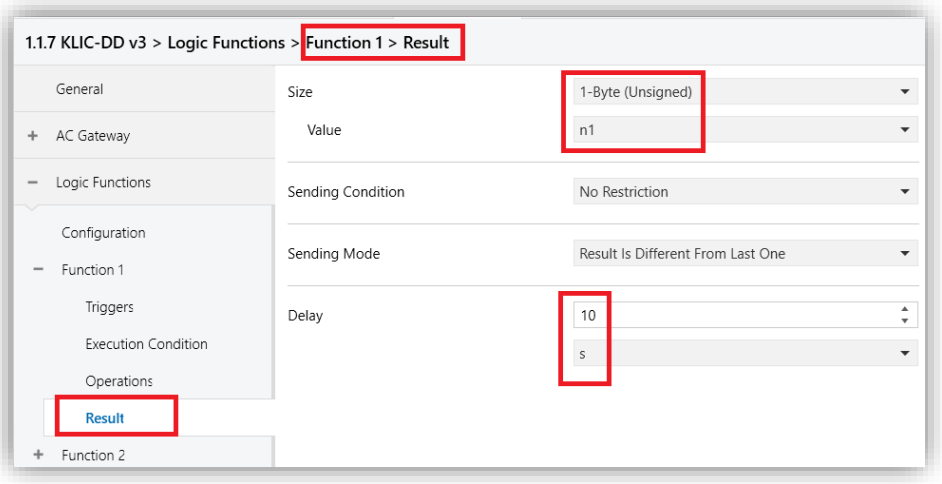
Εικόνα 192 . Έλεγχος συνθήκης της εκφόρτισης

Για την πρώτη συνάρτηση εκτελείται η **αριθμητική λειτουργία** στην οποία ελέγχεται αν η στάθμη της μπαταρίας είναι μικρότερη από το 30 % . Αν η συνθήκη είναι αληθής τότε το αποτέλεσμα n1 (1 byte)θα στείλει την σταθερή τιμή ¨2¨ ειδάλλως θα στείλει την τιμή ¨1¨ στον δίαυλο.

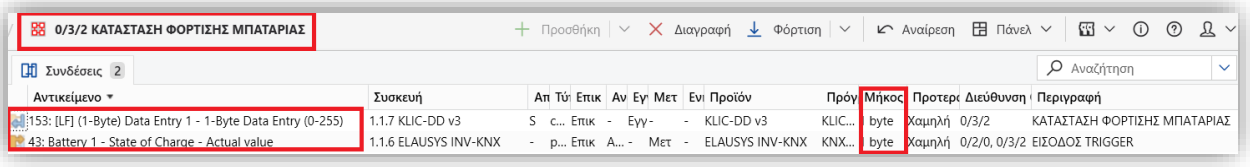


Εικόνα 193. Λογικές Συναρτήσεις – Function 1

Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζεται το αποτέλεσμα n1 (LF (1Byte)-Data Entry 1) της συνάρτησης 1 και η αντιστοίχιση της μεταβλητής με το αντικείμενο επικοινωνίας της κατάστασης φόρτισης της μπαταρίας .



Εικόνα 194. Αποτέλεσμα n1 της Συνάρτησης 1

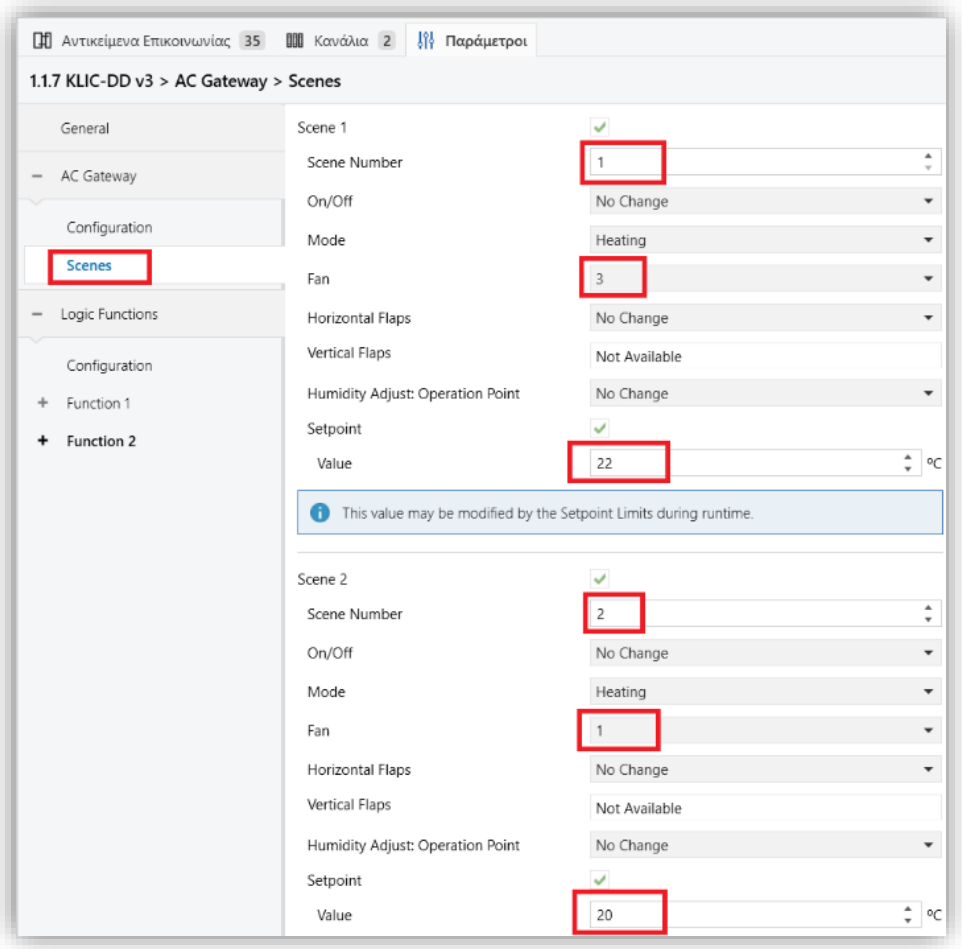


Εικόνα 195. Διεύθυνση ομάδας 0/3/2-Κατάσταση Φόρτιση Μπαταρίας

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η παραμετροποίηση της συσκευής KLIC-DD v3 KNX – Daikin με την δημιουργία δύο σεναρίων θέρμανσης.

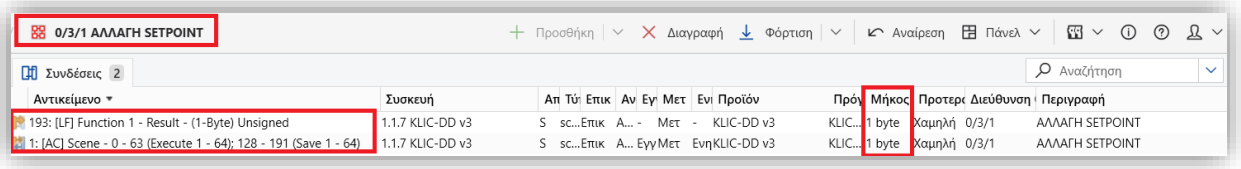
- Σενάριο 1 μέγιστο όριο θερμοκρασίας 22 βαθμούς Κελσίου , ταχύτητα ανεμιστήρα 3.
- Σενάριο 2 μέγιστο όριο θερμοκρασίας 20 βαθμούς Κελσίου , ταχύτητα ανεμιστήρα 1.

Στο δεύτερο σενάριο μειώνεται η μέγιστο όριο θερμοκρασία (-2 βαθμούς) και η ταχύτητα με σκοπό την εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας.



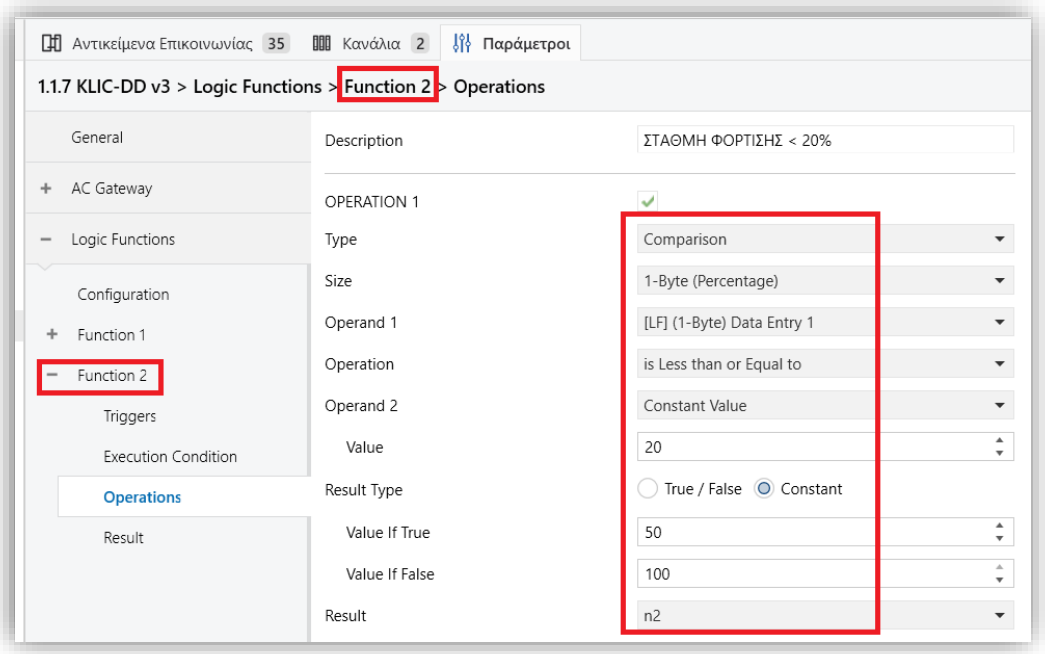
Εικόνα 196 .Παραμετροποίηση Θέρμανσης - Δημιουργία σεναρίων

Η αντιστοίχιση των αντικειμένων επικοινωνίας της διαδικασίας αλλαγής σεναρίων θέρμανσης με το αποτέλεσμα n1 (LF Function 1 Result 1 Byte) της συνάρτησης 1.



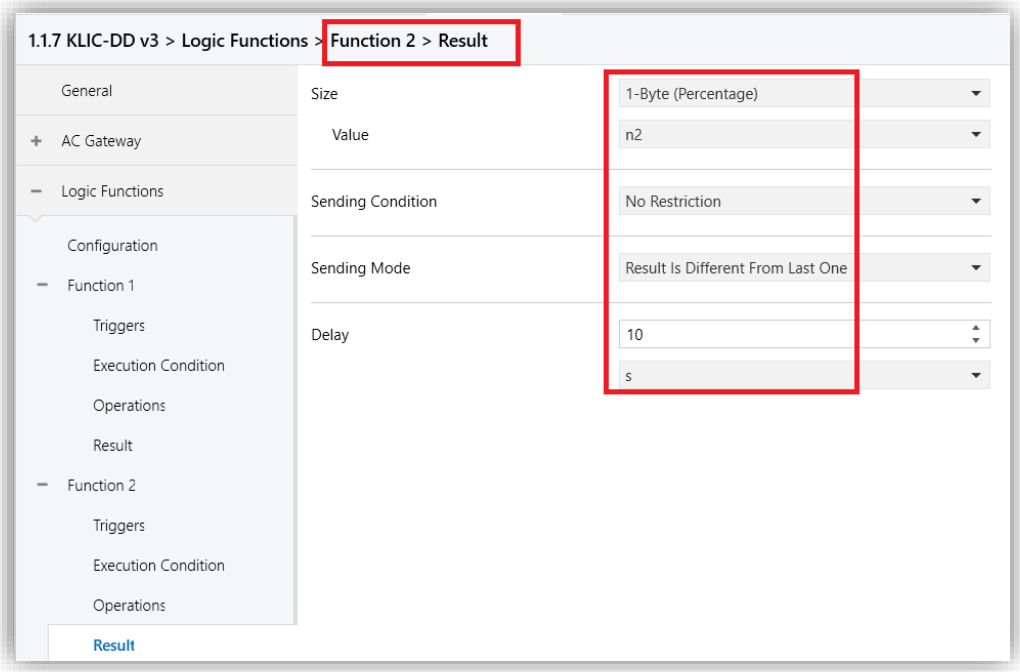
Εικόνα 197. Διεύθυνση ομάδας 0/3/1-Αλλαγή Set Point

Στην συνέχεια καλείται και η δεύτερη συνάρτηση η οποία περιέχει μια μαθηματική λειτουργία σύγκρισης (comparison). Στην περίπτωση που η εκφόρτιση της μπαταρίας συνεχίζεται ακόμα και με την αλλαγή των σεναρίων θέρμανσης και το ποσοστό της ελαττωθεί κάτω του 20% , προκύπτει το αποτέλεσμα n2 (1 Byte percentage). Αν η συνθήκη είναι αληθής τότε το αποτέλεσμα n2 θα στείλει την τιμή 50% .



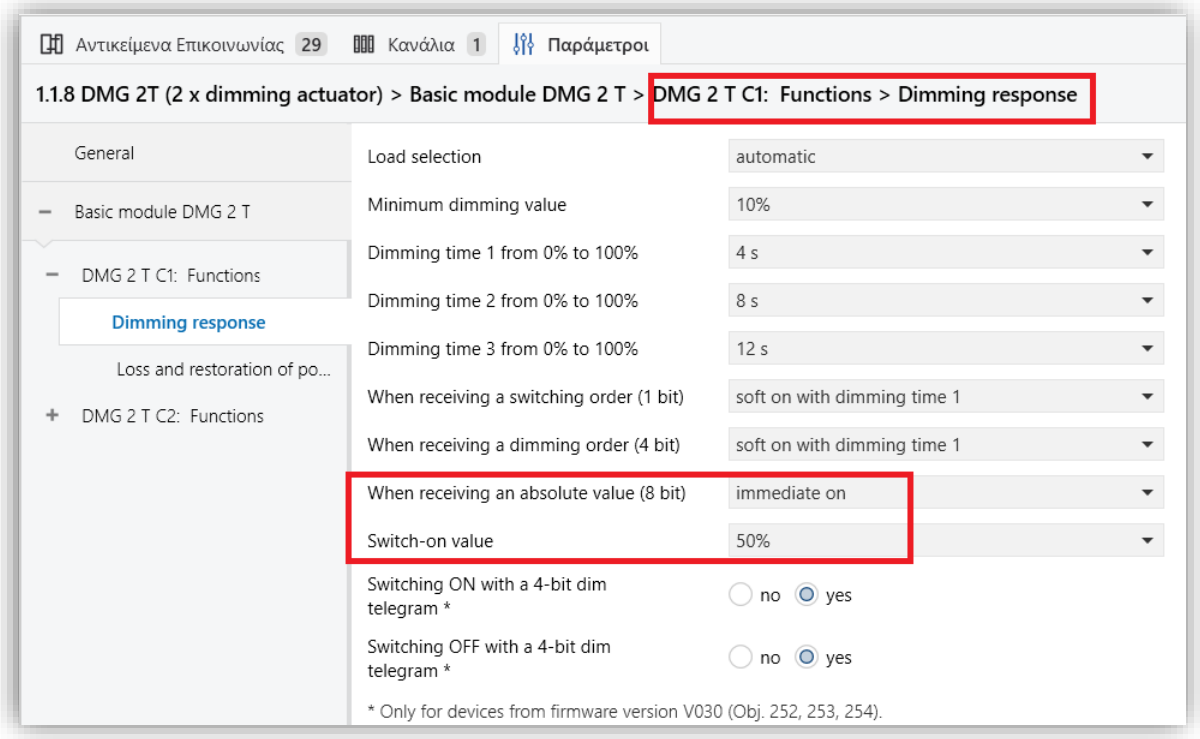
Εικόνα 198 . Λογικές Συναρτήσεις – Function 2

Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζεται το αποτέλεσμα n2 (LF (1Byte percentage)-Data Entry 1) της συνάρτησης 2.



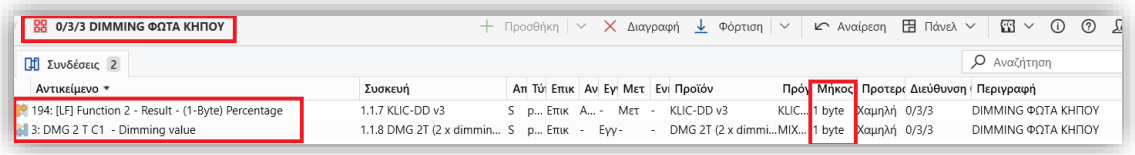
Εικόνα 199. Αποτέλεσμα n2 της Συνάρτησης 2

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η παραμετροποίηση της συσκευής DMG 2T της εταιρίας THEBEN η οποία θα χρησιμοποιηθεί για την ρύθμιση της φωτεινότητας του φωτισμού των εξωτερικών χώρων της κατοικίας ανάλογα με την στάθμη της μπαταρίας και την κατάσταση της (φόρτιση ή εκφόρτιση). Η συγκεκριμένη συσκευή υπάρχει εγκατεστημένη στην εκπαιδευτική πινακίδα της σχολής παραπάνω. Σύμφωνα με την ρύθμιση η στάθμη του εξωτερικού φωτισμού θα μειωθεί στο 50% ακαριαία μόλις λάβει μια τιμή 1 Byte από το αποτέλεσμα της λογικής συνάρτησης 2.



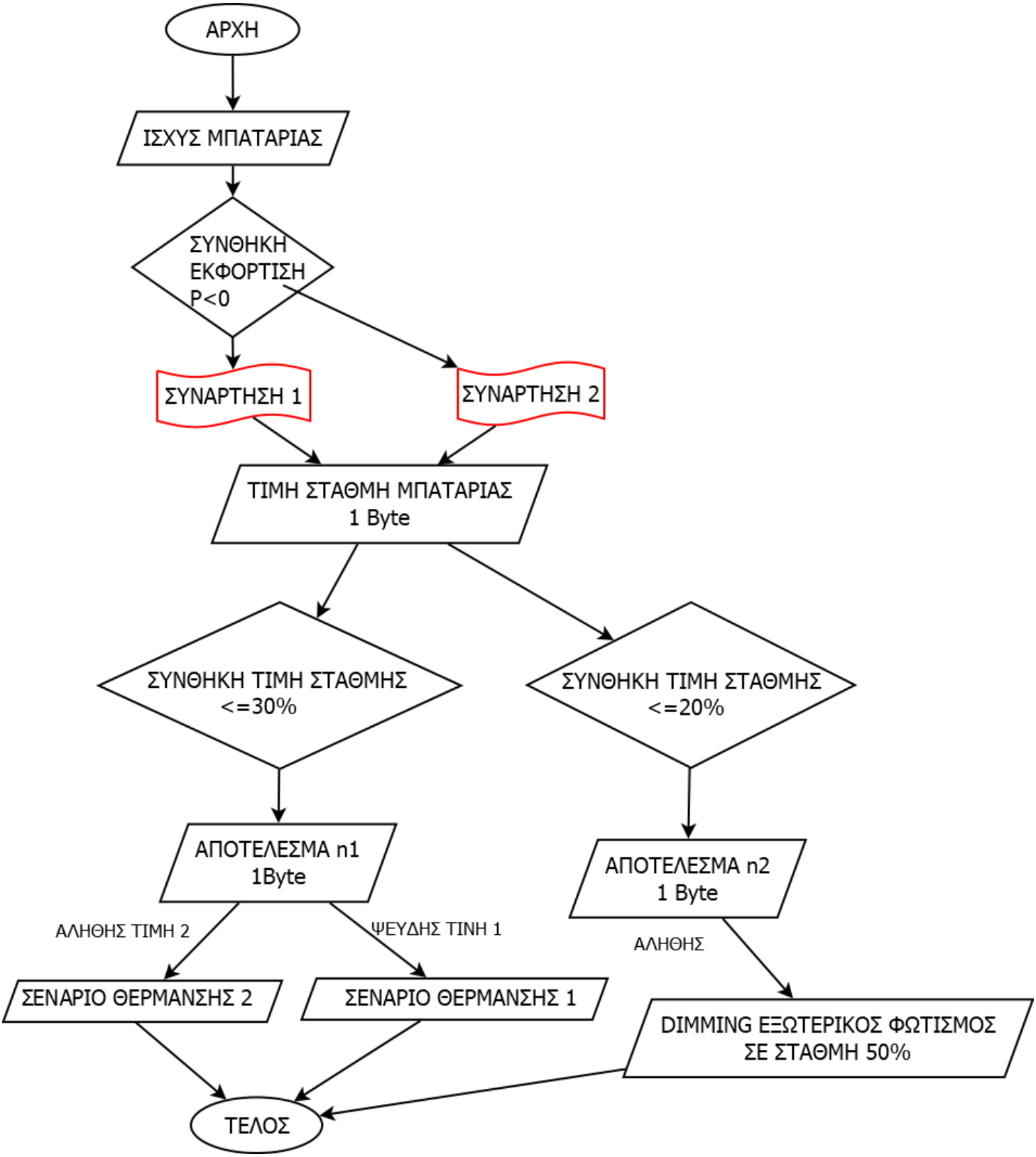
Εικόνα 200.Παραμετροποίηση Dimming Actuator - Δημιουργία σενάριου στάθμης φωτισμού

Η αντιστοίχιση των αντικειμένων επικοινωνίας της ρύθμισης της στάθμης φωτισμού στο 50 % με το αποτέλεσμα n2 (LF Function 2 Result 1 Byte).



Εικόνα 201. Διεύθυνση ομάδας 0/3/3-Dimmig Φώτα Κήπου

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζετε συνολικά το διάγραμμα ροής του ενεργειακού σεναρίου και έχει δημιουργηθεί με την βοήθεια του προγράμματος Dia . [43]



Εικόνα 202. Συνολικό Διάγραμμα Ροής Ενεργειακού Σεναρίου

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η αξιοποίηση κλειστών συστημάτων αυτοματισμού στην ενεργειακή εξοικονόμηση αποτελεί αναμφισβήτητη πρακτική. Ωστόσο, τα εν λόγω συστήματα φέρουν σημαντικούς περιορισμούς, όπως η περιορισμένη συμβατότητα με άλλα συστήματα, η μειωμένη ευελιξία στις εφαρμογές και η περιορισμένη τεχνική υποστήριξη. Επιπλέον, η έλλειψη ανταγωνισμού εντός αυτής της κατηγορίας συστημάτων συντελεί στην αύξηση του κόστους απόκτησης και εγκατάστασης. Αντιθέτως, το ανοικτό πρωτόκολλο KNX προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως αυξημένη ευελιξία, επεκτασιμότητα και υποστήριξη, χάρη στην ευρεία αποδοχή του από την αγορά και τον έντονο ανταγωνισμό μεταξύ των κατασκευαστών. Στη συνέχεια, τα συμπεράσματα της παρούσας διπλωματικής παρουσιάζονται κατηγοριοποιημένα ανά συσκευή ή λειτουργία.

6.1 Συμπεράσματα από την χρήση KNX μετρητών

Από την παραπάνω ανάλυση και ιδίως εκείνης στο κεφάλαιο 3 μπορούμε να συνοψίσουμε τα παρακάτω:

- Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα πρόσβασης στα μετρούμενα δεδομένα προκειμένου να αυξηθεί η ευαισθητοποίηση του ως καταναλωτής.
- Υπάρχει ενημέρωση για την κατανάλωση ή την παραγωγή σε πραγματικό χρόνο με σκοπό την διαφάνεια και την εξακρίβωση πιθανής βλάβης, η εντοπισμό ενεργοβόρων συσκευών.
- Επίσης με την δημιουργία ορίων και ειδοποιήσεων στην καταναλισκόμενη ισχύ ή στην τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας είναι δυνατή η βελτιστοποίηση της κατανάλωσης και η μείωση του κόστους.
- Η αγορά των μετρητών KNX προσφέρει μια μεγάλη γκάμα επιλογών, καθένας με τα δικά του χαρακτηριστικά και δυνατότητες.
- Οι μετρητές ενέργειας KNX προσφέρουν υψηλή ακρίβεια, αξιοπιστία, και ευελιξία, αλλά είναι αρκετά ακριβότεροι ως προς την αγορά τους από τους απλούς μετρητές ενέργειας και απαιτούν τεχνογνωσία KNX για εγκατάσταση και ρύθμιση.
- Τα δεδομένα μέτρησης μπορούν να αποσταλούν με email μέσω του λογισμικού οπτικοποίησης ή μέσω μιας οθόνης αφής για σκοπούς παρακολούθησης.
- Ορισμένα προϊόντα προσφέρουν ακόμη και τη δυνατότητα καταγραφής δεδομένων. Τα ηλεκτρικά μεγέθη των φορτίων μπορούν να αποθηκευτούν τόσο στη μνήμη όσο και σε εξωτερικά μέσα αποθήκευσης, όπως κάρτες SD για περεταίρω ενεργειακή ανάλυση.
- Με την δημιουργία ορίων τιμών στο ρεύμα και την τάση , ο μετρητής μπορεί να λειτουργήσει σαν διακόπτης υπερέντασης, υπέρτασης ή υπότασης και να προστατέψει ευαίσθητα φορτία.
- Στην πλειονότητά τους είναι αμφίδρομοι, δηλαδή μπορούν να μετρήσουν την παραγόμενη (φωτοβολταϊκό) αλλά και την καταναλισκόμενη ισχύ και ενέργεια.
- Η επιλογή του κατάλληλου μετρητή KNX δεν είναι μια απλή διαδικασία αφού εξαρτάται από τον εκάστοτε σχεδιασμό και τις ατομικές ανάγκες της κάθε κατοικίας [7, p. 168]
- Η μέτρηση με KNX μπορεί να οδηγήσει στον απόλυτο έλεγχο ροής ισχύος .

Πολλές φορές επικρατεί σύγχυση μεταξύ των καινούριων (έξυπνων) μετρητών του ΔΕΔΔΗΕ που θα αντικαταστήσουν τους συμβατικούς, με τους μετρητές KNX .

- Οι μετρητές του ΔΕΔΔΗΕ καθίστανται εξωτερικά των κτιρίων και συνδέονται απευθείας στο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον υποβάλλονται σε αυστηρούς ελέγχους και κανονισμούς για να διασφαλίζεται η ακρίβεια των μετρήσεων ενώ χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση των λογαριασμών ηλεκτρικής ενέργειας και τις εμπορικές συναλλαγές μεταξύ καταναλωτή και παρόχου.
- Αντίθετα οι μετρητές KNX χρησιμοποιούνται για κύρια ή δευτερεύουσα μέτρηση σε εγκαταστάσεις KNX και σχεδιάζονται κυρίως για χρήση σε εσωτερικούς χώρους, σε οικιακά ή εμπορικά περιβάλλοντα. Επίσης δεν υπόκεινται στις ίδιες αυστηρές απαιτήσεις ακρίβειας με τους μετρητές ΔΕΔΔΗΕ, καθώς δεν χρησιμοποιούνται για εμπορικές συναλλαγές με παρόχους ενέργειας. Παρέχουν μια ενδεικτική αλλά ακριβή μέτρηση της

κατανάλωσης ενέργειας, η οποία είναι επαρκής για την παρακολούθηση και τον έλεγχο της κατανάλωσης σε επίπεδο χρήστη.

6.2 Συμπεράσματα από την χρήση Συσκευών οπτικοποίησης KNX

Η οπτικοποίηση πλέον αποτελεί βασικό και αναπόσπαστο κομμάτι στις εγκαταστάσεις KNX, προσφέροντας πλήθος πλεονεκτημάτων αλλά και μειονεκτημάτων τόσο στους εγκαταστάτες όσο και στους χρήστες.

Πλεονεκτήματα για τους εγκαταστάτες:

- **Απλοποίηση της εγκατάστασης και της συντήρησης:** Η οπτικοποίηση επιτρέπει στους εγκαταστάτες να έχουν μια ολοκληρωμένη εικόνα του συστήματος KNX, διευκολύνοντας τον εντοπισμό και την αντιμετώπιση προβλημάτων.
- **Βελτίωση της επικοινωνίας με τους πελάτες:** Η οπτικοποίηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εξηγηθεί η λειτουργία του συστήματος KNX στους πελάτες με απλό και διαδραστικό τρόπο.
- **Αύξηση της παραγωγικότητας:** Η οπτικοποίηση μπορεί να αυτοματοποιήσει χρονοβόρες εργασίες, όπως η δημιουργία αναφορών και η ρύθμιση παραμέτρων των συσκευών του συστήματος.

Μειονεκτήματα για τους εγκαταστάτες:

- **Η επιλογή μιας συσκευής οπτικοποίησης δεν είναι μια απλή διαδικασία** (Πληθώρα συσκευών με διαφορετικά χαρακτηριστικά) και εξαρτάται από τον εκάστοτε σχεδιασμό και τις ατομικές ανάγκες της κάθε κατοικίας.
- **Πολύπλοκη η σωστή διαμόρφωση** της οπτικοποίησης για μέγιστη απόδοση και χρηστικότητα (Χρονοβόρος διαδικασία)

Πλεονεκτήματα για τους χρήστες:

- **Βελτιωμένη εμπειρία χρήστη:** Η οπτικοποίηση προσφέρει στους χρήστες έναν εύχρηστο και φιλικό τρόπο για να ελέγχουν και να παρακολουθούν το σύστημα KNX. Μπορούν εύκολα ανάλογα με την εφαρμογή να δημιουργήσουν δικά τους χρονοπρογράμματα και σενάρια άνεσης.
- **Ενίσχυση της ενεργειακής απόδοσης:** Η οπτικοποίηση μπορεί να βοηθήσει τους χρήστες να κατανοήσουν καλυτέρα την κατανάλωση ενέργειας και να λάβουν μέτρα για τη μείωσή της.
- **Αύξηση της ασφάλειας και της άνεσης:** Η οπτικοποίηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση του σπιτιού ή του κτηρίου για τυχόν ασυνήθιστες δραστηριότητες και για τον έλεγχο των συστημάτων ασφαλείας και άνεσης.

Μειονεκτήματα για τους χρήστες:

- **Απαιτείται εκπαίδευση των χρηστών** σχετικά με τη χρήση της οπτικοποίησης για την αξιοποίηση των δυνατοτήτων της στο έπακρο.
- **Αυξημένο κόστος αγοράς των συσκευών**
- **Αυξημένο κόστος προγραμματισμού για οπτικοποίηση**

Επιπλέον συμπεράσματα:

- Μελλοντικά η οπτικοποίηση μπορεί να γίνει ακόμα πιο ισχυρή όταν συνδυάζεται με άλλες τεχνολογίες, όπως η τεχνητή νοημοσύνη και το Internet of Things (IoT).

6.3 Συμπεράσματα από την χρήση του προτύπου KNX για την διαχείριση ηλεκτρικής ενέργειας

Η υιοθέτηση του προτύπου KNX στη διαχείριση της ενέργειας ενός κτιρίου επιφέρει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

1. **Πλήρης Έλεγχος και Ενεργειακή Αυτονομία:**

- **Κεντρικός έλεγχος:** Το KNX επιτρέπει την ολοκληρωμένη διαχείριση όλων των συστημάτων μιας κατοικίας από ένα ενιαίο σημείο, εξασφαλίζοντας βέλτιστη λειτουργία και ελαχιστοποίηση της ενεργειακής σπατάλης.
- **Ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών:** Μέσω της σύνδεσης με φωτοβολταϊκά, ανεμογεννήτριες και συστήματα αποθήκευσης, το KNX μπορεί να δημιουργήσει ένα αυτόνομο ενεργειακό σύστημα.
- **Προγραμματιζόμενα ενεργειακά σενάρια:** Η τεχνολογία KNX επιτρέπει τη δημιουργία εξατομικευμένων ενεργειακών σεναρίων, προσαρμοσμένων στις ανάγκες και τις προτιμήσεις κάθε χρήστη
- **Βήμα προς την ενεργειακή αυτονομία:** Με τον τρόπο αυτό, η κατοικία μπορεί να καταστεί πιο ανεξάρτητη από το ενεργειακό δίκτυο, μειώνοντας τα λειτουργικά κόστη και το περιβαλλοντικό αποτύπωμα.

2. **Αύξηση της Άνεσης και της Ενεργειακής Απόδοσης:**

- **Αυτοματισμός καθημερινών εργασιών:** Το KNX αναλαμβάνει αυτόματα την ρύθμιση του φωτισμού, της θέρμανσης, του κλιματισμού και άλλων συστημάτων, εξοικονομώντας χρόνο και ενέργεια.
- **Βελτιστοποίηση της κατανάλωσης:** Μέσω της ανάλυσης των δεδομένων κατανάλωσης, το σύστημα μπορεί να προσαρμόσει τη λειτουργία του για να επιτύχει μέγιστη ενεργειακή απόδοση.
- **Αύξηση της ενεργειακής απόδοσης:** Αυτά τα σενάρια μπορούν να βελτιστοποιήσουν τη λειτουργία των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού, οδηγώντας σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας.

3. **Εφαρμογή σε διαφορετικούς τύπους κτιρίων:**

- Η τεχνολογία KNX δεν περιορίζεται μόνο σε κατοικίες, μπορεί να εφαρμοστεί σε μεγάλα κτίρια, όπως ξενοδοχεία, γραφεία και βιομηχανικές εγκαταστάσεις, προσφέροντας ολοκληρωμένη διαχείριση της ενέργειας και της αυτοματοποίησης.

4. **Αυτοματοποίηση και Εύκολη Χρήση:**

- **Μείωση της ανθρώπινης παρέμβασης:** Η τεχνολογία KNX αυτοματοποιεί πολλές από τις διαδικασίες ελέγχου της κατανάλωσης ενέργειας, απαλλάσσοντας τους χρήστες από την ανάγκη να πραγματοποιούν χειροκίνητες ρυθμίσεις.
- **Εύκολη διαχείριση:** Μέσω εφαρμογών για κινητά και tablet, οι χρήστες μπορούν να ελέγχουν και να παρακολουθούν το σύστημα από οπουδήποτε.

Τα μειονεκτήματα της χρήσης του προτύπου KNX για την διαχείριση της ενέργειας είναι τα εξής:

- **Δυσκολία στην επιλογή των κατάλληλων συσκευών:** Η μεγάλη ποικιλία και οι διαφορετικές ατομικές ανάγκες της κάθε κατοικίας περιπλέκουν την αγορά τους.
- **Πολυπλοκότητα στην παραμετροποίηση και τον προγραμματισμό:** Η διαδικασία ρύθμισης και προγραμματισμού των συσκευών είναι πολύπλοκη και απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις.

- **Υψηλό κόστος εγκατάστασης και προγραμματισμού:** Το κόστος για την εγκατάσταση και τον προγραμματισμό του συστήματος είναι αρκετά υψηλό.

Τέλος με το KNX, είναι δυνατή η εφαρμογή διαχείρισης φορτίου όχι μόνο για μία κατοικία ή ένα κτίριο αλλά μέσω του πρωτοκόλλου KNXnet/IP ακόμη και σε ολόκληρη την πόλη.



Εικόνα 203. Μια KNX πόλη με διασυνδεμένα KNX κτίρια.

Μια έξυπνη πόλη πρέπει να βασίζεται στην **υιοθέτηση καινοτόμων στρατηγικών διαχείρισης ενέργειας** για την κάλυψη των αυξανόμενων ενεργειακών αναγκών των πολιτών της. Δεν θα πρέπει η διαχείριση της ενέργειας να επικεντρώνεται στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας αλλά στην καινοτόμο και συστηματική προμήθεια και διανομή ενέργειας σύμφωνα με τις απαιτήσεις των καταναλωτών, χωρίς οικονομικούς συμβιβασμούς και περιβαλλοντικές ανησυχίες [3, p. 492].

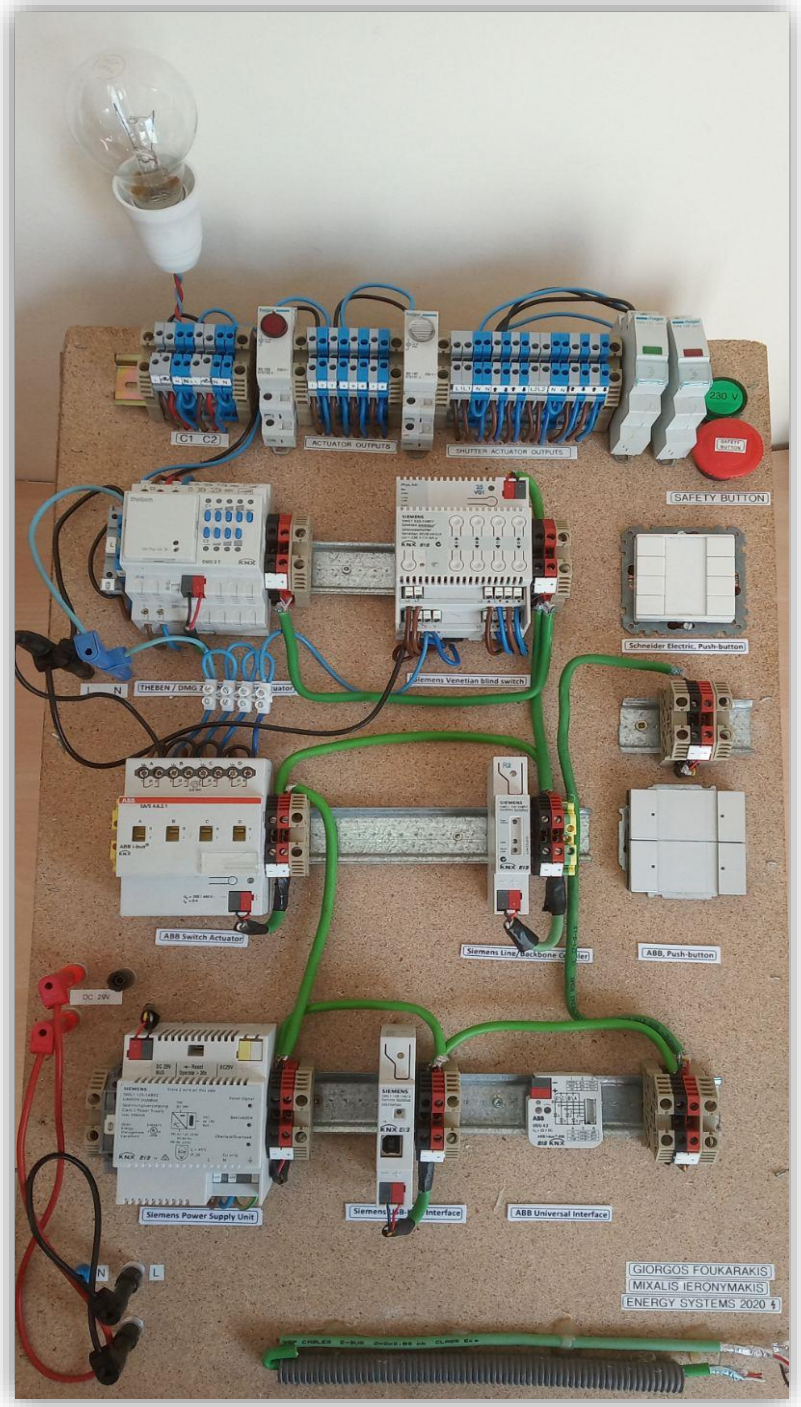
6.4 Συμπεράσματα για την αναβάθμιση του Εργαστηριακού εξοπλισμού εκπαιδευτικής πινακίδας «έξυπνου σπιτιού – KNX», εργαστηρίου ΕΛ.ΜΕ.ΠΑ

Όπως ειπώθηκε και παραπάνω στον χώρο του εργαστηρίου ηλεκτρικών εγκαταστάσεων υπάρχει μια εκπαιδευτική πινακίδα για το «έξυπνο σπίτι – KNX», η οποία είχε κατασκευαστεί από τους μεταπτυχιακούς φοιτητές Φουκαράκη Γεώργιο και Ιερωνυμάκη Μιχάλη στα πλαίσια της μεταπτυχιακής τους διατριβής [23]. Σε επόμενη Διπλωματική Διατριβή του μεταπτυχιακού φοιτητή Γεωργαλή Γεώργιο δημιουργήθηκαν εργαστηριακές ασκήσεις για την εκπαίδευση των φοιτητών πάνω στην τεχνική ¨έξυπνου σπιτιού¨ της KNX [6]. Οι ασκήσεις επιλέχθηκαν με βάση τα υπάρχοντα υλικά και είναι εφαρμογές από ηλεκτρικά κυκλώματα που συναντάμε καθημερινά σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση.

Στην παρούσα διπλωματική έγινε ανάλυση της μέτρησης , της οπτικοποίησης και της διαχείρισης της ηλεκτρικής ενέργειας με το πρωτόκολλο KNX. Για την αναβάθμιση της υπάρχουσας πινακίδας και την δημιουργία από πλευράς των φοιτητών πιο σύνθετων σεναρίων όσο αφορά την διαχείριση της ενέργειας , προτείνονται δύο λύσεις με κόστος που δεν διαφέρει σημαντικά .

1. Η πρώτη επιλογή είναι η προμήθεια ενός **Μετρητής KNX** και μια **KNX συσκευής οπτικοποίησης** με ενδεικτικό συνολικό κόστος περίπου 850 Ευρώ.
2. Η δεύτερη επιλογή είναι η προμήθεια ενός **μετρητή Modbus, μιας πύλης KNX/Modbus** και μια **KNX συσκευής οπτικοποίησης** με ενδεικτικό συνολικό κόστος περίπου 1000 Ευρώ.

Τα βασικά χαρακτηριστικά των προτεινόμενων συσκευών αναλυθήκαν στα προηγούμενα αντίστοιχα κεφάλαια (κεφάλαιο 3 – Μετρητής, Κεφάλαιο 4 – Συσκευή Οπτικοποίησης).



Εικόνα 204. Εκπαιδευτική πινακίδα του εργαστηρίου με υλικά KNX [6, p. 162]

6.5 Γενικές Επισημάνσεις της Διπλωματικής Εργασίας

Το πρωτόκολλο KNX, αν και συχνά συνδέεται με τις λειτουργίες φωτισμού και σκίασης, προσφέρει πολύ περισσότερες δυνατότητες στον αυτοματισμό κτιρίων. Όπως αποδεικνύεται παραπάνω με την συγκεκριμένη διπλωματική είναι ένα ισχυρό εργαλείο για τη διαχείριση ενέργειας σε μια κατοικία με σκοπό την βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας, την αύξηση της ενεργειακή απόδοσης και της μείωσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Η επιλογή του συγκεκριμένου πρωτοκόλλου αναμφισβήτητα αποτελεί μια κορυφαία λύση αλλά ταυτόχρονα και μια σχετικά δαπανηρή επιλογή για ορισμένους χρήστες. Ωστόσο, υπάρχουν αρκετές εναλλακτικές λύσεις που προσφέρουν βασικές λειτουργίες αυτοματισμού στον φωτισμό , την σκίαση και την απεικόνιση της κατανάλωσης σε πιο προσιτές τιμές. Αυτές οι λύσεις συχνά βασίζονται σε ασύρματα πρωτόκολλα όπως το Zigbee, Z-Wave , Bluetooth ή Wi-Fi επιτρέποντας την εύκολη εγκατάσταση και διαμόρφωση του συστήματος. Επιπλέον, πολλές από αυτές τις πλατφόρμες υποστηρίζονται από εφαρμογές για κινητά τηλέφωνα, παρέχοντας στους χρήστες τη δυνατότητα να ελέγχουν τις λειτουργίες απομακρυσμένα. Αν και οι δυνατότητες αυτών των συστημάτων ενδέχεται να μην είναι τόσο εκτεταμένες όσο του KNX, μπορούν να αποτελέσουν μια εξαιρετική επιλογή για μικρότερους χώρους ή για χρήστες που αναζητούν μια απλή και οικονομική λύση για τον αυτοματισμό του σπιτιού τους.

Η απόφαση για την αγορά συσκευών μέτρησης και οπτικοποίησης KNX με κύριο σκοπό την διαχείριση πρέπει να βασίζεται σε μια οικονομική ανάλυση. Είναι σημαντικό να εκτιμηθεί το κόστος αγοράς, εγκατάστασης και συντήρησης των συσκευών, καθώς και το αναμενόμενο όφελος από την εξοικονόμηση ενέργειας. Η επένδυση αυτή μπορεί να αποσβεστεί γρήγορα, ειδικά στις ακόλουθες περιπτώσεις:

- **Υπάρχουσα εγκατάσταση KNX:** Η προσθήκη συσκευών μέτρησης και οπτικοποίησης είναι σχετικά εύκολη και οικονομική.
- **Σύνθετες εγκαταστάσεις:** Σε ολόκληρη την ηλεκτρική εγκατάσταση ή μόνο σε ένα τμήμα της με εξειδικευμένα σύνθετα φορτία (π.χ., ηλεκτρική φόρτιση αυτοκινήτου, αντλία θερμότητας) τα οποία απαιτούν λεπτομερή παρακολούθηση της κατανάλωσης.
- **Παραγωγή ενέργειας:** Σε κατοικίες με φωτοβολταϊκά συστήματα, οι συσκευές αυτές βοηθούν στη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης της παραγόμενης ενέργειας.
- **Αυτόνομες κατοικίες**: Η συνεχής παρακολούθηση και η ακριβής διαχείριση των ενεργειακών ροών αποτελούν προ απαιτούμενη συνθήκη για την επίτευξη ενεργειακής αυτονομίας. Η ανάγκη για λεπτομερή έλεγχο εντείνεται καθώς αυξάνεται το επίπεδο των παρεχόμενων ανέσεων.

Πρέπει επίσης να αναφερθεί για ακόμα μία φορά ότι οι μετρητές KNX με την κατάλληλη ρύθμιση παρέχουν και την δυνατότητα προστασίας σε ευαίσθητα φορτία (όπως μικρούς σε ισχύ κινητήρες) από την τάση και το ρεύμα.

Η απόφαση για την αγορά συσκευών μέτρησης και οπτικοποίησης KNX πρέπει να λαμβάνεται με βάση μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση των αναγκών και των στόχων κάθε εγκατάστασης. Γενικά, όσο πιο σύνθετη είναι μια εγκατάσταση και όσο μεγαλύτερη είναι η σημασία της ενεργειακής απόδοσης, τόσο μεγαλύτερη είναι η ανάγκη για λεπτομερή μέτρηση, παρακολούθηση και διαχείριση της ενέργειας. Τότε η επένδυση σε αυτές τις συσκευές μπορεί να προσφέρει σημαντικά οφέλη σε όρους ενεργειακής απόδοσης, βελτιστοποίησης λειτουργιών και μείωσης των λειτουργικών εξόδων.

Αναφορές

[1] Mr. Michael Schuster, Enertex Bayern GmbH, "Energy management in homes: PV, storage, e-car and KNX," KNX.ORG, 2021.

[2] www.knx.org, [Ηλεκτρονικό]. Available: https://knxcz.cz/images/clanky/Smart-Metering-With-KNX_en.pdf.

[3] KNX.ORG, "https://www.knxtoday.com/," 2022, 15 07 2022. [Online]. Available: https://www.knxtoday.com/2022/07/42849/energy-management-with-knx-part-1-measuring-and-monitoring.html.

[4] KNX.ORG, [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.knxcz.cz/images/clanky/Energy-Efficiency-With-KNX_en.pdf.

[5] KNX.ORG, "https://www.knxtoday.com/," 07 2022. [Online]. Available: https://www.knxtoday.com/2022/07/42953/energy-management-with-knx-part-2-connectivity-and-the-iot.html.

[6] Γ. Γεώργιος, *Παρουσίαση του προτύπου KNX για τη δημιουργία έξυπνων ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και προγραμματισμός με το ETS5 βασικών εφαρμογών καθημερινότητας,* ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ, 2022.

[7] KNX.ORG, «Energy management with KNX,» σε *KNX Advanced Course Documentation*, 4/2023, p. 153.

[8] KNX, «Energy Efficiency with KNX,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.knxcz.cz/images/clanky/Energy-Efficiency-With-KNX_en.pdf.

[9] Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, «ΟΔΗΓΊΑ (ΕΕ) 2018/844 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΎ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΊΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΊΟΥ,» 06 2018. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018L0844.

[10] IsZEB , [Ηλεκτρονικό]. Available: https://gobhma.gr/seminario-gia-ton-deikti-eyfyoys-etoi/.

[11] Τσικαλάκης Αντώνιος, «ΕΞΥΠΝΑ ΚΤΙΡΙΑ,» Ηράκλειο.

[12] ΔΕΔΔΗΕ, «https://www.slideshare.net/GiannisAlifragis/ss-33183262,» 2014. [Ηλεκτρονικό].

[13] «B2Green,» 20 Μαρτίου 2023. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://news.b2green.gr/.

[14] ΔΕΔΔΗΕ, «https://deddie.gr/el/deddie/dimosieuseis/themata-tou-diaxeiristi-diktuou/leitourgia-lianikis-agoras-hleiktrikis-energeias/metrites-fortiou/,» 03 02 2021. [Ηλεκτρονικό].

[15] MDT, "MDT TECHNOLOGIES," 08 2022. [Online]. Available: https://www.mdt.de/fileadmin/user_upload/user_upload/download/MDT_TM_EZ_01_Energy_Meter_V10.pdf.

[16] Zennio Avance y Tecnología S.L., «www.zennio.com,» Zennio Avance y Tecnología S.L. © 2023, [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.zennio.com/product/kes-transformer.

[17] Zennio Avance y Tecnología S.L., "www.zennio.com," Zennio Avance y Tecnología S.L. © 2023, [Online]. Available: https://www.zennio.com/product/kes-plus.

[18] Zennio Avance y Tecnología S.L., [Online]. Available: https://mail.zennio.com/download/module_logical_functions_en_2.0.

[19] Enertex® Bayern GmbH, "Manual and Configuration KNX Smartmeter 85A (RT)," 91301 Forchheim.

[20] ΧΩΡΟΣ ΣΜ Α.Ε, «https://www.knx-mdt.gr/abante/,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.knx-mdt.gr/abante/index.php?rt=product/product&product_id=463. [Πρόσβαση 2024].

[21] KNX point, «https://knxpoint.com/,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://knxpoint.com/catalog/knx_metering/knx_energy_metering/117293/.

[22] KnxSolution., «https://www.knxsolution.sk,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.knxsolution.sk/en/products/1149-85-knx-smartmeter-s-prevodnikom-az-85a-bez-rt.

[23] Φ. Γ. -. Ι. Μιχάλης, «Εκπαίδευση και σχεδιασμός κατάλληλων εργαστηριακών,» Ηράκλειο , 2019-2020 .

[24] wikipedia.org, «Modbus,» 2024.

[25] Schneider Electric, «https://www.se.com/il/en/product/MTN6503-0201/knx-metering-gateway-modbus-regk/,» 2024. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.se.com/il/en/product/MTN6503-0201/knx-metering-gateway-modbus-regk/.

[26] Schneider Electric, «Τριφασικοί μετρητές ενέργειας ράγας,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.se.com/gr/el/product-range/61273-acti-9-iem3000/?parent-subcategory-id=4125&filter=business-2-%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CF%8C%CF%82-%CE%B1%CF%85%CF%84%CE%BF%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%C.

[27] HAGER , «ΜΟΝΑΔΑ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ ΜΕΤΡΗΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ-KNX,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.hager.gr/e-catalogue/knx-systemlink/knx/txf121/93716.htm. [Πρόσβαση 2024].

[28] HAGER , «e-Catalogue / Διακοπτικό Υλικό - Διαχείριση Κτιρίου / Κτιριακός αυτοματισμός / KNX systemlink / Μετρητές ενέργειας / μετρητές παλμών KNX / TXF121,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.hager.gr/e-catalogue/knx-systemlink/knx/txf121/95388.htm.

[29] ABB , «Πληροφορίες για: SE/S 3.16.1,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://new.abb.com/products/el/2CDG110136R0011/se-s-3-16-1. [Πρόσβαση 2024].

[30] European Telecommunications Standards Institute (ETSI), "ETSI EN 50090-3-7-2, "Home and Building Electronic Systems - Part 3-7-2: Technical Requirements - Requirements for Lighting Control Systems",," European Telecommunications Standards Institute (ETSI), Sophia Antipolis, France, , 2023.

[31] ABB, «https://new.abb.com/,» 2024. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://new.abb.com/low-voltage/el/products/building-automation/product-range/abb-free-at-home/products/displays-abb-free@home. [Πρόσβαση 2024].

[32] eelectron, «https://smarthome.tzouganatos.gr/knx-horizone-web-servers,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://smarthome.tzouganatos.gr/knx-horizone-web-server-200-points-in00b02web.

[33] "Energy management with KNX," in *KNX Advanced Course Documentation* , April 2023 , p. 164.

[34] BUILDSYS, a.s, 2015. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.buildsys.cz/en/buildsys-references-building-management-systems-hotel-emblem.html.

[35] MDT TECHNOLOGIES, «https://www.mdt.de/,» 08 2023. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.mdt.de/en/products/product-detail/visualizations/server/object-server-visucontrol-easy-ii.html.

[36] MDT TECHNOLOGIES, 08 2023. [Online]. Available: https://www.mdt.de/fileadmin/user_upload/user_upload/download/VC-EASY-03_MDT_TM_V10_EN.pdf.

[37] MDT TECHNOLOGIES, [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.mdt.de/fileadmin/user_upload/user_upload/download/MDT_TM_Weather_Station.pdf.

[38] Zennio Avance y Tecnología S.L., [Ηλεκτρονικό]. Available: https://zennio0.sharepoint.com/sites/webzennio2/Documentos%20compartidos/documentos_web/manual/Manual_Z41_Lite_Pro_COM_EN.pdf?ga=1.

[39] Zennio Avance y Tecnología S.L, [Ηλεκτρονικό]. Available: https://zennio0.sharepoint.com/sites/webzennio2/Documentos%20compartidos/documentos_web/manual/Manual_ZennioRemote_EN.pdf?ga=1.

[40] HAGER, «TJA470,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.hager.gr/e-catalogue/knx-easylink/domovea-server/tja470/91319.htm. [Πρόσβαση 2024].

[41] 1 Home Solutions Gmbh, "Meet 1Home Server for KNX," [Online]. Available: https://www.1home.io/server-for-knx. [Accessed 2024].

[42] «https://texnimon.gr/oi-10-krisimes-symvoyles-gia-ta-fotovoltaika-sti-stegi-ola-osa-prepei-na-xerei-o-katanalotis/,» 04 05 2023. [Ηλεκτρονικό].

[43] «https://el.vessoft.com/software/windows/download/dia,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://el.vessoft.com/software/windows/download/dia.

[44] www.knx.org, «Έξυπνες Μετρήσεις με KNX / Smart Metering with KNX,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.sarrisg.gr/n/userfiles/downloads/KNX/KNXSM_GR_screen.pdf.

[45] Ελληνική Επιτροπή Τυποποίησης (ΕΛΟΤ), «ΕΛΟΤ ΕΝ 50090-3-7-2, "Εφαρμογές ηλεκτρονικών συστημάτων κατοικιών και κτιρίων - Μέρος 3-7-2: Τεχνικές απαιτήσεις - Απαιτήσεις για συστήματα ελέγχου φωτισμού",,» Ελληνική Επιτροπή Τυποποίησης (ΕΛΟΤ), Αθήνα, Ελλάδα, , 2023.

[46] Rodos MEP, «https://rodosmep.gr/,» 2024. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://rodosmep.gr/fotovoltaika-me-mpataria-epidotisi/.