

“Σχεδιασμός και ανάπτυξη ενός λειτουργικού αρχετύπου για Συνεργατικούς Εικονικούς Ενεργειακούς Σταθμούς”



Δημοσθένης Φ. Σκιπετάρης

Διπλωματική Εργασία

Σχολή Ηλεκτρονικών Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών

Εξεταστική Επιτροπή

Επίκουρος Καθηγητής, Γεώργιος Χαλκιαδάκης (ΗΜΜΥ)

Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Αικατερίνη Μανιά (ΗΜΜΥ)

Επίκουρος Καθηγητής, Ευτύχης Κουτρούλης (ΗΜΜΥ)

Χανιά, Νοέμβριος 2014

“Σχεδιασμός και ανάπτυξη ενός λειτουργικού αρχετύπου για Συνεργατικούς Εικονικούς Ενεργειακούς Σταθμούς”

Δημοσθένης Φ. Σκιπετάρης

Διπλωματική Εργασία

Πολυτεχνείο Κρήτης
Σχολή Ηλεκτρονικών Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Πρόσφατα υπάρχει μια σημαντική προσπάθεια για μείωση της εξάρτησής μας από τα ορυκτά καύσιμα και τη στρόφη προς μια οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα, προκειμένου να εγγυηθεί την ενεργειακή ασφάλεια και την άμβλυνση των επιπτώσεων της χρήσης της ενέργειας στο περιβάλλον. Η μετάβαση αυτή απαιτεί μια ριζική επανεξέταση και αναδιοργάνωση του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας. Το έξυπνο δίκτυο θα πρέπει να πάρει την θέση του σημερινού απαρχαιωμένου δικτύου ηλεκτροδότησης, και να είναι σε θέση να κάνει αποτελεσματική χρήση της διαλείπουσας ανανεώσιμης πηγής ενέργειας. Αυτό θα απαιτήσει εκτεταμένη χρήση τεχνικών διαχείρισης της ζήτησης και τον συγχρονισμό των ενεργειών για την εξισορρόπηση της προσφοράς και της ζήτησης.

Για το σκοπό αυτό, η έννοια των Συνεργατικών Εικονικών Μονάδων Παραγωγής (CVPP) έχει προταθεί για να συλλάβει την έννοια ενός αριθμού παραγόντων, που συνασπίζονται μαζί για να πωλήσουν ηλεκτρική ενέργεια ή να παρέχουν υπηρεσίες μείωσης ενεργειακής κατανάλωσης, σαν ένα σύνολο. Ωστόσο, αρκετές προκλήσεις προκύπτουν στη διαμόρφωση και τη διαχείριση των CVPPs που πρέπει να είναι σε θέση να συντονίζουν μια σειρά από ετερογενείς παράγοντες για να μεγιστοποιηθεί το ποσό της ενέργειας που παρέχουν στο σύστημα, ελαχιστοποιώντας ταυτόχρονα το κόστος και την αβεβαιότητα με αυτό τον τρόπο.

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως αντικείμενο τον σχεδιασμό και ανάπτυξη ενός λειτουργικού αρχετύπου για τους Συνεργατικούς Εικονικούς Ενεργειακούς Σταθμούς (CVPP). Μελετήθηκαν και καταγράφηκαν οι ανάγκες των μελών ενός CVPP, όπως και οι ανάγκες ενός διαχειριστή, και στην συνέχεια σχεδιάστηκε το λειτουργικό αρχέτυπο. Στην σχεδίαση ακολουθήθηκαν βασικές αρχές σχεδίασης διεπαφής. Στα πλαίσια των λειτουργικοτήτων που προέκυψαν βάση των αναγκών, εντάχθηκαν έννοιες της θεωρίας ψηφοφοριών, και υλοποιήθηκαν δύο είδη ψηφοφοριών. Η σχεδίαση έγινε με βάση τις αρχές της οντοκεντρικής σχεδίασης συστημάτων. Η βάση δεδομένων που απαιτήθηκε σχεδιάστηκε και αυτή και αναπτύχθηκε ακολουθώντας τις βασικές αρχές σχεδίασης και ανάπτυξης βάσεων δεδομένων. Η υλοποίηση έγινε με τέτοιο τρόπο ώστε αυτό που φτιάξαμε να μπορεί να τρέξει σε οποιοδήποτε μηχάνημα έχει πρόσβαση στο διαδίκτυο.

Επιβλέπων Καθηγητής:

Γεώργιος Χ. Χαλκιαδάκης
Επίκουρος Καθηγητής Σχολής Ηλεκτρονικών Μηχανικών και
Μηχανικών Υπολογιστών
Πολυτεχνείο Κρήτης

“Design and development of a functional system prototype for a Cooperative Virtual Power Plants”

Dimosthenis F. Skipetaris

Thesis Report

Technical University of Crete, Greece
School of Electronic and Computer Engineering

ABSTRACT

There is a significant drive within the developed world to reduce our reliance on fossil fuels and to move to a low-carbon economy in order to guarantee energy security and mitigate the impact of energy use on the environment. This transition requires a fundamental re-thinking and re-engineering of the electricity grid. The ensuing smart grid must be able to make efficient use of intermittent renewable energy sources. Doing so, will require extensive use of demand-side management techniques, and a cooperative effort to balance supply and demand.

To this end, the concept of a Cooperative Virtual Power Plant (CVPP) has been proposed to capture the notion of a number of actors, coming together to sell electricity or offer demand reduction services, as an aggregate. However, several challenges arise in the formation and management of CVPPs that coordinate a number of heterogenous actors to maximize the amount of energy delivered in the system while minimizing the cost and uncertainties in doing so.

The objective of this thesis is to design and develop a functional system prototype for CVPPs. After studying and recording the needs of the members of a CVPP, as well as the needs of an administrator, the functional prototype was designed. The design has followed the basic design principles of interfaces. In the frame of functionalities, derived from the needs, a voting theory was applied, and two kinds of votes were realized. Design was based on the principles of object-oriented systems design. The system database, was designed and developed by following the basic principles of database design and development. Our system can run on any machine that has internet access.

Supervisor: Georgios Chalkiadakis
Assistant Professor of School of Electronics and Computer Engineering
Technical University of Crete, Greece

Ευχαριστίες

Θα ήθελα καταρχήν να ευχαριστήσω όσους συνέβαλαν στην εκπόνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας. Θα πρέπει να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή κ. Γεώργιο Χ. Χαλκιαδάκη για την επίβλεψη αυτής της διπλωματικής εργασίας και την ευκαιρία που μου έδωσε να την εκπονήσω. Ήταν πάντα διαθέσιμος και μου προσέφερε τις γνώσεις του και την εμπειρία του σε κάθε δυσκολία. Είμαι επίσης ευγνώμων στα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής της διπλωματικής εργασίας μου, καθηγητές κα. Αικατερίνη Μανία και κ. Ευτύχη Κουτρούλη για την προσεκτική ανάγνωση της εργασίας μου και για τις πολύτιμες υποδείξεις τους.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όλους τους φίλους μου που πίστεψαν σε μένα και με ενθάρρυναν σε κάθε στάδιο των σπουδών μου, καθώς και όσους συναδέλφους συμφοιτητές συνέβαλαν με τα σχόλια, την κριτική και τις γνώσεις τους στην αντιμετώπιση των δυσκολιών.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θέλω να εκφράσω προς την οικογένεια μου και κυρίως τους γονείς μου Φώτη και Αγγελική για την διαχρονική συμπαράσταση τους και την υλική και ηθική στήριξη των επιλογών μου. Αφιερώνω αυτή την εργασία στην μητέρα μου και στον πατέρα μου.

Χανιά, Νοέμβριος 2014
Δημοσθένης Σκιπετάρης

Περιεχόμενα

| | | |
|---|--|----|
| Κεφάλαιο 1 | Εισαγωγή..... | 11 |
| 1.1 | Εισαγωγή..... | 11 |
| 1.2 | Σκοπός Εργασίας..... | 12 |
| 1.3 | Σχετικές Εργασίες..... | 14 |
| 1.4 | Σύνοψη..... | 15 |
| 1.5 | Δομή της εργασίας και επόμενα κεφάλαια..... | 15 |
| Κεφάλαιο 2 | Θεωρητικό Υπόβαθρο..... | 17 |
| 2.1 | Έξυπνο Δίκτυο (Smart Grid)..... | 17 |
| 2.2 | Συνεργατικές Εικονικές Μονάδες Παραγωγής(CVPP)..... | 20 |
| 2.3 | Energy Prosumers..... | 23 |
| 2.4 | Θεωρία Ψηφοφοριών..... | 24 |
| 2.5 | Βασικές Αρχές Σχεδίασης Interface..... | 26 |
| 2.6 | Συμπέρασμα..... | 27 |
| Κεφάλαιο 3 | Σχεδιασμός..... | 29 |
| 3.1 | Πρώτες Καρτέλες και Πρώτες Σκέψεις..... | 29 |
| 3.2 | Οθόνη Μέλους..... | 35 |
| 3.3 | Οθόνη Διαχειριστή..... | 40 |
| Κεφάλαιο 4 | Ανάπτυξη Interface..... | 45 |
| 4.1 | Λίγα λόγια για την Java..... | 45 |
| 4.2 | Διάγραμμα Βασικών Κλάσεων..... | 46 |
| 4.3 | Διάγραμμα Περιπτώσεων Χρήσης..... | 48 |
| 4.4 | Πρώτες καρτέλες σε Java..... | 50 |
| 4.5 | Βασικές οθόνες μέλους..... | 56 |
| 4.6 | Βασικές οθόνες διαχειριστή..... | 63 |
| 4.7 | Διενέργεια ψηφοφορίας..... | 70 |
| Κεφάλαιο 5 | Βάση Δεδομένων και Λεπτομέρειες Προγράμματος..... | 77 |
| 5.1 | Βάση Δεδομένων..... | 77 |
| 5.2 | Εκτέλεση μίας εφαρμογής client «CVPP member”..... | 79 |
| 5.3 | Γενικά για το πρόγραμμα και προσθήκη αλγορίθμων..... | 79 |
| Κεφάλαιο 6 | Συμπεράσματα και Μελλοντική Δουλειά..... | 81 |
| 6.1 | Συμπεράσματα..... | 81 |
| 6.2 | Μελλοντική δουλειά..... | 81 |
| Βιβλιογραφία..... | | 86 |
| Παραπομπές σε Ηλεκτρονικές Διευθύνσεις..... | | 87 |

Πίνακας σχημάτων

| | |
|---|----|
| • Σχήμα 1 Αρχική καρτέλα (mockup)..... | 29 |
| • Σχήμα 2 Καταχώρηση νέου Prosumer (mockup)..... | 30 |
| • Σχήμα 3 Καταχώρηση νέου Consumer (mockup)..... | 31 |
| • Σχήμα 4 Καταχώρηση νέου Producer (mockup)..... | 31 |
| • Σχήμα 5 Αρχική καρτέλα (τελευταίο mockup μετά από αλλαγές)..... | 32 |
| • Σχήμα 6 Καταχώρηση νέου μέλους (mockup)..... | 33 |
| • Σχήμα 7 Καταχώρηση νέας μονάδας Production (mockup)..... | 33 |
| • Σχήμα 8 Καταχώρηση νέας μονάδας Prosumption (mockup)..... | 34 |
| • Σχήμα 9 Καταχώρηση νέας μονάδας Consumption (mockup)..... | 34 |
| • Σχήμα 10 Οθόνη μέλους (mockup)..... | 36 |
| • Σχήμα 11 Οθόνη μονάδας Prosumption (mockup)..... | 37 |
| • Σχήμα 12 Ψηφοδέλτιο (mockup)..... | 37 |
| • Σχήμα 13 Οθόνη «Deals» μέλους (mockup)..... | 38 |
| • Σχήμα 14 Οθόνη «Economic Performance» μέλους (mockup)..... | 39 |
| • Σχήμα 15 Οθόνη «Messages» μέλους (mockup)..... | 40 |
| • Σχήμα 16 Οθόνη «Member» διαχειριστή (mockup)..... | 41 |
| • Σχήμα 17 Οθόνη «Deals» διαχειριστή (mockup)..... | 42 |
| • Σχήμα 18 Οθόνη «Requests» διαχειριστή (mockup)..... | 43 |
| • Σχήμα 19 UML diagram βασικών κλάσεων..... | 47 |
| • Σχήμα 20 Use Case Diagram με όλες τις λειτουργικότητες και τους τύπους χρηστών..... | 48 |
| • Σχήμα 21 Use Case Diagram ψηφοφορίας αποδοχής νέου μέλους..... | 49 |
| • Σχήμα 22 EER Model βάσης δεδομένων..... | 78 |
| • Σχήμα 23 Οθόνη διαχειριστή «Weather Forecast» (mockup)..... | 82 |
| • Σχήμα 24 Οθόνη διαχειριστή «Map» (mockup)..... | 84 |
| • Σχήμα 25 Οθόνη πρόβλεψης παραγωγής (mockup)..... | 85 |

Πίνακας εικόνων

| | |
|---|----|
| • Εικόνα 1 SmartGrid (πηγή google)..... | 17 |
| • Εικόνα 2 CVPP (πηγή Google)..... | 22 |
| • Εικόνα 3 Prosumer (πηγή Google)..... | 23 |
| • Εικόνα 4 Javalogo (πηγή Google)..... | 46 |
| • Εικόνα 5 Αρχική οθόνη προγράμματος (screenshot)..... | 50 |
| • Εικόνα 6 Οθόνη «Terms of Use» (screenshot)..... | 51 |
| • Εικόνα 7 Οθόνη καταχώρησης νέου μέλους (screenshot)..... | 51 |
| • Εικόνα 8 Οθόνη καταχώρησης νέας μονάδας Production (screenshot)..... | 52 |
| • Εικόνα 9 Οθόνη καταχώρησης νέας μονάδας Consumption (screenshot)..... | 52 |
| • Εικόνα 10 Οθόνη καταχώρησης νέας μονάδας Prosumption (screenshot)..... | 53 |
| • Εικόνα 11 Οθόνη τοποθέτησης συντεταγμένων (screenshot)..... | 54 |
| • Εικόνα 12 Χάρτης με τις συντεταγμένες της Έικονας 11' (screenshot)..... | 54 |
| • Εικόνα 13 Οθόνη τοποθέτησης διεύθυνσης (screenshot)..... | 55 |

| | | |
|---|---|----|
| • | Εικόνα 14 Χάρτης με την διεύθυνση της 'Εικόνας 13' (screenshot)..... | 55 |
| • | Εικόνα 15 Οθόνη μέλους (screenshot)..... | 56 |
| • | Εικόνα 16 Οθόνη μονάδας Production (screenshot)..... | 57 |
| • | Εικόνα 17 Οθόνη «Deals» μέλους (screenshot)..... | 58 |
| • | Εικόνα 18 Λεπτομέρειες προσφερόμενου «Deal» (screenshot)..... | 58 |
| • | Εικόνα 19 Οθόνη «Economical Performance» μέλους (screenshot)..... | 59 |
| • | Εικόνα 20 Διαγραμματική απεικόνιση «Total Profits» (screenshot)..... | 60 |
| • | Εικόνα 21 Οθόνη «Messages» μέλους (screenshot)..... | 61 |
| • | Εικόνα 22 Προβολή εισερχόμενου μηνύματος (screenshot)..... | 61 |
| • | Εικόνα 23 Λίστα με πιθανούς παραλήπτες μηνύματος (screenshot)..... | 62 |
| • | Εικόνα 24 Οθόνη «Member» διαχειριστή (screenshot)..... | 63 |
| • | Εικόνα 25 Πληροφορίες μονάδων (screenshot)..... | 64 |
| • | Εικόνα 26 Οθόνη μονάδας Consumption (screenshot)..... | 64 |
| • | Εικόνα 27 Rate/Delete member (screenshot)..... | 65 |
| • | Εικόνα 28 Οθόνη «Deals» διαχειριστή (screenshot)..... | 65 |
| • | Εικόνα 29 Κάλυψη αναγκών μέσω αλγορίθμων (screenshot)..... | 66 |
| • | Εικόνα 30 Λεπτομέρειες προσφερόμενου Deal (screenshot)..... | 66 |
| • | Εικόνα 31 Οθόνη «Request» διαχειριστή (screenshot)..... | 67 |
| • | Εικόνα 32 Αποτελέσματα ψηφοφοριών (screenshot)..... | 67 |
| • | Εικόνα 33 Νέα μονάδα προσένταξη (Screenshot)..... | 68 |
| • | Εικόνα 34 Κάλυψη αναγκών μέσω αλγορίθμων (screenshot)..... | 69 |
| • | Εικόνα 35 Δημιουργία νέας ψηφοφορίας (screenshot)..... | 71 |
| • | Εικόνα 36 Ψηφοφορία Simple Majority (screenshot)..... | 72 |
| • | Εικόνα 37 Ψηφοφορία Weighted Vote (screenshot)..... | 73 |
| • | Εικόνα 38 Αλλαγή βάρους ψήφου (screenshot)..... | 73 |
| • | Εικόνα 39 Ειδοποίηση για νέα ψηφοφορία και «ψηφοδέλτιο» αυτής (screenshot)..... | 74 |
| • | Εικόνα 40 Ροή αποτελεσμάτων (screenshot)..... | 74 |
| • | Εικόνα 41 Ειδοποίηση λήξης ψηφοφορίας και αποτελέσματα (screenshot)..... | 75 |
| • | Εικόνα 42 Εισαγωγή νέου αλγορίθμου (screenshot)..... | 80 |
| • | Εικόνα 43 Εισαγωγή νέου αλγορίθμου (screenshot)..... | 80 |
| • | Εικόνα 44 Οθόνη μέλους «Weather Forecast» (screenshot)..... | 82 |
| • | Εικόνα 45 Οθόνη διαχειριστή «Map (screenshot)..... | 83 |

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή

1.1 Εισαγωγή

Η Παγκόσμια αγορά ενέργειας σήμερα είναι στη μέση μιας μεγάλης αλλαγής: από ένα μοντέλο που κυριαρχείται από μεγάλες κεντρικές μονάδες παραγωγής ενέργειας που ανήκουν σε μεγάλες επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας, σε ένα μοντέλο με κατανεμημένες εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας, πολλές από τις οποίες χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας (ΑΠΕ) είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Συγκεκριμένα ως ενέργεια από ανανεώσιμες μη ορυκτές πηγές θεωρείται η αιολική, η ηλιακή, η αεροθερμική, η γεωθερμική, η υδροθερμική και η ενέργεια των ωκεανών, η υδροηλεκτρική, η ενέργεια από βιομάζα και από τα εκλυόμενα στους χώρους υγειονομικής ταφής αέρια, η ενέργεια από αέρια μονάδων επεξεργασίας λυμάτων και από βιοαέρια. Για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση, όπως με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Πρόκειται για «καθαρές» μορφές ενέργειας, πολύ «φιλικές» στο περιβάλλον, που δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα. Έτσι οι ΑΠΕ θεωρούνται από πολλούς μία αφετηρία για την επίλυση των οικολογικών προβλημάτων που αντιμετωπίζει η Γη.

Η ανάγκη λοιπόν αυτή να στραφούμε σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καθώς και η τάση να απεξαρτηθούμε από μεγάλες μονάδες παραγωγής και να στραφούμε σε μικρότερες, οι οποίες τροφοδοτούνται από ανανεώσιμες πηγές έχει οδηγήσει στην έκρηξη μικρότερων εγκαταστάσεων, οι οποίες επωφελούνται από τις νέες τεχνολογικές εξελίξεις και τα νέα επιχειρηματικά μοντέλα, υπονομεύοντας τα παραδοσιακά πλεονεκτήματα που συνδέονται με την κατασκευή μεγάλων μονάδων κεντρικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Για παράδειγμα, η αυτο-κατανάλωση, όπου οι καταναλωτές γίνονται παραγωγοί της δικής τους ενέργειας που χρειάζονται (ή αλλιώς ονομαζόμενοι με τον όρο «prosumers»), έχει προκαλέσει μεγάλες επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας να προσπαθούν να απαντήσουν με νέα επιχειρηματικά μοντέλα που έχουν σχεδιαστεί για να κρατήσουν αυτούς τους καταναλωτές ως πελάτες [7][8].

Μία κατανεμημένη τεχνολογία παραγωγής από ανανεώσιμες μορφές ενέργειας και με σημαντικές προοπτικές ανάπτυξης είναι η εικονική εγκατάσταση ηλεκτροπαραγωγής (Virtual Power Plants [VPPs] ή Cooperative Virtual Power Plants [CVPPs])¹. Στο μοντέλο VPP συγκεντρώνεται ένα χαρτοφυλάκιο μικρότερων γεννητριών (ή καταναλωτών οι οποίοι συμφωνούν να παρέχουν υπηρεσίες μείωσης κατανάλωσης) για να λειτουργεί ως μια ενιαία και ευέλικτη πηγή για την αγορά ενέργειας [3][4][6][7][8].

Το μοντέλο VPP έχει σχεδιαστεί για να μεγιστοποιούν τα κέρδη τους οι ιδιοκτήτες καθώς επίσης και για την εξισορρόπηση του δικτύου. Μπορεί να ανταποκρίνεται στις διακυμάνσεις του φορτίου μέσω της πρόβλεψης της ζήτησης, και έξυπνων αλγορίθμων, και μπορεί

¹ Ο όρος Cooperative VPPs χρησιμοποιείτε ειδικά για να περιγράψει συνεργατικές προσπάθειες συνεργασίας μικρομεσαίων παραγωγών ή καταναλωτών [3,4,6].

να εκτελέσει τη βελτιστοποίηση σε πραγματικό χρόνο ώστε να βελτιστοποιείται και η λειτουργία του δικτύου όπως και η παραγωγή ενέργειας να γίνεται βάσει των αναγκών. Ωστόσο παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας βάσει των αναγκών σημαίνει ότι η παραγωγή θα πρέπει να είναι εγγυημένη, πράγμα που δυστυχώς στην περίπτωση μας, όπου η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι από ΑΠΕ είναι κάτι πολύ δύσκολο. Είναι άλλο ένα από τα βασικά προβλήματα το οποίο θέλει μελέτη και σωστή αντιμετώπιση, καθώς με την σειρά του μπορεί να οδηγήσει σε ανισορροπία όλου του δικτύου. Είναι πολύ συχνό το φαινόμενο της μη εγγυημένης παραγωγής, καθώς οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας βασίζονται κατά κύριο λόγο στις καιρικές συνθήκες, και τις περισσότερες φορές οι προβλέψεις των καιρικών συνθηκών δεν είναι τόσο ακριβείς όσο θα τις θέλαμε[3][4][6][7][8].

Ένα από τα βασικότερα όπλα στην αντιμετώπιση προβλημάτων σχετικά με τη μη εγγυημένη παραγωγή μέσα στο δίκτυο και με αστοχίες των παραγωγών, είναι η υλοποίηση μιας πολύ αυστηρής πολιτικής στα μέλη του VPP. Ο κάθε παραγωγός και καταναλωτής είναι υποχρεωμένος να δρά βάσει κανονισμού και σε περίπτωση που δεν καταφέρει να επιτύχει τους στόχους του, τότε του επιβάλλονται πρόστιμα. Πρόστιμα επιβάλλονται είτε σε μειωμένη παραγωγή και αποτυχία να πιάσει τους στόχους, ή σε περίπτωση που κάποιος καταναλωτής υπερβεί κάποιο όριο κατανάλωσης το οποίο είναι πέρα από το προσδοκώμενο το οποίο είχε εγγυηθεί πως θα καταναλώσει. Αντίστοιχα όμως υπάρχουν και bonus για επιβραβύση extra παραγωγής όπως και bonus και για επιβράβευση όσων οι δράσεις μέσα στο δίκτυο είναι στα πλαίσια των συμφωνιών που έχουν κάνει ώστε η λειτουργία του δικτύου να είναι ομαλή και να επιτυγχάνονται οι στόχοι του[3][4][6][7][8].

Ένα ακόμα από τα πλεονεκτήματα και τα χαρακτηριστικά του μοντέλου VPP είναι ότι μπορεί να προσφέρει αναγκαία ενέργεια σε ώρες αιχμής, και να μπορεί να αποθηκεύσει οποιοδήποτε πλεόνασμα ηλεκτρικής ενέργειας, δίνοντας στην ενεργειακή συσσώρευση περισσότερες επιλογές από ό,τι θα υπήρχε σε μια ενιαία μονάδα παραγωγής ενέργειας. Άλλα πλεονεκτήματα περιλαμβάνουν τη βελτίωση της απόδοσης της ισχύος του δικτύου και την ασφάλεια, το κόστος και την εξοικονόμηση των κινδύνων στα συστήματα μετάδοσης και τη μείωση των εκπομπών ρύπων από τους υπάρχοντες σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Το σημαντικότερο, στα VPPs μπορεί επίσης να γίνει πιο αποτελεσματική ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο δίκτυο, εξισορροπώντας τις μεταβλητότητες που μπορεί να έχει η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας [3][7][8][11].

Για παράδειγμα, αν μια πηγή αιολικής ενέργειας δημιουργεί λίγο περισσότερη ενέργεια από ό,τι είχε προβλεφθεί και η άλλη παράγει λίγο λιγότερο, θα αντισταθμίσει το ένα το άλλο, με αποτέλεσμα να είναι δυνατή μια πιο ακριβής πρόβλεψη και να καθιστά ευκολότερη την πώληση στην αγορά.

Ένα VPP μπορεί επίσης να συνδυάσει μεταβλητές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με σταθερές ελεγχόμενες πηγές, όπως τα φυτά βιομάζας, χρησιμοποιώντας την ευελιξία της πηγής της βιομάζας για να εξομαλύνει οποιαδήποτε διαφορά μεταξύ της προγραμματισμένης και της πραγματικής παραγωγής.

1.2 Σκοπός της Εργασίας

Η παρούσα εργασία έχει βασιστεί πάνω στους Συνεργατικούς Εικονικούς Ενεργειακούς Σταθμούς (CVPP[3] και έχει ως αντικείμενο την υλοποίηση ενός λειτουργικού αρχετύπου που θα εξυπηρετεί τις ανάγκες ενός τέτοιου μοντέλου. Οι Συνεργατικοί Εικονικοί Ενεργειακοί Σταθμοί έχουν την ανάγκη από ένα interface το οποίο θα είναι φιλικό προς τον χρήστη και θα εξυπηρετεί τις ανάγκες του

συστήματος. Τέτοιες ανάγκες μπορεί να είναι πολλές και διαφορετικές, αναλόγως με την οπτική γωνία που θα εξετάσει κάποιος το θέμα: του μέλους ή του διαχειριστή. Αφού μελετήσαμε και αναλύσαμε τις απαιτήσεις που θα έχουν τα μέλη και οι διαχειριστές ενός τέτοιου συστήματος καταλήξαμε σε κάποιες βασικές λειτουργικότητες του interface που θα έπρεπε να σχεδιάσουμε και να αναπτύξουμε.

Οι βασικές λειτουργικότητες όσον αφορά τα μέλη του CVPP όπως τις αναλύσαμε είναι οι εξής:

- Ένας Συνεργατικός Εικονικός Ενεργειακός Σταθμός θα πρέπει να μπορεί να δέχεται νέα μέλη. Αυτά τα μέλη, με παραγωγικές μονάδες/ μονάδες κατανάλωσης, θα πρέπει να κάνουν κάποια αίτηση online δίνοντας τα στοιχεία τους για το πόσο μεγάλες είναι οι ενεργειακές ανάγκες που έχουν καθώς και με εκτενή δεδομένα για τον χώρο τον οποίον θέλουν να εντάξουν στο δίκτυο, ώστε να υπάρχουν αρκετά στοιχεία για το αν θα μπορεί αυτό το μέλος να γίνει δεκτό μαζί με τις μονάδες του ή όχι. Επίσης για τις παραγωγικές μονάδες θα πρέπει να δίνονται τεχνικά χαρακτηριστικά ώστε να μπορεί να γίνει αξιολόγησή τους, και αν είναι χρήσιμες για το συνεταιρισμό να γίνονται δεκτές ή σε αντίθετη περίπτωση να απορρίπτεται η αίτηση ένταξής τους.
- Τα μέλη του συνεταιρισμού θα πρέπει να παίρνουν πληροφορίες για τις ενταγμένες μονάδες τους στο δίκτυο. Για τις παραγωγικές μονάδες θα πρέπει να παίρνουν στοιχεία σχετικά με την παραγωγή τους καθώς και να υπάρχει διαγραμματική απεικόνιση της παραγωγής ώστε το μέλος να έχει μια καλύτερη εικόνα για την μονάδα του. Το ίδιο θα ισχύει και για τις καταναλωτικές μονάδες, όπου το μέλος θα πρέπει και εδώ να έχει την δυνατότητα να παίρνει στοιχεία σχετικά με τις καταναλώσεις όπως επίσης να υπάρχει και διαγραμματική απεικόνιση ώστε ο ιδιοκτήτης της μονάδας να έχει και εδώ μια καλύτερη εικόνα.
- Επιπλέον θα πρέπει να υπάρχουν πληροφορίες για την χρηματοοικονομική κατάσταση των μονάδων του κάθε μέλους με διαγραμματικές απεικονίσεις, συμπεριλαμβανομένων των bonus/ penalty, όπως και τα ποσά που θα πρέπει να καταβάλλονται στο μέλος βάσει της παραγωγής που προσέφεραν οι μονάδες του στο δίκτυο ή τα ποσά που πρέπει να καταβάλει το μέλος στο δίκτυο βάσει των καταναλώσεων των μονάδων του, όπως επίσης θα πρέπει να υπάρχει και γενική/ συνολική χρηματοοικονομική απεικόνιση του μέλους συμπεριλαμβανομένης της χρηματοοικονομικής κατάστασης της καθεμίας μονάδας του[3].
- Ακόμα, τα μέλη θα πρέπει έχουν την δυνατότητα να επικοινωνούν μεταξύ τους, καθώς θα πρέπει να μπορούν να επικοινωνήσουν και με τους διαχειριστές του συστήματος. Οπότε θα πρέπει να αναπτύξουμε ένα σύστημα ενδοεπικοινωνίας για τα μέλη του VPP.
- Επίσης τα μέλη θα πρέπει να μπορούν να δέχονται εισερχόμενες αιτήσεις από το δίκτυο είτε για αύξηση της παραγωγής τους, αν υπάρχει αυξημένη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας, είτε εισερχόμενες αιτήσεις για την μείωση της κατανάλωσης, για κάποιες ώρες και σε κάποιες περιοχές του δικτύου. Όλες αυτές οι εισερχόμενες αιτήσεις θα προκύπτουν βάσει των δεδομένων και των μελλοντικών προβλέψεων για την κατάσταση του δικτύου.

Οι βασικές λειτουργικότητες όσον αφορά τον διαχειριστή του συστήματος όπως τις αναλύσαμε είναι οι εξής:

- Θα πρέπει να μπορεί να διατηρεί εύρωστη την λειτουργία του Συνεργατικού Εικονικού Ενεργειακού Σταθμού και να ελέγχει οτι όλα γίνονται σωστά.
- να είναι ο παραλήπτης και ο ελεγκτής των νέων αιτήσεων για νέα μέλη ή για νέες μονάδες παραγωγής/κατανάλωσης.
- να είναι αυτός ο οποίος θα διαχειρίζεται τις εισερχόμενες αιτήσεις του συστήματος και ο,τι άλλο

είναι απαραίτητο για την σωστή λειτουργία του δικτύου.

- να μπορεί να επικοινωνεί με τα μέλη του δικτύου προς ενημέρωσή τους για τυχόν θέματα που προκύπτουν.

Ωστόσο πέραν της ανάλυσης των απαιτήσεων² ενός CVPP, καθώς και την σχεδίαση και ανάπτυξη ενός interface το οποίο θα εξυπηρετεί όλες αυτές τις ανάγκες και θα περιέχει τις λειτουργικότητες που αναφέραμε προηγούμενως, μελετήσαμε την βιβλιογραφία για την θεωρία ψηφοφοριών και game theory, και επιλέξαμε δυο είδη ψηφοφορίας και τα εντάξαμε στα πλαίσια του interface που σχεδιάσαμε και αναπτύξαμε.

Το σημείο στο οποίο εντάξαμε τις ψηφοφορίες είναι ο τρόπος με τον οποίο θα γίνονται δεκτά τα νέα μέλη στο VPP. Για αυτή την λειτουργία του συστήματος φτιάξαμε δυο είδη ψηφοφοριών, έτσι ώστε όταν έρχεται ένα request για ένα νέο μέλος μαζί με τις μονάδες τις οποίες θέλει να ένταξει στο σύστημα, ο διαχειριστής να έχει την δυνατότητα να ξεκινήσει την διενέργεια μιας ψηφοφορίας, διαλέγοντας παραμέτρους πάνω στην ψηφοφορία, και έτσι τα μέλη του συστήματος με τις σειρά τους να ψηφίζουν για το αν θέλουν αυτό το μέλος να γίνεται δεκτό στο VPP ή όχι. Βέβαια δεν είναι απαραίτητο κάθε φορά που γίνεται μια αίτηση να γίνεται δεκτή μόνο μέσω ψηφοφορίας, αλλά είναι στην διακριτική ευχέρεια του διαχειριστή για το αν θα γίνεται δεκτό το νέο μέλος απευθείας απο εκείνον ή θα κάνει κάποια ψηφοφορία για αυτό.

1.3 Σχετικές εργασίες

Από όσο γνωρίζουμε, αυτή είναι η πρώτη εργασία η οποία ασχολείται με την ανάπτυξη και σχεδίαση ενός interface για VPPs. Αυτό παρά το γεγονός πως τα VPPs αποτελούν σημείο έρευνας τα τελευταία χρόνια, και έχουν δημοσιευτεί αρκετά άρθρα σχετικά με το πώς πρέπει να οργανωθεί ένα VPP, πώς να διαχειρίζεται η ζήτηση μέσα στο VPP, σχετικά με την διαχείριση της παραγωγής, με pricing methodes κτλ, αλλά κανένας δεν έχει ασχοληθεί μέχρι στιγμής με την ανάπτυξη κάποιου interface το οποίο θα εξυπηρετεί τα μέλη ενός τέτοιου δικτύου.

1.4 Σύνοψη

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει την ανάλυση και σχεδίαση ενός λειτουργικού αρχετύπου για VPPs. Αρχικά παρουσιάζεται η εξέλιξη της σχεδίασης του συστήματος. Στην συνέχεια έγινε υλοποίηση της σχεδίασης με οντοκεντρικές μεθόδους και τακτικές σε προγραμματιστικό περιβάλλον Java (Java Swing). Για τις ανάγκες του interface που δημιουργήσαμε, χρειάστηκε και μια βάση δεδομένων με την χρήση της sql ώστε να εξυπηρετούνται οι ανάγκες του προγράμματος.

Έχουν χρησιμοποιηθεί οι βασικές αρχές του HCI για την ανάπτυξη του interface καθώς επίσης μετά από μελέτη της θεωρίας ψηφοφοριών όπως και του game theory έχει γίνει και η υλοποίηση δυο ειδών ψηφοφοριών στα πλαίσια του αρχετύπου που αναπτύξαμε.

Στα επόμενα κεφάλαια γίνεται αναλυτική περιγραφή και παρουσίαση της εργασίας.

² Εδώ πρέπει να σημειώσουμε ότι η ανάλυση των απαιτήσεων του συστήματος, ελλείψει επαφών με εκπροσώπους εν λειτουργία CVPPs, τα οποία ειδικά στην Ελλάδα σπανίζουν, έγινε με μελέτη της βιβλιογραφίας και συζητήσεως με τον επιβλέποντα καθηγητή, κ. Γ.Χαλκιαδάκη.

1.5 Δομή της εργασίας και επόμενα κεφάλαια

Στο επόμενο κεφάλαιο γίνεται μια επισκόπηση του έξυπνου δικτύου (smart grid) όπως και των συνεργατικών εικονικών ενεργειακών σταθμών (CVPPs). Γίνεται ανάλυση των βασικών πτυχών της θεωρίας ψηφοφοριών όπως γίνεται και λόγος για τις βασικές αρχές που πρέπει να διέπουν την ανάπτυξη ενός interface.

Στο Κεφάλαιο 3 γίνεται παρουσίαση της σχεδίασης του interface. Παρατίθενται οι πρώτες ιδέες, καθώς και τα αρχικά στιγμιότυπα σχεδιασμένα σε γραφικό πρόγραμμα σχεδίασης, καθώς και το πώς εξελίχθηκε η σχεδίασή μας, και το ποιές από τις ιδέες μας τελικά υλοποιήθηκαν ή όχι.

Στο Κεφάλαιο 4 παρουσιάζεται η ανάπτυξη του interface σε Java. Λέμε λίγα λόγια την Java, παρατίθενται διαγράμματα βασικών κλάσεων, διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης, δείχνονται screenshots από το interface όπως αυτό φτιάχτηκε σε Java, όπως γίνεται και ανάλυση της λειτουργικότητας των ψηφοφοριών.

Στο Κεφάλαιο 5 αναφέρονται διάφορα ζητήματα σχετικά με την ανάπτυξη του interface, ζητήματα όπως η βάση δεδομένων που απαιτήθηκε μαζί με EER διάγραμμα, όπως επίσης αναφέρονται και γενικά πληροφορίες για το πρόγραμμα, πληροφορίες σχετικά με το τί χρειάζεται κάποιος για να τρέξει την εφαρμογή που σχεδιάστηκε, όπως επίσης και το πώς μπορεί κάποιος να προσθέσει νέους αλγορίθμους στο σχεδιασμένο interface.

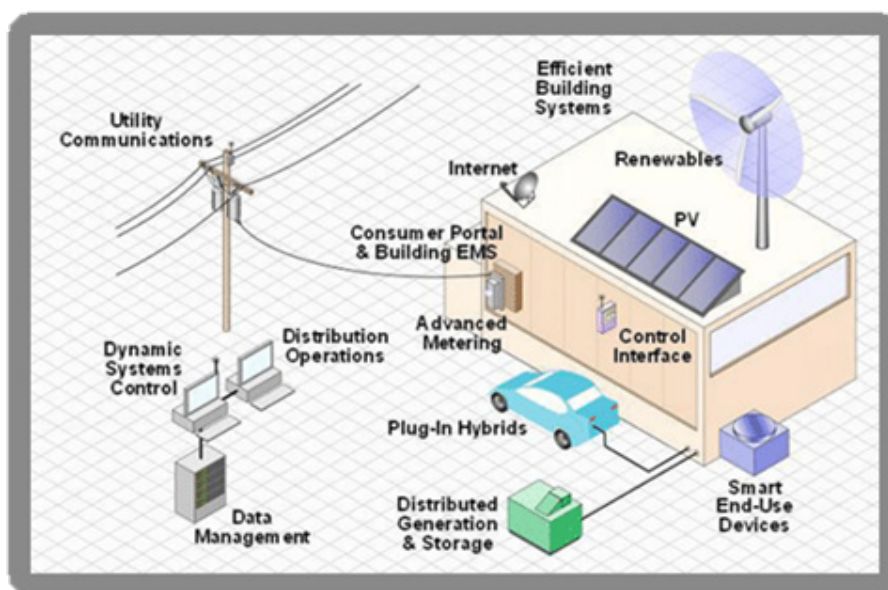
Τέλος στο Κεφάλαιο 6 αναφέρονται συμπεράσματα που βγήκαν με την εργασία αυτή, όπως και πιθανές μελλοντικές επεκτάσεις και βελτιώσεις της.

Κεφάλαιο 2 Θεωρητικό Υπόβαθρο

2.1 Έξυπνο Δίκτυο (Smart Grid)

Ορισμός του έξυπνου δικτύου

Ένα έξυπνο δίκτυο, είναι ένα εξυγχρονισμένο ηλεκτρικό δίκτυο που χρησιμοποιεί την ψηφιακή τεχνολογία πληροφοριών και επικοινωνιών για να συγκεντρώνει και να ενεργεί βάσει δεδομένων, όπως πληροφορίες σχετικά με τις συμπεριφορές των προμηθευτών ηλεκτρικής ενέργειας και των καταναλωτών, με αυτοματοποιημένο τρόπο, για να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα, την αξιοπιστία, την οικονομία, και την βιωσιμότητα της παραγωγής και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας[7][11].



Εικόνα 1 Smart Grid(πηγή Google).

Βασική προϋπόθεση για να μεταβούμε στο μοντέλο VPP, είναι ο εκσυγχρονισμός του υπάρχοντος δικτύου ηλεκτροδότησης με νέες υποδομές, ώστε να πληρούνται βασικές απαιτήσεις που δημιουργούνται από τα νέα μοντέλα που παρουσιάζονται στις αγορές της ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό το νέο δίκτυο ηλεκτροδότησης στο οποίο θα πρέπει να μεταβούμε, ονομάζεται έξυπνο δίκτυο, και παρακάτω γίνεται ανάλυση και παρουσίαση του[7][8][11].

Κύρια πηγή ενέργειας σήμερα

Η εντυπωσιακή ανάπτυξη του 20ου αιώνα, σε μεγάλο βαθμό καθοδηγείται από τη διαθεσιμότητα φθηνής ενέργειας που προέρχεται από ορυκτά καύσιμα (άνθρακας αρχικά, στη συνέχεια το πετρέλαιο, και πιο πρόσφατα το φυσικό αέριο). Ωστόσο, η συνεχιζόμενη διαθεσιμότητα αυτής της φθηνής ενέργειας δεν μπορεί να θεωρείται δεδομένη, λαμβάνοντας υπόψη την αυξανόμενη ανησυχία ότι η αύξηση της ζήτησης για αυτά τα καύσιμα (και ιδίως, η ζήτηση για πετρέλαιο) θα ξεπεράσει την ικανότητά μας για την παραγωγή τους (η λεγόμενη κορύφωση παραγωγής πετρελαίου) καθώς πολλά κοιτάσματα πετρελαίου και φυσικού αερίου σε όλο τον κόσμο έχουν ήδη κορυφώσει την

ετήσια παραγωγή τους, και τώρα έχουν αρχίσει να μειώνονται σταθερά. Οι προβλέψεις για το πότε η παγκόσμια παραγωγή πετρελαίου θα κορυφωθεί, κυμαίνονται μεταξύ μηδέν και είκοσι ετών, αλλά ακόμη και οι πιο συντηρητικές εκτιμήσεις προβλέπουν ελάχιστα περιθώρια για εφησυχασμό λόγω των σημαντικών αυξήσεων των τιμών που πετρελαίου. Επιπλέον, πολλές περιοχές με αποθέματα πετρελαίου και αποθέματα φυσικού αερίου παραμένουν να βρίσκονται σε περιβαλλοντικά ή πολιτικά ευαίσθητα σημεία του παγκόσμιου χάρτη, όπου οι απειλές για την προμήθεια πετρελαίου από τέτοιες περιοχές δημιουργούν μια αυξημένη μεταβλητότητα των τιμών (όπως αποδεικνύεται από την συνεχιζόμενη αναταραχή στη Μέση Ανατολή). Τέλος, η αυξανόμενη συναίνεση για τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από την καύση ορυκτών καυσίμων δείχνουν ότι ακόμα και αν αποφευχθεί η κορύφωση της παραγωγής του πετρελαίου και διασφαλιστεί η παροχή του για πάντα ή ακόμα και αν διασφαλιστεί η ενεργειακή ασφάλεια, ένα μέλλον που βασίζεται στην χρήση ορυκτών καυσίμων θα εκθέσει την περιβαλλοντική σταθερότητα της γης καθώς η μόλυνση που δημιουργείται από χρήση τέτοιων μορφών ενέργειας έχει φτάσει σε ένα σημείο που θέλει προσοχή ώστε να μην δημιουργηθούν μόνιμες βλάβες στον πλανήτη και κατά συνέπεια σοβαρά προβλήματα σε όλη την ανθρωπότητα[7][8][11].

Ανάγκη μείωσης ρύπων

Στο πλαίσιο αυτό, πολλές κυβερνήσεις σε όλο τον κόσμο έχουν αρχίσει την ανάληψη δράσης για τη μετάβαση σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Για παράδειγμα, το Ηνωμένο Βασίλειο έχει θεσπίσει νομοθεσία για τη μείωση των εκπομπών CO₂ κατά 80% έως το 2050, σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Η επίτευξη του στόχου αυτού προϋποθέτει ότι η άμεση χρήση των ορυκτών καυσίμων, που είμαστε εξοικειωμένοι σήμερα, πρέπει σχεδόν να εξαιρεθεί. Έτσι, η χρήση των ηλεκτρικών οχημάτων και υψηλής ταχύτητας ηλεκτρικών τρένων θα πρέπει να γίνει ευρέως διαδεδομένη, προκειμένου να μειώσουμε την εξάρτησή μας από το πετρέλαιο για τις μεταφορές μας. Ομοίως, τα σπίτια και τα γραφεία μας θα πρέπει να θερμαίνονται με αποτελεσματικό τρόπο από πηγές του εδάφους, όπως αντλίες θερμότητας που λειτουργούν με ηλεκτρισμό και όχι με τις υφιστάμενες που χρησιμοποιούν φυσικό αέριο και πετρέλαιο. Ως αποτέλεσμα και με δεδομένη τη γενική ανάπτυξη της παγκόσμιας οικονομίας, η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας σε όλο τον κόσμο αναμένεται να αυξηθεί κατά 76%, ή κατά 4.800 γιγαβάτ(GW) το 2030 σε σύγκριση με τα επίπεδα του 2007, και μεγάλο μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτείται για να καλυφθεί αυτή η ζήτηση θα πρέπει να παράγεται από ανανεώσιμες πηγές, όπως η αιολική ενέργεια, η ηλιακή, η παλιρροϊκή και όχι από τις μονάδες ηλεκτροπαραγωγής άνθρακα και από το φυσικό αέριο που χρησιμοποιούμε σήμερα[7][8][11].

Νέες προκλήσεις και ανεπάρκεια των παλαιών υποδομών

Ίσως είναι μια από τις μεγαλύτερες σημερινές προκλήσεις, η αύξηση της ζήτησης για ηλεκτρική ενέργεια, καθώς και η κάλυψή της από ανανεώσιμες πηγές. Στις περισσότερες χώρες, το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας έχει αλλάξει πολύ λίγο από τότε που εγκαταστάθηκε για πρώτη φορά, και όλα τα υπάρχοντα δίκτυα βασίζονται στην κεντρική ιδέα ότι η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από ένα σχετικά μικρό αριθμό μεγάλων σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από καύση ορυκτών καυσίμων και η ενέργεια αυτή παραδίδεται σε έναν πολύ μεγαλύτερο αριθμό πελατών ανάλογα με την ζήτηση. Το ίδιο το δίκτυο που αποτελείται από παλαιότερες υποδομές, για παράδειγμα, 40 χρόνων παλαιότητας γραμμές μεταφοράς και μετασχηματιστές, και 20 χρόνων παλαιότητας σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, μαστίζεται από την κακή ροή πληροφοριών. Για παράδειγμα, οι περισσότεροι εγχώριοι μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας διαβάζονται σε χρονικά διαστήματα πολλών μηνών, και έχει σημαντικές ανεπάρκειες που σχετίζονται με απώλειες κατά τη μετάδοση και τη διανομή[7][8][11].

Νέα δεδομένα και ανάγκη εκσυγχρονισμού

Το όραμα ενός ηλεκτρικού δικτύου που κάνει εκτεταμένη χρήση των ανανεώσιμων πηγών είναι ένα μεγάλο στοίχημα το οποίο πρέπει να κερδιθεί. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας διανέμονται αποσπασματικά, με την έξοδο αυτών των γεννητριών να καθορίζεται από τις τοπικές περιβαλλοντικές συνθήκες- όπως ταχύτητα ανέμου και την νεφοκάλυψη στην περίπτωση των ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών ηλιακά πάνελ αντίστοιχα- η οποία μπορεί να ποικίλει σημαντικά ακόμα και μέσα σε λεπτά της ώρας. Έτσι, δεν θα είναι πλέον δυνατό να ακολουθούνται συνεχώς οι διακυμάνσεις της ζήτησης των καταναλωτών, αλλά μάλλον η ζήτηση από την πλευρά της θα πρέπει να εξασφαλίσει ότι οι ανάγκες της ηλεκτρικής ενέργειας θα συγκρίνονται με τη ποσότητα της διαθέσιμης προσφοράς. Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα θα παίξουν ρόλο σε αυτό, δεδομένου ότι όχι μόνο δεν αντιπροσωπεύουν ένα σημαντικό επιπλέον φορτίο στο δίκτυο, αλλά πιο θετικά, παρέχουν επίσης μια κατανεμημένη μορφή αποθήκευσης ενέργειας, που μπορεί να δώσει την δυνατότητα στο δίκτυο να εξομαλύνει αυτήν την μεταβλητή παροχή[7][8][11].

Επιπλέον, η κάλυψη της αυξανόμενης ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, μπορεί να απαιτεί εκατοντάδες χιλιάδες ή ακόμα και εκατομμύρια τέτοιες γεννήτριες, κατανεμημένες στο δίκτυο μεταφοράς και διανομής. Αυτές οι γεννήτριες μπορεί να χρειαστεί να δράσουν από κοινού, να λειτουργήσουν αποτελεσματικά ως Εικονικές Εγκαταστάσεις Ηλεκτροπαραγωγής (VPPs), ή μπορεί να βρίσκονται σε κάθε κτίριο σε όλο το μήκος του δικτύου, με αποτέλεσμα ένα κατανεμημένο δίκτυο από παραγωγούς-καταναλωτές (prosumers) που παράγουν και καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια ανάλογα με τις τοπικές ανάγκες τους. Έτσι, σε αντίθεση με τα υπάρχοντα δίκτυα, όπου η ηλεκτρική ενέργεια ρέει γενικά μονόδρομα από τις γεννήτριες προς τους καταναλωτές, αυτό θα οδηγήσει σε ροές ηλεκτρικής ενέργειας που θα ποικίλλουν σε μέγεθος και στην κατεύθυνσή τους συνεχώς. Για να εγγυηθεί η ασφάλεια του δικτύου (όπως η διατήρηση σταθερών τάσεων και συχνοτήτων, και η αξιοπιστία του εφοδιασμού) και να αποφευχθούν τα αλυσιδωτά λάθη που μαστίζουν τα σημερινά δίκτυα, πρέπει να επινοηθούν νέες διαδικασίες ελέγχου. Πράγματι, ο αριθμός και η ποικιλομορφία των γεννητριών θα απαιτήσει ότι τα δίκτυα θα είναι σε θέση να ενεργούν αυτόνομα, υπό τον ανθρώπινο έλεγχο, αλλά ίσως και όχι απαραίτητα, με διαδικασίες για τη διάγνωση πιθανών προβλημάτων και την αυτο-επούλωση τους[7][8][11].

Μετάβαση στο έξυπνο δίκτυο

Έτσι, υπάρχει μια αυξανόμενη συναίνεση ότι τα υφιστάμενα δίκτυα δεν μπορούν απλά να επεκταθούν για να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις, αλλά μάλλον, απαιτείται μια θεμελιώδη αναδιοργάνωσή τους. Αυτό προβλέπει τη δημιουργία ενός «**έξυπνου δικτύου**» (**Smart Grid**), πλήρως αυτοματοποιημένου, που θα παρακολουθεί και θα ελέγχει κάθε πελάτη, εξασφαλίζοντας μια αμφίδρομη ροή ηλεκτρικής ενέργειας και πληροφοριών. Η κατανεμημένη ευφυΐα του, σε συνδυασμό με τις ευρυζωνικές επικοινωνίες και τα αυτοματοποιημένα συστήματα ελέγχου, θα επιτρέψουν όλες οι συναλλαγές να γίνονται σε πραγματικό χρόνο και θα εγγυώνται την απρόσκοπτη διασύνδεση μεταξύ ανθρώπων, κτιρίων, βιομηχανικών εγκαταστάσεων, εγκαταστάσεων παραγωγής και το ηλεκτρικό δίκτυο[7][8][11].

Αυτό που ίσως είναι το πιο εντυπωσιακό σχετικά με αυτό το όραμα είναι ότι όχι μόνο δεν παρουσιάζει πολλές προκλήσεις από την άποψη των συστημάτων παραγωγής ενέργειας, των τηλεπικοινωνιών, καθώς και την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο, αλλά στον πυρήνα του υπάρχουν έννοιες όπως η κατανεμημένη ευφυΐα, η αυτοματοποίηση και η ανταλλαγή πληροφοριών, που απέχουν πολύ από το επίκεντρο της έρευνας εντός της επιστήμης των υπολογιστών και της κοινότητας της τεχνητής νοημοσύνης. Υποστηρίζεται επίσης ότι το έξυπνο δίκτυο θα παρέχει σημαντικές νέες προκλήσεις για

την έρευνα στο πεδίο της τεχνητής νοημόσυνης, αφού οι τεχνολογίες έξυπνων δικτύων θα απαιτήσουν αλγορίθμους και μηχανισμούς που θα πρέπει να μπορούν να λύσουν τα προβλήματα που αφορούν ένα μεγάλο αριθμό εξαιρετικά ετερογενών παράγοντων, για παράδειγμα καταναλωτές με διαφορετικά προφίλ καταναλώσης ή μεταβλητότητα στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και κατά συνέπεια μεταβλητότητα στην προσφορά ηλεκτρικής ενέργειας[7][8][11].

Τέλος όπως εύκολα γίνεται κατανοητό, ένας από τους βασικότερους παράγοντες του έξυπνου δικτύου είναι τα νέα μοντέλα VPP, που με την σειρά τους αποτελούν ένα κρίκο στην αλυσίδα του εκσυγχρονισμού στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής και διάθεσης της ηλεκτρικής ενέργειας [8][7][11].

2.2 Συνεργατικές Εικονικές Μονάδες Παραγωγής (CVPP)

Λόγω του μεγάλου αριθμού παραγόντων που εξαρτώνται άμεσα από το έξυπνο δίκτυο (όπως τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, τα σπίτια, οι παροχές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας) υπάρχει η ανάγκη να επικοινωνούν όλοι αυτοί οι παράγοντες μεταξύ τους ώστε να συντονίζονται, για να υπάρξει έλεγχος της ζήτησης στο δίκτυο. Για παράδειγμα, με την υιοθέτηση τέτοιων στρατηγικών η ζήτηση είναι σε θέση να μην υπερβεί την παροχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, με τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα να παρέχουν στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας από τις γεμάτες μπαταρίες τους, για να αντιμετωπιστεί η υπερβάλλουσα ζήτηση. Οπότε, όπως είναι εμφανές, είναι επιτακτική η ανάγκη να αξιοποιηθούν συνεργασίες μεταξύ τους για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας του δικτύου[3][8].

Για το σκοπό αυτό, η έννοια των **Συνεργατικών Εικονικών Μονάδων Παραγωγής (CVPP)** έχει προταθεί για να συλλάβει την έννοια ενός αριθμού παραγόντων, που συνασπίζονται μαζί για να πωλήσουν ηλεκτρική ενέργεια, σαν ένα σύνολο. Ωστόσο, αρκετές προκλήσεις προκύπτουν στη διαμόρφωση και τη διαχείριση των CVPP που πρέπει να είναι σε θέση να συντονίζουν μια σειρά από ετερογενείς παράγοντες- ηλεκτρικά αυτοκίνητα ή παρόχους ανανεώσιμων πηγών ενέργειας- για να μεγιστοποιηθεί το ποσό της ενέργειας που παρέχουν στο σύστημα, ελαχιστοποιώντας ταυτόχρονα το κόστος και την αβεβαιότητα με αυτό τον τρόπο. Συγκεκριμένα, αυτοί οι μεμονωμένοι φορείς πρέπει να είναι σε θέση να καταλήξουν σε συμφωνία σε τεχνικό επίπεδο (δηλαδή πώς θα συντονίσουν την κατανάλωσή τους ή τα πρότυπα παραγωγής) και σε οικονομικό επίπεδο (πώς θα μοιραστούν τα κέρδη που προέρχονται από το CVPP), προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η αξία του συνόλου των ενεργειακών υπηρεσιών (παροχή ηλεκτρικής ενέργειας, αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας, ή μετατόπιση της ζήτησης κτλ) που παρέχουν ως ένα CVPP [3][8].

Διαδικασία σχηματισμού CVPP

Η διαδικασία σχηματισμού ενός CVPP σε τεχνικό επίπεδο σημαίνει πως μεμονωμένοι φορείς πρέπει να συγχρονίζουν σε μεγάλο βαθμό τις ανομοιογενείς υπηρεσίες που παρέχουν στο πλαίσιο του, με ένα ευέλικτο τρόπο, για να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις των συμβάσεων που κάνουν με τους πελάτες τους.

Ειδικότερα, ένας επιμέρους φορέας θα πρέπει να ελέγχει την ατομική παραγωγή του ή τη μείωση της ζήτησής του για την καλή συνολική απόδοση του CVPP, και να επικοινωνεί με τη κεντρική διαχείριση για να βελτιστοποιήσει τις κοινές δράσεις που αναλαμβάνονται για την επίτευξη των στόχων του CVPP, δηλαδή την ικανοποίηση της ζήτησης. Αυτές οι τεχνικές ρυθμίσεις μπορεί να χρειαστεί να καθορίζονται σε καθημερινή, ακόμα και σε ωριαία βάση, για να μεγιστοποιήσουν τα κέρδη των μεμονωμένων φορέων[3][4][5][8].

Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι, εάν ορισμένοι φορείς μπορούν να παράγουν ενέργεια μόνο σε συγκεκριμένες ώρες της ημέρας (για παράδειγμα, τα φωτοβολταϊκά πάνελ παράγουν ενέργεια κατά τη διάρκεια της ημέρας και η παλιρροϊκή ενέργεια μπορεί να είναι διαθέσιμη τη νύχτα), τότε θα επιλεχθούν εκείνοι οι εταίροι που θα μπορούν να αλληλοσυμπληρώνονται καλύτερα σε δεδομένες χρονικές στιγμές (για παράδειγμα, ένα φωτοβολταϊκό πάρκο και μια παλιρροϊκή γεννήτρια που παράγει ενέργεια εκτός φάσεως, είναι συμπληρωματικά το ένα ως προς το άλλο, ενώ οι πάροχοι αιολικής ενέργειας των οποίων οι ανεμογεννήτριες βρίσκονται στην ίδια περιοχή θα παράγουν ενέργεια την ίδια στιγμή και ως εκ τούτου είναι λιγότερο συμπληρωματικοί). Ωστόσο κάποιοι οι οποίοι γίνονται καλύτεροι εταίροι λόγω της αλλαγής των συνθηκών (π.χ. το βράδυ φυσάει περισσότερο με αποτέλεσμα την υψηλότερη παραγωγή αιολικής ενέργειας από ότι στις παλιρροϊκές μονάδες, ή περισσότερα ηλεκτρικά αυτοκίνητα συγκλίνουν σε μια συγκεκριμένη περιοχή λόγω μιας κοινωνικής εκδήλωσης, με αποτέλεσμα περισσότερη αποθηκευμένη ηλεκτρική ενέργεια να είναι διαθέσιμη), άρα αυτοί οι έταίροι, θα μπορούσαν να αποφασίσουν να εγκαταλείψουν το τρέχον CVPP τους και να σχηματίσουν ένα νέο. Για παράδειγμα, οι ιδιοκτήτες φωτοβολταϊκών ίσως να ήταν καλύτερο να αποθηκεύουν την ηλεκτρική ενέργεια κατά τη διάρκεια της ημέρας στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, ώστε να είναι σε θέση να προμηθεύσουν το βράδυ αντί να συνεργάζονται με παροχείς ενέργειας από παλίρροϊες)[8].

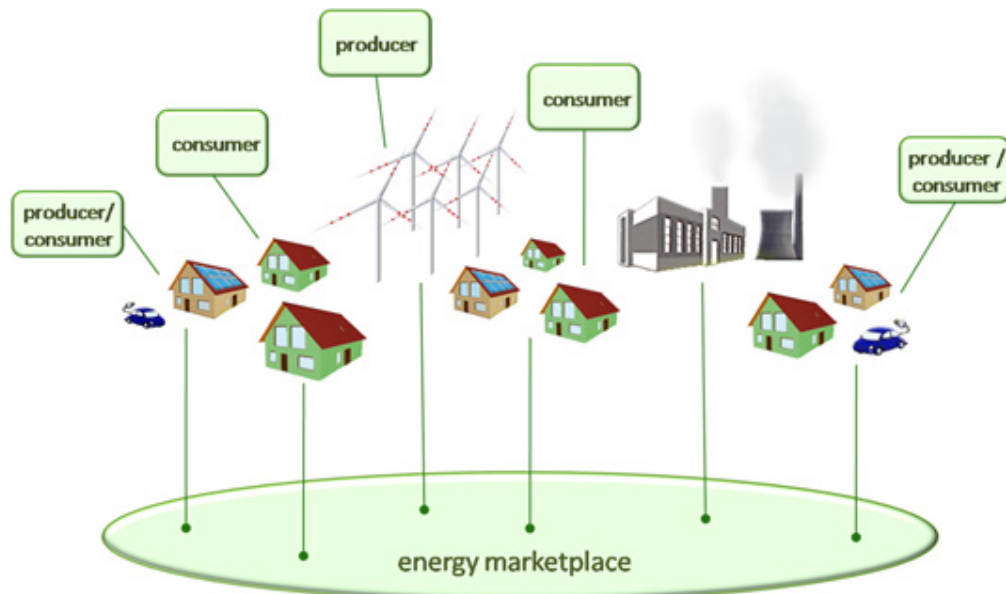
Λαμβάνοντας υπόψη την κλίμακα και το δυναμισμό αυτού του προβλήματος βελτιστοποίησης, είναι σημαντικό να γίνει ο σχεδιασμός αποκεντρωμένων αλγόριθμων συντονισμού και στρατηγικών που θα επιτρέπουν στα CVPP και στους συμμετέχοντες σε αυτά να σχηματίσουν πιο αποτελεσματικούς κανονισμούς εντός εύλογου χρονικού διαστήματος. Επιπλέον, θα πρέπει να εξασφαλιστεί οι εν λόγω κανονισμοί να μην επιβαρύνουν τα τοπικά δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, στα οποία είναι συνδεδεμένα. Λαμβάνοντας υπόψη αυτό, και τους περιορισμούς που επιβάλλονται από το διαχειριστή του δικτύου, λόγω της πιθανής συμφόρησης του δικτύου, το CVPP μπορεί να πρέπει να κάνει περαιτέρω και εκ νέου βελτιστοποίηση της λειτουργίας μεμονωμένων μελών[7][8].

Οι διαπραγματεύσεις των τεχνικών συμφωνιών πρέπει να λαμβάνουν υπόψη το γεγονός ότι κάθε εν δυνάμει μέλος του CVPP έχει συνήθως κίνητρα για να μεγιστοποιήσει τα κέρδη του. Ως εκ τούτου, είναι προς το συμφέρον του κάθε μέλους να αναλάβει δράσεις που θα «κοστίζουν λιγότερο» μεγιστοποιώντας παράλληλα το μερίδιό του στα κέρδη που προέρχονται από τις εργασίες του στο VPP. Αυτό αφήνει περιθώριο για κάθε μεμονωμένο πόρο να χειριστεί τις προβλέψεις για παραγωγή, ζήτηση, ή την ικανότητα αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας. Για παράδειγμα, δεδομένης της αβεβαιότητάς τους για την παραγωγή τους, ορισμένοι πόροι μπορεί να προτιμούν να υποτιμούν την προβλέψη της παραγωγής τους σε περίπτωση που είναι πιθανόν να τιμωρηθούν με κάποια ποινή επειδή είχαν λιγότερη παραγωγή από την προβλεπόμενη. Εναλλακτικά, μπορεί να προτιμούν να υπερεκτιμούν την προβλεπόμενη παραγωγή τους σε περίπτωση που οι ποινές για λιγότερη παραγωγή από την εκτιμώμενη δεν είναι σημαντικές, γεγονός που θα τους κάνει να αυξάνουν το μερίδιό τους από το μοίρασμα των κερδών[3][4][6][8].

Προκειμένου να προωθηθεί η εξέλιξη της τεχνολογίας στον τομέα των CVPP, πρέπει να αντιμετωπιστούν ακόμα οι ακόλουθες βασικές προκλήσεις:

- Σχεδιασμός μοντέλων διαφόρων παραγόντων και διαδικασιών του CVPP, προκειμένου να συλλάβουν την πολυπλοκότητα των τεχνικών ρυθμίσεων που απαιτούνται για να σχηματίσουν και να διαχειριστούν τα CVPP[8].
- Κατανομημένη συνδυαστική βελτιστοποίηση των τεχνικών ρυθμίσεων της διαχείρισης της ζήτησης ώστε να μεγιστοποιηθούν τα οφέλη[3][4][8].

- Σχεδιασμός ενός online μηχανισμού για να σχηματιστούν στατιστικώς ορθά μέτρα εμπιστοσύνης για τους παρόχους ενέργειας[5][8][9][10][12].
- Σχεδιασμός αλγορίθμων αναζήτησης και μηχανισμών διαπραγμάτευσης των μεμονωμένων φορέων, ώστε να συμφωνήσουν σε ποιά CVPP θα γίνουν μέλη και πώς να μοιράζονται τα κέρδη, χρησιμοποιώντας υπολογιστικά αποδοτικές λύσεις και έννοιες της θεωρίας παιγνίων, δεδομένης της αβεβαιότητας και τις μεταβαλλόμενες καιρικές συνθήκες [3][4][8].



Εικόνα 2 CVPP (πηγή Google).

2.3 Energy prosumers

Με τα σημερινά δεδομένα, και με τα σημερινά μοντέλα που κυριαρχούν στην ηλεκτροδότηση, υπάρχουν δυο κατηγορίες πρακτόρων: οι καταναλωτές (Consumers), και οι παραγωγοί (Producers). Ωστόσο με την μετάβαση στο μοντέλο VPP δημιουργείται και μια νέα κατηγορία, οι Prosumers.

Η συζήτησή μας μέχρι τώρα έχει τονίσει τη σημαντική ετερογένεια του μεγάλου αριθμού των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο έξυπνο δίκτυο και την πολυπλοκότητα των αλληλεπιδράσεων μεταξύ αυτών και των καταναλωτών. Αυτό θα απαιτήσει σημαντικές αλλαγές στον τρόπο διάθεσης της ενέργειας που αγοράζεται και πωλείται. Η ευρεία υιοθέτηση των ανανεώσιμων πηγών παραγωγής σε ατομικό επίπεδο, σπίτια και επιχειρήσεις, θα οδηγήσει στη δημιουργία αγορών που θα αποτελούνται από πολλά εκατομμύρια επαγγελματιών, που παράγουν και καταναλώνουν ενέργεια, τους λεγόμενους prosumers. Πρόκειται για έναν νέο όρο ο οποίος εμφανίστηκε μαζί με την ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών και με τις νέες τεχνολογικές εξελίξεις, οι οποίες θα μας οδηγήσουν στο έξυπνο δίκτυο. Ως **Prosumer** χαρακτηρίζεται κάποιος ο οποίος παράγει και καταναλώνει ενέργεια κάτω από την ίδια στέγη, δηλαδή παράγει ενέργεια για τις ανάγκες του, αλλά ωστόσο μπορεί και να είναι και συνδεδεμένος στο έξυπνο δίκτυο και να είναι ένα κομμάτι αυτού, δίνοντας την παραγωγή του σε αυτό ως παραγωγός. Δηλαδή να συμμετάσχει σε αυτό ως παραγωγός αλλά και ως καταναλωτής. Ωστόσο για να δεχτεί να μπει μέσα σε ένα CVPP και να γίνει μέρος τους έξυπνου δικτύου προφανώς θα πρέπει να του δοθούν τα κατάλληλα κίνητρα[8].



Εικόνα 3 Prosumer (πηγή Google).

2.4 Θεωρία Ψηφοφοριών

Μέχρι τώρα μιλήσαμε για την αλλαγή που πρέπει να γίνει από το υπάρχον δίκτυο ηλεκτροδότησης, όπως και για το νέο μοντέλο, VPP, το οποίο θα κυριαρχήσει τα επόμενα χρόνια στην αγοράς ενέργειας. Η παρούσα εργασία όπως έχουμε εξηγήσει, έχει να κάνει με το μοντέλο VPP, και με την ανάπτυξη και σχεδίαση ενός λειτουργικού αρχετύπου που θα εξυπηρετεί τις ανάγκες των μελών του. Ωστόσο πέραν από τις ανάγκες που έχει το VPP και τις λειτουργικότητες που προκύπτουν βάσει της λειτουργίας του, προσθέσαμε και την διενέργεια κάποιων ψηφοφοριών μεταξύ των μελών του VPP, όπως και θα αναλύσουμε πιο κάτω.

Λίγα λόγια για την θεωρία ψηφοφοριών

Η Θεωρία Ψηφοφοριών είναι η μαθηματική θεωρία που ασχολείται με την αντιμετώπιση της διαδικασίας με την οποία δημοκρατικές κοινωνίες ή ομάδες μετασχηματίζουν τις πιθανότητες πολλές και αντικρουόμενες απόψεις των μελών τους, όσον αφορά ένα συγκεκριμένο θέμα ή πρόβλημα, σε μια και μόνη επιλογή για όλη την κοινωνία ή ομάδα.

Η ψηφοφορία είναι η διαδικασία συλλογής και αποτίμησης των απόψεων των μελών ενός αρμόδιου εκλογικού σώματος ψηφοφόρων /εκλογέων, προκειμένου να ληφθεί μια απόφαση που αφορά ένα σαφώς καθορισμένο θέμα. Η ψήφος αποτελεί την έκφραση της προτίμησης του ψηφοφόρου για το αποτέλεσμα της ψηφοφορίας και καταγράφεται στο ψηφοδέλτιο, το οποίο αποτελεί το αρχείο που δείχνει το πώς ψήφισε ο ψηφοφόρος που το χρησιμοποίησε. Πολλές φορές το ψηφοδέλτιο είναι ένα ψηφοδέλτιο προτιμήσεων, όπου ο ψηφοφόρος απαριθμεί τους υποψηφίους ή τις εναλλακτικές λύσεις κατά σειρά προτίμησης. Η έννοια του “υποψηφίου” αντιπροσωπεύει στη Θεωρία Ψηφοφοριών, μια πιθανή εναλλακτική λύση που μπορεί να επιλεγεί μέσα από την ψηφοφορία ως το τελικό αποτέλεσμά της, το οποίο προκύπτει με συλλογή των ψηφοδελτίων και εφαρμογή του εκλογικού συστήματος, δηλαδή μιας συγκεκριμένης διαδικασίας μαθηματικού συγκερασμού και αποτίμησης των εκφρασμένων απόψεων[2].

Βασικές έννοιες στη Θεωρία Ψηφοφοριών είναι κι αυτές της απόλυτης και της απλής πλειοψηφίας. Απόλυτη πλειοψηφία (majority) συγκεντρώνει ο υποψήφιος που συγκεντρώνει πάνω από τις μισές ψήφους. Απλή ή σχετική πλειοψηφία (plurality) έχει ο υποψήφιος που απλά συγκεντρώνει περισσότερες ψήφους από κάθε άλλον υποψήφιο[2].

Η έννοια της ψηφοφορίας όπως μας είναι γνωστή από την καθημερινή ζωή φαντάζει αρκετά απλή για να δικαιολογεί την ύπαρξη μιας μαθηματικής θεωρίας που να ασχολείται με αυτήν. Είναι άραγε τόσο δύσκολο να βρεθεί μια απλή, δίκαιη και συνεπής διαδικασία για τον προσδιορισμό του αποτελέσματος μιας εκλογής[2];

Πράγματι, όταν η εκλογή αφορά μόνο δυο υποψηφίους, τότε η κατάσταση είναι απλή: οι ψηφοφόροι καταγράφουν στο ψηφοδέλτιο τους το όνομα του ενός εκ των δύο υποψηφίων, τον οποίο προτιμούν, και είναι συνεπές και δίκαιο να επιλεγεί ο υποψήφιος εκείνος που συγκεντρώνει την απόλυτη πλειοψηφία των ψήφων[2].

Τα πράγματα όμως περιπλέκονται όταν η εκλογή αφορά τρεις ή περισσότερους υποψηφίους. Αυτό ωστόσο δεν θα μας αποσχολήσει καθώς στα πλαίσια της παρούσας εργασίας οι ψηφοφορίες τις οποίες έχουμε επιλέξει να διεξαχθούν θα έχουν έναν υποψήφιο για τον οποίο υποψήφιο απλά θα τίθεται το ερώτημα, να γίνει δεκτός ή όχι στο CVPP.

Εκλογικά Συστήματα

Οι ερευνητές της Θεωρίας Ψηφοφοριών έχουν κατασκευάσει πληθώρα εκλογικών συστημάτων (voting systems / voting aggregation methods) και έχουν προσπαθήσει να καθορίσουν τα πλέον κατάλληλα για διαφορετικές εκλογικές περιπτώσεις. Παρόλο που υπάρχει κάποια σύγκλιση απόψεων ως προς τα χαρακτηριστικά που είναι επιθυμητά σε ένα εκλογικό σύστημα, υπάρχει έντονη διαφωνία για το ποιά χαρακτηριστικά είναι τα περισσότερο σημαντικά. Επιπλέον, η επιλογή εκλογικού συστήματος στον πραγματικό κόσμο εξαρτάται τις περισσότερες φορές από το ποιές είναι οι πολιτικές συνθήκες παρά από τις συμβουλές των θεωρητικών. Έτσι, η “δημοτικότητα” ενός εκλογικού συστήματος δεν αποτελεί ένδειξη του κατά πόσο είναι “δίκαιο” (στον βαθμό που μπορεί να γίνεται λόγος για “δίκαια εκλογικά συστήματα”). Τα χαρακτηριστικά ενός εκλογικού συστήματος το κατατάσσουν σε μια ή περισσότερες από τις υπάρχουσες κατηγορίες εκλογικών συστημάτων. Στη διεθνή βιβλιογραφία διακρίνονται - με διάφορα κριτήρια - αρκετές τέτοιες κατηγορίες:

- Πλειοψηφικά συστήματα (majoritarian systems)

Είναι συστήματα που ικανοποιούν το Κριτήριο της Απόλυτης Πλειοψηφίας. Στην κατηγορία αυτή ανήκει το σύστημα απόλυτης πλειοψηφίας, που ανακηρύσσει νικητή μόνο αν αυτός συγκεντρώνει την απόλυτη πλειοψηφία των ψήφων, καθώς και διάφορα συστήματα σχετικής πλειοψηφίας. Επίσης, κατ' επέκταση, στην κατηγορία αυτή εντάσσονται και τα συστήματα που αποσκοπούν στην εκλογή του υποψηφίου που μπορεί να κερδίσει καθένα από τους υπόλοιπους σε “προσωπική” αναμέτρηση (νικητής κατά το Condorcet)[2].

- Συστήματα αναλογικής εκπροσώπησης (proportional representation systems)

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν πολλά ευρέως χρησιμοποιούμενα συστήματα για εκλογή αντιπροσώπων, τα οποία στηρίζονται στην αναλογική εκπροσώπηση των ψηφοφόρων σε απόλυτο ή σχετικό βαθμό[2].

- Συστήματα προτιμήσεων ή έκφρασης θέσης (preferential systems /positional systems)

Στα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται ψηφοδέλτια προτιμήσεων για την κατάταξη των επιλογών των ψηφοφόρων. Οι πληροφορίες που καταγράφονται στα ψηφοδέλτια προτιμήσεων αξιοποιούνται σε διαφορετικό βαθμό από τα διάφορα εκλογικά συστήματα προτιμήσεων (άλλα τις αξιοποιούν όλες κι άλλα ένα μέρος τους, άλλα τις αξιοποιούν σταδιακά και άλλα όχι)[2].

- Συστήματα διαδοχικών αποκλεισμών υποψηφίων (candidates' elimination systems)

Τα συστήματα αυτά ανακηρύσσουν νικητή μετά από διαδοχικούς αποκλεισμούς υποψηφίων, οι οποίοι βασίζονται σε αποτελέσματα διαδοχικών εκλογικών γύρων, ή στις εκφρασμένες σε ψηφοδέλτια προτιμήσεων επιλογές των ψηφοφόρων σε ένα μόνο γύρο[2].

- Συστήματα εκτίμησης ωφέλειας του υποψηφίου (utilitarian systems)

Στα συστήματα αυτά ο ψηφοφόρος δεν κατατάσσει απλά τους υποψηφίους σε σειρά προτίμησης, αλλά επίσης τους χαρακτηρίζει με ένα (αυθαίρετο ή προερχόμενο από προκαθορισμένη κλίμακα) αριθμητικό βάρος που προσδιορίζει τον βαθμό εκτίμησης προς τον υποψηφίο (άρα και την αναμενόμενη ωφέλεια από αυτόν)[2].

- Συστήματα βεβαρημένης άποψης ψηφοφόρων (weighted voting systems)

Στα συστήματα αυτά η άποψη συγκεκριμένων ψηφοφόρων αξιολογείται με διαφορετικό βάρος από αυτή των υπόλοιπων[2].

Η επιλογή του εκλογικού συστήματος μπορεί να επηρεάσει σε πολύ μεγάλο βαθμό το τελικό αποτέλεσμα μιας εκλογικής αναμέτρησης. Μπορεί επίσης να επηρεάσει την ικανότητα των εκλογικών αναλυτών να ερμηνεύσουν τα εκλογικά αποτελέσματα, και συνακόλουθα την ικανότητα των εκλεγμένων αντιπροσώπων να κατανοήσουν τις πραγματικές επιθυμίες των ψηφοφόρων τους. Αυτό

οφείλεται στο γεγονός ότι τα διάφορα εκλογικά συστήματα απαιτούν από τους ψηφοφόρους να προμηθεύσουν κυμαινόμενες ποσότητες πληροφοριών για τις προτιμήσεις τους, και στο γεγονός πως υπάρχουν αρκετά ευρέως χρησιμοποιούμενα εκλογικά συστήματα που τείνουν να ενθαρρύνουν τους ψηφοφόρους να μην εκφράσουν τις ειλικρινείς τους επιθυμίες[2].

Προσαρμογή και ένταξη της θεωρίας ψηφοφοριών στο interface

Στα πλαίσια αυτής της εργασίας χρησιμοποιήσαμε 2 είδη εκλογικών συστημάτων, της απλής αναλογικής (simple majority) όπως και του συστήματος βεβαρημένης άποψης ψηφοφόρων (weighted systems). Έχουμε αναφέρει και προηγούμενως, στο interface το οποίο σχεδιάσαμε και αναπτύξαμε, ο σκοπός των ψηφοφοριών που θα διεξάγονται θα είναι για να γίνουν δεκτά τα νέα μέλη τα οποία θα κάνουν αιτήσεις για να μπουν στο δίκτυο μας. Οπότε μιλάμε για έναν υποψήφιο όπου οι επιλογές θα είναι να γίνει δεκτός ή να μην γίνει δεκτός. Στην περίπτωση ψηφοφορίας απλής αναλογικής, αν υπερσχύει η άποψη από την πλειοψηφία ότι ναι πρέπει να γίνει δεκτό το νέο μέλος τότε το κάνουμε δεκτό ενώ αν η πλειοψηφία δεν θέλει να γίνει δεκτό το νέο μέλος τότε αυτό απλά απορρίπτεται και δεν εισάγεται το υποψήφιο μέλος στο δίκτυο μας. Στην περίπτωση του συστήματος της βεβαρημένης άποψης των ψηφοφόρων, αυτό που αλλάζει είναι πως με κάποια δικά μας κριτήρια τα οποία θα εκθέσουμε παρακάτω το κάθε μέλος έχει διαφορετικό βάρος ψήφου. Έτσι, σε αυτή την περίπτωση η ψήφος του καθενός εκλαμβάνεται διαφορετικά στην διαμόρφωση του τελικού αποτελέσματος.

Ένα ακόμα στοιχείο στο οποίο δώσαμε έμφαση είναι το **‘election threshold’** (ή vote threshold)[13]. Ως **‘election threshold’** ορίζεται το ελάχιστο όριο το οποίο πρέπει να συγκεντρώσει κάποιος για να είναι νικητής σε μια ψηφοφορία. Δηλαδή στην περίπτωση μας, αν το **‘election threshold’** οριστεί να είναι 0.7, τότε για να νικήσει κάποιος, δηλαδή για να γίνει δεκτό το νέο μέλος θα πρέπει να συγκεντρώσει ποσοστό άνω του 70%. Το **“election threshold”** θα ορίζεται από τον διαχειριστή του συστήματος καθώς θα είναι αυτός ο οποίος διαχειρίζεται τις ψηφοφορίες.

2.5 Βασικές αρχές σχεδίασης Interface

Βασικό αντικείμενο της εργασίας μας είναι η ανάπτυξη και σχεδίαση ενός λειτουργικού αρχετύπου (interface). Αυτό το interface λοιπόν το οποίο καλούμαστε να σχεδιάσουμε πρέπει να διέπεται από κάποιες βασικές αρχές σχεδίασης οι οποίες έχουν αναπτυχθεί στα πλαίσια της επιστήμης των υπολογιστών.

Οι αρχές σχεδιασμού interface έχουν ως σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας του σχεδιασμού της διεπαφής (interface) χρήστη ώστε να είναι πιο εύκολη η χρήση της εφαρμογής αυτής.

Οι βασικές αρχές σχεδιασμού διεπαφής καθορίζονται ως εξής:

- Η αρχική δομή (αρχιτεκτονική)

Ο σχεδιασμός θα πρέπει να οργανώσει τη διεπαφή του χρήστη με τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχει νόημα, να είναι χρήσιμη η διεπαφή και να βασίζεται στην σαφήνεια, χρησιμοποιώντας γνωστά μοντέλα τα οποία είναι εμφανή και αναγνωρίσιμα για τους χρήστες, βάζοντας όλα τα σχετικά πράγματα μαζί και διαχωρίζοντας τα άσχετα πράγματα. Ουσιαστικά μιλάμε για την αρχιτεκτονική της διεπαφής[14][15].

- Η αρχή της απλότητας

Ο σχεδιασμός θα πρέπει να είναι απλός, οι κοινές διαδικασίες/ διεργασίες θα πρέπει να είναι μαζί, και η διεπαφή θα πρέπει να «επικοινωνεί» με σαφήνεια και σε «απλή γλώσσα» με τον χρήστη[14][15].

- Η αρχή της ορατότητας

Ο σχεδιασμός θα πρέπει να κάνει όλες τις απαραίτητες επιλογές ορατές, χωρίς να αποσπά την προσοχή του χρήστη με περιττές πληροφορίες. Σε μια καλή σχεδίαση δεν θα πρέπει ο χρήστης να βομβαρδίζεται με άχρηστες πληροφορίες[14][15].

- Η αρχή της πληροφόρησης.

Ο σχεδιασμός της διεπαφής θα πρέπει να κρατάει τους χρήστες ενήμερους για τις δράσεις τους, τις αλλαγές της κατάστασης, τα λάθη ή τις απρόσμενες ενέργειες που είναι σχετικές με τον χρήστη μέσω σαφούς, συνοπτικής πληροφόρησης ώστε να γνωρίζει ο χρήστης ανα πάσα ώρα και στιγμή το τί γίνεται[14][15].

- Η αρχή της ανοχής

Ο σχεδιασμός θα πρέπει να είναι ευέλικτος και ανεκτικός, μειώνοντας το κόστος των λαθών και της κακής χρήσης και επιτρέποντας την αναίρεση και την επανάληψη ενεργειών στον χρήστη, ενώ επίσης θα πρέπει να προλαμβάνει σφάλματα όπου είναι δυνατόν[14][15].

- Η αρχή της επαναχρησιμοποίησης

Στον σχεδιασμό θα πρέπει να επαναχρησιμοποιηθούν εσωτερικά και εξωτερικά «εξαρτήματα» και συμπεριφορές της διεπαφής, ώστε να διατηρείται η συνοχή, μειώνοντας έτσι την ανάγκη για τους χρήστες να επανεξετάζουν ζητήματα και συμπεριφορές[14][15].

Οπότε όπως είναι εύκολα κατανοητό το κάθε interface που σχεδιάζεται θα πρέπει να πληρεί κάποιες βασικές αρχές ώστε να είναι φιλικό προς τον χρήστη. Είναι σημαντικό να γνωρίζει ο σχεδιαστής και να αναλύει τις ανάγκες του χρήστη, καθώς οι ανάγκες και οι στόχοι του χρήστη είναι ταυτόχρονα και οι ανάγκες και οι στόχοι του σχεδιαστή. Έτσι αν μέσω της διεπαφής επιτυγχάνονται οι στόχοι του χρήστη τότε ως αποτέλεσμα και η διεπαφή θεωρείται επιτυχημένη και επιτυγχάνονται οι στόχοι του σχεδιαστή της .

Όλες αυτές τις βασικές αρχές ακολουθήσαμε και εμείς στην σχεδίαση του interface μας, και προσπαθήσαμε και να το φτιάξουμε όσο πιο φιλικό γίνεται προς τον χρήστη, ώστε η χρήση του να είναι εύκολη και ευχάριστη, χωρίς να κουράζει με περιττές πληροφορίες, διότι είναι ένα interface το οποίο θα πρέπει να διαχειρίζεται καθημερινές ανάγκες των χρηστών ενός CVPP και θα πρέπει να ενταχθεί στην καθημερινότητα των μελών του δικτύου.

2.6 Συμπέρασμα

Υπάρχει μια σημαντική ομάδα ανθρώπων μέσα στον ανεπτυγμένο κόσμο η οποία δουλεύει για να μειώσουμε την εξάρτησή μας από τα ορυκτά καύσιμα και να στραφούμε προς μια οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα, προκειμένου να εγγυηθεί την ενεργειακή ασφάλεια και την άμβλυνση των επιπτώσεων της χρήσης της ενέργειας στο περιβάλλον. Η μετάβαση αυτή απαιτεί μια ριζική επανεξέταση και αναδιοργάνωση του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας. Τα έξυπνα δίκτυα θα πρέπει να είναι σε θέση να κάνουν αποτελεσματική χρήση της διαλείπουσας ανανεώσιμης πηγής ενέργειας και να παρέχουν την πρόσθετη ηλεκτρική ενέργεια που απαιτείται από τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, τα οποία αναμένεται να αποτελέσουν ένα μεγάλο ποσοστό των οχημάτων μέσα στα επόμενα χρόνια[8]. Αυτός ο τρόπος θα απαιτήσει εκτεταμένη χρήση της διαχείρισης της ζήτησης και CVPPs για την εξισορρόπηση της προσφοράς και της ζήτησης.

Η αυτοματοποίηση, η ανταλλαγή πληροφοριών και η κατανομημένη ευφυΐα απαιτούνται για την

επίτευξη αυτών των τεχνολογιών και θα δημιουργήσει πολλές νέες προκλήσεις για την κοινότητα της τεχνητής νοημοσύνης στην διερεύνηση μηχανικής μάθησης, στον καταναεμημένο έλεγχο και στη βελτιστοποίηση.

Τα παραπάνω αποτελούν αντικείμενο εκτεταμένης επιστημονικής έρευνας, καθώς στα επόμενα χρόνια αποτελεί ανάγκη για τον σύγχρονο κόσμο να στραφεί προς αυτά τα μοντέλα ηλεκτροδότησης/ηλεκτροπαραγωγής.

Εμείς λοιπόν έχουμε αναλάβει στα πλαίσια αυτής της εργασίας να αναπτύξουμε ένα λειτουργικό αρχέτυπο το οποίο θα εξυπηρετεί αυτές τις ανάγκες των χρηστών των VPPs. Μέσα στο interface το οποίο καλούμαστε να σχεδιάσουμε και να αναπτύξουμε, έχουν εισηχθεί έννοιες της θεωρίας ψηφοφοριών, ενταγμένες σε συγκεκριμένες ανάγκες και λειτουργικότητες των μελών του VPP.

Το λειτουργικό αρχέτυπο το οποίο θα αναπτύξουμε πρέπει να πληρεί κάποιες αρχές σχεδίασης, αρχές οι οποίες έχουν αναπτυχθεί στα πλαίσια της επιστήμης των υπολογιστών.

Κεφάλαιο 3 Σχεδιασμός

Στο κεφάλαιο αυτό θα παραθέσουμε στοιχεία σχετικά με τις πρώτες οθόνες που σχεδιάσαμε όπως επίσης θα παραθέσουμε και βασικά στιγμιότυπα από αυτές.

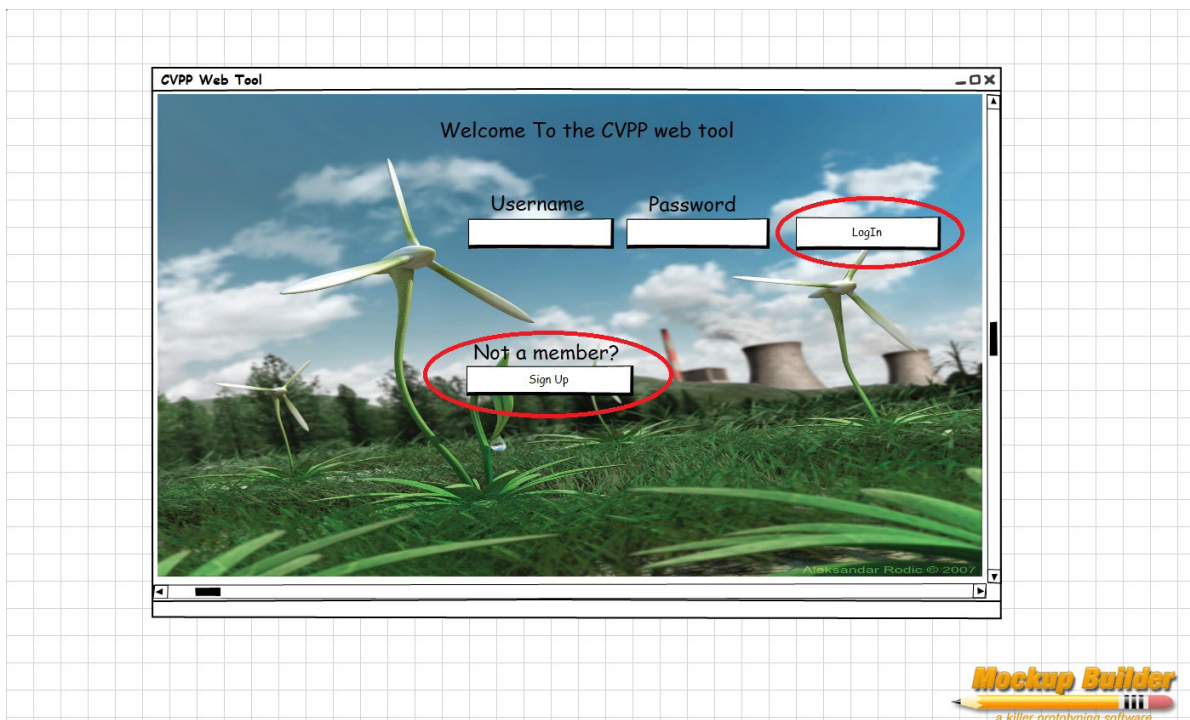
Αφού μελετήσαμε όλα τα παραπάνω, και λάβαμε υπόψιν μας όλους αυτούς τους παράγοντες, καταλήξαμε στις βασικές λειτουργικότητες του interface που θέλαμε να σχεδιάσουμε, κατόπιν μελετήσαμε τις βασικές αρχές τις οποίες έπρεπε να διέπουν το interface που θα σχεδιάζαμε, και αρχίσαμε να κάνουμε τα πρώτα βήματα, σχεδιάζοντας κάποιες αρχικές οθόνες, φτιάχνοντας κάποια αρχικά mock-ups.

Στην διαδικασία της κατασκευής και του σχεδιασμού ένα mockup, ή mock-up, είναι μια κλίμακα ή full-size μοντέλο ενός σχεδίου, που χρησιμοποιείται για τη διδασκαλία, την επίδειξη, την αξιολόγηση το σχεδιασμό, την προώθηση, και άλλους σκοπούς. Ένα mockup είναι ένα πρωτότυπο, εφόσον παρέχει τουλάχιστον ένα μέρος της λειτουργικότητας του συστήματος και επιτρέπει τον έλεγχο του σχεδιασμού. Εργαλεία για την δημιουργία mockup υπάρχουν πολλά, ωστόσο εμείς χρησιμοποιήσαμε την πλατφόρμα Mockup Builder[19].

3.1 Πρώτες καρτέλες και πρώτες σκέψεις

Σε μια πρώτη προσέγγιση της αρχικής καρτέλας του interface που θα φτιάχναμε σκεφτήκαμε πως θα έπρεπε να έχει απλά log in με user name και password το οποίο θα είχε ο κάθε χρήστης ώστε να μπορεί να μπαίνει στο σύστημα, καθώς επίσης θα έπρεπε να δίνεται και η δυνατότητα για κάποιο καινούργιο μέλος το οποίο θα ήθελε να ενταχθεί στο δίκτυο μας να κάνει register δίνοντας όλα τα απαραίτητα στοιχεία που θα απαιτούνται.

Έτσι το πρώτο mockup το οποίο φτιάξαμε είναι το εξής:



Σχήμα 1 Αρχική καρτέλα (mockup).

Όπως εύκολα μπορεί να παρατηρήσει κάποιος, αποφασίσαμε να βάλουμε και κάποιο logo στο interface το οποίο θα το έκανε ξεχωριστό και θα συνδέεται με τον σχεδιαστή της εφαρμογής. Έτσι επειδή επρόκειτο για ένα interface σχεδιασμένο για VPPs, σκεφτήκαμε να βάλουμε κάτι το οποίο θα παρέπεμπε σε πράσινη ενέργεια και σε ΑΠΕ (πηγή εικόνας Google).

Έτσι λοιπόν, βλέπουμε δυο πεδία κενά, ένα για το username του και ένα για το password, και πατώντας το κουμπί 'log in' ο χρήστης μπαίνει στην καρτέλα με τις λειτουργικότητες του μέλους, ενώ στην περίπτωση που είναι νέο μέλος θα πρέπει να πατήσει το κουμπί 'Sign up' ώστε να πηγαίνει στην κατάλληλη καρτέλα για να κάνει register, δίνοντας τα στοιχεία του και τις απαραίτητες πληροφορίες για τις μονάδες τις οποίες είχε σκοπό να εντάξει στο σύστημα μας.

Βέβαια στην συνέχεια όπως θα δούμε παρακάτω, μετά από πολλές διορθώσεις και αφού φτάσαμε στο σημείο να αρχίσουμε να δημιουργούμε το interface σε Java Swing, άλλαξαν αρκετά πράγματα. Εδώ και στο υπόλοιπο του κεφαλαίου θα δείξουμε την εξέλιξη της σχεδίασης.

Πατώντας λοιπόν το κουμπί 'Sign Up', ο νέος user ο οποίος θα ήθελε να κάνει register, σκεφτήκαμε πως θα έπρεπε να πηγαίνει σε μια καρτέλα η οποία θα είχε βασικά πεδία για να συμπληρώσει τα στοιχεία τα οποία θα μας ήταν απαραίτητα όπως και τα στοιχεία των μονάδων που θα ήθελε να εντάξει στο VPP.

Έτσι όπως βλέπουμε πιο κάτω στα mockups που παραθέτουμε, ανάλογα με τον τύπο της μονάδας που θα ήθελε να εισάγει θα επέλεγε πάνω δεξιά, και έτσι θα εμφανιζόταν η κατάλληλη καρτέλα για την συμπλήρωση των στοιχείων.

Εδώ βλέπουμε να είναι επιλεγμένη η επιλογή 'Prosumer', οπότε εμφανίζονται τα κατάλληλα πεδία για τον Prosumer:

Σχήμα 2 Καταχώρηση νέου Prosumer (mockup).

Η καρτέλα με επιλεγμένο το 'Consumer':



Sign Up

☐ Producer
☒ Consumer
☐ Prosumer

First Name :

Last Name :

Type of Consumer : ☐ Household ☐ Industrial

Scale of Consumer :

Address :

Town :

Class Of the Building :

Floor Area :

Email Address :

Phone number :

Alexsandar Rodic © 2007

Mockup Builder
a killer prototyping software

Σχήμα 3 Καταχώρηση νέου Consumer (mockup).

Η καρτέλα με επιλεγμένο το 'Producer':



Sign Up

☒ Producer
☐ Consumer
☐ Prosumer

First Name:

Last Name:

Type of Producer: ☐ Wind Energy ☐ Solar Energy ☐ Wave Energy ☐ Tidal Energy

Home Address :

Town :

Station Size in KW:

Production Error Rate :

Production Amount in KWh(Yearly):

Geographical Coordinates : North East

Email Address :

Phone number :

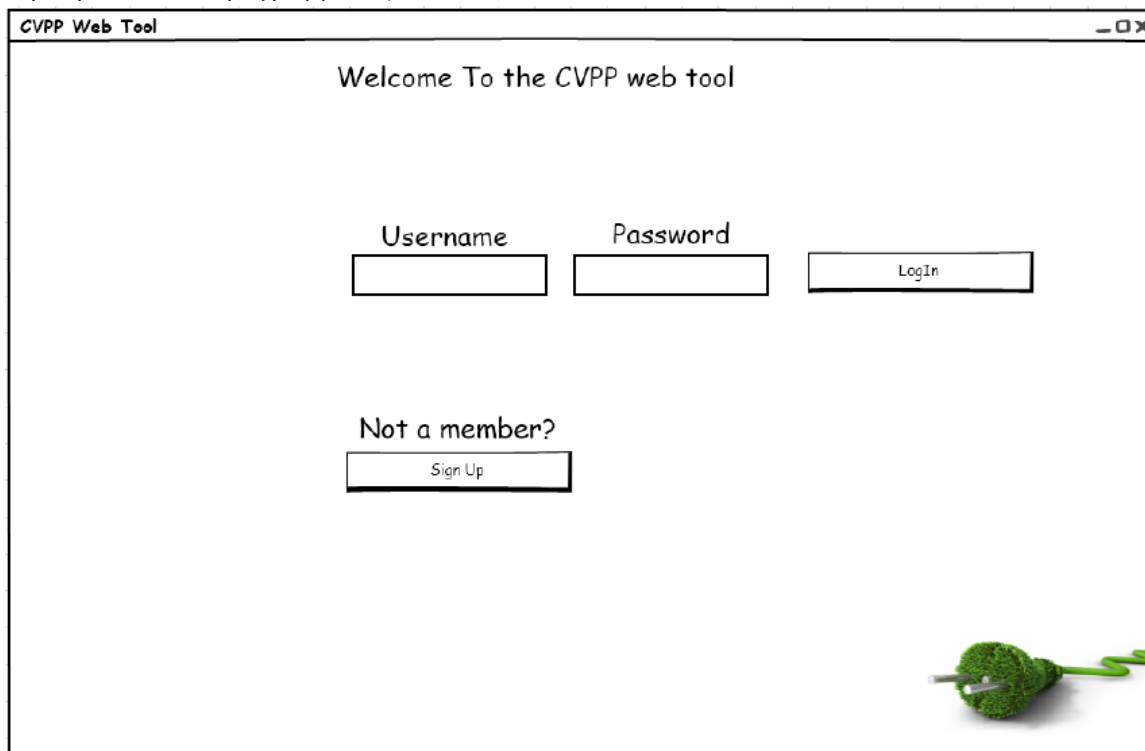
Alexsandar Rodic © 2007

Mockup Builder
a killer prototyping software

Σχήμα 4 Καταχώρηση νέου Producer (mockup).

Ωστόσο, όπως το είχαμε σκεφτεί αρχικά, ο νέος χρήστης δεν θα μπορούσε να βάλει στο VPP πάνω από μια μονάδα, όπως επίσης η εικόνα στο background ήταν τόσο μεγάλη και έντονη που χαλούσε πολύ το interface μας. Επιπλέον αποφασίσαμε πως θα ήταν καλό ο χρήστης να μπορεί να βλέπει και πάνω στον χάρτη την μονάδα την οποία ήθελε να εντάξει στο VPP. Έτσι όπως φαίνεται πιο κάτω και μετά από σκέψη και πολλές αλλαγές (τα ενδιαμέσχα στάδια τα παραλείπουμε) καταλήξαμε στην εξής μορφή :

Αρχική καρτέλα του προγράμματος :



Σχήμα 5 Αρχική καρτέλα (τελευταίο mockup μετά από αλλαγές).

Καρτέλα μόλις πατήσει ο νέος χρήστης 'Sign Up' στο 'Σχήμα 5':

Σχήμα 6 Καταχώρηση νέου μέλους (mockup).

Καρτέλα πατώντας το 'New Production Unit' στο 'Σχήμα 6' (Με το πάτημα του 'Register Unit' επιστρέφει στο 'Σχήμα 6'):

Σχήμα 7 Καταχώρηση νέας μονάδας Production (mockup).

Καρτέλα πατώντας το 'New Prosumption Unit' στο 'Σχήμα 6' (Με το πάτημα του 'Register Unit' επιστρέφει στο 'Σχήμα 6'):

Σχήμα 8 Καταχώρηση νέας μονάδας Prosumption (mockup).

Καρτέλα πατώντας το 'New Consumption Unit' στο 'Σχήμα 6' (Με το πάτημα του 'Register Unit' επιστρέφει στο 'Σχήμα 6'):

Σχήμα 9 Καταχώρηση νέας μονάδας Consumption (mockup).

3.2 Οθόνη μέλους

Εν συνεχεία, και αφού ήμασταν αρκετά ευχαριστημένοι με την παραπάνω σχεδίαση, και αφού είχαμε φτιάξει ένα μοτίβο σχετικά με το πώς περίπου θα έμοιαζε το interface μας, συνεχίσαμε με την σχεδίαση των υπολοίπων βασικών οθονών του συστήματος μας.

Όπως αναλύσαμε παραπάνω, οι βασικές λειτουργικότητες θα ήταν αρκετές και για το απλό μέλος και για τον διαχειριστή του συστήματος. Προσπαθήσαμε να κάνουμε την σχεδίαση του interface απλή και κατανοητή, χωρίς να κουράζει τον χρήστη, αλλά αντιθέτως να τον ευχαριστεί και να τον προτρέπει να το χρησιμοποιεί.

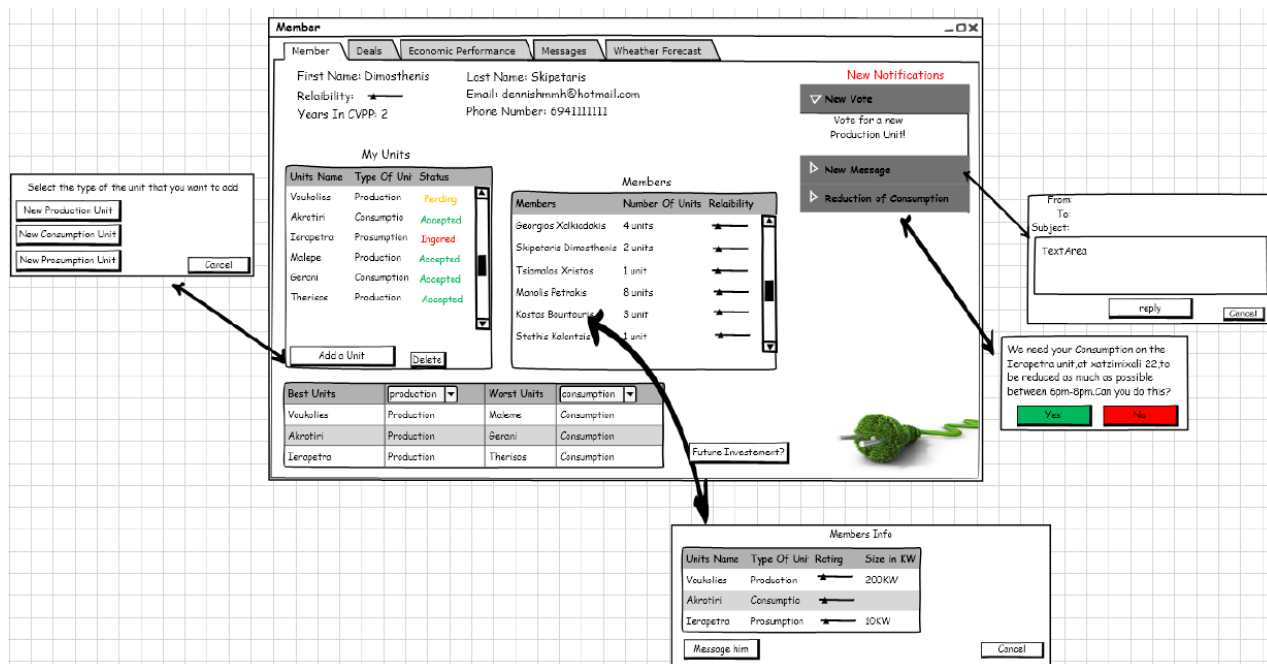
Έτσι μόλις θα έκανε login ένας user, και το username και password ήταν σωστά, τότε θα έπρεπε να πηγαίνει σε μια καρτέλα η οποία θα είχε τις βασικές πληροφορίες για τον ίδιο, όπως επίσης βασικές πληροφορίες για τις μονάδες τις οποίες είχε ενταγμένες στο VPP, καθώς θα έπρεπε να έχει πρόσβαση και σε νέες ειδοποιήσεις, σχετικά με κάποιες απερχόμενες μειώσεις καταναλώσεις, ή αυξήσεις παραγωγής, ή σε κάποια νέο μήνυμα ή κάποια νέα ψηφοφορία που ήταν σε εξέλιξη. Έτσι αποφασίσαμε να βάλουμε κάτι σαν ειδοποιήσεις (notifications) με τα βασικά νέα του χρήστη σε περίοπτη θέση στην αρχική του οθόνη, στις οποίες ειδοποιήσεις πατώντας πάνω θα έπρεπε να παίρνει περαιτέρω πληροφορίες ή ακόμα καλύτερα να μπορεί να δέχεται την μείωση της κατανάλωσης που θα του προσφέρεται ή να ψηφίζει κτλ.

Επίσης, σκεφτήκαμε πως θα ήταν καλό στην αρχική καρτέλα ο χρήστης να μπορεί να παίρνει και πληροφορίες για το ποιές μονάδες είναι οι καλύτερες ανά κατηγορία μέσα στο VPP, δημιουργώντας έτσι ένα κλίμα ανταγωνισμού. Οι μονάδες θα έχουν μια βαθμονόμηση, το λεγόμενο rating, βάσει του οποίου θα καταλαβαίνει κάποιος πόσο καλή είναι η μονάδα του, όπως επίσης βάσει αυτού του rating θα έβγαινε και η λίστα με τις καλύτερες και τις χειρότερες μονάδες. Επιπλέον σκεφτήκαμε πως θα ήταν καλό να μπορεί να βλέπει ο χρήστης και τα υπόλοιπα μέλη του δικτύου μαζί με τις μονάδες τους.

Εκτός από το rating των μονάδων που είπαμε προηγουμένως, το κάθε μέλος του δικτύου θα πρέπει και αυτό με την σειρά του να έχει και κάποιο δείκτη ο οποίος να δείχνει πόσο συνεπής είναι και πόσο καλά τα πηγαίνει μέσα στο VPP. Αυτό το ονομάσαμε reliability, και θα είναι ένας αριθμός από το 0 έως το 100, όπου μηδέν θα είναι η χειρότερη δυνατή τιμή και 100 η καλύτερη για το “καλύτερο” μέλος του VPP.

Κάτι τελευταίο και εξίσου σημαντικό είναι πως θα έπρεπε να υπάρχει και η δυνατότητα να μπορεί κάποιο μέλος να βάλει κάποια καινούργια μονάδα στο δίκτυο, ενώ ήταν ήδη ενταγμένο στο VPP.

Έτσι βλέπουμε την οθόνη που σχεδιάσαμε αναφορικά με όλα τα παραπάνω:



Σχήμα 10 Οθόνη μέλους (mockup).

Ωστόσο όπως θα δούμε παρακάτω, τη λειτουργία του να μπορεί το κάθε μέλος να βλέπει τα υπόλοιπα μέλη του δικτύου όπως και τις μονάδες τους, την καταργήσαμε στην συνέχεια καθώς το θεωρήσαμε περιττό και άσκοπο.

Το μέλος πατώντας πάνω σε κάποια από τις μονάδες του, θα έπρεπε να παίρνει πληροφορίες για αυτήν. Έτσι για παράδειγμα πατώντας πάνω σε μια μονάδα 'Presumption' (που καταναλώνει και παράγει ταυτόχρονα κάτω από την ίδια στέγη), θα έπρεπε να εμφανίζεται μια καρτέλα η οποία θα είχε αναλυτικές πληροφορίες για την μονάδα, πληροφορίες για καταναλώσεις/παραγωγή, με διαγραμματικές απεικονίσεις, όπως επίσης ίσως να μπορούσε το μέλος να παίρνει και κάποια πρόβλεψη για μελλοντική παραγωγή της μονάδας του. (Η προβλέψη της μελλοντικής παραγωγής για την μονάδα, όπως θα δούμε παρακάτω δεν πραγματοποιήθηκε, καθώς δώσαμε περισσότερο βάρος στις ψηφοφορίες εντός του δικτύου μας.)

Έτσι σχεδιάσαμε την εξής καρτέλα:

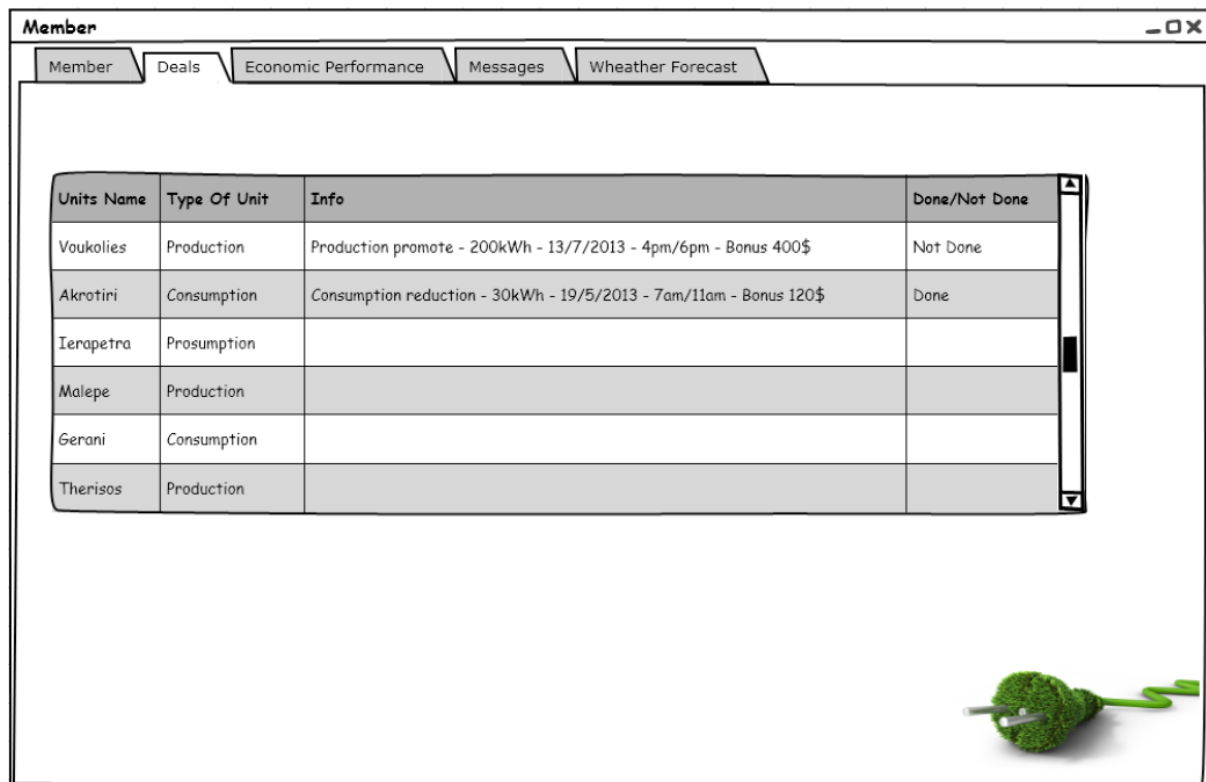
Σχήμα 11 Οθόνη μονάδας Prosumption (mockup).

Πατώντας πάνω σε ειδοποίηση για 'New Vote' στο 'Σχήμα 10', ο χρήστης θα πρέπει να παίρνει πληροφορίες για τυχόν νέα ψηφοφορία η οποία θα είναι σε εξέλιξη, καθώς θα πρέπει να μπορεί και να ψηφίσει κιάλας για αυτή. Έτσι σκεφτήκαμε πως κάπως έτσι θα πρέπει να είναι η οθόνη που θα εμφανίζεται σε αυτή την περίπτωση:

Σχήμα 12 «Ψηφοδέλτιο» (mockup).

Τα μέλη του VPP όπως είπαμε και στην ανάλυση των λειτουργικοτήτων, στην παράγραφο 1.2, θα πρέπει να μπορούν να δέχονται από το δίκτυο κλήσεις για μείωση της καταναλώσης κάποιων μονάδων τους, ή να τους προσφέρονται κάποια συμβόλαια για να αυξήσουν την παραγωγή σε κάποιες μονάδες τους καθώς ενδεχομένως να υπάρχει μεγάλη ζήτηση στο δίκτυο για κάποιο χρονικό διάστημα, γεγονός που θα προκύπτει μέσα από τους αλγόριθμους πρόβλεψης.

Έτσι για να μπορεί να ελέγχει το μέλος τα λεγόμενα 'Deals', σχεδιάσαμε την παρακάτω οθόνη:

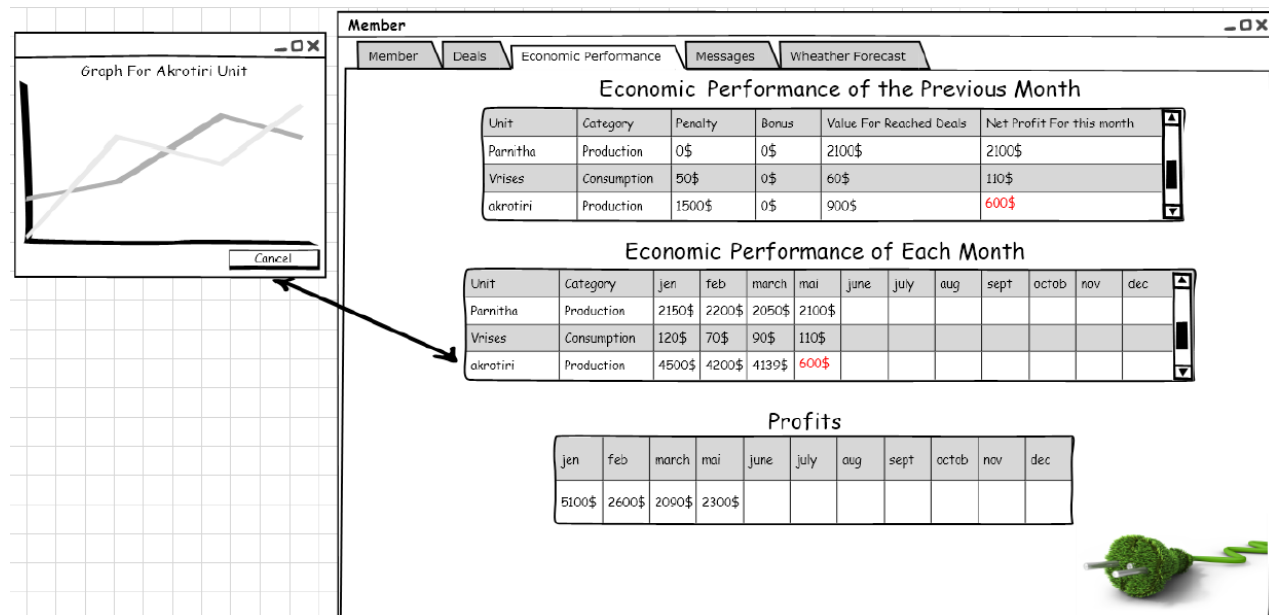


Σχήμα 13 Οθόνη «Deals» μέλους (mockup).

Το αν θα γίνεται δεκτό ένα incoming request του συστήματος από το μέλος, θα αποφασίζεται πατώντας πάνω στις ειδοποιήσεις στην αρχική οθόνη (Σχήμα 10), όπως είδαμε ανάλογα να γίνεται για τις ψηφοφορίες, μέσα από οθόνη που θα εμφανίζεται όταν θα πατάει να δει την ανάλογη ειδοποίηση. Η καρτέλα που παρουσιάσαμε παραπάνω (Σχήμα 13), είναι απλά για να υπάρχει έλεγχος και εικόνα των 'Deals' που θα του έχουν προσφερθεί συνολικά, με όλες τις παραμέτρους και τις δράσεις που ανέλαβε για αυτά.

Ακόμα, όπως έχουμε αναφέρει, το μέλος, θα πρέπει να έχει μια εικόνα της χρηματοοικονομικής κατάστασης της κάθε μονάδας του ξεχωριστά, όπως και συνολική εικόνα, μαζί με διαγραμματικές απεικονίσεις. Έτσι το κάθε μέλος θα πρέπει να έχει εικόνα για τον μήνα που πέρασε, για κάθε μονάδα που έχει στην κατοχή του, όπως επίσης θα πρέπει να έχει και εικόνα για κάθε μονάδα του ανά μήνα, όπως συνολικά για όλες τις μονάδες ανά μήνα.

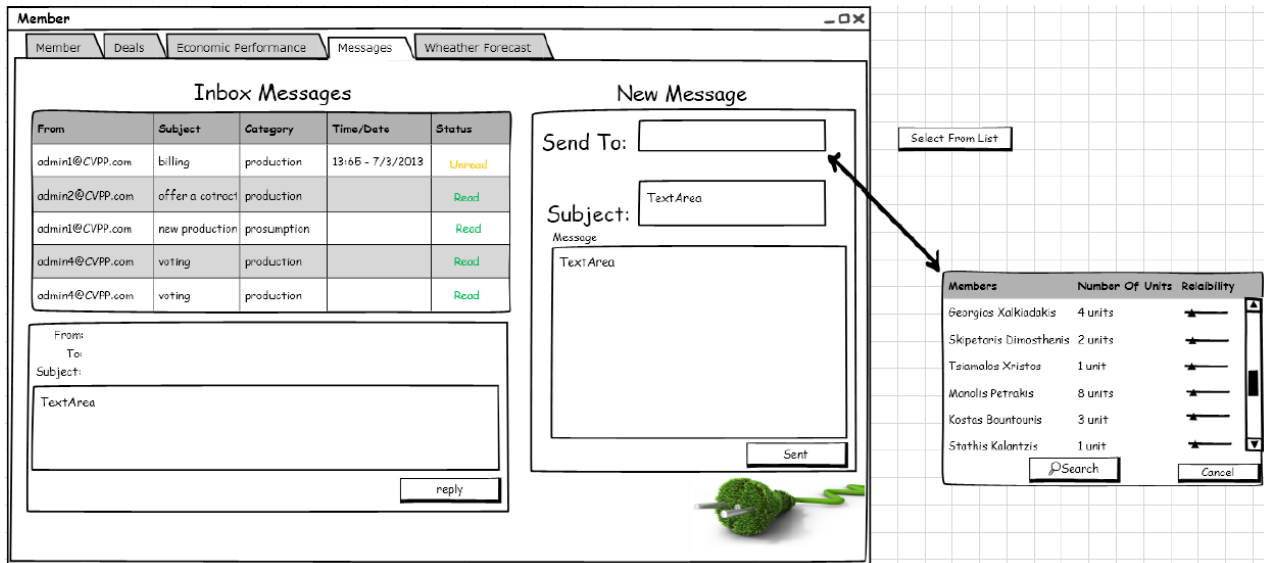
Χρηματοοικονομική εικόνα μέλους:



Σχήμα 14 Οθόνη «Economic Performance» μέλους (mockup).

Ιδιαίτερο βάρος ωστόσο έπρεπε να ρίξουμε και στην σχεδίαση ενός συστήματος επικοινωνίας των μελών του δικτύου. Η οθόνη που σχεδιάσαμε για αυτή την λειτουργία περιέχει λίστα με όλα τα εισερχόμενα μηνύματα του χρήστη, όπως και ένα πλαίσιο στο οποίο θα εμφανίζονται τα μηνύματα που θα επιλέγει ο ίδιος από την λίστα, καθώς και δυνατότητα να στείλει κάποιο νέο μήνυμα. Για την τοποθέτηση του παραλήπτη θα υπάρχει η δυνατότητα να γίνεται μέσα από μία λίστα με όλους τους χρήστες του δικτύου μας (δηλαδή με όλους του πιθανούς παραλήπτες του μηνύματος).

Καρτέλα μηνυμάτων:



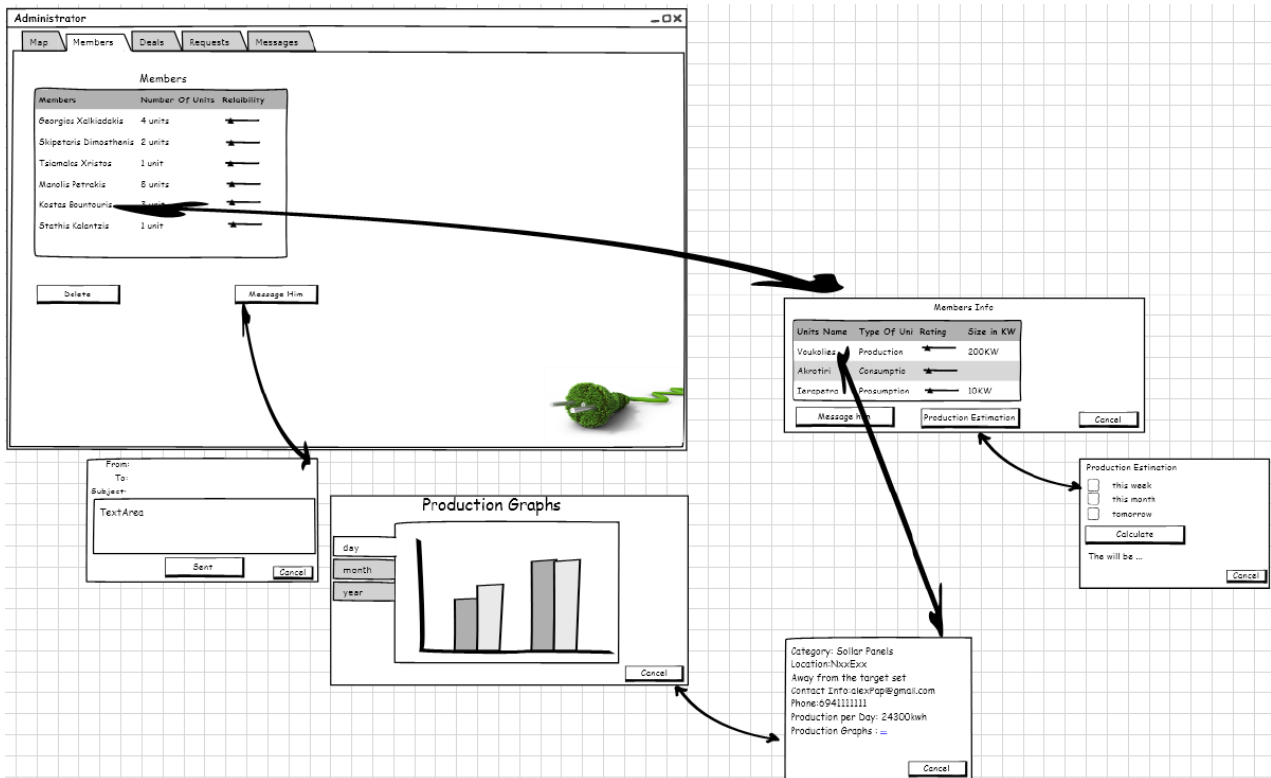
Σχήμα 15 Οθόνη «Messages» μέλους (mockup).

Αυτό που μπορεί κάποιος εύκολα να παρατηρήσει είναι πως υπάρχει μια ακόμα καρτέλα στις οθόνες που παραθέσαμε πιο πάνω, για την οποία δεν είπαμε τίποτα, την καρτέλα 'Weather Forecast'. Είναι μια λειτουργία η οποία ίσως να ήταν χρήσιμη στα μέλη του VPP, δηλαδή να μπορούν να παίρνουν μετεωρολογικές προβλέψεις μέσα από το interface μας. Ωστόσο την έχουμε αφήσει για μελλοντική δουλειά. Θα μιλήσουμε για αυτή στο τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας μας, καθώς θα παραθέσουμε και προτεινόμενο σχεδιασμό για αυτήν.

3.3 Οθόνη διαχειριστή

Ο διαχειριστής με την σειρά του, θα πρέπει να έχει στο menu του λειτουργίες ώστε να ελέγχει όλο το δίκτυό μας. Έτσι σκεφτήκαμε πως αρχικά θα πρέπει να έχει μια καρτέλα με όλα τα μέλη του VPP, με όλες τις πληροφορίες για αυτά, και πληροφορίες με τα units του κάθε μέλους. Έτσι σχεδιάσαμε μια καρτέλα η οποία θα έχει λίστα με όλα τα μέλη και με κάποιες βασικές πληροφορίες πάνω στην λίστα, και πατώντας πάνω σε κάποιο μέλος, τότε να μπαίνει σε λεπτομέρειες. Τέτοιες λεπτομέρειες είναι διαγράμματα παραγωγής ή κατανάλωσης ανά μονάδα του μέλους, πρόγνωση παραγωγής κάποιων μονάδας όπως επίσης θα πρέπει να έχει πρόσβαση σε όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά των μονάδων. Επίσης σκεφτήκαμε πως ο διαχειριστής, μέσα απο αυτή την καρτέλα θα πρέπει να μπορεί να στέλνει μήνυμα σε όποιον χρήστη επιθυμεί, ή ακόμα και να μπορεί να διαγράψει κάποιον.

Καρτέλα μελών διαχειριστή:

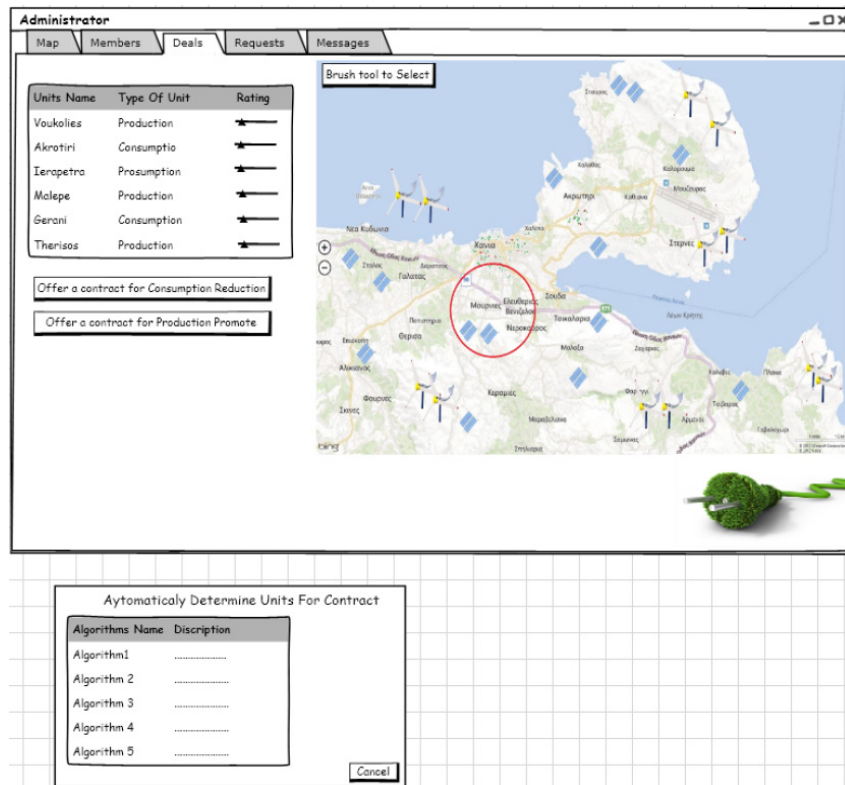


Σχήμα 16 Οθόνη «Members» διαχειριστή (mockup).

Ωστόσο η προβλέψη παραγωγής για κάποιο unit δεν πραγματοποιήθηκε όπως θα δούμε παρακάτω, καθώς το αφήσαμε στα πλαίσια της μελλοντικής δουλειάς για την οποία θα μιλήσουμε στο τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας. Το βάρος όπως θα δούμε πιο κάτω έπεσε στις ψηφοφορίες εντός του δικτύου. Επίσης η επιλογή του να μπορεί να διαγράφει ο διαχειριστής μέλη δεν έχει πραγματοποιηθεί, καθώς για την διαγραφή κάποιου μέλους χρειάζεται να αναπτυχθούν κριτήρια και κάποια σαφής πολιτική σχετικά με πότε θα μπορεί να διαγράφεται κάποιος κτλ, και αυτά θα αποτελούν αντικείμενο άλλης εργασίας.

Επίσης ο διαχειριστής του συστήματος θα πρέπει να διαχειρίζεται κατά κάποιο τρόπο και τα συμβόλαια που θα προσφέρονται στους χρηστες για μείωση καταναλώσης ή για αύξηση παραγωγής. Έτσι σκεφτήκαμε πως θα ήταν καλό να δίνουμε τη δυνατότητα να εμφανίζονται όλα τα μέλη του VPP πάνω σε χάρτη, και ο διαχειριστής βλέποντας πού υπάρχουν ανάγκες να μπορεί να προσφέρει μέσω αλγορίθμων συμβόλαια για μειωμένες καταναλώσεις ή για αυξήσεις στην παραγωγή. Αυτό επίσης θα πρέπει να μπορεί να γίνεται και μέσω έξυπνων αλγορίθμων του Smart Grid, χωρίς την χρήση του χάρτη, οι οποίοι θα αποφασίζουν αυτόματα πού υπάρχουν ανάγκες και έτσι να προσφέρονται συμβόλαια στα αντίστοιχα μέλη του VPP. Ωστόσο θα πρέπει να υπάρχει λίστα αλγορίθμων, όπου ο καθένας αλγόριθμος να έχει διαφορετικά κριτήρια βάσει των οποίων να προσφέρονται συμβόλαια, και έτσι ο διαχειριστής να επιλέγει ποιόν απο αυτούς να τρέξει με βάση την δική του κρίση και βάσει του τί ακριβώς είναι αυτό που θα θέλει να κάνει.

Καρτέλα διαχειριστή προσφερόμενων συμβολαίων:



Σχήμα 17 Οθόνη «Deals» διαχειριστή (mockup).

Τώρα όσον αφορά τις αιτήσεις ένταξης νέων μελών στο δίκτυό μας, ο διαχειριστής θα πρέπει να βλέπει όλα τα νέα registrations (δηλαδή νέες αιτήσεις), με όλες τις λεπτομέρειες, καθώς θα πρέπει να μπορεί να αποφασίζει αν μια νέα αίτηση θα γίνεται απλά δεκτή στο δίκτυο από τον ίδιο, ή θα φτιάχνει κάποια ψηφοφορία για να κάνει δεκτό το νέο μέλος μαζί με τις μονάδες του. Ωστόσο για αυτή την απόφαση δώσαμε την δυνατότητα να λαμβάνεται και μέσω κάποιου αλγορίθμου, δηλαδή όταν μαζεύονται πολλές αιτήσεις, να υπάρχει αλγόριθμος με κάποια κριτήρια, ο οποίος θα αποφασίζει αν κάποιες από τις αιτήσεις θα γίνουν απευθείας δεκτές ή θα πρέπει να φτιαχτεί κάποια νέα ψηφοφορία για αυτό. Επίσης ο διαχειριστής θα πρέπει να μπορεί να κοιτάει και μία- μία τις νέες αιτήσεις και να αποφασίζει όλα τα παραπάνω και χειροκίνητα.

Όταν θα αποφασίζεται και θα φτιάχνεται μια νέα ψηφοφορία θα πρέπει να μπορεί ο διαχειριστής να βλέπει την εξέλιξη της, με όλες τις δυνατές πληροφορίες για αυτήν. Επίσης για τα αποτελέσματα θα πρέπει να υπάρχει και διαγραμματική απεικόνιση, ώστε να υπάρχει σαφέστερη εικόνα.

Καρτέλα διαχειριστή για νέες αιτήσεις ένταξης:

Administrator

Map Members Deals Requests Messages

List of New Requests

| Name of Unit | Type Of Unit |
|------------------------|--------------|
| Georgios Xalkiadakis | production |
| Skipetaris Dimosthenis | consumption |
| Tsiandros Xristos | production |
| Manolis Petrakis | production |
| Kostas Bourtouris | production |
| Stathis Kalantzis | consumption |

Accept Or Ignore Via Algorithm

Make Vote For: Accept Or not Via Algorithm

List of Votes

| Name of Unit | Type Of Unit | Time Remains | Final Result |
|------------------------|--------------|-----------------------|--------------|
| Georgios Xalkiadakis | production | 1day,18hours,42minits | NA |
| Skipetaris Dimosthenis | consumption | 1day,18hours,42minits | NA |
| Tsiandros Xristos | production | 1day,18hours,42minits | NA |
| Manolis Petrakis | production | 1day,18hours,42minits | NA |
| Kostas Bourtouris | production | 0day,0hours,0minits | Accepted |
| Stathis Kalantzis | consumption | 0day,0hours,0minits | Ignored |

Votes Info

Date/Hour Started : 12/1/2013,12:00
Date/Hour End : 15/1/2013,12:00
Time Remaining : 1day,18hours,42minits

Voting's results

Yes No

Cancel

Info

Owners first name: Type of Consumer: Type Of Producer

Owners last name: Scale of Consumer: Station Size:

Unit's name: Floor Area: Production Amount Yearly:

Type Of unit: RoofTop Area: Production Error Rate:

Town: Orientation Of the Building:

Address: Buildings Energy Efficiency Class:

Postal Code: Other benefits/drawbacks of the buildings:

Geographical Coordinates:

Email Address:

Phone number: Accept Request Ignore Request Message Him Cancel

Choose the Algorithm

| Algorithm's Name | Discription |
|------------------|-------------|
| Algorithm1 | |
| Algorithm 2 | |
| Algorithm 3 | |
| Algorithm 4 | |
| Algorithm 5 | |

Cancel

Σχήμα 18 Οθόνη «Requests» διαχειριστή (mockup).

Την καρτέλα με τα μηνύματα του διαχειριστή δεν θα την δείξουμε, καθώς είναι ίδια με αυτή του μέλους που παραθέσαμε προηγουμένως (Σχήμα 15).

Ωστόσο όπως εύκολα μπορούμε να παρατηρήσουμε και εδώ, υπάρχει μια καρτέλα στα mock-ups μας με όνομα 'Map', το οποίο είναι κάτι που θα αναλυθεί αργότερα στο τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας.

Κεφάλαιο 4 Ανάπτυξη του Interface

Μετά την δημιουργία των mock-ups, δηλαδή μετά το σαφή σχεδιασμό του interface μας, έπρεπε να αρχίσουμε την ανάπτυξη του σε κάποιο προγραμματιστικό περιβάλλον.

Η επιλογή του προγραμματιστικού περιβάλλοντος έγινε με κύριο κριτήριο το γεγονός πως θέλαμε να φτιάξουμε ένα αντικειμενοστραφές πρόγραμμα και επίσης με κριτήριο ποιιά αντικειμενοστραφή γλώσσα θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε με μεγαλύτερη ευχέρεια. Έτσι η ανάπτυξη του interface έγινε σε Java. Η Java είναι μια αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού η οποία παρέχει όλα τα εργαλεία για αυτό που θέλαμε να φτιάξουμε, και εκτός αυτού είναι μια προγραμματιστική γλώσσα την οποία έχουμε διδαχτεί στα πλαίσια της σχολής μας σε βάθος[19][20].

4.1 Λίγα λόγια για την Java

Η ραγδαία εξάπλωση του Internet και του World-Wide Web δημιούργησαν την ανάγκη νέων τρόπων ανάπτυξης και διανομής του λογισμικού. Οι απαιτήσεις αυτές οδήγησαν στην δημιουργία της γλώσσας προγραμματισμού Java, από την εταιρεία Sun microsystems TM. Η Java σχεδιάστηκε με σκοπό την ανάπτυξη εφαρμογών που θα τρέχουν σε ετερογενή δικτυακά περιβάλλοντα. Η Java έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Αντικειμενοστραφής[19][20].
- Χρησιμοποιείται για την δημιουργία ανεξάρτητων εφαρμογών και applets (applet - προγράμματα που περιλαμβάνονται σε HTML σελίδες και εκτελούνται από τον Web Browser)[19][20].
- Είναι Interpreted γλώσσα. Αυτό σημαίνει ότι ο java compiler δεν παράγει εκτελέσιμο κώδικα αλλά μια μορφή ψευδοκώδικα (bytecode) το οποίο από μόνο του δεν τρέχει σε καμία μηχανή. Προκειμένου λοιπόν να εκτελεστεί απαιτείται η χρήση ενός interpreter (διερμηνέα) για να μετατρέψει το bytecode σε πραγματικό εκτελέσιμο κώδικα. Αυτό το χαρακτηριστικό δίνει τη δυνατότητα στα java bytecodes να μπορούν να τρέξουν σε οποιοδήποτε μηχανήμα, κάτω από οποιοδήποτε λειτουργικό, αρκεί να έχει εγκατασταθεί ένας java interpreter. Επίσης ένα άλλο χαρακτηριστικό του java bytecode είναι το μικρό του μέγεθος, (μόλις λίγα Kilobytes). Αυτό το κάνει ιδανικό για μετάδοση μέσω του δικτύου[19][20].
- Κατανεμημένη (distributed). Δηλαδή ένα πρόγραμμα σε Java είναι δυνατό να το φέρουμε από το δίκτυο και να το τρέξουμε. Επίσης είναι δυνατό διαφορετικά κομμάτια του προγράμματος να έρθουν από διαφορετικά sites[19][20].
- Ασφαλής (secure). Στο δίκτυο όμως ελλοχεύουν πολλοί κίνδυνοι για τον χρήστη - παραλήπτη μιας δικτυακής εφαρμογής, γι' αυτό η Java έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται η πιθανότητα προσβολής του συστήματος του χρήστη από κάποιο applet γραμμένο για τέτοιο σκοπό[19][20].
- Είναι multithreaded. Η Java υποστηρίζει εγγενώς την χρήση πολλών threads. Προκειμένου να το επιτύχει αυτό σε συστήματα με έναν επεξεργαστή, το Java runtime system (interpreter) υλοποιεί ένα δικό του χρονοδρομολογητή (scheduler), ενώ σε συστήματα που υποστηρίζουν πολυεπεξεργασία η δημιουργία των threads ανατίθεται στο λειτουργικό σύστημα. Φυσικά όλα αυτά είναι αόρατα τόσο στον προγραμματιστή όσο και στον χρήστη[19][20].

- Υποστηρίζει multimedia εφαρμογές. Με αυτό εννοούμε ότι η Java παρέχει ευκολίες στη δημιουργία multimedia εφαρμογών. Αυτό επιτυγχάνεται τόσο με την ευελιξία της σαν γλώσσα όσο και με τις πλούσιες και συνεχώς εμπλουτιζόμενες βιβλιοθήκες της[19][20].



Εικόνα 4 Java logo (πηγή google).

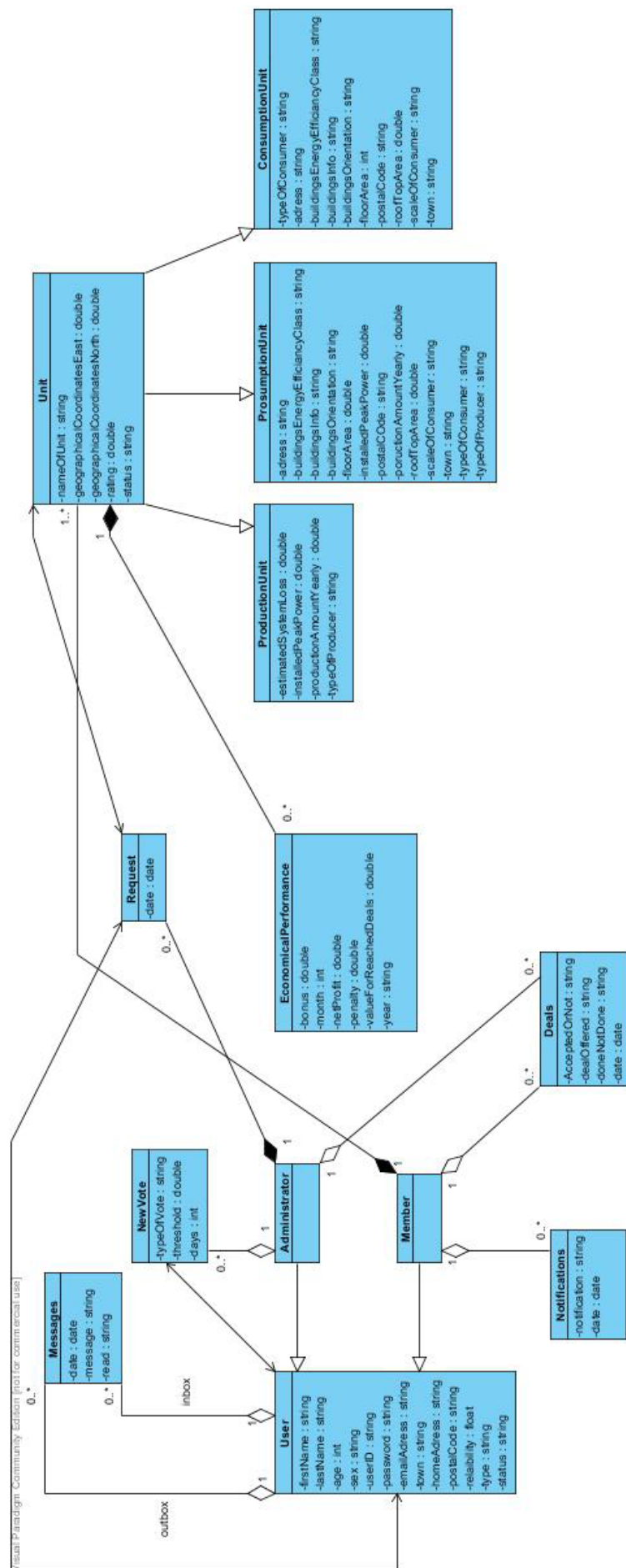
Η υλοποίηση έγινε στην προγραμματιστική πλατφόρμα Eclipse[26]. Χρησιμοποιήθηκαν πολλές extra βιβλιοθήκες για να την ανάπτυξη του interface, όπως επίσης χρειάστηκε να τρέξουμε και κάποια API π.χ. για κάποιους χάρτες που θέλαμε να εμφανίζουμε κτλ. Τα γραφικά μας τα δημιουργήσαμε με την χρήση των πακέτων java.swing, όπου πακέτα με την κατάληξη swing ξέρουμε πως είναι πακέτα που περιέχουν ευέλικτα και ισχυρά εργαλεία ανάπτυξης γραφικού περιβάλλοντος χρήστη (GUI).

4.2 Διάγραμμα βασικών κλάσεων

Στο software engineering, ένα διάγραμμα κλάσεων σε Unified Modeling Language, ή αλλιώς γνωστή και ως UML, είναι ένα είδος διαγραμματικής απεικόνισης που περιγράφει τη δομή ενός συστήματος δείχνοντας τις Classes του συστήματος, τα χαρακτηριστικά του και τις σχέσεις μεταξύ των αντικειμένων και οντοτήτων[22].

Έτσι πριν ξεκινήσουμε την σχεδίαση του interface μας σε java, σχεδιάσαμε class diagram με τις βασικές οντότητες του προγράμματός μας[22].

Ακολουθεί το UML διάγραμμα βασικών κλάσεων.



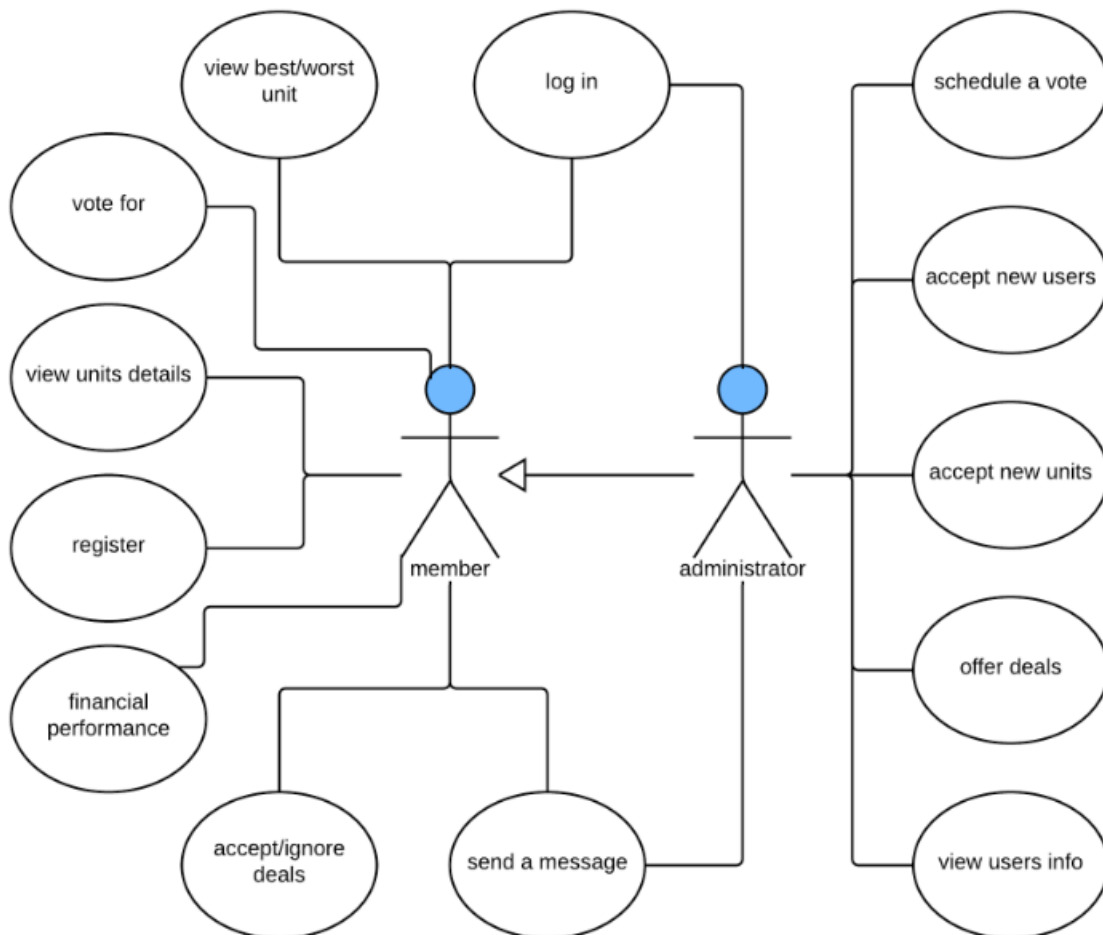
Σχήμα 19 Uml Diagram βασικών κλάσεων.

4.3 Διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης

Ένα διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης, στην απλούστερη μορφή του είναι μια αναπαράσταση της αλληλεπίδρασης του χρήστη με το σύστημα, που να απεικονίζει τα χαρακτηριστικά μιας υπόθεσης χρήσης. Ένα διάγραμμα περίπτωση χρήσης μπορεί να απεικονίσει τα διάφορα είδη των χρηστών ενός συστήματος και τους διάφορους τρόπους που αλληλεπιδρούν με το σύστημα[21].

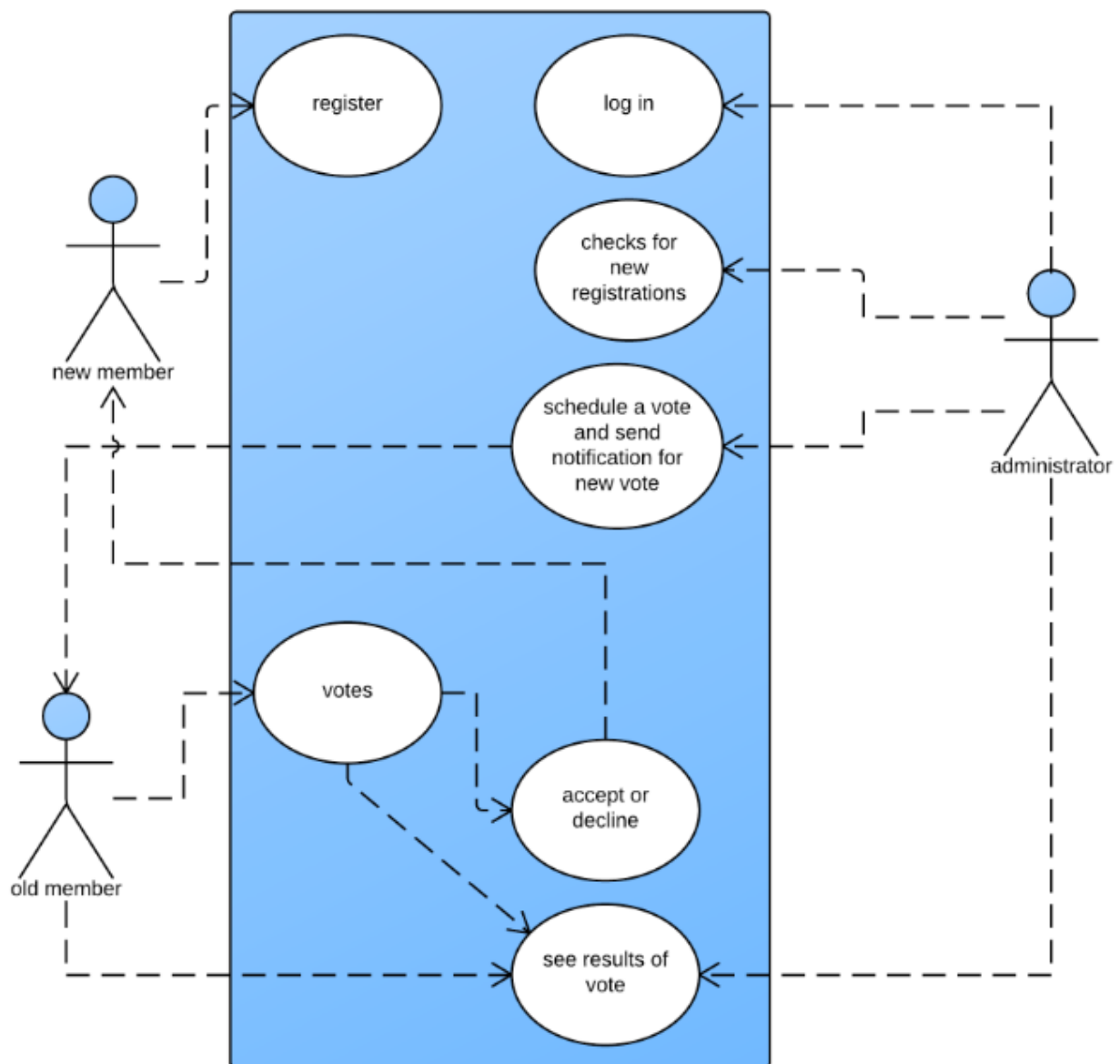
Έτσι και εμείς φτιάξαμε δύο διαγράμματα περιπτώσεων χρήσης του συστήματός μας, ένα για να δείξουμε όλους τους χρήστες του συστήματος μαζί με τις λειτουργικότητές του, και ένα για να δείξουμε την βασικότερη λειτουργία του, η οποία είναι η ψηφοφορία για την ένταξη ενός νέου μέλους[21].

Διάγραμμα με όλες τις λειτουργικότητες και τους τύπους χρηστών του συστήματος:



Σχήμα 20 Use Case Diagram με όλες τις λειτουργικότητες και τους τύπους χρηστών.

Διάγραμμα ψηφοφορίας αποδοχής νέου μέλους:



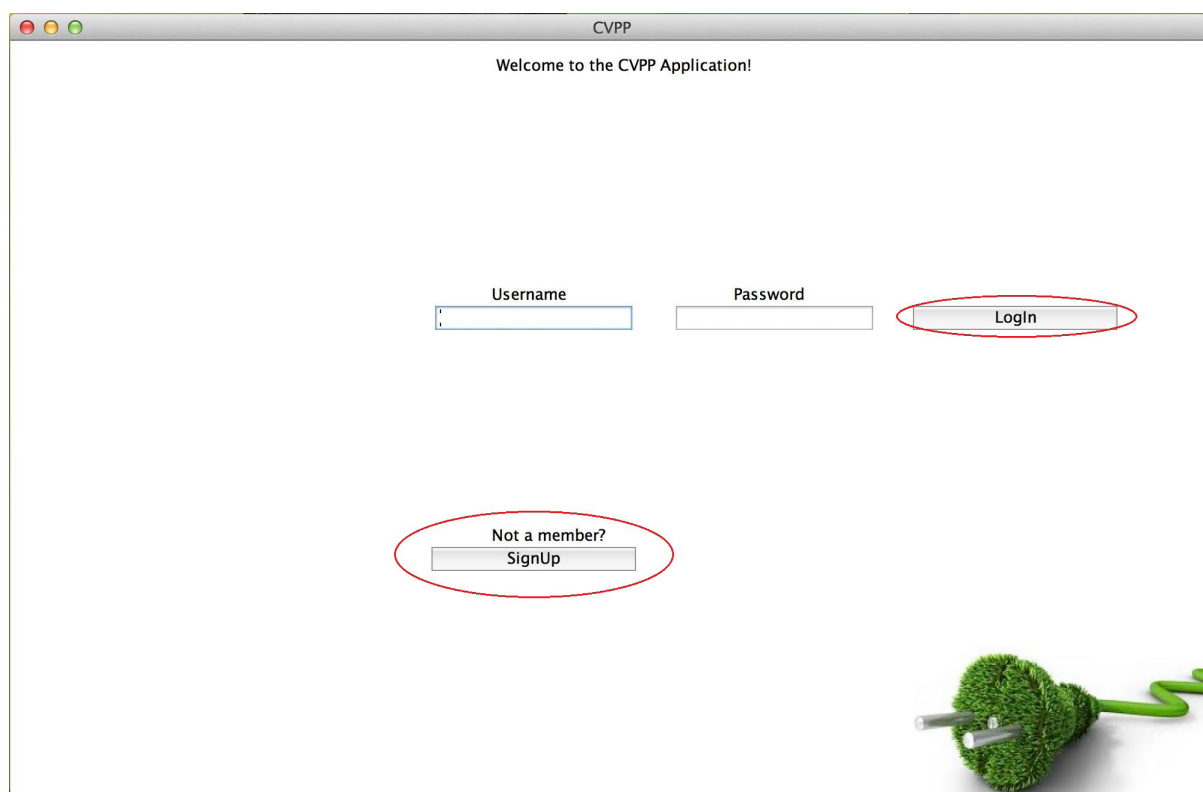
Σχήμα 21 Use Case Diagram ψηφοφορίας αποδοχής νέου μέλους .

4.4 Οι πρώτες καρτέλες σε java

Έτσι αρχίσαμε να σχεδιάζουμε τις πρώτες καρτέλες μας σε java. Ακολουθώντας όσα είχα σχεδιάσει στα mockups, αρχίσαμε την υλοποίησή τους.

Ακολουθούν screenshots του interface με τις πρώτες οθόνες του προγράμματος όπως τις δείξαμε πιο πάνω σχεδιασμένες:

Αρχική οθόνη του Interface(αντιστοιχία στα Mockup σε 'Σχήμα 1' και 'Σχήμα 5'):



Εικόνα 5 Αρχική οθόνη προγράμματος(screenshot).

Πατώντας log in ή sign up, εμφανίζεται καρτέλα με τους βασικούς όρους χρήσης του interface μας. Οι όροι χρήσης του interface πρέπει να γίνουν δεκτοί για να μπορέσει ο χρήστης να συνεχίσει πιο κάτω. Σε αντίθετη περίπτωση επιστρέφει στην αρχική μας καρτέλα.

Καρτέλα με όρους χρήσης:

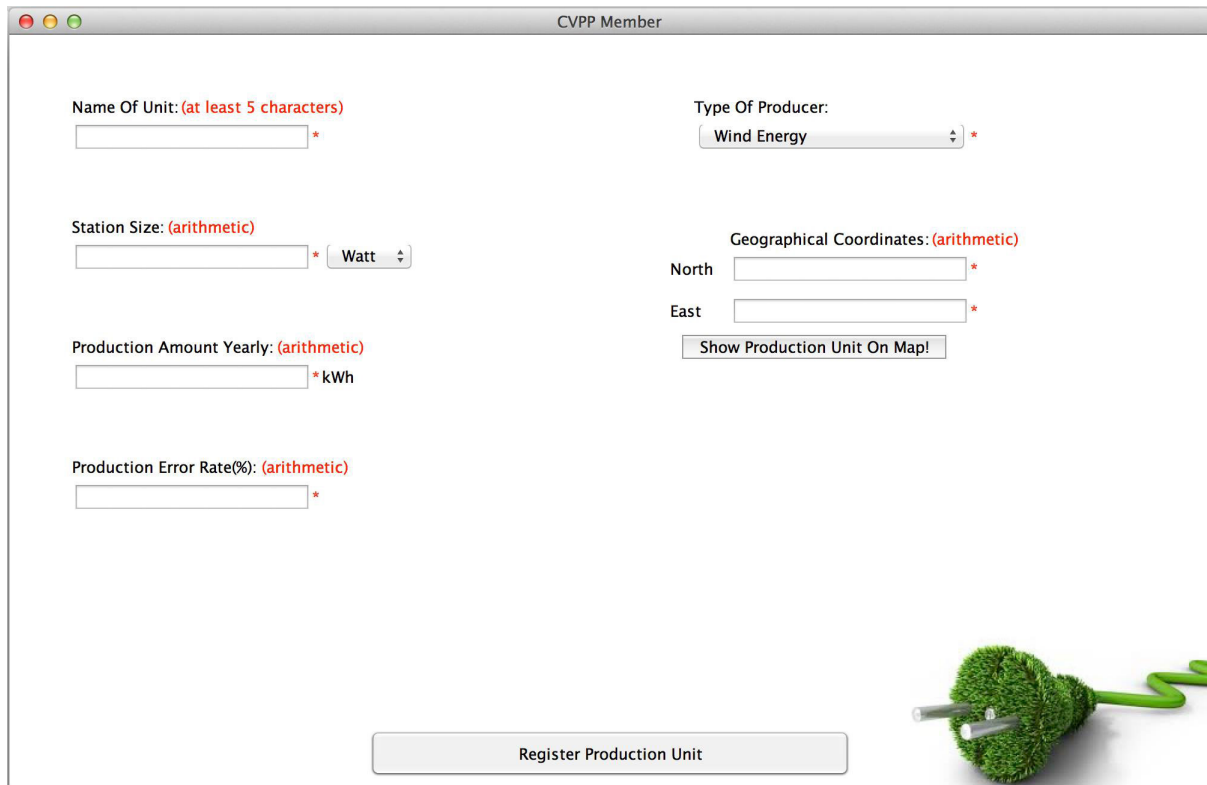
Εικόνα 6 Οθόνη «Terms of Use» (screenshot).

Όπως θα δούμε, στις καρτέλες για εγγραφή νέου μέλους, όπως και στην εισαγωγή μονάδων, υπάρχουν οδηγίες, για την σωστή εισαγωγή στοιχείων. Στην περίπτωση λάθους εισαγωγής, εμφανίζεται μήνυμα λάθους. Επίσης, υπάρχει κόκκινος αστερίσκος δίπλα απο κάθε πεδίο το οποίο είναι υποχρεωτικό προς συμπλήρωση.

Αρχική οθόνη registration νέου μέλους (αντιστοιχία στο Mockup στο 'Σχήμα 6'):

Εικόνα 7 Οθόνη καταχώρησης νέου μέλους (screenshot).

Οθόνη νέας μονάδας παραγωγής (πατώντας 'Register Production Unit', επιστρέφει στην καρτέλα της 'Εικόνας 7', και η μονάδα μπαίνει στην λίστα με τις μονάδες παραγωγής -αντιστοιχία στο Mockup στο 'Σχήμα 7'):



CVPP Member

Name Of Unit: (at least 5 characters) *

Station Size: (arithmetic) * Watt

Production Amount Yearly: (arithmetic) * kWh

Production Error Rate(%): (arithmetic) *

Type Of Producer: Wind Energy *

Geographical Coordinates: (arithmetic)

North *

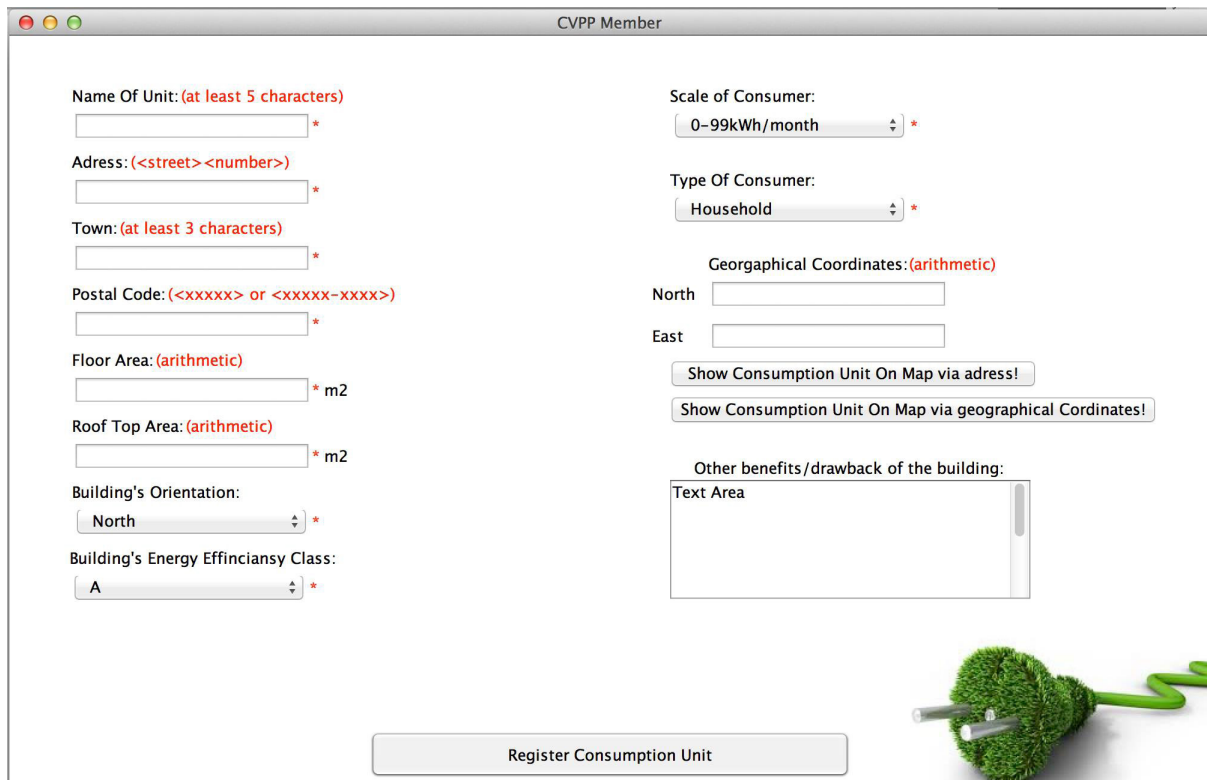
East *

Show Production Unit On Map!

Register Production Unit

Εικόνα 8 Οθόνη καταχώρησης νέας μονάδας Production (screenshot).

Οθόνη νέας μονάδας κατανάλωσης (πατώντας 'Register Consumption Unit', επιστρέφει στην καρτέλα της 'Εικόνας 7', και η μονάδα μπαίνει στην λίστα με τις μονάδες κατανάλωσης- αντιστοιχία στο Mockup στο 'Σχήμα 9'):



CVPP Member

Name Of Unit: (at least 5 characters) *

Address: (<street><number>) *

Town: (at least 3 characters) *

Postal Code: (<xxxxx> or <xxxxx-xxxx>) *

Floor Area: (arithmetic) * m2

Roof Top Area: (arithmetic) * m2

Building's Orientation: North *

Building's Energy Efficiency Class: A *

Scale of Consumer: 0-99kWh/month *

Type Of Consumer: Household *

Geographical Coordinates: (arithmetic)

North *

East *

Show Consumption Unit On Map via address!

Show Consumption Unit On Map via geographical Coordinates!

Other benefits/drawback of the building:

Text Area

Register Consumption Unit

Εικόνα 9 Οθόνη καταχώρησης νέας μονάδας Consumption (screenshot).

Οθόνη νέας μονάδας παραγωγής/ κατανάλωσης (πατώντας 'Register Production Unit', επιστρέφει στην καρτέλα της 'Εικόνας 7', και η μονάδα μπαίνει στην λίστα με τις μονάδες παραγωγής & κατανάλωσης - αντιστοιχία στο Mockup στο 'Σχήμα 8'):

Εικόνα 10 Οθόνη καταχώρησης νέας μονάδας Prosumption (screenshot).

Εύκολα παρατηρεί κανείς πως υπάρχει η επιλογή να δει κάποιος χρήστης πάνω στον χάρτη την νέα μονάδα που θέλει να εντάξει στο δίκτυό μας στις καρτέλες εισαγωγής νέας μονάδας. Αυτό γίνεται είτε μέσω των συντεταγμένων της παραγωγικής μονάδας του, είτε μέσω της διεύθυνσης που δίνεται.

Για να υλοποιηθούν τα παραπάνω, χρησιμοποιήσαμε το JXMapKit. Το JXMapKit είναι ανοιχτή πηγή κώδικα για την Java Swing, ώστε οι προγραμματιστές να μπορούν να το προσθέσουν σε οποιαδήποτε εφαρμογή java και να εμφανίζουν χάρτες. Το JXMapKit είναι διαμορφωμένο ώστε να χρησιμοποιεί τον server του OpenStreetMap. Αυτό που χρειάστηκε λοιπόν ήταν να προστεθούν οι κατάλληλες βιβλιοθήκες, ώστε να μπορέσουμε να χρησιμοποιήσουμε το JXMapKit στην Java εφαρμογή μας[23].

Για να μπορέσουμε τώρα να δείξουμε κάποια μονάδα πάνω στον χάρτη βάσει της διεύθυνσης και όχι βάσει των γεωγραφικών συντεταγμένων έπρεπε να μετατρέψουμε με κάποιο τρόπο την διεύθυνση σε συντεταγμένες.

Ως geocoding είναι γνωστή η διαδικασία κατά την οποία μια διεύθυνση μετατρέπεται σε γεωγραφικές συντεταγμένες. Αυτό λοιπόν έγινε με την χρήση ενός Geocoding api. Αυτό που κάνει αυτό το API είναι να στέλνει αίτημα με την διεύθυνση, και ο server να απαντάει με το επιθυμητό αποτέλεσμα, δηλαδή τις γεωγραφικές συντεταγμένες[16].

Πρόσβαση στην υπηρεσία Geocoding είναι ασύγχρονη, δεδομένου ότι το Google Maps API χρειάζεται να πραγματοποιήσει κλήση σε έναν εξωτερικό διακομιστή. Για το λόγο αυτό, η διαδικασία αυτή είναι αρκετά πολύπλοκη. Σημειώστε ότι η geocoder μπορεί να επιστρέψει πάνω από ένα αποτέλεσμα[16].

Η πρόσβαση στο Google Maps API υπηρεσία geocoding γίνεται μέσα από τον κώδικα δια μέσου του google.maps.Geocoder[16].

Ακολουθούν screenshots από το interface μας για να δείξουμε τις παραπάνω λειτουργίες.

Τοποθέτηση συντεταγμένων:

The screenshot shows a web form titled "CVPP Member" for registering a consumption unit. The form is divided into two main columns of input fields.

Left Column:

- Name Of Unit:** (at least 5 characters) - Text input field with a red asterisk.
- Address:** (<street> <number>) - Text input field with a red asterisk.
- Town:** (at least 3 characters) - Text input field with a red asterisk.
- Postal Code:** (<xxxxx> or <xxxxx-xxxx>) - Text input field with a red asterisk.
- Floor Area:** (arithmetic) - Text input field followed by "m2" and a red asterisk.
- Roof Top Area:** (arithmetic) - Text input field followed by "m2" and a red asterisk.
- Building's Orientation:** - Dropdown menu with "North" selected and a red asterisk.
- Building's Energy Efficiency Class:** - Dropdown menu with "A" selected and a red asterisk.

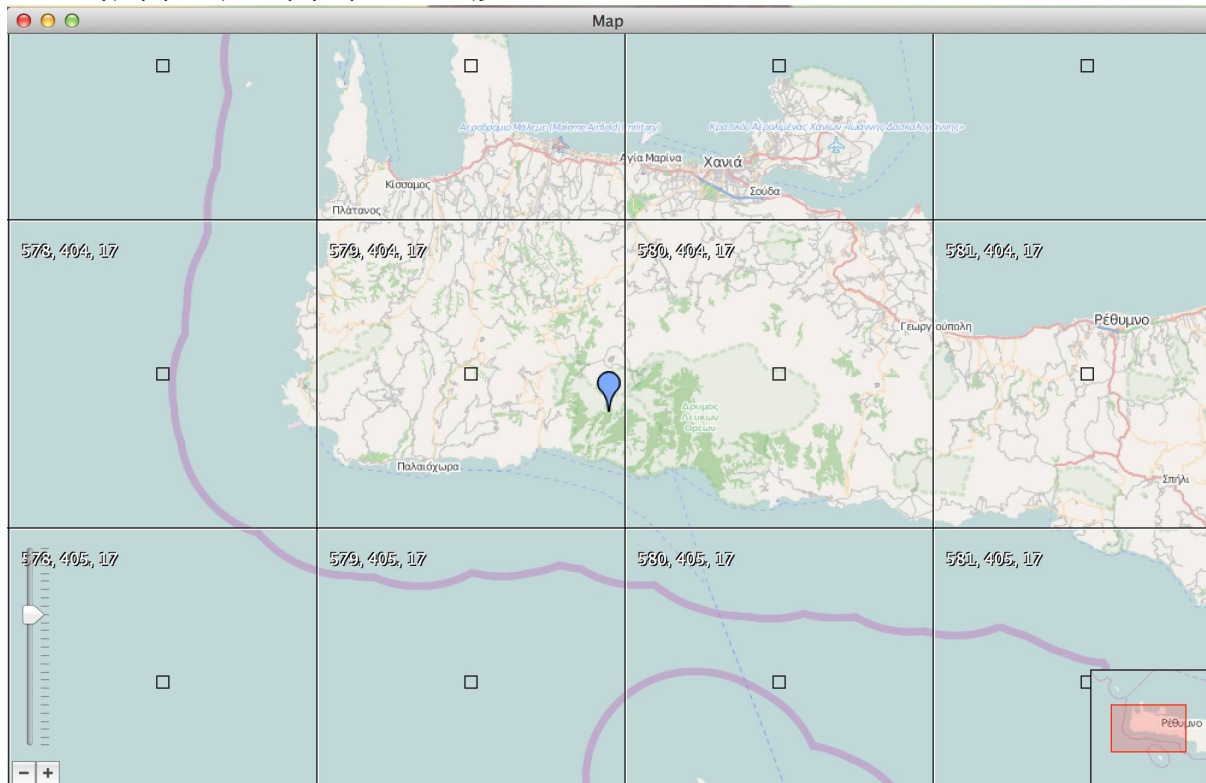
Right Column:

- Scale of Consumer:** - Dropdown menu with "0-99kWh/month" selected and a red asterisk.
- Type Of Consumer:** - Dropdown menu with "Household" selected and a red asterisk.
- Geographical Coordinates:** (arithmetic)
 - North:** Text input field.
 - East:** Text input field.
- Show Consumption Unit On Map via address!** - Button.
- Show Consumption Unit On Map via geographical Coordinates!** - Button.
- Other benefits/drawback of the building:**
 - Text Area:** A large text input area for additional information.

At the bottom center is a large button labeled "Register Consumption Unit". To the right of the button is a decorative image of a green, moss-covered electrical plug.

Εικόνα 11 Οθόνη τοποθέτησης συντεταγμένων (screenshot).

Ο χάρτης με τις συντεταγμένες που δώσαμε (εμφανίζεται πατώντας το κουμπί 'Show Consumption Unit On Map via geographical Coordinates' της Εικόνας 7, και σε περίπτωση λάθους εισαγωγής διεύθυνσης εμφανίζεται μήνυμα λάθους):



Εικόνα 12 Χάρτης με τις συντεταγμένες της 'Εικόνας 11' (screenshot).

Τοποθέτηση διεύθυνσης την οποία θέλουμε να δείξουμε στον χάρτη:

CVPP Member

Name Of Unit: (at least 5 characters) *

Address: (<street> <number>) *

Town: (at least 3 characters) *

Postal Code: (<xxxxx> or <xxxxx-xxx>) *

Floor Area: (arithmetic) * m2

Roof Top Area: (arithmetic) * m2

Building's Orientation: *

Building's Energy Efficiency Class: *

Scale of Consumer: 0-99kWh/month *

Type Of Consumer: Household *

Geographical Coordinates: (arithmetic)

North *

East *

Show Consumption Unit On Map via adress! *

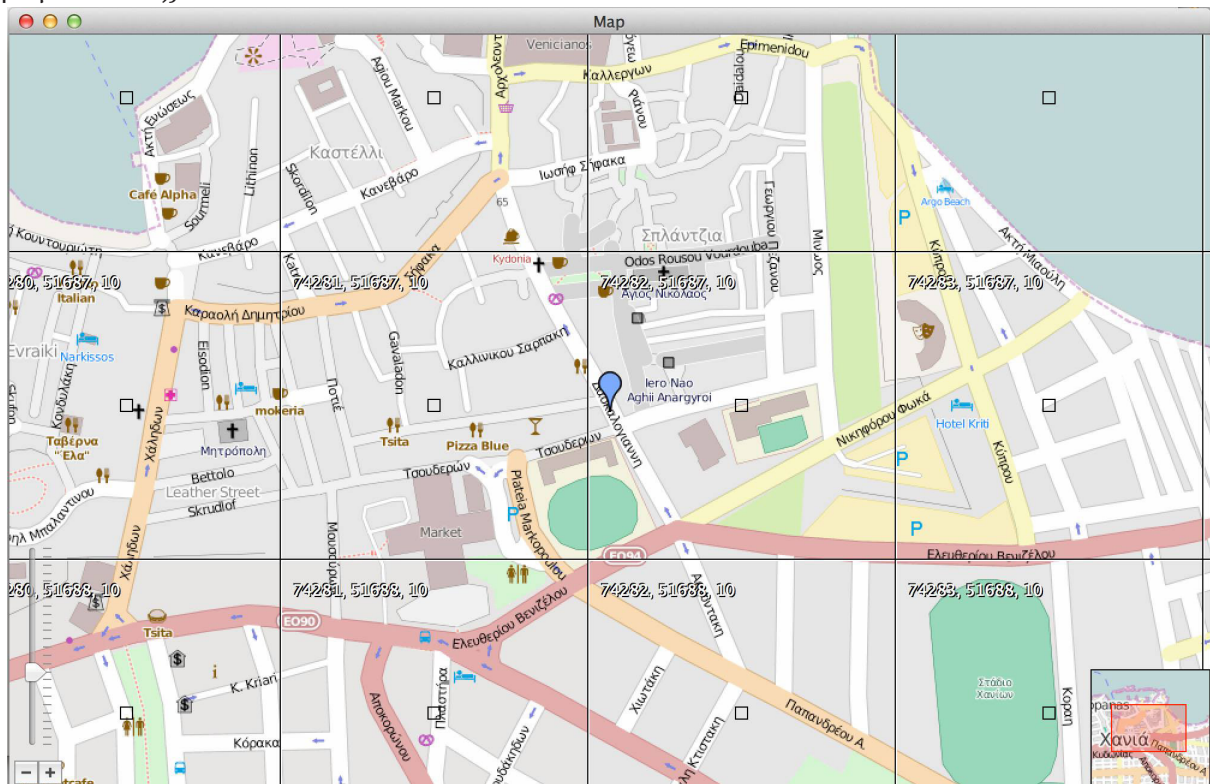
Show Consumption Unit On Map via geographical Coordinates!

Other benefits/drawback of the building: Text Area

Register Consumption Unit

Εικόνα 13 Οθόνη τοποθέτησης διεύθυνσης (screenshot).

Ο χάρτης με την διεύθυνση που δώσαμε (εμφανίζεται πατώντας το κουμπί 'Show Consumption Unit On Map via Address' της Εικόνας 9, και σε περίπτωση λάθους εισαγωγής διεύθυνσης εμφανίζεται μήνυμα λάθους):



Εικόνα 14 Χάρτης με την διεύθυνση της 'Εικόνας 13' (screenshot).

4.5 Βασικές οθόνες μέλους

Όπως εξηγήσαμε και παραπάνω, και όπως βλέπουμε, η αρχική οθόνη του μέλους, περιέχει πληροφορίες του μέλους (πάνω αριστερά), τις μονάδες του μέλους με πληροφορίες από αυτές, ειδοποιήσεις (notifications), δυνατότητα να εντάξει κάποια νέα μονάδα, δυνατότητα να σβήσει κάποια η οποία είναι ήδη ενταγμένη, όπως υπάρχει και λίστα με την χειρότερη και την καλύτερη μονάδα του μέλους ανά κατηγορία και σε ποια θέση βρίσκονται σε σχέση με τις υπόλοιπες μονάδες του VPP.

Αρχική οθόνη μέλους (αντιστοιχία σε Mockup στο 'Σχήμα 10'):

The screenshot displays the CVPP Member interface with the following sections:

- Member Details:**
 - First Name : dimosthenis, Last Name : skipetaris
 - Reliability : 45/100, Email : dennishmmh@hotmail.com
 - Date added to CVPP : 2014-03-26, Mobile Phone : 6948185658
- Notifications:**

| Notification | Date |
|---------------------------|---------------------|
| Vote expired!Get Results! | 2014-09-21 18:04:49 |
| New Vote! | 2014-09-16 17:50:11 |
| Vote expired!Get Results! | 2014-08-22 14:55:49 |
| Vote expired!Get Results! | 2014-08-22 14:55:46 |
| New Vote! | 2014-07-09 18:08:19 |
- My Units:**

| Name Of Units | Type Of Unit | Status |
|---------------|--------------|----------|
| nea xwra | production | accepted |
| solarPark | production | accepted |
| solarStation | production | accepted |
| myUnit | prosumption | accepted |
| daskalogianni | consumption | accepted |
| NewHouse | consumption | pending |
- Buttons:** Add a unit, Delete a unit
- My Worst Unit Per Category:**

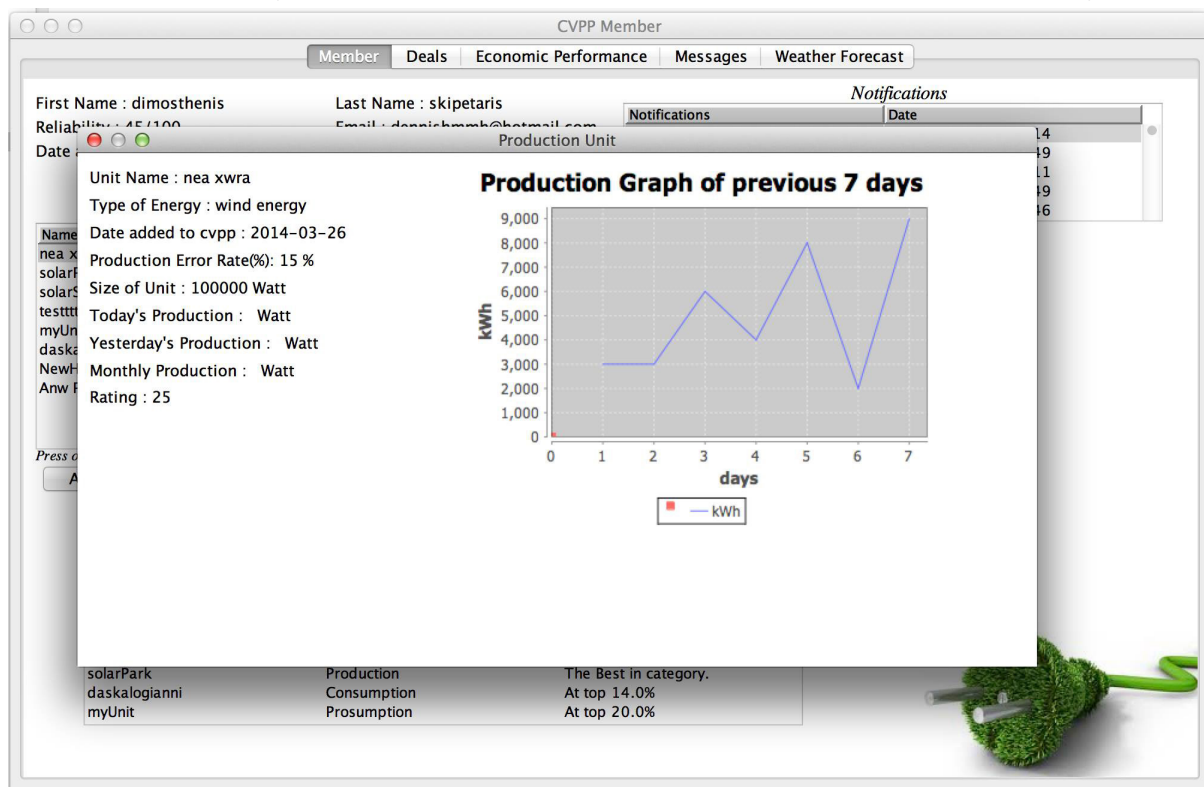
| My Worst Units Name | Category | Chart |
|---------------------|-------------|----------------|
| solarStation | Production | At worst 56.0% |
| daskalogianni | Consumption | At worst 86.0% |
| myUnit | Prosumption | At worst 80.0% |
- My Best Unit Per Category:**

| My Best Units Name | Category | Chart |
|--------------------|-------------|-----------------------|
| solarPark | Production | The Best in category. |
| daskalogianni | Consumption | At top 14.0% |
| myUnit | Prosumption | At top 20.0% |

Decorative elements include a green plug icon and a small green plant.

Εικόνα 15 Οθόνη μέλους (screenshot).

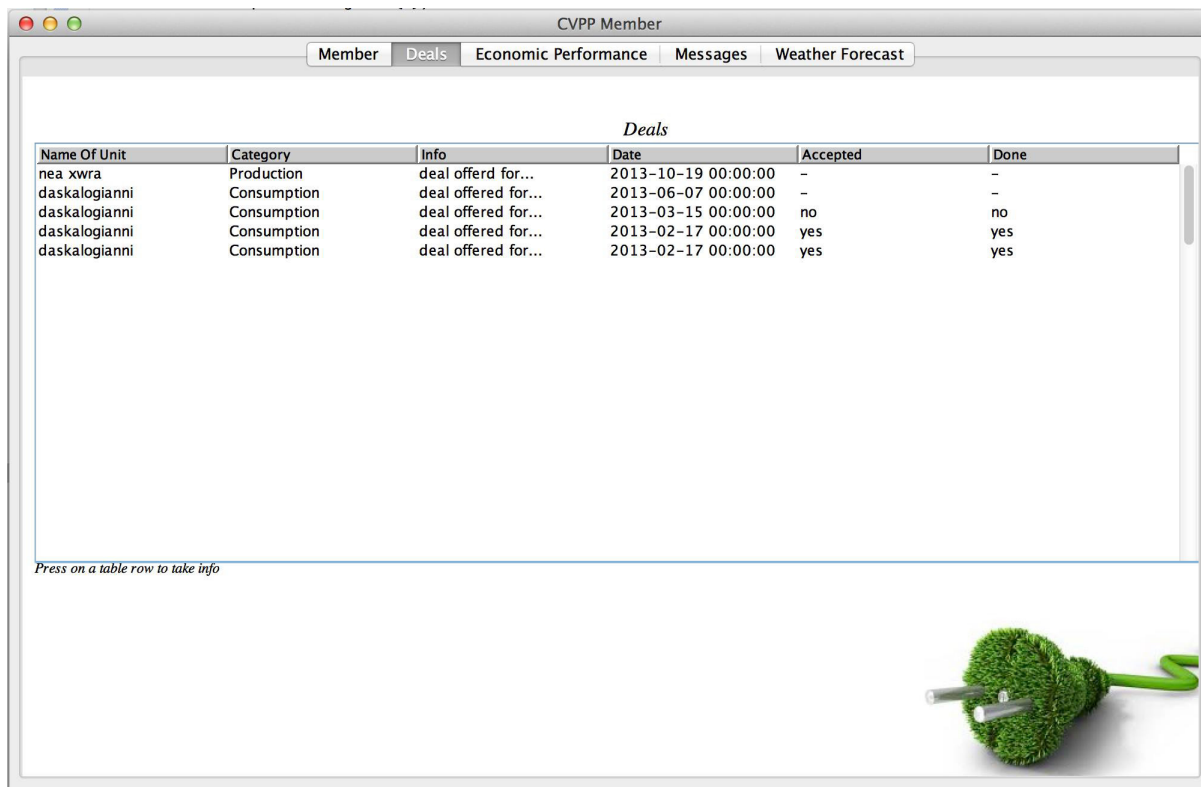
Λεπτομέρειες μονάδων μέλους (πατώντας πάνω σε μια παραγωγική μονάδα απο την λίστα της Εικόνας 15, 'My Units', εμφανίζεται η παρακάτω οθόνη –αντιστοιχία σε Mockup στο 'Σχήμα 11'):



Εικόνα 16 Οθόνη μονάδας Production(screenshot).

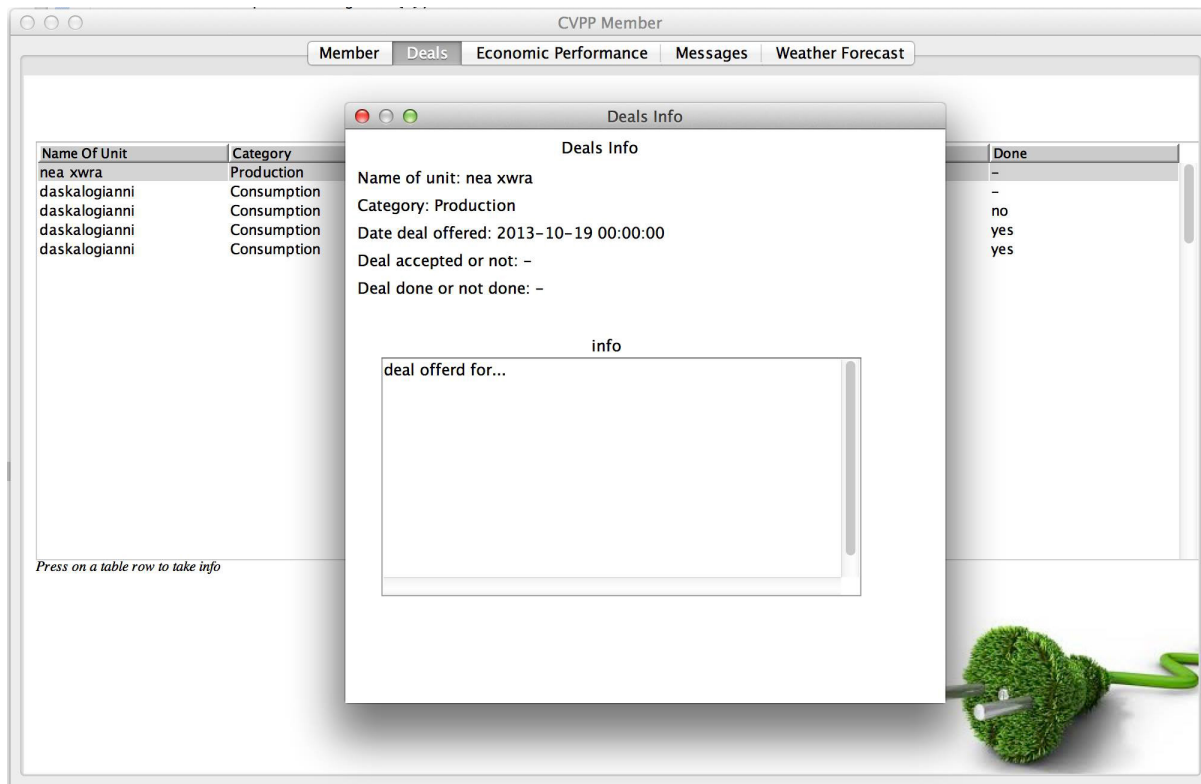
Η εμφάνιση των διαγραμμάτων που βλέπουμε παραπάνω, έγιναν με την χρήση του JFreeChart. Το JFreeChart είναι βιβλιοθήκη της java η οποία είναι αποκλειστικά για την δημιουργία τέτοιων γράφων. Η χρήση της είναι εύκολη, και συμβατή με την JavaSwing[27].

Καρτέλα με προσφερόμενα συμβόλαια. Εδώ βλέπουμε τα εισερχόμενα αιτήματα απο το σύστημα για μείωση της κατανάλωσης, ή αύξηση ή μείωση της παραγωγής για κάποιες δεδομένες μονάδες, ανάλογα με τις ανάγκες του δικτύου (αντιστοιχία σε Mockup στο 'Σχήμα 13'):



Εικόνα 17 Οθόνη «Deals» μέλους (screenshot).

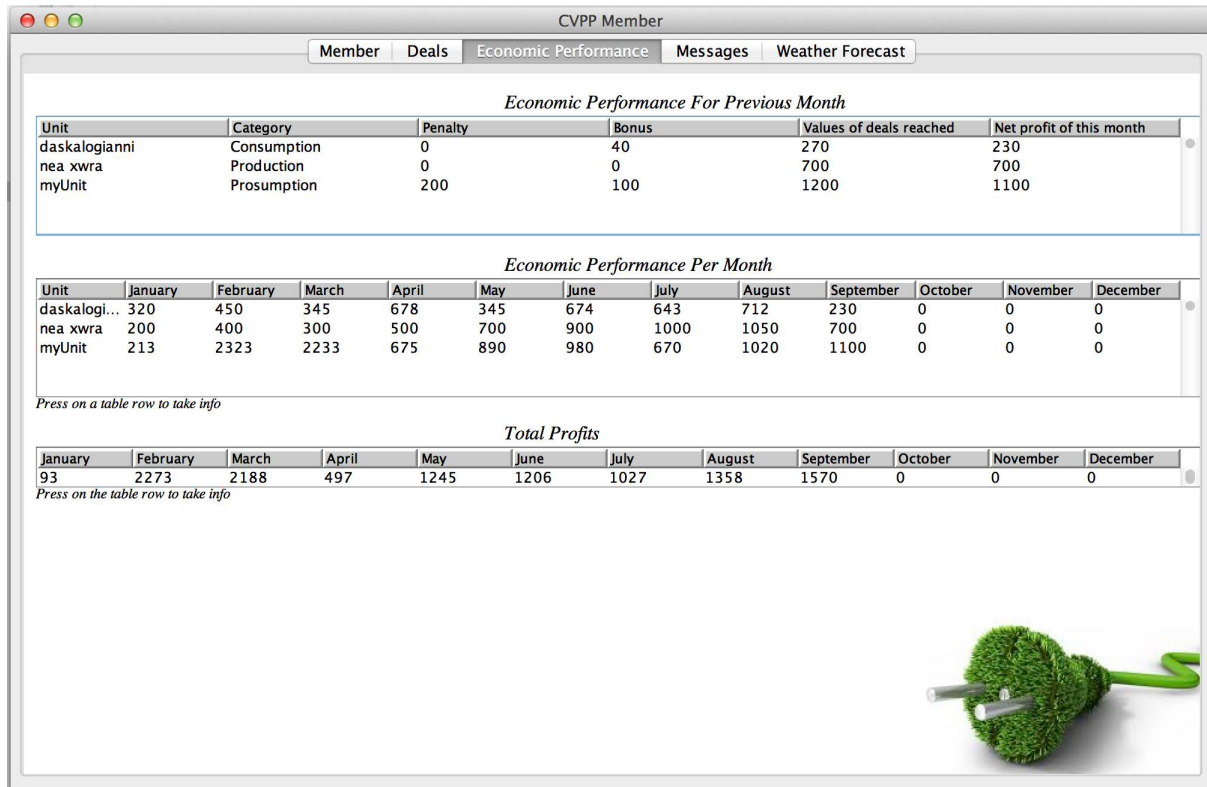
Λεπτομέρειες πατώντας πάνω σε κάποιο προσφερόμενο συμβόλαιο:



Εικόνα 18 Λεπτομέρειες προσφερόμενου «Deal» (screenshot).

Το μέλος, θα πρέπει να έχει μια εικόνα τις χρηματοοικονομικής κατάστασης της κάθε μονάδας του ξεχωριστά, όπως και συνολική εικόνα, μαζί με διαγραμματικές απεικονίσεις. Έτσι το κάθε μέλος θα πρέπει να έχει εικόνα για τον μήνα που πέρασε, για κάθε μονάδα που έχει στην κατοχή του, όπως επίσης θα πρέπει να έχει και εικόνα για κάθε μονάδα του ανά μήνα, όπως συνολικά για όλες τις μονάδες ανά μήνα.

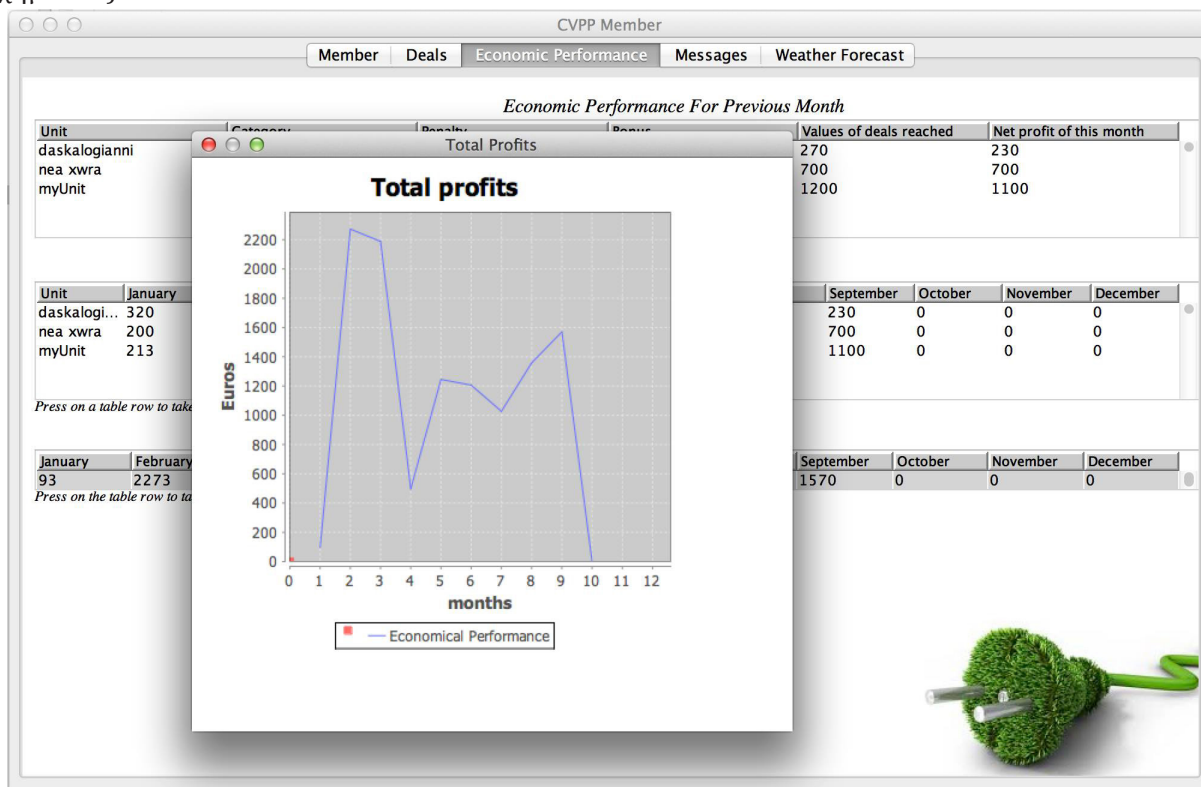
Καρτέλα οικονομικής διαχείρισης μονάδων (αντιστοιχία σε Mockup στο 'Σχήμα 14'):



Εικόνα 19 Οθόνη «Economic Performance» μέλους (screenshot).

Πατώντας πάνω σε κάποια γραμμή των πινάκων που φαίνονται στην Εικόνα 19, το μέλος θα παίρνει και διαγραμματική απεικόνιση της χρηματοοικονομικής του κατάστασης.

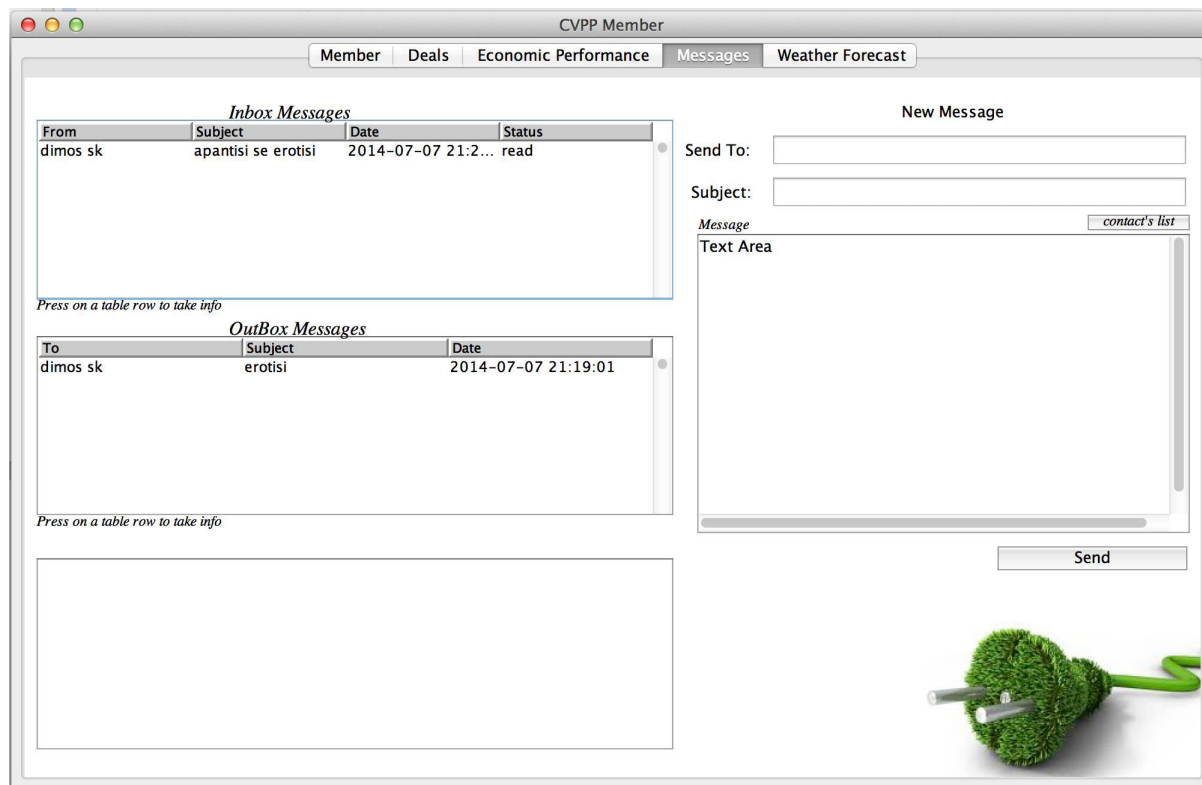
Οθόνη διαγραμματικής απεικόνισης των συνολικών εσόδων του χρήστη (αντιστοιχία σε Mockup στο 'Σχήμα 14'):



Εικόνα 20 Διαγραμματική απεικόνιση «Total profits» (screenshot).

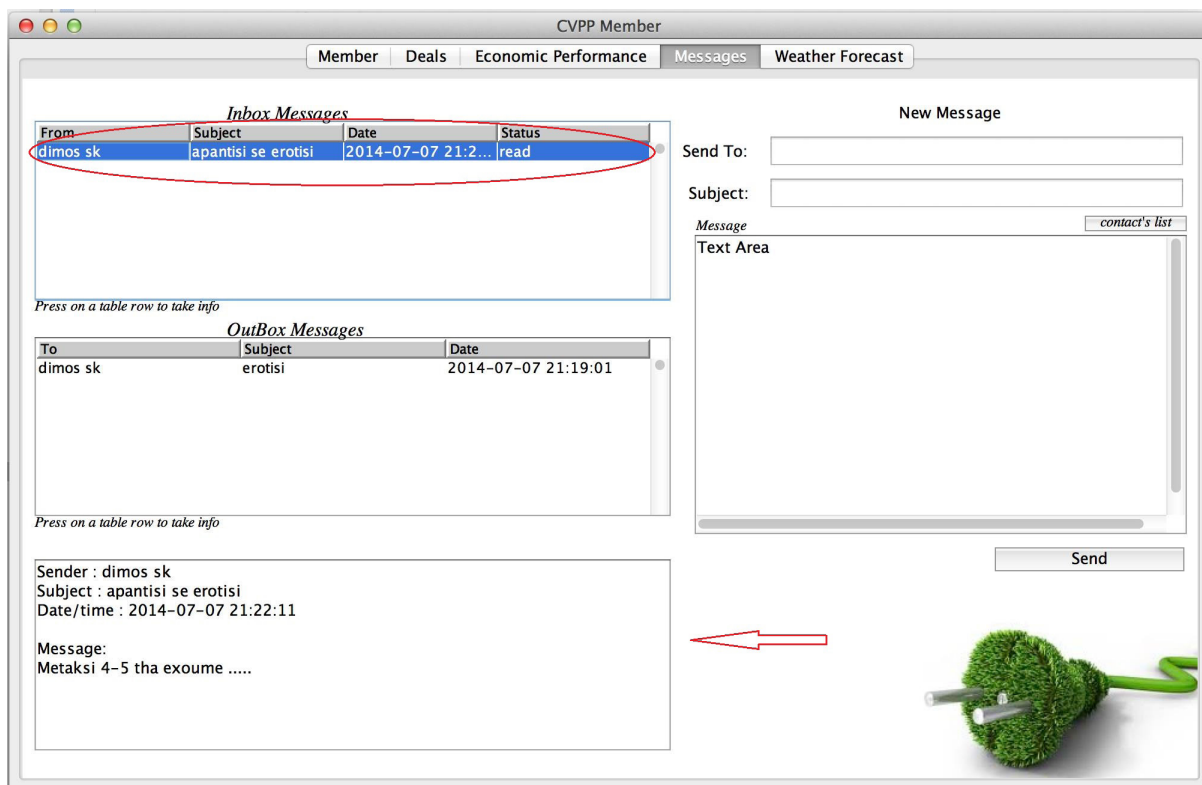
Ιδιαίτερο βάρος ωστόσο ρίξαμε και στην σχεδίαση ενός σύστημα επικοινωνίας των μελών του δικτύου. Η οθόνη που σχεδιάσαμε για αυτή την λειτουργία περιέχει λίστα με όλα τα εισερχόμενα μηνύματα του χρήστη, λίστα με όλα τα εξερχόμενα μηνύματα του χρήστη, ένα πλαίσιο στο οποίο θα εμφανίζονται τα μηνύματα που θα επιλέγει ο ίδιος από την λίστα, καθώς και δυνατότητα να στείλει κάποιο νέο μήνυμα. Για την τοποθέτηση του παραλήπτη υπάρχει η δυνατότητα να γίνεται μέσα από μία λίστα με όλους τους χρήστες του δικτύου μας (δηλαδή με όλους τους πιθανούς παραλήπτες του μηνύματος).

Καρτέλα μηνυμάτων μέλους(αντιστοιχία σε Mockup στο 'Σχήμα 15'):



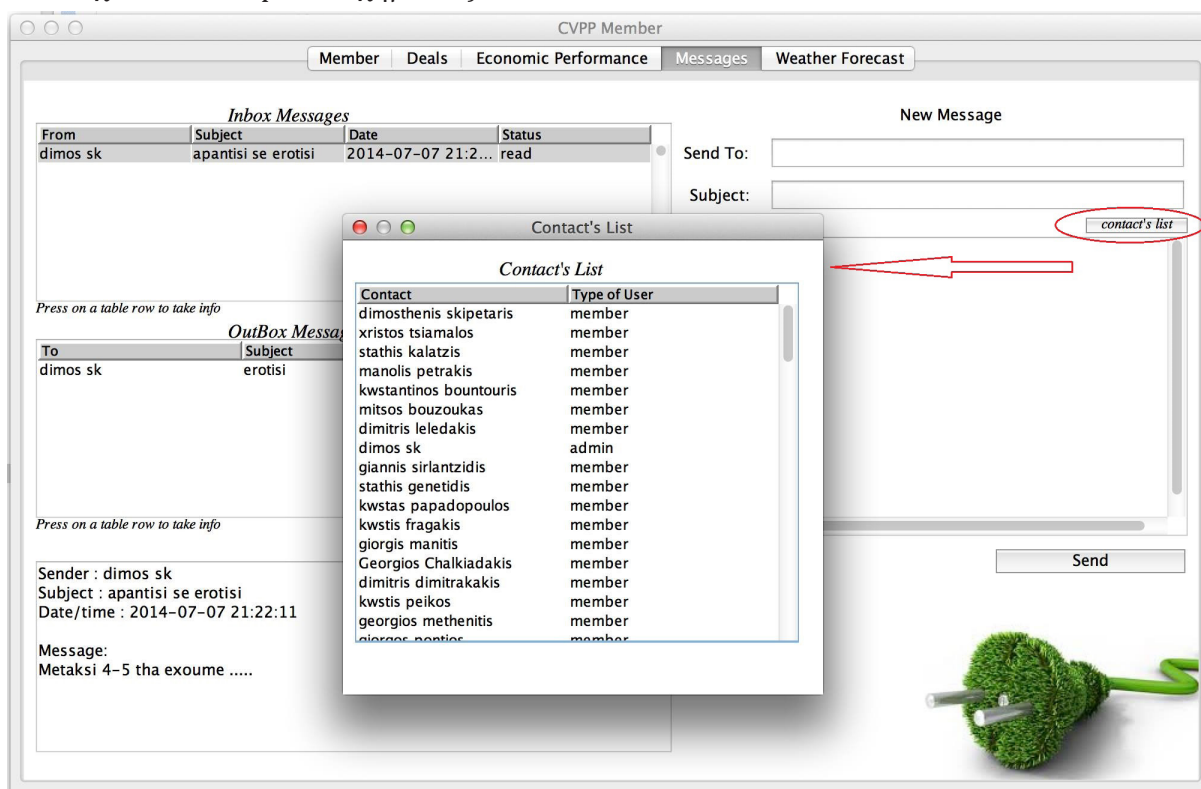
Εικόνα 21 Οθόνη «Messages» μέλους (screenshot).

Πατώντας σε κάποιο μήνυμα της λίστας μηνυμάτων, αυτό εμφανίζεται κάτω αριστερά (αντιστοιχία σε Mockup στο 'Σχήμα 15'):



Εικόνα 22 Προβολή εισερχόμενου μηνύματος (Screenshot).

Λίστα επαφών στις οποίες μπορεί να στείλει μήνυμα το μέλος πατώντας το κουμπί 'contants list' (αντιστοιχία σε Mockup στο 'Σχήμα 15'):

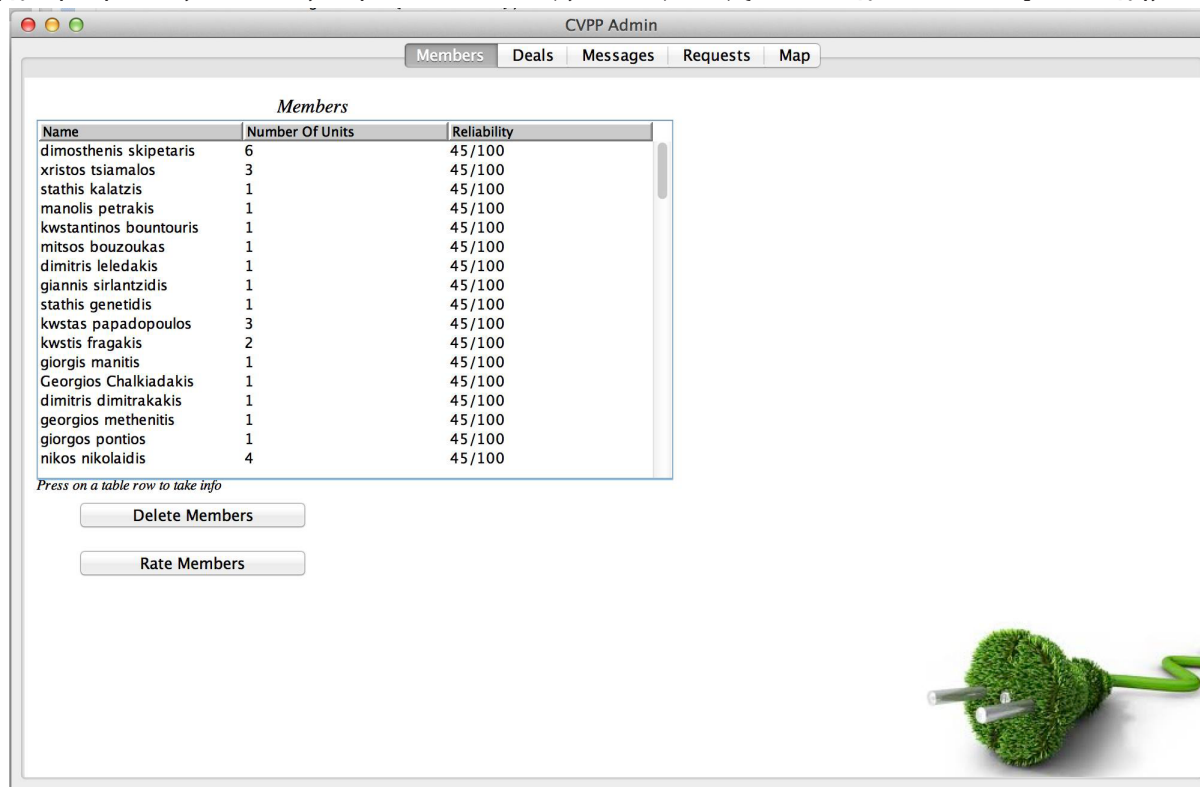


Εικόνα 23 Λίστα με πιθανούς παραλήπτες μηνύματος (screenshot).

4.6 Βασικές οθόνες διαχειριστή

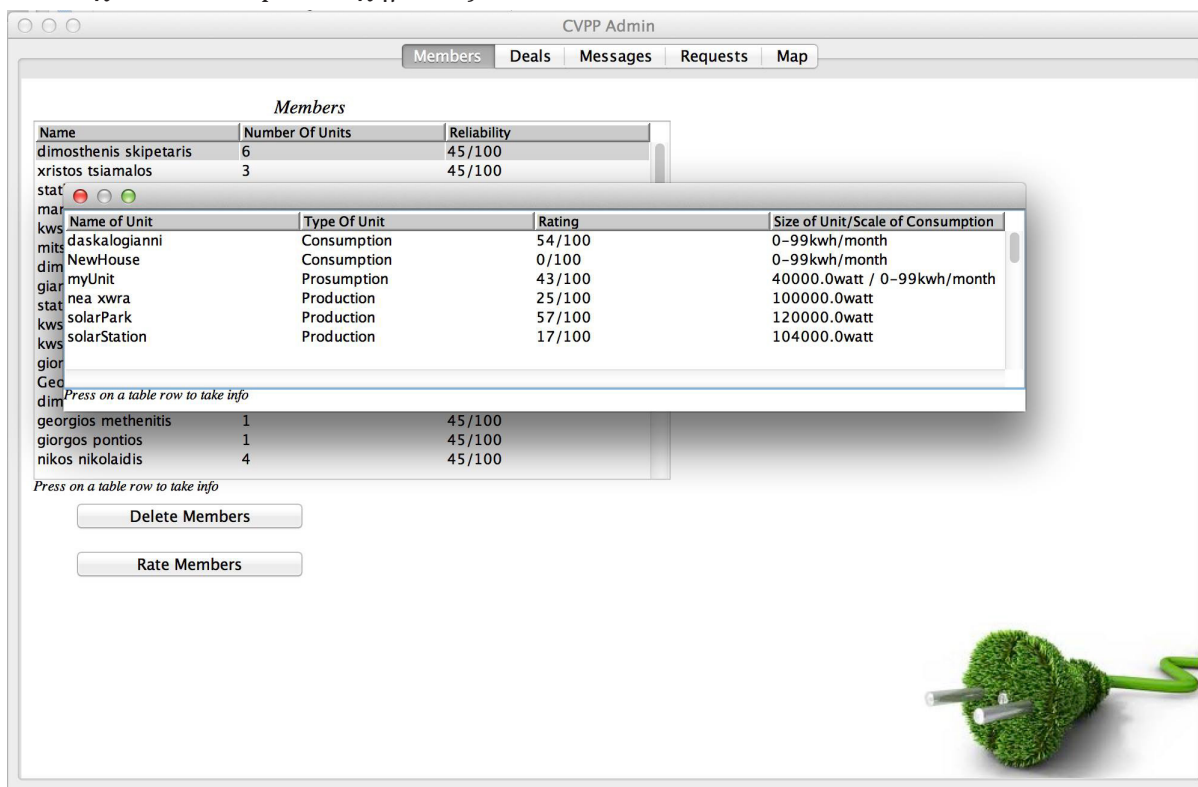
Όπως έχουμε πεί και πιο πάνω, στην αρχική καρτέλα ο διαχειριστής θα παίρνει στοιχεία για όλα τα μέλη του VPP, όπως και στοιχεία για τις μονάδες τους.

Αρχική καρτέλα με όλα τα μέλη του VPP και τις μονάδες τους (αντιστοιχία σε Mockup στο 'Σχήμα 16'):



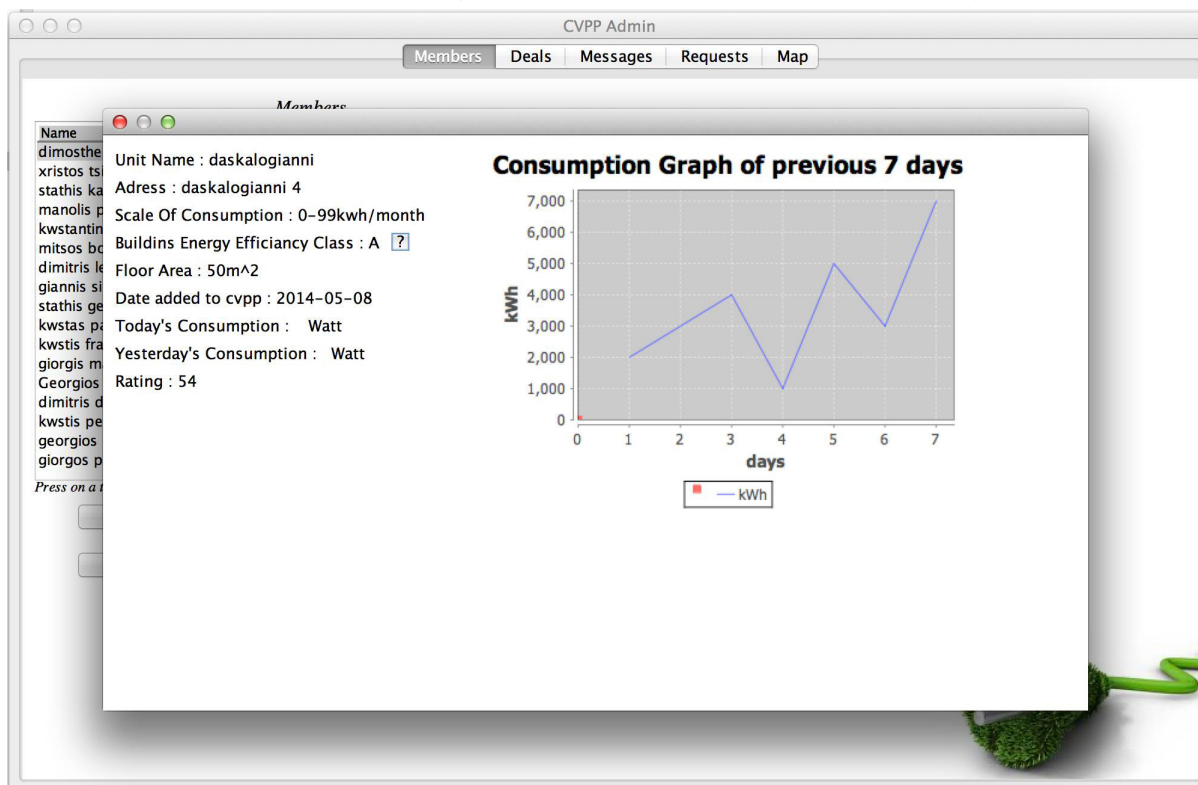
Εικόνα 24 Οθόνη «Members» διαχειριστή (screenshot).

Πατώντας πάνω στην λίστα 'Members', εμφανίζονται περαιτέρω πληροφορίες για τις μονάδες (αντιστοιχία σε Mockup στο 'Σχήμα 16'):



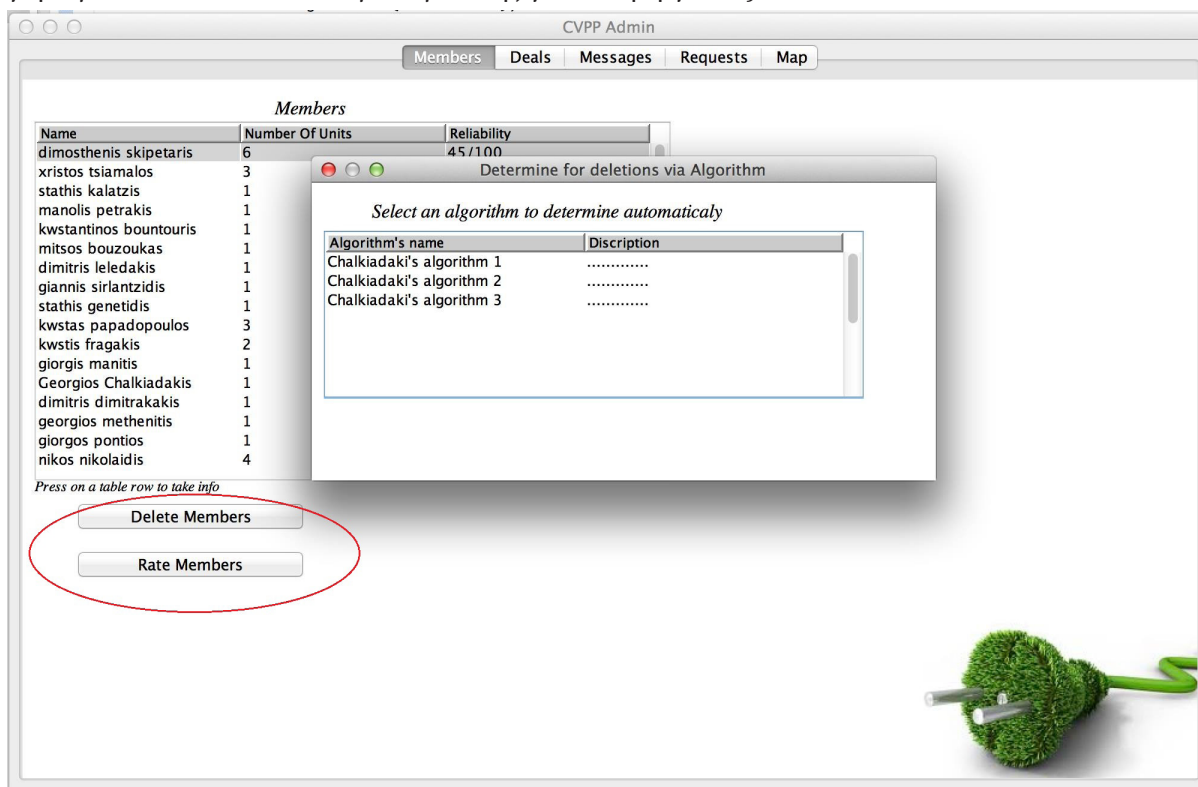
Εικόνα 25 Πληροφορίες μονάδων(screenshot).

Πατώντας πάνω σε κάποια γραμμή στην λίστα με τις μονάδες του μέλους, ο διαχειριστής παίρνει περαιτέρω πληροφορίες για την κάθε μονάδα (αντιστοιχία σε Mockup στο 'Σχήμα 16'):



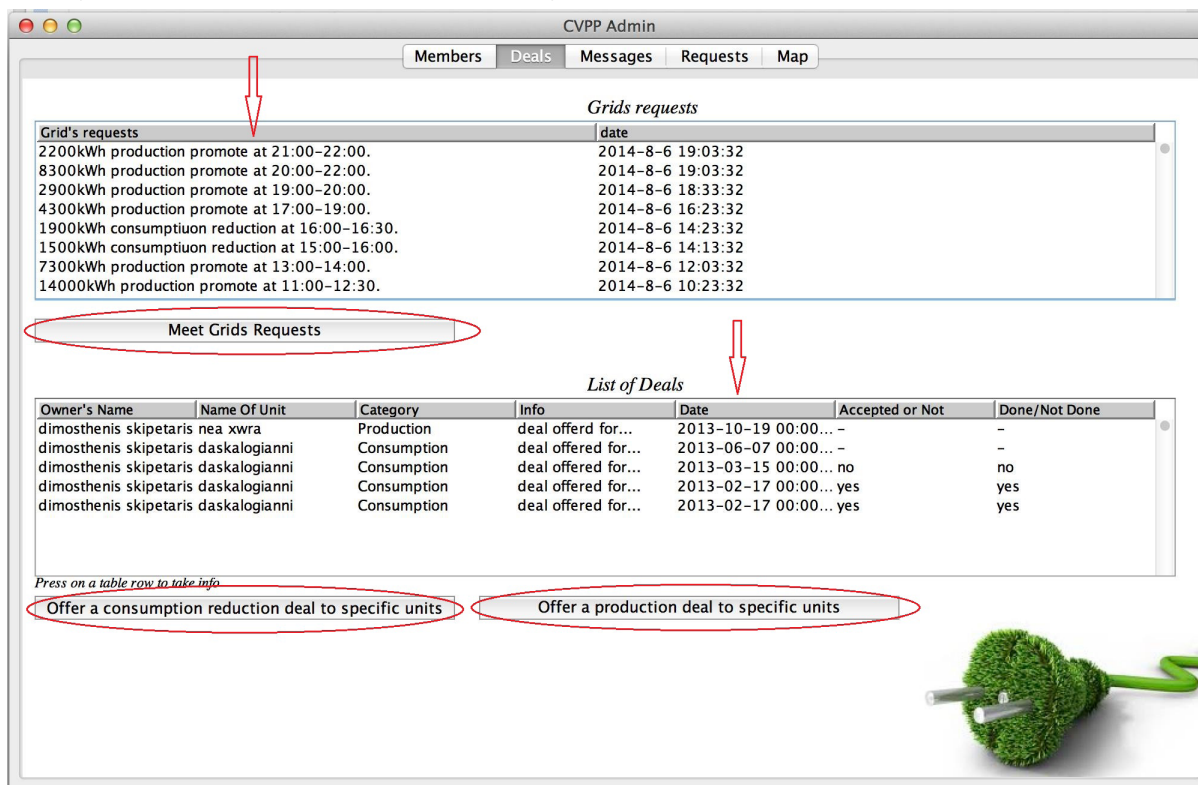
Εικόνα 26 Οθόνη μονάδας Consumption (screenshot).

Το rating όπως και η διαγραφή των μελών γίνεται βάση αλγορίθμων αυτόματα (ωστόσο αυτοί οι αλγόριθμοι αποτελούν αντικείμενο μελέτης για άλλη εργασία):



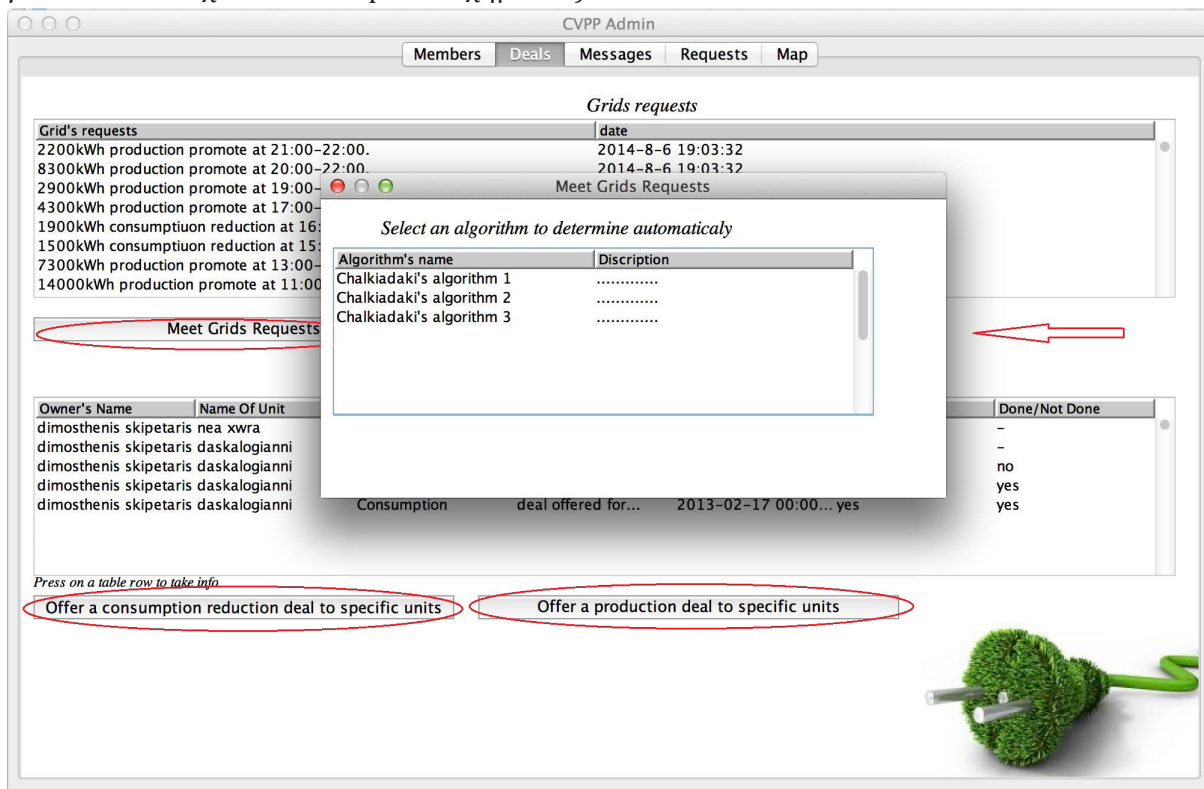
Εικόνα 27 Rate/Delete member (screenshot).

Η καρτέλα του διαχειριστή με όλες τις ανάγκες του δικτύου (Deals), καθώς και λίστα με όλα τα προσφερόμενα συμβόλαια στα μέλη του δικτύου και δυνατότητα ανάληψης δράσης για αυτά μέσω αλγορίθμων (αντιστοιχία σε Mockup στο 'Σχήμα 17'):



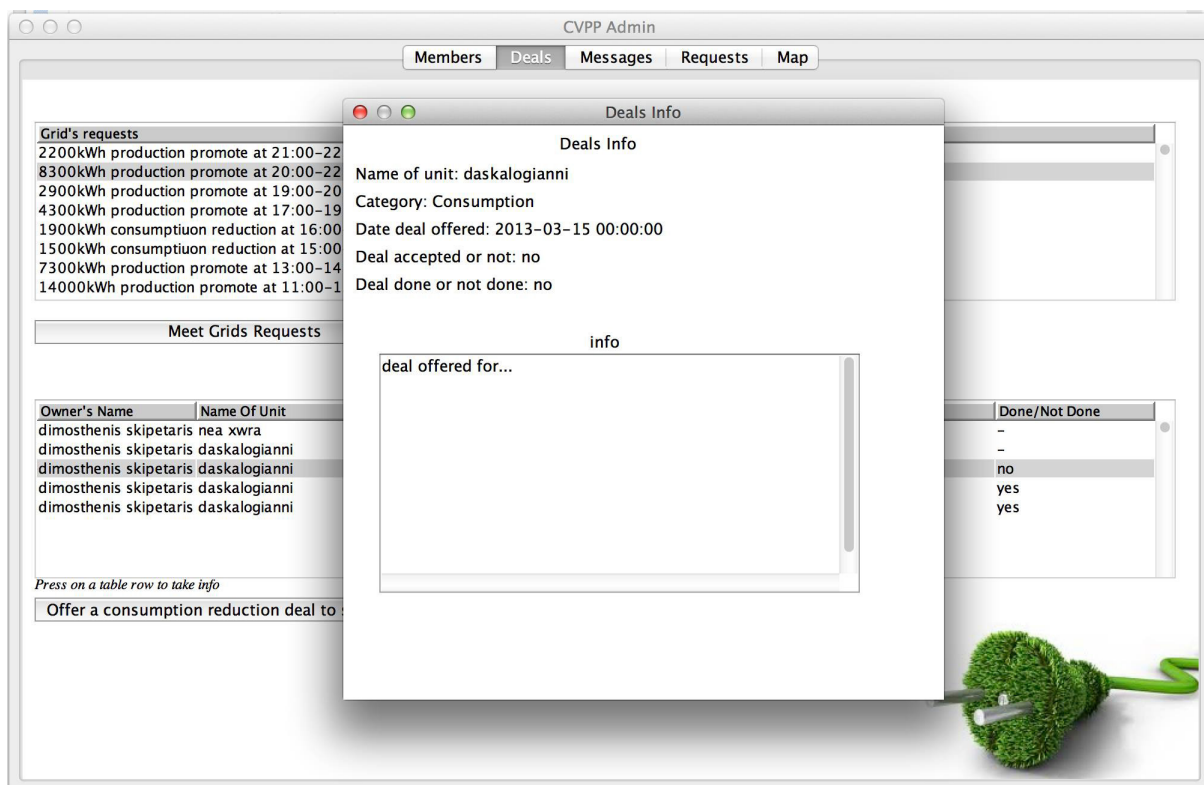
Εικόνα 28 Οθόνη «Deals» διαχειριστή (screenshot).

Η κάλυψη των αναγκών του δικτύου, μπορεί να γίνει βάση ποικιλίας αλγορίθμων, όπου ο καθένας θα έχει τα δικά του χαρακτηριστικά (ωστόσο αυτοί οι αλγόριθμοι αποτελούν αντικείμενο μελέτης άλλης εργασία- αντιστοιχία σε Mockup στο 'Σχήμα 17'):



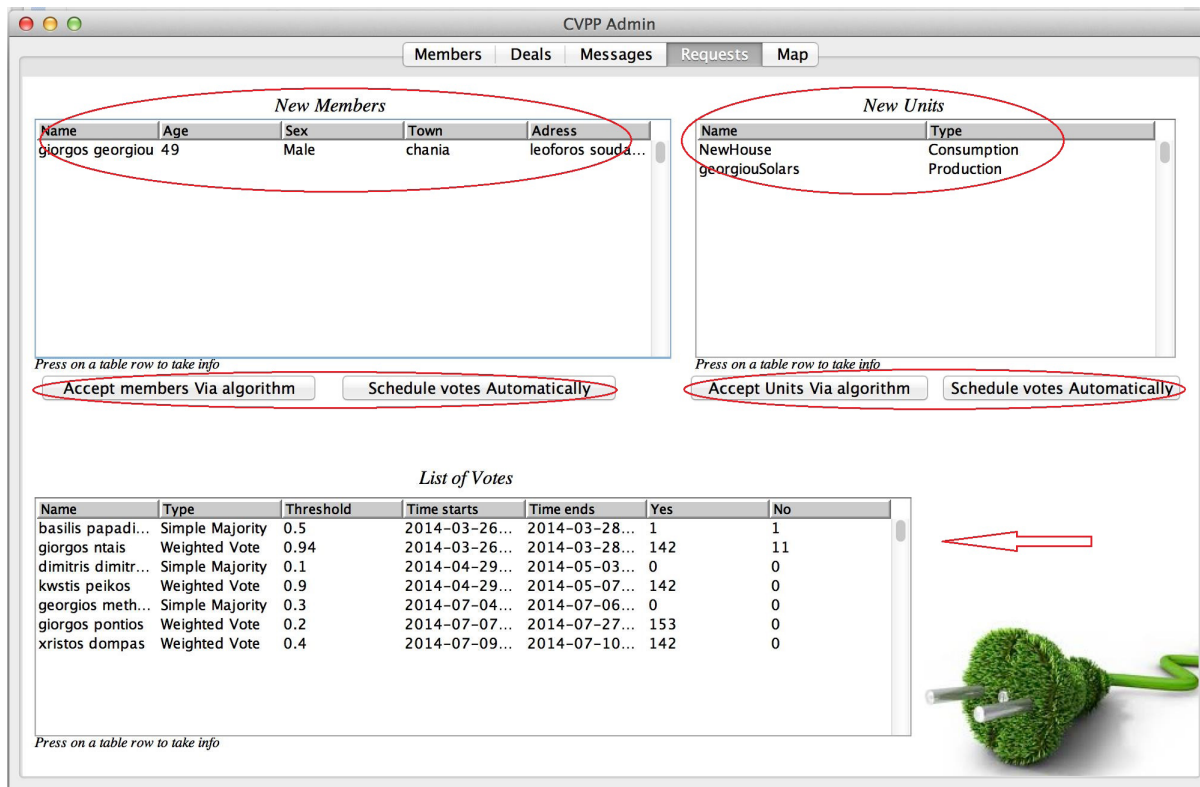
Εικόνα 29 Κάλυψη αναγκών μέσω αλγορίθμων (screenshot).

Πατώντας πάνω στην λίστα με τα προσφερόμενα συμβόλαια, ο διαχειριστής παίρνει περαιτέρω πληροφορίες για αυτά (αντιστοιχία σε Mockup στο 'Σχήμα 17'):



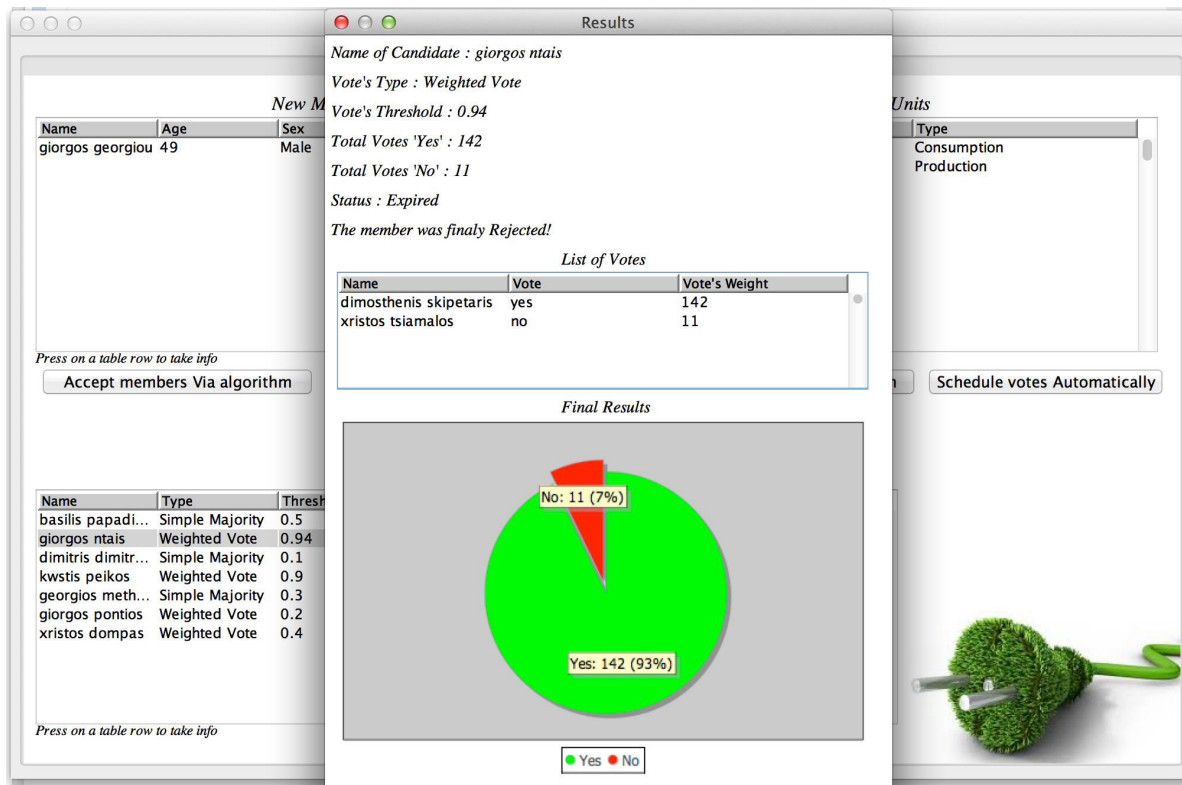
Εικόνα 30 Λεπτομέρειες προσφερόμενου Deal (screenshot).

Η καρτέλα με τις νέες αιτήσεις (Requests) θα περιέχει λίστα με όλες τις νέες αιτήσεις ένταξης στο VPP, όπως επίσης θα περιέχουν και λεπτομέρειες για τις ψηφοφορίες, καθώς και δυνατότητα διενέργειας ψηφοφορίας (θα τα δείξουμε πιο κάτω –αντιστοιχία σε Mockup στο Σχήμα 18):



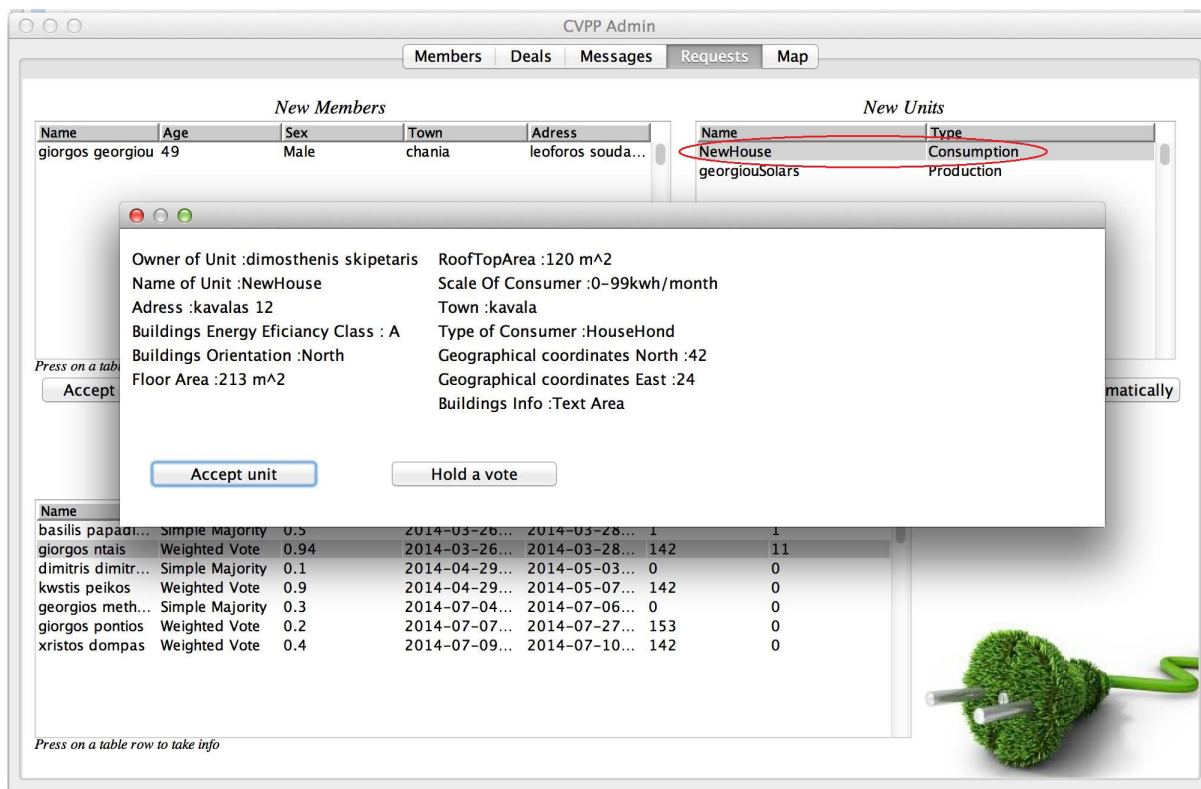
Εικόνα 31 Οθόνη «Request» διαχειριστή (screenshot).

Πατώντας πάνω στην λίστα με τις ψηφοφορίες θα παίρνει λεπτομέρειες για αυτές (αντιστοιχία σε Mockup στο Σχήμα 18):



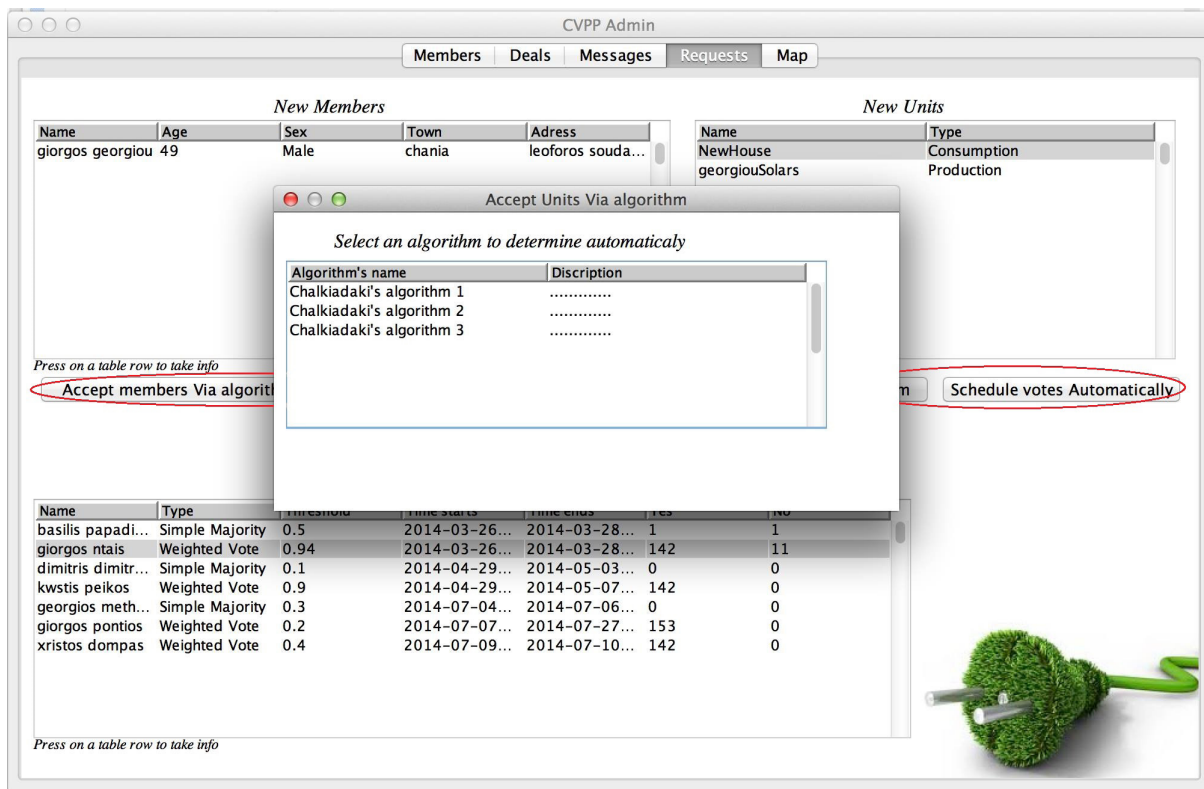
Εικόνα 32 Αποτελέσματα ψηφοφοριών (screenshot).

Πατώντας πάνω στην λίστα με τις νέες μονάδες που είναι προς ένταξη στο δίκτυό μας, ο διαχειριστής θα μπορεί να παίρνει πληροφορίες για αυτές καθώς θα έχει και την δυνατότητα να τις κάνει δεκτές ή όχι (αντιστοιχία σε Mockup στο Έσχήμα 18):



Εικόνα 33 Νέα μονάδα προς ένταξη (screenshot).

Δίνεται η δυνατότητα στον διαχειριστή να δέχεται μέλη ή μονάδες ή να φτιάχνει ψηφοφορίες για αυτά μέσω αλγορίθμων με διάφορα κριτήρια (οι αλγόριθμοι αυτοί δεν έχουν αναπτυχθεί στα πλαίσια αυτής εργασίας). Έτσι πατώντας στα κουμπιά 'Accept members Via algorithm', 'Schedule votes Automatically', 'Accept Units Via algorithm', 'Schedule votes Automatically', εμφανίζεται η εξής καρτέλα:



Εικόνα 34 Κάλυψη αναγκών μέσω αλγορίθμων (screenshot).

Για τις νέες αιτήσεις ένταξης μελών θα μιλήσουμε πιο κάτω στην επόμενη ενότητα στην οποία αναλύουμε την διενέργεια ψηφοφοριών.

Η καρτέλα 'Messages' είναι ακριβώς ίδια με αυτή του μέλους που δείξαμε παραπάνω (Εικόνα 21,22,23).

4.7 Διενέργεια ψηφοφορίας

Ο διαχειριστής όπως είπαμε και προηγουμένως, είναι ο μόνος ο οποίος έχει την δυνατότητα να φτιάξει μια νέα ψηφοφορία. Αυτή η νέα ψηφοφορία γίνεται για την αποδοχή ή όχι ενός νέου μέλους το οποίο έχει κάνει αίτηση και θέλει να ενταχθεί στο σύστημά μας. Όλες τις νέες αιτήσεις ο διαχειριστής μπορεί να τις δει στην καρτέλα 'Requests', όπου ανάλογα μπορεί να πάρει την απόφαση να δεχτεί το νέο μέλος ή να κάνει κάποια ψηφοφορία για να την ένταξή του. Για την διενέργεια κάποιας ψηφοφορίας του δίνεται η δυνατότητα να επιλέξει ανάμεσα σε δύο είδη ψηφοφοριών, της απλής αναλογικής (Simple Majority), και της βεβαρημένης ψήφου (Weighted Vote).

Simple Majority Vote:

Σε αυτή την ψηφοφορία, το βάρος της ψήφου του κάθε μέλους έχει βάρος ισοδύναμο με 1. Ο διαχειριστής όταν φτιάχνει μια τέτοια ψηφοφορία, έχει την δυνατότητα να επιλέξει πόσες μέρες θέλει να διαρκέσει η ψηφοφορία, όπως επίσης έχει την δυνατότητα να αλλάξει το voting threshold της ψηφοφορίας από 0,5 (50%) που μπορεί να θεωρηθεί ως το default, σε όσο επιθυμεί εκείνος. Δηλαδή αν βάλει το voting threshold της ψηφοφορίας να είναι 0.7, τότε για να γίνει δεκτό το νέο μέλος, θα πρέπει να πιάσει ποσοστό > 0.7 (70%).

Weighted Vote:

Στην ψηφοφορία βεβαρημένης ψήφου, το βάρος της ψήφου του κάθε μέλους ποικίλλει ανάλογα με πόσα KW έχει στην κατοχή του, και σε ποιά κλίμακα κατανάλωσης βρίσκονται οι μονάδες κατανάλωσής του. Έτσι κάποιο μέλος το οποίο έχει μια μονάδα παραγωγική η οποία είναι 100KW, και μια μονάδα κατανάλωσης η οποία ανήκει στην κλίμακα "200-299kWh/per month", τότε το βάρος της ψήφου του θα είναι 100 για την παραγωγική μονάδα, και 250 για την μονάδα κατανάλωσης (παίρνουμε το μέσον της κλίμακας), σύνολο βάρος ψήφου 350. Ανάλογος είναι και ο τρόπος υπολογισμού όταν πρόκειται για μονάδα παραγωγής & κατανάλωσης (Presumption). Ωστόσο ο διαχειριστής έχει την δυνατότητα σε κάθε ψηφοφορία να αλλάξει το βάρος της ψήφου κάποιου μέλους ανάλογα με τις προσδοκίες του και να το αναδιαμορφώνει όπως θέλει εκείνος. Αν θέλει ο διαχειριστής να αποκλείσει κάποιον από μια ψηφοφορία, τότε μπορεί απλά να κάνει το βάρος της ψήφου του να είναι ίσο με το μηδέν.

Επίσης όπως είπαμε και στην ψηφοφορία 'Simple Majority Vote', έτσι και εδώ, ο διαχειριστής έχει την δυνατότητα να βάλει το δικό του voting threshold σε κάθε ψηφοφορία όπως επίσης να επιλέξει και πόσες μέρες θέλει να διαρκέσει αυτή.

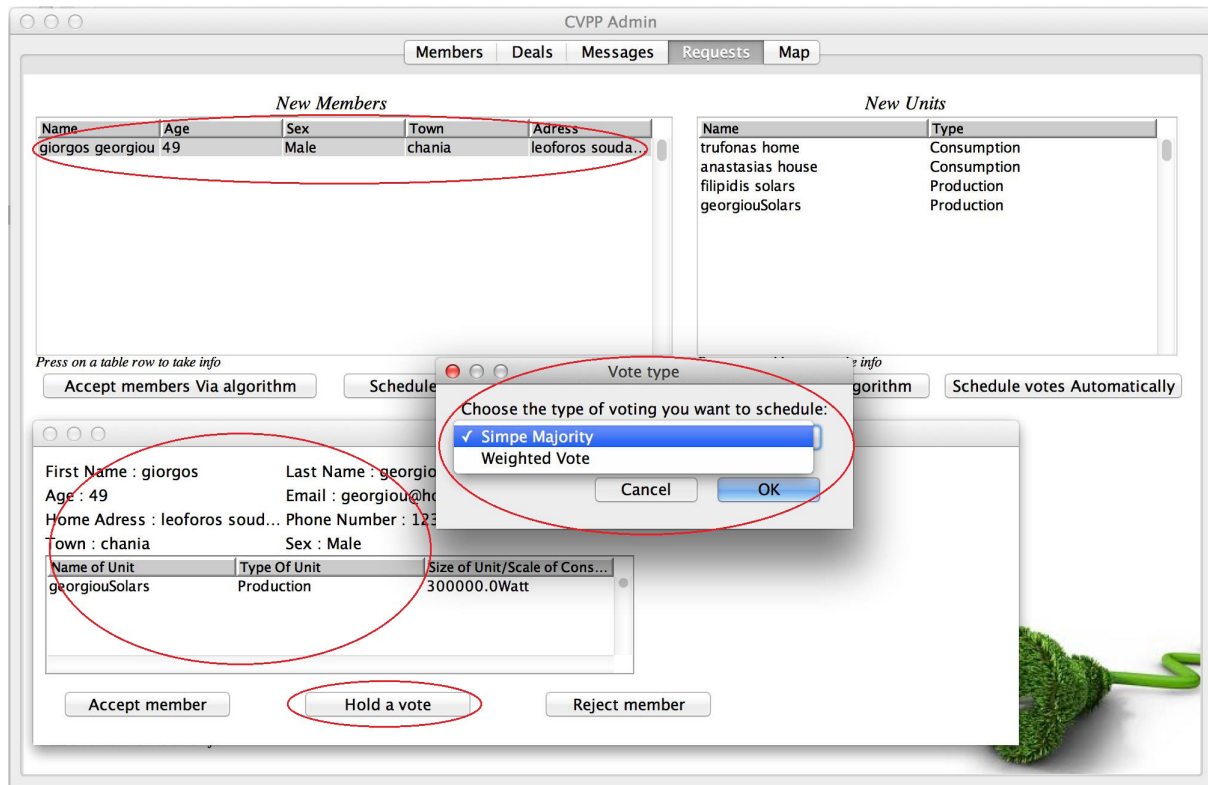
Μετά το πέρας μιας ψηφοφορίας, όσο και κατά την διάρκεια αυτής, ο διαχειριστής θα έχει την δυνατότητα να παίρνει διαγραμματική απεικόνιση της καταστάσης των αποτελεσμάτων, όπως επίσης θα έχει και σαφή εικόνα σχετικά με το ποιο μέλος ψήφισε τί, με πόσο βάρος ψήφου κτλ.

Από την μεριά του μέλους τώρα, όταν θα γίνεται μια νέα ψηφοφορία, θα έρχεται νέα ειδοποίηση η οποία θα ενημερώνει τα μέλη. Η καρτέλα η οποία θα είναι σχετική με την ψήφιση των μελών (ψηφοδέλτιο), θα έχει πάνω όλες τις απαραίτητες πληροφορίες, σχετικά με το ποιο είναι αυτό το νέο μέλος, τί μονάδες θα φέρει στον δίκτυό μας κτλ και σχετικά με τί τρόπο θα πραγματοποιείται η ψηφοφορία αυτή. Ο χρήστης θα έχει την δυνατότητα να ψηφίζει αρνητικά ή θετικά, μόνο μια φορά για κάθε ψηφοφορία. Μετά το πέρας της ψηφοφορίας θα παίρνει ενημέρωση ότι η ψηφοφορία τελείωσε, μαζί με τα αποτελέσματα αυτής, όπως μαζί και με διαγραμματικές απεικονίσεις των αποτελεσμάτων.

Σε περίπτωση ισότητας threshold και θετικού ποσοστού για παραμονή του μέλους στο δίκτυο, το υποψήφιο μέλος ξαναπαίρνει στα προς ένταξη μέλη του δικτύου ώστε να πάρει εκ νέου απόφαση ο διαχειριστής για το τί θα κάνει για αυτό το μέλος και πάλι από την αρχή.

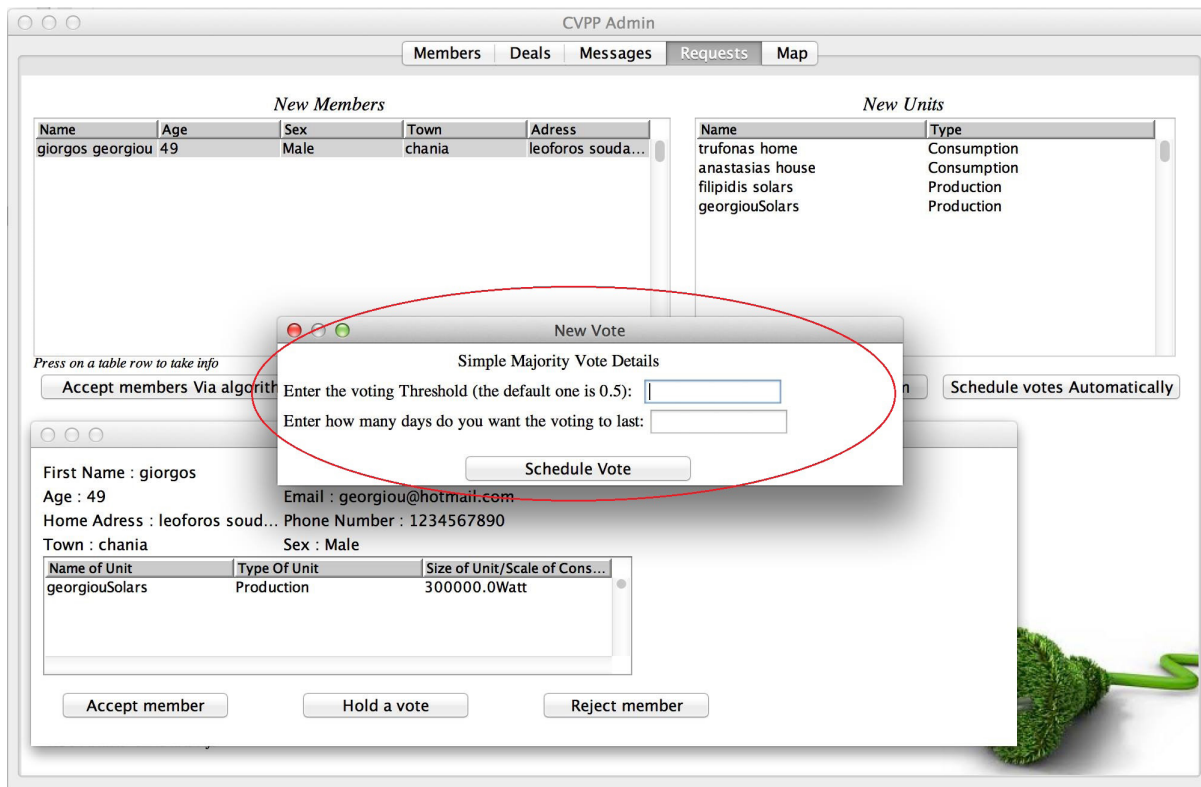
Ακολουθούν screenshots σεναρίου χρήσης δημιουργίας μιας νέας ψηφοφορίας

Πατώντας πάνω στην λίστα με τους νέους χρήστες προς ένταξη (στην καρτέλα 'Requests' του διαχειριστή του συστήματος), εμφανίζεται καρτέλα με όλες τις πληροφορίες του νέου μέλους, όπως επίσης δίνεται δυνατότητα να κάνει απευθείας δεκτό το νέο μέλος, ή να φτιάξει μια ψηφοφορία για την ένταξή του. Ετσι πατώντας το κουμπί 'Hold a vote', διαλέγει τι είδος ψηφοφορίας θέλει να φτιάξει (πατώντας το κουμπί 'Accept member', απλά κάνει δεκτό το νέο μέλος):



Εικόνα 35 Δημιουργία νέας ψηφοφορίας (screenshot).

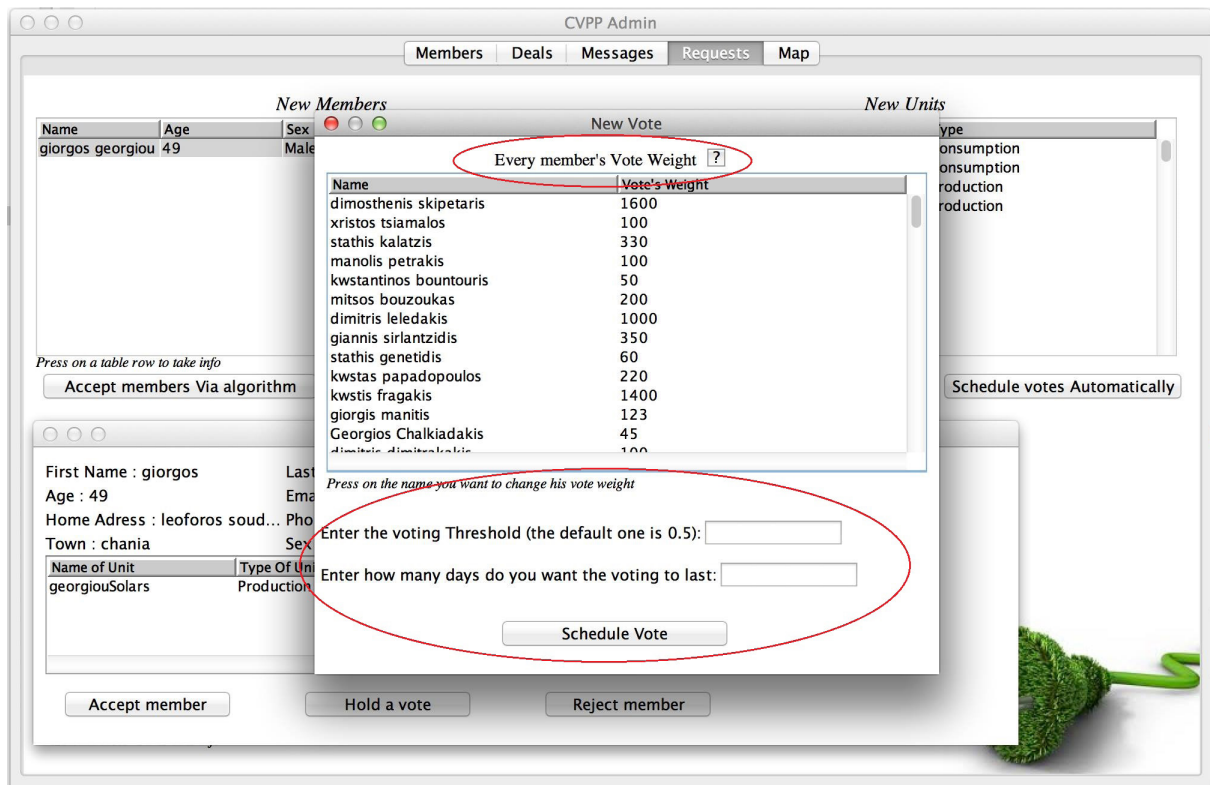
Επιλέγοντας να κάνει ψηφοφορία τύπου 'Simple Majority' πρέπει να δώσει και τα χαρακτηριστικά που θέλει στην ψηφοφορία αυτή (πατώντας 'Schedule Vote' ξεκινάει η διενέργεια της ψηφοφορίας):



Εικόνα 36 Ψηφοφορία Simple Majority (screenshot).

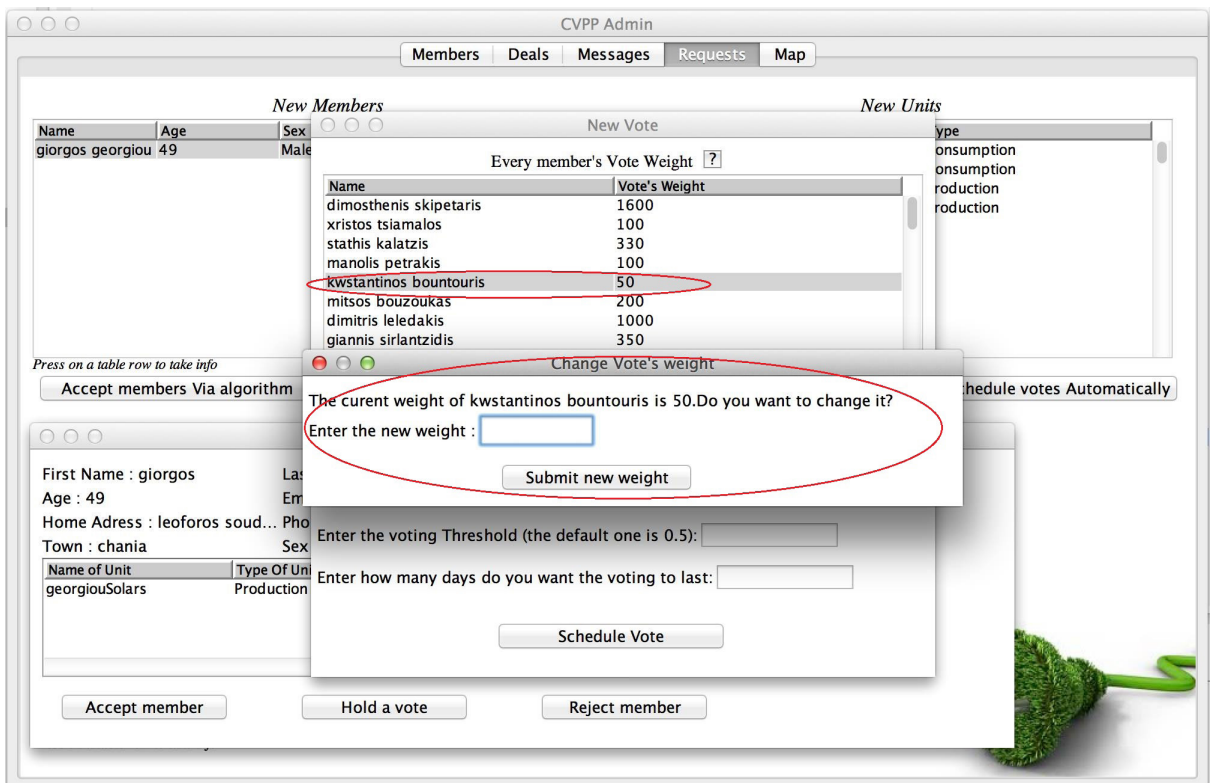
Επιλέγοντας να κάνει ψηφοφορία τύπου 'Weighted Vote' εμφανίζεται η ανάλογη καρτέλα με τα default βάρη των ψηφοφόρων όπως αυτά είναι υπολογισμένα απο το σύστημα με τον τρόπο που εξηγήσαμε παραπάνω. Πρέπει να δώσει και τα χαρακτηριστικά που θέλει στην ψηφοφορία αυτή και πατώντας 'Schedule Vote' ξεκινάει η διενέργεια της ψηφοφορίας:

‘Weighted Vote’:



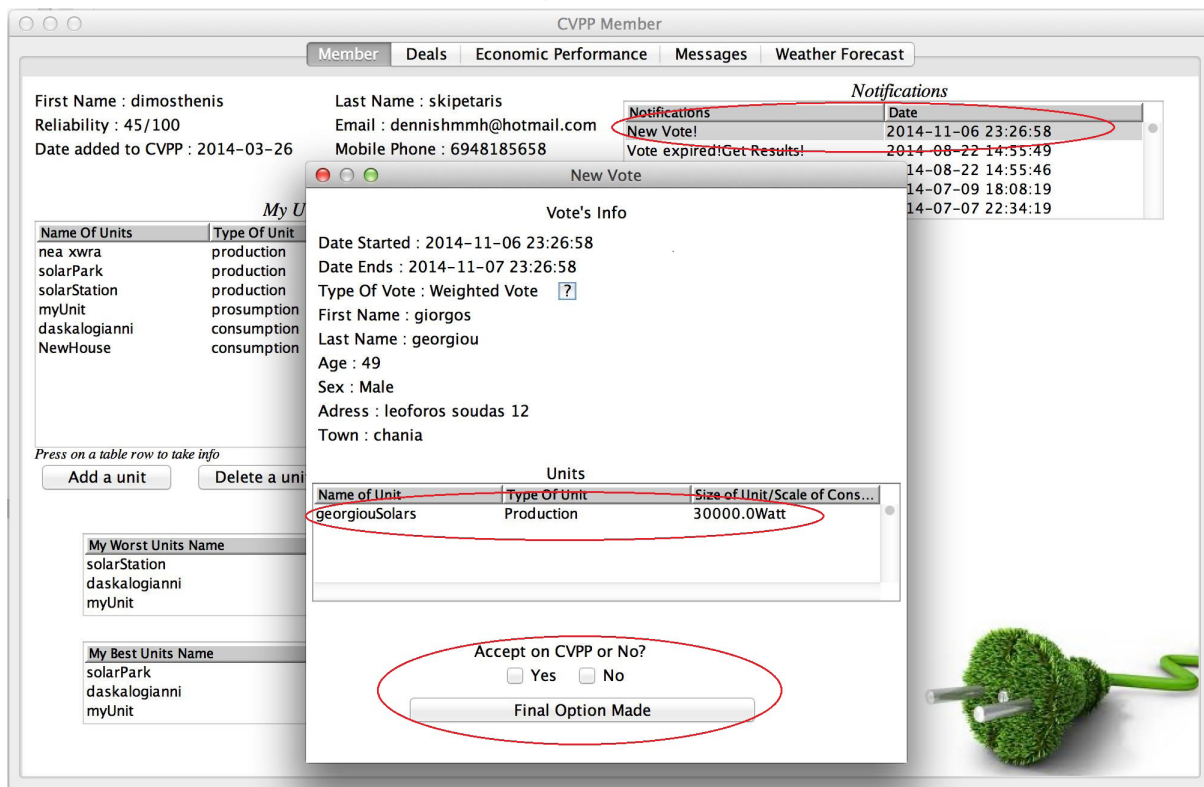
Εικόνα 37 Ψηφοφορία Weighted Vote (screenshot).

Αλλαγή default βάρους ψήφου κάποιου μέλους από τον διαχειριστή όπως και τοποθέτηση threshold και διάρκεια ψηφοφορίας (πατώντας πάνω σε κάποιο μέλος απο την λίστα με τα βάρη ψήφου του καθενός εμφανίζεται το παράθυρο για αλλαγή του βάρους ψήφου του):



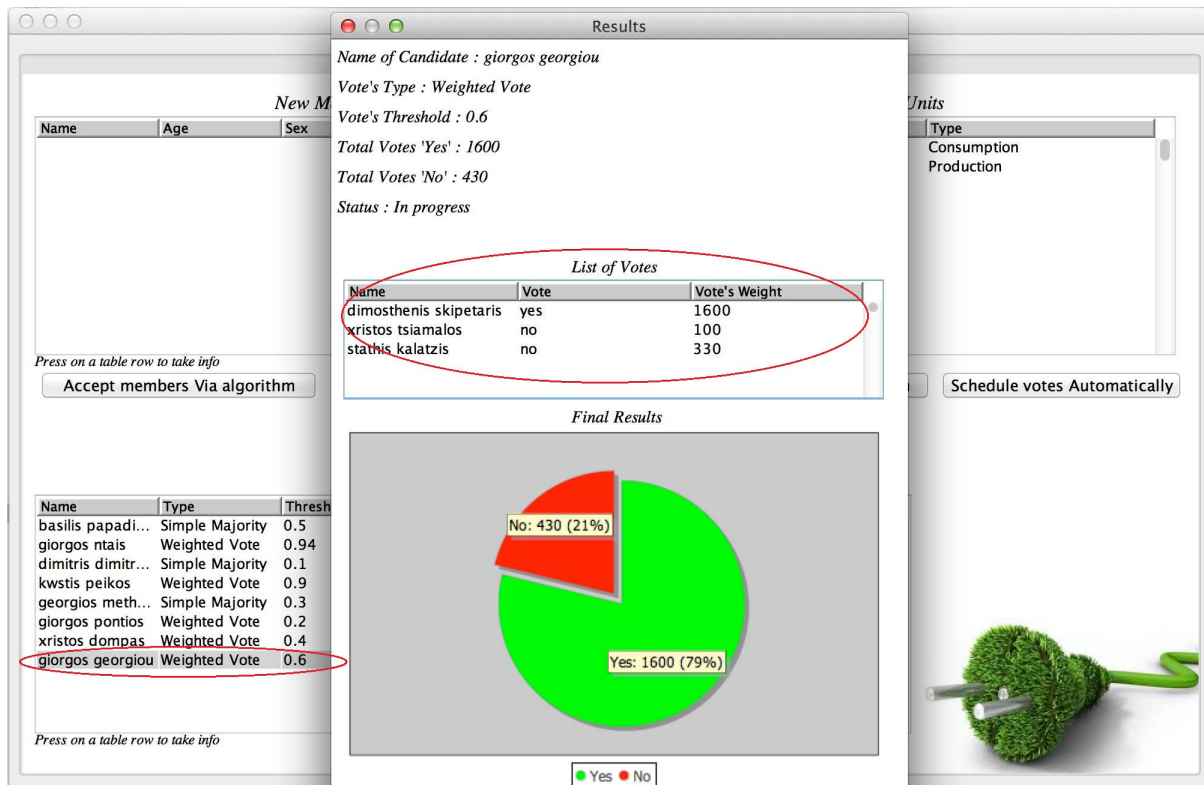
Εικόνα 38 Αλλαγή βάρους ψήφου (screenshot).

Notification για νέα ψηφοφορία σε κάποιο μέλος και ψήφιση σε αυτή (το «ψηφοδέλτιο» εμφανίζεται πατώντας πάνω στο 'New Vote' στον πίνακα με τις ειδοποιήσεις):



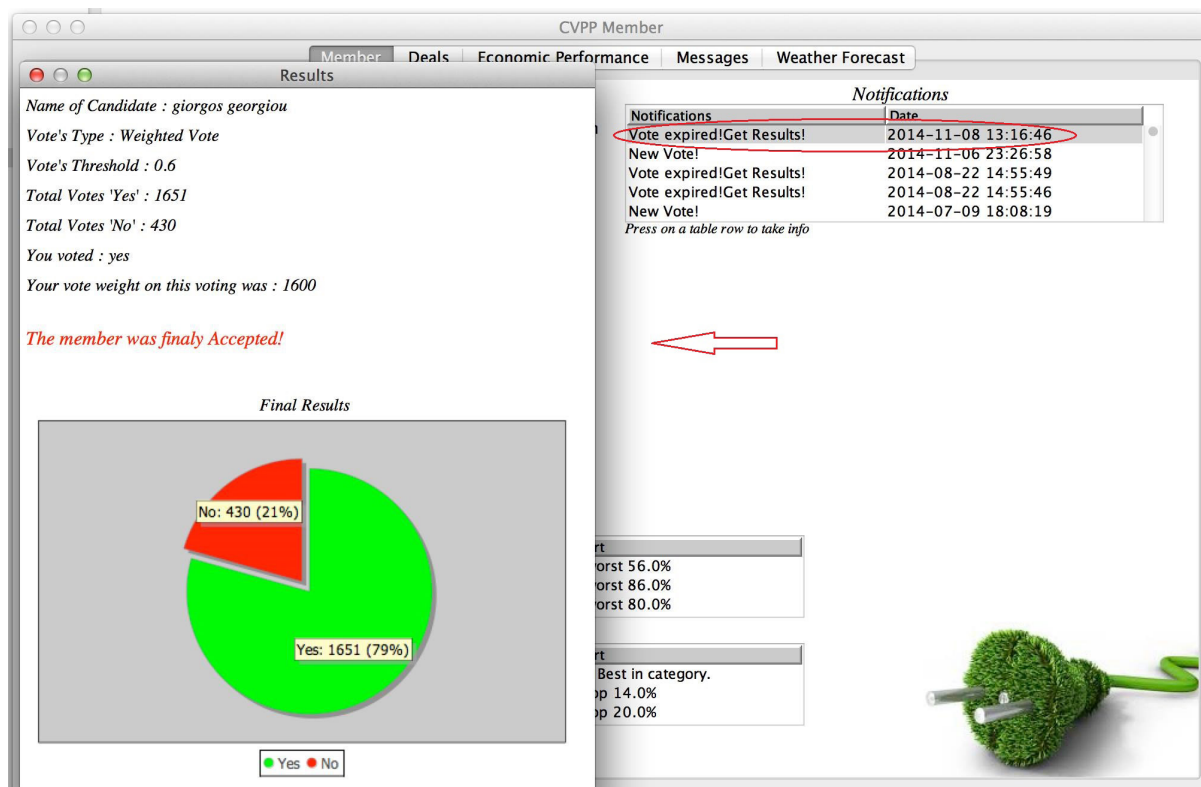
Εικόνα 39 Ειδοποίηση για νέα ψηφοφορία και «ψηφοδέλτιο» αυτής (screenshot).

Ροή αποτελεσμάτων ψηφοφορίας για τον διαχειριστή, με πλήρη στοιχεία σχετικά με την εξέλιξή της:



Εικόνα 40 Ροή αποτελεσμάτων (screenshot).

Notification στα μέλη του VPP ότι η ψηφοφορία τελείωσε και εμφάνιση αποτελεσμάτων πατώντας πάνω στην νέα ειδοποίηση:



Εικόνα 41 Ειδοποίηση λήξης ψηφοφορίας και αποτελέσματα (screenshot).

Κεφάλαιο 5 Βάση δεδομένων και λεπτομέρειες προγράμματος

5.1 Βάση δεδομένων

Μια ακόμα βασική σχεδιαστική παράμετρος του interface μας είναι η βάση δεδομένων η οποία είναι απαραίτητη για την κάλυψη των λειτουργικοτήτων που περιγράψαμε μέχρι τώρα. Την βάση δεδομένων την φτιάξαμε με την χρήση της MySQL. Την MySQL την έχουμε διδαχτεί στα πλαίσια της σχολής μας, γι' αυτό και έγινε η συγκεκριμένη επιλογή.

Μετά από ανάλυση των απαιτήσεων του interface μας, ξεκινήσαμε την σχεδίαση της βάσης δεδομένων μας. Η σχεδίαση και η υλοποίηση της βάσης έγινε στην προγραμματιστική πλατφόρμα MySQLWorkbench[24]. Στα πρώτα στάδια της σχεδίασης του interface η βάση δεδομένων μας βρισκόταν σε τοπικό επίπεδο. Στην συνέχεια, και αφού ολοκληρώσαμε την υλοποίηση του interface, την βάση μας την ανεβάσαμε σε MySQL Server στο διαδίκτιο ώστε να έχουμε πρόσβαση σε αυτή από οπουδήποτε. Η σύνδεση της JavaScript με την MySQL γίνεται με την χρήση του MySQL JDBC Connector. Ο JDBC Connector δίνει την δυνατότητα σε όλες τις client εφαρμογές οι οποίες είναι ανεπτυγμένες σε Java να μπορούν να επικοινωνήσουν με την MySQL[17].

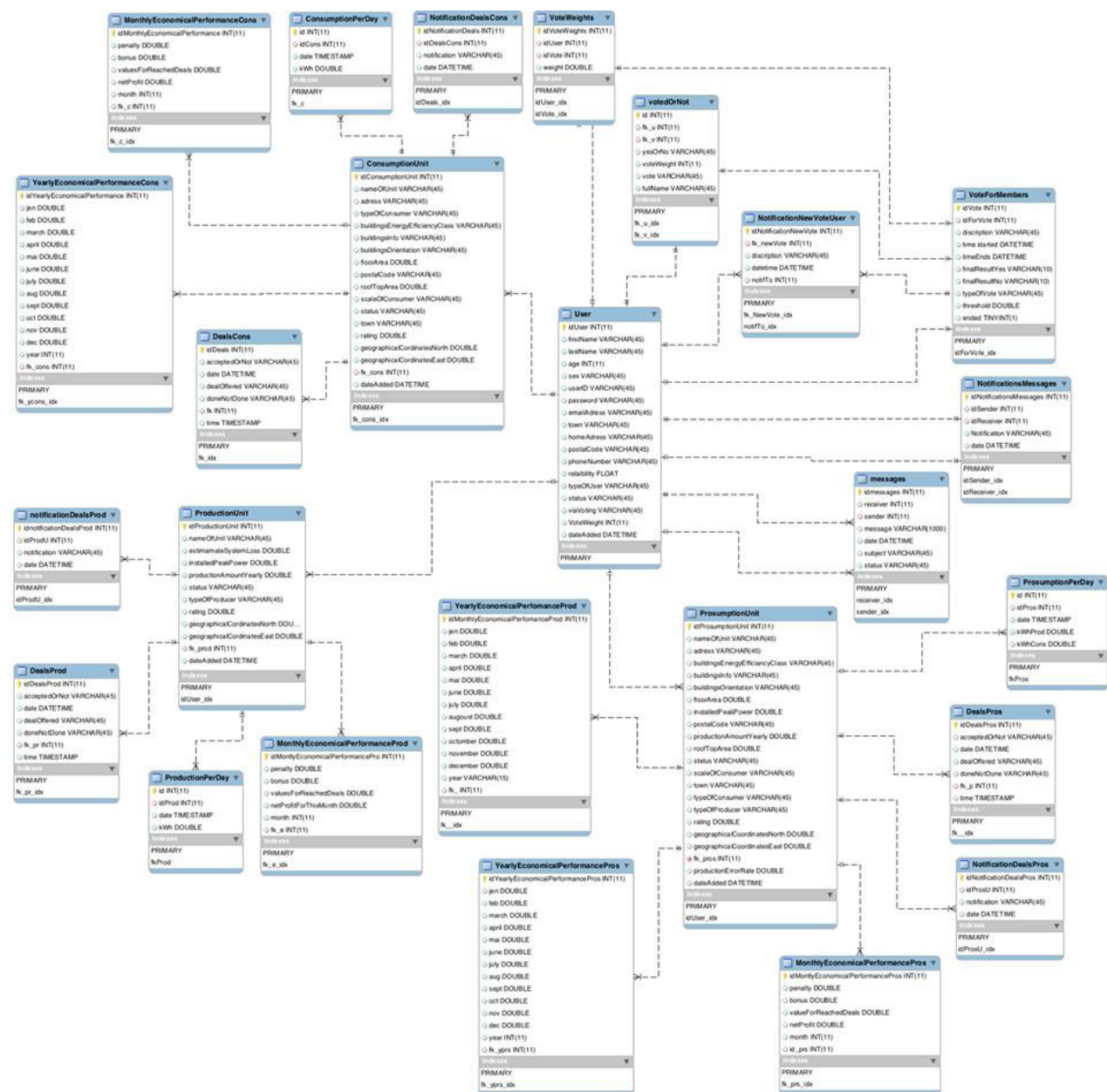
Για να επιτευχθεί λοιπόν η επικοινωνία μεταξύ της java και της MySQL απαραίτητη προϋπόθεση είναι εισαγωγή του πακέτου java.sql, με extensions του οποίου δημιουργούμε την σύνδεση που θέλουμε. Στα πλαίσια της κάθε σύνδεσης που γίνεται κάθε φορά, και όσο η σύνδεση μας είναι ανοιχτή, μπορούμε να κάνουμε να «τραβάμε» δεδομένα από την βάση δεδομένων μας, ή να γράψουμε δεδομένα σε αυτή. Αν δεν συντρέχει κάποιος από τους παραπάνω λόγους, κλείνουμε την σύνδεση μας, καθώς όλα αυτά 'κοστίζουν' σε προγραμματιστικούς πάντα ορους[17].

Όταν η βάση δεδομένων μας βρίσκεται σε τοπικό επίπεδο, αυτό συνεπάγεται πως έχουμε εγκατεστημένο τοπικό MySQL server στον υπολογιστή που τρέχουμε το πρόγραμμα μας, και για κάθε επικοινωνία που κάνουμε χρησιμοποιούμε τα localhost του υπολογιστή μας όπως και βασικές άλλες παραμέτρους, όπως το όνομα της βάσης δεδομένων που θέλουμε να επικοινωνήσουμε, όπως και τον κωδικό για να αποκτήσουμε πρόσβαση σε αυτή[17].

Ωστόσο όταν η βάση δεδομένων μας δεν βρίσκεται σε τοπικό επίπεδο, αλλά σε κάποιον MySQL Server στο διαδίκτιο, τότε η σύνδεση θα γίνει με τον ίδιο ακριβώς τρόπο απλά αυτό που θα αλλάξει είναι ότι αντί του localhost, θα πρέπει να δώσουμε την ip διεύθυνση του server στον οποίο έχουμε την βάση δεδομένων, με την οποία θέλουμε να επικοινωνήσουμε (η βάση μας φιλοξενείται σε ιστοτόπο για web-hosting βάσεων δεδομένων, MYSQL –PhpMyAdmin – Starfield Technologies Inc[25])[17].

Σε κάθε περίπτωση, είτε η βάση δεδομένων βρίσκεται σε τοπικό επίπεδο είτε όχι, δίνονται κάποια προνόμια/ δικαιώματα (privileges) μέσω του server σχετικά με τις αρμοδιότητες που μπορεί να έχει κάποιος μέσω των συνδέσεων που θα κάνει σε αυτήν, άσχετα από το γεγονός ότι πάντοτε οι συνδέσεις που κάνουμε προστατεύονται από κωδικό ώστε να υπάρχει προστασία των δεδομένων μας και παράλληλα το σύστημά μας να μην απειλείται από κακόβουλες πράξεις[17].

Τέλος, παραθέτουμε το EER μοντέλο της βάσης μας δεδομένων που σχεδιάσαμε.



Σχήμα 22 EER Model της βάσης δεδομένων.

5.2 Εκτέλεση μιας client εφαρμογής ‘CVPP member’

Οι προϋποθέσεις οι οποίες χρειάζονται για να μπορέσει να τρέξει κάποιος αυτό που έχουμε φτιάξει είναι οι εξής³:

- Εικόνα Στον υπολογιστή που θα δοκιμάσει να τρέξει το πρόγραμμα, θα πρέπει να είναι εγκατεστημένο java virtual machine (κάτι το οποίο είναι εγκατεστημένο σχεδόν σε όλους τους υπολογιστές)[28].
- Εικόνα Ο υπολογιστής να έχει πρόσβαση στον internet, καθώς η πρόσβαση στην βάση δεδομένων όπως και η διαδικασία εμφάνισης χαρτών απαιτούν πρόσβαση σε internet.

Έτσι όπως είναι κατανοητό οι απαιτήσεις για να χρησιμοποιήσει κάποιος το interface που φτιάξαμε είναι ελάχιστες, προσπαθώντας έτσι να φτιάξουμε κάτι το οποίο να είναι προσιτό και εύκολα προσβάσιμο και εκτελέσιμο από τον καθένα.

5.3 Γενικά για το πρόγραμμα και προσθήκη αλγορίθμων

Το πρόγραμμα μας αποτελείται από 4 packages, και 47 κλάσεις. Έχουν χρησιμοποιηθεί πολλές βιβλιοθήκες όπως έχουμε εξηγήσει και πιο πάνω. Ο κώδικας είναι δομημένος με οντοκεντρικές μεθόδους, αλλά ωστόσο είναι αρκετά μακροσκελής, καθώς η δημιουργία των γραφικών σε JavaSwing απαιτεί πολλές γραμμές κώδικα. Τα δεδομένα των καρτελών μας δεν ανανεώνονται κατά την διάρκεια που αυτό τρέχει. Για να δει κάποιος τις ενδεχόμενες αλλαγές και νέες ειδοποιήσεις, θα πρέπει να ξανακάνει login στο σύστημα μας.

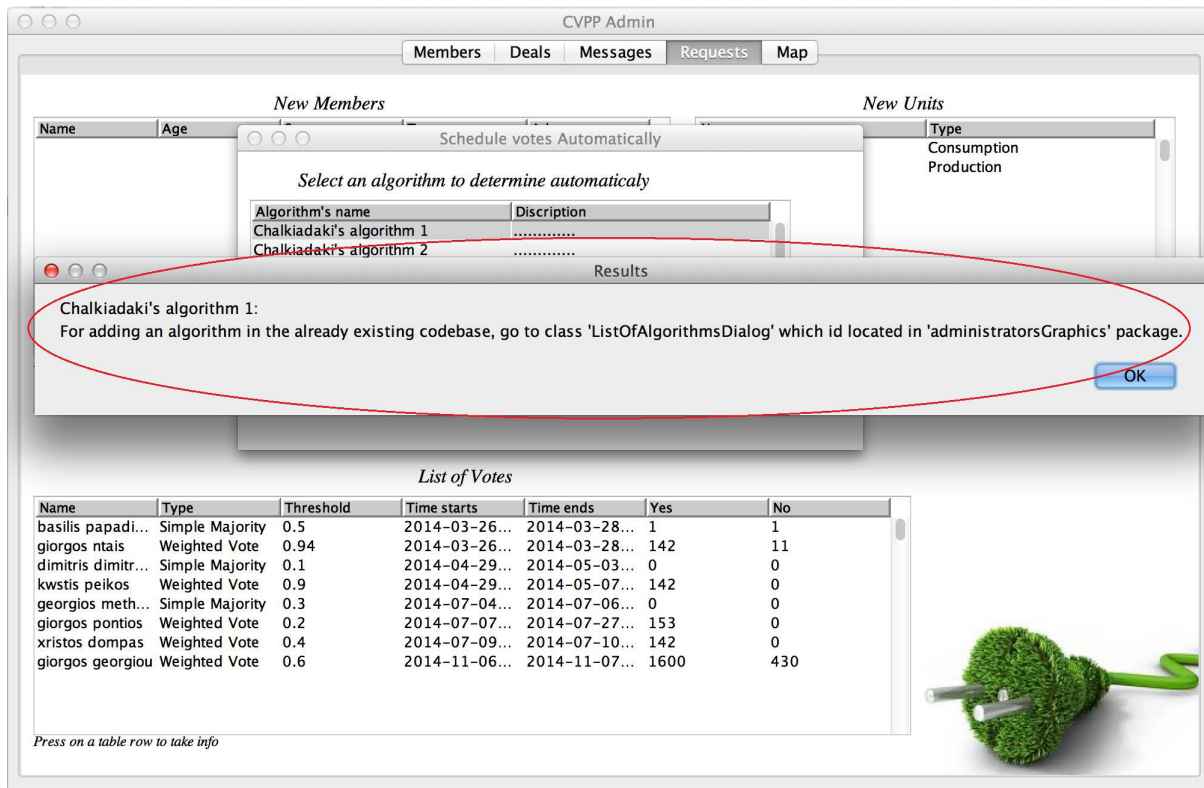
Έχουν μπει ασφαλιστικές δικλίδες σχετικά με την εισαγωγή στοιχείων στα registration των νέων μονάδων και μελών, ώστε να αποφύγουμε ακραία σενάρια χρήστης του interface. Το interface σχεδιάστηκε σε MacOS X⁴.

Για την περίπτωση όπου θα θελήσει ο διαχειριστής του συστήματός μας να προσθέσει κάποιους νέους αλγορίθμους, καθώς όπως έχουμε δει, υπάρχει η δυνατότητα ο διαχειριστής να παίρνει αποφάσεις μέσω αυτών, θα πρέπει να μπορεί να το κάνει, εφόσον κομμάτια κώδικα από αλγόριθμους μπορεί να αναπτύσσονται κατά καιρούς συνέχεια. Έτσι ο διαχειριστής προφανώς θα έχει πρόσβαση στον κώδικα, όπου, αφού θα υπάρχουν και όλα τα στοιχεία μέσα στην βάση δεδομένων μας, όπως και συμβουλευόμενος το uml διάγραμμα του προγράμματος που παραθέσαμε και το EER διάγραμμα της βάσης, θα είναι εύκολο να αναπτύξει και να εντάξει νέους αλγορίθμους στο πρόγραμμά μας.

³ Download link[29].

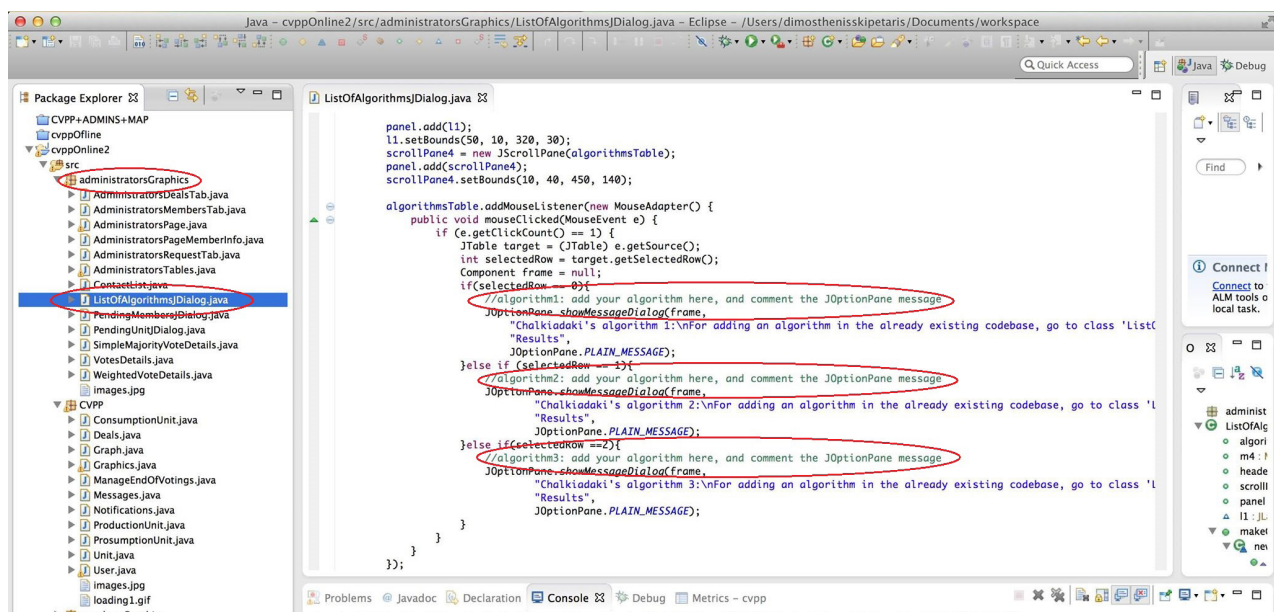
⁴ Για τον λόγο αυτόν, στην περίπτωση που η εφαρμογή τρέξει σε κάποιο άλλο λειτουργικό σύστημα, παρουσιάζονται κάποιες μικρές ασυμβατότητες(είναι ένα από τα μειονεκτήματα της JavaSwing).

Οι αλγόριθμοι που έχουμε βάλει στο interface μας είναι εικονικοί, καθώς όπως έχουμε πει, η ανάπτυξη αυτών των αλγορίθμων αποτελεί αντικείμενο άλλης εργασίας. Οπότε όπως θα δούμε παρακάτω, ο διαχειριστής πατώντας πάνω σε κάποιον αλγόριθμο απο την λίστα, του εμφανίζεται το μήνυμα, "For adding an algorithm in the already existing codebase, go to class "ListOfAlgorithmsDialog" which is located in "administrators Graphics" package. ":



Εικόνα 42 Εισαγωγή νέου αλγορίθμου (screenshot).

Πιο συγκεκριμένα, για να γίνει ευκολότερα κατανοητό το παραπάνω, παραθέτουμε και screenshot του κώδικα δείχνοντας το σημείο στο οποίο αναφέρεται το μήνυμα στην 'Εικόνα 39':



Εικόνα 43 Εισαγωγή νέου αλγορίθμου (screenshot).

Κεφάλαιο 6 Συμπεράσματα και μελλοντική δουλειά

6.1 Συμπεράσματα

Η ανάπτυξη και η σχεδίαση ενός interface όσο και αν ακούγεται εύκολο σαν διαδικασία, είναι αρκετά πολύπλοκη και επίπονη. Μάλιστα για την καταγραφή των αναγκών μέσα σε ένα VPP, όπως και την ανάλυση των λειτουργικοτήτων που προκύπτουν, χρειάστηκε βαθιά μελέτη των VPPs.

Η σχεδίαση ενός interface με την χρήση mockups, ίσως είναι μια από τις καλύτερες τακτικές, ώστε όταν ο σχεδιαστής φτάσει στο στάδιο της υλοποίησης σε προγραμματιστικό περιβάλλον να ξέρει τί ακριβώς έχει να φτιάξει, για να μπορεί να κάνει ανάλυση των απαιτήσεων και επιλογή του κατάλληλου προγραμματιστικού περιβάλλοντος. Ωστόσο η σχεδίαση με mockups είναι μια ιδιαίτερα χρονοβόρα διαδικασία.

Πέραν από όλα αυτά, όπως έγινε κατανοητό, είχαμε να σχεδιάσουμε και να αναπτύξουμε μια βάση δεδομένων. Η ανάπτυξη μιας βάσης δεδομένων όπως έχουμε διδαχτεί και στα πλαίσια της σχολής μας, πλαισιώνεται από έναν ολόκληρο κλάδο της επιστήμης των υπολογιστών. Πρόκειται για μια χρονοβόρα διαδικασία, η οποία ωστόσο πρέπει να γίνει σωστά, ακολουθώντας κανόνες και τακτικές ώστε να μην υπάρχουν προβλήματα και δυσλειτουργίες.

Επιπλέον, η θεωρία ψηφοφοριών όπως είδαμε, στηρίζεται πάνω σε μια ολόκληρη μαθηματική θεωρία. Δίνει πολλές δυνατότητες στον τρόπο με τον οποίο θέλει κάποιος να φτιάξει μια εκλογική διαδικασία. Την βρήκαμε πολύ ενδιαφέρουσα σαν θεωρία, και γι' αυτό την εντάξαμε στα πλαίσια αυτής της εργασίας.

Προσπαθήσαμε να κάνουμε μια αρχή, καθώς δεν έχουμε δει να έχει σχεδιαστεί κάποιο interface για VPPs και είναι η πρώτη εργασία η οποία ασχολείται με την ανάπτυξη και σχεδίαση ενός τέτοιου λειτουργικού αρχετύπου. Εντοπίσαμε πολλά σημεία στα οποία θα μπορούσε να υπάρξει μελλοντική δουλειά, ώστε αυτό που σχεδιάσαμε και αναπτύξαμε να πάει ένα βήμα παρακάτω.

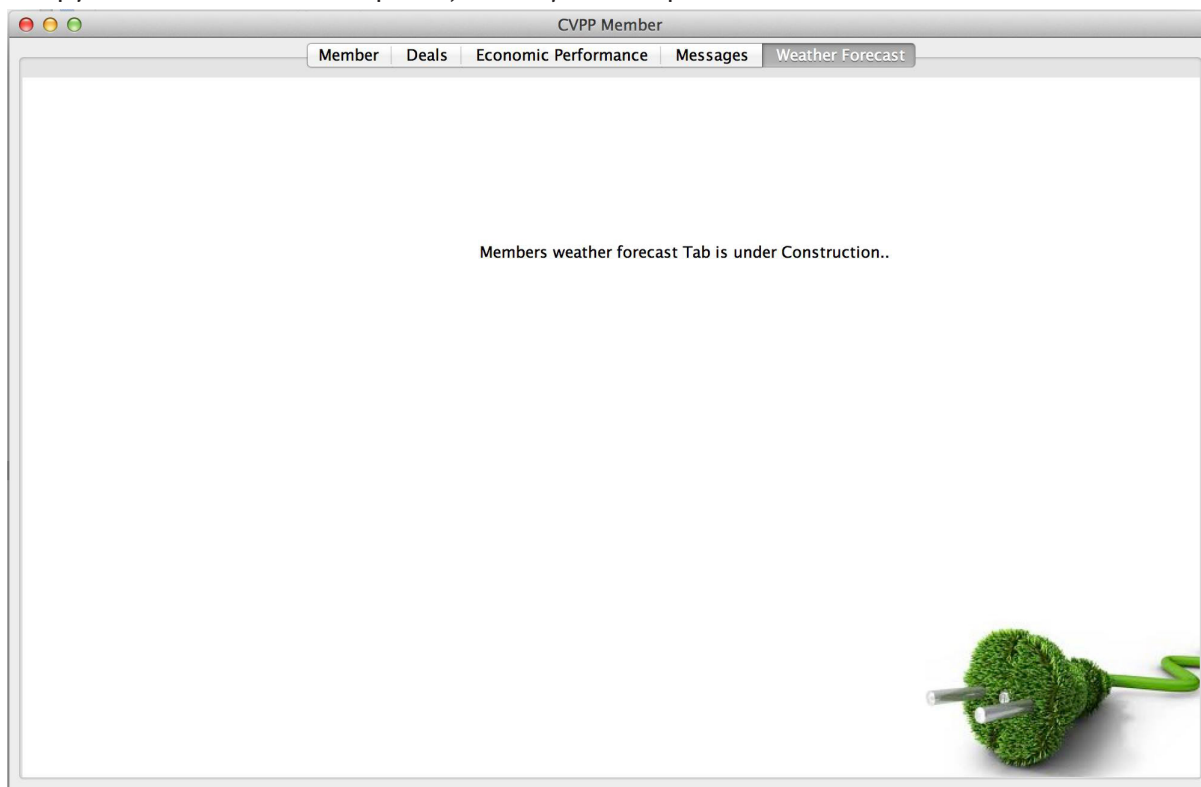
6.2 Μελλοντική δουλειά

Όπως ίσως είναι εύκολο να παρατηρήσει κάποιος, στην οθόνη του διαχειριστή, όπως και του μέλους (τις οποίες παραθέσαμε πιο πάνω), υπήρχε από μια καρτέλα αντίστοιχα, την οποία δεν έχουμε σχολιάσει καθόλου. Πρόκειται για κάποιες ιδέες που είχαμε για μελλοντική δουλειά, για κάποιες λειτουργικότητες που ίσως θα ήταν καλό και χρήσιμο να ενταχθούν στο interface που αναπτύξαμε.

Οθόνη μέλους

Η καρτέλα 'Weather Forecast' (παρακάτω θα παραθέσουμε και screenshot ώστε να γίνει αντιληπτό για τί μιλάμε) είναι η προκείμενη καρτέλα για την οποία θα συζητήσουμε. Σκεφτήκαμε πως θα ήταν αρκετά χρήσιμο για τα μέλη του VPP να μπορούν να παίρνουν πρόβλεψη καιρικών συνθηκών. Είναι αρκετά χρήσιμη ως λειτουργικότητα, αν σκεφτεί κανείς πως μιλάμε για ένα εργαλείο που θα εξυπηρετεί τις ανάγκες ενός δικτύου που έχει να κάνει άμεσα με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, οι οποίες με την σειρά τους είναι άμεσα συνδεδεμένες με τα καιρικά φαινόμενα (αέρας/ήλιος).

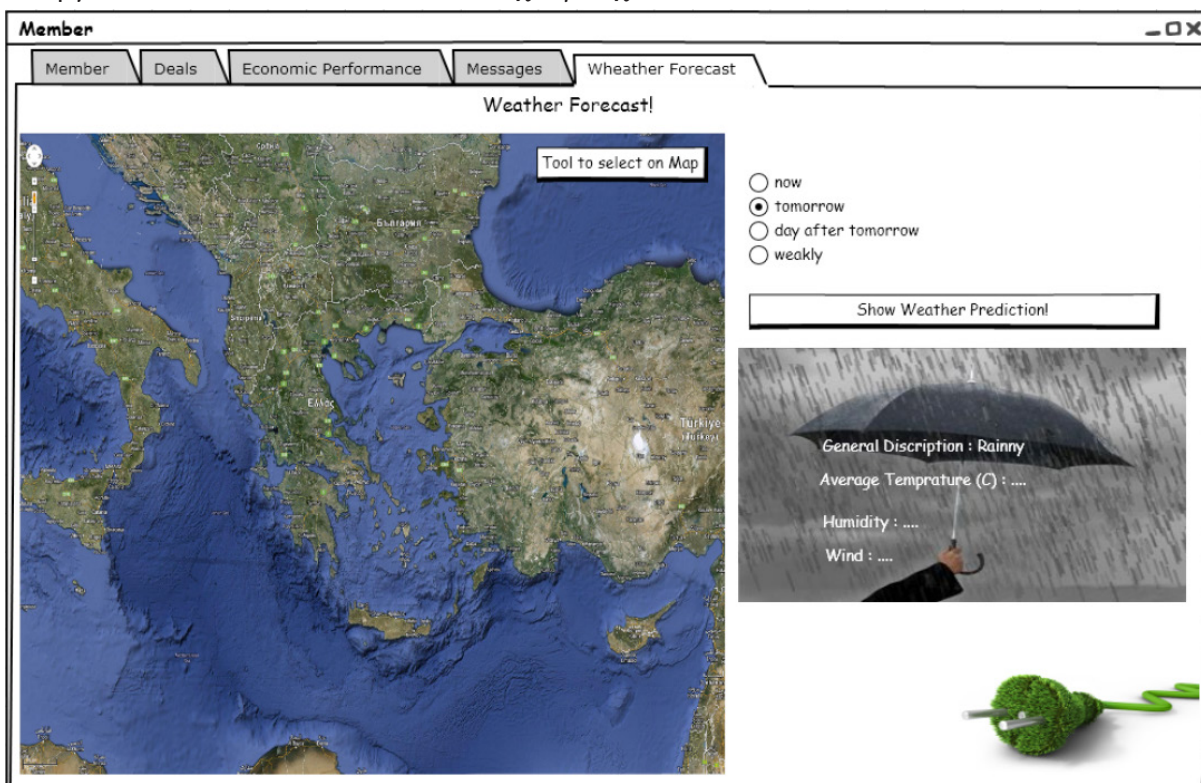
Πηγαίνοντας κάποιος λοιπόν στην προκειμένη καρτέλα θα λάβει απλά ένα μήνυμα, ότι η συγκεκριμένη λειτουργία είναι υπό κατασκευή όπως θα δούμε και παρακάτω:



Εικόνα 44 Οθόνη μέλους «Weather Forecast» (screenshot).

Για την συγκεκριμένη λειτουργία ωστόσο, παρότι την έχουμε αφήσει για μελλοντική δουλειά, έχουμε απο τώρα να προτείνουμε έναν πιθανό σχεδιασμό.

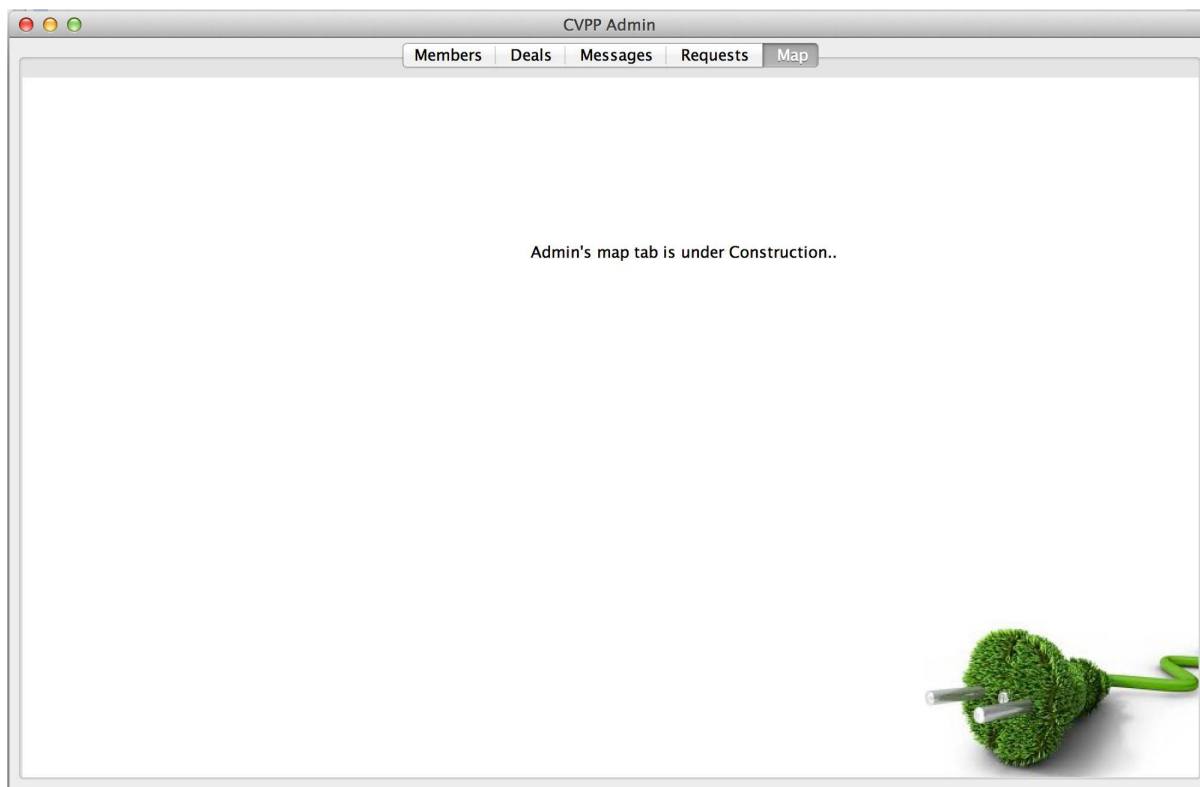
Έτσι ακολουθεί ένα mockup, σχετικά με το πώς σκεφτήκαμε πως θα μπορούσε να είναι αυτή η λειτουργία στα πλαίσια του interface που έχουμε σχεδιάσει:



Σχήμα 23 Οθόνη μέλους «Weather Forecast» (mockup).

Οθόνη διαχειριστή

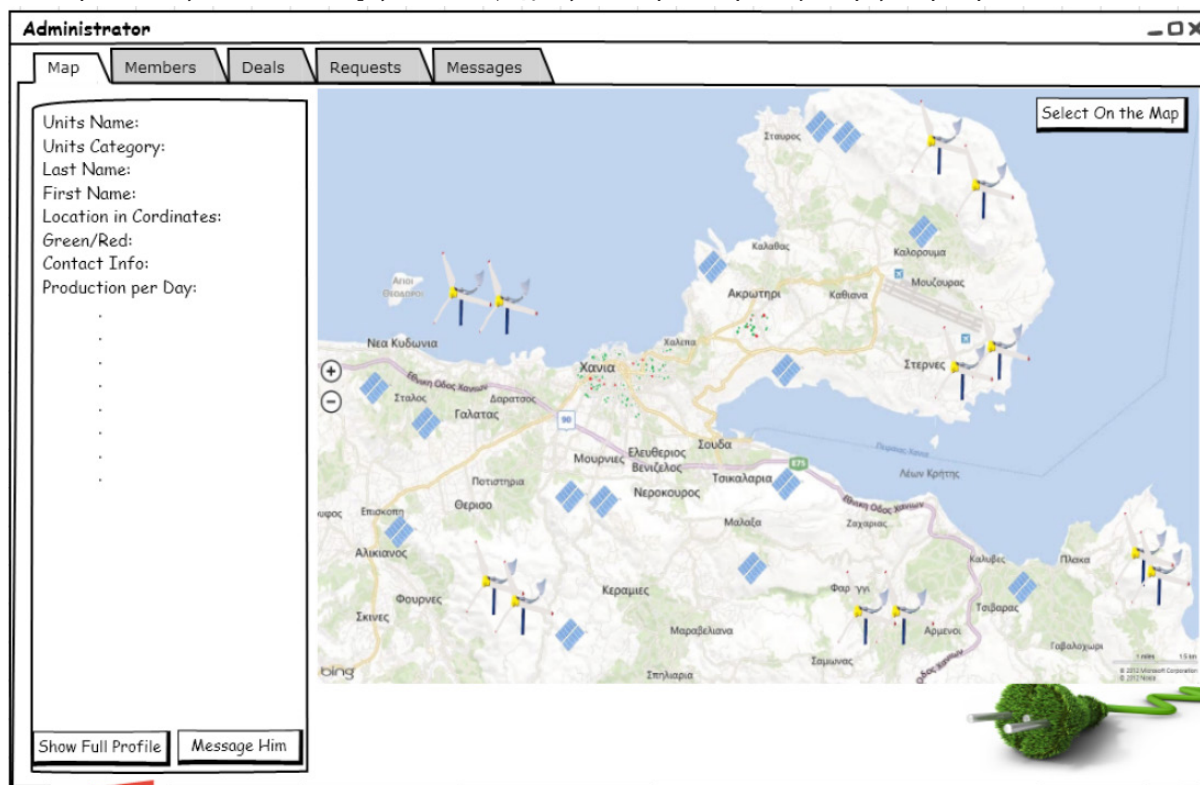
Άλλη μια λειτουργικότητα την οποία αφήσαμε για μελλοντική δουλειά, είναι να μπορεί ο διαχειριστής να βλέπει πάνω στον χάρτη όλες τις μονάδες του VPP. Όπως θα δούμε παρακάτω από screenshot που παραθέτουμε, πηγαίνοντας στην προκειμένη καρτέλα στο interface που σχεδιάσαμε, ο διαχειριστής παίρνει ένα μήνυμα το οποίο απλά τον ενημερώνει πως η συγκεκριμένη λειτουργία είναι υπό κατασκευή:



Εικόνα 45 Οθόνη διαχειριστή«Map» (screenshot).

Ωστόσο και για την συγκεκριμένη λειτουργία που την έχουμε αφήσει για μελλοντική δουλειά, έχουμε επίσης να κάνουμε κάποια πρόταση σχετικά με το πώς μπορεί να μοιάζει η σχεδιάσή της.

Έτσι παραθέτουμε ένα mockup με το πώς έχουμε σκεφτεί την συγκεκριμένη καρτέλα:



Σχήμα 24 Οθόνη διαχειριστή «Map» (mockup).

Μελλοντική δουλειά στον τομέα των ψηφοφοριών

Στο μέλλον θα μπορούσαν να ενταχθούν ψηφοφορίες και σε άλλες λειτουργικότητες του interface, όπως για παράδειγμα για την αποβολή κάποιου μέλους από το VPP, ή για την εισαγωγή και διαγραφή κάποιας μονάδας από αυτό. Επίσης θα μπορούσαν να ενταχθούν και άλλα είδη ψηφοφοριών περαν της βεβαρυμένης ψήφου και της απλής αναλογικής, ώστε ο διαχειριστής να έχει περισσότερες επιλογές στην διάθεση του.

Μελλοντική δουλειά στον τομέα της ανάπτυξης του interface

Ως μελλοντική δουλειά σε αυτό τον τομέα θα μπορούσε να περιγραφεί η διαδικασία βελτιστοποίησης της βάσης δεδομένων μας με κατάλληλες τεχνικές ώστε ενδεχομένως να γίνει πιο γρήγορη, όπως επίσης βελτιστοποίηση των τεχνικών ανάπτυξης του interface και των γραφικών μας.

Κάποιες ακόμα σκέψεις

Επιπλέον, ως μελλοντική δουλειά, θα μπορούσε να εισαχθεί στο υπάρχον interface η δυνατότητα στα μέλη του VPP να μπορούν να παίρνουν και προγνώσεις παραγωγής των μονάδων τους, ή ακόμα να μπορούν να πάρουν στοιχεία για κάποια μελλοντική επένδυση που σκέφτονται να κάνουν. Αυτό θα μπορούσε να επιτευχθεί με την σύνδεση και χρησιμοποίηση του εργαλείου που έχει φτιάξει ο Θάνος Παναγόπουλος [1], το οποίο μπορεί και κάνει τέτοιου είδους προβλέψεις και μπορεί να προσφέρει τέτοιου είδους υπηρεσίες.

Για τις παραπάνω ιδέες ωστόσο, έχουμε και μια προτεινόμενη σχεδίαση να παραθέσουμε μέσα από κάποιο mockup:

Future Investment

Future Investment?Get a production estimation for your Unit!

Type Of Unit:

☐ Solar Energy
☐ Wind Unit
☐ Tidal Energy
☐ Wave Energy

Mounting position:

☐ Free-standing
☐ Building Integrated

PV technology:

☐ Crystalline Silicon
☐ CIS
☐ CdTe
☐ Unknown/Other

Estimated system losses [0;100]:

%

Slope [0;90]:

°

Azimuth [-180;180]:

°

Installed peak PV power:

kWp

Place of the New Invesment: N:

E:

Get Your Estimation!

Yearly Production: KWh

Jenuary's Production: KWh

February's Production: KWh

March's Production: KWh

April's Production: KWh

May's Production: KWh

June's Production: KWh

Julie's Production: KWh

August's Production: KWh

September's Production: KWh

October's Production: KWh

November's Production: KWh

December's Production: KWh

Tool to select on Map

Σχήμα 25 Οθόνη πρόβλεψης παραγωγής (mockup).

Βιβλιογραφία

1. "Predicting the Power Output of Distributed Renewable Energy Resources within a Broad Geographical Region", Athanasios Aris Panagopoulos, Georgios Chalkiadakis, Aftichios Koutroulis. In, ECAI-2012/ PAIS-2012: 20th European Conference on Artificial Intelligence, Prestigious Applications of Intelligent Systems Track, Montpellier, FR, 27 - 31 Aug 2012.
2. "An agent-Based Architecture for the Conduction Of Voting", Georgios Ch. Chalkiadakis (Μεταπτυχιακή εργασία, Πανεπιστήμιο Κρήτης)
3. "Cooperatives for Demand Side Management", Remachandra Kota, Georgios Chalkiadakis, Valentin Rodu, Alex Rogers, Nicholas R. Jennings. In, The Seventh Conference on Prestigious Applications of Intelligent Systems (PAIS @ ECAI), Montpellier, France, 29 - 30 Aug 2012.
4. "Cooperative Virtual Power Plants Formation Using Scoring Rules", Valentin Rodu, Ramachandra Kota, Georgios Chalkiadakis, Alex Rogers, Nicholas R. Jennings. In, AAI-12: Twenty-Sixth Conference on Artificial Intelligence 22 - 26 Jul 2012.
5. "Beyond Energy Monitors: Interaction, Energy, and Emerging Energy Systems", James Pierce, Eric Paulos. Published in CHI '12 Proceeding of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems.
6. "Agent Cooperatives for Effective Power Consumption Shifting", Charilaos Akasiadis and Georgios Chalkiadakis. Published in Twenty-Seventh Conference on Artificial Intelligence, 2013.
7. "Microgrids, Virtual Power Plants and Our Distributed Energy Future", Peter Asmus. In The Electricity Journal, Volume 23, Issue 10, December 2010, Pages 72-82.
8. "Putting the "Smarts" into the Smart Grid: A Grand Challenge for Artificial Intelligence", Sarvapali D. Ramchurn, Perukrishnen Vytelingum, Alex Rogers, Nicholas R. Jennings. Published in magazine Communications of the ACM, Vol. 55 No. 4, Pages 86-97.
9. "The Dubuque Electricity Portal: Evaluation of a City Scale Residential Electricity Consumption Feedback System", Thomas Erickson, Ming Li, Younghum Kim, Ajay Deshpande, Samdit Sahu, Tian Chao, Piyawadee Sukaviriya, Milind Naphade. Published in CHI '13 Proceeding of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pages 1203-1212.
10. "At home with Agents: Exploring Attitudes Towards Future Smart Energy Infrastructures", Tom A. Rodden, Joel E. Fischer, Nadia Pantidi, Khaled Bachour and Stuart Moran. Published in CHI '13 Proceeding of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pages 1173-1182.
11. "Smart Grid – The New and Improved Power Grid: A Survey", Xi Fang, Student Member, IEEE, Satyajayant Mistral, Member, IEEE, Guoliang Xue, Fellow, IEEE, and Dejum Yand, Student Member, IEEE. Published in Communications Surveys & Tutorials, IEEE (Volume: 14, Issue: 4), Pages 944-980, 09 December 2011.
12. "Petkov, Petromil, Köbler, Felix, Foth, Marcus, Medland, Richard C., & Krcmar, Helmut (2011) Engaging energy saving through motivation-specific social comparison." In Proceedings of the 29th International Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI), ACM SIGCHI, Vancouver Convention Centre, Vancouver, BC, pp. 1945-1950.
13. "Coalition Structures in Weighted Voting Games", Elkind, Edith, Chalkiadakis, Georgios and Jennings, Nick (2008) Coalition Structures in Weighted Voting Games. In, Proc. 18th European Conf on AI (ECAI), Patras, Greece, 393-397.

Παραπομπές σε Ηλεκτρονικές Διευθύνσεις

14. <http://blog.teamtreehouse.com/10-user-interface-design-fundamentals>
15. <https://developer.gnome.org/hig-book/stable/>
16. <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/geocoding>
17. <http://www.mysql.com/>
18. <http://mockupbuilder.com/>
19. http://www.ebooks4greeks.gr/downloads/Pliroforiki/Glosses.program./Java_Downloaded_from_eBooks4Greeks.gr.pdf
20. <http://www.oracle.com/technetwork/java/index.html>
21. http://www.tutorialspoint.com/uml/uml_use_case_diagram.htm
22. <http://www.ibm.com/developerworks/rational/library/content/RationalEdge/sep04/bell/>
23. <https://today.java.net/pub/a/today/2007/10/30/building-maps-into-swing-app-with-jx-mapviewer.html>
24. <http://www.mysql.com/products/workbench/>
25. <http://premium.wpmudev.org/forums/topic/mysql-phpmyadmin-starfield-technologies-inc>
26. <https://www.eclipse.org/>
27. <http://www.jfree.org/jfreechart/>
28. <https://java.com/en/download/index.jsp>
29. https://dl.dropboxusercontent.com/u/86778342/Thesis_Runnable_on.jar