Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο
Πολυτεχνική Σχολή
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών

Τεχνο-οικονομική ανάλυση δυνατοτήτων διαμοιρασμού ενέργειας στο πλαίσιο Ενεργειακής Κοινότητας με αξιοποίηση Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

Διπλωματική Εργασία

Ευαγγελία Α. Μανουρά

Επιβλέπων: Γεώργιος Μ. Σταυρακάκης

Επίκουρος Καθηγητής ΕΛ.ΜΕ.ΠΑ

Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η τεχνο-οικονομική ανάλυση των δυνατοτήτων συμψηφισμού ενέργειας στο πλαίσιο λειτουργίας Ενεργειακών Κοινοτήτων (Ε.Κοιν.) με αξιοποίηση ηλεκτροπαραγωγής από φωτοβολταϊκά (Φ/Β) συστήματα. Σκοπός της εργασίας είναι η διερεύνηση εναλλακτικών μοντέλων ενεργειακού συμψηφισμού και η σύγκριση μεταξύ τους, με έμφαση στη διαμόρφωση ενός βέλτιστου σχήματος που να εξασφαλίζει ταυτόχρονα τη βιωσιμότητα της επένδυσης για την Κοινότητα Ανανεώσιμης Ενέργειας (Κ.Α.Ε.) και την κοινωνική συνεισφορά μέσω της υποστήριξης ευάλωτων και ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών.

Στο πρώτο μέρος, γίνεται ανασκόπηση του θεσμικού πλαισίου που διέπει τη λειτουργία των ενεργειακών κοινοτήτων στην Ελλάδα και προωθεί την αποκεντρωμένη παραγωγή ενέργειας και τη συμμετοχή των πολιτών μέσω συνεργατικών σχημάτων. Παράλληλα, παρουσιάζεται το φαινόμενο της ενεργειακής ένδειας και οι πολιτικές αντιμετώπισής του σε εθνικό επίπεδο, με αναφορά στο υφιστάμενο ρυθμιστικό πλαίσιο για τον ορισμό και την υποστήριξη ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών .

Ακολουθεί η ανάπτυξη μεθοδολογικής προσέγγισης για τη δημιουργία μηχανισμού εντοπισμού και ιεράρχησης δυνητικά ωφελούμενων νοικοκυριών, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί από μία Κ.Α.Ε. για τον δίκαιο και διαφανή καθορισμό των δικαιούχων ενεργειακής στήριξης.

Στο κύριο μέρος της εργασίας πραγματοποιείται τεχνοοικονομική ανάλυση τεσσάρων εναλλακτικών προτάσεων Φ/Β έργων, η οποία σχεδιάστηκε έχοντας ως πεδίο έρευνας την Κ.Α.Ε. του Δήμου Ανωγείων. Οι προτάσεις περιλαμβάνουν διαφορετικούς συνδυασμούς εγκαταστάσεων (Φ/Β πάρκο ή συνδυασμό πάρκου και στεγών) και διαφορετικά ποσοστά διάθεσης της παραγόμενης ενέργειας στα ευάλωτα νοικοκυριά μέσω του μηχανισμού εικονικού ταυτοχρονισμένου ενεργειακού συμψηφισμού (virtual net-billing).

Τέλος, πραγματοποιείται σύγκριση των αποτελεσμάτων της τεχνοοικονομικής ανάλυσης σε σχέση με το στρατηγικό στόχο της Κ.Α.Ε, με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τη βιωσιμότητα κάθε πρότασης και τον προσδιορισμό της βέλτιστης λύσης, τόσο για την Κοινότητα Ανανεώσιμης Ενέργειας όσο και για τα ωφελούμενα νοικοκυριά, στη βάση οικονομικών, ενεργειακών και κοινωνικών κριτηρίων.

Abstract

The present thesis focuses on the techno-economic analysis of energy offsetting potentials within the framework of Energy Communities (E.Com.), through the utilization of electricity generation from photovoltaic (PV) systems. The main objective of this study is to investigate and compare alternative energy offsetting models, aiming to develop an optimal scheme that ensures both the economic viability of the Renewable Energy Community (R.E.C.) investment and the social benefit achieved through the support of vulnerable and energy-poor households.

Initially, the thesis presents a review of the legislative framework governing the operation of energy communities in Greece, which promotes decentralized energy production and citizen participation through cooperative structures. In parallel, it examines the phenomenon of energy poverty and the national policies addressing it, with reference to the existing regulatory framework defining and supporting energy-poor households.

Subsequently, a methodological approach is developed for the creation of a mechanism to identify and prioritize potentially eligible households, which can be adopted by a Renewable Energy Community to ensure a fair and transparent allocation of energy support.

In the main part of the thesis, a techno-economic analysis of four alternative PV project proposals is carried out for the R.E.C. of the Municipality of Anogeia as the case study. The proposals include different combinations of installations (a PV park or a combination of park and rooftop systems) and different percentages of distributed energy allocated to vulnerable households through the virtual net-billing mechanism.

Finally, a comparative assessment of the techno-economic analysis results is conducted in relation to the strategic objective of the R.E.C, aiming to identify the optimal solution in terms of investment viability for the Renewable Energy Community and the maximum socio-economic benefit for the participating households, based on economic, energy, and social criteria.

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη 2
Abstract 3
Πίνακας περιεχομένων 4
Εισαγωγή 6
Κεφάλαιο 1: Το φαινόμενο της ενεργειακής ένδειας και οι πολιτικές αντιμετώπισης του σε εθνικό επίπεδο. 8
1.1 Ενεργειακή Κρίση 8
1.2 Ανάλυση των Δεικτών και Παραμέτρων της Ενεργειακής Φτώχειας. 10
1.3 Ενεργειακή Φτώχεια στην Ελλάδα. 11
1.4 Αναπτυξιακές πολιτικές για την καταπολέμηση της ενεργειακής ένδειας σε εθνικό επίπεδο. 12
1.6 Ενεργειακές Κοινότητες και Κοινότητες Ανανεώσιμης Ενέργειας: Θεσμικό πλαίσιο και λειτουργία 14
1.7 Συμψηφισμός Παραγόμενης και Καταναλισκόμενης Ενέργειας (Net-Metering) 15
1.7.1 Ενεργειακός Συμψηφισμός και Κ.Α.Ε 16
1.7.2 Εικονικός Ενεργειακός Συμψηφισμός – Virtual Net Metering 16
1.8 Από το Net Metering στο Net Billing 17
1.9 Το φαινόμενο του ταυτοχρονισμού στην αυτοπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας . 17
1.9.1 Ταυτοχρονισμένος Ενεργειακός Συμψηφισμός – Net Billing 18
1.9.2 Εικονικός Ταυτοχρονισμένος Ενεργειακός Συμψηφισμός – Virtual Net Billing 19
1.10 Διαδικασία Καταμέτρησης, Χρέωσης και Εκκαθάρισης στον Ταυτοχρονισμένο Ενεργειακό Συμψηφισμό 19
1.11 Net Metering vs Net Billing 20
Κεφάλαιο 2: Ανάπτυξη μηχανισμού εντοπισμού και ιεράρχησης ευάλωτων νοικοκυριών. 22
2.1 Εισαγωγή 22
2.1 Ανάπτυξη Εργαλείου Εντοπισμού Ευάλωτων Νοικοκυριών 22
2.2 Πρώτο Στάδιο: Φωτοβολταϊκός Σταθμός 23
2.3 Κριτήρια ευαλωτότητας 24
2.4 Δεύτερο Στάδιο: Πρώτη φάση επιλογής 25
2.5 Τρίτο Στάδιο: Ιεράρχηση ευάλωτων νοικοκυριών 26
2.6 Δικαιολογητικά τεκμηρίωσης κριτηρίων ευαλωτότητας των νοικοκυριά 29

2.7 Εφαρμογή του υπολογιστικού εργαλείου εντοπισμού. 29
Κεφάλαιο 3: Τεχνο-οικονομική ανάλυση και σύγκριση 4 Περιπτώσεων έργων για την στήριξη ευάλωτων πολιτών, από ΚΑΕ του Δήμου Ανωγείων 36
3.1 Εισαγωγή 36
3.2 Παραδοχές σχεδιασμού 37
3.3. Υποθετικές ρεαλιστικές περιπτώσεις έργων στην επικράτεια του Δήμου Ανωγείων. 43
3.3.1 Διαστασιολόγηση Φ/Β σταθμών. 43
3.3.2. Έργο Α: Φωτοβολταϊκό πάρκο σε γεωτεμάχιο περιοχή Λιμνοδεξαμενή. 43
3.3.3. Έργο Β: Φωτοβολταϊκό σύστημα επί δώματος και φωτοβολταϊκό πάρκο σε γεωτεμάχιο. 47
3.4. Θεσμικές και τεχνικές παράμετροι σχεδιασμού. 49
3.5.Υπό εξέταση περιπτώσεις διαμοιρασμού του ενεργειακού οφέλους. 50
3.6. Προϋπολογισμός έργων 52
3.7. Δείκτες παρακολούθησης και αξιολόγησης των Προτάσεων. 53
3.8. Έκθεση κόστους - οφέλους. 58
3.8.1 Κόστος όφελος του έργου για την Κ.Α.Ε. 58
3.8.1.1 Σενάρια ταυτοχρονισμού 59
3.8.1.2 Οικονομικοί δείκτες αξιολόγησης των Προτάσεων. 61
3.8.2 Οφέλη για τα νοικοκυριά 72
3.9 Συζήτηση αποτελεσμάτων 76
4. Συμπεράσματα 78
4.1 Προτάσεις και Συστάσεις για Μελλοντική Εργασία 79
5. Βιβλιογραφία 80
6. Παράρτημα 85
Π.1. Η εντολή στο ChatGPT 85
Π.2 Δεδομένα των ενεργειακών καταναλώσεων των παροχών των μελών της Κ.Α.Ε 87
Π.3 Υπολογιστικά φύλλα αποτελεσμάτων πριν και μετά την εφαρμογή του ταυτοχρονισμένου ενεργειακού συμψηφισμού των υπο εξέταση Περιπτώσεων. 88

Εισαγωγή

Η ενεργειακή ένδεια αποτελεί ένα ιδιαίτερα κρίσιμο κοινωνικό θέμα που συνδέεται άμεσα με τον τομέα της ενέργειας. Το θέμα της ενεργειακής ένδειας και των ευάλωτων καταναλωτών θίγεται σε αρκετές Ευρωπαϊκές Οδηγίες (π.χ. 2009/72/ΕΕ, 2009/73/ΕΕ), ενώ μνεία γίνεται και στην Ευρωπαϊκή Οδηγία 2018/844 (τροποποίηση της Οδηγίας 2010/31/ΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτηρίων και της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση) σύμφωνα με την οποία: «Θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η ανάγκη για άμβλυνση της ενεργειακής πενίας, σύμφωνα με τα κριτήρια που ορίζονται από τα κράτη μέλη. Κατά την περιγραφή των εθνικών τους δράσεων για περιορισμό της ενεργειακής πενίας στο πλαίσιο των στρατηγικών τους ανακαίνισης, τα κράτη μέλη έχουν το δικαίωμα να προσδιορίζουν τι εννοούν ως κατάλληλες δράσεις». [1][2]

Ως ενεργειακή ένδεια χαρακτηρίζεται ο αποκλεισμός ή η ανεπαρκής πρόσβαση των νοικοκυριών στην ενέργεια [3]. Εκδηλώνεται με όρους αδυναμίας του νοικοκυριού να ανταπεξέλθει στο κόστος ενέργειας για την κάλυψη βασικών αναγκών διαβίωσης, ειδικότερα για σκοπούς διασφάλισης συνθηκών θερμικής άνεσης (που εξυπηρετούνται από συστήματα ψύξης/θέρμανσης) εντός της κατοικίας. Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι περίπου το 55,7% των κατοικιών έχουν κατασκευαστεί πριν το 1980 (πριν την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης), άρα είναι θερμικά απροστάτευτες, και ένα 42,7% έχουν κατασκευαστεί την περίοδο από το 1980 (έτος έναρξης εφαρμογής του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων) έως το 2010 (1η εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ) δηλ. προβλέπεται μερική εφαρμογή θερμομόνωσης, γίνεται αντιληπτό ότι η πλειοψηφία του κτηριακού αποθέματος νοικοκυριών εμφανίζει υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις. [4]

Η κατάσταση της ενεργειακής ένδειας στην Ελλάδα καταγράφεται σε μελέτη του Ευρωπαϊκού Ινστιτούτου Απόδοσης Κτηρίων (Buildings Performance Institute Europe – BPIE, 2015) [5]. Σύμφωνα με την τελευταία, η Ελλάδα, μαζί με τη Βουλγαρία και την Κύπρο, κατατάσσεται στις χώρες στις οποίες η ενεργειακή φτώχεια αποτελεί μείζον πρόβλημα. Συγκεκριμένα, στη χώρα μας περίπου το 50% αδυνατεί να διατηρήσει την εσωτερική θερμοκρασία του χώρου του σε επαρκή επίπεδα, ενώ το 54% καθυστερεί στην αποπληρωμή οφειλών λογαριασμών ενέργειας. Τα ποσοστά αυτά είναι αρκετά υψηλότερα από τους μέσους όρους της Ευρώπης οι οποίοι είναι 10,8% και 10%, αντίστοιχα.

Με βάση τα παραπάνω, καθίσταται άμεσης προτεραιότητας η ανάπτυξη και υλοποίηση επιπρόσθετων μέτρων και πολιτικών για τη στήριξη των ευάλωτων νοικοκυριών στο πλαίσιο άμβλυνσης της ενεργειακής ένδειας. Προς αυτή την κατεύθυνση, η πολιτεία ήδη εφαρμόζει μέτρα στήριξης, προωθώντας τη δίκαιη μετάβαση προς μία οικονομία χαμηλών ανθρακικών εκπομπών.

Ένα από τα θεσμοθετημένα μέτρα στήριξης της πολιτείας για την αντιμετώπιση της παραπάνω κοινωνικής κρίσης, το οποίο απασχολεί και την παρούσα εργασία αποτελεί ο θεσμός των Κοινοτήτων Ανανεώσιμης Ενέργειας (Κ.Α.Ε.). Σύμφωνα με τον νόμο 5037/2023 «Η Κ.Α.Ε είναι αστικός συνεταιρισμός του ν. 1667/1986. Πρωταρχικός σκοπός της Κ.Α.Ε δεν είναι το οικονομικό κέρδος, αλλά η προσφορά στα μέλη της και στις τοπικές περιοχές δραστηριοποίησής της, περιβαλλοντικού, οικονομικού και κοινωνικού οφέλους.» . Μέσω του θεσμού αυτού δίνεται η δυνατότητα και παρέχεται μια τεράστια δυναμική σε τοπικές κοινωνίες, ιδιώτες-πολίτες, Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης (Ο.Τ.Α.), καθώς και σε άλλα νομικά πρόσωπα να αναπτύξουν

επενδυτικά εγχειρήματα σε πολιτικούς, κοινωνικούς , οικονομικούς τομείς με στόχο την αποκόμιση οφελών, την μείωση του ενεργειακού κόστους κλπ. [6]

Με τον νόμο 5037/2023 υιοθετείται ένα ευνοϊκό πλαίσιο ανάπτυξης σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) από τις τοπικές κοινωνίες, καθιστώντας έτσι τις ίδιες ενεργό μέρος στην προώθηση των Α.Π.Ε στην Ελλάδα στο πλαίσιο επίτευξης του στόχου για συμμετοχή Α.Π.Ε στο ενεργειακό ισοζύγιο σε ποσοστό 27% της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας έως το 2030 με βάση την Οδηγία (ΕΕ) 2018/2001, με υψηλή προστιθέμενη αξία και με το βέλτιστο τρόπο σε επίπεδο κόστους-οφέλους για την κοινωνία. [6] [2]

Ένα πολύ σημαντικό εργαλείο για την Κ.Α.Ε αποτελεί, το virtual sharing καθώς επιτρέπεται ο συμψηφισμός της ενέργειας στα μέλη ή σε ευάλωτους πολίτες (λαμβάνοντας υπόψη κοινωνικοοικονομικά κριτήρια) ανεξαρτήτων μεριδίων που κατέχουν στην Κ.Α.Ε. Έτσι παρέχεται η δυνατότητα σε κάθε Δήμο που συμμετέχει στη Κ.Α.Ε να διαθέτει μέρος ή σύνολο της ενέργειας που θα παράγεται από τον σταθμό ΑΠΕ της Κ.Α.Ε για τον συμψηφισμό ενέργειας των ευάλωτων πολιτών του, με αποτέλεσμα την μείωση του κόστους ενέργειας σε αυτούς.

Στην Ελλάδα εφαρμόζονται κατά καιρούς προγράμματα οικονομικής ενίσχυσης και δράσεις χρηματοδότησης που στηρίζουν τις Κοινότητες Ανανεώσιμής Ενέργειας, ενώ παράλληλα ακόμα και σήμερα τρέχουν ενεργά σχήματα, τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν για την υλοποίηση έργων ΑΠΕ, αυτοπαραγωγής ή αποθήκευσης. Η συνεχής παρουσία μηχανισμών στήριξης δείχνει ότι το κράτος και οι ευρωπαϊκοί φορείς επιδιώκουν να ενθαρρύνουν τη συλλογική παραγωγή καθαρής ενέργειας. Έτσι, ουσιαστικά προσφέρονται κίνητρα τόσο για την δημιουργία μιας Κ.Α.Ε, όσο και για την ένταξη ενός δήμου ή άλλου φορέα σε υφιστάμενη ενεργειακή κοινότητα, με σκοπό την ενίσχυση της ενεργειακής αυτάρκειας και της κοινωνικής συμμετοχής στην ενεργειακή μετάβαση. [7]

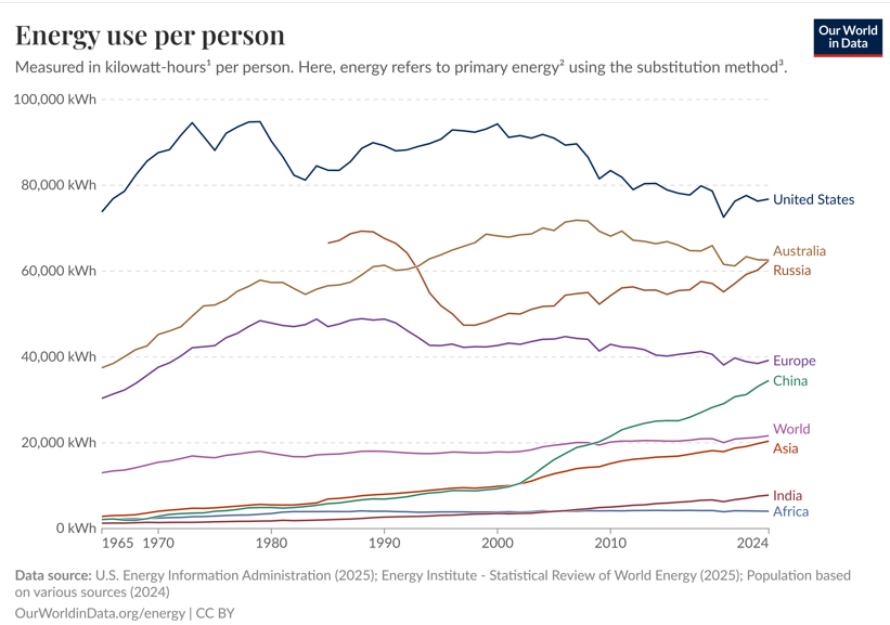
Στα πλαίσια της εργασίας πραγματοποιείται η διερεύνηση συγκεκριμένων προτάσεων για την δημιουργία μιας Κ.Α.Ε στο δήμο Ανωγείων με σκοπό την προώθηση της κοινωνικής και αλληλέγγυας οικονομίας και καινοτομίας στον ενεργειακό τομέα, την αντιμετώπιση της ενεργειακής ένδειας, την προαγωγή της ενεργειακής αειφορίας, την παραγωγή, αποθήκευση, ιδιοκατανάλωση, διανομή και προμήθεια ενέργειας, την ενίσχυση της ενεργειακής αυτάρκειας και ασφάλειας, καθώς και την βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας στην τελική χρήση σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο.

Κεφάλαιο 1: Το φαινόμενο της ενεργειακής ένδειας και οι πολιτικές αντιμετώπισης του σε εθνικό επίπεδο.

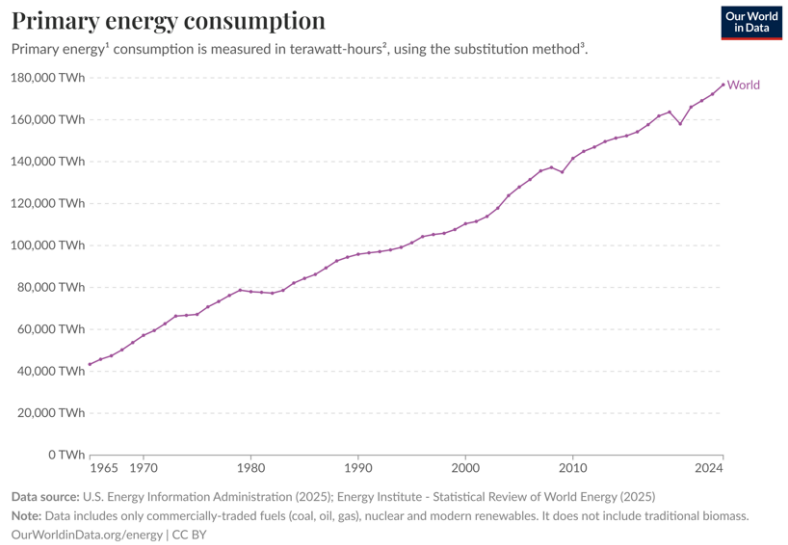
1.1 Ενεργειακή Κρίση

Με την εξέλιξη του χρόνου, η παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση έχει αυξηθεί δραματικά, καθώς η τεχνολογική πρόοδος και η συνεχής δημογραφική ανοδική πορεία απαιτούν ολοένα και περισσότερους ενεργειακούς πόρους. Η έντονη αυτή ανοδική πορεία ξεκινά ουσιαστικά από τον 20ο αιώνα, περίοδο κατά την οποία η βιομηχανική επανάσταση επέβαλε τη συστηματική χρήση ορυκτών καυσίμων ως κύριων πηγών ενέργειας. Έκτοτε, η συνολική κατανάλωση ενέργειας παρουσιάζει σταθερή αύξηση, κυρίως εξαιτίας της οικονομικής ανάπτυξης των αναδυόμενων οικονομιών και της εντεινόμενης ζήτησης για ηλεκτρισμό και μεταφορές.[8]

Η ανάλυση των παγκόσμιων δεδομένων, όπως αποτυπώνεται σε σχετικούς δείκτες και διαγράμματα (βλ. Εικόνα 1.1 και Εικόνα 1.2), καταδεικνύει ότι το φαινόμενο αυξανόμενης ενεργειακής κατανάλωσης δεν κατανέμεται ομοιόμορφα ανάμεσα στα κράτη. Αντίθετα, είναι αποτέλεσμα της υπερκατανάλωσης που παρατηρείται κυρίως στις ανεπτυγμένες χώρες. Οι ενεργειακές ανισότητες είναι ιδιαίτερα εμφανείς, με τις Ηνωμένες Πολιτείες να καταλαμβάνουν την πρώτη θέση στην κατά κεφαλήν κατανάλωση ενέργειας, ενώ η Αφρική παραμένει στην κατώτερη βαθμίδα του σχετικού πίνακα.

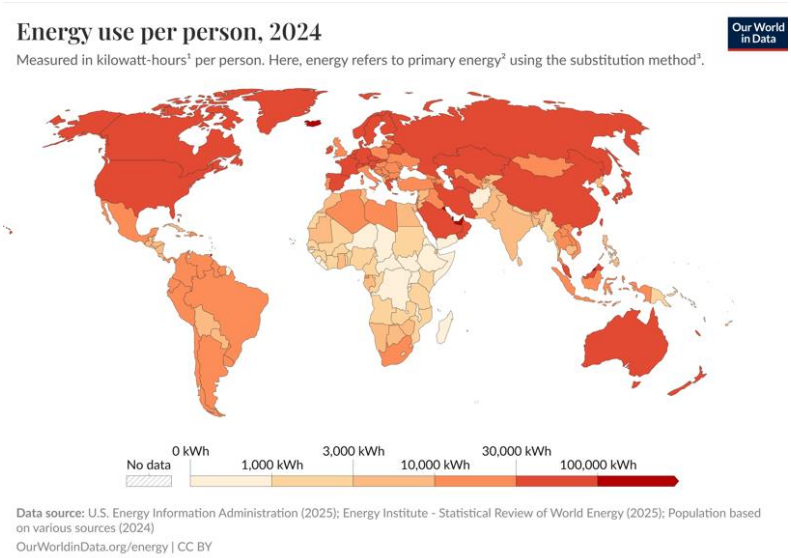


Εικόνα 1.1 Απεικόνιση παγκόσμιας ενεργειακής κατανάλωσης από το 1965-2024. Πηγή: https://ourworldindata.org/energy , τελευταία πρόσβαση Δεκέμβριος 2025.



Εικόνα 1.2 Απεικόνιση του φαινομένου της παγκόσμιας αυξανόμενης ενεργειακής κατανάλωσης 1965-2024. Πηγή: https://ourworldindata.org/energy , τελευταία πρόσβαση Ιανουάριος 2026.

Σύμφωνα με τον Διεθνή οργανισμό ενέργειας (IEA, 2022) περίπου 600 εκατομμύρια κάτοικοι της αφρικάνικής ηπείρου δεν διέθεταν πρόσβαση σε ηλεκτρική ενέργεια το 2020, ενώ παγκοσμίως ο αριθμός των ανθρώπων χωρίς ηλεκτροδότηση εκτιμάται σε 770 εκατομμύρια ή περίπου το 13% του παγκόσμιου πληθυσμού (IEA,2023). Σε πρόσφατη έρευνα, το έτος 2024 παρουσιάζεται μείωση του αριθμού αυτού , καθώς οι πολίτες που βρίσκονται κάτω από το όριο της φτώχειας ανέρχονται στους 730 εκατομμύρια. Επιπλέον, περίπου 2,5 δισεκατομμύρια άτομα εξακολουθούν να χρησιμοποιούν μορφές βιομάζας- όπως ξύλο, κάρβουνο, γεωργικά υπολείμματα και ζωική κοπριά- ως βασικές ενεργειακές πηγές. Περίπου 400 εκατομμύρια άνθρωποι βασίζονται κυρίως στον άνθρακα για θέρμανση και μαγείρεμα ,γεγονός που τους εκθέτει σε επιβλαβείς περιβαλλοντικούς ρύπους. [8] [9]

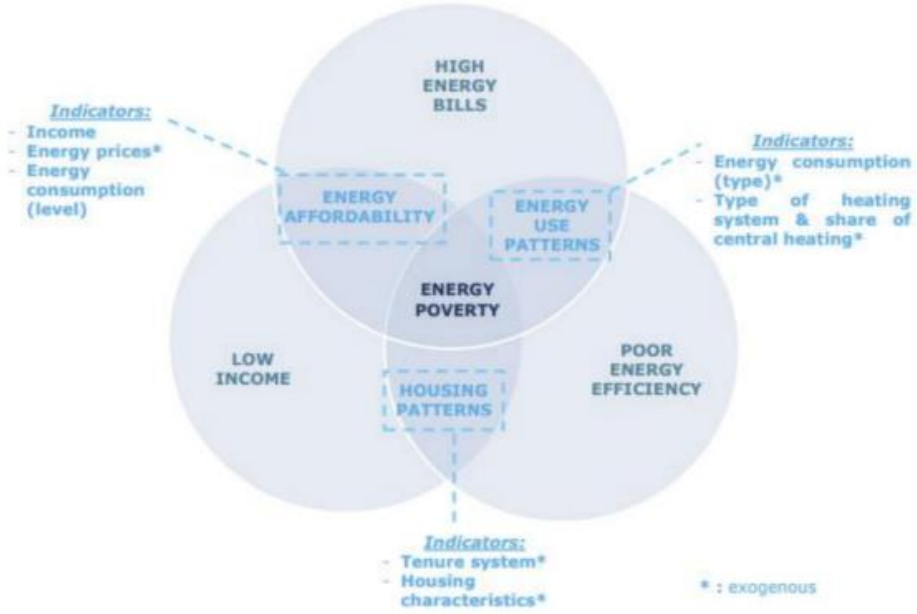


Εικόνα 1.3 Κατά κεφαλήν κατανάλωση ενέργειας ανά χώρα το 2024. Πηγή: https://ourworldindata.org/energy , τελευταία πρόσβαση Δεκέμβριος 2025

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, στοιχεία του Ευρωπαϊκού Παρατηρητηρίου Ενεργειακής φτώχειας (EPOV) δείχνουν ότι μεταξύ 50 και 125 εκατομμυρίων πολιτών της Ευρωπαϊκής Ένωσης βιώνουν συνθήκες ενεργειακής φτώχειας. Ο όρος «ενεργειακή φτώχεια» περιγράφει την αδυναμία ενός νοικοκυριού να εξασφαλίσει επαρκείς ενεργειακές υπηρεσίες σε οικονομικά βιώσιμο κόστος. Το φαινόμενο αυτό έχει τόσο χρονική όσο και χωρική διάσταση , καθώς οι συνθήκες που οδηγούν σε ενεργειακή ένδεια μπορούν να διαφοροποιούνται με την πάροδο του χρόνου ή μεταξύ διαφορετικών περιοχών. Τα τρία θεμελιώδη συστατικά της ενεργειακής φτώχειας είναι: [8][10]

- το χαμηλό εισόδημα των νοικοκυριών
- τα υψηλά ή αυξανόμενα ενεργειακά κόστη , και
- η ανεπαρκής ενεργειακή απόδοση των κτηριακών υποδομών.

Το φαινόμενο της ενεργειακής φτώχειας προκύπτει ακριβώς από συνδυασμένη αλληλεπίδραση αυτών των παραγόντων, η οποία απεικονίζεται στην Εικόνα 1.4.



Εικόνα 1.4 Παράγοντες Επιρροής της Ενεργειακής Φτώχειας και Δείκτες Παρακολούθησης (Πηγή: INSIGHT_E Observatory, 2015) [8]

1.2 Ανάλυση των Δεικτών και Παραμέτρων της Ενεργειακής Φτώχειας.

Υπάρχει ευρεία επιστημονική συναίνεση ότι η ενεργειακή φτώχεια αποτελεί ένα σύνθετο και πολυδιάστατο φαινόμενο, το οποίο δεν μπορεί να αποτυπωθεί επαρκώς μέσω ενός μοναδικού δείκτη. Ως εκ τούτου, έχει αναπτυχθεί ένα ευρύ φάσμα μεθοδολογικών προσεγγίσεων και δεικτών, οι οποίοι στηρίζονται σε έξι βασικούς παράγοντες ευαλωτότητας (vulnerability factors) (Joint Research Centre [JRC], 2021) [11] [12]:

- Πρόσβαση σε ενέργεια, δηλαδή η διαθεσιμότητα ενεργειακών πόρων και υποδομών.

- Οικονομική επάρκεια των νοικοκυριών για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών.
- Ενεργειακή αποδοτικότητα του οικήματος.
- Ενεργειακή συμπεριφορά των ενοίκων.
- Ενεργειακές ανάγκες και επιπτώσεις στην υγεία σε περιπτώσεις που αυτές παραμένουν ανικανοποίητες.
- Πολιτικές στήριξης που αποσκοπούν στη μείωση της ενεργειακής ανισότητας και στη στήριξη των ευάλωτων κοινωνικών ομάδων.

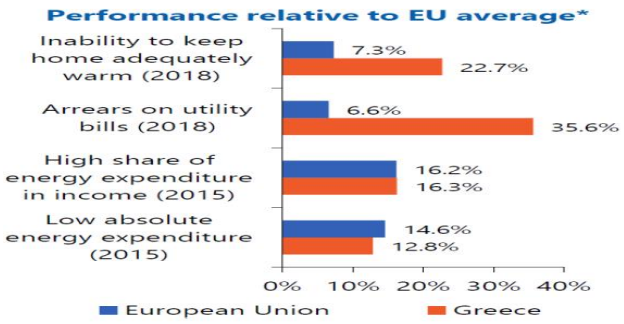
Οι ανωτέρω παράγοντες, σε συνδυασμό με τις αιτίες εμφάνισης της ενεργειακής φτώχειας, συγκροτούν ένα ενδεικτικό θεωρητικό πλαίσιο για την ένταξη και ερμηνεία των επιμέρους δεικτών μέτρησης (Thomson, Bouzarovski, & Snell, 2017). [11][13]

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, οι δείκτες που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της ενεργειακής φτώχειας βασίζονται σε διαφορετικά κριτήρια, όπως ο τρόπος μέτρησης, η διαθεσιμότητα των δεδομένων και το είδος του δείκτη (αντικειμενικός ή υποκειμενικός). Ο συνδυασμός ποσοτικών και ποιοτικών στοιχείων επιτρέπει τη δημιουργία μιας ολοκληρωμένης εικόνας, παρέχοντας τη δυνατότητα τόσο ποσοτικής όσο και ποιοτικής εκτίμησης του φαινομένου (Rademakers et al., 2016). [11][14]

1.3 Ενεργειακή Φτώχεια στην Ελλάδα.

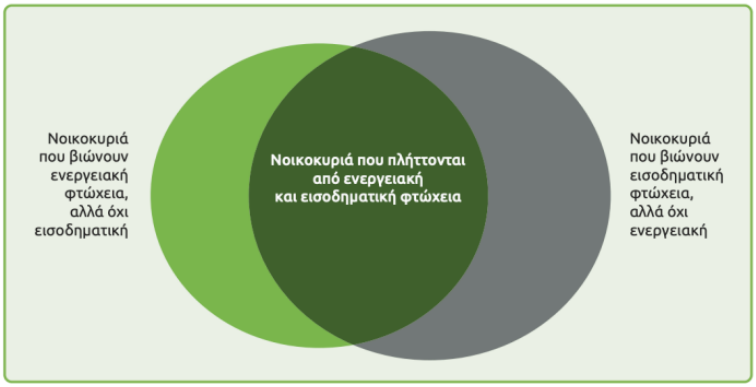
Στην Ελλάδα, ο όρος ενεργειακή φτώχεια χρησιμοποιείται για να περιγράψει την κατάσταση στην οποία ένα νοικοκυριό αδυνατεί να εξασφαλίσει την επαρκή πρόσβαση σε αξιόπιστες και οικονομικά προσιτές ενεργειακές υπηρεσίες, οι οποίες είναι απαραίτητες για τη θέρμανση, την ψύξη και τον ηλεκτρισμό. Στην πράξη, η ενεργειακή φτώχεια συνεπάγεται την ανικανότητα κάλυψης βασικών ενεργειακών αναγκών χωρίς να διαταράσσεται η οικονομική βιωσιμότητα του νοικοκυριού. [8]

Η Ελλάδα καταγράφει επιδόσεις κατώτερες του μέσου όρου της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε βασικούς δείκτες που σχετίζονται με την ενεργειακή φτώχεια του πληθυσμού. Σύμφωνα με στοιχεία του 2018, το 22,7% των πολιτών δήλωσε ότι δεν μπορούσε να διατηρήσει την κατοικία του σε επαρκές επίπεδο θέρμανσης, τη στιγμή που ο αντίστοιχος ευρωπαϊκός μέσος όρος δεν ξεπερνούσε το 7,3%. Την ίδια χρονιά, περίπου το 35,6% των νοικοκυριών ανέφερε αδυναμία έγκαιρης εξόφλησης λογαριασμών κοινής ωφέλειας, έναντι μόλις 6,6% κατά μέσο όρο στην Ε.Ε., γεγονός που αναδεικνύει την ένταση του φαινομένου στην ελληνική επικράτεια. [10][15]



Εικόνα 1.5 Επίδοση Ελλάδας συγκριτικά με το μέσο όρο της Ε.Ε. σε διάφορους δείκτες παρακολούθησης της ενεργειακής φτώχειας (Πηγή: EPOV ,2020) [10] [15]

Τέλος, είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι η ενεργειακή φτώχεια και η εισοδηματική φτώχεια αποτελούν συγγενείς, αλλά διακριτές έννοιες όπως φαίνεται στην Εικόνα 1.5. Παρότι τα νοικοκυριά με χαμηλό εισόδημα είναι πιο ευάλωτα σε συνθήκες ενεργειακής φτώχειας, η σχέση μεταξύ των δύο φαινομένων δεν είναι απολύτως ταυτόσημη. Ένα άτομο ή νοικοκυριό που θεωρείται οικονομικά φτωχό συχνά κατοικεί σε κτήρια χαμηλής ενεργειακής απόδοσης, γεγονός που αυξάνει τις ενεργειακές του ανάγκες και, κατά συνέπεια, το ποσοστό του εισοδήματός του που δαπανάται για ενέργεια. Ωστόσο, με δεδομένη τη συνεχή άνοδο του ενεργειακού κόστους τα τελευταία έτη, ακόμη και αυτά τα νοικοκυριά αναγκάζονται να περιορίσουν περαιτέρω την κατανάλωση ενέργειας, προκειμένου να καλύψουν άλλες βασικές βιοτικές ανάγκες. [8]



Εικόνα 1.5 Σχέση μεταξύ ενεργειακής και εισοδηματικής φτώχειας. Πηγή : Κοροβέση, Ίδρυμα Χάινριχ Μπελ, 2017 [8]

1.4 Αναπτυξιακές πολιτικές για την καταπολέμηση της ενεργειακής ένδειας σε εθνικό επίπεδο.

Η ευθύνη για την αντιμετώπιση του φαινομένου της ενεργειακής φτώχειας σε εθνικό επίπεδο έχει αναληφθεί από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ), το οποίο σχεδιάζει και εφαρμόζει πολιτικές με στόχο την καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας. Στο πλαίσιο αυτό, εκπονήθηκε το «Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Αντιμετώπιση της Ενεργειακής Πενίας», μέσω του οποίου εξετάστηκαν και αξιολογήθηκαν διαφορετικοί δείκτες προκειμένου να επιτευχθεί ένας πιο ακριβής και αποτελεσματικός προσδιορισμός της έννοιας της ενεργειακής φτώχειας (ΥΠΕΝ,2021). [16]

Παράλληλα, το ΚΑΠΕ έχει προχωρήσει στη δημιουργία του Παρατηρητηρίου Ενεργειακής Φτώχειας, το οποίο λειτουργεί ως εργαλείο συστηματικής παρακολούθησης των σχετικών δεικτών στη χώρα. Ο ρόλος του Παρατηρητηρίου είναι να εντοπίζει και να ποσοτικοποιεί τα επίπεδα ενεργειακής φτώχειας, να παρακολουθεί την εξέλιξή τους διαχρονικά, καθώς και να υποστηρίζει τη διαμόρφωση στοχευμένων πολιτικών παρεμβάσεων (ΥΠΕΝ, 2021). [16]

1.5 Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Αντιμετώπιση της Ενεργειακής Πενίας και ο ρόλος των Κοινοτήτων Ανανεώσιμής Ενέργειας.

Η ενεργειακή ένδεια συνιστά ένα σύνθετο κοινωνικοοικονομικό και περιβαλλοντικό ζήτημα, το οποίο αφορά την αδυναμία των νοικοκυριών να εξασφαλίσουν επαρκείς ενεργειακές υπηρεσίες σε προσιτό κόστος. Το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την

Καταπολέμηση της Ενεργειακής Φτώχειας (ΥΠΕΝ/ΓΔΕ/89335/5599/27.9.2021) αναγνωρίζει την πολυδιάστατη φύση του φαινομένου και προτείνει ένα ολιστικό πλαίσιο αναπτυξιακών πολιτικών που εστιάζουν στην κοινωνική δικαιοσύνη, την ενεργειακή αποδοτικότητα και την ενεργό συμμετοχή των πολιτών στην ενεργειακή μετάβαση. [16]

Στρατηγικός στόχος του σχεδίου είναι η μείωση της ενεργειακής ανισότητας μέσω παρεμβάσεων που ενισχύουν τη βιώσιμη ανάπτυξη και την ενεργειακή αυτονομία των νοικοκυριών. Κεντρικό ρόλο σε αυτή τη διαδικασία διαδραματίζουν οι Κοινότητες Ανανεώσιμης Ενέργειας (Κ.Α.Ε.), οι οποίες αποτελούν μοντέλα συλλογικής παραγωγής, διαχείρισης και κατανάλωσης καθαρής ενέργειας. Πρόκειται για έναν μηχανισμό κοινωνικής οικονομίας που ενισχύει την ενεργειακή δημοκρατία, επιτρέποντας στους πολίτες, τους δήμους και τις τοπικές επιχειρήσεις να συμμετέχουν απευθείας στην ενεργειακή αγορά (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2022). [17]

Οι πολιτικές του ΥΠΕΝ (2021) στοχεύουν στη στήριξη των ευάλωτων νοικοκυριών μέσω της ενεργού συμμετοχής τους σε σχήματα ενεργειακών κοινοτήτων, αξιοποιώντας το θεσμικό εργαλείο εικονικού συμψηφισμού ενέργειας (virtual sharing). Μέσω αυτής της προσέγγισης, τα νοικοκυριά χαμηλού εισοδήματος μπορούν να επωφεληθούν από την κοινή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά ή μικρά αιολικά πάρκα, λαμβάνοντας δωρεάν ή μειωμένου κόστους ενέργεια ακόμα και χωρίς να αποτελούν μέλη της Κοινότητας. Παράλληλα, ενισχύεται η τοπική αναπτυξιακή δυναμική, καθώς οι ενεργειακές κοινότητες δημιουργούν νέες θέσεις εργασίας, προάγουν την κοινωνική συνοχή και ενισχύουν την οικονομική ανθεκτικότητα των μικρών δήμων και περιφερειών. [16]

Το εθνικό πλαίσιο πολιτικής προβλέπει επιπλέον ότι η δημιουργία και λειτουργία ενεργειακών κοινοτήτων θα υποστηριχθεί μέσω χρηματοδοτικών εργαλείων όπως το ΕΣΠΑ 2021–2027, το Ταμείο Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας, καθώς και ευρωπαϊκά προγράμματα πράσινης μετάβασης (ΥΠΕΝ, 2021 ·, ΕΝΡΟR, 2023). Οι πόροι αυτοί κατευθύνονται τόσο σε επενδύσεις ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όσο και σε παρεμβάσεις βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης σε κατοικίες ευάλωτων πολιτών. [16], [18]

Παράλληλα, προωθούνται δράσεις ενημέρωσης και εκπαίδευσης, με σκοπό την ενδυνάμωση των πολιτών ώστε να συμμετέχουν ενεργά στις ενεργειακές διαδικασίες, να κατανοούν τον ρόλο των κοινοτήτων ΑΠΕ και να αναπτύσσουν συλλογικές πρωτοβουλίες σε τοπικό επίπεδο. Η εκπαίδευση και η συμμετοχή θεωρούνται κρίσιμοι παράγοντες για τη διαμόρφωση μιας μακροπρόθεσμης κουλτούρας ενεργειακής υπευθυνότητας και κοινωνικής καινοτομίας. [19]

Συνολικά, οι αναπτυξιακές πολιτικές του Εθνικού Σχεδίου καταδεικνύουν ότι η καταπολέμηση της ενεργειακής ένδειας δεν περιορίζεται σε μέτρα άμεσης επιδότησης, αλλά απαιτεί διαρθρωτικές αλλαγές στο ενεργειακό μοντέλο και στην κοινωνική οργάνωση της παραγωγής ενέργειας. Οι Κοινότητες Ανανεώσιμης Ενέργειας αποτελούν, συνεπώς, πυλώνα της δίκαιης ενεργειακής μετάβασης, συνδυάζοντας περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά οφέλη με στόχο τη δημιουργία ενός ανθεκτικού και συμπεριληπτικού ενεργειακού συστήματος σε εθνικό επίπεδο.

1.6 Ενεργειακές Κοινότητες και Κοινότητες Ανανεώσιμης Ενέργειας: Θεσμικό πλαίσιο και λειτουργία

Οι Ενεργειακές Κοινότητες (Ε.Κοιν.) αποτελούν συνεταιρισμούς αστικού τύπου ειδικού σκοπού, οι οποίοι δίνουν τη δυνατότητα σε πολίτες και νομικά πρόσωπα να συμμετέχουν ενεργά στην παραγωγή, διαχείριση και κατανάλωση ενέργειας από καθαρές και βιώσιμες πηγές. Η θεσμοθέτηση του θεσμού πραγματοποιήθηκε μέσω του Νόμου 4513/2018 (ΦΕΚ 9/Α'/23.1.2018), ο οποίος καθόρισε τους όρους σύστασης και λειτουργίας των ενεργειακών κοινοτήτων στην Ελλάδα. Το πλαίσιο εξειδικεύτηκε με τις Υπουργικές Αποφάσεις ΥΠΕΝ/ΔΑΠΕΕΚ/15084/382(ΦΕΚ 759/Β'/ 5.3.2019) και ΥΠΕΝ/ΔΑΠΕΕΚ/121503/5016 (ΦΕΚ 6287/Β'/29.12.2021) και επικαιροποιήθηκε περαιτέρω με τον Νόμο 5037/2023 (ΦΕΚ 78/Α'/28.3.2023), ο οποίος εισάγει για πρώτη φορά τη διακριτή έννοια των Κοινοτήτων Ανανεώσιμης Ενέργειας (Κ.Α.Ε.). [20] [21] [22] [23]

Ο νέος αυτός νόμος ευθυγραμμίζεται με τις Οδηγίες (ΕΕ) 2018/2001 για την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και (ΕΕ) 2019/944 σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας (European Union, 2018, 2019). Κύριος στόχος του επικαιροποιημένου πλαισίου είναι η ενίσχυση της ενεργειακής δημοκρατίας, δηλαδή η ενεργός συμμετοχή των πολιτών, της τοπικής αυτοδιοίκησης και των μικρομεσαίων επιχειρήσεων στη διαδικασία παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας (ΥΠΕΝ, 2023). Με τον τρόπο αυτό, η ενέργεια παύει να αποτελεί αποκλειστικό πεδίο δράσης λίγων μεγάλων ιδιωτικών φορέων και μετατρέπεται σε κοινωνικό αγαθό συλλογικής διαχείρισης, το οποίο συμβάλλει στην τοπική ανάπτυξη και στην αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας. [24], [25], [26]

Ο βασικός σκοπός μιας Ενεργειακής Κοινότητας δεν είναι η επίτευξη επιχειρηματικού κέρδους, αλλά η δημιουργία περιβαλλοντικού, κοινωνικού και οικονομικού οφέλους για τα μέλη της και για τις τοπικές κοινωνίες όπου δραστηριοποιείται (Νόμος 4513/2018). Μεταξύ των δραστηριοτήτων που μπορεί να αναπτύξει συγκαταλέγονται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από σταθμούς Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) ή Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ). Η παραγόμενη ενέργεια μπορεί να συμψηφίζεται με την καταναλισκόμενη από τα μέλη, αλλά και να καλύπτει τις ανάγκες ευάλωτων καταναλωτών ή πολιτών που διαβιούν κάτω από το όριο φτώχειας, ακόμη και αν δεν συμμετέχουν ως μέλη της κοινότητας (ΥΠΕΝ/ΔΑΠΕΕΚ/121503/5016, 2021). [20] [22]

Ο συμψηφισμός πραγματοποιείται εικονικά (virtual sharing), γεγονός που σημαίνει ότι η εγκατάσταση παραγωγής δε συνδέεται άμεσα με τις καταναλωτικές παροχές των μελών (ΥΠΕΝ/ΔΑΠΕΕΚ/15084/382, 2019). Αντιθέτως, η συνολική ποσότητα ενέργειας που παράγεται διοχετεύεται εξ ολοκλήρου στο δίκτυο, και ο συμψηφισμός πραγματοποιείται λογιστικά σε μεταγενέστερο χρόνο. Έτσι, οι σταθμοί παραγωγής των κοινοτήτων θεωρούνται ανεξάρτητες ενεργειακές εγκαταστάσεις, με σύνδεση μέσω νέας παροχής στο δίκτυο διανομής. [21]

Η σύσταση μιας Ενεργειακής Κοινότητας απαιτεί τουλάχιστον πέντε (5) μέλη, ενώ για τη δημιουργία μιας Κοινότητας Ανανεώσιμης Ενέργειας ο ελάχιστος αριθμός μελών είναι τριάντα (30) (Νόμος 5037/2023). Τα μέλη μπορούν να είναι φυσικά πρόσωπα, οργανισμοί τοπικής αυτοδιοίκησης πρώτου και δεύτερου βαθμού, επιχειρήσεις που ανήκουν σε ΟΤΑ, μικρομεσαίες επιχειρήσεις, αγροτικοί ή αστικοί συνεταιρισμοί, καθώς και νομικά πρόσωπα δημοσίου ή ιδιωτικού δικαίου, ανεξαρτήτως κερδοσκοπικού χαρακτήρα. [23]

Η διοικητική δομή κάθε κοινότητας περιλαμβάνει τουλάχιστον δύο όργανα: τη Γενική Συνέλευση, που αποτελείται από όλα τα μέλη και αποτελεί το ανώτατο αποφασιστικό όργανο, και το Διοικητικό Συμβούλιο, που απαρτίζεται από τρία (3) τουλάχιστον μέλη τα οποία εκλέγονται από τη Γενική Συνέλευση (ΥΠΕΝ, 2023). [26]

Δεν υφίσταται ανώτατο επιτρεπτό όριο εγκατεστημένης ισχύος για τις Ενεργειακές Κοινότητες· το όριο προσδιορίζεται στο 100% του αθροίσματος της συμφωνημένης ισχύος των καταναλώσεων που πρόκειται να καλυφθούν μέσω συμψηφισμού. Οι σταθμοί παραγωγής μπορούν να εγκαθίστανται σε οποιαδήποτε διοικητική περιφέρεια της χώρας, ανεξάρτητα από τη θέση των εγκαταστάσεων κατανάλωσης ή της έδρας της κοινότητας. Εντούτοις, απαιτείται τουλάχιστον το 50% + 1 των μελών να έχουν τοπική σύνδεση ή δραστηριότητα στην περιοχή όπου λειτουργεί ο σταθμός παραγωγής, ώστε να διατηρείται ο τοπικός χαρακτήρας και η κοινωνική υπόσταση της κοινότητας (Νόμος 5037/2023). [23]

Συνοψίζοντας, το μοντέλο των Ενεργειακών Κοινοτήτων και ΚΑΕ στηρίζεται στην αρχή του εικονικού συμψηφισμού ενέργειας , κατά τον οποίο η παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ, ΣΗΘΥΑ ή υβριδικούς σταθμούς διοχετεύεται πλήρως στο δίκτυο και λογιστικά συμψηφίζεται με την κατανάλωση των μελών. Η θεμελιώδης διαφορά με το σύστημα net metering των αυτοπαραγωγών έγκειται στο ότι στις κοινότητες η παραγωγή και η κατανάλωση δεν συνδέονται κατ' ανάγκη σε κοινή εγκατάσταση, αλλά καταγράφονται και συμψηφίζονται κεντρικά από τον διαχειριστή του δικτύου. Με αυτόν τον τρόπο, οι Ενεργειακές Κοινότητες και ΚΑΕ αποτελούν καινοτόμες δομές συλλογικής διαχείρισης ενέργειας, συμβάλλοντας καθοριστικά στην ενεργειακή δημοκρατία, στη μετάβαση σε καθαρή ενέργεια και στη μείωση της ενεργειακής φτώχειας στην Ελλάδα.

1.7 Συμψηφισμός Παραγόμενης και Καταναλισκόμενης Ενέργειας (Net-Metering)

Σύμφωνα με τον οδηγό της HELAPCO για το net metering (2022), ο ενεργειακός συμψηφισμός, γνωστός ως net-metering, αποτελεί ένα από τα βασικά εργαλεία που προωθούν την αυτοπαραγωγή και ιδιοκατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.). Μέσω του μηχανισμού αυτού, ο καταναλωτής έχει τη δυνατότητα να παράγει μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτείται για τις ανάγκες του, μειώνοντας την εξάρτησή του από το δίκτυο και αξιοποιώντας τις καθαρές μορφές ενέργειας. Παράλληλα, το δίκτυο λειτουργεί ως έμμεσο «μέσο αποθήκευσης» της παραγόμενης πράσινης ενέργειας, επιτρέποντας τον συμψηφισμό με την ενέργεια που καταναλώνεται σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. [31]

Ο όρος "net" αποτυπώνει την ουσία του μηχανισμού, καθώς ο συμψηφισμός πραγματοποιείται επί της καθαρής διαφοράς μεταξύ της ενέργειας που καταναλώνεται και της ενέργειας που παράγεται από τον αυτοπαραγωγό σε μία καθορισμένη χρονική περίοδο τιμολόγησης.

Το θεσμικό πλαίσιο του ενεργειακού συμψηφισμού διαμορφώθηκε αρχικά με την Υπουργική Απόφαση ΑΠΕΗΛ/Α/Φ1/οικ.24461 (ΦΕΚ Β' 3583/31.12.2014), η οποία καθόρισε τους πρώτους όρους και προϋποθέσεις ανάπτυξης σταθμών αυτοπαραγωγής. Η ρύθμιση αυτή αντικαταστάθηκε στη συνέχεια από διαδοχικές Υπουργικές Αποφάσεις: ΑΠΕΗΛ/Α/Φ1/οικ.175067(ΦΕΚΒ'1547/5.5.2017), ΥΠΕΝ/ΔΑΠΕΕΚ/ 15084/382(ΦΕΚΒ'759/5.3.2019) καθώς και τις τροποποιήσεις ΥΠΕΝ/ΔΑΠΕΕΚ

/74999/3024 (ΦΕΚΒ'3971/30.8.2021) και ΥΠΕΝ/ΔΑΠΕΕΚ/121503/5016 (ΦΕΚ Β' 6287/29.12.2021).

Η βασική αρχή του ενεργειακού συμψηφισμού συνίσταται στην αντιστοίχιση της ενέργειας που εγχέεται στο δίκτυο από τον σταθμό παραγωγής με την ενέργεια που απορροφάται από την εγκατάσταση του αυτοπαραγωγού. Ο σταθμός μπορεί να τοποθετείται είτε στον ίδιο χώρο με την εγκατάσταση κατανάλωσης είτε σε όμορο οικόπεδο. Επιπλέον, βάσει του άρθρου 59 του Ν. 4843/2021 (ΦΕΚ Α' 193/1.11.2021), είναι εφικτή η τοποθέτηση του σταθμού σε διαφορετική τοποθεσία, υπό την προϋπόθεση ότι συνδέεται ηλεκτρικά με αποκλειστική γραμμή διασύνδεσης, η οποία εντάσσεται στο σύστημα εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης. [27]

Αξίζει να σημειωθεί ότι, με βάση το τότε ισχύον νομοθετικό πλαίσιο, δεν απαιτούνταν χρονική ταύτιση μεταξύ της παραγωγής και της κατανάλωσης ενέργειας. Έτσι, η περίσσεια ενέργειας που εγχέονταν στο δίκτυο μπορούσε να συμψηφιστεί με μελλοντική κατανάλωση, σύμφωνα με τον εκκαθαριστικό κύκλο, ο οποίος διενεργείτο ανά τριετία, αντί της ετήσιας βάσης που ίσχυε παλαιότερα.

1.7.1 Ενεργειακός Συμψηφισμός και Κ.Α.Ε

Ειδικές ρυθμίσεις ισχύουν για συγκεκριμένες κατηγορίες αυτοπαραγωγών, όπως νομικά πρόσωπα δημοσίου ή ιδιωτικού δικαίου με κοινωφελή ή δημόσιου ενδιαφέροντος σκοπό, εγγεγραμμένους αγρότες και Ενεργειακές Κοινότητες (Ε.Κοιν.), βάσει των Ν. 4414/2016 και Ν. 4513/2018. Σε αυτές τις περιπτώσεις επιτρέπεται η εφαρμογή του εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού (virtual net-metering), δηλαδή ο συμψηφισμός της παραγόμενης ενέργειας με καταναλώσεις που βρίσκονται σε διαφορετικά σημεία, υπό την προϋπόθεση ότι συνδέονται με τον ίδιο φορέα. [28] [20]

Για τις Ενεργειακές Κοινότητες ειδικότερα, ο εικονικός συμψηφισμός αφορά τη συνολική ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από μονάδες Α.Π.Ε., Σ.Η.Θ.Υ.Α. ή Υβριδικούς Σταθμούς της κοινότητας και καταναλώνεται από τις εγκαταστάσεις των μελών της, αλλά και από ευάλωτα νοικοκυριά ή πολίτες που διαβιούν σε συνθήκες φτώχειας εντός της ίδιας περιφέρειας όπου εδρεύει η κοινότητα. Οι όροι και οι λεπτομέρειες εφαρμογής του μηχανισμού αυτού ρυθμίζονται από την Υπουργική Απόφαση ΥΠΕΝ/ΔΑΠΕΕΚ/15084/382 (ΦΕΚ Β' 759/5.3.2019). [21]

1.7.2 Εικονικός Ενεργειακός Συμψηφισμός – Virtual Net Metering

Ο εικονικός ενεργειακός συμψηφισμός συνιστά ένα σύγχρονο μηχανισμό προώθησης της αυτοπαραγωγής και ιδιοκατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) και Συστήματα Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (Σ.Η.Θ.Υ.Α.). Σε αντίθεση με τον κλασικό ενεργειακό συμψηφισμό, όπου η εγκατάσταση παραγωγής και κατανάλωσης βρίσκονται στον ίδιο ή σε όμορο χώρο, ο εικονικός συμψηφισμός επιτρέπει την εξ αποστάσεως αντιστοίχιση της παραγόμενης ενέργειας με μία ή περισσότερες εγκαταστάσεις κατανάλωσης του ίδιου αυτοπαραγωγού. Με αυτόν τον τρόπο, η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται σε έναν σταθμό (π.χ. φωτοβολταϊκό) σε συγκεκριμένη τοποθεσία μπορεί να συμψηφίζεται με την ενέργεια που απορροφάται σε άλλες εγκαταστάσεις, ακόμη και αν αυτές βρίσκονται γεωγραφικά απομακρυσμένες.

Η εφαρμογή του εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού βασίζεται στην ηλεκτρική διασύνδεση του σταθμού παραγωγής με το δίκτυο μέσω ανεξάρτητης παροχής, χωρίς

απαραίτητα να υπάρχει φυσική σύνδεση με τις εγκαταστάσεις κατανάλωσης. Ο μηχανισμός επιτρέπει τρεις βασικές μορφές εφαρμογής:

i. συμψηφισμό της παραγόμενης ενέργειας με την κατανάλωση μιας απομακρυσμένης εγκατάστασης,
ii. συμψηφισμό με την κατανάλωση πολλαπλών εγκαταστάσεων που δεν συνδέονται ηλεκτρικά με τον σταθμό και
iii. συμψηφισμό με περισσότερες εγκαταστάσεις, εκ των οποίων τουλάχιστον μία βρίσκεται στον ίδιο ή σε όμορο χώρο με τον σταθμό παραγωγής και συνδέεται απευθείας με αυτόν.

Η ενεργειακή εκκαθάριση πραγματοποιείται με βάση τη συνολική κατανάλωση σε ετήσια ή τριετή βάση, ανάλογα με τις ισχύουσες ρυθμίσεις.

1.8 Από το Net Metering στο Net Billing

Με τη θέσπιση του Νόμου 5106/2024 (ΦΕΚ Α' 63/1.5.2024), εισήχθησαν ουσιαστικές αλλαγές στο θεσμικό πλαίσιο που ρυθμίζει την αυτοπαραγωγή και αυτοκατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα. Ο νόμος αυτός αναμόρφωσε το καθεστώς του ενεργειακού συμψηφισμού (net-metering), περιορίζοντας τις κατηγορίες καταναλωτών που έχουν τη δυνατότητα να αξιοποιούν το συγκεκριμένο εργαλείο αυτοπαραγωγής. Παράλληλα, καθιέρωσε ως κύριο μηχανισμό αυτοκατανάλωσης τον ταυτοχρονισμένο ενεργειακό συμψηφισμό (net-billing), ο οποίος εναρμονίζεται με τις ευρωπαϊκές τάσεις για πιο δυναμική αποτίμηση της ενέργειας και βελτιστοποίηση της λειτουργίας των δικτύων μέσω της ταυτόχρονης αξιολόγησης παραγόμενης και καταναλισκόμενης ενέργειας. [29]

Η εφαρμοστική Υπουργική Απόφαση ΥΠΕΝ/ΔΑΠΕΕΚ/93976/2772 (ΦΕΚ Β' 5074/5.9.2024) εξειδίκευσε τις προβλέψεις του Ν. 5106/2024, θέτοντας πρόσθετους περιορισμούς στη δυνατότητα εγκατάστασης νέων συστημάτων ενεργειακού συμψηφισμού. Ειδικότερα, οι νέες εγκαταστάσεις net-metering επιτρέπονται πλέον αποκλειστικά σε επαγγελματίες αγρότες, υπό την προϋπόθεση ότι τα συστήματα δεν υπερβαίνουν την ονομαστική ισχύ των 30 kWp. Η μεταρρύθμιση αυτή σηματοδοτεί τη μετάβαση της ενεργειακής πολιτικής προς ένα πιο στοχευμένο μοντέλο αυτοπαραγωγής, το οποίο δίνει έμφαση στη διαχείριση φορτίου σε πραγματικό χρόνο, στη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας και στη στήριξη στρατηγικών τομέων, όπως ο πρωτογενής. [29] [30]

Οι παραπάνω αλλαγές αποτυπώνουν τη σταδιακή μετάβαση από το καθεστώς του ενεργειακού συμψηφισμού στο μοντέλο του net-billing, το οποίο ενισχύει την ευελιξία των δικτύων και καθιστά την αυτοπαραγωγή πιο διαφανή και αποδοτική σε οικονομικό και τεχνικό επίπεδο (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2024). [30]

1.9 Το φαινόμενο του ταυτοχρονισμού στην αυτοπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

Ο ταυτοχρονισμός αναφέρεται στον βαθμό χρονικής σύμπτωσης μεταξύ της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ένα φωτοβολταϊκό σύστημα και της κατανάλωσης αυτής της ενέργειας από τον αυτοπαραγωγό. Το φαινόμενο αυτό αποτελεί κρίσιμο παράγοντα αξιολόγησης της αποδοτικότητας των συστημάτων αυτοπαραγωγής με ταυτοχρονισμένο συμψηφισμό (net-billing), καθώς

προσδιορίζει σε ποιο ποσοστό η παραγόμενη ενέργεια χρησιμοποιείται άμεσα για την κάλυψη των αναγκών της εγκατάστασης χωρίς να απαιτείται έγχυση στο δίκτυο.

Κατά τη διάρκεια της ημέρας, κυρίως τις πρωινές και μεσημβρινές ώρες όπου η ηλιακή ακτινοβολία βρίσκεται στο μέγιστο, η παραγωγή του φωτοβολταϊκού συστήματος αυξάνεται σημαντικά. Εφόσον η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας συμπίπτει χρονικά με αυτή τη φάση υψηλής παραγωγής, μειώνεται αναλογικά η ποσότητα ενέργειας που αντλείται από το δίκτυο, ενώ παράλληλα περιορίζεται και το ενεργειακό πλεόνασμα που εγχέεται σε αυτό. Όταν, αντίθετα, η ενεργειακή ζήτηση λαμβάνει χώρα εκτός των περιόδων υψηλής παραγωγής, ο βαθμός ταυτοχρονισμού μειώνεται, οδηγώντας σε αυξημένη εξάρτηση της εγκατάστασης από το δίκτυο.

Συνολικά, ένας υψηλός βαθμός ταυτοχρονισμού υποδηλώνει μεγαλύτερη ενεργειακή αυτάρκεια και υψηλότερη αποδοτικότητα του συστήματος, καθώς η παραγόμενη ενέργεια αξιοποιείται σε μέγιστο βαθμό για ιδιοκατανάλωση. Αντίθετα, χαμηλός ταυτοχρονισμός σημαίνει ότι σημαντικό τμήμα της παραγωγής δεν χρησιμοποιείται άμεσα και διοχετεύεται στο δίκτυο, με αποτέλεσμα περιορισμένα οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη για τον αυτοπαραγωγό.

1.9.1 Ταυτοχρονισμένος Ενεργειακός Συμψηφισμός – Net Billing

Σύμφωνα με τον επίσημο οδηγό της HELAPCO για το net billing (2024), ο ταυτοχρονισμένος ενεργειακός συμψηφισμός ή net-billing αποτελεί ένα σύστημα υπολογισμού και αποτίμησης της ηλεκτρικής ενέργειας που βασίζεται στη χρονική αντιστοίχιση μεταξύ παραγωγής και κατανάλωσης. Η λειτουργία του μηχανισμού αυτού στηρίζεται στην αρχή ότι, εντός συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος – το οποίο αντιστοιχεί στην Περίοδο Εκκαθάρισης Αποκλίσεων των 15 λεπτών – η παραγόμενη ενέργεια από το σταθμό παραγωγής και η απορροφούμενη ενέργεια από την εγκατάσταση κατανάλωσης του αυτοκαταναλωτή συμψηφίζονται βάσει πιστοποιημένων μετρητικών δεδομένων που παρέχονται από τον αρμόδιο Διαχειριστή του Δικτύου ή του Συστήματος. [32]

Στις περιπτώσεις όπου η παραγόμενη ενέργεια υπερβαίνει την κατανάλωση και εγχέεται στο δίκτυο, παρέχεται η δυνατότητα οικονομικής αποζημίωσης στον αυτοκαταναλωτή. Η αποζημίωση αυτή επιτρέπεται μόνον εφόσον η παραγωγή και διάθεση της ενέργειας δεν συνιστούν την κύρια οικονομική ή επαγγελματική δραστηριότητά του. Για τις περιπτώσεις μη οικιακής κατανάλωσης, η δραστηριότητα αυτή πρέπει να καλύπτεται από Κωδικό Αριθμό Δραστηριότητας (ΚΑΔ) σχετικό με την παραγωγή και εμπορία ηλεκτρικής ενέργειας. [32]

Η ηλεκτρική διασύνδεση του σταθμού παραγωγής με την εγκατάσταση κατανάλωσης μπορεί να πραγματοποιείται είτε στον ίδιο ή σε όμορο χώρο, είτε σε διαφορετική τοποθεσία, υπό την προϋπόθεση ότι υπάρχει αποκλειστική γραμμή σύνδεσης. Ο σταθμός παραγωγής εντάσσεται στο Δίκτυο ή το Σύστημα μέσω της παροχής κατανάλωσης, δημιουργώντας ένα ολοκληρωμένο σχήμα διαχείρισης ενέργειας που εξασφαλίζει τεχνική συμβατότητα, ενεργειακή ισορροπία και διαφάνεια στην αποτίμηση της παραγόμενης και καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. [32]

1.9.2 Εικονικός Ταυτοχρονισμένος Ενεργειακός Συμψηφισμός – Virtual Net Billing

Σε αντίθεση με τον κλασικό ή τον απλό ταυτοχρονισμένο συμψηφισμό, το μοντέλο του virtual net-billing παρέχει τη δυνατότητα εγκατάστασης του σταθμού παραγωγής σε οποιαδήποτε Περιφέρεια της χώρας, ανεξαρτήτως του τόπου όπου βρίσκονται οι εγκαταστάσεις κατανάλωσης προς συμψηφισμό, εφόσον τόσο ο σταθμός όσο και τα σημεία κατανάλωσης ανήκουν στο ίδιο ηλεκτρικό σύστημα , είτε στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα είτε στο αντίστοιχο σύστημα ενός Μη Διασυνδεδεμένου Νησιού. Το καθεστώς αυτό ενισχύει την ενεργειακή ευελιξία και την αποκεντρωμένη παραγωγή, συμβάλλοντας στη δίκαιη ενεργειακή μετάβαση, στην αποκλιμάκωση του ενεργειακού κόστους και στη βέλτιστη αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών στη χώρα. [32]

1.10 Διαδικασία Καταμέτρησης, Χρέωσης και Εκκαθάρισης στον Ταυτοχρονισμένο Ενεργειακό Συμψηφισμό

Η διαδικασία μέτρησης και εκκαθάρισης της παραγόμενης και καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στο πλαίσιο του ταυτοχρονισμένου ενεργειακού συμψηφισμού (net-billing) πραγματοποιείται υπό την εποπτεία του Διαχειριστή του Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΔΔΗΕ). Η καταγραφή των ροών ενέργειας, δηλαδή της παραγωγής, της εισερχόμενης και της εξερχόμενης ποσότητας από και προς το Δίκτυο, διενεργείται συγχρονισμένα, σύμφωνα με τον καθορισμένο κύκλο καταμέτρησης που ισχύει για την εγκατάσταση κατανάλωσης του αυτοκαταναλωτή. Το σύστημα αυτό εξασφαλίζει τη διαφάνεια και την ακρίβεια στη συλλογή δεδομένων, τα οποία χρησιμοποιούνται στη διαδικασία οικονομικής εκκαθάρισης της ενέργειας. [32]

Οι ρυθμιζόμενες χρεώσεις — όπως το Ειδικό Τέλος Μείωσης Εκπομπών Αερίων Ρύπων (ΕΤΜΕΑΡ), οι Χρεώσεις Χρήσης Συστήματος και Δικτύου, οι Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας (ΥΚΩ), καθώς και άλλες διοικητικά καθοριζόμενες επιβαρύνσεις — υπολογίζονται επί της ενέργειας που απορροφάται από το Δίκτυο. Οι λοιποί φόροι, όπως ο Ειδικός Φόρος Κατανάλωσης (ΕΦΚ), το Ειδικό Τέλος 5‰ του Ν. 2093/1992 και ο Φόρος Προστιθέμενης Αξίας (Φ.Π.Α.), εφαρμόζονται σύμφωνα με το ισχύον φορολογικό πλαίσιο που ορίζεται από την κείμενη νομοθεσία. [33]

Στο πλαίσιο του συγκεκριμένου μηχανισμού, η ενέργεια που εγχέεται στο Δίκτυο αποζημιώνεται με βάση την Τιμή Εκκαθάρισης της Αγοράς Επόμενης Ημέρας (Day-Ahead Market Price), όπως αυτή προσδιορίζεται από την Αγορά Ηλεκτρικής Ενέργειας. Ο αυτοκαταναλωτής, ως κύριος ή νόμιμος κάτοχος των σταθμών Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α., συμμετέχει απευθείας στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, μέσω του Φορέα Σωρευτικής Εκπροσώπησης (ΦοΣΕ), για τη διάθεση της πλεονάζουσας ηλεκτρικής ενέργειας. Ο ΔΕΔΔΗΕ αποστέλλει στον ΦοΣΕ, τον προμηθευτή και τον αυτοπαραγωγό πιστοποιημένα μετρητικά δεδομένα τα οποία περιλαμβάνουν:

- την απορροφηθείσα ενέργεια ανά Περίοδο Εκκαθάρισης Αποκλίσεων (15 λεπτά), και
- την παραχθείσα και εγχυθείσα ενέργεια ανά αντίστοιχη περίοδο.

Βάσει των στοιχείων αυτών, ο ΦοΣΕ υπολογίζει τη χρηματική αξία της πλεονάζουσας ενέργειας και καταβάλλει την αντίστοιχη αμοιβή στον αυτοκαταναλωτή σε μηνιαία βάση. Παράλληλα, ο προμηθευτής ηλεκτρικής ενέργειας εκδίδει εκκαθαριστικούς λογαριασμούς για την παροχή κατανάλωσης που υπάγεται στο καθεστώς

συμψηφισμού, στους οποίους εμφανίζονται διακριτά η ποσότητα της απορροφηθείσας ενέργειας, το αντίστοιχο κόστος προμήθειας σύμφωνα με το τιμολόγιό του, καθώς και οι ρυθμιζόμενες χρεώσεις. [32]

Δεδομένου ότι το οικονομικό αντάλλαγμα για την πλεονάζουσα ηλεκτρική ενέργεια που εγχέεται στο δίκτυο καθορίζεται βάσει της τιμής της χονδρεμπορικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας τη χρονική στιγμή της έγχυσης, προκύπτει εύλογα το ερώτημα σχετικά με τον τρόπο υπολογισμού αυτής της τιμής. Η εν λόγω τιμή διαμορφώνεται δυναμικά στις αγορές ηλεκτρικής ενέργειας και παρουσιάζει συνεχή διακύμανση, τόσο εντός της ίδιας ημέρας όσο και μεταξύ διαφορετικών ημερών ή χρονικών περιόδων. Η μεταβλητότητά της αντανακλά τις συνθήκες προσφοράς και ζήτησης, καθώς και τη διαθεσιμότητα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στο ενεργειακό μείγμα της χώρας.



Εικόνα 1.5 Διάγραμμα διακύμανσης τιμής εκκαθάρισής ενέργειας κατά την διάρκεια μίας ημέρας για διαφορετικές χρονικές περιόδους. Πηγή : Helapco (2024) [32]

1.11 Net Metering vs Net Billing

Τα δύο καθεστώτα αυτοπαραγωγής και αυτοκατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ο ενεργειακός συμψηφισμός (Net-Metering) και ο οικονομικός ή ταυτοχρονισμένος συμψηφισμός (Net-Billing) παρουσιάζουν σημαντικές λειτουργικές και οικονομικές διαφοροποιήσεις. Αυτές αφορούν τόσο τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιείται ο συμψηφισμός όσο και τη σχέση του αυτοπαραγωγού με το δίκτυο και την αγορά ενέργειας. [34] [35]

Καταρχάς, στο Net-Metering ο συμψηφισμός πραγματοποιείται σε επίπεδο ενέργειας (κιλοβατώρες), ενώ στο Net-Billing η αντιστάθμιση γίνεται σε επίπεδο χρηματικής αξίας, δηλαδή μέσω του αντιστοίχου λογαριασμού προμήθειας ρεύματος. Στο πρώτο σχήμα, συμψηφίζεται το σύνολο της ενέργειας που παράγει ο φωτοβολταϊκός σταθμός με την απορροφούμενη ενέργεια από το δίκτυο, ανεξαρτήτως χρονικής ταύτισης. Αντίθετα, στο Net-Billing λαμβάνεται υπόψη μόνο το μέρος της παραγόμενης ενέργειας που καταναλώνεται ταυτόχρονα με την παραγωγή, ενώ η πλεονάζουσα ποσότητα ενέργειας που εγχέεται στο δίκτυο αποζημιώνεται με βάση τις τιμές της χονδρεμπορικής αγοράς.

Επιπλέον, στο Net-Metering η ενέργεια που δεν καταναλώνεται άμεσα «πιστώνεται» στον λογαριασμό του αυτοπαραγωγού για έως και τρία έτη, μετά το πέρας των οποίων πραγματοποιείται εκκαθάριση χωρίς χρηματική αποζημίωση του πλεονάσματος. Αντιθέτως, στο Net-Billing η πλεονάζουσα ενέργεια δεν αποθηκεύεται στο δίκτυο αλλά πωλείται άμεσα, με αποτέλεσμα ο αυτοπαραγωγός να λαμβάνει οικονομικό αντάλλαγμα ανάλογο της τιμής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

Όσον αφορά τα όρια ισχύος, στο Net-Metering έχουν τεθεί ανώτατα όρια εγκατεστημένης ισχύος 10 kWp για οικιακούς καταναλωτές και 100 kWp για επιχειρήσεις, ενώ στο Net-Billing δεν προβλέπεται περιορισμός ισχύος εγκατάστασης. Επιπλέον, για τους επαγγελματικούς καταναλωτές, η εφαρμογή εικονικού Net-Metering δεν είναι επιτρεπτή, σε αντίθεση με το εικονικό Net-Billing (γνωστό και ως εικονικός ταυτοχρονισμένος συμψηφισμός), το οποίο μπορεί να υλοποιηθεί τόσο από μεμονωμένες επιχειρήσεις όσο και από Ενεργειακές Κοινότητες.

Από οικονομική σκοπιά, το Net-Metering υπήρξε διαχρονικά η δημοφιλέστερη επιλογή των καταναλωτών, καθώς προσέφερε θεωρητικά υψηλότερες αποδόσεις επένδυσης. Ωστόσο, επειδή δεν αποτυπώνει τη διαφορά στο κόστος μεταξύ της παραγόμενης και της απορροφούμενης ηλεκτρικής ενέργειας, δημιουργεί στρεβλώσεις στις αγορές, ειδικά όταν αυξάνεται το ποσοστό διείσδυσης του μέτρου, ιδίως από μεγάλους καταναλωτές. Αντίθετα, το Net-Billing, το οποίο αποζημιώνει την πλεονάζουσα ενέργεια σε τιμές που αντανακλούν το πραγματικό κόστος της αγοράς, ευθυγραμμίζεται περισσότερο με τις ευρωπαϊκές οδηγίες για την αυτοκατανάλωση και συμβάλλει στη σταδιακή εξισορρόπηση της ενεργειακής αγοράς.

Τέλος, και στα δύο σχήματα, οι στρεβλώσεις περιορίζονται ουσιαστικά με την εγκατάσταση συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας, τα οποία αυξάνουν τον βαθμό ταυτοχρονισμού παραγωγής και κατανάλωσης και μειώνουν την έγχυση πλεονάζουσας ενέργειας στο δίκτυο. Επιπλέον, το ισχύον θεσμικό πλαίσιο παρέχει τη δυνατότητα στον αυτοπαραγωγό να εγκαθιστά σταθμό παραγωγής χωρίς έγχυση ενέργειας στο δίκτυο, για αποκλειστικά ίδια κατανάλωση, με μέγιστη ισχύ έως και 100% της συμφωνημένης ισχύος της παροχής κατανάλωσης.

Κεφάλαιο 2: Ανάπτυξη μηχανισμού εντοπισμού και ιεράρχησης ευάλωτων νοικοκυριών.

2.1 Εισαγωγή

Το δεύτερο κεφάλαιο εξετάζει την μεθοδολογία που διαμορφώθηκε ως μία ολοκληρωμένη προσέγγιση για την διάγνωση του φαινομένου της ενεργειακής φτώχειας, προσαρμοσμένη στις ανάγκες και τις δυνατότητες των Κοινοτήτων Ανανεώσιμης Ενέργειας (Κ.Α.Ε) αλλά και των Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης (Ο.Τ.Α.). Η εν λόγω μεθοδολογική προσέγγιση αναπτύσσεται σε δυο στάδια, την ακριβής ανίχνευση των ωφελούμενων νοικοκυριών, τα οποία ανήκουν σε μία τοπική κοινωνία, καθώς και την ιεράρχησή τους στη συνέχεια σύμφωνα με αντικειμενικά κριτήρια ευαλωτότητας που προτείνει η παρούσα εργασία. Παρακάτω παρουσιάζεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε, προκειμένου να αναπτυχθεί ένα εργαλείο με σκοπό τον εντοπισμό πολιτών που βιώνουν ενεργειακή ένδεια.

Το εργαλείο αυτό αναπτύχθηκε προκειμένου να χρησιμοποιηθεί από οποιαδήποτε Κ.Α.Ε, η οποία μεταξύ άλλων διαθέτει στο αντικείμενο δραστηριότητας της, την εφαρμογή ταυτοχρονισμένου ενεργειακού συμψηφισμού από Α.Π.Ε, την υποστήριξη ευάλωτων καταναλωτών και την αντιμετώπιση της ενεργειακής ένδειας καταναλωτών που ζουν κάτω από το όριο της φτώχειας, ανεξάρτητα αν είναι μέλη της Κ.Α.Ε.

2.1 Ανάπτυξη Εργαλείου Εντοπισμού Ευάλωτων Νοικοκυριών

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, με σκοπό την υποστήριξης ενεργειακά ευάλωτων πολιτών και την αποτελεσματική διαχείριση των διαθέσιμων πόρων, αναπτύχθηκε ένα υπολογιστικό εργαλείο εντοπισμού ευάλωτων νοικοκυριών, αξιοποιώντας τις δυνατότητες του προγράμματος Microsoft Excel. Ο μηχανισμός αυτός αυτό δομείται σε τρία διακριτά επίπεδα λειτουργίας, τα οποία επιτρέπουν τη συστηματική συλλογή, ανάλυση και ιεράρχηση δεδομένων.

Πρώτο Στάδιο: Φωτοβολταϊκός Σταθμός

Σε πρώτο στάδιο καταγράφονται τα τεχνικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά του υπό εξέταση φωτοβολταϊκού σταθμού (Φ/Β), ο οποίος πρόκειται να κατασκευαστεί από την Κοινότητα Ανανεώσιμης Ενέργειας (Κ.Α.Ε.). Μέσω του σταθμού αυτού προβλέπεται η παροχή ηλεκτρικής ενέργειας, εκτός μεταξύ των μελών, σε ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά.

Δεύτερο Στάδιο: Πρώτη Φάση Επιλογής

Στη δεύτερη φάση καταγράφονται όλα τα απαραίτητα δημογραφικά και κοινωνικοοικονομικά στοιχεία των υποψήφιων νοικοκυριών που εκδηλώνουν ενδιαφέρον συμμετοχής σε πρόγραμμα συμψηφισμού ενέργειας. Τα δεδομένα υποβάλλονται σε επεξεργασία βάσει αποκλειστικά εισοδηματικών κριτηρίων, με σκοπό τον καθορισμό της αρχικής επιλεξιμότητας κάθε νοικοκυριού. Στο στάδιο αυτό πραγματοποιείται ο διαχωρισμός μεταξύ των νοικοκυριών που πληρούν τα βασικά κριτήρια ένταξης και εκείνων που απορρίπτονται.

Τρίτο Στάδιο: Ιεράρχηση Ευάλωτων Νοικοκυριών

Στο τρίτο και τελικό στάδιο, πραγματοποιείται πολυκριτηριακή ανάλυση των δεδομένων των νοικοκυριών που κρίθηκαν επιλέξιμα στην προηγούμενη φάση. Με την εφαρμογή συντελεστών στάθμισης και ειδικών δεικτών ευαλωτότητας, τα νοικοκυριά ιεραρχούνται ως προς τον βαθμό ενεργειακής τους ανάγκης. Η διαδικασία αυτή αποσκοπεί στον προσδιορισμό του τελικού αριθμού των ωφελούμενων νοικοκυριών, σύμφωνα με τα διαθέσιμα ενεργειακά αποθέματα και τους κοινωνικούς στόχους της Κ.Α.Ε.

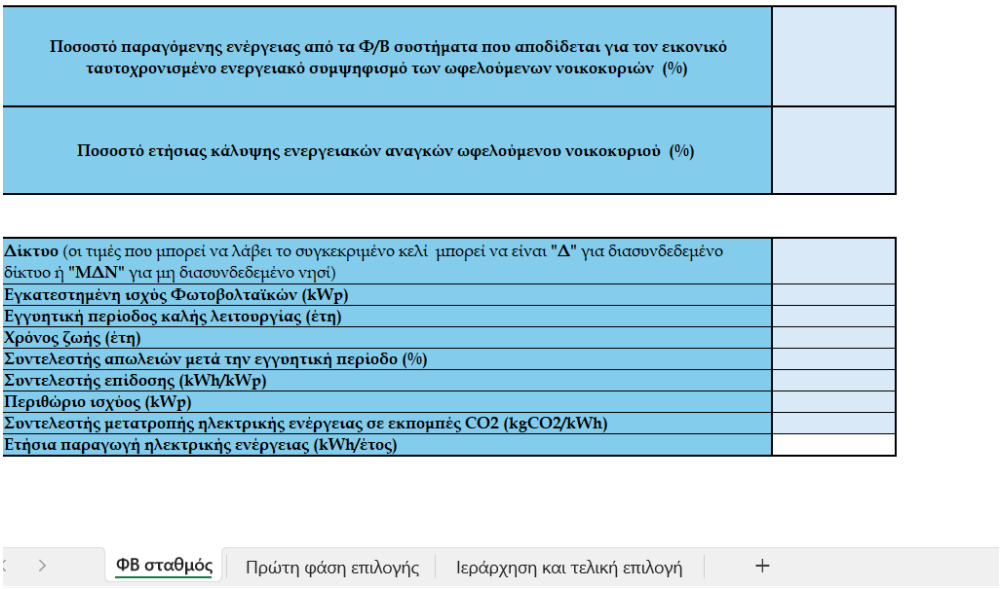
2.2 Πρώτο Στάδιο: Φωτοβολταϊκός Σταθμός

Το πρώτο επίπεδο του υπολογιστικού εργαλείου αφορά τον υπό σχεδίαση Φωτοβολταϊκό Σταθμό (Φ/Β), μέσω του οποίου θα παραχθεί η ενέργεια που πρόκειται να διατεθεί για τον εικονικό ταυτοχρονισμένο ενεργειακό συμψηφισμό των ωφελούμενων νοικοκυριών. Το συγκεκριμένο φύλλο του υπολογιστικού προγράμματος Excel συγκεντρώνει και αποτυπώνει τεχνικά, ενεργειακά και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά του σταθμού, τα οποία είναι κρίσιμα για την εκτίμηση της λειτουργικής του απόδοσης και της συνεισφοράς του στη μείωση της ενεργειακής φτώχειας.

Η δομή του φύλλου είναι διαμορφωμένη έτσι ώστε να καταχωρούνται οι εξής πληροφορίες:

- τα βασικά χαρακτηριστικά του Φ/Β σταθμού, όπως η εγκατεστημένη ισχύς και ο τύπος του δικτύου σύνδεσης,
- τεχνικές και χρονικές προδιαγραφές λειτουργίας, όπου ορίζονται στοιχεία όπως η διάρκεια ζωής του συστήματος και η περίοδος εγγυημένης λειτουργίας,
- παράγοντες απόδοσης, που αφορούν τον συντελεστή ενεργειακής παραγωγής και τις ετήσιες απώλειες ισχύος,
- καθώς και περιβαλλοντικοί δείκτες, που επιτρέπουν την εκτίμηση του βαθμού μείωσης εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αέριων του θερμοκηπίου.

Στο επάνω μέρος του φύλλου, όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 2.1, καθορίζονται επίσης βασικοί ποσοτικοί δείκτες ενεργειακής πολιτικής, όπως το ποσοστό της παραγόμενης ενέργειας που κατευθύνεται στον εικονικό ταυτοχρονισμένο ενεργειακό συμψηφισμό των νοικοκυριών και το ποσοστό ετήσιας κάλυψης ενεργειακών αναγκών των ωφελούμενων νοικοκυριών. Οι δείκτες αυτοί λειτουργούν ως κεντρικές μεταβλητές που ενσωματώνονται στους ενεργειακούς υπολογισμούς του έργου.



Εικόνα 2.1. Απεικόνιση πρώτου επιπέδου του ψηφιακού εργαλείου εντοπισμού ευάλωτων νοικοκυριών.

Συνοψίζοντας, το πρώτο στάδιο λειτουργεί ως μία βάση καταχώρησης δεδομένων τεχνικής και ενεργειακής τεκμηρίωσης του έργου, από την οποία εξαρτάται η ορθότητα των υπολογισμών στα μεταγενέστερα επίπεδα. Τα δεδομένα αυτά παρέχουν τον απαραίτητο ενεργειακό και περιβαλλοντικό σχεδιασμό (βιωσιμότητα, αποδοτικότητα, εκπομπές CO_2, κάλυψη ζήτησης), επιτρέποντας την αντικειμενική εκτίμηση της επάρκειας του Φ/Β σταθμού για την κάλυψη των αναγκών των ευάλωτων νοικοκυριών

2.3 Κριτήρια ευαλωτότητας

Για την διαμόρφωση του δεύτερου επιπέδου του μηχανισμού εντοπισμού ευάλωτων πολιτών υιοθετήθηκαν δυο συνθήκες. Σύμφωνα με το σχέδιο δράσης για την αντιμετώπιση της ενεργειακής ένδειας (ΦΕΚ 4447/Β/28.09.2021), ως νοικοκυριά που πλήττονται από την ενεργειακή ένδεια είναι νοικοκυριά που πληρούν τις παρακάτω συνθήκες: [16]

Συνθήκη Ι: Το ετήσιο κόστος της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας είναι χαμηλότερο του 80% του ετήσιου κόστους για την κάλυψη της ελάχιστης απαιτούμενης κατανάλωσης ενέργειας.

Συνθήκη ΙΙ: Το συνολικό καθαρό ετήσιο εισόδημα είναι μικρότερο του 60% του διαμέσου συνολικού ισοδύναμου διαθέσιμού εισοδήματος της σχετικής φτώχειας της ΕΛ.ΣΤΑΤ. [35]

2.4 Δεύτερο Στάδιο: Πρώτη φάση επιλογής

Το δεύτερο επίπεδο του ψηφιακού εργαλείου αποτελεί το στάδιο αρχικής αξιολόγησης και προεπιλογής των υποψήφιων νοικοκυριών που επιθυμούν να ενταχθούν στο πρόγραμμα ενεργειακής υποστήριξης. Στο υπολογιστικό αυτό φύλλο καταχωρούνται τα βασικά κοινωνικοοικονομικά στοιχεία των αιτούντων, τα οποία επιτρέπουν την αξιολόγηση της εισοδηματικής επιλεξιμότητας σύμφωνα με τα προκαθορισμένα κριτήρια της δράσης.

Κατά τη φάση αυτή, το εργαλείο χρησιμοποιεί αποκλειστικά και μόνο τις εισοδηματικές πληροφορίες για να ελέγξει αν τα υποψήφια νοικοκυριά πληρούν τις οικονομικές προϋποθέσεις συμμετοχής. Δεν αξιοποιούνται άλλα δεδομένα που αφορούν κοινωνικούς ή ενεργειακούς δείκτες· αυτά έχουν καταγραφεί συμπληρωματικά στο ίδιο φύλλο, αλλά δεν λαμβάνονται υπόψη στο στάδιο της πρώτης επιλογής.

Επιπρόσθετα, το δεύτερο στάδιο λειτουργεί ως βάση καταχώρησης και οργάνωσης όλων των επιπλέον πληροφοριών που απαιτούνται για τη συνολική διαμόρφωση του προφίλ κάθε νοικοκυριού. Τα δεδομένα αυτά αποτελούν απαραίτητο εισαγόμενο υλικό για την τελική φάση της διαδικασίας αξιολόγησης, η οποία πραγματοποιείται στο τρίτο επίπεδο του ψηφιακού εργαλείου.

Με τον τρόπο αυτό, η δεύτερη φάση του μηχανισμού εντοπισμού επιτελεί διττή λειτουργία: αφενός εξασφαλίζει την αντικειμενική προεπιλογή βάσει εισοδηματικών κριτηρίων, και αφετέρου προετοιμάζει την απαιτούμενη πληροφοριακή βάση για την ολοκληρωμένη και τεκμηριωμένη αξιολόγηση που ακολουθεί στο τελικό στάδιο.

Όπως προαναφέρθηκε, ο πρωταρχικός διαχωρισμός του συνόλου των υποψήφιων νοικοκυριών σε επιλέξιμα ή απορριπτέα γίνεται αποκλειστικά σύμφωνα με εισοδηματικά κριτήρια. Επομένως, για την πρώτη φάση επιλογής πραγματοποιείται έλεγχος ισχύος της Συνθήκης ΙΙ (βλ. Ενότητα 2.3) των κριτηρίων ευαλωτότητας. Πιο συγκεκριμένα, βάσει των στοιχείων της ΕΛ.ΣΤΑΤ. για το έτος 2024, το διάμεσο συνολικό ισοδύναμο διαθέσιμο εισόδημα των νοικοκυριών της Ελλάδας ήταν 10.850 ευρώ και ως συνέπεια το μέγιστο κατώφλι φτώχειας για μονοπρόσωπο νοικοκυριό ορίζεται στα 6.510 (0,6* 10.850). Το όριο της φτώχειας για κάθε πιθανή σύνθεση νοικοκυριού υπολογίζεται μέσω συντελεστή στάθμισης, που λαμβάνει τιμές: [36]

- 1 για το πρώτο ενήλικο μέλος
- 0,5 για το δεύτερο ενήλικο μέλος
- 0,5 για κάθε ανήλικο τέκνο ηλικίας 14 ετών και άνω
- 0,3 για κάθε ανήλικο τέκνο ηλικίας 13 ετών και κάτω

Με βάση το κατώφλι της φτώχειας για μονοπρόσωπο νοικοκυριό που ορίζεται παραπάνω, υπολογίζεται για κάθε υποψήφιο νοικοκυριό το όριο φτώχειας ως εξής:

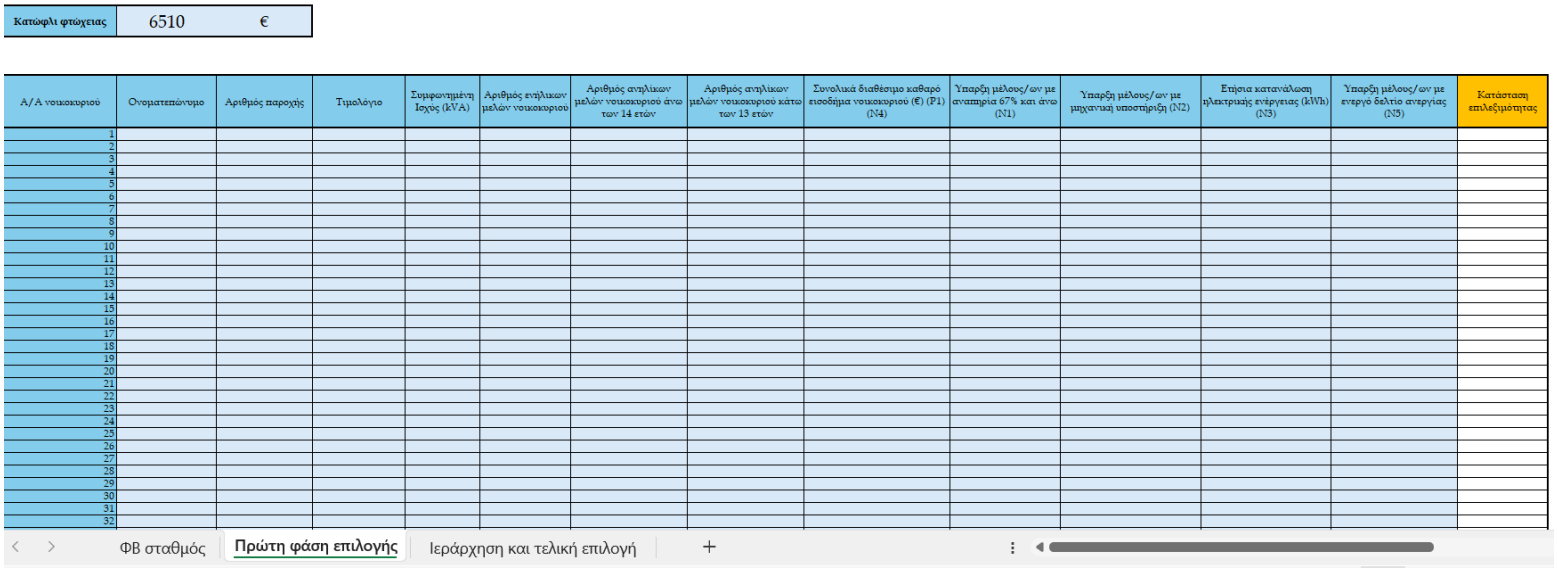
$$Όριο\ φτώχειας\ νοικοκυριού = κατώφλι\ φτώχειας\ μονοπρόσωπου\ νοικοκυριού * συντ.στάθμισης \quad (2.1)$$

Για παράδειγμα νοικοκυριό με δύο ενήλικες και δύο παιδιά ηλικίας κάτω των 14 ετών έχει συντελεστή στάθμισης 2,1 (1+0,5+0,3*2), έτσι το όριο φτώχειας για το νοικοκυριό, με έτος αναφοράς το 2024, λαμβάνεται ίσο με 13.671 ευρώ (6.510*2,1).

Για τον υπολογισμό του συνολικά διαθέσιμου καθαρού εισοδήματος νοικοκυριού λαμβάνεται υπόψη το σύνολο των καθαρών αποδοχών όλων των πηγών εισοδήματος, μετά την αφαίρεση φόρων και εισφορών κοινωνικής ασφάλισης, ήτοι:

- Εισοδήματα μισθωτών εργασιών
- Εισοδήματα αυτοαπασχόλησης
- Συντάξεις
- Επιδόματα ανεργίας
- Εισοδήματα από ακίνητη περιουσία
- Οικογενειακά επιδόματα
- Τακτικές χρηματικές μεταβιβάσεις
- Επιστροφές φόρου από εκκαθάριση εισοδήματος προηγούμενου έτους

Συνεπώς η καταρχήν επιλεξιμότητα του αιτούμενου νοικοκυριού ελέγχεται με βάση το εάν τοποθετείται κάτω του (εκάστοτε ορίου) σχετικής φτώχειας σύμφωνα με την ΕΛ.ΣΤΑΤ. Στην Εικόνα 2.2 που ακολουθεί απεικονίζεται το δεύτερο επίπεδο του υπολογιστικού φύλλου excel που έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια της εργασία αυτής.



Κατώφλι φτώχειας	6510	€

Α/Α νοικοκυριού	Ονοματεπώνυμο	Αριθμός παροχής	Τιμολόγιο	Συμφωνημένη Ισχύς (kVA)	Αριθμός ενήλικων μελών νοικοκυριού	Αριθμός ανηλίκων μελών νοικοκυριού άνω των 14 ετών	Αριθμός ανηλίκων μελών νοικοκυριού κάτω των 13 ετών	Συνολικά διαθέσιμο καθαρό εισόδημα νοικοκυριού (€) (P1) (N4)	Υπαρξη μέλους/ων με αναπηρία 67% και άνω (N1)	Υπαρξη μέλους/ων με μηχανική υποστήριξη (N2)	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh) (N3)	Υπαρξη μέλους/ων με ενεργό δελτίο ανεργίας (N5)	Κατάσταση επιλεξιμότητας
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													
31													
32													

Εικόνα 2.2. Απεικόνιση δεύτερου σταδίου του υπολογιστικού εργαλείου εντοπισμού ευάλωτων νοικοκυριών.

2.5 Τρίτο Στάδιο: Ιεράρχηση ευάλωτων νοικοκυριών

Στο τελευταίο στάδιο του μηχανισμού εντοπισμού, πραγματοποιείται ιεράρχηση των αρχικά επιλέξιμων νοικοκυριών του δεύτερου σταδίου, το εισόδημα των οποίων βρίσκεται κάτω από το όριο σχετικής φτώχειας, δεδομένου ότι κατά την έναρξη λειτουργίας έργων παραγωγής Α.Π.Ε, η εγκατεστημένη ισχύς δεν θα είναι επαρκής για να καλύψει τις ανάγκες όλων των επιλέξιμων ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών. Η προτεινόμενη διαδικασία ιεράρχησης διασφαλίζει τον αντικειμενικό εντοπισμό επιλαχόντων νοικοκυριών για να ενταχθούν σε επόμενα έργα της Κ.Α.Ε. Για σκοπούς τελικής επιλογής και ένταξης των ωφελούμενων νοικοκυριών σε προγράμματα

στήριξης για την κάλυψη του συνόλου ή μέρους των ενεργειακών τους αναγκών, τα νοικοκυριά που πέρασαν την δεύτερη φάση ιεραρχούνται σύμφωνα με τα παρακάτω κριτήρια :

- Ύπαρξη τουλάχιστον ενός μέλους με αναπηρία 67% (N_1)
- Ύπαρξη τουλάχιστον ενός μέλους με μηχανική υποστήριξη (N_2)
- Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh) (N_3)
- Συνολικά διαθέσιμο καθαρό εισόδημα νοικοκυριού (N_4)
- Ύπαρξη τουλάχιστον ενός ανέργου μέλους (N_5)

Το πρώτο κριτήριο ιεράρχησης αφορά στη ύπαρξη τουλάχιστον ενός μέλους με αναπηρία ίση με ή άνω του 67% στη σύνθεση του νοικοκυριού. Το κριτήριο λαμβάνει δυαδική βαθμολόγηση «ναι» ή «όχι» ανεξαρτήτως του αριθμού των μελών που εμπίπτουν στην κατηγορία αυτή. Η επιθυμητή βαθμολογία του κριτηρίου είναι ο χαρακτηρισμός «ναι».

Το δεύτερο κριτήριο αναφέρεται στην ύπαρξη τουλάχιστον ενός μέλους με μηχανική υποστήριξη της ζωής. Το κριτήριο λαμβάνει δυαδική βαθμολόγηση «ναι» ή «όχι» ανεξαρτήτως του αριθμού των μελών που εμπίπτουν στην κατηγορία αυτή. Η επιθυμητή βαθμολογία του κριτηρίου είναι ο χαρακτηρισμός «ναι».

Το τρίτο κριτήριο αφορά στην πραγματική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του νοικοκυριού στη βάση εκκαθαριστικών λογαριασμών του παρόχου ηλεκτρικής ενέργειας του ωφελούμενου που αθροίζουν τη συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του τελευταίου έτους. Η επιθυμητή κατάσταση του κριτηρίου είναι η χαμηλότερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Το τέταρτο κριτήριο αφορά στο συνολικά διαθέσιμο καθαρό εισόδημα του νοικοκυριού, όπως αυτό προκύπτει από το σύνολο των καθαρών αποδοχών όλων των πηγών εισοδήματος, βάσει των εκκαθαριστικών λογαριασμών φορολογίας εισοδήματος όλων των μελών του. Η επιθυμητή κατάσταση του κριτηρίου είναι το χαμηλότερο συνολικά διαθέσιμο καθαρό εισόδημα.

Το πέμπτο κριτήριο αναφέρεται στην ύπαρξη τουλάχιστον ενός ανέργου μέλους του νοικοκυριού. Το κριτήριο λαμβάνει δυαδική βαθμολόγηση «ναι» ή «όχι» ανεξαρτήτως του αριθμού των μελών που εμπίπτουν στην κατηγορία αυτή. Η επιθυμητή βαθμολογία του κριτηρίου είναι ο χαρακτηρισμός «ναι».

Τα ανωτέρω κριτήρια λαμβάνουν τιμές ως ακολούθως:

- Για τα κριτήρια N_1, N_2, N_5, λαμβάνεται τιμή $c_i = 1$ ή $c_i = 0$ στην περίπτωση που το κριτήριο λαμβάνει βαθμολόγηση «ναι» ή «όχι», αντίστοιχα.
- Για τα κριτήρια N_3 , N_4, λαμβάνεται τιμή βάσει της εξίσωσης:

$$c = 1 - \frac{N_i - N_{i,min}}{N_{i,max} - N_{i,min}} \quad (2.2)$$

Όπου:
i= 3 ή 4
N_i είναι η τιμή του κριτηρίου i του τρέχοντος νοικοκυριού.

$N_{i,min}$ είναι η ελάχιστη τιμή που παρατηρείται στο σύνολο των αρχικά επιλέξιμων νοικοκυριών.
$N_{i,max}$ είναι η μέγιστη τιμή που παρατηρείται στο σύνολο των αρχικά επιλέξιμων νοικοκυριών.

Στη συνέχεια αποδίδονται στον Πίνακα 2.1 οι παρακάτω συντελεστές βάρους (n) στις κανονικοποιημένες τιμές, ως εξής:

Πίνακας 2.1. Συντελεστές βάρους κριτηρίων ιεράρχησης

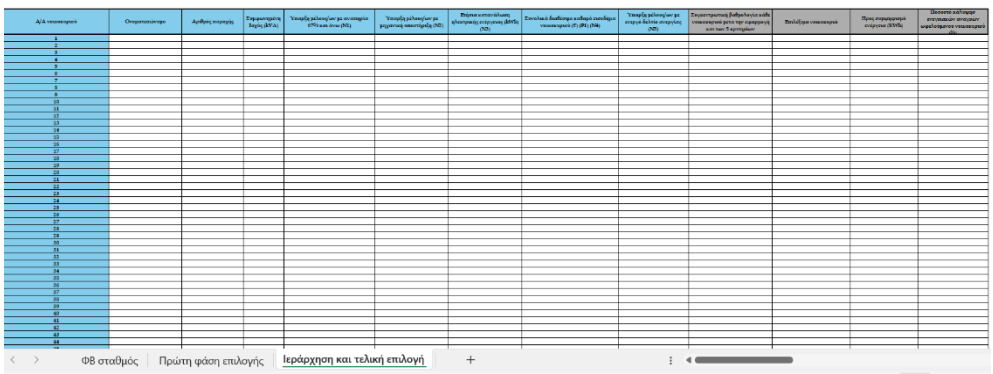
Κριτήριο (N)	**Συντελεστής βάρους (n) (%)**
N_1	25%
N_2	25%
N_3	20%
N_4	15%
N_5	15%

Η βαθμολογία κάθε επιλέξιμου νοικοκυριού k προκύπτει με χρήση της εξίσωσης :

$$y_k = \sum_1^5 c_i * n_i \qquad (2.3)$$

Όπου i είναι το κριτήριο 1, 2, 3, 4 ή 5.

Ακολούθως, τα επιλέξιμα νοικοκυριά ταξινομούνται κατά φθίνουσα σειρά της βαθμολογίας σύμφωνα με την εξίσωση (2.3) παραπάνω. Προς ένταξη επιλέγονται τα υψηλότερα στην κατάταξη νοικοκυριά λαμβάνοντας υπόψη τη διαστασιολόγηση του έργου και το ποσοστό συμψηφισμού ενέργειας ανά νοικοκυριό. Στο τρίτο στάδιο εντοπισμού, το υπολογιστικό φύλλο excel έχει προγραμματιστεί με τέτοιον τρόπο ώστε στον τελικό πίνακα κατάταξης να εμφανίζονται αποκλειστικά μόνο τα ωφελούμενα νοικοκυριά. Στην Εικόνα 2.3 αναπαρίστανται το τελευταίο επίπεδο του ψηφιακού εργαλείου ανίχνευσης και ιεράρχησης.



Εικόνα 2.3. Απεικόνιση τρίτου σταδίου του ψηφιακού εργαλείου εντοπισμού ευάλωτων νοικοκυριών.

2.6 Δικαιολογητικά τεκμηρίωσης κριτηρίων ευαλωτότητας των νοικοκυριά

Για την διεξαγωγή της διαδικασίας επιλογής των ωφελούμενων νοικοκυριών, θα πρέπει να μπορεί να τεκμηριώνεται η τιμή του κάθε κριτηρίου ιεράρχησης. Θα πρέπει δηλ. να μπορούν να συγκεντρωθούν και να ελεγχθούν τα συνοδευτικά έγκυρα δικαιολογητικά των υποψήφιων νοικοκυριών που πράγματι τεκμηριώνουν τα παραπάνω κριτήρια επιλεξιμότητας και ιεράρχησης. Προτείνονται τα ακόλουθα:

1. Ετήσια/ες εκκαθαρισμένη/ες δήλωση/εις φορολογία εισοδήματος (Ε1) από την/τις οποία/ες προκύπτει το συνολικά διαθέσιμο καθαρό εισόδημα και η κύρια κατοικία του νοικοκυριού. Χρησιμοποιείται για τον έλεγχο του εισοδήματος και της κύριας κατοικίας για την οποία γίνεται η αίτηση για συμψηφισμό της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και την βαθμολόγηση του κριτηρίου N_4 στην ιεράρχης των νοικοκυριών.
2. Πιστοποιητικό οικογενειακής κατάστασης από το οποίο προκύπτει η σύνθεση των μελών του και ο Δήμος στον οποίο είναι εγγεγραμμένα τα μέλη του νοικοκυριού. Χρησιμοποιείται, σε συνδυασμό με το 1ο δικαιολογητικό, για τον έλεγχο του εισοδηματικού κριτηρίου επιλεξιμότητας με βάση την εξίσωση (2.1).
3. Πιστοποιητικό βεβαίωσης αναπηρίας του Κ.Ε.Π.Α. (εφόσον υφίσταται) από το οποίο αποδεικνύεται η ύπαρξη μέλους του νοικοκυριού με αναπηρία 67% και άνω (κριτήριο ιεράρχησης N_1).
4. Ιατρική γνωμάτευση ιατρού μονάδων υγείας (εφόσον υφίσταται) από την οποία αποδεικνύεται η ύπαρξη μέλους του νοικοκυριού το οποίο χρήζει μηχανικής υποστήριξης για την ζωή του (κριτήριο ιεράρχησης N_2).
5. Εκκαθαριστικοί λογαριασμοί του παρόχου ηλεκτρικής ενέργειας από τους οποίους προκύπτει η συνολική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του τελευταίου έτους καθώς και ο αριθμός παροχής της κύριας κατοικίας του νοικοκυριού (κριτήριο ιεράρχησης N_3).
6. Αποδεικτικό ανεργίας (εφόσον υφίσταται), πχ Δελτίο ανεργίας από τη Δημόσια Υπηρεσία Απασχόλησης (Δ.Υ.Π.Α), για την τεκμηρίωση ύπαρξης άνεργου μέλους (κριτήριο ιεράρχησης N_5).

Μετά την κατάθεση όλων των απαραίτητων δικαιολογητικών, είναι δυνατή η σύνταξη έκθεσης τεκμηρίωσης ελέγχου επιλεξιμότητας και ένταξης των ωφελούμενων νοικοκυριών λαμβάνοντας υπόψη την διαστασιολόγηση του έργου και το ποσοστό συμψηφισμού ενέργειας ανά νοικοκυριό.

2.7 Εφαρμογή του υπολογιστικού εργαλείου εντοπισμού.

Μετά την ολοκλήρωση της ανάπτυξης του εργαλείου εντοπισμού ευάλωτων νοικοκυριών, πραγματοποιήθηκε δοκιμή ως προς την αποτελεσματικότητα του συστήματος. Για τον σκοπό αυτό, μέσω της χρήσης πλατφόρμας τεχνητής νοημοσύνης (ChatGPT), δημιουργήθηκε ένα δειγματοληπτικό σύνολο δεδομένων (βλ. Παράρτημα Π.1), το οποίο περιλάμβανε 659 τυχαία επιλεγμένα νοικοκυριά, αριθμός που προσεγγίζει το συνολικό πλήθος των νοικοκυριών του Δήμου Ανωγείων. Το πλήθος των νοικοκυριών προέκυψε από το πηλίκο του μόνιμου πληθυσμού του Δήμου

Ανωγείων, ο οποίος ανέρχεται σε 2.240 κατοίκους, σύμφωνα με την Απογραφή Πληθυσμού–Κατοικιών 2021 της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛΣΤΑΤ), προς το μέσο μέγεθος νοικοκυριού, το οποίο εκτιμάται σε 3,4 άτομα ανά νοικοκυριό. [53] [54]

Στο πρώτο φύλλο του υπολογιστικού προγράμματος Excel, όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 2.4, αποτυπώνονται τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά ενός Φωτοβολταϊκού Σταθμού (Φ/Β) παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Στο φύλλο αυτό καταγράφονται στοιχεία που αφορούν το είδος του ηλεκτρικού δικτύου σύνδεσης, την εγκατεστημένη ισχύ του σταθμού, τη διάρκεια ζωής του συστήματος, τον συντελεστή απόδοσης, τον συντελεστή απωλειών, καθώς και περιβαλλοντικούς δείκτες όπως η μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας σε εκπομπές CO_2. Επιπλέον, ορίζονται οι βασικοί ενεργειακοί δείκτες που καθορίζουν τη λειτουργία του προγράμματος, συγκεκριμένα:

- το ποσοστό παραγόμενης ενέργειας από τα Φ/Β συστήματα που διατίθεται για εικονικό ενεργειακό συμψηφισμό των ωφελούμενων νοικοκυριών.
- και το ποσοστό ετήσιας κάλυψης ενεργειακών αναγκών των ωφελούμενων νοικοκυριών.

Ποσοστό παραγόμενης ενέργειας από τα Φ/Β συστήματα που αποδίδεται για τον εικονικό ενεργειακό συμψηφισμό των ωφελούμενων νοικοκυριών (%)	**50%**
Ποσοστό ετήσιας κάλυψης ενεργειακών αναγκών ωφελούμενου νοικοκυριού (%)	**80%**

Δίκτυο (οι τιμές που μπορεί να λάβει το συγκεκριμένο κελί μπορεί να είναι **"Δ"** για διασυνδεδεμένο δίκτυο ή **"ΜΔΝ"** για μη διασυνδεδεμένο νησί)	**Δ**
Εγκατεστημένη ισχύς Φωτοβολταϊκών (kWp)	627,88
Εγγυητική περίοδος καλής λειτουργίας (έτη)	12
Χρόνος ζωής (έτη)	25
Συντελεστής απωλειών μετά την εγγυητική περίοδο (%)	0,50%
Συντελεστής επίδοσης (kWh/kWp)	1342
Περιθώριο ισχύος (kWp)	13900
Συντελεστής μετατροπής ηλεκτρικής ενέργειας σε εκπομπές CO2 (kgCO2/kWh)	0,37168
Ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (kWh/έτος)	**842614,96**

Εικόνα 2.4 Τεχνικά χαρακτηριστικά Φ/Β σταθμού και στρατηγικοί στόχοι Κ.Α.Ε.

Κατόπιν, πραγματοποιείται η μετάβαση στο δεύτερο επίπεδο του εργαλείου, όπου καταχωρούνται και αναλύονται τα κοινωνικοοικονομικά στοιχεία των υποψήφιων νοικοκυριών, με στόχο την εκτέλεση της πρώτης φάσης επιλογής βάσει εισοδηματικών κριτηρίων. Το στάδιο αυτό λειτουργεί ως μηχανισμός προκαταρκτικής διαλογής, με αποτέλεσμα να προσδιοριστεί πλήθος 150 αρχικά επιλέξιμων νοικοκυριών για το συγκεκριμένο παράδειγμα (βλ. Εικόνα 2.5).

Στη συνέχεια, το εργαλείο ενεργοποιεί αυτόματα την τελική φάση ανάλυσης, κατά την οποία λαμβάνονται υπόψη τόσο τα ενεργειακά αποθέματα του Φ/Β σταθμού όσο και οι στρατηγικοί στόχοι που έχει θέσει η Κοινότητα Ανανεώσιμης Ενέργειας (Κ.Α.Ε.), δηλαδή το ποσοστό παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας του Φ/Β σταθμού που θα αποδοθεί στα ευάλωτα νοικοκυριά και το ποσοστό κάλυψης των ετήσιων ενεργειακών τους αναγκών. Με βάση αυτά, καθώς και με την εφαρμογή των κριτηρίων ιεράρχησης που ορίζονται στην Ενότητα 2.5, το εργαλείο υπολογίζει τον τελικό πίνακα κατάταξης των νοικοκυριών όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 2.6 και 2.7.

Κατώφλι φτώχειας	6510	€
Αριθμός αρχικά επιλέξιμων νοικοκυριών	150	

Α/Α νοικοκυριού	Ονοματεπώνυμο	Αριθμός παροχής	Τιμολόγιο	Συμφωνημένη Ισχύς (kVA)	Αριθμός ενήλικων μελών νοικοκυριού	Αριθμός ανηλίκων μελών νοικοκυριού άνω των 14 ετών	Αριθμός ανηλίκων μελών νοικοκυριού κάτω των 13 ετών	Συνολικά διαθέσιμο καθαρό εισοδήμα νοικοκυριού (€) (P1) (N4)	Υπαρξη μέλους/ων με αναπηρία 67% και άνω (N1)	Υπαρξη μέλους/ων με μηχανική υποστήριξη (N2)	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh) (N3)	Υπαρξη μέλους/ων με ενεργό δελτίο ανεργίας (N5)	Κατάσταση επιλεξιμότητας
1	Ονομα 1	Αριθμός Παροχής 1	ΚΟΤ-Β	8	5	0	2	15145,73	ΟΧΙ	ΟΧΙ	8724	ΟΧΙ	ΕΠΙΛΕΓΕΤΑΙ
2	Ονομα 2	Αριθμός Παροχής 2	Γ1Ν	15	2	0	0	29506,19	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3906	ΟΧΙ	ΑΠΟΡΡΙΠΤΕΤΑΙ
3	Ονομα 3	Αριθμός Παροχής 3	Γ1Ν	8	1	0	1	24548,51	ΟΧΙ	ΟΧΙ	1854	ΟΧΙ	ΑΠΟΡΡΙΠΤΕΤΑΙ
4	Ονομα 4	Αριθμός Παροχής 4	Γ1Ν	25	1	0	0	3954,39	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2408	ΟΧΙ	ΕΠΙΛΕΓΕΤΑΙ
5	Ονομα 5	Αριθμός Παροχής 5	Γ1	8	2	1	0	26445,21	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3977	ΟΧΙ	ΑΠΟΡΡΙΠΤΕΤΑΙ
6	Ονομα 6	Αριθμός Παροχής 6	ΚΟΤ-Β	8	1	0	0	26026,08	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2070	ΟΧΙ	ΑΠΟΡΡΙΠΤΕΤΑΙ
7	Ονομα 7	Αριθμός Παροχής 7	Γ1	12	2	0	0	9183,5	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3677	ΟΧΙ	ΕΠΙΛΕΓΕΤΑΙ
8	Ονομα 8	Αριθμός Παροχής 8	ΚΟΤ-Α	12	5	0	0	53628,55	ΟΧΙ	ΟΧΙ	9837	ΝΑΙ	ΑΠΟΡΡΙΠΤΕΤΑΙ
9	Ονομα 9	Αριθμός Παροχής 9	Γ1	12	1	0	0	7958,63	ΟΧΙ	ΟΧΙ	1956	ΟΧΙ	ΑΠΟΡΡΙΠΤΕΤΑΙ
10	Ονομα 10	Αριθμός Παροχής 10	ΚΟΤ-Α	15	1	0	0	20534,18	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2001	ΟΧΙ	ΑΠΟΡΡΙΠΤΕΤΑΙ
11	Ονομα 11	Αριθμός Παροχής 11	Γ1	8	2	0	1	29617,67	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3615	ΝΑΙ	ΑΠΟΡΡΙΠΤΕΤΑΙ
12	Ονομα 12	Αριθμός Παροχής 12	Γ1	15	4	0	0	5978,32	ΟΧΙ	ΟΧΙ	9632	ΟΧΙ	ΕΠΙΛΕΓΕΤΑΙ
13	Ονομα 13	Αριθμός Παροχής 13	ΚΟΤ-Α	12	2	0	0	34779,81	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3081	ΟΧΙ	ΑΠΟΡΡΙΠΤΕΤΑΙ
14	Ονομα 14	Αριθμός Παροχής 14	Γ1Ν	15	1	0	0	15211,72	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2594	ΝΑΙ	ΑΠΟΡΡΙΠΤΕΤΑΙ
15	Ονομα 15	Αριθμός Παροχής 15	Γ1Ν	25	1	2	0	25240,7	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4033	ΟΧΙ	ΑΠΟΡΡΙΠΤΕΤΑΙ
16	Ονομα 16	Αριθμός Παροχής 16	ΚΟΤ-Β	12	4	0	1	31452	ΟΧΙ	ΟΧΙ	7691	ΟΧΙ	ΑΠΟΡΡΙΠΤΕΤΑΙ
17	Ονομα 17	Αριθμός Παροχής 17	Γ1Ν	15	1	0	0	20244,86	ΟΧΙ	ΟΧΙ	1909	ΟΧΙ	ΑΠΟΡΡΙΠΤΕΤΑΙ
18	Ονομα 18	Αριθμός Παροχής 18	Γ1Ν	8	2	0	1	25866,65	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3862	ΟΧΙ	ΑΠΟΡΡΙΠΤΕΤΑΙ
19	Ονομα 19	Αριθμός Παροχής 19	Γ1	15	1	0	0	25313,17	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2395	ΟΧΙ	ΑΠΟΡΡΙΠΤΕΤΑΙ
20	Ονομα 20	Αριθμός Παροχής 20	Γ1Ν	15	1	0	0	3798,18	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2590	ΟΧΙ	ΕΠΙΛΕΓΕΤΑΙ
21	Ονομα 21	Αριθμός Παροχής 21	ΚΟΤ-Α	15	2	0	3	21738,97	ΟΧΙ	ΟΧΙ	6047	ΟΧΙ	ΑΠΟΡΡΙΠΤΕΤΑΙ
22	Ονομα 22	Αριθμός Παροχής 22	ΚΟΤ-Β	12	2	0	1	22461,42	ΟΧΙ	ΝΑΙ	8839	ΟΧΙ	ΑΠΟΡΡΙΠΤΕΤΑΙ
23	Ονομα 23	Αριθμός Παροχής 23	Γ1Ν	25	3	0	0	50521,5	ΟΧΙ	ΟΧΙ	8226	ΟΧΙ	ΑΠΟΡΡΙΠΤΕΤΑΙ
24	Ονομα 24	Αριθμός Παροχής 24	Γ1Ν	12	1	0	0	7536,74	ΟΧΙ	ΟΧΙ	1864	ΟΧΙ	ΑΠΟΡΡΙΠΤΕΤΑΙ
25	Ονομα 25	Αριθμός Παροχής 25	ΚΟΤ-Β	25	2	0	1	17105,5	ΟΧΙ	ΟΧΙ	6788	ΟΧΙ	ΑΠΟΡΡΙΠΤΕΤΑΙ
26	Ονομα 26	Αριθμός Παροχής 26	ΚΟΤ-Β	8	2	0	0	8752,91	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3657	ΟΧΙ	ΕΠΙΛΕΓΕΤΑΙ
27	Ονομα 27	Αριθμός Παροχής 27	ΚΟΤ-Β	25	4	0	1	58987,51	ΟΧΙ	ΟΧΙ	11673	ΟΧΙ	ΑΠΟΡΡΙΠΤΕΤΑΙ
28	Ονομα 28	Αριθμός Παροχής 28	ΚΟΤ-Α	25	1	1	0	4743,09	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2704	ΟΧΙ	ΕΠΙΛΕΓΕΤΑΙ
29	Ονομα 29	Αριθμός Παροχής 29	Γ1	25	2	0	1	30900,15	ΟΧΙ	ΟΧΙ	6725	ΟΧΙ	ΑΠΟΡΡΙΠΤΕΤΑΙ
30	Ονομα 30	Αριθμός Παροχής 30	ΚΟΤ-Β	25	1	0	1	4473,91	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3286	ΟΧΙ	ΕΠΙΛΕΓΕΤΑΙ

ΦΒ σταθμός | Πρώτη φάση επιλογής | Ιεράρχηση και τελική επιλογή | κρητηρια | Χαρακτηριστικά και ξ

Εικόνα 2.5. Πρώτη φάση διαλογής, πλήθος αρχικά επιλέξιμων νοικοκυριών.

Α/Α νοικοκυριού	Ονοματεπώνυμο	Αριθμός παροχής	Συμφωνημένη Ισχύς (kVA)	Ύπαρξη μέλους/ων με αναπηρία 67% και άνω (N1)	Ύπαρξη μέλους/ων με μηχανική υποστήριξη (N2)	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh) (N3)	Συνολικά διαθέσιμο καθαρό εισόδημα νοικοκυριού (€) (P1) (N4)	Ύπαρξη μέλους/ων με ενεργό δελτίο ανεργίας (N5)	Συγκεντρωτική βαθμολογία κάθε νοικοκυριού μετα την εφαρμογή και των 5 κριτηρίων	Επιλέξιμα νοικοκυριά	Προς συμψηφισμό ενέργεια (KWh)	Ποσοστό κάλυψης ενεγειακών αναγκών ωφελούμενου νοικοκυριού (%)
1	Όνομα 374	Αριθμός Παροχής 374	15	ΝΑΙ	ΟΧΙ	2967	5417	ΝΑΙ	0,69098511	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	2373,6	80,0%
2	Όνομα 617	Αριθμός Παροχής 617	8	ΝΑΙ	ΟΧΙ	1894	2189,08	ΟΧΙ	0,593096179	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	1515,2	80,0%
3	Όνομα 604	Αριθμός Παροχής 604	8	ΝΑΙ	ΟΧΙ	2056	4213	ΟΧΙ	0,569395094	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	1644,8	80,0%
4	Όνομα 560	Αριθμός Παροχής 560	12	ΝΑΙ	ΟΧΙ	3359	5633,54	ΟΧΙ	0,531867546	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	2687,2	80,0%
5	Όνομα 246	Αριθμός Παροχής 246	12	ΝΑΙ	ΟΧΙ	3655	5685,48	ΟΧΙ	0,526132512	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	2924	80,0%
6	Όνομα 651	Αριθμός Παροχής 651	8	ΝΑΙ	ΟΧΙ	3504	7213,76	ΟΧΙ	0,513037151	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	2803,2	80,0%
7	Όνομα 271	Αριθμός Παροχής 271	12	ΝΑΙ	ΟΧΙ	3645	7776,06	ΟΧΙ	0,504766056	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	2916	80,0%
8	Όνομα 501	Αριθμός Παροχής 501	8	ΝΑΙ	ΟΧΙ	4931	6076,8	ΟΧΙ	0,499684744	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3944,8	80,0%
9	Όνομα 45	Αριθμός Παροχής 45	25	ΝΑΙ	ΟΧΙ	4237	7386,4	ΟΧΙ	0,498381611	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3389,6	80,0%
10	Όνομα 226	Αριθμός Παροχής 226	12	ΟΧΙ	ΟΧΙ	1631	2810,78	ΝΑΙ	0,49130062	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	1304,8	80,0%
11	Όνομα 552	Αριθμός Παροχής 552	8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2109	2839,07	ΝΑΙ	0,482621537	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	1687,2	80,0%
12	Όνομα 571	Αριθμός Παροχής 571	25	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2262	3171,72	ΝΑΙ	0,476506039	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	1809,6	80,0%
13	Όνομα 659	Αριθμός Παροχής 659	15	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2184	3766,19	ΝΑΙ	0,47175062	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	1747,2	80,0%
14	Όνομα 109	Αριθμός Παροχής 109	12	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4069	2939,43	ΝΑΙ	0,447156121	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3255,2	80,0%
15	Όνομα 388	Αριθμός Παροχής 388	25	ΝΑΙ	ΟΧΙ	5381	10554,28	ΟΧΙ	0,443641961	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	4304,8	80,0%
16	Όνομα 596	Αριθμός Παροχής 596	12	ΝΑΙ	ΟΧΙ	6810	8159,83	ΟΧΙ	0,445212072	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	5448	80,0%
17	Όνομα 332	Αριθμός Παροχής 332	8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3498	4233,34	ΝΑΙ	0,443853926	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	2798,4	80,0%
18	Όνομα 480	Αριθμός Παροχής 480	25	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2702	5640,97	ΝΑΙ	0,443332486	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	2161,6	80,0%
19	Όνομα 324	Αριθμός Παροχής 324	12	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2608	6195,42	ΝΑΙ	0,43927052	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	2086,4	80,0%
20	Όνομα 115	Αριθμός Παροχής 115	8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3525	4806	ΝΑΙ	0,437478713	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	2820	80,0%
21	Όνομα 147	Αριθμός Παροχής 147	25	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4749	3480,05	ΝΑΙ	0,429639826	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3799,2	80,0%
22	Όνομα 512	Αριθμός Παροχής 512	12	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3790	5222,45	ΝΑΙ	0,428532207	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3032	80,0%
23	Όνομα 72	Αριθμός Παροχής 72	8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2436	7744,24	ΝΑΙ	0,426332413	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	1948,8	80,0%
24	Όνομα 66	Αριθμός Παροχής 66	12	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4328	5207,9	ΝΑΙ	0,419231103	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3462,4	80,0%
25	Όνομα 258	Αριθμός Παροχής 258	8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4763	4726,25	ΝΑΙ	0,416552573	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3810,4	80,0%
26	Όνομα 162	Αριθμός Παροχής 162	8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4008	7205,46	ΝΑΙ	0,404268922	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3206,4	80,0%
27	Όνομα 229	Αριθμός Παροχής 229	8	ΟΧΙ	ΝΑΙ	9373	8032,03	ΟΧΙ	0,401504817	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	7498,4	80,0%
28	Όνομα 550	Αριθμός Παροχής 550	15	ΟΧΙ	ΟΧΙ	5497	5022,44	ΝΑΙ	0,40060636	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	4397,6	80,0%
29	Όνομα 446	Αριθμός Παροχής 446	25	ΟΧΙ	ΟΧΙ	5612	4851,36	ΝΑΙ	0,400349031	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	4489,6	80,0%
30	Όνομα 82	Αριθμός Παροχής 82	8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4304	7655,59	ΝΑΙ	0,394430789	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3443,2	80,0%
31	Όνομα 471	Αριθμός Παροχής 471	12	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4855	6735,14	ΝΑΙ	0,39423605	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3884	80,0%
32	Όνομα 218	Αριθμός Παροχής 218	8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4282	8703,56	ΝΑΙ	0,384018583	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3425,6	80,0%
33	Όνομα 527	Αριθμός Παροχής 527	8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4579	8400,39	ΝΑΙ	0,38192517	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3663,2	80,0%
34	Όνομα 621	Αριθμός Παροχής 621	25	ΟΧΙ	ΝΑΙ	11389	6807,97	ΟΧΙ	0,378702974	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	9111,2	80,0%
35	Όνομα 513	Αριθμός Παροχής 513	12	ΟΧΙ	ΟΧΙ	5326	7956,57	ΝΑΙ	0,373375929	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	4260,8	80,0%
36	Όνομα 217	Αριθμός Παροχής 217	8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	6907	5400,77	ΝΑΙ	0,371938472	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	5525,6	80,0%
37	Όνομα 47	Αριθμός Παροχής 47	15	ΟΧΙ	ΟΧΙ	6133	6805,73	ΝΑΙ	0,371058071	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	4906,4	80,0%
38	Όνομα 142	Αριθμός Παροχής 142	12	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3231	12144,9	ΝΑΙ	0,367020606	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	2584,8	80,0%
39	Όνομα 389	Αριθμός Παροχής 389	15	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4955	9214,29	ΝΑΙ	0,366933255	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3964	80,0%
40	Όνομα 113	Αριθμός Παροχής 113	15	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4881	9462,84	ΝΑΙ	0,365672058	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3904,8	80,0%
41	Όνομα 536	Αριθμός Παροχής 536	15	ΟΧΙ	ΟΧΙ	7245	5474,12	ΝΑΙ	0,365245008	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	5796	80,0%
42	Όνομα 653	Αριθμός Παροχής 653	8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4483	10398,09	ΝΑΙ	0,363026545	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3586,4	80,0%
43	Όνομα 629	Αριθμός Παροχής 629	15	ΝΑΙ	ΟΧΙ	9897	11020,62	ΟΧΙ	0,361504163	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	7917,6	80,0%
44	Όνομα 590	Αριθμός Παροχής 590	25	ΟΧΙ	ΟΧΙ	7425	5751,13	ΝΑΙ	0,359228537	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	5940	80,0%
45	Όνομα 304	Αριθμός Παροχής 304	8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	6439	7451,73	ΝΑΙ	0,359035949	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	5151,2	80,0%

Εικόνα 2.6. Πίνακας τελικών αποτελεσμάτων ιεράρχησης ωφελούμενων νοικοκυριών.

45	Ονομα 306	Αριθμός Παροχής 306	8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	6439	7451,73	ΝΑΙ	0,359025949	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	5151,2	80,0%
46	Ονομα 183	Αριθμός Παροχής 183	25	ΟΧΙ	ΟΧΙ	6204	7917,59	ΝΑΙ	0,358353791	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	4963,2	80,0%
47	Ονομα 253	Αριθμός Παροχής 253	15	ΝΑΙ	ΟΧΙ	8100	14553,32	ΟΧΙ	0,356669741	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	6480	80,0%
48	Ονομα 411	Αριθμός Παροχής 411	12	ΟΧΙ	ΟΧΙ	6591	7824,59	ΝΑΙ	0,352513679	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	5272,8	80,0%
49	Ονομα 372	Αριθμός Παροχής 372	12	ΟΧΙ	ΟΧΙ	1501	2608,99	ΟΧΙ	0,345673089	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	1200,8	80,0%
50	Ονομα 297	Αριθμός Παροχής 297	8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	1547	2567,95	ΟΧΙ	0,3452879	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	1237,6	80,0%
51	Ονομα 648	Αριθμός Παροχής 648	15	ΟΧΙ	ΟΧΙ	1958	2398,26	ΟΧΙ	0,339816423	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	1566,4	80,0%
52	Ονομα 224	Αριθμός Παροχής 224	8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	1773	2932,48	ΟΧΙ	0,337561509	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	1418,4	80,0%
53	Ονομα 655	Αριθμός Παροχής 655	12	ΟΧΙ	ΟΧΙ	7035	9061,78	ΝΑΙ	0,33196547	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	5628	80,0%
54	Ονομα 349	Αριθμός Παροχής 349	8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	6099	10710,99	ΝΑΙ	0,331414075	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	4879,2	80,0%
55	Ονομα 630	Αριθμός Παροχής 630	8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	1819	3595,31	ΟΧΙ	0,329923377	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	1455,2	80,0%
56	Ονομα 166	Αριθμός Παροχής 166	12	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2255	2926,32	ΟΧΙ	0,329157702	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	1804	80,0%
57	Ονομα 608	Αριθμός Παροχής 608	8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4548	13603,89	ΝΑΙ	0,328850918	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3638,4	80,0%
58	Ονομα 433	Αριθμός Παροχής 433	12	ΟΧΙ	ΟΧΙ	1591	4786,43	ΟΧΙ	0,321654897	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	1272,8	80,0%
59	Ονομα 470	Αριθμός Παροχής 470	15	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2601	3158,74	ΟΧΙ	0,320684586	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	2080,8	80,0%
60	Ονομα 542	Αριθμός Παροχής 542	8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2069	4138	ΟΧΙ	0,319939551	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	1655,2	80,0%
61	Ονομα 104	Αριθμός Παροχής 104	15	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2200	3986,62	ΟΧΙ	0,319198154	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	1760	80,0%
62	Ονομα 282	Αριθμός Παροχής 282	15	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2508	3648,89	ΟΧΙ	0,317267624	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	2006,4	80,0%
63	Ονομα 391	Αριθμός Παροχής 391	15	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2169	4229,57	ΟΧΙ	0,317239282	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	1735,2	80,0%
64	Ονομα 4	Αριθμός Παροχής 4	25	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2408	3954,39	ΟΧΙ	0,315876334	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	1926,4	80,0%
65	Ονομα 465	Αριθμός Παροχής 465	15	ΟΧΙ	ΟΧΙ	1921	4847,72	ΟΧΙ	0,31522624	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	1536,8	80,0%
66	Ονομα 20	Αριθμός Παροχής 20	15	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2590	3798,18	ΟΧΙ	0,314288791	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	2072	80,0%
67	Ονομα 275	Αριθμός Παροχής 275	12	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2117	4962,06	ΟΧΙ	0,310604911	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	1693,6	80,0%
68	Ονομα 658	Αριθμός Παροχής 658	25	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3503	2635,99	ΟΧΙ	0,310225788	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	2802,4	80,0%
69	Ονομα 301	Αριθμός Παροχής 301	25	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2688	4074,28	ΟΧΙ	0,309722189	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	2150,4	80,0%
70	Ονομα 28	Αριθμός Παροχής 28	25	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2704	4743,09	ΟΧΙ	0,302549447	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	2163,2	80,0%
71	Ονομα 353	Αριθμός Παροχής 353	25	ΟΧΙ	ΟΧΙ	8824	8913,75	ΝΑΙ	0,30206351	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	7059,2	80,0%
72	Ονομα 609	Αριθμός Παροχής 609	12	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2449	5255,32	ΟΧΙ	0,301750814	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	1959,2	80,0%
73	Ονομα 31	Αριθμός Παροχής 31	15	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3754	3113,73	ΟΧΙ	0,300893665	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3003,2	80,0%
74	Ονομα 105	Αριθμός Παροχής 105	25	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2473	5805,8	ΟΧΙ	0,295656853	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	1978,4	80,0%
75	Ονομα 30	Αριθμός Παροχής 30	25	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3286	4473,91	ΟΧΙ	0,2950992	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	2628,8	80,0%
76	Ονομα 592	Αριθμός Παροχής 592	25	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2553	5737,03	ΟΧΙ	0,294960127	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	2042,4	80,0%
77	Ονομα 157	Αριθμός Παροχής 157	12	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2013	6699,41	ΟΧΙ	0,294529566	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	1610,4	80,0%
78	Ονομα 364	Αριθμός Παροχής 364	25	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3200	4850,64	ΟΧΙ	0,292727992	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	2560	80,0%
79	Ονομα 167	Αριθμός Παροχής 167	25	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3015	5316,94	ΟΧΙ	0,291172951	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	2412	80,0%
80	Ονομα 409	Αριθμός Παροχής 409	12	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2408	6455,84	ΟΧΙ	0,290100448	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	1926,4	80,0%
81	Ονομα 90	Αριθμός Παροχής 90	25	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2791	5850,9	ΟΧΙ	0,289605828	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	2232,8	80,0%
82	Ονομα 251	Αριθμός Παροχής 251	12	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4441	3430,65	ΟΧΙ	0,28555949	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3552,8	80,0%
83	Ονομα 647	Αριθμός Παροχής 647	25	ΟΧΙ	ΟΧΙ	5212	3206,65	ΟΧΙ	0,274323534	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	4169,6	80,0%
84	Ονομα 225	Αριθμός Παροχής 225	8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4780	3989,79	ΟΧΙ	0,273842696	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3824	80,0%
85	Ονομα 518	Αριθμός Παροχής 518	8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3607	6229,75	ΟΧΙ	0,271367363	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	2885,6	80,0%
86	Ονομα 506	Αριθμός Παροχής 506	12	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4842	4149,39	ΟΧΙ	0,271108965	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3873,6	80,0%
87	Ονομα 315	Αριθμός Παροχής 315	12	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3905	5789,86	ΟΧΙ	0,270665198	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3124	80,0%
88	Ονομα 439	Αριθμός Παροχής 439	12	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2989	7514,65	ΟΧΙ	0,268983658	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	2391,2	80,0%
89	Ονομα 406	Αριθμός Παροχής 406	8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4583	4863,77	ΟΧΙ	0,26829757	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3666,4	80,0%
90	Ονομα 345	Αριθμός Παροχής 345	25	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4643	4931,53	ΟΧΙ	0,266545327	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3714,4	80,0%
91	Ονομα 270	Αριθμός Παροχής 270	12	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3283	7472,03	ΟΧΙ	0,264258141	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	2626,4	80,0%
92	Ονομα 239	Αριθμός Παροχής 239	8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4292	5972,57	ΟΧΙ	0,261984066	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3433,6	80,0%
93	Ονομα 234	Αριθμός Παροχής 234	12	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2853	8613,49	ΟΧΙ	0,260049905	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	2282,4	80,0%
94	Ονομα 124	Αριθμός Παροχής 124	12	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2390	9453,35	ΟΧΙ	0,259529179	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	1912	80,0%
95	Ονομα 160	Αριθμός Παροχής 160	15	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4342	6624,99	ΟΧΙ	0,254382935	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3473,6	80,0%
96	Ονομα 549	Αριθμός Παροχής 549	8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4321	6862,62	ΟΧΙ	0,252303212	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3456,8	80,0%

Εικόνα 2.7. Συνέχεια πίνακα (Εικόνας 2.6) τελικών αποτελεσμάτων ιεράρχησης ωφελούμενων νοικοκυριών.

97	Όνομα 74	Αριθμός Παροχής 74	8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	9479	12626,56	ΝΑΙ	0,252298946	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	7583,2	80,0%
98	Όνομα 272	Αριθμός Παροχής 272	15	ΟΧΙ	ΟΧΙ	7598	16037,07	ΝΑΙ	0,250199241	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	6078,4	80,0%
99	Όνομα 176	Αριθμός Παροχής 176	25	ΟΧΙ	ΟΧΙ	5477	5187,92	ΟΧΙ	0,249252531	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	4381,6	80,0%
100	Όνομα 68	Αριθμός Παροχής 68	15	ΟΧΙ	ΟΧΙ	6077	4188,36	ΟΧΙ	0,249012191	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	4861,6	80,0%
101	Όνομα 204	Αριθμός Παροχής 204	15	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4706	6597,79	ΟΧΙ	0,248268836	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3764,8	80,0%
102	Όνομα 100	Αριθμός Παροχής 100	25	ΟΧΙ	ΟΧΙ	6214	4060,29	ΟΧΙ	0,247925197	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	4971,2	80,0%
103	Όνομα 430	Αριθμός Παροχής 430	15	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4284	7370,13	ΟΧΙ	0,247723616	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3427,2	80,0%
104	Όνομα 26	Αριθμός Παροχής 26	8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3657	8752,91	ΟΧΙ	0,244489421	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	2925,6	80,0%
105	Όνομα 215	Αριθμός Παροχής 215	8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4585	7608,44	ΟΧΙ	0,23998032	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3668	80,0%
106	Όνομα 7	Αριθμός Παροχής 7	12	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3677	9183,5	ΟΧΙ	0,23970112	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	2941,6	80,0%
107	Όνομα 559	Αριθμός Παροχής 559	15	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4327	8210,75	ΟΧΙ	0,23830617	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3461,6	80,0%
108	Όνομα 368	Αριθμός Παροχής 368	15	ΟΧΙ	ΟΧΙ	5383	6530,15	ΟΧΙ	0,237072982	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	4306,4	80,0%
109	Όνομα 575	Αριθμός Παροχής 575	8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4517	8022,11	ΟΧΙ	0,236912263	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3613,6	80,0%
110	Όνομα 520	Αριθμός Παροχής 520	25	ΟΧΙ	ΟΧΙ	5814	5895,31	ΟΧΙ	0,236043247	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	4651,2	80,0%
111	Όνομα 390	Αριθμός Παροχής 390	8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	5346	6857,36	ΟΧΙ	0,234351265	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	4276,8	80,0%
112	Όνομα 605	Αριθμός Παροχής 605	15	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4042	9147,52	ΟΧΙ	0,233659926	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3233,6	80,0%
113	Όνομα 323	Αριθμός Παροχής 323	15	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4346	8687,99	ΟΧΙ	0,233054736	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3476,8	80,0%
114	Όνομα 143	Αριθμός Παροχής 143	25	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4670	8519,19	ΟΧΙ	0,229102416	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3736	80,0%
115	Όνομα 118	Αριθμός Παροχής 118	15	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4891	8462,91	ΟΧΙ	0,225800045	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3912,8	80,0%
116	Όνομα 164	Αριθμός Παροχής 164	12	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3924	10469,17	ΟΧΙ	0,222114048	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3139,2	80,0%
117	Όνομα 285	Αριθμός Παροχής 285	15	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4987	8757,53	ΟΧΙ	0,221077739	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3989,6	80,0%
118	Όνομα 81	Αριθμός Παροχής 81	15	ΟΧΙ	ΟΧΙ	5878	7280,45	ΟΧΙ	0,220645956	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	4702,4	80,0%
119	Όνομα 168	Αριθμός Παροχής 168	8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4773	9245,09	ΟΧΙ	0,21981307	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	3818,4	80,0%
120	Όνομα 277	Αριθμός Παροχής 277	15	ΟΧΙ	ΟΧΙ	5062	8852,62	ΟΧΙ	0,218780373	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	4049,6	80,0%
121	Όνομα 33	Αριθμός Παροχής 33	15	ΟΧΙ	ΟΧΙ	5794	7886,21	ΟΧΙ	0,215879602	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	4635,2	80,0%
122	Όνομα 95	Αριθμός Παροχής 95	25	ΟΧΙ	ΟΧΙ	7372	5484,33	ΟΧΙ	0,212908795	ΕΠΙΛΕΞΙΜΟ	5897,6	80,0%
123												
124												
125												
126												
127												
128												
129												
130												
131												
132												
133												
134												
135												
136												
137												
138												
139												
140												
141												
142												
143												
144												
145												
146												
147												
148												

Εικόνα 2.8. Συνέχεια πίνακα (Εικόνας 2.8) τελικών αποτελεσμάτων ιεράρχησης ωφελούμενων νοικοκυριών.

Σύμφωνα με τον τελικό πίνακα κατάταξης των επιλέξιμων νοικοκυριών που παρουσιάζεται στις Εικόνες 2.6 , 2.7 και 2.8, η Κ.Α.Ε. του παραδείγματος έχει την δυνατότητα να καλύψει το 80% των αναγκών μόνο 122 εκ των 150 ευάλωτων νοικοκυριών, σύμφωνα με τους στόχους που έχει θέσει. Τα νοικοκυριά αυτά παρουσιάζουν την υψηλότερη βαθμολογία σύμφωνα με την εξίσωση (2.3) και έχουν τη δυνατότητα να συμμετάσχουν στο πρόγραμμα εικονικού ταυτοχρονισμένου ενεργειακού συμψηφισμού καθώς ανταποκρίνονται στις προδιαγραφές του εκάστοτε έργου Φ/Β.

Κεφάλαιο 3: Τεχνο-οικονομική ανάλυση και σύγκριση 4 Περιπτώσεων έργων για την στήριξη ευάλωτων πολιτών, από ΚΑΕ του Δήμου Ανωγείων

3.1 Εισαγωγή

Σύμφωνα με το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την καταπολέμηση της ενεργειακής ένδειας (βλ. Ενότητα 1.5), μία Κ.Α.Ε έχει την δυνατότητα να παρέχει ενέργεια σε ευάλωτα νοικοκυριά τα οποία δεν απαιτείται να είναι μέλη της, χωρίς κάποια οικονομική επιβάρυνση σε βάρος τους. Η δυνατότητα αυτή εξετάζεται για την Ενεργειακή Κοινότητα (Ε.Κοιν.) του Δήμου Ανωγείων ως ενδεικτικό παράδειγμα [50]. Είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι, προκειμένου να μπορέσει η Ε.Κοιν. του δήμου να θέσει σε εφαρμογή την παραπάνω δράση, είναι αναγκαίο να μετατραπεί από Ε.Κοιν. σε Κ.Α.Ε, όπως ορίζεται από τον ν. 5037/2023. Εφόσον, συμμορφωθεί η Κ.Α.Ε του Δήμου Ανωγείων με το τρέχον νομοθετικό πλαίσιο, είναι δυνατή η εφαρμογή των προτάσεων που θα εξεταστούν. [23]

Η Ενεργειακή Κοινότητα Ανωγείων έχει τη νομική μορφή αστικού συνεταιρισμού περιορισμένης ευθύνης. Στη σύνθεσή της συμμετέχουν τόσο ο Δήμος Ανωγείων όσο και τοπικοί φορείς και σύλλογοι της περιοχής. Μεταξύ των μελών συγκαταλέγονται [50]:

- Ο Δήμος Ανωγείων
- Το ΝΠΔΔ «Σχολική Επιτροπή Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης Δήμου Ανωγείων»
- Το ΝΠΔΔ «Σχολική Επιτροπή Γυμνασίου Λυκείου Ανωγείων»
- Το Αναπτυξιακό Κέντρο Ορεινού Μυλοποτάμου και Μαλεβιζίου, αναπτυξιακή ανώνυμη εταιρεία Ο.Τ.Α. με διακριτικό τίτλο «ΑΚΟΜΜ-ΨΗΛΟΡΕΙΤΗΣ Α.Α.Ε. ΟΤΑ»,
- Η Κοινωνική Συνεταιριστική Επιχείρηση Συλλογικής και Κοινωνικής Ωφέλειας Ανωγείων με διακριτικό τίτλο «Ν-Ιδαία Συνεργασία»,
- Ο Γαλακτοκομικός Κτηνοτροφικός Αγροτικός Συνεταιρισμός Ανωγείων και
- Ο Αγροτικός Ελαιουργικός Συνεταιρισμός Ανωγείων

Στο εξεταζόμενο παράδειγμα, υιοθετείται η υπόθεση ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο ή το σύστημα θα γίνεται από Φ/Β σταθμούς , οι οποίοι θα εγκατασταθούν από την Κ.Α.Ε για σκοπούς εικονικού ταυτοχρονισμένου ενεργειακού συμψηφισμού. Η μέγιστη ισχύς παραγωγής των Φ/Β σταθμών μπορεί να είναι ίση με το 100% του αθροίσματος της συμφωνημένης ισχύος του συνόλου των προς συμψηφισμό παροχών ηλεκτρικής ενέργειας. Μέσω του εικονικού ταυτοχρονισμένου ενεργειακού συμψηφισμού η Κ.Α.Ε θα διαμοιράζει την παραγόμενη ενέργεια από τον Φ/Β σταθμό στα ευάλωτα νοικοκυριά που πλήττονται από την ενεργειακή ένδεια, ανεξαρτήτως αν είναι μέλη της. Πέραν των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών, η Κ.Α.Ε θα καλύπτει και λοιπές ενεργειακές ανάγκες των μελών της.

Παρακάτω ακολουθεί η παρουσίαση εφαρμογής ρεαλιστικών περιπτώσεων έργων Φ/Β συστημάτων που είναι δυνατή η εγκατάσταση και λειτουργία τους από την Κ.Α.Ε, σύμφωνα με το ν.5037/2023. Συγκεκριμένα εξετάζονται δυο περιπτώσεις έργων :

- Έργο Α: Φωτοβολταϊκό πάρκο σε γεωτεμάχιο.
- Έργο Β: Δύο φωτοβολταϊκοί σταθμοί σε δυο δώματα κτηρίων σε συνδυασμό με φωτοβολταϊκό πάρκο σε γεωτεμάχιο.

Για κάθε έργο εξετάζονται περαιτέρω δυο υποπεριπτώσεις αναφορικά με το διατιθέμενο ποσοστό ανανεώσιμης ενέργειας σε ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά με το μηχανισμό του εικονικού ταυτοχρονισμένου ενεργειακού συμψηφισμού (virtual net-billing). Συγκεκριμένα, ερευνώνται συνολικά τέσσερις (4) προτάσεις συμψηφισμού ενέργειας. Για την εκπόνηση των ενεργειακών υπολογισμών χρησιμοποιείται το επιστημονικά αποδεκτό εργαλείο (SolarEdge) [51]. Η έκθεση διαρθρώνεται ως ακολούθως:

- Παρουσίαση των περιπτώσεων εξέτασης
- Περιγραφή των θεσμικών και τεχνικών παραμέτρων σχεδιασμού των Φ/Β συστημάτων.
- Υπολογισμοί οικονομικών παραμέτρων κάθε έργου (εκτιμώμενο Π/Υ έργου κλπ.)
- Υπολογισμοί δεικτών παρακολούθησης και αξιολόγησης για κάθε περίπτωση έργου.
- Έκθεση κόστους-οφέλους της ΚΑΕ με βάση τις οικονομικές παραμέτρους και τα ενεργειακά οφέλη του έργου.
- Έκθεση οικονομικού οφέλους των νοικοκυριών που πλήττονται από την ενεργειακή ένδεια.

3.2 Παραδοχές σχεδιασμού

Για την παρουσίαση της εφαρμογής των τεσσάρων περιπτώσεων , είναι απαραίτητη η θεώρηση τυπικής μέσης κατανάλωσης ωφελούμενου νοικοκυριού. Λαμβάνοντας υπόψη τον σκοπό της εργασίας, να αναπτυχθεί γενικευμένη μεθοδολογία σχεδιασμού (planning) παρεμβάσεων ΑΠΕ με διαμοιρασμό ενέργειας σε ενεργειακά ευάλωτα νοικοκυριά, ο σχεδιασμός αναπτύσσεται στη βάση τυχαίου δείγματος νοικοκυριών με ρεαλιστικά και ποικίλα ενεργειακά και κοινωνικό-οικονομικά χαρακτηριστικά. Για την «κατασκευή» του δείγματος αξιοποιήθηκε εργαλείο τεχνητής νοημοσύνης (AI). Δόθηκε εντολή (βλ. Παράρτημα Π.1) στο εν λόγω εργαλείο να αναπαράγει, με όρους υπολογιστικού φύλλου, σύνολο δεδομένων που να αντιστοιχεί στο πλήθος των νοικοκυριών, παρέχοντας τυχαίες αλλά ρεαλιστικές τιμές κατανάλωσης. Σύμφωνα με τα τυχαία δεδομένα που λήφθηκαν από το πρόγραμμα τεχνητής νοημοσύνης, υπολογίστηκε η ετήσια μέση κατανάλωση ευάλωτου νοικοκυριού ίση με 5.001,61 kWh η οποία αντιστοιχεί σε 150 νοικοκυριά (εκτιμώμενο μέσο πλήθος ωφελούμενων νοικοκυριών, (βλ. ενότητα 2.7)).

Όσο αφορά τα στοιχεία των μελών της Κ.Α.Ε (βλ. Παράρτημα Π.2), από επικοινωνίες με τον Δήμο Ανωγείων προκύπτει ότι τα μέλη διαθέτουν 34 παροχές συνολικής συμφωνημένης ισχύος 1483 kVA και συνολικής μέσης ετήσιας κατανάλωσης περίπου 24.410,29 kWh τα έτη 2016 και 2017. Για σκοπούς της παρούσας εργασίας υποτίθενται τιμολόγια ΚΟΤ-Α , ΚΟΤ-Β και Γ1-Γ1Ν ως τα αντιπροσωπευτικά τιμολόγια των ωφελούμενων νοικοκυριών, ενώ τα αντίστοιχα τιμολόγια των παροχών των μελών της ΚΑΕ θεωρούνται τα τιμολόγια Γ1, Γ21, Γ22, ΦΟΠ, ΑΓΡΟΤ (λαμβάνοντας υπόψη τις δραστηριότητες των μελών της Κ.Α.Ε). Οι πολιτικές χρέωσης[1] των εν λόγω τιμολογίων

[1] Δεδομένου ότι οι τιμές χρέωσης του ηλεκτρικού ρεύματος μεταβάλλονται συνεχώς για την απλοποίηση των υπολογισμών του μοναδιαίου κόστους ενέργεια για κάθε τιμή χρέωσης (χρέωση προμήθειας και ρυθμιζόμενες χρεώσεις) , οι πολιτικές χρεώσεων των τιμολογίων που αναφέρονται αντλήθηκαν από το επίσημο διαδικτυακό site της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού (Δ.Ε.Η) για τον μήνα Οκτώβριο του έτους 2025. [37]

(βάσει στοιχείων της Δ.Ε.Η. για τον μήνα Οκτώβριο 2025) παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες. [37]

Πίνακας 3.1. Μοναδιαίες χρεώσεις τιμολογίου ΚΟΤ-Α.

Χρέωση ενέργειας	Ρυθμιζόμενες χρεώσεις						
Χρέωση κατανάλωσης ενέργειας (€/kWh)	Σύστημα Μεταφοράς		Σύστημα Διανομής		Ε.Τ.Μ.Ε.Α.Ρ (€/kWh)	Υ.Κ.Ω (€/kWh)	Λοιπές Χρεώσεις (€/kWh)
	Χρέωση ισχύος (€/kVA/έτος)	Χρέωση ενέργειας (€/kWh)	Χρέωση ισχύος (€/kVA/έτος)	Χρέωση ενέργειας (€/kWh)			
0,054	-	-	-	-	0,017	-	-

Πίνακας 3.2. Μοναδιαίες χρεώσεις τιμολογίου ΚΟΤ-Β.

Χρέωση ενέργειας	Ρυθμιζόμενες χρεώσεις						
Χρέωση κατανάλωσης ενέργειας (€/kWh)	Σύστημα Μεταφοράς		Σύστημα Διανομής		Ε.Τ.Μ.Ε.Α.Ρ (€/kWh)	Υ.Κ.Ω (€/kWh)	Λοιπές Χρεώσεις (€/kWh)
	Χρέωση ισχύος (€/kVA/έτος)	Χρέωση ενέργειας (€/kWh)	Χρέωση ισχύος (€/kVA/έτος)	Χρέωση ενέργειας (€/kWh)			
0,084	0,51	0,0999	6,21	0,00339	0,017	0,0069	0,000065

Πίνακας 3.3. Μοναδιαίες χρεώσεις τιμολογίου Γ1/Γ1Ν.

Χρέωση ενέργειας	Ρυθμιζόμενες χρεώσεις						
Χρέωση κατανάλωσης ενέργειας (€/kWh)	Σύστημα Μεταφοράς		Σύστημα Διανομής		Ε.Τ.Μ.Ε.Α.Ρ (€/kWh)	Υ.Κ.Ω (€/kWh)	Λοιπές Χρεώσεις (€/kWh)
	Χρέωση ισχύος (€/kVA/έτος)	Χρέωση ενέργειας (€/kWh)	Χρέωση ισχύος (€/kVA/έτος)	Χρέωση ενέργειας (€/kWh)			
0,129	0,51	0,0999	6,21	0,00339	0,017	0,0069	0,000065

Πίνακας 3.4. Μοναδιαίες χρεώσεις τιμολογίου Γ21.

Χρέωση ενέργειας	Ρυθμιζόμενες χρεώσεις						
Χρέωση κατανάλωσης ενέργειας (€/kWh)	Σύστημα Μεταφοράς		Σύστημα Διανομής		Ε.Τ.Μ.Ε.Α.Ρ (€/kWh)	Υ.Κ.Ω (€/kWh)	Λοιπές Χρεώσεις (€/kWh)
	Χρέωση ισχύος (€/kVA/έτος)	Χρέωση ενέργειας (€/kWh)	Χρέωση ισχύος (€/kVA/έτος)	Χρέωση ενέργειας (€/kWh)			
0,172	0,51	0,0999	6,21	0,00339	0,017	0,01824	0,000065

Πίνακας 3.5. Μοναδιαίες χρεώσεις τιμολογίου Γ22.

Χρέωση ενέργειας		Ρυθμιζόμενες χρεώσεις						
Χρέωση κατανάλωσης ενέργειας (€/kWh)	Χρέωση κόστους ισχύος (€/kVA/μήνα)	Σύστημα Μεταφοράς		Σύστημα Διανομής		Ε.Τ.Μ.Ε.Α.Ρ (€/kWh)	Υ.Κ.Ω (€/kWh)	Λοιπές Χρεώσεις (€/kWh)
		Χρέωση ισχύος (€/kVA/έτος)	Χρέωση ενέργειας (€/kWh)	Χρέωση ισχύος (€/kVA/έτος)	Χρέωση ενέργειας (€/kWh)			
0,157	2,2	0,51	0,00999	6,21	0,00339	0,017	0,01824	0,000065

Πίνακας 3.6. Μοναδιαίες χρεώσεις τιμολογίου ΑΓΡΟΤ.

Χρέωση ενέργειας	Ρυθμιζόμενες χρεώσεις						
Χρέωση κατανάλωσης ενέργειας (€/kWh)	Σύστημα Μεταφοράς		Σύστημα Διανομής		Ε.Τ.Μ.Ε.Α.Ρ (€/kWh)	Υ.Κ.Ω (€/kWh)	Λοιπές Χρεώσεις (€/kWh)
	Χρέωση ισχύος (€/kVA/έτος)	Χρέωση ενέργειας (€/kWh)	Χρέωση ισχύος (€/kVA/έτος)	Χρέωση ενέργειας (€/kWh)			
0,152	-	-	-	-	0,00939	0,00707	0,000065

Πίνακας 3.6. Μοναδιαίες χρεώσεις τιμολογίου ΦΟΠ.

Χρέωση ενέργειας	Ρυθμιζόμενες χρεώσεις						
Χρέωση κατανάλωσης ενέργειας (€/kWh)	Σύστημα Μεταφοράς		Σύστημα Διανομής		Ε.Τ.Μ.Ε.Α.Ρ (€/kWh)	Υ.Κ.Ω (€/kWh)	Λοιπές Χρεώσεις (€/kWh)
	Χρέωση ισχύος (€/kVA/έτος)	Χρέωση ενέργειας (€/kWh)	Χρέωση ισχύος (€/kVA/έτος)	Χρέωση ενέργειας (€/kWh)			
0,157	0,51	0,01066	7,622	0,00339	0,017	0,01824	0,000065

Παρατηρείται ότι εφαρμόζονται διαφορετικά τιμολόγια ενέργειας, τόσο στην περίπτωση των νοικοκυριών όσο και σε αυτήν των μελών της Κ.Α.Ε., με σκοπό την απλοποίηση του αλγόριθμου υπολογισμού χρέωσης και αντιστάθμισης. Συνεπώς, διαμορφώνονται δυο ενοποιημένα τιμολόγια, ένα για κάθε περίπτωση, τα οποία περιλαμβάνουν τις μέσες τιμές για κάθε στοιχείο χρέωσης. Με τον τρόπο αυτό δημιουργείται ένας ενιαίος τύπος τιμολογίων, που αφορά στα μέλη της ΚΑΕ και ένας άλλος ενιαίος τύπος, που αφορά τα ευάλωτα ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά.

Στη συνέχεια υπολογίζονται τα συνολικά ετήσια κόστη για κάθε τιμή χρέωσης των αντίστοιχων τιμολογίων και έπειτα το συνολικό κόστος ενέργειας για κάθε ενιαίο τιμολόγιο (βλ. Πίνακα 3.8 και Πίνακα 3.10). Με την βοήθεια της εξίσωσης (3.1) για τον υπολογισμό του σταθμισμένου μέσου όρου (βλ. Πίνακα 3.7 και Πίνακα 3.9). Στο τέλος υπολογίζεται το μέσο συνολικό κόστος ενέργειας για κάθε συνιστώσα χρέωσης, καθώς και το μέσο τελικό ετήσιο κόστος των ενοποιημένων τιμολογίων σε κάθε περίπτωση.

$$\frac{(x_1 \times w_1)+(x_2 \times w_2)+(x_3 \times w_3)+\cdots}{w_1+w_2+w_3+\cdots} \qquad (3.1)$$

Όπου x_1, x_2, x_3, αναπαριστούν τις τιμές των συνιστωσών χρέωσης και w_1, w_2, w_3, τα αντίστοιχα βάρη των τιμών αυτών που αποτελούν τους συνετέλεσες του σταθμισμένου μέσου όρου για το εκάστοτε τύπο τιμολόγιου.

Πίνακας 3.7. Συντελεστές σταθμισμένου μέσου όρου (εξ.(3.1)) των τιμολογίων της Κ.Α.Ε.

Είδος τιμολογίου	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	Ισχύς (kW) έχει ληφθεί ίδιο με kVA	% επί του συνόλου
Γ1	14.250	16	1,72%
Γ21	75.147	165	9,05%
Γ22	27.772	235	3,35%
ΑΓΡΟΤ	594.441	855	71,62%
ΦΟΠ	118.340	212	14,26%
Σύνολο	829.950	1.483	100,00%

Πίνακας 3.8. Ενιαίο τιμολόγιο ενέργειας των μελών της Κ.Α.Ε.

Τιμολόγιο	Γ1	Γ21	Γ22	ΑΓΡΟΤ	ΦΟΠ	Ενιαίο τιμολόγιο για τα μέλη της Κ.Α.Ε.
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	14.250,00	75.147,00	27.772,00	594.441,00	118.340,00	829.950,00
Μήνες κατανάλωσης	12	12	12	12	12	12
Ισχύς (kVA)	16	165	235	855	212	1.483
πάγιο(€)	60	60	60	60	60	**60**
Χρέωση προμήθειας(€)	3.260,63	20.426,16	13.231,40	149.689,78	30.391,61	**113.895,03**
Χρέωση μεταφοράς ΑΔΜΗΕ(€)	1.431,74	834,87	397,29	0,00	1.369,62	**308,76**
Χρέωση Διανομής (€)	147,67	1.279,40	1.553,50	0,00	2.017,04	**457,96**
ΥΚΩ Χρέωση (€)	98,33	1.370,68	506,56	4.202,70	2.158,52	**3.460,65**
ΕΤΜΕΑΡ(€)	242,25	1.277,50	472,12	5.581,80	2.011,78	**4.420,37**
Λοιπές Χρεώσεις(€)	0,93	4,88	1,81	38,64	7,69	**29,29**
ΕΦΚ(€)	71,25	375,74	138,86	2.972,21	591,70	**2.253,06**
Ειδικό τέλος κατανάλωσης(€)	253,53	1.217,59	794,47	7.848,17	1.829,81	**6.023,24**
Ολικό κόστος χωρίς ΦΠΑ(€)	5.566,31	26.846,81	17.156,01	170.393,29	40.437,77	**130.908,36**
ΦΠΑ(€)	318,77	1.537,75	981,69	9.752,71	2.316,48	**7.493,11**
Ολικό κόστος (€)	5.885,08	28.384,57	18.137,71	180.146,00	42.754,25	**138.401,47**

Πίνακας 3.9. Συντελεστές σταθμισμένου μέσου όρου (εξ.(3.1)) των τιμολογίων των ευάλωτων νοικοκυριών.

Είδος τιμολογίου	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	Ισχύς (kW) έχει ληφθεί ίδιο με kVA	% επί του συνόλου
Γ1	418.876	1.243	55,83%
ΚΟΤ-Α	186.209	554	24,82%
ΚΟΤ-Β	145.157	462	19,35%
Σύνολο	750.242	2.259	100,00%

Πίνακας 3.10. Ενιαίο τιμολόγιο ενέργειας των ευάλωτων νοικοκυριών.

Τιμολόγιο	Γ1-ΓΙΝ	ΚΟΤ-Α	ΚΟΤ-Β	ενιαίο τιμολόγιο ευάλωτων νοικοκυριών
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	418.876,00	186.209,00	145.157,00	750.242,00
Μήνες κατανάλωσης	12	12	12	12
Ισχύς (kVA)	1.243	554	462	2.259
πάγιο	60	60	60	60
Χρέωση προμήθειας	95.845,55	10.055,29	24.389,99	**60.727,29**
Χρέωση μεταφοράς ΑΔΜΗΕ	42.479,64	0,00	14.736,80	**26.568,56**
Χρέωση Διανομής (€)	9.139,02	0,00	3.361,10	**5.752,82**
ΥΚΩ Χρέωση (€)	2.890,24	0,00	1.001,58	**1.807,47**
ΕΤΜΕΑΡ	7.120,89	3.165,55	2.467,67	**5.238,88**
Λοιπές Χρεώσεις	27,23	0,00	9,44	**17,03**
ΕΦΚ	921,53	409,66	319,35	**677,97**
Ειδικό τέλος κατανάλωσης	7.568,16	526,25	2.193,91	**4.780,56**
Ολικό κόστος χωρίς ΦΠΑ	166.052,26	14.216,75	48.539,84	**105.630,57**
ΦΠΑ	9.509,05	821,43	2.780,76	**6.051,00**
Ολικό κόστος	175.561,31	15.038,18	51.320,60	**111.681,57**

Στους πίνακες 3.8 και 3.9 για τον υπολογισμό του μέσου ολικού κόστους των ενιαίων τιμολόγιών λαμβάνονται υπόψη τέλη (Ειδικό Τέλος Κατανάλωσης) και φόροι (Φ.Π.Α., Ειδικός Φόρος Κατανάλωσης).

Για την προμήθεια και εγκατάσταση των Φωτοβολταϊκών συστημάτων, κατόπιν έρευνας αγοράς λαμβάνεται κόστος 1,30 (€/Wp) συμπεριλαμβανομένου του μοναδιαίου κόστους βάσεων, στήριξης, καλωδίων και αντιστροφέα AC/DC με Φ.Π.Α.). Οι μοναδιαίες τιμές των συνιστωσών του ετήσιου λειτουργικού κόστους παρουσιάζονται στο πίνακα 3.11. [52]

Πίνακας 3.11. Χρέωση συνιστωσών ετήσιου λειτουργικού κόστους.[52]

Ετήσιο λειτουργικό κόστος	(€/kWh)
Μοναδιαίο κόστος συντήρησης	0,023
Μοναδιαίο κόστος ασφάλισης	0,003
Μοναδιαίο κόστος απρόβλεπτων	0,029
Σύνολο	0,055

Ο χρόνος ζωής των φωτοβολταϊκών συστημάτων, και κατ' επέκταση η χρονική διάρκεια της επένδυσης, ισούται με 25 έτη, με εγγυητική περίοδο καλής λειτουργίας (απόδοση φωτοβολταϊκών πλαισίων στο 100%) στα 12 έτη και συντελεστή απωλειών μετά το πέρας αυτής ίσο με 0,50%.

3.3. Υποθετικές ρεαλιστικές περιπτώσεις έργων στην επικράτεια του Δήμου Ανωγείων.

3.3.1 Διαστασιολόγηση Φ/Β σταθμών.

Στην παρούσα ενότητα διερευνάται η ισχύς των υποθετικών Φ/Β σταθμών προκειμένου να γίνει η σχεδίαση τους με την βοήθεια του εργαλείου σχεδιασμού SolarEdge. Η απαιτούμενη εγκατεστημένη ισχύς του φωτοβολταϊκού σταθμού στην επικράτεια του Δήμου Ανωγείων υπολογίστηκε σύμφωνα με την ετήσια ενεργειακή ζήτηση των μελών της Κ.Α.Ε, η οποία ανέρχεται σε 829.950 kWh (βλ. Παράρτημα Π.2). Λαμβάνοντας υπόψη την ειδική ετήσια παραγωγή του φωτοβολταϊκού συστήματος, ίση με 1.445,78 kWh/kWp, όπως αυτή προέκυψε από το εργαλείο PVGIS, η απαιτούμενη εγκατεστημένη ισχύς εκτιμήθηκε περίπου σε 574 kWp. [55]

Οι υπό εξέταση φωτοβολταϊκοί σταθμοί, οι οποίοι αναλύονται ως προς τη χωροθέτηση και τον σχεδιασμό τους στις Ενότητες 3.3.2 και 3.3.3, έχουν υπερδιαστασιολογηθεί κατά ποσοστό περίπου 10% προκειμένου να υπερβαίνουν τα 600 kWp σε κάθε περίπτωση. Η υπερδιαστασιολόγηση ήταν αναγκαία έχοντας ως δεδομένο ότι μέρος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας προβλέπεται να διατίθεται σε ευάλωτα νοικοκυριά, που διαβιούν κάτω από το όριο της φτώχειας. Η μέθοδος αυτή αποσκοπεί αφενός στο να καλυφθεί το μεγαλύτερο δυνατό μέρος των ενεργειακών αναγκών των μελών της Κ.Α.Ε και αφετέρου στο να εξεταστεί η δυνατότητα εξυπηρέτησης των ενεργειακών αναγκών, όσο το δυνατόν περισσότερων ευάλωτων πολιτών.

3.3.2. Έργο Α: Φωτοβολταϊκό πάρκο σε γεωτεμάχιο περιοχή Λιμνοδεξαμενή.

Το γήπεδο ενδιαφέροντος βρίσκεται στη περιοχή της Λιμνοδεξαμενής σε απόσταση περίπου 2,2 km νότιο-ανατολικά της κωμόπολης των Ανωγείων, σε υψόμετρο περίπου 910 m (βλ. εικόνα 3.1). Όπως, φαίνεται στις φωτογραφικές απεικονίσεις στην Εικόνα 3.2 και στο τοπογραφικό διάγραμμα στην Εικόνα 3.3 το γήπεδο είναι σχετικά ομαλό, ενώ οι δυσμενείς κλίσεις εμφανίζονται κυρίως στο ανατολικό τμήμα του. Για την βέλτιστη χωροθέτηση και διαστασιολόγηση του φωτοβολταϊκού πάρκου πραγματοποιήθηκε ανάλυση κλίσης με την βοήθεια του λογισμικού ArcGIS Pro [56]. Για κλίσεις κάτω του 10%, το έδαφος μπορεί να θεωρηθεί ότι δεν επηρεάζει την απόδοση των πλαισίων [41]. Η ανάλυση κλίσεων του γεωτεμαχίου παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.4. Επισημαίνεται ότι στο νότιο τμήμα του γηπέδου διακρίνεται συστοιχία μελισσιών, η οποία θεωρείται ότι θα αποξηλωθεί (εφόσον και το οριστικό τοπογραφικό διάγραμμα τις περιλαμβάνει). Στο νότιο όριο του γηπέδου υπάρχει ένα κτίσμα (που πιθανότατα σχετίζεται με την παροχή νερού της λιμνοδεξαμενής) του οποίου το ύψος εκτιμάται στα 4,5 με 5 m.



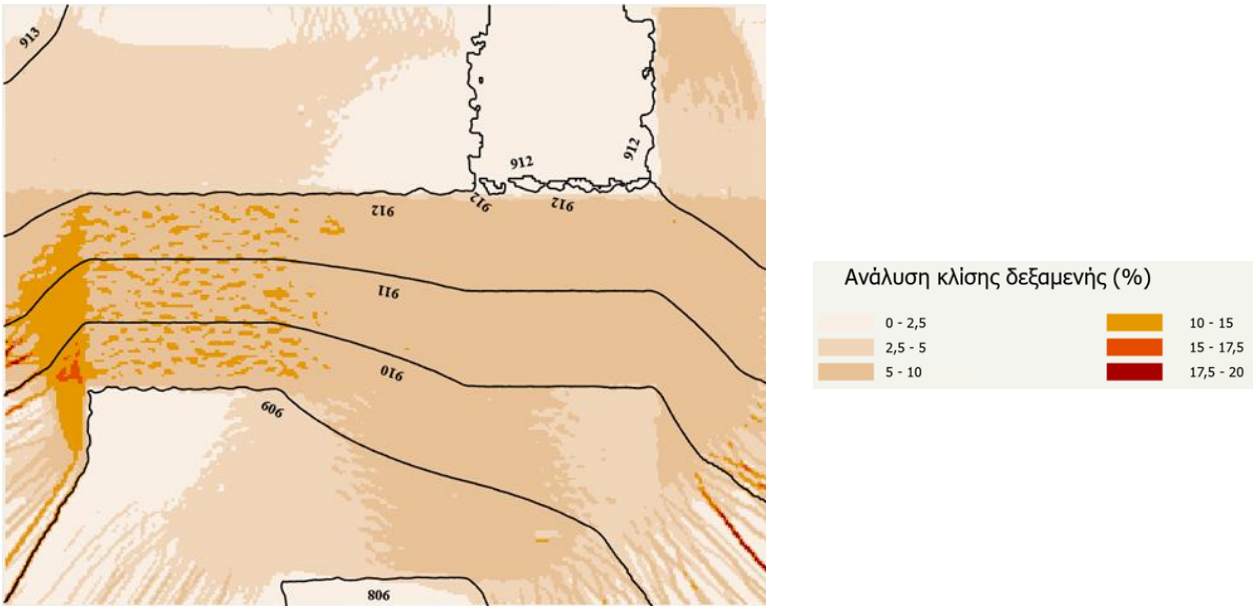
Εικόνα 3.1. Γήπεδο ενδιαφέροντος στην περιοχή Λιμνοδεξαμενή.



Εικόνα 3.2. Φωτογραφικές λήψεις του γηπέδου ενδιαφέροντος στην περιοχή Λιμνοδεξαμενή.



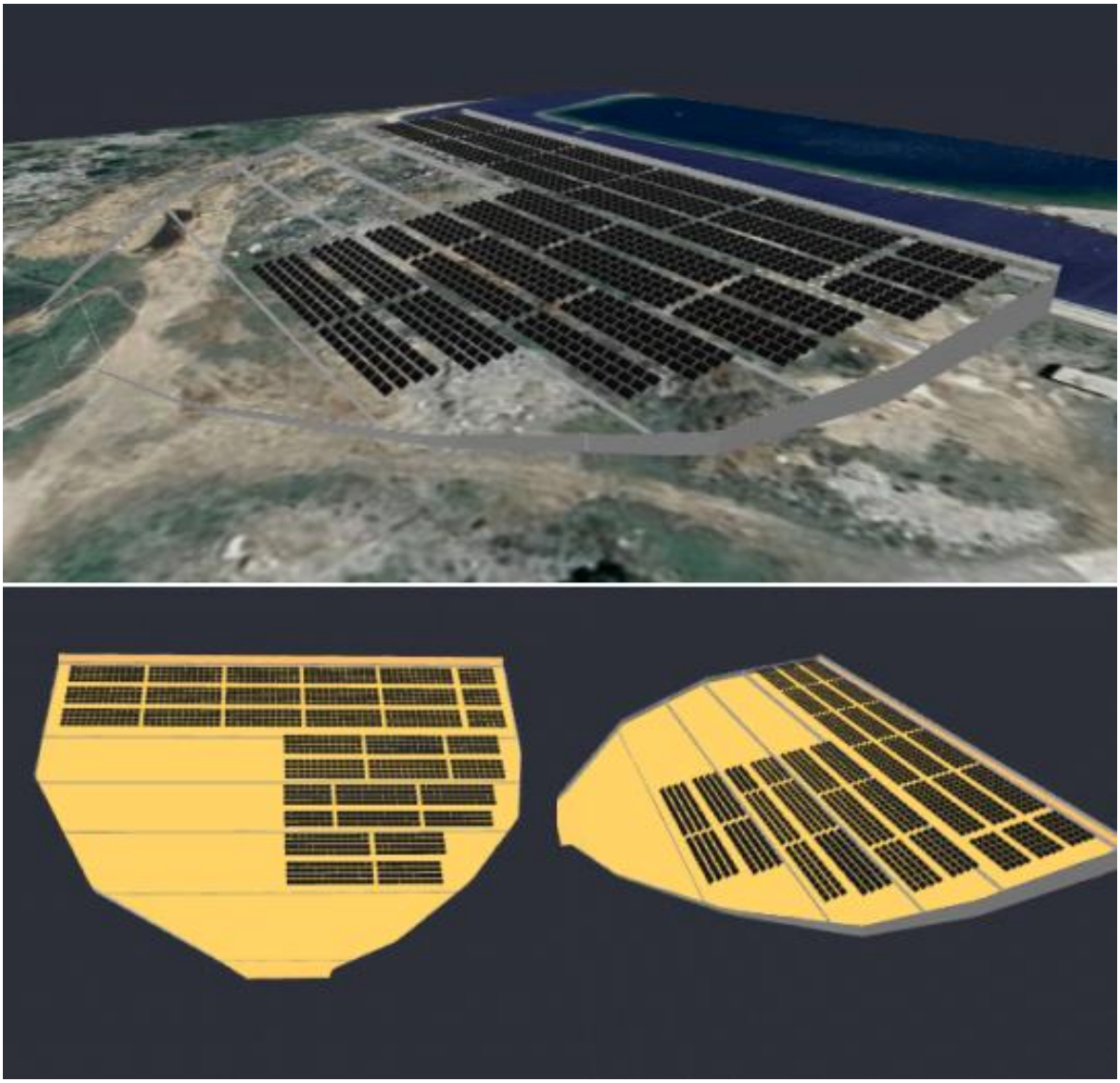
Εικόνα 3.3. Τοπογραφικό διάγραμμα του γηπέδου ενδιαφέροντος στην περιοχή Λιμνοδεξαμενή.



Εικόνα 3.4. Ανάλυση κλίσης του γεωτεμαχίου ενδιαφέροντος στην περιοχή Λιμνοδεξαμενή.

Μετά την ολοκλήρωση της ανάλυσης των κλίσεων όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.4, παρατηρείται ότι η χωροθέτηση των φωτοβολταϊκών πλαισίων πραγματοποιήθηκε κυρίως στο νοτιοανατολικό τμήμα του γεωτεμαχίου (βλ. Εικόνα 3.5). Ο χώρος αυτός επιλέχθηκε ως καταλληλότερος, δεδομένου ότι στο βόρειο τμήμα του γηπέδου εντοπίζονται τοπικές διαφοροποιήσεις στην κλίση του εδάφους, με ορισμένα σημεία να παρουσιάζουν κλίσεις της τάξης του 10–15%. Οι αυξημένες αυτές κλίσεις καθιστούν το βόρειο τμήμα λιγότερο αποδοτικό για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πλαισίων, σε σύγκριση με το νοτιοανατολικό, όπου οι μορφολογικές συνθήκες είναι πιο ευνοϊκές.

Το πρώτο υποθετικό έργο περιλαμβάνει την χωροθέτηση 1427 φωτοβολταϊκών πλαισίων, σε διάταξη landscape, επί γεωτεμαχίου στη περιοχή Λιμνοδεξαμενή στα Ανώγεια, συνολικής επιφάνειας 7.854,4 m^2(βλ. εικόνα 3.5). Η γωνία κλίσης είναι 25,28^o ενώ ο προσανατολισμός είναι νότιος (αζιμούθιο 180^o). Η εγκατεστημένη ισχύς των πλαισίων αντιστοιχεί σε 627,88 kWp και η ετήσια ηλεκτροπαραγωγή τους προκύπτει από το λογισμικό SolarEdge ίση με 842,89 MWh, με συντελεστή επίδοσης 1.342 kWh/kWp.

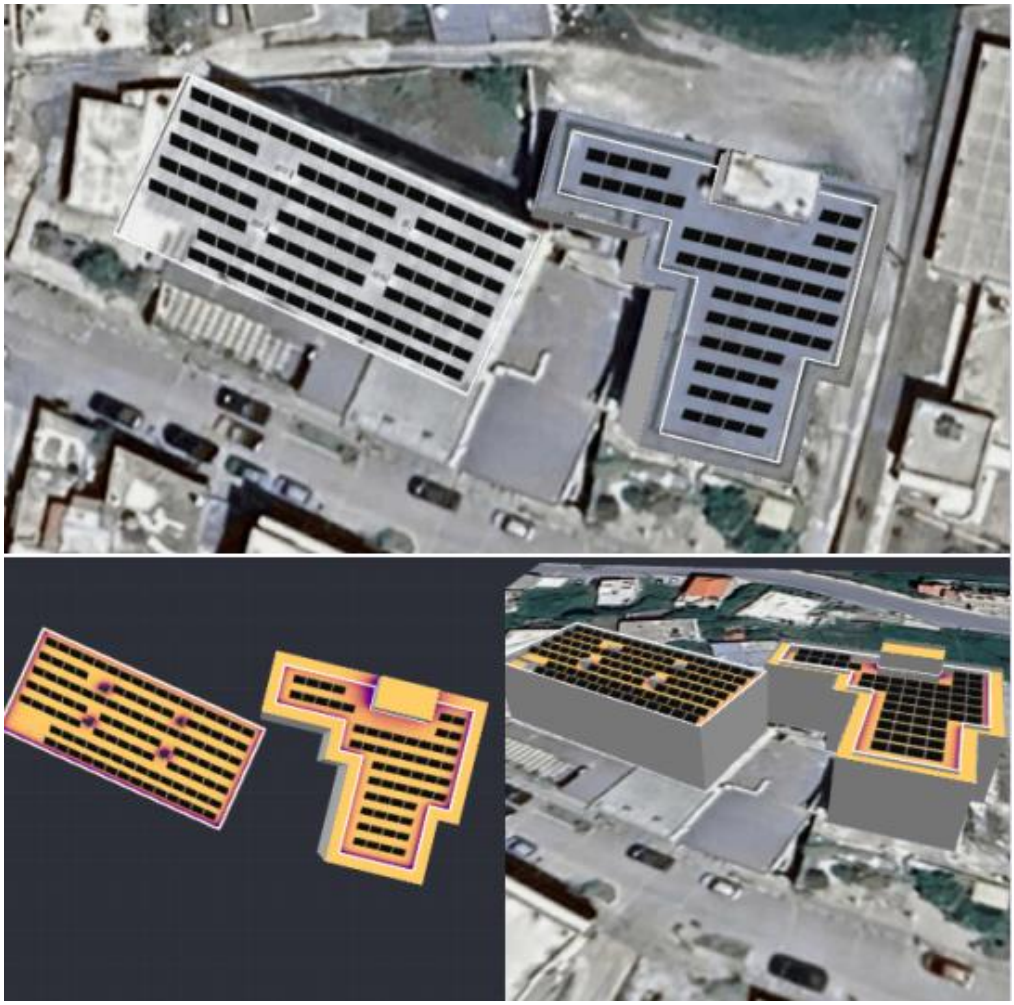


Εικόνα 3.5. Χωροθέτηση 1427 φωτοβολταϊκών πλαισίων σε γεωτεμάχιο με την βοήθεια του προγράμματος SolarEdge.

3.3.3. Έργο Β: Φωτοβολταϊκό σύστημα επί δώματος και φωτοβολταϊκό πάρκο σε γεωτεμάχιο.

Στην ενότητα αυτή βασική επιδίωξη ήταν η δημιουργία ενός μεγαλύτερου πεδίου διερεύνησης, με στόχο να προκύψουν συγκρίσιμα αποτελέσματα. Για τις ανάγκες της έρευνας σχεδιάστηκε ένα δεύτερο έργο Φ/Β συστήματος, το οποίο εξετάζει τον συνδυασμό εγκατάστασης Φ/Β σταθμών σε στέγες κτηρίων και σε γεωτεμάχιο.

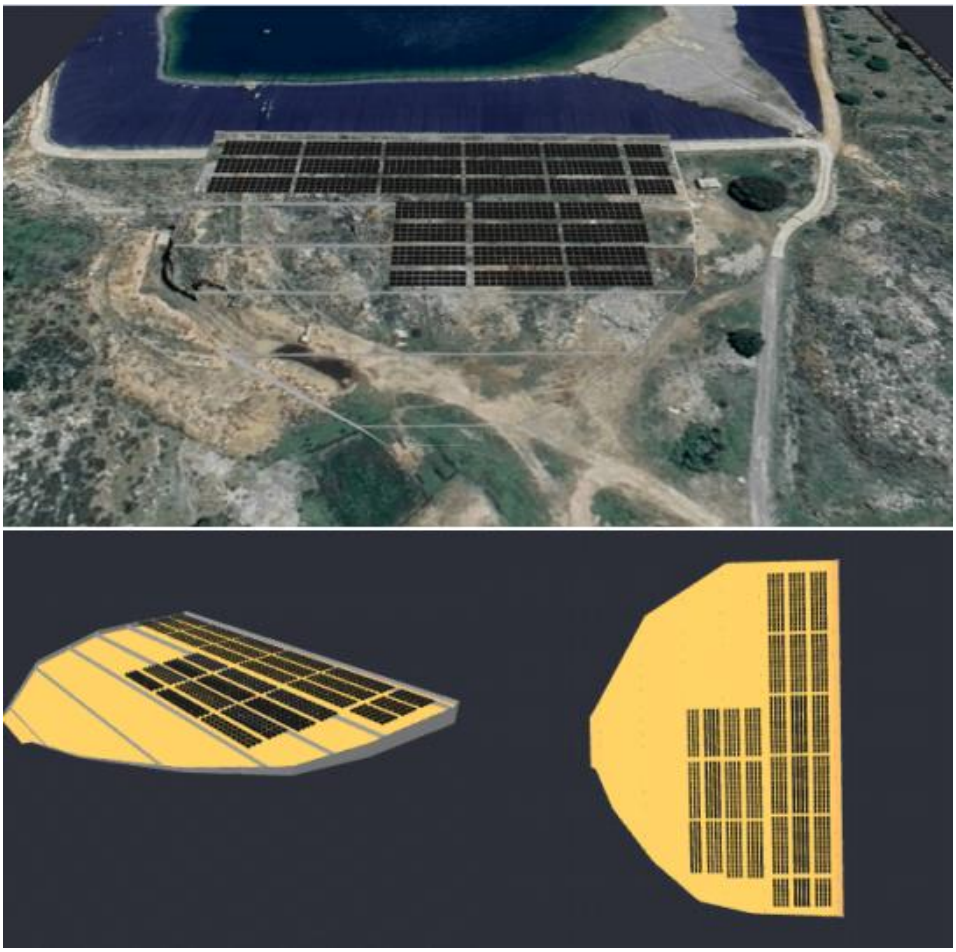
Το έργο περιλαμβάνει την εγκατάσταση 163 φωτοβολταϊκών πλαισίων, τα οποία θα μοιραστούν στα δύο δώματα κτηρίων που ανήκουν στον Δήμο. Τα κτήρια που επιλέχθηκαν είναι το κέντρο φιλοξενίας (Εστία) και το πολύκεντρο των Ανωγείων. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, τα Φ/Β πλαίσια τοποθετούνται σε επιφάνεια δώματος 969,165 m^2, στα δύο κτήρια σε διάταξη landscape, υπό γωνία 25,29^o, με νότιο προσανατολισμό (αζιμούθιο 180^o) και συνολική εγκατεστημένη ισχύς 71,72 kWp (βλ. εικόνα 3.6). Ο συντελεστής επίδοσης που αφορά την συνολική επιφάνεια των δύο κτιρίων ισούται με 1.674 kWh/kWp, αποδίδοντας ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ίση με 120,06 MWh σύμφωνα με τους υπολογισμούς στο SolarEdge.



Εικόνα 3.6. Χωροθέτηση 163 φωτοβολταϊκών πλαισίων σε δώμα δημόσιου κτιρίου του Δήμου Ανωγείων με την βοήθεια του προγράμματος SolarEdge.

Ακολούθως, στο γεωτεμάχιο, στην περιοχή λιμνοδεξαμενή, τοποθετούνται σε διάταξη landscape 1.295 φωτοβολταϊκά πλαίσιά (βλ. εικόνα 3.7). Η γωνία κλίσης είναι 25,28^{o}, ενώ ο προσανατολισμός είναι νότιος (αζιμούθιο 180^{o}). Η εγκατεστημένη ισχύς των πλαισίων αντιστοιχεί σε 559,8 kWp και η ετήσια ηλεκτροπαραγωγή τους ισούται με 765,0216 MWh, με συντελεστή επίδοσης 1.337 kWh/kWp.

Συγκρίνοντας τα δύο Έργα αναφορικά με τα Φ/Β που τοποθετήθηκαν στο γεωτεμάχιο της λιμνοδεξαμενής, στο δεύτερο Έργο εγκαταστάθηκαν λιγότερα πλαίσια σε σχέση με το πρώτο. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ύψους περίπου 120 MWh, καλύπτεται συνδυαστικά από τους φωτοβολταϊκούς σταθμούς που βρίσκονται στα δώματα των κτηρίων με τον φωτοβολταϊκό σταθμό στο γεωτεμάχιο. Έχοντας ως δεδομένο ότι το συνολικό σύστημα υπερβαίνει τα 600 kWp ονομαστικής ισχύος (βλ. ενότητα 3.3.1), στο γεωτεμάχιο δεν απαιτείται η ίδια ενεργειακή παραγωγή με την πρώτη περίπτωση και συνεπώς είναι μειωμένη.



Εικόνα 3.7. Χωροθέτηση 1295 φωτοβολταϊκών πλαισίων σε γεωτεμάχιο με την βοήθεια του προγράμματος SolarEdge.

Συγκεντρωτικά για το Έργο Β προβλέπεται:

- Εγκατάσταση 1458 φωτοβολταϊκών πλαισίων
- Συνολική εγκατεστημένη ισχύς ίση με 631,52 kWp
- Ετήσια ηλεκτροπαραγωγή ίση με 885081,6 kWh

3.4. Θεσμικές και τεχνικές παράμετροι σχεδιασμού.

Για τον σχεδιασμό των έργων λαμβάνονται υπόψη τεχνικές παράμετροι, οι οποίες περιορίζουν είτε το μέγεθος των φωτοβολταϊκών σταθμών είτε την διάταξη τους. Εκτός από τους περιορισμούς είναι σημαντικό να γίνει αναφορά και για τους νομοθετικούς περιορισμούς που υπάρχουν όσο αφορά την χωροθέτηση ενός φωτοβολταϊκού πάρκου. Οι θεσμικοί περιορισμοί δύναται να αποκλείουν ολόκληρα τμήματα των πεδίων εφαρμογής, ωστόσο στο πλαίσια της παρούσας εργασίας δεν λαμβάνονται υπόψη, κρίνεται σκόπιμο να γίνει έστω μία επιγραμματική καταγραφή.

Οι τεχνικές παράμετροι σχεδιασμού αφορούν στην τεχνική/πρακτική εφικτότητα εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πλαισίων και περιλαμβάνουν:

- Απόσταση πλαισίων και στηθαίου μεγαλύτερη ή ίση με 0,5 m (για χωροθέτηση σε δώματα κτιρίων) [38]
- Απόσταση ίση με 2,5 μ., όταν το μέγιστο ύψος του εξοπλισμού από τη στάθμη του φυσικού ή τεχνητά διαμορφωμένου εδάφους των γηπέδων είναι μέχρι και 2,5 m. [39]
- Απόσταση ίση με 5 μ., όταν το μέγιστο ύψος του εξοπλισμού υπερβαίνει τα 2,5 m.[39]
- Απόσταση διαδοχικών στοιχειοσειρών πλαισίων (βλ. Εικόνα 3.8) σύμφωνα με την εξ. (3.2): [40]

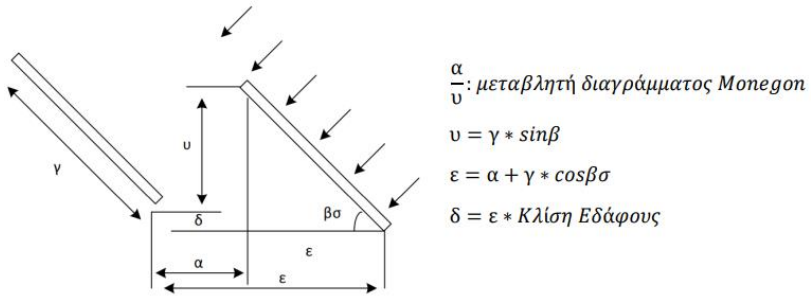
$$\frac{\alpha}{\upsilon} = 4.2 * 10^{-3} * \varphi^2 - 0.1661 * \varphi + 2.8652 \qquad (3.2)$$

Όπου ,

φ: το γεωγραφικό πλάτος ίσο με 35,17^o

α: η απόσταση μεταξύ των πλαισίων

υ: το ύψος της προβολής των πλαισίων στο οριζόντιο επίπεδο



Εικόνα 3.8. Απεικόνιση των μεγεθών του Φ/Β πλαισίου.[40]

- Κλίση πεδίου εφαρμογής μικρότερη του 17,5% για χωροθέτηση σε γεωτεμάχια. [41]

Οι πρώτοι τέσσερις τεχνικές παράμετροι εξασφαλίζουν την ορθή χωροθέτηση και την βέλτιστη ηλεκτροπαραγωγή ενώ η πέμπτη έχει δεσμευτικό χαρακτήρα, απαγορεύοντας την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών ολοκληρωτικά.

Οι θεσμικές/νομοθετικές παράμετροι αναφέρονται στους περιορισμούς του τρέχοντος νομοθετικού πλαισίου και περιλαμβάνουν τον αποκλεισμό φωτοβολταϊκών από:[48]

- Περιοχή χαρακτηρισμένη ως δάσος η αναδασωτέα έκταση σύμφωνα με τον ν.4872/2021. [44]
- Αγροτική γη υψηλής παραγωγικότητας (εφόσον η εγκατεστημένη ισχύς των φωτοβολταϊκών συστημάτων υπερβαίνει το 1 MWp σύμφωνα με τον ν.4951/2022 και την Κ.Υ.Α. 5342/Β/17-10-2022). [46] [47]
- Περιοχές χαρακτηρισμένες ως προστασίας περιβάλλοντος (Natura) και συγκεκριμένα στις ζώνες απόλυτης προστασίας της φύσης και προστασίας της φύσης σύμφωνα με τον 4685/2020. [43]
- Αρχαιολογικούς χώρους ζώνης Α και σε κηρυγμένα διατηρητέα μνημεία παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς σύμφωνα με το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξίας Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και τον ν.4858/2021. Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε λοιπούς αρχαιολογικούς χώρους ή σε χώρους όμορων αυτών, απαιτεί την έγκριση της αρμόδιας αρχαιολογικής υπηρεσίας. [45]

Τα φωτοβολταϊκά έργα του Έργου Α τηρούν όλες τις τεχνικές παραμέτρους σχεδιασμού. Η σχεδίαση των φωτοβολταϊκών συστημάτων πραγματοποιήθηκε σε απόσταση ίση με 2,5 m από τα όρια του οικοπέδου, ενώ η απόσταση στοιχειοσειρών λήφθηκε ίση με 1,9 m με την χρήση της εξ. (3.2). Στην Εικόνα 3.4 παραπάνω παρουσιάστηκε η ανάλυση κλίσης του εδάφους της διαθέσιμης περιοχής του γεωτεμαχίου βάσει της οποίας εντοπίζονται οι επιλέξιμες περιοχές (κλίση <17,5%) για εγκατάσταση φωτοβολταϊκών.

Κατά την σχεδίαση του έργου Β εξετάστηκαν, όπως και στο Έργο Α, όλοι οι τεχνικοί περιορισμοί. Η σχεδίαση των φωτοβολταϊκών συστημάτων πραγματοποιήθηκε σε απόσταση μεγαλύτερη του 0,5 m από το στηθαίο των δωμάτων, ενώ η απόσταση διαδοχικών στοιχειοσειρών λήφθηκε βάσει της εξ (3.2) ίση με 1,9 m .

3.5.Υπό εξέταση περιπτώσεις διαμοιρασμού του ενεργειακού οφέλους.

Για κάθε έργο δημιουργούνται δύο περιπτώσεις εξέτασης με βάση την διατιθέμενη ενέργεια στα νοικοκυριά. Οι περιπτώσεις αυτές αντιστοιχούν στα δυσμενέστερα δυνατά σενάρια που εξετάζονται στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, προκειμένου να αξιολογηθεί η βιωσιμότητα της επένδυσης της Κ.Α.Ε.

Τα σενάρια αυτά χαρακτηρίζονται ως δυσμενέστερα για δύο κύριους λόγους. Αφενός, λόγω του υψηλού ποσοστού διαμοιρασμού της παραγόμενης ενέργειας σε οντότητες που δεν αποτελούν μέλη της Κ.Α.Ε., και αφετέρου, εξαιτίας της απουσίας χρηματοδότησης ή οικονομικής ενίσχυσης από προγράμματα στήριξης, με αποτέλεσμα η επένδυση να βασίζεται αποκλειστικά σε ίδια κεφάλαια.

- Περίπτωση 1: τα νοικοκυριά λαμβάνουν το 50% της παραγόμενης από τα φωτοβολταϊκά συστήματα ενέργειας, με κάλυψη των αναγκών κάθε νοικοκυριού ίση με 80%. Το υπόλοιπο 50% της παραγόμενης ενέργειας χρησιμοποιείται για την κάλυψη αναγκών των μελών της Κ.Α.Ε.
  (Εφεξής Έργο Α Περίπτωση 1: Πρόταση Α)
  (Εφεξής Έργο Β Περίπτωση 1: Πρόταση Β)

- Περίπτωση 2: τα νοικοκυριά λαμβάνουν το 60% της παραγόμενης από τα φωτοβολταϊκά συστήματα ενέργειας, με κάλυψη των αναγκών κάθε νοικοκυριού ίση με το 80%. Το υπόλοιπο 40% της παραγόμενης ενέργειας χρησιμοποιείται για την κάλυψη αναγκών των μελών της Κ.Α.Ε.
  (Εφεξής Έργο Α Περίπτωση 2: Πρόταση Γ)
  (Εφεξής Έργο Β Περίπτωση 2: Πρόταση Δ)

Βάσει των τυχαίων δεδομένων που λήφθηκαν από το εργαλείο τεχνητής νοημοσύνης (AI) λαμβάνεται, για 659 νοικοκυριά (βλ. Ενότητα 2.7), συνολικό ετήσιο φορτίο (κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας) ίση με 750.242,00 kWh.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη των φωτοβολταϊκών συστημάτων των προτάσεων Α ,Β ,Γ και Δ παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.12 και Πίνακα 3.13 αντίστοιχα.

Πίνακας 3.12. Χαρακτηριστικά μεγέθη προτάσεων Α & Β.

Χαρακτηριστικά	Πρόταση Α	Πρόταση Β
Εκτιμώμενο πλήθος ωφελούμενων νοικοκυριών	150	150
Ετήσια συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ωφελούμενων νοικοκυριών (kWh)	750.242,0	750.242,0
Εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών (kWp)	627,88	631,52
Συντελεστής επίδοσης (kWh/kWp)	1.342,0	1.401,5
Ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β συστήματα (kWh/έτος)	842.615,0	885.081,6
Ποσοστό της παραγόμενης ενέργειας από τα Φ/Β συστήματα που αποδίδεται για τον εικονικό ταυτοχρονισμένο ενεργειακό συμψηφισμό των ωφελούμενων νοικοκυριών (%)	50,00%	50,00%
Ποσοστό κάλυψης ενεργειακών αναγκών ωφελούμενου νοικοκυριού (%)	80,00%	80,00%
Ποσοστό της παραγόμενης ενέργειας από τα Φ/Β συστήματα που αποδίδεται για την εξυπηρέτηση ενεργειακών αναγκών των μελών της Κ.Α.Ε (%)	50,00%	50,00%
Παραγόμενη ενέργεια που διατίθεται για την εξυπηρέτηση ενεργειακών αναγκών ωφελούμενων νοικοκυριών (kWh)	421.307,5	442.540,8
Παραγόμενη ενέργεια που διατίθεται για την εξυπηρέτηση ενεργειακών αναγκών μελών της Κ.Α.Ε. (kWh)	421.307,5	442.540,8

Πίνακας 3.13. Χαρακτηριστικά μεγέθη προτάσεων Γ & Δ.

Χαρακτηριστικά	Πρόταση Γ	Πρόταση Δ
Εκτιμώμενο πλήθος ωφελούμενων νοικοκυριών	150	150
Ετήσια συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ωφελούμενων νοικοκυριών (kWh)	750.242,0	750.242,0
Εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών (kWp)	627,88	631,52
Συντελεστής επίδοσης (kWh/kWp)	1.342,0	1.401,5
Ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β συστήματα (kWh/έτος)	842.615,0	885.081,6
Ποσοστό της παραγόμενης ενέργειας από τα Φ/Β συστήματα που αποδίδεται για τον εικονικό ταυτοχρονισμένο ενεργειακό συμψηφισμό των ωφελούμενων νοικοκυριών (%)	60,00%	60,00%
Ποσοστό κάλυψης ενεργειακών αναγκών ωφελούμενου νοικοκυριού (%)	80,00%	80,00%
Ποσοστό της παραγόμενης ενέργειας από τα Φ/Β συστήματα που αποδίδεται για την εξυπηρέτηση ενεργειακών αναγκών των μελών της Κ.Α.Ε (%)	40,00%	40,00%
Παραγόμενη ενέργεια που διατίθεται για την εξυπηρέτηση ενεργειακών αναγκών ωφελούμενων νοικοκυριών (kWh)	505.569,0	531.049,0
Παραγόμενη ενέργεια που διατίθεται για την εξυπηρέτηση ενεργειακών αναγκών μελών της Κ.Α.Ε. (kWh)	337.046,0	354.032,6

3.6. Προϋπολογισμός έργων.

Οι αναμενόμενες δράσεις υλοποίησης για το Έργο Α και το Έργο Β, περιλαμβάνουν:

- Προμήθεια και εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων (πλαισίων, αντιστροφέων AC/DC, πινάκων, μετρητών, καλωδίων, βάσεων στήριξης και μετασχηματιστών ΜΤ/ΧΤ)
- Υπηρεσίες, υποστήριξης όπως στην προετοιμασία και την υποβολή του φακέλου Αίτησης Ένταξης (εκπόνηση ενεργειακής μελέτης, ανάλυση κόστους-οφέλους, εκπόνηση της μελέτης εφαρμογής του έργου), υποστήριξη στις δράσεις συγκέντρωσης νοικοκυριών και στις δράσεις ένταξης τους στον μηχανισμό συμψηφισμού.

Ο προϋπολογισμός του έργου Α και του έργου Β υπολογίζεται, βάσει των στοιχείων της ενότητας 3.2, ήτοι 1,30 €/Wp. Ο επιλέξιμος προϋπολογισμός των υπηρεσιών υποστήριξης λαμβάνεται ως ποσοστό 10% του συνολικού προϋπολογισμού του

εκάστοτε Έργου, με κατώτατο και ανώτατο όριο το ποσό των 81.624,40 € και 82.097,60€ αντίστοιχα. Για τα δύο Έργα υπολογίζεται:

Έργο Α

- Επιλέξιμος Προϋπολογισμός: 816.244,00 € (627,88 * 10^3 Wp * 1,30 €/Wp)
  - Κατασκευαστικό έργο: 734.619,60 €
  - Υπηρεσίες υποστήριξης: 81.624,40 €

Έργο Β

- Επιλέξιμος Προϋπολογισμός: 820.976,00 € (631,52 * 10^3 Wp * 1,30 €/Wp)
  - Κατασκευαστικό έργο: 738.878,40 €
  - Υπηρεσίες υποστήριξης: 82.097,60 €

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, για τον συνολικό οικονομικό προϋπολογισμό του έργου δεν λαμβάνεται υπόψη κανένα ποσοστό επιδότησης , εξετάζεται το δυσμενέστερο σενάριο όπου η χρηματοδότηση των έργων πραγματοποιείται αποκλειστικά από ίδιους πόρους της Κ.Α.Ε.

Πίνακας 3.14. Χρηματοδοτικά στοιχεία όλων των Προτάσεων.

Πρόταση	Έργο	Ίδιοι πόροι				
		Κατασκευαστικό έργο		Υπηρεσίες υποστήριξης		Σύνολο
		Ποσοστό (€)	Ποσό (%)	Ποσοστό (€)	Ποσό (%)	
Α & Γ	Α	90,00%	734.619,60 €	10,00%	81.624,40 €	816.244,00 €
Β & Δ	Β	90,00%	738.878,40 €	10,00%	82.097,60 €	820.976,00 €

3.7. Δείκτες παρακολούθησης και αξιολόγησης των Προτάσεων.

Στο πλαίσιο παρακολούθησης και αξιολόγησης της κάθε Πρότασης υπολογίζονται οι παρακάτω τέσσερις δείκτες παρακολούθησης PI (Performance indicator) και ένας δείκτης αξιολόγησης (R1). Οι εν λόγω δείκτες είναι:

- Αριθμός ωφελούμενων νοικοκυριών (PI_1)
- Συνολική ετήσια μείωση κατανάλωσης συμβατικής ηλεκτρικής ενέργειας των ωφελούμενων νοικοκυριών (kWh) (PI_2)
- Συνολική μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) από την λειτουργία των φωτοβολταϊκών συστημάτων (tns) (PI_3)
- Ποσοστό της παραγόμενης ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά συστήματα που αποδίδεται για τον εικονικό ταυτοχρονισμένο ενεργειακό συμψηφισμό (%) (PI_4)
- Συνολική μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ωφελούμενων νοικοκυριών (%) (R_1)

Τα χαρακτηριστικά αυτά υπολογίζονται για κάθε πρόταση της ενότητα 3.5. Αναλυτικά ο πρώτος δείκτης παρακολούθησης υπολογίζεται με χρήση του δεύτερου δείκτη και της τυπικής κατανάλωσης νοικοκυριού η οποία ισούται με την τυπική μέση κατανάλωση (βλ. ενότητα 3.2) επί του ποσοστού κάλυψης (80%) των ενεργειακών αναγκών του εκάστοτε επιλέξιμου ευάλωτου νοικοκυριού που πραγματοποιείται από την Κ.Α.Ε. Η εξίσωση υπολογισμού για τον πρώτο δείκτη παρακολούθησης δίνεται παρακάτω:

$$PI1 = \frac{PI2}{\text{τυπική κατανάλωση νοικοκυριού} * 80\%} \quad (3.3)$$

Με τη σειρά του ο δεύτερος δείκτης παρακολούθησης υπολογίζεται χρησιμοποιώντας την παραγόμενη από τα φωτοβολταϊκά συστήματα ενέργεια (kWh), το ποσοστό της παραγόμενης ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά συστήματα που αποδίδεται για τον εικονικό ταυτοχρονισμένο ενεργειακό συμψηφισμό των ωφελούμενων νοικοκυριών (REN4), το οποίο διαφοροποιείται ανάλογα την Περίπτωση εξέτασης, σύμφωνα με την εξίσωση:

$$PI2\ (kWh) = \text{Παραγόμενη ενέργεια} * PI4 \quad (3.4)$$

Ο τρίτος δείκτης υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τον προαναφερθέντα δείκτη REN2, τον δείκτη REN4 και τον συντελεστή μετατροπής ηλεκτρισμού σε ρύπους CO_2 ως ακολούθως:

$$PI3\ (tns) = \frac{(PI2 + \text{Παραγόμενη ενέργεια} * (1 - PI4)) * \text{συντελεστής μετατροπής } CO_2}{1.000} \quad (3.5)$$

Όπου, συντελεστής μετατροπής CO_2=0,37168 kg CO_2/kWh [49]

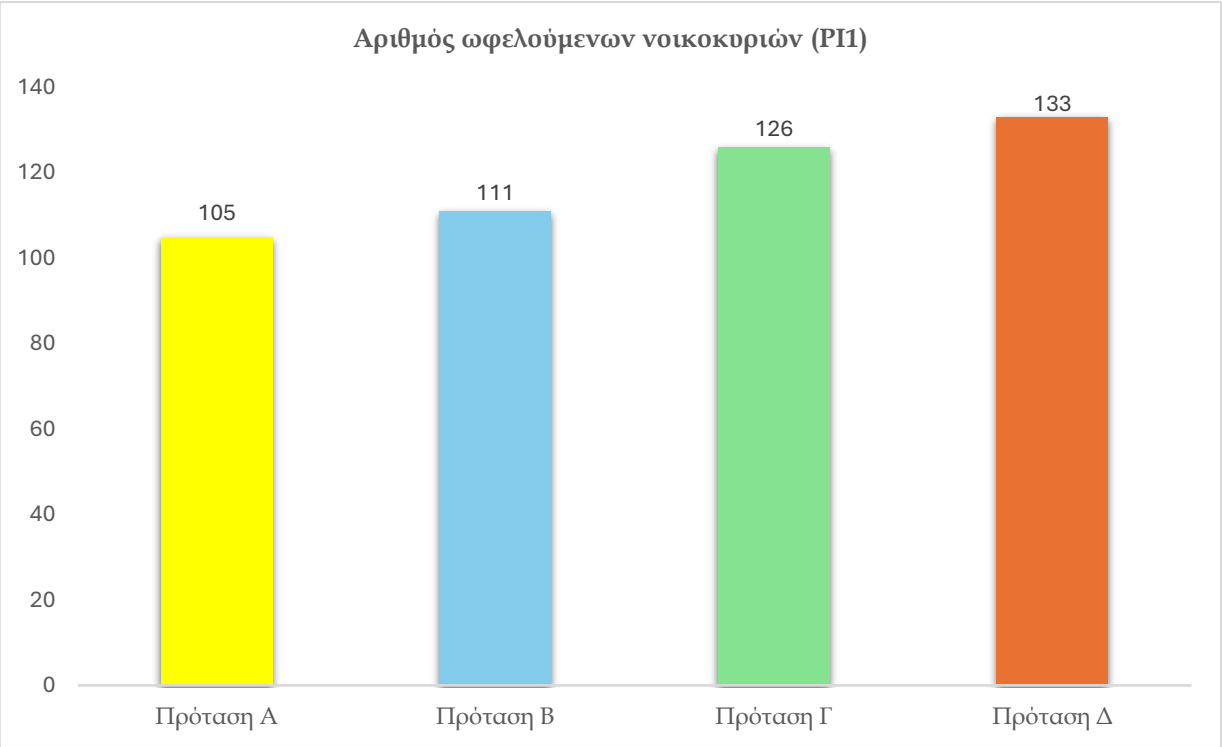
Τέλος ο δείκτης αξιολόγησης της εκάστοτε Πρότασης υπολογίζεται βάσει της κάτωθι εξίσωσης:

$$R1 = \frac{PI2}{\text{Ετήσια συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας νοικοκυριών}} \quad (3.6)$$

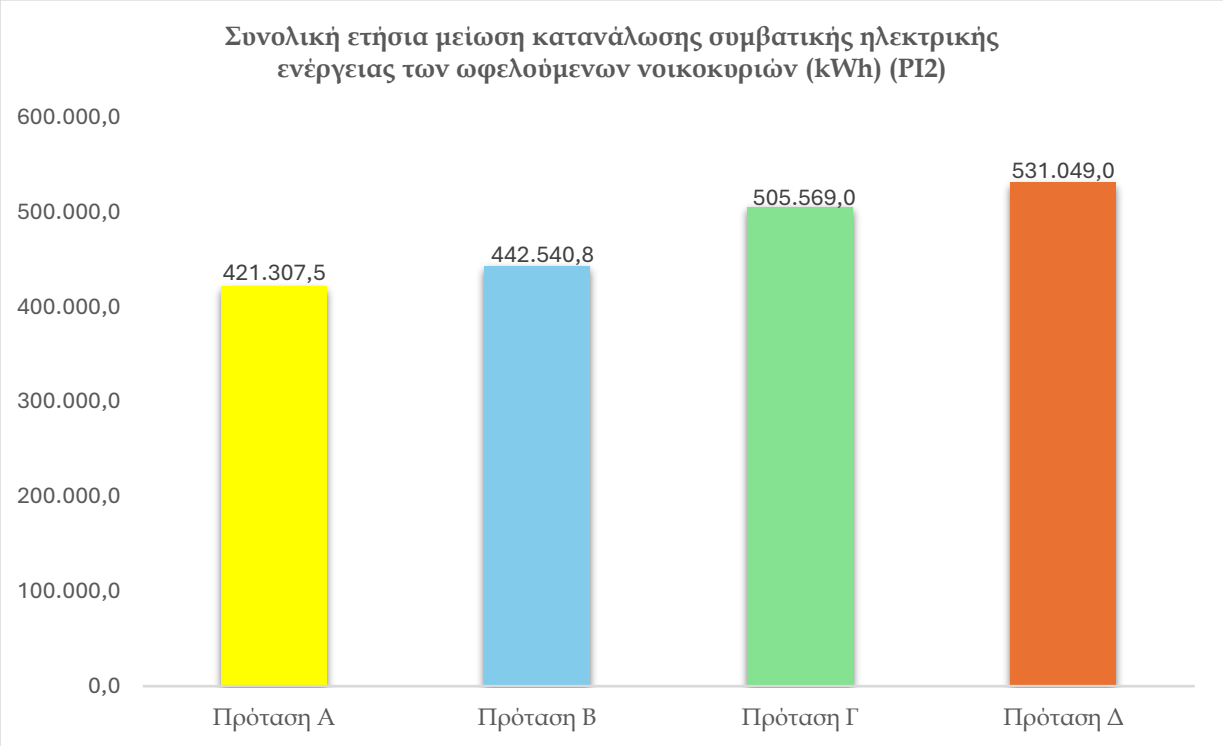
Τα αποτελέσματα των δεικτών για τις προτάσεις Α ,Β ,Γ και Δ παρουσιάζονται στον ακόλουθο Πίνακα 3.15. Παρατηρούμε πως όλες οι Προτάσεις αξιολόγησης R1 παρουσιάζουν τιμή μεγαλύτερη του 55%, με την μεγαλύτερη τιμή να εμφανίζεται στην Πρόταση Δ. Επίσης ο δείκτης PI4 είναι ίσος ή μεγαλύτερος του 50% σε όλες τις Προτάσεις με μεγαλύτερη τιμή να παρουσιάζεται στις Γ και Δ. Η υψηλότερη τιμή ετήσιας μείωσης κατανάλωσης συμβατικής ηλεκτρικής ενέργειας των νοικοκυριών καθώς και ο μεγαλύτερος αριθμός ωφελούμενων νοικοκυριών παρατηρείται στην Πρόταση Δ , ενώ αναφορικά με τα οφέλη της Κ.Α.Ε. διαπιστώνεται πως η Πρόταση Β εμφανίζει την μεγαλύτερη τιμή διατιθέμενης παραγόμενης ενέργειας για τις ανάγκες των μελών της. Τα αποτελέσματα των δεικτών για το σύνολο των προτάσεων παρουσιάζονται υπό μορφή γραφήματος στην Εικόνα 3.9 , Εικόνα 3.10 , Εικόνα 3.11 , Εικόνα 3.12 , Εικόνα 3.13.

Πίνακας 3.15. Αποτελέσματα δεικτών παρακολούθησης και αξιολόγησης των υπό εξέταση Προτάσεων.

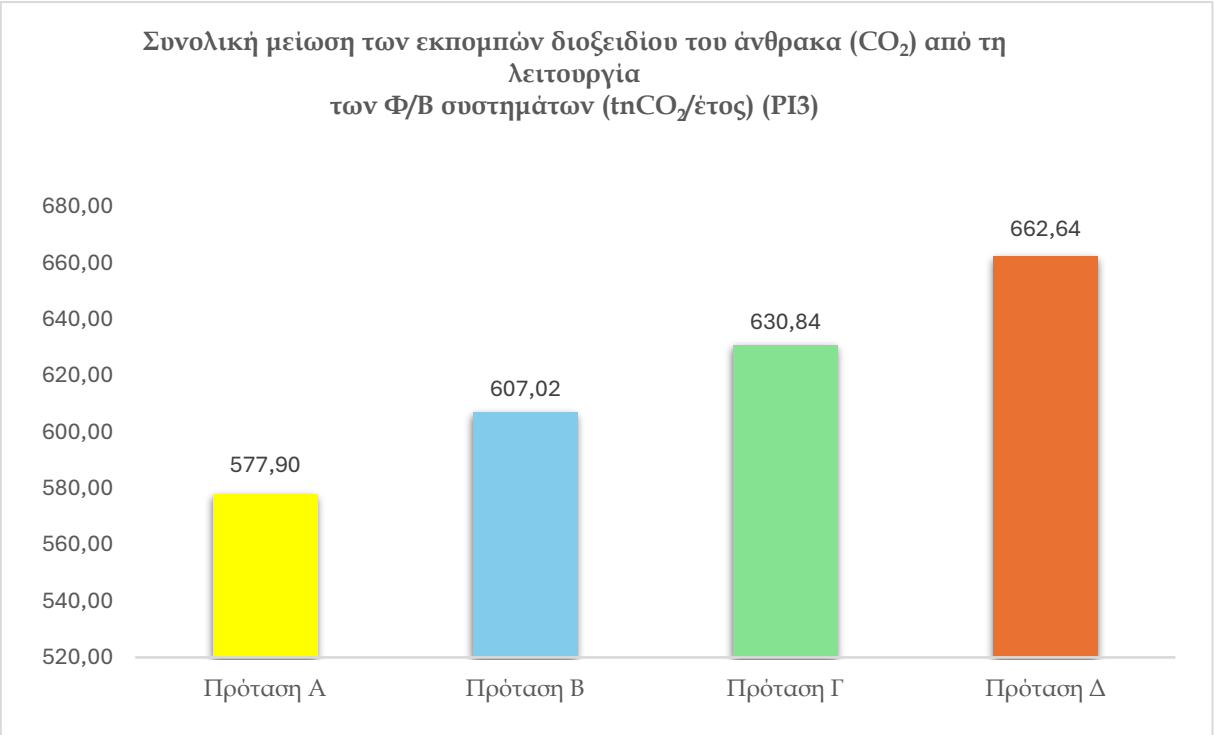
Χαρακτηριστικά και δείκτες	Πρόταση Α	Πρόταση Β	Πρόταση Γ	Πρόταση Δ
	Έργο Α	Έργο Β	Έργο Α	Έργο Β
	Περίπτωση 1	Περίπτωση 2	Περίπτωση 1	Περίπτωση 2
Τυπική μέση κατανάλωση νοικοκυριού (kWh)	5.001,6	5.001,6	5.001,6	5.001,6
Ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β συστήματα (kWh/έτος)	842.615,0	885.081,6	842.615,0	885.081,6
Παραγόμενη ενέργεια που διατίθεται για την εξυπηρέτηση ενεργειακών αναγκών ωφελούμενων νοικοκυριών (kWh)	421.307,5	442.540,8	505.569,0	531.049,0
Παραγόμενη ενέργεια που διατίθεται για την εξυπηρέτηση ενεργειακών αναγκών μελών της Κ.Α.Ε. (kWh)	421.307,5	442.540,8	337.046,0	354.032,6
Αριθμός ωφελούμενων νοικοκυριών (PI1)	105	111	126	133
Συνολική ετήσια μείωση κατανάλωσης συμβατικής ηλεκτρικής ενέργειας των ωφελούμενων νοικοκυριών (kWh) (PI2)	421.307,5	442.540,8	505.569,0	531.049,0
Συνολική μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) από τη λειτουργία των Φ/Β συστημάτων ($tnCO_2$/έτος) (PI3)	577,90	607,02	630,84	662,64
Ποσοστό της παραγόμενης ενέργειας από τα Φ/Β συστήματα που αποδίδεται για τον εικονικό ταυτοχρονισμένο ενεργειακό συμψηφισμό των ωφελούμενων νοικοκυριών (PI4)	50,00%	50,00%	60,00%	60,00%
Συνολική μείωση της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικές πηγές των ωφελούμενων νοικοκυριών (%) (R1)	56,16%	58,99%	67,39%	70,78%



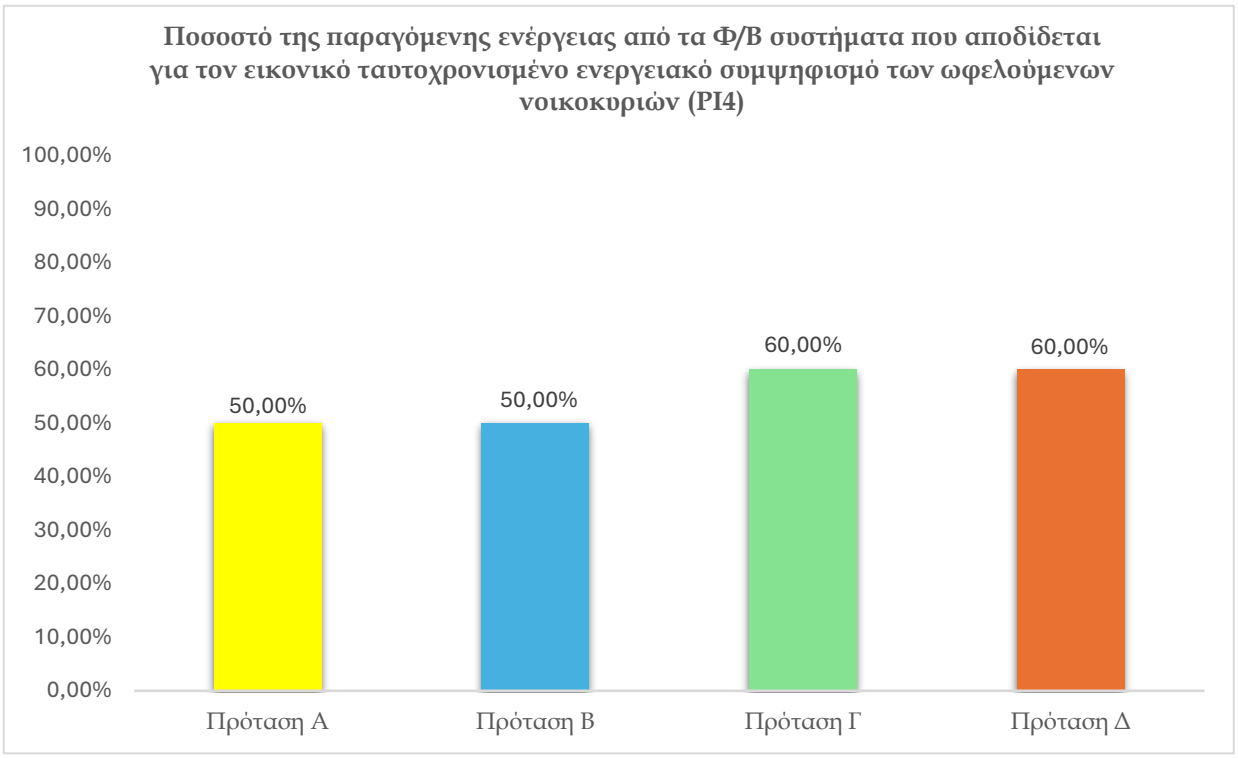
Εικόνα 3.9.Αριθμός ωφελούμενων νοικοκυριών (PI1) για τις Προτάσεις Α, Β, Γ και Δ.



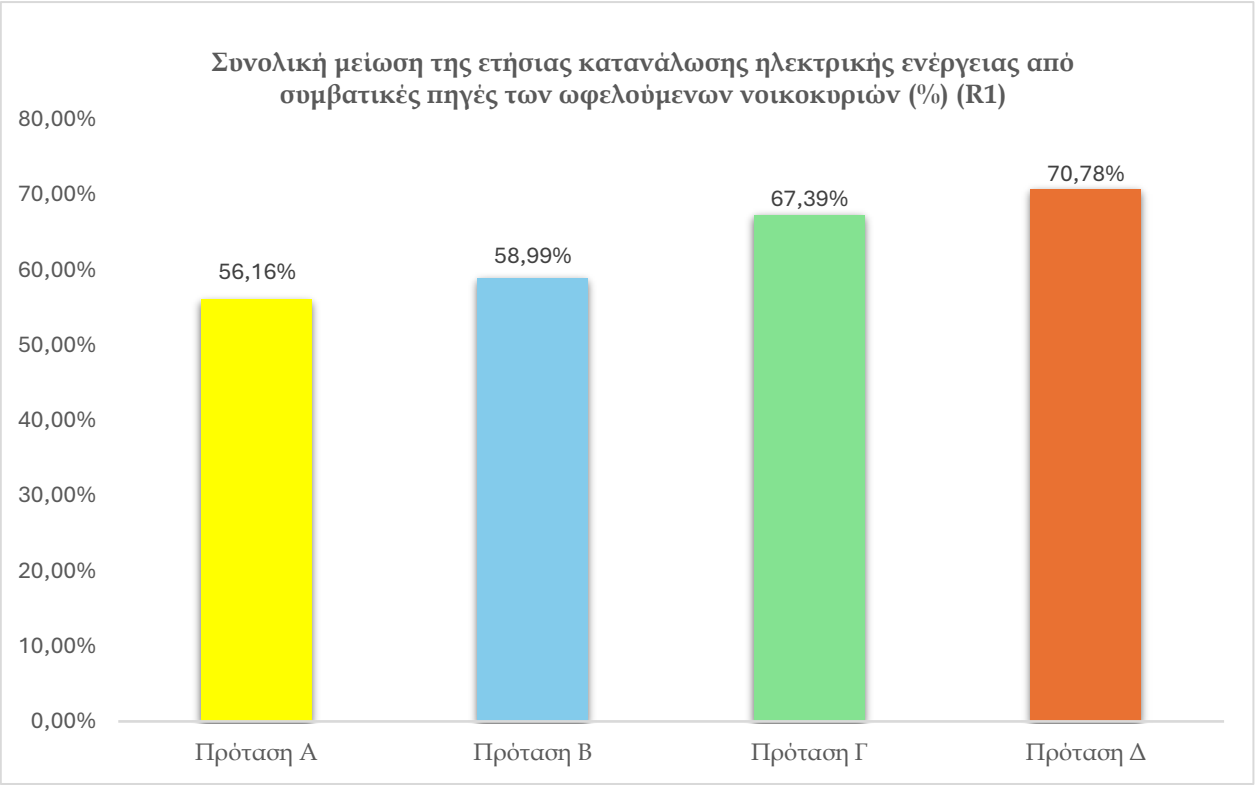
Εικόνα 3.10. Συνολική ετήσια μείωση κατανάλωσης συμβατικής ηλεκτρικής ενέργειας των ωφελούμενων νοικοκυριών (PI2) για τις Προτάσεις Α, Β, Γ και Δ.



Εικόνα 3.11. Συνολική ετήσια μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) από τη λειτουργία των Φ/Β συστημάτων (PI3) για τις Προτάσεις Α, Β, Γ και Δ.



Εικόνα 3.13. Ποσοστό της παραγόμενης ενέργειας από τα Φ/Β συστήματα που αποδίδεται για τον εικονικό ταυτοχρονισμένο ενεργειακό συμψηφισμό των ωφελούμενων νοικοκυριών (PI4) για τις Προτάσεις Α, Β, Γ και Δ.



Εικόνα 3.13. Συνολική μείωση της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικές πηγές των ωφελούμενων νοικοκυριών (R1) για τις Προτάσεις Α, Β, Γ και Δ.

3.8. Έκθεση κόστους - οφέλους.

Η ανάλυση κόστους - οφέλους της υποθετικής διαχείρισης της Κ.Α.Ε. με διαμοιρασμό ενέργειας σε ευάλωτα νοικοκυριά πραγματοποιείται σε δύο σκέλη. Στο πρώτο εξετάζεται ο λόγος οφέλους-κόστους καθώς και οι οικονομικοί δείκτες αξιολόγησης από την μεριά των μελών της Κ.Α.Ε. , ενώ στο δεύτερο διερευνώνται τα ενεργειακά και οικονομικά οφέλη ανά νοικοκυριό.

3.8.1 Κόστος όφελος του έργου για την Κ.Α.Ε.

Για την ανάλυση κόστους - οφέλους της Κ.Α.Ε. λαμβάνεται υπόψη το ενεργειακό και το οικονομικό όφελος που προκύπτει κατά τις Προτάσεις Α, Β, Γ και Δ το οποίο αφορά μόνο τα μέλη της Κ.Α.Ε. Ως συνέπεια το κόστος επένδυσης καλύπτεται αποκλειστικά από την Κ.Α.Ε στην περίπτωση της παρούσας εργασίας, εφόσον δεν έχει ληφθεί υπόψη κανένα ποσό χρηματοδότησης από κάποιο πρόγραμμα επιχορήγησης. Η εξοικονόμηση ενέργειας κατά τον εικονικό ταυτοχρονισμένο ενεργειακό συμψηφισμό (virtual net billing) στηρίζεται στην βάση του σκέλους χρέωσης ενέργειας και ως αποτέλεσμα είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της ολικής χρέωσης ηλεκτρικής ενέργειας πριν και μετά τον συμψηφισμό.

3.8.1.1 Σενάρια ταυτοχρονισμού

Για τον υπολογισμό την ολικής ετήσιας χρέωσης ηλεκτρικής κατανάλωσης των μελών της Κ.Α.Ε. πριν και μετά τον εικονικό ταυτοχρονισμένο ενεργειακό συμψηφισμό (virtual net billing) χρησιμοποιείται η τιμολογιακή κοστολόγηση που αναπτύχθηκε στην ενότητα 3.2. Εξαιτίας πλήθους διαφορετικών τιμολογιακών χρεώσεων των μελών της Κ.Α.Ε διαμορφώθηκε ένα ενιαίο τιμολόγιο χρεώσεων για όλα τα μέλη (βλ. ενότητα 3.2), προκειμένου να υπολογιστεί το μέσο ολικό ετήσιο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας πριν το συμψηφισμό. Για τον υπολογισμό του ολικού κόστους ενέργειας μετά την εφαρμογή του virtual net billing ήταν απαραίτητη η θεώρηση ενός συντελεστή ταυτοχρονισμού ενέργειας. Ο συντελεστής ταυτοχρονισμού αφορά, το ποσοστό της «σύμπτωσης» της στιγμιαίας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της Κ.Α.Ε., με την ταυτόχρονή κατανάλωση ενέργειας από το φωτοβολταϊκό σταθμό. Δημιουργήθηκαν επομένως , επτά σενάρια ταυτοχρονισμού ενέργειας όπου για κάθε ένα από αυτά υπολογίστηκε και εξετάστηκε η διακύμανση τεσσάρων οικονομικών και ενεργειακών συνιστωσών:

i. Του ολικού ετήσιου κόστους ενέργειας, μετά την εφαρμογή του εικονικού ταυτοχρονισμένου ενεργειακού συμψηφισμού (βλ. Παράρτημα Π.3)
ii. Της τιμή κιλοβατώρας, μετά την εφαρμογή του εικονικού ταυτοχρονισμένου ενεργειακού συμψηφισμού (βλ. Παράρτημα Π.3)
iii. Του οφέλους της Κ.Α.Ε., το οποίο αντιστοιχεί στα ετήσια κέρδη της και υπολογίζεται από την Εξίσωση 3.7:

$$Ετήσια\ κέρδη = Ετήσιο\ κόστος\ ενέργειας_{Πριν,i} - Ετήσιο\ κόστος\ ενέργειας_{Μετά,i} \quad (3.7)$$

Όπου,
i, το σενάριο ταυτοχρονισμού (π.χ. 20%, 30%, …, 80%)

Ετήσιο κόστος ενέργειας$_{πριν,i}$ αφορά τος ολικό ετήσιο κόστος ενέργειας πριν την εφαρμογή του εικονικού ταυτοχρονισμένου ενεργειακού συμψηφισμού (virtual net billing), για το εκάστοτε σενάριο ταυτοχρονισμού i.

Ετήσιο κόστος ενέργειας$_{μετά,i}$ αφορά τος ολικό ετήσιο κόστος ενέργειας μετά την εφαρμογή του εικονικού ταυτοχρονισμένου ενεργειακού συμψηφισμού (virtual net billing), για το εκάστοτε σενάριο ταυτοχρονισμού i.

iv. Του μοναδιαίου κόστους εξοικονόμησης ή ισοδύναμη ταρίφα συμψηφισμού EFIT, δηλαδή η μοναδιαία εξοικονόμηση που προκύπτει από τον εικονικό ταυτοχρονισμένο ενεργειακό συμψηφισμό, σύμφωνα με την Εξίσωση 3.8:

$$EFIT = μοναδιαίο\ \ κόστος\ _{Πριν,i} - μοναδιαίο\ κόστος_{Μετά,i} \quad (3.8)$$

Όπου,
Μοναδιαίο κόστος$_{πριν,i}$ (€/kWh): το μοναδιαίο κόστος χρέωσης ηλεκτρικής ενέργειας του ενιαίου τιμολογίου για το εκάστοτε σενάριο ταυτοχρονισμού i, πριν τον εικονικό ταυτοχρονισμένο ενεργειακό συμψηφισμό.

Μοναδιαίο κόστος$_{μετά,i}$ (€/kWh): το μοναδιαίο κόστος χρέωσης ηλεκτρικής ενέργειας του ενιαίου τιμολογίου για το εκάστοτε σενάριο ταυτοχρονισμού i, μετά τον εικονικό ταυτοχρονισμένο ενεργειακό συμψηφισμό.

Στους πίνακές 3.16, 3.17, 3.18 ,3.19 παρουσιάζονται αναλυτικά τα σενάρια ταυτοχρονισμού καθώς και οι διακυμάνσεις που εμφάνισαν οι οικονομικές συνιστώσες που προαναφέρθηκαν, για κάθε υπο εξέταση Πρόταση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Πίνακας 3.16.Αποτελέσματα τιμολογιακών χρεώσεων ανά σενάριο ταυτοχρονισμού της Κ.Α.Ε, για την Πρόταση Α.

Πρόταση Α							
Σενάρια ταυτοχρονισμού	συντελεστής ταυτοχρονισμού (%)	Ετήσιο κόστος ενεργειας ΠΡΙΝ την εφαρμογή virtual net billing (€)	Τιμή κιλοβατώρας ΠΡΙΝ τον συμψηφισμό (€/kWh)	Ετήσιο κόστος ενεργειας ΜΕΤΑ την εφαρμογή virtual net billing (€)	Τιμή κιλοβατώρας ΜΕΤΑ τον συμψηφισμό (€/kWh)	Όφελος (€)	Εξοικονόμηση ενεργειας (€/kWh)
Σενάριο 1	20%	138.401,47	0,1668	71.820,98	0,0865	66.580,49	0,0802
Σενάριο 2	30%	138.401,47	0,1668	62.080,68	0,0748	76.320,79	0,0920
Σενάριο 3	40%	138.401,47	0,1668	52.340,38	0,0631	86.061,09	0,1037
Σενάριο 4	50%	138.401,47	0,1668	42.600,08	0,0513	95.801,39	0,1154
Σενάριο 5	60%	138.401,47	0,1668	32.859,78	0,0396	105.541,69	0,1272
Σενάριο 6	70%	138.401,47	0,1668	23.119,48	0,0279	115.281,99	0,1389
Σενάριο 7	80%	138.401,47	0,1668	13.379,19	0,0161	125.022,29	0,1506

Πίνακας 3.17. Αποτελέσματα τιμολογιακών χρεώσεων ανά σενάριο ταυτοχρονισμού της Κ.Α.Ε, για την Πρόταση Β.

Πρόταση Β							
Σενάρια ταυτοχρονισμού	συντελεστής ταυτοχρονισμού (%)	Ετήσιο κόστος ενεργειας ΠΡΙΝ την εφαρμογή virtual net billing (€)	Τιμή κιλοβατώρας ΠΡΙΝ τον συμψηφισμό (€/kWh)	Ετήσιο κόστος ενεργειας ΜΕΤΑ την εφαρμογή virtual net billing (€)	Τιμή κιλοβατώρας ΜΕΤΑ τον συμψηφισμό (€/kWh)	Όφελος (€)	Εξοικονόμηση ενεργειας (€/kWh)
Σενάριο 1	20%	138.401,47	0,1668	68.447,20	0,0825	69.954,27	0,0843
Σενάριο 2	30%	138.401,47	0,1668	58.216,00	0,0701	80.185,47	0,0966
Σενάριο 3	40%	138.401,47	0,1668	47.984,81	0,0578	90.416,67	0,1089
Σενάριο 4	50%	138.401,47	0,1668	37.753,61	0,0455	100.647,86	0,1213
Σενάριο 5	60%	138.401,47	0,1668	27.522,41	0,0332	110.879,06	0,1336
Σενάριο 6	70%	138.401,47	0,1668	17.291,22	0,0208	121.110,26	0,1459
Σενάριο 7	80%	138.401,47	0,1668	7.060,02	0,0085	131.341,45	0,1583

Πίνακας 3.18. Αποτελέσματα τιμολογιακών χρεώσεων ανά σενάριο ταυτοχρονισμού της Κ.Α.Ε, για την Πρόταση Γ.

Πρόταση Γ							
Σενάρια ταυτοχρονισμού	συντελεστής ταυτοχρονισμού (%)	Ετήσιο κόστος ενεργειας ΠΡΙΝ την εφαρμογή virtual net billing (€)	Τιμή κιλοβατώρας ΠΡΙΝ τον συμψηφισμό (€/kWh)	Ετήσιο κόστος ενεργειας ΜΕΤΑ την εφαρμογή virtual net billing (€)	Τιμή κιλοβατώρας ΜΕΤΑ τον συμψηφισμό (€/kWh)	Όφελος (€)	Εξοικονόμηση ενεργειας (€/kWh)
Σενάριο 1	20%	138.401,47	0,1668	85.209,36	0,1027	53.192,12	0,0641
Σενάριο 2	30%	138.401,47	0,1668	77.417,12	0,0933	60.984,36	0,0735
Σενάριο 3	40%	138.401,47	0,1668	69.624,88	0,0839	68.776,59	0,0829
Σενάριο 4	50%	138.401,47	0,1668	61.832,64	0,0745	76.568,83	0,0923
Σενάριο 5	60%	138.401,47	0,1668	54.040,40	0,0651	84.361,07	0,1016
Σενάριο 6	70%	138.401,47	0,1668	46.248,16	0,0557	92.153,31	0,1110
Σενάριο 7	80%	138.401,47	0,1668	38.455,92	0,0463	99.945,55	0,1204

Πίνακας 3.19. Αποτελέσματα τιμολογιακών χρεώσεων ανά σενάριο ταυτοχρονισμού της Κ.Α.Ε, για την Πρόταση Δ.

Πρόταση Δ							
Σενάρια ταυτοχρονισμού	συντελεστής ταυτοχρονισμού (%)	Ετήσιο κόστος ενεργειας ΠΡΙΝ την εφαρμογή virtual net billing (€)	Τιμή κιλοβατώρας ΠΡΙΝ τον συμψηφισμό (€/kWh)	Ετήσιο κόστος ενεργειας ΜΕΤΑ την εφαρμογή virtual net billing (€)	Τιμή κιλοβατώρας ΜΕΤΑ τον συμψηφισμό (€/kWh)	Όφελος (€)	Εξοικονόμηση ενεργειας (€/kWh)
Σενάριο 1	20%	138.401,47	0,1668	82.510,33	0,0994	55.891,14	0,0673
Σενάριο 2	30%	138.401,47	0,1668	74.325,37	0,0896	64.076,10	0,0772
Σενάριο 3	40%	138.401,47	0,1668	66.140,42	0,0797	72.261,05	0,0871
Σενάριο 4	50%	138.401,47	0,1668	57.955,46	0,0698	80.446,01	0,0969
Σενάριο 5	60%	138.401,47	0,1668	49.770,50	0,0600	88.630,97	0,1068
Σενάριο 6	70%	138.401,47	0,1668	41.585,55	0,0501	96.815,93	0,1167
Σενάριο 7	80%	138.401,47	0,1668	33.400,59	0,0402	105.000,88	0,1265

3.8.1.2 Οικονομικοί δείκτες αξιολόγησης των Προτάσεων.

Οι οικονομικοί δείκτες που θα χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση των Προτάσεων είναι:

i. Καθαρή Παρούσα Αξία (Κ.Π.Α.): ορίζεται ως το άθροισμα των παρουσών αξιών των ταμειακών ροών κατά την διάρκεια μιας χρονικής περιόδου (N). Η παρούσα αξία των αναμενόμενων ταμειακών ροών υπολογίζεται με την προεξόφληση τους χρησιμοποιώντας το προεξοφλητικό επιτόκιο (r) ως εξής:

$$NPV = \sum_{t=1}^{N} \frac{ταμειακές\ εισροές}{(1+r)^t} - Αρχικό\ κόστος\ επένδυσης \quad (3.9)$$

Όταν η Κ.Π.Α είναι:

- Θετική: η επένδυση είναι κερδοφόρα
- Αρνητική: η επένδυση επιφέρει ζημιά
- Μηδενική: τα έσοδα της επένδυσης αποπληρώνουν το αρχικό κόστος χωρίς όφελος ή ζημιά

ii. Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (Internal Rate of Return, IRR): είναι η τιμή του προεξοφλητικού επιτοκίου για την οποία μηδενίζεται η καθαρή παρούσα αξία. Όταν η τιμή του IRR είναι μεγαλύτερη του επιτοκίου της αγοράς (IRR>r) η επένδυση θεωρείται βιώσιμη. Για τους υπολογισμούς θα χρησιμοποιηθεί επιτόκιο ίσο με 3 %.

iii. Περίοδος Αποπληρωμής (Payment Period, PbP): είναι ο χρόνος που απαιτείται ώστε τα συσσωρευμένα κέρδη να εξισωθούν με το αρχικό κόστος επένδυσης.

iv. Η ανάλυση κόστους οφέλους ολοκληρώνεται με τον υπολογισμό του λόγου οφέλους – κόστους (Benefit-Cost ratio, B/C) βάσει της εξ. (3.10):

$$B/C = \frac{Σωρευτική\ ταμειακή\ ροή_n}{|Κόστοσ\ επένδυσης|} \quad (3.10)$$

Όπου:
Σωρευτική ταμειακή ροή$_n$: το άθροισμα των καθαρών ταμειακών ροών κατά το έτος n της ανάλυσης (25ο έτος).

Κόστος ανάλυσης: το αρχικό κόστος επένδυσης το οποίο αναλαμβάνει η Κ.Α.Ε. αποκλειστικά με ιδίους πόρους (βλ. ενότητα 3.6).

Στην περίπτωση που ο λόγος οφέλους – κόστους είναι μεγαλύτερος της μονάδας η επένδυση θεωρείται κερδοφόρα ενώ εάν είναι μικρότερος της μονάδας θεωρείται πως υπάρχει ζημιά.

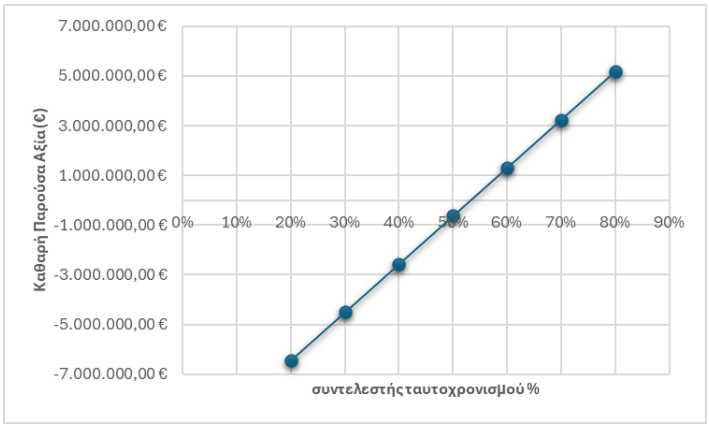
Αναφορικά με τα ετήσια λειτουργικά κόστη, για κάθε Πρόταση, βάσει των τιμών του Πίνακα 3.11 και της συνολικής ετήσιας μείωσης κατανάλωσης συμβατικής ηλεκτρικής ενέργειας των συμψηφισθέντων παροχών των μελών της Κ.Α.Ε. (βλ. Πίνακα 3.15), υπολογίζεται για το σενάριο 7 ότι:

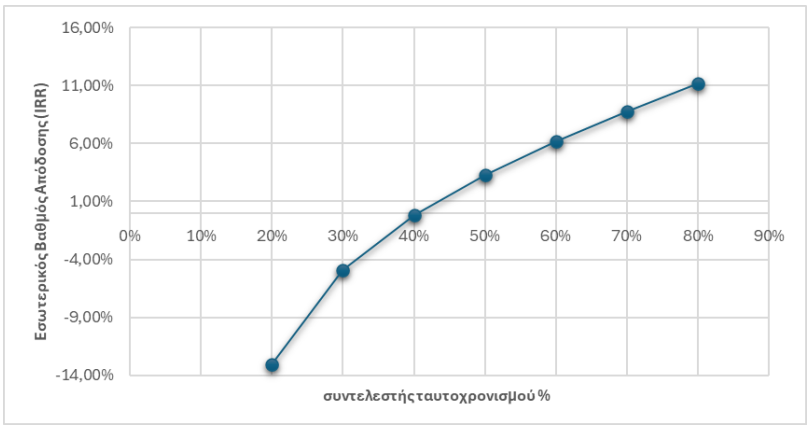
- Πρόταση Α: 23.171,91 €
- Πρόταση Β: 24.339,74 €
- Πρόταση Γ: 18.537,53 €
- Πρόταση Δ: 19.471,80 €

Για σκοπούς της παρούσας εργασίας θεωρήθηκε προεξοφλητικό το επιτόκιο ίσο με 3%. Οι παροχές κατανάλωσης των μελών της Κ.Α.Ε. κατηγοριοποιούνται με βάση το διαμορφωμένο ενιαίο τιμολόγιο (βλ. ενότητα 3.2) και ως συνέπεια υπάρχει μόνο μια κατηγορία τιμολογίου. Σημειώνεται πως η ανάλυση κόστους οφέλους πραγματοποιείται και για τις τέσσερις Προτάσεις ξεχωριστά, όπου η κάθε πρόταση εξετάζεται και για τα επτά σενάρια ταυτοχρονισμού (βλ. ενότητα 3.8.1.1). Παρακάτω ακολουθούν αναλυτικά οι πίνακες 3.20 ,3.21, 3.22, 3.23 οι οποίοι περιλαμβάνουν τις τιμές που λαμβάνουν οι οικονομικοί δείκτες της έκθεσης κόστους – οφέλους για κάθε ένα εκ των σεναρίων ταυτοχρονισμού κάθε Προτάσεις. Επιπλέον οι Εικόνες 3.13, 3.14, 3.15, 3.16 αναπαριστούν τα διαγράμματα διακύμανσης οικονομικών δεικτών.

Πίνακας 3.20. Οικονομική αξιολόγηση Πρότασης Α, αναλυτικά αποτελέσματα των οικονομικών δεικτών της επένδυσης για όλα τα πιθανά σενάρια ταυτοχρονισμού.

Αξιολόγηση επένδυσης: Πρόταση Α						
Σενάρια ταυτοχρονισμού	συντελεστής ταυτοχρονισμού (%)	Καθαρή Παρούσα Αξία (€)	Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR)	Περίοδος επανείσπραξης (sPbP) (έτη)	Λόγος οφέλους-κόστους (B/C)	Αξιολόγηση επένδυσης
Σενάριο 1	20%	-6.433.862,60 €	-13,09%	19	0,29	Μη-βιώσιμη
Σενάριο 2	30%	-4.498.897,43 €	-4,91%	15,4	0,59	Μη-βιώσιμη
Σενάριο 3	40%	-2.563.932,25 €	-0,20%	13	0,88	Μη-βιώσιμη
Σενάριο 4	50%	-628.967,07 €	3,31%	11,2	1,17	Μη-βιώσιμη
Σενάριο 5	60%	1.305.998,11 €	6,23%	9,9	1,46	Βιώσιμη
Σενάριο 6	70%	3.240.963,28 €	8,80%	8,9	1,76	Βιώσιμη
Σενάριο 7	80%	5.175.928,46 €	11,16%	8	2,05	Βιώσιμη



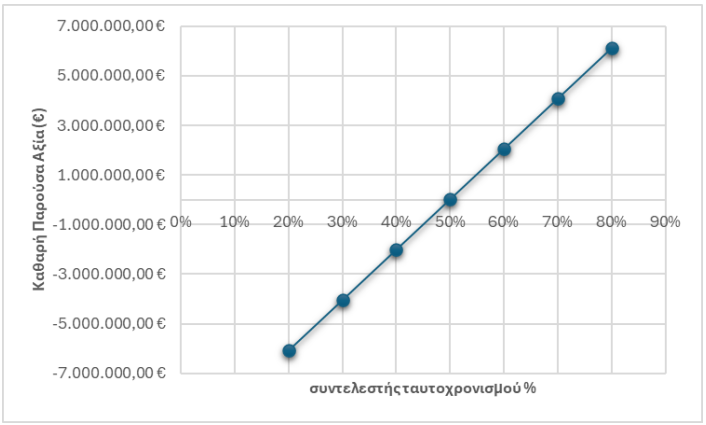


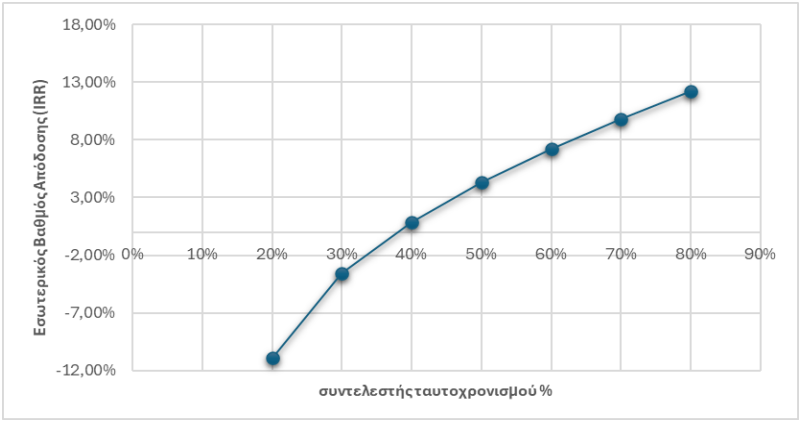
Εικόνα 3.13. Διαγράμματα αναπαράστασης της διακύμανσης της Καθαρής Παρούσας Αξίας (NPV) και του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (IRR) συναρτήσει του συντελεστή ταυτοχρονισμού για την Πρόταση Α.

Πίνακας 3.21. Οικονομική αξιολόγηση Πρότασης Β, αναλυτικά αποτελέσματα των οικονομικών δεικτών της επένδυσης για όλα τα πιθανά σενάρια ταυτοχρονισμού

Αξιολόγηση επένδυσης: Πρόταση Β						
Σενάρια ταυτοχρονισμού	συντελεστής ταυτοχρονισμού (%)	Καθαρή Παρούσα Αξία (€)	Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR)	Περίοδος επανείσπραξης (sPbP) (έτη)	Λόγος οφέλους-κόστους (B/C)	Αξιολόγηση επένδυσης
Σενάριο 1	20%	-6.084.160,93 €	-10,88%	18,2	0,35	Μη-βιώσιμη
Σενάριο 2	30%	-4.051.676,17 €	-3,59%	14,7	0,66	Μη-βιώσιμη
Σενάριο 3	40%	-2.019.191,41 €	0,89%	12,4	0,96	Μη-βιώσιμη
Σενάριο 4	50%	13.293,35 €	4,33%	10,8	1,27	Βιώσιμη
Σενάριο 5	60%	2.045.778,11 €	7,23%	9,5	1,57	Βιώσιμη
Σενάριο 6	70%	4.078.262,88 €	9,82%	8,5	1,88	Βιώσιμη
Σενάριο 7	80%	6.110.747,64 €	12,21%	7,7	2,19	Βιώσιμη

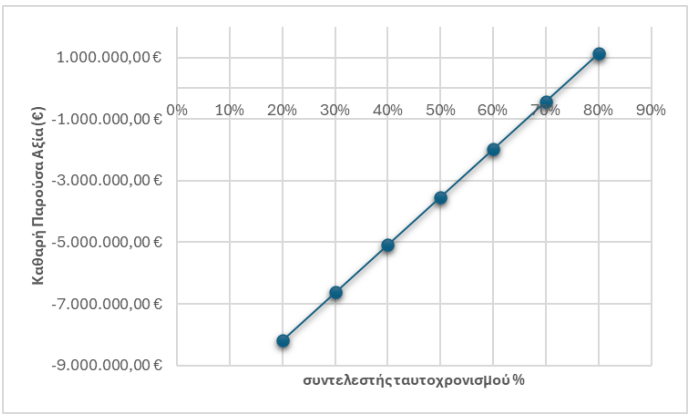
Εικόνα 3.14. Διαγράμματα αναπαράστασης της διακύμανσης της Καθαρής Παρούσας Αξίας (NPV) και του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (IRR) συναρτήσει του συντελεστή ταυτοχρονισμού για την Πρόταση Β.

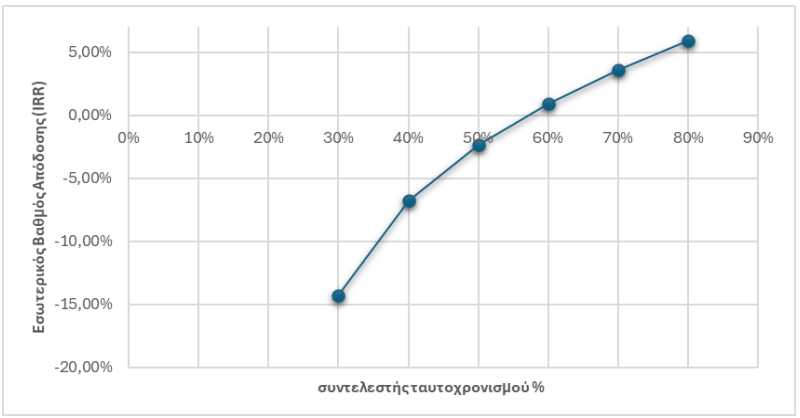




Πίνακας 3.22. Οικονομική αξιολόγηση Πρότασης Γ, αναλυτικά αποτελέσματα των οικονομικών δεικτών της επένδυσης για όλα τα πιθανά σενάρια ταυτοχρονισμού.

Αξιολόγηση επένδυσης: Πρόταση Γ						
Σενάρια ταυτοχρονισμού	συντελεστής ταυτοχρονισμού (%)	Καθαρή Παρούσα Αξία (€)	Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR)	Περίοδος επανείσπραξης (sPbP) (έτη)	Λόγος οφέλους-κόστους (B/C)	Αξιολόγηση επένδυσης
Σενάριο 1	20%	-8.167.372,95 €	-	24,2	0,03	Μη-βιώσιμη
Σενάριο 2	30%	-6.619.400,81 €	-14,32%	19,5	0,27	Μη-βιώσιμη
Σενάριο 3	40%	-5.071.428,66 €	-6,74%	16,3	0,50	Μη-βιώσιμη
Σενάριο 4	50%	-3.523.456,52 €	-2,32%	14,1	0,73	Μη-βιώσιμη
Σενάριο 5	60%	-1.975.484,38 €	0,95%	12,4	0,97	Μη-βιώσιμη
Σενάριο 6	70%	-427.512,24 €	3,63%	11,1	1,20	Μη-βιώσιμη
Σενάριο 7	80%	1.120.459,90 €	5,96%	10	1,44	Βιώσιμη

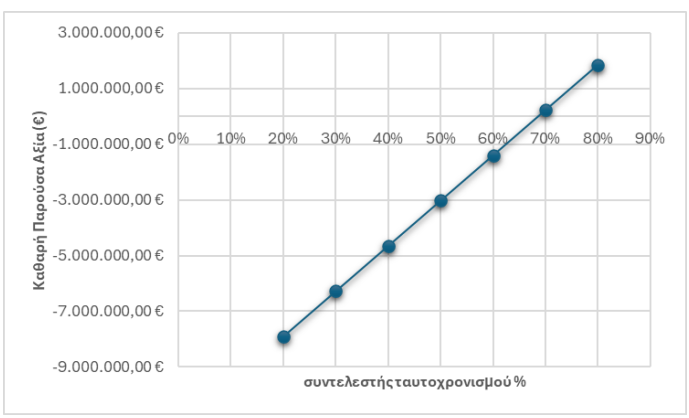


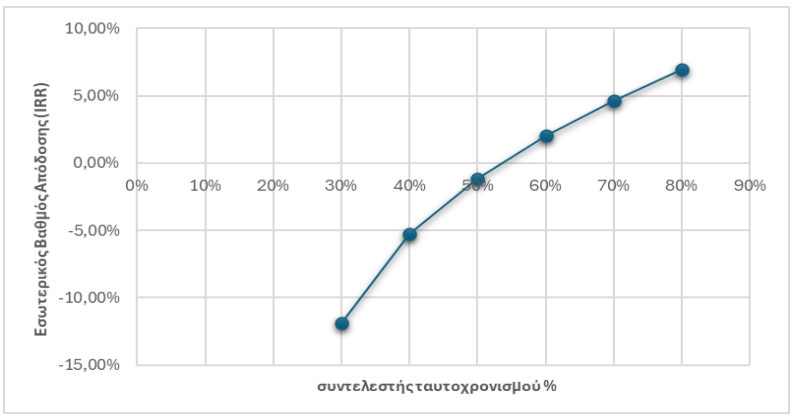


Εικόνα 3.15. Διαγράμματα αναπαράστασης της διακύμανσης της Καθαρής Παρούσας Αξίας (NPV) και του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (IRR) συναρτήσει του συντελεστή ταυτοχρονισμού για την Πρόταση Γ.

Πίνακας 3.23. Οικονομική αξιολόγηση Πρότασης Δ, αναλυτικά αποτελέσματα των οικονομικών δεικτών της επένδυσης για όλα τα πιθανά σενάρια ταυτοχρονισμού.

Αξιολόγηση επένδυσης: Πρόταση Δ						
Σενάρια ταυτοχρονισμού	συντελεστής ταυτοχρονισμού (%)	Καθαρή Παρούσα Αξία (€)	Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR)	Περίοδος επανείσπραξης (sPbP) (έτη)	Λόγος οφέλους-κόστους (B/C)	Αξιολόγηση επένδυσης
Σενάριο 1	20%	-7.905.037,81 €	-	23,1	0,08	Μη-βιώσιμη
Σενάριο 2	30%	-6.279.050,00 €	-11,91%	18,6	0,32	Μη-βιώσιμη
Σενάριο 3	40%	-4.653.062,20 €	-5,29%	15,6	0,57	Μη-βιώσιμη
Σενάριο 4	50%	-3.027.074,39 €	-1,14%	13,5	0,81	Μη-βιώσιμη
Σενάριο 5	60%	-1.401.086,58 €	2,01%	11,9	1,06	Μη-βιώσιμη
Σενάριο 6	70%	224.901,23 €	4,65%	10,6	1,30	Βιώσιμη
Σενάριο 7	80%	1.850.889,04 €	6,96%	9,6	1,55	Βιώσιμη





Εικόνα 3.16. Διαγράμματα αναπαράστασης της διακύμανσης της Καθαρής Παρούσας Αξίας (NPV) και του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (IRR) συναρτήσει του συντελεστή ταυτοχρονισμού για την Πρόταση Δ.

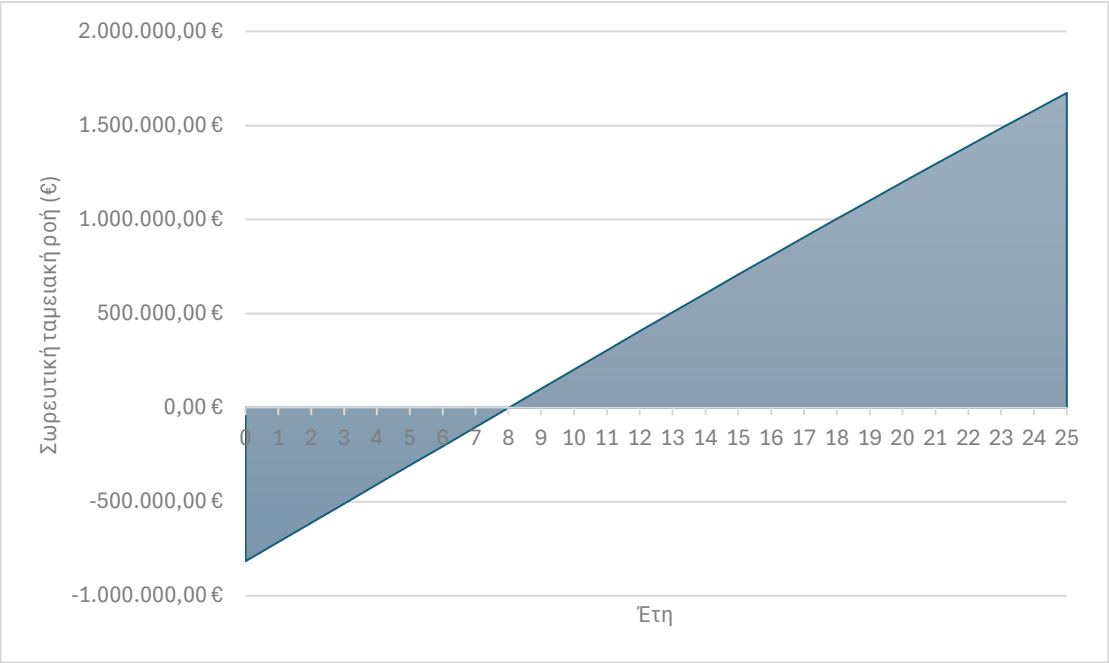
Προκειμένου να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή σύγκριση μεταξύ των Προτάσεων θα ακολουθήσει αναλυτική παρουσίαση των σωρευτικών ταμειακών ροών κάθε Πρότασης παρουσιάζοντας τις υπο μορφή πίνακα και οι οποίες θα αφορούν το 7ο Σενάριο ταυτοχρονισμού (όπου το ποσοστό του συντελεστή ταυτοχρονισμού είναι ίσο με 80%). Όσα προαναφέρθηκαν παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.24 , Πίνακα 3.25, Πίνακα 3.26, Πίνακα 3.27 ,Πίνακα 3.28 καθώς και απεικονίζονται υπο μορφή γραφήματος στην Εικόνα 3.17, Εικόνα 3.18, Εικόνα 3.19, Εικόνα 3.20.

Πίνακας 3.24. Ανάλυση κόστους οφέλους και οικονομική αξιολόγηση των Προτάσεων Α,Β,Γ, και Δ με συντελεστή ταυτοχρονισμού 80%.

Χαρακτηριστικά	Πρόταση Α	Πρόταση Β	Πρόταση Γ	Πρόταση Δ
Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh/έτος)	829.950,00	829.950,00	829.950,00	829.950,00
Συμφωνημένη Ισχύς (kVA)	1.483,00	1.483,00	1.483,00	1.483,00
Μοναδιαίο κόστος επένδυσης (€/kWp)	1.300,00	1.300,00	1.300,00	1.300,00
Εγκατεστημένη ισχύς Φωτοβολταϊκών (kWp)	627,88	631,52	627,88	631,52
Συνολική ετήσια μείωση κατανάλωσης συμβατικής ηλεκτρικής ενέργειας των συμψηφισθέντων παροχών (kWh)	421.307,48	442.540,80	337.045,98	354.032,64
Προεξοφλητικό επιτόκιο (%)	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)	816.244,00	820.976,00	816.244,00	820.976,00
Ετήσια λειτουργικά κόστη (€)	23.171,91	24.339,74	18.537,53	19.471,80
Ετήσια κέρδη (€)	125.022,29	131.341,45	99.945,55	105.000,88
συντελεστής ταυτοχρονισμού %	80,00%	80,00%	80,00%	80,00%
Ολική χρέωση πριν συμψηφισμό(€)	138.401,47	138.401,47	138.401,47	138.401,47
Ολική χρέωση μετά τον συμψηφισμό (€)	13.379,19	7.060,02	38.455,92	33.400,59
Εξοικονόμηση ενέργειας (€/kWh)	0,1506	0,1583	0,1204	0,1265
Δείκτες οικονομικής αξιολόγησης				
Καθαρή Παρούσα Αξία (€)	5.175.928,46	6.110.747,64	1.120.459,90	1.850.889,04
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR)	11,16%	12,21%	5,96%	6,96%
Περίοδος επανείσπραξης (PbP) (έτη)	8	7,7	10	9,6
Λόγος οφέλους-κόστους (B/C)	2,05	2,19	1,44	1,55
Αξιολόγηση επένδυσης	Βιώσιμη	Βιώσιμη	Βιώσιμη	Βιώσιμη

Πίνακας 3.25. Σωρευτική ταμειακή ροή κατά την Πρόταση Α με συντ. ταυτοχρονισμού 80%.

Έτος	Απόδοση Φ/Β	Κέρδη (€)	Λειτουργικά έξοδα (€)	Ταμειακή ροή (€)	Σωρευτική ταμειακή ροή (€)
0	-	0,00	0,00	-816.244,00	-816.244,00
1	100,00%	125.022,29	23.171,91	101.850,38	-714.393,62
2	100,00%	125.022,29	23.171,91	101.850,38	-612.543,25
3	100,00%	125.022,29	23.171,91	101.850,38	-510.692,87
4	100,00%	125.022,29	23.171,91	101.850,38	-408.842,50
5	100,00%	125.022,29	23.171,91	101.850,38	-306.992,12
6	100,00%	125.022,29	23.171,91	101.850,38	-205.141,75
7	100,00%	125.022,29	23.171,91	101.850,38	-103.291,37
8	100,00%	125.022,29	23.171,91	101.850,38	-1.441,00
9	100,00%	125.022,29	23.171,91	101.850,38	100.409,38
10	100,00%	125.022,29	23.171,91	101.850,38	202.259,75
11	100,00%	125.022,29	23.171,91	101.850,38	304.110,13
12	100,00%	125.022,29	23.171,91	101.850,38	405.960,51
13	99,50%	124.397,18	23.171,91	101.225,26	507.185,77
14	99,00%	123.772,06	23.171,91	100.600,15	607.785,92
15	98,50%	123.146,95	23.171,91	99.975,04	707.760,96
16	98,00%	122.521,84	23.171,91	99.349,93	807.110,89
17	97,50%	121.896,73	23.171,91	98.724,82	905.835,71
18	97,00%	121.271,62	23.171,91	98.099,71	1.003.935,42
19	96,50%	120.646,51	23.171,91	97.474,60	1.101.410,01
20	96,00%	120.021,40	23.171,91	96.849,48	1.198.259,50
21	95,50%	119.396,28	23.171,91	96.224,37	1.294.483,87
22	95,00%	118.771,17	23.171,91	95.599,26	1.390.083,13
23	94,50%	118.146,06	23.171,91	94.974,15	1.485.057,28
24	94,00%	117.520,95	23.171,91	94.349,04	1.579.406,32
25	93,50%	116.895,84	23.171,91	93.723,93	1.673.130,25

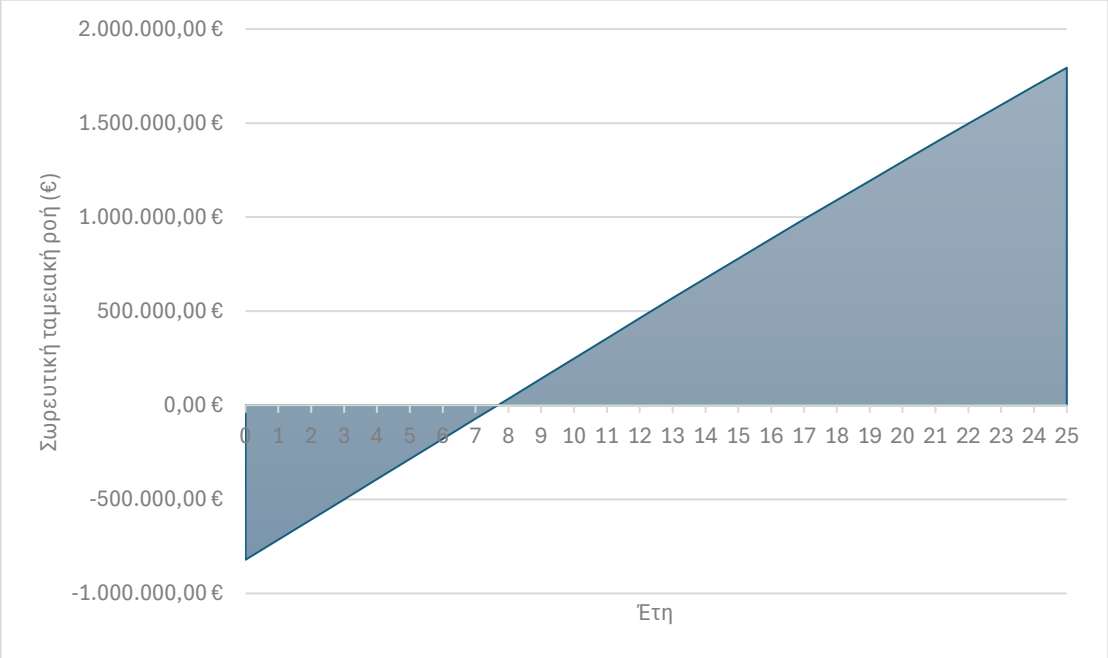


Εικόνα 3.17. Σωρευτική ταμειακή ροή κατά την Πρόταση Α με συντ. ταυτοχρονισμού 80%.

Πίνακας 3.26. Σωρευτική ταμειακή ροή κατά την Πρόταση Β με συντ. ταυτοχρονισμού 80%.

Έτος	Απόδοση Φ/Β	Κέρδη (€)	Λειτουργικά έξοδα (€)	Ταμειακή ροή (€)	Σωρευτική ταμειακή ροή (€)
0	0,00%	0,00	0,00	-820.976,00	-820.976,00
1	100,00%	131.341,45	24.339,74	107.001,71	-713.974,29
2	100,00%	131.341,45	24.339,74	107.001,71	-606.972,58
3	100,00%	131.341,45	24.339,74	107.001,71	-499.970,88
4	100,00%	131.341,45	24.339,74	107.001,71	-392.969,17
5	100,00%	131.341,45	24.339,74	107.001,71	-285.967,46
6	100,00%	131.341,45	24.339,74	107.001,71	-178.965,75
7	100,00%	131.341,45	24.339,74	107.001,71	-71.964,04
8	100,00%	131.341,45	24.339,74	107.001,71	35.037,66
9	100,00%	131.341,45	24.339,74	107.001,71	142.039,37
10	100,00%	131.341,45	24.339,74	107.001,71	249.041,08
11	100,00%	131.341,45	24.339,74	107.001,71	356.042,79
12	100,00%	131.341,45	24.339,74	107.001,71	463.044,50
13	99,50%	130.684,74	24.339,74	106.345,00	569.389,50
14	99,00%	130.028,04	24.339,74	105.688,29	675.077,79
15	98,50%	129.371,33	24.339,74	105.031,59	780.109,38
16	98,00%	128.714,62	24.339,74	104.374,88	884.484,26
17	97,50%	128.057,92	24.339,74	103.718,17	988.202,43
18	97,00%	127.401,21	24.339,74	103.061,46	1.091.263,89
19	96,50%	126.744,50	24.339,74	102.404,76	1.193.668,65
20	96,00%	126.087,79	24.339,74	101.748,05	1.295.416,70
21	95,50%	125.431,09	24.339,74	101.091,34	1.396.508,04
22	95,00%	124.774,38	24.339,74	100.434,64	1.496.942,68

Έτος	Απόδοση Φ/Β	Κέρδη (€)	Λειτουργικά έξοδα (€)	Ταμειακή ροή (€)	Σωρευτική ταμειακή ροή (€)
23	94,50%	124.117,67	24.339,74	99.777,93	1.596.720,61
24	94,00%	123.460,96	24.339,74	99.121,22	1.695.841,83
25	93,50%	122.804,26	24.339,74	98.464,51	1.794.306,34

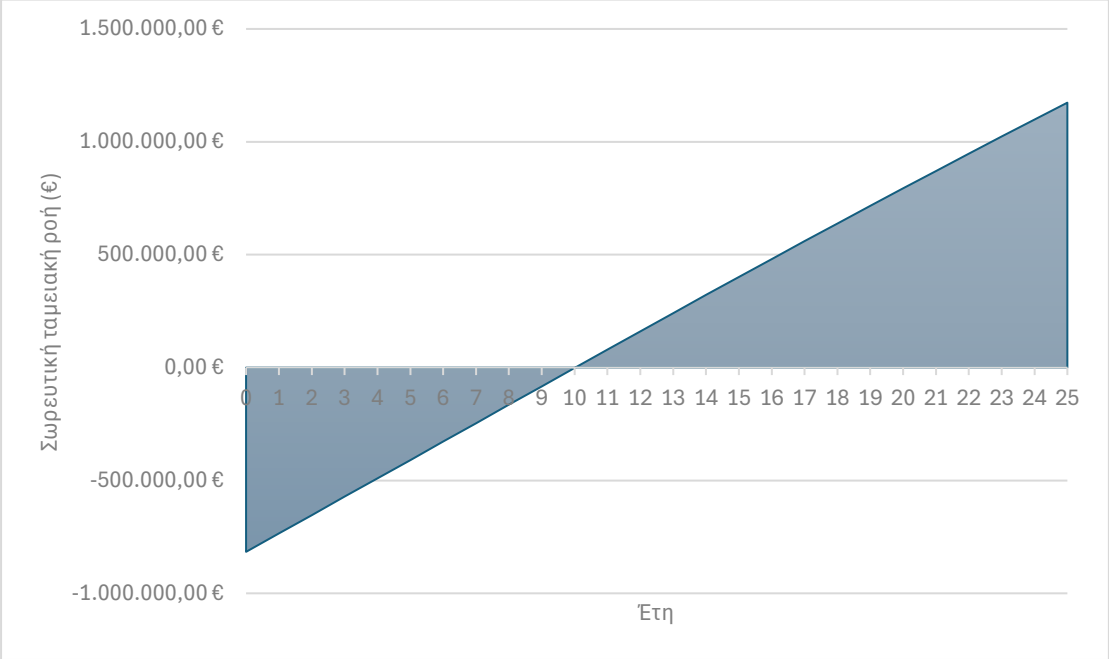


Εικόνα 3.18. Σωρευτική ταμειακή ροή κατά την Πρόταση Β με συντ. ταυτοχρονισμού 80%.

Πίνακας 3.27. Σωρευτική ταμειακή ροή κατά την Πρόταση Γ με συντ. ταυτοχρονισμού 80%.

Έτος	Απόδοση Φ/Β	Κέρδη (€)	Λειτουργικά έξοδα (€)	Ταμειακή ροή (€)	Σωρευτική ταμειακή ροή (€)
0	0,00%	0,00	0,00	-816.244,00	-816.244,00
1	100,00%	99.945,55	18.537,53	81.408,02	-734.835,98
2	100,00%	99.945,55	18.537,53	81.408,02	-653.427,96
3	100,00%	99.945,55	18.537,53	81.408,02	-572.019,94
4	100,00%	99.945,55	18.537,53	81.408,02	-490.611,91
5	100,00%	99.945,55	18.537,53	81.408,02	-409.203,89
6	100,00%	99.945,55	18.537,53	81.408,02	-327.795,87
7	100,00%	99.945,55	18.537,53	81.408,02	-246.387,85
8	100,00%	99.945,55	18.537,53	81.408,02	-164.979,83
9	100,00%	99.945,55	18.537,53	81.408,02	-83.571,81
10	100,00%	99.945,55	18.537,53	81.408,02	-2.163,79
11	100,00%	99.945,55	18.537,53	81.408,02	79.244,24
12	100,00%	99.945,55	18.537,53	81.408,02	160.652,26

Έτος	Απόδοση Φ/Β	Κέρδη (€)	Λειτουργικά έξοδα (€)	Ταμειακή ροή (€)	Σωρευτική ταμειακή ροή (€)
13	99,50%	99.445,82	18.537,53	80.908,29	241.560,55
14	99,00%	98.946,10	18.537,53	80.408,57	321.969,12
15	98,50%	98.446,37	18.537,53	79.908,84	401.877,96
16	98,00%	97.946,64	18.537,53	79.409,11	481.287,07
17	97,50%	97.446,91	18.537,53	78.909,38	560.196,45
18	97,00%	96.947,18	18.537,53	78.409,65	638.606,10
19	96,50%	96.447,46	18.537,53	77.909,93	716.516,03
20	96,00%	95.947,73	18.537,53	77.410,20	793.926,23
21	95,50%	95.448,00	18.537,53	76.910,47	870.836,70
22	95,00%	94.948,27	18.537,53	76.410,74	947.247,45
23	94,50%	94.448,55	18.537,53	75.911,02	1.023.158,46
24	94,00%	93.948,82	18.537,53	75.411,29	1.098.569,75
25	93,50%	93.449,09	18.537,53	74.911,56	1.173.481,31

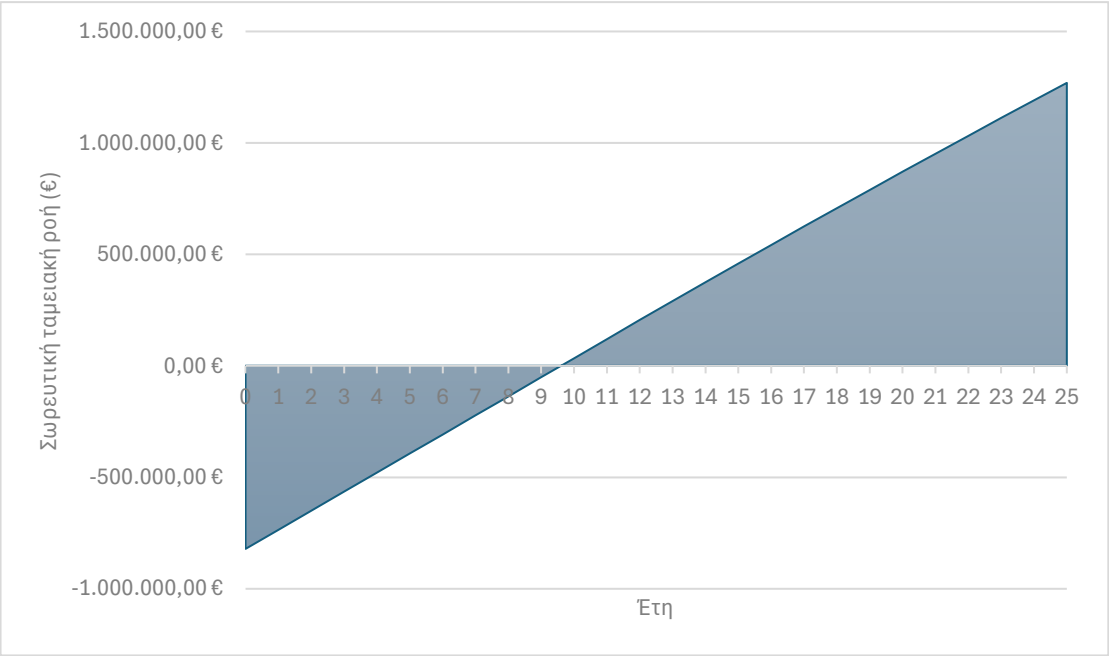


Εικόνα 3.19. Σωρευτική ταμειακή ροή κατά την Πρόταση Γ με συντ. ταυτοχρονισμού 80%.

Πίνακας 3.28. Σωρευτική ταμειακή ροή κατά την Πρόταση Δ με συντ. ταυτοχρονισμού 80%.

Έτος	Απόδοση Φ/Β	Κέρδη (€)	Λειτουργικά έξοδα (€)	Ταμειακή ροή (€)	Σωρευτική ταμειακή ροή (€)
0	0,00%	0,00	0,00	-820.976,00	-820.976,00
1	100,00%	105.000,88	19.471,80	85.529,09	-735.446,91
2	100,00%	105.000,88	19.471,80	85.529,09	-649.917,82

Έτος	Απόδοση Φ/Β	Κέρδη (€)	Λειτουργικά έξοδα (€)	Ταμειακή ροή (€)	Σωρευτική ταμειακή ροή (€)
3	100,00%	105.000,88	19.471,80	85.529,09	-564.388,74
4	100,00%	105.000,88	19.471,80	85.529,09	-478.859,65
5	100,00%	105.000,88	19.471,80	85.529,09	-393.330,56
6	100,00%	105.000,88	19.471,80	85.529,09	-307.801,47
7	100,00%	105.000,88	19.471,80	85.529,09	-222.272,39
8	100,00%	105.000,88	19.471,80	85.529,09	-136.743,30
9	100,00%	105.000,88	19.471,80	85.529,09	-51.214,21
10	100,00%	105.000,88	19.471,80	85.529,09	34.314,88
11	100,00%	105.000,88	19.471,80	85.529,09	119.843,96
12	100,00%	105.000,88	19.471,80	85.529,09	205.373,05
13	99,50%	104.475,88	19.471,80	85.004,08	290.377,13
14	99,00%	103.950,87	19.471,80	84.479,08	374.856,21
15	98,50%	103.425,87	19.471,80	83.954,07	458.810,29
16	98,00%	102.900,87	19.471,80	83.429,07	542.239,36
17	97,50%	102.375,86	19.471,80	82.904,07	625.143,42
18	97,00%	101.850,86	19.471,80	82.379,06	707.522,48
19	96,50%	101.325,85	19.471,80	81.854,06	789.376,54
20	96,00%	100.800,85	19.471,80	81.329,05	870.705,59
21	95,50%	100.275,84	19.471,80	80.804,05	951.509,64
22	95,00%	99.750,84	19.471,80	80.279,04	1.031.788,68
23	94,50%	99.225,83	19.471,80	79.754,04	1.111.542,72
24	94,00%	98.700,83	19.471,80	79.229,03	1.190.771,76
25	93,50%	98.175,83	19.471,80	78.704,03	1.269.475,79



Εικόνα 3.20. Σωρευτική ταμειακή ροή κατά την Πρόταση Δ με συντ. ταυτοχρονισμού 80%.

3.8.2 Οφέλη για τα νοικοκυριά

Στο δεύτερο σκέλος της ανάλυσης υπολογίζονται τα οφέλη, ενεργειακά και οικονομικά, των επιλέξιμων ευάλωτων νοικοκυριών κάθε Πρότασης. Για το σύνολο των νοικοκυριών τα εν λόγω ενεργειακά οφέλη (βλ. Πίνακα 3.15) ήταν:

Πρόταση Α

- Συνολική ετήσια μείωση κατανάλωσης συμβατικής ηλεκτρικής ενέργειας των ωφελούμενων νοικοκυριών (PI2): 421.307,5
- Συνολική μείωση της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικές πηγές των ωφελούμενων νοικοκυριών (R1): 56,16%

Πρόταση Β

- Συνολική ετήσια μείωση κατανάλωσης συμβατικής ηλεκτρικής ενέργειας των ωφελούμενων νοικοκυριών (PI2): 442.540,8
- Συνολική μείωση της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικές πηγές των ωφελούμενων νοικοκυριών (R1): 58,99%

Πρόταση Γ

- Συνολική ετήσια μείωση κατανάλωσης συμβατικής ηλεκτρικής ενέργειας των ωφελούμενων νοικοκυριών (PI2): 505.569,0
- Συνολική μείωση της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικές πηγές των ωφελούμενων νοικοκυριών (R1): 67,39%

Πρόταση Δ

- Συνολική ετήσια μείωση κατανάλωσης συμβατικής ηλεκτρικής ενέργειας των ωφελούμενων νοικοκυριών (PI2): 531.049,0
- Συνολική μείωση της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικές πηγές των ωφελούμενων νοικοκυριών (R1): 70,78%

Ο υπολογισμός της ολικής χρέωσης πριν τον εικονικό ενεργειακό συμψηφισμό για το σύνολο των νοικοκυριών, προσδιορίζεται με την χρήση του ενιαίου διαμορφωμένου τιμολογίου της ενότητας 3.2 (βλ. Πίνακα 3.10) και είναι ίση με το ποσό των 111.681,57€ το οποίο ισχύει για κάθε πρόταση (εφόσον το πλήθος των εκτιμώμενων νοικοκυριών είναι σταθερό και ίσο με 150 (βλ. Ενότητα 2.7) σε όλες τις υπο εξέταση Προτάσεις).

Κατά την εφαρμογή του εικονικού ταυτοχρονισμένου ενεργειακού συμψηφισμού (virtual net billing) για το σύνολο των νοικοκυριών ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία δημιουργίας σεναρίων ταυτοχρονισμού όπως ακριβώς εφαρμόστηκε στην ενότητα 3.8.1.1. Για κάθε μία εκ των επτά περιπτώσεων ταυτοχρονισμού υπολογίστηκαν:

i. Το ολικό ετήσιο κόστους ενέργειας για το σύνολο των νοικοκυριών μετά την εφαρμογή του virtual net billing
ii. Η τιμή κιλοβατώρας για το σύνολο των νοικοκυριών μετά την εφαρμογή του virtual net billing
iii. Το όφελος του συνόλου των ευάλωτων νοικοκυριών μετά την εφαρμογή του virtual net billing (βλ. εξίσωση 3.7)
iv. Του μοναδιαίου κόστους εξοικονόμησης ή ισοδύναμη ταρίφα συμψηφισμού EFIT μετά την εφαρμογή του virtual net billing (βλ. εξίσωση 3.8)

Για την αναγωγή των παραπάνω μεγεθών σε επίπεδο νοικοκυριού, υπολογίζεται αρχικά η ετήσια ολική χρέωση πριν τον εικονικό ενεργειακό συμψηφισμό, βάσει της τιμολογιακής πολιτικής του Πίνακα 3.10 στα 807,72 € για όλες τις Προτάσεις. Επιπλέον η τυπική μέση κατανάλωση ευάλωτου νοικοκυριού έχει υπολογιστεί ίση με 5.001,61 kWh (βλ. ενότητα 3.2) και συμφωνά με την ενότητα 3.5 η κάλυψη των αναγκών των ωφελούμενων νοικοκυριών είναι ίση με 80% και στις δυο Περιπτώσεις των Έργων Α και Β. Επομένως, σε κάθε ένα από τα εξεταζόμενα σενάρια ταυτοχρονισμού η συνολική ετήσια χρέωση που προκύπτει μετά τον συμψηφισμό ενέργειας είναι ίδια σε όλες τις Προτάσεις. Το ίδιο ισχύει και με τον υπολογισμό της τιμής της κιλοβατώρας, του μοναδιαίου κόστους εξοικονόμησης, καθώς και με τον υπολογισμό του οφέλους του τυπικού μέσου νοικοκυριού. Τα αποτελέσματα για τος σύνολο των νοικοκυριών και για το τυπικό νοικοκυριό παρουσιάζονται στους παρακάτω Πίνακες.

Πίνακας 3.29. Αποτελέσματα τιμολογιακών χρεώσεων ανά σενάριο ταυτοχρονισμού για το σύνολο των ωφελούμενων νοικοκυριών, Πρόταση Α.

Πρόταση Α							
Σενάρια ταυτοχρονισμού	συντελεστής ταυτοχρονισμού (%)	Ετήσιο κόστος ενεργειας ΠΡΙΝ την εφαρμογή virtual net billing (€)	Τιμή κιλοβατώρας ΠΡΙΝ τον συμψηφισμό (€/kWh)	Ετήσιο κόστος ενεργειας ΜΕΤΑ την εφαρμογή virtual net billing (€)	Τιμή κιλοβατώρας ΜΕΤΑ τον συμψηφισμό (€/kWh)	Όφελος (€)	Εξοικονόμηση ενεργειας (€/kWh)
Σενάριο 1	20%	111.681,57	0,1489	98.672,58	0,1315	13.008,99	0,0173
Σενάριο 2	30%	111.681,57	0,1489	92.024,67	0,1227	19.656,90	0,0262
Σενάριο 3	40%	111.681,57	0,1489	85.376,76	0,1138	26.304,81	0,0351
Σενάριο 4	50%	111.681,57	0,1489	78.728,85	0,1049	32.952,72	0,0439
Σενάριο 5	60%	111.681,57	0,1489	72.080,94	0,0961	39.600,63	0,0528
Σενάριο 6	70%	111.681,57	0,1489	65.433,03	0,0872	46.248,54	0,0616
Σενάριο 7	80%	111.681,57	0,1489	58.785,12	0,0784	52.896,45	0,0705

Πίνακας 3.30. Αποτελέσματα τιμολογιακών χρεώσεων ανά σενάριο ταυτοχρονισμού για το σύνολο των ωφελούμενων νοικοκυριών, Πρόταση Β.

Πρόταση Β							
Σενάρια ταυτοχρονισμού	συντελεστής ταυτοχρονισμού (%)	Ετήσιο κόστος ενεργειας ΠΡΙΝ την εφαρμογή virtual net billing (€)	Τιμή κιλοβατώρας ΠΡΙΝ τον συμψηφισμό (€/kWh)	Ετήσιο κόστος ενεργειας ΜΕΤΑ την εφαρμογή virtual net billing (€)	Τιμή κιλοβατώρας ΜΕΤΑ τον συμψηφισμό (€/kWh)	Όφελος (€)	Εξοικονόμηση ενεργειας (€/kWh)
Σενάριο 1	20%	111.681,57	0,1489	98.002,49	0,1306	13.679,08	0,0182
Σενάριο 2	30%	111.681,57	0,1489	91.019,54	0,1213	20.662,04	0,0275
Σενάριο 3	40%	111.681,57	0,1489	84.036,58	0,1120	27.644,99	0,0368
Σενάριο 4	50%	111.681,57	0,1489	77.053,62	0,1027	34.627,95	0,0462
Σενάριο 5	60%	111.681,57	0,1489	70.070,67	0,0934	41.610,90	0,0555
Σενάριο 6	70%	111.681,57	0,1489	63.087,71	0,0841	48.593,86	0,0648
Σενάριο 7	80%	111.681,57	0,1489	56.104,75	0,0748	55.576,82	0,0741

Πίνακας 3.31. Αποτελέσματα τιμολογιακών χρεώσεων ανά σενάριο ταυτοχρονισμού για το σύνολο των ωφελούμενων νοικοκυριών, Πρόταση Γ.

Τυπικό Νοικοκυριό (ισχύει για κάθε Πρόταση)							
Σενάρια ταυτοχρονισμού	συντελεστής ταυτοχρονισμού (%)	Ετήσιο κόστος ενεργειας ΠΡΙΝ την εφαρμογή virtual net billing (€)	Τιμή κιλοβατώρας ΠΡΙΝ τον συμψηφισμό (€/kWh)	Ετήσιο κόστος ενεργειας ΜΕΤΑ την εφαρμογή virtual net billing (€)	Τιμή κιλοβατώρας ΜΕΤΑ τον συμψηφισμό (€/kWh)	Όφελος (€)	Εξοικονόμηση ενεργειας (€/kWh)
Σενάριο 1	20%	807,72	0,1615	672,64	0,1277	135,08	0,0338
Σενάριο 2	30%	807,72	0,1615	604,15	0,1106	203,57	0,0509
Σενάριο 3	40%	807,72	0,1615	535,65	0,0935	272,07	0,0680
Σενάριο 4	50%	807,72	0,1615	467,16	0,0764	340,56	0,0851
Σενάριο 5	60%	807,72	0,1615	398,66	0,0593	409,06	0,1022
Σενάριο 6	70%	807,72	0,1615	330,17	0,0421	477,55	0,1193
Σενάριο 7	80%	807,72	0,1615	261,67	0,0250	546,04	0,1365

Πίνακας 3.32. Αποτελέσματα τιμολογιακών χρεώσεων ανά σενάριο ταυτοχρονισμού για το σύνολο των ωφελούμενων νοικοκυριών, Πρόταση Δ.

Προταση Δ							
Σενάρια ταυτοχρονισμού	συντελεστής ταυτοχρονισμού (%)	Ετήσιο κόστος ενεργειας ΠΡΙΝ την εφαρμογή virtual net billing (€)	Τιμή κιλοβατώρας ΠΡΙΝ τον συμψηφισμό (€/kWh)	Ετήσιο κόστος ενεργειας ΜΕΤΑ την εφαρμογή virtual net billing (€)	Τιμή κιλοβατώρας ΜΕΤΑ τον συμψηφισμό (€/kWh)	Όφελος (€)	Εξοικονόμηση ενεργειας (€/kWh)
Σενάριο 1	20%	111.681,57	0,1489	95.209,31	0,1269	16.472,26	0,0220
Σενάριο 2	30%	111.681,57	0,1489	86.829,76	0,1157	24.851,81	0,0331
Σενάριο 3	40%	111.681,57	0,1489	78.450,21	0,1046	33.231,36	0,0443
Σενάριο 4	50%	111.681,57	0,1489	70.070,67	0,0934	41.610,90	0,0555
Σενάριο 5	60%	111.681,57	0,1489	61.691,12	0,0822	49.990,45	0,0666
Σενάριο 6	70%	111.681,57	0,1489	53.311,57	0,0711	58.370,00	0,0778
Σενάριο 7	80%	111.681,57	0,1489	44.932,02	0,0599	66.749,55	0,0890

Πίνακας 3.33. Αποτελέσματα τιμολογιακών χρεώσεων ανά σενάριο ταυτοχρονισμού για ένα τυπικό νοικοκυριό, ισχύει σε κάθε Πρόταση.

Προταση Γ							
Σενάρια ταυτοχρονισμού	συντελεστής ταυτοχρονισμού (%)	Ετήσιο κόστος ενεργειας ΠΡΙΝ την εφαρμογή virtual net billing (€)	Τιμή κιλοβατώρας ΠΡΙΝ τον συμψηφισμό (€/kWh)	Ετήσιο κόστος ενεργειας ΜΕΤΑ την εφαρμογή virtual net billing (€)	Τιμή κιλοβατώρας ΜΕΤΑ τον συμψηφισμό (€/kWh)	Όφελος (€)	Εξοικονόμηση ενεργειας (€/kWh)
Σενάριο 1	20%	111.681,57	0,1489	96.013,42	0,1280	15.668,15	0,0209
Σενάριο 2	30%	111.681,57	0,1489	88.035,93	0,1173	23.645,65	0,0315
Σενάριο 3	40%	111.681,57	0,1489	80.058,43	0,1067	31.623,14	0,0422
Σενάριο 4	50%	111.681,57	0,1489	72.080,94	0,0961	39.600,63	0,0528
Σενάριο 5	60%	111.681,57	0,1489	64.103,45	0,0854	47.578,12	0,0634
Σενάριο 6	70%	111.681,57	0,1489	56.125,95	0,0748	55.555,62	0,0741
Σενάριο 7	80%	111.681,57	0,1489	48.148,46	0,0642	63.533,11	0,0847

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικότερα τα οικονομικά και ενεργειακά οφέλη που προκύπτουν από όλες τις Προτάσεις στο σενάριο 5 (όπου συντ. ταυτοχρονισμού είναι ίσος με 60%) σε δυο συγκεντρωτικούς πίνακες οι οποίοι αφορούν το σύνολο των ευάλωτων νοικοκυριών, καθώς και ένα μέσο τυπικό νοικοκυριό αντίστοιχα.

Πίνακας 3.34. Οικονομικά και ενεργειακά οφέλη του συνόλου των νοικοκυριών ανά Πρόταση με συντελεστή ταυτοχρονισμού 60%.

Χαρακτηριστικά	Πρόταση Α	Πρόταση Β	Πρόταση Γ	Πρόταση Δ
Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh/έτος)	750.242,00	750.242,00	750.242,00	750.242,00
Συνολική ετήσια μείωση κατανάλωσης συμβατικής ηλεκτρικής ενέργειας των συμψηφισθέντων παροχών (kWh)	421.307,48	442.540,80	505.568,98	531.048,96
συντελεστής ταυτοχρονισμού %	60,00%	60,00%	60,00%	60,00%
Ολική χρέωση πριν τον συμψηφισμό (€)	111.681,57	111.681,57	111.681,57	111.681,57
Ολική χρέωση μετά τον συμψηφισμό (€)	72.080,94	70.070,67	64.103,45	61.691,12
Μοναδιαίο κόστος εξοικονόμησης ενέργειας (€/kWh)	0,0528	0,0555	0,0634	0,0666
Ετήσια κέρδη (€)	39.600,63	41.610,90	47.578,12	49.990,45

Πίνακας 3.35. Οικονομικά και ενεργειακά οφέλη τυπικού μέσου επιλέξιμου νοικοκυριού ανά Πρόταση με συντελεστή ταυτοχρονισμού 60%.

Χαρακτηριστικά	Τυπικό νοικοκυριό			
	Πρόταση Α	Πρόταση Β	Πρόταση Γ	Πρόταση Δ
Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh/έτος)	5.001,61			
Μείωση κατανάλωσης συμβατικής ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	4.001,29			
συντελεστής ταυτοχρονισμού %	60,00%			
Ολική χρέωση πριν τον συμψηφισμό (€)	807,72			
Ολική χρέωση μετά τον συμψηφισμό (€)	398,66			
Μοναδιαίο κόστος εξοικονόμησης ενέργειας (€/kWh)	0,1022			
Ετήσια κέρδη (€)	409,06			

3.9 Συζήτηση αποτελεσμάτων

Η παρούσα μελέτη διερευνά δύο διαφορετικούς τύπους έργων Φ/Β εγκαταστάσεων (Έργο Α και Έργο Β), τα οποία είναι εφικτό να υλοποιηθούν από την Κοινότητα Ανανεώσιμης Ενέργειας (Κ.Α.Ε.) του Δήμου Ανωγείων, σύμφωνα με το θεσμικό πλαίσιο του ν. 5037/2023. Για το σκοπό αυτό έγινε σύγκριση των δύο αυτών Έργων ως προς την οικονομική και ενεργειακή τους αποδοτικότητα. Σε αυτό το σημείο πρέπει να επισημανθεί ότι τα ανωτέρω Έργα αναλύονται σε τέσσερις υποπεριπτώσεις, δύο για κάθε Έργο, με βάση το ποσοστό ενέργειας που διατίθεται για την κάλυψη των αναγκών ευάλωτων νοικοκυριών, μέσω του μηχανισμού εικονικού ταυτοχρονισμένου ενεργειακού συμψηφισμού (virtual net-billing).

Για τις ανάγκες τής παρούσας εργασίας και για να εξαχθούν όσο το δυνατόν πιο αξιόπιστα αποτελέσματα, δημιουργήθηκαν επτά σενάρια ταυτοχρονισμού και έγινε συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ τους. Σύμφωνα με τα σενάρια, το πόρισμα που εξήχθη κατά την ανάλυση των οικονομικών δεικτών για κάθε Πρόταση (βλ. Πίνακες 3.20–3.24) είναι ότι όλες οι Προτάσεις χαρακτηρίζονται οικονομικά βιώσιμες μόνο όταν οι τιμές του συντελεστή ταυτοχρονισμού είναι μεγάλες. Πιο συγκεκριμένα, οι επενδύσεις αποδίδουν ικανοποιητικά για όλες τις Προτάσεις Α, Β, Γ και Δ, μόνο στην περίπτωση που ο συντελεστής ταυτοχρονισμού είναι ίσος με 80%.

Από την ενεργειακή ανάλυση προκύπτει ότι οι Προτάσεις Γ και Δ, που αντιστοιχούν στο Έργο Α και Έργο Β, παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, κυμαινόμενη μεταξύ 842.615 και 885.081 kWh, στις περιπτώσεις αυξημένου ποσοστού διάθεσης ενέργειας στα ευάλωτα νοικοκυριά. Όπως διαπιστώθηκε η αυξημένη αυτή παραγωγή οδηγεί σε υψηλότερα ποσοστά κάλυψης των ενεργειακών αναγκών των ωφελούμενων νοικοκυριών, τα οποία φτάνουν έως 70,78% στην Πρόταση Δ. Παράλληλα, οι Προτάσεις αυτές αποφέρουν τη μεγαλύτερη περιβαλλοντική συνεισφορά, μειώνοντας τις εκπομπές CO_2 της τάξεως των 630 έως 662 τόνων ετησίως, ενισχύοντας έτσι τη συμμόρφωση του Δήμου Ανωγείων με τους εθνικούς και ευρωπαϊκούς στόχους απανθρακοποίησης.

Παρότι οι Προτάσεις Γ και Δ αποδίδουν υψηλότερη παραγωγή ενέργειας και μεγαλύτερη ενεργειακή αυτάρκεια για τους τελικούς ωφελούμενους, εμφανίζουν μικρότερη καθαρή οικονομική απόδοση για την Κ.Α.Ε. (IRR 5,96%-6,96%) και μεγαλύτερους χρόνους επαναπόσβεσης (9–10 έτη).

Όσον αφορά την Πρόταση Α μπορεί να χαρακτηριστεί βιώσιμη, με ελαφρώς χαμηλότερα οικονομικά αποτελέσματα (IRR 11,16%, PB 8 έτη) και αποτελεί μία αρκετά ασφαλή επιλογή χαμηλότερου ρίσκου. Ωστόσο δεν μπορεί να θεωρηθεί ως η βέλτιστη επιλογή καθώς δεν αποφέρει τα περισσότερα κέρδη στην Κ.Α.Ε.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να επισημανθεί ότι οι οικονομικοί δείκτες παρουσιάζουν την υποθετική Πρόταση Β ως την καταλληλότερη για το Δήμο Ανωγείων σε σχέση με τις υπόλοιπες, καθώς υπερέχει σημαντικά από πλευράς οικονομικού οφέλους σε τέσσερα διαφορετικά σενάρια ταυτοχρονισμού. Ειδικότερα, για συντελεστή ταυτοχρονισμού 80% στον οποίο όλες εμφανίζουν την μέγιστη απόδοση , η Πρόταση Β παρουσιάζει τα καλύτερα αποτελέσματα. Πιο συγκεκριμένα:

- Καθαρή Παρούσα Αξία (Κ.Π.Α.): 6.110.747,64 €
- Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης (IRR): 12,21%
- Περίοδο Επαναπόσβεσης (PB): 7,7 έτη
- Λόγο Οφέλους/Κόστους (B/C): 2,19

Τα παραπάνω καταδεικνύουν υψηλή επενδυτική απόδοση και μικρό σχετικά χρόνο αποπληρωμής, κάτι που καθιστά την Πρόταση Β την πλέον κατάλληλη επιλογή για την ίδια την Κοινότητα Ανανεώσιμης Ενέργειας. Παράλληλα, παρουσιάζει ισορροπία μεταξύ επένδυσης και ωφελούμενων νοικοκυριών, καθώς το μοντέλο συνδυάζει συγκριτικά χαμηλό αρχικό κόστος και υψηλή ενεργειακή απόδοση.

Ωστόσο, στην περίπτωση των νοικοκυριών η Πρόταση Δ θεωρείται ότι προσφέρει την υψηλότερη εξοικονόμηση λόγω της αυξημένης διάθεσης παραγόμενης ενέργειας σε ευάλωτα νοικοκυριά. Παρατηρείται ότι όσο αυξάνεται ο συντελεστής ταυτοχρονισμού, τόσο αυξάνεται και το επίπεδο εξοικονόμησης ενέργειας και οικονομικού οφέλους. Συγκεκριμένα, για το σενάριο με συντελεστή 80%, η εξοικονόμηση ενέργειας κυμαίνεται μεταξύ 0,1256 και 0,1535 €/kWh. Έτσι, από κοινωνικής σκοπιάς, η Πρόταση Δ συμβάλλει περισσότερο στην αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας και στην ενίσχυση της ενεργειακής ασφάλειας των νοικοκυριών.

Από την ανάλυση που προηγήθηκε διαπιστώνεται ότι η υποθετική Πρόταση Δ εμφανίζεται καλύτερη από κοινωνικής και ενεργειακής άποψης για τα ευάλωτα νοικοκυριά, καθώς εξασφαλίζει τη μεγαλύτερη ενεργειακή κάλυψη και εξοικονόμηση κόστους, συμβάλλοντας στην αντιμετώπιση της ενεργειακής ένδειας και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών. Ωστόσο, η υποθετική Πρόταση Β αποτελεί τη βέλτιστη επιλογή για την Κ.Α.Ε. του Δήμου Ανωγείων, καθώς συνδυάζει υψηλή καθαρή παρούσα αξία, σημαντικό εσωτερικό βαθμό απόδοσης και σχετικά σύντομη περίοδο επαναπόσβεσης, διασφαλίζοντας με τον τρόπο αυτό τη μακροχρόνια οικονομική βιωσιμότητα του εγχειρήματος.

4. Συμπεράσματα

Η παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάζει μια ολιστική, αναπαραγώγιμη και επιχειρησιακά εφαρμόσιμη μεθοδολογία σχεδιασμού φωτοβολταϊκών έργων για Κοινότητες Ανανεώσιμης Ενέργειας (Κ.Α.Ε.), και τον τρόπο κατανομής της παραγόμενης ενέργειας του σταθμού προς ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά, ανεξαρτήτως αν συμμετέχουν ως μέλη στην Κοινότητα.

Στο πλαίσιο της μελέτης αυτής δημιουργήθηκε ένα υπολογιστικό εργαλείο εντοπισμού και ιεράρχησης νοικοκυριών, με βάση συγκεκριμένα κριτήρια, ώστε να εξαχθούν τα ευάλωτα νοικοκυριά και να στηριχθούν ενεργειακά από την εκάστοτε Κ.Α.Ε. Πιο συγκεκριμένα, το εργαλείο αυτό επιδιώκει να συμβάλει στη λήψη αποφάσεων για κάθε Κ.Α.Ε. ή Οργανισμό Τοπικής Αυτοδιοίκησης, σε σχέση με θέματα που αφορούν την άρση της ενεργειακής φτώχειας, τη δίκαιη ενεργειακή μετάβαση και την ενίσχυση της κοινωνικής συνοχής μέσω έργων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

Η παρούσα μελέτη διαρθρώνεται σε τρία κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο καταγράφεται και αναλύεται το υπάρχον εθνικό και ευρωπαϊκό θεσμικό πλαίσιο που διέπει τη λειτουργία των Κ.Α.Ε. και την πολιτική για την καταπολέμηση της ενεργειακής ένδειας. Τεκμηριώνεται ο κοινωνικός ρόλος της ενεργειακής μετάβασης και αναδεικνύεται η δυνατότητα των Κ.Α.Ε. να λειτουργήσουν ως μηχανισμοί κοινωνικής αλληλεγγύης και οικονομικής ισορροπίας. Επιπρόσθετα, τονίζεται ο ρόλος τους ως φορείς κοινωνικής καινοτομίας, ενδυνάμωσης των τοπικών κοινωνιών και εργαλείων για τη μείωση της ενεργειακής φτώχειας, προσδίδοντας ουσιαστικό περιεχόμενο στην έννοια της δίκαιης ενεργειακής μετάβασης.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναπτύσσεται το υπολογιστικό εργαλείο εντοπισμού και ιεράρχησης ευάλωτων νοικοκυριών. Δημιουργείται ένα πρακτικό και προσαρμόσιμο μεθοδολογικό εργαλείο, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από κάθε Κ.Α.Ε. για τον ακριβή εντοπισμό και την κοινωνικά δίκαιη ιεράρχηση των δυνητικά ωφελούμενων νοικοκυριών. Το εργαλείο βασίζεται σε αντικειμενικά, κοινωνικό-οικονομικά και ενεργειακά κριτήρια ευαλωτότητας, επιτρέποντας την στοχευμένη υποστήριξη των νοικοκυριών που βιώνουν ενεργειακή φτώχεια, ανεξάρτητα από τη συμμετοχή τους στα μέλη της Κοινότητας.

Στο τελευταίο κεφάλαιο γίνεται τεχνοοικονομική ανάλυση και αξιολόγηση σεναρίων Φ/Β έργων. Για τον σκοπό αυτό δημιουργήθηκαν τέσσερα διαφορετικά υποθετικά σενάρια Α, Β, Γ και Δ, τα οποία εξετάζονται και εφαρμόζονται στην περίπτωση της Κ.Α.Ε. Δήμου Ανωγείων. Τα σενάρια διαφοροποιούνται ως προς:

- το είδος και τη διάταξη των Φ/Β εγκαταστάσεων (πάρκο, δώματα, συνδυασμοί),
- το ποσοστό ενέργειας που διατίθεται σε ενεργειακά φτωχούς πολίτες μέσω του μηχανισμού εικονικού ταυτοχρονισμένου συμψηφισμού (virtual net-billing).

Για κάθε Περίπτωση (Α, Β, Γ, Δ) αξιολογούνται ενεργειακές, οικονομικές και κοινωνικές παράμετροι, όπως ενεργειακή απόδοση, περίοδος αποπληρωμής, καθαρή παρούσα αξία και κοινωνικό όφελος για τα ωφελούμενα νοικοκυριά, με βάση επτά διαφορετικά σενάρια ταυτοχρονισμού.

Η εργασία αυτή περιέχει ένα πλήρες και προσαρμόσιμο πλαίσιο μεθοδολογίας και σχεδιασμού με ενδιαφέρουσες προεκτάσεις. Μπορεί να αξιοποιηθεί από οποιαδήποτε Κοινότητα Ανανεώσιμης Ενέργειας, Δήμους ή συλλογικά σχήματα πολιτών, τα οποία επιθυμούν να προσδιορίσουν πόση ενέργεια μπορούν να διαθέσουν σε κοινωφελείς σκοπούς, υπό ποιες τεχνικές, οικονομικές και θεσμικές συνθήκες αυτό είναι βιώσιμο και πώς να μεγιστοποιήσουν την κοινωνική ανταποδοτικότητα των ενεργειακών τους επενδύσεων.

4.1 Προτάσεις και Συστάσεις για Μελλοντική Εργασία

Η παρούσα εργασία αποτελεί το έναυσμα για την ανάπτυξη μιας ολοκληρωμένης μεθοδολογίας σχεδιασμού Φ/Β έργων από Κοινότητες Ανανεώσιμης Ενέργειας (Κ.Α.Ε.) με κοινωνικό προσανατολισμό και έχει ενδιαφέρουσες προεκτάσεις για μελλοντική έρευνα. Θα μπορούσε επίσης, να αξιοποιηθεί ως πιλοτική και να είναι το υπόβαθρο για το σχεδιασμό μιας συστηματικότερης μελέτης. Η εφαρμογή διαφορετικών μεθόδων θα παρέχει πλουσιότερες και πιο αξιόπιστες πληροφορίες για το υπο διερεύνηση θέμα. Από την ανάλυση που προηγήθηκε, παρατηρήθηκαν ορισμένα αποτελέσματα τα οποία χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης. Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να εστιάσουν:

i. **Στην δυναμική προσομοίωση της μεταβλητότητας της χονδρικής τιμής ηλεκτρικής ενέργειας.** Η μεθοδολογία θα μπορούσε να εμπλουτιστεί με μοντέλα που λαμβάνουν υπόψη την μελλοντική διακύμανση της χονδρικής τιμής ενέργειας και του κόστους αποζημίωσης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β σταθμούς. Η ενσωμάτωση σεναρίων αγοράς θα επιτρέψει την πιο ρεαλιστική εκτίμηση της οικονομικής βιωσιμότητας των έργων και θα καταδείξει πώς μεταβάλλεται η δυνατότητα και το ποσοστό διαμοιρασμού ενέργειας σε ευάλωτα νοικοκυριά υπό διαφορετικές συνθήκες τιμολόγησης.

ii. **Στην εξέταση περισσότερων και διαφοροποιημένων σεναρίων διαμοιρασμού ενέργειας.**
Κρίνεται σκόπιμο να διερευνηθούν πρόσθετα ποσοστά κατανομής της παραγόμενης ενέργειας από την Κ.Α.Ε. προς τα ευάλωτα νοικοκυριά, όπως π.χ. 30%, 40% της συνολικής παραγωγής, πέρα από τα σενάρια που αναλύθηκαν στην παρούσα εργασία. Η συγκριτική αξιολόγηση αυτών των εναλλακτικών θα επιτρέψει τον προσδιορισμό του σημείου ισορροπίας μεταξύ οικονομικής βιωσιμότητας της Κ.Α.Ε. και μέγιστης κοινωνικής ωφέλειας. Παράλληλα, μπορούν να εξεταστούν σενάρια εποχικού ή χρονικά μεταβαλλόμενου διαμοιρασμού, για να προσεγγιστεί πιο ρεαλιστικά η ενεργειακή κατανάλωση και η κοινωνική ανάγκη.

iii. **Στην ενσωμάτωση νέων κοινωνικών κριτηρίων ευαλωτότητας.** Προτείνεται η περαιτέρω διεύρυνση των κοινωνικών δεικτών που χρησιμοποιούνται για την ιεράρχηση των ωφελούμενων νοικοκυριών. Ειδικότερα, θα ήταν ενδιαφέρουσα η συμπερίληψη επιπλέον κοινωνικών ομάδων, όπως οι ανασφάλιστοι υπερήλικες, οι οποίοι πλήττονται αυξημένα από την ενεργειακή φτώχεια και τη χαμηλή ενεργειακή προσβασιμότητα. Η ενσωμάτωση αυτού του κριτηρίου θα ενισχύσει την ακρίβεια και την κοινωνική ευαισθησία του μηχανισμού ιεράρχησης ευαλωτότητας.

5. Βιβλιογραφία

[1] Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο. (2009α). Οδηγία 2009/72/ΕΚ της 13ης Ιουλίου 2009 σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και την κατάργηση της οδηγίας 2003/54/ΕΚ. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 211/55, 14.08.2009.

[2] Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο. (2018). Οδηγία (ΕΕ) 2018/844 της 30ής Μαΐου 2018 για την τροποποίηση της Οδηγίας 2010/31/ΕΕ σχετικά με την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων και της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ σχετικά με την ενεργειακή απόδοση. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 156/75, 19.06.2018.

[3] Ενεργειακή φτώχεια στην Ελλάδα 2.0 – Πολιτικές εξελίξεις και προτάσεις κοινωνικής καινοτομίας για την αντιμετώπισή τους, 1η ΕΚΔΟΣΗ: ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2019, ΙΔΡΥΜΑ ΧΑΪΝΡΙΧ ΜΠΕΛ, ISBN: 978-618-84649-0-2.

[4] ΥΑ ΥΠΕΝ/Δ ΕΠΕΑ/20334/148 (ΦΕΚ 974Β/2021), Έκθεση μακροπρόθεσμης στρατηγικής ανακαίνισης του δημόσιου και ιδιωτικού κτιριακού αποθέματος και μετατροπής του σε κτιριακό δυναμικό απαλλαγμένο από ανθρακούχες εκπομπές και υψηλής ενεργειακής απόδοσης έως το έτος 2050, διευκολύνοντας την οικονομικά αποδοτική μετατροπή υφιστάμενων κτιρίων σε κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας.

[5] BPIE (2015), Fuel poverty mitigation through energy efficiency in buildings, http://bpie.eu/wp-content/uploads/2015/10/BPIEposter-Fuel-Poverty20151.pdf

[6] Ελληνική Δημοκρατία. (2023). Νόμος 5037/2023 – Ενσωμάτωση της Οδηγίας (ΕΕ) 2019/944 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 5ης Ιουνίου 2019 σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, τον καθορισμό κανόνων για τις Κοινότητες Ανανεώσιμης Ενέργειας (Κ.Α.Ε.) και λοιπές ρυθμίσεις για την ενεργειακή μετάβαση. Φύλλο Εφημερίδας της Κυβερνήσεως (ΦΕΚ) Α' 75/28.03.2023.

[7] ΕΥ ΔΑΜ: τρέχον πρόγραμμα στήριξης Ενεργειακών Κοινοτήτων για την Ανάπτυξη Δράσεων Αυτοπαραγωγής (Ενεργειακές Κοινότητες) μέσω ΕΣΠΑ. https://eydam.gr/27-9-2023-stirixi-energeiakon-koinotiton-gia-2/ (τελευταία επίσκεψη στη σελίδα 26-11-2025)

[8] Τζίμη, Αικατερίνη. (2023). «Αναγνώριση Ενεργειακά Φτωχών Νοικοκυριών: Συγκριτική Ανάλυση δεικτών για 7 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης». Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Διαπανεπιστημιακό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Τεχνο-Οικονομικά Συστήματα», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (Ε.Μ.Π.), Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Αθήνα.

[9] Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (IEA, Δεκέμβριος 2025): διαθέσιμο εδώ: https://www.iea.org/

[10] Ευρωπαϊκό Παρατηρητήριο Ενεργειακής φτώχειας (EPOV, 2023): Διαθέσιμο εδώ: https://data.europa.eu/data/combined?locale=el

[11] Κανέλλου, Ελένη. (2024). «Ολοκληρωμένο Μεθοδολογικό Πλαίσιο Αντιμετώπισης της Ενεργειακής Φτώχειας για Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης». Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (Ε.Μ.Π.), Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Τομέας Ηλεκτρικής Ισχύος – Ενεργειακών Συστημάτων. Επιβλέπων: Χρήστος Δούκας, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

[12] Joint Research Centre (JRC) of the European Commission. (2021). Energy poverty, transport poverty and living conditions: An analysis of EU data and socioeconomic indicators. JRC Publications Repository. Retrieved from https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC128084

[13] Thomson, H., Bouzarovski, S., & Snell, C. (2017). Rethinking the measurement of energy poverty in Europe: A critical analysis of indicators and data. Indoor and Built Environment, 26(7), 972–988. https://doi.org/10.1177/1420326X17699260

[14] Rademakers, K., Yearwood, J., Ferreira, A., Pye, S., Hamilton, I., Agnolucci, P., Grover, D., Karásek, J., & Anisimova, N. (2016). Selecting indicators to measure energy poverty.

[15] Πατούρας, Νικόλαος. (2022). «Ενεργειακή φτώχεια, ενεργειακή δημοκρατία, ενεργειακές κοινότητες: Μελέτες περιπτώσεων χωρών: Ελλάδα, Γερμανία, Ιταλία, Ισπανία, Ιρλανδία, Πορτογαλία». Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Κλιματική Κρίση & Τεχνολογίες Πληροφορικής & Επικοινωνιών», Πειραιάς.

[16] Υπουργείο Περιβάλλοντος και ενέργειας, «Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Αντιμετώπιση της Ενεργειακής Πενίας», (2021), Διαθέσιμο εδώ: https://ypen.gov.gr/

[17] Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (2022). Ενεργειακές Κοινότητες και η Δίκαιη Ενεργειακή Μετάβαση: Πολιτικό πλαίσιο και εθνικές στρατηγικές. Βρυξέλλες: Εκδόσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

[18] ENPOR Project. (2023). Πολιτικές ενεργειακής φτώχειας και ενεργειακές κοινότητες στην Ευρώπη. Παρατηρητήριο Ενεργειακής Φτώχειας στην Ευρώπη (EPOV).

[19] Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ). (2022). Ενεργειακές κοινότητες και κοινωνική καινοτομία στην Ελλάδα. Αθήνα: ΚΑΠΕ.

[20] Ελληνική Δημοκρατία. (2018). Νόμος 4513/2018 – Ενεργειακές κοινότητες και άλλες διατάξεις. Φύλλο Εφημερίδας της Κυβερνήσεως (ΦΕΚ) 9/Α’/23.1.2018.

[21] Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ). (2019). ΥΠΕΝ/ΔΑΠΕΕΚ/15084/382 – Καθορισμός όρων εφαρμογής του εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού για ενεργειακές κοινότητες. Φύλλο Εφημερίδας της Κυβερνήσεως (ΦΕΚ) 759/Β’/5.3.2019.

[22] Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ). (2021). ΥΠΕΝ/ΔΑΠΕΕΚ/121503/5016 – Τροποποίηση κανονισμών λειτουργίας

ενεργειακών κοινοτήτων. Φύλλο Εφημερίδας της Κυβερνήσεως (ΦΕΚ) 6287/Β’/29.12.2021.

[23] Ελληνική Δημοκρατία. (2023). Νόμος 5037/2023: Εκσυγχρονισμός της νομοθεσίας για τις ενεργειακές κοινότητες και ενσωμάτωση των ευρωπαϊκών οδηγιών. Φύλλο Εφημερίδας της Κυβερνήσεως (ΦΕΚ) 78/Α’/28.3.2023.

[24] Ευρωπαϊκή Ένωση. (2018). Οδηγία (ΕΕ) 2018/2001 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (RED II). Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

[25] Ευρωπαϊκή Ένωση. (2019). Οδηγία (ΕΕ) 2019/944 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

[26] Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ). (2023). Κατευθυντήριες οδηγίες και εγκύκλιοι εφαρμογής του Θεσμικού Πλαισίου Ενεργειακών Κοινοτήτων. Αθήνα: ΥΠΕΝ.

[27] Ελληνική Δημοκρατία. (2021). Νόμος 4843/2021: Εκσυγχρονισμός της περιβαλλοντικής νομοθεσίας και λοιπές διατάξεις. ΦΕΚ Α’ 193/01.11.2021.

[28] Ελληνική Δημοκρατία. (2023). Νόμος 4414/2016: Νέο καθεστώς στήριξης των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α. ΦΕΚ Α’ 149/09.08.2016.

[29] Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. (2024). Νόμος 5106/2024 – Ρύθμιση θεμάτων αυτοπαραγωγής και ενεργειακού συμψηφισμού (ΦΕΚ Α΄ 63/1.5.2024). Αθήνα: Εθνικό Τυπογραφείο.

[30] Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. (2024). ΥΑ ΥΠΕΝ/ΔΑΠΕΕΚ/93976/2772 – Ρύθμιση λεπτομερειών εφαρμογής του μηχανισμού ταυτοχρονισμένου ενεργειακού συμψηφισμού (ΦΕΚ Β΄ 5074/5.9.2024). Αθήνα: Εθνικό Τυπογραφείο.

[31] HELAPCO-Ελληνικός Σύνδεσμος Εταιρειών Φωτοβολταϊκών. (2022). Οδηγός για τον ενεργειακό συμψηφισμό (Net Metering). Αθήνα: HELAPCO

[32]] HELAPCO-Ελληνικός Σύνδεσμος Εταιρειών Φωτοβολταϊκών. (2024). Οδηγός για τον ταυτοχρονισμένο ενεργειακό συμψηφισμό (Net Billing). Αθήνα: HELAPCO

[33] Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. (2024). Υπουργική Απόφαση ΥΠΕΝ/ΔΑΠΕΕΚ/93976/2772 – Ρύθμιση διαδικασιών ταυτοχρονισμένου ενεργειακού συμψηφισμού και καταμέτρησης ηλεκτρικής ενέργειας (ΦΕΚ Β΄ 5074/5.9.2024). Αθήνα: Εθνικό Τυπογραφείο.

[34] Ψαρράς, Ι. Σ. (2022). Ανάπτυξη εργαλείου συγκριτικής αξιολόγησης επενδύσεων σε φωτοβολταϊκά συστήματα από τον οικιακό τομέα. Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας.

[35] Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, (2024). Υπουργική Απόφαση ΥΠΕΝ/ΔΑΠΕΕΚ/93976/2772 – Ρύθμιση διαδικασιών ταυτοχρονισμένου ενεργειακού συμψηφισμού και net-billing. ΦΕΚ Β' 5074/5.9.2024. Αθήνα: Εθνικό Τυπογραφείο.

[36] ΔΕΛΤΙΟ ΤΥΠΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΦΤΩΧΕΙΑΣ – Έρευνα Εισοδήματος και Συνθηκών Διαβίωσης των Νοικοκυριών: Έτος 2021, Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ.), Πειραιάς Απρίλιος 2025.

[37] Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (Δ.Ε.Η), Οκτώβριος 2025, Διαθέσιμο εδώ: https://www.dei.gr/el/gia-tin-epixeirisi/ypostiriksi-epikoinonia/logariasmoi-xreoseis-revma/

[38] Ελληνική Δημοκρατία. (2020). Ν.4759/2020, Εκσυγχρονισμός της Χωροταξικής και Πολεοδομικής Νομοθεσίας και άλλες διατάξεις.

[39] Υ.Α. 9154 ΦΕΚ 583 Β 14.04.2011/ Τροποποίηση του άρθρου 1 της υπ' αριθ. 40158/25.8.2010 (ΦΕΚ Β' 1556) υπουργικής απόφασης, «Τροποποιήσεις ειδικών όρων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και ηλιακών συστημάτων σε γήπεδα, οικόπεδα και κτίρια»

[40] Λεβέντης Νεκτάριος, 2023, Φωτοβολταϊκά με τεχνολογία διπλής όψεως (Bifacial PV modules): Σχεδιασμός φωτοβολταϊκών πάρκων και σύγκριση ανάμεσα στα bifacial και στα monofacial Φ/Β, Διπλωματική εργασία , Ε.Μ.Π , τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών.

[41] Efthymiou, E.N.; Yfanti, S.; Kyriakarakos, G.; Zervas, P.L.; Langouranis, P.; Terzis, K.; Stavrakakis, G.M. A Practical Methodology for Building a Municipality-Led Renewable Energy Community: A Photovoltaics-Based Case Study for the Municipality of Hersonissos in Crete, Greece. Sustainability 2022, 14, 12935. https://doi.org/10.3390/su141912935

[43] Ελληνική Δημοκρατία. (2020). Νόμος 4685/2020: Εκσυγχρονισμός περιβαλλοντικής νομοθεσίας και λοιπές διατάξεις. ΦΕΚ Α' 92/07.05.2020.

[44] Ελληνική Δημοκρατία. (2021). Νόμος 4872/2021: Δασική νομοθεσία και λοιπές διατάξεις. ΦΕΚ Α' 247/10.12.2021.

[45] Ελληνική Δημοκρατία. (2021). Νόμος 4858/2021: Προστασία αρχαιοτήτων και πολιτιστικής κληρονομιάς. ΦΕΚ Α' 220/19.11.2021.

[46] Ελληνική Δημοκρατία. (2022). Νόμος 4951/2022: Εκσυγχρονισμός της αδειοδότησης έργων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. ΦΕΚ Α' 129/04.07.2022.

[47] Ελληνική Δημοκρατία. (2022). Κοινή Υπουργική Απόφαση 5342/Β/17-10-2022. ΦΕΚ Β' 5342/17.10.2022.

[48] Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. (2008). Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. ΦΕΚ Β' 2464/03.12.2008.

[49] Hellenic Republic – Ministry of Environment and Energy. (2024). National Inventory Report for Greenhouse and Other Gases for the Years 1990–2023: Submission to the UNFCCC, April 2024. Athens: Ministry of Environment and Energy.

[50] Δήμος Ανωγείων. «Σύσταση Ενεργειακής Κοινότητας Δήμου Ανωγείων». Διαθέσιμο στο: https://anogeia.gr/

[51] SolarEdge. Διαθέσιμο στο: https://www.solaredge.com/en

[52] ΚΑΠΕ & ΥΠΕΝ. (2021). Εγχειρίδιο Εφαρμογής Προγραμμάτων Ενεργειακών Κοινοτήτων και Αυτοπαραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ. Αθήνα: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας – Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας.

[53] Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ). (2023). Απογραφή Πληθυσμού–Κατοικιών 2021. Αθήνα: ΕΛΣΤΑΤ. Διαθέσιμο στο: https://elstat-outsourcers.statistics.gr/Census2022_GR.pdf

[54]ΑΝΕΛΙΞΙΣ Σύμβουλοι Ανάπτυξης Μονοπρόσωπη Α.Ε. (2022). Ανάλυση Υφιστάμενης Κατάστασης – Παραδοτέο Π.1α στο πλαίσιο της Εκπόνησης Σχεδίου Φόρτισης Ηλεκτρικών Οχημάτων (Σ.Φ.Η.Ο.) Δήμου Ανωγείων. Ανώγεια: Δήμος Ανωγείων.

[55] PVGIS: New solar radiation databases for estimating PV performance. European Commission, Joint Research Centre (JRC). Διαθέσιμο στο: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/

[56] Esri (2024) ArcGIS Pro, Version 3.3 [Computer software]. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute. Available at: https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-pro/overview (τελευταία πρόσβαση: Σεπτέμβριος 2024).

6. Παράρτημα

Π.1. Η εντολή στο ChatGPT

Ακολουθεί η εντολή που δόθηκε στο εργαλείο (AI) καθώς και τα αποτελέσματα που λήφθηκαν (υπολογιστικό φύλλο excel).

Η εντολή στο ChatGPT**:**

«Επιθυμώ την δημιουργία ενός φύλλου excel το οποίο θα περιέχει πληροφορίες για ένα πλήθος τυχαίων νοικοκυριών. Ο αριθμός των τυχαίων νοικοκυριών του υπολογιστικού φύλλου θα πρέπει να είναι ίσος με 659. Οι πληροφορίες που θα παρέχονται ξεχωριστά για κάθε νοικοκυριό θα αναγράφονται σε 12 στήλες. Αναλυτικότερα στοιχεία για κάθε στήλη:

1η : Ονοματεπώνυμο

2η : Αριθμός Παροχής

3η : Τιμολόγιο Ρεύματος (οι τιμές που θα λαμβάνει η συγκεκριμένη στήλη θα είναι αποκλειστικά "Γ1" ή "Γ1Ν" ή "ΚΟΤ-Α" ή "ΚΟΤ-Β")

4η : Συμφωνημένη Ισχύς σε kVA (οι τιμές που θα λαμβάνει η συγκεκριμένη στήλη θα είναι αποκλειστικά 8 ή 12 ή 15 ή 25)

5η : Αριθμός Ενήλικων Μελών (αυτή η στήλη δεν επιτρέπεται να λαμβάνει ως τιμή τον αριθμό 0 και δεν μπορεί να υπερβαίνει τον αριθμό 5)

6η : Αριθμός Ανήλικων άνω των 14 ετών

7η : Αριθμός Ανήλικων κάτω των 13 ετών

8η : Συνολικό Διαθέσιμο Καθαρό Εισόδημα (σε €)

9η : Ύπαρξη Μέλους με Αναπηρία ≥67% (οι τιμές που μπορεί να λάβει η συγκεκριμένη στήλη είναι αποκλειστικά και μόνο το "ΝΑΙ" ή το "ΌΧΙ")

10η : Ύπαρξη Μέλους με Μηχανική Υποστήριξη (οι τιμές που μπορεί να λάβει η συγκεκριμένη στήλη είναι αποκλειστικά και μόνο το "ΝΑΙ" ή το "ΌΧΙ")

11η : Ετήσια Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (σε kWh)

12η : Ύπαρξη Μέλους με Ενεργό Δελτίο Ανεργίας (οι τιμές που μπορεί να λάβει η συγκεκριμένη στήλη είναι αποκλειστικά και μόνο το "ΝΑΙ" ή το "ΌΧΙ")»

Για την επόμενη εντολή ελήφθη υπόψη το ΔΕΛΤΙΟ ΤΥΠΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΦΤΩΧΕΙΑΣ – Έρευνα Εισοδήματος και Συνθηκών Διαβίωσης των Νοικοκυριών [36], σύμφωνα με το οποίο το ποσοστό του πληθυσμού που διαβιούν κάτω από το όριο της σχετικής φτώχειας για την περιφέρεια Κρήτης είναι ίσο με 22,9 %. Μεταφέροντας το σε επίπεδο Δήμου Ανωγείων από τα 659 νοικοκυριά το 22,9% αντιστοιχεί στα 150.

«Επίσης ένα μέρος των νοικοκυριών αυτών, πιο συγκεκριμένα 150 νοικοκυριά από τα συνολικά τυχαία που θα δημιουργήσεις θα πρέπει να εκτιμώνται ως ευάλωτα , κάτω από το όριο της σχετική φτώχειας , όπως ορίζεται από σχετικό δελτίο της ΕΛ.ΣΤΑΤ

που αφορά το έτος 2025. Τέλος όλες οι πληροφορίες που θα αναγράφονται στο υπολογιστικό φύλλο πρέπει να είναι τυχαίες και όσο το δυνατό πιο ρεαλιστικές.

Σημαντική σημείωση :

Όσο αφορά τους συντελεστές για την σύνθεση του νοικοκυριού πρέπει να ισχύει :

i. για κάθε ενήλικα ο συντελεστής είναι ίσος με 1, ενώ για κάθε επιπλέον ενήλικα είναι ίσος με 0,5
ii. για κάθε παιδί κάτω των 13 ετών ο συντελεστής πρέπει να είναι 0,3
iii. για κάθε παιδί άνω των 14 ετών συντελεστής πρέπει να είναι 0,5»

Πίνακας 5.1 Δείγμα 60 αποτελεσμάτων που έδωσε το ChatGPT εκ των 659.

Ονοματεπώνυμο	Αριθμός Παροχής	Τιμολόγιο Ρεύματος	Συμφωνημένη Ισχύς (kVA)	Αριθμός Ενήλικων Μελών	Αριθμός Ανήλικων άνω των 14 ετών	Αριθμός Ανήλικων κάτω των 13 ετών	Συνολικό Διαθέσιμο Καθαρό Εισόδημα (€)	Ύπαρξη Μέλους με Αναπηρία ≥67%	Ύπαρξη Μέλους με Μηχανική Υποστήριξη	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	Ύπαρξη Μέλους με Ενεργό Δελτίο Ανεργίας
Όνομα 1	Αριθμός Παροχής 1	ΚΟΤ-Β	8	5	0	2	15145,73	ΟΧΙ	ΟΧΙ	8724	ΟΧΙ
Όνομα 2	Αριθμός Παροχής 2	Γ1Ν	15	2	0	0	29506,19	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3906	ΟΧΙ
Όνομα 3	Αριθμός Παροχής 3	Γ1Ν	8	1	0	1	24548,51	ΟΧΙ	ΟΧΙ	1854	ΟΧΙ
Όνομα 4	Αριθμός Παροχής 4	Γ1Ν	25	1	0	0	3954,39	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2408	ΟΧΙ
Όνομα 5	Αριθμός Παροχής 5	Γ1	8	2	1	0	26445,21	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3977	ΟΧΙ
Όνομα 6	Αριθμός Παροχής 6	ΚΟΤ-Β	8	1	0	0	26026,08	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2070	ΟΧΙ
Όνομα 7	Αριθμός Παροχής 7	Γ1	12	2	0	0	9183,5	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3677	ΟΧΙ
Όνομα 8	Αριθμός Παροχής 8	ΚΟΤ-Α	12	5	0	0	53628,55	ΟΧΙ	ΟΧΙ	9837	ΝΑΙ
Όνομα 9	Αριθμός Παροχής 9	Γ1	12	1	0	0	7958,63	ΟΧΙ	ΟΧΙ	1956	ΟΧΙ
Όνομα 10	Αριθμός Παροχής 10	ΚΟΤ-Α	15	1	0	0	20534,18	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2001	ΟΧΙ
Όνομα 11	Αριθμός Παροχής 11	Γ1	8	2	0	1	29617,67	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3615	ΝΑΙ
Όνομα 12	Αριθμός Παροχής 12	Γ1	15	4	0	0	5978,32	ΟΧΙ	ΟΧΙ	9632	ΟΧΙ
Όνομα 13	Αριθμός Παροχής 13	ΚΟΤ-Α	12	2	0	0	34779,81	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3081	ΟΧΙ
Όνομα 14	Αριθμός Παροχής 14	Γ1Ν	15	1	0	0	15211,72	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2594	ΝΑΙ
Όνομα 15	Αριθμός Παροχής 15	Γ1Ν	25	1	2	0	25240,7	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4033	ΟΧΙ
Όνομα 16	Αριθμός Παροχής 16	ΚΟΤ-Β	12	4	0	1	31452	ΟΧΙ	ΟΧΙ	7691	ΟΧΙ
Όνομα 17	Αριθμός Παροχής 17	Γ1Ν	15	1	0	0	20244,86	ΟΧΙ	ΟΧΙ	1909	ΟΧΙ
Όνομα 18	Αριθμός Παροχής 18	Γ1Ν	8	2	0	1	25866,65	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3862	ΟΧΙ
Όνομα 19	Αριθμός Παροχής 19	Γ1	15	1	0	0	25313,17	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2395	ΟΧΙ
Όνομα 20	Αριθμός Παροχής 20	Γ1Ν	15	1	0	0	3798,18	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2590	ΟΧΙ
Όνομα 21	Αριθμός Παροχής 21	ΚΟΤ-Α	15	2	0	3	21738,97	ΟΧΙ	ΟΧΙ	6047	ΟΧΙ
Όνομα 22	Αριθμός Παροχής 22	ΚΟΤ-Β	12	2	0	1	22461,42	ΟΧΙ	ΝΑΙ	8839	ΟΧΙ
Όνομα 23	Αριθμός Παροχής 23	Γ1Ν	25	3	0	0	50521,5	ΟΧΙ	ΟΧΙ	8226	ΟΧΙ
Όνομα 24	Αριθμός Παροχής 24	Γ1Ν	12	1	0	0	7536,74	ΟΧΙ	ΟΧΙ	1864	ΟΧΙ
Όνομα 25	Αριθμός Παροχής 25	ΚΟΤ-Β	25	2	0	1	17105,5	ΟΧΙ	ΟΧΙ	6788	ΟΧΙ
Όνομα 26	Αριθμός Παροχής 26	ΚΟΤ-Β	8	2	0	0	8752,91	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3657	ΟΧΙ
Όνομα 27	Αριθμός Παροχής 27	ΚΟΤ-Β	25	4	0	1	58987,51	ΟΧΙ	ΟΧΙ	11673	ΟΧΙ
Όνομα 28	Αριθμός Παροχής 28	ΚΟΤ-Α	25	1	1	0	4743,09	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2704	ΟΧΙ
Όνομα 29	Αριθμός Παροχής 29	Γ1	25	2	0	1	30900,15	ΟΧΙ	ΟΧΙ	6725	ΟΧΙ
Όνομα 30	Αριθμός Παροχής 30	ΚΟΤ-Β	25	1	0	1	4473,91	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3286	ΟΧΙ
Όνομα 31	Αριθμός Παροχής 31	Γ1Ν	15	2	0	0	3113,73	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3754	ΟΧΙ
Όνομα 32	Αριθμός Παροχής 32	ΚΟΤ-Β	8	1	1	0	22432,8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2132	ΟΧΙ
Όνομα 33	Αριθμός Παροχής 33	ΚΟΤ-Β	15	3	0	0	7886,21	ΟΧΙ	ΟΧΙ	5794	ΟΧΙ
Όνομα 34	Αριθμός Παροχής 34	Γ1Ν	12	3	0	1	42996,17	ΟΧΙ	ΟΧΙ	7261	ΝΑΙ
Όνομα 35	Αριθμός Παροχής 35	Γ1	12	5	1	0	30580,53	ΝΑΙ	ΟΧΙ	11791	ΟΧΙ
Όνομα 36	Αριθμός Παροχής 36	Γ1Ν	8	2	0	1	22483,52	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4011	ΟΧΙ
Όνομα 37	Αριθμός Παροχής 37	Γ1	15	1	0	0	14789,26	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2545	ΟΧΙ
Όνομα 38	Αριθμός Παροχής 38	ΚΟΤ-Α	25	2	0	0	33988,93	ΟΧΙ	ΟΧΙ	6069	ΟΧΙ
Όνομα 39	Αριθμός Παροχής 39	ΚΟΤ-Β	15	1	0	0	23148,51	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2038	ΟΧΙ
Όνομα 40	Αριθμός Παροχής 40	Γ1Ν	8	1	0	0	14524,82	ΟΧΙ	ΟΧΙ	1966	ΟΧΙ
Όνομα 41	Αριθμός Παροχής 41	ΚΟΤ-Β	12	2	0	0	26883,39	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4193	ΟΧΙ
Όνομα 42	Αριθμός Παροχής 42	ΚΟΤ-Α	12	1	1	0	15564,45	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2035	ΟΧΙ
Όνομα 43	Αριθμός Παροχής 43	ΚΟΤ-Α	8	3	0	0	24774,64	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4564	ΟΧΙ
Όνομα 44	Αριθμός Παροχής 44	Γ1Ν	25	1	0	0	6878,15	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3068	ΟΧΙ
Όνομα 45	Αριθμός Παροχής 45	ΚΟΤ-Β	25	1	0	2	7386,4	ΝΑΙ	ΟΧΙ	4237	ΟΧΙ
Όνομα 46	Αριθμός Παροχής 46	Γ1Ν	25	2	1	0	30457,8	ΟΧΙ	ΟΧΙ	6126	ΟΧΙ
Όνομα 47	Αριθμός Παροχής 47	Γ1Ν	15	2	1	2	6805,73	ΟΧΙ	ΟΧΙ	6133	ΝΑΙ
Όνομα 48	Αριθμός Παροχής 48	ΚΟΤ-Α	25	1	0	0	11168,58	ΟΧΙ	ΟΧΙ	2893	ΟΧΙ
Όνομα 49	Αριθμός Παροχής 49	Γ1Ν	15	3	0	2	5863,44	ΟΧΙ	ΟΧΙ	7702	ΟΧΙ
Όνομα 50	Αριθμός Παροχής 50	ΚΟΤ-Β	15	2	0	0	24329,59	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4043	ΟΧΙ
Όνομα 51	Αριθμός Παροχής 51	Γ1	15	2	0	0	32166,54	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3962	ΟΧΙ
Όνομα 52	Αριθμός Παροχής 52	ΚΟΤ-Α	25	2	0	1	35353,18	ΟΧΙ	ΟΧΙ	5588	ΟΧΙ
Όνομα 53	Αριθμός Παροχής 53	Γ1	15	2	0	1	16000,3	ΟΧΙ	ΟΧΙ	4197	ΟΧΙ
Όνομα 54	Αριθμός Παροχής 54	ΚΟΤ-Α	25	2	2	0	53459,66	ΟΧΙ	ΟΧΙ	6560	ΟΧΙ
Όνομα 55	Αριθμός Παροχής 55	Γ1Ν	12	2	0	0	10358,22	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3182	ΟΧΙ
Όνομα 56	Αριθμός Παροχής 56	ΚΟΤ-Α	15	2	0	0	24000,89	ΟΧΙ	ΟΧΙ	3801	ΟΧΙ
Όνομα 57	Αριθμός Παροχής 57	ΚΟΤ-Β	15	4	0	0	41225,52	ΟΧΙ	ΟΧΙ	9060	ΟΧΙ
Όνομα 58	Αριθμός Παροχής 58	ΚΟΤ-Β	15	2	0	1	9325,97	ΟΧΙ	ΟΧΙ	5709	ΟΧΙ
Όνομα 59	Αριθμός Παροχής 59	Γ1	15	3	0	0	40642,96	ΟΧΙ	ΟΧΙ	7440	ΟΧΙ
Όνομα 60	Αριθμός Παροχής 60	ΚΟΤ-Α	8	3	1	1	42509,75	ΟΧΙ	ΟΧΙ	6277	ΟΧΙ

Π.2 Δεδομένα των ενεργειακών καταναλώσεων των παροχών των μελών της Κ.Α.Ε

Πίνακας 5.2 Δεδομένα των ενεργειακών καταναλώσεων των παροχών των μελών της Κ.Α.Ε.

ΠΑΡΟΧΕΣ ΔΗΜΟΥ					
Αριθμός Παροχής	**Ονομασία**	**Τιμολόγιο**	**Ισχύς kVA**	**Μονοφασικό/ τριφασικό**	**Ετήσια Κατανάλωση (kWh)**
Αριθμός Παροχής 1	Όνομα 1	ΦΟΠ	8	Μονοφασικό	33623
Αριθμός Παροχής 2	Όνομα 2	ΦΟΠ	8	Μονοφασικό	2471
Αριθμός Παροχής 3	Όνομα 3	ΦΟΠ	8	Μονοφασικό	3386
Αριθμός Παροχής 4	Όνομα 4	ΦΟΠ	8	Μονοφασικό	6623
Αριθμός Παροχής 5	Όνομα 5	ΦΟΠ	8	Μονοφασικό	1499
Αριθμός Παροχής 6	Όνομα 6	ΦΟΠ	8	Μονοφασικό	2412
Αριθμός Παροχής 7	Όνομα 7	ΦΟΠ	8	Μονοφασικό	1526
Αριθμός Παροχής 8	Όνομα 8	Γ21	25	Τριφασικό	21749
Αριθμός Παροχής 9	Όνομα 9	Γ21	25	Τριφασικό	40186
Αριθμός Παροχής 10	Όνομα 10	ΦΟΠ	8	Μονοφασικό	14458
Αριθμός Παροχής 11	Όνομα 11	ΦΟΠ	8	Μονοφασικό	9192
Αριθμός Παροχής 12	Όνομα 12	ΦΟΠ	8	Μονοφασικό	1543
Αριθμός Παροχής 13	Όνομα 13	Γ22	50	Τριφασικό	202
Αριθμός Παροχής 14	Όνομα 14	Γ21	15	Τριφασικό	9266
Αριθμός Παροχής 15	Όνομα 15	Γ22	135	Τριφασικό	26200
Αριθμός Παροχής 16	Όνομα 16	ΑΓΡΟΤ	85	Τριφασικό	84720
Αριθμός Παροχής 17	Όνομα 17	Γ21	25	Τριφασικό	10
Αριθμός Παροχής 18	Όνομα 18	Γ22	50	Τριφασικό	1370
Αριθμός Παροχής 19	Όνομα 19	Γ21	25	Τριφασικό	1403
Αριθμός Παροχής 20	Όνομα 20	ΦΟΠ	8	Μονοφασικό	11388
Αριθμός Παροχής 21	Όνομα 21	Γ1	8	Μονοφασικό	745
Αριθμός Παροχής 22	Όνομα 22	ΑΓΡΟΤ	250	Τριφασικό	140960
Αριθμός Παροχής 23	Όνομα 23	ΑΓΡΟΤ	135	Τριφασικό	211040
Αριθμός Παροχής 24	Όνομα 24	ΑΓΡΟΤ	250	Τριφασικό	82720
Αριθμός Παροχής 25	Όνομα 25	ΑΓΡΟΤ	50	Τριφασικό	39841
Αριθμός Παροχής 26	Όνομα 26	Γ1	8	Μονοφασικό	13505
Αριθμός Παροχής 27	Όνομα 27	Γ21	25	Τριφασικό	1431
Αριθμός Παροχής 28	Όνομα 28	Γ21	25	Τριφασικό	1102
Αριθμός Παροχής 29	Όνομα 29	ΦΟΠ	50	Τριφασικό	4553
Αριθμός Παροχής 30	Όνομα 30	ΦΟΠ	8	Μονοφασικό	2382
Αριθμός Παροχής 31	Όνομα 31	ΦΟΠ	8	Μονοφασικό	11331
Αριθμός Παροχής 32	Όνομα 32	ΦΟΠ	8	Μονοφασικό	4858
Αριθμός Παροχής 33	Όνομα 33	ΦΟΠ	50	Τριφασικό	7095
Αριθμός Παροχής 34	Όνομα 34	ΑΓΡΟΤ	85	Τριφασικό	35160

Π.3 Υπολογιστικά φύλλα αποτελεσμάτων πριν και μετά την εφαρμογή του ταυτοχρονισμένου ενεργειακού συμψηφισμού των υπο εξέταση Περιπτώσεων.

Ακολουθούν τα υπολογιστικά φύλλα με τους πίνακες και τα αποτελέσματα πριν και μετά την εφαρμογή του εικονικού ταυτοχρονισμένου ενεργειακού συμψηφισμού (virtual net billing) κάθε υπο εξέτασης περίπτωση (Α ,Β ,Γ και Δ).

Πίνακας 5.3 Υπολογιστικά φύλλα με τα αποτελέσματα πριν και μετά την εφαρμογή του ταυτοχρονισμένου ενεργειακού συμψηφισμού για την Περίπτωση Α.

Προταση Α (εφαρμογή net biling)				
	Χωρίς φωτοβολταικό	Με φωτοβολταικό	συντελεστής ταυτοχρονισμού	80,00%
Αριθμός ημερών λογαριασμού	**365,00**	**365,00**		
Κατανάλωση (απορροφώμενη από το δίκτυο (kWh) - Α	**829.950,00**	492.904,02	συμφωνημένη ισχύσ (KVA)	**1.483**
Παραγόμενη ενέργεια από το Φωτοβολταικό (kWh) -Π	**0,00**	**421.307,48**	συνφ	**1**
Εγχεόμενη ενέργεια στο δίκτυο (kWh) -Ε	**0,00**	84.261,50		
Ιδιοκατανάλωση ηλιακής ενέργειας (kWh) - S	**0,00**	337.045,98	καθαρό εισαγόμενο προς χρέωση από προμηθευτή (Α – Ε) (kWh)	408.642,52
Συνολική κατανάλωση ενεργειας (kWh)	**829.950,00**	**829.950,00**	Εσοδο πλεονάζουσας ενέργειας(€)	**8.954,96**
παγιο (€)	**60,00**	**60,00**	μέση τιμη εκαθάρισης αγοράς ενέγειας επομενης μέρας (€)	0,106275833
χρέωση προμήθειας (ανταγωνιστικές Χρεώσεις)(€)	**113.895,03**	67.641,80	Αποφυγή αγοράσ (S-0,17)	**56205,38626**
Χρέωση συστήματοσ μεταφοράσ (€)	**308,76**	183,37		
Χρέωση Δικτύου διανομής (€)	**457,96**	271,98		
Υπηρεσίεσ κοινής ωφέλειασ ΥΚΩ(€)	**3.460,65**	2.055,27		
ΕΤΜΕΑΡ(€)	**4.420,37**	2.625,24		
Λοιπές Χρεώσεις(€)	**29,29**	29,29		
ΕΦΚ(€)	**2.253,06**	1.338,09		
Ειδικό τέλος 5% (€)	**6.023,24**	3.577,18		
ΣΥΝΟΛΟ χωρίς το ΦΠΑ (€)	130.908,36	12.621,87	Τιμή συμψηφισμού(€/kWh)	0,30
ΦΠΑ (6% λογικά) (€)	7.493,11	757,31		
ΣΥΝΟΛΟ (€)	138.401,47	13.379,19	Όφελος (€)	125.022,29
Τιμή κιλοβατώρας (€/kWh)	0,17	0,02	εξοικονομηση ενεργειας (€/kWh)	0,15

Πίνακας 5.4 Υπολογιστικά Φύλλα με τα αποτελέσματα πριν και μετά την εφαρμογή του ταυτοχρονισμένου ενεργειακού συμψηφισμού για την Περίπτωση Β.

Προταση Β (εφαρμογή net biling)				
	Χωρίς φωτοβολταικό	Με φωτοβολταικό	συντελεστής ταυτοχρονισμού	80,00%
Αριθμός ημερών λογαριασμού	**365,00**	**365,00**		
Κατανάλωση (απορροφώμενη από το δίκτυο (kWh) - Α	**829.950,00**	475.917,36	συμφωνημένη ισχύσ (KVA)	**1.483**
Παραγόμενη ενέργεια από το Φωτοβολταικό (kWh) -Π	**0,00**	**442.540,80**	συνφ	**1**
Εγχεόμενη ενέργεια στο δίκτυο (kWh) -Ε	**0,00**	88.508,16		
Ιδιοκατανάλωση ηλιακής ενέργειας (kWh) - S	**0,00**	354.032,64	καθαρό εισαγόμενο προς χρέωση από προμηθευτή (Α – Ε) (kWh)	387.409,20
Συνολική κατανάλωση ενεργειας (kWh)	**829.950,00**	**829.950,00**	Εσοδο πλεονάζουσας ενέργειας(€)	**9.406,28**
παγιο (€)	**60,00**	60,00	μέση τιμη εκαθάρισης αγοράς ενέγειας επομενης μέρας (€)	0,106275833
χρέωση προμήθειας (ανταγωνιστικές Χρεώσεις)(€)	**113.895,03**	65.310,71	Αποφυγή αγοράσ (S-0,17)	**59038,06044**
Χρέωση συστήματοσ μεταφοράσ (€)	**308,76**	177,05		
Χρέωση Δικτύου διανομής (€)	**457,96**	262,61		
Υπηρεσίεσ κοινής ωφέλειασ ΥΚΩ(€)	**3.460,65**	1.984,44		
ΕΤΜΕΑΡ(€)	**4.420,37**	2.534,77		
Λοιπές Χρεώσεις(€)	**29,29**	29,29		
ΕΦΚ(€)	**2.253,06**	1.291,97		
Ειδικό τέλος 5% (€)	**6.023,24**	3.453,90		
ΣΥΝΟΛΟ χωρίς το ΦΠΑ (€)	130.908,36	6.660,40	Τιμή συμψηφισμού(€/kWh)	0,30
ΦΠΑ (6% λογικά) (€)	7.493,11	399,62		
ΣΥΝΟΛΟ (€)	138.401,47	7.060,02	Όφελος (€)	131.341,45
Τιμή κιλοβατώρας (€/kWh)	0,17	0,01	εξοικονομηση ενεργειας (€/kWh)	0,16

Πίνακας 5.5 Υπολογιστικά Φύλλα με τα αποτελέσματα πριν και μετά την εφαρμογή του ταυτοχρονισμένου ενεργειακού συμψηφισμού για την Περίπτωση Γ.

Προταση Γ (εφαρμογή net biling)				
	Χωρίς φωτοβολταικό	Με φωτοβολταικό	συντελεστής ταυτοχρονισμού	80,00%
Αριθμός ημερών λογαριασμού	**365,00**	**365,00**		
Κατανάλωση (απορροφώμενη από το δίκτυο (kWh) - Α	**829.950,00**	560.313,21	συμφωνημένη ισχύσ (KVA)	**1.483**
Παραγόμενη ενέργεια από το Φωτοβολταικό (kWh) -Π	**0,00**	**337.045,98**	συνφ	**1**
Εγχεόμενη ενέργεια στο δίκτυο (kWh) -Ε	**0,00**	67.409,20		
Ιδιοκατανάλωση ηλιακής ενέργειας (kWh) - S	**0,00**	269.636,79	καθαρό εισαγόμενο προς χρέωση από προμηθευτή (Α – Ε) (kWh)	492.904,02
Συνολική κατανάλωση ενεργειας (kWh)	**829.950,00**	**829.950,00**	Εσοδο πλεονάζουσας ενέργειας(€)	**7.163,97**
παγιο (€)	**60,00**	**60,00**	μέση τιμη εκαθάρισης αγοράς ενέγειας επομενης μέρας (€)	0,106275833
χρέωση προμήθειας (ανταγωνιστικές Χρεώσεις)(€)	**113.895,03**	76.892,45	Αποφυγή αγοράσ (S-0,17)	**44964,30901**
Χρέωση συστήματοσ μεταφοράσ (€)	**308,76**	208,45		
Χρέωση Δικτύου διανομής (€)	**457,96**	309,18		
Υπηρεσίεσ κοινής ωφέλειασ ΥΚΩ(€)	**3.460,65**	2.336,34		
ΕΤΜΕΑΡ(€)	**4.420,37**	2.984,27		
Λοιπές Χρεώσεις(€)	**29,29**	29,29		
ΕΦΚ(€)	**2.253,06**	1.521,08		
Ειδικό τέλος 5% (€)	**6.023,24**	4.066,39		
ΣΥΝΟΛΟ χωρίς το ΦΠΑ (€)	130.908,36	36.279,17	Τιμή συμψηφισμού(€/kWh)	0,30
ΦΠΑ (6% λογικά) (€)	7.493,11	2.176,75		
ΣΥΝΟΛΟ (€)	138.401,47	38.455,92	Όφελος (€)	99.945,55
Τιμή κιλοβατώρας (€/kWh)	0,17	0,05	εξοικονομηση ενεργειας (€/kWh)	0,12

Πίνακας 5.6 Υπολογιστικά Φύλλα με τα αποτελέσματα πριν και μετά την εφαρμογή του ταυτοχρονισμένου ενεργειακού συμψηφισμού για την Περίπτωση Δ.

Προταση Δ (εφαρμογή net biling)				
	Χωρίς φωτοβολταικό	Με φωτοβολταικό	συντελεστής ταυτοχρονισμού	80,00%
Αριθμός ημερών λογαριασμού	**365,00**	**365,00**		
Κατανάλωση (απορροφώμενη από το δίκτυο (kWh) - Α	**829.950,00**	546.723,89	συμφωνημένη ισχύσ (KVA)	**1.483**
Παραγόμενη ενέργεια από το Φωτοβολταικό (kWh) -Π	**0,00**	**354.032,64**	συνφ	**1**
Εγχεόμενη ενέργεια στο δίκτυο (kWh) -Ε	**0,00**	70.806,53		
Ιδιοκατανάλωση ηλιακής ενέργειας (kWh) - S	**0,00**	283.226,11	καθαρό εισαγόμενο προς χρέωση από προμηθευτή (Α – Ε) (kWh)	475.917,36
Συνολική κατανάλωση ενεργειας (kWh)	**829.950,00**	**829.950,00**	Εσοδο πλεονάζουσας ενέργειας(€)	**7.525,02**
παγιο (€)	**60,00**	**60,00**	μέση τιμη εκαθάρισης αγοράς ενέγειας επομενης μέρας (€)	0,106275833
χρέωση προμήθειας (ανταγωνιστικές Χρεώσεις)(€)	**113.895,03**	75.027,57	Αποφυγή αγοράσ (S-0,17)	**47230,44835**
Χρέωση συστήματοσ μεταφοράσ (€)	**308,76**	203,39		
Χρέωση Δικτύου διανομής (€)	**457,96**	301,68		
Υπηρεσίεσ κοινής ωφέλειασ ΥΚΩ(€)	**3.460,65**	2.279,68		
ΕΤΜΕΑΡ(€)	**4.420,37**	2.911,89		
Λοιπές Χρεώσεις(€)	**29,29**	29,29		
ΕΦΚ(€)	**2.253,06**	1.484,19		
Ειδικό τέλος 5% (€)	**6.023,24**	3.967,77		
ΣΥΝΟΛΟ χωρίς το ΦΠΑ (€)	130.908,36	31.509,99	Τιμή συμψηφισμού(€/kWh)	0,30
ΦΠΑ (6% λογικά) (€)	7.493,11	1.890,60		
ΣΥΝΟΛΟ (€)	138.401,47	33.400,59	Όφελος (€)	105.000,88
Τιμή κιλοβατώρας (€/kWh)	0,17	0,04	εξοικονομηση ενεργειας (€/kWh)	0,13