

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ"



Εργασία Μαθήματος **ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΣΑΦΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ**

Αριθμός εργασίας – Τίτλος εργασίας	Απαλλακτική εργασία μαθήματος
Όνομα φοιτητή	Καλλίγερος Αναστάσιος
Αρ. Μητρώου	mpsr2314
Ημερομηνία παράδοσης	25/10/2024



Εκφώνηση εργασίας

ΘΕΜΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: 8) Ασαφές σύστημα λογισμικού διαχείρισης φόρτισης ηλεκτροκρικού αυτοκινήτου

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1 Εισαγωγή.....	3
2 Περιγραφή της fuzzy μεθοδολογίας.....	5
3 Επίδειξη της λύσης.....	11



1 Εισαγωγή

Αρχικά, μετά από προσεκτική μελέτη της εκφώνησης, αποφάσισα υλοποιήσω την εργασία σε γλώσσα προγραμματισμού PYTHON και ως εργαλείο ανάπτυξης του project επέλεξα την πιο νέα και πληρέστερη έκδοση του Visual Studio Code. Για την επίλυση της άσκησης χρειάστηκε να κατεβάσω και να εγκαταστήσω ώστε να τρέξει το πρόγραμμά μας πολλές βιβλιοθήκες που προσφέρουν διάφορες λειτουργίες. Αναλυτικά:

1. Tkinter

- **Προφορά:** tkinter είναι η βιβλιοθήκη GUI (Graphical User Interface) που επιτρέπει τη δημιουργία παραθύρων, κουμπιών, πεδίων κειμένου και άλλων στοιχείων για την αλληλεπίδραση με τον χρήστη. Προσφέρει ένα απλό και διαισθητικό περιβάλλον για την ανάπτυξη εφαρμογών με γραφικό περιβάλλον.

2. Matplotlib

- **Προφορά:** matplotlib είναι μια βιβλιοθήκη για τη δημιουργία στατικών, διαδραστικών και κινούμενων γραφημάτων σε Python. Χρησιμοποιείται στην άσκηση για την οπτικοποίηση των ασαφών συνόλων, επιτρέποντας στους χρήστες να βλέπουν τις διάφορες κατηγορίες (fuzzy sets) των μεταβλητών, όπως το επίπεδο της μπαταρίας και το κόστος ενέργειας.

3. Datetime

- **Προφορά:** Η βιβλιοθήκη datetime παρέχει κλάσεις για την εργασία με ημερομηνίες και ώρες. Στην άσκηση, χρησιμοποιείται για την καταγραφή χρονοσήμανσης κατά τη διάρκεια των προσομοιώσεων φόρτισης, επιτρέποντας τη διατήρηση ιστορικού με χρονικές πληροφορίες.

4. Numpy

- **Προφορά:** numpy είναι μια βιβλιοθήκη για υπολογισμούς με πινάκες και μητρικές, προσφέροντας ταχύτατους και αποδοτικούς τρόπους για τη διαχείριση αριθμητικών δεδομένων. Στην άσκηση, χρησιμοποιείται για



την αποθήκευση και επεξεργασία των εισόδων και των εξόδων των ασαφών μεταβλητών.

5. Scikit-Fuzzy

- **Προφορά:** skfuzzy είναι μια βιβλιοθήκη που παρέχει εργαλεία για την ασαφή λογική και τη διαχείριση ασαφών συστημάτων. Στην άσκηση, χρησιμοποιείται για τη δημιουργία ασαφών μεταβλητών (antecedents και consequents) και κανόνων, καθώς και για την εκτέλεση υπολογισμών ασαφούς λογικής.

Η συνδυασμένη χρήση αυτών των βιβλιοθηκών επιτρέπει την αποτελεσματική ανάπτυξη ενός ασαφούς συστήματος λογισμικού που παρέχει δυνατότητες παρακολούθησης και βελτιστοποίησης της διαδικασίας φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Οι βιβλιοθήκες αυτές καλύπτουν τις ανάγκες για γραφικό περιβάλλον, οπτικοποίηση δεδομένων, αριθμητικούς υπολογισμούς και ασαφή λογική, παρέχοντας μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα ανάπτυξης.

Ένα ασαφές σύστημα λογισμικού διαχείρισης φόρτισης αναδεικνύεται ως μια καινοτόμος προσέγγιση που επιτρέπει την ευέλικτη και προσαρμοστική φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, βασισμένο σε μεταβλητές όπως το επίπεδο της μπαταρίας και το κόστος ενέργειας. Χρησιμοποιώντας τεχνικές ασαφούς λογικής, το σύστημα αξιολογεί τις τρέχουσες συνθήκες φόρτισης και παρέχει προτάσεις για τον ιδανικό ρυθμό φόρτισης, λαμβάνοντας υπόψη τις οικονομικές και ενεργειακές παραμέτρους. Οι κανόνες που διέπουν τη λειτουργία του συστήματος διασφαλίζουν ότι οι χρήστες λαμβάνουν τις καλύτερες δυνατές επιλογές φόρτισης, ενώ παράλληλα προσφέρονται εναλλακτικές λύσεις ανάλογα με τις συνθήκες αγοράς. Μέσω αυτής της προσέγγισης, το ασαφές σύστημα συμβάλλει στη βελτίωση της απόδοσης φόρτισης, στην εξοικονόμηση ενέργειας και στη μείωση του κόστους, καθιστώντας τη διαδικασία φόρτισης πιο αποδοτική και φιλική προς το περιβάλλον.



2 Περιγραφή της fuzzy μεθοδολογίας

Η μέθοδος της ασαφούς λογικής (fuzzy logic) αποτελεί έναν εξαιρετικά ισχυρό τρόπο για την επίλυση προβλημάτων που περιλαμβάνουν αβεβαιότητα και ασάφεια. Ο κώδικας περιλαμβάνει πολλές πτυχές της ασαφούς λογικής, από τον ορισμό των ασαφών μεταβλητών και συναρτήσεων μέλους έως την προσαρμογή των κανόνων και την αθροιστική μέθοδο. Όλα αυτά τα στοιχεία συνεργάζονται για να παρέχουν μια αποτελεσματική και ευέλικτη προσέγγιση στη διαχείριση φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων. Ακολουθεί μια αναλυτική περιγραφή των βασικών στοιχείων που χρησιμοποιούνται στον κώδικα:

1. Ασαφή Σύνολα (Fuzzy Sets)

Τα ασαφή σύνολα είναι κεντρικό στοιχείο της ασαφούς λογικής και χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν μεταβλητές που δεν έχουν ακριβείς ή απόλυτες τιμές. Στον κώδικα:

- **Battery Level:** Ορίζεται ως ασαφές σύνολο που εκφράζει την κατάσταση της μπαταρίας (0% - 100%).
- **Energy Cost:** Ορίζεται επίσης ως ασαφές σύνολο που περιγράφει το κόστος ενέργειας (0 - 1 €/kWh).
- **Charging Rate:** Ορίζεται ως ασαφές σύνολο που καθορίζει τον ρυθμό φόρτισης της μπαταρίας (0% - 100%).

Τα ασαφή σύνολα επιτρέπουν την κατηγοριοποίηση των μεταβλητών σε ομάδες όπως "low", "medium", και "high", οι οποίες δεν απαιτούν ακριβή όρια.



Παράδειγμα Ασαφούς Συνόλου

- **Battery Level:**

- low: $[0, 0, 50]$ → Όταν το επίπεδο μπαταρίας είναι 0%, η συμμετοχή είναι 1 (100%). Όταν είναι 50%, η συμμετοχή είναι 0.5 (50%).
- medium: $[30, 50, 80]$ → Όταν το επίπεδο είναι 30%, η συμμετοχή είναι 0 (0%). Στο 50% είναι 1 (100%) και στο 80% είναι 0.5 (50%).
- high: $[60, 100, 100]$ → Όταν το επίπεδο είναι 60%, η συμμετοχή είναι 1 (100%) και παραμένει 1 μέχρι το 100%.

2. Συναρτήσεις Μέλους (Membership Functions)

Οι συναρτήσεις μέλους καθορίζουν το βαθμό συμμετοχής μιας τιμής σε ένα ασαφές σύνολο. Στον κώδικα:

- Για την **Battery Level**, οι συναρτήσεις μέλους είναι:
 - low: Περιγράφει το επίπεδο της μπαταρίας από 0% έως 50%.
 - medium: Περιγράφει το επίπεδο της μπαταρίας από 30% έως 80%.
 - high: Περιγράφει το επίπεδο της μπαταρίας από 60% έως 100%.
- Για το **Energy Cost**, οι συναρτήσεις μέλους είναι:
 - low: Κόστος ενέργειας από 0 έως 0.5.
 - medium: Κόστος ενέργειας από 0.3 έως 0.7.
 - high: Κόστος ενέργειας από 0.5 έως 1.
- Για τον **Charging Rate**, οι συναρτήσεις μέλους είναι:
 - slow: Ρυθμός φόρτισης από 0% έως 50%.
 - medium: Ρυθμός φόρτισης από 20% έως 80%.
 - fast: Ρυθμός φόρτισης από 60% έως 100%.

Η χρήση τριγωνικών συναρτήσεων μέλους (trimf) διευκολύνει την εκτίμηση της συμμετοχής μιας τιμής σε κάθε κατηγορία.



Παράδειγμα Συναρτήσεων Μέλους

Πως υπολογίζονται οι συναρτήσεις μέλους για μια μπαταρία που βρίσκεται στο 40%:

- **Battery Level:** ◦ low: $\mu(40) = 1 - 40 - 0 / 50 - 0 = 0.2$ ◦ medium: $\mu(40) = 40 - 30 / 50 - 30 = 0.5$ ◦ high: $\mu(40) = 0$

Αυτές οι τιμές συμμετοχής δείχνουν ότι η μπαταρία έχει 20% συμμετοχή στην κατηγορία low, 50% στην κατηγορία medium και 0% στην κατηγορία high.

3. Κανόνες Ασαφούς Λογικής (Fuzzy Rules)

Οι κανόνες ασαφούς λογικής καθορίζουν τη συμπεριφορά του συστήματος με βάση τις ασαφείς μεταβλητές. Στον κώδικα, οι κανόνες είναι:

- **Κανόνες που συνδυάζουν τις μεταβλητές εισόδου:** Κάθε κανόνας συνδέει τα ασαφή σύνολα των μεταβλητών εισόδου (battery level και energy cost) με το ασαφές σύνολο της εξόδου (charging rate).

Για παράδειγμα:

- Αν η μπαταρία είναι **low** και το κόστος είναι **low**, τότε ο ρυθμός φόρτισης είναι **fast**.
- Αν η μπαταρία είναι **medium** και το κόστος είναι **high**, τότε ο ρυθμός φόρτισης είναι **slow**.

Οι κανόνες αυτοί είναι καθοριστικοί για την απόφαση του συστήματος σχετικά με το πώς να αντιδράσει σε διάφορες καταστάσεις φόρτισης.

Παράδειγμα Κανόνα



- Κανόνας 1: Αν η μπαταρία είναι **low** και το κόστος είναι **low**, τότε ο ρυθμός φόρτισης είναι **fast**.
- Κανόνας 2: Αν η μπαταρία είναι **medium** και το κόστος είναι **high**, τότε ο ρυθμός φόρτισης είναι **slow**.

4. Σύστημα Ελέγχου (Control System)

Το σύστημα ελέγχου είναι η βάση της ασαφούς λογικής που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση των εισόδων και την παραγωγή της εξόδου. Στον κώδικα:

- Δημιουργείται ένα **Control System** με τους κανόνες που έχουν καθοριστεί.
- Η **Control System Simulation** αναλαμβάνει την υπολογιστική διαδικασία για την εκτίμηση της εξόδου (charging rate) με βάση τις εισόδους (battery level και energy cost).

Παράδειγμα Υπολογισμού Εξόδου

- Ας υποθέσουμε ότι η μπαταρία είναι στο 40% και το κόστος ενέργειας είναι 0.2:
 - Ο υπολογισμένος ρυθμός φόρτισης από τον έλεγχο θα μπορούσε να είναι περίπου 80% (fast).

5. Ιστορικό και Οπτικοποίηση



Ο κώδικας καταγράφει την ιστορία των φορτίσεων, επιτρέποντας στους χρήστες να δουν πώς η κατάσταση φόρτισης και το κόστος ενέργειας έχουν επηρεάσει την απόφαση φόρτισης. Η οπτικοποίηση των ασαφών συνόλων μέσω της βιβλιοθήκης Matplotlib επιτρέπει στους χρήστες να κατανοήσουν καλύτερα τις σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών και των κανόνων.

Παράδειγμα Ιστορικού

Αν η μπαταρία ήταν στο 40% και το κόστος 0.2, θα αποθηκευόταν στην ιστορία:
Καταγραφή Ιστορικού: 2024-09-27 10:00:00 | Επίπεδο Μπαταρίας: 40%,
Κόστος: 0.2€/kWh, Ρυθμός Φόρτισης: 80.00%

6. Ορισμός Ασαφών Μεταβλητών (Fuzzy Variables)

- Ασαφείς Μεταβλητές (Antecedents και Consequents): Ορίζουμε τις μεταβλητές εισόδου και εξόδου ως ασαφείς.

Παράδειγμα Ασαφών Μεταβλητών

- Αυτή η δήλωση δημιουργεί τις ασαφείς μεταβλητές, οι οποίες είναι οι κύριες οντότητες στην ασαφή λογική.

7. Ικανότητα Αντιμετώπισης Αβεβαιότητας (Handling Uncertainty)



- Η ασαφής λογική επιτρέπει την αντιμετώπιση αβεβαιότητας, καθώς η εκτίμηση του κόστους και του επιπέδου της μπαταρίας δεν είναι απόλυτα.
- Για παράδειγμα, οι συμμετοχές σε διάφορες κατηγορίες (low, medium, high) μπορεί να είναι αποδεκτές και να παρέχουν ευελιξία στην απόφαση.

8. Προσαρμογή με Βάση την Πραγματικότητα (Real-world Adjustments)

- Ο κώδικας προσαρμόζει τις προτάσεις φόρτισης βάσει του τύπου μπαταρίας (lithium, lead-acid).

```
46 efficiency_factor = 1
47 if battery_type == "lithium":
48     efficiency_factor = 0.85
49 elif battery_type == "lead-acid":
50     efficiency_factor = 0.75
51
```

- Αυτό δείχνει την ευελιξία των κανόνων και την προσαρμογή της ασαφούς λογικής στην πραγματική ζωή, λαμβάνοντας υπόψη διάφορους παράγοντες.

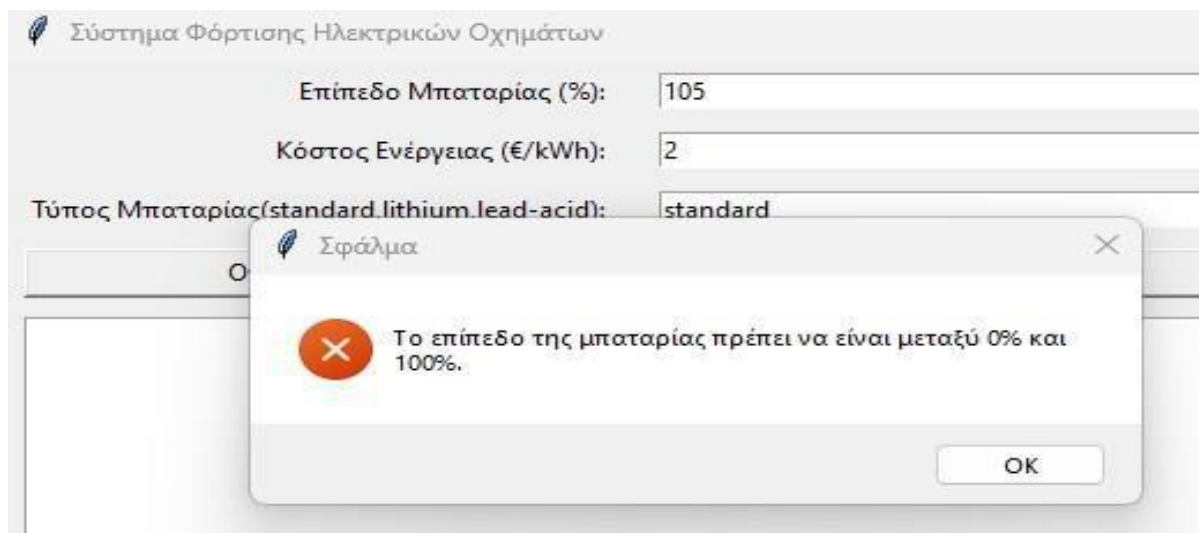
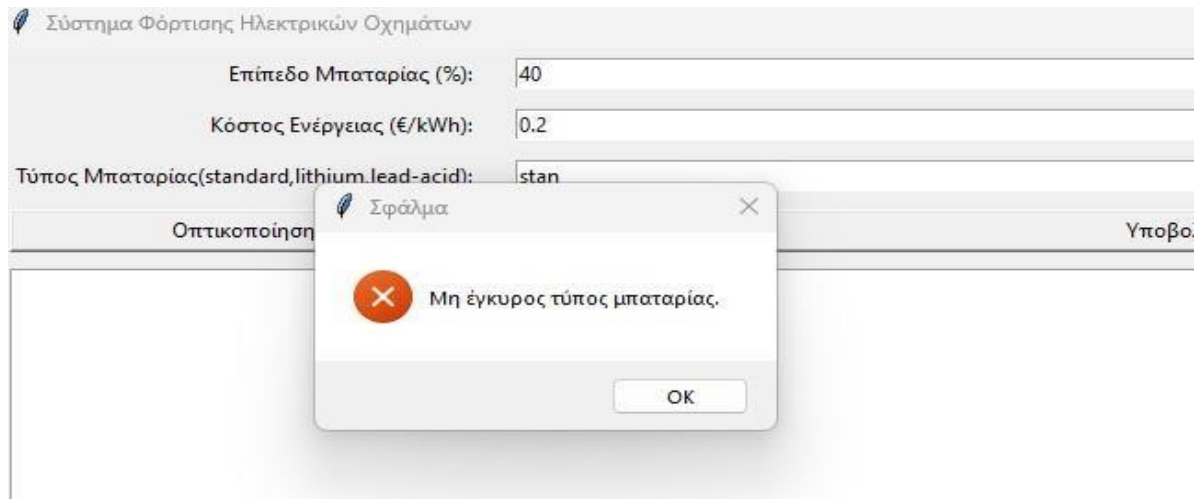
```
9 # Δημιουργία ασαφών μεταβλητών για είσοδους και εξόδο
10 battery_level = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 101, 1), 'battery_level')
11 energy_cost = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 1.1, 0.1), 'energy_cost')
12 charging_rate = ctrl.Consequent(np.arange(0, 101, 1), 'charging_rate')
13
```



3 Επίδειξη της λύσης

ΣΥΣΤΗΜΑ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

• ΈΛΕΓΧΟΣ ΤΙΜΩΝ



• ΔΙΑΦΟΡΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ



ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΦΟΡΤΙΣΗ

Σύστημα Φόρτισης Ηλεκτρικών Οχημάτων

Επίπεδο Μπαταρίας (%): 40

Κόστος Ενέργειας (€/kWh): 0.2

Τύπος Μπαταρίας(standard,lithium,lead-acid): standard

Οπτικοποίηση Υποβολή

==== Αποτέλεσμα Προσομοίωσης Φόρτισης ====

Τύπος μπαταρίας: Standard

Η μπαταρία σας είναι στο 40.0%.

Το κόστος ενέργειας είναι χαμηλό (0.2€/kWh). Η φόρτιση είναι οικονομική.

Προτεινόμενος ρυθμός φόρτισης: 56.52%

==== Εναλλακτικές Επιλογές ====

Συνιστάται να φορτίσετε τώρα.

==== Ιστορικό Φορτίσεων ====

2024-09-27 21:08:32 | Επίπεδο Μπαταρίας: 40.0%, Κόστος: 0.2€/kWh, Ρυθμός Φόρτισης: 56.52%

ΑΠΟΦΥΓΗ ΦΟΡΤΙΣΗΣ

Σύστημα Φόρτισης Ηλεκτρικών Οχημάτων

Επίπεδο Μπαταρίας (%): 60

Κόστος Ενέργειας (€/kWh): 0.8

Τύπος Μπαταρίας(standard,lithium,lead-acid): standard

Οπτικοποίηση Υποβολή

==== Αποτέλεσμα Προσομοίωσης Φόρτισης ====

Τύπος μπαταρίας: Standard

Η μπαταρία σας είναι στο 60.0%.

Το κόστος ενέργειας είναι υψηλό (0.8€/kWh). Συνιστάται να αποφύγετε τη φόρτιση.

Προτεινόμενος ρυθμός φόρτισης: 18.57%

==== Εναλλακτικές Επιλογές ====

Συνιστάται να αποφύγετε τη φόρτιση αυτή τη στιγμή.

==== Ιστορικό Φορτίσεων ====

2024-09-27 21:08:32 | Επίπεδο Μπαταρίας: 40.0%, Κόστος: 0.2€/kWh, Ρυθμός Φόρτισης: 56.52%

2024-09-27 21:10:06 | Επίπεδο Μπαταρίας: 60.0%, Κόστος: 0.8€/kWh, Ρυθμός Φόρτισης: 18.57%



ΑΝΑΜΟΝΗ ΦΟΡΤΙΣΗΣ

Σύστημα Φόρτισης Ηλεκτρικών Οχημάτων

Επίπεδο Μπαταρίας (%): 80

Κόστος Ενέργειας (€/kWh): 0.5

Τύπος Μπαταρίας(standard,lithium,lead-acid): standard

Οπτικοποίηση Υποβολή

==== Αποτέλεσμα Προσομοίωσης Φόρτισης ====

Τύπος μπαταρίας: Standard

Η μπαταρία σας είναι στο 80.0%.

Προτεινόμενος ρυθμός φόρτισης: 19.44%

==== Εναλλακτικές Επιλογές ====

Σκεφτείτε να περιμένετε αν είναι δυνατόν μέχρι το κόστος να μειωθεί.

==== Ιστορικό Φορτίσεων ====

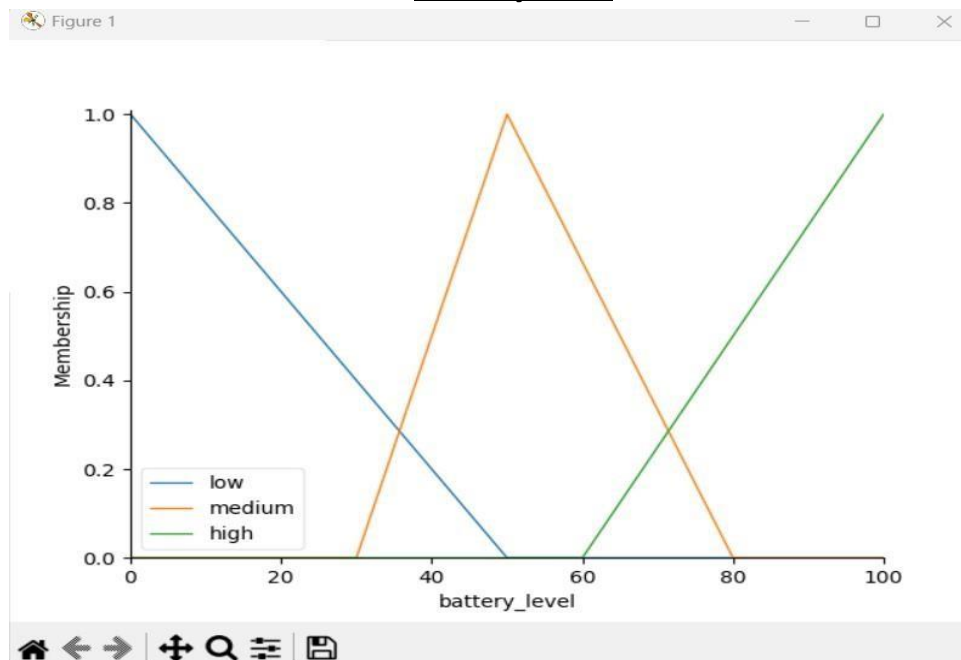
2024-09-27 21:08:32		Επίπεδο Μπαταρίας: 40.0%,	Κόστος: 0.2€/kWh,	Ρυθμός Φόρτισης: 56.52%
2024-09-27 21:10:06		Επίπεδο Μπαταρίας: 60.0%,	Κόστος: 0.8€/kWh,	Ρυθμός Φόρτισης: 18.57%
2024-09-27 21:11:30		Επίπεδο Μπαταρίας: 80.0%,	Κόστος: 0.5€/kWh,	Ρυθμός Φόρτισης: 19.44%

Έχουμε την δυνατότητα μέσα από τα στιγμιότυπα οθόνης (screenshots) να διαθέτουμε τις εξής πληροφορίες:

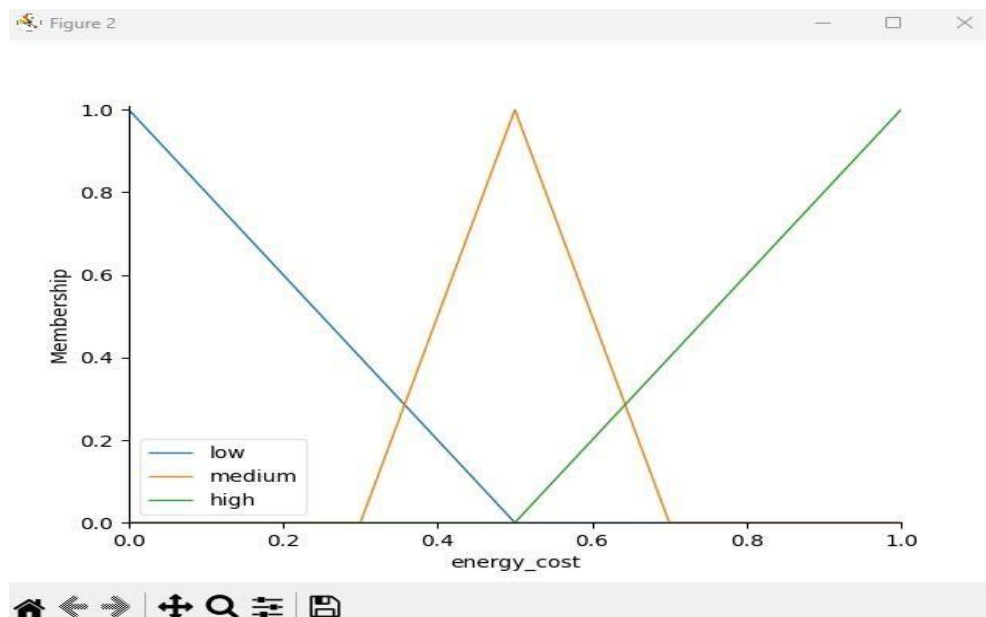
1. Τα αποτελέσματα προσομοίωσης φόρτισης. Δηλαδή τον τύπο και το επίπεδο της μπαταρίας καθώς και τον προτεινόμενο ρυθμό φόρτισης.
2. Τις εναλλακτικές επιλογές που μας προτείνει το σύστημα.
3. Το ιστορικό φορτίσεων με όλες τις απαραίτητες λεπτομέρειες.

- ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ

Battery level



Energy cost





Charging rate

