



$$\text{COP}_R = \frac{T_C}{T_H - T_C} \quad \text{Απόδοση ψύξης Carnot}$$

$$\text{COP}_H = \frac{T_H}{T_H - T_C} \quad \text{Απόδοση θέρμανσης Carnot}$$

$$\eta = 1 - \frac{T_C}{T_H} \quad \text{Απόδοση Carnot}$$

$$L_w = m \cdot C_p \cdot (T_d - T_s) \quad \text{Ενέργεια θέρμανσης}$$

$$\dot{L} = (UA)_h \cdot (T_d - T_s) \quad \text{Ισχύς απωλειών δεξαμενής}$$

$$\dot{L} = S \cdot U_p \quad \text{Ισχύς απωλειών σε σωλήνες}$$

$$E_p = n_p \cdot n_t \cdot n_{pv} \cdot E_{sun} \cdot A \quad \text{Ενέργεια από φ/β}$$

$$P_p = n_p \cdot n_t \cdot n_{pv} \cdot P_{sun} \cdot A \quad \text{Ισχύς από φ/β}$$

$$P = 1/2 \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \quad \text{Ισχύς ανέμου}$$

$$P_n = c_p \cdot 1/2 \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \quad \text{Ισχύς ανεμογεννήτριας}$$

$$P_{el} = \eta_{mech-el} \cdot c_p \cdot 1/2 \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \quad \text{Ηλεκτρική ισχύς ΑΓ}$$

$$C_f = \frac{E_t}{P_n \cdot \Delta_t} \quad \text{Συντελεστής χρησιμοποίησης ΑΓ}$$

$$P = \eta \cdot \rho_w \cdot g \cdot \Delta H \cdot q_w \quad \text{Ισχύς νερού}$$



Πόση ενέργεια δίνει ένα φ/β σύστημα ονομαστικής ισχύος 10 kW_p με απόδοση 0,11, διόρθωση για θερμοκρασία 0,90 και διόρθωση για ρύπανση 0,96 σε ένα χρόνο (5 kWh/day average); Πόση ενέργεια δίνει ένα σύστημα πετρελαιοκίνητης γεννήτριας 10 kW;

$$10000 \text{ W} = 0.11 \cdot 1000 \text{ W/m}^2 \cdot A \Rightarrow A = 91 \text{ m}^2$$

$$E_p = 0.11 \cdot 0.90 \cdot 0.96 \cdot 5 \text{ kWh/m}^2 \cdot 91 \text{ m}^2 = 43 \text{ kWh/day} \text{ άρα για 365 ημέρες } 15.783 \text{ kWh/year}$$

$$\text{Για γεννήτρια πετρελαίου θα έχουμε: } 10 \text{ kW} \cdot 24 \text{ h} \cdot 365 = 87.600 \text{ kWh}$$



Σε συνέχεια των επιτυχημένων έργων υποστήριξης του ηλεκτρικού δικτύου στην Νότια Αυστραλία (<https://electrek.co/2018/06/12/tesla-powerpacks-delivery-new-battery-australia/>) με ηλεκτρικούς συσσωρευτές η εταιρεία Tesla σχεδιάζει να τοποθετήσει (Kerang, Victoria) για την υποστήριξη του ηλεκτρικού δικτύου της περιοχής σύστημα μπαταριών με τα χαρακτηριστικά για όλο το σύστημα 25 MW /50 MWh.

- I. Τι πληροφορίες μας δίνουν αυτά τα χαρακτηριστικά;
- II. Βρείτε τον ελάχιστο χρόνο που χρειαζόμαστε για να αδειάσει η μπαταρία.
- III. Αν το ηλεκτρικό δίκτυο απαιτεί 5 MW ισχύ για 9 h μπορεί αυτό το σύστημα μπαταριών να ανταποκριθεί;



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΚΑΙ
ΒΙΩΣΙΜΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Το σύστημά μας έχει ισχύ 25MW και χωρητικότητα ενέργειας 50MWh

Αν θεωρήσουμε ότι δίνει ενέργεια με την μέγιστη ισχύ της τότε ο χρόνος που χρειάζεται για να αδειάσει είναι $50 \text{ MWh} / 25 \text{ MW} = 2 \text{ h}$

Αν θεωρήσουμε ότι δίνει ενέργεια με την 5MW ισχύ της για 9 ώρες είναι $5 \text{ MW} * 9 \text{ h} = 45 \text{ MWh} < 50 \text{ MWh}$ που είναι η αποθηκευμένη ενέργεια στη μπαταρία, οπότε ικανοποιεί την ζήτηση μας.



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΚΑΙ
ΒΙΩΣΙΜΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Μπαράδακης Ε.





ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΚΑΙ
ΒΙΩΣΙΜΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Μπαράδακης Ε.





ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΚΑΙ
ΒΙΩΣΙΜΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Μπαράδακης Ε.





ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΚΑΙ
ΒΙΩΣΙΜΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Μπαράδης Ε.

BAD!

- Design is OK
- Turbulent Wind
- Slow Winds (even though they are high the winds are slowed in urban settings)
- Annoying due to vibrations causing noise in building!

Portland, Oregon



N EXTENSION



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΚΑΙ
ΒΙΩΣΙΜΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ



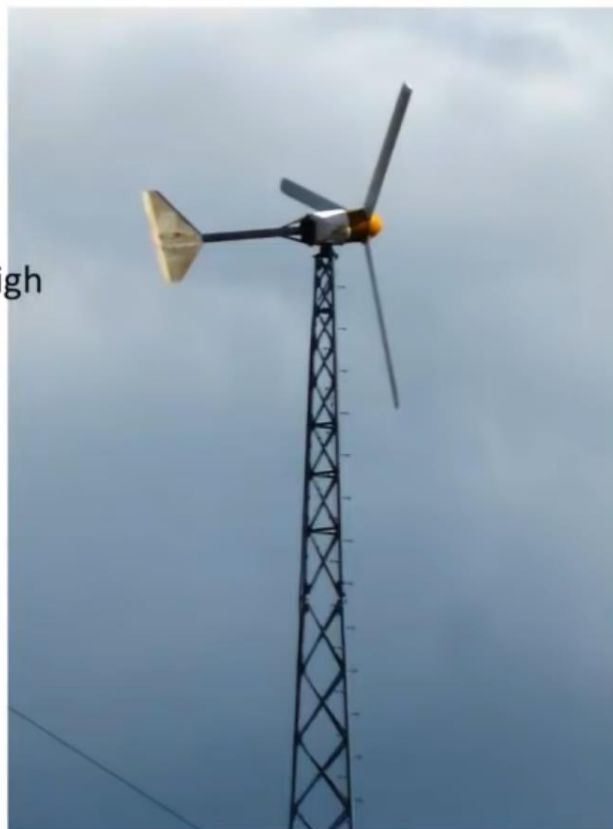


ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΚΑΙ
ΒΙΩΣΙΜΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Μπαράδακης Ε.

Good!

- Design OK
- Clear winds up high
- Tall Tower





Ο περιφερειακός δρόμος του Πολυτεχνείου Κρήτης είναι 2,5 km και έχει μέσο πλάτος 10 m. Βάση των κανονισμών χρειάζεται 10 lx.

Πόσα lumens χρειαζόμαστε;

- α. Αν οι λαμπτήρες φθορίου αποδίδουν 80 lm/W τι ισχύ θα έχει ο συνολικός φωτισμός;
- β. Αν οι λαμπτήρες led αποδίδουν 120 lm/W τι ισχύ θα έχει ο συνολικός φωτισμός;
- γ. Πόση ενέργεια το χρόνο καταναλώνουμε σε κάθε περίπτωση θεωρώντας ότι τα φώτα είναι αναμμένα 10 h το 24ωρο;

Συνολική επιφάνεια δρόμου 2500 m 10 m = 25,000 m²

Συνολική φωτεινή ροή που χρειαζόμαστε 25,000 m² * 10 lm/m² = 250,000 lm

Για λαμπτήρες φθορίου: 250000 lm/80 lm/W = 3,12 kW, Ενέργεια το χρόνο = 3,12 kW x 365 days x 10 hours = 11.388 kWh

Για λαμπτήρες led: 250000 lm/120 lm/W = 2 kW, Ενέργεια το χρόνο = 2 kW x 365 days x 10 hours = 7.300 kWh

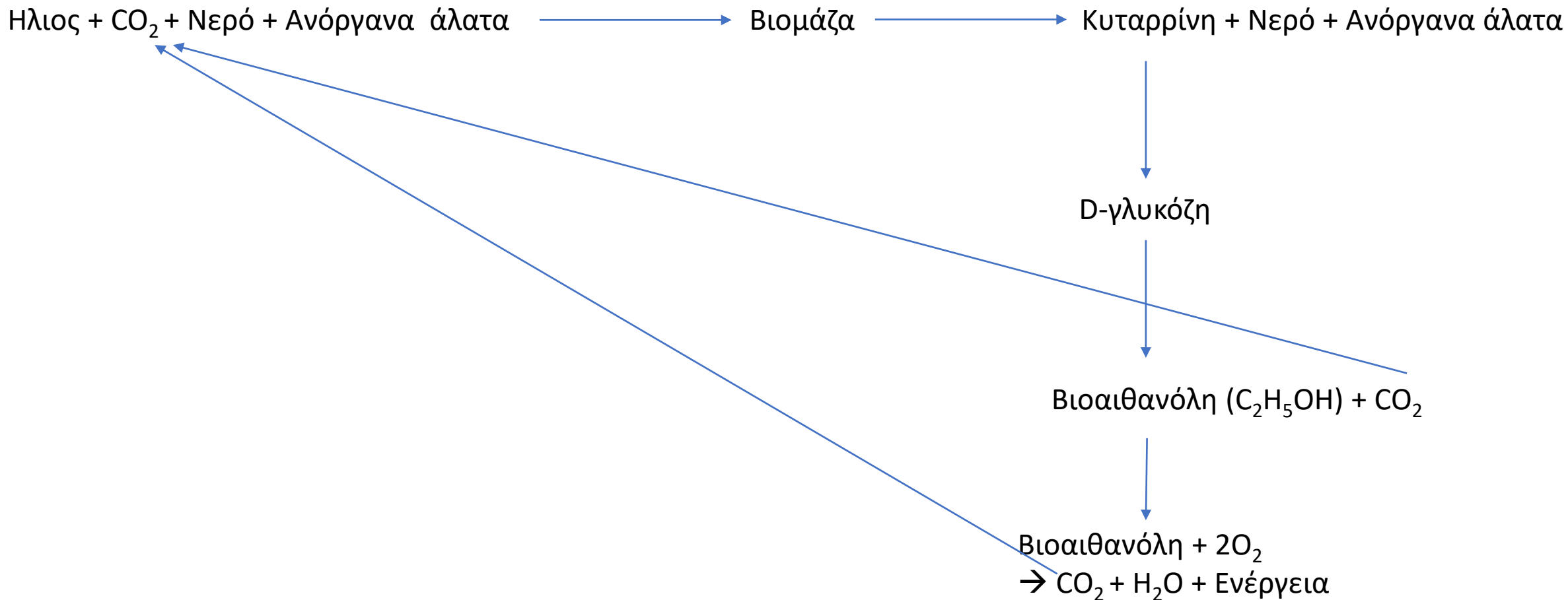


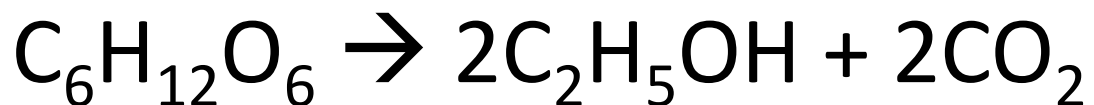
Σε σύστημα παραγωγής υγρών βιοκαυσίμων από λιγνοκυτταρινούχα υλικά:

1. Διαμορφώστε το ολοκληρωμένο σύστημα κύκλου ζωής και ερμηνεύσατε τον κύκλο του διοξειδίου του άνθρακα που παράγεται από την κατανάλωση των υγρών βιοκαυσίμων (εδώ βιοαιθανόλης).
2. Διατυπώστε τη χημική αντίδραση της μετατροπής γλυκόζης σε βιοαιθανόλη.
3. Υπολογίστε τη μέγιστη παραγωγή βιοαιθανόλης (σε L-λίτρα-) από 100 t πράσινης βιομάζας με περιεκτικότητα 60% υγρασία, 35% κυτταρίνη, 5% ανόργανα άλατα.

Επίσης λάβετε υπόψη τις υποθέσεις:

- 1 kg κυτταρίνης μπορεί να δώσει 0,6 kg D-γλυκόζης
- Η D-γλυκόζη μετατρέπεται 100% σε βιοαιθανόλη (ατομικά βάρη C:12, O:16, H:1)
- Η παραγόμενη βιοαιθανόλη έχει περιεκτικότητα 99,0% w/v





100 t πράσινης βιομάζας με περιεκτικότητα 60% υγρασία $\rightarrow$ 35% κυτταρίνη = 35 t κυτταρίνης $\rightarrow 0,6 * 35 \text{ t} = 21 \text{ t}$
 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

180 gr $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ δίνουν 92 gr $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ή 51%. Έχω 21 t $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ που μου δίνουν 10,71 t $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ή 10.710 kg και το διάλυμα έχει όγκο $10.710/0,99 \text{ lt} = 10,818 \text{ m}^3$.



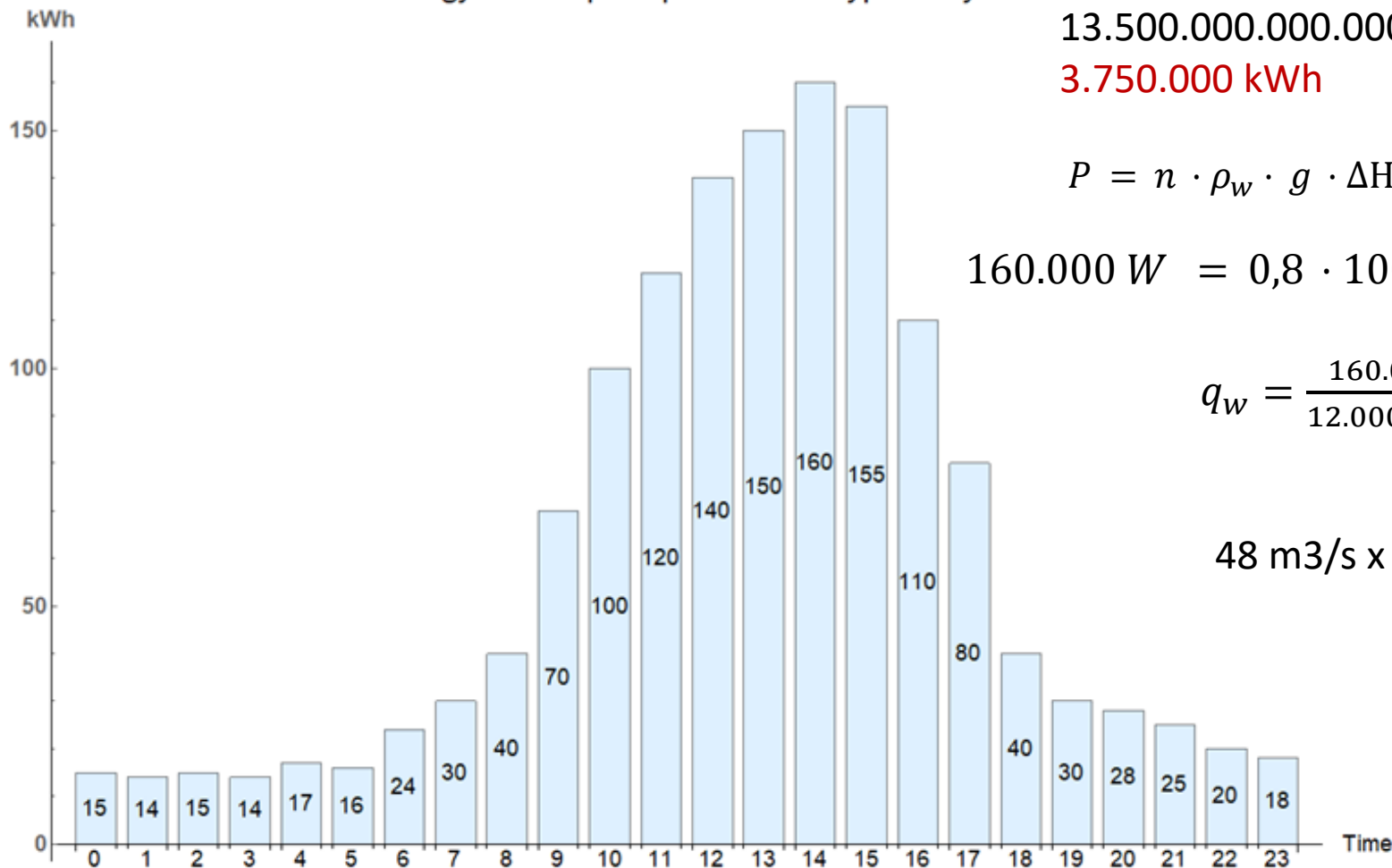
Δεξαμενή βρίσκεται σε σημείο με υψομετρική διαφορά 1.500 m από την ηλεκτρική γεννήτρια και πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σαν αποθήκη ενέργειας, ώστε τις ώρες με διαθέσιμο πλεόνασμα ηλεκτρικής ενέργειας να αντλείται νερό προς την δεξαμενή, ενώ τις ώρες που απαιτείται ενέργεια να λαμβάνεται νερό από τη δεξαμενή. Οι εσωτερικές διαστάσεις της δεξαμενής είναι: πλάτος 300 m, μήκος 300 m και το αρχικό ύψος του νερού είναι 10 m.

- I) Μην λαμβάνοντας υπόψη την υψομετρική διαφορά εντός της δεξαμενής (θεωρήστε τη πολύ μικρή σε σχέση με το ύψος που βρίσκεται), πόση θα είναι η μέγιστη θεωρητικά ενέργεια που μπορεί να αποθηκευτεί;
- II) Αν ο συνολικός συντελεστής μετατροπής σε ηλεκτρική ενέργεια (απώλειες στους σωλήνες και απώλειες μετατροπών σε μηχανική και ηλεκτρική) είναι 80% και το τυπικό profile κατανάλωσης δίνεται στο σχήμα, τι παροχή χρειάζεται ώστε να καλυφθεί μια πτώση του δικτύου από τις 11.00 ως και 15.00; (μην λαμβάνοντας υπόψη την υψομετρική διαφορά εντός της δεξαμενής).
- III) Για τεχνικούς λόγους η γεννήτρια χρειάζεται $\frac{1}{2}$ h για να ξεκινήσει να παράγει. Μια ηλεκτρική μπαταρία με χαρακτηριστικά 80 kWh/80 kW μπορεί να καλύψει αυτό το κενό για οποιαδήποτε στιγμή παρουσιαστεί η πτώση του δικτύου;



Η μέγιστη θεωρητικά ενέργεια είναι η δυναμική ενέργεια του νερού.
Δηλαδή $E = m \cdot g \cdot h$. Η μάζα είναι η πυκνότητα επί τον όγκο δηλ. $m = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot (300 \cdot 300 \cdot 10) \text{ m}^3 = 900.000.000 \text{ kg}$

Energy Consumption per hour of a typical day



Έτσι έχουμε $E = 900.000.000 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 1500 \text{ m} = 13.500.000.000.000 \text{ J} = 13.500.000.000.000 / 3.600.000 \text{ kWh} = 3.750.000 \text{ kWh}$

$P = n \cdot \rho_w \cdot g \cdot \Delta H \cdot q_w$ Ισχύς νερού

$$160.000 \text{ W} = 0,8 \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 1500 \text{ m} \cdot q_w$$

$$q_w = \frac{160.000}{12.000.000} \text{ m}^3/\text{s} = 0,013 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$48 \text{ m}^3/\text{s} \times 3600 \text{ s} = 172,800 \text{ m}^3$$

Χειρότερο σενάριο: 14.00 – 15.00

Απαιτούμενη ισχύ $160 \text{ kWh} / 1 \text{ h} = 160 \text{ kW}$

Απαιτούμενη ενέργεια για μισή ώρα 80 kWh

Άρα είμαστε οκ από ενέργεια αλλά δεν μας καλύπτει η ισχύς της μπαταρίας



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΚΑΙ
ΒΙΩΣΙΜΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

$$\text{COP}_R = \frac{T_C}{T_H - T_C}$$

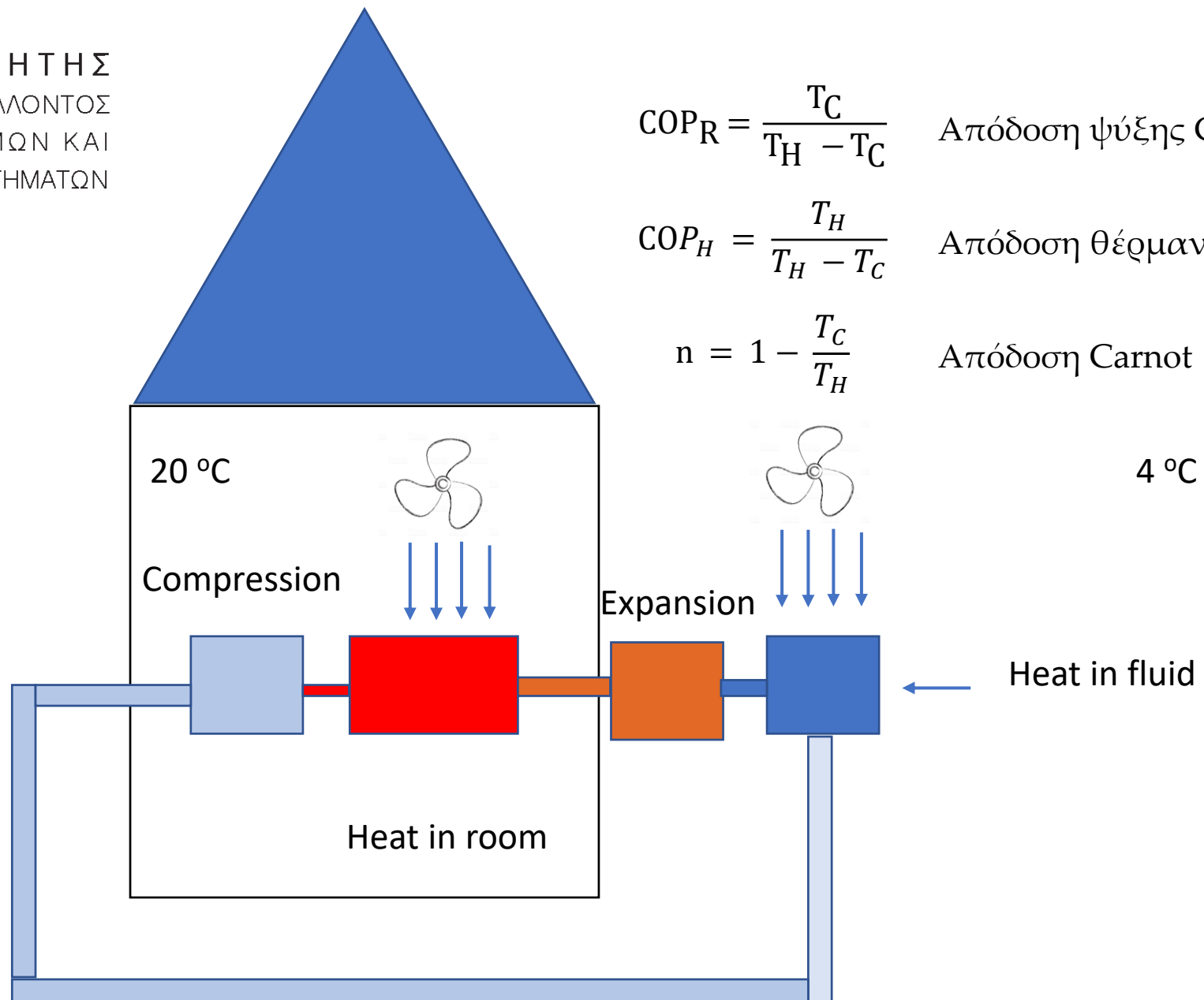
Απόδοση ψύξης Carnot

$$\text{COP}_H = \frac{T_H}{T_H - T_C}$$

Απόδοση θέρμανσης Carnot

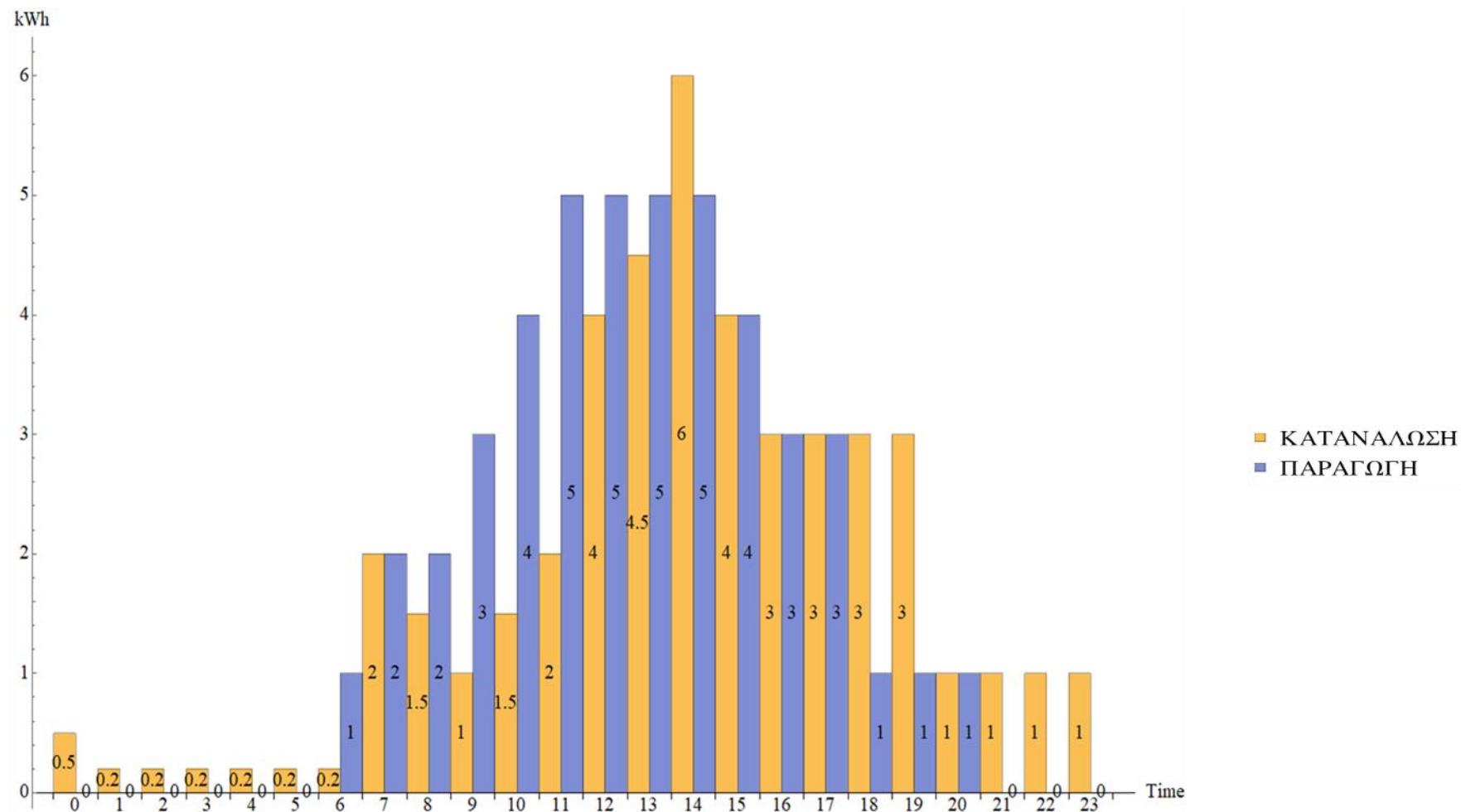
$$\eta = 1 - \frac{T_C}{T_H}$$

Απόδοση Carnot

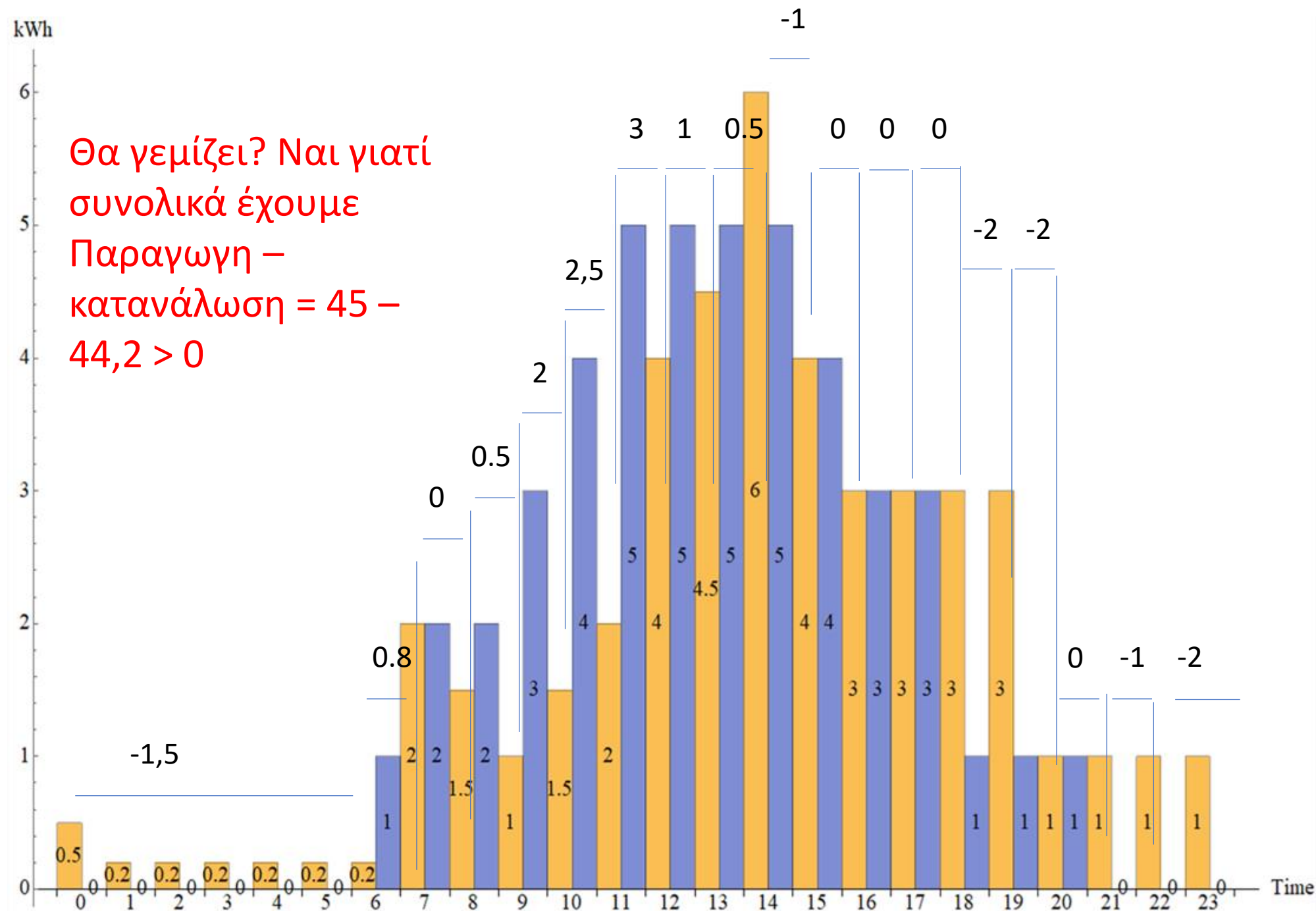




Δώστε τα χαρακτηριστικά της μπαταρίας που χρειαζόμαστε.



Θα γεμίζει? Ναι γιατί
 συνολικά έχουμε
 Παραγωγή –
 κατανάλωση = $45 - 44,2 > 0$



Ξεκινούμε από 14.00

– 15.00. Έχουμε:

14.00 – 15.00: **-1**

15.00 – 16.00: **0**

16.00 – 17.00: **0**

17.00 – 18.00: **0**

18.00 – 19.00: **-2**

19.00 – 20.00: **-2**

20.00 – 21.00: **0**

21.00 – 22.00: **-1**

22.00 – 23.00: **-1**

23.00 – 24.00: **-1**

00.00 – 01.00: **-0,5**

00.00 – 06.00: **-1,5**

Σύνολο: -10 kWh