



Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης

Θερμογόνος Δύναμη & Ενεργειακά Ισοζύγια

Τσικαλάκης Αντώνιος
Δρ. Ηλεκτρολόγος Μηχανικός & Μηχ/κός Η/Υ ΕΜΠ
Εργαστηριακός Συνεργάτης ΤΕΙ Κρήτης

Τμήμα Ηλεκτρολογίας

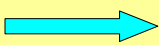


Θερμογόνος δύναμη

Ορισμός: Η δυνατότητα παραγωγής ενέργειας από συγκεκριμένη ποσότητα ενός καυσίμου λόγω του χημικού περιεχομένου του

Θερμογόνος
Δύναμη
Καυσίμου

kcal/lit



Απόδοση
Μετατροπής

Τελικός
Παραγόμενος
Ηλεκτρισμός

MWh

Για τους υπολογισμούς χρειάζεται μετατροπή μονάδων σε ίδιες τιμές.

1MWh με απόδοση μετατροπής 30% απαιτεί 301lt diesel
θερμογόνου δύναμης 8514kcal/lit

Τμήμα Ηλεκτρολογίας-Διαχείριση Ηλεκτρικής Ενέργειας

2



Ορισμός Ισοζυγίων

1. Δομημένος τρόπος απεικόνισης ενεργειακών μεγεθών
2. Παρουσιάζουν κυρίως:
 - i. Τι και πόσο παράγεται
 - ii. Τι και πόσο καταναλώνεται
 - iii. Που καταναλώνεται
3. Ισορροπία μεταξύ παραγωγής και κατανάλωσης
4. Κοινή μονάδα Μέτρησης-Τόνοι Ισοδυνάμου Πετρελαίου (ΤΙΠ στα Αγγλικά Toe)

Τμήμα Ηλεκτρολογίας-Διαχείριση Ηλεκτρικής Ενέργειας

3



Ενεργειακοί Συντελεστές για μετατροπές

- Γαιάνθρακας $tn \times 0,700 \text{ TΠ} / tn$
- Ξηρός Λιγνίτης: $tn \times 0,38 \text{ TΠ} / tn$
- Φυσικός Λιγνίτης: $tn \times 0,14 \text{ TΠ} / tn$
- Ντίζελ : $tn \times 1,095 \text{ TΠ} / tn$
- Μαζούτ : $tn \times 1,055 \text{ TΠ} / tn$
- Βενζίνη : $tn \times 1,128 \text{ TΠ} / tn$
- Κηροζίνη : $tn \times 1,133 \text{ TΠ} / tn$
- Υγραέριο : $tn \times 1,195 \text{ TΠ} / tn$
- Ηλεκτρισμός : $tn \times 0,086 \text{ TΠ} / tn$
- Αν έχω κάποια άλλη πηγή π.χ βιομάζα, ο λόγος της θερμογόνου δύναμης προς τη θερμογόνο δύναμη του πετρελαίου δίνει την αντίστοιχη ποσότητα

Τμήμα Ηλεκτρολογίας-Διαχείριση Ηλεκτρικής Ενέργειας
4



Κατηγορίες ισοζυγίου

- Α πρωτογενής παραγωγή
- Β Καθαρές Εισαγωγές
- Γ Ακαθόριστη Εγχώρια Κατανάλωση =A+B
- Δ Μετατροπή από τη μία μορφή ενέργειας σε μία άλλη
- Ε Κατανάλωση Ενεργειακού Τομέα
- ΣΤ Απώλειες Μεταφοράς
- Ζ Στατιστικές Διαφορές
- Η Τελική Ενεργειακή Κατανάλωση $H=G-\Delta-E-\Sigma T+-Z$
- Θ Εκπομπές CO₂

Τμήμα Ηλεκτρολογίας-Διαχείριση Ηλεκτρικής Ενέργειας
5



Κατηγορίες ισοζυγίου

- Α= Πρωτογενής Παραγωγή: Προέρχεται από εθνικούς πόρους. Περιλαμβάνει:
 - Στερεά Καύσιμα (λιγνίτης, άνθρακας)
 - Αργό Πετρέλαιο
 - Φυσικό Αέριο
 - Πυρηνικά
 - ΑΠΕ (ηλιακά, αιολικά, υδροηλεκτρικά, γεωθερμικά, βιομάζα, κλπ)

Τμήμα Ηλεκτρολογίας-Διαχείριση Ηλεκτρικής Ενέργειας
6



Κατηγορίες ισοζυγίου

- B= Καθαρές Εισαγωγές: Εισαγωγές –Εξαγωγές: Το «καθαρό ποσό» που εισέρχεται στο εθνικό ισοζύγιο. Περιλαμβάνει:
 - Στερεά Καύσιμα (λιγνίτης, άνθρακας)
 - Αργό Πετρέλαιο και προϊόντα υγρών καυσίμων (μαζούτ, ντίζελ, βενζίνη, κηροζίνη, νάφθα, λιπαντικά, white spot, LPG κλπ.)
 - Φυσικό Αέριο (CH_4 , φωταέριο)
 - Ηλεκτρισμός

Τμήμα Ηλεκτρολογίας-Διαχείριση Ηλεκτρικής Ενέργειας 7



Κατηγορίες ισοζυγίου

- Γ= Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση: Η ενέργεια που τελικά χρησιμοποιείται. Περιλαμβάνει:
 - Στερεά Καύσιμα (λιγνίτης, άνθρακας)
 - Πετρέλαιο
 - Φυσικό Αέριο
 - Άλλα (ΑΠΕ)
- Δ= Μετατροπή από την μια μορφή ενέργειας σε μια άλλη. Περιλαμβάνει:
 - Τα θερμοηλεκτρικά εργοστάσια που χρησιμοποιούν στερεά, υγρά και αέρια καύσιμα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
 - Τα πυρηνικά εργοστάσια που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια

Τμήμα Ηλεκτρολογίας-Διαχείριση Ηλεκτρικής Ενέργειας 8



Κατηγορίες ισοζυγίου

- Η=Τελική Ενεργειακή Κατανάλωση: Η κατανάλωση του τελικού τομέα ή του τομέα του καταναλωτή. Περιλαμβάνει:
 - Βιομηχανικό Τομέα (σιδηουργικές, τσιμεντοβιομηχανίες, χημικές, τροφίμων)
 - Τομέα Μεταφορών (οδικός, σιδηροδρομικός, αεροπορικός, ναυτιλιακός)
 - Τριτογενή τομέα:
 - Οικιακό τομέα (εμπορικά, επιχειρήσεις κλπ)
 - Δημόσιο τομέα (υπουργεία, νοσοκομεία κλπ)
 - Γεωργικό τομέα
 - Μη ενεργειακές Χρήσεις (πετροχημεία, ασφαλτος, κλπ)

Τμήμα Ηλεκτρολογίας-Διαχείριση Ηλεκτρικής Ενέργειας 9

Εθνικό Ισοζύγιο για το έτος...

Τυπικό Excel που ακολουθεί...

Τμήμα Ηλεκτρολογίας-Διαχείριση Ηλεκτρικής Ενέργειας
10

Παράδειγμα 1

Μία επιχειρησιακή μονάδα χρησιμοποίησε τους παρακάτω ενεργειακούς πόρους

Υγραέριο, Πετρέλαιο θέρμανσης, Μαζούτ και Ηλεκτρισμός.

Για το έτος 2002, βάσει τιμολογίων, αγοράσθηκαν οι παρακάτω ποσότητες:

- 1.Υγραέριο(LPG) = 310 τόνοι
- 2.Πετρέλαιο Θέρμανσης (Ντίζελ) = 35 τόνοι
- 3.Μαζούτ = 175 τόνοι
- 4.Ηλεκτρισμός = 5.750 MWh

Τμήμα Ηλεκτρολογίας-Διαχείριση Ηλεκτρικής Ενέργειας
11

Ενεργειακές Είσοδοι

Για να μπορούμε σωστά να απεικονίσουμε τις ενεργειακές εισόδους θα πρέπει να μετατραπούν σε κοινή μονάδα μέτρησης π.χ ΤΙΠ

- 1.Υγραέριο(LPG) = 310 τόνοι * 1,195ΤΙΠ / τόνο = 370,45 ΤΙΠ
- 2.Πετρέλαιο Θέρμανσης (Ντίζελ) = 35 τόνοι * 1,095ΤΙΠ / τόνο = 38,33ΤΙΠ
- 3.Μαζούτ = 175 τόνοι * 1,055ΤΙΠ / τόνο = 184,63ΤΙΠ
- 4.Ηλεκτρισμός = 5.750 MWh*0,086 ΤΙΠ / MWh= 494,50ΤΙΠ

Σύνολο = 1.087,90 ΤΙΠ

Τμήμα Ηλεκτρολογίας-Διαχείριση Ηλεκτρικής Ενέργειας
12

Ενεργειακές Είσοδοι-Κατανομή			
Εισροές	ΤΙΠ	Ποσοστό	
Θερμική Ενέργεια			
LPG	370,45	34,05 του συνόλου	62,43 της θερμικής
Diesel	38,33	3,52 του συνόλου	6,46 της θερμικής
Mazout	184,63	16,97 του συνόλου	31,11 της θερμικής
Ηλεκτρική Ενέργεια	494,50	45,45 του συνόλου	
Σύνολο	1.087,90		

Τμήμα Ηλεκτρολογίας-Διαχείριση Ηλεκτρικής Ενέργειας 13

Κατανομή Τελικών Χρήσεων					
	Κατηγορία Εξοπλισμού	Κατανάλωση	Ώρες Λειτουργίας	Συντελεστής Μετατροπής	ΤΙΠ
Υγραέριο	Πλυντήρια	3700 MWh για όλο το έτος		0,088	318,20
Πετρέλαιο Θ.	Θέρμανση χώρου A	2.000.000,00 kcal	176,00	0,0000001	35,20
Μαζούτ	Θέρμανση χώρου B	9.500.000,00 kcal	176,00	0,0000001	167,20
Ηλεκτρισμός	Φωτισμός	0,01 MW	4.224,00	0,086	3,63
	Εξοπλισμός	0,01 MW	4.224,00	0,086	3,63
	Ψύξη χώρων	0,12 MW	1.408,00	0,086	14,53
	Εκτύλιξη μετάλλων	0,24 MW	4.224,00	0,086	87,18
	Κοπή	0,20 MW	4.224,00	0,086	72,65
	Συγκόλληση	0,40 MW	4.224,00	0,086	145,31
	Πρόσες	0,35 MW	4.224,00	0,086	127,14
	Σύνολο Ηλεκτρισμού				454,08

Εδώ είναι οι τιμές Συγκεντρωτικά χωρίς απώλειες.

Τμήμα Ηλεκτρολογίας-Διαχείριση Ηλεκτρικής Ενέργειας 14

Κατανομή Τελικών Χρήσεων			
Εκροές	ΤΙΠ	Ποσοστό	
1. Πλυντήρια τεμαχίων	318,20		
Απώλειες καυστήρων	52,45	14,10 του LPG	
2. Θέρμανση χώρου A	35,20		
Απώλειες καυστήρων	3,13	8,15 του Diesel	
3. Θέρμανση χώρου B	167,20		
Απώλειες καυστήρων	17,43	9,44 του Mazout	
4. Χρήσεις Ηλεκτρισμού			
4.1. Βασικές Καταναλώσεις			
Φωτισμός	3,63	0,73 του Ηλεκτρισμού	
Εξοπλισμός	3,63	0,73 του Ηλεκτρισμού	
Ψύξη χώρων	14,53	2,94 του Ηλεκτρισμού	
Σύνολο 4.1	21,80	4,41 του Ηλεκτρισμού	
4.2. Καταναλώσεις Παραγωγής			
Εκτύλιξη μετάλλων	87,18	17,63 του Ηλεκτρισμού	
Κοπή	72,65	14,69 του Ηλεκτρισμού	
Συγκόλληση	145,31	29,38 του Ηλεκτρισμού	
Πρόσες	127,14	25,71 του Ηλεκτρισμού	
Σύνολο 4.2	432,28	87,42 του Ηλεκτρισμού	
Σύνολο 4	454,08		
Απώλειες Μετασχηματισμού	40,42	8,17 του Ηλεκτρισμού	
Σύνολο	1.087,90		

Θα δούμε το Sankey Diagramme και τις απώλειες σε λίγο

Τμήμα Ηλεκτρολογίας-Διαχείριση Ηλεκτρικής Ενέργειας 15


Παράδειγμα Ισοζυγίου...

Καταγραφή τυπικού ισοζυγίου ενός θερμαινόμενου/κλιματιζόμενου εστιατορίου-ψησταριάς με μικρό τζάκι

A) Καταγραφή πιθανών εισόδων-ενεργειακών πόρων

Τμήμα Ηλεκτρολογίας-Διαχείριση Ηλεκτρικής Ενέργειας 16


Παράδειγμα Ισοζυγίου...

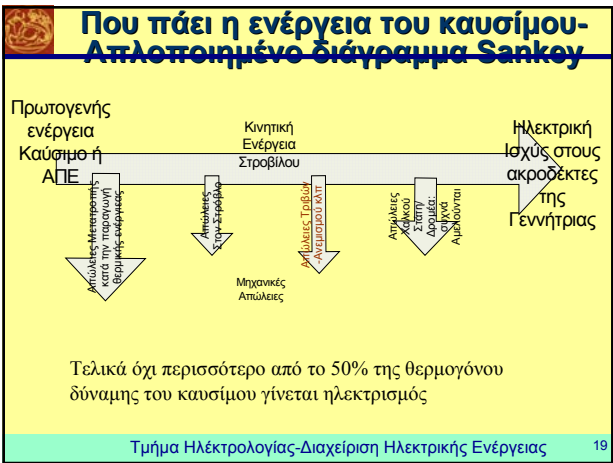
Τυπικές τελικές Χρήσεις...

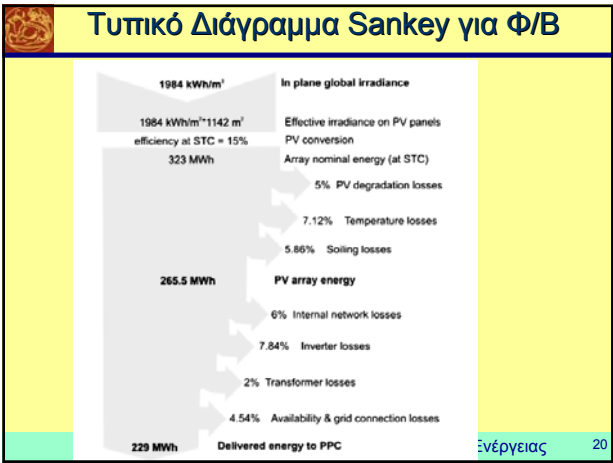
Τμήμα Ηλεκτρολογίας-Διαχείριση Ηλεκτρικής Ενέργειας 17

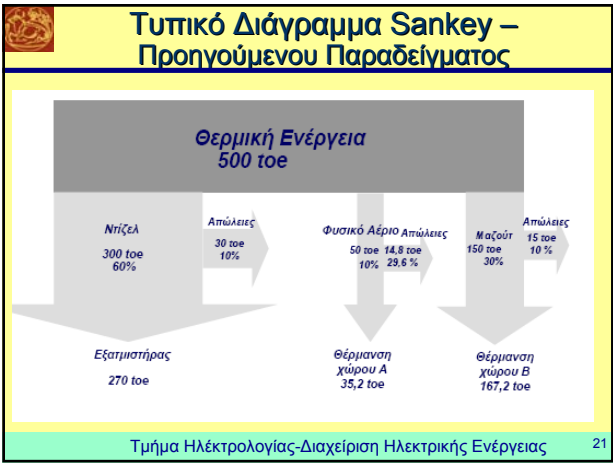

Διαγράμματα Sankey

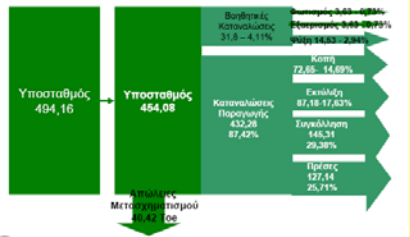
1. Απεικονίζουν τη ροή ενέργειας, από την είσοδο της σε μια επιχειρησιακή μονάδα (ή από μία μονάδα παραγωγής) έως την τελική ωφέλιμη κατανάλωση ανά χρήση.
2. Η παρουσίαση των ενεργειακών ροών μέσω ενός τέτοιου διαγράμματος συμβάλλει:
 - i. Στον εντοπισμό των «κρίσιμων περιοχών κατανάλωσης»
 - ii. Στον εντοπισμό των αιτιών ενεργειακών απωλειών
 - iii. Στη καλύτερη ιεράρχηση των πιθανών δράσεων ενεργειακής βελτίωσης

Τμήμα Ηλεκτρολογίας-Διαχείριση Ηλεκτρικής Ενέργειας 18





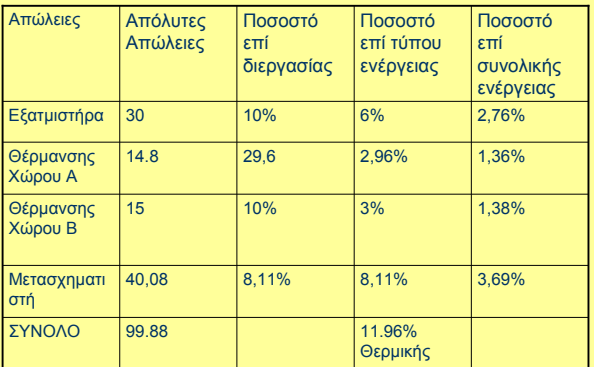




Sankey diagram showing energy flows. Input: Υποσταθμός 464,16. Intermediate: Υποσταθμός 454,08. Outputs: Βιοηλεκτρικός Κατασκευαστής (31,8 - 4,11%), Καπνός (72,65 - 14,89%), Εκσκαφή (87,18 - 17,63%), Τεχνολογία (146,31 - 29,38%), Πίσταρις (127,14 - 25,71%), and Μετασχηματισμού (40,08).

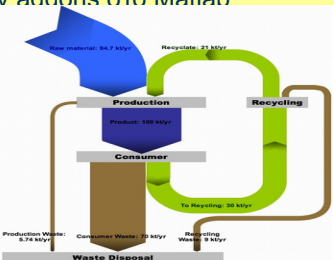
1. E!Sankey πρόγραμμα για την κατασκευή τέτοιων διαγραμμάτων
<http://www.sankey-diagrams.com/>

Τμήμα Ηλεκτρολογίας-Διαχείριση Ηλεκτρικής Ενέργειας 22



Απώλειες	Απόλυτες Απώλειες	Ποσοστό επί διεργασίας	Ποσοστό επί τύπου ενέργειας	Ποσοστό επί συνολικής ενέργειας
Εξατμιστήρα	30	10%	6%	2,76%
Θέρμανσης Χώρου Α	14.8	29,6	2,96%	1,36%
Θέρμανσης Χώρου Β	15	10%	3%	1,38%
Μετασχηματιστή	40,08	8,11%	8,11%	3,69%
ΣΥΝΟΛΟ	99.88		11.96% Θερμικής	

Τμήμα Ηλεκτρολογίας-Διαχείριση Ηλεκτρικής Ενέργειας 23



Sankey diagram showing production, consumer, recycling, and waste disposal flows. Production: 149 MWh. Consumer: 149 MWh. Recycling: 23 MWh. Waste Disposal: 126 MWh. Production Water: 6,74 MWh. Consumer Water: 10 MWh. Recycling Water: 9 MWh.

1. Sankey!Helper2.1 -Μοιάζει με Excel-Χρησιμοποιεί Μακροεντολές
<http://www.doka.ch/sankey.htm#download>

2. Υπάρχουν addons στο Matlab

Τμήμα Ηλεκτρολογίας-Διαχείριση Ηλεκτρικής Ενέργειας 24
