

Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών
Διαχείριση Ενέργειας και Περιβαλλοντική Πολιτική

4. Ενεργειακά Ισοζύγια

Καθηγητής Ιωάννης Ψαρράς

Εργαστήριο Συστημάτων Αποφάσεων & Διοίκησης

Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών

Γρ. 0.2.7. Ισόγειο Σχολής Ηλεκτρολόγων

Τηλέφωνο: 210-7723551, 210-7723583

E-mail: john@epu.ntua.gr



- ❑ Ορισμός – Ενεργειακοί Συντελεστές
- ❑ Εθνικά Ισοζύγια Ενέργειας:
 - ❖ Κατηγορίες
 - ❖ Δομή
 - ❖ Παράδειγμα
- ❑ Διαγράμματα Sankey:
 - ❖ Θερμική Ενέργεια
 - ❖ Ηλεκτρική Ενέργεια
- ❑ Άσκηση Ενεργειακού Ισοζυγίου



- ❑ Δομημένος τρόπος απεικόνισης ενεργειακών μεγεθών
- ❑ Παρουσιάζουν κυρίως:
 - ❖ Τι και πόσο παράγεται
 - ❖ Τι και πόσο καταναλώνεται
 - ❖ Που καταναλώνεται



- ❑ Ισοροπία μεταξύ παραγωγής και κατανάλωσης
- ❑ Κοινή Μονάδα Μέτρησης \Rightarrow Τόνος Ισοδύναμου Πετρελαίου (ΤΙΠ)



- ❑ Γαιάνθρακας: $tn \times 0,700$ ΤΙΠ / tn
- ❑ Ξηρός Λιγνίτης: $tn \times 0,380$ ΤΙΠ / tn
- ❑ Φυσικός Λιγνίτης: $tn \times 0,140$ ΤΙΠ / tn
- ❑ Ντίζελ: $tn \times 1,095$ ΤΙΠ / tn
- ❑ Μαζούτ: $tn \times 1,055$ ΤΙΠ / tn
- ❑ Βενζίνη: $tn \times 1,128$ ΤΙΠ / tn
- ❑ Κηροζίνη: $tn \times 1,133$ ΤΙΠ / tn
- ❑ Υγραέριο: $tn \times 1,195$ ΤΙΠ / tn
- ❑ Ηλεκτρισμός: $MWh \times 0,086$ ΤΙΠ / MWh



Τόνους
Ισοδύναμου
Πετρελαίου
ΤΙΠ



Κατηγορίες:

- ❑ A = Πρωτογενής Παραγωγή
- ❑ B = Καθαρές Εισαγωγές
- ❑ Γ = Ακαθόριστη Εγχώρια Κατανάλωση = A + B
- ❑ Δ = Μετατροπή από την μια μορφή ενέργειας σε μια άλλη
- ❑ E = Κατανάλωση Ενεργειακού Τομέα
- ❑ ΣΤ = Απώλειες Μεταφοράς
- ❑ Ζ = Στατιστικές Διαφορές.
- ❑ Η = Τελική Ενεργειακή Κατανάλωση = Γ - Δ - E - ΣΤ +/- Ζ
- ❑ Θ = Εκπομπές CO₂.



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

- ❑ 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 (CH₄, φωταέριο)
 - ❖ Ηλεκτρισμός



- ❑ 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



- H=Τελική Ενεργειακή Κατανάλωση: Η κατανάλωση του τελικού τομέα ή του τομέα του καταναλωτή. Περιλαμβάνει:
 - ❖ Βιομηχανικό Τομέα (σιδηρουργικές, 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, άσφαλτος, κλπ)

- Θ=Εκπομπές CO₂: Υπολογίζονται από τις ενεργειακές καταναλώσεις χρησιμοποιώντας ενεργειακούς συντελεστές (emissions factors).



Εθνικοί Δείκτες:

- Εκπομπές CO₂
- Εκπομπές CO₂ ανά τομέα οικονομίας
- Ενεργειακή ένταση ανά τομέα οικονομίας
- Δείκτες ενεργειακής αποδοτικότητας (energy efficiency)
- Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση προς ΑΕΠ (Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν)
- Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση προς Πληθυσμό
- Εκπομπές CO₂ προς ΑΕΠ
- Εκπομπές CO₂ προς Πληθυσμό



Δομή Εθνικών Ισοζυγίων Ενέργειας

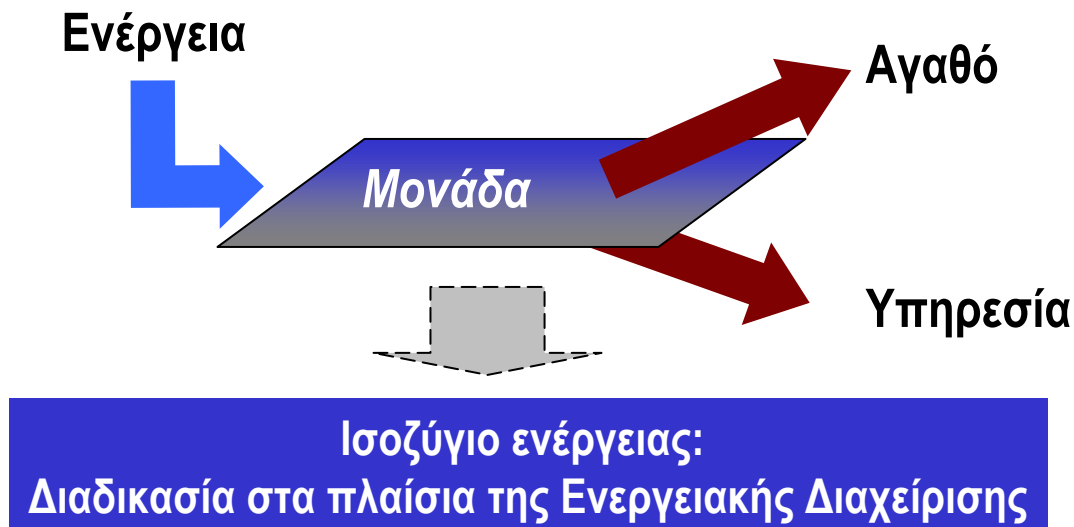
4.9

	1990	1995	2000	2005	2015	% Αλλαγή
Πρωτογενής Παραγωγή						
Καθαρές Εισαγωγές						
Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση						
Μετατροπές						
Κατανάλωση						
Απώλειες Μεταφορές						
Στατιστικές Διαφορές						
Τελική Κατανάλωση						
Εκπομπές CO ₂						

Πηγές: IAE & EE – DG / TREN



- ❑ Η Ενέργεια χρησιμοποιείται στην τελική κατανάλωση σαν ένας παραγωγικός συντελεστής που συμβάλλει στην δημιουργία αγαθών και υπηρεσιών
- ❑ Το ισοζύγιο ενέργειας είναι ένα σημαντικό εργαλείο για την πληρέστερη υποστήριξη της μεθοδολογίας της ενεργειακής διαχείρισης



Δομή ΙΕ για Επιχειρησιακές Μονάδες

4.11

		Τιμή	Ποσοστό
A	Εισροές (Αγορά)		
A.1	Θερμική Ενέργεια		
	Μαζούτ		
	Ντίζελ		
A.2	Ηλεκτρική Ενέργεια		
B.	Εκροές (Καταναλώσεις)		
B.1	Θερμική Ενέργεια		
B.1.1	<i>Βοηθητικές Καταναλώσεις</i>		
	Τμήμα - Μηχάνημα		
	Απώλειες.....		
B.1.2	<i>Καταναλώσεις Παραγωγής</i>		
B.2	Ηλεκτρισμός		
B.2.1	<i>Βοηθητικές Καταναλώσεις</i>		
B.2.2	<i>Καταναλώσεις Παραγωγής</i>		
	Απώλειες.....		
	ΣΥΝΟΛΟ ΕΚΡΟΩΝ		



- ❑ Απεικονίζουν την ροή ενέργειας, από την είσοδο της σε μια επιχειρησιακή μονάδα έως την τελική ωφέλιμη κατανάλωση ανά χρήση.
- ❑ Η παρουσίαση των ενεργειακών ροών μέσω ενός τέτοιου διαγράμματος συμβάλλει:
 - ❖ Στον εντοπισμό των «κρίσιμων περιοχών κατανάλωσης»
 - ❖ Στον εντοπισμό των αιτιών ενεργειακών απωλειών
 - ❖ Στη καλύτερη ιεράρχηση των πιθανών δράσεων ενεργειακής βελτίωσης



Τυπικό Διάγραμμα Sankey

4.13



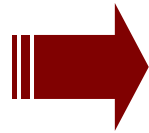
- ❑ Σε επιχειρησιακή μονάδα κατασκευής λεβήτων καταναλώνονται οι παρακάτω μορφές ενέργειας: Υγραέριο, Πετρέλαιο θέρμανσης, Μαζούτ και Ηλεκτρισμός.
- ❑ Για το έτος 2002, βάσει τιμολογίων, αγοράσθηκαν οι παρακάτω ποσότητες:



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



Οι μορφές
ενέργειας
καταναλώνονται
στις παρακάτω
χρήσεις:



1. Υγραέριο: Πλυντήρια
2. Πετρέλαιο Θέρμανσης: Θέρμανση Χώρου A
3. Μαζούτ: Θέρμανση Χώρου B
4. Ηλεκτρισμός:
 - ❖ Καταναλώσεις Παραγωγής:
 - ✓ Εκτύλιξη Μετάλλου
 - ✓ Κοπή
 - ✓ Συγκόλληση
 - ✓ Πρέσες
 - ❖ Βοηθητικές Καταναλώσεις:
 - ✓ Φωτισμός
 - ✓ Εξαερισμός
 - ✓ Ψύξη Χώρων



- ❑ Στο τέλος του έτους 2002 τα αποθέματα σε υγραέριο, πετρέλαιο θέρμανσης και μαζούτ είναι μηδενικά (δηλαδή καταναλώθηκαν όλα).
- ❑ Το εργοστάσιο λειτουργεί με 2 βάρδιες των 8 ωρών, 22 ημέρες το μήνα και 12 μήνες το χρόνο.
- ❑ Οι «συσκευές» λειτουργούν ως ακολούθως:
 - ❖ Πλυντήρια: Συνεχώς
 - ❖ Θέρμανση Χώρου Α: 8 Μήνες / έτος
 - ❖ Θέρμανση Χώρου Β: 8 Μήνες / έτος
 - ❖ Εκτύλιξη Μετάλλου: Συνεχώς
 - ❖ Κοπή: Συνεχώς
 - ❖ Συγκόλληση: Συνεχώς
 - ❖ Πρέσες: Συνεχώς
 - ❖ Φωτισμός: Συνεχώς
 - ❖ Εξαερισμός: Συνεχώς
 - ❖ Ψύξη Χώρων: 4 μήνες / έτος



Τα χαρακτηριστικά των συσκευών έχουν ως εξής:

- ❑ Πλυντήρια: Αποδόθηκαν 3.700 MWh για όλο το έτος
- ❑ Θέρμανση Χώρου A: Απαιτούνται $2 \cdot 10^6$ kcal την ημέρα
- ❑ Θέρμανση Χώρου B: Απαιτούνται $9,5 \cdot 10^6$ kcal την ημέρα
- ❑ Εκτύλιξη Μετάλλου: 4 συσκευές των 60 kW
- ❑ Κοπή: 4 συσκευές των 50 kW
- ❑ Συγκόλληση: 4 συσκευές των 100 kW
- ❑ Πρέσες: 5 συσκευές των 70 kW
- ❑ Φωτισμός: 100 φωτιστικά των 100 Watt
- ❑ Εξαερισμός: 20 συσκευές των 500 Watt
- ❑ Ψύξη Χώρων: 20 κλιματιστικά των 6 kW



Δίνονται οι παρακάτω μονάδες μετατροπής:

- 1 τόνος Υγραέριο (LPG) = 1,195 ΤΙΠ
- 1 Τόνος Πετρέλαιο Θέρμανσης (Ντίζελ) = 1,095 ΤΙΠ
- 1 Τόνος Μαζούτ = 1,055 ΤΙΠ
- 1 Mwh = 0,086 ΤΙΠ
- 1 Kcal = 0,0000001 ή 10^{-7} ΤΙΠ



**Ζητείται το ενεργειακό ισοζύγιο για την παραπάνω
επιχειρησιακή μονάδα για το έτος 2002.**



Κοινή Μονάδα Ενέργειας

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

Σύνολο = 1.087,90 ΤΙΠ



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			



Παραγωγική Διαδικασία: Κατανομή Ενέργειας

Η ενέργεια που καταναλώθηκε κατανέμεται στα διάφορα τμήματα της παραγωγικής διαδικασίας:

	Κατηγορία Εξοπλισμού	Κατανάλωση	Ώρες Λειτουργίας	Συντελεστής Μετατροπής	ΤΙΠ
Υγραέριο	Πλυντήρια	3700 Mwh για όλο το έτος		0,086	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
	Εξαερισμός	0,01 MW	4.224,00	0,086	3,63
	Ψύξη χώρων	0,12 MW	1.408,00	0,086	14,53
	Εκτύλιξη μετάλλου	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
	Πρέσσες	0,35 MW	4.224,00	0,086	127,14
	Σύνολο Ηλεκτρισμού				



Άσκηση (9/11)

4.22

**Συνολικά:
Καταναλώσεις Παραγωγής
και
Βοηθητικές Καταναλώσεις**

	Εκροές	ΤΙΠ	Ποσοστό
1.	Πλυντήρια τεμαχίων	318,20	
	Απώλειες καυσαερίων	52,25	14,10 του LPG
2.	Θέρμανση χώρου Α	35,20	
	Απώλειες καυσαερίων	3,13	8,15 του Diesel
3.	Θέρμανση χώρου Β	167,20	
	Απώλειες καυσαερίων	17,43	9,44 του Mazout
4.	Χρήσεις Ηλεκτρισμού		
4.1	Βοηθητικές Καταναλώσεις		
	Φωτισμός	3,63	0,73 του Ηλεκτρισμού
	Εξαερισμός	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 μετάλλου	87,18	17,63 του Ηλεκτρισμού
	Κοπή	72,65	14,69 του Ηλεκτρισμού
	Συγκόλληση	145,31	29,38 του Ηλεκτρισμού
	Πρέσσες	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	



Άσκηση (10/11)

4.23

Sankey: Θερμική Ενέργεια



Sankey: Ηλεκτρική Ενέργεια

