

Τεχνολογίες Εκμετάλλευσης και Αξιοποίησης Υδρογονανθράκων

Μάθημα 1^ο

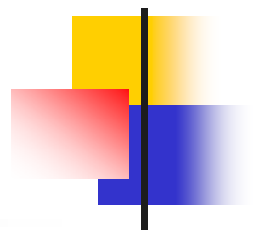
Εισαγωγή

Ενεργειακό Ισοζύγιο

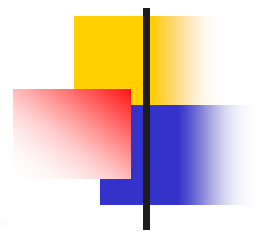
Εξόρυξη και μεταφορά αργού πετρελαίου & φυσικού αερίου

Δρ. Στέλλα Μπεζεργιάννη

Ενέργεια από Υδρογονάνθρακες

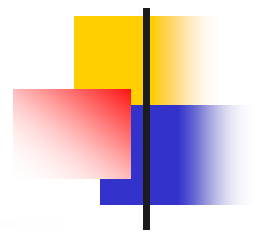


Οι Φυσικοί Υδρογονάνθρακες



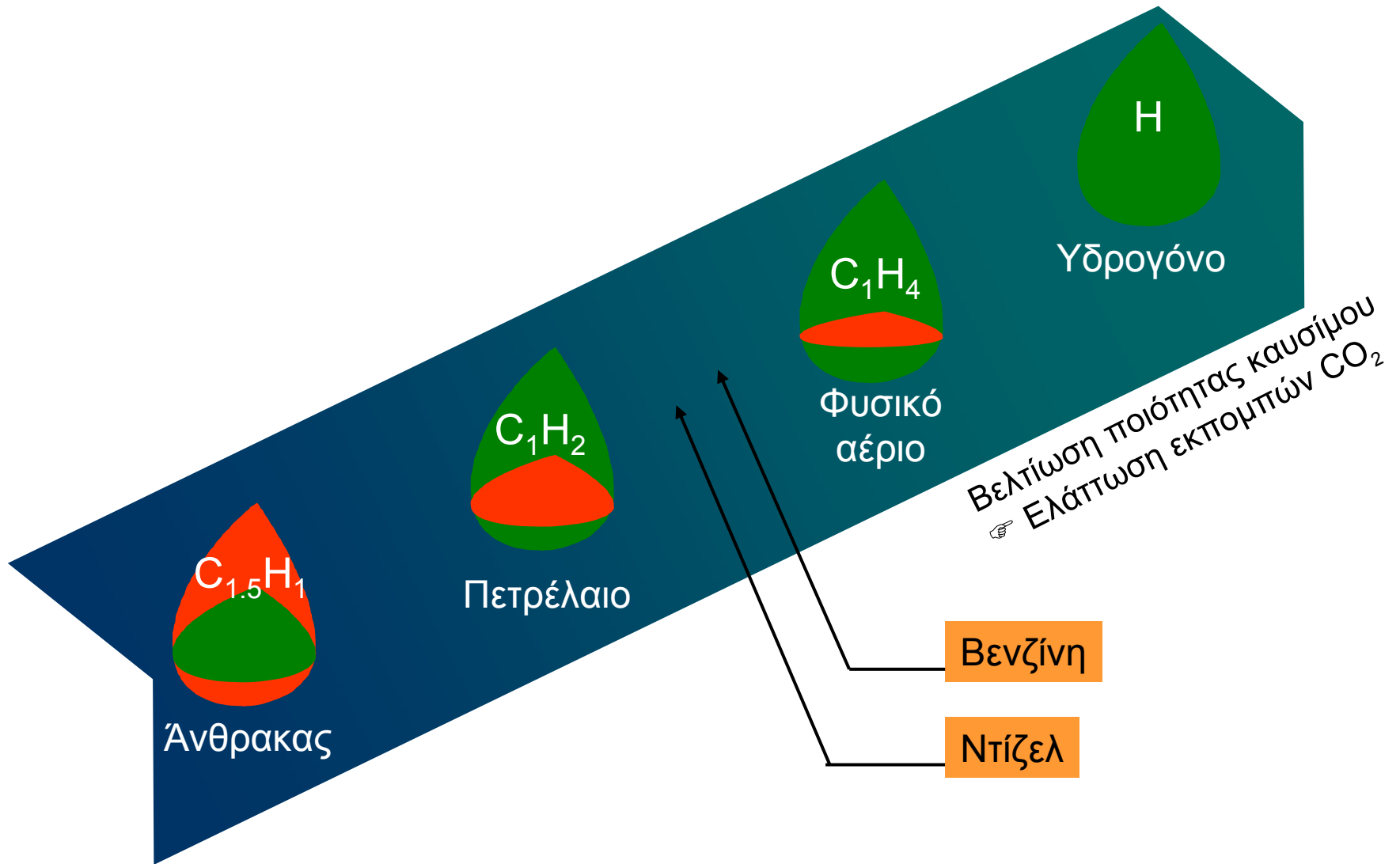
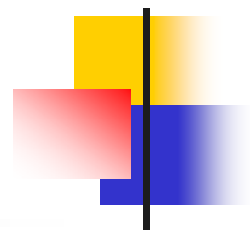
- Μόρια αποτελούμενα κυρίως από C και H
 - Μικρές προσμίξεις S, N, O, μετάλλων
 - Αποτελούν εξαιρετική καύσιμη ύλη
 - Υδρογονάνθρακες = Καύσιμα
- Κατηγορίες Καυσίμων
 - Στερεά καύσιμα: άνθρακες, κωκ, ξύλο κτλ
 - Υγρά καύσιμα: Αργό πετρέλαιο, βενζίνη, ντίζελ, μαζούτ
 - Αέρια καύσιμα: Φυσικό αέριο, υγραέρια, αέρια προϊόντα διυλιστηρίου

Ιστορία Υδρ/κων (~4000 πΧ)

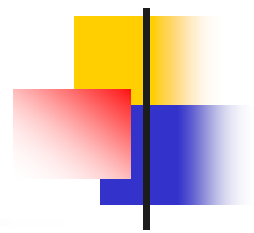


- Αρχαίοι πολιτισμοί (Αιγύπτιοι, Έλληνες, Σύριοι, Κινέζοι)
 - Πετρέλαιο, άσφαλτος, πίσσα, φυσικό αέριο
 - Κατασκευή σπιτιών, μαγείρεμα, θέρμανση, φωτισμό, πολεμικές χρήσεις
- Μεσαίωνας – Αναγέννηση
 - Νάφθα, φυσικό αέριο, πετρέλαιο
 - Αστικές χρήσεις, ιατρική, πολεμικές χρήσεις
- Άνθιση βιομηχανίας πετρελαίου (μετά το 1800 μΧ)
 - Ύπαρξη πολλών πετρελαιοπηγών στην Αμερική
 - Αφθονία προϊόντων ώθησε αναζήτηση άλλων χρήσεων
 - Κατασκευή πρώτου αυτοκινήτου βενζίνης (1892) και επέκταση με μοντέλο-T του Ford (1908)
 - Χρήσεις για κίνηση πολεμικών οχημάτων

Η Εξέλιξη των Υδρογονανθράκων



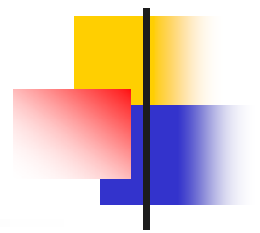
Μονάδες Ενέργειας



- Υγρά καύσιμα (TOE)
 - Tonne of oil equivalent
 - Θερμότητα που εκλύεται κατά την καύση ενός τόννου τυπικού προϊόντος πετρελαίου με θερμογόνο δύναμη 10000 kcal/kg
- Στερεά καύσιμα (TCE)
 - Tonne of coal equivalent
 - 1 TOE = 1.6 TCE
- Αέρια καύσιμα – Φυσικό αέριο (m^3)
 - 1 TOE = 1200 m^3 φυσικού αερίου

1 TOE=1.6 TCE=1200 m^3 φυσικού αερίου=11600 KWh

Ισοδύναμες Μονάδες Ενέργειας

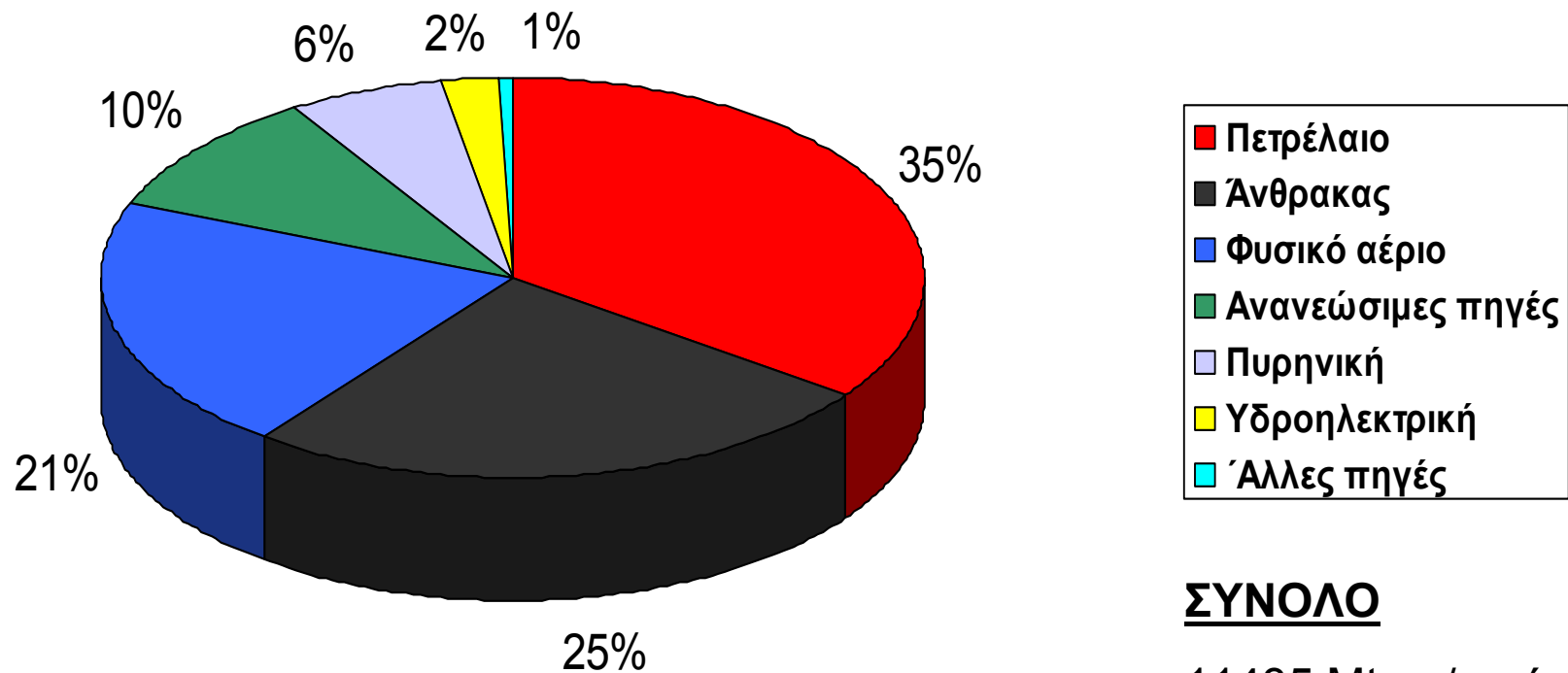


- Ton Oil Equivalent (toe)
 - 1 toe \Rightarrow 42000 MJ
- Barrel
 - 1 barrel \Rightarrow 5700 MJ
- 1 cal \Rightarrow 4.20 Joule
- 1 Btu \Rightarrow 1055 Joule



*Η Αγορά του Πετρελαίου και των
Προϊόντων του*

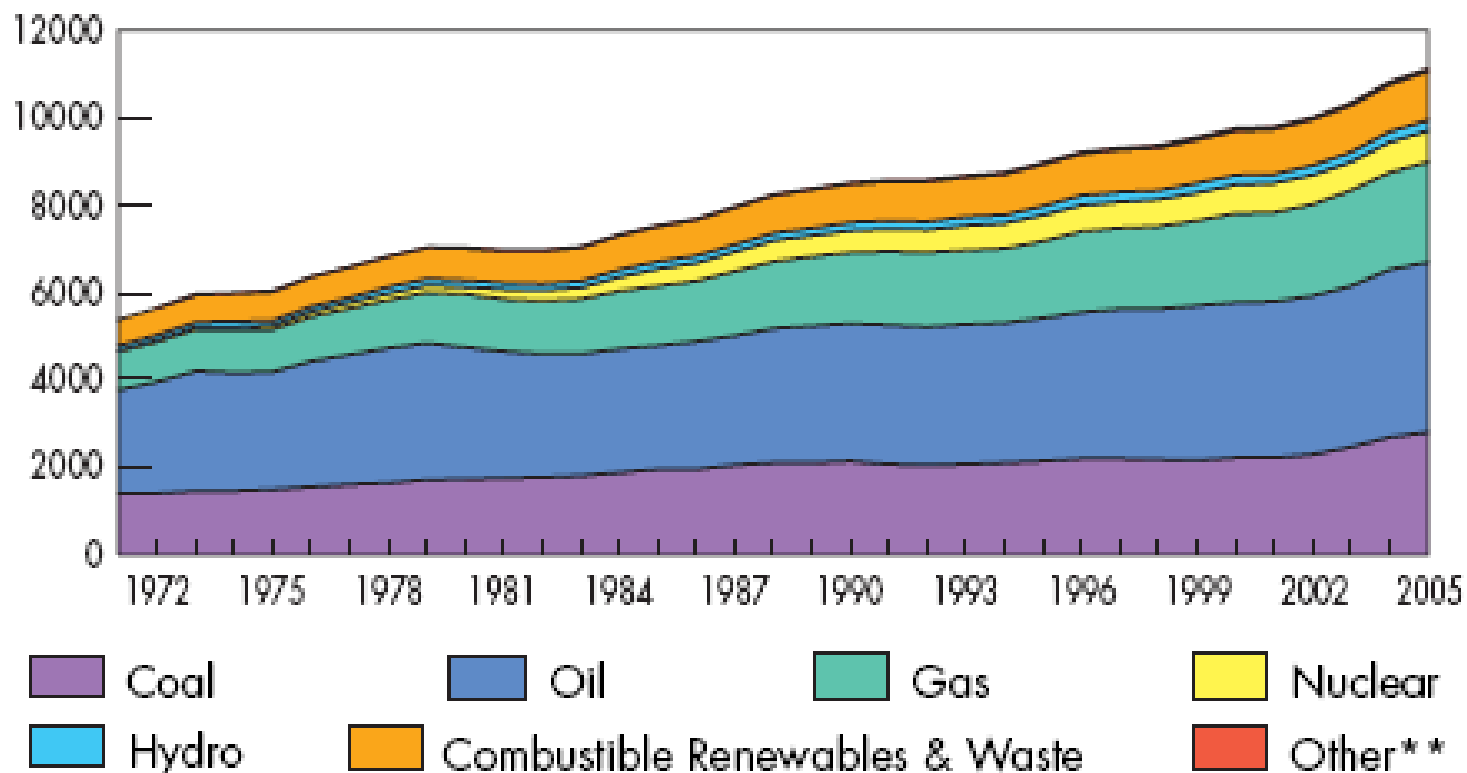
Παγκόσμια Κατανάλωση Ενέργειας 2005



Πηγή: IEA, www.iea.org

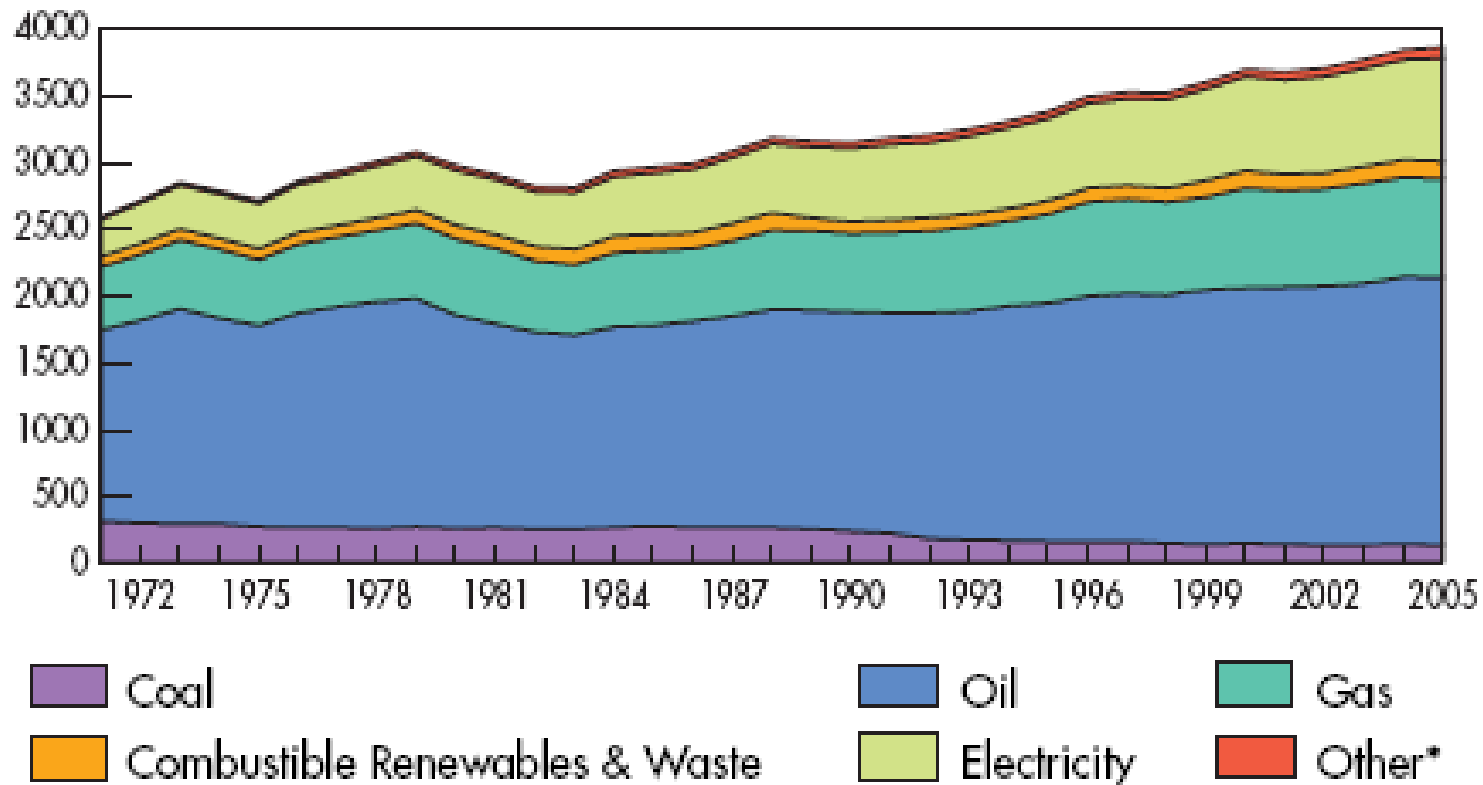
Πηγή: Key World Energy Statistics, IEA

Παγκόσμιας Παραγωγής Ενέργειας (ΜΤΟΕ)



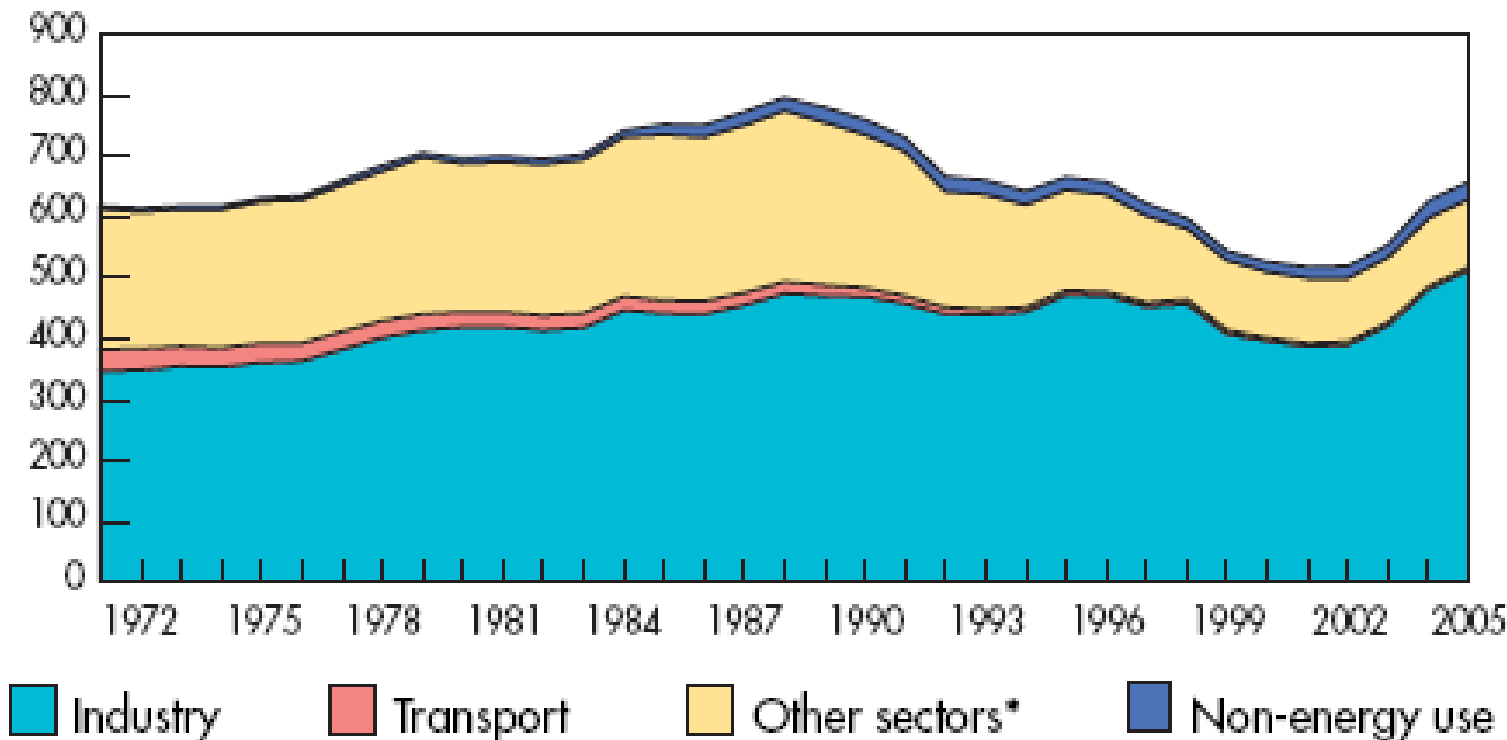
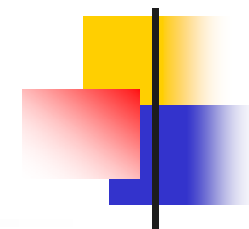
Πηγή: Key World Energy Statistics, IEA

Παγκόσμια Κατανάλωση Ενέργειας (ΜΤΟΕ)



Πηγή: Key World Energy Statistics, IEA

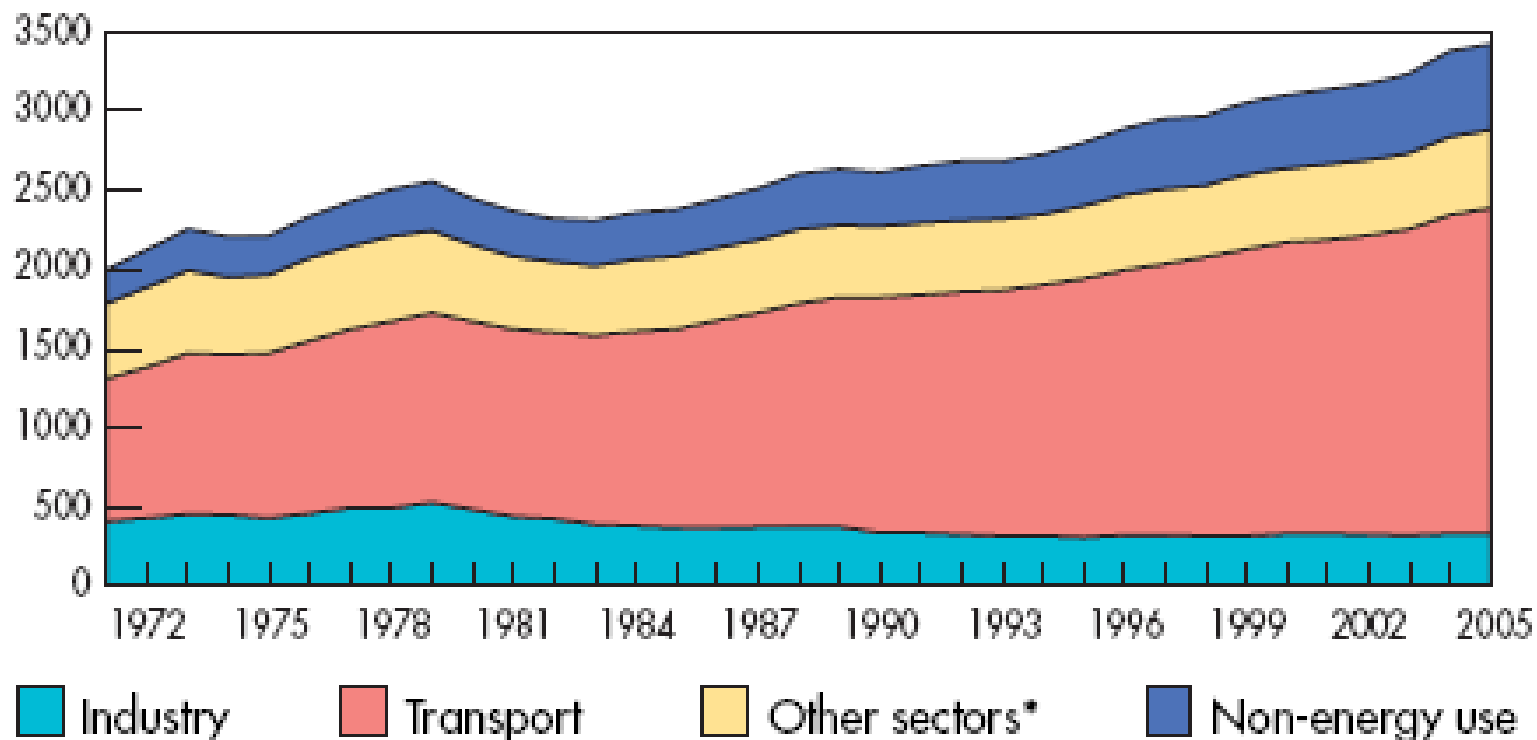
Παγκόσμια Κατανάλωση Άνθρακα (ΜΤΟΕ)



* Other sectors: περιλαμβάνουν τη γεωργία, εμπορικές & δημόσιες υπηρεσίες, τοπικούς και άλλους τομείς και επιπλέον για τα έτη πριν το 1980 περιλαμβάνουν και τη βιομηχανία της Κίνας.

Πηγή: Key World Energy Statistics, IEA

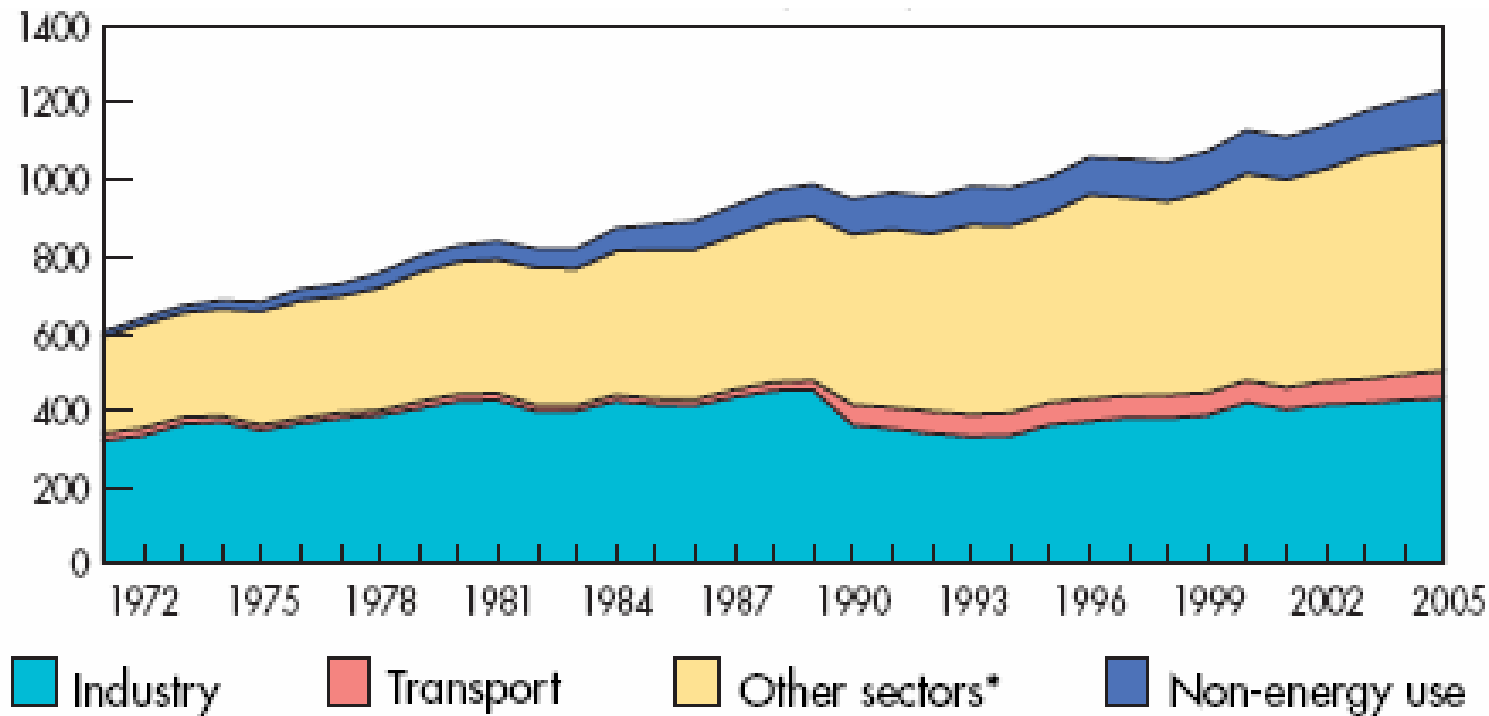
Παγκόσμια Κατανάλωση Πετρελαίου (ΜΤΟΕ)



*Other sectors: περιλαμβάνουν τη γεωργία, εμπορικές & δημόσιες υπηρεσίες, τοπικούς και άλλους τομείς.

Πηγή: Key World Energy Statistics, IEA

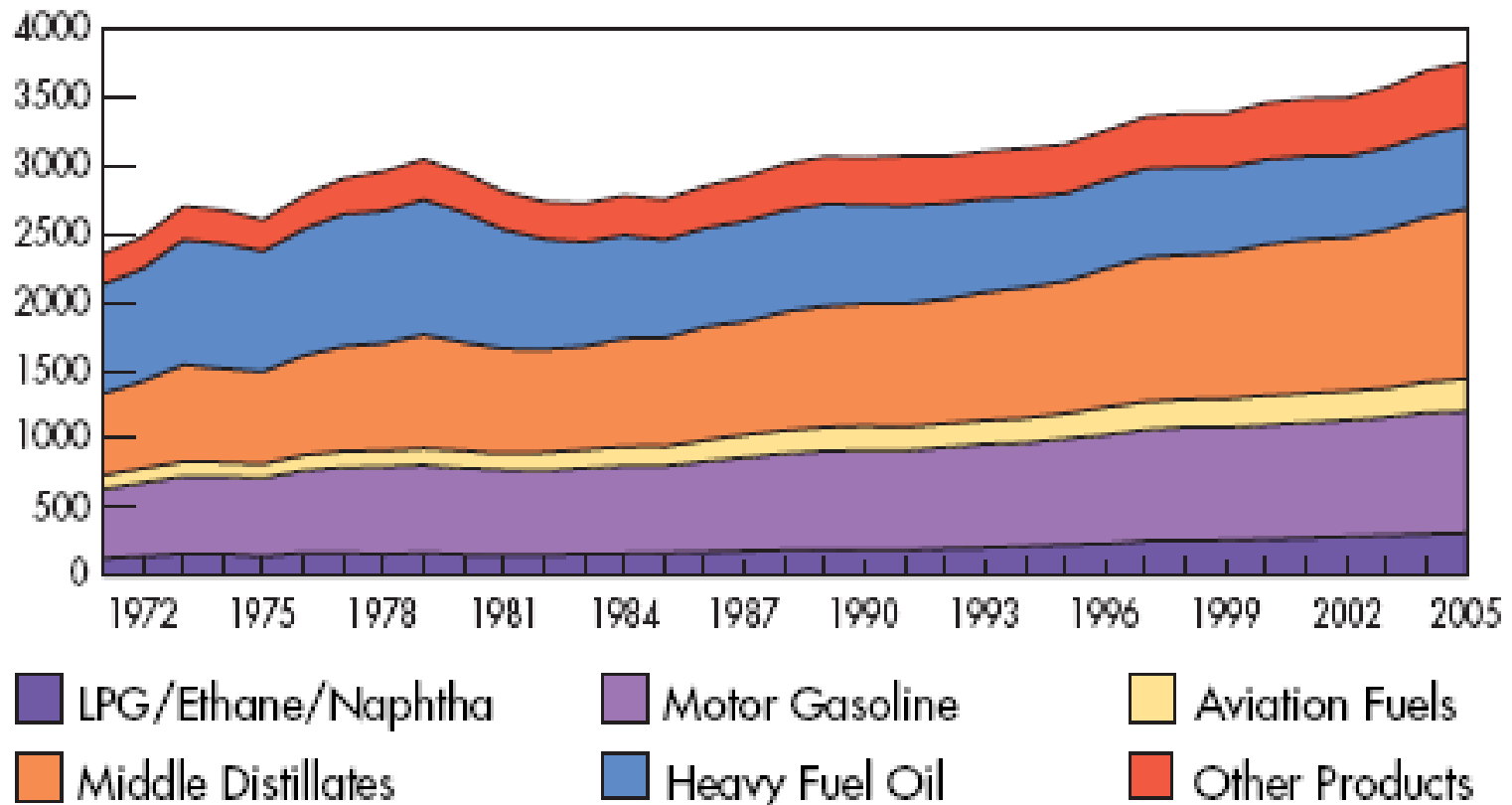
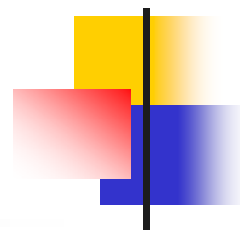
Παγκόσμια Κατανάλωση Φυσικού Αερίου (ΜΤΟΕ)



*Other sectors: περιλαμβάνουν τη γεωργία, εμπορικές & δημόσιες υπηρεσίες, τοπικούς και άλλους τομείς.

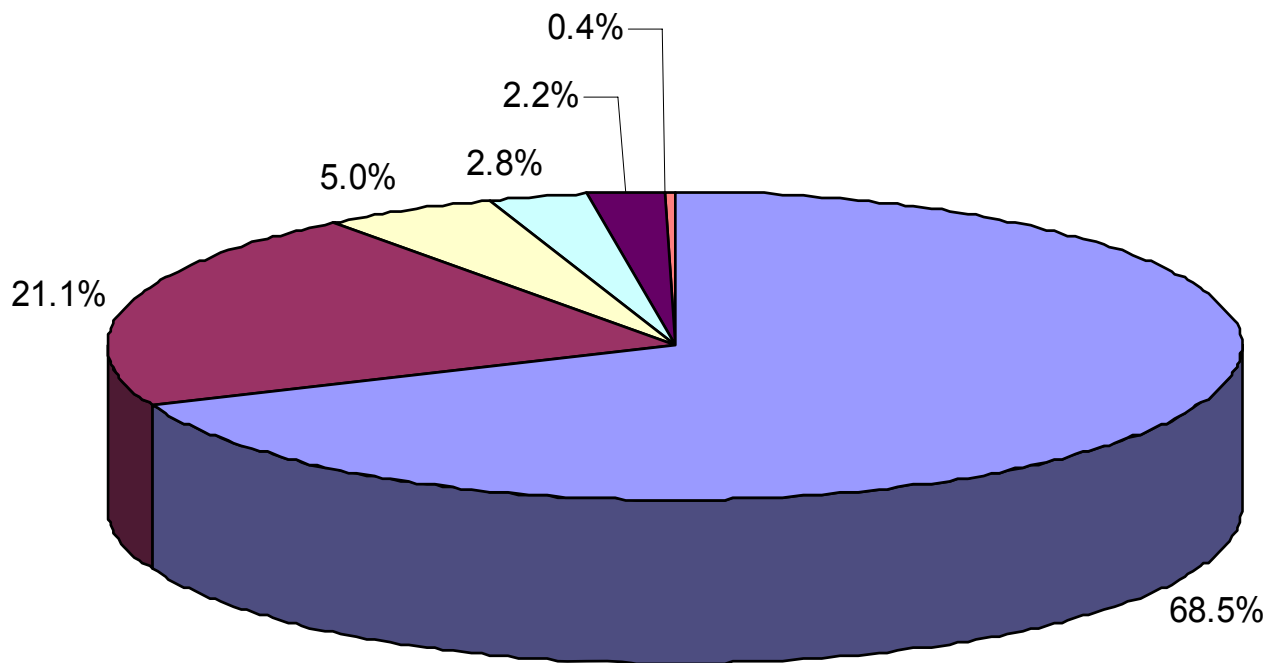
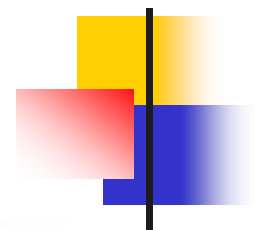
Πηγή: Key World Energy Statistics, IEA

Προϊόντα Διυλιστηρίου (Mt)



Πηγή: Key World Energy Statistics, IEA

Κατανάλωση Ενέργειας στην Ελλάδα 2005



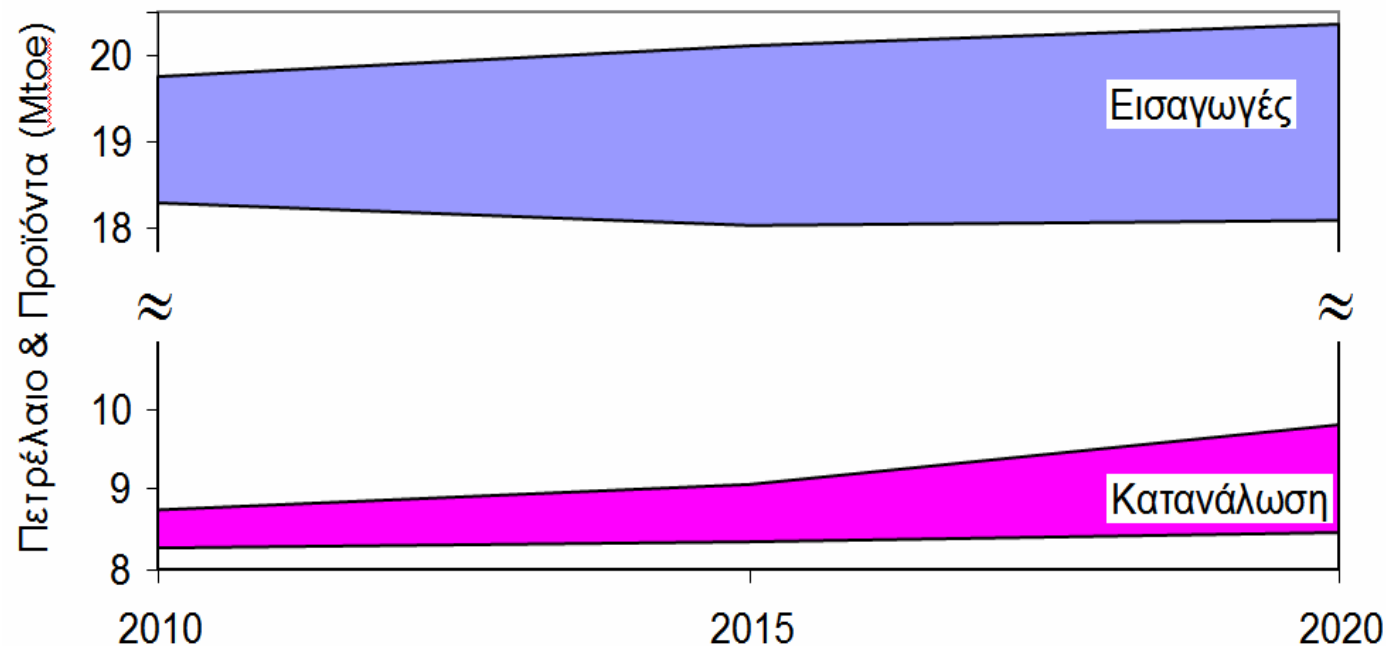
■ Πετρελαιοειδή ■ Ηλεκτρισμός ■ ΑΠΕ ■ Φυσικό Αέριο ■ Στερεά Καύσιμα (στη βιομηχανία) ■ Άλλα

Πηγή: Υπουργείο Ανάπτυξης

Ενέργεια Μεταφορών στην Ελλάδα



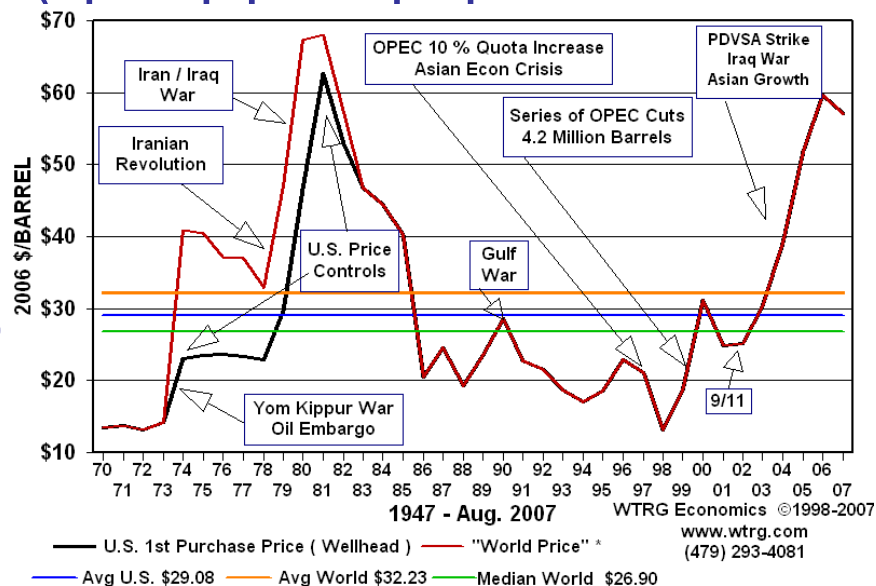
Είδος καυσίμου/Ετος	1990	2005	2010	2020
Βενζίνη	3350	4086	3880	3680
Κηροζίνη	915	1181	1280	1450
Ντίζελ κίνησης	2085	2448	2650	2550
ΣΥΝΟΛΟ (ktoe)	6350	7715	7810	7680



Πηγή: Υπουργείο Ανάπτυξης

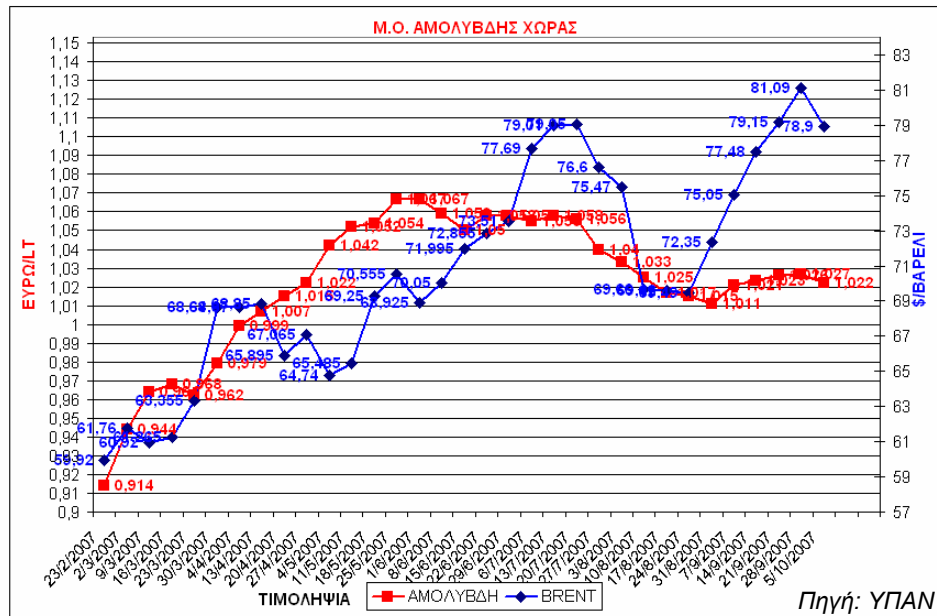
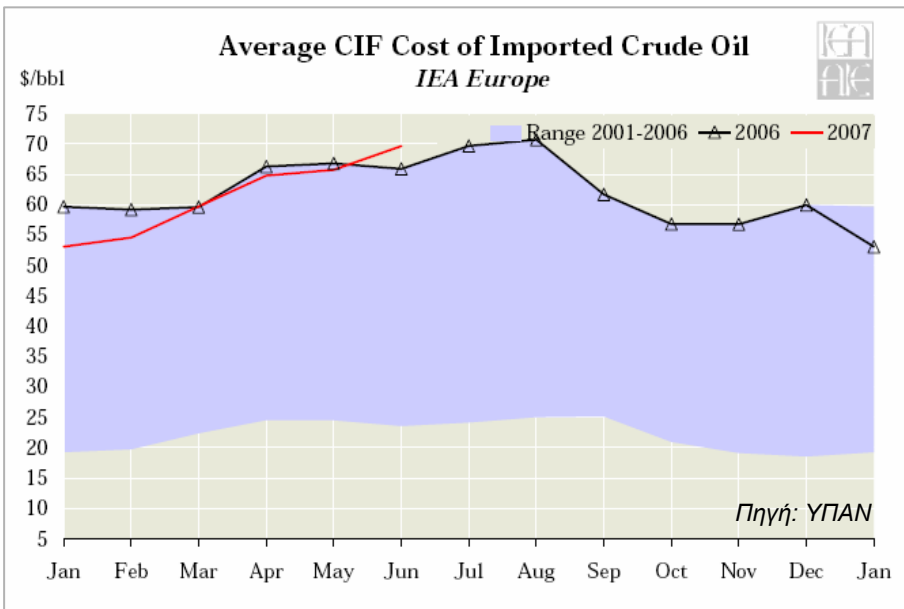
Ιστορικές Διακυμάνσεις Τιμών Πετρελαίου

- Έντονες διακυμάνσεις τιμής αργού πετρελαίου
 - Παγκόσμια οικονομία, πολιτικές εξελίξεις
 - Προσφορά και ζήτηση, ΑΕΠ και κατανάλωση ενέργειας, διαμοιρασμός αποθεμάτων
- Πρώτη πετρελαϊκή κρίση (1973-74)
 - τριπλασιασμός τιμής πετρελαίου από ΟΠΕΚ και εθνικοποίηση κοιτασμάτων (εμπάργκο αραβικών πετρελαίων)
- Δεύτερη πετρελαϊκή κρίση (1980)
 - Διπλασιασμός τιμών λόγω πολιτικών εξελίξεων στη Μέση Ανατολή

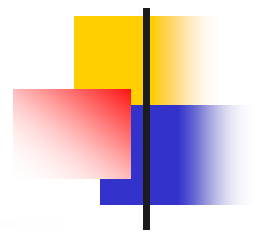


Διακυμάνσεις Καυσίμων

- Μέσες τιμές πώλησης
 - Βενζίνη > Ντίζελ > Αργό Πετρέλαιο > Μαζούτ
- Στους καλοκαιρινοί μήνες αυξάνεται η τιμή των καυσίμων μεταφορών (βενζίνη, καύσιμα αεροπορίας)
- Στους χειμερινοί μήνες αυξάνεται η τιμή των καυσίμων θέρμανσης



Παγκόσμια Αγορά Υγρών Καυσίμων



- Υγρά Καύσιμα => Μεταφορές, Θέρμανση
 - Κινητήρες εσωτερικής καύσης οχημάτων
 - Θερμικές εγκαταστάσεις για παραγωγή ατμού ή ηλεκτρικής ενέργειας
- Αποτελούν το 35% της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας
- Κυμαινόμενη τιμή => επιρροή στην οικονομία κάθε χώρας
 - Εξαρτάται από τις τιμές το αργού πετρελαίου
 - Ποικίλει με την εποχή, τις πολιτικές καταστάσεις κτλ
- Αποθέματα αργού πετρελαίου $1293 \cdot 10^9$ bbl
 - > 60% αποθεμάτων στη Μέση Ανατολή

Ενεργειακό Ισοζύγιο Ελλάδος (10^3 Mtoe)

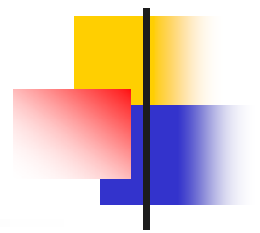
	Στερεά Καύσιμα		Υγρά Καύσιμα			Φυσικό Αέριο	Ηλεκτρική Ενέργεια	Σύνολο
	Σύνολο	Λιγνίτης	Σύνολο	Αργό	Προϊόντα			
Παραγωγή	7360	7360	531	531		47	719	8657
Εισαγωγές	981		19617	15292	4325		204	20802
Εξαγωγές			-4760	-439	-4321		-108	-4868
Μετατροπή	-7351	-7378	-2154	-16383	14229		9427	-105
> Διυλιστήρια			-100	-16383	16283			-100
> ΑΗΣ	-7014	-6945	-2036		-2036	-15	9427	
Κατανάλωση			-707		-707	-27	-1195	-1929
> Διυλιστήρια			-707		-707		-173	-880
> ΑΗΣ							-811	-811
Διάθεση	1058	138	10465		10465	15	8168	19706
> Βιομηχανία	1010	110	1665		1665	7	2928	5610
> Μεταφορές	1		6323		6323		16	6340
> Άλλες χρήσεις	47	28	2477		2477	8	5224	7756

Πηγή: Στούρνας Σ., Λόης Ε. και Ζαννίκος Φ., Σημειώσεις Τεχνολογίας Καυσίμων και Λιπαντικών, 2002



*Ανάπτυξης Κοιτασμάτων και
Εξόρυξη Πετρελαίου*

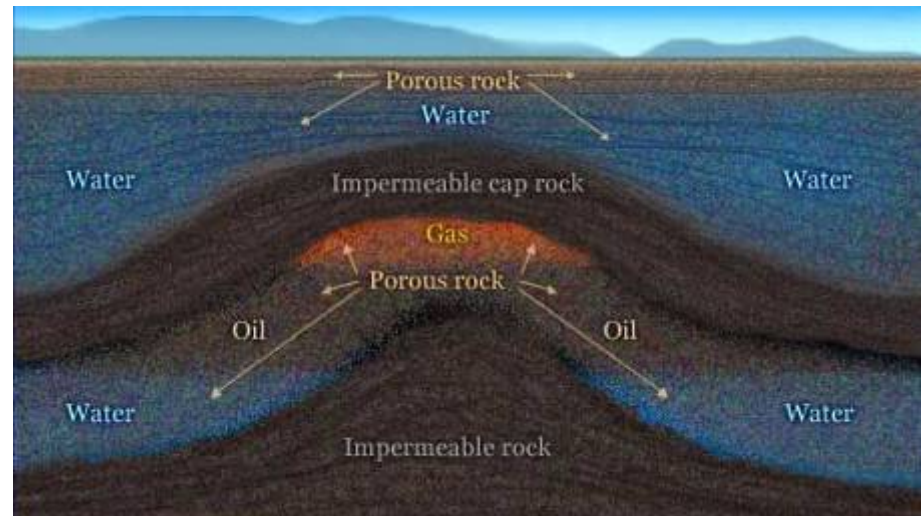
Η Γεωλογία του Πετρελαίου



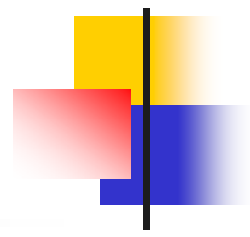
- Πετρέλαιο ή έλαιο από την πέτρα
 - Υγροί και αέριοι υδρ/κες που βρίσκονται στα πετρώματα του φλοιού της γης
- Δημιουργία Κοιτασμάτων Πετρελαίου
 - Θεωρίες Ανόργανης Προέλευσης
 - Συνδυασμός χημικών αντιδράσεων που συμβαίνουν τυχαία στο φλοιό της γης και οδηγούν στο σχηματισμό πετρελαίου και φυσικού αερίου
 - Θεωρίες Οργανικής Προέλευσης
 - Δημιουργία πετρελαίου και φυσικού αερίου από φυτά και ζώα που έζησαν εκατομμύρια χρόνια πριν (μετατροπή με ενζυματική ή/και θερμοχημική δράση)

Κοιτάσματα Πετρελαίου

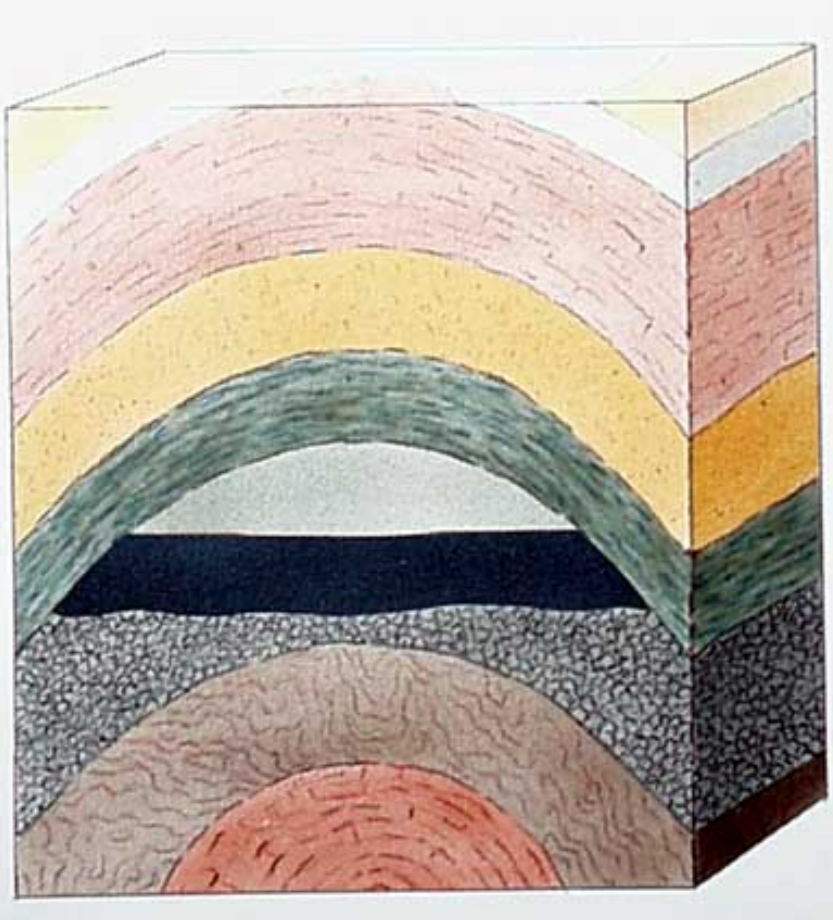
- Το πετρέλαιο βρίσκεται εμποτισμένο σε πορώδη και διαπερατά πετρώματα
- Θερμοκρασιακές μεταβολές και κίνηση του υπεδάφους προκαλούν την συσσώρευση πετρελαίου και φυσικού αερίου σε αποταμιευτήρες (reservoir rocks)



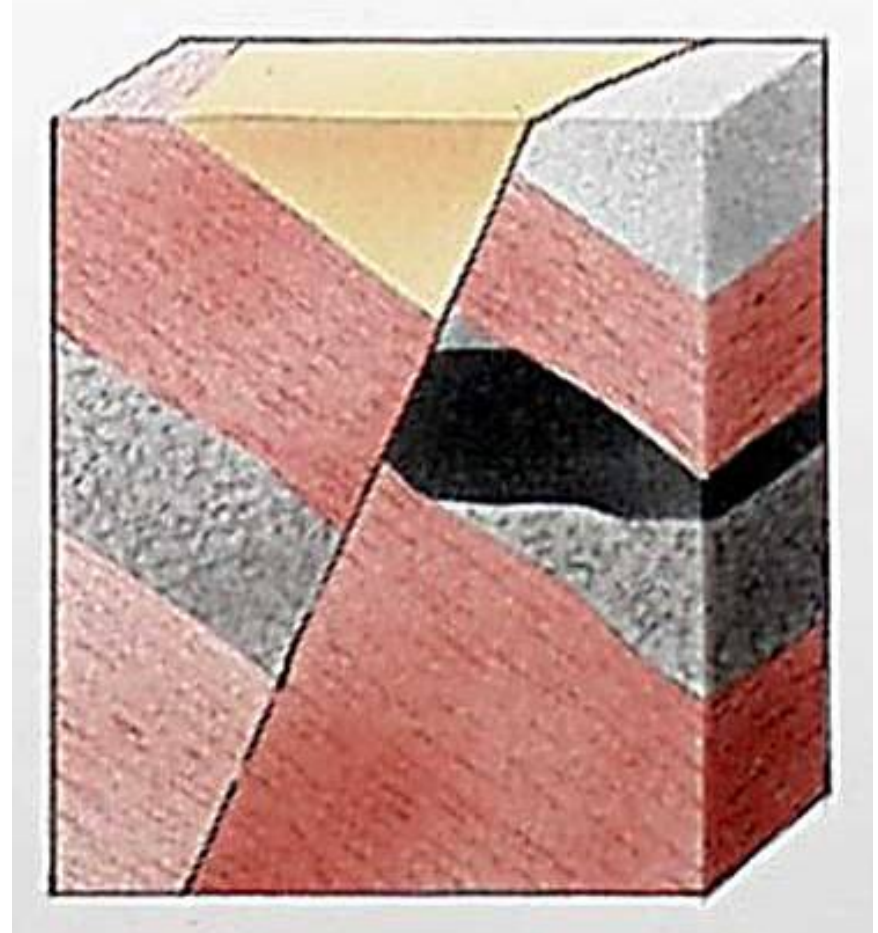
Είδη Αποταμιευτήρων



Αντίκλινα

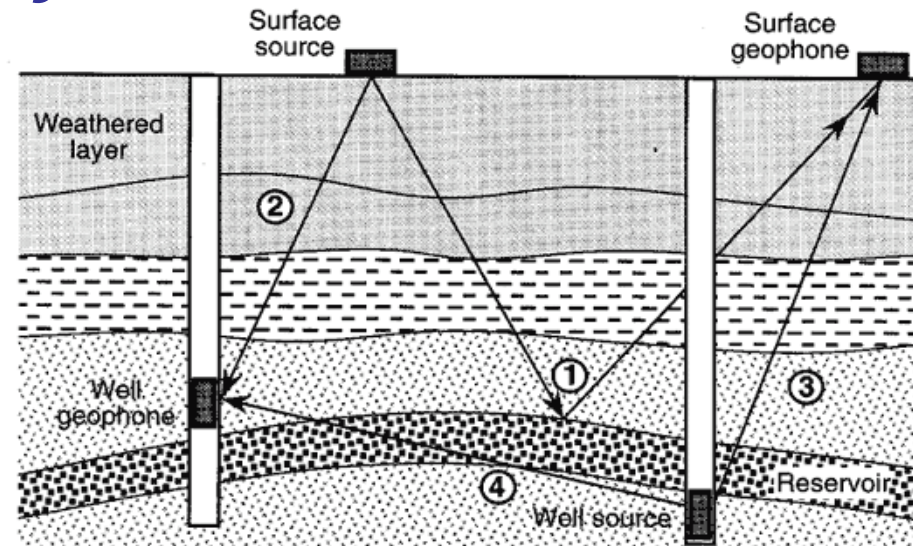
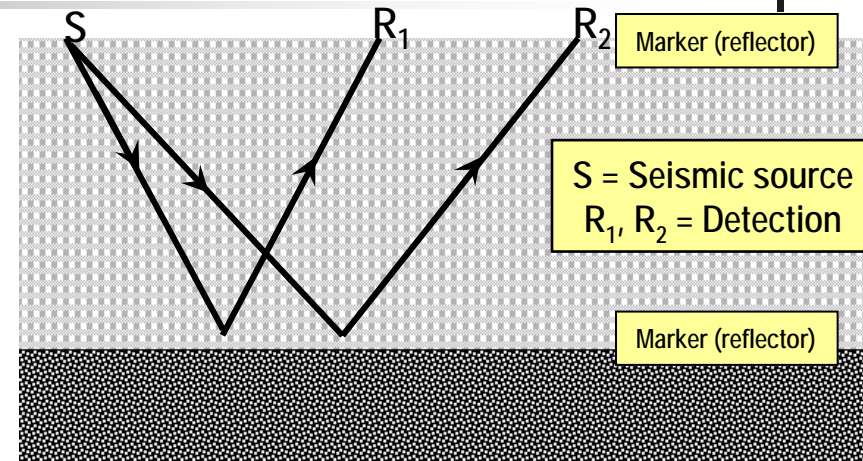


Ρήγματα

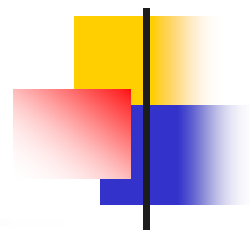


Ανίχνευση Κοιτασμάτων

- Μελέτη δομής υπεδάφους με γεωφυσικές μεθόδους
 - μαγνητικές, ηλεκτρικές, βαρομετρικές, σεισμικές
- Σεισμική μέθοδος
 - Ανάλυση ελαστικών κυμάτων
 - σεισμική πηγή
 - ανιχνευτές σεισμικών κυμάτων

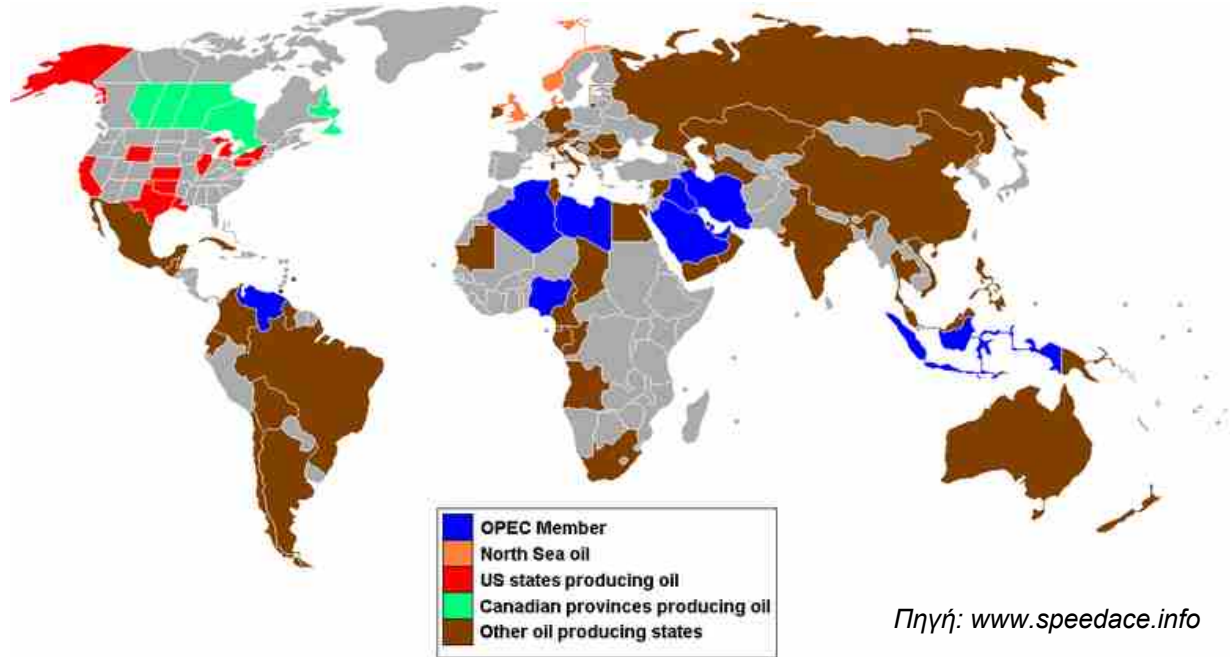


Παγκόσμια Αποθέματα Πετρελαίου



1.	Saudi Arabia	264.3
2.	Canada	178.8
3.	Iran	132.5
4.	Iraq	115.0
5.	Kuwait	101.5
6.	Unit. Arab Emir.	97.8
7.	Venezuela	79.7
8.	Russia	60.0
9.	Libya	39.1
10.	Nigeria	35.9
11.	United States	21.4
12.	China	18.3
13.	Qatar	15.2
14.	Mexico	12.9
15.	Algeria	11.4
16.	Brazil	11.2
17.	Kazakhstan	9.0
18.	Norway	7.7
19.	Azerbaijan	7.0
20.	India	5.8

Top 20 countries	1224.5 (95%)
Rest of world	68.1 (5%)
World total	1,292.6



Πηγή: www.speedace.info

Πηγή: *Oil & Gas Journal*, Vol. 103, No. 47 (Dec. 19, 2005).

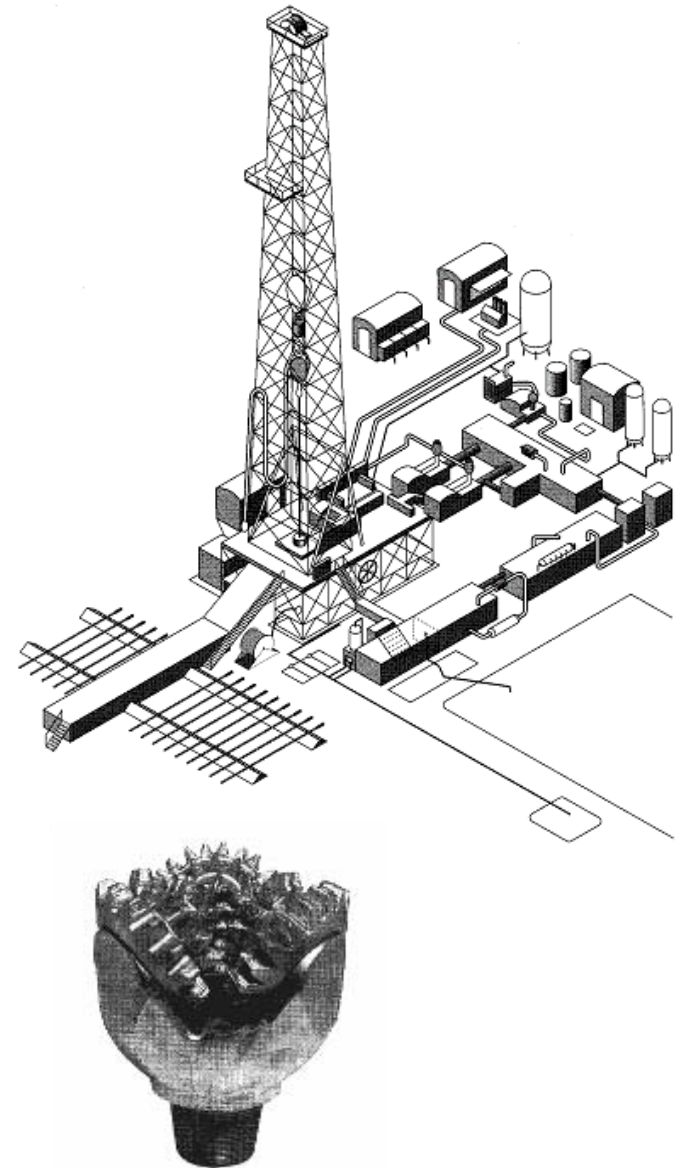
Εξόρυξη Αργού Πετρελαίου

- Γεωτρήσεις με συσκευές κρουστικές, περιστροφικές και υδραυλικές
 - Δυνατότητα πέρα 30,000ft
- Εδαφικές ή υποθαλάσσιες



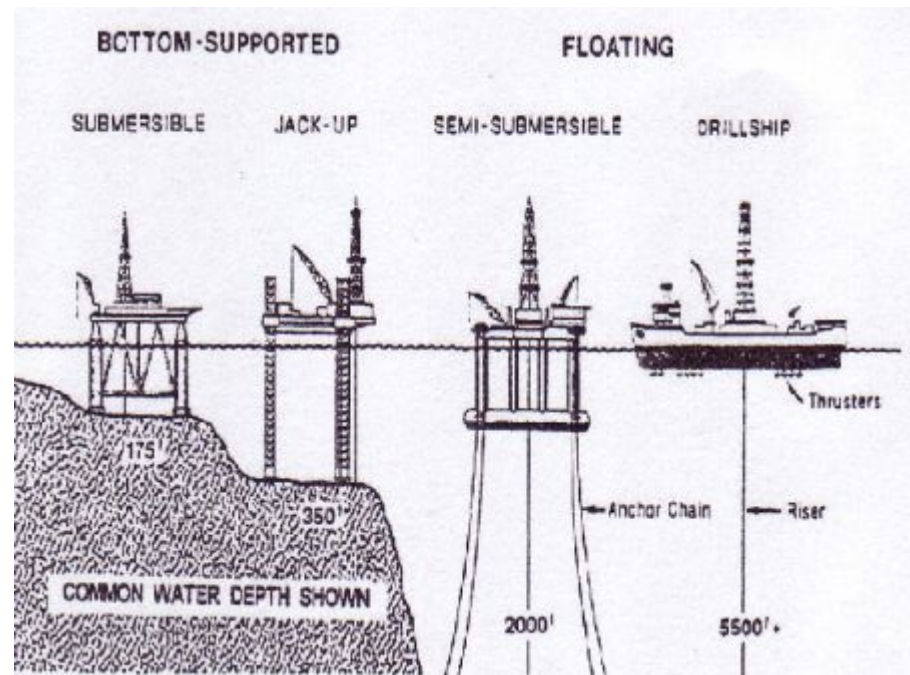
Στάδια Γεώτρησης

- Εγκατάσταση πυλώνα Derrick
 - Εφαρμογή γεωτρήπανου
- Αξιολόγηση Γεωτρητικής Ιλύος
 - Πρώτη άντληση στο μέτωπο της γεώτρησης (νερό + άργιλος + πολυμερές)
 - έλεγχος ιώδους & πυκνότητας)
- Διασωλήνωση οπής
 - Απομάκρυνση των θραυσμάτων στην επιφάνεια και μόνωση των τοιχωμάτων της γεώτρησης
- Έναρξη Ανάκτησης

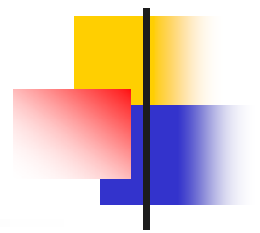


Υποθαλάσσιες Γεωτρήσεις

- Γεωτρήσεις στηριζόμενες στον πυθμένα
 - Jack up
 - Υποβρύχιες
- Πλωτές γεωτρήσεις
 - Ημι-υποβρύχιες
 - Πλοία γεωτρήσεων



Ανάκτηση Πετρελαίου



- Πρωτογενής (primary recovery)
 - Πετρέλαιο ωθείται από υφιστάμενη πίεση κοιτάσματος (15% κοιτάσματος)
- Δευτερογενής (secondary recovery)
 - Τεχνητή αύξηση πίεσης με εισαγωγή αερίου ή νερού (15-20% κοιτάσματος)
- Τριτογενής (tertiary recovery)
 - Χημικές μέθοδοι
 - Μέθοδοι διαλυμένου αερίου
 - Θερμικές μέθοδοι
 - Πρωτοποριακές ή «Εξωτικές» μέθοδοι
 - Ανάκτηση 30-35% κοιτάσματος

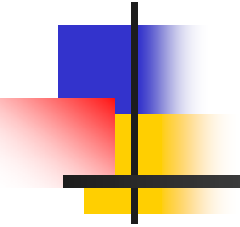
Εγχώρια Αποθέματα Καυσίμων

- Κοιτάσματα αργού πετρελαίου στην Ελλάδα
 - Βόρειο Αιγαίο $> 10^9$ bbl
 - Δυτική Ελλάδα $\sim 2 \cdot 10^9$ bbl
- Κοιτάσματα στερεών καυσίμων (λιγνίτης)
 - Δ. Μακεδονία
 - $\sim 57.4 \cdot 10^6$ /yr $\Rightarrow 4533$ MW/yr
- Κοιτάσματα φυσικού αερίου
 - Ν. Καβάλα $> 640 \cdot 10^6$ m³
 - Πρίνος $> 300 \cdot 10^6$ m³

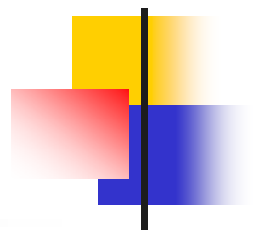


Πλατφόρμα εξόρυξης στην Θάσο

*Μεταφορά Αργού Πετρελαίου,
Προϊόντων Διυλιστηρίου και
Φυσικού Αερίου*



Μέθοδοι Μεταφοράς



- Αγωγοί (pipelines)

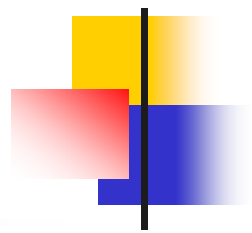
- Μεταφορά αργού πετρελαίου, προϊόντων και φυσικού αερίου
 - Μεταφορά αερίων απαιτεί συστήματα συμπιεστών (70bar) ~30km/h
 - Μεταφορά υγρών απαιτεί συστήματα αντλιών ~ 2-10km/h
- Αγωγοί εδάφους (απαιτούν σχεδιασμό βέλτιστης διαδρομής, διαπραγματεύσεις με ιδιοκτήτες γης, συχνά διακρατικές διαπραγματεύσεις)
- Αγωγοί υποθαλάσσιοι
 - Σταθμοί αντλιών λειτουργούν ανά 120-240km
- Περισσότερο ασφαλής περιβαλλοντικά φιλικός τρόπος μεταφοράς
- Στη Δ. Ευρώπη υπάρχουν 36,000km αγωγών

Αγωγός Αλάσκα

- Μεταφορά αργού πετρελαίου από τον Αρκτικό Ωκεανό στον κόλπο Βαλντέζ
- Μήκος 1300 km
 - 11 συστήματα αντλιών
- Από το 1977 περίπου $15 \cdot 10^3$ bbl αντλήθηκαν
 - Max 2.1 Mbbbl/day (0.28 Mton/day)
- Προκλήσεις σχεδιασμού
 - Μορφολογία περιοχής
 - 3 οροσειρές, 800 ποτάμια, πάγους, σεισμικότητα



Αγωγός Αλάσκα



Πηγή: Wikipedia (<http://en.wikipedia.org>)



Αγωγός Μπουργκάς - Αλεξανδρούπολη

- Αγωγός μήκους 288km και διαμέτρου 900 mm
 - 127 km υπό Ελληνικού εδάφους
 - 161 km υπό Βουλγαρικού εδάφους
- Δυναμικότητα 35 Mton/yr
 - Δυνατότητα 50 Mton/yr
- Διαδρομή μεταφερόμενου πετρελαίου
 - Λιμάνι Νοβοροσίσκ (Ρωσία)
 - Λιμάνι Μπουργκάς (Βουλγαρία)
 - Σταθμός Αλεξανδρούπολης



Μέθοδοι Μεταφοράς (συνέχεια)

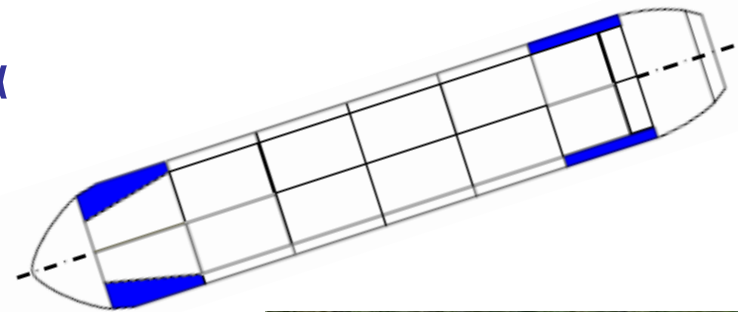
- Πετρελαιοφόρα

- Διακίνηση σε ανοιχτές θάλασσες
- Μέχρι 80,000-650,000 ton
- 90% μεταφορών στην Ευρώπη
- 26 km/h



- Φορτηγά πλοία

- Μεταφορά σε ποτάμια, κανάλια
- 2000-3400 ton



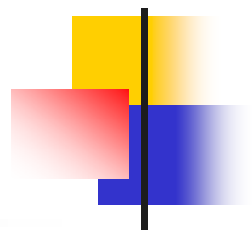
- Βυτία

- Μεταφορά αργού σε απομακρυσμένες περιοχές
- 13-30 ton (15,000 – 34,000 lit)



- Τρένα

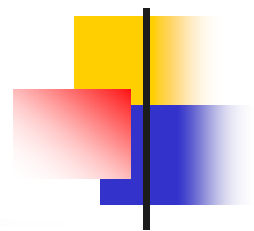
Σύνδεση με Διυλιστήριο





Συντελεστές Μετατροπής Μονάδων

Συντελεστές Μετατροπής Ενέργειας

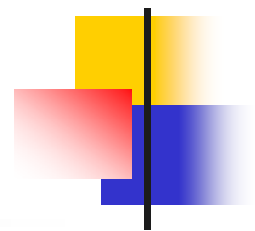


General Conversion Factors for Energy

To:	TJ	Gcal	Mtoe	MBtu	GWh
From:	<i>multiply by:</i>				
TJ	1	238.8	2.388×10^{-5}	947.8	0.2778
Gcal	4.1868×10^{-3}	1	10^{-7}	3.968	1.163×10^{-3}
Mtoe	4.1868×10^4	10^7	1	3.968×10^7	11630
MBtu	1.0551×10^{-3}	0.252	2.52×10^{-4}	1	2.931×10^{-4}
GWh	3.6	860	8.6×10^{-5}	3412	1

Πηγή: Key World Energy Statistics, IEA

Συντελεστές Μετατροπής Όγκου

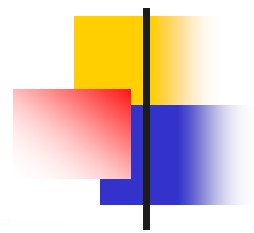


Conversion Factors for Volume

To:	gal U.S.	gal U.K.	bbl	ft ³	l	m ³
From:	<i>multiply by:</i>					
U.S. Gallon (gal)	1	0.8327	0.02381	0.1337	3.785	0.0038
U.K. Gallon (gal)	1.201	1	0.02859	0.1605	4.546	0.0045
Barrel (bbl)	42.0	34.97	1	5.615	159.0	0.159
Cubic foot (ft ³)	7.48	6.229	0.1781	1	28.3	0.0283
Litre (l)	0.2642	0.220	0.0063	0.0353	1	0.001
Cubic metre (m ³)	264.2	220.0	6.289	35.3147	1000.0	1

Πηγή: Key World Energy Statistics, IEA

Συντελεστές Μετατροπής Μάζας



Conversion Factors for Mass

To:	kg	t	lt	st	lb
From:	<i>multiply by:</i>				
kilogram (kg)	1	0.001	9.84×10^{-4}	1.102×10^{-3}	2.2046
tonne (t)	1000	1	0.984	1.1023	2204.6
long ton (lt)	1016	1.016	1	1.120	2240.0
short ton (st)	907.2	0.9072	0.893	1	2000.0
pound (lb)	0.454	4.54×10^{-4}	4.46×10^{-4}	5.0×10^{-4}	1

Πηγή: Key World Energy Statistics, IEA