

# Ορυκτά καύσιμα

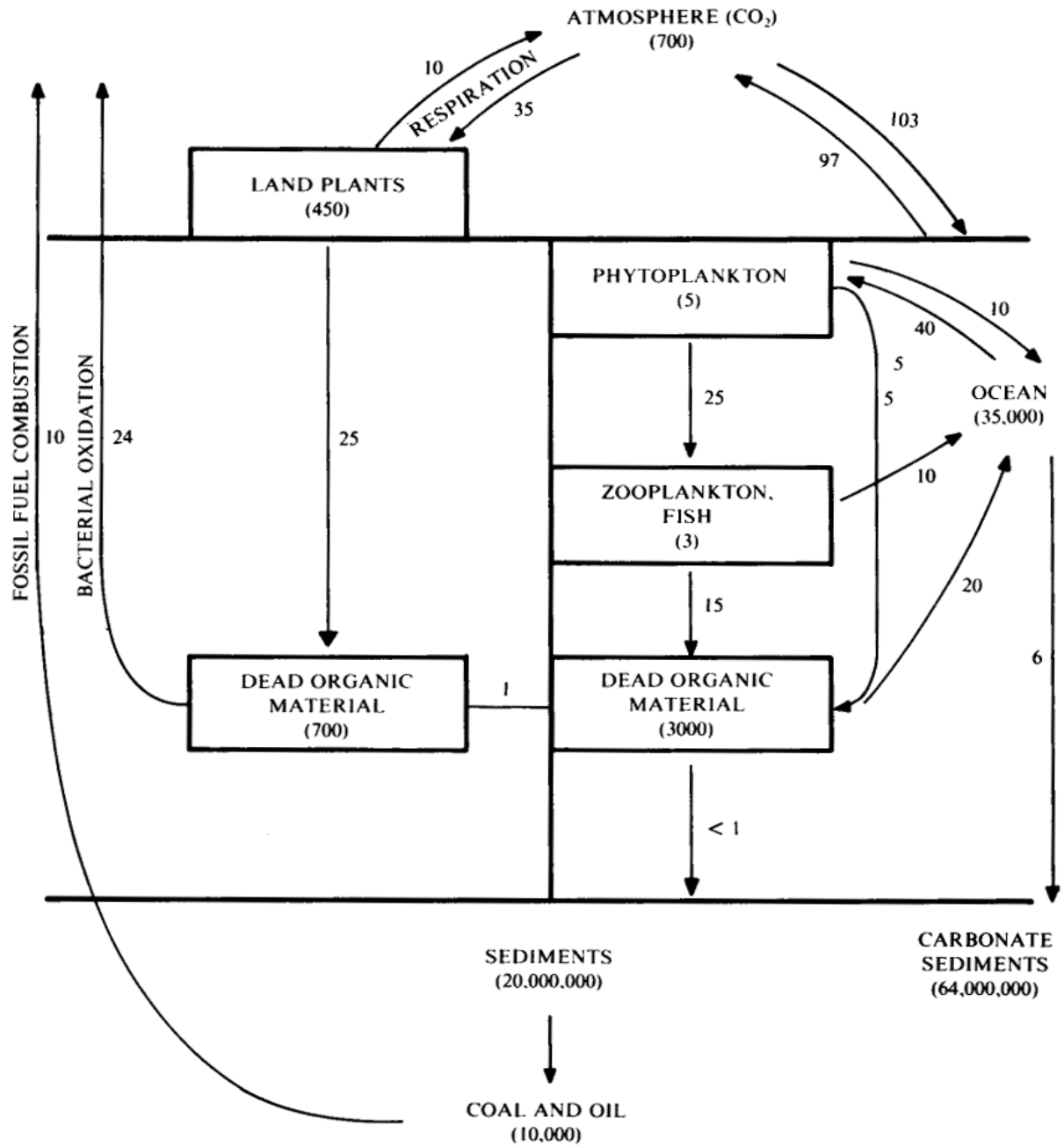
- Σχηματισμός μέσω αποσύνθεσης οργανικής ύλης
  - 1. Πετρέλαιο
  - 2. Φυσικό αέριο
  - 3. Γαιάνθρακες
  - 4. Βιτουμενιούχα πετρώματα

# Γενικά χαρακτηριστικά

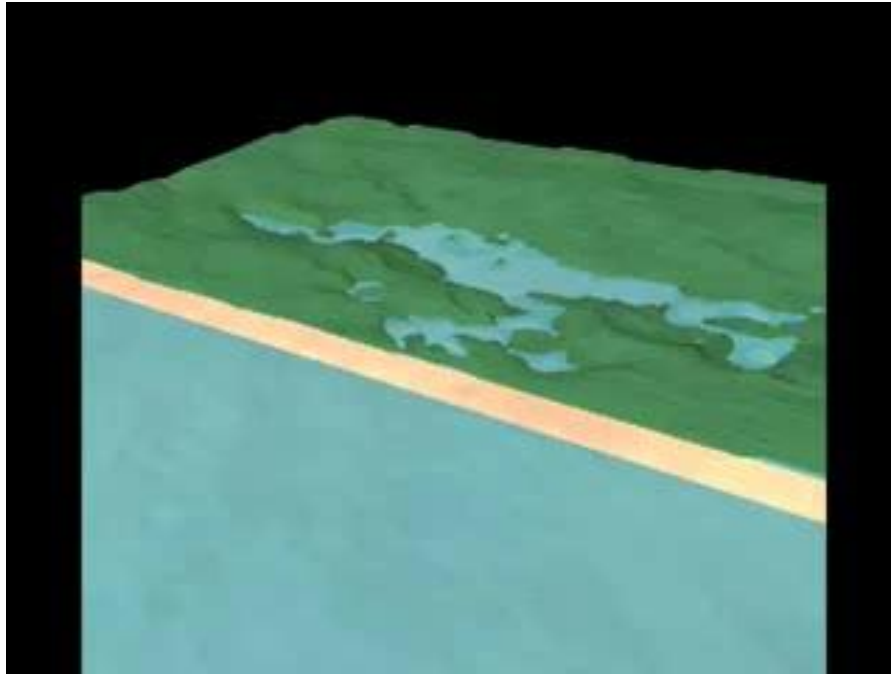
- Κύριο δομικό στοιχείο ο οργανικός άνθρακας – με καύση παράγεται  $\text{CO}_2$
- Η καύση φυσικού αερίου, πετρελαίου και βιτουμένιου παράγει ,  $\text{CO}_2$  ,  $\text{H}_2\text{O}$  και άλλες ουσίες

# Συνθήκες γένεσης

- Μεγάλος όγκος οργανικού υλικού + ταχύς ρυθμός ενταφιασμού → δεν επιτρέπει την οξείδωση του οργανικού υλικού και την παραγωγή CO<sub>2</sub> /H<sub>2</sub>O
- Λιθάνθρακες: Χερσαίο περιβάλλον έλους – υδρόβια φυτά
- Πετρέλαιο : Θαλάσσιο περιβάλλον – ζώο-πλαγκτόν



# Coal Bed Formation



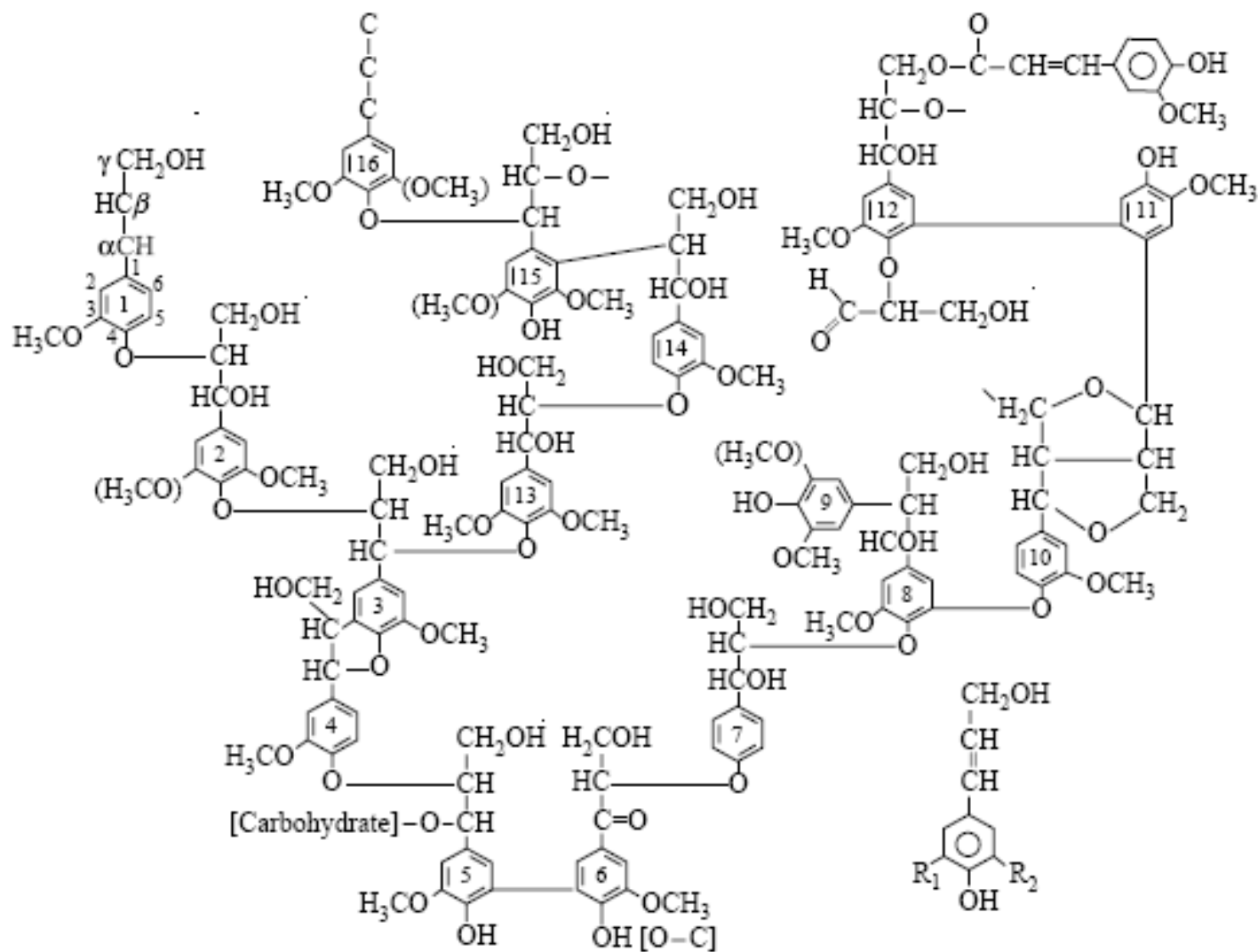
<http://youtu.be/TZS2K1ye00A>

# Αναγωγικές συνθήκες

- Συνθήκες έλλειψης οξυγόνου
- Πρόληψη ταχείας αποσύνθεσης

# Σχηματισμός λιθάνθρακα

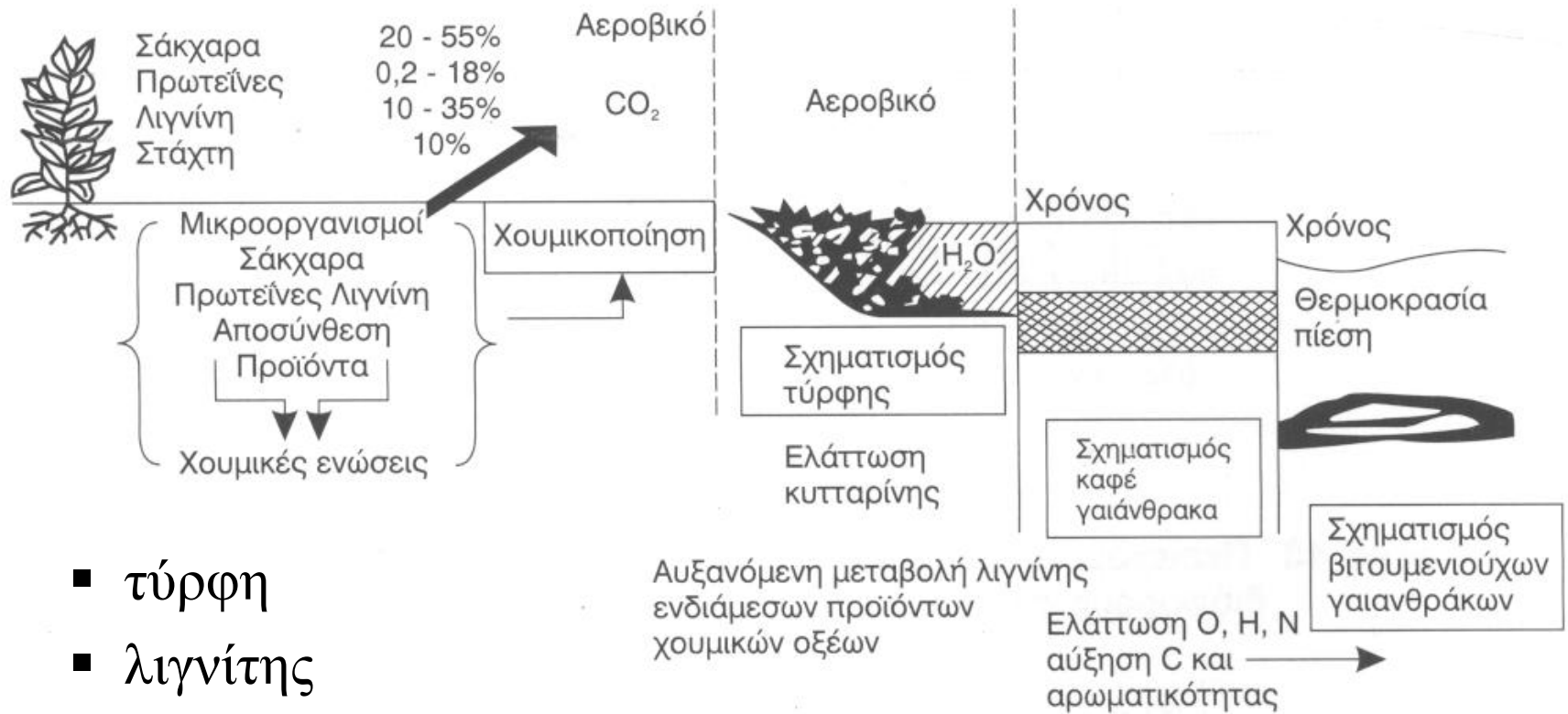
- Αύξηση T,P με ενταφιασμό → εμπλουτισμός οργανικού υλικού σε άνθρακα
- Τύποι λιθανθράκων:
- Χουμικοί → σκουρόχρωμοι με καθαρή στρώση και υπολείμματα φυτικού ιστού
- Σαπροπηλικοί → λεπτόκοκκη οργανική ιλύς σε ήρεμο περιβάλλον απόθεσης – εμφάνιση χωρίς στρώση



(c) Lignin

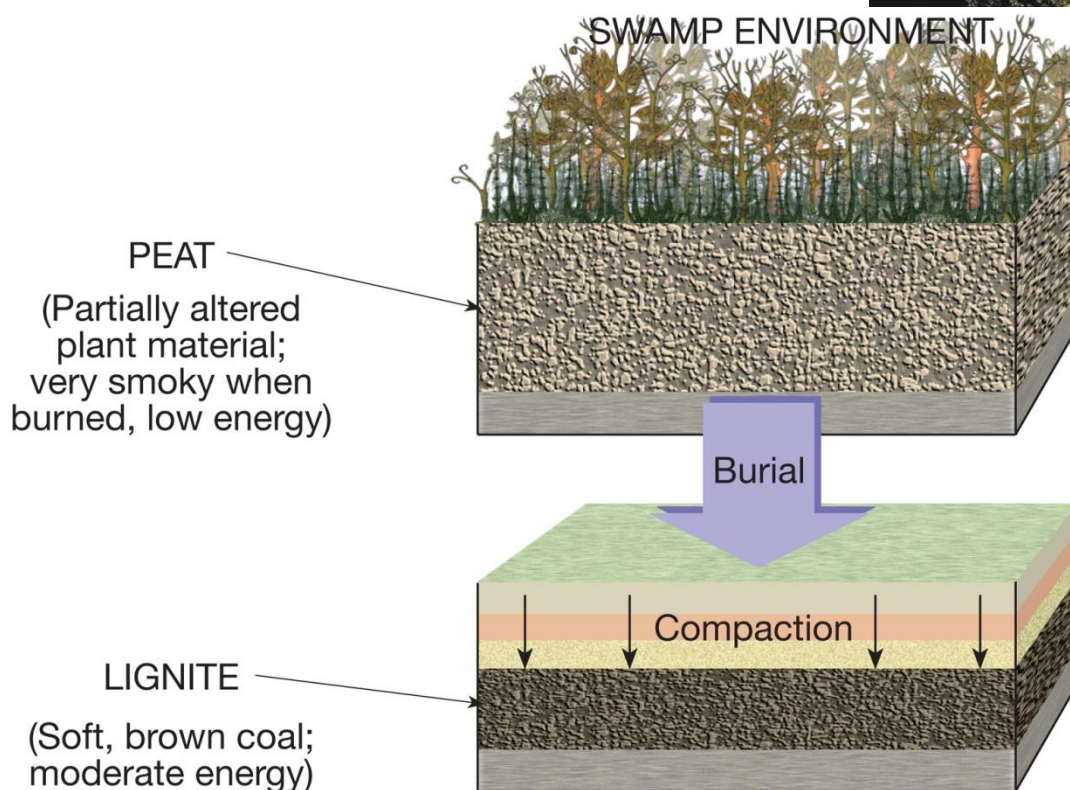


# Τύποι λιθανθράκων – αύξηση περιεχομένου C



- τύρφη
- λιγνίτης
- βιτουμενιούχος λιθάνθρακας
- ανθρακίτης

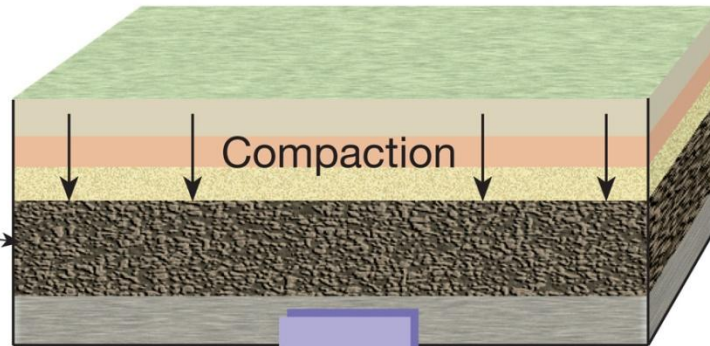
# Τύρφη → λιγνίτης



# Βιτουμενιούχος λιθάνθρακας

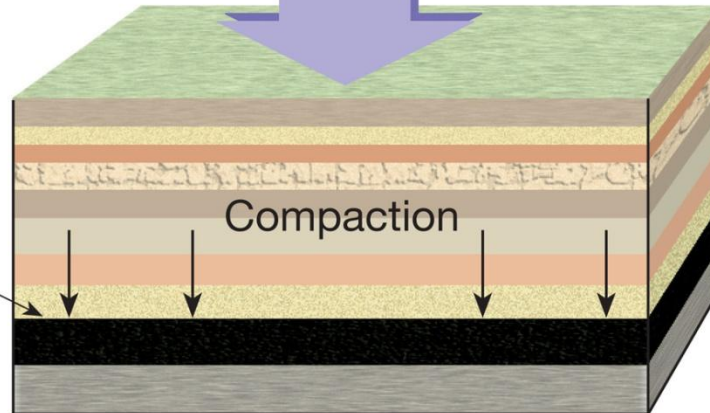


LIGNITE  
(Soft, brown coal;  
moderate energy)

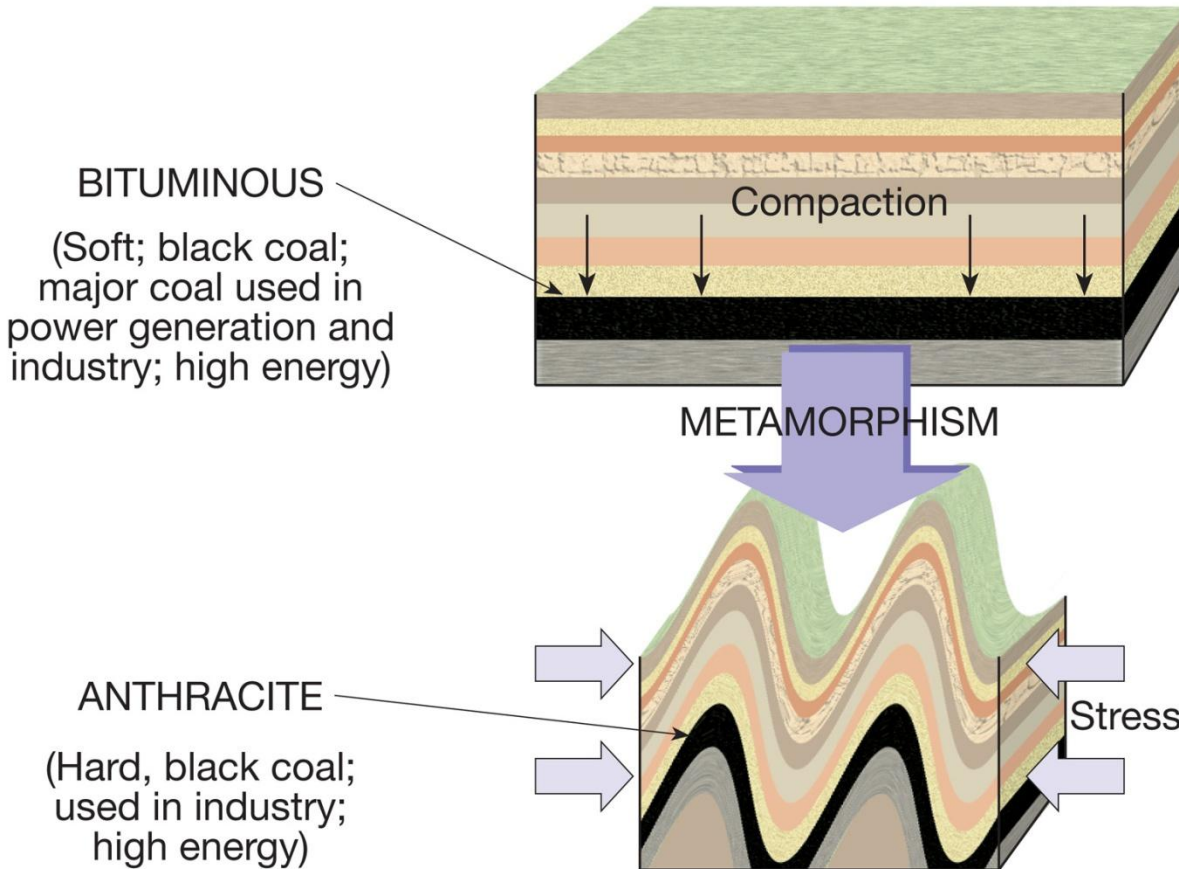
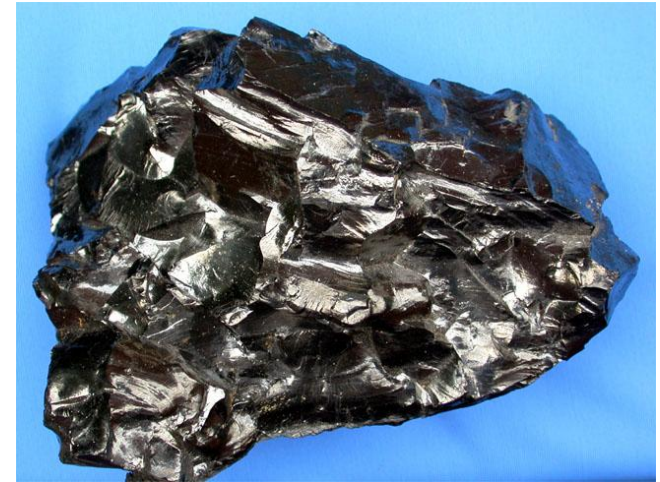


Greater burial

BITUMINOUS  
(Soft; black coal;  
major coal used in  
power generation and  
industry; high energy)



# Ανθρακίτης



Copyright © 2006 Pearson Prentice Hall, Inc.

- Θεωρείται προϊόν μεταμόρφωσης

# Fossil Fuel Formation Video

<http://youtu.be/MBeXRRTGjNE>

## Λιθάνθρακες- περιεκτικότητα C

- Λιγνίτης 25-35% C
- Βιτουμενιούχος λιθάνθρακας 60-80% C
- Ανθρακίτης 92-98% C

## Λιθάνθρακες- περιεκτικότητα στοιχείων

Στοιχείο	ppm	Στοιχείο	ppm
Sc*	0.6-10	As*	0.7-31
V +	6-109	Se	0.4-3.3
Cr	2.6-25.4	Sb +	0.1-7.3
Co*	1.1-24.1	W +	0.2-1.3
Ni*	2-50	Pb	3-20
Cu* +	6-54	Th*	0.5-3.7
Zn +	3-65	U +	0.2-3.8

\* Ανόργανη προέλευση  
+ οργανική προέλευση

# Ορυκτολογία γαιανθράκων

**Table 3** Major minerals in world coals.

---

## *Major species*

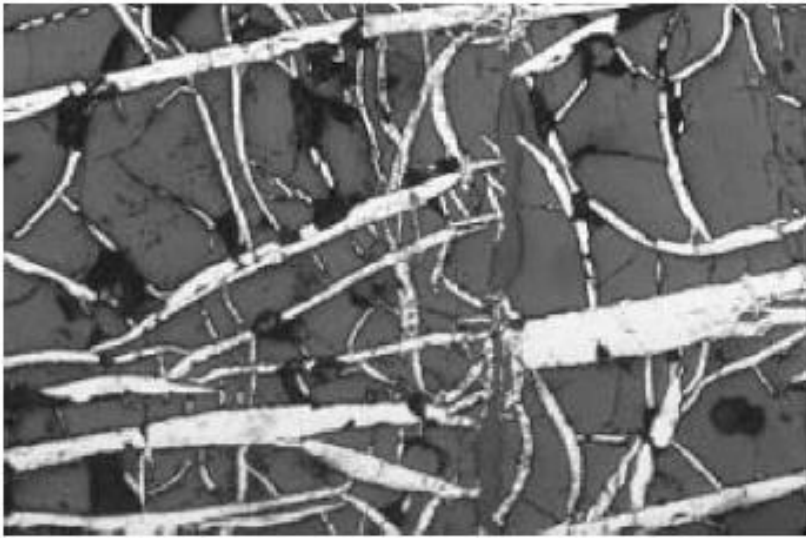
- Quartz ( $\text{SiO}_2$ )
- Clays
  - Illite (K, Al, Silicate)
  - Kaolinite ( $(\text{Al}_2 \text{Si}_2)_5 (\text{OH})_4$ )
  - Mixed-layer clays (K, Al, Mg, Fe silicates)
- Carbonates
  - Calcite ( $\text{CaCO}_3$ )
  - Siderite ( $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{CO}_3$ )
- Pyrite ( $\text{FeS}_2$ )

## *Accessories*

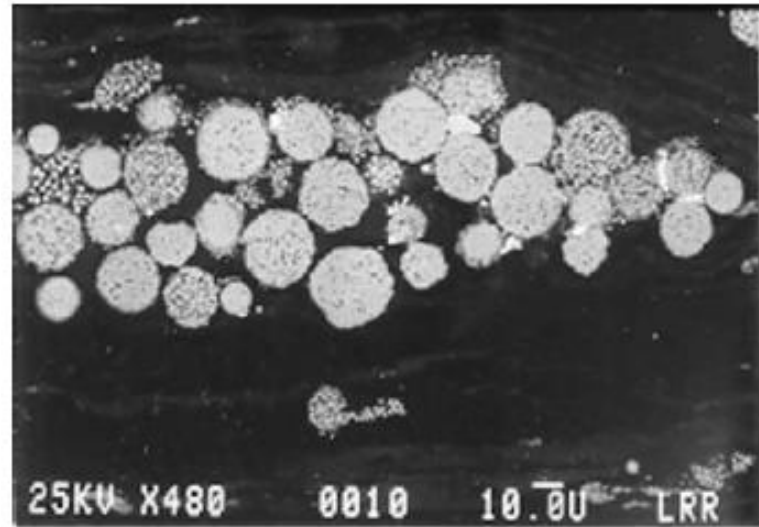
- Galena ( $\text{PbS}$ )
  - Sphalerite ( $(\text{Zn}, \text{Cd})\text{S}$ )
  - Clausthalite ( $\text{PbSe}$ )
  - Chalcopyrite ( $\text{CuFeS}_2$ )
  - Crandallite Group  $(\text{Ca}, \text{Ba}, \text{Sr})\text{Al}_3 (\text{PO}_4)_2 (\text{OH})_5 \text{H}_2\text{O}$
  - Monazite (REE, Th)  $\text{PO}_4$
  - Apatite  $(\text{Ca}_5 (\text{PO}_4)_5 (\text{F}, \text{OH}))$
  - Barite ( $\text{BaSO}_4$ )
  - Rutile ( $\text{TiO}_2$ )
  - Zircon ( $\text{ZrSiO}_4$ )
  - Feldspars (Ca, Na, K, Al silicates)
  - Zeolites (Ca, Na, K, Al silicates)
  - Ankerite  $(\text{Ca} (\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Mn})(\text{CO}_3)_2)$
  - Micas (K, Fe, Mg, Ti, Al silicates)
-



# Σιδηροπυρίτης σε βιτουμενιούχους γαιάνθρακες



**Figure 12** Late stage (epigenetic) pyrite fracture fillings in a bituminous coal. Reflected light photomicrograph.



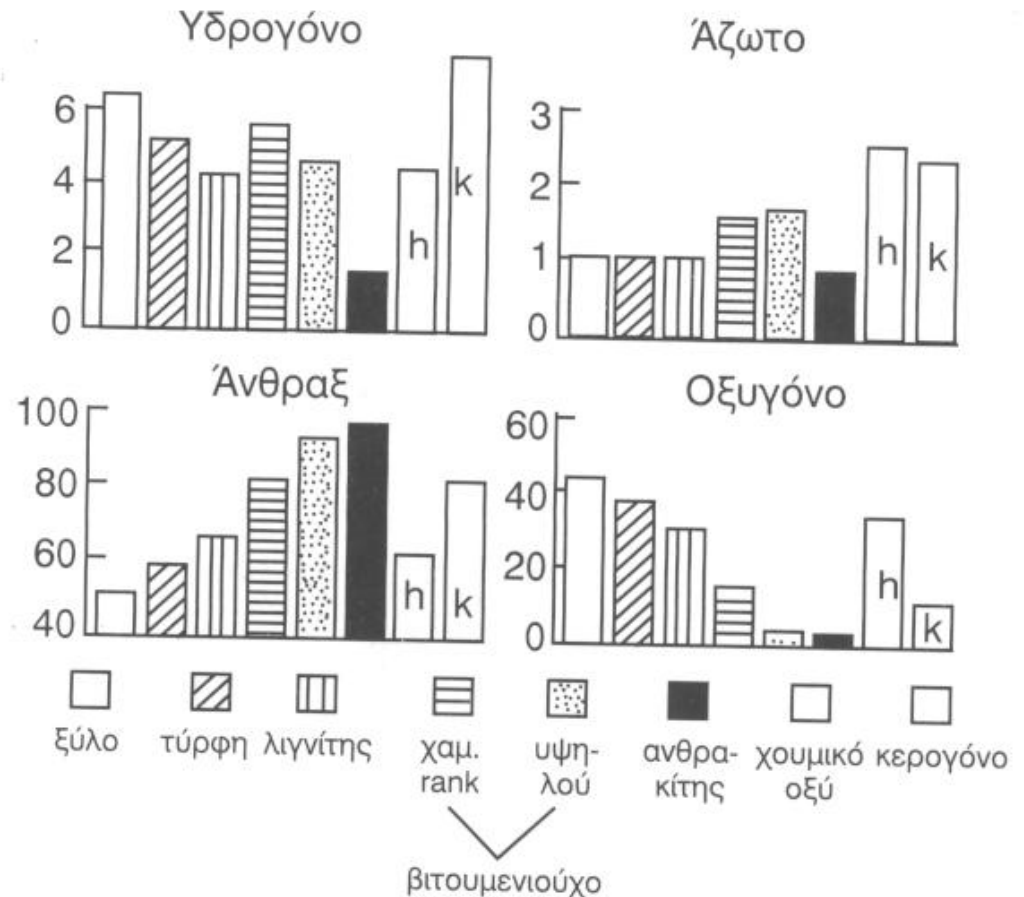
**Figure 13** A cluster of syngenetic pyrite framboids in a bituminous coal. Micrometer-sized bright grains dispersed in the cluster are crystals of clausthalite (PbSe). Scanning Electron photomicrograph, back-scattered electron image (scale bar = 10  $\mu$ m).

# Λιθάνθρακες - ρύπανση

- Μεγαλύτερη έκλυση CO<sub>2</sub>
- Έκλυση πρόσθετων στοιχείων-ρύπων
  - Hg, U, SO<sub>x</sub>
  - Το S είτε σε οργανικές ενώσεις είτε σε θειούχα ορυκτά (π.χ. σιδηροπυρίτης εάν υπάρχει Fe στο ίζημα)
  - Δυσκολία απομάκρυνσης του S αν βρίσκεται σε οργανικές ενώσεις

# Αναλογία C/ H

- Φυσικό αέριο (μεθάνιο),  $\text{CH}_4$ , 1:4
- Πετρέλαιο  $\rightarrow$  1:2 κατά μέσο όρο
- Λιθάνθρακες  $\rightarrow$  Μεγαλύτερος εμπλουτισμός σε C

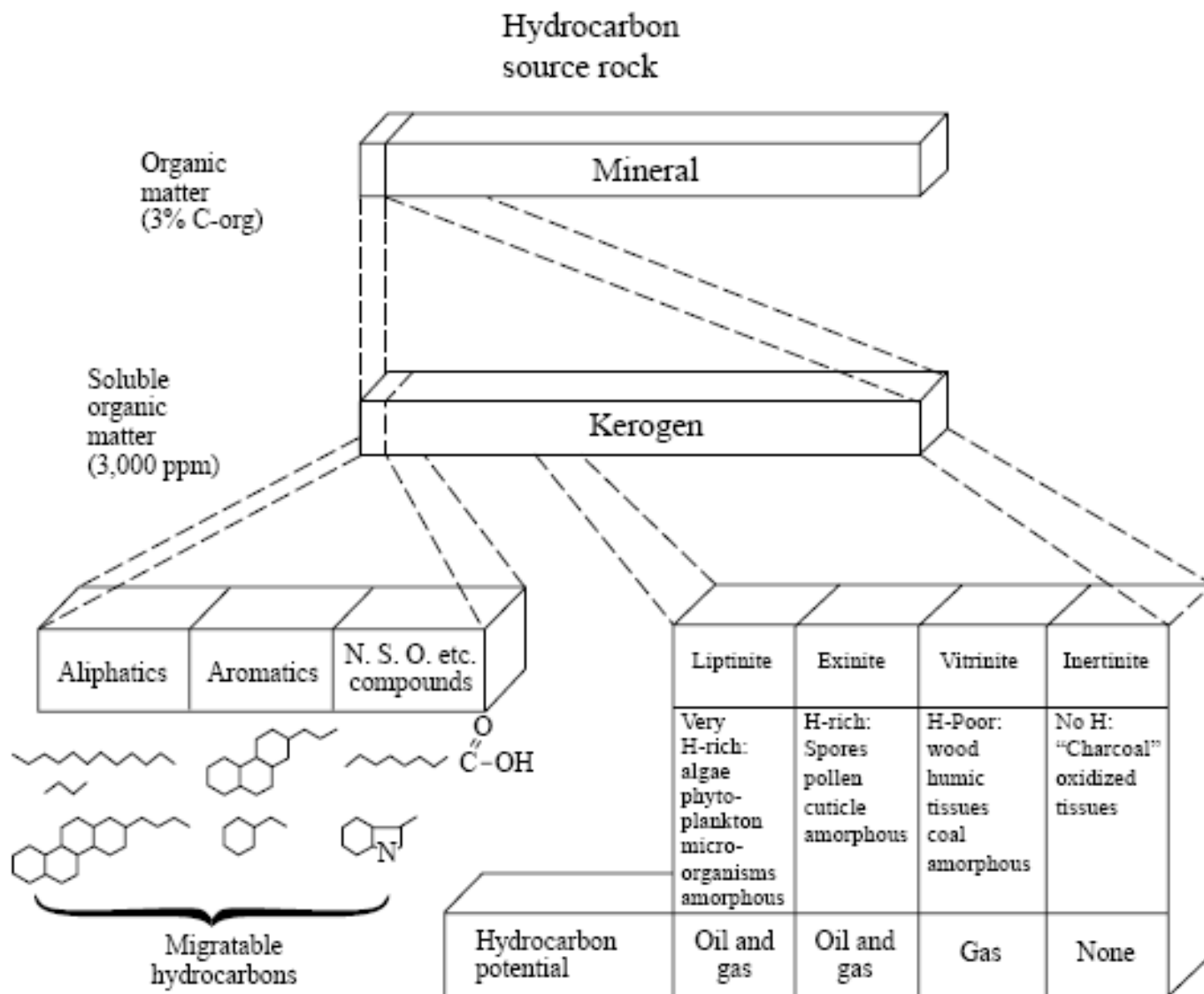


# Πετρέλαιο

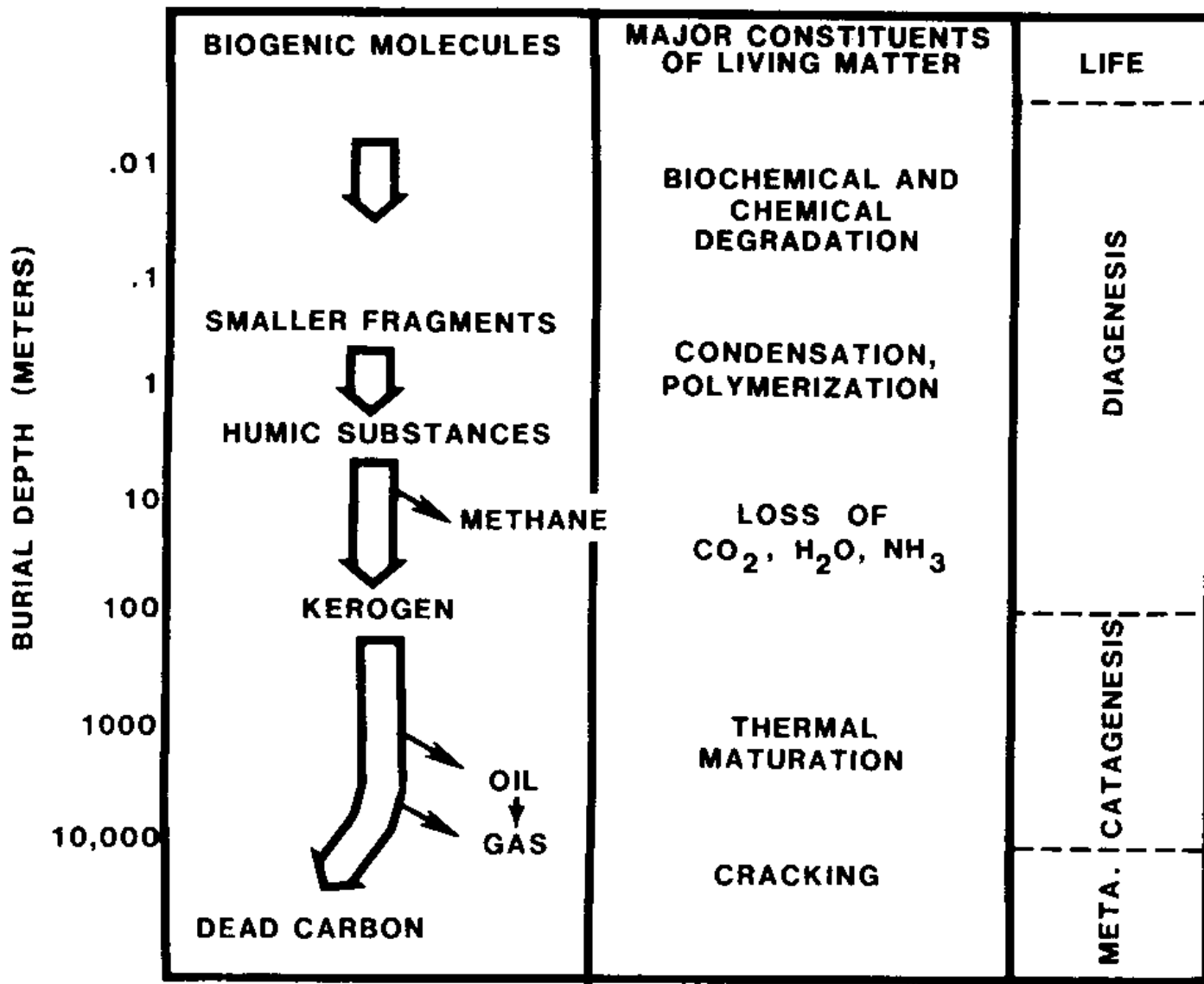
- Πλούσιο σε υδρογονάνθρακες ρευστό
- Προέρχεται από το *κηρογόνο* με αύξηση T,P
- Κηρογόνο = πολυμερές οργανικό υλικό που απαντά σε ιζηματογενή πετρώματα ως διάσπαρτα υπολείμματα φυτικού υλικού (macerals)

## Είδη πετρογραφικών ιστών (maceral)

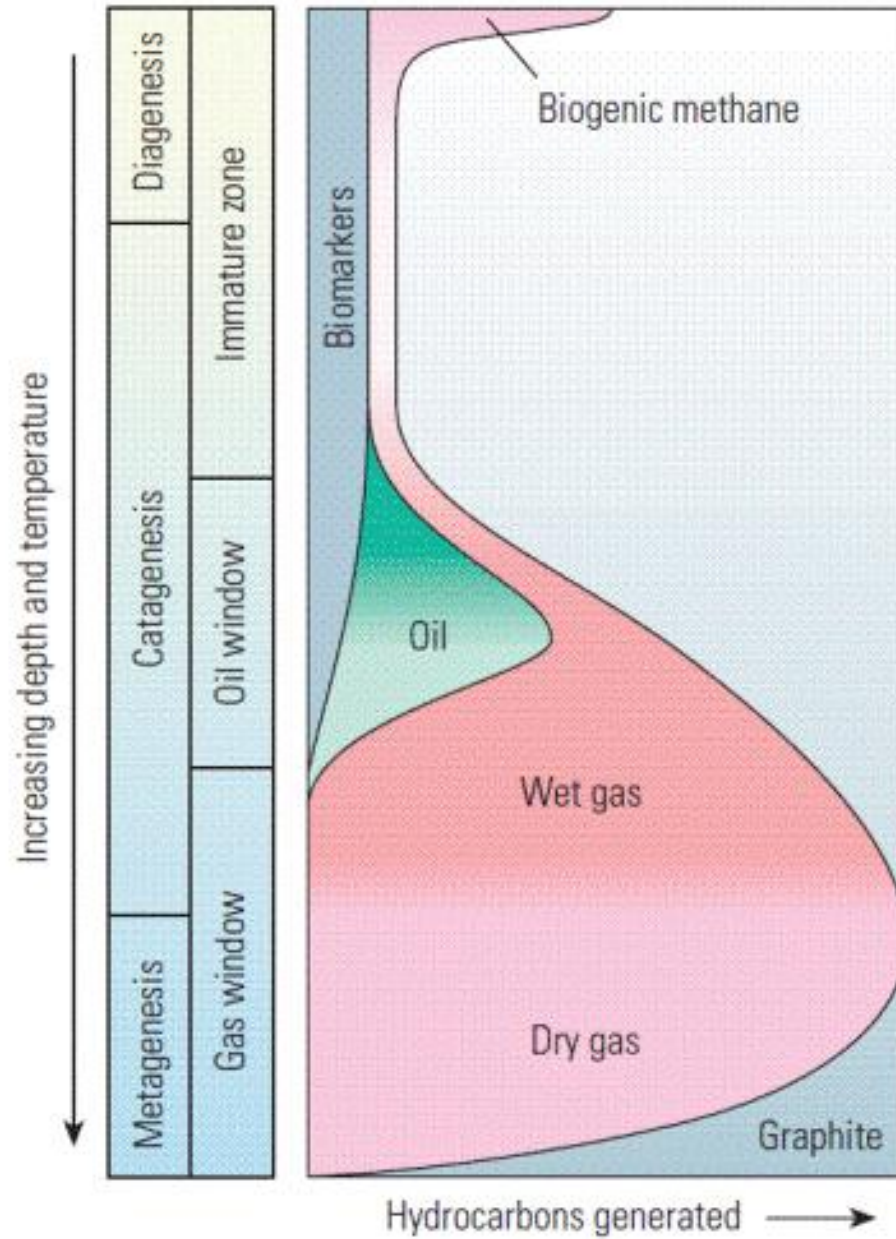
Maceral	Τύπος κηρογόνου	Πηγή οργανικής ύλης
Alginite	I	Φύκη γλυκού νερού
Exinite	II	Γυρεόκοκκοι, σπόρια
Cutinite	II	Υπολείμματα Χερσαίων φυτών
Resinite	II	Ρητίνες χερσαίων φυτών
Liptinite	II	Λιπίδια χερσαίων φυτών, θαλάσσια φύκη
Vitrinite	III	Υλικό πλούσιο σε ξυλώδη και κυτταρινικό ιστό χερσαίων φυτών
Inertinite	IV	Κάρβουνο- Οξειδωμένο υλικό οποιασδήποτε προέλευσης



**Figure 5** The majority of the organic carbon in a source rock is in the form of kerogen. This schematic diagram provides an indication of the relative amounts and form of organic matter in a typical source rock (Brooks *et al.*, 1987) (reproduced by permission of Blackwell from *Marine Petroleum Source Rocks*, 1987).



# Βαθμός ωρίμανσης υδρογονανθράκων





# Σύσταση πετρελαίου 1

Στοιχείο	Περιεκτικότητα
C %	82- 87
H %	12 – 15
S %	0.1 (sweet oil)- 5.5 (sour oil)
O %	0.1 – 4.5
N %	0.1 – 4.5
Άλλα %	<0.1
Ni ppm	0.3 – 200
V ppm	0.3 - 1000

# Σύσταση πετρελαίου 2

- Μέση σύσταση:

57% αλιφατικοί υδρογονάνθρακες

29% αρωματικοί υδρογονάνθρακες

14% ρητίνες και ασφαλτένια

# Σύσταση πετρελαίου 3

- Paraffinic oil: κυρίως αλκάνια,  $<1\%S$  (ορ. υλικό χερσαίας προέλευσης)
- Paraffinic-naphthenic oil: αλκάνια, κυκλοαλκάνια  $<1\%S$  (ορ. υλικό χερσαίας ή θαλάσσιας προέλευσης)
- Aromatic-intermediate oil:  $<50\%$  αρωματικούς υδρογονάνθρακες (ορ. Υλικό θαλάσσιας προέλευσης)