



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

Τμήμα Μηχανικών
Περιβάλλοντος,
Πολυτεχνική Σχολή

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ – ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΓΕΩΧΗΜΕΙΑ

Ορυκτά καύσιμα

Αγγελική Απ. Γαλάνη

Χημικός PhD

Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό (ΕΔΙΠ)

Ορυκτά καύσιμα:

Πετρέλαιο, Φυσικό αέριο, Γαιάνθρακες

- Δεν υπάρχει μορφή ζωής ούτε και κοινωνία που να μην απαιτεί συνεχή εισροή ενέργειας.
- **Οι ανάγκες μιας κοινωνίας για ενέργεια αυξάνονται με την τεχνολογική και βιομηχανική της ανάπτυξη.**
- **Μέχρι σήμερα το μεγαλύτερο ποσό ενέργειας των εκβιομηχανισμένων χωρών, λαμβάνεται από τα ορυκτά καύσιμα.**
- Τα ορυκτά καύσιμα αποτελούνται από υπολείμματα φυτών, ζώων και μικροοργανισμών που έζησαν εκατομμύρια χρόνια πριν και τελικά θάφτηκαν και μετατράπηκαν σε πετρέλαιο, σε φυσικό αέριο και σε γαιάνθρακες.
- **Και οι τρεις μορφές αποτελούνται από ενώσεις του άνθρακα στην πλειονότητά τους υδρογονάνθρακες. Οι διαφορές τους αφορούν διαφορές στη σύνθεση των υδρογονανθράκων.**

Ιστορική ανασκόπηση χρήσης ενέργειας

- **Πρωτόγονοι πολιτισμοί:** Οι άνθρωποι χρησιμοποιούν τη μυϊκή τους δύναμη για τις ενεργειακές τους ανάγκες.
- **Ανακάλυψη φωτιάς:** Χρήση ενέργειας που ο άνθρωπος δεν μπορούσε μέσω της τροφής να αποκτήσει.
- **Εξημέρωση άγριων ζώων:** Παροχή ενέργειας για αγροτικές εργασίες , μεταφορές και άλλες εργασίες.
- **Αξιοποίηση ισχύος νερού και ανέμου για παραγωγή ωφέλιμου έργου.**

- **Τέλη 18^{ου} αιώνα:** Έκρηξη στη χρήση της ενέργειας με την **ανάπτυξη της ατμομηχανής** → απευθείας μετατροπή της θερμικής ενέργειας από καύσιμο σε ωφέλιμο έργο → **έναρξη βιομηχανικής επανάστασης**, (οι μηχανές αντικαθιστούν τη σωματική εργασία ανθρώπων και ζώων).
- **1830:** αντικατάσταση του ξύλου που αρχικά αποτελούσε το καύσιμο για τις ατμομηχανές, (συμπεριλαμβανομένων των ατμοκινητήρων τρένων και ατμόπλοιων) **από γαιάνθρακες**. (Έως το 1910 το 70% ενέργειας στις ΗΠΑ από γαιάνθρακες).
- **1859:** Στην Πενσυλβάνια των ΗΠΑ **ανακαλύπτεται το πετρέλαιο**.
- **1908:** Ανακαλύπτεται πετρέλαιο στη μέση Ανατολή στο **Ιράν**

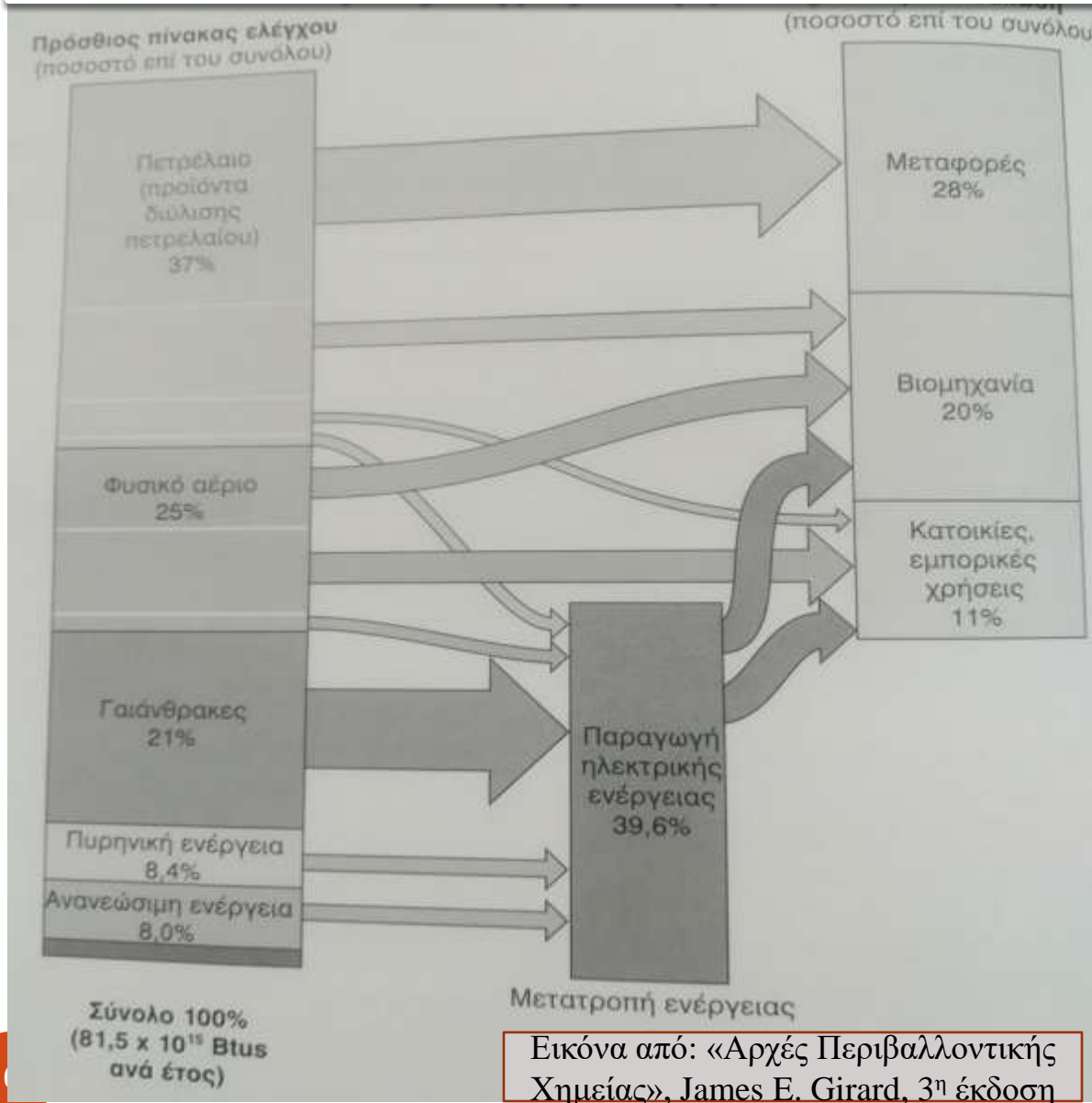
Τα πρώτα χρόνια η χρήση του πετρελαίου περιορίζεται στην παραγωγή κηροζίνης φωτισμού και στις ανάγκες θέρμανσης.

- **Πετρέλαιο:** Αναδεικνύεται ως κύρια ενεργειακή πηγή με την ανάπτυξη του κινητήρα εσωτερικής καύσης και κυρίως με την ανάπτυξη της βιομηχανίας αυτοκινήτων.



- **Φυσικό αέριο:** Έως τις αρχές του 20^{ου} αιώνα το 90% του φυσικού αερίου που ανακαλύπτονταν με το πετρέλαιο, καίγονταν επιτόπου γιατί θεωρούνταν ανεπιθύμητο. Το φυσικό αέριο καθιερώθηκε ως καύσιμο μόνο όταν βρέθηκε οικονομικός τρόπος μεταφοράς του από την πηγή στον καταναλωτή.

Τρόπος που χρησιμοποιούνται στις ΗΠΑ οι κύριες πηγές ενέργειας



Εικόνα από: «Αρχές Περιβαλλοντικής Χημείας», James E. Girard, 3^η έκδοση

Η ενέργεια σήμερα χρησιμοποιείται:

- Στις μεταφορές
- Στη βιομηχανία
- Για θέρμανση και ψύξη κτιρίων
- Για παραγωγή ηλεκτρισμού.

Ο ηλεκτρισμός αντίθετα με τα ορυκτά καύσιμα το νερό και τη ραδιενέργεια είναι δευτερεύουσα και όχι πρωτεύουσα πηγή ενέργειας.

Ενέργεια και ισχύς

- **Ενέργεια:** Η ικανότητα ενός σώματος ή συστήματος να παράγει έργο. Η ενέργεια συνδέεται με κάθε μεταβολή στο φυσικό κόσμο.

Μονάδες ενέργειας: θερμίδες, (cal), Joules, Βρετανικές μονάδες θερμότητας (Btu).

- **Ισχύς:** Ο ρυθμός μεταβολής της ενέργειας στη μονάδα του χρόνου, (μέτρο του ρυθμού κατανάλωσης της ενέργειας).

Μονάδες ισχύος: cal/sec ή joule/sec(watt).

Ενέργεια από τα καύσιμα

- **Καύσιμα:** Ουσίες οι οποίες αναφλέγονται παρουσία αέρα άμεσα, απελευθερώνοντας σημαντικές ποσότητες θερμικής ενέργειας.
- **Διαδικασία ανάφλεξης:** Οξειδωτική εξώθερμη διεργασία.

Τα πιο πολλά υλικά στη Γη απαντώνται στην οξειδωμένη μορφή τους, άρα δεν αναφλέγονται και δεν είναι δυνατή η χρήση τους ως καύσιμα.

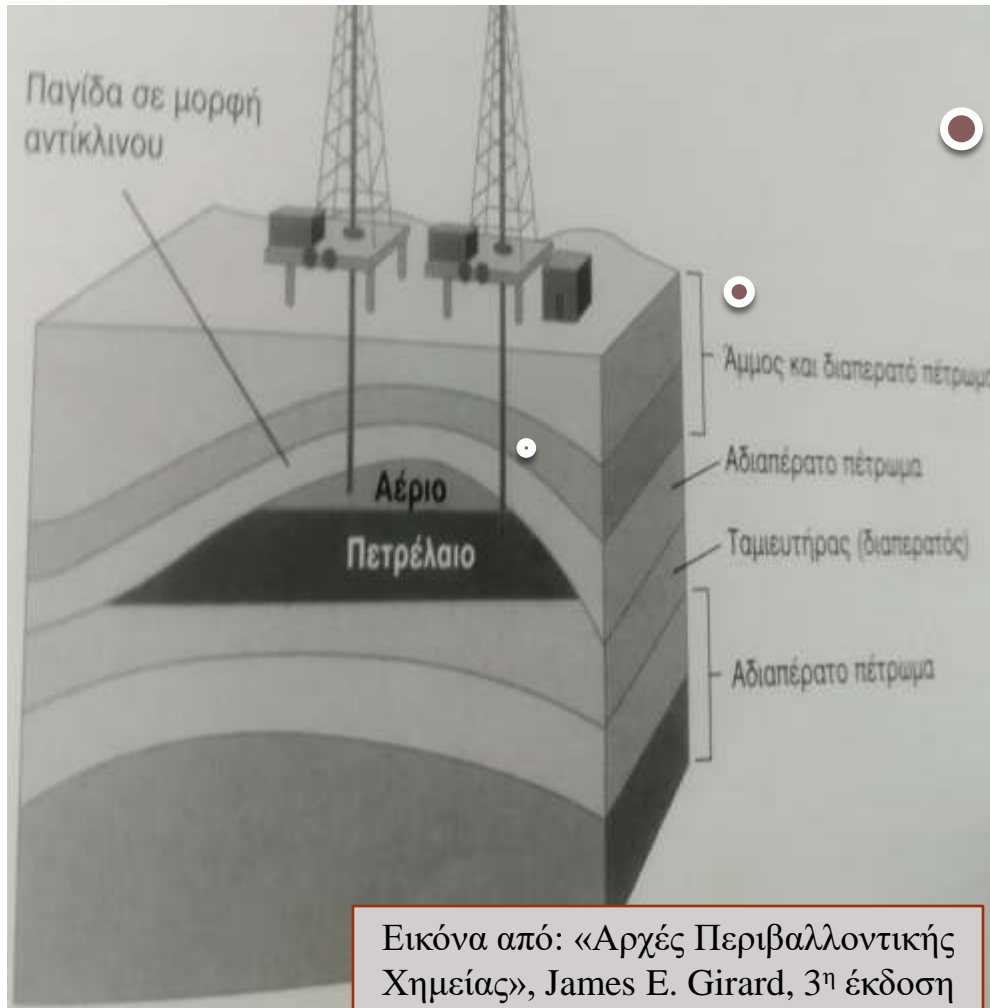
Τα ορυκτά καύσιμα αποτελούνται από υδρογονάνθρακες κυρίως που όταν σε κατάλληλες συνθήκες και παρουσία αέρα αναφλεγούν, οξειδώνονται σε CO_2 και H_2O . Χημικοί δεσμοί σπάνε και δημιουργούνται νέοι δεσμοί. Απελευθερώνεται έτσι ενέργεια υπό μορφή θερμότητας.

Σχηματισμός κοιτασμάτων πετρελαίου

- Το πετρέλαιο πιστεύεται ότι προήλθε από μικροσκοπικούς θαλάσσιους οργανισμούς των ρηχών παράκτιων νερών.
- Με το θάνατο των οργανισμών αυτών τα υπολείμματα τους συγκεντρώθηκαν στον πυθμένα σε ιζήματα. Εκεί το οξυγόνο δεν επαρκούσε για την οξείδωση όλης της οργανικής ύλης η οποία με την πάροδο εκατομμυρίων ετών καταπλακώθηκε από ιζήματα.
- Αλλού οι θάλασσες ξηράθηκαν αφήνοντας νέα εδαφική επιφάνεια.
- Το υλικό βρέθηκε εκτεθειμένο σε υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις και με διάφορες χημικές αντιδράσεις κάποιο μέρος της οργανικής ύλης μετατράπηκε σε υγρούς υδρογονάνθρακες, (αργό πετρέλαιο) και μέρος της σε αέριους υδρογονάνθρακες, (φυσικό αέριο).

Γεωλογικά χαρακτηριστικά κοιτασμάτων πετρελαίου φυσικού αερίου

Πετρέλαιο και φυσικό
αέριο απαντώνται μαζί

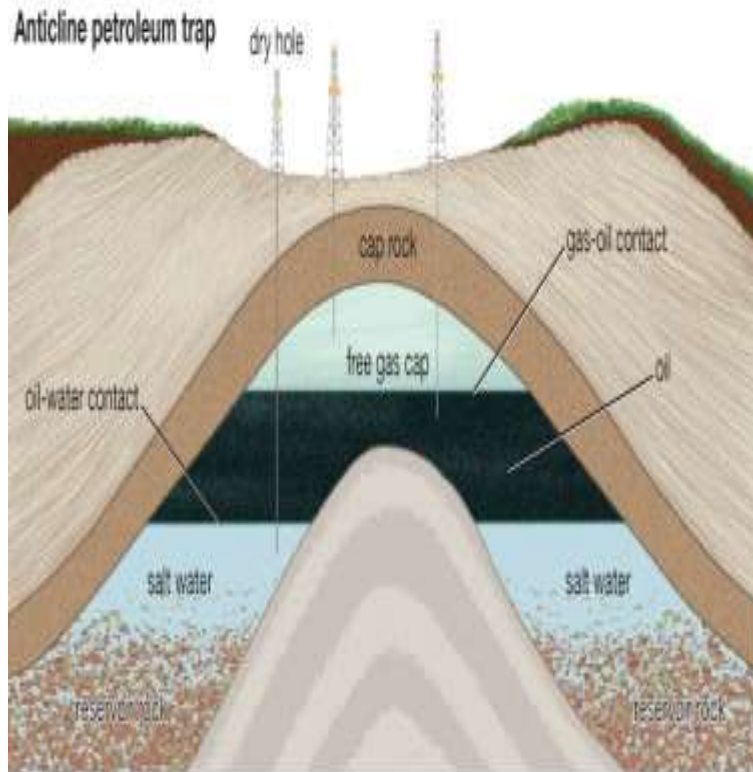


Πετρέλαιο και φυσικό αέριο συσσωρεύονται σε πορώδη και διαπερατά πετρώματα, τους ταμιευτήρες.

Πορώδη που σημαίνει με κενούς χώρους όπως το σφουγγάρι όπου συλλέγονται αέρια και υγρά. Το νερό καταλαμβάνει το μισό χώρο των πόρων.

Διαπερατά που σημαίνει ότι οι χώροι συνδέονται έτσι ώστε να επιτρέπεται η ελεύθερη μετακίνηση αερίων, νερού και πετρελαίου.

Το πετρέλαιο δεν είναι εύκολο να αντληθεί από ένα κοίτασμα. Διασπείρεται στους πόρους του ταμιευτήρα και δεν συσσωρεύεται σε ένα όγκο υγρού



© 2010 Encyclopædia Britannica, Inc.

- Το πετρέλαιο πρέπει να εξαναγκαστεί να εξέλθει από τους πόρους του ταμιευτήρα.
- Τόσο το πετρέλαιο όσο και το φυσικό αέριο βρίσκονται υπό πίεση. Η γεώτρηση εξαφανίζει την πίεση και το πετρέλαιο εξαναγκάζεται να εξέλθει με τη μορφή πίδακα εάν η πίεση είναι υψηλή. Η πίεση μειώνεται βαθμιαία μαζί και ο ρυθμός ροής.

- Μετά από άντληση του $1/3$ του πετρελαίου που υπάρχει στο σχηματισμό το κοίτασμα παύει πλέον να είναι παραγωγικό.
- Για κάθε βαρέλι πετρελαίου που αντλείται, δύο παραμένουν στο έδαφος.
- **Εάν ασκηθεί και πάλι πίεση στο κοίτασμα, μπορεί να συλλεχθεί $1/3$ πετρελαίου ακόμη.** Αυτό γίνεται με βοηθητικές γεωτρήσεις και εισαγωγή στον ταμιευτήρα νερού, ατμού ή κάποιου αερίου, π.χ. CO_2 ή αζώτου ώστε να αναγκαστεί να εξέλθει επιπλέον ποσότητα πετρελαίου. Η όλη διαδικασία είναι δαπανηρή και το αν εφαρμοστεί ή όχι κάθε φορά είναι άμεση συνάρτηση της τρέχουσας τιμής του πετρελαίου.

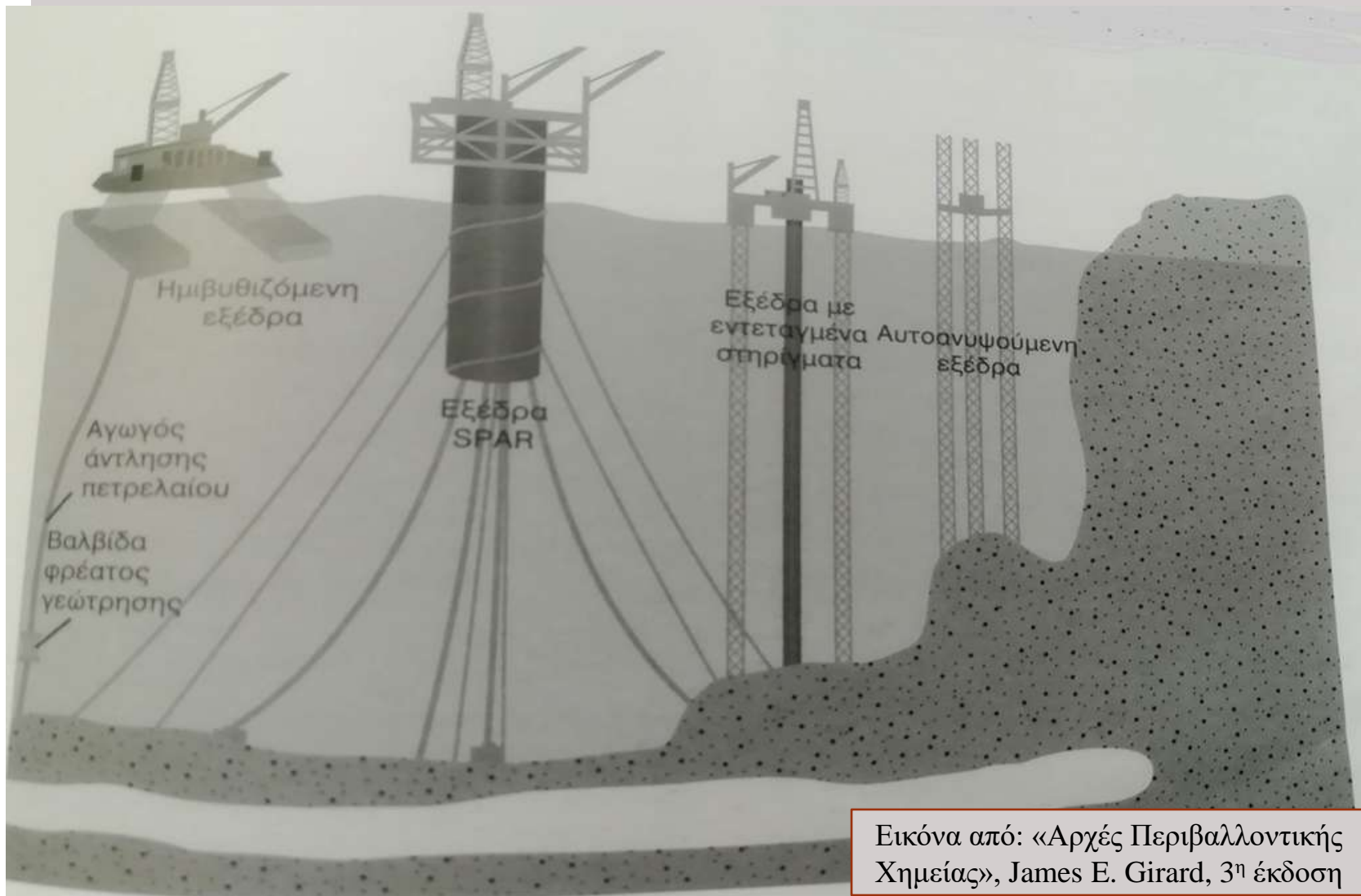
Κοιτάσματα πετρελαίου

- **4000 χιλιάδες κοιτάσματα και περισσότερα σε όλο τον κόσμο** δίνουν τα 85 εκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου την ημέρα χρειάζεται ο πληθυσμός του πλανήτη.
- Τα πιο πολλά είναι μικρά και παράγουν λιγότερα από 20.000 βαρέλια την ημέρα, **(barrels per day bpd)**.
- **3% των συνολικών κοιτασμάτων είναι πολύ μεγάλα** και παράγουν περισσότερα από 100000 bpd
- **Μόλις μια χούφτα υπέρ κοιτασμάτων παράγει περισσότερα του 1000000 bpd** Αυτά έχουν αποτελέσει αιτία πολέμων.
- **Το μεγαλύτερο κοίτασμα βρίσκεται στη Σαουδική Αραβία και είναι το Ghawar μήκους 258 km και πλάτους 26 km.**

Τα τελευταία 20 χρόνια έχει δώσει 60 δισεκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου και είναι ακόμη ακμαίο. Το μυστικό της μακροζωίας του είναι ότι οι Σαουδάραβες εισήγαγαν νερό κάτω από το πετρέλαιο περιμετρικά του κοιτάσματος.

- **Ο πυθμένας της θάλασσας, είναι από τα πιο απαιτητικά μέρη στη Γη για την άντληση πετρελαίου.**
- Αυτό διότι έχει ποικιλόμορφο ανάγλυφο με βαθιά φαράγγια, ωκεάνια όρη, ενεργά ηφαίστεια ιλύος και το βάρος του νερού ασκεί τεράστια πίεση.
- Τα κοιτάσματα πετρελαίου σε τέτοια βάθη είναι ευαίσθητα σε υποθαλάσσιους σεισμούς. Επιπρόσθετα στον πυθμένα της θάλασσας η θερμοκρασία φθάνει σε σημείο σχηματισμού πάγου, αλλά το πετρέλαιο που αντλείται μπορεί να έχει θερμοκρασία και παραπάνω από 200 °C. Αέριο μεθάνιο και ένυδρα άλατα μεθανίου που μπορεί να είναι εκρηκτικά συναντώνται συχνά δίπλα στα κοιτάσματα.
- **Ωστόσο οι γεωτρήσεις στον πυθμένα της θάλασσας σε βάθος μεγαλύτερο των 400 m εκτιμάται από τους ειδικούς ότι θα δίνουν το 2020 το 10% του παγκόσμιου πετρελαίου.**

Εξέδρες άντλησης πετρελαίου σε βαθιές θάλασσες



Εικόνα από: «Αρχές Περιβαλλοντικής Χημείας», James E. Girard, 3^η έκδοση

Η συρρίκνωση των αποθεμάτων πετρελαίου, και οι υψηλές τιμές του \Rightarrow στροφή σε παγκόσμιο επίπεδο σε νερά μεγάλου βάθους.

- **Νέα κοιτάσματα** (Turí και Guara) ανακαλύφθηκαν πρόσφατα ανοιχτά των ακτών Βραζιλίας στον Ατλαντικό, και ανοιχτά της Αγκόλα.
- Τα κοιτάσματα στον κόλπο του Μεξικού εκτιμώνται στα 45 δισεκατομμύρια βαρέλια αργού πετρελαίου.

ΩΣΤΟΣΟ

Παρότι βελτιώθηκε η τεχνολογία των εξεδρών άντλησης, η πρόοδος στην ανάπτυξη των μεθόδων πρόληψης εκρήξεων και καθαρισμού πετρελαιοκηλίδων δεν ήταν ανάλογη.

Έως και 100.000 bpb είναι δυνατόν να διοχετεύσει στη θάλασσα σε περίπτωση έκρηξης ένα φρέαρ βαθέων υδάτων, (κόλπος Μεξικού 2010)

Κόλπος Μεξικού 2010, φονική έκρηξη στην εξέδρα άντλησης Deepwater Horizon.

- Μεγάλη φυσαλίδα αέρα πέρασε στον σκελετό του φρέατος και προκάλεσε τεράστια έκρηξη.
- Η εταιρία BP ιδιοκτήτρια της εξέδρας κρίθηκε ένοχη για το ατύχημα διότι προσπάθησε να επιταχύνει τη διαδικασία διάνοιξης της γεώτρησης.



Εδώ και 30 χρόνια περίπου, νορβηγικές εταιρίες πετρελαίου που αντλούν πετρέλαιο από φρέατα υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας ανοιχτά των δυτικών ακτών της Νορβηγίας, σε αβαθή υφαλοκρηπίδα, εισήγαγαν αρκετές καλύτερες πρακτικές άντλησης σε βαθιά ύδατα. Οι πρακτικές αυτές μπορούν να αποτελέσουν παράδειγμα για άλλες εταιρίες

Σύσταση πετρελαίου

Το αργό πετρέλαιο είναι φυσικό, ελαιώδες, εύφλεκτο υγρό, του οποίου η χημική σύσταση και οι φυσικές του ιδιότητες ποικίλουν αναλόγως της προέλευσής του.

Πάνω από τριακόσιες διαφορετικές ενώσεις υπάρχουν στο πετρέλαιο οι περισσότερες από τις οποίες είναι υδρογονάνθρακες. Ειδικότερα:

- **Αλκάνια (παραφίνες)**
- **Κυκλοαλκάνια (κυκλοπαραφίνες)**
- **Αλκένια**
- **Αρωματικοί υδρογονάνθρακες.** 2-5% του αργού πετρελαίου. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία από τις ενώσεις αυτές, τολουόλιο, ξυλόλιο, ναφθαλίνη, διφαινύλια κ.λ.π.
- **Άλλες ενώσεις: 1) Θειούχες ενώσεις.** Η συνολική ποσότητα θείου παίζει καθοριστικό ρόλο στην ποιότητα πετρελαίου και ειδικότερα στη χρήση του ως καύσιμο διότι τα προϊόντα καύσης περιέχουν αυξημένες ποσότητες SO_2 . Φτωχό σε θείο πετρέλαιο 0,1% w/w, 3,7% w/w πλούσιο σε θείο. **2) Αζωτούχες ενώσεις** σε λιγότερο από 1% w/w **3) Οξυγονούχες ενώσεις.**

Διύλιση πετρελαίου

Με τη μορφή που έχει το πετρέλαιο (αργό πετρέλαιο), τη στιγμή της εξόρυξής του, έχει πολύ λίγες άμεσες χρήσεις. Για το λόγο αυτό αποστέλλεται στα διυλιστήρια, ώστε μέσω κλασματικής απόσταξης να διαχωριστεί σε κλάσματα.



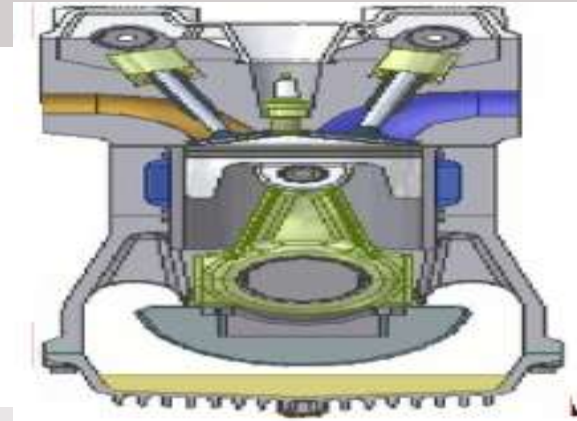
Τα κλάσματα της κλασματικής απόσταξης του αργού πετρελαίου



BENZINΗ

Αριθμός οκτανίων: Αυθαίρετη κλίμακα που αξιολογεί την τάση της βενζίνης να προκαλεί αυτοέκρηξη, «χτύπημα», δηλαδή έναρξη καύσης καυσίμου πριν την ανάφλεξη από τη μίξα του αυτοκινητή.

- Ο καθορισμός της συμπεριφοράς της βενζίνης γίνεται σε πρότυπο βενζινοκινητήρα.



- Επτάνιο : $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

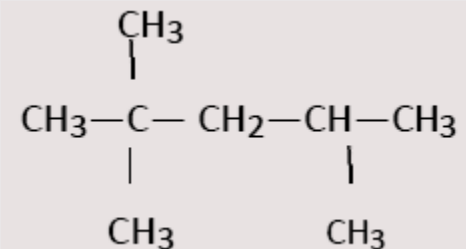
αριθμός οκτανίου 0

- 2,2,4 τριμέθυλοπεντάνιο, (ισοοκτάνιο):

αριθμός οκτανίου 100

- Μίγμα 90% ισοοκτάνιο, 10% επτάνιο:

αριθμός οκτανίου 90



Βιομηχανία πετροχημικών

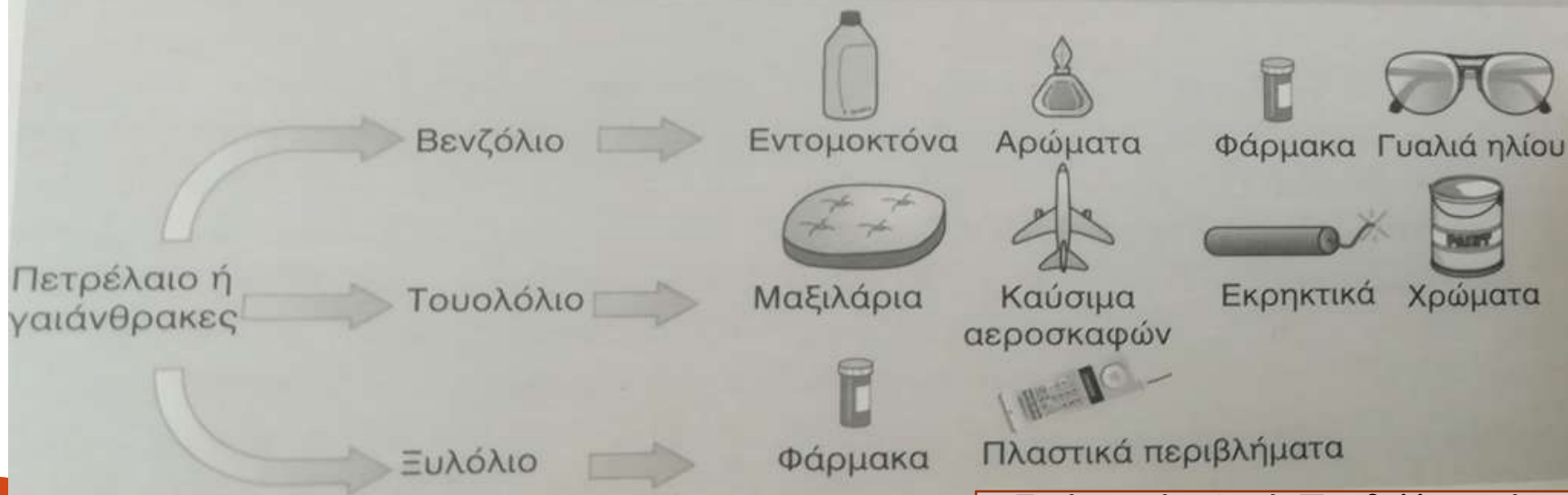
Προϊόντα

Αλκάνια



Αρωματικές ενώσεις

Προϊόντα



Πηγές πετρελαιϊκής ρύπανσης

➤ Οι πετρελαιοκηλίδες λόγω ατυχημάτων σε μεγάλα δεξαμενόπλοια αποκτούν μεγάλη δημοσιότητα, **ωστόσο το 70% της ρύπανσης των ωκεανών από πετρέλαιο οφείλεται στη λειτουργία ρουτίνας των δεξαμενόπλοιων.**

- Διαρροές δεξαμενόπλοιων είναι αρκετά συχνές.
- Απώλειες κατά την εκφόρτωση και τον εφοδιασμό με καύσιμα.
- Τα περισσότερα πετρελαιοφόρα απορρίπτουν απόβλητα πετρελαίου στη θάλασσα.

➤ **Δευτερεύουσα πηγή ρύπανσης, είναι οι υπεράκτιες εγκαταστάσεις, κυρίως εξαιτίας των περιστασιακών αναπηδήσεων πετρελαίου έξω από το φρεάτιο άντλησης.**

- Τα λύματα που αντλούνται μαζί με το πετρέλαιο και προέρχονται από το υπέδαφος του πυθμένα του ωκεανού, αποτελούν το μεγαλύτερο περιβαλλοντικό κίνδυνο, διότι αυτό το «αρχαίο νερό» περιέχει βάριο, ψευδάργυρο και ραδιενεργά υλικά σε ίχνη και επιστρέφοντας στον ωκεανό είναι δυνατόν να καταστρέψει τα γειτονικά φυσικά είδη.

Πηγές πετρελαϊκής ρύπανσης

➤ Η πηλώδης λάσπη που χρησιμοποιείται ως λιπαντικό του γεωτρύπανου περιέχει λιγνίτη, βάριο, καθώς και άλλες χημικές ουσίες και μετά από τη χρήση του γεωτρύπανου, αυτή απορρίπτεται συνήθως στη θάλασσα.

- Η λάσπη όμως αυτή μπορεί να καταπλακώσει και να θανατώσει τους οργανισμούς που ζουν στον πυθμένα και είναι αναπόσπαστο τμήμα της θαλάσσιας τροφικής αλυσίδας.

➤ Τις πιο σοβαρές συνέπειες από την υπεράκτια άντληση τις παρατηρούμε κατά μήκος των ακτών, διότι εκεί βρίσκονται οι εγκαταστάσεις για την παραλαβή του πετρελαίου που καταστρέφουν τους υγροβιότοπους.

➤ Στα νερά στα οποία απαντώνται μηχανοκίνητα σκάφη για ψυχαγωγία παρατηρείται πετρελαϊκή ρύπανση.

- Πολλοί είναι οι εξωλέμβιοι δίτροχοι κινητήρες που χρησιμοποιούν για καύσιμο μίγμα βενζίνης πετρελαίου που μετά από ατελή καύση απορρίπτεται στη θάλασσα μέσω των συστημάτων εξάτμισης.

Πετρελαϊκή ρύπανση

Σε περίπτωση που το αργό πετρέλαιο χυθεί στον ωκεανό, διασπείρεται και μεταβάλλεται μέσω πολλών φυσικοχημικών διαδικασιών.

Σχεδόν όλα τα συστατικά του έχουν μικρότερη πυκνότητα από το νερό και δε διαλύονται σε αυτό, αλλά επιπλέουν στην επιφάνεια ως στιβάδα που γίνεται λεπτότερη όπως εξαπλώνεται.

Ναυάγιο του δεξαμενόπλοιου Exxon Valdez 1989. 42 εκατομμύρια λίτρα πετρελαίου στις ακτές της Αλάσκας. Ρύπανση περισσότερων των 1600 km ακτογραμμής

Η μέρα που πέθαναν δεκάδες χιλιάδες θαλασσοπούλια και χίλιες τουλάχιστον θαλάσσιες βίδρες.



Πετρελαϊκή ρύπανση

Τα πτητικά συστατικά της στιβάδας, (25% του πετρελαίου) εξατμίζονται στην ατμόσφαιρα.

- Το μεγαλύτερο μέρος από αυτούς τους υδρογονάνθρακες υφίσταται φωτοξείδωση.
- Ένα μέρος τους μένει με μορφή σταγονιδίων ή προσροφάται στα αιωρούμενα σωματίδια της ατμόσφαιρας.
- Τα υγρά και στερεά σωματίδια είναι δυνατόν να κατακαθίσουν ή να ξεπλυθούν με τις βροχοπτώσεις επιβαρύνοντας με τον τρόπο αυτό σημαντικά τις θάλασσες.

Τα ίδια ισχύουν και για τους υδρογονάνθρακες που εκπέμπονται λόγω ατελούς καύσης.



**Διωλιστήριο Exxon
Mobil Τέξας
31/07/2019**

Πετρελαϊκή ρύπανση

Τα συστατικά που είναι λιγότερο πτητικά διασπώνται λόγω της κίνησης των κυμάτων σε λεπτά σταγονίδια που διασπείρονται στο νερό. Τα σταγονίδια αυτά κοντά στις ακτές απορροφώνται στην επιφάνεια άμμου και ιλύος και βυθίζονται.

Στην επιφάνεια του ωκεανού σχηματίζεται με την ανακίνηση του πετρελαίου από τον άνεμο και τα κύματα, γαλάκτωμα πετρελαίου-νερού.

Το πετρέλαιο που ξεβράζεται στην ακτή αλλά και αυτό που βρίσκεται στην επιφάνεια του ωκεανού διασπάται βαθμιαία από βακτήρια και από το ηλιακό φως και σχηματίζει σφαιρίδια πίσσας που ξεβράζονται στην ακτή.

Το μικρό κλάσμα πετρελαίου που είναι βαρύτερο από το νερό καθιζάνοντας στον πυθμένα, είναι δυνατόν να καλύψει τους οργανισμούς που ζουν εκεί και να τους θανατώσει.

Πετρελαϊκή ρύπανση

Τα συστατικά που είναι λιγότερο πτητικά διασπώνται λόγω της κίνησης των κυμάτων σε λεπτά σταγονίδια που διασπείρονται στο νερό. Τα σταγονίδια αυτά κοντά στις ακτές απορροφώνται στην επιφάνεια άμμου και ιλύος και βυθίζονται.

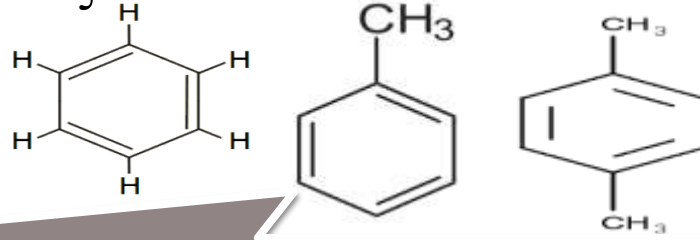
Στην επιφάνεια του ωκεανού σχηματίζεται με την ανακίνηση του πετρελαίου από τον άνεμο και τα κύματα, γαλάκτωμα πετρελαίου-νερού.

Το πετρέλαιο που ξεβράζεται στην ακτή αλλά και αυτό που βρίσκεται στην επιφάνεια του ωκεανού διασπάται βαθμιαία από βακτήρια και από το ηλιακό φως και σχηματίζει σφαιρίδια πίσσας που ξεβράζονται στην ακτή.

Το μικρό κλάσμα πετρελαίου που είναι βαρύτερο από το νερό καθιζάνοντας στον πυθμένα είναι δυνατόν να καλύψει τους οργανισμούς που ζουν εκεί και να τους θανατώσει.

Πετρελαϊκή ρύπανση

Οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες του αργού πετρελαίου περιλαμβάνουν βενζόλιο υποκατεστημένο με μια ή περισσότερες μεθυλομάδες:



Το κλάσμα βενζόλιο τολουόλιο p-ξυλόλιο, (benzene, toluene, xylene), BTX είναι το τοξικότερο για τους θαλάσσιους οργανισμούς όταν συμβεί διαρροή.

Με το χρόνο, το πετρέλαιο που εκτίθεται σε ατμοσφαιρικές συνθήκες, εμπλουτίζεται με πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες, (PAH) 4 ή 5 δακτυλίων. Οι ενώσεις αυτές είναι μεταλλαξιογόνες και καρκινογόνες. Εφόσον όμως δεν είναι υδατοδιαλυτές, φαίνεται να μην επιδρούν στην υδροχαρή βιοκοινωνία όμως αντιθέτως το αλλοιωμένο αυτό πετρέλαιο σε ανάμιξη με ιζήματα είναι επικίνδυνο για τα βενθικά είδη.

Επιπτώσεις πετρελαίου στο περιβάλλον

Είναι δύσκολη η εκτίμηση των μακροπρόθεσμων συνεπειών για το περιβάλλον από τις πετρελαιοκηλίδες.

- Ακτές βραχώδεις που τις κτυπούν δυνατά κύματα καθαρίζουν γρήγορα.
- Σε προστατευμένες ακτές με άμμο και σε αλμυρούς βάλτους, το πετρέλαιο είναι δυνατόν να μείνει αναλλοίωτο για 2 με 3 χρόνια.

Οι υδρογονάνθρακες δε διαλύονται στο νερό και αν συμβεί κατάποσή τους από θαλάσσιους οργανισμούς διαλύονται στο λιπώδη ιστό τους. Τα ψάρια μεταβολίζουν τους υδρογονάνθρακες γρήγορα αντιθέτως με τα οστρακοειδή που για μεγάλο διάστημα μπορεί να μείνουν μολυσμένα.

Κάποιες από τις επιπτώσεις που προκαλεί η απόχυση πετρελαίου στα επιφανειακά νερά είναι:

➤ **Η μείωση της διαπερατότητας του φωτός, η οποία φθάνει και στο 90% με αποτέλεσμα την αναστολή της φωτοσύνθεσης των υποθαλάσσιων φυτών.**

➤ **Η μείωση της διαλυτότητας του οξυγόνου, γεγονός που δημιουργεί ασφυκτικές καταστάσεις για τους υδρόβιους οργανισμούς.**

➤ **Η προσβολή των πτηνών με τρεις τρόπους:**

1. Με την επικάλυψή τους οι θερμομονωτικές ουσίες των φτερών διαλύονται στο πετρέλαιο και τα πτηνά κινδυνεύουν από θάνατο λόγω απώλειας θερμότητας.
2. Τα καλυμμένα φτερά με το πετρέλαιο συγκολλούνται μεταξύ τους και τα πτηνά κινδυνεύουν από πνιγμό καθώς ο όγκος τους μειώνεται.
3. Τα πτηνά έχουν τη συνήθεια να καθαρίζουν τα φτερά με το ράμφος και αποτέλεσμα αυτού είναι η εισαγωγή πετρελαίου στο στομάχι.

➤ **Οι τοξικές δράσεις στους ζωντανούς οργανισμούς**
Οι υδρογονάνθρακες του πετρελαίου προσλαμβάνονται από ασπόνδυλα, ψάρια και θηλαστικά και μεταβολίζονται στο συκώτι σε μεταβολίτες υδατοδιαλυτούς που απεκκρίνονται. Το σύστημα έχει αποτοξινωτική δράση, ωστόσο κάποιοι υδρογονάνθρακες όπως οι **ΡΑΗ** μεταβολίζονται σε ενδιάμεσα προϊόντα που είναι **τοξικά και επικίνδυνα**.

Η τοξικότητα των διαφόρων κλασμάτων πετρελαίου ακολουθεί τη σειρά:

Παραφίνες

Ναφθένια

Ολεφίνες

Αρωματικά

Το πτητικό αρωματικό κλάσμα εξατμίζεται σχετικά γρήγορα σε περίπου 24 h, όμως σε παγετό η εξάτμιση είναι μικρή.

Άρα οι συνέπειες μιας πετρελαιοκηλίδας τη χειμερινή περίοδο, ιδίως στις αρκτικές περιοχές είναι σοβαρότερες από τις συνέπειες σε τροπικές περιοχές.

Τρόποι καταπολέμησης πετρελαιοκηλίδων

Μέχρι σήμερα καμία αποτελεσματική μέθοδος απομάκρυνσης των πετρελαιοκηλίδων δεν υπάρχει.

A. Η καύση της πετρελαιοκηλίδας δε βρίσκει εφαρμογή διότι:

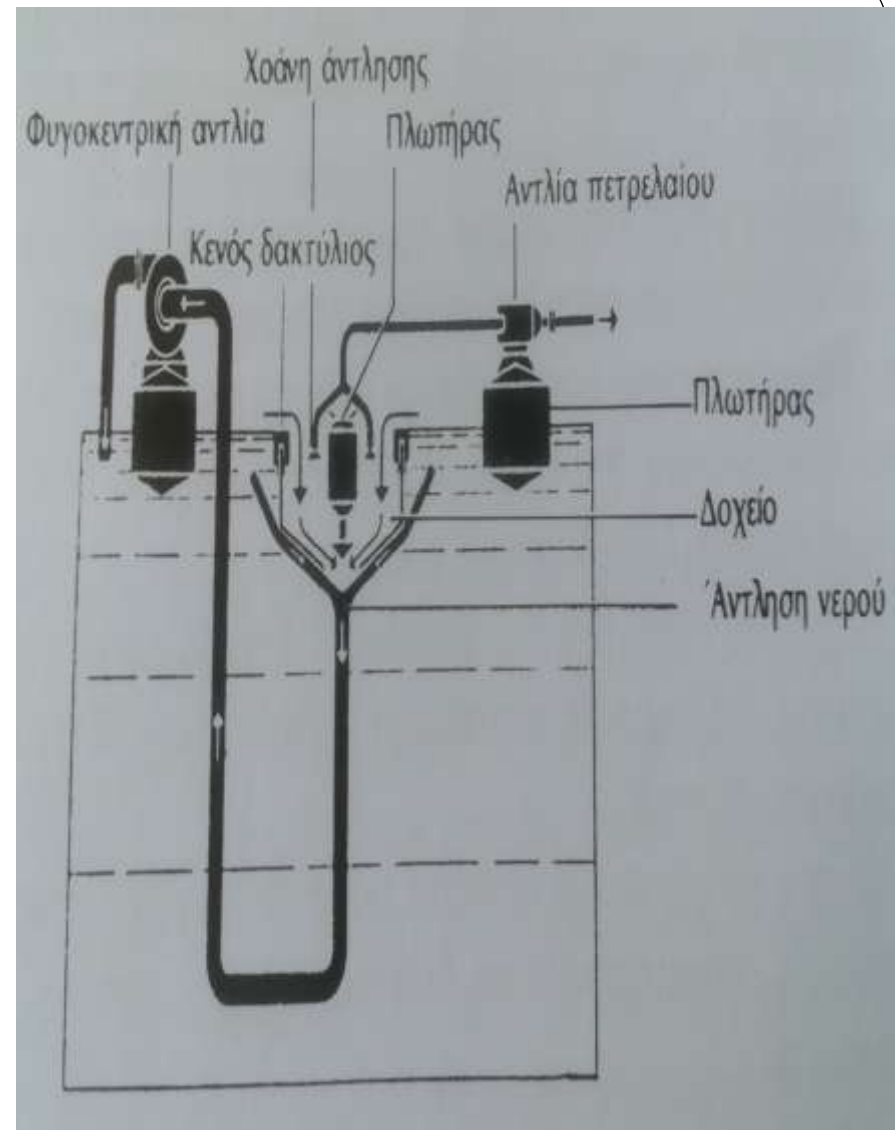
1. Η πετρελαιοκηλίδα αναφλέγεται δύσκολα διότι τα πτητικά συστατικά του πετρελαίου εξατμίζονται σε μικρό χρονικό διάστημα
2. Με την καύση του πετρελαίου προκαλείται δευτερογενής ρύπανση διότι εκλύονται μεγάλες ποσότητες καπνού.

- B.** Η χρήση γαλακτοματοποιητών (όπως απορρυπαντικών), για διασπορά και καταβύθιση μεγάλου ποσοστού, είναι αμφιλεγόμενη αφού δεν πρέπει να αγνοείται η τοξικότητα των χρησιμοποιούμενων αντιδραστηρίων. Σε ρηχά παράκτια νερά η μέθοδος είναι προβληματική αφού υπάρχει ο κίνδυνος δηλητηρίασης των οργανισμών του πυθμένα και των υπερκείμενων στρωμάτων
- C.** Η φιλικότερη για το περιβάλλον μέθοδος είναι ο μηχανικός διαχωρισμός του μίγματος νερού-πετρελαίου από την επιφάνεια απομακρύνοντας το νερό και επαναχρησιμοποιώντας το πετρέλαιο.
- D.** Για την μείωση της εξάπλωσης της πετρελαιοκηλίδας σε λιμάνια και σε κλειστούς κόλπους, χρησιμοποιείται συχνά πεπιεσμένος αέρας για δημιουργία φράγματος φυσαλίδων που εμποδίζουν το πετρέλαιο να απλωθεί.

Ε. Επίσης χρησιμοποιούνται πλωτές εγκαταστάσεις για την άντληση του πετρελαίου. Γίνεται διαχωρισμός νερού πετρελαίου και το νερό επαναφέρεται στη θάλασσα.

Ε. Σε μεγάλες πετρελαιοκηλίδες χρησιμοποιούνται ειδικά πλοία με δίδυμη καρίνα που κινούνται σε αντίθετη κατεύθυνση από την πετρελαιοκηλίδα.

Διαχωρίζεται το μίγμα νερού πετρελαίου και το πετρέλαιο αποθηκεύεται στα πλοία ενώ το νερό αποχύνεται στη θάλασσα.



ΕΙΚΟΝΑ ΑΠΟ: ΧΗΜΕΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, 1997, Θεμιστοκλή Αθ. Κουϊμτζή, Καθηγητή Α.Π.Θ., Εκδόσεις ΖΗΤΗ

Οι μεγαλύτερες πετρελαιοκηλίδες



Ώρες αγωνίας στον Κόλπο του Μεξικού



Η επιχείρηση ελέγχου διαρροής στον Κόλπο του Μεξικού έχει σταματήσει από χθες, καθώς τα πλοία διατάχθηκαν να εκκενώσουν την περιοχή εξαιτίας της έλευσης της τροπικής καταιγίδας Μπόνι.

- Χρονική πρόβλεψη
- Πιθανές περιοχές που θα πληγούν



Το ναυάγιο του Exxon Valdez

ΤΑ ΝΕΑ

Φυσικό αέριο

- Το φυσικό αέριο συχνότατα απαντάται μαζί με το πετρέλαιο αλλά απαντάται και μόνο του. Οι γεωλογικές συνθήκες για το σχηματισμό του είναι παρόμοιες με αυτές για το σχηματισμό του πετρελαίου
- Η διαφορά του με το πετρέλαιο είναι ότι στην περίπτωση του φυσικού αερίου το αρχικό καταπλακωμένο υλικό μετατρέπεται σε αέριους υδρογονάνθρακες, ενώ στην περίπτωση του πετρελαίου σε μεγαλύτερου βάρους υγρούς υδρογονάνθρακες.
- Η σύσταση του φυσικού αερίου είναι CH_4 60-80% ανάλογα με την πηγή προέλευσης, και μικρές ποσότητες C_2H_6 , C_3H_8 και βουτάνιο. Τέλος το ακατέργαστο φυσικό αέριο περιέχει και σε μικρά ποσοστά μεγαλύτερα αλκάνια, CO_2 , H_2S και ήλιο.

Κατεργασία φυσικού αερίου πριν τη χρήση

- 1. Το φυσικό αέριο πριν τη χρήση του κατεργάζεται για την απομάκρυνση:**
 - του CO₂, (μειώνει την εκπομπή θερμότητας του αερίου),
 - των θειούχων ενώσεων, (το υδρόθειο προκαλεί διάβρωση),
 - των υδρατμών, (αν συμπυκνωθούν στους αγωγούς μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα),
 - και των περισσότερων υδρογονανθράκων με μεγαλύτερα μοριακά βάρη από αυτό του αιθανίου.
- 2. Στη συνέχεια στο φυσικό αέριο προστίθενται σε μικρές ποσότητες, (λίγα ppm), μείγματα προπυλομερκαμπάνης και βουτυλομερκαμπάνης, που η βαριά μυρωδιά τους καθιστά εύκολα ανιχνεύσιμες τις διαρροές του αερίου, ενώ τα ίδια τα μείγματα δεν έχουν επίδραση στις ιδιότητες καύσης του αερίου.**

Χρήσιμα παραπροϊόντα διαδικασίας καθαρισμού φυσικού αερίου

- Το προπάνιο και το βουτάνιο είναι χρήσιμα διότι μετά την απομάκρυνσή τους, μετατρέπονται σε υγρό, το υγραέριο και διατίθενται προς πώληση για καύσιμα καθώς και για θέρμανση.
- Το ήλιο χρησιμοποιείται στις συγκολλήσεις αλλά και στα μπαλόνια αφού είναι ελαφρύτερο από τον αέρα. Επίσης εάν συμπυκνωθεί στην υγρή μορφή του στους $-269\text{ }^{\circ}\text{C}$ χρησιμοποιείται στους μαγνητικούς τομογράφους (για ψύξη των υπεραγώγιμων μαγνητών).

Πλεονεκτήματα φυσικού αερίου

- Είναι μη τοξικό και ασφαλές.
- Είναι σχετικά φθηνό και ανώτερο ποιοτικά καύσιμο.
- Έχει αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με τους γαιάνθρακες και το πετρέλαιο:
 - Η καύση του είναι πλήρης και δεν αφήνει υπολείμματα,
 - ίσα βάρη αποδίδουν μεγαλύτερα ποσά ενέργειας από κάθε άλλο καύσιμο,
 - εκπέμπει πιο λίγο CO₂ ανά μονάδα ενέργειας από τα υπόλοιπα ορυκτά καύσιμα,
 - δεν παράγει οξείδια του θείου.

Επαγόμενη υδραυλική ρωγμάτωση (fracking)

- Υδραυλική ρηγμάτωση: Διαδικασία δημιουργίας ρωγμών σε υπόγειους σχηματισμούς που επιτρέπουν τη ροή του φυσικού αερίου.
- Η πρώτη χρήση της υδραυλικής ρωγμής ήταν το 1947.
- Τρέχουσα τεχνική fracking που χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά σε σχιστόλιθους φυσικού αερίου στα τέλη της δεκαετίας του 1990 στο Τέξας.
- Επιτρέπει την εξαγωγή τεράστιων ποσοτήτων προηγουμένως μη προσβάσιμων υδρογονανθράκων.

Roughly 200 tanker trucks deliver water for the fracturing process.

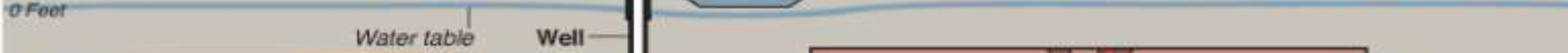
A pumper truck injects a mix of sand, water and chemicals into the well.

Natural gas flows out of well.

Recovered water is stored in open pits, then taken to a treatment plant.

Storage tanks

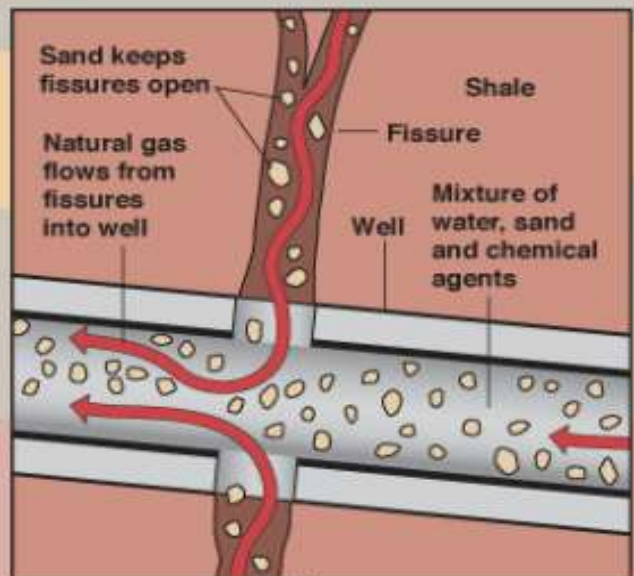
Natural gas is trucked to a pipeline for delivery.



1,000
2,000
3,000
4,000
5,000
6,000
7,000

Hydraulic Fracturing

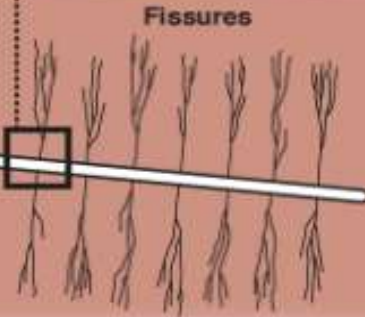
Hydraulic fracturing, or "fracing," involves the injection of more than a million gallons of water, sand and chemicals at high pressure down and across into horizontally drilled wells as far as 10,000 feet below the surface. The pressurized mixture causes the rock layer, in this case the Marcellus Shale, to crack. These fissures are held open by the sand particles so that natural gas from the shale can flow up the well.

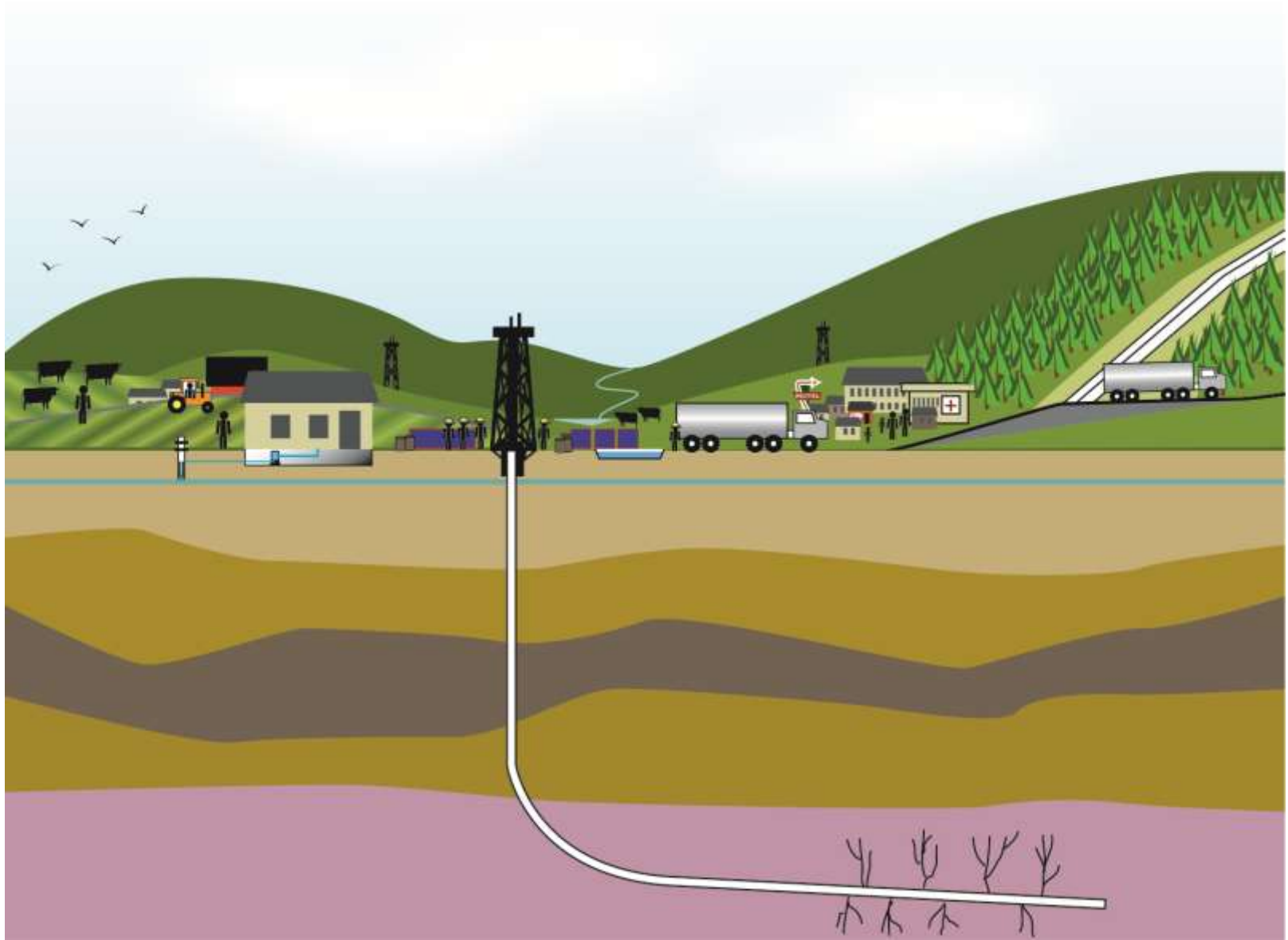


Well turns horizontal

Marcellus Shale

The shale is fractured by the pressure inside the well.

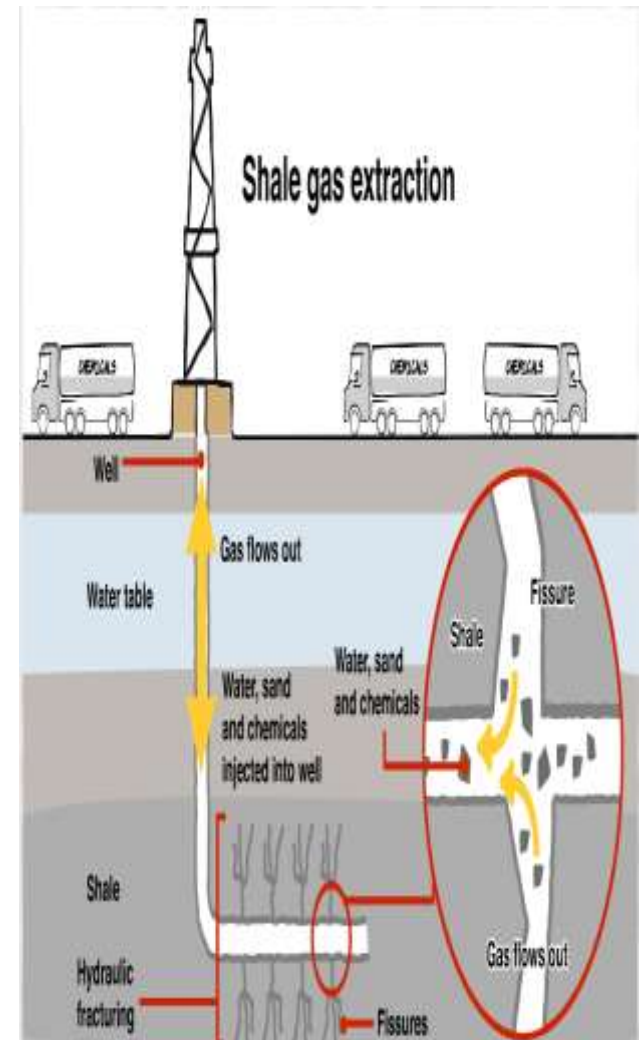




- Ένα φρέαρ άντλησης ανοίγεται σε βάθος εκατοντάδων μέτρων κάτω από την επιφάνεια προς γνωστή στιβάδα ταμιευτήρα.
- Οι στιβάδες βρίσκονται εκατοντάδες μέτρα κάτω από τους υδροφόρους του γλυκού νερού και εάν το περίβλημα του φρέατος είναι καλά προστατευμένο με στιβάδες συγκράτησης τσιμέντου δεν υπάρχει κίνδυνος μόλυνσης του γλυκού νερού από τυχόν ύπαρξη διαρροής στον αγωγό του φρέατος.
- Όταν φθάνει το φρέαρ στο επιθυμητό βάθος, η κατεύθυνσή του αλλάζει και η γεώτρηση πλέον συνεχίζεται οριζόντια στο εσωτερικό της στιβάδας του ταμιευτήρα και παράλληλα στη στιβάδα του ταμιευτήρα που περιέχει το φυσικό αέριο.



- Όταν η διάνοιξη του φρέατος ολοκληρωθεί το γεωτρύπανο αποσύρεται.
- Φορτία εκρηκτικών τοποθετούνται στο εσωτερικό του φρέατος και προσανατολίζονται έτσι ώστε να προκληθεί διάνοιξη του φρέατος σε συγκεκριμένα σημεία.
- Ρευστό υλικό ρωγμάτωσης διοχετεύεται στο φρέαρ με αντλία για να δημιουργήσει ρωγμές στον ταμιευτήρα. Ως συνέπεια το πέτρωμα σπάει και το υλικό ρέει σε μεγαλύτερη απόσταση.
- Στη συνέχεια εγχέεται στο νερό υποστηρικτικό υλικό όπως η άμμος, κεραμικό ή άλλο υλικό, ώστε να εμποδιστεί η κατάρρευση των ρωγμών στο πέτρωμα όταν η έγχυση σταματήσει.



- Τα ρευστά υλικά ρωγμάτωσης περιέχουν νερό στο μεγαλύτερο ποσοστό τους
- Τα χημικά πρόσθετα που χρησιμοποιούνται στα ρευστά ρωγμάτωσης συνήθως είναι λιγότερα από το 2% w/w

ΩΣΤΟΣΟ

Αν και το 2% δεν φαίνεται να είναι πολύ υψηλό ποσοστό, είναι πιθανό να αντιστοιχεί σε περισσότερα από 350.000 L σε όλη τη διάρκεια ζωής ενός φρέατος.

Τα πρόσθετα διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό ως προς την τοξικότητα και περιλαμβάνουν

- βιοκτόνα
- επιφανειοδραστικές ουσίες
- Τροποποιητές ιξώδους
- γαλακτωματοποιητές

Η βιομηχανία πετρελαίου και αερίου, είναι η μόνη στις ΗΠΑ στην οποία επιτρέπει η ΥΠΠ να εγγέει γνωστά επικίνδυνα υλικά, χωρίς έλεγχο απευθείας, εντός υπογείων αποθεμάτων πόσιμου νερού ή σε παρακείμενα σημεία.

Ορισμένοι από τους περιβαλλοντικούς προβληματισμούς που σχετίζονται με την υδραυλική ρωγμάτωση είναι:

- Πιθανή μόλυνση του υπόγειου νερού,
- μετανάστευση αερίων,
- διαρροή χημικών ρωγμάτωσης με συνέπεια αυτά να φθάσουν στην επιφάνεια,
- ακατάλληλη διαχείριση αποβλήτων.



Πολλές περιπτώσεις μόλυνσης υπόγειων νερών έχουν αναφερθεί στις οποίες υπάρχουν οι ενδείξεις ότι σχετίζονται με το fracking.

- Σύμφωνα με άρθρο της εφημερίδας New York Times των ΗΠΑ, το 2011, στην Πενσυλβάνια, σε λύματα από 116 σε σύνολο 179 φρεατίων φυσικού αερίου βρέθηκαν **υψηλά επίπεδα ραδιενέργειας**. Ωστόσο καθώς οι προμηθευτές νερού υποχρεούνται σε σποραδικούς μόνο ελέγχους για ραδιενέργεια, οι συνέπειες της στα δημόσια αποθέματα πόσιμου νερού δεν είναι γνωστές.
- Στην Πενσυλβάνια και στη Νέα Υόρκη των ΗΠΑ, οι οποίες βρίσκονται πάνω από κοιτάσματα φυσικού αερίου, στο υπόγειο νερό εμφανίζονται **πολύ υψηλότερες συγκεντρώσεις CH₄ κοντά στα φρεάτια όπου το fracking εφαρμόζεται**.

Στο Gasland, ένα βραβευμένο ντοκιμαντέρ, παρουσιάστηκαν παραδείγματα σπιτιών όπου το νερό της βρύσης μπορούσε να πιάσει φωτιά λόγω της υψηλής του μόλυνσης με CH_4 . Το CH_4 που ανακτήθηκε από το υπόγειο νερό, είχε ισοτοπικό «δακτυλικό αποτύπωμα» το οποίο οδηγούσε στο συμπέρασμα ότι προέρχονταν από τα βαθιά κοιτάσματα και όχι από άλλη πηγή.

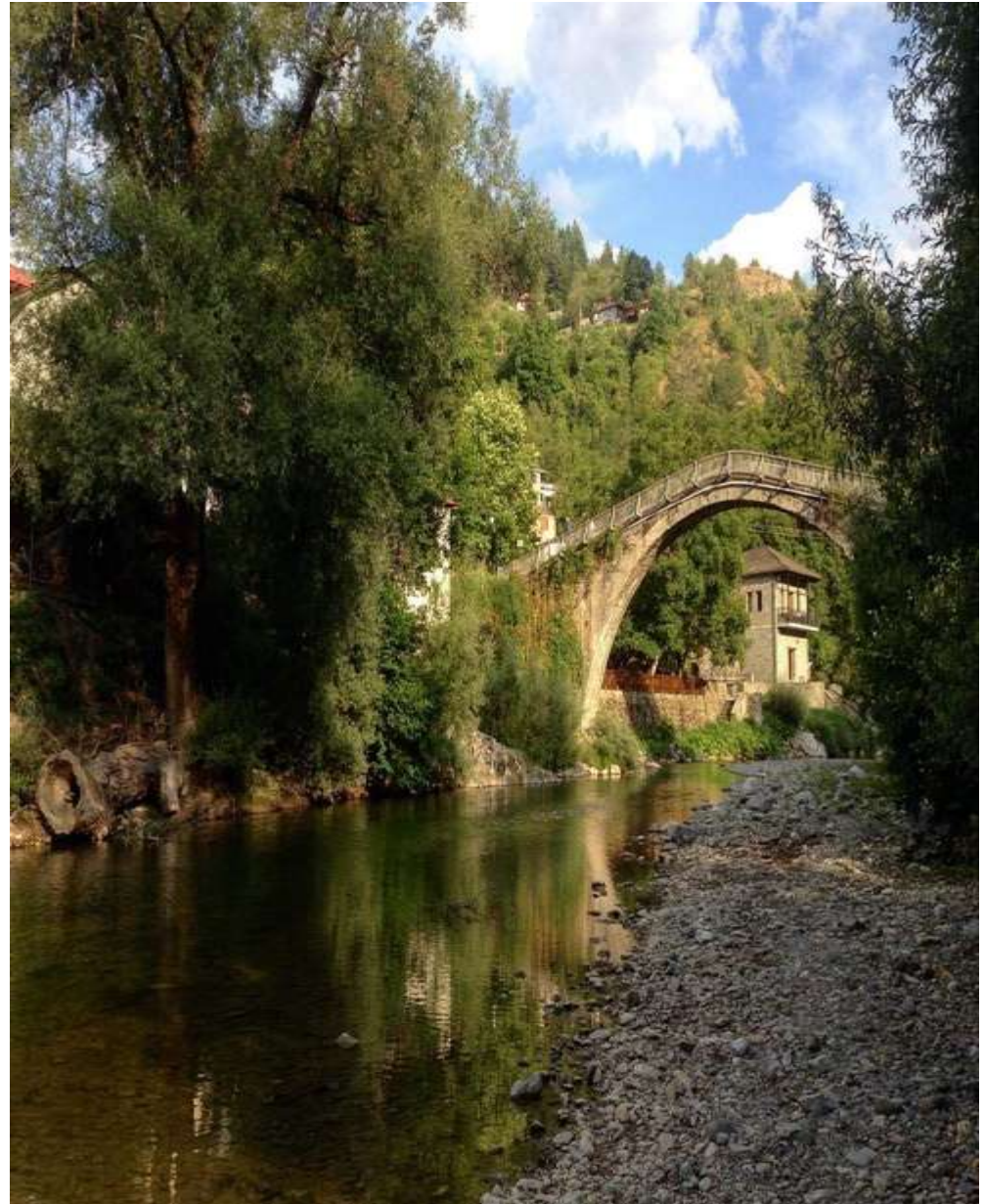


Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το fracking δεν ευθύνεται για όλες τις περιπτώσεις μόλυνσης υπόγειου νερού με CH_4 , διότι και τοπικά πηγάδια ανοίγονται μέσω πολλών στιβάδων σχιστολιθικών υλικών και γαιανθράκων έχοντας ως αποτέλεσμα το CH_4 αυτών των πετρωμάτων να διοχετεύεται φυσικά στο υπόγειο νερό. Αυτό το CH_4 είναι βιογενές, η προέλευσή του είναι η αποσύνθεση οργανικών υλικών στις στιβάδες γαιανθράκων.

- Αναφορά στο Ηνωμένο Βασίλειο κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το fracking είναι η αιτία μικρών σεισμικών δονήσεων οι οποίες έγιναν κατά την άντληση σχιστολιθικού αερίου.
- Σεισμοί στο Οχάιο των ΗΠΑ το 2011, μεταξύ των οποίων και ένας 4 βαθμών συσχετίστηκαν με φρέαρ το οποίο χρησιμοποιείται για την απόρριψη λυμάτων από τη διαδικασία του fracking.

Ήπειρος Φυσικό αέριο-Σχέδια εφαρμογής fracking

- Πολίτες με διαμαρτυρίες τους, αλλά και η WWF Ελλάς και η Greenpeace με κοινή επιστολή τους προς τους βουλευτές, εξέφρασαν την αντίθεσή τους για τα σχέδια εφαρμογής fracking στην Ήπειρο.



Γαιάνθρακες

- Τριακόσια εκατομμύρια χρόνια πριν, τμήμα της πλούσιας βλάστησης που επικρατούσε στη Γη λόγω της κατά πολύ υψηλότερης από τη σημερινή θερμοκρασίας, όταν πέθαινε καταβυθιζόταν στο νερό πριν οξειδωθεί με το συνηθισμένο τρόπο από το ατμοσφαιρικό O_2 . και άρα λόγω απουσίας αέρα, η αποσύνθεσή του ήταν περιορισμένη και το υλικό συσσωρευόταν κάτω από ιζήματα, επιπλέον φύλλα που έπεφταν και άλλη βλάστηση.
- Η πάροδος του χρόνου οδηγούσε σε συμπίεση και μετατροπή σε πορώδες καφέ οργανικό υλικό, την τύρφη.
- Σε κάποιες περιοχές η τύρφη αυτή καταπλακώθηκε σε μεγαλύτερα βάθη λόγω γεωλογικών μεταβολών και εκεί η επικρατούσα αυξημένη πίεση, τη μετέτρεψε σε λιγνίτη.

- Ο λιγνίτης μετατράπηκε στους διάφορους τύπους λιθάνθρακα, (μαλακού γαιάνθρακα), με το πέρασ χιλιάδων ετών και την πρόσχωση σε μεγαλύτερα βάθη που είχε ως συνέπεια την αύξηση της πίεσης και της θερμοκρασίας.
- Σε κάποιες περιοχές, σχηματίστηκαν βουνά από την παραμόρφωση και την ανύψωση των σχηματισμών των πετρωμάτων, με αποτέλεσμα να λάβουν χώρα επιπλέον μεταβολές. Σε αυτές τις γεωλογικές διεργασίες αναπτύχθηκε υψηλή πίεση και θερμοκρασία και ο λιθάνθρακας μετατράπηκε σε ανθρακίτη, (ή σκληρός άνθρακας).

ΣΥΣΤΑΣΗ ΓΑΙΑΝΘΡΑΚΩΝ

Σύνθετο μίγμα οργανικών ενώσεων:

- Άνθρακας
- Υδρογονάνθρακες
- Μικρές ποσότητες οξυγονούχων, αζωτούχων και θειούχων ενώσεων

Περιέχουν σε σχέση με το πετρέλαιο πολύ υψηλότερο ποσοστό αρωματικών υδρογονανθράκων, μεταξύ των οποίων και πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων, PAH.

Γαιάνθρακες

- Χαρακτηριστικά των διαφόρων τύπων γαιανθράκων
Οι τιμές τους είναι δυνατόν να διαφοροποιούνται πολύ ανάλογα με την πηγή των γαιανθράκων

Τύπος γαιάνθρακα	Άνθρακας (%)	Νερό (%)	Αξία καυσίμου
Τύρφη	5	90	Πολύ χαμηλή
Λιγνίτης Β	30	40	Χαμηλή
Λιγνίτης Α	40	9	Μέση
Λιθάνθρακας	65	3	Υψηλή
Ανθρακίτης	90	3	Υψηλή

Πηγή: «Αρχές Περιβαλλοντικής Χημείας», James E. Girard, 3^η έκδοση

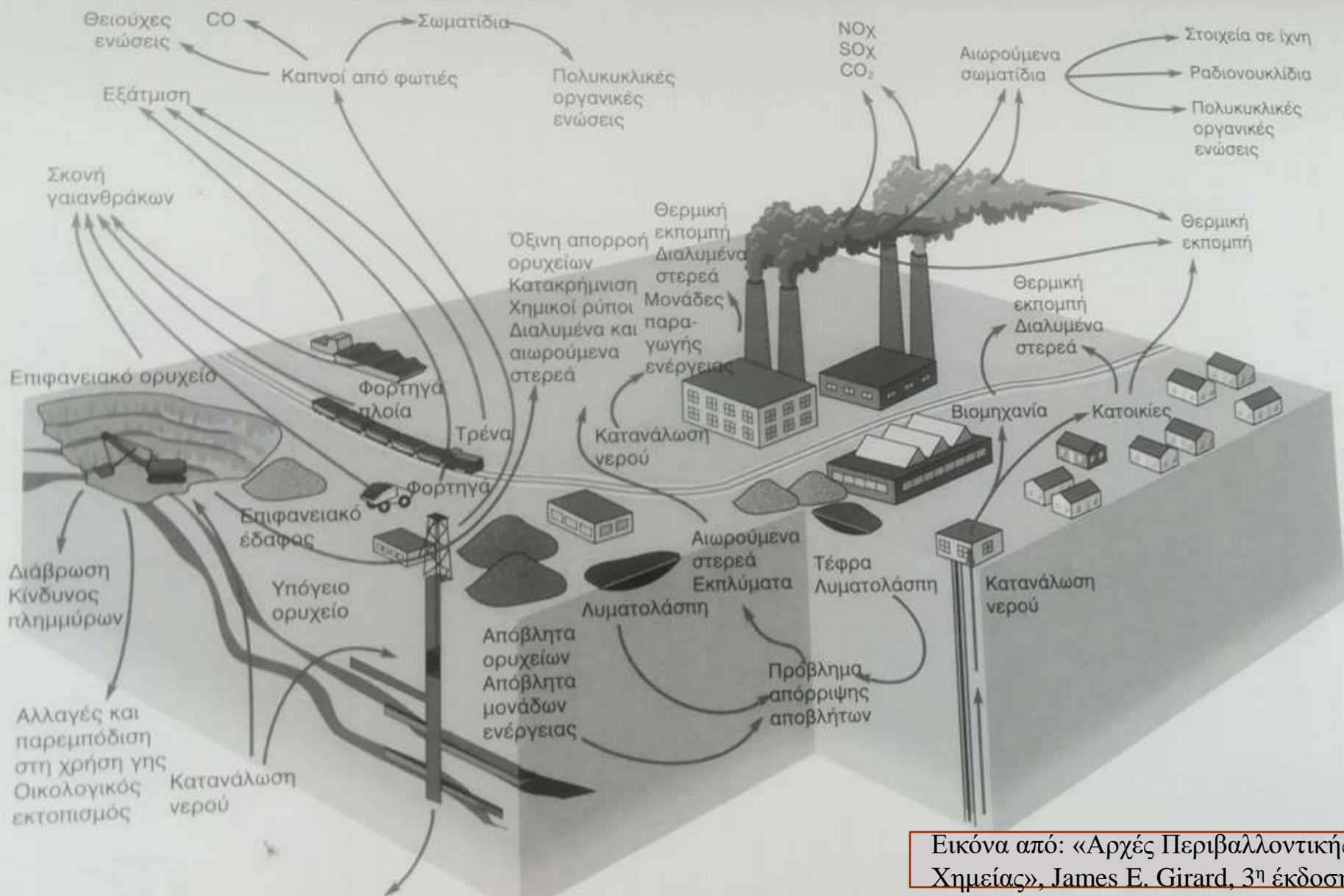
Περιβαλλοντικά προβλήματα των γαιανθράκων

- Η εξόρυξή τους γίνεται στην πλειοψηφία με επιφανειακή εξόρυξη κατά λωρίδες, τεχνική η οποία καταστρέφει το έδαφος σε περίπτωση που δε ληφθούν όσα μέτρα χρειάζονται για την αποκατάστασή του.
- Και η επιφανειακή εξόρυξη και η υπόγεια εξόρυξη παράγουν ως απόβλητα μεγάλες ποσότητες πετρωμάτων. Η όξινη απορροή των αποβλήτων μπορεί να μολύνει κοντινά ρυάκια και ποτάμια.
- Είναι ακάθαρτο ογκώδες και δαπανηρό στη μεταφορά υλικό.

Περιβαλλοντικά προβλήματα των γαιανθράκων

- Κατά την καύση τους ελευθερώνεται SO_2 που θεωρείται το κύριο αίτιο όξινης βροχής.
- Η καύση τους παράγει επίσης CO_2 . Η όλο και μεγαλύτερη συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα είναι ικανή να αλλάξει δραματικά το κλίμα της γης.

Το 20% των ετήσιων εκπομπών άνθρακα στον πλανήτη, ως CO_2 , βρέθηκε το 2006 να οφείλεται στους γαιάνθρακες.



Εικόνα από: «Αρχές Περιβαλλοντικής Χημείας», James E. Girard, 3^η έκδοση

- Οι γαιάνθρακες δεν είναι καύσιμο πολλαπλών χρήσεων. Είναι ακατάλληλοι για θέρμανση κτιρίων και για καύσιμα αυτοκινήτων και αεροπλάνων .
- Κύρια χρήση τους στη βιομηχανία ηλεκτρικής ενέργειας.

Με την υγροποίηση και την αεριοποίηση των γαιανθράκων, είναι δυνατόν να ξεπεραστούν πολλά από τα μειονεκτήματα που παρουσιάζουν

Αεροποίηση γαιανθράκων

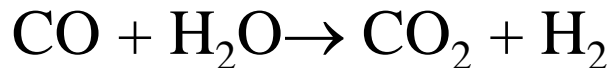
- Αρχικά, (από το 1807 ήδη) οι γαιάνθρακες θερμαίνονταν απουσία αέρα με πυρόλυση. Το παραγόμενο μείγμα υδρογονανθράκων, υδρογόνου και CO χρησιμοποιούνταν για φωτισμό. Το 1940 αντικαταστάθηκε από το ασφαλέστερο φυσικό αέριο.

- Σύγχρονη διαδικασία

1^ο Βήμα: Αναμόρφωση με υδρατμούς



2^ο Βήμα: $\text{CO} + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$



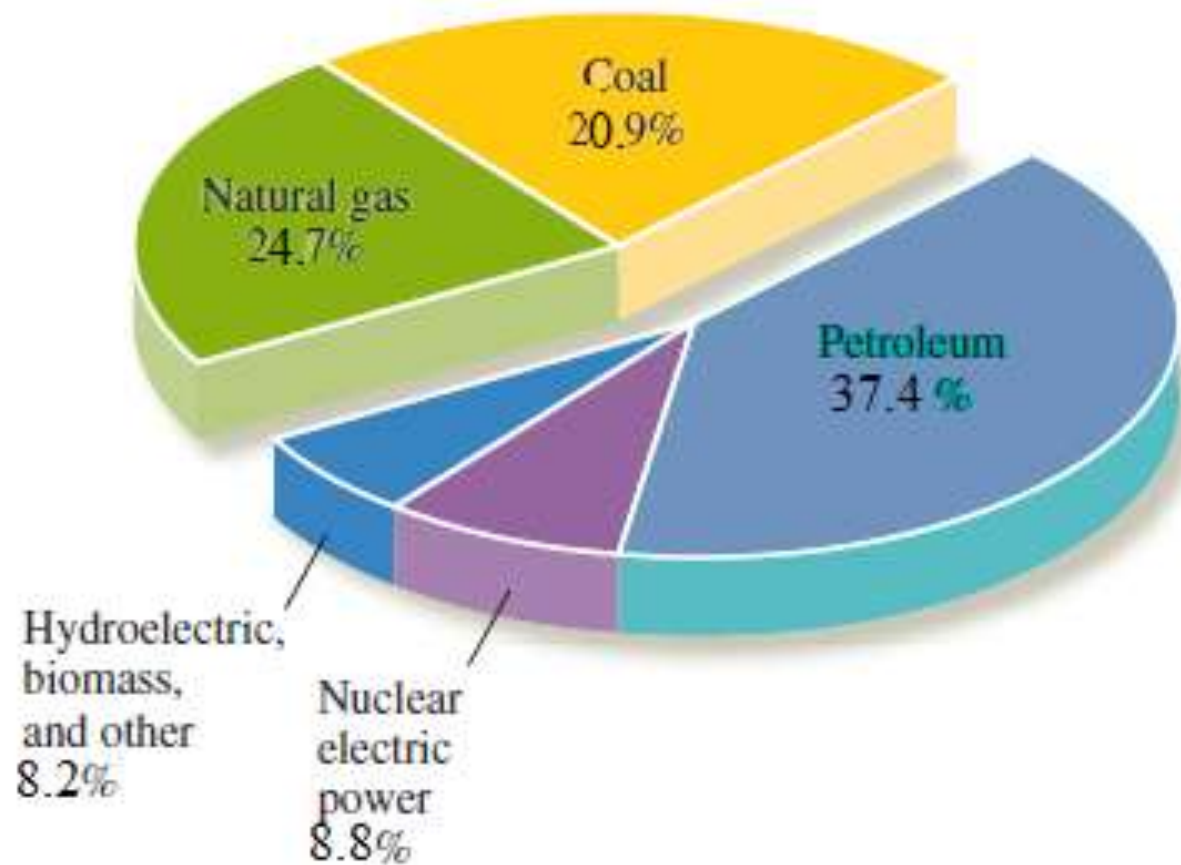
CO και H₂ που δε θα αντιδράσουν ανακυκλώνονται μέσω συστήματος ενώ θειούχες ενώσεις και προσμίξεις απομακρύνονται. Το τελικό προϊόν είναι κυρίως CH₄ και ονομάζεται αέριο σύνθεσης.

Υγροποίηση γαιανθράκων

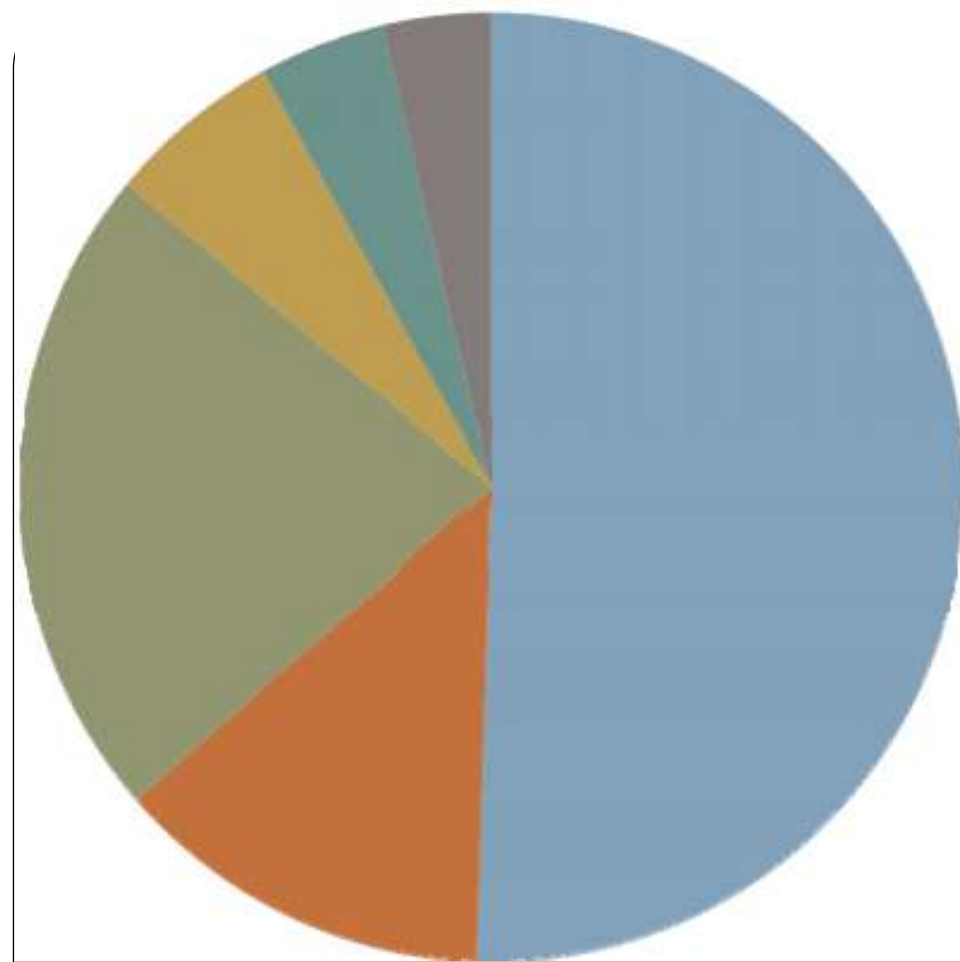
Εάν τα σύνθετα οργανικά μόρια των γαιανθράκων διασπαστούν σε μικρότερα και αυξηθεί το περιεχόμενό τους σε H₂ μπορούν να προκύψουν υγρά παρόμοια με το πετρέλαιο. Αυτό γίνεται εάν εκτεθεί μείγμα γαιανθράκων και H₂ παρουσία μεταλλικού καταλύτη σε υψηλή πίεση.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ Η ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΗ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΥΣΑ ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ Η ΟΠΟΙΑ ΔΙΑΔΡΑΜΑΤΙΖΕΙ ΣΤΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΚΟΙΝΩΝΙΑ ΒΑΣΙΚΟ ΡΟΛΟ

Οι γαιάνθρακες παρέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό $\approx 50\%$ που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Τα ορυκτά καύσιμα γενικότερα παρέχουν ποσοστό 89% στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.



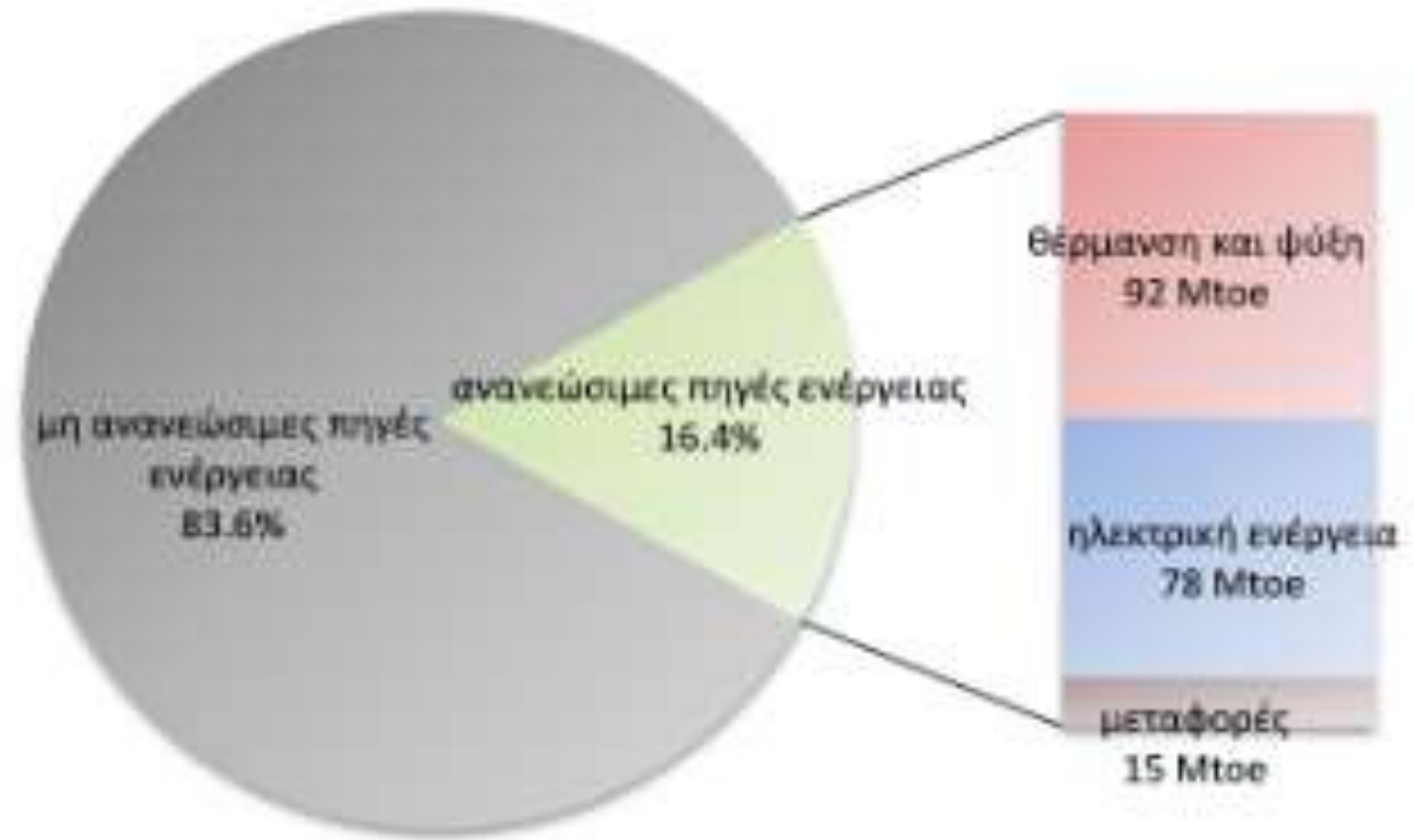
Πηγές ενέργειας που καταναλώνονται στις ΗΠΑ (2009)
Δεδομένα από το περιοδικό Monthly Energy Review, Εικόνα
από «Σύγχρονη Γενική Χημεία» Ebbing Gammon, 10^η
Διεθνής Έκδοση



- Λιγνίτης 50%
- Πετρέλαιο 13%
- Φυσικό Αέριο 22,5%
- Υδραυλική Ενέργεια 6%
- Αιολική Ενέργεια, Φ/Β κλπ 4,3%
- Εισαγωγές 3,7%

Πηγές καυσίμου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα, Επίσημα στοιχεία 2008

Εικόνα προερχόμενη από: ΤΕΕ, «Κατανάλωση Ενέργειας στην Ελλάδα», Δημήτρης Κουσκουρίδης, Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός ΑΠΘ & Διπλωματούχος Πολιτικός Μηχανικός ΔΠΘ, Ενεργειακός Σύμβουλος



Κατανάλωση τελικής ενέργειας στην EU-28 το 2015 (πηγή: Öko-Institut)

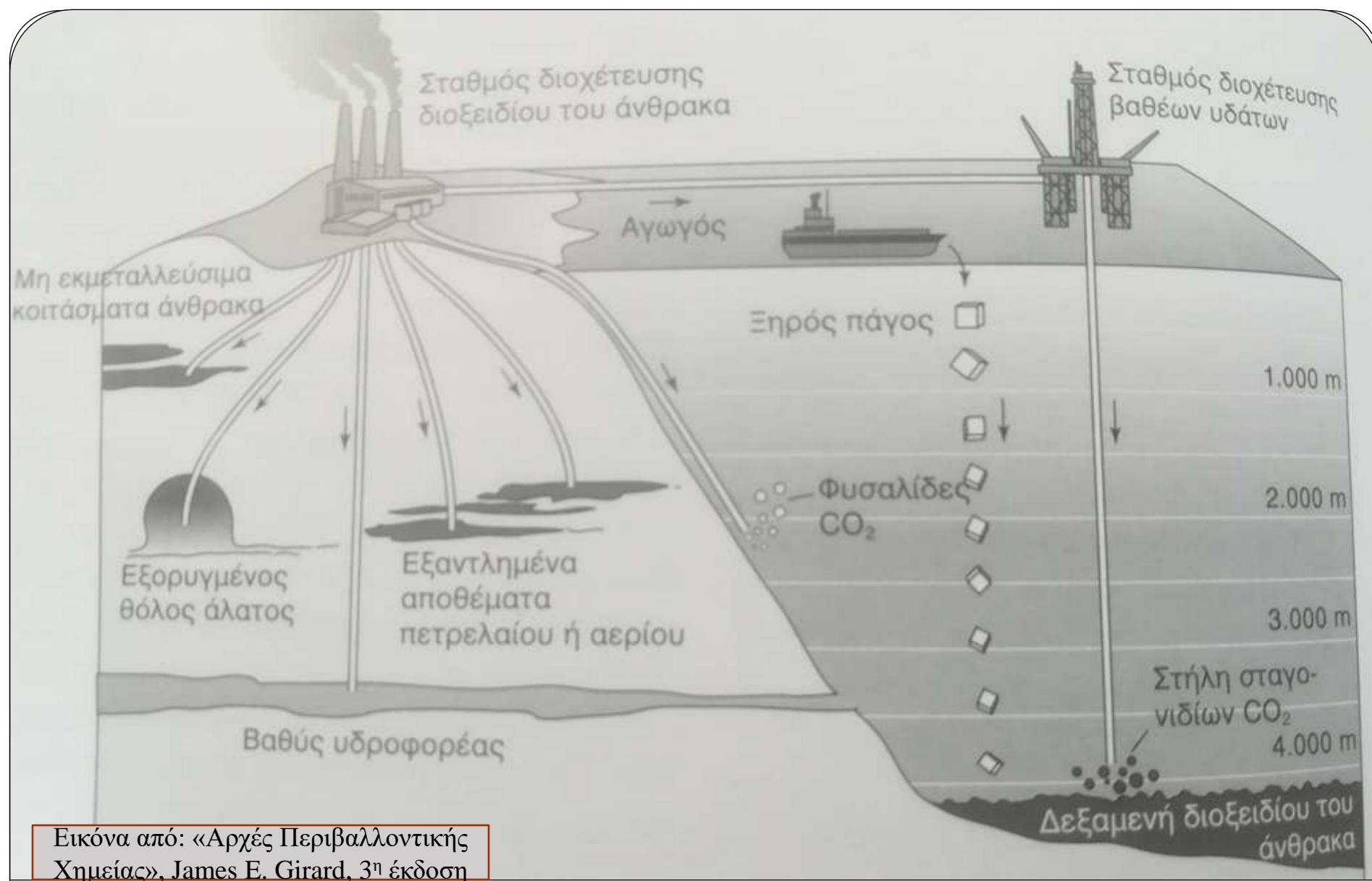
Δέσμευση CO₂

Η απελευθέρωση CO₂ στην ατμόσφαιρα, αποτελεί σήμερα το μεγαλύτερο πρόβλημα για τη συνέχιση της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων.

Μια σκέψη η οποία μέχρι σήμερα δεν λαμβάνονταν σοβαρά υπόψη λόγω του απαγορευτικού κόστους μιας τέτοιας προσπάθειας αλλά πλέον κερδίζει έδαφος, είναι η δέσμευση CO₂.

➤ Στη Νορβηγία επιβάλλεται φόρος διοξειδίου του άνθρακα στους παραγωγούς και οι ιδιοκτήτες της πετρελαιοπηγής Sleipner κατέληξαν πως τελικά οικονομικότερη είναι η δέσμευση διοξειδίου του άνθρακα και η έγχυσή του σε βαθιά στιβάδα(1000m) κάτω από τη θάλασσα.

➤ Στον Καναδά σε άλλο έργο η πετρελαιοπηγή Weyburn εγχέει 13.000 τόνους ανεπιθύμητου CO₂ την ημέρα στο υπέδαφος της πετρελαιοπηγής.



Εικόνα από: «Αρχές Περιβαλλοντικής Χημείας», James E. Girard, 3^η έκδοση

Σημεία αποθήκευσης του CO₂ στο έδαφος και σε μεγάλο θαλάσσιο βάθος

Στόχος η αύξηση του ποσοστού χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

- Με την οδηγία 2001/77/ΕΚ προβλέπεται για την Ελλάδα ως ενδεικτικός στόχος συμμετοχής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, περιλαμβανομένης της υδραυλικής ενέργειας των μεγάλων υδροηλεκτρικών έργων, σε ποσοστό 20,1% της εγχώριας ακαθάριστης κατανάλωσης ενέργειας. Ο στόχος αυτός είναι ανάλογος με τις διεθνείς δεσμεύσεις της χώρας που από το Πρωτόκολλο του Κυότο (Δεκέμβριος 2007).
- Η ψήφιση της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ3 για την εφαρμογή της Ενεργειακής Πολιτικής στην Ευρώπη ενέκρινε δεσμευτικό στόχο συνιστάμενο σε μερίδιο 20% συμμετοχής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση της ΕΕ έως το 2020, με το νέο στόχο για την Ελλάδα να ανέρχεται στο 18%.

Στοιχεία προερχόμενα από: ΤΕΕ, «Κατανάλωση Ενέργειας στην Ελλάδα», Δημήτρης Κουσκουρίδης, Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός ΑΠΘ & Διπλωματούχος Πολιτικός Μηχανικός ΔΠΘ, Ενεργειακός Σύμβουλος

Ενεργειακές πηγές του μέλλοντος

- Φωτισμός ενεργειακής απόδοσης
- Ηλιακή Ενέργεια

- Ηλιακή Ενέργεια για κτίρια
- Ηλεκτρισμός από ηλιοθερμικούς συλλέκτες
- Φωτοβολταϊκά στοιχεία

- Ενέργεια από βιομάζα
- Αιολική ισχύς
- Γεωθερμική ενέργεια
- Ισχύς του νερού
- Παλιρροϊκή ισχύς
- Ενέργεια από αέριο υδρογόνο
- Κυψέλες καυσίμου

- Καύση βιομάζας
- Παραγωγή βιοαερίου
- Βιοκαύσιμα
 - Αιθανόλη αραβόσιτου
 - Αιθανόλη κυτταρίνης
 - Βιοντίζελ
 - Τριγλυκερίδια

Βιβλιογραφία

- Αρχές Περιβαλλοντικής Χημείας, Έκδοση 3^η /2018, James Girard, ISBN: 9789605830618 Τύπος: Εκδότης: ΠΑΡΙΣΙΑΝΟΥ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΚΔΟΤΙΚΗ ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
- ΧΗΜΕΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, 1997, Θεμιστοκλή Αθ. Κουϊμτζή, Καθηγήτη Α.Π.Θ., Εκδόσεις ΖΗΤΗ
- <http://www.rochester.edu/sustainability/hydrofracking-korfmacher.ppt>
- https://www.acponline.org/system/files/documents/about_acp/chapters/md/hines.pptx
- https://mke.aegean.gr/files/2014/09/10-Meleti_Roumeliotis.pdf
- <https://www.ecotricity.co.uk/our-green-energy/fracking/what-is-fracking>
- ΤΕΕ, «Κατανάλωση Ενέργειας στην Ελλάδα», Δημήτρης Κουσκουρίδης, Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός ΑΠΘ & Διπλωματούχος Πολιτικός Μηχανικός ΔΠΘ, Ενεργειακός Σύμβουλος
- <http://molwave.chem.auth.gr/fabchem/?q=node/266>
- <https://www.eia.gov/renewable/annual/preliminary/>