

# **Η Επανάσταση του Σχιστολιθικού Αερίου & Πετρελαίου**

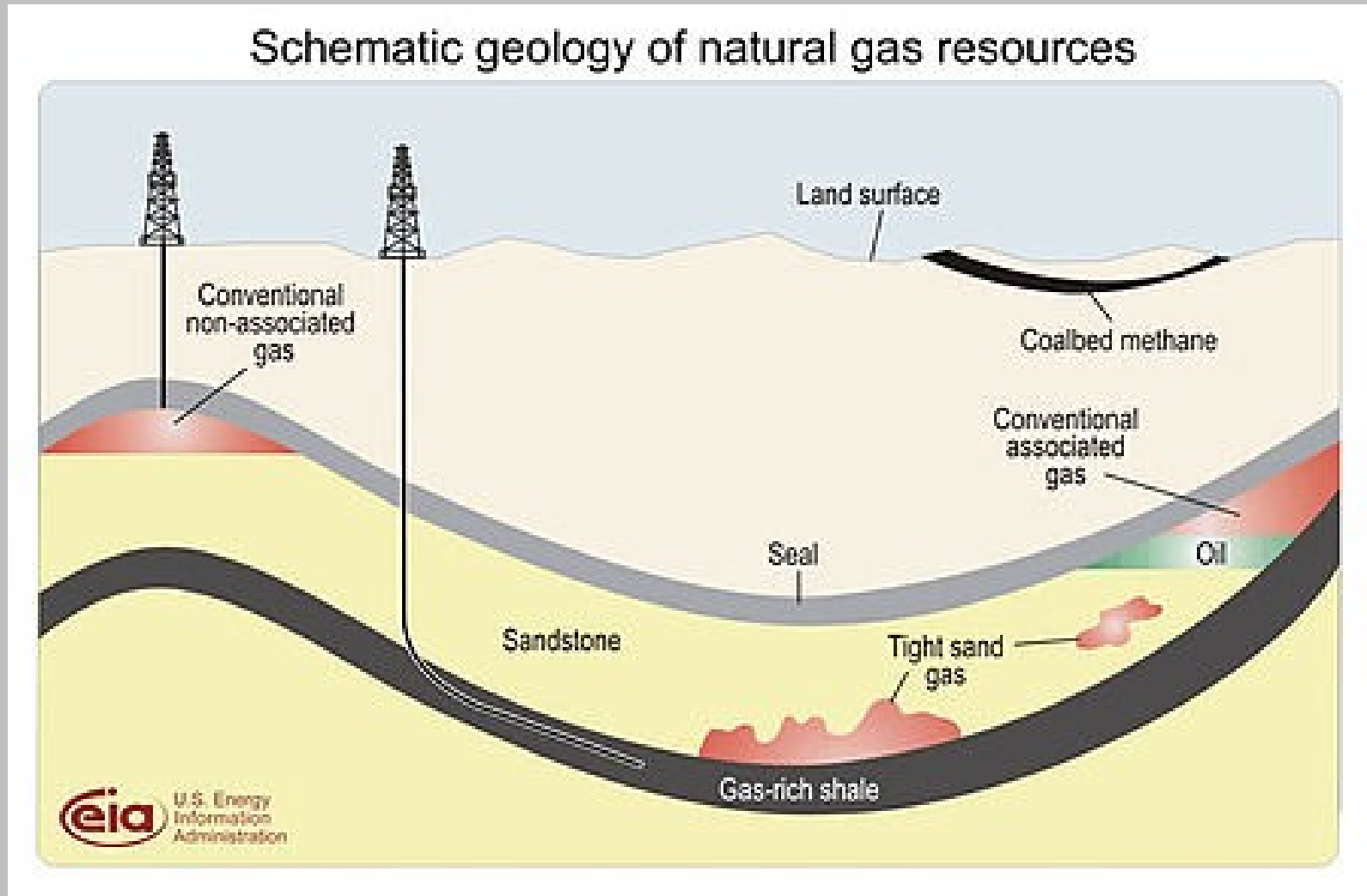
**Βασίλης Νικολετόπουλος**  
**Natural Resources GP**

**18ο Εθνικό Συνέδριο Ενέργειας ΙΕΝΕ, 'Ενέργεια &  
Ανάπτυξη 2013', Αθήνα, 3-4 Δεκ '13**

# Περιεχόμενα

1. Ορισμοί
2. Τεχνολογία
3. Εκμετάλλευση στις ΗΠΑ
4. Περιβαλλοντικά θέματα
5. Οικονομικά αποτελέσματα
6. Γεωπολιτικές επιπτώσεις
7. Επέκταση στην Ευρώπη και αλλού?

# Ορισμοί..



## ...Ορισμοί..

### **Σχιστολιθικό αέριο/πετρέλαιο- shale gas/oil**

- Μη συμβατική μορφή ενέργειας
- Υδρογονάνθρακες αποθηκευμένοι σε σχιστόλιθους

**Σχιστολιθικό φυσικό αέριο [shale gas]:** Αποθηκεύεται σε λεπτόκοκκα ιζηματογενή πετρώματα, αποτελούμενα από πολύ λεπτά στρώματα → εξαιρετικά χαμηλή διαπερατότητα

**Σχιστολιθικό πετρέλαιο [shale oil]:** Μη συμβατικό πετρέλαιο, ανακτάται με επεξεργασία βραχωδών σχιστολιθικών σχηματισμών μικρού βάθους

## ...Ορισμοί...

- Μέθοδος: Υδραυλική ρωγμάτωση ή διάρρηξη [fracking] & οριζόντια εξόρυξη ή διάτρηση [horizontal drilling].
- Ρόλος ελληνοαμερικανού Τζορτζ Φειδίας Μίτσελ -- Mitchell Energy & Development Corp, αγοράστηκε από Devon Energy
- The Economist: 'few businesspeople have done as much to change the world as George Mitchell'



# Τεχνολογία...

## Fracking

- Διοχέτευση στο υπέδαφος, υπό υψηλή πίεση, μεγάλων ποσοτήτων νερού, άμμου [frack sands ή ceramic proppants] & χημικών ουσιών, σε βάθη έως 3km
- Υδραυλική πίεση → πολλαπλές ρωγμές στο πέτρωμα, απ' όπου το εγκλωβισμένο αέριο αντλείται

## Horizontal drilling

- Τεχνικές για άντληση καυσίμων κάθετα και μετά οριζόντια → αυξάνουν την απόδοση κάθε πετρελαιοπηγής

## Pad or 'octopus' drilling

- Πολλαπλές γεωτρήσεις στο ίδιο site με ένα γεωτρήπανο. Bakken, από το 2011: 60% ετήσια αύξηση παραγωγής ανά νέα γεώτρηση

# ...Τεχνολογία

## Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

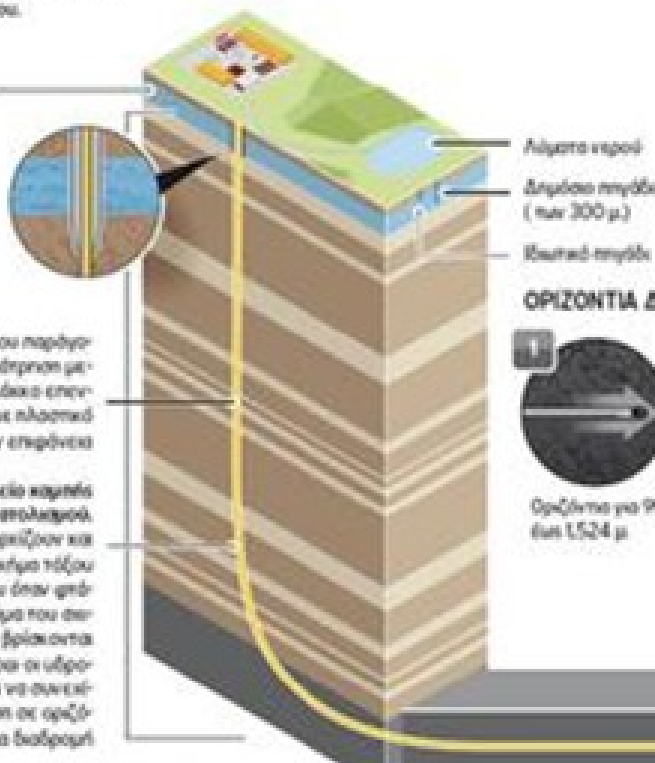
Η υδροκλιμακή ρωγμάτωση, κοινώς γνωστή και ως fracking, είναι η λειτουργία ρωγμάτων σε πετρώματα στη γη με τη χρήση πεπεποιημένου νερού, συνήθως για την αφαίμαξη υδρογονάνθρακων ως επί το πλείστον πετρελαίου και φυσικού αερίου.

Υδροφόρος οριζόντιος

Τομακτινό περιβάλλον προστασίας του υδροφόρου οριζόντιου

Τα απόβλητα που παράγονται κατά τη διάρκεια μεταφέρονται σε λάκκο στεγανοποιημένο με πλαστικό στην επιφάνεια

Σημείο καμπίς και προσαρμοστικού. Τα τρυπάνια αρχίζουν και τρυπάνε σε σιγάμα τήξου προκειμένου όταν φτάσουν στο στρώμα που αποτελείται από στρώματα αεγλυβερωμένα οι υδρογονάνθρακες να συνεισφέρουν τη διάτρηση σε οριζόντια διαδρομή



### ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΔΙΑΤΡΗΣΗ



1 Οριζόντια για 94 έως 1.524 μ



2 Το περιβάλλον παραγωγής εκδηλώνεται μέσω της γεώτρησης και στη συνέχεια περφοράλλεται με τσιμέντο



3 Στη συνέχεια οι ακρόγινεται αλλαγές διεστρεπτικό όθλου και οι αναποδοξίση δημιουργούν μεγάλα τρύπες στο στενόδαδο



4 Πεπεποιημένο μέγιστο με νερό, λάμα και στερεά διασπασίματα μέσω της γεώτρησης με ροή 15.900 λίτρων το λεπτό



5 Το πεπεποιημένο ρευστό μέγιστο δημιουργείται πολλαπλάσιοι μικροί σιγάμα στην ακρόδαδο, απολευθερώνοντας το πάγωμα από ούρα. Αυτό ρέει στην επιφάνεια μέσω της γεώτρησης μέσω αποσπασίμα το πεπεποιημένο ρευστό μέγιστο

## Εκμετάλλευση στις ΗΠΑ...

### Shale gas

- 1970s: ανάπτυξη σχιστολιθικού σχηματισμού Bossier, 1990s Antrim
- 2005: ανάπτυξη Barnett, Texas -- σε 5 έτη διανοίχτηκαν ~15.000 φρέατα

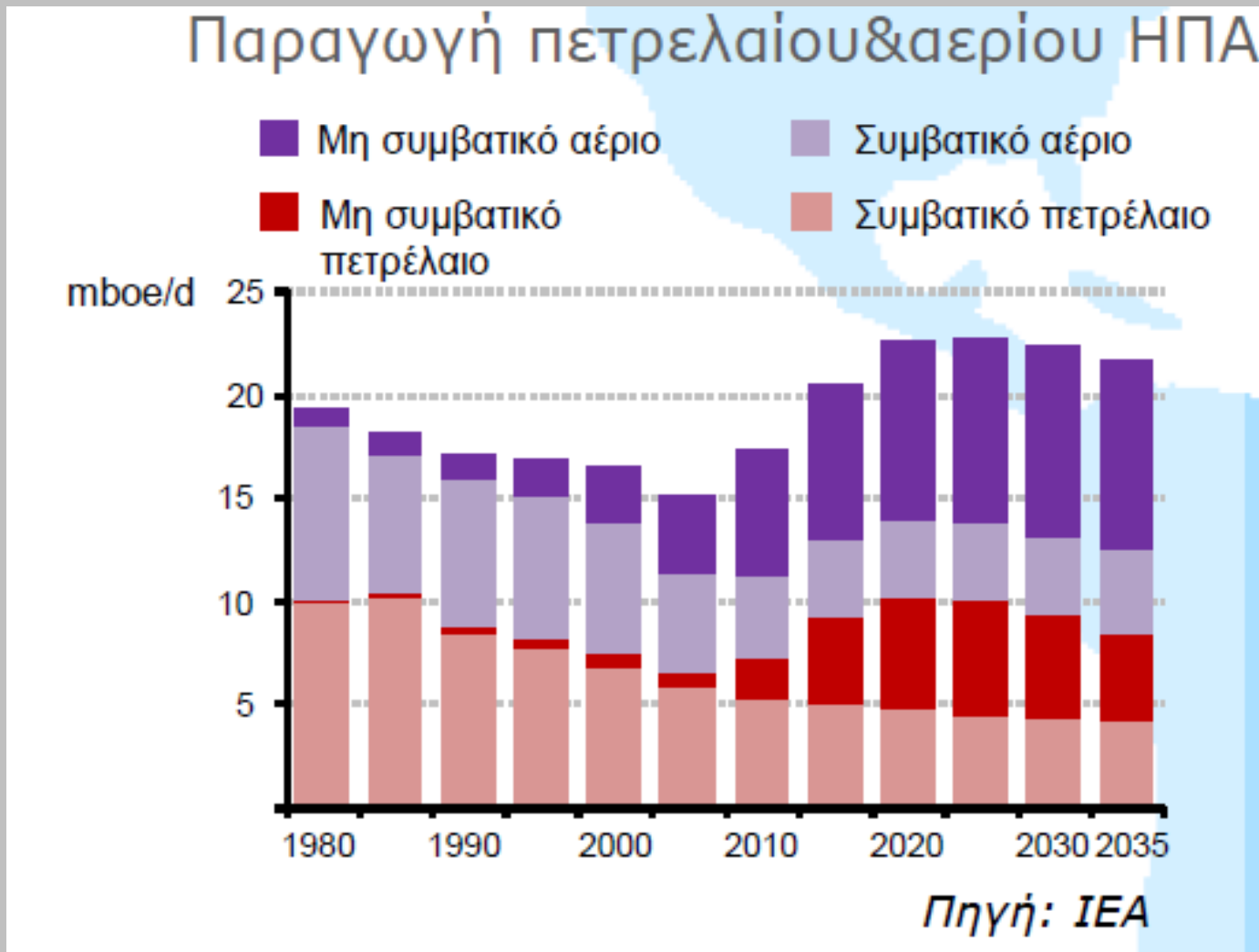
### Shale oil

- Παραγωγή στη Β. Αμερική το 2000 με την ανάπτυξη σχιστολιθικού σχηματισμού Bakken, N.Dakota/Montana...
- ...περιέχει συνδυασμό σχιστόλιθων με υψηλή περιεκτικότητα κηρογόνου & ενδιάμεσα στρώματα έγκλειστου πετρελαίου



# ...Εκμετάλλευση στις ΗΠΑ...

Baroso 22.5.13



## ...Εκμετάλλευση στις ΗΠΑ...

- 2000: Σχιστολιθικό ΦΑ = 1% αμερικανικής ενέργειας...
- ...2010: 20%
- 2006-2013 : παραγωγή αυξήθηκε κατά 24%, χιλιάδες γεωτρήσεις σε 30 πολιτείες
- NYT: 'Τα 6 προηγούμενα χρόνια οι 50 μεγαλύτερες εταιρείες του κλάδου έχουν επενδύσει ~126 δις \$ στο όλο εγχείρημα, δηλ αγορά και/ή σε συμβόλαια χρήσης περιοχών, άδειες γεώτρησης, τεχνολογικό εξοπλισμό κ.λπ. 2010: Exxon Mobil δαπάνησε 41 δις \$'
- BASF: τεράστιο 'ethane cracker' στο Port Arthur, Texas, μετατρέπεται για να χρησιμοποιηθεί και ΦΑ

## ...Εκμετάλλευση στις ΗΠΑ

- 2013: 2 εκ. δοκιμαστικές γεωτρήσεις με τη μέθοδο, οι περισσότερες στις ΗΠΑ
- Goldman Sachs: ‘μέχρι το ’17 οι ΗΠΑ η μεγαλύτερη παραγωγός χώρα πετρελαίου στον κόσμο. Η παραγωγή της μπορεί να αυξηθεί ως τα 10,9 εκατ. βαρέλια την ημέρα, ξεπερνώντας τη Ρωσία και τη Σαουδική Αραβία’
- N.Τζαβέλα: ‘Μέχρι το ’35 οι ΗΠΑ θα καλύπτουν το μεγαλύτερο τμήμα των ενεργειακών τους αναγκών από σχιστολιθικό φυσικό αέριο, ενώ υπεραισιόδοξες εκτιμήσεις ομιλούν για **το σύνολο** των ενεργειακών τους αναγκών’
- Αλλά η βιομηχανία είναι και θύμα της επιτυχίας της [A surprisingly unprofitable miracle, FT Oct ’13]: οι χαμηλές τιμές ΦΑ προκαλούν ζημίες, υποβάθμιση ενεργητικού, πτώση μετοχών, δυσκολία χρηματοδότησης

## Περιβαλλοντικά θέματα...

- Σημαντικές ποσότητες νερού ~ 18000 m<sup>3</sup>/well, πηγές τροφοδοσίας από ποτάμια ή τοπικά ρέματα
- Μεγάλο μέρος του νερού επιστρέφει στην επιφάνεια & διαχωρίζεται σε: ανακτώμενο για τη διεργασία, παραπροϊόντα, υγρά απόβλητα
- Όριο επαναχρησιμοποίησης: 2.500 ppm στερεών σωματιδίων, καθώς στο υγρό ρωγμάτωσης διοχετεύονται χημικά πρόσθετα
- Νερό που καταλήγει στο περιβάλλον: πιθανή ρύπανση επιφανειακών ή υπόγειων υδάτων
- Waterless fracking

## ...Περιβαλλοντικά θέματα

- Εγκατάσταση εξεδρών εξόρυξης, διάνοιξη πλατέων δρόμων, κατασκευή χώρων στάθμευσης, εγκαταστάσεων επεξεργασίας & μεταφοράς ΦΑ απαιτούν αποψίλωση εκτάσεων, επηρεασμό φυσικών οικοσυστημάτων, αλλοίωση τοπίου
- Ατμοσφαιρικοί ρύποι SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NMVOC, CO λόγω καύσης
- Ενίοτε μικροσεισμοί, 1-3 Ρίχτερ
- Σκόνη κλπ από λατομεία frack sands

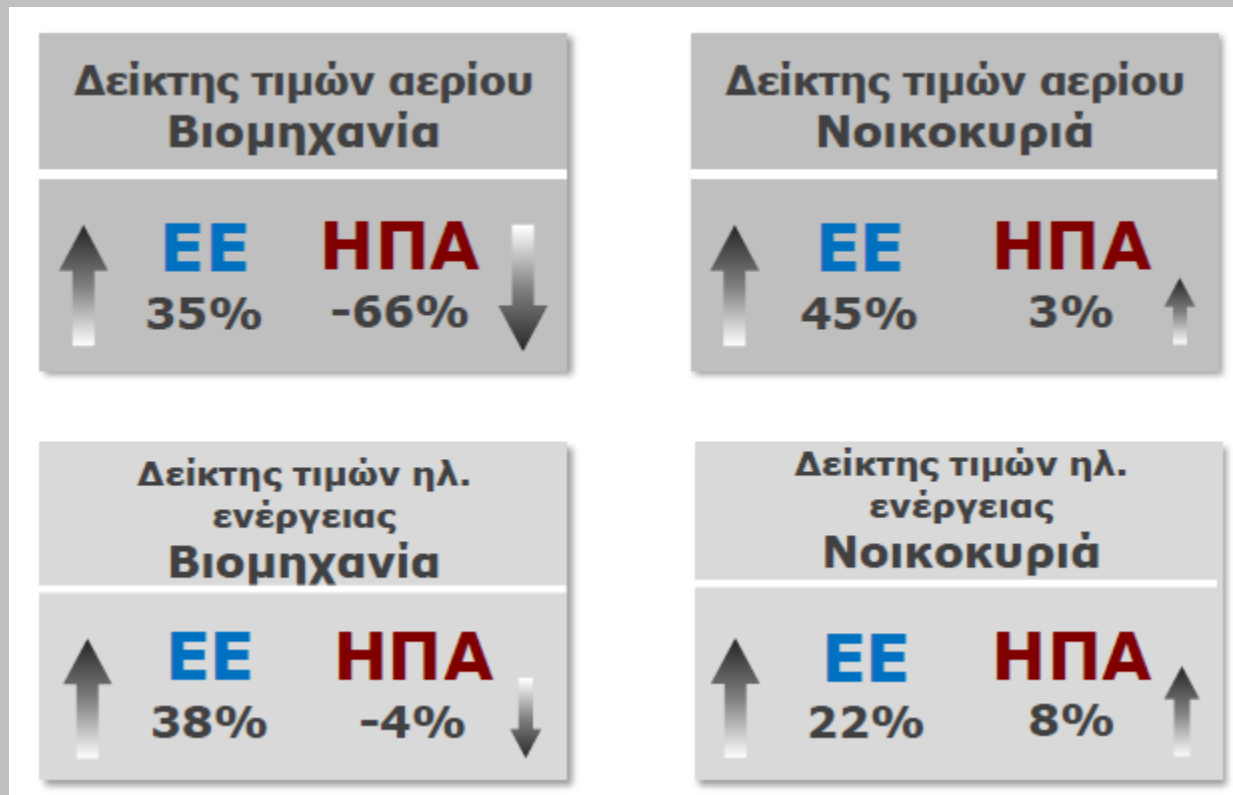
## Οικονομικά αποτελέσματα...

- Αύξηση παγκόσμιου ανταγωνισμού μεταξύ επιχειρήσεων ΦΑ, μείωση τιμών ΦΑ, αλλά & ηλεκτρικής ενέργεια για βιομηχανία
- Θετικότερες επιδράσεις στους καταναλωτές, τις ενεργοβόρες βιομηχανίες και την όλη οικονομία
- Στην ΕΕ τιμές ηλ. ενέργειας με βάση 2005 αυξήθηκαν ~ 33%, Ιαπωνία 12%, αλλά στις ΗΠΑ **μειώθηκαν** [100→95]
- Τιμή ΦΑ σε ΗΠΑ <4, Ευρώπη ~10, Ιαπωνία ~13 !
- FT Nov 27, '13: US crude oil falls to record discount. US benchmark West Texas Intermediate crude fell to 5-month low of \$91.77 per barrel, ~ \$20/barrel < than than global marker Brent

# ...Οικονομικά αποτελέσματα...

Δείκτες τιμών ενέργειας 2005-2012

Baroso 22.5.13



## ...Οικονομικά αποτελέσματα

- Ευρωπαϊκά διυλιστήρια δυσκολεύονται πιά να διαθέσουν πλεονάζουσα βενζίνη – μάλιστα οι ΗΠΑ πλέον εξάγουν
- Shale gas περιέχει διμεθύλιο [αιθάνιο], που μετατρεπόμενο σε αιθένιο δίνει προϊόντα της χημικής βιομηχανίας, συμπ. πλαστικών.
- Εξάπλωση πετροχημικών εγκαταστάσεων στις ΗΠΑ ... και 6 δις \$ Σαουδαραβική μονάδα
- Σχιστολιθικό ΦΑ ενισχύει θέση πελατών έναντι προμηθευτών ΦΑ άρα θα οδηγήσει σε χαμηλότερες τιμές
- Άνθρακας ΗΠΑ κατ' ανάγκη εξάγεται – συμπ. στην Ευρώπη
- WSJ Dec 2: 'In Fracking, Sand Is the New Gold'



# Γεωπολιτικές επιπτώσεις...

## Γενικά

- Ενεργειακή αυτονομία χωρών που παραδοσιακά εξαρτώνται από τις εισαγωγές ορυκτού πετρελαίου και ΦΑ
- Αύξηση αποθεμάτων και μείωση εξάρτησης ΗΠΑ [& Ευρώπης?] από ξένες πηγές
- Μετατροπή LNG terminals ΗΠΑ από εισαγωγές σε εξαγωγές !
- Ανάπτυξη νέων πηγών αερίου → ενίσχυση ανταγωνισμού με προφανή οφέλη για τιμές αλλά και ασφάλεια εφοδιασμού της ΕΕ

## ...Γεωπολιτικές επιπτώσεις...

- Τυχόν μαζική εισαγωγή της νέας ενεργειακής πηγής & πιθανότητα εξαγωγών [σήμερα απαιτείται έγκριση κατά περίπτωση] από ΗΠΑ→ οικονομικές & γεωπολιτικές συνέπειες
- ↓ ενεργειακού κόστους ΗΠΑ, ΕΕ: → θα ανταγωνισθούν αναδυόμενες οικονομίες Κίνα, Ινδία, Ρωσία, Βραζιλία, Τουρκία
- Αποστασιοποίηση Δύσης/ΕΕ από εν. εξάρτηση από Μ. Ανατολή/Β.Αφρική & αραβο-ισραηλινή διαμάχη και από συμβατικές πηγές Ρωσίας→ πλήγμα στη Ρωσική οικονομία [EU struggles to wean former Soviet bloc off Russian energy, FT Nov 27 '13]
- Decoupling συμβολαίων ΦΑ από τιμή αργού πετρελαίου
- Αρχικά, εξάρτηση από αμερικανική τεχνολογία, εξοπλισμό, χρηματοδότηση

## ...Γεωπολιτικές επιπτώσεις

- Νέα spot prices ΦΑ, δημιουργία νέων διαμετακομιστικών κόμβων
- Κίνα, Ιαπωνία δυναμικά αναπτυσσόμενες οικονομίες, μεγάλες ενεργειακές ανάγκες. Κίνα 2<sup>η</sup> στην κατανάλωση υδρογονανθράκων. Προσπάθεια μείωσης εξάρτησή από εισαγωγές, συμπ. από Ρωσία
- Βουλγαρία: δήλωση υπουργού περιβάλλοντος ότι η χώρα έχει επαρκή περιβαλλοντική νομοθεσία οπότε η έρευνα για shale gas μπορεί να ξεκινήσει και τελικά για να υπάρξει εμπορική εκμετάλλευσή του θα αποφασίζουν οι ίδιοι οι πολίτες → αλλά τα ύδατα Νέστου/Εβρου διασχίζουν το ελληνικό έδαφος πριν καταλήξουν στο Αιγαίο

# Επέκταση στην Ευρώπη και αλλού?...



## ... Επέκταση στην Ευρώπη και αλλού?...

### Εκτός Ευρώπης

- **Μελέτη ΕΙΑ Ιούνιος '13:** Μεγαλύτερες ποσότητες σχιστολιθικού πετρελαίου εκτός ΗΠΑ: Ρωσία, Κίνα, Αργεντινή, Λιβύη. Σχιστολιθικού αερίου: Κίνα, Αργεντινή, Αλγερία, Καναδά, Μεξικό
- **Καναδάς:** ήδη παράγει shale gas/oil
- **Κίνα-Ιαπωνία:** πειραματική εκμετάλλευση shale gas
- **Ρωσία :** ανησυχία για εξελίξεις shale gas/oil, αρχικά περιβαλλοντικές ανησυχίες Putin, τώρα προσπάθεια παραγωγής από Gazprom
- **Τουρκία:** κρατική ΤΡΑΟ θα αρχίσει fracking για shale gas σε ΝΑ επαρχίες αλλά και στη Δ.Θράκη
- **Ινδία:** το 2014 οι πρώτες γεωτρήσεις σχιστολιθικού αερίου από την κρατική πετρελαϊκή ONGC

## ... Επέκταση στην Ευρώπη και αλλού?

### Ευρώπη, ανά χώρα

- Πολωνία, Ουκρανία [\*], Μ. Βρετανία: πρωτοπόροι σε ανάπτυξη shale gas. [\*] ίσως τα σημαντικότερα κοιτάσματα στην Ευρώπη
- Ισπανία: Οκτ '13 νομοθεσία υπέρ fracking
- Βουλγαρία, Γαλλία, Ολλανδία: moratorium
- Γερμανία: νέα κυβ. συνασπισμού → νομικό πλαίσιο για αυστηρό έλεγχο
- Δανία: 2 άδειες για shale gas στην Total
- Λιθουανία: θα επιτρέψει τις έρευνες
- Ρουμανία: Άρση απαγόρευσης, άδειες ερευνών στη Chevron, κοντά σε Βουλγαρικά σύνορα → διαδηλώσεις & επίσημα διαβήματα Βουλγαρίας
- Ελλάδα : έρευνα ΙΓΜΕ 'κοιτάσματα σε Θράκη, Δ. Μακεδονία, 'Ηπειρο'

## ... Επέκταση στην Ευρώπη και αλλού?

### Ευρώπη: Νομοθεσία/πρωτοβουλίες σε επίπεδο ΕΕ

- Επιτροπή: 'υπάρχουσα περιβαλλοντική νομοθεσία επαρκής για προκαταρκτικές έρευνες shale'
- Κοινοβούλιο: υιοθέτηση [θετικής] μελέτης ευρωβουλευτού Νίκης Τζαβέλα. 24 Οκτ '13: υπέρ υποχρεωτικής άδειας περιβαλλοντικών επιπτώσεων γεωτρήσεων για μη συμβατικούς υδρογονάνθρακες συμπ. shale gas

### Ευρώπη: Δυσκολίες

- Δύσκολη γεωλογία, πυκνή κατοίκηση, δυσμενής νομοθεσία [εδαφικά δικαιώματα, φορολογία], μή πρόσβαση σε υποδομές και τεχνολογία συμπ. service industry, νοοτροπία NYMBI, ασθενής πολιτική βούληση

**Σας ευχαριστώ πολύ  
Βασίλης Νικολετόπουλος**

***[www.naturalresources.gr](http://www.naturalresources.gr)***