

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
Σχολή Κοινωνικών και Πολιτικών Επιστημών
Τμήμα Πολιτικής Επιστήμης και Διεθνών Σχέσεων
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Ειδίκευσης Διεθνείς Σχέσεις και
Πολιτικές»

Οι Οικονομικές και Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις της
Σχιστολιθικής Μεθόδου Εξόρυξης Πετρελαίου και
Φυσικού Αερίου στις ΗΠΑ και στην Ευρώπη

Ιωάννης Δελακουρίδης

Κόρινθος, Ιανουάριος 2016

University of Peloponnese (18 pt)
Faculty of Social and Political Relations (16 pt)
Department of Political Studies and International Relations
Master Program in
«International Relations and Politics»

**The Economic and Environmental Consequences of the
Methods of Shale Gas and Oil Extraction in the USA and
Europe**

Ioannis Delakouridis

Corinth, January 2016

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω για την αμέριστη συνεργασία και βοήθεια τον Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Διεθνών και Ευρωπαϊκών Σπουδών του Πανεπιστημίου Πειραιώς, κ. Σπυρίδων Ρουκανά καθώς και το σύνολο των μεταπτυχιακών φοιτητών. Επίσης τον Πρόεδρο του Τμήματος Πολιτικής Επιστήμης και Διεθνών Σχέσεων του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου, Καθηγητή Διεθνούς Πολιτικής Οικονομίας κ. Παντελή Σκλιά και το σύνολο των διοικητικών υπηρεσιών του Τμήματος. Τέλος τους καθηγητές που συμμετείχαν στα μαθήματα κατά τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος για τις γνώσεις που μου μεταλαμπάδευσαν.

Οι Οικονομικές και Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις της Σχιστολιθικής Μεθόδου Εξόρυξης Πετρελαίου και Φυσικού Αερίου στις ΗΠΑ και στην Ευρώπη

Σημαντικοί Όροι: Σχιστολιθικό Πετρέλαιο, Σχιστολιθικό Φυσικό Αέριο, Σχιστολιθική Μέθοδος Εξόρυξης, Υδραυλική Ρωγμάτωση, Σχιστολιθική Επανάσταση

Περίληψη

Η οικονομία γύρω από το παγκόσμιο ενεργειακό περιβάλλον είναι συνεχώς μεταβαλλόμενη αλλά την ίδια στιγμή εξαρτώμενη από τις χώρες παραγωγούς. Η ενεργειακή κρίση του 1973 που έπληξε ιδιαίτερα τις Ηνωμένες Πολιτείες αποτέλεσε την ώθηση για αναζήτηση νέων πηγών ενέργειας με απώτερο στόχο την ενεργειακή ανεξαρτησία. Οι έρευνες που είχαν ήδη ξεκινήσει πάνω στους μη συμβατικούς πόρους ενέργειας φάνηκαν ως η ιδανική λύση για αυτό το σκοπό. Ενώ οι ΗΠΑ φαίνεται να προχωρούν σε μια νέα επανάσταση – τη σχιστολιθική επανάσταση – η Ευρώπη προσπαθεί να ακολουθήσει με αργούς ρυθμούς. Ενώ οι οικονομικές επιπτώσεις των σχιστολιθικών πηγών ενέργειας φαίνεται να αποτελούν ώθηση για περεταίρω βήματα, οι περιβαλλοντικές συνέπειες της μεθόδου εξόρυξης αυτών προκαλούν μεγάλη ανησυχία. Παρόλα αυτά όπως όλα δείχνουν οι ενεργειακή επανάσταση των σχιστόλιθων θα έχει μεγάλη επιρροή στην παγκόσμια αγορά ενέργειας και θα αναταράξει τα δεδομένα της παγκόσμιας οικονομίας.

The Economic and Environmental Consequences of the Methods of Shale Gas and Oil Extraction in the USA and Europe

Keywords: Shale Oil, Shale Gas, Shale Extraction Methods, Hydraulic Fracturing, Fracking, Shale Revolution

Abstract

The economics around the global energy environment changes constantly and at the same time it is dependant of energy exporter countries. The energy crisis of 1973, which vastly affected the United States, became the starting point for finding new energy sources with the ultimate goal being energy independence. The research on shale energy which had begun years ago seemed to be the most suitable solution. While the USA seem to be moving to a new revolution – the shale revolution – Europe tries to follow with a slow pace. The economic consequences of shale seem to give way for further research, however, the environmental consequences of their drilling methods causes a lot of concern. Nevertheless, it seems that the shale revolution will have a huge impact on the global market of energy and it will shake the current state of global economy.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	1
Επεξήγηση κεφαλαίων	2
Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	3
Μεθοδολογία	4
Κεφάλαιο 1. Η Σχιστολιθική Μέθοδος Εξόρυξης	6
1.1 Η υδραυλική ρωγμάτωση	6
1.2 Κατακόρυφη διάτρηση: Ανάλυση	8
1.3 Οριζόντια Διάτρηση	9
1.4 Ανακεφαλαίωση	10
Κεφάλαιο 2. Οι Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις της Σχιστολιθικής Μεθόδου Εξόρυξης	12
2.1 Οι Επιπτώσεις της τεχνική της υδραυλικής ρωγμάτωσης κατά την εφαρμογή	12 13
2.2 Καταστροφή φυσικού τοπίου	
2.3 Τεράστια Κατανάλωση Ύδατος	14
2.4 Ρύπανση υδάτων	15
2.5 Οι εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων και η ρύπανση του εδάφους	17
2.6 Ρύποι από εκρήξεις ή ατυχήματα σε φρέατα σε εγκαταστάσεις γεώτρησης	19
2.7 Σεισμοί	20
2.8 Ραδιενεργές Ουσίες	20
2.9 Επιπτώσεις στην Ανθρώπινη Υγεία	22
2.10 Ανακεφαλαίωση	23
Κεφάλαιο 3. Οικονομία και Σχιστολιθικοί Ενεργειακοί Πόροι: ΗΠΑ, Ευρώπη, και Παγκόσμια Αγορά	25
3.1 Μια Σχιστολιθική Επανάσταση	26
3.2 Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής	28
3.2.1 Αποθέματα στις ΗΠΑ	29
3.2.2 Νομικό Πλαίσιο	30
3.3 Η Περίπτωση της Ευρώπης	32
3.3.1 Το ενεργειακό περιβάλλον στην Ευρώπη	32
3.3.2 Αποθέματα Σχιστολιθικών Πηγών στην Ευρώπη	34
3.3.3 Σχιστολιθικά Ρίσκα στην Ευρώπη	37

3.4 Η Παγκόσμια Αγορά	38
3.4.1 Παγκόσμια Αποθέματα	39
3.4.2 Επιρροή Τιμών	39
3.4.3 Γεωπολιτική Εξάρτηση	41
3.4.4 Συνέπειες για τον OPEC	42
3.4.5 Επιπτώσεις στο Άμεσο Μέλλον	43
3.5 Ανακεφαλαίωση	45
Συμπεράσματα	46
Βιβλιογραφία	48

Κατάλογος Πινάκων

Εικόνες

Εικόνα 1: Η διαδικασία οριζόντιας διάτρησης και εκρήξεων	7
Εικόνα 2: Σύσταση χημικού μείγματος ρωγμάτωσης	8
Εικόνα 3: Ανάλυση οριζόντιας γεώτρησης	9
Εικόνα 4: Ανάλυσης οριζόντιας γεώτρησης	10
Εικόνα 5: Έναρξη Γεωτρήσεων που πραγματοποιήθηκαν το 1984 (Αριστερά) – Συνέχεια των γεωτρήσεων μέχρι και το 2011 (Δεξιά)	14
Εικόνα 6: Απεικόνιση της δυναμικής σε σχέση με τις πηγές νερού σε 20 χώρες	15
Εικόνα 7: Λύματα και επεξεργασμένα απόβλητα αποθηκεύονται σε ανοιχτές δεξαμενές	18
Εικόνα 8: Απεικόνιση ενδεχόμενων εκπομπών επιβλαβών ουσιών	19
Εικόνα 9: Παραγωγή Φυσικού Αερίου στις ΗΠΑ	30
Εικόνα 10: Αποθέματα Σχιστολιθικού Αερίου στην Ευρώπη	35
Εικόνα 11: Εκτιμήσεις Αποθεμάτων Σχιστολιθικού Αερίου	36

Πίνακες

Πίνακας 1: Εκπομπές Ατμοσφαιρικών Ρύπων	17
Πίνακας 2: Αποθέματα Μη Συμβατικού Φυσικού Αερίου και Πετρελαίου σε ΗΠΑ και Ευρώπη	33

Διαγράμματα

Διάγραμμα 1: Παραγωγή Πηγών Ενέργειας στην Ευρώπη	34
Διάγραμμα 1: Παγκόσμια Αγορά Σχιστολιθικού Αερίου	40
Διάγραμμα 2: Τιμές Πετρελαίου	43
Διάγραμμα 4: Παραγωγή Σχιστολιθικού Αερίου και Συμβατικού Αερίου στις ΗΠΑ	44

Κατάλογος Βραχυγραφιών

ΗΠΑ	Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
EIA	U.S. Energy Information Administration
OPEC	Organisation of the Petroleum Exporting Countries
bcm	Billion cubic metres
Tcm	Trillion cubic metres
Tcf	Trillion cubic feet
bb	Billion barrels

Εισαγωγή

Σε μία εποχή όπου η ενεργειακή αυτοτέλεια κάθε χώρας αποτελεί πρωταρχικό σκοπό επιβίωσης της, η επανάσταση που επέφερε στην παγκόσμια ενεργειακή αγορά η σχιστολιθική μέθοδος εξόρυξης αερίου και πετρελαίου είναι γεγονός. Η σύσταση του πετρώματος του σχιστόλιθου με κατάλληλη επεξεργασία πλέον αποτελεί την πλέον προσοδοφόρα επιλογή καθώς και την πλέον εκμεταλλεύσιμη επιλογή.

Η ανακάλυψη της οριζόντιας γεώτρησης (Fracking) δημιούργησε τεράστιες προσδοκίες στην παγκόσμια αγορά πετρελαίου και αερίου. Τόσο οι νέες πηγές υδρογονανθράκων που πλέον είναι προσβάσιμες με μικρό κόστος, όσο και η αυτοτέλεια που θα επέφερε στις χώρες οι οποίες κατείχαν τέτοιες πηγές άλλαξε την ενεργειακή «σκακιέρα». Είναι δεδομένο πως οι πρωτοπόρες Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (ΗΠΑ) έχουν το πρώτο λόγο στην εξορυκτική διαδικασία αλλά σίγουρα έπονται και άλλες χώρες και φυσικά η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ). Όμως τόσο η περιβαλλοντική διάσταση όσο και οι επιπτώσεις που έχει η μέθοδος αποτελούν τις μεγαλύτερες προκλήσεις ακόμα και σήμερα.

Υποστηρικτές της μεθόδου επιμένουν πως η οριζόντια γεώτρηση με σκοπό τη γεώτρηση νέων πόρων ενέργειας θα έχει ως αποτέλεσμα εκτός άλλων τη μείωση του κόστους πηγών ενέργειας και κυρίως του αερίου αλλά και τη δημιουργία πολλών θέσεων εργασίας. Παρά τις θετικές επιπτώσεις όμως επικριτές της μεθόδου δίνουν έμφαση στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις οι οποίες σχετίζονται με δημιουργία σεισμών όσο και με μόλυνση του υδάτινου περιβάλλοντος με καρκινογόνες ουσίες (BBC, 2015).

Βασικός σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να αποτελέσει ένα σημαντικό αναλυτικό εργαλείο των οικονομικών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων των σχιστολιθικών ενεργειακών πόρων και της μεθόδου εξόρυξής τους και ένας βοηθητικό μέσο για μελλοντικούς αναλυτές διεθνών σχέσεων και ζητημάτων ενέργειας. Επιπλέον το γεγονός ότι τα ζητήματα που εξετάζονται εμπίπτουν σε διαφορετικά επιστημονικά πεδία (γεωλογία, διεθνείς σχέσεις και διεθνής πολιτική οικονομία) δίνει διεπιστημονικό χαρακτήρα στην έρευνα και για αυτό το λόγο γίνεται μια προσπάθεια μείωσης της απόστασης ανάμεσα σε αυτά τα εκ πρώτης όψεως διαφορετικά επιστημονικά πεδία.

Η παρούσα εργασία θα προσπαθήσει μέσω της διερευνητικής μεθόδου να καταγράψει τις επιπτώσεις από την σχιστολιθική μέθοδος εκμετάλλευσης φυσικού αερίου και πετρελαίου στις ΗΠΑ και στην Ευρώπη σε σχέση με την παγκόσμια ενεργειακή αγορά, καθώς και την

περιβαλλοντική διάσταση της διαδικασίας εν γένει. Για τον παραπάνω λόγο και όπως παρουσιάζεται αναλυτικά στο επόμενο υποκεφάλαιο, η έρευνα χωρίζεται σε τρία βασικά κεφάλαια χωρίς να υπολογίζεται η εισαγωγή, η μεθοδολογία, η βιβλιογραφική ανασκόπηση, τα συμπεράσματα και η βιβλιογραφία. Αρχικά γίνεται μια σύντομη παρουσίαση της σχιστολιθικής μεθόδου εξόρυξης, ακολουθούν οι περιβαλλοντικές και επιπτώσεις της μεθόδου και στη συνέχεια οι οικονομικές επιπτώσεις στις ΗΠΑ, την Ευρώπη και σε παγκόσμιο επίπεδο.

Η επιλογή του θέματος της διπλωματικής εργασίας δεν είναι τυχαία. Τα ζητήματα ενέργειας παίζουν όλο και πιο σημαντικό ρόλο στο πεδίο των διεθνών σχέσεων. Για αυτό το λόγο ο συγγραφέας θα προσπαθήσει να δώσει μια ολοκληρωμένη εικόνα των εξελίξεων στον τομέα των σχιστολιθικών ενεργειακών πόρων και των επιπτώσεών τους τόσο στο περιβάλλον όσο και στην οικονομία. Όπως προαναφέρθηκε η παρούσα έρευνα θα επιχειρήσει να συρρικνώσει το χάσμα ανάμεσα σε διαφορετικά επιστημονικά πεδία και να αποτελέσει σημείο αναφοράς για μελετητές αυτών. Βασικός στόχος της έρευνας είναι να αποτελέσει μια σημαντική πηγή μελλοντικής έρευνας και να συμπληρώσει την αρκετά ελλιπή ελληνική βιβλιογραφία σχετικά με το ζήτημα των σχιστολιθικών πηγών ενέργειας.

Επεξήγηση Κεφαλαίων

Όπως προαναφέρθηκε η παρούσα έρευνα έχει χωριστεί σε τρία βασικά κεφάλαια ανάλυσης. Το πρώτο κεφάλαιο ασχολείται με την ανάλυση της σχιστολιθικής μεθόδου εξόρυξης και τις κύριες εφαρμογές της. Στόχος του κεφαλαίου είναι να δώσει μια συνοπτική εικόνα της συγκεκριμένης μεθόδου εξόρυξης έτσι ώστε να γίνει κατανοητή από τους αναγνώστες. Θεωρήθηκε σημαντικό από το συγγραφέα η ανάλυση της σχιστολιθικής μεθόδου να είναι το πρώτο βασικό κεφάλαιο της διπλωματικής όντας η βασική θεματική με την οποία ασχολείται η έρευνα. Πιο συγκεκριμένα το κεφάλαιο εξετάζει και αναλύει την υδραυλική ρωγμάτωση (Hydraulic Fracturing), την κατακόρυφη διάτρηση, και την οριζόντια διάτρηση.

Στη συνέχεια αναλύονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της σχιστολιθικής μεθόδου εξόρυξης δίνοντας έμφαση σε παραδείγματα κυρίως από τις ΗΠΑ.

Πιο συγκεκριμένα ο συγγραφέας εξετάζει τις επιπτώσεις της υδραυλικής ρωγμάτωσης στο φυσικό τοπίο και κατά πόσο συνδέεται με την καταστροφή του και η επιρροή στο υδάτινο περιβάλλον τόσο όσον αφορά την κατανάλωση ύδατος όσο και τη ρύπανση αυτό. Στη συνέχεια αναλύονται οι εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων αλλά και η ρύπανση του εδάφους,

οι ρύποι από εκρήξεις ή ατυχήματα και ερευνώνται τα περιστατικά σεισμικών δονήσεων ως αποτέλεσμα της υδραυλικής ρωγμάτωσης. Επιπλέον εξετάζεται η επιρροή ραδιενεργών ουσιών στο περιβάλλον και τέλος οι επιπτώσεις της συγκεκριμένης μεθόδου εξόρυξης στην ανθρώπινη υγεία.

Το επόμενο κεφάλαιο (Κεφάλαιο 3) επικεντρώνεται στην επιρροή των σχιστολιθικών πηγών ενέργειας στην οικονομία με βασικό γνώμονα ανάλυσης παραδείγματα των ΗΠΑ, της Ευρώπης και της παγκόσμιας αγοράς σε ένα ευρύτερο επίπεδο. Αρχικά εξετάζεται η λεγόμενη σχιστολιθική επανάσταση και στη συνέχεια ακολουθεί το παράδειγμα των ΗΠΑ όντας η χώρα για την οποία οι εξελίξεις στον τομέα των σχιστόλιθων χαρακτηρίστηκαν ως ενεργειακή επανάσταση. Στη συνέχεια ακολουθεί μια ανασκόπηση των αποθεμάτων στις ΗΠΑ αλλά επίσης δίδεται σημαντική προσοχή στο ιδιαίτερο νομικό πλαίσιο της χώρας. Το επόμενο υποκεφάλαιο ασχολείται με την περίπτωση της Ευρώπης και κυρίως της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Εξετάζεται το ενεργειακό περιβάλλον της περιοχής, τα αποθέματα σχιστολιθικών πηγών και τέλος τα σχιστολιθικά ρίσκα. Τέλος ακολουθεί το υποκεφάλαιο το οποίο ασχολείται με την παγκόσμια αγορά ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα εξετάζονται τα παγκόσμια αποθέματα πετρελαίου και φυσικού αερίου, η επιρροή των τιμών σε παγκόσμιο επίπεδο, η γεωπολιτική εξάρτηση του τομέα της ενέργειας και οι συνέπειες των μη συμβατικών πηγών ενέργειας στον OPEC. Τέλος γίνονται εν συντομία κάποιες προβλέψεις για το μέλλον της παγκόσμιας αγοράς πετρελαίου.

Ακολουθεί εν συντομία η βιβλιογραφική ανασκόπηση έτσι ώστε να δοθεί μια ολοκληρωμένη εικόνα της βιβλιογραφίας που χρησιμοποιήθηκε. Ενώ στο τέλος ακολουθούν τα συμπεράσματα της έρευνας και παρουσιάζεται αναλυτικά η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε.

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας έχει ως στόχο την παρουσίαση της βασικότερης ακαδημαϊκής βιβλιογραφίας που χρησιμοποιήθηκε για της διεκπεραίωσή της. Στόχος του κεφαλαίου είναι να καταγραφεί η υπάρχουσα υφιστάμενη γνώση, και να συγκεντρωθούν δεδομένα που θα αποτελέσουν τόσο τη θεωρητική και μεθοδολογική βάση της έρευνας όσο και δεδομένα που θα βοηθήσουν στην τελική απάντηση του κεντρικού ερωτήματος της έρευνας.

Μεγαλύτερη βάση θα δοθεί στα κεφάλαια που ασχολούνται με τις περιβαλλοντικές και οικονομικές επιπτώσεις της σχιστολιθικής μεθόδου όντας το πιο ουσιαστικό μέρος ανάλυσης της εργασίας.

Το πρώτο κομμάτι δίνει έμφαση στη βιβλιογραφία σχετικά με τις περιβαλλοντικές μεθόδους ενώ το δεύτερο στις οικονομικές επιπτώσεις. Εξετάζοντας τη βιβλιογραφία σχετικά με αυτές τις δύο προσεγγίσεις είναι φανερό πως δεν υπάρχει μια συγκεκριμένη άποψη. Η πλειοψηφία των ακαδημαϊκών αναλύσεων εξετάζει εκ βαθέων τόσο τις θετικές όσο και τις αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και την οικονομία. Παρόλα αυτά αυτό που παρατηρείται είναι πως σχετικά με τις επιπτώσεις στο περιβάλλον δίδεται μεγάλη έμφαση στη σύνδεση που έχουν οι αρνητικές επιπτώσεις στο κοινωνικό-πολιτικό περιβάλλον και στην επιρροή πολιτικών αποφάσεων.

Σχετικά με τις οικονομικές επιπτώσεις οι ακαδημαϊκές αναλύσεις και έρευνες τείνουν να εξετάζουν το ζήτημα από μια ιστορική πλευρά με έμφαση στην επιρροή της αμερικανικής οικονομίας. Ακόμη και οι αναλύσεις που επικεντρώνονται στην Ευρώπη χρησιμοποιούν τις ΗΠΑ ως συγκριτικό παράγοντα. Ακόμη πιο συγκεκριμένα πηγές που προέρχονται από κυβερνητικούς θεσμούς σε ευρωπαϊκές χώρες κάνουν αναφορά στα αμερικανικά δεδομένα.

Εν αντιθέσει με τις ακαδημαϊκές πηγές, η βιβλιογραφία που αποτελείται είτε από εταιρείες που ασχολούνται με τον ενεργειακό τομέα είτε από κυβερνητικές έρευνες ενώ δίνουν έμφαση και στα αρνητικά και στα θετικά αποτελέσματα τείνουν να αποδοθούν τα αρνητικά επιχειρήματα με στοιχεία και στατιστικά που επικεντρώνονται στις θετικές επιπτώσεις των σχιστολιθικών πηγών ενέργειας.

Συμπερασματικά είναι το σύνολο της βιβλιογραφίας που χρησιμοποιήθηκε δίνει μια ολοκληρωμένη εικόνα που καλύπτει όλο το φάσμα επιρροών του ζητήματος που εξετάζεται στη συγκεκριμένη έρευνα. Ο βασικός λόγος που επιλέχθηκαν οι συγκεκριμένες βιβλιογραφικές πηγές είναι για να δοθεί μια ολοκληρωμένη εικόνα των επιπτώσεων των σχιστολιθικών ενεργειακών πόρων από διαφορετικές προσεγγίσεις.

Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για τη συγκεκριμένη έρευνα βασίζεται στη συλλογή και κριτική ανάλυση δεδομένων από πρωταρχικές και δευτερογενείς πηγές έρευνας.

Πιο συγκεκριμένα ο συγγραφέας επικεντρώθηκε στη βιβλιογραφική αναζήτηση ακαδημαϊκών δημοσιεύσεων, στη συλλογή αποτελεσμάτων εφαρμογής, και στην ανάπτυξη περιγραφικής στατιστικής. Χρησιμοποιήθηκαν τόσο ελληνικές όσο και ξενόγλωσσες ακαδημαϊκές δημοσιεύσεις, έγινε ενδελεχής σύγκριση πηγών και στατιστικών δεδομένων, τρόποι εφαρμογής κατά περίπτωση και κατά γεωγραφική περιοχή, και σύγκριση των αποτελεσμάτων επιπτώσεων.

Το μεγαλύτερο μέρος της βιβλιογραφίας αποτελείται από ξενόγλωσσες πρωτογενείς και δευτερογενείς πηγές - κυρίως στην αγγλική γλώσσα – λόγω της έλλειψης βιβλιογραφικής έρευνας στα ελληνικά.

Οι πρωτογενείς πηγές αποτελούνται από γνωματεύσεις, δεδομένα, στατιστικά στοιχεία διεθνών οργανισμών όπως της στατιστικής υπηρεσίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης και κυβερνητικών οργανισμών όπως της Υπηρεσίας Ενέργειας των Ηνωμένων Πολιτειών. Οι δευτερογενείς πηγές είναι κατά κύριο λόγο ακαδημαϊκές αναλύσεις δημοσιευμένες σε μονογραφίες, συλλογικούς τόμους, και ακαδημαϊκά περιοδικά. Επιπλέον χρησιμοποιήθηκαν ειδησεογραφικά μέσα τα οποία είναι διαθέσιμα στο διαδίκτυο.

Για τη συλλογή της βιβλιογραφίας χρησιμοποιήθηκαν διαδικτυακές εφαρμογές όπως Google Scholar, Jstor, Academia, διαδικτυακές εφημερίδες και ειδησεογραφικά κανάλια όπως μεταξύ άλλων το British Broadcasting Corporation και The Economist.

Για την περιγραφή μονάδων μέτρησης ποσοτήτων φυσικού αερίου χρησιμοποιήθηκε το Διεθνές σύστημα μέτρησης ενώ για τη μετατροπή σε άλλων μονάδων μέτρησης στο διεθνές σύστημα χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή «Natural Gas Volumes Converter» της εταιρείας Delek Drilling LP και Avner Oil Exploration LP η οποία είναι διαθέσιμη στο διαδίκτυο.

Κεφάλαιο 1: Η Σχιστολιθική Μέθοδος Εξόρυξης

Σε μια αναλυτική προσέγγιση της σχιστολιθικής μεθόδου εξόρυξης φυσικού αερίου και πετρελαίου οι διαδικασίες είναι σύνθετες και πολυεπίπεδες. Η επιτυχία όμως συσχετίζεται με την άμεση και γρήγορη άντληση πηγών και σε οριζόντιο επίπεδο, γεγονός το οποίο προσδίδει τεράστιες δυνατότητες στην κάθε επενδυτική δράση πρωτοβουλία.

Είναι σίγουρο ότι η ενεργειακή αγορά αποτελεί ένα από τα σημαντικά «κλειδιά» της παγκόσμιας πολιτικής σκακιέρας. Έτσι λοιπόν, η νέα μέθοδος άντλησης φυσικού αερίου και πετρελαίου από σχιστολιθικά πετρώματα ανοίγει νέες προοπτικές και δίνει λύσεις στην τόσο κοστοβόρα ανεύρεση και εκμετάλλευση υδρογονανθράκων. Η ανατρεπτική για πολλούς μέθοδος του Fracking (Fracturing) διαμορφώνει νέες λογικές σε ότι αφορά την τεχνική προσέγγιση του εν λόγω κεφαλαίου. Όπως περιγράφεται παρακάτω, το κεφάλαιο που ακολουθεί αναλύει εν συντομία την υδραυλική ρωγμάτωση, την κατακόρυφη γεώτρηση και την οριζόντια γεώτρηση.

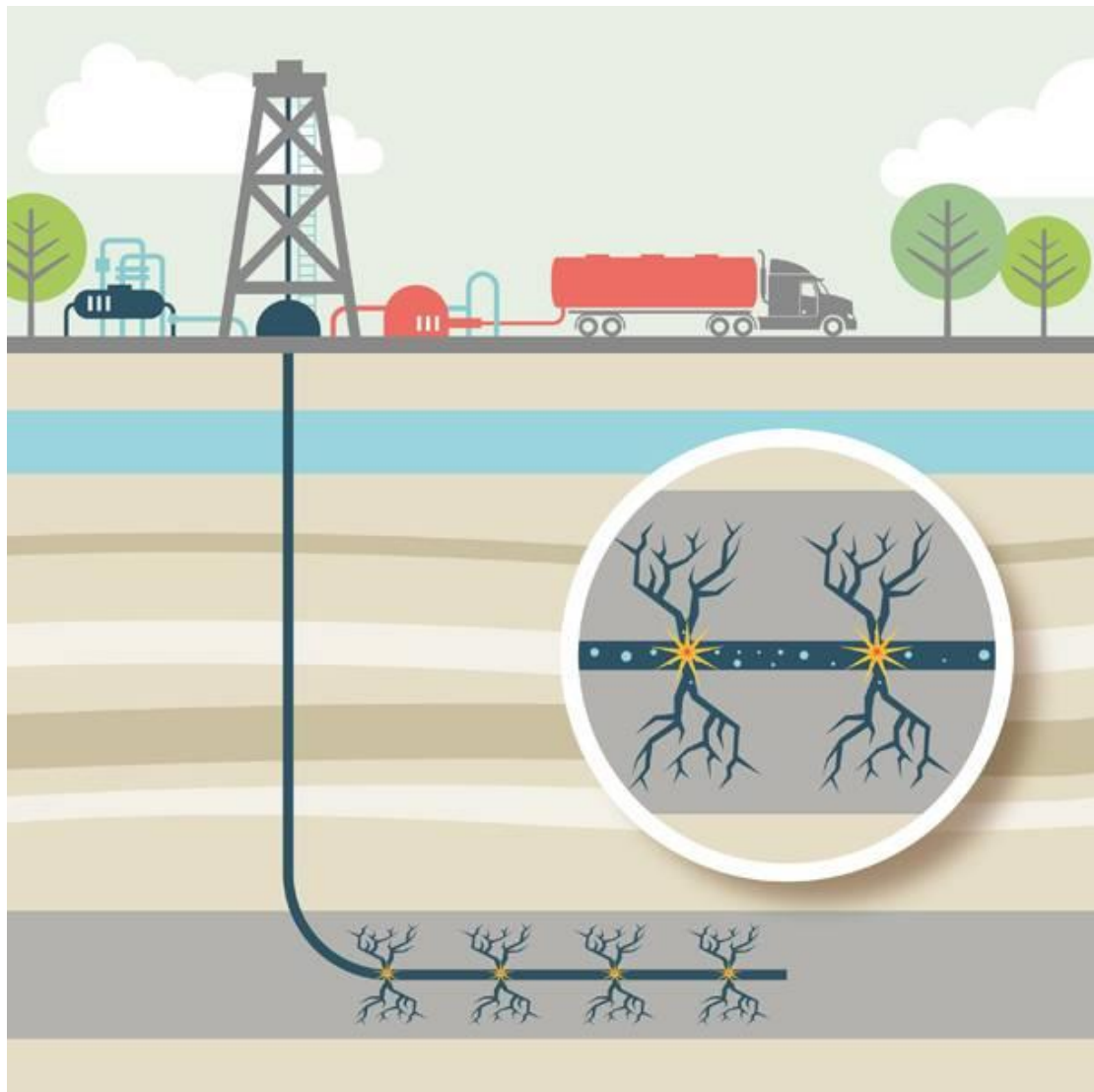
1.1 Η υδραυλική ρωγμάτωση

Η υδραυλική ρωγμάτωση (Hydraulic Fracturing) αποτελεί τη βέλτιστη επιλογή σε σχέση με την διαδικασία εξόρυξης αερίου και πετρελαίου σε σχιστολιθικούς οριζόντες και αποτελεί το κύριο τεχνικό στοιχείο το οποίο προσδίδει στην διαδικασία εκμετάλλευσης και εξόρυξης την απόλυτη διέξοδο. Αναφερόμενοι στο πέτρωμα του σχιστόλιθου, είναι ένας σχεδόν αδιαπέρατος σχηματισμός. Σχηματισμός ο οποίος εσωκλείει όλες εκείνες τις ουσίες που έχουν σχέση με το αέριο και το πετρέλαιο και δίνει την οικονομικότερη λύση ως προς την παγκόσμια ενεργειακή αγορά. (Charlez 1997, Gandossi 2013)

Όπως φαίνεται στην εικόνα 1 (σελ. 7) η λύση βασίζεται αρχικά στις εκρήξεις που πραγματοποιούνται και αποσκοπούν στην ρωγμάτωση του πετρώματος.

Στη συνέχεια στην περεταίρω διάνοιξη των οπών εσωτερικά του πετρώματος με την εκτόξευσή ενός μείγματος υπό υψηλή πίεση, νερού-άμμου-χημικών, και τέλος με την απορρόφηση όλων αυτών των μειγμάτων-συμπεριλαμβανομένων και των στοιχείων του αερίου και πετρελαίου- με πλήρη αναρρόφηση προς την επιφάνεια. (Gandossi 2013, Blundell 2005)

Εικόνα 2: Η διαδικασία οριζόντιας διάτρησης και εκρήξεων



Πηγή: energuide.be (2016)

Το συγκεκριμένο μείγμα αποτελείται από νερό (90 τοις εκατό), άμμο (9,5 τοις εκατό) και σύμφωνα με την εικόνα 2 (σελ. 8) χημικά προϊόντα (0,5 τοις εκατό) τα οποία εκχύνονται εντός του φρέατος κάτω από υψηλή πίεση. (Ground Water Protection Council 2009, Andrews 2009)

Εικόνα 2: Σύσταση χημικού μείγματος ρωγμάτωσης

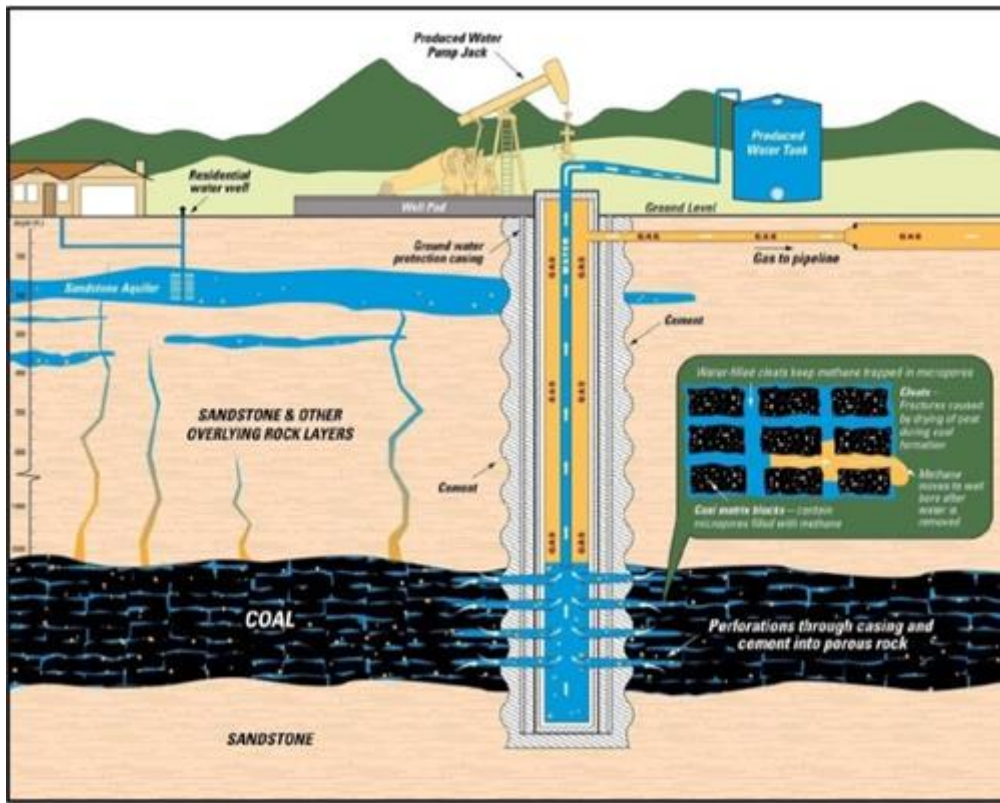


Πηγή: Ground Water Protection Council and ALL Consulting (2009)

1.2 Κατακόρυφη διάτρηση

Σύμφωνα με την εικόνα 3, το πρώτο στάδιο είναι η διάνοιξη του φρέαρ (Γεώτρηση). Κατά τον παραδοσιακό τρόπο η διάνοιξη του εδάφους γινόταν σε κατακόρυφο επίπεδο με την επιφάνεια της γης, και αποτελούσε τη μοναδική επιλογή εκμετάλλευσης των υπόγειων υδρογονανθράκων. Μέσα από μία διαδικασία έρευνας και ανίχνευσης των υπόγειων κοιτασμάτων εξαγόταν αρχικά δεδομένα σε σχέση με την τοποθεσία και τον όγκο του κοιτάσματος. Η ανάλυση αυτή βοηθούσε στην καταγραφή και την τελική απόφαση αν το κοιτάσμα αποτελούσε ασφαλή και κερδοφόρα επένδυση ή μη. Είναι δεδομένο ότι πολλές φορές από αρχικές εκτιμήσεις και αναλύσεις έχουν ακυρωθεί επενδυτικές πρωτοβουλίες λόγω του υψηλού ρίσκου σε σχέση με την απόδοσή τους. (Blundell 2005, Ground Water Protection Council 2009).

Εικόνα 3: Ανάλυση κάθετης γεώτρησης



Πηγή: Ecos Consulting, Energy Revenue America (2016)

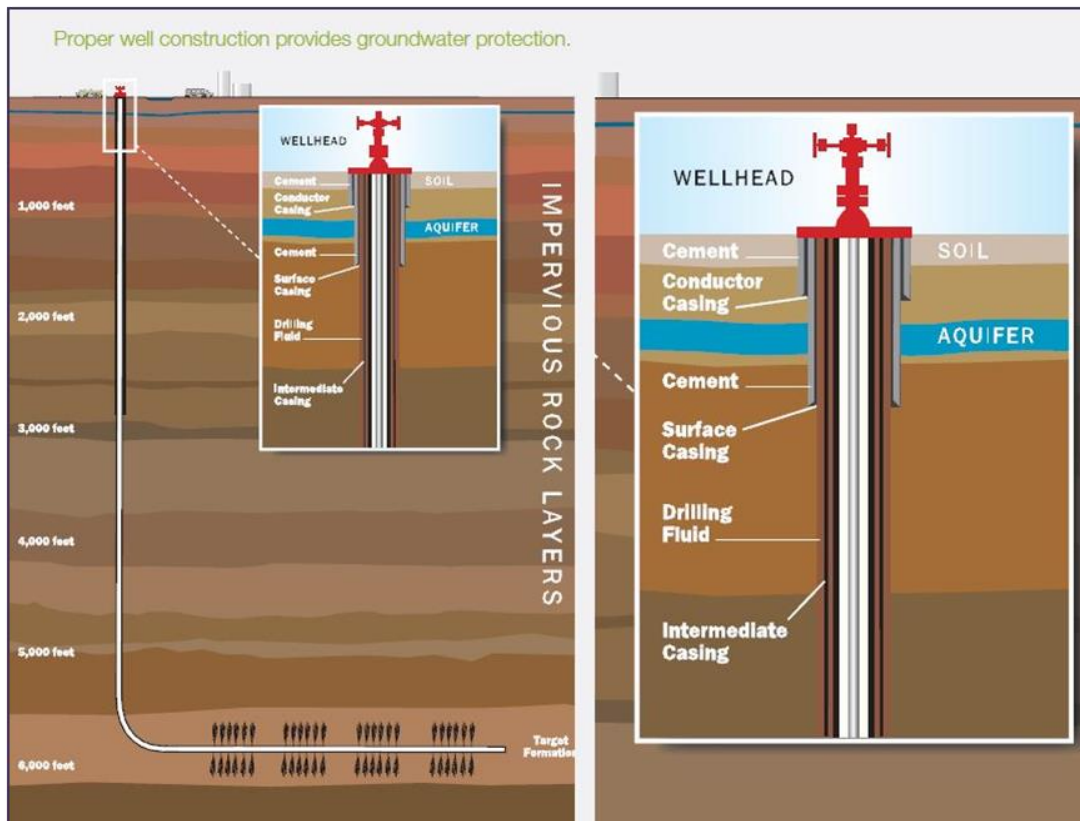
Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι σημαντικό κόστος της κάθε επένδυσης αποτελεί το σύνολο των μέτρων διάνοιξης του φρέατος. Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση λοιπόν, η κάθε επενδυτική πρωτοβουλία λαμβάνει σε μεγάλο βαθμό υπόψη της το συνολικό αριθμό των γεωτρήσεων σε σχέση με την εξόρυξη γιατί κάθε μέτρο διάτρησης καθορίζει και την τελική εκτίμηση του ποσού της επένδυσης.

1.3 Οριζόντια Διάτρηση

Αυτό το μεγάλο ζήτημα έρχεται και το απαντά η Οριζόντια γεώτρηση (Horizontal drilling). Λαμβάνοντας υπόψη ότι ο σχιστολιθικός οριζοντας κατά κύρια στρώση τοποθετείτε οριζόντια στο υπέδαφος σε σχέση με την επιφάνεια, η νέα αυτή μέθοδος μειώνει κατακόρυφα το κόστος της κάθε γεώτρησης ξεχωριστά και δημιουργεί όλες τις ευνοϊκές συνθήκες για την όσο καλύτερη εκμετάλλευση του κοιτάσματος. Η επανάσταση λοιπόν στην αρχική επινόηση του Fracking δεν είναι η καθεαυτή διαδικασία της υδραυλικής ρωγμάτωσης αλλά και η σχέση της με την Οριζόντια διάτρηση.

Το γεγονός του συνδυαζόμενου μοντέλου της μεθόδου Fracking και οριζόντιας γεώτρησης δίνει την δυνατότητα η εκμετάλλευση του κοιτάσματος να γίνεται σε μεγαλύτερη έκταση (υπογείως) και με μικρό κόστος.

Εικόνα 4: Ανάλυσης οριζόντιας γεώτρησης



Πηγή: American Petroleum Institute (2010)

Η διαδικασία εξόρυξης βασίζεται σε δύο συντεταγμένες όπως διαφαίνεται και από την εικόνα 4. Αρχικά η γεώτρηση τοποθετείται κάθετα με την επιφάνεια του εδάφους έως ότου βρεθεί το σημείο του σχιστολιθικού οριζοντα και έπειτα το γεωτρύπανο αποκτά κλίση ώστε να βρεθεί εσωτερικά της στρώσης του κοιτάσματος (Andrews 2009).

1.4 Ανακεφαλαίωση

Για να κατανοηθεί πλήρως η θεματική με την οποία ασχολείται η παρούσα έρευνα είναι σημαντική η κατανόηση των τεχνικών λεπτομερειών της μεθόδου εξόρυξης φυσικού αερίου και πετρελαίου από σχιστόλιθους. Για αυτό το λόγο το κεφάλαιο που προηγήθηκε προσπάθησε με σύντομο, αλλά αναλυτικό και κατανοητό για μη ειδικούς επί του θέματος τρόπο να εξηγήσει τις λεπτομέρειες γύρω από την εξόρυξη σχιστόλιθων. Δόθηκε έμφασης στη λεγόμενη υδραυλική ρωγμάτωση η οποία θεωρείται ως η πιο κατάλληλη μέθοδος

εξόρυξης. Επιπλέον έγινε αναφορά τόσο στην κατακόρυφη διάτρηση όσο και στην εναλλακτική της – η οποία θεωρείται ως η πιο αποδοτική - οριζόντια διάτρηση.

Όπως παρατηρείται στο 3^ο κεφάλαιο η πτώση του κόστους εξόρυξης σχιστολιθικού φυσικού αερίου και πετρελαίου έπαιξε μεγάλο ρόλο στην ανάπτυξή τους και στην επιθυμία για περαιτέρω έρευνα. Για αυτό το λόγο όπως αναφέρθηκε κατά τη διάρκεια της τεχνικής ανάλυσης το κόστος της κατακόρυφης διάτρησης έπαιξε σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της οριζόντιας διάτρησης ως εναλλακτικής μεθόδου. Συμπερασματικά, θα μπορούσε κάποιος να πει πως ενώ εν πρώτης όψεως η ανάλυση των τεχνικών χαρακτηριστικών εξόρυξης φαίνεται ασύμφορη με την οικονομική ανάλυση τους, αποτελούν σημαντικό κομμάτι κατανόησης των λόγων που οδήγησαν στη λεγόμενη σχιστολιθική επανάσταση, η οποία θα εξεταστεί στο τρίτο κεφάλαιο.

Κεφάλαιο 2. Οι Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις της Σχιστολιθικής Μεθόδου Εξόρυξης

Η ενεργειακή επανάσταση που επέφερε η ανακάλυψη της σχιστολιθικής μεθόδου εξόρυξης αερίου και πετρελαίου στον παγκόσμιο ενεργειακό χάρτη, η οποία θα αναλυθεί στο επόμενο κεφάλαιο ενδελεχώς, αποτελεί ίσως το μεγαλύτερο επίτευγμα του 20^{ου} αιώνα. Σίγουρα όμως οι επιπτώσεις από την εφαρμογή της διαμορφώνει μια νέα περιβαλλοντική απειλή. Η απειλή αυτή εντοπίζεται σε πολλές και συγκεκριμένες εκφάνσεις με αποτέλεσμα οι επιστήμονες να κρούουν ολοένα και περισσότερο τον κώδωνα του κινδύνου για τις σοβαρότατες επιδράσεις που τελικά αποτελούν και την μεγαλύτερη αρνητική της πλευρά.

Σταχυολογώντας τις περιβαλλοντικές απειλές σίγουρα το αποτέλεσμα είναι πολυεπίπεδο και πολύπλευρο. Το παρόν κεφάλαιο θα προσπαθήσει να δώσει απάντηση στο εάν η υδραυλική ρωγμάτωση αποτελεί κίνδυνο για το περιβάλλον αλλά και για την ανθρώπινη υγεία μέσω παραδειγμάτων από περιπτώσεις που επικεντρώνονται κυρίως στις ΗΠΑ όπου η εξορυκτική διαδικασία σε σχιστόλιθους έχει λάβει μεγάλες διαστάσεις.

2.1 Οι επιπτώσεις της τεχνική της υδραυλικής ρωγμάτωσης κατά την εφαρμογή

Σύμφωνα και με την ανωτέρω ανάλυση - σε προηγούμενο κεφάλαιο - της εφαρμογής, για την εκμετάλλευση των σχιστολιθικών στρωματογραφικών οριζόντων απαιτούνται συγκεκριμένες τεχνικές επιλογές. Η υδραυλική ρωγμάτωση που αποτελεί τη βάση της μεθόδου επιφέρει μεγάλες και μόνιμες οπές στους σχιστόλιθους² που με τη σειρά τους δημιουργούν νέους «οδηγούς» διαπερατότητας σε σχέση με το νερό. Αυτό το στοιχείο επισημαίνουν και οι υποστηρίζοντας ότι η εκτεταμένη υδραυλική ρωγμάτωση παρουσιάζει κινδύνους μόλυνσης του υπεδάφους μέσω φυσικών βλαβών και ρηγμάτων στα εδαφικά συστήματα .

Σύμφωνα λοιπόν με τη συγκεκριμένη διαπίστωση και γνωρίζοντας ότι το πέτρωμα του σχιστόλιθου έχει μικρή διαπερατότητα, οι υψηλές πιέσεις για την διάσπαση του σχιστόλιθου που εφαρμόζονται κατά τα στάδια επεξεργασίας δημιουργούν νέα δεδομένα στο υπόβαθρο. Έτσι, αλλάζουν την περατότητα του στρώματος με αποτέλεσμα οι εκχύσεις νερού, χημικών στοιχείων και λοιπόν μέσων, να διαπερνούν τον «αδιαπέρατο» αυτό ορίζοντα και να εισέρχονται σε άλλες στρωματογραφικές περιοχές μολύνοντας παράπλευρους υδροφόρους ορίζοντες και στρωματογραφικούς ορίζοντες. Σε κάθε περίπτωση λοιπόν, η βίαιη αυτή

τεχνική εφαρμογή της υδραυλικής ρωγμάτωσης εκτός από το ότι αποτελεί κάθε φορά και ένα νέο κίνδυνο για τα αποθέματα νερού (Hazen and Sawyer 2009, Rush 2010), δημιουργεί και νέα αρνητικά περιβαλλοντικά δεδομένα που αποτελούν σοβαρή πηγή μόλυνσης του οικοσυστήματος.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της σχιστολιθικής μεθόδου εξόρυξης αποτελεί έναν από τους βασικότερους λόγους παρεμπόδισης τόσο της έρευνας όσο και της εξόρυξης σχιστολιθικών ενεργειακών πόρων στην Ευρώπη.

2.2 Καταστροφή φυσικού τοπίου

Στη διαδικασία εξόρυξης σχιστολιθικού αερίου και πετρελαίου απαιτούνται συγκεκριμένες κατασκευαστικές επιλογές για την όσο δυνατόν καλύτερη και ευκολότερη διάνοιξη των γεωτρήσεων. Αυτές οι τεχνικές επιλογές σχετίζονται αρχικά με τον τεχνικό εξοπλισμό τον οποίο πρέπει να διαθέτει η συγκεκριμένη επένδυση όπως εξέδρες εξόρυξης, εγκαταστάσεις αποθήκευσης και μεταφοράς. Όπως είναι κατανοητό για την λειτουργικότητα της διαδικασίας τροποποιούνται οι χρήσεις γης, αλλάζει τελείως η μορφολογία του εδάφους για τις θέσεις των εγκαταστάσεων, με αποτέλεσμα οι αρνητικές επιπτώσεις στα τοπία και τη βιοποικιλότητα, να οδηγούν σε σημαντική διάβρωση του εδάφους και συνολική παραμόρφωση. (Adams et al., 2011). Επίσης, η υψηλή ανάλωση γης λόγω εξεδρών γεώτρησης, η διάνοιξη δρόμων μετακίνησης ή εφοδιασμού, καθώς και η κατασκευή της κεντρικής πλατφόρμας εξόρυξης δημιουργούν τεράστια επιβάρυνση στο φυσικό τοπίο της περιοχής.

Κατά τη διαδικασία λοιπόν παρατηρούνται συγκεκριμένες επιβαρυντικές παρεμβάσεις με άμεσο αντίκτυπο στο φυσικό τοπίο της εκάστοτε περιοχής χωρίς να υπολογίζονται οι άμεσες και έμμεσες περεταίρω επιπτώσεις. Αν θεωρηθεί δεδομένο ότι κατά τη μία γεώτρηση χρειάζονται ένα με δύο εκτάρια¹ γης καθώς και οδικά δίκτυα διευκόλυνσης (Belvalkar and Oyewole, 2010), σε ένα σύνολο 1000 γεωτρήσεων σε μια μία μικρή έκταση η παραμόρφωση του φυσικού τοπίου είναι μεγάλη και διαχρονική.

Το αποτύπωμα που αφήνει μία σχιστολιθική διαδικασία εξόρυξης στο πέρασμα των χρόνων φαίνεται στην εικόνα 5 που ακολουθεί:

¹ Ένα εκτάριο (1ha) ισοδυναμεί με 10 στρέμματα γης.

Εικόνα 5: Έναρξη Γεωτρήσεων που πραγματοποιήθηκαν το 1984 (Αριστερά) – Συνέχεια των γεωτρήσεων μέχρι και το 2011 (Δεξιά)



Πηγή: UNEP Global Environmental Alert Services (2012)

2.3 Τεράστια Κατανάλωση Ύδατος

Λόγω της χρήσης νερού κατά τη διάρκεια της υδραυλικής ρωγμάτωσης έχουν δημιουργηθεί πολλές ανησυχίες τόσο για τις ποσότητες νερού που χρησιμοποιείται όσο και για τη μόλυνση του υδάτινου περιβάλλοντος. Τεράστια κατανάλωση ύδατος γίνεται κατά την διαδικασία της υδραυλικής ρωγμάτωσης, όπου εγχέεται υπερπεπυεσμένο νερό με σκοπό τη δημιουργία ρωγμών. Κάθε επιπλέον ρωγμάτωση, που έχει ως στόχο την μεγαλύτερη εξόρυξη στοιχείων από το πέτρωμα του σχιστόλιθου, μπορεί να απαιτήσει πολύ περισσότερο νερό από την αρχική ρωγμάτωση και σε ορισμένες περιπτώσεις γίνεται έως και δέκα φορές μεγαλύτερη, δηλαδή δέκα φορές περισσότερη χρήση υπερπεπυεσμένου νερού. Συγκεκριμένα χρειάζεται περίπου 11 με 34 εκατομμύρια λίτρα νερό. Η ποσότητα του νερού που θα χρειαστεί εξαρτάται από το μέγεθος της περιοχής όπου θα γίνει η εξόρυξη, το βάθος που θα διεισδύσει το γεωτρύπανο, καθώς και τα γεωλογικά χαρακτηριστικά του εδάφους της περιοχής. (Harper, 2008; Brownell, 2008).

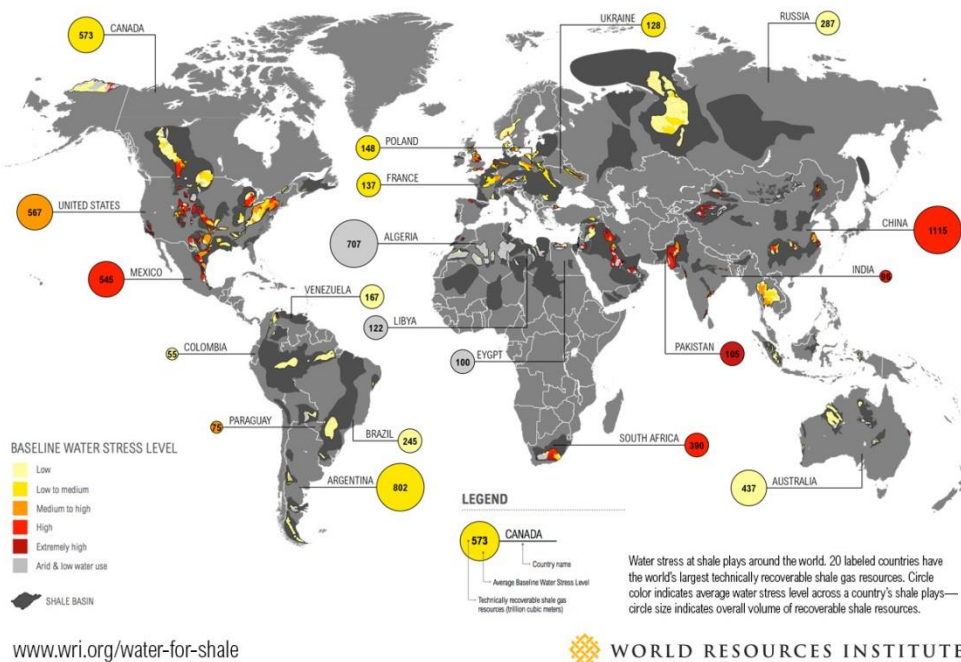
Παρά τις ανησυχίες που έχει δημιουργήσει η χρήση της ποσότητας νερού, εταιρείες που ασχολούνται με την υδραυλική ρωγμάτωση επιμένουν πως σε όλες τις μορφές ενέργειας χρησιμοποιούνται μεγάλες ποσότητες νερού και η υδραυλική ρωγμάτωση δε χρησιμοποιεί περισσότερο από άλλες διαδικασίες εξόρυξης. Επιπλέον επιμένουν πως πρόβλημα δημιουργείται μόνο σε περιοχές όπου υπάρχει ήδη έλλειψη νερού (Uliasz-Misiak, Przybycin,

and Winid, 2013: 3, Maugeri, 2012: 59–60; International Association of Oil and Gas Producers, 2012).

Μεγάλες ποσότητες νερού χρησιμοποιούνται και κατά την ψύξη και τη λίπανση της κεφαλής διάτρησης και την αφαίρεση της λάσπης διάτρησης, κατά τη συμβατική ερευνητική γεώτρηση. Τέλος το Παγκόσμιο Ερευνητικό Ινστιτούτο με μία αναλυτική προσέγγιση εκπόνησε μία μελέτη σχετικά με την ποσότητα των υδροφόρων οριζόντων σε 20 χώρες, σε σχέση με την χρήση του νερού και την δυνατότητα παροχής ποσοτήτων νερού μέσω του Fracking Οι ποσότητες αυτές, όπως διαφαίνεται στην εικόνα 6 παρουσιάζουν την δυναμική των πηγών νερού σε σχέση με την περιοχή εξαγωγής που σε κάποιες περιπτώσεις είναι απαγορευτική.

Εικόνα 6: Απεικόνιση της δυναμικής σε σχέση με τις πηγές νερού σε 20 χώρες

Location of World's Shale Plays, Volume of Technically Recoverable Shale Gas in the 20 Countries with the Largest Resources, and the Level of Baseline Water Stress



Πηγή: World Resources Institute (2014)

2.4 Ρύπανση υδάτων

Ένα επιπλέον επιχείρημα είναι ότι το νερό (υπόγειο ή μη) μπορεί να μολυνθεί τόσο από τα χημικά που χρησιμοποιούνται κατά τη διαδικασία της εξόρυξης όσο και από το φυσικό αέριο (Stark et al., 2012: 5).

Κατά τη μέθοδο της υδραυλικής ρωγμάτωσης ή υδρορωγμάτωσης, όπως προαναφερθεί, ανοίγονται συγκεκριμένα φρεάτια γεώτρησης. Τα φρεάτια αυτά ανοίγονται με γεωτρύπανο, το οποίο τρυπά αρχικά εγκάρσια και έπειτα οριζόντια τον φλοιό της γης, με σκοπό τη μεγιστοποίηση της επαφής με το στρώμα του αερίου. Όμως για να επιτευχθεί η διάνοιξη των φρεατίων χρησιμοποιούνται εκρηκτικές ύλες έτσι ώστε να δημιουργηθούν ρωγμές, οι οποίες διευρύνονται με διοχέτευση νερού υψηλής πίεσης.

Το πρόβλημα της ρύπανσης του ύδατος δημιουργείται κυρίως κατά την εισρόφηση και μεταφορά λυμάτων με ραδιενεργές ουσίες ή βαρέα μέταλλα που περιείχαν τα κοιτάσματα όταν έρχονται σε άμεση επαφή με υδάτινους ορίζοντες. Έτσι το νερό μπορεί να μολυνθεί με όλες αυτές τις βλαβερές ουσίες, γεγονός το οποίο είναι καταστροφικό για το περιβάλλον και κατ' επέκταση για τον ανθρώπινο οργανισμό.

Εκτός από την μόλυνση των επιφανειακών νερών, μολύνονται και τα υπόγεια ύδατα τα οποία καταλήγουν στις θάλασσες και στα ποτάμια. Για παράδειγμα ένα χημικό στοιχείο, η νονυλοφαινόλη, η χρήση του οποίου είναι πολύ συχνή στην υδρορωγμάτωση, είναι μιμητικό οιστρογόνο και έχει ως αποτέλεσμα να θηλυκοποιεί τα ψάρια, κάτι το οποίο δεν μπορεί να γίνει αντιληπτό από την παρακολούθηση των υδάτων (NYS-WRI, 2011). Οι συνέπειες της θηλυκοποίησης των ψαριών είναι αρχικά η διαταραχή της ισορροπίας μεταξύ των θηλυκών και των αρσενικών ψαριών και κατ' επέκταση η εξάλειψη των συγκεκριμένων ειδών ψαριών.¹ Αυτό μας καταστεί κατανοητό το μέγεθος της μόλυνσης των υδάτων που προκάλεσε η μέθοδος της υδραυλικής ρωγμάτωσης.

Ενώ υπέρμαχοι της υδραυλικής ρωγμάτωσης επιμένουν πως τα χημικά που χρησιμοποιούνται κατά της διαδικασία εξόρυξης είναι χαμηλότερα του 1%, άλλοι υποστηρίζουν πως δεδομένου της μεγάλης ποσότητας του υγρού που χρησιμοποιείται η ποσότητα των χημικών μπορεί να αγγίζει ακόμη και τα 100.000 κιλά ανά πηγάδι (Maugeri 2012:60). Παρά τις ανησυχίες σε μία έρευνα του 2009 βρέθηκε πως δεν υπήρχε ούτε μία επιβεβαιωμένη περίπτωση μόλυνσης υδάτων (Stark et al., 2012:6, Overland 2015).

Επίσης, έχει αναφερθεί ότι κατά τη διαδικασία της υδραυλικής ρωγμάτωσης, το πόσιμο νερό μπορεί να μολυνθεί από χλωριούχο κάλιο και θα πρέπει να γίνεται αλάτωση του νερού έτσι ώστε να καταστεί κατάλληλο για χρήση από τους κατοίκους των περιοχών που γίνεται η εξόρυξη του σχιστολιθικού αερίου. Εκτός από χλωριούχο κάλιο, τα ύδατα και κυρίως τα υπόγεια μπορούν να μολυνθούν και από μεθάνιο, έχοντας ως αποτέλεσμα εκρήξεις σε

κατοικημένα κτίρια όπως για παράδειγμα συνέβη σε ένα πηγάδι στην Πενσυλβανία το 2009 (Maugeri 2012: 59).

Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Παραγωγών Πετρελαίου και Αερίου (2012) τα χημικά που χρησιμοποιούνται είναι ίδια με αυτά που χρησιμοποιούνται σε καθαριστικά, καλλυντικά ακόμη και φαγητό οπότε δεν αποτελούν σοβαρό κίνδυνο για το περιβάλλον και την υγεία.

Η ρύπανση των υδάτων αυξάνεται και από τις διαρροές που προκύπτουν είτε από την ακατάλληλη τσιμέντωση των φρεατίων, είτε μέσω γεωλογικών δομών, μέσω φυσικών ή τεχνητών ρωγμών ή οδών, είτε από ατυχήματα που προκαλούνται από υπέργειες δραστηριότητες, όπως είναι η διαρροή υγρού ή των αγωγών ή των δεξαμενών λυμάτων, ο μη επαγγελματικός χειρισμός τον εξοπλισμού εξόρυξης ή λόγω της παλαιότητας του εξοπλισμού.

2.5 Οι εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων και η ρύπανση του εδάφους

Στην προσπάθεια εξόρυξης του σχιστολιθικού αερίου παρατηρήθηκε αυξημένη ατμοσφαιρική ρύπανση, η οποία δημιουργήθηκε από τις εκπομπές των φορτηγών (όπως SO₂, NO_x, NMVOC και CO), τα οποία χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά του αερίου και λειτουργούν με κινητήρες καύσης. Καθώς όμως και λόγω των εκπομπών του γεωτρητικού εξοπλισμού που καταναλώνει μεγάλες ποσότητες καυσίμων, τα οποία καίγονται και εκπέμπουν διοξείδιο του άνθρακα.

Οι ποσότητες των εκπομπών αυτών σε g/kWh φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα σύμφωνα με τα στοιχεία του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου στην έκθεση σχετικά με τις επιπτώσεις της εξόρυξης του σχιστολιθικού αερίου.

Πίνακας 1
Εκπομπές Ατμοσφαιρικών Ρύπων

	Εκπομπές ανά μηχανική εκροή κινητήρα [g/kWh_{mech}]	Εκπομπές ανά εισροή καυσίμου κινητήρα [g/kWh_{diesel}]	Εκπομπές ανά διακινούμενη ποσότητα φυσικού αερίου φρέατος [g/kWh_{NG}]
SO₂	0,767	0,253	0,004

NO_x	10,568	3,487	0,059
PM	0,881	0,291	0,005
CO	2,290	0,756	0,013
NM_{VOC}	0,033	0,011	0,000

Πηγή: Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο (2011)

Επιπλέον, κατά την διαδικασία της υδρορωγμάτωσης, όπως αναλύθηκε παραπάνω προκύπτει ένα ραδιενεργό μείγμα, το οποίο κατά την εξάτμιση του παράγονται βλαβερές, για την υγεία των ανθρώπων, ουσίες στον αέρα. Εκτός από την εξάτμιση του ραδιενεργού μείγματος, εξατμίζονται και χημικές ουσίες που βρίσκονται στις δεξαμενές των λυμάτων όπως φαίνεται στην εικόνα 7, επιβαρύνοντας και μολύνοντας κατά πολύ την ατμόσφαιρα.

Εικόνα 7: Λύματα και επεξεργασμένα απόβλητα αποθηκεύονται σε ανοιχτές δεξαμενές



Πηγή: UNEP Global Environmental Alert Services (2012)

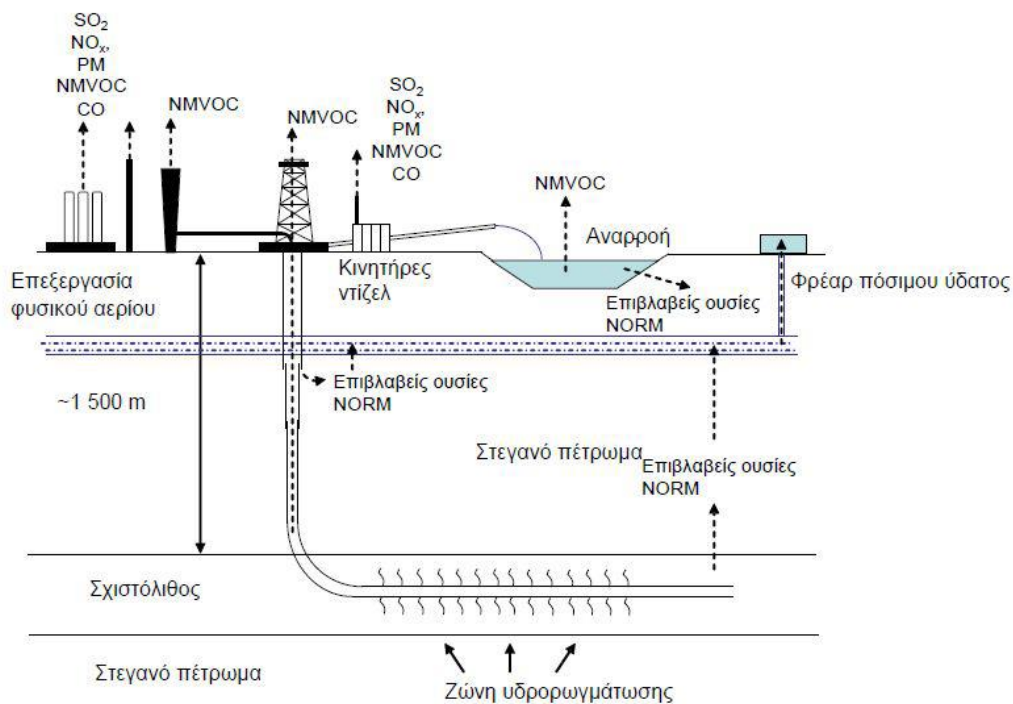
Οι εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων αυξάνονται και λόγω εκροών και εκρήξεων των φρεατίων όπου γίνεται διασπορά των υγρών της γεώτρησης ή της ρωγμάτωσης σε συνδυασμό με τα σωματίδια του κοιτάσματος.

Τις αυξημένες εκπομπές ατμοσφαιρικών αερίων επιβεβαιώνει μια μελέτη που διεξήχθη τον Αύγουστο του 2009 στην μικρή πόλη Dish, στο Τέξας. Τα αποτελέσματα της οποίας έδειξαν «την παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων καρκινογόνων και νευροτοξικών ενώσεων στον ατμοσφαιρικό αέρα ή και σε κατοικίες», αλλά και ότι «[π]ολλές από τις ενώσεις αυτές οι οποίες ελέγχθηκαν σε εργαστηριακή ανάλυση είναι μεταβολίτες γνωστών ανθρωπίνων

καρκινογόνων και υπερβαίνουν τόσο τα βραχυπρόθεσμα όσο και τα μακροπρόθεσμα ισχύοντα επίπεδα ανίχνευσης, σύμφωνα με τους κανονισμούς της TECQ.»

Πέρα από τις εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων παρατηρείται και ηχορύπανση από τον θόρυβο που προκαλούν τα διάφορα μηχανήματα, όπως διαφαίνονται στην εικόνα 8, που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία της υδρορωγμάτωσης, αλλά και από τα φορτηγά που μεταφέρουν το σχιστολιθικό αέριο.

Εικόνα 8: Απεικόνιση ενδεχόμενων εκπομπών επιβλαβών ουσιών



Πηγή: SUMI (2008)

2.6 Ρύποι από εκρήξεις ή ατυχήματα σε φρέατα σε εγκαταστάσεις γεώτρησης

Σύμφωνα τις παραπάνω αναφορές, κοντά στα φρέατα αερίου μπορεί να υπάρξει μόλυνση των υπόγειων υδάτων από μεθάνιο, η εκπομπή του οποίου οφείλεται για τη δημιουργία εκρήξεων. Εκρήξεις όμως προκαλούνται και από πιθανές πυρκαγιές στις δεξαμενές φύλαξης του αερίου, αλλά και από τις εξέδρες γεώτρησης όπου γίνεται η αποθήκευση του υγρού της υδρορωγμάτωσης.

Από εμπειρίες που υπάρχουν στη Βόρεια Αμερική δείχνουν ότι οι εκρήξεις των φρεατίων γίνονται σε πολύ συχνούς ρυθμούς, παρά τα πρόστιμα που επιβάλλονται στις εμπλεκόμενες εταιρείες. Από τις εκρήξεις αυτές, οι περισσότερες των οποίων καταγράφηκαν το έτος 2010, υπήρξαν δυστυχώς τραυματίες αλλά και υπερβολική εκπομπή λυμάτων. Όπως για παράδειγμα η έκρηξη που σημειώθηκε τον Ιούλιο του 2010 σε φρεάτιο αερίου στην κομητεία Clearfield, στην Πενσυλβανία, η οποία προκάλεσε την εκτόξευση φυσικού αερίου για δεκαέξι ώρες, αλλά και την εκτόξευση στον αέρα τουλάχιστον τριανταπέντε χιλιάδων (35.000) γαλονιών λυμάτων.

2.7 Σεισμοί

Κατά τη διαδικασία που χρησιμοποιείται για την εξόρυξη του σχιστόλιθου, εκτός από τα ανωτέρω προβλήματα, έχουν γίνει αναφορές για σεισμούς που παρατηρούνται τα τελευταία χρόνια. Οι σεισμοί που προκαλούνται από την εξόρυξη είναι μικροί, ενός έως τριών (1-3) βαθμών της κλίμακας Ρίχτερ. Οι σεισμοί προκαλούνται από τη γεώτρηση του σχιστολιθικού σχηματισμού, με τη μέθοδο της υδραυλικής ρωγμάτωσης, κατά την οποία τα τρυπάνια διαπερνούν τα στρώματα του φλοιού της γης. Τα κύματα από τις δονήσεις των μηχανημάτων εξόρυξης διαδίδονται στον φλοιό της γης και δημιουργεί ταλαντώσεις στα πετρώματα με αποτέλεσμα όταν τα κύματα φθάνουν στην επιφάνεια της γης να προκαλούνται οι αναταράξεις που γίνονται αισθητές από τον άνθρωπο, οι λεγόμενοι μικρό - σεισμοί.

Οι μικρό - σεισμοί αυτοί σύμφωνα με αναφορές δείχνουν ότι έχουν αυξηθεί κατά δέκα φορές τα τελευταία δέκα χρόνια στις περιοχές όπου γίνεται η εξόρυξη του σχιστόλιθου, όπως είναι το Αρκάνσας, η Οκλαχόμα και η Πενσυλβανία. Πιο συγκεκριμένα σύμφωνα με τον Maugeri (2012:61) το 2011 προκλήθηκαν 10 σεισμοί οι οποίοι συνδέθηκαν με την υδραυλική ρωγμάρωση στην πολιτεία Οχάιο – μια πολιτεία όπου οι σεισμικές δονήσεις δεν είναι σύνηθες φαινόμενο. Επιπλέον υπάρχουν πολλές ανησυχίες για τη σύνδεση της συγκεκριμένης μεθόδου εξόρυξης με τους σεισμούς και στη Βρετανία (Maugeri 2012)

2.8 Ραδιενεργές Ουσίες

Κατά τη μέθοδο της υδραυλικής ρωγμάτωσης ή υδρορωγμάτωση, χρησιμοποιούνται πολλές χημικές ουσίες. Μαζί με το νερό υψηλής πίεσης που διοχετεύεται στα κοιτάσματα του σχιστόλιθου για το άνοιγμα των ρωγμών, διοχετεύεται και ένα μείγμα υγρού αποτελούμενο από άμμο και χημικά πρόσθετα. Τα εν λόγω χημικά πρόσθετα περιέχουν τοξικές, καρκινογόνες και αλλεργιογόνες ουσίες.

Το πρόβλημα δημιουργείται καθώς το υγρό της ρωγμάτωσης επανέρχεται στην επιφάνεια της γης, όπου όλες οι χημικές ουσίες εκλύονται στην ατμόσφαιρα, καθώς και στα ύδατα (επιφανειακά ή υπόγεια) και επηρεάζουν αισθητά τον ανθρώπινο οργανισμό αλλά και τα ζώα. Για παράδειγμα ένα χημικό στοιχείο, το οποίο χρησιμοποιείται στην υδρορωγμάτωση είναι η 2-βουτοξυαιθανόλη (ή μονοβουτυλαιθέρας), η οποία είναι αισθητή σε χαμηλά επίπεδα έκθεσης και ο χρόνος ημιζωής της στα επιφανειακά ύδατα κυμαίνεται από επτά έως είκοσι οχτώ (7-28) ημέρες. Το στοιχείο αυτό έχει αργό ρυθμό αερόβιας βιοδιάσπασης, έχοντας ως αποτέλεσμα οι άνθρωποι και τα ζώα να έρχονται σε επαφή μαζί του δια μέσου της κατάποσης, της εισπνοής, της απορρόφησης μέσω του δέρματος και των οφθαλμών⁴. Το συγκεκριμένο στοιχείο είναι ένα από τα πολλά χημικά στοιχεία που εκλύονται από την διαδικασία της εξόρυξης του σχιστόλιθου με τόσο εμφανής συνέπειες. Είναι άξιο να αναφερθεί ότι από έρευνες που έχουν διεξαχθεί έχουν παρατηρηθεί αρκετά ακόμα χημικά στοιχεία τα οποία είναι εξίσου επικίνδυνα και επίφοβα για την ανθρώπινη υγεία.

Οι χημικές ουσίες είναι το ένα κομμάτι της επικινδυνότητας της υδρορωγμάτωσης, το άλλο κομμάτι είναι οι ραδιενεργές ουσίες. Τα πετρώματα της γης εκτός από τον σχιστόλιθο, ως στοιχείο που επιθυμούμε να εξορύξουμε, έχουν και άλλα μέταλλα, βαρέα και ραδιενεργά, τα οποία διασπώνται κατά τη διαδικασία της εξόρυξης. Αυτά τα ραδιενεργά στοιχεία, όπως είναι το ουράνιο, το θόριο και το ράδιο διαχέονται στα ύδατα, υπόγεια και επιφανειακά. Τον υψηλότερο κίνδυνο διατρέχουν οι εργάτες που βρίσκονται κοντά στις δεξαμενές, καθώς και εκείνοι που επισκευάζουν τον εξοπλισμό επεξεργασίας του αερίου, αφού είναι σε άμεση πρόσβαση με τα ραδιενεργά στοιχεία.

Εκτός από την εξόρυξη των ανεπιθύμητων ραδιενεργών στοιχείων και βαρέων μετάλλων, η υδραυλική ρωγμάτωση έχει αναφερθεί ότι οφείλεται και για την κινητικότητα τοξικών στοιχείων, τα οποία υπάρχουν στο υπέδαφος. Τέτοια στοιχεία είναι για παράδειγμα ο υδράργυρος, ο μόλυβδος και το αρσενικό, τα οποία βρίσκουν διέξοδο μέσω των ρωγμών του δημιουργούνται κατά την υδρορωγμάτωση και εμφανίζονται σε υπόγειες πηγές πόσιμου νερού.

Πανεπιστημιακές μελέτες που πραγματοποιήθηκαν στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής και συγκεκριμένα στις υδάτινες πηγές του Blacklick Creek έδειξαν ότι υπάρχουν αυξημένα επίπεδα χλωρίου, βρωμίου, στροντίου, ραδίου και ισοτόπων του υδρογόνου. Οι υδάτινες αυτές πηγές όπου έλαβε χώρα η έρευνα τροφοδοτούν με πόσιμο νερό τις πόλεις της δυτικής Πενσυλβάνιας και την πρωτεύουσα της πολιτείας, το Πίτσμπεργκ. Οι εν λόγω έρευνες,

καθώς και πολλές ακόμα που έχουν γίνει και συνεχίζουν να γίνονται, δείχνουν τον ορατό πλέον κίνδυνο που απειλεί το πόσιμο νερό και κατ' επέκταση τον ανθρώπινο οργανισμό, αλλά και κάθε έμβιο ον του πλανήτη.

2.9 Επιπτώσεις στην Ανθρώπινη Υγεία

Σύμφωνα με όσα αναπτύχθηκαν στις ανωτέρω παραγράφους είναι σκόπιμο να γίνει αναφορά και στις επιπτώσεις που μπορεί να έχουν στην ανθρώπινη υγεία η μόλυνση των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων, η μόλυνση της ατμόσφαιρας και η μόλυνση του εδάφους, δηλαδή η μόλυνση του πλανήτη. Άμεσες συνέπειες στον ανθρώπινο οργανισμό έχει η μόλυνση του ύδατος από το μείγμα χημικών και ραδιενεργών στοιχείων κατά τη διαδικασία της υδρορωγμάτωσης. Οι άμεσα προσβαλλόμενοι είναι οι άνθρωποι που κατοικούν στις περιοχές που γίνονται οι εξορύξεις του σχιστόλιθου και χρησιμοποιούν για τις καθημερινές τους ανάγκες το συγκεκριμένο νερό. Η έκθεση τους στον μολυσμένο αέρα, και το νερό ως επακόλουθο της υδρορωγμάτωσης έχει σημαντικές συνέπειες στην υγεία και οδηγεί στην πρόκληση μεταξύ άλλων άσθματος, πονοκεφάλων, υψηλής πίεσης, αναιμίας, καρδιαγγειακών προβλημάτων και καρκίνου. Επιπλέον μπορεί να έχει σημαντικές συνέπειες στο ανοσοποιητικό και αναπαραγωγικό σύστημα αλλά και στην ανάπτυξη των παιδιών (Srebotnjak and Rotkin-Ellman 2014).

Είναι σημαντικό να σημειωθεί πως ενώ ακόμη δεν έχουν ακόμη κατανοηθεί πλήρως οι συνέπειες της υδρορωγμάτωσης στην υγεία, τα ευρύματα μέχρι τώρα είναι ανησυχητικά. Για παράδειγμα, σε έρευνα του 2014 εξετάστηκαν 124.842 γεννήσεις για το χρονικό διάστημα ανάμεσα στο 1996 και στο 2009 σε περιοχές του Κολοράντο. Τα περιστατικά καρδιακών παθήσεων σε άτομα που κατοικούσαν σε περιοχές όπου λαμβάνει χώρα η υδρορωγμάτωση ήταν αρκετά υψηλά και στατιστικά δυσανάλογα (McKenzie et al. 2014)

Επίσης, έχουν αναφερθεί κεφαλαλγίες από ενώσεις χημικών στοιχείων της ατμόσφαιρας, καθώς είναι και το συνηθισμένο σύμπτωμα των ανθρώπων των περιοχών αυτών, αλλά κυρίως των εργατών που εργάζονται στην εξόρυξη του σχιστόλιθου. Αυτές οι αναφορές επιβεβαιώθηκαν μετά από έρευνα που διεξήχθη στο Τέξας, κατόπιν μετρήσεων των εκπομπών των ρύπων που παράχθηκαν από την εξόρυξη. Συγκεκριμένα, έγιναν αιματολογικές και ουρικές εξετάσεις στους κατοίκους των περιοχών αυτών αλλά και στους ανθρώπους που εργάζονται στην εξόρυξη, οι οποίες έδειξαν ότι ένα χημικό στοιχείο το τολουένιο βρέθηκε σε ποσοστό 65% στο αίμα και στα ούρα, καθώς και το στοιχείο ξυλόλιο,

που είναι παράγωγο του βενζολίου, βρέθηκε σε ποσοστό 53%. (Rahm 2011). Και τα δύο αυτά χημικά στοιχεία χρησιμοποιούνται στην υδραυλική ρωγμάτωση και είναι γνωστά ως τοξικά στοιχεία.

Ένα ακραίο περιστατικό, το οποίο έχει καταγραφεί με κατάθεση ενώπιον της Επιτροπής Εποπτείας και Κυβερνητικής Μεταρρύθμισης της Βουλής των Αντιπροσώπων στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, αναφέρει ότι: «Μια γυναίκα (η Laura Amos) από το Silt, στην κομητεία Garfield, στο Colorado, μου τηλεφώνησε και μου είπε ότι ανέπτυξε έναν πολύ σπάνιο επινεφριδικό όγκο και που χρειάστηκε να υποβληθεί σε εγχείρηση για την αφαίρεση τόσο του όγκου όσο και του επινεφριδικού αδένου. Μια από τις συνέπειες της 2-BE (2-βουτοξυαιθανόλη) είναι οι επινεφριδικοί όγκοι. Μου είπε ότι ζει σε απόσταση διακοσίων εβδομήντα πέντε μέτρων (275μ) από μια ενεργή εξέδρα αερίου όπου πραγματοποιείται συχνά υδρορωγμάτωση. Στη διάρκεια μιας τέτοιας υδρορωγμάτωσης, έσπασαν οι σωληνώσεις υδροδότησης του σπιτιού της. Άρχισε επίσης να περιγράφει τα προβλήματα υγείας άλλων που ζουν κοντά στην περιοχή».(Colborn 2007)

2.10 Ανακεφαλαίωση

Οι επιπτώσεις της υδραυλικής ρωγμάτωσης στο περιβάλλον και την υγεία είναι το βασικότερο επιχείρημα όσων είναι εναντίον της συγκεκριμένης μεθόδου. Δεν είναι τυχαίο πως οι διαδηλώσεις που λαμβάνουν χώρα τόσο στην Ευρώπη όσο και στην Αμερική έχουν ως βασικό γνώμονα την περιβαλλοντική καταστροφή που προκαλείται από τη συγκεκριμένη μέθοδο εξόρυξης. Με έμφαση στην πρόκληση σεισμών σε περιοχές όπου δεν είναι σεισμογενείς, τη μόλυνση των υδάτων αλλά και τη σύνδεση της υδραυλικής ρωγμάτωσης με περιστατικά καρκίνου όσοι εναντιώνονται στην εξόρυξη σχιστολιθικού αερίου και πετρελαίου προσπαθούν να πιέσουν τους κρατικούς φορείς έτσι ώστε να σταματήσει η οποιαδήποτε εξορυκτική διαδικασία (Rhoden-Paul and Howard 2015).

Από την άλλη πλευρά τόσο οι εταιρείες που δραστηριοποιούνται σε αυτό τον τομέα όσο και οι κυβερνήσεις που προσπαθούν να βρουν τρόπους νέων πηγών ενέργειας με σκοπό τη μελλοντική τους ενεργειακή ανεξαρτητοποίηση προχωρούν σε έρευνες για να αποδείξουν το αντίθετο. Ειδικότερα οι έρευνες σχετικά με την περιβαλλοντική καταστροφή από εταιρείες προσπαθούν να αντικρούσουν τα επιχειρήματα εναντίον τους δίνοντας έμφαση στα θετικά αποτελέσματα της εξόρυξης αλλά και στις προσπάθειες που γίνονται για δημιουργία νέων τεχνολογικών μεθόδων που θα έχουν όσο το δυνατόν λιγότερη επιρροή στο περιβάλλον.

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω όμως οι επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον και στον άνθρωπο είναι τόσο σοβαρές ώστε μπορούν αν αποτελέσουν τροχοπέδη σε προσπάθειες που γίνονται για περισσότερη έρευνα σχετικά με τα αποθέματα σχιστολιθικών πηγών ειδικά σε χώρες, όπως η Βρετανία, οι οποίες προσπαθούν να θέσουν την εξόρυξη μη συμβατικών πηγών ενέργειας ως προτεραιότητα της ενεργειακής τους πολιτικής.

Κεφάλαιο 3. Οικονομία και Σχιστολιθικοί Ενεργειακοί Πόροι: ΗΠΑ, Ευρώπη, και Παγκόσμια Αγορά

Σύμφωνα με μελετητές και με προβλέψεις ερευνητικών ινστιτούτων η παραγωγή πετρελαίου θα συνεχίσει να παίζει σημαντικό ρόλο στην παγκόσμια ενεργειακή αγορά (Ρουμελιώτης 2009). Παρόλα αυτά έχει παρατηρηθεί μια σημαντική μεταμόρφωση τα τελευταία χρόνια στην αγορά. Τόσο η παγκόσμια οικονομική κρίση, οι γεωπολιτικές εξελίξεις, αλλά και η αύξηση ζήτησης η οποία δεν είναι ανάλογη της παραγωγής έχουν οδηγήσει σε μια αυξομειωτική πορεία των τιμών τα τελευταία δέκα χρόνια (Ρουμελιώτης 2009: 556). Για παράδειγμα από το 2006 έως τις αρχές του 2016 παρατηρείται μια γενική ανοδική τάση με εξαίρεση το 2009 με την υψηλότερη τιμή να αγγίζει τα \$109,45 ανά βαρέλι ενώ τον Ιανουάριο του 2016 καταγράφεται η χαμηλότερη τιμή της δεκαετίας στα \$30,90 ανά βαρέλι (OPEC).

Τι μπορεί αν σημαίνει όμως αυτό για την παρούσα έρευνα;

Σύμφωνα με τους Κώττη και Πετράκη-Κώττη (1995) όταν εξετάζονται οι φυσικοί πόροι από μια οικονομική οπτική γωνία προκύπτουν τρία βασικά ερωτήματα: εάν η προσφορά τους είναι αρκετή ώστε να εξασφαλίζεται ανάπτυξη, εάν παρουσιάζεται τάση εξάντλησης των φυσικών πόρων, και τέλος ποιος είναι ο ορθότερος τρόπος διαχείρισης τους.

Η αυξομειωτική τάση που παρατηρείται στην παραγωγή πετρελαίου με πρόσφατες προβλέψεις να υπολογίζουν πως η μείωση που παρατηρείται θα είναι παροδική (Johnson 2016) θα έχουν άμεση επίπτωση στην αυξανόμενη ζήτηση η οποία επιπλέον θα επηρεαστεί τόσο από την πληθυσμιακή αύξηση όσο και από τις προβλέψεις για μείωση των κοιτασμάτων. Παρά το γεγονός ότι η χρήση σχιστολιθικού πετρελαίου και αερίου είναι περιορισμένη όσον αφορά τις παραγωγικές χώρες, η λεγόμενη επανάσταση σχιστολιθικού πετρελαίου και αερίου έρχεται σε άμεση συνάρτηση με την παρούσα παραγωγή συμβατικών πόρων λόγω της αύξησης τους παραγόμενου προϊόντος.

Το παρόν κεφάλαιο της έρευνας θα προσπαθήσει να εξετάσει τη σχέση ανάμεσα στην οικονομία και τους σχιστολιθικούς ενεργειακούς πόρους. Επιπλέον θα επιχειρήσει να δώσει απάντηση στα δύο πρώτα ερωτήματα που τίθενται από τους Κώττη και Πετράκη-Κώττη προχωρώντας ένα βήμα παραπέρα και εξετάζοντας εάν η παραγωγή σχιστολιθικού πετρελαίου και αερίου είναι ικανή να κάνει τις παραγωγικές χώρες ενεργειακά ανεξάρτητες.

Για να δοθεί απάντηση στα παραπάνω το κεφάλαιο έχει χωριστεί σε δύο μέρη: στην επανάσταση σχιστολιθικού πετρελαίου και αερίου, και στις επιπτώσεις που αυτό έχει στην παγκόσμια αγορά. Το πρώτο μέρος του κεφαλαίου θα εξετάσει τη λεγόμενη σχιστολιθική επανάσταση κυρίως στις ΗΠΑ όπου και λαμβάνει χώρα. Στη συνέχεια θα γίνει μια σύντομη παρουσίαση των εξελίξεων στις ΗΠΑ και στην Ευρώπη με απώτερο σκοπό τη σύντομη συγκριτική μελέτη ανάμεσα στις δύο οντότητες διαφορετικών δεδομένων στο συγκεκριμένο ενεργειακό τομέα. Το δεύτερο μέρος του κεφαλαίου θα εξετάσει τις επιπτώσεις της σχιστολιθικής επανάστασης στην παγκόσμια αγορά έτσι ώστε να γίνει μια κριτική ανασκόπηση των δεδομένων ζήτησης και εξάρτησης που προκύπτουν από την εξόρυξη και χρήση σχιστολιθικού αερίου, τις επιπτώσεις που έχει στις τιμές πετρελαίου και αερίου, τις επιπτώσεις στον OPEC και στο παγκόσμιο ενεργειακό περιβάλλον. Βασικός στόχος του κεφαλαίου είναι η συνοπτική αλλά βαθειά ανασκόπηση της επιρροής των αυτών των νέων σχετικά ενεργειακών πόρων στην οικονομία δε διττό επίπεδο: κρατικό και διεθνές. Είναι σημαντικό να σημειωθεί σε αυτό το σημείο ότι εάν και γίνεται αναφορά στο σχιστολιθικό πετρέλαιο δίνετε μεγαλύτερη έμφαση στο σχιστολιθικό φυσικό αέριο λόγω της προόδου που έχει σημειωθεί στην εξόρυξή του. Επιπλέον μέσα στο κεφάλαιο γίνεται αναφορά τόσο στις οικονομικές επιπτώσεις που έχουν οι σχιστολιθικοί ενεργειακοί πόροι όσο και οι μέθοδοι εξόρυξής τους.

3.1 Μια Σχιστολιθική Επανάσταση

Παρά το γεγονός ότι η εξόρυξη σχιστολιθικών πόρων είναι σχετικά νέα και περιορίζεται σε τρεις χώρες (ΗΠΑ, Καναδάς, Κίνα) (EIA), η λεγόμενη σχιστολιθική επανάσταση παρατηρείται στις ΗΠΑ. Επιπλέον σύμφωνα με την εταιρεία Allegro η πρόσοδος που έχει σημειωθεί στην εξόρυξη σχιστολιθικού αερίου και πετρελαίου συγκριμένα στις Ηνωμένες Πολιτείες θα ταράξει τα παγκόσμια δεδομένα της ενεργειακής αγοράς (2013:2).

Αυτό που παρατηρείται από τα στατιστικά στοιχεία του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας είναι μια σημαντική αύξηση της παραγωγής τα τελευταία δέκα χρόνια με τις Ηνωμένες Πολιτείες να πρωτοπορούν όντας στην παραγωγή από το 1976 (Allegro 2013, IEA). Για παράδειγμα ενώ το 2006 οι ΗΠΑ παρήγαγαν 28,419bcm σχιστολιθικού αερίου, το 2012, οπού καταγράφονται τα τελευταία στοιχεία του οργανισμού, οι μονάδες παραγωγής εκτοξεύτηκαν στα 275,171bcm (IEA).

Οι βασικοί παράγοντες που παίζουν ρόλο στη σχιστολιθική επανάσταση και έχουν ήδη παρατηρηθεί στις ΗΠΑ είναι τρεις: η αύξηση των τιμών άλλων πηγών ενέργειας, και η πολιτική βούληση για εσωτερική παραγωγή, και (Norton Rose Fullbright 2013).

Ιδιαίτερα όσον αφορά τον πρώτο λόγο, η ενεργειακή κρίση του 1973 έπαιξε καταλυτικό ρόλο στο να χαρακτηριστεί η έρευνα και εξόρυξη σχιστολιθικών πηγών ενέργειας ως ενεργειακή επανάσταση για τις ΗΠΑ. Τον Οκτώβριο του 1973 τα αραβικά κράτη μέλη του Οργανισμού Εξαγωγών Πετρελαιοπαραγωγικών Κρατών (OPEC) κήρυξαν πετρελαϊκό εμπάργκο ως απάντηση για την ανάμειξη των ΗΠΑ στον πόλεμο του Γιομ Κιπούρ (US Department of State). Το ενεργειακό εμπάργκο κηρύχτηκε εναντίον των ΗΠΑ, του Καναδά, της Ολλανδίας, της Ιαπωνίας και του Ηνωμένου Βασιλείου και έληξε το Μάρτιο του 1974. Παρόλο που η διάρκειά του ήταν μόνο ορισμένοι μήνες οι επιπτώσεις που είχε στις τιμές του πετρελαίου ήταν σημαντικές και επιβεβαίωσαν την ενεργειακή σχέση εξάρτησης ανάμεσα στις εισαγωγικές και παραγωγικές χώρες. Πιο συγκεκριμένα ενώ στις αρχές του εμπάργκο η τιμές κυμαίνονταν στα \$3 ανά βαρέλι, στο τέλος του είχαν εκτοξευθεί στα \$12 ανά βαρέλι παγκοσμίως ενώ οι τιμή στις ΗΠΑ ήταν υψηλότερη (Nelson Institute, 2010). Η περίοδος που έλαβε χώρα η πετρελαϊκή κρίση χαρακτηριζόταν από μια ανοδική πορεία της κατανάλωσης από τις αναπτυσσόμενες χώρες και συνέπεσε με τη με μια περίοδο σημαντικής αύξησης των εισαγωγών από τις ΗΠΑ. Οι επιπτώσεις που είχε το εμπάργκο στις τιμές αλλά και στη διαθεσιμότητα του πετρελαίου είχε ως άμεσο αποτέλεσμα την αναζήτηση εναλλακτικών λύσεων ώστε το μέγεθος της ενεργειακής εξάρτησης να μειωθεί και να αποφευχθεί κάτι παρόμοιο στο μέλλον.

Όπως αναλύεται παρακάτω, οι ΗΠΑ είχαν ήδη κάνει τα πρώτα βήματα στην εξερεύνηση και εξόρυξη σχιστολιθικού πετρελαίου και αερίου με αποτέλεσμα η ενεργειακή κρίση να παίζει σημαντικό ρόλο στην αναζήτηση τρόπων παραγωγής σε τέτοιο βαθμό ώστε να μπορέσει η χώρα να παράγει σημαντική ποσότητα ώστε να μπορέσει να χαρακτηριστεί ενεργειακά ανεξάρτητη. Η κρίση οδήγησε την τότε κυβέρνηση των ΗΠΑ να προχωρήσει σε νέα μέτρα για να μπορέσει να ανταπεξέλθει στην κρίση. Τα μέτρα αυτά ήταν άμεσα συνδεδεμένα με την ανάπτυξη προγραμμάτων έρευνας και ανάπτυξης στον τομέα της ενέργειας και οδήγησαν στη δημιουργία της Υπηρεσίας Έρευνας και Ανάπτυξης για την Ενέργεια (Energy Research and Development Association – ERDA). Επιπλέον ο προϋπολογισμός για έρευνα στον τομέα της ενέργειας αυξήθηκε σημαντικά. Από την αρχή της κρίσης μέχρι και το 1976 σχεδόν διπλασιάστηκε ενώ από το 1974 μέχρι και το 1979 ήταν δεκαπλάσιος αγγίζοντας τα \$1,41 δισεκατομμύρια. (Wang and Krupnick 2013, Perron 1988)

Η κρίση του 1973 μπορεί να ήταν ο καταλυτικός παράγοντας στην απόφαση εξερεύνηση νέων πηγών ενέργειας αλλά επιπλέον σημαντικό ρόλο παίζει και η τεχνολογία εξόρυξης. Το 2005 χρησιμοποιούνται δύο νέοι μέθοδοι εξόρυξης στο σχιστόλιθο Barnett στο Texas – το μεγαλύτερο και πιο παραγωγικό σχιστόλιθο στις ΗΠΑ. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε συνδυαστικά η μέθοδος οριζόντιας διάτρησης (horizontal drilling) και η μέθοδος υδραυλικής ρωγμάτωσης (fracking) – δύο τεχνολογίες οι οποίες είχαν δείξει σημαντικά αποτελέσματα αλλά μέχρι τότε χρησιμοποιούνταν χωριστά. Ο συνδυασμός αυτών των μεθόδων σε μία και η επακόλουθη διύλιση που περιελάμβανε πολυμερή ρωγμάτωση και διάτρηση σε πολλαπλές οπές από την ίδια τοποθεσία είχε ως αποτέλεσμα την ξαφνική άνοδο παραγωγής φυσικού αερίου από το 2005 και μετά, ενώ σταμάτησε τη συνεχή μείωση παραγωγής που είχε παρατηρηθεί τα προηγούμενα έτη (Rogers 2011, Genny 2010).

3.2 Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής

Δεν είναι τυχαίο που η λεγόμενη σχιστολιθική επανάσταση ξεκίνησε από επικεντρώνεται κυρίως στις Ηνωμένες Πολιτείες. Η σχέση των Ηνωμένων Πολιτειών με την εξόρυξη σχιστολιθικών ενεργειακών πόρων ξεκινάει από το 1821 όταν για πρώτη φορά προχωρούν σε εξόρυξη σχιστολιθικού φυσικού αερίου. Το 1947 για πρώτη φορά γίνεται χρήση της σχιστολιθικής μεθόδου εξόρυξης από ασβεστόλιθο. Το 1976 δύο μηχανικοί της εταιρείας MERC κατοχυρώνουν για πρώτη φορά μια πρόωρη τεχνική κεκλιμένων γεωτρήσεων (Directional Drilling) ενώ το 1977 αμερικανικό Υπουργείο Ενέργειας κάνει επίδειξη μιας υδραυλικής διάσπασης (hydraulic fracturing) σε σχιστόλιθο σε μεγάλο βαθμό. Το 1980 το Αμερικανικό Κογκρέσο εγκρίνει το νομοσχέδιο 29 για πίστωση φόρου παραγωγής (Section 29 production tax credit) ο οποίος ίσχυε μέχρι το 2002. Το 1986 έγινε η πρώτη γεώτρηση του πρώτου φρεατίου με πολυμερή ρωγμάτωση (multifracture well) από ένα κοινό εγχείρημα ανάμεσα στο Υπουργείο Ενέργειας και του ιδιωτικού τομέα στη Wayne County, West Virginia. Το 1998 οι μηχανικοί της εταιρείας Mitchell Energy κατάφεραν την να κάνουν εξόρυξη σχιστολιθικού αερίου για εμπορικούς λόγους, ενώ η δεκαετία που ακολούθησε η παραγωγή φυσικού αερίου μεγάλωσε με τους πιο γρήγορους ρυθμούς από κάθε άλλη ενεργειακή πηγή στις ΗΠΑ πράγμα που οδήγησε σε μεγάλη πτώση τιμών. (Trembath et al. 2012, Soeder 2012)

Από την παραπάνω πολύ σύντομη ιστορική αναδρομή είναι φανερό πως η σχέση των ΗΠΑ με το σχιστολιθικό αέριο ξεκίνησε από τις αρχές κιόλας του 19ου αιώνα και συνεχίζει μέχρι

και σήμερα. Για ποιο λόγο όμως είναι σημαντικό να εξεταστεί η περίπτωση των Ηνωμένων Πολιτειών; Πέρα από το γεγονός ότι στις ΗΠΑ έχει παρατηρηθεί τόσο μεγάλη πρόοδος στην εξόρυξη ενεργειακών πηγών, σε σημείο που μπορεί σε μερικά χρόνια να αποκτήσει ενεργειακή αυτονομία, ο λόγος είναι τριπλός: τα αποθέματα σχιστολιθικού πετρελαίου και αερίου, η τεχνολογική ανάπτυξη μεθόδων εξόρυξης, και το νομοθετικό πλαίσιο που ισχύει. Οι τρεις αυτές πτυχές συνδέονται άμεσα με την οικονομική διάσταση του ζητήματος και ένας από τους λόγους είναι ότι οι ΗΠΑ ενώ βασίζονταν στην εισαγωγή ενεργειακών πόρων από το εξωτερικό από εισαγωγέας μπορεί, σύμφωνα, με προβλέψεις να γίνει εξαγωγέας (KPMG International 2011). Επιπλέον η εσωτερική παραγωγή θα έχει σημαντική επίπτωση στις τιμές για τους καταναλωτές αλλά και για τα οικονομικά δεδομένα της χώρας λόγω για παράδειγμα της δημιουργίας θέσεων εργασίας.

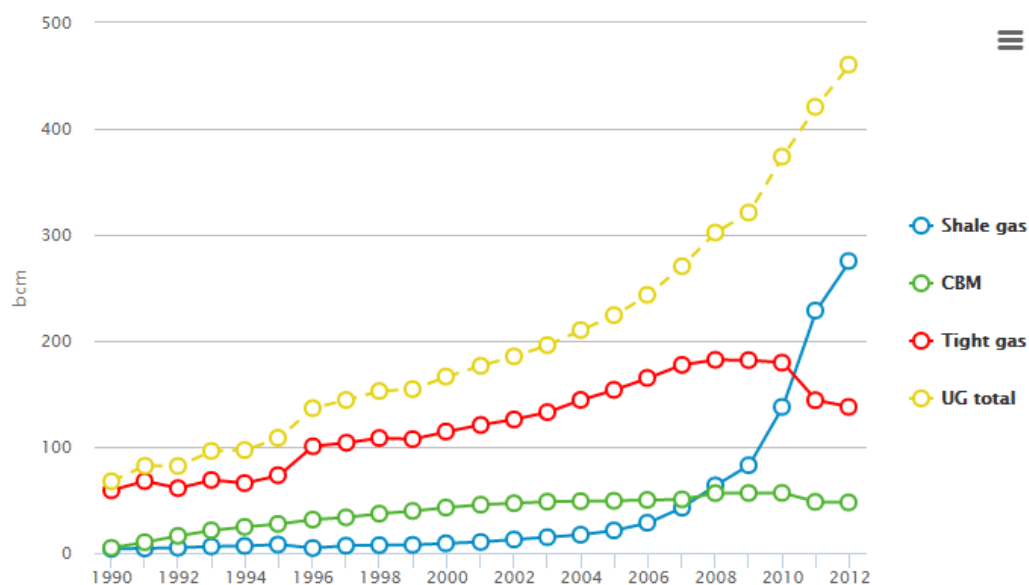
3.2.1 Αποθέματα στις ΗΠΑ

Από το 2010 μέχρι σήμερα η παραγωγή φυσικού αερίου στις ΗΠΑ αυξήθηκε κατά 25% (Morse 2014) ενώ σύμφωνα με διάφορες μελέτες προβλέπεται πως μέχρι το τέλος της δεκαετίας οι ΗΠΑ θα γίνουν από τους μεγαλύτερους εξαγωγείς φυσικού αερίου, έχοντας ήδη ξεπεράσει τη Ρωσία ως μία από τις μεγαλύτερες παραγωγούς αερίου παγκοσμίως (Morse 2014, EIA) . Όσον αφορά την παραγωγή πετρελαίου, από το 2008 έως το 2014 υπήρξε αύξηση της παραγωγής έως και 60% το οποίο σημαίνει πως από τα τρία εκατομμύρια βαρέλια που παρήγαγαν ημερησίως έχει ξεπεράσει τα οκτώ (Morse 2014). Αυτή η σημαντική αύξηση της παραγωγής οφείλεται σχεδόν αποκλειστικά στις νέες μεθόδους εξόρυξης σχιστολιθικών ενεργειακών πόρων καθώς δόθηκε η δυνατότητα εξόρυξης από μη συμβατικές πηγές.

Παρά το γεγονός ότι η εξόρυξη αερίου είναι πιο διαδεδομένη, σύμφωνα με προβλέψεις η εξόρυξη σχιστολιθικού πετρελαίου στις ΗΠΑ μπορεί να αποτελέσει την επόμενη «σχιστολιθική επανάσταση» (PWC 2013, EIA). Όπως φαίνεται και στην εικόνα 9, η παραγωγή στις ΗΠΑ έχει αυξηθεί ραγδαία ιδιαίτερα από το 2004 και μετά. Ενώ για παράδειγμα το 2004 οι ΗΠΑ παρήγαγαν 111.000 βαρέλια την ημέρα, το 2011 η παραγωγή αυξήθηκε στα 553.000 βαρέλια την ημέρα. Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα σημειώθηκε σημαντική αύξηση παραγωγής φυσικού αερίου ιδιαίτερα από το 2007 μέχρι και το 2014 όπου η παραγωγή έφτασε τα 13.447 βαρέλια την ημέρα (EIA) Αυτό σημαίνει πως η εισαγωγή πετρελαίου θα μειωθεί. Επιπλέον παρά τις προβλέψεις για παραγωγή με πιο αργό ρυθμό, η παραγωγή πετρελαίου δε θα σταματήσει με αποτέλεσμα να φτάσει στα 3 με 4

εκατομμύρια βαρέλια την ημέρα ως το 2035. Σύμφωνα με την Υπηρεσία Ενέργειας των ΗΠΑ αυτό σημαίνει πως η ενεργειακή ανεξαρτησία των ΗΠΑ είναι ένα πολύ πιθανό σενάριο. (CPW 2013, EIA)

Εικόνα 9: Παραγωγή Φυσικού Αερίου στις ΗΠΑ



Πηγή: International Energy Agency (2016)

Σύμφωνα με το σχεδιάγραμμα της Υπηρεσίας Ενέργειας των ΗΠΑ (βλ σελίδα 34) από το 2007 μέχρι και το 2011 υπήρξε ραγδαία αύξηση παραγωγής σχιστολιθικού αερίου σε σύγκριση με το συμβατικό αέριο, με την παραγωγή του 2011 να ξεπερνάει την παραγωγή συμβατικού αερίου. Η αύξηση της παραγωγής στις ΗΠΑ συνδέεται τόσο με τις νέες τεχνολογίες εξόρυξης όσο και με την αύξηση των τιμών ενεργειακών πόρων σε παγκόσμιο επίπεδο (Rogers 2011). Όπως φάνηκε παραπάνω με το παράδειγμα της ενεργειακής κρίσης του 1973, η αύξηση των τιμών σε παγκόσμιο επίπεδο κάνουν αναγκαία την αναζήτηση νέων πηγών παραγωγής ενέργειας με απώτερο στόχο την απεξάρτηση από την παγκόσμια αγορά ενώ την ίδια στιγμή οι συνεχής ανάπτυξη νέων τεχνολογιών έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγής και τη μείωση της εξορυκτικής διαδικασίας.

3.2.2 Νομικό Πλαίσιο

Σημαντικό βήμα στην ανακήρυξη των ΗΠΑ ως πρωτοπόρου της σχιστολιθικής επανάστασης έπαιξε και το νομικό πλαίσιο που επικρατεί αναφορικά με τα δικαιώματα κατοχής γης. Οι Ηνωμένες Πολιτείες είναι η μοναδική χώρα στον κόσμο όπου ιδιώτες μπορούν να κρατήσουν

τα δικαιώματα ιδιοκτησίας στη ορυκτής γης, στις υπόλοιπες τα δικαιώματα μεταβιβάζονται στο κράτος (Morse 2014, Norton Rose Fullbright 2013).

Πιο συγκεκριμένα στις ΗΠΑ τα δικαιώματα πετρελαίου και αερίου σε ένα συγκεκριμένο κομμάτι γης μπορούν να ανήκουν σε ιδιώτες, εταιρείες, φυλές αυτοχθόνων πληθυσμών, είτε τοπικές κοινότητες, πολιτείες, ή από την κυβέρνηση. Στην πραγματικότητα τα δικαιώματα ιδιοκτησίας ανήκουν στον ιδιοκτήτη της γης. Αν και κάθε πολιτεία έχει δική της νομοθεσία σχετικά με το πετρέλαιο και το αέριο, οι νόμοι που αφορούν την ιδιοκτησία πριν, κατά τη διάρκεια, και μετά τη διαδικασία εξόρυξης είναι σχεδόν ίδιοι για όλες τις πολιτείες. Ειδικότερα ο ιδιοκτήτης της γης έχει ιδιοκτησία των ορυκτών κάτω από την επιφάνεια εκτός και αν το δικαίωμα ιδιοκτησίας των ορυκτών αποκόπτονται βάση άλλης νομικής πράξης ή συμφωνίας.

Ένα συχνό φαινόμενο που παρατηρείται στις ΗΠΑ όμως είναι η ενοικίαση γης από εταιρείες για την εξόρυξη μη συμβατικών ενεργειακών πόρων. Αυτό γίνεται με τη λεγόμενη μίσθωση πετρελαίου και αερίου τόσο από ιδιώτες όσο και από τις πολιτείες και το κράτος (Boskin et al 1985, Norton Rose Fullbright 2013). Η ενοικίαση γης έπαιξε σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη σχιστολιθικού πετρελαίου καθώς πρόσφερε σε ιδιωτικές εταιρείες να δουν σημαντικές αποδοχές σε πρόωρες επενδύσεις τους σε νέα συστήματα τεχνολογίας χρήσιμα για την δημιουργία σχιστολιθικών πηγών (play). Η ενοικίαση γης σε χαμηλές τιμές, ειδικά την περίοδο που η εξόρυξη σχιστολιθικών ενεργειακών πόρων βρισκόταν σε αρχικό στάδιο, έδωσε τη δυνατότητα περισσότερου κέρδους στις εταιρείες που δραστηριοποιούνταν στο χώρο λόγω του χαμηλού κόστους εξόρυξης μέσω των νέων τεχνολογιών. Παρά τις νέες τεχνολογίες, όμως, τα περισσότερα κέρδη ήταν αποτέλεσμα κυρίως λόγω του νομικού καθεστώτος απόκτησης ή ενοικίασης γης που ισχύει στις ΗΠΑ (Wang and Krupnick 2013).

Η δυνατότητα ενοικίασης γης για εξόρυξη πετρελαίου ή αερίου είναι έχει δύο βασικές προϋποθέσεις: τον πρωταρχικό όρο για σταθερή ενοικίαση για συγκεκριμένο διάστημα χρόνων ή μηνών, και το δευτερεύον όρο με τον οποίο συνεχίζεται η ενοικίαση βάση παραγωγής. Οι δύο όροι σημαίνουν πως με τη λήξη του πρωταρχικού χρόνου ενοικίασης ο ανοικιαστής μπορεί να κρατήσει τα δικαιώματα εξόρυξης υπό τρεις προϋποθέσεις (Norton Rose Fullbright 2013):

1. Εάν μία πηγή παράγει ποσότητες ικανές να προσφέρουν κέρδος ή έχουν τη δυνατότητα να είναι κερδοφόρες.
2. Εάν είναι σε εξέλιξη γεωτρήσεις.

3. Εάν η κατανομή της παραγωγής ενός ενοικιαστηρίου περάσει σε άλλη πηγή η οποία δεν συμπεριλαμβάνεται στο ενοικιαστήριο.

Η συγκεκριμένη δυνατότητα μπορεί να έχει άμεσα και έμμεσα αποτελέσματα στην οικονομία κυρίως σε επίπεδο πολιτειών. Από τη μια πλευρά ωφελείται η εταιρεία η οποία μισθώνει το συγκεκριμένο κομμάτι γης, ωφελείται ο ιδιοκτήτης της γης, η πολιτεία λόγω της φορολογίας ή λόγω της ενοικίασης γης, και η κοινωνία λόγω της δημιουργίας θέσεων εργασίας.

Η πρόοδος που έχει σημειωθεί στις ΗΠΑ σε συνδυασμό με τις προβλέψεις για το μέλλον σχετικά με την εξόρυξη μη συμβατικών πηγών ενέργειας και πιο συγκεκριμένα σχιστολιθικού αερίου σημαίνει πως είναι πιθανή η αποδέσμευση της χώρας από εισαγωγές πηγών ενέργειας. Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα τόσο την ασφάλεια προμήθειας όσο και τη μείωση τιμών για τους καταναλωτές. (Rogers 2011)

3.3 Η Περίπτωση της Ευρώπης

3.3.1 Το ενεργειακό περιβάλλον στην Ευρώπη

Ήδη από το 1970 η Ευρώπη είναι ένας από τους μεγαλύτερους εισαγωγείς φυσικού αερίου καθώς η παραγωγή αερίου στην περιοχή δεν είναι ανάλογη της κατανάλωσης. Παρά το γεγονός ότι η Ευρώπη παράγει² 16,7 τόνους φυσικού αερίου και 9,1 τόνους πετρελαίου (Eurostat) το 53% των ενεργειακών της αναγκών βασίζεται στις εισαγωγές (EPRS 2014).

Όμως για να ικανοποιηθεί η ζήτηση πρωταρχικών πηγών ενέργειας, συμπεριλαμβανομένου αερίου και πετρελαίου η Ευρώπη βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στις εισαγωγές. Στο σύνολο πρωταρχικών πηγών ενέργειας το 2013 οι 28 χώρες της ΕΕ εισήγαγαν 908,979 τόνους. Το 2013 περίπου το 33,5% των εισαγωγών αργού πετρελαίου ήρθε από τη Ρωσία, η οποία έγινε ο βασικός εξαγωγέας ενεργειακών πηγών στην Ευρώπη το 2006 (Eurostat). Για παράδειγμα συγκριτικά με το 2003 όπου οι εισαγωγές από τη Ρωσία αντιστοιχούσαν στο 13,2%, το 2013 αντιστοιχούσαν στο 28,8%. Γενικότερα το 69,1% των εισαγωγών πετρελαίου και φυσικού αερίου ήρθε από τη Ρωσία και τη Νορβηγία. Η εξάρτηση εισαγωγών πηγών ενέργειας της Ευρώπης έχει σταδιακά αυξηθεί από το 1980 ως το 2013 από λιγότερο του 40% στο 53,2% παρά τη μείωση εξάρτησης που παρατηρήθηκε από το 2008 (54,7%). Επιπλέον, τα μεγαλύτερα ποσοστά εξάρτησης το 2013 σημειώθηκαν στο αργό πετρέλαιο και στο φυσικό αέριο όπου αντιστοιχούσα σε 88,4% και 65,3%. Βλέποντας συγκριτικά την ενεργειακή εξάρτηση της Ευρώπης από τρίτες χώρες από το 2003 μέχρι το 2013 παρατηρείται αύξηση

² Για την παραγωγή πηγών ενέργειας στην Ευρώπη βλ. διάγραμμα 1

της τάξεως του 13.3% στο φυσικό αέριο και 9,9% στο πετρέλαιο. Ήδη από το 2004 το σύνολο των εισαγωγών πηγών ενέργειας στην Ευρώπη ήταν μεγαλύτερο της παραγωγής (Eurostat) η οποία φαίνεται στο διάγραμμα 1 της σελίδας 34. Παρόλα αυτά η συνεχής εξάρτηση από τρίτες χώρες μπορεί να έχει επιπτώσεις στην ενεργειακή ασφάλεια των 28 κρατών μελών.

Πίνακας 2³: Αποθέματα Μη Συμβατικού Φυσικού Αερίου και Πετρελαίου σε ΗΠΑ και Ευρώπη

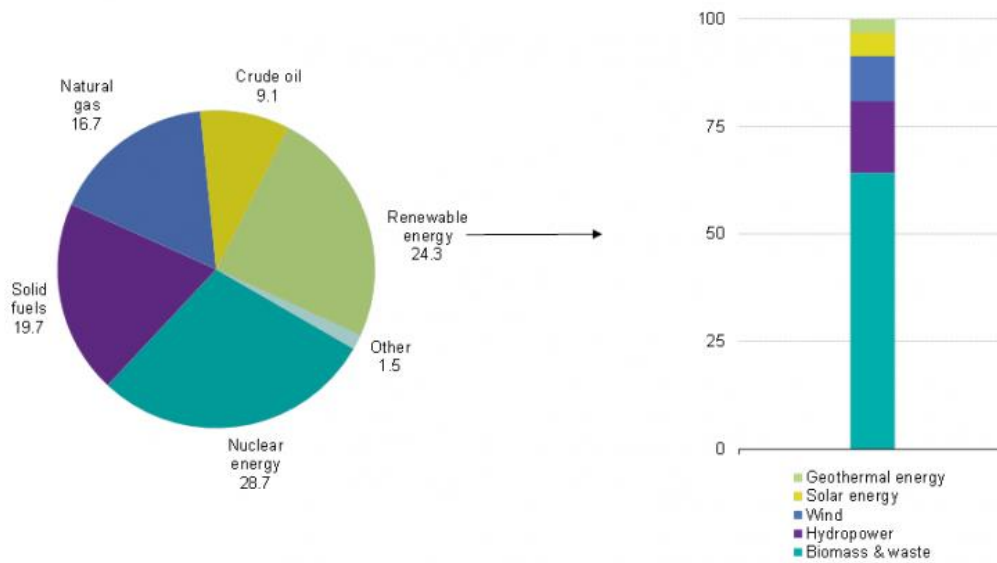
	Σχιστολιθικό Αέριο (tcf)	Μη Συμβατικό Πετρέλαιο (cb)
ΗΠΑ	622,5	78,2
Βουλγαρία	16,6	0,2
Πολωνία	145,8	1,8
Γαλλία	136,7	4,7
Ρουμανία	50,7	0,3
Δανία	31,7	0,0
Ηνωμένο Βασίλειο	25,8	0,7
Γερμανία	17,0	0,7
Ολλανδία	25,9	2,9
Ισπανία	8,4	0,1
Σουηδία	9,8	0,0

Πηγή: U.S. Energy Information Administration (2013, 2015)

Από τα παραπάνω είναι φανερό πως εάν υπάρξει μια αντιστροφή των δεδομένων και η Ευρώπη καταφέρει να περάσει από την κατανάλωση στην παραγωγή θα μπορέσει να εξασφαλίσει την ενεργειακή της ασφάλεια και ίσως ενεργειακή αυτονομία. Η πιθανότητα ενεργειακής ανεξάρτησης της Ευρώπης από τρίτες χώρες μπορεί να είναι χρονοβόρα, να έχει μεγάλο χρηματικό κόστος και να απαιτεί πολιτική θέληση αλλά δεν είναι απίθανη. Για τον παραπάνω λόγο η παραγωγή σχιστολιθικών πόρων ενέργειας στις ΗΠΑ, ειδικά την τελευταία δεκαετία, έπαιξε μεγάλο ρόλο στο πως αντιλαμβάνεται η Ευρώπη το συγκεκριμένο ζήτημα (Rogers 2011), ειδικά αν λάβει κανείς υπόψη τα πιθανά αποθέματα σε ορισμένες χώρες της γηραιάς ηπείρου όπως φαίνονται στον πίνακα 2.

³ Ο πίνακας σχεδιάστηκε από το συγγραφέα ώστε να περιλαμβάνει στοιχεία σχετικά με την παρούσα έρευνα

Διάγραμμα 3: Παραγωγή Πηγών Ενέργειας στην Ευρώπη



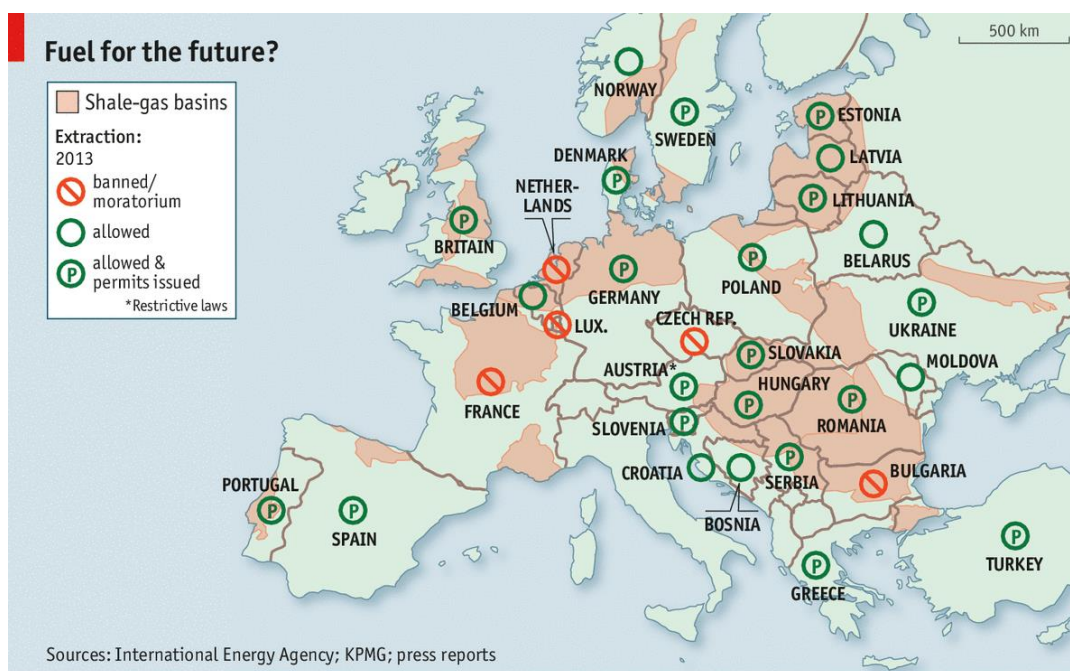
Source: Eurostat (online data codes: nrg_100a and nrg_107a)

Πηγή: Eurostat

3.3.2 Αποθέματα Σχιστολιθικών Πηγών στην Ευρώπη

Σύμφωνα με έρευνες τα αποθέματα ανακτήσιμου μη συμβατικού αερίου το οποίο μπορεί να κυμαίνονται περίπου στο ένα τέταρτο των αποθεμάτων των ΗΠΑ (The Economist 2014). Σύμφωνα με το Γερμανικό Ομοσπονδιακό Ινστιτούτο Γεωεπιστημών και Φυσικών Πηγών το απόθεμα σχιστολιθικού φυσικού αερίου στην Ευρωπαϊκή ήπειρο το οποίο μπορεί να γεωτρηθεί είναι της τάξεως των 14 τρισεκατομμυρίων κυβικών μέτρων (tcm) και ξεπερνάει το απόθεμα συμβατικού φυσικού αερίου που κυμαίνεται στα 5,2 tcm (BGR 2013). Τα μεγαλύτερα ποσοστά αποθεμάτων συμβατικού αερίου, όπως φαίνεται και στο χάρτη της εικόνας 10, συγκεντρώνονται σχεδόν σε όλη την έκταση της ΕΕ εκτός από τις νότιες χώρες με κυρίως συγκέντρωση στην Κεντρική και Δυτική Ευρώπη (The Economist 2014) (Εικόνα 10). Λόγω των λίγων ερευνητικών γεωτρήσεων που έχουν γίνει στην Ευρώπη, τα ποσοστά αποθεμάτων είναι πιθανό να μην είναι ακριβή και να υπόκεινται σε συνεχείς αλλαγές. Επιπλέον μόνο ένα μέρος των αποθεμάτων μπορεί να αποφέρει οικονομικά κέρδη (Erbach 2014).

Εικόνα 10: Αποθέματα Σχιστολιθικού Αερίου στην Ευρώπη



Πηγή: The Economist

Στην Ισπανία υπολογίζεται πως αποθέματα μη συμβατικού αερίου είναι 1,98 τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα – ποσοστό αρκετά μεγαλύτερο από τις εκτιμήσεις της Υπηρεσίας Πληροφοριών Ενέργειας (2011) που υπολόγιζε τα αποθέματα στα 0,27 τρις κυβικά μέτρα (BRG 2013) με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση στη λεκάνη Cantabrian.

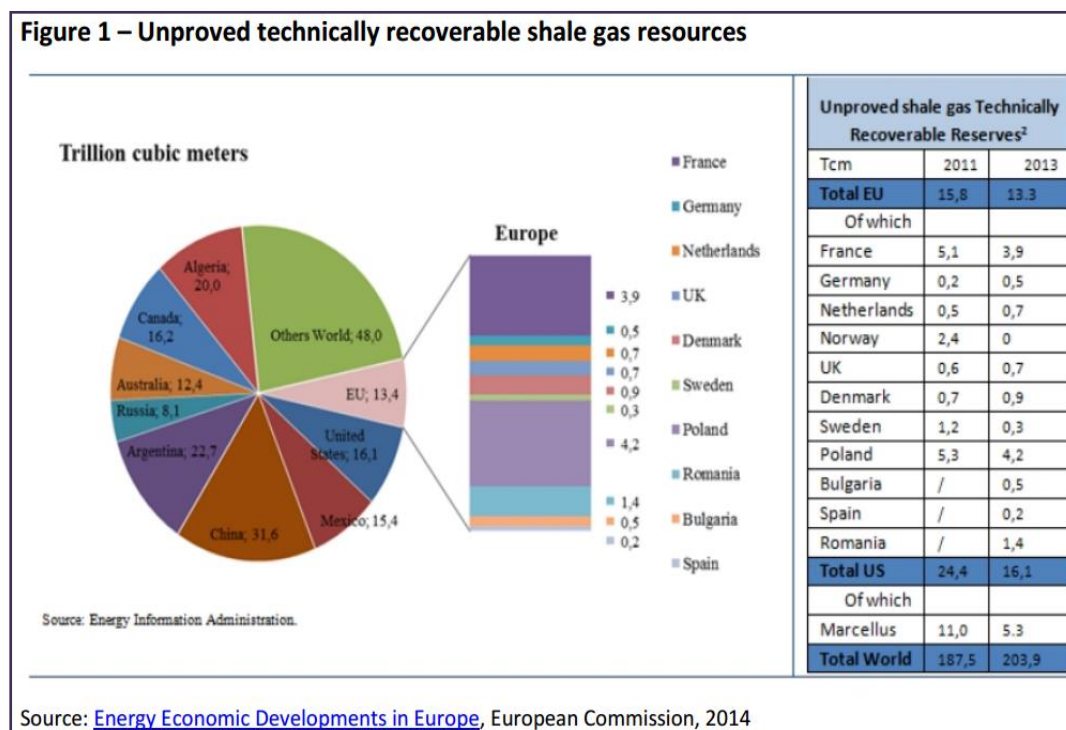
Η λεκάνη στα Καρπάθια όρη και στα Βαλκάνια και η Λεκάνη της Παννονίας, οι οποίες εκτίνονται στη Βουλγαρία, τη Ρουμανία και την Ουγγαρία, έχουν αρκετές προοπτικές εξόρυξης σχιστολιθικού αερίου και σε μικρότερο βαθμό σχιστολιθικού πετρελαίου. Τα αποθέματα της Βουλγαρίας υπολογίζονται στα 0,48 τρις κυβικά μέτρα σχιστολιθικού αερίου και 27 εκατομμύρια πετρέλαιο. Τα αποθέματα της Ρουμανίας υπολογίζονται περίπου στα 0,48 τρις κυβικά μέτρα σχιστολιθικού αερίου και 40 εκατομμύρια πετρέλαιο. Σε αντίθεση με τα παραπάνω τα αποθέματα της Ουγγαρίας θεωρείται πως είναι σε πολύ μεγάλο βάθος για να σχηματιστεί σχιστολιθικό αέριο ή για να είναι επιτυχής η παραγωγή (BRG 2013, EIA 2013).

Τα μεγαλύτερα αποθέματα σχιστολιθικού πετρελαίου και αερίου στην Ευρωπαϊκή Ένωση υπολογίζεται πως βρίσκονται στην Πολωνία και στη Γαλλία. Στην Πολωνία οι εκτιμάται πως τα αποθέματα είναι της τάξεως των 4,2 τρις κυβικά μέτρα ενώ στη Γαλλία 3,9. Καθώς, όπως προαναφέρθηκε, δεν έχουν γίνει ενδεδειγμένες γεωτρήσεις, οι εκτιμήσεις αποθεμάτων αλλάζουν συνεχώς και όπως φαίνεται από το παρακάτω πίνακα ενώ το 2011 τα συνολικά αποθέματα

στην ΕΕ υπολογίζονταν στα 15,8 τρις κυβικά μέτρα, οι εκτιμήσεις για το 2013 ήταν σαφώς πιο μειωμένες, στα 13,3 τρις κυβικά μέτρα. (BRG 2013, EIA 2013).

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η περίπτωση του Ηνωμένου Βασιλείου λόγω των προσπαθειών της παρούσας κυβέρνησης να δώσει έμφαση στις μη συμβατικές πηγές ενέργειας και στην εξόρυξή τους καθώς σύμφωνα με τις εκτιμήσεις η Βρετανία θα μπορούσε να καλύψει με εγχώρια παραγωγή σχιστολιθικού αερίου το 10% της ανάγκης για αέριο (House of Commons 2011). Η παραπάνω υπόθεση όμως προϋποθέτει τη δυνατότητα εξόρυξης σε εμπορικό ποσοστό. Σύμφωνα με έρευνα του Βρετανικού Γεωλογικού Ινστιτούτου όπου κοίταξε τις δυνατότητες εξόρυξης στη Βρετανία συγκριτικά με τις ΗΠΑ, η Βρετανία θα μπορεί να έχει απόθεμα ακόμη και 50 δις κυβικά μέτρα ως το 2020 (House of Commons 2011). Οι εκτιμήσεις για το 2013 έδειχναν πως η Βρετανία έχει αποθέματα 0,7 τρις κυβικά μέτρα (BRG 2013, EIA 2013), ενώ οι πιο πρόσφατες εκτιμήσεις δείχνουν πως η Βρετανία μπορεί να έχει αποθέματα μόνο στο σχιστόλιθο Shale της τάξεων 4,6 με 12,7 τρις κυβικά μέτρα από τα οποία μπορούν να ανακτηθούν τα 0,7 τρις κυβικά μέτρα σύμφωνα με την εικόνα 11 (BGR 2013).

Εικόνα 11: Εκτιμήσεις Αποθεμάτων Σχιστολιθικού Αερίου



Πηγή: Eurostat (2016)

3.3.3 Σχιστολιθικά Ρίσκα στην Ευρώπη

Παρά το ενδιαφέρον της Ευρώπης για εξερεύνηση και παραγωγή σχιστολιθικών πηγών ενέργειας, η νομοθεσία, η κοινή γνώμη και η έλλειψη εξερευνητικών δραστηριοτήτων και δραστηριοτήτων γεώτρησης κάνουν δύσκολη την παραγωγή σχιστολιθικών πηγών ενέργειας στην Ευρώπη. Επιπλέον για να προχωρήσει σε παραγωγή σχιστολιθικών πόρων η ΕΕ θα πρέπει να αξιολογήσει τα ρίσκα που θα έχει μια τέτοια δραστηριότητα.

Αρχικά θα πρέπει να αξιολογηθεί το γεωλογικό ρίσκο δηλαδή η επιβεβαίωση ύπαρξης αλλά και μεγέθους σχιστολιθικών πόρων σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Στη συνέχεια θα πρέπει να αξιολογηθεί το ρίσκο της τεχνολογίας και βιωσιμότητας, δηλαδή αν το συγκεκριμένο απόθεμα είναι βιώσιμο οικονομικά έτσι ώστε να ανταγωνιστεί σε αγορά. Σύμφωνα με τον Florence Geny (2010):

«συγκριτικά με τις ΗΠΑ οι ευρωπαϊκές λεκάνες μη συμβατικών πόρων τείνουν να είναι μικρότερες σε μέγεθος, πιο περίπλοκες τεκτονικά και οι γεωλογικές μονάδες φαίνεται πως είναι περισσότερο διαχωρισμένες. Επιπλέον οι σχιστόλιθοι τείνουν να είναι σε μεγαλύτερο βάθος, πιο ζεστοί, και με περισσότερη πίεση. Η ποιότητα του σχιστόλιθου είναι επίσης διαφορετική, με γενικότερα περισσότερο πηλό στην Ευρώπη»

Οι ιδιαίτερες γεωλογικές διαφορές που παρουσιάζουν οι Ευρωπαϊκοί σχιστόλιθοι θα επηρεάσουν άμεσα το κόστος γεώτρησης. Για αυτό το λόγο είναι σχεδόν αδύνατον πιθανοί επενδυτές να χρηματοδοτήσουν γεωτρήσεις εάν δεν επιβεβαιωθεί το μέγεθος του αποθέματος.

Το πιο δύσκολο ρίσκο βέβαια είναι η νομοθεσία και η δημόσια αποδοχή. Σε αντίθεση με τις ΗΠΑ η ιδιοκτησία των αποθεμάτων ορυκτών κάτω από το υπέδαφος υπόκειται στο κράτος πράγμα που θα προκαλέσει προβλήματα σε πιθανούς επενδυτές τόσο λόγω νομοθεσίας, όσο και γραφειοκρατίας. Επιπλέον δεν υπάρχει κοινή Ευρωπαϊκή πολιτική συγκεκριμένα για την εξόρυξη σχιστόλιθων με αποτέλεσμα να υπάρχει διαφορετική νομοθεσία ανάλογα με τη γεωγραφική τοποθεσία των δραστηριοτήτων έρευνας και εξόρυξης.

Η Βρετανία είναι μία από τις χώρες της ΕΕ η οποία έχει κάνει βήματα για τη δημιουργία αποτελεσματικών κανονισμών. Η Υπηρεσία Πετρελαίου και Αερίου που δημιουργήθηκε τον Απρίλιο του 2015 είναι υπεύθυνη στο να εξασφαλίσει ότι οποιαδήποτε δραστηριότητα

εξόρυξης νέων πηγών ενέργειας θα είναι ασφαλής και βιώσιμη. Επιπλέον όσον αφορά την αδειοδότηση γεώτρησης ενός φρέαρ αυτή παραμένει ίδια είτε αφορά συμβατικές πηγές είτε μη συμβατικές. Οι ενδιαφερόμενοι δίνουν προσφορά για αποκλειστικά δικαιώματα μιας περιοχής σε διαγωνισμούς αδειοδότησης. Στη συνέχεια ο εκάστοτε ενδιαφερόμενο χρειάζεται την άδεια του ιδιοκτήτη γης και άδεια σχεδιασμού που μπορεί να προαπαιτεί περιβαλλοντική αξιολόγηση. Στη συνέχεια απαιτούνται περιβαλλοντικές άδειες από την Υπηρεσία Περιβάλλοντος η οποία επιβεβαιώνει πως οποιαδήποτε δραστηριότητα είναι ασφαλής για τους πολίτες και για το περιβάλλον. Τέλος ο ενδιαφερόμενος πρέπει να ειδοποιήσει τον υπεύθυνο υγείας και προστασίας σχετικά με τα πλάνα σχεδιασμού και λειτουργίας του πηγαδιού τουλάχιστον 21 ημέρες πριν ξεκινήσει η γεώτρηση. Μόλις ο υπεύθυνος υγείας και ασφάλειας επιβεβαιώσει πως η γεώτρηση είναι ασφαλής μπορεί να ξεκινήσει η διαδικασία (Coal Authority and Department of Energy & Climate Change).

Το παράδειγμα της νομοθεσίας στη Βρετανία είναι χαρακτηριστικό για την περιπλοκότητα της εξόρυξης στην Ευρώπη. Έχοντας υπόψη τη διαφορετική νομοθεσία που ισχύει σε κάθε χώρα και το γεγονός ότι ορισμένες λεκάνες βρίσκονται σε διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές το οικονομικό ρίσκο των επενδυτών θα είναι μεγάλο, ιδιαίτερα όταν δεν μπορεί να επιβεβαιωθεί η ποιότητα και βιωσιμότητα των αποθεμάτων. Οπότε συγκριτικά με τις ΗΠΑ για να μπορέσει κάποιος να χαρακτηρίσει την ΕΕ ως μέρος της σχιστολιθικής ενεργειακής επανάστασης θα χρειαστεί περισσότερος χρόνος, αλλά και αφοσίωση και δέσμευση από τα κράτη-μέλη της Ένωσης.

3.4 Η Παγκόσμια Αγορά

Όπως φαίνεται από τη σύντομη σύγκριση που έγινε ανάμεσα στις ΗΠΑ και την ΕΕ παρά τις προόδους που έχουν γίνει (κυρίως στις ΗΠΑ) και η ενεργειακή ανεξαρτησία από την παγκόσμια αγορά θα είναι χρονοβόρα διαδικασία. Οι συνέπειες του μη συμβατικού πετρελαίου και φυσικού αερίου στον παγκόσμιο πετρελαϊκό τομέα εξαρτάται από το βαθμό αλληλεπίδρασης της παγκόσμιας αγοράς πετρελαίου και της παγκόσμιας αγοράς αερίου ξεχωριστά και όχι στο σύνολο της αγοράς ενεργειακών πόρων (Overland 2015). Επειδή η αγορά πετρελαίου είναι ενοποιημένη – δηλαδή οι εξελίξεις που αφορούν την παραγωγή και τις τιμές καθορίζονται για το σύνολο της αγοράς – θα επηρεαστεί σε παγκόσμιο επίπεδο από την παραγωγή σχιστολιθικού πετρελαίου ενώ οι επιπτώσεις θα είναι λιγότερο εμφανείς στις χώρες παραγωγούς. Σε αντίθεση όμως με την αγορά πετρελαίου, οι συνέπειες του μη συμβατικού φυσικού αερίου θα είναι πιο εμφανείς σε τοπικό επίπεδο παρά σε παγκόσμιο.

3.4.1 Παγκόσμια Αποθέματα

Το παγκόσμιο απόθεμα, σε σύνολο 46 χωρών, σχιστολιθικού αερίου υπολογίζεται στα 227,298 Tcm (7576.6 tcf) ενώ το σχιστολιθικό πετρέλαιο υπολογίζεται στα 418,9 δις βαρέλια. Όσον αφορά τα παγκόσμια αποθέματα πετρελαίου για το 2014 ήταν στα 1656 δις βαρέλια ενώ τα αποθέματα φυσικού αερίου ήταν 209,19 Tcm (6973 tcf) (EIA). Αυτό που παρατηρείται είναι πως τα αποθέματα συμβατικού αερίου είναι χαμηλότερα από αυτά μη συμβατικού με πιθανότητες να είναι ακόμη χαμηλότερα καθώς τα αποθέματα σχιστολιθικού αερίου υπολογίζονται μόνο σε 46 χώρες. Παρόλα αυτά το γεγονός ότι δεν έχουν γίνει έρευνες για την επιβεβαίωση αποθεμάτων σχιστολιθικού αερίου σημαίνει πως τα ποσοστά δεν είναι ακριβή.

Δίνοντας έμφαση στις εισαγωγές και εξαγωγές στην Ευρώπη και στις ΗΠΑ παρατηρείται πως η ΕΕ, εισήγαγε 439.26 tcm (14642 tcf) φυσικού αερίου το 2013 ενώ εξήγαγε 127.1tcm (4240tcf). Για το 2012 η Ευρώπη εισήγαγε 11.907 χιλιάδες βαρέλια πετρέλαιο ενώ εξήγαγε 3421. Οι ΗΠΑ εξήγαγαν 86,49 tcm (2883tcf) και εισήγαγαν 47,16tcm (1572tcf) φυσικό αέριο, και εισήγαγαν 10,558 χιλιάδες βαρέλια πετρέλαιο ενώ εξήγαγαν 399.

Όπως φαίνεται παρά τη λεγόμενη σχιστολιθική επανάσταση τόσο οι ΗΠΑ όσο και ΕΕ εξαρτώνται από τις εισαγωγές πηγών ενέργειας από τρίτες χώρες και σύμφωνα με αρκετούς αναλυτές παρά τις θετικές προβλέψεις για το μέλλον η ενεργειακή ανεξαρτησία η οποία θα έχει άμεσα οικονομικά αποτελέσματα είναι μακριά.

3.4.2 Επιρροή Τιμών

Από τα παραπάνω στοιχεία είναι φανερό πως οι τιμές των πηγών ενέργειας θα εξαρτώνται από την παγκόσμια αγορά ιδιαίτερα κιόλας για το πετρέλαιο του οποίου η τιμή καθορίζεται στην παγκόσμια αγορά.

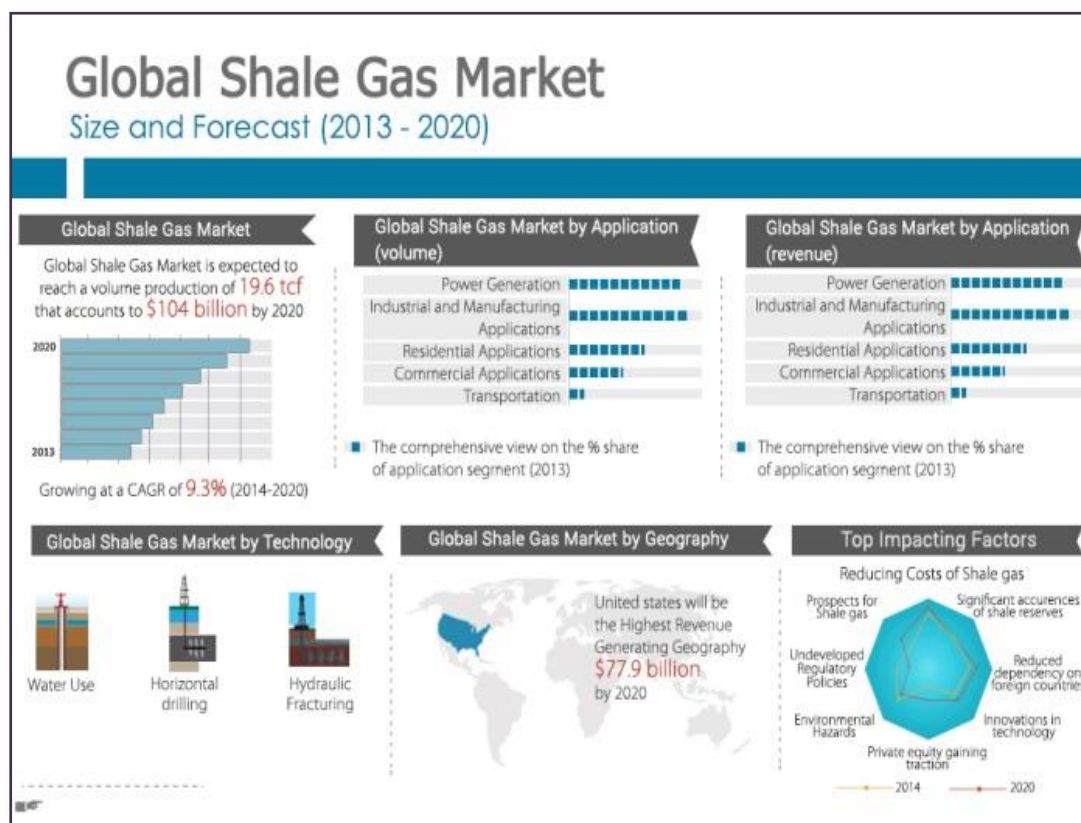
Σχετικά με τη σχέση τιμής και παραγωγής φυσικού αερίου ο Rogers (2011:136) αναγνωρίζει τέσσερις λόγους που θα παίξουν ρόλο στις τιμές αερίου αλλά και στην παραγωγή στην Ευρώπη:

1. Η ζήτηση αερίου στις ΗΠΑ.
2. Η διαθεσιμότητα παραγωγής μη σχιστολιθικού αερίου.
3. Η ζήτηση εισαγωγής υγροποιημένου αερίου.

4. Η πιθανότητα για τις εξαγωγές υδροποιημένου αερίου από τις ΗΠΑ και η δυνατότητα αύξησης της παραγωγής σχιστολιθικού αερίου στις ΗΠΑ σε σημαντικό επίπεδο ώστε να κρατήσει τις τιμές σε τέτοιο επίπεδο ώστε να θεμελιωθούν οι εξαγωγές.

Σύμφωνα με προβλέψεις το μέγεθος παραγωγής σχιστολιθικού αερίου αναμένεται να αυξηθεί σε παγκόσμιο επίπεδο μέχρι το 2020, όπως δείχνει το διάγραμμα 2. Πιο συγκεκριμένα μέχρι το 2020 ο όγκος παραγωγής θα αγγίξει τα 19,6 tcf⁴ το οποίο σημαίνει πως το κέρδος θα είναι της τάξεως των 104 δις δολαρίων. Επιπλέον προβλέπεται πως η χώρα με το μεγαλύτερο κέρδος παγκοσμίως θα είναι οι ΗΠΑ με κέρδος της τάξεως των 77,9 δις δολαρίων ως το 2020.

Διάγραμμα 4: Παγκόσμια Αγορά Σχιστολιθικού Αερίου



Πηγή: Market Research Reports (2014)

Σύμφωνα με τη μελέτη του Knight (2010), «Με τις νέες τεχνολογίες εξόρυξης από τα λεγόμενα «μη συμβατικά αποθέματα» σημαίνει πως χώρες που θεωρούνταν φτωχές σε

⁴ TCF είναι μονάδα μέτρησης που χρησιμοποιείται στις βιομηχανίες πετρελαίου και αερίου και αντιστοιχεί σε τρισεκατομμύρια κυβικά πόδια

φυσικό αέριο στην Αμερική, την Ασία και τη δυτική Ευρώπη θα μπορούν να έχουν αρκετά φτηνό αέριο το οποίο θα είναι επαρκές για τα επόμενα 100 τουλάχιστον χρόνια βάση των τωρινών μονάδων κατανάλωσης».

Δεδομένου ότι το πετρέλαιο τιμολογείται στην παγκόσμια αγορά, η αυξανόμενη εγχώρια παραγωγή δε θα έχει μεγάλο αποτέλεσμα στη μείωση των τιμών για τους καταναλωτές ακόμη και αν αυτή η παραγωγή προέρχεται μέσω σχιστολιθικών πόρων καθώς, όπως υποστηρίζουν οι Brown και Yucel (2013), τα κέρδη της αμερικανικής παραγωγής θα διανεμηθούν στην παγκόσμια αγορά. Παρόλα αυτά το γεγονός η αύξηση της εγχώριας παραγωγής σημαίνει πως θα υπάρχει μικρότερη εξάρτηση εισαγωγών από τρίτες χώρες όπως για παράδειγμα από τη Ρωσία και τη Σαουδική Αραβία. Επιπλέον σε περιπτώσεις μείωσης της παραγωγής τρίτων χωρών αλλά αύξησης της εγχώριας ζήτησης είτε στις ΗΠΑ είτε στην Ευρώπη, η εγχώρια παραγωγή θα έχει τη δυνατότητα να διασφαλίσει την παροχή ενεργειακών πόρων προς τους καταναλωτές καθώς αν και σε μικρό βαθμό θα εξασφαλιστεί οποιαδήποτε διαταραχή ανεφοδιασμού (Brown και Yucel 2013).

Η σχιστολιθική επανάσταση μπορεί να παίζει σημαντικό ρόλο στη μείωση τιμών αερίου αλλά αυτό προϋποθέτει πως τα αποθέματα είναι βιώσιμα όπως φαίνεται στην περίπτωση των ΗΠΑ που εξετάστηκε πιο πάνω. Το κόστος παραγωγής σχιστολιθικού αερίου εξαρτάται από τα αποθέματα ή από την γη. Για παράδειγμα το κόστος παραγωγής στη Βόρεια Αμερική (ΗΠΑ και Καναδά) είναι ανάμεσα στα 3 με 7 δολάρια ανά εκατομμύριο Βρετανικές θερμικές μονάδες (MBTu). Όμως οι συνθήκες που επικρατούν στις ΗΠΑ είναι πιο αποτελεσματικές από την ΕΕ τόσο λόγω των αποθεμάτων και της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται όσο και της ευνοϊκής νομοθεσίας που ισχύει.

3.4.3 Γεωπολιτική Εξάρτηση

Όπως έχει ήδη αναφερθεί οι εξελίξεις στον τομέα των σχιστολιθικών πηγών ενέργειας μπορεί να έχουν ως μελλοντικό αποτέλεσμα την ενεργειακή ανεξαρτησίας των χωρών παραγωγών από τρίτες χώρες παραγωγούς συμβατικών μέσων ενέργειας. Μία από τις σημαντικότερες συνέπειες της σχιστολιθικής επανάστασης ήταν η μείωση των τιμών του φυσικού αερίου στην Ευρώπη καθώς τα φορτία υγροποιημένου φυσικού αερίου που προορίζονταν για τις ΗΠΑ κατέληξαν σε χώρες της Ευρώπης (Szalai, 2012 Cunningham, 2013, Bradshaw, 2010) . Με τη σειρά της αυτή η εξέλιξη είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση εξάρτησης της ευρωπαϊκής αγοράς από τη Ρωσία. Παρόλα αυτά οι εισαγωγές στην Ευρώπη σημείωσαν μόνο μικρή

άνοδο όχι τόσο σημαντική ώστε να επηρεαστούν οι τιμές οι οποίες πιθανότατα επηρεάστηκαν από την οικονομική κρίση της περιόδου (Overland 2015). Όμως οι γεωπολιτικές εξελίξεις στην Ευρωπαϊκή ήπειρο που συνδέονται με την κρίση ανάμεσα στη Ρωσία και την Ουκρανία είναι πιθανό να επηρεάσουν την ενεργειακή εξάρτηση της ΕΕ από τη Ρωσία. Με την αύξηση της παραγωγής φυσικού αερίου στις ΗΠΑ η ΕΕ είναι πολύ πιθανό να στραφεί προς την αμερικανική αγορά έτσι ώστε να αποφύγει οποιαδήποτε αποτελέσματα θα έχει ένας οποιοσδήποτε κύκλος κυρώσεων από τη Ρωσία προς την Ουκρανία και τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

3.4.4 Συνέπειες για τον OPEC

Είναι φανερό λοιπόν πως οι γεωπολιτικές εξελίξεις παίζουν σημαντικό ρόλο στον τρόπο με τον οποίο κινείται η ενεργειακή αγορά. Όπως προαναφέρθηκε, οι τιμές και παραγωγή πετρελαίου καθορίζονται σε παγκόσμιο επίπεδο και είναι αλληλοεξαρτώμενες από τον OPEC. Παρόλο που σήμερα ο οργανισμός δεν έχει την ίδια δύναμη που είχε παλιότερα εξακολουθεί να παίζει σημαντικό ρόλο στην παγκόσμια αγορά ενέργειας καθώς ελέγχει ένα μεγάλο μερίδιο της παραγωγής και εξαγωγής πετρελαίου. Παρά τις ενεργειακές κρίσεις της δεκαετίας του 1970 αλλά και την οικονομική κρίση που ξεκίνησε από το 2008, ο οργανισμός δεν επηρεάστηκε ιδιαίτερα. Παρά τις εξελίξεις στον τομέα έρευνας και ανάπτυξης μη συμβατικού αερίου και πετρελαίου ο οργανισμός η παγκόσμια αγορά πετρελαίου δεν επηρεάστηκε καθώς οι τιμές παρέμειναν ιστορικά σταθερές και υψηλές, όπως διαφάνεται και από το διάγραμμα 3 της σελίδας 43.

Παρόλα αυτά εάν η ανάπτυξη σχιστολιθικού πετρελαίου ιδιαίτερα στις ΗΠΑ όπου έχει γίνει μεγάλη πρόοδος συνεχίσει με ανοδική πορεία αυτό πιθανόν να οδηγήσει σε μείωση των τιμών το οποίο θα έχει αρνητική επίπτωση στον OPEC λόγω της μείωσης των εσόδων του. Επιπλέον σύμφωνα με την Indra Overland (2015) στην περίπτωση που οι ΗΠΑ καταφέρουν να γίνουν από τους βασικούς εξαγωγείς πετρελαίου τότε θα μπορέσουν να ανταγωνιστούν με τον OPEC, με αποτέλεσμα να μειώσουν τις τιμές και να αποδυναμώσουν την γεωπολιτική και οικονομική επιρροή του οργανισμού. Από την άλλη μεριά όμως σε περίπτωση που οι ΗΠΑ αποφασίσουν να συνεργαστούν με τον οργανισμό και να μειώσουν τις εξαγωγές τους τότε οι τιμές θα παραμείνουν υψηλές.

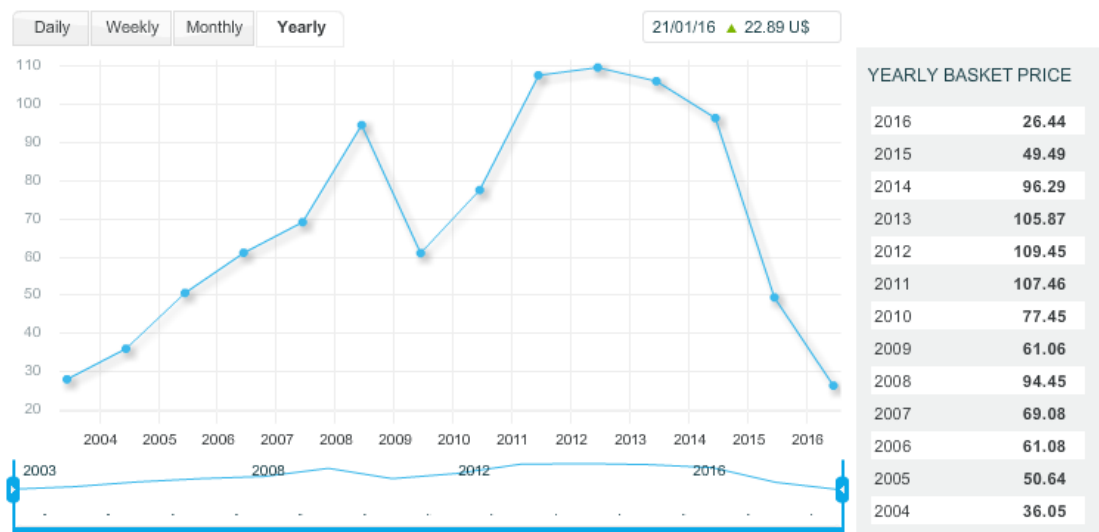
Κοιτώντας τις πρόσφατες εξελίξεις στην αγορά πετρελαίου με τις τιμές να βρίσκονται σε ιστορικά χαμηλά επίπεδα είναι φανερό πως κράτη-μέλη του οργανισμού ήδη βλέπουν ανησυχητικά την ανάπτυξη μη συμβατικού πετρελαίου από σχιστόλιθους. Οι τιμές

πετρελαίου μειώνονται συνεχώς αλλά ο ρυθμός πτώσης τους έγινε πιο γρήγορος το Νοέμβριο όταν ο Οργανισμός αποφάσισε να κρατήσει την παραγωγή στα ίδια επίπεδα στα 30 εκατομμύρια βαρέλια ημερησίως. Αναλυτές υποστηρίζουν πως τα πιο πλούσια μέλη του OPEC είναι έτοιμα να αποδεχτούν την πτώση τιμών έτσι ώστε να οδηγήσουν σε αδιέξοδο τους παραγωγούς πετρελαίου από σχιστόλιθους. Πιο συγκεκριμένα όπως δήλωσε τον Ιούνιο του 2015 ο Υπουργός Πετρελαίου των Ηνωμένων Αραβικών Εμιράτων (India Times 2015):

«Δεν μπορούμε να συνεχίσουμε να προστατεύουμε μια συγκεκριμένη τιμή. Έχουμε δει την υπερπαραγωγή κυρίως από σχιστόλιθους και αυτό πρέπει να διορθωθεί.»

Είναι φανερό πως η παραγωγή μη συμβατικού πετρελαίου έχει δημιουργήσει σημαντικές ανησυχίες στον οργανισμό και για αυτό το λόγο μια πιθανή αναδιοργάνωση στον τρόπο διαχείρισης της αγοράς πετρελαίου θα είναι πολύ πιθανή. Παρά το γεγονός ότι οι ΗΠΑ για παράδειγμα είναι μακριά από το να γίνουν βασικός εξαγωγέας σχιστολιθικού πετρελαίου οι επιπτώσεις στην παγκόσμια αγορά πετρελαίου θα είναι σημαντικές με πιθανότητα να αλλάξουν τα δεδομένα ενεργειακής εξάρτησης.

Διάγραμμα 5: Τιμές Πετρελαίου



Πηγή: OPEC (2016)

3.4.5 Επιπτώσεις στο Άμεσο Μέλλον

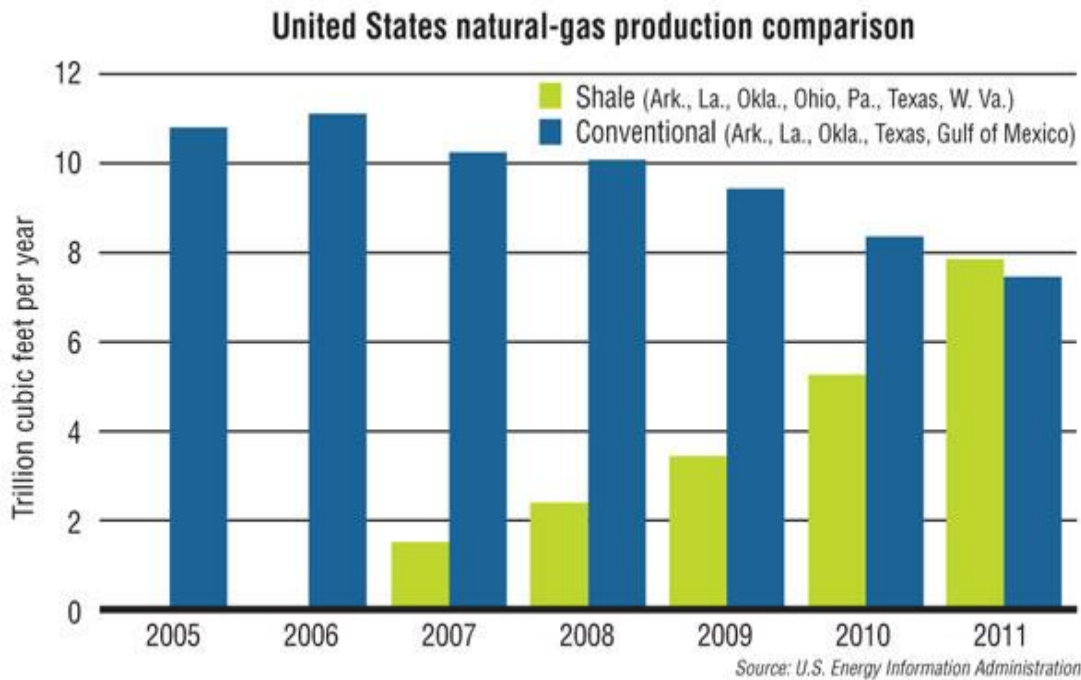
Μπορεί η ενεργειακή ανεξαρτησία να είναι μεν πιθανή αλλά να βρίσκεται μακριά, η εξόρυξη νέων πηγών ενέργειας έχουν άμεσες επιδράσεις στο κοντινό μέλλον. Η Αμερικανική Υπηρεσία Ενέργειας αναμένει σταθερή κύμανση της παραγωγής πετρελαίου για το 2016

τόσο λόγω των χαμηλών τιμών σε παγκόσμιο επίπεδο. Εάν, όμως οι τιμές παρουσιάσουν ανοδική πορεία για το 2017 τότε και η παραγωγή θα αυξηθεί (EIA) . Η συγκεκριμένη πρόβλεψη επιβεβαιώνει την άμεση αλληλεξάρτηση των αποτελεσμάτων των σχιστολιθικών πόρων ενέργειας με την παγκόσμια αγορά. Αν και η παραγωγή για παράδειγμα σχιστολιθικού πετρελαίου δεν εξαρτάται άμεσα από τον OPEC ο οποίος καθορίζει τόσο την παραγωγή όσο και τις τιμές πετρελαίου, οι εξελίξεις στο παγκόσμιο επίπεδο έχουν άμεσο αντίκτυπο τόσο στην παραγωγή όσο και στην τιμολόγηση στις χώρες εκτός του οργανισμού.

Επιπλέον η EIA προβλέπει πως η κατανάλωση φυσικού αερίου για το 2017 θα αυξηθεί σε σύγκριση με τα προηγούμενα έτη και σε αυτό θα παίξουν σημαντικό ρόλο οι εξελίξεις στο βιομηχανικό τομέα. Σε αντίθεση η κατανάλωση στην ενεργειακή κατανάλωση φαίνεται πως θα σημειώσει μείωση της τάξεως του 1,4% για το 2017 ενώ θα παρατηρηθεί αύξηση κατανάλωση στον οικιακό και εμπορικό τομέα λόγω της αυξημένης ζήτησης για περισσότερη θέρμανση.

Επιπλέον είναι σημαντικό να σημειωθεί πως η αυξημένη παραγωγή σχιστολιθικών πόρων θα έχει σημαντική επίπτωση στη διακύμανση ανεφοδιασμού και πιο σταθερές τιμές. Αυτό έχει ήδη αρχίσει να παρατηρείται από το 2011, όπως δείχνει το παρακάτω διάγραμμα 4, όπου για πρώτη φορά η παραγωγή φυσικού αερίου από σχιστολιθικούς πόρους στις ΗΠΑ ήταν μεγαλύτερη από την παραγωγή φυσικού αερίου από συμβατικούς πόρους στην περιοχή του Κόλπου του Μεξικού. Η συγκεκριμένη εξέλιξη θα έχει σημαντική επίπτωση στη μείωση των τιμών για τους καταναλωτές φυσικού αερίου σε οικιακό και εμπορικό επίπεδο (Sherman 2013).

Διάγραμμα 4: Παραγωγή Σχιστολιθικού Αερίου και Συμβατικού Αερίου στις ΗΠΑ



Πηγή: U.S. Energy Information Administration (2016)

3.5 Ανακεφαλαίωση

Η ενεργειακή σχιστολιθική επανάσταση που παρατηρήθηκε στις ΗΠΑ μπορεί να αποτελέσει το βασικότερο λόγο για να προχωρήσουν οι Ευρωπαϊκές χώρες σε άμεση έρευνα και εξόρυξη σχιστολιθικών αποθεμάτων. Οι προβλέψεις για το μέλλον εξάλλου, τουλάχιστον για τις ΗΠΑ είναι ευνοϊκές. Παρόλα αυτά η περίπτωση της Ευρώπης είναι διαφορετική καθώς μπορεί να υπάρχει πολιτική βούληση αλλά χρειάζεται περισσότερη έρευνα για να επιβεβαιωθούν τα αποθέματα σχιστολιθικού αερίου και πετρελαίου.

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω όμως μπορεί η ενεργειακή ανεξαρτησία να είναι ένα πιθανό σενάριο αλλά όχι για το κοντινό μέλλον. Η επιρροή της παγκόσμιας αγοράς κυρίως στον τομέα του πετρελαίου είναι τόσο μεγάλη ώστε δεν προβλέπεται σύντομα ενεργειακή ανεξαρτητοποίηση. Παρόλα αυτά οι δραστηριότητες στο συγκεκριμένο τομέα μπορεί να έχουν θετικές επιπτώσεις σε κρατικό και τοπικό επίπεδο λόγω της πτώσης τιμών σε εγχώριο επίπεδο αλλά και της δημιουργίας θέσεων εργασίας. Το μόνο σίγουρο είναι πως οι γρήγορες εξελίξεις στον τομέα σχιστολιθικών πόρων και η επιρροή τους στην οικονομία έχουν προκαλέσει ανησυχίες στο παγκόσμιο ενεργειακό κατεστημένο και μπορεί να προκαλέσει γεωπολιτικές αλλαγές στον τομέα της ενέργειας.

Συμπεράσματα

Τόσο το σχιστολιθικό φυσικό αέριο και το σχιστολιθικό πετρέλαιο όσο και οι μέθοδος εξόρυξης τους σίγουρα αποτελεί ένα ελπιδοφόρο βήμα για το μέλλον, παρόλα αυτά οι επιπτώσεις τους στο περιβάλλον είναι μεγάλες. Παρά τις προσπάθειες έμφασης όσων δραστηριοποιούνται στο συγκεκριμένο τομέα στα θετικά αποτελέσματα των μη συμβατικών πηγών ενέργειας κυρίως στην οικονομία, η περιβαλλοντικές συνέπειες είναι τόσο σοβαρές ώστε αποτελούν σημείο σκέψης για τις κυβερνήσεις που βρίσκονται ακόμη σε σημείο έρευνας αποθεμάτων. Οι συνεχείς διαδηλώσεις εναντίον της υδραυλικής ρωγμάτωσης σίγουρα δε λειτουργούν προς καθυσύχαση όσων προσπαθούν να επισπεύσουν τις διαδικασίες έρευνας και εξόρυξης. Οι ανησυχίες των κινημάτων ενάντια στην εφαρμογή αυτή της μεθόδου θα πρέπει να ληφθούν άμεσα υπόψη τόσο από κρατικούς όσο και από επιχειρηματικούς παράγοντες.

Ο συγγραφέας της παρούσας έρευνας προσπάθησε να δώσει μια ολοκληρωμένη εικόνα όλων των πτυχών γύρω από τους σχιστόλιθους τόσο σε τεχνικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο των επιπτώσεων τους στο περιβάλλον και στην οικονομία. Είναι φανερό πως οι απόψεις δίστανται καθώς όπως φάνηκε από τα παραπάνω μπορεί μεν οι οικονομικές επιπτώσεις των μη συμβατικών πηγών ενέργειας να είναι θετικές στο σημείο που να προβλέπεται μελλοντική ενεργειακή ανεξαρτησία αλλά οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της μεθόδου εξόρυξής τους προκαλούν πολλά ερωτήματα.

Το παράδειγμα των Ηνωμένων Πολιτειών και οι προβλέψεις για το μέλλον δείχνουν πως οι σχιστολιθικές πηγές ενέργειας μπορούν να αποτελέσουν θετική εξέλιξη για την Ευρώπη. Την ίδια στιγμή και ενώ οι κλασσικές πηγές ενέργειας τείνουν μειούμενες η εξόρυξη ενέργειας μέσω σχιστόλιθων μπορεί να οδηγήσει στη μελλοντική ενεργειακή αυτονομία. Ήδη οι πιο θετικές προβλέψεις για τις ΗΠΑ δείχνουν πως δε είναι ενεργειακά εξαρτημένες από το κλασικό μπλοκ προμηθευτών ενέργειας αλλά θα μπορούν να καλύπτουν τις ανάγκες τους πλήρως. Όπως έγινε φανερό η κρίση του 1973 μετατράπηκε σε ευκαιρία για τη χώρα και αξιοποιήθηκε ορθά μέχρι στιγμής. Μια παρόμοια πιθανή ενεργειακή κρίση μπορεί να έχει τα ίδια αποτελέσματα για την Ευρώπη. Ήδη η έμφαση από κυβερνήσεις που δίδετε στις μη συμβατικές πηγές ενέργειας δείχνουν πως κινείται προς αυτό το δρόμο φοβούμενη ίσως από μια πιθανή ενεργειακή κρίση για παράδειγμα με τη Ρωσία η οποία είναι ένας από τους βασικούς προμηθευτές της γηραιάς ηπείρου.

Παρόλα αυτά η οικονομία δε θα πρέπει να αναπτύσσεται ενάντια στο περιβάλλον. Οπότε επιβάλλεται να διερευνηθούν τρόποι μείωσης των επιπτώσεων στο φυσικό περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία. Όσοι δραστηριοποιούνται στον τομέα εξόρυξης ενέργειας από σχιστόλιθους θα πρέπει να προχωρήσουν σε μια εκ βαθέων έρευνα ώστε να βρουν τρόπους μείωσής τους. Το γεγονός όμως ότι δίνεται όλο και περισσότερη έμφαση στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις τόσο από κρατικούς φορείς όσο και από εταιρείες είναι ένα θετικό βήμα για την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών εξόρυξης με βασικό γνώμονα την προστασία της φύσης.

Η παρούσα έρευνα προσπάθησε αποτελέσει μια πηγή συμπλήρωσης της ελλιπούς ελληνικής βιβλιογραφίας ενός ζητήματος το οποίο θα είναι βασικό στις μελλοντικές συζητήσεις – ακαδημαϊκές και μη – περί ενέργειας και διεθνών σχέσεων. Στόχος ήταν η γεφύρωση του χάσματος ανάμεσα σε επιστήμες που φαίνονται ασύμφωτες μεταξύ τους για να γίνει κατανοητό όλο το φάσμα των σχιστόλιθων. Η εργασία αυτή προσπαθεί να αποτελέσει πηγή σκέψης και πληροφόρησης νέων ερευνητών που θα αναζητήσουν περαιτέρω πτυχές.

Βιβλιογραφία

Ελληνική

Lechtenböhrer S., Altmann, M., Capito, S., Matra, Z., Weindrorf, W. And Zittel, (2011), *Επιπτώσεις της Εξόρυξης Σχιστολιθικού Φυσικού Αερίου και και Σχιστολιθικού Πετρελαίου στο Περιβάλλον και στην Ανθρώπινη Υγεία*, Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο.

Κώττη, Γ.Χ. και Πετράκη-Κώττη, Α. (1995), *Σύγχρονα Οικονομικά Θέματα*, Εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα.

Ρουμελιώτης, Π. (2009), *Προς Έναν Πολυπολικό Κόσμο*, Εκδόσεις Α.Α. Λιβάνη, Αθήνα.

Ξενόγλωσση

Blundell D., (2005), Processes of tectonism, magmatism and mineralization: Lessons from Europe, *Ore Geology Reviews* **27**.

Boskin, M.J., Robinson, M., O'Reilly T. and Kumar, P.(1985), New Estimates of the Value of Federal Mineral Rights and Land, *The American Economic Review*, **75**.

Charlez, P. A. (1997), *Rock Mechanics: Petroleum Applications*, Paris: Editions Technip.

Gandossi, L. (2013), An overview of hydraulic fracturing and other formation stimulation technologies for shale gas production, *Scientific and Technical Research series*, (Report) European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg.

Geny, F. (2010), *Can Unconventional Gas be a Game Changer in European Gas Markets?*, OIES NG46.

Knight, H. (2010), *Wonderfuel: Welcome to the Age of Unconventional Gas*, New Scientist.

Norton Rose Fullbright (2013), *Shale Gas Handbook: A Quick-Reference Guide for Companies Involved in the Exploitation of Unconventional Gas Resources*.

Overland, I. (2015), Future Petroleum Geopolitics: Consequences of Climate Policy and Unconventional Oil and Gas, in Yan, J. (ed.) *Handbook of Clean Energy Systems*, Wiley.

Rogers, H. (2011), Shale Gas – The Unfolding Story, *Oxford Review of Economic Policy*, **27**, 117–143.

Soeder D. J. (2012), Shale Gas Development in the United States in Advances in Al-Megren, H. (ed.), *Natural Gas Technology*, InTech.

Trembath, A., Jenkins, J., Nordhaus, T. and Shellenberger, M. (2012), *Where the Shale Gas Revolution came from*, Breakthrough Institute Energy & Climate Program, 2012.

Wang,Z.and Krupnick, A. (2013), *A Retrospective Review of Shale Gas Development in the United States: What Led to the Boom?*, Resources for the Future.

Διαδικτυακοί Τόποι / Ιστοσελίδες

Allegro (2013), *The Shale Gas Revolution: What You Need to Know*, Διαθέσιμο στη δ/νση <http://www.allegrodev.com/whitepapers/Allegro--The-Shale-Gas-Revolution.pdf> [Πρόσβαση 20 Δεκεμβρίου 2015].

American Petroleum Institute (2010), *Freeing Up Energy, Hydraulic Fracturing, Unlocking America's Natural Gas Resources*, Διαθέσιμο στη δ/νση http://www.api.org/policy/exploration/hydraulicfracturing/upload/HYDRAULIC_FRACTURING_PRIMER.pdf [Πρόσβαση 20 Δεκεμβρίου 2015].

Andrews, Anthony; et al. (2009), *Unconventional Gas Shales: Development, Technology, and Policy Issues* (Report), Congressional Research Service, Διαθέσιμο στη δ/νση <https://fas.org/sgp/crs/misc/R40894.pdf> [Πρόσβαση 5 Ιανουαρίου 2016].

Brown S. and Yucel, M. (2013), *The Shale Gas and Tight Oil Boom: U.S. States' Economic Gains and Vulnerabilities*, Council on Foreign Relations, Διαθέσιμο στη δ/νση <http://www.cfr.org/united-states/shale-gas-tight-oil-boom-us-states-economic-gains-vulnerabilities/p31568> [Πρόσβαση 15 Ιανουαρίου 2016].

Coal Authority and Department of Energy and Climate Change (2015), *2010 to 2015 Government Policy: Energy Industry And Infrastructure Licensing And Regulation*, Διαθέσιμο στη δ/νση <https://www.gov.uk/government/publications/2010-to-2015-government-policy-energy-industry-and-infrastructure-licensing-and-regulation/2010-to-2015-government-policy-energy-industry-and-infrastructure-licensing-and-regulation#appendix-7-developing-shale-gas-and-oil-in-the-uk> [Πρόσβαση 15 Δεκεμβρίου 2015].

Energuidе, *What is shale gas and what is hydraulic fracturing?*, Διαθέσιμο στη δ/νση <http://www.energuidе.be/en/questions-answers/what-is-shale-gas-and-what-is-hydraulic-fracturing/224> [Πρόσβαση 5 Δεκεμβρίου 2015].

Erbach G. (2014), *Shale Gas and EU Energy Security*, European Parliament Research Service / EPRS, Διαθέσιμο στη δ/νση [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2014/542167/EPRS_BRI\(2014\)542167_REV1_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2014/542167/EPRS_BRI(2014)542167_REV1_EN.pdf). [Πρόσβαση 15 Ιανουαρίου 2016].

Eurostat, *Net imports of primary energy, 2003–13*, Διαθέσιμο στη δ/νση http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Net_imports_of_primary_energy_2003%E2%80%9313_YB15.png [Πρόσβαση 20 Ιανουαρίου 2016].

Eurostat, *Energy production and imports*, Διαθέσιμο στη δ/νση http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_production_and_imports#Further_Eurostat_information [Πρόσβαση 20 Ιανουαρίου 2016].

Ground Water Protection Council and ALL Consulting (2009), *Modern Shale Gas Development in the United States: A Primer* (Report), DOE Office of Fossil Energy and National Energy Technology Laboratory. Διαθέσιμο στη δ/νση http://energy.gov/sites/prod/files/2013/03/f0/ShaleGasPrimer_Online_4-2009.pdf [Πρόσβαση 5 Δεκεμβρίου 2015].

House of Commons (2011), *Shale Gas, Fifth Report of Session 2010–12*, Διαθέσιμο στη δ/νση <http://www.publications.parliament.uk/pa/cm201012/cmselect/cmenergy/795/795.pdf> [Πρόσβαση 15 Δεκεμβρίου 2015].

International Energy Agency. Διαθέσιμο στη δ/νση www.iea.org.

International Energy Agency, *United States*, Διαθέσιμο στη δ/νση <http://www.iea.org/ugforum/ugd/united%20states/>, [Πρόσβαση 5 Ιανουαρίου 2016].

Johnson K. (2016), *Oil Prices Have Hit a 10-Year Low. They're Not Going to Stay There*, Foreign Policy Magazine, Διαθέσιμο στη δ/νση <http://foreignpolicy.com/2016/01/06/oil-prices-have-hit-a-10-year-low-theyre-not-going-to-stay-there/> [Πρόσβαση 7 Ιανουαρίου 2016].

OPEC Basket Price. [Online]. Διαθέσιμο στη δ/νση http://www.opec.org/opec_web/en/data_graphs/40.htm [Πρόσβαση 7 Ιανουαρίου 2016].

Nelson Institute (2010), *A CHE Primer on Energy*, Διαθέσιμο στη δ/νση <http://nelson.wisc.edu/che/events/place-based-workshops/2010/project/energy-perspectives/crisis.php> [Πρόσβαση 10 Ιανουαρίου 2016].

Morse E. (2014) *Welcome to the Revolution*, Foreign Affairs, Διαθέσιμο στη δ/νση <https://www.foreignaffairs.com/articles/2014-04-17/welcome-revolution> [Πρόσβαση 15 Δεκεμβρίου 2016].

Eurostat, *Production of primary energy, EU-28, 2013 (% of total, based on tonnes of oil equivalent)*, Διαθέσιμο στη δ/νση [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Production_of_primary_energy,_EU-28,_2013_\(%25_of_total,_based_on_tonnes_of_oil_equivalent\)_YB15.png](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Production_of_primary_energy,_EU-28,_2013_(%25_of_total,_based_on_tonnes_of_oil_equivalent)_YB15.png) [Πρόσβαση 20 Ιανουαρίου 2016].

Natural Gas Volumes Converter. Διαθέσιμο στη δ/νση <http://www.delekenergy.co.il/?pg=calc&CategoryID=198> [Πρόσβαση 15 Ιανουαρίου 2016].

Perron, P. (1988), *The Great Crash, the Oil Price Shock, and the Unit Root Hypothesis*, Econometric Research Program, Princeton University. Διαθέσιμο στη δ/νση <https://web.archive.org/web/20121015154333/http://www.princeton.edu/~erp/ERParchives/archivepdfs/M338.pdf> [Πρόσβαση 7 Ιανουαρίου 2016].

PWC (2013), *Shale Oil: The next energy revolution*, Διαθέσιμο στη δ/νση <https://www.pwc.com/gx/en/oil-gas-energy/publications/pdfs/pwc-shale-oil.pdf> [Πρόσβαση 15 Δεκεμβρίου 2015].

Reig, P. Luo T. and Proctor J. (2014), *Global Shale Gas Development: Water Availability & Business Risks*, World Resources Institute, Διαθέσιμο στη δ/νση <http://www.wri.org/publication/global-shale-gas-development-water-availability-business-risks> [Πρόσβαση 20 Ιανουαρίου 2016].

Sherman, T. (2013), *Shale-Gas Production Trumps Market Disrupters*, HPAC Engineering Διαθέσιμο στη δ/νση <http://hpac.com/managing-facilities/shale-gas-production-trumps-market-disrupters> [Πρόσβαση 15 Ιανουαρίου 2016].

The Economist (2014), *Conscious Uncoupling*, Διαθέσιμο στη δ/νση <http://www.economist.com/news/briefing/21600111-reducing-europes-dependence-russian-gas-possible-but-it-will-take-time-money-and-sustained> [Πρόσβαση 20 Ιανουαρίου 2016].

UNEP Global Environmental Alert Services (2012), *Gas fracking: can we safely squeeze the rocks?*, Διαθέσιμο στη δ/νση http://www.unep.org/pdf/UNEP-GEAS_NOV_2012.pdf [Πρόσβαση 15 Ιανουαρίου 2016].

U.S. Department of State, Office of the Historian (2013), *OPEC Oil Embargo 1973–1974*, Διαθέσιμο στη δ/νση <https://history.state.gov/milestones/1969-1976/oil-embargo> [Πρόσβαση 8 Ιανουαρίου 2016].

U.S. Energy Information Administration (2015), *World Shale Resource Assessments*, Διαθέσιμο στη δ/νση <https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/> [Πρόσβαση 20 Ιανουαρίου 2016].

U.S. Energy Information Administration, *Shale Gas Production*, Διαθέσιμο στη δ/νση https://www.eia.gov/dnav/ng/ng_prod_shalegas_sl_a.htm [Πρόσβαση 20 Ιανουαρίου 2016].

U.S. Energy Information Administration, *International Energy Statistics*. Διαθέσιμο στη δ/νση <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=3&pid=3&aid=6&cid=ww,&syid=2011&eyid=2015&unit=TCF#> [Πρόσβαση 20 Ιανουαρίου 2016].

U.S. Energy Information Administration (2016), *Short Term Energy Outlook*, Διαθέσιμο στη δ/νση <http://www.eia.gov/forecasts/steo/report/natgas.cfm> [Πρόσβαση 22 Ιανουαρίου 2016].

Wang Z. and Krupnick, A. (2013), *A Retrospective Review of Shale Gas Development in the United States. What Led to the Boom?*, Discussion Paper, Resources for the Future . Διαθέσιμο στη δ/νση <http://www.rff.org/files/sharepoint/WorkImages/Download/RFF-DP-13-12.pdf> [Πρόσβαση 7 Ιανουαρίου 2016].