ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS AND BUSINESS

ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Ανάλυση των τιμών του φυσικού αερίου με τη χρήση χρονοσειρών και εμπειρική πρόβλεψη της μεταβλητότητας των τιμών με τη χρήση μοντέλων GARCH.

ΡΑΜΑΝΤΑΝΗ ΒΑΣΙΛΙΚΗ

Διατριβή υποβληθείσα προς μερική εκπλήρωση
των απαραιτήτων προϋποθέσεων
για την απόκτηση του
Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης

Αθήνα
[Ιανουάριος, 2018]

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Εγκρίνουμε τη διατριβή της ΡΑΜΑΝΤΑΝΗ ΒΑΣΙΛΙΚΗΣ

Όνομα Υπεύθυνης Καθηγήτριας : Δημέλη Σοφία
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

[ΥΠΟΓΡΑΦΗ]

Όνομα Εξετάστριας Καθηγήτριας : Κυριαζίδου Αικατερίνη
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

[ΥΠΟΓΡΑΦΗ]

Όνομα Εξεταστή Καθηγητή : Τζαβαλής Ηλίας
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

[ΥΠΟΓΡΑΦΗ]

ΑΘΗΝΑ, ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2018

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Προτού ξεκινήσω την ανάλυση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, νιώθω την ανάγκη να εκφράσω την ειλικρινή ευγνωμοσύνη και τις θερμές ευχαριστίες μου σε ένα σύνολο ανθρώπων, η υποστήριξη και η συμβολή των οποίων ήταν καθοριστική για την ολοκλήρωση της διατριβής μου.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω, καταρχάς, στην επιβλέπουσα καθηγήτρια της εργασίας μου Κυρία Σοφία Δημέλη για την πολύτιμη καθοδήγησή της, τις συμβουλές, τις παρατηρήσεις αλλά και για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε κατά τη συνεργασία μας.

Σημαντική υπήρξε επίσης και η βοήθεια της Διδακτορικής φοιτήτριας Κατερίνας Ταρασίδου, η οποία με τις καίριες υποδείξεις και την προθυμία της συνέβαλε στην περάτωση της παρούσας εργασίας.

Συμπληρωματικά, θέλω να εκφράσω την εκτίμησή μου στους καθηγητές και μέλη της επιτροπής αξιολόγησης της μεταπτυχιακής εργασίας, κυρία Αικατερίνη Κυριαζίδου και κύριο Ηλία Τζαβαλή .

Ακολούθως, δεν θα μπορούσα να παραλείψω να ευχαριστήσω τον συνεργάτη και κυρίως φίλο μου, Παντελή Κοττά, ο οποίος με την έμπρακτη υποστήριξή του, τις επισημάνσεις και τις επίμονες παροτρύνσεις του, βοήθησε καταλυτικά στην ολοκλήρωση όχι μόνο της παρούσας εργασίας, αλλά και του μεταπτυχιακού προγράμματος στο σύνολό του. Οι ατελείωτες ώρες κοινής μελέτης, οι εποικοδομητικές συζητήσεις, η αμοιβαία στήριξη και η ανταλλαγή γνώσεων και απόψεων είναι μόνο μερικές ενδείξεις της άψογης συνεργασίας που είχαμε.

Κλείνοντας, ευχαριστώ από καρδιάς τη μητέρα μου και την αδερφή μου, για την ηθική υποστήριξη, την συμπαράσταση και την καθοδήγηση που μου προσφέρουν όλα αυτά τα χρόνια. Σας ευγνωμονώ ειλικρινά που στέκεστε πάντα δίπλα μου, με στηρίζετε στις επιτυχίες και στις αποτυχίες μου και που μου δίνετε δύναμη και ελπίδα να προσπαθώ πάντα για το καλύτερο.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία επιχειρεί την ανάλυση των τιμών του φυσικού αερίου με τη χρήση χρονοσειρών, με σκοπό την εκτίμηση των κατάλληλων υποδειγμάτων για τη διενέργεια προβλέψεων. Αρχικά παρουσιάζονται κάποιες γενικές πληροφορίες για το φυσικό αέριο ως αγαθό, αλλά και μία σύντομη αναδρομή στην ιστορική του πορεία. Επιπρόσθετα, ακολουθεί μία επισκόπηση κάποιων διεθνών στατιστικών στοιχείων που αφορούν τις επιμέρους ενότητες της παραγωγής, της κατανάλωσης, των τιμών, των αποθεματικών και των εμπορικών συναλλαγών. Από την παραπάνω μελέτη, ξεχωρίζει η περίπτωση της Αμερικής, η οποία και επιλέγεται ως βασική χώρα της ανάλυσής μας.

Στη συνέχεια, ακολουθούν τρία κεφάλαια εμπειρικής έρευνας, προκειμένου να εφαρμοστούν εναλλακτικά υποδείγματα με σκοπό την πρόβλεψη των τιμών φυσικού αερίου. Πιο συγκεκριμένα, έγινε συλλογή δύο βασικών χρονοσειρών τριμηνιαίων τιμών (σειρά GAS) και μηνιαίων spot τιμών φυσικού αερίου (σειρά SPOT), ενώ επιπλέον χρησιμοποιούμε τη σειρά των τριμηνιαίων τιμών του πετρελαίου (σειρά OIL) και τριών βασικών μακροοικονομικών σειρών των ΗΠΑ (σειρές GDP, CPI, PPI).

Η ανάλυση ξεκινά με τον έλεγχο μοναδιαίας ρίζας όλων των χρονοσειρών μέσω της διαδικασίας Dickey Fuller. Στην πορεία κάνουμε μία προσπάθεια εύρεσης της δυναμικής εξέλιξης του συνόλου των μεταβλητών μας με τη βοήθεια και τη χρήση των διανυσματικών αυτοπαλίνδρομων υποδειγμάτων (μοντέλα VAR). Στο σημείο αυτό δεν μπορεί να παραληφθεί ο έλεγχος συνολοκλήρωσης, καθώς η μη συνολοκλήρωση αποτελεί βασική προϋπόθεση της εφαρμογής των VAR υποδειγμάτων.

Ακολούθως, δημιουργήθηκαν Ολοκληρωμένα Αυτοπαλίνδρομα Μοντέλα Κινητού Μέσου όρου (ARIMA) και Γενικευμένα Αυτοπαλίνδρομα Υποδείγματα Δεσμευμένης Ετεροσκεδαστικότητας (GARCH). Για την πρώτη κατηγορία υποδειγμάτων ταυτοποιήθηκε, εκτιμήθηκε και προκρίθηκε το ARIMA (2,1,1) υπόδειγμα της σειράς SPOT μέσω της διαδικασίας Box Jenkins και ύστερα από τον απαραίτητο διαγνωστικό έλεγχο συνεχίσαμε στη διενέργεια προβλέψεων. Για τη δεύτερη κατηγορία εκτιμήθηκαν τα εξής μοντέλα: GARCH, EGARCH, PARCH, TGARCH και μέσω του ελέγχου των κριτηρίων προσαρμοστικότητας επιλέγεται το EGARCH (1,1) που συμπεριλαμβάνει το υπόδειγμα ARIMA (2,1,1) στην εξίσωση του μέσου του. Τέλος, αφού ολοκληρωθεί και η διαδικασία του διαγνωστικού ελέγχου, προβαίνουμε στην πρόβλεψη της μεταβλητότητας των τιμών spot του φυσικού αερίου για την περίοδο Ιανουάριος 2016 έως Δεκέμβριος 2016.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ....1

1.2 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ....1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΓΕΝΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

2.1 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ....4

2.2 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ....5

2.3 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ....6

2.4 ΧΡΗΣΕΙΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ....9

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΔΙΕΘΝΗ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΛΑΔΟ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

3.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ....12

3.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ....14

3.3 ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ....19

3.4 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ....21

3.5 ΤΙΜΕΣ....24

3.6 ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΣΥΝΑΛΛΑΓΕΣ....26

3.7 ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ ΣΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ....29

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ....34

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΟΙΚΟΝΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΕΙΡΑΣ GAS

5.1 ΠΡΟΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ....37

5.2 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ GAS....38

5.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΟΝΑΔΙΑΙΑΣ ΡΙΖΑΣ DICKEY FULLER....39

5.4 ΑΥΤΟΠΑΛΙΝΔΡΟΜΑ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ VAR....47

5.4.1 ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ - ΔΕΙΚΤΗΣ ΤΙΜΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗ....47

5.4.2 ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ – ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ....54

5.4.3 ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ – ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΟ ΕΓΧΩΡΙΟ ΠΡΟΙΟΝ....59

5.4.4 ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ - ΔΕΙΚΤΗΣ ΤΙΜΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΟΥ....64

5.5 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΝΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗΣ....66

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΟΙΚΟΝΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΕΙΡΑΣ SPOT

6.1 ΠΡΟΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ....72

6.2 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ SPOT....72

6.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ BOX JENKINS....73

6.3.1 ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ....78

6.4 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΜΕ ΤΟ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ARIMA(2,1,1)....83

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : ΜΟΝΤΕΛΑ GARCH

7.1 ΠΡΟΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ....85

7.2 ΜΟΝΤΕΛΑ GARCH....85

7.3 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΩΝ....87

7.4 ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ....90

7.5 ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΜΕ GARCH....92

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

8.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ....95

8.2 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ....96

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ....99

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ....103

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.1 Χημική Σύσταση Φυσικού Αερίου.....5
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.1 Παγκόσμια Κατανάλωση Ενέργειας.....12
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.2 Κατανάλωση ανά Καύσιμο 2016.....13
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.3 Κατανάλωση Καυσίμων ανά Περιοχή 2016.....14
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.4 Οι χώρες με τη Μεγαλύτερη Παραγωγή Φυσικού Αερίου.....15
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.5 Παραγωγή Φυσικού Αερίου ανά Χώρα 2016.....16
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.6 Ποσοστό % στη Συνολική Παραγωγή.....16
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.7 Παραγωγή Φυσικού Αερίου Ανά Περιοχή.....17
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.8 Λόγος Αποθεμάτων Προς Παραγωγή (ανά περιοχή).....19
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.9 Κατανομή Αποθεμάτων το 1996, 2006 και 2016.....20
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.10 Οι Χώρες με τη Μεγαλύτερη Κατανάλωση Φυσικού Αερίου.....21
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.11 Κατανάλωση Φυσικού Αερίου ανά Χώρα 2016.....22
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.12 Κατανάλωση Φυσικού Αερίου ανά Ήπειρο 1990-2016.....22
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.13 Κατανάλωση Φυσικού Αερίου ανά Περιοχή.....23
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.14 Τιμές Φυσικού Αερίου.....24
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.15 Τιμές εισαγωγής Φυσικού Αερίου ανά Αγωγό.....26
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.16 Τιμές Εισαγωγής LNG.....26
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.17 Οι Χώρες με το Μεγαλύτερο Εμπόριο Φυσικού Αερίου.....27
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.18 Εμπόριο Φυσικού Αερίου ανά Χώρα 2016.....27
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.19 Χάρτης Κινήσεων του ΥΦΑ στον ΟΟΣΑ.....29
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.20 Κατανάλωση Φυσικού Αερίου στις ΗΠΑ 1995 έως 2016.....30
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.21 Παραγωγή Φυσικού Αερίου στις ΗΠΑ 1998 έως 2016.....30
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.22 Οι Μεγαλύτεροι Παραγωγοί Φυσικού Αερίου στην Αμερική.....31
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.23 Εισαγωγές Φυσικού Αερίου στην Αμερική 1955 έως 2016.....32
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.24 Εξαγωγές Φυσικού Αερίου στην Αμερική 1975 έως 2016.....32
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.1 Τριμηνιαίες Τιμές Φυσικού Αερίου (GAS) 1959 έως 2016.....38
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.2 Τριμηνιαίες Τιμές Φυσικού Αερίου στις Πρώτες Διαφορές (DGAS) 1959 έως 2016.....39
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.3 Εκτιμήσεις Δυναμικών Αποκρίσεων (DGAS-DCPI).....51
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.4 Εκτιμήσεις Δυναμικών Αποκρίσεων (DGAS-DOIL).....57
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.5 Εκτιμήσεις Δυναμικών Αποκρίσεων (DGAS-DGDP).....62
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.6 Τιμές Φυσικού Αερίου (GAS) και Πετρελαίου (OIL).....68

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.1 Μηνιαίες Spot Τιμές Φυσικού Αερίου (1997-2016).....73
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.2 Μηνιαίες Τιμές της Σειράς DSPOT (1997-2016).....74
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.3 Πραγματική σειρά (Actual), Εκτιμημένη (Fitted) και Κατάλοιπα (Residuals).....78
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.4 Ιστόγραμμα Καταλοίπων – Έλεγχος Κανονικότητας.....80
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7.1 Πρόβλεψη των Τιμών Spot και Πρόβλεψη της Διακύμανσης.....93

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1 Ποσοστιαία Σύσταση Φυσικού αερίου.....6
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1 Οι Μεγαλύτερες Εταιρίες Παραγωγής Φυσικού Αερίου.....18
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2 Τιμές Φυσικού Αερίου 1986 έως 2016.....25
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1 Σταδιακή Διαδικασία Ελέγχων Μοναδιαίας Ρίζας.....40
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2 Στάδιο (1) : Έλεγχος DF για β=0.....41
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3 Στάδιο (1α) : Εκτίμηση εξίσωσης με υστερήσεις – Έλεγχος ADF β=0....42
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4 Στάδιο (2) : Εκτίμηση με περιορισμούς β=γ=0.....43
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5 Στάδιο (3) : Έλεγχος ADF για β=0 με σταθερά αλλά χωρίς τάση.....44
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.6 Στάδιο (4) : Έλεγχος ADF για β=δ=0.....45
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.7 Έλεγχος Μοναδιαίας Ρίζας Πρώτων Διαφορών D(GAS).....45
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.8 Έλεγχοι ADF στις Πρώτες Διαφορές όλων των Μεταβλητών.....46
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.9 Επιλογή Τάξης του VAR (DGAS-DCPI).....48
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.10 Έλεγχος Σταθερότητας (DGAS-DCPI).....49
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.11 Εκτιμήσεις Συστήματος VAR(3) (DGAS-DCPI).....50
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.12 Διάσπαση της Διακύμανσης των Μεταβλητών (DGAS-DCPI).....53
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.13 Έλεγχοι Αιτιότητας κατά Granger (DGAS-DCPI).....53
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.14 Επιλογή Τάξης του VAR (DGAS-DOIL).....54
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.15 Έλεγχος Σταθερότητας (DGAS-DOIL).....55
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.16 Εκτιμήσεις Συστήματος VAR(2) (DGAS-DOIL).....56
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.17 Διάσπαση της Διακύμανσης των Μεταβλητών (DGAS-DOIL).....58
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.18 Έλεγχοι Αιτιότητας κατά Granger (DGAS-DOIL).....58
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.19 Επιλογή Τάξης του VAR (DGAS-DGDP).....59
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.20 Έλεγχος Σταθερότητας (DGAS-DGDP).....60
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.21 Εκτιμήσεις Συστήματος VAR(3) (DGAS-DGDP).....61
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.22 Διάσπαση της Διακύμανσης των Μεταβλητών (DGAS-DGDP).....63
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.23 Έλεγχοι Αιτιότητας κατά Granger (DGAS-DGDP).....64

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.24 Εκτιμήσεις Παλινδρομήσεων Τάσης.....67
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.25 Εκτίμηση Σχέσης Συνολοκλήρωσης.....68
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.26 Εξίσωση παλινδρόμησης καταλοίπων (Μεθοδολογία Engle-Granger).....69
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.27 Εξίσωση παλινδρόμησης καταλοίπων (Μεθοδολογία Phillips-Ouliaris).....70
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.28 Έλεγχος Συνολοκλήρωσης Engle-Granger.....70
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.29 Έλεγχος Συνολοκλήρωσης Phillips-Ouliaris.....71
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1 Συναρτήσεις Αυτοσυσχέτισης (correlogram) της σειράς SPOT.....74
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2 Συναρτήσεις Αυτοσυσχέτισης (correlogram) της σειράς DSPOT.....75
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.3 Εκτιμήσεις ARIMA της σειράς των πρώτων διαφορών DSPOT.....76
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.4 Κριτήρια επιλογής ARIMA υποδείγματος της σειράς DSPOT.....77
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.5 Συναρτήσεις Αυτοσυσχέτισης (correlogram) Καταλοίπων.....79
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.6 Έλεγχος υπό Συνθήκη Ετεροσκεδαστικότητας (ARCH).....82
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.7 Συναρτήσεις Αυτοσυσχέτισης (correlogram) των Τετραγώνων των Εκτιμημένων Καταλοίπων.....82
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.8 Πρόβλεψη των Τιμών Spot Του Φυσικού Αερίου.....83
ΠΙΝΑΚΑΣ 7.1 Εκτιμήσεις GARCH Υποδειγμάτων - Στην Εξίσωση του Μέσου έχουμε Μόνο Σταθερά.....87
ΠΙΝΑΚΑΣ 7.2 Εκτιμήσεις GARCH Υποδειγμάτων - Στην Εξίσωση του Μέσου έχουμε το υπόδειγμα ARIMA (2,1,1).....88
ΠΙΝΑΚΑΣ 7.3 Εκτίμηση Υποδείγματος EGARCH (1,1).....90
ΠΙΝΑΚΑΣ 7.4 Συναρτήσεις Αυτοσυσχέτισης (correlogram) Καταλοίπων.....91
ΠΙΝΑΚΑΣ 7.5 Συναρτήσεις Αυτοσυσχέτισης (correlogram) των Τυποποιημένων Τετραγωνικών Καταλοίπων.....91
ΠΙΝΑΚΑΣ 7.6 Έλεγχος Ετεροσκεδαστικότητας, Μοντέλο EGARCH(1,1).....92

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο 'Μοντελοποίηση και προβλέψεις: Ανάλυση των τιμών του φυσικού αερίου με τη χρήση χρονοσειρών και εμπειρική πρόβλεψη της μεταβλητότητας των τιμών με τη χρήση μοντέλων GARCH', αποτελεί τεκμήριο προς μερική εκπλήρωση των απαραίτητων προϋποθέσεων για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης.

Σκοπός της εργασίας είναι η χρήση και εφαρμογή εναλλακτικών οικονομετρικών υποδειγμάτων από την υπάρχουσα βιβλιογραφία, ώστε να επιλεγεί το καταλληλότερο, με στόχο να προβούμε στη διενέργεια προβλέψεων των τιμών του φυσικού αερίου της Αμερικής και της μεταβλητότητάς τους. Επιπλέον, με τη βοήθεια των αυτοπαλίνδρομων υποδειγμάτων θα ερμηνευθούν οι δυναμικές επιδράσεις και η ύπαρξη ή μη αιτιότητας του φυσικού αερίου με το πετρέλαιο και με άλλα σημαντικά μακροοικονομικά μεγέθη της Αμερικής. Τέλος, ακολουθείται η απαραίτητη μεθοδολογία, ώστε να διερευνηθεί το ενδεχόμενο και η έννοια της συνολοκλήρωσης μεταξύ των τιμών του φυσικού αερίου και του πετρελαίου.

1.2 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο καθορισμός της ενεργειακής πολιτικής αποτελεί πλέον ένα από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν άμεσα την οικονομική πορεία και την ανάπτυξη της παγκόσμιας κοινότητας. Οι εξελισσόμενες ενεργειακές αγορές και η στροφή των κρατών σε καθαρότερες, οικονομικότερες και εναλλακτικές μορφές ενέργειας, έχουν αναδείξει το φυσικό αέριο ως μία από τις βασικότερες πηγές στον 21^{ο} αιώνα. Οι χαμηλές τιμές και τα ευεργετικά αποτελέσματα προς το περιβάλλον σε σχέση με το πετρέλαιο, επιτρέπουν στο φυσικό αέριο να έχει πρωταγωνιστικό ρόλο στις μορφές ενέργειας. Πράγματι λοιπόν, η αγορά του φυσικού αερίου, έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον και την προσοχή πολλών ερευνητών που προσπαθούν να το εκμεταλλευτούν στο έπακρο μέσα από συνεχείς αναλύσεις.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Για τους παραπάνω λόγους, η παρούσα εργασία έχει ως αντικείμενο την παρουσίαση και την οικονομετρική ανάλυση της αγοράς του φυσικού αερίου.

Πιο αναλυτικά, ***στο πρώτο κεφάλαιο***, γίνεται μία σύντομη περιγραφή του αντικειμένου, αλλά και του σκοπού αυτής της εργασίας.

Στο ***δεύτερο κεφάλαιο***, θα παρουσιάσουμε με το ρόλο που διαδραματίζει το φυσικό αέριο στην παγκόσμια οικονομία. Εν συνεχεία, θα αναφερθούμε συνοπτικά στη χημική σύστασή του, στις χρήσεις του στον οικιακό και στον βιομηχανικό τομέα, αλλά και σε μία ιστορική αναδρομή, ώστε να έχουμε μία πλήρη επισκόπηση της αγοράς του.

Από την άλλη πλευρά, ***το τρίτο κεφάλαιο***, αφορά διεθνή περιγραφικά και στατιστικά στοιχεία για τον κλάδο του φυσικού αερίου. Ειδικότερα, έπειτα από μία εισαγωγική παρουσίαση στατιστικών ερευνών που αφορούν τον τομέα της ενέργειας σαν σύνολο, γίνεται αναφορά στους επιμέρους κλάδους της παραγωγής, των αποθεμάτων, της κατανάλωσης, των τιμών και του εμπορίου του φυσικού αερίου. Στην τελευταία ενότητα του κεφαλαίου, θα δούμε πως ξεχωρίζει η περίπτωση της Αμερικής, πρωταγωνιστώντας στις ερευνητικές μελέτες και παρουσιάζοντας ιδιαίτερο ενδιαφέρον στα στατιστικά στοιχεία. Συμπερασματικά, θα επικεντρωθούμε σε όλη την υπόλοιπη εργασία, στην αγορά φυσικού του αερίου στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής.

Το ***κεφάλαιο 4***, αποτελεί ουσιαστικά μία βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με το φυσικό αέριο, η οποία τελικά αποδεικνύει την ύπαρξη εκτεταμένης έρευνας επί του θέματος.

Εν συνεχεία, ***στο πέμπτο κεφάλαιο***, γίνεται οικονομετρική ανάλυση της σειράς GAS. Πρώτο μας μέλημα είναι ο έλεγχος στασιμότητας και μοναδιαίας ρίζας όλων των χρονοσειρών που θα χρησιμοποιηθούν, με τη διαδικασία Dickey Fuller. Στην πορεία, κάνουμε μία προσπάθεια εύρεσης της δυναμικής εξέλιξης ενός συνόλου μεταβλητών με τη βοήθεια και τη χρήση των διανυσματικών αυτοπαλίνδρομων υποδειγμάτων, γνωστών και ως VAR (vector autoregression). Εκτιμούμε δηλαδή, τις δυναμικές επιδράσεις και τις σχέσεις που έχει το φυσικό αέριο με το πετρέλαιο, το δείκτη τιμών καταναλωτή, το δείκτη τιμών παραγωγού και με το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν και ελέγχουμε αργότερα αν υπάρχει αιτιότητα μεταξύ τους σύμφωνα με τη μεθοδολογία Granger. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται συνοπτικά η έννοια της συνολοκλήρωσης και ελέγχουμε αν υπάρχει κοινή στοχαστική τάση που οδηγεί τις αποκλίσεις των χρονοσειρών του φυσικού αερίου και του πετρελαίου να παραμένουν μακροχρόνια σταθερές.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Έπειτα, στο ***έκτο κεφάλαιο***, παρουσιάζεται αναλυτικά μία νέα σειρά τιμών spot πετρελαίου και χρησιμοποιείται η μεθοδολογία Box Jenkins, ώστε να ταυτοποιηθεί και να εκτιμηθεί το καταλληλότερο ARIMA υπόδειγμα. Αφού λοιπόν ολοκληρωθεί η παραπάνω διαδικασία και γίνει ο απαραίτητος διαγνωστικός έλεγχος, συνεχίζουμε με τη διενέργεια προβλέψεων με το ARIMA υπόδειγμα που εκτιμήσαμε παραπάνω.

Στο ***έβδομο κεφάλαιο*** της παρούσας διπλωματικής εργασίας, εισάγουμε την έννοια των γενικευμένων αυτοπαλίνδρομων υποδειγμάτων δεσμευμένης ετεροσκεδαστικότητας γνωστά και ως GARCH. Ειδικότερα, γίνεται μία προσπάθεια μοντελοποίησης της μεταβλητότητας της σειράς και εκτιμώνται τα εξής μοντέλα: GARCH (1,1), EGARCH (1,1), PARCH (1,1), TGARCH (1,1). Στην πορεία, θα προκρίνουμε το καταλληλότερο μοντέλο μέσω της διαδικασίας του διαγνωστικού ελέγχου και θα προβούμε τελικά στην πρόβλεψη της μεταβλητότητας των τιμών spot του φυσικού αερίου.

Το ***όγδοο κεφάλαιο***, το οποίο είναι και το τελευταίο, περιέχει συνοπτικά τα συμπεράσματα της οικονομετρικής μας μελέτης και παρουσιάζει κάποιες προτάσεις για μελλοντική έρευνα επί του θέματος.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΓΕΝΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

2.1 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ

Η ενεργειακή επάρκεια αναδεικνύεται διαρκώς σε έναν από τους κύριους παράγοντες που προσδιορίζουν τη σταθερότητα, την ανάπτυξη και την ποιότητα ζωής σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι εξελίξεις στις επιμέρους ενεργειακές αγορές, τα μέτρα που λαμβάνονται σε παγκόσμιο επίπεδο για την προστασία του περιβάλλοντος, καθώς και οι συνθήκες για την χάραξη μιας κοινής ενεργειακής και περιβαλλοντικής πολιτικής, επιβάλλουν ένα σαφή προσανατολισμό σε καθαρές μορφές ενέργειας και αναδεικνύουν το φυσικό αέριο ως μία από τις σημαντικότερες πηγές ενέργειας στον $21^{ο}$ αιώνα.

Για τους λόγους αυτούς η παγκόσμια κοινότητα έχει οδηγηθεί στην ανάληψη συστηματικών πρωτοβουλιών για την αξιοποίηση εναλλακτικών, καθαρότερων μορφών ενέργειας. Σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του διεθνούς ενεργειακού σκηνικού διαδραμάτισε και η σταδιακή απελευθέρωση των ευρωπαϊκών αγορών ενέργειας, ειδικότερα στους τομείς του ηλεκτρισμού και του φυσικού αερίου.

Οι χαμηλές τιμές φυσικού αερίου και οι πρόσφατες αυξήσεις του κόστους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας οδήγησαν σε σημαντική μεταστροφή από τον άνθρακα στο φυσικό αέριο τα τελευταία χρόνια. Με επαρκή κανονιστική εποπτεία, η καύση φυσικού αερίου αντί του άνθρακα θα μπορούσε να συμβάλλει στη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, παρέχοντας άμεσα οφέλη για τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον. Και επειδή οι γεννήτριες φυσικού αερίου μπορούν να αναβαθμιστούν γρήγορα, θα μπορούσαν να υποστηρίξουν την ενσωμάτωση της αιολικής και ηλιακής ενέργειας, να παράσχουν μεγαλύτερη ευελιξία στο ηλεκτρικό σύστημα και να συνεχίσουν να χρησιμοποιούνται για την κάλυψη της αιχμής της ζήτησης.

Η χρήση φυσικού αερίου έχει ευεργετικά αποτελέσματα και στο περιβάλλον. Η καύση του δημιουργεί τη μικρότερη ρύπανση σε σχέση με τα λοιπά συμβατικά καύσιμα, συμβάλλει λιγότερο στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, αφού παράγει μικρότερες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα σε σχέση με το πετρέλαιο, και δεν

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

προκαλεί όξινη βροχή, καθώς δεν περιέχει καθόλου θείο. Συμβάλλει, λοιπόν, στην προστασία του περιβάλλοντος, για την οποία έχουν δεσμευτεί και διεθνώς οι χώρες.

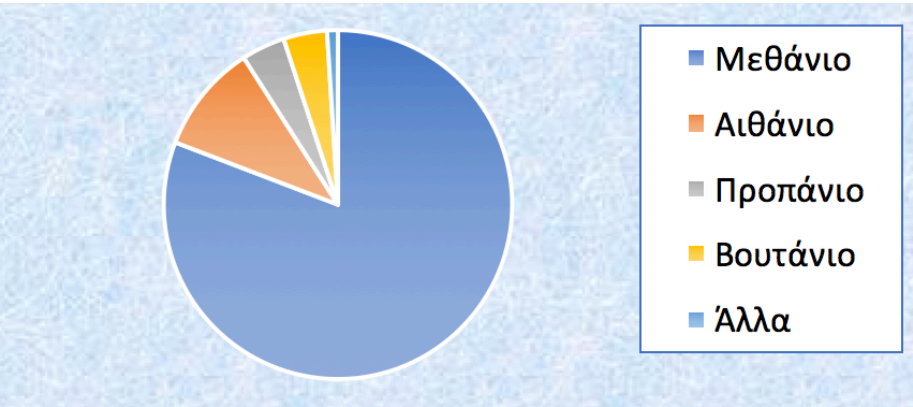
Ευνοείται, επίσης, η χρήση του φυσικού αερίου στη βιομηχανία γιατί αυξάνει την ενεργειακή απόδοση, μειώνει το λειτουργικό κόστος για τη διαχείριση καυσίμου, βελτιώνει την ποιότητα των προϊόντων και περιορίζει τη ρύπανση του περιβάλλοντος. Για τους ίδιους λόγους χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο από μικρούς επαγγελματίες, ενώ σχεδιάζεται η ευρύτερη χρήση του και σε άλλους τομείς, όπως στην αυτοκίνηση. Ο περιορισμός της χρήσης πετρελαίου, αναμένεται να αλλάξει σημαντικά το ενεργειακό ισοζύγιο και να μειώσει την εξάρτησή από το «μαύρο χρυσό», εξάρτηση η οποία, λόγω της ανόδου της τιμής του τα τελευταία χρόνια, επιβαρύνει σημαντικά τις εθνικές οικονομίες. Η διαφοροποίηση των πηγών προμήθειας, εξάλλου, αποτελεί δικλείδα ασφαλείας για τον ενεργειακό εφοδιασμό μιας χώρας.

2.2 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Το Φυσικό Αέριο είναι αέριο μείγμα κορεσμένων υδρογονανθράκων με μικρό αριθμό ατόμων άνθρακα. Εξάγεται από υπόγειες κοιλότητες και εξαιτίας των ιδιοτήτων του θεωρείται οικολογικό καύσιμο. Βασικό συστατικό του ΦΑ είναι το μεθάνιο, συνυπάρχουν όμως σε αυτό και σημαντικές ποσότητες αιθανίου, προπανίου και βουτανίου καθώς και διοξείδιο του άνθρακα, άζωτο, ήλιο και υδρόθειο.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.1

Χημική Σύσταση Φυσικού Αερίου



ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1

Ποσοστιαία Σύσταση Φυσικού αερίου

Συστατικά	**% κατά όγκο σύσταση**
Μεθάνιο (CH_4)	70-90
Αιθάνιο (C_2H_6)	5-15
Προπάνιο (C_3H_8) και Βουτάνιο (C_4H_{10})	< 5
CO_2, N_2, H_2S, κτλ.	Μικρότερες ποσότητες

Πηγή : el.wikipedia.org

Το ΦΑ είναι άχρωμο και άοσμο ενώ η χαρακτηριστική του οσμή δίνεται τεχνικά ώστε να γίνεται αντιληπτό σε περίπτωση διαρροής. Ανήκει στη δεύτερη οικογένεια των αέριων καυσίμων και είναι ελαφρύτερο από τον αέρα με ειδικό βάρος 0,59. Η καύση του σε σχέση με αυτή άλλων καυσίμων έχει λιγότερο επιβλαβείς συνέπειες για το περιβάλλον παράγοντας μικρότερες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα για κάθε μονάδα παραγόμενης ενέργειας. Αποτελεί την καθαρότερη πηγή πρωτογενούς ενέργειας μετά τις ανανεώσιμες μορφές. Τα μεγέθη των εκπεμπόμενων ρύπων είναι σαφώς μικρότερα σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα, ενώ η βελτίωση του βαθμού απόδοσης μειώνει τη συνολική κατανάλωση καυσίμου περιορίζοντας την ατμοσφαιρική ρύπανση.

2.3 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Πριν κατανοηθεί τι ακριβώς ήταν το φυσικό αέριο, το κάλυπτε ένα μυστήριο. Οι πρώτες ενδείξεις που έχουμε για την ύπαρξη φυσικού αερίου πρωτοεμφανίστηκαν πολύ παλαιότερα από ό,τι μπορεί να φανταστεί κανείς, μεταξύ 6000 και 2000 π.Χ. στην περιοχή που σήμερα βρίσκεται το Ιράν.

Κάποιες φορές, αστραπές και κεραυνοί μπορούσαν να αναφλέξουν το φυσικό αέριο που διέφευγε κάτω από τον εξωτερικό φλοιό της γης. Αυτό δημιουργούσε μια φωτιά που ανάβλυζε από τη γη, καίγοντας το φυσικό αέριο που έβγαινε από το υπέδαφος. Αυτές οι φωτιές προβλημάτισαν τους πρωτόγονους πολιτισμούς και αποτέλεσαν τη βάση για πολλούς μύθους και προκαταλήψεις. Μία από τις πιο διάσημες τέτοιες φωτιές συναντάμε στην αρχαία Ελλάδα, στο όρος του Παρνασσού, περίπου το 1000 π.Χ. Ένας αιγοβοσκός βρήκε κάτι που έμοιαζε με «φλεγόμενο πίδακα», μια

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

φλόγα που ανάβλυζε από μία σχισμή στο βράχο. Οι αρχαίοι Έλληνες, πιστεύοντας ότι επρόκειτο για θεϊκή παρέμβαση, έχτισαν ένα ναό πάνω στη φλόγα. Ο ναός αυτός στέγαζε μία ιέρεια η οποία ήταν γνωστή ως Μάντης των Δελφών, και έδινε προφητείες που υποστήριζε ότι εμπνέονταν από την φλόγα.

Αυτοί οι τύποι πηγών κατείχαν εξέχουσα σημασία στις θρησκείες της Ινδίας, της Ελλάδας και της Περσίας. Ανίκανοι να εξηγήσουν την προέλευση των φλογών αυτών, συχνά θεωρούνταν θεϊκές ή υπερφυσικές. Το 500 π.Χ. όμως οι Κινέζοι ανακάλυψαν τη δυνατότητα εκμετάλλευσης των φλογών αυτών. Αφού έβρισκαν σημεία στο έδαφος όπου διέφευγε αέριο, κατασκεύαζαν πρόχειρους και ακατέργαστους αγωγούς με καλάμια μπαμπού για να μεταφέρουν το αέριο, όπου το χρησιμοποιούσαν για το βρασμό, την αφαλάτωση του θαλασσινού νερού και τη μετατροπή του σε πόσιμο. Η σύγχρονη ιστορία των αερίων καυσίμων – στα οποία συγκαταλέγονται και τα φυσικά αέρια- αρχίζει με την παραγωγή καυσίμου αερίου με ξηρή απόσταξη από στερεά καύσιμα, που χρησίμευε για φωτισμό και για τον λόγο αυτό ονομάστηκε «φωταέριο».

Η Βρετανία ήταν η πρώτη χώρα που εμπορευματοποίησε τη χρήση του φυσικού αερίου (1659). Περί το 1785, το φυσικό αέριο που παράγεται από άνθρακα χρησιμοποιήθηκε για να φωτίσει τα σπίτια, καθώς και τα φώτα του δρόμου. Το κατασκευασμένο φυσικό αέριο αυτού του τύπου (σε αντίθεση με το φυσικό αέριο) μεταφέρθηκε για πρώτη φορά στις Ηνωμένες Πολιτείες το 1816, όταν χρησιμοποιήθηκε για να φωτίσει τους δρόμους της Βαλτιμόρης. Ωστόσο, αυτό το παραγόμενο αέριο ήταν λιγότερο αποδοτικό και λιγότερο φιλικό προς το περιβάλλον από το σύγχρονο φυσικό αέριο που προέρχεται από το υπέδαφος.

Εντυπωσιακό είναι το γεγονός πως το 1821 η πόλη Fredonia στην περιφέρεια της Νέας Υόρκης φωτιζόταν με φυσικό αέριο. Την ίδια εποχή, ο William Hart έσκαψε το πρώτο πετυχημένο πηγάδι φυσικού αερίου στις Η.Π.Α. Αφού παρατηρούσε φυσαλίδες αερίου που ανέβαιναν στην επιφάνεια ενός κολπίσκου, ο Hart έριξε ένα φρεάτιο 27 ποδιών (8 μέτρα) για να προσπαθήσει να αποκτήσει μεγαλύτερη ροή αερίου στην επιφάνεια. Ο Hart θεωρείται από πολλούς ως ο «πατέρας του φυσικού αερίου» στην Αμερική. Με την επέκταση του έργου του Hart, σχηματίστηκε τελικά η Fredonia Gas Light Company, η οποία έγινε η πρώτη αμερικανική εταιρεία διανομής φυσικού αερίου.

Παρόλα αυτά, η χρήση του φυσικού αερίου εξακολουθούσε να είναι περιορισμένη, γιατί δεν υπήρχε τρόπος μεταφοράς του σε μεγάλες αποστάσεις και επί

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

έναν αιώνα το φυσικό αέριο παρέμεινε στο περιθώριο της βιομηχανικής εξέλιξης, που βασίστηκε στον άνθρακα, το πετρέλαιο και τον ηλεκτρισμό.

Κατά το μεγαλύτερο μέρος του 19ου αιώνα, το φυσικό αέριο χρησιμοποιήθηκε σχεδόν αποκλειστικά ως πηγή φωτός. Χωρίς υποδομή αγωγών, ήταν δύσκολο να μεταφερθεί πολύ μακριά, ή σε σπίτια που θα χρησιμοποιηθούν για θέρμανση ή μαγειρική. Όμως, το 1885, η εφεύρεση του Robert Bunsen για αυτό που είναι γνωστό σήμερα ως καυστήρας Bunsen άνοιξε τεράστιες νέες ευκαιρίες χρήσης φυσικού αερίου. Κατάφερε να δημιουργήσει μια συσκευή που μείωσε το φυσικό αέριο με τον αέρα στις σωστές αναλογίες, δημιουργώντας μια φλόγα που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί με ασφάλεια για το μαγείρεμα και τη θέρμανση. Το μεγαλύτερο μέρος του φυσικού αερίου που παράγεται σε αυτή την εποχή κατασκευάστηκε από άνθρακα, αντί να προέρχεται από πηγάδι. Κοντά στα τέλη του 19ου αιώνα, με την εμφάνιση του ηλεκτρικού ρεύματος, τα φώτα φυσικού αερίου μετατράπηκαν σε ηλεκτρικά φώτα. Αυτό οδήγησε τους παραγωγούς φυσικού αερίου να αναζητήσουν νέες χρήσεις για το προϊόν τους.

Το 1836, ο Δήμος της Φιλαδέλφειας δημιούργησε την πρώτη εταιρεία διανομής φυσικού αερίου που ανήκει στον δήμο. Ένας από τους πρώτους μεγάλους αγωγούς κατασκευάστηκε το 1891. Αυτός ο αγωγός είχε μήκος 120 μίλια και μετέφερε φυσικό αέριο από πηγάδια στην κεντρική Ιντιάνα προς την πόλη του Σικάγο. Ωστόσο, αυτός ο πρώιμος αγωγός δεν ήταν πολύ αποδοτικός στη μεταφορά φυσικού αερίου. Μόλις άρχισαν να κατασκευάζονται αποτελεσματικοί αγωγοί του 20ου αιώνα, η χρήση του φυσικού αερίου επεκτάθηκε στη θέρμανση και το μαγείρεμα στο σπίτι, συσκευές όπως οι θερμαντήρες νερού και οι σειρές φούρνων, οι εγκαταστάσεις παραγωγής και επεξεργασίας και οι λέβητες για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Μόνο στη δεκαετία του 1920 η σημαντική προσπάθεια δόθηκε για την οικοδόμηση μιας υποδομής αγωγών. Μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, οι νέες τεχνικές συγκόλλησης, μαζί με την πρόοδο στον κύλινδρο και την μεταλλουργία των σωλήνων, βελτίωσαν περαιτέρω την αξιοπιστία των σωληνώσεων. Αυτή η ανοδική πολεμική εξέλιξη του αγωγού κράτησε και στη δεκαετία του '60, και επέτρεψε την κατασκευή χιλιάδων μιλίων αγωγών στην Αμερική.

Χωρίς να το μεταφέρουμε αποτελεσματικά, το φυσικό αέριο που ανακαλύφθηκε πριν από τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο ήταν συνήθως απλώς ελεύθερο στην ατμόσφαιρα ή καιγόταν όταν βρισκόταν μαζί με άνθρακα και λάδι. Η μέθοδος

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

μεταφοράς φυσικού αερίου με αγωγούς αναπτύχθηκε στη δεκαετία του 1920 και αποτέλεσε ένα σημαντικό στάδιο στη χρήση του αερίου.

Μόλις ήταν δυνατή η μεταφορά φυσικού αερίου, ανακαλύφθηκαν νέες χρήσεις φυσικού αερίου. Αυτές περιλαμβάνουν τη χρήση φυσικού αερίου για τη θέρμανση των σπιτιών και τη λειτουργία συσκευών όπως θερμοσίφωνες, φούρνοι και εστίες μαγειρέματος. Η βιομηχανία άρχισε να χρησιμοποιεί φυσικό αέριο στις μονάδες παραγωγής και μεταποίησης. Επίσης, το φυσικό αέριο χρησιμοποιήθηκε για τη θέρμανση των λεβήτων που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η διευρυμένη υποδομή μεταφοράς είχε κάνει το φυσικό αέριο εύκολο να αποκτηθεί και γινόταν όλο και πιο δημοφιλής επιλογή ενέργειας.

Μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο ακολούθησε μια περίοδος τεράστιας κατανάλωσης, που συνεχίζεται μέχρι σήμερα. Το 1960 η παγκόσμια παραγωγή φυσικού αερίου ήταν 470 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα και το 1979 ήταν 1,459 τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα. Το 1950 το φυσικό αέριο αποτελούσε το 12% της καταναλισκόμενης παγκοσμίως ενέργειας, ένα ποσοστό που αυξήθηκε σε 14,6% το 1960 και σε 25% το 1980. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας (ΔΟΕ) το φυσικό αέριο περί το 2030 θα καλύπτει το 1/4 των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών. Το 1970 το φυσικό αέριο αποτελούσε το 19% περίπου της καταναλισκόμενης παγκοσμίως ενέργειας, ένα ποσοστό που αυξήθηκε σε 21% το 1990 και σε 24% το 2010. Σύμφωνα με εκτιμήσεις (BP Energy Outlook), η κατανάλωση φυσικού αερίου θα συγκλίνει (με αυξητική τάση) προς την κατανάλωση άνθρακα (που θα έχει αυξομειωτική τάση) και την κατανάλωση πετρελαίου (που θα έχει μειωτική τάση) και το 2030 αναμένεται ότι η κατανάλωση φυσικού αερίου θα πλησιάσει αισθητά την κατανάλωση άνθρακα και πετρελαίου, καλύπτοντας περίπου το 26% των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών.

2.4 ΧΡΗΣΕΙΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Η χρήση φυσικού αερίου έχει ευεργετικά αποτελέσματα και στο περιβάλλον. Η καύση του δημιουργεί τη μικρότερη ρύπανση σε σχέση με τα λοιπά συμβατικά καύσιμα, συμβάλλει περιορισμένα στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, αφού παράγει μικρότερες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα σε σχέση με το πετρέλαιο και δεν προκαλεί όξινη

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

βροχή, καθώς δεν περιέχει καθόλου θείο. Ενδεικτικά μερικές από τις χρήσεις του φυσικού αερίου, αναφέρονται παρακάτω :

- Αποτελεί βασική πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
- Χρησιμοποιείται στην παραγωγή υδρογόνου.
- Καύσιμο οχημάτων (οικολογικά οχήματα). Γίνονται, επίσης, προσπάθειες για χρήση του και στην αεροπορία.
- Άλλες χρήσεις (μαγειρική, θέρμανση, παραγωγή γυαλιού, υφασμάτων, ατσαλιού, πλαστικών, ειδών χρωματισμού και άλλων προϊόντων)

Το φυσικό αέριο στον βιομηχανικό τομέα

Τα χαρακτηριστικά του φυσικού αερίου που ευνοούν τη χρήση του στον βιομηχανικό τομέα είναι κυρίως τα εξής:

- Είναι εφικτή η συνεχής παροχή καυσίμου. Κάτι τέτοιο εξασφαλίζει απρόσκοπτη λειτουργία και αποδεσμεύει κεφάλαια που σε άλλες περιπτώσεις απαιτούνται για τη διατήρηση αποθεμάτων και αποθηκευτικών χώρων
- Έχει μειωμένες, σε σχέση με άλλα καύσιμα, εκπομπές ρύπων. Έτσι η χρήση του συμβάλλει στο καθαρότερο περιβάλλον
- Έχει μειωμένο λειτουργικό κόστος διαχείρισης καυσίμου και συντήρησης
- Αυξημένη ενεργειακή απόδοση και οικονομία
- Βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων
- Ευχέρεια χειρισμού και ελέγχου
- Αποκέντρωση θερμικών χρήσεων

Πλεονεκτήματα Φυσικού Αερίου έναντι των συμβατικών υγρών καυσίμων

Η χημική σύσταση του φυσικού αερίου (και των ομοειδών του) καθώς και η σύσταση των καυσαερίων του, συνιστούν δυο συνθήκες με υψηλό ενδιαφέρον από την σκοπιά της λειτουργίας με υψηλό βαθμό απόδοσης και της εξοικονόμησης ενέργειας ιδίως στις οικιακές εφαρμογές:

- Εξαιτίας της απουσίας προσμίξεων επιβαρυντικών για τα μέρη των συσκευών και των εγκαταστάσεων (καυστήρες, θάλαμοι καύσης, απαγωγή καυσαερίων κλπ), είναι απολύτως εφικτή η διατήρηση σταθερού βαθμού απόδοσης για ιδιαίτερα μεγάλες περιόδους.

- Επειδή τα προϊόντα της καύσης του φυσικού αερίου αποτελούνται κυρίως από νερό (υδρατμούς), καθίσταται εύκολα δυνατή η αξιοποίηση της λανθάνουσας θερμότητας των καυσαερίων (διαδικασία συμπύκνωσης), με αποτέλεσμα την αύξηση (πάνω από 20%) της ωφέλιμης θερμότητας που λαμβάνεται από δεδομένη ποσότητα καυσίμου.

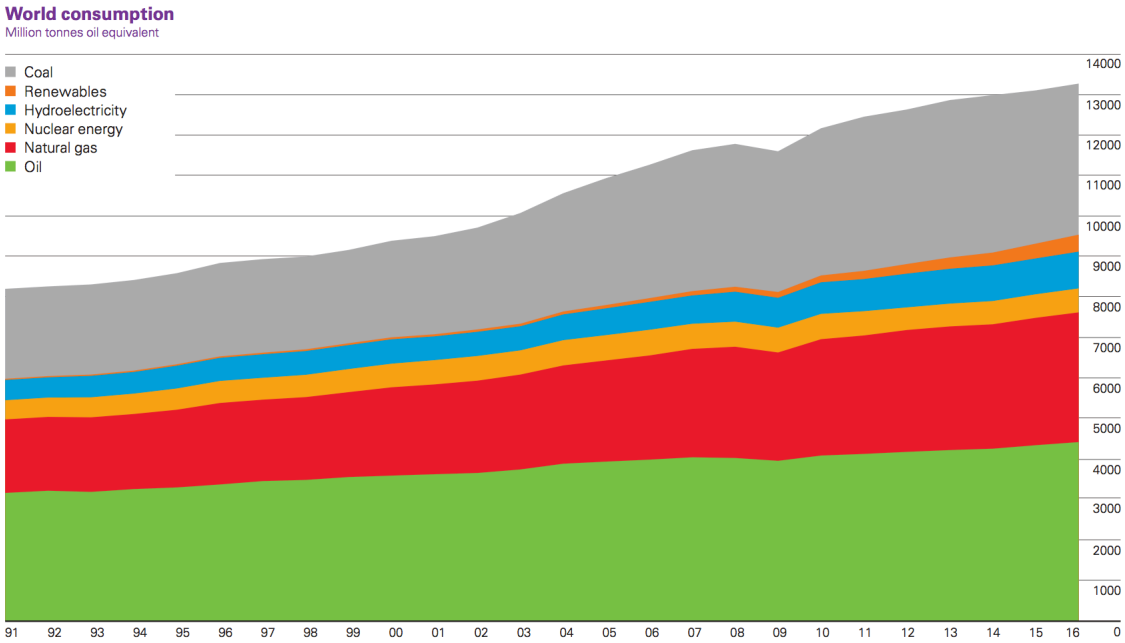
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΔΙΕΘΝΗ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΛΑΔΟ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

3.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Σύμφωνα με τη δημοσίευση της εταιρίας BP με τίτλο 'BP Statistical Review of World Energy 2016', η παγκόσμια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας αυξήθηκε κατά 1,0% το 2016, πολύ κάτω από το μέσο όρο των 10 ετών. Όπως συνέβη παρομοίως το 2015, η ανάπτυξη ήταν κάτω από το μέσο όρο σε όλες τις περιοχές εκτός από την Ευρώπη και την Ευρασία . Όλα τα καύσιμα (με εξαίρεση το πετρέλαιο και την πυρηνική ενέργεια), αυξήθηκαν με ρυθμούς κάτω του μέσου όρου. Το πετρέλαιο έδωσε τη μεγαλύτερη αύξηση στην κατανάλωση ενέργειας σε 77 εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (mtoe), ακολουθούμενη από φυσικό αέριο (57 mtoe) και ανανεώσιμη ενέργεια (53 mtoe).

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.1

ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

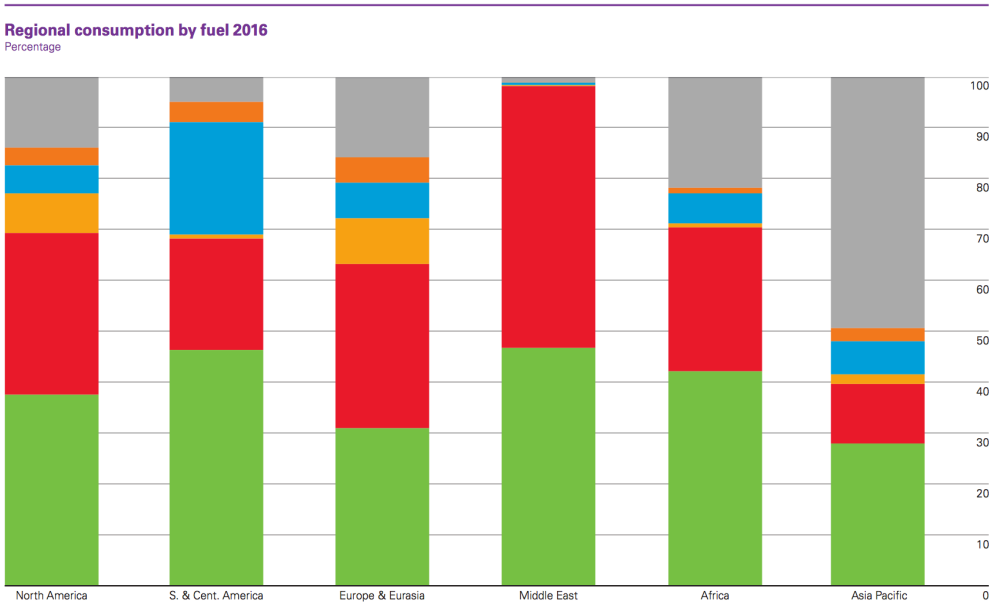


Πηγή : BP Statistical Review of World Energy 2016

Η παγκόσμια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας αυξήθηκε κατά 1,0% το 2016, πολύ κάτω από το μέσο όρο των 10 ετών. Όπως συνέβη παρομοίως το 2015, η ανάπτυξη ήταν κάτω από το μέσο όρο σε όλες τις περιοχές εκτός από την Ευρώπη και την Ευρασία . Όλα τα καύσιμα (με εξαίρεση το πετρέλαιο και την πυρηνική ενέργεια), αυξήθηκαν με ρυθμούς κάτω του μέσου όρου. Το πετρέλαιο έδωσε τη μεγαλύτερη αύξηση στην κατανάλωση ενέργειας σε 77 εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (mtoe), ακολουθούμενη από φυσικό αέριο (57 mtoe) και ανανεώσιμη ενέργεια (53 mtoe).

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.2

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΚΑΥΣΙΜΟ 2016

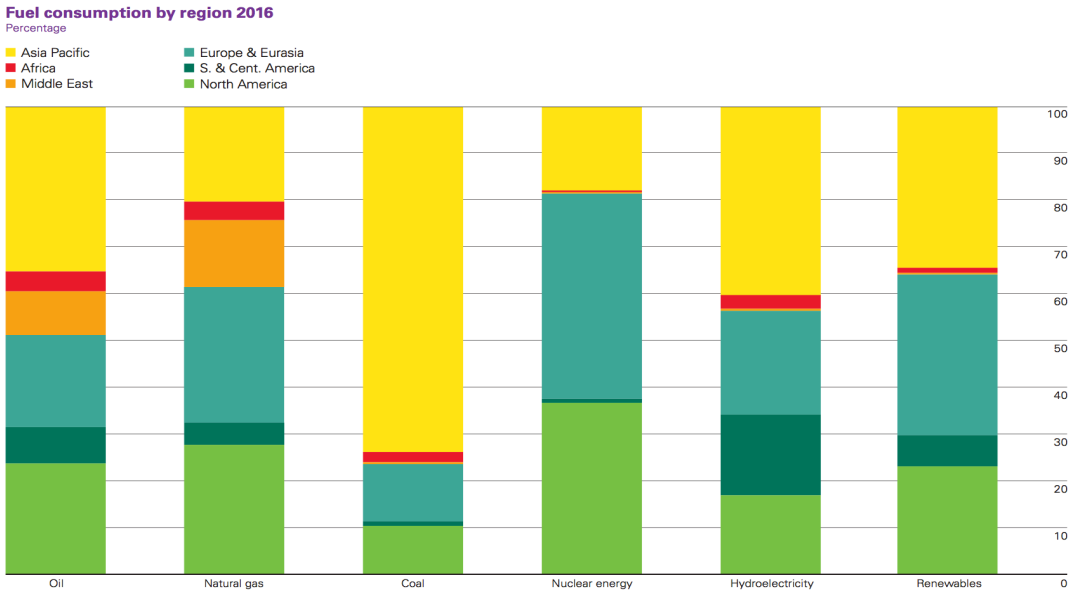


Πηγή : BP Statistical Review of World Energy 2016

Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρούμε πως το φυσικό αέριο είναι το κυρίαρχο καύσιμο στην Μέση Ανατολή, ενώ παρόμοια έχει δεσποτική θέση σε Ευρώπη και Ευρασία, ενώ το πετρέλαιο πρωταγωνιστεί στις αγορές της Αφρικής και της Αμερικής. Από την άλλη μεριά, στην περιοχή Ασίας-Ειρηνικού, ο άνθρακας παραμένει το βασικό καύσιμο, αντιπροσωπεύοντας το 49% της περιφερειακής κατανάλωσης ενέργειας.
Στη Βόρεια Αμερική, πρωταγωνιστούν το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, με το πρώτο να έχει ένα μικρό προβάδισμα έναντι του δεύτερου.
Τέλος, αξιοσημείωτη είναι η συμμετοχή της υδροηλεκτρικής ενέργειας στη Νότια και Κεντρική Αμερική, σε αντίθεση με τη Μέση Ανατολή όπου η αντίστοιχη συμμετοχή είναι η ελάχιστη δυνατή.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.3

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΑΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟ 2016



Πηγή : BP Statistical Review of World Energy 2016

Η Ευρώπη και η Ευρασία είναι οι μεγαλύτεροι καταναλωτές φυσικού αερίου, και πυρηνικής ενέργειας, ενώ παρουσιάζουν εξίσου μεγάλα ποσοστά στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στη συνέχεια παρατηρούμε πως η Ασία είναι ο κορυφαίος καταναλωτής πετρελαίου, υδροηλεκτρικής ενέργειας και άνθρακα ενώ παράλληλα διαφαίνεται η μεγάλη συμμετοχή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην κατανάλωση ενέργειας. Στη Βόρεια Αμερική, η κατανάλωση εντοπίζεται κυρίως στην υδροηλεκτρική ενέργεια , στο πετρέλαιο και στις ανανεώσιμες πηγές, παρά το γεγονός ότι τα αντίστοιχα ποσοστά είναι πολύ μικρά. Τέλος, η Αφρική και η Νότια και Κεντρική Αμερική σημειώνουν μικρές συμμετοχές στην κατανάλωση των καυσίμων, ξεχωρίζοντας το πετρέλαιο στην πρώτη και την υδροηλεκτρική ενέργεια στη δεύτερη περιοχή αντίστοιχα.

3.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ

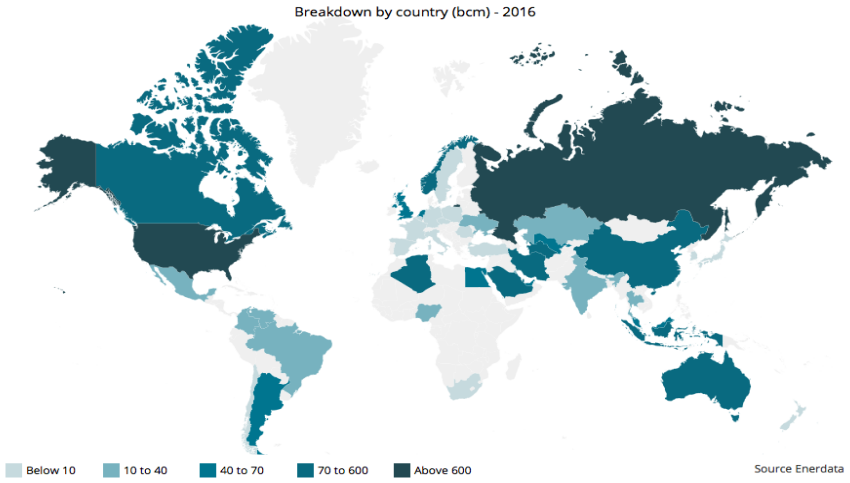
Η παραγωγή φυσικού αερίου αντιστοιχεί στην παραγωγή που διατίθεται στο εμπόριο (δηλαδή αποκλείονται οι ποσότητες που έχουν αναφλεχθεί ή επανατεθεί). Περιλαμβάνεται δηλαδή, η εμπορική παραγωγή και αποκλείεται το αέριο που καίγεται

ή ανακυκλώνεται. Στο μέτρο του δυνατού, τα δεδομένα αντιπροσωπεύουν τα τυπικά κυβικά μέτρα (μετρούμενα σε 150 ^{0}C και 1013 mbar). Δεδομένου λοιπόν ότι προέρχονται απευθείας από τόνους ισοδυνάμου πετρελαίου χρησιμοποιώντας ένα μέσο συντελεστή μετατροπής, δεν αντιστοιχούν απαραίτητα σε όγκους αερίων που εκφράζονται σε συγκεκριμένους εθνικούς όρους.

Η παραγωγή φυσικού αερίου παρέχεται σε τρεις διαφορετικές μονάδες μέτρησης για να εξυπηρετεί την τοπική συνήθη χρήση. Οι παγκόσμιοι πίνακες παραγωγής φυσικού αερίου είναι τόσο σε δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα, όσο και σε εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (mtoe).

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.4

ΟΙ ΧΩΡΕΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

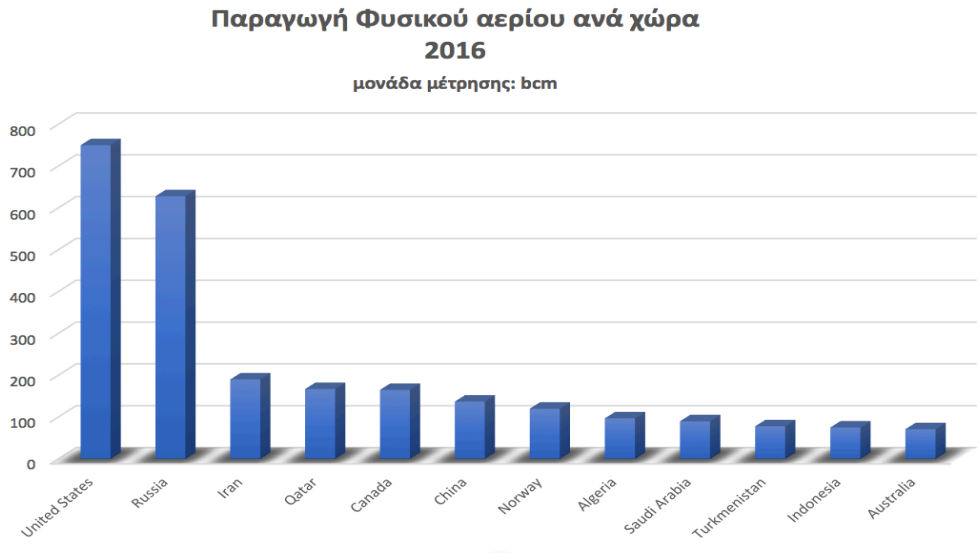


Πηγή : Enerdata Global Energy Statistical Yearbook 2016

Τα κοιτάσματα φυσικού αερίου βρίσκονται συνήθως μακριά από τα κύρια κέντρα κατανάλωσης, συνεπώς το φυσικό αέριο πρέπει να μεταφερθεί, αν και οι βιομηχανίες χημικής επεξεργασίας είναι συχνά εγκατεστημένες στην περιοχή της παραγωγής. Η μεταφορά του φυσικού αερίου εξαρτάται από την κατάστασή του. Σε αέρια κατάσταση μεταφέρεται με αγωγούς υπό υψηλή πίεση, ενώ σε υγρή κατάσταση μεταφέρεται με πλοία.

Στον παγκόσμιο χάρτη φαίνεται πως οι χώρες-παραγωγοί που κυριαρχούν με τα μεγαλύτερα ποσοστά, εντοπίζονται στις περιοχές της Ασίας, της Αμερικής αλλά και της Αυστραλίας

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.5

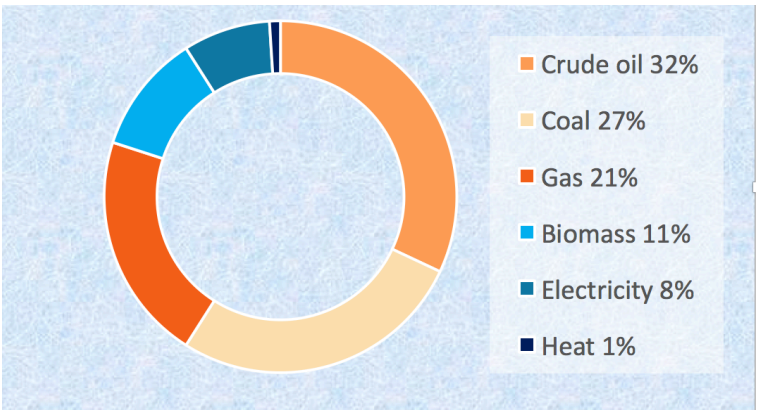


Πηγή : Enerdata Global Energy Statistical Yearbook 2016

Ηγέτης στην παραγωγή φυσικού αερίου για το 2016 είναι οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής με κύριο αντίπαλο τη Ρωσία. Οι υπόλοιπες χώρες κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα, ενώ στην τελευταία θέση βρίσκεται η Αυστραλία.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.6

Ποσοστό % στη Συνολική Παραγωγή



Πηγή : Enerdata Global Energy Statistical Yearbook 2016

Το μεγαλύτερο ποσοστό στη συνολική παραγωγή κατέχει φυσικά το αργό πετρέλαιο (32%), ενώ ακριβώς μετά ακολουθεί ο άνθρακας με 5 ποσοστιαίες μονάδες λιγότερες. Στην τρίτη θέση της συνολικής παραγωγής βρίσκεται με ποσοστό 21% το φυσικό αέριο και αρκετά παρακάτω βρίσκονται διαδοχικά η βιομάζα και η ηλεκτρική ενέργεια.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΓΙΑ ΤΟ 2016

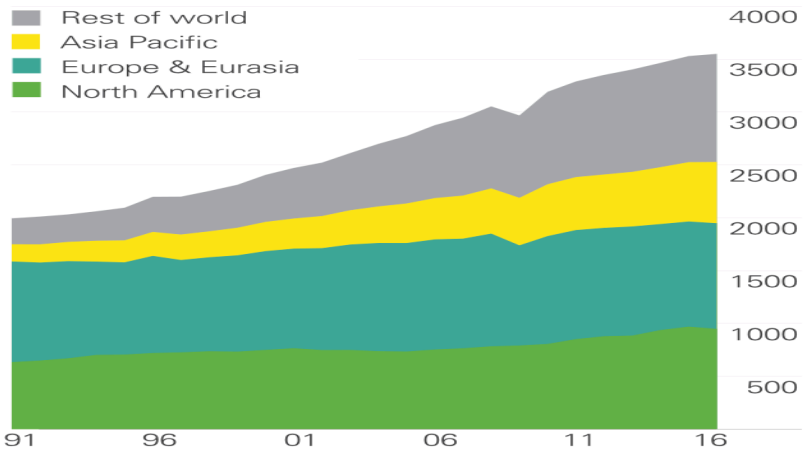
Το 2016 σύμφωνα με αναλυτές της εταιρίας BP στο άρθρο '*BP Statistical Review of World Energy 2016'*, η παγκόσμια παραγωγή φυσικού αερίου αυξήθηκε μόνο κατά 0,3% ή 21 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα (bcm) στα 3552 κυβικά εκατοστά, σημειώνοντας την ασθενέστερη αύξηση της παραγωγής αερίου τα τελευταία 20 χρόνια (εξαιρείται η αμέσως επόμενη χρονιά από την χρηματοπιστωτική κρίση). Αυτά τα στοιχεία μας δείχνουν για ακόμη μία φορά την ανάπτυξη της αγοράς φυσικού αερίου και τη σημασία του στην παγκόσμια οικονομία. Η μείωση της παραγωγής στη Βόρεια Αμερική (-21 δισ. εκατοστά) αντιστάθμισε εν μέρει την ισχυρή ανάπτυξη από την Αυστραλία (19 δισ. εκατοστά) και το Ιράν (13 δισ. εκατοστά). Η αυστραλιανή παραγωγή ήταν ο μοναδικός παράγοντας που δημιούργησε αρκετές νέες εγκαταστάσεις ΥΦΑ (υγροποιημένου φυσικού αερίου LNG). Το Ιράν ενίσχυσε επίσης την παραγωγή μετά την επιβολή κυρώσεων. Αλλά αυτές οι αυξήσεις αντισταθμίστηκαν από τη μεγάλη πτώση της παραγωγής των ΗΠΑ (-17 Bcm, -2,5%), με πτώση στις τιμές του φυσικού αερίου και του πετρελαίου που βάρυνε την παραγωγή του φυσικού αερίου. Αυτή ήταν η πρώτη πτώση της αμερικανικής παραγωγής μετά την έναρξη της επανάστασης σχιστολιθικού στα μέσα της δεκαετίας του 2000.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗ

Στον παρακάτω πίνακα, θα συγκρίνουμε την παγκόσμια παραγωγή φυσικού αερίου ανάμεσα στην Ασία, στη Βόρειο Αμερική και στην Ευρώπη και Ευρασία.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.7

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΑΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗ (BCM)



Πηγή : BP Statistical Review of World Energy 2016

Ξεκάθαρο προβάδισμα έχει η περιοχή της Ευρώπης και της Ευρασίας που παρουσιάζει τα μεγαλύτερα ποσοστά στη συνολική παραγωγή και έπειτα ακολουθεί η Βόρεια Αμερική με εξίσου υψηλά ποσοστά συμμετοχής. Έπειτα βλέπουμε τις υπόλοιπες περιοχές του κόσμου, ενώ στην τελευταία θέση βρίσκεται με τα χαμηλότερα δεδομένα η Ασία.

ΟΙ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΕΣ ΕΤΑΙΡΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Οι εταιρείες που ανέφεραν το μεγαλύτερο ημερήσιο όγκο φυσικού αερίου στο πιο πρόσφατο οικονομικό τρίμηνο:

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1

Οι Μεγαλύτερες Εταιρίες Παραγωγής Φυσικού Αερίου

SYMBOL	NAME	Vol	EV	EBITDA	FCF TTM	EV/ EBITDA	Debt/ EBITDA	YTD Ret
RDSA	Royal Dutch Shell plc	10.2	$281.3	$17.3	-$5.2	16.3	4.3	15.6%
XOM	Exxon Mobil Corporation	9.8	$406.0	$25.0	$0.3	16.3	1.6	15.7%
BP	BP plc	5.7	$138.5	$9.2	$0.6	15.1	3.5	13.7%
CVX	Chevron Corporation	5.0	$228.5	$14.7	-$8.2	15.5	2.4	15.9%
STL	Statoil ASA	4.7	$69.2	$13.4	-$0.3	5.2	1.3	25.1%
ENI	Eni SpA	4.7	$71.1	$7.3	-$0.4	9.8	2.2	5.3%
COP	ConocoPhillips	3.9	$76.1	$3.5	-$0.8	21.6	7.0	-9.6%
CHK	Chesapeake Energy Corporation	3.0	$16.8	$0.8	-$1.9	20.7	11.9	11.1%
APC	Anadarko Petroleum Corporation	2.2	$47.0	$1.9	-$1.6	25.1	8.6	12.4%
CNQ	Canadian Natural Resources Limited	1.7	$47.8	$3.0	-$0.3	16.1	4.3	51.5%
	Averages	**5.1**	**$138.2**	**$9.6**	**-$1.8**	**16.2**	**4.7**	**15.7%**

Πηγή : S&P Global Market Intelligence

ΕΞΑΙΡΟΥΝΤΑΙ από τη λίστα:

Η ρωσική εταιρεία Gazprom είναι μακράν ο μεγαλύτερος παραγωγός φυσικού αερίου στον κόσμο, αλλά όπως και η εταιρία PetroChina, είναι κατά κύριο λόγο κρατικές ιδιοκτησίες. Επίσης, δεν παρέχουν τακτικές ενημερώσεις σχετικά με τον όγκο παραγωγής. Σαν αποτέλεσμα, εξαιρούνται από τον κατάλογο, αλλά σημειώνεται ότι και οι δύο είναι πράγματι μεταξύ των μεγαλύτερων παραγωγών στον κόσμο.

Vol : Δισεκατομμύρια κυβικά πόδια ημερησίως (Bcf/d) φυσικού αερίου που παράγεται παγκοσμίως κατά μέσο όρο στο πιο πρόσφατο οικονομικό τρίμηνο

EV : Επιχειρησιακή αξία σε δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ στο κλείσιμο των εργασιών στις 12 Αυγούστου 2016

EBITDA : Κέρδη πριν από τόκους, φόρους, αποσβέσεις και σε εκατομμύρια για τους τελευταίους δώδεκα μήνες (TTM)

FCF : Ελεύθερη ταμειακή ροή σε δισεκατομμύρια

Χρέος : Καθαρό χρέος στο τέλος του πιο πρόσφατου δημοσιονομικού τριμήνου

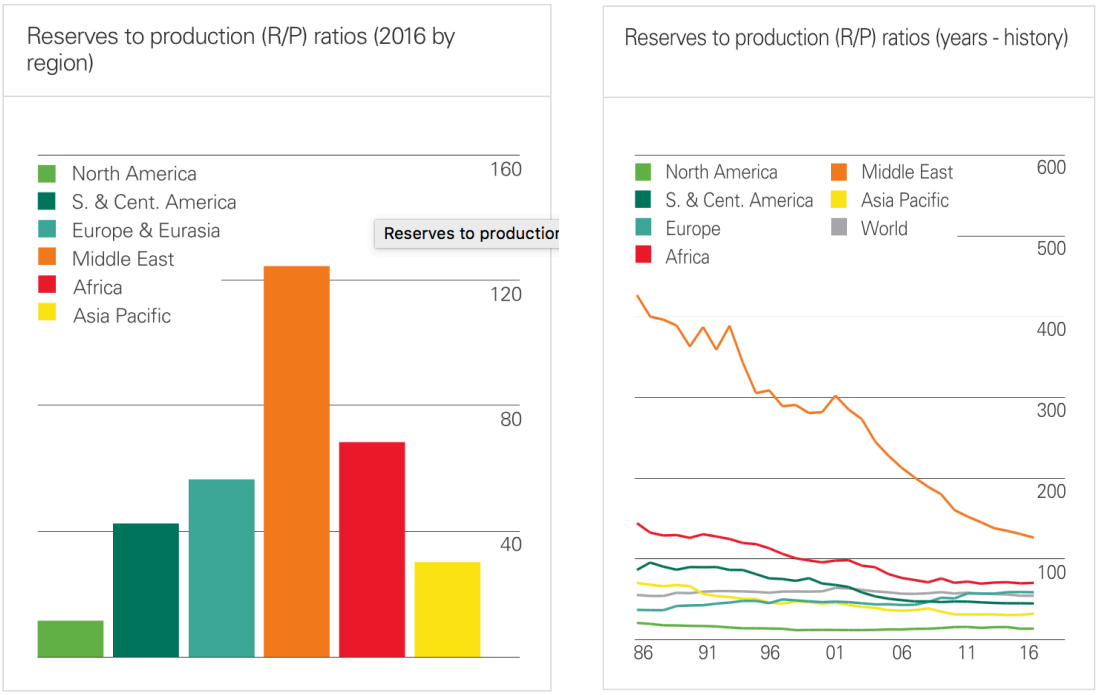
YTD : Συνολική απόδοση μετόχων, συμπεριλαμβανομένων των μερισμάτων

3.3 ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ

Τα παγκοσμίως αποδεδειγμένα αποθέματα φυσικού αερίου το 2016 αυξήθηκαν ελαφρώς κατά 1,2 τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα (tcm) ή αντίστοιχα 0,6%. Αυτά τα δεδομένα, αρκούν για να καλύψουν περισσότερα από 50 χρόνια τρέχουσας παραγωγής (συγκεκριμένα 52,5 χρόνια) σύμφωνα με τους αναλυτές της εταιρίας BP. Κύριοι συντελεστές της ανάπτυξης ήταν η Μιανμάρ (+0,7 τ.εκ.) και η Κίνα (+0,6 κ.ε.). Ανά περιοχή, η Μέση Ανατολή κατέχει τα μεγαλύτερα αποδεδειγμένα αποθέματα (79,4 τ.εκ., το 42,5% του παγκόσμιου συνόλου), ενώ κατά χώρα το Ιράν είναι ο μεγαλύτερος κάτοχος αποθεματικών (33,5 κ.μ., 18% του συνόλου).

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.8

ΛΟΓΟΣ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗ (ΑΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗ)



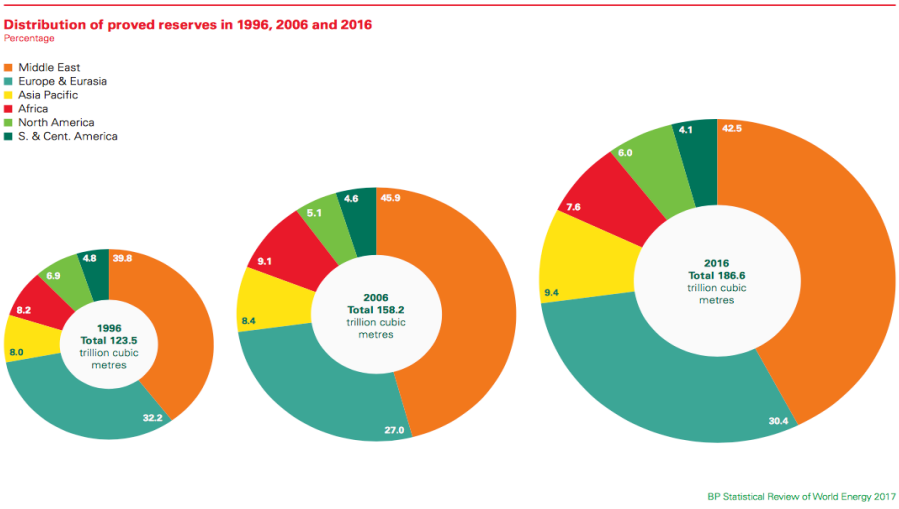
Πηγή : BP Statistical Review of World Energy 2016

Στην κορυφή της ανάλυσης των αναλογιών πρωτοστατεί η Μέση Ανατολή με πολύ υψηλά ποσοστά έναντι των υπολοίπων περιοχών. Στην συνέχεια, αξιοσημείωτη είναι η παρουσία της Αφρικής, με το λόγο αποθεμάτων προς παραγωγή της να ξεπερνά τις 70 μονάδες. Ακριβώς μετά ακολουθούν η Ευρώπη και Ευρασία, ενώ στην τέταρτη θέση βρίσκεται η Μέση Ανατολή. Όσον αφορά το χρονοδιάγραμμα στην αριστερή πλευρά, αξίζει να σχολιαστεί η έντονα πτωτική τάση της Μέσης Ανατολής, η οποία

βλέπουμε πως ξεκινάει το 1986 με το λόγο αποθεμάτων προς παραγωγή να αγγίζει τις 450 μονάδες και τελικά καταλήγει πολύ χαμηλά, λίγο πάνω από τις 100 μονάδες. Οι υπόλοιπες περιοχές ακολουθούν επίσης στο σύνολό τους καθοδικές πορείες, με μόνη εξαίρεση την ελάχιστα ανοδική τάση της Ευρώπης.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.9

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ ΤΟ 1996, 2006 ΚΑΙ 2016



Πηγή : BP Statistical Review of World Energy 2016

Τα συνολικά αποδεδειγμένα αποθέματα φυσικού αερίου θεωρούνται γενικά, οι ποσότητες που οι γεωλογικές και μηχανολογικές πληροφορίες δείχνουν με εύλογη βεβαιότητα ότι μπορούν να ανακτηθούν στο μέλλον από γνωστές δεξαμενές υπό τις υφιστάμενες οικονομικές και επιχειρησιακές συνθήκες.

Οι δείκτες αποθεματικά προς παραγωγή (R/P), αντιπροσωπεύουν το χρονικό διάστημα που θα διαρκούσαν τα υπόλοιπα αποθεματικά εάν η παραγωγή συνέχιζε στην τιμή του προηγούμενου έτους. Αναλυτικότερα, υπολογίζονται διαιρώντας τα εναπομένοντα αποθεματικά στο τέλος του έτους με την παραγωγή του εν λόγω έτους.

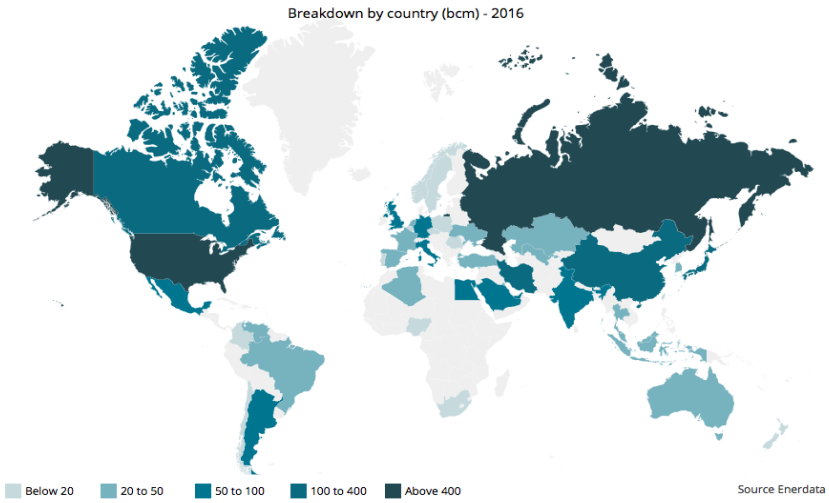
Στα παραπάνω τρία σχήματα κατανομής αποθεματικών το 1996, 2006 και το 2016 ξεκάθαρα κυρίαρχη θέση καταλαμβάνουν τα ποσοστά της Μέσης Ανατολής και στις τρεις επιλεγμένες χρονολογίες ορόσημα, ξεκινώντας μάλιστα από 39,8% το 1996 και καταλήγοντας σε 42,5% το 2016. Στη συνέχεια αξιοσημείωτη είναι και η κατανομή της Ευρώπης και Ευρασίας, οι οποίες αρχίζουν με 32,2% το 1996, μειώνονται σταδιακά κατά 5 ποσοστιαίες μονάδες το 2006, μέχρι που εν τέλει αυξάνονται σε 30,4% το 2016. Σχετικά σταθερές, με μικρές αυξομειώσεις, διαφαίνονται και οι πορείες της Αφρικής,

Βόρειας Αμερικής και Ασίας, με την τελευταία να ξεχωρίζει τελικά στην κατανομή αποθεματικών το 2016.

3.4 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

Η κατανάλωση (ή εγχώρια προσφορά) είναι το ισοζύγιο παραγωγής, το εξωτερικό εμπόριο και οι μεταβολές των αποθεμάτων. Η κατανάλωση φυσικού αερίου εξαιρεί το φυσικό αέριο που μετατρέπεται σε υγρά καύσιμα, αλλά περιλαμβάνει παράγωγα άνθρακα καθώς και φυσικό αέριο που καταναλώνεται στο μετασχηματισμό αερίου προς υγρό. Στο μέτρο του δυνατού, τα δεδομένα αντιπροσωπεύουν τα τυπικά κυβικά μέτρα (μετρούμενα σε 150^{o}C και 1013 mbar). Δεδομένου ότι προέρχονται απευθείας από τόνους ισοδύναμου πετρελαίου χρησιμοποιώντας ένα μέσο συντελεστή μετατροπής, δεν αντιστοιχούν απαραίτητα σε όγκους αερίων που εκφράζονται σε συγκεκριμένους εθνικούς όρους.

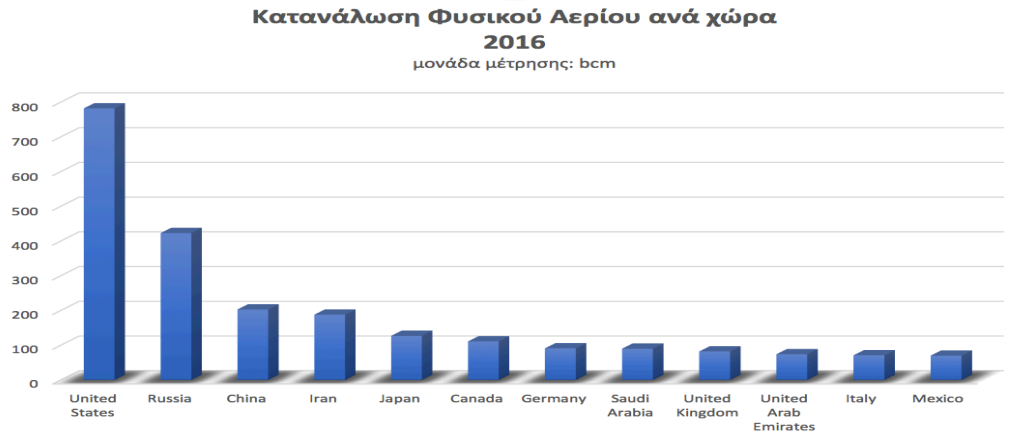
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.10
ΟΙ ΧΩΡΕΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ



Πηγή : Enerdata Global Energy Statistical Yearbook 2016

Οι χώρες με τη μεγαλύτερη κατανάλωση εντοπίζονται κυρίως στις ηπείρους της Αμερικής και της Ασίας, με κύριους πρωταγωνιστές τη Βόρειο Αμερική και τη Ρωσία, ενώ από την άλλη πλευρά τη μικρότερη συμμετοχή φαίνεται να παρουσιάζει η Αφρική. Τέλος, αξιοσημείωτη είναι και η παρουσία της Αυστραλίας με τα δεδομένα της να εντοπίζονται ανάμεσα στις 100 και στις 400 μονάδες κυβικών μέτρων.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.11

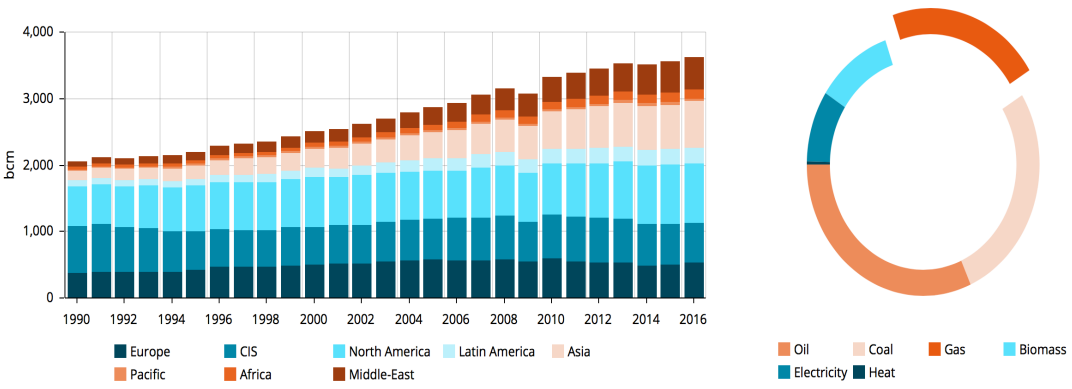


Πηγή : Enerdata Global Energy Statistical Yearbook 2016

Στο παραπάνω διάγραμμα διαφαίνονται οι χώρες που παρουσιάζουν τα μεγαλύτερα ποσοστά στην παγκόσμια κατανάλωση φυσικού αερίου. Όπως και στον τομέα της παραγωγής την κυρίαρχη θέση καταλαμβάνουν οι ΗΠΑ. Με εξίσου υψηλά δεδομένα ακολουθεί η Ρωσία, ενώ η Κίνα και το Ιράν βρίσκονται στην τρίτη και στην τέταρτη θέση της λίστας αντίστοιχα. Τελικά, οι υπόλοιπες χώρες κυμαίνονται σε χαμηλά ποσοστά, με την Ιταλία και το Μεξικό να ολοκληρώνουν την έρευνα.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.12

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΑΝΑ ΗΠΕΙΡΟ 1990-2016



Πηγή : Enerdata Global Energy Statistical Yearbook 2016

Στο αριστερό τμήμα του παραπάνω χρονοδιαγράμματος, παρουσιάζεται από κοινού η πορεία της κατανάλωσης του φυσικού αερίου ανά ήπειρο από το 1990 έως το 2016. Είναι ξεκάθαρη η πρωταγωνιστική και διαχρονικά σταθερή πορεία της Βόρειας Αμερικής, ενώ αμέσως επόμενες είναι οι πρώην Σοβιετικές Δημοκρατίες με παρόμοια χαρακτηριστικά. Συμπληρωματικά, στην τρίτη θέση με σχετικά στάσιμη πορεία στο

χρόνο βρίσκεται η Ευρώπη. Όσον αφορά την Ασία, τη χαρακτηρίζει μία έντονα ανοδική τάση, ξεκινώντας από σχεδόν 2000 bcm και καταλήγοντας εν τέλει στις 3000 bcm. Αντίστοιχη, αλλά με μικρότερη ένταση είναι η εξέλιξη της κατανάλωσης του φυσικού αερίου στις περιοχές της Αφρικής, Μέσης Ανατολής και του Ειρηνικού. Εν συνεχεία, στο δεξί διάγραμμα βλέπουμε ότι το πετρέλαιο παρουσιάζει το μεγαλύτερο μερίδιο στο ποσοστό της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας, ενώ επακολουθεί ο άνθρακας στη δεύτερη θέση. Τέλος, καθόλου αμελητέα δεν είναι και η συμμετοχή του φυσικού αερίου στα στατιστικά στοιχεία της παγκόσμιας κατανάλωσης.

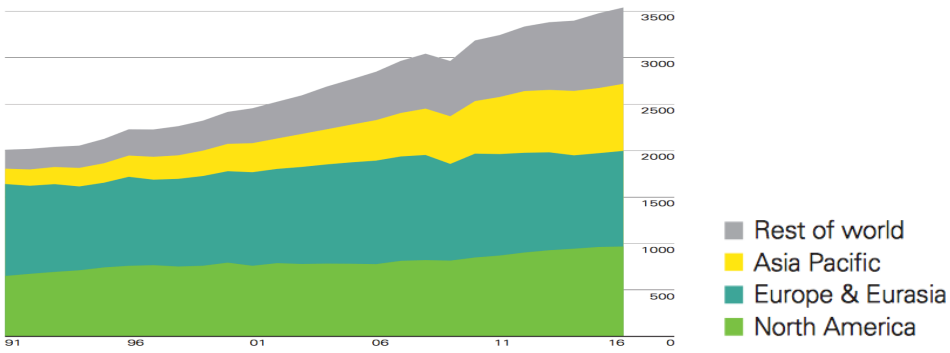
ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΤΟ 2016

Η παγκόσμια κατανάλωση φυσικού αερίου αυξήθηκε κατά 63 δισ. κυβικά εκατοστά (bcm) ή 1,5%, πιο αργά από το 10ετή μέσο που είναι 2,3%. Η κατανάλωση φυσικού αερίου στην ΕΕ σημείωσε έντονη άνοδο κατά 30 δισ. εκατοστά, δηλ. 7,1% - την ταχύτερη ανάπτυξη από το 2010. Η Μέση Ανατολή (19 bcm, 3,5%) και η Κίνα (16 bcm, 7,7%) σημείωσαν έντονες αυξήσεις ενισχύοντας τη βελτίωση της υποδομής και τη διαθεσιμότητα σε αέριο. Οι μεγαλύτερες πτώσεις σημειώθηκαν στη Ρωσία (-12 bcm, -3,3%) και στη Βραζιλία (-5 bcm, -12,5%). Η Ρωσία είδε τη μεγαλύτερη πτώση στην κατανάλωση οποιασδήποτε χώρας (-12 δισ. εκατοστά).

Στο διάγραμμα που ακολουθεί ακριβώς από κάτω με τα στατιστικά και ποσοτικά στοιχεία, παρατηρούμε πως η Ευρώπη πρωταγωνιστεί στην κορυφή της λίστας κατανάλωσης φυσικού αερίου, ενώ στη συνέχεια στη δεύτερη θέση ξεχωρίζει η Βόρεια Αμερική με εξίσου υψηλές τιμές. Τέλος, σε παρόμοια επίπεδα φαίνεται να κινούνται η Ασία και το σύνολο των υπόλοιπων περιοχών του κόσμου.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.13

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΑΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗ

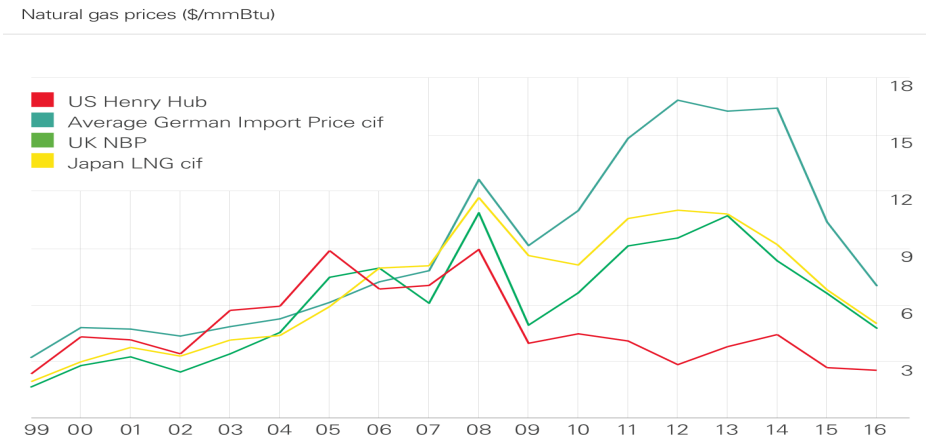


Πηγή : BP Statistical Review of World Energy 2016

3.5 ΤΙΜΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Οι ετήσιες τιμές παρέχονται για τους κόμβους φυσικού αερίου αναφοράς (benchmark) μαζί με τις συμβατικές εισαγωγές αγωγών και ΥΦΑ. Οι τιμές των κόμβων αναφοράς ενσωματώνουν τις ΗΠΑ (Henry Hub), τον Καναδά (Αλμπέρτα) και το Ηνωμένο Βασίλειο (NBP). Οι τιμές των συμβάσεων αντιπροσωπεύονται από τις εισαγωγές ΥΦΑ στην Ιαπωνία και τις μέσες τιμές εισαγωγής στη Γερμανία. Οι τιμές του ΥΦΑ και των ευρωπαϊκών συνόρων υπολογίζονται ως cif τιμές, όπου cif = κόστος + ασφάλιση + φορτίο (μέσες τιμές μεταφοράς) σε δολάρια ΗΠΑ ανά εκατομμύρια βρετανικές θερμικές μονάδες (btu). Οι τιμές του Henry Hub ήταν κατά 5% χαμηλότερες από το 2015. Οι δείκτες αερίου στην Ευρώπη και την Ασία μειώθηκαν κατά 20-25%, όπου συνέχισαν να προσαρμόζονται στις αυξημένες προμήθειες ΥΦΑ.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.14
ΤΙΜΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ



Πηγή : BP Statistical Review of World Energy 2016

Στο παραπάνω διάγραμμα παρουσιάζονται από κοινού οι διαχρονικές πορείες των τιμών φυσικού αερίου των U.S Henry Hub, Average German Import Price cif, UK NBP και Japan LNG cif από το 1999 έως το 2016. Πρέπει να σημειωθεί πως οι τιμές μετρώνται σε δολάρια ανά mmbtu. Είναι αξιοσημείωτο, πως όλες οι τιμές ξεκινούν από το ίδιο σχετικά σημείο και διαγράφουν μία κοινή αυξητική πορεία έως το 2008, παρά τα διαστήματα πτωτικών τάσεων. Το 2008, παρουσιάζεται ως χρονολογία σταθμός αφού όλες οι τιμές καταλήγουν σε έντονη αλλά μικρής διάρκειας κάθοδο λόγω της

χρηματοπιστωτικής κρίσης. Από κει και πέρα ξεχωρίζει η περίπτωση της US Henry Hub, η οποία εκτοξεύεται δυναμικά και απότομα αγγίζοντας σχεδόν τις 17 μονάδες το 2014. Εν τέλει, καταλήγει σε μία ισομεγέθη πτώση 10 μονάδων, επιστρέφοντας και πάλι στις 7 μονάδες το 2016.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2

ΤΙΜΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ 1986 ΕΩΣ 2016

Prices

	LNG	Natural gas				Crude oil
US dollars per million Btu	Japan cif	Average German Import Price*	UK (Heren NBP Index)†	US Henry Hub‡	Canada (Alberta)‡	OECD countries cif
1986	4.10	3.93	–	–	–	2.57
1987	3.35	2.55	–	–	–	3.09
1988	3.34	2.22	–	–	–	2.56
1989	3.28	2.00	–	1.70	–	3.01
1990	3.64	2.78	–	1.64	1.05	3.82
1991	3.99	3.23	–	1.49	0.89	3.33
1992	3.62	2.70	–	1.77	0.98	3.19
1993	3.52	2.51	–	2.12	1.69	2.82
1994	3.18	2.35	–	1.92	1.45	2.70
1995	3.46	2.43	–	1.69	0.89	2.96
1996	3.66	2.50	1.87	2.76	1.12	3.54
1997	3.91	2.66	1.96	2.53	1.36	3.29
1998	3.05	2.33	1.86	2.08	1.42	2.16
1999	3.14	1.86	1.58	2.27	2.00	2.98
2000	4.72	2.91	2.71	4.23	3.75	4.83
2001	4.64	3.67	3.17	4.07	3.61	4.08
2002	4.27	3.21	2.37	3.33	2.57	4.17
2003	4.77	4.06	3.33	5.63	4.83	4.89
2004	5.18	4.30	4.46	5.85	5.03	6.27
2005	6.05	5.83	7.38	8.79	7.25	8.74
2006	7.14	7.87	7.87	6.76	5.83	10.66
2007	7.73	7.99	6.01	6.95	6.17	11.95
2008	12.55	11.60	10.79	8.85	7.99	16.76
2009	9.06	8.53	4.85	3.89	3.38	10.41
2010	10.91	8.03	6.56	4.39	3.69	13.47
2011	14.73	10.49	9.04	4.01	3.47	18.56
2012	16.75	10.93	9.46	2.76	2.27	18.82
2013	16.17	10.73	10.64	3.71	2.93	18.25
2014	16.33	9.11	8.25	4.35	3.87	16.80
2015	10.31	6.72	6.53	2.60	2.01	8.77
2016	6.94	4.93	4.69	2.46	1.55	7.04

*Source: 1986-1990 German Federal Statistical Office, 1991-2016 German Federal Office of Economics and Export Control (BAFA).
†Source: ICIS Heren Energy Ltd.
‡Source: Energy Intelligence Group, *Natural Gas Week*.
Note: cif = cost+insurance+freight (average prices).

Πηγή : BP Statistical Review of World Energy 2016

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΙΜΩΝ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΑΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗ

Το 2016, οι τιμές εισαγωγής φυσικού αερίου με αγωγούς μειώθηκαν κατά 28,2% για τα μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ενώ στις Ηνωμένες Πολιτείες μειώθηκαν κατά 23,0% σύμφωνα με τη μελέτη του International Energy Agency στο άρθρο *Natural Gas Overview 2016*. Σαν αποτέλεσμα, το χάσμα μεταξύ αυτών των δύο τιμών συνέχισε να μικραίνει το 2016, δείχνοντας μια ισχυρότερη σύγκλιση σε σχέση με το προηγούμενο έτος. Ωστόσο, η τιμή για την αμερικανική αγορά παρέμεινε πολύ χαμηλότερη από την ευρωπαϊκή, στα 2,14 δολάρια / MBtu έναντι 4,93 δολάρια ΗΠΑ / MBtu.

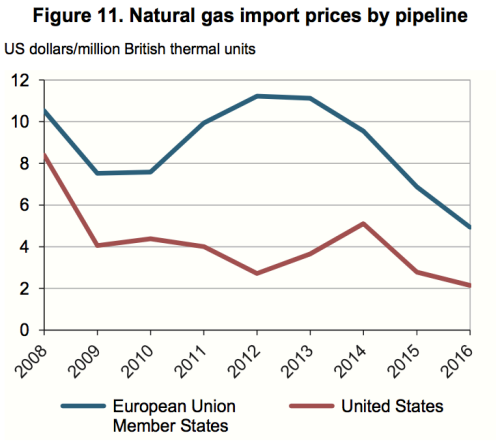
Οι τιμές εισαγωγής ΥΦΑ ακολούθησαν σχετικά παρόμοιο ρυθμό, ενώ παρατηρήθηκε γενική μείωση σε όλες τις περιοχές, και κυρίως στις ΗΠΑ (-44,7%). Μετά τη σύγκλιση το 2014, οι τιμές των ΥΦΑ στην Ευρώπη και στις ΗΠΑ παρέμειναν στο ίδιο επίπεδο το 2016, ενώ στην Ιαπωνία και την Κορέα το χάσμα μεταξύ των τιμών

εισαγωγής ΥΦΑ και των τιμών των ΗΠΑ και της Ευρώπης συνέχισε να μειώνεται. Η σύγκλιση αυτή οφείλεται εν μέρει στην αύξηση της παγκόσμιας δυναμικότητας υγροποίησης, ιδίως στην Αυστραλία.

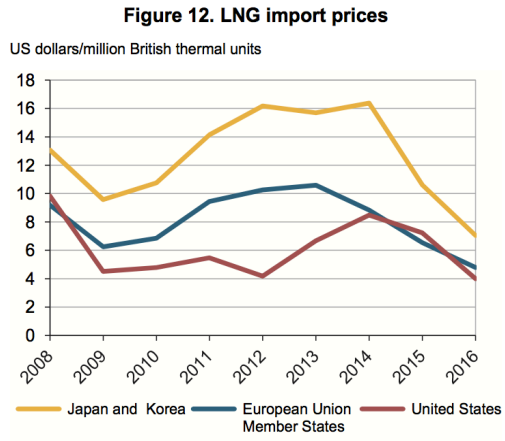
Η τιμή ΥΦΑ για την αμερικανική αγορά ήταν χαμηλότερη από την τιμή της ευρωπαϊκής, αλλά πολύ υψηλότερη από την τιμή εισαγωγής αγωγού, στα 3,99 δολάρια ΗΠΑ / MBtu. Από την άλλη πλευρά, η τιμή στην Ευρώπη ήταν 4,78 δολάρια ΗΠΑ / MBTι, ελαφρώς χαμηλότερη από την τιμή των εισαγωγών αγωγών, γεγονός που επισημαίνει την ανταγωνιστικότητα του ΥΦΑ ως πηγή εισαγωγών της Ευρώπης. Στην Ιαπωνία και την Κορέα, που είναι δύο από τους μεγαλύτερους εισαγωγείς ΥΦΑ, η σταθμισμένη μέση τιμή ήταν υψηλότερη (7,04 δολάρια ΗΠΑ / MBtu).

Εντέλει, η αγορά LNG συνέχισε την παγκοσμιοποίησή της το 2016, σε 18 χώρες με δυνατότητα υγροποίησης και 40 χώρες με ικανότητα επαναεριοποίησης.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.15
ΤΙΜΕΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΑΝΑ ΑΓΩΓΟ



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.16
ΤΙΜΕΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ LNG



Πηγή : International Energy Agency/ Natural Gas Overview 2016

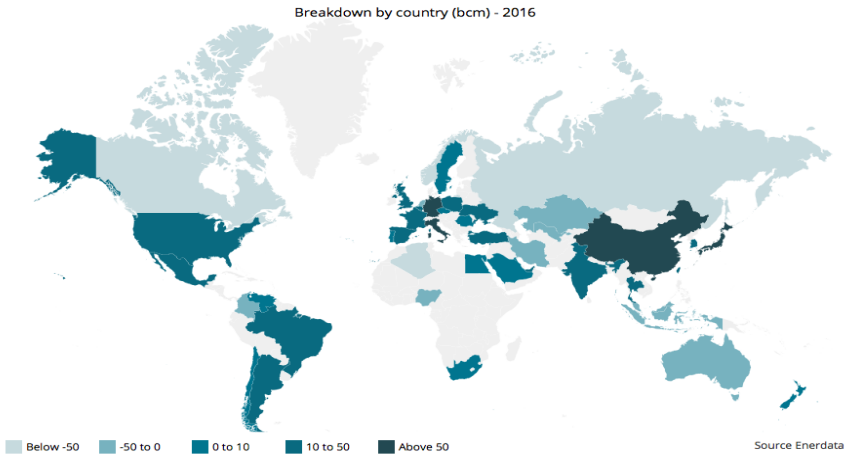
3.6 ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΣΥΝΑΛΛΑΓΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Το εμπορικό ισοζύγιο είναι η διαφορά μεταξύ των εξαγωγών και των εισαγωγών. Το υπόλοιπο ενός καθαρού εξαγωγέα εμφανίζεται ως αρνητική τιμή (-), ενώ η ισορροπία των γεωγραφικών και γεωπολιτικών ζωνών είναι απλά το άθροισμα του εμπορικού ισοζυγίου όλων των χωρών. Οι εμπορικές ροές είναι σε συμβατική βάση και ενδέχεται

να μην αντιστοιχούν στις φυσικές ροές αερίου σε όλες τις περιπτώσεις. Τα στοιχεία δείχνουν τη ροή φυσικού αερίου και ΥΦΑ μεταξύ πηγών παραγωγής και περιφερειών κατανάλωσης. Τέλος πρέπει να σημειωθεί ότι το εμπόριο φυσικού αερίου παρουσιάζεται σε δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα (bcm).

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.17

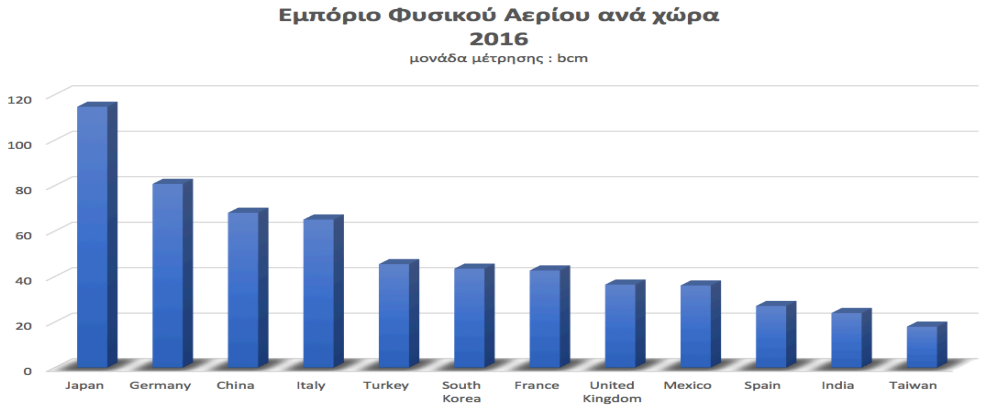
ΟΙ ΧΩΡΕΣ ΜΕ ΤΟ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΟ ΕΜΠΟΡΙΟ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ



Πηγή : Enerdata Global Energy Statistical Yearbook 2016

Όπως ακριβώς συμβαίνει και στους τομείς της παραγωγής και της κατανάλωσης, στον παραπάνω χάρτη φαίνεται πως και πάλι οι περιοχές που πρωταγωνιστούν στην κορυφή της λίστας με τις πιο έντονες εμπορικές συναλλαγές, είναι η Αμερική, η Ασία και η Αυστραλία. Εντούτοις, εντύπωση μας κάνει και η δυναμική συμμετοχή της Ευρώπης, η οποία φαίνεται να επενδύει σημαντικά στο εμπόριο του φυσικού αερίου.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.18



Πηγή : Enerdata Global Energy Statistical Yearbook 2016

Στην κορυφή της λίστας με τις χώρες που πρωταγωνιστούν στις εμπορικές συναλλαγές του φυσικού αερίου βρίσκονται με φθίνουσα σειρά η Ιαπωνία, η Γερμανία η Κίνα και η Ιταλία, ενώ στις τελευταίες θέσεις βρίσκονται με μικρή διαφορά η Ινδία και η Ταιβάν. Εντύπωση μας κάνει η απουσία της Αμερικής από την κατάταξη, γεγονός που μας δείχνει πως έχει περιθώρια να βελτιώσει τον τομέα του εμπορίου φυσικού αερίου.

ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΣΥΝΑΛΛΑΓΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Το εμπόριο φυσικού αερίου αυξήθηκε κατά 4,8%, με αύξηση κατά 6,2% των εισαγωγών / εξαγωγών ΥΦΑ σύμφωνα με μελέτη της εταιρίας BP στο άρθρο '*BP Statistical Review of World Energy 2016'*. Το μεγαλύτερο μέρος της καθαρής αύξησης των εξαγωγών ΥΦΑ προήλθε από την Αυστραλία (19 δισ. Εκατοστά από τα 21). Αξίζει να τονιστεί επιπλέον, πως οι εξαγωγές υγροποιημένου φυσικού αερίου στις ΗΠΑ αυξήθηκαν από 0,7 δισ. το 2015 σε 4,4 δισ. το 2016.

Η Κίνα συνέχισε να παρέχει την κύρια αναπτυσσόμενη αγορά για τη ζήτηση ΥΦΑ. Ωστόσο, η αύξηση της διαθεσιμότητας των προμηθειών οδήγησε κάποιους νέους καταναλωτές υγροποιημένου φυσικού αερίου, όπως η Αίγυπτος, το Πακιστάν και η Πολωνία, να εισέλθουν για πρώτη φορά στην εν λόγω αγορά. Επιπροσθέτως, όσον αφορά την Ευρώπη, παρατηρήθηκε πως οι εισαγωγές φυσικού αερίου αυξήθηκαν αισθητά.

Επιπλέον σύμφωνα το International Energy Agency στην ειδική μελέτη *'Natural Gas Overview 2016'* αναφέρεται πως οι εισαγωγές με αγωγούς προς τον ΟΟΣΑ της Ευρώπης αυξήθηκαν κατά 17,7 Bcm το 2016, εδραιώνοντας τη θέση της περιοχής ως ο μεγαλύτερος εισαγωγέας στον κόσμο. Η αύξηση αυτή οφείλεται κυρίως στις αυξήσεις των εισαγωγών σε δύο από τους κυριότερους παραγωγούς της περιοχής: το Ηνωμένο Βασίλειο (+ 21,5% για την εξισορρόπηση της αύξησης της ζήτησης) και τις Κάτω Χώρες (+ 13,3%, κυρίως λόγω της μείωσης της παραγωγής). Συμπληρωματικά, οι εισαγωγές αγωγών στην Ιταλία που είναι ο τρίτος μεγαλύτερος καταναλωτής στην περιοχή μετά τη Γερμανία και το Ηνωμένο Βασίλειο, επίσης αυξήθηκαν (+ 6,1%) για να καλύψουν την αυξανόμενη ζήτηση. Συνολικά Ο ΟΟΣΑ της Ευρώπης αντιπροσωπεύει πάνω από το 50% του εμπορίου αγωγών στον κόσμο.

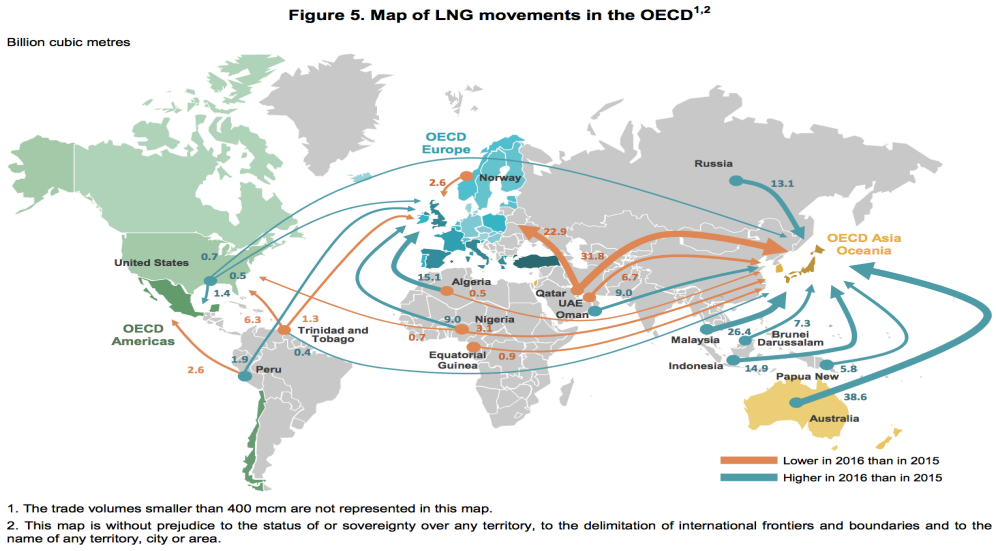
Με την αύξηση της κατανάλωσης και της παραγωγής στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες να μειώνεται ή να παραμένει σταθερή, η περιοχή εξαρτάται περισσότερο από τις

εισαγωγές από χώρες εκτός του ΟΟΣΑ. Το 2016, για πρώτη φορά, οι χώρες της Ευρώπης του ΟΟΣΑ παρήγαγαν λιγότερο από το 50% του αερίου που καταναλώνουν.

Ο ΟΟΣΑ της Αμερικής αύξησε επίσης τις εισαγωγές αγωγών για δεύτερη συνεχή χρονιά (+17,6 Bcm). Αυτό οφειλόταν σε μεγάλο βαθμό στην πτώση της μεξικανικής παραγωγής και στη μικρή αύξηση της ζήτησης, με αποτέλεσμα την ανάγκη να εισάγεται μέσω αγωγών από τις Ηνωμένες Πολιτείες (+ 28,1%). Οι εισαγωγές αγωγών στις Ηνωμένες Πολιτείες από τον Καναδά επίσης αυξήθηκαν (+ 10,9%). Τέλος, σε σύγκριση με την κατάσταση στην Ευρώπη του ΟΟΣΑ, η αύξηση του εμπορίου αγωγών στον ΟΟΣΑ της Αμερικής είναι καθαρά μεταξύ των μελών του ΟΟΣΑ.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.19

ΧΑΡΤΗΣ ΚΙΝΗΣΕΩΝ ΤΟΥ ΥΦΑ ΣΤΟΝ ΟΟΣΑ



Πηγή : International Energy Agency/ Natural Gas Overview 2016

3.7 ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ ΣΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ

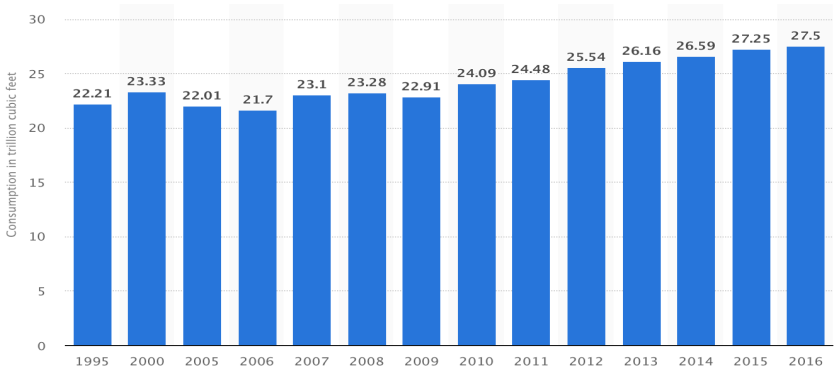
Από τις αναλύσεις και παρουσιάσεις που προηγήθηκαν, είναι φανερό πως οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής πρωταγωνιστούν στην παραγωγή, στη ζήτηση και στην κατανάλωση φυσικού αερίου, ενώ επιπροσθέτως παρουσιάζουν σημαντικά στατιστικά στοιχεία στον εμπορικό τομέα. Επειδή λοιπόν οι ΗΠΑ αποτελούν μία χώρα ορόσημο στις οικονομικές εξελίξεις με σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της διεθνούς οικονομίας και παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον στον κλάδο της ενέργειας, η

εργασία αυτή θα επικεντρωθεί σε επιμέρους οικονομετρικές αναλύσεις και ερευνητικές παρουσιάσεις που αφορούν τον τομέα του φυσικού αερίου στην Αμερική.

Ακολουθεί ένα διάγραμμα με στοιχεία της ετήσιας κατανάλωσης φυσικού αερίου στις ΗΠΑ από το 1995 έως το 2016 σε τρισεκατομμύρια κυβικά πόδια (τ.κ.π) Η γενική πορεία των δεικτών είναι εμφανώς ανοδική με μεγαλύτερη τιμή τα 27,5 το 2016 και χαμηλότερη τα 21,7 τ.κ.π μία δεκαετία πριν.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.20

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΤΙΣ ΗΠΑ 1995 ΕΩΣ 2016

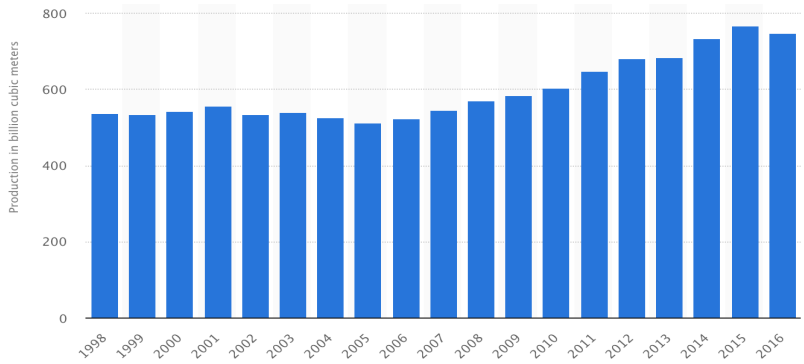


Πηγή : Statista/US natural gas consumption

Έπειτα, παρακάτω παρουσιάζεται αντίστοιχα το ραβδόγραμμα της ετήσιας παραγωγής φυσικού αερίου στις ΗΠΑ από το 1998 έως το 2016 σε δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα(δ.κ.μ). Στο σύνολό της η πορεία της παραγωγής είναι ανοδική παρόλο που υπάρχουν αυξομειώσεις από έτος σε έτος. Αναλυτικότερα, η μέγιστη τιμή είναι 766,2 το 2015 και η ελάχιστη 511,1 το 2005.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.21

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΤΙΣ ΗΠΑ 1998 ΕΩΣ 2016

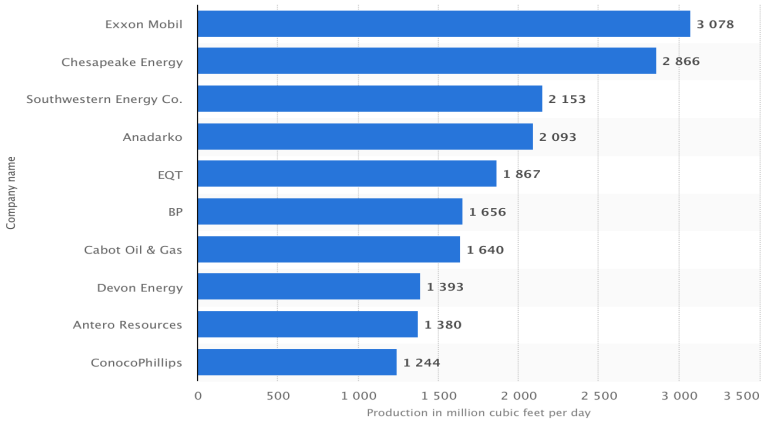


Πηγή : Statista US natural gas production

Ενδεικτικά παρακάτω εμφανίζονται οι μεγαλύτεροι παραγωγοί φυσικού αερίου το 2016, με ηγέτιδα εταιρία την Exxon Mobil. Η έρευνα είναι βασισμένη στον μέσο όγκο της παραγωγής και η μονάδα μέτρησης είναι τα ημερήσια εκατομμύρια κυβικά πόδια.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.22

ΟΙ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΟΙ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ

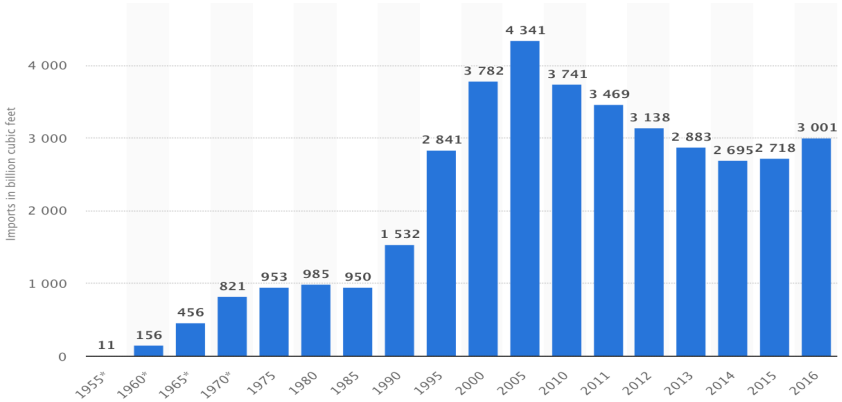


Πηγή : Statista/Leading Natural Gas Producers in the United States 2016

Τέλος, θα ασχοληθούμε με τον κλάδο του εμπορίου και πιο συγκεκριμένα θα αναφερθούμε στις εισαγωγές και στις εξαγωγές. Αρχικά με στοιχεία από το 1955 παρουσιάζονται οι εισαγωγές φυσικού αερίου στις ΗΠΑ. Είναι σημαντικό να σημειωθεί η έντονη και ραγδαία αύξηση μετά το 1990, ενώ παράλληλα οι εισαγωγές κατάφεραν να αγγίξουν τα 4.341 δισεκατομμύρια κυβικά πόδια το 2005.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.23

ΕΙΣΑΓΩΓΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ (1955 ΕΩΣ 2016)

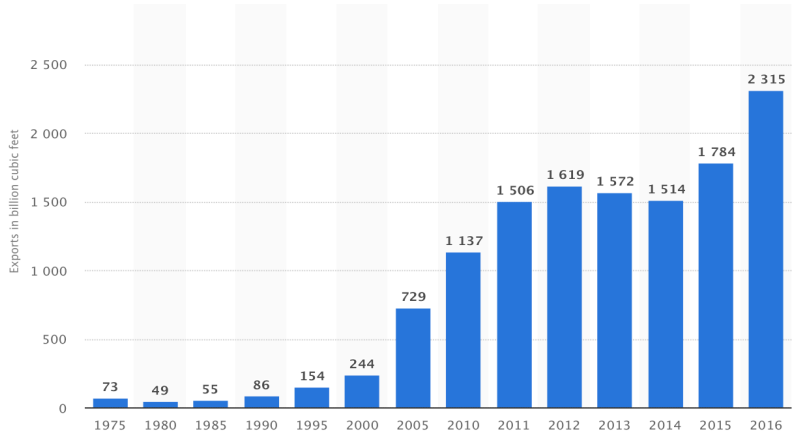


Πηγή : Statista/US natural gas imports

Αντίθετα, στο τελευταίο ραβδόγραμμα όπου απεικονίζονται οι εξαγωγές των ΗΠΑ σε φυσικό αέριο από το 1975 ως το 2016, η πορεία της χρονοσειράς είναι έντονα ανοδική. Πράγματι, οι εξαγωγές ξεκίνησαν δειλά με 73 δις κυβικά πόδια το 1975 και κατέληξαν μετά από 40 χρόνια στα 2.315 δις κυβικά πόδια.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.24

ΕΞΑΓΩΓΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ (1975 ΕΩΣ 2016)



Πηγή : Statista/US natural gas exports

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ 2016

Στο τμήμα αυτό, θα συνεχίσουμε με μία γενικότερη και πιο ευρεία αναφορά για τον κλάδο της ενέργειας των ΗΠΑ. Ειδικότερα, οι ΗΠΑ παρέμειναν ο μεγαλύτερος παραγωγός πετρελαίου και φυσικού αερίου στον κόσμο, παρά τη μείωση της παραγωγής και των δύο καυσίμων το 2016.

Μια γρήγορη ματιά

Το 2016 η εγχώρια παραγωγή των ΗΠΑ ήταν επαρκής για να καλύψει το 87% της εγχώριας κατανάλωσης, μειώνοντας από το 91% το 2015. Το 2016 οι ανανεώσιμες πηγές στις ΗΠΑ αυξήθηκαν κατά 16,9%, αλλά οι ΗΠΑ υποχώρησαν στον δεύτερο μεγαλύτερο καταναλωτή στον κόσμο μετά την Κίνα. Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα των ΗΠΑ από τη χρήση ενέργειας μειώθηκαν κατά 2,0% το 2016, γρηγορότερα από τη μέση μείωση κατά 10% κατά 1,1%.

- Η μείωση της κατανάλωσης άνθρακα (-8,8%) αντιστάθμισε την αύξηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (+ 16,9%), του πετρελαίου (+ 0,5%), του φυσικού αερίου (+ 0,5%), του υδροηλεκτρικού τομέα (+ 5,9%) και των πυρηνικών (+ 0,7%).

- Το πετρέλαιο παρέμεινε το κυρίαρχο καύσιμο, αντιπροσωπεύοντας το 38% της αμερικανικής κατανάλωσης ενέργειας. Η κατανάλωση πετρελαίου αυξήθηκε κατά 100 Kb / d το 2016, η μικρότερη αύξηση από το 2012, αλλά υψηλότερη από τον μέσο όρο των 10 ετών (-130 Kb / d).
- Η κατανάλωση φυσικού αερίου (32% της αμερικανικής κατανάλωσης) αυξήθηκε κατά μόλις 0,3 Bcf / d το 2016 σε 75,1 Bcf / d, λιγότερο από τη μέση ετήσια ανάπτυξη 1,4 Bcf / d. Οι ΗΠΑ παρέμειναν ο μεγαλύτερος καταναλωτής φυσικού αερίου στον κόσμο (22% της παγκόσμιας κατανάλωσης).
- Η κατανάλωση άνθρακα (16% της αμερικανικής κατανάλωσης) μειώθηκε κατά 33,4 mtoe το 2016 ; έφτασε στο χαμηλότερο επίπεδο από το 1978.
- Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (4% της αμερικανικής κατανάλωσης) αυξήθηκαν κατά 12,3 mtoe το 2016. Το υδρογόνο (3% της κατανάλωσης στις ΗΠΑ) αυξήθηκε το 2016 για πρώτη φορά από το 2011. Τα πυρηνικά (8% της αμερικανικής κατανάλωσης) αυξήθηκαν κατά 1,9 mtoe.
- Η παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας μειώθηκε κατά 5,2% το 2016, αρκετά κάτω από το μέσο όρο των δέκα ετών 2,4%.
- Η μείωση της παραγωγής πετρελαίου (-4,2%), φυσικού αερίου (-2,5%) και άνθρακα (-19,0%) αντισταθμίζει την αύξηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (+ 16,9%), υδροηλεκτρικών (+ βιοκαύσιμα (+ 5,4%).
- Η αμερικανική παραγωγή πετρελαίου μειώθηκε για πρώτη φορά από το 2008, μειώνοντας κατά 0,4 Mb / d στα 12,4 Mb / d το 2016, τη μεγαλύτερη πτώση στον κόσμο σε όγκο το 2016.
- Η παραγωγή φυσικού αερίου στις ΗΠΑ μειώθηκε κατά 1,8 Bcf / d σε 72,3 Bcf/d το 2016, η πρώτη ετήσια πτώση από το 2005. Ωστόσο, οι ΗΠΑ εξακολουθούν να παραμένουν ο μεγαλύτερος παραγωγός φυσικού αερίου στον κόσμο (21% του παγκόσμιου συνόλου).
- Η ένταση ενέργειας (η απαιτούμενη ποσότητα ενέργειας ανά μονάδα ΑΕΠ) μειώθηκε κατά 2,0% το 2016, όπως και ο μέσος όρος των 10 ετών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Η βιβλιογραφία παρουσιάζει ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον σχετικά με την μοντελοποίηση και πρόβλεψη της μεταβλητότητας των τιμών του φυσικού αερίου, προφανώς λόγω των συνεχών εξελίξεων και της ιδιαίτερης επίδρασης του φυσικού αερίου στην παγκόσμια οικονομία. Αποδεικνύεται πολύ χρήσιμο εργαλείο για τις επιχειρήσεις, τους ιδιώτες αλλά και για τις κυβερνήσεις καθώς η μεταβλητότητα των τιμών των πηγών ενέργειας(κυρίως του πετρελαίου και του φυσικού αερίου) συμβάλουν σημαντικά στην τιμολόγηση, στη διαχείριση κινδύνου, στη μέτρηση του ρίσκου και γενικότερα στις οικονομικές αποφάσεις είτε μίας οικονομικής μονάδας, είτε μιας ολόκληρης χώρας.

Ενδεικτικά οι Saltik, Degirmen και Ural (2016) ανέλυσαν τη μεταβλητότητα στις spot τιμές του αργού πετρελαίου (WTI) καθώς και του φυσικού αερίου (Henry Hub), με ποικίλες μορφές GARCH μοντέλων. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποίησαν τα μοντέλα GARCH, IGARCH, GJRGARCH, EGARCH, FIGARCH, FAPARCH. Κύριος σκοπός του άρθρου τους είναι να εξεταστεί πιο από αυτά τα γραμμικά μοντέλα και μη-γραμμικά ασύμμετρα μοντέλα παρουσιάζει πιο ακριβείς προβλέψεις. Για δύο περιόδους τα ασύμμετρα και ολοκληρωμένα μοντέλα παρουσιάζουν πιο καλές επιδόσεις σε σχέση με τα υπόλοιπα διαθέσιμα μοντέλα. Ειδικότερα, την πρώτη περίοδο διαφαίνεται καλύτερο το FIGARCH ενώ αντίθετα τη δεύτερη το EGARCH για τη μεταβλητότητα στο WTI αλλά και στο φυσικό αέριο. Από την άλλη, οι Lv και Shan (2013), στο άρθρο τους μοντελοποιούν τη μεταβλητότητα στην αγορά φυσικού αερίου χρησιμοποιώντας GARCH υποδείγματα με μεγάλη μνήμη και παχιές ουρές στις κατανομές τους. Αρχικά οι πρώτες ενδείξεις συνηγόρησαν υπέρ του ότι κανένα μοντέλο δεν υπερέχει των άλλων χρησιμοποιώντας μόνο τις συναρτήσεις απώλειας (loss functions). Παρόλα αυτά με τη χρήση των κατανομών με παχιές ουρές ενισχύεται η προβλεπτική ικανότητα των υποδειγμάτων. Τελικά, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα μη γραμμικά GARCH μοντέλα με ασύμμετρες επιδράσεις είναι πιο αποδοτικά στη αποτύπωση της μεταβλητότητας.

Παράλληλα οι Yaffee, Heddy, Westgaard, Hjemgaard, Helge και Onochie (2008) προσπαθούν να διαπιστώσουν κατά πόσο είναι εφικτό τα futures του φυσικού αερίου να αποτυπωθούν από GARCH, καθώς και να προκριθεί το καταλληλότερο υπόδειγμα για το σκοπό αυτό. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποίησαν τα εξής μοντέλα : GARCH, APGARCH, EGARCH, GJRGARCH, IGARCH, risk metrics GARCH.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Τελικά, το APGARCH κρίθηκε ως καλύτερο εργαλείο για την πρόβλεψη της μεταβλητότητας και σ' αυτό συμφώνησαν σχεδόν όλα τα κριτήρια. Γενικότερα το APGARCH κρίθηκε ως ένα χρήσιμο αντικείμενο για όλους τους ερευνητές και αναλυτές του κλάδου του φυσικού αερίου στην Αγγλία.

Συμπληρωματικά, κρίνεται σκόπιμο να αναφερθούν μερικές μελέτες που αφορούν τα διανυσματικά αυτοπαλίνδρομα μοντέλα και τη μεθοδολογία συνολοκλήρωσης.

Αρχικά οι Siliverstovs, L'Hegaret, Neumann, Hirschhausen (2005) ερεύνησαν το βαθμό ολοκλήρωσης των αγορών φυσικού αερίου στην Ευρώπη, Β. Αμερική και Ιαπωνία, μεταξύ της χρονικής περιόδου 1990 έως 2004. Η σχέση μεταξύ των διεθνών τιμών της αγοράς φυσικού αερίου και των τιμών του πετρελαίου ερευνώνται μέσω της διαδικασίας συνολοκλήρωσης βασισμένη στη μεθοδολογία του Johansen. Η μελέτη τους έδειξε υψηλά ποσοστά ολοκλήρωσης στην αγορά του αερίου μεταξύ των χωρών στην Ευρώπη, μεταξύ ευρωπαϊκών και ιαπωνικών χωρών και επίσης στις αγορές της Β. Αμερικής. Τέλος τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι ευρωπαϊκές και οι αμερικάνικες αγορές δεν συνολοκληρώνονται μεταξύ τους.

Από την άλλη οι Nick και Thoenes (2014) στην έρευνά τους ανάπτυξαν ένα δομικό VAR μοντέλο για την γερμανική αγορά φυσικού αερίου. Συγκεκριμένα παρουσίασαν τη χρησιμότητα της έρευνας τους εξετάζοντας τις επιδράσεις διαφορετικών επιρροών στις τιμές του φυσικού αερίου εν μέσω τριών πρόσφατων διακοπών της προσφοράς. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η τιμή του φυσικού αερίου επηρεάζεται από τη θερμοκρασία, και τις μειώσεις σε αποθέματα και ζήτηση βραχυπρόθεσμα, ενώ η μακροπρόθεσμη ανάπτυξη είναι άμεσα συνδεδεμένη με τις τιμές του αργού πετρελαίου και τον άνθρακα.

Συνεχίζοντας τις αναφορές μας στη σχετική βιβλιογραφία, οι Bachmeier και Griffin (2006) στην έρευνά τους εκτίμησαν το βαθμό συνολοκλήρωσης μεταξύ άνθρακα, φυσικού αερίου και πετρελαίου σαν σύστημα αλλά και ανά δύο μεταξύ τους. Οι παραπάνω, χρησιμοποίησαν ημερήσια δεδομένα των τιμών για 5 διαφορετικούς τύπους αργού και κατέληξαν πως η αγορά του πετρελαίου εμφανίζει υψηλό βαθμό συνολοκλήρωσης. Παρομοίως οι τιμές του άνθρακα σε 5 εμπορικές τοποθεσίες των ΗΠΑ συνολοκληρώνονται, αλλά ο βαθμός ολοκλήρωσης στην αγορά είναι πολύ αδύναμος, ειδικά μεταξύ τιμών του άνθρακα στις δυτικές και ανατολικές πολιτείες. Τέλος, στην έρευνα τους κατέληξαν πως οι αγορές άνθρακα, αργού και φυσικού αερίου διέπονται από αδύναμο βαθμό ολοκλήρωσης.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Τέλος οι Cuddington και Wang (2006) στο άρθρο τους, ερεύνησαν το βαθμό ολοκλήρωσης στις αμερικανικές αγορές φυσικού αερίου ύστερα από την ανοιχτή πρόσβαση του FERC. Για να επιτευχθεί αυτό χρησιμοποίησαν ημερήσια δεδομένα από spot τιμές σε 76 αγορές από το 1993-1997 ώστε να εξετάσουν το γεωγραφικό εύρος των αγορών και την ταχύτητα με την οποία οι δυνάμεις της αγοράς μετακινούν τις τιμές προς την κατάσταση ισορροπίας. Τα εμπειρικά αποτελέσματα έδειξαν ότι οι ανατολικές και κεντρικές περιοχές σχηματίζουν μια ισχυρώς ολοκληρωμένη αγορά, αλλά αυτή η αγορά διασπάται από την πολύ χαλαρή ολοκληρωμένη δυτική αγορά.

Συνεχίζοντας μία ανασκόπηση στη διεθνή βιβλιογραφία, θεωρείται κρίσιμο να αναφερθούν κάποιες μελέτες που αφορούν το πετρέλαιο. Είναι γεγονός πως η επιστημονική κοινότητα έχει στρέψει το ενδιαφέρον της τα τελευταία χρόνια στον κλάδο του φυσικού αερίου και συνεπώς τα άρθρα και οι έρευνες των μαθηματικών και οικονομολόγων είναι περιορισμένες. Για το λόγο αυτό θα συμπεριλάβουμε μία σύντομη παρουσίαση των άρθρων για το αργό πετρέλαιο. Δεν γίνεται να παραλείψουμε τη βιβλιογραφία σχετικά με τον τομέα του πετρελαίου καθώς ανέκαθεν είχε τη μεγαλύτερη επίδραση στην παγκόσμια οικονομία.

Αρχικά οι Wei, Wang και Huang (2010), στην έρευνά τους χρησιμοποίησαν ένα μεγάλο αριθμό γραμμικών και μη γραμμικών GARCH μοντέλων ώστε να αποτυπώσουν τα χαρακτηριστικά της μεταβλητότητας των τιμών του πετρελαίου στις σε δύο αγορές (WTI και Brent). Γενικώς συμπεραίνουν ότι τα μη γραμμικά GARCH, τα οποία είναι ικανά να αποτυπώσουν τη μακροχρόνια και την ασύμμετρη μεταβλητότητα, παρέχουν πιο αξιόπιστες προβλέψεις σε σχέση με τα γραμμικά και ιδιαίτερα σε προβλέψεις μεγάλων περιόδων. Έπειτα, οι Mohammadi και Su (2010) στη μελέτη τους εξετάζουν τη χρησιμότητα ποικίλλων ARIMA-GARCH μοντέλων στην πρόβλεψη της δεσμευμένης διακύμανσης των τιμών με εβδομαδιαία συχνότητα σε έντεκα διεθνείς αγορές. Πιο συγκεκριμένα, ανέλυσαν την προβλεπτική ικανότητα των εξής υποδειγμάτων : GARCH, E-GARCH, APARCH, FIGARCH. Τελικά προκρίθηκε ως καταλληλότερο το APARCH μοντέλο το οποίο φαίνεται στις πιο πολλές περιπτώσεις να επισκιάζει τα υπόλοιπα.

Εν κατακλείδι, μέσω της συνοπτικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης που παραθέσαμε, βλέπουμε πως η μελέτη, η ανάλυση και η πρόβλεψη των τιμών του φυσικού αερίου έχει ερευνηθεί εκτεταμένα από σημαντικό αριθμό μελετητών, εφαρμόζοντας φυσικά πληθώρα διαφορετικών μεθόδων και τεχνικών.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΟΙΚΟΝΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΕΙΡΑΣ GAS

5.1 ΠΡΟΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Στο παρόν κεφάλαιο, θα ξεκινήσουμε με την παρουσίαση και τη γραφική απεικόνιση των τριμηνιαίων δαπανών των καταναλωτών των Ηνωμένων Πολιτειών σε φυσικό αέριο (GAS) που θα χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια της μελέτης μας. Μαζί με τη συγκεκριμένη χρονοσειρά, θα μελετήσουμε εν τάχει το πετρέλαιο (OIL) και κάποιους μακροοικονομικούς δείκτες της Αμερικής, αναλυτική παρουσίαση των οποίων γίνεται παρακάτω (GDP, CPI, PPI). Όλα τα παραπάνω δεδομένα ανακτήθηκαν από τη βάση δεδομένων *Thomson Reuters*.

Στη συνέχεια, γίνεται ο απαραίτητος έλεγχος στασιμότητας όλων των χρονοσειρών της εργασίας μας, ακολουθώντας τη διαδικασία Dickey Fuller. Αφού λοιπόν διερευνήσουμε την τάξη ολοκλήρωσης των δεδομένων μας, συνεχίζουμε με μία προσπάθεια εύρεσης της δυναμικής εξέλιξης ενός συνόλου μακροοικονομικών μεταβλητών, με τη βοήθεια και τη χρήση των διανυσματικών αυτοπαλίνδρομων υποδειγμάτων, γνωστών και ως VAR (vector autoregression).

Αναλυτικότερα, θα εκτιμήσουμε τις δυναμικές επιδράσεις που έχει το φυσικό αέριο με το πετρέλαιο (OIL), το δείκτη τιμών καταναλωτή (CPI), το δείκτη τιμών παραγωγού (PPI) και με το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν (GDP). Επιπρόσθετα, εφαρμόζουμε τη μεθοδολογία Granger, ώστε να ελέγξουμε την ύπαρξη ή μη αιτιότητας μεταξύ των οικονομικών σειρών. Στο τελευταίο μέρος του κεφαλαίου, αφού γίνει μία βασική εισαγωγή στην έννοια της συνολοκλήρωσης, ακολουθούμε τη μεθοδολογία Engle-Granger και ελέγχουμε αν υπάρχει κοινή στοχαστική τάση που οδηγεί τις αποκλίσεις των χρονοσειρών του φυσικού αερίου (GAS) και του πετρελαίου (OIL) να παραμένουν μακροχρόνια σταθερές.

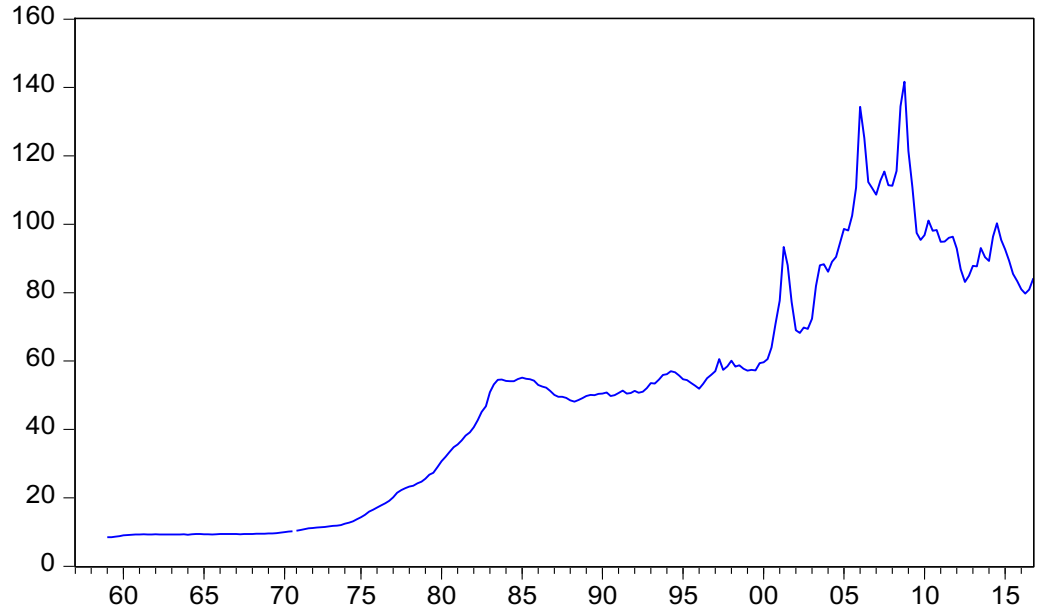
Όλα τα γραφήματα και οι πίνακες της εμπειρικής οικονομετρικής μελέτης γίνονται με τη βοήθεια του στατιστικού προγράμματος Eviews 8.0.

5.2 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ GAS

Το παρακάτω διάγραμμα απεικονίζει τη χρονοσειρά των τριμηνιαίων δαπανών των καταναλωτών των Ηνωμένων Πολιτειών σε φυσικό αέριο (GAS) μεταξύ του πρώτου τριμήνου του 1959 και του τελευταίου τριμήνου του 2016. Τα δεδομένα ανακτήθηκαν από τη βάση δεδομένων *Thomson Reuters*.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.1

ΤΡΙΜΗΝΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ (GAS) 1959-2016



Αναλύοντας το διάγραμμα, παρατηρούμε έντονες διακυμάνσεις με μέγιστη τιμή τα 141,705 $ το τελευταίο τρίμηνο του 2008, ενώ ελάχιστη τιμή τα 8,46$ τα οποία εντοπίζονται στην έναρξη της περιόδου που μελετάμε, δηλαδή το 1959. Γενικώς απεικονίζεται μία ανοδική τάση παρά τις περιόδους πτώσεων των τιμών έως το 2010 περίπου, όπου από εκεί και πέρα ξεκινά μία πτωτική πορεία έως και το 2016. Το γεγονός αυτό δικαιολογείται λόγω της εξάπλωσης της διεθνούς χρηματοοικονομικής κρίσης και την επιδείνωση των οικονομικών προβλημάτων της παγκόσμιας αλλά και της αμερικανικής οικονομίας. Οι εξελίξεις αυτές προφανώς επηρεάζουν την προσφορά, τη ζήτηση και τις τιμές αγαθών και υπηρεσιών. Έτσι η σταδιακή μείωση των τιμών του φυσικού αερίου αποτέλεσε φυσικό επακόλουθο της λογικής προσαρμογής στις νέες συνθήκες που δημιουργήθηκαν.

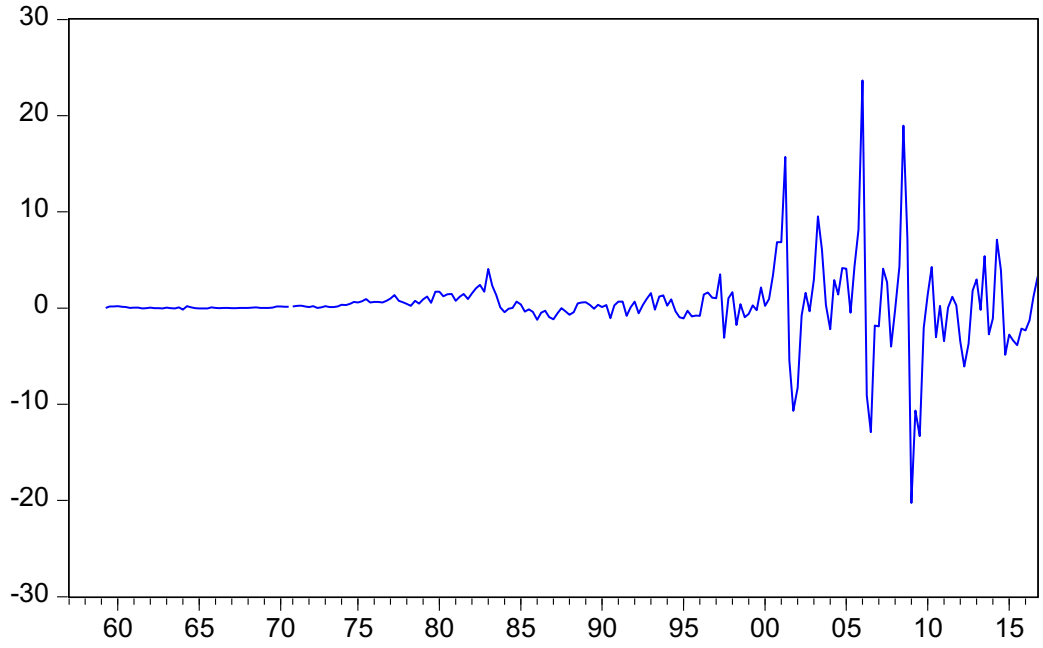
ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Αντίστοιχα στο επόμενο διάγραμμα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του γραφήματος των πρώτων διαφορών των τιμών του φυσικού αερίου (DGAS), όπου πρέπει να σημειωθεί πως στη σειρά αυτή οι έντονες διακυμάνσεις παρατηρούνται από το 2000 κι έπειτα.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.2

ΤΡΙΜΗΝΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΤΙΣ ΠΡΩΤΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ (DGAS)

1959-2016



5.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΟΝΑΔΙΑΙΑΣ ΡΙΖΑΣ ΜΕ ΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ DICKEY FULLER

Σε αυτό το σημείο θα ελέγξουμε την υπόθεση της ύπαρξης μοναδιαίας ρίζας σύμφωνα με τη διαδικασία ελέγχων κατά Perron. Τα στάδια ελέγχων που θα ακολουθήσουμε, τα εκτιμώμενα υποδείγματα, οι μηδενικές υποθέσεις καθώς και τα στατιστικά κριτήρια κάθε υποδείγματος, παρουσιάζονται συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα. Για περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τη διαδικασία Dickey Fuller αλλά και για ελέγχους μοναδιαίας ρίζας, βλ. Δημέλη (2013) σελ. 257-307. Επιπλέον, για βασικές οικονομετρικές έννοιες που θα χρησιμοποιηθούν στην ανάλυση, βλ. Τζαβαλής (2008).

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1

Σταδιακή Διαδικασία Ελέγχων Μοναδιαίας Ρίζας

Στάδια	**Εκτιμούμενο Υπόδειγμα**	**Υπόθεση H_o**	**Στατιστικό Κριτήριο**
(1)	$\Delta(GAS)_t = \delta + \gamma TREND + \beta GAS_{t-1} + \varepsilon_t$	β=0	τ_τ
(2)		β=γ=0	Φ_3
(2α)		β=0	t
(3)	$\Delta(GAS)_t = \delta + \beta GAS_{t-1} + \varepsilon_t$	β=0	τ_μ
(4)		β=δ=0	Φ_1
(4α)		β=0	t
(5)	$\Delta(GAS)_t = +\beta GAS_{t-1} + \varepsilon_t$	β=0	τ

Αρχικά λοιπόν, ελέγχουμε εάν θα συμπεριληφθεί η σταθερά (δ) και η τάση (γ) στην παλινδρόμηση. Για το λόγο αυτό ξεκινάμε με την εκτίμηση ενός απλού DF test (στάδιο 1) με τη μηδενική υπόθεση H_o : β=0. Πιο συγκεκριμένα η μηδενική υπόθεση είναι η ύπαρξη μοναδιαίας ρίζας/μη στασιμότητας. Το τεστ συμπεριλαμβάνει και τη σταθερά και το συντελεστή της τάσης και καθόλου υστερήσεις. Το β είναι ο συντελεστής της πρώτης υστέρησης της εξαρτημένης μεταβλητής GAS. Παρατηρούμε ότι η τιμή του στατιστικού κριτηρίου t=-2,21 είναι μικρότερη σε απόλυτες τιμές από τις DF τιμές για κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης. Επομένως η μηδενική υπόθεση ότι η σειρά GAS έχει μοναδιαία ρίζα δεν απορρίπτεται, κι έτσι πρέπει να προχωρήσουμε στο επόμενο στάδιο. Συμπληρωματικά, το κριτήριο Durbin Watson stat είναι 1,3 (σχετικά κοντά στη μονάδα) που σημαίνει ότι τα κατάλοιπα της εξίσωσης παλινδρόμησης παρουσιάζουν αυτοσυσχέτιση. Για το λόγο αυτό επαναλαμβάνουμε τον έλεγχο, συμπεριλαμβάνοντας στην παλινδρόμηση έναν αριθμό υστερήσεων της εξαρτημένης μεταβλητής.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2

Στάδιο (1) : Έλεγχος DF για β=0

Null Hypothesis: GAS has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Fixed)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-2.214606	0.4788
Test critical values:	1% level	-3.998457	
	5% level	-3.429484	
	10% level	-3.138243	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.
Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(GAS)
Method: Least Squares
Sample (adjusted): 1959Q2 2016Q4
Included observations: 230 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GAS(-1)	-0.045784	0.020674	-2.214606	0.0278
C	-0.030668	0.560175	-0.054748	0.9564
@TREND(1957Q1)	0.021334	0.010659	2.001495	0.0465

R-squared	0.021341	Mean dependent var	0.329470
Adjusted R-squared	0.012719	S.D. dependent var	3.762439
S.E. of regression	3.738435	Akaike info criterion	5.488169
Sum squared resid	3172.529	Schwarz criterion	5.533014
Log likelihood	-628.1394	Hannan-Quinn criter.	5.506258
F-statistic	2.475064	Durbin-Watson stat	1.308140
Prob(F-statistic)	0.086426		

Στον παρακάτω πίνακα προβαίνουμε σε περαιτέρω διερεύνηση της σημαντικότητας της τάσης με τον επαυξημένο έλεγχο μοναδιαίας ρίζας Augmented Dickey Fuller (ADF εφεξής). Ο έλεγχος ADF είναι ίδιος με τον απλό έλεγχο DF, διαφέρει όμως η εξίσωση της παλινδρόμησης η οποία έχει επαυξηθεί με έναν αριθμό υστερήσεων των πρώτων διαφορών της Y_t με σκοπό να διορθωθεί η αυτοσυσχέτιση των καταλοίπων. Πρέπει να σημειωθεί πως στον έλεγχο αυτό χρησιμοποιείται το κριτήριο SIC. Σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα, το κριτήριο παίρνει ως βέλτιστο αριθμό υστερήσεων των πρώτων διαφορών(DGAS) της εξαρτημένης μεταβλητής (GAS) τον αριθμό δύο. Το t-statistic ισούται με -2,49 και είναι προφανώς μικρότερο από τις κριτικές τιμές σε κάθε επίπεδο σημαντικότητας. Σαν αποτέλεσμα, δεν μπορούμε να απορρίψουμε την μηδενική υπόθεση της ύπαρξης μοναδιαίας ρίζας. Επιπλέον, βλέπουμε στον πίνακα πως η αυτοσυσχέτιση των καταλοίπων φαίνεται να έχει διορθωθεί καθώς το DW είναι περίπου ίσο με 2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3

Στάδιο (1α) : Εκτίμηση εξίσωσης με υστερήσεις – Έλεγχος ADF

β=0

Null Hypothesis: GAS has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=14)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-2.490428	0.3327
Test critical values:	1% level	-3.998815	
	5% level	-3.429657	
	10% level	-3.138345	

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(GAS)
Method: Least Squares
Included observations: 228 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GAS(-1)	-0.049592	0.019913	-2.490428	0.0135
D(GAS(-1))	0.434034	0.063929	6.789354	0.0000
D(GAS(-2))	-0.232682	0.065612	-3.546332	0.0005
C	-0.175690	0.532924	-0.329672	0.7420
@TREND(1957Q1)	0.023484	0.010306	2.278619	0.0236

R-squared	0.196795	Mean dependent var	0.331539
Adjusted R-squared	0.182387	S.D. dependent var	3.778905
S.E. of regression	3.416959	Akaike info criterion	5.317065
Sum squared resid	2603.660	Schwarz criterion	5.392270
Log likelihood	-601.1454	Hannan-Quinn criter.	5.347408
F-statistic	13.65941	Durbin-Watson stat	2.044120
Prob(F-statistic)	0.000000		

Συνεχίζοντας τη διερεύνηση, στον παρακάτω πίνακα γίνεται ο σύνθετος έλεγχος ότι και ο συντελεστής της μεταβλητής β, αλλά και ο συντελεστής της τάσης γ είναι ίσοι με μηδέν. Με τον τρόπο αυτό θα ελέγξουμε αν η παρουσία της τάσης της μεταβλητής είναι αυτή που προκαλεί τη μη στασιμότητα. Εάν ισχύει κάτι τέτοιο η προσθήκη της τάσης στο υπόδειγμα έχει οδηγήσει στην αποδυνάμωση του ελέγχου DF κάνοντάς τον μεροληπτικό. Για τον έλεγχο αυτό χρησιμοποιούμε το F-test δεδομένου όμως ότι πρώτα θα εκτιμήσουμε μία παλινδρόμηση χωρίς την παρουσία της τάσης. Αξίζει να σημειωθεί πως συνυπολογίζονται μόνο δύο υστερήσεις των πρώτων διαφορών της μεταβλητής (όσες ακριβώς χρησιμοποιήθηκαν και στον ADF έλεγχο).

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4

Στάδιο (2) : Εκτίμηση με περιορισμούς β=γ=0

Dependent Variable: DGAS
Method: Least Squares
Sample (adjusted): 1959Q4 2016Q4
Included observations: 228 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.283340	0.229620	1.233954	0.2185
D(GAS(-1))	0.419368	0.064241	6.528082	0.0000
D(GAS(-2))	-0.272054	0.064247	-4.234481	0.0000

R-squared	0.174301	Mean dependent var	0.331539
Adjusted R-squared	0.166962	S.D. dependent var	3.778905
S.E. of regression	3.449042	Akaike info criterion	5.327140
Sum squared resid	2676.575	Schwarz criterion	5.372263
Log likelihood	-604.2940	Hannan-Quinn criter.	5.345346
F-statistic	23.74824	Durbin-Watson stat	2.065874
Prob(F-statistic)	0.000000		

Για να προχωρήσουμε με τον έλεγχο β=γ=0, θα υπολογίσουμε το F-statistic. Πιο αναλυτικά ο αριθμός των παρατηρήσεων μας είναι N=228, ο αριθμός των εκτιμώμενων παραμέτρων στην εξίσωση υπό την H_α είναι k=5, ο αριθμός των περιορισμών υπό την H_0 είναι q=2. Επιπλέον SSRrestricted =3.449042 και SSRunrestricted =3.416959.

$$F = \frac{(2676.575 - 2603.660)}{2603.660}\frac{(228-5)}{2} = 3{,}122$$

Τώρα θα συγκρίνουμε με την αναθεωρημένη κριτική τιμή Φ_3=6,34 για επίπεδο εμπιστοσύνης 5%. Αναλυτικότερα F=3,122< Φ_3=6,34 άρα η μηδενική υπόθεση <u>δεν</u> απορρίπτεται. Αυτό σημαίνει ότι δεδομένου ότι η υπόθεση β=0 έχει γίνει αποδεκτή, συμπεραίνουμε ότι $\gamma = 0$, δηλαδή η εξωγενής τάση κάτω από τη μηδενική υπόθεση μοναδιαίας ρίζας δεν είναι σημαντική και μάλιστα επικρατεί της στοχαστικής.

Υπάρχει παρόλα αυτά το ενδεχόμενο ταυτόχρονης ύπαρξης στοχαστικής (β=0) και προσδιοριστικής ($\gamma = 0$) τάσης στο αληθινό υπόδειγμα. Προκειμένου να εξετάσουμε το ενδεχόμενο αυτό, θα θεωρήσουμε την υπόθεση μοναδιαίας ρίζας (που έγινε αποδεκτή σε προηγούμενο στάδιο) θέτοντας β=0 και θα ελέγξουμε την υπόθεση γ=0.

Έτσι θα συνεχίσουμε λοιπόν με τον έλεγχο σημαντικότητας της τάσης στο υπόδειγμα με τη γνωστή στατιστική t.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5

Στάδιο (3) : Έλεγχος ADF για β=0 με σταθερά αλλά χωρίς τάση

Null Hypothesis: GAS has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=14)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-1.016653	0.7476
Test critical values:	1% level	-3.458973	
	5% level	-2.874029	
	10% level	-2.573502	

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(GAS)
Method: Least Squares

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GAS(-1)	-0.006819	0.006707	-1.016653	0.3104
D(GAS(-1))	0.420520	0.064246	6.545489	0.0000
D(GAS(-2))	-0.267602	0.064392	-4.155860	0.0000
C	0.622820	0.405240	1.536917	0.1257

R-squared	0.178094	Mean dependent var	0.331539
Adjusted R-squared	0.167086	S.D. dependent var	3.778905
S.E. of regression	3.448784	Akaike info criterion	5.331309
Sum squared resid	2664.281	Schwarz criterion	5.391473
Log likelihood	-603.7692	Hannan-Quinn criter.	5.355583
F-statistic	16.17905	Durbin-Watson stat	2.062966
Prob(F-statistic)	0.000000		

Παρατηρούμε ότι το Augmented DF statistic= -1,0166 και είναι πάλι μικρότερο σε απόλυτες τιμές από τις κριτικές τιμές για κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης. Επομένως δεν μπορούμε να απορρίψουμε τη μηδενική υπόθεση και συνεχίζουμε στο επόμενο έλεγχο. Το επόμενο στάδιο είναι να εξετάσουμε εάν η σταθερά δ (εμφανίζεται σαν C στο Eviews) χρειάζεται να συμπεριληφθεί στον έλεγχο. Θα γίνει δηλαδή ο σύνθετος έλεγχος β=δ=0.

Στον παρακάτω πίνακα έχουμε τρέξει μία restricted παλινδρόμηση χωρίς σταθερά και χωρίς την πρώτη υστέρηση της εξαρτημένης μεταβλητής (GAS(-1)). Θα προχωρήσουμε με ένα Ftest, όπου οι επιμέρους τιμές είναι οι εξής: SSRrestricted=2694.688, SSRunrestricted=2664.281, N=228, q=2 και k=4. Μετά από υπολογισμούς η τιμή του Ftest προκύπτει 1,278 που είναι μικρότερη από την τιμή Φ=6,34. Άρα η μηδενική υπόθεση δε μπορεί να απορριφθεί για επίπεδο σημαντικότητας 5% και επομένως η σταθερά μπορεί να παραληφθεί από την εξίσωση.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.6

Στάδιο (4) : Έλεγχος ADF για β=δ=0

Dependent Variable: DGAS
Method: Least Squares
Sample (adjusted): 1959Q4 2016Q4
Included observations: 228 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(GAS(-1))	0.424132	0.064199	6.606574	0.0000
D(GAS(-2))	-0.267439	0.064212	-4.164907	0.0000

R-squared	0.168714	Mean dependent var	0.331539
Adjusted R-squared	0.165035	S.D. dependent var	3.778905
S.E. of regression	3.453027	Akaike info criterion	5.325113
Sum squared resid	2694.688	Schwarz criterion	5.355195
Log likelihood	-605.0629	Hannan-Quinn criter.	5.337250
Durbin-Watson stat	2.060337		

Αφού μέχρι αυτό το σημείο δεν καταφέραμε να απορρίψουμε την ύπαρξη μοναδιαίας ρίζας, θα συνεχίσουμε παρακάτω με ένα επαυξημένο έλεγχο ADF στις πρώτες διαφορές της μεταβλητής GAS χωρίς σταθερά και χωρίς τάση.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.7

Έλεγχος Μοναδιαίας Ρίζας Πρώτων Διαφορών D(GAS)

Null Hypothesis: D(GAS) has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=14)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-11.37841	0.0000
Test critical values:	1% level	-2.575144	
	5% level	-1.942224	
	10% level	-1.615772	

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(GAS,2)
Method: Least Squares

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(GAS(-1))	-0.843306	0.074115	-11.37841	0.0000
D(GAS(-1),2)	0.267439	0.064212	4.164907	0.0000

R-squared	0.379344	Mean dependent var	0.013811
Adjusted R-squared	0.376598	S.D. dependent var	4.373366
S.E. of regression	3.453027	Akaike info criterion	5.325113
Sum squared resid	2694.688	Schwarz criterion	5.355195
Log likelihood	-605.0629	Hannan-Quinn criter.	5.337250
Durbin-Watson stat	2.060337		

Στον παραπάνω πίνακα το DF statistic ισούται με -11,37, που είναι μεγαλύτερο σε απόλυτες τιμές από τις κριτικές τιμές σε κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης. Συμπερασματικά, η μηδενική υπόθεση περί ύπαρξης μοναδιαίας ρίζας στις πρώτες διαφορές απορρίπτεται. Η σειρά των πρώτων διαφορών είναι στάσιμη ή εναλλακτικά η σειρά GAS είναι ολοκληρωμένη πρώτης τάξης I(1).

Παρομοίως ελέγχθηκαν και όλες οι υπόλοιπες σειρές που θα χρησιμοποιηθούν στην ανάλυσή μας και ταυτοποιήθηκαν επίσης ως ολοκληρωμένες πρώτης τάξης I(1). Ενδεικτικά παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των πινάκων της μεθοδολογίας Dickey Fuller που εξάχθηκαν μέσω του στατιστικού προγράμματος Eviews, για τις πρώτες διαφορές όλων των μεταβλητών που θα χρησιμοποιηθούν στη μελέτη. Όπως και παραπάνω, αρκεί να συγκρίνουμε τις τιμές t-statistic με τις αντίστοιχες κριτικές τιμές και στα τρία επίπεδα σημαντικότητας (1%, 5% και 10%).

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.8

ΕΛΕΓΧΟΙ ADF ΣΤΙΣ ΠΡΩΤΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	**GDP ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΑ ΚΑΙ ΤΑΣΗ**	**CPI ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΑ ΚΑΙ ΤΑΣΗ**	**PPI ΧΩΡΙΣ ΣΤΑΘΕΡΑ ΚΑΙ ΧΩΡΙΣ ΤΑΣΗ**	**GAS ΧΩΡΙΣ ΣΤΑΘΕΡΑ ΚΑΙ ΧΩΡΙΣ ΤΑΣΗ**	**SPOT ΧΩΡΙΣ ΣΤΑΘΕΡΑ ΚΑΙ ΧΩΡΙΣ ΤΑΣΗ**	**OIL ΧΩΡΙΣ ΣΤΑΘΕΡΑ ΚΑΙ ΧΩΡΙΣ ΤΑΣΗ**
t-statistic	-10.26212	-9.820502	-7.380861	-11.37841	-15.81139	-12.62452
1% level	-3.997250	-3.997250	-2.574839	-2.575144	-2.574714	-2.575144
5% level	-3.428900	-3.428900	-1.942182	-1.942224	-1.942164	-1.942224
10% level	-3.137898	-3.137898	-1.615799	-1.615772	-1.615810	-1.615772

Πράγματι, σε όλες τις μεταβλητές, η τιμή της στατιστικής t, είναι σε απόλυτη τιμή μεγαλύτερη από τις κριτικές τιμές σε κάθε επίπεδο σημαντικότητας. Άρα, με βάση τον έλεγχο DF απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση μοναδιαίας ρίζας στις τιμές των πρώτων διαφορών των σειρών. Επομένως, όλες οι χρονοσειρές είναι στάσιμες στις πρώτες διαφορές, ή αλλιώς ολοκληρωμένες πρώτης τάξης I(1) και μπορούμε να προχωρήσουμε σε περαιτέρω ανάλυση.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

5.4 ΑΥΤΟΠΑΛΙΝΔΡΟΜΑ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ VAR

Η δομή και η εξέλιξη της σύγχρονης οικονομίας μας οδηγούν σε αλληλεξαρτήσεις και αλληλοσυνδέσεις μεταξύ των μεταβλητών. Για το λόγο αυτό, είναι χρήσιμο να ερευνώνται και να εκτιμώνται οι δυναμικές επιδράσεις στην πορεία των μεταβλητών μας, λόγω τυχαίων και αιφνίδιων διαταραχών σε μία εξίσωση του συστήματος. Ο σκοπός μας θα επιτευχθεί με τη χρήση των διανυσματικών αυτοπαλίνδρομων υποδειγμάτων, γνωστών και ως VAR (vector autoregression). Στα υποδείγματα αυτά, κάθε μεταβλητή περιγράφεται ως συνάρτηση των προηγούμενων υστερήσεων της ίδιας, αλλά και των προηγούμενων τιμών όλων των υπόλοιπων μεταβλητών του συστήματος.

Συνοπτικά, ένα υπόδειγμα VAR περιγράφει τη δυναμική εξέλιξη ενός συνόλου μεταβλητών, με βάση την προηγούμενη κοινή ιστορία τους. Επίσης όλες οι μεταβλητές θεωρούνται ενδογενείς, πρέπει απαραίτητα να είναι από κοινού στάσιμες και να μην συνολοκληρώνονται ώστε να γίνει σωστή εξειδίκευση του υποδείγματος.
Στην μελέτη μας, θα διερευνήσουμε τη σχέση που έχει η χρονοσειρά του φυσικού αερίου (GAS) με καθεμιά από τις παρακάτω μεταβλητές ξεχωριστά :
-Δείκτης τιμών καταναλωτή στις ΗΠΑ (Consumer Price Index ή CPI)
-Δείκτης τιμών παραγωγού στις ΗΠΑ (Producer Price Index ή CPI)
-Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν των ΗΠΑ (Gross Domestic Product ή GDP)
-Τιμές αργού πετρελαίου στις ΗΠΑ (OIL)

Όλες οι σειρές ελέγχθηκαν με τη διαδικασία Dickey Fuller και εξασφαλίστηκε η στασιμότητά τους στις πρώτες διαφορές. Επιπλέον έγινε έλεγχος συνολοκλήρωσης και καταλήξαμε στο συμπέρασμα πως οι σειρές στο κάθε σύστημα δεν συνολοκληρώνονται. Έτσι, τα αποτελέσματα αυτά, μας επιτρέπουν να προχωρήσουμε στην ανάλυση των VAR υποδειγμάτων.

5.4.1 ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ - ΔΕΙΚΤΗΣ ΤΙΜΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗ

Η επιλογή των υστερήσεων στις παλινδρομήσεις έγινε με τα κριτήρια Dickey Fuller όπως είδαμε παραπάνω. Και οι δύο σειρές περιέχουν μία μοναδιαία ρίζα, αφού οι έλεγχοι δείχνουν ότι οι πρώτες διαφορές των τιμών τους είναι στάσιμες. Σαν αποτέλεσμα θα εξειδικεύσουμε ένα διανυσματικό αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα (VAR)

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

στις πρώτες διαφορές ανάμεσα στις σειρές των τιμών του φυσικού αερίου και των τιμών του δείκτη καταναλωτή.

Αρχικά θα ξεκινήσουμε με την εξειδίκευση του αριθμού των υστερήσεων στο δεξί μέλος κάθε εξίσωσης. Δηλαδή θα επιλέξουμε την άριστη τάξη p του VAR(p) υποδείγματος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.9

ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΑΞΗΣ ΤΟΥ VAR (αριθμός υστερήσεων) DGAS-DCPI

VAR Lag Order Selection Criteria
Endogenous variables: DGAS DCPI
Exogenous variables: C
Sample: 1957Q1 2016Q4
Included observations: 226

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-894.9897	NA	9.604275	7.937962	7.968233	7.950178
1	-845.5374	97.59176	6.423597	7.535729	7.626540	7.572377
2	-829.6241	31.12247	5.780916	7.430302	7.581653	7.491381
3	-817.2080	24.06303*	5.366140*	7.355823*	7.567715*	7.441334*
4	-815.2394	3.780390	5.463723	7.373800	7.646232	7.483743

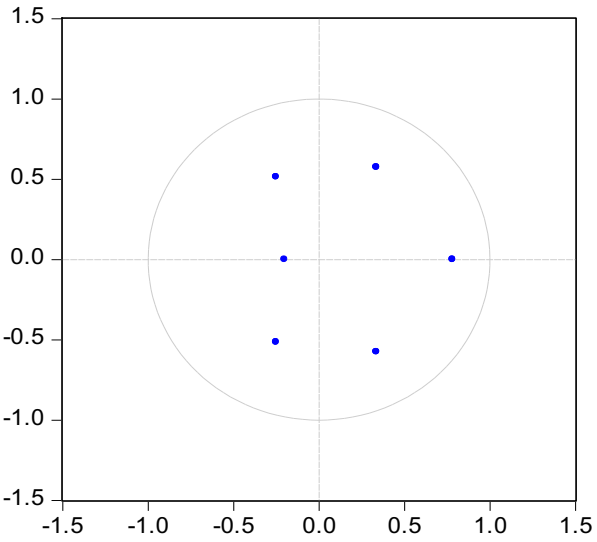
* indicates lag order selected by the criterion
LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)
FPE: Final prediction error
AIC: Akaike information criterion
SC: Schwarz information criterion
HQ: Hannan-Quinn information criterion

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα όλα τα διαγνωστικά κριτήρια (LR, FPE, AIC, SIC, HQ) συμφωνούν ότι ο άριστος αριθμός υστερήσεων για το μοντέλο είναι p=3, οπότε συνεχίζουμε με την εκτίμηση ενός VAR(3) υποδείγματος.

Στη συνέχεια, κρίνεται απαραίτητο να ελεγχθεί η σταθερότητα του συστήματος. Προκειμένου να είναι το σύστημά μας σταθερό(στάσιμο), θα πρέπει όλες οι ρίζες του χαρακτηριστικού πολυωνύμου να βρίσκονται εντός του μοναδιαίου κύκλου, δηλαδή το μέτρο τους να είναι μικρότερο του ενός. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι ρίζες των μεταβλητών προς εξέταση.
Οι ρίζες είναι μιγαδικές αλλά το μέτρο τους είναι μικρότερο της μονάδας κι έτσι βρίσκονται εντός του μοναδιαίου κύκλου, άρα το σύστημά μας είναι σταθερό.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.10

ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑΣ (DGAS-DCPI)



Endogenous variables: DGAS DCPI
Exogenous variables: C
Lag specification: 1 3

Root	Modulus
0.781817	0.781817
0.334843 - 0.575738i	0.666029
0.334843 + 0.575738i	0.666029
-0.250674 - 0.513306i	0.571245
-0.250674 + 0.513306i	0.571245
-0.202932	0.202932

No root lies outside the unit circle.
VAR satisfies the stability condition.

Οι ρίζες είναι μιγαδικές αλλά το μέτρο τους είναι μικρότερο της μονάδας κι έτσι βρίσκονται εντός του μοναδιαίου κύκλου. Άρα το σύστημά μας έιναι σταθερό και μπορούμε να συνεχίσουμε την ανάλυση.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εκτίμησης του υποδείγματος με 3 υστερήσεις (VAR(3)) όπως αναλύθηκε στην επιλογή τάξης.

Στην πρώτη στήλη περιλαμβάνονται οι εκτιμήσεις της εξίσωσης των τιμών του φυσικού αερίου (DGAS) και στη δεύτερη στήλη οι εκτιμήσεις των τιμών της σειράς του δείκτη τιμών καταναλωτή (DCPI) αντίστοιχα. Στις παρενθέσεις είναι τα τυπικά σφάλματα και στις αγκύλες οι τιμές του στατιστικού t-student. Ουσιαστικά ελέγχουμε αν κάθε παράμετρος είναι στατιστικά σημαντική, συγκρίνοντας αν η τιμή στις αγκύλες είναι μεγαλύτερη από 1,96 σε απόλυτη τιμή.

Στην εξίσωση των τιμών του φυσικού αερίου οι μόνες στατιστικά σημαντικές είναι οι επιδράσεις που ασκούν οι 2 πρώτες υστερήσεις της ίδιας σειράς, καθώς και η πρώτη υστέρηση της σειράς του δείκτη τιμών καταναλωτή. Από την άλλη, όσον αφορά την εξίσωση του DCPI, οι επιδράσεις που ασκούν όλες οι υστερήσεις της ίδιας σειράς πάνω στην τρέχουσα καθώς και οι υστερήσεις των τιμών του φυσικού αερίου είναι στο σύνολό τους στατιστικά σημαντικές.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.11

ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ VAR(3) DGAS-DCPI

Vector Autoregression Estimates
Sample (adjusted): 1960Q1 2016Q4
Included observations: 227 after adjustments
Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

	DGAS	DCPI
DGAS(-1)	0.371271	0.084764
	(0.06747)	(0.01309)
	[5.50260]	[6.47451]
DGAS(-2)	-0.292868	-0.029714
	(0.07395)	(0.01435)
	[-3.96023]	[-2.07074]
DGAS(-3)	-0.100857	-0.032177
	(0.07319)	(0.01420)
	[-1.37799]	[-2.26571]
DCPI(-1)	0.909804	0.375952
	(0.33165)	(0.06435)
	[2.74323]	[5.84203]
DCPI(-2)	-0.379587	-0.017632
	(0.35930)	(0.06972)
	[-1.05647]	[-0.25292]
DCPI(-3)	0.114313	0.264179
	(0.30474)	(0.05913)
	[0.37512]	[4.46771]
C	-0.254933	0.345713
	(0.41670)	(0.08085)
	[-0.61180]	[4.27575]
R-squared	0.215044	0.403751
Adj. R-squared	0.193636	0.387489
Sum sq. resids	2544.477	95.80004
S.E. equation	3.400854	0.659890
F-statistic	10.04509	24.82886
Log likelihood	-596.3980	-224.1841
Akaike AIC	5.316282	2.036864
Schwarz SC	5.421897	2.142479
Mean dependent	0.332339	0.925894
S.D. dependent	3.787237	0.843169

Συμπερασματικά παρατηρούμε ότι υπάρχει έντονη συσχέτιση και εμμονή της σειράς των τιμών του φυσικού αερίου τόσο με τον ίδιο της τον εαυτό, όσο και με την σειρά των δεικτών τιμών του καταναλωτή. Ομοίως υπάρχει πολύ έντονη συσχέτιση και εμμονή της σειράς του DCPI τόσο με τον ίδιο της τον εαυτό, όσο και με την σειρά του φυσικού αερίου. Σαν αποτέλεσμα οι εκτιμήσεις των τρεχουσών DCPI και DGAS είναι

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

σωστότερες όταν έχουμε πληροφόρηση για τις παρελθούσες τιμές και της DCPI και της DGAS.

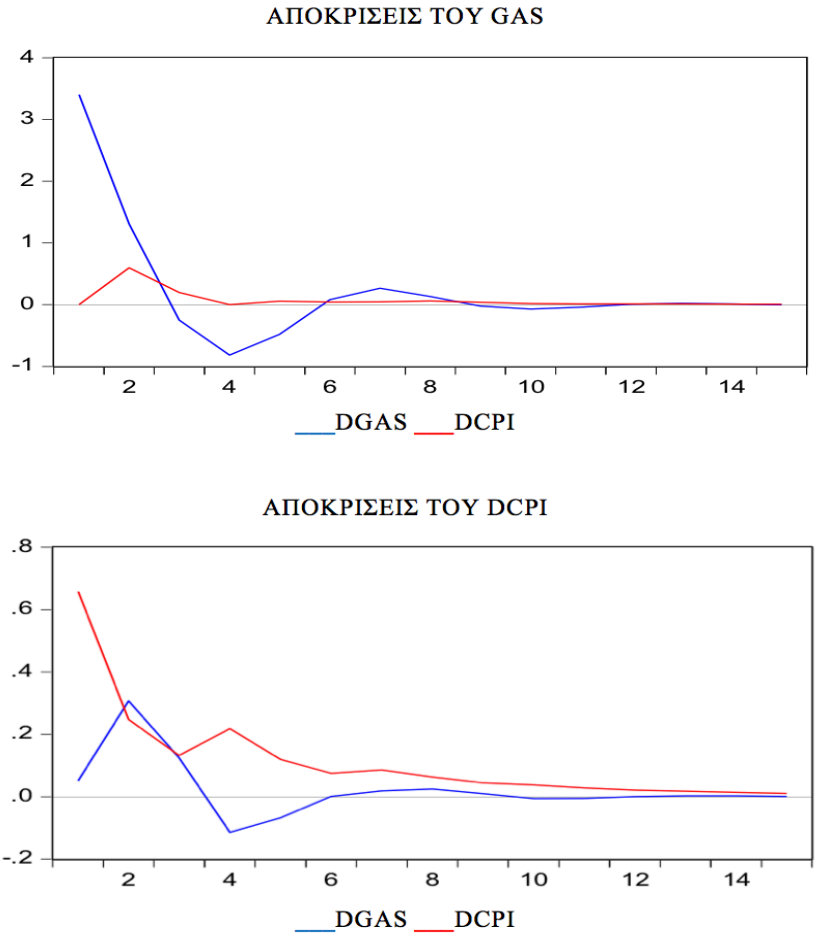
Παρατηρούμε επίσης πως οι δύο σειρές έχουν αρκετά καλή προσαρμοστικότητα με βάση το κριτήριο R-squared. Συγκεκριμένα η σειρά του CPI παρουσιάζει καλύτερη προσαρμοστικότητα (0,403), ενώ η σειρά του φυσικού αερίου ακολουθεί με R^2=0,215.

Στα επόμενα διαγράμματα συνεχίζουμε με την ανάλυση της εξέλιξης των δυναμικών αποκρίσεων των εξισώσεων των τιμών του φυσικού αερίου και των δεικτών τιμών του καταναλωτή ύστερα από μία διαταραχή μιας τυπικής απόκλισης σε κάθε εξίσωση. Εξετάζουμε δηλαδή κατά πόσο μια διαταραχή σε καθεμιά από τις δύο εξισώσεις, θα τις επηρεάσει μελλοντικά.

Για την ορθογωνοποίηση των λαθών εφαρμόστηκε ανάλυση κατά Cholesky.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.3

ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ ΑΠΟΚΡΙΣΕΩΝ DGAS-DCPI



Στο πρώτο διάγραμμα έχουμε τις δυναμικές αποκρίσεις του φυσικού αερίου ενώ στο δεύτερο του DCPI αντίστοιχα.

Ξεκινώντας από το πρώτο διάγραμμα παρατηρούμε ότι μια διαταραχή στην εξίσωση του φυσικού αερίου ωθεί την ίδια τη μεταβλητή σε κατακόρυφη πτώση τις πρώτες τέσσερις περιόδους. Η διαταραχή θα είναι θετική, αν οδηγεί τη μεταβλητή σε αύξηση των τιμών της, ενώ αντιθέτως θα είναι αρνητική αν την οδηγεί σε μείωση ή κάθοδο. Έπειτα ακολουθεί μία ανοδική πορεία η οποία διαρκεί περίπου 3 περιόδους ενώ στη συνέχεια μετά από μία πτώση οι επιδράσεις μηδενίζονται. Αντίθετα μία διαταραχή στην εξίσωση του CPI, ωθεί τις τιμές του φυσικού αερίου αρχικά σε μία αύξηση, η οποία τελικά μετά τη δεύτερη περίοδο αρχίζει να φθίνει ώσπου τελικά μετά από τρεις σχεδόν περιόδους μηδενίζεται.

Στο δεύτερο διάγραμμα παρατηρούμε ότι μια διαταραχή στην εξίσωση του δείκτη τιμών καταναλωτή δίνει αρχικά ώθηση στην ίδια τη μεταβλητή, οδηγώντας σε μείωση το CPI τις τρεις πρώτες περιόδους. Ύστερα από την τρίτη ως την έβδομη περίοδο παρουσιάζονται αυξομειώσεις στις τιμές, ώσπου τελικά υπάρχει μία σταδιακή κάθοδος προς το μακροχρόνιο επίπεδο. Μία διαταραχή στην εξίσωση του φυσικού αερίου απεναντίας οδηγεί σε μία αρχική ανοδική αντίδραση. Παρόλα αυτά ακολουθεί μία έντονη πτώση η οποία διαρκεί δύο περιόδους, ενώ στο τέλος μετά από μία ανοδική πορεία πέντε περιόδων, αρχίζει η διαδρομή προς το μακροχρόνιο επίπεδο, ώσπου την δέκατη περίοδο η σειρά εκμηδενίζεται.

Κατόπιν, στο επόμενο διάγραμμα αναλύεται η διακύμανση των λαθών πρόβλεψης (από 1 έως 5 περιόδους μπροστά) κάθε ενδογενούς μεταβλητής στο ποσοστό που έχει προέλθει από μια διαταραχή στην ίδια τη μεταβλητή και σε εκείνο που προέρχεται από διαταραχή στην άλλη.

Ο πρώτος πίνακας περιέχει τη μεταβλητότητα των λαθών πρόβλεψης των τιμών του φυσικού αερίου, ενώ ο δεύτερος αντίστοιχα περιέχει τη μεταβλητότητα των λαθών πρόβλεψης του δείκτη τιμών καταναλωτή. Παρατηρούμε αρχικά στην εξίσωση του GAS ότι η συμμετοχή στη μεταβλητότητα των λαθών πρόβλεψης από μία διαταραχή στην εξίσωση του CPI δεν ξεπερνά το 3%, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό από μια διαταραχή στην εξίσωση του φυσικού αερίου αγγίζει το 18,5%.Αντίστοιχα συμπεραίνουμε σαφώς πως σε κάθε μεταβλητή το μεγαλύτερο ποσοστό της μεταβλητότητας εξηγείται από τη διαταραχή της ίδιας μεταβλητής.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.12

ΔΙΑΣΠΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ (DGAS-DCPI)

Variance Decomposition of DGAS: Period	S.E.	DGAS	DCPI
1	3.400854	100.0000	0.000000
2	3.692929	97.37280	2.627199
3	3.706624	97.10818	2.891823
4	3.795505	97.24203	2.757971
5	3.825990	97.26271	2.737293
Variance Decomposition of DCPI: Period	**S.E.**	**DGAS**	**DCPI**
1	0.659890	0.597823	99.40218
2	0.768870	16.43046	83.56954
3	0.790027	18.04951	81.95049
4	0.827545	18.36731	81.63269
5	0.838935	18.52848	81.47152

Τέλος, για την ολοκλήρωση της ανάλυσης του διανυσματικού αυτοπαλίνδρομου υποδείγματος είναι απαραίτητος ο έλεγχος αιτιότητας κατά Granger ώστε να εξεταστεί αν υπάρχει κάποια σχέση αιτιότητας μεταξύ των δύο μεταβλητών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.13

ΕΛΕΓΧΟΙ ΑΙΤΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ GRANGER (DGAS-DCPI)

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests
Sample: 1957Q1 2016Q4
Included observations: 227

Dependent variable: DGAS

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
DCPI	7.826314	3	0.0497
All	7.826314	3	0.0497

Dependent variable: DCPI

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
DGAS	62.13674	3	0.0000
All	62.13674	3	0.0000

Στο πρώτο κομμάτι του πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα ελέγχου αιτιότητας στην εξίσωση των τιμών του φυσικού αερίου DGAS, με μηδενική υπόθεση ότι οι υστερήσεις του δείκτη τιμών καταναλωτή DCPI στην εξίσωση αυτή είναι από κοινού μηδενικές. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα το prob= 0,0497 έιναι μικρότερο από το 0,05 και συνεπώς απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση. Αυτό συνεπάγεται πως υπάρχει αιτιότητα από το CPI προς το φυσικό αέριο.

Ομοίως, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της εξέτασης για αιτιότητα στην εξίσωση των δεικτών τιμών καταναλωτή, απορρίπτουμε επίσης τη μηδενική υπόθεση (prob=0 < 0,05). Ως αποτέλεσμα, το φυσικό αέριο αιτιάζει το CPI. Ανακεφαλαιώνοντας, καταλήγουμε πως το GAS προκαλεί το CPI και αντίστροφα. Υπάρχει δηλαδή αμφίδρομη αιτιότητα μεταξύ της σειράς του φυσικού αερίου και της σειράς των δεικτών τιμών του καταναλωτή.

5.4.2 ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ – ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ

Θα συνεχίσουμε την ανάλυσή μας με την εκτίμηση ενός διανυσματικού αυτοπαλίνδρομου υποδείγματος με ενδογενείς μεταβλητές τις τιμές του πετρελαίου (DOIL) και του φυσικού αερίου (DGAS).

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.14

ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΑΞΗΣ ΤΟΥ VAR (αριθμός υστερήσεων) DGAS-DOIL

VAR Lag Order Selection Criteria
Endogenous variables: DGAS DOIL
Exogenous variables: C
Sample: 1957Q1 2016Q4
Included observations: 226

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-1347.905	NA	528.6408	11.94606	11.97633	11.95828
1	-1321.764	51.58871	434.5760	11.75012	11.84093	11.78677
2	-1297.290	47.86458*	362.5631	11.56894	11.72029*	11.63002*
3	-1292.492	9.299771	360.0192*	11.56187*	11.77376	11.64738
4	-1291.630	1.654297	370.1753	11.58965	11.86208	11.69959

* indicates lag order selected by the criterion
LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)
FPE: Final prediction error
AIC: Akaike information criterion
SC: Schwarz information criterion
HQ: Hannan-Quinn information criterion

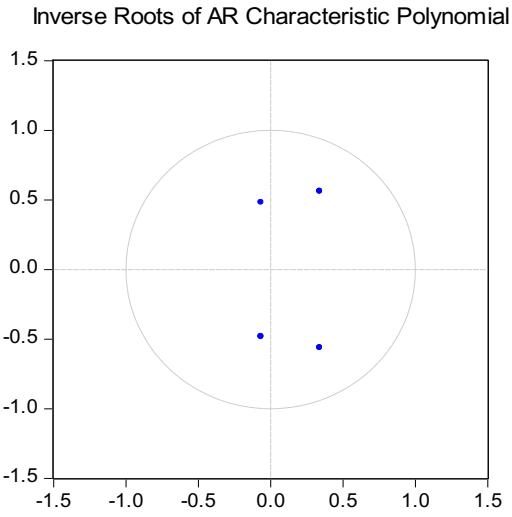
ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Στον παραπάνω πίνακα, βλέπουμε πως τα περισσότερα κριτήρια (LR,SC,HQ) συμφωνούν ότι επιλέγουμε την p=2 για τάξη του υποδείγματος. Συνεπώς θα εκτιμήσουμε ένα VAR(2) υπόδειγμα.

Κατόπιν, θα προχωρήσουμε με την εξέταση σταθερότητας του συστήματος.
Πράγματι, όλες οι ρίζες του χαρακτηριστικού πολυωνύμου βρίσκονται εντός του μοναδιαίου κύκλου και οι ρίζες αν και μιγαδικές έχουν μέτρο μικρότερο της μονάδας. Σαν αποτέλεσμα, το σύστημα είναι σταθερό και μπορούμε να συνεχίσουμε σε περαιτέρω ανάλυση.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.15

ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑΣ (DGAS-DOIL)



Roots of Characteristic Polynomial
Endogenous variables: DGAS DOIL
Exogenous variables: C
Lag specification: 1 2

Root	Modulus
0.339843 - 0.562132i	0.656876
0.339843 + 0.562132i	0.656876
-0.066266 - 0.481434i	0.485973
-0.066266 + 0.481434i	0.485973

No root lies outside the unit circle.
VAR satisfies the stability condition.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εκτίμησης του υποδείγματος με 2 υστερήσεις (VAR(2)), όπως αποφασίστηκε στην επιλογή τάξης.

Πιο αναλυτικά, στην εξίσωση του φυσικού αερίου, οι επιδράσεις στο σύνολό τους, τόσο της ίδιας μεταβλητής όσο και των τιμών του πετρελαίου παρουσιάζουν στατιστική σημαντικότητα. Κατά συνέπεια, υπάρχει πολύ έντονη εμμονή και συσχέτιση του DGAS με τον εαυτό του αλλά και με την DOIL. Από την άλλη, στο πετρέλαιο, όλες οι επιδράσεις της ίδιας μεταβλητής είναι στατιστικά σημαντικές, ενώ από τις επιδράσεις της DGAS μόνο η δεύτερη υστέρηση δείχνει σημαντικότητα. Έτσι και σε αυτήν την περίπτωση βλέπουμε πως υπάρχει συσχέτιση και εμμονή. Συμπληρωματικά, τα κριτήρια του R-squared δείχνουν μία σχετικά μέτρια προσαρμοστικότητα και στις δύο εξισώσεις (0,24 για το φυσικό αέριο και 0,17 για το πετρέλαιο).

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.16

ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ VAR(2) DGAS-DOIL

Vector Autoregression Estimates		
	DGAS	DOIL
DGAS(-1)	0.296545	0.106957
	(0.06742)	(0.11920)
	[4.39851]	[0.89727]
DGAS(-2)	-0.284686	-0.373722
	(0.06470)	(0.11439)
	[-4.40016]	[-3.26701]
DOIL(-1)	0.125975	0.250610
	(0.03746)	(0.06622)
	[3.36330]	[3.78424]
DOIL(-2)	0.095910	-0.232047
	(0.03883)	(0.06865)
	[2.47003]	[-3.37999]
C	0.290062	0.250981
	(0.22075)	(0.39030)
	[1.31400]	[0.64305]
R-squared	0.244219	0.169093
Adj. R-squared	0.230663	0.154189
Sum sq. resids	2449.929	7658.648
S.E. equation	3.314548	5.860351
F-statistic	18.01478	11.34536
Log likelihood	-594.2074	-724.1419
Akaike AIC	5.256206	6.395982
Schwarz SC	5.331411	6.471187
Mean dependent	0.331539	0.184079
S.D. dependent	3.778905	6.372164

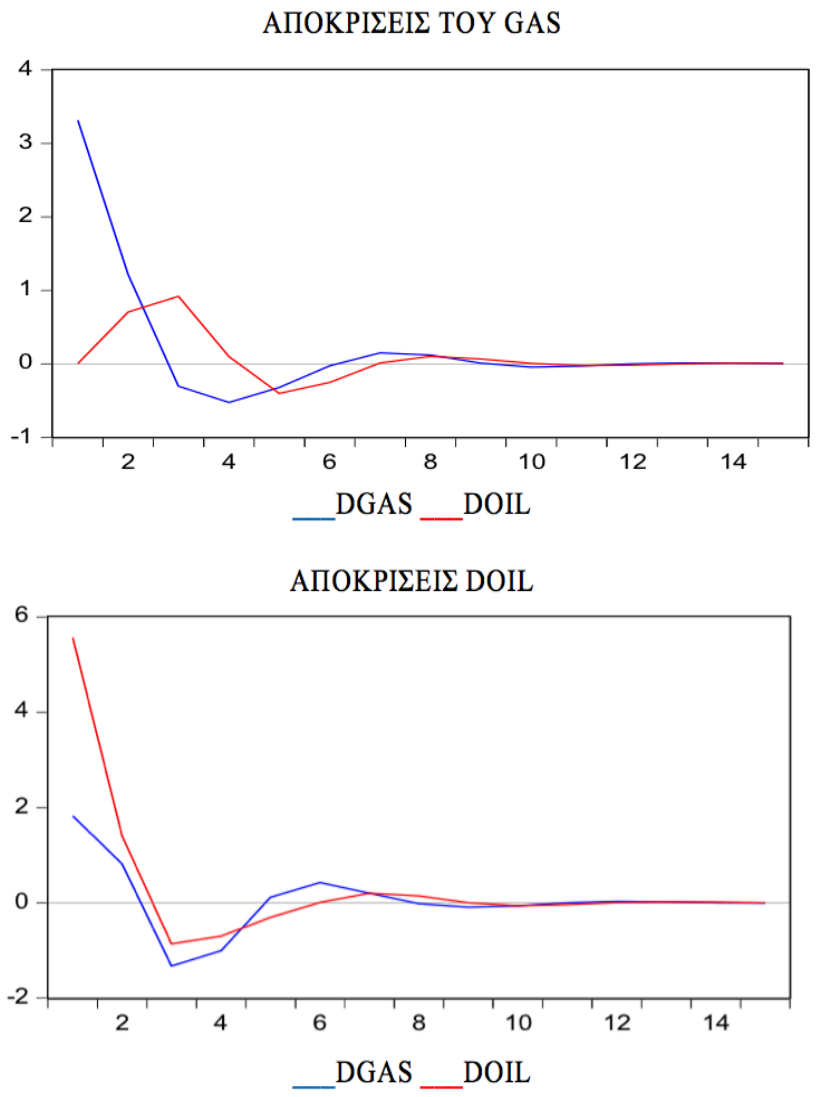
Στο επόμενο διάγραμμα συνεχίζουμε με τις εκτιμήσεις των δυναμικών αποκρίσεων του VAR(2) υποδείγματος που εξετάζουμε.

Ειδικότερα στις αποκρίσεις του φυσικού αερίου στο πάνω διάγραμμα παρατηρούμε ότι μια διαταραχή στην εξίσωση της ίδιας μεταβλητής οδηγεί σε κατακόρυφη κάθοδο τις τέσσερις πρώτες περιόδους, ενώ στη συνέχεια ακολουθεί μία σταδιακή επάνοδος που διαρκεί έως και την όγδοη περίοδο, για να καταλήξουμε τελικά από εκεί και πέρα σε μια αργού ρυθμού πτώση ως τον μηδενισμό. Εντούτοις, μια διαταραχή ίδιου μεγέθους στην εξίσωση του πετρελαίου ωθεί το φυσικό αέριο σε διαδοχική αύξηση και μείωση διάρκειας συνολικά τεσσάρων περιόδων, ώσπου στο τέλος έπειτα από μία ακόμη ανοδική πορεία έως την ένατη περίοδο, καταλήγει σε πτώση ως τον μηδενισμό. Συνεχίζοντας στο δεύτερο διάγραμμα με τις αποκρίσεις του πετρελαίου, μια διαταραχή ωθεί την ίδια μεταβλητή σε μία έντονα καθοδική πορεία

που διαρκεί τρεις σχεδόν περιόδους. Αργότερα, ακολουθεί μία διαρκής αύξηση της μεταβλητής, μέχρι που μετά την όγδοη περίοδο φθίνει σταδιακά προς το μηδέν. Παρόμοια, η αντίδραση του πετρελαίου σε μία διαταραχή ίσου μεγέθους στην εξίσωση του φυσικού αερίου είναι αρχικά καθοδική. Ύστερα μετά τη δεύτερη περίοδο έχουμε σταδιακές αυξήσεις και μειώσεις που διαρκούν οχτώ περίπου περιόδους και τελικά καταλήγουμε σε εκμηδενισμό.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.4

ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ ΑΠΟΚΡΙΣΕΩΝ (DGAS-DOIL)



Το επόμενο θέμα που θα μας απασχολήσει είναι η ανάλυση της διακύμανσης των λαθών πρόβλεψης από 1 έως 5 περιόδους μπροστά κάθε ενδογενούς μεταβλητής.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.17

ΔΙΑΣΠΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ (DGAS-DOIL)

Variance Decomposition of DGAS:			
Period	S.E.	DGAS	DOIL
1	3.314548	100.0000	0.000000
2	3.598404	96.19754	3.802461
3	3.726376	90.38330	9.616700
4	3.764544	90.51079	9.489206
5	3.799963	89.55280	10.44720
Variance Decomposition of DOIL:			
Period	S.E.	DGAS	DOIL
1	5.860351	9.662880	90.33712
2	6.078656	10.76154	89.23846
3	6.282337	14.54687	85.45313
4	6.401529	16.48520	83.51480
5	6.409965	16.47372	83.52628

Είναι αξιοσημείωτο πως το μεγαλύτερο ποσοστό της μεταβλητότητας στην DGAS εξηγείται πλήρως (100%) από την ίδια τη μεταβλητή, ενώ παρομοίως η μεταβλητότητα στην DOIL οφείλεται κατά 90% από διαταραχή στον εαυτό της. Αρκετά μεγάλο ποσοστό (περίπου 16,5%) καταγράφεται επίσης στην εξίσωση του πετρελαίου σε σχέση με τη συμμετοχή στη μεταβλητότητα των λαθών πρόβλεψης από μία διαταραχή στις τιμές του φυσικού αερίου, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό στην εξίσωση του φυσικού αερίου από μια διαταραχή στο πετρέλαιο δεν ξεπερνά το 10,5%.

Στο τελευταίο στάδιο γίνονται και παρουσιάζονται οι έλεγχοι αιτιότητας κατά Granger.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.18

ΕΛΕΓΧΟΙ ΑΙΤΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ GRANGER (DGAS-DOIL)

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests			
Dependent variable: DGAS			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
DOIL	20.62994	2	0.0000
All	20.62994	2	0.0000
Dependent variable: DOIL			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
DGAS	10.67349	2	0.0048
All	10.67349	2	0.0048

Τα αποτελέσματα στο πάνω αλλά και στο κάτω μέρος του πίνακα (Prob<0) οδηγούν σε απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης περί αιτιότητας που σημαίνουν παρουσία αμφίδρομης αιτιότητας από το φυσικό αέριο στο πετρέλαιο και αντίστροφα.
Συγκεφαλαιώνοντας καταλήγουμε ότι οι τιμές του πετρελαίου φαίνεται να προκαλούν τις τιμές του φυσικού αερίου και αντιστρόφως οι τιμές του φυσικού αερίου αιτιάζουν τις τιμές του πετρελαίου.

5.4.3 ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ - ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΟ ΕΓΧΩΡΙΟ ΠΡΟΙΟΝ

Στη συνέχεια προχωρούμε με την μελέτη του VAR υποδείγματος που περιέχει τις τιμές του φυσικού αερίου (DGAS) και το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν DGDP -εφεξής ΑΕΠ- σαν ενδογενείς μεταβλητές.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.19

ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΑΞΗΣ ΤΟΥ VAR (αριθμός υστερήσεων) (DGAS-DGDP)

VAR Lag Order Selection Criteria
Endogenous variables: DGAS DGDP
Exogenous variables: C
Sample: 1957Q1 2016Q4
Included observations: 226

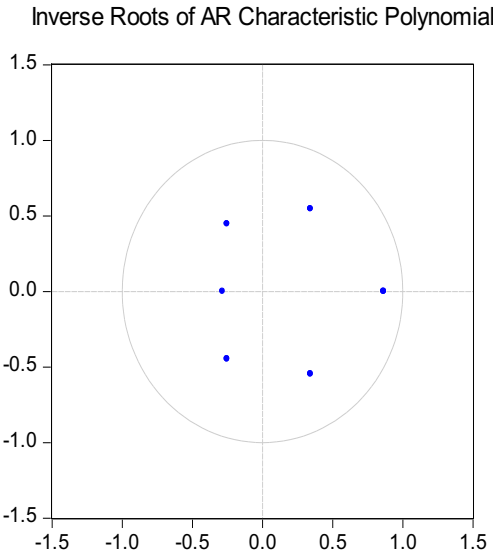
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-3471.928	NA	7.70e+10	30.74273	30.77300	30.75494
1	-3399.661	142.6154	4.21e+10	30.13859	30.22940	30.17524
2	-3380.990	36.51592	3.70e+10	30.00876	30.16011*	30.06984
3	-3373.275	14.95118*	3.58e+10	29.97589	30.18778	30.06140*
4	-3368.857	8.484131	3.56e+10*	29.97219*	30.24462	30.08213

* indicates lag order selected by the criterion

Ξεκινώντας με την επιλογή της άριστης τάξης p του VAR(p) υποδείγματος, καταλήγουμε μετά από έλεγχο των διαγνωστικών κριτηρίων ότι παρόλο που υπάρχει συμφωνία του αριθμού των κριτηρίων στην p=3 και p=4, θα εκτιμήσουμε ένα VAR(3) υπόδειγμα, καθώς θα δοθεί βάση στο κριτήριο του τροποποιημένου λόγου πιθανοφανειών (LR) και στο HQ έναντι των FPE, AIC.
Στον επόμενο απαραίτητο έλεγχο σταθερότητας, το πρώτο διάγραμμα παρουσιάζει όλες τις ρίζες εντός του μοναδιαίου κύκλου, ενώ στο δεύτερο πίνακα παρατηρούμε πως το μέτρο των μιγαδικών ριζών είναι μικρότερο από τη μονάδα. Άρα το σύστημά μας είναι σταθερό και μπορούμε να συνεχίσουμε τη ανάλυση.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.20

ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑΣ (DGAS-DGDP)



Roots of Characteristic Polynomial
Endogenous variables: DGAS DGDP
Exogenous variables: C
Lag specification: 1 3

Root	Modulus
0.863598	0.863598
0.342522 - 0.546220i	0.644731
0.342522 + 0.546220i	0.644731
-0.252845 - 0.446596i	0.513204
-0.252845 + 0.446596i	0.513204
-0.284946	0.284946

No root lies outside the unit circle.
VAR satisfies the stability condition.

Παρακάτω προχωράμε σε εκτίμηση του υποδείγματος με τρεις υστερήσεις όπως προέκυψε από την επιλογή τάξης του VAR.

Όσον αφορά την εξίσωση του φυσικού αερίου στατιστικά σημαντικές είναι μόνο οι επιδράσεις των υστερήσεων της ίδιας μεταβλητής για δύο περιόδους πριν, ενώ αντίθετα οι επιδράσεις των υστερήσεων του ΑΕΠ δεν παρουσιάζουν καμία στατιστική σημαντικότητα. Παρόμοια, στην εξίσωση του ΑΕΠ οι επιδράσεις που ασκούν οι υστερήσεις της ίδια μεταβλητής είναι όλες στο σύνολο τους σημαντικές, ενώ οι μόνες στατιστικά σημαντικές επιδράσεις των υστερήσεων του φυσικού αερίου είναι η πρώτη και η δεύτερη.

Παρατηρούμε δηλαδή πως υπάρχει έντονη εμμονή και συσχέτιση του DGAS μόνο με τον εαυτό του. Ως αποτέλεσμα, σημαίνει ότι γνωρίζοντας παλαιότερες τιμές του φυσικού αερίου μπορούμε να προβούμε σε καλύτερη εκτίμηση της εξίσωσής του την τρέχουσα περίοδο, ενώ πληροφορίες για την σειρά του ΑΕΠ δεν βοηθούν περαιτέρω στην εκτίμησή μας.

Το ίδιο όμως δεν συμβαίνει και με σειρά του DGDP, όπου η απόκτηση παρελθοντικών πληροφοριών τόσο για την ίδια σειρά, όσο και του φυσικού αερίου θα προσφέρουν επιπλέον βοήθεια στην εκτίμησή μας λόγω της πολύ έντονης συσχέτισης και εμμονής που παρουσιάζονται.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.21

ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ VAR(3) (DGAS-DGDP)

Vector Autoregression Estimates
Sample (adjusted): 1960Q1 2016Q4
Included observations: 227 after adjustments
Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

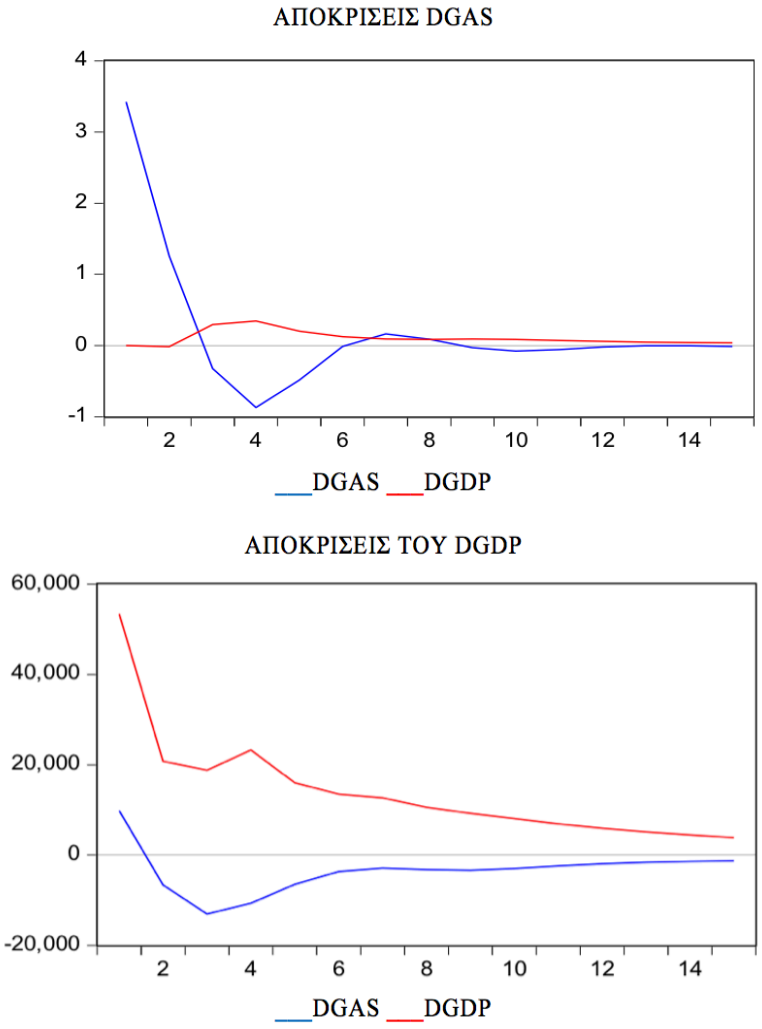
	DGAS	DGDP
DGAS(-1)	0.368248	-3046.940
	(0.06809)	(1079.44)
	[5.40845]	[-2.82270]
DGAS(-2)	-0.246711	-2509.775
	(0.07297)	(1156.85)
	[-3.38099]	[-2.16949]
DGAS(-3)	-0.125236	-1290.583
	(0.07043)	(1116.52)
	[-1.77826]	[-1.15590]
DGDP(-1)	-2.58E-07	0.389759
	(4.2E-06)	(0.06668)
	[-0.06144]	[5.84478]
DGDP(-2)	5.73E-06	0.199110
	(4.5E-06)	(0.07082)
	[1.28380]	[2.81149]
DGDP(-3)	2.20E-06	0.237792
	(4.3E-06)	(0.06760)
	[0.51597]	[3.51774]
C	-0.274987	17418.62
	(0.36901)	(5850.25)
	[-0.74519]	[2.97741]
R-squared	0.205279	0.485650
Adj. R-squared	0.183605	0.471622
Sum sq. resids	2576.131	6.47E+11
S.E. equation	3.421942	54250.57
F-statistic	9.471133	34.62068
Log likelihood	-597.8012	-2793.155
Akaike AIC	5.328645	24.67097
Schwarz SC	5.434260	24.77658
Mean dependent	0.332339	81023.35
S.D. dependent	3.787237	74633.18

Στα επόμενα δύο γραφήματα παρακάτω θα σχολιάσουμε τις εκτιμήσεις των δυναμικών αποκρίσεων του VAR(3) συστήματός μας.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.5

ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ ΑΠΟΚΡΙΣΕΩΝ (DGAS-DGDP)



Αρχίζοντας, στο πρώτο διάγραμμα παρουσιάζονται οι αποκρίσεις του φυσικού αερίου και ύστερα του ΑΕΠ. Παρατηρούμε ότι μια διαταραχή στην εξίσωση του φυσικού αερίου ωθεί σε έντονα καθοδική πορεία για τρεις περιόδους την ίδια τη μεταβλητή, ενώ σημειώνεται άνοδος τις επόμενες τέσσερις περίπου περιόδους. Έπειτα, ακολουθεί μία ελαφριά διαρκής πτώση, ώσπου την t=9 αρχίζει μία σταδιακή επάνοδος ως τον μηδενισμό των επιδράσεων. Αντιθέτως, μία ίσου μεγέθους διαταραχή στην εξίσωση του ΑΕΠ, θα ξεκινήσει με μηδενικές επιδράσεις τις πρώτες δύο περιόδους στην εξίσωση του φυσικού αερίου. Στη συνέχεια, παρατηρείται μία μικρή ανοδική πορεία δύο περιόδων, ώσπου εντέλει καταλήγει σε σταδιακή και με αργό ρυθμό πτώση προς το μακροχρόνιο επίπεδο, χωρίς να φαίνεται ότι κάποια στιγμή μηδενίζεται. Αντίστοιχα, στο δεύτερο διάγραμμα, μια διαταραχή στην εξίσωση του ΑΕΠ, οδηγεί

την ίδια τη μεταβλητή σε μία έντονα καθοδική πορεία σε όλο το σύνολο των περιόδων, παρά τη μοναδική άνοδο από την τρίτη έως την τέταρτη περίοδο, χωρίς όμως τελικά οι επιδράσεις να μηδενίζονται. Παρόμοια, μια ισομεγέθης διαταραχή στην εξίσωση του φυσικού αερίου ωθεί το ΑΕΠ διαδοχικά σε κατακόρυφη πτώση που διαρκεί τρεις περιόδους και ύστερα σε σταδιακή επάνοδο προς το μακροχρόνιο επίπεδο, χωρίς ποτέ να το προσεγγίζει.

Συνεχίζουμε με την ανάλυση της διακύμανσης των λαθών πρόβλεψης από 1 έως 5 περιόδους μπροστά κάθε ενδογενούς μεταβλητής.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.22

ΔΙΑΣΠΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ (DGAS-DGDP)

Variance Decomposition of DGAS:			
Period	S.E.	DGAS	DGDP
1	3.421942	100.0000	0.000000
2	3.645742	99.99857	0.001431
3	3.671977	99.35059	0.649409
4	3.789530	98.56580	1.434196
5	3.825845	98.31158	1.688421
Variance Decomposition of DGDP:			
Period	S.E.	DGAS	DGDP
1	54250.57	3.237024	96.76298
2	58477.35	4.068389	95.93161
3	62790.00	7.853410	92.14659
4	67813.01	9.210662	90.78934
5	69973.67	9.511441	90.48856

Καταρχάς όπως αναμένουμε, το μεγαλύτερο ποσοστό της μεταβλητότητας εξηγείται από τη διαταραχή της ίδιας της μεταβλητής. Ενδεικτικά, τα αντίστοιχα ποσοστά είναι 100% για το φυσικό αέριο και 96,7% για το ΑΕΠ. Αντίθετα στην εξίσωση του DGAS η συμμετοχή στη μεταβλητότητα των λαθών πρόβλεψης από μια διαταραχή στο ΑΕΠ δεν ξεπερνά το 1,7%, ενώ στην εξίσωση του DGDP από την άλλη πλευρά το ανάλογο ποσοστό αγγίζει το 9,5%.

Σε τελική ανάλυση, απεικονίζονται τα αποτελέσματα αιτιότητας κατά Granger για να αποφανθούμε αν υπάρχει κάποια κατεύθυνση αιτιότητας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.23

ΕΛΕΓΧΟΙ ΑΙΤΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ GRANGER (DGAS-DGDP)

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests Sample: 1957Q1 2016Q4 Included observations: 227			
Dependent variable: DGAS			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
DGDP	5.026978	3	0.1698
All	5.026978	3	0.1698
Dependent variable: DGDP			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
DGAS	23.63112	3	0.0000
All	23.63112	3	0.0000

Πράγματι, σύμφωνα με τα στοιχεία του δεύτερου μέρους του πίνακα εντοπίζουμε αιτιότητα από το φυσικό αέριο προς το ΑΕΠ.

Δεν συμβαίνει το ίδιο όμως με τον έλεγχο Granger με εξαρτημένη μεταβλητή τη DGAS όπου εντοπίζουμε απουσία αιτιότητας από το ΑΕΠ προς το φυσικό αέριο (pvalue=0,1698>0,05). Συνεπώς υπάρχει μονόδρομη αιτιότητα κι έτσι το φυσικό αέριο προκαλεί το ΑΕΠ.

5.4.4 ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ - ΔΕΙΚΤΗΣ ΤΙΜΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΟΥ

Το επόμενο και τελευταίο VAR σύστημα που θα εξειδικευτεί περιλαμβάνει τις τιμές του φυσικού αερίου και το δείκτη τιμών παραγωγού (PPI) σαν ενδογενείς μεταβλητές. Επειδή έχει προηγηθεί αναλυτική παρουσίαση και ερμηνεία αντίστοιχων αυτοπαλίνδρομων υποδειγμάτων, οι πίνακες και τα διαγράμματα του συγκεκριμένου συστήματος παρατίθενται στο παράρτημα στο τέλος της εργασίας.

Έτσι λοιπόν, από τον πίνακα Α.1 επιλογής τάξης του VAR, το σύνολο των κριτηρίων (εκτός από το SC) συμφωνούν πως πρόκειται για ένα VAR(3) υπόδειγμα. Επιπλέον, στον πίνακα Α.2 όπου εξετάζουμε τη σταθερότητα του συστήματος,

προκειμένου να είναι όσο το δυνατόν ορθότερη η ανάλυσή μας, παρατηρούμε πως οι ρίζες του χαρακτηριστικού πολυωνύμου βρίσκονται εντός του μοναδιαίου κύκλου και οι ρίζες του συστήματος των δύο μεταβλητών αν και μιγαδικές, έχουν μέτρο μικρότερο της μονάδας. Σαν αποτέλεσμα, το σύστημά μας είναι σταθερό και συνεχίζουμε με την εκτίμηση του υποδείγματος με τρεις υστερήσεις, όπως προέκυψε από τον σχετικό έλεγχο τάξης.

Για την εξίσωση του δείκτη τιμών καταναλωτή κοιτάζοντας τους δείκτες στις αγκύλες του πίνακα Α.3 στο παράστημα, συμπεραίνουμε πως όλες οι επιδράσεις που ασκούν οι υστερήσεις της ίδιας μεταβλητής είναι στατιστικά σημαντικές. Αντίστοιχα στην εξίσωση των τιμών του φυσικού αερίου οι επιδράσεις που ασκούν η δεύτερη και η τρίτη υστέρηση της ίδιας μεταβλητής είναι σε απόλυτη τιμή μεγαλύτερες από 1,96 και άρα στατιστικά σημαντικές. Υπάρχει δηλαδή έντονη εμμονή και συσχέτιση κάθε μεταβλητής με τις προηγούμενες τιμές της. Αντιθέτως, στην εξίσωση του DPPI σε σχέση με το φυσικό αέριο, η μόνη σημαντική είναι η επίδραση που ασκεί η τρίτη υστέρηση DGAS(-3). Τέλος στην DGAS μονάχα η πρώτη υστέρηση του δείκτη τιμών παραγωγού φαίνεται να παρουσιάζει στατιστική σημαντικότητα. Υπάρχει δηλαδή συσχέτιση του DPPI και του DGAS τον εαυτό τους καθώς και με την άλλη μεταβλητή.

Σε αυτήν την παράγραφο, θα σχολιάσουμε τις δυναμικές αποκρίσεις του δείκτη τιμών παραγωγού, του φυσικού αερίου και τις αντίστοιχες διαταραχές. Ξεκινώντας με το πάνω μέρος του διαγράμματος Α.1, παρατηρούμε πως μια διαταραχή στην εξίσωση του δείκτη τιμών παραγωγού αρχικά δίνει μεγάλη ώθηση στην ίδια τη μεταβλητή, ενώ μετά την t=2, ακολουθούν διαδοχικές αυξομειώσεις μέχρι την δέκατη περίοδο, μέχρι που εντέλει μηδενίζονται. Παρομοίως μια διαταραχή ίσου μεγέθους στην εξίσωση του DGAS δίνει μία ώθηση πτωτική στην εξίσωση του DPPI, έπειτα ακολουθεί μία ισομεγέθης ανοδική πορεία και τελικά καταλήγει μετά από πολύ μικρές αυξομειώσεις σε εκμηδενισμό. Από την άλλη πλευρά, σύμφωνα με το δεύτερο διάγραμμα μια διαταραχή στην εξίσωση του φυσικού αερίου όπως και μια διαταραχή στην εξίσωση του DPPI, οδηγούν τις ίδιες τις μεταβλητές σε κατακόρυφες πτώσεις μέχρι και τις τέσσερις πρώτες περιόδους, ενώ από εκεί και έπειτα έχουμε διαδοχικές αυξομειώσεις μέχρι και την δέκατη περίοδο όπου φαίνονται να μηδενίζονται.

Στη συνέχεια γίνεται ανάλυση της διακύμανσης των λαθών πρόβλεψης τα αποτελέσματα των οποίων φαίνονται στον πίνακα Α.4 του παραρτήματος. Καταρχάς στην μεταβλητή DPPI, το 100% της μεταβλητότητας οφείλεται σε μια διαταραχή στην ίδια την μεταβλητή. Το αντίστοιχο ποσοστό μεταβλητότητας του DGAS που εξηγείται

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

από την διαταραχή της ίδιας μεταβλητής είναι μόνο 67%. Αντίθετα, για την ανάλυση της μεταβλητότητας των λαθών πρόβλεψης του δείκτη τιμών του παραγωγού η συμμετοχή του DGAS δεν ξεπερνά το 8,5%. Τα συμπεράσματα αλλάζουν πολύ για την ανάλυση της μεταβλητότητας των λαθών πρόβλεψης του DGAS λόγω διαταραχής στην DPPI καθώς το ποσοστό αγγίζει το 36,5%.

Σε τελική ανάλυση προβαίνουμε στον γνωστό έλεγχο αιτιότητας κατά Granger. Ο αντίστοιχος πίνακας Α.5 συμπεριλαμβάνεται στο τέλος της εργασίας. Εφόσον λοιπόν και οι δύο πιθανότητες είναι κοντά στο μηδέν (pvalue<α=5%) συμπεραίνουμε πως υπάρχει αμφίδρομη αιτιότητα μεταξύ της σειράς του φυσικού αερίου και της σειράς του δείκτη τιμών του παραγωγού. Δηλαδή η DGAS προκαλεί την DPPI και αντιστρόφως.

5.5 ΣΥΝΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ

Το φαινόμενο της συνολοκλήρωσης που θα εξεταστεί στη συνέχεια συνδέεται στενά με τις έννοιες της μοναδιαίας ρίζας και με τα υποδείγματα VAR. Η ιδέα της συνολοκλήρωσης προέρχεται από τη μελέτη μεταξύ μη στάσιμων χρονολογικών σειρών, οι οποίες λόγω της κοινής στοχαστικής τάσης που παρουσιάζουν οδηγούν τις αποκλίσεις τους να παραμένουν μακροχρόνια σταθερές. Δηλαδή αυτή η κοινή τάση δεν αφήνει τις σειρές να απομακρυνθούν για πολύ, οπότε οι αποκλίσεις από τη μακροχρόνια σχέση τους παραμένουν στάσιμες.

Στα πλαίσια του ελέγχου συνολοκλήρωσης μεταξύ δύο η περισσοτέρων μεταβλητών, οι Engle και Granger (1987), διατύπωσαν μια μεθοδολογία των παρακάτω 5 βημάτων.

ΒΗΜΑ 1: ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΤΑΞΗΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗΣ

Οι μεταβλητές που εξετάζονται πρέπει να έχουν την ίδια τάξη d ολοκλήρωσης. Στην αντίθετη περίπτωση θεωρείται ότι δεν συνολοκληρώνονται και ο έλεγχος τερματίζεται.

ΒΗΜΑ 2: ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΕΞΙΣΩΣΗΣ ΣΥΝΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗΣ

Στο στάδιο αυτό, ουσιαστικά παλινδρομούμε τη μια μεταβλητή στην άλλη και λαμβάνουμε την εξίσωση μακροχρόνιας ισορροπίας. Από αυτήν την εκτίμηση της εξίσωσης θέλουμε οι εκτιμήσεις των καταλοίπων να είναι I(0).

ΒΗΜΑ 3: ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΝΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗΣ ΒΑΣΕΙ ΚΑΤΑΛΟΙΠΩΝ

Γίνεται έλεγχος μοναδιαίας ρίζας των εκτιμημένων καταλοίπων από την εξίσωση μακροχρόνιας ισορροπίας (Βήμα 2). Απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης για μοναδιαία

ρίζα στα εκτιμημένα κατάλοιπα ισοδυναμεί με απόρριψη της υπόθεσης μη συνολοκλήρωσης και άρα οι σειρές συνολοκληρώνονται.

ΒΗΜΑ 4: ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΕΞΙΣΩΣΗΣ ΔΙΟΡΘΩΣΗΣ ΛΑΘΩΝ(ECM)

Εφόσον στο προηγούμενο βήμα καταλήξουμε ότι τα εκτιμημένα κατάλοιπα είναι I(0) τότε η υπόθεση της συνολοκλήρωσης ισχύει και συνεχίζουμε με την εκτίμηση ενός υποδείγματος διόρθωσης λαθών.

ΒΗΜΑ 5: ΕΛΕΓΧΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΚΑΙ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΤΟΥ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Τουλάχιστον μία από τις παραμέτρους προσαρμογής πρέπει να είναι μη μηδενική. Σε περίπτωση που δεν εμφανίζεται πουθενά ο όρος διόρθωσης λαθών συνεπάγεται πως δεν υπάρχει συνολοκλήρωση.

Ακολουθώντας λοιπόν την παραπάνω διαδικασία, προβαίνουμε σε έλεγχο συνολοκλήρωσης για τις σειρές GAS και OIL. Πριν ξεκινήσουμε τη μεθοδολογία των 5 βημάτων θα χρειαστεί να τρέξουμε μία παλινδρόμηση, ώστε να βρεθεί το είδος της τάσης της κάθε χρονοσειράς και να προσαρμοστεί κατάλληλα το υπόδειγμά μας στον έλεγχο συνολοκλήρωσης. Από τον παρακάτω πίνακα που πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του Excel, θα χρειαστεί να επιλέξουμε τον τύπο της τάσης που παρουσιάζει τον καλύτερο συντελεστή προσδιορισμού R^2. Φαίνεται λοιπόν, πως για τη σειρά GAS (ανεξάρτητη μεταβλητή) η τάση είναι γραμμική, ενώ αντιθέτως η τάση της εξαρτημένης μεταβλητής OIL είναι τετραγωνική (δευτεροβάθμια).

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.24

ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΩΝ ΤΑΣΗΣ

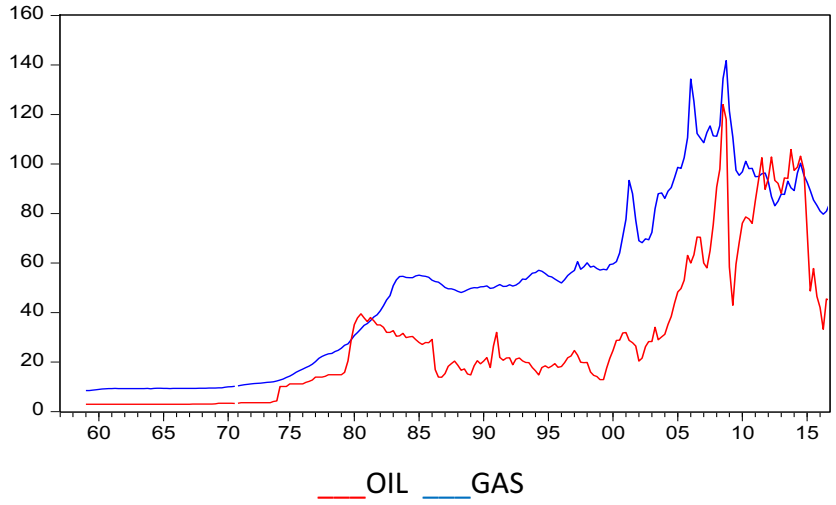
SUMMARY OUTPUT			
GAS TREND LINEAR		GAS TREND QUADRATIC	
Regression Statistics			
Multiple R	0,936758	Multiple R	0,9201033
R Square	0,877516	R Square	0,8465900
Adjusted R Square	0,876978	Adjusted R Square	0,8459172
Standard Error	12,02100	Standard Error	13,453269
Observations	230	Observations	230
OIL TREND LINEAR		OIL TREND QUADRATIC	
Regression Statistics			
Multiple R	0,793503	Multiple R	0,835000
R Square	0,629647	R Square	0,697226
Adjusted R Square	0,628022	Adjusted R Square	0,695898
Standard Error	17,10817	Standard Error	15,46873
Observations	230	Observations	230

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Θα αρχίσουμε ενδεικτικά με ένα γράφημα όπου παρουσιάζονται από κοινού οι πορείες των δύο χρονοσειρών μας. Αναλύοντας την γραφική απεικόνιση των δύο σειρών, είναι φανερό πως δεν μπορούμε να αγνοήσουμε την παρόμοια πορεία και την κοινή τάση που υπάρχει μεταξύ τους.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.6

ΤΙΜΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ (GAS) ΚΑΙ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ(OIL)



Το πρώτο βήμα σύμφωνα με τη μεθοδολογία Engle-Granger έχει ήδη ολοκληρωθεί, καθώς οι σειρές έχουν εξεταστεί και ταυτοποιηθεί ως ολοκληρωμένες πρώτου βαθμού I(1). Έπειτα για το δεύτερο στάδιο έχουμε ήδη αποφανθεί πως πρέπει να συμπεριληφθούν η δευτεροβάθμια τάση και σταθερά ως προσδιοριστικοί παράγοντες

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.25

Εκτίμηση Σχέσης Συνολοκλήρωσης

Dependent Variable: OIL
Method: Fully Modified Least Squares (FMOLS)
Sample (adjusted): 1959Q2 2016Q4
Cointegrating equation deterministics: C @TREND @TREND^2
Long-run covariance estimate (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth = 5.0000)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GAS	0.564219	0.155995	3.616897	0.0004
C	10.87502	6.452541	1.685385	0.0933
@TREND	-0.350921	0.132673	-2.645007	0.0087
@TREND^2	0.001674	0.000474	3.536058	0.0005

R-squared	0.760999	Mean dependent var	28.63913
Adjusted R-squared	0.757827	S.D. dependent var	28.05082
S.E. of regression	13.80412	Sum squared resid	43065.12
Durbin-Watson stat	0.190405	Long-run variance	785.3476

Βέβαια ο παραπάνω πίνακας μας δείχνει πως η σταθερά δεν είναι στατιστικά σημαντική (pvalue=0,093>0,05) και άρα μπορεί να παραληφθεί από την εξίσωση.

Συνεχίζοντας με το τρίτο βήμα, προβαίνουμε σε έλεγχο μοναδιαίας ρίζας στα κατάλοιπα της εξίσωσης που εκτιμήθηκε πιο πάνω. Οι έλεγχοι μπορούν να γίνουν είτε με το κριτήριο ADF (μέθοδος Engle-Granger), είτε με το κριτήριο PP (μέθοδος Phillips-Ouliaris).

Τα αντίστοιχα αποτελέσματα των παλινδρομήσεων παρουσιάζονται διαδοχικά παρακάτω.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.26

Εξίσωση παλινδρόμησης καταλοίπων (Μεθοδολογία Engle-Granger)

Cointegration Test - Engle-Granger
Equation: UNTITLED
Specification: OIL GAS C @TREND @TREND^2
Cointegrating equation deterministics: C @TREND @TREND^2
Null hypothesis: Series are not cointegrated
Automatic lag specification (lag=2 based on Schwarz Info Criterion, maxlag=14)

Engle-Granger Test Equation:
Dependent Variable: D(RESID)
Method: Least Squares
Date: 11/16/17 Time: 15:07
Sample (adjusted): 1959Q4 2016Q4
Included observations: 228 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RESID(-1)	-0.084233	0.029342	-2.870749	0.0045
D(RESID(-1))	0.242974	0.064122	3.789267	0.0002
D(RESID(-2))	-0.226283	0.066315	-3.412245	0.0008

R-squared	0.133583	Mean dependent var	-0.065960
Adjusted R-squared	0.125881	S.D. dependent var	6.009691
S.E. of regression	5.618719	Akaike info criterion	6.303155
Sum squared resid	7103.251	Schwarz criterion	6.348278
Log likelihood	-715.5597	Hannan-Quinn criter.	6.321361
Durbin-Watson stat	1.996899		

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.27

Εξίσωση παλινδρόμησης καταλοίπων (Μεθοδολογία Phillips-Ouliaris)

Phillips-Ouliaris Test Equation:
Dependent Variable: D(RESID)
Method: Least Squares
Sample (adjusted): 1959Q2 2016Q4
Included observations: 230 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RESID(-1)	-0.090777	0.028409	-3.195316	0.0016

R-squared	0.042575	Mean dependent var	-0.063202
Adjusted R-squared	0.042575	S.D. dependent var	5.983464
S.E. of regression	5.854705	Akaike info criterion	6.376707
Sum squared resid	7849.565	Schwarz criterion	6.391655
Log likelihood	-732.3213	Hannan-Quinn criter.	6.382737
Durbin-Watson stat	1.600676		

Στο πέμπτο και τελευταίο βήμα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα ελέγχου μη συνολοκλήρωσης με κάθε μέθοδο. Πρέπει να διευκρινιστεί πως οι έλεγχοι γίνονται με το κριτήριο t και με το κριτήριο z, τα οποία συμφωνούν (prob t=0,54 και prob z=0,35) με το γεγονός ότι οι σειρές δεν συνολοκληρώνονται.

Τέλος, η μέθοδος Phillips-Ouliaris καταλήγει στα ίδια ακριβώς συμπεράσματα περί μη ολοκλήρωσης των χρονολογικών σειρών που εξετάσαμε.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.28

ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΝΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗΣ ENGLE-GRANGER

Cointegration Test – Engle -Granger
Specification: OIL GAS C @TREND @TREND^2

	Value	Prob.*
Engle-Granger tau-statistic	-2.870749	0.5416
Engle-Granger z-statistic	-19.53100	0.3525

*MacKinnon (1996) p-values.
Intermediate Results:

Rho - 1	-0.084233
Rho S.E.	0.029342
Residual variance	31.57000
Long-run residual variance	32.65084
Number of lags	2
Number of observations	228
Number of stochastic trends**	2

**Number of stochastic trends in asymptotic distribution.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.29

ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΝΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗΣ PHILLIPS-OULIARIS

Cointegration Test - Phillips-Ouliaris		
Equation: UNTITLED		
Specification: OIL GAS C @TREND @TREND^2		
Cointegrating equation deterministics: C @TREND @TREND^2		
Null hypothesis: Series are not cointegrated		
Long-run variance estimate (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth = 5.0000)		
	Value	Prob.*
Phillips-Ouliaris tau-statistic	-3.219214	0.3549
Phillips-Ouliaris z-statistic	-21.18671	0.2840
*MacKinnon (1996) p-values.		
Intermediate Results:		
Rho - 1	-0.090777	
Bias corrected Rho - 1 (Rho* - 1)	-0.092116	
Rho* S.E.	0.028614	
Residual variance	34.27758	
Long-run residual variance	34.77434	
Long-run residual autocovariance	0.248381	
Number of observations	230	
Number of stochastic trends**	2	
**Number of stochastic trends in asymptotic distribution.		

Η ανάλυση της συνολοκλήρωσης τερματίζεται εδώ καθώς όλα τα κριτήρια συμφωνούν μεταξύ τους. Η σχέση των σειρών μπορεί να εξεταστεί στις πρώτες διαφορές τους οι οποίες είναι ολοκληρωμένες πρώτου βαθμού. Συμπληρωματικά, μιας και οι σειρές δεν συνδέονται από κάποια μακροχρόνια σχέση ισορροπίας, δεν χρειάζεται να συνεχίσουμε με διόρθωση των λαθών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΟΙΚΟΝΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΕΙΡΑΣ SPOT

6.1 ΠΡΟΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Σε αυτή την ενότητα θα χρησιμοποιήσουμε μία νέα χρονοσειρά, η οποία περιλαμβάνει τις μηνιαίες spot τιμές του φυσικού αερίου (SPOT). Έχοντας εξασφαλίσει τη στασιμότητά της στις πρώτες διαφορές στο παραπάνω κεφάλαιο, θα ακολουθήσουμε τη διαδικασία Box Jenkins, ώστε να ταυτοποιηθεί και να εκτιμηθεί το καταλληλότερο ARIMA υπόδειγμα που προσαρμόζεται καλύτερα στα δεδομένα της υπό εξέτασης χρονοσειράς. Η επιλογή του επικρατέστερου υποδείγματος θα γίνει μέσω της εκτίμησης και σύγκρισης των διαγνωστικών κριτηρίων μιας πληθώρας υποδειγμάτων, ώστε στην τελευταία υποενότητα να προβούμε στη διενέργεια προβλέψεων των τιμών spot του φυσικού αερίου.
Όλα τα γραφήματα και οι πίνακες της εμπειρικής οικονομετρικής μελέτης γίνονται με τη βοήθεια του στατιστικού προγράμματος Eviews 8.0.

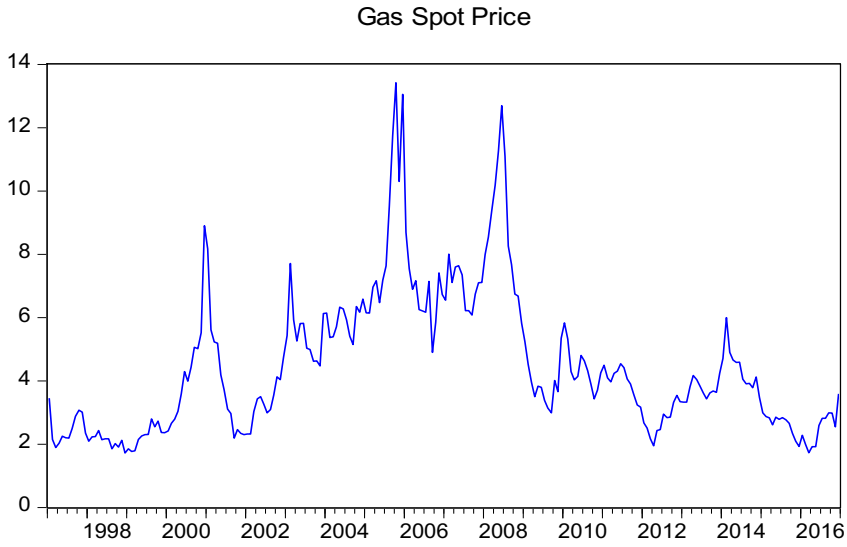
6.2 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ SPOT

Στα πλαίσια της διαδικασίας Box-Jenkins, θα ξεκινήσουμε με την ανάλυση μιας νέας χρονοσειράς των μηνιαίων spot τιμών (Henry Hub) φυσικού αερίου (SPOT) στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής. Πιο συγκεκριμένα τα δεδομένα ανήκουν στην χρονική περίοδο Ιανουάριος 1997-Δεκέμβριος 2016 και ανακτήθηκαν από τη βάση δεδομένων της ΕΙΑ (U.S Energy Information Administration). Με τη χρήση του στατιστικού προγράμματος Eviews, λαμβάνουμε τα εξής αποτελέσματα.

Στο σχήμα απεικονίζονται έντονες διακυμάνσεις με μέγιστη τιμή τα 13,42$ τον Οκτώβριο του 2005 και ελάχιστη τιμή τα 1,72$ τον Δεκέμβριο του 1998. Η έντονη μεταβλητότητα ανά περιόδους είναι φυσικό επακόλουθο των μεταβαλλόμενων οικονομικών συνθηκών και των αλλαγών στην παγκόσμια ζήτηση και προσφορά του φυσικού αερίου.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.1

ΜΗΝΙΑΙΕΣ SPOT ΤΙΜΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ (1997-2016)



6.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ BOX JENKINS

Σε αυτή τη φάση της ανάλυσης, θα αναπτυχθεί και θα μελετηθεί η συμπεριφορά ενός μοντέλου ARIMA χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία των Box και Jenkins(1976).
Η ανάπτυξη του μοντέλου θα πραγματοποιηθεί ακολουθώντας τα εξής βήματα :

1. **Ταυτοποίηση (identification)**

Στο συγκεκριμένο στάδιο αναζητούμε τον αριθμό d των διαφορών της αρχικής σειράς που είναι απαραίτητα ώστε να επιτευχθεί στασιμότητα στο ARIMA(p,d,q) υπόδειγμα. Ουσιαστικά θα καθοριστεί η τιμή p που είναι η τάξη της αυτοπαλίνδρομης διαδικασίας AR και η τιμή q που είναι η τάξη της διαδικασίας κινητού μέσου MA. Θα κάνουμε δηλαδή επανέλεγχο στασιμότητας με τη μελέτη των διαγραμμάτων των συναρτήσεων αυτοσυσχέτισης (ACF) και μερικής αυτοσυσχέτισης (PAC).

Συγκεκριμένα λοιπόν, οι συντελεστές αυτοσυσχέτισης $\widehat{\rho_\kappa}$, οι οποίοι βρίσκονται στη στήλη AC, φθίνουν με πολύ αργό ρυθμό, γεγονός που υποδηλώνει μη στασιμότητα της σειράς.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1

Συναρτήσεις Αυτοσυσχέτισης (correlogram) της σειράς SPOT

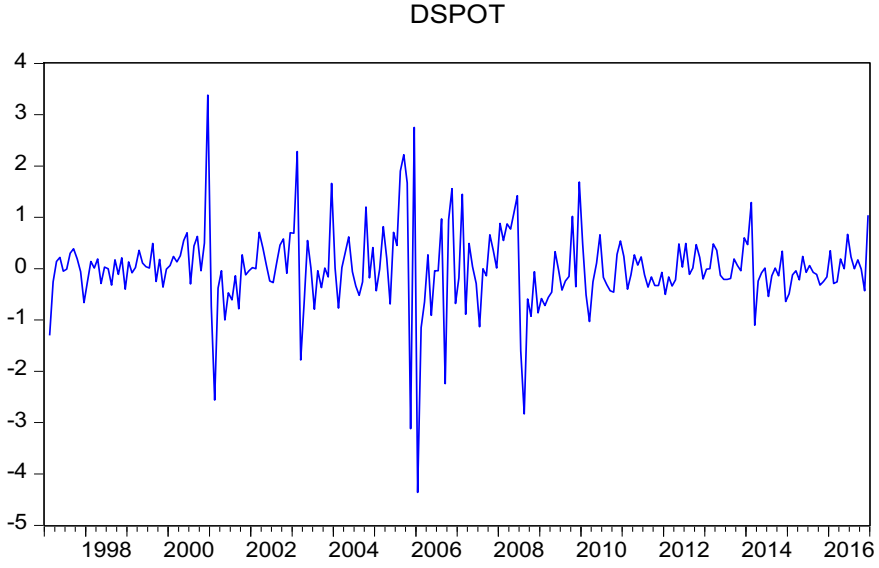
Sample: 1997M01 2016M12
Included observations: 240

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.938	0.938	213.98	0.000
		2	0.878	-0.022	402.05	0.000
		3	0.814	-0.063	564.30	0.000
		4	0.750	-0.029	702.87	0.000
		5	0.681	-0.087	817.48	0.000
		6	0.631	0.124	916.36	0.000
		7	0.575	-0.083	998.74	0.000
		8	0.530	0.055	1069.1	0.000
		9	0.487	-0.010	1128.8	0.000
		10	0.471	0.182	1184.8	0.000
		11	0.451	-0.028	1236.4	0.000
		12	0.431	-0.046	1283.8	0.000
		13	0.418	0.066	1328.5	0.000
		14	0.417	0.074	1373.3	0.000
		15	0.408	-0.018	1416.2	0.000
		16	0.408	0.047	1459.4	0.000
		17	0.399	-0.065	1500.8	0.000
		18	0.389	0.012	1540.5	0.000
		19	0.378	0.043	1578.1	0.000
		20	0.361	-0.094	1612.6	0.000
		21	0.337	-0.029	1642.7	0.000
		22	0.326	0.100	1671.0	0.000
		23	0.316	0.062	1697.7	0.000
		24	0.316	0.057	1724.5	0.000
		25	0.324	0.072	1752.8	0.000
		26	0.331	-0.022	1782.6	0.000
		27	0.332	-0.036	1812.6	0.000
		28	0.347	0.142	1845.5	0.000
		29	0.366	0.049	1882.5	0.000
		30	0.389	0.033	1924.4	0.000
		31	0.396	-0.075	1967.9	0.000
		32	0.385	-0.170	2009.2	0.000
		33	0.355	-0.130	2044.6	0.000
		34	0.323	0.013	2074.1	0.000
		35	0.281	-0.087	2096.4	0.000
		36	0.240	-0.026	2112.8	0.000

Σαν αποτέλεσμα ακολουθεί επανεξέταση των αυτοσυσχετίσεων της χρονοσειράς, λαμβάνοντας όμως τώρα τις πρώτες διαφορές. Έτσι λαμβάνουμε τα εξής αποτελέσματα :

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.2

ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ DSPOT (1997-2016)



Στο αντίστοιχο γράφημα παραπάνω, παρόλο που ακόμη υπάρχουν περίοδοι μεγάλης μεταβλητότητας η σειρά είναι στάσιμη. Η διαπίστωσή μας συμπληρώνεται

από το παρακάτω correlogram της σειράς των πρώτων διαφορών όπου παρατηρούμε πως οι δείκτες αυτοσυσχέτισης φθίνουν γρήγορα προς στο μηδέν.

ΠΙΝΑΚΕΣ 6.2

Συναρτήσεις Αυτοσυσχέτισης (correlogram) της σειράς DSPOT

Correlogram of DSPOT

Date: 01/09/18 Time: 16:58
Sample: 1997M01 2016M12
Included observations: 239

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0.024	-0.024	0.1447	0.704
		2	0.031	0.030	0.3782	0.828
		3	-0.006	-0.005	0.3877	0.943
		4	0.051	0.050	1.0213	0.907
		5	-0.162	-0.160	7.4796	0.187
		6	0.053	0.045	8.1634	0.226
		7	-0.097	-0.089	10.507	0.162
		8	-0.012	-0.020	10.546	0.229
		9	-0.221	-0.210	22.723	0.007
		10	0.035	0.002	23.036	0.011
		11	-0.007	0.021	23.049	0.017
		12	-0.056	-0.091	23.842	0.021
		13	-0.102	-0.095	26.484	0.015
		14	0.074	-0.002	27.900	0.015
		15	-0.079	-0.061	29.493	0.014
		16	0.080	0.043	31.127	0.013
		17	-0.000	-0.028	31.127	0.019
		18	0.013	-0.062	31.168	0.028
		19	0.051	0.072	31.846	0.033
		20	0.054	0.013	32.603	0.037
		21	-0.101	-0.120	35.309	0.026
		22	-0.011	-0.078	35.339	0.036
		23	-0.085	-0.076	37.280	0.030
		24	-0.058	-0.085	38.186	0.033
		25	0.002	0.010	38.188	0.044
		26	0.058	0.023	39.106	0.048
		27	-0.117	-0.151	42.810	0.027
		28	-0.036	-0.067	43.158	0.034
		29	-0.028	-0.045	43.378	0.042
		30	0.140	0.069	48.804	0.016
		31	0.148	0.168	54.863	0.005
		32	0.151	0.124	61.188	0.001
		33	0.019	-0.020	61.288	0.002
		34	0.094	0.077	63.754	0.001
		35	-0.027	0.004	63.960	0.002
		36	0.004	-0.072	63.964	0.003

Όπως είδαμε και παραπάνω η σειρά των πρώτων διαφορών του φυσικού αερίου DSPOT δεν παρουσιάζει κάποια εμφανή τάση σε όλο το μήκος της. Οι συντελεστές αυτοσυσχέτισης $\widehat{\rho_\kappa}$ καθώς και οι συντελεστές μερικής αυτοσυσχέτισης $\widehat{\varphi_{\kappa\kappa}}$ δεν παρουσιάζουν κάποια ξεκάθαρη θέση για την ταυτοποίηση της τάξης του μοντέλου, οπότε πρόκειται για μία μορφή ARIMA, την τάξη του οποίου θα καθορίσουμε παρακάτω. Εφόσον δεν είμαστε σίγουροι για την τάξη του ARIMA μοντέλου μας, θα προβούμε σε περαιτέρω ελέγχους ώστε να ταυτοποιήσουμε και να εκτιμήσουμε το υπόδειγμά μας.

Η ανάλυση λοιπόν θα συνεχιστεί με διάφορους διαγνωστικούς ελέγχους και κριτήρια που θα μας βοηθήσουν στην επιλογή του καλύτερου ARIMA-από στατιστικής πλευράς-μεταξύ εναλλακτικών υποδειγμάτων.

Ξεκινάμε με την εκτίμηση διαφόρων ARIMA(p,1,q) και παρακάτω παρουσιάζονται οι αντίστοιχοι πίνακες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.3

Εκτιμήσεις ARIMA της σειράς των πρώτων διαφορών DSPOT

ARIMA (1,1,1)

Dependent Variable: DSPOT

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.006658	0.050099	0.132906	0.8944
AR(1)	0.104163	0.577323	0.180424	0.8570
MA(1)	-0.126130	0.579236	-0.217753	0.8278

R-squared	0.000857	Mean dependent var	0.006050
Adjusted R-squared	-0.007647	S.D. dependent var	0.786876
S.E. of regression	0.789879	Akaike info criterion	2.378651
Sum squared resid	146.6186	Schwarz criterion	2.422419
Log likelihood	-280.0595	Hannan-Quinn criter.	2.396290
F-statistic	0.100732	Durbin-Watson stat	2.001560
Prob(F-statistic)	0.904214		

Inverted AR Roots	.10	
Inverted MA Roots	.13	

ARIMA (3,1,1)

Dependent Variable: DSPOT

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.001395	0.020875	0.066825	0.9468
AR(1)	0.902971	0.076181	11.85290	0.0000
AR(2)	0.055408	0.088862	0.623533	0.5335
AR(3)	-0.084982	0.067935	-1.250921	0.2122
MA(1)	-0.953104	0.039906	-23.88355	0.0000

R-squared	0.028400	Mean dependent var	0.006610
Adjusted R-squared	0.011576	S.D. dependent var	0.789978
S.E. of regression	0.785393	Akaike info criterion	2.375693
Sum squared resid	142.4904	Schwarz criterion	2.449079
Log likelihood	-275.3318	Hannan-Quinn criter.	2.405276
F-statistic	1.688057	Durbin-Watson stat	2.002207
Prob(F-statistic)	0.153554		

Inverted AR Roots	.85	.34	-.29
Inverted MA Roots	.95		

ARIMA (2,1,0)

Dependent Variable: DSPOT

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.007309	0.051602	0.141641	0.8875
AR(1)	-0.026581	0.065557	-0.405464	0.6855
AR(2)	0.030717	0.065221	0.470962	0.6381

R-squared	0.001684	Mean dependent var	0.007173
Adjusted R-squared	-0.006849	S.D. dependent var	0.788351
S.E. of regression	0.791046	Akaike info criterion	2.381655
Sum squared resid	146.4262	Schwarz criterion	2.425555
Log likelihood	-279.2261	Hannan-Quinn criter.	2.399349
F-statistic	0.197345	Durbin-Watson stat	1.991706
Prob(F-statistic)	0.821044		

Inverted AR Roots	.16	-.19

ARIMA (1,1,2)

Dependent Variable: DSPOT

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.007137	0.052093	0.137001	0.8911
AR(1)	0.159021	0.560314	0.283807	0.7768
MA(1)	-0.185695	0.563368	-0.329616	0.7420
MA(2)	0.037225	0.066561	0.559257	0.5765

R-squared	0.002148	Mean dependent var	0.006050
Adjusted R-squared	-0.010645	S.D. dependent var	0.786876
S.E. of regression	0.791053	Akaike info criterion	2.385761
Sum squared resid	146.4291	Schwarz criterion	2.444118
Log likelihood	-279.9055	Hannan-Quinn criter.	2.409280
F-statistic	0.167920	Durbin-Watson stat	1.992483
Prob(F-statistic)	0.917948		

Inverted AR Roots	.16	
Inverted MA Roots	.09+.17i	.09-.17i

ARIMA (2,1,2)

Dependent Variable: DSPOT

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.007455	0.052136	0.142992	0.8864
AR(1)	0.261395	0.031274	8.358304	0.0000
AR(2)	-0.912092	0.030426	-29.97706	0.0000
MA(1)	-0.289412	0.012060	-23.99840	0.0000
MA(2)	0.977804	0.009352	104.5573	0.0000

R-squared	0.026060	Mean dependent var	0.007173
Adjusted R-squared	0.009268	S.D. dependent var	0.788351
S.E. of regression	0.784689	Akaike info criterion	2.373812
Sum squared resid	142.8508	Schwarz criterion	2.446978
Log likelihood	-276.2967	Hannan-Quinn criter.	2.403302
F-statistic	1.551950	Durbin-Watson stat	1.996638
Prob(F-statistic)	0.188046		

Inverted AR Roots	.13-.95i	.13+.95i
Inverted MA Roots	.14-.98i	.14+.98i

ARIMA (2,1,1)

Dependent Variable: DSPOT

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.007125	0.051804	0.137541	0.8907
AR(1)	-0.944726	0.077148	-12.24561	0.0000
AR(2)	0.037013	0.068334	0.541648	0.5886
MA(1)	0.947412	0.041978	22.56910	0.0000

R-squared	0.030204	Mean dependent var	0.007173
Adjusted R-squared	0.017717	S.D. dependent var	0.788351
S.E. of regression	0.781336	Akaike info criterion	2.361110
Sum squared resid	142.2431	Schwarz criterion	2.419642
Log likelihood	-275.7915	Hannan-Quinn criter.	2.384702
F-statistic	2.418911	Durbin-Watson stat	1.990097
Prob(F-statistic)	0.066931		

Inverted AR Roots	.04	-.98
Inverted MA Roots	-.95	

Ένα από τα βασικά κριτήρια που προτείνουν οι Box-Jenkins είναι η αρχή της φειδούς ή της οικονομίας. Πιο αναλυτικά, συνιστούν να ταυτοποιούμε το υπόδειγμα με όσο το δυνατόν μικρότερη τάξη, έτσι ώστε να έχουμε μικρότερο αριθμό παραμέτρων προς εκτίμηση και πιο σταθερό υπόδειγμα. Για να εφαρμοστεί το κριτήριο αυτό, προσαρμόζουμε ένα υπόδειγμα με ελαφρώς μεγαλύτερη τάξη κι ελέγχουμε αν οι επιπλέον παράμετροι παρουσιάζουν στατιστική σημαντικότητα.

Έπειτα, σε ένα κατάλληλο υπόδειγμα θα πρέπει να ελέγχουμε αν οι εκτιμήσεις των παραμέτρων του αυτοπαλινδρομικού μέρους (AR) πληρούν τις συνθήκες στασιμότητας ενώ αντίστοιχα το MA μέρος θα πρέπει να μην παραβιάζει τις συνθήκες αντιστρεψιμότητας. Μια άλλη βασική υπόθεση είναι το υπόδειγμά μας να παρουσιάζει καλή προσαρμοστικότητα στα δεδομένα. Για να εξεταστεί η παραπάνω θέση, αρκεί να ελέγξουμε τα κριτήρια του συντελεστή προσδιορισμού (R^2) καθώς και του διορθωμένου συντελεστή προσδιορισμού(adjusted R^2). Όσο δηλαδή πιο κοντά στη μονάδα βρίσκονται οι τιμές τους, τόσο καλύτερη προσαρμοστικότητα έχει το μοντέλο μας. Συμπληρωματικά μπορούμε να αποφανθούμε με βάση το μικρότερο τυπικό σφάλμα παλινδρόμησης (S.E. of regression). Τέλος, κρίνεται απαραίτητο να εξεταστούν τα κριτήρια πληροφορίας που θα μας οδηγήσουν στην εξειδίκευση της τάξης και της επιλογής του υποδείγματος. Βασικό γνώρισμα των κριτηρίων αυτών είναι πως αντισταθμίζουν τη μείωση των καταλοίπων από την προσθήκη επιπλέον μεταβλητών. Ενδεικτικά τα πιο σημαντικά κριτήρια είναι τα Akaike information criterion(AIC), Schwarrz criterion(SIC) και Hannan-Quinn criterion(HQC). Γενικά λοιπόν, θα πρέπει να επιλέγουμε το υπόδειγμα που παρουσιάζει τη μικρότερη τιμή στα κριτήρια αυτά.

Παρατηρώντας λοιπόν τους πίνακες καταλήγουμε στους εξής σχολιασμούς:

- Οι ρίζες του χαρακτηριστικού πολυωνύμου όλων των υποδειγμάτων είναι σε απόλυτη τιμή μικρότερες της μονάδας, άρα όλα τα υποδείγματα είναι στάσιμα και αντιστρέψιμα.
- Όσον αφορά τη στατιστική σημαντικότητα, μόνο στο ARIMA(2,1,2) οι παράμετροι του υποδείγματος παρουσιάζουν στατιστική σημαντικότητα.
  (*p-value<α=0,05)
- Όπως βλέπουμε παρακάτω τις μικρότερες τιμές στα κριτήρια πληροφορίας έχει το υπόδειγμα ARIMA(2,1,1), το οποίο είναι επίσης και το δεύτερο στη σειρά υπόδειγμα με την καλύτερη προσαρμοστικότητα (R^2=0,03).

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.4

Κριτήρια επιλογής ARIMA υποδείγματος της σειράς DSPOT

Κριτήριο	ARIMA(1,1,1)	ARIMA(3,1,1)	ARIMA(2,1,0)	ARIMA(1,1,2)	**ARIMA(2,1,1)**	ARIMA(2,1,2)
AIC	2,378	2,375	2,381	2,385	2,361	2,373
SIC	2,422	2,449	2,425	2,444	2,419	2,446
HQC	2,396	2,405	2,399	2,409	2,384	2,403

Για το λόγο αυτό το υπόδειγμα ARIMA(2,1,1) προκρίνεται και συνεχίζουμε την ανάλυση με τον επόμενο διαγνωστικό έλεγχο που αφορά τα κατάλοιπα. Συμπερασματικά η εξίσωση του μοντέλου μπορεί να πάρει την εξής μορφή:

$$Dspot_t = 0{,}007 - 0{,}944Dspot_{t-1} + 0{,}037Dspot_{t-2} + \varepsilon_t + 0{,}947\varepsilon_{t-1}$$

6.3.1 ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΥΧΑΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑΛΟΙΠΩΝ

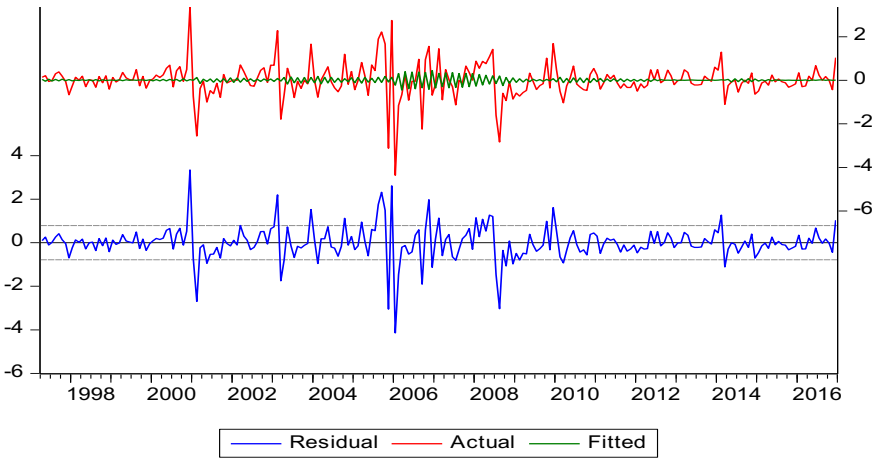
Στο τελευταίο βήμα προχωρούμε σε έλεγχο προσαρμογής του υποδείγματος που επιλέξαμε σύμφωνα με τις παραπάνω υποθέσεις. Πιο αναλυτικά, στο εκτιμημένο ARIMA θα ελέγξουμε αν τα κατάλοιπα του υποδείγματος είναι τυχαία, όπως προβλέπεται από την διαδικασία του λευκού θορύβου (white noise). Σε ένα κατάλληλο υπόδειγμα, καθώς αυξάνεται το μέγεθος του δείγματος, οι εκτιμήσεις που κάναμε στις παραμέτρους θα πρέπει να πλησιάζουν τις αληθινές τιμές στον πληθυσμό και σαν αποτέλεσμα, τα κατάλοιπα θα πλησιάζουν τα αληθινά τυχαία σφάλματα λευκού θορύβου. Υπάρχουν δύο τρόποι να ελέγξουμε το βαθμό τυχαιότητας των καταλοίπων: η περιγραφική και η στατιστική μέθοδος.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ

Ξεκινώντας με την περιγραφική μέθοδο, παρακάτω παρουσιάζεται η γραφική εικόνα της σειράς των εκτιμημένων καταλοίπων, όπως αυτή προέκυψε από την εκτίμηση του ARIMA(2,1,1) υποδείγματός μας.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.3

Πραγματική σειρά (Actual), Εκτιμημένη (Fitted) και Κατάλοιπα (Residuals)



ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Στο διάγραμμα παρουσιάζονται από κοινού η πορεία της πραγματικής (actual) σειράς D(SPOT), η σειρά που προσαρμόστηκε στα δεδομένα (fitted), καθώς και οι αποκλίσεις τους που είναι τα κατάλοιπα (residual) της παλινδρόμησης.

Προκειμένου το υπόδειγμα που ταυτοποιήσαμε και εκτιμήσαμε παραπάνω να είναι κατάλληλο, είναι απαραίτητο τα κατάλοιπα που απεικονίζονται στο διάγραμμα να έχουν μηδενικό μέσο, σταθερή διακύμανση και να μην αυτοσυσχετίζονται. Να έχουν δηλαδή τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες του λευκού θορύβου. Πράγματι, τα κατάλοιπα ακολουθούν μία διαχρονική σταθερή πορεία γύρω από το μηδενικό μέσο τους. Παρόλα αυτά όμως, παρουσιάζουν κάποια διαστήματα αποκλίσεων από τη γενική μεταβλητότητα της σειράς. Εμφανείς είναι οι έντονες αποκλίσεις ιδιαίτερα από το 2000 έως το 2010, ενδείξεις που μας δίνουν υψηλή μεταβλητότητα στη σειρά. Επομένως, λόγω των παραπάνω παρατηρήσεων και αποτελεσμάτων αμφισβητείται η τυχαιότητα της σειράς κι έτσι θα χρειαστεί πιο αναλυτικός έλεγχος με στατιστικά κριτήρια.

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ ΤΥΧΑΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑΛΟΙΠΩΝ

Ακολουθεί λοιπόν, έλεγχος με τη βοήθεια των Ljung-Box, στον οποίο θα συμπεράνουμε αν υπάρχει αυτοσυσχέτιση (serial correlation) στο δείγμα μας σε επίπεδο συνολικών αυτοσυσχετίσεων. Εδώ η μηδενική υπόθεση υποθέτει τη μην ύπαρξη αυτοσυσχέτισης, ενώ η εναλλακτική αντίθετα ορίζει την ύπαρξη αυτοσυσχέτισης. Δηλαδή με κάθε τιμή του Q ελέγχουμε την H_o ότι όλοι οι συντελεστές αυτοσυσχέτισης της στήλης AC που εξετάζονται είναι μηδενικοί.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.5

Συναρτήσεις Αυτοσυσχέτισης (correlogram) Καταλοίπων

Date: 12/12/17 Time: 20:05
Sample: 1997M04 2016M12
Included observations: 237
Q-statistic probabilities adjusted for 3 ARMA term(s)

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.001	0.001	0.0003	
		2	-0.033	-0.033	0.2696	
		3	0.061	0.061	1.1572	
		4	-0.006	-0.008	1.1674	0.280
		5	-0.113	-0.109	4.2584	0.119
		6	0.005	0.002	4.2649	0.234
		7	-0.038	-0.045	4.6287	0.328
		8	-0.062	-0.049	5.5789	0.349
		9	-0.179	-0.187	13.561	0.035
		10	-0.020	-0.034	13.658	0.058
		11	0.050	0.045	14.286	0.075
		12	-0.113	-0.111	17.478	0.042
		13	-0.054	-0.072	18.210	0.052
		14	0.034	-0.025	18.495	0.071
		15	-0.040	-0.045	18.900	0.091
		16	0.036	0.027	19.240	0.116
		17	0.048	-0.010	19.827	0.136
		18	-0.042	-0.088	20.288	0.161
		19	0.104	0.093	23.091	0.111
		20	0.010	-0.006	23.118	0.145

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Παραπάνω, εμφανίζονται οι συντελεστές αυτοσυσχέτισης, οι τιμές του κριτηρίου Q και η διαγραμματική παρουσίαση (correlogram) ώστε να γίνει ο διαγνωστικός έλεγχος.

Βλέπουμε ότι το σύνολο από τα κατάλοιπα των αυτοσυσχετίσεων(ACF) και μερικών αυτοσυσχετίσεων(PACF) κινούνται εντός των ορίων ($\pm 2/\sqrt{N = 237}$), ενώ υπάρχουν και παρατηρήσεις που ξεφεύγουν από τα όρια δημιουργώντας μας προβληματισμούς αναφορικά με την επάρκεια του υποδείγματος. Οι τιμές της στήλης Prob αντιστοιχούν στο σύνολό τους σε τιμές μεγαλύτερες από 0,05.

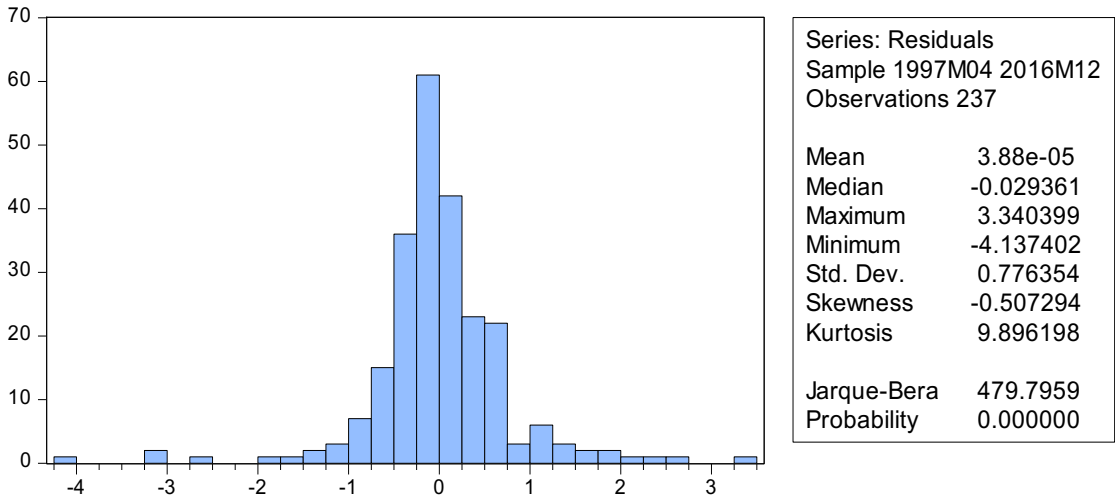
Σαν αποτέλεσμα, μένει να παρατηρήσουμε την τιμή p-value για Q=20 στην οποία το επίπεδο πιθανότητας είναι p=0,145. Άρα έχουμε p>0,05 και δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση μη ύπαρξης αυτοσυσχέτισης σε επίπεδο σημαντικότητας α=5% και απορρίπτουμε την εναλλακτική υπόθεση που ορίζει την ύπαρξη αυτοσυσχέτισης στα κατάλοιπα του δείγματος. Έτσι τα τυχαία σφάλματα της εκτίμησης του ARIMA(2,1,1) υποδείγματός μας αποτελούν λευκό θόρυβο. Τα αποτελέσματα θεωρούνται ικανοποιητικά, το υπόδειγμα κρίνεται κατάλληλο και συνεπώς μπορούμε να συνεχίσουμε με προβλέψεις.

ΤΕΣΤ ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑΣ

Προκειμένου να κάνουμε έλεγχο κανονικότητας των καταλοίπων, εξετάζουμε το ιστόγραμμα της κατανομής συχνοτήτων των εκτιμημένων καταλοίπων.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.4

Ιστόγραμμα Καταλοίπων – Έλεγχος Κανονικότητας



Στη συνέχεια της διαδικασίας μοντελοποίησης γίνεται και παρουσιάζεται παραπάνω ο πίνακας με τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία και το ιστόγραμμα συχνοτήτων της χρονοσειράς των τιμών του φυσικού αερίου. Συγκεκριμένα ο πίνακας περιέχει τις τιμές του μέσου (mean), του διάμεσου (median), της μέγιστης (maximum) και ελάχιστης τιμής (minimum).

Αρχικά παρατηρούμε ότι η τιμή της τυπικής απόκλισης (Standard deviation) δεν είναι πολύ μικρή, στοιχείο το οποίο δείχνει ότι οι παρατηρήσεις έχουν αρκετή απόκλιση από τη μέση τιμή του δείγματος. Επιπροσθέτως, εμφανίζεται αρνητική ασυμμετρία, δηλαδή μακριά αριστερή ουρά, γεγονός που επαληθεύεται και από την αρνητική τιμή Skewness=-0,50 στον πίνακα. Συμπληρωματικά, η κατανομή μας παρουσιάζει κύρτωση Kurtosis=9,89>3 και μπορούμε με βεβαιότητα να διακρίνουμε πως πρόκειται για μία λεπτόκυρτη κατανομή όπου ο βαθμός συγκέντρωσης των τιμών των παρατηρήσεων βρίσκεται στο μέσο της κατανομής. Μία λεπτόκυρτη κατανομή έχει υψηλότερη κορυφή από την κανονική, φθίνει απότομα και έχει μεγάλη συγκέντρωση στις ουρές (έχει παχιές-συμπαγείς ουρές). Έπειτα, ο παραμετρικός έλεγχος κανονικότητας καταλοίπων με το κριτήριο Jacque-Bera και η αντίστοιχη τιμή p-value=0 απορρίπτουν την μηδενική υπόθεση ότι τα κατάλοιπα ακολουθούν κανονική κατανομή σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Συμπεραίνουμε τελικά, πως η υπό εξέταση χρονοσειρά δεν παρουσιάζει κανονική κατανομή στα δεδομένα της.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΤΕΡΟΣΚΕΔΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Σε τελικό στάδιο ανάλυσης της διαδικασίας Box-Jenkins, εξετάζεται η ύπαρξη ή μη ετεροσκεδαστικότητας στα κατάλοιπα του υποδείγματος. Ο σχετικός έλεγχος (ARCH-LM test) ορίζει ως μηδενική υπόθεση τη μη ύπαρξη ετεροσκεδαστικότητας (ομοσκεδαστικά κατάλοιπα) , ενώ ως εναλλακτική την ύπαρξη ετεροσκεδαστικότητας στο δείγμα. Για περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τον έλεγχο ARCH βλ. Τζαβαλής (2008) σελ. 220-222. Παρακάτω παρουσιάζονται τα αντίστοιχα αποτελέσματα παλινδρόμησης του τετραγώνου των εκτιμημένων καταλοίπων $\widehat{\varepsilon_t^2}$ σε μία υστέρηση και γίνεται αναλυτική ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.6

ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΠΟ ΣΥΝΘΗΚΗ ΕΤΕΡΟΣΚΕΔΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (ARCH)

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	31.03905	Prob. F(1,234)	0.0000
Obs*R-squared	27.63825	Prob. Chi-Square(1)	0.0000

Dependent Variable: RESID^2
Method: Least Squares

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.397990	0.116131	3.427085	0.0007
RESID^2(-1)	0.342185	0.061420	5.571270	0.0000

R-squared	0.117111	Mean dependent var	0.602687
Adjusted R-squared	0.113338	S.D. dependent var	1.797307
S.E. of regression	1.692394	Akaike info criterion	3.898603
Sum squared resid	670.2219	Schwarz criterion	3.927958
Log likelihood	-458.0352	Hannan-Quinn criter.	3.910436
F-statistic	31.03905	Durbin-Watson stat	2.230253
Prob(F-statistic)	0.000000		

Εξετάζοντας τις τιμές του F-statistic και του κριτηρίου LM του Engle που ισοδυναμεί με obs*R^2 παρατηρούμε πως και στα δύο οι αντίστοιχες τιμές p-value είναι μηδενικές για α=5%. Επομένως απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση περί μη ύπαρξης ετεροσκεδαστικότητας και αποδεχόμαστε ότι τα κατάλοιπά της χρονοσειράς μας χαρακτηρίζονται από ετεροσκεδαστικότητα. Συμπληρωματικά, χρησιμοποιούμε τη στατιστική Q στον έλεγχο αυτοσυσχέτισης των τετραγώνων των εκτιμημένων καταλοίπων της εξίσωσης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.7

Συναρτήσεις Αυτοσυσχέτισης (correlogram) των Τετραγώνων των Εκτιμημένων Καταλοίπων

Sample: 1997M04 2016M12
Included observations: 237
Q-statistic probabilities adjusted for 3 ARMA term(s)

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.342	0.342	28.087	
		2	0.414	0.337	69.439	
		3	0.134	-0.096	73.791	
		4	0.105	-0.059	76.458	0.000
		5	0.064	0.052	77.465	0.000
		6	-0.030	-0.080	77.690	0.000
		7	-0.021	-0.030	77.797	0.000
		8	0.031	0.115	78.034	0.000
		9	0.001	-0.012	78.034	0.000
		10	0.098	0.066	80.411	0.000
		11	0.010	-0.028	80.438	0.000
		12	0.016	-0.065	80.505	0.000
		13	0.013	0.027	80.550	0.000
		14	-0.004	0.013	80.554	0.000
		15	0.006	-0.013	80.563	0.000
		16	-0.018	-0.003	80.647	0.000
		17	-0.038	-0.031	81.011	0.000
		18	-0.010	-0.000	81.036	0.000
		19	-0.037	-0.008	81.388	0.000
		20	-0.009	-0.004	81.407	0.000

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

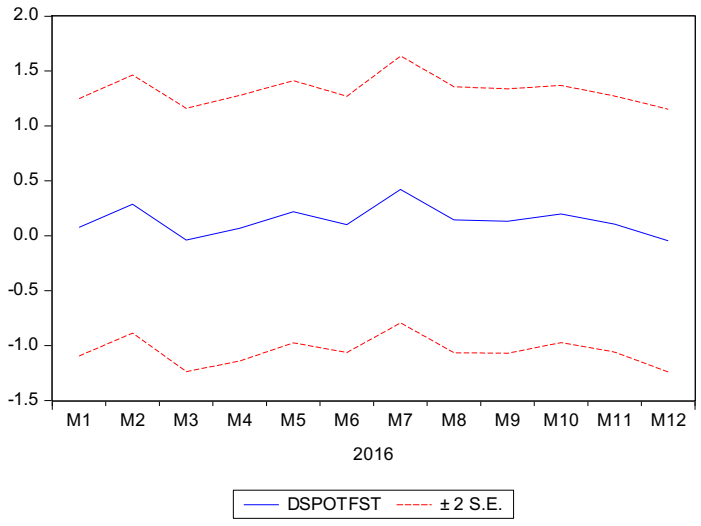
Εκτιμήθηκε λοιπόν Q(20)=81,407 και οριακή πιθανότητα p-value=0 για όλα τα τετραγωνικά κατάλοιπα κι έτσι το συμπέρασμα από όλους τους ελέγχους που πραγματοποιήθηκαν είναι ότι η υπόθεση της ομοσκεδαστικότητας απορρίπτεται σε κάθε επίπεδο σημαντικότητας. Επανάληψη του ελέγχου με περισσότερες υστερήσεις δεν άλλαξε τις τιμές του p-value. Επομένως σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα τα κατάλοιπα της εξίσωσης του φυσικού αερίου είναι ARCH ετεροσκεδαστικά.
Το υπόδειγμά μας πληροί τις προϋποθέσεις κι έτσι θεωρείται κατάλληλο για την διαδικασία της πρόβλεψης με ARIMA που θα παρουσιάσουμε στη συνέχεια.

6.4 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΜΕ ΤΟ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ARIMA (2,1,1)

Στην ενότητα αυτή θα προσπαθήσουμε να προβλέψουμε τις τιμές του φυσικού αερίου, με τη βοήθεια του υποδείγματος ARIMA (2,1,1) που επιλέχθηκε παραπάνω με τη διαδικασία Box Jenkins. Για το λόγο αυτό, θα χρειαστεί να ορίσουμε σαν out of sample τους τελευταίους 12 μήνες της χρονοσειράς SPOT, δηλαδή το χρονικό διάστημα 1/2016 έως 12/2016.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.8

ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΙΜΩΝ SPOT ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ



Forecast: DSPOTFST	
Actual: DSPOT	
Forecast sample: 2016M01 2016M12	
Included observations: 12	
Root Mean Squared Error	0.448102
Mean Absolute Error	0.348467
Mean Abs. Percent Error	243.6712
Theil Inequality Coefficient	0.738899
Bias Proportion	0.000002
Variance Proportion	0.363085
Covariance Proportion	0.636912

Στο παραπάνω σχήμα παρατίθενται τα αποτελέσματα της προβλεπτικής διαδικασίας. Η μπλε γραμμή στο γράφημα αντιπροσωπεύει τις προβλέψεις των τιμών, ενώ οι κόκκινες γραμμές αντιπροσωπεύουν αντίστοιχα τις τιμές των προβλέψεων με πιθανότητα λάθους ± 2 S.E.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Απαραίτητη σε αυτό το σημείο είναι η αξιολόγηση της προβλεπτικής ικανότητας του παραπάνω υποδείγματος. Για την πραγματοποίηση του σκοπού αυτού, πρέπει να συγκρίνουμε τις προβλέψεις με τις πραγματικές τιμές της σειράς. Πριν από αυτήν την διαδικασία, η αξιολόγηση των προβλέψεων θα γίνει με τον έλεγχο ορισμένων στατιστικών μέτρων.

Πιο συγκεκριμένα, θα πρέπει να ελέγξουμε τον συντελεστή ανισότητας του Theil, ο οποίος είναι ανεξάρτητος των μονάδων μέτρησης και παίρνει τιμές από 0 έως 1. Στην περίπτωση που το Theil είναι 0 οι προβλέψεις μας είναι απόλυτα ακριβείς, ενώ αντίθετα όταν είναι 1, οι προβλέψεις μας είναι οι χειρότερες δυνατές. Συμπληρωματικά ο συντελεστής Theil αποτελείται από τις εξής 3 συνιστώσες: το ποσοστό μεροληψίας (Bias proportion), το ποσοστό διακύμανσης (variance proportion) και το ποσοστό συνδιακύμανσης (covariance proportion). Το ποσοστό μεροληψίας δείχνει το μέγεθος της απόκλισης του μέσου των προβλεπόμενων τιμών από το μέσο των πραγματικών και μας δίνει μία ένδειξη για το μέγεθος του συστηματικού λάθους που συμβαίνει με την πρόβλεψη. Ιδανικά, θέλουμε μικρές τιμές στη συνιστώσα αυτή, αλλιώς υποδηλώνεται η ύπαρξη συστηματικής μεροληψίας. Το ποσοστό της διακύμανσης μετρά την απόκλιση της διακύμανσης της πρόβλεψης από τη διακύμανση της πραγματικής χρονοσειράς και μας δείχνει πόσο καλά η προβλεπόμενη τιμή επιτυγχάνει το βαθμό μεταβλητότητας της σειράς. Στην περίπτωση που η τιμή είναι μεγάλη το υπόδειγμα πρέπει να τροποποιηθεί. Τέλος, το ποσοστό της συνδιακύμανσης ενσωματώνει όλα τα μη συστηματικά λάθη της πρόβλεψης.

Ιδανικά, θέλουμε οι 2 πρώτες συνιστώσες να είναι όσο κοντά στο μηδέν, ώστε να συγκεντρωθούν τα λάθη στη συνδιακύμανση. Στο δικό μας υπόδειγμα, παρατηρούμε ένα πολύ μικρό ποσοστό μεροληψίας (0,000002), καθώς και ένα αρκετά μικρό ποσοστό διακύμανσης (0,363). Παρόλο που το ποσοστό συνδιακύμανσης είναι αρκετά μεγάλο το υπόδειγμά μας κρίνεται κατάλληλο και η προβλεπτική του ικανότητα κρίνεται επαρκής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : ΓΕΝΙΚΕΥΜΕΝΑ ΑΥΤΟΠΑΛΙΝΔΡΟΜΑ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ ΔΕΣΜΕΥΜΕΝΗΣ ΕΤΕΡΟΣΚΕΔΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ GARCH

7.1 ΠΡΟΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Στο τελευταίο κεφάλαιο της εμπειρικής μας μελέτης, εισάγουμε την έννοια γενικευμένων αυτοπαλίνδρομων υποδειγμάτων δεσμευμένης ετεροσκεδαστικότητας γνωστών και ως GARCH. Ειδικότερα, γίνεται μία προσπάθεια μοντελοποίησης της μεταβλητότητας της σειράς, εκτιμώντας τα εξής μοντέλα: GARCH (1,1), EGARCH (1,1), PARCH (1,1), TGARCH (1,1), αναλυτική παρουσίαση των οποίων γίνεται παρακάτω. Στην συνέχεια, μετά από την εκτίμηση μίας πληθώρας υποδειγμάτων, θα προκρίνουμε το καταλληλότερο μοντέλο μέσω μίας διαδικασίας του διαγνωστικού ελέγχου και θα προβούμε τελικά στην πρόβλεψη της μεταβλητότητας των τιμών spot του φυσικού αερίου.

7.2 ΜΟΝΤΕΛΑ GARCH

Μία από τις σημαντικότερες υποθέσεις που διέπει μία στάσιμη χρονολογική σειρά είναι η σταθερή διακύμανση. Παρόλα αυτά, υπάρχουν χρονολογικές σειρές (κυρίως χρηματοοικονομικές) που ενώ στο σύνολο της δειγματικής περιόδου έχουν συνολικά σταθερή διακύμανση, παρουσιάζουν διαστήματα μεγάλης μεταβλητότητας. Συμπερασματικά, η διακύμανσή τους είναι συγκεντρωμένη ανά περιόδους και διαχρονικά μεταβαλλόμενη. Τέτοιες χρονολογικές σειρές με τα παραπάνω χαρακτηριστικά, θα τις ονομάζουμε εφεξής ως ‘υπό συνθήκη ετεροσκεδαστικά’ υποδείγματα.

Στην προηγούμενη ανάλυσή μας, καταλήξαμε στην ύπαρξη ετεροσκεδαστικότητας στην υπό εξέταση χρονοσειρά (SPOT), γεγονός που οφείλεται προφανώς στην παρουσία μεταβλητότητας στις τιμές των μηνιαίων spot τιμών του φυσικού αερίου. Σε αυτή την ενότητα θα εκτιμήσουμε το καταλληλότερο GARCH και στην πορεία θα προκριθεί το καταλληλότερο μέσω της διαδικασίας του διαγνωστικού ελέγχου. Αναλυτικότερα, σε μία προσπάθεια μοντελοποίησης της μεταβλητότητας της σειράς, θα γίνει η εκτίμηση των εξής μοντέλων:

- GARCH (1,1)
- EGARCH (1,1)
- PARCH (1,1)
- TGARCH (1,1)

και αφού παρουσιαστούν τα αντίστοιχα αποτελέσματα της κάθε εκτίμησης, θα προβούμε σε σύγκριση των κριτηρίων προσαρμοστικότητας AIC,SIC,HQ και τη λογαριθμική συνάρτηση πιθανοφάνειας (logL).

Ξεκινάμε την ανάλυση λοιπόν με μία σύντομη και γενική παρουσίαση των υποδειγμάτων που θα εκτιμηθούν.

GARCH(p,q)

Το υπόδειγμα αυτό θεωρεί ότι η δεσμευμένη διακύμανση δεν εξαρτάται μόνο από τα τετράγωνα των καταλοίπων των p προηγούμενων περιόδων αλλά και από τη δεσμευμένη διακύμανση των q προηγούμενων περιόδων.

EGARCH (exponential GARCH)

Το εκθετικό GARCH είναι ένα μη συμμετρικό υπόδειγμα στο οποίο οι παράμετροι είναι σταθερές. Παίρνοντας το λογάριθμο, εξασφαλίζουμε τη μη αρνητικότητα της διακύμανσης. Πιο αναλυτικά, το αποτέλεσμα μόχλευσης είναι εκθετικό και όχι τετραγωνικό, και άρα οι προβλέψεις της υπό όρους διακύμανσης είναι εγγυημένα μη αρνητικές, επιτρέποντας ασύμμετρη επίδραση στη μεταβλητότητα από θετικές και αρνητικές τιμές.

PARCH (power ARCH)

Στο μοντέλο Power ARCH, η παράμετρος ισχύος της τυπικής απόκλισης μπορεί να εκτιμηθεί παρά να επιβληθεί και επιπλέον προστίθενται οι προαιρετικές παράμετροι για να καταγραφεί η ασυμμετρία. Γενικότερα δηλαδή, το υπόδειγμα αυτό δεν αμελεί τις ασύμμετρες επιδράσεις και ρυθμίζει με τη χρήση παραμέτρων τη μη γραμμικότητα στη δεσμευμένη διακύμανση.

TGARCH (Threshold GARCH)

Σε αυτό το μοντέλο, τα ‘καλά νέα’ και τα ‘κακά νέα’ , έχουν διαφορικές επιδράσεις στην υπό συνθήκη διακύμανση. Ενδέχεται δηλαδή οι αρνητικές διαταραχές να

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

επηρεάζουν περισσότερο τη μελλοντική διακύμανση, σε αντίθεση με θετικές διαταραχές ίδιου μεγέθους.

7.3 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Ακολουθεί η εκτίμηση των υποδειγμάτων που αναφέρθηκαν παραπάνω με τη χρήση του προγράμματος Eviews και τα αντίστοιχα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω. Για την εκτίμηση των υποδειγμάτων εφαρμόζεται η μέθοδος μέγιστης πιθανοφάνειας (ML). Όμως για την μέθοδο αυτή, είναι αναγκαίο να επιλεχθεί η μορφή της κατανομής που ακολουθούν τα τυχαία σφάλματα, ώστε να υπολογιστεί η συνάρτηση της μέγιστης πιθανοφάνειας. Για καλύτερα αποτελέσματα, εξετάζουμε αν αυτά ακολουθούν είτε κανονική (Gaussian Normal) είτε τυποποιημένη t-student κατανομή με ν βαθμούς ελευθερίας. Επιπλέον εξετάζεται η περίπτωση που τα τυχαία σφάλματα ακολουθούν τη γενικευμένη κατανομή λαθών (generalized error distribution ή GED), η οποία βρίσκει εφαρμογή σε σειρές που παρουσιάζουν ασυμμετρία ή/και κύρτωση.

Στο πρώτο τμήμα εξετάζουμε την πιο απλή περίπτωση, όπου η εξίσωση του μέσου περιλαμβάνει μόνο τη σταθερά.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.1

Εκτιμήσεις GARCH Υποδειγμάτων - Στην Εξίσωση του Μέσου έχουμε μόνο Σταθερά

GARCH

	(1,1) NORMAL	(1,1) T-STUDENT	(1,1) GED
LogL	-224,1563	-204,138	-203,3731
AIC	1,9092	1,7501	1,7437
SIC	1,9674	1,8228	1,8164
HQ	1,9327	1,7794	1,7730

EGARCH

	(1,1) NORMAL	(1,1) T-STUDENT	(1,1) GED
LogL	-203,3736	-196,26	-195,9809
AIC	1,7437	1,6925	1,6902
SIC	1,8164	1,7798	1,7774
HQ	1,7730	1,7277	1,7253

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

PARCH

	(1,1) NORMAL	(1,1) T-STUDENT	(1,1) GED
LogL	-199,9706	-194,2761	-194,2785
AIC	1,7236	1,6843	1,6843
SIC	1,8108	1,7861	1,7861
HQ	1,7587	1,7253	1,7253

TGARCH

	(1,1) NORMAL	(1,1) T-STUDENT	(1,1) GED
LogL	-206,770	-196,4488	-196,5898
AIC	1,7721	1,6941	1,6953
SIC	1,8448	1,7814	1,7825
HQ	1,8014	1,7293	1,7304

Προσαρμόζουμε την εξίσωση του μέσου βάζοντας και τους όρους του υποδείγματος ARIMA(2,1,1) που ταυτοποιήσαμε και εκτιμήσαμε παραπάνω με τη διαδικασία Box-Jenkins, ώστε να ερμηνεύει όλη τη γραμμική εξάρτηση που παρουσιάζουν οι τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.2

Εκτιμήσεις GARCH Υποδειγμάτων - Στην Εξίσωση του Μέσου έχουμε το Υπόδειγμα ARIMA (2,1,1)

GARCH

	(1,1) NORMAL	(1,1) T-STUDENT	(1,1) GED
LogL	-211,821	-196,2876	-196,3469
AIC	1,846	1,7239	1,7244
SIC	1,949	1,841	1,8415
HQ	1,887	1,7711	1,7716

EGARCH

	(1,1) NORMAL	(1,1) T-STUDENT	(1,1) GED
LogL	-191,62	-183,6393	-185,34
AIC	1,6846	1,6256	1,64
SIC	1,8016	1,7573	1,7717
HQ	1,7318	1,6787	1,6931

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

PARCH

	(1,1) NORMAL	(1,1) T-STUDENT	(1,1) GED
LogL	-189,8018	-185,3588	-185,3784
AIC	1,6776	1,6485	1,6487
SIC	1,8093	1,7949	1,795
HQ	1,7307	1,7075	1,7077

TGARCH

	(1,1) NORMAL	(1,1) T-STUDENT	(1,1) GED
LogL	-197,76	-188,9976	-189,1661
AIC	1,7364	1,6708	1,6722
SIC	1,8535	1,8025	1,8039
HQ	1,7836	1,7239	1,7253

Συμπεραίνουμε πως το υπόδειγμα EGARCH (1,1) που εξίσωση του μέσου έχουμε τους όρους του υποδείγματος ARIMA (2,1,1), και που τα τυχαία σφάλματά του ακολουθούν την t-student κατανομή, παρουσιάζει τις χαμηλότερες τιμές στα κριτήρια προσαρμοστικότητας και άρα προκρίνεται σε περαιτέρω έλεγχο.

Αναλυτικότερα, παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας της εκτίμησης του υποδείγματος. Στο πάνω μέρος του πίνακα περιλαμβάνονται τα αποτελέσματα της εξίσωσης του μέσου, στο μεσαίο μέρος η εξίσωση της διακύμανσης και στο κάτω μέρος τα στατιστικά αποτελέσματα της παλινδρόμησης. Παρατηρούμε στην εξίσωση της διακύμανσης ότι η τιμή του συντελεστή C(7) είναι θετική και έχει pvalue=0<0,05, γεγονός που συνεπάγεται ότι ο συντελεστής είναι στατιστικά σημαντικός σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Τα αποτελέσματα αυτά υποδηλώνουν ότι η μόχλευση έχει επιρροή και επομένως οι αρνητικές παρελθοντικές τιμές έχουν μικρότερες επιδράσεις στη μελλοντική μεταβλητότητα της χρονοσειράς από θετικές ίσου μεγέθους. Επίσης παρόλο που η τιμή του R^2 είναι πολύ μικρή, δεν μας απασχολεί ιδιαιτέρως για το EGARCH μοντέλο μας, διότι χρησιμοποιείται μόνο για τη μέτρηση της ετεροσκεδαστικότητας στα κατάλοιπα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.3

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ EGARCH (1,1)

Dependent Variable: DSPOT
Method: ML - ARCH (Marquardt) - Student's t distribution
Sample (adjusted): 1997M04 2016M12
Included observations: 237 after adjustments
Failure to improve Likelihood after 18 iterations
MA Backcast: 1997M03
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)
LOG(GARCH) = C(5) + C(6)*ABS(RESID(-1)/@SQRT(GARCH(-1))) + C(7)
*RESID(-1)/@SQRT(GARCH(-1)) + C(8)*LOG(GARCH(-1))

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.019175	0.007304	2.625353	0.0087
AR(1)	-0.829682	0.059886	-13.85435	0.0000
AR(2)	0.126436	0.054800	2.307215	0.0210
MA(1)	0.939848	0.029640	31.70868	0.0000
Variance Equation				
C(5)	0.009452	0.032655	0.289459	0.7722
C(6)	-0.042747	0.045871	-0.931896	0.3514
C(7)	0.308609	0.059360	5.198931	0.0000
C(8)	0.991466	0.005161	192.1184	0.0000
T-DIST. DOF	4.997765	1.975173	2.530292	0.0114

R-squared	0.011121	Mean dependent var	0.007173
Adjusted R-squared	-0.001611	S.D. dependent var	0.788351
S.E. of regression	0.788985	Akaike info criterion	1.625648
Sum squared resid	145.0420	Schwarz criterion	1.757346
Log likelihood	-183.6393	Hannan-Quinn criter.	1.678731
Durbin-Watson stat	2.210475		

Inverted AR Roots	.13	-.96
Inverted MA Roots	-.94	

7.4 ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Μετά τη διαδικασία της εκτίμησης, είναι απαραίτητο να ακολουθήσει ο διαγνωστικός έλεγχος του υποδείγματος όπως συνηθίζεται σε όλες τις διαδικασίες που αναλύσαμε παραπάνω. Σε αυτή τη διαδικασία θα συμπεριλάβουμε ένα έλεγχο αυτοσυσχέτισης και έπειτα σε έλεγχο ετεροσκεδαστικότητας στα κατάλοιπα της σειράς που μελετάμε, ώστε να εξετάσουμε αν μπορούμε να προχωρήσουμε στη διαδικασία της πρόβλεψης.
Πρώτα θα γίνει ο έλεγχος της επάρκειας του μέσου, εξετάζοντας το Q-statistic των τυποποιημένων καταλοίπων. Βλέπουμε πως για Q(20) η αντίστοιχη τιμή p-value είναι 0,269, προφανώς μεγαλύτερη από 5%, οπότε οδηγούμαστε σε μη απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης περί μη ύπαρξης αυτοσυσχέτισης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.4

Συναρτήσεις Αυτοσυσχέτισης (correlogram) Καταλοίπων

Correlogram of Standardized Residuals

Date: 01/17/18 Time: 16:23
Sample: 1997M04 2016M12
Included observations: 237
Q-statistic probabilities adjusted for 3 ARMA term(s)

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0.065	-0.065	1.0264	
		2	0.008	0.004	1.0431	
		3	0.004	0.005	1.0464	
		4	0.006	0.007	1.0559	0.304
		5	-0.013	-0.013	1.0995	0.577
		6	0.057	0.055	1.8972	0.594
		7	-0.015	-0.007	1.9512	0.745
		8	-0.079	-0.082	3.5038	0.623
		9	-0.158	-0.171	9.7259	0.137
		10	-0.033	-0.059	10.005	0.188
		11	0.083	0.084	11.728	0.164
		12	-0.123	-0.114	15.512	0.078
		13	-0.037	-0.058	15.856	0.104
		14	-0.002	-0.002	15.857	0.147
		15	-0.043	-0.027	16.336	0.176
		16	0.020	0.011	16.444	0.226
		17	-0.013	-0.057	16.491	0.284
		18	-0.025	-0.055	16.655	0.340
		19	0.113	0.119	19.979	0.221
		20	0.021	0.045	20.095	0.269

Στη συνέχεια, γίνεται και παρουσιάζεται ο έλεγχος για την ύπαρξη αυτοσυσχέτισης στην εξίσωση της διακύμανσης στα τυποποιημένα τετραγωνικά κατάλοιπα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.5

Συναρτήσεις Αυτοσυσχέτισης (correlogram) των Τυποποιημένων Τετραγωνικών Καταλοίπων

Correlogram of Standardized Residuals Squared

Date: 01/17/18 Time: 16:25
Sample: 1997M04 2016M12
Included observations: 237
Q-statistic probabilities adjusted for 3 ARMA term(s)

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.000	0.000	5.E-05	
		2	0.156	0.156	5.8907	
		3	-0.031	-0.032	6.1203	
		4	-0.059	-0.085	6.9530	0.008
		5	0.002	0.012	6.9535	0.031
		6	0.016	0.039	7.0125	0.071
		7	-0.043	-0.052	7.4676	0.113
		8	-0.027	-0.042	7.6497	0.177
		9	-0.003	0.017	7.6517	0.265
		10	0.030	0.044	7.8726	0.344
		11	-0.028	-0.042	8.0710	0.427
		12	-0.042	-0.061	8.5112	0.484
		13	-0.049	-0.031	9.1129	0.521
		14	-0.027	-0.006	9.2951	0.595
		15	0.002	0.002	9.2957	0.677
		16	0.005	-0.002	9.3034	0.750
		17	-0.084	-0.090	11.135	0.675
		18	-0.071	-0.074	12.430	0.646
		19	-0.069	-0.045	13.665	0.624
		20	-0.011	0.001	13.698	0.688

Η γραφική απεικόνιση των συσχετίσεων και μερικών αυτοσυσχετίσεων των καταλοίπων μας οδηγεί στα εξής σχόλια και συμπεράσματα: οι τιμές p-value στο σύνολό τους είναι μεγαλύτερες από το επίπεδο σημαντικότητας 5%. Πιο συγκεκριμένα, η τιμή του Q για τους 20 πρώτους συντελεστές αυτοσυσχέτισης είναι 13,698 και η

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

αντίστοιχη τιμή p-value είναι 0,688>0,05. Το αποτέλεσμα αυτό μας οδηγεί σε αποδοχή της μηδενικής υπόθεσης περί μη ύπαρξης ένδειξης αυτοσυσχέτισης.
Στη συνέχεια, παρουσιάζουμε τον έλεγχο για την ύπαρξη ετεροσκεδαστικότητας με τη βοήθεια του ARCH-LM test.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.6

ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΤΕΡΟΣΚΕΔΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (ARCH), ΜΟΝΤΕΛΟ EGARCH (1,1)

Heteroskedasticity Test: ARCH			
F-statistic	6.66E-05	Prob. F(1,234)	0.9935
Obs*R-squared	6.71E-05	Prob. Chi-Square(1)	0.9935

Dependent Variable: WGT_RESID^2
Method: Least Squares
Sample (adjusted): 1997M05 2016M12
Included observations: 236 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.146419	0.174525	6.568788	0.0000
WGT_RESID^2(-1)	0.000563	0.068968	0.008159	0.9935

R-squared	0.000000	Mean dependent var	1.147035
Adjusted R-squared	-0.004273	S.D. dependent var	2.412501
S.E. of regression	2.417650	Akaike info criterion	4.611908
Sum squared resid	1367.737	Schwarz criterion	4.641262
Log likelihood	-542.2051	Hannan-Quinn criter.	4.623741
F-statistic	6.66E-05	Durbin-Watson stat	1.898831
Prob(F-statistic)	0.993497		

Οι αντίστοιχες p-value τιμές για τα F-statistic και Obs*R-squared είναι 0,9935. Σύμφωνα με τον πίνακα λοιπόν, είναι και οι δύο μεγαλύτερες από το επίπεδο σημαντικότητας 5%, γεγονός που μας οδηγεί με μεγάλη βεβαιότητα σε μη απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης περί μη ύπαρξης ετεροσκεδαστικότητας.
Συμπερασματικά δεν παρατηρείται πλέον ετεροσκεδαστικότητα και αυτοσυσχέτιση στην υπό εξέταση χρονοσειρά και επομένως το υπόδειγμα EGARCH(1,1) που εκτιμήσαμε στο προηγούμενο στάδιο, θεωρείται κατάλληλο για τη διαδικασία της πρόβλεψης.

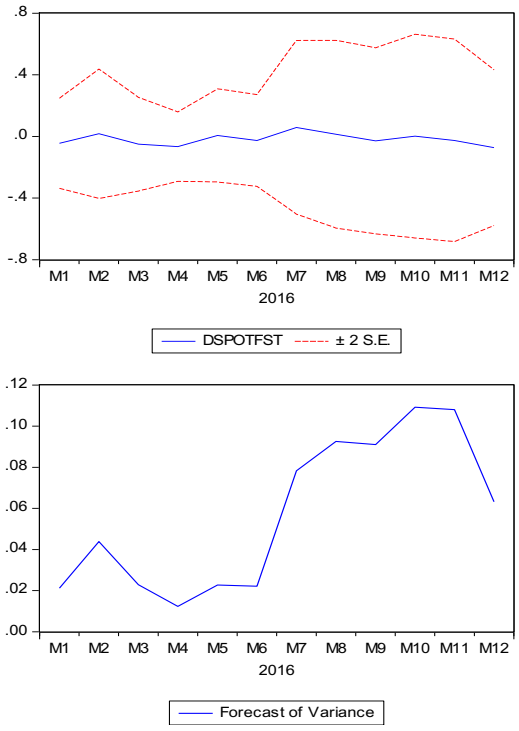
7.5 ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΜΕ GARCH

Με τη βοήθεια του στατιστικού προγράμματος Eviews θα προσπαθήσουμε να κάνουμε την πρόβλεψη των spot τιμών του φυσικού αερίου με τη βοήθεια του υποδείγματος

ARIMA-EGARCH (1,1). Είναι κρίσιμο να ορισθεί σαν out-of-sample η περίοδος 1/2016 έως 12/2016. Στα παρακάτω σχήματα παρουσιάζονται στο σύνολό τους τα αποτελέσματα της προβλεπτικής διαδικασίας.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7.1

ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ SPOT (DSPOTFST), ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΗΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ (FORECAST OF VARIANCE)



Forecast: DSPOTFST	
Actual: DSPOT	
Forecast sample: 2016M01 2016M12	
Included observations: 12	
Root Mean Squared Error	0.439331
Mean Absolute Error	0.315206
Mean Abs. Percent Error	87.15239
Theil Inequality Coefficient	0.954306
Bias Proportion	0.127023
Variance Proportion	0.666129
Covariance Proportion	0.206848

Αρχικά και πάνω αριστερά, αποτυπώνεται το γράφημα της πρόβλεψης των τιμών του φυσικού αερίου, στο οποίο η μπλε γραμμή αναπαριστά τις προβλέψεις, ενώ οι κόκκινες γραμμές αντιπροσωπεύουν το διάστημα εμπιστοσύνης με περιθώριο λάθους ± 2. Ακριβώς από κάτω απεικονίζεται το γράφημα της πρόβλεψης της διακύμανσης, στο οποίο η μπλε γραμμή συμβολίζει την προβλεπόμενη διακύμανση για τη σειρά που εξετάζουμε. Παρατηρούμε μία ανοδική τάση της τιμής της διακύμανσης στο σύνολο της πορείας, με έντονες και μεγάλες περιόδους καθοδικών πορειών. Βέβαια, τον τελευταίο μήνα η υπό εξέταση χρονοσειρά μας ακολουθεί μία φανερά πτωτική τάση.

Τέλος, ο πίνακας στα δεξιά περιέχει τα αποτελέσματα που θα μας βοηθήσουν να αξιολογήσουμε την καταλληλόλητα και αξιοπιστία της προβλεπτικής ικανότητας του

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ARIMA-EGARCH μοντέλου μας. Θα χρειαστεί να σχολιάσουμε τους δείκτες Theil και τις επιμέρους συνιστώσες του, όπως αναλύσαμε και πρόβλεψη της σειράς SPOT με τη διαδικασία ARIMA. Δυστυχώς, ο συντελεστής του Theil λαμβάνει τιμή που βρίσκεται πολύ κοντά στη μονάδα (0,954). Συμπερασματικά η προβλεπτική ικανότητα του μοντέλου μας είναι μη επαρκής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

8.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σκοπός της εργασίας ήταν η χρήση και εφαρμογή εναλλακτικών οικονομετρικών υποδειγμάτων από την υπάρχουσα βιβλιογραφία, ώστε να επιλεγεί το καταλληλότερο, με στόχο να προβούμε στη διενέργεια προβλέψεων των τιμών του φυσικού αερίου της Αμερικής και της μεταβλητότητας τους. Επιπλέον, με τη βοήθεια των αυτοπαλίνδρομων υποδειγμάτων έγινε μία προσπάθεια να ερμηνευθούν οι δυναμικές επιδράσεις και η ύπαρξη ή μη αιτιότητας του φυσικού αερίου με το πετρέλαιο και με άλλα σημαντικά μακροοικονομικά μεγέθη της Αμερικής. Τέλος, ακολουθήσαμε την απαραίτητη μεθοδολογία, ώστε να διερευνήσουμε την έννοια και το ενδεχόμενο της συνολοκλήρωσης μεταξύ των τιμών του φυσικού αερίου και του πετρελαίου.

Στο κεφάλαιο αυτό θα προσπαθήσουμε να συνοψίσουμε τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα των οικονομετρικών υποδειγμάτων και αναλύσεων που εφαρμόστηκαν στις παραπάνω ενότητες.

Αρχικά, ακολουθώντας τη μεθοδολογία Dickey Fuller για τον έλεγχο μοναδιαίας ρίζας, είδαμε πως όλες οι σειρές ήταν μη στάσιμες. Σαν αποτέλεσμα, εξετάσαμε εκ νέου τη στασιμότητα μετά τη λήψη πρώτων διαφορών και τελικά βρέθηκε πως οι χρονοσειρές μας είναι ολοκληρωμένες πρώτης τάξεως I(1).

Στη συνέχεια αφού έγινε μία εισαγωγή στα αυτοπαλίνδρομα υποδείγματα, μελετήθηκε και διερευνήθηκε αναλυτικά η ύπαρξη ή μη αιτιότητας, ανάμεσα στις τιμές του φυσικού αερίου με τις τιμές του πετρελαίου και ενός συνόλου σημαντικών μακροοικονομικών μεγεθών των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής. Τα αποτελέσματα της VAR ανάλυσης έδειξαν πως υπάρχει αμφίδρομη σχέση αιτιότητας μεταξύ της σειράς του φυσικού αερίου και της σειράς του δείκτη τιμών καταναλωτή. Τα ίδια ακριβώς συμπεράσματα εκτιμήσαμε και μεταξύ του φυσικού αερίου με το πετρέλαιο. Τέλος, τα εμπειρικά αποτελέσματα της μεθοδολογίας Granger, οδηγούν στο γεγονός πως το φυσικό αέριο προκαλεί το δείκτη τιμών παραγωγού και αντίστροφα. Αντιθέτως, στην περίπτωση του συστήματος που περιλάμβανε το φυσικό αέριο με το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν, καταλήξαμε πως υπάρχει μονόδρομη αιτιότητα από την πρώτη μεταβλητή στη δεύτερη.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Στο τελευταίο κεφάλαιο της πέμπτης ενότητας, έγινε έλεγχος συνολοκλήρωσης μεταξύ του φυσικού αερίου και του πετρελαίου και τα αποτελέσματα έδειξαν την απουσία κάποιας μακροχρόνιας σχέσης ισορροπίας που να συνδέει τις μεταβλητές μας. Στο συμπέρασμα αυτό κατέληξαν από κοινού και ο έλεγχος Engle-Granger αλλά και ο έλεγχος Phillips-Ouliaris.

Στη συνέχεια της μελέτης, εισάχθηκε μία νέα σειρά τιμών spot φυσικού αερίου (GAS) και ακολουθήσαμε τη μεθοδολογία Box Jenkins, εκτιμώντας εναλλακτικά υποδείγματα. Μετά τον απαραίτητο διαγνωστικό έλεγχο, το υπόδειγμα ARIMA (2,1,1) έδειξε να ανταποκρίνεται καλύτερα στα κριτήρια προσαρμοστικότητας κι έτσι συνεχίσαμε με τη διενέργεια προβλέψεων για το χρονικό διάστημα από 1/2016 έως 12/2016. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης της προβλεπτικής διαδικασίας του παραπάνω υποδείγματος, με τον έλεγχο ορισμένων στατιστικών μέτρων, συνηγόρησαν υπέρ του ότι υπόδειγμά μας κρίνεται κατάλληλο και η προβλεπτική του ικανότητα είναι επαρκής.

Τέλος, μετά την εκτίμηση μιας πληθώρας υπό συνθήκη γενικευμένων υποδειγμάτων δεσμευμένης ετεροσκεδαστικότητας και με τη βοήθεια των κατάλληλων διαγνωστικών κριτηρίων διαπιστώθηκε ότι το καλύτερο μοντέλο για την πρόβλεψη της μεταβλητότητας των τιμών spot του φυσικού αερίου είναι το EGARCH(1,1).

Στο EGARCH(1,1) έχουμε προσαρμόσει την εξίσωση του μέσου βάζοντας και τους όρους του υποδείγματος ARIMA(2,1,1) που ταυτοποιήσαμε και εκτιμήσαμε παραπάνω με τη διαδικασία Box-Jenkins, ώστε να ερμηνεύεται όλη η γραμμική εξάρτηση που παρουσιάζουν οι τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής. Όσον αφορά την καταλληλόλητα και αξιοπιστία της προβλεπτικής ικανότητας του ARIMA-EGARCH μοντέλου μας, εξετάσαμε τους δείκτες Theil και τις επιμέρους συνιστώσες του. Η τιμή του συντελεστή Theil λαμβάνει τιμή που βρίσκεται πολύ κοντά στη μονάδα (0,954) και συμπερασματικά η προβλεπτική ικανότητα του μοντέλου μας είναι μη επαρκής.

8.2 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Η αγορά του φυσικού αερίου έχει απασχολήσει εκτενώς και έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον πολλών ερευνητών και αναλυτών, προφανώς λόγω των συνεχών εξελίξεων στον τομέα της ενέργειας και ειδικότερα λόγω της ιδιαίτερης επίδρασης που αντανακλά το φυσικό αέριο στην παγκόσμια οικονομία. Η παρούσα εργασία εστίασε στην

αναζήτηση του καταλληλότερου μοντέλου ώστε να εκτιμηθεί και να πραγματοποιηθεί η πρόβλεψη των τιμών του φυσικού αερίου και της μεταβλητότητάς τους.

Μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να επεκτείνει την ανάλυση της συγκεκριμένης μελέτης και να συμπεριλάβει τις τιμές του υγροποιημένου φυσικού αερίου (ΥΦΑ ή LNG), καθώς διαδραματίζει ταχύτατα μεγαλύτερο ρόλο στο ενεργειακό μείγμα και η αγορά του αναμένεται να αυξηθεί. Είναι γεγονός άλλωστε πως το υγρό φυσικό αέριο είναι ο ταχύτερα αναπτυσσόμενος τομέας της διεθνούς επιχείρησης φυσικού αερίου.

Ακόμη, μία άλλη ενδιαφέρουσα πρόταση για έρευνα είναι η πραγματοποίηση και προβλέψεων με περισσότερα ARIMA ή αντίστοιχα GARCH υποδείγματα, ώστε να αναλυθούν και να συγκριθούν τα αντίστοιχα αποτελέσματά τους.

Επιπλέον, όσον αφορά τα αυτοπαλίνδρομα υποδείγματα VAR, μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να αποτελέσει η από κοινού μελέτη σαν σύστημα του φυσικού αερίου με διάφορους μακροοικονομικούς δείκτες αλλά και να διερευνηθεί σε ξεχωριστό σύστημα το φυσικό αέριο με το ΥΦΑ, ώστε να εξεταστεί η ύπαρξη ή μη αιτιότητας μεταξύ τους.

Επιπροσθέτως, αντί για την ανάλυση των δεδομένων μας με τη χρήση χρονοσειρών, θα μπορούσε να γίνει χρήση των panel. Τα δεδομένα panel, δίνουν τη δυνατότητα να ληφθεί υπόψη η ετερογένεια μεταξύ των οικονομικών μονάδων και από την άλλη εξετάζονται τόσο οι στατιστικές όσο και δυναμικές αλληλεξαρτήσεις. Τέλος, μπορούν να αντιμετωπίσουν την ενδογένεια λόγω παρουσίας μη παρατηρήσιμων διαχρονικά σταθερών μεταβλητών που είναι συσχετισμένες με τις παρατηρήσιμες ερμηνευτικές μεταβλητές.

Στην διαδικασία και έρευνα συνολοκλήρωσης, ενδιαφέρον θα ήταν να εξεταστεί αν υπάρχει κάποια μακροχρόνια σχέση ισορροπίας που να συνδέει τις σειρές του φυσικού αερίου και του υγροποιημένου φυσικού αερίου. Ταυτόχρονα, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί η μεθοδολογία Johansen.

Επίσης, μια πρόταση για μελλοντική έρευνα είναι η σύγκριση των αποτελεσμάτων των spot τιμών του φυσικού αερίου με τις αντίστοιχες future τιμές. Τα futures έχουν σημαντικό ρόλο στο χρηματοοικονομικό σύστημα, αφού χρησιμοποιούνται κυρίως για την προστασία του χαρτοφυλακίου από το ενδεχόμενο πτώσης τιμών αλλά και ως εργαλεία για τη λήψη μοχλευμένης θέσης στην αγορά.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Τέλος, η παρούσα εργασία, αντί να πραγματοποιηθεί με τη βοήθεια του Eviews, θα μπορούσε να γίνει και με τη χρήση άλλων στατιστικών πακέτων, καθώς και με γλώσσες προγραμματισμού που έχουν άλλες επεκτάσεις και εφαρμογές (π.χ. STATA, R).

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ

Δημέλη, Σ. (2013), Σύγχρονες μέθοδοι ανάλυσης χρονολογικών σειρών, Εκδόσεις ΟΠΑ, Αθήνα.

Συριόπουλος, Κ. και Φίλιππας Δ. (2010), Οικονομετρικά Υποδείγματα και Εφαρμογές με το EVIEWS, Εκδόσεις ΑΝΙΚΟΥΛΑ, Θεσσαλονίκη.

Τζαβαλής, Η. (2008), Οικονομετρία, Εκδόσεις ΟΠΑ, Αθήνα.

Τζωρτζόπουλος, Π. (1991), Ανάλυση Χρονολογικών Σειρών, Τάση και εποχικότητα, Αθήνα.

Τσιώνας, Ε. (2010), Εφαρμοσμένη Οικονομετρία, Εκδόσεις ΟΠΑ, Αθήνα.

Τσιώνας, Ε. (2009), Υπολογιστικά Πακέτα και οι Οικονομικές τους Εφαρμογές, Εκδόσεις ΟΠΑ, Αθήνα.

Χαρατσής, Ε. (1993), Οικονομετρικές Μέθοδοι και Εφαρμογές, Έκδοση Β΄, Εκδόσεις Σμπίλιας, Αθήνα.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

Agung, I. (2009), Times Series Data Analysis Using Eviews, Wiley, Singapore.

Anderson, O. (1976), Time Series Analysis and Forecasting: the Box-Jenkins Approach.

Bachmeier, L. and Griffi, J., (2006), Testing For Market Integration : Crude Oil, Coal and Natural Gas.

Banks, F., (2007), The Political Economy of World Energy: An Introductory Book, World Scientific, New Jersey.

Cox, D.R., Hincley, D. and Barndoff-Bielsen, O.(1996), Time Series Models: In Econometrics, Finance and Other Fields, Chapman and Hall.

Dhrymes, P., (1998), Time Series, Unit Roots and Cointegration, Academic Press.

Dahl, C., (2015), International Energy Markets: Understanding Pricing, Policing aaand Profits, Second Edition, PennWell

Enders, W. (2015), Applied Econometric Time Series, Hoboken, NJ.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Engle, R. and White F. (1999), Cointegration, Causality, and Forecasting, Oxford University Press.

Francq C. and Zakoian J. (2010), GARCH Models: Structure, Statistical Inference and Finance Applications, Wiley, UK.

Gourieroux, C. (1997), ARCH Models and Financial Applications, Springer, NY.

Harris, R. and Sollis, R. (2005), Applied Time Series Modelling and Forecasting, john Willey and Sons.

Cuddington, J. and Wang, Z., (2006), Assessing the Degree of Spot Market Integration for US Natural Gas: Evidence From Daily Price Data.

Harvey, A. (2013), Dynamic Models For Volatility and Heavy Tails With Application to Financial and Economic Time Series, Cambridge University Press, Cambridge.

Helm, D., Kay, J.,Thompson, D., (1989), The Market For Energy, Clarendon Press, Oxford.

Huhuynh, V-N, Kreinovich, V. and Sriboonchitta, S., (2014), Modelling Dependence In Econometrics, Shiang Mai University.

Juselius, K. (2006), The Cointegrated VAR model: Methodology and Applications, Oxford University Press, Oxford.

Madsen, H. (2008), Time Series Analysis, Chapman and Hall/CRC

Mohammadi, H. and Su, L., (2010), International Evidence On Crude Oil Price Dynamics: Applications of ARIMA-GARCH Models.

Montgomery, D. (2008), Introduction To Time Series Analysis and Forecasting, Wiley-Interscience, Hoboken, NJ.

Nick, S., and Thoenes, S., (2014), What Drives Natural Gas Prices? A Structural VAR Approach.

Saltik, O., Degirmen, S., Ural, M., (2016), Volatility Modelling In Crude Oil And Natural Gas Prices.

Satchell, S. and Knight, J. (2002), Forecasting Volatility In The Financial Markets, Butterworth and Heinemann.

Siliverstovs, B., Hegaret, H., Neumann, A., Hirschhausen, C., (2005), International Market Integration For Natural Gas? A Cointegration Analysis Of Prices In Europe, North America and Japan.

Shan, X. και Lv, X., (2013), Modeling Natural Gas Market Volatility Using GARCH With Different Distributions.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Wei, Y., Wang, Y., Huang, D., (2010), Forecasting Crude Oil Market Volatility: Further Evidence Using GARCH-Class Models.

Xelakaki, E. (2010), ARCH Models for Financial Applications, Wiley, Chichester, UK.

Yaffee, R., Heddy, M., Hjmgaard, K., Bore, B., Onochie, J., (2008), Forecasting Volatility of UK Natural Gas Futures

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

Διαχειριστής Εθνικού Συστήματος Φυσικού Αερίου, www.desfa.gr

Δημόσια Επιχείρηση Αερίου, www.depa.gr

Ίδρυμα Οικονομικών και Βιομηχανικών Ερευνών, www.iobe.gr

Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, www.rae.gr

Υπουργείο Ενέργειας, Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού, www.mcit.gov.cy

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, www.ypeka.gr

Φυσικό Αέριο Αττικής, www.aerioattikis.gr

American Petroleum Institute (AP), www.api.org

American Public Gas Association, www.apga.org

Bloomberg, www.bloomberg.com

BP, www.bp.com

Cedigaz-Natural Gas Information, www.cedigaz.org

Central Intelligence Agency, www.cia.gov

Erdgas, www.erdgas.gr

Enerdata, www.Enerdata.net

Energia, www.energia.gr

European Commission, ec.europa.eu

Forbes, www.forbes.com

International Energy Agency, www.iea.org

Investopedia, www.investopedia.com

Nasdaq, www.nasdaq.com

Natural Gas Organization, www.naturalgas.org

Organization of Economic Cooperation and Development, www.oecd.org

Organization of the Petroleum Exporting Countries, www.opec.org

S and P Global, www.spglobal.com

Statista-The Statistics Portal, www.statista.com
U.S. Energy Information Administration, www.eia.org

ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

BP Statistical Review of World Energy, 2016
Cedigaz, Natural Gas In The World, 2016
Eni, World Oil and Gas Review, 2016
International Energy Agency, Global Gas Security Review 2016
International Energy Agency, Natural Gas Information: Overview 2016
International Energy Agency, Key World Energy Statistics 2017

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΙΝΑΚΕΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ Α.1

ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΑΞΗΣ ΤΟΥ VAR DGAS-DPPI

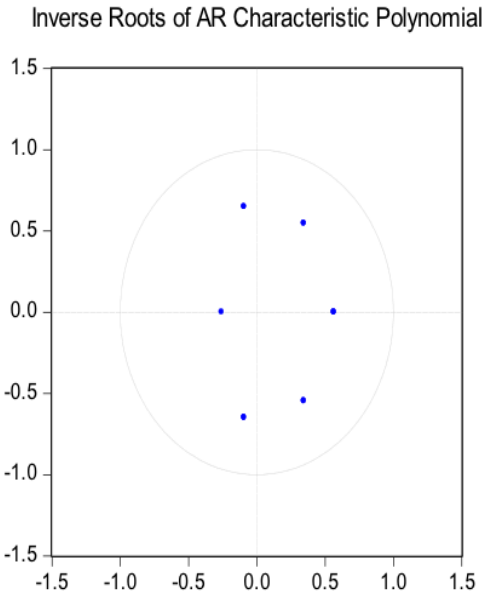
VAR Lag Order Selection Criteria
Endogenous variables: DPPI DGAS
Exogenous variables: C
Sample: 1957Q1 2016Q4
Included observations: 226

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-970.9055	NA	18.80324	8.609783	8.640053	8.621999
1	-939.6989	61.58473	14.77986	8.369017	8.459827	8.405664
2	-921.3180	35.94839	13.01383	8.241752	8.393103*	8.302832
3	-912.1127	17.84031*	12.42827*	8.195688*	8.407580	8.281199*
4	-909.3541	5.297525	12.56611	8.206674	8.479106	8.316616

* indicates lag order selected by the criterion

ΠΙΝΑΚΑΣ Α.2

ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑΣ DGAS-DPPI



Roots of Characteristic Polynomial
Endogenous variables: DPPI DGAS
Exogenous variables: C
Lag specification: 1 3

Root	Modulus
-0.092212 - 0.648255i	0.654781
-0.092212 + 0.648255i	0.654781
0.344799 - 0.546083i	0.645827
0.344799 + 0.546083i	0.645827
0.563080	0.563080
-0.258074	0.258074

No root lies outside the unit circle.
VAR satisfies the stability condition.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ Α.3

ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ VAR(3) DGAS-DPPI

Vector Autoregression Estimates
Sample (adjusted): 1960Q1 2016Q4
Included observations: 227 after adjustments
Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

	DPPI	DGAS
DPPI(-1)	0.553391	0.487561
	(0.07992)	(0.22038)
	[6.92431]	[2.21234]
DPPI(-2)	-0.294108	0.233426
	(0.08377)	(0.23101)
	[-3.51076]	[1.01047]
DPPI(-3)	0.287699	0.092984
	(0.08165)	(0.22517)
	[3.52335]	[0.41296]
DGAS(-1)	-0.044028	0.256789
	(0.02967)	(0.08182)
	[-1.48391]	[3.13861]
DGAS(-2)	-0.049353	-0.269738
	(0.03027)	(0.08346)
	[-1.63062]	[-3.23193]
DGAS(-3)	-0.072130	-0.113636
	(0.02965)	(0.08177)
	[-2.43241]	[-1.38968]
C	0.220444	0.075125
	(0.08885)	(0.24501)
	[2.48107]	[0.30662]
R-squared	0.279205	0.219158
Adj. R-squared	0.259547	0.197862
Sum sq. resids	332.8698	2531.143
S.E. equation	1.230059	3.391931
F-statistic	14.20308	10.29117
Log likelihood	-365.5470	-595.8016
Akaike AIC	3.282352	5.311027
Schwarz SC	3.387968	5.416643
Mean dependent	0.370925	0.332339
S.D. dependent	1.429477	3.787237

ΠΙΝΑΚΑΣ Α.4

ΔΙΑΣΠΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ DGAS-DPPI

Variance Decomposition of DPPI:			
Period	S.E.	DPPI	DGAS
1	1.230059	100.0000	0.000000
2	1.371549	99.21081	0.789185
3	1.402953	96.43296	3.567037
4	1.440889	92.23666	7.763339
5	1.447250	91.64428	8.355716
Variance Decomposition of DGAS:			
Period	S.E.	DPPI	DGAS
1	3.391931	33.43350	66.56650
2	3.636979	38.28352	61.71648
3	3.704854	37.69284	62.30716
4	3.801784	36.29679	63.70321
5	3.830959	36.50436	63.49564
Cholesky Ordering: DPPI DGAS			

ΠΙΝΑΚΑΣ Α.5

ΕΛΕΓΧΟΙ ΑΙΤΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ GRANGER DGAS-DPPI

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests
Date: 11/10/17 Time: 01:11
Sample: 1957Q1 2016Q4
Included observations: 227

Dependent variable: DPPI

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
DGAS	15.01519	3	0.0018
All	15.01519	3	0.0018

Dependent variable: DGAS

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
DPPI	9.026532	3	0.0289
All	9.026532	3	0.0289

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Α.1

ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ ΑΠΟΚΡΙΣΕΩΝ DGAS-DPPI

