



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Ανάπτυξη Εργαλείου και Αξιολόγηση Δεικτών για την Ενεργειακή Κατάσταση των Χωρών της Ευρώπης

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Χρυσούλα Θ. Βάνα

Άγγελος Ε. Κρεμυζάς

Επιβλέπων : Ιωάννης Ψαρράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Ιούλιος 2011



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Ανάπτυξη Εργαλείου και Αξιολόγηση Δεικτών για την Ενεργειακή Κατάσταση των Χωρών της Ευρώπης

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Χρυσούλα Θ. Βάνα

Άγγελος Ε. Κρεμυζάς

Επιβλέπων : Ιωάννης Ψαρράς

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την

.....
Β. Ασημακόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....
Δ. Ασκούνης
Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Ι. Ψαρράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2011

Χρυσούλα Θ. Βάνα
Άγγελος Ε. Κρεμυζάς

Διπλωματούχοι Ηλεκτρολόγοι Μηχανικοί και Μηχανικοί Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Χρυσούλα Βάνα, 2011
Copyright © Άγγελος Κρεμυζάς, 2011
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ενέργεια είναι απαραίτητη στην καθημερινή ζωή στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ). Για το λόγο αυτό είναι πλέον αναπόφευκτη η αντιμετώπιση των μεγάλων ενεργειακών προκλήσεων που συνεπάγονται οι κλιματικές αλλαγές, η αυξανόμενη εξάρτηση από τις εισαγωγές ενέργειας, η πίεση που υφίστανται οι ενεργειακοί πόροι και η προμήθεια όλων των καταναλωτών με ενέργεια ασφαλή σε προσιτές τιμές. Σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι η αξιολόγηση των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης ως προς τον κίνδυνο στην προμήθεια ενέργειας και η εξαγωγή ενός συνολικού δείκτη κινδύνου από επιμέρους δείκτες που μπορούν να συμβάλουν στη χάραξη νέων ενεργειακών πολιτικών.

Αρχικά, γίνεται μια παρουσίαση της κατανομής των φυσικών πόρων παγκοσμίως, του παρόντος δικτύου μεταφοράς ενέργειας στην Ευρώπη και της ενεργειακής πολιτικής που ακολουθούν οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ενώ στη συνέχεια περιγράφονται οι δείκτες που ποσοτικοποιούν τον κίνδυνο. Για την εξαγωγή του τελικού δείκτη η μέθοδος που χρησιμοποιείται είναι η Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών (Principal Component Analysis-PCA). Η PCA είναι μια χρήσιμη στατιστική τεχνική, η οποία έχει βρει μεγάλη ανταπόκριση σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών και τομέων όπως για παράδειγμα είναι η αναγνώριση προσώπων, η εικονική συμπίεση αλλά επίσης είναι και μια τεχνική που χρησιμοποιείται στην εύρεση προτύπων που ανταποκρίνονται σε δεδομένα μεγάλων διαστάσεων.

Στα πλαίσια της διπλωματικής αναπτύχθηκε ένα βοηθητικό εργαλείο για τον υπολογισμό του κινδύνου ενεργειακής προμήθειας. Το εργαλείο αυτό αναπτύχθηκε ως μια ιστοσελίδα με κύριο στόχο να απαλλάσσει το χρήστη από την ανάγκη εγκατάστασης της εφαρμογής και τις απαιτήσεις σε υπολογιστική ισχύ κατά την εκτέλεσή της και επιπλέον να εξασφαλίσει μια σημαντική ευελιξία στην παρουσίαση των δεδομένων. Μεγάλη σημασία δόθηκε στο να μπορεί το πρόγραμμα να διαχειριστεί μία γκάμα προφίλ εισαγωγής δεδομένων, σύμφωνα με τις προτιμήσεις του χρήστη, να τα οργανώνει και να τα παρουσιάζει προσαρμοζόμενο κάθε φορά στις απαιτήσεις, καθώς και να αποτρέπει πιθανά σφάλματα. Το εργαλείο εφαρμόστηκε για τον προσδιορισμό του ενεργειακού κινδύνου των χωρών της Ε.Ε για το έτος 2010. Μετά την εφαρμογή του εργαλείου αξιολογούνται τα αποτελέσματα, η ορθότητα της μεθόδου και εξάγονται συμπεράσματα.

Λέξεις Κλειδιά: ευάλωτη ενεργειακή τροφοδοσία, ενεργειακή πολιτική, ανάλυση κύριων συνιστωσών (PCA), δείκτης κινδύνου

ABSTRACT

Energy is what makes Europe tick. It is essential, then, for the European Union (EU) to address the major energy challenges facing us today, i.e climate change, our increasing dependence on imports, the strain on energy sources and access for all users to affordable, secure energy. The scope of this diploma thesis is the evaluation of European Union countries in terms of energy supply vulnerability and the extraction of a unitary risk index comprised of individual indices which can contribute greatly to the formation of energy policies.

Firstly, the allocation of natural sources worldwide, the existing energy transporting network in Europe and the current energy policy that the EU countries apply are being examined, followed by the presentation of indices which quantify the risk. For the extraction of the final risk index the method which is implemented is Principal Component Analysis (PCA). PCA is actually a compression algorithm that utilizes statistics and extended algebraic calculations. It is a very useful statistical technique, with applications to a wide variety of sectors such as face recognition and image compression, but it is also a technique used to define models that correspond to high dimension data.

In the frame of this thesis, a support tool was developed aiming to the evaluation of energy supply risk. This tool was developed as a web-site in order to relieve the user from installation and computing power requirements and also achieve ease of use and flexible presentation. Moreover, extended attention has been given for this tool to be able to handle a diversity of data input profiles, according to the user's preferences, organise and present them in a fully adaptive manner as well as to prevent possible mistakes. The programme has been implemented for the definition of energy supply risk for E.U counties for the year 2010. After running the programme, the results and the rightness of the method are evaluated and conclusions are reached.

Key Words: energy supply vulnerability, energy policy, PCA, risk index

Πίνακας Περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ABSTRACT	6
Πίνακας Περιεχομένων	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:	
Σημασία Ενέργειας και Κυριότερες Μορφές της	9
1.1. Εισαγωγή	10
1.2. Σημασία Ενέργειας και διασφάλισής της	10
1.3. Οι Κυριότερες «πηγές» μη ανανεώσιμης ενέργειας.....	12
1.3.1. Γαϊάνθρακες	12
1.3.2. Πετρέλαιο	13
1.3.3. Φυσικό Αέριο	15
1.3.4. Πυρηνική Ενέργεια.....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:	
Ενεργειακό Δίκτυο Ευρώπης	21
2.1. Εισαγωγή	22
2.2. Πετρέλαιο: Προέλευση Πηγών και Ευρωπαϊκή Προμήθεια	22
2.3. Δίκτυο Φυσικού Αερίου	28
2.3.1. Η εξάρτηση της Ευρώπης από το φυσικό αέριο της Ρωσίας	34
2.4. Πυρηνική Ενέργεια.....	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:	
Ευρωπαϊκή Ενεργειακή Πολιτική	39
3.1. Εισαγωγή	40
3.2. Ευρωπαϊκή Ενεργειακή Πολιτική και Ασφάλεια	40
3.3. Νέα ενεργειακή στρατηγική με ορίζοντα το 2020	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:	
Επιλογή Δεικτών για την Εκτίμηση Κινδύνου	53
4.1. Εισαγωγή	54
4.2. Διαδικασία Εκτίμησης Κινδύνου	54
4.3. Κατηγορίες Κινδύνου.....	57
4.4. Επιλογή Δεικτών	63
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5:	
Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών – Principal Component Analysis (PCA)	67
5.1. Εισαγωγή	68
5.2. Αναφορά και ανάλυση των μαθηματικών εννοιών	68
5.2.1. Στατιστική	68
5.2.2. Άλγεβρα Πινάκων	74
5.3. Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών (PCA)	77

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6:	
Παρουσίαση Εργαλείου για την Αξιολόγηση Ενεργειακής Ασφάλειας.....	85
6.1. Εισαγωγή.....	86
6.2. Ανάπτυξη Εργαλείου.....	86
6.2.1. Γλώσσες Ανάπτυξης.....	86
6.2.3. Συνοπτική Παρουσίαση.....	87
6.2.4. Λογισμικό Ανάπτυξης.....	88
6.2.5. Πρόσθετα και Επιπλέον Βιβλιοθήκες	89
6.3. Οδηγός Εκτέλεσης.....	90
6.4. Αντιμετώπιση Προβλημάτων - Επικύρωση Δεδομένων Εισόδου (Validation).....	103
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7:	
Εφαρμογή Εργαλείου για την Ενεργειακή Αξιολόγηση Χωρών της Ε.Ε.....	107
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8:	
Κώδικας Εφαρμογής.....	117
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	197

Κεφάλαιο 1

Σημασία Ενέργειας και Κυριότερες Μορφές της

1.1. Εισαγωγή

Ζωή και ενέργεια είναι δυο έννοιες άρρηκτα δεμένες. Όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί για να επιζήσουν απαιτούν ενέργεια, αλλά και οι φυσικές όπως και οι ανθρωπογενείς διαδικασίες απαιτούν ενέργεια. Οτιδήποτε κινείται ή προκαλεί κίνηση διαθέτει ενέργεια, ο ήλιος ακτινοβολεί την ενέργειά του, όταν καίμε ξύλα στο τζάκι απελευθερώνεται ενέργεια που τη νιώθουμε σαν ζέστη, οι πυλώνες της ΔΕΗ μεταφέρουν ηλεκτρική ενέργεια, ακόμη στους πυρηνικούς αντιδραστήρες η πυρηνική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική. Δεν μπορούμε πάντοτε να την παρατηρήσουμε, αλλά αισθανόμαστε πάντα την επίδρασή της σε εμάς και γενικότερα στον κόσμο μας. Η ενέργεια λοιπόν υπάρχει παντού, μας περιβάλλει, αλλά εμφανίζεται και μέσα στους οργανισμούς μας. Είναι απολύτως απαραίτητη για την ίδια τη ζωή, αλλά και για όλες τις ανθρώπινες δραστηριότητες και την επίτευξη των αναπτυξιακών σχημάτων που η ανθρωπότητα επεξεργάζεται για να καλυτερεύσει τις συνθήκες διαβίωσης, να κατακτήσει την πρόοδο και την ευημερία και να βελτιώσει την ποιότητα ζωής. Η ανθρώπινη ιστορία λοιπόν σημαδεύεται από μια ολοένα αυξανόμενη ανακάλυψη και χρήση ενεργειακών πόρων και ανακάλυψη τεχνολογιών για την εκμετάλλευση της ενέργειας.

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύεται ο σημαντικός ρόλος που παίζει η ενέργεια στην εξέλιξη των σύγχρονων κοινωνιών. Ακολουθεί μία σύντομη περιγραφή των τεσσάρων βασικότερων μη ανανεώσιμων πηγών – πετρέλαιο, φυσικό αέριο, γαιάνθρακες και πυρηνική ενέργεια – καθώς και μία προσπάθεια προσδιορισμού των μεγαλύτερων αποθεμάτων ανά τον κόσμο.

1.2. Σημασία Ενέργειας και διασφάλισής της

Οι σύγχρονες κοινωνίες καταναλώνουν τεράστιες ποσότητες ενέργειας για τη θέρμανση χώρων (κατοικιών και γραφείων), τα μέσα μεταφοράς, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και για τη λειτουργία των βιομηχανικών μονάδων. Με την πρόοδο της οικονομίας και την αύξηση του βιοτικού επιπέδου, η ενεργειακή ζήτηση αυξάνεται ολοένα. Στις μέρες μας, το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας που χρησιμοποιούμε προέρχεται από τις συμβατικές πηγές ενέργειας που είναι το πετρέλαιο η βενζίνη και ο άνθρακας. Πρόκειται για μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που αργά η γρήγορα θα εξαντληθούν. Η παραγωγή και χρήση της ενέργειας που προέρχεται από αυτές τις πηγές δημιουργούν μια σειρά από περιβαλλοντικά προβλήματα με αιχμή τους, το γνωστό σε όλους μας, φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Το θέμα της ενέργειας μπορεί να προσεγγιστεί από τρεις διαφορετικές απόψεις:

- i. Της εξασφάλισης της αναγκαίας ποσότητας ενέργειας, στην κατάλληλη για την κάθε χρήση μορφή, δηλαδή της ενεργειακής επάρκειας.
- ii. Του κόστους αυτής της ενέργειας.
- iii. Των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη χρήση της.

Αυτές οι τρεις απόψεις συνθέτουν ό,τι έχει γίνει ευρύτερα γνωστό με τον όρο «ενεργειακό πρόβλημα». Αποτελούν, επομένως, το απαραίτητο υπόβαθρο που πρέπει να αναλυθεί προτού κανείς μπορέσει να ασχοληθεί με το πρόβλημα της χρήσης και διαχείρισης ενεργειακών πόρων και της αξιολόγησης ενεργειακών συστημάτων.

Το σύγχρονο παγκόσμιο ενεργειακό ζήτημα είναι πηγή σημαντικών γεωπολιτικών προβλημάτων, χρόνιας οικονομικής αστάθειας, ανησυχητικής περιβαλλοντικής ρύπανσης και σοβαρών κοινωνικών ανισοτήτων. Ισχυρές εταιρίες πετρελαίου, εθνικά και διεθνή μονοπώλια και ολιγοπώλια συγκροτούν σημαντικά γεωστρατηγικά, βιομηχανικά και οικονομικά συμφέροντα. Το ενεργειακό ζήτημα αναδεικνύει τις σχέσεις ανάμεσα σε πολύπλοκα πλανητικά προβλήματα και αποφάσεις στις οποίες εμπλέκεται ένας πολύ μεγάλος αριθμός παραγόντων και συμφερόντων στο διεθνές σκηνικό.

Το «ενεργειακό πρόβλημα»

«Ως Βιομηχανική Επανάσταση μπορεί να οριστεί η διαδικασία εκείνη, μέσω της οποίας η κοινωνία απέκτησε τον έλεγχο τεράστιων ποσοτήτων ενέργειας, ασύλληπτων για τον προηγούμενο βουκολικό κόσμο, που βρίσκονταν ενσωματωμένες σε, ως τότε, νεκρή ύλη».

Ο ορισμός αυτός, παρ' ότι αναφέρεται σε μία συνιστώσα μόνο της Βιομηχανικής Επανάστασης, δίνει το στίγμα της σημασίας της έννοιας "ενέργεια" η οποία προσδιορίζει καθοριστικά την ποιότητα αν όχι την ίδια τη ζωή της ανθρώπινης κοινωνίας του 20ου αιώνα. Σχηματικά, και καθόλου υπερβολικά, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι η ύπαρξη και χρήση τεραστίων ποσοτήτων ενέργειας, με τον τρόπο που αυτό συμβαίνει στις χώρες του αναπτυσσόμενου δυτικού κόσμου, σηματοδοτεί τη διαφορά ανάμεσα σ' αυτόν και τον αναπτυσσόμενο τρίτο κόσμο όσο και την ασύγκριτη εξέλιξη αυτού του ίδιου από την εποχή του Μεσαίωνα ως σήμερα. Ο 20ος αιώνας αποτέλεσε την περίοδο των εντονότερων μεταβολών που έχει καταγράψει ως τώρα η ιστορία ή, ακόμη, αποτέλεσε τον «αιώνα του εμφράγματος» εξαιτίας του ραγδαίου ρυθμού των γεγονότων. Μέχρι το 19ο αιώνα ο άνθρωπος κάλυπτε τις ενεργειακές του ανάγκες με τη χρήση αποκλειστικά ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως η αιολική (ανεμόμυλοι) , υδραυλική ενέργεια (νερόμυλοι) κ.τ.λ. Με τη βιομηχανική επανάσταση όμως τα ορυκτά καύσιμα (γαιάνθρακες, πετρέλαιο , φυσικό αέριο) έγιναν οι πρωτεύουσες πηγές ενέργειας για την ανθρώπινη κοινωνία και οικονομία.

Πλέον οι ενεργειακές ανάγκες δεν καλύπτονται από πόρους που υπάρχουν ελεύθερα διαθέσιμοι σε κάθε χώρα αλλά από πόρους που ανθούσαν σε μια μειοψηφία χωρών ενώ οι υπόλοιπες έπρεπε να κάνουν εισαγωγή, σε μερικές μόνο περιπτώσεις οι μεγάλοι παραγωγοί ήταν και μεγάλοι καταναλωτές ενέργειας. Καθώς η εκβιομηχάνιση διαδόθηκε ακόμη περισσότερο οι ενεργειακές ανάγκες πολλαπλασιάστηκαν και ενέκυψαν νέα θέματα. Ένα από αυτά αφορά την εξάντληση των αποθεμάτων ορυκτού πλούτου, γεγονός που καθιστά άμεση την ανάγκη για υποκατάσταση τους με εναλλακτικές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας πριν εξαντληθούν ενώ ένα άλλο πρόβλημα αφορά τις έντονες διακυμάνσεις στις τιμές των

ορυκτών καυσίμων και στην ανάγκη μείωσης της οικονομικής και πολιτικής εξάρτησης των χωρών καταναλωτών από τις προμηθεύτριες χώρες.

Η μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα αποτελεί πλέον παγκόσμιο στόχο, για όλους τους παραπάνω λόγους. Πολλές χώρες έχουν υιοθετήσει ως στρατηγική επιλογή για τη λύση του ενεργειακού τους ζητήματος την πυρηνική ενέργεια, ωστόσο για πολλές άλλες δεν αποτελεί λύση λόγω του μεγάλου κόστους και των περιβαλλοντικών ανησυχιών που προκύπτουν. Ενώ άλλες χώρες επενδύουν στην ανάπτυξη, τη διάδοση και την εφαρμογή νέων τεχνολογιών που θα αξιοποιήσουν στο μέγιστο βαθμό τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

1.3. Οι Κυριότερες «πηγές» μη ανανεώσιμης ενέργειας

Αποκαλούνται έτσι γιατί δεν είναι δυνατό να ανανεώσουν σε εύλογο, για τον άνθρωπο, χρονικό διάστημα την αποθηκευμένη τους ενέργεια. Η διαδικασία σχηματισμού τους διήρκεσε εκατομμύρια χρόνια. Οι **μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας** περιλαμβάνουν:

- Τα στερεά καύσιμα των γαιανθράκων, όπως λιγνίτη, ανθρακίτη, τύρφη,
- Τα υγρά καύσιμα που παίρνουμε με κατεργασία, όπως μαζούτ, πετρέλαιο, βενζίνη, κηροζίνη κλπ.
- Τα αέρια καύσιμα όπως το φυσικό αέριο, υγραέριο κλπ. και
- Την πυρηνική ενέργεια που παίρνουμε από τη σχάση ραδιενεργών υλικών.

Οι μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι αυτές που χρησιμοποιούνται κυρίως τα τελευταία χρόνια και που έχουν οδηγήσει σε ενεργειακές κρίσεις, αλλά και στη δημιουργία σειράς προβλημάτων, με αποτέλεσμα την επιβάρυνση του περιβάλλοντος.

1.3.1. Γαιάνθρακες

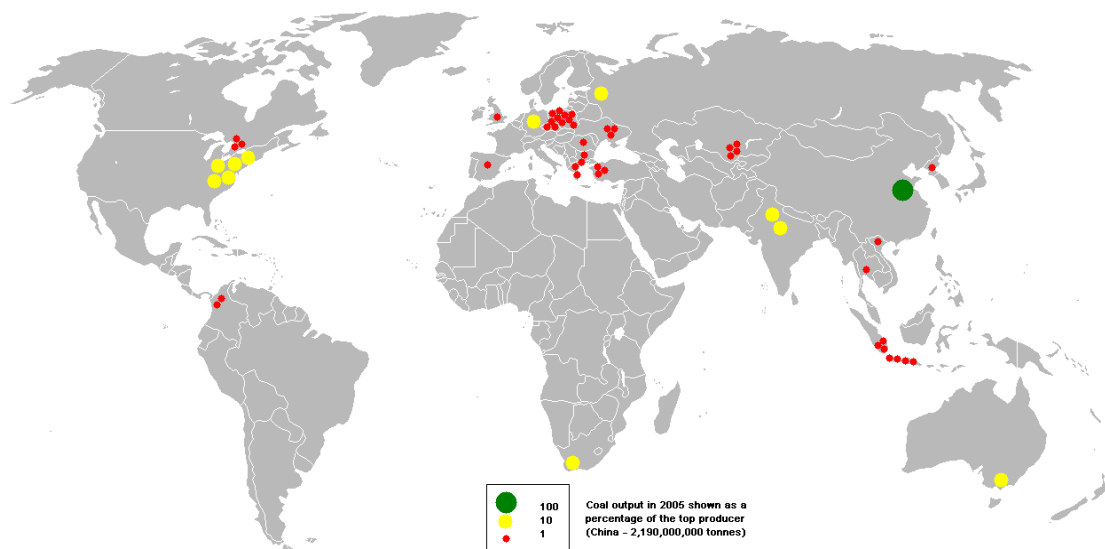
Οι γαιάνθρακες (γαία = γη + C= κάρβουνο) ή ορυκτοί άνθρακες βρίσκονται στο υπέδαφος. Σχηματίστηκαν εκεί, κατά τη διάρκεια πολλών εκατομμυρίων ετών, από φυτικές ουσίες (δέντρα, φυτά, θάμνους, φύκια) που θάφτηκαν μετά από φυσικές καταστροφές (επιχωματώσεις, καθιζήσεις, σεισμούς, κατακρημνίσεις). Η ηλιακή ενέργεια που είχε δεσμευτεί σ' αυτές τις ουσίες κατά τη διάρκεια της ανάπτυξής τους, αποδίδεται από τους γαιάνθρακες κατά την καύση τους με τη μορφή θερμότητας. Σήμερα, βρίσκουμε τα αποθέματα τους σε μεγάλα συνήθως βάθη κάτω από την επιφάνεια της γης (ορυχεία), αλλά και κοντά στην επιφάνεια (επιφανειακά κοιτάσματα).

Οι γαιάνθρακες όταν καίγονται εκλύουν μεγάλα ποσά ενέργειας με τη μορφή θερμότητας. Αυτή τη θερμότητα χρησιμοποίησε ο άνθρωπος, κυρίως τους τελευταίους δύο αιώνες, για να θερμανθεί, να μαγειρέψει, να λειτουργήσει εργοστάσια, να κινήσει πλοία, τρένα. Σήμερα, η θερμότητα από την καύση γαιανθράκων χρησιμοποιείται κυρίως για την

παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι γαιάνθρακες, εκτός από την παραγωγή ενέργειας, χρησιμοποιούνται και για την παραγωγή πολλών χρήσιμων χημικών ουσιών, πρώτων υλών για την παρασκευή φαρμάκων, πλαστικών υλών, φωταερίου, κ.λπ., που ονομάζονται, γενικά, παράγωγά τους.

Τα αποθέματα των γαιανθράκων δεν είναι ανεξάντλητα. Υπολογίζεται ότι με τους σημερινούς ρυθμούς κατανάλωσής τους, τα γνωστά αποθέματά τους θα εξαντληθούν σε μερικές εκατοντάδες ή, σε κάποιες περιπτώσεις, σε μερικές δεκάδες χρόνια. Έτσι, εκτός από την ενέργεια τους, θα μας λείψουν και τα χρήσιμα για τη ζωή μας παράγωγα των γαιανθράκων, που δεν είναι δυνατό να τα πάρουμε από αλλού. Εξάλλου, δεν υπάρχουν γαιάνθρακες σε όλες τις χώρες.

Αποθέματα γαιανθράκων υπάρχουν σε πάνω από 100 χώρες και είναι διασκορπισμένα σε όλες τις ηπείρους εκτός της Ανταρκτικής. Τα μεγαλύτερα αποθέματα βρίσκονται στις ΗΠΑ, τη Ρωσία, την Κίνα, την Ινδία και την Αυστραλία.

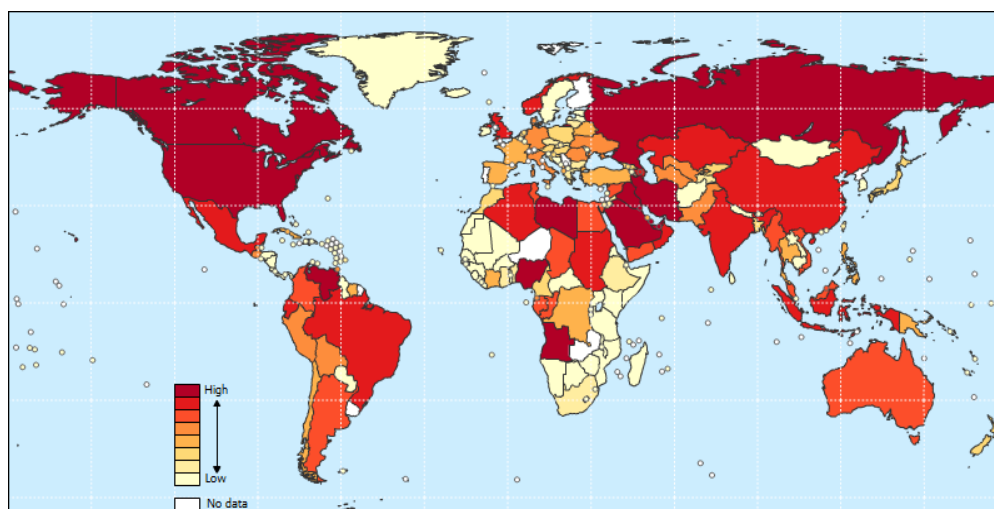


Εικόνα 1.1: Παραγωγή γαιανθράκων 2005

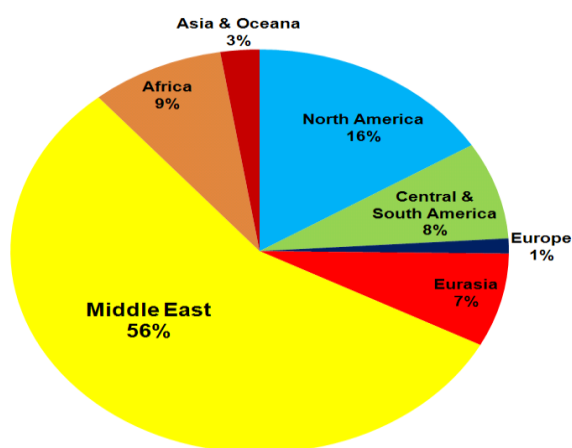
1.3.2. Πετρέλαιο

Το πετρέλαιο βρίσκεται στο υπέδαφος σε υγρή μορφή, μέσα σε κοιλότητες. Σχηματίστηκε εκεί από ζωικούς και φυτικούς μικροοργανισμούς, κυρίως θαλασσόβιους, οι οποίοι συγκεντρώθηκαν από τα θαλάσσια ρεύματα στο βάθος λεκανών, όπου και καταπλακώθηκαν λόγω επιχωματώσεων ή άλλων διαδικασιών. Εκεί, χωρίς την παρουσία αέρα, μετατράπηκαν σε πετρέλαιο κατά τη διάρκεια χιλιάδων ετών. Η ενέργεια του πετρελαίου προέρχεται από την ενέργεια που είχαν συγκεντρώσει από τον ήλιο και την τροφή τους οι μικροοργανισμοί που το δημιούργησαν. Σήμερα αντλούμε το πετρέλαιο από τα υπόγεια κοιτάσματά του, ακόμα και αν αυτά βρίσκονται κάτω από τον πυθμένα της θάλασσας.

Το πετρέλαιο, όπως και οι γαιάνθρακες, όταν καίγεται εκλύει μεγάλα ποσά θερμότητας. Ο άνθρωπος χρησιμοποίησε αυτή την ενέργεια, ιδίως τα τελευταία εκατό χρόνια, για να θερμάνει και να φωτίσει την κατοικία του, να μαγειρέψει, να κινήσει μηχανές (εργοστάσια, πλοία, τρένα, αυτοκίνητα), αλλά και για να παράγει ηλεκτρικό ρεύμα. Βέβαια, το πετρέλαιο σπάνια χρησιμοποιείται όπως αντλείται. Στην πρωτογενή μορφή του (ακάθαρτο ή αργό πετρέλαιο) καίγεται δύσκολα. Σε πολύπλοκες εγκαταστάσεις, τα διυλιστήρια, το πετρέλαιο καθαρίζεται αρχικά με το διαχωρισμό μερικών συστατικών του, όπως είναι η πίσσα. Στη συνέχεια, μετά από διαδοχικές αποστάξεις, προκύπτει το γνωστό μας καθαρό πετρέλαιο, η βενζίνη και άλλα χρήσιμα προϊόντα του τα πετροχημικά, όπως πλαστικά, πρώτες ύλες για την παρασκευή φαρμάκων, συνθετικού ελαστικού κ.λπ., τα παράγωγά του, όπως λέγονται.



World Oil Reserves by Region



Data source: US Energy Information Administration from Oil and Gas Journal (2007)
Oil includes crude oil and condensate

Εικόνα 1.2: Παγκόσμια αποθέματα πετρελαίου

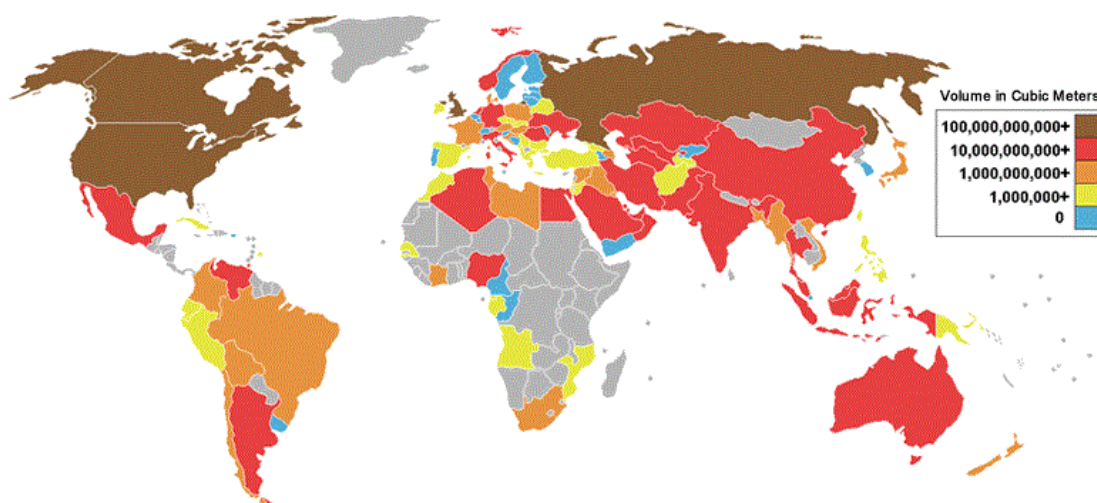
Το πετρέλαιο όχι μόνο είναι ακριβό αλλά κινδυνεύει και να εξαντληθεί σε μερικές δεκάδες χρόνια (περίπου 30-40). Τα παγκόσμια αποθέματα πετρελαίου και η εξάρτηση του σύγχρονου κόσμου από αυτό επιδρά άμεσα στην τιμή του. Τα παιχνίδια με τα αποθέματα είναι πολύ μεγάλα καθώς οι εταιρίες είτε θέλουν να εμφανίσουν τα παγκόσμια αποθέματα

λίγα ώστε να αυξάνεται η τιμή του πετρελαίου ενώ τα δικά τους τα φουσκώνουν για να αυξάνεται η τιμή της μετοχής τους.

1.3.3. Φυσικό Αέριο

Σε πολλές υπόγειες κοιλότητες, όπου βρίσκεται πετρέλαιο, συναντάμε συχνά και ένα αέριο ελαφρύτερο από τον αέρα, το λεγόμενο φυσικό αέριο. Κύριο συστατικό του φυσικού αερίου είναι το μεθάνιο. Όπως και το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο όταν καίγεται αποδίδει μεγάλα ποσά ενέργειας (θερμότητα) και σήμερα χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο ως πηγή ενέργειας. Ο άνθρωπος χρησιμοποιεί αυτή την πηγή ενέργειας για να θερμάνει το χώρο που κατοικεί και εργάζεται, για να ζεστάνει το νερό που καταναλώνει και για να μαγειρέψει. Το φυσικό αέριο χρησιμοποιείται επίσης ως καύσιμο στη βιομηχανία, στις μεταφορές, αλλά και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Έχει διαμορφωθεί μία σχεδόν μονομερής τάση προς το φυσικό αέριο, η οποία δεν είναι αποτέλεσμα ενός κεντρικού μακροχρόνιου ενεργειακού σχεδιασμού αλλά αντιθέτως της απουσίας του

Το φυσικό αέριο άλλοτε μεταφέρεται με ειδικά δεξαμενόπλοια σε υγροποιημένη μορφή και άλλοτε μέσω αγωγών, που διατρέχουν χώρες και χώρες, από τους τόπους άντλησής του έως τους τόπους κατανάλωσής του. Ένα τέτοιος αγωγός, που ολοκληρώθηκε το 1996, μεταφέρει και στη χώρα μας φυσικό αέριο από τη Ρωσία. Σε σχέση με τα άλλα συμβατικά καύσιμα, το φυσικό αέριο έχει πολλά πλεονεκτήματα: προκαλεί μικρότερη ρύπανση στο περιβάλλον όταν καίγεται, έχει καλή απόδοση, ευκολία στη χρήση του και είναι σχετικά οικονομικό. Η αναμενόμενη διάρκεια εκμετάλλευσης του φυσικού αερίου είναι τουλάχιστον 50-60 χρόνια. Είναι, λοιπόν, το φυσικό αέριο μια περισσότερο καθαρή και αποδοτική πηγή ενέργειας, σε σχέση με το πετρέλαιο, δεν είναι όμως ούτε αυτό ανεξάντλητο, αλλά ούτε και τελείως καθαρό/ακίνδυνο.



Εικόνα 1.3: Χάρτης παραγωγής φυσικού αερίου

1.3.4. Πυρηνική Ενέργεια

Σχάση Πυρήνων

Η σχάση πυρήνων είναι μια ενεργειακή πηγή που ανακαλύφθηκε και χρησιμοποιήθηκε μόλις τα τελευταία 50 περίπου χρόνια, όταν παρατηρήθηκαν οι ιδιότητες και αξιοποιήθηκε η σχάση των πυρήνων των ατόμων μερικών βαρέων στοιχείων της φύσης όπως του ουρανίου. Διάσπαση πυρήνων γίνεται σ' αυτά τα υλικά με φυσικό τρόπο, αλλά με αργούς ρυθμούς (φυσική διάσπαση). Όταν όμως επιτυγχάνεται τεχνητά σε πολλά άτομα συγχρόνως, είναι δυνατό να μας δώσει τεράστιες ποσότητες ενέργειας με τη μορφή θερμότητας. Ταυτοχρόνως, όμως, εκλύεται και επικίνδυνη ακτινοβολία γνωστή ως ραδιενέργεια.

Μια τέτοια μαζική (και ανεξέλεγκτη) διάσπαση πολλών πυρήνων μαζί λέγεται πυρηνική ή ατομική έκρηξη. Με αυτή τη διαδικασία δημιουργήθηκε η ατομική βόμβα, με τα γνωστά καταστρεπτικά αποτελέσματα (Χιροσίμα, Ναγκασάκι κ.λπ.). Αντίθετα, όταν επιτυγχάνουμε αυτές τις διασπάσεις με ελεγχόμενους ρυθμούς, στους πυρηνικούς ή ατομικούς αντιδραστήρες σχάσης, τότε είναι δυνατό (απομονώνοντας τη ραδιενέργεια) να εκμεταλλευτούμε την ενέργεια - θερμότητα που εκλύεται. Αυτό επιτυγχάνεται για επιστημονικούς σκοπούς στα ατομικά εργαστήρια (όπως είναι ο "Δημόκριτος" στη χώρα μας) ή για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, στα πυρηνικά ή ατομικά εργοστάσια.

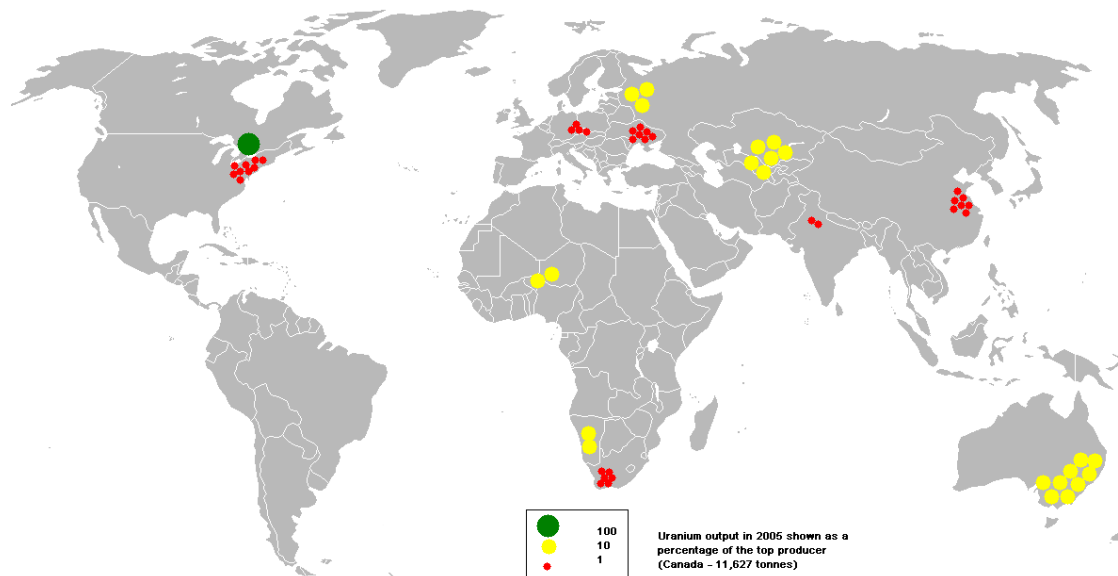
Οι ποσότητες ενέργειας που είναι δυνατό να πάρουμε από τη σχάση πυρήνων, είναι πάρα πολύ μεγάλες και τα "σχάσιμα" υλικά δε μας λείπουν ακόμα. Επίσης έχουμε χαμηλότερη ατμοσφαιρική ρύπανση συγκριτικά με τις άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας. Όμως, αυτή η ενέργεια, η πυρηνική ή ατομική, δεν είναι καθαρή, αλλά ούτε ακίνδυνη. Η εγκατάσταση και λειτουργία των πυρηνικών εργοστασίων έχει προβληματίσει τη διεθνή κοινότητα. Αυτά τα εργοστάσια παρέχουν βέβαια μεγάλα ποσά ενέργειας, δημιουργούν όμως σοβαρότατα προβλήματα, όπως είναι η διάθεση των επικίνδυνων για τη ζωή μας και το περιβάλλον ραδιενεργών "αποβλήτων" τους και οι κίνδυνοι από ενδεχόμενο ατύχημα. Γι' αυτούς τους λόγους η χώρα μας δεν έχει, αλλά ούτε και προγραμματίζει την εγκατάσταση και λειτουργία τέτοιων εργοστασίων.

Σύντηξη Πυρήνων

Μια άλλη μορφή πυρηνικής ενέργειας, η σύντηξη πυρήνων, είναι υπεύθυνη για την ηλιακή ενέργεια. Πρόκειται για μια ακόμα διαδικασία του μικρόκοσμου, αντίστροφη της σχάσης των πυρήνων ατόμων βαρέων στοιχείων (όπως το ουράνιο). Η σύντηξη των ελαφρών πυρήνων υδρογόνου μας δίνει πυρήνες του αερίου ηλίου (το όνομα δόθηκε προφανώς από τον Ήλιο), απελευθερώνοντας συγχρόνως τεράστια ποσά ενέργειας. Αυτή η ενέργεια φτάνει στη γη μας ως ηλιακή ακτινοβολία, που τροφοδοτεί με τη σειρά της τις άλλες πηγές ενέργειας.

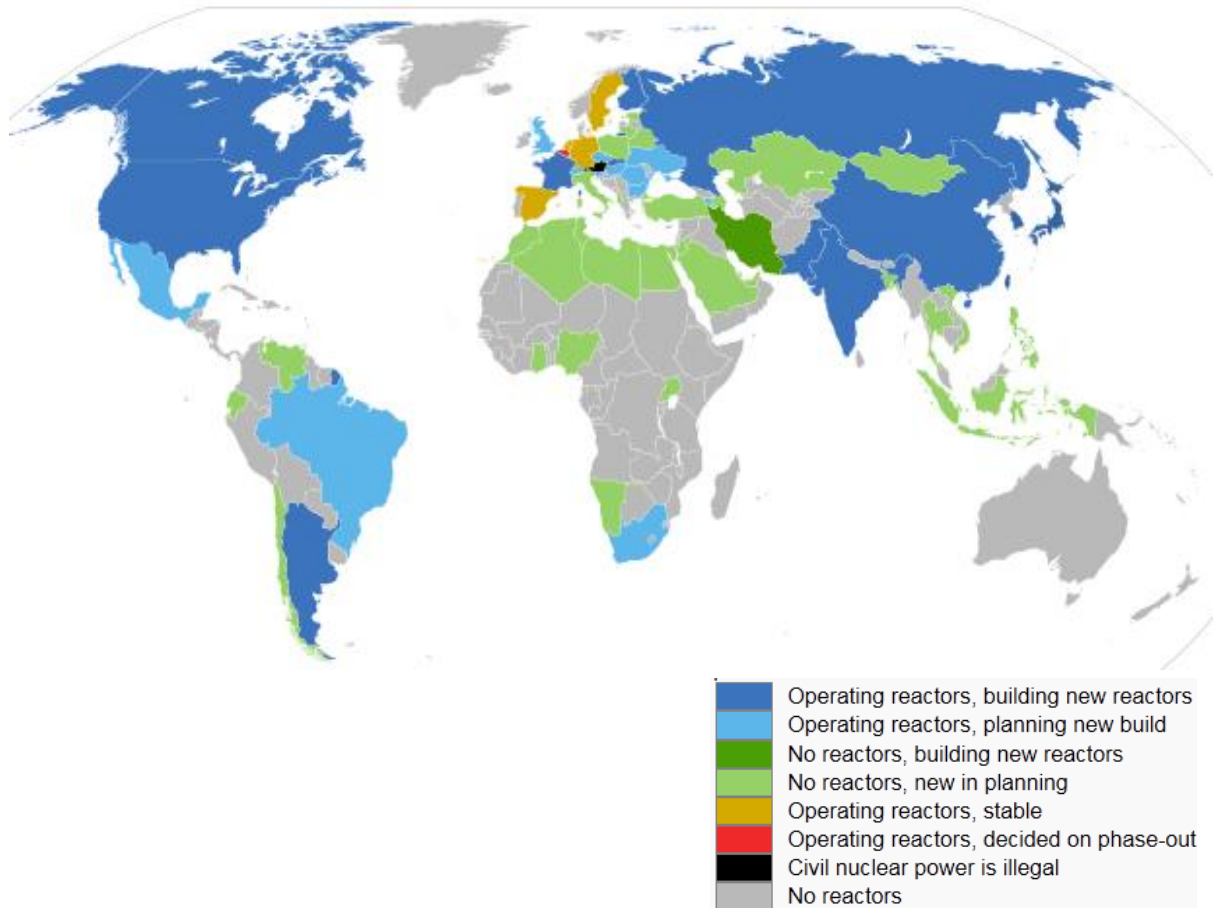
Σύντηξη πυρήνων υδρογόνου έχουμε επιτύχει και στη γη, δυστυχώς όμως μόνο για μεγάλες ποσότητες υδρογόνου. Η διαδικασία αυτή καταλήγει σε θερμοπυρηνική έκρηξη με

καταστρεπτικά αποτελέσματα, αφού έτσι δημιουργείται η θερμοπυρηνική βόμβα. Αντίθετα, οι πειραματικές προσπάθειες δεν έχουν κάνει δυνατή ακόμη την ελεγχόμενη σύντηξη. Αν αυτή επιτυχανόταν, θα επέτρεπε την παραγωγή άφθονης και καθαρής ενέργειας, χρησιμοποιώντας ως καύσιμο το νερό (πυρήνες υδρογόνου), το πιο άφθονο υλικό στον πλανήτη μας!



Εικόνα 1.4: Παραγωγή Ουρανίου 2005

Ο Καναδάς και η Αυστραλία είναι οι μεγαλύτεροι παραγωγοί ουρανίου με 27.9% και 22.8% αντίστοιχα της παγκόσμιας παραγωγής. Ακολουθούν το Καζακστάν (10.5%), η Ρωσία (8.0%), η Ναμίμπια (7.5%), ο Νίγηρας (7.4%), το Ουζμπεκιστάν (5.5%), η ΗΠΑ (2.5%), η Αργεντινή (2.1%), η Ουκρανία (1.9%) και η Κίνα (1.7%) που επίσης παράγουν σημαντικές ποσότητες.



Εικόνα 1.5: Κατάσταση της πυρηνικής ενέργειας παγκοσμίως 2009

Σήμερα, 31 χώρες χειρίζονται σταθμούς πυρηνικής ενέργειας και από αυτές οι 27 έχουν σχέδια για την κατασκευή περισσότερων αντιδραστήρων. Ακόμη 15 έθνη που δεν έχουν μέχρι στιγμής κάποιον σταθμό σχεδιάζουν την κατασκευή των πρώτων αντιδραστήρων στο προσεχές μέλλον.

Country	In operation		Under construction	
	Number	Electr. net output MW	Number	Electr. net output MW
Argentina	2	935	1	692
Armenia	1	375	-	-
Belgium	7	5,926	-	-
Brazil	2	1,884	1	1,245
Bulgaria	2	1,906	2	1,906
Canada	18	12,569	-	-
China				
• Mainland	13	10,048	27	27,230
• Taiwan	6	4,980	2	2,600
Czech Republic	6	3,722	-	-
Finland	4	2,716	1	1,600
France	58	63,130	1	1,600
Germany	17	20,490	-	-
Hungary	4	1,889	-	-
India	20	4,391	5	3,564
Iran	-	-	1	915
Japan	54	46,823	2	2,650
Korea, Republic	21	18,665	5	5,560
Mexico	2	1,300	-	-
Netherlands	1	487	-	-
Pakistan	2	425	1	300
Romania	2	1,300	-	-
Russian Federation	32	22,693	11	9,153
Slovakian Republic	4	1,792	2	782
Slovenia	1	666	-	-
South Africa	2	1,800	-	-
Spain	8	7,514	-	-
Sweden	10	9,303	-	-
Switzerland	5	3,238	-	-
Taiwan	6	4,980	2	2,600
Ukraine	15	13,107	2	1,900
United Kingdom	19	10,137	-	-
USA	104	100,747	1	1,165
Total	442	374,958	65	62,862

Πίνακας 1.1: Σταθμοί πυρηνικής ενέργειας παγκοσμίως, σε λειτουργία και υπό κατασκευή (19 Ιανουαρίου 2011)

Κεφάλαιο 2

Ενεργειακό Δίκτυο Ευρώπης

2.1. Εισαγωγή

Η ενεργειακή ζήτηση στην Ευρώπη αυξάνει με το πέρασμα των χρόνων συντελώντας ταυτόχρονα στην αύξηση της εξάρτησής της από τις εισαγωγές. Σύμφωνα με το Διεθνές Πρακτορείο Ενέργειας (IEA), το 2020 η εξάρτηση της Ευρώπης από τις εισαγωγές αναμένεται να φτάσει το 90% για την προμήθεια πετρελαίου και το 63% για φυσικό αέριο, αρκετά αυξημένη σε σχέση με το 2000 όπου τα ποσοστά ήταν αντίστοιχα 50% και 36%. Επιπλέον, το 70% των ενεργειακών αναγκών αναμένεται ότι θα καλύπτονται από μη ανανεώσιμες πηγές μέχρι το 2030. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι οι πρωτογενείς πηγές ενέργειας εισάγονται από περιοχές εκτός Ευρώπης που είτε η απόσταση είναι μεγάλη είτε είναι γεωπολιτικά ασταθείς. Τα παραπάνω, σε συνδυασμό με τις διακυμάνσεις στην τιμή του πετρελαίου, έχουν αναδείξει το θέμα της ενεργειακής ασφάλειας πιο μείζον από ποτέ και η ανάπτυξη μιας πολιτικής για την ελαχιστοποίηση των κινδύνων στην τροφοδοσία είναι πλέον απαραίτητη.

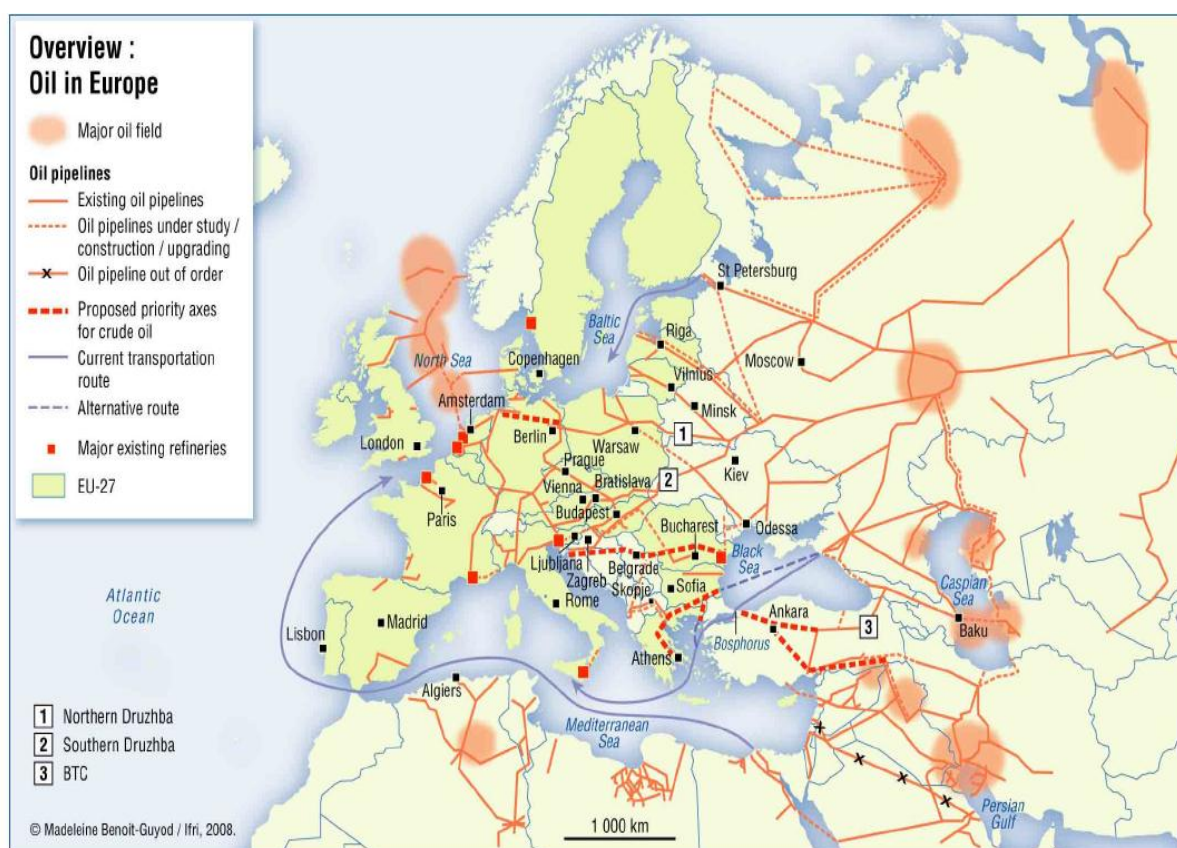
Η ενεργειακή ασφάλεια μπορεί να οριστεί ως η συνεχής και αδιάκοπη διαθεσιμότητα ενέργειας, σε μια χώρα ή μια περιοχή. Η ασφάλεια της ενεργειακής τροφοδοσίας παίζει ουσιαστικό ρόλο στις αποφάσεις που σχετίζονται με τη χάραξη μιας ενεργειακής πολιτικής. Το γεγονός ότι οι χώρες-πετρελαιοπαραγωγοί στη Μέση Ανατολή παρέχουν περισσότερο από το 50% της παγκόσμιας κατανάλωσης είναι ενδεικτικό της μικρής διαφοροποίησης που μπορεί να υπάρξει στην προέλευση των πηγών και των κινδύνων που μπορεί να επακολουθήσουν στην ομαλή τροφοδοσία. Οι εναλλακτικές πηγές που προσφέρονται από τη Ρωσία και την Αφρική δεν αποτελούν ασφαλή λύση σε μία ενδεχόμενη διακοπή προμήθειας από την περιοχή της Μέσης Ανατολής. Αντίστοιχα, η εξάρτηση των κρατών-μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης από το φυσικό αέριο της Ρωσίας είναι πολύ υψηλή και αναμένεται να αυξηθεί κι άλλο τις επόμενες δεκαετίες. Η υψηλή εξάρτηση των περισσότερων χωρών από τις εισαγωγές ενέργειας έστρεψε το ενδιαφέρον στην ιδέα της ασφάλειας της ενεργειακής τροφοδοσίας. Σε αυτό το πλαίσιο, η Ε.Ε έχει τονίσει πολλές φορές ως προτεραιότητα την ανάγκη να μελετηθεί και να εκτιμηθεί το υπάρχον σύστημα τροφοδοσίας και οι κίνδυνοι διακοπής έτσι ώστε να σχεδιαστούν καλύτερα και να υιοθετηθούν οι απαιτούμενες πολιτικές.

2.2. Πετρέλαιο: Προέλευση Πηγών και Ευρωπαϊκή Προμήθεια

Το πετρέλαιο είναι ένα καύσιμο άκρως σημαντικό για την ανάπτυξη των οικονομιών. Ο κόσμος εξαρτάται πολύ από το πετρέλαιο για την ικανοποίηση των ενεργειακών του απαιτήσεων- αποτελεί περίπου το 35% της παγκόσμιας ενεργειακής ζήτησης. Η βιομηχανία του πετρελαίου έχει καθόλα παγκοσμιοποιηθεί και αυτό λόγω της αταίριαστης σχέσης ανάμεσα στην προμήθεια και τη ζήτηση. Από τη μία, υπάρχουν η Βόρεια Αμερική, η Ευρώπη και η Ασία-Ειρηνικού που ενώ εκτιμάται ότι η ζήτηση τους αγγίζει σχεδόν το 79%

της παγκόσμιας ζήτησης έχουν στην κατοχή τους μόνο το 10% των παγκόσμιων αποθεμάτων. Από την άλλη, υπάρχουν η Μέση Ανατολή, η Πρώην Σοβιετική Ένωση και η Αφρική με σχεδόν 81% των παγκόσμιων αποθεμάτων ενώ η ζήτηση τους το 2005 έφτανε μόλις το 15.5%.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, όντας ο δεύτερος μεγαλύτερος καταναλωτής πετρελαίου στον κόσμο μετά τις Η.Π.Α (20% της παγκόσμιας κατανάλωσης), εξαρτάται περίπου στο 80% από εισαγωγές. Μόνο το Ην. Βασίλειο, η Δανία, η Ιταλία και η Ρουμανία έχουν αποθέματα αλλά ακόμα και αυτά λιγοστεύουν, όπως και το πετρέλαιο στη Βόρεια Θάλασσα. Περίπου το 25% του πετρελαίου στην Ευρώπη προέρχεται από τη Ρωσία, 24% από τη Μέση Ανατολή, 21% από την Αφρική και 22% από τη Νορβηγία. Το ακατέργαστο πετρέλαιο μεταφέρεται στην Ευρώπη με αγωγούς ή βυτιοφόρα, ή και συνδυασμό των δύο. Μόνο το πετρέλαιο από τη Ρωσία και τη Νορβηγία μεταφέρονται μέσω αγωγών, ενώ οι προμήθειες από τη Μέση Ανατολή φτάνουν στην Ευρώπη με πετρελαιοφόρα.



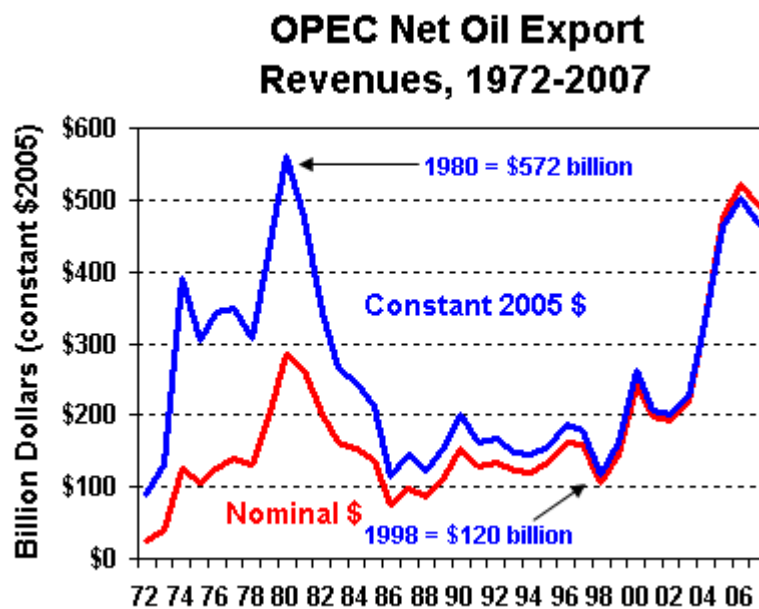
Εικόνα 2.1: Δίκτυο Μεταφοράς Πετρελαίου στην Ευρώπη

OPEC Χώρες

Τα αποθέματα πετρελαίου είναι άνισα διασκορπισμένα στον κόσμο και πάνω από το 60% είναι συγκεντρωμένα στην περιοχή της Μέσης Ανατολής. Ο Οργανισμός Χωρών-Εξαγωγών Πετρελαίου (Organisation of the Petroleum Exporting Countries – OPEC)

ιδρύθηκε το 1961 έχοντας ως μέλη 13 αναπτυσσόμενες χώρες – τη Σαουδική Αραβία, την Αλγερία, την Ινδονησία, το Ιράν, το Ιράκ, το Κουβέιτ, τη Λιβύη, τη Νιγηρία, το Κατάρ, τα Ην. Αραβικά Εμιράτα, την Αγκόλα, τη Βενεζουέλα και το Εκουαδόρ. Η Ινδονησία αποσύρθηκε από τον Οργανισμό το 2008 αφού έγινε καθαρά χώρα-εισαγωγέας πετρελαίου.

Οι παραπάνω χώρες έχουν στην κατοχή τους σχεδόν το 79% των παγκοσμίων αποθεμάτων πετρελαίου και ελέγχουν περί το 44% της παραγωγής του και αποτελούν σημαντικό προμηθευτή της Ευρώπης. Παραμένει όμως γεγονός τα περισσότερα από τα κράτη αυτά χαρακτηρίζονται από υψηλό βαθμό πολιτικής και οικονομικής αστάθειας ενώ ταυτόχρονα αποτελούν τους κύριους προμηθευτές της Ευρώπης. Μετά την κρίση του 1973 ο έλεγχος των τιμών του πετρελαίου από τον OPEC άρχισε να υποχωρεί κυρίως λόγω της ανακάλυψης και της ανάπτυξης μεγάλων πετρελαιοπηγών στην Αλάσκα, τη Βόρεια Θάλασσα, τον Καναδά και τον Κόλπο του Μεξικού καθώς και το άνοιγμα της αγοράς της Ρωσίας.

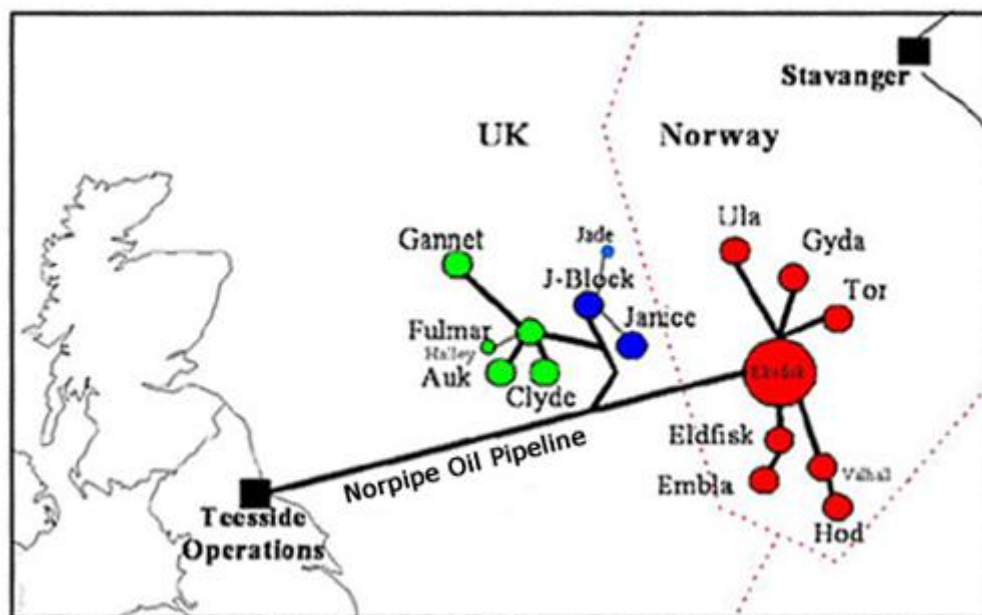


Εικόνα 2.2: Καθαρά έσοδα των OPEC χωρών από την εξαγωγή πετρελαίου (1972-2007)

Νορβηγία και αγωγός Norpipe Oil

Μέχρι στιγμής η Νορβηγία παραμένει η πιο σημαντική ευρωπαϊκή χώρα-εξαγωγέας παρά την πτώση της παραγωγής της από το 2001. Ο Norpipe είναι ένα υποθαλάσσιο σύστημα σωλήνων πετρελαίου και φυσικού αερίου στη Βόρεια Θάλασσα. Ο αγωγός πετρελαίου, μήκους 354 χιλιομέτρων, ξεκινά από τη Νορβηγία και καταλήγει στην Αγγλία. Ο αγωγός φυσικού αερίου, από την άλλη, μήκους 440 χιλιομέτρων και χωρητικότητας 16 δις. κυβικά μέτρα, καταλήγει στη Γερμανία. Ο Norpipe, ο οποίος προμηθεύει την Ευρωπαϊκή Ένωση με πετρέλαιο τέθηκε σε λειτουργία το 1975 και έφτασε σε

χωρητικότητα τον Druzhba North. Με τη σταδιακή μείωση όμως στα αποθέματα της Νορβηγίας, αυτή η πηγή τροφοδοσίας φαίνεται να βρίσκεται σε κίνδυνο.



Εικόνα 2.3: Ο αγωγός Norpipe



Εικόνα 2.4: Νορβηγία - Ποσοστό εισαγωγών πετρελαίου ως προς την κατανάλωση (1965-2020)

Ρωσία και κυριότεροι αγωγοί

Λόγω της εγγύτητάς της, η Ρωσία αποτελεί το νούμερο ένα προμηθευτή της Ευρώπης τόσο σε πετρέλαιο όσο και σε φυσικό αέριο. Το ενδεχόμενο οι Ρωσικές ροές να στραφούν σε ανταγωνιστικούς καταναλωτές, όπως οι Αμερικάνοι, οι Γιαπωνέζοι ή οι Κινέζοι προκαλεί ανησυχία στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα. Από την άλλη, η αβεβαιότητα ως προς την

τιμή και η μακροπρόθεσμη κατανάλωση της Ευρώπης ανησυχεί τον κύριο προμηθευτή της και επηρεάζει τα σχέδιά του. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, οι τέσσερις μεγαλύτερες οικονομίες καταναλώνουν πάνω από τους μισούς υδρογονάνθρακες από ότι καταναλώνεται στην Ευρώπη. Αυτές είναι η Γερμανία, το Ην. Βασίλειο, η Γαλλία και η Ιταλία. Η Αγγλία, παραγωγός και εξαγωγέας μέχρι το 2005 έγινε καθαρός εισαγωγέας εκείνη τη χρονιά. Η παραγωγή της Νορβηγίας ομοίως έχει αρχίσει να μειώνεται από το 2001.

❖ Druzhba Pipeline

Ο Druzhba είναι ο μεγαλύτερος αγωγός πετρελαίου στον κόσμο. Μεταφέρει πετρέλαιο, μέσω 4,000 χιλιομέτρων, από την ανατολική πλευρά της ευρωπαϊκής Ρωσίας στην Ουκρανία, τη Λευκορωσία, την Πολωνία, την Ουγγαρία, τη Σλοβακία, την Τσεχία και τη Γερμανία. Έχει χωρητικότητα 1.2 με 1.4 εκατομμύρια βαρέλια ανά ημέρα ενώ έχουν αρχίσει οι εργασίες στην προσπάθεια αύξηση της στο κομμάτι ανάμεσα στη Λευκορωσία και την Πολωνία.



Εικόνα 2.5: Ο αγωγός Druzhba

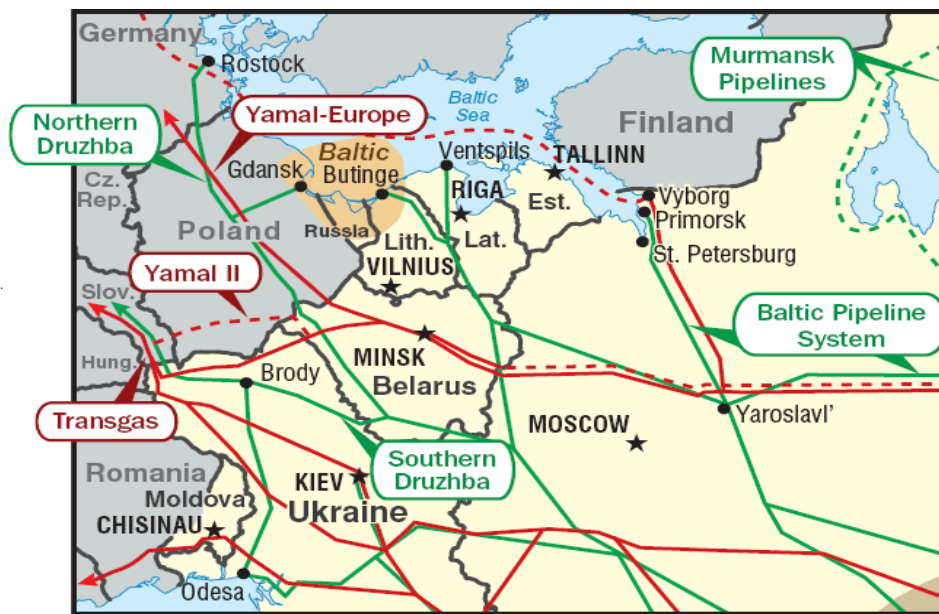
❖ Odessa-Brody Pipeline

Ο OBP είναι το καλύτερο παράδειγμα για την ανάδειξη των κινδύνων που έρχονται μαζί με την πολιτική επέμβαση σε ένα project το οποίο δε συνάδει με την οικονομική πραγματικότητα. Ο αγωγός αυτός, των 674 km, είχε ως στόχο να περιορίσει την εξάρτηση της Πολωνίας και της Ουκρανίας από τη Ρωσία, μεταφέροντας πετρέλαιο από τη Μέση Ανατολή μέσω της Odessa, στην Ουκρανία στο Brody, στα Πολωνό-Ουκρανικά σύνορα. Το έργο, με τη στήριξη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ολοκληρώθηκε το 2001 όμως ο αγωγός παρέμεινε άδειος ως το 2004. Τελικά, το 2004 υπογράφηκε μια συμφωνία ανάμεσα στην

Ουκρανία και τη Ρωσία, επιτρέποντας την αντιστροφή της ροής και συνεπώς τη χρήση του από τη Ρωσία για την εξαγωγή πετρελαίου στη Μαύρη Θάλασσα και από εκεί σε διάφορους μεσογειακούς προορισμούς. Από τότε, υπάρχει η πρόθεση και γίνονται συζητήσεις ώστε το έργο να επεκταθεί και να καλύπτει τους αρχικούς στόχους. Το μέλλον θα δείξει αν το έργο τελικά αποτελεί επιτυχία όμως παραμένει γεγονός ότι η Πολωνική και Ουκρανική κυβέρνηση έχασαν τεράστια χρηματικά ποσά για την κατασκευή ενός αγωγού που ήταν άδειος από την αρχή.

❖ Baltic Pipeline System

Ένα άλλο σύστημα που μεταφέρει πετρέλαιο από τη Ρωσία στη Ευρώπη και συγκεκριμένα στη Φινλανδία είναι το Baltic Pipeline System. Τέθηκε σε λειτουργία το 2001 μεταφέροντας 76.5 εκατομμύρια τόνους το χρόνο (BPS-1). Το BPS-2 είναι μία δεύτερη γραμμή μεταφοράς που βρίσκεται υπό κατασκευή και θα πρέπει να έχει ολοκληρωθεί στις αρχές του 2012.



Εικόνα 2.6: The Baltic Pipeline System

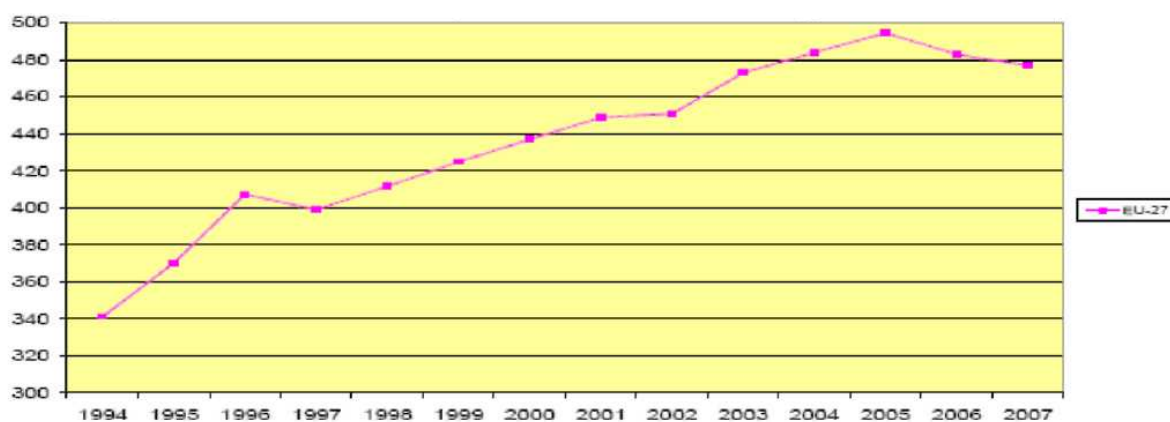
❖ Pan-European Oil Pipeline

Το PEOP είναι ένας προτεινόμενος αγωγός πετρελαίου από την Κωνσταντία της Ρουμανίας, διαμέσου Σερβίας στη Ριτζέκα της Κροατίας και από εκεί μέσω της Σλοβενίας στην Ιταλία. Σκοπός του αγωγού είναι να ξεπεραστούν οι δυσκολίες που προκύπτουν στην Τουρκία κατά τη μεταφορά πετρελαίου από τη Ρωσία και την Κασπία στην κεντρική Ευρώπη. Στην Ιταλία θα συνδεθεί με τον αγωγό Transalpine που διέρχεται από την Αυστρία

και τη Γερμανία. Ο αγωγός, μήκους 1,856 χιλιομέτρων θα έχει χωρητικότητα 1.2 με 1.8 εκατομμύρια βαρέλια την ημέρα και σχεδιάζεται να λειτουργήσει το 2012.

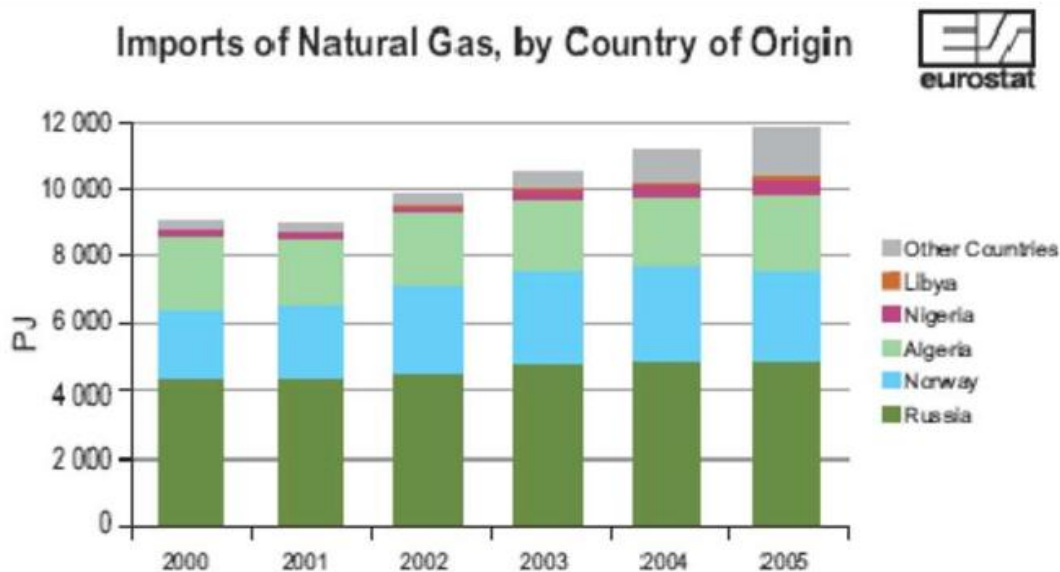
2.3. Δίκτυο Φυσικού Αερίου

Η ανατίμηση του αργού πετρελαίου, σε συνδυασμό με αυξανόμενες οικολογικές ανησυχίες στην Ευρώπη έχουν συμβάλει στην αύξηση της σημασίας του φυσικού αερίου ως καυσίμου υποκατάστατο του αργού πετρελαίου για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της ευρωπαϊκής αγοράς. Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 2.7, η κατανάλωση φυσικού αερίου στα είκοσι επτά κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης αυξήθηκε από 340 εκατομμύρια toe το 1994 σε περίπου 480 εκατομμύρια toe το 2007. Καθώς το φυσικό αέριο τείνει να υποκαταστήσει το αργό πετρέλαιο σε όλο και περισσότερες χρήσεις του τελευταίου στην βιομηχανία και την κίνηση, και ιδιαίτερα στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η ελαφρότερη δυσμενής επίδραση των προϊόντων καύσεως του φυσικού αερίου για το περιβάλλον δημιουργεί ένα πρόσθετο κίνητρο για τις ευρωπαϊκές κυβερνήσεις οι οποίες θέλουν να λάβουν μέτρα περιορισμού της μόλυνσεως του περιβάλλοντος, στα πλαίσια και των συζητήσεων για την εκπλήρωση των δεσμεύσεων τις οποίες επιβάλλει το Πρωτόκολλο.



Εικόνα 2.7: Η κατανάλωση φυσικού αερίου στην Ευρωπαϊκή Ένωση των 27 (σε εκατομμύρια toe).

Η παραγωγή κρατών-εξαγωγέων φυσικού αερίου όπως το Ηνωμένο Βασίλειο, η Ολλανδία, η Δανία και η Νορβηγία μειωνόταν σταδιακά, πράγμα που σήμαινε ότι τόσο οι δικές τους εξαγωγές προς άλλα ευρωπαϊκά κράτη μειώνονταν, όσο και ότι τα ίδια τα κράτη αυτά άρχιζαν να εισάγουν φυσικό αέριο για να καλύψουν μέρος των ενεργειακών αναγκών τους. Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 2.8, κύριοι εξαγωγείς φυσικού αερίου προς την ευρωπαϊκή αγορά ήταν η Ρωσία, η Νορβηγία, η Αλγερία, η Νιγηρία και η Λιβύη.



Εικόνα 2.8: Οι Ευρωπαϊκές Εισαγωγές Φυσικού Αερίου ανά Κράτος Προελεύσεως (Από την Ιστοσελίδα της Eurostat).

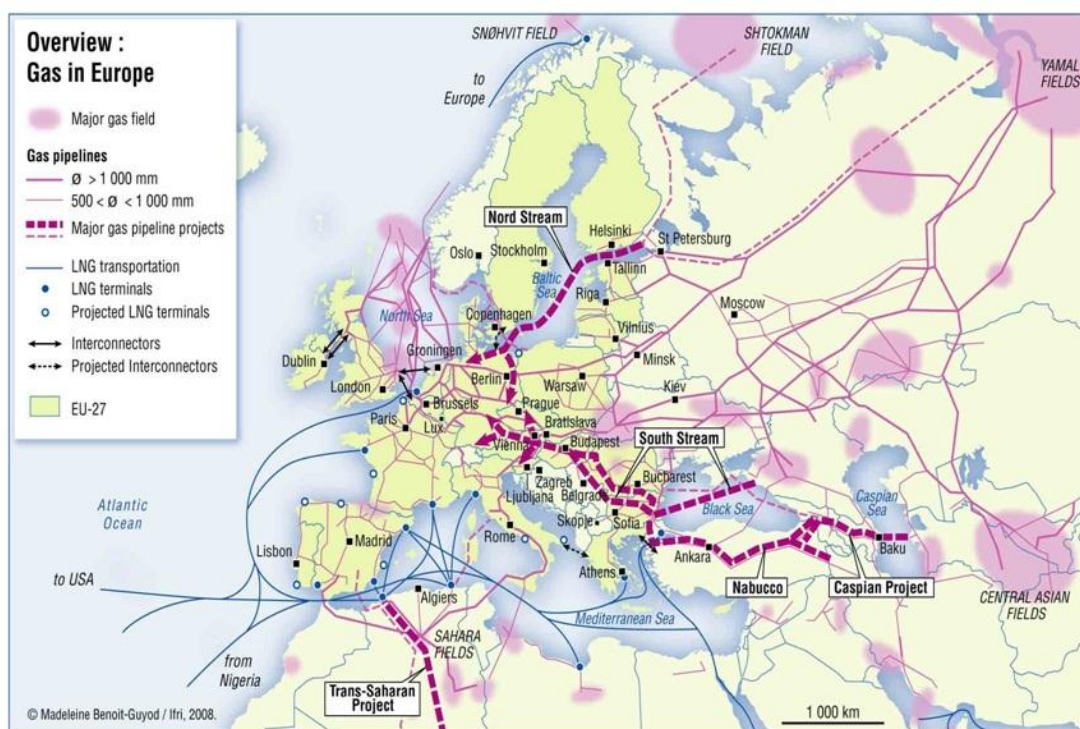
Οι κυριότεροι αγωγοί



Εικόνα 2.9: Δίκτυο αγωγών φυσικού αερίου στην Ευρώπη

Όσον αφορά στους αγωγούς, οι επενδύσεις την περίοδο 2005-2030 αναμένονται να φτάσουν από 90 έως 165 δισεκατομμύρια. Οι επενδύσεις αυτές, αφορούν στο δίκτυο των σωληνώσεων, τις αποθηκευτικές εγκαταστάσεις και τα τερματικά και ασφαλώς στην επέκταση του υφιστάμενου δικτύου αγωγών μεταφοράς. Επιπλέον, από τα νέα έργα που πρόκειται να κατασκευαστούν, υψηλής προτεραιότητας είναι οι συνδέσεις με το δίκτυο αγωγών της Β. Αφρικής με την Ν. Ευρώπη, της Νορβηγίας με το Ηνωμένο Βασίλειο και της Τουρκίας με την περιοχή των Βαλκανίων και την κεντρική Ευρώπη, όπως φαίνεται και από την Εικόνα 2.10, καθώς πρόκειται να αποτελέσουν εναλλακτικές πηγές τροφοδοσίας σε αγορές που πρόκειται να διογκωθούν, καθώς επίκειται κορεσμός του υπάρχοντος δικτύου. Ακολουθεί η σύνδεση της Τουρκίας με την Ιταλία, έργο το οποίο θα είναι απαραίτητο μέχρι το 2015 εξαιτίας κορεσμού των υπόλοιπων οδών, και η επέκταση της υφιστάμενης ικανότητας μεταφοράς τόσο μεταξύ Ε.Ε. και Νορβηγίας όσο και μεταξύ Ρωσίας με το ενεργειακό σύστημα των Βαλκανίων - Τουρκίας.

Επιπλέον, η επέκταση και αύξηση της μεταφορικής ικανότητας του εσωτερικού ευρωπαϊκού δικτύου είναι μεγάλης σημασίας, προκειμένου να αποφευχθεί εσωτερική συμφόρηση. Αυτό, αφορά κυρίως της διασύνδεση της Νότιας με τη Βόρεια Ευρώπη και ειδικότερα τη σύνδεση της Ιταλίας, της Ισπανίας και των Βαλκανίων με την υπόλοιπη Ευρώπη. Η επίτευξη αυτού του έργου θα συμβάλει σε αποδοτικότερες εμπορικές συναλλαγές μεταξύ των ευρωπαϊκών αγορών και συνεπώς σε χαμηλότερες τιμές για τους τελικούς χρήστες.

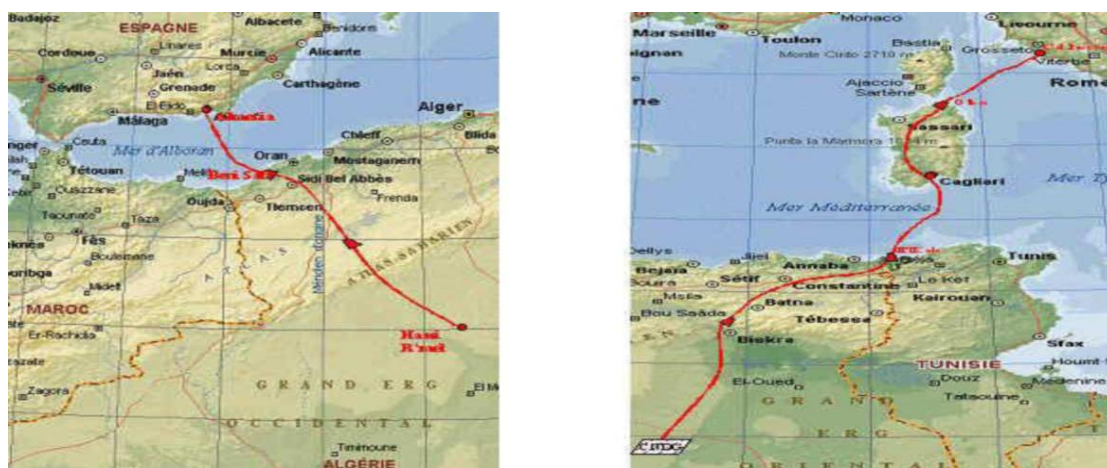


Εικόνα 2.10: Έργα υπό μελέτη και κατασκευή

Συνοπτικά, τα βασικότερα έργα εμπλουτισμού του δικτύου τροφοδότησης της ΕΕ με φυσικό αέριο, παρουσιάζονται παρακάτω.

Ο αγωγός **Medgaz** εγκαινιάστηκε την 1^η Μαρτίου του 2011 και συνδέει την Αλγερία με την Ισπανία σε μια προσπάθεια ενίσχυσης της ενεργειακής ασφάλειας της τελευταίας. Έχει μήκος 547km και χωρητικότητα 8bcm το χρόνο. Το έργο στρέφει το ενδιαφέρον του και προς τις αγορές της Γαλλίας και της υπόλοιπης Ευρώπης.

Ο αγωγός **Galsi** θα συνδέσει την Αλγερία με την Ιταλία μέσω Σαρδηνίας. Αποτελεί πρωτοβουλία πετρελαϊκών εταιριών, κάθε μία εκ των οποίων χρηματοδοτεί ένα μέρος από τη θαλάσσια ικανότητα μεταφοράς του φυσικού αερίου. Η χωρητικότητα του Galsi, θα είναι 8-10 bcm φυσικού αερίου ενώ το μήκος του θα είναι 640 χιλιόμετρα, με κόστος που θα αγγίζει τα 2 δισεκατομμύρια ευρώ ενώ αναμένεται να ολοκληρωθεί το 2014.



Εικόνα 2.11: Οι αγωγοί Medgaz και Galsi

Με τον αγωγό **Nord Stream**, η Ρωσία συνδέεται με τη Γερμανία μέσω της Βαλτικής, δίχως τη μεσολάβηση της Ουκρανίας και της Λευκορωσίας. Οι εγχώριες επιχειρήσεις φυσικού αερίου και των υπόλοιπων χωρών, συμμετέχουν στο έργο που αρχικά προωθήθηκε από τη ρωσική Gazprom. Το έργο προκάλεσε αρκετές αντιδράσεις κυρίως λόγω της αύξησης της εξάρτησης της Ευρώπης από τη Ρωσία και των πιθανών περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Ο Nord Stream θα μεταφέρει έως και 55 bcm φυσικού αερίου, σε δύο ξεχωριστούς αγωγούς, χωρητικότητας 27,5 bcm φυσικού αερίου ο καθένας. Ο πρώτος αγωγός κατασκευάζεται κατά την περίοδο 2010-2011 ενώ ο δεύτερος θα κατασκευαστεί το 2011-2012. Όταν ολοκληρωθεί θα είναι ο μεγαλύτερος υποθαλάσσιος αγωγός φυσικού αερίου στον κόσμο.



Εικόνα 2.12: Ο αγωγός Nord Stream

Ο αγωγός **Langeled** είναι ο μεγαλύτερος υποθαλάσσιος αγωγός φυσικού αερίου στον κόσμο, συνολικού μήκους 1.166 χιλιομέτρων και συνδέει τη Νορβηγία με το Ηνωμένο Βασίλειο. Παρέχει ακόμη τη δυνατότητα μεταφοράς φυσικού αερίου, μέσω του υπάρχοντος δικτύου του Gassco στην ηπειρωτική Ευρώπη. Η χωρητικότητά του είναι 25.5bcm.



Εικόνα 2.13: Ο αγωγός Langeled

Στην προσπάθειά της να μειώσει την εξάρτηση για φυσικό αέριο από τη Ρωσία, η ΕΕ επιχειρεί να ξεκινήσει το έργο του αγωγού αερίου **Nabucco**. Ο αγωγός έχει επίσης τη στήριξη των Ηνωμένων Πολιτειών, ενώ θα μεταφέρει 30 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα αερίου από το Αζερμπαϊτζάν μέσω Τουρκίας, Βουλγαρίας, Ρουμανίας, Ουγγαρίας και Αυστρίας. Οι αντιπαραθέσεις μεταξύ εταιρών, προμηθευτών αερίου και οι αντιπροσφορές της Ρωσίας, οι οποίες εξασφάλισαν συμφωνία με τη Βουλγαρία, συνεργάτη στο Ναμπούκο, σε αντίπαλο αγωγό ο οποίος ονομάζεται South Stream, έχει καθυστερήσει την πρόοδο στο έργο. Παράλληλα, υπάρχουν και οι αμφιβολίες σχετικά με την αξιοπιστία των προμηθευτών. Κύριος προμηθευτής θα είναι το Ιράκ σε συνεργασία με το Αζερμπαϊτζάν, το Τουρκμενιστάν και πιθανόν την Αίγυπτο. Ο Nabucco στοχεύει στη διασύνδεση της Κασπίας και της Μέσης Ανατολής με τη ευρωπαϊκή αγορά φυσικού αερίου. Τα οφέλη που

αναμένεται να προκύψουν από το έργο είναι πολύ σημαντικά καθώς θα ενισχύσει τον ανταγωνισμό με την αλλαγή που θα επιφέρει στην τροφοδοσία φυσικού αερίου. Στην περίπτωση που κατασκευαστεί, θα μεταφέρει 31 bcm φυσικού αερίου το χρόνο και θα είναι διαθέσιμο το 2015. Η πολωνική εταιρία PGNiG μελετά το ενδεχόμενο κατασκευής ενός συνδέσμου από τον αγωγό Nabucco που να φτάνει στην Πολωνία.

Τέλος, υπάρχει ο σχεδιασμός για τον αγωγό **South Stream**, ο οποίος θα τροφοδοτεί την Αυστρία προς τα βόρεια και την Ιταλία προς τα νότια με ρωσικό φυσικό αέριο μέσω της Μαύρης Θάλασσας. Η ανάμειξη της Gazprom στο σχέδιο, σχεδόν απορροφά τις ελπίδες για τη συμμετοχή της ρωσικής εταιρίας στην κατασκευή του Nabucco. Η κατασκευή του συγκεκριμένου αγωγού, θα κοστίσει τα διπλάσια από τον Nabucco και θεωρείται άμεσα ανταγωνιστικός ως προς τον τελευταίο. Ωστόσο, είναι μεγάλης σημασίας γεωπολιτικά για τη Ρωσία καθώς θα αυξήσει την ενεργειακή επιρροή της σε όλη την ευρύτερη περιοχή, γεγονός που ως ένα βαθμό φέρει τη δυσαρέσκεια της αμερικανικής σφαίρας επιρροής.



Εικόνα 2.14: Οι αγωγοί Nabucco και South Stream

Έτσι, στις 15 Μαΐου 2009, η Ρωσία υπέγραψε σειρά συμφωνιών με την Ιταλία, την Σερβία, την Βουλγαρία και την Ελλάδα, κάνοντας ένα ακόμη βήμα προς την υλοποίηση του αγωγού South Stream για μεταφορά φυσικού αερίου στην Ευρώπη. Σε συνάντηση στο Σότσι, η Ρωσική Γκάζπρον και η Ιταλική ENI συμφώνησαν να διπλασιάσουν την δυναμικότητα του αγωγού στα 63 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα. Ταυτόχρονα, υπεγράφησαν και τα έγγραφα για έναρξη της κατασκευής του αγωγού μήκους 2.000 χιλιομέτρων, ο οποίος με την συμπλήρωσή του, το 2015, θα μεταφέρει διερχόμενος από Βουλγαρία, Σερβία, Ουγγαρία και Ελλάδα, ρωσικό φυσικό αέριο σε τερματικούς στη δυτική Αυστρία και την νότια Ιταλία.

2.3.1. Η εξάρτηση της Ευρώπης από το φυσικό αέριο της Ρωσίας

Ο ιδιαίτερος τρόπος μεταφοράς του φυσικού αερίου κατ' εξοχήν μέσω επιγείων αγωγών έχει αυξήσει τη σημασία της Ρωσίας για την ευρωπαϊκή αγορά φυσικού αερίου. Η γεωγραφική εγγύτητα και η ύπαρξη εκτεταμένου δικτύου αγωγών ήδη από τη σοβιετική περίοδο συνέβαλαν στην ανάδειξη της Ρωσίας ως του αδιαφιλονίκητου βασικού προμηθευτή φυσικού αερίου για την ευρωπαϊκή αγορά. Η δημιουργούμενη εξάρτηση της ευρωπαϊκής οικονομίας από την Ρωσία ως δεσπόζοντα προμηθευτή φυσικού αερίου έχει θέσει μείζονα ζητήματα ενεργειακής ασφαλείας. Η πιθανότητα η Ρωσία να χρησιμοποιήσει τις εξαγωγές φυσικού αερίου ως όργανο εξωτερικής πολιτικής και διεθνούς πίεσης αποτέλεσε λόγο ανησυχίας για την ευρωπαϊκή διπλωματία. Οι ανησυχίες αυτές δικαιώθηκαν πανηγυρικά, όταν μία κρίση στις σχέσεις της Ρωσίας με την Ουκρανία τον Ιανουάριο του 2006 συνοδεύθηκε από την διακοπή παροχής ρωσικού φυσικού αερίου προς την Ουκρανία και επηρέασε την παροχή φυσικού αερίου προς την ευρωπαϊκή αγορά.

Τον Ιανουάριο του 2006 η Ρωσία διέκοψε τη τροφοδοσία της Ουκρανίας με φυσικό αέριο, έπειτα από την αποτυχία των διαπραγματεύσεων για τη διαμόρφωση της νέας τιμής και τη διευθέτηση των ουκρανικών χρεών. Ωστόσο, το 80% των εξαγωγών ρωσικού φυσικού αερίου περνά από το ουκρανικό έδαφος και μια σειρά χωρών της ανατολικής Ευρώπης και των Βαλκανίων ανέφεραν την πλήρη διακοπή της τροφοδοσίας τους. Η Ρωσία κατηγορήσε το Κίεβο ότι παρακρατεί το φυσικό αέριο που προορίζεται για την Ευρώπη και ότι έκλεισε τους αγωγούς εξαγωγής προς την Ευρώπη. Το Κίεβο απέρριψε τις κατηγορίες και μέσα σε λίγες μέρες η Ρωσία αποφάσισε να διακόψει πλήρως τη μεταφορά φυσικού αερίου μέσω της Ουκρανίας.

Οι σοβαρές ελλείψεις στα δίκτυα φυσικού αερίου πολλών κρατών της κεντρικής και ανατολικής Ευρώπης, καθώς και η γενικότερη αναστάτωση που προκλήθηκε στην ευρωπαϊκή οικονομία λόγω των ανωμαλιών στην παροχή φυσικού αερίου από την Ρωσία κατέδειξαν την κρισιμότητα του προβλήματος με τον εναργέστερο τρόπο. Πολύ πέραν των - ήδη πολύ σημαντικών- οικονομικών πτυχών του ζητήματος, κατέστη σαφές ότι η απεξάρτηση της ευρωπαϊκής οικονομίας από τη δεσπόζουσα θέση της Ρωσίας στην ευρωπαϊκή αγορά φυσικού αερίου αποτελεί κρίσιμο στοιχείο της ευρωπαϊκής ασφαλείας. Αυτό κατέδειξε και η προϊούσα επιδείνωση στις σχέσεις της Ρωσίας με την Ευρωπαϊκή Ένωση, αλλά και τις Ηνωμένες Πολιτείες, όπως αυτή κορυφώθηκε με την κρίση του Καυκάσου τον Αύγουστο του 2008. Το ίδιο σκηνικό επαναλήφθηκε τον Ιανουάριο του 2009. Τα παραπάνω έχουν αναδείξει την σημασία αναπτύξεως εναλλακτικών ενεργειακών δικτύων μεταφοράς ενέργειας προς την ευρωπαϊκή αγορά.

Το φυσικό αέριο αναλογεί στο ένα τέταρτο της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Έτσι, πάνω από τις μισά κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης και τα Βαλκάνια επηρεάζονται από τη διακοπή παροχής φυσικού αερίου από τη Ρωσία, που είναι υπεύθυνη για την παροχή του 42% των ευρωπαϊκών εισαγωγών. Άλλες χώρες που προμηθεύουν την Ευρώπη με φυσικό αέριο είναι η Νορβηγία και η Αλγερία. Μόνο η Δανία

και η Ολλανδία έχουν προς το παρόν πλεόνασμα φυσικού αερίου. Το Ηνωμένο Βασίλειο χρειάζεται πολύ λίγες εισαγωγές (7%), ενώ η Πολωνία, η Φιλανδία και οι βαλτικές χώρες εισαγάγουν εξολοκλήρου το φυσικό τους αέριο από τη Ρωσία. Η Βουλγαρία και η Αυστρία από την άλλη είναι σχεδόν εξολοκλήρου εξαρτημένες από το ρωσικό φυσικό αέριο.

Το 80% των εξαγωγών ρωσικού φυσικού αερίου διέρχεται από την Ουκρανία. Ένας δεύτερος αγωγός περνά από τη Λευκορωσία και την Πολωνία με προορισμό τη Γερμανία, ενώ ένας τρίτος πηγαίνει στα Βαλκάνια και την Τουρκία. Σημαντικότεροι πελάτες της Ρωσίας είναι η Γερμανία, η Ιταλία, η Γαλλία και η Τουρκία. Αναλυτικότερα:

- Η **Αυστρία**, εισάγει το 60% του αερίου για εσωτερική χρήση από τη Ρωσία.
- Η **Γερμανία**, σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία της BP, εισάγει το 42% του αερίου για εσωτερική χρήση από τη Ρωσία.
- Η **Ιταλία**, εισάγει το 28% του αερίου για εσωτερική χρήση από τη Ρωσία.
- Η **Γαλλία**, εισάγει το 24% του αερίου για εσωτερική χρήση από τη Ρωσία
- Η **Σλοβενία**, εισάγει το 64% του αερίου για εσωτερική χρήση από τη Ρωσία
- Η **Σλοβακία**, το 16ο και νεότερο μέλος της Ευρωζώνης, στην οποία εντάχθηκε από την 1η Ιανουαρίου 2009, εισάγει το 100% του αερίου για εσωτερική χρήση από τη Ρωσία
- Η **Ουγγαρία**, εισάγει από τη Ρωσία το 60% του αερίου για εσωτερική χρήση, δηλαδή, περίπου 2,5 εκατομμύρια κυβικά μέτρα την ημέρα, μέσω του αγωγού από την Αυστρία
- Η **Δημοκρατία της Τσεχίας**, εισάγει το 80% του φυσικού αερίου από τη Ρωσία
- Η **Βουλγαρία**, εισάγει το 96% του αερίου για εσωτερική χρήση από τη Ρωσία
- Η **Ρουμανία**, εισάγει το 28% του αερίου για εσωτερική χρήση από τη Ρωσία
- Η **Πολωνία**, εισάγει το 47% του αερίου για εσωτερική χρήση από τη Ρωσία μέσω της Λευκορωσίας.
- Η **Κροατία**, εισάγει το 37% του αερίου για εσωτερική χρήση από τη Ρωσία. Η Κροατία καταναλώνει 12 εκατομμύρια κυβικά μέτρα τη μέρα κατά τους χειμερινούς μήνες από τα οποία παράγει η ίδια τα 4,8 εκατομμύρια και εισάγει τα υπόλοιπα από τη Ρωσία.
- Η **Σερβία**, εισάγει το 87% του αερίου για εσωτερική χρήση από τη Ρωσία
- Η **Βοσνία**, εισάγει από τη Ρωσία το σύνολο των αναγκών της εσωτερικής κατανάλωσης, περίπου 350 εκατομμύρια κυβικά μέτρα τον χρόνο

Εξάρτηση Ελλάδας

Η Ελλάδα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το ρωσικό φυσικό αέριο αφού περίπου τα 2/3 των ποσοτήτων αερίου που χρησιμοποιούνται στην ελληνική αγορά προέρχονται από τη Μόσχα και το υπόλοιπο 1/3 είναι υδροποιημένο φυσικό αέριο και αέριο που εισάγουμε από την Τουρκία αλλά προέρχεται από το Αζερμπαϊτζάν. Το 2008 η Ελλάδα κατανάλωσε περίπου 4 δισ. κυβικά μέτρα φυσικού αερίου εκ των οποίων τα 2,8 δισ. προέρχονταν από τη Ρωσία, ενώ η κατανάλωση για το 2009 ανέρχεται περίπου στα 4,3 δισ. κυβικά μέτρα.

Το Εθνικό Σύστημα Φυσικού Αερίου έχει τρεις εισόδους: από τη Βουλγαρία, από όπου εισάγεται το ρωσικό αέριο μέσω Ουκρανίας και καλύπτει το 65% της αγοράς, από την Τουρκία, από όπου εισάγεται αζερικό αέριο και καλύπτει το 17,5% της αγοράς, και από τη

Ρεβυθούσα, από όπου εισάγεται κυρίως από Αλγερία (αλλά και από άλλες πηγές) υπό μορφή υγροποιημένου φυσικού αερίου και καλύπτει το υπόλοιπο 17,5% της αγοράς.

Βασικός χρήστης φυσικού αερίου είναι η ΔΕΗ, η οποία σε ημερήσια βάση μπορεί να απορροφήσει 6-10 εκατ. κυβικά μέτρα. Ηλεκτρισμό από φυσικό αέριο παράγουν οι μονάδες της ΔΕΗ στην Κομοτηνή, στο Λαύριο και στο Κερατσίνι. Υπάρχει πρόνοια σε περίπτωση προβλήματος οι μονάδες αυτές μέσα σε 48 ώρες το πολύ να μετατρέπουν τη λειτουργία τους και να καίνε ντίζελ ή μαζούτ. Οι μονάδες παραγωγής του Λαυρίου και του Κερατσινίου, ακριβώς επειδή έχουν λιμάνι δίπλα, ανεφοδιάζονται με μεγάλη ευκολία, ενώ η μονάδα της ΔΕΗ στην Κομοτηνή που ανεφοδιάζεται με βυτιοφόρα οχήματα εμφανίζει λίγο μεγαλύτερη δυσκολία. Σε κάθε περίπτωση όμως οι μονάδες αυτές της ΔΕΗ μπορούν να παράγουν ηλεκτρισμό εναλλακτικά για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς να υπάρχει πρόβλημα στους καταναλωτές, έστω και αν μερικές φορές επιβαρύνονται οικονομικά. Σε περιόδους κρίσης το οικονομικό κόστος ίσως χρειάζεται να περάσει σε δεύτερη μοίρα.

2.4. Πυρηνική Ενέργεια

Το 2005, η Ευρωπαϊκή Ένωση των 27 ικανοποίησε την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας με 36,7% πετρέλαιο, 24,6% αέριο, 17,7% γαιάνθρακα, 14,2% πυρηνική ενέργεια, 6,7% ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και 0,1% βιομηχανικά απόβλητα. Το 2006, η πυρηνική ενέργεια αποτέλεσε τη μεγαλύτερη πηγή (29,5%) ηλεκτρισμού με παραγωγή της τάξεως 990 TWh, και εγκατεστημένη ισχύ των 134 GWe. Ήταν η κύρια πηγή ηλεκτρικής ενέργειας στο Βέλγιο, τη Γαλλία, την Ουγγαρία, τη Λιθουανία και τη Σλοβακία. Η συνολική παραγωγή ενέργειας από τους πυρηνικούς αντιδραστήρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης αυξήθηκε κατά 25% από το 1995 έως το 2005.

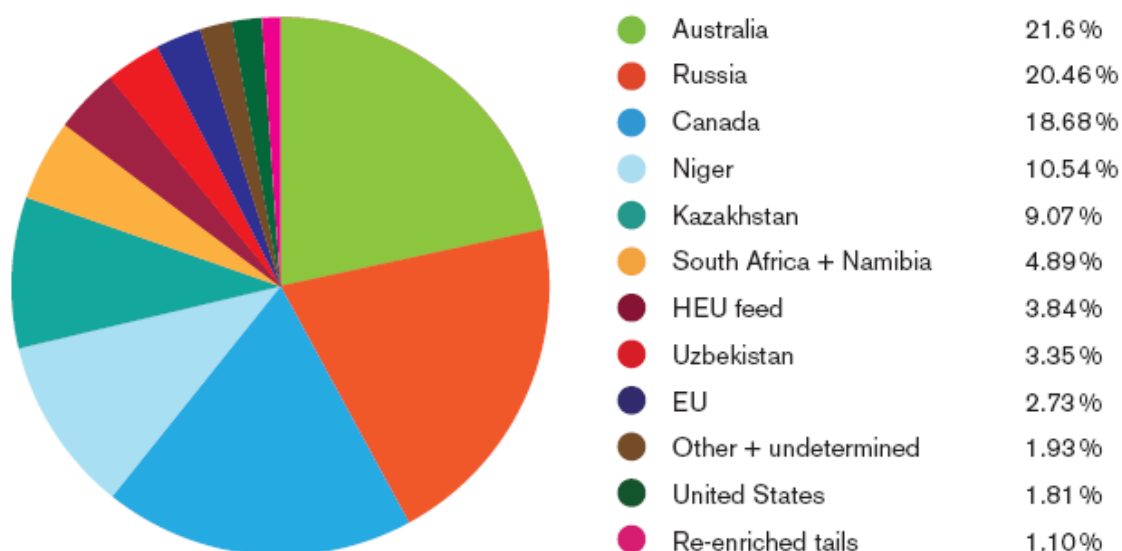
Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι σταθμοί πυρηνικής ενέργειας στην Ευρώπη, τόσο αυτοί που βρίσκονται ήδη σε λειτουργία όσο και αυτοί που τελούν υπό κατασκευή καθώς και η καθαρή τους ηλεκτρική ισχύς.

Country	in operation		under construction	
	number	net capacity MWe	number	net capacity MWe
Belgium	7	5,926	-	-
Bulgaria	2	1,906	2	1.906
Czech Republic	6	3,722	-	-
Finland	4	2,716	1	1,600
France	58	63,130	1	1,600
Germany	17	20,490	-	-
Hungary	4	1,889	-	-
Netherlands	1	487	-	-
Romania	2	1,300	-	-
Russian Federation	32	22,693	11	9,153
Slovakian Republic	4	1,792	2	782
Slovenia	1	666	-	-
Spain	8	7,516	-	-
Sweden	10	9,303	-	-
Switzerland	5	3,238	-	-
Ukraine	15	13,107	2	1,900
United Kingdom	19	10,137	-	-
total	195	170,016	19	16,941

Πίνακας 2.1: Σταθμοί πυρηνικής ενέργειας στην Ευρώπη, σε λειτουργία και υπό κατασκευή (19 Ιανουαρίου 2011)

Από τον Ιανουάριο του 2011 υπάρχουν συνολικά 195 σταθμοί παραγωγής πυρηνικής ενέργειας με εγκατεστημένη καθαρή ηλεκτρική ισχύ 170 GWe σε λειτουργία στην Ευρώπη. Ακόμη, 19 μονάδες συνολικής ισχύς 16,9 GWe βρίσκονται υπό κατασκευή σε 6 χώρες. 14 από τα 27 κράτη μέλη της ΕΕ έχουν πυρηνικούς σταθμούς: Βέλγιο, Βουλγαρία, Τσεχική Δημοκρατία, Φινλανδία, Γαλλία, Γερμανία, Ουγγαρία, Κάτω Χώρες, Ρουμανία, Σλοβακία, Σλοβενία, Ισπανία, Σουηδία και το Ηνωμένο Βασίλειο. Η Γαλλία έχει το υψηλότερο επίπεδο εξάρτησης από την ατομική ενέργεια, καθώς το 80% του ενεργειακών της αναγκών καλύπτεται από τα πυρηνικά εργοστάσια. Μετά την πρόσφατη καταστροφή στην Ιαπωνία

και τις επιπτώσεις στον πυρηνικό αντιδραστήρα της Φουκουσίμα, η Ελβετία και η Γερμανία αποφάσισαν την επανεξέταση των πυρηνικών τους αντιδραστήρων και την απόσυρση κάποιων παλιών, ενώ η Λιθουανία πρόσφατα έκλεισε τον τελευταίο της ενεργό αντιδραστήρα.



Εικόνα 2.15: Προμηθευτές ουρανίου για την Ευρωπαϊκή Ένωση το 2009

Όσον αφορά τα αποθέματα και τις πηγές προμήθειας ουρανίου, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 2.15, το 2009 μόλις το 3% του ουρανίου που χρησιμοποιείται στους πυρηνικούς αντιδραστήρες της Ευρώπης εξορύχτηκε από δικά της εδάφη. Η Αυστραλία, η Ρωσία, ο Καναδάς και ο Νίγηρας ήταν οι μεγαλύτεροι προμηθευτές πυρηνικών υλικών για την Ευρωπαϊκή Ένωση, παρέχοντας περισσότερο από το 70% των συνολικών αναγκών το 2009.

Κεφάλαιο 3

Ευρωπαϊκή Ενεργειακή Πολιτική

3.1. Εισαγωγή

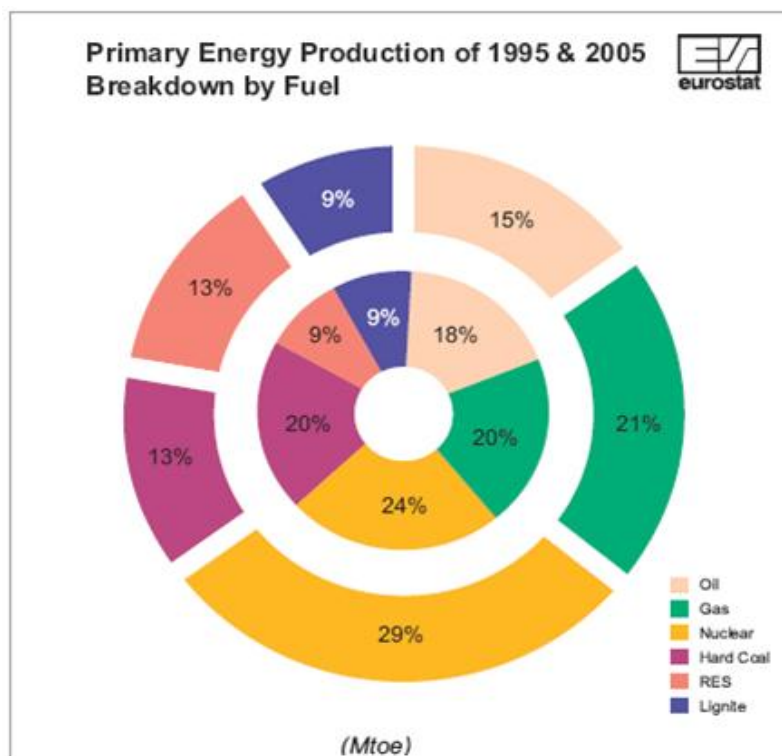
Η στασιμότητα της κρίσης στην περιοχή της Μέσης Ανατολής, ως συνέπεια τόσο του χρονίζοντος Παλαιστινιακού ζητήματος, της αμερικανικής επέμβασης στο Ιράκ και της αυξανόμενης εντάσεως στις σχέσεις της διεθνούς κοινότητας με το Ιράν έχει συμβάλει στην σταθερή αύξηση των διεθνών τιμών του αργού πετρελαίου. Στην ίδια κατεύθυνση έχει οδηγήσει και η ανάδειξη της Κίνας και της Ινδίας ως μειζόνων εξαγωγικών αγορών για το παραγόμενο στην Μέση Ανατολή αργό πετρέλαιο. Η ευρωπαϊκή οικονομία, εντόνως ελλειμματική σε πηγές ενέργειας και ένας από τους σημαντικότερους εισαγωγείς μεσανατολικού αργού πετρελαίου, έχει επηρεασθεί αρνητικά.

Το ζήτημα της ενεργειακής ασφάλειας της Ευρωπαϊκής Ενώσεως έχει δικαιολογημένα προσελκύσει το ενδιαφέρον πολιτικών, ερευνητών και δημοσιογράφων. Δεδομένης της διαρκώς αυξανόμενης ζήτησεως ενέργειας στην αγορά των κρατών-μελών της Ευρωπαϊκής Ενώσεως, είναι λογικό να επιδιώκει η Ευρωπαϊκή Επιτροπή την χάραξη μίας πολιτικής η οποία να εξασφαλίζει αφ' ενός την εισροή των μεγίστων δυνατών ποσοτήτων ενέργειας στην ευρωπαϊκή αγορά και αφ' ετέρου τη μέγιστη δυνατή διαφοροποίηση της προελεύσεως αυτών των ποσοτήτων, καθώς και την μέγιστη δυνατή ποικιλία τους. Η προσαρμογή προς τις απαιτήσεις του Πρωτοκόλλου του Κιότο για τη μείωση των αποπεμπομένων ποσοτήτων αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και την παγκόσμια θέρμανση αποτελούν μία πρόσθετη παράμετρο στη χάραξη της ευρωπαϊκής πολιτικής ενέργειας.

3.2. Ευρωπαϊκή Ενεργειακή Πολιτική και Ασφάλεια

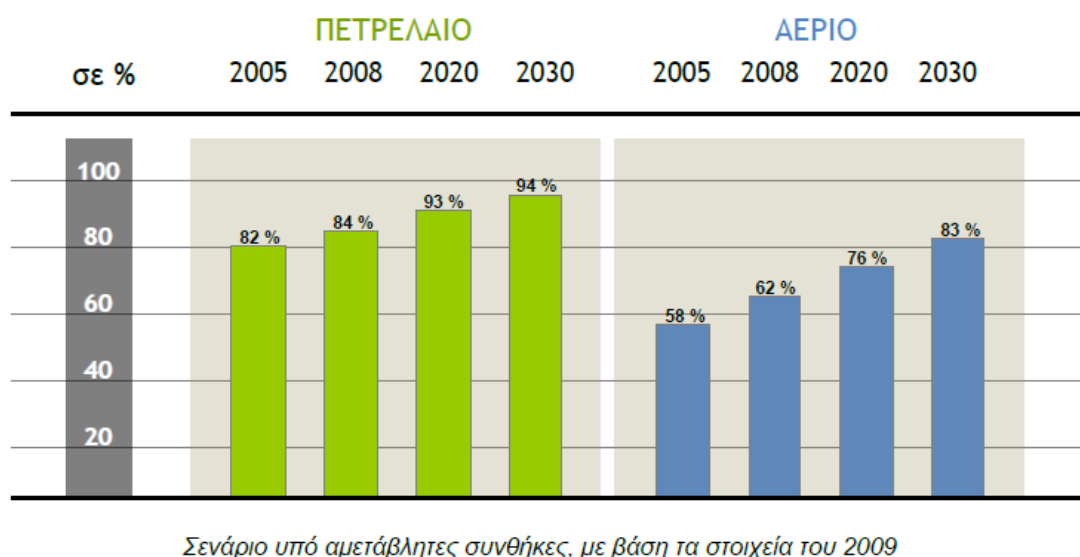
Η μείωση της εκπομπής αερίων συνέβαλε στη στροφή της Ευρωπαϊκής Ενώσεως στην προαγωγή ανανεώσιμων ή και λιγότερο ρυπογόνων μορφών ενέργειας. Σε αυτές ανήκαν όχι μόνον η ηλιακή και η αιολική ενέργεια, αλλά και η πυρηνική. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.1, από το 1995 ως το 2005 η συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην συνολική παραγωγή ενέργειας στην Ευρώπη αυξήθηκε από 9% σε 13%. Η αντίστοιχη συμμετοχή της πυρηνικής ενέργειας αυξήθηκε από 24% σε 29%, ενώ η συμμετοχή του λιθάνθρακα μειώθηκε από 20% σε 13% και του πετρελαίου από 18% σε 15%. Στην κατηγορία των υδρογονανθράκων μόνο το φυσικό αέριο αύξησε το ποσοστό του από 20% σε 21%. Δεδομένης και της σημαντικής αυξήσεως στη ζήτηση ενέργειας στην ευρωπαϊκή αγορά, η αύξηση αυτή είναι πολύ μεγαλύτερη σε πραγματικούς αριθμούς. Ενώ το 1995 η κατανάλωση φυσικού αερίου ήταν περίπου 370 mtoe (million tones of oil equivalent-εκατομμύρια τόνοι ισοδύναμου αργού πετρελαίου), το 2005 αυτή έφθασε στα 490 mtoe αναδεικνύοντας τη μείζονα σημασία του καυσίμου αυτού για την ευρωπαϊκή οικονομία, αλλά και την ευρωπαϊκή ενεργειακή ασφάλεια. Κατά την ίδια περίοδο ο δείκτης ενεργειακής εξαρτήσεως της Ευρωπαϊκής Ενώσεως από τις εισαγωγές φυσικού αερίου αυξήθηκε από 43,6% σε 57,7%. Η εξέλιξη αυτή συνδεόταν τόσο με την αύξηση της

καταναλώσεως φυσικού αερίου σε πραγματικούς αριθμούς, αλλά και με την βαθμιαία εξάντληση των ευρωπαϊκών αποθεμάτων φυσικού αερίου.



Εικόνα 3.1: Η Ποσοστιαία Συμβολή των Πηγών Ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Παραγωγή το 1995 και το 2005 (Από την Ιστοσελίδα της Eurostat)

Κατά την επόμενη δεκαετία απαιτούνται επενδύσεις στον τομέα της ενέργειας της τάξης του ενός τρισεκατομμυρίου ευρώ, τόσο για τη διαφοροποίηση των υφιστάμενων πηγών όσο και για την αντικατάσταση εξοπλισμού και την κάλυψη των υψηλών και μεταβαλλόμενων ενεργειακών απαιτήσεων. Οι διαρθρωτικές αλλαγές όσον αφορά τον ενεργειακό εφοδιασμό, εν μέρει λόγω αλλαγών στην εγχώρια παραγωγή, υποχρεώνουν τις ευρωπαϊκές οικονομίες να προχωρήσουν σε επιλογές ως προς τα ενεργειακά προϊόντα και τις αντίστοιχες υποδομές. Οι εν λόγω επιλογές θα γίνουν αισθητές κατά την επόμενη τριακονταετία και επέκεινα. Προκειμένου να καταστεί δυνατή η επείγουσα λήψη των σχετικών αποφάσεων απαιτείται ένα φιλόδοξο πλαίσιο πολιτικής. Τυχόν αναβολή λήψης των εν λόγω αποφάσεων θα έχει ανυπολόγιστες επιπτώσεις στην κοινωνία όσον αφορά αμφότερα, και τις μακροπρόθεσμες δαπάνες και την εξασφάλιση.



Εικόνα 3.2: Σενάριο εξάρτησης Ευρωπαϊκής Ένωσης από πετρέλαιο και αέριο υπό αμετάβλητες συνθήκες

Το 2007, το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο υιοθέτησε φιλόδοξους στόχους στον τομέα της ενέργειας και της κλιματικής αλλαγής για το 2020 – μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά 20%, που μπορεί να φθάσει το 30% εάν οι συνθήκες το επιτρέψουν, αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο 20% και βελτίωση κατά 20% της ενεργειακής απόδοσης. Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο υποστηρίζει αδιαλείπτως τους εν λόγω στόχους. Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο ανέλαβε επίσης μακροπρόθεσμη δέσμευση όσον αφορά τη μείωση των εκπομπών (διοξειδίου του) άνθρακα θέτοντας ως στόχο για την ΕΕ και τις υπόλοιπες βιομηχανικές χώρες περικοπή των εκπομπών κατά 80 έως 95% μέχρι το 2050.

Ωστόσο, με την υφιστάμενη στρατηγική φαίνεται προς το παρόν απίθανο να επιτευχθούν όλοι οι στόχοι του 2020, ενώ η στρατηγική είναι πλήρως ανεπαρκής για να αντιμετωπιστούν οι μακροπρόθεσμες προκλήσεις. Οι ενεργειακοί στόχοι της ΕΕ έχουν ενσωματωθεί στην στρατηγική Ευρώπη 2020 για μια έξυπνη, διατηρήσιμη και χωρίς αποκλεισμούς ανάπτυξη, την οποία ενέκρινε το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο τον Ιούνιο του 2010 στην εμβληματική του πρωτοβουλία με τίτλο «Μια Ευρώπη που χρησιμοποιεί αποτελεσματικά τους πόρους». Η ΕΕ καλείται να συμφωνήσει επειγόντως σχετικά με τα εργαλεία που θα καταστήσουν δυνατή την αναγκαία μεταστροφή, διασφαλίζοντας με τον τρόπο αυτό ότι η Ευρώπη θα αναδυθεί από την ύφεση σε πλέον ανταγωνιστική, εξασφαλισμένη και αιεφόρο πορεία.

3.3. Νέα ενεργειακή στρατηγική με ορίζοντα το 2020

Η ένταξη της ενεργειακής πολιτικής στη συνθήκη της ΕΕ απαιτεί μια νέα προοπτική. Η ΕΕ δεν έχει την πολυτέλεια μιας αποτυχίας όσον αφορά τις ενεργειακές της φιλοδοξίες. Συνεπώς, η Επιτροπή προτείνει μια νέα ενεργειακή στρατηγική με ορίζοντα το 2020. Με αυτήν, θα παγιωθούν τα μέτρα που έχουν ληφθεί μέχρι τώρα και θα ενισχυθεί η δραστηριότητα στους τομείς στους οποίους ανακύπτουν νέες προκλήσεις. Πρώτα και κύρια, η στρατηγική υπογραμμίζει την ανάγκη νέας εξισορρόπησης των δράσεων στον τομέα της ενέργειας υπέρ μιας πολιτικής με γνώμονα τη ζήτηση, την ενίσχυση της θέσης των καταναλωτών και της αποδέσμευσης της οικονομικής ανάπτυξης από τη χρήση της ενέργειας. Οι κλάδοι των μεταφορών και των κατασκευών ιδιαίτερα πρέπει να εφαρμόσουν μια ενεργό πολιτική εξοικονόμησης ενέργειας και διαφοροποίησης προς μη ρυπογόνες ενεργειακές πηγές. Πέρα από το σύστημα εμπορίας εκπομπών, η στρατηγική πρέπει να συμβάλλει στη δημιουργία συνθηκών στην αγορά που να προωθούν μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας και περισσότερες επενδύσεις σε χαμηλές εκπομπές άνθρακα, την εκμετάλλευση μεγάλης ποικιλίας κεντρικών και αποκεντρωμένων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθώς και τη χρήση ζωτικών τεχνολογιών για την αποθήκευση ενέργειας και την ηλεκτρο-κινητικότητα (κυρίως ηλεκτρικά οχήματα και δημόσιες μεταφορές).

Η συμβολή της πυρηνικής ενέργειας, από την οποία παράγεται σήμερα το ένα τρίτο περίπου της ηλεκτρικής ενέργειας στην ΕΕ και τα δύο τρίτα της ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς εκπομπές άνθρακα, πρέπει να αξιολογηθεί ανοικτά και αντικειμενικά. Όλες οι διατάξεις της συνθήκης Ευρατόμ πρέπει να εφαρμοστούν αυστηρά, ιδίως όσον αφορά την ασφάλεια. Με δεδομένο το ανανεωμένο ενδιαφέρον για την εν λόγω μορφή ενέργειας στην Ευρώπη και παγκοσμίως, πρέπει να συνεχισθούν οι έρευνες στις τεχνολογίες διαχείρισης των πυρηνικών αποβλήτων και στην ασφαλή τους εφαρμογή, καθώς και στην προετοιμασία του μακροπρόθεσμου μέλλοντος μέσω της ανάπτυξης των συστημάτων σχάσης της επόμενης γενεάς, για αυξημένη βιωσιμότητα και συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού, και των συστημάτων πυρηνικής σύντηξης (ITER).

Για το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, οι αυξανόμενες απαιτήσεις για εισαγωγές και η διογκούμενη ζήτηση από αναδυόμενες και αναπτυσσόμενες χώρες απαιτούν ισχυρότερους μηχανισμούς για τη διασφάλιση νέων, διαφοροποιημένων και εξασφαλισμένων οδών εφοδιασμού. Παράλληλα με την πρόσβαση στο αργό πετρέλαιο, οι υποδομές διύλισης αποτελούν ζωτικό μέρος της αλυσίδας εφοδιασμού. Η ΕΕ είναι ισχυρός γεωπολιτικός εταίρος στις αγορές ενέργειας και πρέπει να έχει την ικανότητα να ενεργεί αναλόγως.

Η νέα ενεργειακή στρατηγική εστιάζεται σε πέντε προτεραιότητες:

1. Υλοποίηση μιας ενεργειακά αποδοτικής Ευρώπης,
2. Δημιουργία μιας πραγματικά πανευρωπαϊκής ενοποιημένης αγοράς ενέργειας,
3. Ενίσχυση της θέσης των καταναλωτών και επίτευξη του υψηλότερου επιπέδου ασφάλειας και προστασίας από κακόβουλες ενέργειες,

4. Επέκταση της ηγετικής θέσης της Ευρώπης στην ενεργειακή τεχνολογία και καινοτομία,
5. Ενίσχυση της εξωτερικής διάστασης της ενωσιακής αγοράς ενέργειας.

Προτεραιότητα 1: Υλοποίηση μιας ενεργειακά αποδοτικής Ευρώπης

Δράση 1: Αξιοποίηση του μεγαλύτερου δυναμικού εξοικονόμησης ενέργειας – κτήρια και μεταφορές

Πρέπει να επιταχυνθεί ο ρυθμός ανακαίνισης όσον αφορά της ενεργειακή απόδοση, με κίνητρα για τις επενδύσεις, ευρύτερη χρήση των επιχειρήσεων ενεργειακών υπηρεσιών, καινοτόμα χρηματοοικονομικά μέσα με υψηλούς συντελεστές μόχλευσης και χρηματοοικονομικές τεχνικές σε ευρωπαϊκό, εθνικό και τοπικό επίπεδο. Σε αυτό το πλαίσιο, οι επικείμενες προτάσεις της Επιτροπής θα καλύψουν την κατανομή των κινήτρων για επενδύσεις μεταξύ ιδιοκτητών και ενοικιαστών και την ενεργειακή σήμανση των κτηρίων (πιστοποιητικά χρησιμοποιούμενα στην αγορά ακινήτων και πολιτικές δημόσιας στήριξης).

Οι δημόσιες αρχές πρέπει να ηγούνται δίνοντας το καλό παράδειγμα. Τα ενεργειακά κριτήρια (όσον αφορά την απόδοση, τις ανανεώσιμες πηγές και την ευφυή δικτύωση) πρέπει να χρησιμοποιούνται σε όλες τις δημόσιες προμήθειες, έργων, υπηρεσιών και προϊόντων. Απαιτούνται προγράμματα και διευκολύνσεις τεχνικής βοήθειας για την οικοδόμηση των δυνατοτήτων των φορέων της αγοράς ενεργειακών υπηρεσιών προκειμένου να εξευρεθεί και να διαρθρωθεί η χρηματοδότηση έργων με στόχο τις δημόσιες αρχές και ιδιωτικούς φορείς. Τα ενωσιακά χρηματοδοτικά προγράμματα θα επικεντρωθούν σε έργα εξοικονόμησης ενέργειας και θα καταστήσουν την ενεργειακή απόδοση ισχυρή προϋπόθεση για τη χορήγηση χρηματοδοτικής στήριξης.

Στην επικείμενη Λευκή Βίβλο για την μελλοντική πολιτική μεταφορών θα περιλαμβάνεται δέσμη μέτρων για τη βελτίωση της βιωσιμότητας των μεταφορών και τον περιορισμό της εξάρτησης από το πετρέλαιο. Σε αυτήν θα περιλαμβάνονται κίνητρα με στόχο την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης του συστήματος των μεταφορών, συμπεριλαμβανομένης και υποστήριξης της καθαρής αστικής κινητικότητας καθώς και λύσεων πολυτροπικών μεταφορών, πρότυπα ευφυούς διαχείρισης της κυκλοφορίας και ενεργειακής απόδοσης για όλα τα οχήματα, επαρκή οικονομικά κίνητρα και προώθηση της βιώσιμης συμπεριφοράς. Σε αυτό το πλαίσιο πρέπει να διερευνηθούν αποτελεσματικότερα συστήματα σήμανσης των αυτοκινήτων.

Δράση 2: Ενίσχυση της βιομηχανικής ανταγωνιστικότητας καθιστώντας τη βιομηχανία αποδοτικότερη

Η Επιτροπή θα επιδιώξει τη στήριξη της ανταγωνιστικότητας των ευρωπαϊκών βιομηχανιών μέσω της ενεργειακής απόδοσης, διευρύνοντας τις απαιτήσεις οικολογικού σχεδιασμού για προϊόντα έντασης ενέργειας και πόρων σε συνδυασμό με απαιτήσεις σε επίπεδο συστήματος, όπου απαιτείται. Πρέπει να διερευνηθεί το δυνητικό αποτέλεσμα εθελοντικών συμφωνιών με βιομηχανικούς κλάδους έντασης ενέργειας και πόρων. Πρέπει

να καθιερωθεί εκτενέστερη ενεργειακή σήμανση για να εξασφαλιστεί πιο κατανοητή σύγκριση μεταξύ προϊόντων.

Πρέπει να εφαρμοστούν συστήματα ενεργειακής διαχείρισης (π.χ. έλεγχοι, σχέδια, διαχειριστές ενέργειας) στη βιομηχανία και στον κλάδο των υπηρεσιών. Ιδιαίτερα πρέπει να τονιστεί η εφαρμογή στις ΜΜΕ, μέσω εξειδικευμένων μηχανισμών στήριξης.

Δράση 3: Ενίσχυση της απόδοσης του ενεργειακού εφοδιασμού

Η ενεργειακή απόδοση στην παραγωγή καθώς και στη διανομή πρέπει να καταστεί ουσιαστικό κριτήριο για την αδειοδότηση παραγωγικών δυνατοτήτων και απαιτούνται προσπάθειες για την ουσιαστική αύξηση της υιοθέτησης της συμπαραγωγής υψηλής απόδοσης καθώς και της τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης.

Οι εταιρείες διανομής και προμήθειας (λιανικής πώλησης) πρέπει να υποχρεωθούν να εξασφαλίσουν τεκμηριωμένη εξοικονόμηση ενέργειας από τους πελάτες τους, χρησιμοποιώντας μέσα όπως οι ενεργειακές υπηρεσίες τρίτων, εξειδικευμένα μέσα όπως «λευκά πιστοποιητικά», τέλη δημόσιας ωφέλειας ή ισοδύναμα και επιτάχυνση της εισαγωγής καινοτόμων εργαλείων όπως οι «ευφυείς μετρητές», που πρέπει να είναι προσαρμοσμένα στις ανάγκες των καταναλωτών και φιλικά προς τους χρήστες, έτσι ώστε να παρέχουν πραγματικά κέρδη στους καταναλωτές.

Δράση 4: Πλήρης αξιοποίηση των εθνικών σχεδίων δράσης για την ενεργειακή απόδοση

Τα εθνικά σχέδια δράσης για την ενεργειακή απόδοση παρέχουν ολοκληρωμένη συγκριτική αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης, συμπεριλαμβανομένων μετρήσιμων στόχων και δεικτών για την παρακολούθηση της προόδου, λαμβάνοντας υπόψη τις σχετικές θέσεις εκκίνησης και τις εθνικές συνθήκες. Ο στόχος Ευρώπη 2020 όσον αφορά την ενεργειακή απόδοση πρέπει να τροφοδοτείται από μηχανισμό ετήσιας ανασκόπησης.

Προτεραιότητα 2: Δημιουργία μιας πανευρωπαϊκής ενοποιημένης αγοράς ενέργειας

Δράση 1: Έγκαιρη και ακριβής εφαρμογή της νομοθεσίας περί εσωτερικής αγοράς

Η Επιτροπή θα συνεχίσει να εξασφαλίζει την ορθή και έγκαιρη εφαρμογή της υφιστάμενης εσωτερικής αγοράς ενέργειας, και να εφαρμόζει αποφασιστικά την πολιτική ανταγωνισμού. Για την περαιτέρω ενοποίηση της αγοράς ενέργειας απαιτείται η παγίωση του κανονιστικού πλαισίου (π.χ. κώδικες δικτύων) και η συμπλήρωσή του με άλλες δράσεις όπως η σύζευξη της αγοράς, η ανάπτυξη μοντέλων στόχου και ενός εύρωστου πλαισίου για χρηματιστηριακές αγορές μέσω αποτελεσματικής διαφάνειας και εποπτείας. Εάν τα εν λόγω μέτρα αποδειχθούν ανεπαρκή ή εάν η εντολή του ACER αποδειχθεί περιορισμένη, θα εξετασθεί το ενδεχόμενο περαιτέρω νομοθετικών μέτρων.

Δράση 2: Χαρτογράφηση της ευρωπαϊκής υποδομής για το 2020-2030

Η επικείμενη ανακοίνωση της Επιτροπής σχετικά με την υποδομή θα επιτρέψει στην Ευρώπη να εντοπίσει τις υποδομές που πρέπει να εγκατασταθούν κατά προτεραιότητα προκειμένου να επιτευχθεί μια εύρυθμη εσωτερική αγορά, να εξασφαλιστεί η ενοποίηση της μεγάλης κλίμακας παραγωγής από ανανεώσιμες πηγές και να διασφαλιστεί η ασφάλεια του εφοδιασμού, σύμφωνα και με το όραμα για ένα αειφόρο ευρωπαϊκό ενεργειακό σύστημα μέχρι το 2050. Μέχρι το 2015 δεν πρέπει να υπάρχει κράτος μέλος απομονωμένο από την ευρωπαϊκή εσωτερική αγορά. Θα καλυφθούν επίσης και οι διασυνοριακοί διάδρομοι. Τα δεκαετή σχέδια ανάπτυξης δικτύων των ENTSO-E και ENTSO-G θα προωθηθούν με τη βοήθεια του ACER, σε συνεργασία με όλους τους υπόλοιπους συναφείς εμπλεκόμενους. Η διαδικασία αυτή θα αξιοποιήσει επιτυχείς περιφερειακές πρωτοβουλίες όπως εκείνη της Βαλτικής, και θα περιλάβει και εκτίμηση των αναγκαίων εγκαταστάσεων αποθήκευσης και τα μέτρα κλιματικής προσαρμογής, καθώς και τις πιθανές μελλοντικές ανάγκες για υποδομές μεταφοράς CO₂ στην ΕΕ.

Η πρόταση της Επιτροπής στοχεύει επίσης στην προετοιμασία του δικτύου για τις αναπόφευκτες αλλαγές της ζήτησης που θα προκύψουν από τις πολιτικές στους τομείς της ενέργειας και των μεταφορών, όπως η ηλεκτρο-κινητικότητα και η αύξηση στην αποκεντρωμένη και μεγάλης κλίμακας ηλεκτροπαραγωγή από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Η Επιτροπή θα προτείνει του χρόνου σύνολο εργαλείων άσκησης πολιτικής για την υλοποίηση των προτεραιοτήτων όσον αφορά τις στρατηγικές υποδομές κατά την επόμενη εικοσαετία. Θα περιλαμβάνουν νέα μέθοδο προσδιορισμού των στρατηγικών υποδομών ζωτικής σημασίας για την Ευρωπαϊκή Ένωση στο σύνολό της από πλευράς ανταγωνιστικής παροχής ενέργειας, περιβαλλοντικής αειφορίας και πρόσβασης στις ανανεώσιμες πηγές καθώς και από πλευράς ασφάλειας του εφοδιασμού. Τα εν λόγω ζωτικά τμήματα θα προσδιοριστούν σαφώς στη διαδικασία συνολικής χαρτογράφησης, και θα επισημανθούν ως «ευρωπαϊκού ενδιαφέροντος», έτσι ώστε να μπορούν να επωφεληθούν από βελτιωμένη διαδικασία αδειοδότησης και επικεντρωμένη χρηματοδότηση, αν απαιτηθεί. Βασικό χαρακτηριστικό των σχετικών εργασιών θα είναι η επιλεκτικότητα. Θα ληφθούν δεόντως υπόψη οι συνδέσεις του δικτύου με τρίτες χώρες.

Οι ACER, ENTSO-E και ENTSO-G θα λάβουν εντολή χαρτογράφησης των ευρωπαϊκών δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας και αερίου σε χρονικό ορίζοντα 2020-2030. Μετά τις εν λόγω εργασίες θα ακολουθήσει ένα πιο μακροπρόθεσμο όραμα βάσει του ενεργειακού χάρτη πορείας 2050 που θα δημοσιευθεί το 2011.

Δράση 3: Εξορθολογισμός των διαδικασιών αδειοδότησης και των κανόνων της αγοράς για την ανάπτυξη υποδομών

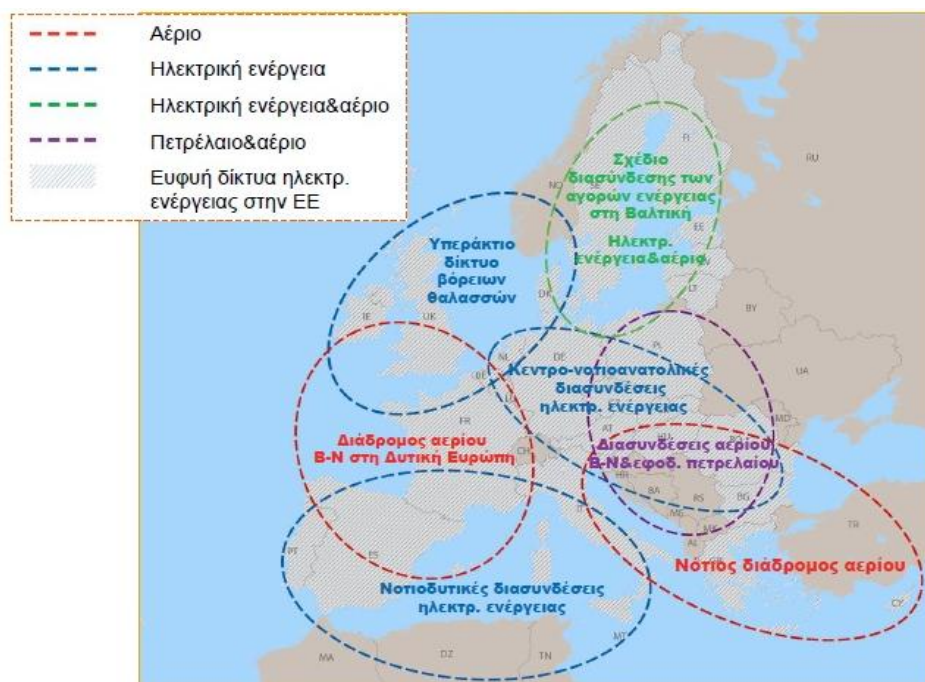
Η Επιτροπή θα προτείνει την εισαγωγή καθεστώτος αδειοδότησης για τα έργα «ευρωπαϊκού ενδιαφέροντος» ώστε να βελτιωθεί η υφιστάμενη διαδικασία, μέσω, για παράδειγμα του καθορισμού ενιαίας αρχής σε εθνικό επίπεδο, με ταυτόχρονη εφαρμογή των προτύπων προστασίας και ασφάλειας, και εξασφάλιση πλήρους συμμόρφωσης με την

περιβαλλοντική νομοθεσία της ΕΕ. Οι εξορθολογισμένες και βελτιωμένες διαδικασίες θα εξασφαλίσουν περισσότερη διαφάνεια και ανοικτές και διαφανείς συζητήσεις σε τοπικό, περιφερειακό και εθνικό επίπεδο για την ενίσχυση της δημόσιας εμπιστοσύνης και αποδοχής των εγκαταστάσεων. Επιπλέον, θα διερευνηθούν τρόποι θετικής ανταμοιβής, μέσω ενισχυμένης πρόσβασης σε δημόσια κονδύλια, των περιφερειών και των κρατών μελών που συμμετέχουν εποικοδομητικά και πετυχαίνουν τη διευκόλυνση της έγκαιρης ολοκλήρωσης έργων ευρωπαϊκού ενδιαφέροντος.

Για να πετύχει την σύζευξη της αγοράς μέχρι το 2014, ο ACER θα εξασφαλίσει, στο πλαίσιο της εντολής του, τον εντοπισμό και την επίλυση όλων των απαραίτητων τεχνικών (εναρμόνιση, τυποποίηση, κλπ.) και κανονιστικών ζητημάτων που συνδέονται με τη διασύνδεση των δικτύων δια μέσου των συνόρων, με την πρόσβαση στις ανανεώσιμες πηγές και με την ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών. Θα υποβληθεί κατά συνέπεια λεπτομερές πρόγραμμα δράσης για να υποβοηθήσει τα κράτη μέλη στη διαδικασία εγκατάστασης ευφών μετρητών/δικτύων (συμπεριλαμβανομένου και του ζητήματος της προβολής των πληροφοριών στους καταναλωτές) και ενθάρρυνσης νέων ενεργειακών υπηρεσιών.

Δράση 4: Εξασφάλιση του ορθού πλαισίου χρηματοδότησης

Αναγνωρίζοντας το γεγονός ότι οι περισσότερες κατασκευαζόμενες υποδομές είναι εμπορικής φύσης, η Επιτροπή θα καθορίσει μεθοδολογία για να αναλύσει τη βέλτιστη ισορροπία μεταξύ δημόσιας και ιδιωτικής χρηματοδότησης (με βάση τις ακόλουθες αρχές που θα εφαρμοστούν ανά την Ένωση: «ο χρήστης πληρώνει», «ο επωφελούμενος πληρώνει» - από πλευράς διασυνοριακής οικονομικά αποτελεσματικής κατανομής και «ο φορολογούμενος πληρώνει» - κατανομή των βαρών για εμπορικά μη βιώσιμες και «πανευρωπαϊκού οφέλους» υποδομές). Η εν λόγω μεθοδολογία θα καθοριστεί σύμφωνα με τους ισχύοντες κανόνες περί κρατικών ενισχύσεων. Για έργα «ευρωπαϊκού ενδιαφέροντος» με μηδενική ή μικρή εμπορική βιωσιμότητα θα προταθούν καινοτόμοι μηχανισμοί χρηματοδότησης για μέγιστη μόχλευση της δημόσιας στήριξης ώστε να βελτιωθεί το επενδυτικό κλίμα για την κάλυψη των κυριότερων κινδύνων ή για να επιταχυνθεί η υλοποίηση των έργων. Η δημιουργία της κατάλληλης ενεργειακής υποδομής είναι κρίσιμης σημασίας και επείγουσα· απαιτεί επίσης ευρύτερη θεώρηση των νέων χρηματοδοτικών μηχανισμών (δημόσιων και ιδιωτικών) και κινητοποίηση πρόσθετων πόρων με βάση το επόμενο πολυετές χρηματοδοτικό πλαίσιο.



Παρουσίαση του J.M. Barrosο στο Ευρωπαϊκό Συμβούλιο της 4ης Φεβρουαρίου 2011

Εικόνα 3.3: Προτεραιότητες Υποδομής ως το 2020

Προτεραιότητα 3: Ενίσχυση της θέσης των καταναλωτών και επίτευξη του υψηλότερου επιπέδου ασφάλειας και προστασίας

Δράση 1: Ενίσχυση του φιλικού προς τον καταναλωτή χαρακτήρα της ενέργειας

Η ενεργός εφαρμογή της πολιτικής ανταγωνισμού σε ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο παραμένει απαραίτητη για την ενίσχυση του ανταγωνισμού και την εγγύηση της πρόσβασης των καταναλωτών στην ενέργεια σε προσιτές τιμές.

Η Επιτροπή θα προτείνει μέτρα για να βοηθήσει τους καταναλωτές να συμμετάσχουν καλύτερα στην εσωτερική αγορά σύμφωνα με την τρίτη δέσμη μέτρων για την ενέργεια. Τα εν λόγω μέτρα θα περιλαμβάνουν την κατάρτιση οδηγιών με βάση τις βέλτιστες πρακτικές στον τομέα της αλλαγής προμηθευτή, την περαιτέρω εφαρμογή και παρακολούθηση συστάσεων σχετικά με τη χρέωση και την επεξεργασία παραπόνων, και τον εντοπισμό των βέλτιστων πρακτικών όσον αφορά τα καθεστάτα εναλλακτικής επίλυσης διαφορών. Όλοι οι καταναλωτές πρέπει να διαθέτουν εργαλείο σύγκρισης των τιμών βάσει μεθοδολογίας που πρέπει να καταρτιστεί από τις ρυθμιστικές αρχές ενέργειας και άλλους αρμόδιους φορείς, και όλοι οι προμηθευτές πρέπει να διαθέτουν επικαιροποιημένες πληροφορίες σχετικά με τα τιμολόγια και τις προσφορές τους. Τέλος, πρόσθετες προσπάθειες πρέπει να καταβληθούν με στόχο τη μετατόπιση της εστίασης από τις τιμές της ενέργειας στο ενεργειακό κόστος, μέσω της ανάπτυξης της αγοράς ενεργειακών υπηρεσιών.

Η Επιτροπή θα δημοσιεύει τακτικές εκθέσεις συγκριτικής αξιολόγησης του επιπέδου εφαρμογής των κανονιστικών διατάξεων σχετικά με τους καταναλωτές και το συνολικό επίπεδο προστασίας σε ολόκληρη την εσωτερική αγορά. Ιδιαίτερη έμφαση θα δοθεί στους

ευάλωτους καταναλωτές και στις πρακτικές που επιτρέπουν στους καταναλωτές να μειώσουν τη χρήση ενέργειας.

Οι κανονιστικές αρχές πρέπει να εντείνουν τις προσπάθειές τους για βελτίωση της λειτουργίας της αγοράς λιανικής με τη βοήθεια του φόρουμ πολιτών του Λονδίνου και του φόρουμ αειφόρου ενέργειας του Βουκουρεστίου.

Δράση 2: Συνεχής βελτίωση της ασφάλειας και προστασίας

Η Επιτροπή επανεξετάζει τις συνθήκες ασφαλείας της εξόρυξης πετρελαίου και αερίου στην ανοικτή θάλασσα υπό το πρίσμα του ατυχήματος στην εξέδρα Deerwater Horizon, με στόχο να λάβει αυστηρά μέτρα, από την πρόληψη έως την επέμβαση και τα ζητήματα αστικής ευθύνης, που θα διασφαλίσουν το ύψιστο επίπεδο προστασίας ανά την ΕΕ και στον υπόλοιπο κόσμο.

Το νομικό πλαίσιο για την πυρηνική προστασία και ασφάλεια θα ενισχυθεί περαιτέρω μέσω της ενδιάμεσης ανασκόπησης της οδηγίας πυρηνικής ασφάλειας, της εφαρμογής της οδηγίας για τα πυρηνικά απόβλητα, του επανακαθορισμού των βασικών προτύπων ασφαλείας για την προστασία των εργαζόμενων και του πληθυσμού και της υποβολής πρότασης για μια ευρωπαϊκή προσέγγιση των καθεστώτων πυρηνικής αστικής ευθύνης. Πρέπει επίσης να επιδιωχθεί ενεργά μεγαλύτερη εναρμόνιση του σχεδιασμού και της πιστοποίησης εγκαταστάσεων σε διεθνές επίπεδο. Όλα τα εν λόγω μέτρα πρέπει να επιτρέψουν στην ΕΕ να διατηρήσει την ηγετική της θέση στον τομέα της ασφαλούς πυρηνικής ενέργειας και να συμβάλλει στην υπεύθυνη χρήση της πυρηνικής ενέργειας παγκοσμίως.

Οι ίδιοι προβληματισμοί όσον αφορά την ασφάλεια και την προστασία από κακόβουλες ενέργειες θα εφαρμοστούν και στην ανάπτυξη και την εγκατάσταση νέων ενεργειακών τεχνολογιών (ασφάλεια υδρογόνου, ασφάλεια δικτύου μεταφοράς CO₂, αποθήκευση CO₂, κλπ.).

Προτεραιότητα 4: Επέκταση της ηγετικής θέσης της Ευρώπης στην ενεργειακή τεχνολογία και καινοτομία

Δράση 1: Υλοποίηση του Σχεδίου SET χωρίς καθυστέρηση

Η Επιτροπή θα ενισχύσει την υλοποίηση του σχεδίου SET, ιδίως τα κοινά προγράμματα του Ευρωπαϊκού Συνασπισμού Ενεργειακής Έρευνας (EERA) και των έξι Ευρωπαϊκών Βιομηχανικών Πρωτοβουλιών (αιολική ενέργεια, ηλιακή ενέργεια, βιοενέργεια, ευφυή δίκτυα διανομής, πυρηνική σχάση, δέσμευση και αποθήκευση (διοξειδίου του) άνθρακα). Θα ενταθεί η συνεργασία με τα κράτη μέλη για τη χρηματοδότηση των δραστηριοτήτων των χαρτών πορείας 2010-2020 όσον αφορά τις τεχνολογίες, και για να εξασφαλιστεί η επιτυχία των συναφών προγραμμάτων επίδειξης μεγάλης κλίμακας, όπως για παράδειγμα εκείνων που χρηματοδοτούνται στο πλαίσιο τους αποθέματος (δικαιωμάτων) για τους νεοεισερχόμενους (NER300). Η διαθέσιμη κοινοτική χρηματοδότηση θα επικεντρωθεί στις πρωτοβουλίες του σχεδίου SET.

Οι τεχνολογικοί χάρτες πορείας των ευρωπαϊκών βιομηχανικών πρωτοβουλιών για το 2010-2020 υλοποιούνται από το τρέχον έτος και εφεξής, και θα λάβουν πρόσθετη στήριξη. Θα αποτελέσουν τον ακρογωνιαίο λίθο για την κατάρτιση του επόμενου δημοσιονομικού πλαισίου όσον αφορά ένα παγιωμένο, τακτικά αξιολογούμενο, αποτελεσματικότερο και εστιασμένο πρόγραμμα ενεργειακής έρευνας. Στο πλαίσιο αυτό, η Επιτροπή θα προωθήσει την ανάπτυξη στρατηγικών υποδομών ενεργειακής έρευνας στην Ευρώπη δεδομένου ότι συμβάλλουν ιδιαίτερα στην προσέγγιση της έρευνας με την τεχνολογική ανάπτυξη. Θα εξετάσει επίσης και άλλες εναλλακτικές κατευθύνσεις μεγάλου δυναμικού, όπως οι θαλάσσιες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και η θέρμανση και ψύξη από ανανεώσιμες πηγές.

Δράση 2: Η Επιτροπή θα δρομολογήσει τέσσερα νέα ευρωπαϊκά έργα μεγάλης κλίμακας

1. Η Επιτροπή θα προωθήσει μια μείζονα ευρωπαϊκή πρωτοβουλία στον τομέα των ευφυών δικτύων διανομής προκειμένου να συνδεθεί ολόκληρο το σύστημα μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας από τα αιολικά πάρκα ανοικτής θαλάσσης της Βόρειας Θάλασσας, τα ηλιακά πάρκα του Νότου και τα υφιστάμενα φράγματα υδροηλεκτρικών σταθμών έως τα μεμονωμένα νοικοκυριά, καθιστώντας ταυτόχρονα τα υφιστάμενα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας ευφυέστερα, αποδοτικότερα και πιο αξιόπιστα.

2. Κατάκτηση εκ νέου της ηγετικής θέσης της Ευρώπης στην αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας (τόσο σε μεγάλη κλίμακα όσο και στα οχήματα). Θα αναπτυχθούν φιλόδοξα έργα στους τομείς της υδροηλεκτρικής δυναμικότητας, της αποθήκευσης πεπιεσμένου αέρα, της αποθήκευσης σε συσσωρευτές και σε άλλες καινοτόμες τεχνολογίες αποθήκευσης όπως το υδρογόνο. Τα εν λόγω έργα θα προετοιμάσουν το διασυνδεδεμένο ηλεκτρικό σύστημα σε όλα τα επίπεδα ηλεκτρικής τάσης για τη μαζική αφομοίωση μικρής κλίμακας αποκεντρωμένων και μεγάλης κλίμακας κεντρικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές.

3. Υλοποίηση βιώσιμης παραγωγής βιοκαυσίμων μεγάλης κλίμακας, λαμβανομένης επίσης υπόψη της εν εξελίξει ανασκόπησης όσον αφορά τις επιπτώσεις από την έμμεση αλλαγή των χρήσεων γης. Στο άμεσο μέλλον θα δρομολογηθεί η ευρωπαϊκή βιομηχανική πρωτοβουλία βιοενέργειας ύψους 9 δις ευρώ, για να εξασφαλίσει την ταχεία υιοθέτηση από την αγορά βιώσιμων βιοκαυσίμων δευτέρας γενεάς.

4. Παροχή στις πόλεις, στις αστικές και στις αγροτικές περιοχές, τρόπων για μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας. Η εταιρική σχέση καινοτομίας «Εξυπνες Πόλεις», που θα δρομολογηθεί στις αρχές 2011, θα συγκεντρώσει τις καλύτερες δυνατότητες σε τομείς όπως οι ανανεώσιμες πηγές, η ενεργειακή απόδοση, τα ευφυή διασυνδεδεμένα συστήματα ηλεκτρισμού, οι καθαρές αστικές μεταφορές όπως η ηλεκτρο-κινητικότητα, τα ευφυή δίκτυα διανομής θέρμανσης και ψύξης συνδυαζόμενα με εξαιρετικά καινοτόμα έξυπνα εργαλεία και εργαλεία ΤΠΕ. Η περιφερειακή πολιτική της ΕΕ μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην αποδέσμευση τοπικών δυνατοτήτων. Οι αγροτικές περιοχές διαθέτουν σημαντικό δυναμικό από την άποψη αυτή και μπορούν να αξιοποιήσουν το ΕΓΤΑΑ, το οποίο παρέχει χρηματοδότηση για τη στήριξη τέτοιων καινοτόμων έργων.

Δράση 3: Εξασφάλιση μακροπρόθεσμης τεχνολογικής ανταγωνιστικότητας της ΕΕ

Προκειμένου να τεθούν οι βάσεις της μελλοντικής μας ανταγωνιστικότητας απέναντι στον ισχυρό διεθνή ανταγωνισμό, η Επιτροπή θα προτείνει μια πρωτοβουλία ύψους 1 δις ευρώ για τη στήριξη της έρευνας αιχμής που απαιτείται για να αποδοθούν επιστημονικά επιτεύγματα στον τομέα της ενέργειας χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα.

Η ηγετική θέση της ΕΕ πρέπει επίσης να διατηρηθεί και στο παγκόσμιο εμβληματικό ερευνητικό έργο ITER. Η Επιτροπή θα εξασφαλίσει επαρκή διοίκηση (συμπεριλαμβανομένου και του ελέγχου των δαπανών) και δημιουργία βιομηχανικής προστιθέμενης αξίας από το ITER και το ευρωπαϊκό πρόγραμμα σύντηξης.

Η Επιτροπή θα καταρτίσει ενωσιακό ερευνητικό πρόγραμμα για τις ενεργειακές ύλες επιτρέποντας στον ενωσιακό ενεργειακό τομέα να παραμείνει ανταγωνιστικός παρά τη συρρίκνωση των πόρων σπανίων γαιών.

Προτεραιότητα 5: Ενίσχυση της εξωτερικής διάστασης της ενωσιακής ενεργειακής αγοράς

Δράση 1: Ενοποίηση των αγορών ενέργειας και των κανονιστικών πλαισίων με τους γείτονές μας

Η συνθήκη για την ενεργειακή κοινότητα πρέπει να εφαρμοστεί και να επεκταθεί σε όλους εκείνους τους γείτονες της ΕΕ που επιθυμούν να υιοθετήσουν το μοντέλο της αγοράς της ΕΕ. Στο πλαίσιο αυτό, πρέπει να επιδιωχθεί η ενοποίηση της αγοράς και η κανονιστική σύγκλιση μέσω ολοκληρωμένων, στηριζόμενων στους ενωσιακούς κανόνες, συμφωνιών της ΕΕ με τις χώρες που καλύπτονται από την ευρωπαϊκή πολιτική γειτονίας και τη διαδικασία διεύρυνσης, ιδίως με την περιοχή της Μεσογείου και με τις χώρες διαμετακόμισης όπως η Ουκρανία και η Τουρκία. Επιπλέον, η συνθήκη για την ενεργειακή κοινότητα πρέπει να ενισχυθεί με την επέκταση του νέου κεκτημένου στα μέρη που υπογράφουν την συνθήκη. Η διαδικασία αυτή θα ενισχύσει τη συμμετοχή των γειτονικών χωρών στην εσωτερική αγορά, εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα συνθήκες ισότιμου ανταγωνισμού και διασφαλίσεις κατά του κινδύνου διαρροής άνθρακα μέσω του κλάδου της ηλεκτροπαραγωγής.

Η Επιτροπή θα προτείνει μηχανισμούς για την ευθυγράμμιση των υφιστάμενων διεθνών συμφωνιών (ιδίως στον τομέα του αερίου) με τους κανόνες της εσωτερικής αγοράς και την ενίσχυση της συνεργασίας μεταξύ των κρατών μελών για τη σύναψη νέων. Θα υποβληθούν επίσης προτάσεις για τη δημιουργία του απαιτούμενου κανονιστικού πλαισίου μεταξύ της ΕΕ και τρίτων χωρών για την ανάπτυξη στρατηγικών διαδρομών από νέους προμηθευτές, ιδίως γύρω από τον Νότιο διάδρομο και τη Νότια Μεσόγειο. Θα καλυφθούν επίσης ζητήματα εφοδιασμού, συμπεριλαμβανομένης της ανάπτυξης δικτύων και πιθανώς διακανονισμοί ομαδοποιημένου εφοδιασμού καθώς και κανονιστικές πτυχές, ιδίως αναφορικά με την ελευθερία διαμετακόμισης και την ασφάλεια των επενδύσεων.

Θα κινητοποιηθεί η τεχνική βοήθεια της ΕΕ για την αποτελεσματική εφαρμογή του κεκτημένου της εσωτερικής αγοράς και τον εκσυγχρονισμό του ενεργειακού τομέα σε

γειτονικές χώρες, με ταυτόχρονη βελτίωση του συντονισμού των καθεστώτων στήριξης που παρέχει η ΕΕ, τα κράτη μέλη της και η διεθνής κοινότητα.

Δράση 2: Θέσπιση προνομιακών εταιρικών σχέσεων με εταίρους ζωτικής σημασίας

Παράλληλα με τη διαφοροποίηση των πηγών και των διαδρομών εισαγωγής, η ΕΕ θα προχωρήσει στη σύναψη ενισχυμένων ενεργειακών εταιρικών σχέσεων με προμηθευτές ζωτικής σημασίας και χώρες διαμετακόμισης. Στόχος θα είναι η προώθηση ζωτικών αρχών όπως εκείνων που περιέχονται στη συνθήκη για τον ευρωπαϊκό χάρτη ενέργειας (για παράδειγμα ελευθερία διαμετακόμισης, διαφάνεια, ασφάλεια, επενδυτικές ευκαιρίες, καθώς και συμμόρφωση με το διεθνές δίκαιο).

Δράση 3: Προώθηση του παγκόσμιου ρόλου της ΕΕ για το μέλλον της ενέργειας χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα

Η ενεργειακή απόδοση, οι καθαρές τεχνολογίες και η ασφαλής και αιεφόρος ενέργεια χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα πρέπει να ενσωματωθούν στις δραστηριότητες της ΕΕ και της διμερούς συνεργασίας, ιδίως με μεγάλες καταναλώτριες και αναδυόμενες οικονομίες και μέσω διεθνών εταιρικών σχέσεων.

Η Επιτροπή θα δρομολογήσει μείζονα συνεργασία με την Αφρική επί ενεργειακών πρωτοβουλιών, ώστε προοδευτικά να εξασφαλίσει αιεφόρο ενέργεια σε όλους τους πολίτες με βάση και την πράσινη βίβλο περί αναπτυξιακής πολιτικής.

Δράση 4: Προώθηση παγκοσμίως νομικά δεσμευτικών προτύπων πυρηνικής ασφάλειας, προστασίας και μη διάδοσης

Η Επιτροπή θα αναπτύξει πρωτοβουλίες με στόχο να ενθαρρύνει τις χώρες εταίρους να καταστήσουν τα πρότυπα και τις διαδικασίες πυρηνικής ασφάλειας, προστασίας και μη διάδοσης νομικά δεσμευτικά και αποτελεσματικά εφαρμόσιμα σε διεθνές επίπεδο, ιδίως μέσω ενισχυμένης συνεργασίας με τον Διεθνή Οργανισμό Ατομικής Ενέργειας και τη σύναψη συμφωνιών Ευρατόμ με ζωτικούς πυρηνικούς προμηθευτές και χώρες-χρήστες.

Λόγω των μακρών χρόνων προπορείας που απαιτούνται για τις αλλαγές του ενεργειακού συστήματος, η ανάληψη δράσης σήμερα δεν διασφαλίζει ότι οι διαρθρωτικές αλλαγές που απαιτούνται για την μετάβαση σε καθεστώς χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα θα έχουν ολοκληρωθεί μέχρι το 2020, περίοδο την οποία καλύπτει η παρούσα στρατηγική. Κατά συνέπεια, απαιτείται να ατενίσουμε πέρα από τον χρονικό ορίζοντα της παρούσας στρατηγικής για να εξασφαλίσουμε ότι η ΕΕ θα προετοιμαστεί καλά ώστε να πετύχει τον στόχο του 2050 για ένα ασφαλές, ανταγωνιστικό και χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα ενεργειακό σύστημα. Συνεπώς, η Επιτροπή θα υποβάλει μετά την παρούσα στρατηγική έναν πλήρη χάρτη πορείας για το 2050, στον οποίο θα προσδιοριστούν πιο μακροπρόθεσμα τα μέτρα.

Κεφάλαιο 4

Επιλογή Δεικτών για την Εκτίμηση Κινδύνου

4.1. Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο θα παρουσιαστούν οι δείκτες που θα χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση του κινδύνου διαταραχής της ενεργειακής τροφοδοσίας χωρών ή και περιοχών. Για τη μέτρηση της ασφάλειας της τροφοδοσίας είναι απαραίτητη η εφαρμογή μια μεθοδολογίας η οποία θα λαμβάνει υπόψη τις κύριες έννοιες που επηρεάζουν την τροφοδοσία ενός συγκεκριμένου καυσίμου. Χρησιμοποιώντας τους κατάλληλους δείκτες κύριος στόχος είναι η ποσοτικοποίηση των κινδύνων στην ομαλή τροφοδοσία μιας χώρας.

Η ενεργειακή ασφάλεια είναι πολύμορφη και έτσι χρειάζονται αρκετοί δείκτες για τον προσδιορισμό της. Μία διάκριση αποτελεί αυτή ανάμεσα στους κινδύνους φυσικής διακοπής και τους οικονομικούς, κοινωνικούς και περιβαλλοντικούς κινδύνους. Θα πρέπει εδώ να διευκρινιστεί ότι η ενεργειακή εξάρτηση συνδέεται αλλά είναι και διαφορετική από τον ενεργειακό κίνδυνο. Μία χώρα η οποία εισάγει την περισσότερη από την ενέργεια που καταναλώνει αλλά έχει εξασφαλίσει την ασφαλή τροφοδοσία της έχοντας μεγάλη ποικιλία τροφοδοτών είναι εξαρτημένη αλλά δεν κινδυνεύει.

4.2. Διαδικασία Εκτίμησης Κινδύνου

Το πόσο ευάλωτη είναι μία χώρα ως προς τον ενεργειακό ανεφοδιασμό της είναι ένα πολύμορφο ζήτημα που απαιτεί αρκετούς δείκτες για τη μέτρησή του. Είναι κατανοητό, πως για την εκτίμηση του κινδύνου σε ένα σύστημα, όπως αυτό του ενεργειακού ανεφοδιασμού, είναι απαραίτητο να οριστούν οι επιμέρους παράγοντες που θα πρέπει να συνεκτιμηθούν καθώς και ο τρόπος με τον οποίο θα υπολογιστούν. Ως μέτρο υπολογισμού τους, χρησιμοποιούνται οι δείκτες κινδύνου, για τους λόγους που παρουσιάζονται παρακάτω.

Ο Ρόλος των δεικτών στη διαδικασία υποστήριξης ενεργειακών αποφάσεων

Οι οικονομικοί και πολιτικοί αναλυτές βασίζονται κατά κόρον σε δείκτες εδώ και πολλά χρόνια. Όπως αναφέρουν οι Shipper και Haas, στα παραδείγματα για τις οικονομικές αναλύσεις και περιβαλλοντικές επιπτώσεις και ο Jesinghaus, για αποφάσεις σε ψηφοφορίες, σχεδόν όλοι χρησιμοποιούν και καταλαβαίνουν βασικούς δείκτες, παρόλο που λίγοι είναι αυτοί που γνωρίζουν το επίπεδο ανάλυσης που κρύβεται πίσω από αυτούς.

Οι δείκτες επιλέγονται για την παροχή πληροφοριών λειτουργίας ενός συγκεκριμένου συστήματος για κάποιο συγκεκριμένο σκοπό έτσι ώστε να υποστηρίξουν τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων και διαχείρισης.

Προσεκτική εξέταση ενεργειακών δεικτών βοηθά τον αναλυτή να βγάλει βασικές τάσεις από ένα μεγάλο όγκο αναλυτικών δεδομένων. Οι δείκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να μετρήσουν την επίδραση των αλλαγών στις απαιτήσεις της ενέργειας ή τις αλλαγές στο σύνολο των δραστηριοτήτων της συνολικής χρήσης της

ενέργειας. Οι δείκτες βοηθούν στο να φανεί το πώς η χρήση της ενέργειας διαμορφώνεται από οικονομικούς και τεχνολογικούς παράγοντες, όπως είναι οι τιμές της ενέργειας, η ανάπτυξη της οικονομίας και οι νέες τεχνολογίες.

Η άντληση των δεικτών πραγματοποιείται συνδέοντας τη ζήτηση της ενέργειας με δομικές και δημογραφικές παραμέτρους. Πρόκειται για ένα μέσο το οποίο επιτρέπει την άντληση συστάσεων για έναν καλύτερο σχεδιασμό ενεργειακής πολιτικής. Μπορούν δηλαδή να βοηθήσουν τις διάφορες κυβερνήσεις στην επιλογή των βέλτιστων εναλλακτικών στο σχεδιασμό της πολιτικής τους.

Οι δείκτες για την αποδοτικότητα της ενέργειας, την εκτίμηση κινδύνου κτλ έχουν αναπτυχθεί για ποικίλους λόγους:

- Τη διευκρίνιση και παρακολούθηση των στόχων που τίθενται στα προγράμματα σε εθνικό και διεθνές επίπεδο.
- Την εκτίμηση επιπτώσεων των προγραμμάτων τα οποία έχουν ήδη υλοποιηθεί.
- Τη σχεδίαση μελλοντικών κινήσεων και δράσεων.
- Και τη διακρατική σύγκριση.

Το βασικότερο χαρακτηριστικό που πρέπει να διέπει τους ενεργειακούς δείκτες είναι το γεγονός ότι αποτελούν ένα εργαλείο επικοινωνίας - θα πρέπει να επιτρέπουν ή να προάγουν την ανταλλαγή πληροφοριών, ανάλογα με το θέμα στο οποίο αναφέρονται. Πρέπει να επιτρέπουν την επικοινωνία μεταξύ των επιστημόνων και των υπευθύνων χάραξης πολιτικής, μεταξύ των πολιτικών και των πολιτών και μεταξύ των επιστημόνων και των πολιτών. Όπως αναφέρεται από τον OECD, αυτό σημαίνει ότι οι δείκτες πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο σαφείς, κατανοητοί και κοινώς αποδεκτοί από τα εμπλεκόμενα μέρη.

Αυτό σημαίνει ότι δε θα πρέπει να υπάρχει μεγάλο πλήθος δεικτών, ούτε θα πρέπει αυτοί να είναι πολύπλοκοι στην περιγραφή τους. Σε αυτό το σκοπό συμβάλλει και η συγκεκριμένη εργασία που αποσκοπεί στην σύμπτυξη επιμέρους δεικτών σε έναν συνολικό δείκτη.

Αναλυτικότερα, τα κριτήρια για την επιλογή δεικτών, έτσι όπως αναφέρονται από τον OECD και Jesinghaus, έχουν ως εξής:

- | | |
|---|---|
| Πολιτική
Καταλληλότητα
και χρήση | <ul style="list-style-type: none">■ Παροχή αντιπροσωπευτικής εικόνας του τομέα για τον οποίο χρησιμοποιούνται■ Απλότητα, ευκολία στην επεξήγηση και ικανότητα παρουσίασης τάσεων στην πάροδο του χρόνου■ Διαφάνεια■ Ικανότητα αποτύπωσης αλλαγών■ Διευκόλυνση συγκρίσεων μεταξύ κρατών■ Ικανότητα για τιμή-στόχο |
| Αναλυτική
πληρότητα | <ul style="list-style-type: none">■ Καλή θεωρητική βάση υπό όρους τεχνικούς και επιστημονικούς■ Διεθνή αναγνώριση και συμφωνία για τον ορισμό και τη χρήση αυτών■ Δυνατότητα διασύνδεσης με άλλα μοντέλα και συστήματα |

- Δυνατότητα μέτρησης**
- Δυνατότητα παροχής των απαιτούμενων δεδομένων για την εξαγωγή των δεικτών γρήγορα και εύκολα
 - Ύπαρξη καλής ποιότητας δεδομένων για την εξαγωγή των τιμών των δεικτών

Όπως αναφέρεται από τους Shipper και Haas, οι δείκτες και οι συγκρίσεις που παρέχουν τόσο σε επίπεδο κρατικό όσο και διακρατικό δίνουν τη δυνατότητα κατανόησης των αλλαγών που επιφέρουν σχετικές πολιτικές και στρατηγικές. Οι δείκτες είναι σημαντικοί ως οδηγός για τη διαμόρφωση πολιτικής και την παρακολούθηση της εξέλιξης της υλοποίησης της πολιτικής. Η μεθοδολογία ανάπτυξης ενεργειακών δεικτών εξαρτάται κατά μεγάλο ποσοστό από τις πολιτικές που αποφασίζονται να διευθετηθούν. Οι πολιτικές αυτές καθορίζουν το είδος των δεικτών, το επίπεδο ανάλυσης και συνεπώς τα δεδομένα που πρέπει να είναι διαθέσιμα.

Η χρήση κανονικοποιημένων δεδομένων ή πληροφοριών δεν είναι καινούρια. Η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο εξελίσσεται η ζήτηση ενέργειας απασχολεί τους αναλυτές εδώ και δεκαετίες. Η δομημένη επιστημονική ανάπτυξη αυτών όμως σε θέματα χρήσης και απόδοσης της ενέργειας και των επιπτώσεων τους - κυρίως στο περιβάλλον - αποτελεί αντικείμενο έρευνας που ξεκίνησε με οργανωμένο τρόπο μόλις στα τέλη της δεκαετίας του 1980. Από τη στιγμή που έγινε αισθητή η ανάγκη για την ανάπτυξη δεικτών για την καλύτερη παρακολούθηση του ενεργειακού τομέα και για την κατάστρωση αρτιότερων ενεργειακών πολιτικών, άρχισε να αναπτύσσεται μία σειρά πρωτοβουλιών, κάθε μία από τις οποίες ασχολήθηκε με την ανάπτυξη δεικτών για κάποιον συγκεκριμένο στόχο.

4.3. Κατηγορίες Κινδύνου

Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν πολλές μελέτες που προτείνουν συγκεκριμένες κατηγοριοποιήσεις για τους πιθανούς κινδύνους στην ενεργειακή τροφοδοσία. Κάτι τέτοιο είναι δυνατό να γίνει αν σκεφτούμε περιστατικά που οδήγησαν ή είναι δυνατό να οδηγήσουν σε διακοπή της τροφοδοσίας. Στη συνέχεια περιγράφονται συνοπτικά οι κατηγορίες των κινδύνων και παρατίθενται και πίνακες με ενδεικτικά περιστατικά.

- ❖ *R1) Διαμάχες:* Η εμπειρία από τις προηγούμενες κρίσεις δείχνει ότι προσωρινές διακοπές της τροφοδοσίας μπορούν ακόμη να προκύψουν. Την τελευταία δεκαετία υπήρξαν τουλάχιστον 15 διακοπές στην τροφοδοσία πετρελαίου διάρκειας από 3 έως 18 μήνες. Σχεδόν όλες αυτές οι διαταραχές συνδέονται με πολιτικά και στρατιωτικά θέματα στη Μέση Ανατολή. Έτσι, παρά το γεγονός ότι οι περιοχές που εμπλέκονται σε πολέμους και εμφύλιες διαμάχες είναι κυρίως μη-ευρωπαϊκές, η συμβολή τους στην παραγωγή και διανομή ενέργειας είναι υψίστης σημασίας.

Περίοδος	Περιστατικό	Απώλεια Προμήθειας (bbl/day)
Νοέμ. 1956-Μάρ. 1957	Κρίση του Σουέζ	940 εκ.
Ιούν.-Αύγ. 1967	Ο πόλεμος των 6 ημερών	120 εκ.
Οκτ. 1973-Μαρ. 1974	Αραβοϊσραηλινός πόλεμος	M/Δ
Νοέμ. 1978-Απρ. 1979	Ιρανική επανάσταση	640 εκ.
Οκτ.-Δεκ. 1980	Πόλεμος Ιράν-Ιράκ	300 εκ.
1990-1991	Κρίση του Κόλπου	420 εκ.
Μάρτιος 2004	Ξεσπάσματα βίας στη Νιγηρία	800 χιλ.
Δεκέμβρης 2005	Βομβαρδισμοί στη Νιγηρία	180 χιλ.
Φεβρουάριος 2006	Συνεχείς διαμάχες στη Νιγηρία	455 χιλ.
Ιούλιος 2006	Επιθέσεις στο βόρειο σύστημα αγωγών στο Ιράκ	M/Δ
Νοέμβρης 2006	Επίθεση σε Ιρακινό πεδίο	200 χιλ.

Πίνακας 4.1: Περιστατικά διαμαχών

- ❖ R2) Πολιτική Αστάθεια: Η πολιτική αστάθεια, η αλλαγή καθεστώτος, οι επαναστάσεις, οι απεργίες και άλλες μορφές διαμαρτυρίας αναφέρονται συχνά στο πέρασμα των χρόνων και εφόσον μπορούν να προκαλέσουν διαταραχές στην ομαλή τροφοδοσία ενέργειας θα πρέπει να ληφθούν υπόψη.

Περίοδος	Περιστατικό	Απώλεια Προμήθειας (bbl/day)
Μάρ. 1951-Οκτ. 1954	Εθνικοποίηση βιομηχανίας πετρελαίου στο Ιράν	940 εκ.
Απρ.-Αυγ. 1971	Εθνικοποίηση βιομηχανίας πετρελαίου στην Αλγερία	90 εκ.
Απρίλης 1986	Απεργία στην Αγγλία	Μ/Δ
Απρίλης 2002	Απεργίες σε όλη τη Βενεζουέλα	Μ/Δ
Δεκέμβρης 2003	Απεργία στη Βενεζουέλα	3 εκ.
Ιούν.-Αυγ. 2004	Επιθέσεις στον αγωγό πετρελαίου Kirkuk-Ceyhan	Μ/Δ
Δεκέμβρης 2004	Παύση 3 σταθμών ροής πετρελαίου στη Νιγηρία	100 χιλ.
Μάρτιος 2005	Επ' αόριστον κλείσιμο του Kirkuk-Ceyhan	600 χιλ.
Μάης 2005	Απεργία στα διυλιστήρια πετρελαίου στη Γαλλία	Μ/Δ
Αύγουστος 2005	Διαμαρτυρίες σε περιοχές παραγωγής πετρελαίου στο Εκουαδόρ	Μ/Δ
Σεπτέμβριος 2005	Απεργία στη Γαλλία, στις εγκαταστάσεις Total	343 χιλ.
Οκτώβρης 2005	Απεργία στο σταθμό εξαγωγής ακατέργαστου πετρελαίου της Νιγηρίας	Μ/Δ
Φεβρουάριος 2006	Διαμαρτυρίες στο Εκουαδόρ-διακοπή όλης της παραγωγής ακατέργαστου πετρελαίου	Μ/Δ

Πίνακας 4.2: Περιστατικά πολιτικής αστάθειας

- ❖ *R3) Τρομοκρατικές επιθέσεις:* Οι τρομοκρατικές επιθέσεις, αν και δεν είναι τόσο συχνές, μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές ζημιές στην διαδικασία ενεργειακής τροφοδοσίας.

Περίοδος	Περιστατικό	Απώλεια Προμήθειας (bbl)
Νοέμβριος 1997	Έκρηξη βόμβας στον Trans-Mediterranean αγωγό	Μ/Δ
Οκτώβριος 2002	Επίθεση σε γαλλικό βυτιοφόρο	400 χιλ.

Πίνακας 4.3: Περιστατικά τρομοκρατικών επιθέσεων

- ❖ *R4) Ατυχήματα:* Ανάμεσα σε όλους τους παράγοντες που θέτουν σε κίνδυνο την ενεργειακή τροφοδοσία, τα ατυχήματα παίζουν σημαντικό ρόλο. Για παράδειγμα, η έκρηξη που συνέβη το 1998 σε ένα σταθμό στην αυστραλή πολιτεία Βικτόρια προκάλεσε τη διακοπή προμήθειας φυσικού αερίου σε όλους τους πελάτες σε ολόκληρη την πολιτεία για δύο εβδομάδες. Αυτού του είδους ο κίνδυνος είναι δύσκολο να προβλεφθεί, πρέπει όμως να συμπεριληφθεί για το σχεδιασμό και την ανάληψη αποτρεπτικών μέτρων.

Περίοδος	Περιστατικό	Απώλεια Προμήθειας
1998	Έκρηξη σε σταθμό επεξεργασίας Φ.Α στη Βικτόρια της Αυστραλίας	Μ/Δ
Δεκέμβριος 1999	Ατύχημα του τάνκερ ERICA	10000 heavy fuel tones
Δεκέμβριος 1999	Ατύχημα του τάνκερ VOLGONEFT	Μ/Δ
Αύγουστος 2000	Έκρηξη σε αγωγό στο Νέο Μεξικό	1,2 bcf
Μάρτιος 2001	Ατύχημα του τάνκερ BALTIC CARRIER	2700 heavy fuel tones
Νοέμβριος 2002	Ατύχημα του τάνκερ PRESTIGE	38000 heavy fuel tones
Μάρτιος 2005	Έκρηξη στα διυλιστήρια της BP στο Τέξας	Μ/Δ
Αύγουστος 2005	Φωτιά στην περιοχή πετρελαιοφόρων Shiehallion της BP	120-150 χιλ. (bbl/d)
Μάρτιος 2006	Διαρροή αγωγού στην Αλάσκα	100000 (bbl/d)
Απρίλης 2006	Φωτιά σε ιταλικά διυλιστήρια	160000 (bbl/d)
Ιούνιος 2006	Φωτιά σε σταθμό εξαγωγής πετρελαίου στο Ιράκ	Μ/Δ
Ιούλιος 2006	Διαρροή σε Νιγηριανό αγωγό πετρελαίου	180 χιλ. (bbl/d)

Πίνακας 4.4: Περιστατικά ατυχημάτων

- ❖ *R5) Καιρικές συνθήκες:* Τα ατυχήματα στην ενεργειακή τροφοδοσία που οφείλονται σε ακραία καιρικά φαινόμενα δεν είναι αμελητέα. Μια μεγάλη πτώση της θερμοκρασίας για παράδειγμα μπορεί να οδηγήσει σε μη αναμενόμενη αύξηση της ζήτησης για ενέργεια και κατά συνέπεια σε έλλειψη. Σε περιόδους ξηρασίας, η έλλειψη νερού επηρεάζει άμεσα τη λειτουργία σταθμών παραγωγής και μεταφοράς ενέργειας.

Περίοδος	Περιστατικό	Απώλεια Προμήθειας (bbl/day)
1992-1993	Ακραίες καιρικές συνθήκες τον χειμώνα στον Καναδά	M/Δ
Ιανουάριος 1994	Ακραίες καιρικές συνθήκες στις Η.Π.Α.	M/Δ
Οκτώβριος 2002	Τυφώνας Lili	1,5 εκ.
Σεπτέμβριος 2004	Τυφώνας Ivan	M/Δ
Ιούλιος 2005	Τροπική καταιγίδα Cindy	M/Δ
Ιούλιος 2005	Τυφώνας Emily	M/Δ
Αύγουστος 2005	Τυφώνας Katrina	M/Δ
Σεπτέμβριος 2005	Τυφώνας Rita	3,9 εκ.

Πίνακας 4.5: Περιστατικά ακραίων καιρικών συνθηκών

- ❖ *R6) Μονοπωλιακές Πρακτικές-Καρτέλ:* Αν αναλογιστούμε ότι το 70% των αποθεμάτων φυσικού αερίου βρίσκονται στην πρώην Σοβιετική Ένωση, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι το 50% αυτών ανήκουν σε δύο μόνο χώρες, το Ιράν και τη Ρωσία, γίνεται αντιληπτό ότι μονοπωλιακές πρακτικές, αν και παράνομες μπορεί να λάβουν χώρα.

Περίοδος	Περιστατικό	Απώλεια Προμήθειας (bbf/day)
Μάιος 1970-Ιαν. 1971	Διαμάχη για τις τιμές στη Λιβύη	360 εκ.
1980	Απώλεια της αλγερινής αγοράς υδροποιημένου Φ.Α	Μ/Δ
1994	Μειωμένες παραδόσεις ρώσικου Φ.Α καθημερινά	50%
1995	Μειωμένες παραδόσεις ρώσικου Φ.Α καθημερινά	Μ/Δ
2004	Μειωμένη προμήθεια Φ.Α	Μ/Δ
Ιανουάριος 2007	Διακοπή της παροχής ακατέργαστου πετρελαίου μέσω του αγωγού Druzhba	Μ/Δ

Πίνακας 4.6: Περιστατικά μονοπωλιακών πρακτικών-καρτέλ

Όσον αφορά την ποιοτική αξιολόγηση των παραπάνω κινδύνων μπορούν να εξαχθούν τα εξής συμπεράσματα για το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο:

Πιθανότητα Κινδύνου στην τροφοδοσία πετρελαίου: Για το πετρέλαιο, η πιθανότητα ένας από τους παραπάνω κινδύνους να λάβει χώρα είναι από μέτρια έως υψηλή σχεδόν για όλες τις κατηγορίες εκτός του R3. Είναι, επίσης, σημαντικό να αναφέρουμε ότι στο παρελθόν τα περιστατικά τα οποία αφορούσαν στη διακοπή τροφοδοσίας του πετρελαίου ήταν περισσότερα από εκείνα που αφορούσαν την τροφοδοσία του φυσικού αερίου.

Αντίκτυπο Κινδύνου: Το αντίκτυπο των παραπάνω κινδύνων όταν συμβαίνουν, στην περίπτωση του πετρελαίου, είναι και πάλι μέτριας έως υψηλής κλίμακας σχεδόν για όλες τις κατηγορίες, με εξαίρεση των R3 και R5. Σε αυτές τις κατηγορίες, τα μέχρι τώρα περιστατικά έχουν δείξει πως το αντίκτυπο κυμαίνεται στα χαμηλότερα επίπεδα.

Πιθανότητα Κινδύνου στην τροφοδοσία αερίου: Για το φυσικό αέριο, η πιθανότητα να συμβούν οι παραπάνω κίνδυνοι είναι χαμηλή και γενικά τα περιστατικά που οδηγούν στη διακοπή της ενεργειακής τροφοδοσίας είναι λιγότερα για την περίπτωση του φυσικού αερίου σε σχέση με το πετρέλαιο.

Αντίκτυπο Κινδύνου: Παρά το γεγονός ότι η πιθανότητα ενός κινδύνου είναι αρκετά χαμηλή στην περίπτωση του φυσικού αερίου, τα αποτελέσματα όταν συμβεί ένας κίνδυνος και επηρεάσει την τροφοδοσία του αερίου είναι συγκρίσιμα με αυτά του πετρελαίου. Αυτό υποδεικνύει ότι παρά το γεγονός ότι οι πιθανότητες διακοπής είναι χαμηλές, ο παράγοντας των επιπτώσεων πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη.

Κατηγορία Κινδύνου	Πιθανότητα		Αντίκτυπο	
	Πετρέλαιο	Φυσικό Αέριο	Πετρέλαιο	Φυσικό Αέριο
R1: Διαμάχες	++	-	++	++
R2: Πολιτική αστάθεια	++	-	++	++
R3: Τρομοκρατικές επιθέσεις	-	-	-	-
R4: Ατυχήματα	+	+	+	+
R5: Καιρικές συνθήκες	+	+	-	-
R6: Μονοπωλιακές πρακτικές-Καρτέλ	++	++	++	++

Πίνακας 4.7: Ποιοτική Αξιολόγηση Κινδύνων

Η ανασκόπηση της αγοράς πετρελαίου και φυσικού αερίου και οι σχετικοί κίνδυνοι με τα αντίστοιχα περιστατικά δηλώνουν καθαρά ότι ακόμα και σήμερα οι κίνδυνοι που σχετίζονται με την ενεργειακή τροφοδοσία είναι πολλοί. Ο κίνδυνος πολέμου και πολιτικών διαμαχών, ειδικά στην Ευρώπη, μπορεί να έχουν αντικατασταθεί σε ένα βαθμό από τα ακραία καιρικά φαινόμενα και τις μονοπωλιακές πρακτικές, συνεχίζουν όμως να παίζουν σημαντικό ρόλο στην ασφάλεια της ενεργειακής τροφοδοσίας. Έτσι, παρόλο που οι κίνδυνοι αλλάζουν φύση, οι συνέπειες στις διεθνείς αγορές και την παγκόσμια τροφοδοσία ενέργειας παραμένουν υψίστης σημασίας. Αναλογιζόμενοι τη σημασία του θέματος, μπορούμε να αναγνωρίσουμε ένα μεγάλο πλήθος ερευνητικών περιοχών που μπορεί να υπάρξουν στο μέλλον, έτσι ώστε να επιτευχθεί μία καθολική εξέταση του αντικειμένου. Η ποσοτικοποίηση και η αξιολόγηση της πιθανότητας κάθε κινδύνου να συμβεί είναι μία τρομερά απαιτητική και σημαντική διαδικασία και το ίδιο ισχύει και για τη μέτρηση των επιπτώσεων.

4.4. Επιλογή Δεικτών

Δείκτες Γεωπολιτικού Κινδύνου

➤ **WAR RISK, POLITICAL RISK**

Οι διεθνείς εξελίξεις σε πολιτικό, διπλωματικό και στρατιωτικό επίπεδο επηρεάζουν την πορεία των χρηματαγορών και κεφαλαιαγορών. Πολιτικές εξελίξεις σε ορισμένη χώρα (π.χ. πολιτική ανωμαλία, εκλογή κυβέρνησης και ειδικότερες κυβερνητικές επιλογές σε νευραλγικούς τομείς της κοινωνικής και οικονομικής ζωής) μπορούν να επηρεάσουν την τιμή των χρηματοπιστωτικών μέσων, που αποτελούν αντικείμενο διαπραγμάτευσης στη χώρα αυτή ή των επιχειρήσεων που εδρεύουν ή δραστηριοποιούνται εκεί.

Ο δείκτης κινδύνου πολέμου αφορά στον εκτιμώμενο κίνδυνο πολέμου στο έδαφος κάποιας συγκεκριμένης χώρας. Είναι προφανές πως σε αυτό το ενδεχόμενο οι συνέπειες στην οικονομία θα είναι σημαντικές και συνήθως επώδυνες. Εξαρτάται άμεσα από τη γεωγραφική και γεωπολιτική θέση της χώρας και πέρα από τις επιπτώσεις ενός πιθανού πολέμου, επιδρά αρνητικά στην οικονομία ως αποτρεπτικός παράγοντας επενδύσεων.

➤ **GEOPOLITICAL RISK**

Ο δείκτης Geopolitical Risk (GPR) δείχνει το βαθμό εξάρτησης της εκάστοτε χώρας από τις χώρες προμηθευτές της και άρα απεικονίζει εμμέσως τη δυνατότητα διαφοροποίησης στον ενεργειακό εφοδιασμό της. Σημαντικό είναι ότι η σύνθεση του δείκτη αποτελείται, πέρα από το ποσοστό εισαγωγών της κάθε χώρας από τις χώρες προμηθευτές και από το μέτρο πολιτικής σταθερότητας και απουσίας κινδύνου τρομοκρατίας των χωρών προμηθευτών. Για παράδειγμα οι πρόσφατες πολιτικές ταραχές στη Λιβύη, η οποία αποτελεί χώρα-προμηθεύτρια για πολλές άλλες χώρες, προκάλεσαν πληθώρα προβλημάτων στην εξασφάλιση της ομαλής τροφοδοσίας της ενέργειας.

Πρόκειται για μια μεταβλητή που προκύπτει, λοιπόν, από πληθώρα στοιχείων με τον ακόλουθο τρόπο:

για τις υπό μελέτη χώρες βρίσκεται το ποσοστό συμμετοχής των προμηθευτών της στην εισαγόμενη μορφή ενέργειας (εισαγόμενη ποσότητα από χώρα προμηθευτή/συνολική εισαγόμενη ποσότητα).

Κατόπιν χρησιμοποιείται ο δείκτης Political Stability and Absence of Terrorism, που χαρακτηρίζει κάθε χώρα προμηθευτή, κανονικοποιημένος στο πεδίο τιμών [0,100]. Έπειτα υπολογίζεται το αντίστροφο του δείκτη (reciprocal) με τον ακόλουθο τρόπο: $1/\text{κανονικοποιημένος δείκτης}/100$ και η εξαγωγή του δείκτη GR της κάθε χώρας προμηθευτή προκύπτει από το γινόμενο του reciprocal με το τετράγωνο του ποσοστού προμήθειας.

Τέλος, ο δείκτης GPR της υπό μελέτη χώρας είναι το άθροισμα των επιμέρους GPR των προμηθευτών της. Να σημειωθεί στο σημείο αυτό πως ο δείκτης GPR εμπεριέχει κίνδυνο πολέμου, όμως η ουσιαστική διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι ο GPR αφορά κίνδυνο πολέμου προερχόμενο από το γενικότερο γεωπολιτικό περιβάλλον, σε συνάρτηση δηλαδή με την κατάσταση που επικρατεί και στις χώρες προμηθευτές, ενώ αντίθετα, ο δείκτης κινδύνου War Risk αφορά μόνο κάθε υπό μελέτη χώρα ξεχωριστά.

➤ **DISASTER RISK**

Ο δείκτης Disaster είναι συνάρτηση των τριών δεικτών Earthquake, Flood, Draught. Υπολογίζεται ως ο μέσος όρος των παραπάνω δεικτών για κινδύνους φυσικών καταστροφών, δηλαδή για κίνδυνο σεισμού, πλημμύρας και ξηρασίας και λαμβάνεται υπόψη γιατί, όπως έχει παρατηρηθεί, ακραία καιρικά φαινόμενα έχουν επηρεάσει έντονα στο παρελθόν την αλυσίδα του ενεργειακού ανεφοδιασμού με πιο πρόσφατο και συγκλονιστικό παράδειγμα το τσουνάμι στην Ιαπωνία.

Μετά το καταστροφικό τσουνάμι, η Ιαπωνία έπρεπε να κοιτάξει προς την εισαγωγή ενεργειακών πηγών για να αντικαταστήσει την απώλεια ισχύος στους πυρηνικούς αντιδραστήρες. Η Ιαπωνία στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό στη πυρηνική ενέργεια ως μία από τις πρωταρχικές πηγές ενέργειας που χρησιμοποιεί. Είναι επίσης η τρίτη χώρα παγκοσμίως σε αξιοποίηση της πυρηνικής ενέργειας, και πριν από το σεισμό είχε 54 πυρηνικούς αντιδραστήρες που το 2009 κάλυπταν το 27% των ηλεκτρικών αναγκών της Ιαπωνίας. Η ιαπωνική κυβέρνηση σχεδίαζε να αυξήσει το μερίδιο της πυρηνικής ενέργειας στη συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο 40% μέχρι το 2017 και σε 50% μέχρι το 2030.

Λόγω των σεισμών 11 πυρηνικοί αντιδραστήρες της Ιαπωνίας υπέστησαν ζημιές. Έτσι, εκτιμάται ότι το 10-20% των ενεργειακών πηγών της Ιαπωνίας που καλύπτονταν από την πυρηνική ενέργεια, υπέστησαν ζημιές. Ακόμη, η Ιαπωνία είναι ο τρίτος μεγαλύτερος εισαγωγέας πετρελαίου, μετά την Αμερική και την Κίνα. Το 2009 εισήγαγε 4,3 εκατομμύρια βαρέλια ημερησίως, κυρίως από τη Μέση Ανατολή (σχεδόν 80%). Λόγω του σεισμού, πέντε διυλιστήρια πετρελαίου υπέστησαν ζημιές, προκαλώντας πτώση σχεδόν 1,2 εκατομμυρίων βαρελιών ημερησίως στην παραγωγή πετρελαίου, η οποία είναι τουλάχιστον 26% της τρέχουσας παραγωγικής ικανότητας της Ιαπωνίας.

Δείκτες Οικονομικού Κινδύνου

➤ **INTENSITY(DC/TPEC)**

Ως Intensity ορίζεται η ποσότητα DC/TPEC όπου DC (Domestic Consumption) είναι η εγχώρια κατανάλωση της υπό μελέτη μορφής ενέργειας και TPEC (Total Primary Energy Consumption) είναι η συνολική κατανάλωση ενέργειας κάθε χώρας.

Ο δείκτης αυτός αναπαριστά το ποσοστό που έχει η κατανάλωση μιας μορφής ενέργειας (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, πυρηνική ενέργεια, γαιάνθρακας) στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση της εκάστοτε χώρας.

Στην ίδια κατηγορία μπορεί να συμπεριληφθούν και οι δείκτες DC/WS, DC/Population και DC/Area.

➤ **DP/DC**

DP/DC είναι ο λόγος του Domestic Production (ή Domestic Reserves), δηλαδή της εγχώριας παραγόμενης ενέργειας, προς τον προαναφερθέντα δείκτη DC. Να σημειωθεί πως πρόκειται για το μόνο δείκτη με αρνητική συσχέτιση ως προς το τελικό ρίσκο κάθε χώρας καθώς όσο μεγαλύτερος είναι ο συγκεκριμένος παράγοντας, τόσο πιο ανεξάρτητη είναι και η χώρα από εισαγωγές και συνεπώς λιγότερο εκτεθειμένη στους κινδύνους που προκύπτουν από τον ανεφοδιασμό της.

➤ **DC/GDP ή VALUE OF IMPORTS/GDP**

Οι δείκτες αυτοί είναι πολύ σημαντικοί για τον προσδιορισμό του κινδύνου που αντιμετωπίζει κάθε χώρα στην ομαλή τροφοδοσία ενέργειας. Η διαφορά τους έγκειται στις μονάδες. Ο πρώτος δείκτης μετρά την ποσότητα ενέργειας που καταναλώνεται στα πλαίσια της οικονομίας μιας χώρας σε συσχέτισμό με το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν της, ενώ ο δεύτερος προκύπτει υπολογίζοντας το κόστος των εισαγωγών (ποσότητα * τιμή) και διαιρώντας με το Α.Ε.Π. εκφρασμένο σε χρηματικές μονάδες.

Κεφάλαιο 5

Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών – Principal Component Analysis (PCA)

5.1. Εισαγωγή

Η Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών (PCA) είναι μια μαθηματική διαδικασία που χρησιμοποιεί ένα ορθογώνιο μετασχηματισμό για να μετατρέψει ένα σύνολο παρατηρήσεων πιθανόν συσχετισμένων μεταβλητών σε ένα σύνολο αξιών της ασυσχέτιστων μεταβλητών που ονομάζονται κύριες συνιστώσες. Το πλήθος των κύριων συνιστωσών είναι μικρότερο ή ίσο με τον αριθμό των αρχικών μεταβλητών. Ο μετασχηματισμός αυτός ορίζεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε η πρώτη κύρια συνιστώσα να έχει τη μεγαλύτερη δυνατή διακύμανση (δηλαδή, αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο μέρος της μεταβλητότητας των δεδομένων), και κάθε συνιστώσα που ακολουθεί με τη σειρά της να έχει την υψηλότερη διακύμανση δυνατόν υπό τον περιορισμό ότι θα πρέπει να είναι ασυσχέτιστη με τις προηγούμενες συνιστώσες. Οι κύριες συνιστώσες είναι ανεξάρτητες μόνον αν το σύνολο δεδομένων είναι από κοινού κανονικά κατανεμημένα.

Η PCA εφευρέθηκε το 1901 από τον Karl Pearson. Τώρα, ως επί το πλείστον χρησιμοποιείται ως εργαλείο για τη διερευνητική ανάλυση δεδομένων και για την κατασκευή μοντέλων πρόβλεψης. Είναι η απλούστερη από τις μεθόδους πολυμεταβλητής ανάλυσης που βασίζονται στα ιδιοδιανύσματα. Η λειτουργία της στηρίζεται στην ανάδειξη της εσωτερικής δομής των δεδομένων κατά τρόπο που να εξηγεί καλύτερα τη διακύμανση στα δεδομένα. Εάν ένα πολυμεταβλητό σύνολο δεδομένων απεικονίζεται ως σύνολο συντεταγμένων σε ένα χώρο δεδομένων μεγάλων διαστάσεων (1 άξονας ανά μεταβλητή), η PCA μπορεί να παρέχει στο χρήστη μία εικόνα μικρότερων διαστάσεων. Αυτό γίνεται χρησιμοποιώντας μόνο τις πρώτες κύριες συνιστώσες, έτσι ώστε η διάσταση των μετασχηματισμένων δεδομένων να μειώνεται.

5.2. Αναφορά και ανάλυση των μαθηματικών εννοιών

Η χρήση της συγκεκριμένης αναφοράς στόχο έχει το στοιχειώδη εμπλουτισμό μαθηματικών δεξιοτήτων, οι οποίες καθίστανται αναγκαίες προκειμένου να γίνει εφικτή η κατανόηση της διαδικασίας PCA. Είναι σημαντικό να καταλάβουμε τους λόγους για τους οποίους χρησιμοποιείται η συγκεκριμένη τεχνική και τι συμπεράσματα προκύπτουν για τα δεδομένα μας παρά να απομνημονεύσουμε την τεχνική των μαθηματικών μηχανισμών που χρησιμοποιούνται κατά την εφαρμογή της.

5.2.1. Στατιστική

Όλο το κομμάτι το οποίο αναφέρεται στην στατιστική βασίζεται στην ιδέα πως τίθεται προς έρευνα και μελέτη ένα μεγάλο κομμάτι δεδομένων το οποίο χρήζει ανάλυσης με βάση τις συσχετίσεις των επιμέρους μεγεθών. Εν συνεχεία γίνεται αναφορά σε ορισμένα από τα μέτρα τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα τέτοιο μεγάλο εύρος δεδομένων

καθώς και τί δύναται να αποκρυπτογραφηθεί με τη χρήση αυτών για το δεδομένο εύρος πληροφοριών.

Τυπική Απόκλιση

Προκειμένου να γίνει κατανοητή αυτή η έννοια θα γίνει χρήση ενός συνόλου δεδομένων. Οι στατιστικοί συνήθως έχουν ως αντικείμενο προς μελέτη ένα δείγμα πληθυσμού. Έτσι και στην επικείμενη διδακτική αναφορά θα χρησιμοποιηθεί το παράδειγμα της εκλογικής διαδικασίας, που ο πληθυσμός αναφέρεται στο πληθυσμό που απαρτίζει μία χώρα και το δείγμα ως το υποσύνολο του πληθυσμού το οποίο μελετούν οι στατιστικοί. Το γεγονός το οποίο χαρακτηρίζει τη στατιστική είναι πως μόνο με τη καταγραφή ενός δείγματος πληθυσμού δύναται να βγάλει αποτέλεσμα σχετικά με το σύνολο αυτού (του πληθυσμού). Στην εν λόγω στατιστική αναφορά τα προς μελέτη δείγματα θα υποτεθούν πως αντικατοπτρίζουν δείγματα ενός μεγάλου πληθυσμού. Υπάρχει το εξής δείγμα δεδομένων:

$$X = [1 \ 2 \ 4 \ 6 \ 12 \ 15 \ 25 \ 45 \ 68 \ 67 \ 65 \ 98]$$

Το σύμβολο X θα αναφέρεται στο σύνολο των αριθμών. Όταν πρόκειται να γίνει αναφορά σε έναν αριθμό ξεχωριστά θα χρησιμοποιούνται αριθμοδείκτες στο σύμβολο X για να προσδιορίσει την ταυτότητά του. Έτσι, για παράδειγμα, το X_3 θα αναφέρεται στον τρίτο αριθμό του προς μελέτη συνόλου δεδομένων, συγκεκριμένα στο εν λόγω παράδειγμα η τιμή του της μεταβλητής X_3 είναι το 4. Αξίζει να σημειωθεί πως η πρώτη τιμή του πλήθους των τιμών αντιστοιχεί στη μεταβλητή X_1 και όχι στη μεταβλητή X_0 . Επιπροσθέτως το σύμβολο n πρόκειται να αναφέρεται στο πλήθος των στοιχείων το οποίο απαρτίζει το προς μελέτη σύνολο δεδομένων X .

Υπάρχει πλήθος πραγμάτων τα οποία δύναται να υπολογισθούν σε ένα πλήθος από δεδομένα. Για παράδειγμα, μπορούμε να υπολογίσουμε το μέσο όρο του δείγματος. Όπως είναι ήδη γνωστό ο τύπος για το μέσο όρο ενός πλήθους αριθμών δίνεται από τον παρακάτω τύπο

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Ο παραπάνω τύπος στην ουσία αναφέρει πως ο μέσος όρος ορίζεται ως το άθροισμα των επιμέρους δεδομένων προς το πλήθος αυτών. Δυστυχώς όμως ένα μέγεθος όπως αυτό του μέσου όρου δεν δύναται να μας προσδώσει σημαντικές πληροφορίες σχετικά με το πλήθος δεδομένων. Για την καλύτερη κατανόηση θα αναφερθεί το παρακάτω παράδειγμα σύμφωνα με το οποίο έχουμε στη διάθεσή μας δύο διαφορετικά δείγματα με ακριβώς τον ίδιο μέσο όρο (10) αλλά καταφανώς διαφορετικές τιμές:

$$[0 \ 8 \ 12 \ 20] \text{ και } [8 \ 9 \ 11 \ 12]$$

Έτσι λοιπόν, όπως διαφαίνεται από τα παραπάνω δείγματα η διαφορά έγκειται στο φάσμα των δεδομένων. Η τυπική απόκλιση (standard deviation STD) ενός συνόλου δεδομένων, είναι ένα μέγεθος το οποίο εκτιμά τη ποικιλομορφία των εκάστοτε προς έρευνα δεδομένων. Έτσι ερχόμαστε στο τρόπο με τον οποίο υπολογίζουμε το συγκεκριμένο μέγεθος. Η ακριβής ερμηνεία του εν λόγω μεγέθους είναι «η μέση απόσταση από το μέσο όρο των δεδομένων». Ο τρόπος με τον οποίο τελικά υπολογίζεται είναι η τετραγωνική ρίζα του αθροίσματος των επιμέρους τετραγώνων των διαφορών κάθε δεδομένου με το μέσο όρο (του συνόλου των δεδομένων) διαιρεμένο με τη ποσότητα $(n-1)$. Επομένως συγκεντρωτικά ο τύπος λαμβάνει τη παρακάτω μορφή

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Το επικείμενο σύμβολο s όπως αυτό διαφαίνεται στον παραπάνω τύπο, συμβολίζει τη ποσότητα της τυπικής απόκλισης ενός προς μελέτη δείγματος. Μία προφανής απορία η οποία απορρέει από τη παρατήρηση του προαναφερθέντος τύπου δύναται να είναι η εξής «Γιατί πραγματοποιείται η διαίρεση με τον όρο $n-1$ αντί του n ; ». Έχει παρατηρηθεί λοιπόν πως το εν λόγω αποτέλεσμα που αποκομίζουμε από τον τύπο είναι πιο κοντά προς το πραγματικό-ρεαλιστικό νούμερο όταν η ποσότητα του αθροίσματος διαιρεθεί με τον όρο $n-1$ αντί με τον όρο n . Αξίζει όμως να σημειωθεί πως στη περίπτωση που έχουμε το νούμερο ολόκληρου του δείγματος αντί για ένα μέρος αυτού, η διαίρεση θα πραγματοποιηθεί με τον όρο n .

Έτσι, εφαρμόζοντας τον τύπο της διακύμανσης για τα δύο σύνολα είναι ορατό πως το πρώτο σύνολο δεδομένων έχει μεγαλύτερη τιμή τυπικής απόκλισης (8,3266) από το δεύτερο (1,8257) και το γεγονός αυτό οφείλεται στη διαφορετικότητα της εξάπλωσης των τιμών που απαρτίζουν το εν λόγω σύνολο. Τέλος, αν για παράδειγμα έχουμε το σύνολο:

$$[10 \ 10 \ 10 \ 10],$$

ο μέσος όρος αυτού είναι εξίσου ίσος με 10 με τη μόνη διαφορά πως η τιμή της τυπικής απόκλισης είναι ίση με 0. Η τιμή αυτή της απόκλισης οφείλεται στο ότι όλες οι τιμές που απαρτίζουν το συγκεκριμένο δείγμα είναι ταυτόσημες, έτσι καμία από αυτές δεν παρεκκλίνει του μέσου όρου.

Διασπορά

Η διασπορά είναι ένα επιπρόσθετο μέγεθος το οποίο υπολογίζει-προσδιορίζει το εύρος τιμών των δεδομένων του προς μελέτη δείγματος. Στην πραγματικότητα είναι σχεδόν ταυτόσημο με την τυπική απόκλιση. Το μέγεθος της διασποράς προσδιορίζεται από το τύπο

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Παρατηρώντας τον τύπο φαίνεται ότι πρόκειται για την τυπική απόκλιση στο τετράγωνο (δεν υπάρχει τετραγωνική ρίζα στον τύπο για τη διακύμανση-διασπορά). Έτσι το s^2 είναι το συνήθως σύμβολο για τη διασπορά του δείγματος. Και τα δύο προαναφερθέντα μεγέθη, αυτά δηλαδή της διασποράς και της τυπικής απόκλισης χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της διασποράς των δεδομένων. Η τυπική απόκλιση είναι το πλέον διαδεδομένο μέγεθος και η διασπορά όμως χρησιμοποιείται συχνά.

Συνδιακύμανση

Τα δύο τελευταία μεγέθη -η διασπορά και η τυπική απόκλιση- δύναται να χαρακτηρισθούν μονοδιάστατα. Οφείλουμε να σημειώσουμε πως τέτοια μονοδιάστατα δεδομένα δύναται να είναι: ύψη ανθρώπων οι οποίοι βρίσκονται σε ένα δωμάτιο, βαθμοί για ένα επικείμενο διαγωνίσμα και άλλα. Εντούτοις υπάρχουν και δεδομένα τα οποία έχουν παραπάνω από μια διάσταση, έτσι ο σκοπός της στατιστικής ανάλυσης αυτών των πληροφοριών είναι η ύπαρξη ή μη σχέσεων μεταξύ των εκάστοτε διαστάσεων. Για παράδειγμα, υπάρχει περίπτωση τα προς μελέτη μας δεδομένα να είναι μαζί: το ύψος αλλά και ο βαθμός ενός διαγωνίσματος όλων των μαθητών που απαρτίζουν το σύνολο μιας τάξης. Έτσι, έπειτα, δύναται να γίνει μια στατιστική ανάλυση σχετικά με το πόσο και εάν υπάρχει επίδραση μεταξύ ύψους και βαθμού του μαθητή. Η τυπική απόκλιση και η διακύμανση έχουν εφαρμογή σε δεδομένα μιας διάστασης, έτσι υφίστανται ο μονομερής υπολογισμός τους για κάθε διάσταση των εν λόγω δεδομένων ανεξάρτητα των υπόλοιπων διαστάσεων.

Ωστόσο, είναι χρήσιμη η ύπαρξη ενός παρόμοιου μεγέθους το οποίο θα προσδιορίζει την απόσταση από το μέσο όρο μιας διάστασης σε σύγκριση με τις υπόλοιπες. Η συνδιακύμανση είναι ένα τέτοιο μέγεθος. Η συνδιακύμανση πάντα υπολογίζεται μεταξύ δύο διαστάσεων. Εάν υπολογισθεί η συνδιακύμανση μεταξύ μιας διάστασης και του εαυτού της τότε τελικώς λαμβάνουμε τη τιμή της διασποράς. Έτσι λοιπόν στη περίπτωση που έχουμε ένα σύνολο τρισδιάστατων δεδομένων (x, y, z) , τότε δύναται να υπολογίσουμε τη συνδιακύμανση μεταξύ της x και της y διάστασης, καθώς επίσης της x και της z , και της y και z διάστασης. Υπολογίζοντας τη συνδιακύμανση μεταξύ x και x , αλλά και μεταξύ των y , y ή των z , z δύναται όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα να λάβουμε την τιμή της διασποράς των x , y , z διαστάσεων αντίστοιχα. Ο αντίστοιχος τύπος για τη συνδιακύμανση είναι πολύ παρόμοιος με αυτόν της φόρμουλας για τη διακύμανση. Ο τύπος για τη διακύμανση όπως ήδη γνωρίζουμε είναι ο εξής :

$$var(x) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) * (x_i - \bar{x})}{n - 1}$$

Ο παραπάνω τύπος είναι ταυτόσημος με αυτόν που έχει ήδη δοθεί σε παραπάνω διατύπωση μόνο που έχει επεκταθεί το τετράγωνο της παράστασης $(x_i - \bar{x})^2$ σε γινόμενο ώστε να περιλαμβάνει και τα δύο μέλη. Έτσι τελικώς ο τύπος της συνδιακύμανσης δίδεται από το τύπο :

$$\text{cov}(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})}{n - 1}$$

Όπως μπορούμε να δούμε από τον παραπάνω τύπο είναι ακριβώς ίδιος με τον προηγούμενο, η μόνη διαφορά έγκειται στη δεύτερη παρένθεση όπου τα μεν X έχουν δώσει τη θέση τους στα Y . Ο ορισμός έτσι της συνδιακύμανσης περιγράφεται ως εξής «για κάθε δεδομένο που αποτελεί το προς μελέτη σύνολο πολλαπλασιάζουμε τις διαφορές x και της μέσης τιμής και y και της μέσης τιμής και τελικώς το σύνολο των τιμών αυτών το διαιρούμε με τη παράσταση $(n-1)$ ».

Για να γίνει πιο κατανοητή η συγκεκριμένη διαδικασία θα παραθέσουμε το παρακάτω παράδειγμα. Έστω ότι έχουμε ρωτήσει μια ομάδα μαθητών σχετικά με το πόσες ώρες έχουν καταναλώσει διαβάζοντας για το μάθημα της Φυσικής αλλά και τον αντίστοιχο βαθμό που τελικώς έλαβαν στο εν λόγω διαγώνισμα. Έτσι, έχουμε δυο διαστάσεις, η πρώτη είναι η H η οποία εκφράζει τις ώρες του διαβάσματος και η δεύτερη η M διάσταση η οποία εκφράζει τον αντίστοιχο βαθμό. Καθώς έχουμε αυτές τις δύο διαστάσεις δύναται να υπολογίσουμε τη συνδιακύμανση $\text{cov}(H, M)$, μεταξύ των ωρών που κατανάλωσαν οι μαθητές για διάβασμα αλλά και των βαθμών. Η τιμή όμως του αποτελέσματος αυτού μας οδηγεί στην έκβαση κάποιων συμπερασμάτων. Συγκεκριμένα, εάν η τιμή λάβει θετική τιμή τότε αυτό υποδηλώνει πως και οι δύο διαστάσεις αυξάνονται ταυτόχρονα, με αποτέλεσμα να οδηγούμαστε στο συμπέρασμα πως όσο αυξάνεται ο χρόνος διαβάσματος τόσο μεγαλύτερος είναι και ο βαθμός που τελικά λαμβάνει ο μαθητής. Σε αντιδιαστολή με τα παραπάνω εάν η τιμή της συνδιακύμανσης είναι αρνητική τότε συμπεραίνουμε πως όσο η μία διάσταση αυξάνεται τόσο μειώνεται η άλλη. Έτσι, όσο αυξάνεται ο χρόνος διαβάσματος τόσο μειώνεται ο βαθμός που τελικά λαμβάνει ο εκάστοτε μαθητής. Υπάρχει όμως και η περίπτωση η τιμή της συνδιακύμανσης να είναι μηδενική, αυτό σημαίνει πως οι εν λόγω διαστάσεις που συνιστούν τη συνδιακύμανση είναι ανεξάρτητες η μία από την άλλη.

Η πολυτέλεια της απεικόνισης των δεδομένων συνίσταται μόνο όταν έχουμε στη διάθεσή μας δύο ή τρεις διαστάσεις. Καθώς λοιπόν η συνδιακύμανση μπορεί να υπολογισθεί μεταξύ οποιονδήποτε δύο διαστάσεων ενός συνόλου δεδομένων, αυτή η τεχνική χρησιμοποιείται συχνά προκειμένου να βρεθούν σχέσεις μεταξύ διαστάσεων δεδομένων των οποίων η οπτικοποίηση είναι πραγματικά δύσκολη.

Συχνά δημιουργείται η απορία εάν οι τιμές των $\text{cov}(X, Y)$ και $\text{cov}(Y, X)$, είναι ίσες. Με μια πρώτη ματιά στον τύπο της συνδιακύμανσης ίσως η απάντηση είναι ναι, καθώς είναι ακριβώς ίδια, η μόνη διαφορά έγκειται στο ότι η παράσταση $(x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})$ αντικαθίσταται από την $(y_i - \bar{y}) * (x_i - \bar{x})$. Έτσι, καθώς ο πολλαπλασιασμός χαρακτηρίζεται από την αντιμεταθετική ιδιότητα, το οποίο σημαίνει πως δεν διαδραματίζει κάποιο ιδιαίτερο ρόλο η σειρά με τον οποίο πραγματοποιώ τον πολλαπλασιασμό των δύο αριθμών, πάντα λαμβάνω το ίδιο αποτέλεσμα. Συμπερασματικά λοιπόν όντως οδηγούμαστε στο ίδιο αποτέλεσμα.

Μήτρα Συνδιακύμανσης

Πριν προβούμε στην ανάλυση και διατύπωση του συγκεκριμένου μεγέθους δεν θα πρέπει να λησμονούμε ότι η συνδιακύμανση αφορά πάντα στον υπολογισμό δύο διαστάσεων. Έτσι, στη περίπτωση που έχουμε ένα σύνολο δεδομένων με περισσότερες από δύο διαστάσεις, τότε υπάρχουν περισσότερες από μία συνδιακυμάνσεις οι οποίες δύναται να υπολογισθούν. Για παράδειγμα, σε ένα τριδιάστατο σύνολο δεδομένων (διαστάσεων x, y, z) μπορούμε να υπολογίσουμε $cov(x,y)$, $cov(x,z)$ και $cov(y,z)$. Οδηγούμαστε λοιπόν στο συμπέρασμα ότι σε ένα σύνολο δεδομένων με n διαστάσεις μπορούμε να υπολογίσουμε $\frac{n!}{(n-2)!*2}$ διαφορετικές τιμές συνδιακύμανσης.

Ένας πολύ εύχρηστος τρόπος προκειμένου να λάβουμε όλες τις τιμές της συνδιακύμανσης μεταξύ όλων των διαφορετικών διαστάσεων, είναι ο υπολογισμός όλων των τιμών και συνάμα η τοποθέτησή αυτών σε μια μήτρα. Στο συγκεκριμένο δοκίμιο δεν θα γίνει κάποια συγκεκριμένη αναφορά στους πίνακες και τις μήτρες καθώς έχει ληφθεί ως δεδομένη η γνώση αυτών. Επομένως ερχόμαστε στον προσδιορισμό της μήτρας της συνδιακύμανσης για ένα σύνολο δεδομένων n διαστάσεων ο οποίος γίνεται σύμφωνα με τον τύπο :

$$C^{n*n} = \left(c_{i,j}, c_{i,j} = cov(Dim_i, Dim_j) \right)$$

όπου η έκφραση C^{n*n} χαρακτηρίζει τη μήτρα με n σειρές και n στήλες, και η έκφραση Dim_x , χαρακτηρίζει την x διάσταση. Από την παρατήρηση του παραπάνω τύπου κατανοούμε πως εάν έχουμε ένα σύνολο δεδομένων n διαστάσεων τότε η μήτρα θα έχει και αυτή n σειρές και στήλες, προκειμένου να έχουμε έναν τετραγωνικό πίνακα, και κάθε είσοδος στον πίνακα θα είναι το αποτέλεσμα του υπολογισμού της συνδιακύμανσης μεταξύ δύο ξεχωριστών διαστάσεων. Έτσι για παράδειγμα η είσοδος στη γραμμή 2 και στήλης 3, είναι η συνδιακύμανση μεταξύ της 2^{ης} και της 3^{ης} διάστασης. Για να γίνει πιο σαφής η εν λόγω διατύπωση θα αναφερθούμε σε ένα σύνολο δεδομένων τριών διαστάσεων συγκεκριμένα των x, y και z . Επομένως η μήτρα της συνδιακύμανσης θα χαρακτηρίζεται από 3 γραμμές και 3 στήλες, ενώ οι τιμές των στοιχείων της θα είναι

$$C = \begin{pmatrix} cov(x,x) & cov(x,y) & cov(x,z) \\ cov(y,x) & cov(y,y) & cov(y,z) \\ cov(z,x) & cov(z,y) & cov(z,z) \end{pmatrix}$$

Αξίζει σε αυτό το σημείο να αναφέρουμε πως πάντα στη διαγώνιο του πίνακα τοποθετούμε τις συνδιακυμάνσεις της κάθε διάστασης με τον εαυτό της, οι τιμές αυτές όπως έχουμε ήδη αναφέρει ισούνται με τις εκάστοτε τιμές των διασπορών κάθε διάστασης. Τέλος θα πρέπει να τονίσουμε ότι καθώς ισχύει $cov(a,b)=cov(b,a)$, η μήτρα είναι συμμετρική σε σχέση με τη κύρια διαγώνιο.

Μήτρα Συσχετίσεων

Το πιο γνωστό μέγεθος που μετρά την εξάρτηση μεταξύ δύο ποσοτήτων είναι η συσχέτιση του Pearson η οποία προκύπτει διαιρώντας τη συνδιακύμανση δύο μεταβλητών με το γινόμενο των τυπικών αποκλίσεών τους. Δηλαδή, δίνεται από τον τύπο

$$\rho_{X,Y} = \text{corr}(X, Y) = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sigma_X \sigma_Y} = \frac{E[(X - \mu_X)(Y - \mu_Y)]}{\sigma_X \sigma_Y},$$

Η συσχέτιση του Pearson ορίζεται μόνο αν και οι δύο τυπικές αποκλίσεις είναι ορισμένες και μη μηδενικές. Η μήτρα συσχετίσεων είναι συμμετρική και ισχύει $\text{corr}(X, Y) = \text{corr}(Y, X)$. Η συσχέτιση παίρνει την τιμή +1 στην περίπτωση τέλει θετικής γραμμικής σχέσης, την τιμή -1 όταν πρόκειται για τέλεια αρνητική γραμμική σχέση και κάποιες ενδιάμεσες τιμές σε όλες τις άλλες περιπτώσεις φανερώνοντας τη γραμμική εξάρτηση μεταξύ των μεταβλητών. Καθώς πλησιάζει στο μηδέν τα μεγέθη τείνουν να γίνουν ασυσχέτιστα μεταξύ τους ενώ όσο πιο κοντά στο +1 και -1 τόσο μεγαλύτερη η συσχέτιση των μεταβλητών.

Αν οι μεταβλητές είναι ανεξάρτητες, ο συντελεστής συσχέτισης του Pearson είναι 0 όμως το αντίστροφο δεν ισχύει επειδή ο συντελεστής συσχέτισης εντοπίζει μόνο τις γραμμικές εξαρτήσεις μεταξύ των μεταβλητών. Για παράδειγμα, ας υποθέσουμε ότι έχουμε μία τυχαία μεταβλητή X η οποία έχει συμμετρική κατανομή γύρω από το μηδέν και ότι ισχύει $Y=X^2$. Σε αυτή την περίπτωση η μεταβλητή Y καθορίζεται πλήρως από τη X . Παρά το γεγονός όμως ότι οι δύο αυτές μεταβλητές είναι τέλεια εξαρτημένες, η συσχέτισή τους είναι μηδέν, δηλαδή είναι ασυσχέτιστες μεταξύ τους. Ο τύπος του Pearson για το συντελεστή συσχέτισης μπορεί να γραφεί σε μία από τις παρακάτω μορφές

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n-1)s_x s_y} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n\bar{x}\bar{y}}{(n-1)s_x s_y} = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \sqrt{n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}}$$

5.2.2. Άλγεβρα Πινάκων

Στο κομμάτι αυτό παρουσιάζεται η άλγεβρα πινάκων που απαιτείται για την εφαρμογή της PCA. Ειδικότερα, γίνεται αναφορά στην εύρεση των ιδιοτιμών και των ιδιοδιανυσμάτων ενός δοθέντος πίνακα θεωρώντας ότι υπάρχει η βασική γνώση.

Ιδιοδιανύσματα

Όπως είναι ήδη γνωστό δύναται ο πολλαπλασιασμός δύο πινάκων με την προϋπόθεση πως είναι συμβατά τα εν λόγω μεγέθη τους. Τα ιδιοδιανύσματα είναι μια ιδιαίτερη περίπτωση αυτής της ιδιότητας. Ας θεωρήσουμε πως έχουμε τους δύο πολλαπλασιασμό μεταξύ ενός πίνακα και δύο διανυσμάτων όπως φαίνεται στο παρακάτω παράδειγμα.

$$\begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 2 & 1 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 11 \\ 5 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 2 & 1 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 12 \\ 8 \end{pmatrix} = 4 * \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \end{pmatrix}$$

Στο πρώτο παράδειγμα, το διάνυσμα που προκύπτει δεν είναι ένα ακέραιο πολλαπλάσιο του αρχικού διανύσματος, ενώ στο δεύτερο παράδειγμα το αποτέλεσμα είναι ακριβώς 4 φορές το διάνυσμα με το οποίο ξεκινήσαμε τους υπολογισμούς. Είναι όμως απορίας άξιο πως καταλήξαμε σε αυτό το αποτέλεσμα, ας το δούμε λοιπόν πιο διεξοδικά. Αρχικά λοιπόν το διάνυσμα είναι ένα διάνυσμα σε ένα δισδιάστατο χώρο. Το διάνυσμα:

$$\begin{pmatrix} 3 \\ 2 \end{pmatrix}$$

αντικατοπτρίζει στην ουσία ένα βέλος το οποίο έχει την αφετηρία του στο σημείο (0,0) και το τέλος του στο σημείο (3,2). Ο άλλος πίνακας, ο τετραγωνικός, μπορεί να θεωρηθεί ως ένας πίνακας μετασχηματισμού. Έτσι εάν πολλαπλασιασθεί ο πίνακας από τα αριστερά με ένα διάνυσμα, τότε το αποτέλεσμα που θα προκύψει θα είναι ένα άλλο διάνυσμα μετατοπισμένο από την αρχική του θέση.

Τι ιδιότητες όμως χαρακτηρίζουν τα ιδιοδιανύσματα; Θα πρέπει αρχικά να γνωρίζουμε πως τα ιδιοδιανύσματα δύναται να υπολογισθούν μόνο για τετραγωνικούς πίνακες. Εντούτοις, δεν έχει κάθε τετραγωνικός πίνακας ιδιοδιανύσματα. Έτσι δοθείσης για παράδειγμα ενός πίνακα $n \times n$ -ο οποίος έχει ιδιοδιανύσματα-, υφίσταται η ύπαρξη n ιδιοδιανυσμάτων. Έτσι σε έναν πίνακα 3×3 υπάρχουν 3 ιδιοδιανύσματα.

Μία άλλη ιδιότητα των ιδιοδιανυσμάτων είναι η εξής: έστω ότι πριν πολλαπλασιάσω το εν λόγω διάνυσμα το διαιρέσω με κάποια ποσότητα, πάλι θα λάβω το ίδιο πολλαπλάσιο ως αποτέλεσμα. Αυτό υφίσταται καθώς με τη διαίρεση του διανύσματος με κάποιο ακέραιο αριθμό το μόνο που στην ουσία λαμβάνει χώρα είναι η προέκταση του μήκους του χωρίς όμως να τροποποιείται η κατεύθυνσή του. Τέλος, όλα τα ιδιοδιανύσματα μιας μήτρας είναι κατακόρυφα, δηλαδή σε ορθή γωνία μεταξύ τους ανεξάρτητα του αριθμού των διαστάσεων που δύναται να έχουν. Επιπροσθέτως, ένας άλλος τρόπος διατύπωσης του όρου «κάθετος», όπως συχνά αναφέρεται και στη μαθηματική επιστήμη είναι ο όρος *ορθογώνιος*. Η παραπάνω διατύπωση είναι πράγματι πολύ σημαντική καθώς σημαίνει πως δύναται να χαρακτηρίσουμε το σύνολο των δεδομένων ως κάθετα ιδιοδιανύσματα, αποφεύγοντας να τα εκφράσουμε στους αντίστοιχους x, y άξονες.

Ένα εξίσου σημαντικό πράγμα που πρέπει να γνωρίζουμε είναι ότι όταν οι μαθηματικοί υπολογίζουν τα ιδιοδιανύσματα συχνά αρέσκονται και στον υπολογισμό ιδιοδιανυσμάτων των οποίων το μήκος είναι ακριβώς ίσο με τη μονάδα. Αυτό συμβαίνει καθώς όπως γνωρίζουμε το μήκος ενός διανύσματος δεν έχει επιπτώσεις στο εάν είναι ή όχι ιδιοδιάνυσμα σε αντιδιαστολή με την κατεύθυνση αυτού. Έτσι προκειμένου να διατηρήσουμε σταθερά τα ιδιοδιανύσματα, όταν και όποτε υπολογίζουμε ένα ιδιοδιάνυσμα, στη συνέχεια το διαιρούμε ούτως ώστε να το μετατρέψουμε πολλαπλάσιο ενός μοναδιαίου ιδιοδιανύσματος, ώστε όλο το πλήθος των ιδιοδιανυσμάτων να έχει μήκος ίσο με τη μονάδα και να είναι ευκόλως παρατηρήσιμα.

Είναι γενικά παραδεκτό πως η ευκολία του επικείμενου υπολογισμού συνδέεται άρρηκτα με το μέγεθος της εκάστοτε προς μελέτη μήτρας, έτσι όσο αυξάνεται το μέγεθος αυτής τόσο οδεύουμε σε πιο περίπλοκους υπολογισμούς. Έτσι ένας περιορισμός στο μέγεθος της τάξης 3×3 είναι αρκετός, καθώς ύστερα από το μέγεθος αυτό, ο πιο συνήθης τρόπος να βρεθούν τα ιδιοδιανύσματα είναι με κάποια περίπλοκη επαναληπτική μέθοδο. Εάν ποτέ χρειαστεί ο υπολογισμός ιδιοδιανυσμάτων μιας μήτρας σε ένα πρόγραμμα, η καλύτερη αντιμετώπιση για την αποφυγή της σπατάλης του χρόνου θα είναι η εύρεση μιας "βιβλιοθήκης" μαθηματικών η οποία προβαίνει στους επικείμενους υπολογισμούς.

Ιδιοτιμές

Μία πραγματική τιμή λ λέγεται ιδιοτιμή ενός πίνακα A αν υπάρχει τουλάχιστον ένα διάνυσμα x τέτοιο ώστε

$$A * x = \lambda x \Leftrightarrow (A - \lambda I)x = 0 \quad (1)$$

Τα διανύσματα για τα οποία ισχύει αυτή η σχέση είναι τα ιδιοδιανύσματα του A και το σύνολο των ιδιοδιανυσμάτων για δεδομένη ιδιοτιμή λ_i λέγεται ιδιοχώρος του A για λ_i . Διαισθητικά τα ιδιοδιανύσματα είναι τα διανύσματα τα οποία όταν μετασχηματίζονται από τον A αλλάζουν μόνο ως προς το μήκος και όχι ως προς την κατεύθυνσή τους· το μέγεθος της αλλαγής του μήκους τους καθορίζεται από τις αντίστοιχες ιδιοτιμές. Τα ιδιοδιανύσματα επομένως είναι τα διανύσματα των οποίων τις συνιστώσες ο πίνακας, πολλαπλασιαζόμενος με αυτά, τις τροποποιεί όλες εξίσου. Ένας διαγώνιος πίνακας όταν πολλαπλασιάζεται με ένα διάνυσμα το τροποποιεί ως προς την i -οστή συνιστώσα του όσο προδιαγράφει η μη μηδενική τιμή στην i -οστή γραμμή του πίνακα. Ως αποτέλεσμα οι τιμές στη διαγώνιο ενός διαγώνιου πίνακα αποτελούν τις ιδιοτιμές του τελευταίου και τα αντίστοιχα κανονικά διανύσματα βάσης (π.χ. για τον τρισδιάστατο χώρο τα $[1,0,0]$, $[0,1,0]$ και $[0,0,1]$) αποτελούν τα ιδιοδιανύσματά του. Από κοινού οι ιδιοτιμές και τα ιδιοδιανύσματα αποκαλούνται χαρακτηριστικά μεγέθη ενός πίνακα. Αποδεικνύεται ότι το ομογενές γραμμικό σύστημα (1) έχει λύση διάφορη της τετριμμένης μόνο όταν $|A-\lambda I| = 0$, καθώς και ότι δύο όμοιοι πίνακες διαθέτουν τα ίδια χαρακτηριστικά μεγέθη.

Τα ιδιοδιανύσματα έχουν πολλαπλές χρήσεις στα εφαρμοσμένα μαθηματικά, κυρίως μέσω της δυνατότητας που παρέχουν για παραγοντοποίηση ενός τετραγωνικού πίνακα A με προτυποποιημένο τρόπο χάρη στην ισότητα:

$$A = P * \Delta * P^{-1},$$

όπου P είναι πίνακας με στήλες τα ιδιοδιανύσματα του A , και Δ είναι διαγώνιος πίνακας με στοιχεία τις ιδιοτιμές του A σε αντιστοιχία με τα ιδιοδιανύσματα.

Η σχέση αυτή, η οποία ισχύει όταν ο A είναι συμμετρικός ή όταν καμία ιδιοτιμή του δεν επαναλαμβάνεται για διαφορετικά, γραμμικά ανεξάρτητα μεταξύ τους ιδιοδιανύσματα του μπορεί να γραφεί και στην εξής μορφή:

$$\Delta = P^{-1} * A * P$$

Έτσι είναι φανερό ότι τα ιδιοδιανύσματα και οι ιδιοτιμές ορίζουν μοναδικά τον πίνακα A , περιγράφοντας ουσιαστικά τον τρόπο με τον οποίον αυτός μετασχηματίζει τα διανύσματα με τα οποία πολλαπλασιάζεται.

5.3. Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών (PCA)

Η μέθοδος των Κυρίων Συνιστωσών είναι μία τεχνική ανάλυσης δεδομένων με σκοπό τη δημιουργία καινούργιων μεταβλητών, οι οποίες είναι γραμμικοί συνδυασμοί των αρχικών μεταβλητών, έτσι ώστε να είναι ασυσχέτιστες μεταξύ τους και να περιέχουν όσο το δυνατόν μεγαλύτερο μέρος της διακύμανσης των αρχικών μεταβλητών. Οι νέες μεταβλητές που παράγονται ονομάζονται Κύριες Συνιστώσες. Το τι επιτυγχάνεται από τη μέθοδο αυτή είναι ότι από ένα σύνολο συσχετισμένων μεταβλητών καταλήγουμε σε ένα σύνολο ασυσχέτιστων μεταβλητών, το οποίο είναι χρήσιμο για αρκετές στατιστικές μεθόδους. Επίσης, οι κύριες συνιστώσες που προκύπτουν μπορούν να ερμηνεύσουν το μεγαλύτερο ποσοστό της διακύμανσης, που σημαίνει πως καταλήγουμε σε ένα πιο μικρό αριθμό μεταβλητών από ότι είχαμε αρχικά, με κόστος ότι χάνουμε ένα μικρό ποσοστό της συνολικής μεταβλητότητας. Αυτό είναι πολύ σημαντικό ιδιαίτερα στις περιπτώσεις που έχουμε λίγες παρατηρήσεις και πολλές μεταβλητές. Συνεπώς, αν σε μια τέτοια περίπτωση θέλαμε να εφαρμόσουμε ένα (γενικευμένο) γραμμικό μοντέλο, η παραμετροποίηση του μοντέλου μπορεί να ξεπεραστεί χρησιμοποιώντας την παραπάνω μέθοδο.

ΜΕΘΟΔΟΣ

ΒΗΜΑ 1^ο : Συλλογή Δεδομένων

Για την εφαρμογή της μεθόδου, το στάδιο συλλογής δεδομένων χρήζει μεγάλης σημασίας καθώς καθορίζει τον ορθολογισμό του αποτελέσματος. Είναι σημαντικό τα δεδομένα για τα οποία θα γίνει η ανάλυση να είναι έγκυρα και εύστοχα χρησιμοποιημένα.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι η αξιολόγηση του κινδύνου στην ενεργειακή τροφοδοσία. Για το λόγο αυτό, τα δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να καταλήγουν στην ανάπτυξη δεικτών που από μόνοι τους θα εκφράζουν σε ένα βαθμό τον κίνδυνο για κάθε χώρα ενώ όλοι μαζί θα συμβάλλουν στον τελικό δείκτη. Τέτοιοι δείκτες είναι οι δείκτες που αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 4. Ακόμη, για να είναι αντιπροσωπευτικός ο τελικός δείκτης είναι φανερό ότι τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται θα πρέπει να είναι για την ίδια χρονική περίοδο για όλες τις χώρες και οι ποσότητες να εκφράζονται σε ίδιες μονάδες.

Μετά την συλλογή δεδομένων όπως η κατανάλωση, η παραγωγή, οι εισαγωγές, το ΑΕΠ κ.α. κάθε χώρας εξάγονται κάποιοι δείκτες όπως το ποσοστό της παραγωγής ως προς την κατανάλωση, η αξία των εισαγόμενων ποσοτήτων ως προς το ΑΕΠ σε χρηματικές μονάδες κ.τ.λ. Το πλήθος των δεικτών αυτών, που θα χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση, χαρακτηρίζει και τη διάσταση του προβλήματός μας κάθε φορά.

ΒΗΜΑ 2^ο : Κανονικοποίηση Δεδομένων

Προκειμένου να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος της PCA κατάλληλα, θα πρέπει όλες οι τιμές των δεικτών να κανονικοποιηθούν ώστε να ανήκουν στη διάστημα [0,1]. Αυτό είναι απαραίτητο να γίνει έτσι ώστε να υπάρχει μια ομοιομορφία στον τρόπο με τον οποίο αντιμετωπίζονται από τη μέθοδο όλες οι μεταβλητές. Ανάλογα με τη συσχέτιση (θετική ή αρνητική) και δεδομένου ότι τα δεδομένα εισάγονται με θετικές τιμές χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι τύποι:

$$x_{ik} = \frac{x_i - \text{Min}(x_i)}{\text{Max}(x_i) - \text{Min}(x_i)}$$

για θετική συσχέτιση, ενώ στην περίπτωση αρνητικής συσχέτισης η αντίστοιχη σχέση είναι:

$$x_{ik} = \frac{\text{Max}(x_i) - x_i}{\text{Max}(x_i) - \text{Min}(x_i)}$$

Για τη συγκεκριμένη μελέτη, αρνητική συσχέτιση μεταξύ συνολικού κινδύνου και επιμέρους δείκτη υπάρχει μόνο για τον δείκτη DP/DC. Είναι φανερό ότι όσο μεγαλύτερη είναι η εγχώρια παραγωγή ενέργειας ως προς την κατανάλωση τόσο πιο ενεργειακά ασφαλής είναι μια χώρα και έτσι μικραίνει ο δείκτης κινδύνου της. Ένα άλλο παράδειγμα δείκτη που έχει αρνητική συσχέτιση με τον δείκτη κινδύνου θα μπορούσε να είναι το ποσοστό συμμετοχής των ανανεώσιμων πηγών στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών. Με την ολοκλήρωση αυτού του βήματος, έχουμε καταλήξει σε έναν πίνακα δεδομένων $m \times n$ διαστάσεων όπου m : το πλήθος των προς μελέτη χωρών και n : το πλήθος των δεικτών.

ΒΗΜΑ 3^ο : Υπολογισμός του Πίνακα Συσχέτισης

Η PCA μπορεί να εφαρμοστεί είτε υπολογίζοντας τον πίνακα διακυμάνσεων είτε τον πίνακα συσχέτισεων. Ένας τρόπος να ξεπεράσουμε τις κακές ιδιότητες της ανάλυσης σε κύριες συνιστώσες (μεγάλες διαφορές διασποράς στον πίνακα διακυμάνσεων) είναι να χρησιμοποιήσουμε τον πίνακα συσχέτισεων. Οι συσχέτισεις δεν αλλάζουν όταν αλλάξουν οι μονάδες μέτρησης ή η κλίμακα. Επίσης, στην ουσία δίνουν ίδιο βάρος σε όλες τις μεταβλητές καθώς όλα τα στοιχεία της διαγωνίου είναι 1, και άρα τα προβλήματα που δημιουργούσε ο πίνακας διακύμανσης μπορούν να ξεπεραστούν. Στην πράξη, δεν είναι ξεκάθαρο ποιον από τους δύο πίνακες πρέπει να χρησιμοποιούμε. Μια καλή στρατηγική είναι να αποφεύγουμε τον πίνακα διακύμανσης όταν υπάρχουν κάποιες μεταβλητές με πολύ μεγαλύτερη διακύμανση από ότι οι υπόλοιπες. Αν οι διακυμάνσεις διαφέρουν μεν αλλά είναι συγκρίσιμες (π.χ. αναφέρονται σε ίδιες μονάδες) τότε καλό είναι να χρησιμοποιούμε αυτή την πληροφορία. Εναλλακτικά θα μπορούσε κανείς να μετασχηματίσει τα δεδομένα του ώστε να κάνει τις διακυμάνσεις συγκρίσιμες.

Άσχετα με το αν θα χρησιμοποιήσουμε τον πίνακα διακύμανσης ή τον πίνακα συσχέτισεων είναι σκόπιμο να ρίξουμε μια ματιά στον πίνακα συσχέτισεων και να δούμε αν οι αρχικές μας μεταβλητές έχουν συσχέτισεις ή όχι (αυτό γίνεται κυρίως γιατί από τον πίνακα διακυμάνσεων δεν είναι εύκολο να δούμε την ύπαρξη συσχέτισεων). Αν δεν υπάρχουν συσχέτισεις είναι άσκοπο να συνεχίσουμε. Μεταβλητές που είναι εμφανίζονται ασυσχέτιστες με τις υπόλοιπες πρέπει να τις διώξουμε από την ανάλυση. Για να είναι όμως οι συσχέτισεις ικανοποιητικές για να προχωρήσουμε σε ανάλυση σε κύριες συνιστώσες, θέλουμε να είναι της τάξης του 0,4 ή και μεγαλύτερες σε απόλυτη τιμή.

Μετά, λοιπόν, από τις απαραίτητες μετατροπές του βήματος 2, προκύπτει ο κανονικοποιημένος πίνακας δεδομένων για τον οποίο καλούμαστε να υπολογίσουμε τον πίνακα συσχέτισης. Ο υπολογισμός του πίνακα συσχέτισης ($n \times n$) πραγματοποιείται όπως εξηγήθηκε και παραπάνω και παρατηρείται πώς συσχετίζονται οι μεταβλητές μεταξύ τους.

ΒΗΜΑ 4^ο : Υπολογισμός Ιδιοδιανυσμάτων και Ιδιοτιμών του Πίνακα Συσχέτισης

Καθώς ο πίνακας συσχέτισης είναι τετραγωνικός, είναι δυνατός ο υπολογισμός των ιδιοτιμών και των ιδιοδιανυσμάτων αυτού. Τα μεγέθη αυτά είναι πραγματικά σημαντικά, καθώς μέσω αυτών λαμβάνουμε χρήσιμες πληροφορίες για τα προς μελέτη στοιχεία και χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των κύριων συνιστωσών.

Μία σημαντική ιδιότητα των ιδιοτιμών αυτών είναι ότι το άθροισμά τους ισούται με το πλήθος των δεικτών (μέγεθος πίνακα) ή ισοδύναμα με το άθροισμα των στοιχείων της διαγωνίου του πίνακα συσχέτισης. Οι ιδιοτιμές κατατάσσονται σε φθίνουσα σειρά έτσι ώστε στην πρώτη κύρια συνιστώσα που θα υπολογιστεί στη συνέχεια να αντιστοιχεί η μεγαλύτερη ιδιοτιμή, στη δεύτερη η δεύτερη μεγαλύτερη τιμή κ.ο.κ. Η διακύμανση της κάθε κύριας συνιστώσας είναι ίση με την ιδιοτιμή που της αντιστοιχεί. Η ποσότητα:

$$\frac{\lambda_j}{\sum_{i=1}^p \lambda_i}$$

μας δείχνει το ποσοστό της συνολικής διακύμανσης (μεταβλητότητα) που εξηγεί η j συνιστώσα. Αν κάποιος πάρει όλες τις συνιστώσες τότε θα διατηρήσει όλη τη διακύμανση, ενώ αν τελικά παραλείψει κάποιες συνιστώσες κάποιο ποσοστό της διακύμανσης θα χαθεί. Προφανώς συμφέρει να διατηρούμε τις πρώτες συνιστώσες που εξηγούν μεγαλύτερο κομμάτι της διακύμανσης.

Αφού υπολογισθούν και τα ιδιοδιανύσματα από τη μήτρα συσχέτισης, το επόμενο βήμα σε σειρά είναι η τοποθέτησή τους σύμφωνα με τις αντίστοιχες τιμές των ιδιοτιμών σε κλίμακα από το μεγαλύτερο στο μικρότερο. Η διαδικασία αυτή μας δίνει όλα τα συστατικά αυτά στοιχεία σε σειρά σπουδαιότητας

Είναι σημαντικό να αναφέρουμε εδώ πως τα ιδιοδιανύσματα τα οποία αντιστοιχούν σε μία ιδιοτιμή είναι άπειρα, παράλληλα μεταξύ τους διανύσματα και για το λόγο αυτό επιλέγουμε να είναι μοναδιαία, δηλαδή το μήκος αυτών είναι ίσα με τη μονάδα. Αυτό είναι πράγματι πολύ σημαντικό για τη PCA, αλλά ευτυχώς σχεδόν η πλειάδα των μαθηματικών πακέτων προγραμμάτων υπολογίζουν τα ιδιοδιανύσματα -όταν αυτά ζητούνται-, ως μοναδιαία ιδιοδιανύσματα. Και πάλι όμως δεν είναι μοναδικά από την άποψη πως μπορούμε να τους αλλάξουμε πρόσημο σε όλα τα στοιχεία τους. Έτσι, η λύση από στατιστικό πακέτο σε στατιστικό πακέτο μπορεί να διαφέρει ως προς τα πρόσημα. Στο σημείο αυτό, πρέπει να αναφέρουμε ότι καθώς ο πίνακας των ιδιοδιανυσμάτων χρησιμοποιείται σε υπολογισμούς παρακάτω για την εξαγωγή του τελικού δείκτη είναι σημαντικό να προσδιοριστεί μονοσήμαντα, καθορίζοντας με κάποιο τρόπο τη φορά των ιδιοδιανυσμάτων. Για το λόγο αυτό, τίθεται θετική φορά η φορά της συνιστώσας με τη μεγαλύτερη απόλυτη τιμή.

Μέσω αυτής της διαδικασίας υπολογισμού των ιδιοδιανυσμάτων μιας μήτρας συσχέτισης, μας δίδεται η δυνατότητα απεικόνισης γραμμών στο χώρο οι οποίες φέρουν πληροφορίες σχετικά με τα εν λόγω στοιχεία μας. Το υπόλοιπο των βημάτων περιλαμβάνει τη μετατροπή των δεδομένων έτσι ώστε να είναι εκφρασμένα σε αυτές τις γραμμές.

ΒΗΜΑ 5^ο : Επιλογή Συνιστωσών οι οποίες θα αποτελέσουν το Χαρακτηριστικό Διάνυσμα

Ένα σημαντικό στάδιο της PCA είναι η συμπίεση των δεδομένων και η μείωση της διάστασης του προβλήματος. Για το σκοπό αυτό καλούμαστε να επιλέξουμε τις k πρώτες κύριες συνιστώσες που εξηγούν ένα σημαντικό ποσοστό της ολικής μεταβλητότητας. Η απόφαση για τον αριθμό των συνιστωσών που θα κρατηθούν είναι ένα από τα σημαντικά κομμάτια της ανάλυσης το οποίο δυστυχώς δεν έχει εύκολη και κοινώς αποδεκτή απάντηση, καθώς είναι υποκειμενικό ζήτημα. Επιλέγοντας λιγότερες κύριες συνιστώσες

από τις αρχικές μεταβλητές, χάνεται αναγκαστικά πληροφορία. Αυτό είναι το κόστος για το κέρδος από τη μείωση των διαστάσεων του προβλήματος. Συνήθως απαιτείται από τη μέθοδο κάποιος μικρότερος αριθμός συνιστωσών. Αν διατηρηθούν k συνιστώσες χάνεται κάποιο μέρος από την πληροφορία κάθε μεταβλητής και μπορεί να βρεθεί και το ποσοστό της διακύμανσης που ερμηνεύεται τελικά.

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν κάποια κριτήρια τα οποία χρησιμοποιούνται για τον σκοπό αυτό. Πιο κάτω αναφέρονται τα τρία πιο δημοφιλή:

- 1) Ποσοστό συνολικής διακύμανσης που εξηγούν οι κύριες συνιστώσες: Σύμφωνα με το πρώτο κριτήριο, διαλέγουμε τόσες συνιστώσες ώστε αθροιστικά να εξηγούν μεγαλύτερο ποσοστό μεταβλητότητας από τον στόχο που θέσαμε στην αρχή (συνήθως μεγαλύτερο του 80%). Είναι πολύ απλό και εύκολο να χρησιμοποιηθεί αλλά δεν ξεκαθαρίζει ποιο ποσοστό της διακύμανσης πρέπει να τεθεί ως στόχος.
- 2) Κριτήριο του Kaiser: Το κριτήριο του Kaiser λέει, αν χρησιμοποιείται ο πίνακας συνδιακύμανσης, να θεωρήσουμε τόσες συνιστώσες όσες η ιδιοτιμή τους είναι μεγαλύτερη από τη μέση τους τιμή. Στην περίπτωση που δουλεύουμε με πίνακα συσχετίσεων ισχύει ότι η μέση τιμή των ιδιοτιμών ισούται με 1 και άρα διαλέγουμε τόσες συνιστώσες όσες και οι ιδιοτιμές μεγαλύτερες της μονάδας. Το κριτήριο αυτό στηρίζεται στην απλή εξής υπόθεση. Αν οι μεταβλητές είναι ασυσχετίστες και άρα δεν υπάρχει καμιά δομή στα δεδομένα τότε ο πίνακας συσχετίσεων είναι ο μοναδιαίος και όλες οι ιδιοτιμές είναι ίσες με 1(για πίνακα συσχετίσεων). Επομένως, κάθε ιδιοτιμή μεγαλύτερης της μονάδας δείχνει την παρουσία κάποιας δομής στα δεδομένα μας. Το κριτήριο αυτό συνήθως υπερεκτιμά τον αριθμό των συνιστωσών που χρειάζονται.
- 3) Τεχνική του αγκώνα - scree plot: Η τεχνική του αγκώνα είναι μια γραφική μέθοδος για την επιλογή του αριθμού των κυρίων συνιστωσών. Το γράφημα αυτό έχει στον οριζόντιο άξονα των x τη σειρά και στον κάθετο άξονα των y την τιμή κάθε ιδιοτιμής. Προτείνεται να επιλεγούν τόσες συνιστώσες μέχρι το γράφημα αρχίζει να δημιουργεί «αγκώνα», δηλαδή να αλλάζει κλίση.

Αν υπάρχουν μηδενικές ιδιοτιμές σημαίνει πως ο πίνακας στον οποίο στηρίχτηκε η ανάλυση δεν είναι πλήρους βαθμού και άρα κάποιες μεταβλητές είναι γραμμικά εξαρτημένες και πρέπει να απομακρυνθούν. Στην πράξη δεν υπάρχουν μηδενικές ιδιοτιμές αλλά πολύ μικρές, κοντά στο μηδέν. Αυτό υπονοεί ότι κάποιες μεταβλητές είναι σχεδόν γραμμικά εξαρτημένες. Αν αναλογιστεί κανείς πως τέτοιες ιδιοτιμές αντιστοιχούν σε συνιστώσες με σχεδόν μηδενική διακύμανση μπορούν να αγνοηθούν. Δηλαδή στην πράξη αφού δύο μεταβλητές θα παρέχουν την ίδια πληροφορία, όλη η πληροφορία θα πάει σε κάποια από τις πρώτες κύριες συνιστώσες και ότι μείνει θα πάει σε μια συνιστώσα με αμελητέα διακύμανση.

Ανακεφαλαιώνοντας, λοιπόν, η διαδικασία αυτή μας δίνει όλα τα συστατικά αυτά στοιχεία σε σειρά σπουδαιότητας. Στο σημείο αυτό δύναται να αγνοήσουμε τα λιγότερο σημαντικά στοιχεία. Στη πραγματικότητα όμως χάνουμε κάποιες πληροφορίες, όταν όμως οι ιδιοτιμές είναι μικρού μεγέθους, τότε δεν χάνουμε τόσα πολλά σε πληροφορίες-δεδομένα. Εάν λοιπόν όντως αγνοήσουμε κάποια δεδομένα τότε τα τελικά προς μελέτη στοιχεία θα έχουν λιγότερες διαστάσεις από τα αρχικά δεδομένα. Για να είμαστε ακριβείς, εάν αρχικά είχαμε n διαστάσεις στα δεδομένα μας και υπολογίσουμε n ιδιοτιμές και ιδιοδιανύσματα και στη συνέχεια επιλέξουμε μόνο p ιδιοδιανύσματα από τα αρχικά, τότε τα τελικά μας δεδομένα θα έχουν μόνο p διαστάσεις.

ΒΗΜΑ 6^ο : Υπολογισμός Κύριων Συνιστωσών

Αφού, κάνοντας χρήση κάποιου από τα παραπάνω κριτήρια, έχουμε επιλέξει τις κύριες συνιστώσες οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν στη μελέτη, για την κάθε χώρα, προκειμένου να υπολογιστεί η πρώτη κύρια συνιστώσα πολλαπλασιάζονται οι παρακάτω δύο πίνακες:

$$PC1 = \begin{bmatrix} x1 \\ x2 \\ \vdots \\ x(i) \end{bmatrix} * [eigenvectors(1)]$$

όπου οι δείκτες της κάθε χώρας από τον κανονικοποιημένο πίνακα μετατρέπονται σε διάνυσμα στήλη και η στήλη του πρώτου ιδιοδιανύσματος γίνεται πίνακας γραμμή. Η διαδικασία συνεχίζεται αντίστοιχα για τον υπολογισμό όλων των επιλεγμένων κυρίων συνιστωσών για όλες τις χώρες καταλήγοντας σε έναν πίνακα $m*k$ διαστάσεων. Ο συγκεκριμένος πίνακας θα μας δώσει τα πρότυπα δεδομένα με αποκλειστική αντιστοιχία στα διανύσματα που εν κατακλείδι επιλέξαμε.

ΒΗΜΑ 7^ο : Η Εξαγωγή του Τελικού Δείκτη

Αφού έγινε ο υπολογισμός των k κυρίων συνιστωσών με τις οποίες χάνεται κάποια πληροφορία, αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια σε ένα (γενικευμένο) γραμμικό μοντέλο για την εξαγωγή του τελικού δείκτη. Ο τελικός δείκτης δίνεται από τον παρακάτω τύπο

$$TR = \frac{PC1 * \lambda_1 + PC2 * \lambda_2 + \dots + PCk * \lambda_k}{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_k}$$

ΒΗΜΑ 8^ο : Κανονικοποίηση αποτελεσμάτων

Λόγω του ότι το πεδίο τιμών του τελικού δείκτη δεν είναι ορισμένο από τη μέθοδο, μπορούμε να κανονικοποιήσουμε τα αποτελέσματα και να τα φέρουμε σε ποσοστιαία μορφή, ώστε να κυμαίνονται στην κλίμακα 0-100%, με τον εξής τρόπο:

$$x_{ik} = \frac{x_i - \text{Min}(x_i)}{\text{Max}(x_i) - \text{Min}(x_i)} * 100$$

Έτσι, ο μεγαλύτερος δείκτης παίρνει την τιμή 100% ενώ ο μικρότερος την τιμή 0%.

Κεφάλαιο 6

Παρουσίαση Εργαλείου για την Αξιολόγηση Ενεργειακής Ασφάλειας

6.1. Εισαγωγή

Το εργαλείο για την αξιολόγηση δεικτών κινδύνου ενεργειακού εφοδιασμού αναπτύχθηκε υπό τη μορφή διαδικτυακής εφαρμογής (web application). Με αυτό τον τρόπο ο χρήστης της εφαρμογής απαλλάσσεται από την ανάγκη για εγκατάσταση της εφαρμογής και τις απαιτήσεις σε υπολογιστική ισχύ κατά την εκτέλεση της. Επιπλέον, οι ήδη υπάρχουσες τεχνολογίες για την ανάπτυξη διαδικτυακών εφαρμογών προσφέρουν σημαντική ελευθερία στις δυνατότητες, τη λειτουργικότητα αλλά και την προσαρμοστικότητα των εφαρμογών.

6.2. Ανάπτυξη Εργαλείου

6.2.1. Γλώσσες Ανάπτυξης

Οι γλώσσες προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη του εργαλείου είναι οι ακόλουθες:

- **Java:** Αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού ανοιχτού κώδικα που αναπτύχθηκε από τον James Gosling της Sun Microsystems και κυκλοφόρησε το 1995. Βασικό της πλεονέκτημα η ανεξαρτησία του λειτουργικού συστήματος και πλατφόρμας, δηλαδή τα προγράμματα που είναι γραμμένα σε Java τρέχουν ακριβώς το ίδιο σε Windows, Linux, Unix και Macintosh. Επιπλέον, σημαντικό χαρακτηριστικό συνιστά ο συλλέκτης απορριμμάτων (Garbage Collector) ο οποίος αναλαμβάνει αυτόματα να απελευθερώσει τμήματα μνήμης από δεδομένα που δε χρειάζονται και δε χρησιμοποιούνται άλλο.
- **JavaScript:** Γνωστή και ως ECMAScript, η JavaScript είναι μια ασθενώς τυποποιήσιμη (weakly typed), αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού σεναρίου εντολών (scripting). Αναπτύχθηκε από τον Brendan Eich και κυκλοφόρησε το 1995. Χρησιμοποιείται κυρίως ως client-side JavaScript, δηλαδή εκτελείται στο περιβάλλον του χρήστη (client), υλοποιημένη σαν τμήμα ενός φυλλομετρητή (browser) προκειμένου να παρέχονται ενισχυμένες διεπαφές χρήστη και δυναμικές ιστοσελίδες.
- **JavaServer Pages (JSP):** Κυκλοφόρησαν το 1999 από τη Sun Microsystems. Ουσιαστικά πρόκειται για server-side στοιχεία, δηλαδή εκτελούνται στο περιβάλλον του διακομιστή (server), του Java EE τα οποία αναπαράγουν αποκρίσεις, συνήθως σελίδες HTML, σε αιτήματα τύπου HTTP από τους χρήστες. Οι JSP ενσωματώνουν κώδικα Java σε μία σελίδα HTML χρησιμοποιώντας τους ειδικούς οριοθέτες (delimiters) <% και %>. Ένα αρχείο JSP μεταγλωττίζεται σε ένα Java servlet την πρώτη

φορά που προσπελαύνεται. Στη συνέχεια το παραγόμενο servlet δημιουργεί την απόκριση.

Επιπλέον για το οπτικό κομμάτι της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθες γλώσσες:

- **HTML:** Τα αρχικά HTML προέρχονται από τις λέξεις HyperText Markup Language. Η html δεν είναι μια γλώσσα προγραμματισμού. Είναι μια γλώσσα σήμανσης (markup language), δηλαδή ένας ειδικός τρόπος γραφής κειμένου. Ο καθένας μπορεί να δημιουργήσει ένα αρχείο HTML χρησιμοποιώντας απλώς έναν επεξεργαστή κειμένου. Αποτελεί υποσύνολο της γλώσσας SGML (Standard Generalized Markup Language) που επινοήθηκε από την IBM προκειμένου να λυθεί το πρόβλημα της μη τυποποιημένης εμφάνισης κειμένων στα διάφορα υπολογιστικά συστήματα. Ο browser αναγνωρίζει αυτόν τον τρόπο γραφής και εκτελεί τις εντολές που περιέχονται σε αυτόν. Αξίζει να σημειωθεί ότι η HTML είναι η πρώτη και πιο διαδεδομένη γλώσσα περιγραφής της δομής μιας ιστοσελίδας. Η HTML χρησιμοποιεί τις ειδικές ετικέτες (τα tags) για να δώσει τις απαραίτητες οδηγίες στον browser. Τα tags είναι εντολές που συνήθως ορίζουν την αρχή ή το τέλος μιας λειτουργίας. Τα tags βρίσκονται πάντα μεταξύ των συμβόλων < και >. Οι οδηγίες είναι case insensitive, δεν επηρεάζονται από το αν έχουν γραφτεί με πεζά (μικρά) ή κεφαλαία. Ένα αρχείο HTML πρέπει να έχει κατάληξη “.htm” ή “.html”.
- **CSS:** Η CSS (Cascading Style Sheets-Διαδοχικά Φύλλα Στυλ) ανήκει στην κατηγορία των γλωσσών φύλλων στυλ και χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της εμφάνισης ενός εγγράφου που έχει γραφτεί με μια γλώσσα σήμανσης. Πιο πρακτικά χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της εμφάνισης ενός εγγράφου που γράφτηκε στις γλώσσες HTML και XHTML, δηλαδή για τον έλεγχο της εμφάνισης μιας ιστοσελίδας και γενικότερα ενός ιστότοπου. Η CSS είναι μια γλώσσα του υπολογιστή βασισμένη για να αναπτύξει στιλιστικά μια ιστοσελίδα δηλαδή να διαμορφώσει περισσότερα χαρακτηριστικά, χρώματα, στοίχιση και δίνει πάρα πολλές δυνατότητες σε σχέση με την HTML.

6.2.3. Συνοπτική Παρουσίαση

Τα αρχεία κώδικα που γράφτηκαν στις παραπάνω γλώσσες αλληλεπιδρούν με τον ακόλουθο τρόπο.

Σε πρώτο στάδιο, ο χρήστης μέσω του browser επισκέπτεται την αρχική σελίδα της εφαρμογής. Αυτό ισοδυναμεί ουσιαστικά με αίτημα για προσπέλαση του αρχείου index.JSP το οποίο, αφού μεταγλωττιστεί σε Java servlet, παράγει την αρχική σελίδα ως απόκριση HTML.

Όταν ο χρήστης ζητά μετάβαση από κάποια σελίδα της εφαρμογής στην επόμενη, αρχεία τύπου “.class” (μεταγλωττισμένα αρχεία java), που ουσιαστικά συνιστούν κλάσεις

Java Servlet, εκτελούνται στον διακομιστή (server) και αναλαμβάνουν να διαχειριστούν τα HttpServletRequest αιτήματα και να παράγουν την επόμενη σελίδα ως απόκριση HTML.

Επιπλέον ένα σύνολο συναρτήσεων JavaScript εκτελούνται στον browser του χρήστη όταν συγκεκριμένα γεγονότα (events) λαμβάνουν χώρα, επιτρέποντας υπολογισμούς δεικτών σε πραγματικό χρόνο αλλά και προσαρμόσιμη παρουσίαση της εκάστοτε σελίδας της εφαρμογής. Στην πράξη οι περισσότερες JavaScript συναρτήσεις επεμβαίνουν στο περιεχόμενο HTML της τρέχουσας σελίδας και το τροποποιούν κατάλληλα ώστε η τελευταία να αποκτήσει δυναμικά χαρακτηριστικά.

Ακόμη η JavaScript αναλαμβάνει τον έλεγχο εγκυρότητας των δεδομένων που εισάγει ο χρήστης (validation) προκειμένου αυτά να μπορούν να επεξεργαστούν. Αξίζει να σημειωθεί ότι κλάσεις Java πέραν των servlets γράφτηκαν προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι χώρες, η Ευρωπαϊκή Ένωση και η διαδικασία PCA σαν αντικείμενα, διευκολύνοντας έτσι την ανάπτυξη της εφαρμογής με αντικειμενοστραφή τρόπο. Τέλος το αρχείο styles.CSS είναι υπεύθυνο για το στυλ (χρώμα, στοίχιση, περίγραμμα, μέγεθος κ.α.) κάθε σελίδας της εφαρμογής.

6.2.4. Λογισμικό Ανάπτυξης

Κατά τη διαδικασία ανάπτυξης του εργαλείου ως διαδικτυακή εφαρμογή χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω λογισμικά:

- **Adobe Dreamweaver CS5:** Πρόκειται για ειδικό λογισμικό που βοήθησε στην συγγραφή κώδικα HTML, επιταχύνοντας τον σχεδιασμό με χρήση οπτικών εργαλείων. Επιπλέον παρείχε επεξεργαστή κειμένου για την συγγραφή κώδικα JavaScript.
- **Eclipse Java EE IDE for Web Developers:** Αποτελεί ένα δωρεάν ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (integrated development environment, IDE) για εφαρμογές Java αλλά και άλλων γλωσσών προγραμματισμού, χάρη στο επεκτάσιμο σύστημα για προσθήκες (plugins) που διαθέτει. Η έκδοση της Java που χρησιμοποιήθηκε ήταν η JRE6.
- **Apache Tomcat 7.0:** Ο Tomcat συνιστά ένα servlet container ελεύθερου λογισμικού της Apache Software Foundation που υλοποιεί τις προδιαγραφές της Sun Microsystems για την κλάση Java Servlet και τα JavaServer Pages (JSP). Παρέχει στον κώδικα Java ένα περιβάλλον εκτέλεσης με τη μορφή ενός HTTP εξυπηρετητή παγκοσμίου ιστού. Ο Tomcat ενσωματώθηκε και χρησιμοποιήθηκε μέσα από το Eclipse με βάση τις οδηγίες του παρακάτω ιστότοπου: <http://www.coreservlets.com/>

- **Firebug.** Το Firebug είναι μία δωρεάν επέκταση για τον φυλλομετρητή Mozilla Firefox η οποία παρέχει σημαντική βοήθεια στην παρακολούθηση, επεξεργασία και αποσφαλμάτωση κώδικα JavaScript, CSS και HTML.

6.2.5. Πρόσθετα και Επιπλέον Βιβλιοθήκες

Πέραν των αρχείων κώδικα που συγγράφηκαν κατά την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας, έγινε χρήση αρχείων κώδικα ανοιχτού λογισμικού που διατίθενται ελεύθερα από τους δημιουργούς τους για μη εμπορική χρήση. Συγκεκριμένα:

- Στην 1^η και 3^η σελίδα της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε η προσθήκη “*jQuery plugin: Autocomplete*” του *Jörn Zaefferer* για την ταχύτερη εισαγωγή χωρών σαν προαιρετικές χώρες προς εξέταση (πεδίο Optional Countries) και σαν χώρες-προμηθευτές κατά τον σύνθετο υπολογισμό του δείκτη GPR (πεδίο Suppliers) αντίστοιχα. Το εργαλείο βασίζεται στην βιβλιοθήκη “jQuery” για την JavaScript και μπορεί να το βρει κανείς στην σελίδα: <http://bassistance.de/jquery-plugins/jquery-plugin-autocomplete/>, ενώ η βιβλιοθήκη jQuery βρίσκεται στη σελίδα: <http://jquery.com/>.
- Κατά την Principal Component Analysis ο διακομιστής (server) χρησιμοποιεί την βιβλιοθήκη “Commons Math” της μη κερδοσκοπικής εταιρίας Apache Software Foundation. Η βιβλιοθήκη αυτή περιέχει κλάσεις Java, οι οποίες διευκολύνουν στον υπολογισμό πινάκων συσχέτισης, ιδιοτιμών και ιδιοδιανυσμάτων. Λήψη της “Commons Math” μπορεί να γίνει από τον ακόλουθο σύνδεσμο: http://commons.apache.org/math/download_math.cgi.
- Στην 5^η σελίδα της εφαρμογής για τον σχεδιασμό του ραβδογράμματος με τους τελικούς δείκτες των χωρών που εξετάστηκαν χρησιμοποιείται το script “HTML-GRAPHS (JS)” που διατίθεται δωρεάν στην σελίδα: <http://www.gerd-tentler.de/tools/graphs/>.

6.3. Οδηγός Εκτέλεσης

1^ο Στάδιο: Επιλογή προς εξέταση χωρών

Στην αρχή του προγράμματος ζητείται από το χρήστη να επιλέξει τις χώρες για τις οποίες θα πραγματοποιήσει την ενεργειακή μελέτη. Σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι η ενεργειακή αξιολόγηση χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Για το λόγο αυτό και τα 27 κράτη-μέλη είναι οργανωμένα σε πίνακα.

Με την επιλογή **select all** μπορούν να επιλεγθούν όλες οι χώρες και στη συνέχεια να εξαιρεθούν κάποιες σε περίπτωση που το επιθυμεί ο χρήστης. Δίνεται ακόμη η δυνατότητα να συμπεριληφθούν και άλλες χώρες στην ανάλυση με την επιλογή **enable/disable optional countries** ενώ για μεγαλύτερη ευκολία και εξοικονόμηση χρόνου στην εισαγωγή των δεδομένων χρησιμοποιείται η διαδικασία αυτόματης συμπλήρωσης έτσι ώστε να μη χρειάζεται να πληκτρολογηθεί ολόκληρο το όνομα. Όπως φαίνεται και στην εικόνα που ακολουθεί, με την εισαγωγή του αρχικού γράμματος μιας χώρας εμφανίζονται σε λίστα όλες οι χώρες του κόσμου που η ονομασία τους ξεκινά από το συγκεκριμένο γράμμα και ο χρήστης μπορεί να επιλέξει την επιθυμητή.

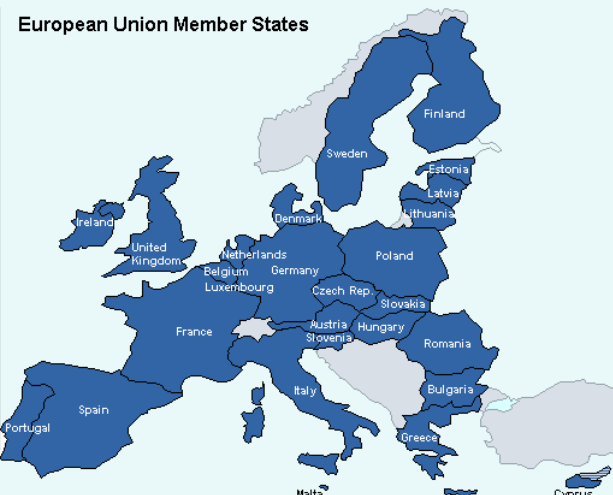
Energy Risk Evaluation for the European Union member countries

Stage 1 of 5: Countries Selection

1) Please choose the **European Union member countries** you want to analyse:

Austria	<input checked="" type="checkbox"/>	Latvia	<input checked="" type="checkbox"/>
Belgium	<input checked="" type="checkbox"/>	Lithuania	<input checked="" type="checkbox"/>
Bulgaria	<input checked="" type="checkbox"/>	Luxembourg	<input checked="" type="checkbox"/>
Cyprus	<input checked="" type="checkbox"/>	Malta	<input checked="" type="checkbox"/>
Czech Republic	<input checked="" type="checkbox"/>	Netherlands	<input checked="" type="checkbox"/>
Denmark	<input checked="" type="checkbox"/>	Poland	<input checked="" type="checkbox"/>
Estonia	<input checked="" type="checkbox"/>	Portugal	<input checked="" type="checkbox"/>
Finland	<input type="checkbox"/>	Romania	<input type="checkbox"/>
France	<input checked="" type="checkbox"/>	Slovakia	<input checked="" type="checkbox"/>
Germany	<input checked="" type="checkbox"/>	Slovenia	<input checked="" type="checkbox"/>
Greece	<input checked="" type="checkbox"/>	Spain	<input checked="" type="checkbox"/>
Hungary	<input type="checkbox"/>	Sweden	<input checked="" type="checkbox"/>
Ireland	<input checked="" type="checkbox"/>	United Kingdom	<input checked="" type="checkbox"/>
Italy	<input checked="" type="checkbox"/>	Select All	<input checked="" type="checkbox"/>

European Union Member States



2) Click the button below to add **other countries** (optional).

Edit Options:

No. Country Name

1.

2.

Haiti
 Honduras

3) Click **Next** to continue.

Εικόνα 6.1: Επιλογή χωρών

2^ο Στάδιο: Επιλογή μορφής ενέργειας για την οποία πραγματοποιείται η ανάλυση και δεικτών

Στο επόμενο στάδιο ζητείται από το χρήστη να επιλέξει για ποια μορφή ενέργειας πραγματοποιεί την ανάλυση, ως πληροφορία που θα χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια σε τίτλους του προγράμματος. Όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα, σε αυτή τη σελίδα, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ελέγξει τις χώρες τις οποίες επέλεξε στο προηγούμενο στάδιο και οι οποίες εμφανίζονται συγκεντρωμένες σε ένα πλαίσιο.

Μια δεύτερη υποχρέωση του χρήστη σε αυτή τη σελίδα είναι η επιλογή των δεικτών με τους οποίους θα πραγματοποιήσει την ανάλυση. Όλοι οι δείκτες που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 4 βρίσκονται συγκεντρωμένοι σε έναν πίνακα από όπου μπορεί να γίνει η επιλογή τους.

Energy Risk Evaluation for the European Union member countries

Stage 2 of 5: Indexes Selection

1) Select energy source:

Oil
 Natural Gas
 Coal
 Nuclear Energy

2) Now check the **Indexes** that will be calculated using PCA procedure for the countries under study.

Domestic Production Domestic Consumption	<input checked="" type="checkbox"/>
Domestic Consumption Total Primary Energy Consumption	<input checked="" type="checkbox"/>
Domestic Consumption World Supply	<input checked="" type="checkbox"/>
Domestic Consumption GDP	<input checked="" type="checkbox"/>
Value Of Imports GDP	<input checked="" type="checkbox"/>
Domestic Consumption Population	<input type="checkbox"/>
Domestic Consumption Area	<input type="checkbox"/>
War Risk	<input checked="" type="checkbox"/>
Political Risk	<input checked="" type="checkbox"/>
Geopolitical Risk	<input checked="" type="checkbox"/>
Disaster	<input checked="" type="checkbox"/>

Countries under study:

Greece

Sweden

Canada

3) Click the button below to add **other indexes** (optional).

Enable/Disable Additional Indexes

4) Click **Next** to continue.

Next

Εικόνα 6.2: Επιλογή μορφής ενέργειας και δεικτών

Όπως με τις χώρες έτσι και με τους δείκτες υπάρχει η επιλογή **enable /disable additional indexes** που δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να εισάγει και κάποιους επιπλέον δικούς του και σε αυτό το στάδιο καλείται να δώσει μόνο την ονομασία αυτών των δεικτών. Η επιλογή αυτή και στις δύο περιπτώσεις προσθέτει μεγάλη ευελιξία στο πρόγραμμα καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πραγματοποίηση της PCA για άλλες οντότητες (π.χ. μεγαλύτερες γεωγραφικές περιοχές) και με επιπλέον δείκτες που μπορεί να προκύψουν μελλοντικά με περαιτέρω έρευνα.

3) Click the button below to add **other indexes** (optional).

Enable/Disable Additional Indexes

Edit Options: Remove Last Add More

No.	Index Name	
1.	risk1	Delete Index
2.	risk2	Delete Index
3.		Delete Index

4) Click **Next** to continue.

Next

Εικόνα 6.3: Εισαγωγή πρόσθετων δεικτών

3^ο Στάδιο: Εισαγωγή αριθμητικών δεδομένων

Το στάδιο αυτό μπορεί να αποτελέσει μια εξαιρετικά χρονοβόρα και ψυχοφθόρα διαδικασία για τον χρήστη όταν χρειαστεί να εισάγει δεδομένα για ένα μεγάλο πλήθος χωρών και για πολλούς δείκτες. Είναι το σημείο όπου δόθηκε η μεγαλύτερη έμφαση για την διευκόλυνση του χρήστη και χρησιμοποιήθηκαν αρκετές τεχνικές για την αποφυγή επαναληπτικών διαδικασιών.

Σε αυτό το στάδιο, το πρόγραμμα γνωρίζοντας πλέον τις χώρες και τους δείκτες που θα χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση εμφανίζει μία σειρά από πίνακες (έναν για κάθε δείκτη) που ο χρήστης καλείται να συμπληρώσει με αριθμητικές τιμές. Λαμβάνοντας υπόψη τη φύση του εκάστοτε δείκτη και τη σχέση του με τους υπόλοιπους υλοποιήθηκε μια σειρά τεχνικών που παρουσιάζονται και στις εικόνες που ακολουθούν.

Η πιο σημαντική ιδιότητα είναι η δυνατότητα εισαγωγής δεδομένων από το excel με τον εξής τρόπο: ο χρήστης, έχοντας οργανωμένα τα δεδομένα του σε ένα φύλλο του excel μπορεί να αντιγράψει μία στήλη και να την επικολλήσει σε οποιοδήποτε κελί του πίνακα

ενώ κάνοντας κλικ με το ποντίκι σε σημείο εκτός του κελιού τα δεδομένα καταλαμβάνουν και τα υπόλοιπα κελιά. Ας δούμε όμως και τις επιπλέον διευκολύνσεις που παρέχονται.

❖ Δείκτες σε μορφή κλάσματος

Όπως διαπιστώνουμε η ποσότητα της εγχώριας κατανάλωσης (DC) χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό αρκετών δεικτών που έχουν τη μορφή κλάσματος. Ομοίως, το GDP περιλαμβάνεται σε δύο δείκτες. Για το λόγο αυτό, όταν έχουν επιλεγθεί δείκτες που ζητούν κάποια ίδια δεδομένα, όσο οι τιμές εισάγονται σε έναν από αυτούς συμπληρώνονται αυτόματα και στους υπόλοιπους. Ακόμη, στο δείκτη DC/WS (domestic consumption/world supply), είναι φανερό ότι η παγκόσμια προμήθεια (WS) είναι μία σταθερή τιμή, ίδια για όλες τις χώρες και για το λόγο αυτό εισάγοντας την τιμή αυτή σε ένα κελί της στήλης denominator του συγκεκριμένου δείκτη, η τιμή αυτή συμπληρώνεται και στα υπόλοιπα κελιά της στήλης.

Οι ενέργειες αυτές, που από μόνο του αναλαμβάνει να κάνει το πρόγραμμα, εκτός από την εξοικονόμηση χρόνου, προστατεύουν το χρήστη από τυχόν λάθη κατά τη συμπλήρωση των δεδομένων. Στις εικόνες που ακολουθούν παρουσιάζονται οι παραπάνω ιδιότητες.

Energy Risk Evaluation for the European Union member countries

Stage 3: Index Values Input

1) Complete the blank cells of the following tables and click **Next** to continue.

DP/DC	Country	Nominator	Denominator	Index Value
DP/DC	Greece	7	10	0.7000
	Sweden	3	8	0.3750
	Canada	2		

DC/TPEC	Country	Nominator	Denominator	Index Value
DC/TPEC	Greece	10		
	Sweden	8		
	Canada			

DC/WS	Country	Nominator	Denominator	Index Value
DC/WS	Greece	10		
	Sweden	8		
	Canada			

DC/GDP	Country	Nominator	Denominator	Index Value
DC/GDP	Greece	10		
	Sweden	8		
	Canada			

Εικόνα 6.4: Αυτόματη συμπλήρωση της ποσότητας DC και υπολογισμός δείκτη

DC/WS	Country	Nominator	Denominator	Index Value
	Greece	10	50	0.2000
	Sweden	8	50	0.1600
	Canada	4	50	0.08000

DC/GDP	Country	Nominator	Denominator	Index Value
	Greece	10	20	0.5000
	Sweden	8	30	0.2667
	Canada	4		

VOM/GDP	Country	Nominator	Denominator	Index Value
	Greece		20	
	Sweden		30	
	Canada			

Εικόνα 6.5: Αυτόματη συμπλήρωση της ποσότητας WS και του GDP

❖ Δείκτες με ιδιαίτερη μορφή

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι δείκτες που δεν είναι στη μορφή κλάσματος αλλά έχουν ιδιαίτερη μορφή. Οι δείκτες **war risk** και **political risk** μπορούν να βρεθούν σε διάφορες βάσεις δεδομένων και για την εισαγωγή τους απαιτείται ένα μόνο πεδίο (στήλη) και όχι δύο όπως πριν.

Οι δείκτες **geopolitical risk** και **disaster** προκύπτουν με κάποιους υπολογισμούς που αναλύθηκαν στο κεφάλαιο 4. Για αυτούς τους δύο δείκτες δεν εμφανίζεται αμέσως πίνακας για τη συμπλήρωση τιμών αλλά ο χρήστης καλείται πρώτα να διαλέξει σε τι μορφή θέλει να εισάγει τα δεδομένα του. Οι δυνατότητες εισαγωγής δεδομένων είναι δύο:

- Simple index value: ο χρήστης μπορεί να εισάγει την τελική τιμή του δείκτη
- Complex format: ο χρήστης μπορεί να εισάγει τα δεδομένα τα οποία απαιτούνται για την εξαγωγή του δείκτη

The screenshot shows four input sections for different indicators:

- WR:** A table with columns 'Country' and 'Index'. Greece has an index of 2, Sweden 3, and Canada 5.
- PR:** A table with columns 'Country' and 'Index'. Greece has an index of 3, Sweden 4, and Canada 6.
- GPR:** Radio buttons for 'Simple index value' (selected) and 'Complex format'.
- DISASTER:** Radio buttons for 'Simple index value' and 'Complex format' (selected).

Εικόνα 6.6: Οι δείκτες WR, PR, GPR και Disaster

Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνεται η μορφή που παίρνει η σελίδα έχοντας επιλέξει τον τρόπο εισαγωγής δεδομένων για τους δύο δείκτες. Αναλόγως τη μορφή που επιλέξαμε, δημιουργείται ο κατάλληλος πίνακας για την εισαγωγή των τιμών. Στην περίπτωση του **disaster** τα πράγματα είναι αρκετά απλά και για την επιλογή της σύνθετης μορφής. Ο δείκτης GPR παρουσιάζει μεγαλύτερη ιδιομορφία και θα παρουσιαστεί στη συνέχεια.

The screenshot shows the output for the GPR and Disaster indicators:

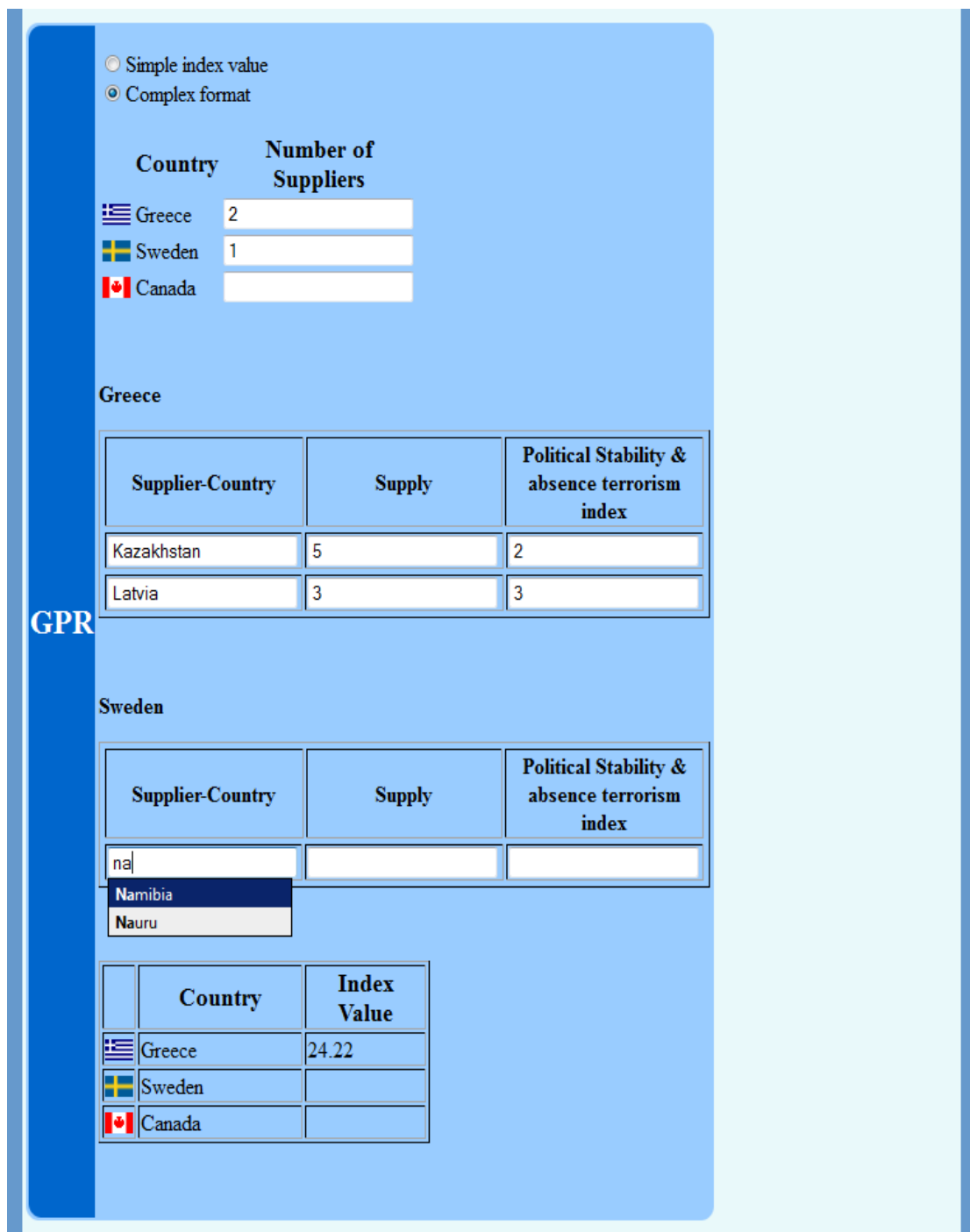
- GPR (Simple index value):** A table with columns 'Country' and 'Index Value'. Greece: 0.78, Sweden: 0.23, Canada: 0.36.
- DISASTER (Complex format):** A table with columns 'Country', 'Earthquake', 'Flood', 'Storm', and 'Index Value'. Greece: 6, 5, 3.5, 4.833; Sweden: 1, 3, , ; Canada: , , , .

Εικόνα 6.7: Ο δείκτης GPR σε απλή μορφή και ο δείκτης disaster σε σύνθετη μορφή

❖ Ο δείκτης GPR σε σύνθετη μορφή

Όπως αναφέρεται και στο κεφάλαιο 4 για τον υπολογισμό του δείκτη γεωπολιτικού κινδύνου πρέπει να γνωρίζουμε τους προμηθευτές της κάθε χώρας, την ποσότητα που εισάγεται από τον καθένα και το δείκτη πολιτικής σταθερότητας που τους χαρακτηρίζει. Το πρόγραμμα καθοδηγεί το χρήστη στο πώς να εισάγει όλα αυτά τα δεδομένα. Με το που επιλεχθεί η complex format δημιουργείται ένας πίνακας με όλες τις υπό μελέτη χώρες και ζητείται το πλήθος των προμηθευτών κάθε μίας. Μόλις γίνει η εισαγωγή του πλήθους των προμηθευτών μιας χώρας εμφανίζεται ένας ακόμη πίνακας, που ζητά από το χρήστη τις απαραίτητες πληροφορίες (όνομα χώρας-προμηθευτή, ποσότητα εισαγωγής, δείκτης πολιτικής σταθερότητας και απουσίας τρομοκρατίας). Για τα ονόματα των χωρών υπάρχει και πάλι η δυνατότητα της αυτόματης συμπλήρωσης όπως και στην πρώτη σελίδα για τις επιπλέον χώρες.

Μόλις ο χρήστης εισάγει όλες τις πληροφορίες για όλους τους προμηθευτές μιας χώρας, το πρόγραμμα προχωρά στον υπολογισμό του δείκτη και στην εμφάνισή του σε έναν άλλο πίνακα. Έτσι, μόλις ο χρήστης τελειώσει με την εισαγωγή όλων των απαραίτητων δεδομένων έχει στη διάθεσή του έναν ξεχωριστό πίνακα με τις τιμές του GPR για τις χώρες που μελετά. Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνεται η λειτουργία που μόλις περιγράφηκε.



Εικόνα 6.8: Ο δείκτης GPR σε σύνθετη μορφή

❖ **Οι επιπλέον δείκτες**

Στην περίπτωση που ο χρήστης θέλει να συμπεριλάβει στην ανάλυσή του δείκτες που δεν βρίσκονται στη λίστα του προγράμματος τότε αυτοί οι δείκτες έχουν μία διαφορετική μεταχείριση. Το πρώτο πράγμα που ζητάει το πρόγραμμα είναι ο προσδιορισμός της συσχέτισης (θετική ή αρνητική) αυτού του δείκτη με τον τελικό. Η πληροφορία αυτή χρειάζεται για το στάδιο της κανονικοποίησης των δεδομένων που θα ακολουθήσει. Για τους δείκτες για τους οποίους μιλήσαμε παραπάνω η πληροφορία αυτή είναι ήδη γνωστή στο πρόγραμμα και όπως έχουμε αναφέρει ήδη ο μόνος δείκτης με αρνητική συσχέτιση ως προς τον τελικό είναι ο DP/DC.

Στη συνέχεια δίνονται δύο επιλογές στο χρήστη για τον τρόπο που θα εισάγει τα δεδομένα οι οποίες είναι:

1. Simple index value: Ο χρήστης εισάγει την τελική τιμή του δείκτη
2. Fraction format: Ο χρήστης μπορεί να εισάγει τα δεδομένα σε μορφή αριθμητή-παρανομαστή, και το πρόγραμμα να υπολογίσει το δείκτη

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται το πλαίσιο που δημιουργείται έχοντας στην προηγούμενη σελίδα επιλέξει να χρησιμοποιήσουμε έναν επιπλέον δείκτη που ονομάσαμε risk1.

Country	Nominator	Denominator	Index Value
Greece	5	10	0.5000
Sweden	3	15	0.2000
Canada	6		

Εικόνα 6.9: Εισαγωγή δεδομένων για πρόσθετους δείκτες

❖ **Επιλογή ακρίβειας και συγκεντρωτικός πίνακας (summarized data table)**

Το τελευταίο μέρος του 3^{ου} και μεγαλύτερου βήματος περιλαμβάνει την τελευταία πληροφορία που ζητείται από το χρήστη και η οποία είναι ο προσδιορισμός της ακρίβειας που επιθυμεί για την εφαρμογή της PCA σύμφωνα με το πρώτο κριτήριο που αναφέρεται στο κεφάλαιο 5, του ποσοστού της συνολικής διακύμανσης που εξηγούν οι κύριες συνιστώσες.

Ακόμη, αν ο χρήστης έχει πραγματοποιήσει όλη την παραπάνω διαδικασία για να εισάγει τους δείκτες στο τέλος της σελίδας υπάρχει ένας ήδη συμπληρωμένος συγκεντρωτικός πίνακας με γραμμές τις χώρες που έχουμε επιλέξει και στήλες τους τελικούς δείκτες. Είναι σημαντικό να πούμε εδώ ότι ο πίνακας αυτός υπάρχει εξ αρχής στη σελίδα μας και συμπληρώνεται αυτόματα και σταδιακά όσο ο χρήστης εισάγει δεδομένα. Υπάρχει όμως η δυνατότητα, εάν ο χρήστης έχει οργανωμένες σε ένα φύλλο του excel τις τελικές τιμές των δεικτών του, να τις εισάγει κατευθείαν εκεί με μια απλή αντιγραφή + επικόλληση, παραβλέποντας τη συμπλήρωση των πινάκων που προηγούνται.

2)Please select the percentage of **precision** for the final index.

Cumulative: 100 %

			Summarized Country-Index Table		
			WR	PR	GPR
		92			
		91			
	Algeria	90	1	12	1
	Angola	89	2	11	2
	Ecuador	87	3	10	3
	Iran	86	4	9	4
	Iraq	85	5	8	5
	Kuwait	84	6	7	6
	Libya	83	7	6	12
	Nigeria	82	8	5	11
	Qatar	81	9	4	10
	Saudi Arabia		10	3	9
	United Arab Emirates		11	2	8
	Venezuela		12	1	7

Next

Εικόνα 6.10: Επιλογή ακρίβειας και συγκεντρωτικός πίνακας

ΠΡΟΣΟΧΗ! Για τους πρόσθετους δείκτες, όπου ζητείται ο προσδιορισμός της συσχέτισης έχει τεθεί ως προεπιλογή η θετική συσχέτιση. Έτσι, αν ο χρήστης εισάγει στο συγκεντρωτικό πίνακα την τιμή του δείκτη πρέπει να αλλάξει τη συσχέτιση στον παραπάνω πίνακα σε περίπτωση που είναι αρνητική. Διαφορετικά η κανονικοποίηση των δεικτών θα οδηγήσει σε λανθασμένα συμπεράσματα.











4^ο Στάδιο: Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών (PCA)

Με τη συμπλήρωση του συγκεντρωτικού πίνακα το πρόγραμμα είναι έτοιμο να ξεκινήσει τη διαδικασία της PCA. Στην 4^η σελίδα ο χρήστης μπορεί να δει τον πίνακα με τα κανονικοποιημένα πλέον δεδομένα.

Energy Risk Evaluation for the European Union member countries

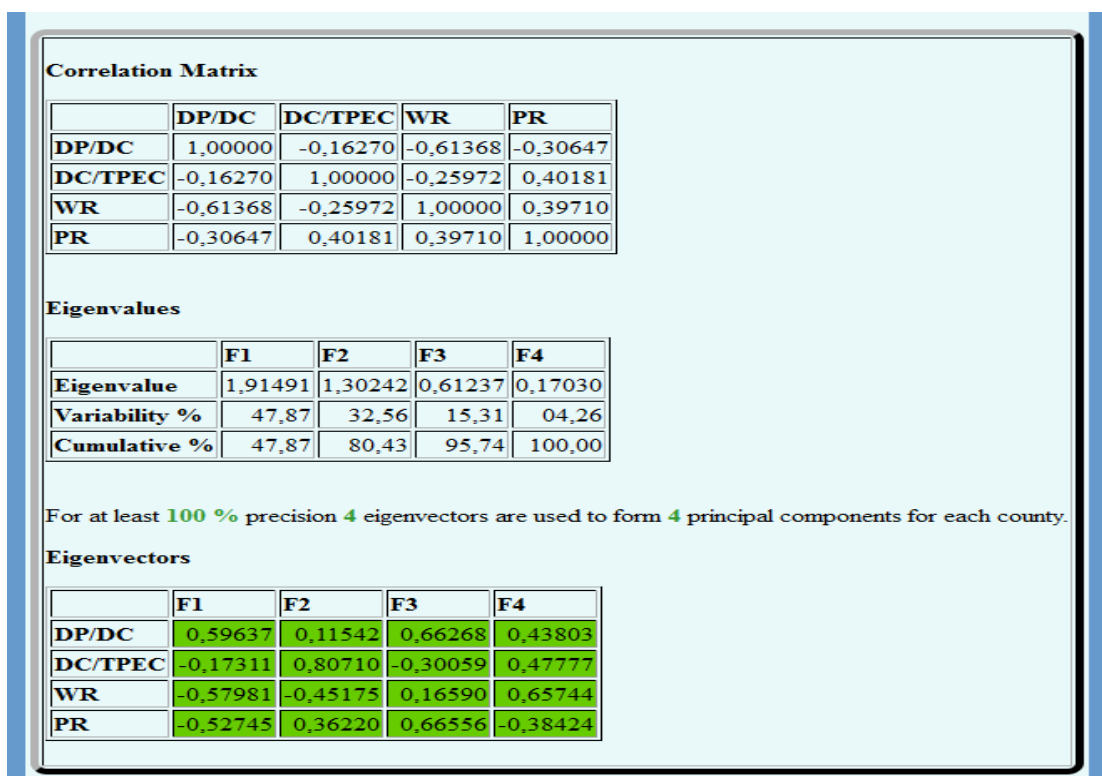
Stage 4 of 5: PCA Analysis

Normalized Data Table

		DP/DC	DC/TPEC	WR	PR
	Belgium	1,00000	0,54055	0,00000	0,25818
	Denmark	1,00000	0,42454	0,33333	0,52318
	France	1,00000	0,11533	0,00000	0,21629
	Germany	1,00000	0,29915	0,00000	0,12812
	Italy	0,00000	0,49179	1,00000	0,68402
	Latvia	1,00000	0,11493	0,00000	0,00000
	Luxembourg	1,00000	0,21163	0,33333	0,40742
	Netherlands	0,91829	0,48030	0,00000	1,00000
	Sweden	1,00000	0,00000	1,00000	0,68402
	United Kingdom	1,00000	1,00000	0,00000	0,68402

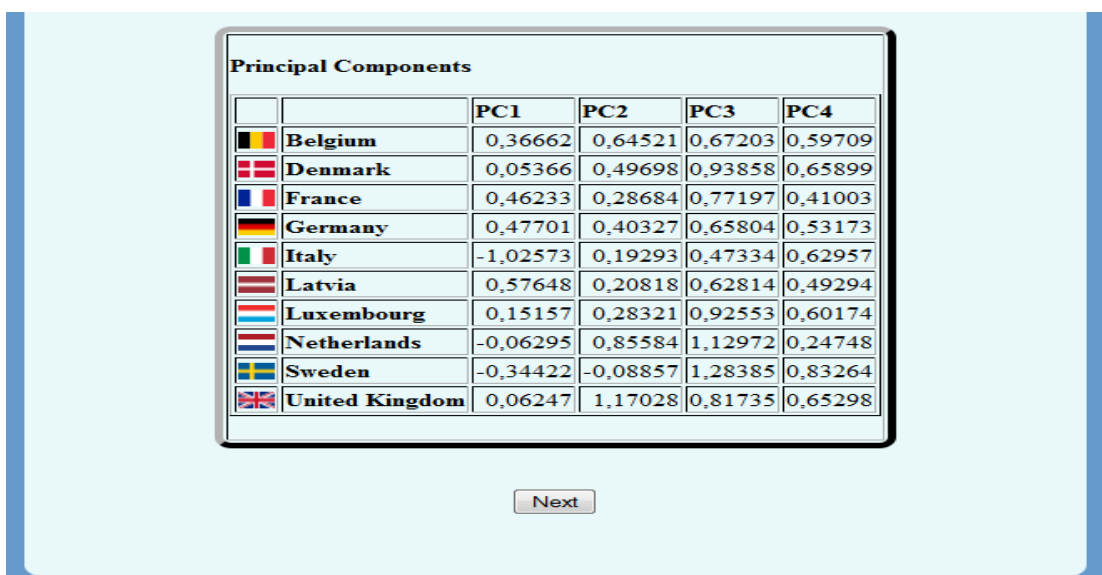
Εικόνα 6.11: Πίνακας Κανονικοποιημένων Δεδομένων

Ακολουθεί ένα πλαίσιο που περιλαμβάνει τον πίνακα συσχέτισης, τις ιδιοτιμές του σε φθίνουσα σειρά με τη διακύμανση και την αθροιστική διακύμανσή τους και τα αντίστοιχα ιδιοδιανύσματα. Όπως φαίνεται και στην εικόνα που ακολουθεί, ανάλογα με το ποσοστό ακρίβειας που επιλέξαμε στην προηγούμενη σελίδα εμφανίζονται με πράσινο χρώμα τα ιδιοδιανύσματα που θα χρησιμοποιηθούν τελικά στην ανάλυση.



Εικόνα 6.12: Πίνακας συσχέτισης, Ιδιοτιμές και Ιδιοδιανύσματα

Τέλος, δίνονται και οι κύριες συνιστώσες που οδηγούν στην εξαγωγή του τελικού δείκτη. Το πλήθος των συνιστωσών είναι ίσο με το πλήθος των ιδιοδιανυσμάτων που τελικά χρησιμοποιούνται στην ανάλυση.



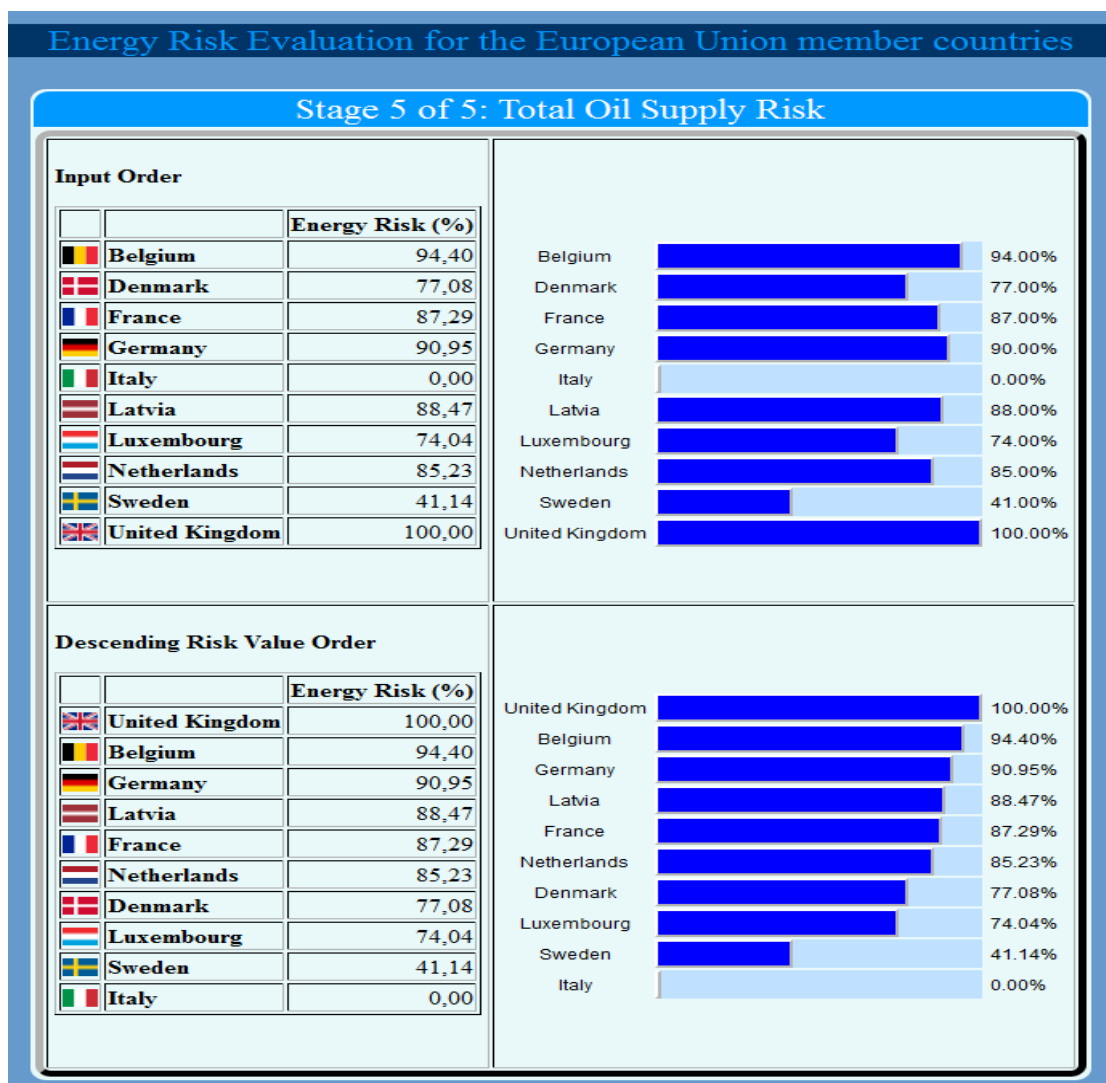
Εικόνα 6.13: Κύριες συνιστώσες

5^ο Στάδιο: Τελικός Δείκτης και Γραφική

Στην τελευταία σελίδα παρουσιάζονται οι τελικοί δείκτες με δύο τρόπους:

1. Σύμφωνα με τη σειρά εισαγωγής των χωρών στο πρώτο στάδιο.
2. Ταξινομημένοι από το μεγαλύτερο στο μικρότερο. Υπενθυμίζουμε εδώ ότι ο τελικός δείκτης εκφράζει κίνδυνο και συνεπώς η χώρα με δείκτη 100% είναι η πιο ευάλωτη και ενεργειακά επικίνδυνη ενώ αντίστοιχα η χώρα με δείκτη 0% είναι η πιο ασφαλής.

Παράλληλα δίνονται τα αποτελέσματα και σε μορφή γραφικής και για τις δύο περιπτώσεις για τα συγκριτικά πλεονεκτήματα που προσφέρει. Αξίζει να τονίσουμε επίσης, ότι η εφαρμογή του προγράμματος προσφέρει χρήσιμες πληροφορίες για το εκάστοτε υπό μελέτη δείγμα. Εφαρμογή του προγράμματος για δύο ή περισσότερα διαφορετικά δείγματα και η σύγκριση μεταξύ τους μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένα συμπεράσματα.



Εικόνα 6.14: Εξαγωγή τελικού δείκτη και γραφικές

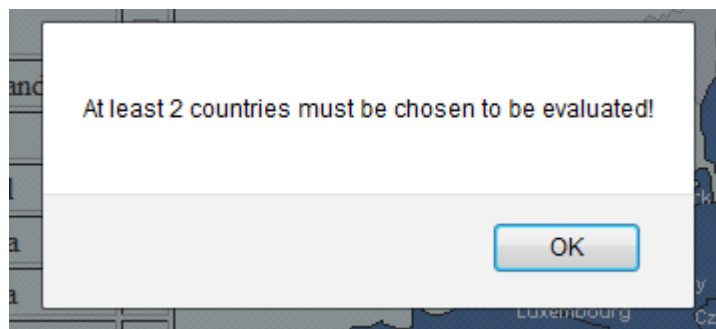
6.4. Αντιμετώπιση Προβλημάτων - Επικύρωση Δεδομένων Εισόδου (Validation)

Αξίζει να σημειωθεί ότι το εργαλείο αναπτύχθηκε έτσι ώστε να ελέγχει σε κάθε στάδιο τα δεδομένα που εισάγει ο χρήστης κάνοντας επικύρωση (validation), προκειμένου να εξασφαλίσει την δυνατότητα εφαρμογής της μεθόδου. Έτσι, σε κάθε μία από τις 3 πρώτες σελίδες της εφαρμογής, σε περίπτωση που ο χρήστης είτε εισάγει κάτι μη έγκυρο είτε παραλείπει τη συμπλήρωση υποχρεωτικών πεδίων, καθοδηγείται από σχετικά μηνύματα υπό την μορφή ειδοποιήσεων και καλείται να διορθώσει τα λάθη ή να συμπληρώσει τυχόν παραλείψεις. Συγκεκριμένα:

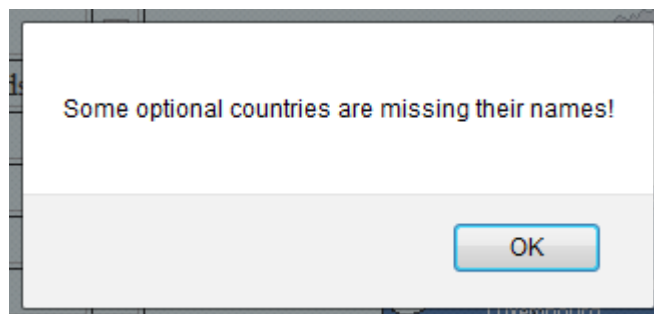
Σελίδα 1^η (1^ο Στάδιο: Επιλογή όλες εξέταση χωρών)

Για να προχωρήσουμε στο επόμενο στάδιο η μέθοδος προϋποθέτει δείγμα τουλάχιστον 2 χωρών. Για το λόγο αυτό, όταν ο χρήστης:

- Επιλέγει λιγότερες από 2 χώρες (χώρες τις Ε.Ε. ή προαιρετικές), στον browser εμφανίζεται το ακόλουθο μήνυμα.



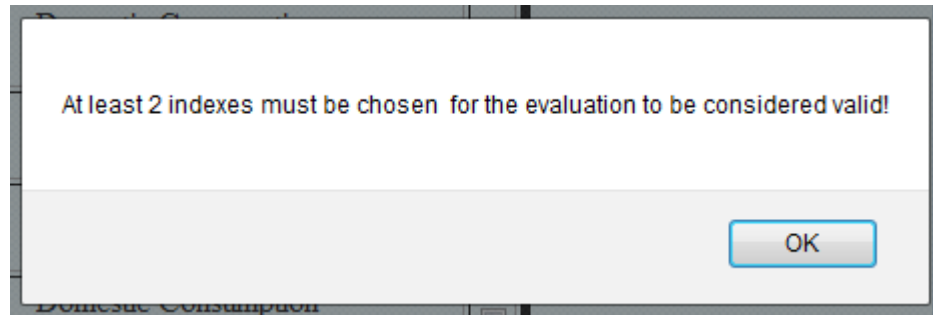
- Επιλέγει μία ή περισσότερες προαιρετικές χώρες και δεν έχει συμπληρώσει το όνομα κάποιας, στον browser εμφανίζεται το ακόλουθο μήνυμα.



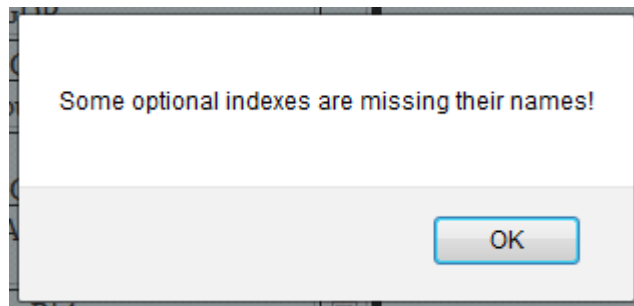
Σελίδα 2^η (2^ο Στάδιο: Επιλογή μορφής ενέργειας και δεικτών)

Ομοίως με το την πρώτη σελίδα, για να προχωρήσουμε στο επόμενο στάδιο η μέθοδος προϋποθέτει την επιλογή τουλάχιστον 2 δεικτών. Για το λόγο αυτό, όταν ο χρήστης:

- Επιλέγει λιγότερους από 2 δείκτες (είτε από τον πίνακα είτε προαιρετικούς), στον browser εμφανίζεται το ακόλουθο μήνυμα.



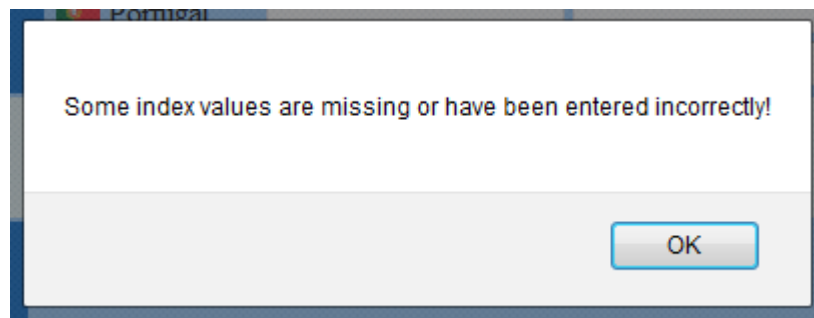
- Επιλέγει έναν ή περισσότερους προαιρετικούς δείκτες και δεν έχει συμπληρώσει το όνομα κάποιου, στον browser εμφανίζεται το ακόλουθο μήνυμα.



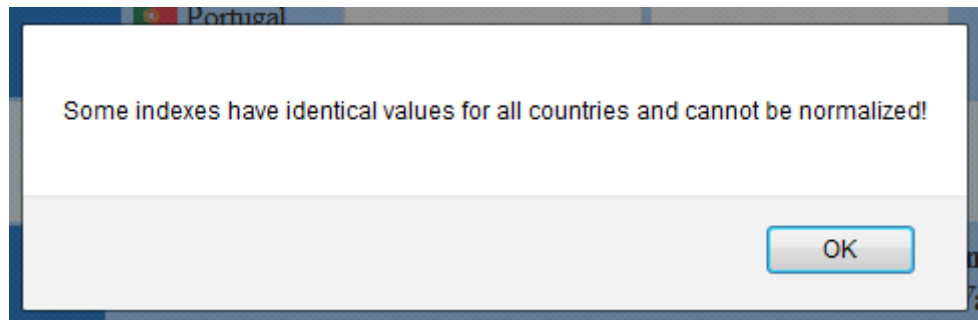
Σελίδα 3^η (3^ο Στάδιο: Εισαγωγή αριθμητικών δεδομένων)

Σε αυτό το σημείο πρέπει να διασφαλισθεί ότι ο συγκεντρωτικός πίνακας έχει συμπληρωθεί σωστά.. Για το λόγο αυτό, όταν ο χρήστης:

- Παραλείπει ή εισάγει μη αριθμητικά δεδομένα σε ένα ή περισσότερα κελιά, στον browser εμφανίζεται το ακόλουθο μήνυμα.

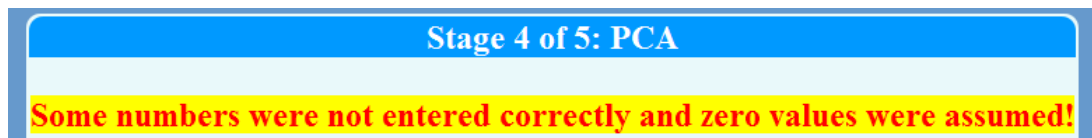


- Συμπεριλαμβάνει δείκτη για τον οποίο όλες οι υπό μελέτη χώρες έχουν την ίδια τιμή, στον browser εμφανίζεται το ακόλουθο μήνυμα.



Σελίδα 4^η (4^ο Στάδιο: Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών (PCA))

Υπάρχουν σπάνιες περιπτώσεις, όπου η εφαρμογή δεν εντόπισε λάθος στα δεδομένα του συγκεντρωτικού, ενώ αυτό υπήρχε και επέτρεψε την μετάβαση στην επόμενη σελίδα (π.χ. δοκιμάστε την τιμή “1234.56+7-”). Πρακτικά αυτό συμβαίνει όταν κάποιο κελί περιέχει νούμερα με λάθος χρήση των συμβόλων “.”, “+”, “-”, “E”. Ωστόσο ο server στον οποίο γίνονται οι υπολογισμοί εντοπίζει αυτά τα λάθη και εφαρμόζει την μέθοδο θεωρώντας μηδενικές τιμές στα μη έγκυρα κελιά. Φροντίζει επίσης να ειδοποιήσει τον χρήστη ότι κάτι τέτοιο συνέβη, επιβάλλοντας στο ακόλουθο μήνυμα να αναβοσβήνει στο πάνω μέρος της 4^{ης} σελίδας.



Σε αυτήν την περίπτωση αρκεί ο χρήστης:

- 1) να πατήσει το κουμπί *Πίσω* ή *Back* του browser του,
- 2) να διορθώσει τα λάθος κελιά του συγκεντρωτικού πίνακα,
- 3) να πατήσει το κουμπί *Next* στο κάτω μέρος της σελίδας.

Εάν όντως διορθώθηκαν όλα τα λάθη το παραπάνω μήνυμα δεν θα ξαναεμφανιστεί.

Κεφάλαιο 7

Εφαρμογή Εργαλείου για την Ενεργειακή
Αξιολόγηση Χωρών της Ε.Ε.

Το πρόγραμμα εφαρμόστηκε για την αξιολόγηση του ενεργειακού κινδύνου ως προς το φυσικό αέριο για 22 από τις 27 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης με τη βοήθεια 7 δεικτών και για το έτος 2010. Πιο συγκεκριμένα, δε συμπεριλαμβάνονται στην ανάλυση η Κύπρος, η Μάλτα, η Εσθονία, η Λεττονία και η Σλοβενία λόγω έλλειψης στοιχείων για κάποιους δείκτες, ενώ το Λουξεμβούργο έχει ενσωματωθεί στα στοιχεία του Βελγίου.

Οι δείκτες που χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή συμπερασμάτων καθώς και οι πηγές τους είναι:

- **DP/DC:** Οι ποσότητες της εγχώριας παραγωγής και κατανάλωσης εξάγονται από τη Στατιστική Ανάλυση της BP που δημοσιεύθηκε τον Ιούνιο του 2011 (Statistical Review of World Energy BP 2011).
- **DC/TPEC:** Στατιστική Ανάλυση της BP.
- **DC/WS:** Στατιστική ανάλυση της BP.
- **VOM/GDP:** Η αξία των εισαγωγών (VOM) είναι από την ιστοσελίδα <http://www.indexmundi.com> ενώ το ΑΕΠ (GDP) κάθε χώρας από την ιστοσελίδα <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2011/01/weodata/weoselco.aspx?g=2001&sg=All+countries>.
- **DC/POP:** Ο πληθυσμός κάθε χώρας (POP) για τον προσδιορισμό της κατά κεφαλήν κατανάλωσης έχει εξαχθεί από τον ίδιο σύνδεσμο όπως το ΑΕΠ (GDP).
- **PR:** Ο δείκτης πολιτικού κινδύνου προέρχεται από τη σελίδα του βέλγικου οργανισμού ONDD (Office National du Ducroire) <http://www.ondd.be>. Στην ίδια βάση μπορεί να βρεθεί και ο δείκτης κινδύνου πολέμου (WR) όμως στην παρούσα ανάλυση δε χρησιμοποιείται καθώς για το συγκεκριμένο δείγμα η τιμή του είναι παντού ίση με 1 και δεν προσφέρει συγκριτικά πλεονεκτήματα.
- **GPR:** Οι προμηθευτές και τα ποσοστά προμήθειας για τις υπό μελέτη χώρες υπάρχουν στη στατιστική ανάλυση της BP ενώ ο δείκτης πολιτικής σταθερότητας που ζητείται για τους προμηθευτές είναι από την ιστοσελίδα <http://info.worldbank.org/governance/wgi/index.asp>.

Στον πίνακα 7.2 φαίνονται συγκεντρωμένες όλες οι ποσότητες που χρησιμοποιήθηκαν ενώ οι μονάδες τους έχουν ως εξής:

- DC, DP, TPEC, WS: εκατομμύρια τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου (ΤΠΠ)
- VOM, GDP: εκατομμύρια USD
- POP: εκατομμύρια
- PR, GPR: καθαροί αριθμοί

Ο πίνακας που ακολουθεί αποτελεί παράδειγμα για τον υπολογισμό του GPR κάθε χώρας αναλύοντας πως προκύπτει ο συγκεκριμένος δείκτης για τη Γαλλία.



	Supplier	Supply	Political Stability	GPR
France	Tobago	0,35	44,80	0,000
	Belgium	1,20	74,10	0,001
	Germany	3,98	76,90	0,009
	Netherlands	6,85	83,00	0,024
	Norway	14,15	91,50	0,092
	Spain	0,63	38,20	0,000
	United_Kingdom	0,60	54,70	0,000
	Russian_Federation	8,05	21,70	0,125
	Algeria	6,27	12,70	0,130
	Egypt	0,73	24,50	0,001
	Nigeria	3,57	4,20	0,127
	Qatar	2,43	88,70	0,003
	Yemen	0,08	2,40	0,000
			48,89	

Πίνακας 7.1: Παράδειγμα υπολογισμού GPR

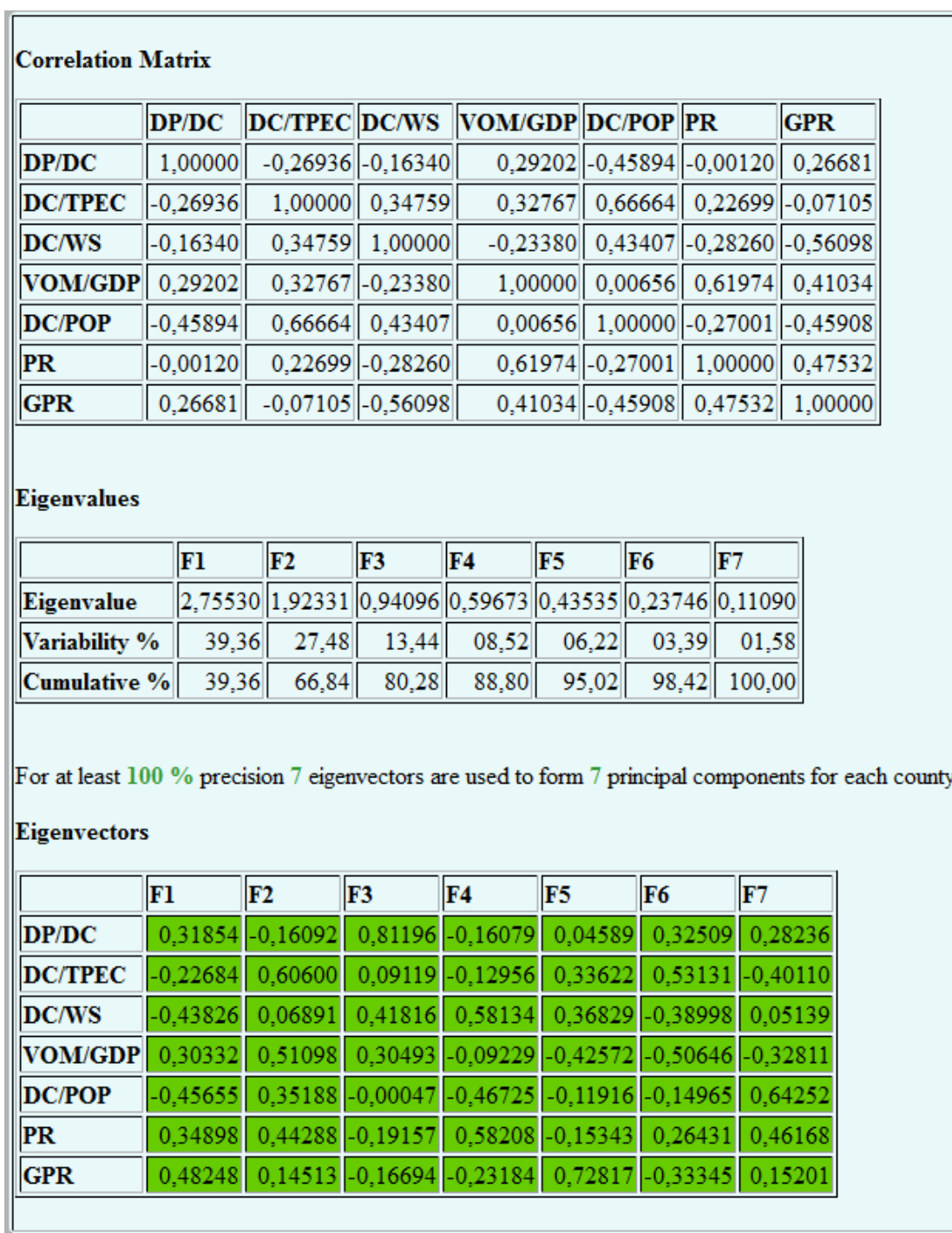
	DC	DP	TPEC	WS	VOM	GDP	POP	PR	GPR
Austria	9,07		33,35	2858,11	9.063	376.841	8,377	1	2,805
Belgium & Luxembourg	17,44		69,75		18.626	520.626	11,429	1	0,275
Bulgaria	2,30		18,02		5.179	47.702	7,531	4	4,762
Czech Republic	8,37		41,26		8.976	192.152	10,507	1	2,544
Denmark	4,45	7,36	19,52		0,00	310.760	5,535	1	1,316
Finland	3,53		29,12		4.123	239.232	5,377	1	4,762
France	42,18		252,39		47.020	2.582.527	62,96	1	0,511
Germany	73,16	9,56	319,46		86.990	3.315.643	81,603	1	0,834
Greece	3,29		32,51		2.707	305.415	11,187	1	1,946
Hungary	9,81		23,41		11.510	128.960	10,013	2	3,473
Republic of Ireland	4,78		14,61		3.348	204.261	4,471	1	1,852
Italy	68,46	6,85	172,05		70.450	2.055.114	60,34	1	1,270
Lithuania	2,81		6,05		2.916	36.364	3,293	4	4,762
Netherlands	39,24	63,46	100,14		22.080	783.293	16,605	1	0,556
Poland	12,87	3,70	95,75		10.010	468.539	38,092	2	3,702
Portugal	4,52		27,07		4.082	229.336	10,638	1	7,757
Romania	12,01	9,84	34,49		4.851	161.629	21,43	4	4,762
Slovakia	5,07		16,15		6.396	87.450	5,43	1	4,762
Spain	31,00		149,73		31.760	1.409.946	46,018	1	2,040
Sweden	1,43		50,66		893,9	455.848	9,327	1	1,176
United Kingdom	84,46	51,41	209,08	15.840	2.247.455	62,222	1	0,381	

Πίνακας 7.2: Δεδομένα για την ανάλυση






















Αφού λοιπόν δόθηκαν τα απαιτούμενα δεδομένα στο πρόγραμμα προχωρήσαμε στην ανάλυσή τους. Ακολουθούν οι κανονικοποιημένες τιμές των δεικτών για όλες τις χώρες καθώς και τα ενδιάμεσα στάδια της μεθόδου (πίνακας συσχέτισης, ιδιοτιμές, ιδιοδιανύσματα, κύριες συνιστώσες) πριν την εξαγωγή του τελικού δείκτη.

Normalized Data Table								
		DP/DC	DC/TPEC	DC/WS	VOM/GDP	DC/POP	PR	GPR
	Austria	1,00000	0,56019	0,09201	0,22152	0,42068	0,00000	0,33813
	Belgium	1,00000	0,50951	0,19277	0,32952	0,62109	0,00000	0,00000
	Bulgaria	1,00000	0,22802	0,01040	1,00000	0,06849	1,00000	0,59972
	Czech Republic	1,00000	0,40103	0,08352	0,43026	0,29094	0,00000	0,30328
	Denmark	0,00000	0,45909	0,03634	0,00000	0,29447	0,00000	0,13915
	Finland	1,00000	0,21362	0,02525	0,15874	0,22765	0,00000	0,59972
	France	1,00000	0,31897	0,49074	0,16770	0,23362	0,00000	0,03154
	Germany	0,92087	0,46121	0,86390	0,24165	0,33620	0,00000	0,07469
	Greece	1,00000	0,16722	0,02230	0,08164	0,06333	0,00000	0,22332
	Hungary	1,00000	0,89770	0,10082	0,82207	0,37365	0,33333	0,42740
	Ireland	1,00000	0,68631	0,04025	0,15097	0,41395	0,00000	0,21079
	Italy	0,93944	0,84937	0,80730	0,31574	0,44395	0,00000	0,13301
	Lithuania	1,00000	1,00000	0,01651	0,73860	0,31600	1,00000	0,59972
	Netherlands	0,02110	0,83541	0,45532	0,25964	1,00000	0,00000	0,03762
	Poland	0,82619	0,24378	0,13772	0,19678	0,08330	0,33333	0,45811
	Portugal	1,00000	0,31897	0,03720	0,16394	0,12284	0,00000	1,00000
	Romania	0,50411	0,73498	0,12735	0,27644	0,18402	1,00000	0,59972
	Slovakia	1,00000	0,65599	0,04377	0,67366	0,35289	0,00000	0,59972
	Spain	1,00000	0,41078	0,35615	0,20748	0,23534	0,00000	0,23588
	Sweden	1,00000	0,00000	0,00000	0,01806	0,00000	0,00000	0,12053
	United Kingdom	0,63158	0,86327	1,00000	0,06492	0,54481	0,00000	0,01416

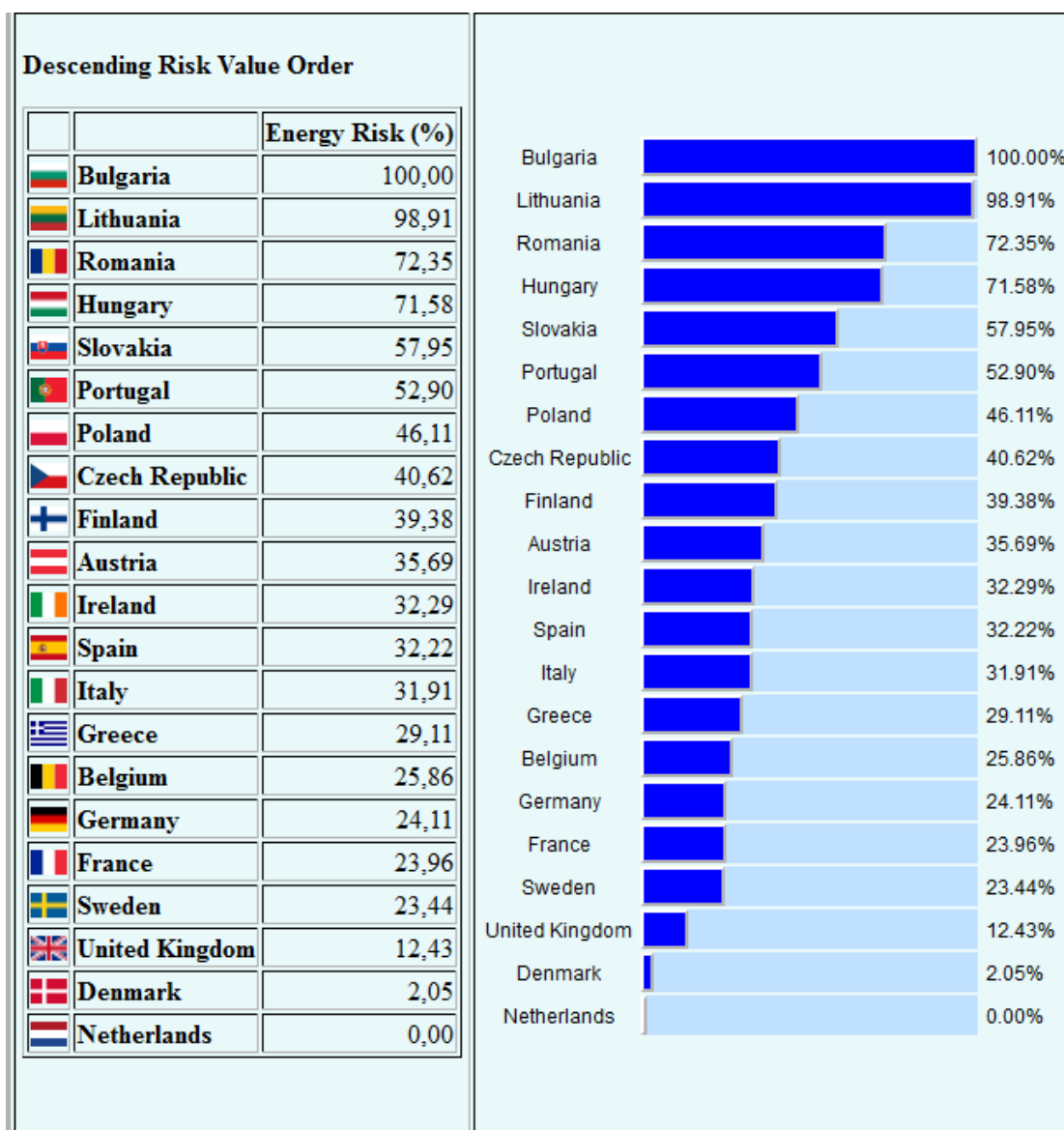
Εικόνα 7.1: Πίνακας Κανονικοποιημένων Δεδομένων



Εικόνα 7.2: Εφαρμογή της PCA - Πίνακας Συσχέτισης, Ιδιοτιμές, Ιδιοδιανύσματα

Principal Components								
		PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7
	Austria	0,18941	0,49519	0,91242	-0,47527	0,36990	0,29895	0,31140
	Belgium	-0,06513	0,54806	1,03922	-0,43535	0,07389	0,26078	0,37884
	Bulgaria	1,17265	1,04298	0,85031	0,13447	-0,02423	-0,01020	0,46017
	Czech Republic	0,33497	0,45410	0,96389	-0,41015	0,21448	0,14301	0,21766
	Denmark	-0,18737	0,40452	0,03370	-0,20820	0,23397	0,13928	0,02808
	Finland	0,49259	0,21853	0,79018	-0,43384	0,46900	0,11429	0,38333
	France	-0,00946	0,23867	1,09201	-0,04877	0,25760	0,17277	0,27952
	Germany	-0,23405	0,44347	1,21207	0,09770	0,42694	0,00990	0,26750
	Greece	0,37443	0,03836	0,82411	-0,25839	0,23063	0,27994	0,26429
	Hungary	0,47202	1,15123	1,05127	-0,37400	0,25042	0,23604	0,11668
	Ireland	0,10372	0,51115	0,90203	-0,48253	0,33135	0,46533	0,25763
	Italy	-0,28996	0,75603	1,25169	-0,05919	0,53553	0,17114	0,16793
	Lithuania	0,80256	1,46474	0,84344	-0,05352	0,31936	0,49293	0,39565
	Netherlands	-0,74197	1,02424	0,35613	-0,34686	0,24723	-0,02053	0,25732
	Poland	0,50653	0,36825	0,67028	-0,05363	0,35934	0,16762	0,35507
	Portugal	0,70600	0,30707	0,73960	-0,48485	0,81057	0,04519	0,33348
	Romania	0,57622	1,10898	0,32211	0,22930	0,46080	0,40150	0,43446
	Slovakia	0,48313	0,79506	0,99522	-0,58643	0,39042	0,06258	0,11836
	Spain	0,13857	0,33562	1,02212	-0,19076	0,37055	0,18549	0,25489
	Sweden	0,38217	-0,13419	0,79734	-0,19040	0,12596	0,27575	0,29476
	United Kingdom	-0,65510	0,71735	1,02688	0,10411	0,60527	0,15487	0,21437

Εικόνα 7.3: Κύριες Συνιστώσες



Εικόνα 7.4: Τελικός Δείκτης Ενεργειακού Κινδύνου (Ταξινομημένος)

Συμπεράσματα

Σύμφωνα με την ανάλυση πιο ασφαλής χώρα ως προς την τροφοδοσία φυσικού αερίου αναδεικνύεται η Ολλανδία ενώ ακολουθούν η Δανία, το Ηνωμένο Βασίλειο και η Σουηδία. Αντίθετα, στις πρώτες θέσεις συνολικού κινδύνου φιγουράρουν η Βουλγαρία, η Λιθουανία, η Ρουμανία και η Ουγγαρία.

Όπως βλέπουμε, για τον υπολογισμό της πρώτης κύριας συνιστώσας για κάθε χώρα, μεγαλύτερη βαρύτητα δίνεται στον πιο σημαντικό δείκτη της ανάλυσης, το δείκτη GPR, σύμφωνα με το ιδιοδιάνυσμα F1. Εξετάζοντας λοιπόν το συγκεκριμένο δείκτη από τον πίνακα με τα κανονικοποιημένα δεδομένα, παρατηρούμε ότι όντως σε γενικές γραμμές οι χώρες που θεωρούνται πιο ευάλωτες, σύμφωνα με τον τελικό δείκτη κινδύνου, είναι και πρώτες στην κατάταξη του GPR, ενώ αντίθετα οι πιο ασφαλείς παρουσιάζουν και μικρό δείκτη γεωπολιτικού κινδύνου. Αυτό, βέβαια δε σημαίνει ότι ο τελικός δείκτης ακολουθεί την κατάταξη του GPR αλλά μόνο ότι τον αντιμετωπίζει με μεγαλύτερη βαρύτητα από τους υπόλοιπους.

Για παράδειγμα, το Βέλγιο (συμπεριλαμβανομένου και του Λουξεμβούργου) παρά το γεγονός ότι έχει το μικρότερο GPR και είναι και στους περισσότερους δείκτες σε καλύτερη θέση από την Ολλανδία βρίσκεται στην 15^η θέση της τελικής κατάταξης, που υπενθυμίζουμε ότι εκφράζει κίνδυνο. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το Βέλγιο δεν έχει παραγωγή φυσικού αερίου (DP/DC=0), ενώ αντίθετα η Ολλανδία έχει τη δεύτερη μεγαλύτερη παραγωγή μετά τη Δανία. Η Δανία από την άλλη, έρχεται προτελευταία στον τελική κατάταξη παρά το γεγονός ότι είναι σε όλους τους δείκτες καλύτερη από την Ολλανδία. Σε όλους εκτός από τον πιο σημαντικό, τον GPR, ο οποίος της στερεί την τελευταία και καλύτερη θέση.

Στις πρώτες θέσεις τώρα, ενδιαφέρον παρουσιάζει η περίπτωση της Φινλανδίας και της Πορτογαλίας. Η Πορτογαλία είναι η χώρα με το μεγαλύτερο GPR ενώ ακολουθούν η Φινλανδία, η Βουλγαρία, η Λιθουανία, η Ρουμανία και η Σλοβακία με την ίδια τιμή για τον δείκτη λόγω του ότι έχουν ως μοναδικό προμηθευτή τη Ρωσία. Παρόλα αυτά η Φινλανδία έχει μια πολύ καλή θέση σε όλους τους υπόλοιπους δείκτες με αποτέλεσμα να λαμβάνει τελικά την 9^η θέση ενώ το ίδιο συμβαίνει και με την Πορτογαλία που στους υπόλοιπους δείκτες έχει μια καλή αλλά χειρότερη θέση από τη Φινλανδία, καταλαμβάνοντας έτσι την 6^η θέση. Αξίζει ακόμη να πούμε ότι οι χώρες που αναδείχθηκαν πιο ευάλωτες είναι και αυτές που παρουσιάζουν μεγάλο δείκτη πολιτικού κινδύνου (PR) δηλαδή η Βουλγαρία, η Λιθουανία, η Ρουμανία και η Ουγγαρία. Για όλες τις υπόλοιπες ο PR ισούται με μηδέν.

Μπορούμε λοιπόν να υποστηρίξουμε ότι η ανάλυση κύριων συνιστωσών στη συγκεκριμένη περίπτωση συνδύασε όλες τις πληροφορίες καταλήγοντας στην εξαγωγή ενός τελικού δείκτη που μπορεί να δικαιολογηθεί. Δεν πρέπει όμως να ξεχνάμε ότι όπως κάθε μέθοδος που χρησιμοποιεί την επιστήμη της στατιστικής, έτσι και εδώ μπορεί να υπάρχουν κάποιες αποκλίσεις από την πραγματικότητα.

Κεφάλαιο 8

Κώδικας Εφαρμογής

Package store

“Country.java”

```
package store;
```

```
//Definition of “Country” as an object that implements the “Comparable”  
// interface
```

```
public class Country implements Comparable<Country>{
```

```
// Country’s Code, Name, Flag, Number and Total Energy Risk
```

```
    private String code;  
    private String name;  
    private String flag;  
    private int number;  
    private Double energyRisk;
```

```
// Country’s constructor when Code, Name, Flag and Number are available
```

```
    public Country(String code,String name,String flag, int number) {  
        this.code=code;  
        this.name=name;  
        this.flag=flag;  
        this.number=number;  
    }  
  
    // Country’s constructor when Name and Total Energy Risk are available  
    public Country(String name,double energyRisk) {  
        this.name=name;  
        this.energyRisk=energyRisk;  
    }  
  
    //Code getter method  
    public String getCode() {  
        return code;  
    }  
  
    //Name getter method  
    public String getName() {  
        return name;  
    }  
  
    //Flag getter method  
    public String getFlag(){  
        return flag;  
    }  
  
    //Number getter method  
    public int getNumber() {  
        return number;  
    }  
  
    //Total Energy Risk getter method  
    public Double getEnergyRisk(){  
        return energyRisk;  
    }  
  
    //Code setter method  
    public void setCode(String code) {  
        this.code=code;  
    }  
  
    //Name setter method  
    public void setName(String name) {  
        this.name=name;  
    }  
}
```

```
//Flag setter method
public void setFlag(String flag){
    this.flag=flag;
}

//Number setter method
public void setNumber(int number){
    this.number=number;
}

//Total Energy Risk setter method
public void setEnergyRisk(Double energyRisk){
    this.energyRisk=energyRisk;
}

//"equals" method to identify two countries as identical or different
public boolean equals(Object o) {
    if (this == o) return true;
    if (this == null) return false;
    if (!(o instanceof Country)) return false;
    return ((Country)o).getCode().equals(this.code);
}

//implementation of "compareTo" method required by "Comparable" interface
public int compareTo(Country o) {
    if(this.energyRisk<o.energyRisk){
        return 1;
    }
    else if(this.energyRisk>o.energyRisk){
        return -1;
    }
    else{
        return 0;
    }
}
}
```

“EUCountries.java”

```
package store;
```

```
public class EUCountries {
```

```
//Implementation of EU as a class
//consisting of an array of 27 "Country" objects
//(to be used by "index.JSP")
public Country[] EU=new Country[27];
public EUCountries () {
    EU[0]=new Country("euCountry1", "Austria",
        "countries/Austria.png", 1);
    EU[1]=new Country("euCountry2", "Belgium",
        "countries/Belgium.png", 2);
    EU[2]=new Country("euCountry3", "Bulgaria",
        "countries/Bulgaria.png", 3);
    EU[3]=new Country("euCountry4", "Cyprus",
        "countries/Cyprus.png", 4);
    EU[4]=new Country("euCountry5", "Czech Republic",
        "countries/Czech_Republic.png", 5);
    EU[5]=new Country("euCountry6", "Denmark",
        "countries/Denmark.png", 6);
    EU[6]=new Country("euCountry7", "Estonia",
        "countries/Estonia.png", 7);
    EU[7]=new Country("euCountry8", "Finland",
        "countries/Finland.png", 8);
    EU[8]=new Country("euCountry9", "France",
        "countries/France.png", 9);
    EU[9]=new Country("euCountry10", "Germany",
        "countries/Germany.png", 10);
    EU[10]=new Country("euCountry11", "Greece",
        "countries/Greece.png", 11);
    EU[11]=new Country("euCountry12", "Hungary",
        "countries/Hungary.png", 12);
    EU[12]=new Country("euCountry13", "Ireland",
        "countries/Ireland.png", 13);
    EU[13]=new Country("euCountry14", "Italy",
        "countries/Italy.png", 14);
    EU[14]=new Country("euCountry15", "Latvia",
        "countries/Latvia.png", 15);
    EU[15]=new Country("euCountry16", "Lithuania",
        "countries/Lithuania.png", 16);
    EU[16]=new Country("euCountry17", "Luxembourg",
        "countries/Luxembourg.png", 17);
    EU[17]=new Country("euCountry18", "Malta",
        "countries/Malta.png", 18);
    EU[18]=new Country("euCountry19", "Netherlands",
        "countries/Netherlands.png", 19);
    EU[19]=new Country("euCountry20", "Poland",
        "countries/Poland.png", 20);
    EU[20]=new Country("euCountry21", "Portugal",
        "countries/Portugal.png", 21);
    EU[21]=new Country("euCountry22", "Romania",
        "countries/Romania.png", 22);
    EU[22]=new Country("euCountry23", "Slovakia",
```



```
        "countries/Slovakia.png", 23);
EU[23]=new Country("euCountry24", "Slovenia",
        "countries/Slovenia.png", 24);
EU[24]=new Country("euCountry25", "Spain",
        "countries/Spain.png", 25);
EU[25]=new Country("euCountry26", "Sweden",
        "countries/Sweden.png", 26);
EU[26]=new Country("euCountry27", "United Kingdom",
        "countries/United_Kingdom.png", 27);
    }
}
```

Package servlets

“Class1.java”

```

package servlets;
import store.*;
import java.io.*;
import javax.servlet.*;
import javax.servlet.http.*;

//Servlet no.1 of the application
//Responsible for retrieving information about the countries the user
//selected in page 1, store this information on cookies and display page 2
public class Class1 extends HttpServlet{

    private String euCountries[] = {"Austria","Belgium","Bulgaria",
                                    "Cyprus","Czech Republic",
                                    "Denmark","Estonia","Finland",
                                    "France","Germany","Greece",
                                    "Hungary","Ireland","Italy",
                                    "Latvia","Lithuania","Luxembourg",
                                    "Malta","Netherlands","Poland",
                                    "Portugal","Romania","Slovakia",
                                    "Slovenia","Spain","Sweden",
                                    "United Kingdom"};

//doPost method
    public void doPost(HttpServletRequest req,
                        HttpServletResponse res)
        throws ServletException, IOException{
        res.setBufferSize(999999999);

//delete old cookies
        Cookie[] cookies = req.getCookies();
        if (cookies!=null){
            int cookieLenght = cookies.length;
            for (int i = 0; i < cookieLenght; i++) {
                Cookie cookie = cookies[i];
                cookie.setMaxAge(0);
                res.addCookie(cookie);
            }
        }

//create and config the servlets's output stream
        ServletOutputStream out = res.getOutputStream();
        res.setContentType("text/html;charset=UTF-8");

//count European (euN) and optional (optN) countries that have been
//selected
        int euN,optN;
        euN=0;
        for(int i=1; i<=27;i++){
            if(req.getParameter("euCountry"+Integer.toString(i))!=
                null){
                euN++;
            }
        }
        optN=0;
        int k=1;

```

```

        while (req.getParameter("optCountry"+Integer.toString(k))!="") {
            optN++;
            k++;
        }
//Store selected countries in a cookie array
Cookie[] CountryCookie = new Cookie[euN+optN];
int j=1;
for (int i=1;i<=27;i++){
if (req.getParameter("euCountry"+Integer.toString(i))!=
null) {
        CountryCookie[j-1] = new Cookie("Country"+
            Integer.toString(j),
            euCountries[i-1]);
        CountryCookie[j-1].setMaxAge(546666239);
        res.addCookie(CountryCookie[j-1]);
        j++;
    }
}
for(int i=1;i<=optN;i++){
    CountryCookie[euN+i-1] = new Cookie("Country"+
        Integer.toString(euN+i,
        req.getParameter
        ("optCountry"+
        Integer.toString(i)
        ));
    CountryCookie[euN+i-1].setMaxAge(546666239);
    res.addCookie(CountryCookie[euN+i-1]);
}
//display the first part of 2nd Page's html code
displayFile("page2a.html", out);
//display a table with the selected countries and their flags
Country[] SelectedCountries=new Country[euN+optN];
for (int i=0;i<euN+optN;i++){
    String flag=createFlag(CountryCookie[i].getValue());
    SelectedCountries[i]=new Country(Integer.toString(i),
        CountryCookie[i].getValue(),
        flag, i);
    out.println("<tr><td></td>
        <tdclass='lightBlue'>"+
        SelectedCountries[i].getName()+
        "</td></tr>");
}
//display the second part of 2nd Page's html code
displayFile("page2b.html", out);

}

//doGet method addresses request and response to doPost method
public void doGet(HttpServletRequest req,
    HttpServletResponse res)
    throws ServletException, IOException{
    doPost(req, res);
}

//A method that returns a country's flag file path given the country's
//name
public String createFlag(String CountryName){
    String flag=CountryName;

```

```
    if (CountryName.contains(" ")) {
        flag=CountryName.replaceAll(" ", "_");
    }
    return "countries/"+flag+".png";
}
```

```
//A method that parses a file given its name and prints its contents
//through the given servlet output stream
```

```
void displayFile(String pageName, ServletOutputStream out) {
    try {
        ServletContext sc = getServletContext();
        String filename = sc.getRealPath(pageName);
        FileReader file = new FileReader(filename);
        BufferedReader buff = new BufferedReader(file);
        boolean eof = false;
        while (!eof) {
            String line = buff.readLine();
            if (line==null)
                eof=true;
            else
                out.println(line);
        }
        buff.close();
    }
    catch (IOException e) {
        System.out.println("Error..." + e.toString());
    }
}
```

“Class2.java”

```

package servlets;
import java.io.*;
import javax.servlet.*;
import javax.servlet.http.*;

//Servlet no.2 of the application
//Responsible for retrieving information about the energy source and the
//indexes the user selected in page 2, store this information on cookies
//and display page 3
public class Class2 extends HttpServlet {

    private String indexes[] = { "DP/DC", "DC/TPEC", "DC/WS",
        "DC/GDP", "VOM/GDP", "DC/POP", "DC/AREA", "WR", "PR",
        "GPR", "DISASTER" };

    public void doPost(HttpServletRequest req,
        HttpServletResponse res) throws ServletException,
        IOException {
        res.setBufferSize(999999999);
        ServletOutputStream out = res.getOutputStream();
        res.setContentType("text/html;charset=UTF-8");

        Cookie EnergySourceCookie = new Cookie("energy_source",
            req.getParameter("radio"));
        EnergySourceCookie.setMaxAge(546666239);
        res.addCookie(EnergySourceCookie);
//count indexes + optional indexes under study
        int indexN, optIndexN;
        indexN = 0;

        for (int i = 1; i <= 11; i++) {
            if (req.getParameter("Index" + Integer.toString(i))
                != null) {
                indexN++;
            }
        }

        optIndexN = 0;

        int k = 1;
        while (req.getParameter("optIndex" + Integer.toString(k))
            != "") {
            optIndexN++;
            k++;
        }
        Cookie[] IndexCookie = new Cookie[indexN + optIndexN];
//retrieve indexes + optional indexes under and study store to cookies
        int j = 1;
        for (int i = 1; i <= 11; i++) {
            if (req.getParameter("Index" + Integer.toString(i))
                != null) {
                IndexCookie[j - 1] = new Cookie("Index"
                    + Integer.toString(j),
                    indexes[i - 1]);
            }
        }
    }
}

```

```

        IndexCookie[j - 1].setMaxAge(546666239);
        res.addCookie(IndexCookie[j - 1]);
        j++;
    }
}

for (int i = 1; i <= optIndexN; i++) {
    IndexCookie[indexN + i - 1] = new Cookie("Index"
        + Integer.toString(indexN + i),
        req.getParameter("optIndex"
            + Integer.toString(i)));
    IndexCookie[indexN + i - 1].setMaxAge(546666239);
    res.addCookie(IndexCookie[indexN + i - 1]);
}

```

```

//retrieve countries under study and store to cookies

```

```

Cookie cookies[];
cookies = req.getCookies();
String names[] = new String[cookies.length];
String values[] = new String[cookies.length];
int couN = 0;
for (int ii = 0; ii < cookies.length; ii++) {
    names[ii] = cookies[ii].getName();
    values[ii] = cookies[ii].getValue();
    if (names[ii].contains("Country")) {
        couN++;
    }
}

String[] Countries = new String[couN];
int jj = 0;
for (int ii = 0; ii < cookies.length; ii++) {
    names[ii] = cookies[ii].getName();
    values[ii] = cookies[ii].getValue();
    if (names[ii].contains("Country")) {
        Countries[jj] = values[ii];
        jj++;
    }
}

String allTheCountries = "";
allTheCountries = Countries[0];
for (int i = 1; i < Countries.length; i++) {
    allTheCountries += "," + Countries[i];
}

```

```

// //////////////////////////////////////
// /DISPLAY 1
// //////////////////////////////////////

```

```

displayFile("page3a.html", out);
out.print(couN);
displayFile("page3b.html", out);
for (int i = 0; i < IndexCookie.length; i++) {
    out.println("<tr><td><p>&nbsp;</p></td></tr>");
    out.println("<tr><td><table width=\"470\"
        border=\"0\"
        + \" class='indexTableFill' align='left'><tr>
        + \"<td align='center' class='blue_ribbonLL'>");
    out.println("<p ><strong>" +
        IndexCookie[i].getValue()
        + "</strong></p></td><td>");
}

```

```

// ////////////////////////////////////
// VOM/GDP ////////////////////////////////////
// ////////////////////////////////////
    if (IndexCookie[i].getValue() == "VOM/GDP") {
        out.println("<table width=\"470\"
            border=\"0\">"
            + "<tr class='headers'><td></td>"
            + "<td width=\"150\"
            align=\"center\">"
            + "<strong>Country</strong></td>"
            + "<td width=\"110\"
            align=\"center\">"
            + "<strong>Nominator</strong></td>"
            + "<td width=\"110\"
            align=\"center\">"
            + "<strong>Denominator</strong></td>"
            + "<td width=\"110\"
            align=\"center\">"
            + "<strong>Index
            Value</strong></td></tr>");

        int c = 0;
        for (int ii = 0; ii < cookies.length; ii++) {
            names[ii] = cookies[ii].getName();
            values[ii] = cookies[ii].getValue();
            if (names[ii].contains("Country")) {
                c++;
                out.println("<tr><td></td>"
                    + "<td>"
                    + values[ii] + "</td>"
                    + "<td><label>"
                    + "<input type='text'"
                    + " name='n' +
                    Integer.toString(i)
                    + "_" + c + "' id='n"+
                    IndexCookie[i].getValue()
                    + "_"
                    + c + "'
                    + "onchange=\"javascript:"
                    + "excel(this.id,'n',"
                    + c + ",'"
                    +
                    IndexCookie[i].getValue()
                    + "' );calculateIndex('"
                    +
                    IndexCookie[i].getValue()
                    + "',"
                    + c + " );\"
                    + "</label></td>"
                    + "<td><input
                    type='text' name='d"
                    + Integer.toString(i) +
                    "_" + c
                    + "' id='d"
                    +
                    IndexCookie[i].getValue()
                    +
                    + "_"

```



```

+ c + "
onChange=\"javascript:
+ "excel(this.id,'d',"
+ c + "," + "
+
IndexCookie[i].getValue
()
+ "');GDP(this.id," + c
+ "');calculateIndex('
+
IndexCookie[i].getValue
()
+ "," + "
+ c + "");\" /></td>\"
+ "<td><div id='i\"
+
IndexCookie[i].getValue
() + \"_\"
+ c +
+ \">&nbsp;&nbsp;&nbsp;</td></tr>\";
}
}
out.println("</table>");
}

```

```

// //////////////////////////////////////
// DC/TPEC, DC/POP, DC/AREA //////////////////////////////////
// //////////////////////////////////////
else if (IndexCookie[i].getValue() == "DC/TPEC"
|| IndexCookie[i].getValue() == "DC/POP"
|| IndexCookie[i].getValue() ==
"DC/AREA") {
int c = 0;

out.println("<table width=\"470\"
border=\"0\">\"
+ "<tr class='headers'><td></td>\"
+ "<td width=\"150\"
align=\"center\">\"
+ "<strong>Country</strong></td>\"
+ "<td width=\"110\"
align=\"center\">\"
+ "<strong>Nominator</strong></td>\"
+ "<td width=\"110\"
align=\"center\">\"
+
"<strong>Denominator</strong></td>\"
+ "<td width=\"110\"
align=\"center\">\"
+ "<strong>Index
Value</strong></td></tr>\";
for (int ii = 0; ii < cookies.length; ii++) {
names[ii] = cookies[ii].getName();
values[ii] = cookies[ii].getValue();
if (names[ii].contains("Country")) {
c++;
out.println("<tr><td><img src=\"
+
createFlag(values[ii])
+ \" width=\"22\"
height=\"15\"\"
+ \"

```

```

align="left"/></td>
<td>"
+ values[ii] + "</td>"
+ "<td><label><input
type='text'"
+ " name='n" +
Integer.toString(i)
+ "_" + c + "' id='n"
+
IndexCookie[i].getValue
() + "_"
+ c + "'
+ "
onChange="\"javascript:"
+ "excel(this.id,'n',"
+ c + ",'"
+
IndexCookie[i].getValue
()
+ "'");DC(this.id," + c
+ ");calculateIndex('"
+
IndexCookie[i].getValue()
+ "','"
+ c + ");\"
/></label></td>"
+ "<td><input
type='text' name='d"
+ Integer.toString(i) +
_" + c
+ "' id='d"
+
IndexCookie[i].getValue()
+ "_"
+ c + "'
onChange="\"javascript:"
+ "excel(this.id,'d'," + c
+ ",'"
+
IndexCookie[i].getValue()
+ "'");calculateIndex('"
+
IndexCookie[i].getValue()
+ "','"
+ c + ");\" /></td>"
+ "<td><div id='i"
+
IndexCookie[i].getValue
() + "_"
+ c +
"'>&nbsp;</td></tr>";
}
}
out.println("</table>");
}
}

```



```

else if (IndexCookie[i].getValue() == "DP/DC") {
out.println("<table width=\"470\"
border=\"0\">"

```

```

+ "<tr class='headers'><td></td>"
+ "<td width=\"150\"
align=\"center\">"
+ "<strong>Country</strong></td>"
+ "<td width=\"110\"
align=\"center\">"
+ "<strong>Nominator</strong></td>"
+ "<td width=\"110\"
align=\"center\">"
+
"<strong>Denominator</strong></td>"
+ "<td width=\"110\"
align=\"center\">"
+ "<strong>Index
Value</strong></td></tr>");
int c = 0;
for (int ii = 0; ii < cookies.length; ii++) {
    names[ii] = cookies[ii].getName();
    values[ii] = cookies[ii].getValue();
    if (names[ii].contains("Country")) {
        c++;
        out.println("<tr><td></td>
<td>"
+ values[ii] + "</td>"
+ "<td><label>
<input type='text'"
+ " name='n" +
Integer.toString(i)
+ "_" + c + "' id='n"
+
IndexCookie[i].getValue()
+ "_"
+ c + "'
+ "
onChange=\"javascript:"
+ "excel(this.id,'n',"
+ c + ",'"
+
IndexCookie[i].getValue()
()
+ "' );calculateIndex('"
+
IndexCookie[i].getValue()
() + "','
+ c + "');\"
/></label></td>"
+ "<td><input
type='text' name='d"
+ Integer.toString(i) +
_" + c
+ "' id='d"
+
IndexCookie[i].getValue()
() + " "
+ c + "'

```

```

        onchange=\"javascript:\"
        + \"excel(this.id,'d',\"
        + c + \", '\"
        +
        IndexCookie[i].getValue
        ()
        + \"');DC(this.id,\" + c
        + \");calculateIndex(\"
        +
        IndexCookie[i].getValue()
        + \"\", \"
        + c + \");\" /></td>\"
        + \"<td><div id='i\"
        +
        IndexCookie[i].getValue
        () + \"_\"
        + c +
        \"'>&nbsp;  </td></tr>\";
    }
}
out.println("</table>");
}

```



```

else if (IndexCookie[i].getValue() == "DC/WS") {
    out.println("<table width=\"470\"
        border=\"0\">\"
        + \"<tr class='headers'><td></td>\"
        + \"<td width=\"150\"
        align=\"center\">\"
        + \"<strong>Country</strong></td>\"
        + \"<td width=\"110\"
        align=\"center\">\"
        + \"<strong>Nominator</strong></td>\"
        + \"<td width=\"110\"
        align=\"center\">\"
        +
        \"<strong>Denominator</strong></td>\"
        + \"<td width=\"110\"
        align=\"center\">\"
        + \"<strong>Index
        Value</strong></td></tr>\";

    int c = 0;
    for (int ii = 0; ii < cookies.length; ii++) {
        names[ii] = cookies[ii].getName();
        values[ii] = cookies[ii].getValue();
        if (names[ii].contains("Country")) {
            c++;
            out.println("<tr><td><img src=\"
                +
                createFlag(values[ii])
                + \" width=\"22\"
                height=\"15\"\"
                + \"
                align=\"left\"/></td>
                <td>\"
                + values[ii] + \"</td>\"
                + \"<td><label><input
                type='text'\"
                + \" name='n\" +

```

```

Integer.toString(i)
+ " " + c + "' id='n"
+
IndexCookie[i].getValue()
+ " "
+ c + "'
+ "
onchange=\"javascript:\"
+ "excel(this.id,'n',"
+ c + ","
+
IndexCookie[i].getValue
()
+ "');DC(this.id," + c
+ ");calculateIndex('"
+
IndexCookie[i].getValue
() + ","
+ c + ");\"
/></label></td>"
+ "<td><input
type='text' name='d"
+ Integer.toString(i) +
" " + c
+ "' id='d"
+
IndexCookie[i].getValue
() + " "
+ c + "'
onchange=\"javascript:\"
+
"excelWS(this.id);
WS(this.id,"
+ couN +
");calculateIndex('"
+
IndexCookie[i].getValue()
+ "',"
+ c + ");\" /></td>"
+ "<td><div id='i"
+
IndexCookie[i].getValue
() + " "
+ c +
">&nbsp;</td></tr>";
}
}

out.println("</table>");
}
}

```

```

// //////////////////////////////////
// DC/GDP //////////////////////////////////
// //////////////////////////////////
else if (IndexCookie[i].getValue() == "DC/GDP") {
    int c = 0;
    out.println("<table width=\"470\"
border=\"0\">"
+ "<tr class='headers'><td></td>"
+ "<td width=\"150\"
align=\"center\">"

```

```

+ "<strong>Country</strong></td>"
+ "<td width=\"110\"
align=\"center\">"
+ "<strong>Nominator</strong></td>"
+ "<td width=\"110\"
align=\"center\">"
+
"<strong>Denominator</strong></td>"
+ "<td width=\"110\"
align=\"center\">"
+ "<strong>Index
Value</strong></td></tr>");
for (int ii = 0; ii < cookies.length; ii++) {
    names[ii] = cookies[ii].getName();
    values[ii] = cookies[ii].getValue();
    if (names[ii].contains("Country")) {
        c++;
        out.println("<tr><td><img src=\""
+
+ createFlag(values[ii])
+ " width=\"22\"
height=\"15\"\"
+ "
align=\"left\"/></td>
<td>"
+ values[ii] + "</td>"
+ "<td><label>
<input type='text'"
+ " name='n" +
Integer.toString(i)
+ "_" + c + "' id='n"
+
IndexCookie[i].getValue
() + " "
+ c + "'\"
+ "
onchange=\"javascript:"
+ "excel(this.id,'n',"
+ c + "','\"
+
IndexCookie[i].getValue
()
+ "'');DC(this.id,\" + c
+ ");calculateIndex(\"
+
IndexCookie[i].getValue
() + "','\"
+ c + ");\"
/></label></td>"
+ "<td>
<input type='text'
name='d"
+ Integer.toString(i) +
"_" + c
+ "' id='d"
+
IndexCookie[i].getValue
() + " "
+ c + "'\"
onchange=\"javascript:"
+ "excel(this.id,'d',"

```

```

+ c + ",'"
+
IndexCookie[i].getValue()
+ "');GDP(this.id," + c
+ " ");calculateIndex('"
+
IndexCookie[i].getValue()
+ ",'"
+ c + " );\n /></td>"
+ "<td><div id='i"
+
IndexCookie[i].getValue
() + " _"
+ c +
"'>&nbsp;  </td></tr>");
}
}
out.println("</table>");
}

```



```

else if (IndexCookie[i].getValue() == "WR"
|| IndexCookie[i].getValue() == "PR") {
out.println("<table width=\"260\"
border=\"0\">"
+ "<tr class='headers'><td></td>"
+ "<td width=\"150\"
align=\"center\">"
+ "<strong>Country</strong></td>"
+ "<td width=\"110\"
align=\"center\">"
+
"<strong>Index</strong></td></tr>");
int c = 0;
for (int ii = 0; ii < cookies.length; ii++) {
names[ii] = cookies[ii].getName();
values[ii] = cookies[ii].getValue();
if (names[ii].contains("Country")) {
c++;
out.println("<tr><td></td>"
<td>"
+ values[ii] + "</td>"
+ "<td><label><input"
+ " type='text'"
name='i"
+ Integer.toString(i) +
" _" + c
+ "' id='i"
+
IndexCookie[i].getValue
() + " _"
+ c + "'
onchange=\"javascript:"
+ "excel(this.id,'i',"

```



```

        + c + ",'"
        +
        IndexCookie[i].getValue
        ()
        + "');updateTable('"
        +
        IndexCookie[i].getValue
        () + "','"
        + c + "',this.id);\"/>"
        +
        "</label></td></tr>");
    }
}
out.println("</table>");
}
// //////////////////////////////////////
// GPR //////////////////////////////////////
// //////////////////////////////////////
else if (IndexCookie[i].getValue() == "GPR") {
    out.println("<p><input name='radio"
        + IndexCookie[i].getValue()
        + "' type=\"radio\" id='choice"
        + IndexCookie[i].getValue()
        + "1' value=\"1\"
        onClick=\"showdiv('"
        + IndexCookie[i].getValue()
        + "1');hidediv('"
        + IndexCookie[i].getValue()
        + "2');deletevalues(this.id,'"
        + IndexCookie[i].getValue() + "','"
        + coun
        + "');\">Simple index value<br>"
        + "<input name='radio"
        + IndexCookie[i].getValue()
        + "' type=\"radio\" id='choice"
        + IndexCookie[i].getValue()
        + "2' value=\"2\"
        onClick=\"showdiv('"
        + IndexCookie[i].getValue()
        + "2');hidediv('"
        + IndexCookie[i].getValue()
        + "1');deletevalues(this.id,'"
        + IndexCookie[i].getValue() + "','"
        + coun
        + "');\">Complex format</p>");
// SIMPLE INPUT GPR
out.println("<div id='" +
    IndexCookie[i].getValue()
    + "1' style=\"display:none\">");
out.println("<table width=\"260\"
    border=\"0\">"
    + "<tr class='headers'><td></td>"
    + "<td width=\"150\"
    align=\"center\">"
    + "<strong>Country</strong></td>"
    + "<td width=\"110\"
    align=\"center\">"
    + "<strong>Index
    Value</strong></td></tr>");
int c = 0;
for (int ii = 0; ii < cookies.length; ii++) {

```

```

names[ii] = cookies[ii].getName();
values[ii] = cookies[ii].getValue();
if (names[ii].contains("Country")) {
    c++;
    out.println("<tr><td></td>
        <td>
        + values[ii] + "</td>"
        + "<td><label>
        <input type='text'"
        + " name='i"
        +
        IndexCookie[i].getValue
        () + " "
        + c + "' id='si"
        +
        IndexCookie[i].getValue()
        + " "
        + c
        + "'
        onchange=\"excel
        (this.id,'si',"
        + c + ",'"
        +
        IndexCookie[i].getValue
        ()
        + "');updateTable('"
        +
        IndexCookie[i].getValue
        () + ",'"
        + c + "','this.id);\"/>"
        +
        "</label></td></tr>");
    }
}
out.println("</table>");
out.println("</div>");

```

```

// COMPLEX INPUT (GPR)
// Number of Suppliers Table
out.println("<div id='" +
    IndexCookie[i].getValue()
    + "2' style=\"display:none\">");
out.println("<table width=\"250\"
    border=\"0\">"
    + "<tr class='headers'><td></td>"
    + "<td width=\"150\"
    align=\"center\">"
    + "<strong>Country</strong></td>"
    + "<td width=\"100\"
    align=\"center\">"
    + "<strong>Number of
    Suppliers</strong>"
    + "</td></tr>");
c = 0;
for (int ii = 0; ii < cookies.length; ii++) {

```

```

names[ii] = cookies[ii].getName();
values[ii] = cookies[ii].getValue();
if (names[ii].contains("Country")) {
    c++;
    out.println("<tr><td></td>
        <td>
        + values[ii]
        + "</td>"
        + "<td><label>
        <input type='text'"
        + " name='ns"
        + Integer.toString(i)
        + "_
        + c
        + "' id='ns"
        +
        IndexCookie[i].getValue
        ()
        + "_
        + c
        + "'
        + "
        onchange=\"excelNS
        (this.id,'ns',"
        + c + ",'"
        +
        IndexCookie[i].getValue
        () + "','
        + allTheCountries +
        "')>showdiv('"
        + c +
        "t');createSuppliers('"
        + c
        + "',''" + values[ii]
        +
        "','this.id);
        calculateGPRIndex('"
        + c + "')> \
        /></label></td></tr>");
    }
}
out.println("</table><p>&nbsp;</p>");
out.println("</div>");
// Suppliers Data Tables (GPR)
out.println("<script language=\"javascript\"
    + \" src=\"functions.js\">
    </script>");
c = 0;
for (int ii = 0; ii < cookies.length; ii++) {
    names[ii] = cookies[ii].getName();
    values[ii] = cookies[ii].getValue();
    if (names[ii].contains("Country")) {
        c++;
        out.println("<div id='" + c
            + "t'

```

```

                style="display:none">
                ");
            out.println("</div>");
        }
    }
}
// COMPLEX INDEX VALUES TABLE (GPR)
out.println("<div id='\" +
    IndexCookie[i].getValue()
    + \"3' style=\"display:none\">");
out.println("<table width=\"260\"
border=\"1\">
+ \"<tr class='headers'><td></td>\"
+ \"<td width=\"150\"
align=\"center\">\"
+ \"<strong>Country</strong></td>\"
+ \"<td width=\"110\"
align=\"center\">\"
+ \"<strong>Index
Value</strong></td></tr>");
c = 0;
for (int ii = 0; ii < cookies.length; ii++) {
    names[ii] = cookies[ii].getName();
    values[ii] = cookies[ii].getValue();
    if (names[ii].contains("Country")) {
        c++;
        out.println("<tr><td><img src=\"
+
        createFlag(values[ii])
        + \" width=\"22\"
        height=\"15\"\"
        + \"
        align=\"left\"/></td>\"
        <td>\"
        + values[ii] + "</td>\"
        + "<td id='i\"
        +
        IndexCookie[i].getValue()
        + \"_\"
        + c + \"'
        >&nbsp;</td></tr>");
    }
}
out.println("</table><p>&nbsp;</p>");
out.println("</div>");
}
}
}
// DISASTER
// DISASTER
else if (IndexCookie[i].getValue() == "DISASTER") {
    out.println("<p><input name='radio\"
+ IndexCookie[i].getValue()
+ \"' type=\"radio\" id='choice\"
+ IndexCookie[i].getValue()
+ \"1' value=\"1\"
onClick=\"showdiv('\"
+ IndexCookie[i].getValue()
+ \"1');hidediv('\"
+ IndexCookie[i].getValue()
+ \"2');deletevalues(this.id,\"
+ IndexCookie[i].getValue() + \"',\"
+ coun

```

```

+ ");\n">Simple index value<br>"
+ "<input name='radio"
+ IndexCookie[i].getValue()
+ "' type=\"radio\" id='choice"
+ IndexCookie[i].getValue()
+ "2' value=\"2\"
onClick=\"showdiv('"
+ IndexCookie[i].getValue()
+ "2');hidediv('"
+ IndexCookie[i].getValue()
+ "1');deletevalues(this.id,'"
+ IndexCookie[i].getValue() + "',',"
+ coun
+ ");\n">Complex format</p>");

```

```

// SIMPLE INPUT (DISASTER)
out.println("<div id='" +
IndexCookie[i].getValue()
+ "1' style=\"display:none\">");
out.println("<table width=\"260\"
border=\"0\">"
+ "<tr class='headers'><td></td>"
+ "<td width=\"150\"
align=\"center\">"
+ "<strong>Country</strong></td>"
+ "<td width=\"110\"
align=\"center\">"
+ "<strong>Index
Value</strong></td></tr>");

int c = 0;
for (int ii = 0; ii < cookies.length; ii++) {
names[ii] = cookies[ii].getName();
values[ii] = cookies[ii].getValue();
if (names[ii].contains("Country")) {
c++;
out.println("<tr><td></td>
<td>"
+ values[ii] + "</td>"
+ "<td><label>
<input type='text'"
+ " name='i"
+
IndexCookie[i].getValue()
+ " "
+ c + "' id='si"
+
IndexCookie[i].getValue()
+ " "
+ c
+ "'
onChange=\"excel
(this.id,'si',"
+ c + "','\"
+
IndexCookie[i].getValue()
+

```

```

        + "');updateTable('"
        +
        IndexCookie[i].getValue
        () + "',''"
        + c + "','this.id);\"/>"
        +
        "</label></td></tr>");
    }
}
out.println("</table>");
out.println("</div>");

```

```

//COMPLEX INPUT (DISASTER)
//DISASTER= (EARTHQUAKE+FLOOD+DRAUGHT) /3
out.println("<div id='" +
    IndexCookie[i].getValue()
    + "2' style=\"display:none\">");
out.println("<table width=\"580\"
    border=\"0\">"
    + "<tr class='headers'><td></td>"
    + "<td width=\"150\"
    align=\"center\">"
    + "<strong>Country</strong></td>"
    + "<td width=\"110\"
    align=\"center\">"
    +
    "<strong>Earthquake</strong></td>"
    + "<td width=\"110\"
    align=\"center\">"
    + "<strong>Flood</strong></td>"
    + "<td width=\"110\"
    align=\"center\">"
    + "<strong>Storm</strong></td>"
    + "<td width=\"110\"
    align=\"center\">"
    + "<strong>Index
    Value</strong></td></tr>");
c = 0;
for (int ii = 0; ii < cookies.length; ii++) {
    names[ii] = cookies[ii].getName();
    values[ii] = cookies[ii].getValue();
    if (names[ii].contains("Country")) {
        c++;
        out.println("<tr><td></td>
            <td>"
            + values[ii] + "</td>"
            + "<td><label>
            <input type='text'"
            + " name='e" +
            Integer.toString(i)
            + "_" + c + "' id='e"
            +
            IndexCookie[i].getValue
            () + " "
            + c + "'>"

```

```

+ "
onChange=\"excel(this.id,'
e',"
+ c + ","'"
+
IndexCookie[i].getValue
()
+
"'");
calculateDisasterIndex(
" + c
+ ");\"
/></label></td>"
+ "<td><label>
<input type='text'"
+ " name='f" +
Integer.toString(i)
+ "_ " + c + "' id='f"
+
IndexCookie[i].getValue
() + "_ "
+ c + "''"
+ "
onChange=\"excel
(this.id,'f',"
+ c + ","'"
+
IndexCookie[i].getValue
()
+
"'");
calculateDisasterIndex(" +
c
+ ");\"
/></label></td>"
+ "<td>
<input type='text'
name='s"
+ Integer.toString(i) +
"_" + c
+ "' id='s"
+
IndexCookie[i].getValue
() + "_ "
+ c
+ "'
onChange=\"excel(this.i
d,'s',"
+ c + ","'"
+
IndexCookie[i].getValue
()
+
"'");
calculateDisasterIndex(" +
c
+ ");\" /></td>" +
"<td><div id='i"
+
IndexCookie[i].getValue
() + "_ "

```

```

+ c +
">&nbsp;  </div></td>
</tr>");
}
}
out.println("</table>");
out.println("</div>");
}
// //////////////////////////////////////
// OPTIONAL INDEX ////
// //////////////////////////////////////
else {
out.println("<p>Select index "
+ "<strong>correlation
type</strong>:"");
out.println("<p><input name='radioCorrelation"
+ IndexCookie[i].getValue()
+ "' type='radio\"
id='choiceCorrelation"
+ IndexCookie[i].getValue()
+ "1' value='positive\"
checked='checked\">"
+ "Positive<br>"
+ "<input name='radioCorrelation"
+ IndexCookie[i].getValue()
+ "' type='radio\"
id='choiceCorrelation"
+ IndexCookie[i].getValue()
+ "2' value='negative\"
>Negative</p>");

out.println("<p>Select index "
+ "<strong>input
method</strong>:"");
out.println("<p><input name='radio"
+ IndexCookie[i].getValue()
+ "' type='radio\" id='choice"
+ IndexCookie[i].getValue()
+ "1' value='1\"
onClick='\"showdiv(\"
+ IndexCookie[i].getValue() + \"_\"
+ "1');hidediv(\"
+ IndexCookie[i].getValue() + \"_\"
+ "2');deletevalues(this.id,\"
+ IndexCookie[i].getValue() + "\",\"
+ coun
+ ");\">Simple index value<br>"
+ "<input name='radio"
+ IndexCookie[i].getValue()
+ "' type='radio\" id='choice"
+ IndexCookie[i].getValue()
+ "2' value='2\"
onClick='\"showdiv(\"
+ IndexCookie[i].getValue() + \"_\"
+ "2');hidediv(\"
+ IndexCookie[i].getValue() + \"_\"
+ "1');deletevalues(this.id,\"
+ IndexCookie[i].getValue() + "\",\"
+ coun

```



```

+ ");\n">Fraction format</p>");
// SIMPLE INPUT (OPTIONAL INDEX)
out.println("<div id='" +
    IndexCookie[i].getValue()
    + "_" + "1"
    style=\"display:none\">");
out.println("<table width=\"260\"
border=\"0\">"
+ "<tr class='headers'><td></td>"
+ "<td width=\"150\"
align=\"center\">"
+ "<strong>Country</strong></td>"
+ "<td width=\"110\"
align=\"center\">"
+ "<strong>Index
Value</strong></td></tr>");

int c = 0;
for (int ii = 0; ii < cookies.length; ii++) {
    names[ii] = cookies[ii].getName();
    values[ii] = cookies[ii].getValue();
    if (names[ii].contains("Country")) {
        c++;
        out.println("<tr><td></td>
            <td>"
            + values[ii]
            + "</td>"
            + "<td><label>
            <input type='text'"
            + " name='i"
            +
            IndexCookie[i].getValue()
            ()
            + "_"
            + c
            + "' id='si"
            +
            IndexCookie[i].getValue()
            ()
            + "_"
            + c
            + "'
            onchange=\"javascript:"
            + "excel(this.id,'si',"
            + c
            + ",'"
            +
            IndexCookie[i].getValue()
            ()
            + "' );updateTable('"
            +
            IndexCookie[i].getValue()
            ()
            + "', '"
            + c
            +

```

```

                                "',this.id);\"/></label
                                ></td></tr>");
                                }
                                }
                                out.println("</table>");
                                out.println("</div>");

```

// FRACTION INPUT (OPTIONAL INDEX)

```

out.println("<div id='\" +
            IndexCookie[i].getValue()
            + \"_\" + \"2'
            style=\\\"display:none\\\">");
out.println("<table width=\\\"470\\\"
            border=\\\"0\\\">\"
            + \"<tr class='headers'><td></td>\"
            + \"<td width=\\\"150\\\"
            align=\\\"center\\\">\"
            + \"<strong>Country</strong></td>\"
            + \"<td width=\\\"110\\\"
            align=\\\"center\\\">\"
            + \"<strong>Nominator</strong></td>\"
            + \"<td width=\\\"110\\\"
            align=\\\"center\\\">\"
            +
            \"<strong>Denominator</strong></td>\"
            + \"<td width=\\\"110\\\"
            align=\\\"center\\\">\"
            + \"<strong>Index
            Value</strong></td></tr>");
c = 0;
for (int ii = 0; ii < cookies.length; ii++) {
    names[ii] = cookies[ii].getName();
    values[ii] = cookies[ii].getValue();
    if (names[ii].contains("Country")) {
        c++;
        out.println("<tr><td><img src=\\\"
                    +
                    createFlag(values[ii])
                    + \" width=\\\"22\\\"
                    height=\\\"15\\\"\"
                    + \"
                    align=\\\"left\\\"/></td><t
                    d>\"
                    + values[ii] + \"</td>\"
                    + \"<td><label><input
                    type='text'\"
                    + \" name='n\" +
                    Integer.toString(i)
                    + \"_\" + c + \"' id='n\"
                    +
                    IndexCookie[i].getValue
                    () + \"_\"
                    + c + \"'\"
                    + \"
                    onchange=\\\"javascript:\\\"
                    + \"excel(this.id,'n',\"
                    + c + \"',\"
                    +
                    IndexCookie[i].getValue
                    ()
                    + \"');calculateIndex('\"

```

```

+
IndexCookie[i].getValue
() + ", "
+ c + ");\n"
/></label></td>"
+ "<td>
<input type='text'
name='d'
+ Integer.toString(i) +
" " + c
+ "' id='d'"
+
IndexCookie[i].getValue
() + " "
+ c + "'
onchange=\"javascript:"
+ "excel(this.id,'d',"
+ c + ",'"
+
IndexCookie[i].getValue
()
+ "');calculateIndex('"
+
IndexCookie[i].getValue()
+ ", "
+ c + ");\n" /></td>"
+ "<td><div id='i'"
+
IndexCookie[i].getValue
() + " "
+ c +
">&nbsp;  </div></td>
</tr>");
}
}
out.println("</table>");
out.println("</div>");
}
out.println("</td></tr></table></td></tr>");
}
displayFile("page3c.html", out);
out.println("<table border=\"5\" class='overall'"
+ " align='center'><tr><td>");
out.println("<p class='headers' align='center'"
+ "<strong>Summarized Country-Index
Table</strong>"
+ "</p>");
out.println("<table border=\"1\" >"
+ "<tr class='headers'><td></td><td></td>");
for (int i = 0; i < IndexCookie.length; i++) {
out.println("<td><strong>" + IndexCookie[i].getValue()
+ "</strong></td>");
}
out.println("</tr>");
int c = 0;
for (int ii = 0; ii < cookies.length; ii++) {
names[ii] = cookies[ii].getName();
values[ii] = cookies[ii].getValue();
if (names[ii].contains("Country")) {

```

```

c++;
out.println("<tr><td></td><td>" +
            values[ii]
            + "</td>");
for (int i = 0; i < IndexCookie.length; i++) {
    out.println("<td><label>
                <input type='text' name='"
                + c
                + "input"
                + (i + 1)
                + "' id='"
                + IndexCookie[i].getValue()
                + "input"
                + c
                + "' onchange=\"javascript:"
                + "excel(this.id,'input',"
                + c
                + ",'"
                + IndexCookie[i].getValue()
                + "' );\"/></label></td>");
    }
    out.println("</tr>");
}
}
out.println("</table><p>&nbsp;</p>");
out.println("</td></tr></table>");

```

```

// ////////////////////////////////////////
// /DISPLAY 2
// ////////////////////////////////////////
displayFile("page3d.html", out);

}

```

```

//doGet method addresses request and response to doPost method
public void doGet(HttpServletRequest req,
                  HttpServletResponse res)
    throws ServletException, IOException {
    doPost(req, res);
}

```

```

//returns the file path of the given country's flag image
public String createFlag(String CountryName) {
    String flag = CountryName;
    if (CountryName.contains(" ")) {
        flag = CountryName.replaceAll(" ", "_");
    }
    return "countries/" + flag + ".png";
}

```

```

//A method that parses a file given its name and prints its contents
//through the given servlet output stream
void displayFile(String pageName, ServletOutputStream out) {
    try {
        ServletContext sc = getServletContext();
        String filename = sc.getRealPath(pageName);
        FileReader file = new FileReader(filename);
        BufferedReader buff = new BufferedReader(file);
    }
}

```

```
        boolean eof = false;
        while (!eof) {
            String line = buff.readLine();
            if (line == null)
                eof = true;
            else
                out.println(line);
        }
        buff.close();
    } catch (IOException e) {
        System.out.println("Error..." + e.toString());
    }
}
```

“Class3.java”

```

package servlets;

import java.io.*;
import java.text.*;
import javax.servlet.*;
import javax.servlet.http.*;
import org.apache.commons.math.stat.correlation.PearsonsCorrelation;
import org.apache.commons.math.linear.*;

//Servlet no.3 of the application
//Responsible for:
//* retrieving information on the precision the user selected and the
// values of summarized table in page 3,
//* implementing PCA and extract Total Energy Risk values
//* storing this information on cookies
//* displaying page 4
public class Class3 extends HttpServlet {
    public void doPost(HttpServletRequest req,
        HttpServletResponse res) throws ServletException,
        IOException {
        res.setBufferSize(999999999);
// count countries and indexes from cookies
        Cookie cookies[];
        cookies = req.getCookies();
        String names[] = new String[cookies.length];
        String values[] = new String[cookies.length];
        int couN = 0;
        int indN = 0;
        for (int i = 0; i < cookies.length; i++) {
            names[i] = cookies[i].getName();
            values[i] = cookies[i].getValue();
            if (names[i].contains("Country")) {
                couN++;
            } else if (names[i].contains("Index")) {
                indN++;
            }
        }
// retrieve countries and indexes from cookies
        int ii = 0;
        int jj = 0;
        Cookie CountryNameCookie[] = new Cookie[couN];
        Cookie IndexNameCookie[] = new Cookie[indN];
        String IndexCorrelation[] = new String[indN];
        for (int i = 0; i < cookies.length; i++) {
            names[i] = cookies[i].getName();
            values[i] = cookies[i].getValue();
            if (names[i].contains("Country")) {
                CountryNameCookie[ii] = new Cookie("Country"
                    + (ii + 1), values[i]);
                ii++;
            }
            else if (names[i].contains("Index")) {
                IndexNameCookie[jj] = new Cookie("Country"
                    + (jj + 1), values[i]);
            }
        }
    }
}

```

```

// retrieve index correlation info
    if (IndexNameCookie[jj].getValue()
        .equals("DP/DC")) {
        IndexCorrelation[jj] = "negative";
    }
    else if ((IndexNameCookie[jj].getValue()
        .equals("DC/TPEC")
        || IndexNameCookie[jj].getValue()
        .equals("DC/WS")
        || IndexNameCookie[jj].getValue()
        .equals("DC/GDP")
        || IndexNameCookie[jj].getValue()
        .equals("VOM/GDP")
        || IndexNameCookie[jj].getValue()
        .equals("DC/POP")
        || IndexNameCookie[jj].getValue()
        .equals("DC/AREA")
        || IndexNameCookie[jj].getValue()
        .equals("WR")
        || IndexNameCookie[jj].getValue()
        .equals("PR")
        || IndexNameCookie[jj].getValue()
        .equals("GPR")
        || IndexNameCookie[jj].getValue()
        .equals("DISASTER")) {
        IndexCorrelation[jj] = "positive";
    }
    else {
        IndexCorrelation[jj] =
            req.getParameter("radioCorrelation"
                +
                IndexNameCookie[jj].getValue
                    ());
    }
    jj++;
}

// retrieve summarized Country-Index Table values
double[][] iValue = new double[couN][indN];
ServletOutputStream out = res.getOutputStream();
res.setContentType("text/html;charset=UTF-8");
//display the first part of 4th Page's html code
displayFile("page4a.html", out);
for (int i = 0; i < couN; i++) {
    for (int j = 0; j < indN; j++) {
        try {
            iValue[i][j] =
                Double.parseDouble(
                    req.getParameter((i + 1) +
                        "input"
                        + (j + 1)));
        } catch (NumberFormatException e) {
            out.println("<p class='warning'
                align='center'>Some numbers were
                not entered correctly and
                zero values were assumed!</p>");
            e.printStackTrace();
        }
    }
}
}

```

```

// retrieve precision
Cookie precision = new Cookie("precision",
    req.getParameter("jumpMenu"));
precision.setMaxAge(546666239);
res.addCookie(precision);

double[][] ICTable = new double[couN][indN];
for (int i = 0; i < couN; i++) {
    for (int j = 0; j < indN; j++) {
        ICTable[i][j] = iValue[i][j];
    }
}
double[][] normICTable = new double[couN][indN];
// normalize Country-Index Table
normICTable = normalize(couN, indN, ICTable,
    IndexCorrelation, normICTable);
//Impose Principal Component Analysis to the data set
PCA Analysis = PCA(normICTable, CountryNameCookie,
    IndexNameCookie, precision);
// save energy risk values to cookies
Cookie EnergyRiskCookie[][] = new Cookie[Analysis
    .getFinalIndicators().length][Analysis
    .getFinalIndicators()[0].length];
for (int i = 0; i < EnergyRiskCookie.length; i++) {
    for (int j = 0; j < EnergyRiskCookie[0].length; j++) {
        EnergyRiskCookie[i][j] = new Cookie(
            "ER" + Integer.toString(i + 1),
            String.valueOf(
                Analysis.getFinalIndicators()[i][j]));
        EnergyRiskCookie[i][j].setMaxAge(546666239);
        res.addCookie(EnergyRiskCookie[i][j]);
    }
}
//display PCA stages
printNormalized(normICTable, CountryNameCookie,
    IndexNameCookie, out);
printCor(Analysis.getCorrelation(), IndexNameCookie, out);
printEigenValues(Analysis.getEigenvalues(),
    Analysis.getVariability(),
    Analysis.getCumulative(),
    out);
printPrecision(precision.getValue(),
    Analysis.getPrecision(), out);
printEVT(Analysis.getEigenvectors(), IndexNameCookie,
    Analysis.getPrecision(), out);
printPC(Analysis.getPrincipalComponents(),
    CountryNameCookie, out);
//display the last part of 4th Page's html code
displayFile("page4b.html", out);

}

//Method that imposes Principal Component Analysis to the data set and
//returns a "PCA" object (see PCA.java)
public PCA PCA(double[][] normTable, Cookie[] Country,
    Cookie[] Index, Cookie precision) {

// 1. Correlation Matrix
PearsonsCorrelation Correlation = new PearsonsCorrelation(
    normTable);
RealMatrix CorrelationMatrix = Correlation

```



```

        .getCorrelationMatrix();
    double[][] CorrelationData = CorrelationMatrix.getData();

```

// 2.Eigenvalues+Eigenvectors

```

    double dummy = 0;
    EigenDecompositionImpl ED;
    ED = new EigenDecompositionImpl(CorrelationMatrix, dummy);

```

// 2.1 Eigenvalues

```

    double[] EigenValues = ED.getRealEigenvalues();
    double[] variability = new double[EigenValues.length];
    double[] cumulative = new double[EigenValues.length];
    double sumV = 0;
    int findPrecision = 1;
    for (int i = 0; i < variability.length; i++) {
        variability[i] = 100 * EigenValues[i]
            / EigenValues.length;
        sumV += variability[i];
        cumulative[i] = sumV;
        if (cumulative[i] < Double.parseDouble(precision
            .getValue())) {
            findPrecision++;
        }
    }
    if (findPrecision > CorrelationData.length) {
        findPrecision = CorrelationData.length;
    }
    double[] EigenValuesP = new double[findPrecision];
    for (int i = 0; i < EigenValuesP.length; i++) {
        EigenValuesP[i] = EigenValues[i];
    }

```

// 2.2 Eigenvectors

```

    double[][] EigenVectors = new double[CorrelationMatrix
        .getRowDimension()][CorrelationMatrix
        .getRowDimension()];
    for (int i = 0; i < EigenVectors.length; i++) {
        EigenVectors[i] = OptimalEVT(ED.getEigenvector(i)
            .getData());
    }
    RealMatrix EigenVectorsM = new Array2DRowRealMatrix(
        EigenVectors).transpose();
    EigenVectors = EigenVectorsM.getData();
    // create EigenVectors Matrix according to precision
    double[][] EigenVectorsP = new double[CorrelationMatrix
        .getRowDimension()][findPrecision];
    for (int i = 0; i < EigenVectorsP.length; i++) {
        for (int j = 0; j < EigenVectorsP[0].length; j++) {
            EigenVectorsP[i][j] = EigenVectors[i][j];
        }
    }
    RealMatrix EigenVectorsMP = new Array2DRowRealMatrix(
        EigenVectorsP);

```

// 3.Principal Components

```

    RealMatrix NormalizedM = new
        Array2DRowRealMatrix(normTable);
    RealMatrix PrincipalComponentsM = new
        Array2DRowRealMatrix();
    PrincipalComponentsM =
        NormalizedM.multiply(EigenVectorsMP);
    double[][] PrincipalComponents = PrincipalComponentsM

```

```
.getData();
```

```
// 4.Final Energy Risk Index
RealMatrix EigenValuesMP = new Array2DRowRealMatrix(
    EigenValuesP);
RealMatrix EnergyRiskM = new Array2DRowRealMatrix();
double sumEVL = 0;
for (int i = 0; i < EigenValuesP.length; i++) {
    sumEVL += EigenValuesP[i];
}
EnergyRiskM = PrincipalComponentsM.multiply(EigenValuesMP)
    .scalarMultiply(1 / sumEVL);
double[][] EnergyRisk = EnergyRiskM.getData();
double[][] EnergyRiskScaled = new
    double[EnergyRisk.length][EnergyRisk[0].length];
String[] ERCor = new String[EnergyRisk[0].length];
for (int i = 0; i < ERCor.length; i++) {
    ERCor[i] = "positive";
}
EnergyRiskScaled = normalize(EnergyRisk.length,
    EnergyRisk[0].length, EnergyRisk, ERCor,
    EnergyRiskScaled);
PCA A = new PCA(normTable, CorrelationData, EigenValues,
    variability, cumulative, findPrecision,
    EigenVectors, PrincipalComponents,
    EnergyRiskScaled);
return A;
}
```

```
//returns the maximum value within the specified column of a given two-
//dimensional double array
```

```
public double max(int m, int column, double matrix[][]) {
    double maximum = matrix[0][column];
    for (int i = 0; i < m; i++) {
        if (matrix[i][column] > maximum) {
            maximum = matrix[i][column];
        }
    }
    return maximum;
}
```

```
//returns the minimum value within the specified column of a given two-
//dimensional double array
```

```
public double min(int m, int column, double matrix[][]) {
    double minimum = matrix[0][column];
    for (int i = 0; i < m; i++) {
        if (matrix[i][column] < minimum) {
            minimum = matrix[i][column];
        }
    }
    return minimum;
}
```

```
//normalizes the columns of a two-dimensional double array value according
//to the correlation type of each column
```

```
public double[][] normalize(int m, int n, double matrix[][],
    String Correlation[], double normalized_matrix[][]) {
    for (int j = 0; j < n; j++) {
        double maximum = max(m, j, matrix);
        double minimum = min(m, j, matrix);
        if (Correlation[j].equals("positive")) {
```

```

        for (int i = 0; i < m; i++) {
            normalized_matrix[i][j] =
                (matrix[i][j] - minimum)
                / (maximum - minimum);
        }
    } else if (Correlation[j].equals("negative")) {
        for (int i = 0; i < m; i++) {
            normalized_matrix[i][j] =
                (maximum - matrix[i][j])
                / (maximum - minimum);
        }
    }
}
return normalized_matrix;
}
}

```

```
//prints (to console) a two-dimensional double array
```

```

public void print2D(double[][] data, String matrixName) {
    DecimalFormat df = new DecimalFormat("0.00000");
    System.out.println(matrixName);
    for (int i = 0; i < data.length; i++) {
        for (int j = 0; j < data[i].length; j++) {
            System.out.print(df.format(data[i][j]));
            System.out.print(' ');
        }
        System.out.println();
    }
    System.out.println();
}
}

```

```
//prints (to console) a two-dimensional double array
```

```

public void print1D(double[] data, String matrixName) {
    DecimalFormat df = new DecimalFormat("0.00000");
    System.out.println(matrixName);
    for (int i = 0; i < data.length; i++) {
        System.out.print(df.format(data[i]));
        System.out.print(' ');
    }
    System.out.println();
}
}

```

```
//prints (in HTML code) Normalized Table
```

```

public void printNormalized(double[][] data,
    Cookie[] CountryName, Cookie[] IndexName,
    ServletOutputStream out) {

    DecimalFormat df = new DecimalFormat("0.00000");
    try {
        out.println("<table border=\"5\" align=\"center\"
            class='indexTableFull'><tr><td>");
        out.println("<p><strong>Normalized Data
            Table</strong></p>");
        out.println("<table border=\"1\">");
        out.println("<tr><td></td><td></td>");
        for (int i = 0; i < data[0].length; i++) {
            out.println("<td align=\"left\"><strong>
                + IndexName[i].getValue() +
                \"</strong></td>");
        }
        out.println("</tr>");
        for (int i = 0; i < data.length; i++) {

```

```

        out.println("<tr>");
        out.println("<td></td>");
        out.println("<td align=\"left\"><strong>"
            + CountryName[i].getValue()
            + "</strong></td>");
        for (int j = 0; j < data[0].length; j++) {
            out.println("<td align=\"right\">");
            out.print(df.format(data[i][j]));
            out.println("</td>");
        }
        out.println("</tr>");
    }
    out.println("</table>");
    out.println("<br>");
    out.println("</td></tr></table>");
    out.println("<br>");

} catch (IOException e) {
    e.printStackTrace();
}
}

```

//prints (in HTML code) Correlation Matrix

```

public void printCor(double[][] data, Cookie[] IndexName,
    ServletOutputStream out) {
    DecimalFormat df = new DecimalFormat("0.00000");
    try {
        out.println("<table border=\"5\" align=\"center\"
            class='indexTableFull'><tr><td>");
        out.println("<p><strong>Correlation
            Matrix</strong></p>");
        out.println("<table border=\"1\">");
        out.println("<tr><td></td>");
        for (int i = 0; i < data.length; i++) {
            out.println("<td align=\"left\"><strong>"
                + IndexName[i].getValue() +
                "</strong></td>");
        }
        out.println("</tr>");
        for (int i = 0; i < data.length; i++) {
            out.println("<tr>");
            out.println("<td align=\"left\"><strong>"
                + IndexName[i].getValue() +
                "</strong></td>");
            for (int j = 0; j < data[i].length; j++) {
                out.println("<td align=\"right\">");
                out.print(df.format(data[i][j]));
                out.println("</td>");
            }
            out.println("</tr>");
        }
        out.println("</table>");
        out.println("<br>");

    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
    }
}

```

```

    }

//prints (in HTML code) Eigenvalue Table
public void printEigenValues(double[] EVL, double[] VAR,
    double[] CMV, ServletOutputStream out) {
    DecimalFormat df = new DecimalFormat("0.00000");
    DecimalFormat dfp = new DecimalFormat("00.00");

    try {
        out.println("<p><strong>Eigenvalues</strong></p>");
        out.println("<table border='1'>");
        out.println("<tr><td></td>");
        for (int i = 0; i < EVL.length; i++) {
            out.println("<td align='left'><strong>F"
                + Integer.toString(i + 1) +
                "</strong></td>");
        }
        out.println("</tr>");

// print Eigenvalues row
        out.println("<tr>");
        out.println("<td align='left'>
            <strong>Eigenvalue</strong></td>");
        for (int i = 0; i < EVL.length; i++) {
            out.println("<td align='right'>");
            out.print(df.format(EVL[i]));
            out.println("</td>");
        }
        out.println("</tr>");

// print variability row
        out.println("<tr>");
        out.println("<td align='left'>
            <strong>Variability %</strong></td>");
        for (int i = 0; i < VAR.length; i++) {
            out.println("<td align='right'>");
            out.print(dfp.format(VAR[i]));
            out.println("</td>");
        }
        out.println("</tr>");

// print Cumulative row
        out.println("<tr>");
        out.println("<td align='left'>
            <strong>Cumulative %</strong></td>");
        for (int i = 0; i < CMV.length; i++) {
            out.println("<td align='right'>");
            out.print(dfp.format(CMV[i]));
            out.println("</td>");
        }
        out.println("</tr>");

        out.println("</table>");
        out.println("<br>");

    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
    }
}

```

```
//prints (in HTML code) analysis precision info
public void printPrecision(String p, int k,
    ServletOutputStream out) {
    try {
        out.println("<p>For at least
            <strong class=\"green\">
                + p
                + \" %</strong> precision
            <strong class=\"green\">
                + k
                + \"</strong> eigenvectors are used to
                form <strong class=\"green\">
                + k
                + \"</strong> principal components for
                each county.</p>");
    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
    }
}
```

```
//prints (in HTML code) Eigenvectors' Table
public void printEVT(double[][] data, Cookie[] IndexName,
    int selected, ServletOutputStream out) {
    DecimalFormat df = new DecimalFormat("0.00000");
    try {
        out.println("<p><strong>Eigenvectors</strong></p>");
        out.println("<table border=\"1\">");
        out.println("<tr><td></td>");
        for (int i = 0; i < data.length; i++) {
            out.println("<td align=\"left\"><strong>F"
                + Integer.toString(i + 1) +
                "</strong></td>");
        }
        out.println("</tr>");
        for (int i = 0; i < data.length; i++) {
            out.println("<tr>");
            out.println("<td align=\"left\"><strong>
                + IndexName[i].getValue() +
                "</strong></td>");
            for (int j = 0; j < data[i].length; j++) {
                if (j < selected) {
                    out.println("<td align=\"right\"
                        class=\"highlighted\">");
                }
                else {
                    out.println("<td
                        align=\"right\">");
                }
                out.print(df.format(data[i][j]));
                out.println("</td>");
            }
            out.println("</tr>");
        }
        out.println("</table>");
        out.println("<br>");
        out.println("</td></tr></table>");
        out.println("<br>");
    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
    }
}
```

```

    }

//prints (in HTML code) Principal Components Table
public void printPC(double[][] data, Cookie[] CountryName,
    ServletOutputStream out) {
    DecimalFormat df = new DecimalFormat("0.00000");
    try {
        out.println("<table border=\"5\" align=\"center\"
            class='indexTableFull'><tr><td>");

        out.println("<p><strong>Principal
            Components</strong></p>");
        out.println("<table border=\"1\">");
        out.println("<tr><td></td><td></td>");
        for (int i = 0; i < data[0].length; i++) {
            out.println("<td align=\"left\"><strong>PC"
                + Integer.toString(i + 1) +
                "</strong></td>");
        }
        out.println("</tr>");
        for (int i = 0; i < data.length; i++) {
            out.println("<tr>");
            out.println("<td></td>");
            out.println("<td align=\"left\"><strong>"
                + CountryName[i].getValue()
                + "</strong></td>");
            for (int j = 0; j < data[0].length; j++) {
                out.println("<td align=\"right\">");
                out.print(df.format(data[i][j]));
                out.println("</td>");
            }
            out.println("</tr>");
        }
        out.println("</table>");
        out.println("<br>");
        out.println("</td></tr></table>");
        out.println("<br>");

    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
    }
}

//returns the file path of the given country's flag image
public String createFlag(String CountryName) {
    String flag = CountryName;
    if (CountryName.contains(" ")) {
        flag = CountryName.replaceAll(" ", "_");
    }
    return "countries/" + flag + ".png";
}

//returns the absolute value of the given double
public double abs(double number) {
    if (number >= 0) {
        return number;
    }
}

```

```

        } else {
            return (-number);
        }
    }
}
//returns the sign of the given double
public String sign(double number) {
    if (number >= 0) {
        return "+";
    } else {
        return "-";
    }
}

//returns the position of the highest absolute value within an array
public int findMax(double[] data) {
    int k = 0;
    double max = abs(data[0]);
    for (int i = 1; i < data.length; i++) {
        if (abs(data[i]) > max) {
            k = i;
            max = abs(data[i]);
        }
    }
    return k;
}

//returns the given eigenvector in its optimal equivalent form
public double[] OptimalEVT(double[] EVT) {

    String maxabs_sign = sign(EVT[findMax(EVT)]);
    if (maxabs_sign.equals("-")) {
        for (int i = 0; i < EVT.length; i++) {
            EVT[i] = -EVT[i];
        }
    }
    return EVT;
}

//A method that parses a file given its name and prints its contents
//through the given servlet output stream
void displayFile(String pageName, ServletOutputStream out) {
    try {
        ServletContext sc = getServletContext();
        String filename = sc.getRealPath(pageName);
        FileReader file = new FileReader(filename);
        BufferedReader buff = new BufferedReader(file);
        boolean eof = false;
        while (!eof) {
            String line = buff.readLine();
            if (line == null)
                eof = true;
            else {
                out.println(line);
            }
        }
        buff.close();
    } catch (IOException e) {
        System.out.println("Error..." + e.toString());
    }
}
}

```


“Class4.java”

```

package servlets;

import store.*;
import java.io.BufferedReader;
import java.io.FileReader;
import java.io.IOException;
import java.text.DecimalFormat;
import java.util.*;
import javax.servlet.ServletContext;
import javax.servlet.ServletException;
import javax.servlet.ServletOutputStream;
import javax.servlet.http.Cookie;
import javax.servlet.http.HttpServlet;
import javax.servlet.http.HttpServletRequest;
import javax.servlet.http.HttpServletResponse;

//Servlet no.4 of the application
//Responsible for:
//* retrieving from cookies the energy source, the countries the user
// selected, and the corresponding total energy risk values
//* displaying page 5
public class Class4 extends HttpServlet {
    public void doPost(HttpServletRequest req,
        HttpServletResponse res) throws ServletException,
        IOException {
        res.setBufferSize(999999999);
// count countries from cookies and find energy source under study
        Cookie cookies[];
        cookies = req.getCookies();
        String names[] = new String[cookies.length];
        String values[] = new String[cookies.length];
        String EnergySource = "";
        int couN = 0;
        for (int i = 0; i < cookies.length; i++) {
            names[i] = cookies[i].getName();
            values[i] = cookies[i].getValue();
            if (names[i].contains("Country")) {
                couN++;
            } else if (names[i].equals("energy_source")) {
                EnergySource = values[i];
            }
        }

// retrieve countries and final indexes from cookies
        int ii = 0;
        int jj = 0;
        Cookie CountryNameCookie[] = new Cookie[couN];
        Cookie EnergyRiskCookie[] = new Cookie[couN];
        double[] EnergyRisk = new double[couN];
        for (int i = 0; i < cookies.length; i++) {
            names[i] = cookies[i].getName();
            values[i] = cookies[i].getValue();

            if (names[i].contains("Country")) {
                CountryNameCookie[ii] = new Cookie("Country"
                    + (ii + 1), values[i]);
                ii++;
            }
        }
    }
}

```

```

    } else if (names[i].contains("ER")) {
        EnergyRisk[jj] = Double.parseDouble(values[i]);
        EnergyRiskCookie[jj] = new Cookie("ER" + (jj +
                                           1), values[i]);
        jj++;
    }
}

//create a "Country" object array to store the countries with their energy
//risk values
Country[] SelectedCountriesA = new
    Country[EnergyRisk.length];
for (int i = 0; i < EnergyRisk.length; i++) {
    SelectedCountriesA[i] = (new Country(
        CountryNameCookie[i].getValue(),
        EnergyRisk[i]));
}

ServletOutputStream out = res.getOutputStream();
res.setContentType("text/html;charset=UTF-8");

//display the first part of 5th Page's html code
displayFile("page5a.html", out);
//display the energy source and the final indexes of the countries in
//table and bar graph forms (input+descending risk value order)
out.println(EnergySource +
    " Supply Risk</td></tr><tr><td>");
String ERstr;
String CNstr;
ERstr = "";
CNstr = "";
ERstr = Integer.toString((int) (SelectedCountriesA[0]
    .getEnergyRisk() * 100)) + ";100";
CNstr = SelectedCountriesA[0].getName();
for (int i = 1; i < EnergyRisk.length; i++) {
    ERstr += ", " +
        Integer.toString((int) (SelectedCountriesA[i]
    .getEnergyRisk() * 100)) + ";100";
    CNstr += ", " + SelectedCountriesA[i].getName();
}

out.println("<table border=\"5\"
    class='indexTableFull'><tr><td>");
printTR(SelectedCountriesA, 0, out);
out.println("</td><td><br><br>");
out.println("<script language=\"JavaScript\">
    graph = new BAR_GRAPH(\"pBar\");
    graph.values = \"
    + ERstr
    + \"'; graph.labels = \"
    + CNstr
    + \"'; graph.percValuesDecimals=2;
    document.write(graph.create());
    </script>");
out.println("</td></tr>");

//Sort to display in descending risk value order
Arrays.sort(SelectedCountriesA);
ERstr = "";
CNstr = "";
ERstr = Integer.toString((int) (SelectedCountriesA[0]
    .getEnergyRisk() * 100)) + ";100";
CNstr = SelectedCountriesA[0].getName();

```

```

    for (int i = 1; i < EnergyRisk.length; i++) {
        ERstr += ", "
            + ((SelectedCountriesA[i].getEnergyRisk()
                * 100))
            + ";100";
        CNstr += ", " + SelectedCountriesA[i].getName();
    }
    out.println("<tr><td>");
    printTR(SelectedCountriesA, 1, out);
    out.println("</td><td><p></p>");
    out.println("<script language=\"JavaScript\">
        graph = new BAR_GRAPH(\"pBar\");
        graph.values = '
            + ERstr
            + ' ; graph.labels = '
            + CNstr
            + ' ; graph.percValuesDecimals=2;
            document.write(graph.create());</script>");
    out.println("</td></tr><table>");
//display the last part of 5th Page's html code
    displayFile("page5b.html", out);

}

//prints (in HTML code) the total energy risk table
public void printTR(Country[] CountriesA, int flag,
    ServletOutputStream out) {
    DecimalFormat df = new DecimalFormat("0.00");
    try {
        out.println("<table ><tr><td>");
        if (flag == 0) {
            out.println("<p><strong>Input Order</strong>
                </p>");
        } else if (flag == 1) {
            out.println("<p><strong>Descending Risk Value
                Order</strong> </p>");
        }
        out.println("<table border=\"1\">");
        out.println("<tr><td></td><td></td>");
        out.println("<td align=\"left\"><strong>Energy Risk
            (%)</strong></td>");
        out.println("</tr>");
        for (int i = 0; i < CountriesA.length; i++) {
            out.println("<tr>");
            out.println("<td></td>");
            out.println("<td align=\"left\"><strong>
                + CountriesA[i].getName() +
                "</strong></td>");
            out.println("<td align=\"right\">");
            out.print(df.format(CountriesA[i]
                .getEnergyRisk() * 100));
            out.println("</td>");
        }
        out.println("</tr>");
        out.println("</table>");
    }
}

```

```

        out.println("<br>");
        out.println("</td></tr></table>");
        out.println("<br>");

    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
    }
}

//returns the file path of the given country's flag image
public String createFlag(String CountryName) {
    String flag = CountryName;
    if (CountryName.contains(" ")) {
        flag = CountryName.replaceAll(" ", "_");
    }
    return "countries/" + flag + ".png";
}

//A method that parses a file given its name and prints its contents
//through the given servlet output stream
void displayFile(String pageName, ServletOutputStream out) {
    try {
        ServletContext sc = getServletContext();
        String filename = sc.getRealPath(pageName);
        FileReader file = new FileReader(filename);
        BufferedReader buff = new BufferedReader(file);
        boolean eof = false;
        while (!eof) {
            String line = buff.readLine();
            if (line == null)
                eof = true;
            else
                out.println(line);
        }
        buff.close();
    } catch (IOException e) {
        System.out.println("Error..." + e.toString());
    }
}
}

```

“PCA.java”

```

package servlets;

//Definition of "PCA" as an object that includes:
/** Normalized Data Table
/** Correlation Matrix
/** Eigenvalues
/** Variability
/** Cumulative
/** Analysis Precision
/** Eigenvectors
/** Principal Components
/** Final Indicators

public class PCA {
    private double[][] normalized;
    private double[][] correlation;
    private double[] eigenvalues;
    private double[] variability;
    private double[] cumulative;
    private int precisionk;
    private double[][] eigenvectors;
    private double[][] principalComponents;
    private double[][] finalIndicators;

//"PCA" object constructor
    public PCA(double[][] normalized, double[][] correlation,
              double[] eigenvalues, double[] variability,
              double[] cumulative, int precisionk,
              double[][] eigenvectors,
              double[][] principalComponents,
              double[][] finalIndicators) {

        this.normalized = normalized;
        this.correlation = correlation;
        this.eigenvalues = eigenvalues;
        this.variability = variability;
        this.cumulative = cumulative;
        this.precisionk = precisionk;
        this.eigenvectors = eigenvectors;
        this.principalComponents = principalComponents;
        this.finalIndicators = finalIndicators;
    }

//Normalized Data Table getter method
    public double[][] getNormalized() {
        return normalized;
    }

//Correlation Matrix getter method
    public double[][] getCorrelation() {
        return correlation;
    }
}

```

```
//Eigenvalues getter method
public double[] getEigenvalues() {
    return eigenvalues;
}

//Variability getter method
public double[] getVariability() {
    return variability;
}

//Cumulative getter method
public double[] getCumulative() {
    return cumulative;
}

//Analysis Precision getter method
public int getPrecision() {
    return precisionk;
}

//Eigenvectors getter method
public double[][] getEigenvectors() {
    return eigenvectors;
}

//Principal Components getter method
public double[][] getPrincipalComponents() {
    return principalComponents;
}

//Final Indicators getter method
public double[][] getFinalIndicators() {
    return finalIndicators;
}
}
```

JavaScript

functions.js

```
//creates optional countries or optional indices "hidden" html code
function createOpt (optPrefix,howmany) {
  for (var i=2;i<=howmany;i++){
    if (optPrefix=='optCountry'){
      document.writeln("<div id='t'+i+'
        style='display:none;'>
        <p><span class='blue'>"
        +i+"</span>
        <input type='text' name='optCountry'
        +i+' id='optCountry"
        +i+' />
        <input type='button'
        name='remove' id='delete'
        onclick='javascript:DeleteCountry("+i+");'
        value='Delete Country' /></p></div>");
    }
    else if (optPrefix=='optIndex'){
      document.writeln("<div id='t'+i+'
        style='display:none;'>
        <p><span class='blue'>"
        +i+"</span>
        <input type='text' name='optIndex'
        +i+' id='optIndex"
        +i+' />
        <input type='button'
        name='remove' id='delete'
        onclick='javascript:DeleteIndex("+i+");'
        value='Delete Index' /></p></div>");
    }
  }
}
```

```
//removes the first optional country or optional index
function RemoveFirst (optPrefix) {
  document.getElementById(optPrefix+1).value="";
  switchid('t1');
}
```

```
//removes the last optional country or optional index
function Remove (optPrefix) {
  var i=1;
  var c='t1';
  var ct=optPrefix+1;
  while (document.getElementById(c).style.display=='block') {
    i++;
    c='t'+i;
  }
}
```

```

    if (c=='t2'){
        RemoveFirst(optPrefix);
    }
    else {
        i--;
        c='t'+i;
        ct=optPrefix+i;
        document.getElementById(ct).value="";
        switchid(c);
    }
}

```

//adds an optional country or optional index to be filled

```

function Add() {
    var i=1;
    var c='t1';
    while (document.getElementById(c).style.display=='block') {
        i++;
        c='t'+i;
    }
    switchid(c);
}

```

//removes the specified optional country or optional index

```

function Delete(num,optPrefix) {

    if((num==1) && (document.getElementById('t2').style.display=='none'
    )){
        Remove(optPrefix);
    }
    else{
        var c='t'+num;
        var ct=optPrefix+num;
        var i=num++;
        var n='t'+i;
        var nt=optPrefix+i;
        while (document.getElementById(n).style.display=='block') {

            ct=optPrefix+i;
            i++;
            n='t'+i;
            nt=optPrefix+i;
            document.getElementById(ct).value=
                document.getElementById(nt).value;
        }
        Remove(optPrefix);
    }
}

```

//removes the specified optional country

```

function DeleteCountry(num) {
    Delete(num, 'optCountry');
}

```

//removes the specified optional index

```

function DeleteIndex(num) {
    Delete(num, 'optIndex');
}

```



```
//unhides the div corresponding to the first optional country or optional
//index
```

```
function Enable() {
    switchid('t1');
}
```

```
//unhides the div corresponding to the first optional country or optional
//index
```

```
function Disable(optPrefix) {
    Remove(optPrefix);
}
```

```
/* when button is pressed to enable optional input the function unhides
// the div corresponding to the first optional country or optional index
// when button is pressed to disable optional input the function deletes
// the values and hides all the divs corresponding to optional countries
// or optional indices (lifo order)
```

```
function EnableDisable(optPrefix) {

    var what='d';
    if (document.getElementById('t1').style.display=='none') {
        what='e';
        Enable();
    }
    while (document.getElementById('t1').style.display=='block' &&
        what=='d') {
        what='d';
        Disable(optPrefix);
    }
}
```

```
//toggles the selection of all EU countries
```

```
function switchAll()
{

    var i=1;
    var id="";
    for (i=1;i<=27;i++) {
        id="euCountry"+i;
        if(document.getElementById('selectAll').checked==true) {
            document.getElementById(id).checked=true;
        }
        else{
            document.getElementById(id).checked=false;
        }
    }
}
```

```
//displays or hides the specified div
```

```
function display(action, id)
{
    if (action == 'show')
    {
        document.getElementById(id).style.display = "block";
    }

    if (action == 'hide')
```

```

    {
        document.getElementById(id).style.display = "none";
    }
}

```

//toggles display status of the specified div

```

function switchid(id) {
    if (document.getElementById(id).style.display == 'none') {
        showdiv(id);
    }
    else {
        hidedit(id);
    }
}

```

// safe function to hide an element with a specified id

```

function hidedit(id) {
    if (document.getElementById) { // DOM3 = IE5, NS6
        document.getElementById(id).style.display = 'none';
    }
    else {
        if (document.layers) { // Netscape 4
            document.id.display = 'none';
        }
        else { // IE 4
            document.all.id.style.display = 'none';
        }
    }
}

```

// safe function to show an element with a specified id

```

function showdiv(id) {
    if (document.getElementById) { // DOM3 = IE5, NS6
        document.getElementById(id).style.display = 'block';
    }
    else {
        if (document.layers) { // Netscape 4
            document.id.display = 'block';
        }
        else { // IE 4
            document.all.id.style.display = 'block';
        }
    }
}

```

**//updates every applicable index under study with the DC value that has
//been entered or modified**

```

function DC(id, j) {

    var dc=document.getElementById(id).value;

    if (document.getElementById('nDC/TPEC_'+j)) {
        document.getElementById('nDC/TPEC_'+j).value=dc;
        calculateIndex('DC/TPEC', j);
    }
    if (document.getElementById('nDC/WS_'+j)) {
        document.getElementById('nDC/WS_'+j).value=dc;
        calculateIndex('DC/WS', j);
    }
    if (document.getElementById('nDC/POP_'+j)) {

```

```

        document.getElementById('nDC/POP_'+j).value=dc;
        calculateIndex('DC/POP',j);
    }
    if (document.getElementById('nDC/AREA_'+j)) {
        document.getElementById('nDC/AREA_'+j).value=dc;
        calculateIndex('DC/AREA',j);
    }
    if (document.getElementById('dDP/DC_'+j)) {
        document.getElementById('dDP/DC_'+j).value=dc;
        calculateIndex('DP/DC',j);
    }
    if (document.getElementById('nDC/GDP_'+j)) {
        document.getElementById('nDC/GDP_'+j).value=dc;
        calculateIndex('DC/GDP',j);
    }
}

```

```

//updates every applicable index under study with the GDP value that has
//been entered or modified

```

```

function GDP(id,j){

    var gdp=document.getElementById(id).value;

    if (document.getElementById('dDC/GDP_'+j)) {
        document.getElementById('dDC/GDP_'+j).value=gdp;
        calculateIndex('DC/GDP_',j);
    }
    if (document.getElementById('dVOM/GDP_'+j)) {
        document.getElementById('dVOM/GDP_'+j).value=gdp;
        calculateIndex('VOM/GDP',j);
    }
}

```

```

//updates every country under study with the WS value that has been
//entered or modified

```

```

function WS(id,nCountries){
    var ws=document.getElementById(id).value;
    ///////////////////////////////////////////////////////////////////
    for (var i=1;i<=nCountries;i++){
        var curID='dDC/WS_'+i;
        if (document.getElementById(curID)) {
            document.getElementById(curID).value=ws;
            calculateIndex('DC/WS',i);
        }
    }
}

```

```

//calculates the index value of the specified country from its fraction
//format input

```

```

function calculateIndex(index,country){
    var n='n'+index+'_'+country;
    var d='d'+index+'_'+country;
    var i='i'+index+'_'+country;
    if ((document.getElementById(n)) && (document.getElementById(d))){

        if ((document.getElementById(n).value!="")
            && (document.getElementById(d).value!="")
            && (document.getElementById(n).value!=null)){
            var iValue=0;

```

```

        iValue=document.getElementById(n) .value
        /document.getElementById(d) .value;
        document.getElementById(i) .innerHTML=
            iValue.toPrecision(4);
        document.getElementById(index+"input"+country) .value=
            iValue.toPrecision(4);
    }
    else{
        document.getElementById(i) .innerHTML="";
        document.getElementById(index+"input"+country) .value=
            "";
    }
}
}
}

```

```

//deletes the values of the specified index
function deletevalues (button_id,index,nCountries) {
    // GPR
    if (index=="GPR"){
        if (document.getElementById(button_id) .value=="1") {
            for (var i=1;i<=nCountries;i++){
                var id='ns'+index+'_'+i;
                document.getElementById(id) .value="";
                if (document.getElementById('iGPR_'+i)) {
                    document.getElementById('iGPR_'+i)
                        .innerHTML="";
                }
                createSuppliers (i, "whatever", id);
                updateTable ("GPR", i, id);
            }
            hidediv ("GPR3");
        }
        else if (document.getElementById(button_id) .value=="2") {
            for (var i=1;i<=nCountries;i++){
                var id='si'+index+'_'+i;
                document.getElementById(id) .value="";
                updateTable ("GPR", i, id);
            }
        }
    }

    // DISASTER
    else if (index=="DISASTER") {
        // DELETE earthquake, flood, draught
        if (document.getElementById(button_id) .value=="1") {

            for (var i=1;i<=nCountries;i++){
                var id1='e'+index+'_'+i;
                var id2='f'+index+'_'+i;
                var id3='d'+index+'_'+i;
                document.getElementById(id1) .value="";
                document.getElementById(id2) .value="";
                document.getElementById(id3) .value="";
                calculateDisasterIndex (i);
            }
        }

        // DELETE simple value input
        else if (document.getElementById(button_id) .value=="2") {

```

```

        for (var i=1;i<=nCountries;i++){
            var id='si'+index+'_'+i;
            document.getElementById(id).value="";
            calculateDisasterIndex(i);
        }
    }
}

// OPTIONAL INDEX
else{
    // nominator/denominator
    if (document.getElementById(button_id).value=="1"){

        for (var i=1;i<=nCountries;i++){
            var id1='n'+index+'_'+i;
            var id2='d'+index+'_'+i;
            document.getElementById(id1).value="";
            document.getElementById(id2).value="";
            calculateIndex(index,i);
        }
    }
    else if (document.getElementById(button_id).value=="2"){
        for (var i=1;i<=nCountries;i++){
            var id='si'+index+'_'+i;
            document.getElementById(id).value="";
            calculateIndex(index,i);
        }
    }
}
}

//calculate disaster index from its complex input method
function calculateDisasterIndex(i){
    var e='e'+'DISASTER'+'_'+i;
    var f='f'+'DISASTER'+'_'+i;
    var d='dr'+'DISASTER'+'_'+i;
    var indexID='i'+'DISASTER'+'_'+i;
    if ((document.getElementById(e)
        &&(document.getElementById(f)
        &&(document.getElementById(d))) {
        if ((document.getElementById(e).value!="")
            &&(document.getElementById(f).value!="")
            &&(document.getElementById(d).value!="")) {
            var iValue=0;
            var eValue=parseFloat
                (document.getElementById(e).value);
            var fValue=parseFloat
                (document.getElementById(f).value);
            var dValue=parseFloat
                (document.getElementById(d).value);
            iValue=(eValue+fValue+dValue)/3;
            document.getElementById(indexID).innerHTML=
                iValue.toPrecision(4);
            document.getElementById("DISASTERinput"+i).value=
                iValue.toPrecision(4);
        }
        else{
            document.getElementById(indexID).innerHTML="";
            document.getElementById("DISASTERinput"+i).value="";
        }
    }
}
}

```

}

```

//calculate GPR index from its complex input method
function calculateGPRIndex(iCountry) {
    var indexID='i'+GPR+'_'+iCountry;
    var supply= new Array();
    var politicalStability= new Array();
    var flag=0;
    var nSuppliersID='ns'+GPR+'_'+iCountry;
    if (document.getElementById(nSuppliersID)) {
        var nSuppliers=parseFloat
            (document.getElementById(nSuppliersID).value);
        for (var i=1;i<=nSuppliers;i++) {
            var supplyID=iCountry+'s'+i;
            var politicalStabilityID=iCountry+'ps'+i;
            if ((document.getElementById(supplyID)==null)
                || (document.getElementById(politicalStabilityID)==
                    null)
                || (document.getElementById(supplyID).value=="")
                || (document.getElementById(politicalStabilityID)
                    ).value=="") {
                flag=1;
            }
        }
        if (flag==0) {
            for (var i=1;i<=nSuppliers;i++) {
                var supplyID=iCountry+'s'+i;
                var politicalStabilityID=iCountry+'ps'+i;
                supply[i]=parseFloat
                    (document.getElementById(supplyID).value);
                politicalStability[i]=parseFloat
                    (document.getElementById
                        (politicalStabilityID).value);
            }
            var subGPR=new Array();
            var supply100=new Array();
            var iValue=0;
            var totalSupply=0;
            for (var i=1;i<=nSuppliers;i++) {
                totalSupply=totalSupply+supply[i];
            }
            for (var i=1;i<=nSuppliers;i++) {
                supply100=supply[i]/totalSupply;
                subGPR[i]=
                    supply100*supply100*100/politicalStability[i];
                iValue=iValue+subGPR[i];
            }
            document.getElementById(indexID).innerHTML=
                iValue.toPrecision(4);
            document.getElementById("GPRinput"+iCountry).value=
                iValue.toPrecision(4);
            document.getElementById('GPR3').style.display=
                'block';
        }
        else {
            document.getElementById(indexID).innerHTML="";
            document.getElementById("GPRinput"+iCountry).value
                ="";
        }
    }
    else {

```

```

        document.getElementById(indexID).innerHTML="";
        document.getElementById("GPRinput"+iCountry).value="";

    }

}

//reads an input displays the specified number of divs
function showMultipleDivs(country, prefix, input) {
    var limit=parseFloat(document.getElementById(input).value);
    for (var i=0;i<=limit;i++){
        id=prefix+i;
        showdiv(id);
    }
    for (var i=limit+1;i<=247;i++){
        id=prefix+i;
        hidediv(id);
        document.getElementById(country+"supplyCountry"+i).value="";
        document.getElementById(country+"s"+i).value="";
        document.getElementById(country+"ps"+i).value="";
    }
}

//copies specified simple index value to the summarized table
function copyValue(indexName, countrycode_c) {
    var source="si"+indexName+'_'+countrycode_c;
    var destination="i"+indexName+'_'+countrycode_c;
    document.getElementById(destination).innerHTML=
        document.getElementById(source).value;
}

//updates the specified index input with the corresponding value
function updateTable(indexName, countryCode, input_id) {
    document.getElementById(indexName+"input"+countryCode).value=
        document.getElementById(input_id).value;
}

//pastes the column copied from excel to the corresponding column of the
//application's tables
function excel(inputID, prefix, rowNumber, columnNumber) {
    if (document.getElementById(inputID)) {

        var inputString=
            document.getElementById(inputID).value.replace(/,/g, ".");
        var column=new Array();
        column=inputString.split(' ');
        if (column.length>1) {
            var currentID="";
            var j=0;

            for ( var i=rowNumber;i<=column.length;i++ )
            {
                currentID=prefix+columnNumber+'_'+i;
                if (document.getElementById(currentID)) {
                    document.getElementById(currentID).value=
                        column[ j ];
                    if ( (prefix=="n" || prefix=="d") ) {
                        calculateIndex(columnNumber, i);
                        if ( (columnNumber=="DP/DC")

```

```

|| (columnNumber=="DC/TPEC")
|| (columnNumber=="DC/WS")
|| (columnNumber=="DC/GDP")
|| (columnNumber=="VOM/GDP")
|| (columnNumber=="DC/POP")
|| (columnNumber=="DC/AREA")) {
    if (( (prefix=='d')
        && (columnNumber=="DP/DC") )
        || ( (prefix=='n')
            && (columnNumber=="DC/TPEC") )
        || ( (prefix=='n')
            && (columnNumber=="DC/WS") )
        || ( (prefix=='n')
            && (columnNumber=="DC/GDP") )
        || ( (prefix=='n')
            && (columnNumber=="DC/POP") )
        || ( (prefix=='n')
            && (columnNumber=="DC/AREA") ) ) ) {
        DC (currentID, i);
    }
    // copy GDP values
    else if (( (prefix=='d')
        && (columnNumber=="DC/GDP") )
        || ( (prefix=='d')
            && (columnNumber=="VOM/GDP") ) ) ) {
        GDP (currentID, i);
    }
}
}
else if ( (prefix=="si") ) {
    updateTable
        (columnNumber, i, currentID);
} else if (prefix=="input") {
}
else if (columnNumber=="GPR") {
    if ( (prefix=="supplyCountry") ) {
        showdiv (""+i+"t");
        createSuppliers
            (""+i, "Anything!"
            , currentID);
        calculateGPRIndex (""+i);
    }
}
else if (columnNumber=="DISASTER") {
if ( (prefix=="e")
    || (prefix=="f")
    || (prefix=="s") )
    {
        calculateDisasterIndex (i);
    }
}
j++;
}
else if (prefix=="input") {
    currentID=columnNumber+prefix+i;
if (document.getElementById (currentID)) {
        document.getElementById (currentID)
            .value=column[ j ];
        j++;
    }
}

```



```

        }
    }
    else{
        //Single Value!
        document.getElementById(inputID).value=inputString;
    }
}

//pastes the column copied from excel to the "number of suppliers" table
//(GPR)
function excelNS(inputID,prefix,rowNumber,columnNumber,CountriesStr){
    var country=new Array();
    country=CountriesStr.split(',');
    var
inputString=document.getElementById(inputID).value.replace(/,/g,".");
    var column=new Array();
    column=inputString.split(' ');
    if(column.length>1){
        var currentID="";
        var j=0;
        for ( var i=rowNumber;i<=column.length;i++ )
        {
            currentID=prefix+columnNumber+'_'+i;
            if(document.getElementById(currentID)){
                document.getElementById(currentID).value
                    =column[ j ];
                showdiv(""+i+"t");
                createSuppliers(""+i, country[i-1], currentID);
                calculateGPRIndex(""+i);
                j++;
            }
        }
    }
}

//pastes the column copied from excel to the corresponding column of the
//GPR table for a specific country
function excelGPR(inputID,prefix,countryN,rowNumber){

    var inputString=
        document.getElementById(inputID).value.replace(/,/g,".");
    var column=new Array();
    column=inputString.split(' ');
    if(column.length>1){
        var currentID="";
        var j=0;
        for ( var i=rowNumber;i<=column.length;i++ )
        {
            currentID=countryN+prefix+i;
            if(document.getElementById(currentID)){
                document.getElementById(currentID).value=
                    column[ j ];
                j++;
            }
        }
    }
}

```

```
//pastes the first cell of the column copied from excel to WS column of
//DC/WS index
```

```
function excelWS(inputID){
    if(document.getElementById(inputID)){
        var inputString=
            document.getElementById(inputID).value
            .replace(/,/g, ".");
        var column=new Array();
        column=inputString.split(' ');
        if(column.length>=1){
            document.getElementById(inputID).value=column[ 0 ];
        }
    }
}
```

```
//creates a bar graph with the specified values and labels
```

```
function createTheGraph(values,labels){
    graph = new BAR_GRAPH("pBar");
    graph.values = values;
    alert(graph.values);
    graph.labels = labels;
    document.write(graph.create());
}
```

```
//Validates Page 1. Validation fails when:
```

```
/**less than 2 countries in total (EU+optional)are selected
/**one or more optional countries are selected but no name has been
/** entered
```

```
function validateForm1()
{
    var i=1;
    var c=0;
    var x;
    while(i<=27&&c<2)
    {
        x=document.getElementById("euCountry"+i).checked;
        if (x==true)
        {
            c++;
        }
        i++;
    }
    var j=1;
    var l=0;
    var style=document.getElementById("t1").style.display;
    while(style=="block"){
        j++;
        id="t"+j;
        style=document.getElementById(id).style.display;
        l++;
    }
    j=1;
    var k=0;
    var y;
    var emptyAbove;
    while(j<=l)
    {
        y=document.getElementById("optCountry"+j).value;
```

```

        if ((y!=null && y!=""))
        {
            if(emptyAbove) {
                alert("Some optional countries are missing
                    their names!");
                return false;
            }
            emptyAbove=false;
            k++;
            c++;
        }
        else{
            emptyAbove=true;
        }
        j++;
    }
    if(emptyAbove) {
        alert("Some optional countries are missing their names!");
        return false;
    }
    if(c<2) {
        alert("At least 2 countries must be chosen to be
            evaluated!");
        return false;
    }
}
}

```

```

//Validates Page 2. Validation fails when:
//*less than 2 indices in total (primary+optional)are selected
//*one or more optional indices are selected but no name has been
// entered

```

```

function validateForm2 ()
{
    var i=1;
    var c=0;
    var x;
    while(i<=11&&c<2)
    {
        x=document.getElementById("Index"+i).checked;
        if (x==true)
        {
            c++;
        }
        i++;
    }
    var j=1;
    var l=0;
    var style=document.getElementById("t1").style.display;
    while(style=="block") {
        j++;
        id="t"+j;
        style=document.getElementById(id).style.display;
        l++;
    }
    j=1;
    var k=0;
    var y;
    var emptyAbove;
    while (j<=1)
    {

```

```

y=document.getElementById("optIndex"+j).value;
if ((y!=null && y!=""))
{
    if(emptyAbove) {
        alert("Some optional indexes are missing their
            names!");
        return false;
    }
    emptyAbove=false;
    k++;
    c++;
}
else{
    emptyAbove=true;
}
j++;
}
if(emptyAbove) {
    alert("Some optional indexes are missing their names!");
    return false;
}
if(c<2) {
    alert("At least 2 indexes must be chosen for the
        evaluation to be considered valid!");
    return false;
}
}
}

```

```
//checks if the given value is a number
```

```

function isNumeric(val) {
    var validChars = '0123456789.E-+';
    var specialChars='.E-+';
    var pointCount=0;
    var ECount=0;
    var minusCount=0;
    var plusCount=0;
    var empty=true;
    if(val.length>0) {
        empty=false;
        for(var i = 0; i < val.length; i++) {
            if(validChars.indexOf(val.charAt(i)) == -1) {
                return false;
            }
            else if(val.charAt(i)=='+') {
                plusCount++;
            }
            else if(val.charAt(i)=='-') {
                minusCount++;
            }
            else if(val.charAt(i)=='.') {
                pointCount++;
            }
            else if(val.charAt(i)=='E') {
                ECount++;
            }
        }
    }
    if (empty==true || plusCount>1 || minusCount>1
        || pointCount>1 || ECount>1) {
        return false;
    }
}

```

```

    }
    return true;
}

```

```

//Validates Page 3. Validation fails when:
//* Some index values are missing or have been entered
// incorrectly
//* Some indexes have identical values for all countries
// and cannot be normalized
function validateForm3 () {
    var m=1;
    var n=1;
    var id=m+"input"+n;
    while (document.getElementsByName(id).length>=1) {
        n++;
        id=m+"input"+n;
    }
    n--;
    id=m+"input"+n;
    while (document.getElementsByName(id).length>=1) {
        m++;
        id=m+"input"+n;
    }
    m--;
    var value;
    var fail=false;
    for (var i=1; i<=m; i++) {
        for (var j=1; j<=n; j++) {
            id=i+"input"+j;
            value=document.getElementsByName(id)[0].value;
            if (value==" " || value==null) {
                fail=true;
                break;
            }
            else if (isNumeric(value)==false) {
                fail=true;
                break;
            }
            else if (isNaN(parseFloat(value))) {
                fail=true;
                break;
            }
        }
        if (fail) {
            break;
        }
    }

    // check for identical index values
    var iFail=false;
    for (var ii=1; ii<=n; ii++) {
        var jj=1;
        criticalID=ii+"input"+jj;
        criticalV =document.getElementsByName(criticalID)[0].value;
        var iFlag=true;

        while (jj<=m&&iFlag&&!iFail) {
            if (criticalV!=
                document.getElementsByName(jj+"input"+ii)[0]
                .value) {
                iFlag=false;
            }
        }
    }
}

```

```
    }
    jj++;
  }
  if (jj>=m&&iFlag){
    iFail=true;
  }
}
if (fail==true){
  alert("Some index values are missing or have been entered
  incorrectly!");
  return false;
}
else if (iFail){
  alert("Some indexes have identical values for all countries
  and cannot be normalized!");
  return false;
}
}
}
```

```
//create suppliers table for GPR complex calculation
function createSuppliers(countryCode_c, countryName_vii,
  howmanyID) {

  var elementId = countryCode_c + "t";
  var SuppliersTableHtml = "";
  if ((document.getElementById(howmanyID) != null)
    &&(document.getElementById(howmanyID).value != "")){

    SuppliersTableHtml += "<p><strong>"
      + countryName_vii + "</strong></p>";
    SuppliersTableHtml += "<table width=\"480\" border=\"1\">";
    SuppliersTableHtml += "<tr id=\""
      + countryCode_c
      + "t0' style=\"display:block\">"
      + "<th width=\"160\" scope=\"col\">"
      Supplier-Country</th>"
      + "<th width=\"160\" scope=\"col\">Supply</th>"
      + "<th width=\"160\" scope=\"col\">"
      Political Stability &amp;
      absence terrorism index</th></tr>";

    for ( var jj = 1; jj <= document
      .getElementById(howmanyID).value; jj++) {
      var flagID = "flag" + elementId + jj;
      SuppliersTableHtml += "<tr id=\"" + elementId;
      SuppliersTableHtml += jj
        + "' style=\"display:block\">";
      SuppliersTableHtml += "<td width=\"160\"><input
        type=\"text\" name=\""
        SuppliersTableHtml += countryCode_c
          + "supplyCountry"
          + jj
          + "\" id=\""
          + countryCode_c
          + "supplyCountry"
          + jj
          + "\"
          onchange=\"excelGPR(this.id,'supplyCountry
          ', "
```

```

        + countryCode_c + "," + jj
        + ");\"></td>";
SuppliersTableHtml += "<td width=\"160\">
<input type=\"text\" name=\""
+ countryCode_c
+ "s"
+ jj
+ "\" id=\""
+ countryCode_c
+ "s"
+ jj
+ "\" onchange=\"excelGPR(this.id,'s',"
+ countryCode_c
+ ","
+ jj
+ ");calculateGPRIndex('"
+ countryCode_c + "');\"></td>";
SuppliersTableHtml += "<td width=\"160\">
<input type=\"text\" name=\""
+ countryCode_c
+ "ps"
+ jj
+ "\" id=\""
+ countryCode_c
+ "ps"
+ jj
+ "\" onchange=\"excelGPR(this.id,'ps',"
+ countryCode_c
+ ","
+ jj
+ ");calculateGPRIndex('"
+ countryCode_c + "');\"></td></tr>";
    }
    SuppliersTableHtml += "</table><p>&nbsp;</p>";
}
document.getElementById(elementId).innerHTML = SuppliersTableHtml;

$.ready(function() {
    for (j=1;j<=document.getElementById(howmanyID).value;
        j++) {
        $("#"+countryCode_c+"supplyCountry"+j)
            .focus().autocomplete(countries);
    }
});

```

HTML

index.jsp

```

<%@ page import="java.util.*"%>
<%@ page import="store.*"%>
<%@ page contentType="text/html; charset=utf-8"
    language="java" import="java.sql.*" errorPage=""%>
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transitional//EN"
    "http://www.w3.org/TR/html4/loose.dtd">
<html>
<head>
<script language="JavaScript" src="functions.js">

</script>
<script type="text/javascript" src="jquery.js">

</script>
<script type='text/javascript' src='jquery.autocomplete.js'>

</script>
<script type='text/javascript' src='localdata.js'>

</script>
<link rel="stylesheet" type="text/css"
    href="jquery.autocomplete.css" />
<link href="styles.css" rel="stylesheet" type="text/css">
<script type="text/javascript">
    $().ready(
        function() {
            for (i = 1; i <= 247; i++) {
                $("#optCountry" + i).focus()
                    .autocomplete
                    (countries_notEU);
            }
        });
</script>
<meta http-equiv="Content-Type"
    content="text/html;
        charset=utf-8">
<title>Energy Risk Evaluation (1/5): Countries
    Selection</title>
</head>

<body class="background">
    <p class="the_header1" align="center">Energy Risk
        Evaluation for the European Union member countries</p>
    <form name="form1" method="post" autocomplete="off"
        action="http://localhost/EnergySafety/Class1"
        onsubmit="return validateForm1();">
        <table align="center">
            <tr>

```



```

        <td></td>
    </tr>
    <tr>
        <td>
            <table border="0" align="center"
                class='indexTableFull'>
                <tr>
                    <th class="blue_header7" align="center">Stage
                        1 of 5: Countries Selection</th>
                </tr>
                <tr>
                    <td>
                        <p class="headers" align="left">
                            <strong>1)</strong>Please choose the <strong>european
                                union member countries</strong> you want to
                                analyse:
                        </p>
                        <table border="1" align="left">
                            <tbody>
                                <%
                                    EUCountries Europe = new EUCountries();
                                    for (int i = 0; i < 13; i++) {
                                <%
                                <tr>
                                    <td><img
                                        src=<%=Europe.EU[i].getFlag() %>
                                        width="22" height="15" /></td>
                                    <td><%=Europe.EU[i].getName() %></td>
                                    <td><input
                                        name=<%=Europe.EU[i].getCode() %>
                                        type="checkbox"
                                        id=<%=Europe.EU[i].getCode() %>
                                        value=<%=Europe.EU[i].getNumber() %> />
                                    </td>
                                    <td><img
                                        src=<%=Europe.EU[i + 14].getFlag() %>
                                        width="22" height="15" /></td>
                                    <td><%=Europe.EU[i + 14].getName() %></td>
                                    <td><input
                                        name=<%=Europe.EU[i + 14].getCode() %>
                                        type="checkbox"
                                        id=<%=Europe.EU[i + 14].getCode() %>
                                        value=<%=Europe.EU[i + 14].getNumber() %> />
                                    </td>
                                </tr>
                                <%
                                    }
                                <%
                                <tr>
                                    <td><img
                                        src=<%=Europe.EU[13].getFlag() %>
                                        width="22" height="15" /></td>
                                    <td><%=Europe.EU[13].getName() %></td>
                                    <td><input
                                        name=<%=Europe.EU[13].getCode() %>
                                        type="checkbox"
                                        id=<%=Europe.EU[13].getCode() %>
                                        value=<%=Europe.EU[13].getNumber() %> />
                                    </td>
                                    <td>

```

```

        </td>
        <td><strong>Select All</strong></td>
        <td><input name="selectAll"
            type="checkbox" id="selectAll"
            onclick="javascript:switchAll();"
            value="1" />
        </td>
    </tr>
</tbody>
</table> </td>
</tr>
<tr>
<td>
<p class="headers" align="left">
<strong>2)</strong>Click the button bellow
to add <strong>other countries</strong>
(optional).
</p> <input type="button"
name="Enable/Disable Optional Countries"
id="Enable/Disable Optional Countries"
value="Enable/Disable Optional Countries"
onclick="javascript:EnableDisable('optCountry');" />
<div id="t1" style="display: none;">
<p>
<span class="red">Edit Options:</span> <input
type="button" name="remove"
id="remove"
onclick="javascript:Remove('optCountry');"
value="Remove Last" /> <input
type="button" name="AddMore"
id="AddMore"
onclick="javascript:Add();"
value="Add More" />
</p>
<p>
<span class="blue"><strong>No.</strong>
</span><strong> Country Name</strong>
</p>
<p>
<span class="blue">1.</span> <input
type="text" name="optCountry1"
id="optCountry1" /><input
type="button" name="remove"
id="delete"
onclick="javascript:Delete(1,'optCountry');"
value="Delete Country" />
</p>
</div> <script language="javascript">

        createOpt('optCountry', 247);
    </script>
<p></p>
<p></p>
<p></p>
<p></p></td>
</tr>
<tr>
<td>
<p class="headers">
<strong>3)</strong>Click <strong>Next</strong>

```

```
        to continue.  
    </p>  
    <p align="center">  
        <input type="submit" name="button"  
            id="button" value="Next" />  
    </p></td>  
</tr>  
</table></td>  
</tr>  
</table>  
</form>  
</body>  
</html>
```

page2a.html

```

<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/html4/loose.dtd">
<html>
<head>
<script language="JavaScript" src="functions.js"></script>
<link href="styles.css" rel="stylesheet" type="text/css">
<meta http-equiv="Content-Type"
content="text/html; charset=utf-8" />
<title>Energy Risk Evaluation (2/5): Indexes
Selection</title>

</head>

<body class="background">
<form name="form1" method="post"
action="http://localhost/EnergySafety/Class2"
onsubmit="return validateForm2();">
<p class="the_header" align="center">Energy Risk
Evaluation for the European Union member countries</p>
<table align="center">
<tbody>
<tr>
<td align="right">

<table align="center">
<tr>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>
<table border="0" align="center"
class='indexTableFull'>
<tr>
<th class="blue_headerT"
align="center">Stage 2 of 5:
Indexes Selection</th>
</tr>
<tr>
<td>

<p class="headers" align="left">
<strong>1</strong>Select <strong>energy
source</strong>:
</p>
<p>
<input type="radio" name="radio"
id="Oil" value="Oil"
checked="checked" /> <label
for="oil">Oil</label><br /> <input
type="radio" name="radio"
id="Natural Gas"
value="Natural Gas" /> <label
for="oil2">Natural Gas<br />
</label> <input type="radio" name="radio"
id="Coal" value="Coal" /> <label

```

```

    for="oil3">Coal<br /> </label>
<input type="radio" name="radio"
    id="Nuclear Energy"
    value="Nuclear Energy" /> <label
    for="oil4">Nuclear
    Energy</label>
</p>
<p class="headers" align="left">
<strong>2)</strong>Now check the
<strong>Indexes</strong>
that will be calculated using PCA
procedure for the countries under
study.
</p>
<table width="327" border="5"
    align="center">
<tr>
    <td width="283" align="center"><u>Domestic
        Production</u><br /> Domestic
        Consumption</td>
    <td width="20"><input
        name="Index1" type="checkbox"
        id="Index1" value="1" />
    </td>
</tr>
<tr>
    <td align="center"><u>Domestic
        Consumption</u> <br /> Total
        Primary Energy Consumption</td>
    <td><input name="Index2"
        type="checkbox" id="Index2"
        value="2" />
    </td>
</tr>
<tr>
    <td align="center"><u>Domestic
        Consumption</u><br /> World
        Supply</td>
    <td><input name="Index3"
        type="checkbox" id="Index3"
        value="3" />
    </td>
</tr>
<tr>
    <td align="center"><u>Domestic
        Consumption</u><br /> GDP</td>
    <td><input name="Index4"
        type="checkbox" id="Index4"
        value="4" />
    </td>
</tr>
<tr>
    <td align="center"><u>Value
        Of Imports</u><br /> GDP</td>
    <td><input name="Index5"
        type="checkbox" id="Index5"
        value="5" />
    </td>
</tr>
<tr>
    <td align="center"><u>Domestic

```

```

        Consumption</u><br /> Population</td>
<td><input name="Index6"
    type="checkbox" id="Index6"
    value="6" />
</td>
</tr>
<tr>
<td align="center"><p>
    <u>Domestic Consumption</u><br />
    Area
    </p>
</td>
<td><input name="Index7"
    type="checkbox" id="Index7"
    value="7" />
</td>
</tr>
<tr>
<td align="center">War Risk</td>
<td><input name="Index8"
    type="checkbox" id="Index8"
    value="8" />
</td>
</tr>
<tr>
<td height="24" align="center">Political
    Risk</td>
<td><input name="Index9"
    type="checkbox" id="Index9"
    value="9" />
</td>
</tr>
<tr>
<td align="center">&u>Geopolitical
    Risk</td>
<td><input name="Index10"
    type="checkbox" id="Index10"
    value="10" />
</td>
</tr>
<tr>
<td align="center">Disaster</td>
<td><input name="Index11"
    type="checkbox" id="Index11"
    value="11" />
</td>
</tr>
</table> <br>
<br>
<p class="headers" align="left">
<strong>3</strong>Click the
    button bellow to add <strong>other
    indexes</strong> (optional).
</p>
<p>
<input type="button"
    name="EnableDisableIndexes"
    id="EnableDisableIndexes"
    value="Enable/Disable Additional Idexes"
    onclick="javascript:
        EnableDisable('optIndex');" />

```

```

</p>
<div id="t1" style="display: none;">
  <p>
    <span class="red">Edit
      Options:</span> <input type="button"
        name="remove" id="remove"
        onclick="javascript:Remove('optIndex');"
        value="Remove Last" /> <input
          type="button" name="AddMore"
          id="AddMore"
          onclick="javascript:Add();"
          value="Add More" />
    </p>
    <p>
      <span class="blue"><strong>No.</strong>
      </span><strong> Index Name</strong>
    </p>
    <p>
      <span class="blue">1.</span> <input
        type="text" name="optIndex1"
        id="optIndex1" /><input
          type="button" name="remove"
          id="delete"
          onclick="javascript:
            Delete(1,'optIndex');"
          value="Delete Index" />
    </p>
  </div> <script language="javascript">
    createOpt('optIndex',50);
  </script>
  <p>&nbsp;</p>
  <p class="headers">
    <strong>4)</strong>Click
    <strong>Next</strong>
    to continue.
  </p>
  <p align="center">
    <label> <input
      type="submit" name="button"
      id="button" value="Next" /> </label>
  </p>
  <p>&nbsp;</p></td>
</tr>
</table></td>
</tr>
</table></td>

<td><table border="0" class='indexTableFull'>
  <tr>
    <td class="darkblue_headerLT"></td>
    <td class="darkblue_headerRT">Countries
      under study:</td>
  </tr>

```

page2b.html

```

</table>

</td></tr></table></form></body></html>

```

page3a.html

```

<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd">
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
<head>
<meta http-equiv="Content-Type"
  content="text/html; charset=utf-8" />
<title>Energy Risk Evaluation (3/5): Index Values</title>
<script language="JavaScript" src="functions.js"></script>
<script language="JavaScript" src="suppliers.js"></script>
<script type="text/javascript" src="jquery.js"></script>
<script type='text/javascript' src='jquery.autocomplete.js'></script>
<script type='text/javascript' src='localdata.js'></script>
<link rel="stylesheet" type="text/css"
  href="jquery.autocomplete.css" />
<link href="styles.css" rel="stylesheet" type="text/css" />
<script type="text/javascript">
$( ).ready(function() {
  for (i=1;i<=

```

page3b.html

```

      ;i++){

        $("#"+i+"supplyCountry").focus().autocomplete(countries); }
    });
</script>
</head>

<body class="background">
  <form name="form1" method="post"
    action="http://localhost/EnergySafety/Class3"
    onsubmit="return validateForm3();">
    <p class="the_header" align="center">Energy Risk
      Evaluation for the European Union member countries</p>
    <table border="0" align="center" class='indexTableFull'>
      <tr>
        <th class="blue_headerT" align="center">Stage
          3: Index Values Input</th>
      </tr>
      <tr>
        <td>
          <p class="headers" align="left">
            <strong>1)</strong>Complete the blank cells of
            the following tables and click <strong>Next</strong>
            to continue.
          </p></td>
        </tr>

```


page3c.html

```
</td>
</tr>
<tr>
  <td>
    <p class="headers" align="left">
      <strong>2)</strong>Please select the percentage of
<strong>precision</strong>
      for the final index.
    </p>
    <p>
      Cumulative: <select name="jumpMenu" id="jumpMenu"
        onchange="MM_jumpMenu('parent',this,0) ">
        <option>100</option>
        <option>99</option>
        <option>98</option>
        <option>97</option>
        <option>96</option>
        <option>95</option>
        <option>94</option>
        <option>93</option>
        <option>92</option>
        <option>91</option>
        <option>90</option>
        <option>89</option>
        <option>88</option>
        <option>87</option>
        <option>86</option>
        <option>85</option>
        <option>84</option>
        <option>83</option>
        <option>82</option>
        <option>81</option>
        <option>80</option>
      </select> <strong> %</strong>
    </p> <br></td>
</tr>
</table>
<br>
```

page3d.html

```
<p align="center">
  <label>
    <input type="submit" name="button" id="button" value="Next" />
  </label>
</p>
</form>

</body>
</html>
```

page4a.html

```
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd">
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
<head>
<meta http-equiv="Content-Type"
  content="text/html; charset=utf-8" />
<title>Energy Risk Evaluation (4/5): PCA Analysis</title>
<link href="styles.css" rel="stylesheet" type="text/css" />
</head>

<body class="background">
  <p class="the_header" align="center">Energy Risk
    Evaluation for the European Union member countries</p>
  <table align="center">
    <tr>
      <td>

        <table border="0" align="center"
          class='indexTableFull'>
          <tr>
            <th class="blue_headerT" align="center">Stage
              4 of 5: PCA Analysis</th>
          </tr>
          <tr>
            <td>
```

page4b.html

```
<form id="form1" name="form1" method="post"
  action="http://localhost/EnergySafety/Class4">
  <p align="center">
    <input type="submit" name="button" id="button"
      value="Next" align="right" />
  </p>
</form>
<p>&nbsp;</p>

</td>
</tr>
</table>
</td>
</tr>
</table>
</body>
</html>
```

page5a.html

```
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/html4/loose.dtd">
<html>
<head>
<meta http-equiv="Content-Type"
  content="text/html; charset=UTF-8">
<title>Energy Risk Evaluation (5/5): Total Energy
  Supply Risk</title>
<script language="JavaScript" src="graphs.js"></script>
<script language="JavaScript" src="functions.js"></script>
<link href="styles.css" rel="stylesheet" type="text/css">
</head>
<body class="background">
  <p class="the_header" align="center">Energy Risk
    Evaluation for the European Union member countries</p>
  <table align="center">
    <tr>
      <td>

        <table class="indexTableFull">
          <tr>
            <td class="blue_headerT" align="center">
              Stage 5 of 5: Total
```

page5b.html

```
</td></tr></table>
</body>
</html>
```

CSS

styles.css

```
@charset "utf-8";

.blue {
    color: #006;
    font-weight: bold;
}

.red {
    color: #900;
}

.headers {
    font-size: large;
}

.blue_header {
    font-family: "Times New Roman", Times, serif;
    font-size: 24px;
    color: #FFF;
    background-color: #09F;
}

.the_header {
    font-family: "Times New Roman", Times, serif;
    font-size: 24px;
    color: #09F;
    background-color: #036;
    border-top-left-radius: 5px;
    border-top-right-radius: 5px;
    border-bottom-left-radius: 5px;
    border-bottom-right-radius: 5px;
}

.the_header1 {
    font-family: "Times New Roman", Times, serif;
    font-size: 24px;
    color: #FFF;
    background-color: #036;
    border-top-left-radius: 5px;
    border-top-right-radius: 5px;
    border-bottom-left-radius: 5px;
    border-bottom-right-radius: 5px;
}

.blue_headerT {
    font-family: "Times New Roman", Times, serif;
    font-size: 24px;
    color: #FFF;
    background-color: #09F;
}
```

```
        border-top-left-radius: 10px;
        border-top-right-radius: 10px;
    }

    .blue_headerB {
        font-family: "Times New Roman", Times, serif;
        font-size: 24px;
        color: #FFF;
        background-color: #09F;
        border-bottom-left-radius: 10px;
        border-bottom-right-radius: 10px;
    }

    .blue_headerRT {
        font-family: "Times New Roman", Times, serif;
        font-size: 24px;
        color: #FFF;
        background-color: #09F;
        border-top-right-radius: 10px;
    }

    .blue_headerLT {
        font-family: "Times New Roman", Times, serif;
        font-size: 24px;
        color: #FFF;
        background-color: #09F;
        border-top-left-radius: 10px;
    }

    .darkblue_headerLT {
        font-family: "Times New Roman", Times, serif;
        font-size: 24px;
        color: #9CF;
        background-color: #036;
        border-top-left-radius: 10px;
    }

    .darkblue_headerRT {
        font-family: "Times New Roman", Times, serif;
        font-size: 24px;
        color: #036;
        background-color: #9CF;
        border-top-right-radius: 10px;
    }

    .background {
        background-color: #69C
    }

    .highlighted {
        background-color: #6C0;
    }

    .green {
        color: #393;
    }

    .white {
        color: #FFF;
    }
}
```

```
.lightBlue {
    color: #CFC;
}

.indexTableFull {
    background-color: #E9F9FA;
    align: center;
    border-top-left-radius: 10px;
    border-top-right-radius: 10px;
    border-bottom-left-radius: 10px;
    border-bottom-right-radius: 10px;
}

.overall {
    background-color: #CFC;
}

.blue_ribbonLL {
    font-family: "Times New Roman", Times, serif;
    font-size: 24px;
    color: #FFF;
    background-color: #06C;
    border-top-width: thick;
    border-right-width: thick;
    border-bottom-width: thick;
    border-left-width: thick;
    border-top-color: #000;
    border-right-color: #000;
    border-bottom-color: #000;
    border-left-color: #000;
    border-top-left-radius: 10px;
    border-bottom-left-radius: 10px;
}

.warning {
    font-size: x-large;
    font-weight: bold;
    color: #F00;
    text-decoration: blink;
    background-color: #FF0;
}

.indexTableFill {
    background-color: #9CF;
    align: center;
    border-top-left-radius: 10px;
    border-top-right-radius: 10px;
    border-bottom-left-radius: 10px;
    border-bottom-right-radius: 10px;
}
```

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. «Σύγχρονες τάσεις στη διδακτική των Βιολογικών μαθημάτων και νέες τεχνολογίες» - Μεταπτυχιακή διπλωματική των Γκίκα Ελιάννα, Ιωαννίδου Αγάπη, Λαζαρίδης Γιώργος, Κάτσαρης Αυγουστίνος
2. «Ευρωπαϊκή Ενεργειακή Ασφάλεια & Αγωγοί Φυσικού Αερίου στη Ν.Α. Ευρώπη» - Ιωάννης Ν. Γρηγοριάδης
3. <http://aix.meng.auth.gr/lhtee/education/IAxBE1.pdf>
4. <http://www.euractiv.com/en/energy/geopolitics-eu-energy-supply>
5. «Oil and Gas Delivery to Europe: An Overview of Existing and Planned Infrastructures» - Susanne Nies
6. «An external Policy to serve Europe's Energy Interests»- Paper from Commission/SG/HR for the European Council
7. http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_natural_gas_pipelines
8. http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_oil_pipelines
9. «Europe's vulnerability to energy crises» – World Energy Council 2008
10. «Energy Vulnerability: The right Indicators» - Denis Babusiaux, Edgard Gnansounou and Jacques Percebois
11. Schipper L. and Haas R. – «The political relevance of energy and CO₂ indicators – An Introduction» - Energy Policy, 1997
12. Schipper L., Unander F., Martishaw S., and Ting M. - «Indicators of energy use and carbon emissions: explaining the energy economy link» - Annual Review of Energy and the Environment, 2001
13. «Monitoring energy efficiency and CO₂ abatement policies: What can we learn from indicators» - UNFCCC workshop best practices in PAM's, 2000
14. Jesinghaus J «Indicators for Decision-Making», European Commission, 1999
15. Organisation for Economic Co-operation and Development «Using the Pressure-State-Response Model to develop indicators of sustainability», OECD Environment Directorate-State of the Environment Division, Paris, France
16. «2010 Survey of Energy Resources» - World Energy Council - <http://www.worldenergy.org/publications/>
17. «Comparative analysis of EU member countries vulnerability in oil and gas: an application of Partial Component Analysis (PCA)» - Christos V. Roupas, Alexandros Flamos, John Psarras

18. «Assessing the relative geopolitical risk of oil importing countries» - Eshita Gupta
19. <http://en.wikipedia.org/wiki/OPEC>
20. http://europa.eu/index_el.htm
21. <http://www.medgaz.com>
22. <http://www.nord-stream.com>
23. <http://www.gassco.no>
24. <http://www.nabucco-pipeline.com>
25. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/data/database>
26. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm>
27. <http://www.energypress.gr>
28. http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_power_in_the_European_Union
29. «Statistical Review of World Energy BP 2011» -
http://www.bp.com/assets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_2011/STAGING/local_assets/spreadsheets/statistical_review_of_world_energy_full_report_2011.xls
30. <http://www.indexmundi.com>
31. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2011/01/weodata/weoselco.aspx?g=2001&sg=All+countries>
32. Office National du Ducroire - <http://www.ondd.be>
33. <http://info.worldbank.org/governance/wgi/index.asp>
34. <http://en.wikipedia.org/wiki/Java>
35. <http://el.wikipedia.org/wiki/Java>
36. <http://en.wikipedia.org/wiki/Javascript>
37. <http://el.wikipedia.org/wiki/Javascript>
38. http://en.wikipedia.org/wiki/Java_server_pages
39. <http://el.wikipedia.org/wiki/Html>
40. <http://el.wikipedia.org/wiki/CSS>
41. <http://www.w3schools.com/>
42. <http://www.developer.com/java/web/article.php/3625161/Deployment-of-Web-Applications-in-Jakarta-Apache-Tomcat-5.htm>
43. <http://www.joeyjavas.com/>
44. <http://www.freestuff.gr/forums/viewtopic.php?t=21175>
45. <http://www.coreservlets.com/Apache-Tomcat-Tutorial/tomcat-7-with-eclipse.html>
46. <http://bassistance.de/jquery-plugins/jquery-plugin-autocomplete/>

47. <http://jquery.com/>
48. http://commons.apache.org/math/download_math.cgi
49. <http://www.gerd-tentler.de/tools/graphs/>