



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

Μεθοδολογία Προσδιορισμού και Αξιολόγησης της Ασφάλειας Εφοδιασμού του Ευρωπαϊκού Συστήματος Φυσικού Αερίου (Φ/Α)

Διδακτορική Διατριβή
Μαρία Π. Φλουρή

Επιβλέπων Καθηγητής:
Ιωάννης Ψαρράς

Αθήνα, Οκτώβριος 2016



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

Μεθοδολογία Προσδιορισμού και Αξιολόγησης της Ασφάλειας Εφοδιασμού του Ευρωπαϊκού Συστήματος Φυσικού Αερίου (Φ/Α)

Διδακτορική Διατριβή
Μαρία Π. Φλουρή

Επιβλέπων Καθηγητής:
Ιωάννης Ψαρράς

Αθήνα, Οκτώβριος 2016



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

Μεθοδολογία Προσδιορισμού και Αξιολόγησης της Ασφάλειας Εφοδιασμού του Ευρωπαϊκού Συστήματος Φυσικού Αερίου (Φ/Α)

Διδακτορική Διατριβή

Μαρία Π. Φλουρή

Συμβουλευτική Επιτροπή:

Ι. Ψαρράς, Καθηγητής ΕΜΠ (Επιβλέπων)

Δ. Ασκούνης, Καθηγητής ΕΜΠ

Ι. Αθ. Σταθόπουλος, Καθηγητής ΕΜΠ

Εγκρίθηκε από την επταμελή εξεταστική επιτροπή, στις

.....
Ι. Ψαρράς,
Καθηγητής ΕΜΠ

.....
Δ. Ασκούνης,
Καθηγητής ΕΜΠ

.....
Ι. Αθ. Σταθόπουλος
Καθηγητής ΕΜΠ

.....
Β. Ασημακόπουλος
Καθηγητής ΕΜΠ

.....
Γ. Μέντζας
Καθηγητής ΕΜΠ

.....
Χ. Δούκας
Επικ. Καθηγητής ΕΜΠ

.....
Α. Φλάμος
Αναπ. Καθηγητής ΠΑΠΕΙ

Αθήνα, Οκτώβριος 2016

.....
Μαρία Π. Φλουρή
Διδάκτωρ ΕΜΠ

Copyright © Μαρία Π. Φλουρή, 2016
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 τη συγγραφέα.

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

Στους γονείς μου

Παντελή και Λένα

Πρόλογος

Η παρούσα διδακτορική διατριβή εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης, της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του ΕΜΠ, υπό το πλαίσιο των ερευνητικών του δραστηριοτήτων το διάστημα 2008 – 2016.

Η υλοποίηση της διατριβής δεν θα ήταν εφικτή χωρίς τη συνεχή επίβλεψη, καθοδήγηση και ιδιαίτερη συμπαράσταση του Καθηγητή κ. Ι. Ψαρρά. Οι συζητήσεις μαζί του και τα ερευνητικά εναύσματα που μου παρείχε, αποτέλεσαν σημαντικό εφόδιο και γερή βάση τόσο για το αντικείμενο της διδακτορικής διατριβής όσο και για την ολοκλήρωσή της. Η καθοδήγησή του ήταν Δασκάλου και γι' αυτό τον ευχαριστώ βαθύτατα.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Δ. Ασκούνη ο οποίος μέσω της συνεργασίας και των συζητήσεών μας, σε συνδυασμό με τη χαρακτηριστική του ευθυμία, με βοήθησε να ανταπεξέλθω και να πειθαρχήσω σε όλες τις συνθήκες που περικλείει μία διατριβή, όπως θα έκανε ο καλύτερος προπονητής.

Οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες στον Καθηγητή κ. Ι. Αθ. Σταθόπουλο, ο οποίος με τη χαρακτηριστική τετράγωνη λογική του, πρακτική σκέψη και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, μου έδωσε την απαραίτητη ώθηση τόσο να ξεκινήσω αλλά και να συνεχίσω αυτό το ταξίδι.

Ακόμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Β. Ασημακόπουλο, ο οποίος με βοήθησε να αντιληφθώ τη σημασία της απλότητας στη σκέψη και να ξεκαθαρίσω έτσι σημεία της διατριβής που με δυσκόλευαν.

Παράλληλα, ευχαριστώ τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Χ. Δούκα, η βοήθεια του οποίου υπήρξε πολύτιμη. Με τις παρατηρήσεις, σχόλια, συμβουλές και τον πολύτιμο χρόνο που αφιέρωσε, βοήθησε στην ολοκλήρωση αυτής της διατριβής.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Γ. Μέντζα και τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Α. Φλάμο με τον οποίο είχα την ευκαιρία να συνεργαστώ κατά τα πρώτα χρόνια μου στο Εργαστήριο, για την τιμή που μου κάνουν να παρευρεθούν στην εξέταση υποστήριξης της διατριβής μου.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω ολόθερμα τον Καθηγητή κ. Δ. Τσαμάκη. Η συμπαράσταση του, η εμπιστοσύνη του και οι προτροπές του αποτέλεσαν σημαντικό έναυσμα και εφόδιο για την εκπόνηση της διατριβής κατά την διάρκεια όλης της επαγγελματικής μας συνεργασίας.

Όλοι οι συνεργάτες του Εργαστηρίου συνέβαλαν ο καθένας με τον τρόπο του στην υλοποίηση αυτής της διατριβής. Έτσι, θα ήθελα να ευχαριστήσω ξεχωριστά τη Δρ. Μακαρούνη Ιωάννα, τη Δρ. Καρακώστα Χαρίκλεια και τη Δρ. Παπαδοπούλου Αλεξάνδρα οι οποίες μέσω της στενής μας συνεργασίας, των συζητήσεών μας και των παρατηρήσεών τους με βοήθησαν σημαντικά. Ακόμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τη

Μαριάντζελα, τη Ξανθή, την Κριστιάννα και την Έλενα, οι οποίες με στήριξαν από την αρχή με τον ξεχωριστό τους τρόπο.

Η ολοκλήρωση αυτής της διατριβής θα ήταν πολύ πιο δύσκολη δίχως τη συμπαράσταση των πολύ δικών μου ανθρώπων, στους οποίους οφείλω ένα τεράστιο ευχαριστώ.

Στην Αθηνά που από τότε που θυμάμαι μοιραζόμαστε σκοτούρες, χαρές, προβληματισμούς και γέλια, στη Στέλλα που δρούσε πυροσβεστικά και έχει περάσει ώρες στο τηλέφωνο να με ακούει, στο Χρήστο για την υπομονή και επιμονή του όταν τείνω να μην ακούω κανέναν, στο Νίκο και την Κλέλια που θα έπρεπε να τους απονεμηθεί ένα διδακτορικό τιμής ένεκεν, στη Λία, την Ελπίδα, το Γιώργο και τη Νικολέτα που άκουγαν τους προβληματισμούς μου αυτά τα χρόνια, στο Στέργιο που σα δεύτερος γονιός ανησυχούσε, προβληματιζόταν και με συμβούλευε για το πως να κάνω τις πλεύσεις σε αυτό το ταξίδι ασφαλείς και όμορφες και φυσικά στη Λία που, παρότι φιλόλογος, τελικά αναγκάστηκε να μάθει και για το Φ/Α.

Τέλος, το μεγαλύτερο ευχαριστώ το οφείλω στους γονείς μου. Χωρίς τη στήριξη τους, τη συμπαράστασή τους, την αγάπη τους, την υπομονή τους, τις συμβουλές τους, την επιμονή τους, τη φροντίδα και την αγκαλιά τους τίποτα δεν θα ήταν το ίδιο εφικτό.

Αθήνα, Οκτώβριος 2016

Μαρία Π. Φλουρή

«Ό,τι επιθυμείς να το φωνάζεις δυνατά, αγρίμι να γίνεσαι.
Δεν ταϊριάζει η μετριότητα με τη λαχτάρα»
Νίκος Καζαντζάκης

Περίληψη

Αντικείμενο της διατριβής είναι η ανάπτυξη ολοκληρωμένης μεθοδολογίας προσδιορισμού και αξιολόγησης της ασφάλειας εφοδιασμού του ευρωπαϊκού συστήματος Φ/Α, που θα ικανοποιεί τις ανάγκες του σύγχρονου περιβάλλοντος (σταθερό πλαίσιο αναφοράς, ισορροπία μεταξύ στοιχείων ενίσχυσης και περαιτέρω κινδύνου, σαφή γεωγραφικά όρια, μελέτη διαφορετικών συνθηκών κρίσης, πρόταση εναλλακτικών λύσεων κατά περίπτωση) στο σύνολό τους. Στόχος της διατριβής είναι η συμβολή στον καθορισμό των παραμέτρων της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α, στη μελέτη των αντιδράσεων του συστήματος κάτω από διαφορετικές μη υλοποιημένες στο παρελθόν συνθήκες κρίσης και στην ανεύρεση βέλτιστων λύσεων ελαχίστου κινδύνου, για την αποσυμφόρηση των σημείων του συστήματος, εφόσον χρειαστεί, για την ομαλή και συνεχόμενη προμήθεια Φ/Α ανεξάρτητα από συνθήκες.

Συγκεκριμένα, η προτεινόμενη μεθοδολογία – **SEAL** – περιλαμβάνει τις παρακάτω τρεις συνιστώσες:

- **Simulation (Προσομοίωση):** Αφορά στην προσομοίωση συνθηκών κρίσης του συστήματος καθορίζοντας παράλληλα τα σαφή όρια του προβλήματος. Θέτει ως βάση την ικανοποίηση των αναγκών σε Φ/Α όλου του συστήματος εφοδιασμού της ΕΕ.
- **Evaluation (Αξιολόγηση):** Αξιολογεί τις αντιδράσεις του συστήματος στις συνθήκες κρίσης και εισάγει τις παραμέτρους κινδύνου αξιολογώντας ανάλογα όλα τα σημεία που απαρτίζουν το σύστημα.
- **Locate (Εντοπισμός):** Εντοπίζει εναλλακτικές διαδρομές προμήθειας ελαχίστου κινδύνου για τα σημεία του συστήματος που έδειξαν ευαισθησία στις συνθήκες κρίσης. Έχει ως απώτερο στόχο την εύρεση λύσεων για όλα τα σημεία ανεξάρτητα από συνθήκες κρίσης.

Κάθε μία από τις συνιστώσες υιοθετεί κατάλληλα εργαλεία: Προσομοίωση Monte Carlo, Παραγοντική Ανάλυση και Θεωρία των Γράφων, τα οποία συνθέτουν την προτεινόμενη μεθοδολογία – **SEAL** –. Ως πεδίο εφαρμογής επιλέχθηκε το ευρωπαϊκό σύστημα εφοδιασμού Φ/Α με όλα τα μέρη που το απαρτίζουν επιλογή που προσφέρει: **1.** τη δυνατότητα προσομοίωσης του συστήματος σε διαφορετικά σενάρια κρίσης, **2.** την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων έχοντας ως κύριο γνώμονα και κοινό παρανομαστή την ικανοποίηση ή όχι των αναγκών σε Φ/Α του συστήματος και **3.** τον εντοπισμό εναλλακτικών διαδρομών σε περίπτωση που η αξιολόγηση ικανοποίησης των αναγκών σε Φ/Α είναι αρνητική. Ας σημειωθεί ότι άντληση επιμέρους δεδομένων και πληροφοριών έγινε στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού Προγράμματος FP7 της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (EC – FP7) «Risk of Energy Availability: Common Corridors for European Security of Supply - REACCESS».

Λέξεις – Κλειδιά: Φυσικό Αέριο, Ευρωπαϊκός Εφοδιασμός, Υποστήριξη Αποφάσεων, Ενεργειακή Ασφάλεια, Ενεργειακή Πολιτική, Διακοπές Εφοδιασμού, Monte Carlo, Θεωρία Γράφων, Παραγοντική Ανάλυση

Abstract

The main scope of this thesis is the development of an integrated methodological framework for the identification and evaluation of the European system security of natural gas supply. The particular methodology satisfies the needs of the modern environment in their whole (stable framework, balance between supportive parameters and further risks, specific geographical boundaries, study of different crises scenarios, proposal of alternative solutions). Objective of the thesis is to contribute to the identification of the security parameters of the natural gas supply, to study the reaction of the system under various unimplemented crises circumstances and to find optimum, minimum risk solutions for the decongestion of bottlenecks, whenever needed, towards the smooth and continuous EU natural gas supply.

Particularly, the proposed – **SEAL** –methodology includes the following three modules:

- **Simulation:** Refers to the simulation of crises conditions in the system, while determining the problem in a specific way (stable framework). Common background of the module comprises the EU supply system satisfaction of natural gas needs.
- **Evaluation:** Evaluates the system reactions under crises conditions, while introducing risk parameters further assessing the system parts.
- **Locate:** Locates alternative minimum risk supply routes for all system parts that exhibited sensitivity in the crises conditions. The main scope is to locate solutions for all system parts regardless the crises conditions.

Each of the particular modules adopts appropriate tools: Monte Carlo Simulation, Factor Analysis and Graph Theory, which constitute the proposed – **SEAL** –methodology. The proposed methodology was applied in the entire European system of natural gas supply which further: **1.** offers the opportunity to apply simulations under various crises scenarios, **2.** evaluates the results, while having as a common basis the system satisfaction of natural gas needs and **3.** locates alternative routes in case of a negative evaluation in the satisfaction of natural gas needs. It is highlighted that specific data were collected within the framework of the European project (EC – FP7) «Risk of Energy Availability: Common Corridors for European Security of Supply - REACCESS».

Keywords: Natural Gas, European Supply, Decision Support, Energy Security, Energy Policy, Interruption of Natural Gas Supply, Monte Carlo Simulation, Graph Theory, Factor Analysis.

Πίνακας Συντμήσεων & Ορισμών

Συντμήσεις	Ορισμοί
ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
ΔΑ	Δυναμικό Αποδέσμευσης Φυσικού Αερίου
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΣΠ	Στρατηγική Προμήθειας
ΥΕ	Υπολειπόμενη Ευελιξία
Φ/Α	Φυσικό Αέριο
bcm	Billion Cubic Meters (Δισεκατομμύρια Κυβικά Μέτρα)
EIA	Energy Information Administration (Διαχείριση Ενεργειακής Πληροφόρησης)
ENTSOG	European Network of Transmission System Operators for Gas (Ευρωπαϊκό Δίκτυο Διαχειριστών Συστημάτων Φ/Α)
Eurogas	Εκπρόσωπος της Ευρωπαϊκής Βιομηχανίας Φ/Α
Eurostat	Ευρωπαϊκή Στατιστική Εταιρεία
IEA	International Energy Agency (Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας)
IGU	International Gas Union (Διεθνής Ένωση για το Αέριο)
mcm	Million Cubic Meters (Εκατομμύρια Κυβικά Μέτρα)
UGS	Underground Gas Storage (Υπόγειες Εγκαταστάσεις Αποθήκευσης Αερίου)

Πίνακας Κωδικών Χωρών

Κωδικός	Όνομα Χώρας	Κωδικός	Όνομα Χώρας
AT	Αυστρία	IT	Ιταλία
AZ	Αζερμπαϊτζάν	IR	Ιράν
BY	Λευκορωσία	LT	Λιθουανία
BE	Βέλγιο	LU	Λουξεμβούργο
BA	Βοσνία Ερζεγοβίνη	LV	Λετονία
BG	Βουλγαρία	LY	Λιβύη
CH	Ελβετία	MA	Μαρόκο
CZ	Δημοκρατία της Τσεχίας	NL	Ολλανδία
D	Γερμανία	NW	Νορβηγία
DK	Δανία	PL	Πολωνία
DZ	Αλγερία	P	Πορτογαλία
EE	Εσθονία	RO	Ρουμανία
ES	Ισπανία	RU	Ρωσία
FI	Φινλανδία	RS	Σερβία
F	Γαλλία	SE	Σουηδία
GE	Γεωργία	SI	Σλοβενία
GR	Ελλάδα	SK	Σλοβακία
HR	Κροατία	T	Τουρκία
HU	Ουγγαρία	UA	Ουκρανία
IE	Ιρλανδία	UK	Ηνωμένο Βασίλειο

Πίνακας Περιεχομένων

Κεφάλαιο I Εισαγωγή

I.1	Εισαγωγή στην Ασφάλεια Ενεργειακού Εφοδιασμού	I.7
I.2	Το αντικείμενο και ο Στόχος της Διατριβής	I.10
I.3	Η Συμβολή της Διατριβής	I.12
I.4	Η Δομή της Διατριβής	I.17

Κεφάλαιο II Ασφάλεια Εφοδιασμού Φυσικού Αερίου: Περιγραφή του Προβλήματος

II.1	Εισαγωγή	II.21
II.2	Ευρωπαϊκός Εφοδιασμός Φ/Α	II.23
II.2.1	Παρούσα Κατάσταση	II.23
II.2.2	Σενάρια Ζήτησης, Παραγωγής & Εισαγωγών	II.26
II.2.3	Ευρωπαϊκό Δίκτυο Προμήθειας Φ/Α	II.34
II.3	Ασφάλεια Ευρωπαϊκού Εφοδιασμού Φ/Α	II.56
II.4	Συμπεράσματα	II.65

Κεφάλαιο III Επισκόπηση Σχετικών Μεθοδολογιών

III.1	Εισαγωγή	III.71
III.2	Μεθοδολογίες Ασφάλειας Ενεργειακού Εφοδιασμού	III.72
III.3	Μεθοδολογίες Ασφάλειας Εφοδιασμού Φ/Α	III.88
III.3.1	Δείκτες Ασφάλειας Εφοδιασμού Φ/Α	III.89
III.3.2	Μοντέλα Ασφάλειας Εφοδιασμού Φ/Α	III.95
III.4	Συμπεράσματα	III.102

Κεφάλαιο IV Προτεινόμενη Μεθοδολογία

IV. 1	Εισαγωγή	IV.108
IV.2	Μεθοδολογικό Πλαίσιο	IV. 110

IV.2.1	Φιλοσοφία Προσέγγισης	IV.110
IV.2.2	Διαδικασία Προσέγγισης	IV.112
IV.3	1^η Συνιστώσα: Προσομοίωση (Simulate)	IV.116
IV.3.1	Εισαγωγή	IV.116
IV.3.2	Μοντελοποίηση Παραμέτρων Στρατηγικής Προμήθειας	IV.117
IV.3.3	Καθορισμός Σεναρίου Κρίσης	IV.120
IV.3.4	Προσομοίωση Monte Carlo	IV.125
IV.4	2^η Συνιστώσα: Αξιολόγηση (Evaluate)	IV.129
IV.4.1	Εισαγωγή	IV.129
IV.4.2	Περιορισμοί Επιτυχίας Δείκτη Στρατηγικής Προμήθειας & Όρια Επιτυχίας	IV.131
IV.4.3	Προσδιορισμός Δείκτη Κοινωνικοοικονομικού Κινδύνου Ασφάλειας Εφοδιασμού	IV.132
IV.5	3^η Συνιστώσα: Εντοπισμός (Locate)	IV.143
IV.5.1	Εισαγωγή	IV.143
IV.5.2	Προσδιορισμός Βέλτιστης Διαδρομής	IV.144
IV.5.3	Έλεγχος Φυσικής Δυναμικότητας Διαδρομής	IV.149
IV.5.4	Έλεγχος Τεχνικής Δυναμικότητας Διαδρομής	IV.152
IV.6	Συμπεράσματα	IV.154

Κεφάλαιο V Εφαρμογή

V.1	Εισαγωγή	V.159
V.2	Φάσεις Εφαρμογής	V.160
V.3	Σενάρια Κρίσης & Δεδομένα Στρατηγικής Προμήθειας	V.161
V.3.1	Διακοπή 1 Ημέρας (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας)	V.162
V.3.2	Διακοπή 15 Ημερών (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας)	V.163
V.3.3	Διακοπή 1 Μήνα (Ηπιότερος Χειμώνας ζετίας)	V.163

V.4	Προσομοίωση Monte Carlo	V.164
V.4.1	Προσομοίωση Διακοπής 1 Ημέρας (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας)	V.166
V.4.2	Προσομοίωση Διακοπής 15 Ημερών (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας)	V.171
V.4.3	Προσομοίωση Διακοπής 1 Μήνα (Ηπιότερος Χειμώνας ζετίας)	V.178
V.5	Αξιολόγηση Επιτυχίας Στρατηγικών Προμήθειας & Κοινωνικοοικονομικού Κινδύνου Εφοδιασμού	V.185
V.5.1	Αξιολόγηση Επιτυχίας: Διακοπή 1 Ημέρας (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας)	V.186
V.5.2	Αξιολόγηση Επιτυχίας: Διακοπή 15 Ημερών (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας)	V.189
V.5.3	Αξιολόγηση Επιτυχίας: Διακοπή 1 Μήνα (Ηπιότερος Χειμώνας ζετίας)	V.191
V.5.4	Αξιολόγηση Κοινωνικοοικονομικού Κινδύνου Εφοδιασμού	V.194
V.6	Εντοπισμός Εναλλακτικών Διαδρομών	V.196
V.6.1	Εντοπισμός Εναλλακτικών Διαδρομών: Διακοπή 1 Ημέρας (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας)	V.198
V.6.2	Εντοπισμός Εναλλακτικών Διαδρομών: Διακοπή 15 Ημερών (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας)	V.200
V.6.3	Εντοπισμός Εναλλακτικών Διαδρομών: Διακοπή 1 Μήνα (Ηπιότερος Χειμώνας ζετίας)	V.202
V.7	Έλεγχος Φυσικής & Τεχνικής Δυναμικότητας Διαδρομών	V.205
V.7.1	Έλεγχος Δυναμικότητας Διαδρομών: Διακοπή 1 Ημέρας (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας)	V.206
V.7.2	Έλεγχος Δυναμικότητας Διαδρομών: Διακοπή 15 Ημερών (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας)	V.209
V.7.3	Έλεγχος Δυναμικότητας Διαδρομών: Διακοπή 1 Μήνα (Ηπιότερος Χειμώνας ζετίας)	V.211
V.8	Συμπεράσματα	V.215

Κεφάλαιο VI Συμπεράσματα - Προοπτικές

VI.1	Συμπεράσματα	VI.231
VI.2	Προοπτικές	VI.239

Βιβλιογραφία	B.241
---------------------	--------------

Παραρτήματα

Παράρτημα I	Λίστα Δημοσιεύσεων
Παράρτημα II	Αρχικές Μεταβλητές Σύνθεσης
Παράρτημα III	Τελικές Μεταβλητές Σύνθεσης
Παράρτημα IV	Συλλογή Δεδομένων Στρατηγικής Προμήθειας
Παράρτημα V	Προσομοίωση Monte Carlo & Ιστογράμματα Χωρών
Παράρτημα VI	Έλεγχοι Δυναμικότητας

Κεφάλαιο I:

Εισαγωγή

I. 1 Εισαγωγή στην Ασφάλεια Ενεργειακού Εφοδιασμού

Η ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού αποτελεί προτεραιότητα της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ), αποτελώντας έναν από τους τρεις κύριους άξονες της ενεργειακής της πολιτικής [1]. Δηλώσεις κορυφαίων ευρωπαϊκών στελεχών, όπως ο Günther Oettinger, Ευρωπαίος Επίτροπος για την Ενέργεια, αναφέρουν ότι είναι απαραίτητος ο ασφαλής, συνεχόμενος, οικονομικά προσιτός και βιώσιμος ενεργειακός εφοδιασμός [2].

Η σημασία του Φ/Α τονίζεται από μελέτες [3], [4] οι οποίες αναφέρουν ότι μέχρι το 2030, το 25% των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών θα καλύπτονται από το Φ/Α, ενώ μέχρι τότε θα έχει διπλασιαστεί και η παγκόσμια κατανάλωση. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, το Φ/Α αποτελεί το ¼ του πρωτογενούς ενεργειακού εφοδιασμού [5], με τη μεγαλύτερη πηγή προμήθειας να συνεχίζει να είναι (2011) η εγχώρια παραγωγή (33% επί των συνολικών προμηθειών) [6], παρά τις πτωτικές τάσεις που παρουσιάζονται από το 2004 [7].

Τα σενάρια εξέλιξης της ζήτησης Φ/Α διαφέρουν παρουσιάζοντας δύο διαφορετικές κατευθύνσεις από το 2020 και έπειτα, κυρίως εξαιτίας παραγόντων όπως η οικονομική ανάπτυξη, η ανάπτυξη τεχνολογιών χαμηλών εκπομπών, οι ενεργειακές και κλιματικές πολιτικές, καθώς και τα επίπεδα εισχώρησης ΑΠΕ στο Ευρωπαϊκό ενεργειακό μείγμα. Αντίθετα τα σενάρια διαμόρφωσης της ενδογενούς παραγωγής Φ/Α δείχνουν μια συνεχόμενη πτωτική τάση μέχρι το 2030-2035, ενώ τα σενάρια εισαγωγών και άρα εξάρτησης επισημαίνουν ότι οι εισαγόμενες ποσότητες θα ξεπερνούν τα 480 bcm το 2030 [8], [9], [10], [11].

Κύριοι προμηθευτές Φ/Α της ΕΕ είναι η Ρωσία, η Νορβηγία και η Αλγερία οι οποίες προμήθευσαν το 24%, το 19% και 9% αντίστοιχα, μέσω αγωγών οι δύο πρώτες και μέσω αγωγών και LNG η Τρίτη (2021) [6]. Επίσης, είναι απαραίτητο να σημειωθεί ότι το LNG αντιστοιχούσε (2011) στο 15% των συνολικών προμηθειών Φ/Α [6].

Η σημασία των παραπάνω ποσοστών τονίζεται ακόμα περισσότερο εάν αναλογιστεί κανείς ότι και από τους τρεις προμηθευτές σημειώθηκαν περιπτώσεις διακοπής προμήθειας Φ/Α, ανεξάρτητα αν υπήρξε, εν τέλει, αντίκτυπος στην ΕΕ. Συγκεκριμένα, στη Νορβηγία σημειώθηκε (2013) μείωση της παραγωγής LNG και απρογραμμάτιστη διακοπή της λειτουργίας της εγκατάστασης εξαγωγής του Snøhvit, χωρίς να υπάρξει κανένας αντίκτυπος στην ΕΕ [12]. Στην Αλγερία, μια τυχαία έκρηξη κατέστρεψε τρία τρένα μεταφοράς LNG, επίσης χωρίς κανένα αντίκτυπο [13]. Η περίπτωση όμως των τριών διακοπών προμήθειας (2006), (2009) [14] και (2012) [15], καθώς και τα πιο πρόσφατα γεγονότα (2014) και (2015), εξαιτίας των πολιτικών διαξιφισμών μεταξύ Ρωσίας και Ουκρανίας ανέδειξε την ανάγκη διασφάλισης του εφοδιασμού Φ/Α.

Μελέτες καταδεικνύουν ότι η διακοπή (2009) είχε ως αποτέλεσμα την απώλεια 25% των αναγκών της Ιταλίας και το 40% των αναγκών της Ουγγαρίας [16]. Στα στοιχεία αυτά προστίθεται και η οχτάμηνη παύση της λειτουργίας του Greenstream εξαιτίας της πολιτικής εξέγερσης στη Λιβύη, η οποία παρά τη μεγάλη διάρκειά της, είχε περιορισμένες συνέπειες [17], [18].

Μέσα σε αυτό πλαίσιο, η ΕΕ καλείται να αντιμετωπίσει το πρόβλημα της ασφάλειας του εφοδιασμού Φ/Α, με σειρά προτάσεων και νομοθεσιών, συχνά τροποποιούμενων, προκειμένου να προσαρμοστούν στις εκάστοτε συνθήκες. Κοινός παρονομαστής όλων των παραπάνω κειμένων αποτελεί το γεγονός ότι η αντιμετώπιση φυσικών, οικονομικών, κοινωνικών και οικολογικών κινδύνων - οι οποίοι μπορούν να προκαλέσουν διαταραχές στην ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού – χαράσσει συγκεκριμένους άξονες: α) η διαφοροποίηση πηγών προμήθειας και ενεργειακών πηγών, β) η επέκταση και ενίσχυση της υποδομής προς τη διαφοροποίηση διαδρομών εφοδιασμού, γ) οι επενδύσεις σε εγκαταστάσεις αποθήκευσης και LNG, δ) η εξέλιξη του μείγματος καυσίμων και η εδραίωση μιας ενιαίας αγοράς ενέργειας.

Η διεθνής βιβλιογραφία παρουσιάζει πληθώρα ορισμών, σχετικά με την ασφάλεια εφοδιασμού και ερευνητές αποδίδουν το νόημα της ενεργειακής ασφάλειας ως «άπιαστο» [19] [20], ή «ασταθές» και «δύσκολο να προσδιοριστεί» [21]. Η πλειοψηφία των ορισμών συμφωνεί ότι η ασφάλεια εφοδιασμού καθίσταται ευάλωτη σε κινδύνους, ο καθορισμός των οποίων επίσης αποτελεί αντικείμενο, συχνά διαφορετικών κατηγοριοποιήσεων. Υπάρχουν κατηγοριοποιήσεις κινδύνων που δίνουν μεγαλύτερη βάση στον οικονομικό χαρακτήρα [22], ενώ άλλες επικεντρώνονται στον πολιτικό χαρακτήρα των κινδύνων [23]. Υφίστανται, λοιπόν, κατηγοριοποιήσεις κινδύνων που συμπορεύονται με την κατηγοριοποίηση της Πράσινης Βίβλου της ΕΕ, (φυσικοί, οικονομικοί, κοινωνικοί, οικολογικοί [24]) και άλλες κατηγοριοποιήσεις κινδύνων που βασίζονται στην Πράσινη Βίβλο, αλλά κάνουν διάκριση μεταξύ των αιτιών ή των παραγόντων που είναι ικανοί να διακόψουν τον εφοδιασμό (πρωτοβάθμιοι), των αποτελεσμάτων τους (δευτεροβάθμιοι) και του συνολικού ενεργειακού κινδύνου που αντιμετωπίζει η κοινωνία [25].

Υπογραμμίζεται λοιπόν, η σημασία της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α καθώς και η σημασία ύπαρξης μεθοδολογίας που θα αξιολογεί την αξιοπιστία και την ασφάλεια του εφοδιασμού Φ/Α, ενώ θα κινείται παράλληλα στους άξονες που θέτει τόσο η ΕΕ μέσω των σημείων σύγκλισης των κειμένων της, όσο και η ερευνητική κοινότητα.

Σημαντικές προσπάθειες έχουν γίνει σε σχέση με τη μέτρηση και αξιολόγηση της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού, σε γενικότερο πλαίσιο. Σε πρώτο στάδιο η ύπαρξη δεικτών που, είτε αναφέρονται και αντιμετωπίζουν μεμονωμένα στοιχεία της ασφάλειας εφοδιασμού

(απλοί δείκτες) [26], [27], είτε προσπαθούν να συλλάβουν πληθώρα τέτοιων στοιχείων, εστιάζοντας κυρίως στη μέτρηση της ασφάλειας της εξωτερικής προμήθειας ενέργειας [26], [28], [29], [30], [31]. Όμως ενώ παρουσιάζουν σημαντική, τμηματική πληροφορία ενέχουν τον κίνδυνο, να υπόκειται σε αυθαιρεσία η ισορροπία μεταξύ των παραμέτρων που λαμβάνουν υπόψη τους. Σε δεύτερο στάδιο εμφανίζονται πιθανοτικές προσεγγίσεις [32], [33], [34], [35], [36], [37] οι οποίες έχουν κριθεί χρήσιμες υπό κατάλληλες συνθήκες. Οι κατάλληλες συνθήκες αφορούν κυρίως στην οπτική που υιοθετεί ο εκάστοτε ερευνητής, αναφορικά με την ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού. Στο ίδιο μήκος κύματος, προσεγγίσεις όπως η Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων (Data Envelopment Analysis) και η Πολυκριτήρια Θεωρία Χρησιμότητας (MAUT – Multi Attribute Utility Theory) έχουν δεχθεί κριτική είτε για τα δεδομένα που χρησιμοποιούν, είτε για τον τρόπο υλοποίησης των μεθοδολογικών τους βημάτων. Παρόλα αυτά η επιτυχία τους βασίζεται, κυρίως, στο αντικείμενο που τους δίνεται [38], [39].

Οι δείκτες αξιολόγησης της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α, (π.χ. δείκτες υποδομών, σύνθετος δείκτης ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α, δείκτης κινδύνου διέλευσης) [4], [5], [40], [41], [42], [43], [44], προσφέρουν σημαντικές ενδείξεις ύπαρξης, ή μη, ευαισθησίας στο σύστημα. Υποδεικνύουν στους αποφασίζοντες την παρούσα κατάσταση, λαμβάνοντας υπόψη δεδομένα τα οποία μπορούν να θεωρηθούν ως σημάδια πιθανών κινδύνων ή/και του εύρους των συνεπειών της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α. Το πρόβλημα όμως συνίσταται στο ότι ακόμα και οι σύνθετοι δείκτες δεν μπορούν από μόνοι τους να μετρήσουν την ευαισθησία και την ανθεκτικότητα του συστήματος με ολοκληρωμένο τρόπο [45].

Επιπλέον, μελέτες ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α υιοθετούν μοντέλα (δικτύων, υποδομών και διανομής, προσομοίωσης) [46], [47], [48], [49], [50], [51], [52], προκειμένου να αναλύσουν την αντίδραση και την επάρκεια του συστήματος Φ/Α σε κινδύνους και τυχόν διακοπές. Η μεθοδολογία, που ακολουθείται από το εκάστοτε μοντέλο, σχετίζεται με τους απώτερους στόχους της έρευνας, αλλά και τις παραμέτρους (διαφοροποίηση, διαθεσιμότητα, εξάρτηση κλπ) που θεωρούνται ως βασικές για την ασφάλεια εφοδιασμού Φ/Α. Παράλληλα παρουσιάζεται διαφοροποίηση στα γεωγραφικά όρια που υιοθετεί η εκάστοτε μελέτη, καθώς και στο LNG ως μέρος του εφοδιασμού ή όχι.

Επισημαίνεται λοιπόν ότι ο προσδιορισμός της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α είναι συγκεχυμένος, όμως παρουσιάζεται σύγκλιση σχετικά με την ύπαρξη αρνητικών παραγόντων επιρροής (κίνδυνοι) καθώς και δράσεων ενίσχυσής της. Επιπλέον η ευρωπαϊκή ασφάλεια δεν αφορά μόνο την κάθε χώρα ξεχωριστά, αλλά και το όλο σύστημα (σύνολο χωρών) εφοδιασμού Φ/Α, καλώντας έτσι για θέσπιση και αναγνώριση κατάλληλων πολιτικών και δράσεων. Αξίζει να υπογραμμιστεί ότι:

- Η ασάφεια στον ορισμό της ασφάλειας εφοδιασμού αντικατοπτρίζεται στο διαφορετικό εύρος παραμέτρων που υιοθετεί η κάθε ακολουθούμενη μεθοδολογία. Το ίδιο ισχύει και για την ποικιλία που εμφανίζεται σχετικά με τις χώρες που μελετούνται σε κάθε έρευνα αλλά και με το κατά πόσο η προμήθεια LNG λαμβάνεται υπόψη.
- Η ασφάλεια εφοδιασμού του ευρωπαϊκού συστήματος Φ/Α είναι ρητά συνδεδεμένη με την ικανοποίηση των αναγκών σε Φ/Α των μερών που απαρτίζουν το σύστημα εφοδιασμού, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό για τη μελέτη και αξιολόγησή της.
- Οι μεθοδολογίες που υιοθετούνται εμφανίζουν το εξής παράδοξο. Αφενός, εστιάζουν στο να υποδείξουν την ύπαρξη ή όχι κινδύνου στο σύστημα εφοδιασμού Φ/Α, υπογραμμίζοντας τα στοιχεία που τον εντείνουν και αμελώντας παραμέτρους που, σαφώς, ενισχύουν την ασφάλεια, όπως η παραγωγή Φ/Α, η ύπαρξη αποθεματικών ή η διαφοροποίηση μέσω της ευέλικτης προμήθειας LNG. Αφετέρου, όταν συμπεριληφθεί μέρος αυτών των παραμέτρων, οι κίνδυνοι που λαμβάνουν υπόψη οι μεθοδολογίες σχετίζονται κυρίως με την πολιτική διάσταση και τη διάσταση κινδύνου αγοράς, χωρίς έτσι να αποτυπώνουν όλο το εύρος των πιθανών κινδύνων. Συνεπάγεται λοιπόν, ότι υπάρχει έλλειψη ισορροπίας μεταξύ αδυναμιών και δυνατοτήτων του συστήματος εφοδιασμού Φ/Α.
- Οι υφιστάμενες μεθοδολογίες ενώ παρουσιάζουν σημαντικά και κρίσιμα αποτελέσματα σχετικά με την αξιολόγηση της προμήθειας Φ/Α, σύμφωνα πάντα με το καθορισμένο πλαίσιο τους, δεν προτείνουν εναλλακτικές λύσεις, *on the spot*, για την άμεση αποκατάσταση της ομαλής λειτουργίας σε περίπτωση κρίσης.
- Τέλος οι υπάρχουσες μεθοδολογίες μελετούν κατά κύριο λόγο σεναρία διακοπής που έχουν ήδη υλοποιηθεί, γνωρίζοντας, άρα, εκ των προτέρων τις αντιδράσεις του συστήματος και τις εναλλακτικές που χρησιμοποιήθηκαν για την αποσυμφόρησή του, όπου αυτό ήταν απαραίτητο.

Ι.2 Το Αντικείμενο & ο Στόχος της Διατριβής

Όπως γίνεται φανερό, οι υφιστάμενες προσεγγίσεις αξιολόγησης της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α, παρά τα σημαντικά και ενδιαφέροντα αποτελέσματα που παρουσιάζουν, αντικατοπτρίζουν, μέσω του μεγάλου εύρους παραμέτρων που μπορούν να υιοθετήσουν, την «ασάφεια» του ορισμού της ασφάλειας εφοδιασμού. Παράλληλα, η προσμέτρηση στοιχείων που ενισχύουν τον εφοδιασμό, καθώς και των

κινδύνων που τον επηρεάζουν, παρουσιάζει ανισορροπία, ενώ το ίδιο εμφανίζεται αναφορικά και με τη γεωγραφική κάλυψη και την προσμέτρηση του LNG ως αναπόσπαστο μέρος, είτε ενίσχυσης της ασφάλειας εφοδιασμού, είτε της διαφοροποίησης του εφοδιασμού. Τέλος, παρατηρείται ότι οι μέχρι τώρα προσπάθειες μελέτης και αξιολόγησης της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α, έχουν ως βάση μελέτης γεγονότα διακοπών προμήθειας που έχουν ήδη υλοποιηθεί, έχοντας εκ των προτέρων δεδομένα και γνώση των αντιδράσεων του συστήματος. Επιπλέον, μπορεί να παρέχουν σημαντικές πληροφορίες αντιμετώπισης των κρίσεων, σύμφωνα με τα δεδομένα των ήδη υλοποιημένων διακοπών παροχής, αλλά παρουσιάζεται κενό όσον αφορά στις άμεσες και όχι μόνο, λύσεις που παρέχει το σύστημα, προκειμένου να υπάρξει άμεση αποσυμφόρηση υπό διαφορετικές συνθήκες κρίσης.

Η πολυπλοκότητα του εφοδιασμού Φ/Α στο σύγχρονο περιβάλλον έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη πληθώρας συνιστωσών επιρροής, η μεταβολή των οποίων μπορεί να οδηγήσει σε έλλειψη αξιοπιστίας του εφοδιασμού. Άλλωστε οι συνθήκες κρίσης που είναι πιθανό να υλοποιηθούν δεν είναι απαραίτητα ίδιες. Ως εκ τούτου, τυχόν μεταβολή των παραγόντων επιρροής συνεπάγεται διαφορετικές συνθήκες κρίσης, οι οποίες με τη σειρά τους έχουν ως αποτέλεσμα διαφορετικό αντίκτυπο στο σύστημα και άρα καλούν για διαφορετικές λύσεις.

Παρουσιάζεται λοιπόν έντονη και συνεχής η ανάγκη αξιολόγησης του συστήματος εφοδιασμού Φ/Α, μέσα σε ένα σταθερό πλαίσιο αναφοράς. Το συγκεκριμένο πλαίσιο είναι απαραίτητο να συμβαδίζει με τις προτεραιότητες που έχει η ΕΕ, ισορροπώντας ανάμεσα σε στοιχεία ενίσχυσης και κινδύνου. Παράλληλα είναι σημαντικό το πλαίσιο αναφοράς να περιέχει σαφή γεωγραφικά όρια, όντας παράλληλα ικανό να μελετήσει το σύστημα σε διαφορετικές συνθήκες κρίσης και να προτείνει κατάλληλες εναλλακτικές λύσεις κατά περίπτωση.

Μέσα στο παραπάνω πλαίσιο, αντικείμενο της διατριβής είναι η ανάπτυξη ολοκληρωμένης μεθοδολογίας προσδιορισμού και αξιολόγησης της ασφάλειας εφοδιασμού του ευρωπαϊκού συστήματος Φ/Α, ικανοποιώντας τις παραπάνω ανάγκες του σύγχρονου περιβάλλοντος στο σύνολό τους.

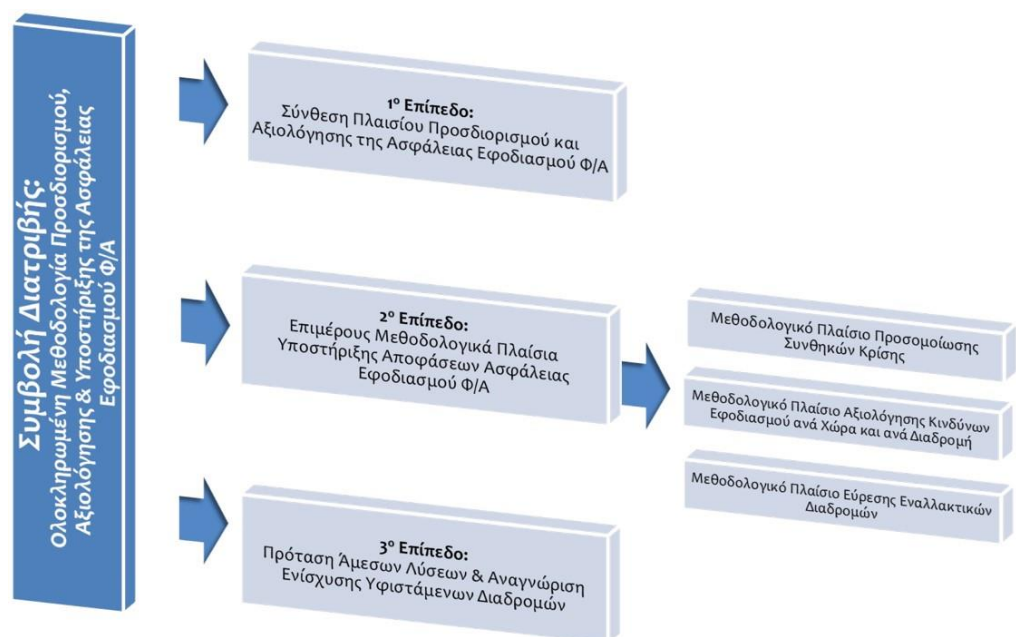
Στόχος της διατριβής είναι η συμβολή στον καθορισμό σταθερού πλαισίου των παραμέτρων της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α, η μελέτη των αντιδράσεων του συστήματος κάτω από διαφορετικές συνθήκες κρίσης, μη υλοποιημένες στο παρελθόν και η εύρεση βέλτιστων λύσεων ελαχίστου κινδύνου, εφόσον χρειαστεί, για την αποσυμφόρηση των σημείων του συστήματος, για την ομαλή και συνεχόμενη προμήθεια Φ/Α, ανεξάρτητα από συνθήκες.

I.3 Η Συμβολή της Διατριβής

Συμβολή της διδακτορικής διατριβής αποτελεί η διατύπωση μιας ολοκληρωμένης μεθοδολογίας προσδιορισμού, αξιολόγησης και υποστήριξης της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α, ιδιαίτερα σε συνθήκες κρίσης/διακοπής εφοδιασμού Φ/Α. Η προτεινόμενη μεθοδολογία:

- Συμβάλλει στην αντιμετώπιση της ασάφειας του ορισμού της ασφάλειας εφοδιασμού,
- Θέτει την ικανοποίηση αναγκών σε Φ/Α ως κοινό παρανομαστή,
- Αντιμετωπίζει τη γεωγραφική ανισότητα λαμβάνοντας υπόψη της όλο το σύστημα εφοδιασμού Φ/Α της ΕΕ,
- Θέτει το LNG ως μέτρο ενίσχυσης της ασφάλειας, μέσω διαφοροποίησης και ελέγχει παράλληλα την αξιοπιστία του συστήματος σε τυχόν διακοπή προμήθειάς του,
- Ισορροπεί μεταξύ παραμέτρων ενίσχυσης της ασφάλειας εφοδιασμού και των κινδύνων αυτής και
- Παρουσιάζει λύσεις για την άμεση αποκατάσταση του ομαλού εφοδιασμού Φ/Α σε περιπτώσεις διαταραχής του.

Επιπλέον της πρότασης συνολικής μεθοδολογίας η συμβολή της διατριβής περιλαμβάνει τρία επιμέρους επίπεδα συμβολής (Σχήμα Ι1) τα οποία παρουσιάζονται αναλυτικά στη συνέχεια.



Σχήμα Ι1. Επιμέρους Επίπεδα Συμβολής Διδακτορικής Διατριβής

1^ο Επίπεδο Σύνθεση Πλαισίου Προσδιορισμού και Αξιολόγησης της Ασφάλειας Συμβολής Εφοδιασμού Φ/Α

Σε πρώτο επίπεδο η διδακτορική διατριβή συμβάλλει στην ανάπτυξη και σύνθεση ενός ολοκληρωμένου πλαισίου για τον προσδιορισμό και την αξιολόγηση του εφοδιασμού Φ/Α. Όπως γίνεται φανερό κατά τη διάρκεια περιγραφής του προβλήματος (Ενότητα Ι1), οι υφιστάμενες μεθοδολογίες και μοντέλα αξιολόγησης, παρά τα απαραίτητα δεδομένα και τα πολύτιμα αποτελέσματα που εμπεριέχουν, αποτυπώνουν την ενδογενή ασάφεια να οριστεί η ασφάλεια εφοδιασμού, μέσω από εύρος παραμέτρων υιοθετούνται. Αυτό όμως έχει ως αποτέλεσμα την αντιμετώπιση του προβλήματος με μη ολοκληρωμένο τρόπο, καθότι αφενός η ασφάλεια εφοδιασμού μπορεί να ορίζεται διαφορετικά, (ανάλογα με τις ανάγκες της εκάστοτε μελέτης), αφετέρου παρουσιάζονται ζητήματα ανισορροπίας ανάμεσα στους κινδύνους και παραμέτρους ενίσχυσης, στη γεωγραφική κάλυψη και στην προσμέτρηση του LNG στην ασφάλεια εφοδιασμού.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, παρουσιάζεται έντονη η ανάγκη ενός σταθερού και ολοκληρωμένου πλαισίου προσδιορισμού και αξιολόγησης της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α, το οποίο θα αντικατοπτρίζει τις σύγχρονες τάσεις και το περιβάλλον εφοδιασμού Φ/Α.

Η προτεινόμενη προσέγγιση προσφέρει αυτό το ολοκληρωμένο πλαίσιο τόσο προσδιορισμού, όσο και αξιολόγησης του ευρωπαϊκού εφοδιασμού Φ/Α, συμβάλλοντας στην επίλυση των παραπάνω ζητημάτων.

Συγκεκριμένα η προτεινόμενη προσέγγιση που φέρει το όνομα SEAL¹ (Simulate, Evaluate, Locate) αποτελείται από τρεις συνιστώσες. Η κάθε μία επικεντρώνεται στην επίλυση των προβλημάτων όπως αναφέρθηκαν παραπάνω. Η πρώτη συνιστώσα «Προσομοίωση» (Simulate) καθορίζει τα σαφή όρια του προβλήματος, απαλείφοντας έτσι τυχόν ασάφειες, θέτει ως βάση την ικανοποίηση των αναγκών σε Φ/Α, όλου του συστήματος εφοδιασμού της ΕΕ προσμετρώντας παραμέτρους ενίσχυσης και προσομοιώνοντας σε αυτό συνθήκες κρίσης. Η δεύτερη συνιστώσα «Αξιολόγηση» (Evaluate) αξιολογεί, αφενός τις αντιδράσεις του συστήματος στις συνθήκες κρίσης και αφετέρου εισάγει τις παραμέτρους κινδύνου αξιολογώντας ανάλογα όλα τα σημεία που απαρτίζουν το σύστημα. Η τρίτη συνιστώσα «Εντοπισμός» (Locate), λαμβάνοντας δεδομένα από τη δεύτερη, εντοπίζει εναλλακτικές διαδρομές προμήθειας ελαχίστου κινδύνου, για τα σημεία του συστήματος που έδειξαν ευαισθησία στις συνθήκες κρίσης, με απώτερο στόχο την εύρεση εναλλακτικών λύσεων που θα

¹ Seal: σφραγίζω, κλειδώνω (close tightly or put a substance, etc on something to stop gas or fluid escaping, Oxford Advanced Learner's Dictionary)

διασφαλίσουν την ικανοποίηση των αναγκών Φ/Α, ανεξαρτήτως συνθηκών κρίσης.

2^ο Επίπεδο Συμβολής: Επιμέρους Μεθοδολογικά Πλαίσια Υποστήριξης Αποφάσεων Ασφάλειας Εφοδιασμού Φ/Α

Η διατριβή συμβάλλει στη διαμόρφωση επί μέρους μεθοδολογικών πλαισίων τα οποία υποστηρίζουν αποφάσεις για την ασφάλεια εφοδιασμού Φ/Α, μέσω χρήσης, κατάλληλα προσαρμοσμένων τεχνικών οι οποίες ανήκουν στο ευρύτερο επιστημονικό πεδίο της ασφάλειας εφοδιασμού.

- **Μεθοδολογικό Πλαίσιο Προσομοίωσης Συνθηκών Κρίσης**

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, την τελευταία δεκαετία, πληθώρα περιστατικών διακοπής προμήθειας έχει υλοποιηθεί με κυμαινόμενο τελικά αντίκτυπο στην ΕΕ, ως τελική καταναλώτρια.

Επιπλέον, οι περισσότερες μελέτες αξιολόγησης της ασφάλειας εφοδιασμού, (όπως μελετώνται και παρουσιάζονται στο κεφάλαιο ΙΙΙ), όταν σχετίζονται με διακοπές προμήθειας, βασίζονται στα ήδη υλοποιημένα γεγονότα - έχοντας εκ των προτέρων γνώση των αντιδράσεων του συστήματος - ή σε σενάρια πολύ υψηλού κινδύνου και άρα σπάνιας εμφάνισης, όπως για παράδειγμα. ο ψυχρότερος χειμώνας της 20ετίας.

Η πρώτη συνιστώσα της προτεινόμενης προσέγγισης καθορίζει το μεθοδολογικό πλαίσιο για την προσομοίωση συνθηκών κρίσης, όπως αυτές ορίζονται από τον εκάστοτε ερευνητή, στο σύστημα εφοδιασμού Φ/Α της ΕΕ με τη χρήση της μεθοδολογίας Monte Carlo. Προς αυτή την κατεύθυνση, η συγκεκριμένη συνιστώσα, επιπλέον, ορίζει την ασφάλεια εφοδιασμού Φ/Α, κατόπιν μελέτης τόσο των ευρωπαϊκών συγγραμμάτων και οδηγιών, όσο και της διεθνούς βιβλιογραφίας, αφαιρώντας τυχόν ασάφειες στον καθαυτό ορισμό της ασφάλειας εφοδιασμού.

- **Μεθοδολογικό Πλαίσιο Αξιολόγησης Κινδύνων Εφοδιασμού Φ/Α ανά Χώρα και ανά Διαδρομή του Συστήματος**

Τόσο η ΕΕ όσο και η διεθνής επιστημονική και ερευνητική κοινότητα συμφωνούν ότι η ασφάλεια εφοδιασμού επηρεάζεται από σειρά κινδύνων οι οποίοι είναι απαραίτητο να λαμβάνονται υπόψη.

Ως εκ τούτου, η δεύτερη συνιστώσα της προτεινόμενης προσέγγισης, βαδίζοντας παράλληλα με τις κατευθύνσεις της ΕΕ στην Πράσινη Βίβλο και στο 3^ο Πακέτο Ενέργειας, υιοθετεί την κατάλληλη μεθοδολογία κατασκευής δείκτη κοινωνικοοικονομικού κινδύνου ο οποίος συναθροίζει, έχοντας ως βάση την παραγοντική ανάλυση (FA – Factor Analysis), πληθώρα μεταβλητών οικονομικού, κοινωνικού, πολιτικού και ενεργειακού κινδύνου. Το αποτέλεσμα είναι η όσο το δυνατό

πληρέστερη απεικόνιση της πολυπλοκότητας του συστήματος και των σχέσεων μεταξύ των μερών που το απαρτίζουν.

Ο συγκεκριμένος δείκτης μπορεί να αντικατοπτρίσει τον κοινωνικοοικονομικό κίνδυνο τόσο ανά χώρα όσο και ανά διαδρομή επιτρέποντας έτσι την αξιολόγηση χρησιμοποιούμενων αλλά και μη διαδρομών παροχής Φ/Α.

Άλλωστε όπως παρουσιάζεται στο κεφάλαιο ΙΙΙ, είναι εξαιρετικά περιορισμένες αντίστοιχες δραστηριότητες προσαρμογής και σύνθεσης μεθοδολογιών συνάθροισης πλήθους μεταβλητών σε ένα δείκτη, οι οποίες να παρέχουν παράλληλα, διαδικασία επικύρωσης της σχετικότητας των διαφόρων μεταβλητών, να απορρίπτουν μη σχετικές μεταβλητές και να ανάγουν τον δείκτη σε επίπεδο διαδρομής.

- Μεθοδολογικό Πλαίσιο Εύρεσης Εναλλακτικών Διαδρομών

Έχοντας υπόψη τις αξιολογήσεις του δείκτη κοινωνικοοικονομικού κινδύνου, η τρίτη συνιστώσα της προτεινόμενης προσέγγισης ορίζει το πλαίσιο εντοπισμού εναλλακτικών διαδρομών προμήθειας Φ/Α, για τα σημεία που παρουσιάζουν ευαισθησία σε τυχόν συνθήκες κρίσης, με τη βοήθεια της θεωρίας των γράφων (Graph Theory). Άλλωστε, σύμφωνα με την ΕΕ κύριο μέλημα είναι η διαρκής και συνεχόμενη ροή Φ/Α ανεξαρτήτως συνθηκών. Σημειώνεται ότι ως κύριο χαρακτηριστικό των εναλλακτικών διαδρομών ορίζεται η ελαχιστοποίηση του κοινωνικοοικονομικού κινδύνου (δεύτερη συνιστώσα) που πιθανόν ενέχουν, προκειμένου τελικά να ικανοποιηθεί, η ζήτηση σε Φ/Α.

Στο συγκεκριμένο πλαίσιο εντάσσονται και οι έλεγχοι δυναμικότητας των εναλλακτικών διαδρομών, σύμφωνα με κατάλληλους πρότυπους δείκτες, προκειμένου να διακριβωθεί και η πρακτική εφικτότητά τους.

Τέλος, είναι περιορισμένες οι εφαρμογές που υιοθετούν κατάλληλους αλγόριθμους της θεωρίας των γράφων, για την αξιολόγηση ενεργειακών συστημάτων, όπως, βέβαια, προκύπτει και από την ανάλυση του κεφαλαίου ΙΙΙ,.

3^ο Επίπεδο Συμβολής **Πρόταση Άμεσων Λύσεων και Αναγνώριση Ενίσχυσης Υφιστάμενων Διαδρομών**

Το τρίτο επίπεδο συμβολής της διατριβής μέσω της προτεινόμενης προσέγγισης, είναι η δυνατότητα πρότασης άμεσων λύσεων στο πρόβλημα της ασφάλειας του εφοδιασμού Φ/Α και η αναγνώριση των υφιστάμενων σημείων που απαιτούν ενίσχυση υποδομών.

Όπως αναφέρθηκε οι μελέτες που σχετίζονται με την αξιολόγηση της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α, λαμβάνουν υπόψη τους διακοπές του εφοδιασμού που έχουν ήδη υλοποιηθεί, βασιζόμενες στον τρόπο αντίδρασης του συστήματος. Άρα η δυνατότητα να προσφέρουν λύση τη στιγμή της διακοπής, προκειμένου να αποφευχθεί απώλεια

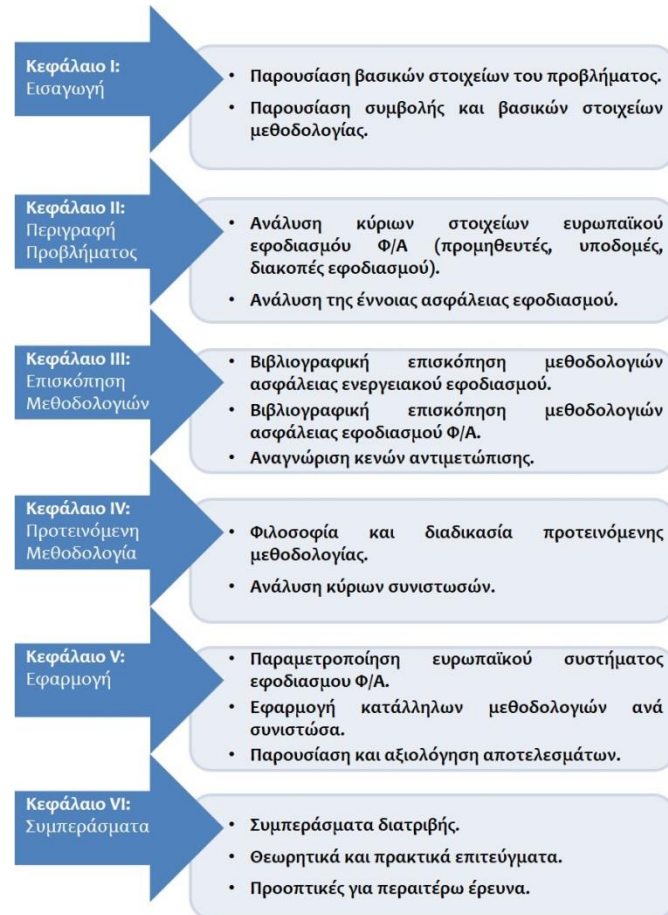
ποσότητας Φ/Α και άρα πιθανή μη ικανοποίηση των αναγκών Φ/Α, είτε είναι περιορισμένη, είτε δεν εξετάζεται.

Η προτεινόμενη μεθοδολογία έρχεται να συμβάλει στην κάλυψη του παραπάνω περιορισμού μέσω της πρότασης εναλλακτικών διαδρομών όδευσης Φ/Α, ελαχίστου κοινωνικοοικονομικού κινδύνου. Προτείνονται εναλλακτικές διαδρομές οι οποίες έχουν ως κύριο στόχο την ικανοποίηση των αναγκών σε Φ/Α, σε περιπτώσεις όπου οι συνθήκες κρίσης επηρεάζουν αρνητικά και προκαλούν συμφόρηση στα μέρη του συστήματος εφοδιασμού. Η συγκεκριμένη πληροφορία των εφικτών εναλλακτικών διαδρομών μπορεί να είναι χρήσιμη για τα μέρη του συστήματος εφοδιασμού ως μέρος μιας ενιαίας πολιτικής πρόληψης κινδύνων και της ενίσχυσης της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α.

Επιπλέον, μέσω των εναλλακτικών διαδρομών όδευσης Φ/Α και του ελέγχου δυναμικότητας αυτών, υπογραμμίζονται οι κυριότερες υφιστάμενες διαδρομές χαμηλότερου κοινωνικοοικονομικού κινδύνου, οι οποίες επιτάσσουν την ενίσχυση υποδομών, προκειμένου να διασφαλιστεί περαιτέρω η αξιοπιστία και η ασφάλεια του συστήματος εφοδιασμού Φ/Α.

I.4 Η Δομή της Διατριβής

Η δομή της διδακτορικής διατριβής αποτελείται από έξι κεφάλαια, όπως απεικονίζεται και στο Σχήμα Ι2.



Σχήμα Ι2. Δομή Διδακτορικής Διατριβής

Αναλυτικότερα:

Κεφάλαιο I: Εισαγωγή Πρόκειται για το παρόν κεφάλαιο, στο οποίο παρουσιάζεται συνοπτικά το πρόβλημα, υποστηρίζεται και συνεπάγεται η ανάγκη ανάπτυξης ολοκληρωμένης μεθοδολογίας προσδιορισμού και αξιολόγησης της ασφάλειας εφοδιασμού του ευρωπαϊκού συστήματος Φ/Α. Αναλύεται το αντικείμενο και ο στόχος της διατριβής και παρουσιάζονται στοιχεία της προτεινόμενης μεθοδολογίας, μέσω της παράθεσης βασικών στοιχείων της προτεινόμενης μεθοδολογίας.

Κεφάλαιο II: Περιγραφή Προβλήματος Στο 2^ο κεφάλαιο περιγράφεται αναλυτικά το πρόβλημα της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α, με δεδομένη τη μεγάλη σημασία που κατέχει στο ενεργειακό μείγμα της ΕΕ, αλλά και τα σενάρια μείωσης της ενδογενούς παραγωγής και άρα αύξησης της εξάρτησης σε εισαγωγές. Παρουσιάζονται οι κύριοι προμηθευτές Φ/Α και LNG της Ευρώπης, οι υποδομές τους καθώς και τυχόν περιστατικά διακοπής προμήθειας, ανεξάρτητα από τον τελικό αντίκτυπο. Τέλος, παρουσιάζεται τόσο η

ευρωπαϊκή τοποθέτηση, όσο και η σκοπιά της διεθνούς βιβλιογραφίας αναφορικά με το πρόβλημα της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού - γενικότερα και εφοδιασμού Φ/Α – ειδικότερα, του προσδιορισμού του καθώς και των παραμέτρων που συνιστούν το πρόβλημα.

Κεφάλαιο III Έχοντας υπόψη την ανάλυση του προηγούμενου κεφαλαίου σχετικά με τη διερεύνηση των στοιχείων, των παραμέτρων, του περιεχομένου της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού και εφοδιασμού Φ/Α, και της μεταξύ τους σύγκλισης, το 3^ο κεφάλαιο μελετάει τις υφιστάμενες μεθοδολογίες, προκειμένου να προσδιοριστεί κατά πόσο το αντικείμενο και το πεδίο που καλύπτουν είναι επαρκές. Κύριος στόχος του κεφαλαίου είναι η αναγνώριση των παραμέτρων που λαμβάνονται πρακτικά υπόψη και καθορίζουν την ασφάλεια εφοδιασμού, καθώς επίσης η διαφορά ή μη μεταξύ θεωρητικής και πρακτικής αντιμετώπισης. Επιπλέον εξετάζεται ο βαθμός στον οποίο υπάρχει συνάφεια μεταξύ της γενικότερης ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού και της ειδικότερης ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α. Το κεφάλαιο καταλήγει με τις κύριες παρατηρήσεις αλλά και τα κενά ή/και παράδοξα που παρουσιάζονται στις υφιστάμενες μεθοδολογίες προσέγγισης του προβλήματος υπογραμμίζοντας την ανάγκη για μια ολοκληρωμένη μεθοδολογία.

Κεφάλαιο IV Το 4^ο κεφάλαιο παρουσιάζει και αναπτύσσει την προτεινόμενη μεθοδολογία. Περιγράφεται το θεωρητικό της υπόβαθρο μέσω της περαιτέρω ανάλυσης των συνιστωσών που την απαρτίζουν. Σε πρώτη φάση αναλύονται η φιλοσοφία και η διαδικασία που υπάρχει πίσω από τη συγκεκριμένη προσέγγιση, ενώ στη συνέχεια παρουσιάζονται τα επιμέρους βήματα – συνιστώσες της ροής μεθοδολογίας.

Κεφάλαιο V Το 5^ο κεφάλαιο παρουσιάζει αναλυτικά όλες τις φάσεις εφαρμογής της προτεινόμενης μεθοδολογίας. Το πρόβλημα της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α παρουσιάζεται με πραγματικά δεδομένα, παραμετροποιείται ενώ παράλληλα χρησιμοποιούνται και προσομοιώνονται δεδομένα συνθηκών διακοπής παροχής εφοδιασμού. Γίνεται χρήση των επιμέρους μεθοδολογικών πλαισίων για κάθε συνιστώσα της μεθοδολογίας, ενώ το κεφάλαιο κλείνει με την εξαγωγή κρίσιμων συμπερασμάτων.

Κεφάλαιο VI Έπειτα από την ανάλυση των προηγούμενων κεφαλαίων, το 6^ο κεφάλαιο συνοψίζει τα κύρια συμπεράσματα της διδακτορικής διατριβής και παρουσιάζει τα κύρια θεωρητικά και πρακτικά επιτεύγματα που προέκυψαν κατά την υλοποίηση της. Τέλος καταλήγει σε σειρά προτάσεων και προοπτικών για περαιτέρω έρευνα, πάνω στο συγκεκριμένο πρόβλημα της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α.

Κεφάλαιο II:

Ασφάλεια Εφοδιασμού Φυσικού
Αερίου: Περιγραφή του Προβλήματος

II. 1 Εισαγωγή

Σύμφωνα με την Cabalu (2010) και την EIA (2005) το Φ/Α θα αποτελεί (μέχρι το 2025), την ταχύτερα αναπτυσσόμενη πηγή ενέργειας, με την παγκόσμια κατανάλωση να αγγίζει το 60% [41], [53]. Η αυξημένη κατανάλωσή του οφείλεται κύρια στις σημαντικές ανακαλύψεις νέων πηγών που οδήγησαν σε χαμηλότερες τιμές και περαιτέρω πρόσβαση των αγορών σε προμήθειες, καθώς και στο σκεπτικισμό που περιβάλλει τη χρήση της πυρηνικής ενέργειας ιδιαίτερα μετά την καταστροφή στη Φουκουσίμα [15]. Επιπλέον, το Φ/Α προτιμάται και εξαιτίας των ηπιότερων περιβαλλοντικών του συνεπειών, καθώς, κατά την παραγωγή ενέργειας, εκπέμπει 50% λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα σε σχέση με τα υπόλοιπα ορυκτά καύσιμα, αποτελώντας καταλυτικό παράγοντα στους στόχους περιορισμού των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου της ΕΕ [7]. Παράλληλα, το Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο (LNG – Liquefied Natural Gas) θεωρείται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή ως ελκυστικό εναλλακτικό καύσιμο, στοχεύοντας στη μείωση της περιεκτικότητας των θαλάσσιων καυσίμων σε θείο [54].

Παρόλο που ιστορικές πηγές αναφέρουν ότι το Φ/Α χρησιμοποιούνταν από το 900 π.Χ στην Κίνα, στην Ευρώπη ανακαλύφθηκε το 1659, στην Αγγλία [55]. Από το 1814 και έπειτα το Λονδίνο και πολλές ακόμα ευρωπαϊκές πόλεις χρησιμοποιούσαν το Φ/Α για το φωτισμό των δρόμων [56], ενώ τη δεκαετία του 1920 αναπτύχθηκε η μέθοδος μεταφοράς Φ/Α με αγωγούς, γεγονός που αποτέλεσε σημαντικό στάδιο στη χρήση του αερίου [55]. Μετά τον Β' Παγκόσμιο πόλεμο ακολούθησε μια περίοδος τεράστιας κατανάλωσης η οποία συνεχίζεται μέχρι και σήμερα. Το 1960 η παγκόσμια παραγωγή φυσικού αερίου ήταν 470 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα (bcm – billion cubic meters), ενώ το 1979 έφτασε τα 1.459 τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα (tcm – trillion cubic meters). Το 1950 το Φ/Α αποτελούσε το 12% της καταναλισκόμενης παγκοσμίως ενέργειας, ένα ποσοστό που αυξήθηκε σε 14,6% το 1960 και σε 25% το 1980 [55].

Η σημερινή σημασία του Φ/Α τονίζεται από μελέτες και στατιστικές εκτιμήσεις όπως αυτές του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας (IEA – International Energy Agency), ο οποίος εκτιμά ότι το 2030, το 25% των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών θα καλύπτεται από το Φ/Α ενώ η παγκόσμια κατανάλωση Φ/Α αναμένεται να έχει διπλασιαστεί έως τότε [3].

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, το Φ/Α αποτελεί το 25% του πρωτογενούς ενεργειακού εφοδιασμού, συνεισφέροντας σε κλάδους όπως, στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, στη θέρμανση, στην επεξεργασία πρώτων υλών στη βιομηχανία καθώς και στις μεταφορές, ως καύσιμο [5]. Η παραγωγή Φ/Α στην ΕΕ έφτασε στο ανώτερο σημείο της το 1996, ακολουθώντας έπειτα σταθερή πορεία, ενώ το 2004 άρχισε να

μειώνεται σταδιακά [7]. Η ζήτηση Φ/Α, όμως, ακολούθησε αυξητική πορεία. Οι καταγεγραμμένοι πελάτες Φ/Α, εντός του δικτύου της ΕΕ 27, αυξήθηκαν κατά περίπου 1%, την περίοδο 2006 – 2007, φτάνοντας τους 110.171.000 χρήστες στο τέλος του 2007 [14], [57]. Το 2011, η ευρωπαϊκή παραγωγή Φ/Α, συνέχιζε να αποτελεί τη μεγαλύτερη πηγή προμήθειας Φ/Α, αντιστοιχώντας στο 33% επί των συνολικών προμηθειών Φ/Α. Οι κύριες εξωτερικές πηγές προμήθειας, μέσω αγωγών, ήταν η Ρωσία (24%), η Νορβηγία (19%), και η Αλγερία (9%) η οποία αποτελεί προμηθεύτρια χώρα τόσο μέσω αγωγών, όσο και LNG. Η συνολική προμήθεια LNG διενεργήθηκε μέσω 10 χωρών που αποτέλεσαν πηγές προμήθειας, γεγονός το οποίο αντιστοιχεί στο 15% των συνολικών προμηθειών για το 2011 [6].

Το ζήτημα, όμως, της αυξημένης εξάρτησης από τις εισαγωγές δεν προκύπτει μόνο από τα υφιστάμενα ποσοστά, αλλά και από τα διάφορα σενάρια που προβλέπουν συνεχόμενη αύξηση των εισαγωγών Φ/Α, στα επόμενα χρόνια [14]. Στα παραπάνω στοιχεία έρχονται να προστεθούν περιπτώσεις διακοπής προμηθειών Φ/Α, οι οποίες έχουν καταγραφεί τα τελευταία χρόνια με αρνητικές συνέπειες στην ευρωπαϊκή οικονομία και την ομαλή ροή Φ/Α, και οι οποίες οφείλονται, κατά κύριο λόγο, σε μη ευρωπαϊκές, γεωπολιτικές, διακρατικές συγκρούσεις. Οι πιο σημαντικές από τις διακοπές αυτές σχετίζονται με την προσπάθεια της Ρωσίας να χρησιμοποιήσει το Φ/Α ως μέσο πολιτικού εξαναγκασμού της Ουκρανίας (σύμφωνα με την πλευρά της Ουκρανίας) ή με τα προβλήματα στους συμβατικούς όρους Φ/Α, της Ρωσίας με την Ουκρανία, τα οποία οδήγησαν στην παύση της ροής Φ/Α προς την Ευρώπη, τον Ιανουάριο του 2006 [14]. Επίσης, τον Ιανουάριο του 2009, οι διελεύσεις Φ/Α μέσω της Ουκρανίας, διακόπηκαν για περίπου δύο εβδομάδες, εξαιτίας της αποτυχίας σύναψης συμφωνίας συμβολαίων αγοράς και διαμετακόμισης Φ/Α, καθώς και της επίλυσης εκκρεμών οφειλών για τις εισαγωγές Φ/Α στην Ουκρανία [50]. Τέλος, η πολιτική εξέγερση στη Λιβύη, στις αρχές του 2011, επηρέασε σοβαρά τις εξαγωγές Φ/Α μέσω αγωγών της χώρας, δεδομένου ότι ο Λιβυκός αγωγός Greenstream, ο οποίος προμηθεύει την Ιταλία με 9 bcm Φ/Α ετησίως, σταμάτησε τη λειτουργία του στις 22 Φεβρουαρίου του 2011 και στέρησε για 8 μήνες την Ιταλική αγορά από σημαντικές ποσότητες Φ/Α [58].

Η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού γενικότερα και του εφοδιασμού Φ/Α ειδικότερα, αποτελεί προτεραιότητα στην ατζέντα της ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής, και είναι ένας από τους τρεις κύριους άξονες της ενεργειακής της πολιτικής [1]. Σύμφωνα με τον Günther Oettinger, Ευρωπαίο Επίτροπο για την Ενέργεια, παρότι παλιότερα η ενεργειακή ασφάλεια θεωρούταν ως η άμυνα ενάντια σε πιθανές διακοπές εφοδιασμού και τιμολογιακή αστάθεια, η ενεργειακή ασφάλεια δεν αφορά πλέον στην προστασία των υφιστάμενων ενεργειακών προμηθειών. Προκειμένου η Ευρώπη να προασπίσει τα οικονομικά και στρατηγικά της συμφέροντα, είναι απαραίτητος ο ασφαλής, συνεχόμενος, οικονομικά προσιτός και βιώσιμος ενεργειακός

εφοδιασμός [2].

Ιδιαίτερα όσον αφορά στην ασφάλεια του εφοδιασμού Φ/Α στην ΕΕ, απαραίτητο στοιχείο για την βελτίωση της, κρίνεται η διαφοροποίηση των διαδρομών Φ/Α και των πηγών προμήθειας, τόσο για την ΕΕ ως σύνολο, όσο και για το κάθε κράτος-μέλος χωριστά. Η ασφάλεια εφοδιασμού Φ/Α θα εξαρτηθεί από τη μελλοντική ανάπτυξη του μείγματος καυσίμων, την ανάπτυξη της παραγωγής εντός ΕΕ, τις επενδύσεις σε εγκαταστάσεις αποθήκευσης και τη διαφοροποίηση των διαδρομών και των πηγών εφοδιασμού Φ/Α, εντός και εκτός ΕΕ, συμπεριλαμβανομένων και των εγκαταστάσεων LNG [5].

Σύμφωνα με τα παραπάνω κύριος στόχος του συγκεκριμένου κεφαλαίου είναι η περιγραφή του προβλήματος της ασφάλειας του εφοδιασμού Φ/Α, στο πλαίσιο της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού. Με αυτόν τον τρόπο θα σκιαγραφηθεί το πλαίσιο υλοποίησης της παρούσας διατριβής, καθώς και θα παρουσιαστούν οι παράγοντες που καθιστούν τον εφοδιασμό Φ/Α αξιόπιστο. Το κεφάλαιο αυτό, εκτός από την εισαγωγή, χωρίζεται στις ακόλουθες ενότητες:

- Η 2^η ενότητα περιγράφει τον εφοδιασμό Φ/Α στην Ευρώπη. Γίνεται ανάλυση της παρούσας κατάστασης, καθώς και των μελλοντικών σεναρίων ζήτησης, παραγωγής και εισαγωγών. Ακολουθεί ανάλυση των κύριων προμηθευτών Φ/Α στην ΕΕ, αναφορικά με τις υπάρχουσες εγκαταστάσεις προμήθειας τόσο Φ/Α, όσο και LNG, με τις ποσότητες εξαγωγών και τυχόν γεγονότα διακοπής ή ακόμα και δυσκολίας ολοκλήρωσης των συμβατικών υποχρεώσεων, καθώς και με τα πιθανά σημεία στις διαδρομές των προμηθειών που μπορεί να αποδειχθούν επισφαλής.
- Η 3^η ενότητα αναλύει τη θέση της ΕΕ, όσον αφορά την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού γενικότερα και του Φ/Α ειδικότερα, τις προκλήσεις που καλείται να αντιμετωπίσει καθώς και τις προτάσεις και τα μέτρα που έχει λάβει για την ενίσχυσή τους. Στη συνέχεια και προκειμένου να αποκτηθεί μία ολοκληρωμένη εικόνα, παρουσιάζεται η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού και του Φ/Α, από τη σκοπιά της διεθνούς βιβλιογραφίας.
- Τέλος, η 4^η ενότητα παρουσιάζει τα κυριότερα συμπεράσματα, σχετικά με την ασφάλεια εφοδιασμού Φ/Α στην ΕΕ, καθώς και τις κύριες ανάγκες που προκύπτουν και απαιτούν αντιμετώπιση.

II.2 Ευρωπαϊκός Εφοδιασμός Φ/Α

II.2.1 Παρούσα Κατάσταση

Ζήτηση Σύμφωνα με την έκθεση του Eurogas, εκπροσώπου της Ευρωπαϊκής

βιομηχανίας Φ/Α, η ζήτηση Φ/Α στην ΕΕ (2011) [6], μειώθηκε κατά 10%, σε σύγκριση με το 2010, φτάνοντας τα 529,32 bcm. Παρότι οι αγορές Φ/Α, στην Ευρώπη διαφέρουν σημαντικά, μπορούν να διακριθούν σημαντικές τάσεις που οδήγησαν σε αυτή τη μείωση, για όλα τα κράτη-μέλη της ΕΕ.

- Ήπιες καιρικές συνθήκες: Οι καιρικές συνθήκες που επικράτησαν το 2011 ήταν πολύ ηπιότερες σε σχέση με το 2010, γεγονός που οδήγησε στη μείωση κατανάλωσης Φ/Α στον οικιακό και τον εμπορικό τομέα κατά 18%.
- Μείωση της κατανάλωσης για την παραγωγή ενέργειας: Η υποτονική οικονομική κατάσταση σε συνδυασμό με τη διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) και της πυρηνικής ενέργειας, οδήγησαν στη μείωση κατά 10%, της κατανάλωσης Φ/Α στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Παραγωγή
και
προμήθεια
Φ/Α

Επιπλέον, σύμφωνα με την ίδια έκθεση, η ενδογενής παραγωγή Φ/Α στην ΕΕ (2011) αποτέλεσε την κύρια πηγή Φ/Α, αντιστοιχώντας στο 33% της συνολικής προμήθειας Φ/Α. Συγκεκριμένα ο παρακάτω πίνακας (II1) παρουσιάζει την ανάλυση προμηθειών Φ/Α για τις χώρες μέλη του Eurogas και της ΕΕ (2011).

Πίνακας II1. Προμήθεια Φ/Α, 2011

bcm	Ενδογενής Παραγωγή	Ρωσία	Νορβηγία	Αλγερία	Κατάρ	Άλλες Πηγές*	Διαφορές στα Αποθέματα**	Λοιπά Υπόλοιπα	Καθαρή Προμήθεια
Αυστρία	1,939	6,170	1,496	0,000	0,000	3,033	-2,280	-0,505	9,853
Βέλγιο	0,000	0,350	8,502	0,000	3,177	6,902	0,020	0,000	18,951
Βουλγαρία	0,433	3,023	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020	-0,144	3,332
Δημοκρατία της Τσεχίας	0,144	6,531	1,258	0,000	0,000	2,404	-1,031	-0,474	8,832
Δανία	8,429	0,000	0,000	0,000	0,000	-3,291	-0,185	-0,763	4,190
Εσθονία	0,000	0,670	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,670
Φινλανδία	0,000	4,478	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	4,478
Γαλλία	0,670	7,490	18,871	6,363	3,858	13,929	-2,311	-0,154	49,235
Γερμανία	14,166	34,761	31,274	0,000	0,000	11,370	-2,352	0,000	89,219
Ελλάδα	0,000	3,126	0,000	0,897	0,196	1,083	-0,010	-0,010	5,282
Ουγγαρία	3,353	7,490	0,000	0,000	0,000	0,577	1,444	-0,061	12,083
Ιρλανδία	0,216	0,000	0,000	0,000	0,000	5,272	0,000	0,000	5,488
Ιταλία	9,131	25,496	3,982	25,052	6,779	15,374	-0,846	0,092	85,080
Λετονία	0,000	1,671	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,671
Λιθουανία	0,000	5,881	0,000	0,000	0,000	-2,259	-0,010	0,000	3,612
Λουξεμβούργο	0,000	0,330	0,711	0,000	0,000	0,330	0,000	0,000	1,371
Ολλανδία	77,045	4,539	13,310	0,092	0,381	-49,692	0,000	1,630	47,305
Πολωνία	4,911	10,596	0,000	0,000	0,000	1,795	-0,866	-0,144	16,292
Πορτογαλία	0,000	0,000	0,000	2,228	0,000	3,807	0,000	0,000	6,035
Ρουμανία	11,522	3,528	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,041	0,000	15,559
Σλοβακία	0,103	6,438	0,000	0,000	0,000	-0,588	0,020	-0,010	5,963
Σλοβενία	0,000	0,546	0,000	0,268	0,000	0,092	-0,010	0,010	0,906
Ισπανία	0,196	0,000	1,434	15,208	5,313	16,550	-0,464	0,165	38,404
Σουηδία	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,537	0,000	0,000	1,537
Ηνωμένο Βασίλειο	54,345	0,000	25,196	0,268	23,793	-7,914	-2,331	-0,010	93,347
ΕΕ	1.186,633	133,114	106,034	50,376	43,497	20,311	-11,233	-0,0378	528,695

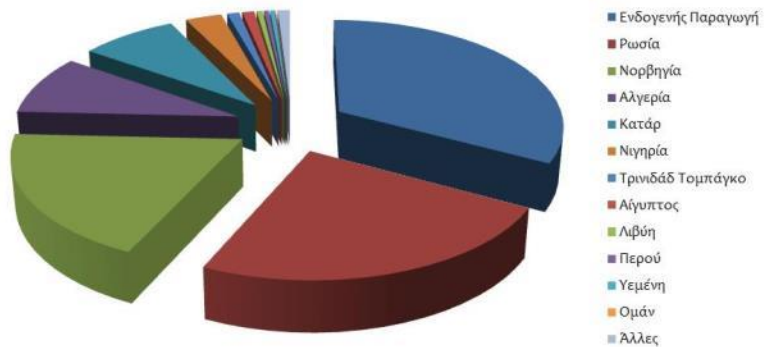
*Συμπεριλαμβανομένων καθαρών εξαγωγών

**(-) Έγχυση / (+) Απόσυρση

Πηγή: [6]

Όπως φαίνεται και από το Σχήμα II1, το 33% της καθαρής προμήθειας Φ/Α καλύφθηκε από την ενδογενή παραγωγή ενώ χώρες, όπως η Ρωσία (24%), η Νορβηγία (19%) και η Αλγερία (9%) αποτέλεσαν τους κύριους

προμηθευτές μέσω αγωγών για τις δύο πρώτες, και μέσω αγωγών και LNG για την τρίτη.



Σχήμα II1. Ανάλυση Προμηθευτών Φ/Α στην ΕΕ, 2011

Πηγή: [6]

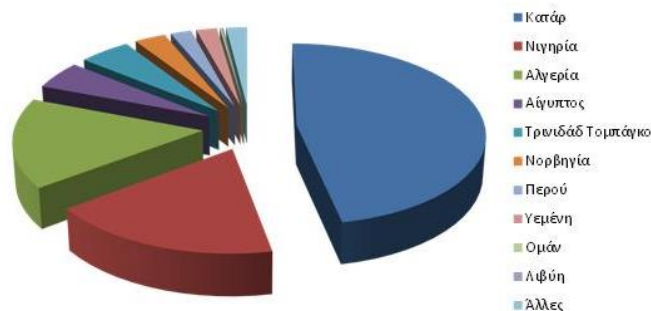
Προμήθεια
LNG

Η προμήθεια LNG αντιστοιχούσε στο 15% των συνολικών προμηθειών Φ/Α (2011) με πάνω από 10 χώρες να προμηθεύουν την ΕΕ. Ο πίνακας II2 παρουσιάζει τις καθαρές εισαγωγές LNG στην ΕΕ, ενώ το Σχήμα II2 εμφανίζει τους κύριους προμηθευτές LNG (2011).

Πίνακας II2. Εισαγωγές LNG, 2011

bcm	Καθαρές Εισαγωγές LNG
Βέλγιο	5,14
Γαλλία	16,91
Ελλάδα	1,39
Ιταλία	9,72
Ολλανδία	0,98
Πορτογαλία	3,58
Ισπανία	26,54
Ηνωμένο Βασίλειο	27,93
ΕΕ	92,19

Πηγή: [6]

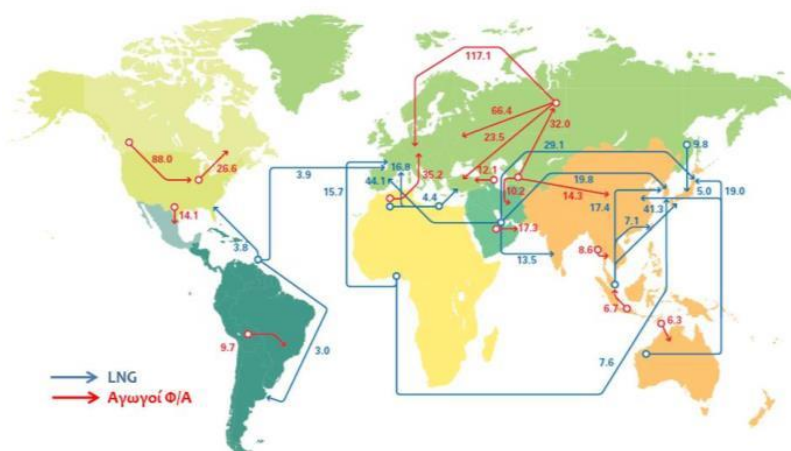


Σχήμα II2. Ανάλυση Προμηθευτών LNG στην ΕΕ, 2011

Πηγή: [6]

Παράλληλα, 67% της ποσότητας LNG έφτασε στην ΕΕ μέσω Μεσογειακών χωρών [59], όπως η Ισπανία, η Πορτογαλία, η Ιταλία και η Ελλάδα, ενώ κύριες περιοχές προμήθειας αποτελούν η ευρύτερη περιοχή της Μέσης Ανατολής και Βόρειας Αφρικής (MENA – Middle East North Africa) (73%), Αφρικής (17%) και Νότιας Αμερικής (6,5%) [60]. Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι σύμφωνα με την Έκθεση, της Διεθνούς Ένωσης για το Αέριο (IGU – International Gas Union) (2011), το Κατάρ κατατάσσεται πρώτο (1^ο) ανάμεσα στους παγκόσμιους εξαγωγείς LNG, η Νιγηρία κατατάσσεται πέμπτη (5^η), ενώ η Αλγερία κατατάσσεται έβδομη (7^η) και η Αίγυπτος δωδέκατη (12^η) [60].

Το Σχήμα II3 αντικατοπτρίζει τις κύριες εμπορικές ροές, τόσο σε Φ/Α, όσο και σε LNG, που έλαβαν χώρα παγκοσμίως, σε bcm (2011).



Σχήμα II3. Εμπορικές Ροές (bcm), 2011

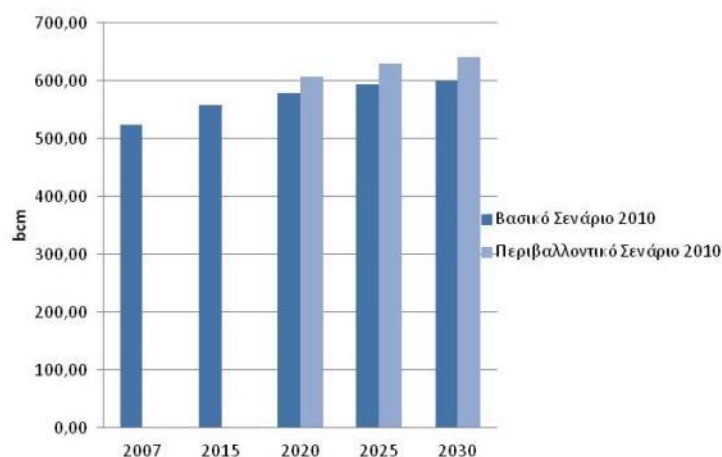
Πηγή: [17]

II.2.2 Σενάρια Ζήτησης, Παραγωγής & Εισαγωγών

Σενάρια
Ζήτησης

Το Φ/Α κατέχει ολοένα και αυξανόμενη σημασία στο ενεργειακό μείγμα της ΕΕ 27, ιδιαίτερα στα πλαίσια της ανατίμησης του αργού πετρελαίου καθώς και των έντονων περιβαλλοντικών ανησυχιών της ΕΕ, με τη δέσμευση εκπλήρωσης του Πρωτοκόλλου του Κιότο, της 11^{ης} Δεκεμβρίου 1997, ως προϊόν ελαφρότερης δυσμενούς καύσης, [61].

Σύμφωνα με τις προβλέψεις του οργανισμού Eurogas, η συνολική ζήτηση Φ/Α στην ΕΕ των 27 αναμένεται να αυξηθεί (Σχήμα II4).



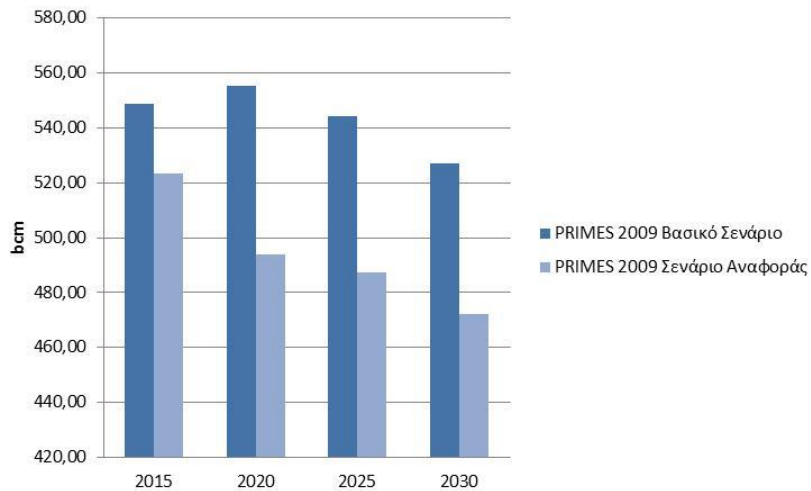
Σχήμα II4. Σενάρια Ζήτησης Φ/Α στην ΕΕ 27 (Eurogas)

Πηγή: [8]

Ειδικότερα, σύμφωνα με το Βασικό Σενάριο 2010, το οποίο βασίζεται στις προσδοκίες των μελών του Eurogas, η ζήτηση Φ/Α στα κράτη-μέλη αναμένεται να αυξηθεί από 524,40 bcm (2007), σε 600,00 bcm (2030). Αντίστοιχα, σύμφωνα με το Περιβαλλοντικό Σενάριο 2010, το οποίο βασίζεται στη συνεισφορά του Φ/Α για την ικανοποίηση των περιβαλλοντικών στόχων θεωρώντας ότι υπάρχει ένα ευνοϊκότερο πλαίσιο για το Φ/Α [62] η αύξηση στην κατανάλωση Φ/Α αναμένεται σε 642,00 bcm (2030) [8].

Όπως προκύπτει και από το Σχήμα II4, τα δύο σενάρια του Eurogas, μπορούν να χαρακτηριστούν ως αισιόδοξα, με δεδομένο ότι προβλέπουν υψηλά επίπεδα ζήτησης (2030). Ειδικότερα το βασικό σενάριο ακολουθεί μία μέτρια ανοδική πορεία η οποία αμβλύνεται προς το τέλος της περιόδου πρόβλεψης ενώ το περιβαλλοντικό σενάριο προβλέπει μία αύξηση ζήτησης κατά 22%, για τα επόμενα 20 χρόνια, με την πλέον απότομη αύξηση (9%) να συμβαίνει ανάμεσα στο 2015 και το 2020 [63].

Στο ίδιο κλίμα, αλλά σαφώς πιο συγκρατημένες, χαρακτηρίζονται οι προβλέψεις του μοντέλου PRIMES (Σχήμα II5). Το PRIMES αποτελεί μοντέλο μερικής ισορροπίας των ενεργειακών αγορών της ΕΕ και χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη, δημιουργία σεναρίων και ανάλυση πολιτικών έως το έτος 2030 [64].



9

Σχήμα II.5. Σενάρια Ζήτησης Φ/Α στην ΕΕ 27 (PRIMES)

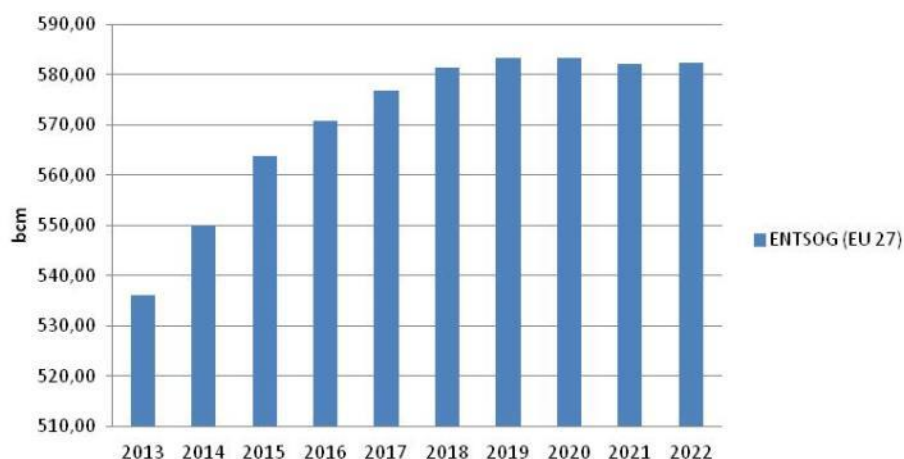
Πηγή: [9]

Το Βασικό Σενάριο (2009) καθορίζει την ανάπτυξη του ενεργειακού συστήματος της ΕΕ, με τις ισχύουσες τάσεις και πολιτικές. Λαμβάνει υπόψη του τις σύγχρονες τάσεις σχετικά με τον πληθυσμό και την οικονομική ανάπτυξη, συμπεριλαμβανομένης της πρόσφατης οικονομικής ύφεσης και της ιδιαίτερης αστάθειας που χαρακτηρίζει τις τιμές εισαγωγών ενέργειας τα τελευταία χρόνια. Οι οικονομικές αποφάσεις καθοδηγούνται από τις δυνάμεις της αγοράς και την τεχνολογική πρόοδο, στο πλαίσιο σαφών εθνικών και ευρωπαϊκών πολιτικών και μέτρων, υλοποιημένων έως τον Απρίλιο του 2009 [9].

Το Σενάριο Αναφοράς βασίζεται στα ίδια μακροοικονομικά στοιχεία, τιμές, τεχνολογία και πολιτικές υποθέσεις με το βασικό σενάριο. Επιπρόσθετα, όμως, περιλαμβάνει πολιτικές που υιοθετήθηκαν μεταξύ Απριλίου 2009 και Δεκεμβρίου 2009, ενώ υποθέτει ότι οι εθνικοί στόχοι, με βάση την Οδηγία 2009/28/ΕΚ για τις ΑΠΕ και την απόφαση 2009/406/ΕΚ περί επιμερισμού της προσπάθειας μείωσης εκπομπών του θερμοκηπίου, έχουν επιτευχθεί έως το 2020 [9].

Όπως προκύπτει, το βασικό σενάριο υποθέτει – σε βάρος του Φ/Α – την ισχυρή ύπαρξη τεχνολογιών χαμηλών εκπομπών άνθρακα, όπως ΑΠΕ και δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα (CCS – Carbon Capture and Storage), στο ευρωπαϊκό ενεργειακό μείγμα του 2030. Από την άλλη πλευρά, το σενάριο αναφοράς παρέχει τη χαμηλότερη πορεία ζήτησης Φ/Α, η οποία ολοένα και βυθίζεται μέχρι το 2030. Η μεγαλύτερη μείωση, ύψους περίπου 5% αναμένεται να συμβεί την περίοδο 2015-2020, πιθανώς εξαιτίας των επιπρόσθετων προσπαθειών για την επίτευξη των στόχων 20-20-20 [63].

Η ζήτηση Φ/Α, σύμφωνα με τις προβλέψεις του Ευρωπαϊκού Δικτύου Διαχειριστών Συστημάτων Φυσικού Αερίου (ENTSOG – European Network of Transmission System Operators for Gas), για τα έτη 2013 – 2022 παρουσιάζεται στο Σχήμα II.6.



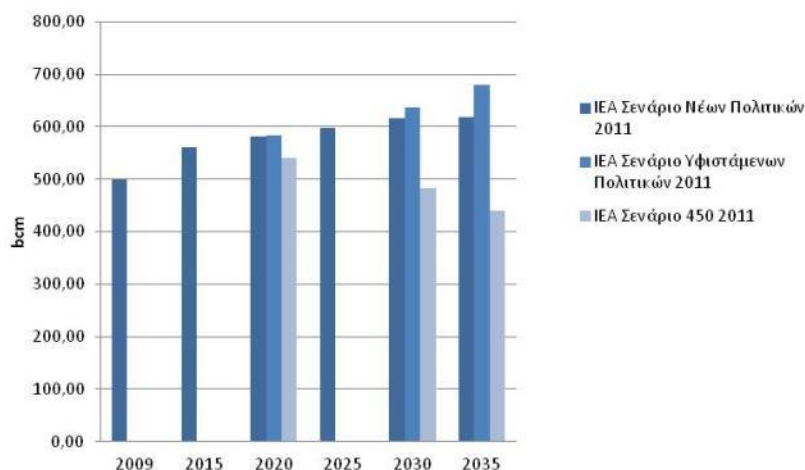
Σχήμα II6. Σενάρια Ζήτησης Φ/Α στην ΕΕ 27 (ENTSOG)

Πηγή: [10]

Σύμφωνα με την έκθεση του ENTSOG “Ten-year network development plan (2013 – 2022)” [10] κατά τη περίοδο 2013 – 2022, η ετήσια ζήτηση Φ/Α αυξάνεται κατά μέσο όρο 1% ετησίως, γεγονός που οφείλεται στην κατανάλωση Φ/Α στον τομέα παραγωγής ενέργειας, τομέας ο οποίος παρουσιάζει αύξηση 31% κατά τη συγκεκριμένη δεκαετία.

Τέλος, ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (IEA – International Energy Agency), στην Έκθεσή του “World Energy Outlook 2011” [11] παρουσιάζει τρία κύρια σενάρια ζήτησης Φ/Α: το Σενάριο Νέων Πολιτικών (ή Βασικό Σενάριο), το Σενάριο Υφιστάμενων Πολιτικών (ή Σενάριο Αναφοράς) και το Σενάριο 450 (Σχήμα II7).

Συγκεκριμένα, σύμφωνα με τη Σύνοψη της Έκθεσης “World Energy Outlook 2011” [65] το Σενάριο Νέων Πολιτικών θεωρεί ότι οι πρόσφατες δεσμεύσεις κυβερνητικής πολιτικής έχουν υλοποιηθεί με προσεκτικό τρόπο, ακόμα και αν δεν υποστηρίζονται από συγκεκριμένα μέτρα. Το Σενάριο Υφιστάμενων Πολιτικών, το οποίο λαμβάνει υπόψη του ασκούμενες, μέχρι τα μέσα του 2011, πολιτικές, καταδεικνύει την αξία των συγκεκριμένων δεσμεύσεων και σχεδίων. Τέλος το Σενάριο 450 λειτουργεί στα πλαίσια του διεθνούς στόχου περιορισμού της μακροπρόθεσμης αύξησης της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας, κατά 2 βαθμούς Κελσίου (2°C) πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα, προκειμένου να εντοπίσει πιθανούς τρόπους επίτευξης του συγκεκριμένου στόχου.

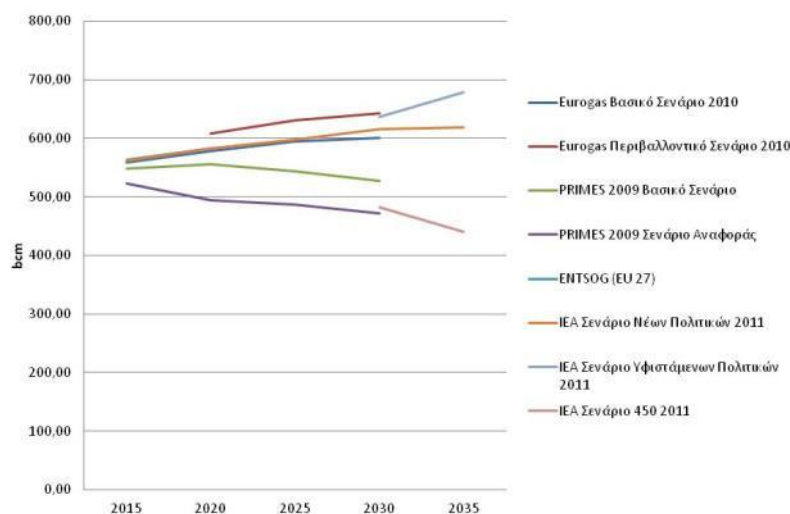


Σχήμα 117. Σενάρια Ζήτησης Φ/Α στην ΕΕ 27 (IEA)

Πηγή: [11]

Όπως φαίνεται από το Σχήμα 117, το Σενάριο Υφιστάμενων Πολιτικών προβλέπει ότι η ζήτηση Φ/Α θα φτάσει τα 636,00 bcm (2030), ενώ το Σενάριο Νέων Πολιτικών, το οποίο χαρακτηρίζεται από πιο φιλόδοξες υποθέσεις υιοθέτησης πολιτικών, προβλέπει χαμηλότερη ζήτηση. Συγκεκριμένα, προβλέπει ζήτηση 582,00 bcm (2020), η οποία παρουσιάζει μέτρια αύξηση, 615,60 bcm, έως το 2030. Τέλος, το Σενάριο 450 προβλέπει σταθερή μείωση της ζήτησης Φ/Α καθόλη τη διάρκεια περιόδου πρόβλεψης, η οποία αγγίζει τα 482,40 bcm (2030).

Συνολικά, λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω σενάρια και όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 118, η ζήτηση Φ/Α, για τα έτη 2015 – 2030, κυμαίνεται από 523,42 bcm σε 642,00 bcm αντίστοιχα. Σημειώνεται ότι, αναφορικά με το σενάριο του ENTSOG, οι προβλέψεις που παρουσιάζονται στο Σχήμα 118 αφορούν μέχρι και το έτος 2020, δεδομένου ότι τα έτη 2021 και 2022 παρουσιάζουν σταθεροποίηση (Σχήμα 113).



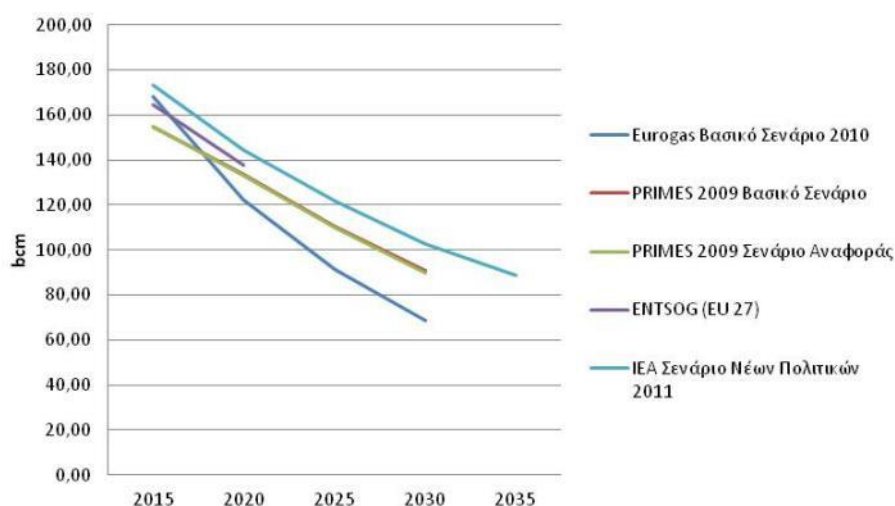
Σχήμα 118. Σενάρια Ζήτησης Φ/Α στην ΕΕ 27

Πηγή: [8], [9], [10], [11]

Από το 2020 και έπειτα τα παραπάνω σενάρια κινούνται προς δύο βασικές κατευθύνσεις. Η μία κατεύθυνση δείχνει ότι η ζήτηση Φ/Α (2030) θα κυμαίνεται από 600,00 bcm και πάνω, ή από 527,08 bcm και κάτω. Στο πλαίσιο των θεωρητικών υποθέσεων των σεναρίων, γίνεται φανερό ότι καθοριστικό ρόλο, στην τελική εξέλιξη της ζήτησης Φ/Α, θα παίξουν παράγοντες όπως η οικονομική ανάπτυξη, η ανάπτυξη τεχνολογιών χαμηλών εκπομπών, οι ενεργειακές και κλιματικές πολιτικές, καθώς και τα επίπεδα εισχώρησης ΑΠΕ στο Ευρωπαϊκό ενεργειακό μείγμα.

Σενάρια
Παραγωγής

Διαφορετικές μελέτες τονίζουν την τάση μείωσης της παραγωγής Φ/Α στην ΕΕ [66], [67]. Κύρια αιτία της συγκεκριμένης μείωσης αποτελεί η μείωση παραγωγής Φ/Α στο Ηνωμένο Βασίλειο και τις Κάτω Χώρες, η οποία υπερέρχει της ανάπτυξης παραγωγής Φ/Α στη Νορβηγία [68]. Προς αυτήν την κατεύθυνση κινούνται και τα σενάρια πρόβλεψης παραγωγής Φ/Α στην ΕΕ 27 (Σχήμα II9).



Σχήμα II9. Σενάρια Παραγωγής Φ/Α στην ΕΕ 27

Πηγή: [8], [9], [10], [11]

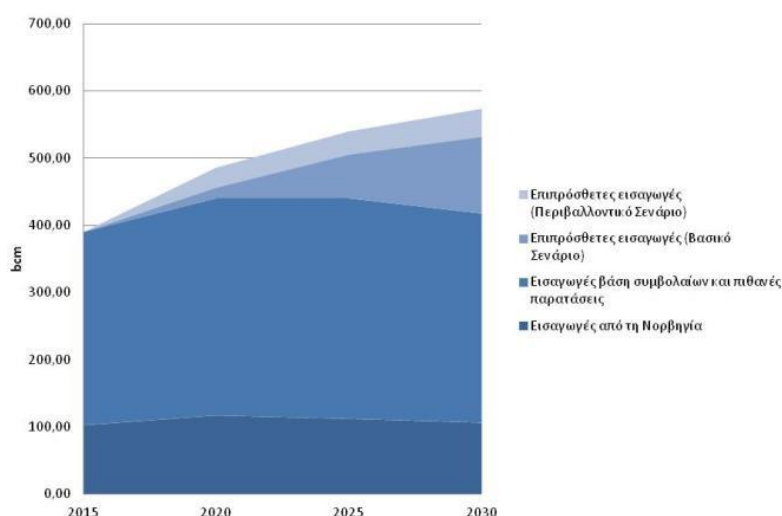
Όπως γίνεται φανερό από το παραπάνω σχήμα, το δυσμενέστερο σενάριο είναι του Eurogas, το οποίο προβλέπει μείωση παραγωγής Φ/Α από 167,99 bcm (2015) σε 68,39 bcm (2030), σημειώνοντας πτώση περίπου 59%. Παράλληλα, το Σενάριο Νέων Πολιτικών του IEA μπορεί να χαρακτηριστεί ως το πλέον αισιόδοξο, αφού προβλέπει μείωση παραγωγής Φ/Α περίπου 40% μέχρι το 2030 και περίπου 48% μέχρι το 2035.

Η μείωση παραγωγής Φ/Α στην ΕΕ 27 συνεπάγεται αύξηση της εξάρτησης από εισαγωγές Φ/Α [67], ιδιαίτερα με δεδομένο τον περιορισμό δυναμικού αύξησης παραγωγής της Νορβηγίας [7]. Μελέτες υπολογίζουν ότι λόγω της μείωσης παραγωγής Φ/Α, η εξάρτηση εισαγωγών μέχρι το 2030 θα φτάσει, περίπου, σε ποσοστό 85%-87% [7], [59], [69].

Σενάρια
Εισαγωγών

Σύμφωνα με τις προβλέψεις του οργανισμού Eurogas [8], οι εισαγωγές Φ/Α στην ΕΕ 27 πρόκειται να διαμορφωθούν όπως φαίνεται στο σχήμα

II10.

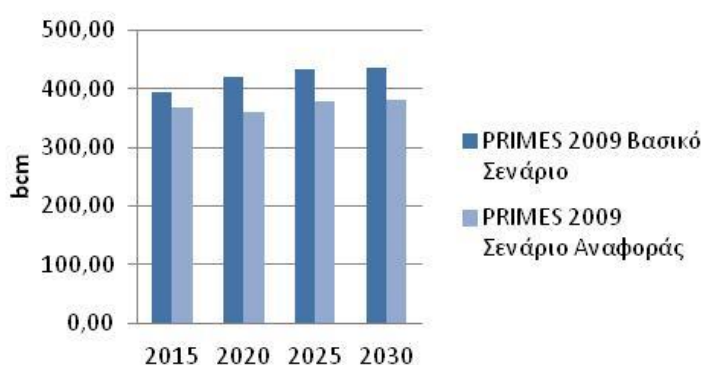


Σχήμα II10. Εισαγωγές Φ/Α στην ΕΕ 27 (Eurogas)

Πηγή: [8]

Το Βασικό Σενάριο προβλέπει αύξηση των επιπρόσθετων εισαγωγών από 15,59 bcm (2020) σε 113,99 bcm (2030), ενώ το Περιβαλλοντικό Σενάριο από 29,99 bcm σε 41,99 bcm αντίστοιχα. Παράλληλα, οι ποσότητες Φ/Α που εισάγονται από τη Νορβηγία παρουσιάζουν σταθεροποίηση, με τάση μείωσης από το 2020 και έπειτα, ενώ οι ποσότητες Φ/Α που εισάγονται βάση συμβολαίων αυξάνονται σταθερά, από 288,00 bcm (2015) σε 328,79 bcm (2025) και 312,00 bcm (2030).

Οι προβλέψεις του μοντέλου PRIMES, αναφορικά με τις εισαγωγές Φ/Α στην ΕΕ 27 κινούνται σε επίσης υψηλά επίπεδα (Σχήμα II11), αν και θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως πιο συγκρατημένες, σε σύγκριση με τις προβλέψεις του Eurogas.

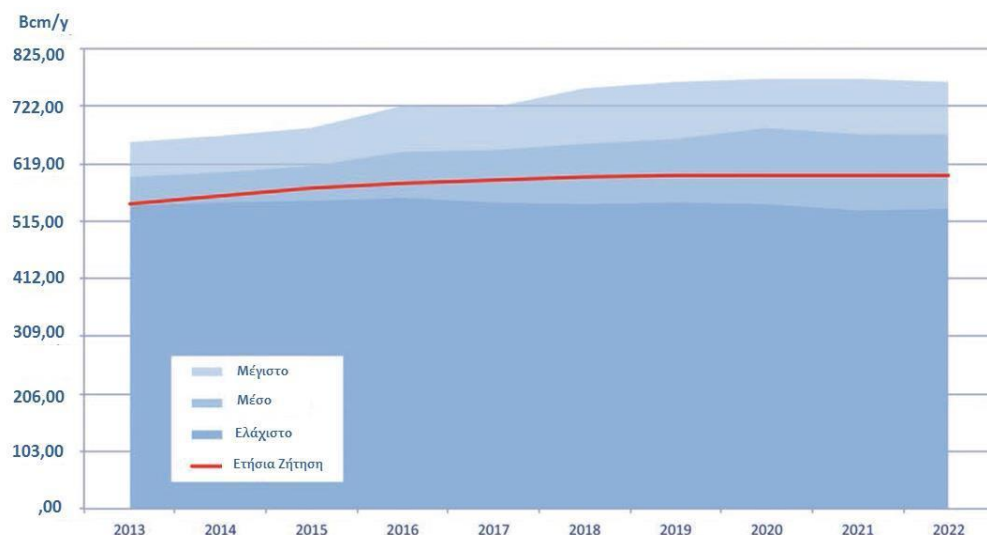


Σχήμα II11. Εισαγωγές Φ/Α στην ΕΕ 27 (PRIMES)

Πηγή: [9]

Ιδιαίτερη αύξηση παρατηρείται προς το τέλος της περιόδου πρόβλεψης (2030), όπου σύμφωνα με το Βασικό Σενάριο περίπου 436,79 bcm Φ/Α πρόκειται να εισαχθούν, ώστε να καλύψουν τις αυξημένες ανάγκες σε Φ/Α (527,08 bcm), δεδομένης πάντα της μειωμένης παραγωγής Φ/Α.

Τέλος, οι προβλέψεις του ENTSOG για τις εισαγωγές Φ/Α στην ΕΕ 27 βασίζονται στη διαμόρφωση τριών σεναρίων, σε σχέση με πιθανές προμήθειες (μέγιστο, μέσο, ελάχιστο), για κάθε μία από τις πηγές εισαγωγών (Νορβηγία, Ρωσία, Αλγερία, Λιβύη, Αζερμπαϊτζάν και LNG). Το κάθε σενάριο εκφράζει τα όρια του διαθέσιμου Φ/Α, ετησίως, από τον κάθε παραγωγό προς την ευρωπαϊκή αγορά [10].



Σχήμα II12. Επισκόπηση Δυναμικού Εισαγωγών ΕΕ 27 (ENTSOG)

Πηγή: [10]

Το Σχήμα II12 δείχνει ότι υπάρχει σημαντική ευελιξία εφοδιασμού, ενώ το επίπεδο προμήθειας θα εξαρτηθεί από το κατά πόσο θα αναπτυχθεί, ή όχι, το δυναμικό προμηθειών των διαφόρων πηγών. Παράλληλα, η εξέλιξη της δυνητικής παροχής θα επηρεαστεί έντονα από την τάση που θα ακολουθήσει η ζήτηση [10].

Όπως φαίνεται το επίπεδο προμηθειών Φ/Α, σύμφωνα με το «ελάχιστο σενάριο» ανέρχεται περίπου σε 514,80 bcm ετησίως, ενώ σύμφωνα με το «μέγιστο σενάριο» κυμαίνεται ανάμεσα σε 649,19 bcm και 763,19 bcm ετησίως. Τέλος, σύμφωνα με το «μέσο σενάριο», το οποίο παρουσιάζει μεγάλη συνοχή με την τάση της ζήτησης, το επίπεδο προμηθειών θα κυμανθεί περίπου από 588,00 bcm ετησίως σε 669,59 bcm.

Γίνεται, λοιπόν, αντιληπτό ότι παρότι οι τάσεις για τη διαμόρφωση της ζήτησης διαφέρουν από σενάριο σε σενάριο, δεν ισχύει το ίδιο για τα σενάρια διαμόρφωσης της ενδογενούς παραγωγής Φ/Α της ΕΕ 27+, καθώς και για τα σενάρια εξάρτησης από τις εισαγωγές. Τα σενάρια διαμόρφωσης της ενδογενούς παραγωγής Φ/Α δείχνουν μία συνεχόμενα πτωτική τάση μέχρι το 2030-2035, ενώ τα σενάρια εισαγωγών Φ/Α, άρα και εξάρτησης, επισημαίνουν ότι οι εισαγόμενες ποσότητες Φ/Α θα ξεπερνούν τα 479,99 bcm (2030).

II.2.3 Ευρωπαϊκό Δίκτυο Προμήθειας Φ/Α

Εισαγωγικά Το ευρωπαϊκό δίκτυο προμήθειας Φ/Α αποτελείται από τους βασικούς προμηθευτές, τις χώρες καταναλώτριες και τις χώρες διέλευσης (όταν ο εφοδιασμός γίνεται μέσω αγωγών).

Όπως φαίνεται από τα σενάρια διαμόρφωσης της εντός ΕΕ παραγωγής και των εισαγωγών Φ/Α, καθώς και από το γεγονός ότι πάνω από το 60% του Φ/Α που εμπορεύεται, διαπερνάει τουλάχιστον ένα από τα εσωτερικά σύνορα της ΕΕ, η διασφάλιση της συνέπειας και της συνοχής των σχέσεων όσον αφορά τόσο τους προμηθευτές Φ/Α όσο και τις χώρες διέλευσης, θα παίζει σημαντικό ρόλο στην κάλυψη των ευρωπαϊκών αναγκών Φ/Α.

Επιπλέον, σύμφωνα με το «3^ο Ενεργειακό Πακέτο» αναφορικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου, ζητήματα όπως η διευκόλυνση του διασυνοριακού εμπορίου ενέργειας, η προώθηση των διασυνοριακών συνεργασιών και επενδύσεων καθώς και η ενίσχυση της αλληλεγγύης μεταξύ των ευρωπαϊκών χωρών, υπογραμμίζονται ως προτεραιότητες και αντιμετωπίζονται ανάλογα [49], [70], [71].

Φυσικό επόμενο αποτελεί η περαιτέρω ανάλυση του ευρωπαϊκού δικτύου προμήθειας Φ/Α, ειδικά όσον αφορά τους κύριους προμηθευτές και τους υφιστάμενους αγωγούς (συμπεριλαμβανομένου και του LNG). Η ανάλυση αυτή η οποία θα υλοποιηθεί ανά προμηθεύτρια χώρα, πρόκειται να εστιάσει στην υπάρχουσα υποδομή εγκαταστάσεων και στη δυναμικότητα μεταφοράς, καθώς και στον εντοπισμό σημείων και περιπτώσεων μη ομαλής συνεργασίας μεταξύ χωρών, συμφόρησης ή/και διακοπής προμήθειας Φ/Α.

Νορβηγία Η Νορβηγία αποτελεί τον μεγαλύτερο κάτοχο αποθεμάτων Φ/Α στην Ευρώπη ενώ επίσης είναι ο δεύτερος (2^{ος}) μεγαλύτερος εξαγωγέας Φ/Α παγκοσμίως [72].

Ο Gassco αποτελεί τον κρατικό διαχειριστή του συστήματος μεταφοράς Φ/Α, ενώ η κοινοπραξία Gassled, ιδρύθηκε το 2003 και αποτελεί τον επίσημο ιδιοκτήτη του μεγαλύτερου μέρους των υφιστάμενων (Σχήμα II13) και μελλοντικών υποδομών του νορβηγικού συστήματος μεταφοράς Φ/Α (αγωγοί, τερματικά) [73].



Σχήμα II13. Δίκτυο μεταφοράς Φ/Α Νορβηγίας

Πηγή: [73]

Σύμφωνα με τη Νορβηγική Δ/ση Πετρελαίου (Norwegian Petroleum Directorate) και το Νορβηγικό Υπουργείο Πετρελαίου και Ενέργειας (2013) [73] το δυναμικό μεταφοράς των νορβηγικών αγωγών, για το 2011 και το 2012, ήταν περίπου 120 πρότυπα κυβικά μέτρα (standard cubic meters – Sm³)². Παράλληλα, υπάρχουν 4 τερματικοί σταθμοί υποδοχής του νορβηγικού Φ/Α στην ηπειρωτική Ευρώπη, 2 στη Γερμανία, 1 στο Βέλγιο και 1 στη Γαλλία ενώ επιπλέον 2 τερματικοί σταθμοί υπάρχουν στο Ηνωμένο Βασίλειο. Το δίκτυο του νορβηγικού συστήματος μεταφοράς Φ/Α έχει μήκος μεγαλύτερο από 7.975 χμ, αντιστοιχεί σε απόσταση από το Όσλο έως την Ιαπωνία και περιλαμβάνει πάνω από 18 αγωγούς Φ/Α. Αναλυτικά στοιχεία αναφορικά με τους αγωγούς που καταλήγουν σε Ευρωπαϊκό έδαφος παρουσιάζονται στον Πίνακα II13.

² Πρότυπα Κυβικά Μέτρα: Κυβικά μέτρα σε καθορισμένη πρότυπη θερμοκρασία και πίεση (Θερμοκρασία: 15 °C, Πίεση: 1.01325 barA)

Πίνακας II3. Αγωγοί προμήθειας Φ/Α από τη Νορβηγία στην ΕΕ

Όνομασία Αγωγού	Από - Προς	Έτος Έναρξης	Δυναμικότητα (εκατ. Sm ³ /ημερησίως)	Διαστάσεις (Ίντσες)	Μήκος (χιμ)
Διαχειριζόμενοι από την κοινοπραξία Gassled					
Europipe	Draupner E* - Emden στη Γερμανία	1995	46,00	40	620
Europipe II	Kårstø – Dormun στη Γερμανία	1999	71,00	42	658
Franpipe	Draupner E* - Dunkerque στη Γαλλία	1998	55,00	42	840
Norpipe	Ekofisk – Norsea Gas στη Γερμανία	1977	32,00	36	440
Tampen Link	Statfjord – FLAGS pipeline στο Η.Β.	2007	10,00-27,00	32	23
Vesterled	Heimdal* - St Fergus στη Σκωτία	1978	39,00	32	360
Zeepipe I	Sleipner* - Zeebrugge στο Βέλγιο	1993	42,00	40	813
Langeled (Southern pipeline)	Sleipner* - Easington στο Η.Β.	2006	72,00	44	543
Gjøa gas pipeline	Gjøa – FLAGS στο Η.Β.	2010	17,00	29	131

*Εγκαταστάσεις ανύψωσης: αποτελούν τη σύνδεση μεταξύ των υποθαλάσσιων κοιτασμάτων και των εγκαταστάσεων παραγωγής – γεώτρησης. Εξυπηρετούν ως οχήματα είτε παραγωγής είτε εξαγωγών/εισαγωγών.

Πηγή: [74]

Οι προμήθειες Φ/Α μέσω αγωγών, από την Νορβηγία προς τους κύριους εισαγωγείς της για τα έτη 1991 – 2011 έχουν διεξαχθεί ομαλά, αφού δεν έχει καταγραφεί καμία διακοπή/διαταραχή [15].

Η Νορβηγία πέρα από τις εξαγωγές Φ/Α μέσω αγωγών εξάγει προς την ΕΕ και LNG. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με τη Νορβηγική Δ/ση Πετρελαίου και το Νορβηγικό Υπουργείο Πετρελαίου και Ενέργειας, η νορβηγική παραγωγή LNG το 2012, ήταν 4,70 Sm³ [73]. Ο πίνακας II4 παρουσιάζει τις λειτουργικές μονάδες υγροποίησης της Νορβηγίας. Η εγκατάσταση στο Snøhvit παραδίδει LNG σε χώρες όπως η Ισπανία, το Η.Β. και άλλες ευρωπαϊκές χώρες [73].

Πίνακας II4. Λειτουργικές μονάδες υγροποίησης στη Νορβηγία

Όνομα	Έτος Έναρξης	Όνομαστική Δυναμικότητα (bcm)	Εταίροι
Snøhvit LNG T1	2007	5,79	Statoil, Petoro, TOTAL, GDF SUEZ, RWE
Skangass LNG	2010	0,41	Skangass

Πηγή: [75]

Σύμφωνα με την IGU (2013), η Νορβηγία προμήθευσε την Ευρώπη (συμπεριλαμβανομένης και της Τουρκίας) με 3,09 bcm LNG (2012). Η κατανομή ανά χώρα παρουσιάζεται στον Πίνακα II5.

Πίνακας II5. Εξαγωγές LNG από τη Νορβηγία

Χώρα	Ποσότητα (bcm)
Γαλλία	0,28
Ελλάδα	0,28
Ιταλία	0,08
Ολλανδία	0,61
Ισπανία	1,68
Τουρκία	0,16

Πηγή: [75]

Αξίζει να σημειωθεί ότι κατά το πρώτο εξάμηνο του 2013 σημειώθηκε μείωση της παραγωγής LNG στη Νορβηγία. Πιθανή αιτία είναι η καθυστέρηση στην επανεκκίνηση λειτουργίας των εγκαταστάσεων εξαγωγής του Snøhvit. Η συγκεκριμένη εγκατάσταση διέκοψε τη λειτουργία της λόγω συντήρησης στο τέλος του Ιανουαρίου 2013 και επαναλειτούργησε, με δύο μήνες καθυστέρηση, στο τέλος του Απριλίου 2013 λόγω μη αναμενόμενων βλαβών. Επιπλέον, επαναδιέκοψε τη λειτουργία της απρογραμματίστα για δύο εβδομάδες στο τέλος Μαΐου 2013 [12].

Ρωσία

Η Ρωσία κατέχει τα μεγαλύτερα αποθέματα Φ/Α παγκοσμίως, ενώ είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός και εξαγωγέας Φ/Α [76]. Το 2011 το 24% των καθαρών εισαγωγών Φ/Α στην Ευρώπη προήλθε από τη Ρωσία [6], ενώ η ΕΕ υπολογίζει ότι οι συνολικές εισαγωγές Φ/Α από τη Ρωσία, θα αντιπροσωπεύουν το 84% της ευρωπαϊκής κατανάλωσης, μέχρι το 2030 [77], [78].

Η μεγάλη εξάρτηση της Ευρώπης από τις εισαγωγές Φ/Α από τη Ρωσία αποτυπώνεται χαρακτηριστικά στον Πίνακα II6, όπου παρουσιάζονται οι εξαρτήσεις χωρών εντός Ευρώπης (2011).

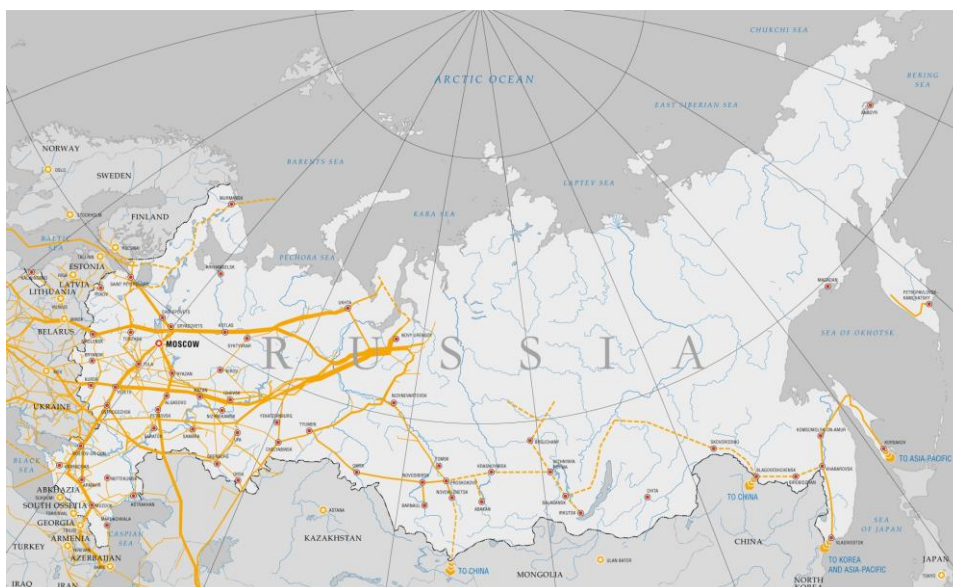
Πίνακας II6. Εξάρτηση Ευρωπαϊκών Χωρών από εισαγωγές Φ/Α από τη Ρωσία

Χώρα	Ποσότητα (bcm)	Μερίδιο Αγοράς Gazprom (εισαγωγές Φ/Α) %
Γερμανία	34,10	36,70
Αυστρία	5,40	51,00
Βουλγαρία	2,50	100,00
Εσθονία	0,70	100,00
Φινλανδία	4,20	100,00
Γαλλία	8,50	18,20
Ελλάδα	2,90	78,90
Ιταλία	17,10	24,60
Λετονία	1,20	100,00
Λιθουανία	3,20	100,00
Ουγγαρία	6,30	85,00
Πολωνία	10,30	86,10
Τσεχία	8,20	57,50
Ρουμανία	3,20	100,00
Ηνωμένο Βασίλειο	12,90	26,60
Εκτός ΕΕ: Τουρκία	26,00	56,20

Πηγή: [77]

Όπως παρατηρείται από τον Πίνακα II6 οι χώρες της Κεντρικής Ευρώπης και της Βαλτικής χαρακτηρίζονται από ισχυρές εξαρτήσεις, συνέπεια των εμπορικών σχέσεων που είχαν ισχυροποιηθεί από την πρώην Σοβιετική Ένωση και το τέως Συμβούλιο Αμοιβαίας Οικονομικής Βοήθειας (COMECON- Council for Mutual Economic Assistance), ομαδοποιώντας τις χώρες της κεντρικής και ανατολικής Ευρώπης με κεντρικά προγραμματιζόμενες οικονομίες. Τα παραπάνω αιτιολογούν την εξάρτηση αυτών των χωρών, σε επίπεδα 70% και άνω. [77].

Το Ρωσικό Ενιαίο Σύστημα Παροχής Αερίου (Unified Gas Supply System – UGSS), το οποίο ανήκει εξ ολοκλήρου στη Gazprom, αποτελεί το μεγαλύτερο σύστημα μεταφοράς Φ/Α παγκοσμίως και απαρτίζεται από αγωγούς μήκους 159.500 χμ (Σχήμα II14).



Σχήμα II14. Ενιαίο Σύστημα Παροχής Αερίου της Ρωσίας

Πηγή: [79]

Σύμφωνα με τον Paltsev (2011) το μεγαλύτερο μέρος εξαγωγών Φ/Α προς την Ευρώπη διενεργείται με αγωγούς μέσω της Ουκρανίας και της Λευκορωσίας, με τη δυναμικότητα της Ουκρανίας να είναι περίπου 127,35 bcm και τη δυναμικότητα της Λευκορωσίας να αγγίζει τα 23,99 bcm [80]. Επιπλέον, ο αγωγός Bluestream μεταφέρει Φ/Α στην Τουρκία, βορειοδυτικά της Ρωσίας η Φινλανδία λαμβάνει περίπου 3,59 bcm ρωσικού Φ/Α και τα κράτη της Βαλτικής (Λετονία, Λιθουανία, Εσθονία) χρησιμοποιούν σχεδόν 47,99 bcm ρωσικού Φ/Α [80]. Τέλος, ο αγωγός Nordstream ο οποίος διαπερνάει την αποκλειστική οικονομική ζώνη της Ρωσίας, Σουηδίας, Δανίας και Γερμανίας, καθώς και την αιγιαλίτιδα ζώνη της Ρωσίας, Δανίας και Γερμανίας, τέθηκε σε πλήρη λειτουργία τον Οκτώβριο του 2012, όταν ξεκίνησε η λειτουργία της 2^{ης} γραμμής του, καθώς η λειτουργία της 1^{ης} γραμμής του είχε ξεκινήσει το Νοέμβριο του 2011 [81]. Ο πίνακας II7 παρουσιάζει τους κύριους αγωγούς Φ/Α που ξεκινούν από τη Ρωσία και καταλήγουν στην Ευρώπη.

Πίνακας II.7. Αγωγοί προμήθειας Φ/Α από τη Ρωσία στην ΕΕ

Αγωγός	Προορισμός Εξαγωγών	Δυναμικότητα (bcm/έτος)
Orenburg – Western border (Uzhgorod)	Σλοβακία, Τσεχία, Αυστρία, Γερμανία, Γαλλία, Ελβετία, Σλοβενία, Ιταλία	26,00
Urengoy - Uzhgorod	Σλοβακία, Τσεχία, Αυστρία, Γερμανία, Γαλλία, Ελβετία, Σλοβενία, Ιταλία	28,00
Yamburg – Western border (Uzhgorod)	Σλοβακία, Τσεχία, Αυστρία, Γερμανία, Γαλλία, Ελβετία, Σλοβενία, Ιταλία	26,00
Dolina – Uzhgorod – 2 γραμμές	Σλοβακία, Τσεχία, Αυστρία, Γερμανία, Γαλλία, Ελβετία, Σλοβενία, Ιταλία	17,00
Komarno – Drozdowichí – 2 γραμμές	Πολωνία	5,00
Uzhgorod – Beregovo – 2 γραμμές	Ουγγαρία, Σερβία, Βοσνία Ερζεγοβίνη	13,00
Hust – Satu-Mare	Ρουμανία	2,00
Anahyev – Tiraspol' – Izmail & Shebelinka – Izmail – 3 γραμμές	Ρουμανία, Βουλγαρία, Ελλάδα, Τουρκία, FYROM	27,00
Συνολικά Μέσω Ουκρανίας		144,00
Yamal – Europe (Torzhok – Kondratki – Frankfurt/Oder)	Πολωνία, Γερμανία, Κάτω Χώρες, Βέλγιο, Η.Β.	31,00
Kobrin - Brest	Πολωνία	5,00
Συνολικά μέσω Λευκορωσίας		36,00
St Petersburg – Finland – 2 γραμμές	Φινλανδία	7,00
Bluestream	Τουρκία (με δυνατότητα επέκτασης σε Ελλάδα και FYROM)	16,00
Nordstream 1 & 2	Γερμανία, Γαλλία, Τσεχία κλπ	55,00
Σύνολο Υφιστάμενων Αγωγών		258,00

Πηγή: [82]

Αναφορικά με τις διακοπές της προμήθειας Φ/Α από την Ρωσία, μέσα σε χρονική περίοδο 6 ετών, έχουν καταγραφεί 3 γεγονότα. Τον Ιανουάριο του 2006 και τον Ιανουάριο του 2009, σύμφωνα με δηλώσεις της Ουκρανικής πλευράς, η Ρωσία χρησιμοποίησε το Φ/Α προκειμένου να «υποχρεώσει» πολιτικά την Ουκρανία· τα προβλήματα της Ρωσίας με την Ουκρανία σχετικά με τους όρους προμήθειας Φ/Α οδήγησαν στην παύση της ροής Φ/Α προς την Ευρώπη [14].

Συγκεκριμένα, τον Ιανουάριο του 2009, οι διαμετακομίσεις μέσω Ουκρανίας σταμάτησαν για περίπου δύο εβδομάδες, αποτελώντας τη μεγαλύτερη και σοβαρότερη διακοπή εισαγωγών Φ/Α στην Ευρώπη [50]. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2009) [83] η διακοπή Φ/Α του Ιανουαρίου 2009 αποτέλεσε τη σοβαρότερη κρίση προμήθειας Φ/Α στην ιστορία της ΕΕ, στερώντας στα κράτη μέλη 20% των προμηθειών τους σε Φ/Α (30% των εισαγωγών) και επηρεάζοντας συνολικά 12 κράτη μέλη της ΕΕ και της Ενεργειακής Κοινότητας. Σημειώνεται ότι κατά τη διάρκεια της συγκεκριμένης κρίσης, η Gazprom αντικατέστησε την έλλειψη Φ/Α που προέκυψε στην Πολωνία, Γερμανία και Τσεχία, μέχρι το ήμισυ, μέσω αύξησης της προμήθειας Φ/Α από τον αγωγό Yamal [43].

Τέλος, το Φεβρουάριο του 2012, ένα περιστατικό διακοπής της προμήθειας Φ/Α ανέδειξε ότι ακόμα και διακοπές που προφανώς σχετίζονται με ακραίες καιρικές συνθήκες μπορεί να υποκρύπτουν άσκηση πολιτικής. Σύμφωνα με τη Shaffer (2013) [15], η Ρωσία, κατά την πρώτη εβδομάδα του Φεβρουαρίου 2012, σε μία προσπάθεια να ανταποκριθεί στην ανάλογη με τον καιρό αύξηση της εγχώριας ζήτησης

και των προμηθευόμενων αγορών, μείωσε τις ποσότητες εξαγωγών. Ενώ από τη μία πλευρά εκπρόσωποι της ΕΕ διαβεβαίωναν ότι η συγκεκριμένη μείωση ήταν συνέπεια της αύξησης της εγχώριας ζήτησης της Ρωσίας, λόγω του υπερβολικά ψυχρού χειμώνα, από την άλλη πλευρά εκπρόσωποι της Gazprom δήλωναν ότι οι μειώσεις σε Φ/Α της Ρωσίας προς την Ευρώπη αποτέλεσαν συνέπεια του γεγονότος ότι η Ουκρανία - η κύρια χώρα διαμετακόμισης του ρωσικού Φ/Α προς τις ευρωπαϊκές αγορές - υπερέβαινε σημαντικά τις συμβατικές ποσότητες Φ/Α [15].

Αλγερία

Η Αλγερία αποτελεί το μεγαλύτερο εξαγωγέα Φ/Α στη Βόρεια Αφρική και τον 3^ο μεγαλύτερο προμηθευτή της Ευρώπης μετά τη Νορβηγία και τη Ρωσία [67]. Το 2011, η ΕΕ εισήγαγε από την Αλγερία ποσότητες Φ/Α που αντιστοιχούν στο 9% των συνολικών εισαγωγών Φ/Α [6].

Το Hassi R'Mel, το μεγαλύτερο κοίτασμα Φ/Α στην Αλγερία (ανακαλύφθηκε το 1956), βρίσκεται κεντρικά της χώρας, στα βορειοδυτικά της πόλης Hassi Messaoud και κατέχει βεβαιωμένα αποθέματα της τάξεως των 2.405,60 bcm, πάνω από το 50% των συνολικά βεβαιωμένων αποθεμάτων της Αλγερίας [84].

Τρεις διηπειρωτικοί αγωγοί ξεκινούν από την Αλγερία: 2 αγωγοί μεταφοράς Φ/Α προς την Ισπανία (ο αγωγός MEDGAS και ο αγωγός Maghreb ή αλλιώς Pedro Duran Farell ο οποίος διαπερνάει το Μαρόκο) και ένας αγωγός προς την Ιταλία (ο αγωγός Transmed ή αλλιώς Enrico Mattei ο οποίος διαπερνάει την Τυνησία). Ο αγωγός Transmed παρέχει στην Ιταλία το 25% της ζήτησης Φ/Α, ενώ ο Maghreb παρέχει στην Ισπανία περίπου το 20% της ισπανικής ζήτησης Φ/Α [85]. Παρότι την τελευταία δεκαετία δεν έχουν σημειωθεί διακοπές στην προμήθεια Φ/Α από την Αλγερία στην ΕΕ, μία τρομοκρατική επίθεση και η επακόλουθη κατάσταση ομηρίας, σε εγκαταστάσεις Φ/Α, (Ιανουάριος 2013), δημιούργησε ανησυχίες στο ζήτημα της ασφάλειας [86].

Αξιοσημείωτο είναι ότι τα 2/3 των συνολικών εξαγωγών Φ/Α της Αλγερίας διενεργείται μέσω αγωγών, όμως το 1/3 εξάγεται με τη μορφή LNG [87]. Η παραγωγή LNG λαμβάνει χώρα στις εγκαταστάσεις των πόλεων Arzew και Skikda, οι οποίες είναι αρκετά απαρχαιωμένες (Πίνακας II8).

Πίνακας II8. Λειτουργικές μονάδες υγροποίησης στην Αλγερία

Όνομα	Έτος Έναρξης	Ονομαστική Δυναμικότητα (bcm)	Εταίροι
Skikda - GL1K (T1-4)	1972	1,38	Sonatrach
Arzew - GL1Z (T1-6)	1978	9,10	Sonatrach
Arzew - GL2Z (T1-6)	1981	11,31	Sonatrach
Skikda - GL2K (T5-6)	1981	1,03	Sonatrach

Πηγή: [75]

Οι εγκαταστάσεις στην πόλη Skikda, αντιμετώπισαν σοβαρό πρόβλημα όταν, μία τυχαία έκρηξη (Ιανουάριος 2004) κατέστρεψε τρία τρένα και προκάλεσε σοβαρές ζημιές σε άλλα τρία, ενώ παράλληλα οδήγησε σε προσωρινή παύση παραγωγής LNG, σε ποσοστό μεγαλύτερο του 70%. Τα τρία τρένα που υπέστησαν ζημιές αντικαταστάθηκαν σε λιγότερο από μισό χρόνο, αλλά τα υπόλοιπα τρία πρόκειται να αντικατασταθούν από ένα, μεγαλύτερης δυναμικότητας τρένο [13], του οποίου η κατασκευή, σύμφωνα με την IGU (2013), έχει ολοκληρωθεί και αναμένεται η εκκίνηση παράδοσης LNG [75].

Η Αλγερία κατείχε την 7^η θέση παγκοσμίως (2012) στην κατάταξη των χωρών που εξάγουν LNG, έχοντας εξάγει 15,21 bcm, εκ των οποίων, όπως φαίνεται και από τον Πίνακα II9, τα 14,21 bcm σε ευρωπαϊκές χώρες (συμπεριλαμβανομένης και της Τουρκίας).

Πίνακας II9. Εξαγωγές LNG από την Αλγερία

Χώρα	Ποσότητα (bcm)
Γαλλία	4,34
Ελλάδα	0,77
Ιταλία	0,99
Ολλανδία	0,08
Ισπανία	3,67
Τουρκία	4,28
H.B.	0,08

Πηγή: [75]

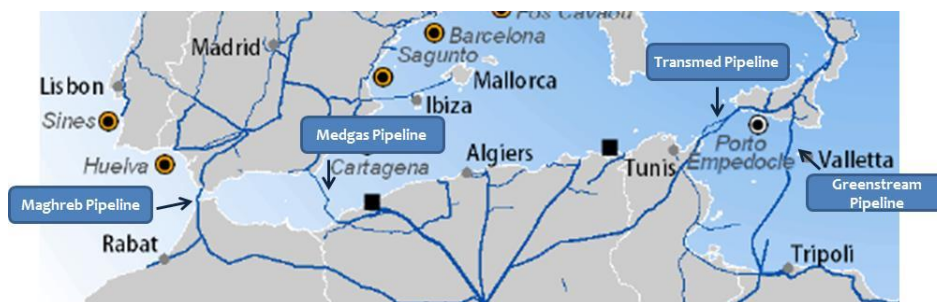
Το Σχήμα II15 παρουσιάζει αναλυτικά τις ροές Φ/Α τόσο μέσω αγωγών, όσο και LNG που ξεκινούν από την Αλγερία και καταλήγουν στην Ευρώπη και άλλες χώρες.



Σχήμα II15. Εξαγωγές αερίου από την Αλγερία

Πηγή: [13]

Λιβύη Η Λιβύη, παρότι μόνη της εξάγει ένα μικρό ποσοστό Φ/Α προς την ΕΕ (το 2010 προμήθευσε την ΕΕ με 10 bcm) [88], μαζί με την Αλγερία ικανοποίησαν περίπου το 13% της ευρωπαϊκής κατανάλωσης Φ/Α και το 28% των ευρωπαϊκών εισαγωγών από χώρες εκτός Ευρώπης (ή λαμβάνοντας υπόψη και την Νορβηγία, το 20% των μη ευρωπαϊκών εισαγωγών) [58]. Το δίκτυο αγωγών Φ/Α τόσο της Αλγερίας όσο και της Λιβύης παρουσιάζεται στο Σχήμα II16.



Σχήμα II16. Αγωγοί Φ/Α από την Αλγερία & τη Λιβύη στην ΕΕ

Πηγή: [86]

Το Φεβρουάριο του 2011, όταν η πολιτική εξέγερση στη Λιβύη κλιμακώθηκε, έπαυσε η λειτουργία του Greenstream, του Λιβυκού αγωγού προς την Ιταλία, ο οποίος προμηθεύει την Ιταλία με, περίπου, 12% της ιταλικής κατανάλωσης Φ/Α [18]. Παρόλο που η διακοπή διήρκεσε 8 μήνες, οι συνέπειες ήταν πολύ μικρές, λόγω τόσο των καιρικών συνθηκών (η ζήτηση είχε μειωθεί λόγω της επερχόμενης άνοιξης), όσο και της δυνατότητας αντιστάθμισης μέσω των αποθεμάτων της χώρας καθώς και της αύξησης των εισαγωγών από άλλους αγωγούς. Αξίζει βέβαια να σημειωθεί ότι το 2011 η Λιβύη προμήθευσε την Ευρώπη με 2,3 bcm Φ/Α [17].

Το 2011, η Λιβύη συνέβαλλε στην ευρωπαϊκή προμήθεια LNG κατά περίπου 0,10%. [6], παράλληλα σύμφωνα με την IGU (2013) η παραγωγή LNG, για το ίδιο έτος, ήταν 0,14 bcm, μοναδικός εισαγωγέας του οποίου ήταν η Ισπανία (0,08 bcm) [60].

Η μοναδική εγκατάσταση LNG της Λιβύης, η οποία κατασκευάστηκε το 1960 στην περιοχή Marsa el Brega, έπαψε τη λειτουργία της το Φεβρουάριο του 2011, εξαιτίας των εκτεταμένων ζημιών που προκλήθηκαν κατά τη διάρκεια του εμφυλίου [89]. Το 2012, η Λιβύη σταμάτησε πλήρως τις εξαγωγές LNG [75].

Νιγηρία Η Νιγηρία, μαζί με την Αίγυπτο, την Αλγερία και τη Λιβύη, διαθέτουν περισσότερο από το 92% των αποθεμάτων Φ/Α της Αφρικής. Συγκεκριμένα η Νιγηρία διαθέτει τα μεγαλύτερα βεβαιωμένα αποθέματα Φ/Α στην Αφρική, τα οποία ανέρχονταν σε 5.053 bcm (Ιανουάριος 2012) [90].

Όπως αναφέρεται από την Cedigas (2011) [91], το Τμήμα Πετρελαϊκών

Πόρων, το οποίο ρυθμίζει τον τομέα του πετρελαίου στη Νιγηρία, εκτιμά ότι τα αποθέματα Φ/Α στη Νιγηρία κυμαίνονται μεταξύ 5.235 και 5.348 bcm, ενώ άλλες μελέτες εκτιμούν ότι τα αποθέματα Φ/Α της Νιγηρίας θα μπορούσαν να φτάσουν τα 16.980 bcm [87]. Η πλειοψηφία των βεβαιωμένων αποθεμάτων της χώρας βρίσκονται στο δέλτα του Νίγηρα ενώ ο τομέας του Φ/Α επηρεάζεται από τα ρυθμιστικά ζητήματα και ζητήματα ασφάλειας που χαρακτηρίζουν τη βιομηχανία πετρελαίου [92].

Η Νιγηρία παρήγαγε 28,30 bcm ξηρού Φ/Α (2011) 25^η παγκοσμίως ανάμεσα στους μεγαλύτερους παραγωγούς Φ/Α [93]. Το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής Φ/Α εξάγεται διεθνώς με τη μορφή LNG, ενώ ο πρώτος περιφερειακός αγωγός Φ/Α, της Αφρικής, ο West African Gas Pipeline, μεταφέρει Φ/Α από τη Νιγηρία, μέσω του Μπενίν και του Τογκο στη Γκάνα [90]. Σημειώνεται ότι το 2009 η Νιγηρία υπέγραψε συμφωνίες με τον Νίγηρα και την Αλγερία για την κατασκευή ενός αγωγού που θα διαπερνάει τη Σαχάρα, του Trans Saharan Natural Gas Pipeline. Ο συγκεκριμένος αγωγός, που αν κατασκευαστεί θα έχει μήκος 4.500 χμ θα συνδέει τη Νιγηρία με την Αλγερία, εξάγοντας έτσι στην ΕΕ, μέσω των Transmed, Maghreb και Medgas. Το έργο όμως αντιμετωπίζει σοβαρά ζητήματα ασφάλειας και δεν έχει λάβει ακόμα την απαραίτητη χρηματοδότηση [92].

Η κύρια εγκατάσταση Φ/Α στη Νιγηρία είναι το νιγηριανό συγκρότημα LNG, στο Bonny Island [87]. Όπως φαίνεται και στον Πίνακα II10 το συγκρότημα αποτελείται από 6 τρένα με συνολική δυναμικότητα 30,22 bcm.

Πίνακας II10. Λειτουργικές μονάδες υγροποίησης στη Νιγηρία

Όνομα	Έτος Έναρξης	Ονομαστική Δυναμικότητα (bcm)	Εταίροι
NLNG T1	1999	4,55	NNPC, Shell, TOTAL, Eni
NLNG T2	2000	4,55	NNPC, Shell, TOTAL, Eni
NLNG T3	2002	4,14	NNPC, Shell, TOTAL, Eni
NLNG T4	2006	5,66	NNPC, Shell, TOTAL, Eni
NLNG T5	2006	5,66	NNPC, Shell, TOTAL, Eni
NLNG T6	2008	5,66	NNPC, Shell, TOTAL, Eni

Πηγή: [75]

Οι εξαγωγές LNG της Νιγηρίας (2012) ήταν, 27,58 bcm, κατατάσσοντας την έτσι στην 3^η θέση των μεγαλύτερων προμηθευτών LNG [75]. Οι εξαγωγές του ίδιου έτους προς την ΕΕ (συμπεριλαμβανομένης και της Τουρκίας) αντιστοιχούσαν σε 12,02 bcm (40% του συνόλου των εξαγωγών) και παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα II11.

Πίνακας II11. Εξαγωγές LNG από τη Νιγηρία

Χώρα	Ποσότητα (bcm)
Γαλλία	3,10
Ελλάδα	0,08
Ολλανδία	0,07
Πορτογαλία	1,72
Ισπανία	5,42
Τουρκία	1,45
HB	0,18

Πηγή: [75]

Κατά τη διάρκεια του 2013, η Νιγηρία σταμάτησε δύο φορές τις εξαγωγές LNG λόγω «ανωτέρας βίας» - από τις αρχές Φεβρουαρίου μέχρι τα μέσα Απριλίου και από τα μέσα Μαΐου έως τις αρχές Ιουνίου. Και στις δύο αυτές περιπτώσεις τα ποσοστά λειτουργίας της εγκατάστασης LNG μειώθηκαν κατά 20-25% [12].

Αίγυπτος

Τα βεβαιωμένα αποθέματα Φ/Α της Αιγύπτου εκτιμόταν στα 2.200 bcm (2011), αντιπροσωπεύοντας τα τρίτα, κατά μέγεθος, μεγαλύτερα αποθέματα στην Αφρική – μετά τη Νιγηρία και την Αλγερία. Ο μεγαλύτερος όγκος των εν λόγω αποθεμάτων βρίσκεται στην περιοχή της Μεσογείου και στη Δυτική Έρημο, ενώ σημαντικά αποθέματα υφίστανται, επίσης, στον Κόλπο του Σουέζ και, σε μικρότερο βαθμό, στο δέλτα του Νείλου [94].

Η Αίγυπτος παρήγαγε περίπου 61,3 bcm Φ/Α (2010), εκ των οποίων τα 45,10 bcm κάλυψαν τις εγχώριες ανάγκες [87]. Το επόμενο έτος (2011) η Αίγυπτος εξήγαγε, διεθνώς, περίπου 10,26 bcm Φ/Α εκ των οποίων τα 8,40 εξήχθησαν μέσω LNG και τα υπόλοιπα 1,80 μέσω αγωγών [95]. Σε γενικές γραμμές, το προς εξαγωγή Φ/Α κατευθύνεται προς τρίτα κράτη κατά 30% μέσω αγωγών και κατά 70% σε μορφή LNG [96].

Δύο αγωγοί Φ/Α ξεκινούν από την Αίγυπτο (Σχήμα II17), ο El Arish – Askelon Pipeline, ο οποίος αποτελεί έναν υποθαλάσσιο αγωγό 90χμ και ενώνει την Αίγυπτο με το Ισραήλ και ο Arab Gas Pipeline (ή αλλιώς Trans-Mashreq), μήκους 1.200 χμ, ο οποίος ενώνει την Αίγυπτο με την Ιορδανία, τη Συρία και το Λίβανο, φτάνοντας μέχρι την Τουρκία [94].



Σχήμα II.17. Εγκαταστάσεις Εξαγωγών Φ/Α στην Αίγυπτο

Πηγή: [94]

Το 2008, μία έκρηξη στην περιοχή του El Arish οδήγησε στη βραχυπρόθεσμη παύση λειτουργίας και των δύο αγωγών, αν και τις μεγαλύτερες ζημιές τις υπέστη ο αγωγός Arab Gas. Τέλη Απριλίου του 2011, οι εγκαταστάσεις Φ/Α στην περιοχή του El Arish δέχτηκαν για δεύτερη φορά, (από τον Ιανουάριο που ξέσπασαν οι διαδηλώσεις στη χώρα), επίθεση, έχοντας ως αποτέλεσμα την παύση λειτουργίας και των δύο αγωγών [97]. Συγκεκριμένα, μέσα στο 2011, μετά την πτώση του καθεστώτος του Μουμπάρακ, η διαδρομή Φ/Α που διασχίζει τη Χερσόνησο του Σινά, δέχτηκε επιθέσεις και έπαυσε τη λειτουργία της 10 φορές. Οι επιθέσεις είχαν ως αποτέλεσμα τη διακοπή προμήθειας Φ/Α τόσο στο Ισραήλ, όσο και στην Ιορδανία, δεδομένου ότι ο αγωγός που διασχίζει τη Χερσόνησο του Σινά, εξυπηρετεί και τις δύο χώρες (Σχήμα II.17) [15]. Ο Arab Gas Pipeline παραμένει εκτός λειτουργίας από τον Μάρτιο του 2012 [94], ενώ τον Απρίλιο του 2012, η Αίγυπτος ακύρωσε το συμβόλαιο προμήθειας που είχε με το Ισραήλ [15].

Πέρα από την προμήθεια Φ/Α μέσω αγωγών, η Αίγυπτος διαθέτει δύο εγκαταστάσεις LNG, στις πόλεις Damietta και Idku [87]. Όπως φαίνεται και στον πίνακα II.12 το συγκρότημα της Damietta, το οποίο βρίσκεται 60 χμ δυτικά του Port Said, ανήκει και λειτουργείται από τη SEGAS, ενώ το συγκρότημα της Idku, το οποίο βρίσκεται 50 χμ ανατολικά της Αλεξάνδρειας, λειτουργεί 2 τρένα μεταφοράς LNG και ανήκει τόσο σε αιγυπτιακούς μετόχους (όπως η EGPC και η EGAS), όσο και σε ξένους (όπως η British Gas, PETRONAS και η Gaz de France) [94].

Πίνακας II12. Λειτουργικές Μονάδες Υγροποίησης στην Αίγυπτο

Όνομα	Έτος Έναρξης	Ονομαστική Δυναμικότητα (bcm)	Εταίροι
ELNG T1	2005	4,96	BG, PETRONAS, EGAS, EGPC, GDF SUEZ
ELNG T2	2005	4,96	BG, PETRONAS, EGAS, EGPC
SEGAS T1	2005	6,89	Gas Natural Fenosa, Eni, EGPC, EGAS

Πηγή: [75]

Το 2012 η Αίγυπτος ήταν 12^η ανάμεσα στους παγκόσμιους εξαγωγείς LNG, έχοντας εξάγει 7,03 bcm, εκ των οποίων τα 2,74 bcm στην Ευρώπη. Η επί μέρους ανάλυση των εξαγωγών LNG της Αιγύπτου, προς την ΕΕ (συμπεριλαμβανομένης και της Τουρκίας) παρουσιάζεται στον Πίνακα II13.

Πίνακας II13. Εξαγωγές LNG από την Αίγυπτο

Χώρα	Ποσότητα (bcm)
Γαλλία	0,95
Ελλάδα	0,17
Ιταλία	0,17
Πορτογαλία	0,18
Ισπανία	0,66
Τουρκία	0,53
HB	0,08

Πηγή: [75]

Η Αίγυπτος δεν διαθέτει αρκετό Φ/Α για την πλήρη λειτουργία και των 2 εγκαταστάσεων LNG της εξαιτίας της ταχύτατα αυξανόμενης ενεργειακής ζήτησης, σε συνδυασμό με την έλλειψη ανάπτυξης στον τομέα του Φ/Α και την μειωμένη παραγωγή Φ/Α στη χώρα. Η εγκατάσταση στη Damietta σταμάτησε την παραγωγή LNG (Δεκέμβριος 2012), ενώ η εγκατάσταση στην Idku λειτουργεί στο 50% της ονομαστικής της δυναμικότητας. Υπό αυτό το πλαίσιο η αιγυπτιακή κυβέρνηση αποκάλυψε ότι διαπραγματεύεται με το Qatar επείγουσες συμφωνίες ανταλλαγής LNG [12].

Παράλληλα μεγάλης σημασίας για τις προμήθειες Φ/Α είναι η ύπαρξη του καναλιού του Σουέζ (Σχήμα II18), «σημείου συμφόρησης» για τη μεταφορά πετρελαίου και LNG, από τη Μέση Ανατολή στην Ευρώπη.



Σχήμα II18. Το κανάλι του Σουέζ

Πηγή: [98]

Η αύξηση της διέλευσης στο κανάλι του Σουέζ έγινε φανερή από το 2008, με τον όγκο μεταφοράς LNG προς το Βορρά (ΕΕ και Αμερική) από το Κατάρ και το Ομάν να τετραπλασιάζεται μέχρι το 2010. Αξίζει να αναφερθεί ότι η ημερήσια διαμετακόμιση LNG από το Κανάλι του Σουέζ, το 2010, άγγιζε τα 0,09 – 0,11 bcm [99]. Σημειώνεται ότι και στη συγκεκριμένη περίπτωση, η έλλειψη υποδομών αγωγών για την αντιστάθμιση πιθανής διακοπής στο κανάλι του Σουέζ, αφήνει ως μόνη εναλλακτική διαδρομή, για τα δεξαμενόπλοια LNG, τον περίπλου της Αφρικής. Επισημαίνεται ότι χώρες όπως το Η.Β. και η Ιταλία λαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος LNG μέσω του καναλιού του Σουέζ, ενώ επιπρόσθετα περισσότερο από το 90% των εισαγωγών LNG του Βελγίου, διέρχεται από το κανάλι του Σουέζ [87].

Είναι απαραίτητο να αναφερθεί ότι τα «σημεία συμφόρησης» αποτελούν στενά περάσματα, σε ευρέως χρησιμοποιούμενες παγκόσμιες θαλάσσιες διαδρομές [100]. Ο ορισμός που δίνει η ΕΕ, στην έκθεσή της αναφορικά με το ενεργειακό δίκτυο υποδομών έχει ως εξής [101]: «Τα σημεία συμφόρησης αποτελούν στενά κανάλια, που χρησιμοποιούνται για τη διαμετακόμιση μεγάλου όγκου του διεθνούς θαλάσσιου εμπορίου, συμπεριλαμβανομένου και του πετρελαίου, Οι ανησυχίες που αφορούν στα σημεία συμφόρησης μπορεί να διαφέρουν: γεωπολιτικές, στην περίπτωση διαμετακόμισης μέσω πιθανά ασταθών περιοχών, περιβαλλοντικές, ειδικά σε σχέση με τις πιθανές συνέπειες ενός ατυχήματος, οικονομικές εφόσον η διαμετακόμιση μέσω ενός σημείου συμφόρησης απαιτεί μακρά αναμονή, ασφάλειας σε σχέση με πιθανές τρομοκρατικές επιθέσεις κ.ο.κ.».

Κατάρ

Το Κατάρ παράγει Φ/Α από το 1949, το οποίο χρησιμοποιούταν σε σχετικές με την παραγωγή πετρελαίου λειτουργίες. Φ/Α παραγόταν επίσης και από τα υπεράκτια κοιτάσματα του Κατάρ, όταν αυτά τέθηκαν σε λειτουργία στις αρχές του 1970. Μέχρι το 1978 η μεγαλύτερη ποσότητα Φ/Α αναφλέγονταν και εξαερώνονταν. Το 1978 το Κατάρ άρχισε να συλλέγει μη συσχετιζόμενο αέριο (Φ/Α που εξορύσσεται χωρίς πετρέλαιο) από τα κοιτάσματα Khuff, προκειμένου να ανταποκριθεί

στην αυξανόμενη εγχώρια ζήτηση. Εν τω μεταξύ η ανάφλεξη Φ/Α είχε μειωθεί σε ελάχιστα επίπεδα, με δεδομένο ότι το Κατάρ επιδίωκε την εκμετάλλευση των αποθεμάτων, του γιγάντιου Βόρειου Κοιτάσματος (North Field), το οποίο είχε ανακαλυφθεί το 1971 [102]. Έως το 1993 η παραγόμενη ποσότητα Φ/Α δεν ξεπέρασε ποτέ τα 10 bcm ετησίως. Όταν το Βόρειο Κοίτασμα εκτιμήθηκε πλήρως και εδραιώθηκε η έκταση των αποθεμάτων, προγραμματίστηκε σταδιακά και η ανάπτυξη του Κοιτάσματος. Πρώτα ξεκίνησε η ικανοποίηση της εγχώριας ζήτησης και μετέπειτα, το 1997, ξεκίνησε η παράδοση Φ/Α στις εγκαταστάσεις LNG του Ras Laffan [102].

Την 1^η Ιανουαρίου του 2013, τα βεβαιωμένα αποθέματα Φ/Α του Κατάρ ήταν 26.700 bcm, γεγονός που το κατατάσσει τρίτο ανάμεσα στις χώρες με αποθέματα Φ/Α, μετά τη Ρωσία και το Ιράν [103]. Πάνω από το 99% των αποθεμάτων, μη συσχετιζόμενου Φ/Α βρίσκεται στο Βόρειο Κοίτασμα, ενώ επιπρόσθετα αποθέματα συσχετιζόμενου Φ/Α βρίσκονται στα υπεράκτια κοιτάσματα Idd al-Shargi, Maydan Mahzam και Bul Hanine, καθώς και στο χερσαίο κοιτάσμα Dukhan [87].

Το 2012 το Κατάρ παρήγαγε 157 bcm Φ/Α. Τον ίδιο χρόνο το Κατάρ εξήγαγε περίπου 125,00 bcm, εκ των οποίων το 20% μέσω αγωγών και το 80% περίπου μέσω LNG [104]. Αναφορικά με τις υποδομές σε αγωγούς Φ/Α το Κατάρ διαθέτει έναν αγωγό το Dolphin Pipeline ο οποίος εξυπηρετεί τη μεταφορά Φ/Α εντός Μέσης Ανατολής και συγκεκριμένα από το Κατάρ στα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα και στο Ομάν [103].

Το Κατάρ είναι ο μεγαλύτερος προμηθευτής LNG της Ευρώπης και παγκοσμίως κατατάσσεται πρώτος ανάμεσα στους προμηθευτές LNG, με ετήσιες εξαγωγές 106,77 bcm (2012) – περίπου το 1/3 (32,6%) των παγκόσμιων προμηθειών. Τέλος το Κατάρ κατέχει ποσοστό μεγαλύτερο από το 27% της παγκόσμιας δυναμικότητας υγροποίησης [75]. Σύμφωνα με την IGU (2013) οι λειτουργικές μονάδες υγροποίησης του Κατάρ παρουσιάζονται στον Πίνακα II14.

Πίνακας II14. Λειτουργικές Μονάδες Υγροποίησης στο Κατάρ

Όνομα	Έτος Έναρξης	Ονομαστική Δυναμικότητα (bcm)	Εταίροι
Qatargas I (T1)	1997	4,41	Qatar Petroleum, ExxonMobil, TOTAL, Marubeni, Mitsui
Qatargas I (T2)	1997	4,41	Qatar Petroleum, ExxonMobil, TOTAL, Marubeni, Mitsui
Qatargas I (T3)	1998	4,277	Qatar Petroleum, ExxonMobil, TOTAL, Marubeni, Mitsui
RasGas I (T1)	1999	4,55	Qatar Petroleum, ExxonMobil, KOGAS, Itochu, LNG Japan
RasGas I (T2)	2000	4,55	Qatar Petroleum, ExxonMobil, KOGAS, Itochu, LNG Japan
RasGas II (T1)	2004	6,48	Qatar Petroleum, ExxonMobil
RasGas II (T2)	2005	6,48	Qatar Petroleum, ExxonMobil
RasGas II (T3)	2007	6,48	Qatar Petroleum, ExxonMobil
Qatargas II (T1)	2009	10,76	Qatar Petroleum, ExxonMobil
Qatargas II (T2)	2009	10,76	Qatar Petroleum, ExxonMobil, TOTAL
RasGas III (T1)	2009	10,76	Qatar Petroleum, ExxonMobil
Qatargas III	2010	10,76	Qatar Petroleum, ConocoPhillips, Mitsui
RasGas III (T2)	2010	10,76	Qatar Petroleum, ExxonMobil
Qatargas IV	2011	10,76	Qatar Petroleum, Shell

Πηγή: [75]

Το 2012 το Κατάρ προμήθευσε την ΕΕ συμπεριλαμβανομένης και της Τουρκίας με 31,77 bcm. Η επιμέρους ανάλυση των οποίων παρουσιάζεται, ανά χώρα, στον Πίνακα II15.

Πίνακας II15. Εξαγωγές LNG από το Κατάρ

Χώρα	Ποσότητα (bcm)
Βέλγιο	4,35
Γαλλία	1,86
Ιταλία	5,85
Πορτογαλία	0,25
Ισπανία	4,11
Τουρκία	1,27
Η.Β.	14,08

Πηγή: [75]

Παρόλο που η διεθνής βιβλιογραφία δεν έχει καταγράψει κάποιο συγκεκριμένο συμβάν διακοπής προμήθειας Φ/Α από το Κατάρ, θα πρέπει να σημειωθεί ότι, όπως παρατηρήθηκε και στην περίπτωση της Αιγύπτου, οι ποσότητες LNG από το Κατάρ και το Ομάν, που διέρχονται από το Κανάλι του Σουέζ, τετραπλασιάστηκαν από το 2008 έως το 2010 [87], ενώ περίπου 77,40 bcm των εξαγωγών LNG του Κατάρ διέρχονται από τα στενά του Hormuz [105] (Σχήμα II19).



Σχήμα II19. Τα Στενά του Hormuz

Πηγή: [106]

Τα στενά του Hormuz, τα οποία αποτελούν και αυτά «σημείο συμφόρησης», βρίσκονται μεταξύ του Ομάν και του Ιράν, ενώνουν τον Περσικό Κόλπο με τον Κόλπο του Ομάν και την Αραβική Θάλασσα, έχουν πλάτος 21 ναυτικά μίλια, ενώ θεωρούνται από τα κρισιμότερα σημεία θαλάσσιων μεταφορών ιδιαίτερα σε σχέση με το πετρέλαιο.

Σε αντίθεση όμως με το πετρέλαιο, στη μεταφορά LNG δεν υπάρχει η δυνατότητα παράκαμψης των στενών, με τη μεταφορά μέσω αγωγών. Κατά συνέπεια ο όγκος LNG που μεταφέρεται μέσω των στενών του Hormuz είναι ήδη κρίσιμος, ενώ η σημασία τους αναμένεται να αυξηθεί περαιτέρω, καθώς παρότι η ζήτηση Φ/Α στην ΕΕ δεν αναμένεται να αυξηθεί, η παραγωγή φανερώνει πτωτικές τάσεις [105].

Παράλληλα, σύμφωνα με μελέτες [100], [106], ο μεγαλύτερος όγκος εξαγωγών από τον Κόλπο και τη Μέση Ανατολή διέρχεται και από τα Στενά του Bab-el Mandeb. Τα Στενά του Bab-el Mandeb, όνομα που στα αραβικά σημαίνει «Πύλη των Δακρύων», βρίσκονται ανάμεσα στην Υεμένη και το Τζιμπουτί, βόρεια της Σομαλίας, ενώνοντας την Ερυθρά Θάλασσα με τον Κόλπο του Άντεν. Η κατά πλάτος απόσταση των Στενών είναι 20 μίλια, ενώ το νησί του Perim χωρίζει τα στενά σε δύο κανάλια, εκ των οποίων το ανατολικό κανάλι έχει πλάτος 2 μίλια και βάθος 30 μέτρα, ενώ το δυτικό έχει πλάτος 16 μίλια και βάθος 310 μέτρα [100].



Σχήμα II20. Τα Στενά του Bab-el Mandeb

Πηγή: [106]

Η συγκεκριμένη περιοχή έχει εγείρει ανησυχίες, τόσο εξαιτίας της εσωτερικής κατάστασης στην Υεμένη, όσο και λόγω της δράσης πειρατών, όχι μόνο στα Στενά καθεαυτά, αλλά σε όλο το μήκος της παράκτιας περιοχής της Υεμένης και της Σομαλίας, φτάνοντας, από τη μία πλευρά, την παράκτια περιοχή του Ομάν, και της Κένυας από την άλλη πλευρά [100]. Τέλος αναφέρεται ότι οι ημερήσιες ποσότητες LNG που διαμετακομίστηκαν το 2010, μέσω των Στενών έφτασαν τα 0,09 – 0,11 bcm, όσο δηλαδή και οι ποσότητες που διαπέρασαν το Κανάλι του Σουέζ [99].

Ομάν

Το 2011, το Ομάν κατείχε 85,00 bcm βεβαιωμένων αποθεμάτων Φ/Α, ενώ η παραγωγή του για το ίδιο έτος έφτασε τα 25,00 bcm Φ/Α. Η μεγάλη διαφορά, μεταξύ παραγωγής και αποθεμάτων οφείλεται στο ότι το μεγαλύτερο μέρος των αποθεμάτων του βρίσκεται σε δύσκολα προσβάσιμους γεωλογικούς σχηματισμούς και θέσεις [87].

Επίσης, το 2011 το Ομάν κατείχε την τέταρτη θέση ανάμεσα στους παραγωγούς Φ/Α της Μέσης Ανατολής και την 26^η ανάμεσα στους μεγαλύτερους παραγωγούς παγκοσμίως [107].

Παρότι το Ομάν είναι κατεξοχήν εξαγωγέας Φ/Α με τη μορφή LNG, παράλληλα εισάγει Φ/Α μέσω της μοναδικής υποδομής αγωγού Φ/Α, του Dolphin Pipeline, προκειμένου να καλύψει τις εγχώριες ανάγκες σε Φ/Α, οι οποίες κατά την περίοδο 2000 – 2010 αυξήθηκαν κατά 135% [87].

Επιπρόσθετα, ό,τι ισχύει για τις υποδομές σε αγωγούς Φ/Α, δεν ισχύει αναφορικά με τις εγκαταστάσεις LNG, οι οποίες παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα II16.

Πίνακας II16. Λειτουργικές Μονάδες Υγροποίησης στο Ομάν

Όνομα	Έτος Έναρξης	Ονομαστική Δυναμικότητα (bcm)	Εταίροι
Oman LNG T1	2000	4,89	Petroleum Development Oman (PDO), Shell, TOTAL, Korea LNG, Partex, Mitsubishi, Mitsui, Itochu
Oman LNG T2	2000	4,89	Petroleum Development Oman (PDO), Shell, TOTAL, Korea LNG, Partex, Mitsubishi, Mitsui, Itochu
Qalhat LNG	2006	5,10	Omani Govt, Petroleum Development Oman (PDO), Shell, Mitsubishi, Gas Natural Fenosa, Eni, Itochu, Osaka Gas, TOTAL, Korea LNG, Mitsui, Partex

Πηγή: [75]

Το 2011, το Ομάν εξήγαγε 10,80 bcm LNG παγκοσμίως γεγονός που το κατέταξε 9^ο ανάμεσα στους εξαγωγείς LNG παγκοσμίως [60]. Η ποσότητα που εξήχθη προς την ΕΕ (2011), ήταν αρκετά μικρή, μόλις 0,18 bcm προς την Ισπανία [60], ενώ σημειώνεται ότι το 2012 το Ομάν

εξήγαγε κυρίως στην Ασία και καθόλου στην ΕΕ [75].

Αναφορικά με το Ομάν, δεν έχει σημειωθεί, στη διεθνή βιβλιογραφία, κανένα συμβάν διακοπής Φ/Α προς την Ευρώπη. Παρόλο που το 2012, καμία ποσότητα LNG δεν έφτασε στην ΕΕ, πιθανότατα λόγω της προτεραιότητας ικανοποίησης της εγχώριας ζήτησης, είναι απαραίτητο να αναφερθεί ότι οι ποσότητες LNG του Ομάν, όπως και του Κατάρ, που διέρχονται από το κανάλι του Σουέζ τετραπλασιάστηκαν από το 2008 έως το 2010 [87].

Υεμένη

Μέχρι πρόσφατα η Υεμένη επανέγχε το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής Φ/Α προκειμένου να υποβοηθήσει την ανάκτηση πετρελαίου. Ωστόσο, από το 2009 η χώρα αποτελεί εξαγωγέα LNG και σκοπός της κυβέρνησης αποτελεί η αύξηση της χρήσης Φ/Α σε πολλούς τομείς, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής ενέργειας [108].

Τα βεβαιωμένα αποθέματα Φ/Α της χώρας άγγιζαν, τα 500 bcm, (2011) ενώ αποτελούνται κυρίως από συσχετιζόμενο Φ/Α, το οποίο, όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα II20, βρίσκεται στα κοιτάσματα πετρελαίου Marib-Jawf [87].



Σχήμα II21. Εγκαταστάσεις παραγωγής και υδροποίησης Φ/Α, Υεμένη
Πηγή: [109]

Η Υεμένη έχει μία λειτουργική εγκατάσταση LNG (Πίνακας II17) στην περιοχή του Balhaf, και όπως φαίνεται και στο Σχήμα II20, ένας αγωγός 320 χμ μεταφέρει το φτωχό μείγμα αερίου (ως φτωχό μείγμα αποκαλείται το μείγμα αερίου καυσίμου και αέρα, όταν ο αέρας είναι περισσότερος από την ποσότητα που χρειάζεται για να συμβεί πλήρης καύση [110]) από τα κοιτάσματα του Marib-Jawf στην εγκατάσταση του Balhaf.

Πίνακας II17. Λειτουργικές Μονάδες Υγροποίησης στην Υεμένη

Όνομα	Έτος Έναρξης	Ονομαστική Δυναμικότητα (bcm)	Εταίροι
Yemen LNG T1	2009	4,62	TOTAL, Hunt Oil, Yemen Gas Co., SK Corp, KOGAS, GASSP, Hyundai
Yemen LNG T2	2010	4,62	TOTAL, Hunt Oil, Yemen Gas Co., SK Corp, KOGAS, GASSP, Hyundai

Πηγή: [75]

Το 2011 η Υεμένη παρήγαγε 9,52 bcm ξηρού Φ/Α [108], ενώ εξήγαγε 9,20 bcm LNG, κατακτώντας έτσι την 11^η θέση ανάμεσα στους παγκόσμιους εξαγωγείς LNG [60]. Η ποσότητα LNG που έφτασε στην ΕΕ αντιστοιχούσε 1,03 bcm, ενώ ο Πίνακας II18 παρουσιάζει αναλυτικά τις εξαγωγές προς την ΕΕ.

Πίνακας II18. Εξαγωγές LNG από την Υεμένη (2011)

Χώρα	Ποσότητα (bcm)
Βέλγιο	0,29
Η.Β.	0,74

Πηγή: [60]

Σημειώνεται ότι, το 2012, σύμφωνα με την IGU (2013), η Υεμένη δεν εξήγαγε καθόλου προς την ΕΕ, ενώ οι συνολικές εξαγωγές LNG της μειώθηκαν στα 7,07 bcm περίπου [75].

Το γεγονός αυτό πιθανότατα συνδέεται με την εξαμηνιαία παύση λειτουργίας των εγκαταστάσεων LNG, κατά τη διάρκεια του 2012, λόγω πολλαπλών επιθέσεων στο σύστημα Φ/Α [108]. Χαρακτηριστικά μία επίθεση στον αγωγό μεταφοράς αερίου (Αύγουστος 2012) από το Marib-Jawf στην εγκατάσταση του Balhaf (η οποία αποδόθηκε σε ομάδες τρομοκρατών) είχε ως αποτέλεσμα την εκτροπή της πορείας πολλών οχημάτων μεταφοράς LNG και την εύρεση άλλων, εναλλακτικών ρυθμίσεων για τα φορτία LNG τους [111]. Παρότι και το 2013 σημειώθηκαν αρκετές επιθέσεις, δεν καταγράφηκε μείωση στην παραγωγή και εξαγωγή Φ/Α [108].

Τρινιδάδ και
Τομπάγκο

Στις αρχές του 1990, ο τομέας των υδρογονανθράκων του Τρινιδάδ και Τομπάγκο, μετέβηκε από το κυρίαρχο έως τότε, πετρέλαιο, στο Φ/Α [112]. Η παραγωγή Φ/Α αντιστοιχεί περίπου στο 85% των φυσικών πόρων της χώρας, ενώ τα βεβαιωμένα αποθέματα, αναλογούσαν σε 407,52 bcm (2011) [112].

Παρότι το σύστημα Φ/Α του Τρινιδάδ και Τομπάγκο διαθέτει περίπου 1.000 χμ αγωγών Φ/Α, αυτοί εξυπηρετούν κυρίως το νησί του Τρινιδάδ και εκτείνονται ως την αδελφή νήσο Τομπάγκο [113]. Η κατανάλωση Φ/Α

στο Τρινιδάδ και Τομπάγκο έφτασε στα 21,84 bcm (2010), σχεδόν 50% της παραγωγής του (42,45 bcm) για το ίδιο έτος [112].

Όσον αφορά το LNG όμως, το Τρινιδάδ και Τομπάγκο αποτελεί τον 6^ο μεγαλύτερο προμηθευτή LNG παγκοσμίως, με τις εξαγωγές LNG να φτάνουν τα 50,69 bcm (2010) [60]. Το 2012, παρότι η ποσότητα εξαγωγών LNG ήταν ελαφρώς μικρότερη σε σχέση με το 2010, 19,86 bcm, η σειρά κατάταξης του Τρινιδάδ, ανάμεσα στους παγκόσμιους προμηθευτές παρέμεινε σταθερή [75]. Η εξυπηρέτηση των εν λόγω εξαγωγών γίνεται μέσω του λειτουργικού σταθμού LNG, ο οποίος βρίσκεται βορειοδυτικά του Τρινιδάδ, στην περιοχή Point Fortin [114] και ο οποίος έχει στη διάθεσή του τέσσερα τρένα (Πίνακας II19).

Πίνακας II19. Λειτουργικές Μονάδες Υγροποίησης στο Τρινιδάδ και Τομπάγκο

Όνομα	Έτος Έναρξης	Ονομαστική Δυναμικότητα (bcm)	Εταίροι
ALNG T1	1999	4,55	BP, BG, Repsol**, CIC, NGC Trinidad
ALNG T2	2002	4,83	BP, BG, Repsol**
ALNG T3	2003	4,83	BP, BG, Shell
ALNG T4	2006	7,17	BP, BG, Repsol**, NGC Trinidad

**Το Φεβρουάριο του 2013, η Shell συμφώνησε την εξαγορά της Repsol

Πηγή: [75]

Επιπλέον, το Τρινιδάδ πέραν του ότι αποτελεί τον έκτο μεγαλύτερο προμηθευτή LNG παγκοσμίως, αποτέλεσε και τον 5^ο μεγαλύτερο προμηθευτή LNG της Ευρώπης (2011) [6], με τις εξαγωγές, για το ίδιο έτος, να ανέρχονται σε 3,90 bcm [60], ενώ για το επόμενο έτος αποτέλεσε τον 7^ο μεγαλύτερο προμηθευτή της ΕΕ, με τις εξαγωγές για το αντίστοιχο έτος να ανέρχονται στα 2,66 bcm (2012) [75]. Συγκεκριμένα, η επιμέρους ανάλυση των εξαγωγών LNG προς την ΕΕ (2012), παρουσιάζεται στον Πίνακα II20.

Πίνακας II20. Εξαγωγές LNG από το Τρινιδάδ και Τομπάγκο (2012)

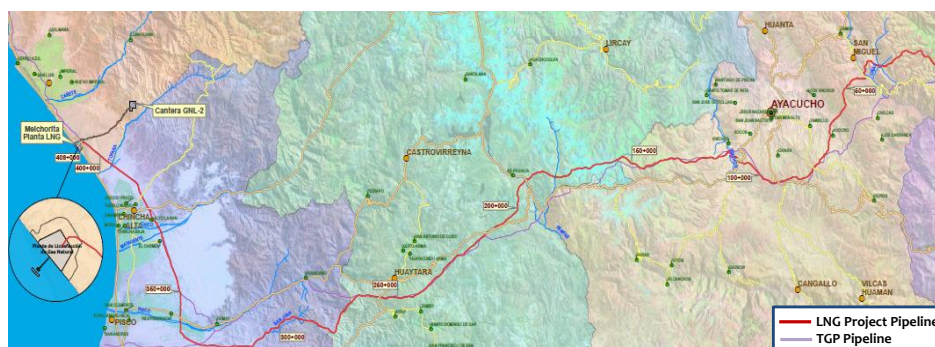
Χώρα	Ποσότητα (bcm)
Ολλανδία	0,08
Πορτογαλία	0,08
Ισπανία	2,45

Πηγή: [75]

Περού

Το Περού αποτελεί την 6^η κατά σειρά χώρα της Λατινικής Αμερικής, με τα μεγαλύτερα αποθέματα Φ/Α, το μεγαλύτερο μέρος των οποίων βρίσκεται στην περιοχή Camisea [115]. Συγκεκριμένα το κοιτάσμα της περιοχής Camisea, το οποίο διαθέτει αποθέματα της τάξεως των $3,11 \times 10^{11}$ cm, αντιστοιχεί στο 70%, περίπου, της συνολικής παραγωγής Φ/Α [116].

Το Περού ξεκίνησε τις εξαγωγές Φ/Α το 2010, όταν ολοκληρώθηκε η εγκατάσταση Melchorita, η πρώτη εγκατάσταση LNG στην Νότια Αμερική [117]. Η εγκατάσταση Melchorita, (Σχήμα II21) η οποία βρίσκεται 170 χμ νότια της Λίμα, αποτελεί την κατάληξη ενός αγωγού προμήθειας Φ/Α, μήκους 408 χμ, ο οποίος μεταφέρει Φ/Α από την περιοχή Camisea, προκειμένου αυτό να εξαχθεί με τη μορφή LNG, ενώ σε κάποια σημεία του διασυνδέεται με τον αγωγό Gas Del Peru pipeline (GTP) για την ικανοποίηση της εγχώριας ζήτησης [118].



Σχήμα II22. Υποδομές εξαγωγών LNG στο Περού

Πηγή: [119]

Οι λεπτομέρειες της εγκατάστασης LNG του Περού, παρουσιάζονται στον Πίνακα II21.

Πίνακας II21. Λειτουργική Μονάδα Υγροποίησης στο Περού

Όνομα	Έτος Έναρξης	Ονομαστική Δυναμικότητα (bcm)	Εταίροι
Peru LNG	2010	6,14	Hunt Oil, Repsol**, SK Corp, Marubeni

**Το Φεβρουάριο του 2013, η Shell συμφώνησε την εξαγορά της Repsol

Πηγή: [75]

Το 2011, οι εξαγωγές LNG του Περού αντιστοιχούσαν σε 5,38 bcm, γεγονός που το κατέταξε στη 14^η θέση παγκοσμίως, ανάμεσα στις χώρες που εξαγουν LNG [75]. Σχεδόν το 50% των εξαγωγών (2011) κατευθύνθηκαν προς την ΕΕ και συγκεκριμένα στην Ισπανία, όπου εισήγαγε 2,68 bcm LNG [75].

II.3

Ασφάλεια Ευρωπαϊκού Εφοδιασμού Φ/Α

Ευρωπαϊκή Σκοπιά

Στα πλαίσια μιας πολύπλοκης πραγματικότητας, η ΕΕ καλείται να λάβει μία δυναμική, αποτελεσματική και δίκαιη θέση στη διεθνή σκηνή, προκειμένου να διασφαλίσει τις ενεργειακές της ανάγκες, προωθώντας παράλληλα τη θέσπιση ελεύθερων και διαφανών αγορών και συνεισφέροντας προς την ενίσχυση της ασφάλειας και της αειφορίας της ενεργειακής παραγωγής και χρήσης [120].

Προς αυτήν την κατεύθυνση η Πράσινη Βίβλος (2000) [24] αναφέρει ότι η μακροπρόθεσμη στρατηγική για θέματα ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού της ΕΕ επιβάλλεται να αποσκοπεί τόσο στο καλό των πολιτών, όσο και στην εύρυθμη λειτουργία της οικονομίας. Επίσης η ΕΕ οφείλει να στοχεύει στη συνεχή φυσική διάθεση των ενεργειακών προϊόντων στην αγορά σε τιμές προσιτές για όλους τους καταναλωτές (ιδιώτες και βιομηχανικούς), εξασφαλίζοντας παράλληλα το σεβασμό του περιβάλλοντος και τις προοπτικές αειφόρου ανάπτυξης.

Η ασφάλεια του εφοδιασμού δεν έχει ως στόχο να μεγιστοποιηθεί η ενεργειακή αυτονομία ή να ελαχιστοποιηθεί η εξάρτηση, αλλά να μειωθούν οι κίνδυνοι που ενδεχομένως συνδέονται με αυτήν την εξάρτηση. Μεταξύ των επιδιωκόμενων στόχων συγκαταλέγονται η ισορροπία και η διαφοροποίηση των επιμέρους πηγών εφοδιασμού (ανά προϊόντα και γεωγραφικές περιοχές) [24].

Παράλληλα, η Πράσινη Βίβλος (2000) καλείται να αντιμετωπίσει την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού της ΕΕ και να κατηγοριοποιήσει τις προκλήσεις σε φυσικού, οικονομικού, κοινωνικού και οικολογικού χαρακτήρα κινδύνους [24].

- **Φυσικοί Κίνδυνοι:** Η φυσική διακοπή (εφόσον είναι μόνιμη) μπορεί να οφείλεται στην εξάντληση ή την εγκατάλειψη της παραγωγής κάποιου ενεργειακού πόρου, π.χ. δεν αποκλείεται μακροπρόθεσμα, η Ευρώπη να μην διαθέτει κοινοτικούς πόρους Φ/Α σε προσιτή τιμή.
- **Οικονομικοί Κίνδυνοι:** Οι οικονομικές διακοπές οφείλονται στις διακυμάνσεις των τιμών των ενεργειακών προϊόντων στην ευρωπαϊκή και διεθνή αγορά. Η εσωτερική αγορά επιτρέπει - χάρη στον ανταγωνισμό - τη βέλτιστη αξιοποίηση των πόρων και τη μείωση του κόστους αλλά, ως εκ τούτου, δεν αποσυνδέει πλήρως την ευρωπαϊκή αγορά από τις τιμές που επικρατούν στη διεθνή αγορά.
- **Κοινωνικοί Κίνδυνοι:** Η αστάθεια του ενεργειακού εφοδιασμού, είτε συνδέεται με τις διακυμάνσεις των τιμών, είτε με τις σχέσεις χωρών προμηθευτών είτε με οποιοδήποτε άλλο φαινόμενο, μπορεί να αποτελέσει πηγή κοινωνικής κρίσης λιγότερο ή περισσότερο σοβαρής.
- **Οικολογικοί Κίνδυνοι:** οι διακοπές που μπορεί να θεωρηθούν ως διακοπές οικολογικού χαρακτήρα, αποτελούν βλάβες στο περιβάλλον της ενεργειακής αλυσίδας είτε πρόκειται για ατυχήματα (μαύρες παλίρροιες, πυρηνικά ατυχήματα, συμπτωματικές εκπομπές μεθανίου) είτε για φαινόμενα συνδυασμένα με ρυπογόνες εκπομπές (ρύπανση των αστικών κέντρων και εκπομπές φυσικών αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου).

Στις 26 Απριλίου του 2004, η ΕΕ εκδίδει την Οδηγία 2004/67/EC [121]

σχετικά με τα μέτρα προάσπισης της ασφάλειας του εφοδιασμού Φ/Α. Η Οδηγία αναφέρει ότι οποιαδήποτε δυσκολία σχετική με την ασφάλεια εφοδιασμού, έχει ως συνέπεια τη μείωση του εφοδιασμού Φ/Α, μπορεί να επιφέρει σοβαρές διαταραχές στην οικονομική δραστηριότητα της Κοινότητας και άρα, κρίνει επιτακτική την ανάγκη διασφάλισης της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α. Επιπλέον, ορίζει ότι ως μείζονος σημασίας διαταραχή του εφοδιασμού θεωρείται η κατάσταση κατά την οποία η Κοινότητα κινδυνεύει να χάσει πάνω από το 20% του εφοδιασμού Φ/Α της, από τρίτες χώρες, για τουλάχιστον οχτώ εβδομάδες, ενώ παράλληλα, η συγκεκριμένη κατάσταση δεν είναι επαρκώς διαχειρίσιμη με εθνικά μέτρα, σε κοινοτικό επίπεδο. Η συγκεκριμένη Οδηγία προτείνει μία λίστα μέτρων για την ενίσχυση της ασφάλειας του εφοδιασμού Φ/Α η οποία περιλαμβάνει [121]:

- Δυναμικό αποθήκευσης ωφέλιμου όγκου Φ/Α και δυναμικό αποδέσμευσης του αποθηκευμένου Φ/Α.
- Πρόβλεψη αγωγών για την εκτροπή αποθεμάτων αερίου σε πληττόμενες περιοχές.
- Αγορές ρευστού εμπορεύσιμου αερίου και ευελιξία του συστήματος.
- Εξέλιξη της διακοπτόμενης ζήτησης.
- Χρήση εναλλακτικών εφεδρικών καυσίμων σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις και σε εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
- Διασυνοριακό δυναμικό.
- Συνεργασία μεταξύ φορέων εκμετάλλευσης των συστημάτων μεταφοράς γειτονικών κρατών μελών για συντονισμένη διεκπεραίωση.
- Συντονισμένες δραστηριότητες διεκπεραίωσης μεταξύ φορέων διανομής και φορέων εκμετάλλευσης των συστημάτων μεταφοράς.
- Εγχώρια παραγωγή αερίου και ευελιξία παραγωγής και εισαγωγής.
- Διαφοροποίηση των πηγών εφοδιασμού με αέριο και μακροπρόθεσμες συμβάσεις.
- Επενδύσεις σε υποδομές για την εισαγωγή αερίου μέσω τερματικών επαναεριοποίησης και αγωγών.

Όμως, τα γεγονότα διακοπής της προμήθειας Φ/Α του 2006 και κυρίως του 2009 (από τη Ρωσία και την Ουκρανία) υπέδειξαν ότι η Οδηγία 2004/67/EC ήταν ελλιπής. Το 2009, η διακοπή του εφοδιασμού από τρίτες χώρες άγγιξε το κατώφλι του 20% αλλά διήρκεσε «μόνο» 14 μέρες

και όχι 8 εβδομάδες, όπως ορίζεται στην Οδηγία, έχοντας όμως ως αποτέλεσμα σημαντική μείωση του Φ/Α σε κράτη-μέλη.

Εξαιτίας αυτού του γεγονότος η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εξέδωσε την πρόταση σχετικά με τα μέτρα κατοχύρωσης της ασφάλειας εφοδιασμού με αέριο και την κατάργηση της οδηγίας 2004/67/EC [83]. Η πρόταση κάνει αποδεκτό το γεγονός ότι το κατώφλι του 20%, διάρκειας 8 εβδομάδων είναι πολύ υψηλό και ήδη χαμηλότερες ελλείψεις μπορεί να απαιτήσουν την κοινοτική απόκριση. Στην πραγματικότητα, το 20% των κοινοτικών εισαγωγών Φ/Α από τρίτες χώρες αντιστοιχεί στην μισή εισαγόμενη ποσότητα της Ρωσίας ή σε ολόκληρη την ποσότητα της Αλγερίας ή της Νορβηγίας. Καθώς όμως ο όγκος των εισαγωγών αυξάνεται, δεδομένης της μείωσης της ευρωπαϊκής παραγωγής, το κατώφλι του 20% θα αντιστοιχεί σε μεγαλύτερες ποσότητες Φ/Α [83].

Η πρόταση ορίζει μέτρα που στοχεύουν στην προστασία της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α, ώστε να εξασφαλιστεί η εύρυθμη και συνεχής λειτουργία της εσωτερικής αγοράς Φ/Α προβλέποντας σαφή ορισμό, κατανομή αρμοδιοτήτων και συντονισμό της απόκρισης στο επίπεδο κρατών-μελών και της Κοινότητας, όσον αφορά, τόσο την προληπτική δράση, όσο και την αντίδραση σε συγκεκριμένες διαταραχές του εφοδιασμού. Υπογραμμίζει ότι οι διαδρομές και πηγές Φ/Α είναι απαραίτητο να υποστηρίζουν την ασφάλεια εφοδιασμού της Κοινότητας στο σύνολο και των κρατών-μελών ξεχωριστά. Παράλληλα, αναφέρει ότι η μελλοντική ασφάλεια εφοδιασμού θα εξαρτηθεί από την εξέλιξη του μείγματος καυσίμων, την ανάπτυξη της Κοινοτικής παραγωγής και των τρίτων χωρών – προμηθευτριών της Κοινότητας, τις επενδύσεις σε εγκαταστάσεις αποθήκευσης και σε διαδρομές εντός και εκτός Κοινότητας συμπεριλαμβανομένων και των εγκαταστάσεων LNG. Σύμφωνα με τα παραπάνω, η πρόταση καθορίζει συγκεκριμένους ρόλους και αρμοδιότητες, σύμφωνα με το πλαίσιο λειτουργίας του κάθε κράτους-μέλους, για τη διασφάλιση της ομαλής προμήθειας Φ/Α, ενώ παράλληλα καθορίζει και διευκρινίζει πρότυπα για την ασφάλεια εφοδιασμού Φ/Α, λαμβάνοντας υπόψη τις κλιματικές συνθήκες και την εποχική διακύμανση της ζήτησης Φ/Α. Τέλος, αποσαφηνίζει λεπτομερώς τη λίστα μέτρων της Οδηγίας 2004/67/EC, όπως αυτή αναφέρθηκε παραπάνω, παρέχοντας διευκρινήσεις σχετικά με τη σημασία τους και τη μεταξύ τους σχέση [83].

Η συγκεκριμένη πρόταση αποτέλεσε τη βάση για τον Κανονισμό (ΕΕ) 994/2010 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 20^{ης} Οκτωβρίου 2010, σχετικά με τα μέτρα κατοχύρωσης της ασφάλειας εφοδιασμού με Φ/Α και την κατάργηση της Οδηγίας 2004/67/EC του Συμβουλίου [5]. Σύμφωνα με αυτόν τον κανονισμό, προκειμένου να μειωθούν οι συνέπειες πιθανών κρίσεων, πυροδοτούμενων από διακοπές στην προμήθεια Φ/Α, τα κράτη-μέλη είναι απαραίτητο να διευκολύνουν την διαφοροποίηση των ενεργειακών πηγών, των διαδρομών μεταφοράς Φ/Α, καθώς και των πηγών προμήθειας [5].

Στο ίδιο μήκος κύματος κινείται και η ανακοίνωση της Επιτροπής (2011) σχετικά με την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού και τη διεθνή συνεργασία: «Η ενεργειακή πολιτική της ΕΕ: Η συνεργασία με τους πέραν των συνόρων μας εταίρους» [120]. Η εξάρτηση της ενεργειακής αγοράς της ΕΕ από υψηλά επίπεδα εισαγωγών συνεπάγεται την εξάρτησή της από ελεύθερες και διαφανείς αγορές. Η έλλειψή τους καθιστά την ΕΕ ευάλωτη σε πολιτικές και τιμολογιακές μεταβολές. Η ανακοίνωση λοιπόν, της Επιτροπής τονίζει ότι σημαντική διάσταση της ασφάλειας του εφοδιασμού είναι η ασφάλεια στο σύνολο της αγοράς. Προς αυτήν την κατεύθυνση η συγκεκριμένη ανακοίνωση υπογραμμίζει, ανάμεσα σε άλλα, τη σημασία σύναψης διμερών συμφωνιών, σύμφωνα με την ευρωπαϊκή νομοθεσία, μεταξύ κρατών-μελών και τρίτων χωρών, για την ανάπτυξη ενεργειακών υποδομών και προμηθειών προς την ΕΕ. Επίσης επισημαίνεται η σημασία επέκτασης και διαφοροποίησης των πηγών και διαδρομών προμήθειας μεταξύ του ευρωπαϊκού δικτύου και των γειτονικών χωρών. Παράλληλα, συνιστάται να ενισχυθεί η προσέγγιση ολοκλήρωσης και ενοποίησης της αγοράς, με τις γειτονικές προς την ΕΕ, χώρες, καθώς και η ενίσχυση της συνεργασίας με τη Ρωσία, σε μία ισχυρότερη νομική βάση [120].

Τέλος, το 2013, η ΕΕ εξέδωσε την «Πράσινη Βίβλο – Πλαίσιο για τις πολιτικές που αφορούν το κλίμα και την ενέργεια με χρονικό ορίζοντα το έτος 2030» (2013) [122], έχοντας ως στόχο την απόκτηση δεδομένων και απόψεων για την υποστήριξη της ανάπτυξης του πλαισίου για το 2030, μέσω διαβούλευσης με όλους τους ενδιαφερόμενους. Σύμφωνα, λοιπόν, με την Πράσινη Βίβλο (2013), η ασφάλεια του εφοδιασμού και η προσιτή ενέργεια μέσα στην εσωτερική ενεργειακή αγορά αποτελούν κύριο άξονα του πλαισίου ευρωπαϊκής πολιτικής ενώ η αντιμετώπιση προκλήσεων για υποδομές είναι απαραίτητη για τη διασφάλιση πραγματικής διασύνδεσης της εσωτερικής αγοράς, για την ενσωμάτωση ενέργειας από ποικίλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και φυσικά για την ενίσχυση της ασφάλειας του εφοδιασμού.

Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι η ΕΕ, μέσω του 3^{ου} Πακέτου Ενέργειας και σειράς εκδόσεων και νομοθετικών ρυθμίσεων, ανάγει την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού, γενικότερα, και της προμήθειας Φ/Α, ειδικότερα, σε μείζονος σημασίας προτεραιότητά της. Η αντιμετώπιση φυσικών, οικονομικών, κοινωνικών και οικολογικών κινδύνων, οι οποίοι μπορούν να προκαλέσουν διαταραχές στην ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού, χαράζει άξονες όπως η διαφοροποίηση πηγών προμήθειας και ενεργειακών πηγών, η επέκταση της υποδομής προς τη διαφοροποίηση διαδρομών εφοδιασμού, οι επενδύσεις σε εγκαταστάσεις αποθήκευσης και LNG, η εξέλιξη του μείγματος καυσίμων και η εδραίωση μιας ενιαίας αγοράς ενέργειας.

Διεθνής Βιβλιογραφία Παρά τη σημασία της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού, δεν είναι λίγοι αυτοί που ισχυρίζονται ότι ο όρος δεν είναι σαφώς καθορισμένος

[21]. Για παράδειγμα οι Löschel et al. (2010) [123] αναφέρουν ότι «η έννοια της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού, ή εν συντομία της ενεργειακής ασφάλειας, φαίνεται να είναι αρκετά θολή» [123], οι Checci et al. (2009) [124] υποστηρίζουν ότι «δεν υπάρχει κοινή ερμηνεία» αναφορικά με την ενεργειακή ασφάλεια, ενώ οι Kruyt et al. (2009) [19] και Mitchell (2002) [20] χαρακτηρίζουν το νόημα ως «άπιαστο» ή σύμφωνα με τον Chester (2010) [125] «ασταθές και δύσκολο» να προσδιοριστεί [21].

Πληθώρα ορισμών, σχετικά με την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού, γενικότερα και του Φ/Α ειδικότερα, έχουν καταγραφεί. Ο πίνακας II22. παρουσιάζει τους πιο πρόσφατους από αυτούς και συγκεκριμένα αυτούς που εμφανίζονται στη διεθνή βιβλιογραφία από το 2008 και έπειτα.

Πίνακας II22. Ασφάλεια Ενεργειακού Εφοδιασμού: Ορισμοί

Πηγή	Ορισμός
Jamasb & Pollitt (2008) [98]	«Η ασφάλεια εφοδιασμού συχνά συζητείται με όρους φυσικής διαθεσιμότητας των ενεργειακών πηγών και του κινδύνου τιμολογιακής μεταβολής των αγαθών».
Mabro (2008) [99]	«Η ασφάλεια βλάπτεται όταν, σε μερικές περιοχές, οι προμήθειες μειώνονται ή διακόπτονται, σε βαθμό που προκαλούνται ξαφνικές, σημαντικές και παρατεταμένες αυξήσεις στις ισχύουσες τιμές».
Nuttall & Manz (2008) [100]	«Η διακοπή του ενεργειακού εφοδιασμού έχει αναγνωριστεί από πολλούς ως η κύρια απειλή που αντιμετωπίζει η παγκόσμια ενεργειακή ασφάλεια».
Patterson (2008) [101]	«Η ενεργειακή ασφάλεια που απασχολεί τους πολιτικούς αφορά στις προμήθειες εισαγόμενου πετρελαίου και Φ/Α, όχι την ασφαλή παράδοση ενεργειακών υπηρεσιών, όπως το να μπορούν τα φώτα να είναι αναμμένα».
Checchi et al. (2009) [94]	«Η βιβλιογραφία χωρίζεται ανάμεσα σε αυτούς που ερμηνεύουν την ενεργειακή ασφάλεια από την οικονομική σκοπιά και αυτούς που τονίζουν την πολιτική και στρατηγική της πλευρά... Η βιβλιογραφία είναι επιπλέον διχασμένη ανάμεσα σε αυτούς που θεωρούν την ασφάλεια εφοδιασμού ως αποκλειστικά σχετιζόμενη με την ενέργεια και σε αυτούς που αρέσκονται να τη συνδέουν με τα συμπεριλαμβανόμενα χαρακτηριστικά της, δηλαδή τη φυσική διαθεσιμότητα και τις τιμές».
Jun & Chang (2009) [102]	«Η ενεργειακή ασφάλεια ορίζεται ως η αξιόπιστη και αδιάκοπη προμήθεια επαρκούς ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών της οικονομίας, σε λογικές τιμές».
Kruyt et al. (2009) [95]	«... στοιχεία που σχετίζονται με την ασφάλεια εφοδιασμού: διαθεσιμότητα – ή στοιχεία που σχετίζονται με τη γεωλογική ύπαρξη. Προσβασιμότητα – ή γεωπολιτικά στοιχεία. Προσιτότητα - ή οικονομικά στοιχεία. Αποδεκτικότητα – ή περιβαλλοντικά και κοινωνικά στοιχεία».
Le Coq & Paltseva (2009) [49]	«Η ασφάλεια εφοδιασμού συνήθως ορίζεται ως η συνεχής διαθεσιμότητα ενέργειας, σε προσιτές τιμές».
Jansen & Seebregts (2010) [103]	«Η ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού μπορεί να θεωρηθεί ως το υποκατάστατο του επιπέδου βεβαιότητας, κατά το οποίο ο πληθυσμός μίας ορισμένης περιοχής, έχει αδιάκοπη πρόσβαση σε ορυκτά καύσιμα και φορείς ορυκτών καυσίμων, εν απουσία υπέρμετρης έκθεσης σε αγορά προσφοράς, για περίοδο τουλάχιστον 10 ή και περισσότερων ετών».
Lefèvre (2010) [104]	«Ως ενεργειακή ανασφάλεια μπορεί να οριστεί η απώλεια της ευημερίας, που προκύπτει από μεταβολές στην τιμή ή στη διαθεσιμότητα της ενέργειας».
Noël & Findlater (2010) [105]	«Για το σκοπό της συγκεκριμένης έρευνας “η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού” (ή ασφάλεια εφοδιασμού Φ/Α) αναφέρεται στην ικανότητα του συστήματος ενεργειακού εφοδιασμού μίας χώρας, να ικανοποιήσει την τελική συμβατική ζήτηση ενέργειας, στην περίπτωση διακοπής εφοδιασμού Φ/Α».
Giamouridis & Paleoyiannis (2011) [106]	«Η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού έχει οριστεί ως η ικανότητα ενός ενεργειακού συστήματος (εθνικού ή περιφερειακού) να ικανοποιεί τις ανάγκες του (ζήτηση) σε περιπτώσεις διακοπής προμηθειών, καθώς και να αντιμετωπίζει φυσιολογικές διακυμάνσεις ζήτησης».
Honore (2011) [107]	«Όσον αφορά την ευρωπαϊκή ασφάλεια εφοδιασμού Φ/Α, κατά τη διάρκεια της συγκεκριμένης δεκαετίας, δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στη σημασία των πηγών Φ/Α, της εξάρτησης σε θέματα διαμετακόμισης και εγκαταστάσεων, στο συγχρονισμό των απαιτούμενων επενδύσεων, στους πραγματικούς όγκους προμήθειας Φ/Α, στις συμβατικές ποσότητες Φ/Α για την κάλυψη της δυναμικότητας εισαγωγών καθώς και στα συγκεκριμένα επίπεδα τιμών, συμπεριλαμβανομένης και της διαφάνειας κατά τον τιμολογιακό σχηματισμό».
Winzer (2012) [92]	«Η έννοια της ενεργειακής ασφάλειας θα μπορούσε να περιοριστεί στις απειλές που έχουν κάποιον αντίκτυπο στην αλυσίδα ενεργειακού εφοδιασμού, ενώ ο αντίκτυπος της αλυσίδας ενεργειακού εφοδιασμού στο περιβάλλον ανήκει στην έννοια της αειφορίας. Ως εκ τούτου η ενεργειακή ασφάλεια περιορίζεται στην έννοια του συνεχόμενου ενεργειακού εφοδιασμού».

Αν και η έννοια της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού διέπεται

από μία ασάφεια, από τα παραπάνω προκύπτει ότι οι περισσότερες μελέτες συμφωνούν στο ότι προκαλείται, σχετίζεται με κινδύνους, οι οποίοι ποικίλλουν ανάλογα με το αντικείμενο και τη βάση της κάθε μελέτης.

Για παράδειγμα, η έκθεση του Clingendael International Energy Programme – CIEP (2004) [22] δίνει έμφαση στον οικονομικό τομέα. Συγκεκριμένα οι κατηγορίες κινδύνου που προτείνει είναι οι εξής:

- Αλλαγές στις πολιτικές των χωρών παραγωγής ενέργειας.
- Ανεπαρκής επένδυση στον ενεργειακό τομέα.
- Μακροοικονομική αστάθεια στις χώρες και περιοχές παραγωγής.
- Ρυθμιστική αστάθεια στις χώρες κατανάλωσης ενέργειας.
- Κοινωνικό-πολιτική αστάθεια στις χώρες και περιοχές παραγωγής.
- Αποτυχίες αγοράς.
- Αποτυχίες στο δημόσιο τομέα.

Η φύση πέντε εκ των επτά κατηγοριών σχετίζεται, έμμεσα ή άμεσα, με τον οικονομικό τομέα αφού αφορά επενδύσεις, τη μακροοικονομική σταθερότητα ή έλλειψη αυτής, το ρυθμιστικό πλαίσιο, τη δυσλειτουργία της αγοράς ή του δημόσιου τομέα. Οι υπόλοιπες κατηγορίες σχετίζονται με πολιτικά ζητήματα, όπως πιθανές ρήξεις στις πολιτικές σχέσεις μεταξύ παραγωγού - καταναλωτή και αλλαγές στην κοινωνικοπολιτική σταθερότητα των χωρών παραγωγής. Πέρα από τις συγκεκριμένες κατηγορίες, το CIEP εισάγει έναν επιπλέον τύπο γεωπολιτικού κινδύνου ο οποίος περιέχει τόσο οικονομικούς, όσο και πολιτικούς κινδύνους. Συγκεκριμένα, ο εν λόγω γεωπολιτικός κίνδυνος ορίζεται ως «Γεωπολιτικός κίνδυνος για την ασφάλεια του εφοδιασμού (...) ελλοχεύει όταν λάβει χώρα μία αλλαγή ή μία διακοπή στο διεθνή οικονομικό και πολιτικό σύστημα ή σε ένα μέρος αυτού του συστήματος (αποκλειστικότητα / διάκριση, αυτάρκεια, πολιτικό μποϊκοτάζ, χρεωκοπημένες χώρες, τρομοκρατία) και έχει ως αποτέλεσμα ή θα μπορούσε να οδηγήσει στην ολική ή μερική έλλειψη ενεργειακών ροών (...)» [22].

Ο Checchi et al. (2009) [124], προτείνουν μία κατηγοριοποίηση αρκετά παρόμοια με αυτήν της Πράσινης Βίβλου της ΕΕ (2000) [24].

- Γεωλογικοί κίνδυνοι.
- Γεωπολιτικοί κίνδυνοι.
- Τεχνικοί κίνδυνοι.
- Περιβαλλοντικοί κίνδυνοι.
- Οικονομικοί κίνδυνοι

Οι κύριες διαφορές αφορούν στη δημιουργία δύο νέων κατηγοριών κινδύνου, α) την εξάντληση των ενεργειακών πόρων (γεωλογικός κίνδυνος), την οποία η ΕΕ την θεωρεί μέρος του τεχνικού κινδύνου β) τη διακοπή του ενεργειακού εφοδιασμού λόγω πολέμου, στις χώρες παραγωγής ενέργειας (γεωπολιτικός κίνδυνος). Τέλος, ο ρυθμιστικός κίνδυνος συνυπολογίζεται μέσα στον οικονομικό κίνδυνο, συμπεριλαμβανομένης της αστάθειας τιμών.

Στην κατηγοριοποίηση των Flougi et al. (2009) [23] δίνεται χαρακτήρας περισσότερο πολιτικός, παρά οικονομικός, κυρίως εξαιτίας των αυξανόμενων πολιτικών διαταραχών και συγκρούσεων που επικρατούν σε συγκεκριμένες περιοχές. Αυτό δικαιολογεί και την ύπαρξη κατηγορίας σχετικής με τις συγκρούσεις, συμπεριλαμβανομένων των πολέμων και της κοινωνικής αναταραχής, καθώς και μίας επιπλέον κατηγορίας της τρομοκρατίας, πέρα από τη γενικότερη κατηγορία πολιτικής αστάθειας. Συγκεκριμένα, η κατηγοριοποίηση αποτελείται από:

- Ατυχήματα.
- Συγκρούσεις.
- Πολιτική αστάθεια.
- Τρομοκρατικές επιθέσεις.
- Περιορισμοί στις εξαγωγές.
- Καιρικές συνθήκες.
- Μονοπωλιακές πρακτικές.

Επιπλέον, στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού έργου REACCESS – Risk of Energy Availability: Common Corridors for European Security of Supply, προτάθηκε κατηγοριοποίηση η οποία κάνει διάκριση μεταξύ των αιτιών ή των παραγόντων που είναι ικανοί να διακόψουν τον εφοδιασμό (πρωτοβάθμιοι), των αποτελεσμάτων τους (δευτεροβάθμιοι) και του συνολικού ενεργειακού κινδύνου που αντιμετωπίζεται από την κοινωνία [25]. Σύμφωνα, λοιπόν με το REACCESS³, η προτεινόμενη κατηγοριοποίηση έχει ως εξής (Σχήμα II.23.)

³ Το έργο REACCESS (EC FP7) είχε ως στόχο τη δημιουργία εργαλείων κατάλληλων για την ανάλυση σεναρίων εισαγωγών ενέργειας στην ΕΕ 27+, κατάλληλων να λάβουν υπόψη ταυτόχρονα τεχνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές παραμέτρους των βασικών ενεργειακών διαδρομών, για όλα τα ενεργειακά αγαθά και την υποδομή αυτών.



Σχήμα II23. Κατηγορίες Κινδύνων Ενεργειακού Εφοδιασμού

Πηγή: [25]

Οι πρωτοβάθμιοι κίνδυνοι ενεργειακού εφοδιασμού ομαδοποιούνται στους οικονομικούς και κοινωνικοπολιτικούς παράγοντες κινδύνου (παράγοντες που σχετίζονται με την οργάνωση της ανθρώπινης δραστηριότητας στις κύριες μορφές της: οικονομική, πολιτική και κοινωνική, καθώς και μεταβλητές εγγενείς με τον τομέα ενέργειας), οι οποίοι με τη σειρά τους έχουν ως αποτέλεσμα τεχνικούς παράγοντες κινδύνου. Ο συνδυασμός των δύο κατηγοριών έχει ως αποτέλεσμα τον κίνδυνο διακοπής του ενεργειακού εφοδιασμού, ενώ οι αμιγώς τεχνικοί παράγοντες κινδύνων μπορούν να προκαλέσουν κινδύνους στην ανθρώπινη υγεία και ιδιοκτησία, καθώς και περιβαλλοντικούς κινδύνους. Έτσι, ο κίνδυνος διακοπής ενεργειακού εφοδιασμού, οι κίνδυνοι για την ανθρώπινη υγεία και ιδιοκτησία και οι περιβαλλοντικοί κίνδυνοι, σε συνδυασμό με τους δευτεροβάθμιους κινδύνους εφοδιασμού, (τιμολογιακές πολιτικές και σημεία ευαισθησίας στο δίκτυο εφοδιασμού) συμβάλλουν σε έναν γενικότερο ενεργειακό κίνδυνο για την οικονομία και την κοινωνία.

Επιπλέον, οι Badea et al. (2011) [39] διαχωρίζουν δύο πτυχές στην ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού: τη βραχυπρόθεσμη και τη μακροπρόθεσμη. Στην περίπτωση της βραχυπρόθεσμης, το ενδιαφέρον εστιάζεται στην ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιπτώσεων από μία απρόσμενη διακοπή του εφοδιασμού ή αύξηση των τιμών. Από την άλλη πλευρά, στην περίπτωση της μακροπρόθεσμης το ενδιαφέρον στρέφεται στο φάσμα των πολιτικών αποφάσεων που απαιτούνται για τη διατήρηση της διαθεσιμότητας επαρκούς ποσότητας ενέργειας με σκοπό τη σταθερή και βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη [39].

Τέλος, ο Winzer (2012) [21] διαχώρισε τους κινδύνους σε τεχνικούς,

φυσικούς και κινδύνους ανθρώπινου παράγοντα. Οι τεχνικοί κίνδυνοι προκαλούνται από ενδεχόμενες βλάβες εξαρτημάτων των ενεργειακών υποδομών, όπως γραμμών μεταφοράς, εργοστασίων ηλεκτρισμού ή μετασχηματιστών, εξαιτίας βλαβών στην αλληλοεξαρτώμενη υποδομή, μηχανικών ή θερμικών βλαβών ή και εξαιτίας ακούσιου ανθρώπινου λάθους. Οι κίνδυνοι του ανθρώπινου παράγοντα σχετίζονται κυρίως με τις διακυμάνσεις της ζήτησης, τη στρατηγική παρακράτηση προμηθειών, τις ανεπαρκείς επενδύσεις δυναμικότητας, τη δολιοφθορά και την τρομοκρατία, την πολιτική αστάθεια αλλά και με γεωπολιτικά γεγονότα όπως πολέμους και εμπόριο εξαγωγών. Όσον αφορά τους φυσικούς κινδύνους, αυτοί μπορεί να οφείλονται σε στοχαστικές διακοπές του εφοδιασμού από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, στην ενδεχόμενη εξάντληση των ορυκτών καυσίμων και σε φυσικές καταστροφές.

II.4 Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την ανάλυση του κεφαλαίου, αναφορικά με το πρόβλημα της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α, είναι τα ακόλουθα:

- Κύριο μέλημα της ΕΕ είναι η ικανοποίηση των αναγκών της σε Φ/Α, ιδιαίτερα στο πλαίσιο σεναρίων μείωσης της ευρωπαϊκής παραγωγής και αύξησης των εισαγωγών. Σε αυτά τα σενάρια έρχονται να προστεθούν και περιστατικά διακοπής του εφοδιασμού Φ/Α, ανάγοντας έτσι το ζήτημα της ασφάλειας του εφοδιασμού σε υψίστης σημασίας, τόσο για το σύνολο της ΕΕ όσο και για κάθε κράτος-μέλος ξεχωριστά.
- Οι διακοπές προμήθειας έχουν διαφορετικό μέγεθος συνεπειών. Για παράδειγμα μία διακοπή δύο εβδομάδων από τη Ρωσία επηρέασε 12 κράτη-μέλη, στερώντας το 20% των προμηθειών τους σε Φ/Α ενώ μία διακοπή οχτώ μηνών από τη Λιβύη είχε ελάχιστες συνέπειες. Το γεγονός αυτό τονίζει τόσο τη σημασία της διαφοροποίησης των προμηθειών όσο και της ύπαρξης αποθεμάτων (ιδιαίτερα στην περίπτωση που η προμηθευόμενη χώρα δεν είναι παραγωγός).
- Η ΕΕ στην προσπάθειά της να περιφρουρήσει την ασφάλεια εφοδιασμού του Φ/Α έχει εκδώσει σειρά προτάσεων και νομοθεσιών, συχνά μεταβαλλόμενων, προκειμένου να προσαρμοστούν στις εκάστοτε συνθήκες και γεγονότα. Κοινός παρονομαστής όλων των ευρωπαϊκών κειμένων αποτελεί όχι μόνο η διαφοροποίηση των ενεργειακών πηγών και διαδρομών αλλά και η εδραίωση μιας ενιαίας αγοράς και η υλοποίηση εγκαταστάσεων αποθήκευσης LNG και Φ/Α.
- Παρότι οι ορισμοί σχετικά με την ασφάλεια εφοδιασμού

παρουσιάζουν πληθώρα απόψεων, ανάλογα με το είδος της μελέτης που αντιπροσωπεύουν και τα στοιχεία που αυτή θέλει να τονίσει, εντούτοις παρουσιάζονται σημεία σύγκλισης. Κοινός παρονομαστής όλων είναι η άμεση σχέση που έχει η ασφάλεια εφοδιασμού με τη συνεχή προμήθεια ενέργειας γενικότερα και Φ/Α ειδικότερα, καθώς και με την ικανοποίηση των αναγκών των χωρών, ανεξαρτήτως συνθηκών. Επιπλέον, όλες οι μελέτες διαπιστώνουν ότι η ασφάλεια εφοδιασμού ή η έλλειψη αυτής προκαλείται από σειρά κινδύνων οι οποίοι φαίνεται να σχετίζονται με διάφορες παραμέτρους όπως η γεωπολιτική κατάσταση, καθώς και λοιπές οικονομικές, τεχνικές και περιβαλλοντικές παράμετροι.

Επιπλέον, κρίσιμα συμπεράσματα προκύπτουν σχετικά με την ασφάλεια του εφοδιασμού Φ/Α και τις προμηθεύτριες προς την ΕΕ χώρες. Ο πίνακας II23 συνοψίζει τα γεγονότα διακοπής που έλαβαν χώρα στις προμηθεύτριες χώρες Φ/Α, εξετάζοντας αν η προμήθεια Φ/Α από αυτές τις χώρες διαπερνάει σημεία συμφόρησης, καθώς και αν οι διακοπές αυτές είχαν ουσιαστικό αντίκτυπο στην ΕΕ.

Πίνακας II23. Γεγονότα Διακοπής στις Προμηθεύτριες Χώρες

Προμηθευτής	Συμβάν	Έτος	Αιτία	Αντίκτυπος στην ΕΕ	Σημεία Συμφόρησης
Νορβηγία	✓	2013	Συντήρηση	✗	✗
Ρωσία	✓	2006, 2009, 2012	Γεωπολιτικοί παράγοντες	✓	✗
Αλγερία	✓	2004	Τυχαία έκρηξη	✗	✗
Λιβύη	✓	2011	Πολιτική εξέγερση	✓	✗
Νιγηρία	✓	2013	Ανωτέρα βία	✓	✗
Αίγυπτος	✓	2008, 2011, 2012	Πολιτική εξέγερση	✗	✓
Κατάρ	✗	-	-	-	✓
Ομάν	✗	-	-	-	✓
Υεμένη	✓	2012, 2013	Τρομοκρατικές επιθέσεις	✓	✓
Τρινιδάδ & Τομπάγκο	✗	-	-	-	✗
Περου	✗	-	-	-	✗

Πηγή: [12], [14], [15], [18], [50], [75], [94], [97], [108]

- Ο εφοδιασμός Φ/Α της ΕΕ είναι επαρκώς διαφοροποιημένος· περιλαμβάνει 11 προμηθεύτριες χώρες, συμπεριλαμβανομένης και της Νορβηγίας. Παράλληλα, όμως φανερώνεται ότι από τις 11 προμηθεύτριες μόνο 4 έχουν μείνει ανέπαφες από κάποιο γεγονός, έστω και προσωρινής, διακοπής εφοδιασμού, οποιασδήποτε αιτίας.
- Κύριοι παράγοντες που οδήγησαν σε διακοπές του εφοδιασμού Φ/Α αποτέλεσαν, με έμφαση στο πολιτικό σκέλος, γεωπολιτικά αίτια και εξεγέρσεις ενώ δεν έλειψαν και τα τεχνικά αίτια τα οποία όμως δεν

είχαν αντίκτυπο στην ΕΕ.

- Η γεωγραφική θέση 4 από τις 11 προμηθεύτριες χώρες (Αίγυπτος, Κατάρ, Ομάν, Υεμένη) υπαγορεύει τη μεταφορά του Φ/Α μέσω θαλάσσιων σημείων συμφόρησης.

Προκύπτει, λοιπόν, ότι η ασφάλεια του εφοδιασμού Φ/Α εξαρτάται αφενός από τους παράγοντες που την επηρεάζουν και την καθιστούν ευάλωτη σε τυχόν διακοπές και αφετέρου από τα στοιχεία που την ενισχύουν όπως για παράδειγμα η διαφοροποίηση πηγών και διαδρομών, η υλοποίηση επενδύσεων σε εγκαταστάσεις αποθήκευσης, καθώς και η εδραίωση μίας ενιαίας αγοράς.

Τα γεγονότα διακοπής που έχουν καταγραφεί τα τελευταία χρόνια, το διαφορετικό μέγεθος συνεπειών τους στην ευρωπαϊκή προμήθεια Φ/Α σε συνδυασμό με τα σενάρια αύξησης των εισαγωγών, υποδεικνύουν την άμεση ανάγκη αξιολόγησης της αξιοπιστίας του συστήματος εφοδιασμού της ΕΕ σε τυχόν διακοπές, καθώς και τα αίτια που μπορεί να τις προκαλούν.

Προκειμένου να υλοποιηθούν τα παραπάνω, κρίνεται απαραίτητη η ανάπτυξη μεθοδολογίας η οποία θα είναι σε θέση να αξιολογήσει την αξιοπιστία ή αναξιοπιστία του συστήματος εφοδιασμού Φ/Α της ΕΕ, και ο ορισμός του πλαισίου:

- Κατανόηση των παραγόντων που μπορεί να οδηγήσουν σε τυχόν διακοπές στον εφοδιασμό Φ/Α και μέτρηση αυτών, ειδικά σε σχέση με τις προμηθεύτριες χώρες.
- Μελέτη του βαθμού ικανοποίησης της ζήτησης Φ/Α των κρατών – μελών της ΕΕ, με διαφορετικά κάθε φορά σενάρια διακοπών προμήθειας.
- Προσμέτρηση παραγόντων κανονικών συνθηκών, όπως η δυναμικότητα αποθήκευσης Φ/Α, η τυχόν παραγωγή, οι προμηθευόμενες ποσότητες, προκειμένου να υπάρχει σαφής εικόνα για το πώς αυτές σχετίζονται (βελτιώνουν ή όχι) με την ασφάλεια εφοδιασμού Φ/Α.
- Προσδιορισμός των δυνατών και ευπαθών σημείων (κρατών – μελών) στο σύστημα εφοδιασμού Φ/Α της ΕΕ, παρέχοντας, έτσι, τη δυνατότητα επαναπροσδιορισμού υφιστάμενων και μελλοντικών πηγών και διαδρομών προμήθειας.
- Πρόταση εναλλακτικών λύσεων σε περίπτωση συμφόρησης ευπαθών σημείων του συστήματος.

Κεφάλαιο III:

Επισκόπηση Σχετικών Μεθοδολογιών

III. 1 Εισαγωγή

Στο προηγούμενο κεφάλαιο έγινε φανερή η ανάγκη ύπαρξης μιας μεθοδολογίας αξιολόγησης της αξιοπιστίας ή μη του συστήματος εφοδιασμού Φ/Α της ΕΕ, καθώς και το απαραίτητο πλαίσιο αυτής. Επίσης, μέσω της ανάλυσης τόσο της ευρωπαϊκής σκοπιάς όσο και της διεθνούς βιβλιογραφίας έγινε φανερή η σχέση και η σύνδεση μεταξύ της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού και της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α.

Επομένως, κρίνεται σκόπιμη και απαραίτητη η επισκόπηση των υφιστάμενων μεθοδολογιών ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού γενικά και Φ/Α ειδικότερα, προκειμένου να διερευνηθεί κατά πόσο το αντικείμενο και το πεδίο που καλύπτουν είναι επαρκή για την απόκτηση μιας ολοκληρωμένης και όσο το δυνατόν πλησιέστερης στην πραγματικότητα εικόνας.

Η επισκόπηση αυτή αποσκοπεί να ρίξει φως στις παραμέτρους εκείνες που λαμβάνονται πρακτικά υπόψη και καθορίζουν την ασφάλεια εφοδιασμού, καθώς επίσης και πόσο διαφέρουν από τις παραμέτρους που εμφανίζονται στη θεωρία, τόσο μέσω των ευρωπαϊκών προτεραιοτήτων, όσο και μέσω της διεθνούς βιβλιογραφίας. Επιπλέον, θα εξεταστεί η συνάφεια μεταξύ ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού και ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α ισχύει στην πράξη, πέραν της θεωρίας. Θα ερευνηθεί δηλαδή αν υπάρχει κοινό πνεύμα στις μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται από το γενικότερο πεδίο του ενεργειακού εφοδιασμού στο ειδικότερο πεδίο του εφοδιασμού Φ/Α.

Μέσα σε αυτό το πλαίσιο το συγκεκριμένο κεφάλαιο, εκτός από την παρούσα εισαγωγή, χωρίζεται στις ακόλουθες ενότητες:

- Η 2^η ενότητα παρουσιάζει τις δημοφιλέστερες μεθοδολογίες για τη μελέτη και την αξιολόγηση της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού. Οι μεθοδολογίες αυτές δεν αφορούν αποκλειστικά κάποιο συγκεκριμένο καύσιμο, αλλά χρησιμοποιούνται για τη μελέτη του ενεργειακού εφοδιασμού ως σύνολο. Παράλληλα, ορισμένες από αυτές τις μεθοδολογίες έχουν τη βάση τους σε θεωρίες όπως η οικονομική, η πολυκριτηριακή κ.ο.κ.
- Η 3^η ενότητα περνάει από το γενικότερο πλαίσιο, στο ειδικότερο, παρουσιάζοντας τις δημοφιλέστερες μεθοδολογίες αξιολόγησης και μελέτης εφοδιασμού Φ/Α. Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τυχόν ομοιότητες, ανάμεσα στα δύο πλαίσια και αναλύονται εκτενέστερα οι διαφορές που προκύπτουν, εξαιτίας της φύσης του συστήματος εφοδιασμού Φ/Α, η οποία υπαγορεύει μία πιο συστηματική προσέγγιση.
- Τέλος, στην 4^η ενότητα εξάγονται κρίσιμα συμπεράσματα, τόσο

σχετικά με την καταλληλότητα των μεθοδολογιών που αναλύθηκαν, τη σχέση τους με το απαραίτητο πλαίσιο μελέτης και αντιμετώπισης της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α, όπως αυτό ορίστηκε στην ενότητα II.4, καθώς και τυχόν δυνάμεις και ελλείψεις των μεθοδολογιών αυτών.

III.2 Μεθοδολογίες Ασφάλειας Ενεργειακού Εφοδιασμού

Εισαγωγικά Η ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού χαρακτηρίζεται από πληθώρα ορισμών, ανάλογα με τις παραμέτρους στις οποίες δίνεται προτεραιότητα. Παρότι βέβαια εμφανίζεται συμφωνία στο γεγονός ότι η ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού σχετίζεται και απειλείται από κινδύνους, η κατηγοριοποίηση αυτών διαφέρει και παρουσιάζει ιδιαίτερη ποικιλία. Ως εκ τούτου, η ίδια ποικιλία που διέπει τόσο την έννοια όσο και τους κινδύνους που απειλούν την ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού, εμφανίζεται και στις μεθοδολογίες μοντελοποίησης και αξιολόγησής της. Αυτή η ποικιλομορφία όχι μόνο δεν αφορά στο είδος των μεθοδολογιών, αλλά επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό το αντικείμενό τους, δυσχεραίνοντας τη διενέργεια συγκρίσεων και αξιολόγησης.

Οι κυριότερες μεθοδολογίες, όπως αναζητήθηκαν στη διεθνή βιβλιογραφία και στη συνέχεια κατηγοριοποιήθηκαν, αφορούν κύρια στην ανάπτυξη δεικτών, είτε απλών είτε σύνθετων, και στη χρήση πιθανοτικών προσεγγίσεων. Η χρήση δεικτών χρησιμοποιείται ευρέως για τη διερεύνηση της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού. Κάποιοι αποτελούν απλή έκφραση δεδομένων, όπως για παράδειγμα ο δείκτης εξάρτησης εισαγωγών Φ/Α, ο οποίος συνήθως ισούται με τις συνολικές εισαγωγές Φ/Α προς τη συνολική εγχώρια κατανάλωση Φ/Α. Άλλοι δείκτες είναι πιο πολύπλοκοι ενώ παράλληλα μπορεί να απαρτίζονται από πολλούς επί μέρους απλούς δείκτες, παίρνοντας τη μορφή ενός σύνθετου δείκτη.

Το κύριο πλαίσιο το οποίο εξετάζουν τόσο οι απλοί όσο και οι σύνθετοι δείκτες, κινείται στους άξονες της διαθεσιμότητας, προσβασιμότητας, προσιτότητας και αποδοχής της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού. Αναλύουν δηλαδή μεμονωμένα ή και σε συνδυασμό στοιχεία που σχετίζονται με τη γεωλογική ύπαρξη, γεωπολιτικά στοιχεία, οικονομικά στοιχεία καθώς και περιβαλλοντικά ή κοινωνικά στοιχεία.

Οι πιθανοτικές προσεγγίσεις αποτελούν πιο σύνθετες μεθοδολογίες, ενώ οι περισσότερες έχουν ως βάση εφαρμογής τους την οικονομική θεωρία. Είναι σε θέση να παρέχουν ένα μέτρο αποδοτικότητας, ενώ παράλληλα έχουν τη δυνατότητα της αξιόπιστης αναπαραγωγής της συμπεριφοράς ενός συστήματος. Τέλος, μέθοδοι – εφαρμογές του γραμμικού προγραμματισμού (Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων) και πολυκριτηριακές μέθοδοι (Πολυκριτήρια Θεωρία Χρησιμότητας) εμφανίζονται για την αξιολόγηση της αξιοπιστίας και των συνεπειών

των ενεργειακών συστημάτων και για τη μέτρηση της ενεργειακής ευαισθησίας αντίστοιχα.

Συνοψίζοντας, οι μεθοδολογίες ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού που θα αναλυθούν στη συνέχεια, μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

- Απλοί Δείκτες.
- Σύνθετοι Δείκτες.
- Πιθανοτικές Προσεγγίσεις.
- Άλλες Προσεγγίσεις.

Απλοί
Δείκτες

Η διαθεσιμότητα ενεργειακών αποθεμάτων σε μία χώρα αποτελεί άμεση ένδειξη της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού, γεγονός που δικαιολογεί τη χρησιμοποίησή της ως δείκτη. Κύρια αναφέρεται στη φυσική ύπαρξη εγχώρια ελεγχόμενων φυσικών πόρων για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών ενώ χρησιμοποιείται ως αποτελεσματική στρατηγική για την ελαχιστοποίηση κινδύνων και διακοπών [136]. Οι Kruyt et al. (2009) [26] χρησιμοποιούν τη διαθεσιμότητα ενεργειακών αποθεμάτων για την αξιολόγηση της μελλοντικής ασφάλειας εφοδιασμού κύρια όσον αφορά τη Δυτική Ευρώπη, ενώ παράλληλα, οι Martchamadol και Kumar (2012) [28] χρησιμοποιούν το συγκεκριμένο δείκτη για την αποτίμηση της ενεργειακής ασφάλειας της Ταϊλάνδης. Επιπλέον, η διαθεσιμότητα ενεργειακών αποθεμάτων ήταν ένας από τους 9 δείκτες που ανέπτυξαν οι Portugal-Pereira και Esteban (2014) [136] για την αξιολόγηση της ασφάλειας εφοδιασμού της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ιαπωνία, με διαφορετικά ενεργειακά χαρτοφυλάκια, μετά τα γεγονότα της 3/11 στη Φουκουσίμα. Τέλος, οι Sonacool και Mukherjee (2011) [137] στην ανάλυσή τους για τη δημιουργία πλαισίου ανάλυσης και αξιολόγησης εθνικών πολιτικών ενεργειακής ασφάλειας συμπεριλαμβάνουν τη διαθεσιμότητα των ενεργειακών αποθεμάτων ως βασικό δείκτη ο οποίος εμπεριέχει κύρια συστατικά της ασφάλειας εφοδιασμού και παραγωγής, της εξάρτησης και διαφοροποίησης.

Ο λόγος αποθεμάτων προς την παραγωγή (επίσης γνωστός ως R/P) έχει χρησιμοποιηθεί συχνά ως δείκτης της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού [138]. Ο συγκεκριμένος δείκτης υποδεικνύει τα εναπομείναντα χρόνια παραγωγής, σε τρέχοντα επίπεδα παραγωγής [26]. Οι Sonacool et al. (2011) [139] στην έρευνά τους για την κατασκευή ενός δείκτη για την αξιολόγηση και μέτρηση της απόδοσης πολιτικών ενεργειακής ασφάλειας σε Ηνωμένες Πολιτείες, ΕΕ, Αυστραλία, Νέα Ζηλανδία, Κίνα, Ινδία, Ιαπωνία, Νότια Κορέα και σε 10 χώρες που αποτελούν την Ένωση Κρατών της Νοτιο-Ανατολικής Ασίας (ASEAN – Association of Southeast Asian Nations) χρησιμοποίησαν το δείκτη R/P

τριών καυσίμων (πετρέλαιο, Φ/Α και άνθρακας), δεδομένου ότι, παρά τα όποια μειονεκτήματά του, τα οποία και θα συζητηθούν στο τέλος της ενότητας, στοχεύει άμεσα στον προσδιορισμό του αριθμού των ετών για τα οποία μπορεί να διατηρηθούν τα ίδια επίπεδα παραγωγής σύμφωνα με τα αποθέματα. Ακόμα, οι Yao και Chang (2014) [140] στη μελέτη τους για την κατασκευή ενός πλαισίου ποσοτικής αξιολόγησης βασιζόμενο στα στοιχεία της διαθεσιμότητας, εφαρμογής, προσιτότητας και αποδοχής της ενεργειακής ασφάλειας, χρησιμοποίησαν το δείκτη R/p , προκειμένου να διερευνήσουν τα αποθέματα άνθρακα με την πάροδο του χρόνου ενώ παράλληλα χρησιμοποιήθηκε και ως μέρος ομάδας δεικτών για την αξιολόγηση της ενεργειακής ασφάλειας χωρών [28]. Ο Sharifuddin (2014) [27] θεωρεί το δείκτη ως μέτρο της βιωσιμότητας πόρων, που αντικατοπτρίζει τη διάσταση της σταθερότητας της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού, ενώ οι Sonacooll και Mukherjee (2011) [137] θεωρούν το δείκτη μέτρο της ασφάλειας εφοδιασμού και παραγωγής, στα πλαίσια της διαθεσιμότητας.

Η διαφοροποίηση καυσίμων και γεωγραφικής πηγής θεωρείται σημαντικό μέτρο περιορισμού και στάθμισης των κινδύνων εφοδιασμού [26], [141], ενώ η διαφοροποίηση προμηθευτών αποτελεί μέτρο στάθμισης και μείωσης της αγοραστικής δύναμης των προμηθευτών, μειώνοντας τον κίνδυνο υψηλότερων τιμών και/ή κατώτερων προϊόντων και υπηρεσιών [26], [29]. Επιπλέον, η διαφοροποίηση στις πηγές προμήθειας μπορούν να μειώσουν την ευαισθησία σε διακοπές προμήθειας από συγκεκριμένη πηγή [142]. Για τις χώρες που εισάγουν ενέργεια, ένας υψηλός βαθμός διαφοροποίησης ενεργειακών εισαγωγών συνεπάγεται χαμηλότερο κίνδυνο ενεργειακών εισαγωγών [143]. Επομένως, η ύπαρξη ενός ποσοτικού μέτρου διαφοροποίησης, είτε καυσίμων και γεωγραφικής θέσης, είτε προμηθευτών αποτελεί ένδειξη της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού. Ο Stirling (1999) [144] υποστηρίζει ότι ένας δείκτης διαφοροποίησης είναι απαραίτητο να εμπεριέχει τρία βασικά στοιχεία: ποικιλία (ο αριθμός των κατηγοριών), ισορροπία (το εύρος ανάμεσα στις κατηγορίες) και ανομοιότητα (ο βαθμός στον οποίο οι κατηγορίες διαφέρουν μεταξύ τους). Με δεδομένο όμως ότι η ανομοιότητα είναι δύσκολο να οριστεί, οι δείκτες που συμπεριλαμβάνουν δύο από τα τρία στοιχεία της διαφοροποίησης, ονομάζονται δείκτες διαφοροποίησης διττής έννοιας (dual concept indices) [26]. Οι πιο συνηθισμένοι δείκτες μέτρησης της διαφοροποίησης είναι ο δείκτης Shannon (ή αλλιώς δείκτης Shannon Wiener) και ο δείκτης Herfindhal – Hirschman (HHI - ο οποίος συναντάται και ως δείκτης Simpson στην οικολογία) [141], [143], [145], [146]. Συγκεκριμένα, ο δείκτης Shannon εκφράζεται ως:

$$H = \sum_i p_i \ln p_i$$

Όπου το p_i αντιπροσωπεύει το μερίδιο του καυσίμου i στο ενεργειακό μείγμα, ή στο μερίδιο αγοράς του προμηθευτή i . Υψηλότερη τιμή του H

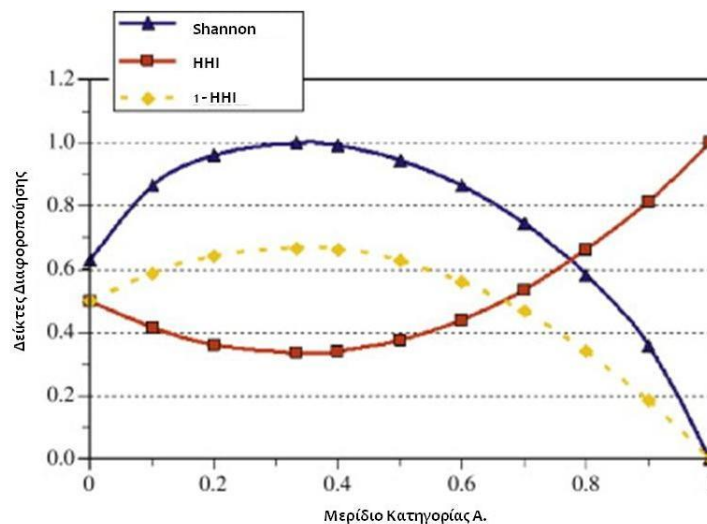
σημαίνει και ένα σύστημα περισσότερο διαφοροποιημένο, ενώ ο δείκτης αυξάνεται μονοτονικά, όσο αυξάνεται η ποικιλία και η ισορροπία.

Ο δείκτης HHI εκφράζεται ως:

$$D = \sum_i p_i^2$$

Όπου και σε αυτήν την περίπτωση το p_i εκφράζει το μερίδιο του καυσίμου i στο ενεργειακό μείγμα ή στο μερίδιο αγοράς του προμηθευτή i . Όσο χαμηλότερη είναι η τιμή του D τόσο πιο διαφοροποιημένο είναι το σύστημα. Συνήθως χρησιμοποιείται και ο αντίστροφος του D ώστε υψηλότερες τιμές του δείκτη να εκφράζουν και μεγαλύτερη διαφοροποίηση.

Όπως φαίνεται και από το Σχήμα III1 υψηλές τιμές για τον δείκτη Shannon υποδεικνύουν υψηλή διαφοροποίηση, υψηλές τιμές για τον HHI υποδεικνύουν χαμηλή διαφοροποίηση ενώ απεικονίζεται και ο αντίστροφός του (1-HHI).



Σχήμα III1. (Κανονικοποιημένος) Δείκτης Shannon, HHI

Πηγή: [26]

Η μέτρηση της εξάρτησης εισαγωγών αποτελεί έναν από τους πιο δημοφιλείς δείκτες της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού. Ο συγκεκριμένος δείκτης επιδέχεται διαφόρων ειδών διαφοροποιήσεις ανάλογα με τα καύσιμα ή/και τις περιοχές που χρησιμοποιούνται, οι οποίες μπορούν να εκφραστούν είτε με φυσικούς είτε με χρηματικούς όρους. Στην περίπτωση όμως της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού συνηθίζεται να λαμβάνονται υπόψη οι καθαρές εισαγωγές [26]. Για παράδειγμα η εξάρτηση των εισαγωγών Φ/Α μέσω αγωγών, ως βασικό συστατικό της ενεργειακής ασφάλειας, έχει αποτελέσει δείκτη για διάφορες μελέτες [132][147]. Επιπλέον, ο Gnasounou (2008) [40] στην προσπάθεια κατασκευής ενός σύνθετου δείκτη ενεργειακής ευαισθησίας, χρησιμοποιώντας 5 επιμέρους δείκτες, ορίζει την εξάρτηση

εισαγωγών πετρελαίου και Φ/Α (X_2) ως τη συνάρτηση μεταξύ «αναλογίας εισαγωγών πετρελαίου και Φ/Α προς τη συνολική προμήθεια πρωτογενούς ενέργειας (TPES – Total Primary Energy Supply)» (Y_2) και της «συγκέντρωσης σε πηγές προέλευσης πετρελαίου και Φ/Α» (Z_2).

$$Y_{2j} = \max\left(0, \frac{EI_j}{TPES_j}\right)$$

Όπου EI_j είναι οι καθαρές εισαγωγές Φ/Α και πετρελαίου από τη χώρα j θετικό αποτέλεσμα σημαίνει ότι η χώρα είναι καθαρός εισαγωγέας. Ο υπολογισμός του Z_2 εστιάζεται στους κινδύνους διακοπής για το πετρέλαιο και το Φ/Α, ενώ ο δείκτης εξάρτησης εισαγωγών πετρελαίου και Φ/Α υπολογίζεται $I_{2j} = \min(1, Z_{2j}, Y_{2j})$. Οι Röller et al. (2007) [148] και οι Zhang et al. (2013) [149] υπολογίζουν την εξάρτηση εισαγωγών διαιρώντας τις καθαρές ενεργειακές εισαγωγές με τη συνολική ενεργειακή κατανάλωση και χρησιμοποιούν το αποτέλεσμα ως στοιχείο ενός γενικότερου δείκτη ενεργειακής ασφάλειας.

Η πολιτική σταθερότητα στις προμηθεύτριες χώρες αποτελεί σημαντικό στοιχείο της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού, με δεδομένο ότι οι κυβερνήσεις ελέγχουν, είτε τον ενεργειακό εφοδιασμό καθεαυτό είτε τις συνθήκες κάτω από τις οποίες αυτός υλοποιείται [26]. Κάποιοι δείκτες πολιτικής σταθερότητας προσπαθούν να ορίσουν τους πολιτικούς κινδύνους, μέσω των αποτελεσμάτων άλλων πολιτικών, λιγότερο ή περισσότερο σχετικών [150]. Οι Frondel και Schmidt (2013) [151] χρησιμοποιούν την κατηγοριοποίηση κινδύνων του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ) για τον υπολογισμό της πιθανότητας πολιτικά προερχόμενων διακοπών ενεργειακού εφοδιασμού. Οι Löschel et al. (2010) [123] επίσης αναφέρονται στην κατηγοριοποίηση του ΟΟΣΑ αλλά τη χρησιμοποιούν μόνο ως μεσολαβητή προκειμένου να παρουσιάσουν ένα δείκτη ενεργειακής ασφάλειας ex-post. Οι Jansen et al. (2004) [141] βασίζονται στο δείκτη μακροπρόθεσμης κοινωνικό-πολιτικής σταθερότητας στο δείκτη ανθρώπινης ανάπτυξης (HDI – Human Development Indicator) του Αναπτυξιακού Προγράμματος Ηνωμένων Εθνών (UNDP – United Nations Development Programme). Ο Διεθνής Οδηγός Κινδύνου Χώρας (ICRG – International Country Risk Guide) (2014) [152] αποτελεί μέτρο σταθερότητας, λαμβάνοντας υπόψη πολιτικές και χρηματοοικονομικές διαστάσεις. Η δημιουργία του ICRG βασίζεται στην εκτίμηση διαφορετικών δεικτών πολιτικής σταθερότητας, ακολουθώντας μία υποκειμενική αξιολόγηση προκαθορισμένων ερωτήσεων. Αυτές οι ερωτήσεις καλύπτουν μεταξύ άλλων παραμέτρους όπως την κυβερνητική σταθερότητα, το επενδυτικό κλίμα, τη δημοκρατική ευθύνη και τον κίνδυνο εσωτερικών ή εξωτερικών συγκρούσεων [152]. Τόσο η πρώτη έκδοση του δείκτη του IEA (2004) [29], όσο και ο Gupta (2008) [30] εφαρμόζουν τον ICRG για τη μέτρηση της πολιτικής σταθερότητας των χωρών που εξαγωγή ενέργεια. Στη συνέχεια, στη δεύτερη έκδοση του δείκτη του IEA (2007) [132], [147], ο ICRG

αντικαθίσταται από τους Παγκόσμιους Δείκτες Διακυβέρνησης (WGI – Worldwide Governance Indicators) της Παγκόσμιας Τράπεζας (2007) [153], οι οποίοι χρησιμοποιούνται και από την Cabalu (2010) [41].

Οι δείκτες κινδύνου αγοράς σχετίζονται με την ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού, αφού υποδεικνύουν το μέγεθος των συνεπειών στην περίπτωση ενεργειακών ελλείψεων και εμφανίζουν την προσιτότητα λόγω της στενής τους συσχέτισης με τις δαπάνες για την ενέργεια [26], [30], [154]. Χαρακτηριστικός δείκτης αυτής της κατηγορίας αποτελεί η μέτρηση της ενεργειακής έντασης (energy intensity) ή της έντασης καυσίμου (fuel intensity), η οποία υπολογίζεται ως ο λόγος του εκάστοτε καταναλισκόμενου καυσίμου σε μία οικονομία προς το Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν (ΑΕΠ), σε συναλλαγματικές ισοτιμίες αγοράς [28], [30], [40], [140], [146], [154]. Η ενεργειακή ένταση ή ένταση καυσίμου παρουσιάζει την εξάρτηση της οικονομίας από την ενέργεια και άρα την ευαισθησία της σε τιμολογιακές μεταβολές. Η κατά κεφαλήν ενεργειακή κατανάλωση ή κατά κεφαλήν κατανάλωση καυσίμου αποτελεί επίσης ένα δημοφιλή δείκτη [28], [140], [154], ενώ παράλληλα άλλοι δείκτες υπολογίζουν το μερίδιο καυσίμου στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση [30] ή το μερίδιο καυσίμου ανά τομέα δραστηριότητας (π.χ. το μερίδιο πετρελαίου που χρησιμοποιείται στον τομέα των μεταφορών), υποδεικνύοντας έτσι τυχόν ευαισθησίες σε θέματα ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού [26].

Σύνθετοι Δείκτες

Μεγάλο μέρος των σύνθετων δεικτών που συναντώνται στη βιβλιογραφία βασίζονται στους δείκτες διαφοροποίησης HHI και Shannon [154]. Οι Blyth και Lefèvre (2004) [29] χρησιμοποίησαν τον HHI, εστιάζοντας στα χαρακτηριστικά των ενεργειακών προμηθευτών και τη διαθεσιμότητα καυσίμου στην προμηθεύτρια χώρα. Υποστηρίζουν ότι η αγορά κάθε χώρας καθορίζεται από τις δυνητικές εξαγωγές όλων των πιθανών, εξωτερικών προμηθευτών. Υπολογίζουν για κάθε καύσιμο το μερίδιο αγοράς κάθε προμηθευτή, στη συγκεκριμένη αγορά ενώ στη συνέχεια συνδυάζουν το δείκτη με τον πολιτικό κίνδυνο της προμηθεύτριας χώρας και με τη ρευστότητα της αγοράς (λόγος των συνολικών προμηθειών και της κατανάλωσης) [155]. Ο Gupta (2008) [30] εστιάζει στους κινδύνους που σχετίζονται με την εξωτερική προμήθεια πετρελαίου και κατασκευάζει το δείκτη συγκέντρωσης αγοράς πετρελαίου (GOMCR – Geopolitical Oil Market Concentration Risk). Χρησιμοποιεί τον HHI τροποποιημένο, βασισμένο δηλαδή στα μερίδια που διαθέτουν διαφορετικοί προμηθευτές στη συνολική ζήτηση μιας χώρας. Ο δείκτης GOMCR επιπλέον, ενσωματώνει τα κριτήρια της ρευστότητας αγοράς και της αυτάρκειας της χώρας. Στη συνέχεια, ο Gupta (2008) χρησιμοποιεί την Ανάλυση Κυρίων Συνιστωσών (PCA – Principal Component Analysis) προκειμένου, λαμβάνοντας υπόψη αφενός το δείκτη GOMCR, αφετέρου επιπλέον 6 δείκτες σχετικούς τόσο με τους κινδύνους αγοράς όσο και με τους κινδύνους προμήθειας, να παράγει ένα δείκτη ευαισθησίας πετρελαίου για τις χώρες που εισάγουν πετρέλαιο. Ακόμα, οι Frondel και Schmidt (2008) [31] υιοθετούν την

προσέγγιση ΗΗΙ, βασίζοντας το σύνθετο δείκτη μέτρησης της ενεργειακής ασφάλειας τους στο μερίδιο που κατέχουν όλοι οι προμηθευτές στον εγχώριο ενεργειακό εφοδιασμό, συμπεριλαμβάνοντας και το κριτήριο της πολιτικής σταθερότητας. Επιπλέον, οι Le Coq και Paltseva (2009) [155] στην προσπάθειά τους να μετρήσουν τη συνεισφορά κάθε κράτους-μέλους της ΕΕ στο συνολικό κίνδυνο της ΕΕ, μέσω της κατασκευής ενός σύνθετου δείκτη «εξωτερικού ενεργειακού εφοδιασμού υπό κίνδυνο», υπολογίζουν τη διαφοροποίηση του ενεργειακού χαρτοφυλακίου της κάθε χώρας με τη χρήση του ΗΗΙ, διευρύνοντας στη συνέχεια την ομάδα κινδύνων που αναγνωρίστηκαν από το δείκτη. Παράλληλα, οι Le Coq και Paltseva (2009) [155] συμπεριλαμβάνουν μεσολαβητές όπως ο κίνδυνος μεταφοράς και η ενεργειακή υποκατάσταση.

Οι Jansen et al. (2004) [141] χρησιμοποίησαν το δείκτη Shannon ως την καρδιά του σύνθετου δείκτη τους για τη μακροπρόθεσμη ενεργειακή ασφάλεια. Εφάρμοσαν ένα συνδυασμένο δείκτη Shannon ο οποίος λαμβάνει υπόψη του τόσο τη διαφοροποίηση καυσίμου όσο και τη διαφοροποίηση των προμηθευτών στο μερίδιο εισαγωγών κάθε καυσίμου. Σε αυτούς τους προμηθευτές αποδόθηκε επίσης και ένας παράγοντας πολιτικής σταθερότητας σύμφωνα με τον δείκτη HDI. Ακόμα, η Neumann (2004) [156], [157] υπολογίζει τη διαφοροποίηση των προμηθευτών χρησιμοποιώντας το δείκτη Shannon και στη συνέχεια τον προσαρμόζει στην ενδογενή παραγωγή και την πολιτική σταθερότητα της προμηθεύτριας χώρας. Τέλος, ο δείκτης Shannon χρησιμοποιείται για την κατασκευή ενός δείκτη μη διαφοροποίησης καυσίμων (στον τομέα των μεταφορών), ο οποίος εφαρμόζεται στη μέτρηση της ευαισθησίας τόσο της ΕΕ σε ενεργειακές κρίσεις [146], όσο και των βιομηχανικών κρατών [40]. Επιπλέον, για την αποσυσχέτιση των επιμέρους δεικτών (ενεργειακή ένταση του ΑΕΠ – Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν, λόγος των σχετικών με την ενέργεια εκπομπών CO₂ προς τη συνολική πρωτογενή ενεργειακή προμήθεια, ευαισθησία της προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας, μη διαφοροποίηση στα καύσιμα μεταφορών) χρησιμοποιείται και πάλι η PCA [40].

Η ανθεκτικότητα όμως μίας κοινωνίας σε αιφνιδιασμούς της προμήθειας ενέργειας δεν καθορίζεται μόνο από τη διαφοροποίηση των εξωτερικών προμηθειών και άλλων μη εγχώριων θεμάτων προμήθειας. Η δομή και ένταση της εγχώριας (περιφερειακής) ζήτησης ενεργειακών υπηρεσιών, η ελαστικότητα των προμηθειών σε διαφορετικές κατηγορίες ενεργειακών υπηρεσιών, η εγχώρια εφοδιαστική αλυσίδα, η υποδομή μετατροπής καθώς και το φυσικό περιβάλλον επηρεάζουν τις κοινωνικές ανάγκες για καύσιμα και αποτελούν μέρος της εξίσωσης της ασφάλειας εφοδιασμού [131]. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο οι Scheepers et al. (2007) [158] κατασκεύασαν το δείκτη Προμήθειας/Ζήτησης (S/D – Supply/Demand Index) προκειμένου να καλύψει τις διαστάσεις της ζήτησης, προμήθειας, μετατροπής και μεταφοράς ενέργειας μεσο-μακροπρόθεσμα. Οι τιμές κάθε διάστασης καθορίζονται από κανόνες

βαθμολόγησης, οι οποίοι αποτελούν απλές συναρτήσεις μεριδίων, προέλευσης εφοδιασμού, αποδοτικότητας, παράγοντες αποθεματικών, δυναμικότητας δικτύου καθώς και μεταξύ άλλων, δυναμικότητας διύλισης και αποθήκευσης. Προκειμένου να εξυπηρετηθεί η έννοια της διαφάνειας, οι συναρτήσεις είναι σκόπιμα απλές, δηλαδή είναι κυρίως γραμμικές, ενώ οι παράγοντες σταθμίζονται βάσει κρίσεων εμπειρογνομόνων [26]. Ο δείκτης S/D έχει υιοθετηθεί από την Ιρλανδία και την Ολλανδία [159], [160], ενώ παράλληλα το Κέντρο Καθαρού Άνθρακα (Clean Coal Centre) του IEA χρησιμοποίησε το δείκτη S/D για την αξιολόγηση του ρόλου του άνθρακα στην ενεργειακή ασφάλεια [131], [161].

Επιπρόσθετα, στο πλαίσιο υλοποίησης του Ευρωπαϊκού έργου «REACCESS - Risk of Energy Availability: Common Corridors for Europe Supply Security», το οποίο χρηματοδοτήθηκε από το 7^ο Πρόγραμμα Πλαίσιο (FP7), κατασκευάστηκε ο δείκτης κοινωνικό-οικονομικού κίνδυνου της ασφάλειας εφοδιασμού (r_{se} - Socio Economic Risk Index) [162]. Ο συγκεκριμένος δείκτης λαμβάνει υπόψη του 4 κατηγορίες κινδύνου του ενεργειακού εφοδιασμού. Συγκεκριμένα, προσμετρούνται α) οικονομικοί παράγοντες (συμπεριλαμβάνοντας όλες τις οικονομικές μεταβλητές με πραγματική ή δυνητική επιρροή στα ενεργειακά ζητήματα), β) ενδογενείς παράγοντες ενέργειας, γ) πολιτικοί παράγοντες (όπου πολιτικές αποφάσεις οποιουδήποτε οικονομικού ή κοινωνικού συντελεστή είναι πιθανό να επηρεάσουν τη λειτουργία του ενεργειακού συστήματος) και δ) κοινωνικοί παράγοντες (περιλαμβάνοντας μεταβλητές προερχόμενες από τις συνθήκες διαβίωσης, την κοινωνική ευημερία και τις πολιτιστικές αξίες της εκάστοτε χώρας ή περιοχής) [163]. Για κάθε παράγοντα κινδύνου διενεργήθηκε επαναληπτική Παραγοντική Ανάλυση (FA – Factor Analysis), προκειμένου να εξαχθεί ο κοινός παράγοντας ανά κατηγορία ενώ στη συνέχεια όλοι οι παράγοντες συναθροίστηκαν στον τελικό κοινωνικό-οικονομικό δείκτη ανά χώρα. Ο τελικός κοινωνικό-οικονομικός δείκτης είναι σε θέση να παρουσιάσει ουσιαστικά τον κίνδυνο του ενεργειακού εφοδιασμού (οικονομική, ενεργειακή, πολιτική και κοινωνική διάσταση) για οποιαδήποτε χώρα που λαμβάνει μέρος στον ενεργειακό εφοδιασμό της ΕΕ, είτε ως προμηθεύτρια είτε ως προμηθευόμενη. Στη συνέχεια και με σκοπό να υπολογιστεί ο κίνδυνος ενεργειακού εφοδιασμού σε επίπεδο ενεργειακής διαδρομής $R(c)$ (corridor risk), προτάθηκαν ποικίλοι τρόποι βελτιστοποίησης, από τους οποίους επικράτησε η εναλλακτική της συνάθροισης των τιμών r_{se} , των χωρών που σχηματίζουν την εκάστοτε ενεργειακή διαδρομή [163]. Ο κοινωνικό-οικονομικός δείκτης ενεργειακού εφοδιασμού έχει χρησιμοποιηθεί στα πλαίσια του REACCESS για τη μέτρηση του κινδύνου των χωρών που συμμετέχουν στον εφοδιασμό πετρελαίου και Φ/Α της Ελλάδας, καθώς και την μετέπειτα αξιολόγηση των διαδρομών προμήθειας [164]. Επιπλέον, οι Doukas et al. (2011) [145] τον χρησιμοποίησαν για την αξιολόγηση των ενεργειακών διαδρομών της

Ελλάδας σύμφωνα με τη θεωρία των γράφων. Τέλος στο συγκεκριμένο δείκτη βασίστηκε η δημιουργία ενός διαδικτυακού εργαλείου που δίνει τη δυνατότητα αξιολόγησης του κοινωνικό-οικονομικού κινδύνου του ενεργειακού εφοδιασμού για 158 χώρες, καθώς και την αξιολόγηση κινδύνου προσαρμοσμένων ενεργειακών διαδρομών [1].

Πιθανοτικές
Προσεγγίσεις

Η χρήση των πιθανοτικών προσεγγίσεων για τη μέτρηση του κινδύνου εφοδιασμού στηρίχθηκε κατά κύριο λόγο στη θεωρία Μέσης Διακύμανσης Χαρτοφυλακίου (MVP – Mean Variance Portfolio theory). Η MVP αναπτύχθηκε αρχικά σε σχέση με τους χρηματοοικονομικούς τίτλους και εφαρμόστηκε ευρέως στο χρηματοπιστωτικό κλάδο και έχει τη βάση της στη δημιουργική δουλειά του Markowitz [32]. Η θεωρία MVP έχει εφαρμοστεί στα μείγματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας [33], [34] και στο ευρύτερο ενεργειακό σύστημα [35], λαμβάνοντας υπόψη όχι μόνο τα μοναδιαία κόστη παραγωγής αλλά επίσης τη διακύμανση στα κόστη καυσίμων και τις συσχετίσεις ανάμεσα στα διαφορετικά κόστη καυσίμων. Η ανάλυση χαρτοφυλακίου παρέχει ένα «μέτρο αποδοτικότητας», ένα όριο στον τομέα κόστους-κινδύνου πέρα από το οποίο τα χαρτοφυλάκια (ενεργειακών) επενδύσεων δεν μπορούν να είναι λιγότερο κοστοβόρα χωρίς να αυξάνεται ο κίνδυνός τους και αντίστροφα [26]. Η απόδοση ενός απλού χαρτοφυλακίου (π.χ. δύο τεχνολογιών) δίνεται από τον εξής τύπο [34], [165]:

$$E(\mathbf{r}_p) = x_1 E(\mathbf{r}_1) + x_2 E(\mathbf{r}_2)$$

Όπου $E(\mathbf{r}_p)$ είναι η αναμενόμενη απόδοση χαρτοφυλακίου το x_i αποτελεί το μερίδιο του στοιχείου (τεχνολογίας) στο χαρτοφυλάκιο και το $E(\mathbf{r}_1)$ αντιστοιχεί στην αναμενόμενη απόδοση του στοιχείου i . Συγκεκριμένα, ο μέσος όλων των πιθανών αποτελεσμάτων, σταθμισμένος από την πιθανότητα εμφάνισης εκφράζεται για παράδειγμα: για το στοιχείο i : $E(\mathbf{r}_i) = \sum p_i r_i$, όπου p_i είναι η πιθανότητα εμφάνισης του αποτελέσματος i και r_i η απόδοση με βάση το συγκεκριμένο αποτέλεσμα. Ο κίνδυνος αποτελεί συνάρτηση των μεμονωμένων κινδύνων των στοιχείων, καθώς και της συσχέτισής τους:

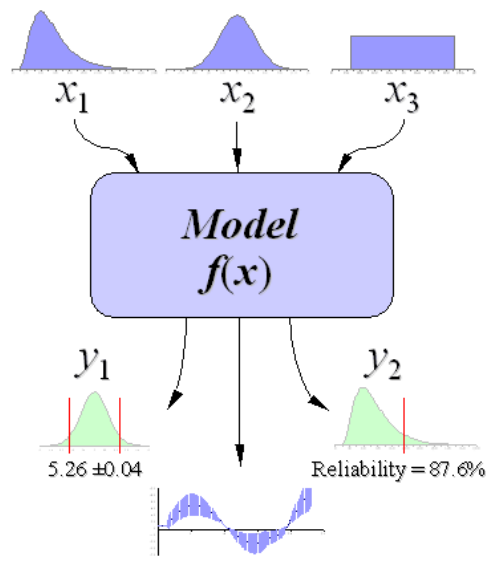
$$\sigma_p = \sqrt{x_1^2 \sigma_1^2 + x_2^2 \sigma_2^2 + 2x_1 x_2 \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2}$$

Όπου ρ_{12} είναι ο συντελεστής συσχέτισης ανάμεσα σε δύο ροές απόδοσης και σ_i η σταθερή απόκλιση των περιοδικών αποδόσεων του στοιχείου i .

Επιπλέον, με βάση τις πιθανοτικές προσεγγίσεις, η θεωρία προσομοίωσης Monte Carlo έχει χρησιμοποιηθεί συχνά σε περιπτώσεις όπου το μοντέλο είναι σύνθετο, μη γραμμικό ή εμπεριέχει πληθώρα αβέβαιων παραμέτρων [145], καθώς στόχος της θεωρίας είναι η αξιόπιστη αναπαραγωγή της συμπεριφοράς ενός πραγματικού συστήματος. Αποτελεί μέθοδο η οποία χρησιμοποιείται για την ανάλυση της διασποράς κινδύνου καθώς και σε περιπτώσεις όπου ζητούμενο

αποτελεί ο προσδιορισμός πώς οι τυχαίες μεταβολές, η έλλειψη γνώσεων ή τα σφάλματα επηρεάζουν την ευαισθησία, απόδοση ή την αξιοπιστία του συστήματος, υπό μοντελοποίηση [32], [36], [37]. Ουσιαστικά, οι εκτιμήσεις της Monte Carlo βασίζονται στην ερμηνεία της σχετικής συχνότητας των πιθανοτήτων [166]. Σύμφωνα με τον Tranter (2005) [167] το πρώτο βήμα προς τον προσδιορισμό της συχνότητας είναι να καθοριστεί ένα τυχαίο πείραμα και ένα ενδιαφέρον γεγονός. Ως τυχαίο πείραμα θεωρείται το πείραμα του οποίου το αποτέλεσμα δεν μπορεί να προβλεφθεί επακριβώς αλλά μπορεί να προσδιοριστεί στατιστικά, ενώ ως γεγονός νοείται ένα αποτέλεσμα ή σειρά αποτελεσμάτων σχετικών με το τυχαίο πείραμα. Η Monte Carlo εκτελεί το τυχαίο πείραμα επαναλαμβανόμενες φορές. Η πιθανότητα εκδήλωσης του γεγονότος προσεγγίζεται από τη σχετική συχνότητα του γεγονότος και εξασφαλίζεται από την αναπαραγωγή του τυχαίου πειράματος άπειρες φορές [4]. Συνοπτικά, η διαδικασία μοντελοποίησης με τη μέθοδο Monte Carlo (Σχήμα III2) αποτελείται από 5 βασικά βήματα:

- Δημιουργία ενός μοντέλου της μορφής $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$.
- Επιλογή του συνόλου των τυχαίων εισόδων $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}$.
- Αξιολόγηση του μοντέλου και αποθήκευση της εξόδου στο y_i .
- Επανάληψη των βημάτων 2 και 3 όσες φορές χρειαστεί (για $i = 1$ έως k).
- Ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιώντας στατιστικά εργαλεία.



Σχήμα III2. Μοντελοποίηση Monte Carlo

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά της Monte Carlo είναι οι αιτίες που χρησιμοποιείται συχνά, προκειμένου να ληφθεί υπόψη ο μεγάλος βαθμός αβεβαιότητας που διέπει το κόστος διακοπής παροχής ηλεκτρικής ενέργειας, εξαιτίας των διαφορετικών αναγκών και

εξαρτήσεων τόσο των τελικών οικιακών καταναλωτών [168], όσο και των μη οικιακών καταναλωτών [169]. Τέλος, η στοχαστική φύση των ενεργειακών συστημάτων καθιστά τη Monte Carlo κατάλληλη για την αξιολόγηση της αξιοπιστίας τους, όπως για παράδειγμα α) η αξιολόγηση της αξιοπιστίας του δικτύου Φ/Α και ηλεκτρικής ενέργειας της Μεγάλης Βρετανίας, κατά τη διάρκεια μίας εβδομάδας στα μέσα του χειμώνα, για το έτος 2020, σε όρους πιθανότητας απώλειας φορτίου και αναμενόμενης μη εξυπηρετούμενης ενέργειας [170], β) η αξιολόγηση της αξιοπιστίας της παραγωγής ενέργειας στην ενεργειακή αγορά [171] και γ) η αξιολόγηση της προμήθειας ενέργειας και συνεχόμενης παροχής υπηρεσιών σε ένα δίκτυο διανομής [172].

Άλλες
Προσεγγίσεις

Μία προσέγγιση που έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως σε μελέτες σχετικές με την ενέργεια και το περιβάλλον είναι η Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων (DEA – Data Envelopment Analysis) [173]. Η DEA αποτελεί ενδιαφέρουσα εφαρμογή του γραμμικού προγραμματισμού και χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της σχετικής απόδοσης ομάδας οντοτήτων, οι οποίες συνήθως αναφέρονται ως μονάδες λήψης αποφάσεων (DMU – Decision Making Units) και οι οποίες χρησιμοποιούν πανομοιότυπα δεδομένα για την εξαγωγή πανομοιότυπων αποτελεσμάτων. Η βασική μεθοδολογία της DEA βασίζεται στην παραδοχή ότι υπάρχουν n DMU και ότι κάθε DMU μετατρέπει I δεδομένα σε J αποτελέσματα. Συγκεκριμένα, έστω ότι η m DMU παράγει y_{jm} αποτελέσματα, χρησιμοποιώντας x_{im} δεδομένα. Για τη μέτρηση της αποδοτικότητας αυτής της διαδικασίας μετατροπής, προτείνεται το παρακάτω κλασματικό μοντέλο μαθηματικού προγραμματισμού. Η αντικειμενική συνάρτηση του μοντέλου μεγιστοποιεί το λόγο των σταθμισμένων αποτελεσμάτων και των σταθμισμένων δεδομένων της εκάστοτε DMU, με τον περιορισμό ότι οι όμοιοι λόγοι όλων των DMU θα είναι μικρότεροι ή ίσοι με τη μονάδα [174].

$$\max \frac{\sum_{j=1}^J v_{jm} y_{jm}}{\sum_{i=1}^I u_{im} x_{im}} \text{ υπόκειται σε } 0 \leq \frac{\sum_{j=1}^J v_{jm} y_{jn}}{\sum_{i=1}^I u_{im} x_{in}} \leq 1; n = 1, 2, \dots, N \quad v_{jm}, u_{im} \geq \epsilon; i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J$$

Όπου το i αντιστοιχεί στα δεδομένα, το j στα αποτελέσματα και το n σε κάθε DMU. Οι μεταβλητές v_{jm} και u_{im} αποτελούν τα βάρη προς καθορισμό από το παραπάνω μαθηματικό πρόγραμμα. Ο όρος ϵ αναλογεί σε έναν αυθαίρετο, μικρό, θετικό αριθμό ο οποίος εισάγεται προκειμένου να διασφαλίσει ότι όλα τα γνωστά δεδομένα και αποτελέσματα έχουν θετικές σταθμισμένες τιμές. Η m DMU αποτελεί τη βάση του παραπάνω μοντέλου. Η βέλτιστη τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης αντιστοιχεί στη βαθμολογία αποδοτικότητας DEA η οποία αποδίδεται στην m DMU. Αν η βαθμολογία αποδοτικότητας είναι 1 (ή 100%) η m DMU ικανοποιεί την απαραίτητη συνθήκη ώστε να είναι αποδοτική κατά DEA. Ειδάλλως δεν είναι αποδοτική κατά DEA [174].

Έτσι, η DEA έχει χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση της

αποδοτικότητας του πετρελαίου και του Φ/Α σε όρους χρήσης και εξάρτησης, χρησιμοποιώντας μεταβλητές όπως η παραγωγή, κατανάλωση και τα βεβαιωμένα αποθέματα πετρελαίου και Φ/Α [175]. Τέλος, η DEA εφαρμόστηκε για την αξιολόγηση της ασφάλειας εισαγωγών πετρελαίου στην αλυσίδα εφοδιασμού αλλά και για την αναγνώριση των κύριων παραγόντων κινδύνου, οι οποίοι επηρεάζουν την ασφάλεια εισαγωγών πετρελαίου, σε διάφορες περιόδους [149].

Παράλληλα, η Πολυκριτήρια Θεωρία Χρησιμότητας (MAUT - Multi Attribute Utility Theory) έχει χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση της αξιοπιστίας και των συνεπειών των ενεργειακών συστημάτων [176], με δεδομένο ότι η συγκεκριμένη θεωρία θεωρείται κατάλληλη για την αντιμετώπιση προβλημάτων με υψηλή αβεβαιότητα [177]. Κύριος στόχος της MAUT είναι η μοντελοποίηση και απεικόνιση του συστήματος προτίμησης του αποφασίζοντος μέσω μίας συνάρτησης χρησιμότητας U , η οποία συνδυάζει όλα τα επιμέρους κριτήρια αξιολόγησης. Η βασική μεθοδολογία βασίζεται στα παρακάτω βήματα [178], [179]:

- Προσδιορισμός της συνάρτησης χρησιμότητας, των επιμέρους συναρτήσεων και των κριτηρίων τους.
- Αξιολόγηση των βαρών των κριτηρίων.
- Υπολογισμός της συνολικής χρησιμότητας – προτιμότερη απόφαση – με τη χρήση βαρών.
- Ανάλυση ευαισθησίας για να διερευνηθεί πώς η μεταβολή στην τιμή ή στο βάρος ενός κριτηρίου, επηρεάζει τη συνολική συνάρτηση χρησιμότητας.

Γενικά, οι επιμέρους συναρτήσεις μερικών χρησιμοτήτων των κριτηρίων είναι μη γραμμικές και αναπαριστούν την αξία των εναλλακτικών ενεργειών, σύμφωνα με το σύστημα προτιμήσεων / αξιών του αποφασίζοντος. Η πιο συνηθισμένη συνάρτηση χρησιμότητας είναι η προσθετική:

$$U(z_1, \dots, z_n) = p_1 u_1(z_1) + \dots + p_n u_n(z_n)$$

Όπου z_1, \dots, z_n είναι τα επιμέρους κριτήρια, p_1, \dots, p_n αποτελούν τα βάρη των κριτηρίων, $u_1(z_1), \dots, u_n(z_n)$ τις επιμέρους συναρτήσεις χρησιμότητας και τέλος $U(z_1, \dots, z_n)$ αποτελεί τη συνολική συνάρτηση χρησιμότητας. Γίνεται η παραδοχή ότι ισχύει προτιμησιακή ανεξαρτησία των κριτηρίων αξιολόγησης [180]. Αντικείμενο της MAUT είναι ο προσδιορισμός μιας συνολικής συνάρτησης χρησιμότητας και των ιδιοτήτων της. Οι εναλλακτικές ενέργειες ιεραρχούνται ανάλογα με την τιμή που προσδίδουν στη συνολική συνάρτηση χρησιμότητας [180].

Η MAUT έχει χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση της ενεργειακής ευαισθησίας υπολογίζοντας σύνθετες βαρύτητες γενικών στόχων [145],

καθώς και για την ανάλυση των υποδομών μελλοντικής προμήθειας ενέργειας σε περιοχή της Νορβηγίας [181]. Ο McDaniel (1996) [182] χρησιμοποιεί τις τεχνικές εξαγωγής της MAUT στην προσέγγισή του για την ανάπτυξη ενός «δείκτη περιβαλλοντικών συνεπειών», για την αξιολόγηση της σημασίας των περιβαλλοντικών συνεπειών σε δραστηριότητες στρατηγικού σχεδιασμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Έξι βήματα ακολουθήθηκαν: α) η κατασκευή των παραγόντων που καθορίζουν την ελαχιστοποίηση των δυσμενών επιπτώσεων στο περιβάλλον, β) ο καθορισμός των μέτρων απόδοσης ή κριτηρίων για τους παράγοντες, γ) η επαλήθευση της συνάφειας των υποθέσεων σχετικά με τη βασική μορφή του μοντέλου αξιολόγησης του δείκτη, δ) η διερεύνηση της αξίας των συμβιβασμών μεταξύ ζευγών παραγόντων, ε) η εξέταση των μονοκριτηριακών συναρτήσεων χρησιμότητας, και στ) η κατασκευή της συνάρτησης χρησιμότητας. Οι McCarthy et al. (2007) [183] εφάρμοσαν την MAUT για την αξιολόγηση της αξιοπιστίας των ενεργειακών συστημάτων προμήθειας σε όρους επάρκειας και ασφάλειας αποσυνθέτοντας το ενεργειακό σύστημα σε τρεις λειτουργικούς τομείς: την πρωτογενή προμήθεια ενέργειας, την επεξεργασία και μετατροπή ενέργειας και τέλος τη μεταφορά. Ουσιαστικά, χρησιμοποίησαν την MAUT για την αξιολόγηση της επάρκειας και ασφάλειας σε κάθε ένα λειτουργικό τομέα, σύμφωνα με μία σειρά κριτηρίων.

Τέλος, η θεωρία των γράφων χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση των ενεργειακών διαδρομών πετρελαίου και Φ/Α της Ελλάδας [145]. Η συγκεκριμένη προσέγγιση είχε ως αντικειμενικό σκοπό την αναγνώριση των διαδρομών με τον μικρότερο κίνδυνο, προσφέροντας παράλληλα τη μέγιστη δυνατή ροή. Χρησιμοποιήθηκαν δύο αλγόριθμοι:

Ο αλγόριθμος μέγιστης ροής προσπαθεί να προσδιορίσει τη μέγιστη ροή από έναν κόμβο – πηγή s προς έναν άλλο κόμβο t , χωρίς να παραβιάζει τους περιορισμούς του συστήματος, $\mathbf{0} \leq \mathbf{x}_{ij} \leq \mathbf{u}_{ij}, \forall (i, j) \in \mathbf{A}$. Αν v αποτελεί την ποσότητα προϊόντος που μεταφέρεται από τον κόμβο – πηγή s προς τον κόμβο t και x_{ij} η ποσότητα ροής από την ακμή i στην ακμή j , b_i η καθαρή ροή από τον κόμβο i και c_{ij} το κόστος μεταφοράς κάθε μονάδας προϊόντος, τότε το πρόβλημα μέγιστης ροής ορίζεται μέσω μεγιστοποίησης του v , με τους εξής περιορισμούς:

$$\sum_j x_{ij} - \sum_k x_{ki} = \begin{cases} v, & \text{αν } i = s \\ -v, & \text{αν } i = t \\ 0, & \text{σε άλλη περίπτωση} \end{cases}$$

Ο αλγόριθμος της συντομότερης διαδρομής προκύπτει όταν μία μονάδα προϊόντος πρέπει να σταλεί από τον κόμβο – πηγή s προς έναν άλλο κόμβο t , με το χαμηλότερο κόστος. Ένα τέτοιου είδους πρόβλημα θεωρείται όταν $\mathbf{u}_{ij} = \infty \forall (i, j) \in \mathbf{A}, \mathbf{b}_i = \mathbf{0}, \forall i \in \mathbf{V} - \{s, t\}$, όπου $\mathbf{b}_s = \mathbf{1}$ και $\mathbf{b}_t = -\mathbf{1}$. Το συγκεκριμένο πρόβλημα αντιστοιχεί στον καθορισμό της συντομότερης διαδρομής ανάμεσα σε έναν κόμβο s προς έναν άλλο

κόμβο t , εντός δικτύου, όπου $c_{ij} \geq 0$ είναι η απόσταση της ακμής (i, j) και ορίζεται ως $\min z(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=i}^n c_{ij} x_{ij}$ με:

$$\sum_j x_{ij} - \sum_k x_{ki} = \begin{cases} 1, \text{αν } i = s \\ -1, \text{αν } i = t \\ 0, \text{σε άλλη περίπτωση} \end{cases}, x_{ij} \geq 0, \forall (i, j) \in A$$

Σύμφωνα με τους παραπάνω αλγόριθμους προέκυψαν σημαντικά αποτελέσματα σχετικά με τις διαδρομές προμήθειας Φ/Α και πετρελαίου της Ελλάδας και με τη μείωση των κινδύνων αυτών.

Συμπεράσματα Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι σημαντικές προσπάθειες έχουν γίνει σε σχέση με τη μέτρηση και αξιολόγηση της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού.

Σε ότι αφορά στην ανάπτυξη δεικτών, το παραπάνω πλαίσιο υποδεικνύει ότι συγκεκριμένοι δείκτες αντιμετωπίζουν και αναφέρονται σε μεμονωμένα στοιχεία της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού (απλοί δείκτες), ενώ άλλοι προσπαθούν να συλλάβουν πληθώρα σχετικών στοιχείων (σύνθετοι δείκτες), με συνέπεια οι περισσότεροι δείκτες είναι πολύτιμοι σε συγκεκριμένες συνθήκες και όρους. Η διαθεσιμότητα ενεργειακών αποθεμάτων, παρότι πολύτιμη και εν δυνάμει άμεσος δείκτης της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού, διέπεται από μεγάλη αβεβαιότητα, αναφορικά με τα διαθέσιμα στοιχεία και τη δυνατότητα εξόρυξης [26]. Ο λόγος αποθεμάτων προς την παραγωγή παρότι εύκολος στην ερμηνεία του, ενέχει τον κίνδυνο της υπεραπλούστευσης, (ιδιαίτερα σε περιπτώσεις ταχείας μεταβολής της ζήτησης) ή/και υψηλής αβεβαιότητας στην πρόβλεψη αποθεματικών. Οι δείκτες διαφοροποίησης καυσίμων, παρόλο που ποσοτικοποιούν τη διαφοροποίηση στον ενεργειακό εφοδιασμό, χαρακτηρίζονται από υποκειμενικότητα, κυρίως εξαιτίας της έλλειψης του στοιχείου της ανομοιότητας ενώ μεμονωμένα δεν είναι σε θέση να αντικατοπτρίσουν τις πολλαπλές διαστάσεις της ενεργειακής ασφάλειας [27]. Επίσης, η εξάρτηση των εισαγωγών αποτελεί έναν πολύ άμεσο και διορατικό δείκτη, όμως η μεμονωμένη μελέτη του μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένα συμπεράσματα. Για παράδειγμα οι συνέπειες ενός μεγάλου δείκτη εξάρτησης εισαγωγών μπορεί να αμβλύνονται από επαρκή διαφοροποίηση καυσίμων. Επιπλέον, μπορεί να αποτελέσει αντικείμενο συζήτησης κατά πόσο ο δείκτης πολιτικής σταθερότητας αναφέρεται στην αντικειμενική σταθερότητα ενός καθεστώτος ή στην προθυμία διενέργειας εμπορικών συναλλαγών ή παύσης αυτών, σε συγκεκριμένα καθεστώτα. Τέλος, οι δείκτες κινδύνου αγοράς ενώ υποδεικνύουν την εξάρτηση της οικονομίας από την ενέργεια και άρα και την ευαισθησία της σε τιμολογιακές μεταβολές, δεν μπορούν να μελετώνται απομονωμένα. Άλλωστε, σύμφωνα με τους Van der Linde et al. (2004) [184] ο ενεργειακός εφοδιασμός είναι υποκείμενος στην μακροοικονομική αστάθεια των χωρών παραγωγής, την κοινωνικοπολιτική αστάθεια των χωρών/περιοχών παραγωγής και την

ανεπάρκεια των κυβερνήσεων.

Οι σύνθετοι δείκτες εστιάζουν κυρίως στη μέτρηση της ασφάλειας της εξωτερικής προμήθειας ενέργειας και άρα απεικονίζουν καλύτερα την υποκείμενη πολυπλοκότητα. Επιπλέον, λαμβάνουν υπόψη τους πολύ περισσότερους συγκεκριμένους παράγοντες, που σχετίζονται άμεσα με την ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού. Όμως, ενέχουν τον κίνδυνο η ισορροπία μεταξύ των παραμέτρων που λαμβάνουν υπόψη τους να υπόκειται σε κάποια αυθαιρεσία. Για παράδειγμα, η ισορροπία μεταξύ των παραμέτρων της συγκέντρωσης προμηθειών και της πολιτικής σταθερότητας στο δείκτη των Blyth και Lefevre (2004) [29] μπορεί να χαρακτηριστεί αυθαίρετη. Επιπρόσθετα, σε ένα πιο θεωρητικό επίπεδο η κατάταξη της συγκέντρωσης προμηθειών ως κύριος δείκτης της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού απορρέει από συγκεκριμένες αντιλήψεις σταθερής εμπιστοσύνης στη λειτουργία των (ελεύθερων) ενεργειακών αγορών [26]. Ο Gupta (2008) [30], μπορεί να μειώνει την υποκειμενικότητα που θα προέκυπτε από τον καθορισμό βαρών, σύμφωνα με την κρίση εμπειρογνομόνων, με τη χρήση της PCA, αλλά η εκτίμηση της στατιστικής διακύμανσης για τη λήψη μελλοντικών προβλέψεων μπορεί να οδηγήσει σε αμφισβήτηση της ευρωστίας του δείκτη. Παράλληλα, ο δείκτης των Frondel και Schmidt (2008) [31] παρότι χαρακτηρίζει το συνολικό κίνδυνο εξάρτησης μίας χώρας από τις εισαγωγές ορυκτών καυσίμων, προσθέτοντας και το κριτήριο της πολιτικής σταθερότητας, δεν λαμβάνει καθόλου υπόψη του παράγοντες όπως η δυνατότητα υποκατάστασης καυσίμων και διαφοροποίησης των προμηθευτών. Οι Le Coq και Paltseva (2009) [155] παρότι συμπεριλαμβάνουν στοιχεία όπως η ευκολία μετάβασης από τον έναν προμηθευτή στον άλλο, ο οικονομικός αντίκτυπος μίας διακοπής προμηθειών και την πολιτική κατάσταση της προμηθεύτριας χώρας, δεν εξετάζουν καθόλου την ύπαρξη αποθεματικού ή/και τη δυνατότητα παραγωγής της εκάστοτε χώρας ούτε αν η ύπαρξη αυτών των δύο παραμέτρων ενισχύει την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού. Εξάλλου, ο σύνθετος δείκτης των Jansen et al. (2004) [141] παρόλο που αντικατοπτρίζει αρκετά στοιχεία της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού στερείται θεμελιώδους βάσης αναφορικά με την ισορροπία των διαφορετικών στοιχείων (διαφοροποίηση καυσίμων, εξάρτηση/διαφοροποίηση εισαγωγών, πολιτική σταθερότητα και εξάντληση καυσίμων) με συνέπεια να θεωρείται αυθαίρετος [26],[147]. Ο συγκεκριμένος δείκτης άλλωστε έχει δεχτεί κριτική αφού η εισαγωγή του πολιτικού παράγοντα, μέσω του δείκτη HDI ενέχει κάποιους κινδύνους. Ο HDI δεν περιλαμβάνει παράγοντες όπως η εσωτερική δομή των (ενεργειακών) αγορών ή η πολιτική διαδικασία της ενέργειας. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπολογίζει ούτε τον έλεγχο των αποθεμάτων από συγκεκριμένους συμμετέχοντες ούτε τη δυνατότητα προσαρμογής των προμηθευτριών σε περίπτωση κρίσης, ενώ παράλληλα δε λαμβάνει υπόψη του τον κίνδυνο διεθνών διαμαχών με συμμετοχή του κράτους-μέλους εγκυμονώντας έτσι τον κίνδυνο υποτίμησης υφιστάμενων

απειλών [150]. Η μεθοδολογία που ακολουθεί η Neumann (2004, 2007) [156], [157] παρότι περιλαμβάνει παραμέτρους όπως η εξάρτηση εισαγωγών, η πολιτική σταθερότητα των προμηθευτριών και η ενδογενής παραγωγή, δε λαμβάνει υπόψη της τόσο τα αποθεματικά της κάθε χώρας, όσο και κοινωνικό οικονομικές παραμέτρους που μπορεί να επηρεάσουν την ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού. Τέλος, όπως και στην περίπτωση του Gupta (2008) [30], η χρήση της PCA για την εξάλειψη των συσχετίσεων στο δείκτη που υιοθετείται, τόσο από τον Gnasounou (2008) [40], όσο και από το Παγκόσμιο Συμβούλιο Ενέργειας (WEC – World Energy Council) (2008) [146] μπορεί να οδηγήσει σε αμφισβήτηση της ευρωστίας του.

Η διαφορά του δείκτη S/D με τους παραπάνω σύνθετους δείκτες είναι ότι ο συγκεκριμένος δείκτης επιχειρεί να συλλάβει ολόκληρο το φάσμα της ενέργειας, συμπεριλαμβάνοντας τη μετατροπή, τη μεταφορά και τη ζήτηση, με δεδομένο ότι μία μείωση στη χρήση ενέργειας έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του γενικότερου αντίκτυπου των πιθανών διακοπών ενέργειας. Η διάσταση της ζήτησης δεν περιλαμβάνεται σε κανέναν άλλο δείκτη. Όμως, ακριβώς αυτή η περιεκτικότητα του δείκτη S/D είναι που τον καθιστά αδιαφανή ενώ παράλληλα πάσχει εξαιτίας της υποκειμενικότητας των παραγόντων στάθμισης, παρότι αυτοί γίνονται σαφείς σκόπιμα [26].

Ο δείκτης κοινωνικό-οικονομικού κινδύνου, ο οποίος προτάθηκε στα πλαίσια του ερευνητικού έργου REACCESS [162], παρουσιάζει επίσης πληρότητα, επειδή καλύπτει όλους τους παράγοντες κινδύνου ενός ενεργειακού συστήματος (διαφοροποίηση ενεργειακών πηγών και προμηθευτών, πολιτική σταθερότητα, κινδύνους αγοράς, ενεργειακή εξάρτηση, υποκαταστασιμότητα, ενεργειακούς πόρους) [185]. Εξάλλου, η χρήση της FA επιτρέπει τη μέτρηση της σχετικής σημασίας του κοινού παράγοντα, αφενός παρέχοντας παράλληλα κατά την κατασκευή του, μία διαδικασία επικύρωσης της σχετικότητας των διαφόρων μεταβλητών, αφετέρου απορρίπτοντας τις μεταβλητές που δεν είναι σχετικές [186].

Εκτός από τους απλούς και σύνθετους δείκτες, παρουσιάστηκαν και ορισμένες πιθανοτικές προσεγγίσεις οι οποίες εμφανίζονται συχνά στην προσπάθεια αξιολόγησης της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού. Ένα χαρακτηριστικό στοιχείο της MVP, το οποίο αυτόματα αποτελεί και σημείο κριτικής της μεθόδου, είναι ότι υποθέτει ότι παρελθοντικά δεδομένα μπορεί να αποτελέσουν σταθερή βάση για μελλοντικές προβλέψεις. Για παράδειγμα χρησιμοποιούνται δεδομένα σχετικά με τα παρελθοντικά κόστη καυσίμων για τον υπολογισμό του κινδύνου και του μεγέθους των μελλοντικών ανατιμήσεων [26]. Ο Stirling (1999) [144] έχει αντιταχθεί στο συγκεκριμένο γεγονός υποστηρίζοντας ότι σε συνθήκες άγνοιας δεν υπάρχει καμία βάση στην υπόθεση ότι τα ιστορικά μοτίβα θα επαναληφθούν.

Αντίθετα, η Monte Carlo παρουσιάζει έναν ιδιαίτερα κατάλληλο χαρακτήρα, άλλωστε έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία για την αξιολόγηση της αξιοπιστίας ενεργειακών συστημάτων, κυρίως εξαιτίας της στοχαστικής συμπεριφοράς τους, με μεταβλητές επιλεγμένες από τον εκάστοτε ερευνητή [168], [169], [170], [171], [172]. Εξάλλου, τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η Monte Carlo, την καθιστούν μία ιδιαίτερα ελκυστική μέθοδο. Τέτοια πλεονεκτήματα είναι για παράδειγμα η επίλυση πολύπλοκων συστημάτων όπου οι αναλυτικοί ή οι αριθμητικοί υπολογισμοί είναι δύσκολο ή και αδύνατο να εφαρμοστούν, η δυνατότητα μοντελοποίησης συσχετισμών και αλληλεξαρτήσεων, η επίτευξη μεγάλων επιπέδων ακρίβειας μέσω της διενέργειας πολλών επαναλήψεων, η εύκολη διερεύνηση συμπεριφοράς του μοντέλου.

Το ίδιο ισχύει και για τη θεωρία των γράφων, όπου κατόπιν της χρήσης της για την αξιολόγηση ενεργειακών διαδρομών προμήθειας Φ/Α και πετρελαίου της Ελλάδας [145], κρίθηκε ικανοποιητική, προσφέροντας μέσω των κατάλληλων αλγορίθμων σημαντικά αποτελέσματα και συμπεράσματα.

Παράλληλα, ενώ η DEA έχει χρησιμοποιηθεί σε αρκετές μελέτες σχετικές με την ενέργεια και το περιβάλλον, η επιτυχία της βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στον αριθμό και το είδος των υπό μελέτη δεδομένων και αποτελεσμάτων, με δεδομένο ότι οι βαθμολογίες αποδοτικότητας είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες σε τυχόν μεταβολές των δεδομένων [38]. Η συγκεκριμένη ευαισθησία προϋποθέτει την ανάλυση της σχετικής σημασίας των δεδομένων και αποτελεσμάτων πριν τη διενέργεια υπολογισμών ενώ δεν υφίσταται τρόπος ελέγχου της καταλληλότητας τους. Τέλος, όσον αφορά τη μέθοδο MAUT παρότι κατάλληλη για την αντιμετώπιση προβλημάτων με υψηλή αβεβαιότητα και συχνά εφαρμοσμένη για την αξιολόγηση της ενεργειακής ευαισθησίας παρουσιάζει το μειονέκτημα της υποκειμενικότητας. Η διαδικασία θέσπισης των βαρών, η οποία αποτελεί κρίσιμο σημείο των μεθοδολογικών βημάτων της, μπορεί να χαρακτηριστεί υποκειμενική και αποτελεί την αχίλλειο πτέρνα της [39].

III.3 Μεθοδολογίες Ασφάλειας Εφοδιασμού Φ/Α

Τα εργαλεία και οι μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α και των μεταβλητών της είναι ποικίλα. Το σύστημα Φ/Α χαρακτηρίζεται από υψηλό βαθμό πολυπλοκότητας (μεγάλου μεγέθους διασυνδεδεμένες υποδομές) και ασάφεια εννοιών (απόδοση διαφορετικού νοήματος τόσο στον κίνδυνο, όσο και στον βαθμό αποδοχής του). Οι κίνδυνοι που παρατηρούνται στον τομέα του Φ/Α έχουν σχετικά διαφορετική φύση από αυτή του πετρελαίου ή του άνθρακα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η Λιθουανία, η οποία

εξαρτάται από έναν προμηθευτή και έχει αναγνωρίσει κυρίως εξωτερικούς παράγοντες ως κινδύνους. Αυτοί οι παράγοντες συμπεριλαμβάνουν τη χρήση του Φ/Α ως πολιτικό όπλο, τις πολιτικές/εμπορικές διαμάχες (καθώς και τα μακροπρόθεσμα συμβόλαια προμήθειας) και την τρομοκρατία. Το γεγονός αυτό βέβαια δεν αναιρεί τη σημασία και των υπολοίπων κινδύνων όπως οι φυσικές καταστροφές ή τα εσωτερικά τεχνικά προβλήματα [42].

Έτσι, μπορεί οι μεθοδολογίες ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α να βασίζονται κατά ένα μεγάλο μέρος τους στις βασικές μεθοδολογίες ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού, αλλά η ομοιότητα αυτή συνίσταται αφενός στη χρήση δεικτών (απλών ή σύνθετων) και αφετέρου στη χρήση μεθοδολογιών και προσεγγίσεων αξιολόγησης μέσω της συνάθροισης πολλαπλών μεταβλητών. Οι μεταβλητές όμως που εξετάζονται κάθε φορά πρέπει να είναι τέτοιες που να αντιστοιχούν στην πολυπλοκότητα του συστήματος Φ/Α.

Επιπλέον, η φύση του συστήματος προμήθειας Φ/Α έχει υποδείξει την ανάγκη μιας πιο συστημικής προσέγγισης. Ως εκ τούτου έχουν καταγραφεί προσπάθειες μοντελοποίησης του συστήματος προμήθειας Φ/Α και αξιολόγησης της ευαισθησίας και αξιοπιστίας του σε συνθήκες κρίσης. Οι εν λόγω μεθοδολογίες και προσεγγίσεις θα αναπτυχθούν στις παρακάτω ενότητες.

III.3.1 Δείκτες Ασφάλειας Εφοδιασμού Φ/Α

Εισαγωγικά Οι δείκτες σχηματίζουν τη ραχοκοκαλιά της αξιολόγησης της ασφάλειας εφοδιασμού του Φ/Α. Είναι απαραίτητοι προκειμένου να θεσπιστεί το περιεχόμενο/παράγοντες του συστήματος ενώ σε πολλές περιπτώσεις παρέχουν ενδείξεις των ευαισθησιών του συστήματος.

Μεγάλο εύρος των δεικτών που αναλύθηκαν στην ενότητα III.2 χρησιμοποιούνται εκτεταμένα και στη μελέτη ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α. Δείκτες όπως η εξάρτηση εισαγωγών Φ/Α ή ο λόγος αποθεμάτων προς την παραγωγή καθώς και δείκτες κινδύνου αγοράς (π.χ. ενεργειακή ένταση, κατά κεφαλήν κατανάλωση Φ/Α κλπ) προκύπτουν συχνά στη βιβλιογραφία. Το ίδιο ισχύει και για τους δείκτες διαφοροποίησης προμηθειών HHI και Shannon, γι' αυτό και δεν θα αναλυθούν περαιτέρω σε αυτήν εδώ την ενότητα.

**Σύνθετος
Δείκτης
Ασφάλειας
Εφοδιασμού
Φ/Α**

Για την κατασκευή του σύνθετου δείκτη ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α (GSSI – Gas Supply Security Index), χρησιμοποιήθηκε, από τη Cabalu (2010) [41], η πληροφορία που παράγεται από 4 μεμονωμένους δείκτες, οι οποίοι συναθροίστηκαν σύμφωνα με τον τρόπο που πρότεινε ο Gnasounou (2008) [40]. Συγκεκριμένα, οι δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν αφορούσαν την ένταση Φ/Α, την καθαρή εξάρτηση εισαγωγών Φ/Α, το λόγο εγχώριας παραγωγής Φ/Α προς τη συνολική εγχώρια κατανάλωση

Φ/Α και το γεωπολιτικό κίνδυνο. Για τον υπολογισμό του GSSI και για τη διευκόλυνση της σύγκρισης και συνάθροισης των επιμέρους δεικτών εκτιμήθηκαν οι σχετικοί δείκτες φ_i κάθε επιμέρους δείκτη, με τη χρήση μίας κλιμακωτής τεχνικής, όπου ως ελάχιστη τιμή θεωρείται το 0 και ως μέγιστη το 1.

Ο GSSI παράγεται από τη μέση τετραγωνική τιμή των τεσσάρων σχετικών δεικτών:

$$GSSI_{j...} = \sqrt{\frac{\sum_i^4 = 1 \varphi_{ij}^2}{4}}$$

Όπου, φ_{ij} είναι ο σχετικός δείκτης i της χώρας j .

Έτσι, ο GSSI παρέχει ένα σύνθετο ποσοτικό μέτρο της ασφάλειας Φ/Α, λαμβάνοντας υπόψη τις αλληλεπιδράσεις και αλληλεξαρτήσεις της επιλεγμένης ομάδας δεικτών, και εφαρμόστηκε σε επιλεγμένες προμηθεύτριες χώρες της Ασίας και συγκεκριμένα στην Κίνα, Ιαπωνία, Ταϊβάν, Ινδία, Κορέα, Σιγκαπούρη και Ταϊλάνδη [41]. Ο συγκεκριμένος δείκτης, συμπεριλαμβανομένων τόσο των δεικτών που τον απαρτίζουν όσο και της μεθόδου συνάθροισης, χρησιμοποιήθηκαν και για τη μέτρηση της ευπάθειας της αγοράς Φ/Α στη Νότια Αμερική και συγκεκριμένα στις χώρες της Βολιβίας, Κολομβίας, Αργεντινής, Τρινιδάδ και Τομπάγκο, Βραζιλίας, Βενεζουέλας και Χιλής [187].

Δείκτης
Κινδύνου
Διέλευσης

Με αφορμή τα επεισόδια διακοπής προμήθειας Φ/Α από τη Ρωσία, όπως αυτά αναφέρονται αναλυτικά στην Ενότητα II.3, δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στο κατά πόσο η διέλευση μπορεί να επηρεάσει τους κινδύνους προμήθειας Φ/Α. Οι Le Coq και Paltseva (2012) [43] καταλήγουν ότι ο βαθμός στον οποίο μία χώρα μπορεί να επηρεαστεί από μία διακοπή προμήθειας Φ/Α από τη Ρωσία στη συγκεκριμένη περίπτωση, εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα εναλλακτικών διαδρομών διέλευσης της προμηθεύτριας χώρας ενώ παράλληλα η συνεχής προμήθεια μπορεί να επηρεαστεί από μία φυσική ρήξη αγωγού. Με αυτά τα δεδομένα, αναπτύχθηκε ο δείκτης κινδύνου διέλευσης (TRI – Transit Risk Index), ο οποίος συνδυάζει πρότυπους παράγοντες ασφάλειας προμηθειών, όπως εξάρτηση Φ/Α, με ομάδα φυσικών και πολιτικών παραμέτρων του κινδύνου διέλευσης αγωγών. Συγκεκριμένα, ο TRI για μία χώρα c καταναλώτρια Φ/Α, έχει τη μορφή:

$$TRI_c = \left[\sum_{i \in Routes_c} \left(\frac{I_c^i}{I_c} \right) \times RuptRisk_c^i \times PolRisk_i \times BP_i \right] \frac{I_c}{Cons_c^{Gas}} SG_c$$

Όπου, το $Routes_c$ αποτελεί την ομάδα διαδρομών διέλευσης από τον εκάστοτε προμηθευτή προς τη χώρα c , ενώ το $i \in Routes_c$ ορίζει και κατατάσσει τις μεμονωμένες διαδρομές της ομάδας. Το I_c αντιστοιχεί στις συνολικές εισαγωγές Φ/Α της χώρας c από τον εκάστοτε

προμηθευτή και I_c^i είναι η ποσότητα προμηθευόμενου Φ/Α της χώρας c από τη διαδρομή διέλευσης i . Με τη σειρά του το $RuptRisc_c^i$ αποτελεί το μέτρο του κινδύνου που σχετίζεται με τη φυσική ρήξη του αγωγού, η οποία είναι ανάλογη με το μήκος του αγωγού $RuptRisc_c^i = L_c^i \times PRup$, με το L_c^i να αντιστοιχεί στο μήκος της διαδρομής διέλευσης i στα σύνορα της χώρας c και το $PRup$ να είναι η πιθανότητα της φυσικής ρήξης ανά χμ, μίας συγκεκριμένης περιόδου. Το $PolRisk_i$ ισοδυναμεί με το μέτρο πολιτικής αστάθειας κατά τη διαδρομή διέλευσης, ενσωματώνοντας την αστάθεια τόσο του προμηθευτή όσο και των ενδιαμέσων χωρών. Στη συνέχεια το BP_i αναφέρεται στη διαπραγματευτική δύναμη που κατέχει η Ρωσία, σε σχέση με τα κράτη-μέλη που εξυπηρετούνται από την εκάστοτε διαδρομή διέλευσης και υπολογίζεται ως $BP_i = \frac{1}{2} - MS_i \times BC_i$. Όπου MS_i είναι το μερίδιο των εισαγωγών Φ/Α από τη Ρωσία μέσω της διαδρομής i , για τις συνολικές εισαγωγές Φ/Α από τη Ρωσία προς την ΕΕ και BC_i αποτελεί το μέτρο συγκέντρωσης αγοραστών Φ/Α κατά μήκος της διαδρομής i . Τέλος το $Cons_c^{Gas}$ αναφέρεται στη συνολική κατανάλωση Φ/Α της χώρας c και το SG_c αποτελεί το μερίδιο Φ/Α της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης της χώρας c .

Ουσιαστικά ο δείκτης TRI αυξάνεται όσο αυξάνεται η εξάρτηση Φ/Α, οι πολιτικοί κίνδυνοι διέλευσης, η απόσταση μεταξύ του κόμβου εισαγωγής και της καταναλώτριας χώρας ενώ η επαρκής διαφοροποίηση διαδρομών διέλευσης και η ισχυρότερη διαπραγματευτική δύναμη των χωρών που εξυπηρετούνται από τη διαδρομή, μειώνουν την τιμή του δείκτη [43].

Δείκτες
Ελαστικότητας
Υποδομών

Το ENTSOG στο Σχέδιο του για τη Δεκαετή Ανάπτυξη του Δικτύου (2013) [10] αξιολόγησε το σύστημα εφοδιασμού Φ/Α αναφορικά με την ευελιξία και ανθεκτικότητά του, σε διαφορετικά σενάρια διακοπής των προμηθειών. Η αξιολόγηση Υπολειπόμενης Ευαισθησίας έχει ως αποτέλεσμα την αναγνώριση της υπολειπόμενης ανθεκτικότητας κάθε περιοχής υπό μελέτη, αλλά και κάθε υποδομής που βρίσκεται στη συγκεκριμένη περιοχή. Ο δείκτης που χρησιμοποιήθηκε σε επίπεδο υποδομών έχει τη μορφή:

$$\text{ΥΠΟΛΕΙΠΟΜΕΝΗ ΕΥΕΛΙΞΙΑ} = 1 - \frac{ΡΟΗ}{ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ}$$

Ενώ σε επίπεδο περιοχής έχει τη μορφή:

$$\text{ΥΠΟΛΕΙΠΟΜΕΝΗ ΕΥΕΛΙΞΙΑ} = 1 - \frac{\sum \text{ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΗ ΡΟΗ}}{\sum \text{ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ ΕΙΣΟΔΟΥ}}$$

Ο δείκτης σε επίπεδο περιοχής λαμβάνει υπόψη του τόσο το Φ/Α που παραμένει στην περιοχή, προκειμένου να καλύψει τη ζήτηση, όσο και το Φ/Α που εξέρχεται προς τα όμορα συστήματα.

Επίσης, στα πλαίσια της μελέτης του Κοινού Κέντρου Ερευνών (JRC – Joint Research Center) της ΕΕ (2012) [42], παρουσιάζεται ο δείκτης

υποδομών αποθήκευσης. Οι υποδομές αποθήκευσης είναι απαραίτητες για την ικανοποίηση τυχόν διακυμάνσεων της ζήτησης Φ/Α και ο δείκτης έχει την παρακάτω μορφή.

$$IS_i = \frac{\text{ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ Φ/Α}}{\text{ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ Φ/Α}}$$

Η ΕΕ, στο πλαίσιο του Κανονισμού 994/2010, σχετικά με τα μέτρα κατοχύρωσης της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α [5] εισάγει το δείκτη N-1, ως πρότυπο δείκτη της δυναμικότητας της υποδομής της εκάστοτε χώρας, για την ικανοποίηση της ζήτησης της περιοχής, σε περίπτωση διακοπής του εφοδιασμού Φ/Α, από το μεγαλύτερο προμηθευτή. Ο τύπος N-1 ουσιαστικά περιγράφει τη δυνατότητα της τεχνικής δυναμικότητας της υποδομής Φ/Α, να καλύψει τη συνολική ζήτηση σε Φ/Α της περιοχής που μελετάται, στην περίπτωση διακοπής εφοδιασμού από τον μεγαλύτερο προμηθευτή κατά τη διάρκεια μίας ημέρας με εξαιρετικά υψηλή ζήτηση Φ/Α, (στατιστική πιθανότητα εμφάνισης μία στα 20 χρόνια). Η υποδομή Φ/Α περιλαμβάνει το δίκτυο διανομής Φ/Α, τα σημεία διασύνδεσης, καθώς και την παραγωγή, τις εγκαταστάσεις αποθήκευσης και LNG, που σχετίζονται με την περιοχή που μελετάται [5]. Συγκεκριμένα ο τύπος N-1 έχει την παρακάτω μορφή.

$$N - 1\% = \frac{EP_m + P_m + S_m + LNG_m - I_m}{D_{max}} \times 100, N - 1 \geq 100\%$$

Όπου,

D_{max} αποτελεί τη συνολική ημερήσια ζήτηση Φ/Α, σε εκατομμύρια κυβικά μέτρα (mcm – million cubic meters), της περιοχής που μελετάται, κατά τη διάρκεια ημέρας με εξαιρετικά υψηλή ζήτηση. Το EP_m αντιστοιχεί στην τεχνική δυναμικότητα των σημείων εισόδου, το P_m αφορά στη μέγιστη τεχνική δυναμικότητα παραγωγής και το S_m αναλογεί στη μέγιστη τεχνική αποθηκευτική απόληψη. Παράλληλα, το LNG_m αποτελεί τη μέγιστη τεχνική δυναμικότητα των εγκαταστάσεων LNG και το I_m αφορά στην τεχνική δυναμικότητα της μεγαλύτερης υποδομής Φ/Α, με την υψηλότερη δυναμικότητα προμήθειας Φ/Α στην περιοχή που μελετάται.

Ο τύπος N-1 μπορεί να υπολογιστεί και σύμφωνα με κριτήρια ζήτησης:

$$N - 1\% = \frac{EP_m + P_m + S_m + LNG_m - I_m}{D_{max} - D_{eff}} \times 100, N - 1 \geq 100\%$$

Όπου,

D_{eff} αποτελεί το μέρος του D_{max} που, στην περίπτωση διακοπής εφοδιασμού, μπορεί να καλυφθεί επαρκώς και εγκαίρως μέσω κατάλληλων μέτρων αγοράς, σύμφωνα με τα άρθρα 5(1)(b) και 6(2) του Κανονισμού 994/2010 [5].

Ο συγκεκριμένος δείκτης μεταβάλλεται για τους θερινούς μήνες της διακοπής ($\sum E_OUT_{X,SUMMER}$) και ορίζεται ως [45]:

$$\sum E_OUT_{X,SUMMER} = \sum_{i=2}^n E_{CB_i} + E_P - X_DOM \geq 0$$

όπου,

$\sum E_OUT_X$ Οι εναπομένουσες πηγές της χώρας X για την ικανοποίηση της ζήτησης των γειτονικών χωρών και για έκχυση στις υπόγειες εγκαταστάσεις αποθήκευσης. Μονάδα μέτρησης mcm/ημέρα.

E_{CB_i} Οι διασυνοριακές δυναμικότητες στην κατεύθυνση ροής προμήθειας της διαδρομής i , με ή χωρίς το μεγαλύτερο προμηθευτή (διακοπή Ουκρανίας/Λευκορωσίας). Μονάδα μέτρησης mcm/ημέρα.

E_P Η δυναμικότητα παραγωγής. Μονάδα μέτρησης mcm/ημέρα.

X_DOM Η εγχώρια, εποχική, ημερήσια, ζήτηση αιχμής (πιθανότητα εμφάνισης 1 στα 20 χρόνια). Μονάδα μέτρησης mcm/ημέρα.

Σε αυτή την περίπτωση, πέρα από τις ποσότητες ωφέλιμου αερίου, χρησιμοποιούνται και οι δυναμικότητες έκχυσης στις υπόγειες εγκαταστάσεις αποθήκευσης. Ο τύπος έχει ως κύριο στόχο να καθορίσει τη διάρκεια που μπορεί να έχει μία διακοπή, χωρίς να θέσει σε κίνδυνο την ικανοποίηση της ζήτησης ή/και τον ανεφοδιασμό των εγκαταστάσεων αποθήκευσης. Αν η χώρα που εξετάζεται έχει πλεόνασμα Φ/Α, αφού ικανοποιήσει τη ζήτησή της, τότε αυτή η πλεονάζουσα ποσότητα Φ/Α διανέμεται στις κατάντη (downstream) χώρες [45].

Τέλος ο δείκτης Στρατηγικής Προμήθειας (ΣΠ) των Monforti και Szikszai [69] και των Flouri et al. [4] αποτελεί έμμεσα δείκτη υποδομών, αφού υποδεικνύει κατά πόσο οι υποδομές μίας χώρας ανταποκρίθηκαν προς ικανοποίηση των αναγκών της σε Φ/Α, σε συνθήκες κρίσης. Συγκεκριμένα,

$$\Sigma\P_{C,R} = \frac{\text{ΠΑΡΟΧΗ}_{C,R} - \text{ΖΗΤΗΣΗ}_C}{\text{ΖΗΤΗΣΗ}_C}$$

Όπου $\text{ΠΑΡΟΧΗ}_{C,R}$ είναι η ποσότητα Φ/Α που φτάνει στη χώρα C κατά την R προσομοίωση της Monte Carlo, η οποία με τη σειρά της ορίζεται ως:

$$\text{ΠΑΡΟΧΗ}_{C,R} = \text{ΠΑΡΑΓΩΓΗ}_C + \text{ΑΠΟΣΥΡΣΗ}_{C,R} + \text{ΕΙΣΡΟΗ}_{C,R}$$

όπου

ΠΑΡΑΓΩΓΗ_C : Η εγχώρια παραγωγή Φ/Α της χώρας c ,

ΑΠΟΣΥΡΣΗ_{C,R}: Η ποσότητα Φ/Α που αποσύρεται από τις εγκαταστάσεις αποθήκευσης, κατά την **R** προσομοίωση της Monte Carlo.

ΕΙΣΡΟΗ_{C,R}: Η καθαρή ποσότητα Φ/Α που εισρέει στη χώρα μέσω αγωγών και οι εισροές LNG, κατά την **R** προσομοίωση της Monte Carlo. Αυτό σημαίνει ότι περιέχονται και οι καθαρές εισαγωγές της χώρας **c**, όπου,

$$\mathbf{ΚΑΘΑΡΕΣ ΕΙΣΑΓΩΓΕΣ}_c: \mathbf{ΕΙΣΑΓΩΓΕΣ}_c - \mathbf{ΕΞΑΓΩΓΕΣ}_c$$

Συμπεράσματα Όπως γίνεται φανερό, οι δείκτες αξιολόγησης της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α προσφέρουν σημαντικές ενδείξεις της ύπαρξης ή μη ευαισθησίας στο σύστημα. Υποδεικνύουν στους αποφασίζοντες την παρούσα κατάσταση του συστήματος, λαμβάνοντας υπόψη δεδομένα τα οποία μπορούν να θεωρηθούν ως ενδείξεις πιθανών κινδύνων ή/και του εύρους συνεπειών της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α. Το πρόβλημα, όμως, έγκειται στο γεγονός ότι ακόμα και οι πιο σύνθετοι δείκτες δεν μπορούν από μόνοι τους να μετρήσουν την ευαισθησία και την ανθεκτικότητα του συστήματος [188].

Για παράδειγμα, για την κατασκευή του GSSI χρησιμοποιήθηκαν 4 μεμονωμένοι δείκτες, τα αποτελέσματα των οποίων έδειξαν τα όρια τους, αφού έχουν κριθεί ακατάλληλοι για χώρες οι οποίες δεν έχουν μεγάλη κατανάλωση Φ/Α. Όπως αναφέρει και ο Raymond (2012) [187] κατόπιν της εφαρμογής του δείκτη σε χώρες της Νότιας Αμερικής, μία κρίση στον εφοδιασμό Φ/Α σε χώρες μικρής κατανάλωσης (όπως της Νότιας Αμερικής) δεν θα είχε τον ίδιο αντίκτυπο σε περιοχές υψηλής κατανάλωσης Φ/Α, όπως η Βόρεια Αμερική και η Ευρώπη.

Ο δείκτης TRI, λοιπόν, δίνει έμφαση μόνο στους κινδύνους που σχετίζονται με τη διέλευση του Φ/Α, χωρίς να λαμβάνει υπόψη του τις εισαγωγές LNG, οι οποίες με την ευελιξία που τις χαρακτηρίζει, αποτελούν κρίσιμο παράγοντα στην ενίσχυση της διαφοροποίησης και της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α. Για τον υπολογισμό του TRI είναι απαραίτητα τα δεδομένα σχετικά με την προμήθεια Φ/Α, τόσο ανά χώρα όσο και ανά αγωγό. Καθότι τα συγκεκριμένα δεδομένα είναι πολύ δύσκολο να αποκτηθούν, ειδικά σε επίπεδο αγωγού, ο υπολογισμός του TRI βασίζεται, κατά ένα μέρος του σε υποθέσεις των ερευνητών [43], διαπίστωση που θα μπορούσε να κλονίσει την ακεραιότητά του.

Ο δείκτης Υπολειπόμενης Ευαισθησίας [10], παρότι εξαιρετικά χρήσιμος σε τεχνικό επίπεδο - υποδεικνύει την ανάγκη ή μη ενίσχυσης των υποδομών και άρα έμμεσα δίνει στοιχεία για την ευαισθησία του συστήματος προμηθειών - όταν εξετάζεται μεμονωμένα και αποκλειστικά δε λαμβάνει υπόψη του τους παράγοντες που μπορεί να οδηγήσουν σε μία διακοπή εφοδιασμού. Παράλληλα, δεν εξετάζει καθόλου ατά πόσο άλλα μέτρα ασφάλειας εφοδιασμού οδηγούν στην

ικανοποίηση της ζήτησης σε επίπεδο της εκάστοτε περιοχής που μελετάται.

Έτσι, ένας δείκτης υποδομών αποθήκευσης, όπως αυτός που αναφέρεται στην έκθεση του JRC [42] θα ήταν πιο ολοκληρωμένος εάν μπορούσε να συμπεριλάβει στοιχεία όπως οι εποχικές μεταβολές στην αποθήκευση, δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή στις εποχικές μετρήσεις (οριακές, μέσες, ημερήσιες κλπ) καθώς και στο είδος της αποθήκευσης.

Τέλος, ο δείκτης πρότυπο υποδομών της ΕΕ φαίνεται να παρέχει μία πιο ολοκληρωμένη εικόνα της ευαισθησίας/έκθεσης του συστήματος εφοδιασμού Φ/Α σε κίνδυνο [42]. Παρέχει σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την ακεραιότητα, την ευρωστία και ανθεκτικότητα του συστήματος εφοδιασμού Φ/Α, λαμβάνοντας υπόψη και τις εισροές LNG ενώ παράλληλα αποτελεί μέτρο για την ανάγκη ενίσχυσης των υποδομών. Σύμφωνα με την έκθεση του Τμήματος Ενέργειας (DG Energy) της ΕΕ (2011) [46] οι μόνες χώρες που δεν ικανοποιούν το κριτήριο N-1 είναι Βουλγαρία, Σλοβενία, Λιθουανία, Ιρλανδία και Φινλανδία. Παράλληλα η μετατροπή του δείκτη για τους θερινούς μήνες, δίνει σημαντικά στοιχεία για τις ποσότητες Φ/Α που είναι σε θέση να μεταφερθούν προς άλλες χώρες. Σε αυτό το σημείο πρέπει να σημειωθεί ότι ο Δείκτης $E_OUT_{X,SUMMER}$ και ο Δείκτης ΣΠ παρουσιάζουν ομοιότητα, με διαφορά την προσμέτρηση των εγκαταστάσεων αποθήκευσης στην περίπτωση του δεύτερου.

III.3.2 Μοντέλα Ασφάλειας Εφοδιασμού Φ/Α

Εισαγωγικά Εκτός από τη χρήση δεικτών, αρκετές μελέτες ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α έχουν υιοθετήσει μοντέλα προκειμένου να αναλύσουν τους κινδύνους και την ευαισθησία του συστήματος Φ/Α. Άλλωστε η φύση του συστήματος εφοδιασμού Φ/Α η οποία διέπεται από υψηλού βαθμού πολυπλοκότητα, καλεί για μια πιο συστημική προσέγγιση.

Ιδέες έχουν υιοθετηθεί από εφαρμογές σε διάφορους τομείς της επιστήμης, όπως για παράδειγμα από τη μέτρηση της ευπάθειας σε αλυσίδες εφοδιασμού [189] ή από την αναλογία που εμφανίζεται να υπάρχει ανάμεσα στο τροφικό δίκτυο και το δίκτυο αγωγών Φ/Α [16]. Έχοντας ως βάση τα μοντέλα δικτύων, συχνή είναι η εμφάνιση μοντέλων υποδομών και διανομής, τα οποία είτε εστιάζονται στη μακροπρόθεσμη ανάπτυξη [47], [48], [190], είτε λαμβάνουν υπόψη τους βραχυπρόθεσμες θεωρήσεις του Ευρωπαϊκού δικτύου Φ/Α, με υψηλότερο βαθμό χρονικής και χωρικής διακριτότητας [49], [50], [69], [71]. Τέλος, εμφανίζονται μοντέλα προσομοίωσης τα οποία έχουν ως απώτερο στόχο την ανάλυση ζητημάτων ισχύος της αγοράς Φ/Α και τα οποία είναι διατυπωμένα ως μοντέλα γραμμικού προγραμματισμού.

Καταληκτικά, οι κύριες κατηγορίες μοντέλων που έχουν χρησιμοποιηθεί

για τη μοντελοποίηση της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α και τα οποία θα αναλυθούν εκτενέστερα στη συνέχεια, αφορούν στα:

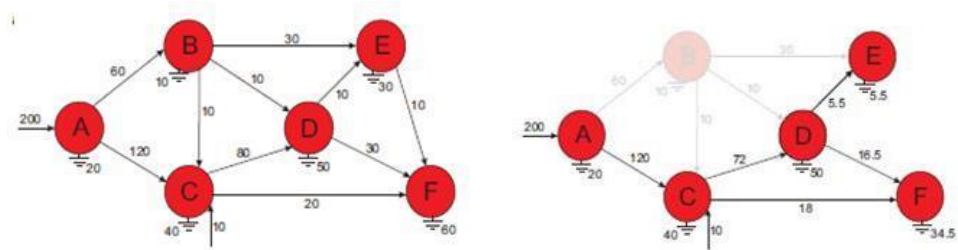
- Μοντέλα Δικτύων.
- Μοντέλα Υποδομών και Διανομής.
- Μοντέλα Προσομοίωσης.

Μοντέλα Δικτύων

Η ανάλυση δικτύων έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως για τη μελέτη σύνθετων συστημάτων, όπως μεταξύ άλλων το διαδίκτυο, οι αυτοκινητόδρομοι, οι τηλεπικοινωνίες και τα οικοσυστήματα [51], [191].

Οι Scotti και Vedres (2012) [16] υιοθετούν ιδέες από την ανάλυση οικολογικών δικτύων στην προσπάθειά τους να αναγνωρίσουν το ρόλο που παίζει η δικτυακή τοπολογία στην ασφάλεια εφοδιασμού Φ/Α. Συγκρίνουν τον κίνδυνο διακοπής της μεταφοράς Φ/Α από κάποιες χώρες με τους μηχανισμούς εξάλειψης των οικοσυστημάτων.

Ουσιαστικά αναλύουν το δίκτυο Φ/Α σε 55 κόμβους οι οποίοι αντιπροσωπεύουν τις Ευρωπαϊκές χώρες, συμπεριλαμβάνοντας προμηθεύτριες χώρες της Ασίας και της Β. Αφρικής. Χρησιμοποιούν στοιχεία της δομής του συστήματος αγωγών για το 2008 ενώ στη συνέχεια καθορίζουν την αρχιτεκτονική του συστήματος όπως αναμένεται να είναι το 2020 και το 2030. Οι κόμβοι συνδέονται μεταξύ τους σύμφωνα με τη σχέση εξαγωγή – εισαγωγή ενώ τα βάρη των συνδέσεων μετρώνται ως η αθροιστική τεχνική δυναμικότητα. Κατασκευάζεται η μήτρα δεδομένων του δικτύου, ενώ δύο διανύσματα 55 στοιχείων συνοψίζουν την παραγωγή και την τρέχουσα εγχώρια κατανάλωση κάθε κόμβου. Συγχρόνως, λαμβάνουν υπόψη τις μελλοντικές και διαθέσιμες δυναμικότητες αποθήκευσης, καθώς και τα αποδεδειγμένα αποθέματα Φ/Α, εντάσσοντας παράλληλα δείκτες διακυβέρνησης. Για την εξέταση της ευαισθησίας και των ρόλων κυριαρχίας στο σύστημα αγωγών Φ/Α, χρησιμοποιούν την οικολογική έννοια της «τροφικής θέσης» (TP - Trophic Position), η οποία εκφράζεται ως η μέση απόσταση ενός κόμβου από την πηγή προέλευσης ενέργειας (Φ/Α στην προκειμένη περίπτωση). Διενεργούνται προσομοιώσεις για την ποσοτικοποίηση των άμεσων και έμμεσων συνεπειών αφαίρεσης στοιχείων (Σχήμα III3) του δικτύου και υπολογίζεται η έκθεση και η κυριαρχία της κάθε χώρας.



Σχήμα III.3. Ανεπηρέαστηροη (αριστερά), Συνέπειες αφαίρεσης κόμβου (δεξιά)

Πηγή: [16]

Ο δείκτης έκθεσης κάθε χώρας μετράει τις απώλειες της εγχώριας κατανάλωσης κάθε χώρας, από την σταδιακή αφαίρεση όλων των χωρών του δικτύου ενώ ο δείκτης κυριαρχίας αντιπροσωπεύει την κατανομή των απωλειών σε όλους τους κόμβους του δικτύου, που προκύπτουν από την αφαίρεση μίας χώρας από το σύστημα.

Μοντέλα
Υποδομών
και
Διανομής

Τα μοντέλα υποδομών και διανομής είναι μοντέλα υψηλής χωρικής και χρονικής διακριτότητας, τα οποία συνήθως χρησιμοποιούν μεθόδους βελτιστοποίησης (γραμμικής ή μη), ενώ υπόκεινται είτε σε περιορισμούς κοστών και τιμών είτε σε συγκεκριμένους «κανόνες», ανάλογα βέβαια με το στόχο της εκάστοτε εφαρμογής. Τα μοντέλα υποδομών και διανομής προσδιορίζουν, όπως τα μοντέλα δικτύων, την κάθε χώρα ως κόμβο, συναθροίζοντας τις ροές Φ/Α μεταξύ των συμβαλλόμενων χωρών [49].

Ο Lochner (2011^a) [49], βασίζεται στο μοντέλο TIGER (Transport Infrastructure for Gas with Enhanced Resolution, Υποδομές Μεταφοράς Φ/Α υπό Βελτιωμένη Ανάλυση) [190] για τη δημιουργία ενός συστήματος που αποτελείται από κόμβους (χώρες) και ακμές (ροή Φ/Α), του οποίου η αντικειμενική συνάρτηση ελαχιστοποιεί τα συνολικά κόστη (TC – Total Costs) που προκύπτουν στη διαδικασία εφοδιασμού για όλους τους κόμβους i , όλους τους αγωγούς από τον κόμβο i στον κόμβο j , τις αντίστοιχες εγκαταστάσεις αποθήκευσης και LNG που βρίσκονται στους κόμβους i και όλες τις χρονικές περιόδους t :

$$\begin{aligned}
 \min TC = & \sum_{t,i} commoditycost_i \times SUPPLY_{t,i} \\
 & + \sum_{t,i,j} transportcost_{i,j} \times FLOW_{t,i,j} \\
 & + \sum_{t,i} storagecost_i \times STORAGELEVEL_{t,i} \\
 & + \sum_{t,i} regasificationtariff_i \times LNGIMPORTS_{t,i} \\
 & + \sum_{t,i} voll \times DEMANDREDUCTION_{t,i}
 \end{aligned}$$

Οι υποθέσεις σχετικά με την αξία χαμένου φορτίου (voll – value of lost load) επιτρέπει να συμπεριληφθούν τα κόστη της μειωμένης κατανάλωσης σε περίπτωση που η ζήτηση δεν μπορεί να ικανοποιηθεί [50]. Εξάλλου, η βελτιστοποίηση της συγκεκριμένης αντικειμενικής συνάρτησης υπόκειται σε ορισμένους περιορισμούς, αναφορικά κυρίως με την παραγωγή, τους αγωγούς μεταφοράς, την αποθήκευση και τα τερματικά LNG.

Το συγκεκριμένο μοντέλο χρησιμοποιείται για την αναγνώριση πιθανών συμφορήσεων ανάμεσα στις χώρες αλλά και τις υποδομές μεταφοράς του ευρωπαϊκού συστήματος Φ/Α, μέσω του υπολογισμού και της σύγκρισης των οριακών κοστών προμήθειας με τα κόστη μεταφοράς.

Το ίδιο μοντέλο υψηλής χωρικής και χρονικής διακριτότητας καθώς και η ίδια αντικειμενική συνάρτηση χρησιμοποιήθηκαν επίσης για τη μοντελοποίηση της ευρωπαϊκής αγοράς Φ/Α, κατά τη διάρκεια της διαμάχης μεταξύ Ρωσίας και Ουκρανίας, το 2009 [50]. Προσομοιώθηκαν και διερευνήθηκαν πιθανές εκτροπές ροής Φ/Α, τιμολογιακές συνέπειες καθώς και ο αντίκτυπος στην ασφάλεια εφοδιασμού, καλύπτοντας γεωγραφικά την Ευρώπη και τις περιβάλλουσες προμηθεύτριες χώρες όπως αυτές παρουσιάζονται στο Σχήμα III4.

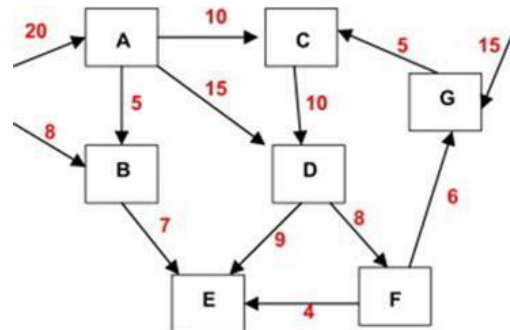


Σχήμα III4. Γεωγραφική κάλυψη της εφαρμογής με το Μοντέλο TIGER

Πηγή: [50]

Τέλος, το μοντέλο TIGER χρησιμοποιήθηκε και για τη μελέτη των συνεπειών της ανάπτυξης των αγορών στις ροές Φ/Α και τη φυσική ολοκλήρωση της αγοράς [71]. Στα πλαίσια κατασκευής νέων έργων υποδομής, τα οποία πρόκειται να αυξήσουν τη δυναμικότητα εισαγωγών και τη φυσική διασύνδεση μεταξύ των κρατών-μελών, αναλύονται οι συνέπειες αυτών των νέων υποδομών καθώς και η πορεία της ζήτησης Φ/Α. Η γεωγραφική περιοχή στην οποία εστιάζεται η συγκεκριμένη εφαρμογή περιγράφεται στο Σχήμα III4, ενώ εξετάζονται 2 διαφορετικά σενάρια ζήτησης (η διαφορά των οποίων έγκειται στα 49 bcm).

Ένα ακόμα μοντέλο υποδομών και διανομής, το οποίο όμως δεν βασίζεται σε περιορισμούς κοστών αλλά σε συγκεκριμένους κανόνες, αναπτύχθηκε από τους Monforti και Szikszai (2010) [69] για την αξιολόγηση της επάρκειας του ευρωπαϊκού συστήματος μεταφοράς Φ/Α, σε συνθήκες κρίσης. Συγκεκριμένα, το μοντέλο MC-GENERGIS (Monte Carlo – based Gas Energy Network for Europe, Russia and the Commonwealth of Independent States), το οποίο βασίζεται στη μέθοδο Monte Carlo, δεν ερευνά το βέλτιστο σχηματισμό των ροών αλλά χρησιμοποιεί τυχαίους αριθμούς για τη μοντελοποίηση των διαφορετικών επιλογών που έχουν στη διάθεσή τους οι διαχειριστές του δικτύου μεταφοράς Φ/Α. Συγκεκριμένα, το σύστημα διανομής Φ/Α περιγράφεται από κόμβους και ακμές (Σχήμα III5), όπου τα βέλη που κατευθύνονται από έξω προς τους κόμβους αντιστοιχούν σε αγωγούς εισαγωγών ή στη δυναμικότητα των τερματικών LNG.



Σχήμα III5. Περιγραφή του συστήματος διανομής στο MC-GENERGIS

Πηγή: [69]

Τα αποτελέσματα που είναι δυνατόν να εξαχθούν από το συγκεκριμένο μοντέλο, αφορούν στο μερίδιο των «επιτυχών» στρατηγικών στο περιθώριο εφοδιασμού Φ/Α και στη χρήση του εκάστοτε αγωγού. Συγκεκριμένα:

- Το μερίδιο «επιτυχών» στρατηγικών ορίζεται ως $S(C) = SD(C)/N$, όπου $SD(C)$ αποτελεί τον αριθμό των προσομοιώσεων που διενεργεί το μοντέλο και στις οποίες αρκετό Φ/Α παρέχεται στη χώρα C . Το $S(C)$ μπορεί να ερμηνευτεί ως μέτρο δυσκολίας ή ευκολίας παροχής Φ/Α στη χώρα C .
- Το περιθώριο εφοδιασμού Φ/Α εκφράζεται ως $M(C, R) = (Supply(C, R) - Demand(C))/Demand(C)$, όπου $Supply(C, R)$ αντιστοιχεί στην ποσότητα Φ/Α που φτάνει στη χώρα C κατά την προσομοίωση R της Monte Carlo. Ο όρος $Supply(C, R)$ ορίζεται ως $Supply(C, R) = Prod(C) + Withdrawn(C, R) + Inflow(C, R)$, όπου $Prod(C)$ είναι η εγχώρια παραγωγή Φ/Α στη χώρα C , $Withdrawn(C, R)$ αποτελεί την ποσότητα Φ/Α που αποσύρεται από τα αποθέματα της χώρας C κατά την προσομοίωση R και $Inflow(C, R)$ αντιστοιχεί στην ποσότητα Φ/Α που εισέρχεται στη χώρα C μέσω αγωγών κατά την προσομοίωση R . Τέλος, το

Demand(C) αντιπροσωπεύει τη ζήτηση της χώρας **C**.

- Το ποσό της δυναμικότητας που χρησιμοποιείται στην πραγματικότητα στον εκάστοτε αγωγό εκφράζεται ως $W(P, R) = \text{Flow}(P, R) / \text{Capacity}(P)$. Η παράμετρος $\text{Flow}(P, R)$ αντιπροσωπεύει τη ροή του αγωγού **P** κατά την προσομοίωση **R** ενώ η παράμετρος $\text{Capacity}(P)$ αναφέρεται στη μέγιστη τεχνική δυναμικότητα (MTC – Maximum Technical Capacity) του αγωγού **P** που εμπλέκεται στην προσομοίωση.

Μοντέλα
Προσομοίωσης

Η ανάπτυξη μοντέλων προσομοίωσης εμφανίζεται συχνά στην ανάλυση ζητημάτων ισχύος της αγοράς μοντελοποιώντας ουσιαστικά την αγορά του Φ/Α. Τα περισσότερα αποτελούν μοντέλα ισορροπίας, διατυπωμένα ως μοντέλα γραμμικού προγραμματισμού. Σε αυτά τα μοντέλα η στρατηγική συμπεριφορά και αλληλεπίδραση παραγωγών, διανομέων και λοιπών παραγόντων, αντιπροσωπεύονται από μία αντικειμενική συνάρτηση [52].

Για παράδειγμα το μοντέλο EUGAS [192] αποτελεί εργαλείο προσομοίωσης για την ποσοτική ανάλυση του μελλοντικού ευρωπαϊκού εφοδιασμού Φ/Α. Το αντικείμενο και οι περιορισμοί του μοντέλου είναι γραμμικοί και οι προβλέψεις του αφορούν μέχρι και το 2030. Το συγκεκριμένο μοντέλο, ουσιαστικά απαντάει σε ερωτήσεις που σχετίζονται με την ύπαρξη ή όχι έλλειψης Φ/Α, την ανάγκη επενδύσεων σε νέες εγκαταστάσεις παραγωγής και μεταφοράς καθώς και την ανάπτυξη των μοναδιαίων κοστών προμήθειας. Παρόλο που ο ρόλος που παίζουν οι πολιτικές επιπλοκές στη διαφοροποίηση των πηγών και διαδρομών προμήθειας συζητείται το μοντέλο καθεαυτό δεν αναγνωρίζει ούτε λαμβάνει υπόψη του τη συγκεκριμένη παράμετρο.

Στο ίδιο πλαίσιο κινείται και το μοντέλο GASMOT [47] το οποίο είναι δομημένο ως παίγνιο δύο σταδίων, επιτυχών εξαγωγών Φ/Α προς την ΕΕ και κεντρικού εμπορίου εντός ΕΕ, συμπεριλαμβάνοντας τις δυναμικότητες των υποδομών. Το GASMOT έχει ως αποτέλεσμα ένα καλά διαφοροποιημένο χαρτοφυλάκιο εφοδιασμού, το οποίο περιλαμβάνει νέους αναδυόμενους εξαγωγείς (κυρίως LNG), οι οποίοι ολοένα και κερδίζουν μερίδιο αγοράς. Παράλληλα, παρέχει πληροφορίες σχετικά με τις συνέπειες στην κοινωνική ευημερία της Ευρώπης.

Στη συνέχεια και προκειμένου να προστεθεί ο δυναμικός χαρακτήρας στα παραπάνω μοντέλα ισορροπίας υπεισέρχονται συνήθως, προβλέψεις ανάπτυξης του εφοδιασμού και της ζήτησης καθώς και περιορισμοί ισορροπίας για τη σύνδεση διαδοχικών χρονικών περιόδων. Αυτά αποτελούν υβριδικά μοντέλα τα οποία κυμαίνονται μεταξύ παραδοσιακών μαθηματικών μοντέλων και δυναμικών μοντέλων [52].

Τέτοιου είδους μοντέλο αποτελεί το dynamic GASTALE [48], το οποίο αποτελεί ένα υπολογιστικό θεωρητικό μοντέλο παιγνίων για τη λήψη επενδυτικών αποφάσεων από τους διαχειριστές του συστήματος

μεταφοράς και τους διαχειριστές του συστήματος αποθήκευσης έχοντας τη δυνατότητα να συμπεριλάβει δεδομένα που αφορούν παραπάνω από ένα έτος. Παρέχει πληροφορίες σχετικά με τις επενδύσεις που απαιτούνται για την ικανοποίηση της ζήτησης Φ/Α, με διαφορετικά σενάρια ενώ παράλληλα αναθέτει και επίπεδα προτεραιότητας για τις εν λόγω επενδύσεις κάνοντας το διαχωρισμό τους ανά γεωγραφική περιοχή.

Στο ίδιο πλαίσιο κινείται και το Παγκόσμιο μοντέλο αγοράς Φ/Α (WGTM – World Gas Trade Model) [193], το οποίο απαρτίζει μοντέλο ισορροπίας για την εξέλιξη της παγκόσμιας αγοράς Φ/Α, μέχρι το 2038. Το μοντέλο υπολογίζει ένα μοτίβο παραγωγής, διαδρομών μεταφοράς και τιμών, το οποίο εξισώνει τη ζήτηση και τις προμήθειες, μεγιστοποιώντας παράλληλα, την παρούσα αξία των εσόδων των παραγωγών σε ένα ανταγωνιστικό πλαίσιο. Οι εκροές του μοντέλου συμπεριλαμβάνουν τις περιφερειακές τιμές Φ/Α, τις προσθήκες δυναμικότητας και ροής σε αγωγούς και LNG, την ανάπτυξη των αποθεμάτων Φ/Α από υπάρχοντα και μελλοντικά κοιτάσματα καθώς και την περιφερειακή ζήτηση και παραγωγή.

Τέλος, το μοντέλο Μεταφοράς και Διανομής Φ/Α (NGTDM – Natural Gas Transmission and Distribution Module) της Υπηρεσίας Πληροφοριών Ενέργειας (EIA – Energy Information Administration) (2011) [194] έχει ως εκροή την εγχώρια παραγωγή Φ/Α τη διαμόρφωση των τιμών και της ροής Φ/Α, σε ένα αντιπροσωπευτικό, διαπολιτειακό δίκτυο αγωγών, τόσο κατά τη διάρκεια περιόδου αιχμής (Δεκέμβριος – Μάρτιος), όσο και μη αιχμής για κάθε έτος πρόβλεψης. Τα παραπάνω παράγονται από την επίλυση της ισορροπίας αγοράς στις τρεις κύριες συνιστώσες της αγοράς Φ/Α: τη συνιστώσα της προμήθειας, της ζήτησης και του δικτύου μεταφοράς και διανομής που τις συνδέει.

Συμπεράσματα Όπως έγινε φανερό αρκετές μελέτες περί ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α έχουν υιοθετήσει μοντέλα, προκειμένου να αναλύσουν την αντίδραση και την επάρκεια του συστήματος Φ/Α σε κινδύνους και τυχόν διακοπές. Το μεγαλύτερο μέρος των μοντέλων αυτών, αναλύουν το σύστημα σε κόμβους και ακμές ενώ ανάλογα με τους ευρύτερους στόχους της έρευνας, χρησιμοποιούν μια αντικειμενική συνάρτηση επίλυσης του συστήματος. Παράλληλα, ο στόχος της εκάστοτε μελέτης και της αντικειμενικής συνάρτησης αυτής ορίζει και τον τρόπο παρουσίασης του συστήματος Φ/Α.

Για παράδειγμα, οι Lochner και Bothe (2007) [190] ορίζουν την κάθε χώρα ως κόμβο και μοντελοποιούν τις συναθροισμένες ροές Φ/Α, υπογραμμίζοντας έτσι ότι δεν υπάρχουν σημεία συμφόρησης στο εθνικό δίκτυο της κάθε χώρας. Οι Lise και Hobbs (2008) [48] ενσωματώνουν την περιοχή της Ευρώπης σε πέντε κόμβους (περιοχές) αφαιρώντας έτσι πλήρως την πιθανότητα συμφόρησης μεταξύ χωρών ενώ παράλληλα δεν συμπεριλαμβάνουν επενδύσεις στη δυναμικότητα παραγωγής από

τους ίδιους τους παραγωγούς ορίζοντάς την μέσω εξωγενών σεναρίων. Στη συγκεκριμένη περίπτωση όμως αυτή η αντιμετώπιση μπορεί να θεωρηθεί σωστή αφού ότι το ζητούμενο και στόχος είναι η διερεύνηση των συνεπειών της ισχύος της αγοράς και όχι των επενδύσεων υποδομών. Κάτι παρόμοιο ισχύει και στην περίπτωση των Perner και Seeliger (2004) [192], όπου παρότι διενεργείται εκτεταμένη συζήτηση σχετικά με το ρόλο που παίζουν οι πολιτικές επιπλοκές στη διαφοροποίηση των πηγών και διαδρομών (βασικό αποτέλεσμα του μοντέλου EUGAS), η συγκεκριμένη παράμετρος δεν αναγνωρίζεται, ούτε λαμβάνεται υπόψη στο μοντέλο. Άλλο παράδειγμα αποτελούν οι Holz et al. (2008) [47] οι οποίοι με το βασισμένο στη θεωρία παιγνίων μοντέλο τους υπολογίζουν τιμές με διαφορετικές υποθέσεις οι οποίες παρότι δεν αποτελούν τιμές κόμβων με την έννοια των ανταγωνιστικών τιμών ανά γεωγραφική περιοχή, είναι σε θέση να υποδείξουν την αξία της επιπρόσθετης προμήθειας Φ/Α [49].

Το μοντέλο των Monforti και Szikszai (2010) [69] δε βασίζεται σε κόστη και τιμές, όπως το TIGER [49], [50], [71], [190] ή τα μοντέλα προσομοίωσης για την ανάλυση ζητημάτων ισχύος αγοράς, αλλά σε συγκεκριμένους «κανόνες» και αυτό γιατί ο απώτερος σκοπός του δεν είναι ο υπολογισμός των ανταγωνιστικών τιμών ανά γεωγραφική περιοχή αλλά η διερεύνηση της επάρκειας του συστήματος Φ/Α, σε συνθήκες ολοκλήρωσης της αγοράς Φ/Α.

Γίνεται, λοιπόν, φανερό ότι η μεθοδολογία που ακολουθείται για το εκάστοτε μοντέλο, έχει άμεση σχέση με τους απώτερους στόχους της έρευνας αλλά και τις παραμέτρους (διαφοροποίηση, διαθεσιμότητα, εξάρτηση κ.λ.π) που θεωρούνται ως βασικές για την ασφάλεια του εφοδιασμού Φ/Α. Αυτή η υποκειμενικότητα στην ουσία της αντανακλάται ακόμα και στις χώρες που απαρτίζουν το εκάστοτε σύστημα, αλλά και στο κατά πόσο συμπεριλαμβάνεται το LNG ως μέρος του συστήματος. Για παράδειγμα το μοντέλο των Scott και Vedres (2012) [16] παρότι επικεντρώνεται στο σύστημα προμηθειών της ΕΕ δε λαμβάνει υπόψη του τις προμήθειες LNG που προέρχονται από τη Λατινική Αμερική. Παράλληλα, το ίδιο μπορεί να ισχυριστεί κανείς, ακόμα και σε μεγαλύτερο βαθμό για το μοντέλο TIGER, με κριτήριο τη γεωγραφική του κάλυψη (Σχήμα III4), αλλά και για το MC-GENERIS [69], με κριτήριο το μέγεθος της γεωγραφικής περιοχής που καλύπτει (ΕΕ 27, Νορβηγία και Σουηδία).

III.4 Συμπεράσματα

Οι προηγούμενες ενότητες παρουσίασαν τις δημοφιλέστερες μεθοδολογίες μελέτης και αξιολόγησης της ευρύτερης ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού και της πιο συγκεκριμένης ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α.

Συγκεκριμένα, οι κύριες μεθοδολογίες σε σχέση με την ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού διαχωρίστηκαν στην παρουσίαση απλών και σύνθετων δεικτών, πιθανοτικών και άλλων προσεγγίσεων ενώ τα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι τα ακόλουθα.

- Η κατασκευή απλών δεικτών αποτελεί συνήθη πρακτική η οποία παρέχει σημαντικές πληροφορίες, σε συγκεκριμένο πλαίσιο. Παρότι συλλαμβάνουν και αποτυπώνουν μεμονωμένες ή σε συνδυασμό παραμέτρους της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού, δεν είναι σε θέση να αποδώσουν από μόνοι τους μία πλήρη εικόνα.
- Οι σύνθετοι δείκτες εκφράζουν σαφώς καλύτερα την πολυπλοκότητα της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού. Είναι σε θέση και λαμβάνουν υπόψη τους κινδύνους που σχετίζονται και προκαλούν αβεβαιότητα στην ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού όπως οι κίνδυνοι αγοράς και οι πολιτικοί κίνδυνοι οι οποίοι εμφανίζονται συχνότερα στη βιβλιογραφία. Στα πλαίσια όμως της εκάστοτε μελέτης μπορεί να αγνοούν σημαντικές παραμέτρους ενίσχυσης της ασφάλειας εφοδιασμού, όπως η ύπαρξη αποθεματικών, η δυνατότητα ίδιας παραγωγής κ.ο.κ..
- Οι πιθανοτικές προσεγγίσεις αποτελούν πιο σύνθετες μεθοδολογίες οι οποίες παρά την κριτική που έχουν δεχθεί και σε κατάλληλες συνθήκες μπορούν να φανούν ιδιαίτερα χρήσιμες. Οι κατάλληλες συνθήκες έχουν κύρια να κάνουν με την οπτική που υιοθετεί ο εκάστοτε ερευνητής αναφορικά με την ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού. Αν για παράδειγμα κύριος στόχος είναι η ενίσχυση της ασφάλειας εφοδιασμού μέσω της διαφοροποίησης των τεχνολογιών ενέργειας με τη δημιουργία ενός βέλτιστου χαρτοφυλακίου, τότε η MVP κρίνεται κατάλληλη.
- Η ίδια υποκειμενικότητα ισχύει και για τις άλλες προσεγγίσεις. Οι διαφορετικές μέθοδοι μπορεί να δέχονται κριτική είτε για τα δεδομένα που χρησιμοποιούν είτε για τον τρόπο υλοποίησης των μεθοδολογικών τους βημάτων, η επιτυχία τους όμως βασίζεται κύρια, στο αντικείμενο που τους δίνεται.

Αναφορικά με τις μεθοδολογίες ασφάλειας Φ/Α, αυτές χωρίστηκαν σε δύο ευρείες κατηγορίες, τους δείκτες και τα μοντέλα ασφάλειας, από τις οποίες προκύπτουν τα κάτωθι συμπεράσματα:

- Αρκετοί δείκτες που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού, χρησιμοποιούνται και στην ασφάλεια εφοδιασμού Φ/Α, υποδεικνύοντας τη συνάφεια μεταξύ των δύο διαστάσεων. Οι δείκτες αυτοί, συνήθως αποτελούν απλούς δείκτες, που παρέχουν στοιχεία σχετικά με την εξάρτηση, τη διαφοροποίηση και τους κινδύνους αγοράς.

- Οι δείκτες ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α συνιστούν σύνθετες εκφράσεις συνδυασμού και πολλές φορές συνάθροισης στοιχείων, παραμέτρων, και ενίοτε μεμονωμένων, απλών δεικτών. Και στη συγκεκριμένη περίπτωση, ενώ αποτελούν κρίσιμη ένδειξη της κατάστασης του συστήματος εφοδιασμού Φ/Α, δεν μπορούν από μόνοι τους να μετρήσουν την ανθεκτικότητα και την ευαισθησία του συστήματος.
- Παρότι στα πλαίσια μελέτης της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α, έχουν αναπτυχθεί πολλά σχετικά μοντέλα, αυτά που παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη συχνότητα και πρακτική συνάφεια με το σύστημα εφοδιασμού Φ/Α είναι τα μοντέλα υποδομών και διανομής, με δεδομένο ότι συμπεριλαμβάνουν τόσο πραγματικά στοιχεία του συστήματος όσο και μέρος τουλάχιστον των κινδύνων που μπορεί να το απειλήσει.
- Το εκάστοτε μοντέλο ασφάλειας εφοδιασμού βασίζεται στο πλαίσιο που ορίζει η αντίστοιχη έρευνα και παρουσιάζει αποτελέσματα σύμφωνα με αυτό.

Σε αυτό το σημείο είναι απαραίτητο να παρατηρηθεί το εξής. Όπως σημειώθηκε και στην ενότητα II3, μπορεί η έννοια της ασφάλειας εφοδιασμού να είναι συγκεχυμένη και πολύπλευρη, παρόλα αυτά παρουσιάζεται μία συμφωνία σε ό,τι σχετίζεται με συγκεκριμένους κινδύνους. Επιπλέον, η ευρωπαϊκή ασφάλεια εφοδιασμού δεν αφορά μόνο το κάθε κράτος-μέλος ξεχωριστά αλλά και το σύνολο της ΕΕ στα πλαίσια εδραίωσης μίας ενιαίας αγοράς, καλώντας έτσι για μία ενιαία πολιτική και αντιμετώπιση. Έτσι η ανάλυση του παρόντος κεφαλαίου συνηγορεί στα εξής:

- Η ασάφεια στον ορισμό της ασφάλειας εφοδιασμού καταφαίνεται από το διαφορετικό εύρος παραμέτρων που υιοθετεί η κάθε μεθοδολογία. Το ίδιο ισχύει και για την ποικιλία που εμφανίζεται σχετικά με τις χώρες που μελετούνται σε κάθε έρευνα, αλλά και αν λαμβάνεται υπόψη η προμήθεια LNG.
- Η ασφάλεια εφοδιασμού του ευρωπαϊκού συστήματος Φ/Α είναι ρητά συνδεδεμένη με την ικανοποίηση των αναγκών σε Φ/Α των μερών που το απαρτίζουν, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό για τη μελέτη και αξιολόγησή της ασφάλειας εφοδιασμού.
- Οι μεθοδολογίες που υιοθετούνται εμφανίζουν το εξής παράδοξο: είτε εστιάζουν στο να υποδείξουν την ύπαρξη ή όχι κινδύνου στο σύστημα εφοδιασμού Φ/Α, υπογραμμίζοντας τα στοιχεία που τον εντείνουν και αμελώντας παραμέτρους που, σαφώς, ενισχύουν την ασφάλεια, (η παραγωγή Φ/Α, η ύπαρξη αποθεματικών ή η διαφοροποίηση μέσω της ευέλικτης προμήθειας LNG). Είτε οι κίνδυνοι που λαμβάνουν υπόψη σχετίζονται κυρίως με την πολιτική

διάσταση και τη διάσταση κινδύνου αγοράς, χωρίς έτσι να προσδιορίζουν όλο το εύρος των πιθανών κινδύνων. Συνεπάγεται λοιπόν ότι υπάρχει έλλειμμα ισορροπίας μεταξύ αδυναμιών και δυνάμεων του συστήματος εφοδιασμού Φ/Α.

- Οι υφιστάμενες μεθοδολογίες ενώ παρουσιάζουν σημαντικά και κρίσιμα αποτελέσματα σχετικά με την αξιολόγηση της προμήθειας Φ/Α σύμφωνα πάντα με το καθορισμένο πλαίσιο τους, δεν προτείνουν εναλλακτικές λύσεις για υλοποίηση ακόμα και on the spot, της άμεσης αποκατάστασης της ομαλής λειτουργίας σε περίπτωση κρίσης.

Κεφάλαιο IV:

Προτεινόμενη Μεθοδολογία

IV.1 Εισαγωγή

Η ανάλυση των προηγούμενων κεφαλαίων έδειξε αφενός την πολυπλοκότητα που διέπει το πρόβλημα της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α και αφετέρου την ύπαρξη ανάγκης ενιαίου και σταθερού πλαισίου προσδιορισμού και αξιολόγησης της ασφάλειας του ευρωπαϊκού συστήματος εφοδιασμού Φ/Α. Η ανάγκη αυτή κρίνεται επιτακτική, ιδιαίτερα εξαιτίας των σεναρίων μείωσης της ευρωπαϊκής παραγωγής [66], [67], αύξησης των εισαγωγών [8], [9], [10], καθώς και των διαφόρων περιστατικών διακοπής [12], [13], [14], [15], [18], [108].

Οι υπάρχουσες μελέτες και μεθοδολογίες ασφάλειας εφοδιασμού συνηγορούν την πολυπλοκότητα του ορισμού της, έχοντας ως βάση για την επίλυση του προβλήματος τις παραμέτρους (είτε θετικές, είτε αρνητικές) που υιοθετούνται από την κάθε μελέτη και που μπορεί να διαφοροποιούνται από έρευνα σε έρευνα. Τα παραπάνω έχουν ως αποτέλεσμα την αδυναμία συγκρίσεων ενώ παράλληλα παρουσιάζονται διαφοροποιήσεις αναφορικά, τόσο με τη γεωγραφική κάλυψη όσο και με την προσμέτρηση του LNG. Οι παραπάνω επισημάνσεις οδηγούν στην πολυγωνμία και σε έλλειμμα ισορροπίας μεταξύ παραμέτρων θετικά ή αρνητικά προσκείμενων στην ασφάλεια εφοδιασμού Φ/Α.

Οι μελέτες και μεθοδολογίες ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α, παρουσιάζουν σημαντική έλλειψη στην παροχή εναλλακτικών, στο υπάρχον ευρωπαϊκό σύστημα εφοδιασμού Φ/Α, ιδιαίτερα σ' ένα πλαίσιο διακοπής προμηθειών. Οι περισσότερες μελέτες και μεθοδολογίες παρουσιάζουν κρίσιμα αποτελέσματα σχετικά με τις πιθανές απώλειες ανά χώρα ή ανά δίκτυο χωρών. Παράλληλα, αναγνωρίζουν πιθανές συμφορήσεις και προτείνουν βέλτιστα χαρτοφυλάκια εφοδιασμού καθώς και την κατασκευή νέων υποδομών. Όμως, δεν εξετάζουν τις εναλλακτικές που έχει το σύστημα, την παρούσα στιγμή μιας διακοπής, μέσω της διερεύνησης βέλτιστων σχηματισμών ροών και του ελέγχου της δυναμικότητας αυτών.

Η ΕΕ έχει υιοθετήσει σαφή ενεργειακή πολιτική για τη συνεχή, μακροπρόθεσμη και σε επαρκείς ποσότητες ροή Φ/Α. Η συγκεκριμένη πολιτική, ουσιαστικά, τονίζει το κύριο μέλημά της ΕΕ για ικανοποίηση των αναγκών σε Φ/Α, κάτω από οποιοσδήποτε συνθήκες (καιρικές, περιπτώσεις διακοπών κλπ) [24], αναγνωρίζοντας σειρά προκλήσεων (κινδύνων) [21], [22], [23], [24], [25], [39] που καλείται να αντιμετωπίσει ο εφοδιασμός Φ/Α. Παράλληλα, τονίζει τη σημασία και την ανάγκη διαφοροποίησης προμηθευτών και διαδρομών, της χρήσης LNG και της ύπαρξης στρατηγικών αποθεμάτων [5], [24], [120], [121], [122], θέτοντας έτσι τις βάσεις για την αντιμετώπιση του προβλήματος.

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω, γίνεται φανερό η ανάγκη μιας ολοκληρωμένης μεθοδολογίας προσδιορισμού και αξιολόγησης της

ασφάλειας εφοδιασμού του ευρωπαϊκού συστήματος Φ/Α, η οποία θα είναι σε θέση να ικανοποιεί τα παρακάτω χαρακτηριστικά, καλύπτοντας έτσι τα υπάρχοντα κενά:

- Αντιμετώπιση της υποκειμενικότητας μέσω της μελέτης του προβλήματος της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α, σε σταθερό και σαφές πλαίσιο λαμβάνοντας υπόψη τις κύριες κατευθύνσεις της ΕΕ.
- Αναγνώριση, παραμετροποίηση και ποσοτικοποίηση, τόσο των παραγόντων που ενισχύουν την ασφάλεια εφοδιασμού, όσο και αυτών που την καθιστούν ευάλωτη.
- Γεωγραφική κάλυψη όλου του ευρωπαϊκού συστήματος εφοδιασμού Φ/Α, λαμβάνοντας υπόψη ακόμα και χώρες εκτός ΕΕ, που αποτελούν, όμως, αναπόσπαστους κόμβους της διαμετακόμισης και της διαδικασίας ροής προμήθειας.
- Προσμέτρηση του LNG ως αναπόσπαστο μέρος προμήθειας Φ/Α, αφού συμβάλλει αφενός στη διαφοροποίηση εισαγωγών και αφετέρου η τυχόν διακοπή προμήθειας του μπορεί να έχει σημαντικό αντίκτυπο.
- Αξιολόγηση της ασφάλειας εφοδιασμού του ευρωπαϊκού συστήματος εφοδιασμού Φ/Α και πρόταση εναλλακτικών διαδρομών προμήθειας σε περιπτώσεις που παρουσιάζονται προκλήσεις για τη συνεχή και σε επαρκείς ποσότητες ροή Φ/Α.
- Έλεγχος των προτάσεων εναλλακτικών διαδρομών αναφορικά με τη φυσική και την τεχνική τους δυναμικότητα και επαναξιολόγησή τους.
- Αναγνώριση των επενδυτικών κενών των διαδρομών προμήθειας Φ/Α, ενίσχυση των οποίων θα ενδυναμώνει και την αξιοπιστία και την ασφάλεια εφοδιασμού Φ/Α του ευρωπαϊκού συστήματος.

Σύμφωνα με τα παραπάνω στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζεται η ανάπτυξη της προτεινόμενης μεθοδολογίας SEAL⁴ η οποία έχει ως στόχο την κάλυψη των παραπάνω κενών, προκειμένου να προσφέρει μια ολοκληρωμένη και αντικειμενική λύση στον προσδιορισμό και αξιολόγηση της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α του ευρωπαϊκού συστήματος. Το κεφάλαιο, πέραν της εισαγωγής χωρίζεται στις ακόλουθες ενότητες:

- Στη 2^η ενότητα παρουσιάζεται συνοπτικά η προτεινόμενη μεθοδολογία ενώ αναλύεται η φιλοσοφία που κρύβεται πίσω της καθώς και η διαδικασία υλοποίησής της.
- Η 3^η ενότητα εξετάζει διεξοδικά την πρώτη συνιστώσα της

⁴ Seal: σφραγίζω, κλειδώνω (close tightly or put a substance, etc on something to stop gas or fluid escaping, Oxford Advanced Learner's Dictionary)

προτεινόμενης μεθοδολογίας και τη διαδικασία υλοποίησης της, προκειμένου να προσομοιωθούν συνθήκες κρίσης στις στρατηγικές προμήθειας των χωρών, που συμμετέχουν στο ευρωπαϊκό δίκτυο προμήθειας Φ/Α.

- Η 4^η ενότητα με τη σειρά της περιγράφει αναλυτικά τη δεύτερη συνιστώσα της προτεινόμενης μεθοδολογίας σύμφωνα με την οποία παρατίθενται συγκεκριμένοι περιορισμοί και όρια αξιολόγησης των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τη προσομοίωση των συνθηκών κρίσης στις στρατηγικές προμήθειας (πρώτη συνιστώσα). Εισάγει επίσης τους παράγοντες κινδύνου στο σύστημα οι οποίοι αποτελούν χρήσιμη πληροφορία για την τρίτη συνιστώσα.
- Η 5^η ενότητα παρουσιάζει την τρίτη συνιστώσα της προτεινόμενης μεθοδολογίας η οποία έχει ως κύριο στόχο τον εντοπισμό εναλλακτικών διαδρομών παροχής Φ/Α, ελαχίστου κινδύνου, σε χώρες που, όπως αξιολογήθηκαν στην δεύτερη συνιστώσα, παρουσίασαν σημεία συμφόρησης. Η συγκεκριμένη ενότητα πέρα από τη διαδικασία εύρεσης εναλλακτικών διαδρομών παρουσιάζει και τις διαδικασίες ελέγχου των νέων διαδρομών, ως προς την φυσική και την τεχνική τους δυναμικότητα.
- Τέλος, στην 6^η ενότητα παρουσιάζονται τα κύρια συμπεράσματα του κεφαλαίου της προτεινόμενης μεθοδολογίας.

IV.2 Μεθοδολογικό Πλαίσιο

IV.2.1 Φιλοσοφία Προσέγγισης

Η συγκεκριμένη ενότητα έχει ως στόχο την παρουσίαση της φιλοσοφίας που ακολουθεί η προτεινόμενη μεθοδολογία SEAL. Η συγκεκριμένη μεθοδολογία συμβάλει στον προσδιορισμό και αξιολόγηση της ασφάλειας εφοδιασμού του ευρωπαϊκού συστήματος Φ/Α, ιδιαίτερα σε συνθήκες διαφόρων γεγονότων διακοπής της παροχής από προμηθευτές.

Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη ενότητα (IV.1), στόχος της προτεινόμενης διαδικασίας είναι η αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας που διέπει το πρόβλημα της ασφάλειας εφοδιασμού. Μέσω της χρησιμοποίησης κατάλληλων εργαλείων και τεχνικών προσεγγίζεται το ζήτημα της ασφάλειας εφοδιασμού συστηματικά και με σαφήνεια ενώ παράλληλα διερευνώνται εναλλακτικές διαδρομές ώστε να μελετηθούν και να προταθούν πιθανές, εφικτές λύσεις όπου αυτό κρίνεται απαραίτητο. Απώτερος σκοπός είναι αφενός η εύρεση τυχόν ευπαθειών/συμφορήσεων στο σύστημα εφοδιασμού Φ/Α της Ευρώπης, οι οποίες θα μπορούσαν να επηρεάσουν ή/και να κλονίσουν την

αξιοπιστία του και αφετέρου η διερεύνηση και ο έλεγχος εναλλακτικών διαδρομών όδευσης και διαμετακόμισης προκειμένου να επανέλθει η ομαλότητα στο σύστημα.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η προτεινόμενη μεθοδολογία SEAL αποτελείται από τις ακόλουθες τρεις (3) συνιστώσες, οι οποίες παρουσιάζονται γραφικά στο Σχήμα IV1:

- *Simulate* (Προσομοίωση): Η πρώτη συνιστώσα «Προσομοίωση» αναφέρεται αφενός στην καταγραφή και απεικόνιση των στρατηγικών προμήθειας που ακολουθούν τα μέλη του ευρωπαϊκού συστήματος εφοδιασμού Φ/Α και αφετέρου στον καθορισμό του πλαισίου το οποίο διέπει τις πιθανές συνθήκες κρίσης. Το πλαίσιο κρίσης καθορίζεται από επί μέρους παραμέτρους όπως οι συνθήκες ζήτησης, οι συνθήκες παροχής και οι συνθήκες υποδομών που επικρατούν. Απώτερος στόχος της πρώτης συνιστώσας είναι η προσομοίωση, με την κατάλληλη μεθοδολογία, σεναρίων κρίσης στο ευρωπαϊκό σύστημα εφοδιασμού Φ/Α, ώστε να μελετηθεί η ικανοποιητική, ή όχι, ανταπόκριση των ακολουθούμενων στρατηγικών προμήθειας του συστήματος.
- *EvaluAte* (Αξιολόγηση): Η δεύτερη συνιστώσα «Αξιολόγηση» αναφέρεται στην αποτίμηση της ικανοποιητικής ή όχι ανταπόκρισης των στρατηγικών προμήθειας των μερών του ευρωπαϊκού συστήματος εφοδιασμού Φ/Α, σε συνθήκες κρίσης. Παράλληλα εισάγει τις παραμέτρους κινδύνου του συστήματος αξιολογώντας το σε όρους κοινωνικοοικονομικού κινδύνου. Ουσιαστικά, αξιολογούνται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη μέθοδο Monte Carlo. Αξιολογείται δηλαδή το κατά πόσο το κάθε μέρος του συστήματος ικανοποίησε τις ανάγκες του σε Φ/Α, σε συνθήκες κρίσης, λαμβάνοντας υπόψη τις παραμέτρους ενίσχυσης της ασφάλειας εφοδιασμού, της εκάστοτε στρατηγικής, όπως η διαφοροποίηση των εισαγωγών, η παραγωγή και το δυναμικό αποδέσμευσης αποθηκευμένου Φ/Α. Το ίδιο διενεργείται και για τις παραμέτρους κινδύνου της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α. Το κάθε μέρος του συστήματος αξιολογείται σε όρους κοινωνικοοικονομικού κινδύνου, προκειμένου να αποτελέσει δεδομένο για την τρίτη συνιστώσα. Η «Αξιολόγηση» των αποτελεσμάτων της Monte Carlo, επίσης, δρα ως αναγνώριση των κρίσιμων ορίων του συστήματος εφοδιασμού. Η γνώση τέτοιων συνθηκών μπορεί να αποτελέσει συναγερμό για την ανάληψη των κατάλληλων δράσεων.
- *Locate* (Εντοπισμός): Η τελευταία συνιστώσα «Εντοπισμός» αφορά στην εύρεση εναλλακτικών διαδρομών προμήθειας Φ/Α στην περίπτωση αποτυχίας της στρατηγικής προμήθειας, του κάθε μέρους του συστήματος (μη ικανοποίηση των κρίσιμων ορίων). Αυτό σημαίνει ότι η συνιστώσα αυτή μπαίνει σε λειτουργία, εφόσον το κάθε μέλος του ευρωπαϊκού συστήματος εφοδιασμού έχει αποτύχει

στην ομαλή ολοκλήρωση παροχής Φ/Α, λόγω εμφάνισης συμφορήσεων. Λαμβάνει υπόψη της τον κίνδυνο ασφάλειας εφοδιασμού της κάθε χώρας, προκειμένου να προτείνει βέλτιστες λύσεις (διαδρομές) ελαχίστου κόστους. Παράλληλα, στο πλαίσιο επαλήθευσης της κάθε προτεινόμενης διαδρομής διενεργούνται έλεγχοι αναφορικά τόσο με τη φυσική όσο και με την τεχνική τους δυναμικότητα, διασφαλίζοντας περαιτέρω την ασφάλεια του ευρωπαϊκού συστήματος εφοδιασμού Φ/Α.

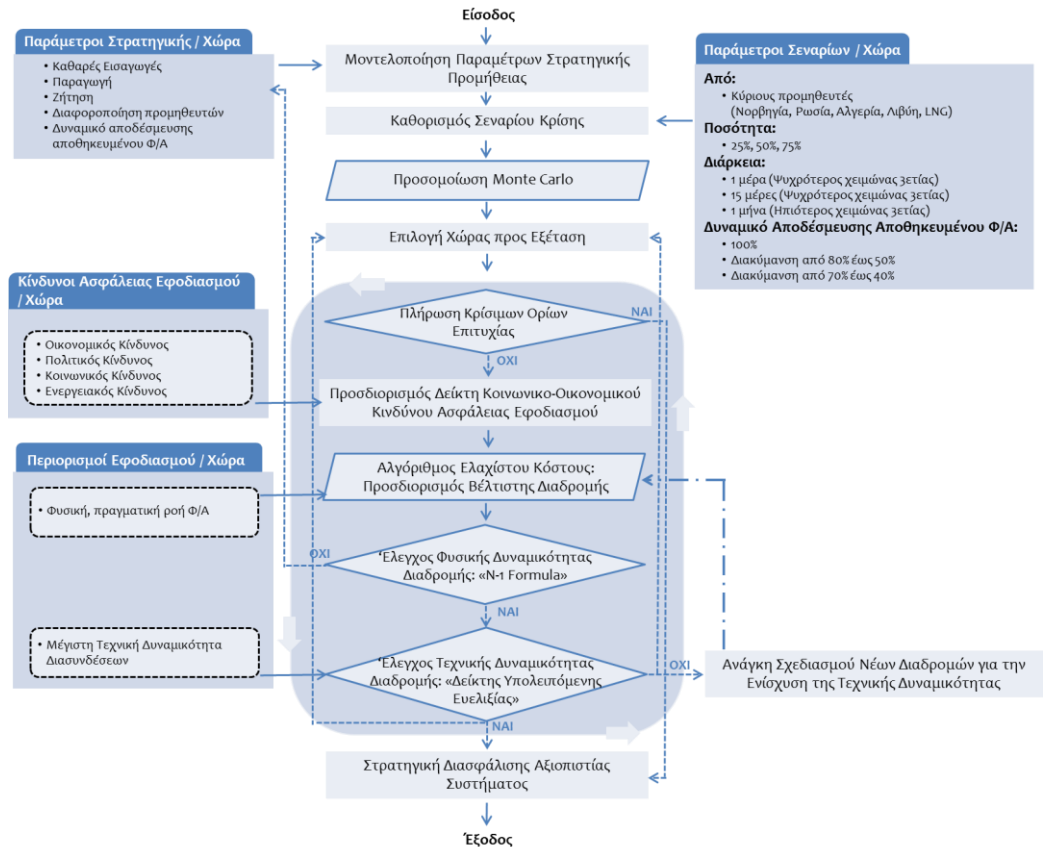


Σχήμα IV1. Φιλοσοφία Προσέγγισης

Η συγκεκριμένη φιλοσοφία έχοντας ως βάση μια πιο «συστημική» προσέγγιση του προβλήματος της ασφάλειας εφοδιασμού, συμβάλλει στη διαμόρφωση ενός σαφώς ορισμένου και αντικειμενικού πλαισίου, το οποίο έχει ως στόχο την υποστήριξη των αποφασιζόντων για την αναγνώριση των παραμέτρων που επηρεάζουν τον εφοδιασμό Φ/Α, των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων, των κρίσιμων ορίων, καθώς και των υφιστάμενων εναλλακτικών. Όλα τα παραπάνω, εντάσσονται στο πλαίσιο πραγματικής λειτουργίας του συστήματος ευρωπαϊκού εφοδιασμού Φ/Α, και του κύριου μελήματος της ΕΕ για ομαλή και σε επαρκείς ποσότητες ροή Φ/Α.

IV.2.2 Διαδικασία Προσέγγισης

Η λογική διαδικασία της ακολουθούμενης προσέγγισης της μεθοδολογίας SEAL απεικονίζεται στο παρακάτω διάγραμμα ροής (Σχήμα IV2)



Σχήμα IV2. Διαδικασία Προσέγγισης

Πιο συγκεκριμένα, η διαδικασία περιγράφεται αναλυτικά παρακάτω:

- **Είσοδος:** Αρχικά αναγνωρίζονται και κωδικοποιούνται όλες οι παράμετροι που επηρεάζουν είτε θετικά, είτε αρνητικά το ευρωπαϊκό σύστημα εφοδιασμού Φ/Α, έτσι ώστε να είναι εφικτή η εισαγωγή αυτών των παραγόντων στα επόμενα στάδια της διαδικασίας. Συγκεκριμένα, κατηγοριοποιούνται και συλλέγονται δεδομένα:
 - **Παράμετροι Στρατηγικής ανά Χώρα:** Αναλύεται η εσωτερική στρατηγική που ακολουθεί κάθε χώρα για την ικανοποίηση των αναγκών της (εισαγωγές, παραγωγή, ζήτηση, δυναμικό αποδέσμευσης) σε Φ/Α, η εξωτερική της στρατηγική (διαφοροποίηση πηγών προμήθειας) καθώς και η θέση που κατέχει στο ευρωπαϊκό σύστημα προμήθειας (εξαγωγές).
 - **Παράμετροι Σεναρίων ανά Χώρα:** Μελετώνται, καθορίζονται και συλλέγονται δεδομένα σχετικά με τις μεταβλητές που πλαισιώνουν τα σενάρια διακοπής. Συγκεκριμένα ορίζεται η γεωγραφική προέλευση της διακοπής, η ποσότητα της διακοπής, η διάρκειά της καθώς και το ποσοστό του δυναμικού αποδέσμευσης αποθηκευμένου Φ/Α - εφόσον υπάρχει - που έχει στη διάθεσή της η κάθε, υπό μελέτη, χώρα.
- **Μοντελοποίηση Παραμέτρων Στρατηγικής Προμήθειας:** Οι παράμετροι

που καθορίζουν τη στρατηγική προμήθειας είτε εσωτερική είτε εξωτερική της κάθε χώρας μοντελοποιούνται με απώτερο στόχο την πλήρη ικανοποίηση των αναγκών σε Φ/Α.

- **Καθορισμός Σεναρίου Κρίσης:** Επιλέγονται οι παράμετροι που καθορίζουν τις συνθήκες κρίσης και συντάσσονται διαδοχικά σενάρια διακοπής, τα οποία πρόκειται να εφαρμοστούν σε κάθε χώρα που συμμετέχει στον ευρωπαϊκό εφοδιασμό Φ/Α.
- **Προσομοίωση Monte Carlo:** Αφού έχουν μοντελοποιηθεί οι παράμετροι στρατηγικών προμήθειας ανά χώρα και έχουν καθοριστεί τα σενάρια κρίσης, εφαρμόζεται η προσομοίωση Monte Carlo διαδοχικά για όλες τις χώρες προκειμένου να καθοριστεί το ποσοστό επαναλήψεων που επιτρέπει η δομή του συστήματος για την ικανοποίηση της ζήτησης Φ/Α, για κάθε σενάριο διακοπής. Σε αυτή τη φάση δεν αναζητείται η βέλτιστη ροή αλλά διερευνάται μεγάλο εύρος πιθανών εναλλακτικών οι οποίες είναι σε θέση να οδηγήσουν σε λύση του προβλήματος και παροχή Φ/Α, ανεξάρτητα από οποιοδήποτε σενάριο διακοπής.
- **Επιλογή Χώρας προς Εξέταση:** Με δεδομένο ότι η προσομοίωση Monte Carlo εφαρμόστηκε σε όλες τις χώρες που συμμετέχουν στο ευρωπαϊκό σύστημα εφοδιασμού Φ/Α, διαδοχικά επιλέγεται μία προς μία η κάθε χώρα για περαιτέρω μελέτη.
- **Πλήρωση Κρίσιμων Ορίων Επιτυχίας:** Από την προσομοίωση Monte Carlo προκύπτει για κάθε χώρα το ποσοστό επιτυχίας της στρατηγικής προμήθειας για το κάθε σενάριο διακοπής. Ειδικά σε αυτό το στάδιο μελετάται κατά πόσο η χώρα προς εξέταση πληροί όρια και περιορισμούς, η μη ικανοποίηση των οποίων οδηγεί σε μη επαρκή παροχή Φ/Α, σύμφωνα πάντα με την στρατηγική προμήθειας που η ίδια έχει υιοθετήσει.
 - Σε περίπτωση που η χώρα πληροί τα κρίσιμα όρια επιτυχίας (ΝΑΙ), τότε αφενός η στρατηγική της διασφαλίζει την αξιοπιστία του συστήματος εφοδιασμού και αφετέρου το σύστημα μπορεί να περάσει στην επιλογή της αμέσως επόμενης χώρας προς εξέταση.
 - Εφόσον η χώρα δεν είναι σε θέση να ικανοποιήσει τα κρίσιμα όρια επιτυχίας (ΟΧΙ), τότε δίνεται η δυνατότητα περαιτέρω διερεύνησης εύρεσης λύσης.
- **Προσδιορισμός Δείκτη Κοινωνικο – Οικονομικού Κινδύνου Ασφάλειας Εφοδιασμού:** Στο στάδιο αυτό αξιολογείται το σύστημα αναφορικά με τους κινδύνους που το διέπουν μέσω του προσδιορισμού του δείκτη κοινωνικοοικονομικού κινδύνου ασφάλειας εφοδιασμού για κάθε χώρα που συμμετέχει στον ευρωπαϊκό εφοδιασμό Φ/Α. Για να γίνει αυτό καθορίζονται και μοντελοποιούνται οι κίνδυνοι ασφάλειας εφοδιασμού ανά χώρα και μετέπειτα ανά διαδρομή:

- Κίνδυνοι Ασφάλειας ανά Χώρα: Για κάθε χώρα που συμμετέχει στο ευρωπαϊκό σύστημα εφοδιασμού Φ/Α λαμβάνονται υπόψη τέσσερις (4) κατηγορίες κινδύνου του ενεργειακού εφοδιασμού προσμετρώντας οικονομικούς παράγοντες, ενδογενείς παράγοντες ενέργειας, πολιτικούς παράγοντες και κοινωνικούς παράγοντες.
- Κίνδυνοι Ασφάλειας ανά Διαδρομή: Παρουσιάζονται μεθοδολογίες συνάθροισης του δείκτη κοινωνικοοικονομικού κινδύνου και αναγωγής του από το επίπεδο χώρας σε επίπεδο διαδρομής.
- Αλγόριθμος Ελαχίστου Κόστους - Προσδιορισμός Βέλτιστης Διαδρομής: Σε αυτό το στάδιο υιοθετείται η θεωρία των γράφων και ο αλγόριθμος ελαχίστου κόστους προκειμένου να εντοπιστεί η καταλληλότερη διαδρομή προμήθειας Φ/Α, θέτοντας την επιλεγμένη χώρα ως δέκτη. Ως παράμετροι στον προσδιορισμό της βέλτιστης διαδρομής με τη θεωρία των γράφων εισάγονται οι εξής:
 - Ο κίνδυνος ασφάλειας εφοδιασμού, όπως αυτός υπολογίστηκε μέσω του Δείκτη Κοινωνικοοικονομικού Κινδύνου Ασφάλειας Εφοδιασμού.
 - Η φυσική πραγματική ροή Φ/Α, όπως αυτή υπολογίζεται ως μέρος των περιορισμών εφοδιασμού της χώρας.
- Έλεγχος Φυσικής Δυναμικότητας Διαδρομής – «N-1 Formula»: Η διαδρομή χαμηλότερου κινδύνου ελέγχεται αναφορικά με τη φυσική της δυναμικότητα. Συγκεκριμένα υιοθετείται ο πρότυπος δείκτης δυναμικότητας υποδομών N-1 προκειμένου να ελεγχθεί κατά πόσο οι χώρες που μετέχουν στην προτεινόμενη διαδρομή είναι σε θέση να παρέχουν, σε φυσικές ποσότητες, την απώλεια Φ/Α, που έχει υποστεί η υπό μελέτη χώρα, δεδομένης της γενικευμένης σε όλες τις χώρες επήρειας του σεναρίου κρίσης.
 - Σε περίπτωση που ο έλεγχος κριθεί αρνητικός (ΟΧΙ) τότε η διαδρομή δεν είναι σε θέση να παρέχει την απώλεια Φ/Α στην υπό μελέτη χώρα. Άρα, κρίνεται απαραίτητη η επαναδιαπραγμάτευση και η εκ νέου μελέτη των παραμέτρων σύνθεσης της στρατηγικής προμήθειας της υπό μελέτη χώρας.
 - Εφόσον ο έλεγχος έχει θετικό αποτέλεσμα (ΝΑΙ), τότε δίνεται η δυνατότητα για επιπλέον έλεγχο τεχνικής δυναμικότητας διαδρομής.
- Έλεγχος Τεχνικής Δυναμικότητας Διαδρομής – «Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας»: Η διαδρομή χαμηλότερου κινδύνου ελέγχεται επιπλέον και αναφορικά με την τεχνική της δυναμικότητα, με τη χρήση του δείκτη της Υπολειπόμενης Ευελιξίας. Ουσιαστικά σε αυτό το στάδιο ελέγχεται, με τη χρήση της μέγιστης τεχνικής δυναμικότητας

διασυνδέσεων - παράμετρος περιορισμού εφοδιασμού χώρας - κατά πόσο οι διασυνδέσεις μεταξύ των χωρών που μετέχουν στην προτεινόμενη διαδρομή διαθέτουν την απαιτούμενη τεχνική δυναμικότητα, ώστε να μεταφέρουν τόσο τις κανονικές, ανεπηρέαστες ροές Φ/Α, όσο και την επιπλέον απώλεια της υπό μελέτη χώρας.

- Εφόσον ο έλεγχος κριθεί θετικός (ΝΑΙ), τότε η χώρα συμβάλλει με τη στρατηγική της στη διασφάλιση της αξιοπιστίας του συστήματος και άρα μπορεί να ακολουθήσει η επιλογή της επόμενης προς εξέταση χώρας.
- Εάν ο έλεγχος αποβεί αρνητικός (ΟΧΙ), τότε διαφαίνεται η ανάγκη σχεδιασμού νέων διαδρομών προκειμένου, αφενός να ενισχυθεί η τεχνική δυναμικότητα του ευρωπαϊκού συστήματος εφοδιασμού και αφετέρου να διασφαλιστεί επιπλέον η αξιοπιστία του. Αυτές οι νέες διαδρομές, εφόσον υλοποιηθούν, θα μπορούσαν εν συνεχεία μέσω του αλγορίθμου ελαχίστου κόστους, να προσφέρουν νέες βέλτιστες διαδρομές ενισχύοντας έτσι περαιτέρω την αξιοπιστία του συστήματος. Και σε αυτή την περίπτωση ακολουθεί η επιλογή της επόμενης προς εξέταση χώρας.

IV.3 1^η Συνιστώσα: Προσομοίωση (Simulate)

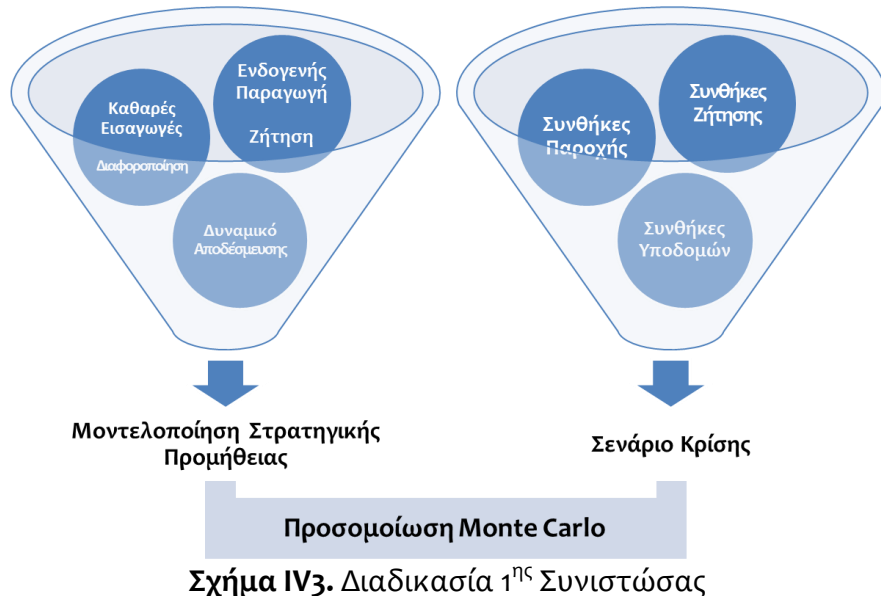
IV.3.1 Εισαγωγή

Στην ενότητα αυτή θα αναλυθεί και θα περιγραφεί η πρώτη (1^η) συνιστώσα της προτεινόμενης μεθοδολογίας. Η πρώτη συνιστώσα έχει ως απώτερο στόχο τον καθορισμό, συλλογή και μοντελοποίηση όλων των παραμέτρων που συνθέτουν το σύστημα εφοδιασμού Φ/Α κάθε χώρας καθώς και των κινδύνων που το διέπουν προκειμένου να προσομοιωθούν σενάρια συνθηκών διακοπής εφοδιασμού.

Κοινό μέλημα όλων των χωρών που συμμετέχουν στο ευρωπαϊκό σύστημα εφοδιασμού Φ/Α είναι η ικανοποίηση των αναγκών σε Φ/Α. Σύμφωνα, λοιπόν, με αυτό, δηλαδή την ικανοποίηση της ζήτησης, η κάθε χώρα καθορίζει και μοντελοποιεί τη στρατηγική προμήθειας Φ/Α η οποία έχει ως στόχο την ικανοποίηση των αναγκών σε Φ/Α της (ζήτησης), μέσω εισαγωγών – εξαγωγών (τόσο Φ/Α όσο και LNG) και παραγωγής, όπου αυτό είναι εφικτό. Επιπλέον, η στρατηγική της κάθε χώρας χαρακτηρίζεται από μέσα περιφρούρησης της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α, όπως αυτά ορίζονται από σειρά προτάσεων και νομοθεσιών της ΕΕ, όπως π.χ. η διαφοροποίηση των πηγών Φ/Α και η ύπαρξη ή όχι εγκαταστάσεων αποθήκευσης Φ/Α.

Τέλος, κύριο μέλημα αυτής της ενότητας είναι η μοντελοποίηση των παραπάνω παραμέτρων, έχοντας ως κύριο μέλημα την ικανοποίηση της ζήτησης και την εισαγωγή τους σε συνθήκες προσομοίωσης σεναρίων κρίσης.

Η διαδικασία που ακολουθείται για την υλοποίηση της πρώτης (1^{ης}) συνιστώσας παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα (IV3)



Επομένως, η πρώτη διάσταση αποτελείται από την ανάλυση και επεξήγηση των παρακάτω:

- Μοντελοποίηση παραμέτρων στρατηγικής προμήθειας.
- Καθορισμός σεναρίου κρίσης.
- Προσομοίωση Monte Carlo.

IV.3.2 Μοντελοποίηση Παραμέτρων Στρατηγικής Προμήθειας

Η ευρωπαϊκή προμήθεια Φ/Α ικανοποιείται από την ενδογενή παραγωγή, το LNG και τις εισαγωγές Φ/Α [195]. Παράλληλα, η διαφοροποίηση των πηγών προμήθειας αποτελεί κύρια πολιτική διασφάλισης της ασφάλειας εφοδιασμού [86], ενώ η αποθήκευση Φ/Α παρέχει τη δυνατότητα ρυθμιστικής δυναμικότητας για την εξισορρόπηση προσφοράς και ζήτησης σε περιπτώσεις υψηλής ζήτησης ή διακοπής της παροχής [195]. Προς την ίδια κατεύθυνση, οι Flouri et al. (2015) [4] και οι Monforti & Szikszai (2010) [69] θεωρούν ότι η στρατηγική προμήθειας Φ/Α της κάθε χώρας βασίζεται σε παραμέτρους όπως η ενδογενής παραγωγή, η δυναμικότητα απόσυρσης αποθηκευμένου Φ/Α, οι εισροές και η ζήτηση Φ/Α. Όπως προκύπτει ως παράμετροι

στρατηγικής προμήθειας για κάθε χώρα που συμμετέχει στο ευρωπαϊκό σύστημα προμήθειας Φ/Α, θεωρούνται τα εξής:

- Ενδογενής παραγωγή.
- Καθαρές εισαγωγές.
- Ζήτηση.
- Διαφοροποίηση προμηθευτών.
- Δυναμικό αποδέσμευσης αποθηκευμένου Φ/Α.

Ενδογενής
Παραγωγή

Ως ενδογενής παραγωγή Φ/Α θεωρείται όλη η εμπορεύσιμη παραγωγή εντός των εθνικών συνόρων της κάθε χώρας συμπεριλαμβανομένης και της παράκτιας παραγωγής [196], η οποία χρησιμοποιείται είτε για ίδια κατανάλωση είτε εξάγεται. Σύμφωνα με τη Eurostat [197] από τις 33 χώρες που συμμετέχουν στο σύστημα ευρωπαϊκού εφοδιασμού (χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι εξωτερικοί προμηθευτές), οι 20 διαθέτουν ενδογενή παραγωγή. Συγκεκριμένα, ενδογενή παραγωγή, έστω και μικρή, διαθέτουν οι Αυστρία, Βουλγαρία, Γαλλία, Γερμανία, Δανία, Δημοκρατία της Τσεχίας, ΗΒ, Ιρλανδία, Ισπανία, Ιταλία, Κροατία, Λευκορωσία, Ολλανδία, Ουγγαρία, Ουκρανία, Πολωνία, Ρουμανία, Σερβία, Σλοβακία, Τουρκία. Για τη μέτρηση της ενδογενούς παραγωγής συνήθως χρησιμοποιούνται τα κυβικά μέτρα και συγκεκριμένα τα εκατομμύρια κυβικά μέτρα ανά ημέρα (million cubic meters – mcm).

Καθαρές
Εισαγωγές

Ως εισαγόμενες ή εξαγόμενες ποσότητες Φ/Α θεωρούνται οι ποσότητες που διασχίζουν τα πολιτικά σύνορα μιας χώρας [196] ενώ ως καθαρές εισαγωγές Φ/Α θεωρείται η διαφορά μεταξύ εισαγωγών και εξαγωγών [198]. Οι εισαγωγές Φ/Α γίνονται μέσω της υπάρχουσας υποδομής αγωγών ενώ οι εισαγωγές LNG γίνονται μέσω ειδικά διαμορφωμένων πλοίων το σύνολο των οποίων παγκοσμίως το 2014, έφτασε τα 357 σκάφη [75] Για τη μέτρηση των καθαρών εισαγωγών χρησιμοποιούνται τα κυβικά μέτρα και συγκεκριμένα τα mcm.

Ζήτηση

Οι ανάγκες της κάθε χώρας ή περιοχής σε Φ/Α προκειμένου να καλύψει τις ενεργειακές της απαιτήσεις αποτελούν τη ζήτηση Φ/Α. Η εκάστοτε χώρα έχει ως κύριο μέλημα την κάλυψη αυτών των αναγκών ανεξάρτητα από ακραίες καιρικές συνθήκες ή από άλλες συνθήκες επισφαλείς για την ομαλή ικανοποίησή τους. Για τη μέτρηση της ζήτησης Φ/Α χρησιμοποιούνται τα κυβικά μέτρα και συγκεκριμένα τα mcm.

Διαφοροποίηση
Προμηθευτών

Η διαφοροποίηση προμηθευτών αποτελεί κύρια παράμετρο της στρατηγικής προμήθειας της κάθε χώρας. Βελτιώνει την ασφάλεια εφοδιασμού του συστήματος προμήθειας Φ/Α αμβλύνοντας τη συνεχώς αυξανόμενη εξάρτηση σε εισαγωγές Φ/Α [5] ενώ παράλληλα υποδεικνύει τη μεταβαλλόμενη δυνατότητα των χωρών να προμηθευτούν Φ/Α από σειρά προμηθευτών [10]. Συμπερασματικά η μέτρηση της διαφοροποίησης προμηθευτών αφορά στον υπολογισμό του ποσοστού

του εκάστοτε προμηθευτή στο σύνολο των εισαγωγών της κάθε χώρας. Για τη μέτρηση της διαφοροποίησης προμηθευτών χρησιμοποιούνται τα κυβικά μέτρα και συγκεκριμένα τα mcm .

Δυναμικό
Αποδέσμευσης
Αποθηκευμένου
Φ/Α

Το δυναμικό αποδέσμευσης αποθηκευμένου Φ/Α εκφράζεται συχνά ως μέτρο της ημερήσιας ποσότητας Φ/Α που μπορεί να αποδεσμευτεί (ελευθερωθεί) από μία εγκατάσταση αποθήκευσης. Συνήθως εκφράζεται σε mcm ανά ημέρα. Ο βαθμός αποδέσμευσης της κάθε εγκατάστασης αποθήκευσης εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως η ποσότητα Φ/Α στις δεξαμενές τη δεδομένη στιγμή, οι τιμές πίεσης της δεξαμενής, η διαθέσιμη δυναμικότητα συμπίεσης κλπ. Σε γενικές γραμμές, ο βαθμός αποδέσμευσης μιας εγκατάστασης είναι ανάλογος με τη συνολική ποσότητα Φ/Α στη δεξαμενή, και είναι μέγιστος όταν η δεξαμενή είναι γεμάτη και μειώνεται σταδιακά καθώς αποσύρεται Φ/Α [200].

Μοντελοποίηση

Όπως έχει αναφερθεί, κύριο μέλημα της στρατηγικής προμήθειας της κάθε χώρας είναι η ικανοποίηση της ζήτησης της σε Φ/Α. Έχοντας αυτό ως γνώμονα, η κάθε χώρα, χαράσσει την πολιτική της. Άρα είναι απαραίτητη η μοντελοποίηση των παραμέτρων της στρατηγικής προμήθειας, προκειμένου να είναι σε θέση να εκφράσουν κατά πόσο ικανοποιήθηκε ή όχι η ζήτηση της χώρας.

Στο κεφάλαιο III, έγινε φανερό ότι οι δείκτες υποδομών [5], [10], [42] θα μπορούσαν να δώσουν κρίσιμες ενδείξεις σε σχέση με την ικανοποίηση της ζήτησης Φ/Α, αλλά όπως προδίδει και το όνομά τους, εστιάζονται περισσότερο στην δυναμικότητα των υποδομών. Στο παρόν στάδιο όμως, κύριο μέλημα είναι η μελέτη του κατά πόσο η υιοθετημένη στρατηγική αποτέλεσε επιτυχία ικανοποιώντας τη ζήτηση της άσχετα από διακοπές ή μειώσεις προμήθειας. Από τη μελέτη της βιβλιογραφίας ο δείκτης που κρίθηκε ως καταλληλότερος για την μοντελοποίηση των παραμέτρων στρατηγικής προμήθειας και την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την επιτυχία της ή όχι, είναι ο δείκτης στρατηγικής προμήθειας [4], [69]. Συγκεκριμένα:

$$\Sigma\Pi_C = \frac{\text{ΠΑΡΟΧΗ}_C - \text{ΖΗΤΗΣΗ}_C}{\text{ΖΗΤΗΣΗ}_C}$$

όπου,

$\Sigma\Pi_C$: Η στρατηγική προμήθειας (Supply Strategy) της χώρας C ,

ΠΑΡΟΧΗ_C : Η ποσότητα Φ/Α που φτάνει στη χώρα C ,

ΖΗΤΗΣΗ_C : Η ζήτηση Φ/Α της χώρας C .

Πιο συγκεκριμένα, η προμήθεια μπορεί να οριστεί εκτενέστερα ως:

$$\text{ΠΑΡΟΧΗ}_C = \text{ΠΑΡΑΓΩΓΗ}_C + \text{ΑΠΟΣΥΡΣΗ}_C + \text{ΕΙΣΡΟΗ}_C$$

όπου,

ΠΑΡΑΓΩΓΗ_c: Η εγχώρια παραγωγή Φ/Α της χώρας *c*,

ΑΠΟΣΥΡΣΗ_c: Η ποσότητα Φ/Α που αποσύρεται από τις εγκαταστάσεις αποθήκευσης,

ΕΙΣΡΟΗ_c: Η καθαρή ποσότητα Φ/Α που εισρέει στη χώρα μέσω αγωγών και οι εισροές LNG. Αυτό σημαίνει ότι εδώ περιέχονται και οι καθαρές εισαγωγές της χώρας *c*, όπου,

ΚΑΘΑΡΕΣ ΕΙΣΑΓΩΓΕΣ_c: $EΙΣΑΓΩΓΕΣ_c - ΕΞΑΓΩΓΕΣ_c$

Απλά, οι καθαρές εισαγωγές της χώρας *C* είναι οι εισαγωγές της έχοντας αφαιρέσει τις εξαγωγές της.

Ο δείκτης στρατηγικής προμήθειας υπολογίζει κατά πόσο ικανοποιήθηκε η ζήτηση της χώρας που μελετάται, σύμφωνα πάντα με τα δεδομένα της στρατηγικής προμήθειας που η ίδια ακολούθησε.

IV.3.3 Καθορισμός Σεναρίου Κρίσης

Όπως διαπιστώθηκε και στο Κεφάλαιο II, από το 2004 και έπειτα, συνέβησαν ποικίλα περιστατικά διακοπής Φ/Α στο ευρωπαϊκό σύστημα εφοδιασμού έχοντας μικρότερο ή μεγαλύτερο αντίκτυπο. Για τα περιστατικά αυτά ευθύνονται μεγάλοι προμηθευτές, είτε LNG είτε Φ/Α και η διάρκειά τους κυμάνθηκε από μερικές μέρες έως αρκετούς μήνες, έχοντας ως αποτέλεσμα τη μείωση ποσότητας Φ/Α. Ο αντίκτυπος που είχε το κάθε περιστατικό είχε άμεση σχέση και με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούσαν τη δεδομένη περίοδο αλλά και με τις υποδομές που είχε στη διάθεσή της η χώρα που επηρεάστηκε.

Σύμφωνα, λοιπόν, με τα παραπάνω και λαμβάνοντας υπόψη τη διεθνή βιβλιογραφία και το γεγονός ότι οι συνθήκες κρίσης σχετίζονται άμεσα με τις παραμέτρους που καθορίζουν τη στρατηγική προμήθειας της κάθε χώρας, το κάθε σενάριο διακοπής εφοδιασμού Φ/Α χαρακτηρίζεται από τις εξής παραμέτρους – συνθήκες:

- Παράμετροι – Συνθήκες Ζήτησης (Demand Situation).
- Παράμετροι – Συνθήκες Παροχής (Supply Situation).
- Παράμετροι – Συνθήκες Υποδομών (Infrastructure Situation).

Συνθήκες Ζήτησης

Οι συνθήκες ζήτησης ουσιαστικά προσδιορίζονται από ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως πχ υπερβολικά κρύους χειμώνες. Οι κλιματικές συνθήκες χαρακτηρίζονται από την επικρατούσα θερμοκρασία η οποία σχετίζεται άμεσα με τυχόν αυξήσεις στα επίπεδα ζήτησης εξαιτίας της αυξημένης κατανάλωσης λόγω καιρικών συνθηκών. Άλλωστε, οι συνθήκες ζήτησης καθορίζουν ουσιαστικά τη χρονική διάρκεια και

περίοδο του σεναρίου. Επομένως, προκειμένου ένα σενάριο να είναι ολοκληρωμένο, είναι απαραίτητο να μπορεί να εκφράσει διάφορες καταστάσεις ζήτησης, διαφορετικής διάρκειας ή/και έντασης. Σε αυτό το σημείο σημειώνεται πως η περίοδος κατανάλωσης Φ/Α, είτε η ζήτηση είναι χαμηλή είτε η ζήτηση είναι υψηλή, περιγράφεται με την εποχή «χειμώνας».

Η βιβλιογραφία δείχνει πως βέλτιστος είναι ο συνδυασμός ακραίων συνθηκών προκειμένου να ελεγχθούν οι αντιδράσεις του συστήματος εφοδιασμού κάτω από τις χειρότερες προϋποθέσεις, και ηπιότερων συνθηκών προκειμένου οι περιστάσεις να είναι αντικειμενικές [4], [10], [69].

Σύμφωνα με τα παραπάνω, ο Πίνακας IV1 παρουσιάζει τις τρεις διαφορετικές συνθήκες ζήτησης, οι οποίες αντιστοιχούν σε ακραίες συνθήκες όσο και σε ηπιότερες, ελέγχοντας έτσι τις αντιδράσεις του συστήματος με ολοκληρωμένο τρόπο.

Πίνακας IV1. Συνθήκες Ζήτησης

Συνθήκες Ζήτησης
1 μέρα (Ψυχρότερος χειμώνας ζετίας)
15 μέρες (Ψυχρότερος χειμώνας ζετίας)
1 μήνας (Ηπιότερος χειμώνας ζετίας)

Η ζήτηση μίας ημέρας κατά τη διάρκεια του ψυχρότερου χειμώνα της τελευταίας τριετίας δηλώνει την εκάστοτε εθνική ζήτηση αιχμής. Η συγκεκριμένη κατάσταση είναι σε θέση να παρουσιάσει το χειρότερο σενάριο κατά το οποίο παρατηρείται ζήτηση αιχμής ταυτόχρονα σε όλες τις χώρες που συμμετέχουν στο ευρωπαϊκό σύστημα προμήθειας Φ/Α. Η συγκεκριμένη κατάσταση ουσιαστικά αντιστοιχεί σε κλιματικές συνθήκες πολύ μικρής πιθανότητας. Σύμφωνα με τη Eurostat [197] περίπου το 64% των κρατών – μελών του ευρωπαϊκού δικτύου παροχής Φ/Α, είχε τις χαμηλότερες θερμοκρασίες της τελευταίας τριετίας (2011 – 2013) τον Ιανουάριο του 2011.

Η ομοιόμορφη ζήτηση 15 ημερών κατά τη διάρκεια του ψυχρότερου χειμώνα της τελευταίας τριετίας συμπεριλαμβάνεται στην ανάλυση προκειμένου να αποδώσει τη μαζική συνέπεια που μπορεί να έχει μια τέτοιου είδους διάρκεια στην προμήθεια Φ/Α, ιδιαίτερα σε σχέση με τις αποθηκευμένες ποσότητες Φ/Α και τα τερματικά LNG [10]. Τα επίπεδα ζήτησης 15 ημερών αξιολογούνται συσσωρευτικά κατά την τελευταία ημέρα. Αυτή η τελευταία ημέρα είναι η πλέον πειστική αφού η διαθεσιμότητα αποθηκευμένου Φ/Α μπορεί να αρχίζει να περιορίζεται λόγω των υψηλών επιπέδων απόσυρσης των προηγούμενων 14 ημερών.

Η ομοιόμορφη ζήτηση ενός μήνα κατά τη διάρκεια του πιο ήπιου χειμώνα, της τελευταίας τριετίας, φανερώνει τη μαζική συνέπεια που

μπορεί να έχει μια τέτοια είδους διάρκεια, (τα επίπεδα ζήτησης μελετώνται και εδώ συσσωρευτικά), αμβλύνοντας τα επίπεδα ζήτησης. Με αυτόν τον τρόπο εξετάζεται μία μέση συνθήκη που προσεγγίζει και σε γεγονότα που ήδη έχουν πραγματοποιηθεί (πχ διακοπή προμήθειας από Λιβύη προς Ιταλία). Σύμφωνα με τη Eurostat [197] περίπου το 80% των κρατών – μελών του ευρωπαϊκού δικτύου παροχής Φ/Α, είχε τις πιο ήπιες θερμοκρασίες της τελευταίας τριετίας (2011 – 2013) το Μάρτιο του 2013.

Συνθήκες Παροχής

Για κάθε μία από τις συνθήκες ζήτησης είναι απαραίτητο να καθοριστούν και οι αντίστοιχες συνθήκες παροχής, προκειμένου να προσδιοριστεί πόσο Φ/Α είναι διαθέσιμο και από πού. Ουσιαστικά αυτά είναι και τα ερωτήματα στα οποία απαντούν οι συνθήκες παροχής. «Από πού» και «Πόσο».

Ο πίνακας IV2 συνοψίζει τις συνθήκες παροχής για τις αντίστοιχες συνθήκες ζήτησης ενώ είναι απαραίτητο να σημειωθεί πως για κάθε περίπτωση το επίπεδο εθνικής παραγωγής της κάθε χώρας που συμμετέχει στο ευρωπαϊκό δίκτυο παροχής Φ/Α, θεωρείται στο 100% της μέγιστης ικανότητας απόσυρσης.

Πίνακας IV2. Συνθήκες Παροχής

Συνθήκες Ζήτησης	Συνθήκες Παροχής	
	Προμηθευτής	% Παροχής
1 μέρα (Ψυχρότερος χειμώνας ζετίας)	Νορβηγία, Ρωσία, Αλγερία, Λιβυή, LNG	25%
15 μέρες (Ψυχρότερος χειμώνας ζετίας)		
1 μήνας (Ηπιότερος χειμώνας ζετίας)		
1 μέρα (Ψυχρότερος χειμώνας ζετίας)	Νορβηγία, Ρωσία, Αλγερία, Λιβυή, LNG	50%
15 μέρες (Ψυχρότερος χειμώνας ζετίας)		
1 μήνας (Ηπιότερος χειμώνας ζετίας)		
1 μέρα (Ψυχρότερος χειμώνας ζετίας)	Νορβηγία, Ρωσία, Αλγερία, Λιβυή, LNG	75%
15 μέρες (Ψυχρότερος χειμώνας ζετίας)		
1 μήνας (Ηπιότερος χειμώνας ζετίας)		

Η παροχή εξασφαλίζεται από τους μεγαλύτερους προμηθευτές μέσω αγωγών Φ/Α (Νορβηγία, Ρωσία, Αλγερία, Λιβύη) της ΕΕ ενώ επίσης λαμβάνονται υπόψη οι συναθροισμένες προμήθειες LNG προς την κάθε χώρα, μέρος του δικτύου ευρωπαϊκού εφοδιασμού. Το ποσοστό παροχής μειώνεται σταδιακά, από 25%, σε 50% και σε 75%, ανά προμηθευτή και ανά συνθήκη ζήτησης, προκειμένου να μελετηθούν οι αντίστοιχες συνέπειες στην προμήθεια Φ/Α και την ικανοποίηση των αναγκών Φ/Α.

Η σταδιακή μείωση των ποσοστών παροχής Φ/Α ορίστηκε σε 25%, 50% και 75%, προκειμένου να καλύψει όλο το πεδίο απωλειών Φ/Α, όπως αυτό προέκυψε από τα διάφορα συμβάντα διακοπής παροχής Φ/Α (Κεφάλαιο II.2.2), αλλά επίσης να συμπεριλάβει και πιθανές διακοπές μεσαίου μεγέθους. Για παράδειγμα η διακοπή Φ/Α, από τη Ρωσία τον Ιανουάριο του 2009, στέρησε στα κράτη μέλη 20% των προμηθειών τους σε Φ/Α (30% των εισαγωγών) [83]. Μια τυχαία έκρηξη στις εγκαταστάσεις της πόλης Skikda, τον Ιανουάριο του 2004, οδήγησε σε προσωρινή παύση παραγωγής σε ποσοστό μεγαλύτερο του 70% [13]. Και τις δύο φορές που η Νιγηρία σταμάτησε τις εξαγωγές LNG, τα ποσοστά λειτουργίας της εγκατάστασης μειώθηκαν κατά 20-25% [12].

Η μοντελοποίηση και ο καθορισμός της προμήθειας LNG είναι εξαιρετικά δύσκολος, δεδομένης της παγκοσμιοποίησης και της ευελιξίας που υπάρχει στην αλυσίδα προμήθειας LNG, η οποία επιτρέπει την αλλαγή δρομολογίων των πλοίων μεταφοράς LNG. Το γεγονός αυτό παρέχει τη δυνατότητα της αντικατάστασης κάποιας πηγής LNG από κάποια άλλη πηγή, κάνοντας έτσι αδύνατη την πρόβλεψη της μακροπρόθεσμης αντίδρασης της αγοράς και τον καθορισμό του αριθμού των δρομολογίων που θα αντικατασταθούν και από πού Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, λαμβάνοντας υπόψη τις συναθροισμένες προμήθειες LNG, μελετάται το πόσο μπορεί να μειωθεί η ικανότητα παράδοσης LNG χωρίς την ύπαρξη συμφόρησης στο δίκτυο, παρέχοντας παράλληλα πληροφορίες για το μέγεθος της εξάρτησης των χωρών του δικτύου προμήθειας Φ/Α σε αυτού του είδους την προμήθεια.

Συνθήκες Υποδομών

Οι συνθήκες υποδομών αναφέρονται στο δυναμικό αποδέσμευσης αποθηκευμένου Φ/Α, όπου αυτό υπάρχει, και στο βαθμό αποδέσμευσης αυτού. Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη ενότητα, ο βαθμός αποδέσμευσης μιας εγκατάστασης είναι ανάλογος με τη συνολική ποσότητα Φ/Α στη δεξαμενή, είναι μέγιστος όταν η δεξαμενή είναι γεμάτη και μειώνεται καθώς αποσύρεται σταδιακά Φ/Α [200]. Έτσι, ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας IV3) περιγράφει τις συνθήκες υποδομών όπως αυτές αντιστοιχούν στις συνθήκες ζήτησης και τις συνθήκες παροχής.

Πίνακας IV3. Συνθήκες Υποδομών

	Συνθήκες Υποδομών
Συνθήκες Ζήτησης	% Αποδέσμευσης Φ/Α
1 μέρα (Ψυχρότερος χειμώνας ζετίας)	100%
15 μέρες (Ψυχρότερος χειμώνας ζετίας)	80 – 50%
1 μήνας (Ηπιότερος χειμώνας ζετίας)	70 – 40%

Ο μέγιστος βαθμός απόσυρσης αποθηκευμένου Φ/Α αποτελεί τη μέγιστη δυνατή ροή διαθέσιμου Φ/Α από τις εγκαταστάσεις αποθήκευσης και

αντιπροσωπεύει την κατάσταση στην οποία όλες οι εγκαταστάσεις είναι γεμάτες. Είναι γνωστό ότι η πίεση και επομένως η διαθέσιμη ροή Φ/Α μειώνεται, όσο μειώνεται και το ωφέλιμο αποθηκευμένο Φ/Α (working storage gas) [69]. Έτσι, η σταδιακή μείωση του ποσοστού αποδέσμευσης Φ/Α έχει ως σκοπό να αναπαραστήσει τις συνέπειες ενός (ψυχρού ή ήπιου) χειμώνα κατά τη διάρκεια του οποίου μεταβάλλονται τα αποθηκευμένα αποθέματα, από υψηλά επίπεδα στην αρχή του χειμώνα σε πολύ χαμηλά στο τέλος της ψυχρής περιόδου.

Οι υπόγειες εγκαταστάσεις αποθήκευσης (UGS – Underground Gas Storage) χρησιμοποιούνται ως το τελευταίο μέτρο παροχής για την εξισορρόπηση μεταξύ προμήθειας και ζήτησης. Μελέτες δείχνουν ότι συγκριτικά με τη μέγιστη ικανότητα απόσυρσης, η εναπομένουσα ικανότητα είναι περίπου 70% τον Ιανουάριο, 40% τον Μάρτιο και 60% κατά τη διάρκεια ενός δεκαπενθήμερου [10]. Η παρούσα, λοιπόν, πρόταση μεθοδολογίας υιοθετεί ποσοστό αποδέσμευσης 100% για τη διάρκεια μίας μέρας (του ψυχρότερου χειμώνα), σταδιακή μείωση από 80% έως 50% για τη ζήτηση των δεκαπέντε (15) ημερών (Ιανουάριος 2011) και αντίστοιχα, σταδιακή μείωση από 70% έως 40% για την ζήτηση ενός μήνα με τις ηπιότερες θερμοκρασίες της τριετίας (Μάρτιο 2013).

Σενάριο
Κρίσης

Η σύνθεση των παραμέτρων – συνθηκών που χαρακτηρίζουν ένα σενάριο κρίσης, δηλαδή οι συνθήκες ζήτησης, συνθήκες παροχής και συνθήκες υποδομής, έχουν ως αποτέλεσμα τον καθορισμό του σεναρίου κρίσης όπως αυτό φαίνεται στον πίνακα IV4.

Πίνακας IV4. Σενάριο Κρίσης

Συνθήκες Ζήτησης	Συνθήκες Παροχής		Συνθήκες Υποδομών
	Προμηθευτής	% Παροχής	% Αποδέσμευσης Φ/Α
1 μέρα (Ψυχρότερος χειμώνας ζετίας)	Νορβηγία, Ρωσία, Αλγερία, Λιβυή, LNG	25%	100%
15 μέρες (Ψυχρότερος χειμώνας ζετίας)			80 – 50%
1 μήνας (Ηπιότερος χειμώνας ζετίας)			70 – 40%
1 μέρα (Ψυχρότερος χειμώνας ζετίας)	Νορβηγία, Ρωσία, Αλγερία, Λιβυή, LNG	50%	100%
15 μέρες (Ψυχρότερος χειμώνας ζετίας)			80 – 50%
1 μήνας (Ηπιότερος χειμώνας ζετίας)			70 – 40%
1 μέρα (Ψυχρότερος χειμώνας ζετίας)	Νορβηγία, Ρωσία, Αλγερία, Λιβυή, LNG	75%	100%
15 μέρες (Ψυχρότερος χειμώνας ζετίας)			80 – 50%
1 μήνας (Ηπιότερος χειμώνας ζετίας)			70 – 40%

Επισημαίνεται ότι η κύρια παραδοχή του σεναρίου κρίσης αφορά στο ότι η τυχόν ελλιπή προμήθεια Φ/Α αντισταθμίζεται μέσω της επαναδρομολόγησης των προμηθειών των υπό κρίση χωρών, αλλά και των λοιπών προμηθευτών, μέσω των εισαγωγών LNG (όπου αυτό είναι

εφικτό), μέσω της ίδιας παραγωγής, αφού έχουν εξυπηρετηθεί τυχόν συμβόλαια εξαγωγών και τέλος μέσω χρήσης του αποθηκευμένου Φ/Α.

IV.3.4 Προσομοίωση Monte Carlo

Εισαγωγικά Η ανάλυση των προηγούμενων ενοτήτων αφενός περιέγραψε τις παραμέτρους που λαμβάνει υπόψη της μια χώρα κατά τη θέσπιση της στρατηγικής προμήθειάς της και αφετέρου ανέλυσε τις συνθήκες που συνθέτουν ένα σενάριο κρίσης.

Η προσομοίωση Monte Carlo είναι η μεθοδολογία που επιλέχθηκε για τη σύνθεση των παραπάνω και τη μελέτη των στρατηγικών προμήθειας σε συνθήκες κρίσης. Από τη μελέτη της βιβλιογραφίας, όπως αυτή έγινε στην ενότητα III.2, η μέθοδος Monte Carlo και οι εφαρμογές αυτής [4], [69], [170], [174] την καθιστούν κατάλληλη για την αξιολόγηση της αξιοπιστίας των ενεργειακών συστημάτων γενικότερα και της αξιοπιστίας συστημάτων εφοδιασμού Φ/Α ειδικότερα, κυρίως εξαιτίας της στοχαστικής συμπεριφοράς που τα διέπει.

Ο όρος προσομοίωση αναφέρεται σε οποιοδήποτε αναλυτικό εργαλείο και έχει ως στόχο τη μίμηση ενός πραγματικού συστήματος, ιδιαίτερα όταν οι αλλαγές είναι πολύπλοκες ή δύσκολο να παραχθούν [201]. Οι εκτιμήσεις Monte Carlo βασίζονται στην ερμηνεία της σχετικής συχνότητας της πιθανότητας [166]. Παρέχουν προσεγγιστικές λύσεις σε πληθώρα μαθηματικών προβλημάτων μέσω της διενέργειας στατιστικών δειγματοληπτικών πειραμάτων ενώ το κύριο χαρακτηριστικό τους συνίσταται στη χρήση τυχαίων αριθμών στις προσομοιώσεις τους [202]. Ακόμα και το όνομα της μεθοδολογίας «Monte Carlo» έχει τις ρίζες του στην πρωτεύουσα του Μονακό η οποία φημίζεται για τα καζίνο και τις ρουλέτες, εξαιρετικά παραδείγματα παραγωγής τυχαίων αριθμών [4].

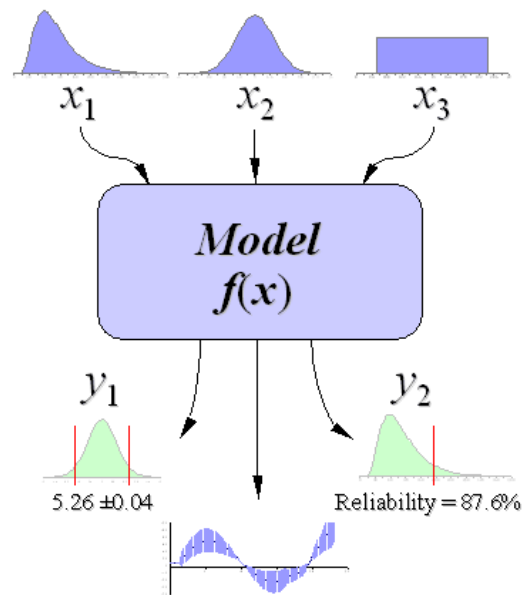
Σύμφωνα με τον Tranter (2005) [167] το πρώτο βήμα για τον καθορισμό της σχετικής συχνότητας είναι να οριστεί ένα τυχαίο πείραμα και ένα γεγονός ενδιαφέροντος. Ένα πείραμα θεωρείται ως τυχαίο όταν δεν μπορεί να προβλεφθεί επακριβώς το αποτέλεσμα αλλά μπορεί να προσδιοριστεί στατιστικά ενώ ως γεγονός θεωρείται ένα αποτέλεσμα ή σειρά αποτελεσμάτων σχετικών με το τυχαίο πείραμα. Στη συνέχεια η μέθοδος Monte Carlo εκτελεί το τυχαίο πείραμα επαναλαμβανόμενες φορές. Η πιθανότητα εκδήλωσης του γεγονότος προσεγγίζεται από τη σχετική συχνότητα του γεγονότος και εξασφαλίζεται από την αναπαραγωγή του τυχαίου πειράματος άπειρες φορές [4].

Στη συγκεκριμένη περίπτωση ως γεγονός ενδιαφέροντος μπορεί να θεωρηθεί η αξιοπιστία του συστήματος εφοδιασμού Φ/Α της ΕΕ κατά πόσο δηλαδή είναι σε θέση να ικανοποιηθεί η ζήτηση Φ/Α των χωρών-μελών του με βάση το πείραμα της εφαρμογής των σεναρίων κρίσεων.

Διαδικασία
Μοντελοποίησης

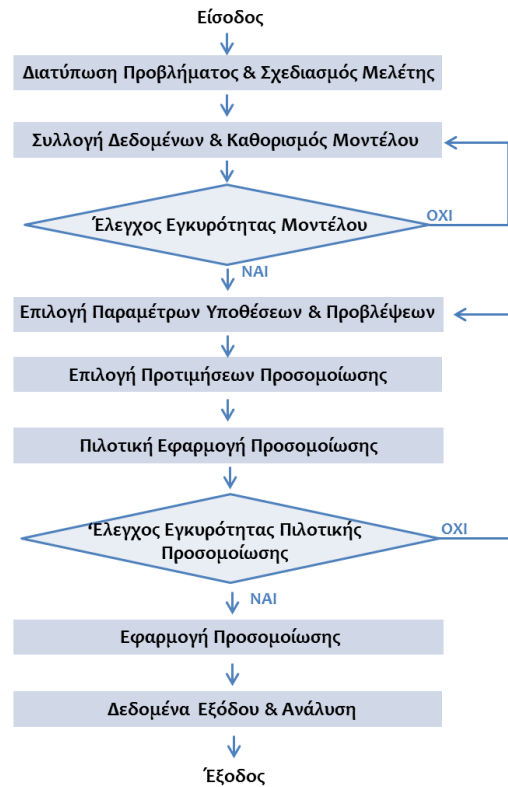
Η διαδικασία μοντελοποίησης με τη μέθοδο Monte Carlo (Σχήμα IV4) αποτελείται από τα κάτωθι πέντε βασικά βήματα [201]:

- Δημιουργία ενός μοντέλου της μορφής $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$.
- Επιλογή του συνόλου των τυχαίων εισόδων $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}$.
- Αξιολόγηση του μοντέλου και αποθήκευση της εξόδου στο y_i .
- Επανάληψη των βημάτων 2 και 3 όσες φορές χρειαστεί (για $i = 1$ έως k).
- Ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιώντας στατιστικά εργαλεία.



Σχήμα IV4. Μοντελοποίηση Monte Carlo

Η λογική του αλγορίθμου μιας προσομοίωσης παρουσιάζεται στο Σχήμα IV5, στο οποίο παρουσιάζονται τα στάδια και οι αποφάσεις που είναι απαραίτητα να ληφθούν αλλά και οι ανατροφοδοτήσεις μιας προσομοίωσης.



Σχήμα IV5. Διάγραμμα Τυπικής Προσομοίωσης Monte Carlo

Πιο συγκεκριμένα, αρχικά διατυπώνεται το πρόβλημα και σχεδιάζεται ο τρόπος αντιμετώπισής του, δηλαδή τίθεται το γεγονός ενδιαφέροντος και το υπό μελέτη πείραμα.

Στη συνέχεια συλλέγονται τα δεδομένα και καθορίζεται το μαθηματικό μοντέλο (Ενότητα IV3.2) της μορφής $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$. Στη συνέχεια, το μοντέλο ελέγχεται για την ορθότητά και την εγκυρότητά του μέσω της διερεύνησης και του ελέγχου των δεδομένων που το συνθέτουν, καθώς και των αποτελεσμάτων του σε συνθήκες εκτός πειράματος. Εάν ο έλεγχος του μοντέλου κριθεί αρνητικά από τον αποφασίζοντα, τότε το μοντέλο επανακαθορίζεται και συλλέγονται δεδομένα εκ νέου. Εάν ο έλεγχος κριθεί θετικά, τότε ο αποφασίζων προχωράει στην επιλογή παραμέτρων υποθέσεων και προβλέψεων.

Αρχικά ο αποφασίζων επιλέγει τις μεταβλητές υπόθεσης, δηλαδή τις μεταβλητές για τις οποίες δεν είναι βέβαιος, τις ανεξάρτητες αβέβαιες μεταβλητές του προβλήματος που προσπαθεί να λύσει. Για αυτές τις μεταβλητές υπόθεσης ο αποφασίζων ορίζει την κατανομή που ακολουθούν (κανονική, τριγωνική, λογαριθμική κανονική κλπ.) καθώς και τις παραμέτρους που συνθέτουν την κάθε κατανομή (μέση τιμή, τυπική απόκλιση, διακύμανση κλπ.). Το είδος της κατανομής που επιλέγεται εξαρτάται από τις συνθήκες που περιγράφουν τη μεταβλητή. Παραδείγματος χάρη, η κανονική κατανομή συνηθίζεται να χρησιμοποιείται για την περιγραφή αβέβαιων μεταβλητών όπως το ποσοστό πληθωρισμού ή η μελλοντική τιμή της βενζίνης. Στη συνέχεια καλείται να ορίσει και τις εξαρτημένες μεταβλητές πρόβλεψης. Οι

συγκεκριμένες μεταβλητές οι οποίες μπορεί να αποτελούν και μαθηματικούς τύπους, αναφέρονται σε μία ή περισσότερες υποθέσεις.

Έπειτα, ο αποφασίζων επιλέγει τις περαιτέρω λεπτομέρειες της προσομοίωσης σύμφωνα με τις προτιμήσεις του. Σε αυτό το στάδιο, δηλαδή, ορίζονται ο αριθμός των επαναλήψεων και το διάστημα εμπιστοσύνης της προσομοίωσης.

Αφού ολοκληρωθεί η παραπάνω διαδικασία γίνεται μια πιλοτική προσομοίωση της Monte Carlo, προκειμένου να ελεγχθεί η εγκυρότητα της διαδικασίας και να μειωθεί το περιθώριο λάθους. Εάν η διαδικασία κριθεί αρνητικά από τον αποφασίζοντα, τότε είναι απαραίτητος ο επανέλεγχος της επιλογής των μεταβλητών υποθέσεων και πρόβλεψης καθώς και των επιλογών προτίμησης της προσομοίωσης. Εάν όμως ο έλεγχος θεωρηθεί θετικός, τότε ο αποφασίζων προχωράει στην εφαρμογή της προσομοίωσης για το σύνολο του πειράματος και του γεγονότος ενδιαφέροντος.

Τελικά εξάγονται τα δεδομένα της προσομοίωσης, τα οποία αναλύονται και μετά την έξοδο από το σύστημα και αξιολογούνται. Από τη διαδικασία της Monte Carlo, εξάγονται δεδομένα όπως η πιθανότητα επιτυχίας της στρατηγικής της κάθε χώρας που εξετάζεται και οι μέγιστες και ελάχιστες τιμές του δείκτη ΣΠ, οι οποίες ουσιαστικά δείχνουν τη μέση τιμή του δείκτη ΣΠ. Ο Δείκτης ΣΠ πλέον θα έχει τη μορφή:

$$\Sigma\P_{C,R} = \frac{\text{ΠΑΡΟΧΗ}_{C,R} - \text{ΖΗΤΗΣΗ}_C}{\text{ΖΗΤΗΣΗ}_C}$$

Όπου $\text{ΠΑΡΟΧΗ}_{C,R}$ είναι η ποσότητα Φ/Α που φτάνει στη χώρα C κατά την R προσομοίωση της Monte Carlo, η οποία με τη σειρά της ορίζεται ως:

$$\text{ΠΑΡΟΧΗ}_{C,R} = \text{ΠΑΡΑΓΩΓΗ}_C + \text{ΑΠΟΣΥΡΣΗ}_{C,R} + \text{ΕΙΣΡΟΗ}_{C,R}$$

όπου

$\text{ΑΠΟΣΥΡΣΗ}_{C,R}$: Η ποσότητα Φ/Α που αποσύρεται από τις εγκαταστάσεις αποθήκευσης, κατά την R προσομοίωση της Monte Carlo.

$\text{ΕΙΣΡΟΗ}_{C,R}$: Η καθαρή ποσότητα Φ/Α που εισρέει στη χώρα μέσω αγωγών και οι εισροές LNG, κατά την R προσομοίωση της Monte Carlo.

Εργαλεία
Monte Carlo

Η έρευνα της βιβλιογραφίας διακρίβωσε ότι υπάρχουν αρκετά εργαλεία εφαρμογής της προσομοίωσης Monte Carlo, το καθένα με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά του.

Το @Risk [203] θεωρείται από τα πλέον διάσημα εργαλεία, πρόκειται για ισχυρό λογισμικό με πληθώρα λειτουργιών ανάλυσης κινδύνου, το οποίο όμως είναι αρκετά δύσκολο και πολύπλοκο στη χρήση και

εκμάθησή του. Το ίδιο ισχύει για τα λογισμικά ModelRisk [204] και Risk Simulator [205], ενώ η χρήση απλώς του προγράμματος Microsoft Excel κρίθηκε ιδιαίτερα απλοϊκή.

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω καταλληλότερο εργαλείο για τις ανάγκες του συγκεκριμένου προβλήματος κρίθηκε το λογισμικό Crystal Ball της Oracle [206], το οποίο παρότι χρησιμοποιεί το φιλικό και οικείο προς τον χρήστη περιβάλλον του Microsoft Excel, δίνει τη δυνατότητα χρήσης προχωρημένων και εξειδικευμένων επιλογών βελτιστοποίησης και πρόβλεψης.

IV.4 2^η Συνιστώσα: Αξιολόγηση (Evaluate)

IV.4.1 Εισαγωγή

Κύριος σκοπός της συγκεκριμένης ενότητας είναι η παρουσίαση και ανάλυση της δεύτερης (2^{ης}) συνιστώσας της μεθοδολογίας SEAL. Η 2^η συνιστώσα «Αξιολόγηση» (EvalAte) έχει ως κύριο στόχο την αξιολόγηση και αποτίμηση του συστήματος εφοδιασμού Φ/Α σε δύο επίπεδα.

Πρώτο επίπεδο αποτελεί η αξιολόγηση των μερών που απαρτίζουν το σύστημα ευρωπαϊκού εφοδιασμού Φ/Α στη βάση επιτυχίας ή όχι της στρατηγικής προμήθειας τους, υπό τις συνθήκες κρίσης που ορίστηκαν και προσομοιώθηκαν με τη χρήση Monte Carlo κατά την προηγούμενη συνιστώσα.

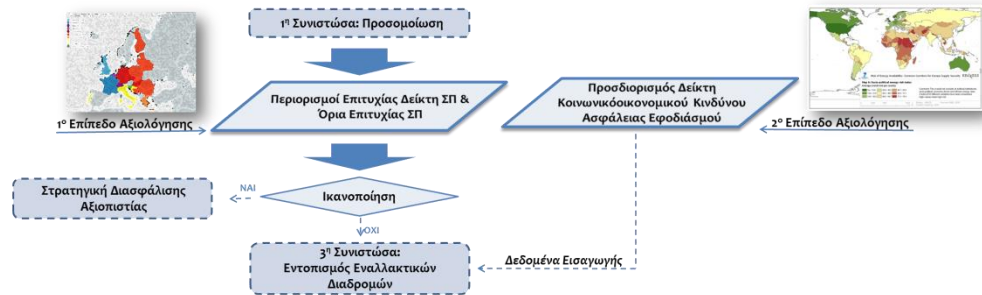
Δεύτερο επίπεδο αποτελεί η εισαγωγή και προσμέτρηση των κινδύνων της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α μέσω του προσδιορισμού του δείκτη κοινωνικοοικονομικού κινδύνου ασφάλειας εφοδιασμού και της αξιολόγησης των μερών που απαρτίζουν το σύστημα ευρωπαϊκού εφοδιασμού Φ/Α, σύμφωνα με αυτόν.

Με άλλα λόγια κύριος στόχος της συγκεκριμένης συνιστώσας είναι να κρίνει κατά πόσο η κάθε, χώρα που μελετάται, είχε μια επιτυχημένη ή όχι, στρατηγική προμήθειας, ανεξάρτητα από τις συνθήκες σεναρίων κρίσης. Μελετάται δηλαδή κατά πόσο ικανοποιήθηκε τελικά η ζήτηση της υπό μελέτη χώρας. Παράλληλα, αξιολογείται και ο κίνδυνος δημιουργίας συνθηκών κρίσης για όλα τα μέρη του συστήματος.

Και τα δύο επίπεδα αξιολόγησης είναι μεγάλης σημασίας, γιατί μπορούν να αποτελέσουν έγκαιρο συναγερμό τονίζοντας την ανάγκη ανάληψης περαιτέρω δράσεων. Μέσω της αξιολόγησης, αφενός γίνονται διακριτά τα όρια αντοχής της κάθε χώρας (άρα κατ' επέκταση και του συστήματος) σε συνθήκες κρίσης, αφετέρου προσδιορίζονται οι περιοχές που είναι περισσότερο επιρρεπείς σε κοινωνικοοικονομικούς κινδύνους και άρα ενδέχεται να δημιουργηθούν σε αυτές συνθήκες

κρίσης παρόμοιας βάσης. Τα παραπάνω δίνουν βραχυπρόθεσμα, την ευκαιρία για εύρεση εναλλακτικών σε περιπτώσεις συμφόρησης του συστήματος και μακροπρόθεσμα την εξέταση αλλαγής ή/και ενίσχυσης της παρούσας στρατηγικής.

Η διαδικασία που ακολουθείται στην υλοποίηση της 2^{ης} συνιστώσας παρουσιάζεται στο Σχήμα IV6.



Σχήμα IV6. Διαδικασία 2^{ης} Συνιστώσας

Κατά το πρώτο επίπεδο αξιολόγησης, αξιολογούνται τα δεδομένα που προέκυψαν από την πρώτη συνιστώσα. Κατά πόσο δηλαδή το σύστημα ευρωπαϊκού εφοδιασμού Φ/Α είχε επιτυχημένες στρατηγικές προμήθειας σε συνθήκες κρίσης που προσομοιώθηκαν. Η αξιολόγηση γίνεται σύμφωνα με τους περιορισμούς επιτυχίας του Δείκτη Στρατηγικής Προμήθειας ενώ υπογραμμίζονται και τα όρια επιτυχίας της στρατηγικής προμήθειας των υπό μελέτη χωρών. Εφόσον πληρούνται και οι περιορισμοί του δείκτη και τα όρια επιτυχίας, τότε η χώρα συμβάλει στη στρατηγική διασφάλιση της αξιοπιστίας του ευρωπαϊκού συστήματος εφοδιασμού Φ/Α. Εάν δεν πληρούνται τα παραπάνω τότε η διαδικασία προχωρά στην τρίτη συνιστώσα. Παράλληλα, διενεργείται και η αξιολόγηση των μερών που απαρτίζουν το σύστημα εφοδιασμού Φ/Α της ΕΕ αναφορικά με τον κοινωνικοοικονομικό κίνδυνο που μπορεί να υφίσταται. Τα αποτελέσματα του δεύτερου επιπέδου αξιολόγησης αποτελούν δεδομένα εισόδου της τρίτης συνιστώσας της προτεινόμενης προσέγγισης.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, στις επόμενες ενότητες θα μελετηθούν τα εξής:

- Περιορισμοί Επιτυχίας Δείκτη Στρατηγικής Προμήθειας και Όρια Επιτυχίας.
- Προσδιορισμός Δείκτη Κοινωνικοοικονομικού Κινδύνου Ασφάλειας Εφοδιασμού.

IV.4.2 Περιορισμοί Επιτυχίας Δείκτη Στρατηγικής Προμήθειας & Όρια Επιτυχίας

Περιορισμοί
Δείκτη
Στρατηγικής
Προμήθειας

Στην ενότητα IV.3.2 μελετήθηκε η μοντελοποίηση των παραμέτρων στρατηγικής προμήθειας μέσω του Δείκτη Στρατηγικής Προμήθειας (ΣΠ), ο οποίος, όπως είδαμε και στην ενότητα IV.3.4 μετά την εφαρμογή της Monte Carlo έχει τη μορφή:

$$\Sigma\Pi_{C,R} = \frac{\text{ΠΑΡΟΧΗ}_{C,R} - \text{ΖΗΤΗΣΗ}_C}{\text{ΖΗΤΗΣΗ}_C}$$

Προκειμένου ο δείκτης αυτός να έχει νόημα, είναι απαραίτητη η ύπαρξη συγκεκριμένων περιορισμών [4], [69], [207].

Προκειμένου η χώρα που κάθε φορά μελετάται να έχει μια επιτυχημένη στρατηγική προμήθειας είναι απαραίτητο ≥ 0 , ενώ όταν η ζήτηση στην υπό μελέτη χώρα δεν είναι δυνατόν να ικανοποιηθεί πλήρως, τότε οι τιμές του $\Sigma\Pi_{C,R}$ είναι αρνητικές, $-1 \leq \Sigma\Pi_{C,R} < 0$. Όταν η τιμή του δείκτη ΣΠ είναι μικρότερη του 0, τότε το $\Sigma\Pi_{C,R}$ αντιπροσωπεύει το ποσό Φ/Α που χρειάζεται αλλά δε φτάνει στη χώρα που μελετάται, παρέχοντας εκτίμηση σε σχέση με τη σοβαρότητα που αναμένεται να είναι η έλλειψη Φ/Α. Αντίθετα, μια τιμή μεγαλύτερη του 0 σημαίνει ότι στη χώρα φτάνει αρκετό Φ/Α. Σε αυτήν την περίπτωση η απόλυτη τιμή του $\Sigma\Pi_C$ θεωρείται μέτρο ευρωστίας της προμήθειας Φ/Α [4], [69], [207]. Άρα όσο μεγαλύτερη η τιμή, τόσο πιο επιτυχημένη η στρατηγική και άρα τόσο πιο εξασφαλισμένη η ζήτηση Φ/Α.

Ουσιαστικά, η αξιολόγηση της επιτυχίας, ή όχι, του Δείκτη Στρατηγικής Προμήθειας γίνεται σύμφωνα με τον παρακάτω Πίνακα (Πίνακας IV5)

Πίνακας IV5. Αξιολόγηση Δείκτη Στρατηγικής Προμήθειας

Περιορισμοί Δείκτη Στρατηγικής Προμήθειας	
$\Sigma\Pi_{C,R} \geq 0$	Πετυχημένη στρατηγική προμήθειας
$-1 \leq \Sigma\Pi_{C,R} \leq 0$	Αδυναμία πλήρους ικανοποίησης της ζήτησης
$\Sigma\Pi_{C,R} < 0$	Ποσό Φ/Α που δεν παρέχεται. Εκτίμηση σοβαρότητας διακοπής
$\Sigma\Pi_{C,R} > 0$	Επάρκεια Φ/Α

Πηγή: [4], [69], [207]

Όμως, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, πέρα από το Δείκτη Στρατηγικής Προμήθειας, η συνιστώσα της Προσομοίωσης εξάγει και την πιθανότητα επιτυχίας της στρατηγικής προμήθειας $P(E)$. Υπάρχει περίπτωση η πιθανότητα να είναι μικρότερη του 100%, $P(E) < 100\%$ και παρόλα αυτά ο δείκτης να παραμένει θετικός, $\Sigma\Pi_{C,R} > 0$. Σε αυτήν την περίπτωση, η μελέτη της βιβλιογραφίας έδειξε πως πιθανότητες επιτυχίας στρατηγικών προμήθειας μεγαλύτερες ή ίσες του 95%, $P(E) \geq 95\%$ θεωρούνται ότι κατέχουν ικανοποιητικό περιθώριο ασφαλείας προμήθειας Φ/Α [69] και άρα δε χρήζουν περαιτέρω μελέτης

εναλλακτικών. Θεωρούνται πλήρως επιτυχημένες.

Όρια
Επιτυχίας
Στρατηγικής
Προμήθειας

Τα όρια επιτυχίας της στρατηγικής προμήθειας της υπό μελέτη χώρας καθορίζονται και προκύπτουν έπειτα από την προσομοίωση των συνθηκών κρίσης. Σε γενικές γραμμές οι πληροφορίες που συγκεντρώνονται και οι οποίες καθιστούν τα όρια αντοχής του συστήματος, σχετίζονται με τα εξής:

- Ένταση Διακοπής: Η ένταση της διακοπής αναφέρεται στο ποσοστό (%) διακοπής, πέραν του οποίου η χώρα που μελετάται, μπορεί να παρουσιάσει πρόβλημα στη διαδικασία εκπλήρωσης της ζήτησης Φ/Α της. Η ένταση διακοπής ουσιαστικά παρέχει έναν έγκαιρο συναγερμό που ειδοποιεί το σύστημα ότι εάν η διακοπή συνεχιστεί πέρα από αυτό το σημείο (ή πέρα από αυτήν την ποσότητα), η χώρα δε θα είναι σε θέση να ικανοποιήσει τις ανάγκες της και θα πρέπει να είναι έτοιμη και σε θέση να αναλάβει περαιτέρω δράσεις.
- Περιθώρια Υποδομών: Τα περιθώρια υποδομών υποδεικνύουν τις ποσότητες Φ/Α που είναι απαραίτητο να υπάρχουν στις εγκαταστάσεις αποθήκευσης, προκειμένου να διευκολύνεται η ομαλή προμήθεια και ικανοποίηση ζήτησης Φ/Α ακόμα και σε συνθήκες κρίσης. Τα περιθώρια υποδομών εκφράζονται ως ποσοστό (%) και αποτελούν συναγερμό ειδοποίησης ότι εάν η ποσότητα αποθηκευμένου Φ/Α πέσει κάτω από το συγκεκριμένο ποσοστό, τότε είναι απαραίτητη η ανάληψη περαιτέρω δράσεων και η διερεύνηση εναλλακτικών για την ικανοποίηση των αναγκών σε Φ/Α της υπό μελέτη, χώρας.

Τα όρια επιτυχίας της στρατηγικής προμήθειας της κάθε χώρας μελετώνται, λοιπόν, και αξιολογούνται σε συνδυασμό φυσικά και με τους περιορισμούς επιτυχίας του δείκτη στρατηγικής προμήθειας. Διερευνάται και αποφασίζεται κατά πόσο είναι απαραίτητη η εύρεση εναλλακτικών διαδρομών προμήθειας.

IV.4.3 Προσδιορισμός Δείκτη Κοινωνικοοικονομικού Κινδύνου Ασφάλειας Εφοδιασμού

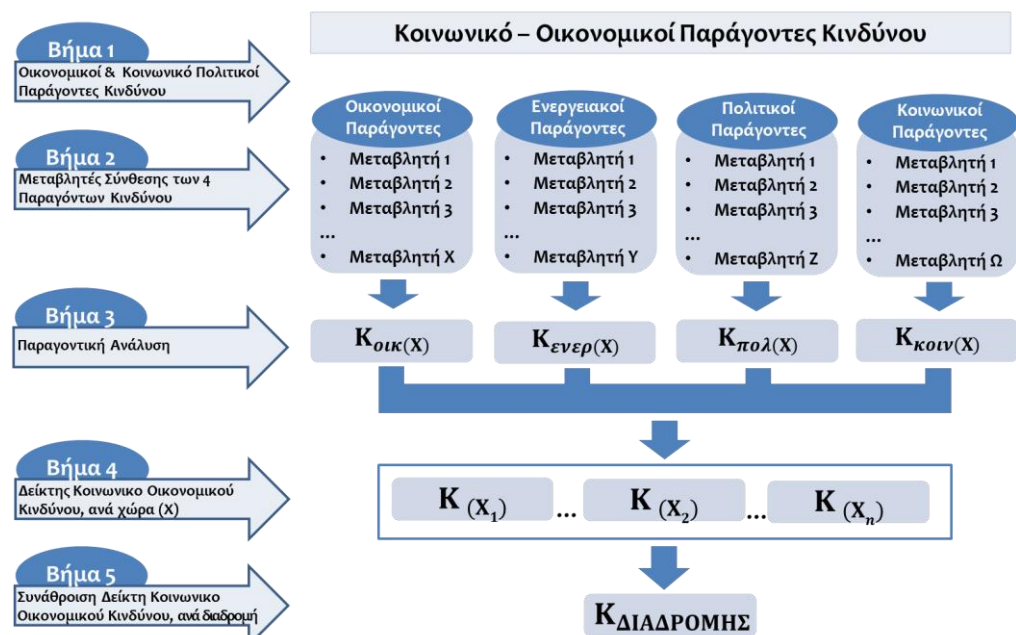
Εισαγωγικά

Στο κεφάλαιο II έγινε εκτεταμένη ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας, σχετικά με τις κατηγοριοποιήσεις των κινδύνων ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού ως επακόλουθο της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α.

Η κατηγοριοποίηση που επιλέχθηκε ως η καταλληλότερη, αφού συμβαδίζει και με τις κατευθύνσεις που έδωσε η ΕΕ στην Πράσινη Βίβλο [24] και το 3^ο Πακέτο Ενέργειας [122] είναι αυτή που υιοθετήθηκε στα πλαίσια του ευρωπαϊκού έργου REACCESS – Risk of Energy Availability: Common Corridors for European Security of Supply, που υλοποιήθηκε

από το 7^ο Πρόγραμμα Πλαίσιο (7th Framework Programme) και το οποίο πέρα από την κατηγοριοποίηση, προχωρά και στην κατασκευή του δείκτη κοινωνικού οικονομικού κινδύνου της ασφάλειας εφοδιασμού μέσω συγκεκριμένης μεθοδολογίας [25], [162]. Όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο III, αυτός ο δείκτης παρουσιάζει πληρότητα, με δεδομένο ότι καλύπτει όλους τους παράγοντες κινδύνου ενός ενεργειακού συστήματος (διαφοροποίηση ενεργειακών πηγών, πολιτική σταθερότητα, κινδύνους αγοράς, ενεργειακή εξάρτηση, δυνατότητα υποκατάστασης, ενεργειακούς πόρους) [185]. Επιπλέον, η χρήση της παραγοντικής ανάλυσης (FA – Factor Analysis) για τη σύνδεση των κινδύνων και την κατασκευή του δείκτη παρέχει διαδικασία επικύρωσης της σχετικότητας των διαφόρων μεταβλητών [186]. Τέλος, η υλοποίηση του δείκτη σε διαδικτυακό εργαλείο [1] το καθιστά ιδιαίτερα εύχρηστο, ενώ παράλληλα η χρησιμοποίηση και η εφαρμογή του σε μελέτες αξιολόγησης αγωγών Φ/Α [145], [208], περαιτέρω επικυρώνει την καταλληλότητά του.

Η διαδικασία που ακολουθείται και που θα αναλυθεί αμέσως μετά για τον προσδιορισμό και κατασκευή του δείκτη κοινωνικού οικονομικού κινδύνου της ασφάλειας εφοδιασμού παρουσιάζεται στο σχήμα IV8.



Σχήμα IV8. Μεθοδολογία Κατασκευής Δείκτη Κοινωνικο Οικονομικού Κινδύνου

Πηγή: [208], [209]

Βήμα 1: Το πρώτο βήμα της μεθοδολογίας κατηγοριοποιεί τους παράγοντες κινδύνου του ενεργειακού εφοδιασμού σε τέσσερις κατηγορίες [25], [162]:

- Οικονομικοί παράγοντες (οι οποίοι περιλαμβάνουν όλες τις οικονομικές μεταβλητές με πραγματική ή πιθανή άμεση επιρροή σε ζητήματα ενεργειακού εφοδιασμού).

- Ενεργειακοί παράγοντες.
- Πολιτικοί παράγοντες (όπου οι πολιτικές αποφάσεις οποιουδήποτε οικονομικού ή κοινωνικού αντιπροσώπου μπορούν να επηρεάσουν τη λειτουργία του ενεργειακού συστήματος).
- Κοινωνικοί παράγοντες (οι οποίοι περιλαμβάνουν όλους τους παράγοντες κινδύνου που προέρχονται από τις συνθήκες διαβίωσης, την κοινωνική ευμάρεια και τις ηθικές αξίες μιας χώρας ή περιοχής).

Όπως αναφέρθηκε στο Σχήμα II22. του κεφαλαίου II, αρχικά έγινε διάκριση μεταξύ των παραγόντων που είναι σε θέση να οδηγήσουν σε διακοπή των προμηθειών (πρωτοβάθμιοι κίνδυνοι ενεργειακού εφοδιασμού), των συνεπειών τέτοιου είδους διακοπών (δευτεροβάθμιοι) και τον γενικό ή συναθροισμένο κίνδυνο. Οι πρωτοβάθμιοι κίνδυνοι ενεργειακού εφοδιασμού διακρίνονται σε οικονομικούς και κοινωνικοπολιτικούς παράγοντες και σε τεχνικούς παράγοντες. Οι οικονομικοί και κοινωνικοπολιτικοί κίνδυνοι προκύπτουν από τις κύριες μορφές οργάνωσης της ανθρώπινης δραστηριότητας: οικονομική, πολιτική και κοινωνική δραστηριότητα. Με δεδομένο ότι η ενέργεια αποτέλεσε κύριο σημείο της μεθοδολογίας REACCESS, προστέθηκε και μία τέταρτη κατηγορία κινδύνου, η οποία αποτελεί συνέπεια μεταβλητών εγγενών του ενεργειακού τομέα. Οι τεχνικοί κίνδυνοι συμπεριλαμβάνουν όλους τους παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την ομαλή λειτουργία των ενεργειακών υποδομών. Ο συνδυασμός των δύο κατηγοριών έχει ως αποτέλεσμα τον κίνδυνο διακοπής του ενεργειακού εφοδιασμού ενώ οι αμιγώς τεχνικοί παράγοντες κινδύνων μπορούν να απειλήσουν την ανθρώπινη υγεία και ιδιοκτησία, καθώς και το περιβάλλον. Επομένως, ο κίνδυνος διακοπής ενεργειακού εφοδιασμού, οι κίνδυνοι για την ανθρώπινη υγεία και ιδιοκτησία και οι περιβαλλοντικοί κίνδυνοι, σε συνδυασμό με τους δευτεροβάθμιους κινδύνους εφοδιασμού, (τιμολογιακές πολιτικές και σημεία ευαισθησίας στο δίκτυο εφοδιασμού) συμβάλλουν σε ένα γενικότερο ενεργειακό κίνδυνο για την οικονομία και την κοινωνία.

Οι τέσσερις παράγοντες κινδύνου ενεργειακού εφοδιασμού παρουσιάζονται παρακάτω:

- Οικονομικός Κίνδυνος: Ο συγκεκριμένος τύπος κινδύνου σχετίζεται με όλες τις οικονομικές μεταβλητές που επηρεάζουν τον ενεργειακό εφοδιασμό. Περιλαμβάνουν παραμέτρους όπως η οικονομική και πληθυσμιακή ανάπτυξη, ο ρόλος που παίζει η ενέργεια στις εγχώριες πηγές εσόδων ή το μέγεθος του ενεργειακού «λογαριασμού» της κάθε χώρας, οι εμπορικές της σχέσεις και ο ανταγωνισμός για ενεργειακούς πόρους ανάμεσα στις καταναλώτριες χώρες.
- Κίνδυνος Εγγενής στον Ενεργειακό Τομέα: Ο κίνδυνος αυτός κύρια σχετίζεται με την ύπαρξη αποθεμάτων ενεργειακών πόρων σε

απόλυτα μεγέθη (μέγεθος αποθεμάτων) και σε σχετικά μεγέθη (δείκτης αποθεμάτων προς παραγωγή), καθώς και με την αξιοπιστία των δεδομένων που υπάρχουν σχετικά με τα αποθέματα. Η ευρωπαϊκή επιτροπή κατηγοριοποιεί αυτό τον κίνδυνο ως τεχνικό [24], ενώ οι Checci et al. [124] τον ορίζουν ως «γεωλογικό». Κατά την άποψη των εταίρων του REACCESS, ο συγκεκριμένος παράγοντας κινδύνου κατέχει μια εξέχουσα φυσική διάσταση (η ύπαρξη δεδομένης ποσότητας ενεργειακών αποθεμάτων), η οποία μπορεί να θεωρηθεί και ως τεχνικός κίνδυνος. Παράλληλα κατέχει και οικονομική διάσταση, εφόσον τα δεδομένα ενεργειακών αποθεμάτων συνήθως αναγνωρίζονται σε σχέση με τα πρότυπα της Επιτροπής Κεφαλαιαγοράς η οποία ορίζει την καταγραφή των αποθεμάτων που είναι εξορύξιμα, σε τρέχουσες τιμές και με υπάρχουσες τεχνολογίες υπό τις ισχύουσες οικονομικές συνθήκες. Τέλος, η πολιτική ανάκτησης ενεργειακών πόρων, συνήθως επηρεάζεται λιγότερο από τεχνικές ή/και οικονομικές θεωρήσεις παρά από πολιτικές.

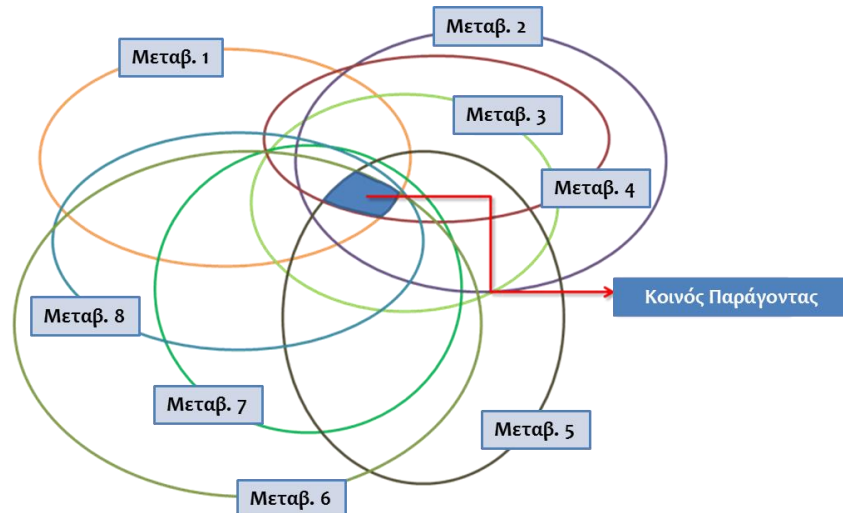
- **Πολιτικός Κίνδυνος:** Ο πολιτικός κίνδυνος υφίσταται όποτε οι πολιτικές ή κοινωνικές αποφάσεις αντιπροσώπων μπορεί να επηρεάσουν τη λειτουργία του ενεργειακού συστήματος. Τέτοιοι παράγοντες κινδύνου περιλαμβάνουν την πολιτική βία με τη μορφή της εξωτερικής σύγκρουσης (πόλεμοι), εσωτερικές συγκρούσεις (εμφύλιοι, πραξικοπήματα, παρατεταμένη κοινωνική αναταραχή), την τρομοκρατία και την παραβίαση των ανθρωπίνων δικαιωμάτων. Άλλες πολιτικές μεταβλητές που επηρεάζουν τον κίνδυνο ενεργειακού εφοδιασμού είναι αυτές που σχετίζονται με το πολιτικό καθεστώς, τη θεσμική ποιότητα, τη δημοκρατία, τη συμμετοχή σε διεθνείς οργανισμούς, τις διεθνείς συμμαχίες κλπ. [23]. Επίσης, πολιτικές μεταβλητές άμεσα συνδεδεμένες με τον ενεργειακό τομέα αποτελούν η συμμετοχή στον ΟΠΕΚ, ο δημόσιος ή ιδιωτικός χαρακτήρας των εταιρειών ενέργειας, η εθνική ή διεθνής χρήση της ενέργειας ως πολιτικό όπλο και η εμπλοκή πολύπλευρων ενεργειακών πρωτοβουλιών.
- **Κοινωνικός Κίνδυνος:** Η κατηγορία περιλαμβάνει όλους τους παράγοντες κινδύνου που σχετίζονται με τις συνθήκες διαβίωσης, την κοινωνική ευμάρεια και τις ηθικές αξίες μιας χώρας ή γεωγραφικής περιοχής. Οι κοινωνικοί κίνδυνοι περιλαμβάνουν τις έννοιες της κοινωνικής ισότητας και τις κοινωνικές και εργασιακές διαμάχες.

Βήμα 2: Το δεύτερο βήμα της μεθοδολογίας REACCESS είναι η περαιτέρω *Μεταβλητές* ανάλυση των τεσσάρων κατηγοριών κινδύνου σε αντιπροσωπευτικές *Σύνθεσης των 4* μεταβλητές. Ενδεικτικά ο οικονομικός παράγοντας κινδύνου *Παραγόντων* απαρτίζεται από μεταβλητές όπως η ενδογενής ενεργειακή ζήτηση στις εξαγωγικές χώρες, η ενδογενής ενεργειακή ζήτηση στις εισάγουσες χώρες, το ποσοστό εισοδήματος που προέρχεται από την ενέργεια κλπ..

Αντίστοιχα, οι ενεργειακές μεταβλητές περιλαμβάνουν τα ενεργειακά αποθέματα στις χώρες – παραγωγούς, τα έκτακτα αποθέματα στις προμηθευόμενες χώρες, την ενεργειακή ευαισθησία, τον παράγοντα εξάρτησης. Επιπλέον, οι πολιτικές μεταβλητές εμπεριέχουν μεταβλητές όπως οι εξωτερικές σχέσεις με την ΕΕ, ο κίνδυνος χώρας, η συμμετοχή στον ΟΠΕΚ κλπ.. Τέλος, οι κοινωνικές μεταβλητές περιλαμβάνουν ενδεικτικά, την οικονομική επιρροή στο περιεχόμενο των ΜΜΕ, τις αστικές ελευθερίες, το δείκτη ανθρώπινης ανάπτυξης κλπ.. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν παρουσιάζονται αναλυτικά στο Παράρτημα II, ενώ συνοπτικά μπορεί να αναφερθεί ότι ο οικονομικός κίνδυνος αναλύθηκε σε 38 μεταβλητές, ο ενεργειακός σε 12 μεταβλητές, ο πολιτικός σε 33 μεταβλητές και ο κοινωνικός σε 18 μεταβλητές.

Βήμα 3: Το τρίτο βήμα της μεθοδολογίας είναι η εφαρμογή της παραγοντικής *Παραγοντική* *Ανάλυση* ανάλυσης (FA – Factor Analysis) σε κάθε μία από τις κατηγορίες παραγόντων κινδύνου (διανυσμάτων κινδύνου) ξεχωριστά.

Η παραγοντική ανάλυση αποτελεί πολυκριτήρια στατιστική τεχνική η οποία εφαρμόζεται για την ανάλυση και δόμηση εσωτερικών μετρήσεων [210]. Κύριος στόχος της παραγοντικής ανάλυσης είναι η συνάθροιση και η ελαχιστοποίηση ενός συνόλου δεδομένων, μέσω της εξαγωγής των παραγόντων που αποτελούν γραμμικούς συνδυασμούς των αρχικών τιμών. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί εκτιμήσεις της κοινής διακύμανσης μεταξύ των αρχικών μεταβλητών προκειμένου να παράγει τον κοινό παράγοντα. Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι ότι ο αριθμός των παραγόντων θα είναι πάντα μικρότερος από τις αρχικές μεταβλητές [210]. Η παραγοντική ανάλυση αποτελεί έναν «απλό» τρόπο παράστασης και μέτρησης απαραίτητων δεικτών. Όπως παρουσιάζεται και στο Σχήμα IV9 η ιδέα που κρύβεται πίσω από την παραγοντική ανάλυση είναι η εξαγωγή των πληροφοριών που περιέχονται σε ένα σύνολο διαφορετικών αλλά καλά συσχετιζόμενων μεταβλητών, με την υπόθεση ότι η κοινή συσχέτιση όλων αυτών των μεταβλητών προκύπτει από ένα βασικό παράγοντα. Στη συνέχεια η τεχνική εφαρμόζεται για τη μέτρηση των πλεονασματικών μεταβλητών προσεγγίζοντας τον εκάστοτε (κοινό) παράγοντα [208].



Σχήμα IV9. Ο (Κοινός) Παράγοντας ως Κοινή Πληροφορία Συνόλου Μεταβλητών

Η παραγοντική ανάλυση εκφράζεται μαθηματικά ως:

$$Y = X\beta + E$$

Όπου Y αποτελεί την μήτρα των μεταβλητών, X είναι η μήτρα των κοινών παραγόντων, β είναι η μήτρα των βαρών (μήτρα των συντελεστών) και E είναι ένα ανεξάρτητο περιθώριο λάθους με μηδενικό μέσο και πεπερασμένη διακύμανση.

Η παραγοντική ανάλυση δεν είναι μόνο μέθοδος μέτρησης της συνδιακύμανσης και της συσχέτισης. Εστιάζει στο μέγεθος του «κοινού» παράγοντα (όπου για τον εκάστοτε παράγοντα το να είναι κοινός αποτελεί την αναλογία της συνολικής διακύμανσης που εκτιμάται στην μεταβλητή), ενώ επιπρόσθετα καθιστά εφικτά τα παρακάτω:

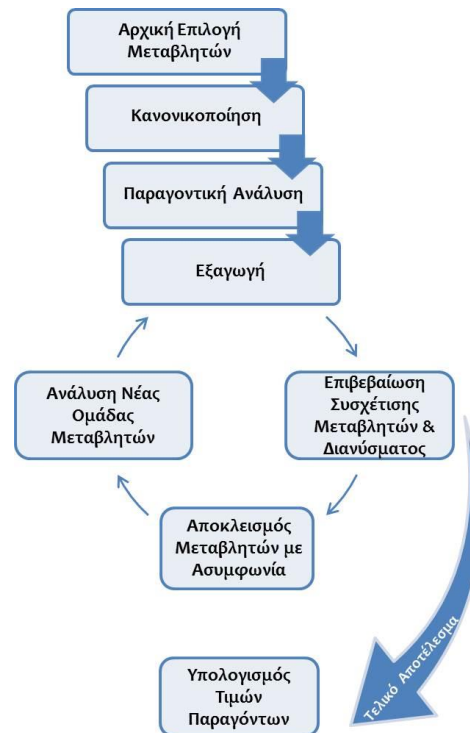
- Διαχωρισμός μεταξύ του παράγοντα ενδιαφέροντος και των υπολοίπων κοινών παραγόντων (εφόσον υπάρχουν περισσότεροι κοινοί παράγοντες),
- Μέτρηση της σχετικής σημασίας του κοινού παράγοντα ενδιαφέροντος (σε σχέση με τους υπόλοιπους κοινούς παράγοντες),
- Ποσοτικοποίηση της σχέσης μεταξύ των παρατηρούμενων μεταβλητών και των παραγόντων και υπολογισμός του σχετικού βάρους (σημαντικότητα) κάθε παρατηρούμενης μεταβλητής στον παράγοντα ενδιαφέροντος,
- Υπολογισμός της τιμής του παράγοντα ως γραμμική σχέση των αρχικών μεταβλητών και άρα υπολογισμός της τιμής του παράγοντα για κάθε στοιχείο του δείγματος.

Τα παραπάνω συνηγόρησαν στην επιλογή της παραγοντικής ανάλυσης και την εφαρμογή της στη μεθοδολογία REACCESS. Για την εφαρμογή

της όμως είναι απαραίτητη η θέσπιση συγκεκριμένων υποθέσεων, οι οποίες θα βοηθήσουν στην περαιτέρω κατανόηση και των αποτελεσμάτων [25].

- Ο ενδεχόμενος διεθνής κίνδυνος της κάθε χώρας αποτελεί συνδυασμό των τεσσάρων (και μόνο αυτών) διαφορετικών διανυσμάτων κινδύνου: Κοινωνικού, Ενεργειακού, Πολιτικού και Οικονομικού. Το κάθε ένα από τα παραπάνω διανύσματα μελετήθηκε ξεχωριστά, χωρίς κανένα περιορισμό σχετικά με τις συσχετίσεις του.
- Κάθε μεταβλητή μπορεί να χρησιμοποιηθεί με τον ίδιο τρόπο για κάθε χώρα, για τη μέτρηση του κοινού εκάστοτε κινδύνου. Δεν υφίστανται διαφορετικές κατηγορίες κινδύνων για διαφορετικές κατηγορίες χωρών.
- Οι σχέσεις μεταξύ μεταβλητών και διανυσμάτων κινδύνου θεωρούνται χρονικά σχετικά σταθερές, γεγονός που σημαίνει ότι ελαφρώς διαφορετικές χρονικές περίοδοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μέτρηση των διαφορετικών μεταβλητών χωρίς ιδιαίτερες συνέπειες στην ακρίβεια του υπολογισμού των παραγόντων κινδύνου.
- Είναι πιθανό οι μεταβλητές που αποτελούν τα δεδομένα της παραγοντικής ανάλυσης να συσχετίζονται με περισσότερους τρόπους από αυτόν που αποδίδει τον κοινό παράγοντα. Σε περίπτωση, λοιπόν, που προκύψουν κοινοί παράγοντες από τις εκάστοτε μεταβλητές, είναι απαραίτητη η συμβολή του αποφασίζοντα με την αναγνώριση του παράγοντα που καλύτερα εκφράζει την κατηγορία κινδύνου.
- Στην επαναληπτική παραγοντική ανάλυση που εφαρμόστηκε δεν υπάρχει μοναδική αρχική επιλογή μεταβλητών. Υπάρχει δυνατότητα επιλογής διαφορετικών αρχικών ομάδων μεταβλητών (δεδομένης κατηγορίας κινδύνου). Τα αποτελέσματα εξαρτώνται από την αρχική επιλογή.
- Η σχετική σημασία κάθε μεταβλητής δεν είναι *a priori* σταθερή. Προκειμένου μια μεταβλητή να αποτελεί μέρος διανύσματος κινδύνου, η συσχέτισή της είναι απαραίτητο να φέρει το σωστό πρόσημο (θετική ή αρνητική συσχέτιση). Η σχετική σημασία τίθεται αυτόματα από τον αλγόριθμο της παραγοντικής ανάλυσης.

Σύμφωνα με τα παραπάνω τα στάδια που ακολουθούνται για την εφαρμογή της παραγοντικής ανάλυσης φαίνονται στο Σχήμα IV10.



Σχήμα IV10. Διαδικασία Παραγοντικής Ανάλυσης

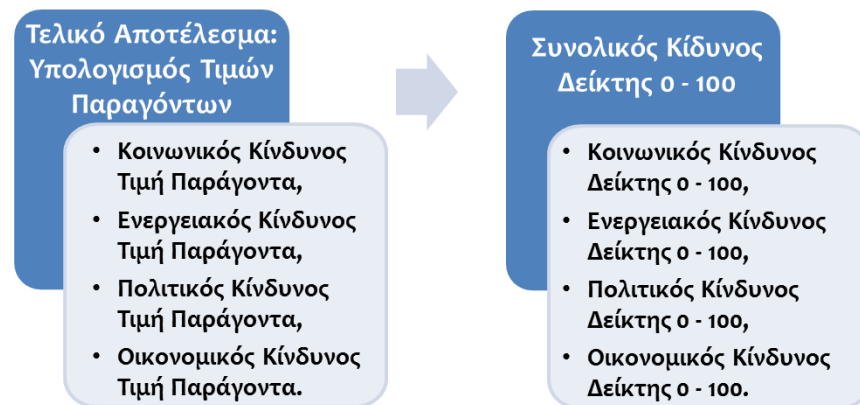
Πηγή: [208], [209]

Όπως αναφέρθηκε και στο 2^ο βήμα «Μεταβλητές Σύνθεσης των 4 Παραγόντων», συνολικά 101 μεταβλητές επιλέχθηκαν από τη βάση δεδομένων του REACCESS, με κύριο γνώμονα τη θεωρητική συνάφεια και την ποιότητα των διαθέσιμων δεδομένων, οι οποίες είναι διαθέσιμες στο Παράρτημα II. Τα δεδομένα όλων αυτών των μεταβλητών κανονικοποιήθηκαν για κάθε χώρα. Σε περιπτώσεις όπου για κάποια μεταβλητή υπήρχαν διαθέσιμα δεδομένα για σειρά ετών, χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος των τελευταίων ετών, προκειμένου αφενός να αποφευχθεί η χρήση ακραίων τιμών και αφετέρου να προκύψει αντιπροσωπευτική τιμή για τη μεταβλητή.

Από την αρχή της μεθοδολογίας REACCESS είχε καθορισθεί κατά πόσο η σχέση μεταξύ της κάθε μεταβλητής και του αντίστοιχου παράγοντα κινδύνου ήταν θετική ή αρνητική. Έτσι μετά από κάθε επανάληψη της παραγοντικής ανάλυσης οι μεταβλητές που δεν ακολουθούσαν το ορισμένο από πριν μοτίβο συσχέτισης (και άρα είχαν λάθος πρόσημο), απορρίπτονταν. Από την επαναλαμβανόμενη παραγοντική ανάλυση προέκυψαν οι ομάδες των τελικών μεταβλητών κινδύνων, οι οποίες είναι διαθέσιμες στο Παράρτημα III. Η διαδικασία συνεχίζεται μέχρι την εξαγωγή του κοινού παράγοντα ανά κατηγορία κινδύνου και ανά χώρα, ώστε όλες οι μεταβλητές θα φέρουν το σωστό πρόσημο.

Βήμα 4: Το τέταρτο βήμα της μεθοδολογίας REACCESS αποτελεί τη συνάθροιση των επιμέρους τεσσάρων διανυσμάτων κινδύνου (τα οποία αντιστοιχούν στους τέσσερις παράγοντες κινδύνου), σε έναν αριθμό, ο οποίος θα αντιστοιχεί στον Δείκτη Κοινωνικοοικονομικού Κινδύνου ανά Χώρα (K_X).

Συνεπώς, καθένα από τα τέσσερα διανύσματα, όπως αυτά προέκυψαν από την παραγοντική ανάλυση, εκφράστηκαν στην κλίμακα του 100 (0 = ελάχιστος κίνδυνος, 100 = μέγιστος κίνδυνος) και στη συνέχεια συναθροίστηκαν σε έναν δείκτη (Σχήμα IV11) [25], [164].



Σχήμα IV11. Μετατροπή Τιμών Παραγόντων σε Συνολικό Δείκτη

Πηγή: [164]

Στη συνέχεια υιοθετήθηκε ένας κατάλληλος τρόπος συνάθροισης των τεσσάρων κινδύνων. Δεδομένης της έλλειψης a priori κριτηρίων, κάθε παράγοντας σταθμίζεται ισότιμα σε έναν αθροιστικό δείκτη [1], [162], [208], [209], [211]:

$$K_X = \frac{K_{οικ(X)} + K_{ενερ(X)} + K_{πολ(X)} + K_{κοιν(X)}}{4}$$

Βήμα 5: Μία διαδρομή Δ αντιστοιχεί σε ένα είδος καυσίμου κ , στη συγκεκριμένη περίπτωση Φ/Α, και ένα σημείο προέλευσης σ των εισαγωγών της ΕΕ, $\Delta = (\kappa, \sigma)$. Κάθε διαδρομή αποτελείται από δύο ή περισσότερες χώρες ανάλογα με τις χώρες διαμετακόμισης που περιλαμβάνονται σε κάθε περίπτωση. Για παράδειγμα το LNG που εξάγεται από την Αλγερία προς την Ελλάδα, αποτελεί διαδρομή η οποία περιλαμβάνει 2 χώρες. Το Φ/Α που διαμετακομίζεται μέσω αγωγών από τη Ρωσία στη Γερμανία, διασχίζει περισσότερες χώρες διαμετακόμισης και άρα η διαδρομή μπορεί να περιλαμβάνει τρεις ή/και περισσότερες χώρες ανάλογα με την πορεία που ακολουθεί.

Για τη συνάθροιση των δεικτών κοινωνικοοικονομικού κινδύνου K_X κάθε χώρας που συμμετέχει στην εκάστοτε διαδρομή και τον υπολογισμό του δείκτη κοινωνικοοικονομικού κινδύνου διαδρομής K_Δ επικράτησαν οι παρακάτω 4 προσεγγίσεις:

- i. Ως K_{Δ} θεωρείται η υψηλότερη τιμή δείκτη K_X της εκάστοτε διαδρομής.

$$K_{\Delta}^{\alpha} = \text{Max } K_X$$

Η θεμελιώδης δυσκολία της συγκεκριμένης εναλλακτικής έγκειται στο γεγονός ότι παραβλέπει αρκετή πληροφορία σχετικά με τον ευρωπαϊκό κίνδυνο, ως αποτέλεσμα της καθεαυτής διαδρομής. Για παράδειγμα διαφέρει κατά πολύ εάν η διαδρομή αποτελείται από χώρες που όλες έχουν πολύ υψηλό K_X ή εάν η διαδρομή διαθέτει μόνο μία χώρα με ζητήματα αξιοπιστίας ενώ οι υπόλοιπες έχουν μικρές και μέτριες τιμές K_X .

Η χρήση του μέγιστου κινδύνου χώρας είναι συγκρίσιμη με την εξίσωση της αριθμητικής τιμής των διαδρομών που περιλαμβάνουν μία κοινή χώρα με ιδιαίτερα υψηλό κοινωνικοοικονομικό κίνδυνο. Μια τέτοια σύγκριση μειώνει την ικανότητα του δείκτη να διαχωρίζει τις διαδρομές σύμφωνα με τον κοινωνικοοικονομικό κίνδυνό τους. Ανεξάρτητα από τα παραπάνω η συγκεκριμένη εναλλακτική παρέχει ένδειξη της χώρας που επηρεάζει περισσότερο την εκάστοτε διαδρομή.

- ii. Ως K_{Δ} θεωρείται ο μέσος όρος των τιμών K_X της κάθε διαδρομής.

$$K_{\Delta}^{\beta} = \frac{\sum_n K_X}{n}$$

Το πλεονέκτημα της συγκεκριμένης προσέγγισης είναι ότι λαμβάνει υπόψη της τον κίνδυνο που σχετίζεται με όλες τις χώρες της διαδρομής. Κύρια ένσταση αποτελεί το γεγονός ότι η επιρροή των υψηλότερων τιμών κοινωνικοοικονομικού κινδύνου «σβήνει», μετριάζεται ενώ επί της ουσίας αυτές οι τιμές είναι αναμφίβολα πολύ σημαντικές όταν έρχεται η ώρα προβλεπτικών αποφάσεων. Για παράδειγμα, όταν μία διαδρομή περιλαμβάνει πολλές χώρες εκ των οποίων η μία έχει σοβαρά θέματα αξιοπιστίας ενώ οι υπόλοιπες έχουν μέτριες τιμές κινδύνου, ο μέσος όρος των τιμών K_X θα είναι χαμηλός, παραβλέποντας το γεγονός ότι μία χώρα διαθέτει υψηλές τιμές K_X , θέτοντας έτσι σε κίνδυνο τη διαδικασία προληπτικής λήψης αποφάσεων.

- iii. Ο K_{Δ} αποτελεί τροποποιημένη τιμή του μέσου όρου των τιμών K_X , δίνοντας μεγαλύτερο βάρος στις υψηλές τιμές.

$$K_{\Delta}^{\gamma} = \frac{K_X^{\alpha} + K_X^{\beta}}{2}$$

Η συγκεκριμένη εναλλακτική υπολογίζει ένα νέο μέσο όρο μεταξύ της αρχικής τιμής μέσου όρου των K_X και της υψηλότερης τιμής K_X μιας διαδρομής η οποία τώρα συμβάλλει κατά 50% στη διαμόρφωση της τιμής του K_{Δ} . Όσο λιγότερες οι χώρες στη διαδρομή, τόσο μεγαλύτερο το βάρος των υψηλών τιμών. Η συγκεκριμένη εναλλακτική αποτελεί

υβριδική προσέγγιση μεταξύ των επιλογών i και ii.

Υπάρχουν και άλλοι τρόποι υπολογισμού του K_{Δ} , προσαρμόζοντας την επιρροή της χώρας με τον μεγαλύτερο κίνδυνο σε διαφορετικά επίπεδα. Η επιλογή μεταξύ αυτών των μεθόδων, ανεξάρτητα από τη φιλοσοφία τους, δε διαφεύγει κάποιου βαθμού αυθαιρεσίας.

iv. Ως K_{Δ} θεωρείται το άθροισμα των τιμών K_X των χωρών της εκάστοτε διαδρομής.

$$K_{\Delta}^{\delta} = \sum_n K_X$$

Η συγκεκριμένη εναλλακτική αυξάνει τον κίνδυνο των διαδρομών που αποτελούνται από μεγάλο αριθμό χωρών, ακόμα και αν ο εκάστοτε K_X είναι χαμηλός. Ο συγκεκριμένος τρόπος αποτυπώνει το συναθροισμένο κοινωνικοοικονομικό κίνδυνο κάθε διαδρομής, περιέχοντας δύο καθοριστικούς παράγοντες: τον αριθμό των χωρών της εκάστοτε διαδρομής και τον κίνδυνο της κάθε χώρας χωρίς «εξασθένηση» ή μετατροπή.

Άλλοι
Περιορισμοί
Εφοδιασμού

Ανεξάρτητα όμως από τους κινδύνους ενεργειακού εφοδιασμού, κάθε χώρα υπόκειται και σε δύο περαιτέρω περιορισμούς του εφοδιασμού της. Ο ένας περιορισμός αφορά στην φυσική ροή Φ/A από μία χώρα στην άλλη [212], [213], [214]. Η φυσική ροή μεταξύ των χωρών αποτελεί σημαντικό μέτρο και ένδειξη των υφιστάμενων συμβολαίων και συμφωνιών μεταξύ των χωρών, (όχι μόνο με τις προμηθεύτριες, αλλά και μεταξύ των χωρών που μελετώνται), υποδεικνύοντας έμμεσα, όρια μεταξύ των μερών του συστήματος. Στη βιβλιογραφία, η φυσική ροή Φ/A υπολογίζεται σε δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα το χρόνο (bcm – billion cubic meters), ενώ όπου χρειάζεται μετατρέπεται σε mcm ανά ημέρα.

Ο δεύτερος περιορισμός αναφέρεται στη μέγιστη τεχνική δυναμικότητα (MTC – Maximum Technical Capacity) των διασυνδέσεων της εκάστοτε χώρας και ο οποίος μπορεί να αποτελέσει σημαντικό παράγοντα της ασφάλειας ή όχι του συστήματος εφοδιασμού Φ/A .

Η μέγιστη τεχνική δυναμικότητα διασυνδέσεων ορίζεται ως η μέγιστη δυναμικότητα μεταφοράς μέσω αγωγών, LNG ή αποθήκευσης που μπορεί να προσφερθεί στους χρήστες του συστήματος, λαμβάνοντας υπόψη την αξιοπιστία του συστήματος και τις λειτουργικές προϋποθέσεις του δικτύου μεταφοράς [215].

Η μέγιστη τεχνική δυναμικότητα διασυνδέσεων μιας χώρας αποτελεί μέτρο της μέγιστης ποσότητας Φ/A που μπορεί να φτάσει σε μια χώρα, αλλά και να φύγει από μια χώρα μέσω του υφιστάμενου δικτύου αγωγών. Η παράμετρος αυτή συνήθως μετράται σε mcm ανά ημέρα για την κάθε χώρα ενώ η ίδια μονάδα μέτρησης χρησιμοποιείται για τη

μέγιστη τεχνική δυναμικότητα των τερματικών LNG που υπάρχουν (εφόσον υπάρχουν) στη χώρα. Αποτελεί μέτρο τόσο ευελιξίας του συστήματος εφοδιασμού όσο και περιορισμού δείχνοντας ουσιαστικά τα όριά του.

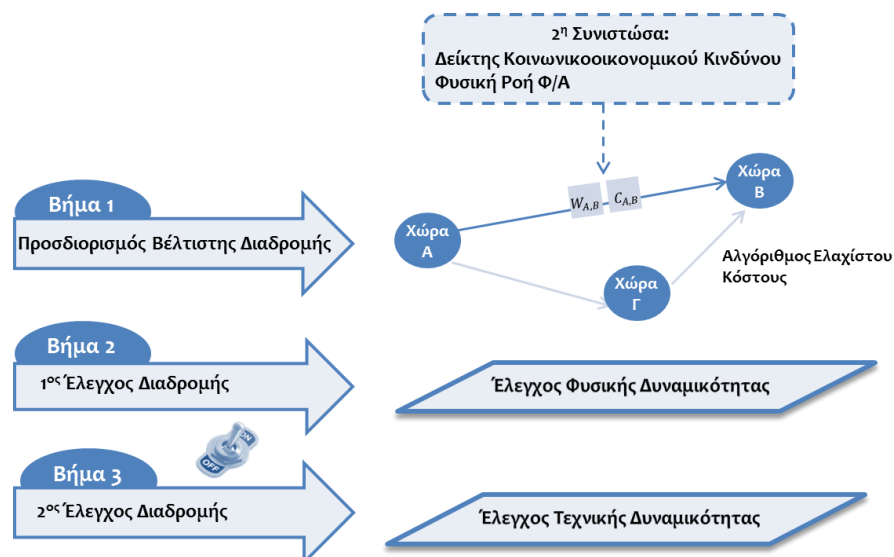
IV.5 3^η Συνιστώσα: Εντοπισμός (Locate)

IV.5.1 Εισαγωγή

Η ενότητα αυτή έχει κύριο στόχο τη μελέτη και ανάλυση της τρίτης (3^{ης}) συνιστώσας «Εντοπισμός» (Locate), της μεθοδολογίας SEAL.

Η τρίτη συνιστώσα στοχεύει στον εντοπισμό εναλλακτικών διαδρομών προμήθειας Φ/Α, εξάλλου από τη δεύτερη συνιστώσα εντοπίστηκαν σημεία συμφόρησης στην προμήθεια Φ/Α των υπό μελέτη χωρών του ευρωπαϊκού συστήματος εφοδιασμού Φ/Α. Άλλωστε, όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη ενότητα, τυχόν ελλιπής προμήθεια Φ/Α, διαχειρίζεται μέσω τόσο της επαναδρομολόγησης των προμηθειών των χωρών σε κρίση και των λοιπών προμηθευτών, όσο και μέσω των (επιπρόσθετων) εισαγωγών LNG (όπου αυτό είναι εφικτό). Ο εντοπισμός όμως εναλλακτικών διαδρομών, προκειμένου να είναι ολοκληρωμένος, προϋποθέτει τον έλεγχο αυτών, ως προς τη φυσική και τεχνική τους δυνατότητα.

Η διαδικασία που ακολουθείται για την υλοποίηση της τρίτης συνιστώσας περιγράφεται στο Σχήμα IV7.



Σχήμα IV7. Διαδικασία 3^{ης} Συνιστώσας

Συνοπτικά η διαδικασία της τρίτης συνιστώσας περιλαμβάνει τρία βήματα. Στο πρώτο βήμα προσδιορίζονται βέλτιστες εναλλακτικές διαδρομές με τη βοήθεια της θεωρίας των γράφων και τον αλγόριθμο

ελαχίστου κόστους για τα σημεία του συστήματος που, σύμφωνα με τη δεύτερη συνιστώσα, δεν ικανοποίησαν κάποια παράμετρο του πρώτου επιπέδου αξιολόγησης. Σημειώνεται ότι τα δεδομένα που εισάγονται στους γράφους προέρχονται από το δεύτερο επίπεδο αξιολόγησης της δεύτερης συνιστώσας. Έπειτα, η συγκεκριμένη διαδρομή υποβάλλεται σε έλεγχο φυσικής δυναμικότητας, κατά πόσο δηλαδή είναι διαθέσιμη η φυσική ποσότητα Φ/Α μέσω της συγκεκριμένης διαδρομής (βήμα δεύτερο), καθώς και σε έλεγχο τεχνικής δυναμικότητας, δηλαδή έλεγχο επάρκειας των υφιστάμενων υποδομών για τη μεταφορά Φ/Α μέσω της συγκεκριμένης διαδρομής (βήμα τρίτο).

Σύμφωνα με τα παραπάνω η ανάλυση της τρίτης συνιστώσας της μεθοδολογίας SEAL απαρτίζεται από τα παρακάτω:

- Προσδιορισμός βέλτιστης διαδρομής με τη χρήση της θεωρίας των γράφων και του αλγόριθμου ελαχίστου κόστους.
- Έλεγχος φυσικής δυναμικότητας διαδρομής.
- Έλεγχος τεχνικής δυναμικότητας διαδρομής.

IV.5.2 Προσδιορισμός Βέλτιστης Διαδρομής

Εισαγωγικά

Ο προσδιορισμός της βέλτιστης διαδρομής αποτελεί το πρώτο βήμα της συνιστώσας «Εντοπισμός» της μεθοδολογίας SEAL και έχει ως στόχο την εύρεση εναλλακτικών διαδρομών προμήθειας Φ/Α, για τις χώρες που συμμετέχουν στο ευρωπαϊκό σύστημα εφοδιασμού Φ/Α, που φανέρωσαν δείγματα συμφόρησης και κορεσμού στις προηγούμενες συνιστώσες.

Όπως διαπιστώθηκε και στο Κεφάλαιο III, για την αναπαράσταση του συστήματος εφοδιασμού Φ/Α, και ενέργειας γενικότερα, και για τη διερεύνηση των διαδρομών του, έχει χρησιμοποιηθεί ανάμεσα σε άλλες μεθοδολογίες η θεωρία των γράφων ή στοιχεία αυτής. Οι Scotti και Vedres (2012) [16] δανείστηκαν στοιχεία της θεωρίας των γράφων για την αναπαράσταση του δικτύου Φ/Α, χρησιμοποιώντας ως βάρη την αθροιστική τεχνική δυναμικότητα. Οι Monforti και Szikszai (2010) [69], επίσης χρησιμοποίησαν στοιχεία της θεωρίας των γράφων για την περιγραφή του συστήματος διανομής Φ/Α χωρίς όμως να έχουν ως στόχο τη διερεύνηση βέλτιστων ροών. Τέλος, οι Doukas et al. (2011) [145] διερευνούν τη θεωρία των γράφων γενικότερα, και σειρά αλγορίθμων αυτής ειδικότερα, σχετικά με την καταλληλότητά τους στις αρχές των δικτύων ενεργειακού εφοδιασμού τόσο Φ/Α όσο και πετρελαίου.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, υιοθετήθηκε η θεωρία των γράφων για τη διερεύνηση βέλτιστης εναλλακτικής διαδρομής προμήθειας Φ/Α, δεδομένου ότι η μέθοδος αυτή κρίθηκε κατάλληλη για την παροχή

υποστήριξης στη διαδικασία απόφασης για την αναπαράσταση και αξιολόγηση διαδρομών ενεργειακού εφοδιασμού.

Θεωρία των Γράφων Οι γράφοι είναι μαθηματικές δομές οι οποίες χρησιμοποιούνται για τη μοντελοποίηση ζευγών σχέσεων ανάμεσα σε αντικείμενα συγκεκριμένης ομάδας [145], [216].

Οι γράφοι ορίζονται ως μη κατευθυνόμενοι ή ως κατευθυνόμενοι.

Σύμφωνα με τον Μαυρονικόλα (2002) [217], ένας γράφος G είναι ένα διατεταγμένο ζεύγος $G = [V(G), E(G)]$, όπου:

- $V(G) = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ είναι το σύνολο κορυφών του G και
- $E(G) = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ είναι το σύνολο των ακμών E .

Κάθε ακμή είναι ένα διμελές σύνολο το οποίο αποτελείται από δύο (όχι απαραίτητα διαφορετικές μεταξύ τους) κορυφές, οι οποίες καλούνται τερματικά σημεία της ακμής. Κάθε γράφος που ορίζεται ως άνω καλείται μη κατευθυνόμενος γράφος (Σχήμα IV12).

Έστω ότι η ακμή e συμβολίζεται ως $e = \{u, v\}$, ως uv . Αν $uv \in E(G)$, τότε θεωρείται πως οι u και v είναι γειτονικές κορυφές στο γράφο G . Θα συμβολίζεται $u \overset{G}{\leftrightarrow} v$ για να δηλωθεί πως οι u και v είναι γειτονικές κορυφές στο γράφο G . Επίσης η κορυφή u είναι γειτονική προς την κορυφή v και αντίστροφα. Τέλος, η ακμή $e = \{u, v\}$ ενώνει τις κορυφές u και v .

Η γειτονιά της κορυφής u στο γράφο G , η οποία εδώ συμβολίζεται ως $NG(u)$, αποτελεί το σύνολο των κορυφών του γράφου G οι οποίες είναι γειτονικές προς την κορυφή u . Τυπικά:

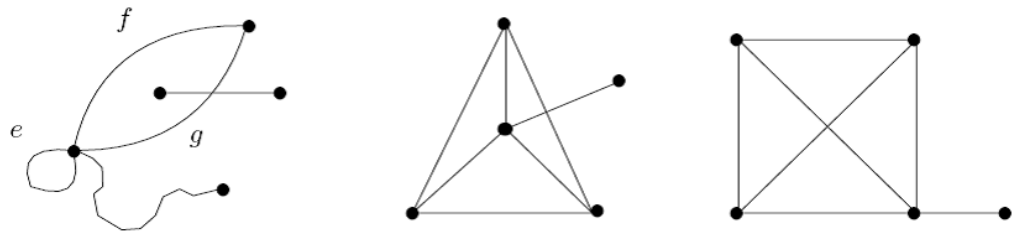
$$NG(u) = \{u \in V(G) \mid u \overset{G}{\leftrightarrow} v\}$$

Ο ορισμός της γειτονιάς κορυφής μπορεί να επεκταθεί για να οριστεί η γειτονιά του συνόλου κορυφών $S \subseteq V(G)$ στο γράφο G ως $NG(S) = \bigcup_{u \in S} NG(u)$. Με άλλα λόγια το σύνολο $NG(S)$ περιέχει τους γείτονες όλων των κορυφών που ανήκουν στο σύνολο S .

Ένας βρόχος είναι μια ακμή, τα τερματικά σημεία της οποίας συμπίπτουν. Κάθε ακμή που δεν είναι βρόχος θα καλείται γνήσια ακμή. Παράλληλες ακμές είναι οι ακμές εκείνες οι οποίες έχουν το ίδιο ζεύγος τερματικών σημείων. Οι παράλληλες ακμές καλούνται επίσης και πολλαπλές ακμές.

Για οποιοδήποτε ζεύγος κορυφών u και v στο γράφο G , η πολλαπλότητα της ακμής uv , η οποία συμβολίζεται ως $\lambda G(uv)$, είναι οι φορές που η ακμή uv ανευρίσκεται στο γράφο G . Απλός γράφος είναι κάθε γράφος που δεν έχει βρόχους ή πολλαπλές ακμές. Σε έναν απλό γράφο G , για κάθε κορυφή u , $\lambda G(uv) = 0$, ενώ για κάθε ζεύγος

κορυφών u και v , $\lambda G(uv) \in \{0, 1\}$ [217].



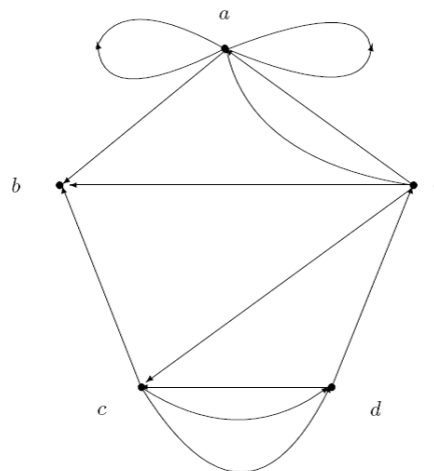
Σχήμα IV12. Μη κατευθυνόμενοι γράφοι

Πηγή: [217]

Εναλλακτικά, ένας γράφος G είναι ένα διατεταγμένο ζεύγος $G = [V(G), E(G)]$ όπου:

- $V(G) = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ είναι το σύνολο κορυφών του G και
- $E(G) = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$ είναι το σύνολο των ακμών E .

Κάθε ακμή είναι ένα διατεταγμένο ζεύγος από (όχι απαραίτητα διαφορετικές μεταξύ τους) κορυφές. Ο συγκεκριμένος γράφος ονομάζεται κατευθυνόμενος [217]. Παράδειγμα κατευθυνόμενου γράφου παρουσιάζεται στο Σχήμα IV13.



Σχήμα IV13. Κατευθυνόμενος γράφος

Πηγή: [217]

Αλγόριθμος
Ελαχίστου
Κόστους

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα της θεωρίας των γράφων είναι η χρήση ποικίλων αλγορίθμων για την επίλυση προβλημάτων βελτιστοποίησης σχετικών μεταξύ άλλων με θέματα διαδρομών και ροής δικτύων.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση όπου κύριος σκοπός είναι ο εντοπισμός εναλλακτικής διαδρομής, η οποία αφενός θα είναι σε θέση να εξυπηρετήσει την κάθε χώρα που βρίσκεται σε κατάσταση συμφόρησης, και αφετέρου θα φέρει το χαμηλότερο δυνατό κίνδυνο ενεργειακού εφοδιασμού, θεωρήθηκε κατάλληλη η μελέτη του προβλήματος

ελαχίστου κόστους ροής σε ένα δίκτυο [145].

Το πρόβλημα του ελάχιστου κόστους ροής σε ένα δίκτυο (the minimum cost network flow problem) το οποίο ονομάζεται και πρόβλημα μεταφόρτωσης (transshipment problem) ορίζεται ως εξής [218]:

Δίνεται ένα δίκτυο μεταφόρτωσης (transshipment network) το οποίο είναι ένα κατευθυνόμενο γράφημα $N = (V, A)$ σταθμισμένων κόμβων και τόξων.

- Σε κάθε κόμβο $j \in V$ αντιστοιχεί ένας αριθμός b_j , όπου αν $b_j > 0$ τότε ο κόμβος j ονομάζεται πηγή (source) ή προέλευση (origin) ή σημείο προσφοράς (supply point) με διαθέσιμη ποσότητα ίση με b_j . Αν $b_j < 0$ τότε ο κόμβος j ονομάζεται δέκτης (sink) ή σημείο ζήτησης (demand point) ή σημείο προορισμού (destination point), με ζητούμενη ποσότητα, ίση με $|b_j|$. Τέλος αν $b_j = 0$ τότε ο κόμβος j ονομάζεται ενδιάμεσος κόμβος (Intermediate node) ή σημείο μεταφόρτωσης (transshipment point).
- Σε κάθε τόξο $(i, j) \in A$ αντιστοιχεί ένας αριθμός c_{ij} που παριστάνει το κόστος μεταφοράς μιας μονάδας προϊόντος από το σημείο προέλευσης i στο σημείο προορισμού j .

Υποθέτουμε ότι στο δίκτυο $N = (V, A)$ η ολική ζήτηση είναι ίση με την ολική προσφορά. Υποθέτουμε δηλαδή $\sum_{j=1}^m b_j = 0$ για ένα δίκτυο m κόμβων. Η υπόθεση αυτή βοηθά σημαντικά τη μαθηματική επεξεργασία του προβλήματος και δεν περιορίζει καθόλου τις δυνατότητες εφαρμογών του.

- Με ένα πρόγραμμα φόρτωσης προσδιορίζεται για κάθε τόξο $(i, j) \in A$ η ποσότητα $x_{ij} \geq 0$ του προϊόντος που φορτώνεται από τον κόμβο προσφοράς i για να μεταφερθεί άμεσα στον κόμβο προορισμού j . Έχουμε δηλαδή

x_{ij} = ποσότητα που φορτώνεται από τον κόμβο i για τον κόμβο j χρησιμοποιώντας το τόξο (i, j) .

Σε ένα δίκτυο μεταφόρτωσης $G = (V, A)$ ένα πρόγραμμα φόρτωσης $x = (x_{ij}: (i, j) \in A)$ ονομάζεται εφικτό (feasible) αν και μόνο αν $x_{ij} \geq 0, \forall (i, j) \in A$ και

$$\sum_{(i,j) \in A} x_{ij} - \sum_{(j,i) \in A} x_{ji} = b_i, \forall i \in V$$

Επομένως το x είναι εφικτό, αν και μόνο αν οι διακινούμενες ποσότητες x_{ij} πέρα από τον περιορισμό της μη αρνητικότητας ικανοποιούν τα εξής:

- Η εισερχόμενη ποσότητα (εισροές) σε κάθε σημείο ζήτησης μείον

την εξερχόμενη ποσότητα (εκροές) από το σημείο αυτό είναι ίση με τη ζητούμενη ποσότητα στο σημείο αυτό.

- ii. Η εξερχόμενη ποσότητα από κάθε σημείο προσφοράς μείον την εισερχόμενη ποσότητα στο σημείο αυτό είναι ίση με την προσφερόμενη ποσότητα στο σημείο αυτό.
- iii. Η εισερχόμενη ποσότητα σε κάθε σημείο μεταφόρτωσης είναι ίση με την εξερχόμενη ποσότητα από το σημείο αυτό.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα το πρόβλημα του ελάχιστου κόστους ροής σε ένα δίκτυο μπορεί να διατυπωθεί ως εξής:

Να προσδιοριστεί ένα εφικτό πρόγραμμα φόρτωσης που να ελαχιστοποιεί το ολικό κόστος διακίνησης ενός προϊόντος.

Η μαθηματική διατύπωση του προβλήματος του ελάχιστου κόστους ροής σε ένα δίκτυο $N = (V, A)$ έχει ως εξής:

$$\min z(x) = \sum_{(i,j) \in A} c_{ij} x_{ij}$$

Με περιορισμούς:

$$\sum_{(i,j) \in A} x_{ij} - \sum_{(j,i) \in A} x_{ji} = b_i, \forall i \in V \quad (1)$$

$$x_{ij} \geq 0, \forall (i,j) \in A$$

Οι περιοριστικές εξισώσεις στο (1) που είναι η μαθηματική έκφραση των υποθέσεων i, ii, iii, ονομάζονται εξισώσεις συντήρησης της ροής (flow conservation equations) και εκφράζουν το γεγονός ότι η ροή δεν δημιουργείται ούτε καταστρέφεται στο δίκτυο.

Πρακτικά για την επίλυση του συγκεκριμένου προβλήματος αφενός είναι απαραίτητος ο σχεδιασμός του ευρωπαϊκού συστήματος εφοδιασμού Φ/Α, σύμφωνα με τη θεωρία των γράφων, δηλαδή με κόμβους και ακμές, αλλά και αφετέρου η προσαρμογή της προαναφερθείσας θεωρίας με το πρακτικό πρόβλημα που καλεί προς επίλυση. Άρα, είναι πολύ σημαντική η σωστή προσαρμογή και αντιστοιχία του κόστους μεταφοράς με τον κίνδυνο ενεργειακού εφοδιασμού, και της ποσότητας μεταφοράς από έναν κόμβο i σε έναν κόμβο j στην φυσική ποσότητα Φ/Α που μεταφέρεται από μία χώρα σε μία άλλη. Όλα τα παραπάνω θα συνδράμουν στον εντοπισμό των εναλλακτικών διαδρομών που θα είναι σε θέση να επαναδρομολογήσουν την ελλιπή ποσότητα Φ/Α της κάθε χώρας.

Εργαλεία
Θεωρίας
των Γράφων

Έχοντας ως κριτήριο τη χρηστικότητα και την καλύτερη δυνατή απεικόνιση, δύο είναι τα επικρατέστερα εργαλεία εφαρμογής της θεωρίας των γράφων, το Graph Magics και το GIn40.

Το Graph Magics είναι ένα ισχυρό εργαλείο για τη θεωρία των γράφων.

Προσφέρει τη δυνατότητα για εύκολη, γρήγορη και αποτελεσματική κατασκευή και τροποποίηση αυτών. Κύρια πλεονεκτήματα του είναι ότι διαθέτει γεννήτρια γράφων, όπου δίνει τη δυνατότητα παραγωγής τεσσάρων διαφορετικών τύπων γράφων, διαφορετικών παραμέτρων και μεγεθών καθώς και το γεγονός ότι υπάρχουν 17 διαφορετικοί αλγόριθμοι που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο κάθε ενδιαφερόμενος. Επιπλέον παρέχει τη δυνατότητα τριών διαφορετικών τρόπων απεικόνισης των γράφων [219].

Το Grin40 είναι επίσης ένα αρκετά εύχρηστο πρόγραμμα που περιλαμβάνει σχεδόν όλες τις λειτουργίες του προαναφερθέντος προγράμματος Graph Magics άλλα υστερεί σημαντικά στην απεικόνιση των γράφων. Συγκεκριμένα, παρότι υπάρχει η δυνατότητα να δίνεται σε κάθε κορυφή διαφορετικό σχήμα, το όνομα της κορυφής αυτής μπαίνει στο πάνω μέρος της, πράγμα που πολλές φορές δημιουργεί σύγχυση καθότι μπλέκεται με τις ακμές. Επιπλέον δεν υπάρχει γεννήτρια γράφων ούτε η δυνατότητα να γίνει αυτόματα μια αναδιάταξη των γράφων σε κύκλο, δέντρο ή πλέγμα [220].

Το Graph Magics, λοιπόν, θεωρείται ως το πλέον κατάλληλο και εύχρηστο εργαλείο, για την αντιμετώπιση και επίλυση των παραμέτρων του συγκεκριμένου προβλήματος.

IV.5.3 Έλεγχος Φυσικής Δυναμικότητας Διαδρομής

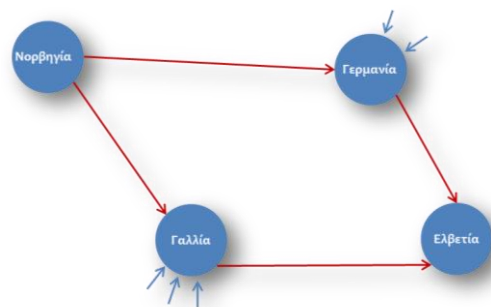
Εισαγωγικά

Η εναλλακτική διαδρομή, όπως εντοπίστηκε με τη θεωρία των γράφων και τον αλγόριθμο ελαχίστου κόστους, είναι απαραίτητο να ελεγχθεί ως προς τη φυσική της δυναμικότητα, προκειμένου να διερευνηθεί κατά πόσο υπάρχει η απαιτούμενη, προς μεταφορά ποσότητα Φ/Α.

Ο έλεγχος της φυσικής δυναμικότητας εισάγεται στη διαδικασία, καθότι από τη μελέτη της βιβλιογραφίας, έγινε φανερό ότι η διαδρομή μεταφοράς Φ/Α από έναν προμηθευτή προς την κεντρική και νότια Ευρώπη απαιτεί ένα εύλογο χρονικό διάστημα προκειμένου να φτάσει στον προορισμό της. Για παράδειγμα η μεταφορά Φ/Α από τη Ρωσία προς την Ιταλία υπολογίζεται ότι διαρκεί περίπου δύο εβδομάδες [58], [85]. Αυτό σημαίνει ότι σε συνθήκες κρίσης διάρκειας μικρότερων ή ίσων με δύο εβδομάδες, η υπό μελέτη χώρα που παρουσίασε συμφόρηση κατά τη συνιστώσα της αξιολόγησης, θα αναγκαστεί να εξυπηρετήσει τις ανάγκες της, όχι από τους εξωτερικούς προμηθευτές, αλλά από άλλες χώρες εντός της προτεινόμενης εντοπισμένης διαδρομής.

Ο έλεγχος της φυσικής δυναμικότητας κύρια ελέγχει αν οι όμορες χώρες που εμπεριέχονται στην εναλλακτική διαδρομή της χώρας που μελετάται είναι σε θέση να συνδράμουν στην ικανοποίηση της ζήτησης Φ/Α της χώρας αυτής.

Το σχήμα IV14 αναπαριστά τη βέλτιστη εναλλακτική διαδρομή προς την Ελβετία, σε συνθήκες ενός σεναρίου κρίσης, με διάρκεια μικρότερη από δύο εβδομάδες. Κύριος σκοπός του ελέγχου φυσικής δυναμικότητας είναι να ελέγξει σε ποιο ποσοστό τόσο η Γερμανία όσο και η Γαλλία είναι σε θέση να παρέχουν στην Ελβετία τη φυσική ποσότητα Φ/Α που δεν ήταν σε θέση να λάβει, σύμφωνα με τη στρατηγική προμήθειας που έχει υιοθετήσει και η οποία αποδείχθηκε ανεπαρκής.



Σχήμα IV14. Απεικόνιση ελέγχου φυσικής δυναμικότητας διαδρομής προς Ελβετία

Σε αυτό το σημείο είναι απαραίτητο να σημειωθεί ότι ο έλεγχος φυσικής δυναμικότητας μπορεί να διενεργηθεί, ακόμα και αν το σενάριο κρίσης είναι διάρκειας μεγαλύτερης των δύο εβδομάδων. Σε αυτήν την περίπτωση μπορεί να αποτελέσει μία πολύ ισχυρή θετική ένδειξη (αν ο έλεγχος κριθεί θετικός) για την ύπαρξη εναλλακτικών στην κάθε χώρα που μελετάται, καθώς και για την ύπαρξη ισχυρής διαφοροποίησης, τόσο διαδρομών, όσο και προμηθευτών. Αν ο έλεγχος αποβεί αρνητικός, τότε αποτελεί σημαντικό δείγμα ότι οι γειτνιαζουσες χώρες, δεν είναι σε θέση να συνδράμουν στην ικανοποίηση της ζήτησης.

Προσέγγιση Όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο III, ο δείκτης $N - 1$, εισήχθη από την ΕΕ, στο πλαίσιο του Κανονισμού 994/2010, σχετικά με τα μέτρα κατοχύρωσης της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α [5]. Ο δείκτης $N-1$ αποτελεί πρότυπο δείκτη και στην ουσία περιγράφει τη δυνατότητα της υποδομής Φ/Α να καλύψει τη συνολική ζήτηση σε Φ/Α, της υπό μελέτης περιοχής, στην περίπτωση διακοπής εφοδιασμού από τον μεγαλύτερο προμηθευτή κατά τη διάρκεια μια ημέρας με εξαιρετικά υψηλή ζήτηση Φ/Α.

Στην πιο πρόσφατη μελέτη του ENTSOG (2014) [45] ο δείκτης $N - 1$ ουσιαστικά διαχωρίστηκε σε δύο επί μέρους δείκτες. Παρότι και οι δύο ελέγχουν και αξιολογούν τη δυναμικότητα και τις υποδομές του συστήματος και την ασφάλεια εφοδιασμού του, στις συνθήκες διακοπής της προμήθειας Φ/Α από την Ουκρανία και τη Λευκορωσία, διαφέρουν στα εισερχόμενα δεδομένα και άρα και στα αποτελέσματά τους. Ο ENTSOG αρχικά τους διαχωρίζει σύμφωνα με την εποχή που καλούνται να χρησιμοποιηθούν, χειμώνα και καλοκαίρι. Έτσι λοιπόν ο δείκτης $N - 1_{WINTER}$ διαμορφώνεται ως:

$$N - \mathbf{1}_{WINTER} = \frac{\sum_{i=2}^n E_{CB_i} + E_{UGS} + E_P}{X_DOM} \geq 1$$

όπου,

E_{CB_i} Οι διασυννοριακές δυναμικότητες στην κατεύθυνση ροής προμήθειας της διαδρομής i , με ή χωρίς το μεγαλύτερο προμηθευτή (διακοπή Ουκρανίας/Λευκορωσίας). Μονάδα μέτρησης mcm/ημέρα.

E_{UGS} Το δυναμικό αποδέσμευσης αποθηκευμένου Φ/Α. Μονάδα μέτρησης mcm/ημέρα.

E_P Η δυναμικότητα παραγωγής. Μονάδα μέτρησης mcm/ημέρα.

X_DOM Η εγχώρια, εποχική, ημερήσια, ζήτηση αιχμής (πιθανότητα εμφάνισης 1 στα 20 χρόνια). Μονάδα μέτρησης mcm/ημέρα.

Η τιμή του δείκτη $N - \mathbf{1}_{WINTER}$ υπολογίζεται για την κάθε χώρα μηδενίζοντας ή ελαχιστοποιώντας τις ποσότητες Φ/Α που μπορεί να εξάγει μια ανάντη (upstream) χώρα στα σημεία διασύνδεσης της κυρίαρχης διαδρομής προμήθειας. Αν η υπό μελέτη χώρα, αφού ικανοποιήσει τη ζήτησή της, έχει πλεόνασμα Φ/Α, τότε αυτή η πλεονάζουσα ποσότητα Φ/Α διανέμεται στις κατάντη (downstream) χώρες. Οι παραπάνω τιμές χρησιμοποιούνται ως τιμές εισόδου για τον υπολογισμό του δείκτη $N - \mathbf{1}_{WINTER}$ της χώρας που μελετάται. Εάν η τιμή είναι μεγαλύτερη ή ίση με το μηδέν, σημαίνει ότι η συγκεκριμένη χώρα είναι σε θέση να καλύψει τη ζήτησή της, σε περίπτωση διακοπής της προμήθειας Φ/Α από την Ουκρανία και τη Λευκορωσία [45].

Από την άλλη πλευρά, ο δείκτης $N - \mathbf{1}$ για τους καλοκαιρινούς μήνες της διακοπής ($\sum E_OUT_{X,SUMMER}$) ορίζεται ως:

$$\sum E_OUT_{X,SUMMER} = \sum_{i=2}^n E_{CB_i} + E_P - X_DOM \geq 0$$

όπου,

$\sum E_OUT_X$ Οι εναπομένουσες πηγές της χώρας X για την ικανοποίηση της ζήτησης των γειτονικών χωρών και για έκχυση στις υπόγειες εγκαταστάσεις αποθήκευσης. Μονάδα μέτρησης mcm/ημέρα.

E_{CB_i} Οι διασυννοριακές δυναμικότητες στην κατεύθυνση ροής προμήθειας της διαδρομής i , με ή χωρίς το μεγαλύτερο προμηθευτή (διακοπή Ουκρανίας/Λευκορωσίας). Μονάδα μέτρησης mcm/ημέρα.

E_P Η δυναμικότητα παραγωγής. Μονάδα μέτρησης mcm/ημέρα.

X_DOM Η εγχώρια, εποχική, ημερήσια, ζήτηση αιχμής (πιθανότητα εμφάνισης 1 στα 20 χρόνια). Μονάδα μέτρησης mcm/ημέρα.

Στο συγκεκριμένο τύπο, επιπρόσθετα με τις ποσότητες ωφέλιμου αερίου χρησιμοποιούνται και οι δυναμικότητες έκχυσης στις υπόγειες εγκαταστάσεις αποθήκευσης. Ο συγκεκριμένος τύπος έχει ως κύριο στόχο να καθορίσει τη διάρκεια που μπορεί να έχει μία διακοπή χωρίς όμως να θέσει σε κίνδυνο την ικανοποίηση της ζήτησης ή/και τον ανεφοδιασμό των εγκαταστάσεων αποθήκευσης. Αν η υπό εξέταση χώρα έχει πλεόνασμα Φ/Α, αφού ικανοποιήσει τη ζήτησή της, τότε αυτή η πλεονάζουσα ποσότητα Φ/Α διανέμεται στις κατάντη (downstream) χώρες [45].

Η μελέτη του ENTSOG, όμως, επίσης ορίζει και ότι ως E_OUT_x θεωρούνται οι εναπομένουσες ποσότητες για την ικανοποίηση της ζήτησης των γειτονικών χωρών, χωρίς να συνυπολογίζει τις ποσότητες που είναι δυνατόν να εκχυθούν στις εγκαταστάσεις αποθήκευσης [45]. Επομένως, και όπως έμμεσα προκύπτει και από τον δείκτη $N - 1_{WINTER}$, εάν στον υπολογισμό του E_OUT_x προστεθεί το δυναμικό αποδέσμευσης αποθηκευμένου Φ/Α (E_{UGS}), τότε το αποτέλεσμα που προκύπτει, εφόσον είναι θετικό, θα αφορά στις εναπομείνουσες ποσότητες για την ικανοποίηση της ζήτησης των γειτονικών χωρών, συμπεριλαμβάνοντας και το υπολειπόμενο δυναμικό αποδέσμευσης αποθηκευμένου Φ/Α της υπό μελέτη χώρας. Η συγκεκριμένη τροποποίηση, η οποία είναι και αυτή που υιοθετείται για την αξιολόγηση της φυσικής δυναμικότητας της διαδρομής, δε συμμερίζεται αν θα είναι εφικτός ο επανεφοδιασμός των εγκαταστάσεων αποθήκευσης, σε περίπτωση διακοπών προμήθειας, θεωρεί πως ακόμα και οι ποσότητες που είναι διαθέσιμες στις εγκαταστάσεις αποθήκευσης της υπό μελέτης χώρας, μετά την ικανοποίηση της ζήτησης, θα χρησιμοποιηθούν και θα μεταφερθούν, μέχρι το επιτρεπτό επίπεδο, στις κατάντη γειτονικές χώρες, εφόσον αυτές βρίσκονται σε θέση αδυναμίας.

Τέλος, προκειμένου να προσδιοριστεί ο γενικευμένος αντίκτυπος μιας διακοπής, χωρίς όμως να επηρεάζονται μη θιγόμενα συμβόλαια εξαγωγών, θεωρείται πως από την τιμή E_OUT_x που θα προκύψει είναι απαραίτητο να ικανοποιούνται πρώτα οι συμβατικές υποχρεώσεις εξαγωγών κάθε χώρας, εφόσον υπάρχουν.

IV.5.4 Έλεγχος Τεχνικής Δυναμικότητας Διαδρομής

Εισαγωγικά

Ο έλεγχος της τεχνικής δυναμικότητας αποτελεί το δεύτερο επίπεδο αξιολόγησης της εγκυρότητας και αξιοπιστίας της εναλλακτικής διαδρομής επαναδρομολόγησης Φ/Α. Το προηγούμενο επίπεδο ελέγχου, στην ουσία, αξιολογούσε αν είναι εφικτή η φυσική ροή Φ/Α, κατά πόσο δηλαδή είναι υπαρκτή, διαθέσιμη και επαρκής να ικανοποιήσει τη ζήτηση κατάντη χωρών σε «αδυναμία». Το συγκεκριμένο, τελευταίο επίπεδο αξιολόγησης ελέγχει κατά πόσο οι υποδομές του ευρωπαϊκού

συστήματος εφοδιασμού Φ/Α διαθέτουν την ευελιξία να μεταφέρουν τις ελλειψείς ποσότητες Φ/Α, χωρίς όμως να διαταραχθούν τα ισχύοντα συμβόλαια προμήθειας ή/και διαμετακόμισης μεταξύ των χωρών σε συνθήκες μη κρίσης.

Επιπλέον, ο έλεγχος τεχνικής δυναμικότητας διενεργείται ανεξαρτήτως χρονικής διάρκειας σεναρίου κρίσης. Για την ακρίβεια, αυτός ο έλεγχος κρίνεται ακόμα πιο σημαντικός και απαραίτητος, όσο μεγαλώνει η χρονική διάρκεια της εκάστοτε διακοπής. Αυτό συμβαίνει διότι αφενός αποτελεί σημαντική ένδειξη των ορίων αντοχής των υποδομών του συστήματος και αφετέρου γιατί ελέγχει τις ποσότητες που μπορούν να φτάσουν στις χώρες συμφόρησης και τους προμηθευτές από όπου προέρχονται.

Ο συγκεκριμένος έλεγχος βασίζεται στο γεγονός ότι η δυναμικότητα στα ευρωπαϊκά σημεία διασύνδεσης παραμένει τεχνικώς διαθέσιμη παρότι όχι πάντα εξολοκλήρου διαθέσιμη, αν και το σενάριο κρίσης ορίζει τα ποσοστά διακοπής και άρα τα ποσά Φ/Α που εκλείπουν από τον εκάστοτε προμηθευτή.

Προσέγγιση Από την ανασκόπηση μεθοδολογιών του κεφαλαίου III, ως καταλληλότερος δείκτης για την αξιολόγηση της τεχνικής δυναμικότητας της εναλλακτικής προτεινόμενης διαδρομής θεωρήθηκε ο Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας (ΥΕ) [10].

Ο όρος υπολειπόμενη ευελιξία περιέχει έννοιες που σχετίζονται με την αξιολόγηση της ανθεκτικότητας του συστήματος. Αναφέρεται στην ικανότητα μιας περιοχής (ζώνης) να προσφέρει επιπλέον χώρο για τη διαίτησία προμηθειών. Η τιμή της υπολειπόμενης ευελιξίας αποτελεί σημείο αναφοράς έναντι καθορισμένων ορίων για την αναγνώριση πιθανών κενών δυναμικότητας [10].

Η αξιολόγηση με το δείκτη Υπολειπόμενης Ευελιξίας έχει ως αποτέλεσμα την αναγνώριση της υπολειπόμενης ευαισθησίας κάθε περιοχής και των υποδομών που υπάρχουν σε κάθε περιοχή. Ο δείκτης αυτός έχει τη μορφή [10]:

Σε επίπεδο υποδομών

$$\text{ΥΠΟΛΕΙΠΟΜΕΝΗ ΕΥΕΛΙΞΙΑ} = 1 - \frac{ΡΟΗ}{ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ}$$

Σε επίπεδο περιοχής

$$\text{ΥΠΟΛΕΙΠΟΜΕΝΗ ΕΥΕΛΙΞΙΑ} = 1 - \frac{\sum \text{ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΗ ΡΟΗ}}{\sum \text{ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ ΕΙΣΟΔΟΥ}}$$

Η αναγνώριση των κενών επενδύσεων βασίζεται στην υπολειπόμενη ευελιξία σε επίπεδο περιοχής ενώ σύμφωνα με τον ENTSOG [10], τέτοιου είδους κενά υπάρχουν όταν ο δείκτης είναι:

- Χαμηλότερος του 5%, για το κάθε σενάριο αναφοράς.
- Χαμηλότερος του 1%, για τα σενάρια διακοπής παροχής, δεδομένου ότι μέρος της ευελιξίας έχει χρησιμοποιηθεί για την αντιμετώπιση της συμφόρησης.

Ο δείκτης φανερώνει την τεχνική δυναμικότητα που είναι διαθέσιμη, έπειτα από την ικανοποίηση της ζήτησης της περιοχής λαμβάνοντας υπόψη και τις ποσότητες Φ/Α που εξάγονται ή διαμετακομίζονται σε άλλες περιοχές.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση της προτεινόμενης μεθοδολογίας, ο δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας σε επίπεδο περιοχής θεωρείται ως καταλληλότερος για τη διερεύνηση της ανθεκτικότητας των δυναμικοτήτων του συστήματος να μεταφέρει, μέσω εναλλακτικών διαδρομών τις ποσότητες που έχουν εκλείψει, λόγω των σεναρίων κρίσης, χωρίς να επηρεάζονται οι ποσότητες των συμβολαίων εξαγωγών ή διαμετακόμισης που δεν δέχτηκαν επιρροή από τα υλοποιημένα σενάρια κρίσης. Το κατώφλι του 1% έχει πρακτική εφαρμογή στην προτεινόμενη μεθοδολογία, με δεδομένο ότι σύμφωνα και με την ενότητα IV.3.3, εξετάζονται πολλαπλά σενάρια διακοπών παροχής και όχι σενάρια αναφοράς.

Σε αυτό το σημείο είναι αναγκαίο να αναφερθεί ότι στην περίπτωση που ένα σενάριο κρίσης όντως επιβεβαιωθεί και υλοποιηθεί, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα η υπολειπόμενη ευελιξία που θα εμφανίσουν τα διασυννοριακά σημεία του ευρωπαϊκού συστήματος, να είναι πολύ διαφορετική από αυτή που υπολογίζεται στη συγκεκριμένη μεθοδολογία. Κύριοι λόγοι μπορεί να αποτελέσουν οι επικρατέστερες πηγές προμήθειας στα συγκεκριμένα σημεία/ζώνες, οι δυναμικές της αγοράς καθώς και άλλα μέτρα ασφάλειας εφοδιασμού, που πιθανότατα λαμβάνονται σε συνθήκες κρίσης τόσο σε εθνικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο ΕΕ.

IV.6 Συμπεράσματα

Το παρόν κεφάλαιο εστίασε στην παρουσίαση της μεθοδολογίας που προτείνεται για την αξιολόγηση της ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α του ευρωπαϊκού συστήματος μέσω καθορισμού στρατηγικών διασφάλισης της αξιοπιστίας του συστήματος, σε συνθήκες κρίσης παροχής.

Το μεθοδολογικό πλαίσιο SEAL αποτελείται από τρεις συνιστώσες οι οποίες έχουν ως κύριο στόχο την προσομοίωση των συνθηκών κρίσης στο σύστημα και στις στρατηγικές προμήθειας που το απαρτίζουν, την αξιολόγηση αυτών των στρατηγικών και τη μελέτη των αντιδράσεών τους στις συνθήκες κρίσης παροχής Φ/Α και εν τέλει στον εντοπισμό

εναλλακτικών διαδρομών επαναδρομολόγησης του Φ/Α στις περιοχές που παρουσίασαν συμφόρηση, προκειμένου να υπάρξει ενιαία ικανοποίηση της ζήτησης και άρα, ασφαλής εφοδιασμός Φ/Α.

Η παρούσα μεθοδολογία, ψάχνει εναλλακτικά μοτίβα ροής Φ/Α (ελαχιστοποίησης του κινδύνου ασφάλειας εφοδιασμού), τα οποία αξιολογούνται ως προς την εφικτότητά τους, τόσο σε όρους φυσικής, όσο και τεχνικής δυναμικότητας, αφού εντοπίσει τα σημεία του συστήματος, που δεν είναι σε θέση να ικανοποιήσουν τη ζήτησή τους. Περιπτώσεις όπου κανένα εφικτό μοτίβο ροής δεν παρουσιάστηκε, ή δεν αξιολογήθηκε θετικά, είτε σε πρώτο είτε σε δεύτερο επίπεδο αξιολόγησης, μπορεί να αποτελέσουν τελικά ένδειξη ανεπαρκούς ροής ή/και συμφόρησης του δικτύου, γεγονότα που θέτουν σε αμφισβήτηση τις επί μέρους στρατηγικές διασφάλισης της αξιοπιστίας του συστήματος και άρα και την ασφάλεια εφοδιασμού του συστήματος ως σύνολο.

Το παρόν μεθοδολογικό πλαίσιο στοχεύει στην υποστήριξη της διαδικασίας λήψης αποφάσεων και εύρεσης εναλλακτικών, ιδιαίτερα σε συνθήκες κρίσης, λαμβάνοντας υπόψη:

- Την πολυπλοκότητα που διέπει το σύστημα εφοδιασμού Φ/Α και την επίδραση ντόμινο που μπορεί να υπάρξει σε περιπτώσεις διακοπών προμήθειας Φ/Α.
- Είναι απαραίτητη αρχικά η μελέτη των επιμέρους μερών του, προκειμένου να μελετηθεί το σύστημα ευρωπαϊκού εφοδιασμού ως σύνολο, διευκολύνοντας και υποστηρίζοντας έτσι τη χάραξη πολιτικών τόσο σε εθνικό επίπεδο όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο.
- Τον καθορισμό, εξισορρόπηση και προσμέτρηση των παραγόντων που αφενός ενισχύουν και αφετέρου αποτελούν κινδύνους του ενεργειακού εφοδιασμού.
- Την ελαχιστοποίηση των κινδύνων στον εντοπισμό εναλλακτικών αλλά και τον έλεγχο αυτών σε πολλαπλά επίπεδα.

Επιπρόσθετα η παρούσα προτεινόμενη μεθοδολογία υιοθετεί γνωστές για τη σημασία τους μεθοδολογίες τις οποίες όμως προσαρμόζει στα μέτρα της για την εξυπηρέτηση των δικών της αναγκών και τις καθιστά έτσι πρωτότυπες μεθοδολογίες. Συγκεκριμένα:

- Προσομοίωση Monte Carlo: Η μεθοδολογία που συνηθίζεται να χρησιμοποιείται για την ανάλυση διασποράς του κινδύνου, ιδιαίτερα σε θέματα χρηματοοικονομικής φύσης αλλά και ενεργειακής στη βάση μελέτης απώλειας φορτίων και αναμενόμενης μη εξυπηρετούμενης ενέργειας. Στην προτεινόμενη μεθοδολογία χρησιμοποιήθηκε για τη διερεύνηση της πιθανότητας επιτυχίας της στρατηγικής προμήθειας των μερών του ευρωπαϊκού συστήματος

προμήθειας Φ/Α, θέτοντας παράλληλα τα ελάχιστα και μέγιστα όρια της επιτυχίας ή μη επιτυχίας.

- Παραγοντική Ανάλυση: Αποτελεί πολυκριτήρια στατιστική τεχνική η οποία χρησιμοποιείται ως απλός τρόπος για την αναγνώριση και μέτρηση απαραίτητων δεικτών. Η χρήση της στη διαδικασία προσδιορισμού του κοινωνικοοικονομικού κινδύνου εφοδιασμού αποτελεί διαδικασία επικύρωσης της σχετικότητας των διαφόρων μεταβλητών, αφού οι μεταβλητές που δεν είναι σχετικές απορρίπτονται.
- Θεωρία των Γράφων (Αλγόριθμος Ελαχίστου Κόστους): Οι παράμετροι της θεωρίας των γράφων προσαρμόστηκαν κατάλληλα για την παροχή υποστήριξης στη διαδικασία απόφασης για την αναπαράσταση και αξιολόγηση των εναλλακτικών διαδρομών προμήθειας Φ/Α, ελαχιστοποιώντας παράλληλα τον κίνδυνο εφοδιασμού έχοντας πάντα ως κριτήριο την ικανοποίηση της ζήτησης.

Παράλληλα, η παρούσα μεθοδολογία εισάγει τη μεθοδολογία REACCESS η οποία επί της ουσίας επιλύει ταυτόχρονα δύο προβλήματα τα οποία όπως έγινε φανερό και στην ενότητα II.3 ταλαιπωρούν τους ερευνητές. Αφενός, λοιπόν, θέτει το πλαίσιο για τον καθαυτό προσδιορισμό και σαφή ορισμό του τι είναι κίνδυνος εφοδιασμού και αφετέρου προτείνει σαφές μεθοδολογικό πλαίσιο για τον ποσοτικό προσδιορισμό του.

Τέλος, η προτεινόμενη μεθοδολογία, υιοθετώντας συγκεκριμένους πρότυπους δείκτες και προσαρμόζοντας τους κατάλληλα στα δεδομένα του συγκεκριμένου προβλήματος, προχωράει σε διενέργεια ελέγχων αξιολόγησης των εναλλακτικών διαδρομών που προτείνει, προκειμένου να ελεγχθούν τόσο η φυσική όσο και η τεχνική δυναμικότητα αυτών.

Όλα τα παραπάνω έχουν ως αποτέλεσμα τον καθορισμό μιας ολοκληρωμένης μεθοδολογίας η οποία είναι σε θέση να παρέχει έγκαιρα πληροφορίες αλλά και να αποτελέσει συναγερμό σχετικά με την επιτυχία των στρατηγικών διασφάλισης της αξιοπιστίας του ευρωπαϊκού συστήματος εφοδιασμού Φ/Α, την πιθανή ανάγκη σχεδιασμού νέων διαδρομών για την ενίσχυση της αξιοπιστίας του και άρα για την ασφάλεια εφοδιασμού του ευρωπαϊκού συστήματος Φ/Α.

Κεφάλαιο V:

Εφαρμογή

V. 1 Εισαγωγή

Το κεφάλαιο αυτό εστιάζεται στην εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας στο σύστημα εφοδιασμού Φ/Α της ΕΕ και τη μελέτη της αξιοπιστίας του, με απώτερο στόχο την αξιολόγηση της ασφάλειας εφοδιασμού του.

Άντληση επί μέρους δεδομένων και πληροφοριών πραγματοποιήθηκε και στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος «REACCESS – Risk of Energy Availability: Common Corridors for European Security of Supply (EC – FP7)». Το συγκεκριμένο ευρωπαϊκό πρόγραμμα είχε ως κύριο στόχο τη δημιουργία κατάλληλων εργαλείων για την ανάλυση των σεναρίων ενεργειακών εισαγωγών της ΕΕ27+, λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη τεχνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές παραμέτρους των κυρίων ενεργειακών διαδρομών όλων των ενεργειακών αγαθών και υποδομών

Μέσω του συγκεκριμένου ερευνητικού προγράμματος παράχθηκαν αντικειμενικά, επικυρωμένα και επιστημονικά τεκμηριωμένα δεδομένα για την κατηγοριοποίηση των κινδύνων της ασφάλειας εφοδιασμού για την κατασκευή του δείκτη κοινωνικοοικονομικού κινδύνου ασφάλειας εφοδιασμού, καθώς και για την κατασκευή διαδικτυακού εργαλείου με σκοπό το γρήγορο υπολογισμό του [1]. Παράλληλα, στα πλαίσια αυτού του ερευνητικού προγράμματος μελετήθηκε η καταλληλότητα της θεωρίας των γράφων στις ενεργειακές διαδρομές [145]. Όλα τα παραπάνω χρησιμοποιήθηκαν ως δεδομένα εισόδου στην παρούσα εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας.

Το κεφάλαιο αυτό εκτός από τη συγκεκριμένη εισαγωγή χωρίζεται στις ακόλουθες ενότητες:

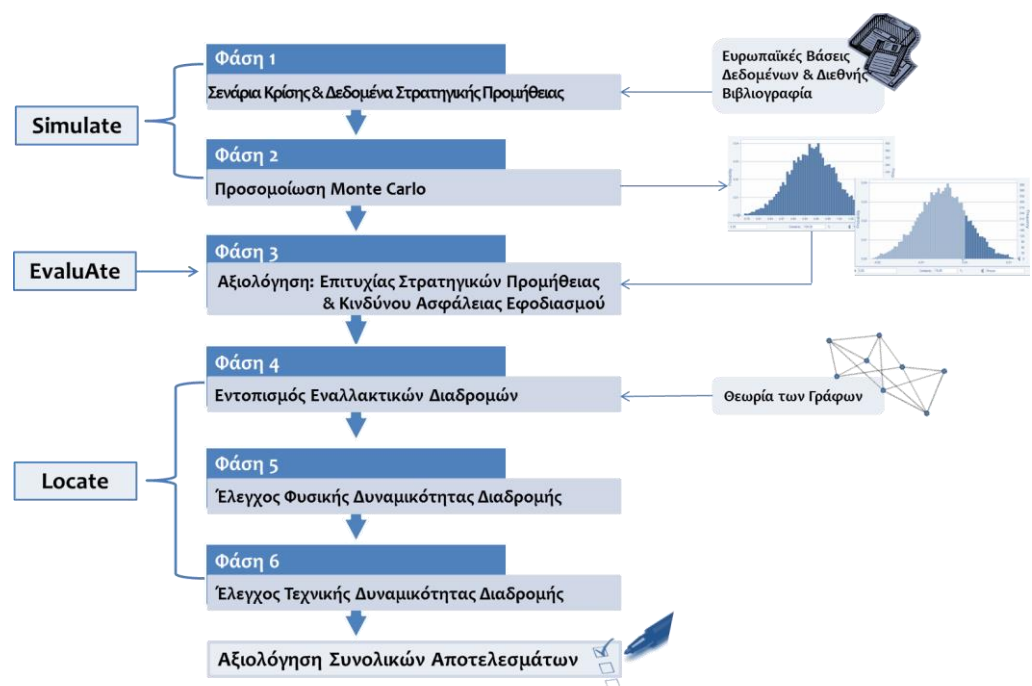
- Η 2^η ενότητα περιγράφει συνοπτικά τις φάσεις της εφαρμογής εκτελώντας χρέη «οδηγού» για το συγκεκριμένο κεφάλαιο.
- Η 3^η ενότητα παρουσιάζει τα δεδομένα των σεναρίων κρίσης και των στρατηγικών προμήθειας των χωρών που συμμετέχουν στο ευρωπαϊκό σύστημα εφοδιασμού Φ/Α.
- Η 4^η ενότητα παρουσιάζει τα αποτελέσματα της εφαρμογής της προσομοίωσης των σεναρίων κρίσης με τη μέθοδο Monte Carlo.
- Η 5^η ενότητα αξιολογεί τα αποτελέσματα της προσομοίωσης Monte Carlo, για κάθε σενάριο κρίσης, αξιολογώντας τις χώρες που είχαν επιτυχή στρατηγική προμήθειας και θέτοντας τη βάση για περαιτέρω διερεύνηση. Επίσης διενεργείται η αξιολόγηση του συστήματος σε όρους κοινωνικοοικονομικού κινδύνου, προκειμένου να επιτευχθεί ισορροπία μεταξύ παραμέτρων θετικής και αρνητικής επιρροής.
- Η 6^η ενότητα βασισμένη στην αξιολόγηση της 5^{ης} ενότητας και

χρησιμοποιώντας τη θεωρία των γράφων, εντοπίζει εναλλακτικές διαδρομές προμήθειας ελαχίστου κοινωνικοοικονομικού κινδύνου για τις χώρες που δεν είχαν επιτυχή στρατηγική προμήθειας.

- Η 7^η ενότητα ελέγχει τις διαδρομές που εντοπίστηκαν στην προηγούμενη ενότητα, ως προς τη φυσική και τεχνική τους δυναμικότητα, προκειμένου να αξιολογήσει τη δυνατότητα υλοποίησης της προτεινόμενης επαναδρομολόγησης.
- Τέλος, η 8^η ενότητα παρουσιάζει τα κύρια συμπεράσματα της εφαρμογής της προτεινόμενης μεθοδολογίας στο ευρωπαϊκό σύστημα εφοδιασμού Φ/Α.

V.2 Φάσεις Εφαρμογής

Η εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας ακολούθησε συγκεκριμένες φάσεις όπως αυτές παρουσιάζονται στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα V1).



Σχήμα V1. Φάσεις Εφαρμογής

Στις παραγράφους που ακολουθούν, αναλύονται οι παραπάνω φάσεις από τη σκοπιά της εφαρμογής της μεθοδολογίας, αποφεύγοντας την τυχόν επανάληψη του θεωρητικού υπόβαθρου, όπου αυτό είναι εφικτό, (αναλύθηκε στο Κεφάλαιο IV).

V.3 Σενάρια Κρίσης & Δεδομένα Στρατηγικής Προμήθειας

Στην ενότητα IV.3.2 αναφέρθηκαν διεξοδικά οι παράμετροι στρατηγικής προμήθειας - ενδογενής παραγωγή, καθαρές εισαγωγές, ζήτηση, δυναμικό αποδέσμευσης αποθηκευμένου Φ/Α (όπου αυτό είναι εφικτό) και διαφοροποίηση προμηθευτών. Στην ενότητα IV.3.3 αναλύθηκαν οι συνθήκες ζήτησης οι οποίες είναι σε θέση να αντικατοπτρίσουν τόσο ήπιες καταστάσεις με τον πιο αντικειμενικό τρόπο, όσο και καταστάσεις αιχμής.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, αρχικά έγινε έρευνα στη διεθνή βιβλιογραφία σχετικά με τη διαθεσιμότητα των δεδομένων που σχετίζονται με τις προαναφερόμενες παραμέτρους. Τα δεδομένα αφορούν την τελευταία τριετία (2011 – 2013), τις 29 από τις 35 χώρες που συμμετέχουν στο ευρωπαϊκό εφοδιασμό Φ/Α (οι 5 αποτελούν αμιγώς προμηθεύτριες – Αλγερία, Δανία, Λιβύη, Νορβηγία, Ρωσία, ενώ η Τουρκία, παρότι συλλέγονται τα δεδομένα της, δε συμμετέχει στη διαδικασία αξιολόγησης, αλλά θεωρείται ως αναπόσπαστο μέρος της αλυσίδας εφοδιασμού). Σε αυτό το σημείο είναι απαραίτητο να σημειωθεί ότι οι 35 χώρες που συμμετέχουν στο ευρωπαϊκό εφοδιασμό Φ/Α, όπως προκύπτει και από το ENTSOG [223] περιλαμβάνουν τις εξής: Αλγερία, Αυστρία, Βέλγιο, Βοσνία Ερζεγοβίνη, Βουλγαρία, Γαλλία, Γερμανία, Δανία, Δημοκρατία της Τσεχίας, Ελβετία, Ελλάδα, Εσθονία, Ηνωμένο Βασίλειο, Ιρλανδία, Ισπανία, Ιταλία, Κροατία, Λετονία, Λευκορωσία, Λιβύη, Λιθουανία, Λουξεμβούργο, Νορβηγία, Ολλανδία, Ουγγαρία, Ουκρανία, Πολωνία, Πορτογαλία, Ρουμανία, Ρωσία, Σερβία, Σλοβακία, Σλοβενία, Τουρκία, Φινλανδία.

Στη συνέχεια, συγκεντρώθηκαν τα δεδομένα για τις παραπάνω χώρες τα οποία αναλογούν στα αντίστοιχα σενάρια κρίσης και υπολογίστηκε ο δείκτης Στρατηγικής Προμήθειας για κάθε χώρα και κάθε σενάριο κρίσης. Συγκεκριμένα τα σενάρια κρίσης που μελετήθηκαν, ορίζονται σύμφωνα με τις συνθήκες ζήτησης τους και είναι τα εξής:

- Διακοπή 1 ημέρας (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας).
- Διακοπή 15 ημερών (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας).
- Διακοπή 1 μήνα (Ηπιότερος Χειμώνας ζετίας).

Τέλος είναι απαραίτητο να αναφερθεί πως και για τα τρία παραπάνω σενάρια κρίσης, τα δεδομένα αναζητήθηκαν και αντλήθηκαν από τη Eurostat (2015) [197], από το Ευρωπαϊκό Δίκτυο Διαχειριστών Αποθηκευτικών Συστημάτων Φυσικού Αερίου (GSE – Gas Storage Europe) [225], [226] από τις ετήσιες αναφορές της εταιρείας British Petroleum (BP) [229], [17], [88], από τις εκθέσεις του εκπροσώπου της Ευρωπαϊκής βιομηχανίας Φ/Α (EUROGAS) [6], [231], [232] καθώς και από την κυβερνητική στατιστική υπηρεσία του Ηνωμένου Βασιλείου (Oil and Gas

Statistics Team) [212], [213], [214].

V.3.1 Διακοπή 1 Ημέρας (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας)

Όπως έγινε φανερό από την ενότητα IV.3.3, σύμφωνα με τη Eurostat [197] το 64% των κρατών που συμμετέχουν στον ευρωπαϊκό εφοδιασμό Φ/Α, είχε τις χαμηλότερες θερμοκρασίες και άρα τον ψυχρότερο μήνα του χειμώνα της τελευταίας τριετίας (2011 – 2013) τον Ιανουάριο του 2011.

Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη ενότητα, πριν τον περαιτέρω διαχωρισμό του σεναρίου ανάλογα με τη γεωγραφική προέλευση της διακοπής, συλλέχθηκαν δεδομένα σχετικά με τις παραμέτρους στρατηγικής προμήθειας για τις 29 χώρες που συμμετέχουν στο ευρωπαϊκό δίκτυο προμήθειας Φ/Α, όπως αυτά εμφανίστηκαν κατά τη διάρκεια μίας μέρας του Ιανουαρίου του 2011, που ήταν και ο ψυχρότερος μήνας του χειμώνα της τριετίας. Ο πίνακας ΠIV1, του Παραρτήματος IV παρουσιάζει τα συγκεκριμένα δεδομένα τα οποία αφορούν στις εισαγωγές και εξαγωγές της εκάστοτε χώρας (δηλαδή στις καθαρές εισαγωγές της), την τυχόν παραγωγή της, το δυναμικό αποδέσμευσης και τη ζήτηση.

Σημειώνεται ότι σύμφωνα με την ενότητα IV3.3 στη διακοπή μίας ημέρας θεωρείται ότι το ποσοστό αποδέσμευσης αποθηκευμένου Φ/Α ότι είναι 100%.

Τα δεδομένα του Πίνακα ΠIV1 παρουσιάζονται σε mcm ανά ημέρα, ενώ στη συνέχεια, συγκεντρώθηκαν στοιχεία σχετικά με τη διαφοροποίηση των πηγών προμήθειας των παραπάνω χωρών. Τα δεδομένα αυτά (Πίνακας ΠIV2, Παράρτημα IV) παρουσιάζουν τη διαφοροποίηση των χωρών που μελετήθηκαν, για το έτος που αφορά το συγκεκριμένο σενάριο διακοπής (2011).

Αφού λοιπόν συγκεντρώθηκαν τα βασικά στοιχεία στρατηγικών προμήθειας, το συγκεκριμένο σενάριο κρίσης χωρίστηκε περαιτέρω όχι μόνο ανάλογα με τον προμηθευτή από όπου γινόταν η διακοπή παροχής (Νορβηγία, Ρωσία, Αλγερία, Λιβύη, διακοπή παροχής LNG), αλλά και ανάλογα με το ποσοστό παροχής, δηλαδή διαδοχικά κατά 25%, 50% και 75%. Για κάθε γεωγραφική προέλευση διακοπής, συμπεριλαμβανομένων και τον ποσοστών παροχής, ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία συλλογής δεδομένων:

- Διερεύνηση των κρατών που επηρεάζονται από τη χώρα προέλευσης της διακοπής προμήθειας Φ/Α.
- Καθορισμός της απώλειας Φ/Α της κάθε χώρας από την κάθε προμηθεύτρια διαδοχικά κατά 25%, 50%, 75%.

Οι χώρες που επηρεάζονται άμεσα από μία διακοπή 25%, 50% και 75% από

τη Νορβηγία, τη Ρωσία, την Αλγερία, τη Λιβύη και το LNG, για περίοδο διακοπής 1 ημέρας (ψυχρότερος χειμώνας ζετίας) καθώς και το ποσό απώλειας εξαιτίας της διακοπής παρουσιάζονται αντίστοιχα στους πίνακες ΠΙV3 – ΠΙV7, του Παραρτήματος IV.

V.3.2 Διακοπή 15 Ημερών (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας)

Στη συγκεκριμένη ενότητα μελετώνται οι λεπτομέρειες του σεναρίου διακοπής 15 ημερών κατά τη διάρκεια του ψυχρότερου μήνα του χειμώνα της τριετίας 2011 – 2013, και παρουσιάζονται αναλυτικά τα δεδομένα του σεναρίου αυτού.

Όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα IV.3.3 τα δεδομένα του σεναρίου των 15 ημερών αντιστοιχούν και αυτά στον Ιανουάριο του 2011, ο οποίος σύμφωνα με τη Eurostat [197] αποτελεί τον ψυχρότερο μήνα του χειμώνα της τριετίας. Με δεδομένο ότι τα επίπεδα ζήτησης των 15 ημερών αξιολογούνται συσσωρευτικά κατά την τελευταία μέρα ως η πλέον πειστική μέρα ο πίνακας ΠΙV8 του Παραρτήματος IV παρουσιάζει τα δεδομένα στρατηγικής προμήθειας κατά τη 15^η μέρα του ψυχρότερου μήνα χειμώνα της τριετίας 2011 – 2013.

Επιπλέον σε αυτό το σημείο είναι απαραίτητο να αναφερθεί πως στο συγκεκριμένο σενάριο η μέγιστη δυναμικότητα απόσυρσης αποθηκευμένου Φ/Α δε θεωρείται 100%, αλλά κυμαίνεται από 80% έως 50% [10], δεδομένου ότι μετά από 14 ημέρες συνεχόμενης απόσυρσης θα έχουν μειωθεί τα επίπεδα αποθηκευμένου Φ/Α και, συνεπώς και η δυναμικότητα απόσυρσης. Έτσι ο πίνακας ΠΙV8 παρουσιάζει το ποσό που αντιστοιχεί στο έκαστο ποσοστό διακύμανσης της δυναμικότητας απόσυρσης.

Επισημαίνεται επίσης ότι τα δεδομένα διαφοροποίησης πηγών προμήθειας παραμένουν ίδια όπως αυτά που παρουσιάστηκαν στην ενότητα IV.3.1 και τον πίνακα ΠΙV2, του Παραρτήματος IV, και άρα δε θεωρείται σκόπιμη η επανάληψή τους.

Και για το συγκεκριμένο σενάριο οι χώρες που επηρεάζονται άμεσα από μία διακοπή 25%, 50% και 75% από τη Νορβηγία, τη Ρωσία, την Αλγερία, τη Λιβύη και το LNG, για περίοδο διακοπής 15 ημερών (ψυχρότερος χειμώνας ζετίας) καθώς και το ποσό απώλειας εξαιτίας της διακοπής παρουσιάζονται αντίστοιχα στους πίνακες ΠΙV9 – ΠΙV13, του Παραρτήματος IV.

V.3.3 Διακοπή 1 Μήνα (Ηπιότερος Χειμώνας ζετίας)

Για το σενάριο διακοπής ενός μήνα κατά τη διάρκεια του ηπιότερου

χειμώνα της τριετίας (2011 – 2013), χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα του Μαρτίου 2013, μετά από μελέτη των δεδομένων της Eurostat [197], όπως φάνηκε και από την ενότητα IV.3.3.

Επομένως, τα δεδομένα στρατηγικής προμήθειας των χωρών που συμμετέχουν στο ευρωπαϊκό δίκτυο εφοδιασμού Φ/Α και τα οποία παρατίθενται στον πίνακα ΠIV14, του Παραρτήματος IV, αφορούν στις παραμέτρους στρατηγικής προμήθειας κατά τη διάρκεια ενός μήνα και συγκεκριμένα τον μήνα με την ηπιότερη ζήτηση Φ/Α, άρα τον ηπιότερο χειμώνα της τριετίας (2011 – 2013).

Ο πίνακας ΠIV14 αντικατοπτρίζει τη μέγιστη δυναμικότητα απόσυρσης αποθηκευμένου Φ/Α, η οποία, σύμφωνα με την ανάλυση της ενότητας IV.3.3 κυμαίνεται από 70% έως 40% [10].

Τέλος, και στο συγκεκριμένο σενάριο, τα δεδομένα διαφοροποίησης πηγών προμήθειας παραμένουν ίδια με αυτά της ενότητας V.3.1.

Και για το συγκεκριμένο σενάριο οι χώρες που επηρεάζονται άμεσα από μία διακοπή 25%, 50% και 75% από τη Νορβηγία, τη Ρωσία, την Αλγερία, τη Λιβύη και του LNG, για περίοδο διακοπής 1 μήνα (ηπιότερος χειμώνας ζετίας) καθώς και το ποσό απώλειας εξαιτίας της διακοπής, παρουσιάζονται αντίστοιχα στους πίνακες ΠIV15 – ΠIV19, του Παραρτήματος IV.

V.4 Προσομοίωση Monte Carlo

Η παρούσα ενότητα έχει ως στόχο την παρουσίαση της προσομοίωσης Monte Carlo στα πλαίσια της εφαρμογής στο σύστημα εφοδιασμού Φ/Α της ΕΕ. Το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε είναι το Crystal Ball της Oracle, εξαιτίας τόσο της ακρίβειας και των δυνατοτήτων του όσο και της εύκολης χρήσης του.

Διενεργούνται προσομοιώσεις για κάθε σενάριο κρίσης και την περαιτέρω ανάλυσή του ανά προμηθευτή, ποσοστό μείωσης και διακύμανση ποσοστού δυναμικότητας αποδέσμευσης, ακολουθώντας τη διαδικασία που ορίστηκε στο Σχήμα IV5. Και στα τρία σενάρια η διαδικασία είναι κοινή εκτός φυσικά από τα δεδομένα εισόδου, τα οποία οδηγούν σε διαφορετικά δεδομένα εξόδου.

Διατύπωση
Προβλήματος
& Σχεδιασμός
Μελέτης

Το πρόβλημα που καλείται να εξετάσει η προσομοίωση Monte Carlo είναι η πιθανότητα που έχει η κάθε χώρα που συμμετέχει στο δίκτυο εφοδιασμού Φ/Α της ΕΕ, να έχει μία επιτυχημένη στρατηγική προμήθειας, σε συνθήκες διακοπής προμήθειας, όπως αυτές ορίστηκαν στις προηγούμενες ενότητες.

Συλλογή
Δεδομένων

Η ανάλυση της μοντελοποίησης της στρατηγικής προμήθειας διενεργήθηκε στην ενότητα IV.3.2, όπου τελικά ο δείκτης Στρατηγικής

& Καθορισμός Προμήθειας (ΣΠ) έχει τη μορφή [4], [69], [207]:
Μοντέλου

$$\Sigma\Pi_c = \frac{\text{ΠΑΡΟΧΗ}_c - \text{ΖΗΤΗΣΗ}_c}{\text{ΖΗΤΗΣΗ}_c}$$

Συλλέχθηκαν αναλυτικά τα απαιτούμενα δεδομένα και για τα τρία σενάρια (Ενότητες V.3.1, V3.2 και V.3.3), τα οποία είναι σε θέση να αναπαραστήσουν τις συνέπειες μιας διακοπής παροχής Φ/Α, τόσο σε συνθήκες αιχμής, όσο και σε ηπιότερες συνθήκες.

Ουσιαστικά τα δύο πρώτα βήματα της διαδικασίας Monte Carlo (Διατύπωση Προβλήματος & Σχεδιασμός Μελέτης και Συλλογή Δεδομένων & Καθορισμός Μοντέλου), αντιστοιχούν στη Φάση 1 της Εφαρμογής, η οποία αναλύθηκε στην προηγούμενη ενότητα (V3).

Έλεγχος
Εγκυρότητας
Μοντέλου

Στη συνέχεια το μοντέλο ελέγχθηκε αναφορικά με την εγκυρότητά του υπολογίζοντας το δείκτη ΣΠ για κάθε χώρα του ευρωπαϊκού δικτύου προμήθειας Φ/Α και σύμφωνα με τα δεδομένα του κάθε σεναρίου σε κανονικές όμως συνθήκες, χωρίς δηλαδή να λαμβάνεται υπόψη κάποια διακοπή προμήθειας. Τα συγκεκριμένα αποτελέσματα παρατίθενται παρακάτω στις αντίστοιχες ενότητες.

Επιλογή
Παραμέτρων
Υποθέσεων &
Προβλέψεων

Εφόσον ο έλεγχος κρίνεται θετικά στη συνέχεια ορίζονται οι μεταβλητές υπόθεσης για όλες τις χώρες που επηρεάζονται σε κάθε σενάριο. Συγκεκριμένα, ως μεταβλητή υπόθεσης και για τα τρία σενάρια τέθηκαν οι «εισαγωγές» με δεδομένο ότι σε συνθήκες διακοπής, η ποσότητά τους μπορεί να διακυμανθεί σημαντικά με άγνωστο αποτέλεσμα. Η κατανομή που θεωρήθηκε πως αντανακλά καλύτερα τις συνθήκες που περιγράφουν τη συγκεκριμένη μεταβλητή είναι η κανονική κατανομή, ενώ για κάθε σενάριο – και άρα κάθε χώρα που συμμετέχει στο σενάριο – ορίστηκαν οι παράμετροι σύνθεσης της κανονικής κατανομής, δηλαδή ο μέσος και η τυπική απόκλιση.

Ο μέσος τέθηκε σύμφωνα με το γεγονός ότι περίπου το 68% των τιμών της κανονικής κατανομής βρίσκονται εντός της τυπικής απόκλισης του μέσου [241]. Η τυπική απόκλιση τέθηκε ανάλογα με το εύρος τιμών που μπορεί να λάβει η άγνωστη μεταβλητή. Π.χ. εάν η διακοπή Φ/Α είναι της τάξεως μείωση παροχής κατά 25%, τότε η μεταβλητή των εισαγωγών μπορεί να λάβει τιμές που κυμαίνονται από 75% έως και 100% της παροχής Φ/Α.

Επιλογή
Προτιμήσεων

Το επόμενο βήμα συνίσταται στην επιλογή των επαναλήψεων προσομοιώσεων στο πρόγραμμα της Monte Carlo, οι οποίες τέθηκαν στις 10.000, προκειμένου και το τυπικό σφάλμα να παραμένει σε όλες τις περιπτώσεις όσο το δυνατόν σε χαμηλότερο επίπεδο [242], [243], ενώ το επίπεδο εμπιστοσύνης τέθηκε στο 95%.

Πιλοτική
Εφαρμογή &
Έλεγχος

Στη συνέχεια έγινε πιλοτική εφαρμογή της Monte Carlo, δειγματοληπτικά ανά σενάριο προκειμένου να εξακριβωθεί η εγκυρότητα της προσομοίωσης και των παραμέτρων αυτής. Εφόσον αυτή κρίθηκε

Εγκυρότητας & Εφαρμογή Προσομοίωσης	Θετικά, τότε διενεργήθηκαν προσομοιώσεις για κάθε σενάριο κρίσης. Δηλαδή για όλες τις χώρες που επηρεάζονται από το σενάριο διακοπής 1 ημέρας, 15 ημερών, 1 μήνα, μειώθηκε η ποσότητα των εισαγωγών κατά 25%, 50% και 75%, διαδοχικά από Νορβηγία, Ρωσία, Αλγερία, Λιβύη και μέσω LNG, προσομοιώνοντας έτσι τα αντίστοιχα σενάρια κρίσης με απώτερο στόχο την ικανοποίηση της ζήτησης της κάθε χώρας.
Δεδομένα Εξόδου & Ανάλυση	Από τα παραπάνω προέκυψαν τα δεδομένα εξόδου, δηλαδή η πιθανότητα επιτυχίας της στρατηγικής προμήθειας και η μέση τιμή που λαμβάνει ο δείκτης ΣΠ, τα οποία θα παρατεθούν στις παρακάτω ενότητες, κάθε μία εκ των οποίων αντιστοιχεί στο κάθε σενάριο κρίσης (1 ημέρα, 15 ημέρες, 1 μήνα).

V.4.1 Προσομοίωση Διακοπής 1 Ημέρας (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας)

Εισαγωγικά Όπως έγινε φανερό και στην προηγούμενη ενότητα, τα δύο πρώτα βήματα της διαδικασίας της προσομοίωσης Monte Carlo έχουν ήδη διενεργηθεί. Ο πίνακας ΠΝ1 του Παραρτήματος V παρουσιάζει τα αποτελέσματα του τρίτου βήματος της διαδικασίας (Σχήμα IV5), το οποίο περιέχει τον έλεγχο εγκυρότητας του μοντέλου.

Κατά τον έλεγχο εγκυρότητας του μοντέλου υπολογίζεται ο δείκτης ΣΠ με τα δεδομένα μεν του σεναρίου αλλά χωρίς να έχει ληφθεί υπόψη η τυχόν απώλεια των διαφόρων γεωγραφικών προελεύσεων. Όπως παρατηρείται από τον Πίνακα ΠΝ1 ο δείκτης είναι θετικός (≥ 0) για όλες τις χώρες, γεγονός που επιβεβαιώνει την παραδοχή ότι όλες οι χώρες χαράσσουν τέτοια στρατηγική προμήθειας που να ικανοποιεί τουλάχιστον τις ανάγκες τους σε Φ/Α [4], [69], [207]. Άρα, ο έλεγχος εγκυρότητας του μοντέλου θεωρείται θετικός.

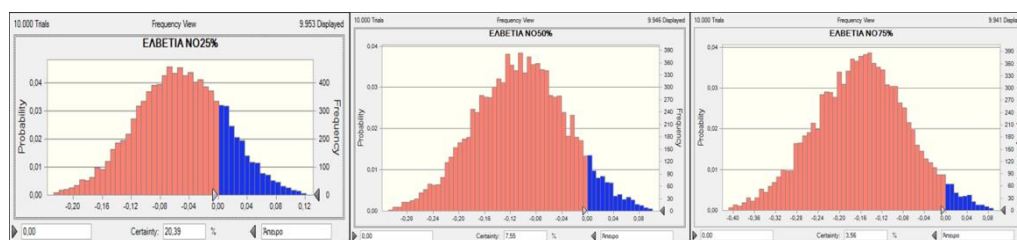
Τέλος, με δεδομένο ότι τα βήματα 4-8 της διαδικασίας Monte Carlo (Σχήμα IV5) αφενός αναλύθηκαν στην προηγούμενη ενότητα και αφετέρου είναι διαδικαστικά όμοια και για τα τρία σενάρια, αναλύεται στη συνέχεια το βήμα 9 για το σενάριο διακοπής 1 ημέρας κατά τη διάρκεια του ψυχρότερου χειμώνα της τριετίας, έχοντας ως γεωγραφική προέλευση διαδοχικά τις Νορβηγία, Ρωσία, Αλγερία, Λιβύη και την προμήθεια μέσω LNG.

Νορβηγία

Η διακοπή παροχής από τη Νορβηγία, για 1 ημέρα, κατά τη διάρκεια του ψυχρότερου χειμώνα της τριετίας, περαιτέρω χωρίζεται σε ποσοστό παροχής 25%, 50% και 75%.

Για κάθε χώρα που επηρεάζεται από μία διακοπή από τη Νορβηγία, η προσομοίωση Monte Carlo εξάγει ιστογράμματα, τα οποία περιέχουν την πιθανότητα επιτυχίας της στρατηγικής προμήθειας, την ελάχιστη και μέγιστη τιμή του δείκτη ΣΠ καθώς και την κατανομή της πιθανότητας.

Ενδεικτικά το σχήμα V2 παρουσιάζει την αρνητική περίπτωση της Ελβετίας που η πιθανότητα να έχει επιτυχή στρατηγική προμήθειας ξεκινάει με 20% στην περίπτωση διακοπής του 25% της παροχής Φ/Α, ενώ μειώνεται στο 8% και τέλος στο 3%, για μείωση παροχής Φ/Α κατά 50% και 75% αντίστοιχα. Οι μέγιστες τιμές του δείκτη είναι 0,19 για μείωση 25% της παροχής, 0,20 για 50% και 0,17 για 75%, ενώ οι ελάχιστες τιμές του είναι -0,29, -0,39 και -0,47 αντίστοιχα.



Σχήμα V2. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Ελβετία (1 Ημέρα Διακοπής)

Τα ιστογράμματα των χωρών που επηρεάζονται αρνητικά από μία διακοπή από τη Νορβηγία παρουσιάζονται στο παράρτημα V. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται τα ιστογράμματα του Βελγίου, του ΗΒ και του Λουξεμβούργου. Οι υπόλοιπες χώρες, όπως φαίνεται και στον πίνακα V1, παρουσίασαν πιθανότητα ικανοποίησης της στρατηγικής προμήθειας 100% και ιδιαίτερα υψηλές τιμές δείκτη ΣΠ και άρα δεν παρουσιάζουν περαιτέρω ενδιαφέρον.

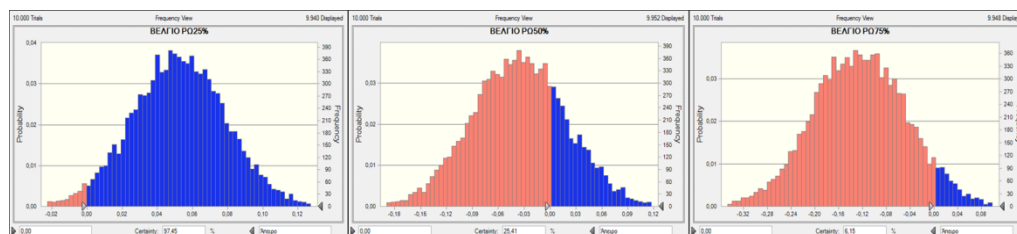
Πίνακας V1. Αποτελέσματα Προσομοίωσης (Διακοπή 1 Ημέρα, Νορβηγία)

Χώρα	Απώλεια NO25%		Απώλεια NO50%		Απώλεια NO75%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη ΣΠ	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη ΣΠ	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη ΣΠ
Αυστρία	100%	1,76	100%	1,71	100%	1,64
Βέλγιο	100%	0,23	81%	0,03	33%	-0,02
Γαλλία	100%	0,75	100%	0,69	100%	0,61
Γερμανία	100%	0,86	100%	0,77	100%	0,70
Δημοκρατία της Τσεχίας	100%	1,08	100%	1,02	100%	0,95
Ελβετία	20%	-0,06	8%	-0,12	3%	-0,17
Ηνωμένο Βασίλειο	100%	0,12	95%	0,06	50%	0,00
Ισπανία	100%	1,32	100%	1,30	100%	1,29
Ιταλία	100%	0,59	100%	0,56	100%	0,55
Λουξεμβούργο	0%	-0,12	0%	-0,26	0%	-0,38
Ολλανδία	100%	0,99	100%	0,96	100%	0,93

Ρωσία

Και στην περίπτωση διακοπής 1 ημέρας από τη Ρωσία, το σενάριο χωρίζεται περαιτέρω σε διακοπή της παροχής κατά 25%, 50% και 75%.

Ενδεικτικά, στο σχήμα V3 παρουσιάζεται η περίπτωση του Βέλγιου, του οποίου η πιθανότητα επιτυχούς στρατηγικής προμήθειας, όπως φαίνεται και στον πίνακα V22, μειώνεται όσο αυξάνεται το ποσοστό διακοπής Φ/Α (25%, 50% και 75%).



Σχήμα V3. Ιστογράμμο Προσομοίωσης: Βέλγιο (1 Ημέρα Διακοπής)

Οι μέγιστες τιμές του δείκτη λαμβάνουν τιμές 0,16, 0,17 και 0,15 για μείωση 25%, 50% και 75% αντίστοιχα ενώ οι ελάχιστες τιμές του δείκτη παίρνουν τιμές -0,06, -0,22 και -0,43. Γίνεται, λοιπόν, φανερό ότι όσο αυξάνεται η απώλεια Φ/Α, τόσο το Βέλγιο αδυνατεί να εκπληρώσει τη στρατηγική προμήθειάς του.

Όπως πριν, έτσι και εδώ τα παραρτήματα των χωρών που δεν κατάφεραν να έχουν 100% πιθανότητα επιτυχούς στρατηγικής προμήθειας (πίνακας V2) παρουσιάζονται στο παράρτημα V.

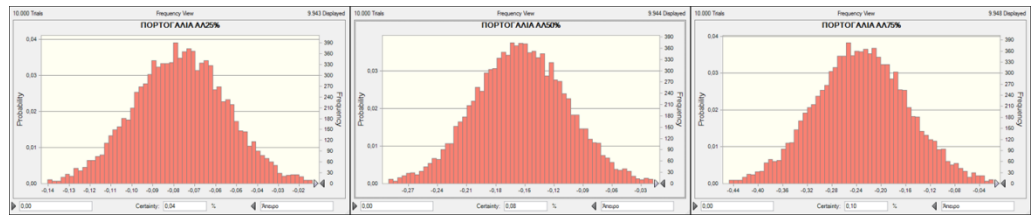
Πίνακας V2. Αποτελέσματα Προσομοίωσης (Διακοπή 1 Ημέρα, Ρωσία)

Χώρα	Απώλεια ΡΩ25%		Απώλεια ΡΩ50%		Απώλεια ΡΩ75%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη ΣΠ	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη ΣΠ	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη ΣΠ
Αυστρία	100%	1,74	100%	1,58	100%	1,50
Βέλγιο	98%	0,05	26%	-0,03	6%	-0,14
Βοσνία Ερζεγοβίνη	0%	-0,25	0%	-0,62	0%	-0,64
Βουλγαρία	0%	-0,13	0%	-0,31	0%	-0,52
Γαλλία	100%	0,75	100%	0,69	100%	0,65
Γερμανία	100%	0,86	100%	0,77	100%	0,68
Δημοκρατία της Τσεχίας	100%	1,03	100%	0,92	100%	0,83
Ελβετία	0%	-0,07	0%	-0,11	0%	-0,19
Ελλάδα	100%	0,17	56%	-0,02	18%	-0,12
Εσθονία	0%	-0,23	0%	-0,55	0%	-0,84
Ιταλία	100%	0,57	100%	0,53	100%	0,49
Λετονία	0%	-0,25	0%	-0,53	0%	-0,73
Λευκορωσία	75%	0,09	11%	-0,21	3%	-0,44
Λιθουανία	0%	-0,24	0%	-0,49	0%	-0,75
Λουξεμβούργο	0%	-0,07	0%	-0,12	0%	-0,18
Ολλανδία	100%	1,01	100%	0,99	100%	0,98
Ουγγαρία	100%	0,80	100%	0,73	100%	0,64
Ουκρανία	100%	3,89	100%	3,60	100%	3,44
Πολωνία	99%	0,12	36%	-0,04	10%	-0,21
Ρουμανία	0%	-0,07	0%	-0,14	0%	-0,22
Σερβία	0%	-0,19	0%	-0,38	0%	-0,65
Σλοβακία	100%	0,37	94%	0,16	47%	-0,01
Σλοβενία	0%	-0,15	0%	-0,29	0%	-0,47
Φινλανδία	0%	-0,26	0%	-0,55	0%	-0,74

Αλγερία

Ανάλογα, στην προσομοίωση διακοπής 1 ημέρας από την Αλγερία, τα ποσά Φ/Α που θεωρούνται ότι μειώνονται είναι 25%, 50% και 75%.

Και εδώ το σχήμα V4 παρουσιάζει την περίπτωση της Πορτογαλίας, όπου η προσομοίωση δείχνει ότι η πιθανότητα να έχει μία πετυχημένη στρατηγική, ανεξαρτήτως ποσού μείωσης της παροχής, είναι 0%. Οι μέγιστες τιμές του δείκτη είναι 0,01, 0,02 και 0,09 ενώ οι ελάχιστες τιμές είναι -0,16, -0,33 και -0,52 για ποσοστά διακοπής παροχής κατά 25%, 50% και 75%.



Σχήμα V4. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Πορτογαλία (1 Ημέρα Διακοπής)

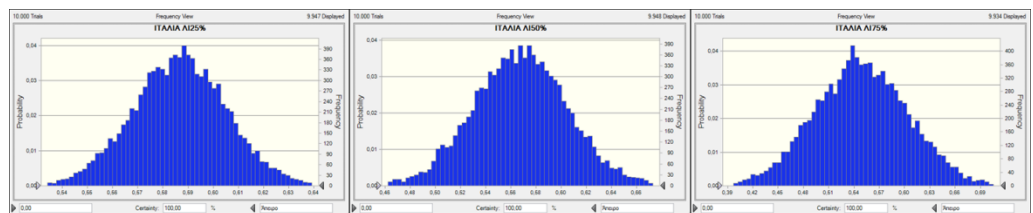
Όπως φαίνεται και από τον πίνακα V3 η Σλοβενία είχε μηδενική πιθανότητα επιτυχούς στρατηγικής προμήθειας και στις τρεις περιπτώσεις απώλειας Φ/Α. Τα ιστογράμμάτα της παρουσιάζονται στο παράρτημα V.

Πίνακας V3. Αποτελέσματα Προσομοίωσης (Διακοπή 1 Ημέρα, Αλγερία)

Χώρα	Απώλεια ΑΛ25%		Απώλεια ΑΛ50%		Απώλεια ΑΛ75%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη ΣΠ	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη ΣΠ	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη ΣΠ
Ισπανία	100%	1,27	100%	1,21	100%	1,14
Ιταλία	100%	0,56	100%	0,50	100%	0,44
Πορτογαλία	0%	-0,08	0%	-0,16	0%	-0,22
Σλοβενία	0%	-0,05	0%	-0,12	0%	-0,16

Λιβύη

Στην περίπτωση διακοπής της παροχής Φ/Α κατά 25%, 50% και 75%, από τη Λιβύη, για μία ημέρα κατά τη διάρκεια του ψυχρότερου χειμώνα της τριετίας (2011 – 2013), η μόνη χώρα που θα μπορούσε να επηρεάζεται είναι η Ιταλία. Το σχήμα V5 παρουσιάζει το ιστογράμματα της Ιταλίας.



Σχήμα V5. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Ιταλία (1 Ημέρα Διακοπής)

Όπως φαίνεται και από τον πίνακα V4 η Ιταλία παρουσιάζει πιθανότητα 100% σε κάθε περίπτωση απώλειας Φ/Α.

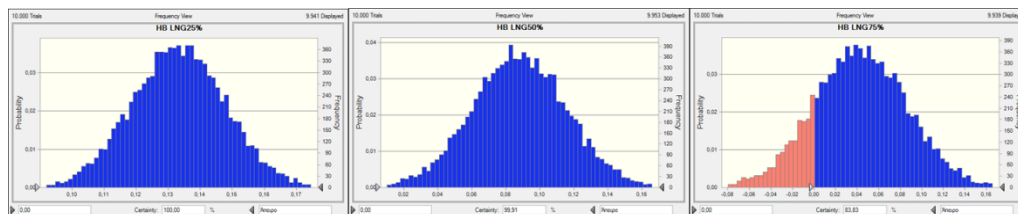
Πίνακας V4. Αποτελέσματα Προσομοίωσης (Διακοπή 1 Ημέρα, Λιβύη)

Χώρα	Απώλεια LI25%		Απώλεια LI50%		Απώλεια LI75%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη ΣΠ	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη ΣΠ	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη ΣΠ
Ιταλία	100%	0,59	100%	0,58	100%	0,55

LNG

Τέλος, στην περίπτωση διακοπής της παροχής LNG κατά 25%, 50% και 75% οι χώρες που επηρεάζονται εμφανίζουν διαφορετικές αντιδράσεις ενώ χαρακτηριστική περίπτωση αποτελεί το ΗΒ το οποίο εμφανίζει μείωση των πιθανοτήτων επιτυχίας στρατηγικής προμήθειάς του στο 75%.

Το σχήμα V6 παρουσιάζει το ιστόγραμμα του ΗΒ, του οποίου οι πιθανότητες επιτυχίας στρατηγικής είναι 100%, 100% και 83% για διακοπή παροχής κατά 25%, 50% και 75% αντίστοιχα. Οι μέγιστες τιμές του δείκτη είναι 0,18, 0,18 και 0,20, ενώ αντίστοιχα οι ελάχιστες τιμές είναι 0,08, -0,02 και -0,11.

**Σχήμα V6. Ιστόγραμμα Προσομοίωσης: ΗΒ (1 Ημέρα Διακοπής)**

Τα ιστογράμματα των χωρών που σύμφωνα με τον πίνακα V5 δεν έχουν πιθανότητα στρατηγικής προμήθειας 100%, παρουσιάζονται στο Παράρτημα V. Συγκεκριμένα, στο παράρτημα εμφανίζονται τα ιστογράμματα για το Βέλγιο και την Πορτογαλία.

Πίνακας V5. Αποτελέσματα Προσομοίωσης (Διακοπή 1 Ημέρα, LNG)

Χώρα	Απώλεια LNG25%		Απώλεια LNG50%		Απώλεια LNG75%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη ΣΠ	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη ΣΠ	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη ΣΠ
Βέλγιο	100%	0,11	100%	0,09	96%	0,06
Γαλλία	100%	0,78	100%	0,75	100%	0,72
Ελλάδα	100%	0,21	100%	0,16	96%	0,09
ΗΒ	100%	0,13	100%	0,09	83%	0,05
Ισπανία	100%	1,21	100%	1,08	100%	0,88
Ιταλία	100%	0,59	100%	0,57	100%	0,55
Πορτογαλία	0%	-0,13	0%	-0,21	0%	-0,35

V.4.2 Προσομοίωση Διακοπής 15 Ημερών (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας)

Εισαγωγικά Η συγκεκριμένη ενότητα θα παρουσιάσει το βήμα 9 της διαδικασίας Monte Carlo (Σχήμα IV5) για δεδομένα διακοπής 15 ημερών.

Ο έλεγχος εγκυρότητας του μοντέλου για τα συγκεκριμένα δεδομένα παρουσιάζεται στο Παράρτημα V, Πίνακας ΠV2. Ο πίνακας ΠV2 παραθέτει το δείκτη στρατηγικής προμήθειας, σε κανονικές συνθήκες σύμφωνα με τα δεδομένα του σεναρίου διακοπής 15 ημερών (πίνακας ΠIV8), χωρίς φυσικά να λαμβάνει υπόψη του τυχόν απώλειες Φ/A.

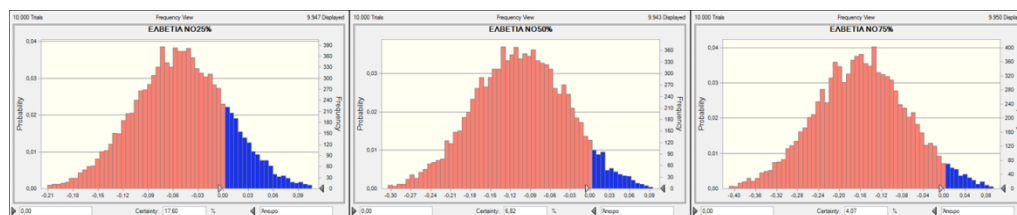
Στην περίπτωση διακοπής 15 ημερών κατά τη διάρκεια του ψυχρότερου χειμώνα, το ποσοστό δυναμικότητας αποδέσμευσης αποθηκευμένου Φ/A δε θεωρείται 100%, όπως στην περίπτωση διακοπής της μίας ημέρας, αλλά θεωρείται πως κυμαίνεται από 80% έως 50% [10], γεγονός που όπως θα εμφανιστεί και παρακάτω, μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο.

Οι χώρες που δεν έχουν εγκαταστάσεις αποθήκευσης Φ/A και άρα το δυναμικό αποδέσμευσής (ΔA) τους είναι 0, λαμβάνουν θετικές τιμές δείκτη (≥ 0) [4], [69], [207], αφού έχουν καθορίσει και προσαρμόσει κατάλληλα τη στρατηγική προμήθειάς τους. Στις υπόλοιπες χώρες αρχίζει να γίνεται φανερό ότι η διακύμανση στο ποσοστό δυναμικότητας αποδέσμευσης έχει ως αποτέλεσμα, σε ορισμένες περιπτώσεις, τη μειωμένη ικανότητα επιτυχίας στρατηγικής προμήθειας με την εμφάνιση αρνητικών τιμών, ακόμα και όταν δεν υφίσταται διακοπή στην προμήθεια.

Στη συνέχεια, παρουσιάζεται ανά γεωγραφική προέλευση, η παράθεση των δεδομένων εξόδου για διακοπή παροχής Φ/A κατά 25%, 50% και 75%, τη 15^η ημέρα, κατά τη διάρκεια του ψυχρότερου χειμώνα της ζετίας.

Νορβηγία Στην περίπτωση που συντελεστεί διακοπή παροχής Φ/A από τη Νορβηγία κατά 25%, 50% και 75%, για 15 ημέρες, κατά τη διάρκεια του ψυχρότερου χειμώνα της ζετίας, οι χώρες που επηρεάζονται παρουσιάζουν διαφορετικές αντιδράσεις. Οι αντιδράσεις αυτές εντείνονται και άλλες φορές διαφοροποιούνται και από το γεγονός ότι πλέον στο σενάριο 15 ημερών το ποσοστό αποδέσμευσης Φ/A κυμαίνεται από 80% έως 50%.

Όπως και στην περίπτωση του προηγούμενου σεναρίου παρουσιάζεται το παράδειγμα της Ελβετίας η οποία σύμφωνα με τα δεδομένα δε διαθέτει εγκαταστάσεις αποθήκευσης και άρα ούτε δυναμικότητα αποδέσμευσης, επομένως δεν είναι σε θέση να ανταπεξέλθει σε κανένα ποσοστό διακοπής παροχής Φ/A (Σχήμα V7)



Σχήμα V7. Ιστογράμμα Προσομοίωσης: Ελβετία (15 Ημέρες Διακοπής)

Στο παράρτημα V παρουσιάζονται τα ιστογράμματα του Βελγίου, Γαλλίας, Γερμανίας, ΗΒ και Λουξεμβούργου, με δεδομένο ότι οι υπόλοιπες παρουσίασαν πιθανότητα 100% και στις τρεις περιπτώσεις διακοπών (V8, V9, V10)

Πίνακας V8. Αποτελέσματα Προσομοίωσης (Διακοπή 15 Ημερών, 25%, Νορβηγία)

Χώρα,	Απώλεια NO _{25%}									
	ΔΑ 0		ΔΑ 80%		ΔΑ 70%		ΔΑ 60%		ΔΑ 50%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη
Αυστρία	-	-	100%	1,32	100%	1,10	100%	0,88	100%	0,67
Βέλγιο	-	-	100%	0,04	87%	0,02	40%	-0,01	6%	-0,43
Γαλλία	-	-	100%	0,54	100%	0,43	100%	0,33	100%	0,22
Γερμανία	-	-	100%	0,64	100%	0,53	100%	0,41	100%	0,30
Δημοκρατία της Τσεχίας	-	-	100%	0,81	100%	0,68	100%	0,55	100%	0,41
Ελβετία	17%	-0,05	-	-	-	-	-	-	-	-
Ηνωμένο Βασίλειο	-	-	100%	0,08	100%	0,06	94%	0,04	63%	0,01
Ισπανία	-	-	100%	1,04	100%	0,89	100%	0,75	100%	0,61
Ιταλία	-	-	100%	0,43	100%	0,35	100%	0,27	100%	0,20
Λουξεμβούργο	0%	-0,14	-	-	-	-	-	-	-	-
Ολλανδία	-	-	100%	0,78	100%	0,68	100%	0,58	100%	0,47

Πίνακας V9. Αποτελέσματα Προσομοίωσης (Διακοπή 15 Ημερών, 50%, Νορβηγία)

Χώρα	Απώλεια NO _{50%}									
	ΔΑ 0		ΔΑ 80%		ΔΑ 70%		ΔΑ 60%		ΔΑ 50%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη
Αυστρία	-	-	100%	1,25	100%	1,03	100%	0,82	100%	0,60
Βέλγιο	-	-	33%	0,00	13%	-0,03	4%	-0,05	1%	-0,07
Γαλλία	-	-	100%	0,47	100%	0,36	100%	0,25	100%	0,15
Γερμανία	-	-	100%	0,55	100%	0,44	100%	0,32	100%	0,21
Δημοκρατία της Τσεχίας	-	-	100%	0,75	100%	0,62	100%	0,49	100%	0,35
Ελβετία	8%	-0,07	-	-	-	-	-	-	-	-
Ηνωμένο Βασίλειο	-	-	68%	0,02	39%	-0,01	17%	-0,03	5%	-0,06
Ισπανία	-	-	100%	1,24	100%	0,88	100%	0,73	100%	0,59
Ιταλία	-	-	100%	0,41	100%	0,33	100%	0,25	100%	0,17
Λουξεμβούργο	0%	-0,26	-	-	-	-	-	-	-	-
Ολλανδία	-	-	100%	0,75	100%	0,65	100%	0,55	100%	0,44

Πίνακας V10. Αποτελέσματα Προσομοίωσης (Διακοπή 15 Ημερών, 75%, Νορβηγία)

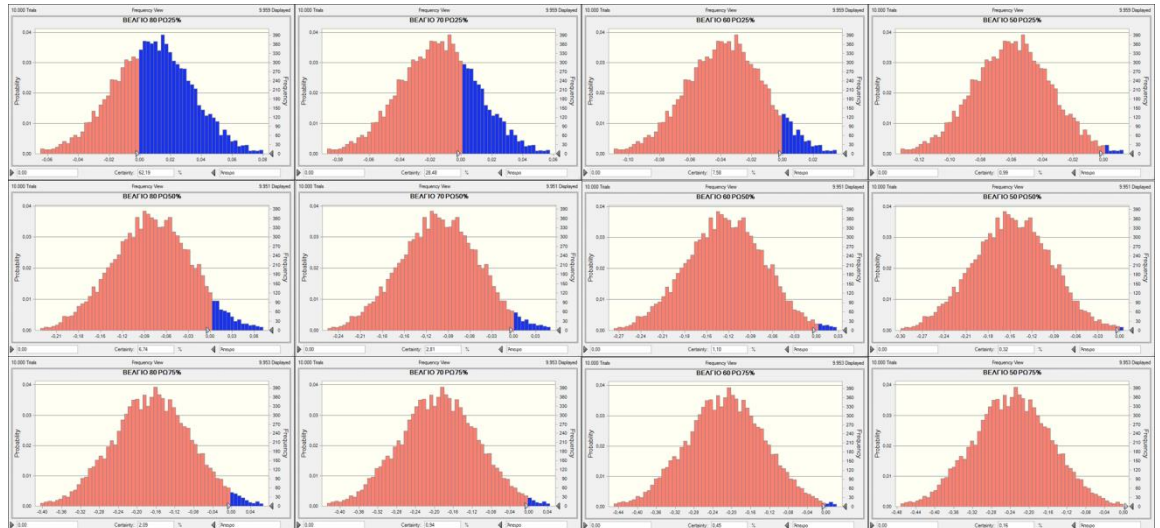
Χώρα	Απώλεια NO75%									
	ΔΑ 0%		ΔΑ 80%		ΔΑ 70%		ΔΑ 60%		ΔΑ 50%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη
Αυστρία	-	-	100%	1,22	100%	1,01	100%	0,79	100%	0,54
Βέλγιο	-	-	8%	-0,05	4%	-0,09	1%	-0,11	0%	-0,14
Γαλλία	-	-	100%	0,39	100%	0,29	100%	0,18	87%	0,07
Γερμανία	-	-	100%	0,49	100%	0,38	100%	0,27	98%	0,15
Δημοκρατία της Τσεχίας	-	-	100%	0,69	100%	0,55	100%	0,42	100%	0,28
Ελβετία	4%	-0,18	-	-	-	-	-	-	-	-
Ηνωμένο Βασίλειο	-	-	21%	-0,05	11%	-0,07	5%	-0,10	2%	-0,12
Ισπανία	-	-	100%	1,00	100%	0,86	100%	0,71	100%	0,57
Ιταλία	-	-	100%	0,39	100%	0,31	100%	0,23	100%	0,15
Λουξεμβούργο	0%	-0,39	-	-	-	-	-	-	-	-
Ολλανδία	-	-	100%	0,71	100%	0,61	100%	0,50	100%	0,40

Γίνεται φανερό από τους παραπάνω πίνακες ότι το ποσοστό δυναμικού αποδέσμευσης αποθηκευμένου Φ/Α μπορεί να παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην επιτυχία της εκάστοτε στρατηγικής προμήθειας.

Ρωσία

Στην περίπτωση διακοπής 15 ημερών από τη Ρωσία, κατά τη διάρκεια του ψυχρότερου χειμώνα της ζετίας, η μεταβολή της διακοπής παροχής κατά 25%, 50% και 75% έχει διαφορετικό αντίκτυπο στις χώρες που επηρεάζονται. Από τη μία πλευρά χώρες όπως η Γαλλία, δεν παρουσιάζουν κανένα πρόβλημα, έχοντας πιθανότητα επιτυχημένης στρατηγικής 100% ανεξάρτητα από τη διακύμανση του ποσοστού δυναμικότητας αποδέσμευσης Φ/Α. Από την άλλη πλευρά, σε χώρες όπως η Πολωνία η διακύμανση του ποσοστού δυναμικού αποδέσμευσης, σε συνδυασμό με τη διαδοχική διακοπή κατά 25%, 50% και 75% έχει ως αποτέλεσμα τη σταδιακή μείωση της πιθανότητας επιτυχούς στρατηγικής προμήθειας.

Παρουσιάζεται η περίπτωση του Βελγίου (Σχήμα V8), όπου όπως παρατηρείται για διακοπή του 25% της παροχής Φ/Α η πιθανότητα επιτυχούς στρατηγικής προμήθειας κυμαίνεται από 61% έως 1%, για διακοπή 50% οι τιμές κυμαίνονται από 7% - 0%, ενώ για διακοπή 75% οι τιμές πιθανότητας στρατηγικής προμήθειας μειώνεται ακόμα περισσότερο και κυμαίνεται από 2% - 0%.



Σχήμα V8. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Βέλγιο (15 Ημέρες Διακοπής)

Στο παράρτημα V παρουσιάζονται τα ιστογράμματα των χωρών που όπως προκύπτει και από τους πίνακες V11, V12 και V13, δεν παρουσιάζουν πιθανότητα 100%.

Πίνακας V11. Αποτελέσματα Προσομοίωσης (Διακοπή 15 Ημερών, 25%, Ρωσία)

Χώρα	Απώλεια ΡΩ25%									
	ΔΑ 0		ΔΑ 80%		ΔΑ 70%		ΔΑ 60%		ΔΑ 50%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη
Αυστρία	-	-	100%	1,27	100%	1,05	100%	0,84	100%	0,62
Βέλγιο	-	-	61%	0,02	28%	-0,02	8%	-0,04	1%	-0,06
Βοσνία Ερζεγοβίνη	0%	-0,24	-	-	-	-	-	-	-	-
Βουλγαρία	-	-	0%	-0,19	0%	-0,21	0%	-0,24	0%	-0,26
Γαλλία	-	-	100%	0,57	100%	0,46	100%	0,35	100%	0,25
Γερμανία	-	-	100%	0,63	100%	0,52	100%	0,40	100%	0,29
Δημοκρατία της Τσεχίας	-	-	100%	0,75	100%	0,62	100%	0,48	100%	0,35
Ελβετία	0%	-0,06	-	-	-	-	-	-	-	-
Ελλάδα	0%	-0,14	-	-	-	-	-	-	-	-
Εσθονία	0%	-0,24	-	-	-	-	-	-	-	-
Ιταλία	-	-	100%	0,41	100%	0,33	100%	0,25	100%	0,17
Λετονία	0%	-0,24	-	-	-	-	-	-	-	-
Λευκορωσία	-	-	43%	-0,03	28%	-0,06	16%	-0,09	8%	-0,12
Λιθουανία	0%	-0,24	-	-	-	-	-	-	-	-
Λουξεμβούργο	0%	-0,06	-	-	-	-	-	-	-	-
Ολλανδία	-	-	100%	0,80	100%	0,70	100%	0,60	100%	0,50
Ουγγαρία	-	-	100%	0,50	100%	0,36	100%	0,22	100%	0,07
Ουκρανία	-	-	100%	3,18	100%	2,84	100%	2,49	100%	2,15
Πολωνία	-	-	75%	0,02	40%	-0,03	12%	-0,07	2%	-0,11
Ρουμανία	-	-	0%	-0,08	0%	-0,03	0%	-0,09	0%	-0,09
Σερβία	0%	-0,20	-	-	-	-	-	-	-	-
Σλοβακία	-	-	100%	0,18	90%	0,09	36%	-0,02	2%	-0,11
Σλοβενία	0%	-0,16	-	-	-	-	-	-	-	-
Φινλανδία	0%	-0,30	-	-	-	-	-	-	-	-

Πίνακας V12. Αποτελέσματα Προσομοίωσης (Διακοπή 15 Ημερών, 50%, Ρωσία)

Χώρα	Απώλεια ΡΩ50%									
	ΔΑ 0		ΔΑ 80%		ΔΑ 70%		ΔΑ 60%		ΔΑ 50%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη
Αυστρία	-	-	100%	1,13	100%	0,91	100%	0,70	100%	0,48
Βέλγιο	-	-	7%	-0,06	3%	-0,09	1%	-0,11	0%	-0,13
Βοσνία Ερζεγοβίνη	0%	-0,48	-	-	-	-	-	-	-	-
Βουλγαρία	-	-	0%	-0,37	0%	-0,39	0%	-0,42	0%	-0,44
Γαλλία	-	-	100%	0,53	100%	0,42	100%	0,31	100%	0,21
Γερμανία	-	-	100%	0,55	100%	0,43	100%	0,32	100%	0,21
Δημοκρατία της Τσεχίας	-	-	100%	0,68	100%	0,54	100%	0,41	100%	0,27
Ελβετία	0%	-0,12	-	-	-	-	-	-	-	-
Ελλάδα	0%	-0,29	-	-	-	-	-	-	-	-
Εσθονία	0%	-0,51	-	-	-	-	-	-	-	-
Ιταλία	-	-	100%	0,36	100%	0,28	100%	0,20	100%	0,12
Λετονία	0%	-0,53	-	-	-	-	-	-	-	-
Λευκορωσία	-	-	5%	-0,29	5%	-0,29	2%	-0,35	1%	-0,37
Λιθουανία	0%	-0,41	-	-	-	-	-	-	-	-
Λουξεμβούργο	0%	-0,10	-	-	-	-	-	-	-	-
Ολλανδία	-	-	100%	0,78	100%	0,69	100%	0,58	100%	0,48
Ουγγαρία	-	-	100%	0,42	100%	0,28	100%	0,14	51%	0,02
Ουκρανία	-	-	100%	2,90	100%	2,56	100%	2,22	100%	1,87
Πολωνία	-	-	9%	-0,11	4%	-0,16	1%	-0,20	0%	-0,24
Ρουμανία	-	-	0%	-0,15	0%	-0,15	0%	-0,16	0%	-0,16
Σερβία	0%	-0,45	-	-	-	-	-	-	-	-
Σλοβακία	-	-	45%	-0,02	18%	-0,12	4%	-0,21	1%	-0,31
Σλοβενία	0%	-0,28	-	-	-	-	-	-	-	-
Φινλανδία	0%	-0,51	-	-	-	-	-	-	-	-

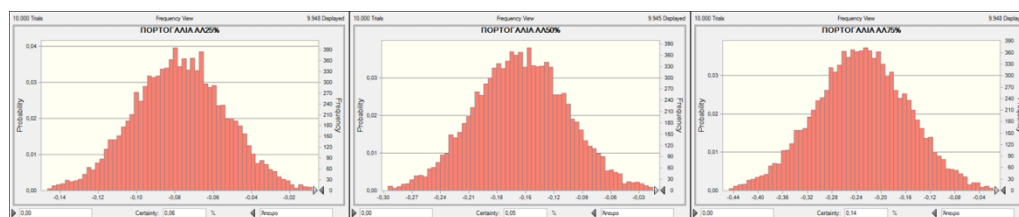
Πίνακας V13. Αποτελέσματα Προσομοίωσης (Διακοπή 15 Ημερών, 75%, Ρωσία)

Χώρα	Απώλεια ΡΩ75%									
	ΔΑ 0		ΔΑ 80%		ΔΑ 70%		ΔΑ 60%		ΔΑ 50%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη
Αυστρία	-	-	100%	1,03	100%	0,82	100%	0,60	100%	0,38
Βέλγιο	-	-	2%	-0,15	1%	-0,17	1%	-0,20	0%	-0,22
Βοσνία Ερζεγοβίνη	0%	-0,70	-	-	-	-	-	-	-	-
Βουλγαρία	-	-	0%	-0,56	0%	-0,58	0%	-0,61	0%	-0,63
Γαλλία	-	-	100%	0,48	100%	0,38	100%	0,27	100%	0,16
Γερμανία	-	-	100%	0,47	100%	0,35	100%	0,24	93%	0,13
Δημοκρατία της Τσεχίας	-	-	100%	0,55	100%	0,42	99%	0,28	88%	0,15
Ελβετία	0%	-0,16	-	-	-	-	-	-	-	-
Ελλάδα	0%	-0,39	-	-	-	-	-	-	-	-
Εσθονία	0%	-0,68	-	-	-	-	-	-	-	-
Ιταλία	-	-	100%	0,33	100%	0,25	100%	0,17	98%	0,09
Λετονία	0%	-0,73	-	-	-	-	-	-	-	-
Λευκορωσία	-	-	1%	-0,44	1%	-0,17	1%	-0,50	0%	-0,54
Λιθουανία	0%	-0,78	-	-	-	-	-	-	-	-
Λουξεμβούργο	0%	-0,17	-	-	-	-	-	-	-	-
Ολλανδία	-	-	100%	0,76	100%	0,66	100%	0,56	100%	0,46
Ουγγαρία	-	-	100%	0,38	100%	0,24	89%	0,09	14%	-0,06
Ουκρανία	-	-	100%	2,54	100%	2,19	100%	1,85	100%	1,51
Πολωνία	-	-	3%	-0,20	1%	-0,33	1%	-0,38	0%	-0,42
Ρουμανία	-	-	0%	-0,20	0%	-0,20	0%	-0,21	0%	-0,22
Σερβία	0%	-0,62	-	-	-	-	-	-	-	-
Σλοβακία	-	-	14%	-0,27	6%	-0,37	2%	-0,46	0%	-0,56
Σλοβενία	0%	-0,40	-	-	-	-	-	-	-	-
Φινλανδία	0%	-0,85	-	-	-	-	-	-	-	-

Αλγερία

Παρουσιάζεται το 9^ο βήμα της διαδικασίας της προσομοίωσης για διακοπή Φ/Α κατά 25%, 50% και 75%, από την Αλγερία για 15 ημέρες κατά τη διάρκεια του ψυχρότερου χειμώνα της ζετίας.

Η περίπτωση της Πορτογαλίας δεν κατορθώνει σε καμία περίπτωση να αποκτήσει πιθανότητα επιτυχίας στρατηγικής προμήθειας μεγαλύτερη του 0% (Σχήμα V9). Σημειώνεται δε ότι η Πορτογαλία δε διαθέτει εγκαταστάσεις αποθήκευσης Φ/Α.



Σχήμα V9. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Πορτογαλία (15 Ημέρες Διακοπής)

Και σε αυτή την περίπτωση το παράρτημα V παρουσιάζει τα ιστογράμματα των χωρών, που σύμφωνα με τους πίνακες V14, V15, V16 δεν παρουσιάζουν πιθανότητα στρατηγικής προμήθειας ίση με 100%.

Πίνακας V14. Αποτελέσματα Προσομοίωσης (Διακοπή 15 Ημερών, 25%, Αλγερία)

Χώρα	Απώλεια ΑΛ 25%									
	ΔΑ 0		ΔΑ 80%		ΔΑ 70%		ΔΑ 60%		ΔΑ 50%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη
Ισπανία	-	-	100%	0,99	100%	0,84	100%	0,70	100%	0,56
Ιταλία	-	-	100%	0,39	100%	0,26	100%	0,23	100%	0,15
Πορτογαλία	0%	-0,07	-	-	-	-	-	-	-	-
Σλοβενία	0%	-0,06	-	-	-	-	-	-	-	-

Πίνακας V15. Αποτελέσματα Προσομοίωσης (Διακοπή 15 Ημερών, 50%, Αλγερία)

Χώρα	Απώλεια ΑΛ 50%									
	ΔΑ 0		ΔΑ 80%		ΔΑ 70%		ΔΑ 60%		ΔΑ 50%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη
Ισπανία	-	-	100%	0,93	100%	0,79	100%	0,64	100%	0,50
Ιταλία	-	-	100%	0,34	100%	0,26	100%	0,18	100%	0,10
Πορτογαλία	0%	-0,17	-	-	-	-	-	-	-	-
Σλοβενία	0%	-0,12	-	-	-	-	-	-	-	-

Πίνακας V16. Αποτελέσματα Προσομοίωσης (Διακοπή 15 Ημερών, 75%, Αλγερία)

Χώρα	Απώλεια ΑΛ 50%									
	ΔΑ 0		ΔΑ 80%		ΔΑ 70%		ΔΑ 60%		ΔΑ 50%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη
Ισπανία	-	-	100%	0,93	100%	0,79	100%	0,64	100%	0,50
Ιταλία	-	-	100%	0,34	100%	0,26	100%	0,18	100%	0,10
Πορτογαλία	0%	-0,17	-	-	-	-	-	-	-	-
Σλοβενία	0%	-0,12	-	-	-	-	-	-	-	-

Λιβύη

Στην περίπτωση διακοπής προμήθειας Φ/Α από τη Λιβύη, κατά 25%, 50% και 75%, για 15 ημέρες κατά τη διάρκεια του ψυχρότερου χειμώνα της

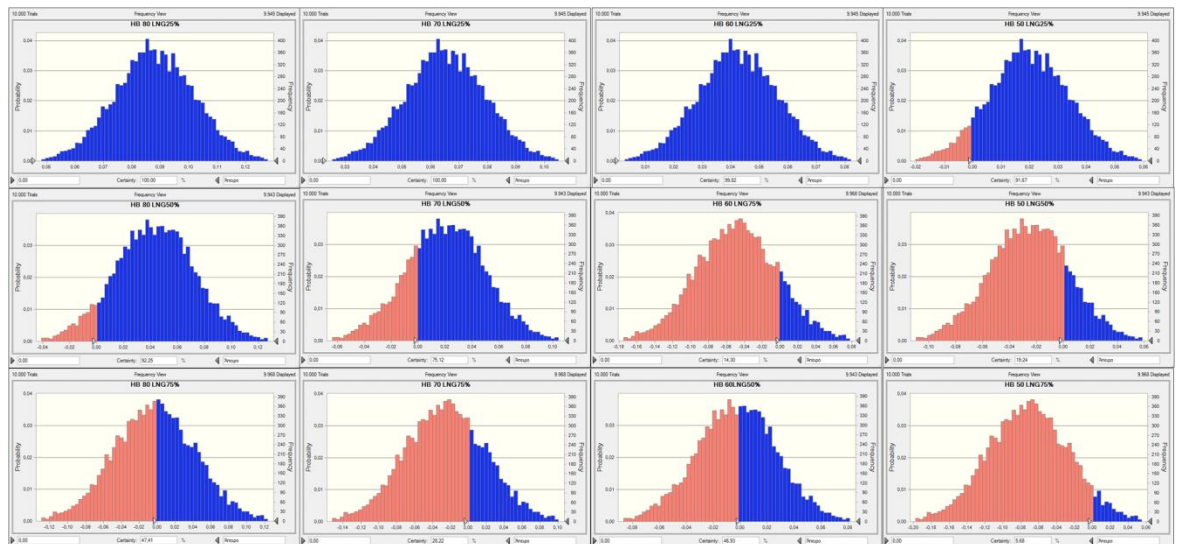
ζετίας η Ιταλία, η οποία είναι η μόνη που επηρεάζεται από το συγκεκριμένο σενάριο, εμφανίζει ισχυρή ευελιξία τόσο σε ποσοστό διακοπής όσο και σε ποσοστό δυναμικότητας απόσυρσης αφού η πιθανότητα επιτυχούς στρατηγικής προμήθειας είναι σε κάθε περίπτωση 100% (Πίνακας V17).

Πίνακας V17. Αποτελέσματα Προσομοίωσης (Διακοπή 15 Ημερών, 25%, 50%, 75%, Λιβύη)

Χώρα	Απώλεια LIB 25%									
	ΔΑ 0		ΔΑ 80%		ΔΑ 70%		ΔΑ 60%		ΔΑ 50%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη
Ιταλία	-	-	100%	0,39	100%	0,26	100%	0,23	100%	0,15
Χώρα	Απώλεια LIB 50%									
	ΔΑ 0		ΔΑ 80%		ΔΑ 70%		ΔΑ 60%		ΔΑ 50%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη
Ιταλία	-	-	100%	0,41	100%	0,33	100%	0,25	100%	0,17
Χώρα	Απώλεια LIB 25%									
	ΔΑ 0		ΔΑ 80%		ΔΑ 70%		ΔΑ 60%		ΔΑ 50%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη
Ιταλία	-	-	100%	0,40	100%	0,31	100%	0,24	100%	0,16

LNG

Τέλος, στην περίπτωση διακοπής της παροχής LNG κατά 25%, 50% και 75%, για 15 ημέρες, οι χώρες που επηρεάζονται επίσης παρουσιάζουν ενδιαφέροντα και χαρακτηριστικά αποτελέσματα. Για παράδειγμα, το ΗΒ αποτελεί μία χαρακτηριστική περίπτωση, καθότι όπως φαίνεται και από το σχήμα V10, η πιθανότητα επιτυχίας στρατηγικής προμήθειας συνεχώς μειώνεται τόσο ανά ποσοστό διακοπής όσο και ανά ποσοστό δυναμικότητας αποδέσμευσης.



Σχήμα V10. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: ΗΒ (15 Ημέρες Διακοπής)

Τα ιστογράμματα των χωρών που σύμφωνα με τους πίνακες V18, V19 V20, δεν είχαν πιθανότητα στρατηγικής προμήθειας 100%, παρουσιάζονται στο Παράρτημα V.

Πίνακας V18. Αποτελέσματα Προσομοίωσης (Διακοπή 15 Ημερών, 25%, LNG)

Χώρα	Απώλεια LNG 25%									
	ΔΑ 0		ΔΑ 80%		ΔΑ 70%		ΔΑ 60%		ΔΑ 50%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη
Βέλγιο	-	-	100%	0,07	100%	0,05	100%	0,02	45%	0,00
Γαλλία	-	-	100%	0,57	100%	0,46	100%	0,36	100%	0,25
Ελλάδα	1%	-0,12	-	-	-	-	-	-	-	-
ΗΒ	-	-	100%	0,09	100%	0,06	100%	0,04	92%	0,02
Ισπανία	-	-	100%	0,91	100%	0,77	100%	0,63	100%	0,48
Ιταλία	-	-	100%	0,43	100%	0,33	100%	0,27	100%	0,20
Πορτογαλία	0%	-0,08	-	-	-	-	-	-	-	-

Πίνακας V19. Αποτελέσματα Προσομοίωσης (Διακοπή 15 Ημερών, 50%, LNG)

Χώρα	Απώλεια LNG 50%									
	ΔΑ 0		ΔΑ 80%		ΔΑ 70%		ΔΑ 60%		ΔΑ 50%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη
Βέλγιο	-	-	99%	0,04	80%	0,02	31%	-0,04	3%	-0,04
Γαλλία	-	-	100%	0,53	100%	0,39	100%	0,32	100%	0,21
Ελλάδα	0%	-0,26	-	-	-	-	-	-	-	-
ΗΒ	-	-	92%	0,04	74%	0,02	45%	-0,01	20%	-0,03
Ισπανία	-	-	100%	0,80	100%	0,66	100%	0,52	100%	0,37
Ιταλία	-	-	100%	0,41	100%	0,33	100%	0,25	100%	0,17
Πορτογαλία	0%	-0,15	-	-	-	-	-	-	-	-

Πίνακας V20. Αποτελέσματα Προσομοίωσης (Διακοπή 15 Ημερών, 75%, LNG)

Χώρα	Απώλεια LNG 75%									
	ΔΑ 0		ΔΑ 80%		ΔΑ 70%		ΔΑ 60%		ΔΑ 50%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη
Βέλγιο	-	-	60%	0,00	28%	-0,03	8%	-0,05	1%	-0,07
Γαλλία	-	-	100%	0,50	100%	0,40	100%	0,29	100%	0,18
Ελλάδα	0%	-0,43	-	-	-	-	-	-	-	-
ΗΒ	-	-	48%	0,00	29%	-0,03	14%	-0,05	6%	-0,07
Ισπανία	-	-	100%	0,69	100%	0,55	100%	0,40	97%	0,26
Ιταλία	-	-	100%	0,39	100%	0,31	100%	0,23	100%	0,15
Πορτογαλία	0%	-0,23	-	-	-	-	-	-	-	-

V.4.3 Προσομοίωση Διακοπής 1 Μήνα (Ηπιότερος Χειμώνας ζετίας)

Εισαγωγικά Στη συγκεκριμένη ενότητα παρουσιάζονται, ανά διακοπή γεωγραφικής προέλευσης, τα δεδομένα εξόδου (Βήμα 9) της διαδικασίας προσομοίωσης Monte Carlo (σχήμα IV5) για χαρακτηριστικές περιπτώσεις χωρών.

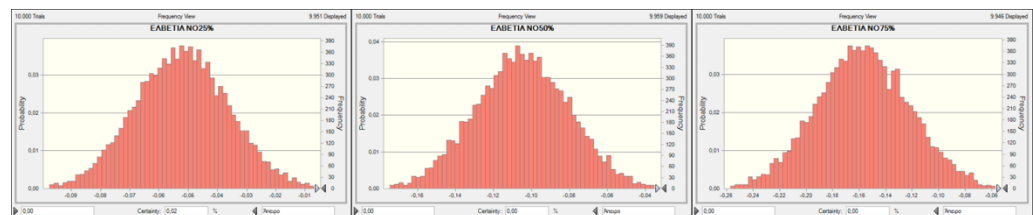
Ο πίνακας ΠV3, του Παραρτήματος V, βασίζεται στα δεδομένα του πίνακα ΠIV14 και παρουσιάζει τα αποτελέσματα του δείκτη στρατηγικής προμήθειας, χωρίς να έχει ληφθεί υπόψη τυχόν διακοπή προμήθειας από οποιαδήποτε γεωγραφική προέλευση (Βήμα 9).

Επιπλέον σημειώνεται ότι στην περίπτωση διακοπής 1 μήνα κατά τη διάρκεια του ηπιότερου χειμώνα της ζετίας, το ποσοστό δυναμικότητας αποδέσμευσης αποθηκευμένου Φ/Α θεωρείται πως κυμαίνεται από 70% έως 40% [10].

Ο έλεγχος της σωστής κατασκευής και ορθής λειτουργίας του δείκτη στρατηγικής προμήθειας κρίνεται θετικός. Παρατηρείται ότι η επίδραση στα δεδομένα του ηπιότερου χειμώνα είναι φανερή μέσω των ηπιότερων αποτελεσμάτων του δείκτη. Μέσω του πίνακα ΠΝ3 γίνεται φανερό ότι κατά τη διάρκεια ενός ήπιου χειμώνα, η επίδραση της διακύμανσης του ποσοστού δυναμικότητας αποδέσμευσης σε συνθήκες μη κρίσης στην παροχή Φ/Α είναι ελάχιστη.

Νορβηγία

Σε περίπτωση διακοπής παροχής Φ/Α κατά 25%, 50% και 75%, από τη Νορβηγία για ένα μήνα, κατά το χειμερινό μήνα με τις ηπιότερες θερμοκρασίες της ζετίας, οι χώρες που επηρεάζονται δείχνουν διαφορετικές αντιδράσεις. Εκτός από τις χώρες που είναι ανεπηρέαστες και πετυχαίνουν πιθανότητα επιτυχούς στρατηγικής προμήθειας ίση με 100%, χαρακτηριστική είναι η περίπτωση της Ελβετίας η οποία παρουσιάζεται εδώ ενδεικτικά (σχήμα V11). Η Ελβετία δε διαθέτει εγκαταστάσεις αποθήκευσης Φ/Α και επιπλέον παρουσιάζει μηδενική πιθανότητα επιτυχίας της στρατηγικής της προμήθειας σε κάθε περίπτωση.



Σχήμα V11. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Ελβετία (1 Μήνα Διακοπής)

Τα ιστογράμματα των χωρών που, σύμφωνα και με τους πίνακες V21, V22, V23, παρουσιάζουν πιθανότητες επιτυχημένων στρατηγικών προμήθειας < 100% (Βέλγιο, Δημοκρατία της Τσεχίας, ΗΒ, Λουξεμβούργο), παρατίθενται στο παράρτημα V.

Πίνακας V21. Αποτελέσματα Προσομοίωσης (Διακοπή 1 Μήνα, 25%, Νορβηγία)

Χώρα	Απώλεια NO ₂₅ %									
	ΔΑ 0		ΔΑ 70%		ΔΑ 60%		ΔΑ 50%		ΔΑ 40%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη
Αυστρία	-	-	100%	1,20	100%	0,92	100%	0,64	100%	0,36
Βέλγιο	-	-	96%	0,06	84%	0,04	61%	0,00	32%	-0,03
Γαλλία	-	-	100%	1,03	100%	0,83	100%	0,64	100%	0,45
Γερμανία	-	-	100%	1,27	100%	1,05	100%	0,84	100%	0,63
Δημοκρατία της Τσεχίας	-	-	100%	0,91	100%	0,72	100%	0,52	100%	0,33
Ελβετία	0%	-0,06	-	-	-	-	-	-	-	-
Ηνωμένο Βασίλειο	-	-	100%	0,14	100%	0,11	100%	0,08	97%	0,04
Ισπανία	-	-	100%	0,30	100%	0,27	100%	0,23	100%	0,20
Ιταλία	-	-	100%	0,78	100%	0,65	100%	0,51	100%	0,38
Λουξεμβούργο	0%	-0,14	-	-	-	-	-	-	-	-
Ολλανδία	-	-	100%	1,16	100%	0,99	100%	0,82	100%	0,64

Πίνακας V22. Αποτελέσματα Προσομοίωσης (Διακοπή 1 Μήνα, 50%, Νορβηγία)

Χώρα	Απώλεια NO ₅₀ %									
	ΔΑ 0		ΔΑ 70%		ΔΑ 60%		ΔΑ 50%		ΔΑ 40%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη
Αυστρία	-	-	100%	0,76	100%	0,48	70%	0,20	60%	0,05
Βέλγιο	-	-	26%	-0,05	15%	-0,08	8%	-0,11	3%	-0,13
Γαλλία	-	-	100%	0,96	100%	0,77	100%	0,58	100%	0,39
Γερμανία	-	-	100%	1,17	100%	0,96	100%	0,75	100%	0,54
Δημοκρατία της Τσεχίας	-	-	100%	0,61	100%	0,42	94%	0,23	59%	0,04
Ελβετία	0%	-0,11	-	-	-	-	-	-	-	-
Ηνωμένο Βασίλειο	-	-	96%	0,06	81%	0,03	54%	-0,01	24%	-0,04
Ισπανία	-	-	100%	0,28	100%	0,24	100%	0,21	100%	0,18
Ιταλία	-	-	100%	0,76	100%	0,62	100%	0,48	100%	0,35
Λουξεμβούργο	0%	-0,28	-	-	-	-	-	-	-	-
Ολλανδία	-	-	100%	1,09	100%	0,92	100%	0,75	100%	0,57

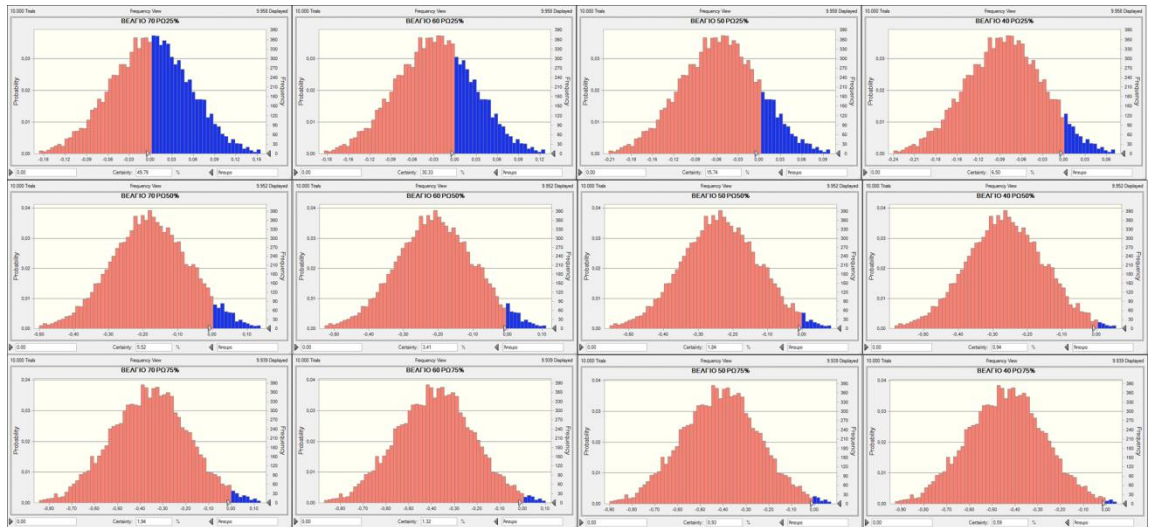
Πίνακας V23. Αποτελέσματα Προσομοίωσης (Διακοπή 1 Μήνα, 75%, Νορβηγία)

Χώρα	Απώλεια NO ₇₅ %									
	ΔΑ 0		ΔΑ 70%		ΔΑ 60%		ΔΑ 50%		ΔΑ 40%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη
Αυστρία	-	-	98%	0,55	87%	0,27	54%	-0,02	18%	-0,30
Βέλγιο	-	-	8%	-0,05	5%	-0,08	3%	-0,11	2%	-0,13
Γαλλία	-	-	100%	0,87	100%	0,68	100%	0,48	99%	0,29
Γερμανία	-	-	100%	1,09	100%	0,88	100%	0,67	100%	0,45
Δημοκρατία της Τσεχίας	-	-	92%	0,47	73%	0,28	41%	0,08	14%	-0,12
Ελβετία	0%	-0,15	-	-	-	-	-	-	-	-
Ηνωμένο Βασίλειο	-	-	50%	-0,02	31%	-0,05	16%	-0,08	7%	-0,11
Ισπανία	-	-	100%	0,26	100%	0,23	100%	0,20	100%	0,16
Ιταλία	-	-	100%	0,74	100%	0,60	100%	0,46	100%	0,33
Λουξεμβούργο	0%	-0,41	-	-	-	-	-	-	-	-
Ολλανδία	-	-	100%	1,03	100%	0,86	100%	0,68	100%	0,51

Ρωσία

Στην περίπτωση που η διακοπή ενός μήνα κατά τον ηπιότερο χειμώνα της ζετίας κατά 25%, 50% και 75% προέρχεται από τη Ρωσία, οι χώρες που επηρεάζονται παρουσιάζουν επίσης διαφορετικές συνέπειες. Από τη μία

πλευρά, υπάρχουν χώρες όπως η Γαλλία που δε φαίνεται να επηρεάζονται καθόλου από το συγκεκριμένο σενάριο επιτυγχάνοντας σε κάθε περίπτωση πιθανότητες ίσες με 100%. Από την άλλη πλευρά όμως, υπάρχουν χώρες, όπως το Βέλγιο, οι οποίες παρουσιάζουν μικρή και συνεχώς μειούμενη πιθανότητα επιτυχίας της στρατηγικής προμήθειας τους σε όλες τις περιπτώσεις αυτού του σεναρίου. Το σχήμα V12 παρουσιάζει τα ιστογράμματα του Βελγίου.



Σχήμα V12. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Βέλγιο (1 Μήνα Διακοπής)

Και στη συγκεκριμένη περίπτωση, όπως σε όλες τις προηγούμενες, τα ιστογράμματα των χωρών με πιθανότητα στρατηγικής προμήθειας < 100% (πίνακας V24, V25, V26), παρουσιάζονται στο Παράρτημα V.

Πίνακας V24. Αποτελέσματα Προσομοίωσης (Διακοπή 1 Μήνα, 25%, Ρωσία)

Χώρα	Απώλεια P25%									
	ΔΑ 0		ΔΑ 70%		ΔΑ 60%		ΔΑ 50%		ΔΑ 40%	
	Πθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη
Αυστρία	-	-	100%	0,92	100%	0,64	98%	0,35	62%	0,07
Βέλγιο	-	-	50%	-0,01	30%	-0,04	15%	-0,06	6%	-0,09
Βοσνία Ερζεγοβίνη	0%	-0,25	-	-	-	-	-	-	-	-
Βουλγαρία	-	-	1%	-1,25	0%	-1,50	0%	-1,35	0%	-1,40
Γαλλία	-	-	100%	1,05	100%	0,86	100%	0,67	100%	0,48
Γερμανία	-	-	100%	1,25	100%	1,04	100%	0,83	100%	0,62
Δημοκρατία της Τσεχίας	-	-	100%	0,67	100%	0,48	99%	0,29	79%	0,10
Ελβετία	0%	-0,05	-	-	-	-	-	-	-	-
Ελλάδα	3%	-0,09	-	-	-	-	-	-	-	-
Εσθονία	0%	-0,22	-	-	-	-	-	-	-	-
Ιταλία	-	-	100%	0,77	100%	0,63	100%	0,49	100%	0,36
Λετονία	3%	-0,30	-	-	-	-	-	-	-	-
Λευκορωσία	-	-	44%	-0,02	28%	-0,05	15%	-0,08	7%	-0,12
Λιθουανία	0%	-0,56	-	-	-	-	-	-	-	-
Λουξεμβούργο	0%	-0,06	-	-	-	-	-	-	-	-
Ολλανδία	-	-	100%	1,19	100%	1,01	100%	0,84	100%	0,67
Ουγγαρία	-	-	100%	1,44	100%	1,18	100%	0,91	100%	0,65
Ουκρανία	-	-	100%	1,42	100%	1,19	100%	0,97	100%	0,74
Πολωνία	-	-	8%	-0,23	3%	-0,29	2%	-0,35	1%	-0,42
Ρουμανία	-	-	100%	0,35	100%	0,28	100%	0,21	100%	0,14
Σερβία	-	-	100%	0,24	100%	0,18	97%	0,11	81%	0,05
Σλοβακία	-	-	2%	-0,91	1%	-1,07	0%	-1,24	0%	-1,40
Σλοβενία	0%	-0,36	-	-	-	-	-	-	-	-
Φινλανδία	0%	-0,27	-	-	-	-	-	-	-	-

Πίνακας V25. Αποτελέσματα Προσομοίωσης (Διακοπή 1 Μήνα, 50%, Ρωσία)

Χώρα	Απώλεια ΡΩ50%									
	ΔΑ 0		ΔΑ 70%		ΔΑ 60%		ΔΑ 50%		ΔΑ 40%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη
Αυστρία	-	-	81%	0,17	53%	-0,12	24%	-0,40	7%	-0,69
Βέλγιο	-	-	6%	-0,20	4%	-0,23	2%	-0,26	1%	-0,28
Βοσνία Ερζεγοβίνη	0%	-0,46	-	-	-	-	-	-	-	-
Βουλγαρία	-	-	0%	-2,44	0%	-2,50	0%	-3,43	0%	-3,48
Γαλλία	-	-	100%	1,01	100%	0,82	100%	0,62	100%	0,43
Γερμανία	-	-	100%	1,15	100%	0,94	100%	0,73	100%	0,52
Δημοκρατία της Τσεχίας	-	-	73%	0,21	47%	0,01	24%	-0,19	8%	-0,38
Ελβετία	0%	-0,12	-	-	-	-	-	-	-	-
Ελλάδα	1%	-0,30	-	-	-	-	-	-	-	-
Εσθονία	0%	-0,46	-	-	-	-	-	-	-	-
Ιταλία	-	-	100%	0,71	100%	0,58	100%	0,44	100%	0,30
Λετονία	1%	-0,68	-	-	-	-	-	-	-	-
Λευκορωσία	-	-	4%	-0,27	2%	-0,30	1%	-0,33	1%	-0,37
Λιθουανία	0%	-1,24	-	-	-	-	-	-	-	-
Λουξεμβούργο	0%	-0,12	-	-	-	-	-	-	-	-
Ολλανδία	-	-	100%	1,16	100%	0,98	100%	0,81	100%	0,64
Ουγγαρία	-	-	100%	1,30	100%	1,04	100%	0,77	100%	0,51
Ουκρανία	-	-	100%	1,30	100%	1,07	100%	0,85	100%	0,62
Πολωνία	-	-	1%	-0,86	1%	-0,93	0%	-0,99	0%	-1,05
Ρουμανία	-	-	100%	0,33	100%	0,26	100%	0,19	100%	0,13
Σερβία	-	-	61%	0,05	41%	-0,01	25%	-0,07	13%	-0,13
Σλοβακία	-	-	0%	-2,39	0%	-2,55	0%	-2,71	0%	-2,87
Σλοβενία	0%	-0,69	-	-	-	-	-	-	-	-
Φινλανδία	0%	-0,50	-	-	-	-	-	-	-	-

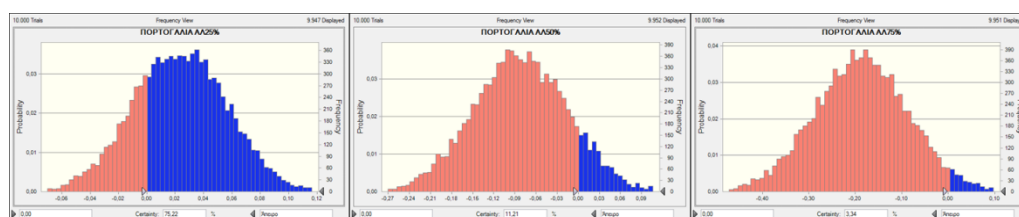
Πίνακας V26. Αποτελέσματα Προσομοίωσης (Διακοπή 1 Μήνα, 75%, Ρωσία)

Χώρα	Απώλεια ΡΩ75%									
	ΔΑ 0		ΔΑ 70%		ΔΑ 60%		ΔΑ 50%		ΔΑ 40%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη
Αυστρία	-	-	31%	-0,18	16%	-0,46	6%	-0,74	2%	-1,02
Βέλγιο	-	-	2%	-0,39	1%	-0,42	0%	-0,45	0%	-0,48
Βοσνία Ερζεγοβίνη	0%	-0,77	-	-	-	-	-	-	-	-
Βουλγαρία	-	-	0%	-4,04	0%	-4,06	0%	-4,11	0%	-4,16
Γαλλία	-	-	100%	0,98	100%	0,78	100%	0,59	100%	0,40
Γερμανία	-	-	100%	1,04	100%	0,83	100%	0,62	100%	0,41
Δημοκρατία της Τσεχίας	-	-	23%	-0,27	13%	-0,46	6%	-0,65	2%	-0,84
Ελβετία	0%	-0,16	-	-	-	-	-	-	-	-
Ελλάδα	0%	-0,41	-	-	-	-	-	-	-	-
Εσθονία	0%	-0,80	-	-	-	-	-	-	-	-
Ιταλία	-	-	100%	0,68	100%	0,55	100%	0,41	100%	0,27
Λετονία	0%	-1,25	-	-	-	-	-	-	-	-
Λευκορωσία	-	-	1%	-0,54	1%	-0,58	0%	-0,59	0%	-0,63
Λιθουανία	0%	-1,63	-	-	-	-	-	-	-	-
Λουξεμβούργο	0%	-0,19	-	-	-	-	-	-	-	-
Ολλανδία	-	-	100%	1,13	100%	0,95	100%	0,78	100%	0,61
Ουγγαρία	-	-	100%	0,96	100%	0,70	98%	0,43	80%	0,17
Ουκρανία	-	-	100%	1,15	100%	0,92	100%	0,69	100%	0,47
Πολωνία	-	-	1%	-1,44	0%	-1,50	0%	-1,56	0%	-1,62
Ρουμανία	-	-	100%	0,31	100%	0,25	100%	0,18	100%	0,11
Σερβία	-	-	19%	0,14	11%	-0,20	6%	-0,26	3%	-0,32
Σλοβακία	-	-	0%	-3,71	0%	-3,87	0%	-4,04	0%	-4,20
Σλοβενία	0%	-1,14	-	-	-	-	-	-	-	-
Φινλανδία	0%	-0,72	-	-	-	-	-	-	-	-

Αλγερία

Ανάλογες περιπτώσεις συναντώνται και στην περίπτωση διακοπής της προμήθειας Φ/Α κατά 25%, 50% και 75% από την Αλγερία. Οι επηρεαζόμενες χώρες μπορεί να μη σημειώσουν αρνητική αντίδραση, όπως η περίπτωση της Ισπανίας, η οποία χαρακτηρίζεται από πιθανότητα επιτυχούς στρατηγικής προμήθειας ίση με 100%, σε κάθε περίπτωση.

Παράλληλα, όμως χαρακτηριστική είναι η περίπτωση της Πορτογαλίας, που η πιθανότητα επιτυχίας στρατηγικής προμήθειας Φ/Α μειώνεται όσο αυξάνεται το ποσοστό διακοπής παροχής Φ/Α (σχήμα V13).



Σχήμα V13. Ιστογράμμο Προσομοίωσης: Πορτογαλία (1 Μήνα Διακοπής)

Τα ιστογράμμοτα της Ιταλίας και Σλοβενίας οι οποίες σύμφωνα με τους πίνακες V27, V28, V29, παρουσιάζουν, για ποσοστό διακοπής Φ/Α πιθανότητα στρατηγικής προμήθειας < 100% 1 μήνα, παρουσιάζονται στο Παράρτημα V.

Πίνακας V27. Αποτελέσματα Προσομοίωσης (Διακοπή 1 Μήνα, 25%, Αλγερία)

Χώρα	Απώλεια ΑΛ 25%									
	ΔΑ 0		ΔΑ 70%		ΔΑ 60%		ΔΑ 50%		ΔΑ 40%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη
Ισπανία	-	-	100%	1,33	100%	1,14	100%	0,95	100%	0,76
Ιταλία	-	-	100%	0,68	100%	0,55	100%	0,42	100%	0,29
Πορτογαλία	76%	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-
Σλοβενία	0%	-0,12	-	-	-	-	-	-	-	-

Πίνακας V28. Αποτελέσματα Προσομοίωσης (Διακοπή 1 Μήνα, 50%, Αλγερία)

Χώρα	Απώλεια ΑΛ 50%									
	ΔΑ 0		ΔΑ 70%		ΔΑ 60%		ΔΑ 50%		ΔΑ 40%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη
Ισπανία	-	-	100%	1,25	100%	1,06	100%	0,87	100%	0,68
Ιταλία	-	-	100%	0,61	100%	0,48	100%	0,35	100%	0,22
Πορτογαλία	11%	-0,09	-	-	-	-	-	-	-	-
Σλοβενία	0%	-0,27	-	-	-	-	-	-	-	-

Πίνακας V29. Αποτελέσματα Προσομοίωσης (Διακοπή 1 Μήνα, 75%, Αλγερία)

Χώρα	Απώλεια ΑΛ 75%									
	ΔΑ 0		ΔΑ 70%		ΔΑ 60%		ΔΑ 50%		ΔΑ 40%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη
Ισπανία	-	-	100%	1,20	100%	1,01	100%	0,82	100%	0,63
Ιταλία	-	-	100%	0,54	100%	0,41	100%	0,28	97%	0,15
Πορτογαλία	3%	-0,19	-	-	-	-	-	-	-	-
Σλοβενία	0%	-0,38	-	-	-	-	-	-	-	-

Λιβύη

Μία διακοπή προμήθειας Φ/Α από τη Λιβύη, κατά 25%, 50% και 75%, κατά τη διάρκεια ενός μήνα του ηπιότερου χειμώνα της ζετίας, δεν παρουσιάζει κάποια αρνητική αντίδραση στην Ιταλία (Πίνακας V30), η οποία επιτυγχάνει πιθανότητες επιτυχίας στρατηγικής προμήθειας ίσες με 100%.

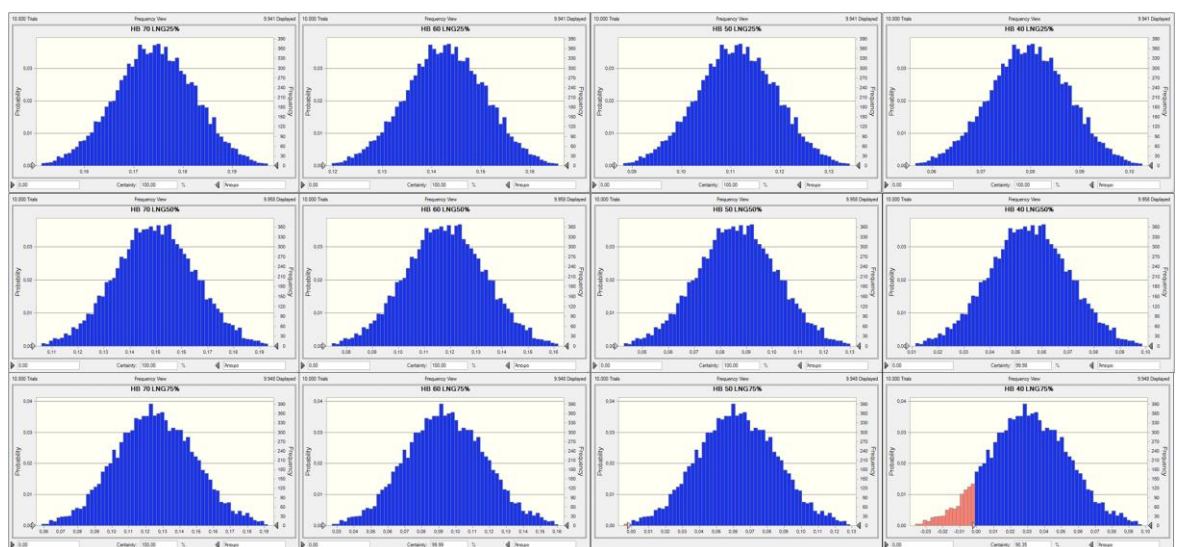
Πίνακας V30. Αποτελέσματα Προσομοίωσης (Διακοπή 1 Μήνα, 25%, 50%, 75%, Λιβύη)

Χώρα	Απώλεια LIB 25%									
	ΔΑ 0		ΔΑ 70%		ΔΑ 60%		ΔΑ 50%		ΔΑ 40%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη
Ιταλία	-	-	100%	0,73	100%	0,60	100%	0,47	100%	0,34
Χώρα	Απώλεια LIB 50%									
	ΔΑ 0		ΔΑ 70%		ΔΑ 60%		ΔΑ 50%		ΔΑ 40%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη
Ιταλία	-	-	100%	0,71	100%	0,58	100%	0,45	100%	0,32
Χώρα	Απώλεια LIB 25%									
	ΔΑ 0		ΔΑ 70%		ΔΑ 60%		ΔΑ 50%		ΔΑ 40%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη
Ιταλία	-	-	100%	0,68	100%	0,55	100%	0,43	100%	0,30

LNG

Τέλος και στην περίπτωση διακοπής προμήθειας LNG κατά 25%, 50% και 75%, για ένα μήνα κατά τη διάρκεια του ηπιότερου χειμώνα της ζετίας, τα δεδομένα εξόδου της προσομοίωσης Monte Carlo για κάθε χώρα που επηρεάζεται διαφέρουν.

Για παράδειγμα η χαρακτηριστική περίπτωση του HB (σχήμα V14), το οποίο δε φαίνεται να επηρεάζεται από την υλοποίηση ενός τέτοιου σεναρίου, παρά μόνο ελάχιστα, στη χειρότερη, για το συγκεκριμένο σενάριο, περίπτωση μείωσης κατά 75%, με το ποσοστό δυναμικότητας αποδέσμευσης να είναι στο χαμηλότερο επίπεδό του (40%).



Σχήμα V14. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: HB (1 Μήνα Διακοπής)

Τα ιστογράμματα του Βελγίου, Ελλάδας, Ισπανίας και Πορτογαλίας που

σύμφωνα και με τους πίνακες V31, V32, V33, εμφανίζουν πιθανότητα < 100% ανά ποσοστό διακοπής 25%, 50% και 75%, παρουσιάζονται στο παράρτημα IV.

Πίνακας V31. Αποτελέσματα Προσομοίωσης (Διακοπή 1 Μήνα, 25%, LNG)

Χώρα	Απώλεια LNG 25%									
	ΔΑ 0		ΔΑ 70%		ΔΑ 60%		ΔΑ 50%		ΔΑ 40%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη
Βέλγιο	-	-	100%	0,11	100%	0,08	98%	0,05	82%	0,03
Γαλλία	-	-	100%	1,06	100%	0,87	100%	0,68	100%	0,49
Ελλάδα	92%	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
ΗΒ	-	-	100%	0,17	100%	0,14	100%	0,11	100%	0,08
Ισπανία	-	-	100%	0,22	100%	0,18	100%	0,15	100%	0,12
Ιταλία	-	-	100%	0,79	100%	0,65	100%	0,52	100%	0,38
Ολλανδία	-	-	100%	1,21	100%	1,04	100%	0,86	100%	0,69
Πορτογαλία	87%	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-

Πίνακας V32. Αποτελέσματα Προσομοίωσης (Διακοπή 1 Μήνα, 50%, LNG)

Χώρα	Απώλεια LNG 50%									
	ΔΑ 0		ΔΑ 70%		ΔΑ 60%		ΔΑ 50%		ΔΑ 40%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη
Βέλγιο	-	-	74%	0,04	53%	0,01	30%	-0,02	13%	-0,05
Γαλλία	-	-	100%	1,03	100%	0,84	100%	0,65	100%	0,46
Ελλάδα	20%	-0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
ΗΒ	-	-	100%	0,15	100%	0,12	100%	0,09	100%	0,06
Ισπανία	-	-	99%	0,15	95%	0,12	87%	0,08	71%	0,05
Ιταλία	-	-	100%	0,76	100%	0,62	100%	0,48	100%	0,35
Ολλανδία	-	-	100%	1,20	100%	1,03	100%	0,86	100%	0,68
Πορτογαλία	17%	-0,06	-	-	-	-	-	-	-	-

Πίνακας V33. Αποτελέσματα Προσομοίωσης (Διακοπή 1 Μήνα, 75%, LNG)

Χώρα	Απώλεια LNG 75%									
	ΔΑ 0		ΔΑ 70%		ΔΑ 60%		ΔΑ 50%		ΔΑ 40%	
	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη	Πιθανότητα %	Μέση Τιμή Δείκτη
Βέλγιο	-	-	28%	-0,05	17%	-0,08	9%	-0,10	4%	-0,13
Γαλλία	-	-	100%	1,00	100%	0,81	100%	0,61	100%	0,42
Ελλάδα	6%	-0,06	-	-	-	-	-	-	-	-
ΗΒ	-	-	100%	0,12	100%	0,09	100%	0,05	90%	0,02
Ισπανία	-	-	67%	0,09	54%	0,06	40%	0,03	27%	-0,01
Ιταλία	-	-	100%	0,73	100%	0,59	100%	0,46	100%	0,32
Ολλανδία	-	-	100%	1,20	100%	1,02	100%	0,85	100%	0,68
Πορτογαλία	4%	-0,15	-	-	-	-	-	-	-	-

V.5 Αξιολόγηση Επιτυχίας Στρατηγικών Προμήθειας & Κοινωνικοοικονομικού Κινδύνου Εφοδιασμού

Η αξιολόγηση αφενός της επιτυχίας των στρατηγικών προμήθειας και αφετέρου του κοινωνικοοικονομικού κινδύνου εφοδιασμού, αποτελεί την 3^η φάση της εφαρμογής της προτεινόμενης μεθοδολογίας. Κύριος στόχος αυτής της φάσης είναι να αξιολογήσει και να κρίνει κατά πόσο οι χώρες που συμμετέχουν στο ευρωπαϊκό δίκτυο εφοδιασμού Φ/Α είχαν μια επιτυχή στρατηγική προμήθειας ανεξάρτητα από τα σενάρια

διακοπών παροχής που προσομοιώθηκαν. Εξετάζεται δηλαδή κατά πόσο οι συγκεκριμένες χώρες κατάφεραν να ικανοποιήσουν τη ζήτησή τους, ακόμα και σε συνθήκες κρίσης που προσομοιώθηκαν, ώστε στη συνέχεια να μελετηθούν τυχόν απαραίτητες εναλλακτικές ενέργειες. Παράλληλα μελετάται και αξιολογείται ο κοινωνικοοικονομικός κίνδυνος εφοδιασμού που μπορεί να χαρακτηρίζει την κάθε χώρα, μέρος του συστήματος εφοδιασμού Φ/Α.

Το θεωρητικό υπόβαθρο της συγκεκριμένης φάσης αναλύθηκε διεξοδικά στην ενότητα IV4, οπότε και δεν κρίνεται σκόπιμη επανάληψη. Είναι όμως απαραίτητος ο καθορισμός των παραμέτρων αξιολόγησης. Συγκεκριμένα η αξιολόγηση της επιτυχίας στρατηγικών προμήθειας διενεργείται στις επόμενες ενότητες για κάθε σενάριο κρίσης σύμφωνα τόσο με τον πίνακα IV5 [4], [69], [207], όσο και σύμφωνα με τον κίνδυνο κοινωνικοοικονομικού κινδύνου του οποίου το θεωρητικό υπόβαθρο αναλύθηκε στο κεφάλαιο IV.

V.5.1 Αξιολόγηση Επιτυχίας: Διακοπή 1 Ημέρας (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας)

Εισαγωγικά Το σενάριο διακοπής 1 ημέρας κατά τη διάρκεια του ψυχρότερου χειμώνα της ζετίας χωρίζεται ανά γεωγραφική προέλευση διακοπής. Έτσι για κάθε γεωγραφική προέλευση διακοπής προμήθειας Φ/Α, εξετάζεται κατά πόσο οι επηρεαζόμενες χώρες κατάφεραν να έχουν επιτυχή στρατηγική προμήθειας. Παράλληλα και σε συνδυασμό εξετάζεται και το ποσοστό πιθανότητας που σκόραρε η κάθε χώρα με δεδομένο ότι το

$$\Sigma\Pi_{CR} \geq 0 \text{ (1)}$$

μπορεί να ισχύει αλλά είναι απαραίτητο να ισχύει και το

$$P(E) \geq 95\% \text{ (2) [4], [69], [207].}$$

Επιπλέον, αξιολογούνται τα όρια επιτυχίας στρατηγικής προμήθειας των επηρεαζόμενων χωρών για τις οποίες κάποιος από τους παραπάνω περιορισμούς δεν ισχύει.

Νορβηγία Οι χώρες οι οποίες δεν ικανοποιούν και τις δύο από τις παραπάνω συνθήκες σύμφωνα με τον πίνακα V1 είναι το Βέλγιο, η Ελβετία, το ΗΒ και το Λουξεμβούργο.

Το Βέλγιο στην απώλεια 50% από τη Νορβηγία, παρότι το $\Sigma\Pi_{CR} \geq 0$ ισχύει, παρουσιάζει δηλαδή θετική μέση τιμή δείκτη, η πιθανότητα επιτυχίας του είναι 81%, ποσοστό που κρίνεται ότι χρήζει μεγαλύτερης διερεύνησης [69]. Στη δε περίπτωση απώλειας 75% τόσο η πιθανότητα επιτυχίας στρατηγικής όσο και η αρνητική τιμή του δείκτη δείχνουν τυχόν πρόβλημα στην ικανοποίηση των αναγκών σε Φ/Α. Το ίδιο ισχύει για την Ελβετία που παρουσιάζει και χαμηλό $P(E)$ και $\Sigma\Pi_{CR} < 0$, αλλά

και για το Λουξεμβούργο που τόσο $P(E) = 0\%$, όσο και $\Sigma\Pi_{CR} < 0$. Τέλος, το ΗΒ κατατάσσεται στις χώρες με πιθανότητες μη επιτυχημένης στρατηγικής προμήθειας λόγω των αποτελεσμάτων του στην περίπτωση διακοπής κατά 75%.

Συμπερασματικά τα όρια επιτυχίας στρατηγικής προμήθειας για τις παραπάνω χώρες έχουν ως εξής:

- Το Βέλγιο είναι σε θέση να ικανοποιεί τη ζήτησή του σε Φ/Α εφόσον η διακοπή είναι $<$ του 50%.
- Το ΗΒ είναι σε θέση να ικανοποιεί τη ζήτησή του σε Φ/Α εφόσον η διακοπή είναι $<$ του 75%.
- Η Ελβετία και το Λουξεμβούργο είναι πολύ δύσκολο να ικανοποιήσουν τη ζήτηση τους, σε συγκεκριμένες συνθήκες και με την παρούσα στρατηγική προμήθειας.

Ρωσία Σύμφωνα με τον πίνακα V2 παρατηρείται ότι στην περίπτωση διακοπής από τη Ρωσία πολύ μεγάλος αριθμός χωρών δεν είναι σε θέση να ανταπεξέλθει ακόμα και σε απώλεια Φ/Α, της τάξεως του 25%, γεγονός που υποδεικνύει την μεγάλη εξάρτηση από τη Ρωσία.

Τα όρια επιτυχίας στρατηγικής προμήθειας για τις παραπάνω χώρες έχουν ως εξής:

- Το Βέλγιο, η Ελλάδα και η Πολωνία είναι σε θέση να ικανοποιήσουν τη ζήτησή τους εάν η διακοπή είναι \leq του 25%.
- Η Σλοβακία είναι σε θέση να έχει επιτυχή στρατηγική προμήθειας για απώλεια \leq του 50%.
- Οι Βοσνία Ερζεγοβίνη, Βουλγαρία, Ελβετία, Εσθονία, Λετονία, Λιθουανία, Λουξεμβούργο, Ρουμανία, Σερβία, Σλοβενία, Φινλανδία είναι πολύ δύσκολο να έχουν επιτυχή στρατηγική ζήτησης, στις συγκεκριμένες συνθήκες και την παρούσα στρατηγική προμήθειας, ακόμα και για ποσοστά απώλειας ίσα με 25%.

Αλγερία Σύμφωνα με τον πίνακα V3 η Πορτογαλία και η Σλοβενία δεν πληρούν τους περιορισμούς που τέθηκαν στην αρχή της ενότητας. Παράλληλα δεν υπάρχουν όρια επιτυχίας, αφού μία απώλεια ακόμα και της τάξεως του 25% δεν δίνει κανένα περιθώριο ικανοποίησης της ζήτησης των παραπάνω.

Λιβύη Στην περίπτωση της Λιβύης δε μελετάται καμία χώρα, με δεδομένο ότι όπως φάνηκε και στον πίνακα V4, η Ιταλία είναι σε θέση να ικανοποιήσει και το (1) και το (2).

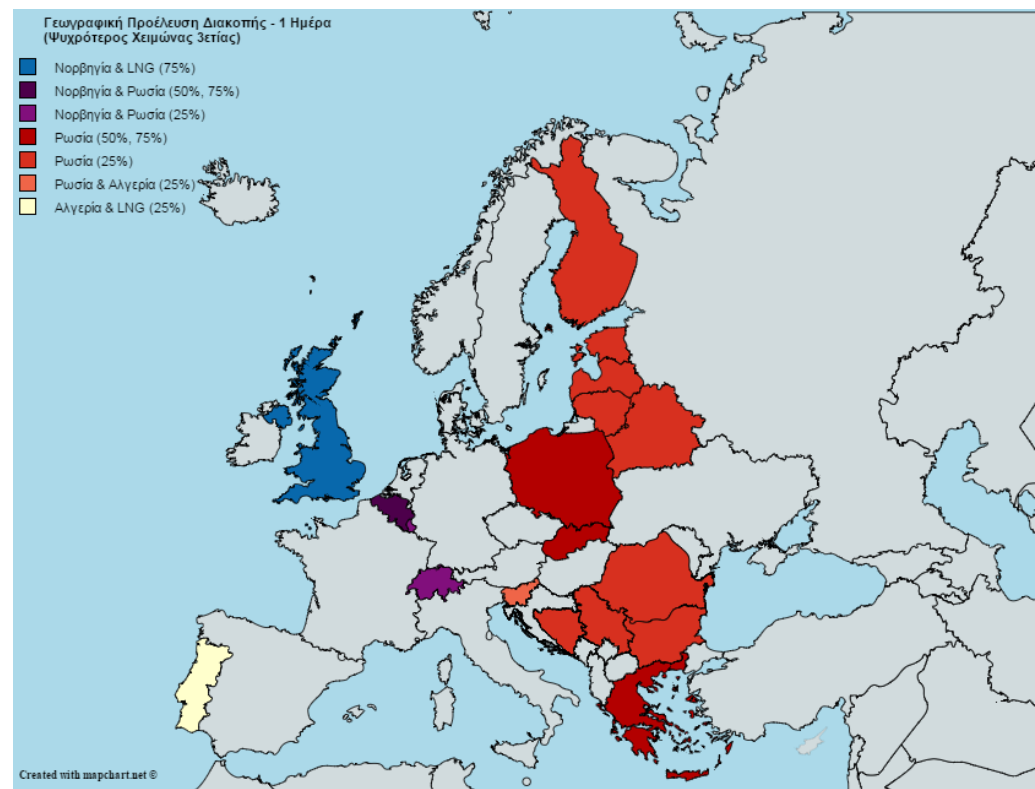
LNG Οι χώρες που επηρεάζονται από μία διακοπή προμήθειας μέσω LNG για 1 ημέρα κατά τη διάρκεια του ψυχρότερου χειμώνα της ζετίας και για τις οποίες δεν είναι εφικτή η ικανοποίηση των περιορισμών τόσο του δείκτη

$\Sigma\Pi_{CR}$ όσο και της πιθανότητας επιτυχίας $P(E)$, είναι σύμφωνα με τον πίνακα V5 το HB και η Πορτογαλία.

Τα όρια επιτυχίας στρατηγικής προμήθειας για τις παραπάνω χώρες έχουν ως εξής:

- Το HB είναι σε θέση να ικανοποιήσει τη ζήτησή του εάν η διακοπή είναι \leq του 50%.
- Η Πορτογαλία είναι δύσκολο να επιτύχει τη στρατηγική προμήθειά της, αφού μία απώλεια ακόμα και της τάξεως του 25% δε δίνει κανένα περιθώριο ικανοποίησης της ζήτησης και άρα δεν είναι δυνατόν να τεθούν όρια επιτυχίας.

Συνολικά, λοιπόν, σύμφωνα με τα παραπάνω, το Σχήμα V15 παρουσιάζει όλες τις χώρες που σύμφωνα με την αξιολόγηση σε πρώτο επίπεδο της προσομοίωσης Monte Carlo, παρουσίασαν πρόβλημα στην ικανοποίηση των στρατηγικών προμήθειάς τους, ανά γεωγραφική προέλευση διακοπής, για διακοπή 1 ημέρας κατά τη διάρκεια του ψυχρότερου χειμώνα της ζετίας.



Σχήμα V15. Χώρες με μη Επιτυχημένες Στρατηγικές Προμήθειες (ανά γεωγραφική προέλευση διακοπής)

*Το σχήμα δημιουργήθηκε με τη βοήθεια του διαδικτυακού εργαλείου Mapchart.net

V.5.2 Αξιολόγηση Επιτυχίας: Διακοπή 15 Ημερών (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας)

Εισαγωγικά Η συγκεκριμένη ενότητα θα παρουσιάσει την αξιολόγηση της επιτυχίας των στρατηγικών προμήθειας για το σενάριο διακοπής των 15 ημερών κατά τη διάρκεια του ψυχρότερου χειμώνα της ζετίας, ανά γεωγραφική προέλευση διακοπής προμήθειας Φ/Α.

Εξετάζονται επίσης οι περιορισμοί τόσο του δείκτη ΣΠ, $\Sigma\Pi_{CR} \geq 0$, όσο και οι περιορισμοί της πιθανότητας επιτυχίας $P(E) \geq 95\%$, οι οποίοι εφόσον ισχύουν, υποδεικνύουν επιτυχία στη στρατηγική προμήθειας ανεξάρτητα από τις συνθήκες διακοπής.

Τέλος και για το συγκεκριμένο σενάριο αξιολογούνται τα όρια επιτυχίας στρατηγικής προμήθειας των επηρεαζόμενων χωρών, ανά γεωγραφική προέλευση διακοπής.

Νορβηγία Σύμφωνα με τους πίνακες V8, V9 και V10, στην περίπτωση διακοπής 15 ημερών, κατά τη διάρκεια του ψυχρότερου χειμώνα της ζετίας από τη Νορβηγία, οι χώρες που δεν κατάφεραν ικανοποιήσουν τους παραπάνω περιορισμούς και άρα παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα μη ικανοποίησης της στρατηγικής τους προμήθειας είναι το Βέλγιο, η Ελβετία, το ΗΒ και το Λουξεμβούργο (διακοπή 25%, 50%), ενώ για διακοπή 75% προστίθεται και η Γαλλία.

Παρατηρείται πως ειδικά για τις περιπτώσεις διακοπής κατά 25% και 50%, μπορεί ο δείκτης να είναι θετικός, παρόλα αυτά η πιθανότητα επιτυχίας δεν πληροί τις απαραίτητες προϋποθέσεις.

Τα όρια επιτυχίας για τις παραπάνω επηρεαζόμενες χώρες από μία διακοπή από τη Νορβηγία έχουν ως εξής:

- Το Βέλγιο είναι σε θέση να ικανοποιήσει τη ζήτησή του εάν η διακοπή είναι $\leq 25\%$ και εφόσον το ΔΑ του είναι $\geq 80\%$.
- Το ΗΒ είναι σε θέση να ικανοποιήσει τη ζήτησή του εάν η διακοπή είναι $\leq 25\%$ και εφόσον το ΔΑ του είναι $\geq 60\%$. Για $25\% < \text{διακοπή} \leq 50\%$ το ΗΒ έχει πιθανότητες πάνω από 50% να έχει μια πετυχημένη στρατηγική προμήθειας, εάν το ΔΑ είναι $\geq 80\%$.
- Η Ελβετία και το Λουξεμβούργο τα οποία δε διαθέτουν δυνατότητα αποθήκευσης Φ/Α, είναι δύσκολο να επιτύχουν τη στρατηγική προμήθειά τους, αφού μία απώλεια ακόμα και της τάξεως του 25% δε δίνει κανένα περιθώριο ικανοποίησης της ζήτησης και άρα δεν είναι δυνατόν να τεθούν όρια επιτυχίας.

Ρωσία Εάν το σενάριο διακοπής προμήθειας Φ/Α για 15 ημέρες κατά τη διάρκεια του ψυχρότερου χειμώνα της ζετίας υλοποιηθεί από τη Ρωσία, κατά 25%, 50% και 75%, τότε οι χώρες που είναι επιρρεπείς να παρουσιάσουν

προβλήματα στην επιτυχία της στρατηγικής τους προμήθειας φαίνονται από τους πίνακες V11, V12 και V13 αντίστοιχα.

Τα όρια επιτυχίας για τις παραπάνω επηρεαζόμενες χώρες από μία διακοπή από τη Ρωσία έχουν ως εξής:

- Το Βέλγιο και η Πολωνία είναι σε θέση να ικανοποιήσουν τη ζήτησή τους εάν η διακοπή είναι $\leq 25\%$ και εφόσον το ΔΑ του είναι $\geq 80\%$.
- Η Σλοβακία είναι σε θέση να ικανοποιήσει τη ζήτησή της εάν η διακοπή είναι $\leq 25\%$ και εφόσον το ΔΑ του είναι $> 70\%$.
- Η Γερμανία και η Δημοκρατία της Τσεχίας είναι σε θέση να ικανοποιήσουν τη στρατηγική προμήθειας τους, εάν η διακοπή είναι $\leq 75\%$ και εφόσον το ΔΑ είναι $> 50\%$.
- Η Ουγγαρία είναι σε θέση να ικανοποιήσει τη στρατηγική προμήθειά της και άρα τη ζήτησή της, εάν η διακοπή είναι $\leq 50\%$ και εφόσον το ΔΑ είναι $> 50\%$, και εάν η διακοπή είναι $\leq 75\%$ και εφόσον το ΔΑ είναι $> 60\%$.
- Οι Βοσνία Ερζεγοβίνη, Ελβετία, Ελλάδα, Εσθονία, Λετονία, Λιθουανία, Λουξεμβούργο, Σερβία, Σλοβενία, Φινλανδία οι οποίες δε διαθέτουν δυναμικότητα αποθήκευσης, είναι δύσκολο να επιτύχουν τη στρατηγική προμήθειά τους, με δεδομένο ότι μία απώλεια ακόμα και της τάξεως του 25% δε δίνει κανένα περιθώριο ικανοποίησης της ζήτησης και άρα δεν είναι δυνατόν να τεθούν όρια επιτυχίας.

Αλγερία

Σύμφωνα με τους πίνακες V14, V15 και V16, οι χώρες που επηρεάζονται και δεν πληρούν τις προϋποθέσεις των περιορισμών, είναι η Πορτογαλία και η Σλοβενία για απώλειες Φ/Α της τάξεως των 25%, 50% και 75%.

Τα όρια επιτυχίας έχουν ως εξής:

- Η Ιταλία είναι σε θέση να ικανοποιήσει τις ανάγκες της σε Φ/Α αν η απώλεια είναι $\leq 75\%$ και το ΔΑ είναι $> 50\%$.
- Η Πορτογαλία και η Σλοβενία είναι δύσκολο να ικανοποιήσουν τη ζήτησή τους, με δεδομένο ότι ακόμα και μια απώλεια Φ/Α της τάξεως των 25% έχει ως αποτέλεσμα μηδενική πιθανότητα επιτυχίας.

Λιβύη

Στην περίπτωση της Λιβύης δε μελετάται καμία χώρα, αφού η Ιταλία είναι σε θέση να ικανοποιήσει και το (1) και το (2), όπως φάνηκε και στον πίνακα V17.

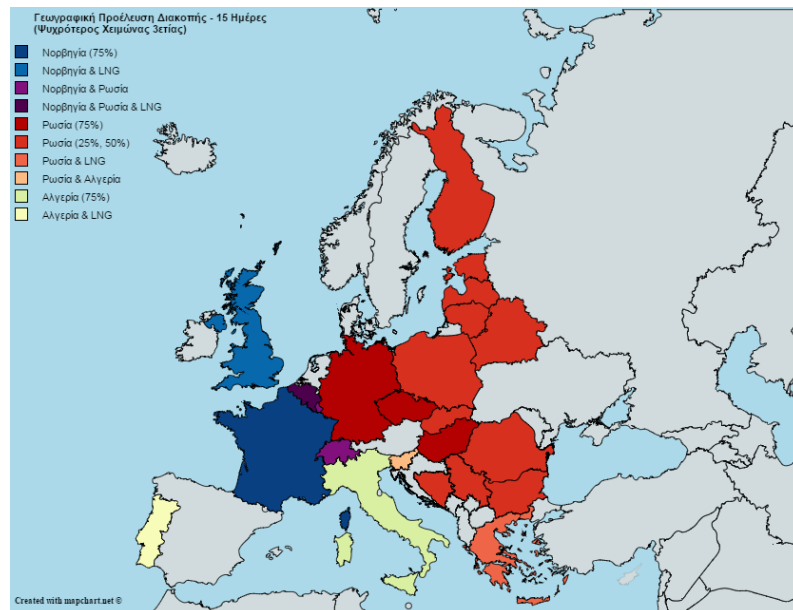
LNG

Τέλος, σύμφωνα με τους πίνακες V18, V19, V20, οι χώρες που επηρεάζονται από μία διακοπή παροχής Φ/Α μέσω LNG για 15 ημέρες κατά τη διάρκεια του ψυχρότερου χειμώνα της ζετίας, και που, παράλληλα, δεν ικανοποιούν τους περιορισμούς επιτυχίας του $\Sigma\Pi_{CR}$ και του $P(E)$, είναι το Βέλγιο, η Ελλάδα, το ΗΒ και η Πορτογαλία.

Τα όρια επιτυχίας στρατηγικής προμήθειας έχουν ως εξής:

- Το Βέλγιο και το ΗΒ είναι σε θέση να ικανοποιήσουν τη ζήτησή τους, εάν η διακοπή είναι $\leq 25\%$, εφόσον το ΔΑ τους είναι $>50\%$. Εάν το ΔΑ τους είναι $>80\%$, τότε είναι σε θέση να ικανοποιήσουν τη ζήτησή τους και σε συνθήκες απώλειας $\leq 50\%$. Για απώλεια $\geq 75\%$, οι πιθανότητες επιτυχίας της στρατηγικής προμήθειάς τους μειώνονται όσο μειώνεται και το ποσοστό ΔΑ.
- Όρια επιτυχίας για την Ελλάδα και την Πορτογαλία είναι εξαιρετικά δύσκολο να τεθούν, αφού οι πιθανότητες επιτυχίας τους είναι μηδενικές ακόμα και για απώλεια Φ/Α της τάξεως του 25%.

Το Σχήμα V16 παρουσιάζει όλες τις χώρες που, σύμφωνα με το πρώτο επίπεδο της αξιολόγησης της προσομοίωσης Monte Carlo, παρουσίασαν πρόβλημα στην ικανοποίηση των στρατηγικών προμήθειάς τους, ανά γεωγραφική προέλευση διακοπής, για διακοπή 15 ημερών κατά τη διάρκεια του ψυχρότερου χειμώνα της ζετίας και για απώλεια 25%, 50% και 75%.



Σχήμα V16. Χώρες με μη Επιτυχημένες Στρατηγικές Προμήθειας (ανά γεωγραφική προέλευση διακοπής)

*Το σχήμα δημιουργήθηκε με τη βοήθεια του διαδικτυακού εργαλείου Marchart.net

V.5.3 Αξιολόγηση Επιτυχίας: Διακοπή 1 Μήνα (Ηπιότερος Χειμώνας ζετίας)

Εισαγωγικά Η ενότητα αυτή παρουσιάζει και αξιολογεί την επιτυχία των στρατηγικών προμήθειας για το σενάριο διακοπής 1 μήνα κατά τη διάρκεια του ηπιότερου χειμώνα της ζετίας ανά γεωγραφική προέλευση διακοπής.

Εξετάζεται κατά πόσο οι εκάστοτε επηρεαζόμενες χώρες ικανοποιούν τους περιορισμούς (1) και (2), δηλαδή $\Sigma \Pi_{CR} \geq 0$ του δείκτη Στρατηγικής Προμήθειας και $P(E) \geq 95\%$ της πιθανότητας επιτυχίας αντίστοιχα ενώ παράλληλα επισημαίνονται τα όρια επιτυχίας των χωρών αυτών.

Νορβηγία

Σύμφωνα με τους πίνακες V21, V22, V23 Οι χώρες που επηρεάζονται από μία διακοπή προμήθειας Φ/Α, από τη Νορβηγία, για 1 μήνα κατά τη διάρκεια του ηπιότερου χειμώνα της ζετίας, είναι το Βέλγιο, η Ελβετία και το Λουξεμβούργο για απώλεια 25%, ενώ για απώλεια 50% και 75% προστίθενται η Αυστρία, η Δημοκρατία της Τσεχίας και το ΗΒ.

Τα όρια επιτυχίας για την επιτυχή στρατηγική προμήθειας έχουν ως εξής:

- Το Βέλγιο είναι σε θέση να ανταπεξέλθει στη ζήτησή του, εάν η διακοπή είναι $\leq 25\%$ και εφόσον το ΔΑ είναι $\geq 70\%$.
- Η Αυστρία είναι σε θέση να ικανοποιήσει τη ζήτησή της, έχοντας επιτυχημένη στρατηγική προμήθειας, εάν η διακοπή είναι $\leq 50\%$ και εφόσον το ΔΑ είναι $> 50\%$. Για να ανταπεξέλθει όμως σε $50\% <$ διακοπή $\leq 75\%$ είναι απαραίτητο το ΔΑ να είναι $\geq 70\%$.
- Η Δημοκρατία της Τσεχίας προκειμένου να ανταπεξέλθει σε απώλεια Φ/Α της τάξεως του 50%, είναι απαραίτητο να έχει $\Delta A > 50\%$, ενώ για απώλεια της τάξεως του 75%, απαιτείται $\Delta A > 70\%$. Παρόμοιες είναι οι αντιστοιχίες και για το ΗΒ το οποίο για να μπορεί να ικανοποιήσει τη ζήτησή του σε συνθήκες απώλειας 50%, πρέπει να διαθέτει $\Delta A > 60\%$, ενώ για απώλεια 75% δεν υπάρχουν μεγάλες πιθανότητες επιτυχίας ακόμα και με $\Delta A = 70\%$.
- Η Ελβετία και το Λουξεμβούργο, τα οποία δε διαθέτουν δυνατότητα αποθήκευσης Φ/Α, είναι δύσκολο να επιτύχουν τη στρατηγική προμήθειά τους, επειδή μία απώλεια ακόμα και της τάξεως του 25% δε δίνει κανένα περιθώριο ικανοποίησης της ζήτησης και άρα δεν είναι δυνατόν να τεθούν όρια επιτυχίας.

Ρωσία

Αντίστοιχα, οι χώρες που επηρεάζονται από διακοπή 1 μήνα από τη Ρωσία, κατά τη διάρκεια του ηπιότερου χειμώνα της ζετίας και που δεν ήταν σε θέση να ικανοποιήσουν τους περιορισμούς επιτυχίας στρατηγικής, προκύπτουν από τους πίνακες V24, V25 και V26.

Τα όρια επιτυχίας στρατηγικής έχουν ως εξής:

- Η Αυστρία, η Δημοκρατία της Τσεχίας και η Σερβία είναι σε θέση να ανταπεξέλθουν σε μία διακοπή $\leq 25\%$, εφόσον το ΔΑ τους είναι $> 40\%$. Για διακοπές της τάξεως των 50% και 75% ακόμα και αν το ΔΑ είναι $> 70\%$ δεν είναι σίγουρο ότι θα καταφέρουν μία επιτυχημένη στρατηγική.
- Το Βέλγιο, η Βουλγαρία, Λευκορωσία, η Πολωνία και η Σλοβακία,

παρότι διαθέτουν δυναμικότητα αποθήκευσης Φ/Α, δεν είναι σε θέση να ανταπεξέλθουν σε απώλεια ανεξαρτήτως μεγέθους, ενός μήνα από τη Ρωσία, γεγονός που υποδεικνύει και την άμεση εξάρτησή τους.

- Οι Βοσνία Ερζεγοβίνη, Ελλάδα, Εσθονία, Λετονία, Λιθουανία, Λουξεμβούργο και Σλοβενία, οι οποίες δεν έχουν δυνατότητα αποθήκευσης Φ/Α, είναι δύσκολο να επιτύχουν τη στρατηγική προμήθειά τους, γιατί μία απώλεια ακόμα και της τάξεως του 25% δίνει κανένα περιθώριο ικανοποίησης της ζήτησης. Επομένως δεν είναι εφικτό να αναγνωριστούν όρια επιτυχίας.

Αλγερία Στην περίπτωση που η Αλγερία είναι η χώρα προέλευσης από τους πίνακες V27, V28 και V29 προκύπτει ότι οι χώρες που επηρεάζονται από την προσομοίωση της διακοπής 1 μήνα, αλλά και που τα αποτελέσματά τους δεν είναι σε θέση να ικανοποιήσουν τους περιορισμούς του δείκτη ΣΠ και της πιθανότητας επιτυχίας, είναι η Πορτογαλία και η Σλοβενία.

Η έλλειψη δυναμικότητας αποθήκευσης και στις δύο χώρες, καθώς και τα αποτελέσματα που παρουσιάζουν, κάνουν δύσκολο τον καθορισμό ορίων επιτυχίας, με συνέπεια η διερεύνηση εναλλακτικών να είναι επιβεβλημένη.

Λιβύη Αντίστοιχη με τα προηγούμενα σενάρια διακοπών, είναι και η Λιβύη, όπου σύμφωνα με τον πίνακα V30 η Ιταλία είναι σε θέση να ικανοποιήσει τους περιορισμούς (1) και (2).

LNG Τέλος, από τους πίνακες V31, V32 και V33 προκύπτουν οι χώρες που επηρεάζονται και δεν καταφέρνουν να ικανοποιήσουν τους περιορισμούς του δείκτη ΣΠ και της πιθανότητας επιτυχίας, από μία διακοπή της προμήθειας LNG για 1 μήνα (ηπιότερος χειμώνας ζετίας), κατά 25%, 50% και 75%. Συγκεκριμένα για διακοπή 25% αυτές είναι το Βέλγιο, η Ελλάδα και η Πορτογαλία, για διακοπή 50% προστίθεται η Ισπανία και για διακοπή 75% προστίθεται και το ΗΒ.

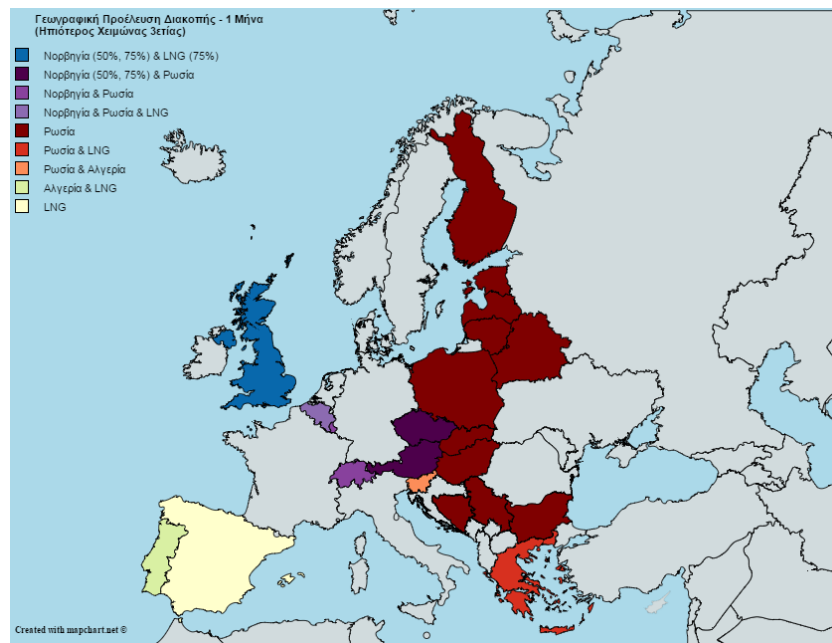
Τα όρια επιτυχίας έχουν ως εξής:

- Το Βέλγιο είναι σε θέση να ικανοποιήσει τη ζήτησή του μέσω επιτυχημένων στρατηγικών προμήθειας, εάν η απώλεια είναι $\leq 25\%$ και εφόσον το ΔΑ είναι $> 40\%$. Για την περίπτωση που ισχύει $75\% \leq$ απώλεια $\leq 50\%$ τότε οι πιθανότητες ολοένα και μειώνονται.
- Η Ελλάδα και η Πορτογαλία, ενώ στην περίπτωση της απώλειας 25%, έχουν αρκετά υψηλή πιθανότητα - όχι όμως ικανοποιητική - όσο μεγαλώνει το ποσοστό διακοπής τόσο μειώνεται η πιθανότητα και ο δείκτης γίνεται αρνητικός, δυσχεραίνοντας τη θέσπιση ορίων επιτυχίας.
- Η Ισπανία είναι σε θέση να ικανοποιήσει τη ζήτησή της εάν η απώλεια είναι $\leq 25\%$, εφόσον το ΔΑ είναι $> 50\%$. Εάν η απώλεια είναι 75% και το ΔΑ=70% τότε έχει 67% πιθανότητες να έχει μία πετυχημένη στρατηγική

προμήθειας.

- Το ΗΒ ξεκινάει να επηρεάζεται στην περίπτωση απώλειας του 75% του LNG, μπορεί όμως να ανταπεξέλθει σε μια τέτοια μείωση, εάν ΔΑ είναι > 40%.

Το Σχήμα V17 συνοψίζει όλες τις χώρες που, σύμφωνα με την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης Monte Carlo, παρουσίασαν πρόβλημα στην ικανοποίηση των στρατηγικών προμήθειάς τους, ανά γεωγραφική προέλευση διακοπής, για διακοπή 1 μήνα, κατά τη διάρκεια του ηπιότερου χειμώνα της ζετίας και για απώλεια 25%, 50% και 75%.



Σχήμα V17. Χώρες με μη Επιτυχημένες Στρατηγικές Προμήθειας (ανά γεωγραφική προέλευση διακοπής)

*Το σχήμα δημιουργήθηκε με τη βοήθεια του διαδικτυακού εργαλείου [Mapchart.net](http://mapchart.net)

V.5.4 Αξιολόγηση Κοινωνικοοικονομικού Κινδύνου Εφοδιασμού

Όπως έγινε φανερό και στην ενότητα V.5, αλλά και στο κεφάλαιο IV (σχήμα IV6) η συνιστώσα της αξιολόγησης αποτελείται από δύο επίπεδα αξιολόγησης, εκ των οποίων το πρώτο αναλύθηκε παραπάνω ενώ το δεύτερο το οποίο περιλαμβάνει την αξιολόγηση του κοινωνικοοικονομικού κινδύνου που μπορεί να ενέχει στο σύστημα εφοδιασμού Φ/Α της ΕΕ. Το δεύτερο επίπεδο αξιολόγησης απαρτίζεται από τη διαδικασία κατασκευής του δείκτη κοινωνικοοικονομικού κινδύνου ανά χώρα, καθώς και ανά διαδρομή [162], [208], [211], οι οποίες αναλύθηκαν εκτεταμένα στην ενότητα IV.4.3.

Ο υπολογισμός του δείκτη κοινωνικοοικονομικού κινδύνου για όλες τις χώρες που απαρτίζουν το σύστημα εφοδιασμού Φ/Α της ΕΕ, είτε πρόκειται για προμηθεύτριες μέσω αγωγών ή μέσω LNG, είτε για

προμηθευόμενες, βασίστηκε στο διαδικτυακό εργαλείο των Doukas et al. (2010) [1], το οποίο δημιουργήθηκε σύμφωνα με τις αρχές που αναλύθηκαν στην ενότητα IV.4.3.

Ο πίνακας V34 παρουσιάζει τα αποτελέσματα του δείκτη κοινωνικοοικονομικού κινδύνου για όλες τις χώρες που συμμετέχουν στο ευρωπαϊκό δίκτυο εφοδιασμού, συμπεριλαμβανομένων των εξωτερικών προμηθευτών είτε μέσω αγωγών είτε μέσω LNG.

Πίνακας V34. Δείκτης Κοινωνικοοικονομικού Κινδύνου Εφοδιασμού

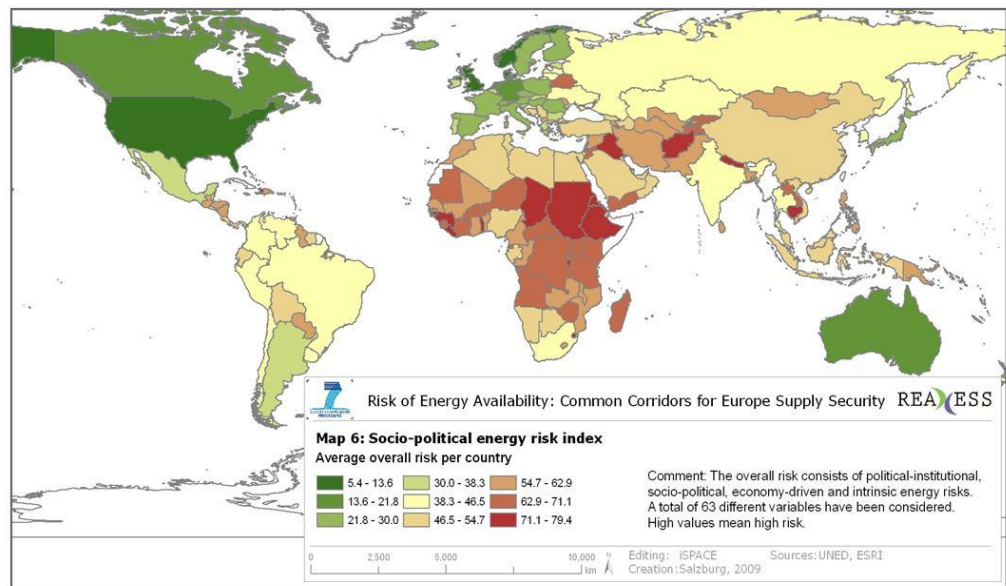
Χώρα (Με Αύξουσα Σειρά Κινδύνου)	Κοινωνικός Κίνδυνος	Ενεργειακός Κίνδυνος	Πολιτικός Κίνδυνος	Οικονομικός Κίνδυνος	Δείκτης Κοινωνικοοικονομικού Κινδύνου
Νορβηγία	0,00	13,30	2,30	6,10	5,40
Δανία	7,60	22,10	0,00	14,60	11,10
Ηνωμένο Βασίλειο	10,30	17,70	9,70	8,10	11,50
Ολλανδία	4,80	39,10	6,00	12,10	15,50
Γερμανία	7,40	38,20	9,90	13,50	17,30
Ιταλία	18,50	33,70	23,80	14,10	22,50
Σουηδία	6,60	78,30	1,10	18,40	26,10
Αυστρία	11,50	71,70	6,80	18,10	27,00
Ελβετία	5,60	79,90	3,60	22,10	27,80
Γαλλία	10,90	66,80	16,90	17,30	28,00
Πολωνία	27,50	38,80	29,10	16,70	28,00
Ρουμανία	36,10	18,10	37,70	22,70	28,60
Φινλανδία	7,80	89,90	0,80	16,10	28,70
Ισπανία	13,10	60,90	19,00	23,40	29,10
Δημοκρατία της Τσεχίας	21,00	58,70	22,40	17,80	30,00
Ουγγαρία	20,90	61,10	24,70	13,60	30,00
Βέλγιο	7,60	89,00	10,50	16,20	30,80
Ιρλανδία	9,20	82,80	5,50	28,70	31,50
Λουξεμβούργο	4,10	98,30	3,40	23,30	32,30
Πορτογαλία	15,10	84,20	17,50	16,80	33,40
Σλοβενία	18,70	80,50	15,80	19,70	33,70
Σλοβακία	22,20	77,10	22,60	16,70	34,60
Ελλάδα	27,20	64,70	27,70	21,00	35,20
Τρινιδάδ και Τομπάγκο	40,90	18,30	32,20	53,70	36,30
Βουλγαρία	33,20	60,50	35,40	22,90	38,00
Εσθονία	25,00	83,80	21,20	22,60	38,10
Ρωσία	59,60	1,80	58,60	36,10	39,00
Κροατία	28,40	72,50	35,50	22,80	39,10
Λιθουανία	26,60	91,80	23,80	21,10	40,80
Ουκρανία	43,80	36,10	51,00	32,60	40,90
Λετονία	30,60	88,20	25,30	19,70	40,90
Περου	38,90	39,80	43,90	48,40	42,80
Τουρκία	48,20	61,10	49,50	28,20	46,80
Ομάν	74,20	19,60	22,80	72,80	47,30
Αζερμπαϊτζάν	70,60	15,80	54,30	55,00	48,90
Κατάρ	73,60	7,60	24,50	91,00	49,20
Τυνησία	69,40	48,40	33,60	47,50	49,70
Αλγερία	69,00	9,80	62,70	57,40	49,70
Βοσνία Ερζεγοβίνη	43,20	77,70	49,30	29,40	49,90
Αίγυπτος	79,60	20,10	47,60	60,60	52,00
Λιβύη	87,10	10,40	52,20	60,20	52,50
Γεωργία	58,00	71,30	48,60	33,30	52,80
Νιγηρία	71,90	2,50	68,60	69,20	53,00
Σερβία	46,70	85,00	53,40	29,90	53,80
Ιράν	80,60	11,90	57,40	71,80	55,40
Μαρόκο	69,30	79,10	40,30	42,80	57,90
Λευκορωσία	78,70	87,70	48,20	40,00	63,60
Υεμένη	77,90	38,30	60,20	81,90	64,60

Ο παραπάνω πίνακας κατατάσσει τις χώρες του ευρωπαϊκού συστήματος εφοδιασμού σύμφωνα με το συνολικό κοινωνικοοικονομικό

κίνδυνο της κάθε μίας με σειρά αύξουσα από τον χαμηλότερα προς τον υψηλότερο κίνδυνο.

Τα συνολικά αποτελέσματα παρουσιάζονται εποπτικά στο σχήμα V18. Με έντονο κόκκινο χρώμα παρουσιάζονται οι χώρες που κατέγραψαν τον υψηλότερο κίνδυνο και αντίστοιχα με πράσινο οι χώρες με τον χαμηλότερο κοινωνικοοικονομικό κίνδυνο.

Γίνεται φανερό ότι ο δείκτης κοινωνικοοικονομικού κινδύνου για τις βασικές χώρες που προμηθεύουν την ΕΕ με Φ/Α, είτε μέσω αγωγών είτε μέσω LNG, κυμαίνεται από μέτριος έως αρκετά υψηλός.



Σχήμα V18. Αξιολόγηση Κοινωνικοοικονομικού Κινδύνου Εφοδιασμού (ανά γεωγραφική προέλευση διακοπής)

Πηγή: [1], [162], [211]

V.6 Εντοπισμός Εναλλακτικών Διαδρομών

Η παρούσα ενότητα έχει ως κύριο στόχο την παρουσίαση της 4^{ης} φάσης της εφαρμογής, δηλαδή τη χρήση της θεωρίας των γράφων και συγκεκριμένα του αλγορίθμου ελαχίστου κόστους, για τον εντοπισμό εναλλακτικών, βέλτιστων διαδρομών των χωρών που αναγνωρίστηκαν στην προηγούμενη ενότητα, προκειμένου να βρεθούν άλλες διαδρομές ικανές να ικανοποιήσουν τη ζήτηση Φ/Α τους, σε συνθήκες κρίσης.

Όπως έγινε φανερό και στην ενότητα IV.5.2 για την εφαρμογή του αλγορίθμου ελαχίστου κόστους, είναι απαραίτητα τα εξής:

1. Ο σχεδιασμός του ευρωπαϊκού συστήματος εφοδιασμού Φ/Α, σύμφωνα με τη θεωρία των γράφων.

2. Η σωστή προσαρμογή και αντιστοιχία του κόστους μεταφοράς με τον κίνδυνο ενεργειακού εφοδιασμού και την ποσότητα μεταφοράς μεταξύ δύο κόμβων, στη φυσική ποσότητα Φ/Α που μεταφέρεται από μία χώρα στην άλλη.

Σε σχέση με το (1) είναι σημαντικό να επισημανθούν ορισμένοι σχεδιαστικοί περιορισμοί.

Ένας γράφος πρέπει να έχει πάντα μόνο μια αρχή και ένα τέλος. Γι αυτό το λόγο σχεδιάστηκε ένας αρχικός κόμβος ο οποίος ονομάστηκε GAS. Σε άλλη περίπτωση δε θα ήταν δυνατό να βρεθούν οι βέλτιστες εναλλακτικές διαδρομές.

Σε κάθε τόξο υπάρχουν 2 κουτάκια με αριθμούς. Το πρώτο συμβολίζει το κόστος μεταφοράς (στο συγκεκριμένο πρόβλημα τον κοινωνικοοικονομικό κίνδυνο), ενώ το δεύτερο την ικανότητα μεταφοράς (στο συγκεκριμένο πρόβλημα τη φυσική ποσότητα ροής Φ/Α).

Στο σύστημα των γράφων, όλοι οι κόμβοι προσπαθούν να εξυπηρετήσουν τον κόμβο που υφίσταται την απώλεια ποσότητας χωρίς να λαμβάνουν υπόψη τους τον γενικευμένο αντίκτυπο που μπορεί να έχει η απώλεια ποσότητας.

Κατά το σχεδιασμό του ευρωπαϊκού συστήματος δεν ήταν εφικτά τα κάτωθι:

- Από ένα κόμβο να ξεκινάνε 2 τόξα που να καταλήγουν στον ίδιο κόμβο.
- Ανάμεσα σε 2 κόμβους να υπάρχουν τόξα με αντίθετη κατεύθυνση. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται ενδιάμεσοι (βοηθητικοί κόμβοι).

Αναφορικά με το (2) ο υπολογισμός του κοινωνικοοικονομικού κινδύνου ανάμεσα σε δύο κόμβους βασίστηκε στο διαδικτυακό εργαλείο των Doukas et al. (2010) [1], το οποίο έχει ως βάση τη διαδικασία κατασκευής, όπως αυτή παρουσιάζεται στο IV.4.3, ενώ η δεύτερη εναλλακτική συνάθροισής του χρησιμοποιήθηκε και σε εφαρμογή της θεωρίας των γράφων [145]. Σημειώνεται ότι για την περίπτωση παροχής LNG, όπως αναλύθηκε και στην ενότητα IV.3.3, λήφθηκαν υπόψη οι συναθροισμένες προμήθειες LNG, ανά προμηθευόμενη χώρα ενώ ο δείκτης κοινωνικοοικονομικού κινδύνου υπολογίστηκε ανάλογα.

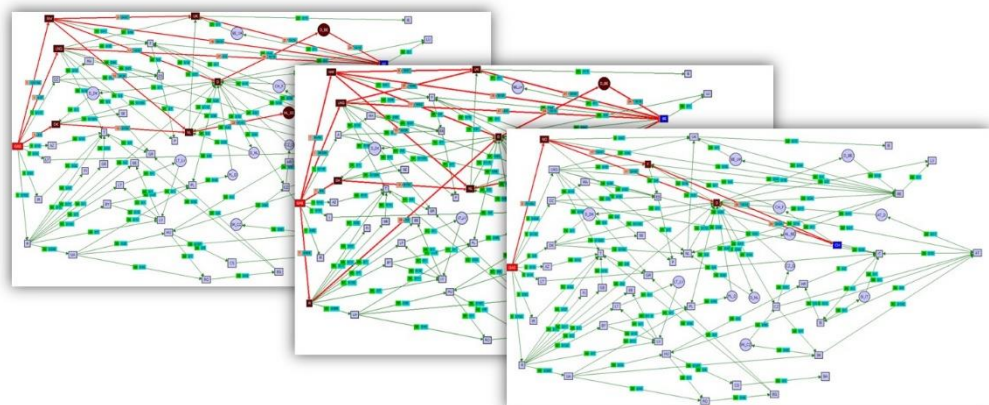
Για την υλοποίηση των παραπάνω χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Graph Magics [219], το οποίο εφαρμόστηκε σε κάθε σενάριο κρίσης με την αντίστοιχη προσαρμογή δεδομένων.

- 1 Ημέρα (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας).
- 15 Ημέρες (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας).

προμηθευτών χρειάζεται εύλογο χρονικό διάστημα να μεταφερθεί το Φ/Α από μία χώρα – μη όμορη – σε κάποια άλλη, μεταφορά που είναι πιθανό να υπερβαίνει τις δύο εβδομάδες [58]. Η κάλυψη των αναγκών Φ/Α σε τέτοιες, ξαφνικές, μικρής διάρκειας και μη αναμενόμενες περιπτώσεις που χρήζουν άμεσης ανταπόκρισης γίνεται από το σύστημα αποθήκευσης (εφόσον υπάρχει) των όμορων ή των κοντινότερων γεωγραφικά χωρών [58], [85]. Ως εκ τούτου στο συγκεκριμένο σενάριο θα δοθεί βάση στην αναγνώριση των χωρών αυτών.

Ακόμα δε λαμβάνονται υπόψη περιπτώσεις που ως προτεινόμενος εξωτερικός προμηθευτής εμφανίζεται η γεωγραφική προέλευση διακοπής. Επειδή αποτελεί την πηγή της κρίσης και δεν θα μπορούσε να προμηθεύσει επιπλέον ποσότητες, επιπρόσθετα γιατί στη διακοπή προμήθειας για 1 ημέρα, δε λαμβάνονται υπόψη οι διαδρομές από εξωτερικούς προμηθευτές. Αποτελέσματα όμως τέτοιου είδους είναι πλήρως αιτιολογημένα λόγω της παρούσας δομής του συστήματος γράφων. Αρχικά, για να προτείνεται ο εν λόγω προμηθευτής από τον αλγόριθμο, σημαίνει ότι έχει το χαμηλότερο κίνδυνο από τις λοιπές εναλλακτικές που προσμετρά το σύστημα. Επιπλέον όλο το σύστημα προσπαθεί να εξυπηρετήσει τον κόμβο που δεν είναι σε θέση να ικανοποιήσει τις ανάγκες του σε Φ/Α, δηλαδή την υπό εξέταση χώρα, ενώ παράλληλα οι ποσότητες που εξέρχονται από την εκάστοτε γεωγραφική προέλευση διακοπής, δεν μηδενίστηκαν, αλλά μειώθηκαν σταδιακά κατά 25%, 50% και 75%. Το γεγονός αυτό παρουσιάζει στο σύστημα ότι υπάρχει μια υπόλοιπη ποσότητα από την κάθε γεωγραφική προέλευση διακοπής, που μπορεί να διοχετευτεί χωρίς όμως να λαμβάνει υπόψη του ότι και άλλες χώρες ταυτόχρονα με την υπό εξέταση θέλουν να ικανοποιήσουν τη ζήτησή τους.

Κατά την εφαρμογή της θεωρίας των γράφων στο σενάριο διακοπής 1 ημέρας ανεξάρτητα από τη γεωγραφική προέλευση, οι βέλτιστες διαδρομές έχουν την απεικόνιση που φαίνεται στο Σχήμα V20.



Σχήμα V20. Βέλτιστες Διαδρομές

Το Graph Magics παρουσιάζει με κόκκινο χρώμα τη βέλτιστη διαδρομή ελαχίστου κοινωνικοοικονομικού κινδύνου. Οι συνολικές βέλτιστες

διαδρομές από όμορες χώρες όπως αυτές προέκυψαν από την εφαρμογή της θεωρίας των γράφων για τη διακοπή 1 ημέρας παρουσιάζονται στον πίνακα V35.

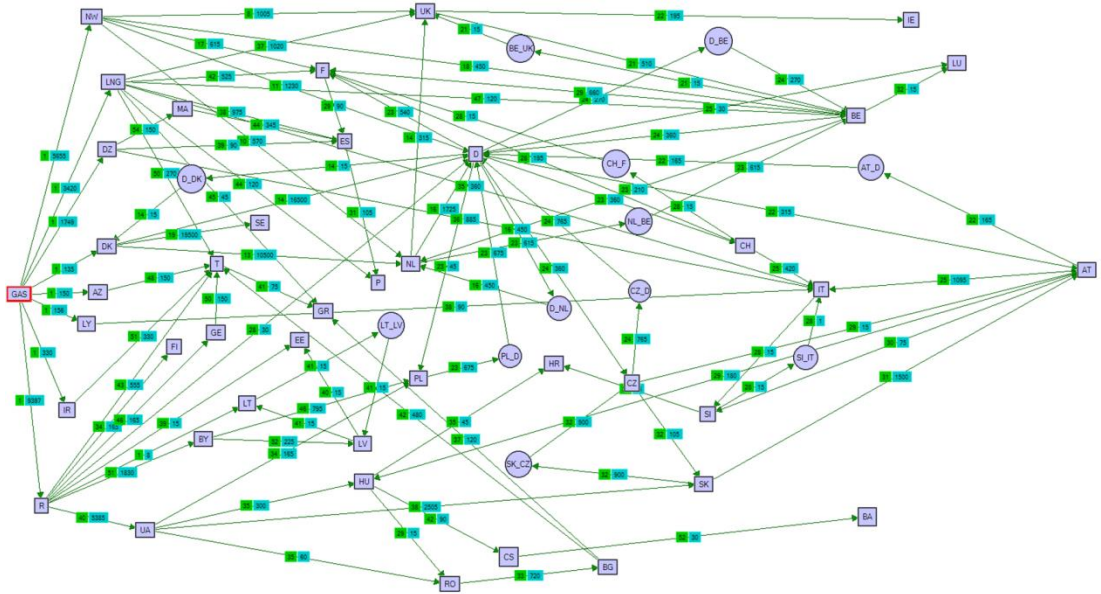
Η πρώτη στήλη του πίνακα V35 αναφέρει τη γεωγραφική προέλευση διακοπής ενώ η δεύτερη στήλη δείχνει την υπό μελέτη χώρα με τη συντομογραφία που χρησιμοποιήθηκε στο σύστημα γράφων. Η τρίτη στήλη αναφέρει το ποσοστό Φ/Α που είναι ανάγκη να αναπληρώσει η χώρα που μελετάται ή με άλλα λόγια η ποσότητα Φ/Α που έχασε λόγω της διακοπής ενώ η τελευταία στήλη δείχνει τις χώρες με τις οποίες είναι διασυνδεδεμένη η υπό μελέτη χώρα και τις οποίες ο αλγόριθμος προτείνει ως καταλληλότερες (έχοντας, συγκριτικά με τις λοιπές διασυνδέσεις το χαμηλότερο κοινωνικοοικονομικό κίνδυνο), για να συνδράμουν στην αναπλήρωση της απώλειας Φ/Α.

Πίνακας V35. Βέλτιστες Διαδρομές Όμορων Χωρών (Διακοπή 1 Ημέρα)

	Χώρα	Απώλεια%	Διαδρομές Όμορων Χωρών		Χώρα	Απώλεια%	Διαδρομές Όμορων Χωρών	
	Διακοπή: Νορβηγία	BE	50%, 75%		UK → BE	Διακοπή: Ρωσία	LT	25%, 50%, 75%
D → BE				LU	25%, 50%, 75%		BE → LU	
NL → BE				PL	50%, 75%		D → LU	
F → CH		D → PL						
D → CH		BY → PL						
UK		75%	BE → UK	UA → PL				
			NL → UK	HU → RO				
LU		25%, 50%, 75%	BE → LU	RO	25%, 50%, 75%		UA → RO	
			D → LU	RS	25%, 50%, 75%		HU → RS	
			UK → BE	SK	50%, 75%		CZ → SK	
D → BE	UA → SK							
NL → BE	IT → SI							
Διακοπή: Ρωσία	BA	25%, 50%, 75%	CS → BA	Διακοπή: Αγγλία	SI	25%, 50%, 75%	AT → SI	
			RO → BG				FI	25%, 50%, 75%
	BG	25%, 50%, 75%	F → CH		P	25%, 50%, 75%	ES → P	
			D → CH		SI	25%, 50%, 75%	AT → SI	
	T → GR	IT → SI						
	GR	50%, 75%	BG → GR		Διακοπή: LNG	GR	75%	T → GR
			LV → EE					BG → GR
	EE	25%, 50%, 75%	LT → LV					UK
			BY → LV		NL → UK			
	LV	25%, 50%, 75%	-		P	25%, 50%, 75%	ES → P	
-			-					

V.6.2 Εντοπισμός Εναλλακτικών Διαδρομών: Διακοπή 15 Ημερών (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας)

Το σχήμα V21 παρουσιάζει το ευρωπαϊκό σύστημα εφοδιασμού Φ/Α, ως σύνολο γράφων, έχοντας ως δεδομένα το σενάριο διακοπής 15 ημερών κατά τη διάρκεια του ψυχρότερου χειμώνα της ζετίας.



Σχήμα V21. Ευρωπαϊκό Σύστημα Εφοδιασμού Φ/Α (Διακοπή 15 Ημέρες)

Και στη συγκεκριμένη περίπτωση το πράσινο κουτάκι κάθε τόξου περιέχει το κοινωνικό οικονομικό κίνδυνο εφοδιασμού της διαδρομής μεταξύ δύο κόμβων ενώ το μπλε κουτάκι περιέχει τη φυσική ροή μεταξύ των δύο κόμβων τη 15^η μέρα της διακοπής. Η συγκεκριμένη ροή μειώνεται κατά 25%, 50% και 75%, ανά γεωγραφική προέλευση, προκειμένου ο αλγόριθμος να υποδείξει τις κατάλληλες διαδρομές ελαχίστου κόστους. Σε χώρες όπου η διαδρομή δεν άλλαξε για όλα τα ποσοστά απώλειας, παρουσιάζεται η χειρότερη περίπτωση της απώλειας 75%. Τα τόξα πριν τους κύριους προμηθευτές Φ/Α περιέχουν στο πράσινο κουτάκι την τιμή μηδέν - ο κόμβος GAS είναι εικονικός - και στο μπλε κουτάκι την ποσότητα Φ/Α (σε mcm) που μεταφέρθηκε κατά τη διάρκεια της 15^{ης} ημέρας του χειμώνα του 2011.

Στην περίπτωση του σεναρίου διακοπής 15 ημερών δε λαμβάνονται υπόψη οι διαδρομές που δίνουν τη δυνατότητα επιπλέον προμήθειας από εξωτερικό προμηθευτή, προκειμένου να αντισταθμιστεί η απώλεια εξαιτίας της χρονικής διάρκειας που χρειάζεται η μεταφορά Φ/Α από τους εξωτερικούς προμηθευτές στη χώρα που κάθε φορά επηρεάζεται. Η κάλυψη των αναγκών Φ/Α σε τέτοιες, περιπτώσεις που χρήζουν άμεσης ανταπόκρισης γίνεται από το σύστημα αποθήκευσης (εφόσον υπάρχει) των όμορων ή των κοντινότερων γεωγραφικά χωρών [58], [85].

Ο τρόπος που το Graph Magics παρουσιάζει τα αποτελέσματα των βέλτιστων διαδρομών παρουσιάστηκε στο σχήμα V20 και φυσικά παραμένει ίδιος και στο σενάριο διακοπής 15 ημερών. Ο πίνακας V49 συνοψίζει τις βέλτιστες διαδρομές μεταξύ όμορων χωρών για το συγκεκριμένο σενάριο.

Στον πίνακα V36 φαίνεται η συσσωρευτική επίδραση των 15 ημερών, αφού, σε σχέση με τον πίνακα V35 εμφανίζονται νέες χώρες οι οποίες

αξιολογήθηκαν αρνητικά για την ικανοποίηση των αναγκών τους σε Φ/Α, ιδιαίτερα όταν η απώλεια Φ/Α είναι της τάξεως του 75% (Γαλλία, Γερμανία, Δημοκρατία της Τσεχίας, Ιταλία), για τις οποίες οι εντοπισμένες διαδρομές υπερβαίνουν τη μία, αυξάνοντας έτσι την περίπτωση εύρεσης εναλλακτικής διόδου.

Πίνακας V36. Βέλτιστες Διαδρομές Όμορων Χωρών (Διακοπή 15 Ημέρες)

	Χώρα	Απώλεια%	Διαδρομές Όμορων Χωρών		Χώρα	Απώλεια%	Διαδρομές Όμορων Χωρών			
	Διακοπή: Νορβηγία	BE	25%, 50%, 75%		UK → BE	Διακοπή: Ρωσία	BY	25%, 50%, 75%	-	
D → BE				LT	25%, 50%, 75%		LV → LT			
NL → BE				LU	25%, 50%, 75%		BE → LU			
BE → F		D → LU								
D → F		AT → HU								
F		75%	CH → F	HU	50%, 75%		UA → HU			
			F → CH				D → PL			
CH		25%, 50%, 75%	D → CH	PL	50%, 75%		BY → PL			
			BE → UK				UA → PL			
UK		25%, 50%, 75%	NL → UK				Διακοπή: Αλγερία	P	25%, 50%, 75%	HU → RO
	BE → LU		UA → RO							
LU	25%, 50%, 75%	D → LU	RS	25%, 50%, 75%	HU → RS					
		UK → BE	SK	25%, 50%, 75%	CZ → SK					
BE	25%, 50%, 75%	D → BE	SI	25%, 50%, 75%	IT → SI					
		NL → BE			AT → SI					
		CS → BA			FI	25%, 50%, 75%				-
BA	25%, 50%, 75%	RO → BG	Διακοπή: Ρωσία	IT	75%	AT → IT				
						BE → D				SI → IT
						NL → D				CH → IT
						PL → D	P	25%, 50%, 75%	ES → P	
						CZ → D	SI	25%, 50%, 75%	AT → SI	
AT → D	IT → SI									
D	75%	D → CZ				Διακοπή: LNG	BE	25%, 50%, 75%	UK → BE	
									SK → CZ	D → BE
CZ	75%	F → CH							NL → BE	
		D → CH							T → GR	
CH	25%, 50%, 75%	T → GR	GR	25%, 50%, 75%	BG → GR					
		D → CH			BE → UK					
GR	50%, 75%	BG → GR	UK	25%, 50%, 75%	NL → UK					
		LV → EE			P				25%, 50%, 75%	ES → P
EE	25%, 50%, 75%	LT → LV	LV	25%, 50%, 75%	BY → LV					

V.6.3 Εντοπισμός Εναλλακτικών Διαδρομών: Διακοπή 1 Μήνα (Ηπιότερος Χειμώνας ζετίας)

Το τελευταίο σενάριο αφορά στη διακοπή 1 μήνα κατά τη διάρκεια του ηπιότερου χειμώνα της ζετίας, από σειρά γεωγραφικών προελεύσεων. Το σχήμα V22 παρουσιάζει το ευρωπαϊκό σύστημα εφοδιασμού σχεδιασμένο με τη βοήθεια των γράφων και προσαρμοσμένο στα ανάλογα δεδομένα.

ηπιότερου χειμώνα της ζετίας.

Πίνακας V37. Βέλτιστες Διαδρομές Όμορων & Εξωτερικών Προμηθευτών (Διακοπή 1 Μήνα)

	Χώρα	Απώλεια%	Διαδρομές Όμορων Χωρών	Διαδρομές Εξωτερικών Προμηθευτών		Χώρα	Απώλεια%	Διαδρομές Όμορων Χωρών	Διαδρομές Εξωτερικών Προμηθευτών
Διακοπή: Νορβηγία	AT	50%, 75%	SK → AT	R → UA → SK → AT DZ → IT → AT	Διακοπή: Ρωσία	EE	25%, 50%, 75%	LV → EE	-
			IT → AT			LV	25%, 50%, 75%	LT → LV	-
			D → AT			BY	25%, 50%, 75%	-	-
	BE	25%, 50%	UK → BE	LNG → BE DK → NL → BE		LT	25%, 50%, 75%	LV → LT	-
			D → BE	LNG → UK → BE LNG → BE DK → NL → BE R → D → BE		LU	25%, 50%, 75%	BE → LU D → LU	NW → BE → LU NW → D → LU
	75%	NL → BE	HU			75%	AT → HU UA → HU	NW → D → AT → HU	
		CZ	50%, 75%	D → CZ SK → CZ			PL	25%, 50%, 75%	D → PL BY → PL UA → PL
	CH	25%, 50%, 75%	F → CH D → CH	-		RS	25%, 50%, 75%	HU → RS	NW → D → AT → HU → RS
	UK	50%	BE → UK NL → UK	LNG → UK		SK	25%, 50%, 75%	CZ → SK UA → SK	NW → D → CZ → SK
			75%	BE → UK NL → UK		LNG → UK LNG → BE → UK LNG → NL → UK DK → D → NL → UK R → D → NL → UK	SI	25%, 50%, 75%	IT → SI AT → SI
LU	25%, 50%, 75%	BE → LU D → LU	-	FI	25%, 50%, 75%	-	-		
Διακοπή: Ρωσία	AT	25%, 50%, 75%	D → AT	NW → D → AT NW → D → CZ → SK → AT DZ → IT → AT	Διακοπή: Αλγερία	P	25%, 50%, 75%	ES → P	LNG → P
			SK → AT			SI	25%, 50%, 75%	AT → SI IT → SI	NW → D → AT → SI
			IT → AT			BE	25%, 50%, 75%	UK → BE D → BE NL → BE	NW → UK → BE NW → BE NW → D → BE NW → D → NL → BE LNG → BE LNG → NL → BE
	BE	25%, 50%, 75%	UK → BE D → BE NL → BE	NW → UK → BE NW → BE NW → D → BE NW → D → NL → BE BE NW → NL → BE					
			BA	25%, 50%, 75%				CS → BA	NW → D → AT → HU → RS → BA
	BG	25%, 50%, 75%	RO → BG	-		GR	25%, 50%, 75%	T → GR BG → GR	R → T → GR R → UA → RO → BG → GR
	CZ	25%, 50%, 75%	D → CZ SK → CZ	NW → D → CZ NW → NL → D → CZ DK → D → CZ		UK	75%	BE → UK NL → UK	NW → UK NW → BE → UK NW → NL → UK
			CH	25%, 50%, 75%				F → CH D → CH	NW → F → CH NW → D → CH
	GR	25%, 50%, 75%	T → GR BG → GR	LNG → GR		P	25%, 50%, 75%	ES → P	DZ → ES → P

Το ενδιαφέρον σε αυτό το σημείο, είναι η πέμπτη στήλη του πίνακα που περιέχει τις διαδρομές που εντόπισε ο αλγόριθμος ελαχίστου κόστους από εξωτερικούς προμηθευτές αφού η χρονική διάρκεια της διακοπής στο συγκεκριμένο σενάριο επιτρέπει και επιβάλλει την προσμέτρησή τους.

V.7 Έλεγχος Φυσικής & Τεχνικής Δυναμικότητας Διαδρομών

Η παρούσα ενότητα παρουσιάζει τις δύο τελευταίες φάσεις (Φάση 5 και Φάση 6) της εφαρμογής της προτεινόμενης μεθοδολογίας, οι οποίες διενεργούνται παράλληλα για κάθε σενάριο κρίσης προμήθειας Φ/Α.

Έπειτα από τον εντοπισμό των εναλλακτικών διαδρομών ελαχίστου κινδύνου μέσω της θεωρίας των γράφων, (Πίνακες V35, V36, V37), διενεργούνται έλεγχοι φυσικής και τεχνικής δυναμικότητας σε κάθε διαδρομή, προκειμένου να διερευνηθεί αφενός κατά πόσο υπάρχει η απαιτούμενη προς μεταφορά ποσότητα και αφετέρου κατά πόσο το σύστημα εφοδιασμού Φ/Α ανά περιοχή διαθέτει την απαραίτητη ευελιξία μεταφοράς των ελλিপών ποσοτήτων χωρίς να διαταραχθούν οι ανεπηρέαστες ροές – συμβόλαια προμήθειας ή/και διαμετακόμισης μεταξύ χωρών.

Το θεωρητικό υπόβαθρο της ακολουθούμενης προσέγγισης τόσο της φυσικής όσο και της τεχνικής δυναμικότητας, αναλύθηκε στις ενότητες IV.5.3 και IV.5.4 αντίστοιχα. Συνοπτικά αναφέρεται ότι για τον έλεγχο φυσικής δυναμικότητας χρησιμοποιήθηκε ο τροποποιημένος δείκτης N-1 της ΕΕ, E_OUT_x , συμπεριλαμβάνοντας το δυναμικό αποδέσμευσης αποθηκευμένου Φ/Α (E_{UGS}) [45], ενώ για τον έλεγχο τεχνικής δυναμικότητας χρησιμοποιείται ο δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας (δείκτης ΥΕ) σε επίπεδο περιοχής [10]. Για τον υπολογισμό του δείκτη ΥΕ χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα τόσο σχετικά με τη φυσική ροή Φ/Α μεταξύ των χωρών [212], [213], [214], όσο και δεδομένα που παρέχονται από τον ENTSOG σχετικά με τις διαθέσιμες δυναμικότητες μεταξύ των χωρών [251], [252].

Η λογική διαδικασία ελέγχου φυσικής και τεχνικής δυναμικότητας μεταβάλλεται ελαφρώς ανά σενάριο διακοπής, που οφείλεται αφενός στα διαφορετικά δεδομένα που χρησιμοποιούνται ανά σενάριο ($\Delta A=100\%$, $\Delta A=80\% - 50\%$, $\Delta A=70\% - 40\%$) και αφετέρου στο διαφορετικό θεωρητικό υπόβαθρο του εκάστοτε σεναρίου (δυνατότητα προμήθειας από εξωτερικό προμηθευτή ή όχι).

Επιπλέον είναι σημαντικό να τονιστεί πως και στην περίπτωση ελέγχου φυσικής και τεχνικής δυναμικότητας, ο έλεγχος έγινε προσμετρώντας το γενικευμένο αντίκτυπο που μπορεί να έχει το εκάστοτε σενάριο κρίσης στο σύνολο των επηρεαζόμενων χωρών. Για παράδειγμα υπάρχει περίπτωση ο αλγόριθμος ελαχίστου κινδύνου να εντοπίζει μία συγκεκριμένη όμορη χώρα, ως κατάλληλη για αναπλήρωση της απώλειας παραπάνω από μία φορές. Έτσι οι έλεγχοι συγκρατούν τις φορές και ποσότητες που η συγκεκριμένη όμορη χώρα παρείχε και τις προσμετρούν σε κάθε νέο έλεγχο.

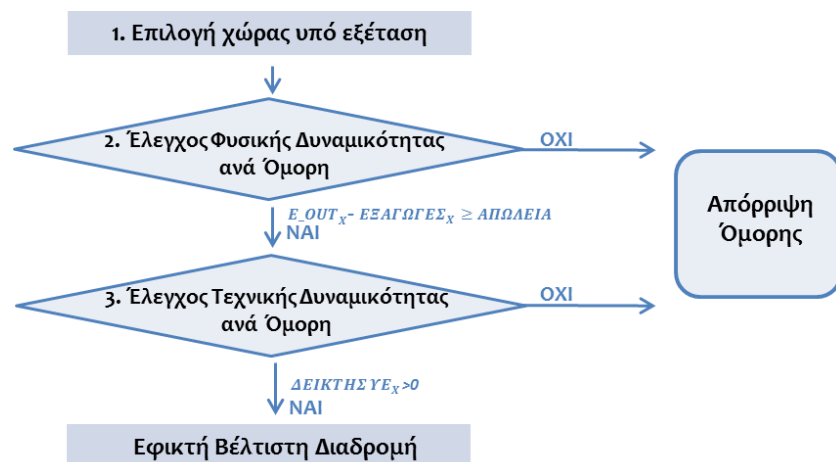
Οι παρακάτω ενότητες παρουσιάζουν τους ελέγχους δυναμικότητας ανά σενάριο κρίσης:

- Διακοπή 1 ημέρας (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας)
- Διακοπή 15 ημερών (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας)
- Διακοπή 1 μήνα (Ηπιότερος Χειμώνας ζετίας)

IV.7.1 Έλεγχος Φυσικής & Τεχνικής Δυναμικότητας Διαδρομών: Διακοπή 1 Ημέρας (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας)

Εισαγωγικά

Προκειμένου να γίνουν κατανοητά τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης φάσης της εφαρμογής, είναι απαραίτητο να σημειωθεί ότι οι έλεγχοι φυσικής και τεχνικής δυναμικότητας και η αξιολόγηση αυτών (θετικοί ή αρνητικοί) ακολουθούν τη διαδικασία του σχήματος V23. Σημειώνεται ότι οι έλεγχοι αναφέρονται στο σενάριο κρίσης 1 ημέρας κατά τη διάρκεια του ψυχρότερου χειμώνα της ζετίας, στο οποίο θεωρείται $\Delta A=100\%$, ενώ δεν υπάρχει το χρονικό περιθώριο προμήθειας από εξωτερικό προμηθευτή.



Σχήμα V23. Έλεγχοι Δυναμικότητας (Διακοπή 1 Ημέρα)

Αρχικά ελέγχεται η φυσική δυναμικότητα από τις όμορες προς την εκάστοτε χώρα που εξετάζεται. Εάν ο έλεγχος είναι αρνητικός τότε η όμορη απορρίπτεται αφού δεν μπορεί να παρέχει στην χώρα υπό εξέταση την ποσότητα Φ/A προς αντικατάσταση της απώλειας. Εάν ο έλεγχος αποβεί θετικός τότε εξετάζεται και η τεχνική δυναμικότητα ανά όμορη. Εάν ο έλεγχος είναι αρνητικός, δηλαδή εάν ο δείκτης $YE < 0$ και δεν υπάρχει η ευελιξία μεταφοράς της απώλειας χωρίς να διαταραχθούν οι υπόλοιπες ροές, τότε η όμορη απορρίπτεται. Αν όμως ο έλεγχος είναι θετικός τότε η διαδρομή από την όμορη κρίνεται εφικτή και προσμετράται ως επιπρόσθετη προμήθεια, αν χρειαστεί, στους μετέπειτα ελέγχους εντός του σεναρίου.

Παράλληλα είναι σημαντικό να τονιστεί ότι όπως έχει οριστεί το πλαίσιο υλοποίησης των σεναρίων προϋποθέτει την εξυπηρέτηση τυχόν συμβολαίων εξαγωγών πριν την οποιαδήποτε επαναδρομολόγηση,

συμβολή προς αναπλήρωση απώλειας κ.ο.κ., γεγονός που λαμβάνεται υπόψη στον έλεγχο φυσικής δυναμικότητας.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι έλεγχοι φυσικής και τεχνικής δυναμικότητας ανά γεωγραφική προέλευση σύμφωνα με το σενάριο κρίσης 1 ημέρας. Σε συμφωνία με τις προηγούμενες ενότητες παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των αντίστοιχων χωρών. Τα αποτελέσματα των ελέγχων για όλες τις χώρες του σεναρίου, παρουσιάζονται στο Παράρτημα VI.

Νορβηγία Στον πίνακα V38 παρουσιάζονται τα στοιχεία του ελέγχου για την Ελβετία.

Πίνακας V38. Έλεγχοι Δυναμικότητας προς Ελβετία (Διακοπή 1 Ημέρα)

Διακοπή: Νορβηγία	Απώλεια% (μπαήμέρα)	Από (Όμορες)	Προς	Ε. ΟΥΤ _{Όμορες} μπαήμέρα	Φυσική Δυναμικότητα	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
	25% (0,47)		F	CH	222,04	✓	36,92
D			397,17		✓	53,32	✓
50% (0,94)	F	204,42	✓		34,65	✓	
	D	368,19	✓		52,43	✓	
75% (1,40)	F	186,80	✓		32,43	✓	
	D	339,22	✓		51,57	✓	

Στην περίπτωση της Ελβετίας υπάρχει η φυσική δυναμικότητα μεταφοράς της απώλειας, τόσο από τη Γαλλία όσο και από τη Γερμανία. Παράλληλα, από τον Πίνακα ΠΝΙ1 του Παραρτήματος VI, φαίνεται ότι τόσο η Γαλλία όσο και η Γερμανία ικανοποιούν τις υποχρεώσεις τους για εξαγωγές ενώ η Γερμανία ικανοποιεί και επιπρόσθετες προμήθειες προς κάλυψη απωλειών του Βελγίου και της Ελβετίας εντός σεναρίου.

Εξάλλου θετικός είναι και ο έλεγχος τεχνικής δυναμικότητας, γιατί ο δείκτης ΥΕ παρουσιάζει μεγάλα περιθώρια ευελιξίας και στις δύο περιπτώσεις όμορων. Ο πίνακας ΠΝΙ1, στο παράρτημα VI παρουσιάζει και τις λεπτομέρειες κατασκευής του.

Ρωσία Η περίπτωση του Βελγίου με τους ελέγχους δυναμικότητας του παρουσιάζεται στον πίνακα V39 ενώ για τις υπόλοιπες χώρες που επηρεάζονται από το συγκεκριμένο σενάριο, οι έλεγχοι είναι διαθέσιμοι στο Παράρτημα VI.

Πίνακας V39. Έλεγχοι Δυναμικότητας προς Βέλγιο (Διακοπή 1 Ημέρα)

Διακοπή: Ρωσία	Απώλεια% (μπαήμέρα)	Από (Όμορες)	Προς	Ε. ΟΥΤ _{Όμορες} μπαήμέρα	Φυσική Δυναμικότητα	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
	50% (11,38)		UK	BE	94,30	✓	22,09
D			363,08		✓	27,22	✓
NL			389,46		✓	51,21	✓
75% (17,07)	UK	94,3	✓		12,37	✓	
	D	331,55	✓		12,89	✓	
	NL	385,81	✓		45,86	✓	

Όπως γίνεται φανερό και οι τρεις όμορες (HB, Γερμανία, Ολλανδία) διαθέτουν τόσο τη φυσική όσο και την τεχνική δυναμικότητα να παρέχουν ποσότητα Φ/Α ίση με μια διακοπή από τη Ρωσία της τάξης του 50% και 75% προς το Βέλγιο. Όπως φαίνεται και στον πίνακα ΠΝ2 του Παραρτήματος V, εντός του ίδιου σεναρίου μόνο η Γερμανία παρουσιάζει τη δυνατότητα επιπρόσθετης προμήθειας προς την Ελβετία και το Λουξεμβούργο ενώ και οι τρεις όμορες διαθέτουν ικανοποιητικά επίπεδα ΥΕ, καθιστώντας τον έλεγχο τεχνικής δυναμικότητας θετικό.

Αλγερία

Στην περίπτωση διακοπής από την Αλγερία εντός του σεναρίου κρίσης 1 ημέρας, παρουσιάζονται στον πίνακα V40 οι έλεγχοι της Πορτογαλίας.

Πίνακας V40. Έλεγχοι Δυναμικότητας προς Πορτογαλία (Διακοπή 1 Ημέρα)

Διακοπή: Αλγερία	Απώλεια% (ημερήσια)	Από (Όμορες)	Προς	E_{OUT} Όμορης ημερήσια	Φυσική Δυναμικότητα	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
	25% (1,21)	ES	P	163,34	✓	48,92	✓
	50% (2,42)	ES		155,77	✓	40,97	✓
	75% (3,64)	ES		148,20	✓	33,03	✓

Η εναλλακτική διαδρομή παροχής της απώλειας από την Ισπανία είναι εφικτή, αναφορικά τόσο με τη φυσική όσο και με την τεχνική δυναμικότητα και με την προϋπόθεση η Ισπανία να έχει ικανοποιήσει τις συμβατικές της υποχρεώσεις σε εξαγωγές. Ο πίνακας ΠΝ13 του παραρτήματος VI δείχνει αναλυτικά την διαδικασία των ελέγχων.

Λιβύη

Σύμφωνα και με τις προηγούμενες ενότητες, στην περίπτωση διακοπής από τη Λιβύη η μόνη χώρα που επηρεάζεται είναι η Ιταλία που μπορεί να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις σε Φ/Α (Πίνακας V3) και άρα δε διενεργήθηκε το συγκεκριμένο στάδιο στη συγκεκριμένη περίπτωση.

LNG

Τέλος, στην περίπτωση υλοποίησης του σεναρίου κρίσης στην προμήθεια LNG, οι έλεγχοι για το HB παρουσιάζονται στον πίνακα V41, ενώ ο πίνακας ΠΝ14 του Παραρτήματος VI περιέχει τους ελέγχους και τις λεπτομέρειες τους για το σύνολο των χωρών που επηρεάζονται.

Πίνακας V41. Έλεγχοι Δυναμικότητας προς HB (Διακοπή 1 Ημέρα)

Διακοπή: LNG	Απώλεια% (ημερήσια)	Από (Όμορες)	Προς	E_{OUT} Όμορης	Φυσική Δυναμικότητα	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
	75% (50,96)	BE*	UK	15,65	✗	30,65	✓
NL*		396,76		✓	-55,75*	✗	

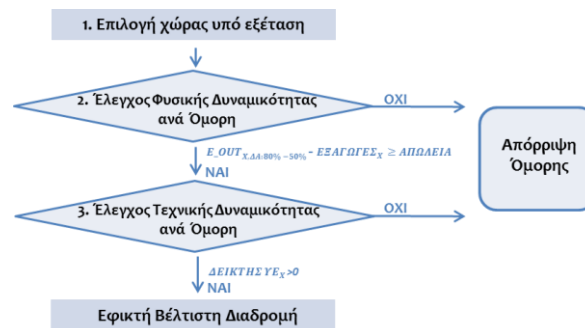
*Δυνατότητα εναλλακτικής δρομολόγησης εντός ίδιας διαδρομής

Για την κάλυψη της απώλειας του HB συμβαίνει το εξής οξύμωρο. Ενώ το Βέλγιο δε διαθέτει τη φυσική δυναμικότητα και θα έπρεπε να απορριφθεί και άρα να μην εξεταστεί η τεχνική του δυναμικότητα, η

Ολλανδία που έχει φυσική δυναμικότητα, δε διαθέτει τεχνική δυναμικότητα. Στην περίπτωση αυτή είναι εφικτή, από άποψη τεχνικής δυναμικότητας η εναλλακτική δρομολόγηση μεταξύ των χωρών ελαχίστου κινδύνου, δηλαδή παροχή της ποσότητας της απώλειας από την Ολλανδία προς το Βέλγιο και από το Βέλγιο που διαθέτει την τεχνική δυναμικότητα προς το ΗΒ. Σημειώνεται ότι ο Δείκτης ΥΕ από NL προς ΒΕ είναι 14,01%.

V.7.2 Έλεγχος Φυσικής & Τεχνικής Δυναμικότητας Διαδρομών: Διακοπή 15 Ημερών (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας)

Εισαγωγικά Η διαδικασία του ελέγχου φυσικής και τεχνικής δυναμικότητας, καθώς και η αξιολόγηση αυτών παρουσιάζεται στο σχήμα V24.



Σχήμα V24. Έλεγχοι Δυναμικότητας (Διακοπή 15 Ημέρες)

Η μόνη διαφορά με το σενάριο κρίσης 1 ημέρας έγκειται στον υπολογισμό του δείκτη E_OUT_x , διαδοχικά για κάθε μείωση του ποσοστού ΔΑ από 80% έως 50% της όμορης χώρας X. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει περίπτωση όσο μειώνεται το ΔΑ να μειώνεται και η φυσική δυναμικότητα της κάθε όμορης χώρας. Στην περίπτωση που όλοι οι δείκτες E_OUT_x (ΔΑ: 80%, 70%, 60%, 50%) κριθούν αρνητικά, τότε η όμορη απορρίπτεται και δεν ελέγχεται η τεχνική της δυναμικότητα. Σε περίπτωση όμως που έστω και ένας δείκτης κριθεί θετικά, τότε ελέγχεται και η τεχνική δυναμικότητα, με δεδομένο ότι οι συνθήκες παροχής, όσον αφορά το ποσοστό δυναμικότητας αποδέσμευσης δεν μπορούν να είναι γνωστές εκ των προτέρων.

Νορβηγία Αντίστοιχα με το προηγούμενο σενάριο, ο πίνακας V42 παρουσιάζει τους ελέγχους για την περίπτωση της Νορβηγίας ενώ ο πίνακας ΠV15 του παραρτήματος VI παρουσιάζει τους ελέγχους όλων των επηρεαζόμενων χωρών.

Πίνακας V42. Έλεγχοι Δυναμικότητας προς Ελβετία (Διακοπή 15 Ημερών)

Διακοπή: Νορβηγία	Απώλεια% (παινή/ήμέρα)	Από (Όμορες)	Προς	E. OUT Όμορης ΔΑ80	E. OUT Όμορης ΔΑ70	E. OUT Όμορης ΔΑ60	E. OUT Όμορης ΔΑ50	Φυσική Δυναμικότητα	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
	25% (7,01)	F	D	CH	2.508,59	2.097,59	1.686,59	1.275,59	✓	36,93
4.647,07					3.991,87	3.336,67	2.681,47	✓	53,32	✓
50% (14,03)	F	D	CH	2.244,30	1.833,30	1.422,30	1.011,30	✓	34,68	✓
				4.212,41	3.557,21	2.902,01	2.246,81	✓	52,44	✓
75% (21,04)	F	D	CH	1.980,02	1.569,02	1.158,02	747,02	✓	32,42	✓
				3.777,76	3.122,56	2.467,36	1.812,16	✗	51,56	✓

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, και οι δύο εναλλακτικές της Ελβετίας (Γερμανία, Γαλλία) διαθέτουν τη φυσική δυναμικότητα να καλύψουν την απώλεια Φ/Α, αφού εκπληρώσουν τις συμβατικές εξαγωγές τους. Μόνο η Γερμανία για ΔΑ=50%, ενώ εκπληρώνει συμβατικές εξαγωγές και επιπρόσθετη προμήθεια προς Γαλλία (Πίνακας ΠΝ5) δεν είναι σε θέση να ανταποκριθεί. Ανεξάρτητα από αυτό, όμως και παρότι θεωρείται ότι η προμήθεια ικανοποιείται από τη Γαλλία η οποία έχει θετικά αποτελέσματα σε όλους τους ελέγχους, ελέγχεται και η τεχνική δυναμικότητα της Γερμανίας για την περίπτωση που το ΔΑ είναι μεγαλύτερο από 50%. Ο έλεγχος αυτός κρίνεται θετικός ενώ οι λεπτομέρειες κατασκευής του φαίνονται στον Πίνακα ΠΝ5.

Ρωσία

Ο πίνακας V43 παρουσιάζει τους ελέγχους φυσικής και τεχνικής δυναμικότητας για το Βέλγιο ενώ αντίστοιχα το σύνολο των χωρών που επηρεάζονται από το σενάριο διακοπής προμήθειας 15 ημερών από τη Ρωσία, παρουσιάζονται στον πίνακα ΠΝ16 του Παραρτήματος VI.

Πίνακας V43. Έλεγχοι Δυναμικότητας προς Βέλγιο (Διακοπή 15 Ημερών)

Διακοπή: Ρωσία	Απώλεια% (παινή/ήμέρα)	Από (Όμορες)	Προς	E. OUT Όμορης ΔΑ80	E. OUT Όμορης ΔΑ70	E. OUT Όμορης ΔΑ60	E. OUT Όμορης ΔΑ50	Φυσική Δυναμικότητα	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
	25% (85,35)	UK	D	BE	1.158,23	1.030,10	901,97	773,84	✓	31,79
4.608,72					3.953,52	3.298,32	2.643,12	✓	41,53	✓
5.239,58					4.927,28	4.604,18	4.281,08	✓	56,55	✓
50% (170,69)	UK	D	BE	1.158,23	1.030,10	901,97	773,84	✓	22,08	✓
				4.135,71	3.480,51	2.825,31	2.170,11	✓	27,21	✓
				5.184,84	4.872,54	4.549,44	4.226,34	✓	51,21	✓
75% (256,04)	UK	D	BE	1.158,23	1.030,10	901,97	773,84	✓	12,36	✓
				3.662,70	3.007,50	2.352,30	1.697,10	✓	12,88	✓
				5.130,10	4.817,80	4.494,70	4.171,60	✓	45,86	✓

Όπως και στο προηγούμενο σενάριο της 1 ημέρας, έτσι στο σενάριο αυτό, οι τρεις όμορες (Γερμανία, Ολλανδία, ΗΒ) διαθέτουν τόσο τη φυσική όσο και την τεχνική δυναμικότητα να καλύψουν τυχόν απώλεια Φ/Α στο Βέλγιο. Από τις όμορες η Γερμανία χρησιμεύει για την εξυπηρέτηση και αναπλήρωση της απώλειας και άλλων χωρών εντός σεναρίου, (Δημοκρατία της Τσεχίας, Ελβετία, Λουξεμβούργο, Πολωνία).

Αλγερία

Στην περίπτωση διακοπής της προμήθειας Φ/Α για 15 ημέρες από την Αλγερία, ο πίνακας V44 παρουσιάζει τους ελέγχους για την Πορτογαλία ενώ στον πίνακα ΠΝ17 του Παραρτήματος VI παρατίθενται οι έλεγχοι τεχνικής και φυσικής δυναμικότητας και το σύνολο των επηρεαζόμενων χωρών.

Πίνακας V44. Έλεγχοι Δυναμικότητας προς Πορτογαλία (Διακοπή 15 Ημερών)

Διακοπή: Αλγερία	Απώλεια% (ημερήσιο)	Από (Όμορες)	Προς	E_OUT_Όμορης ΔΑ80	E_OUT_Όμορης ΔΑ70	E_OUT_Όμορης ΔΑ60	E_OUT_Όμορης ΔΑ50	Φυσική Δυναμικότητα	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
	25% (18,18)	ES	P	1.912,50	1.643,70	1.374,90	1.106,10	✓	48,90	✓
	50% (36,36)	ES		1.798,96	1.530,16	1.261,36	992,56	✓	40,95	✓
	75% (54,54)	ES		1.685,43	1.416,63	1.147,83	879,03	✓	32,99	✓

Η Ισπανία αφού εκπληρώσει τις εξαγωγές της, διαθέτει τόσο τη φυσική όσο και την τεχνική δυναμικότητα να παρέχει στην Πορτογαλία το Φ/Α που δεν έλαβε εξαιτίας της διακοπής από την Αλγερία.

Λιβύη Σύμφωνα και με την ανάλυση των προηγούμενων ενοτήτων (Πίνακας V17), η συγκεκριμένη γεωγραφική προέλευση διακοπής δεν παρουσιάζει αντίκτυπο άξιο περαιτέρω διερεύνησης.

LNG Τέλος, ο πίνακας V45 παρουσιάζει τους ελέγχους φυσικής και τεχνικής δυναμικότητας για το ΗΒ ενώ όλες οι χώρες και τα αναλυτικά δεδομένα είναι διαθέσιμα στον Πίνακα ΠΝ18.

Πίνακας V45. Έλεγχοι Δυναμικότητας προς Ελλάδα & ΗΒ (Διακοπή 15 Ημερών)

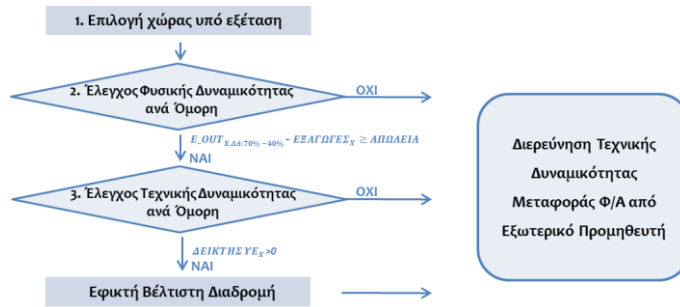
Διακοπή: LNG	Απώλεια% (ημερήσιο)	Από (Όμορες)	Προς	E_OUT_Όμορης ΔΑ80	E_OUT_Όμορης ΔΑ70	E_OUT_Όμορης ΔΑ60	E_OUT_Όμορης ΔΑ50	Φυσική Δυναμικότητα	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
	25% (254,78)	BE*	UK	249,02	227,42	205,82	184,22	*	-	-
		NL*		5.305,13	4.982,03	4.658,93	4.335,83	✓	18,25	✓
	50% (509,55)	BE*		220,26	198,66	177,06	155,46	*	53,28	✓
NL*		5.305,13		4.982,03	4.658,93	4.335,83	✓	-18,76*	*	
75% (727,31)	BE*	191,50		169,90	148,30	126,70	*	30,64	✓	
	NL*	5.305,13		4.982,03	4.658,93	4.335,83	✓	-55,76*	*	

*Δυνατότητα εναλλακτικής δρομολόγησης εντός ίδιας διαδρομής

Αναφορικά με το ΗΒ, στην περίπτωση της απώλειας του 25% της ποσότητας Φ/Α τότε η αναπλήρωση είναι εφικτή από την Ολλανδία έχοντας θετικό αποτέλεσμα φυσικής και τεχνικής δυναμικότητας. Για απώλεια 50% και 75% τότε επαναλαμβάνεται το οξύμωρο του σεναρίου της 1 ημέρας με δυνατότητα εναλλακτικής δρομολόγησης εντός ίδιας διαδρομής.

V.7.3 Έλεγχος Φυσικής & Τεχνικής Δυναμικότητας Διαδρομών: Διακοπή 1 Μήνα (Ηπιότερος Χειμώνας ζετίας)

Εισαγωγικά Στην περίπτωση σεναρίου κρίσης διάρκειας 1 μήνα κατά τον ηπιότερο χειμώνα της ζετίας η διαδικασία των ελέγχων φυσικής και τεχνικής δυναμικότητας και η βάση για την αξιολόγησή τους περιγράφεται στο σχήμα V25.



Σχήμα V25. Έλεγχος Δυναμικότητας (Διακοπή 1 Μήνα)

Στη συγκεκριμένη περίπτωση η κύρια διαφορά, εκτός από τη διακύμανση του ΔΑ από 70% έως 40%, έγκειται στην εξέταση της τεχνικής δυναμικότητας για μεταφορά της απώλειας Φ/Α από τον εξωτερικό προμηθευτή που προτείνει κάθε φορά ο αλγόριθμος ελαχίστου κόστους. Η συγκεκριμένη μελέτη διενεργείται είτε οι έλεγχοι κριθούν θετικοί είτε αρνητικοί. Στην περίπτωση που οι έλεγχοι έχουν κριθεί θετικά και η εναλλακτική βέλτιστη διαδρομή μέσω όμορων είναι εφικτή, η προμήθεια από εξωτερικό προμηθευτή μπορεί να αποτελέσει επιπρόσθετη εναλλακτική επιλογή. Ενώ σε περίπτωση που οι έλεγχοι έχουν κριθεί αρνητικά τότε η μεταφορά Φ/Α από εξωτερικό προμηθευτή είναι μονόδρομος προκειμένου να καλυφθεί η απώλεια Φ/Α.

Νορβηγία

Για την περίπτωση γεωγραφικής προέλευσης του σεναρίου κρίσης από τη Νορβηγία, ο πίνακας V46 παρουσιάζει τον έλεγχο φυσικής και τεχνικής δυναμικότητας, καθώς και τον έλεγχο τεχνικής δυναμικότητας από εξωτερικό προμηθευτή, για την Ελβετία. Ο πίνακας ΠΝΙ9 του Παραρτήματος VI παρουσιάζει αναλυτικά τις λεπτομέρειες των ελέγχων του Βελγίου και δείχνει τους ελέγχους για όλες τις χώρες του σεναρίου.

Πίνακας V46. Έλεγχοι Δυναμικότητας προς Ελβετία (Διακοπή 1 Μήνα)

Διακοπή: Νορβηγία	Απώλεια% (πση/μήνα)	Από (Όμορες)	Προς	$E_{OUT_{\text{Όμορες}} \Delta A70}$	$E_{OUT_{\text{Όμορες}} \Delta A60}$	$E_{OUT_{\text{Όμορες}} \Delta A50}$	$E_{OUT_{\text{Όμορες}} \Delta A40}$	Φυσική Δυναμικότητα	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
	25% (15,98)	F	CH		5.977,02	4.952,82	3.928,62	2.904,42	✓	76,00
D				11.409,93	9.803,88	8.197,83	6.591,78	✓	52,55	✓
50% (31,37)	F			5.616,75	4.592,55	3.568,35	2.544,15	✓	73,48	✓
	D			10.769,68	9.163,63	7.557,58	5.951,53	✓	51,57	✓
75% (47,05)	F			5.256,48	4.232,28	3.208,08	2.183,88	✓	70,95	✓
	D			10.129,43	8.523,38	6.917,33	5.311,28	✓	50,58	✓

Από τον πίνακα V46 προκύπτει ότι αναφορικά με τις όμορες της Ελβετίας αφού ικανοποιήσουν συμβατικές υποχρεώσεις σε εξαγωγές και τυχόν επιπρόσθετες προμήθειες προς άλλες χώρες εντός σεναρίου, παρουσιάζουν θετικά αποτελέσματα τόσο στον έλεγχο φυσικής δυναμικότητας όσο και στον έλεγχο τεχνικής δυναμικότητας.

Τέλος, δε διενεργείται έλεγχος φυσικής και τεχνικής δυναμικότητας προμήθειας από εξωτερικό προμηθευτή για την περίπτωση της Ελβετίας αφού σύμφωνα και με τον Πίνακα V34 δεν αναγνωρίστηκε κάποια. Όμως, ο πίνακας ΠΝΙ10 του Παραρτήματος VI, παρουσιάζει αναλυτικά

τους ελέγχους προμήθειας από εξωτερικό προμηθευτή για τη συγκεκριμένη περίπτωση διακοπής από τη Νορβηγία.

Ρωσία

Αντίστοιχα οι πίνακες V47 και V48 παρουσιάζουν τους ελέγχους φυσικής και τεχνικής δυναμικότητας για τις όμορες του Βελγίου, καθώς και τον έλεγχο τεχνικής δυναμικότητας από εξωτερικό προμηθευτή.

Πίνακας V60. Έλεγχοι Δυναμικότητας προς Βέλγιο (Διακοπή 1 Μήνα)

Απώλεια% (μπαρ/μήνα)	Από (Όμορες)	Προς	E.OUT	E.OUT	E.OUT	E.OUT	Φυσική Δυναμικότητα	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
			Όμορης ΔΑ70	Όμορης ΔΑ60	Όμορης ΔΑ50	Όμορης ΔΑ40			
25% (289,82)	D		11.353,44	9.747,39	8.141,34	6.535,29	✓	35,78	✓
	UK		2.211,50	1.959,50	1.707,50	1.455,50	✓	71,62	✓
	NL		9.972,06	9.325,26	8.678,46	8.031,66	✓	30,61	✓
50% (579,64)	D	BE	10.656,70	9.050,65	7.444,60	5.838,55	✓	11,45	✓
	UK		2.211,50	1.959,50	1.707,50	1.455,50	✓	55,10	✓
	NL		9.857,17	9.210,37	8.563,57	7.916,77	✓	21,53	✓
75% (869,46)	D		9.959,96	8.353,91	6.747,86	5.141,81	✓	-12,89	✗
	UK		2.211,50	1.959,50	1.707,50	1.455,50	✗	38,59	✓
	NL		9.742,28	9.095,48	8.448,68	7.801,88	✓	12,45	✓

Πίνακας V61. Έλεγχος Τεχνικής Δυναμικότητας από Εξωτερικό Προμηθευτή προς Βέλγιο (Διακοπή 1 Μήνα)

Απώλεια%(μπαρ/μήνα)	Χώρα	Διαδρομή Εξωτερικού Προμηθευτή	Από	Προς	Σ.Ροής	Δυναμικότητα	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
25% (181,14)		LNG → BE DK → NL → BE	LNG	BE	656,13	1.284,00	48,90	✓
			DK	NL	181,13	90,00	-101,26	✗
			NL	BE	656,13	1.191,00	44,91	✓
50% (362,28)	BE	LNG → UK → BE LNG → BE DK → NL → BE R → D → BE	LNG	UK	1.145,60	4.815,00	76,21	✓
			UK	BE	570,60	1.755,00	67,49	✓
			LNG	BE	837,27	1.284,00	34,79	✓
			DK	NL	362,27	90,00	-302,52	✗
			NL	BE	837,27	1.191,00	29,70	✓
			R	D	2.320,60	2.676,00	13,28	✓
75% (543,41)		LNG → UK → BE LNG → BE DK → NL → BE R → D → BE	D	BE	837,27	1.191,00	29,70	✓
			LNG	UK	1.326,74	4.815,00	72,45	✓
			UK	BE	751,74	1.755,00	57,17	✓
			LNG	BE	1.018,41	1.284,00	20,68	✓
			DK	NL	543,41	90,00	-503,79	✗
			NL	BE	1.018,41	1.191,00	14,49	✓
		R → D → BE	R	D	2.501,74	2.676,00	6,51	✓
			D	BE	1.018,41	1.191,00	14,49	✓

Από τους παραπάνω πίνακες προκύπτει πως το Βέλγιο σε κάθε περίπτωση θα είναι σε θέση να αναπληρώσει την απώλεια Φ/Α που υπέστη από τη διακοπή της Ρωσίας. Και οι τρεις όμορες είναι σε θέση να καλύψουν απώλειες της τάξης 25% και 50%, έχοντας ικανοποιήσει συμβατικές υποχρεώσεις εξαγωγών. Στην περίπτωση απώλειας 75%, τότε μόνο η Ολλανδία διαθέτει τη φυσική και τεχνική δυναμικότητα. Παράλληλα, το Βέλγιο διαθέτει και εναλλακτικές προμήθειας από εξωτερικούς προμηθευτές κυρίως μέσω προμήθειας ευέλικτου LNG, το οποίο περαιτέρω ενισχύει την ασφάλεια εφοδιασμού.

Οι πίνακες ΠV11 και ΠV12 του Παραρτήματος VI, παρουσιάζουν αναλυτικά τη διαδικασία των ελέγχων δυναμικότητας, τόσο για το Βέλγιο που παρουσιάζεται αναλυτικά εδώ, όσο και για τις υπόλοιπες

επηρεαζόμενες χώρες. Όπως γίνεται φανερό προκειμένου να βρεθεί η βέλτιστη λύση του προβλήματος - στην περίπτωση προμήθειας μόνο από όμορη - τότε θεωρείται ότι η ανάγκη σε Φ/Α του Βελγίου καλύπτεται αποκλειστικά από την Ολλανδία.

Αλγερία

Στην περίπτωση γεωγραφικής προέλευσης του σεναρίου κρίσης από την Αλγερία, οι πίνακες V49 και V50 παρουσιάζουν του ελέγχους φυσικής και τεχνικής δυναμικότητας από τις όμορες προς την Πορτογαλία και τον έλεγχο τεχνικής δυναμικότητας από τον εξωτερικό προμηθευτή αντίστοιχα.

Πίνακας V49. Έλεγχοι Δυναμικότητας προς Πορτογαλία (Διακοπή 1 Μήνα)

Διακοπή: Αλγερία	Απώλεια% (πση/μήνα)	Από (Όμορες)	Προς	E. OUT _{Όμορης} ΔΑ70	E. OUT _{Όμορης} ΔΑ60	E. OUT _{Όμορης} ΔΑ50	E. OUT _{Όμορης} ΔΑ40	Φυσική Δυναμικότητα	Δείκτης Υπολεπτόμενης Ευελξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
	25% (39,56)	ES		4.162,26	3.624,66	3.087,06	2.549,46	✓	47,47	✓
	50% (79,12)	ES	P	3.937,56	3.399,96	2.862,36	2.324,76	✓	38,79	✓
	75% (118,67)	ES		3.712,85	3.175,25	2.637,65	2.100,05	✓	30,12	✓

Η Ισπανία, αφού καλύψει τις συμβατικές της υποχρεώσεις σε εξαγωγές (πίνακας ΠV13, παράρτημα VI) διαθέτει τόσο τη φυσική όσο και την τεχνική δυναμικότητα να καλύψει την απώλεια Φ/Α της Πορτογαλίας, όπως αυτή προκλήθηκε σε συνθήκες διακοπής παροχής Φ/Α από την Αλγερία για ένα μήνα κατά τον ηπιότερο χειμώνα της ζετίας.

Πίνακας V50 Έλεγχος Τεχνικής Δυναμικότητας από Εξωτερικό Προμηθευτή προς Πορτογαλία (Διακοπή 1 Μήνα)

Διακοπή: Αλγερία	Απώλεια% (πση/μήνα)	Χώρα	Διαδρομή Εξωτερικού Προμηθευτή	Από	Προς	Δείκτης Υπολεπτόμενης Ευελξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
	25% (39,56)	P	LNG → P	LNG	P	69,49	✓
	50% (501,90)			LNG	P	62,83	✓
	75% (752,85)			LNG	P	30,12	✓

Ο αλγόριθμος ελαχίστου κόστους αναγνώρισε ως εξωτερικό εναλλακτικό προμηθευτή παροχής της απώλειας Φ/Α το LNG, για το οποίο η Πορτογαλία διαθέτει την τεχνική δυναμικότητα υποδοχής της επιπλέον ποσότητας, χωρίς να επηρεαστούν τυχόν λοιπές εισαγωγές. Ο πίνακας ΠV14 του παραρτήματος VI παρουσιάζει λεπτομέρειες σχετικά με την κατασκευή του δείκτη ΥΕ και το σύνολο δυναμικότητας τόσο της Πορτογαλίας όσο και των υπολοίπων επηρεαζόμενων χωρών.

Λιβύη

Σύμφωνα και με την ανάλυση των προηγούμενων ενοτήτων (Πίνακας V30), η συγκεκριμένη γεωγραφική προέλευση διακοπής δεν παρουσιάζει αντίκτυπο άξιο περισσότερης διερεύνησης.

LNG

Στην περίπτωση διακοπής της προμήθειας LNG, για 1 μήνα, οι έλεγχοι φυσικής και τεχνικής δυναμικότητας του ΗΒ, καθώς και ο έλεγχος μεταφοράς από εξωτερικό προμηθευτή παρουσιάζονται στους πίνακες V51 και V52, ενώ το σύνολο των επηρεαζόμενων χωρών είναι διαθέσιμο στο Παράρτημα VI.

Πίνακας V64. Έλεγχοι Δυναμικότητας προς HB (Διακοπή 1 Μήνα)

Διακοπή: LNG	Απώλεια% (μηνήμια)	Από (Όμορες)	Προς	<i>E. OUT</i> _{Όμορης} ΔΑ70	<i>E. OUT</i> _{Όμορης} ΔΑ60	<i>E. OUT</i> _{Όμορης} ΔΑ50	<i>E. OUT</i> _{Όμορης} ΔΑ40	Φυσική Δυναμικότητα	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
75% (587,50)		BE	UK	1.950,10	1.905,10	1.860,10	1.815,10	*	-	-
		NL		10.020,24	9.374,04	8.727,84	8.081,64	✓	2,26	✓

Η Ολλανδία αφού ικανοποιήσει τις υποχρεώσεις της προς εξαγωγές (Πίνακας ΠΝ15, Παράρτημα VI) διαθέτει τόσο τη φυσική όσο και την τεχνική δυναμικότητα μεταφοράς της απώλειας προς το HB.

Πίνακας V65. Έλεγχος Τεχνικής Δυναμικότητας από Εξωτερικό Προμηθευτή προς HB (Διακοπή 1 Μήνα)

Διακοπή: LNG	Απώλεια% (μηνήμια)	Χώρα	Διαδρομή Εξωτερικού Προμηθευτή	Από	Προς	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
75% (587,50)		UK	NW → UK NW → BE → UK NW → NL → UK	NW	UK	27,50	✓
				NW	BE	-35,99	*
				BE	UK	62,04	✓
				NW	NL	19,97	✓
				NL	UK	2,26	✓

Στην περίπτωση προμήθειας από εξωτερικό προμηθευτή, η μία από τις τρεις εναλλακτικές διαδρομές προμήθειας της απώλειας του HB δεν είναι εφικτή, καθότι παρουσιάζεται συμφόρηση στη μεταφορά από Νορβηγία προς Βέλγιο της επιπλέον μεταφοράς της απώλειας, χωρίς να επηρεάζονται οι λοιπές ροές. Από τον πίνακα ΠΝ16 του παραρτήματος VI γίνεται φανερό ότι δεν είναι σε θέση να μεταφερθούν περίπου 467 bcm.

V.8 Συμπεράσματα

Φάση:
Σενάρια Κρίσης
& Δεδομένα
Στρατηγικής
Προμήθειας

Κύριος στόχος της φάσης αυτής είναι ο πρακτικός καθορισμός των σεναρίων κρίσης, έπειτα από την ανάλυση του θεωρητικού πλαισίου στο κεφάλαιο IV. Τα σενάρια κρίσης παροχής Φ/Α διαχωρίστηκαν αρχικά σύμφωνα με τις συνθήκες ζήτησης σε:

- Διακοπή 1 ημέρας (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας): Καταγράφηκε η ζήτηση αιχμής που επικρατούσε κατά τη διάρκεια του χειρότερου χειμώνα της ζετίας, δηλαδή του μήνα με τις χαμηλότερες θερμοκρασίες και άρα και την υψηλότερη κατανάλωση Φ/Α.
- Διακοπή 15 ημερών (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας): Παρουσιάστηκε η συσσωρευτική επίδραση που μπορεί να έχει η ζήτηση αιχμής κατά την 15^η ημέρα του μήνα με τις χαμηλότερες θερμοκρασίες του χειμώνα της ζετίας. Η συγκεκριμένη επίδραση μελετήθηκε σε συνδυασμό με τον αντίκτυπο που μπορεί να έχει στη δυναμικότητα απόσυρσης αποθηκευμένου Φ/Α, λόγω της πιθανής μείωσης του επιπέδου αποθηκευμένου Φ/Α.

- Διακοπή 1 μήνα (Ηπιότερος Χειμώνας ζετίας): Μελετήθηκαν οι επιδράσεις μιας διακοπής, σε σχετικά αμβλυμένες συνθήκες, παρουσιάζοντας έτσι και την άλλη διάσταση. Και σε αυτή την περίπτωση προσμετράται η παράμετρος μείωσης των αποθηκευμένων ποσοτήτων Φ/Α και άρα και δυναμικού αποδέσμευσης.

Δύο μικρές διαφορές παρατηρήθηκαν σε σχέση με τα ποιοτικά δεδομένα των σεναρίων μεταξύ τους. Παρατηρείται, λοιπόν, ότι στο σενάριο διακοπής 1 μήνα κατά τον ηπιότερο χειμώνα της τριετίας (δεδομένα Μάρτιος 2013), η Σερβία έχει στη διάθεσή της εγκαταστάσεις αποθήκευσης Φ/Α, σε σχέση με το σενάριο 1 και 15 ημερών, κατά τον ψυχρότερο χειμώνα της ζετίας(δεδομένα Ιανουάριος 2011), ενώ αντίστοιχα κατά το σενάριο διακοπής 1 μήνα, η Ολλανδία έχει αποκτήσει δυναμικότητα LNG, η οποία στα υπόλοιπα σενάρια δεν έχει και ως εκ τούτου δεν προσμετρείται.

Φάση 2:
Προσομοίωση
MonteCarlo

Ο έλεγχος εγκυρότητας του μοντέλου και στις τρεις περιπτώσεις κρίθηκε θετικός, αφού ότι το μοντέλο αποκρίθηκε επαρκώς:

- Διακοπή 1 ημέρας (ψυχρότερος χειμώνας ζετίας): Τα αποτελέσματα ελέγχου του δείκτη επιβεβαιώνουν την παραδοχή ότι οι χώρες χαράσσουν τις στρατηγικές προμήθειάς τους προκειμένου να ικανοποιούν τουλάχιστον τις ανάγκες τους σε Φ/Α.
- Διακοπή 15 ημερών (ψυχρότερος χειμώνας ζετίας): Το παραπάνω συνεχίζει να ισχύει, ενώ παράλληλα γίνεται φανερό και για τις χώρες που δεν διαθέτουν εγκαταστάσεις αποθήκευσης Φ/Α και άρα δυναμικότητα αποδέσμευσης. Για τις υπόλοιπες χώρες, η διακύμανση στο ποσοστό δυναμικότητας αποδέσμευσης έχει ως αποτέλεσμα αρνητικές τιμές του δείκτη ΣΠ, σε ορισμένες περιπτώσεις (Ουγγαρία, Ρουμανία).
- Διακοπή 1 μήνα (ηπιότερος χειμώνας ζετίας): Η επίδραση του ήπιου χειμώνα στα δεδομένα του σεναρίου γίνεται αισθητή και στον έλεγχο του δείκτη. Παρότι συνεχίζεται να υπάρχει διακύμανση στο ποσοστό δυναμικότητας αποδέσμευσης, και μάλιστα εντονότερη από ό,τι στο προηγούμενο σενάριο, οι αρνητικές τιμές έχουν εξαλειφθεί.

Σχετικά με τα αποτελέσματα της προσομοίωσης, σε γενικές γραμμές παρατηρήθηκε ότι οι περισσότερες χώρες του ευρωπαϊκού δικτύου εφοδιασμού Φ/Α επηρεάζονται (με ή χωρίς αρνητικό αποτέλεσμα) από μία διακοπή από τη Ρωσία ενώ μια διακοπή από τη Λιβύη επηρεάζει μόνο την Ιταλία. Μια διακοπή από τη Νορβηγία επηρεάζει κυρίως την κεντρική Ευρώπη, ενώ τυχόν διακοπή προμήθειας μέσω LNG, όπως είναι λογικό, επηρεάζει παράκτιες χώρες της Ευρώπης.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν ανά σενάριο έχουν ως εξής:

- Διακοπή 1 ημέρας (ψυχρότερος χειμώνας ζετίας):
 - Από Νορβηγία: Η πλειοψηφία των χωρών επηρεάζεται αρνητικά κατά την απώλεια του 75% της ποσότητας Φ/Α από τη Νορβηγία.
 - Από Ρωσία: Οι χώρες που παρουσιάζουν μηδενικές πιθανότητες και στα τρία ποσοστά διακοπής παροχής (25%, 50% και 75%), είναι κυρίως χώρες της ανατολικής Ευρώπης (με εξαίρεση το Βέλγιο, το Λουξεμβούργο και τη Φινλανδία που παρότι δε θεωρούνται χώρες της ανατολικής Ευρώπης παρουσιάζουν μηδενική αντοχή) με έντονη εξάρτηση από τις εισαγωγές προμηθειών από τη Ρωσία.
 - Από Αλγερία και Λιβύη: Χώρες με μεγάλες απώλειες ποσοτήτων αλλά εξίσου μεγάλη διαφοροποίηση, παρουσιάζουν έντονη ευελιξία στην αντίδρασή τους. Από την άλλη, χώρες με σχετικά μικρότερες απώλειες αλλά μικρή διαφοροποίηση παρουσιάζουν μηδενικές τιμές πιθανότητας επιτυχίας στρατηγικής προμήθειας.
 - Από LNG: Όλες οι χώρες, με εξαίρεση την Πορτογαλία δείχνουν να μην αντιμετωπίζουν ιδιαίτερο πρόβλημα στην περίπτωση διακοπής παροχής LNG, για μία ημέρα, γεγονός που υποδεικνύει πως ενδεχομένως η ευελιξία της συγκεκριμένης προμήθειας χρησιμοποιείται επικουρικά και όχι κατά αποκλειστικότητα για την κάλυψη των αναγκών σε Φ/Α.
- Διακοπή 15 ημερών (ψυχρότερος χειμώνας ζετίας):
 - Από Νορβηγία: Κατά κύριο λόγο επηρεάζονται οι χώρες της κεντρικής Ευρώπης και το ΗΒ, ενώ οι χώρες χωρίς δυναμικότητα αποθήκευσης παρουσιάζουν αρνητικές τιμές δείκτη ακόμα και όταν η διακοπή είναι μικρή δηλαδή της τάξεως του 25%.
 - Από Ρωσία: Οι χώρες χωρίς δυναμικότητα αποθήκευσης παρουσιάζουν αρνητικές τιμές δείκτη, ακόμα και όταν η διακοπή είναι στο 25% της ποσότητας Φ/Α. Επιπλέον ισχύει ο γεωγραφικός προσδιορισμός των αποτελεσμάτων του σεναρίου διακοπής 1 ημέρας.
 - Από Αλγερία και Λιβύη: Οι χώρες με καλά διαφοροποιημένο εφοδιασμό και δυναμικότητα αποθήκευσης παρουσιάζουν τρομερή ευελιξία σε όλα τα ποσοστά διακοπών Φ/Α.
 - Από LNG: Στις 15 ημέρες γίνεται φανερό ότι η υπόθεση περί επικουρικότητας του LNG δεν ισχύει σε αυτό το σενάριο. Παρουσιάζονται δύο (Ελλάδα, Πορτογαλία), από τις οχτώ χώρες, που δεν είναι σε θέση να ικανοποιήσουν τη ζήτησή τους από τη διακοπή του 25% της παροχής ενώ όσο το ποσοστό αυτό αυξάνεται και παράλληλα μειώνεται το ποσοστό δυναμικότητας αποδέσμευσης, εμφανίζονται και άλλες χώρες με το ίδιο

πρόβλημα (Βέλγιο, ΗΒ).

- Διακοπή 1 μήνα (ηπιότερος χειμώνας ζετίας):
 - Από Νορβηγία: Παρότι η επίδραση των δεδομένων του ήπιου χειμώνα γίνεται φανερή, οι χώρες που παρουσίασαν αρνητικές τιμές στα προηγούμενα σενάρια, τις εμφανίζουν και τώρα (Λουξεμβούργο, Ελβετία).
 - Από Ρωσία: Παρόλο που ο ήπιος χειμώνας σημαίνει χαμηλότερη ζήτηση σε Φ/Α, η εξάρτηση από τη Ρωσία υπερισχύει σε συνδυασμό και με τη μεγάλη χρονική διάρκεια της διακοπής, εμφανίζοντας προβλήματα ακόμα και σε χώρες που μέχρι πρότινος δεν είχαν π.χ. Αυστρία, Δημοκρατίας της Τσεχίας.
 - Από Αλγερία και Λιβύη: Τα δεδομένα του ήπιου χειμώνα δρουν κατασταλτικά και έτσι οι χώρες εμφανίζουν, συγκριτικά, μειωμένο πρόβλημα. Παρόλα αυτά η μέση τιμή του δείκτη παραμένει αρνητική σε αρκετές περιπτώσεις.
 - Από LNG: Ο ήπιος χειμώνας αμβλύνει κατά πολύ τις συνέπειες που είχε το σενάριο των 15 ημερών καθώς επίσης μειώνει την επίδραση της μεγάλης διάρκειας του συγκεκριμένου σεναρίου διακοπής. Ωστόσο, όσο το ποσοστό διακοπής Φ/Α μεγαλώνει και γίνεται 50% και 75%, τόσο εμφανίζονται μειωμένα ποσοστά επιτυχίας στρατηγικής προμήθειας.

Φάση 3:
Αξιολόγηση
Επιτυχίας
Στρατηγικών
Προμήθειας &
Κινδύνου
Ασφάλειας
Εκροδιασμού

Τα κυριότερα συμπεράσματα που προέκυψαν ανά σενάριο, σύμφωνα με την αξιολόγηση του δείκτη ΣΠ έχουν ως εξής:

- Διακοπή 1 Ημέρας (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας):
 - Μια διακοπή από τη Νορβηγία επηρεάζει κυρίως χώρες της κεντρικής Ευρώπης ενώ τα περιθώρια ικανοποίησης της εκάστοτε στρατηγικής προμήθειας μειώνονται κατά πολύ, όταν η απώλεια Φ/Α αυξάνεται από 25% σε 50%. Η αύξηση από 50% σε 75% έχει αναλογικά πολύ μικρότερη μείωση.
 - Οι περισσότερες χώρες (κυρίως χώρες τις ανατολικής Ευρώπης) επηρεάζονται από μία διακοπή από τη Ρωσία, και μάλιστα η διακοπή μίας μέρας έχει σχεδόν τα ίδια αρνητικά αποτελέσματα από την απώλεια του 25% του Φ/Α.
 - Μια διακοπή τόσο από την Αλγερία όσο και τη Λιβύη, επηρεάζουν έντονα τις επηρεαζόμενες άμεσα αλλά και έμμεσα χώρες.
 - Μια διακοπή προμήθειας LNG δεν επηρεάζει ιδιαίτερα τις ενδιαφερόμενες χώρες.
- Διακοπή 15 Ημερών (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας):

- Οι χώρες χωρίς ΔΑ επηρεάζονται κατά πολύ επιτυγχάνοντας και τις χαμηλότερες πιθανότητες και τους χαμηλότερους δείκτες).
- Για πρώτη φορά επηρεάζονται χώρες όπως η Γαλλία (διακοπή από Νορβηγία) και η Γερμανία, Τσεχία και Ουγγαρία (διακοπή από Ρωσία), γεγονός που συνηγορεί στη συσσωρευτική επίδραση του σεναρίου.
- Το συγκεκριμένο σενάριο, από τη Νορβηγία, έχει ως αποτέλεσμα κατά την απώλεια του 25%, να επηρεάζονται χώρες που επηρεάζονταν, από τις συνθήκες του προηγούμενου σεναρίου στο 75%.
- Τη μεγαλύτερη επιρροή σε αριθμό χωρών την έχει η γεωγραφική προέλευση της Ρωσίας.
- Τα αρνητικά αποτελέσματα των χωρών που επηρεάζονται από τη γεωγραφική προέλευση τόσο της Αλγερίας όσο και της Λιβύης δείχνουν μεγάλη εξάρτηση.
- Η διακοπή προμήθειας LNG έχει επιρροή σε μεγαλύτερο αριθμό χωρών, με δυνατότητα όμως ανταπόκρισης και τελικά επιτυχίας της στρατηγικής.
- Διακοπή 1 Μήνα (Ηπιότερος Χειμώνας ζετίας)
 - Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης Monte Carlo δείχνουν ότι το συγκεκριμένο σενάριο είχε μικρότερη επιρροή σε σχέση με το προηγούμενο, γεγονός που οφείλεται κυρίως στα δεδομένα του ηπιότερου χειμώνα.
 - Η γεωγραφική προέλευση με τη μεγαλύτερη επιρροή παραμένει η Ρωσία. Η Ουγγαρία συνεχίζει να επηρεάζεται αλλά με εμφανή σημάδια υψηλής πιθανότητας επιτυχίας.
 - Τα αποτελέσματα όλων των γεωγραφικών προελεύσεων διακοπών εμφανίζονται αμβλυμμένα εξαιτίας της επίδρασης που άσκησε στα δεδομένα ο ήπιος χειμώνας.
 - Η Ισπανία εμφανίζεται για πρώτη φορά σε σενάριο, στο 50% της απώλειας LNG, δείχνοντας έτσι αρκετή ανελαστικότητα στη συγκεκριμένη προμήθεια.
 - Στο συγκεκριμένο σενάριο οι χώρες χωρίς ΔΑ επηρεάζονται ιδιαίτερα, έχοντας τόσο χαμηλές πιθανότητες όσο και αρνητικούς δείκτες. Αντίθετα χώρες με ΔΑ εμφανίζονται πιο ανθεκτικές, έχοντας συγκεκριμένα όρια αντοχών στους ελέγχους που έγιναν.

Επιπλέον από το 1^ο επίπεδο αξιολόγησης, προέκυψε σύνολο χωρών, ανά σενάριο, το οποίο δεν ήταν σε θέση να ικανοποιήσει τη στρατηγική

προμήθειάς του και άρα να ικανοποιήσει τη ζήτησή του. Ακόμα και οι χώρες για τις οποίες ήταν εφικτή η θέσπιση ορίων επιτυχίας, δεν είναι απαραίτητο ότι θα καταφέρουν να τα τηρήσουν και άρα να έχουν μια επιτυχημένη στρατηγική προμήθειας. Άλλωστε η τήρηση των συγκεκριμένων ορίων υπόκειται στην αντικειμενική θέσπιση της ενεργειακής πολιτικής της κάθε χώρας. Οι χώρες αυτές προκύπτουν από την παρατήρηση των πινάκων V16 – V46.

Επιπλέον, αναφορικά με την αξιολόγηση του κοινωνικοοικονομικού κινδύνου εφοδιασμού, το σχήμα V18 συνοψίζει τα αποτελέσματα της αξιολόγησης του κοινωνικοοικονομικού κινδύνου εφοδιασμού, τα οποία παρουσιάζουν ενδιαφέρον ιδιαίτερα αναφορικά με τις περιοχές που αποτελούν πηγές προμήθειας.

Φάση 4:
Εντοπισμός
Εναλλακτικών
Διαδρομών

Ο πίνακας V32 παρουσιάζει τις εναλλακτικές, βέλτιστες διαδρομές ελαχίστου κοινωνικοοικονομικού κινδύνου, για το σενάριο διακοπής 1 ημέρας, κατά τη διάρκεια του ψυχρότερου χειμώνα της ζετίας. Σημειώνεται ότι οι χώρες εντός του πίνακα καταγράφονται με την κωδικοποίηση που χρησιμοποιήθηκε στο σύστημα γράφων.

Στο σενάριο 1 ημέρας οι μόνες χώρες για τις οποίες δε βρέθηκε εναλλακτική ήταν η Λευκορωσία και η Φινλανδία, οι οποίες είναι διασυνδεδεμένες απευθείας και μόνο με τη Ρωσία, έχοντας παράλληλα εξάρτηση 100% από τη χώρα αυτή η οποία στην περίπτωση τους αποτελεί και τη γεωγραφική προέλευση διακοπής.

Τονίζεται ότι στη συγκεκριμένη φάση της εφαρμογής το ενδιαφέρον εστιάζεται στον εντοπισμό εναλλακτικών κόμβων αναπλήρωσης Φ/Α, από την άποψη του ελάχιστου κοινωνικοοικονομικού κινδύνου. Ο έλεγχος αν είναι εφικτή η αναπλήρωση και μεταφορά Φ/Α από τα γεωγραφικά σημεία διενεργείται στις αμέσως επόμενες φάσεις.

Επιπλέον, παρατηρείται ότι χώρες που δεν καταφέρουν να ικανοποιήσουν τη ζήτησή τους σε διακοπές πολλαπλών γεωγραφικών προελεύσεων, παρουσιάζουν κοινές διαδρομές όμορων χωρών, γεγονός λογικό, αφού η κάθε χώρα έχει συγκεκριμένα σημεία διασύνδεσης ενώ παράλληλα ο αλγόριθμος αναγνωρίζει και προωθεί τα σημεία με το μικρότερο κίνδυνο.

Τα παραπάνω ισχύουν και για τον πίνακα V33, ο οποίος παρουσιάζει τις εναλλακτικές βέλτιστες διαδρομές ελαχίστου κοινωνικοοικονομικού κινδύνου για το σενάριο διακοπής 15 ημερών κατά τη διάρκεια του ψυχρότερου χειμώνα της ζετίας.

Ο πίνακας V34 παρουσιάζει τις εναλλακτικές διαδρομές που εντοπίστηκαν σε συνθήκες του σεναρίου διακοπής 1 μήνα κατά τη διάρκεια του ηπιότερου χειμώνα της ζετίας.

Γίνεται φανερό από τον πίνακα V34 ότι δεν προτείνονται διαδρομές από εξωτερικό προμηθευτή για όλες τις υπό μελέτη χώρες. Αυτό μπορεί να

συμβαίνει για διάφορους λόγους. Αφενός υπάρχει περίπτωση η κάθε χώρα να μην συνδέεται με άλλους εξωτερικούς προμηθευτές, πλην του προμηθευτή από τον οποίο διενεργείται η διακοπή. Επίσης ενδέχεται να συνδέεται με άλλες χώρες οι οποίες όμως δεν παρουσιάζουν τον ελάχιστον κοινωνικοοικονομικό κίνδυνο. Τέλος, υπάρχει το ενδεχόμενο η εκάστοτε χώρα να μη διαθέτει διασυνδέσεις με άλλες χώρες και να έχει ολοκληρωτική εξάρτηση από τη χώρα προέλευσης της διακοπής (Λευκορωσία, Φινλανδία).

Φάσεις 5&6:
Έλεγχος
Φυσικής &
Τεχνικής
Δυναμικότητας
Διαδρομής

Γνώμονας κατά τη διενέργεια των ελέγχων και κύριο μέλημα είναι η όσο το δυνατόν ευρύτερη ικανοποίηση ζήτησης των επηρεαζόμενων χωρών προκειμένου να καλυφθούν όσο το δυνατόν περισσότερες απώλειες Φ/Α. Επομένως, οι παραδοχές προμήθειας από όμορες είναι πιθανό να διαφέρουν στην πραγματικότητα, εξαιτίας διπλωματικών σχέσεων, συμβατικών υποχρεώσεων, συμβολαίων, συνθηκών αγοράς κ.ο.κ..

Επιπλέον προτιμώνται χώρες που είναι σε θέση να παρέχουν όλη την ποσότητα απώλειας χωρίς να απαιτείται τυχόν επαναδρομολόγηση ή διάσπαση της ποσότητας σε πολλούς προμηθευτές. Ιδιαίτερα αν η επαναδρομολόγηση δεν συμπεριλαμβάνεται στα πλαίσια της προτεινόμενης διαδρομής από τον αλγόριθμο ελαχίστου κινδύνου διαδρομής, τότε θεωρείται ότι η προμήθεια δεν είναι εφικτή.

1 Ημέρα (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας)

- Γεωγραφική Προέλευση: Νορβηγία

- Η μόνη χώρα που δεν κατάφερε να ικανοποιήσει την απώλεια Φ/Α είναι το Λουξεμβούργο, για απώλεια 75%, όπου ενώ υπάρχει η φυσική δυναμικότητα από τη Γερμανία, δεν υπάρχει επάρκεια σε τεχνική δυναμικότητα. Παρατηρήθηκε ότι το Λουξεμβούργο θα μπορούσε να ικανοποιήσει την αναπλήρωση του Φ/Α μέσω επαναδρομολόγησης, στα πλαίσια των ίδιων, επιλεγμένων από τον αλγόριθμο ελαχίστου κινδύνου χωρών. Αν μέρος της απώλειας (περίπου 0,39mcm) μεταφερθεί από τη Γερμανία στο Βέλγιο και από το Βέλγιο προς το Λουξεμβούργο, τότε είναι εφικτή η ικανοποίηση της απώλειας του Λουξεμβούργου.
- Οι χώρες που αποτέλεσαν κύριους κόμβους φυσικής δυναμικότητας μεταφοράς της απώλειας των επηρεαζόμενων χωρών είναι η Γερμανία και η Ολλανδία.
- Τα σημεία τα οποία υποδεικνύουν συμφόρηση, αφού παρουσιάζεται έλλειψη τεχνικής δυναμικότητας και καταδεικνύουν την ανάγκη για ενίσχυση των επενδύσεων είναι τα διασυννοριακά σημεία από ΗΒ προς Βέλγιο και από Βέλγιο προς Λουξεμβούργο.

- Γεωγραφική Προέλευση: Ρωσία

- Οι χώρες που δεν κατάφεραν να αναπληρώσουν την απώλεια Φ/Α μέσω των εναλλακτικών διαδρομών ελαχίστου κινδύνου, όπως προτάθηκαν από τον αλγόριθμο της θεωρίας των γράφων, είναι οι Βοσνία Ερζεγοβίνη, Βουλγαρία, Ελλάδα, Εσθονία, Λετονία, Λευκορωσία, Λιθουανία, Πολωνία και Φινλανδία. Αυτές οι χώρες χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:
 - i. Η πρώτη κατηγορία περιέχει χώρες κυρίως της πρώην Σοβιετικής Ένωσης, ή/και της πρώην Δημοκρατίας της Γιουγκοσλαβίας, οι οποίες παρουσιάζουν 100% εξάρτηση σε προμήθειες από τη Ρωσία, δε διαθέτουν εγκαταστάσεις αποθήκευσης και ίδια παράγωγη, των οποίων οι όμορες, επιπλέον, δεν έχουν καν τη φυσική δυναμικότητα κάλυψης της απώλειας (Βοσνία Ερζεγοβίνη, Εσθονία, Λετονία, Λιθουανία).
 - ii. Η δεύτερη κατηγορία περιέχει χώρες με 100% εξάρτηση από τη Ρωσία, οι οποίες αφενός λαμβάνουν Φ/Α απευθείας από τη Ρωσία και αφετέρου δεν εμφανίζουν όμορες/εναλλακτικές προς έλεγχο, ενισχύοντας έτσι την εξάρτηση και την ευπάθειά τους (Λευκορωσία, Φινλανδία).
 - iii. Στην τρίτη κατηγορία ανήκουν η Βουλγαρία, η Ελλάδα και η Πολωνία, οι οποίες παρότι παρουσιάζουν παράγοντες θετικής επιρροής (η μεν Ελλάδα έχει σχετικά καλή διαφοροποίηση προμηθευτών, η δε Πολωνία διαθέτει ίδια παραγωγή και δυναμικότητα αποθήκευσης), εξαιτίας της έλλειψης φυσικής δυναμικότητας για την Ελλάδα και τεχνικής δυναμικότητας για την Πολωνία δεν είναι σε θέση να καλύψουν την απώλεια Φ/Α.
 - Οι χώρες που αποτέλεσαν κύριους κόμβους φυσικής δυναμικότητας για την κάλυψη των απωλειών των επηρεαζόμενων χωρών είναι η Ουγγαρία, η Γερμανία και η Ουκρανία, κυρίως λόγω των μεγάλων αποθεμάτων Φ/Α που διαθέτουν.
 - Σύμφωνα με τον έλεγχο τεχνικής δυναμικότητας, τα διασυννοριακά σημεία που έδωσαν ενδείξεις κενού επενδύσεων και άρα καλούν για περαιτέρω ενίσχυση, είναι από τη Γερμανία προς την Πολωνία, από την Ουκρανία προς την Πολωνία και από την Ουγγαρία προς τη Ρουμανία.
- Γεωγραφική Προέλευση: Αλγερία
 - Όλες οι επηρεαζόμενες χώρες κατάφεραν να αναπληρώσουν την απώλεια Φ/Α από τις όμορες που εντοπίστηκαν. Σημειώνεται ότι η απώλεια Φ/Α στην περίπτωση διακοπής από την Αλγερία, δεν ξεπερνάει τα 3,64mcm την ημέρα, ποσότητα σχετικά μικρή και άρα πιο εύκολα αναπληρούμενη.

- Δεν παρουσιάστηκαν σημεία συμφόρησης της τεχνικής δυναμικότητας και άρα κενά επενδύσεων.
- Γεωγραφική Προέλευση: Λιβύη
 - Στα πλαίσια του συγκεκριμένου σεναρίου, μια διακοπή από τη Λιβύη δεν παρουσιάζει αρνητικές συνέπειες στην επηρεαζόμενη Ιταλία.
- Μείωση Παροχής LNG
 - Όλες οι επηρεαζόμενες χώρες ήταν σε θέση να αναπληρώσουν την απώλεια Φ/Α, με εξαίρεση το ΗΒ, για το οποίο απαιτείται επαναδρομολόγηση μεταξύ των χωρών που επισημάνθηκαν από τον αλγόριθμο ελαχίστου κινδύνου. Αναλυτικότερα το ΗΒ μπορεί να αναπληρώσει την απώλεια Φ/Α, μηδενίζοντας έτσι πιθανό αντίκτυπο, αν μέρος της ποσότητας ή/και όλη η ποσότητα μεταφερθεί από την Ολλανδία στο Βέλγιο και από εκεί στο ΗΒ.
 - Το Βέλγιο και η Βουλγαρία δε διαθέτουν τη φυσική δυναμικότητα κάλυψης του ΗΒ και της Ελλάδας αντίστοιχα.
 - Το διασυνοριακό σημείο που υπέδειξε κενό υποδομών, καλώντας έτσι για περαιτέρω ενίσχυση, είναι από το Βέλγιο προς το ΗΒ.

15 Ημέρες (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας)

- Γεωγραφική Προέλευση: Νορβηγία
 - Οι χώρες που δεν κατάφεραν να αναπληρώσουν την απώλεια Φ/Α από τις προτεινόμενες από τον αλγόριθμο ελαχίστου κόστους, όμορες είναι η Γαλλία, το ΗΒ και το Λουξεμβούργο (για διακοπή της τάξεως του 75%). Και για τις τρεις υπάρχει δυνατότητα επαναδρομολόγησης εντός των ορισμένων χωρών από την θεωρία των γράφων.
 - Για τη Γαλλία είναι απαραίτητη η επαναδρομολόγηση 273mcm από τη Γερμανία στη Γαλλία μέσω Βελγίου. Οι περιπτώσεις επαναδρομολόγησης του ΗΒ και του Λουξεμβούργου έχουν ήδη αναλυθεί και αφορούν σε ποσότητες 284mcm και 5mcm αντίστοιχα. Σημειώνεται ότι όπως έχει ήδη αναφερθεί στον υπολογισμό της τεχνικής δυναμικότητας συμπεριλαμβάνονται και οι επιπρόσθετες ροές που διενεργούνται εντός του σεναρίου εξαιτίας της εκάστοτε διακοπής. Για παράδειγμα για την επαναδρομολόγηση του ΗΒ μέσω Βελγίου, έχει συνυπολογιστεί και η ποσότητα Φ/Α που φεύγει από την Ολλανδία για την ικανοποίηση της ποσότητας απώλειας του Βελγίου.
 - Κύριοι κόμβοι ενίσχυσης της αναπλήρωσης απώλειας Φ/Α αποτέλεσαν η Γερμανία και Ολλανδία οι οποίες παρουσιάζουν και

υψηλά επίπεδα παραγωγής αλλά και αποθηκευμένου Φ/Α ανεξάρτητα από ΔΑ.

- Συμφόρηση τεχνικής δυναμικότητας παρουσιάστηκε στα διασυνοριακά σημεία από Γερμανία προς Γαλλία, από Ολλανδία προς ΗΒ και από Γερμανία προς Λουξεμβούργο.
- Γεωγραφική Προέλευση: Ρωσία
 - Οι χώρες που δεν κατάφεραν να αναπληρώσουν την απώλεια Φ/Α από τις όμορες, όπως αυτές αναγνωρίστηκαν από τον αλγόριθμο ελαχίστου κινδύνου, είναι η Βοσνία Ερζεγοβίνη, η Βουλγαρία, η Ελλάδα, η Εσθονία, η Λετονία, η Λευκορωσία, η Λιθουανία, η Πολωνία, η Σερβία, η Σλοβακία για απώλεια 75% και η Φινλανδία. Από αυτές μόνο η Πολωνία παρουσιάζει φυσική δυναμικότητα από κάποια όμορη, των οποίων όμως ο έλεγχος τεχνικής δυναμικότητας είναι αρνητικός (Πίνακας ΠΝ16, Παράρτημα V). Οι υπόλοιπες χώρες δεν είναι σε θέση να ικανοποιήσουν τις ανάγκες τους σε Φ/Α, με δεδομένο ότι ο έλεγχος φυσικής δυναμικότητας των όμορων ελαχίστου κινδύνου, είναι αρνητικός. Αυτό αιτιολογείται από το γεγονός ότι η ομάδα αυτών των χωρών παρουσιάζει μεγάλη εξάρτηση από τις προμήθειες της Ρωσίας, ενώ είναι τέτοια η διάρθρωση του συστήματος εφοδιασμού, που οι χώρες αυτής της ομάδας αποτελούν η μία όμορη της άλλης (με εξαίρεση την Ελλάδα), χωρίς έτσι να μπορεί να μεσολαβήσει κάποια άλλη εφικτή λύση.
 - Χώρες όπως η Σερβία είναι σε θέση να καλύψουν την απώλεια Φ/Α, αλλά για συγκεκριμένα επίπεδα ΔΑ της όμορης. Για παράδειγμα στην περίπτωση της Σερβίας παρατηρείται ότι η Ουγγαρία, που αποτελεί βέλτιστη λύση αναπλήρωσης, με θετικό έλεγχο για φυσική και τεχνική δυναμικότητα, αρχίζει να εμφανίζει προβλήματα όταν το ΔΑ είναι ≤ 60 , στην απώλεια του 75% της ποσότητας Φ/Α και ≤ 50 στην απώλεια 50% και 25% της ποσότητας Φ/Α.
 - Οι χώρες που αποτέλεσαν τους κύριους κόμβους απόκρισης στην αναπλήρωση της απώλειας Φ/Α, είναι και σε αυτό το σενάριο οι Γερμανία, Ουκρανία και Ουγγαρία, ενώ επικουρικά συνεισέφερε και η Αυστρία. Σημειώνεται ότι, μπορεί στη σύγχρονη γεωπολιτική ιστορία η Ουκρανία να έχει δημιουργήσει αρκετές φορές προβλήματα στον εφοδιασμό της ΕΕ ασκώντας πολιτικές πιέσεις, μέσω διακοπών ή καθυστερήσεων στην παράδοση Φ/Α [14], [50], [83], δεν παύει όμως να αποτελεί την κύρια διαδρομή διαμετακόμισης του ρωσικού Φ/Α, διαθέτοντας το μεγαλύτερο στον κόσμο δίκτυο διαμετακόμισης (σε όρους ποσοτήτων διαμετακόμισης) καθώς και εκτεταμένες εγκαταστάσεις αποθήκευσης, κληρονομιά από την εποχή της Σοβιετικής Ένωσης [200]. Τέλος, οι εγκαταστάσεις αποθήκευσης της Ουκρανίας είναι

πολύτιμες για τη Ρωσία, επειδή δεν μπορούν να αντικατασταθούν από τις εγκαταστάσεις της Ρωσίας ενώ παράλληλα, όπως αποδεικνύεται και από το κεφάλαιο II, αποτελούν μέρος του εφοδιασμού Φ/Α προς την ΕΕ. Παρότι η κατασκευή εγκαταστάσεων αποθήκευσης στην Ευρώπη και στα δυτικά σύνορα της Ρωσίας θα μπορούσαν να βοηθήσουν μακροπρόθεσμα την προμήθεια ρωσικού Φ/Α χωρίς τη μεσολάβηση της Ουκρανίας, αυτό δε φαίνεται εφικτό μέχρι το 2025 – 2030 [82].

- Τα σημεία τα οποία εξαιτίας του δείκτη ΥΕ υποδεικνύουν ανάγκη για ενίσχυση επενδύσεων είναι από την Αυστρία προς την Ουγγαρία, από τη Γερμανία και την Ουκρανία προς την Πολωνία και από την Ουγγαρία προς τη Ρουμανία.
- **Γεωγραφική Προέλευση: Αλγερία**
 - Η Ιταλία είναι η μόνη χώρα που δεν είναι σε θέση να ικανοποιήσει την αρκετά μεγάλη απώλεια των 907,38mcm. Σημειώνεται ότι η Αυστρία θα μπορούσε να καλύψει απώλεια έως 819mcm με $\Delta A=80$ και απώλεια έως 435mcm με $\Delta A=50$, αλλά σε καμία περίπτωση δεν θα μπορούσε να καλύψει ολόκληρη την απώλεια.
 - Η αναπλήρωση της απώλειας της Σλοβενίας από την Ιταλία αρχίζει και παρουσιάζει προβλήματα όταν η απώλεια είναι 75% και το ΔA της Ιταλίας είναι 50, αντίστοιχα και με την ποσότητα που δεν λαμβάνει η Ιταλία στην περίπτωση υλοποίησης του σεναρίου κρίσης από την Αλγερία.
 - Η χώρα που αποτέλεσε τον κύριο κόμβο αναπλήρωσης της απώλειας Φ/Α είναι η Αυστρία και μάλιστα δε σημειώθηκαν σημεία συμφόρησης της τεχνικής δυναμικότητας που να προειδοποιήσουν για ανάγκη ενίσχυσης των επενδύσεων υποδομών.
- **Γεωγραφική Προέλευση: Λιβύη**
 - Στα πλαίσια του συγκεκριμένου σεναρίου μια διακοπή από τη Λιβύη δεν παρουσιάζει αρνητικές συνέπειες στην επηρεαζόμενη Ιταλία.
- **Μείωση Παροχής LNG**
 - Τόσο η Ελλάδα όσο και η Πορτογαλία δεν είναι σε θέση να αναπληρώσουν την απώλεια Φ/Α σε περίπτωση που η απώλεια είναι της τάξεως του 75%. Για τη μεν Ελλάδα δεν υπάρχει η φυσική δυναμικότητα από τις όμορες, ενώ προβλήματα παρουσιάζονται από την όμορη Τουρκία, όταν το ΔA είναι ≤ 60 . Για τη δε Πορτογαλία δεν υπάρχει η τεχνική δυναμικότητα.

- Το HB παρουσιάζει και σε αυτή την περίπτωση το ίδιο πρόβλημα επαναδρομολόγησης, καθότι η Ολλανδία είναι σε θέση να μεταφέρει έως 380mcm. Η υπόλοιπη ποσότητα μπορεί να δρομολογηθεί προς το HB μέσω Βελγίου.
- Κύριες χώρες – κόμβοι αναπλήρωσης της απώλειας Φ/Α, αποτελούν η Γερμανία και η Ολλανδία.
- Τα διασυνοριακά σημεία που τονίζονται από το δείκτη ΥΕ και χρειάζονται ενίσχυση επενδύσεων, λόγω της συμφόρησης που μπορεί να παρουσιάσουν, είναι από την Ολλανδία προς το HB και από την Ισπανία προς την Πορτογαλία.

1 Μήνας (Ηπιότερος Χειμώνας ζετιάς)

- Γεωγραφική Προέλευση: Νορβηγία

- Η περίπτωση διερεύνησης και ελέγχου των όμορων χωρών που προτάθηκαν από τον αλγόριθμο ελαχίστου κόστους, κατέληξε στη δυνατότητα όλων των χωρών να αναπληρώσουν την απώλεια. Ειδικά για την περίπτωση του HB απαιτείται επαναδρομολόγηση μέρους ή συνόλου της ποσότητας από την Ολλανδία στο Βέλγιο και από εκεί στο HB.
- Οι χώρες που συνεισέφεραν στην αναπλήρωση της απώλειας είναι κατά κύριο λόγο η Γερμανία ενώ και η Ολλανδία συνέβαλε σε μικρότερο βαθμό.
- Τα διασυνοριακά σημεία μεταφοράς Φ/Α που χρειάζονται ενίσχυση επενδύσεων είναι από την Ιταλία προς την Αυστρία και από την Ολλανδία προς το HB.
- Κατά τον έλεγχο εναλλακτικής προμήθειας από εξωτερικό προμηθευτή για κάλυψη της απώλειας, προέκυψε ότι εάν το HB δεν εφαρμόσει την απαιτούμενη επαναδρομολόγηση θα είναι σε θέση να αναπληρώσει την απώλεια μόνο μέσω προμήθειας από LNG.
- Το σημείο συμφόρησης από Ιταλία προς Αυστρία εμφανίζεται και στον έλεγχο τεχνικής δυναμικότητας των διαδρομών από εξωτερικό προμηθευτή ακυρώνοντας την προμήθεια της Αυστρίας από την Αλγερία. Το ίδιο ισχύει και για τη διαδρομή από Ολλανδία προς HB.
- Η εναλλακτική διαδρομή προμήθειας από Δανία προς Ολλανδία και προς Γερμανία, παρότι έχει σύμφωνα με τον αλγόριθμο, τον ελάχιστο κίνδυνο και άρα είναι από τις ασφαλέστερες, ωστόσο υπολείπεται τεχνικής δυναμικότητας καθιστώντας ανέφικτες περαιτέρω προμήθειες από τη Δανία.

- Όλες οι χώρες είχαν τουλάχιστον μία επιτυχή διαδρομή αναπλήρωσης της απώλειας Φ/Α από εξωτερικό προμηθευτή, ενώ η Ελβετία και το Λουξεμβούργο δεν παρουσίασαν, εκτός από τη Νορβηγία έτερο εξωτερικό προμηθευτή.
- Επιπρόσθετα, σημεία συμφόρησης και άρα κενά επενδύσεων παρουσιάστηκαν στην ενίσχυση δυναμικότητας εισροής των τερματικών LNG του Βελγίου και της Ολλανδίας, ιδιαίτερα κάτω από την πίεση του γενικευμένου αντίκτυπου υλοποίησης του συγκεκριμένου σεναρίου.

- *Γεωγραφική Προέλευση: Ρωσία*

- Η Αυστρία δεν είναι σε θέση να αναπληρώσει απώλεια της τάξης του 75%, λόγω έλλειψης τεχνικής δυναμικότητας και των δύο εναλλακτικών όμορών της. Το ίδιο ισχύει και για την προμήθεια από εξωτερικό προμηθευτή, όπου παρουσιάζεται συμφόρηση στις διαδρομές προμήθειας στο 75% της απώλειας τόσο από Νορβηγία όσο και από Αλγερία.

Το ίδιο συμβαίνει και για τη Δημοκρατία της Τσεχίας όπου για την αναπλήρωση του 75% της απώλειας είναι απαραίτητη η ενίσχυση της τεχνικής δυναμικότητας από τη Γερμανία προς την Δημοκρατία της Τσεχίας. Ανάλογη περίπτωση και η Σλοβακία όπου στο 75% της απώλειας και οι δύο εναλλακτικές όμορές της δε διαθέτουν φυσική δυναμικότητα, ενώ το φαινόμενο έλλειψης της τεχνικής δυναμικότητας γενικεύεται στην περίπτωση εισαγωγής από εξωτερικό προμηθευτή ακόμα και στο 50% της απώλειας. Παράλληλα στο 75% παρουσιάζεται συμφόρηση και στην περίπτωση της Σλοβενίας, όπου ενώ υπάρχει η δυνατότητα φυσικής μεταφοράς από την Ιταλία, δεν υπάρχει η τεχνική δυναμικότητα.

Αντίστοιχα η Πολωνία δεν καταφέρνει να αναπληρώσει την απώλεια Φ/Α από τις όμορές της οι οποίες ενώ διαθέτουν φυσική δυναμικότητα, δε διαθέτουν τεχνική. Το ίδιο συμβαίνει και στις εξαγωγές από εξωτερικό προμηθευτή.

- Οι χώρες που δεν κατάφεραν να αναπληρώσουν την απώλεια από τις όμορες σε κανένα ποσοστό μείωσης είναι οι Βουλγαρία, Ελλάδα, Εσθονία, Λετονία και Λιθουανία, ενώ Φινλανδία και Λευκορωσία δεν έχουν άλλη όμορη πέρα από τη χώρα γεωγραφικής προέλευσης διακοπής. Επιπλέον, για όλες τις παραπάνω χώρες με εξαίρεση την Ελλάδα, δεν εντοπίστηκε εναλλακτική διαδρομή από εξωτερικό προμηθευτή γεγονός που σημαίνει έλλειψη διασυνδέσεων. Η Ελλάδα από την άλλη, καταφέρνει μέσω εξωτερικής προμήθειας LNG να αναπληρώσει την απώλεια και να ικανοποιήσει τη ζήτησή της.

- Ενδιαφέρον είναι και το παράδειγμα της Ουγγαρίας που ενώ διαθέτει δύο εναλλακτικές όμορες, η μία (Αυστρία) δεν διαθέτει τη φυσική δυναμικότητα ενώ η άλλη (Ουκρανία) αρχίζει να παρουσιάζει προβλήματα όταν $\Delta A=40$. Εξάλλου δεν είναι σε θέση να αναπληρώσει ούτε από εξωτερικό προμηθευτή με δεδομένο ότι έχει υπάρξει κορεσμός στη διαδρομή από Νορβηγία προς Γερμανία υποδεικνύοντας άμεση ανάγκη για ενίσχυση, όπως και από Αυστρία προς Ουγγαρία.
- Οι χώρες που συμβάλλουν κατά κύριο λόγο στην αναπλήρωση της απώλειας Φ/Α είναι η Ολλανδία, Γερμανία, Ουκρανία και επικουρικά η Αυστρία. Παράλληλα οι εξωτερικοί προμηθευτές που προτείνονται εξαιτίας κυρίως του μικρού κινδύνου τους είναι η Νορβηγία και η προμήθεια LNG. Τα παραπάνω έχουν ως αποτέλεσμα διαδρομές που εντοπίζονται συχνά εντός του ίδιου σεναρίου να παρουσιάζουν μεγάλη συμφόρηση και άρα να καθίσταται μη περαιτέρω εκμεταλλεύσιμες. Για παράδειγμα η διαδρομή από Νορβηγία προς Γερμανία στο συγκεκριμένο σενάριο προτείνεται για την εξυπηρέτηση των Αυστρία, Βέλγιο, Βοσνία Ερζεγοβίνη, Τσεχία, Ελβετία, Λουξεμβούργο, Ουγγαρία, Πολωνία, Σερβία, Σλοβακία και Σλοβενία. Η τεχνική δυναμικότητα όμως της συγκεκριμένης διαδρομής, προκειμένου να εξυπηρετήσει αφενός τα συμβόλαια που δεν επηρεάζονται από την υλοποίηση του συγκεκριμένου σεναρίου και αφετέρου ταυτόχρονα τις παραπάνω επηρεαζόμενες χώρες, μπορεί να παρέχει Φ/Α ως το σημείο που της επιτρέπει η τεχνική δυναμικότητα, όπως φαίνεται και από τον πίνακα ΠVI12 του Παραρτήματος VI. Τα παραπάνω ενισχύουν το γεγονός ότι ιδιαίτερα διαδρομές εξωτερικών προμηθευτών Φ/Α όπως από τη Νορβηγία προς τη Γερμανία είναι απαραίτητο να ενισχυθούν επενδυτικά.

Άλλες διαδρομές που υπέδειξαν ανάγκη επενδυτικής υποστήριξης και περαιτέρω ενίσχυσης είναι από Ιταλία προς Αυστρία, Γερμανία προς Αυστρία και προς Βέλγιο, Ρουμανία προς Βουλγαρία, Γερμανία προς Σλοβακία, Γερμανία και Ουκρανία προς Πολωνία, Ιταλία προς Σλοβενία. Σε σχέση με τα σημεία ενίσχυσης διαδρομών προμήθειας εξωτερικών προμηθευτών, οι διαδρομές που δείχνουν συμφόρηση, πέρα από τις προηγούμενες, είναι από Αλγερία προς Ιταλία, όλη η διαδρομή προμήθειας της Αυστρία από Νορβηγία μέσω Τσεχίας, Νορβηγία προς Βέλγιο και Ολλανδία και ενίσχυση του τερματικού υποδοχής LNG του Βελγίου.

- **Γεωγραφική Προέλευση: Αλγερία**
 - Όλες οι χώρες είναι σε θέση να αναπληρώσουν την απώλεια Φ/Α είτε από όμορες είτε από εξωτερικό προμηθευτή.
 - Δεν αναγνωρίστηκαν σημεία συμφόρησης που να υποδεικνύουν

κενά επενδύσεων.

- Γεωγραφική Προέλευση: Λιβύη
 - Μια διακοπή από τη Λιβύη δεν παρουσιάζει αρνητικές συνέπειες στην επηρεαζόμενη Ιταλία.
- Μείωση Παροχής LNG
 - Η Ισπανία είναι η μοναδική χώρα που δεν είναι σε θέση να αναπληρώσει την απώλεια Φ/Α κανενός επιπέδου (25%, 50%, 75%), λόγω έλλειψης τεχνικής δυναμικότητας μεταφοράς από την όμορη προς την Ισπανία. Το ίδιο ισχύει και για τις διαδρομές της για προμήθεια από εξωτερικού προμηθευτές, οι οποίες δεν διαθέτουν τεχνική δυναμικότητα μεταφοράς.
 - Στην περίπτωση της Πορτογαλίας παρουσιάζεται κατά συνέπεια πρόβλημα στην αναπλήρωση από την Ισπανία στο 75% της απώλειας σε όρους φυσικής δυναμικότητας.
 - Τα διασυνοριακά σημεία που παρουσίασαν κενά υποδομών λόγω των αποτελεσμάτων του δείκτη ΥΕ είναι από Γαλλία προς Ισπανία, ενώ σε επίπεδο διαδρομών εξωτερικού προμηθευτή ενίσχυση χρειάζονται οι διαδρομές από Νορβηγία προς Βέλγιο και προς Γαλλία, από Αλγερία προς Ισπανία και από Γαλλία προς Ισπανία.

Κεφάλαιο VI:

Συμπεράσματα - Προοπτικές

VI. 1 Συμπεράσματα

Ο ομαλός, συνεχόμενος, ασφαλής και οικονομικά προσιτός εφοδιασμός Φ/Α προς ικανοποίηση των αναγκών της ΕΕ είναι επιτακτικής σημασίας και αποτελεί προτεραιότητα στην ατζέντα της ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής. Επιπλέον, τα γεγονότα διακοπής προμήθειας Φ/Α της τελευταίας δεκαετίας και ο μικρότερος ή μεγαλύτερος αντίκτυπος αυτών, υπογραμμίζουν αυτή την προτεραιότητα. Παράλληλα καλούν τόσο για θέσπιση κατάλληλων πολιτικών όσο και για υλοποίηση δράσεων πρόληψης και αντιμετώπισης.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η ΕΕ έχει προχωρήσει στη δημοσίευση σειράς προτάσεων και νομοθεσιών και η διεθνής ερευνητική κοινότητα έχει δημοσιεύσει μελέτες γύρω από το θέμα. Το σύνολο των δημοσιεύσεων και των μελετών, πέρα από την πολυγωνμία και πληθώρα απόψεων που εμφανίζουν, παρουσιάζουν σημεία σύγκλισης αναφορικά με τους κινδύνους που καθιστούν ευάλωτη την ασφάλεια εφοδιασμού Φ/Α και τα στοιχεία που την ενισχύουν.

Η μελέτη των υφιστάμενων μεθοδολογιών, τόσο της ευρύτερης ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού όσο και της συγκεκριμένης ασφάλειας εφοδιασμού Φ/Α υποδεικνύουν ότι:

- Η ασάφεια και η πολυγωνμία που υπάρχει στον ορισμό της ασφάλειας εφοδιασμού αποτυπώνεται στο διαφορετικό εύρος παραμέτρων που υιοθετεί η κάθε μεθοδολογία. Το ίδιο ισχύει σχετικά με το γεωγραφικό εύρος που καλύπτει η κάθε μελέτη καθώς και η προσμέτρηση ή όχι του LNG ως παράμετρο του εφοδιασμού ή ως διαφοροποίηση των προμηθειών.
- Παράλληλα, το διαφορετικό εύρος παραμέτρων της κάθε μελέτης έχει ως αποτέλεσμα την αξιολόγηση του εφοδιασμού σε διαφορετική κάθε φορά βάση, αυξάνοντας έτσι την πολυπλοκότητα του θέματος και τη δυσκολία διενέργειας συγκρίσεων.
- Παρατηρείται έλλειψη ισορροπίας μεταξύ των παραγόντων που ενισχύουν και θωρακίζουν την ασφάλεια εφοδιασμού Φ/Α και των κινδύνων που την καθιστούν ευάλωτη.
- Το σύστημα εφοδιασμού Φ/Α μελετάται και αξιολογείται σε συνθήκες κρίσης που έχουν ήδη διενεργηθεί. Αυτό μπορεί και συνεπάγεται κρίσιμα αποτελέσματα σύμφωνα πάντα με τις κατευθύνσεις της κάθε μελέτης αλλά και της προηγούμενης γνώσης της αντίδρασης που είχε το σύστημα προς αποκατάσταση και εξομάλυνση της διαδικασίας του εφοδιασμού του.
- Επισημαίνεται η έλλειψη προτάσεων εναλλακτικών λύσεων σε περιπτώσεις αρνητικής αξιολόγησης του συστήματος εφοδιασμού

Φ/Α για την ομαλή αποκατάσταση του συστήματος εφοδιασμού, όχι μόνο μακροπρόθεσμα αλλά και on the spot.

Το προτεινόμενο πλαίσιο SEAL αποτελείται από τρεις συνιστώσες που αφορούν στην προσομοίωση του ευρωπαϊκού συστήματος σε συνθήκες κρίσης, στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν έχοντας ως κύριο γνώμονα και κοινό παρανομαστή την ικανοποίηση ή όχι των αναγκών σε Φ/Α του συστήματος και στον εντοπισμό εναλλακτικών διαδρομών σε περίπτωση που η αξιολόγηση ικανοποίησης των αναγκών σε Φ/Α είναι αρνητική.

Η εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας στο ευρωπαϊκό σύστημα εφοδιασμού Φ/Α είχε ως αποτέλεσμα την αξιολόγηση των χαρακτηριστικών της αναφορικά με την πληρότητα, τη χρηστικότητα και την ευελιξία αλλά και το ρεαλισμό των αποτελεσμάτων της.

Τα κυριότερα συμπεράσματα που προέκυψαν από την υλοποίηση της εφαρμογής της προτεινόμενης μεθοδολογίας είναι οι παρακάτω δυνατότητες που καθίστανται εφικτές.

- Θέσπιση αντικειμενικού πλαισίου μέσω της αναγνώρισης και καθορισμού των παραμέτρων που συνιστούν αφενός τα σενάρια κρίσης και αφετέρου τη στρατηγική προμήθειας Φ/Α των χωρών.
- Δυνατότητα μελέτης του συστήματος με διαφορετικά σενάρια ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες που είναι επιθυμητό να εφαρμοστούν, ελέγχοντας έτσι την αξιοπιστία του από διαφορετικές σκοπιές.
- Μελέτη των ορίων αντοχής των μερών του συστήματος και απόκτηση πληροφορίας για τα σημεία που δρουν ως «συναγερμός» για την αξιοπιστία του συστήματος εφοδιασμού Φ/Α.
- Εντοπισμός και αξιολόγηση των σημείων (χωρών) του συστήματος που παρουσιάζουν ευπάθεια θέτοντας έτσι σε κίνδυνο την αξιοπιστία του όλου συστήματος εφοδιασμού.
- Εντοπισμός εναλλακτικών διαδρομών προμήθειας Φ/Α, ελαχίστου κοινωνικοοικονομικού κινδύνου, για τις ευπαθείς στα σενάρια κρίσης χώρες με απώτερο σκοπό την εύρεση βέλτιστης λύσης για όλες τις επηρεαζόμενες χώρες του συστήματος.
- Έλεγχος των εναλλακτικών διαδρομών προς αποφυγή έλλειψης είτε φυσικής είτε τεχνικής δυναμικότητας.
- Μελέτη και εντοπισμός των διαδρομών που παρουσιάζουν κενά επενδύσεων και άρα καλούν την ενίσχυση υποδομών.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας στο σύστημα εφοδιασμού Φ/Α της ΕΕ μπορούν να

θεωρηθούν ικανοποιητικά και κοντά στην πραγματικότητα. Συγκεκριμένα, για κάθε φάση της εφαρμογής προκύπτουν τα ακόλουθα:

- Σενάρια Κρίσης & Δεδομένα Στρατηγικής Προμήθειας:
 - Αναπαράσταση του φάσματος συνθηκών που επικρατούν κατά τους μήνες προμήθειας Φ/Α.
 - Απεικόνιση της εξέλιξης που εμφανίζεται στις υποδομές του συστήματος εφοδιασμού Φ/Α.
- Προσομοίωση Monte Carlo:
 - Οι χώρες που απαρτίζουν το σύστημα εφοδιασμού της ΕΕ χαράσσουν τις στρατηγικές προμήθειάς τους με σκοπό την ικανοποίηση των αναγκών τους.
 - Στοιχεία που βελτιώνουν την επίδοση μιας χώρας στην ικανοποίηση της στρατηγικής προμήθειας της είναι η δυναμικότητα αποθήκευσης και η ίδια παραγωγή, όπου αυτό είναι εφικτό, ενώ παράλληλα η διαφοροποίηση των προμηθειών προσδίδει ευελιξία αντίδρασης σε κάθε σενάριο κρίσης.
 - Όσο αυξάνεται το ποσοστό απώλειας τόσο επηρεάζονται ολόένα και περισσότερες χώρες. Επιπλέον η εποχικότητα (ψυχρός χειμώνας) παίζει σημαντικό ρόλο στη δριμύτητα των αποτελεσμάτων.
 - Έντονος αντίκτυπος εμφανίζεται κατά την απώλεια μεγάλων ποσοτήτων Φ/Α από τη Νορβηγία (75%), ενώ η Ρωσία παίζει σημαντικό ρόλο ανεξάρτητα από το ποσοστό απώλειας, άλλωστε υπάρχουν αρκετές χώρες με 100% εξάρτηση.
 - Η προμήθεια LNG αποτελεί κύρια και όχι επικουρική πηγή προμήθειας για αρκετές χώρες ενώ ο αντίκτυπος διακοπής της είναι ιδιαίτερα έντονος είτε εξαιτίας της εποχικότητας, είτε εξαιτίας της χρονικής διάρκειας της διακοπής.
- Αξιολόγηση Επιτυχίας Στρατηγικών Προμήθειας:
 - Η ύπαρξη ΔΑ επηρεάζει θετικά την επιτυχία στρατηγικής προμήθειας ενώ η εποχικότητα παίζει σημαντικό ρόλο στην επιτυχία των στρατηγικών προμήθειας.
 - Οι περισσότερες χώρες επηρεάζονται από μία διακοπή παροχής Φ/Α από τη Ρωσία και δεν είναι σε θέση να έχουν επιτυχή στρατηγική προμήθειας.
 - Διακοπή παροχής Φ/Α από την Αλγερία, ενώ δεν επηρεάζει μεγάλο πλήθος χωρών, επηρεάζει χώρες που παρουσιάζουν μεγάλη εξάρτηση.

- Η διακοπή 1 ημέρας επηρεάζει τις περισσότερες χώρες για ποσοστό απώλειας από 50% και πάνω. Η διακοπή 15 ημερών έχει ως αποτέλεσμα τη γενικευμένη επιρροή του συστήματος λόγω διάρκειας και εποχικότητας. Η διακοπή 1 μήνα μειώνει τον αντίκτυπο της εποχικότητας και αυξάνει τον αντίκτυπο της χρονικής διάρκειας.
- Εντοπισμός Εναλλακτικών Διαδρομών:
 - Για όλες τις χώρες εντοπίστηκαν εναλλακτικές διαδρομές όμορων, εκτός από τη Φινλανδία και τη Λευκορωσία οι οποίες προμηθεύονται απευθείας και αποκλειστικά από τη Ρωσία ενώ δεν διαθέτουν άλλες διασυνδέσεις πρόσληψης Φ/Α.
 - Σημαντικό σημείο είναι η διαφοροποίηση των διασυνοριακών διασυνδέσεων της κάθε χώρας, γιατί προσφέρει τη δυνατότητα επαναδρομολόγησης εντός των εντοπισμένων διαδρομών ελαχίστου κόστους.
 - Η βάση του κοινωνικοοικονομικού κινδύνου που χρησιμοποιείται στον εντοπισμό των εναλλακτικών διαδρομών αναπλήρωσης έχει ως αποτέλεσμα την επανάληψη συγκεκριμένων διαδρομών κατάλληλων ανά σενάριο.
 - Διαδρομές αναπλήρωσης Φ/Α από εξωτερικό προμηθευτή δεν εντοπίζονται για όλες τις χώρες ενώ για μερικές χώρες εντοπίζονται παραπάνω από μία διαδρομές αναπλήρωσης από εξωτερικό προμηθευτή, γεγονός που υποδεικνύει την διαφοροποίηση των διασυνοριακών διασυνδέσεων της χώρας.
- Έλεγχος Φυσικής & Τεχνικής Δυναμικότητας:
 - Βασικότεροι κόμβοι φυσικής δυναμικότητας για την αναπλήρωση της απώλειας Φ/Α αποτελούν η Γερμανία, Ολλανδία και το LNG ενώ σε μικρότερο βαθμό η Αυστρία, και η Ουκρανία. Παρατηρείται ότι ιδιαίτερα οι δύο πρώτες διαθέτουν μεγάλες ποσότητες αποθηκευμένου Φ/Α και ίδια παραγωγή. Χώρες χωρίς τουλάχιστον έναν από τους δύο αυτούς παράγοντες δεν αποτέλεσαν κόμβους φυσικής δυναμικότητας.
 - Τα σημεία συμφόρησης του συστήματος, τα οποία επαναλαμβάνονται και στα 3 σενάρια κρίσης, και υπογραμμίζουν την ανάγκη για επενδυτική ενίσχυση υποδομών είναι τα διασυνοριακά σημεία μεταξύ Γαλλίας – Ισπανίας, ΗΒ – Βελγίου, Γερμανίας – Πολωνίας, Ολλανδίας – ΗΒ, Ιταλίας – Αυστρίας, Αλγερίας – Ιταλίας, Νορβηγίας – Γερμανίας και τερματικών υποδοχής LNG της Ολλανδίας και του Βελγίου. Ουσιαστικά με την ενίσχυση των παραπάνω σημείων οχυρώνεται πιο αποτελεσματικά το σύστημα εφοδιασμού της ΕΕ σε μία διακοπή.

Έτσι εξασφαλίζεται η δυνατότητα μεταφοράς από τη δύση στις χώρες της πρώην Σοβιετικής Ένωσης, η δυνατότητα επιπλέον ροής από τη Β. Αφρική και τη Νορβηγία προς την Ευρώπη, αλλά και η δυνατότητα παροχής περισσότερων ποσοτήτων Φ/Α από την κεντρική Ευρώπη προς τις χώρες της Μεσογείου.

- ο Σημειώνεται ότι οι προμήθειες πέραν των ήδη υπαρχόντων από τη Δανία, παρόλο που αποτελεί εξαιρετικό προμηθευτή από την άποψη του κοινωνικό οικονομικού κινδύνου δεν είναι εφικτές λόγω μη επαρκούς τεχνικής δυναμικότητας.

Τέλος επισημαίνεται ότι σημαντικό πλεονέκτημα της παρούσας εφαρμογής αποτέλεσε η διαθεσιμότητα των δεδομένων και πληροφοριών στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού Προγράμματος FP7 της Ευρωπαϊκής Επιτροπής «REACCESS» και των συναντήσεων και συνεδριάσεων της ομάδας των ενεργειακών εμπειρογνομώνων από όλες τις χώρες της ΕΕ, προσφέροντας έτσι τη δυνατότητα αξιολόγησης της μεθοδολογίας και της τμηματικής εφαρμογής της με πραγματικά δεδομένα και καταστάσεις από άλλες χώρες της ΕΕ.

Σύμφωνα, λοιπόν, με τα παραπάνω προκύπτουν συγκεκριμένα θεωρητικά και πρακτικά επιτεύγματα, από το προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο SEAL και την εφαρμογή του στο σύστημα εφοδιασμού της ΕΕ.

Θεωρητικά Επιτεύγματα

1. Αντιμετώπιση της ασάφειας του προβλήματος όσον αφορά την ασφάλεια εφοδιασμού Φ/Α μέσω της:
 - Θέσπισης αντικειμενικού πλαισίου με σαφή καθορισμό των παραμέτρων των σεναρίων κρίσης και των στρατηγικών προμήθειας Φ/Α, προς ικανοποίηση των αναγκών της ΕΕ.
 - Γεωγραφικής κάλυψης όλου του ευρωπαϊκού συστήματος εφοδιασμού Φ/Α όπως αυτό ορίζεται από τον ENTSOG.
 - Προσμέτρησης του LNG ως αναπόσπαστο κομμάτι του εφοδιασμού Φ/Α.
 - Παραμετροποίησης και ποσοτικοποίησης των παραπάνω.
2. Δυνατότητα μελέτης ανταπόκρισης του συστήματος σε διαφορετικά σενάρια, τα οποία σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να είναι πολύ χειρότερα και πιο πειστικά από ό,τι στην πραγματικότητα. Για παράδειγμα στο σενάριο διακοπής 1 ημέρας θεωρείται ότι όλη η Ευρώπη έχει ζήτηση αιχμής Φ/Α, καθώς όλες οι χώρες διανύουν ταυτόχρονα τον ψυχρότερο χειμώνα της ζετίας.
3. Συνδυασμός και χρήση μεθοδολογιών που κρίθηκαν κατάλληλες για την αξιολόγηση της ασφάλειας του ευρωπαϊκού συστήματος

εφοδιασμού Φ/Α, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης σε όλα τα επίπεδα του προβλήματος μέσω:

- Προσμέτρηση των στοιχείων που ενισχύουν την ασφάλεια εφοδιασμού Φ/Α μέσω του καθορισμού των παραμέτρων που καθορίζουν μια επιτυχημένη στρατηγική προμήθειας Φ/Α.
- Προσομοίωση των συνθηκών κρίσης σε όλο το ευρωπαϊκό σύστημα εφοδιασμού Φ/Α με τη μεθοδολογία Monte Carlo.
- Αξιολόγηση της επιτυχίας ή όχι της στρατηγικής προμήθειας των μερών του συστήματος σε συνθήκες κρίσης με τη χρήση του αντίστοιχου δείκτη.
- Προσμέτρηση των κινδύνων που διέπουν το σύστημα εφοδιασμού Φ/Α μέσω του υπολογισμού του κοινωνικοοικονομικού κινδύνου της μεθοδολογίας REACCESS ανά χώρα και ανά διαδρομή.
- Εύρεση εναλλακτικών διαδρομών ελαχίστου κοινωνικοοικονομικού κινδύνου με τη χρήση του κατάλληλου αλγορίθμου της θεωρίας των γράφων.
- Έλεγχος της φυσικής και τεχνικής δυναμικότητας μέσω πρότυπων δεικτών υποδομών και μέτρησης της ευελιξίας του συστήματος.

Πρακτικά Επιτεύγματα

1. Εμπειρικά αποτελέσματα τα οποία μπορούν να δράσουν ως προειδοποίηση για την ένδειξη κινδύνου στον ομαλό εφοδιασμό Φ/Α:
 - Εντοπισμός των σημείων του συστήματος που παρουσιάζουν ευαισθησία, σε συγκεκριμένα σενάρια κρίσης.
 - Αναγνώριση των ορίων αντοχής για κάθε ευαίσθητο σημείο του συστήματος και άρα υιοθέτηση κατάλληλων πολιτικών πρόληψης.
 - Αξιολόγηση των μερών του συστήματος ευρωπαϊκού εφοδιασμού με κριτήριο τον κοινωνικοοικονομικό κίνδυνο εφοδιασμού και άρα εκ των προτέρων γνώση των ευπαθών περιοχών, ιδιαίτερα – αλλά όχι μόνο - όταν οι περιοχές αυτές είναι κύριοι προμηθευτές Φ/Α.
2. Παροχή εναλλακτικών λύσεων εξομάλυνσης, τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα σε περιπτώσεις συνθηκών κρίσης με στόχο την εύρεση βέλτιστων λύσεων για το σύνολο του συστήματος:
 - Εναλλακτικές διαδρομές προμήθειας ελαχίστου κοινωνικοοικονομικού κινδύνου μέσω όμορων αλλά και μέσω

εξωτερικών προμηθευτών.

- Έλεγχος των διαδρομών προσμετρώντας το γενικευμένο αντίκτυπο «ντόμινο» της εκάστοτε κρίσης σε όρους φυσικής και τεχνικής δυναμικότητας, με συνέπεια να ενισχυθεί η δυνατότητα υλοποίησής τους.
3. Αναγνώριση κενών επενδύσεων, δηλαδή σημείων και διαδρομών του συστήματος που καλούν την ενίσχυση υποδομών, η υλοποίηση των οποίων περαιτέρω ισχυροποιούν την ασφάλεια εφοδιασμού Φ/Α και υποστηρίζουν την αξιοπιστία του ευρωπαϊκού συστήματος.

VI.2 Προοπτικές

Με την ολοκλήρωση της διδακτορικής διατριβής μερικές σημαντικές προοπτικές για περαιτέρω έρευνα στο συγκεκριμένο γνωστικό πεδίο είναι οι ακόλουθες:

- Μεταφορά της προτεινόμενης μεθοδολογίας σε πληροφοριακό περιβάλλον με την υλοποίηση web based πληροφοριακού συστήματος το οποίο θα συνδράμει σημαντικά τους αποφασίζοντες, κυρίως από την άποψη αυτοματισμού και ταχύτητας των αποτελεσμάτων. Συνοπτική περιγραφή του πληροφοριακού συστήματος περιλαμβάνει:
 - Δυνατότητα εισαγωγής πολλαπλών δεδομένων, τα οποία πρόκειται να συνθέτουν τα σενάρια κρίσης που ο κάθε χρήστης επιθυμεί να προσομοιώσει. Αυτό προϋποθέτει την ύπαρξη ευελιξίας στην επιλογή και χρήση μεταβλητών στρατηγικής προμήθειας καθώς και κατηγοριών κινδύνου.
 - Διασύνδεση του πληροφοριακού συστήματος με τις βάσεις δεδομένων της Eurostat, της IEA, αλλά και των διαχειριστών εθνικών δικτύων για αυτόματη ανανέωση των δεδομένων στρατηγικών προμήθειας ανάλογα με το έτος που μελετάται.
 - Δυνατότητα μεταβολής (εισαγωγής ή εξαγωγής) των διασυνδέσεων μεταφοράς Φ/Α στο ευρωπαϊκό σύστημα.
 - Εξαγωγή αποτελεσμάτων ανά φάση υλοποίησης της μεθοδολογίας καθώς και των αντίστοιχων διαγραμμάτων - γραφημάτων τους, όπου αυτό είναι εφικτό. Δυνατότητα απομόνωσης αποτελεσμάτων ανά φάση, εφόσον το επιθυμεί ο κάθε χρήστης/αποφασίζων.

Ως κύριοι αποφασίζοντες/χρήστες του συγκεκριμένου πληροφοριακού συστήματος έχουν αναγνωριστεί οι ακόλουθες κατηγορίες ενδιαφερομένων:

- Κυβερνητικά στελέχη της ΕΕ και των κρατών – μελών στους τομείς της Ενέργειας, του Περιβάλλοντος και των Εξωτερικών Σχέσεων.
- Διαχειριστές του ευρωπαϊκού δικτύου μεταφοράς Φ/Α.
- Εταιρείες εισαγωγών, εξαγωγών, μεταφοράς ή/και παροχής Φ/Α.
- Κύριοι εξαγωγείς Φ/Α προς την ΕΕ, συμπεριλαμβανομένων κυβερνήσεων και εταιρειών πχ Ρωσία (Gazprom), Αλγερία (Sonatrach), Αζερμπαϊτζάν (SOCAR) κοκ.
- Ακαδημαϊκά ιδρύματα και ινστιτούτα με αποδεδειγμένη σχέση με το αντικείμενο και άμεση ανάγκη για έγκαιρη και έγκυρη πληροφόρηση.

Ο σχεδιασμός υλοποίησης του συγκεκριμένου πληροφοριακού συστήματος πρόκειται να βασιστεί στην αρχιτεκτονική τριών επιπέδων (three tiered architecture), μια αρχιτεκτονική client-server. Στην αρχιτεκτονική αυτή η λειτουργική διαδικασία λογικής, η πρόσβαση των δεδομένων, η αποθήκευση δεδομένων του υπολογιστή και η διεπαφή του κάθε χρήστη, αναπτύσσονται και διατηρούνται ως ανεξάρτητες μονάδες σε ξεχωριστές πλατφόρμες. Τα τρία επίπεδα περιλαμβάνουν το επίπεδο δεδομένων, στο οποίο τηρούνται τα δεδομένα, το επίπεδο εφαρμογών το οποίο ελέγχει τη λειτουργικότητα των εφαρμογών μέσω λεπτομερούς επεξεργασίας και το επίπεδο παρουσίασης (ή αποτελεσμάτων), το οποίο επικοινωνεί με τα υπόλοιπα επίπεδα στέλνοντας δεδομένα στο πρόγραμμα περιήγησης και στα άλλα επίπεδα του δικτύου. Με την υιοθέτηση μιας τέτοιας αρχιτεκτονικής ικανοποιείται η αρχή σχεδιασμού του διαχωρισμού των ευθυνών (separation of concerns – SoC), η οποία συνεισφέρει στην απλοποίηση της ανάπτυξης και υποστήριξης πληροφοριακών προγραμμάτων. Όταν οι ευθύνες είναι σωστά διαχωρισμένες, τότε μεμονωμένα τμήματα μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, να αναπτυχθούν ή να αναβαθμιστούν ανεξάρτητα το ένα από το άλλο.

- Εισαγωγή στο σύστημα ευρωπαϊκού εφοδιασμού Φ/Α των μελλοντικών προς υλοποίηση αγωγών, διασυνοριακών σημείων ή/και έργων προτεραιότητας της ΕΕ και εκ νέου αξιολόγηση, προκειμένου να μελετηθεί η συνδρομή τους στην ενίσχυση της αξιοπιστίας και της ασφάλειας του συστήματος.
- Δυνατότητα εφαρμογής της παρούσας προτεινόμενης μεθοδολογίας και σε άλλα καύσιμα με μόνη προϋπόθεση τη χρήση διαδρομών (θεωρητικών ή πρακτικών) για τη μεταφορά τους.

Βιβλιογραφία

- [1] Doukas H., Flamos A., Karakosta Ch., Flouri M., Psarras J., 2010. Web tool for the quantification of oil and gas corridors' socio-economic risks: The case of Greece. *International Journal of Energy Sector Management*; 4(2): 213-235.
- [2] Oettinger G., 2011. The necessity of ensuring the security of Europe's energy supply. *The European Files "Security of Energy Supply in Europe: Continuous Adaptation"*; No 22: 8.
- [3] IEA – International Energy Agency, 2008. *World Energy Outlook 2008*.
- [4] Flouri M., Karakosta Ch., Kladouchou Ch., Psarras J., 2015. How does a natural gas supply interruption affect the EU gas security? A Monte Carlo simulation. *Energy Policy*; 44: 785-796.
- [5] European Council, European Parliament, 2010. Regulation (EU) No 994/2010 of the European Parliament and of the Council of 20 October 2010 concerning measures to safeguard security of gas supply and repealing Council Directive 2004/67/EC; Belgium.
- [6] Eurogas – The European Union of the Natural Gas Industry, 2012. *Statistical Report 2012*. Brussels.
- [7] Söderbergh B., Jakobsson K., Aleklett K., 2010. European energy security: An analysis of future Russian natural gas production and exports. *Energy Policy*; 38: 7827-2843.
- [8] Eurogas – The European Union of the Natural Gas Industry, 2010. *Long term outlook for gas demand and supply, 2007 – 2030*; Brussels.
- [9] Capros P., Mantzos L., Tasios N., De Vita A., Kouvaritakis N., 2009. *EU Energy Trends to 2030 – Update 2009*. European Commission, Directorate-General for Energy and Transport in collaboration with Climate Action DG and Mobility and Transport DG; Luxemburg.
- [10] ENTSOG – European Network of Transmission System Operators for Gas, 2013. *Ten-year network development plan (2013 – 2022)*. Main report; Brussels
- [11] IEA – International Energy Agency, 2011. *World Energy Outlook 2011*.
- [12] Hashimoto H., Fukuoka S., Sueishi H., Okamura M., Horiike S., 2013. The 10 biggest issues in the LNG industry in the first half of 2013. *The Institute of Energy Economics*; Japan.
- [13] Layachi A., 2013. *The changing geopolitics of natural gas: the case of Algeria*. Harvard University's Belfer Center and Rice University's Baker Institute Center for Energy Studies; Houston.
- [14] Bilgin M., 2009. Geopolitics of European natural gas demand: Supplies from Russia, Caspian and the Middle East. *Energy Policy*; 37: 4482-4492.
- [15] Shaffer B., 2013. Natural gas supply stability and foreign policy. *Energy Policy*; 56: 114-125.

- [16] Scott M., Vedres B., 2012. Supply security in the European gas pipeline network. Available at: <http://www.personal.ceu.hu/staff/Balazs_Vedres/papers/scotti.vedres.gaspipes.pdf>
- [17] BP – British Petroleum, 2012. Statistical review of world energy review. BP p.l.c.; London
- [18] Darbouche H., Fattouh B., 2011. The implication of the arab uprisings for oil and gas markets. The Oxford Institute of Energy Studies; Oxford.
- [19] Kruyt B., van Vuuren D.P., de Vries H.J.M., Groenenberg H., 2009. Indicators for energy security. *Energy Policy*; 37: 2166-2188.
- [20] Mitchell J., 2002. Renewing energy security. The Royal Institute of International Affairs, Sustainable Development Programme; London.
- [21] Winzer Ch., 2012. Conceptualizing energy security. *Energy Policy*; 46: 36-48.
- [22] Clingendael International Energy Programme – CIEP, 2004. Study on energy supply security and geopolitics, Final report. Institute for International Relations “Clingendael”; Hague.
- [23] Flouri M., Karakosta Ch., Doukas H., Psarras J., 2009. Review and analysis of oil and gas incidents related to the supply interruptions. 3rd International Conference on Energy and Environment 2009 (ICEE2009), 7th – 8th December 2009, Malacca, Malaysia, IEEE Xplore, pp. 171-176.
- [24] EC – European Commission, 2000. Green Paper – Towards a European strategy for the security of energy supply, COM (2000) 0769 final; Brussels.
- [25] Sales J.-G., San Martín González E., 2009. D4.4 Socio-economic risk on energy security (2nd version: English). Risk of Energy Availability: Common Corridors for European Security of Supply – REACCESS.
- [26] Kruyt B., van Vuuren D.P., de Vries H.J.M., Groenenberg H., 2009. Indicators for energy security. *Energy Policy*; 37: 2166-2181.
- [27] Sharifuddin S., 2014. Methodology for quantitatively assessing the energy security of Malaysia and other southeast Asian countries. *Energy Policy*; 65: 574-582.
- [28] Martchamadol J., Kumar S., 2012. Thailand’s energy security indicators. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; 16: 6103-6122.
- [29] Blyth W., Lefevre N., 2004. Energy security and climate change policy interactions: An assessment framework. IEA – International Energy Agency; Paris.
- [30] Gupta E., 2008. Oil vulnerability index of oil-importing countries. *Energy Policy*; 36: 1195-1211.
- [31] Frondel M., Schmidt M. C., 2008. Measuring energy security: A conceptual note. *Ruhr Economic Papers*, #52, Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung, RWI Essen; Essen.
- [32] Roques A. F., Newbery M. D., Nutall J. W., 2008. Fuel mix diversification incentives in liberalized electricity markets: A mean – variance portfolio theory approach. *Energy Economics*; 30: 1831-1849.

- [33] Awerbuch S., 2006. Portfolio-based electricity generation planning: Policy implications for renewables and energy security. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*; 11: 693-710.
- [34] Awerbuch S., Berger M., 2003. Applying portfolio theory to EU electricity planning and policy-making. IEA/EET Working paper; Paris.
- [35] Lesbirel S. H., 2004. Diversification and energy security risks: the Japanese case. *Japanese Journal of Political Science*; 5: 1-22.
- [36] Bilinton R., Allan R. N., 1996. Reliability evaluation of power system. Plenum Press; New York.
- [37] Bilinton R., Li W., 1994. Reliability assessment of electric power systems using Monte Carlo methods. Plenum Press; New York.
- [38] Talluri S., 2000. Data Envelopment Analysis: Models and Extensions. *Decision Line*; 31: 8-11.
- [39] Badea C. A., Claudio M., Rocco S., Tarantola S., Bolado S., 2011. Composite indicators for security of energy supply using ordered weighted averaging. *Reliability Engineering and System Safety*; 96: 651-662.
- [40] Gnasounou E., 2008. Assessing energy vulnerability: Case of industrialised countries. *Energy Policy*; 36: 3734-3744.
- [41] Cabalu H., 2010. Indicators of security of national gas supply in Asia. *Energy Policy*; 38: 218-225.
- [42] Bolado R., Gracceva F., Zeniewski P., Zastera P., Vanhoorn L., Mengolini A., 2012. Best practices and methodological guidelines for conducting gas risk assessments. JRC Scientific and Technical Reports, European Commission, Joint Research Center; Netherland.
- [43] Le Coq C., Paltseva E., 2012. Assessing gas transit risks: Russia vs the EU. *Energy Policy*; 42: 642-650.
- [44] European Council, European Parliament, 2010. Regulation (EU) No 994/2010 of the European Parliament and of the Council of 20 October 2010 concerning measures to safeguard security of gas supply and repealing Council Directive 2004/67/EC; Belgium.
- [45] ENTSOG – European Network of Transmission System Operators for Gas, 2014. Gas Regional Investment Plan (2014 – 2023). Central Eastern Europe Main report; Brussels
- [46] EC – European Commission, DG Energy, 2011. Energy Infrastructure : Priorities for 2020 and beyond – a blueprint for an integrated European energy network; Brussels.
- [47] Holz F., von Hirschhausen C., Kemfert C., 2008. A strategic model of European gas supply (GASMOD). *Energy Economics*; 30: 766-788.
- [48] Lise W., Hobbs B. F., van Oostvoorn F., 2008. Natural gas corridors between the EU and its main suppliers: Simulation results with the dynamic GASTALE model. *Energy Policy*; 36: 1890-1906.

- [49] Lochner S., 2011a. Identification of congestion and valuation of transport infrastructures in the European natural gas market. *Energy*; 36: 2483-2492.
- [50] Lochner S., 2011b. Modelling the European natural gas market during the 2009 Russian – Ukrainian gas conflict: Ex-post simulation and analysis. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*; 3: 341-348.
- [51] Watts D., Strogatz S. H., 1998. Collective dynamics of “small-world” networks. *Nature*; 393: 440-442.
- [52] Villada J., Olaya Y., 2013. A simulation approach for analysis of short – term security of natural gas supply in Colombia. *Energy Policy*; 53: 11-26.
- [53] EIA – Energy Information Administration, 2005. *International Energy Outlook*. US Department of Energy.
- [54] *Energy World*, 2013. «Μπαίνει μπροστά» τεράστιο δίκτυο ανεφοδιασμού LNG. *Energy World*; 47: 28-29.
- [55] ΔΕΠΑ – Δημόσια Επιχείρηση Αερίου, 2013. *Ιστορία του Φυσικού Αερίου*.
- [56] The European Resource Center for Shale Gas, Tight Gas and Coalbed Methane, 2013. *A brief history of gas in Europe.*,
- [57] Eurogas – The European Union of the Natural Gas Industry, 2008. *Natural gas consumption in EU27 in 2007*. Brussels
- [58] Lochner S., Dieckhöner C., 2012. Civil unrest in North Africa – Risks for natural gas supply?. *Energy Policy*; 45: 167-175.
- [59] Stabolis K. N., 2011. *The natural gas cornerstone for European energy policy*. Institute of energy for Southeast Europe, Greece.
- [60] IGU - International Gas Union, 2011. *World LNG Report 2011*. Petronas, IGU; Oslo
- [61] Γρηγοριάδης Ι.Ν., 2008. *Ευρωπαϊκή ενεργειακή ασφάλεια και αγωγοί φυσικού αερίου στη Ν.Α. Ευρώπη: Ένα νέο πεδίο Ελληνοτουρκικής συνεργασίας*. Policy Paper No 12, Ελληνικό Ίδρυμα Ευρωπαϊκής και Εξωτερικής Πολιτικής – ΕΛΙΑΜΕΠ; Αθήνα.
- [62] Tognola J., 2010. *EU gas scenarios*. Presentation on the Workshop on gas markets.
- [63] Jopp M., 2011. *Europe’s energy future: Natural gas supply between geopolitics and the markets*. Work Package I, The future role of natural gas – trends and projections for demand and supply in 2030. Institut für Europäische Politik; Berlin.
- [64] EC - European Commission, 2012. *PRIMES EU-wide Energy Model*.
- [65] IEA – International Energy Agency, 2011. *World Energy Outlook 2011, Executive Summary*.
- [66] Dieckhöner C., 2012. *Simulating security of supply effects of the Nabucco and South Stream projects for the European natural gas market*. EWI Working Paper, No 10/07. Institute of Energy Economics at the University of Cologne.
- [67] Ratner M., Belkin P., Nichol J., Woehrel S., 2012. *Europe’s Energy Security: Options and Challenges to Natural Gas Supply Diversification*. Congressional Research Service; Washington.

- [68] IEA - International Energy Agency, 2012. World Energy Outlook 2010.
- [69] Monforti F., Szikszai A., 2010. A Monte Carlo approach for assessing the adequacy of the European gas transmission system under supply crisis conditions. *Energy Policy*; 38: 2486-2498.
- [70] European Council, European Parliament, 2009. Directive 2009/72/EC of the European Parliament and of the Council of 13 July 2009 concerning common rules for the internal market in electricity and repealing Directive 2003/54/EC (Text with EEA relevance); Brussels.
- [71] Dieckhöner C., Lochner S., Lindenberger D., 2013. European natural gas infrastructure: The impact of market developments and physical market integration. *Applied Energy*; 102: 994-1003.
- [72] EIA - Energy Information Administration, 2012. Norway report; Washington.
- [73] Norwegian Petroleum Directorate, Ministry of Petroleum and Energy, 2013. Facts 2013 – Gas Export from the Norwegian shelf; Norway.
- [74] Norwegian Petroleum Directorate, Ministry of Petroleum and Energy, 2013. Facts 2013 – Pipelines and onshore facilities; Norway.
- [75] IGU - International Gas Union, 2013. World LNG Report - 2013 Edition. Petronas, IGU; Oslo
- [76] EIA - Energy Information Administration, 2012. Russia report; Washington.
- [77] Boussena S., Locatelli C., 2013. Energy institutional and organizational changes in EU and Russia: Revisiting gas relations. *Energy Policy*; 55: 180-189.
- [78] Commission of the European Communities, 2007. Communication from the Commission to the European Council and the European Parliament, An energy policy for Europe. COM(2007) final; Brussels.
- [79] Gazprom, 2013. Unified Gas Supply System of Russia. Available at <<http://www.gazprom.com/about/production/transportation/>>.
- [80] Paltsev S. 2011. Russia's Natural Gas Export Potential up to 2050. MIT Center for Energy and Environmental Policy; Massachusetts.
- [81] Nord Stream, 2013. The Pipeline. Available at <<http://www.nord-stream.com/pipeline/>>.
- [82] Hafner M., 2012. Russian strategy on infrastructure and gas flows to Europe, POLINARES working paper n. 73. Polinares EU policy on natural resources.
- [83] EC- European Commission, 2009. Commission Staff Working Document, Accompanying document to the Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council concerning measures to safeguard security of gas supply and repealing Directive 2004/67/EC, The January 2009 Gas Supply Disruption to the EU: An Assessment, COM 363; Brussels.
- [84] EIA - Energy Information Administration, 2012. Algeria report; Washington.

- [85] Lochner S, Dieckhöner C., 2011. European gas imports from North Africa, Reassessing security of supply in the light of political turmoil. *Intereconomics*; 46: 143-147.
- [86] Ratner M., Belkin P., Nichol J., Woehrel S., 2013. Europe's Energy Security: Options and Challenges to Natural Gas Supply Diversification. Congressional Research Service; Washington.
- [87] Hafner M., Tagliapietra S., El Elandalousi E.H., 2012. Outlook for Oil and Gas in Southern and Eastern Mediterranean Countries, MEDPRO Technical Report No 18/October 2012.
- [88] BP – British Petroleum, 2011. BP Statistical review of world energy. BP p.l.c.; London.
- [89] EIA - Energy Information Administration, 2012. Libya report; Washington.
- [90] Ernst & Young, 2012. Natural gas in Africa: The frontiers the golden age.
- [91] Cedigas, 2011. Natural gas in the world – the 2011 edition; France.
- [92] KPMG, 2013. Oil and gas in Africa: Africa's reserves, potential and prospects. KPMG Africa Ltd.
- [93] EIA - Energy Information Administration, 2012. Nigeria report; Washington.
- [94] Tagliapietra S., 2013. Towards a new eastern Mediterranean energy corridor? Natural gas developments between market opportunities and geopolitical risks. Nota di Lavoro 12, Fondazione Eni Enrico Mattei; Milan.
- [95] EIA - Energy Information Administration, 2012. Egypt report; Washington.
- [96] Σταθοπούλου Λ., 2013. Το ενεργειακό προφίλ της Αν. Μεσογείου και των παράκτιων χωρών. *Energy world*; 45: 26-31.
- [97] Ratner M., 2011. Implications of Egypt's turmoil on global oil and natural gas supply. Congressional Research Service; Washington.
- [98] Suez Canal Authority, 2008. SC Maps and Documents. Available at <<http://www.suezcanal.gov.eg/photoalbum.aspx>>.
- [99] Emmerson C., Stevens P., 2012. Maritime chokepoints and the global energy system, Charting a way forward. Energy, Environment and Resource Governance, EERG BP 2012/01, Chatam House; London.
- [100] Luciani G., 2011. Restrictions of passage, accidents and oil transportation norms, Impact on supply security, CEPS Working Document No 354. Center for European Policy Studies; Brussels.
- [101] EC – European Commission, 2008. Network oil infrastructures – An assessment of the existing and planned oil infrastructures within and towards the EU, Commission staff working document accompanying the Green Paper “Towards a secure, sustainable and competitive European energy”, COM 737, sec 2869; Brussels.
- [102] Wietfeld M. A., 2011. Understanding Middle East gas exporting behavior. *The Energy Journal*; 32: 203-228.
- [103] EIA - Energy Information Administration, 2013. ;Qatar report; Washington.

- [104] BP – British Petroleum, 2013. Statistical review of world energy review. BP p.l.c.; London.
- [105] Growitsch C., Hecking H., Panke T., 2013. Supply disruptions and regional price effects in a regional oligopoly – an application to the global gas market. Institute of Energy Economics of the University of Cologne (EWI), Working paper No 13/08; Cologne.
- [106] EIA - Energy Information Administration, 2012. World oil transit chokepoints; Washington.
- [107] EIA - Energy Information Administration, 2013. Oman report; Washington.
- [108] EIA - Energy Information Administration, 2013. Yemen report; Washington.
- [109] Yemen LNG Company, 2011. Energy for Yemen; Yemen.
- [110] ΔΕΠΑ – Δημόσια Επιχείρηση Αερίου ΑΕ, 2007. Ορολογία και μονάδες βιομηχανίας Φ/Α; Αθήνα.
- [111] McMahon L., 2012. Yemen LNG exports hit by attack. Lloyd’s List, Friday August 24, 2012. Available at <<http://www.dryadmaritime.com/wp-content/uploads/downloads/2012/08/Yemen-LNG-Article-2408121.pdf>>.
- [112] EIA - Energy Information Administration, 2012. Trinidad and Tobago report; Washington.
- [113] NGC - The National Gas Company of Trinidad and Tobago, 2013. 1000 km of pipeline and counting. Available at <http://ngc.co.tt/wp-content/uploads/pdf/advertisements/13-NGC-968-3_Pipeline_Double_pg_advertorial.pdf>.
- [114] Shepherd R., Ball J., 2004. Liquefied Natural Gas from Trinidad and Tobago: The Atlantic LNG Project. Geopolitics of gas working paper series #30. Program of energy and sustainable development, James A. Baker III, Institute for Public Policy, Energy Forum; California.
- [115] Spencer N., 2010. Energy in Peru: Opportunities and Challenges. Americas Society/Council of Americas Energy Action Group; Washington.
- [116] ENI SAIPEM – Società per Azioni, 2010. Project Sustainability Report: Peru LNG Marine Facilities, CDB Melchorita; Milan.
- [117] EIA - Energy Information Administration, 2013. Peru report; Washington.
- [118] Gulf Interstate Engineering, 2009. Peru LNG Pipeline Project; Texas.
- [119] Peru LNG, 2007. Pipeline Route Map. Available at <<https://portal.perulng.com/irj/go/km/docs/documents/PLNG%20Website/index.htm>>.
- [120] EC – European Commission, 2011. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, On security of energy supply and international cooperation – “The EU Energy Policy: Engaging with Partners beyond our Borders”, COM (2011) 539 final; Brussels.

- [121] The Council of the European Union, 2004. Council Directive 2004/67/EC of 26 April 2004 concerning measures to safeguard security of natural gas supply (Text with EEA relevance). Official Journal of the European Union, L127/92; Luxemburg.
- [122] EC – European Commission, 2013. Green Paper – A 2030 framework for climate and energy policies, COM (2013) 169 final; Brussels.
- [123] Löschel A., Moslener U., Rübhelke D.T.G., 2010. Indicators of energy security in industrialised countries. *Energy Policy*; 38: 1665-1671.
- [124] Checci A., Behrens A., Egenhofer C., 2009. Long term energy security risks for Europe: A sector-specific approach, No 309. Centre for European Policy Studies – CEPS; Brussels.
- [125] Chester L., 2010. Conceptualising energy security and making explicit its polysemic nature. *Energy Policy*; 38: 887-895.
- [126] Jamasb T., Pollitt M., 2008. Security of supply and regulation of energy networks. *Energy Policy*; 36: 4584-4589.
- [127] Mabro R., 2008. On the security of oil supplies, oil weapons, oil nationalism and all that. *OPEC Energy Review*; 32: 1-12.
- [128] Nuttall J.W., Manz L.D., 2008. A new energy security paradigm for the twenty-first century. *Technological Forecasting and Social Change*; 75: 1247-1259.
- [129] Patterson W., 2008. Managing energy: Rethinking the fundamentals, Managing energy wrong, Working paper 1. Chatham House, University of Sussex; London.
- [130] Jun E.K., Chang S.H., 2009. The analysis of security cost for different energy sources. *Applied Energy*; 86: 1894-1901.
- [131] Jansen J.C., Seebregts A.J., 2010. Long-term energy services security: what is it and how can it be measured and valued? *Energy Policy*; 38: 1654-1664.
- [132] Lefèvre N., 2010. Measuring the energy security implications of fossil fuel resource concentration. *Energy Policy*; 38: 1635-1644.
- [133] Noël P., Findlater S., 2010. Gas supply security in the Baltic States: A qualitative assessment. *International Journal of Energy Sector Management*; 4: 236-255.
- [134] Giamouridis A., Paleoyiannis S., 2011. Security of Gas Supply in South Eastern Europe – Potential contribution of planned pipelines, LNG and storage, NG 52. The Oxford Institute of Energy Studies; Oxford.
- [135] Honore A., 2011. European natural gas demand, supply and pricing: Cycles, seasons and the impact of LNG price arbitrage. The Oxford Institute of Energy Studies; Oxford.
- [136] Pereira-Portugal J., Esteban M., 2014. Implications of paradigm shift in Japan's electricity security of supply: A multi-dimensional indicator assessment. *Applied Energy*; In Press.
- [137] Sovacool K.B., Mukherjee I., 2011. Conceptualizing and measuring energy security: A synthesized approach. *Energy*; 36: 5343-5355.

- [138] Feygin M., Satkin R., 2004. The oil reserves-to-production ratio and its proper interpretation. *Natural Resources Research*; 13: 57-60.
- [139] Sovacool K. B., Mukherjee I., Drupady I. M., D'Agostino L.A., 2011. Evaluating energy security performance from 1990 to 2010 for eighteen countries. *Energy*; 36: 5846-5853.
- [140] Yao L., Chang Y., 2014. Energy security in China: A quantitative analysis and policy implications. *Energy Policy*; 67: 595-604.
- [141] Jansen J.C., van Arkel W.G., Boots M.G., 2004. Designing indicators of long-term energy supply security. ECN-C-04-007, ECN - Energy Research Center of the Netherlands; the Netherlands.
- [142] Cohen G., Joutz F., Loungani P., 2011. Measuring energy security: Trends in the diversification of oil and natural gas supplies. *Energy Policy*; 39: 4860-4869.
- [143] Geng J-B., Ji Q., 2014. Multi-perspective analysis of China's energy supply security. *Energy*; 64: 541-550.
- [144] Stirling A., 1999. On the economics and analysis of diversity. Electronic working paper series, paper no. 28, Science Research Policy Unit; UK.
- [145] Doukas H., Karakosta Ch., Flamos A., Flouri M., Psarras J., 2011. Graph theory based approach for energy corridors network to Greece. *International Journal of Energy Sector Management*; 5: 60-80.
- [146] WEC – World Energy Council, 2008. Europe's vulnerability to energy crises: Executive summary; UK.
- [147] IEA – International Energy Agency, 2007. Energy security and climate policy: Assessing interactions; Paris.
- [148] Röller L.-H., Delgado J., Friederiszick H. W., 2007. Energy: Choices for Europe. Bruegel Blueprint Series; Brussels.
- [149] Zhang H.-Y., Ji Q., Fan Y., 2013. An evaluation framework for oil import security based on the supply chain with a case study focused on China. *Energy Economics*; 38: 87-95.
- [150] Sander M., 2013. Conceptual proposals for measuring the impact of international regimes on energy security. *Energy Policy*; 63: 449-457.
- [151] Frondel M., Schmidt M. C., 2013. A measure of a nation's physical energy supply risk. *The Quarterly Review of Economics and Finance*; In Press.
- [152] The PRS Group, 2014. International Country Risk Guide (ICRG). Available at < <http://www.prsgroup.com/icrg.aspx> >
- [153] The International Bank for Reconstruction and Development, The World Bank, 2007. A decade of measuring the quality of governance, Governance matters 2007, Worldwide Governance Indicators 1996-2006, Annual indicators and underlying data; Washington.
- [154] Roupas C., Flamos A., Psarras J., 2011. Comparative analysis of EU member countries vulnerability in oil and gas. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy*; 6: 348-356.

- [155] Le Coq C., Paltseva E., 2009. Measuring the security of external energy supply in the European Union. *Energy Policy*; 37: 4474-4481.
- [156] Neumann A., 2004. Security of supply in liberalized European markets. Diplomarbeit, Europa-Universität Viadrina Frankfurt (Oder); Dresden.
- [157] Neumann A., 2007. How to measure security of supply. EU Energy Policy Blog. Available at: < <http://www.energypolicyblog.com/2007/09/09/how-to-measure-security-of-supply/> >.
- [158] Scheepers M., Seebregts Ad., de Jong J., Maters H., 2007. EU standards for energy security of supply, Updates on the Crisis Capability Index and the Supply/Index quantification for EU-27. ECN – Energy research Center of the Netherlands; the Netherlands.
- [159] Bazilian M., O’ Leary F., Ó Gallachóir B., Howley M., 2006. Security of supply in Ireland 2006. SEI – Sustainable Energy Ireland, Energy Policy Statistical Support Unit; Dublin.
- [160] O’ Leary F., Bazilian M., Howley M., Ó Gallachóir B., 2007. Security of supply in Ireland 2007. SEI – Sustainable Energy Ireland, Energy Policy Statistical Support Unit; Dublin.
- [161] Kessels J., Bakker S., Wetzelaer B., 2008. Energy security and the role of coal. IEA Clean Coal Centre; London.
- [162] Verdugo Sales C. J., San Martin Gonzáles E., 2008. D4.4 Socioeconomic risk on energy security, 1st version, English. REACCESS - Risk of Energy Availability: Common Corridors for Europe Supply Security; Madrid.
- [163] Verdugo Sales C. J., San Martin Gonzáles E., 2009. Socioeconomic risk on energy security: Alternative options to aggregate risk along corridors – the Spanish case. Working paper, Universidad National de Educación a Distancia; Madrid.
- [164] EPU-NTUA, 2008. Socioeconomic risk on energy security: The Greek case. Working paper, REACCESS - Risk of Energy Availability: Common Corridors for Europe Supply Security; Athens.
- [165] Awerbuch S., Stirling A., Jansen J.C., Beurskens L. W. M., 2006. Full spectrum portfolio and diversity analysis of energy technologies. In: Understanding and managing business risk in the electricity sector. Elsevier; Amsterdam.
- [166] Ziemer R. E., Tranter W. H., 2002. Principles of communications: Systems, modulation and noise. Wiley; New York.
- [167] Tranter H. W., 2005. Introduction to Monte Carlo Methods. Virginia Polytechnic Institute and State University; Virginia.
- [168] Praktijnjo J. A., Hähnel A., Erdmann G., 2011. Assessing energy supply security: Outage costs in private households. *Energy Policy*; 39: 7825-7833.
- [169] Ilie I. S., Hernando-Gil I., Djokic S. Z., 2014. Risk assessment of interruption times affecting non-domestic electricity consumers. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*; 55: 59-65.

- [170] Chaudry M., Wu J., Jenkins N., 2013. A sequential Monte Carlo model of the combined GB gas and electricity network. *Energy Policy*; 62: 473-483.
- [171] Haroonabadi H., Haghifam M. R., 2011. Generation reliability assessment in power markets using Monte Carlo simulation and soft computing. *Applied Soft Computing*; 11: 5292-5298.
- [172] Abdullah M. A., Agalgaonkar A. P., Muttaqi K. M., 2014. Assessment of energy supply and continuity of service in distribution network with renewable distributed generation. *Applied Energy*; 113: 1015-1026.
- [173] Zhou P., Ang B. W., Poh K., L., 2008. A survey of data envelopment analysis in energy and environmental studies. *European Journal of Operational Research*; 189: 1-18.
- [174] Ramanathan R., 2001. Comparative risk assessment of energy supply technologies: a Data Envelopment Analysis approach. *Energy*; 26: 197-203.
- [175] Menezes Oliveira L. S., Vilar do Domingues Correia T. C., Correia Baptista Soares de Melho J. C., 2007. Data Envelopment Analysis applied to evaluate the usage of oil and natural gas: South America case. *International Conference on Operational Research for Development – ICORDVI*; Fortaleza.
- [176] Doukas H., 2013. Modelling of linguistic variables in multicriteria energy policy support. *European Journal of Operational Research*; In Press, Corrected Proof.
- [177] Zhou P., Ang B. W., Poh K. L., 2006. Decision analysis in energy and environmental modeling: An update. *Energy*; 31: 2604-2622.
- [178] Papadopoulos M. A., Konidari P., 2011. Overview and selection of multi-criteria evaluation methods for mitigation/adaptation policy instruments. *Promitheas – 4 Knowledge transfer and research needs for preparing mitigation /adaptation policy portfolios*; Greece.
- [179] Sarkis J., Sundarraj P., 2000. Factors for strategic evaluation of enterprise information technologies. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*; 30: 196-220.
- [180] Παναγιώτου Α. Ν., 2010. Συστήματα Αποφάσεων, Πολυκριτήρια Ανάλυση. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας Βιομηχανικής Διοίκησης & Επιχειρησιακής Έρευνας, Ερευνητική Ομάδα Βιομηχανικού Λογισμικού, Αθήνα.
- [181] Løken E., Botterud A., Holen T. A., 2009. Use of the equivalent attribute technique in multi-criteria planning of local energy systems. *European Journal of Operational Research*; 197: 1075-1083.
- [182] McDaniels L. T., 1996. A multiattribute index for evaluating environmental impacts of electric utilities. *Journal of Environmental Management*; 46: 57-66.
- [183] McCarthy W. R., Ogden M. J., Sperling D., 2007. Assessing reliability in energy systems. *Energy Policy*; 35: 2151-2162.

- [184] Van der Linde C., Amineh M. P., Correljé A., de Jong D., 2004. Study on energy supply security and geopolitics. CIEP – Clingendael International Energy Programme; the Netherlands.
- [185] Muñoz Delgado B., 2011. Energy security indices in Europe. Fundazion Ramon Areces; Madrid.
- [186] Marin Quemada J. M., Velasco Murviedro C., Verdugo Sales J. G., Escribano Frances G., Mahia Casado R., de Arce Borda R., San Martin Gonzalez E., Fernandez R. L., Muñoz Delgado B., 2009. Quantification of socioeconomic risk and proposal for an index of security of energy supply – Factor analysis methodology applied to the measurement of potential energy driven Risks vector. Technical Note 4.5-1 & 4.5-2 REACCESS. Universidad Nacional de Educación a Distancia; Madrid.
- [187] Reymond ., 2012. Measuring vulnerability to shocks in the gas market in South America. Energy Policy; 48: 754-761.
- [188] Greenleaf J., Harmsen R., Angelini T., Green D., Williams A., Rix O., Lefevre N., Blyth W., 2009. Analysis of impacts of climate change policies on energy security. ECOFYS International BV; Netherlands.
- [189] Wagner M. S., Neshat N., 2010. Assessing the vulnerability of supply chains using graph theory. International Journal of Production Economics; 126: 121-129.
- [190] Lochner S., Bothe D., 2007. From Russia with gas – An analysis of the Nord Stream pipeline’s impact on the European gas transmission system with the TIGER model. EWI Working Paper No 07.02. EWI – Institute of Energy Economics at the University of Cologne; Cologne.
- [191] Girvan M., Newman M. E. J., 2002. Community structure in social and biological networks. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America; 99: 7821-7826.
- [192] Perner J., Seeliger A., 2004. Prospects of gas supplies to the European market until 2030 – results from the simulation model EUGAS. Utilities Policy; 12: 291-302.
- [193] Hartley P., Meddlock B. K., 2005. The Baker Institute World Gas Trade Model. Program on Energy and Sustainable Development, James Baker III Institute for Public Policy Energy Forum; Stanford.
- [194] EIA – Energy Information Administration, 2011. Natural Gas Transmission and Distribution Module. Available at: <<http://www.eia.gov/forecasts/aeo/assumptions/pdf/natgas.pdf>>.
- [195] Olanrewaju T.O., Chaudry M., Qadrdan M., Wu J., Jenkins N., 2015. Vulnerability assessment of the European natural gas supply. Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Energy 168; EN1: 5-15.
- [196] IEA - International Energy Agency, 2012. Natural gas information.
- [197] Eurostat, 2015. Environment and Energy Database. Energy Statistics.
- [198] EIA – Energy Information Administration, 2015. Natural gas definitions, sources, and explanatory notes; Washington.

- [199] IGU - International Gas Union, 2014. World LNG Report - 2014 Edition. Petronas, IGU; Oslo
- [200] ECS – Energy Charter Secretariat, 2010. The role of underground gas storage for security of supply and gas markets. Occasional paper; Brussels
- [201] Vose D., 1996. Quantitative risk analysis, a guide to Monte Carlo simulation modelling. Wiley; West Sussex
- [202] Pengelly J., 2002. Monte Carlo Methods. University of Otago; New Zealand.
- [203] Palisade, 2015. @Risk bests spreadsheets built-in risk analysis. Available at <http://www.palisade.com/reviews/pcweek1.asp>
- [204] Vose, 2013. ModelRisk 4.0. Available at <http://www.vosesoftware.com/modelrisk.php>
- [205] Risk Simulator, 2013. Available at <http://www.realoptionsvaluation.com/risk-simulator-software.php>
- [206] Oracle, 2015. Crystal Ball. Available at <http://www.oracle.com/us/products/applications/crystalball/overview/index.html>
- [207] Φλουρή Μ., Κλαδούχου Χ., Καρακώστα Χ., Δουκας Χ., 2012. Μελέτη της αξιοπιστίας του ευρωπαϊκού συστήματος εφοδιασμού φυσικού αερίου με τη μέθοδο Monte Carlo. 23ο Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρείας Επιχειρησιακών Ερευνών «Διαχείριση Ενεργειακών Πόρων / Συστημάτων», 12 – 14 Σεπτεμβρίου 2012, Αθήνα
- [208] NTUA – National Technical University of Athens, School of Electrical and Computer Engineering, Decision Support Systems Laboratory, EPU – NTUA, 2011. Economic and Socio Political Risk Assessment for ITGI and TAP Natural Gas Pipeline Projects; Athens.
- [209] Mahia R., de Arce R., 2009. Factor analysis methodology applied to the measurement of potential energy driven risk vectors. Working paper, Universidad Nacional de Educación a Distancia; Madrid
- [210] Hair J. F., Black B., Babin B., Anderson R. E., Tatham R. L., 2005. Multivariate data analysis. 6th Ed., Prentice Hall, New Jersey, pp. 928
- [211] Verdugo Sales J. G., San Martin Gonzalez E., 2008^a. Socioeconomic risk on energy security: Alternative options to aggregate risk along the corridors. The Spanish Case. 1st version: English. Technical Note 4.4-1 REACCESS - Risk of Energy Availability: Common Corridors for Europe Supply Security. Universidad Nacional de Educación a Distancia; Madrid.
- [212] Ward O., Forster J., 2011. Physical gas flows across Europe and security and diversity of gas supply in 2011. Oil and Gas Statistics Team; London
- [213] Alman – Carter H., 2012. Physical gas flows across Europe and diversity of gas supply in 2012. Oil and Gas Statistics Team; London
- [214] Marshall L., Williams M., 2013. Physical gas flows across the EU-28 and diversity of gas supply in 2013. Oil and Gas Statistics Team; London
- [215] CEER – Council of European Energy Regulators, 2002. Definitions; Brussels

- [216] Σπύρου Π., 1997. Θεωρία Γραφημάτων. Μαθηματικό Τμήμα, Πανεπιστήμιο Αθηνών; Αθήνα.
- [217] Μαυρονικόλας Μ., 2002. Θεωρία των γράφων. Διακριτά μαθηματικά και μαθηματική λογική, Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο; Πάτρα
- [218] Λουκάκης Μ., 2010. Γραμμικός προγραμματισμός και αριστοποίηση σε δίκτυα, Σοφία ΑΕ; Θεσσαλονίκη
- [219] Dumitru Ciubatii, 2004 – 2015. Graph Magics. Available at <http://www.graph-magics.com/>
- [220] Grin 40, May 2008, Available at http://www.geocities.com/pechv_ru/
- [221] Doukas H., Flamos A., Karakosta Ch., Flouri M., Psarras J., 2010. Web tool for the quantification of oil and gas corridors' socio-economic risks: The case of Greece. International Journal of Energy Sector Management; 4(2): 213-235.
- [222] Doukas H., Karakosta Ch., Flamos A., Flouri M., Psarras J., 2011. Graph theory based approach for energy corridors network to Greece. International Journal of Energy Sector Management; 5: 60-80
- [223] ENTSOE - European Network of Transmission System Operators for Gas, 2012. The European natural gas network. Capacities at cross border points on the primary market; Brussels
- [224] Eurostat, 2015. Environment and Energy Database. Energy Statistics.
- [225] GSE – Gas Storage Europe, 2011. Storage Map Database – August 2011 Update; Brussels.
- [226] GSE – Gas Storage Europe, 2013. Storage Map Database – July 2013; Brussels.
- [227] BP – British Petroleum, 2011. BP Statistical review of world energy. BP p.l.c.; London.
- [228] BP – British Petroleum, 2012. Statistical review of world energy review. BP p.l.c.; London
- [229] BP – British Petroleum, 2013. Statistical review of world energy review. BP p.l.c.; London.
- [230] Eurogas – The European Union of the Natural Gas Industry, 2012. Statistical Report 2012. Brussels.
- [231] Eurogas – The European Union of the Natural Gas Industry, 2013. Statistical Report 2012. Brussels.
- [232] Eurogas – The European Union of the Natural Gas Industry, 2014. Statistical Report 2014. Brussels.
- [233] Ward O., Forster J., 2011. Physical gas flows across Europe and security and diversity of gas supply in 2011. Oil and Gas Statistics Team; London
- [234] Alman Carter H., 2012. Physical gas flows across Europe and diversity of gas supply in 2012. Oil and Gas Statistics Team; London

- [235] Marshall L., Williams M., 2013. Physical gas flows across the EU-28 and diversity of gas supply in 2013. Oil and Gas Statistics Team; London
- [236] Flouri M., Karakosta Ch., Kladouchou Ch., Psarras J., 2015. How does a gas supply interruption affect the EU gas security? A Monte Carlo simulation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; 44: 785-796.
- [237] Monforti F., Szikszai A., 2010. A Monte Carlo approach for assessing the adequacy of the European gas transmission system under supply crisis conditions. *Energy Policy*; 38: 2486-2498.
- [238] Φλουρή Μ., Κλαδούχου Χ., Καρακώστα Χ., Δουκας Χ., 2012. Μελέτη της αξιοπιστίας του ευρωπαϊκού συστήματος εφοδιασμού φυσικού αερίου με τη μέθοδο Monte Carlo. 23ο Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρείας Επιχειρησιακών Ερευνών «Διαχείριση Ενεργειακών Πόρων / Συστημάτων», 12 – 14 Σεπτεμβρίου 2012, Αθήνα
- [239] EC – European Commission, 2014. Country Reports – Croatia; Brussels.
- [240] ENTSOG – European Network of Transmission System Operators for Gas, 2013. Ten-year network development plan (2013 – 2022). Main report; Brussels
- [241] Gentry B., 2008. Oracle Crystal Ball User Manual, Release 11.1.1.0.00; California
- [242] Driels M. R., Shin S. Y., 2004. Determining the number of iterations for Monte Carlo simulations of weapon effectiveness. Naval Postgraduate School; California
- [243] Palczewski J., Palczewski A., 2004. Lecture 4: Monte Carlo Simulation. Faculty of Mathematics, Informatics and Mechanics, University of Warsaw; Warsaw.
- [244] Verdugo Sales C. J., San Martín González E., 2008. D4.4 Socioeconomic risk on energy security, 1st version, English. REACCESS - Risk of Energy Availability: Common Corridors for Europe Supply Security; Madrid.
- [245] NTUA – National Technical University of Athens, School of Electrical and Computer Engineering, Decision Support Systems Laboratory, EPU – NTUA, 2011. Economic and Socio Political Risk Assessment for ITGI and TAP Natural Gas Pipeline Projects; Athens.
- [246] Verdugo Sales J. G., San Martín González E., 2008. Socioeconomic risk on energy security: Alternative options to aggregate risk along the corridors. The Spanish Case. 1st version: English. Technical Note 4.4-1 REACCESS - Risk of Energy Availability: Common Corridors for Europe Supply Security. Universidad Nacional de Educación a Distancia; Madrid.
- [247] Dumitru Ciubatii, 2004 – 2015. Graph Magics. Available at <http://www.graph-magics.com/>
- [248] Lochner S., Dieckhöner C., 2012. Civil unrest in North Africa – Risks for natural gas supply?. *Energy Policy*; 45: 167-175.
- [249] Lochner S., Dieckhöner C., 2011. European gas imports from North Africa, Reassessing security of supply in the light of political turmoil. *Intereconomics*; 46: 143-147.

-
- [250] ENTSOG – European Network of Transmission System Operators for Gas, 2014. Gas Regional Investment Plan (2014 – 2023). Central Eastern Europe Main report; Brussels
- [251] ENTSOG - European Network of Transmission System Operators for Gas, 2011. The European natural gas network. Capacities at cross border points on the primary market; Brussels
- [252] ENTSOG - European Network of Transmission System Operators for Gas, 2013. The European natural gas network. Capacities at cross border points on the primary market; Brussels
- [253] Bilgin M., 2009. Geopolitics of European natural gas demand: Supplies from Russia, Caspian and the Middle East. *Energy Policy*; 37: 4482-4492.
- [254] Lochner S., 2011. Modeling the European natural gas market during the 2009 Russian – Ukrain gas conflict: Ex-post simulation and analysis. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*; 3: 341-348.
- [255] EC- European Commission, 2009. Commission Staff Working Document, Accompanying document to the Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council concerning measures to safeguard security of gas supply and repealing Directive 2004/67/EC, The January 2009 Gas Supply Disruption to the EU: An Assessment, COM 363; Brussels.
- [256] ECS – Energy Charter Secretariat, 2010. The role of underground gas storage for security of supply and gas markets. Occasional paper; Brussels
- [257] Hafner M., 2012. Russian strategy on infrastructure and gas flows to Europe, POLINARES working paper n. 73. Polinares EU policy on natural resources.

Παραρτήματα

Παράρτημα Ι:

Λίστα Δημοσιεύσεων

Άρθρα σε Διεθνή Περιοδικά

- Maria Flouri, Charikleia Karakosta, Charikleia Kladouchou, John Psarras (2015). How does a natural gas supply interruption affect the EU gas security? A Monte Carlo Simulation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* Vol 44, No 1, pp. 785-796.
- Charikleia Karakosta, Maria Flouri, Stamatia Dimopoulou and John Psarras (2012). Analysis of renewable energy progress in the Western Balkan countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* Vol 16, No 1, pp. 5166-5175
- Haris Doukas, Charikleia Karakosta, Alexandros Flamos, Maria Flouri, John Psarras (2011). Graph-Theory-Based Approach for Energy Corridors Network to Greece. *International Journal of Energy Sector Management*, Vol 5, No. 1, pp. 60-80
- Charikleia Karakosta, Haris Doukas, Maria Flouri, Stamatia Dimopoulou, Alexandra G. Papadopoulou and John Psarras (2011). Review and Analysis of Renewable Energy Perspectives in Serbia. *International Journal of Energy and Environment*, Vol.2, No 1, pp. 71-84
- H. Doukas, A. Flamos, Ch. Karakosta, M. Flouri, J. Psarras (2010). Web Tool for the quantification of oil and gas corridors' socioeconomic risks: The case of Greece. *International Journal of Energy Sector Management*, Vol.4, No 2, pp. 213-135
- M. Flouri, Ch. Karakosta, H. Doukas, J. Psarras (2009). Review & Analysis of Oil and Gas Incidents related to the supply Interruptions, *Proceeding of the 3rd International Conference on Energy & Environment: Advancement Towards Global Sustainability*, Malacca, Malaysia, 7-8 December 2009, pp. 171 – 176, IEEE Xplore.

ΚΕΦΑΛΑΙΑ ΣΕ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ

- M. Flouri, Ch. Karakosta, H. Doukas, A. Flamos, (2008). Risks on Energy Security of Supply: An Exploratory Analysis for the Researcher, in “Security of Supply & Risk of Energy Availability”, edited by Haris Doukas, Alexandros Flamos & John Psarras, Bookstars – Gioggaras, Athens.

ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ ΣΕ ΣΥΝΕΔΡΙΑ

- M. Flouri, Ch. Kladouchou, Ch. Karakosta, H. Doukas, Study on the Reliability of the European Natural Gas Supply System with the use of Monte Carlo, 23rd National Conference of the Hellenic Operational Research Society “Management of Energy Resources/Systems”, Athens, Greece, 12 – 14 September 2012
- M. Flouri, Ch. Karakosta, H. Doukas, J. Psarras, Risks on Security of Oil and Gas Supply: Review and Analysis, 3rd International Conference on Energy & Environment, Malacca, Malaysia, 7-8 December 2009.
- M. Flouri, Ch. Karakosta, A. Flamos, H. Doukas, J. Psarras, Socioeconomic Risk on Energy Security: The case of oil & gas corridors to Greece, Athens, Greece, 22-23 October 2009.

Παράρτημα II:

Αρχικές Μεταβλητές Σύνθεσης

Πίνακας ΠΙΙ 1. Αρχικές Μεταβλητές Σύνοθεσης

Μεταβλητές Οικονομικού Κινδύνου
Μέσος Ετήσιος Ρυθμός Ανάπτυξης ΑΕΠ
Πληθυσμός (Σύνολο)
Ρυθμός Ανάπτυξης Πληθυσμού
Πρόβλεψη Ρυθμού Ανάπτυξης Πληθυσμού
Γεωργία, Θήρα, Δασοκομία και Αλιεία
Συνολική Πρωτογενής Κατανάλωση Ενέργειας ανά Δολάριο ΑΕΠ
Φορολόγηση/Δασμολόγηση Καυσίμων (% ανά λίτρο) Πετρέλαιο
Φορολόγηση/Δασμολόγηση Καυσίμων (% ανά λίτρο) Βενζίνη
Εισαγωγές Καυσίμων ως Ποσοστό των Συνολικών Εισαγωγών
Αριθμός Διμερών Εμπορικών Συναλλαγών εντός ΕΕ
Ποσοστό Εισαγωγών προς ΕΕ-27
Σχετικός Δείκτης Έντασης Εισαγωγών : Κίνα
Σχετικός Δείκτης Έντασης Εισαγωγών : Ινδία
Σχετικός Δείκτης Έντασης Εισαγωγών : Ιαπωνία
Σχετικός Δείκτης Έντασης Εισαγωγών : ΗΠΑ
Σχετικός Δείκτης Γεωγραφικής Εξάρτησης Εισαγωγών Πετρελαίου: Κίνα
Σχετικός Δείκτης Γεωγραφικής Εξάρτησης Εισαγωγών Φ/Α: Κίνα
Σχετικός Δείκτης Γεωγραφικής Εξάρτησης Εισαγωγών Πετρελαίου: Κίνα
Σχετικός Δείκτης Γεωγραφικής Εξάρτησης Εισαγωγών Άνθρακα: Κίνα
Σχετικός Δείκτης Γεωγραφικής Εξάρτησης Εισαγωγών Φ/Α: Ινδία
Σχετικός Δείκτης Γεωγραφικής Εξάρτησης Εισαγωγών Άνθρακα: Ινδία
Σχετικός Δείκτης Γεωγραφικής Εξάρτησης Εισαγωγών Φ/Α: Ιαπωνία
Σχετικός Δείκτης Γεωγραφικής Εξάρτησης Εισαγωγών Άνθρακα: Ιαπωνία
Σχετικός Δείκτης Γεωγραφικής Εξάρτησης Εισαγωγών Άνθρακα: ΗΠΑ
Δεσμοί με την Ινδία – Ψήφοι στην Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών, μη συμπεριλαμβάνοντας τις αποχές
Δεσμοί με την Κίνα – Ψήφοι στην Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών, μη συμπεριλαμβάνοντας τις αποχές
Παγκόσμια κατά κεφαλήν Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας
Καθαρές Εξαγωγές Καυσίμων ως Ποσοστό του ΑΕΠ
Καθαρές Εξαγωγές Καυσίμων ως Ποσοστό του Κρατικού Προϋπολογισμού
Εξαγωγές Καυσίμων ως Ποσοστό των Συνολικών Εξαγωγών
Καθαρές Εξαγωγές Καυσίμων ως Ποσοστό των Συνολικών Καθαρών Εξαγωγών
Σχετικός Δείκτης Έντασης Εισαγωγών: ΕΕ-27
Κεφάλαια Κρατικών Επενδυτικών Ταμείων Βασιζόμενα σε Πετρέλαιο και Φ/Α
Σχετικός Δείκτης Γεωγραφικής Εξάρτησης Εισαγωγών Πετρελαίου: Ινδία
Σχετικός Δείκτης Γεωγραφικής Εξάρτησης Εισαγωγών Πετρελαίου: Ιαπωνία
Σχετικός Δείκτης Γεωγραφικής Εξάρτησης Εισαγωγών Πετρελαίου: ΗΠΑ
Σχετικός Δείκτης Γεωγραφικής Εξάρτησης Εισαγωγών Φ/Α: ΗΠΑ
Δεσμοί με την ΗΠΑ – Ψήφοι στην Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών, μη

συμπεριλαμβάνοντας τις αποχές
Δεσμοί με την Ιαπωνία – Ψήφοι στην Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών, μη συμπεριλαμβάνοντας τις αποχές
Μεταβλητές Ενεργειακού Κινδύνου
Δείκτης Συγκέντρωσης Ενεργειακών Εισαγωγών Herfindahl-Hirschman
Αντίστροφος Συνολικής Αυτάρκειας
Αντίστροφος Λόγος Αποθεμάτων/Παραγωγή: Άνθρακας
Αντίστροφος Λόγος Αποθεμάτων/Παραγωγή: Φ/Α
Αντίστροφος Λόγος Αποθεμάτων/Παραγωγή: Πετρέλαιο
Συνολική Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας ανά Δολάριο ΑΕΠ
Ωριμότητα Κοιτασμάτων Πετρελαίου
Ωριμότητα Κοιτασμάτων Φ/Α
Σχετικός Δείκτης Γεωγραφικής Εξάρτησης Εισαγωγών Πετρελαίου: EE-27
Σχετικός Δείκτης Γεωγραφικής Εξάρτησης Εισαγωγών Φ/Α: EE-27
Σχετικός Δείκτης Γεωγραφικής Εξάρτησης Εισαγωγών Άνθρακα: EE-27
Σχετικός Δείκτης Γεωγραφικής Εξάρτησης Εισαγωγών Καυσίμων: EE-27
Μεταβλητές Πολιτικού Κινδύνου
Μακροπρόθεσμη Αξιολόγηση Δημόσιου Χρέους σε Ξένο Νόμισμα
Μέλος του ΟΠΕΚ
Μέση Δημόσια Ιδιοκτησία σε Δημόσιες Επιχειρήσεις Πετρελαίου, Συμπεριλαμβανόμενες στις 50 Μεγαλύτερες Εταιρίες Πετρελαίου και Φ/Α
Χρήση της Ενέργειας ως Πολιτικό Όπλο
Κλίμακα Πολιτικής Τρομοκρατίας
Πολιτική Σταθερότητα & Απουσία Βίας/Τρομοκρατίας
Άθροισμα Συνόλου Ετήσιων Ενόπλων Επιθέσεων ανά Χώρα
Διενέργεια Πραξικοπήματος
Δείκτης Αντίληψης Διαφθοράς
Κατάταξη Δυνατότητας Επιχειρείν
Κατηγορία Κινδύνου ΟΟΣΑ
Δείκτης Παγκόσμιας Ειρήνης
Συνολικός Αριθμός Τρομοκρατικών Επιθέσεων
Δείκτης ICRG Ποιότητας Διακυβέρνησης
Δείκτης Αντικειμενικότητας Δεικτών Χρηστής Διακυβέρνησης
Δείκτης Παγκόσμιας Ανταγωνιστικότητας
Αντιπροσωπείες Ευρωπαϊκής Επιτροπής
% ΔΑΒ ΕΕ 15/Συνολική ΔΑΒ ΕΕ15 ανά Αποδέκτη ανά Χώρα (Καθαρές Εκταμιεύσεις)
Επίπεδο Σχέσεων με την ΕΕ
Σύνολο Επενδύσεων Διεθνών Εταιρειών Πετρελαίου μέσω Δραστηριοτήτων Αλυσίδας Εφοδιασμού
Επίπεδο Δέσμευσης στο Χάρτη Ενέργειας
Δείκτης Θεσμικής Ποιότητας
Αδυναμία Κράτους

Πρόσφυγες στην ΕΕ19 ανά Εθνικότητα
Σχέσεις με Όμορες Χώρες
Πληθωρισμός, Μέση Τιμή Καταναλωτών
Πολιτικά Δικαιώματα
Δείκτης Δικαιωμάτων Φυσικής Ακεραιότητας
Δείκτης Επισφαλών Κρατών
Συνολικός Αριθμός Συμμετοχών σε Διεθνείς Οργανισμούς
Μέσος Συναθροισμένη Ένταση Διακρατικών Ενόπλων Επιθέσεων ανά Χώρα
Δεσμοί με την ΕΕ – Ψήφοι στην Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών, μη συμπεριλαμβάνοντας τις αποχές
Συνδυαστικός Πολιτικός Δείκτης
Μεταβλητές Κοινωνικού Κινδύνου
Δικαιώματα Συνεταιρισμού και Οργάνωσης (Δικαίωμα του Συνέρχεσθε, της Δημόσιας Διαβούλευσης, ΜΚΟ, Εμπορικών Σωματείων κλπ)
Αστικές Ελευθερίες (Δικαίωμα Έκφρασης, Κράτος Δικαίου, Προσωπική Αυτονομία)
Ελευθερία Δημοκρατίας
Οικονομικές Επιρροές στα Μέσα Ενημέρωσης
Εκλογικές Διαδικασίες
Δείκτης Δικαιωμάτων Χειραφέτησης (Ελευθερία Μετακίνησης, Λόγου, Ανεξιθρησκείας, Εργατικά Δικαιώματα, Πολιτική Συμμετοχή)
Έλεγχος Διαφθοράς και Δωροδοκίας
Διάρκεια Υποχρεωτικής Εκπαίδευσης
Ελευθερία Συνεταιρισμού και Οργάνωσης
Ελευθερία Έκφρασης και Θρησκευτικής Πίστης
Αριθμός Νοσηλευτικού Προσωπικού (Πυκνότητα ανά 1000 άτομα)
Παγκόσμιος Δείκτης Ειρήνης (GPI)
Δείκτης Ανθρώπινης Ανάπτυξης
Δημόσιες Δαπάνες Υγείας (% του ΑΕΠ)
Ιδιωτικές Δαπάνες Υγείας (% του ΑΕΠ)
Κατά Κεφαλήν Δαπάνες Υγείας
Συχνότητα Ανθρώπινων Εξαφανίσεων
Εξωδικαστικές Εκτελέσεις

Παράρτημα III:

Τελικές Μεταβλητές Σύνθεσης

Πίνακας ΠΙΙΙ 1. Τελικές Μεταβλητές Σύθεσης – Μεταβλητές Οικονομικού Κινδύνου

Μεταβλητές Οικονομικού Κινδύνου
Μέσος Ετήσιος Ρυθμός Ανάπτυξης ΑΕΠ
Πληθυσμός (Σύνολο)
Ρυθμός Ανάπτυξης Πληθυσμού
Πρόβλεψη Ρυθμού Ανάπτυξης Πληθυσμού
Γεωργία, Θήρα, Δασοκομία και Αλιεία
Συνολική Πρωτογενής Κατανάλωση Ενέργειας ανά Δολάριο ΑΕΠ
Φορολόγηση/Δασμολόγηση Καυσίμων (% ανά λίτρο) Πετρέλαιο
Φορολόγηση/Δασμολόγηση Καυσίμων (% ανά λίτρο) Βενζίνη
Εισαγωγές Καυσίμων ως Ποσοστό των Συνολικών Εισαγωγών
Αριθμός Διμερών Εμπορικών Συναλλαγών εντός ΕΕ
Ποσοστό Εισαγωγών προς ΕΕ-27
Σχετικός Δείκτης Έντασης Εισαγωγών : Κίνα
Σχετικός Δείκτης Έντασης Εισαγωγών : Ινδία
Σχετικός Δείκτης Έντασης Εισαγωγών : Ιαπωνία
Σχετικός Δείκτης Έντασης Εισαγωγών : ΗΠΑ
Σχετικός Δείκτης Γεωγραφικής Εξάρτησης Εισαγωγών Πετρελαίου: Κίνα
Σχετικός Δείκτης Γεωγραφικής Εξάρτησης Εισαγωγών Φ/Α: Κίνα
Σχετικός Δείκτης Γεωγραφικής Εξάρτησης Εισαγωγών Άνθρακα: Κίνα
Σχετικός Δείκτης Γεωγραφικής Εξάρτησης Εισαγωγών Φ/Α: Ινδία
Σχετικός Δείκτης Γεωγραφικής Εξάρτησης Εισαγωγών Άνθρακα: Ινδία
Σχετικός Δείκτης Γεωγραφικής Εξάρτησης Εισαγωγών Φ/Α: Ιαπωνία
Σχετικός Δείκτης Γεωγραφικής Εξάρτησης Εισαγωγών Άνθρακα: Ιαπωνία
Σχετικός Δείκτης Γεωγραφικής Εξάρτησης Εισαγωγών Άνθρακα: ΗΠΑ
Δεσμοί με την Ινδία – Ψήφοι στην Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών, μη συμπεριλαμβάνοντας τις αποχές
Δεσμοί με την Κίνα – Ψήφοι στην Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών, μη συμπεριλαμβάνοντας τις αποχές

Πίνακας ΠΙΙΙ 2. Τελικές Μεταβλητές Σύθεσης – Μεταβλητές Ενεργειακού Κινδύνου

Μεταβλητές Ενεργειακού Κινδύνου
Δείκτης Συγκέντρωσης Ενεργειακών Εισαγωγών Herfindahl-Hirschman
Αντίστροφος Συνολικής Αυτάρκειας
Αντίστροφος Λόγος Αποθεμάτων/Παραγωγή: Άνθρακας
Αντίστροφος Λόγος Αποθεμάτων/Παραγωγή: Φ/Α
Αντίστροφος Λόγος Αποθεμάτων/Παραγωγή: Πετρέλαιο

Πίνακας ΠΙΙΙ 3. Τελικές Μεταβλητές Σύθεσης – Μεταβλητές Πολιτικού Κινδύνου

Μεταβλητές Πολιτικού Κινδύνου
Μακροπρόθεσμη Αξιολόγηση Δημόσιου Χρέους σε Ξένο Νόμισμα
Μέλος του ΟΠΕΚ
Μέση Δημόσια Ιδιοκτησία σε Δημόσιες Επιχειρήσεις Πετρελαίου, Συμπεριλαμβανόμενες στις 50 Μεγαλύτερες Εταιρίες Πετρελαίου και Φ/Α
Χρήση της Ενέργειας ως Πολιτικό Όπλο
Κλίμακα Πολιτικής Τρομοκρατίας
Πολιτική Σταθερότητα & Απουσία Βίας/Τρομοκρατίας
Άθροισμα Συνόλου Ετήσιων Ενόπλων Επιθέσεων ανά Χώρα
Διενέργεια Πραξικοπήματος
Δείκτης Αντίληψης Διαφθοράς
Κατάταξη Δυνατότητας Επιχειρείν
Κατηγορία Κινδύνου ΟΟΣΑ
Δείκτης Παγκόσμιας Ειρήνης
Συνολικός Αριθμός Τρομοκρατικών Επιθέσεων
Δείκτης ICRG Ποιότητας Διακυβέρνησης
Δείκτης Αντικειμενικότητας Δεικτών Χρηστής Διακυβέρνησης
Δείκτης Παγκόσμιας Ανταγωνιστικότητας

Πίνακας ΠΙΙΙ 4. Τελικές Μεταβλητές Σύθεσης – Μεταβλητές Κοινωνικού Κινδύνου

Μεταβλητές Κοινωνικού Κινδύνου
Δικαιώματα Συνεταιρισμού και Οργάνωσης (Δικαίωμα του Συνέρχεσθε, της Δημόσιας Διαβούλευσης, ΜΚΟ, Εμπορικών Σωματείων κλπ)
Αστικές Ελευθερίες (Δικαίωμα Έκφρασης, Κράτος Δικαίου, Προσωπική Αυτονομία)
Ελευθερία Δημοκρατίας
Οικονομικές Επιρροές στα Μέσα Ενημέρωσης
Εκλογικές Διαδικασίες
Δείκτης Δικαιωμάτων Χειραφέτησης (Ελευθερία Μετακίνησης, Λόγου, Ανεξιθρησκείας, Εργατικά Δικαιώματα, Πολιτική Συμμετοχή)
Έλεγχος Διαφθοράς και Δωροδοκίας
Διάρκεια Υποχρεωτικής Εκπαίδευσης
Ελευθερία Συνεταιρισμού και Οργάνωσης
Ελευθερία Έκφρασης και Θρησκευτικής Πίστης
Αριθμός Νοσηλευτικού Προσωπικού (Πυκνότητα ανά 1000 άτομα)
Παγκόσμιος Δείκτης Ειρήνης (GPI)
Δείκτης Ανθρώπινης Ανάπτυξης
Δημόσιες Δαπάνες Υγείας (% του ΑΕΠ)
Ιδιωτικές Δαπάνες Υγείας (% του ΑΕΠ)
Κατά Κεφαλήν Δαπάνες Υγείας

Παράρτημα IV:

Συλλογή Δεδομένων Στρατηγικής Προμήθειας

Πίνακας ΠΙV1. Δεδομένα Στρατηγικής Προμήθειας (Διακοπή 1 Ημέρας), mcm/μέρα

Χώρα	Εισαγωγές	Εξαγωγές	Παραγωγή	Δυναμικό Αποδέσμευσης	Ζήτηση
Αυστρία	36,48	15,89	5,15	85,35	39,41
Βέλγιο	71,12	12,34	0,00	14,40	64,12
Βοσνία Ερζεγοβίνη	0,76	0,00	0,00	0,00	0,76
Βουλγαρία	9,25	0,00	1,03	3,30	13,06
Γαλλία	220,24	30,09	2,15	274,00	256,53
Γερμανία	340,91	66,78	33,46	436,80	385,02
Δημοκρατία της Τσεχίας	32,53	0,39	0,66	55,50	41,33
Ελβετία	8,91	0,00	0,00	0,00	8,91
Ελλάδα	17,65	0,00	0,00	0,00	13,95
Εσθονία	3,08	0,00	0,00	0,00	3,08
Ηνωμένο Βασίλειο	215,98	27,25	167,85	85,42	374,95
Ιρλανδία	16,63	0,00	2,24	2,50	18,64
Ισπανία	116,45	4,32	0,15	179,20	124,89
Ιταλία	260,18	0,69	22,75	274,80	347,02
Κροατία	3,66	0,58	7,00	0,00	10,06
Λετονία	7,68	0,00	0,00	0,00	7,68
Λευκορωσία	55,38	0,00	0,61	18,00	57,32
Λιθουανία	13,06	0,00	0,00	0,00	13,06
Λουξεμβούργο	5,17	0,00	0,00	0,00	5,17
Ολλανδία	54,07	181,35	337,57	215,40	210,28
Ουγγαρία	17,91	1,41	6,59	51,00	54,92
Ουκρανία	108,61	0,00	46,61	300,84	87,62
Πολωνία	36,52	0,20	14,00	26,02	60,15
Πορτογαλία	15,64	0,00	0,00	0,00	15,64
Ρουμανία	14,00	0,00	32,73	2,27	48,62
Σερβία	5,00	0,00	1,35	0,00	6,35
Σλοβακία	29,31	6,69	0,33	37,35	38,81
Σλοβενία	3,45	0,00	0,04	0,00	3,49
Φινλανδία	17,34	0,00	0,00	0,00	17,34

Πηγή: [225], [197]

Πίνακας ΠΙV2. Διαφοροποίηση Πηγών Προμήθειας (2011)

Χώρα	Πηγές Προμήθειας		Χώρα	Πηγές Προμήθειας	
	Από	%		Από	%
Αυστρία	Ρωσία	51%	Ισπανία	Αλγερία	26%
	Νορβηγία	26%		Νορβηγία	7%
	Λοιπή ΕΕ	23%		Λοιπή ΕΕ	11%
Βέλγιο	Ρωσία	32%	Ιταλία	LNG	56%
	Νορβηγία	20%		Αλγερία	31%
	Λοιπή ΕΕ	37%		Ρωσία	22%
	LNG	11%		Ολλανδία	11%
Βοσνία Ερζεγοβίνη	Ρωσία	100%		Νορβηγία	10%
Βουλγαρία	Ρωσία	100%		Λιβύη	5%
Γαλλία	Νορβηγία	32%		Λοιπή ΕΕ	11%
	Ρωσία	18%	Κροατία	LNG	10%
	Ολλανδία	17%		Λοιπή ΕΕ	100%
	Λοιπές Πηγές	17%	Λετονία	Ρωσία	100%
	LNG	16%	Λευκορωσία	Ρωσία	100%
Γερμανία	Ρωσία	37%	Λιθουανία	Ρωσία	100%
	Νορβηγία	34%		Νορβηγία	52%
	Ολλανδία	28%	Λουξεμβούργο	Ρωσία	24%
	Λοιπή ΕΕ	1%		Λοιπή ΕΕ	24%
Δημοκρατία της Τσεχίας	Ρωσία	57%	Ολλανδία	Νορβηγία	54%
	Νορβηγία	32%		Ρωσία	27%
	Λοιπή ΕΕ	11%		Ηνωμένο Βασίλειο	12%
Ελβετία	Ρωσία	22%		Λοιπή ΕΕ	7%
	Νορβηγία	21%	Ουγγαρία	Ρωσία	85%
	Λοιπή ΕΕ	57%		Λοιπή ΕΕ	15%
Ελλάδα	Ρωσία	50%	Ουκρανία	Ρωσία	100%
	Λοιπές Πηγές	30%	Πολωνία	Ρωσία	100%
	LNG	20%	Πορτογαλία	Αλγερία	31%
Εσθονία	Ρωσία	100%		Λοιπή ΕΕ	18%
	Νορβηγία	41%		LNG	51%
Ηνωμένο Βασίλειο	Ολλανδία	27%	Ρουμανία	Ρωσία	100%
	LNG	32%	Σερβία	Ρωσία	100%
	Ηνωμένο Βασίλειο	100%	Σλοβακία	Ρωσία	100%
Ιρλανδία	Νορβηγία	41%	Σλοβενία	Ρωσία	60%
	Ολλανδία	27%		Αλγερία	23%
	LNG	32%		Λοιπή ΕΕ	17%
	Ηνωμένο Βασίλειο	100%	Φινλανδία	Ρωσία	100%

Πηγή: [6], [17], [239]

Πίνακας ΠΙV3. Απώλεια Διακοπής Προμήθειας Φ/Α από τη Νορβηγία (Διακοπή 1 Ημέρας), mcm/μέρα

Χώρα	Απώλεια NO25%	Απώλεια NO50%	Απώλεια NO75%
Αυστρία	2,37	4,74	7,11
Βέλγιο	3,55	7,11	10,67
Γαλλία	17,62	35,24	52,86
Γερμανία	28,98	57,95	86,93
Δημοκρατία της Τσεχίας	2,60	5,21	7,81
Ελβετία	0,47	0,94	1,40
Ηνωμένο Βασίλειο	22,14	44,28	66,41
Ισπανία	2,04	4,08	6,11
Ιταλία	6,50	13,01	19,51
Λουξεμβούργο	0,67	1,35	2,02
Ολλανδία	7,30	14,60	21,90

Πηγή: [6], [17], [88], [197]

Πίνακας ΠΙV4. Απώλεια Διακοπής Προμήθειας Φ/Α από τη Ρωσία (Διακοπή 1 Ημέρας), mcm/μέρα

Χώρα	Απώλεια ΡΩ25%	Απώλεια ΡΩ50%	Απώλεια ΡΩ75%
Αυστρία	4,65	9,30	13,95
Βέλγιο	5,69	11,38	17,07
Βοσνία Ερζεγοβίνη	0,19	0,38	0,57
Βουλγαρία	2,31	4,62	6,94
Γαλλία	9,91	19,82	29,73
Γερμανία	31,53	63,07	94,60
Δημοκρατία της Τσεχίας	4,64	9,27	13,91
Ελβετία	0,49	0,98	1,47
Ελλάδα	1,77	3,53	5,30
Εσθονία	0,77	1,54	2,31
Ιταλία	14,31	28,62	42,93
Λετονία	1,92	3,84	5,76
Λευκορωσία	13,84	27,69	41,53
Λιθουανία	3,27	6,53	9,80
Λουξεμβούργο	0,31	0,62	0,93
Ολλανδία	3,65	7,30	10,95
Ουγγαρία	3,81	7,61	11,42
Ουκρανία	27,15	54,30	81,45
Πολωνία	9,13	18,26	27,39
Ρουμανία	3,50	7,00	10,50
Σερβία	1,25	2,50	3,75
Σλοβακία	7,33	14,66	21,98
Σλοβενία	0,52	1,04	1,55
Φινλανδία	4,34	8,67	13,01

Πηγή: [6], [17], [88], [197]

Πίνακας ΠΙV5. Απώλεια Διακοπής Προμήθειας Φ/Α από την Αλγερία (Διακοπή 1 Ημέρας), mcm/μέρα

Χώρα	Απώλεια ΑΛ25%	Απώλεια ΑΛ50%	Απώλεια ΑΛ75%
Ισπανία	7,57	15,14	22,71
Ιταλία	20,16	40,33	60,49
Πορτογαλία	1,21	2,42	3,64
Σλοβενία	0,20	0,40	0,60

Πηγή: [6], [17], [88], [197]

Πίνακας ΠΙV6. Απώλεια Διακοπής Προμήθειας Φ/Α από τη Λιβύη (Διακοπή 1 Ημέρας), mcm/μέρα

Χώρα	Απώλεια Λι25%	Απώλεια Λι50%	Απώλεια Λι75%
Ιταλία	6,50	13,01	19,51

Πηγή: [6], [17], [88], [197]

Πίνακας ΠΙV7. Απώλεια Διακοπής Προμήθειας LNG (Διακοπή 1 Ημέρας), mcm/μέρα

Χώρα	Απώλεια LNG25%	Απώλεια LNG50%	Απώλεια LNG75%
Βέλγιο	1,92	3,84	5,95
Γαλλία	8,70	17,40	26,09
Ελλάδα	0,82	1,64	2,46
ΗΒ	16,99	33,97	50,96
Ισπανία	16,16	32,33	48,49
Ιταλία	6,10	12,19	18,29
Πορτογαλία	1,99	3,97	5,96

Πηγή: [212]

Πίνακας ΠΙV8. Δεδομένα Στρατηγικής Προμήθειας (Διακοπή 15 Ημερών), mcm/μέρα

Χώρα	Εισαγωγές	Εξαγωγές	Παραγωγή	Δυναμικό Αποδέσμευσης 80%	Δυναμικό Αποδέσμευσης 70%	Δυναμικό Αποδέσμευσης 60%	Δυναμικό Αποδέσμευσης 50%	Ζήτηση
Αυστρία	547,16	238,29	77,20	1.024,20	896,18	768,15	640,13	591,18
Βέλγιο	1.066,84	185,04	0,00	172,80	151,2	129,6	108	961,85
Βοσνία Ερζεγοβίνη	11,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,36
Βουλγαρία	138,71	0,00	15,44	39,60	34,65	29,7	24,75	195,87
Γαλλία	3.303,56	451,42	32,20	3.288,00	2.877,00	2.466,00	2.055,00	3.850,89
Γερμανία	5.113,62	1.001,66	501,84	5.241,60	4.586,40	3.931,20	3.276,00	5.775,33
Δημοκρατία της Τσεχίας	488,02	5,90	9,83	666,00	582,75	499,50	416,25	620,01
Ελβετία	133,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	133,58
Ελλάδα	214,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	209,29
Εσθονία	46,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	46,13
Ηνωμένο Βασίλειο	3.239,66	408,78	2.517,78	1.025,04	896,91	768,78	640,65	5.624,25
Ιρλανδία	249,45	0,00	33,60	30,00	26,25	22,50	18,75	279,60
Ισπανία	1.746,72	64,83	2,32	2.150,40	1.881,60	1.612,80	1.344,00	1.873,40
Ιταλία	3902,73	10,32	341,24	3.297,60	2.885,40	2.473,20	2.061,00	5.205,28
Κροατία	54,90	8,63	105,01	0,00	0,00	0,00	0,00	150,95
Λετονία	115,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	115,24
Λευκορωσία	830,67	0,00	9,22	216,00	189,00	162,00	135,00	859,78
Λιθουανία	195,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	195,94
Λουξεμβούργο	77,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	77,60
Ολλανδία	811,02	2.720,32	5.063,52	2.584,80	2.261,70	1.938,60	1.615,50	3.154,21
Ουγγαρία	268,60	21,11	98,82	948,00	829,50	711,00	592,50	823,87
Ουκρανία	1.629,09	0,00	699,20	3.610,08	3.158,82	2.707,56	2.256,30	1.314,29
Πολωνία	547,76	3,07	209,95	312,24	273,21	234,18	195,15	902,29
Πορτογαλία	234,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	234,60
Ρουμανία	210,00	0,00	491,02	27,24	23,83	20,43	17,02	729,26
Σερβία	75,00	0,00	20,24	0,00	0,00	0,00	0,00	95,19
Σλοβακία	439,69	100,35	4,92	448,20	392,17	336,15	280,12	582,11
Σλοβενία	51,79	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	52,31
Φινλανδία	260,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	260,13

Πηγή: [225], [197]

Πίνακας ΠIV9. Απώλεια Διακοπής Προμήθειας Φ/Α από τη Νορβηγία (Διακοπή 15 Ημερών), mcm/15νθήμερο

Χώρα	Απώλεια NO ₂ 5%	Απώλεια NO ₅₀ %	Απώλεια NO ₇₅ %
Αυστρία	35,57	71,13	106,70
Βέλγιο	53,34	106,68	160,03
Γαλλία	264,28	528,57	792,85
Γερμανία	434,66	869,32	1.303,97
Δημοκρατία της Τσεχίας	39,04	78,08	117,13
Ελβετία	7,01	14,03	21,04
Ηνωμένο Βασίλειο	332,07	664,13	996,20
Ισπανία	30,57	61,14	91,70
Ιταλία	97,57	195,14	292,70
Λουξεμβούργο	10,09	20,18	30,27
Ολλανδία	109,49	218,97	328,46

Πηγή: [6], [17], [88], [197]

Πίνακας ΠIV10. Απώλεια Διακοπής Προμήθειας Φ/Α από τη Ρωσία (Διακοπή 15 Ημερών), mcm/15νθήμερο

Χώρα	Απώλεια ΡΩ ₂₅ %	Απώλεια ΡΩ ₅₀ %	Απώλεια ΡΩ ₇₅ %
Αυστρία	69,76	139,52	209,29
Βέλγιο	85,35	170,69	256,04
Βοσνία Ερζεγοβίνη	2,84	5,68	8,52
Βουλγαρία	34,68	69,36	104,03
Γαλλία	148,66	297,32	445,98
Γερμανία	473,01	946,02	1.419,03
Δημοκρατία της Τσεχίας	69,54	139,09	208,63
Ελβετία	7,35	14,69	22,04
Ελλάδα	31,66	63,31	94,97
Εσθονία	11,53	23,06	34,59
Ιταλία	214,65	429,30	643,95
Λετονία	28,81	57,62	86,43
Λευκορωσία	207,67	415,33	623,00
Λιθουανία	48,98	97,97	146,95
Λουξεμβούργο	4,66	9,31	13,97
Ολλανδία	54,74	109,49	164,23
Ουγγαρία	57,08	114,15	171,23
Ουκρανία	407,27	814,54	1.221,81
Πολωνία	136,94	273,88	410,82
Ρουμανία	52,5	105,00	157,5
Σερβία	18,75	37,50	56,25
Σλοβακία	109,92	219,84	329,77
Σλοβενία	7,77	15,54	23,31
Φινλανδία	65,03	130,07	195,10

Πηγή: [6], [17], [88], [197]

Πίνακας ΠIV11. Απώλεια Διακοπής Προμήθειας Φ/Α από την Αλγερία (Διακοπή 15 Ημερών), mcm/15νθήμερο

Χώρα	Απώλεια ΑΛ25%	Απώλεια ΑΛ50%	Απώλεια ΑΛ75%
Ισπανία	113,54	227,07	340,61
Ιταλία	302,46	604,92	907,38
Πορτογαλία	18,18	36,36	54,54
Σλοβενία	2,98	5,96	8,93

Πηγή: [6], [17], [88], [197]

Πίνακας ΠIV12. Απώλεια Διακοπής Προμήθειας Φ/Α από τη Λιβύη (Διακοπή 15 Ημερών), mcm/15νθήμερο

Χώρα	Απώλεια ΛΙ25%	Απώλεια ΛΙ50%	Απώλεια ΛΙ75%
Ιταλία	97,57	195,14	292,70

Πηγή: [6], [17], [88], [197]

Πίνακας ΠIV13. Απώλεια Διακοπής Προμήθειας LNG (Διακοπή 15 Ημερών), mcm/15νθήμερο

Χώρα	Απώλεια LNG25%	Απώλεια LNG50%	Απώλεια LNG75%
Βέλγιο	28,76	57,53	86,29
Γαλλία	130,46	260,93	391,39
Ελλάδα	12,30	24,60	36,90
ΗΒ	254,78	509,55	764,33
Ισπανία	242,44	484,88	727,31
Ιταλία	91,43	182,85	274,28
Πορτογαλία	29,78	59,55	89,33

Πηγή: [212]

Πίνακας ΠΙΝ14. Δεδομένα Στρατηγικής Προμήθειας (Διακοπή 1 Μήνα), mcm/μήνα

Χώρα	Εισαγωγές	Εξαγωγές	Παραγωγή	Δυναμικό Αποδέσμευσης 70%	Δυναμικό Αποδέσμευσης 60%	Δυναμικό Αποδέσμευσης 50%	Δυναμικό Αποδέσμευσης 40%	Ζήτηση
Αυστρία	3.860,76	3.528,72	92,56	1.685,25	1.444,50	1.203,75	963,00	852,97
Βέλγιο	3.622,75	2.018,71	0,00	315,00	270,00	225,00	180,00	1.631,40
Βοσνία Ερζεγοβίνη	20,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,06
Βουλγαρία	1.619,43	1.395,20	24,16	88,20	75,60	63,00	50,40	248,39
Γαλλία	4.503,37	524,44	0,83	7.169,40	6.145,20	5.121,00	4.096,80	5336,31
Γερμανία	7.532,34	1.841,59	865,78	11.242,35	9.636,30	8.030,25	6.424,2	7.590,29
Δημοκρατία της Τσεχίας	3.197,89	2.459,23	16,29	1.205,40	1.033,20	861,00	688,80	895,25
Ελβετία	298,72	0,00	0,76	0,00	0,00	0,00	0,00	299,47
Ελλάδα	300,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	282,48
Εσθονία	49,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	49,56
Ηνωμένο Βασίλειο	5.145,69	624,33	3.290,58	1.764,00	1.512,00	1.260,00	1.008,00	7.988,77
Ιρλανδία	391,43	0,00	49,40	52,50	45,00	37,50	30,00	441,53
Ισπανία	3.456,96	377,11	4,54	661,50	567,00	472,50	378,00	2.837,34
Ιταλία	4.848,29	19,67	593,98	6.090,00	5.220,00	4.350,00	3.480,00	6.378,51
Κροατία	123,42	35,72	140,44	120,96	103,68	86,40	69,12	237,85
Λετονία	240,00	87,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129,14
Λευκορωσία	1.573,16	0,00	16,18	378,00	324,00	270,00	216,00	1.589,35
Λιθουανία	412,12	226,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	184,40
Λουξεμβούργο	125,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	125,52
Ολλανδία	1.702,02	5.559,35	7.590,75	4.523,40	3.877,20	3.231,00	2.584,80	3.733,43
Ουγγαρία	1.012,00	394,17	142,92	1.682,10	1.441,80	1.201,50	961,20	911,23
Ουκρανία	2.499,13	0,00	1.492,80	6.317,64	5.415,12	4.512,60	3.610,08	3.991,93
Πολωνία	3561,96	2585,09	385,47	664,65	569,70	474,75	379,80	1517,06
Πορτογαλία	510,43	87,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	375,20
Ρουμανία	66,36	0,00	886,27	509,67	436,86	364,05	291,24	1075,83
Σερβία	200,55	0,00	46,97	105,00	90,00	75,00	60,00	243,16
Σλοβακία	4358,28	4047,43	5,03	824,25	706,50	588,75	471,00	723,30
Σλοβενία	190,70	109,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	80,84
Φινλανδία	301,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	301,27

Πηγή: [226], [197]

Πίνακας ΠΙΝ15. Απώλεια Διακοπής Προμήθειας Φ/Α από τη Νορβηγία (Διακοπή 1 Μήνα), mcm/μήνα

Χώρα	Απώλεια NO25%	Απώλεια NO50%	Απώλεια NO75%
Αυστρία	250,95	501,90	752,85
Βέλγιο	181,14	362,28	543,41
Γαλλία	360,27	720,54	1.080,81
Γερμανία	640,25	1280,50	1920,75
Δημοκρατία της Τσεχίας	255,83	511,66	767,49
Ελβετία	15,68	31,37	47,05
Ηνωμένο Βασίλειο	527,43	1.054,87	1.582,30
Ισπανία	60,50	120,99	181,49
Ιταλία	159,46	318,93	478,39
Λουξεμβούργο	16,32	32,64	48,95
Ολλανδία	229,77	459,55	689,32

Πηγή: [226], [229], [231], [197]

Πίνακας ΠΙV16. Απώλεια Διακοπής Προμήθειας Φ/Α από τη Ρωσία (Διακοπή 1 Μήνα), mcm/μήνα

Χώρα	Απώλεια ΡΩ25%	Απώλεια ΡΩ50%	Απώλεια ΡΩ75%
Αυστρία	492,25	984,49	1476,74
Βέλγιο	289,82	579,64	869,46
Βοσνία Ερζεγοβίνη	5,02	10,03	15,05
Βουλγαρία	404,86	809,71	1.214,57
Γαλλία	202,65	405,30	607,95
Γερμανία	696,74	1.393,48	2.090,22
Δημοκρατία της Τσεχίας	455,70	911,40	1.367,10
Ελβετία	16,43	32,86	49,29
Ελλάδα	44,33	88,66	132,98
Εσθονία	12,39	24,78	37,17
Ιταλία	266,66	533,31	799,97
Λετονία	60,00	120,00	180,00
Λευκορωσία	393,29	786,58	1.179,87
Λιθουανία	103,03	206,06	309,09
Λουξεμβούργο	7,53	15,06	22,59
Ολλανδία	114,89	229,77	344,66
Ουγγαρία	215,05	430,10	645,15
Ουκρανία	624,78	1.249,57	1.874,35
Πολωνία	890,49	1.780,98	2.671,47
Ρουμανία	16,59	33,18	49,77
Σερβία	50,14	100,27	150,41
Σλοβακία	1.089,57	2.179,14	3.268,71
Σλοβενία	28,60	57,21	85,81
Φινλανδία	75,32	150,64	225,96

Πηγή: [226], [229], [231], [197]

Πίνακας ΠΙV17. Απώλεια Διακοπής Προμήθειας Φ/Α από την Αλγερία (Διακοπή 1 Μήνα), mcm/μήνα

Χώρα	Απώλεια ΑΛ25%	Απώλεια ΑΛ50%	Απώλεια ΑΛ75%
Ισπανία	224,70	449,40	674,11
Ιταλία	494,33	988,67	1483,00
Πορτογαλία	39,56	79,12	118,67
Σλοβενία	10,97	21,93	32,90

Πηγή: [226], [229], [231], [197]

Πίνακας ΠΙV18. Απώλεια Διακοπής Προμήθειας Φ/Α από τη Λιβύη (Διακοπή 1 Μήνα), mcm/μήνα

Χώρα	Απώλεια ΛΙ25%	Απώλεια ΛΙ50%	Απώλεια ΛΙ75%
Ιταλία	159,46	318,93	478,39

Πηγή: [226], [229], [231], [197]

Πίνακας ΠΙV19. Απώλεια Διακοπής Προμήθειας LNG Διακοπή 1 Μήνα), mcm/μήνα

Χώρα	Απώλεια LNG25%	Απώλεια LNG50%	Απώλεια LNG75%
Βέλγιο	118,75	237,50	356,25
Γαλλία	154,17	308,33	462,50
Ελλάδα	12,50	25,00	37,50
ΗΒ	195,83	391,67	587,50
Ισπανία	264,58	529,17	793,75
Ιταλία	118,75	237,5	356,25
Ολλανδία	20,83	41,67	62,50
Πορτογαλία	35,42	70,83	106,25

Πηγή: [214]

Παράρτημα V:

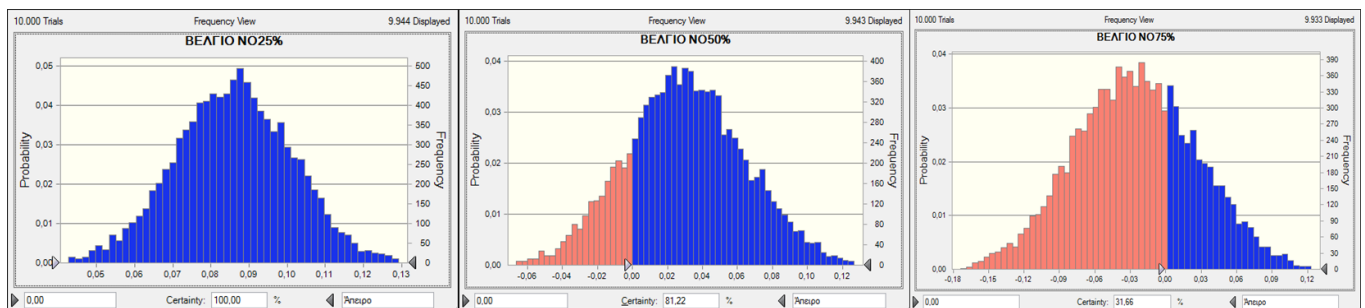
Προσομοίωση Monte Carlo &
Ιστογράμματα Χωρών

Ιστογράμματα Χωρών: Διακοπή 1 Ημέρα (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας)

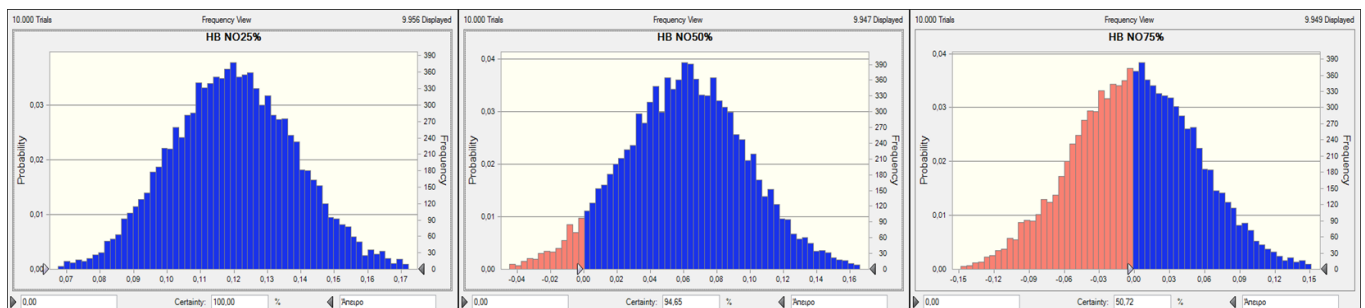
Πίνακας ΠV1. Δείκτης Στρατηγικής Προμήθειας (Διακοπή 1 Ημέρα), mcm/ημέρα

Χώρα	Δείκτης Στρατηγικής Προμήθειας	Χώρα	Δείκτης Στρατηγικής Προμήθειας
Αυστρία	1,82	Λετονία	0,00
Βέλγιο	0,12	Λευκορωσία	0,29
Βοσνία Ερζεγοβίνη	0,00	Λιθουανία	0,00
Βουλγαρία	0,04	Λουξεμβούργο	0,00
Γαλλία	0,82	Ολλανδία	1,02
Γερμανία	0,93	Ουγγαρία	0,35
Δημοκρατία της Τσεχίας	1,14	Ουκρανία	4,20
Ελβετία	0,00	Πολωνία	0,27
Ελλάδα	0,26	Πορτογαλία	0,00
Εσθονία	0,00	Ρουμανία	0,01
Ηνωμένο Βασίλειο	0,18	Σερβία	0,00
Ιρλανδία	0,15	Σλοβακία	0,55
Ισπανία	1,33	Σλοβενία	0,00
Ιταλία	0,61	Φινλανδία	0,00
Κροατία	0,00		

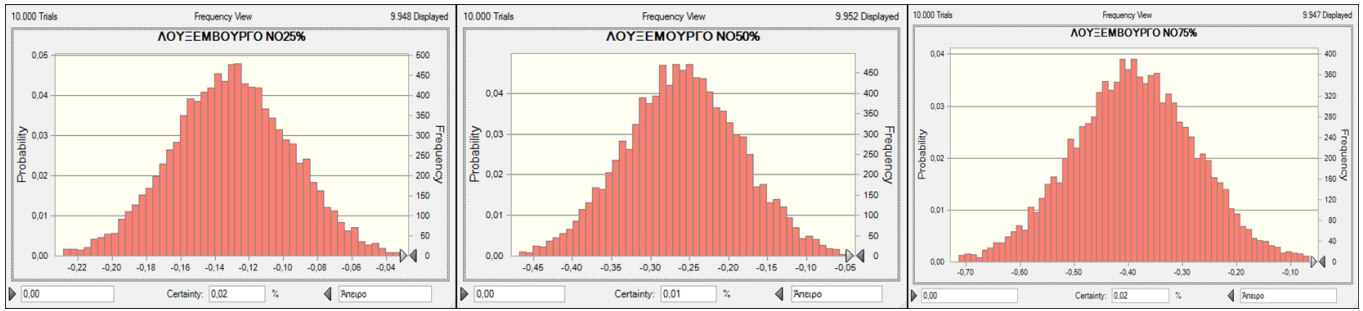
- Διακοπή από: Νορβηγία



Σχήμα ΠV1. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Βέλγιο

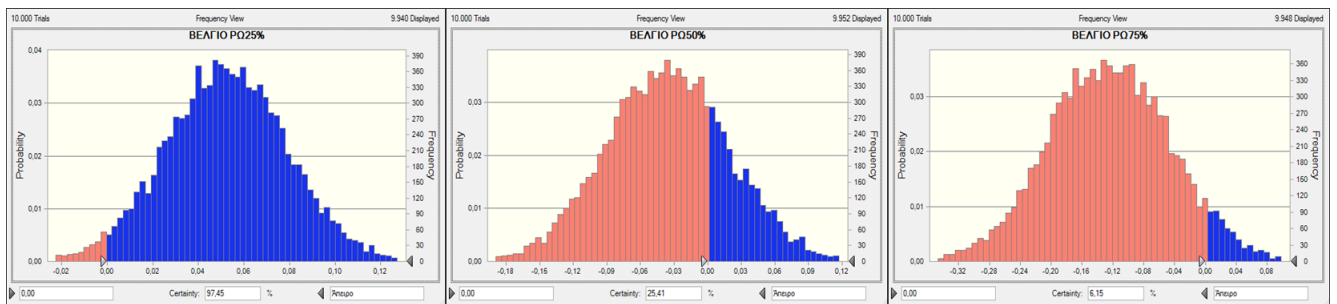


Σχήμα ΠV2. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: HB

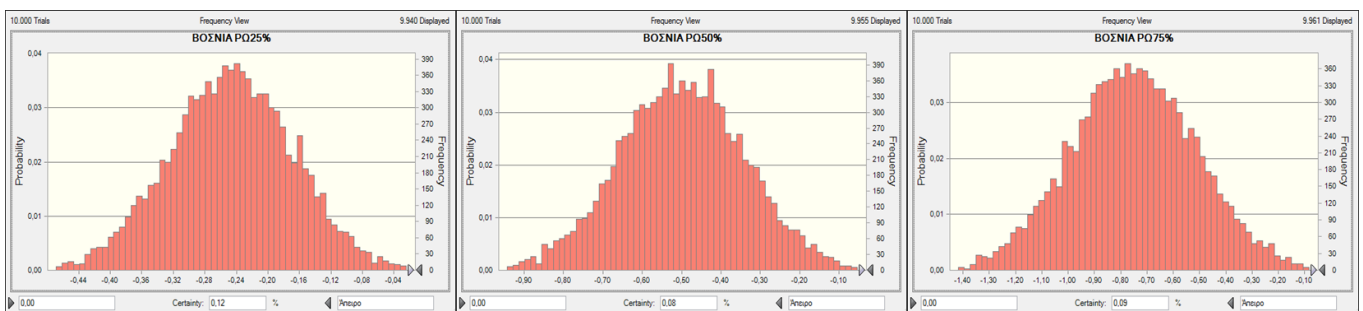


Σχήμα ΠΝ3. Ιστογράμματα Προσομείωσης: Λουξεμβούργο

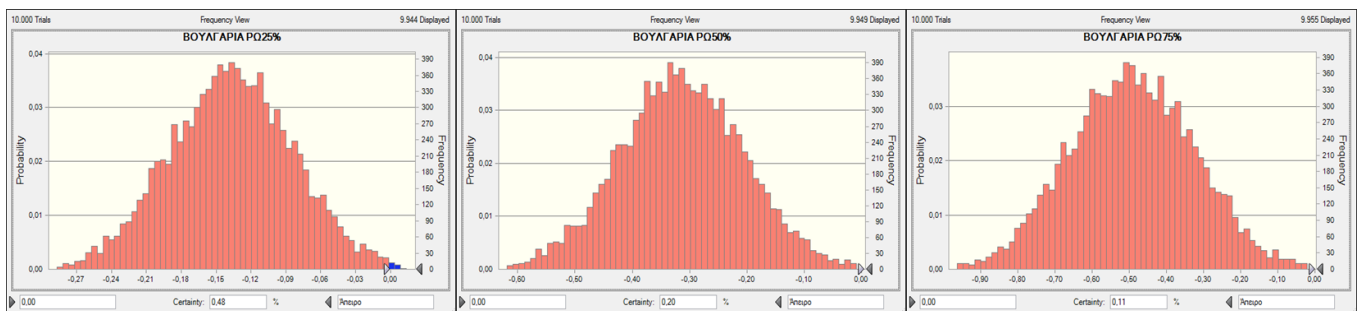
• Διακοπή από: Ρωσία



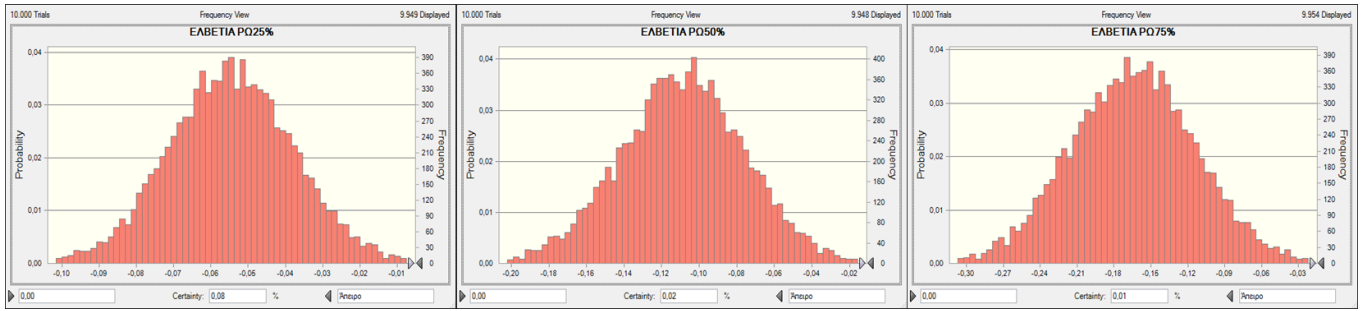
Σχήμα ΠΝ4. Ιστογράμματα Προσομείωσης: Βέλγιο



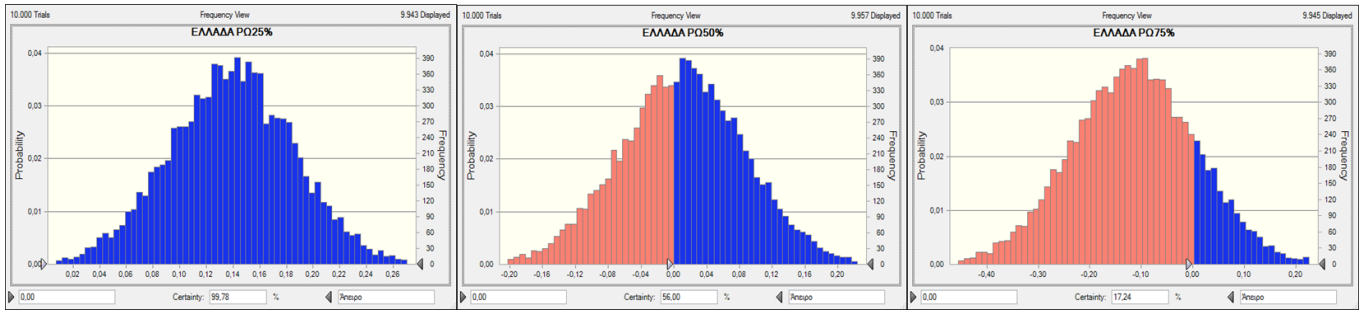
Σχήμα ΠΝ5. Ιστογράμματα Προσομείωσης: Βοσνία Ερζεγοβίνη



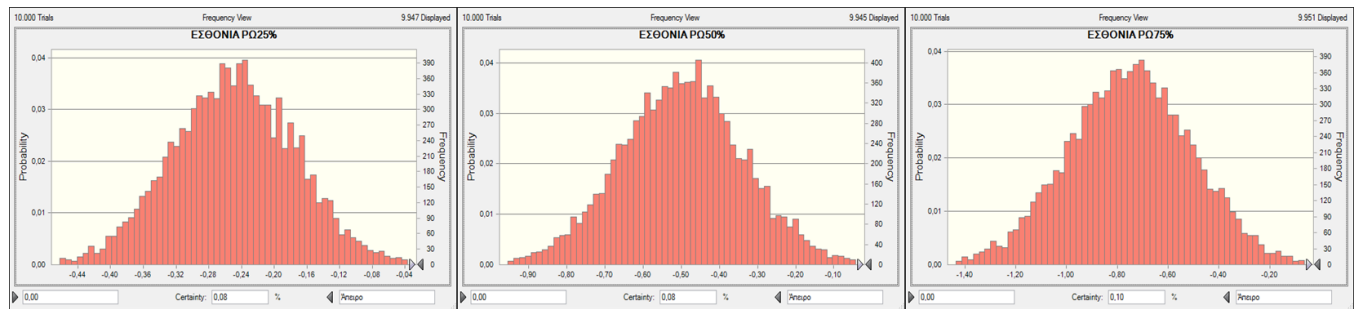
Σχήμα ΠΝ6. Ιστογράμματα Προσομείωσης: Βουλγαρία



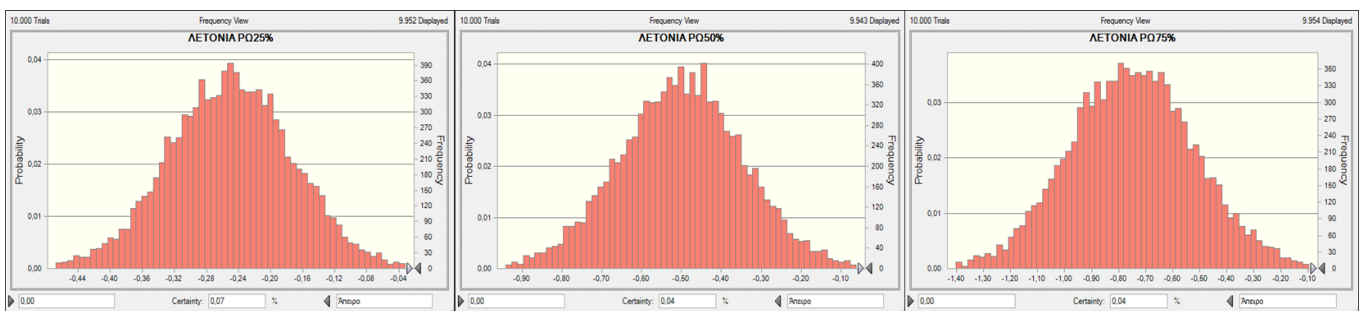
Σχήμα ΠV7. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Ελβετία



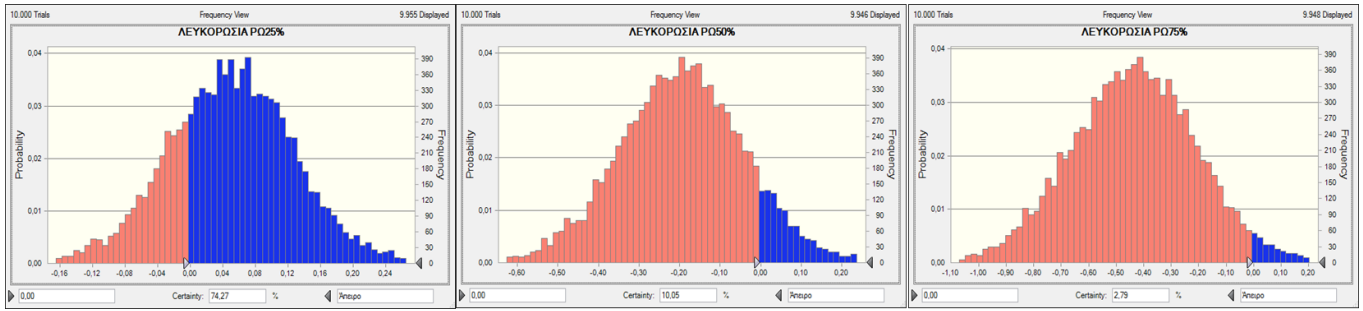
Σχήμα ΠV8. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Ελλάδα



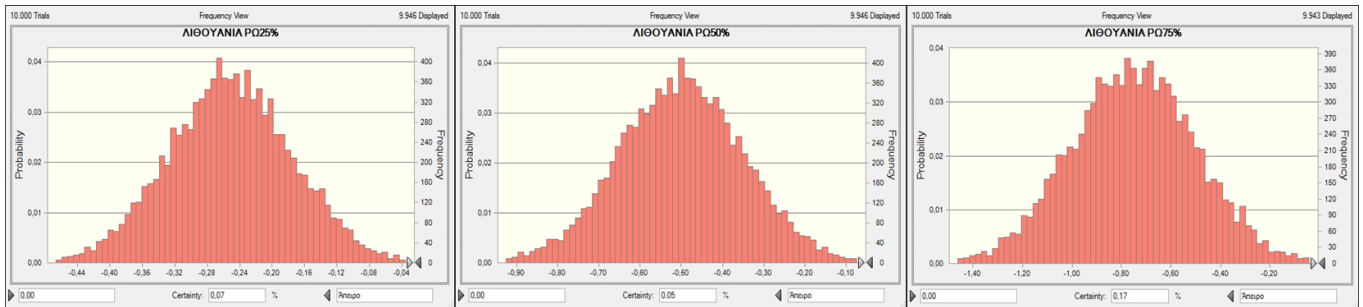
Σχήμα ΠV9. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Εσθονία



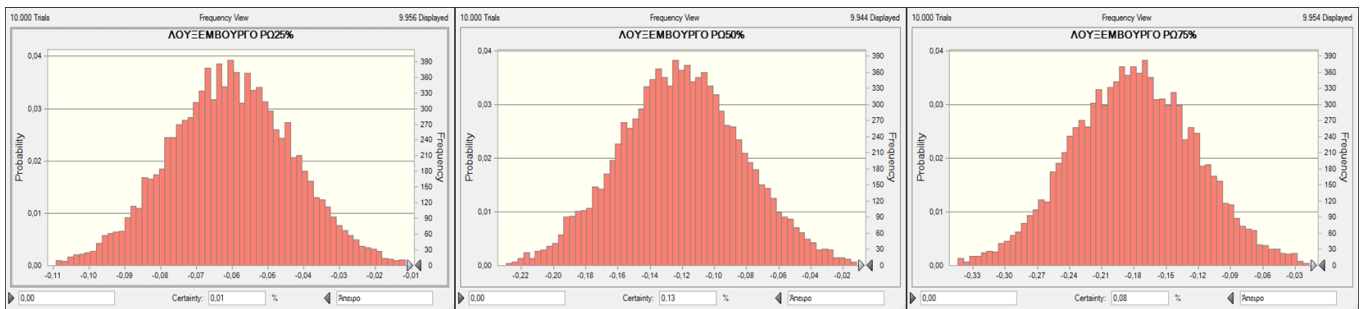
Σχήμα ΠV10. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Λετονία



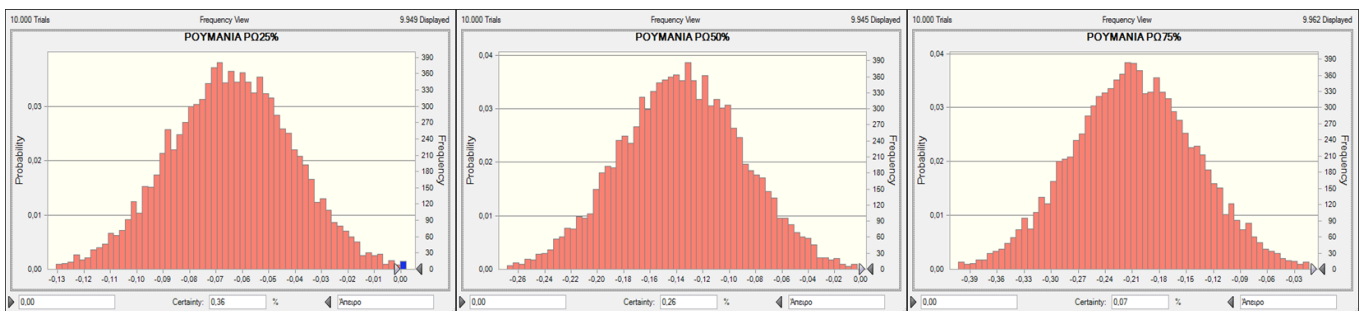
Σχήμα ΠΝ11. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Λευκορωσία



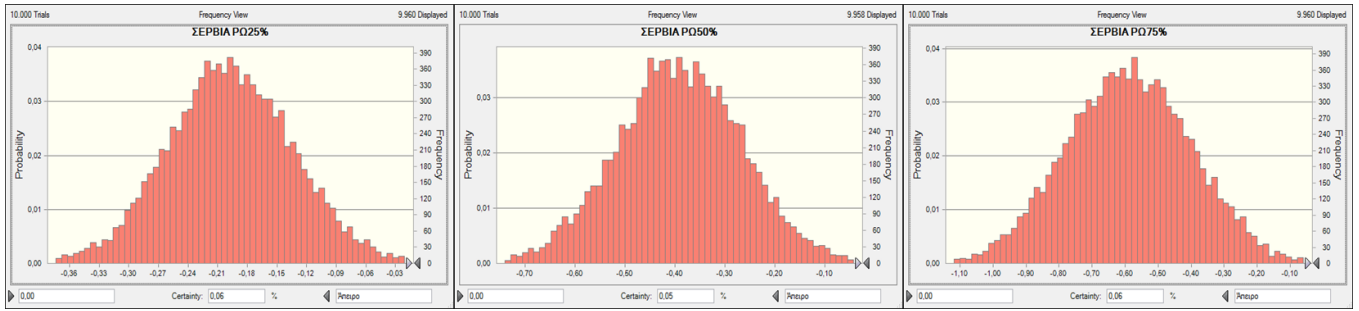
Σχήμα ΠΝ12. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Λιθουανία



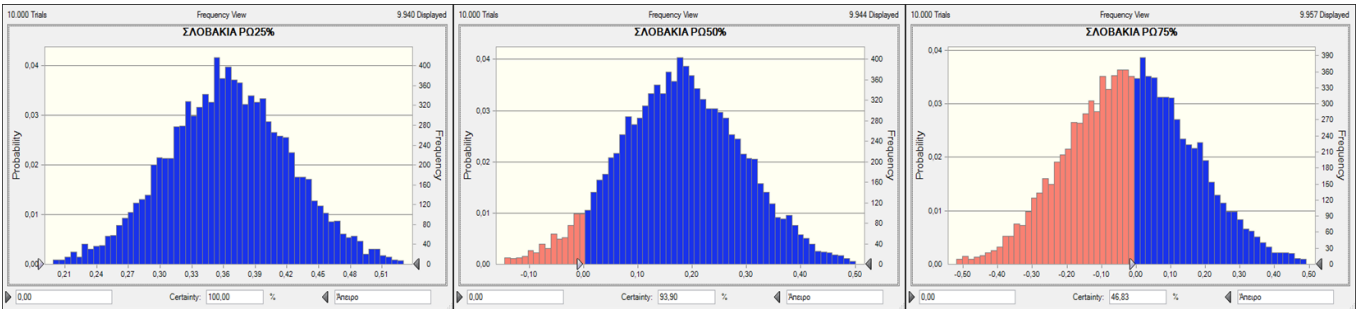
Σχήμα ΠΝ13. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Λουξεμβούργο



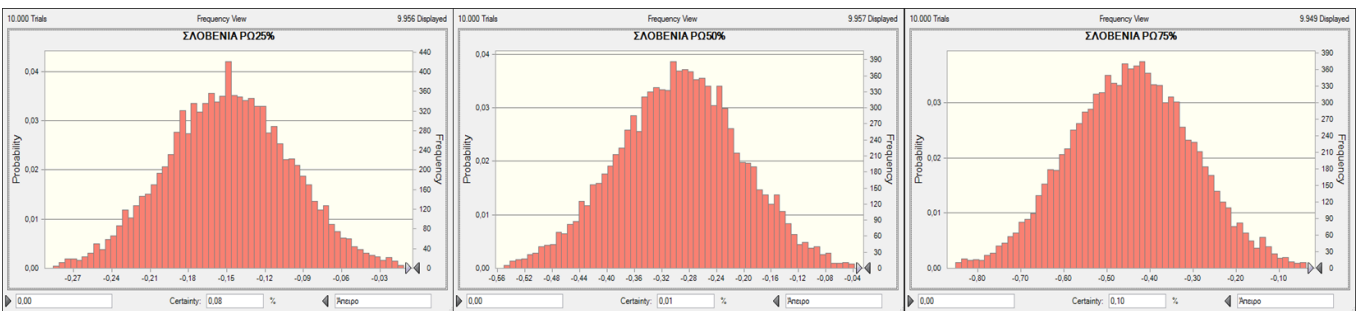
Σχήμα ΠΝ14. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Ρουμανία



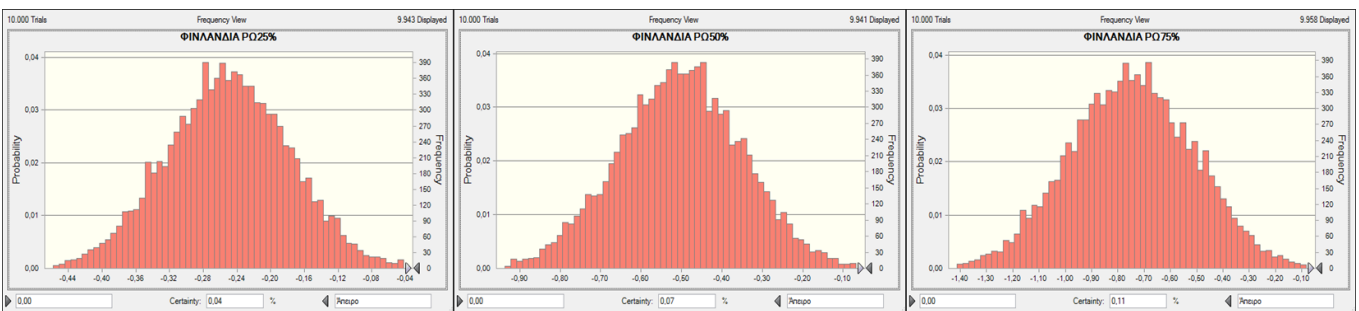
Σχήμα ΠV15. Ιστογράμματα Προσομώσης: Σερβία



Σχήμα ΠV16. Ιστογράμματα Προσομώσης: Σλοβακία

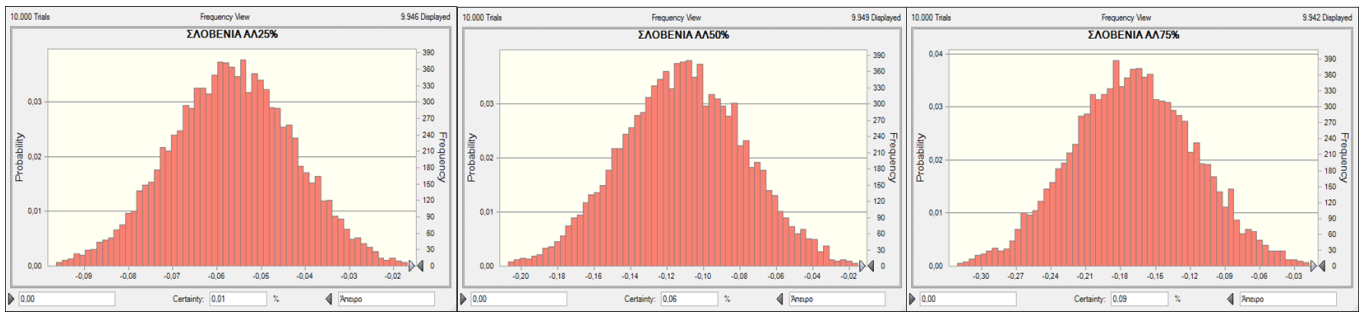


Σχήμα ΠV17. Ιστογράμματα Προσομώσης: Σλοβενία



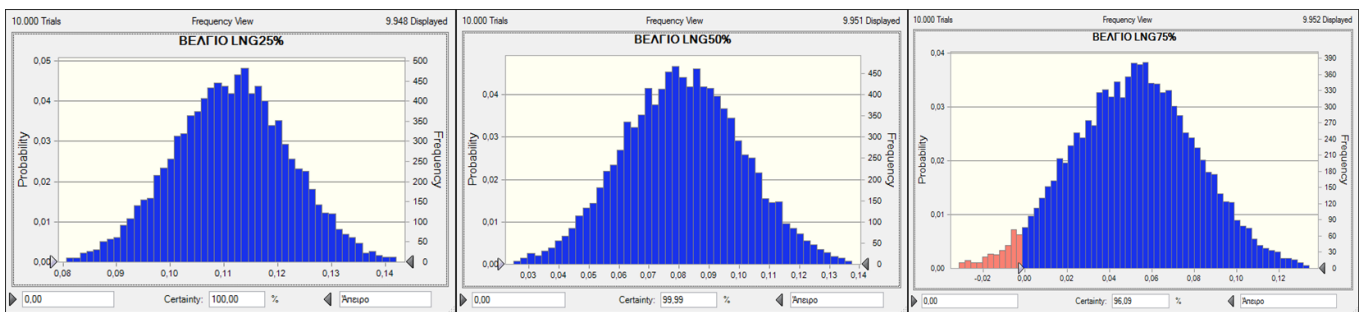
Σχήμα ΠV18. Ιστογράμματα Προσομώσης: Φινλανδία

• Διακοπή από: Αλγερία

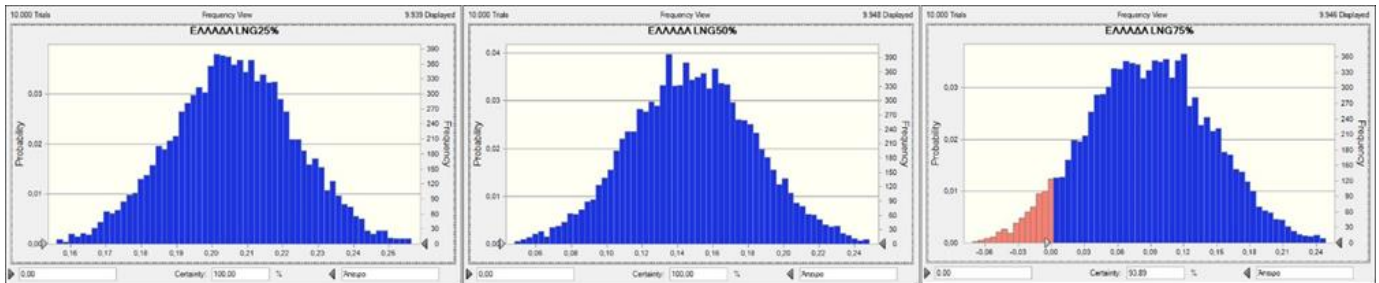


Σχήμα ΠΝ19. Ιστογράμμα Προσομείωσης: Σλοβενία

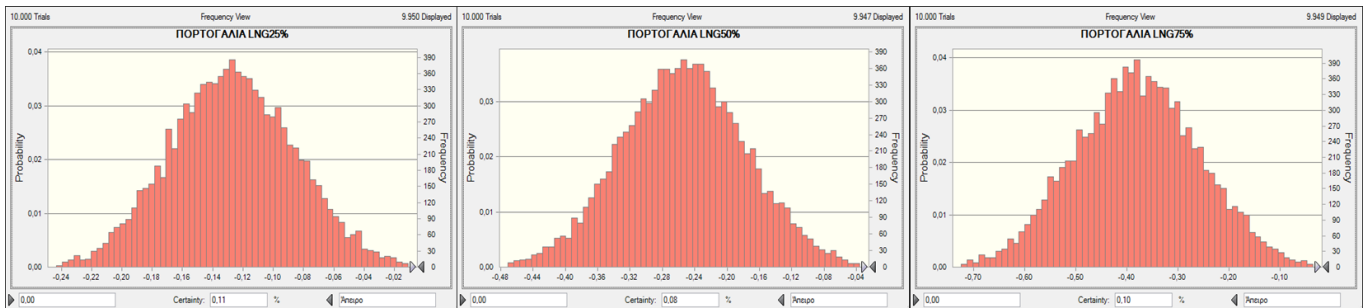
• Διακοπή από: LNG



Σχήμα ΠΝ20. Ιστογράμμα Προσομείωσης: Βέλγιο



Σχήμα ΠΝ21. Ιστογράμμα Προσομείωσης: Ελλάδα



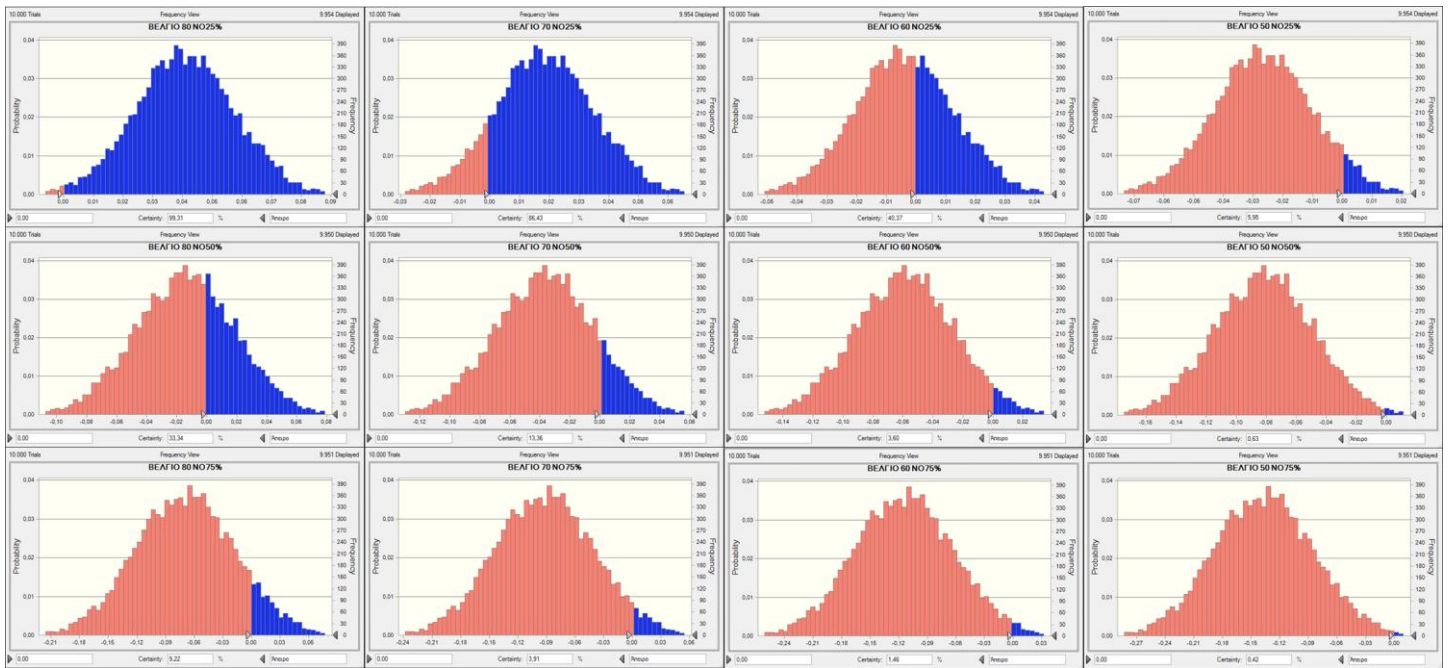
Σχήμα ΠΝ22. Ιστογράμμα Προσομείωσης: Πορτογαλία

Ιστογράμματα Χωρών: Διακοπή 15 Ημέρες (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας)

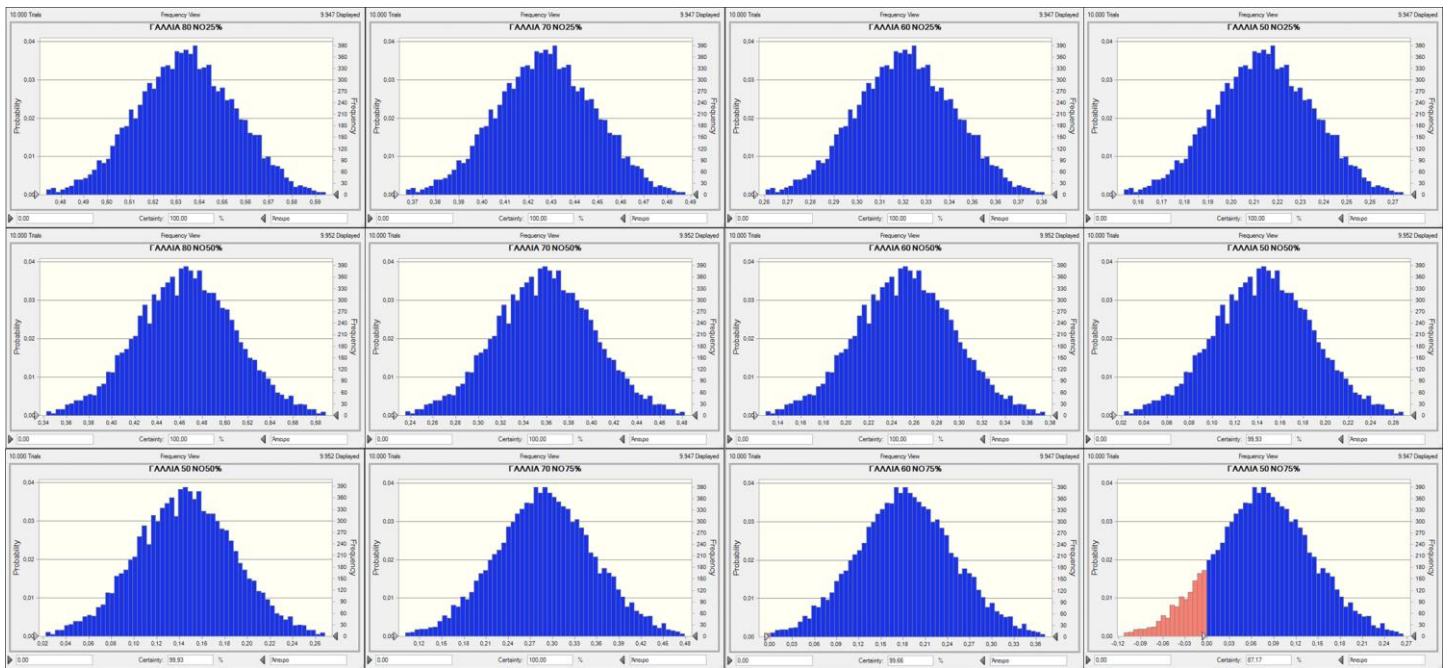
Πίνακας ΠV2. Δείκτης Στρατηγικής Προμήθειας (Διακοπή 15 Ημερών), mcm/15νθήμερο

Χώρα	Δείκτης Στρατηγικής Προμήθειας (ΔΑ 0)	Δείκτης Στρατηγικής Προμήθειας (ΔΑ 80%)	Δείκτης Στρατηγικής Προμήθειας (ΔΑ 70%)	Δείκτης Στρατηγικής Προμήθειας (ΔΑ 60%)	Δείκτης Στρατηγικής Προμήθειας (ΔΑ 50%)
Αυστρία	-	1,39	1,17	0,95	0,74
Βέλγιο	-	0,10	0,07	0,05	0,03
Βοσνία Ερζεγοβίνη	0,00	-	-	-	-
Βουλγαρία	-	-0,01	-0,04	-0,06	-0,09
Γαλλία	-	0,60	0,50	0,39	0,28
Γερμανία	-	0,71	0,59	0,48	0,37
Δημοκρατία της Τσεχίας	-	0,87	0,73	0,60	0,46
Ελβετία	0,00	-	-	-	-
Ελλάδα	0,03	-	-	-	-
Εσθονία	0,00	-	-	-	-
Ηνωμένο Βασίλειο	-	0,13	0,11	0,09	0,06
Ιρλανδία	-	0,12	0,11	0,09	0,08
Ισπανία	-	1,05	0,90	0,76	0,62
Ιταλία	-	0,45	0,37	0,29	0,21
Κροατία	0,00	-	-	-	-
Λετονία	0,00	-	-	-	-
Λευκορωσία	-	0,23	0,20	0,17	0,13
Λιθουανία	0,00	-	-	-	-
Λουξεμβούργο	0,00	-	-	-	-
Ολλανδία	-	0,82	0,71	0,61	0,51
Ουγγαρία	-	0,16	0,07	-0,02	-0,12
Ουκρανία	-	3,52	3,17	2,83	2,49
Πολωνία	-	0,18	0,14	0,10	0,05
Πορτογαλία	0,00	-	-	-	-
Ρουμανία	-	0,00	-0,01	-0,01	-0,02
Σερβία	0,00	-	-	-	-
Σλοβακία	-	0,36	0,27	0,17	0,07
Σλοβενία	0,00	-	-	-	-
Φινλανδία	0,00	-	-	-	-

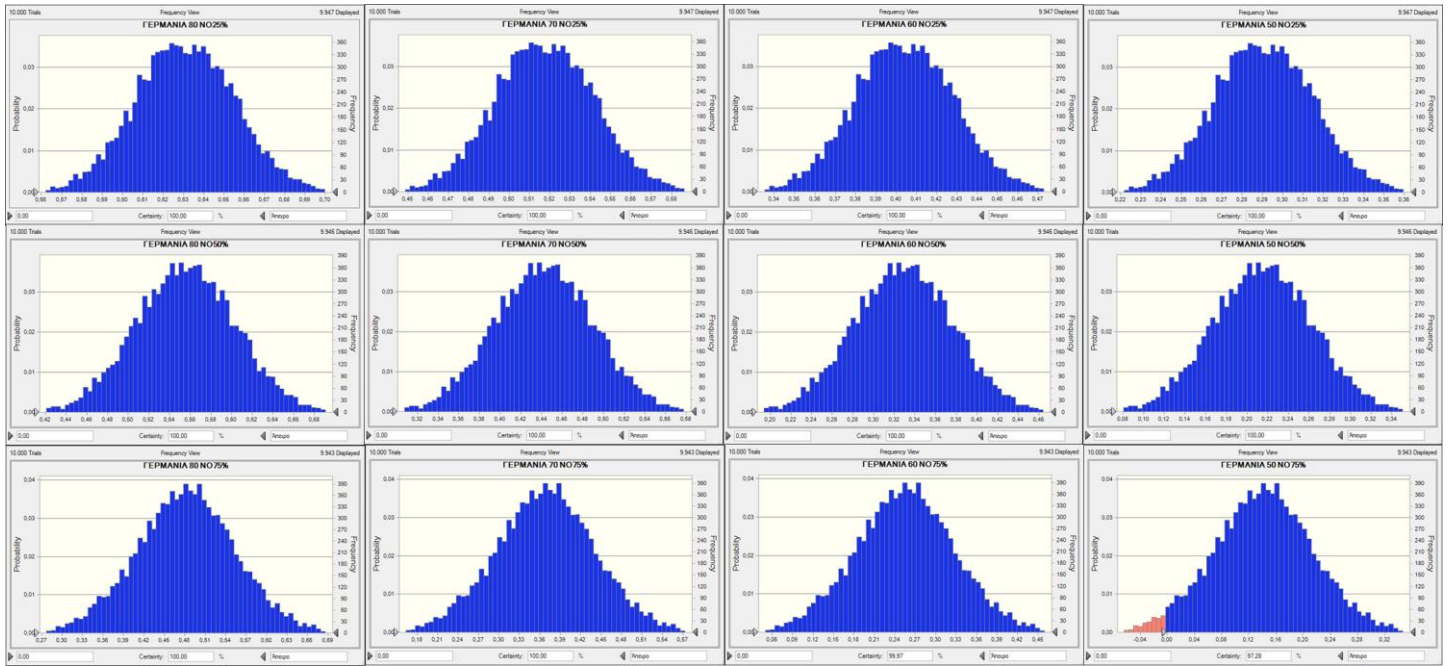
• Διακοπή από: Νορβηγία



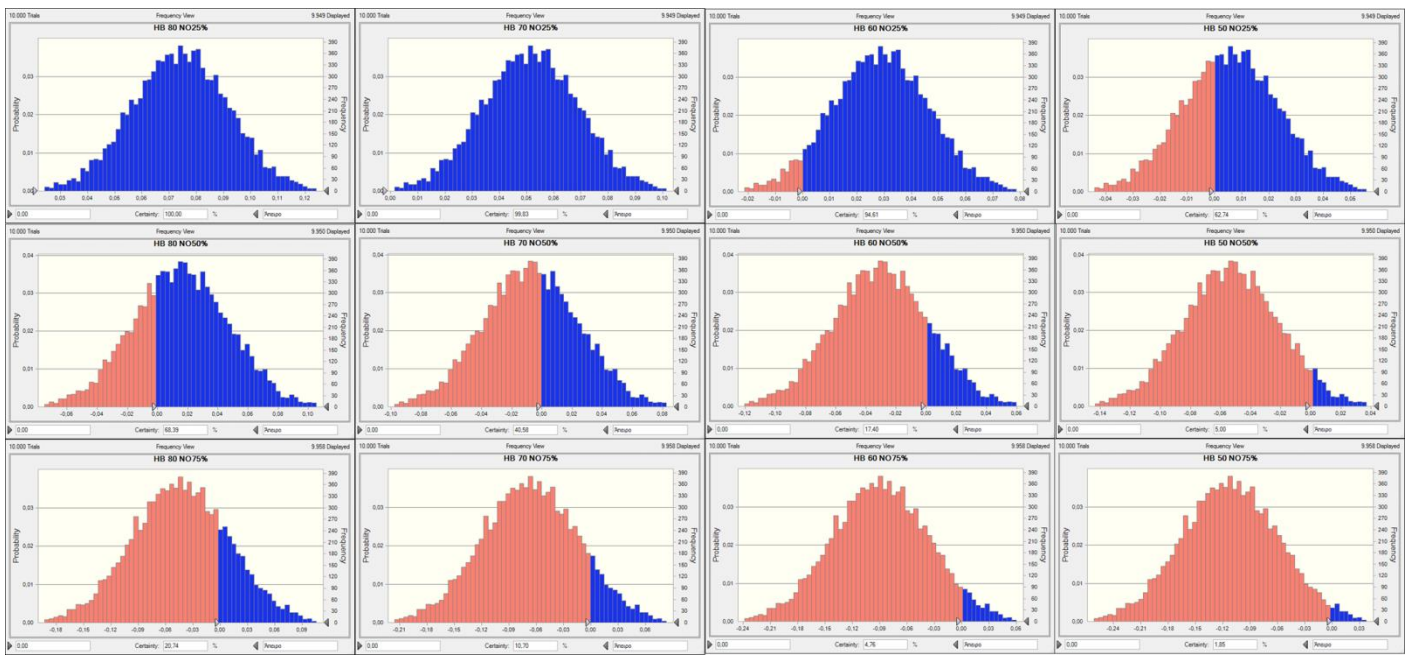
Σχήμα ΠΝ23. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Βέλγιο



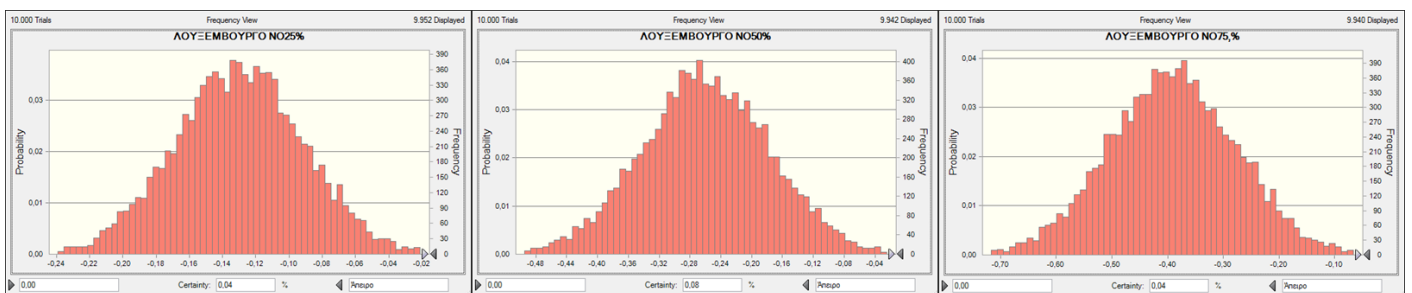
Σχήμα ΠΝ24. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Γαλλία



Σχήμα ΠΝ25. Ιστογράμματα Προσομώσης: Γερμανία

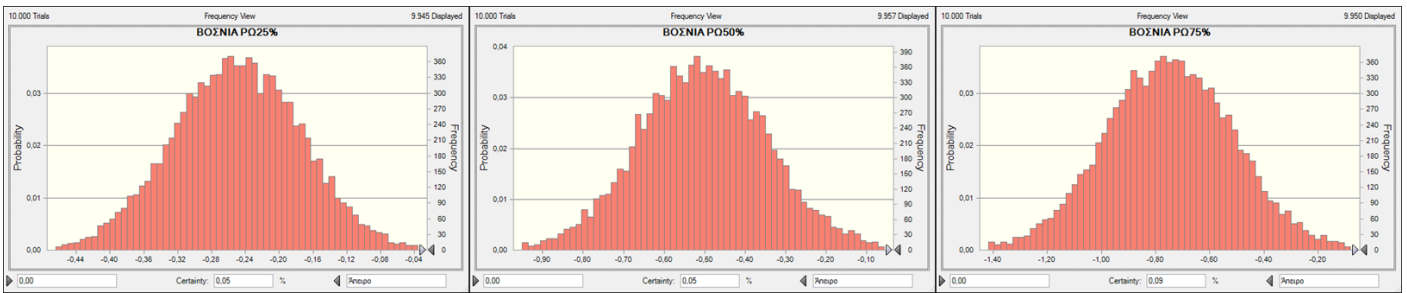


Σχήμα ΠΝ26. Ιστογράμματα Προσομώσης: HB

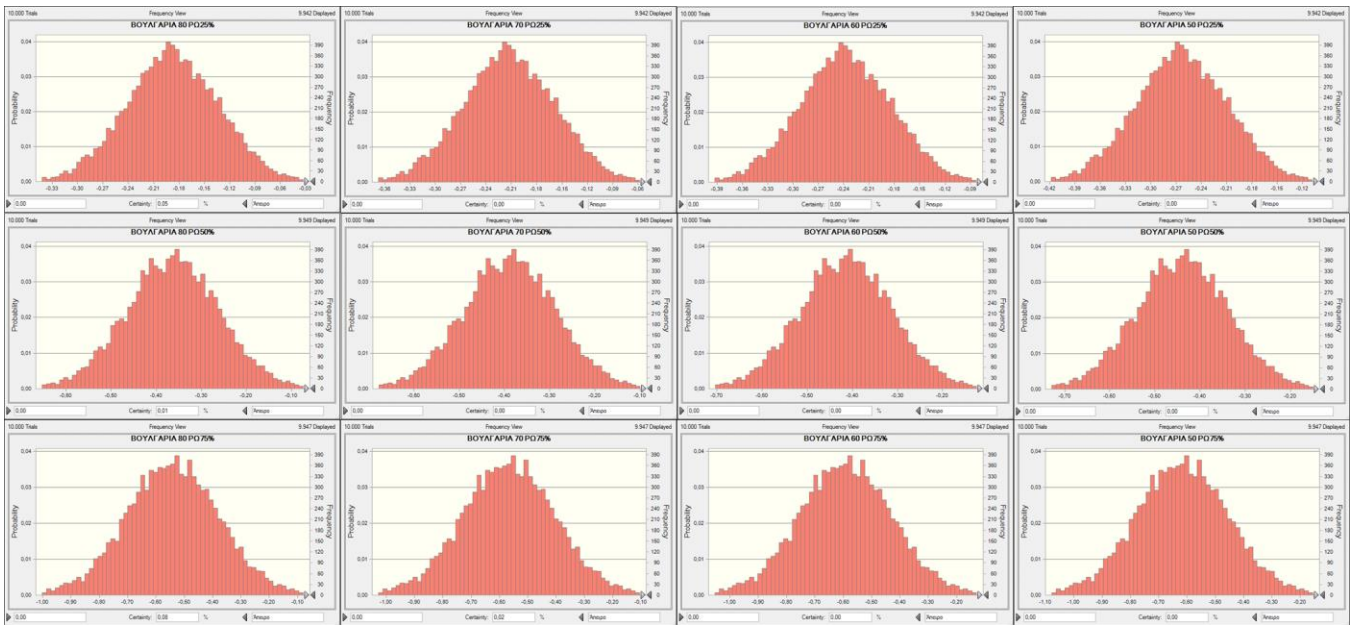


Σχήμα ΠΝ27. Ιστογράμματα Προσομώσης: Λουξεμβούργο

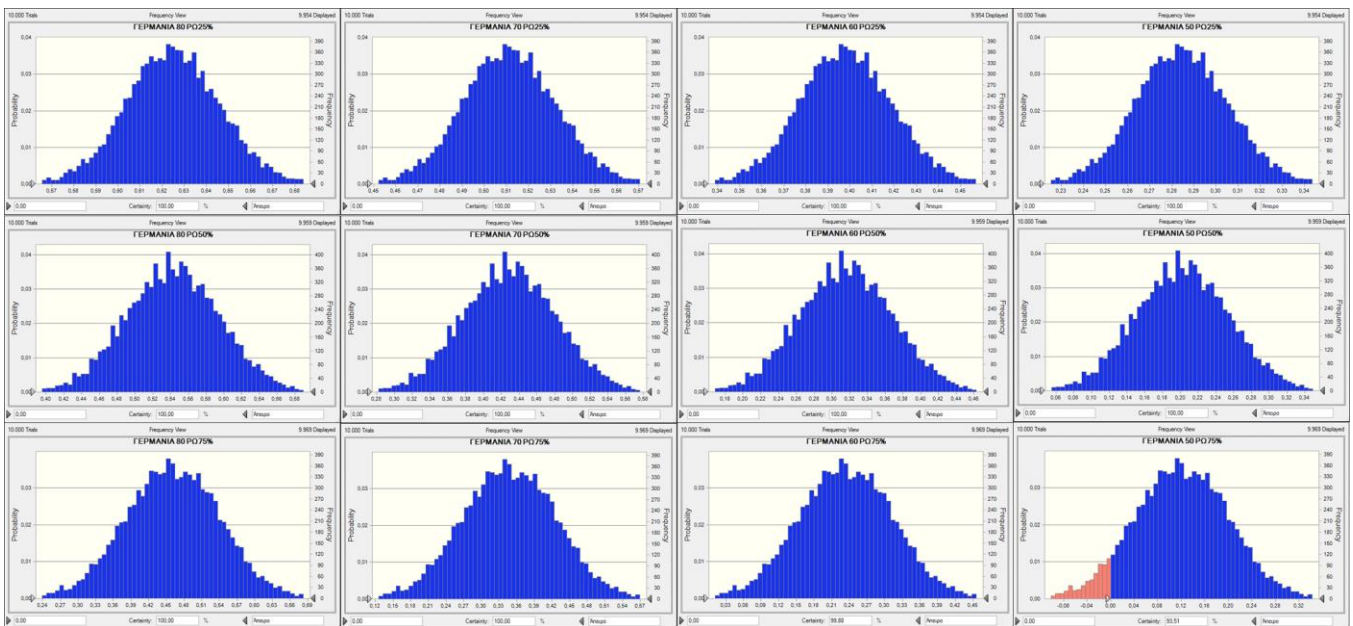
• Διακοπή από: Ρωσία



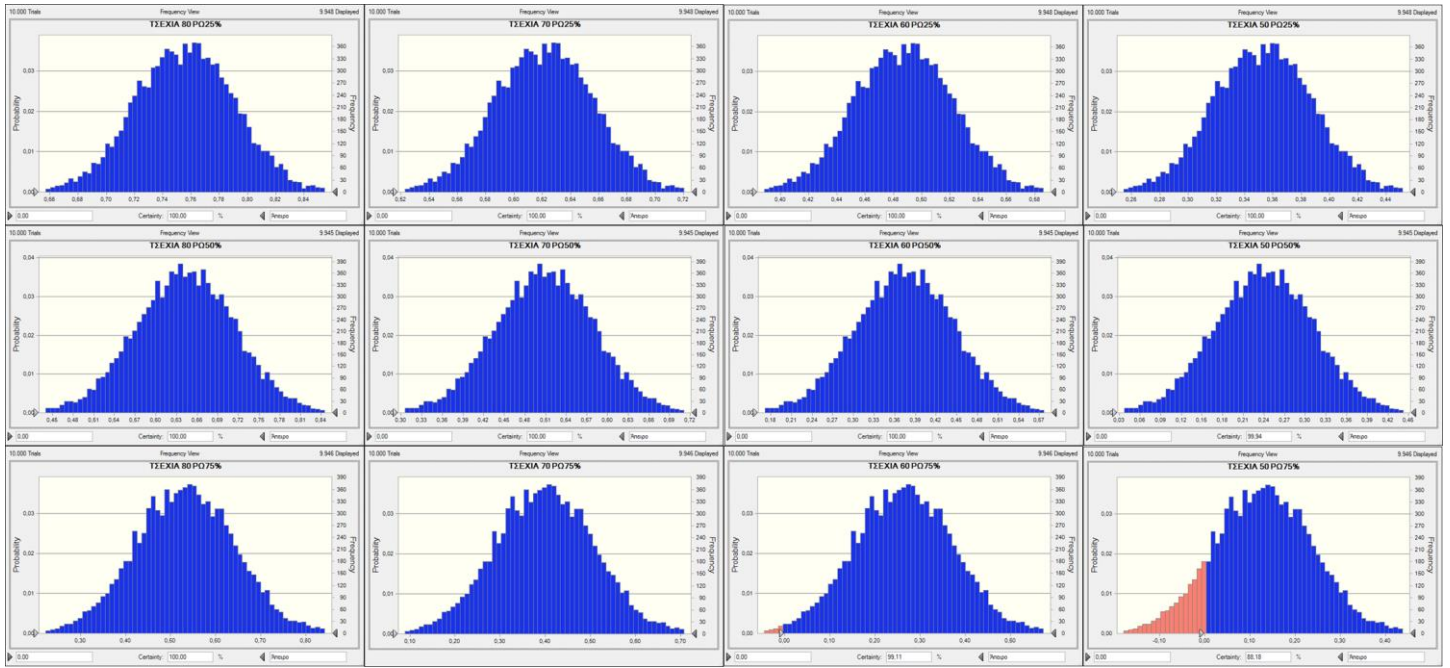
Σχήμα ΠΝ28. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Βοσνία Ερζεγοβίνη



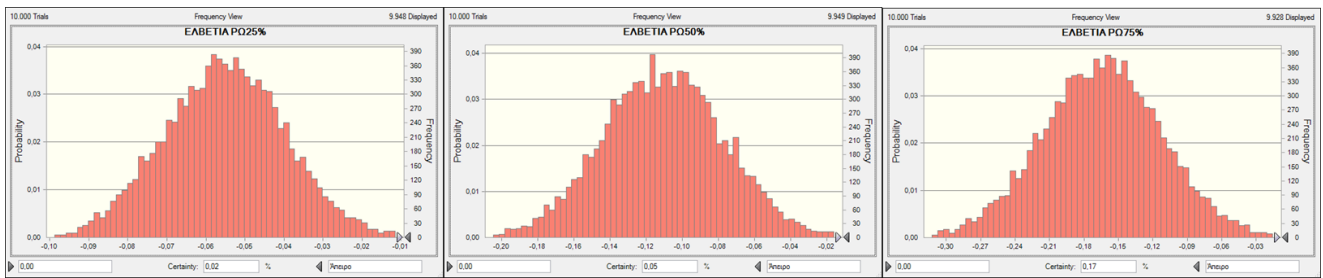
Σχήμα ΠΝ29. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Βουλγαρία



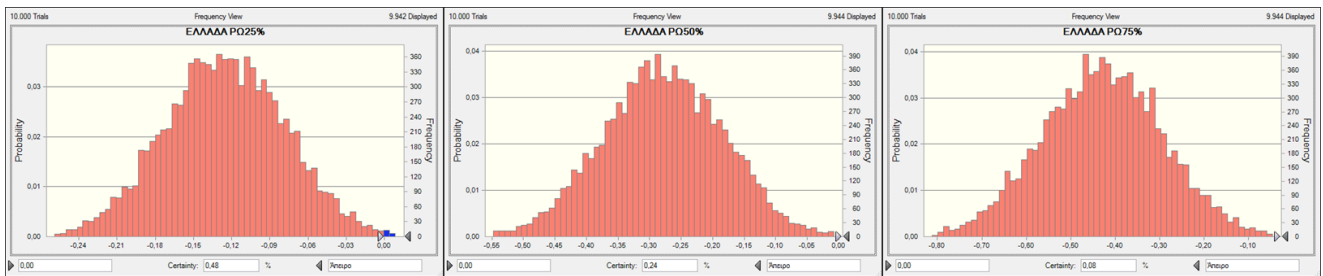
Σχήμα ΠΝ30. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Γερμανία



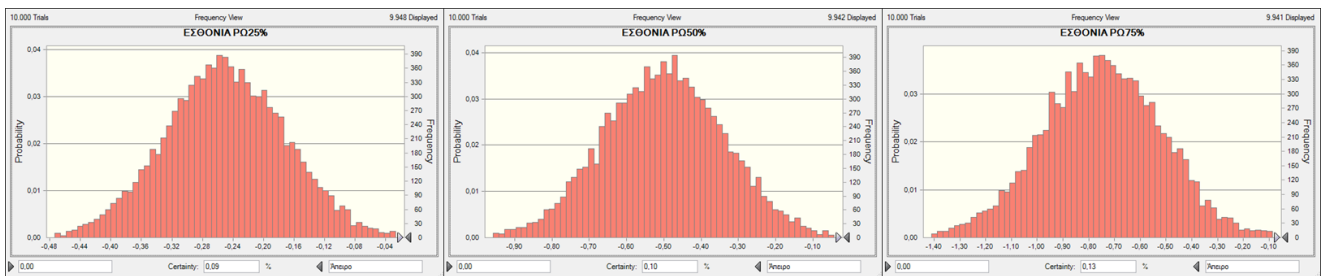
Σχήμα ΠV1. Ιστογράμματα Προσομώσης: Δημοκρατία της Τσεχίας



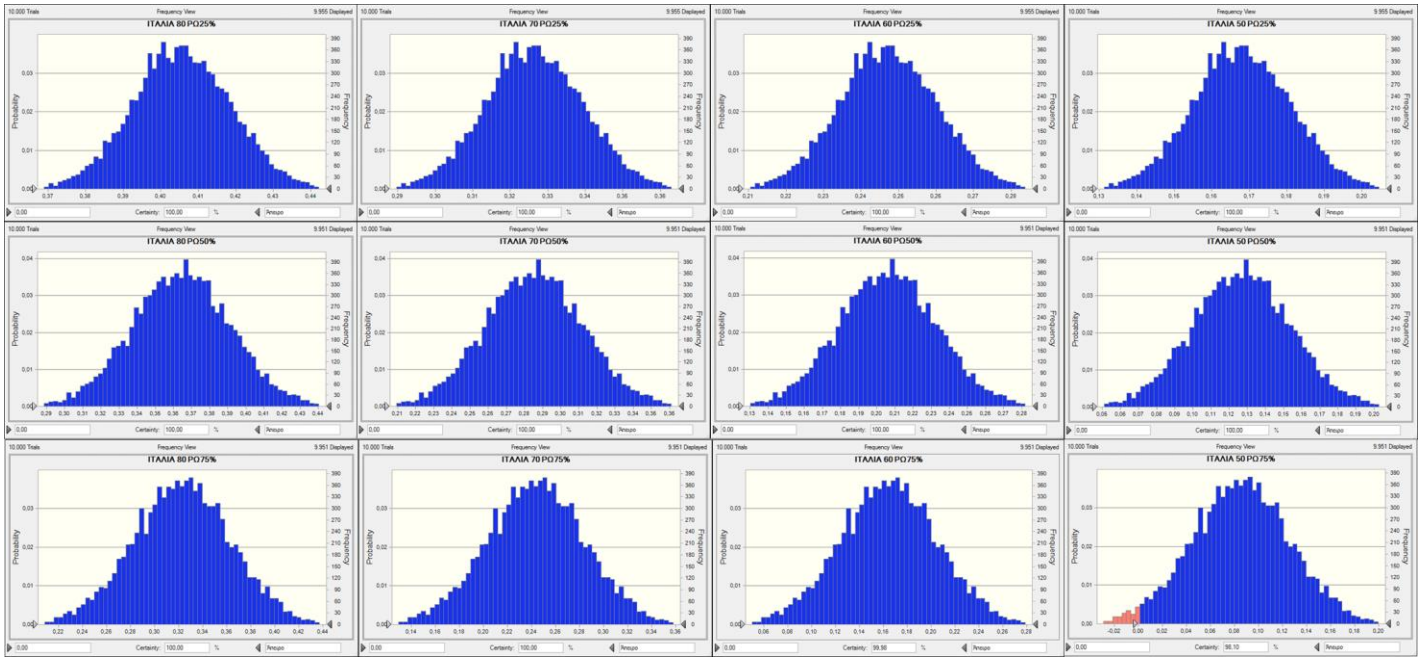
Σχήμα ΠV2. Ιστογράμματα Προσομώσης: Ελβετία



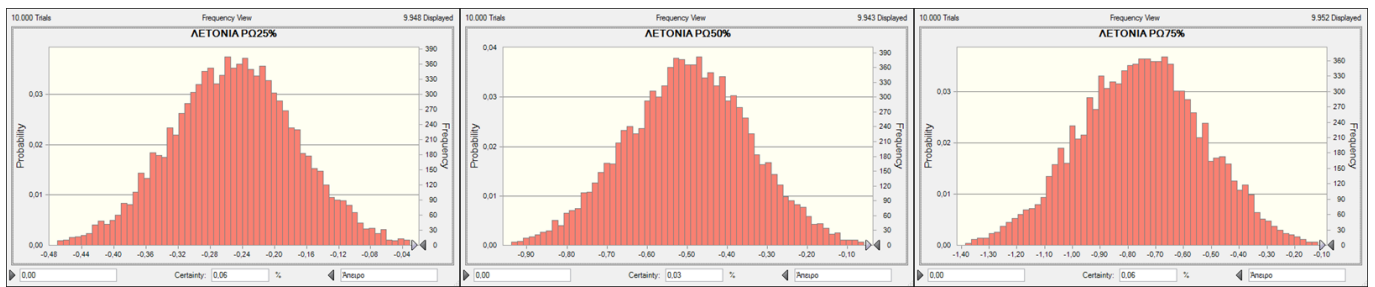
Σχήμα ΠV3. Ιστογράμματα Προσομώσης: Ελλάδα



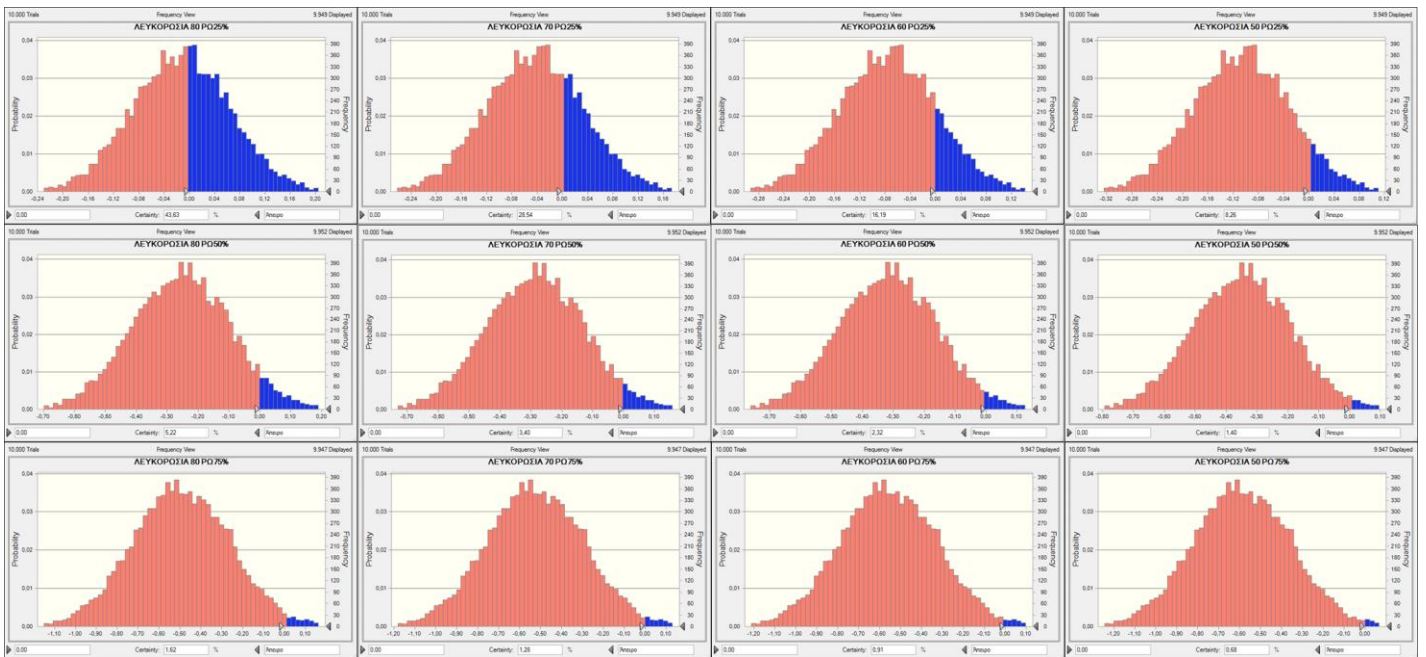
Σχήμα ΠV4. Ιστογράμματα Προσομώσης: Εσθονία



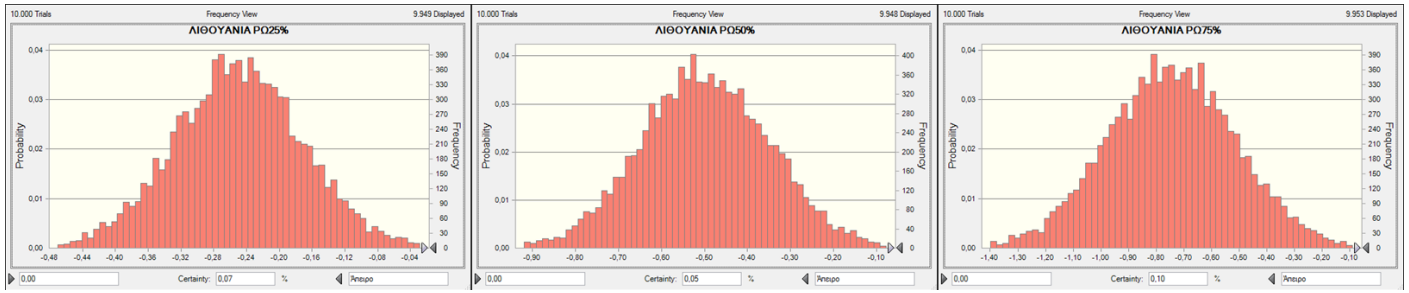
Σχήμα ΠΝ35. Ιστογράμματα Προσομώσης: Ιταλία



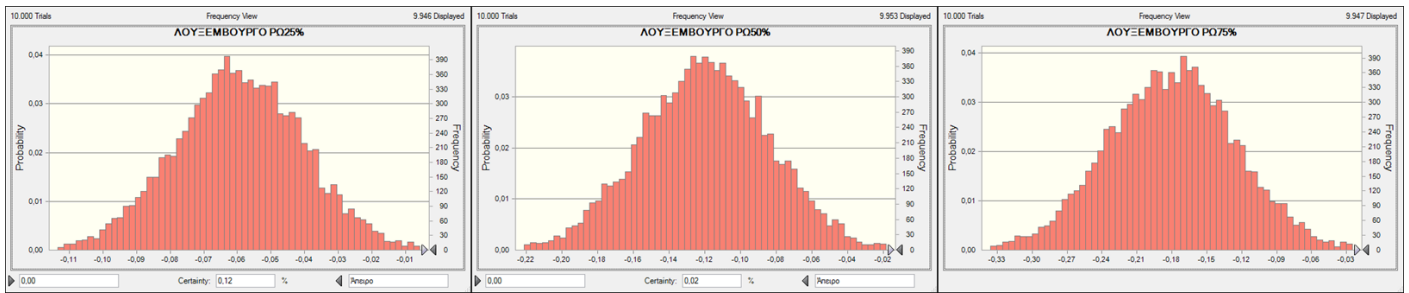
Σχήμα ΠΝ36. Ιστογράμματα Προσομώσης: Λετονία



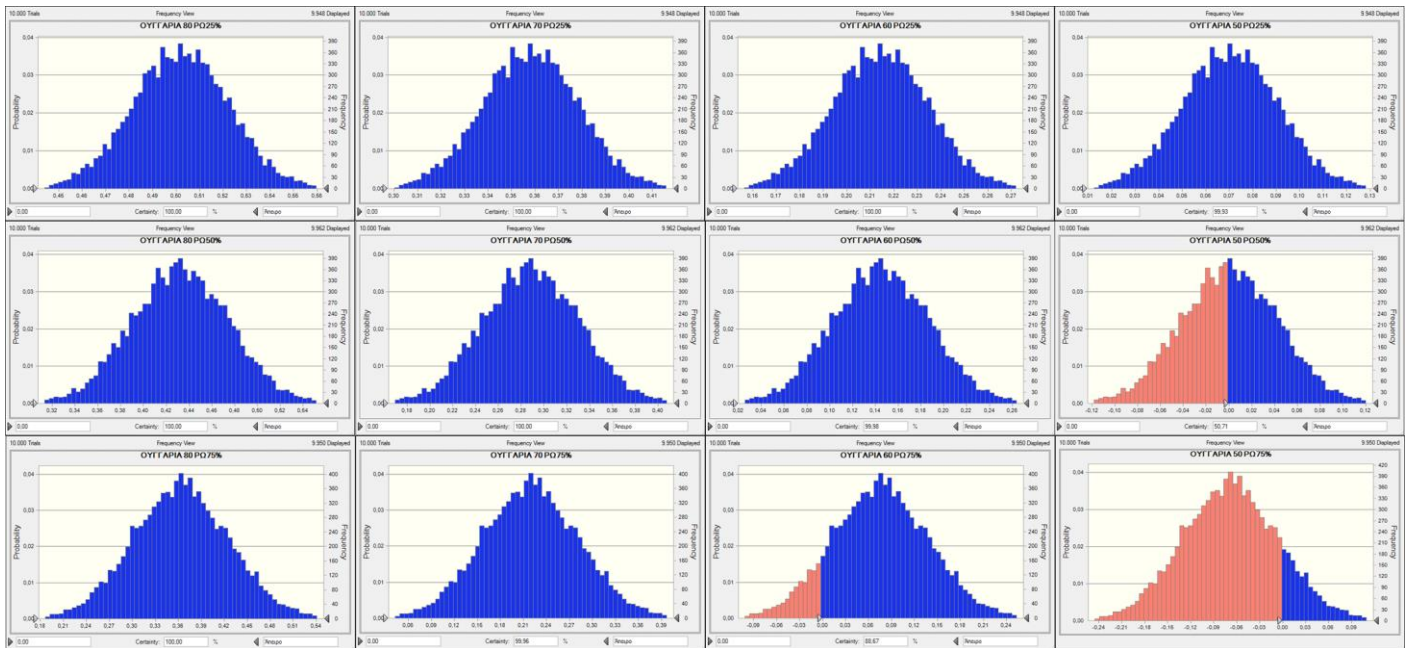
Σχήμα ΠΝ37. Ιστογράμματα Προσομώσης: Λευκορωσία



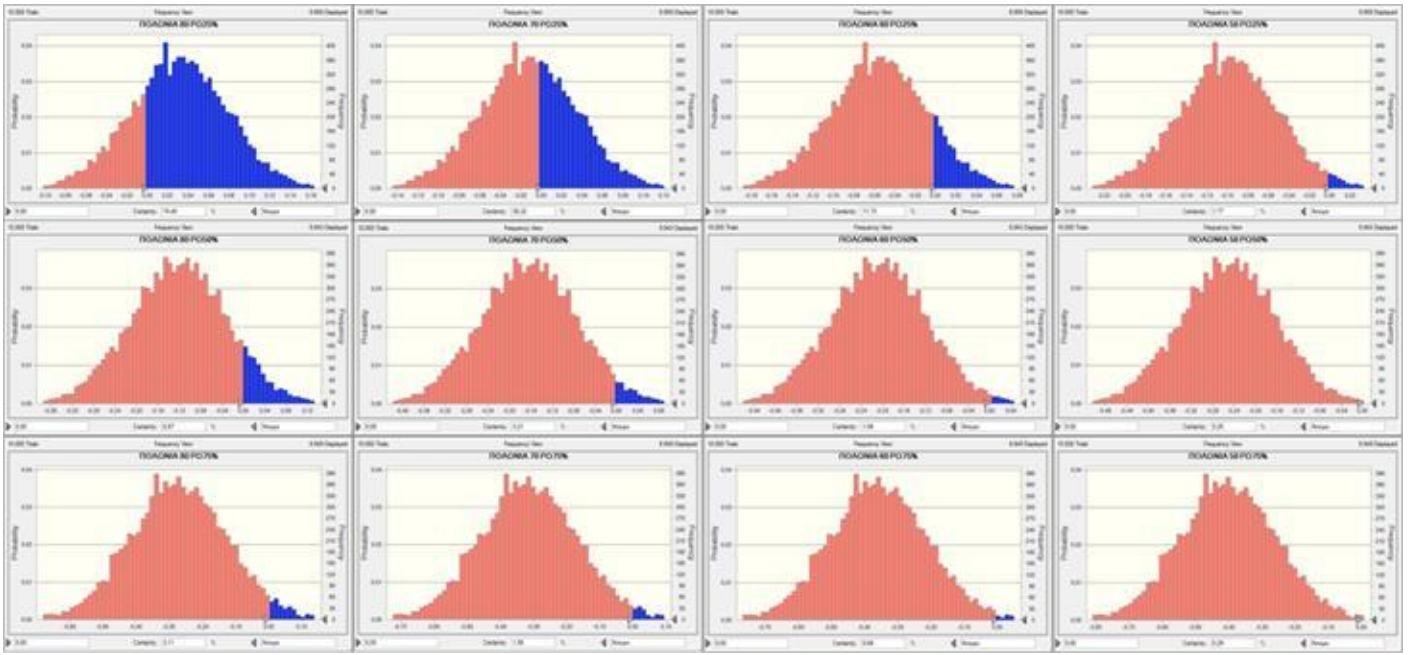
Σχήμα ΠV38. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Λιθουανία



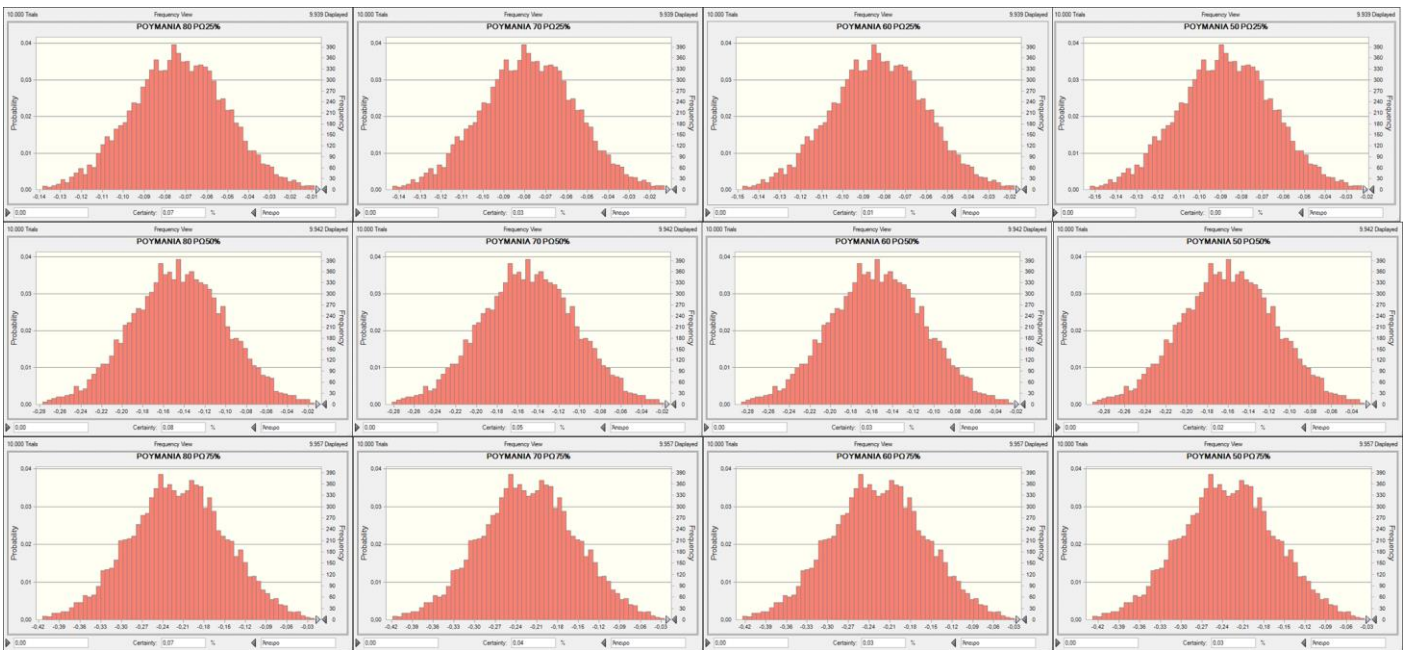
Σχήμα ΠV39. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Λουξεμβούργο



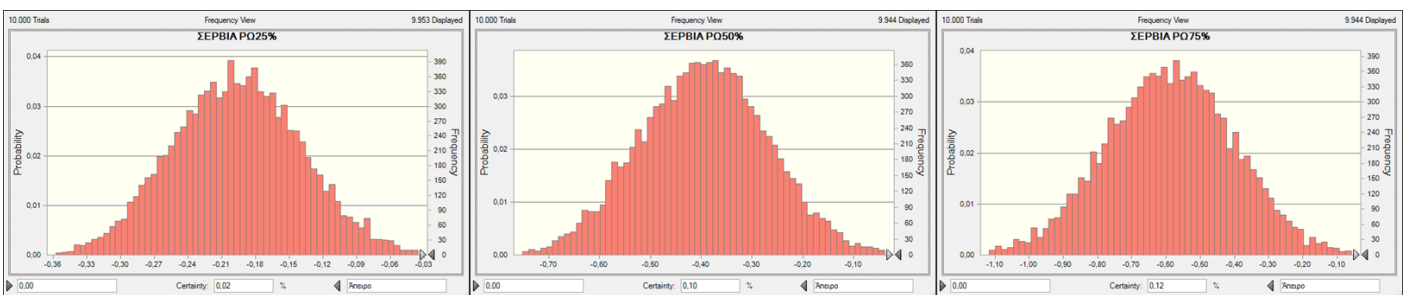
Σχήμα ΠV40. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Ουγγαρία



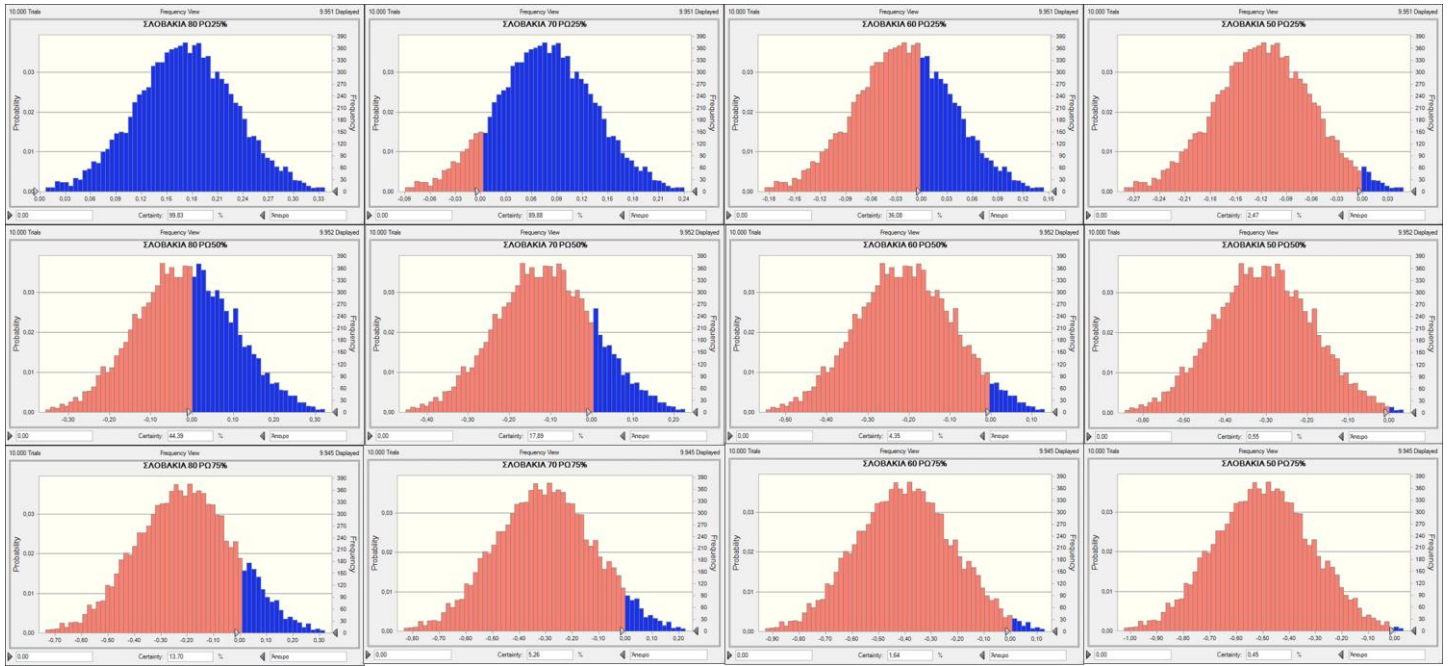
Σχήμα ΠΝ41. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Πολωνία



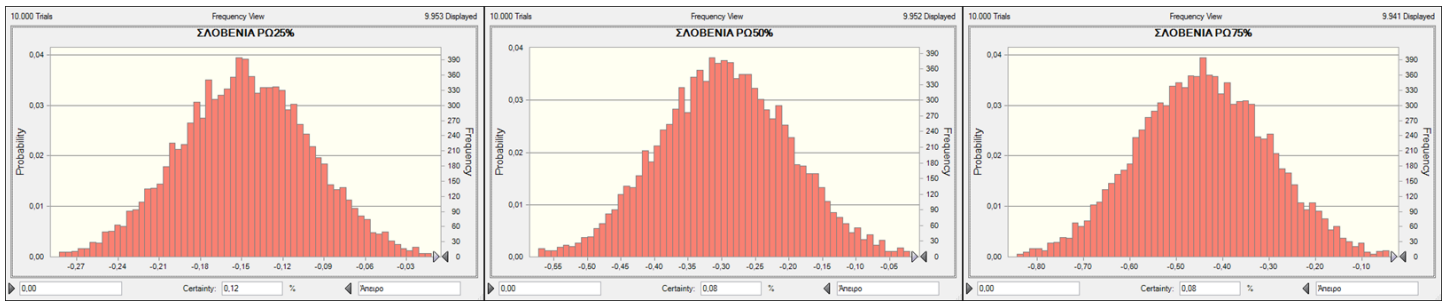
Σχήμα ΠΝ42. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Ρουμανία



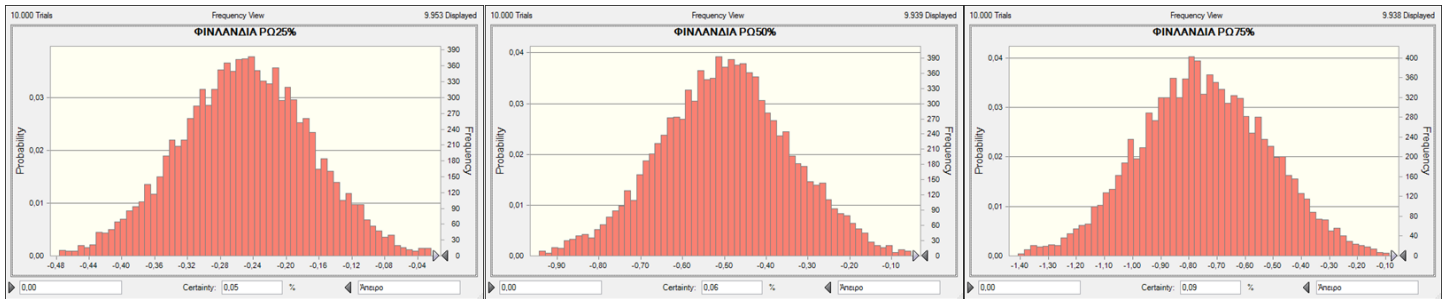
Σχήμα ΠΝ43. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Σερβία



Σχήμα ΠΝ44. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Σλοβακία

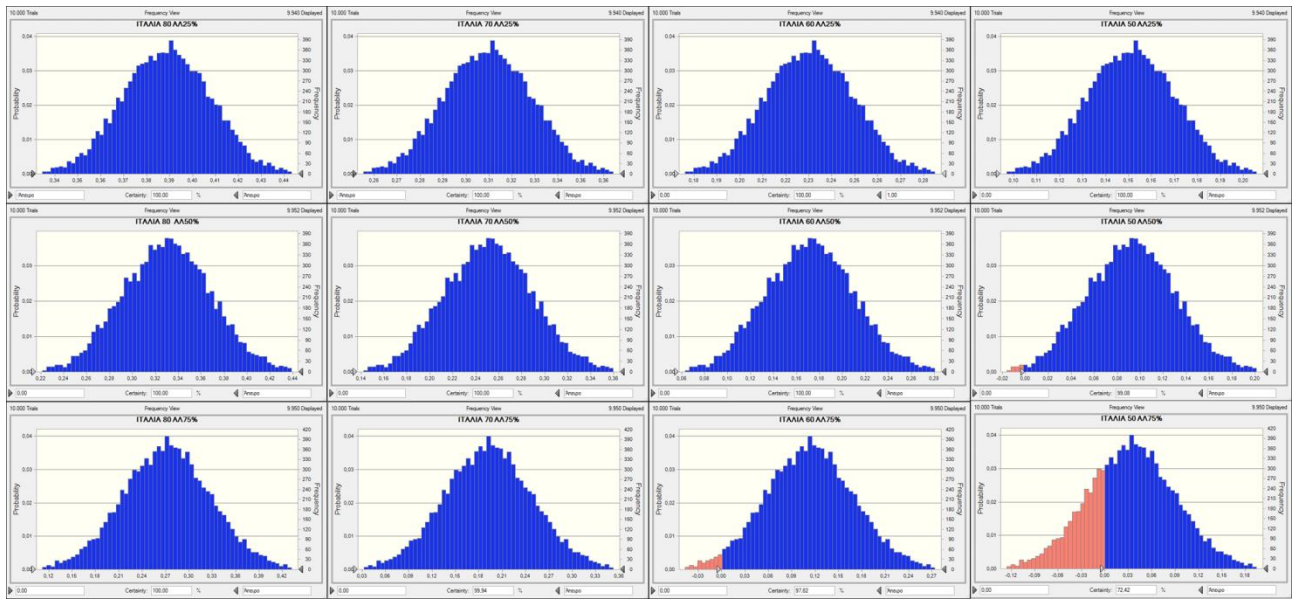


Σχήμα ΠΝ45. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Σλοβενία

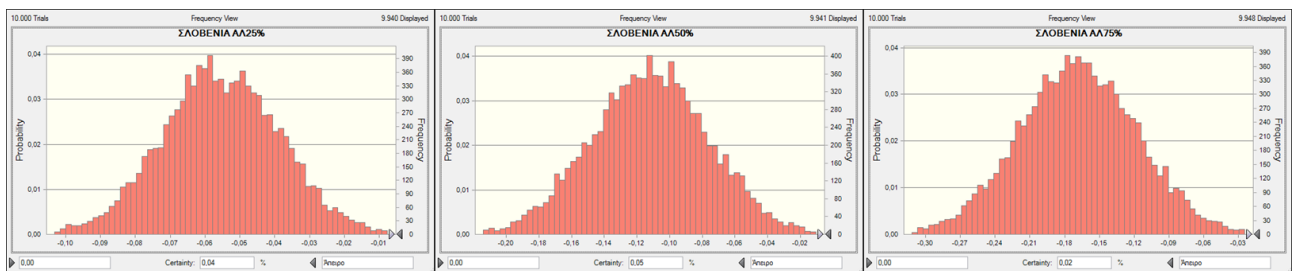


Σχήμα ΠΝ46. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Φινλανδία

• Διακοπή από: Αλγερία

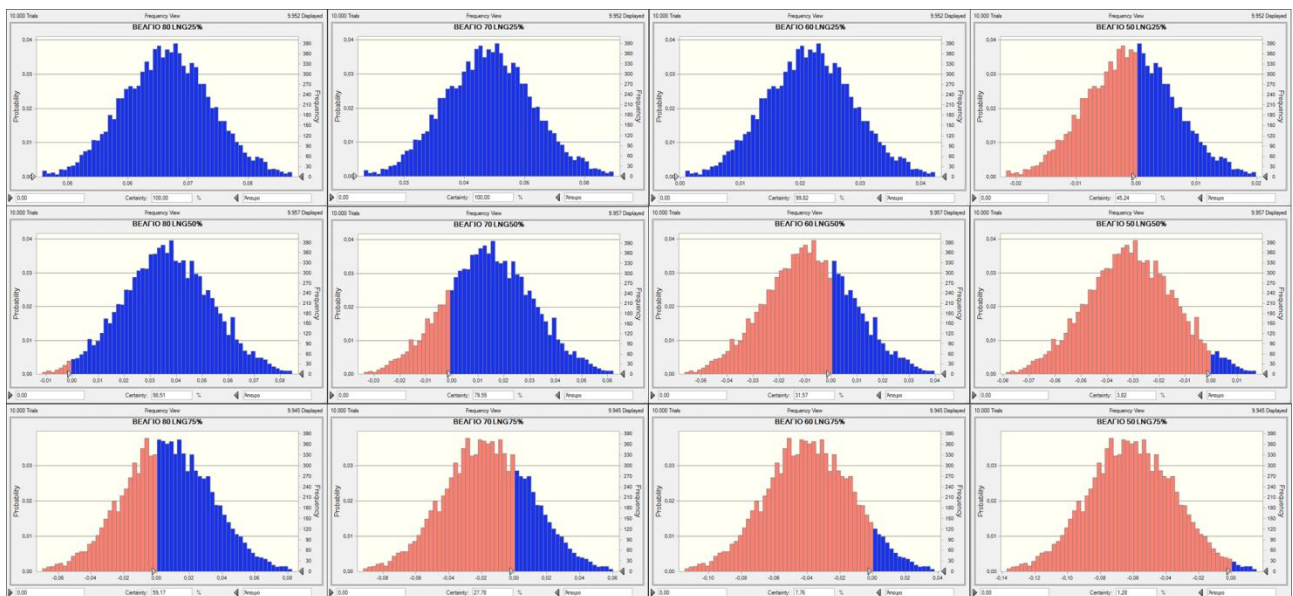


Σχήμα ΠΝ47. Ιστογράμματα Προσομώσης: Ιταλία

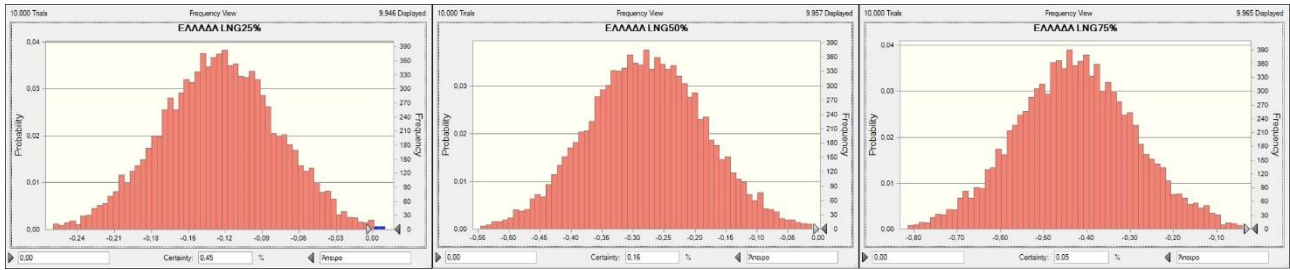


Σχήμα ΠΝ48. Ιστογράμματα Προσομώσης: Σλοβενία

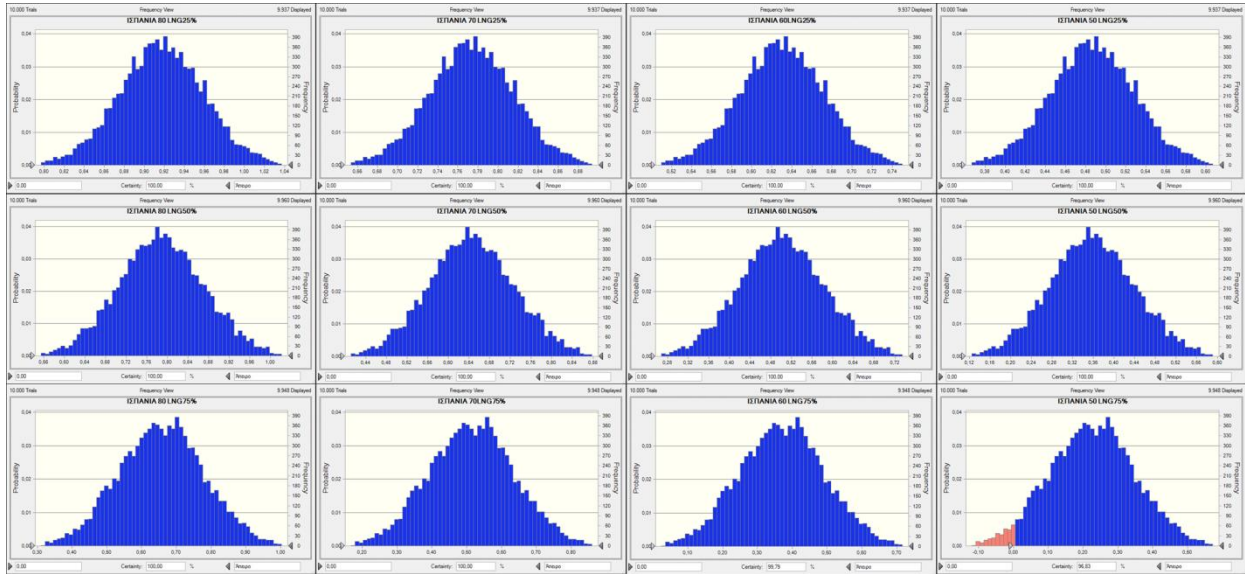
• Διακοπή από: LNG



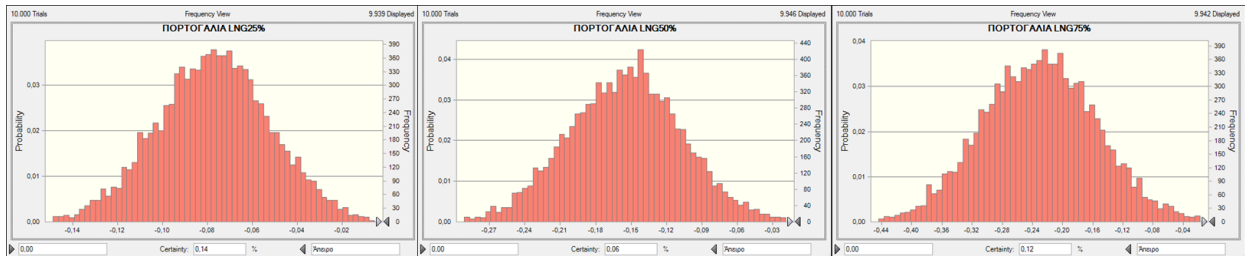
Σχήμα ΠΝ49. Ιστογράμματα Προσομώσης: Βέλγιο



Σχήμα ΠV50. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Ελλάδα



Σχήμα ΠV51. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Ισπανία



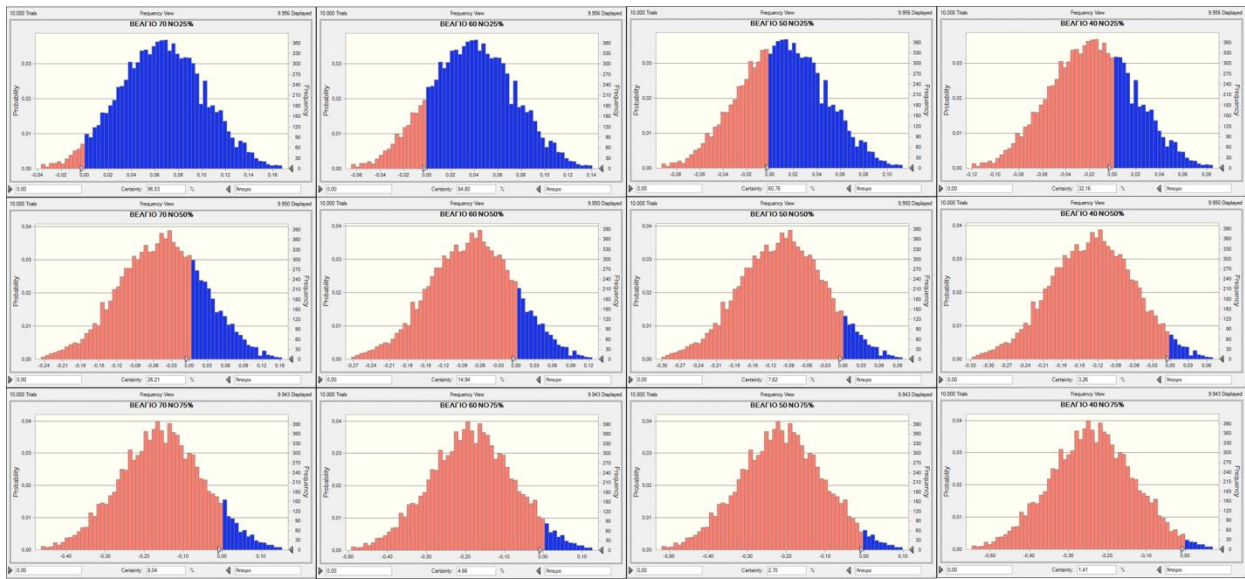
Σχήμα ΠV52. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Πορτογαλία

Ιστογράμματα Χωρών: Διακοπή 1 Μήνα (Ηπιότερος Χειμώνας ζετίας)

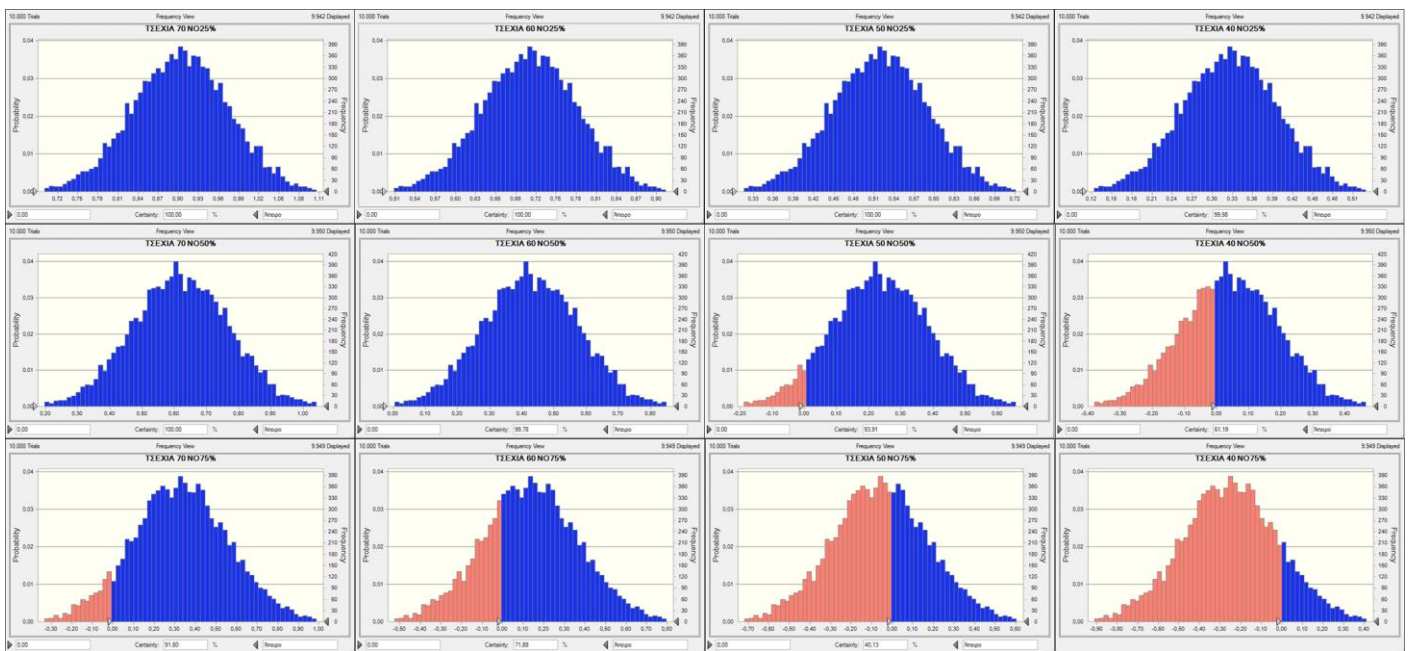
Πίνακας ΠV3. Δείκτης Στρατηγικής Προμήθειας (Διακοπή 1 Μήνα), mcm/μήνα

Χώρα	Δείκτης Στρατηγικής Προμήθειας (ΔΑ 0)	Δείκτης Στρατηγικής Προμήθειας (ΔΑ 70%)	Δείκτης Στρατηγικής Προμήθειας (ΔΑ 60%)	Δείκτης Στρατηγικής Προμήθειας (ΔΑ 50%)	Δείκτης Στρατηγικής Προμήθειας (ΔΑ 40%)
Αυστρία	-	1,47	1,19	0,91	0,63
Βέλγιο	-	0,18	0,15	0,12	0,09
Βοσνία Ερζεγοβίνη	0,00	-	-	-	-
Βουλγαρία	-	0,36	0,30	0,25	0,20
Γαλλία	-	1,09	0,90	0,71	0,51
Γερμανία	-	1,34	1,13	0,92	0,71
Δημοκρατία της Τσεχίας	-	1,19	1,00	0,81	0,61
Ελβετία	0,00	-	-	-	-
Ελλάδα	0,06	-	-	-	-
Εσθονία	0,00	-	-	-	-
Ηνωμένο Βασίλειο	-	0,20	0,17	0,14	0,10
Ιρλανδία	-	0,12	0,10	0,08	0,07
Ισπανία	-	0,32	0,29	0,25	0,22
Ιταλία	-	0,80	0,67	0,53	0,40
Κροατία	-	0,47	0,40	0,32	0,25
Λετονία	0,18	-	-	-	-
Λευκορωσία	-	0,24	0,20	0,17	0,14
Λιθουανία	0,01	-	-	-	-
Λουξεμβούργο	0,00	-	-	-	-
Ολλανδία	-	1,21	1,04	0,87	0,69
Ουγγαρία	-	1,68	1,42	1,15	0,89
Ουκρανία	-	1,58	1,36	1,13	0,90
Πολωνία	-	0,34	0,27	0,21	0,15
Πορτογαλία	0,13	-	-	-	-
Ρουμανία	-	0,36	0,29	0,22	0,16
Σερβία	-	0,45	0,39	0,33	0,26
Σλοβακία	-	0,58	0,41	0,25	0,09
Σλοβενία	0,00	-	-	-	-
Φινλανδία	0,00	-	-	-	-

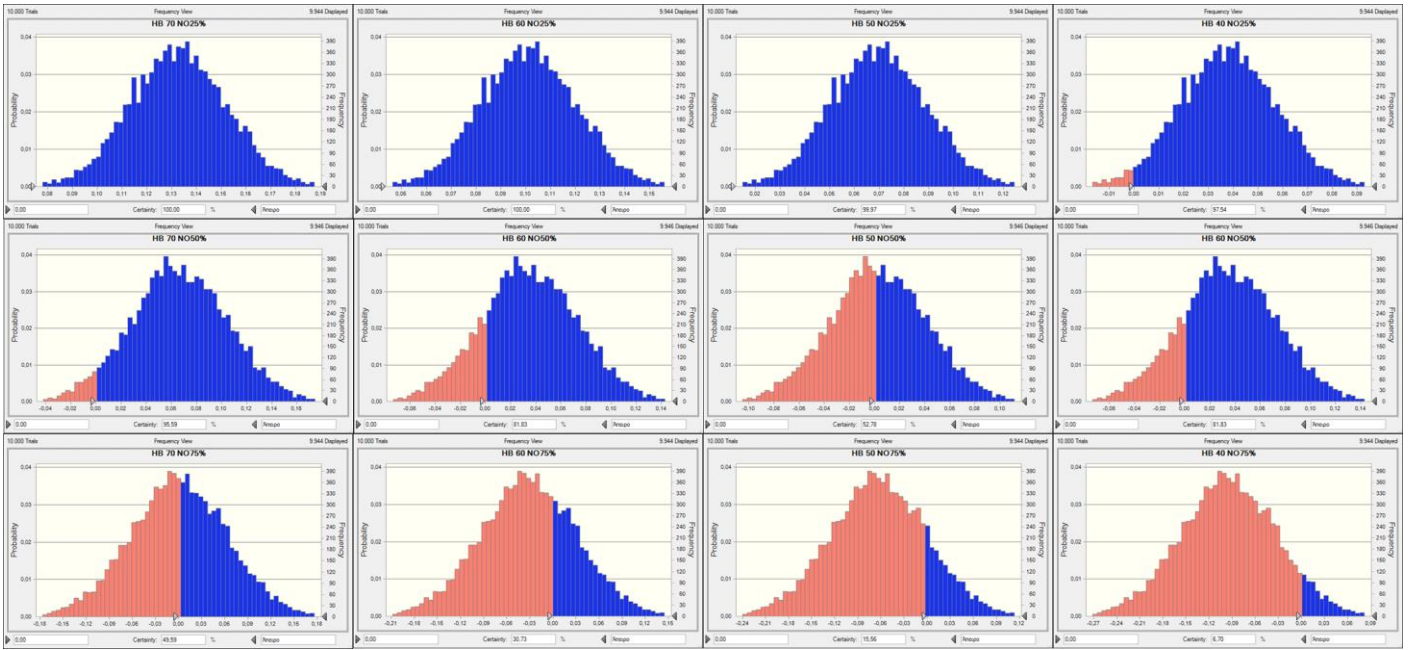
- Διακοπή από: Νορβηγία



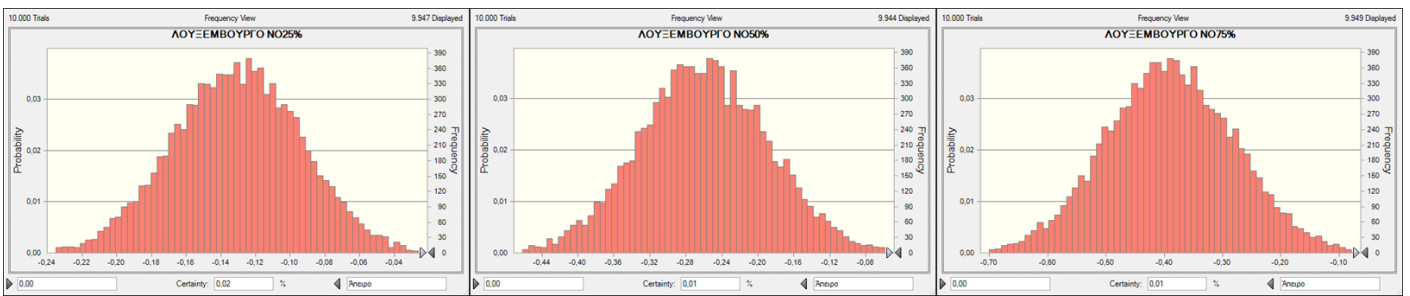
Σχήμα ΠΝ53. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Βέλγιο



Σχήμα ΠΝ54. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Δημοκρατία της Τσεχίας

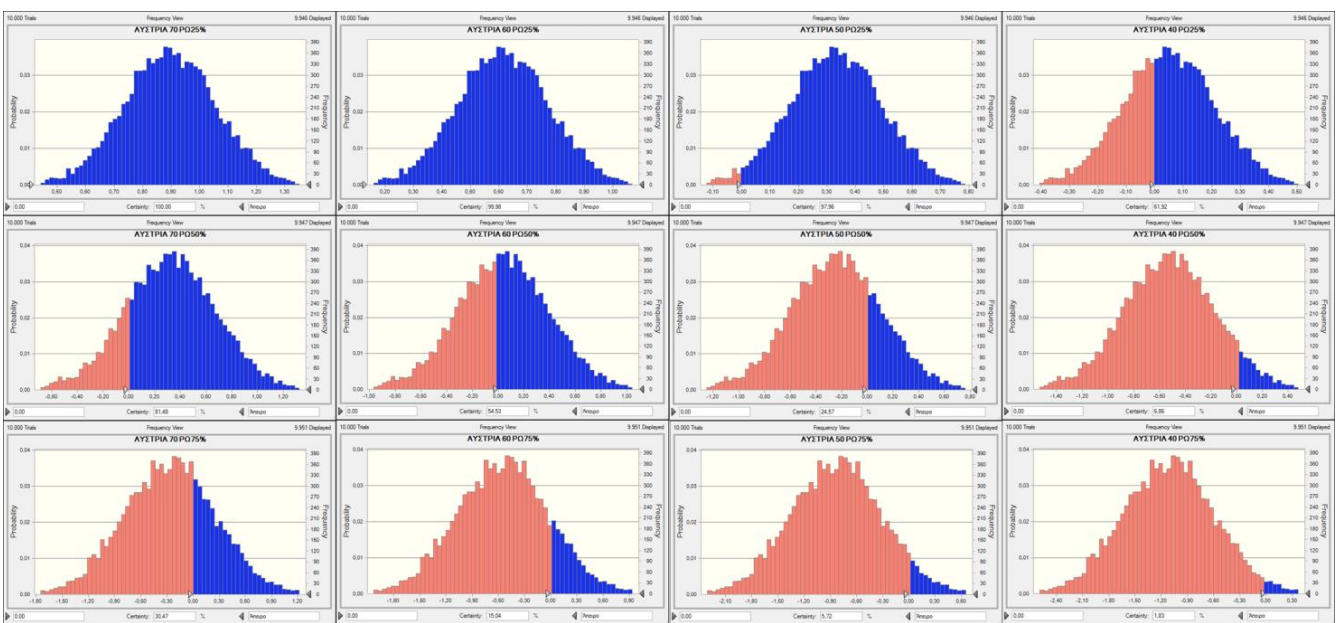


Σχήμα ΠV55. Ιστογράμματα Προσομώσης: HB

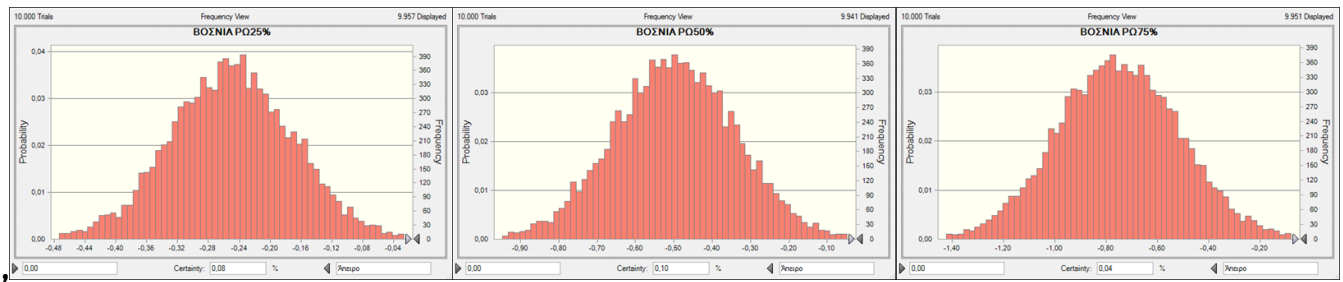


Σχήμα ΠV56. Ιστογράμματα Προσομώσης: Λουξεμβούργο

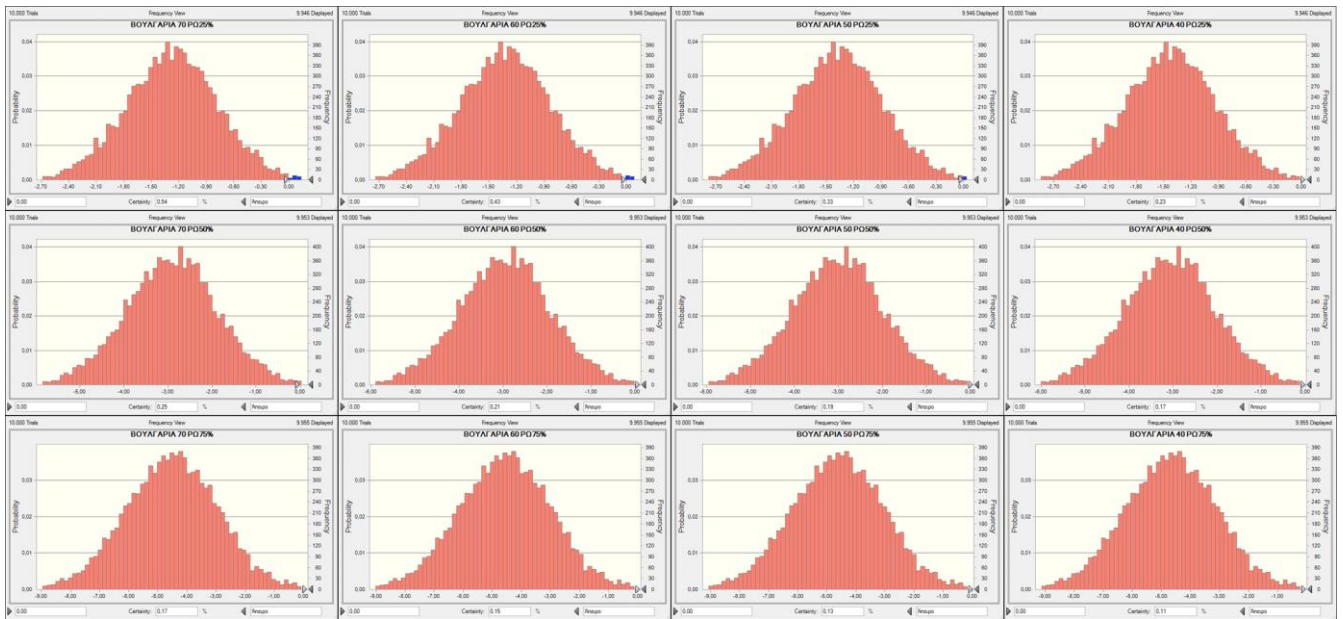
- Διακοπή από: Ρωσία



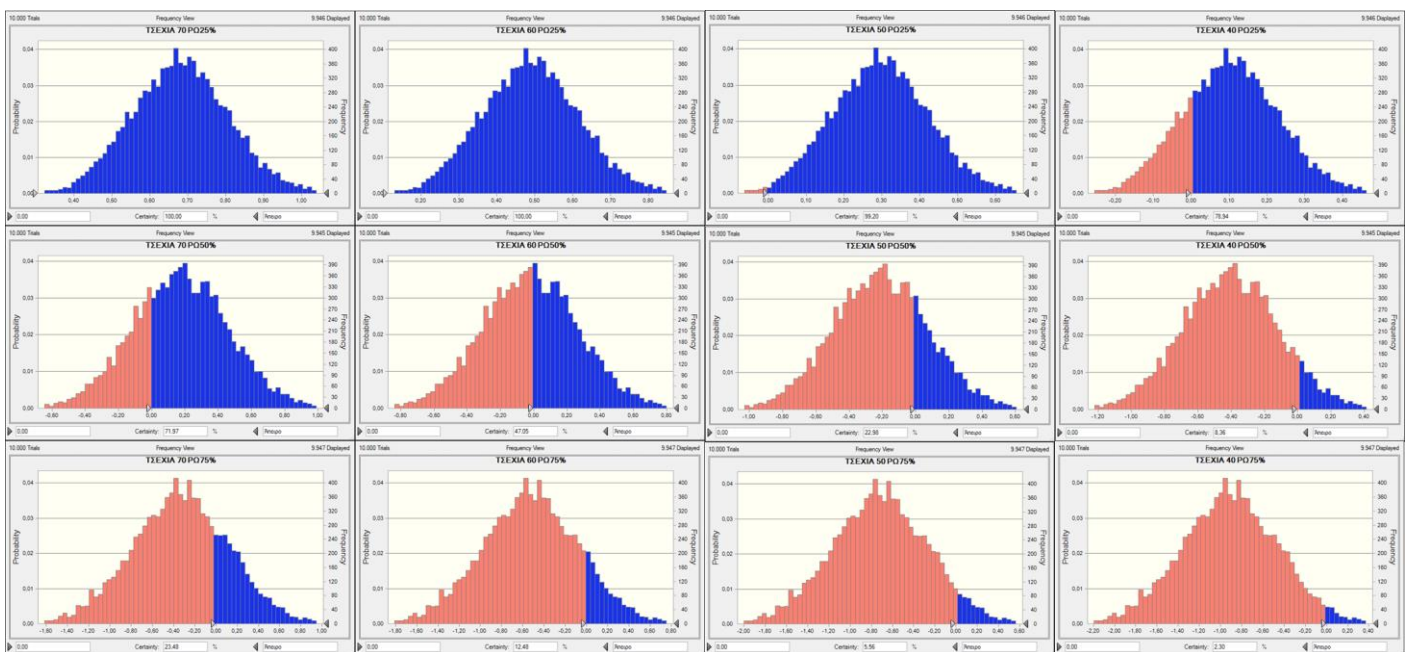
Σχήμα ΠV57. Ιστογράμματα Προσομώσης: Αυστρία



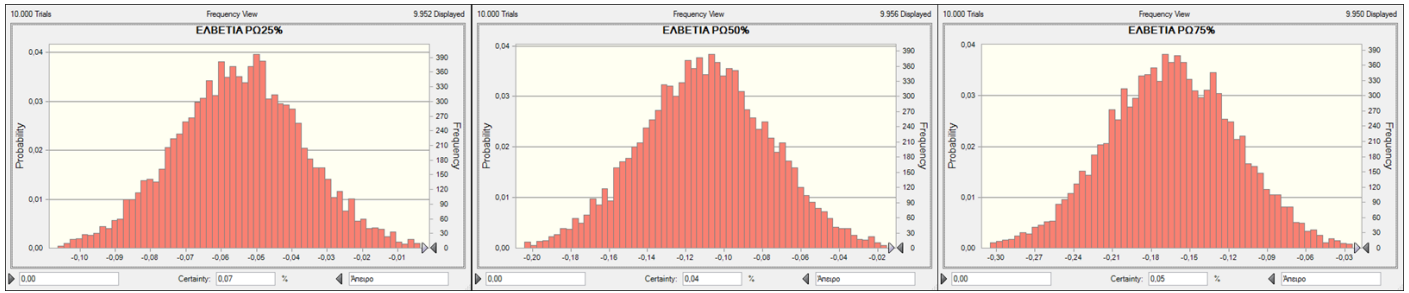
Σχήμα ΠΝ58. Ιστογράμματα Προσομώσης: Βοσνία Ερζεγοβίνη



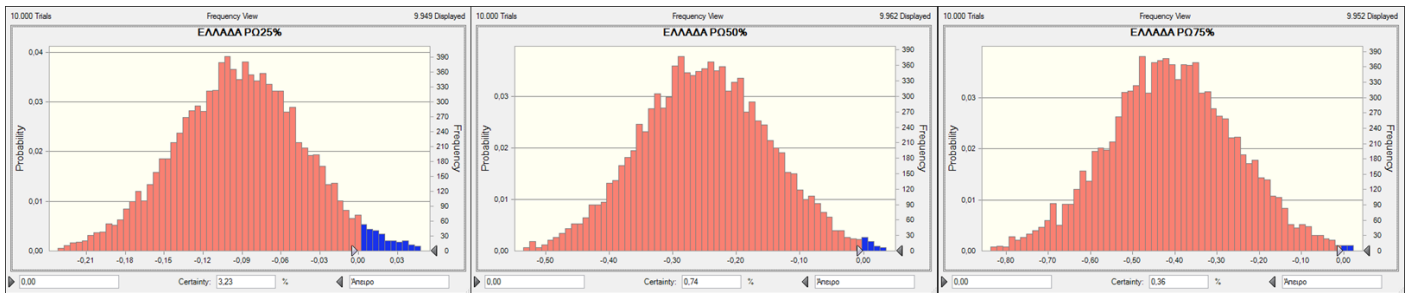
Σχήμα ΠΝ59. Ιστογράμματα Προσομώσης: Βουλγαρία



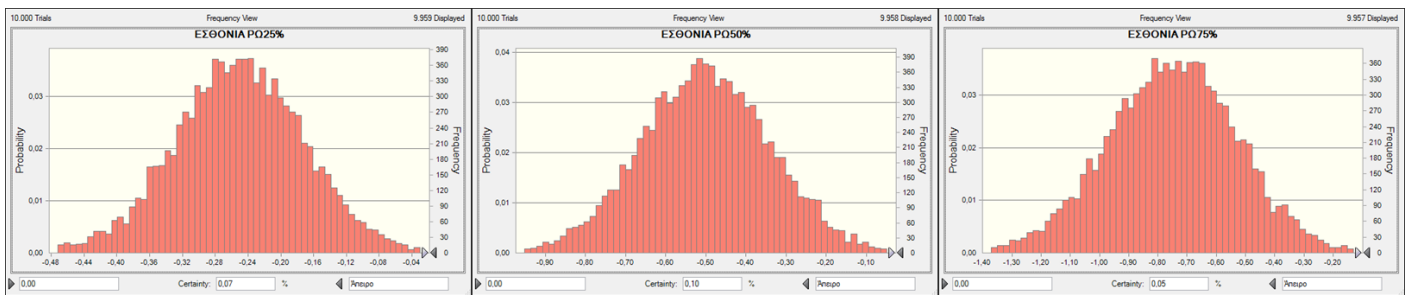
Σχήμα ΠΝ60. Ιστογράμματα Προσομώσης: Δημοκρατία της Τσεχίας



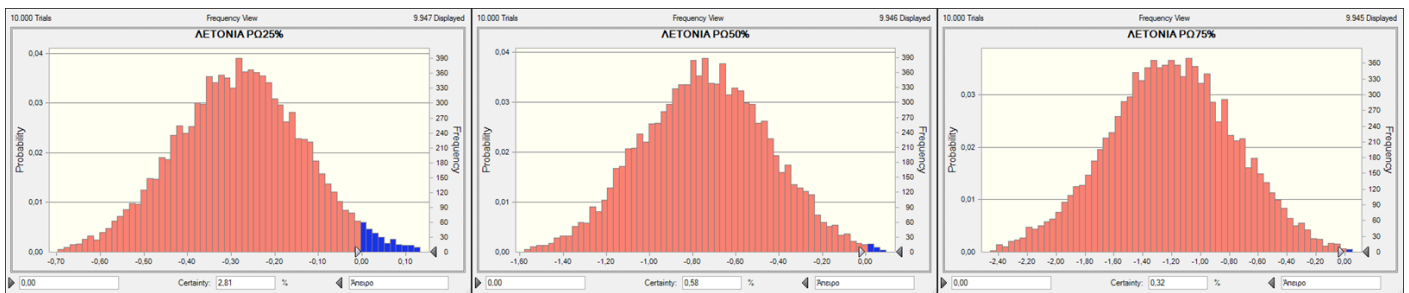
Σχήμα ΠV61. Ιστογράμματα Προσομώσης: Ελβετία



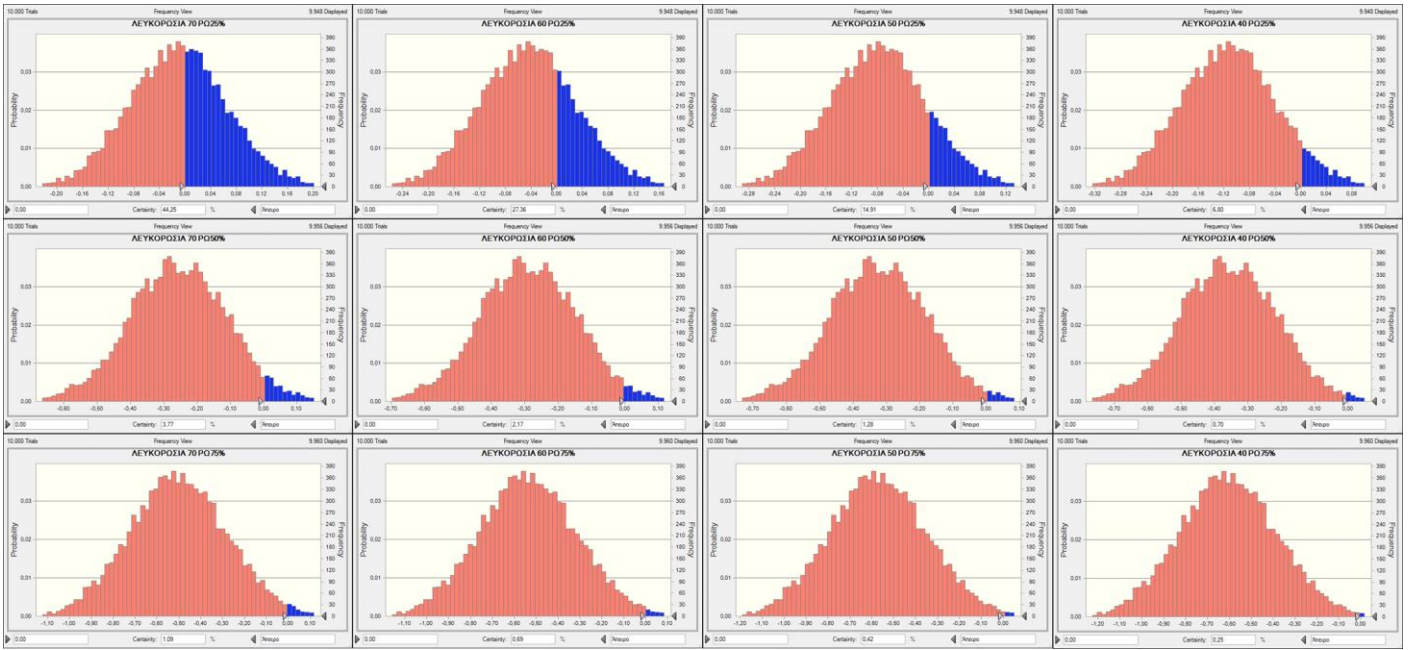
Σχήμα ΠV62. Ιστογράμματα Προσομώσης: Ελλάδα



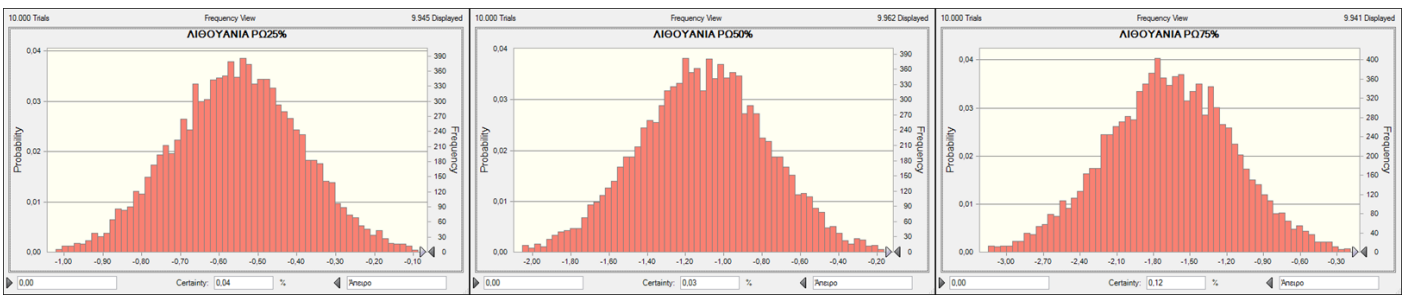
Σχήμα ΠV63. Ιστογράμματα Προσομώσης: Εσθονία



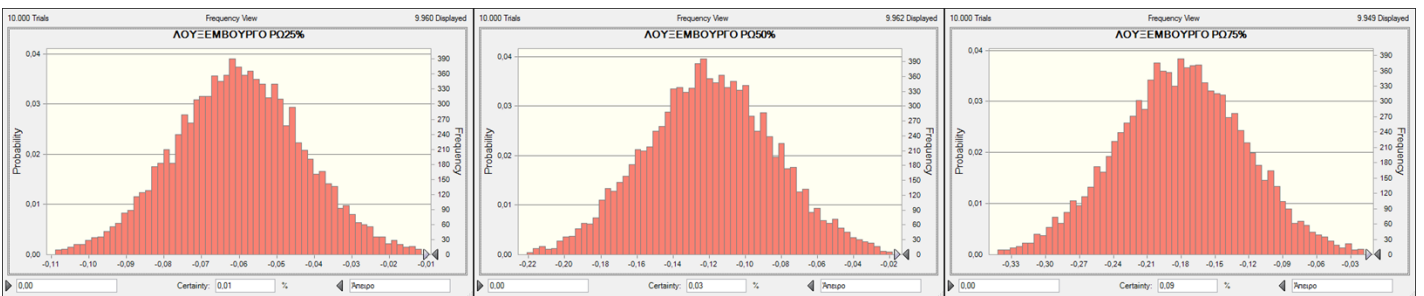
Σχήμα ΠV64. Ιστογράμματα Προσομώσης: Λετονία



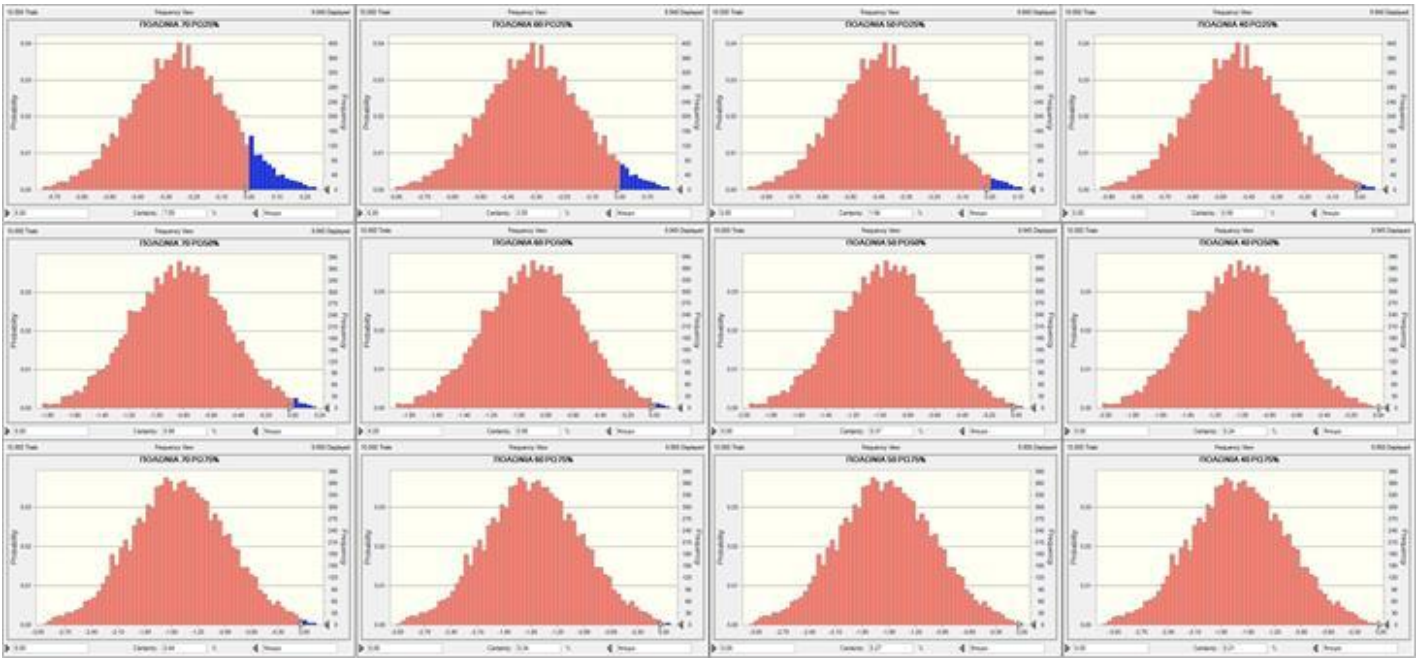
Σχήμα ΠV65. Ιστογράμματα Προσομώσης: Λευκορωσία



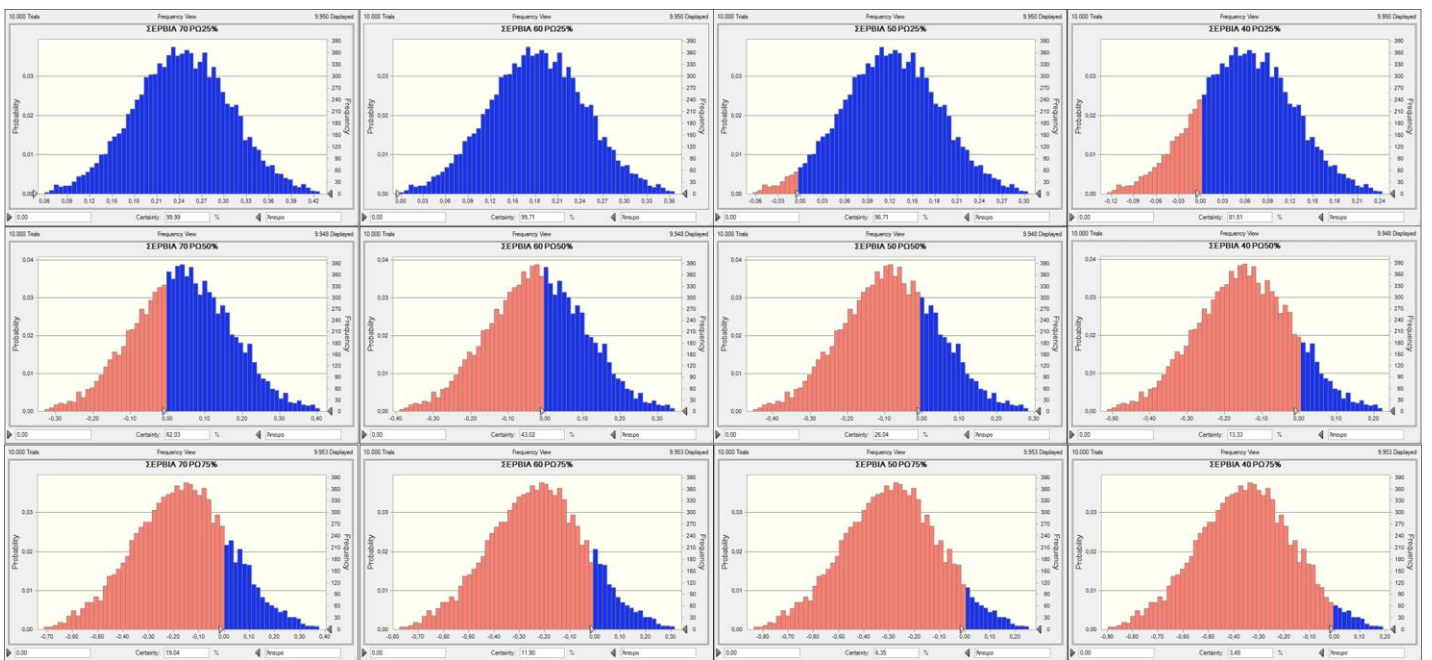
Σχήμα ΠV66. Ιστογράμματα Προσομώσης: Λιθουανία



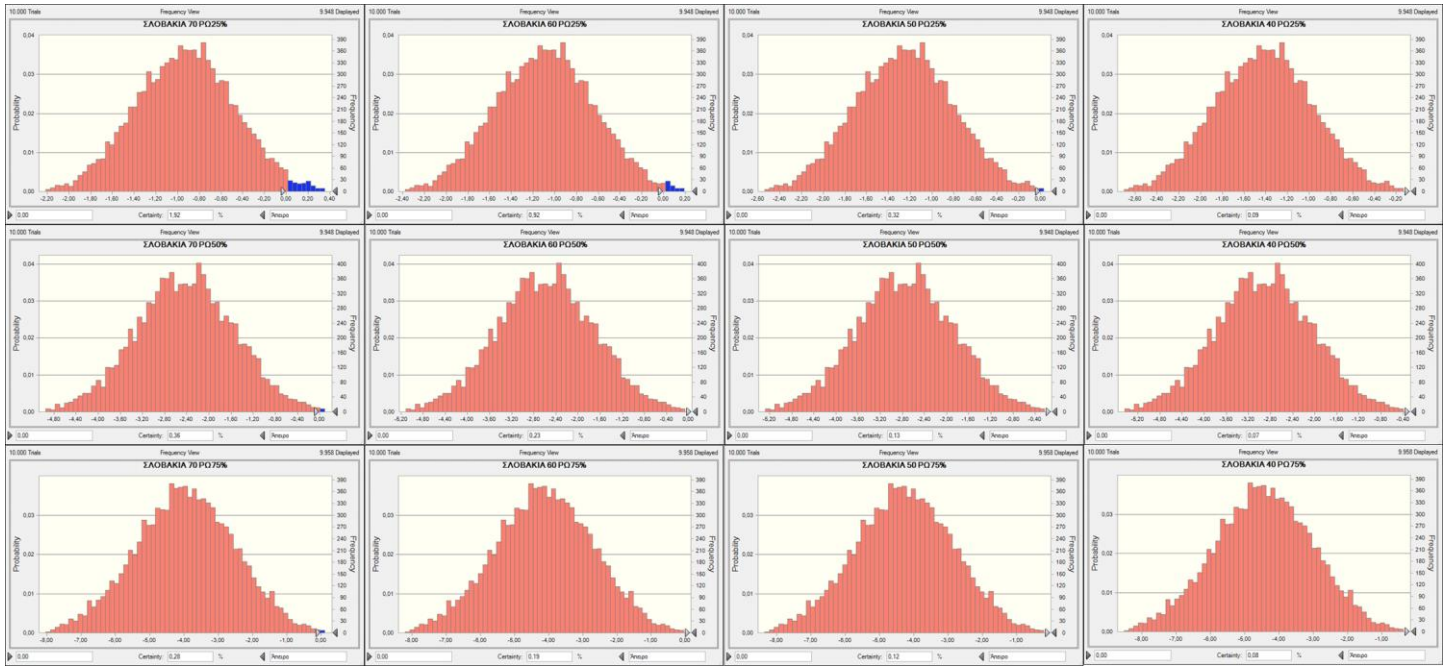
Σχήμα ΠV67. Ιστογράμματα Προσομώσης: Λουξεμβούργο



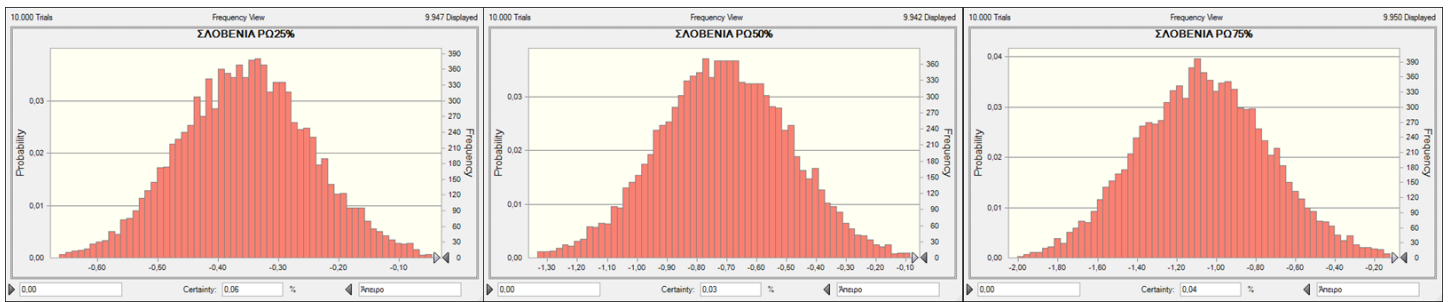
Σχήμα ΠΝ68. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Πολωνία



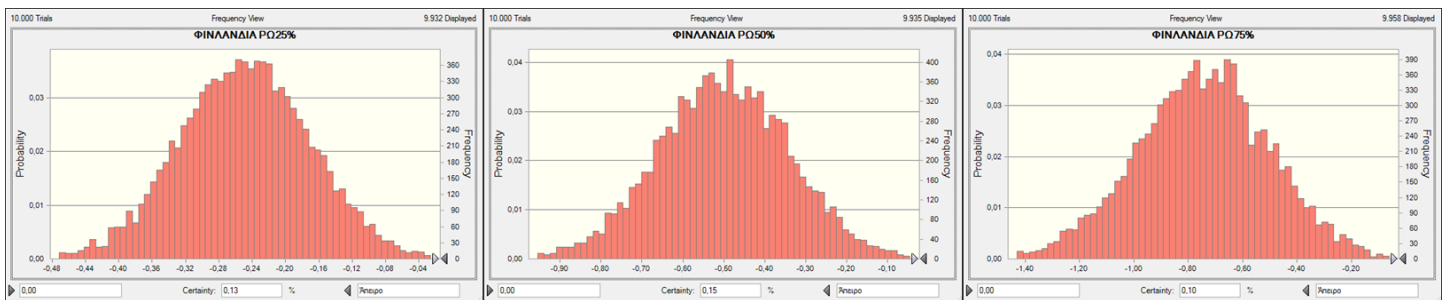
Σχήμα ΠΝ69. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Σερβία



Σχήμα ΠΝ70. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Σλοβακία

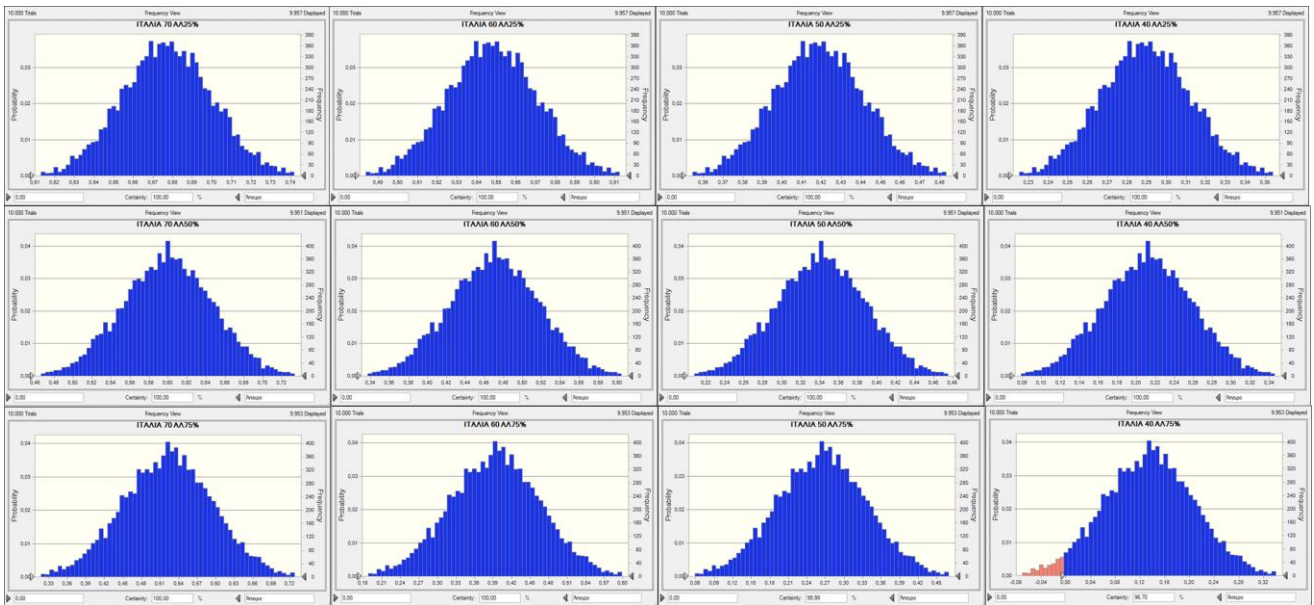


Σχήμα ΠΝ71. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Σλοβενία

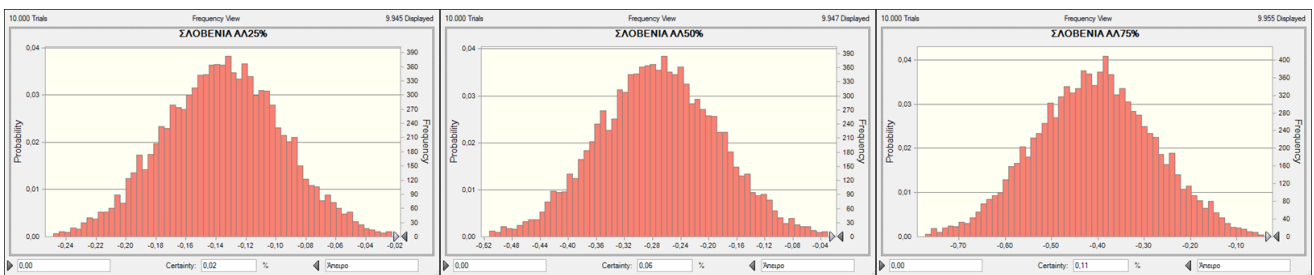


Σχήμα ΠΝ72. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Φινλανδία

• Διακοπή από: Αλγερία

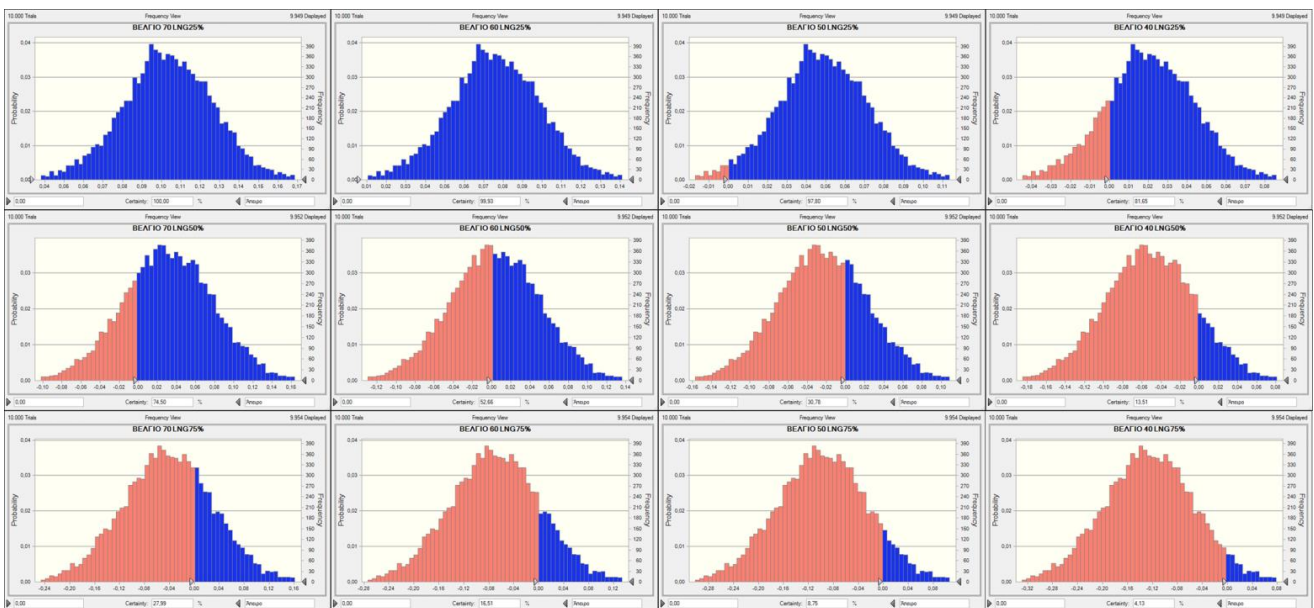


Σχήμα ΠΝ73. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Ιταλία

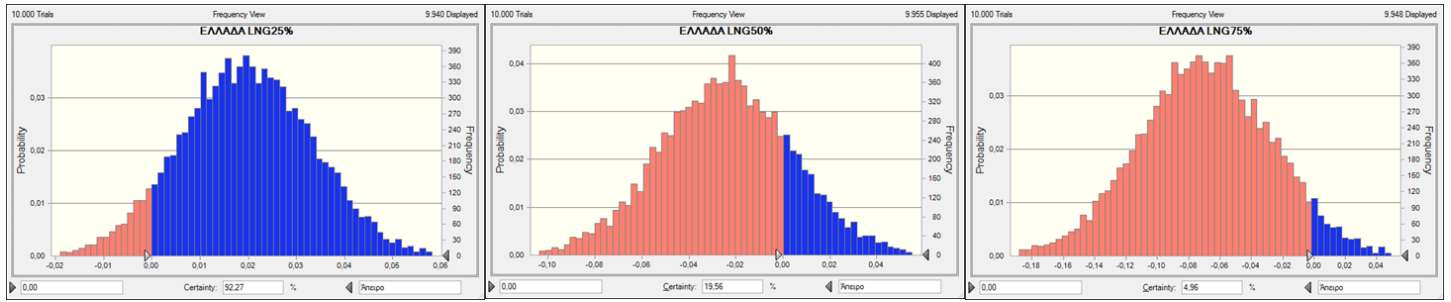


Σχήμα ΠΝ74. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Σλοβενία

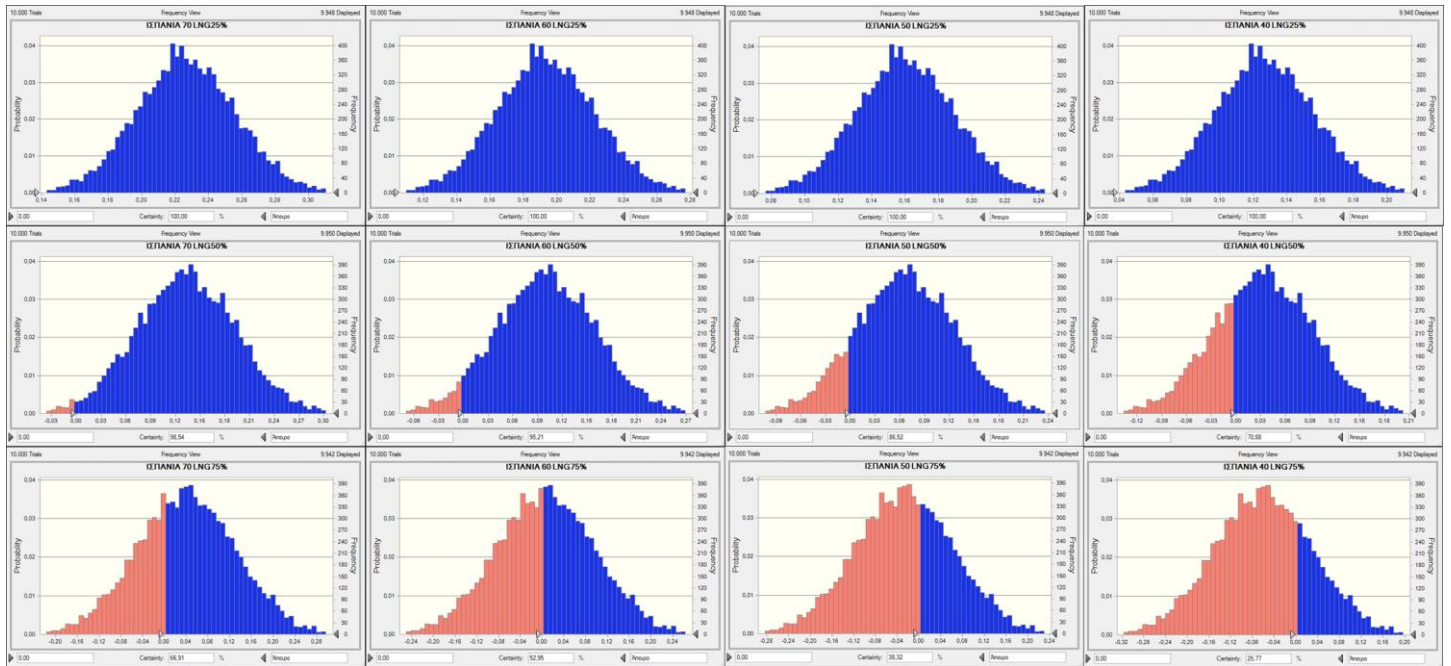
• Διακοπή από: LNG



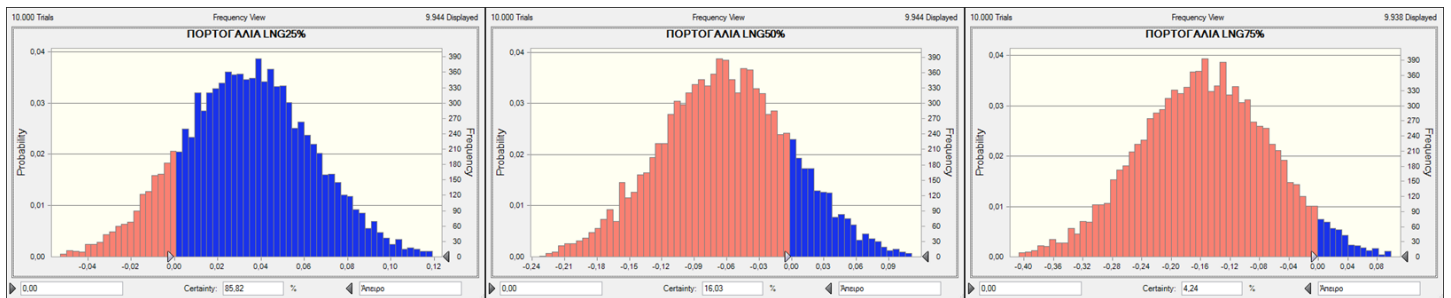
Σχήμα ΠΝ75. Ιστογράμματα Προσομοίωσης: Βέλγιο



Σχήμα ΠV76. Ιστογράμματα Προσομώσης: Ελλάδα



Σχήμα ΠV77. Ιστογράμματα Προσομώσης: Ισπανία



Σχήμα ΠV78. Ιστογράμματα Προσομώσης: Πορτογαλία

Παράρτημα VI:

Έλεγχοι Δυναμικότητας

Έλεγχος Δυναμικότητας: Διακοπή 1 Ημέρα (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας)

Πίνακας ΠΝ1ι. Έλεγχος Δυναμικότητας – Διακοπή από Νορβηγία (1 Ημέρα)

Απώλεια% (μπαήμέρα)	Από (Όμορες)	Προς	E_OUT _{Όμορης} μπαήμέρα	Υποχρεώσεις Εξαγωγών Όμορων (μπαήμέρα)	Επιπρόσθετη Προμήθεια εντός Σεναρίου	Φυσική Δυναμικότητα	Σ _{Ροής}	Σ _{Δυναμικότητας}	Δείκτης Υπολεπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
50% (7,11)	UK	BE	50,02	27,22	-	✓	41,35	58,54	29,36	✓
	D		368,19	66,78	-	✓	24,64	39,71	37,95	✓
	NL		382,16	181,35	-	✓	47,65	106,4	55,22	✓
75% (10,67)	UK	BE	27,88	27,22	-	*	-	-	-	-
	D		339,22	66,78	-	✓	28,19	39,71	29,01	✓
	NL		374,86	181,35	-	✓	51,20	106,4	51,88	✓
25% (0,47)	F	CH	222,04	30,09	-	✓	13,07	20,72	36,92	✓
	D		397,17	66,78	-	✓	24,85	53,23	53,32	✓
50% (0,94)	F		204,42	30,09	-	✓	13,54	20,72	34,65	✓
	D		368,19	66,78	7,11 mcm → BE	✓	25,32	53,23	52,43	✓
75% (1,40)	F		186,8	30,09	-	✓	14,00	20,72	32,43	✓
	D		339,22	66,78	10,67 mcm → BE	✓	25,78	53,23	51,57	✓
75% (66,41)	BE	UK	10,73	12,34	-	*	67,5	75,01	10,01	✓
	NL		374,86	181,35	10,67 mcm → BE	✓	106,95	45,9	-133,01*	*
25% (0,67)	BE	LU	17,85	12,34	-	✓	2,03	2,79	27,24	✓
	D		397,17	66,78	0,47 mcm → CH	✓	2,58	3,6	28,33	✓
50% (1,35)	BE		14,29	12,34	-	✓	2,7	2,79	3,23	✓
	D	368,19	66,78	7,11 mcm → BE 0,94 mcm → CH	✓	3,25	3,6	9,72	✓	
75% (2,02)	BE	LU	10,73	12,34	-	*	-	-	-	-
	D		339,22	66,78	10,67 mcm → BE 1,40 mcm → CH	✓	3,92	3,6	-8,89	*

*Δυνατότητα εναλλακτικής δρομολόγησης εντός ίδιας διαδρομής

*2 Διαδρομή στην οποία εντοπίστηκε, αφενός μία όμορη, αφετέρου η αμέσως προηγούμενη είναι η προμηθεύτρια, η οποία αποτελεί και γεωγραφική προέλευση διακοπής.

Πίνακας ΠVI2. Έλεγχος Δυναμικότητας – Διακοπή από Ρωσία (1 Ημέρα)

Απώλεια% (ποσήμέρα)	Από (Όμορες)	Προς	E_OUT _{Όμορες} ποσήμέρα	Υποχρεώσεις Εξαγωγικών Όμορων(ποσήμέρα)	Επιπρόσθετη Προμήθεια εντός Συναρμού	Φυσική Δυναμικότητα	Σ _{Ροής}	Σ _{Δυναμικότητας}	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
50% (11,38)	UK	BE	94,30	27,25	-	✓	45,61	58,54	22,09	✓
	D		363,08	66,78	-	✓	28,90	39,71	27,22	✓
	NL		389,46	181,35	-	✓	51,91	106,40	51,21	✓
75% (17,07)	UK	BE	94,3	27,25	-	✓	51,30	58,54	12,37	✓
	D		331,55	66,78	-	✓	34,59	39,71	12,89	✓
	NL		385,81	181,35	-	✓	57,60	106,40	45,86	✓
25% (0,19)	RS	BA	-1,25	-	-	✗	0,72	1,67	56,89	✓
50% (0,38)	RS		-2,5	-	-	✗	6,39	13,02	50,92	✓
75% (0,57)	RS		-3,75	-	-	✗	6,58	13,02	49,46	✓
25% (2,31)	RO	BG	-3,12	-	-	✗	3,67	4,74	22,57	✓
50% (4,62)	RO		-6,62	-	-	✗	5,98	4,74	-26,16	✓
75% (6,94)	RO		-10,12	-	-	✗	8,29	4,74	-74,89	✓
25% (0,49)	F	CH	224,79	30,09	-	✓	13,08	20,72	36,87	✓
	D		394,61	66,78	-	✓	24,86	53,23	53,30	✓
50% (0,98)	F	CH	209,93	30,09	-	✓	13,57	20,72	34,51	✓
	D		363,08	66,78	11,38 mcm → BE	✓	25,35	53,23	52,38	✓
75% (1,47)	F	CH	195,06	30,09	-	✓	14,06	20,72	32,14	✓
	D		331,55	66,78	17,07 mcm → BE	✓	25,84	53,23	51,46	✓
50% (3,53)	T	GR	-21,87	1,86	-	✗	-	-	-	-
	BG		-4,11	-	-	✗	-	-	-	-
75% (5,30)	T	GR	-41,74	1,86	-	✗	-	-	-	-
	BG		-4,11	-	-	✗	-	-	-	-
25% (0,77)	LV* ²	EE	-1,92	-	-	✗	-	-	-	-
50% (1,54)	LV* ²		-3,84	-	-	✗	-	-	-	-
75% (2,31)	LV* ²		-5,76	-	-	✗	-	-	-	-
25% (1,92)	LT	LV	-3,26	-	-	✗	-	-	-	-
	BY		2,82	-	-	✓	16,71	30,01	44,32	✓
50% (3,84)	LT	LV	-6,53	-	-	✗	-	-	-	-
	BY		-11,02	-	-	✗	-	-	-	-
75% (5,76)	LT	LV	-9,79	-	-	✗	-	-	-	-
	BY		-24,87	-	-	✗	-	-	-	-
25%, 50%, 75%	-	BY	-	-	-	✗	-	-	-	-
25% (3,27)	LV* ²	LT	-1,92	-	-	✗	-	-	-	-

Απόδοση% (μαθημέρα)	Από (Όμορος)	Προς	E_OUT _{Όμορης} μαθημέρα	Υποχρεώσεις Εξαγωγών Όμορων(μαθημέρα)	Επιπρόσθετη Προμήθεια εντός Σεναρίου	Φυσική Δυναμικότητα	Σ _{Ροής}	Σ _{Δυναμικότητας}	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα	
50% (6,53)	LV* ²		-3,84	-	-	*	-	-	-	-	
75% (9,80)	LV* ²		-5,76	-	-	*	-	-	-	-	
25% (0,31)	BE	LU	15,71	12,34	-	✓	1,67	2,79	40,14	✓	
	D		394,61	66,78	0,49 mcm → CH	✓	2,22	3,60	38,33	✓	
50% (0,62)	BE		10,02	12,34	-	*	-	-	-	-	
	D		363,08	66,78	0,98 mcm → CH 11,38 mcm → BE	✓	2,53	3,60	29,72	✓	
75% (0,93)	BE		4,33	12,34	-	*	-	-	-	-	
	D		331,55	66,78	1,47 mcm → CH 17,07 mcm → BE	✓	2,84	3,60	21,11	✓	
50% (18,26)	D		363,08	66,78	0,98 mcm → CH 11,38 mcm → BE 0,62 mcm → LU	✓	20,98	4,48	-368,30	*	
	BY		-11,02	-	-	*	-	-	-	-	
	UA		314,13	-	-	✓	28,93	12,59	-129,79	*	
75% (27,39)	D		331,55	66,78	1,47 mcm → CH 17,07 mcm → BE 0,93 mcm → LU	✓	30,11	4,48	-572,10	*	
	BY	-24,87	-	-	*	-	-	-	-		
	UA	286,98	-	-	✓	38,06	12,59	-202,30	*		
25% (3,50)	HU	RO	44,77	1,41	-	✓	4,86	4,74	-2,53	*	
	UA		341,28	-	-	✓	42,95	103,78	58,61	✓	
50% (7,00)	HU		40,97	1,41	-	✓	8,36	4,74	-76,37	*	
	UA		314,13	-	18,26 mcm → PL	✓	46,45	103,78	55,24	✓	
75% (10,50)	HU		37,16	1,41	-	✓	11,86	4,74	-150,21	*	
	UA		286,78	-	27,39 mcm → PL	✓	49,95	103,78	51,87	✓	
25% (1,25)	HU		44,77	1,41	-	✓	7,27	13,02	44,16	✓	
50% (2,50)	HU		40,97	1,41	-	✓	8,52	13,02	34,56	✓	
75% (3,75)	HU		37,16	1,41	-	✓	9,77	13,02	24,96	✓	
50% (14,66)	CZ		SK	38,09	0,39	-	✓	22,04	37,69	41,52	✓
	UA	314,13		-	7,00 mcm → RO	✓	181,49	236,74	23,34	✓	
75% (21,98)	CZ	33,46		0,39	-	✓	29,37	37,69	22,07	✓	
	UA	286,98		-	10,50 mcm → RO	✓	188,82	236,74	20,24	✓	
25% (0,52)	AT	SI		82,92	15,89	-	✓	5,44	9,57	43,16	✓
	IT			196,4	0,69	-	✓	1,33	2,6	48,85	✓

Απώλεια% (πατή ημέρα)	Από (Όμορος)	Προς	E_OUT _{Όμορος} πατή ημέρα	Υποχρεώσεις Εξαγωγών Όμορων (πατή ημέρα)	Επιπρόσθετη Προμήθεια εντός Σεναρίου	Φυσική Δυναμικότητα	Σ _{Ροής}	Σ _{Δυναμικότητας}	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
50% (1,04)	AT		78,27	15,89	-	✓	5,96	9,57	37,72	✓
	IT		182,09	0,69	-	✓	1,85	2,60	28,85	✓
75% (1,55)	AT		73,61	15,89	-	✓	6,48	9,57	32,29	✓
	IT		167,78	0,69	-	✓	2,37	2,60	8,85	✓
25%, 50%, 75%	-	FI	-	-	-	✗	-	-	-	-

*Δυνατότητα εναλλακτικής δρομολόγησης εντός ίδιας διαδρομής

*2 Διαδρομή στην οποία εντοπίστηκε, αφενός μία όμορη, αφετέρου η αμέσως προηγούμενη είναι η προμηθεύτρια, η οποία αποτελεί και γεωγραφική προέλευση διακοπής.

Πίνακας ΠΝΙ3. Έλεγχος Δυναμικότητας – Διακοπή από Αλγερία (1 Ημέρα)

Απώλεια% (πατή ημέρα)	Από (Όμορος)	Προς	E_OUT _{Όμορος} πατή ημέρα	Υποχρεώσεις Εξαγωγών Όμορων (πατή ημέρα)	Επιπρόσθετη Προμήθεια εντός Σεναρίου	Φυσική Δυναμικότητα	Σ _{Ροής}	Σ _{Δυναμικότητας}	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
25% (1,21)	ES	P	163,34	4,32	-	✓	7,78	15,23	48,92	✓
50% (2,42)	ES		155,77	4,32	-	✓	8,99	15,23	40,97	✓
75% (3,64)	ES		148,20	4,32	-	✓	10,20	15,23	33,03	✓
25% (0,20)	AT	SI	87,57	15,89	-	✓	5,12	9,57	46,50	✓
	IT		190,55	0,69	-	✓	1,01	2,60	61,15	✓
50% (0,40)	AT		87,57	15,89	-	✓	5,32	9,57	44,41	✓
	IT		170,38	0,69	-	✓	1,21	2,60	53,46	✓
75% (0,60)	AT		87,57	15,89	-	✓	5,52	9,57	42,32	✓
	IT		150,22	0,69	-	✓	1,41	2,60	45,77	✓

*Δυνατότητα εναλλακτικής δρομολόγησης εντός ίδιας διαδρομής

*2 Διαδρομή στην οποία εντοπίστηκε, αφενός μία όμορη, αφετέρου η αμέσως προηγούμενη είναι η προμηθεύτρια, η οποία αποτελεί και γεωγραφική προέλευση διακοπής.

Πίνακας ΠΝΙ4. Έλεγχος Δυναμικότητας – Διακοπή παροχής LNG (1 Ημέρα)

Απώλεια% (πατή ημέρα)	Από (Όμορος)	Προς	E_OUT _{Όμορος} πατή ημέρα	Υποχρεώσεις Εξαγωγών Όμορων (πατή ημέρα)	Επιπρόσθετη Προμήθεια εντός Σεναρίου	Φυσική Δυναμικότητα	Σ _{Ροής}	Σ _{Δυναμικότητας}	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
75% (2,46)	T	GR	4,53	2,06	-	✓	4,37	5,62	22,24	✓
	BG		0,52	-	-	✗	-	-	-	-
75% (50,96)	BE*	UK	15,65	12,34	-	✗	52,04	75,04	30,65	✓

Απώλεια% (μασημέρα)	Από (Όμορες)	Προς	E_OUT Όμορης μασημέρα	Υποχρεώσεις Εξαγωγών Όμορων (μασημέρα)	Επιπρόσθετη Προμήθεια εντός Σεναρίου	Φυσική Δυναμικότητα	Σροής	Σ Δυναμικότητας	Δείκτης Υπολεπτόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνητή Δυναμικότητα
	NL*		396,76	215,41	-	✓	71,49	45,9	-55,75*	*
25% (1,99)	ES	P	154,75	4,32	-	✓	8,55	15,23	43,86	✓
50% (3,97)	ES		138,58	4,32	-	✓	10,54	15,23	30,79	✓
75% (5,96)	ES		122,42	4,32	-	✓	12,52	15,23	17,79	✓

*Δυνατότητα εναλλακτικής δρομολόγησης εντός ίδιας διαδρομής

** Διαδρομή στην οποία εντοπίστηκε, αφενός μία όμορη, αφετέρου η αμέσως προηγούμενη είναι η προμηθεύτρια, η οποία αποτελεί και γεωγραφική προέλευση διακοπής.

Έλεγχοι Δυναμικότητας: Διακοπή 15 Ημερών (Ψυχρότερος Χειμώνας ζετίας)

Πίνακας ΠΝΙ5. Έλεγχος Δυναμικότητας – Διακοπή από Νορβηγία (15 Ημέρες)

Απώλεια% (μασημέρο)	Από (Όμορες)	Προς	E_OUT				Υποχρεώσεις Εξαγωγών Όμορων (μασημέρα)	Επιπρόσθετη Προμήθεια εντός Σεναρίου	Φυσική Δυναμικότητα	Σροής	Σ Δυναμικότητας	Δείκτης Υπολεπτόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνητή Δυναμικότητα
			ΔΑ80	ΔΑ70	ΔΑ60	ΔΑ50							
25% (53,34)	UK	BE	826,17	698,04	569,91	441,78	408,78	-	✓	566,94	878,1	35,44	✓
	D		4.647,07	3.991,87	3.336,67	2.681,47	1.001,66	-	✓	316,29	595,65	46,90	✓
	NL		5.195,64	4.872,54	4.549,44	4.226,34	2.720,32	Η προμήθεια θεωρείται ότι καλύπτεται από NL	✓	661,44	1596,00	58,56	✓
50% (106,68)	UK	BE	494,1	365,97	237,84	109,71	408,78	-	*	-	-	-	-
	D		4.212,41	3.557,27	2.902,01	2.246,81	1.001,66	-	✓	369,63	595,65	37,95	✓
	NL		5.086,15	4.763,05	4.439,95	4.116,85	2.720,32	Η προμήθεια θεωρείται ότι καλύπτεται από NL	✓	714,78	1.596,00	55,21	✓
75% (160,03)	UK	BE	162,04	33,91	-94,22	-222,35	408,78	-	*	-	-	-	-
	D		3.777,76	3.122,56	2.467,36	1.812,16	1.001,66	-	✓	422,98	595,65	28,99	✓
	NL		4976,66	4653,56	4330,46	4007,36	2.720,32	Η προμήθεια θεωρείται ότι καλύπτεται από NL	✓	768,13	1.596,00	51,87	✓
75% (792,85)	BE	F	117,76	96,16	74,56	52,96	185,04	-	*	-	-	-	-
	D		3.777,76	3.122,56	2.467,36	1.812,16	1.001,66	-	✓	1.064,05	791,4	-34,45*	*
	CH							-	*	-	-	-	-
			-21,04* ³										

Απίλυση% (μπη/ 15ήμερο)	Από (Όμορες)	Προς	E_OUT ΔΑ80	E_OUT ΔΑ70	E_OUT ΔΑ60	E_OUT ΔΑ50	Υποχρεώσας Εξαγωγών Όμορων (μπη/ήμερο)	Επιπρόσθετη Προμήθεια εντός Ξεναριού	Φυσική Δυναμικότητα	Σ_Ροής	Σ_Δυναμικότητας	Δείκτης Υπολεπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
25% (7,01)	F	CH	2.508,59	2.097,59	1.686,59	1.275,59	451,42	Η προμήθεια θεωρείται ότι καλύπτεται από F	✓	196,01	310,8	36,93	✓
	D		4.647,07	3.991,87	3.336,67	2.681,47	1.001,66	-	✓	372,71	798,45	53,32	✓
50% (14,03)	F		2.244,3	1.833,3	1.422,3	1.011,3	451,42	Η προμήθεια θεωρείται ότι καλύπτεται από F	✓	203,03	310,8	34,68	✓
	D		4.212,41	3.557,21	2.902,01	2.246,81	1.001,66	-	✓	379,73	798,45	52,44	✓
75% (21,04)	F		1.980,02	1.569,02	1.158,02	747,02	451,42	Η προμήθεια θεωρείται ότι καλύπτεται από F	✓	210,04	310,8	32,42	✓
	D		3.777,76	3.122,56	2.467,36	1.812,16	1.001,66	792,85 mcm → F	✗	386,74	798,45	51,56	✓
25% (332,07)	BE*	UK	224,44	202,84	181,24	159,64	185,04	-	✗	55,75	1.125,45	95,05	✓
	NL*		5.195,64	4.872,54	4.549,44	4.226,34	2.720,32	53,34 mcm → BE	✓	640,16	688,5	7,02	✓
50% (664,13)	BE*		171,10	149,50	127,90	106,30	185,04	-	✗	-	-	-	-
	NL*		5.086,15	4.763,05	4.439,95	4.116,85	2.720,32	106,68 mcm → BE	✓	972,23	688,5	-41,21*	✗
75% (996,20)	BE*		117,76	96,16	74,56	52,96	185,04	-	✗	-	-	-	-
	NL*		4.976,66	4.653,56	4.330,46	4.007,36	2.720,32	160,03 mcm → BE	✓	1.304,23	688,5	-89,43*	✗
25% (10,09)	BE	LU	224,44	202,84	181,24	159,64	185,04	-	✗	-	-	-	-
	D		4.647,07	3.991,87	3.336,67	2.681,47	1.001,66	-	✓	38,73	54	28,28	✓
50% (20,18)	BE		171,10	149,50	127,90	106,30	185,04	-	✗	-	-	-	-
	D		4.212,41	3.557,21	2.902,01	2.246,81	1.001,66	-	✓	48,82	54	9,59	✓
75% (30,27)	BE		117,77	96,16	74,56	52,96	185,04	-	✗	-	-	-	-
	D		3.777,76	3.122,56	2.467,36	1.812,16	1.001,66	792,85 mcm → F	✗	58,91	54	-9,09*	✗

* Δυνατότητα εναλλακτικής δρομολόγησης εντός ίδιας διαδρομής

*² Διαδρομή στην οποία εντοπίστηκε, αφενός μία όμορη, αφετέρου η αμέσως προηγούμενη είναι η προμηθεύτρια, η οποία αποτελεί και γεωγραφική προέλευση διακοπής.

*³ ΔΑ = 0

Πίνακας ΠΝ16. Έλεγχος Δυναμικότητας – Διακοπή από Ρωσία (15 Ημέρες)

Απώλεια% (πατή/σήμερο)	Από (Όμορες)	Προς	E_OUT ΔΑ8ο	E_OUT ΔΑ7ο	E_OUT ΔΑ6ο	E_OUT ΔΑ5ο	Υποχρεώσεις Εξαγωγών Όμορων (πατή/μέρα)	Επιπρόσθετη Προμήθεια εντός Σεναρίου	Φυσική Δυναμικότητα	ΣΡοής	ΣΔυναμικότητας	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα	
25% (85,35)	UK	BE	1.158,23	1.030,10	901,97	773,84	408,78	Η προμήθεια θεωρείται ότι καλύπτεται από UK	✓	598,95	878,10	31,79	✓	
	D		4.608,72	3.953,52	3.298,32	2.643,12	1.001,66	-	✓	348,30	595,65	41,53	✓	
	NL		5.239,58	4.927,28	4.604,18	4.281,08	2.720,32	-	✓	693,45	1.596,00	56,55	✓	
50% (170,69)	UK		1.158,23	1.030,10	901,97	773,84	408,78	Η προμήθεια θεωρείται ότι καλύπτεται από UK	✓	684,20	878,01	22,08	✓	
	D		4.135,71	3.480,51	2.825,31	2.170,11	1.001,66	-	✓	433,55	595,65	27,21	✓	
	NL		5.184,84	4.872,54	4.549,44	4.226,34	2.720,32	-	✓	778,70	1.596,00	51,21	✓	
75% (256,04)	UK		1.158,23	1.030,10	901,97	773,84	408,78	Η προμήθεια θεωρείται ότι καλύπτεται από UK	✓	769,60	878,10	12,36	✓	
	D		3.662,70	3.007,50	2.352,30	1.697,10	1.001,66	-	✓	518,95	595,65	12,88	✓	
	NL		5.130,10	4.817,80	4.494,70	4.171,60	2.720,32	-	✓	864,1	1.596,00	45,86	✓	
25% (2,84)	RS		BA	-19,45* ⁴				-	-	✗	10,90	25,05	56,49	✓
50% (5,68)	RS			-38,20* ⁴				-	-	✗	13,7	25,05	45,31	✓
75% (8,52)	RS			-56,95* ⁴				-	-	✗	16,6	25,05	33,73	✓
25% (34,68)	RO	BG	-53,5	-56,91	-60,31	-63,72	-	-	✗	749,65	1.049,4	28,56	✓	
50% (69,36)	RO		-106,00	-109,41	-112,81	-116,22	-	-	✗	784,35	1.049,40	25,26	✓	
75% (104,03)	RO		-158,5	-161,91	-165,31	-168,72	-	-	✗	819,05	1.049,40	21,95	✓	
75% (1.419,03)	BE	21,75	0,15	-21,45	-43,05	185,04	-	-	✗	-	-	-	-	
	NL	5.130,10	4.817,80	4.494,70	4.171,60	2.720,32	Η προμήθεια προς BE θεωρείται ότι καλύπτεται από UK	✓	1.932,6	3.526,2	45,19	✓		
	PL	-243,16	-282,19	-321,22	-360,25	3,07	-	-	✗	-	-	-	-	
	CZ	335,21	251,96	168,71	85,46	5,90	-	-	✗	-	-	-	-	
	AT	848,09	720,07	592,04	464,02	238,29	-	-	✗	-	-	-	-	
75% (208,63)	D	CZ	4.608,72	3.953,52	3.298,32	2.643,12	1.001,66	-	✓	232,16	2.888,10	91,96	✓	
	SK		200,78	144,76	88,73	32,73	100,35	-	-	✗	-	-	-	
25% (7,35)	F	CH	2.624,21	2.213,21	1.802,21	1.391,21	451,42	-	✓	196,30	310,80	36,84	✓	
	D		4.608,72	3.953,52	3.298,32	2.643,12	1.001,66	-	✓	373,00	798,59	53,29	✓	
50% (14,69)	F		2.475,55	2.064,55	1.653,55	1.242,55	451,42	-	✓	203,60	310,80	34,49	✓	
	D		4.135,71	3.480,51	2.825,31	2.170,11	1.001,66	-	✓	380,30	798,59	52,38	✓	
75% (22,04)	F		2.326,89	1.915,89	1.504,89	1.093,89	451,42	-	✓	211,00	310,80	32,11	✓	
	D		3.662,70	3.007,50	2.352,30	1.697,10	1.001,66	208,63 mcm → CZ	✓	387,70	798,59	51,45	✓	

Απώλεια% (ματ/μήμερο)	Από (Όμορες)	Προς	E_OUT ΔΑ8ο	E_OUT ΔΑ7ο	E_OUT ΔΑ6ο	E_OUT ΔΑ5ο	Υποχρεώσεις Εξαγωγών Όμορων (ματ/μήμερα)	Επιπρόσθετη Προμήθεια εντός Σεναρίου	Φυσική Δυναμικότητα	Σ_Ροής	Σ_Δυναμικότητας	Δείκτης Υπολεπτόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνητή Δυναμικότητα
50% (63,31)	BG	GR	-71,47	-76,42	-81,37	-86,32	-	-	*	-	-	-	-
	T		-373,05	-395,55	-418,05	-440,55	27,90	-	*	-	-	-	-
75% (94,97)	T		-106,14	-111,09	-116,04	-120,99	-	-	*	-	-	-	-
	BG		-671,17	-693,67	-716,17	-738,67	27,90	-	*	-	-	-	-
25% (11,53)	LV*2	EE	-28,81* ³				-	-	*	-	-	-	-
50% (23,06)	LV*2		-57,62* ³				-	-	*	-	-	-	-
75% (34,59)	LV*2		-86,43* ³				-	-	*	-	-	-	-
25% (28,81)	LT	LV	-48,99* ³				-	-	*	-	-	-	-
	BY		-11,56	-38,56	-65,56	-92,56	-	-	-	-	-	-	-
50% (57,62)	LT		-97,97* ³				-	-	*	-	-	-	-
	BY		-219,23	-246,23	-273,23	-300,23	-	-	-	-	-	-	-
75% (86,43)	LT	-146,96* ³				-	-	*	-	-	-	-	-
	BY	-426,89	-453,89	-480,89	-507,89	-	-	-	-	-	-	-	-
25%, 50%, 75%	-	BY	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-
25% (48,98)	LV	LT	-28,81* ³				-	-	*	-	-	-	-
	BY		-11,56	-38,56	-65,56	-92,56	-	-	-	-	-	-	-
50% (97,97)	LV		-57,62* ³				-	-	*	-	-	-	-
	BY		-219,23	-246,23	-273,23	-300,23	-	-	-	-	-	-	-
75% (146,95)	LV	-86,43* ³				-	-	*	-	-	-	-	-
	BY	-426,89	-453,89	-480,89	-507,89	-	-	-	-	-	-	-	-
25% (4,66)	BE	LU	192,44	170,84	149,24	127,64	185,04	-	*	-	-	-	-
	D		4.608,72	3.953,52	3.298,32	2.643,12	1.001,66	7,35 mcm → CH	✓	33,25	54,00	38,43	✓
50% (9,31)	BE		107,09	85,49	63,89	42,29	185,04	-	*	-	-	-	-
	D		4.135,71	3.480,51	2.825,31	2.170,11	1.001,66	14,63 mcm → CH	✓	37,95	54,00	29,72	✓
75% (13,97)	BE	21,75	0,15	-21,45	-43,05	185,04	-	*	-	-	-	-	
	D	3.662,70	3.007,50	2.352,30	1.697,10	1.001,66	208,63 mcm → CZ 22,04 mcm → CH	✓	42,55	54,00	21,20	✓	
50% (114,15)	AT	HU	917,85	789,83	661,80	533,78	238,29	-	✓	294,90	181,80	-62,21	*
	UA		3.809,53	3.358,27	2.907,01	2.455,75	-	-	✓	409,95	833,70	50,83	✓

Απίδειξη% (ματ/μήμερο)	Από (Όμορες)	Προς	E_OUT ΔΑ80	E_OUT ΔΑ70	E_OUT ΔΑ60	E_OUT ΔΑ50	Υποχρεώσεις Εξαγωγών Όμορων (ματ/μήμερα)	Επιπρόσθετη Προμήθεια εντός Σεναρίου	Φυσική Δυναμικότητα	Σ Ροής	Σ Δυναμικότητας	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελξίας(%)	Τεχνητή Δυναμικότητα		
75% (171,23)	AT	PL	848,09	720,07	592,04	464,02	238,29	-	✓	351,98	181,80	-93,61	*		
	UA		3.402,26	2.951,00	2.499,74	2.048,48	-	-	✓	467,03	833,70	43,98	✓		
25% (136,94)	D		4.608,72	3.953,52	3.298,32	2.643,12	1.001,66	7,35 mcm → CH 4,66 mcm → LU	✓	177,85	67,2	-164,66	*		
	BY		-11,56	-38,56	-65,56	-92,56	-	-	*	-	-	-	-		
	UA		4.216,80	3.765,54	3.314,28	2.863,02	-	-	✓	297,10	188,85	-57,32	*		
50% (273,88)	D		4.135,71	3.480,51	2.825,31	2.170,11	1.001,66	14,63 mcm → CH 9,31 mcm → LU	✓	314,75	67,20	-368,38	*		
	BY		-219,23	-246,23	-273,23	-300,23	-	-	*	-	-	-	-		
	UA		3.809,53	3.358,27	2.907,01	2.455,75	-	114,15 mcm → HU	✓	434,00	188,85	-129,81	*		
75% (410,82)	D		3.662,70	3.007,50	2.352,30	1.697,10	1.001,6	208,63 mcm → CZ 22,04 mcm → CH 13,97 mcm → LU	✓	451,75	67,20	-572,25	*		
	BY		-426,89	-453,89	-480,89	-507,89	-	-	*	-	-	-	-		
	UA		3.402,26	2.951,00	2.499,74	2.048,48	-	171,23 mcm → HU	✓	571,00	188,85	-202,36	*		
25% (52,50)	HU		RO	434,47	315,97	197,47	78,97	21,11	-	✓	72,90	71,10	-2,53	*	
	UA			4.216,80	3.765,54	3.314,28	2.863,02	-	-	✓	644,25	1.556,70	58,61	✓	
50% (105,00)	HU			377,39	258,89	140,39	21,89	21,11	-	*	125,4	71,1	-76,37	*	
	UA	3.809,53		3.358,27	2.907,01	2.455,75	-	114,15 mcm → HU	✓	696,75	1556,70	55,24	✓		
75% (157,50)	HU	320,32		201,82	83,32	-35,18	21,11	-	*	177,9	71,1	-150,21	*		
	UA	3.402,26		2.951,00	2.499,74	2.048,48	-	171,23 mcm → HU	✓	749,25	1556,7	51,87	✓		
25% (18,75)	HU	RS		434,47	315,97	197,47	78,97	21,11	52,20 mcm → RO	*	109,05	195,30	44,16	✓	
50% (37,50)	HU			377,39	258,89	140,39	21,89	21,11	-	*	127,80	195,30	34,56	✓	
75% (56,25)	HU			320,32	201,82	83,32	-35,18	21,11	-	*	146,55	195,30	24,96	✓	
25% (109,92)	UA			4.216,80	3.765,54	3.314,28	2.863,02	-	52,20 mcm → RO	✓	2.612,5	3.551,1	26,43	✓	
	CZ			474,30	391,05	307,80	224,55	5,90	-	*	220,75	565,35	60,95	✓	
50% (219,84)	UA			SK	3.809,53	3.358,27	2.907,01	2.455,75	-	114,15 mcm → HU 105,00 mcm → RO	✓	2.722,44	3.551,1	23,34	✓
	CZ				404,76	321,51	238,26	155,01	5,90	-	*	330,69	565,35	41,51	✓
75% (329,77)	UA				3.402,26	2.951,00	2.499,74	2.048,48	-	171,23 mcm → HU 157,50 mcm → RO	*	2.832,36	3.551,1	20,24	✓
	CZ		335,21		251,96	168,71	85,46	5,90	-	*	-	-	-	-	
25% (7,77)	AT		SI		987,61	859,59	731,56	603,54	238,29	-	✓	81,65	143,55	43,12	✓
	IT				2.121,64	1.709,44	1.297,24	885,04	10,32	-	✓	20,00	39,00	48,72	✓

Απώλεια% (μαπι/ήμερο)	Από (Όμορες)	Προς	E_OUT ΔΑ80	E_OUT ΔΑ70	E_OUT ΔΑ60	E_OUT ΔΑ50	Υποχρεώσεις Εξαγωγών Όμορων (μαπι/ήμερα)	Επιπρόσθετη Προμήθεια εντός Σεναρίου	Φυσική Δυναμικότητα	Σ_Ροής	Σ_Δυναμικότητας	Δείκτης Υπολεπτόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνητή Δυναμικότητα
50% (15,54)	AT		917,85	789,83	661,80	533,78	238,29	-	✓	89,45	143,55	37,69	✓
	IT		1.906,99	1.494,79	1.082,59	670,39	10,32	-	✓	27,80	39,00	28,72	✓
75% (23,31)	AT		848,09	720,07	592,04	464,02	238,29	-	✓	97,25	143,55	32,25	✓
	IT		1.692,34	1.280,14	867,94	455,74	10,32	-	✓	35,60	39,00	8,72	✓
25%, 50%, 75%	-	FI	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-

*Δυνατότητα εναλλακτικής δρομολόγησης εντός ίδιας διαδρομής

*2 Διαδρομή στην οποία εντοπίστηκε, αφενός μία όμορη, αφετέρου η αμέσως προηγούμενη είναι η προμηθεύτρια, η οποία αποτελεί και γεωγραφική προέλευση διακοπής.

*3 ΔΑ = 0

Πίνακας ΠΝ17. Έλεγχος Δυναμικότητας – Διακοπή από Αλγερία (15 Ημέρες)

Απώλεια% (μαπι/ήμερο)	Από (Όμορες)	Προς	E_OUT ΔΑ80	E_OUT ΔΑ70	E_OUT ΔΑ60	E_OUT ΔΑ50	Υποχρεώσεις Εξαγωγών Όμορων (μαπι/ήμερα)	Επιπρόσθετη Προμήθεια εντός Σεναρίου	Φυσική Δυναμικότητα	Σ_Ροής	Σ_Δυναμικότητας	Δείκτης Υπολεπτόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνητή Δυναμικότητα	
75% (907,38)	SI	IT	0* ³				-	-	-	*	-	-	-	-
	CH		-8,85* ³				-	-	-	*	-	-	-	-
	AT		1.057,38	929,36	801,33	673,31	238,29	Το μέγιστο που μπορεί να καλύψει η Αυστρία σε μια τέτοια περίπτωση είναι 819,01 και το ελάχιστο 435,02	*	-	-	-	-	
25% (18,18)	ES	P	1.912,50	1.643,70	1.374,90	1.106,10	64,83	-	✓	116,73	228,45	48,90	✓	
50% (36,36)	ES		1.798,96	1.530,16	1.261,36	992,56	64,83	-	✓	134,91	228,45	40,95	✓	
75% (54,54)	ES		1.685,43	1.416,63	1.147,83	879,03	64,83	-	✓	153,09	228,45	32,99	✓	
25% (2,98)	AT	SI	1.057,38	929,36	801,33	673,31	238,29	-	✓	76,92	143,55	46,42	✓	
	IT		2.033,83	1.621,63	1.209,43	797,23	10,32	-	✓	15,27	39,00	60,85	✓	
50% (5,96)	AT		1.057,38	929,36	801,33	673,31	238,29	-	✓	79,9	143,55	44,34	✓	
	IT		1.731,37	1.319,17	906,97	494,77	10,32	-	✓	18,25	39,00	53,21	✓	
75% (8,93)	AT		1.057,38	929,36	801,33	673,31	238,29	819,01mcm → IT	*	-	-	-	-	
	IT		1.428,90	1.016,70	604,50	192,30	10,32	Δεν λαμβάνει τα αντίστοιχα ποσά που προκύπτουν από την	*	21,23	39,00	45,56	✓	

Απώλεια% (μπη/τσίμερο)	Από (Όμορες)	Προς	E_OUT ΔΑ80	E_OUT ΔΑ70	E_OUT ΔΑ60	E_OUT ΔΑ50	Υποχρεώσας Εξαγωγών Όμορων (μπη/μέρα)	Επιπρόσθετη Προμήθεια εντόξ.Σκηνιού	Φυσική Δυναμικότητα	Σ_Ροής	Σ_Δυναμικότητας	Δείκτης Υπολεπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνητή Δυναμικότητα
	HU		435,07	316,57	198,07	79,57	41,77	απώλεια 75% (IT)	105,9	60,56	✓		

*Δυνατότητα εναλλακτικής δρομολόγησης εντός ίδιας διαδρομής

*² Διαδρομή στην οποία εντοπίστηκε, αφενός μία όμορη, αφετέρου η αμέσως προηγούμενη είναι η προμηθεύτρια, η οποία αποτελεί και γεωγραφική προέλευση διακοπής.

*³ ΔΑ = 0

Πίνακας ΠΝ18. Έλεγχος Δυναμικότητας – Διακοπή παροχής LNG (15 Ημέρες)

Απώλεια% (μπη/τσίμερο)	Από (Όμορες)	Προς	E_OUT ΔΑ80	E_OUT ΔΑ70	E_OUT ΔΑ60	E_OUT ΔΑ50	Υποχρεώσας Εξαγωγών Όμορων (μπη/μέρα)	Επιπρόσθετη Προμήθεια εντόξ.Σκηνιού	Φυσική Δυναμικότητα	Σ_Ροής	Σ_Δυναμικότητας	Δείκτης Υπολεπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνητή Δυναμικότητα
25% (28,76)	UK	BE	903,46	775,33	647,20	519,07	408,78	-	✓	542,36	878,10	38,23	✓
	D		5.081,73	4.426,53	3.771,33	3.116,13	1.001,66	-	✓	291,71	595,65	51,03	✓
	NL		5.305,13	4.982,03	4.658,93	4.335,83	2.720,32	-	✓	636,86	1.596,00	60,10	✓
50% (57,53)	UK	BE	648,68	520,55	392,42	264,29	408,78	-	*	571,13	878,1	34,96	✓
	D		5081,73	4426,53	3771,33	3116,13	1.001,66	-	✓	320,48	595,65	46,20	✓
	NL		5305,13	4982,03	4658,93	4335,83	2.720,32	-	✓	665,63	1.596,00	58,29	✓
75% (86,29)	UK	BE	393,91	265,78	137,65	9,52	408,78	-	*	-	-	-	-
	D		5.081,73	4.426,53	3.771,33	3.116,13	1.001,66	-	✓	349,24	595,65	41,37	✓
	NL		5.305,13	4.982,03	4.658,93	4.335,83	2.720,32	-	✓	694,39	1.596,00	56,49	✓
25% (12,30)	T	GR	156,45	133,95	111,45	88,95	27,90	-	✓	14,21	84,3	83,14	✓
	BG		-2,12	-7,07	-12,02	-16,97	-	-	*	-	-	-	-
50% (24,60)	T	GR	89,7	67,25	44,7	22,2	27,90	-	*	26,51	84,3	68,55	✓
	BG		-2,12	-7,07	-12,02	-16,97	-	-	*	-	-	-	-
75% (36,90)	T	GR	22,95	0,45	-22,05	-44,55	27,90	-	*	-	-	-	-
	BG		-2,12	-7,07	-12,02	-16,97	-	-	*	-	-	-	-
25% (254,78)	BE	UK	249,02	227,42	205,82	184,22	185,04	-	*	-	-	-	-
	NL		5.305,13	4.982,03	4.658,93	4.335,83	2.720,32	Η προμήθεια προς BE θεωρείται πως	✓	562,88	688,5	18,25	✓

Απίλυση% (μσπ/τμήμα)	Από (Όμορες)	Προς	E_OUT ΔΑ80	E_OUT ΔΑ70	E_OUT ΔΑ60	E_OUT ΔΑ50	Υποχρεώσεις Εξαγωγών Όμορων (μσπ/ημέρα)	Επιπρόσθετη Προμήθεια εντός Σεναρίου	Φυσική Δυναμικότητα	Σ_Ροής	Σ_Δυναμικότητας	Δείκτης Υπολεπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
								καλύπτεται από D					
50% (509,55)	BE	P	220,26	198,66	177,06	155,46	185,04	-	*	525,9	1125,6	53,28	✓
	NL		5.305,13	4.982,03	4.658,93	4.335,83	2.720,32	Η προμήθεια προς BE θεωρείται πως καλύπτεται από D	✓	817,65	688,5	-18,76*	*
75% (727,31)	BE		191,50	169,90	148,30	126,70	185,04	-	*	780,68	1125,6	30,64	✓
	NL		5.305,13	4.982,03	4.658,93	4.335,83	2.720,32	Η προμήθεια προς BE θεωρείται πως καλύπτεται από D	✓	1.072,43	688,5	-55,76*	*
25% (29,78)	ES		1.783,60	1.514,80	1.246,00	977,20	64,83	-	✓	128,32	186,75	31,29	✓
50% (59,55)	ES		1.541,16	1.272,36	1.003,56	734,76	64,83	-	✓	158,10	186,75	15,34	✓
75% (89,33)	ES	1.298,72	1.029,92	761,12	492,32	64,83	-	✓	187,87	186,75	-0,60	*	

*Δυνατότητα εναλλακτικής δρομολόγησης εντός ίδιας διαδρομής

*2 Διαδρομή στην οποία εντοπίστηκε, αφενός μία όμορη, αφετέρου η αμέσως προηγούμενη είναι η προμηθευτρια, η οποία αποτελεί και γεωγραφική προέλευση διακοπής.

*3 ΔΑ = 0

Έλεγχοι Δυναμικότητας: Διακοπή 1 Μήνα (Ηπιότερος Χειμώνας ζετίας)

Πίνακας ΠΝ19. Έλεγχος Δυναμικότητας – Διακοπή από Νορβηγία (1 Μήνα)

Απίλυση% (μσπ/μήνα)	Από (Όμορες)	Προς	E_OUT ΔΑ70	E_OUT ΔΑ60	E_OUT ΔΑ50	E_OUT ΔΑ40	Υποχρεώσεις Εξαγωγών Όμορων (μσπ/ημέρα)	Επιπρόσθετη Προμήθεια εντός Σεναρίου	Φυσική Δυναμικότητα	Σ_Ροής	Σ_Δυναμικότητας	Δείκτης Υπολεπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
50% (501,90)	D	AT	10.769,68	9.163,63	7.557,58	5.951,53	1.841,59	-	✓	1.135,22	1.752,00	35,20	✓
	SK		4.464,25	4.346,50	4.228,75	4.111,00	4.047,42	-	*	-	-	-	-
	IT		4.834,83	3.964,83	3.094,83	2.224,83	19,67	-	✓	501,89	531,00	5,48	✓
75% (752,85)	D		10.129,43	8.523,38	6.917,33	5.311,28	1.841,59	-	✓	1.386,17	1.752,00	20,88	✓
	SK		4.464,25	4.346,50	4.228,75	4.111,00	4.047,42	-	*	-	-	-	-
	IT		4.675,37	3.805,37	2.935,37	2.065,37	19,67	-	✓	752,84	531,00	-41,78	*

Απίκνωση% (ποση/μήνα)	Από (Όμορες)	Προς	E_OUT ΔΑ7ο	E_OUT ΔΑ6ο	E_OUT ΔΑ5ο	E_OUT ΔΑ4ο	Υποχρεώσεις Εξαγωγικών Όμορων (ποση/μέρα)	Επιπρόσθετη Προμήθεια εντός Σεναρίου	Φυσική Δυναμικότητα	Σ Ροής	Σ Δυναμικότητας	Δείκτης Υπολεπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνητή Δυναμικότητα	
25% (181,14)	UK	BE	1.684,07	1.432,07	1.180,07	928,07	624,33	-	✓	389,66	1.755,00	77,80	✓	
	D		11.409,93	9.803,88	8.197,83	6.591,78	1.841,59	-	✓	656,13	1.191,00	44,91	✓	
	NL		9.852,97	9.206,77	8.560,57	7.914,37	5.559,35	-	✓	2.106,13	3.192,00	34,02	✓	
50% (362,28)	UK		1.156,63	904,63	652,63	400,63	624,33	-	*	570,60	1.755,00	67,49	✓	
	D		10.769,68	9.163,63	7.557,58	5.951,53	1.841,59	501,90 mcm → AT	✓	837,27	1.191,00	29,70	✓	
	NL		9.623,19	8.976,99	8.330,79	7.684,59	5.559,35	-	✓	2.287,27	3.192,00	28,34	✓	
75% (543,41)	UK		629,20	377,20	125,20	-126,80	624,33	-	*	-	-	-	-	
	D		10.129,43	8.523,38	6.917,33	5.311,28	1.841,59	752,85 mcm → AT	✓	1.018,41	1.191,00	14,49	✓	
	NL		9.393,42	8.747,22	8.101,02	7.454,82	5.559,35	-	✓	2.468,41	3.192,00	22,67	✓	
50% (511,66)	D	CZ	10.769,68	9.163,63	7.557,58	5.951,53	1.841,59	501,90 mcm → AT 362,28 mcm → BE	✓	2.969,97	3.603,00	17,57	✓	
	SK		4.464,25	4.346,50	4.228,75	4.111,00	4.047,42	-	*	-	-	-	-	
75% (767,49)	D		10.129,43	8.523,38	6.917,33	5.311,28	1.841,59	752,85 mcm → AT 543,41 mcm → BE	✓	3.225,82	3.603,00	10,47	✓	
	SK		4.464,25	4.346,50	4.228,75	4.111,00	4.047,42	-	*	-	-	-	-	
25% (15,98)	F		CH	5.977,02	4.952,82	3.928,62	2.904,42	524,44	-	✓	149,01	621,00	76,00	✓
	D			11.409,93	9.803,88	8.197,83	6.591,78	1.841,59	181,14 mcm → BE	✓	757,34	1.596,00	52,55	✓
50% (31,37)	F			5.616,75	4.592,55	3.568,35	2.544,15	524,44	-	✓	164,69	621,00	73,48	✓
	D			10.769,68	9.163,63	7.557,58	5.951,53	1.841,59	501,90 mcm → AT 362,28 mcm → BE 51,66 mcm → CZ	✓	773,02	1.596,00	51,57	✓
	F			5.256,48	4.232,28	3.208,08	2.183,88	524,44	-	✓	180,37	621,00	70,95	✓
75% (47,05)	D	10.129,43		8.523,38	6.917,33	5.311,28	1.841,59	752,85 mcm → AT 543,41 mcm → BE 767,49 mcm → CZ	✓	788,70	1.596,00	50,58	✓	
50% (105,487)	BE	UK		1.944,08	1.899,08	1.854,08	1.809,08	2.018,71	-	*	702,85	2.250,00	68,76	✓
	NL			9.623,19	8.976,99	8.330,79	7.684,59	5.559,35	Η προμήθεια προς BE θεωρείται πως καλύπτεται από D	✓	1.813,19	1.377,00	-31,68*	*

Απίλεια% (μηνι/μήνα)	Από (Όμορες)	Προς	E_OUT ΔΑ70	E_OUT ΔΑ60	E_OUT ΔΑ50	E_OUT ΔΑ40	Υποχρεώσας Εξαγωγών Όμορων (μηνι/μέρα)	Επιπρόσθετη Προμήθεια εντός Σεναρίου	Φυσική Δυναμικότητα	Σ_Ροής	Σ_Δυναμικότητας	Δείκτης Υπολεπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
75% (1,582,30)	BE		1.762,94	1.717,94	1.672,94	1.627,94	2.018,71	-	*	1.230,29	2.250,00	45,32	✓
	NL		9.393,42	8.747,22	8.101,02	7.454,82	5.559,35	Η προμήθεια προς BE θεωρείται πως καλύπτεται από D	✓	2.340,63	1.377,00	-69,98*	*
25% (16,32)	BE		2.125,21	2.080,21	2.035,21	1.990,21	2.018,71	-	*	66,31	84,00	21,06	✓
	D		11.409,93	9.803,88	8.197,83	6.591,78	1.841,59	181,14 mcm → BE 15,98mcm → CH	✓	57,97	108,00	46,32	✓
50% (32,64)	BE	LU	1.944,08	1.899,08	1.854,08	1.809,08	2.018,71	-	*	-	-	-	-
	D		10.769,68	9.163,63	7.557,58	5.951,53	1.841,59	501,90 mcm → AT 362,28 mcm → BE 51,66 mcm → CZ 31,37 mcm → CH	✓	74,29	108,00	31,21	✓
75% (48,95)	BE		1.762,94	1.717,94	1.672,94	1.627,94	2.018,71	-	*	-	-	-	-
	D		10.129,43	8.523,38	6.917,33	5.311,28	1.841,59	752,85 mcm → AT 543,41 mcm → BE 767,49 mcm → CZ 47,05 mcm → CH	✓	90,61	108,00	16,10	✓

*Δυνατότητα εναλλακτικής δρομολόγησης εντός ίδιας διαδρομής

*2 Διαδρομή στην οποία εντοπίστηκε, αφενός μία όμορη, αφετέρου η αμέσως προηγούμενη είναι η προμηθεύτρια, η οποία αποτελεί και γεωγραφική προέλευση διακοπής.

*3 ΔΑ = 0

Πίνακας ΠΝ10. Έλεγχος Τεχνικής Δυναμικότητας Προμήθειας από Εξωτερικό Προμηθευτή – Διακοπή από Νορβηγία (1 Μήνα)

Απίλεια%(μηνι/μήνα)	Χώρα	Διαδρομή Εξωτερικού Προμηθευτή	Από	Προς	Σ_Ροής	Σ_Δυναμικότητας	Δείκτης Υπολεπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
50% (501,90)	AT	R → UA → SK → AT DZ → IT → AT	R	UA	10.010,22	11.916,67	16,00	✓
			UA	SK	4.885,22	7.101,00	31,20	✓
			SK	AT	3.943,55	4.836,00	18,45	✓
			DZ	IT	1.543,55	3.042,00	49,26	✓
			IT	AT	501,89	531,00	5,48	✓
75% (752,85)			R	UA	10.261,17	11.916,67	13,89	✓
			UA	SK	5.136,17	7.101,00	27,67	✓
			SK	AT	4.194,50	4.836,00	13,27	✓

Απώλεια%(μιαμή μήνα)	Χώρα	ΔιαδρομήΕξωτερικού Προμηθευτή	Από	Προς	Σροής	ΣΔυναμικότητας	ΔείκτηςΥπολειπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
			DZ	IT	1.794,50	3.042,00	41,01	✓
			IT	AT	752,84	531,00	-41,78	✗
25% (181,14)		LNG → BE DK → NL → BE	LNG	BE	656,13	1.284,00	48,90	✓
			DK	NL	181,13	90,00	-101,26	✗
			NL	BE	656,13	1.191,00	44,91	✓
50% (362,28)	BE	LNG → UK → BE LNG → BE DK → NL → BE R → D → BE	LNG	UK	1.145,60	4.815,00	76,21	✓
			UK	BE	570,60	1.755,00	67,49	✓
			LNG	BE	837,27	1.284,00	34,79	✓
			DK	NL	362,27	90,00	-302,52	✗
			NL	BE	837,27	1.191,00	29,70	✓
			R	D	2.320,60	2.676,00	13,28	✓
			D	BE	837,27	1.191,00	29,70	✓
75% (543,41)		LNG → UK → BE LNG → BE DK → NL → BE R → D → BE	LNG	UK	1.326,74	4.815,00	72,45	✓
			UK	BE	751,74	1.755,00	57,17	✓
			LNG	BE	1.018,41	1.284,00	20,68	✓
			DK	NL	543,41	90,00	-503,79	✗
			NL	BE	1.018,41	1.191,00	14,49	✓
			R	D	2.501,74	2.676,00	6,51	✓
			D	BE	1.018,41	1.191,00	14,49	✓
50% (511,66)	CZ	DK → D → CZ R → UA → SK → CZ	DK	D	511,64	90,00	-468,49	✗
			D	CZ	2.969,97	3.603,00	17,57	✓
			R	UA	10.521,86	11.916,67	11,70	✓
			UA	SK	5.396,86	7.101,00	24,00	✓
			SK	CZ	1.103,30	2.175,00	49,27	✓
75% (767,49)			DK	D	767,49	90,00	-752,77	✗
			D	CZ	3.225,82	3.603,00	10,47	✓

Απόλαση%(μηνή/μήνα)	Χώρα	Διαδρομή Εξωτερικού Προμηθευτή	Από	Προς	Σροής	Σ Δυναμικότητας	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
			R	UA	10.777,71	11.916,67	9,56	✓
			UA	SK	5.652,71	7.101,00	20,40	✓
			SK	CZ	1.359,15	2.175,00	37,51	✓
25%, 50%, 75%	CH	-	-	-	-	-	-	-
50% (1.054,87)		LNG → UK	LNG	UK	1.838,19	4.815,00	61,82	✓
75% (1.582,30)	UK	LNG → UK LNG → BE → UK LNG → NL → UK DK → D → NL → UK R → D → NL → UK	LNG	UK	2.365,63	4.815,00	50,87	✓
			LNG	BE	2.057,30	1.284,00	-60,23	✗
			BE	UK	1.848,96	2.250,00	17,82	✓
			LNG	NL	1.665,63	1.137,00	-46,49	✗
			NL	UK	2.340,63	1.377,00	-69,98	✗
			DK	D	1.582,30	90,00	-1.658,11	✗
			D	NL	2.798,96	3.561,00	21,40	✓
			NL	UK	2.340,63	1.377,00	-69,98	✗
			R	D	4.084,04	2.676,00	-52,62	✗
			D	NL	1.390,92	3.561,00	60,94	✓
			NL	UK	932,59	1.377,00	32,27	✓
25%, 50%, 75%	LU	-	-	-	-	-	-	-

Πίνακας ΠΝ11. Έλεγχος Δυναμικότητας – Διακοπή από Ρωσία (1 Μήνα)

Απώλεια% (μασι/ήμέρα)	Από (Όμορες)	Προς	E_OUT ΔΑ7ο	E_OUT ΔΑ6ο	E_OUT ΔΑ5ο	E_OUT ΔΑ4ο	Υποχρεώσεις Εξαγωγικών Όμορων (μασι/μέρα)	Επιπρόσθετη Προμήθεια εντός Συναρμού	Φυσική Δυναμικότητα	ΣΡοής	Σ Δυναμικότητας	Δείκτης Υπολειπόμενης Ειλείφρας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα	
25% (492,25)	D	AT	11.353,44	9.747,39	8.141,34	6.535,29	1.841,59	-	✓	1.125,58	1.752,00	35,75	✓	
	SK		3.374,69	3.256,94	3.139,19	3.021,44	4.047,43	-	*	-	-	-	-	
	IT		4.887,10	4.017,10	3.147,10	2.277,10	19,67	-	✓	492,25	531,00	7,30	✓	
50% (984,49)	D		10.656,70	9.050,65	7.444,60	5.838,55	1.841,59	-	✓	1.617,82	1.752,00	7,66	✓	
	SK		2.285,12	2.167,37	2.049,62	1.931,87	4.047,43	-	*	-	-	-	-	
	IT		4.620,45	3.750,45	2.880,45	2.010,45	19,67	-	✓	984,49	531,00	-85,40	*	
75% (1.476,74)	D		9.959,96	8.353,91	6.747,86	5.142,10	1.841,59	-	✓	2.110,07	1.752,00	-20,44	*	
	SK		1.195,55	1.077,80	960,05	842,30	4.047,43	-	*	-	-	-	-	
	IT		4.353,79	3.483,79	2.613,79	1.743,79	19,67	-	✓	1.476,94	531,00	-178,14	*	
25% (289,82)	D		BE	11.353,44	9.747,39	8.141,34	6.535,29	1.841,59	-	✓	764,82	1.191,00	35,78	✓
	UK			2.211,50	1.959,50	1.707,50	1.455,50	624,33	-	✓	498,15	1.755,00	71,62	✓
	NL			9.972,06	9.325,26	8.678,46	8.031,66	5.559,35	H προμήθεια θεωρείται ότι καλύπτεται από NL	✓	2.214,82	3.192,00	30,61	✓
50% (579,64)	D	10.656,70		9.050,65	7.444,60	5.838,55	1.841,59	-	✓	1.054,64	1.191,00	11,45	✓	
	UK	2.211,50		1.959,50	1.707,50	1.455,50	624,33	-	✓	787,97	1.755,00	55,10	✓	
	NL	9.857,17		9.210,37	8.563,57	7.916,77	5.559,35	H προμήθεια θεωρείται ότι καλύπτεται από NL	✓	2.504,64	3.192,00	21,53	✓	
75% (869,46)	D	9.959,96		8.353,91	6.747,86	5.141,81	1.841,59	-	✓	1.344,49	1.191,00	-12,89	*	
	UK	2.211,50		1.959,50	1.707,50	1.455,50	624,33	-	*	1.077,82	1.755,00	38,59	✓	
	NL	9.742,28		9.095,48	8.448,68	7.801,88	5.559,35	H προμήθεια θεωρείται ότι καλύπτεται από NL	✓	2.794,49	3.192,00	12,45	✓	
25% (5,02)	RS	BA		59,22	44,22	29,22	14,22	-	-	✓	21,68	51,00	57,49	✓
50% (10,03)	RS			9,08	-5,92	-20,92	-35,92	-	-	*	26,69	51,00	47,67	✓
75% (15,05)	RS			-41,05	-56,05	-71,05	-86,05	-	-	*	31,71	51,00	37,82	✓
25% (404,86)	RO		369,88	297,07	224,26	151,45	-	-	*	1.921,52	2.100,00	8,50	✓	
50% (809,71)	RO	BG	353,29	280,48	207,67	134,86	-	-	*	2.326,37	2.100,00	-10,78	*	
75% (1.214,57)	RO		336,70	263,89	191,08	118,27	-	-	*	2.731,23	2.100,00	-30,06	*	

Απώλεια% (πατη/5ήμερο)	Από (Όμορες)	Προς	E_OUT ΔΑ70	E_OUT ΔΑ60	E_OUT ΔΑ50	E_OUT ΔΑ40	Υποχρεώσεις Εξαγωγών Όμορων (πατη/ήμερο)	Επιπρόσθετη Προμήθεια εντός Σφαίριου	Φυσική Δυναμικότητα	ΣΡοής	ΣΔυναμικότητας	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνητή Δυναμικότητα	
25% (455,70)	D	CZ	11.353,44	9.747,39	8.141,34	6.535,29	1.841,59	492,25 mcm → AT	✓	2.914,03	3.603,00	19,12	✓	
	SK		3.374,69	3.256,94	3.139,19	3.021,44	-	-	*	-	-	-	-	
50% (911,40)	D		10.656,70	9.050,65	7.444,60	5.838,55	1.841,59	984,49 mcm → AT	✓	3.369,73	3.603,00	6,47	✓	
	SK		2.285,12	2.167,37	2.049,62	1.931,87	-	-	*	-	-	-	-	
75% (1.367,10)	D		9.959,96	8.353,91	6.747,86	5.141,81	1.841,59	-	✓	3.825,43	3.609,00	-6,00	*	
	SK		1.195,55	1.077,80	960,05	842,30	-	-	*	-	-	-	-	
25% (16,43)	F		CH	6.134,63	5.110,43	4.086,23	3.062,03	524,44	-	✓	149,76	621,00	75,88	✓
	D			11.353,44	9.747,39	8.141,34	6.535,29	1.841,59	492,25 mcm → AT 455,70 mcm → CZ	✓	758,09	1.596,00	52,50	✓
50% (32,86)	F	5.931,98		4.907,78	3.883,58	2.859,38	524,44	-	✓	166,19	621,00	73,24	✓	
	D	10.656,70		9.050,65	7.444,60	5.838,55	1.841,59	984,49 mcm → AT 911,40 mcm → CZ	✓	774,52	1.596,00	51,47	✓	
75% (49,29)	F	5.729,33		4.705,13	3.680,93	2.656,73	524,44	-	✓	182,62	621,00	70,59	✓	
	D	9.959,96		8.353,91	6.747,86	5.141,81	1.841,59	-	✓	790,95	1.596,00	50,44	✓	
25% (44,33)	T	GR		-418,22	-463,22	-508,22	-613,22	71,33	-	*	-	-	-	-
	BG			1.078,54	1.065,94	1.053,34	1.040,74	1.395,20	-	*	-	-	-	-
50% (88,66)	T		-914,47	-959,47	-1.004,47	-1.109,47	71,33	-	*	-	-	-	-	
	BG		673,68	661,08	648,48	635,88	1.395,20	-	*	-	-	-	-	
75% (132,98)	T		-1.410,72	-959,47	-1.455,72	-1.605,72	71,33	-	*	-	-	-	-	
	BG		268,83	256,23	243,63	231,03	1.395,20	-	*	-	-	-	-	
25% (12,39)	LV* ²		EE	50,86* ³				-	-	*	-	-	-	-
50% (24,78)	LV* ²			-9,14* ³				-	-	*	-	-	-	-
75% (37,17)	LV* ²	-69,14* ³				-	-	*	-	-	-	-		
25% (60,00)	LT	LV	124,69* ³				226,98	-	*	-	-	-	-	
50% (120,00)	LT		21,66* ³				-	226,98	-	-	-	-	-	
75% (180,00)	LT		-81,37* ³				226,98	-	*	-	-	-	-	

Απώλεια% (μαθητήμερο)	Από (Όμορες)	Προς	E_OUT ΔΑ70	E_OUT ΔΑ60	E_OUT ΔΑ50	E_OUT ΔΑ40	Υποχρεώσεις Εξαγωγών Όμορων (μαθητήμερο)	Επιπρόσθετη Προμήθεια εντός Σινορίου	Φυσική Δυναμικότητα	ΣΡοής	Σ Δυναμικότητας	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας(%)	Τελική Δυναμικότητα
25%, 50%, 75%	-	BY	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-
25% (103,03)	LV	LT	50,86* ³				87,06	-	*	-	-	-	-
50% (206,06)	LV		-9,14* ³				87,06	-	*	-	-	-	-
75% (309,09)	LV		-69,14* ³				87,06	-	*	-	-	-	-
25% (7,53)	BE	LU	2.016,53	1.971,53	1.926,53	1.881,53	2.018,31		*	-	-	-	-
	D		11.353,41	9.747,39	8.141,34	6.535,29	1.841,59	492,25 mcm → AT 455,70 mcm → CZ 16,43 mcm → CH	✓	49,19	108,00	54,45	✓
50% (15,06)	BE		1.726,71	1.681,71	1.636,71	1.591,71	2.018,31		*	-	-	-	-
	D		10.656,67	9.050,65	7.444,60	5.838,55	1.841,59	984,49 mcm → AT 911,40 mcm → CZ 32,86 mcm → CH	✓	56,72	108,00	47,48	✓
75% (22,59)	BE		1.436,89	1.391,89	1.346,89	1.301,89	2.018,31		*	-	-	-	-
	D		9.959,93	8.353,91	6.747,86	5.141,81	1.841,59	49,29 mcm → CH	✓	64,25	108,00	40,51	✓
75% (645,15)	AT	HU	3.308,86	3.068,12	2.827,36	2.586,61	3528,72	-	*	-	-	-	-
	UA		4.443,29	3.540,77	2.638,25	1.735,73	-	1.214,57 mcm → BG	*	1.170,15	1.668,00	29,85	✓
25% (890,49)	D	PL	11.353,44	9.747,39	8.141,34	6.535,29	1.841,59	492,25 mcm → AT 455,70 mcm → CZ 16,43 mcm → CH 7,53 mcm → LU	✓	990,49	135,00	-633,70	*
	UA		5.692,86	4.790,34	3.887,82	2.985,30	-	404,86 mcm → BG	✓	1.207,15	378,00	-219,35	*
	BY		-15,30	-69,30	-123,30	-177,30	-	-	*	-	-	-	-
50% (1.780,98)	D		10.656,70	9.050,65	7.444,60	5.838,55	1.841,59	984,49 mcm → AT 911,40 mcm → CZ 32,86 mcm → CH 15,06 mcm → LU	✓	1.880,89	135,00	-1.293,25	*
	UA		5068,08	4.165,56	3.263,04	2.360,52	-	809,71 mcm → BG	*	2.097,55	378,00	-454,91	*
	BY		-408,59	-462,59	-516,59	-570,59	-	-	*	-	-	-	-
75% (2.671,47)	D	9.959,96	8.353,91	6.747,86	5.141,81	1.841,59	49,29 mcm → CH 22,59 mcm → LU	✓	2.771,47	135,00	-1.952,94	*	
	UA	4.443,29	3.540,77	2.638,25	1.735,73	-	1214,57 mcm → BG 645,15 mcm → HU	*	2.988,13	378,00	-690,51	*	

Απίκνωση% (μαθη/μήμερο)	Από (Όμορες)	Προς	E_OUT ΔΑ70	E_OUT ΔΑ60	E_OUT ΔΑ50	E_OUT ΔΑ40	Υποχρεώσεις Εξαγωγικών Όμορων (μαθη/μήμερο)	Επιπρόσθετη Προμήθεια εντός Συναρμού	Φυσική Δυναμικότητα	ΣΡοής	ΣΔυναμικότητας	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας(%)	Τελική Δυναμικότητα
	BY		-801,88	-855,88	-909,88	-963,88	-	-	*	-	-	-	-
25% (890,49)	D	PL	11.353,44	9.747,39	8.141,34	6.535,29	1.841,59	492,25 mcm → AT 455,70 mcm → CZ 16,43 mcm → CH 7,53 mcm → LU	✓	990,49	135,00	-633,70	*
25% (50,14)	HU	RS	1.710,74	1.470,44	1.230,14	989,84	394,17	-	✓	213,49	390,00	45,26	✓
50% (100,27)	HU		1.495,69	1.255,39	1.015,09	774,79	394,17	10,03 mcm → BA	✓	268,63	390,00	31,12	✓
75% (150,41)	HU		1.280,64	1.040,34	800,04	559,74	394,17	15,05 mcm → BA	✓	323,79	390,00	16,98	✓
25% (1.089,57)	CZ	SK	3.068,63	2.896,43	2.724,23	2.552,03	2.459,23	-	*	-	-	-	-
	UA		5.692,86	4.790,34	3.887,82	2.985,30	-	404,86 mcm → BG	✓	5.472,90	7.101,00	22,93	✓
50% (2.179,14)	CZ		2.612,93	2.440,73	2.268,53	2.096,33	2.459,23	-	*	-	-	-	-
	UA		5.068,08	4.165,56	3.263,04	2.360,52	-	809,71 mcm → BG	✓	6.562,47	7.101,00	7,58	✓
75% (3.268,71)	CZ	2.157,23	1.985,03	1.812,83	1.640,63	2.459,23	-	*	-	-	-	-	
	UA	4.443,29	3.540,77	2.638,25	1.735,73	-	1.214,57 mcm → BG 645,15 mcm → HU	*	-	-	-	-	
25% (28,60)	IT	SI	4.887,10	4.017,10	3.147,10	2.277,10	19,67	492,25 mcm → AT	✓	36,93	78,00	52,65	✓
	AT		4.292,84	4.052,09	3.811,34	3.570,59	3.528,72	-	✓	178,60	288,00	37,99	✓
50% (57,21)	IT		4.620,45	3.750,45	2.880,45	2.010,45	19,67	-	✓	65,54	78,00	15,97	✓
	AT		3.801,10	3.560,35	3.319,60	3.078,85	3.528,72	-	*	207,21	288,00	28,05	✓
75% (85,81)	IT		4.353,79	3.483,79	2.613,79	1.743,79	19,67	-	✓	94,14	78,00	-20,69	*
	AT		3.308,86	3.068,11	2.827,36	2.586,61	3.528,72	-	*	-	-	-	-
25%, 50%, 75%	-	FI	-	-	-	-	-	-	-	-	25%, 50%, 75%	-	FI

* Δυνατότητα εναλλακτικής δρομολόγησης εντός ίδιας διαδρομής

*² Διαδρομή στην οποία εντοπίστηκε, αφενός μία όμορη, αφετέρου η αμέσως προηγούμενη είναι η προμηθεύτρια, η οποία αποτελεί και γεωγραφική προέλευση διακοπής.

*³ ΔΑ = 0

Πίνακας ΠΝ12. Έλεγχος Τεχνικής Δυναμικότητας Προμήθειας από Εξωτερικό Προμηθευτή – Διακοπή από Ρωσία (1 Μήνα)

Απώλεια%(μην/μήνα)	Χώρα	Διαδρομή Εξωτερικού Προμηθευτή	Από	Προς	Σ ποής	Σ Δυναμικότητας	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
25% (492,25)	AT	NW → D → AT NW → D → CZ → SK → AT DZ → IT → AT	NW	D	2.642,25	3.642,00	27,45	✓
			D	AT	1.125,58	1.752,00	35,75	✓
			NW	D	2.642,25	3.642,00	27,45	✓
			D	CZ	2.950,58	3.603,00	18,11	✓
			CZ	SK	533,91	1.131,00	52,79	✓
			SK	AT	3.933,91	4.836,00	18,65	✓
DZ			IT	3.017,25	3.042,00	0,81	✓	
IT			AT	492,25	531,00	7,30	✓	
50% (984,49)			NW	D	3.134,49	3.642,00	13,93	✓
			D	AT	1.617,82	1.752,00	7,66	✓
			NW	D	3.134,49	3.642,00	13,93	✓
			D	CZ	3.442,82	3.603,00	4,45	✓
	CZ	SK	1.026,15	1.131,00	9,27	✓		
	SK	AT	4.426,15	4.836,00	8,47	✓		
75% (1.476,74)	DZ	IT	3.509,49	3.042,00	-15,37	✗		
	IT	AT	984,49	531,00	-85,40	✗		
	NW	D	3.626,74	3.642,00	0,42	✓		
	D	AT	2.110,07	1.752,00	-20,44	✗		
	NW	D	3.626,74	3.642,00	0,42	✓		
	D	CZ	3.935,07	3.603,00	-9,22	✗		
25% (289,82)	BE	NW → UK → BE NW → NL → BE NW → BE NW → D → BE NW → D → NL → BE LNG → BE	CZ	SK	1.518,40	1.131,00	-34,25	✗
			SK	AT	4.918,40	4.836,00	-1,70	✗
			DZ	IT	4.001,74	3.042,00	-31,55	✗
			IT	AT	1.476,74	531,00	-178,11	✗
			NW	UK	2.614,82	4.017,00	34,91	✓
			UK	BE	498,15	1.755,00	71,62	✓
25% (289,82)	BE	NW → D → BE NW → D → NL → BE LNG → BE	NW	NL	1.606,48	2.676,00	39,97	✓
			NL	BE	2.214,82	3.192,00	30,61	✓

Απώλεια%(μιαή μήνα)	Χώρα	ΔιαδρομήΕξωτερικού Προμηθευτή	Από	Προς	Σροής	ΣΔυναμικότητας	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνητή Δυναμικότητα			
		LNG → NL → BE	NW	BE	1.464,82	1.296,00	-13,03	*			
			NW	D	2.932,07	3.642,00	19,49	✓			
			D	BE	764,82	1.191,00	35,78	✓			
			NW	D	2.932,07	3.642,00	19,49	✓			
			D	NL	1.506,48	3.561,00	57,70	✓			
			NL	BE	2.214,82	3.192,00	30,61	✓			
			LNG	BE	764,82	1.284,00	40,43	✓			
			LNG	NL	373,12	1.137,00	67,18	✓			
			NL	BE	2.214,82	3.192,00	30,61	✓			
			50% (579,64)			NW	UK	2.904,64	4.017,00	27,69	✓
						UK	BE	787,97	1.755,00	55,10	✓
						NW	NL	1.896,30	2.676,00	29,14	✓
						NL	BE	2.504,64	3.192,00	21,53	✓
						NW	BE	1.754,64	1.296,00	-35,39	*
NW	D	3.714,13				3.642,00	-1,98	*			
D	BE	1.054,64				1.191,00	11,45	✓			
NW	D	3.714,13				3.642,00	-1,98	*			
D	NL	1.796,30				3.561,00	49,56	✓			
NL	BE	2.504,64				3.192,00	21,53	✓			
75% (869,46)			LNG	BE	1.054,64	1.284,00	17,86	✓			
			LNG	NL	662,94	1.137,00	41,69	✓			
			NL	BE	2.504,64	3.192,00	21,53	✓			
			NW	UK	3.194,49	4.017,00	20,48	✓			
			UK	BE	1.077,82	1.755,00	38,59	✓			
			NW	NL	2.186,15	2.676,00	18,31	✓			
			NL	BE	2.794,49	3.192,00	12,45	✓			
			NW	BE	2.044,49	1.296,00	-57,75	*			
			NW	D	4.495,49	3.642,00	-23,43	*			
			D	BE	1.344,49	1.191,00	-12,89	*			
			NW	D	4.495,49	3.642,00	-23,43	*			

Απώλεια%(μιαή μήνα)	Χώρα	ΔιαδρομήΕξωτερικού Προμηθευτή	Από	Προς	Σροής	ΣΔυναμικότητας	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
			D	NL	2.086,15	3.561,00	41,42	✓
			NL	BE	2.794,49	3.192,00	12,45	✓
			LNG	BE	1.344,49	1.284,00	-4,71	✗
			LNG	NL	952,79	1.137,00	16,20	✓
			NL	BE	2.794,49	3.192,00	12,45	✓
25% (5,02)			NW	D	2.647,27	3.642,00	27,31	✓
			D	AT	1.130,60	1.752,00	35,47	✓
			AT	HU	321,68	360,00	10,64	✓
			HU	RS	163,35	390,00	58,12	✓
			RS	BA	21,68	51,00	57,49	✓
50% (10,03)	BA	NW → D → AT → HU → RS → BA	NW	D	3.144,52	3.642,00	13,66	✓
			D	AT	1.627,85	1.752,00	7,09	✓
			AT	HU	326,69	360,00	9,25	✓
			HU	RS	168,36	390,00	56,83	✓
			RS	BA	26,69	51,00	47,67	✓
75% (15,05)			NW	D	3.641,79	3.642,00	0,01	✓
			D	AT	1.632,87	1.752,00	6,80	✓
			AT	HU	331,71	360,00	7,86	✓
			HU	RS	173,38	390,00	55,54	✓
			RS	BA	31,71	51,00	37,82	✓
25%, 50%, 75%	BG	-	-	-	-	-	-	
25% (455,70)	CZ	NW → D → CZ NW → NL → D → CZ DK → D → CZ	NW	D	3.102,97	3.639,00	14,73	✓
			D	CZ	2.914,03	3.609,00	19,26	✓
			NW	NL	2.062,18	2.676,00	22,94	✓
			NL	D	4.289,03	7.053,00	39,19	✓
			D	CZ	2.914,03	3.603,00	19,12	✓
			DK	D	455,70	90,00	-406,33	✗
			D	CZ	2.914,03	3.603,00	19,12	✓

Απίλεια%(μιαή μήνα)	Χώρα	ΔιαδρομήΕξωτερικού Προμηθευτή	Από	Προς	Σροής	ΣΔυναμικότητας	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα	
50% (911,40)			NW	D	4.055,92	3.639,00	-11,46	✘	
			D	CZ	3.369,73	3.609,00	6,63	✔	
			NW	NL	2.807,70	2.676,00	-4,92	✘	
			NL	D	4.744,73	7.053,00	32,73	✔	
			D	CZ	3.369,73	3.609,00	6,63	✔	
			DK	D	911,40	90,00	-912,67	✘	
75% (1.367,10)			D	CZ	3.369,73	3.603,00	6,47	✔	
			NW	D	5.008,89	3.639,00	-37,64	✘	
			D	CZ	3.825,43	3.609,00	-6,00	✔	
			NW	NL	3.553,25	2.676,00	-32,78	✘	
			NL	D	5.200,43	7.053,00	26,27	✔	
			D	CZ	3.825,43	3.609,00	-6,00	✘	
25% (16,43)	CH	NW → F → CH NW → D → CH	DK	D	911,40	90,00	-912,67	✘	
			D	CZ	3.825,43	3.603,00	-6,17	✘	
NW			F	1.308,09	1.632,00	19,85	✔		
F			CH	149,76	621,00	75,88	✔		
NW			D	2.953,52	3.642,00	18,90	✔		
D			CH	758,09	1.596,00	52,50	✔		
50% (32,86)			NW	F	CH	1.324,52	1.632,00	18,84	✔
NW			D	CH	2.969,95	3.642,00	18,45	✔	
									D
75% (49,29)	NW	F	CH	1.340,95	1.632,00	17,83	✔		
								F	CH
NW	D	CH	3.691,08	3.642,00	-1,35	✘			
							D	CH	774,52
25% (44,33)	GR	LNG → GR	LNG	GR	94,33	390,00			
			50% (88,66)	LNG	GR	138,66	390,00	64,45	✔
			75% (132,98)	LNG	GR	182,98	390,00	53,08	✔
25%, 50%, 75%	EE	-	-	-	-	-	-		
25%, 50%, 75%	LV	-	-	-	-	-	-		
25%, 50%, 75%	BY	-	-	-	-	-	-		
25%, 50%, 75%	LT	-	-	-	-	-	-		
50% (15,06)	LU	NW → BE → LU NW → D → LU	NW	BE	1.182,53	1.296,00	8,76	✔	
			BE	LU	57,53	84,00	31,51	✔	
			NW	D	3.110,50	3.642,00	14,59	✔	
			D	LU	49,19	108,00	54,45	✔	
			NW	BE	1.190,06	1.296,00	8,17	✔	

Απόκλιση%(μηνή/μήνα)	Χώρα	Διαδρομή Εξωτερικού Προμηθευτή	Από	Προς	Σφοδής	Σ Δυναμικότητας	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
75% (22,59)			BE	LU	65,06	84,00	22,55	✓
			NW	D	3.159,58	3.642,00	13,25	✓
			D	LU	56,72	108,00	47,48	✓
			NW	BE	1.197,59	1.296,00	7,59	✓
			BE	LU	72,59	84,00	13,58	✓
			NW	D	3.664,38	3.642,00	-0,61	✗
75% (645,15)	HU	NW → D → AT → HU	D	LU	64,25	108,00	40,51	✓
			NW	D	4.286,94	3.642,00	-17,71	✗
			D	AT	1.278,48	1.752,00	27,03	✓
25% (890,49)			AT	HU	961,81	360,00	-167,17	✗
			NW	D	3.537,76	3.642,00	2,86	✓
			D	PL	990,49	135,00	-633,70	✗
50% (1.780,98)	PL	NW → D → PL	NW	D	4.925,41	3.642,00	-35,24	✗
			D	PL	1.880,89	135,00	-1.293,25	✗
75% (2.671,47)			NW	D	6.313,26	3.642,00	-73,35	✗
			D	PL	2.771,47	135,00	-1.952,94	✗
25% (50,14)			NW	D	3.153,11	3.642,00	13,42	✓
			D	AT	1.180,74	1.752,00	32,61	✓
			AT	HU	371,82	360,00	-3,28	✗
			HU	RS	213,49	390,00	45,26	✓
50% (100,27)	RS	NW → D → AT → HU → RS	NW	D	3.244,79	3.642,00	10,91	✓
			D	AT	1.728,12	1.752,00	1,36	✓
			AT	HU	426,96	360,00	-18,60	✗
			HU	RS	268,63	390,00	31,12	✓
75% (150,41)			NW	D	3.792,20	3.642,00	-4,12	✗
			D	AT	2.275,53	1.752,00	-29,88	✗
			AT	HU	482,12	360,00	-33,92	✗
			HU	RS	323,79	390,00	16,98	✓
25% (1.089,57)			NW	D	4.192,54	3.642,00	-15,12	✗
			D	CZ	3.547,90	3.603,00	1,53	✓
			CZ	SK	1.131,23	1.131,00	-0,02	✗
50% (2.179,14)	SK	NW → D → CZ → SK	NW	D	5.323,66	3.642,00	-46,17	✗
			D	CZ	4.637,47	3.603,00	-28,71	✗
			CZ	SK	2.220,80	1.131,00	-96,36	✗
75% (3.268,71)			NW	D	6.910,50	3.642,00	-89,74	✗
			D	CZ	5.727,04	3.603,00	-58,95	✗
			CZ	SK	3.310,37	1.131,00	-192,69	✗
25% (28,60)	SI	NW → D → AT → SI DZ → IT → SI	NW	D	3.131,57	3.642,00	14,02	✓
			D	AT	1.159,20	1.752,00	33,84	✓

Απίλεια%(μπαί/μήνα)	Χώρα	Διαδρομή Εξωτερικού Προμηθευτή	Από	Προς	Σροής	ΣΔυναμικότητας	Δείκτης Υπολεπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
			AT	SI	178,60	288,00	37,99	✓
			DZ	IT	1.070,26	3.042,00	64,82	✓
			IT	SI	36,93	78,00	52,65	✓
50% (57,21)			NW	D	3.201,73	3.642,00	12,09	✓
			D	AT	1.685,06	1.752,00	3,82	✓
			AT	SI	207,21	288,00	28,05	✓
75% (85,81)			DZ	IT	1.098,87	3.042,00	63,88	✓
			IT	SI	65,54	78,00	15,97	✓
			NW	D	3.727,60	3.642,00	-2,35	✗
			D	AT	2.210,93	1.752,00	-26,19	✗
			AT	SI	235,81	288,00	18,12	✓
			DZ	IT	1.127,47	3.042,00	62,94	✓
			IT	SI	94,14	78,00	-20,69	✗
25%, 50%, 75%	FI	-	-	-	-	-	-	-

Πίνακας ΠΝ113. Έλεγχος Δυναμικότητας – Διακοπή από Αλγερία (1 Μήνα)

Απίλεια% (μπαί/5ήμερο)	Από (Όμορες)	Προς	E_OUT ΔΑ70	E_OUT ΔΑ60	E_OUT ΔΑ50	E_OUT ΔΑ40	Υποχρεώσεις Εργασιών Όμορων (μπαί/ήμερο)	Επιφύλαξη Προμήθειας εντός Συναρτίου	Φυσική Δυναμικότητα	Σροής	ΣΔυναμικότητας	Δείκτης Υπολεπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
25% (39,56)	ES	P	4.162,26	3.624,66	3.087,06	2.549,46	377,11	-	✓	239,55	456,00	47,47	✓
50% (79,12)	ES		3.937,56	3.399,96	2.862,36	2.324,76	377,11	-	✓	279,11	456,00	38,79	✓
75% (118,67)	ES		3.712,85	3.175,25	2.637,65	2.100,05	377,11	-	✓	318,67	456,00	30,12	✓
25% (10,97)	AT	SI	4.785,60	4.544,85	4.304,10	4.063,35	3.528,72	-	✓	160,96	288,00	44,11	✓
	IT		4.340,22	3.515,82	2.691,42	1.867,02	19,67	-	✓	19,29	78,00	75,27	✓
50% (21,93)	AT		4.785,60	4.544,85	4.304,10	4.063,35	3.528,72	-	✓	171,93	288,00	40,30	✓
	IT		3.845,89	3.021,49	2.197,09	1.372,69	19,67	-	✓	30,26	78,00	61,21	✓
75% (32,90)	AT		4.785,60	4.544,85	4.304,10	4.063,35	3.528,72	-	✓	182,89	288,00	36,50	✓
	IT		3.351,55	2.527,15	1.702,75	878,35	19,67	-	✓	41,22	78,00	47,15	✓

*Δυνατότητα εναλλακτικής δρομολόγησης εντός ίδιας διαδρομής

*² Διαδρομή στην οποία εντοπίστηκε, αφενός μία όμορη, αφετέρου η αμέσως προηγούμενη είναι η προμηθεύτρια, η οποία αποτελεί και γεωγραφική προέλευση διακοπής.

*³ ΔΑ = 0

Πίνακας ΠΝ14. Έλεγχος Τεχνικής Δυναμικότητας Προμήθειας από Εξωτερικό Προμηθευτή – Διακοπή από Αλγερία (1 Μήνα)

Απώλεια% (μπα/μήνα)	Χώρα	Διαδρομή Εξωτερικού Προμηθευτή	Από	Προς	Σ Ποίης	Σ Δυναμικότητας	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
25% (39,56)	P	LNG → P	LNG	P	181,21	594,00	69,49	✓
50% (501,90)			LNG	P	220,77	594,00	62,83	✓
75% (752,85)			LNG	P	260,33	594,00	56,17	✓
25% (10,97)	SI	NW → D → AT → SI	NW	D	2.160,96	3.642,00	40,67	✓
			D	AT	644,29	1.752,00	63,23	✓
			AT	SI	160,96	288,00	44,11	✓
50% (21,93)			NW	D	2.171,93	3.642,00	40,36	✓
			D	AT	655,26	1.752,00	62,60	✓
			AT	SI	171,93	288,00	40,30	✓
75% (32,90)	NW	D	2.182,89	3.642,00	40,06	✓		
	D	AT	666,22	1.752,00	61,97	✓		
	AT	SI	182,89	288,00	36,50	✓		

Πίνακας ΠΝ15. Έλεγχος Δυναμικότητας – Διακοπή παροχής LNG (1 Μήνα)

Απώλεια% (μπα/ήμέρα)	Από (Όμορες)	Προς	E_OUT ΔΑ70	E_OUT ΔΑ60	E_OUT ΔΑ50	E_OUT ΔΑ40	Υποχρεώσεις Εξαγωγών Όμορων (μπα/ημέρα)	Επιπρόσθετη Προμήθεια εντός Σεναρίου	Φυσική Δυναμικότητα	Σ Ποίης	Σ Δυναμικότητας	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
25% (118,75)	UK	BE	2.015,67	1.763,67	1.511,67	1.259,67	624,33	-	✓	327,08	1.755,00	81,36	✓
	D		12.050,18	10.444,13	8.838,08	7.232,03	1.841,59	-	✓	593,75	1.191,00	50,15	✓
	NL		10.061,91	9.415,71	8.769,51	8.123,31	5.559,35	-	✓	2.043,75	3.192,00	35,97	✓
50% (237,50)	UK		1.819,84	1.567,84	1.315,84	1.063,84	624,33	-	✓	445,83	1.755,00	74,60	✓
	D		12.050,18	10.444,13	8.838,08	7.232,03	1.841,59	-	✓	712,50	1.191,00	40,18	✓
	NL		10.041,08	9.394,88	8.748,68	8.102,48	5.559,35	-	✓	2.162,50	3.192,00	32,25	✓
75% (356,25)	UK		1.624,00	1.372,00	1.120,00	868,00	624,33	-	✓	564,53	1.755,00	67,83	✓
	D		12.050,18	10.444,13	8.838,08	7.232,03	1.841,59	-	✓	831,20	1.191,00	30,21	✓
	NL		10.020,24	9.374,04	8.727,84	8.081,64	5.559,35	-	✓	2.281,20	3.192,00	28,53	✓
25% (12,50)	T	GR	-46,97	-91,97	-136,97	-241,97	-	-	*	-	-	-	-
	BG		1.483,30	1.470,70	1.458,10	1.445,50	1.395,20	-	✓	229,16	300,00	23,61	✓
50%	T		-171,97	-216,97	-261,97	-366,97	-	-	*	-	-	-	-

(25,00)	BG		1.483,30	1.470,70	1.458,10	1.445,50	1.395,20	-	✓	241,66	300,00	19,45	✓
75% (37,50)	T		-296,97	-341,97	-386,97	-491,97	-	-	*	-	-	-	-
	BG		1.483,30	1.470,70	1.458,10	1.445,50	1.395,20	-	✓	254,16	300,00	15,28	✓
75% (587,50)	BE	UK	1.950,10	1.905,10	1.860,10	1.815,10	2.018,71	-	*	-	-	-	-
	NL		10.020,24	9.374,04	8.727,84	8.081,64	5.559,35	356,25 mcm → BE	✓	1.345,82	1.377,00	2,26	✓
50% (529,17)	F	ES	6.183,13	5.158,93	4.134,73	3.110,53	524,44	-	✓	812,49	459,00	-77,01	*
75% (793,75)	F		5.874,80	4.850,60	3.826,40	2.802,20	524,44	-	✓	1.077,07	459,00	-134,66	*
25% (35,42)	ES	P	1.021,08	926,58	832,08	737,58	377,11	-	✓	235,41	456,00	48,38	✓
50% (70,83)	ES		756,50	662,00	567,50	473,00	377,11	-	✓	270,83	456,00	40,61	✓
75% (106,25)	ES		491,91	397,41	302,91	208,41	377,11	-	*	306,24	456,00	32,84	✓

*Δυνατότητα εναλλακτικής δρομολόγησης εντός ίδιας διαδρομής

** Διαδρομή στην οποία εντοπίστηκε, αφενός μία όμορη, αφετέρου η αμέσως προηγούμενη είναι η προμηθεύτρια, η οποία αποτελεί και γεωγραφική προέλευση διακοπής.

**³ ΔΑ = 0

Πίνακας ΠΝ16. Έλεγχος Τεχνικής Δυναμικότητας Προμήθειας από Εξωτερικό Προμηθευτή – Διακοπή παροχής LNG (1 Μήνα)

Απώλεια% (πση/μήνα)	Χώρα	Διαδρομή Εξωτερικού Προμηθευτή	Από	Προς	Σροής	Σ Δυναμικότητας	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
25% (118,75)	BE	NW → UK → BE NW → BE NW → D → BE NW → D → NL → BE NW → NL → BE	NW	UK	2.443,75	4.017,00	39,16	✓
			UK	BE	327,08	1.755,00	81,36	✓
			NW	BE	1.293,75	1.296,00	0,17	✓
			NW	D	2.268,75	3.642,00	37,71	✓
			D	BE	593,75	1.191,00	50,15	✓
			NW	D	2.268,75	3.642,00	37,71	✓
			D	NL	1.335,41	3.561,00	62,50	✓
			NL	BE	2.043,75	3.192,00	35,97	✓
			NW	NL	1.435,41	2.676,00	46,36	✓
			NL	BE	2.043,75	3.192,00	35,97	✓
50% (237,50)			NW	UK	2.562,50	4.017,00	36,21	✓
			UK	BE	445,83	1.755,00	74,60	✓
			NW	BE	1.412,50	1.296,00	-8,99	*
			NW	D	2.387,50	3.642,00	34,45	✓
			D	BE	712,50	1.191,00	40,18	✓
			NW	D	2.387,50	3.642,00	34,45	✓

Απώλεια% (παι/μήνα)	Χώρα	Διαδρομή Εξωτερικού Προμηθευτή	Από	Προς	Σροής	Σ Δυναμικότητας	Δείκτης Υπολειπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
75% (356,25)			D	NL	1.454,16	3.561,00	59,16	✓
			NL	BE	2.162,50	3.192,00	32,25	✓
			NW	NL	1.554,16	2.676,00	41,92	✓
			NL	BE	2.162,50	3.192,00	32,25	✓
			NW	UK	2.681,20	4.017,00	33,25	✓
			UK	BE	564,53	1.755,00	67,83	✓
			NW	BE	1.531,20	1.296,00	-18,15	✗
			NW	D	2.506,20	3.642,00	31,19	✓
			D	BE	831,20	1.191,00	30,21	✓
			NW	D	2.506,20	3.642,00	31,19	✓
25% (12,50)			R	T	1.129,16	1.333,33	15,31	✓
			T	GR	70,83	168,00	57,84	✓
			R	UA	9.520,83	11.916,67	20,10	✓
			UA	RO	1.645,83	3.114,00	47,15	✓
			RO	BG	1.529,16	2.100,00	27,18	✓
			BG	GR	229,16	300,00	23,61	✓
			R	T	1.141,66	1.333,33	14,38	✓
			T	GR	83,33	168,00	50,40	✓
			R	UA	9.533,33	11.916,67	20,00	✓
			UA	RO	1.658,33	3.114,00	46,75	✓
50% (25,00)	GR	R → T → GR R → UA → RO → BG → GR	RO	BG	1.541,66	2.100,00	26,59	✓
			BG	GR	241,66	300,00	19,45	✓
			R	T	1.154,16	1.333,33	13,44	✓
			T	GR	95,83	168,00	42,96	✓
			R	UA	9.545,83	11.916,67	19,90	✓
			UA	RO	1.670,83	3.114,00	46,34	✓
75% (37,50)			RO	BG	1.554,16	2.100,00	25,99	✓
			BG	GR	254,16	300,00	15,28	✓
			NW	UK	2.912,49	4.017,00	27,50	✓
			NW	BE	1.762,49	1.296,00	-35,99	✗
			BE	UK	854,15	2.250,00	62,04	✓
			NW	NL	2.141,65	2.676,00	19,97	✓
75% (587,50)	UK	NW → UK NW → BE → UK NW → NL → UK	NL	UK	1.345,82	1.377,00	2,26	✓

Απώλεια% (παιτή/μήνα)	Χώρα	Διαδρομή Εξωτερικού Προμηθευτή	Από	Προς	Σ ποής	Σ Δυναμικότητας	Δείκτης Υπολεπόμενης Ευελιξίας(%)	Τεχνική Δυναμικότητα
50% (529,17)	ES	NW → F → ES DZ → MA → ES	NW	F	1.820,82	1.632,00	-11,57	✘
			F	ES	812,49	459,00	-77,01	✘
			DZ via MA	ES	1.337,49	1.239,00	-7,95	✘
			DZ	ES	1.045,82	741,00	-41,14	✘
75% (793,75)		DZ → ES	NW	F	2.085,40	1.632,00	-27,78	✘
			F	ES	1.077,07	459,00	-134,66	✘
			DZ via MA	ES	1.602,07	1.239,00	-29,30	✘
			DZ	ES	1.310,40	741,00	-76,84	✘
25% (35,42)	P	DZ → ES → P	DZ	ES	843,74	1.980,00	57,39	✓
			ES	P	235,41	456,00	48,38	✓
50% (70,83)			DZ	ES	879,16	1.980,00	55,60	✓
			ES	P	270,83	456,00	40,61	✓
75% (106,25)			DZ	ES	914,57	1.980,00	53,81	✓
			ES	P	306,24	456,00	32,84	✓