



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ-MBA»

«ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΟΙ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΜΕΤΡΙΑΣΜΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ
ΤΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑΣ: ΝΟΤΟΥ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ. ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ ΚΟΥΚΟΥΜΙΑΛΟΣ

ΛΑΡΙΣΑ, ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2022

Υπεύθυνη Δήλωση

«Δηλώνω υπεύθυνα ότι η συγκεκριμένη μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία για τη λήψη του μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών του ΠΜΣ Πλήρους Φοίτησης του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας «Διοίκηση Επιχειρήσεων» έχει συγγραφεί από εμένα προσωπικά και δεν έχει υποβληθεί ούτε έχει εγκριθεί στο πλαίσιο κάποιου άλλου μεταπτυχιακού ή προπτυχιακού τίτλου σπουδών, στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό. Η εργασία αυτή έχοντας εκπονηθεί από εμένα, αντιπροσωπεύει τις προσωπικές μου απόψεις επί του θέματος και το κείμενο είναι γραμμένο με τα δικά μου λόγια και δεν αποτελεί προϊόν λογοκλοπής από τρίτες πηγές. Οι πηγές στις οποίες ανέτρεξα για την εκπόνηση της συγκεκριμένης διπλωματικής αναφέρονται στο σύνολό τους, δίνοντας πλήρεις αναφορές στους συγγραφείς, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο».

Η Δηλούσα

Πρόλογος – Ευχαριστίες

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Λέξεις κλειδιά:

ABSTRACT

Keywords:

Πίνακας Συντομογραφίας

Περιεχόμενα

Εισαγωγή

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ (ΕΑ)

- 1.1 Έννοια της Εφοδιαστικής Αλυσίδας
- 1.2 Ορισμός της Εφοδιαστικής Αλυσίδας
- 1.3 Εφοδιαστική αλυσίδα της ενέργειας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΝΕΡΓΕΙΑ

- 2.1 Ιστορικό Κατανάλωσης Ενέργειας
- 2.2 Είδη Ενέργειας
 - 2.2.1 Φυσικό Αέριο – Natural Gas (NG).
 - 2.2.2 Πετρέλαιο
 - 2.2.3 Κάρβουνο
 - 2.2.4 Ηλεκτρική ενέργεια
 - 2.2.5 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, υδροηλεκτρικά και πυρηνικά
 - 2.2.6 Βασικά ορυκτά
- 2.3 Πρωτογενής ενέργεια
- 2.4 Οι τιμές των βασικών εμπορευμάτων
- 2.5 Ζήτηση πετρελαίου
- 2.6 Τροφοδοσία με καύσιμο
- 2.7 Εμπόριο πετρελαίου, φυσικού αερίου και άνθρακα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας Φυσικού Αερίου Παγκοσμίως

- 3.1 Αγωγοί μεταφοράς - διανομής φυσικού αερίου

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στον ευρύτερο τομέα της Διοίκησης Λειτουργιών, η Διαχείριση Κινδύνων Εφοδιαστικής Αλυσίδας (SCRM) είναι ένας σημαντικός τομέας ενδιαφέροντος τόσο για ακαδημαϊκούς όσο και για επαγγελματίες. Το σημερινό επιχειρηματικό περιβάλλον εξελίσσεται ραγδαία και χαρακτηρίζεται από μικρότερους κύκλους ζωής προϊόντων, αβεβαιότητα στη ζήτηση των πελατών, ευπάθεια στην παροχή προμηθειών, πίεση του ενεργειακού τομέα αλλά και καινοτόμες τεχνολογίες πληροφοριών. Αυτό έχει δημιουργήσει έναν έντονο ανταγωνισμό μεταξύ των επιχειρήσεων και αυξημένες προσδοκίες απόδοσης των αλυσίδων εφοδιασμού ενέργειας, που έχουν γίνει πιο πολύπλοκες αλλά και περισσότερο ευάλωτες απέναντι σε κινδύνους.

Ειδικότερα ο ενεργειακός τομέας βρίσκεται υπό μεγάλη πίεση ως αποτέλεσμα των πολλαπλών παγκόσμιων τάσεων και ανατροπών. Η κλιματική αλλαγή είναι υπεύθυνη για την αύξηση της συχνότητας και του μεγέθους των γεγονότων φυσικών καταστροφών όπως σεισμοί, τυφώνες και πλημμύρες, που διαβρώνουν περαιτέρω την ενεργειακή υποδομή. Πιο πρόσφατα, η παγκόσμια πανδημία COVID-19 έχει επίσης οδηγήσει σε μεγάλες χρονικές και γεωγραφικές διαταραχές στην αλυσίδα εφοδιασμού ενέργειας, ενώ οι γεωπολιτικές συγκρούσεις μεταξύ διεθνών φορέων, έχουν επίσης πυροδοτήσει τη θέσπιση πολιτικών για τη δημιουργία εγχώριων ικανοτήτων ώστε να επιτευχθεί μείωση της εξάρτησης από τους αντιπάλους εμπορικούς εταίρους. Αυτές οι τάσεις ενίσχυσαν περαιτέρω τις ήδη έντονες πιέσεις από τους πολίτες, θεσμικούς επενδυτές και κυβερνήσεις για μια ταχεία μετάβαση προς πιο βιώσιμες πηγές ενέργειας. Ωστόσο, η εισαγωγή διαφορετικών πηγών ενέργειας (π.χ. άνεμος, ηλιακή, γεωθερμία) σε ένα σύστημα που παραδοσιακά εξαρτάται για τα ορυκτά καύσιμα εισάγει μυριάδες προκλήσεις. Χωρικές και χρονικές διακυμάνσεις στη διαθεσιμότητα πηγών ενέργειας, απαιτούν την ανάπτυξη πολύπλοκων αλυσίδων εφοδιασμού για αποτελεσματική, αξιόπιστη διανομή ενέργειας από διαφορετικές τοποθεσίες σε όλο τον κόσμο.

Η αλυσίδα εφοδιασμού ενέργειας αντιμετωπίζει πολλούς κινδύνους όπως αυτός του φαινομένου του κυματισμού ως τον αντίκτυπο μιας διαταραχής στην απόδοση της. Καθώς ο κίνδυνος αυτός είναι δύσκολο να εξαλειφθεί, είναι απαραίτητο να προσδιοριστούν οι λόγοι και οι στρατηγικές μετριασμού και να προταθεί ένα πλαίσιο ελέγχου του με επίκεντρο τον πλεονασμό, την ευελιξία και την ανθεκτικότητα. Έτσι σήμερα η διαχείριση κινδύνου εφοδιαστικής αλυσίδας (SCRM) ενέργειας είναι περισσότερο από ποτέ, ένας ελκυστικός τομέας έρευνας που αναφέρεται στη διαχείριση κινδύνων και είναι απαραίτητη για οποιαδήποτε επιχείρηση.

+ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ (Ε.Α)

1.1 Έννοια της Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Στην εποχή της παγκοσμιοποίησης και των συνεχώς αυξανόμενων απαιτήσεων τόσο των πελατών όσο και των επιχειρήσεων, είναι σημαντικό να κατανοήσουμε τον ρόλο της εφοδιαστικής αλυσίδας στη δημιουργία συγκριτικού πλεονεκτήματος της επιχείρησης. Πρώτα πρέπει να αποδοθεί και να κατανοηθεί η έννοια της αλυσίδας εφοδιασμού η οποία αποτελεί τον συνδετικό κρίκο ανάμεσα στις πρώτες ύλες και τους καταναλωτές.

Ιστορικά η εφοδιαστική υπήρχε στην ζωή του ανθρώπου από την πρώτη στιγμή που οργανώθηκαν οι κοινωνίες σε οικισμούς και περιοχές, καθώς για να επιβιώσει έπρεπε να μεριμνήσει για την τροφή, τις μετακινήσεις προσώπων και αντικειμένων, την αποθήκευση αντικειμένων και την ασφάλεια των οικισμών. Ο όρος Εφοδιαστική ή Logistics έχει την ετυμολογία του στον ελληνικό όρο «λόγος», που σημαίνει λογική και αναφέρεται στην εκλογίκευση με σκοπό την επίτευξη κάποιου στόχου. Η αρχική χρήση του όρου «Λογιστική» έγινε από τον αυτοκράτορα του Βυζαντίου «Λέοντα τον Σοφό» και αφορούσε την οργάνωση των στρατευμάτων και την εξασφάλιση των απαραίτητων εφοδίων (τρόφιμα, ρουχισμό, πολεμοφόδια) για την επιτυχή διεξαγωγή μιας στρατιωτικής επιχείρησης.

Η αξιοσημείωτη ανάπτυξη των πολιτισμών των αρχαίων Ελλήνων, των Αιγυπτίων, των Φοινίκων αλλά και αργότερα της Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας, είχε στηριχτεί σε μεταφορικά συστήματα (δίκτυα) τα οποία ήταν πρωτοπόρα για την εποχή τους. Τα δίκτυα αυτά αποτελούν σημαντική προϋπόθεση ύπαρξης και βασικό παράγοντα επιτυχίας της Εφοδιαστικής (Logistics).

Ο Μέγας Αλέξανδρος χαρακτηρίστηκε από τους ιστορικούς ως ο πρώτος “Logistician” λόγω της εκστρατείας που οργάνωσε κατά της Περσικής Αυτοκρατορίας το 334 π.Χ. στην οποία εφάρμοσε ίδιες στρατηγικές για τον εφοδιασμό των στρατευμάτων της αυτοκρατορίας του (Engles, 1978).

ΝΑ ΒΡΩ ΑΝΑΦΟΡΑ ΓΙΑ ΤΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ LOGISTICS ΣΤΟΝ ΠΟΛΕΜΟ

1.2 Ορισμός της Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Ο ορισμός της έννοιας της Εφοδιαστικής Αλυσίδας αποτελεί ένα πολύπλοκο ζήτημα και για τον λόγο αυτό συναντάται στη διεθνή βιβλιογραφία ευρύ φάσμα ορισμών (Πίνακας 1.1). Όπως φαίνεται και από τον παρακάτω πίνακα οι περισσότεροι ορισμοί παρουσιάζουν ως έχουν κοινό χαρακτηριστικό, ότι εφοδιαστική αλυσίδα είναι το σύνολο των δραστηριοτήτων, που προσβλέπουν στην εξυπηρέτηση των πελατών.

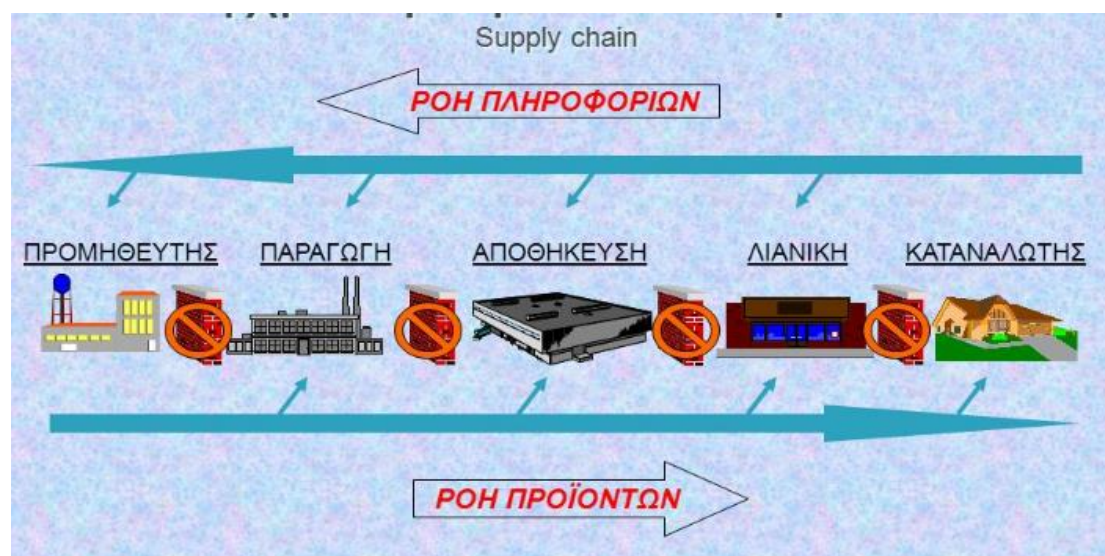
ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΙΣΜΩΝ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ					
A/A	ΑΝΑΦΟΡΕΣ	ΕΤΟΣ	ΤΥΠΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	ΠΗΓΗ	ΟΡΙΣΜΟΣ
1	Μαρινάκης, Ι.	2008	RESEARCH	Μαρινάκης, Ι., & Μυγδαλάς, Α. (2008). <i>Σχεδιασμός και βελτιστοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας</i> . Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Σοφία.	Η εφοδιαστική αλυσίδα αποτελείται από κατασκευαστές και προμηθευτές, από χώρους αποθήκευσης, κέντρα διανομών, μεταφορείς, πωλητές λιανικής, πελάτες, αλλά και από τις πρώτες ύλες, αποθέματα κατά την διαδικασία παραγωγής, και έτοιμα προϊόντα που ρέουν μεταξύ αυτών των σημείων
2	Pienaar, W.	2009	BOOK	Pienaar, W. (2009). <i>Introduction to Business Logistics</i> . Southern Africa: Oxford University.	Η Εφοδιαστική Αλυσίδα αποτελεί μια γενική περιγραφή της διαδικασίας ολοκλήρωσης που περιλαμβάνει τη μετατροπή των πρώτων υλών σε τελικά προϊόντα και να την μεταφορά τους στον τελικό χρήστη.
3	Little, A.	1999	SURVEY	http://www.adlittle.be/in_sights/studies/pdf/european_supply_chain_survey.pdf .	Εφοδιαστική Αλυσίδα είναι η συνδυασμένες και συντονισμένες ροές αγαθών από την προέλευση τους έως τον τελικό τους προορισμό, καθώς και οι ροές πληροφοριών που συνδέονται με αυτών.
4	Ayers, J. B	2001	BOOK	Ayers, J. B. (2000). <i>Handbook of supply chain management</i> . CRC Press.	Εφοδιαστική Αλυσίδα ως διαδικασίες κύκλου ζωής που περιλαμβάνουν φυσικά αγαθά, πληροφορίες και οικονομικά ροές με στόχο την ικανοποίηση των απαιτήσεων του τελικού καταναλωτή με αγαθά και υπηρεσίες από διαφορετικές, συνδεδεμένες προμηθευτές.
5	Mentzer, J., Witt, W. D., Keebler, J., Min, S., Nix, N., Smith, D. & Zacharia, Z.	2001	RESEARCH	https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2001.tb00001.x	Η Εφοδιαστική Αλυσίδα είναι το σύνολο των οντοτήτων (π.χ. οργανισμοί ή ιδιώτες) που εμπλέκονται άμεσα στις ροές προμήθειας και διανομής αγαθών, υπηρεσιών, στα οικονομικά και στις πληροφορίες από μια πηγή σε έναν προορισμό (πελάτη).
6	Christopher, M.	2017	BOOK	Christopher, M. (2017). <i>Logistics και Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας</i> . Αθήνα: εκδόσεις Κριτική, 2η Έκδοση.	Η εφοδιαστική αλυσίδα αποτελεί ένα δίκτυο συνδεδεμένων και αλληλεξαρτώμενων οντοτήτων, οι οποίες λειτουργούν από κοινού και με πνεύμα συνεργασίας για να ελέγξουν, να διαχειριστούν και να βελτιώσουν τη ροή υλικών και πληροφοριών από τους προμηθευτές, μέχρι του τελικού χρήστη.

Πίνακας 1.1 Ορισμοί Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Στη σύγχρονη εποχή όπου επικρατεί η ανάπτυξη υψηλής τεχνολογίας η εφοδιαστική αλυσίδα μετασχηματίζεται σε έξυπνη αλυσίδα εφοδιασμού ή Supply Chain 4.0, και ορίζεται ως εξής: «Ένα ολοκληρωμένο επιχειρηματικό σύστημα που επεκτείνει τις εφαρμογές στην αλυσίδα εφοδιασμού με συστηματικές έξυπνες υλοποιήσεις, συμπεριλαμβανομένων ενδεικτικά, του Διαδικτύου των πραγμάτων, της έξυπνης υποδομής, των έξυπνων προϊόντων, των έξυπνων μηχανών και διασυνδέσεων που παρέχουν επικοινωνίες σε πραγματικό χρόνο σε όλα τα στάδια της αλυσίδας

εφοδιασμού με έξυπνη και ανταποκρινόμενη διαδικασία» (Frazzon et al., 2019, p. 187). Αντίστοιχα σύμφωνα με τον Handfield (2021) η εφοδιαστική αλυσίδα περιλαμβάνει την ανάπτυξη, την παραγωγή και την προμήθεια των προϊόντων, αλλά και τα απαραίτητα συστήματα πληροφοριών που συντονίζουν όλες αυτές τις δραστηριότητες.

Ακόμη σύμφωνα με το Συμβούλιο Επαγγελματιών Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας (CSCMP) όρισε την αλυσίδα εφοδιασμού ως εξής : "Η Εφοδιαστική Αλυσίδα αποτελείται από τις υλικές και πληροφοριακές συναλλαγές κατά την διεργασία που εκτείνεται από την απόκτηση των πρώτων υλών μέχρι την παράδοση των έτοιμων προϊόντων στον τελικό καταναλωτή. Όλοι οι πωλητές, πάροχοι υπηρεσιών και πελάτες που συμμετέχουν σε αυτή τη διαδικασία αποτελούν κρίκους της Εφοδιαστικής Αλυσίδας."



Σχήμα 1.1 Διαδικασία διαχείρισης του συστήματος εφοδιασμού (πηγή: Μαλινδρέτος, 2015)

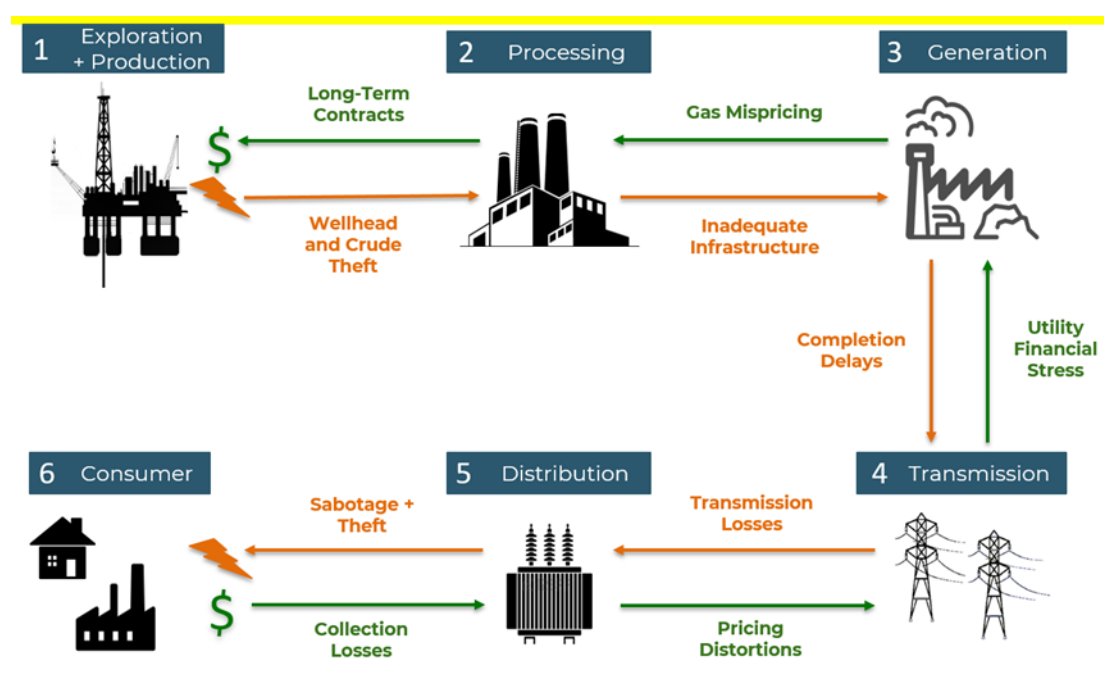
Σχηματική απεικόνιση του ανωτέρω ορισμού της αλυσίδας εφοδιασμού αποτελεί το Σχήμα 1.1 και παρουσιάζει την εφοδιαστική αλυσίδα ως μία διαδικασία, αποτελούμενη από ροές ακατέργαστων υλών, ημιέτοιμων και έτοιμων προϊόντων, πληροφοριών, υπηρεσιών αλλά και χρημάτων. Αρχικά οι παραγωγοί λαμβάνουν τις πρώτες ύλες τους, στη συνέχεια προστίθεται αξία στα υλικά τα οποία μετατρέπονται σε αγαθά προς εκμετάλλευση. Ακολούθως αυτά παραδίδονται στους διανομείς που με τη σειρά τους διανέμουν τα έτοιμα προϊόντα στους κατάλληλους λιανοπωλητές που μπορούν εύκολα να προωθήσουν στους πελάτες-στόχους (Μαλινδρέτος, 2015).

Σε κάποιες περιπτώσεις μπορούν να παραληφθούν κάποια στάδια, καθώς τα προϊόντα είναι εφικτό να φτάσουν στους καταναλωτές μέσω των ιστοσελίδων των κατασκευαστών τους, παρακάμπτοντας τους διανομείς και τους λιανοπωλητές (Fahy, & Jobber, 2014). Συνεπώς η εφοδιαστική αλυσίδα είναι μια σύνθετη διαδικασία που έχει διαρκή κίνηση και επιδιώκει την προσθήκη αξίας στα προϊόντα που διακινούνται κατά μήκος της. Ακόμη έχει πάντα τελικό αποδέκτη τον καταναλωτή και κύριους στόχους την ικανοποίηση αναγκών και την κερδοφορία της επιχείρησης.

Κάποιες αλυσίδες εφοδιασμού έχουν απλή μορφή και περιλαμβάνουν δύο ή τρεις κόμβους με ενδιάμεσα στάδια μεταφοράς, ενώ οι περισσότερες απαιτούν πολλά στάδια επεξεργασίας αλλά όλες συμβάλλουν καθοριστικά στη διαμόρφωση του εμπορικού κόσμου και αποτελούν κύριο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα μιας επιχείρησης.

1.3 Εφοδιαστική αλυσίδα της ενέργειας

Κατ' αντιστοιχία με τον ορισμό της εφοδιαστικής αλυσίδας, η εφοδιαστική αλυσίδα της ενέργειας έχει οριστεί ως η διαδικασία των ενεργειακών μετασχηματισμών που απαιτούνται ώστε το καύσιμο να φτάσει από την αρχική του πηγή μέχρι, την τελική μορφή ενέργειας που θα πάρει. Στην τελική του μορφή θα μπορεί πλέον να καταναλωθεί από τον τελικό χρήστη. Σχηματική απεικόνιση του παραπάνω ορισμού αποτελεί το Σχήμα 1.2.



Σχήμα 1.2 Δίκτυο Εφοδιαστικής Αλυσίδας Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
Energy for Growth, Challenges in the Gas to Power value chain

Thurber, M. (2018, September 4). GAS-TO-POWER VALUE CHAIN. Retrieved from <https://www.energyforgrowth.org/memo/gas-to-power-value-chain/>

Η ενεργειακή απόδοση αποτελεί πυλώνα οικονομικής και κοινωνικής ανάπτυξης και ένα στρατηγικό πλεονέκτημα για τις εταιρείες. Παρέχει σημαντικά οφέλη στους φορείς που εφαρμόζουν ενεργειακά αποδοτικά μέτρα και για λόγο αυτό οι επιχειρήσεις ή οι φορείς που καταφέρνουν να ισορροπήσουν ανάμεσα στα ενεργειακά θέματα και τις στρατηγικές τους προτεραιότητες καταφέρνουν να επιτύχουν εκτός από εξοικονόμηση κόστους, βελτιωμένη ανταγωνιστικότητα, κερδοφορία και ποιότητα (Paramati, Shahzad, & Doğan, 2022).

Πολλές όμως επιχειρήσεις, ιδίως οι μικρομεσαίες, αντιμετωπίζουν προβλήματα όταν προσπαθούν να εφαρμόσουν δράσεις ενεργειακής απόδοσης. Τα κυριότερα εμπόδια

που αντιμετωπίζουν είναι η πρόσβαση στο κεφάλαιο και η έλλειψη γνώσεων. (Marchi & Zanoni, 2017). Η οπτική της αλυσίδας εφοδιασμού αντιπροσωπεύει μία ευκαιρία για υπέρβαση αυτών των εμποδίων και βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης ακόμη και για μικρομεσαίες και αδύναμες επιχειρήσεις.

2. Ενέργεια

2.1 Ιστορικό Κατανάλωσης Ενέργειας

Η παγκόσμια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας έχει σημειώσει σημαντική αύξηση τα τελευταία χρόνια. Η συνολική παγκόσμια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από 155,8 εκατομμύρια τόνους το 1965 αυξήθηκε σε 595,15 εκατομμύρια τόνους το 2021 σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία της BP. Έτσι παρά το υψηλό επίπεδο ενεργειακής παραγωγικότητας που έχουν ήδη επιτύχει πολλές χώρες βλέπουμε τις ανάγκες παγκοσμίως να αυξάνονται.

Το μεγαλύτερο ποσοστό της ενέργειας καταναλώνεται από τον βιομηχανικό τομέα και κατά συνέπεια τα πλαίσια της βιομηχανικής ενέργειας ορίζονται από τις ρυθμιστικές αρχές, όπως την ευρωπαϊκή οδηγία για την ενεργειακή απόδοση του 2012, προκειμένου να διασφαλιστεί ένα πιο βιώσιμο περιβάλλον. (Kesicki, & Yanagisawa, 2015)

Την προηγούμενη δεκαετία, πολλές εταιρείες άρχισαν να υποβάλλονται σε ενεργειακούς ελέγχους με την υποχρέωση να παρέχουν βασικές πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση της κατανάλωσης ενέργειας σε όλες τις παραγωγικές τους διαδικασίες. Τα αποτελέσματα αυτών των ελέγχων εξαρτώνται από τα θεσμικά όρια του συστήματος και πολλές φορές υποδεικνύουν ότι υπάρχουν πολλές ευκαιρίες για τη βελτίωση της βιομηχανικής ενεργειακής απόδοσης. Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης επιτρέπει σε μια εταιρεία να παρέχει την ίδια υπηρεσία (π.χ. κατασκευή προϊόντων, μετατροπή ενέργειας από μια μορφή σε άλλη κ.λπ.) χρησιμοποιώντας λιγότερη ενέργεια. Επιπλέον, η ενεργειακή απόδοση έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει τη συνολική απόδοση μιας μεμονωμένης επιχείρησης και να δημιουργήσει σχετική εξοικονόμηση κόστους καθώς και πρόσθετα έσοδα, χάρη στην αυξανόμενη περιβαλλοντική συνείδηση των πελατών (Jayaram, & Avittathur, 2015). Επί του παρόντος, τα αποτελέσματα αυτών των αναμενόμενων βελτιώσεων είναι επιτεύξιμα χάρη στο υπάρχον αλλά και το μελλοντικό πλαίσιο πολιτικής.

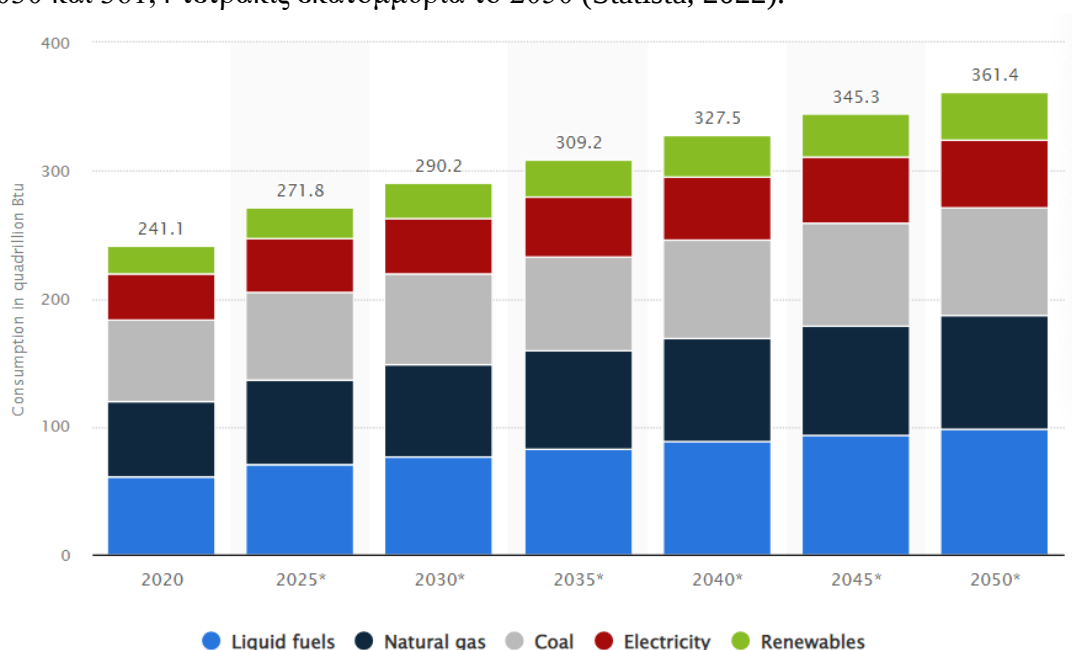
Η Στατιστική Ανασκόπηση της Παγκόσμιας Ενέργειας 2022 της bp αποκαλύπτει ότι οι αυξανόμενες ελλείψεις και οι αυξανόμενες τιμές υπογραμμίζουν τη συνεχιζόμενη σημασία της ενεργειακής «ασφάλειας» και της «προσιτότητας», παράλληλα με «χαμηλότερες εκπομπές άνθρακα» κατά την αντιμετώπιση του ενεργειακού τριλήμματος. Παράλληλα οι αυξανόμενες ανησυχίες που σχετίζονται με τη ζήτηση ενέργειας, την προσφορά, την ενεργειακή ασφάλεια και τα περιβαλλοντικά ζητήματα ενθαρρύνουν την παγκόσμια ευαισθητοποίηση (Lin, & Raza, 2020).

Στη σύγχρονη εποχή το παγκόσμιο ενεργειακό σύστημα αντιμετωπίζει τις μεγαλύτερες προκλήσεις και αβεβαιότητες των τελευταίων 50 χρόνων, από την εποχή του τελευταίου μεγάλου ενεργειακού σοκ της δεκαετίας του 1970. Ο αμεσότερος κίνδυνος

είναι ο αντίκτυπος στην παγκόσμια ενεργειακή επάρκεια, των τρομερών γεγονότων που λαμβάνουν χώρα στην Ουκρανία, με τραγικό απολογισμό σε ζωές και κοινότητες. Ταυτόχρονα ο πόλεμος απειλεί να οδηγήσει σε ελλείψεις σε τρόφιμα και ενέργεια, προκαλώντας προβλήματα στην κοινωνική ευημερία ολόκληρης της γης (Celi, Guarascio, Reljic, Simonazzi, Zezza, Itskhoki, & Mukhin, 2022).

Παράλληλα με την ενεργειακή πρόκληση συνεχίζει να υπάρχει η ανάγκη επίτευξης παγκόσμιας, ταχείας απανθρακοποίησης κατά τους όρους της συμφωνίας του Παρισιού που αφορά την επίτευξη των στόχων για το κλίμα. Η πολιτική συναίνεση μέσω της συμφωνίας για τη διατήρηση της παγκόσμιας θέρμανσης κατά τη διάρκεια αυτού του αιώνα κάτω από το 2°C, τεκμηριώνεται με τα σενάρια της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC). Σύμφωνα με την IPCC η πιθανότητα περιορισμού της μέγιστης θέρμανσης του πλανήτη κατά 2°C σε σύγκριση με τα προβιομηχανικά επίπεδα ισούται με 66%, ενώ πιο φιλόδοξα σενάρια παρουσιάζουν ότι με πιθανότητα 50% η μέγιστη θέρμανση θα περιοριστεί στο 1,5 °C.

Επιπρόσθετα, καθώς οι περιορισμοί για τον COVID-19 χαλαρώνουν και η οικονομική δραστηριότητα ανακάμπτει, η κατανάλωση ενέργειας αυξάνεται κατακόρυφα. Οι απαιτήσεις σε διαθέσιμα ενεργειακά αποθέματα πολλαπλασιάζονται. Συγχρόνως όμως τονίζονται οι αδυναμίες του συστήματος και αυξάνονται οι προκλήσεις (Rokicki, Jadczyk, Kucharski, Bórawski, Beldycka-Bórawska, Szeberényi, & Perkowska, 2022). Η αντιληπτή εξάντληση των αποθεμάτων ορυκτού πετρελαίου, σε συνδυασμό με την αυξανόμενη περιβαλλοντική ανησυχία και το υψηλό και ασταθές κόστος των ορυκτών καυσίμων έχουν κάνει τη συνεχή αναζήτηση για βιώσιμη και φιλική προς το περιβάλλον ενέργεια την πλέον επιτακτική εναλλακτική λύση. Awogbemi, Kallon, Oworuti, & Mansaray, 2022). Η παγκόσμια βιομηχανική κατανάλωση ενέργειας ήταν 241,12 τετράκις εκατομμύρια θερμικές μονάδες (Btu) το 2020 και έχει προβλεφθεί ότι θα γίνουν 271,8 τετράκις εκατομμύρια Btu το 2025, 290,2 τετράκις εκατομμύρια το 2030 και 361,4 τετράκις εκατομμύρια το 2050 (Statista, 2022).



(Εικόνα 1). Global industrial sector energy consumption, by source 2020-2050 (Statista 2022)

Απότομη ανάκαμψη στην παγκόσμια πρωτογενή ενέργεια για το 2021, δείχνουν και τα στοιχεία από το Statistical Review of World Energy της bp. Σύμφωνα με αυτά η πρωτογενή ενέργεια αυξήθηκε σχεδόν κατά 6% περισσότερο από την αντιστροφή απότομη πτώση στην κατανάλωση ενέργειας που συνέβη το 2020, κατά τη διάρκεια των περιοριστικών μέτρων, σε παγκόσμια κλίμακα, λόγω της πανδημίας. Μετά τη χαλάρωση των περιορισμών για τον COVID-19 στα περισσότερα μέρη του κόσμου και την επιστροφή στην καθημερινότητα, σημειώθηκε αύξηση της χρήσης πρωτογενούς ενέργειας για το 2021 μεγαλύτερη κατά 1% πάνω από το επίπεδο του 2019. Αυτή η αύξηση στη ζήτηση ενέργειας αποτέλεσε ένα θετικό σημάδι παγκόσμιας ανάκαμψης. Παράλληλα η BP υπογραμμίζει ότι η έντονη πτώση των εκπομπών άνθρακα που σημειώθηκε το 2020 ήταν μόνο προσωρινή, καθώς οι εκπομπές ισοδύναμου άνθρακα από την ενέργεια (συμπεριλαμβανομένου του μεθανίου), στις βιομηχανικές διεργασίες αυξήθηκαν κατά 5,7% το 2021.

Σε έρευνα των Ng και Ghobakhloo (2020), κατά την οποία εξέτασαν την ενεργειακή χρήση, αποδοτικότητα και βιωσιμότητα στην Industry 4.0, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο μετασχηματισμός του ενεργειακού τομέα σε ένα έξυπνο σύστημα διαχείρισης ενέργειας και η λήψη τεκμηριωμένης απόφασης σχετικά με την επιλογή της ενέργειας, είναι το κλειδί για τη βιώσιμη αξιοποίηση της ενέργειας στη νέα εποχή της βιομηχανικής επανάστασης. Σύμφωνα με αυτούς η ψηφιοποίηση ολόκληρης της αλυσίδα εφοδιασμού, από τους λιανοπωλητές στους κατασκευαστές και μέχρι τους καταναλωτές, και η ψηφιακή μετατροπή της ενέργειας στη βιομηχανία είναι απαραίτητα εργαλεία για να διασφαλιστεί ένα βιώσιμο ενεργειακό σύστημα στη νέα βιομηχανική επανάσταση.

Ομοίως, οι Mohamed, Al-Jaroodi και Lazarova-Molnar (2019), συζήτησαν τις στρατηγικές που στοχεύουν στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης σε έξυπνα εργοστάσια στη βιομηχανική Εποχή 4.0. Τόνισαν την ανάγκη προσαρμογής στρατηγικών και τεχνολογιών που ευνοούν την ελαχιστοποίηση του κόστους παραγωγής, την πρόληψη της σπατάλης ενέργειας και τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Σύμφωνα με αυτούς, η βιωσιμότητα του περιβάλλοντος δεν πρέπει να θυσιάζεται στο βωμό της αυξημένης παραγωγικής ικανότητας. Αντιστοίχως στα κείμενά τους, οι Scharl και Praktiknjo (2019), οι Hidayatno, Destyanto, & Hulu, (2019) και Oláh, Aburumman, Popp, Khan, Haddad, & Kitukutha, (2020), πρότειναν τη χρήση ενεργειακών συστημάτων που συνδυάζουν την προσιτότητα, τη διαθεσιμότητα και την περιβαλλοντική βιωσιμότητα για να καταφέρουν να οδηγήσουν τη νέα βιομηχανία επανάσταση.

2.2 Είδη Ενέργειας

2.2.1 Φυσικό Αέριο – Natural Gas (NG).

Το φυσικό Αέριο μπορεί να εξορυχθεί από υπόγεια κοιτάσματα της γης άλλοτε μόνο του και άλλοτε μαζί με κοιτάσματα πετρελαίου. Τα τελευταία 10 χρόνια υπήρξε μια

πρωτοφανή αύξηση της ζήτησης του φυσικού αερίου παγκοσμίως (IEA, 2022). Αποτελείται από κορεσμένους υδρογονάνθρακες αναμιγμένους με μικρό αριθμό ατόμων άνθρακα και χαρακτηρίζεται οικολογικό καύσιμο λόγω των ιδιοτήτων του. Η καύση του έχει χαρακτηριστεί ως λιγότερο επιβλαβής για το περιβάλλον επειδή έχει μικρότερες εκπομπές σε διοξείδιο του άνθρακα σε σχέση με άλλα συμβατικά καύσιμα (Kemfert, Präger, Braunger, Hoffart, & Brauers, 2022). Υπάρχουν επαρκείς ποσότητες φυσικού αερίου για τουλάχιστον 100 έτη σε χώρες όπως Ρωσία, Αμερική, Κατάρ, Ιράν, Ιράκ, Αλγερία και Νιγηρία.

Αρχικά το φυσικό αέριο εξάγεται σε αέρια μορφή και στη συνέχεια για να απαιτείται μικρότερος χώρος αποθήκευσης, με τη διαδικασία της υγροποίησης μετατρέπεται σε υγροποιημένο φυσικό αέριο LNG, το οποίο έχει μειωμένο όγκο κατά 600 φορές. Βασικό πλεονέκτημα του LNG είναι ότι δεν χρειάζονται τεράστια δίκτυα αγωγών για τη μεταφορά του από το σημείο παραγωγής στο σημείο τελικής κατανάλωσης, καθώς μπορεί να μεταφερθεί με δεξαμενόπλοια (Wikipedia).

Σύμφωνα με τα επίσημα στατιστικά στοιχεία της BP (2022), η πρωτοφανή αύξηση της ζήτησης του φυσικού αερίου που παρουσιάστηκε παγκοσμίως, έφερε και αντίστοιχη αύξηση στις τιμές. Το 2021 και στις τρεις περιφέρειες υπήρξε τεράστια αύξηση τιμών αφού τετραπλασιάστηκαν στην Ευρώπη (κατά μέσο όρο \$16/mmBtu), τριπλασιάστηκε στην ασιατική αγορά (κατά μέσο όρο 18,6 \$/mmBtu) και στην αγορά των ΗΠΑ σχεδόν διπλασιάστηκε σε μέσο όρο 3,8 \$/mmBtu το 2021 – το υψηλότερο ετήσιο επίπεδο από το 2014.

Η παγκόσμια ζήτηση φυσικού αερίου αυξήθηκε κατά 5,3% το 2021, παρουσιάζοντας ανάκαμψη και φτάνοντας σε επίπεδα μεγαλύτερα από αυτά προ πανδημίας του 2019 και ξεπέρασε το όριο των 4 Tcm για πρώτη φορά. Το μερίδιο παγκόσμιας ζήτησης φυσικού αερίου στην πρωτογενή ενέργεια για το 2021 παρέμεινε αμετάβλητο από το προηγούμενο έτος στο 24%.

Αντίστοιχα η προσφορά σε LNG αυξήθηκε κατά 5,6% (+26 Bcm) στα 516 Bcm το 2021, παρουσιάζοντας το χαμηλότερο ρυθμό ανάπτυξης από το 2015 (εκτός από το 2020). Η προσφορά σε LNG από τις ΗΠΑ αυξήθηκε κατά 34 Bcm, ενώ η Κίνα ξεπέρασε την Ιαπωνία και έγινε ο μεγαλύτερος εισαγωγέας LNG στον κόσμο και αντιπροσώπευε σχεδόν το 60% της παγκόσμιας αύξησης της ζήτησης LNG για το 2021. Η μεγαλύτερη εξαγωγική πηγή προς την Ευρώπη για το 2021 ήταν οι Αλγερινοί αγωγοί με αύξηση της προσφοράς στην Ευρώπη (+13 Bcm) και ακολούθησε ο αγωγός από το Αζερμπαϊτζάν (+6 Bcm). Ακόμη η προμήθειας του ρωσικού αγωγού στην Ευρώπη ήταν σταθερή στα 167 Bcm το 2021, ενώ οι εξαγωγές στην ΕΕ μειώθηκαν κατά 8,2% (-12 Bcm).

2.2.2 Πετρέλαιο

Το Πετρέλαιο είναι ένα μείγμα υδρογονανθράκων, περιέχει άνθρακα και οξυγόνο, ενώ βρίσκεται στα ανώτερα στρώματα του φλοιού της Γης. Η βιομηχανία πετρελαίου διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην παγκόσμια σύγχρονη οικονομία, ενεργώντας μέσα σε ανταγωνιστικά επιχειρηματικά περιβάλλοντα. Λόγω της πολυπλοκότητας της

αλυσίδας εφοδιασμού του πετρελαίου, η σχετική διαδικασία λήψης αποφάσεων είναι ένα δύσκολο έργο, το οποίο περιλαμβάνει πολυάριθμα στοιχεία από την προμήθεια πετρελαίου, τη διύλιση πετρελαίου έως τη διανομή των τελικών του προϊόντων. (Lima, Relvas, & Barbosa-Póvoa, 2016).



Σχήμα 2.1 Πετρέλαιο Εφοδιαστική Αλυσίδα (Lima, Relvas, & Barbosa-Póvoa, 2016).

Η τιμή του πετρελαίου ήταν κατά μέσο όρο 70,91 \$/βαρέλι το 2021, το δεύτερο υψηλότερο επίπεδο από το 2015, ενώ η κατανάλωση πετρελαίου αν και αυξήθηκε κατά 5,3 εκατομμύρια βαρέλια την ημέρα (b/d) το 2021, παρέμεινε 3,7 εκατομμύρια b/d κάτω από τα επίπεδα του 2019. Το μεγαλύτερο μέρος της αύξησης της κατανάλωσης προήλθε από τη βενζίνη (1,8 εκατ. b/d) και το ντίζελ (1,3 εκατ. b/d) και σημειώθηκε στις ΗΠΑ (1,5 εκατ. b/d), στην Κίνα (1,3 εκατ. b/d) και την ΕΕ (570.000 b/d). Η παγκόσμια παραγωγή πετρελαίου αυξήθηκε κατά 1,4 εκατομμύρια b/d το 2021, με τον Οργανισμό Πετρελαιοεξαγωγικών Χωρών (OPEC) να αντιπροσωπεύει πάνω από τα τρία τέταρτα της αύξησης. Μεταξύ όλων των χωρών, η Λιβύη (840.000 b/d), το Ιράν (540.000 b/d) και ο Καναδάς (300.000 b/d) σημείωσαν τις μεγαλύτερες αυξήσεις, ενώ η Νιγηρία (-200.000 b/d), το Ηνωμένο Βασίλειο (-170.000 b/d) και η Αγκόλα (-150.000 b/d) ανέφεραν τη μεγαλύτερη πτώση (BP, 2022).

2.2.3 Κάρβουνο

Οι τιμές του άνθρακα αυξήθηκαν δραματικά το 2021, με τις ευρωπαϊκές τιμές να κυμαίνονται κατά μέσο όρο 121 \$/t και το μέσο όρο της ασιατικής τιμής να ανέρχεται στα 145\$/t, την υψηλότερη τιμή από το 2008.

Η κατανάλωση άνθρακα αυξήθηκε πάνω από 6% το 2021 στα 160 EJ, ανήλθε δηλαδή σε ελαφρώς υψηλότερα επίπεδα από αυτά του 2019 και σημείωσε το υψηλότερο επίπεδο από το 2014.

Η Κίνα και η Ινδία αντιπροσώπευσαν πάνω από το 70% της αύξησης του άνθρακα για το 2021, με ζήτηση αυξημένη κατά 3,7 και 2,7 EJ, αντίστοιχα.

Ειδικότερα, τόσο η Ευρώπη όσο και η Βόρεια Αμερική παρουσίασαν αύξηση στην κατανάλωση άνθρακα το 2021 μετά από σχεδόν 10 χρόνια συνεχούς πτώσης (BP, 2022).

2.2.4 Ηλεκτρική ενέργεια

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αυξήθηκε κατά 6,2% το 2021 με το μερίδιο της αιολικής και της ηλιακής ενέργειας να φτάνουν το 10,2% της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Το 2021 ήταν η πρώτη φορά που η αιολική και η ηλιακή ενέργεια παρέχουν

περισσότερα από το 10% της παγκόσμιας ισχύος, ξεπερνώντας ακόμη και το μερίδιο της πυρηνικής ενέργειας.

Ο άνθρακας παρέμεινε το κυρίαρχο καύσιμο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας το 2021, με το μερίδιό της να αυξάνεται στο 36%, από 35,1% το 2020.

Το φυσικό αέριο στην ηλεκτροπαραγωγή αυξήθηκε κατά 2,6% το 2021, αν και το μερίδιό της μειώθηκε από 23,7% το 2020 σε 22,9% το 2021 (BP, 2022).

2.2.5 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, υδροηλεκτρικά και πυρηνικά

Οι ανανεώσιμες πηγές πρωτογενούς ενέργειας (συμπεριλαμβανομένων των βιοκαυσίμων αλλά εξαιρούμενης της υδροηλεκτρικής ενέργειας) αυξήθηκε κατά περίπου 5,1 EJ το 2021, που αντιστοιχεί σε ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης ίσο με 15%, υψηλότερο από το 9% του προηγούμενου έτους και υψηλότερο από αυτό οποιουδήποτε άλλου καυσίμου το 2021.

Η ηλιακή και αιολική δυναμικότητα συνέχισε να αυξάνεται με ταχείς ρυθμούς το 2021, παρουσιάζοντας αύξηση κατά 226 GW, κοντά στην αύξηση ρεκόρ των 236 GW που καταγράφηκε το 2020.

Η Κίνα παρέμεινε ο κύριος μοχλός αύξησης της ηλιακής και αιολικής δυναμικότητας πέρυσι, αντιπροσωπεύοντας περίπου το 36% και το 40% των παγκόσμιων προσθηκών χωρητικότητας, αντίστοιχα.

Η παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας μειώθηκε κατά περίπου 1,4% το 2021, η πρώτη πτώση από το 2015. Αντίθετα, η πυρηνική παραγωγή αυξήθηκε κατά 4,2%, η μεγαλύτερη αύξηση από το 2004, με επικεφαλής την Κίνα. (BP, 2022).

2.2.6 Βασικά ορυκτά

Η τιμή του κοβαλτίου αυξήθηκε κατά 63% το 2021 σε μέσο όρο 51.000 \$/ t. Ομοίως, οι τιμές του ανθρακικού λιθίου αυξήθηκαν κατά 58% φτάνοντας κατά μέσο όρο 11.000\$/t. Μέχρι στιγμής και για το 2022, οι τιμές των ορυκτών συνεχίζουν την ανοδική τους πορεία.

Η παραγωγή λιθίου αυξήθηκε κατά 27%, ενώ η παραγωγή κοβαλτίου αυξήθηκε μόνο κατά 4% (BP, 2022).

2.3 Πρωτογενής ενέργεια

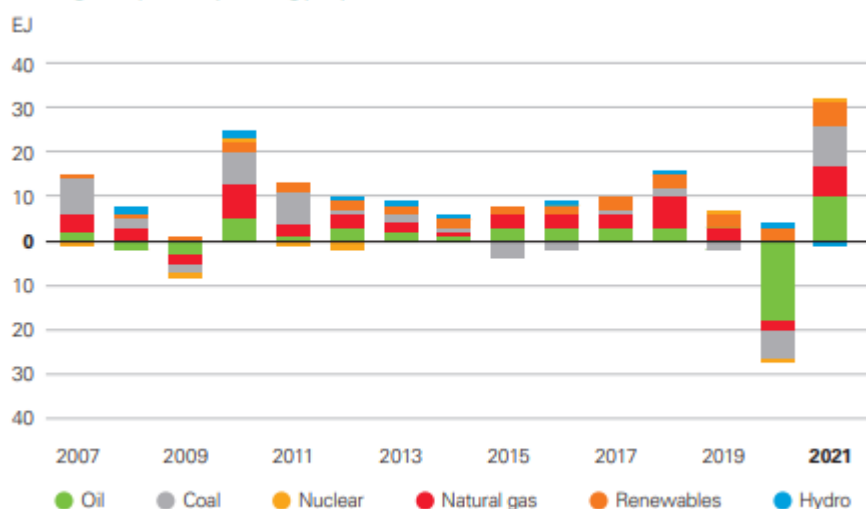
Η πρωτογενής ενέργεια αυξήθηκε κατά 31 EJ το 2021, η μεγαλύτερη αύξηση στην ιστορία και κάτι περισσότερο από την αντίστροφη της απότομη πτώση που παρατηρήθηκε το 2020. Η πρωτογενής ενέργεια το 2021 ήταν 8 EJ πάνω από τα επίπεδα του 2019, με την αύξηση να οφείλεται στις αναδυόμενες οικονομίες οι οποίες αυξήθηκαν κατά 13 EJ, με την Κίνα να ξεχωρίζει και να επεκτείνεται κατά 10 EJ.

Από το 2019 η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από τις αναδυόμενες οικονομίες αυξήθηκαν κατά 15 EJ, αντανακλώντας σε μεγάλο βαθμό την ανάπτυξη στην Κίνα (13 EJ). Αντίθετα, η ζήτηση ενέργειας στις αναπτυγμένες οικονομίες το 2021 ήταν 8 EJ κάτω από τα επίπεδα του 2019.

Η αύξηση της πρωτογενούς ενέργειας μεταξύ 2019 και 2021 οφείλεται αποκλειστικά στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Το επίπεδο κατανάλωσης ενέργειας από ορυκτά καύσιμα παρέμεινε αμετάβλητο μεταξύ 2019 και 2021, με τη χαμηλότερη ζήτηση πετρελαίου (-8 EJ) να αντισταθμίζει την υψηλότερη κατανάλωση φυσικού αερίου (5 EJ) και άνθρακα (3 EJ) (BP, 2022).

Συμπερασματικά η πρωτογενής ενέργεια το 2021 αυξήθηκε κατά το μεγαλύτερο ποσό στην ιστορία όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1.3.

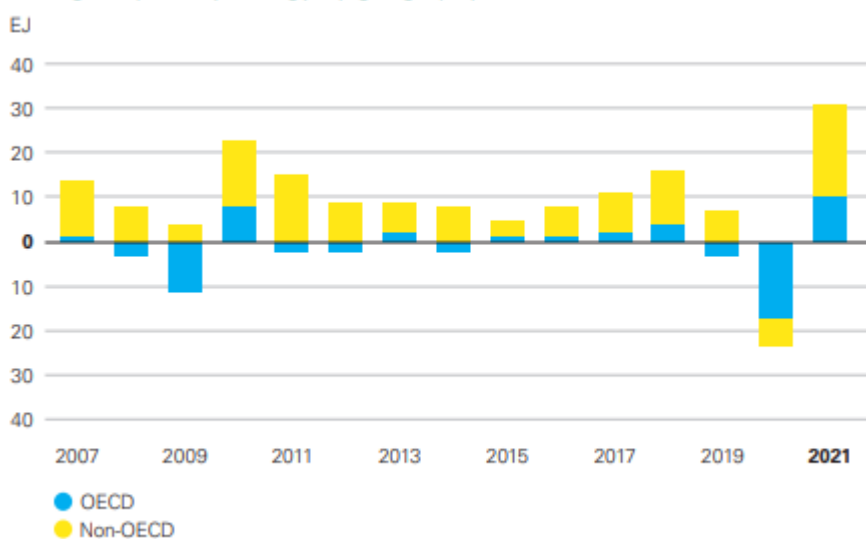
Change in primary energy by fuel



Σχήμα 2.2 Πρωτογενής ενέργεια ανά καύσιμο και έτος BP statistics 2022

Ενώ οι αναδυόμενες οικονομίες αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο μέρος της αύξησης της πρωτογενής ενέργεια όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1.4

Change in primary energy by geography



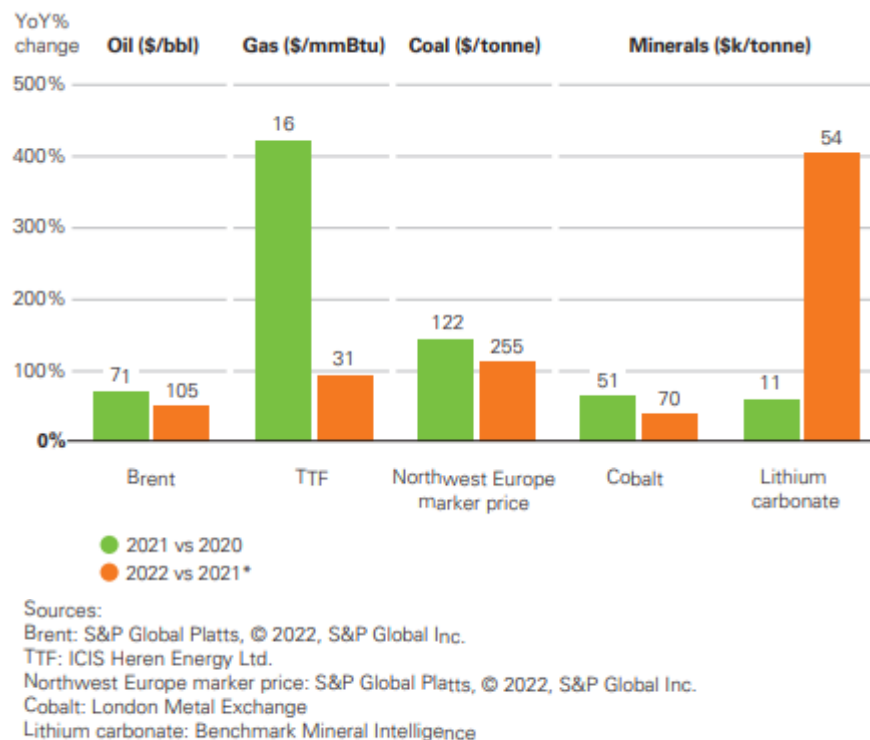
Σχήμα 2.3 Πρωτογενής ενέργεια ανά έτος και γεωγραφία BP statistics 2022

2.4 Οι τιμές των βασικών εμπορευμάτων

Οι παγκόσμιες τιμές ενέργειας αυξήθηκαν απότομα το 2021. Την πιο έντονη αύξηση κατέγραψε η τιμή του φυσικού αερίου, πάνω από 400% με τον μέσο όρο της τιμής να κυμαίνεται στα 16 \$/mmBtu για το 2021. Οι τιμές του πετρελαίου αυξήθηκαν κατά περίπου 70% και το έτος έκλεισε με τιμή περίπου \$70/βαρέλι. Το κοβάλτιο και το ανθρακικό λίθιο παρουσίασαν παρόμοια ποσοστά αύξησης, κατά μέσο όρο 51.000 \$/t και 11.000 \$/t, αντίστοιχα, για το 2021, ενώ οι τιμές συνεχίζουν να αυξάνονται το 2022.

Μέχρι στιγμής, ανθρακικό λίθιο έχει αυξηθεί περισσότερο από 400% τους πρώτους πέντε μήνες αυτού του έτος, φτάνοντας σε επίπεδο ρεκόρ 54.000 \$/t (BP, 2022).

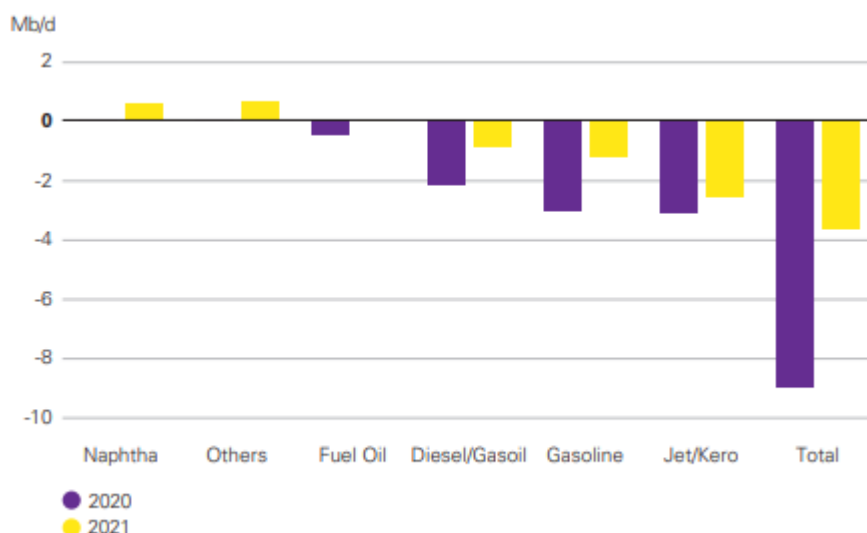
Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 2.4 η τιμή του φυσικού αερίου τετραπλασιάστηκε στην Ευρώπη, τριπλασιάστηκε στην Ασία και διπλασιάστηκε στις ΗΠΑ.



*2022 vs 2021 percentage changes use the latest data available as of June 2022

2.5 Ζήτηση πετρελαίου

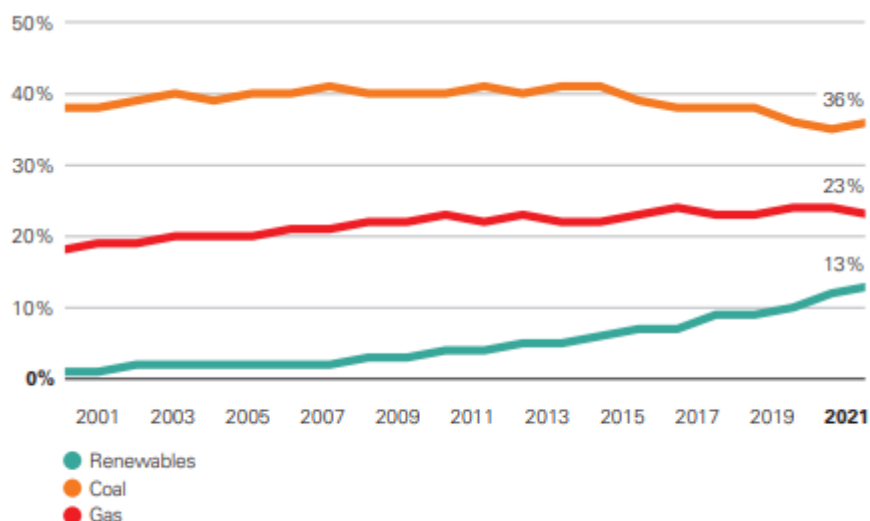
Η ζήτηση πετρελαίου το 2021 ήταν κατά μέσο όρο 3,7 Mb/d κάτω από τα επίπεδα του 2019, με μεγάλο μέρος αυτής της αδυναμίας να αφορά τον τομέα της αεροπορικών εταιρειών με τη ζήτηση πετρελαίου να είναι κατά 33% χαμηλότερη από τα επίπεδα του 2019. Η ζήτηση για ντίζελ και βενζίνη το 2021 ήταν μικρότερη κατά 3%, κάτω από τα προπανδημικά επίπεδα. Αντίθετα η ζήτηση για τη νάφθα και τα άλλα προϊόντα πετρελαίου το 2021 ήταν πάνω από τα προ πανδημικά επίπεδα όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.6. (BP, 2022).



Σχήμα 2.5 Η ζήτηση πετρελαίου το 2021 παρέμεινε κάτω από τα επίπεδα του 2019

2.6 Τροφοδοσία με καύσιμο

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (εκτός των υδροηλεκτρικών) σε παγκόσμιο επίπεδο, συνέχισαν την ανοδική τους πορεία, καθοδηγούμενη από την ισχυρή ανάπτυξη της ηλιακής και της αιολικής ενέργειας. Στην παραγωγή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η συμμετοχή της ηλεκτρικής ενέργειας έφτασε σχεδόν το 13% το 2021, καταγράφοντας υψηλότερο ποσοστό από αυτό της πυρηνικής ενέργειας (9,8%). Το μερίδιο του άνθρακα στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας αυξήθηκε ελαφρά από 35% σε 36% το 2021, αλλά παρέμεινε κάτω από το επίπεδο του 2019. Το μερίδιο της παραγωγής φυσικού αερίου το 2021 παρέμεινε κοντά στο δικό του μέσο επίπεδο 10 ετών (BP, 2022).

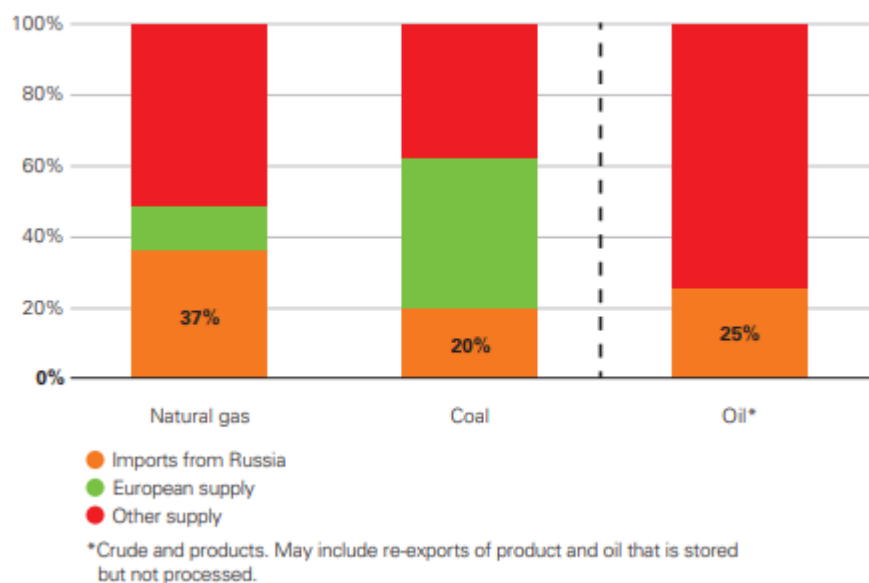


Σχήμα 2.6 Το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην παγκόσμια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

2.7 Εμπόριο πετρελαίου, φυσικού αερίου και άνθρακα

Το 2021 οι εισαγωγές φυσικού αερίου από τη Ρωσία στην Ε.Ε. μέσω αγωγών ανέρχονται σχεδόν στο 40% της συνολικής κατανάλωσης φυσικού αερίου, οι

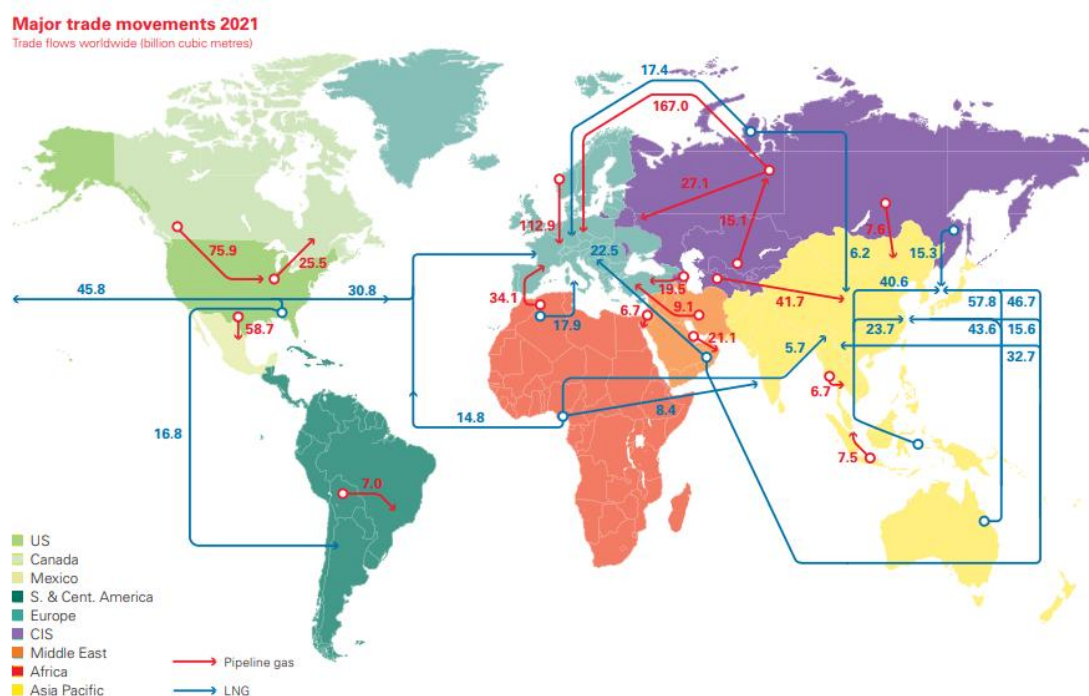
εισαγωγές πετρελαίου αποτελούν το 25% των συνολικών εισαγωγών πετρελαίου και οι ρωσικές εισαγωγές άνθρακα συνεισέφεραν το 20% του συνολικού άνθρακα της ΕΕ. (BP, 2022).



Σχήμα 2.7 Ρωσικό μερίδιο στην κατανάλωση φυσικού αερίου και άνθρακα στην ΕΕ και εισαγωγές πετρελαίου

3. Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας Φυσικού Αερίου Παγκοσμίως

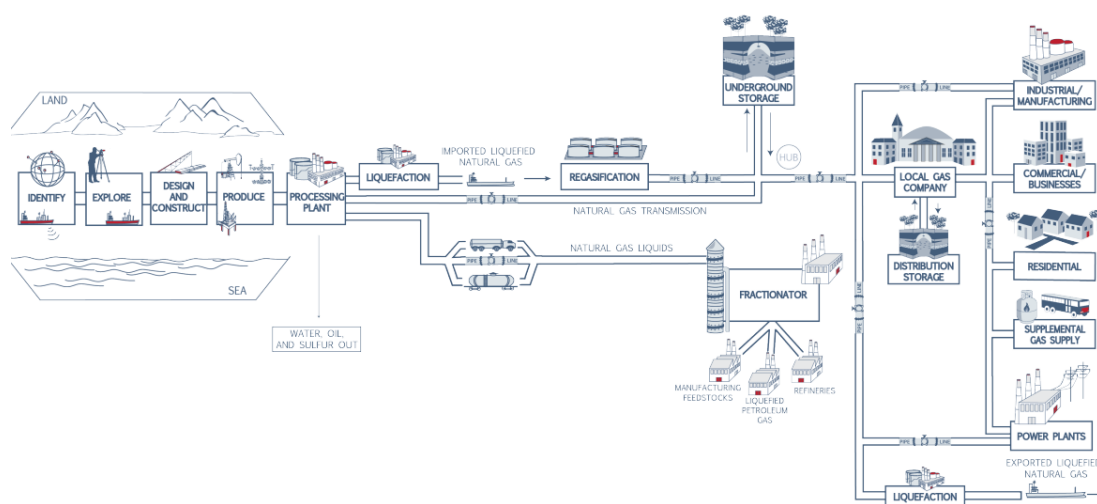
Η κατανομή των αποθεμάτων και η κατανάλωση φυσικού αερίου διαφέρει από χώρα σε χώρα, καθώς υπάρχουν χώρες που έχουν ακόμα και πλεονάσματα φυσικού αερίου ενώ άλλες χώρες για να έχουν επάρκεια κάνουν εισαγωγές.



Σχήμα 3.1 Σημαντικές εμπορικές κινήσεις 2021. Εμπορικές ροές παγκοσμίως (δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα) from BP Statistical Review of World Energy 2021 (page 45).

Όπως όλες οι εμπορικές συμφωνίες και η διακίνηση του φυσικού αερίου ακολουθείται από ιδιαίτερος πολύπλοκη αλυσίδα εφοδιασμού. Οι αλυσίδες αυτές χρησιμοποιούν είτε αγωγούς, είτε LNG (Liquified Natural Gas) υγροποιημένη μορφή μεταφοράς και αποθήκευσης. Η πολυπλοκότητα και οι πιθανοί κίνδυνοι στις αλυσίδες εφοδιασμού συνίστανται από τις τεράστιες αποστάσεις, τα διάφορα μέλη που αποτελούν την αλυσίδα εφοδιασμού, τις διαφορετικές τεχνολογικές και οικονομικές διεργασίες που απαιτούνται αλλά και τους πολύπλοκους νόμους και κανονισμούς των διαφορετικών χωρών από την εξόρυξη του φυσικού αερίου μέχρι την χώρα προορισμού.

Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας του φυσικού αερίου είναι απαραίτητο να λαμβάνει υπόψιν όλα τα δεδομένα της ζήτησης, της μεταφοράς, της παραγωγής και των αποθεμάτων. Ακόμη είναι απαραίτητο να λαμβάνει υπόψιν, ότι για τη μεταφορά του υγροποιημένου φυσικού αερίου απαιτείται μια σειρά διαδικασιών όπως η εύρεση, η εξόρυξη, η παραγωγή, η υγροποίηση, η μεταφορά, η αποθήκευση, η εκ νέου μετατροπή σε αέριο και τελικά η διανομή του.



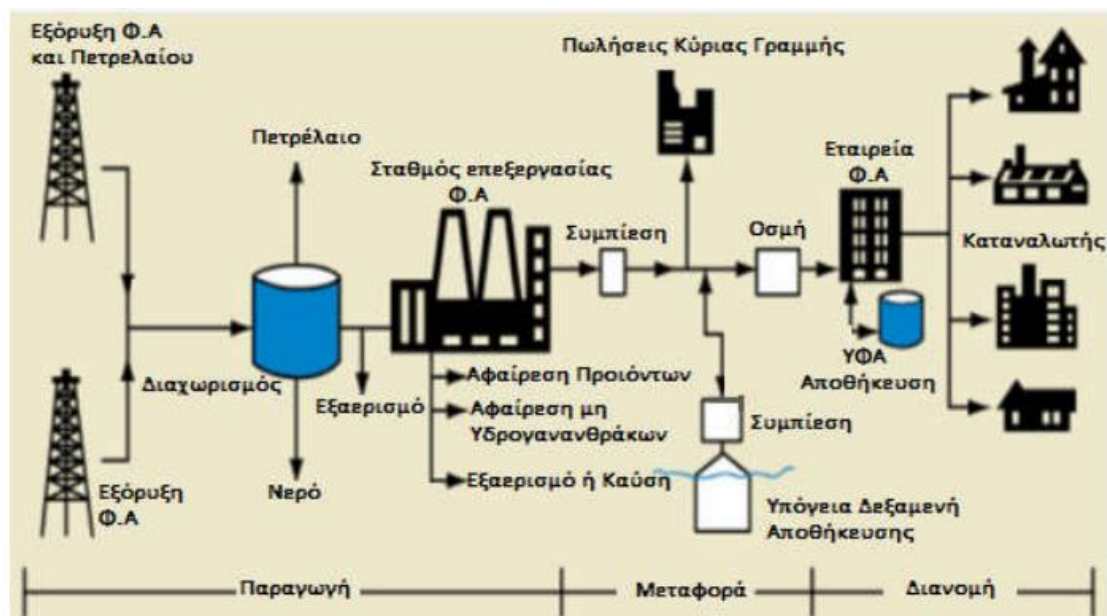
Εικόνα 2 Εφοδιαστική Αλυσίδα Φυσικού Αερίου Παραγωγή - Διανομή

<https://www.api.org/news-policy-and-issues/hurricane-information/oil-natural-gas-supply-chains>

3.1 Αγωγοί μεταφοράς - διανομής φυσικού αερίου

Το αέριο που παράγεται για οικιακή κατανάλωση μεταφέρεται από τις εγκαταστάσεις όπου παράγεται μέσω αγωγών υψηλής πίεσης στο δίκτυο διανομής ή σε μεγάλους χρήστες. Για τη μεταφορά χρησιμοποιούνται αγωγοί πολύ υψηλής πίεσης, σταθμοί συμπίεστών και εγκαταστάσεις αποθήκευσης. Στη συνέχεια μέσω των αγωγών διανομής το φυσικό αέριο μεταφέρεται στους τελικούς χρήστες μέσω αγωγών χαμηλής πίεσης, οι οποίοι και προμηθεύουν το αέριο σε επιχειρήσεις και σπίτια. Κύριοι πελάτες των αγωγών διανομής είναι οι λιανοπωλητές οι οποίοι αγοράζουν το φυσικό αέριο και το μεταπωλούν στους καταναλωτές.

Οι εγκαταστάσεις αποθήκευσης περιλαμβάνουν τους αγωγούς μεταφοράς, τις δεξαμενές αποθήκευσης και τις υπόγειες εγκαταστάσεις αποθήκευσης. Οι εγκαταστάσεις αποθήκευσης κατατάσσονται στο τελευταίο μέρος της εφοδιαστικής αλυσίδας και συνήθως ανήκουν σε λιανοπωλητές ενέργειας. Commission. Gas supply chain. Ανάκτηση από <https://www.aemc.gov.au/energy-system/gas/gas-supply-chain>.



Εικόνα 3 Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας Φυσικού Αερίου

Australian Energy Market Commission (AEMC)

Energy

Policies.

<https://www.aemc.gov.au/energy-system/gas/gas-supply-chain>.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Ayers, J. B. (2000). *Handbook of supply chain management*. CRC Press.
- Awogbemi, O., Kallon, D. V. V., Owoputi, A. O., & Mansaray, K. G. (2022). Sustainable Energy Consumption in the Industry 4.0 era. Retrieved from: <http://ieomsociety.org/proceedings/2022nigeria/37.pdf>
- Beatrice Marchi, S. Z. (2017, October 16). Supply Chain Management for Improved Energy Efficiency: Review and Opportunities. Ανάκτηση από MDPI: <https://www.mdpi.com/1996-1073/10/10/1618/html>
- Celi, G., Guarascio, D., Reljic, J., Simonazzi, A., Zezza, F., Itskhoki, O., & Mukhin, D. (2022). The Ripple Effects of the War in Ukraine. *The Ripple Effects of the War in Ukraine*, 57(3), 140.
- Fahy, J. & Jobber, D. (2014). *Αρχές Μάρκετινγκ*. Αθήνα: Εκδόσεις Κριτική.
- Frazzon, E. M., Rodriguez, C. M. T., Pereira, M. M., Pires, M. C. and Uhlmann, I. (2019). Towards Supply Chain Management 4.0. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*. 16(2). 180–191.
- Handfield, R. (2021). What is Supply Chain Management (SCM)? Nc State University. Retrieved from: <https://scm.ncsu.edu/scm-articles/article/what-is-supply-chain-management-scm>
- Hidayatno, A., Destyanto, A. R., & Hulu, C. A. (2019). Industry 4.0 technology implementation impact to industrial sustainable energy in Indonesia: A model conceptualization. *Energy Procedia*, 156, 227-233. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.11.133>
- Jayaram, J., & Avittathur, B. (2015). Green supply chains: A perspective from an emerging economy. *International Journal of Production Economics*, 164, 234-244. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.12.003>
- Kemfert, C., Präger, F., Braunger, I., Hoffart, F. M., & Brauers, H. (2022). The expansion of natural gas infrastructure puts energy transitions at risk. *Nature Energy*, 7(7), 582-587. <https://www.nature.com/articles/s41560-022-01060-3>
- Lima, C., Relvas, S., & Barbosa-Póvoa, A. P. F. (2016). Downstream oil supply chain management: A critical review and future directions. *Computers & Chemical Engineering*, 92, 78-92.
- Lin, B., & Raza, M. Y. (2020). Analysis of energy security indicators and CO2 emissions. A case from a developing economy. *Energy*, 200, 117575. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117575>

Marchi, B, Zanoni, S. (2017). Supply Chain Management for Improved Energy Efficiency: Review and Opportunities. *Energies*. 10(10):1618. <https://doi.org/10.3390/en10101618>

Μαλινδρέτος, Γ (2015). Εφοδιαστική Αλυσίδα, Logistics & Εξυπηρέτηση Πελατών. Ανακτήθηκε στις 10 Σεπτεμβρίου, 2022, από: <http://www.kallipos.gr>

Μαρινάκης, Ι., & Μυγδαλάς, Α. (2008). *Σχεδιασμός και βελτιστοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας*. Εκδόσεις Σοφία, Θεσσαλονίκη.

Mentzer, J., Witt, W. D., Keebler, J., Min, S., Nix, N., Smith, D. & Zacharia, Z. (2001). DEFINING SUPPLY CHAIN MANAGEMENT. *JOURNAL OF BUSINESS LOGISTICS*, 22(2), 1-25. <https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2001.tb00001.x>

Mohamed, N., Al-Jaroodi, J., & Lazarova-Molnar, S. (2019). Leveraging the capabilities of industry 4.0 for improving energy efficiency in smart factories. *Ieee Access*, 7, 18008-18020. DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2897045

Ng, T. C., & Ghobakhloo, M. (2020). Energy sustainability and industry 4.0, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 463, 012090. DOI:10.1088/1755-1315/463/1/012090

Oláh, J., Aburumman, N., Popp, J., Khan, M. A., Haddad, H., & Kitukutha, N. (2020). Impact of Industry 4.0 on environmental sustainability. *Sustainability*, 12(11), 4674. <https://doi.org/10.3390/su12114674>

Paramati, S. R., Shahzad, U., & Doğan, B. (2022). The role of environmental technology for energy demand and energy efficiency: Evidence from OECD countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 153, 111735. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111735>

Pienaar, W. (2009). *Introduction to Business Logistics*. Southern Africa: Oxford University.

Rokicki, T., Jadczak, R., Kucharski, A., Bórawski, P., Beldycka-Bórawska, A., Szeberényi, A., & Perkowska, A. (2022). Changes in Energy Consumption and Energy Intensity in EU Countries as a Result of the COVID-19 Pandemic by Sector and Area Economy. *Energies*, 15(17), 6243. <https://doi.org/10.3390/en15176243>

Scharl, S., & Praktiknjo, A. (2019). The role of a digital industry 4.0 in a renewable energy system. *International journal of energy research*, 43(8), 3891-3904. <https://doi.org/10.1002/er.4462>

Thurber, M. (2018, September 4). GAS-TO-POWER VALUE CHAIN. Retrieved from <https://www.energyforgrowth.org/memo/gas-to-power-value-chain/>

Ιστοσελίδες

Commission. Gas supply chain. Ανάκτηση από <https://www.aemc.gov.au/energy-system/gas/gas-supply-chain>.

Φυσικό αέριο. (χ.χ.). Ανάκτηση από Βικιπαίδεια:

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%C

E%B1%CE%AD%CF%81%CE%B9%CE%BF#%CE%95%CE%BE%CE%B1%CE
%B3%CF%89%C

E%B3%CE%AE_%CE%BA%CE%B1%CE%B9_%CE%BC%CE%B5%CF%84%C
E%B1%CF%86% CE%BF%CF%81%CE%AC

http://www.adlittle.be/insights/studies/pdf/european_supply_chain_survey.pdf.

<https://www.ipcc.ch/sr15/>

Statista, Global industrial energy consumption 2020-2050, by source. Retrieved from:

<https://www.statista.com/statistics/263471/industrial-energy-consumption-worldwide/>

<https://www.api.org/news-policy-and-issues/hurricane-information/oil-natural-gas-supply-chains>