

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ (ΔΠΜΣ)

Οργάνωση και Διοίκηση για Μηχανικούς

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Διοίκηση έργου και διαχείριση κινδύνου στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας:
Η περίπτωση των φωτοβολταϊκών πάρκων στην Κρήτη

ΖΑΧΑΡΙΑΔΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ
ΜΟ58

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Δρ. Μαρκάκη Μαρία

Ηράκλειο, Φεβρουάριος 2020

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ (ΔΠΜΣ)

Οργάνωση και Διοίκηση για Μηχανικούς

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Διοίκηση έργου και διαχείριση κινδύνου στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας:
Η περίπτωση των φωτοβολταϊκών πάρκων στην Κρήτη

ΖΑΧΑΡΙΑΔΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ
ΜΟ58

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Δρ. Μαρκάκη Μαρία

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την		
(Υπογραφή) Δρ. Μαρκάκη Μαρία	(Υπογραφή)	(Υπογραφή)

Ηράκλειο, Φεβρουάριος 2020

ΖΑΧΑΡΙΑΔΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ

Ηλεκτρολόγος Μηχανικός Τεχνολογικής Εκπαίδευσης,
Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο
© 2020 – All rights reserved

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια κα Μαρκάκη Μαρία, για την πολύτιμη βοήθεια της, την αποτελεσματική και ουσιαστική καθοδήγηση της, και την άριστη συνεργασία στο πλαίσιο της εκπόνησης της μεταπτυχιακής εργασίας.

Επίσης ευχαριστίες απευθύνω στον κο Βισκαδούρο Γεώργιο για την πολύτιμη βοήθεια του στην συλλογή των δεδομένων κινδύνου, στην κα Γιγαντίδου Αντιόπη, Τομεάρχη Λειτουργίας Κέντρου Ελέγχου Συστήματος Μεταφοράς Κρήτης (ΔΕΔΔΗΕ), για την ευγενική βοήθεια που μου προσέφερε κατά την διαδικασία συγκέντρωσης και επεξεργασίας του μεγάλου όγκου των πρωτογενών δεδομένων της εργασίας και συγκεκριμένα στην αποτύπωση και την καταγραφή των φωτοβολταϊκών πάρκων (Φ/Β), της Κρήτης.

Τέλος, ευχαριστώ την σύζυγό μου Μαρία Παπαδάκη και τα παιδιά μου, Γιώργο και Έλλη, για τη βοήθεια και τη υποδειγματική στήριξη που μου παρείχαν σε όλη τη διάρκεια της φοίτησής μου στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών μου.

Περίληψη

Οι σύγχρονες περιφερειακές οικονομίες καλούνται να απαντήσουν σε ένα ευρύ φάσμα προκλήσεων που σχετίζονται με την αιεφόρο (ή βιώσιμη) ανάπτυξη, δηλαδή με την ανάπτυξη η οποία ανταποκρίνεται στις ανάγκες του παρόντος χωρίς να διακυβεύεται η ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ανταποκρίνονται στις δικές τους ανάγκες. Ο περιφερειακός ενεργειακός σχεδιασμός, έχοντας ως βασικό στόχο τη διεύθυνση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ηλεκτροπαραγωγή, αναδεικνύεται ως κρίσιμο στοιχείο για την επίτευξη αιεφόρου ανάπτυξης.

Στην περιφέρεια Κρήτης, τα τελευταία έτη οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καλύπτουν περίπου το 22% της ετήσιας ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας ενώ η εγκατεστημένη ισχύς τους φτάνει τα 96 MW. Η Κρήτη έχει τον υψηλότερο μέσο ετήσιο αριθμό ωρών ηλιοφάνειας στην Ελλάδα, ο οποίος κυμαίνεται από περίπου 2700 στο βορά ως περίπου 3000 στο νότο του νησιού, ενώ το ηλιακό δυναμικό της περιφέρειας φτάνει τις 1800 kWh/m²/y, κατατάσσοντάς την στις πρώτες θέσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Στο πλαίσιο αυτό, ο ενεργειακός σχεδιασμός της περιφέρειας Κρήτης περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, την εφαρμογή ενός ολοκληρωμένου σχεδίου εγκατάστασης φωτοβολταϊκών με στόχο την προώθηση της καθαρής ενέργειας, την μείωση των αέριων ρύπων και την άμβλυνση της κλιματικής αλλαγής. Πρόκειται για έναν πολύπλοκο περιφερειακό σχεδιασμό δεδομένου ότι τα συγκεκριμένα έργα αναμένεται να έχουν μεγάλη χωρική εξάπλωση και στην κατασκευή τους πρέπει να ληφθούν υπόψη πολλοί τεχνικοί, κοινωνικοί, οικονομικοί και περιβαλλοντικοί στόχοι, καθώς και οι αντίστοιχοι περιορισμοί. Η αποτελεσματικότητα του ενεργειακού σχεδιασμού για την περιφέρεια σχετίζεται με την υλοποίηση αυτών των έργων χωρίς καθυστερήσεις στο χρονοπρογραμματισμό και χωρίς υπερβάσεις στο κόστος. Ως αποτέλεσμα, δημιουργείται η αναγκαιότητα παρακολούθησης των πιθανών κινδύνων που μπορούν να εμφανιστούν στη φάση της κατασκευής φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων. Παράλληλα, δεδομένης της πολυδιάστατης φύσης του εξεταζόμενου θέματος, η δημιουργία ενός μοντέλου πολυκριτήριας ανάλυσης για την αξιολόγηση του κινδύνου ενός έργου μπορεί να δώσει κατευθυντήριες γραμμές για την επιλογή της θέσης εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών.

Στην παρούσα μελέτη προτείνεται μια μεθοδολογία αξιολόγησης κινδύνων που μπορεί να εμφανιστούν κατά την κατασκευή φωτοβολταϊκών έργων στην Περιφέρεια Κρήτης. Η μελέτη διαρθρώνεται σε τέσσερις φάσεις. Στην πρώτη φάση, με τη βοήθεια ομάδας εμπειρογνομόνων, εντοπίζονται οι πιθανοί κίνδυνοι. Στη δεύτερη φάση, οι κίνδυνοι αξιολογούνται από τους εμπειρογνώμονες, ως προς την πιθανότητα εμφάνισής τους και τις επιπτώσεις που αναμένεται να έχουν. Στην τρίτη φάση της μελέτης, εφαρμόζεται η μεθοδολογία Ανάλυση Τύπων Αστοχίας και Επιπτώσεων για την κατάταξη των κινδύνων σε κατηγορίες. Τέλος, με τη χρήση της Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασίας υπολογίζονται τα σχετικά βάρη των εξεταζόμενων κινδύνων. Τα αποτελέσματα της μελέτης δείχνουν οι κίνδυνοι πολιτικής, οικονομικής αλλά και διοικητικής φύσης θεωρούνται οι πιο κρίσιμοι για την αποτελεσματικότητα του ενεργειακού σχεδιασμού της περιφέρειας.

Λέξεις κλειδιά: Ηλιακή ενέργεια, Διαχείριση κινδύνου, Διοίκηση έργου, Μελέτη περίπτωσης, Μέθοδος Delphi, Pareto, Κίνδυνος, RFMEA, Εκθετική εξομάλυνση, AHP

Abstract

Modern regional economies are called upon responding to a wide range of challenges related to sustainable development, namely development that meets the needs of the present without jeopardizing the ability of future generations to meet their own needs. Regional energy planning, which has as its main objective the penetration of renewable energy into electricity generation, is emerging as a critical element in achieving sustainable development.

In the region of Crete, in recent years, renewable energy sources have covered about 25% of annual electricity demand while their installed capacity reaches 96 MW. Crete has the highest average annual number of sunshine hours in Greece, ranging from about 2700 north to about 3000 south of the island, while the region's solar potential reaches 1800 kWh/m²/y, ranking it first to the European Union.

In this context, the energy planning of the region of Crete includes, inter alia, the implementation of an integrated photovoltaic installation plan aimed at promoting clean energy, reducing air pollutants and mitigating climate change. This is a complex regional design as these projects are expected to have a large spatial distribution and many technical, social, economic and environmental objectives and their limitations must be taken into account in their construction. The efficiency of energy planning for the region is related to the implementation of these projects without delay in scheduling and without cost overruns. As a result, there is a need to monitor the potential risks that may arise during the construction of photovoltaic installations. At the same time, given the multidimensional nature of the subject under consideration, the creation of a multicriteria analysis model to assess the risk of a project may provide guidelines for selecting the location of photovoltaics.

The present study proposes an assessment methodology on the risks that may occur during the construction of photovoltaic projects in the Region of Crete. The study is structured in four phases. In the first phase, the potential risks are identified with the help of a team of experts. In the second phase, the risks are evaluated by experts on their likelihood of occurrence and their expected impact. In the third phase of the study, the Failure Type and Impact Analysis methodology is used to classify risks. Finally, using the Analytical Hierarchy Process, the relative weights of the risks considered are calculated. The results of the study show that the risks of a political, economic and administrative nature are considered the most critical for the efficiency of the energy planning of the region.

Keywords: Solar Energy, Risk Management, Project Management, Case Study, Delphi Method, Pareto, Risk, RFMEA, Exponential Smoothing, AHP

Πίνακας περιεχομένων

Συντομογραφίες.....	5
Πρόλογος.....	7
Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή.....	8
1.1 Γενικά.....	8
1.2 Ερευνητικό ερώτημα.....	8
1.3 Σκοπός.....	8
1.4 Δομή.....	9
Κεφάλαιο 2. Διοίκηση έργου.....	10
2.1 Γενικά.....	10
2.2 Ορισμός έργου.....	10
2.3 Διαχείριση έργων.....	11
2.4 Διαχείριση ενοποίησης έργου.....	12
2.4.1 Διεργασία διαχείρισης έργου.....	13
2.4.2 Σχέδιο διαχείρισης έργου.....	14
2.4.3 Κύκλος ζωής έργου.....	15
2.5 Διαχείριση εύρους έργου.....	19
2.6 Ανάλυση εργασιών.....	20
2.6.1 Δομή ανάλυσης εργασιών.....	20
2.6.2 Χαρακτηριστικά δραστηριότητας.....	22
2.6.3 Δομές ανάλυσης έργου.....	22
2.6.4 Πίνακας ανάθεσης εργασιών.....	23
2.6.5 Πίνακας ανάθεσης αρμοδιοτήτων.....	24
2.7 Διαχείριση χρόνου του έργου.....	25

2.7.1 Γενικά.....	25
2.7.2 Διαδικασίες διαχείρισης χρόνου.....	25
2.7.2. Ορόσημο.....	26
2.7.3. Διαγράμματα GANNT.....	26
2.7.4 Μέθοδος CPM.....	27
Κεφάλαιο 3. Διαχείριση κινδύνου	29
3.1 Γενικά	29
3.2 Ορισμός κινδύνου.....	29
3.3 Διαδικασία διαχείρισης κινδύνων	29
3.4 Διαχείριση αρνητικών κινδύνων ή απειλών	30
3.5 Διαχείριση θετικών κινδύνων ή ευκαιριών	32
3.6 Κύκλος ζωής έργου και κίνδυνοι	33
3.6 Μέθοδοι και τεχνικές εντοπισμού κινδύνων	34
3.6.1 Συνεντεύξεις.....	34
3.6.2 Καταιγισμός Ιδεών Brainstorming.....	34
3.6.3 Μέθοδος Delphi.....	35
3.6.4 Μέθοδος Ειδικών Ομάδων	35
3.6.5 Ανάλυση SWOT	35
3.6.6 Κατάλογοι κινδύνων	36
3.6.7 Δομή ανάλυσης κινδύνων.....	36
3.6.8 Τεχνικές διαγραμμάτων.....	38
3.6.9 Ανασκόπηση εγγράφων	39
3.6.10 Ανάλυση Υποθέσεων	39
3.7 Ανάλυση κινδύνων	39
3.8 Ποιοτική ανάλυση	40
3.8.1 Πίνακας κινδύνων.....	40

3.8.2 Κατάταξη κινδύνων	42
3.9 Ποσοτική ανάλυση.....	42
3.9.1 Αναμενόμενη τιμή.....	42
3.9.2 Δέντρα αποφάσεων	43
3.9.3 Προσομοίωση Monte Carlo	44
3.9.4 Ανάλυση Ευαισθησίας.....	44
3.9.5 Μέθοδος PERT	45
3.9.6 Μέθοδος FMEA.....	47
3.9.7 Τεχνική RFMEA	47
3.10. Εκθετική εξομάλυνση (Exponential Smoothing)	49
3.11 Μέθοδος Αναλυτικής Ιεράρχησης (Μέθοδος ΑHP).....	50
3.12 Σχετική έρευνα και εντοπισμός κινδύνων.....	53
3.13 Συμπεράσματα	57
Κεφάλαιο 4. Φωτοβολταϊκά πάρκα στην Κρήτη.....	59
4.1 Γενικά	59
4.2. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ).....	59
4.3 Η ανάπτυξη των ΑΠΕ διεθνώς.....	66
4.4 Η ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Ευρώπη	67
4.5 Η ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Ελλάδα.....	69
4.5.1 Γενικά.....	69
4.5.2 Νομοθετικό πλαίσιο ΑΠΕ.....	70
4.5.3 Στατιστικά στοιχεία ηλεκτροπαραγωγής	71
4.5.4 Χάρτες ηλιακών πόρων της Ελλάδας	73
4.5.5 Ηλιακή ενέργεια.....	75
4.5.6 Συμπαγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ).....	81

4.5.6 Ενεργειακός συμψηφισμός (Net-Metering)	83
4.5.6 Ενεργειακή απόδοση φωτοβολταϊκών	86
4.7 Η ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Κρήτη	87
4.7.1 Περιγραφή της περιοχής μελέτης	87
4.7.2 Γεωγραφική κατανομή των ωρών της ηλιοφάνειας	89
4.7.3 Ετήσια ηλιακή ακτινοβολία	90
4.8 Καταγραφή φωτοβολταϊκών πάρκων	92
4.9 Δυναμικό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας....	95
4.10 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Κρήτη	96
Κεφάλαιο 5. Αποτελέσματα	100
5.1 Γενικά	100
5.2 Εντοπισμός των κινδύνων	100
5.3 Ερευνητικά εργαλεία	100
5.4 Παρουσίαση αποτελεσμάτων	101
5.6 Εκθετική εξομάλυνση.....	112
5.5 Μέθοδος ΑΗΡ.....	112
5.6 Αντιμετώπιση Κινδύνων	114
5.7 Παρακολούθηση κινδύνων	121
Κεφάλαιο 6. Συμπεράσματα.....	122
Παράρτημα Α.....	124
Παράρτημα Β.....	125
Παράρτημα Γ	134
Παράρτημα Δ.....	135
Βιβλιογραφία.....	140

Συντομογραφίες

ΕΕ	:	Ευρωπαϊκή Ένωση
FMEA	:	Failure Mode And Effects Analysis
RFMEA	:	Risk Failure Mode and Effects Analysis
ΑΠΕ	:	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
PMI	:	Project Management Institute
PMBOK	:	Project Management Body of Knowledge
PMP	:	Project Management Plan
CPM	:	Critical Path Method
PERT	:	Performance Evaluation and Review Technique
RAM	:	Responsibility Assignment Matrix
RACI	:	Responsible, Accountable, Consult, and Inform chart
CSM	:	Crawford Slip Method
RBS	:	Risk Breakdown Structure
GERT	:	Graphical Evaluation and Review Technique
VERT	:	Venture Evaluation and Review Technique

FMEA	:	Failure Mode Effect Analysis
RPN	:	Risk Priority Number
AHP	:	Analytic Hierarchy Process
ΡΑΕ	:	Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας
ΑΔΜΗΕ	:	Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΕΜΥ	:	Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία
GHG	:	Greenhouse gas
IENE	:	Institute of Energy of Northeastern Europe
RES	:	Renewable energy sources
PV	:	PhotoVoltaic
ΔΕΔΔΗΕ	:	Διαχειριστής του Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας

Πρόλογος

Η ανάπτυξη της ηλιακής ενέργειας στην Ελλάδα αυξάνεται την τελευταία δεκαετία, με στόχο την εκμετάλλευση των εξαιρετικών ηλιακών πόρων της χώρας. Αν και η εμπειρία των προγραμματιστών των έργων, στην ηλιακή βιομηχανία έχει επεκταθεί, στα έργα ηλιακής ενέργειας υπάρχουν πάντα κίνδυνοι, οι οποίοι ενδέχεται να έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην αποτελέσματα του σχεδίου. Στη συνέχεια, το ερώτημα που δημιουργείται είναι «ποιοι είναι αυτοί οι κίνδυνοι, και πώς μπορούν να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά;».

Αυτή η εργασία αποσκοπεί στον εντοπισμό των κινδύνων αυτών, ειδικά για τον Ελληνικό τομέα ηλιακής ενέργειας, να παρουσιαστούν τα αποτελέσματα μίας ποσοτικής ανάλυσης κινδύνου και να προτείνει στρατηγικές αντιμετώπισης κινδύνων για καθένα από τα κινδύνους. Για το σκοπό αυτό θα εφαρμοστεί μια μελέτη περίπτωσης στην περιοχή της Κρήτης.

Τα δεδομένα κινδύνου θα συλλεχθούν από εμπειρογνώμονες, οι οποίοι επελέγησαν για να αναγνωρίσουν και να ποσοτικοποιήσουν τους δυνητικούς κινδύνους. Οι μεθοδολογίες που θα χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων είναι: Μέθοδος Delphi, η τεχνική RFMEA, η μεθοδολογία Pareto, η εκθετική εξομάλυνση των δεδομένων και η μέθοδος AHP. Τα αποτελέσματα της έρευνας θα μας δείξουν τους κινδύνους που πρέπει να εξεταστούν κατά την ανάπτυξη ενός έργου ηλιακής ενέργειας στην Ελλάδα, και επίσης θα παρουσιαστεί η κατάταξή τους κατά προτεραιότητα, βάσει των αξιολογήσεων κάθε κινδύνου, την πιθανότητα, τον αντίκτυπο και τους παράγοντες ανίχνευσης.

Τα αποτελέσματα της μελέτης δείχνουν οι κίνδυνοι πολιτικής, οικονομικής αλλά και διοικητικής φύσης θεωρούνται οι πιο κρίσιμοι για την αποτελεσματικότητα του ενεργειακού σχεδιασμού της περιφέρειας.

Λέξεις κλειδιά: Ηλιακή ενέργεια, Διαχείριση κινδύνου, Διαχείριση έργου, Μέθοδος Delphi, RFMEA, Pareto, Εκθετική εξομάλυνση, AHP

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

1.1 Γενικά

Είναι λιγότερο από είκοσι (20) χρόνια από τότε που ο ελληνικός τομέας ηλιακής ενέργειας έχει σημαντική ανάπτυξη και αύξηση της διείσδυσής του στην ηλεκτρική ενέργεια που βασίζεται στο λιγνίτη. Οι κυβερνήσεις μαζί με την ΕΕ καθόρισαν τους εθνικούς στόχους, στρατηγικές και το απαιτούμενο νομοθετικό πλαίσιο για την ανάπτυξη της ηλιακής ενέργειας με στόχο την αξιοποίηση των ηλιακών πόρων της χώρας. Όντας μία από τις πιο ελκυστικές περιοχές στην Ευρώπη, η Ελλάδα προσελκύει εγχώριους και ξένους επενδυτές που ενδιαφέρονται για την παραγωγή ηλιακής ενέργειας. Η ανάπτυξη του έργου ηλιακής ενέργειας απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό και εκτέλεση σε κάθε βήμα της διαδικασίας, λόγω των κινδύνων που υπάρχουν.

Το σύνολο και η φύση των κινδύνων είναι μοναδικά για καθένα έργο, όπως και οι κίνδυνοι που επηρεάζουν την ανάπτυξη του έργου ηλιακής ενέργειας στην Ελλάδα.

1.2 Ερευνητικό ερώτημα

Ποιοι είναι οι κύριοι κίνδυνοι που υπάρχουν σήμερα για την ανάπτυξη ενός έργου ηλιακής ενέργειας στην Ελλάδα και πώς αυτοί μπορούν να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά;

1.3 Σκοπός

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι καταγραφή των φωτοβολταϊκών πάρκων (Φ/Β) στην Κρήτη καθώς και η διερεύνηση αλλά και ο προσδιορισμός των δυνητικών κινδύνων που μπορούν να αποτελέσουν απειλή για τα έργα ηλιακής ενέργειας στην Ελλάδα. Να αναλύσει καθέναν από τους κινδύνους και να προτείνει αποτελεσματικές στρατηγικές αντιμετώπισης των κινδύνων. Παρ' όλα αυτά, η εργασία δεν αποσκοπεί στην ανάλυση όλων των κινδύνων που πιθανόν να υπάρχουν στην ανάπτυξη κάθε έργου ηλιακής ενέργειας στην Ελλάδα ούτε στην παροχή αυστηρών οδηγιών για τον σχεδιασμό αντιμετώπισης των κινδύνων. Αντίθετα, σκοπεύει να μελετήσει μία περιοχή για τον ελληνικό τομέα ηλιακής ενέργειας, την περιοχή της Κρήτης.

Τέλος, η έρευνα αυτή είναι ευαίσθητη στο χρόνο, δηλαδή ασχολείται μόνο την τρέχουσα κατάσταση του ελληνικού τομέα ηλιακής ενέργειας, πράγμα που σημαίνει ότι τα αποτελέσματα θα διαφέρουν εάν η ίδια έρευνα είχε διεξαχθεί πριν από μερικά χρόνια ή, πιθανόν, σε λίγα χρόνια από τώρα.

1.4 Δομή

Το Κεφάλαιο 2, παρέχει μια επισκόπηση για το πεδίο της διοίκησης του έργου, με σκοπό να δώσει ορισμούς και να περιγράψει τους στόχους της διοίκησης του έργου.

Στο Κεφάλαιο 3, περιγράφεται λεπτομερώς η διαχείριση κινδύνου, η οποία αποτελεί μία από τις βασικές διαδικασίες διαχείρισης έργων και σχετίζεται άμεσα με το θέμα αυτής της εργασίας. Η διαχείριση κινδύνων επικεντρώνεται στην αβεβαιότητα που υπάρχει σε ένα έργο και στον προγραμματισμό ενεργειών για την πρόληψη πιθανών απειλών. Σε αυτήν την ενότητα θα δοθούν ορισμοί και θα γίνει αναφορά στις μεθοδολογίες διαχείρισης κινδύνου στην διοίκηση έργου. Επίσης δίνεται η βιβλιογραφική επισκόπηση, όπου εξετάζονται και εξηγούνται διάφορα θέματα που σχετίζονται με το θέμα της εργασίας.

Το Κεφάλαιο 4, αποτυπώνεται τόσο η εξέλιξη της ανάπτυξης των ΑΠΕ σε διεθνές, ευρωπαϊκό και ελληνικό επίπεδο, όσο και για την περιοχή μελέτης της παρούσας εργασίας, την Κρήτη.

Στο Κεφάλαιο 5, παρέχετε η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται σε αυτή τη εργασία για να εξαγάγει τα αποτελέσματα που απαιτούνται για την απάντηση στην ερευνητική ερώτηση. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με τα αποτελέσματα που περιλαμβάνουν τον προσδιορισμό του κινδύνου, την ποσοτική ανάλυση, την κατηγοριοποίηση και τον προγραμματισμό της αντίδρασης, όπως προκύπτουν από την εφαρμογή της ερευνητικής μεθοδολογίας.

Τέλος, στο Κεφάλαιο 6, καταρτίζονται και παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της εργασίας με βάση το ερευνητικό θέμα, τη μεθοδολογία που εφαρμόστηκε και την ανάλυση των αποτελεσμάτων.

Κεφάλαιο 2. Διοίκηση έργου

2.1 Γενικά

Σε αυτή την ενότητα, παρέχεται μια επισκόπηση για το πεδίο της διοίκησης του έργου, με σκοπό να δώσει ορισμούς και να περιγράψει τους στόχους της διοίκησης του έργου.

2.2 Ορισμός έργου

Είναι σημαντικό να καθοριστεί σαφώς τι είναι ένα έργο και τα χαρακτηριστικά του, προκειμένου να κατανοηθεί η διαχείριση του έργου.

Ένα έργο ορίζεται ως «Ο σχεδιασμός, η παρακολούθηση και ο έλεγχος όλων των πτυχών ενός έργου και η παρακίνηση όλων όσων εμπλέκονται σε αυτό, προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι του έργου μέσα στα συμφωνημένα κριτήρια χρόνου, κόστους και απόδοσης» (Burke, 2003:7).

Σύμφωνα με το PMBOK (2013:3), έργο είναι «Μια προσωρινή προσπάθεια που αναλαμβάνεται για τη δημιουργία ενός μοναδικού προϊόντος, υπηρεσίας ή αποτελέσματος».

Ένα έργο πρέπει να πληροί τα παρακάτω κριτήρια:

- ❖ Έχει έναν συγκεκριμένο στόχο να ολοκληρωθεί.
- ❖ Είναι χρονικά περιορισμένο, με καθορισμένες ημερομηνίες έναρξης και λήξης.
- ❖ Έχει έναν συγκεκριμένο προϋπολογισμό.
- ❖ Έχει προσωρινές και μοναδικές ρυθμίσεις εργασίας.

Εάν ένα από αυτά τα κριτήρια δεν πληρείται, τότε μια εργασία δεν θεωρείται έργο (Tonquist, 2009).

Ένας στενός ορισμός δίνεται από τον Πολύζο (2011:23), ως «Έργο είναι ένα σύνολο αλληλένδετων ενεργειών ή δραστηριοτήτων οι οποίες εκτελούνται με συγκεκριμένη σειρά και αποβλέπουν στην επίτευξη ενός συγκεκριμένου σκοπού».

Όπως αναφέρει ο Πολύζος (2011), τα βασικά χαρακτηριστικά ενός έργου είναι:

- ❖ Έχει αρχή και τέλος και αποβλέπει στην επίτευξη ενός σκοπού.

- ❖ Ο κύκλος ζωής του, δηλαδή η χρονική διάρκεια από την αρχή μέχρι το τέλος του έργου που περιλαμβάνει διακριτές φάσεις.
- ❖ Η ολοκλήρωση ενός έργου απαιτεί την ανάλωση χρόνου, χρήματος και πόρων.
- ❖ Περιέχει στοιχεία επιχειρηματικού κινδύνου.
- ❖ Η μοναδικότητα. Κάθε έργο είναι μοναδικό με την έννοια ότι δεν επαναλαμβάνεται ποτέ ακριβώς το ίδιο.
- ❖ Διαθέτει οικονομικό προϋπολογισμό.
- ❖ Ικανοποιεί συγκεκριμένες προδιαγραφές.

2.3 Διαχείριση έργων

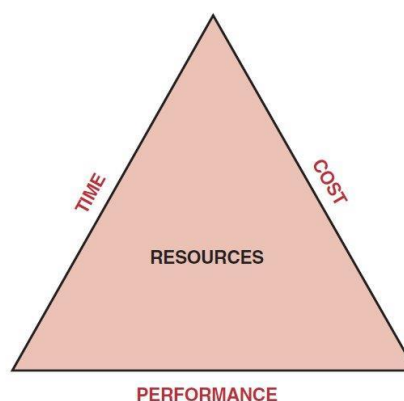
Κατά το PMBOK (2013), η διαχείριση έργων είναι η εφαρμογή των γνώσεων (knowledge), δεξιοτήτων (skills), εργαλείων (tools) και τεχνικών (techniques) στις δραστηριότητες του έργου, με στόχο τουλάχιστον την ικανοποίηση των αναγκών και των προσδοκιών του πελάτη σχετικά με το έργο.

Σύμφωνα με τον Kerzner (2009), η διαχείριση του έργου μπορεί να οριστεί ως η διαδικασία επίτευξης των στόχων του έργου και περιλαμβάνει τον προγραμματισμό, την οργάνωση, την καθοδήγηση και τον έλεγχο των πόρων για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων σε περιορισμένο χρονικό διάστημα.

Συνήθως, οι περιορισμοί οι οποίοι τίθενται από τον ιδιοκτήτη του έργου αφορούν

- ❖ Τον χρόνο.
- ❖ Το κόστος.
- ❖ Την ποιότητα.

Η ικανοποίηση των τριών (3) περιορισμών, όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω Σχήμα 2.1, αποτελούν και κριτήρια αξιολόγησης της επιτυχούς κατασκευής ενός έργου.



Σχήμα 2.1 Σχήμα τριγώνου ισορροπίας

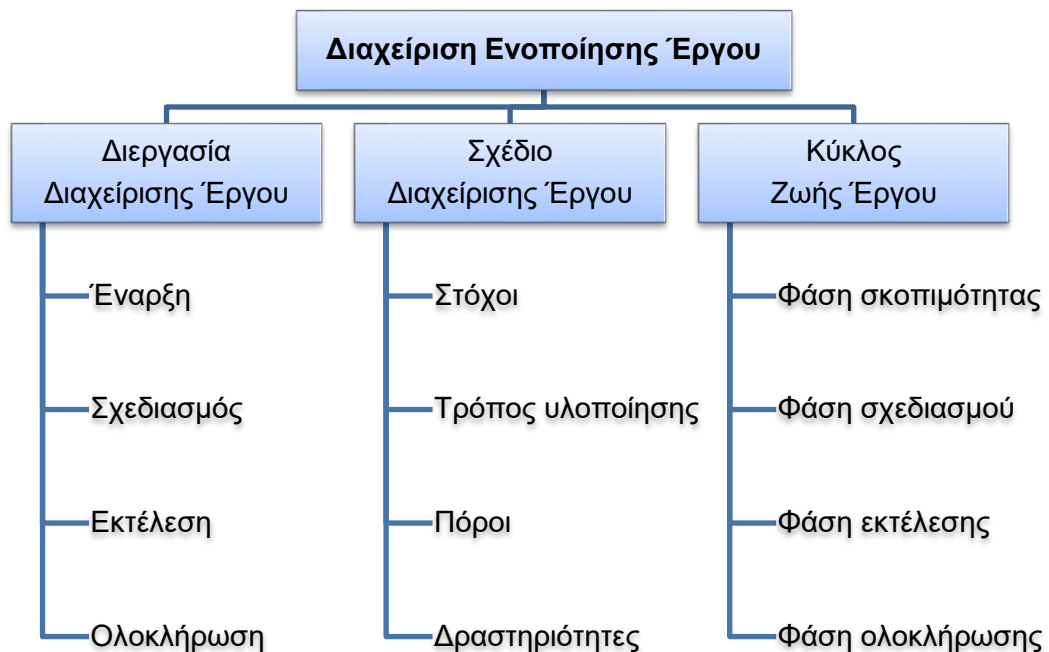
Πηγή: Kerzner, (2003)

Κάθε έργο επιδιώκεται να εκτελεστεί με το μικρότερο δυνατό κόστος, στον συντομότερο χρόνο και με την καλύτερη δυνατή ποιότητα (Πολύζος, 2011).

Κατά συνέπεια, η διαχείριση των μεταβλητών εκείνων που επηρεάζουν τους παραπάνω περιορισμούς, αποτελεί και το βασικό αντικείμενο εργασίας της Διοίκησης Έργων.

2.4 Διαχείριση ενοποίησης έργου

Σύμφωνα με τον Burke (2014), η διαχείριση ενοποίησης έργου αναπτύχθηκε ως μία βασική γνωστική περιοχή η οποία συνδυάζει και ενοποιεί όλες τις πτυχές του έργου. Το παρακάτω Σχήμα 2.2,



Σχήμα 2.2 Διαχείριση ενοποίησης έργου

Πηγή: Burke, (2014)

δείχνει τον τρόπο με τον οποίο συνεργάζονται μεταξύ τους οι βασικές συνιστώσες του συστήματος διαχείρισης έργου (διεργασίες, σχέδια και φάσεις) ώστε να συνδυάζουν και να ενοποιούν το αντικείμενο του έργου. Αυτοί οι τρεις (3) όροι ονομάζονται 3P (**P**rocess-**P**lan-**P**hase).

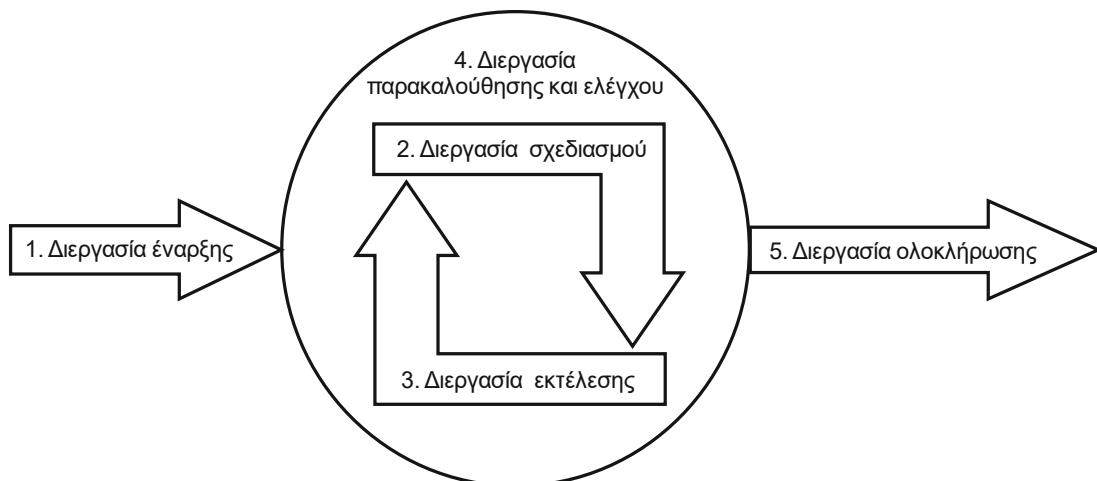
Ειδικότερα:

- ❖ Διεργασία διαχείρισης έργου | Παρουσιάζει τις βασικές διεργασίες διαχείρισης έργου της έναρξης, του σχεδιασμού, της εκτέλεσης και της ολοκλήρωσης ενός έργου.

- ❖ Σχέδιο διαχείρισης έργου | Παρουσιάζει όλα τα σχέδια του έργου τα οποία συνδυάζονται, ώστε να διαμορφώσουν το σχέδιο βάσης αναφοράς (baseline plan) που χρησιμοποιείται για τον σχεδιασμό και τον έλεγχο της απόδοσης του έργου.
- ❖ Κύκλος ζωής έργου | Παρουσιάζει τις φάσεις, τις μεθοδολογίες και τα συστήματα του έργου τα οποία δίνουν στους διευθυντές έργου τη δυνατότητα να υλοποιήσουν την εταιρική στρατηγική.

2.4.1 Διεργασία διαχείρισης έργου

Το PMBOK (2013) διατυπώνει ότι η διεργασία διαχείρισης έργου επιτυγχάνεται μέσω διεργασιών, τις οποίες ορίζει ως ένα σύνολο αλληλοσχετιζόμενων ενεργειών και δραστηριοτήτων οι οποίες εκτελούνται με σκοπό την επίτευξη ενός προκαθορισμένου συνόλου στόχων, αποτελεσμάτων ή υπηρεσιών.



Σχήμα 2.3 Διεργασίες διαχείρισης έργου

Πηγή: Burke, (2014)

Οι διεργασίες αυτές απεικονίζονται στο παραπάνω Σχήμα 2.3. Ειδικότερα:

- ❖ Διεργασία έναρξης | Σηματοδοτεί την έναρξη του έργου και συνήθως περιλαμβάνει το:
 - Καταστατικό του έργου – Το καταστατικό του έργου, σηματοδοτεί επίσημα την έναρξη του έργου (Burke, 2014). Η ανάγκη την οποία θα καλύπτει το έργο θα είναι είτε εσωτερική μέσα στην εταιρεία ή κάποιου χορηγού, εναλλακτικά των πελατών κάποιου χορηγού. Αυτό το οποίο θέλει ένας χορηγός περιγράφεται στο καταστατικό του έργου. Εδώ διευκρινίζεται το υπόβαθρο, ο στόχος, ο σκοπός, καθώς επίσης γράφεται ξεκάθαρα ποιος είναι ο χορηγός και ποιος ο πελάτης και τότε πρέπει να εκτελεστεί το έργο. Δεν είναι ασυνήθιστο να διευκρινίζεται και πόσα χρήματα θα διατεθούν εφόσον πρόκειται για εσωτερικό έργο (Tonquist, 2009).

- Μελέτη σκοπιμότητας – Οι Hofstrand και Holz-Clause (2009), αναφέρουν ότι μια μελέτη σκοπιμότητας είναι μια ανάλυση της βιωσιμότητας μιας ιδέας. Η μελέτη σκοπιμότητας επικεντρώνεται στην απάντηση στο βασικό ερώτημα «πρέπει να προχωρήσουμε με την προτεινόμενη ιδέα του έργου;» Όλες οι δραστηριότητες της μελέτης σκοπιμότητας έχουν ως στόχο να βοηθήσουν στην απάντηση σε αυτή την ερώτηση.
- Ανάλυση ενδιαφερόμενων μερών – Σύμφωνα με το Tonquist (2009), τα ενδιαφερόμενα μέρη είναι τα άτομα που επηρεάζονται ή επηρεάζουν με κάποιον τρόπο από/το έργο. Ορισμένα ενδιαφερόμενα μέρη ανήκουν και στις δύο κατηγορίες. Η αναγνώριση των διαφόρων ενδιαφερόμενων μερών του σχεδίου και οι αντίστοιχες προσδοκίες τους είναι ζωτικής σημασίας για την επιβίωση του υπεύθυνου του έργου.
- ❖ Διεργασία σχεδιασμού | Επιλέγεται και αναπτύσσεται η καλύτερη ακολουθία ενεργειών προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι του έργου. Σε αυτήν την φάση συνήθως υλοποιείται το σχέδιο διαχείρισης έργου.
- ❖ Διεργασία εκτέλεσης | Συγκεντρώνει, καθοδηγεί και συντονίζει τους ανθρώπους και τους πόρους για την επίτευξη του σχεδίου διαχείρισης έργου.
- ❖ Διεργασία παρακολούθησης και ελέγχου | Υλοποιείται τακτική παρακολούθηση και μέτρηση προόδου του έργου. Σε αυτήν την διεργασία εντοπίζονται τυχόν αποκλίσεις ώστε να ληφθούν διορθωτικές ενέργειες.
- ❖ Διεργασία ολοκλήρωσης | Περιλαμβάνει τις διαδικασίες που απαιτούνται ώστε να είναι δυνατή η επιβεβαίωση ότι το έργο ακολουθεί τους προκαθορισμένους στόχους, όπως αυτοί περιγράφονται στο σχέδιο διαχείρισης έργου. Το έργο παραδίνεται στον πελάτη ενώ η φάση αυτή συνοδεύεται από μία έκθεση ολοκλήρωσης.

2.4.2 Σχέδιο διαχείρισης έργου

Το PMBOK (2013), αναφέρει ότι η ανάπτυξη σχεδίου διαχείρισης έργου (PMP), είναι η διαδικασία καθορισμού, προετοιμασίας και συντονισμού όλων των επικουρικών σχεδίων και ενσωμάτωσής τους σε ένα ολοκληρωμένο σχέδιο διαχείρισης έργων. Ειδικότερα είναι το έγγραφο που περιγράφει τον τρόπο εκτέλεσης, παρακολούθησης και ελέγχου του έργου. Το βασικό όφελος είναι ένα κεντρικό έγγραφο που καθορίζει τη βάση όλων των εργασιών του έργου.

Ο σκοπός ενός τέτοιου εγγράφου είναι να παράσχει μια περιεκτική βάση για το τι πρέπει να επιτευχθεί με το έργο, για το πώς πρέπει να επιτευχθεί, για το ποιος θα συμμετάσχει, για τον τρόπο με τον οποίο θα αναφέρεται και θα μετριέται και τον τρόπο με τον οποίο θα διαβιβαστούν οι πληροφορίες.

Είναι το έγγραφο που θα πρέπει να χρησιμοποιείται ως σημείο αναφοράς καθ' όλη τη διάρκεια του έργου για να διασφαλιστεί ότι η διαχείριση του έργου πραγματοποιείται με συνέπεια και σε συμφωνία με την πολιτική και τις διαδικασίες.

Παρόλο που το PMP αναπτύσσεται ως μέρος της έναρξης και ορισμού του έργου, θα πρέπει να είναι ένα «ζωντανό» έγγραφο που εξελίσσεται καθώς το έργο εξελίσσεται και ενημερώνεται με τις πιο πρόσφατες σχετικές πληροφορίες, όπως απαιτείται.

2.4.3 Κύκλος ζωής έργου

Σε προηγούμενη ενότητα αναφέρθηκε ότι κάθε έργο αποτελείται από μία αρχή και ένα σαφώς καθορισμένο τέλος. Εάν σε αυτά προστεθούν και οι ενδιάμεσες φάσεις, τότε προκύπτει ο κύκλος του έργου. Σε κάθε περίπτωση καμία από τις φάσεις δεν είναι ανεξάρτητη των υπολοίπων καθώς η κάθε μία φάση αποτελεί είτε είσοδο είτε έξοδο μίας άλλης φάσης τόσο σε οργανωτικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο αποτελεσμάτων (Llewellyn, 2008).

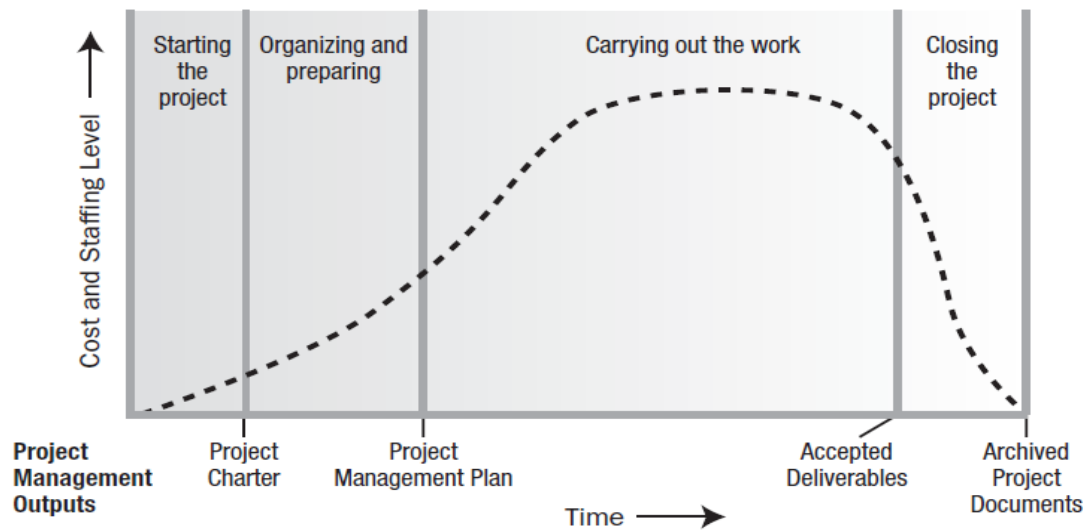
Οι τέσσερις (4) τυπικές φάσεις υλοποίησης ενός έργου (Κηρυτόπουλος, 2006) περιγράφονται στον παρακάτω Πίνακα 2.1:

Πίνακας 2.1 Φάσεις έργου και διαχείριση κινδύνων

Αρχική	Σύλληψη Μελέτη σκοπιμότητας	←	Υπολογισμός του επιχειρηματικού κινδύνου
Σχεδιασμού	Καθορισμός στόχων Σχεδιασμός Κατανομή πόρων	←	Εντοπισμός, ανάλυση, αντιμετώπιση κινδύνων
Εκτέλεσης	Ανάπτυξη Έλεγχος	←	Παρακολούθηση και έλεγχος κινδύνων
Λήξης	Παράδοση Ανασκόπηση	←	Δέσμευση γνώσης από εμπειρία

Πηγή: Κηρυτόπουλος, (2006)

Τα έργα ποικίλλουν σε μέγεθος και πολυπλοκότητα. Σύμφωνα με το PMBOK (2013), όλα τα έργα μπορούν να αντιστοιχιστούν στην ακόλουθη γενική δομή κύκλου ζωής έργου, του Σχήματος 2.5:



Σχήμα 2.5 Γενική δομή κύκλου ζωής έργου

Πηγή: PMBOK, (2013)

Σύμφωνα με τον Burke (2014),

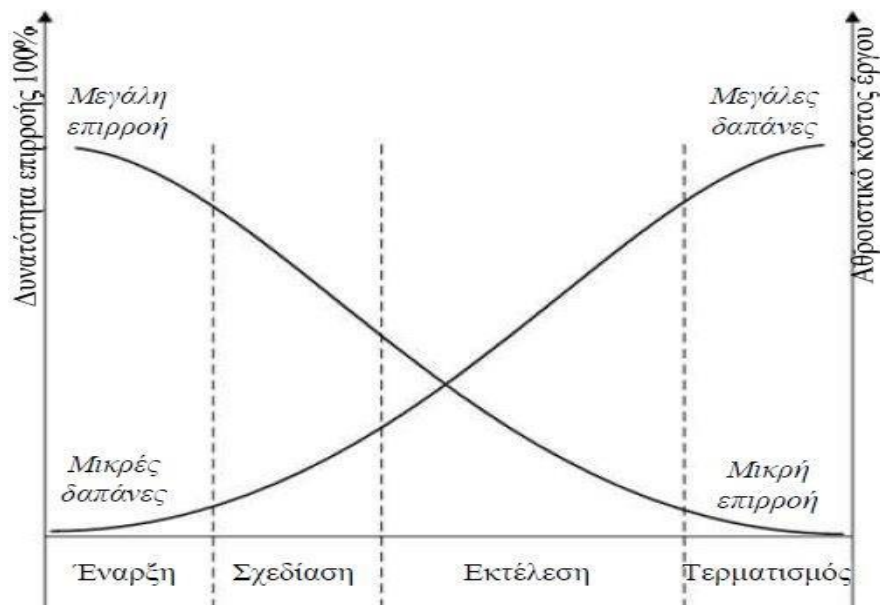
- ❖ Αρχική φάση | Ξεκινά το έργο προσδιορίζοντας μία ανάγκη ή μία ευκαιρία για το προϊόν, την εγκατάσταση ή την υπηρεσία. Από αυτή την φάση περνούν όλα τα έργα, τόσο αυτά που θα υλοποιηθούν όσο και αυτά που θα απορριφθούν από την διοίκηση του οργανισμού.
Η έναρξη του έργου επισημοποιείται με τη σύνταξη του καταστατικού του έργου, το οποίο δίνει στο έργο μία ταυτότητα ενώ σε αυτό το στάδιο εξετάζονται και δοκιμάζονται νέες ιδέες και επιλογές (μελέτη σκοπιμότητας και μέθοδος κατασκευής) για να διασφαλιστεί η δυνατότητα παραγωγής του προϊόντος και ότι το έργο θα εκμεταλλεύεται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τα κεφάλαια και τους πόρους της εταιρείας. Αποτέλεσμα είναι η επίγνωση των κινδύνων και των ευκαιριών που μπορεί να δημιουργήσει το έργο.
- ❖ Φάση της σχεδίασης | Απελευθερώνεται ένα πρώτο ποσό για την παραγωγή των αναλυτικών σχεδίων και των προδιαγραφών του έργου και για την ανάπτυξη λεπτομερών εγγράφων για το αντικείμενο του έργου και των σχεδιασμό του.
Ειδικότερα καθορίζονται οι απαιτήσεις σε ανθρώπινο δυναμικό και γενικότερα σε πόρους που απαιτούνται για την υλοποίηση του έργου οι οποίοι μπορεί να είναι για παράδειγμα τεχνολογικοί πόροι (π.χ. μηχανήματα) ενώ καταρτίζεται ο προϋπολογισμός του έργου και το αντίστοιχο χρονοδιάγραμμα. Η διαπραγμάτευση για υλικά με μεγάλο χρόνο παράδοσης και για συμφωνίες ξεκινά σε αυτήν την φάση. Όλα αυτά καταλήγουν στο σχέδιο διαχείρισης έργου.
- ❖ Φάση της εκτέλεσης | Παραχωρείται ένα ποσό για την υλοποίηση του σχεδίου διαχείρισης του έργου ενώ είναι η μεγαλύτερη σε όρους επίπεδου προσπάθειας και δαπανών αλλά γενικά αυτή η φάση θα πρέπει απλώς να υλοποιεί το έργο σύμφωνα με το σχέδιο διαχείρισης έργου και το αναλυτικό σχέδιο της φάσης σχεδίασης. Σε αυτήν την φάση του έργου υλοποιείται με ταυτόχρονη

ανατροφοδότηση και ενδεχόμενη αναπροσαρμογή των σχεδιασμών ανάλογα με τα ζητήματα που προκύπτουν κατά την πρόοδο των εργασιών.

- ❖ Φάση της λήξης | Το έργο έχει υλοποιηθεί ή κατασκευαστεί σύμφωνα με το σχέδιο διαχείρισης έργου. Σε αυτήν την φάση εφαρμόζονται τεχνικές επιθεώρησης και δοκιμών. Σε αυτήν την φάση περιλαμβάνεται εκπαίδευση του προσωπικού. Μετά την αποδοχή από τον πελάτη, το έργο τερματίζεται και συντάσσεται μια έκθεση ολοκλήρωσης.

Η γενική δομή του κύκλου ζωής εμφανίζει γενικά τα ακόλουθα χαρακτηριστικά, όπως φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα 2.6:

- ❖ Το κόστος και η στελέχωση είναι χαμηλά κατά την εκκίνηση, μειώνονται καθώς πραγματοποιείται η εργασία και πέφτουν γρήγορα καθώς το έργο καταλήγει στο κλείσιμο.
- ❖ Η τυπική καμπύλη κόστους και στελέχωσης μπορεί να μην ισχύει για όλα τα έργα. Ένα έργο μπορεί να απαιτήσει σημαντικές δαπάνες για την εξασφάλιση των απαραίτητων πόρων κατά την έναρξη του κύκλου ζωής του ή να είναι πλήρως στελεχωμένο από ένα σημείο πολύ νωρίς στον κύκλο ζωής του.
- ❖ Ο κίνδυνος και η αβεβαιότητα είναι μεγαλύτεροι κατά την έναρξη του έργου. Αυτοί οι παράγοντες μειώνονται καθ' όλη τη διάρκεια του έργου καθώς οι αποφάσεις λαμβάνονται και τα παραδοτέα γίνονται αποδεκτά.
- ❖ Η ικανότητα επηρεασμού των τελικών χαρακτηριστικών του προϊόντος του έργου, χωρίς σημαντική επίπτωση στο κόστος, είναι υψηλότερη στην αρχή του έργου και μειώνεται καθώς το έργο εξελίσσεται προς ολοκλήρωση.



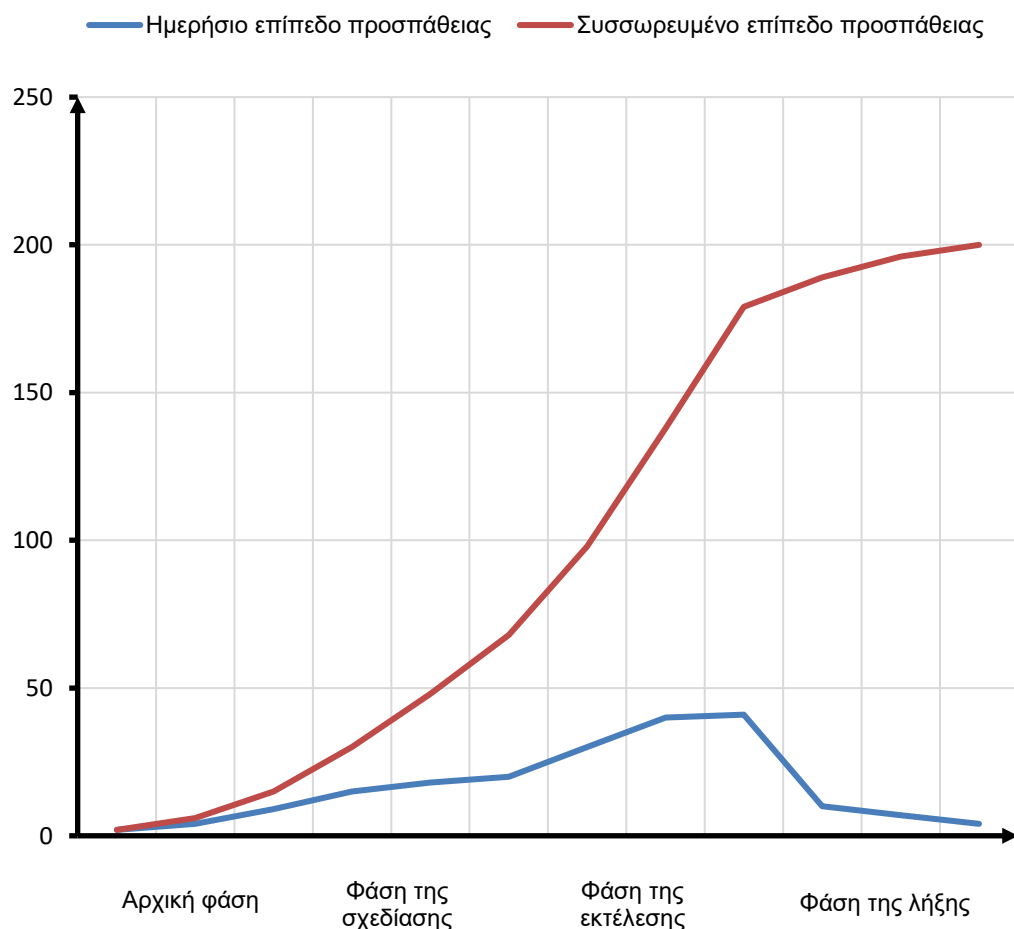
Σχήμα 2.6 Διακύμανση επιρροής των παραγόντων παραγωγής

Πηγή: Πολύζος, (2004)

Αν και τα παραπάνω χαρακτηριστικά παραμένουν σε κάποιο βαθμό σε όλους σχεδόν τους κύκλους ζωής του έργου, δεν είναι πάντα παρόντα στον ίδιο βαθμό.

Ο κύκλος ζωής του έργου παρουσιάζεται συχνά με το σχετικό επίπεδο προσπάθειας. Το επίπεδο προσπάθειας προσφέρει μία ένδειξη του όγκου των δραστηριοτήτων ή των εργασιών που εκτελούνται κατά την διάρκεια κάθε φάσης. Αυτή η ένδειξη θα μπορούσε να εκφράζεται με οποιαδήποτε παράμετρο που διατρέχει το έργο, αλλά συνήθως εκφράζεται με ανθρωποώρες ή με την συνολική δαπάνη.

Παράδειγμα καμπύλης S



Σχήμα 2.7 Καμπύλη S επιπέδου προσπάθειας

Πηγή: Burke, (2007)

Η παρουσίαση αυτών των παραμέτρων μπορεί να γίνει σε ένα διάγραμμα γραμμής του επιπέδου δαπανών κάθε ημέρα (ή άλλη μονάδα χρόνου) και/ή της συνολικής δαπάνης (η καμπύλη S), όπως φαίνεται στο παραπάνω Σχήμα 2.7 (Burke, 2014).

2.5 Διαχείριση εύρους έργου

Η διαχείριση του πεδίου εφαρμογής του έργου περιλαμβάνει τις διαδικασίες που απαιτούνται για να διασφαλιστεί ότι το έργο περιλαμβάνει όλες τις απαιτούμενες εργασίες και μόνο τις εργασίες που απαιτούνται για την επιτυχή ολοκλήρωση του έργου (PMBOK, 2013).

Επειδή τα περισσότερα έργα διαποτίζονται από ακατανόητους ορισμούς, η διαχείριση εύρους του έργου αποκτά μεγαλύτερη σημασία καθώς επιχειρεί να αποφύγει τον λεγόμενο ερπυσμό έργου (scope creep), δηλαδή την ανεξέλεγκτη αλλαγή των χαρακτηριστικών του έργου και την διόγκωση του εύρους έργου. Οι αλλαγές του εύρους έργου, θα πρέπει να γίνονται μόνο με την κατάλληλη αύξηση στους χρόνους και στον προϋπολογισμό (Burke, 2014).

Στο PMBOK (2013), η διαχείριση του εύρους έργου έχει έξι (6) διαδικασίες:

- ❖ Διαχείριση πεδίου εφαρμογής | Αυτή η διαδικασία καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο θα οριστεί, θα διαχειριστεί, θα επικυρωθεί και θα ελεγχθεί το πεδίο εφαρμογής του έργου. Δουλεύοντας προκαταβολικά για να το ορίσουμε, έχουμε ένα μελλοντικό σημείο αναφοράς στην διάθεση μας. Το έγγραφο δεν πρέπει να είναι απίστευτα λεπτομερές ή πολύ επίσημο: πρέπει απλώς να είναι κατάλληλο για το σκοπό.
- ❖ Συλλογή απαιτήσεων | Σε αυτήν τη διαδικασία, θα εξεταστεί τι επιθυμούν οι ενδιαφερόμενοι από το έργο. Αφού περιγραφεί η μεγάλη ιδέα, πρέπει να τεκμηριωθούν οι απαιτήσεις και να διαχειριστούν οι προσδοκίες των ενδιαφερομένων. Αυτό είναι σημαντικό επειδή συχνά αυτό που ζητείται δεν είναι ρεαλιστικό ή εφικτό δεδομένου άλλων περιορισμών έργων, όπως το κόστος.
- ❖ Ορισμός εύρους έργου | Εδώ οι απαιτήσεις μετατρέπονται σε λεπτομερή περιγραφή του προϊόντος ή της υπηρεσίας που πρόκειται να δημιουργήσει το έργο. Η εργασία αυτή καταλήγει σε μια δήλωση πεδίου εφαρμογής του έργου η οποία αποτελεί σημείο αναφοράς κατά τη διάρκεια του έργου. Θα περιλαμβάνει μια λίστα με τα όσα αφορούν το πεδίο εφαρμογής και τι είναι εκτός πεδίου εφαρμογής. Αυτό είναι σημαντικό επειδή συχνά οι άνθρωποι δεν θυμούνται τι ακριβώς έχει αποκλειστεί και επιστρέφουν ζητώντας να γίνει εργασία σε αυτούς τους τομείς.
- ❖ Δημιουργία δομής ανάλυσης εργασιών | Αυτή η διαδικασία δίνει τη δυνατότητα να μετατρέψει η λίστα των απαιτήσεων σε μικρότερα, διαχειρίσιμα κομμάτια για το τι πρέπει να γίνει.
- ❖ Επικύρωση εύρους έργου | Η διαδικασία επίσημης αποδοχής των ολοκληρωμένων παραδοτέων του έργου. Αξίζει να τεθεί σε ισχύ αυτή η δομή, ώστε να μην υπάρχουν ερωτήσεις σχετικά με το ποιος πρόκειται να εγκρίνει ένα παραδοτέο ή ποια κριτήρια πρόκειται να χρησιμοποιήσουν για να πει ότι είναι πλήρης. Μόλις ολοκληρωθεί η διαδικασία, θα έχουν αποδεχτεί τα παραδοτέα, τα οποία εγκρίνονται από όποιον χρειάζεται να τα εγκρίνει.
- ❖ Έλεγχος εύρους έργου | Πρόκειται για τη διασφάλιση ότι υπάρχει αποτελεσματικός έλεγχος αλλαγών, εάν το πεδίο εφαρμογής πρέπει να αλλάξει. Επίσης καλύπτει την παρακολούθηση του έργου ως μία «ασπίδα» προστασίας ώστε να ελέγχεται και να επιτυγχάνεται το προσδοκώμενο αποτέλεσμα.

2.6 Ανάλυση εργασιών

2.6.1 Δομή ανάλυσης εργασιών

Η δομή ανάλυσης εργασιών (WBS) όπως αναφέρεται στο Risk Management Concepts and Guidance (2015), ορίζεται ως η «αποδόμηση» ενός έργου στα συστατικά μέρη του, χρησιμοποιώντας μια λογική ιεραρχία.

Σύμφωνα με το PMBOK (2013), το WBS είναι μια ιεραρχική «αποδόμηση» του συνολικού εύρους των εργασιών σε μικρότερες μονάδες εργασίας (Work Packages) που πρέπει να εκτελεστούν από την ομάδα του έργου για την επίτευξη των στόχων του έργου και τη δημιουργία των απαιτούμενων παραδοτέων.

Η πιο δημοφιλής απεικόνιση ενός έργου WBS είναι σε γραφική μορφή, παρόμοια με ένα οργανόγραμμα. Το WBS εμφανίζει στοιχεία έργου και εργασίες σε επίπεδα και πλαίσια, τα οποία αντιπροσωπεύουν μικρότερα τμήματα του έργου (AMACOM Handbook, 2011).

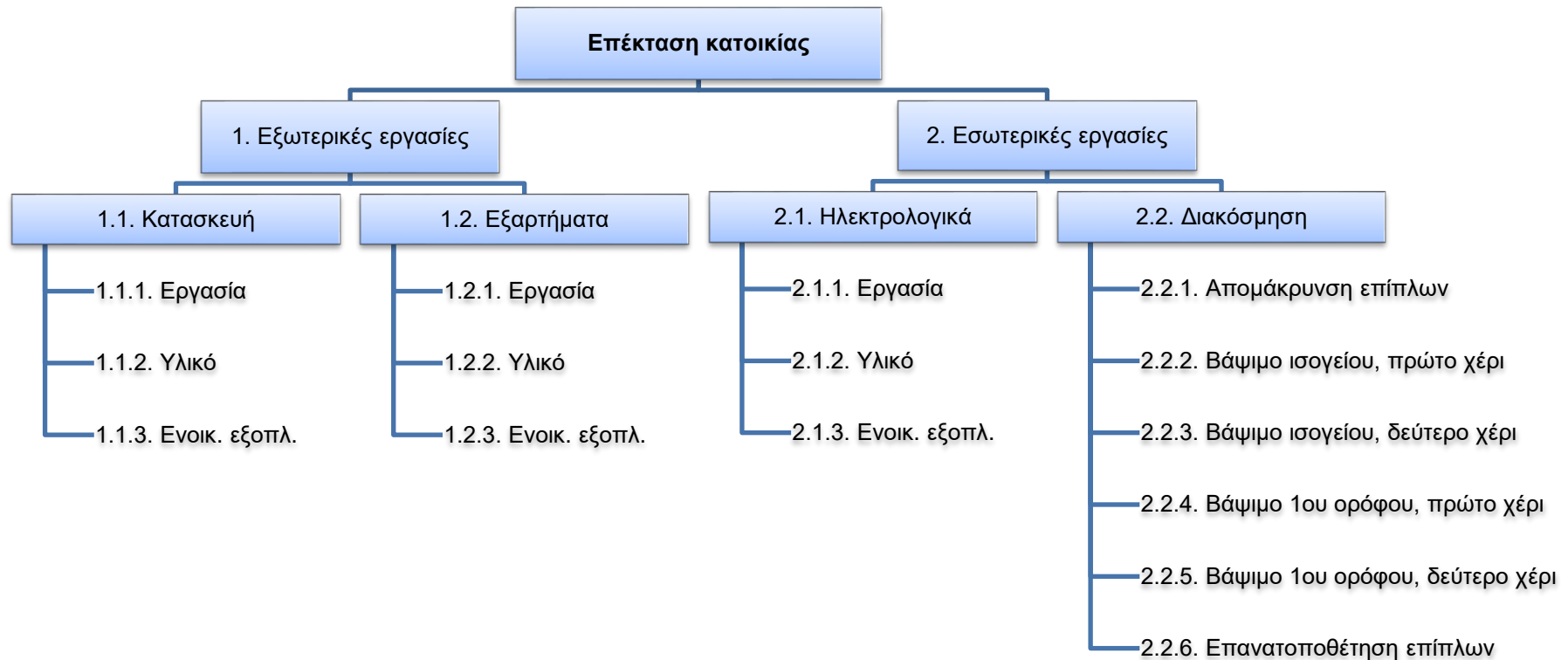
Ένα καλά οργανωμένο WBS θα διευκολύνει το έργο του εντοπισμού ορόσημων και δραστηριοτήτων, οι οποίες με τη σειρά τους θα κάνουν τα επόμενα βήματα στις προετοιμασίες του έργου, πιο απλά. Το WBS είναι επίσης ένα καλό σημείο εκκίνησης όταν είναι καιρός να ορίσουμε κοινές ευθύνες στο έργο. Οι διάφοροι κλάδοι αντιπροσωπεύουν διαφορετικές υπό-περιοχές, οι οποίες πιθανώς απαιτούν διαφορετικές ικανότητες (Tonhquist, 2009).

Το πακέτο εργασίας είναι το χαμηλότερο επίπεδο του WBS και επιτυγχάνεται όταν η εργασία μπορεί να εκτιμηθεί με ακρίβεια (τόσο στο κόστος όσο και στη διάρκεια) και μπορεί να γίνει από ένα άτομο. Η λέξη-κλειδί εδώ είναι «διαχείριση», αλλά ακόμα και αν το πακέτο εργασίας μπορεί να διαχειριστεί από ένα άτομο, οι πραγματικές εργασίες (δραστηριότητες) μέσα στο πακέτο εργασίας μπορούν να ολοκληρωθούν από πολλούς ανθρώπους (Project Time Management, 2014).

Σύμφωνα με το Burke (2014), ο χρονοπρογραμματισμός των εργασιών απαιτεί μεγαλύτερο επίπεδο λεπτομέρειας, γι' αυτό τα πακέτα εργασιών χωρίζονται περαιτέρω σε λίστα δραστηριοτήτων, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 2.8, οι οποίες απαιτούνται για την ολοκλήρωση των εργασιών ή την παραγωγή των παραδοτέων.

Η λίστα των δραστηριοτήτων, η σχέση τους μεταξύ τους και οι εκτιμήσεις της διάρκειας και των απαιτούμενων πόρων περιλαμβάνουν τη δομή ανάλυσης εργασιών (WBS). Κάθε επίπεδο της ιεραρχίας του WBS αντιπροσωπεύει μια πιο λεπτομερή περιγραφή της εργασίας του έργου έτσι ώστε το υψηλότερο επίπεδο να αντιπροσωπεύει ευρείες κατηγορίες και τα χαμηλότερα επίπεδα να αντιπροσωπεύουν όλο και περισσότερα στοιχεία (Beginning Project Management, 2010).

Στο παρακάτω Σχήμα 2.8 παρουσιάζεται μια χαρακτηριστική δομή ανάλυσης εργασιών:



Σχήμα 2.8 Διαγραμματική αναπαράσταση λίστας δραστηριοτήτων ενός WBS, για έργο επέκτασης κατοικίας

Πηγή: Burke, (2014)

2.6.2 Χαρακτηριστικά δραστηριότητας

Κάθε δραστηριότητα θα πρέπει να συνοδεύεται από μία περιγραφή, ώστε τα μέλη της ομάδας έργου να κατανοούν το περιεχόμενο τη εργασίας. Στο παρακάτω Σχήμα 2.9, δείχνει πως μπορούμε να παρουσιάσουμε πληροφορίες δραστηριοτήτων σε ένα κουτί.

Νωρίτερη Έναρξη (Early Start)	Διάρκεια (Duration)	Νωρίτερη Λήξη (Early Finish)
Αριθμός Δραστηριότητας Περιγραφή		
Αργότερη Έναρξη (Late Start)	Περιθώριο (Float or Slack)	Αργότερη Λήξη (Late Finish)

Σχήμα 2.9 Κουτί δραστηριότητας

Πηγή: Lester, (2014)

Σύμφωνα με τον Burke (2003), ορίζονται:

- ❖ Νωρίτερη Έναρξη | Η νωρίτερη ημερομηνία κατά την οποία μια δραστηριότητα μπορεί να ξεκινήσει, αν υποθεθεί ότι όλες οι προηγούμενες δραστηριότητες ολοκληρώθηκαν όπως είχε προγραμματιστεί.
- ❖ Διάρκεια | Ο εκτιμώμενος χρόνος ολοκλήρωσης της δραστηριότητας.
- ❖ Νωρίτερη Λήξη | Η νωρίτερη ημερομηνία κατά την οποία μια δραστηριότητα μπορεί να ολοκληρωθεί, αν υποθεθεί ότι όλες οι προηγούμενες δραστηριότητες ολοκληρώθηκαν όπως είχε προγραμματιστεί.
- ❖ Αργότερη Έναρξη | Η τελευταία ημερομηνία που μπορεί να ξεκινήσει μια δραστηριότητα, για να επιτευχθεί η προγραμματισμένη ημερομηνία ολοκλήρωσης.
- ❖ Αργότερη Λήξη | Η τελευταία ημερομηνία που μια δραστηριότητα μπορεί να ολοκληρωθεί, για να επιτευχθεί η προγραμματισμένη ημερομηνία ολοκλήρωσης.
- ❖ Περιθώριο | Ο χρόνος με τον οποίο μια δραστηριότητα μπορεί να καθυστερήσει χωρίς να επηρεαστεί η συνολική διάρκεια του έργου.

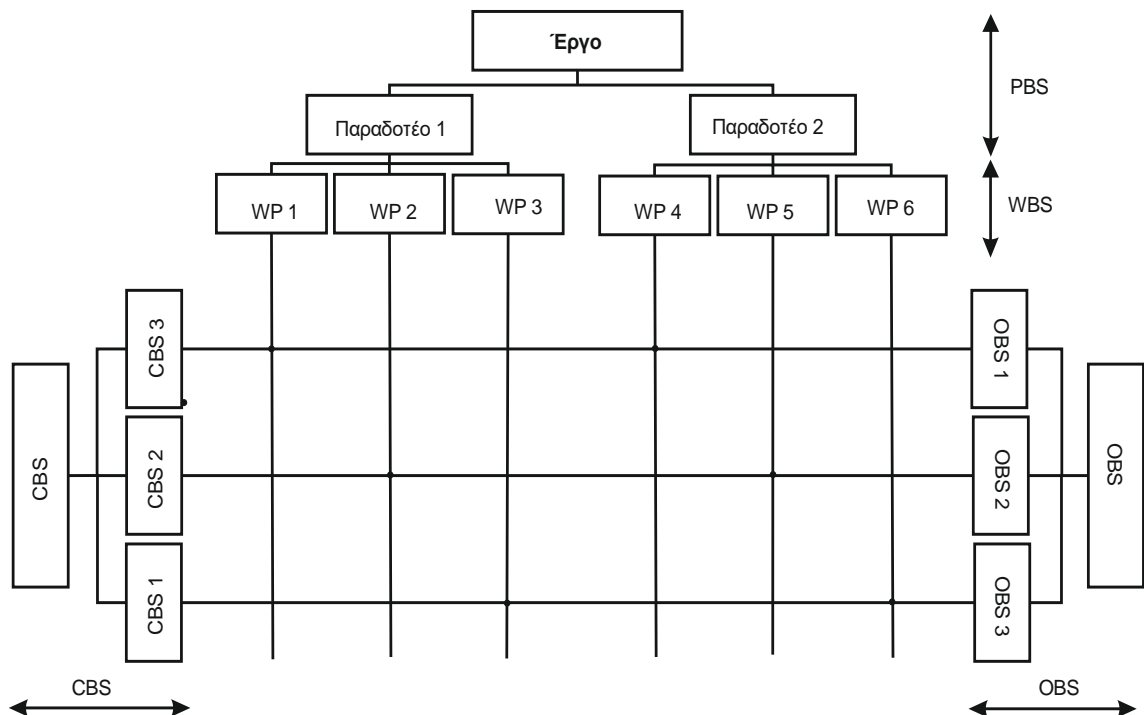
2.6.3 Δομές ανάλυσης έργου

Σύμφωνα με τον Burke (2014) όλες οι μέθοδοι ανάλυσης του εύρους έργου ονομάζονται δομές ανάλυσης έργου, οι οποίες είναι γνωστές ως εξής:

- ❖ Δομή ανάλυσης προϊόντος (PBS) | Για τον προσδιορισμό των παραδοτέων.

- ❖ Δομή ανάλυσης εργασιών (WBS) | Για την ποσοτικοποίηση του έργου για την παραγωγή των παραδοτέων
- ❖ Δομή ανάλυσης οργανισμού (OBS) | Για τον προσδιορισμό των ανθρώπων που είναι υπεύθυνοι για την παραγωγή των παραδοτέων.
- ❖ Δομή ανάλυσης κόστους (CBS) | Για τον προσδιορισμό των προϋπολογισμών που πρέπει να πληρωθούν για τα παραδοτέα.

Το παρακάτω Σχήμα 2.9, απεικονίζει πως μπορούν να συνδεθούν οι τέσσερις (4) διαφορετικές δομές ανάλυσης:



Σχήμα 2.9 Διασύνδεση διασύνδεσης τεσσάρων δομών ανάλυσης

Πηγή: Burke, (2014)

2.6.4 Πίνακας ανάθεσης εργασιών

Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε στο Σχήμα 2.9, η διασύνδεση των δομών ανάλυσης, δεν είναι εύκολη, ιδιαίτερα όσο αυξάνει το επίπεδο της λεπτομέρειας.

Ο πίνακας ανάθεσης εργασιών (RAM), είναι το εργαλείο που χρησιμοποιείται για την διασύνδεση του εύρους έργου με τα υπεύθυνα μέρη (Project Management Leadership, 2007) και μας δείχνει την σύνδεση της εργασίας και του ατόμου που είναι υπεύθυνο για την εκπόνηση της εργασίας, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.10:

Πίνακας ευθύνης									Διευθυντής Έργου	Διευθυντής Λειτουργίας	Γενικός Διευθυντής	Ενδιαφερόμενα Μέρη
Αρ. Δραστηριότητας	Δευ 1	Τρι 2	Τετ 3	Πεμ 4	Παρ 5	Σαβ 6	Κυρ 7	Δευ 8				
100									X	X		
300									X		X	X
200									X			
500									X	X		X
400									X			
600									X			X

Σχήμα 2.10 Πίνακας ανάθεσης εργασιών (RAM)

Πηγή: Burke, (2014)

2.6.5 Πίνακας ανάθεσης αρμοδιοτήτων

Σύμφωνα με το PMBOK, (2013) πρόκειται για ένα πίνακα που διακρίνει τις αρμοδιότητες των εμπλεκόμενων μερών σε:

- ❖ **Responsible:** Είναι υπεύθυνος για να γίνει η εργασία
- ❖ **Accountable:** Εγκρίνει / ελέγχει το αποτέλεσμα της εργασίας
- ❖ **Consult:** Συμβουλεύει ή συμμετέχει ως βοηθός στην υλοποίηση της εργασίας
- ❖ **Inform:** Ενημερώνεται για το αποτέλεσμα

Στο παρακάτω Σχήμα 2.11, παρουσιάζεται ένα παράδειγμα πίνακα ανάθεσης αρμοδιοτήτων (RACI):

RACI Chart	Person				
Activity	Ann	Ben	Carlos	Dina	Ed
Create charter	A	R	I	I	I
Collect requirements	I	A	R	C	C
Submit change request	I	A	R	R	C
Develop test plan	A	C	I	I	R

R = Responsible A = Accountable C = Consult I = Inform

Σχήμα 2.11 Παράδειγμα πίνακα ανάθεσης αρμοδιοτήτων (RACI)

Πηγή: PMBOK, (2013)

2.7 Διαχείριση χρόνου του έργου

2.7.1 Γενικά

Το PMBOK (2013) ορίζει ότι η διαχείριση του χρόνου του έργου περιλαμβάνει τις διαδικασίες που απαιτούνται για τη διαχείριση της έγκαιρης ολοκλήρωσης του έργου

Η διαχείριση του χρόνου εργασίας περιλαμβάνει τις διαδικασίες που απαιτούνται για τη διαχείριση της έγκαιρης ολοκλήρωσης του έργου. Περιλαμβάνει τον καθορισμό των ημερομηνιών παράδοσης και των ορόσημων, λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη όλους τους γνωστούς περιορισμούς (Project Time Management, 2014).

2.7.2 Διαδικασίες διαχείρισης χρόνου

Σύμφωνα με το Project Time Management (2014), οι διαδικασίες διαχείρισης χρόνου περιγράφονται παρακάτω:

- ❖ Σχεδιασμός της διαχείρισης χρονοδιαγράμματος | Σκοπός αυτής της διαδικασίας είναι η θέσπιση πολιτικών, διαδικασιών και τεκμηρίωσης για το σχεδιασμό, την ανάπτυξη, τη διαχείριση, την εκτέλεση και τον έλεγχο του χρονοδιαγράμματος του έργου.
- ❖ Ορισμός δραστηριοτήτων | Σκοπός αυτής της διαδικασίας είναι να προσδιοριστούν οι δραστηριότητες που πρέπει να γίνουν για την παραγωγή των παραδοτέων του έργου. Αυτό πρέπει να γίνει με αρκετή λεπτομέρεια για να εκτιμηθούν οι πόροι και ο χρόνος που απαιτούνται για την ολοκλήρωσή τους.
- ❖ Ανάπτυξη ακολουθίας δραστηριοτήτων | Αφού έχουν αναγνωριστεί οι δραστηριότητες το επόμενο στάδιο είναι να τις ιεραρχήσουμε ανάλογα με τις εξαρτήσεις τους. Με άλλα λόγια οι οποιαδήποτε σχέσεις μεταξύ δραστηριοτήτων πρέπει να αναγνωριστούν ούτως ώστε οι εξαρτώμενες δραστηριότητες να προγραμματιστούν ώστε να ακολουθούν αυτές από τις οποίες εξαρτώνται.
- ❖ Εκτίμηση πόρων δραστηριοτήτων | Αυτό το βήμα περιλαμβάνει την εκτίμηση των πόρων που απαιτούνται για την ολοκλήρωση κάθε δραστηριότητας. Οι προηγούμενες διαδικασίες περιγράφουν τι πρέπει να γίνει και με ποια σειρά. Αυτή η διαδικασία περιγράφει ποιος θα κάνει την εργασία.
- ❖ Εκτίμηση διάρκειας δραστηριοτήτων | Αυτό το βήμα περιλαμβάνει την εκτίμηση της απαιτούμενης προσπάθειας για κάθε δραστηριότητα και τον υπολογισμό της διάρκειας. Η προσπάθεια είναι το έργο που πρέπει να γίνει, ενώ η διάρκειά είναι αυτό το νούμερο διά τους εκτιμώμενους πόρους.
- ❖ Ανάπτυξη χρονοδιαγράμματος | Από αυτό το στάδιο, θα πρέπει να έχετε όλα τα δεδομένα που χρειάζεστε για να αναπτύξετε το χρονοδιάγραμμα του έργου. Η ίδια η διαδικασία γίνεται πάντα χρησιμοποιώντας ένα εργαλείο προγραμματισμού, το οποίο μπορεί αμέσως να παράγει ένα προκαταρκτικό αποτέλεσμα.

- ❖ Έλεγχος χρονοδιαγράμματος | Αυτή η διαδικασία χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση της κατάστασης και τη διαχείριση αλλαγών στη γραμμή βάσης του προγράμματος. Μια βασική γραμμή χρονοδιαγράμματος είναι απαραίτητη εάν το πρόγραμμα πρόκειται να ελεγχθεί και αυτή η γραμμή βάσης πρέπει να διατηρηθεί έτσι ώστε να αντικατοπτρίζει την τρέχουσα κατάσταση του έργου.

2.7.2. Ορόσημο

Ορόσημο ορίζεται ένα σημαντικό σημείο ή γεγονός σε ένα έργο, ένα πρόγραμμα ή ένα χαρτοφυλάκιο (PMBOK, 2013).

Ένα γεγονός μπορεί να οριστεί μία δραστηριότητα με μηδενική διάρκεια, καθώς σηματοδοτεί απλώς ένα σημείο στο χρόνο. Ένα γεγονός, αναφέρεται ως ορόσημο και αναπαριστά ένα περιστατικό που συμβαίνει μία συγκεκριμένη στιγμή στον χρόνο (Burke, 2014)

Μια λίστα ορόσημων είναι ένας κατάλογος που προσδιορίζει όλα τα ορόσημα του έργου και υποδεικνύει εάν το ορόσημο είναι υποχρεωτικό, όπως εκείνα που απαιτούνται από τη σύμβαση ή προαιρετικά, όπως αυτά που βασίζονται σε ιστορικές πληροφορίες. Τα ορόσημα είναι παρόμοια με τις δραστηριότητες του τακτικού χρονοδιαγράμματος αλλά έχουν μηδενική διάρκεια επειδή τα ορόσημα αντιπροσωπεύουν μια στιγμή στον χρόνο (PMBOK, 2013).

Σύμφωνα με Beginning Project Management (2010), το ορόσημο καθορίζει τις βασικές ημερομηνίες καθ' όλη τη διάρκεια ενός έργου που πρέπει να τηρηθούν για να ολοκληρωθεί εγκαίρως το έργο. Οι βασικές ημερομηνίες καθορίζονται συχνά για την εκπλήρωση συμβατικών υποχρεώσεων ή καθορισμένων διαστημάτων που θα αντικατοπτρίζουν την κατάλληλη πρόοδο για το έργο. Για λιγότερο περίπλοκα έργα, ένα πρόγραμμα ορόσημων μπορεί να επαρκεί για την παρακολούθηση της προόδου του έργου. Για πιο σύνθετα έργα, απαιτείται πιο λεπτομερές πρόγραμμα.

2.7.3. Διαγράμματα GANNT

Αυτά τα διαγράμματα, γνωστά ως διαγράμματα Gantt, αντιπροσωπεύουν πληροφορίες χρονοδιαγράμματος όπου οι δραστηριότητες παρατίθενται στον κάθετο άξονα, οι ημερομηνίες εμφανίζονται στον οριζόντιο άξονα και οι διάρκειες δραστηριότητας εμφανίζονται ως οριζόντιες μπάρες τοποθετημένες σύμφωνα με τις ημερομηνίες έναρξης και λήξης.

Τα διαγράμματα είναι εύκολο να διαβαστούν και χρησιμοποιούνται συχνά σε παρουσιάσεις διαχείρισης (PMBOK, 2013).

Στο παρακάτω Σχήμα 2.12 απεικονίζεται ένα απλό διάγραμμα Gantt για ένα έργο κατασκευής γκαράζ.

Περιγραφή δραστηριότητας	Δευ	Τρι	Τετ	Πεμ	Παρ	Σαβ	Κυρ	Δευ	Τρι	Τετ	Πεμ	Παρ	Σαβ	Κυρ	Δευ
Θεμελίωση γκαράζ	■	■	■	■											
Τοιχοποιία γκαράζ					■	■	■	■	■						
Τοποθέτηση οροφής γκαράζ										■	■	■	■		
Εγκατάσταση θυρών γκαράζ														■	■

Σχήμα 2.12 Απλό διάγραμμα Gantt για ένα έργο κατασκευής γκαράζ

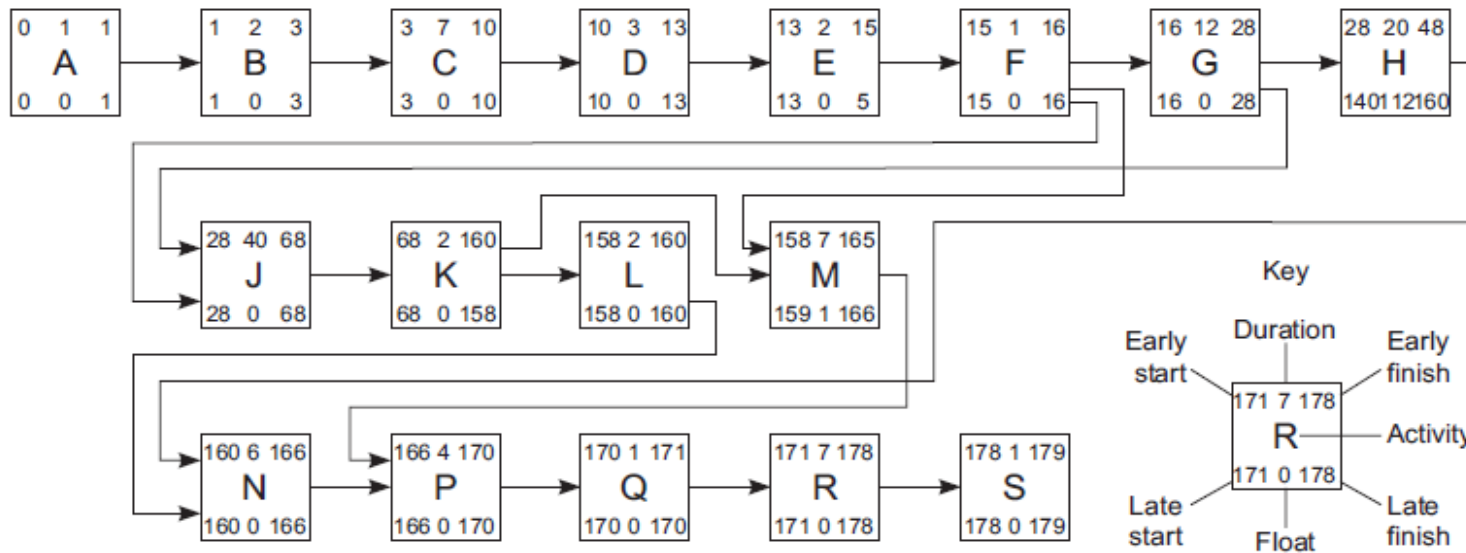
Πηγή: Burke, (2014)

2.7.4 Μέθοδος CPM

Η μέθοδος κρίσιμης διαδρομής CPM, αποτελεί μια σημαντική μεθοδολογία χρονικού προγραμματισμού. Κρίσιμη διαδρομή (Critical path) σε ένα δίκτυο δραστηριοτήτων είναι η ακολουθία των δραστηριοτήτων που αντιπροσωπεύει τη μεγαλύτερη διαδρομή μέσα από ένα έργο, η οποία καθορίζει τη συντομότερη δυνατή διάρκεια του έργου (PMBOK, 2013).

Σύμφωνα με τον Burke (2003:18), η CPM χρησιμοποιεί μια αιτιοκρατική προσέγγιση η οποία συνήθως χρησιμοποιείται σε έργα των οποίων οι διάρκειες των δραστηριοτήτων μπορούν να εκτιμηθούν εκ των προτέρων με μεγάλη ακρίβεια π.χ. έργο κατασκευής.

Μια τυπική μορφή της μεθόδου απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 2.12 Παράδειγμα μεθόδου κρίσιμης διαδρομής

Πηγή: Lester, (2014)

Η CPM αναγνωρίζει και παρουσιάζει τη λογική σχέση ανάμεσα στις δραστηριότητες του έργου και επιπλέον αναγνωρίζει τις κρίσιμες δραστηριότητες που καθορίζουν την διάρκεια του έργου. Αυτές οι κρίσιμες δραστηριότητες καλούνται έτσι επειδή σε περίπτωση που κάποια από αυτές καθυστερήσει, θα υπάρχουν επιπτώσεις στην ημερομηνία παράδοσης του έργου (Burke, 2014).

Κεφάλαιο 3. Διαχείριση κινδύνου

3.1 Γενικά

Σε αυτή την ενότητα, θα περιγράψει λεπτομερώς την διαχείριση κινδύνου, η οποία αποτελεί μία από τις βασικές διαδικασίες διαχείρισης έργων και σχετίζεται άμεσα με το θέμα αυτής της εργασίας. Η διαχείριση κινδύνων επικεντρώνεται στην αβεβαιότητα που υπάρχει σε ένα έργο και στον προγραμματισμό ενεργειών για την πρόληψη πιθανών απειλών. Σε αυτήν την ενότητα θα δοθούν ορισμοί και θα γίνει αναφορά στις μεθοδολογίες διαχείρισης κινδύνου στην διοίκηση έργου.

3.2 Ορισμός κινδύνου

Ο κίνδυνος μπορεί απλά να οριστεί ως «ένα αβέβαιο γεγονός ή προϋπόθεση ότι, εάν συμβεί, έχει θετικό ή αρνητικό αντίκτυπο σε έναν ή περισσότερους στόχους του έργου, όπως το πεδίο εφαρμογής, το χρονοδιάγραμμα, το κόστος και η ποιότητα» (PMBOK 2013:310).

Επίσης, ο κίνδυνος μπορεί να οριστεί ως το «μέτρο πιθανότητας και η συνέπεια της μη επίτευξης ενός καθορισμένου στόχου του έργου» (Kerzner, 2009:743). Ως εκ τούτου, κατά την εξέταση του κινδύνου, το επίπεδο επίδρασης ενός γεγονότος σχετίζεται με την πιθανότητα εμφάνισης.

Ο κίνδυνος διακρίνεται διαφορετικά από διάφορους συντάκτες, με ορισμένους να επικεντρώνονται στις αρνητικές επιπτώσεις, ενώ άλλοι αναγνωρίζουν ότι οι κίνδυνοι μπορούν επίσης να οδηγήσουν σε θετικό αποτέλεσμα. Για παράδειγμα, ορίζουν τον κίνδυνο ως «τη διαδικασία καθορισμού των κινδύνων που ενδέχεται να επηρεάσουν το έργο και την τεκμηρίωση των χαρακτηριστικών τους» (Gómez, Luis et al., 2016:2).

3.3 Διαδικασία διαχείρισης κινδύνων

Σύμφωνα με το PMBOK (2013), η διαδικασία διαχείρισης κινδύνου αποτελείται από:

- i. Διαχείριση κινδύνων του προγράμματος | Η διαδικασία καθορισμού του τρόπου διεξαγωγής των δραστηριοτήτων διαχείρισης κινδύνου για ένα έργο.

- ii. Εντοπισμός κινδύνων | Η διαδικασία καθορισμού των κινδύνων που μπορεί να επηρεάσουν το έργο και την τεκμηρίωση των χαρακτηριστικών τους.
- iii. Εκτέλεση ανάλυσης ποιοτικού κινδύνου | Η διαδικασία ιεράρχησης των κινδύνων για περαιτέρω ανάλυση ή δράση αξιολογώντας και συνδυάζοντας την πιθανότητα εμφάνισής τους και τις επιπτώσεις αυτών.
- iv. Εκτέλεση ποσοτικής ανάλυσης κινδύνων | Η διαδικασία αριθμητικής ανάλυσης της επίδρασης των προσδιορισμένων κινδύνων στους συνολικούς στόχους του έργου.
- v. Σχέδιο Αντιμετώπισης Κινδύνων | Η διαδικασία ανάπτυξης επιλογών και δράσεων για την ενίσχυση των ευκαιριών και τη μείωση των απειλών κατά τους στόχους του έργου.
- vi. Έλεγχοι Κινδύνων | Η διαδικασία εφαρμογής σχεδίων αντιμετώπισης κινδύνων, που περιλαμβάνει την παρακολούθηση των προσδιορισμένων κινδύνων, την παρακολούθηση των υπολειπόμενων κινδύνων, τον εντοπισμό νέων κινδύνων και την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των διαδικασιών κινδύνου καθ' όλη τη διάρκεια του έργου.

3.4 Διαχείριση αρνητικών κινδύνων ή απειλών

Επιπρόσθετα, τρεις είναι οι στρατηγικές, οι οποίες συνήθως αντιμετωπίζουν απειλές ή κινδύνους που ενδέχεται να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στους στόχους του έργου, εάν προκύψουν: αποφυγή, μεταφορά και μετριασμός. Η τέταρτη στρατηγική: η αποδοχή, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αρνητικούς κινδύνους ή απειλές, καθώς και θετικούς κινδύνους ή ευκαιρίες. Οι τέσσερις στρατηγικές για την αντιμετώπιση αρνητικών κινδύνων ή απειλών περιγράφονται περαιτέρω ως εξής:

- i. Αποφυγή | Η αποφυγή κινδύνων είναι μια στρατηγική αντιμετώπισης των κινδύνων με την οποία η ομάδα του έργου ενεργεί για να εξαλείψει την απειλή ή να προστατεύσει το έργο από τον αντίκτυπό του. Συνήθως περιλαμβάνει την αλλαγή του σχεδίου διαχείρισης έργου για την εξάλειψη της απειλής εξ ολοκλήρου. Ο διαχειριστής του έργου μπορεί επίσης να απομονώσει τους στόχους του έργου από τον αντίκτυπο του κινδύνου ή να αλλάξει τον επιδιωκόμενο στόχο. Παραδείγματα αυτού του γεγονότος είναι η επέκταση του χρονοδιαγράμματος, η αλλαγή του στρατηγική ή η μείωση του πεδίου εφαρμογής. Η πιο ριζική στρατηγική αποφυγής είναι να τερματίσει πλήρως το έργο. Ορισμένοι κίνδυνοι που προκύπτουν νωρίς στο έργο μπορούν να αποφευχθούν με τη διευκρίνιση των απαιτήσεων, τη λήψη πληροφοριών, τη βελτίωση της επικοινωνίας ή την απόκτηση εμπειρογνωμοσύνης.
- i. Μετριασμός | Ο μετριασμός του κινδύνου είναι μια στρατηγική αντιμετώπισης των κινδύνων με την οποία η ομάδα του έργου δρα για να μειώσει την πιθανότητα εμφάνισης ή επίδρασης ενός κινδύνου. Αυτό συνεπάγεται ότι η μείωση της πιθανότητας ή | και των επιπτώσεων ενός δυσμενούς κινδύνου είναι εντός αποδεκτών ορίων. Η λήψη έγκαιρης δράσης για τη μείωση της πιθανότητας ή | και των επιπτώσεων ενός κινδύνου που συμβαίνει στο έργο είναι συχνά πιο αποτελεσματική από την προσπάθεια αποκατάστασης των ζημιών μετά την εμφάνιση του κινδύνου.

Η υιοθέτηση λιγότερο σύνθετων διαδικασιών, η διεξαγωγή περισσότερων δοκιμών ή η επιλογή πιο σταθερού προμηθευτή αποτελούν παραδείγματα ενεργειών μετριασμού. Ο μετριασμός μπορεί να απαιτεί πρωτότυπη ανάπτυξη για να μειωθεί ο κίνδυνος κλιμάκωσης από ένα μοντέλο κλίμακας σε μια κλίμακα μιας διαδικασίας ή ενός προϊόντος. Όπου δεν είναι δυνατό να μειωθούν οι πιθανότητες, μια απάντηση μετριασμού μπορεί να αντιμετωπίσει τον αντίκτυπο του κινδύνου στοχεύοντας συνδέσεις που καθορίζουν τη σοβαρότητα. Για παράδειγμα, ο σχεδιασμός πλεονασμού σε ένα σύστημα μπορεί να μειώσει τον αντίκτυπο από την αποτυχία του αρχικού στοιχείου.

- ii. **Μεταφορά** | Η μεταφορά κινδύνου είναι μια στρατηγική αντιμετώπισης των κινδύνων, με την οποία η ομάδα του έργου μετατοπίζει τον αντίκτυπο μιας απειλής σε ένα τρίτο μέρος, μαζί με την ιδιοκτησία της απάντησης. Η μεταβίβαση του κινδύνου απλά αναθέτει σε άλλο μέρος την ευθύνη για τη διαχείριση του - δεν το εξαλείφει. Η μεταφορά δεν σημαίνει αποτροπή του κινδύνου μεταβιβάζοντάς το σε ένα μεταγενέστερο έργο ή σε άλλο άτομο χωρίς τη γνώση ή τη συμφωνία του. Η μεταβίβαση κινδύνου συνεπάγεται σχεδόν πάντοτε την πληρωμή ενός ασφαλιστικού κινδύνου στο μέρος που αναλαμβάνει τον κίνδυνο. Η μεταβίβαση ευθύνης για τον κίνδυνο είναι πιο αποτελεσματική στην αντιμετώπιση της έκθεσης σε χρηματοοικονομικούς κινδύνους. Τα εργαλεία μεταφοράς μπορούν να είναι αρκετά διαφορετικά και περιλαμβάνουν, αλλά δεν περιορίζονται σε αυτά, τη χρήση ασφαλιστικών, εγγυητικών κ.λπ. Ειδικότερα, συμβάσεις ή συμφωνίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μεταβίβαση ευθύνης για συγκεκριμένους κινδύνους σε άλλο μέρος. Για παράδειγμα, όταν ένας αγοραστής έχει δυνατότητες που ο πωλητής δεν διαθέτει, μπορεί να είναι συνετό να μεταφέρεται κάποια εργασία και ο ταυτόχρονος κίνδυνος του συμβατικά πίσω στον αγοραστή. Σε πολλές περιπτώσεις, η χρήση μιας σύμβασης κόστους μπορεί να μεταφέρει τον κίνδυνο κόστους στον αγοραστή, ενώ μια σύμβαση σταθερής τιμής μπορεί να μεταφέρει κίνδυνο στον πωλητή.
- iii. **Αποδοχή** | Η αποδοχή κινδύνου είναι μια στρατηγική αντιμετώπισης των κινδύνων, με την οποία η ομάδα του έργου αποφασίζει να αναγνωρίσει τον κίνδυνο και να μην προβεί σε οποιαδήποτε ενέργεια εκτός εάν προκύψει ο κίνδυνος. Η στρατηγική αυτή υιοθετείται όταν δεν είναι δυνατόν ή οικονομικά αποδοτικό να αντιμετωπιστεί κάποιος συγκεκριμένος κίνδυνος με οποιονδήποτε άλλο τρόπο. Αυτή η στρατηγική δείχνει ότι η ομάδα του έργου αποφάσισε να μην αλλάξει το σχέδιο διαχείρισης του έργου για να αντιμετωπίσει έναν κίνδυνο ή δεν είναι σε θέση να προσδιορίσει οποιαδήποτε άλλη κατάλληλη στρατηγική αντιμετώπισης. Αυτή η στρατηγική μπορεί να είναι είτε παθητική είτε ενεργή. Η παθητική αποδοχή δεν απαιτεί καμία ενέργεια εκτός από την τεκμηρίωση της στρατηγικής, αφήνοντας την ομάδα του έργου να αντιμετωπίσει τους κινδύνους όπως συμβαίνουν και να επανεξετάζει περιοδικά την απειλή για να εξασφαλίσει ότι δεν αλλάζει σημαντικά. Η συνηθέστερη ενεργητική στρατηγική αποδοχής είναι να δημιουργηθεί ένα αποθεματικό για απρόβλεπτα, περιλαμβανομένου του ποσού του χρόνου, του χρήματος ή των πόρων για την αντιμετώπιση των κινδύνων.

Κάθε μία από αυτές τις παραπάνω στρατηγικές αντιμετώπισης κινδύνου έχει μοναδική επίδραση στην κατάσταση κινδύνου. Αυτές οι στρατηγικές θα πρέπει να επιλέγονται έτσι ώστε να ταιριάζουν με την πιθανότητα και τον αντίκτυπο του κινδύνου στους γενικούς στόχους του έργου. Οι στρατηγικές αποφυγής και μετριασμού είναι συνήθως καλές

στρατηγικές για κρίσιμους κινδύνους με υψηλό αντίκτυπο, ενώ η μεταφορά και αποδοχή είναι συνήθως καλές στρατηγικές για απειλές οι οποίες είναι λιγότερο κρίσιμες και με χαμηλή συνολική επίπτωση (PMBOK, 2013).

3.5 Διαχείριση θετικών κινδύνων ή ευκαιριών

Για το PMBOK (2013), οι στρατηγικές που περιγράφονται παρακάτω, είναι να εκμεταλλευτούν, να μοιραστούν, να ενισχύσουν και να αποδεχθούν τις θετικές επιπτώσεις στους στόχους του έργου. Ειδικότερα:

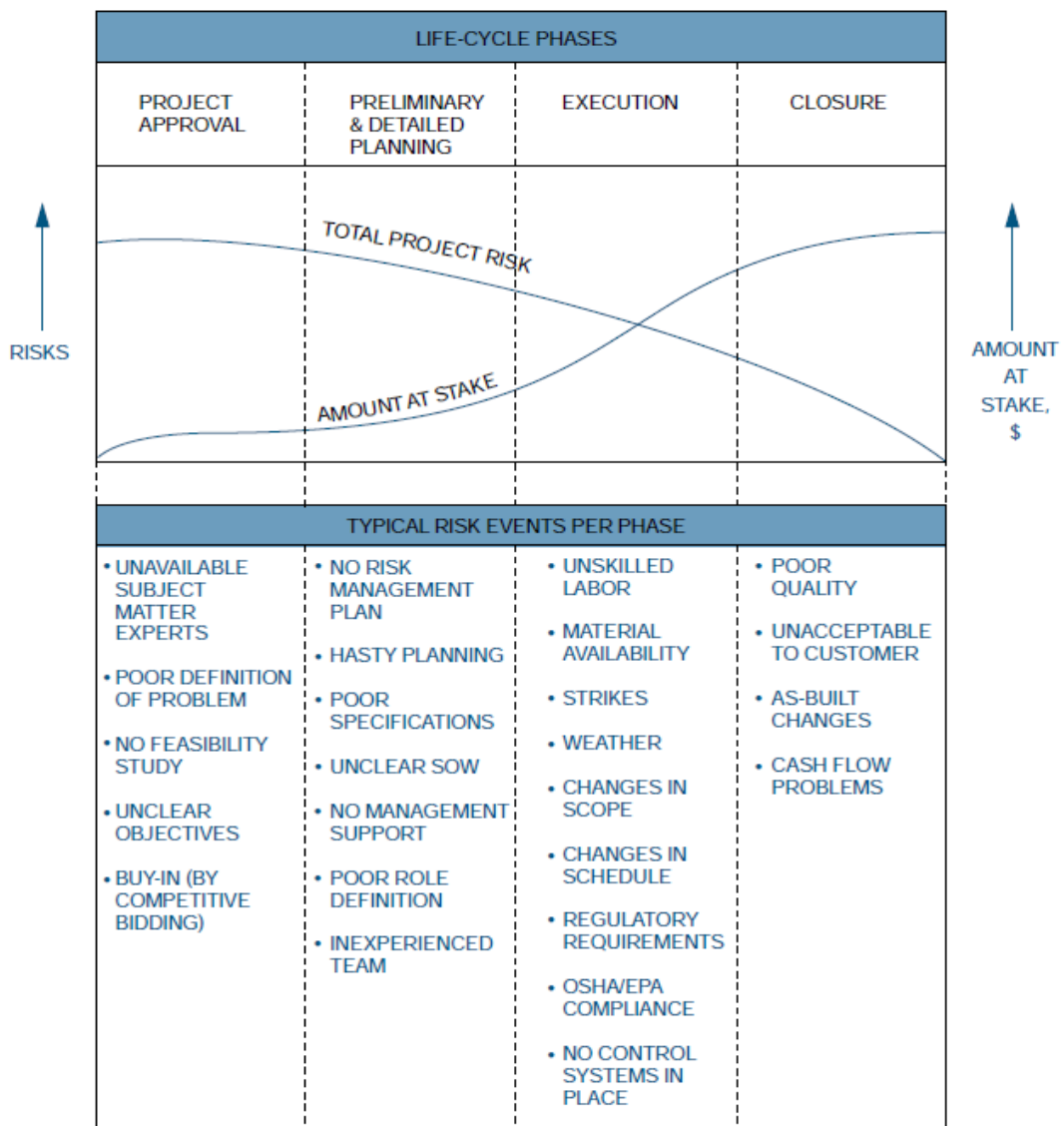
- iv. Εκμεταλλεύομαι | Η στρατηγική εκμετάλλευσης μπορεί να επιλεγεί για κινδύνους με θετικές επιπτώσεις όπου η οργάνωση επιθυμεί να διασφαλίσει την υλοποίηση της ευκαιρίας. Αυτή η στρατηγική επιδιώκει να εξαλείψει την αβεβαιότητα που συνδέεται με ένα συγκεκριμένο ανοδικό ρίσκο εξασφαλίζοντας την ευκαιρία να συμβεί σίγουρα. Παραδείγματα άμεσης εκμετάλλευσης απαντήσεων περιλαμβάνουν την ανάθεση των πιο ταλαντούχων πόρων ενός οργανισμού στο έργο για τη μείωση του χρόνου ολοκλήρωσης ή τη χρήση νέων τεχνολογιών ή αναβαθμίσεων τεχνολογίας για τη μείωση του κόστους και της διάρκειας που απαιτούνται για την επίτευξη των στόχων του έργου.
- v. Ενισχύω | Η στρατηγική ενίσχυσης χρησιμοποιείται για να αυξήσει την πιθανότητα αλλά και τις θετικές επιπτώσεις μιας ευκαιρίας. Ο εντοπισμός και η μεγιστοποίηση των βασικών οδηγών αυτών των κινδύνων θετικής επίδρασης μπορεί να αυξήσει την πιθανότητα εμφάνισής τους.
- vi. Μερίδιο | Η κατανομή ενός θετικού κινδύνου συνεπάγεται την κατανομή μέρους ή του συνόλου της ιδιοκτησίας της ευκαιρίας σε τρίτο που είναι σε θέση να εκμεταλλευτεί καλύτερα την ευκαιρία προς όφελος του έργου. Παραδείγματα δράσεων κοινής χρήσης περιλαμβάνουν τη σύσταση εταιρικών σχέσεων για την κατανομή των κινδύνων, ομάδων, εταιρειών ειδικού σκοπού ή κοινοπραξιών, η οποία μπορεί να θεσπιστεί με σαφή σκοπό να επωφεληθεί της ευκαιρίας, έτσι ώστε όλα τα μέρη να κερδίσουν από τις ενέργειές τους.
- vii. Αποδέχομαι | Η αποδοχή μιας ευκαιρίας είναι πρόθυμη να επωφεληθεί από την ευκαιρία αν προκύψει, αλλά όχι ενεργά την επιδίωξη.

Οι τρεις από τις τέσσερις στρατηγικές που περιγράφονται παραπάνω προτείνεται για να αντιμετωπίσουν τους κινδύνους με δυνητικά θετικές επιπτώσεις στους στόχους του έργου.

Η τέταρτη στρατηγική, μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για αρνητικούς κινδύνους ή απειλές, όσο και για θετικούς κινδύνους ή ευκαιρίες.

3.6 Κύκλος ζωής έργου και κίνδυνοι

Οι κίνδυνοι μπορούν να εντοπιστούν ανάλογα με τις φάσεις του κύκλου ζωής του έργου όπως αποτυπώνεται στο παρακάτω Σχήμα 3.1. Στις πρώιμες φάσεις, του κύκλου ζωής, ο συνολικός κίνδυνος του έργου είναι υψηλός εν μέρει λόγω της έλλειψης πληροφοριών που μπορεί να αποτρέψει τον πλήρη και ακριβή προσδιορισμό του κινδύνου, κι επειδή τα σχέδια αντιμετώπισης κινδύνων δεν έχουν ακόμα αναπτυχθεί κι εφαρμοστεί. Στις μεταγενέστερες φάσεις του κύκλου ζωής, ο χρηματοοικονομικός κίνδυνος είναι γενικά σημαντικός τόσο λόγω των πραγματοποιούμενων επενδύσεων όσο και λόγω των αποκλεισμένων δικαιωμάτων προαίρεσης. (Kerzner 2009).



Σχήμα 3.1 Κύκλος ζωής έργου και κίνδυνοι

Πηγή: Kerzner, (2009)

3.6 Μέθοδοι και τεχνικές εντοπισμού κινδύνων

Οι κίνδυνοι του έργου, θα πρέπει να εξετάζονται και να αναλύονται λεπτομερειακά, έτσι ώστε να γίνεται κατανοητή η σπουδαιότητα τους και τα αίτια πρόκλησής τους. Ακολουθεί συνοπτική περιγραφή των βασικότερων και συνηθέστερων μεθόδων εντοπισμού κινδύνων.

3.6.1 Συνεντεύξεις

Μια συνέντευξη είναι μια επίσημη ή ανεπίσημη προσέγγιση για την ανάδειξη πληροφοριών από τους ενδιαφερόμενους, μιλώντας απευθείας σε αυτούς. Συνήθως εκτελείται θέτοντας προετοιμασμένες και αυθόρμητες ερωτήσεις και καταγράφοντας τις απαντήσεις. Οι συνεντεύξεις διεξάγονται συχνά σε ατομική βάση μεταξύ ενός ερευνητή και ενός συνεντευξιαζόμενου, αλλά μπορεί να περιλαμβάνουν πολλούς ερευνητές και / ή πολλαπλούς ερωτώμενους. Συνεντεύξεις με έμπειρους συμμετέχοντες στο έργο, χορηγούς και άλλα στελέχη καθώς και εμπειρογνώμονες μπορούν να βοηθήσουν στην αναγνώριση και τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών και των λειτουργιών των επιθυμητών παραδοτέων | προϊόντων (PMBOK, 2013).

Στο Risk Management Concepts and Guidance (2015) περιγράφεται ότι η τεχνική της συνέντευξης εμπειρογνώμωνων είναι σχετικά απλή. Ένας συνδυασμός μεθοδολογιών που φαίνεται να λειτουργεί καλά αποτελείται από τα ακόλουθα πέντε βήματα:

- ❖ Προσδιορίστε τα κατάλληλα άτομα
- ❖ Προετοιμαστείτε για τη συνέντευξη
- ❖ Στοιχεύστε την περιοχή ενδιαφέροντος
- ❖ Ζητήστε αποφάσεις και γενικές πληροφορίες
- ❖ Προσδιορίστε και ποσοποιήστε τις πληροφορίες

Μετά την ολοκλήρωση των συνεντεύξεων γίνεται η απαραίτητη επεξεργασία των αποτελεσμάτων από την ομάδα διαχείρισης κινδύνων, έτσι ώστε να εντοπιστούν οι κίνδυνοι που αφορούν το έργο.

3.6.2 Καταιγισμός Ιδεών | Brainstorming

Ο στόχος του brainstorming είναι να αποκτήσει μια ολοκληρωμένη λίστα με τους κινδύνους του έργου. Η ομάδα του έργου εκτελεί συνήθως ανταλλαγή απόψεων, συχνά με ένα σύνολο εμπειρογνώμωνων που δεν συμμετέχουν στην ομάδα. (PMBOK, 2013).

Τα στελέχη που συμμετέχουν στη διαδικασία, επιλέγονται με βάση τη σχέση τους με το υπό εξέταση έργο και τις θεωρητικές αλλά και τις πρακτικές γνώσεις που διαθέτουν. Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου, οφείλεται κυρίως στο ότι η ομαδική σκέψη είναι συνήθως πιο παραγωγική από την ατομική και επιπλέον η ιδέα ενός μέλους της ομάδας μπορεί να διεγείρει την ανάπτυξη σχετικών ιδεών.

3.6.3 Μέθοδος Delphi

Η μέθοδος Delphi χρησιμοποιείται για να επιτευχθεί συναίνεση εμπειρογνομώνων μέσα από ένα σύνολο απαντήσεων διαφορετικών ειδικών, σχετικών με τον εντοπισμό κινδύνων, την πρόβλεψη τους και τη λήψη αποφάσεων (PMBOK 2013, Κηρυττόπουλος 2006, Kerzner 2009).

Χαρακτηρίζεται ως μέθοδος για την οργάνωση μιας διαδικασίας επικοινωνίας ώστε μια ομάδα να μπορεί να αντιμετωπίζει ένα πολύπλοκο πρόβλημα με αποτελεσματικό τρόπο (Linston και Jauroff, 1975).

Σκοπός της μεθόδου είναι να αντλήσει τη γνώση και την εμπειρία πολλών ειδικών ταυτόχρονα πάνω στο εξεταζόμενο θέμα αφού έχει τα πλεονεκτήματα της γρήγορης και ευέλικτης τεχνικής που βασίζεται σε ερωτηματολόγιο.

Η μέθοδος Delphi είναι ένας τρόπος για να επιτευχθεί μια συναίνεση εμπειρογνομώνων. Οι εμπειρογνώμονες σε θέματα κινδύνου συμμετέχουν σε αυτήν την τεχνική ανώνυμα. Ο ερευνητής χρησιμοποιεί ένα ερωτηματολόγιο για να ζητήσει ιδέες σχετικά με τους σημαντικούς κινδύνους του έργου. Οι απαντήσεις συνοψίζονται και στη συνέχεια επανακυκλοφορούν στους εμπειρογνώμονες για περαιτέρω σχόλια. Η συναίνεση μπορεί να επιτευχθεί σε λίγους γύρους αυτής της διαδικασίας. Η μέθοδος Delphi συμβάλλει στη μείωση της μεροληψίας στα δεδομένα και εμποδίζει οποιοδήποτε άτομο να έχει υπερβολική επιρροή στο αποτέλεσμα (PMBOK, 2013).

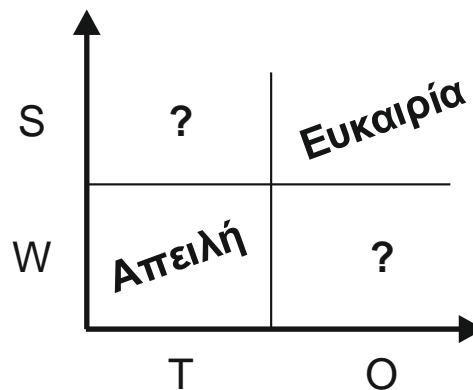
3.6.4 Μέθοδος Ειδικών Ομάδων

Η συγκέντρωση δεδομένων είναι μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις στη διαχείριση κινδύνου, καθώς υπάρχει μια τάση για τον προσδιορισμό του κινδύνου και τη συγκέντρωση πληροφοριών για τον κίνδυνο, ώστε να επηρεαστούν αρνητικά τα μέλη της ομάδας και η στάση τους απέναντι στο σχέδιο. Η μέθοδος ειδικών ομάδων (CSM) είναι ένα κλασικό εργαλείο για τη συλλογή πληροφοριών χωρίς την αρνητικότητα που ενυπάρχει σε πολλές συζητήσεις σχετικά με τους κινδύνους.

Το CSM έχει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλες τεχνικές συλλογής πληροφοριών. Αυτά περιλαμβάνουν την ικανότητά του να συγκεντρώνει μεγάλους όγκους πληροφοριών σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα και να αποφεύγει πλήρως την ομαδοποίηση, όπου τα μέλη της ομάδας εμπλέκονται σε μια συγκεκριμένη εφασπτομένη και δεν μπορούν να εξαχθούν.

3.6.5 Ανάλυση SWOT

Η ανάλυση SWOT (**S**trengths, **W**eaknesses, **O**pportunities, **T**hreats) εστιάζει στις δυνατότητες, αδυναμίες, ευκαιρίες και απειλές για το υπό εξέταση έργο.



Σχήμα 3.2 Απειλές και ευκαιρίες από την ανάλυση SWOT

Πηγή: Κηρυττόπουλος (2006)

Αν προχωρήσουμε την ανάλυση της μεθόδου, θα δούμε εύκολα ότι οι δυνατότητες και οι αδυναμίες της επιχείρησης αποτελούν συνήθως αιτίες για κινδύνους, οι οποίοι προκύπτουν μέσα από την ανάλυση ευκαιριών και απειλών, όπως φαίνεται και στο παραπάνω Σχήμα 3.2.

3.6.6 Κατάλογοι κινδύνων

Οι κατάλογοι εντοπισμού κινδύνων, αναπτύσσονται βάσει ιστορικών πληροφοριών και γνώσεων που έχουν συγκεντρωθεί από προηγούμενα παρόμοια έργα και από άλλες πηγές πληροφοριών. Σε ώριμες επιχειρήσεις είναι δυνατόν να συναντήσει κανείς, καταγεγραμμένες και τις μεθόδους αντιμετώπισης που χρησιμοποιήθηκαν όταν εμφανίστηκε ο κίνδυνος στο παρελθόν, καθώς και τα αποτελέσματα των ενεργειών αυτών (Κηρυττόπουλος, 2006).

Η ομάδα διαχείρισης κινδύνου θα πρέπει επίσης να διερευνήσει στοιχεία που δεν εμφανίζονται στη λίστα ελέγχου (PMBOK, 2013).

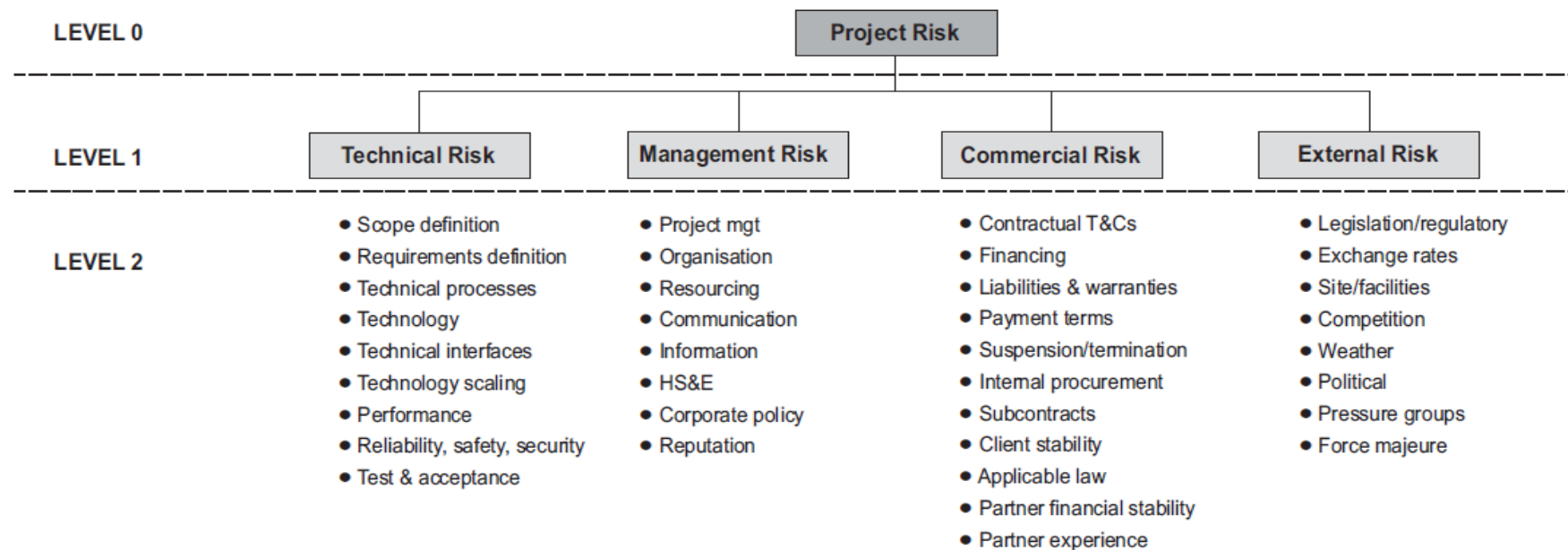
Οι κίνδυνοι και οι ενέργειες αντιμετώπισης δεν είναι σταθεροί διότι κάθε έργο είναι μοναδικό, το περιβάλλον στο οποίο εκτελούνται τα έργα είναι δυναμικό, επομένως σε κάθε νέο έργο μπορούν να εμφανιστούν νέοι κίνδυνοι ή να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικές ενέργειες αντιμετώπισης για γνωστούς κινδύνους. Η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων της μεθόδου, εξαρτάται άμεσα από την τακτική ενημέρωση των καταλόγων με τους νέους κινδύνους και τις αντίστοιχες ενέργειες αντιμετώπισης.

3.6.7 Δομή ανάλυσης κινδύνων

Μια δομή ανάλυσης κινδύνου (RBS) οργανώνει τους κινδύνους που έχουν εντοπιστεί σε κατηγορίες χρησιμοποιώντας έναν πίνακα με αυξανόμενα επίπεδα λεπτομέρειας (Beginning Project Management, 2010).

Ο εντοπισμός των κινδύνων συχνά δεν παράγει τίποτα περισσότερο από έναν μακρύ κατάλογο κινδύνων, ο οποίος μπορεί να είναι δύσκολο να κατανοηθεί ή να διαχειριστεί. Ο κατάλογος μπορεί να αποτελέσει προτεραιότητα για τον προσδιορισμό των κινδύνων που πρέπει να αντιμετωπιστούν πρώτα, αλλά αυτό δεν παρέχει καμία εικόνα για τη δομή του κινδύνου για το έργο.

Στο παραπάνω Σχήμα 3.3, απεικονίζεται ένα παράδειγμα δομής ανάλυσης κινδύνου.



Σχήμα 3.3 Παράδειγμα δομής ανάλυσης κινδύνου (RBS)

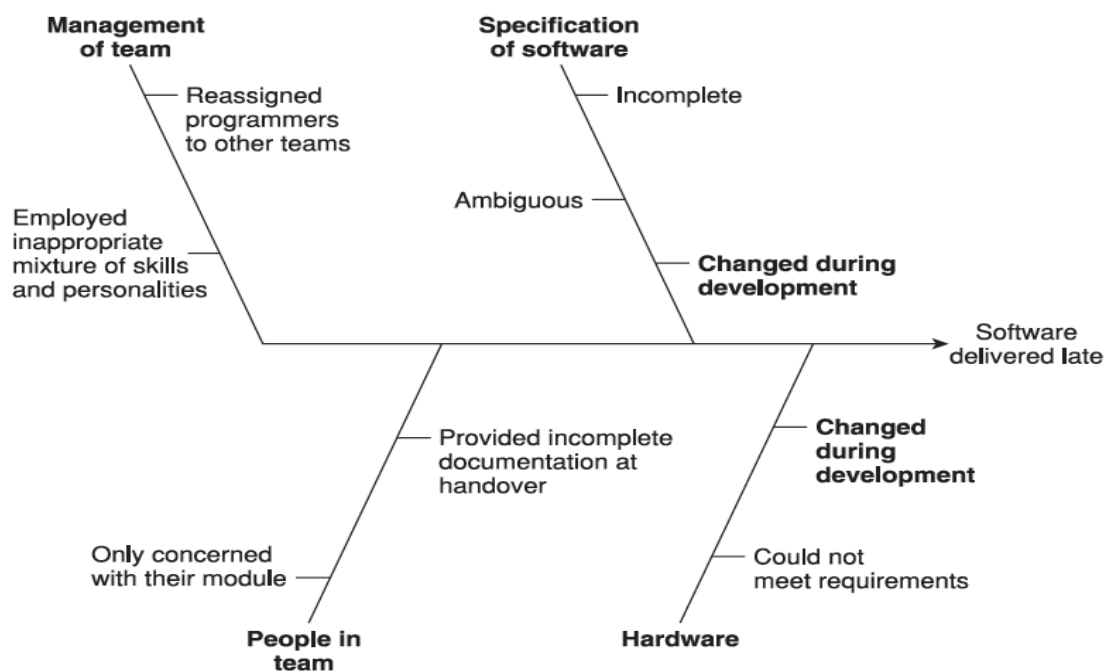
Πηγή: AMACOM Handbook (2011)

Ακριβώς όπως η δομή ανάλυσης εργασιών (WBS) είναι ένα σημαντικό εργαλείο για τα έργα, διότι οριοθετεί και καθορίζει το έργο, έτσι και το RBS μπορεί να αποτελέσει ανεκτίμητη βοήθεια για την κατανόηση του κινδύνου. Το WBS αποτελεί τη βάση για πολλές πτυχές της διαδικασίας διαχείρισης του έργου. Ομοίως, το RBS μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δομή και την καθοδήγηση της διαδικασίας διαχείρισης κινδύνου.

3.6.8 Τεχνικές διαγραμμάτων

❖ Διαγράμματα Ishikawa

Ονομάζονται και διαγράμματα αίτιου – αποτελέσματος ή διάγραμμα Fishbone. Σύμφωνα με τον Κηρυτόπουλο (2006) πρόκειται για εργαλείο αντιμετώπισης κινδύνων, καθώς εντοπίζει τις αιτίες, αλλά χρησιμοποιείται σχεδόν πάντα κατά την διαδικασία εντοπισμού κινδύνων.



Σχήμα 3.4. Παράδειγμα διαγράμματος Ishikawa

Πηγή: Maylor (2010)

Στο παραπάνω Σχήμα 3.4, φαίνεται η δομή ενός διαγράμματος Ishikawa. Η γραμμή οδηγεί στο υπό εξέταση πρόβλημα και πάνω της εδράζονται οι διάφορες αιτίες ομαδοποιημένες σε συγκεκριμένες κατηγορίες.

❖ Διαγράμματα επιρροής

Το Risk Management Concepts and Guidance (2015) αναφέρει ότι σε ένα διάγραμμα επιρροής, τα ζητήματα ενιαίας επιρροής είναι ισορροπημένα υπέρ και κατά του έργου στο σύνολό του. Οι εισροές είναι τα βασικά ζητήματα που μπορεί

να έχουν, ένα προς ένα, είτε θετική είτε επιβλαβή επίδραση στο έργο ως σύνολο. Οι έξοδοι από αυτή τη διαδικασία είναι διαγράμματα που επιτρέπουν την άμεση ανάλυση των θετικών και αρνητικών πιέσεων που μπορεί να επηρεάσουν αυτό το έργο.

❖ Διαγράμματα ροής συστήματος ή διεργασιών

Τα διαγράμματα ροής και τα εργαλεία GERT και VERT παρέχουν αναλύσεις έργων που απεικονίζουν τις διαδικασίες του έργου ως ροές, κύκλους, εισροές και εξόδους. Ενώ οι διαγράμματα ροής λειτουργούν χωρίς υπολογισμό, οι αναλύσεις GERT και VERT ενσωματώνουν πιθανότητες εμφάνισης για συγκεκριμένες διαδρομές και μπορούν επίσης να ενσωματώνουν το δυνητικό κόστος για καθέναν από αυτούς τους κύκλους (Risk Management Concepts and Guidance, 2015) .

3.6.9 Ανασκόπηση εγγράφων

Σύμφωνα με το Κηρυττόπουλο (2006), η ανασκόπηση εγγράφων θεωρείται καταχρηστικά μέθοδος εντοπισμού κινδύνων. Δεν απαιτείται κανενός είδους ειδική κατάρτιση. Στόχος της μεθόδου είναι ο εντοπισμός «σκοτεινών» σημείων στις συμβάσεις ή στις απαιτήσεις του πελάτη, όπου μπορεί να περιγράφονται δεσμεύσεις που δεν είναι ξεκάθαρες και στα δύο συμβαλλόμενα μέρη.

3.6.10 Ανάλυση Υποθέσεων

Σε κάθε έργο, οι πληροφορίες που υπάρχουν κατά το στάδιο της σύλληψης ή του σχεδιασμού είναι αρκετά περιορισμένες και γίνονται περισσότερες και συγκεκριμένες στο στάδιο της εκτέλεσης και ενδεχομένως της αποπεράτωσης. Άρα είναι βέβαιο ότι τις αρχικές φάσεις ενός έργου γίνονται υποθέσεις οι οποίες μπορεί να είναι είτε σωστές είτε λάθος. Η μεθοδολογία ασχολείται με την αναζήτηση κινδύνων που μπορεί να προκύψουν από τυχόν εσφαλμένες υποθέσεις (Κηρυττόπουλος, 2006).

3.7 Ανάλυση κινδύνων

Η ανάλυση κινδύνων είναι μια συστηματική διαδικασία για την εκτίμηση του βαθμού κινδύνου όταν πρόκειται για αναγνωρισμένους και εγκεκριμένους κινδύνους. Περιλαμβάνει την εκτίμηση της πιθανότητας εμφάνισης κινδύνου, τη συνέπεια της εμφάνισης και τη μετατροπή των αποτελεσμάτων σε αντίστοιχο επίπεδο κινδύνου (PMBOK, 2013).

Η ανάλυση κινδύνων, ξεκινάει με μια λεπτομερή αξιολόγηση των κινδύνων που έχουν εντοπιστεί και εγκριθεί από τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων για περεταίρω αξιολόγηση. Ο στόχος είναι να συγκεντρωθούν επαρκείς πληροφορίες σχετικά με τους κινδύνους για την εκτίμηση της πιθανότητας εμφάνισης και τις συνέπεια εμφάνισης, σε

περίπτωση που ο κίνδυνος εμφανίζεται και να μετατραπούν οι τιμές που προκύπτουν σε αντίστοιχο επίπεδο κινδύνου. (Kerzner, 2009).

3.8 Ποιοτική ανάλυση

Πρόκειται για την διαδικασία ιεράρχησης των κινδύνων για περαιτέρω ανάλυση ή δράση, αξιολογώντας και συνδυάζοντας την πιθανότητα εμφάνισής τους και τις επιπτώσεις. Το κύριο όφελος αυτής της διαδικασίας είναι ότι επιτρέπει στους διαχειριστές έργων να μειώσουν το επίπεδο αβεβαιότητας και να επικεντρωθούν σε κινδύνους υψηλής προτεραιότητας. (PMBOK, 2013).

Όμως ο εντοπισμός κινδύνων συνήθως παράγει έναν μακρύ κατάλογο κινδύνων, ίσως κατηγοριοποιημένος με διάφορους τρόπους. Ωστόσο, όλοι οι κίνδυνοι δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν με τον ίδιο βαθμό προσοχής εξαιτίας των περιορισμών του χρόνου και των πόρων (AMACOM Handbook, 2011).

Η ποιοτική ανάλυση βασίζεται στην εκτίμηση της πιθανότητας εμφάνισης του κινδύνου και της συνέπειας που αυτός έχει στο έργο, τα οποία όμως δεν εκφράζονται σε απόλυτα μεγέθη. Συνήθως, για την έκφραση της πιθανότητας εμφάνισης και της συνέπειας χρησιμοποιούνται λεκτικές διαβαθμίσεις που δημιουργούν συγκεκριμένες κλίμακες (π.χ. Ελάχιστο, Λίγο, Πολύ, Πάρα πολύ). Οι κλίμακες είναι το πρώτο και ουσιαστικότερο εργαλείο της ποιοτικής ανάλυσης. Τις κλίμακες διαδέχεται ο πίνακας κινδύνων, που είναι το εργαλείο υπολογισμού της έκθεσης, και τέλος, ακολουθεί η κατάταξη των κινδύνων, με βάση την έκθεση (Κηρυττόπουλος, 2006).

Για την ποιοτική ανάλυση των κινδύνων απαιτούνται δύο, το λιγότερο, κλίμακες. Η μία κλίμακα περιγράφει την πιθανότητα εμφάνισης του κινδύνου και η άλλη κλίμακα περιγράφει τη συνέπεια του κινδύνου στο έργο σε περίπτωση εμφάνισης. Η ανάπτυξη μίας κλίμακας η οποία βασίζεται μόνο σε λεκτικά δεδομένα (π.χ. Χαμηλή, Μέτρια, Υψηλή) δεν αποτελεί καλή πρακτική (Κηρυττόπουλος 2006).

3.8.1 Πίνακας κινδύνων

Ο πίνακας κινδύνων χρησιμοποιείται στην ποιοτική ανάλυση για τον υπολογισμό της έκθεσης των κινδύνων. Σύμφωνα με την κοινή πρακτική, η έκθεση υπολογίζεται από το γινόμενο: της πιθανότητας εμφάνισης επί συνέπεια σε περίπτωση εμφάνισης (Κηρυττόπουλος 2006).

Η χρήση του πίνακα κινδύνων θεωρείται μια από τις βασικότερες τεχνικές στη διαδικασία της ποιοτικής ανάλυσης των κινδύνων. Η συγκεκριμένη τεχνική, έχει ως σκοπό να εξυπηρετήσει τη μετάβαση, από την περιγραφική, στην ποσοτική ανάλυση των κινδύνων. Η χρήση της, βοηθά στην ποσοτική έκφραση της έκθεσης ενός έργου, σε κάποιον κίνδυνο και περιλαμβάνει την πιθανότητα εμφάνισης αλλά και της συνέπειας σε περίπτωση εμφάνισης. Η δομή του πίνακα έχει ως εξής: Ο κάθετος άξονας αφορά στην πιθανότητα εμφάνισης του γεγονότος, ενώ ο οριζόντιος άξονας,

αφορά την συνέπεια του γεγονότος στο έργο. Επίσης, για κάθε βαθμίδα πιθανότητας και επίπτωσης, δίνεται η αντίστοιχη γλωσσική περιγραφή, ενώ όσον αφορά την επίπτωση, δίνεται και κάποιος συντελεστής βάρους. Σε αυτή την τεχνική, υπολογίζεται η έκθεση του έργου στον εκάστοτε κίνδυνο και με βάση το βαθμό έκθεσης που κατέχει, αναζητούνται αντίστοιχα, τα κατάλληλα μέτρα για την αντιμετώπισή του. Στην περίπτωση που η απειλή του κινδύνου, θεωρηθεί σημαντική, θα δαπανηθούν πόροι για την αντιμετώπισή του, ενώ σε αντίθετη περίπτωση ο κίνδυνος θα αναληφθεί στο σύνολό του.

Πίνακας 3.1 Πίνακας πιθανοτήτων και επιπτώσεων

Πιθανότητα	Απειλές					Ευκαιρίες				
0,90 Πολύ Υψηλή	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72	0,72	0,36	0,18	0,09	0,05
0,70 Υψηλή	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56	0,56	0,28	0,14	0,07	0,04
0,50 Μέση	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40	0,40	0,20	0,10	0,05	0,03
0,30 Χαμηλή	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24	0,24	0,12	0,06	0,03	0,02
0,10 Πολύ χαμηλή	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,08	0,04	0,02	0,01	0,01
	0,05 Πολύ χαμηλή	0,10 Χαμηλή	0,20 Μέση	0,40 Υψηλή	0,80 Πολύ Υψηλή	0,80 Πολύ Υψηλή	0,40 Υψηλή	0,20 Μέση	0,10 Χαμηλή	0,05 Πολύ χαμηλή
Επίπτωση										
Χαμηλή Έκθεση					Μέση Έκθεση			Υψηλή Έκθεση		

Πηγή: PMBOK, (2013:330)

3.8.2 Κατάταξη κινδύνων

Στόχος της ποιοτικής ανάλυσης και της κατάταξης των κινδύνων είναι η υποβοήθηση της απόφασης για το ποιοι κίνδυνοι χρειάζονται επιπλέον ανάλυση και ποιοι όχι. Εκείνοι που χρειάζονται επιπλέον ανάλυση, θα αναλυθούν ποσοτικά, αν το επιτρέπουν ο διαθέσιμος χρόνος και οι διαθέσιμοι πόροι του έργου, ενώ όσοι δεν χρειάζονται επιπλέον ανάλυση οδηγούνται στο στάδιο της αντιμετώπισης.

Ωστόσο είναι πιθανό δύο ή και περισσότεροι κίνδυνοι να βρίσκονται στην ίδια κατηγορία (π.χ. μέσος κίνδυνος), οπότε η μεταξύ τους σύγκριση δείχνει ότι είναι ισοδύναμοι. Για να αντιμετωπιστεί αυτό συγκεκριμένο πρόβλημα, το PMI, προτείνει την απόδοση αριθμητικής περιγραφής σε κάθε μία από τις ποιοτικές περιγραφές (π.χ. χαμηλή πιθανότητα $\rightarrow 0,3$). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η έκθεση κάθε κινδύνου να περιγράφεται όχι μόνο από τον χαρακτηρισμό υψηλή, μέση ή χαμηλή, αλλά και από μία αριθμητική περιγραφή (Κηρυτόπουλος, 2006).

3.9 Ποσοτική ανάλυση

Είναι η διαδικασία αριθμητικής ανάλυσης της επίδρασης των προσδιορισμένων κινδύνων στους συνολικούς στόχους του έργου (PMBOK, 2013).

Η ποσοτική ανάλυση θεωρείται από πολλούς περισσότερο «επιστημονική» μέθοδος ανάλυσης των κινδύνων καθώς, σε αντίθεση με την ποιοτική ανάλυση, βασίζεται σε μαθηματικούς υπολογισμούς (Κηρυτόπουλος, 2006).

Η ποσοτική ανάλυση κινδύνου λαμβάνει υπόψη τους κινδύνους μεμονωμένα και επιτρέπει την ανάπτυξη μιας καλής κατανόησης του καθενός. Εντούτοις, είναι μερικές φορές απαραίτητο να αναλυθεί η συνδυασμένη επίδραση των κινδύνων στα αποτελέσματα των έργων, ιδίως όσον αφορά τον τρόπο με τον οποίο θα μπορούσαν να επηρεάσουν το συνολικό χρόνο και το κόστος. Αυτό απαιτεί ένα ποσοτικό μοντέλο και διατίθενται διάφορες μεθοδολογίες (AMACOM Handbook, 2011).

Παρακάτω αναφέρονται κάποιες από τις μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται συνήθως σε ποσοτικές αναλύσεις κινδύνου.

3.9.1 Αναμενόμενη τιμή

Ο όρος αναμενόμενη τιμή συναντάται σε όλες σχεδόν τις επιστήμες, οι οποίες περιέχουν στο πεδίο τους θέματα πρόγνωσης αποτελεσμάτων (Κηρυτόπουλος 2006).

Με τη μεθοδολογία της αναμενόμενης τιμής, υπολογίζεται η έκθεση κάθε κινδύνου ως το γινόμενο της πιθανότητας εμφάνισης του και της επίπτωσης που θα επιφέρει στο έργο.

Σύμφωνα με τον Maylor (2010), παρακάτω αναλύονται δύο (2) παραδείγματα κατανόησης της μεθοδολογίας,

Βήμα 1. Εάν ένα έργο έχει 50% πιθανότητα να αποφέρει κέρδος ύψους 30 εκ. €, η αναμενόμενη αξία είναι $0,5 \times 30$ εκ. € = 15 εκ. €.

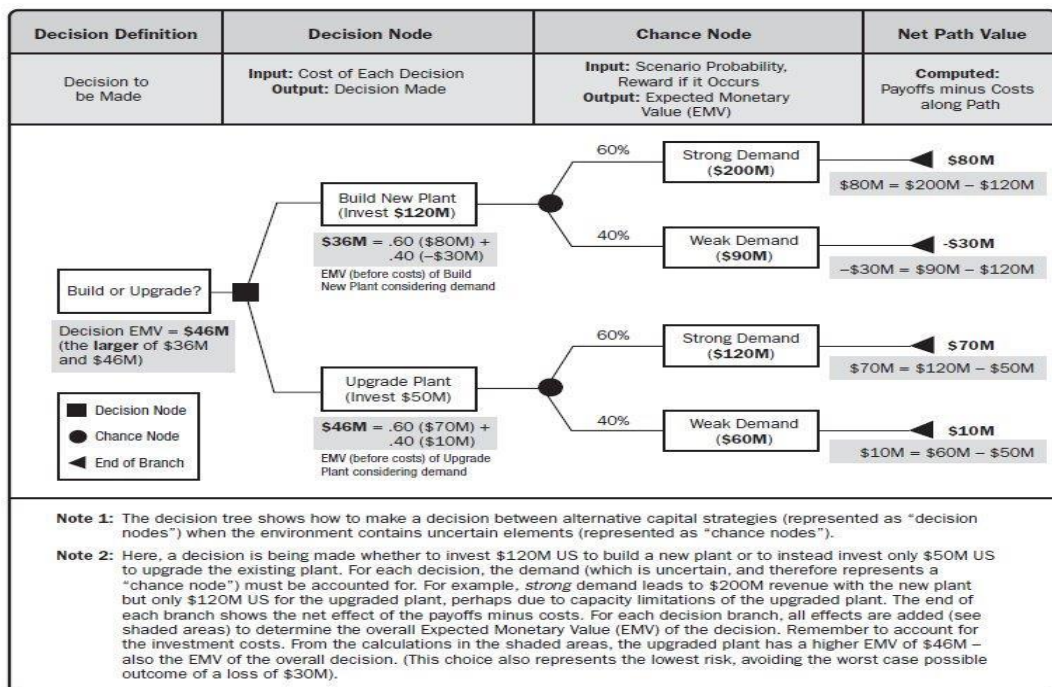
Βήμα 2. Δύο σχέδια απαιτούν χρηματοδότηση - το ένα έχει πιθανή επιστροφή ύψους 200 εκ. € και το άλλο ένα ποσό ύψους 150 εκ. €. Το πρώτο σχέδιο έχει 50% πιθανότητα να αποφέρει επιστροφή, ενώ το δεύτερο σχέδιο έχει 70% ευκαιρία. Οι υπολογισμοί της αναμενόμενης αξίας αποφέρουν 100 εκ. € για την πρώτη περίπτωση και 105 εκ. € για τη δεύτερη περίπτωση - στη βάση αυτή, η δεύτερη είναι πιο ελκυστική.

Από τα παραπάνω μπορούμε να καταλάβουμε ότι η μεθοδολογία της αναμενόμενης τιμής, είναι ένα βασικό εργαλείο για την αξιολόγηση των διαφόρων προτάσεων έργων, ως υπεύθυνος για τη λήψη επενδυτικών αποφάσεων.

3.9.2 Δέντρα αποφάσεων

Τα δέντρα αποφάσεων είναι κλασικά εργαλεία κινδύνου έργου τα οποία παρέχουν πληθώρα πληροφοριών σε μορφή εύκολης ερμηνείας. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμα για την ποσοτικοποίηση του κινδύνου, δεδομένου ότι παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τις επιλογές, τις πιθανότητες συμβάντων που σχετίζονται με αυτές τις επιλογές, την αναμενόμενη αξία αυτών των επιλογών και τις πιθανές επιπτώσεις όλων των πιθανών αποτελεσμάτων (Risk Management Concepts and Guidance, 2015).

Στο παρακάτω Σχήμα 3.5, απεικονίζεται ένα διάγραμμα δέντρου αποφάσεων



Σχήμα 3.5 Διάγραμμα δέντρου αποφάσεων

Πηγή: PMBOK (2013)

Τα σημεία απόφασης εμφανίζονται ως τετράγωνα ενώ τα πιθανά αποτελέσματα εμφανίζονται ως κύκλοι. Συνεπώς, οι δυνατότητες και οι επιπτώσεις των αποφάσεων προσδιορίζονται με σαφήνεια, υπό τον όρο ότι εμφανίζονται όλα τα σημεία λήψης αποφάσεων. Η ποιοτική επεξεργασία της δομής έχει αξία στην απλότητα και την ταχύτητα κατασκευής της (Maylor, 2010).

3.9.3 Προσομοίωση Monte Carlo

Η προσομοίωση Monte Carlo είναι πιθανότητα η πιο γνωστή και συχνότερα χρησιμοποιούμενη μέθοδος ποσοτικής ανάλυσης κινδύνων. Ιδιαίτερα όσο αφορά την διαχείριση κινδύνων σε μεγάλα έργα, οι εφαρμογές της είναι σημαντικές και μπορούν να δώσουν αποτελέσματα ικανά να βοηθήσουν την διοίκηση έργου στην λήψη αποφάσεων (Κηρυττόπουλος 2006).

Θεωρείται ότι είναι η πιο δημοφιλής τεχνική ποσοτικής ανάλυσης κινδύνου, διότι χρησιμοποιεί απλές στατιστικές, παίρνει τα σχέδια έργου ως σημείο εκκίνησης και υποστηρίζεται από πολλά καλά εργαλεία λογισμικού (AMACOM Handbook, 2011).

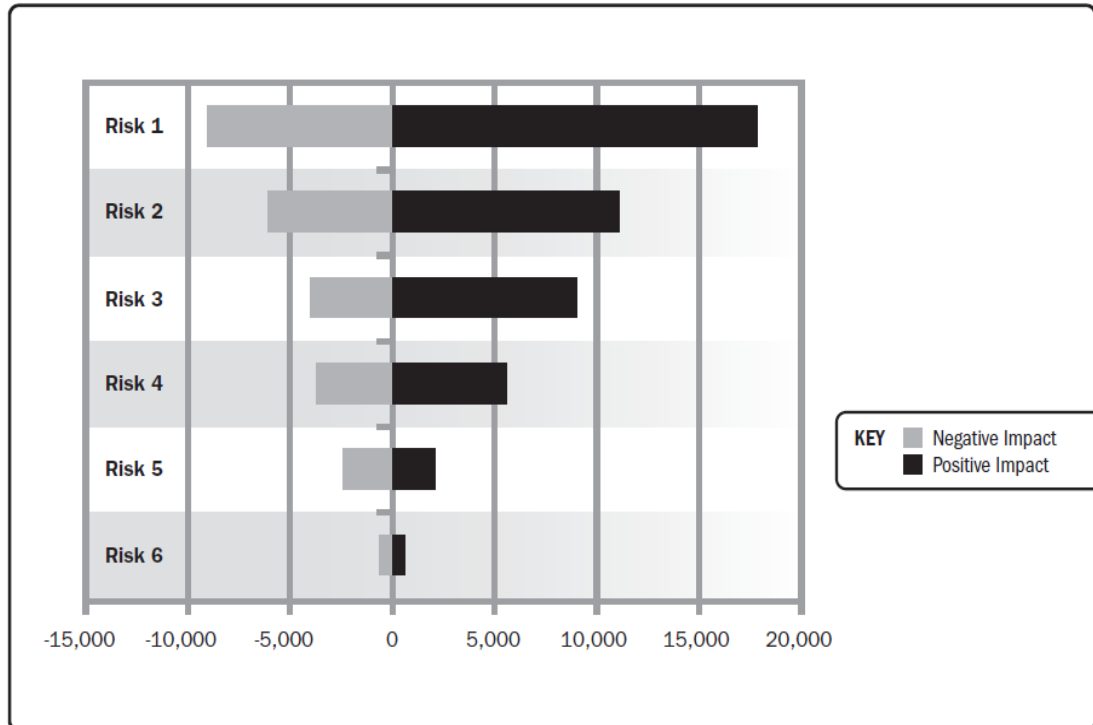
Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εκτιμηθεί το επίπεδο χρηματοδότησης ή το χρονοδιάγραμμα που θα απαιτηθεί για την ουσιαστική εγγύηση της επιτυχίας. Αυτή η μέθοδος εφαρμόζεται όταν ο διαχειριστής του έργου χρειάζεται να γνωρίζει την πιθανότητα επιτυχούς ολοκλήρωσης του έργου σε ένα δεδομένο επίπεδο χρηματοδότησης ή εντός ενός δεδομένου χρονικού πλαισίου. Είναι επίσης σκόπιμο να χρησιμοποιηθεί όταν υπάρχει ανάγκη να γνωρίζουμε ποιο επίπεδο χρηματοδότησης απαιτείται για να επιτευχθεί μια συγκεκριμένη πιθανότητα ολοκλήρωσης ενός έργου. Για να διασφαλισθεί ότι η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμοστεί, ο διαχειριστής του έργου πρέπει να αποκτήσει αξιόπιστες εκτιμήσεις της αβεβαιότητας του κόστους και του χρονοδιαγράμματος που συνδέεται με κάθε στοιχείο του WBS. Εφόσον οι εκτιμήσεις κόστους και χρονοδιαγράμματος είναι ήδη διαθέσιμες στο επίπεδο του πακέτου εργασίας, η προσομοίωση Monte Carlo, καθίσταται μια σχετικά γρήγορη αναλυτική διαδικασία (Risk Management Concepts and Guidance, 2015).

3.9.4 Ανάλυση Ευαισθησίας

Οι αναλύσεις ευαισθησίας απαντούν σε μια απλή ερώτηση: Τι θα συμβεί εάν αλλάξει μια παράμετρος στο περιβάλλον του έργου; Η ώθηση πίσω από μια αποτελεσματική ανάλυση ευαισθησίας είναι να εξεταστεί η πιθανή επίδραση μιας μεταβολής στο σχέδιο από την άποψη του πλαισίου κινδύνου. Η παράμετρος που αλλάξαμε μπορεί να είναι σχεδόν οτιδήποτε, που κυμαίνεται από μία και μόνη αλλαγή στο περιβάλλον του έργου μέχρι την αλλαγή ενός από τους περιορισμούς του. Το κλειδί, ωστόσο, είναι να τροποποιηθεί μια παράμετρος αρκετά νωρίς ώστε να καθοριστεί ο βαθμός επιρροής που θα είχε η αλλαγή στην κατάσταση (Risk Management Concepts and Guidance, 2015).

Σύμφωνα με τον Κηρυττόπουλο (2006), πρόκειται για μία μεθοδολογία που μπορεί κάποιος να προσδιορίσει ποιες είναι οι σημαντικές μεταβλητές ενός προβλήματος και

να εστιάσει την διαχείριση των κινδύνων σε αυτές.



Σχήμα 3.6 Παράδειγμα διαγράμματος Tornado

Πηγή: PMBOK (2013)

Μια τυπική απεικόνιση της ανάλυσης ευαισθησίας είναι το παραπάνω Σχήμα 3.6 το οποίο καλείται διάγραμμα Tornado και είναι χρήσιμο για τη σύγκριση της σχετικής σημασίας και της επίπτωσης των μεταβλητών που έχουν υψηλό βαθμό αβεβαιότητας σε αυτές που είναι πιο σταθερές (PMBOK, 2013).

3.9.5 Μέθοδος PERT

Η μέθοδος PERT είναι ένα πολύ δημοφιλές εργαλείο χρονοπρογραμματισμού που εφαρμόζεται από τους διαχειριστές των έργων.

Η τεχνική PERT αναπτύχθηκε για να εφαρμόσει μια στατιστική επεξεργασία στο πιθανό εύρος της χρονικής διάρκειας μίας δραστηριότητας (Burke, 2003).

Σύμφωνα με τον Maylor (2010), η τεχνική αποσκοπεί στην αντιμετώπιση της πιθανότητας, ότι η μοναδική τιμή που δίνεται ως ο προβλεπόμενος χρόνος για την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων έχει κάποιο βαθμό σφάλματος. Έτσι, απαιτούνται τρεις χρονικές εκτιμήσεις για κάθε δραστηριότητα:

- ❖ Ο αισιόδοξος χρόνος (a) | Πόσο χρόνο θα πάρει η δραστηριότητα εάν οι συνθήκες ήταν ιδανικές.

- ❖ Ο απαισιόδοξος χρόνος (b) | Πόσο χρόνο θα πάρει η δραστηριότητα αν ένα σημαντικό ποσοστό των πραγμάτων που θα μπορούσαν να πάθουν λάθος, πήγαν στραβά.
- ❖ Ο πιθανότερος χρόνος (m) | Πόσο χρόνο θα πάρει η δραστηριότητα εάν οι συνθήκες ήταν κανονικές.

Με βάση αυτές τις εκτιμήσεις, υπολογίζονται:

Βήμα 1. Ο αναμενόμενος (προσδοκώμενος) χρόνος (t) της κάθε δραστηριότητας

$$\text{Χρόνος (t)} = \frac{\text{Αισιόδοξος χρόνος} + (4 \times \text{Πιθανότερος χρόνος}) + \text{Απαισιόδοξος χρόνος}}{6}$$

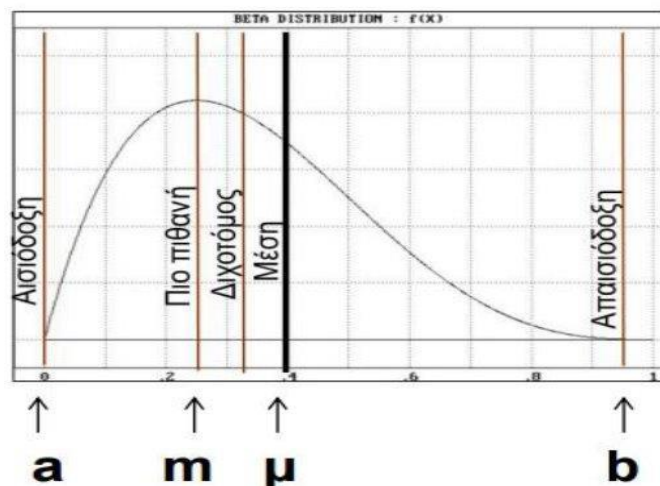
Με βάση τον προσδοκώμενο χρόνο κάθε δραστηριότητάς, μπορεί να προσδιοριστεί και ο προσδοκώμενος χρόνος του έργου.

Βήμα 2. Η διακύμανση (σ^2) της κάθε δραστηριότητας

$$\text{Διακύμανση } (\sigma^2) = \left(\frac{\text{Απαισιόδοξος χρόνος} - \text{Αισιόδοξος χρόνος}}{6} \right)^2$$

Εφόσον η διακύμανση δηλώνει αβεβαιότητα, όσο μεγαλύτερη είναι η διακύμανση μίας δραστηριότητας, τόσο πιο αβέβαιος είναι ο χρόνος που θα πρέπει να αναμένουμε ότι η δραστηριότητα θα ολοκληρωθεί.

Τα δύο αυτά μεγέθη για κάθε δραστηριότητα ενός δικτύου είναι επαρκή για την επίλυση του δικτύου, με τον ίδιο τρόπο όπως στη μέθοδο CPM δηλαδή την εύρεση των κρίσιμων δραστηριοτήτων και της διάρκειας την κρίσιμης διαδρομής.



Σχήμα 3.7 Απεικόνιση των παραμέτρων της μεθόδου Pert στην κατανομή β.

Πηγή: Κηρυττόπουλος, (2006)

Η διαφοροποίηση στην μεθοδολογία PERT με τις τρεις εκτιμήσεις των χρόνων ολοκλήρωσης, επιτρέπει την χρησιμοποίηση στατιστικών εργαλείων ώστε να βρεθεί η

πιθανότητα να ολοκληρωθεί το έργο νωρίτερα από μια ημερομηνία ή αντίθετα την πιθανότητα να ξεφύγει η ολοκλήρωση του έργου πέρα από μια ημερομηνία.

Η χρήση της εκτίμησης PERT είναι μερικές φορές μια απαιτούμενη δραστηριότητα κατά την εκπόνηση σχεδίου προγράμματος και, στις περισσότερες περιπτώσεις, πρέπει να είναι μια χρήσιμη πρακτική όταν υπάρχει αβεβαιότητα σχετικά με το κόστος ή τη διάρκεια του έργου (Risk Management Concepts and Guidance, 2015).

3.9.6 Μέθοδος FMEA

Η μεθοδολογία Failure Mode Effect Analysis (FMEA) έχει χρησιμοποιηθεί στη βιομηχανία εδώ και πολλά χρόνια.

Είναι μια μεθοδολογία ανάλυσης δεδομένων για τον ποσοτικό προσδιορισμό του κινδύνου. Η FMEA είναι μια συστηματική μεθοδολογία που έχει σχεδιαστεί για τον εντοπισμό, την ιεράρχηση, τη δράση σε πιθανούς τρόπους αστοχίας πριν αυτές συμβούν και την εκτίμηση της επίδρασης αυτών των βλαβών. Επομένως, πρόκειται για μια προσέγγιση για τον προσδιορισμό όλων των πιθανών κινδύνων και τη διερεύνηση των πιθανών αιτιών και αποτελεσμάτων τους. Με βάση την ανάλυση τρόπου αποτυχίας, μπορούν να διατυπωθούν σχέδια αντιμετώπισης (Mastoianni, 2011).

Η τυποποιημένη διαδικασία FMEA αξιολογεί τους τρόπους αστοχίας με τον υπολογισμό του αριθμού προτεραιότητας κινδύνου (RPN), ο οποίος είναι προϊόν του πολλαπλασιασμού τριών στοιχείων:

- i. Της πιθανότητας εμφάνισης μιας βλάβης (O- occurrence),
- ii. Της σοβαρότητας της βλάβης (S- severity)
- iii. Της ικανότητας ανίχνευσής της πριν από την εμφάνισή της (D- detection)

όπως φαίνεται στην παρακάτω Εξίσωση (1) (Mastoianni, 2011).

Ο καθένας από τους τρεις παράγοντες μπορεί να αναλυθεί μεμονωμένα, αν και μια πρακτική μέθοδος είναι να θεωρηθεί ότι ο συνολικός κίνδυνος είναι το προϊόν αυτών των τριών στοιχείων. Ο συνολικός κίνδυνος ονομάζεται αριθμός προτεραιότητας RPN, και υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$RPN = O \times S \times D \quad (1)$$

Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός RPN, τόσο πιο επιτακτική είναι η ανάγκη αντιμετώπισης του σφάλματος.

3.9.7 Τεχνική RFMEA

Η τεχνική RFMEA είναι μια τροποποίηση της τεχνικής FMEA. Ενώ η FMEA σχεδιάστηκε για να ποσοτικοποιήσει, να αναλύσει και να μειώσει τους κινδύνους που σχετίζονται με τις διαδικασίες σχεδιασμού και προγραμματισμού της ανάπτυξης προϊόντων και

υπηρεσιών, το RFMEA χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό, την ποσοτικοποίηση και την εξάλειψη (ή μείωση) των κινδύνων στο περιβάλλον του έργου. Δεν χρησιμοποιείται μόνο ως εργαλείο για τον ποσοτικό προσδιορισμό και την ανάλυση των κινδύνων του έργου, αλλά και για να βοηθήσει στη διαμόρφωση των σχεδίων αντιμετώπισης κινδύνων στις αρχές της διαδικασίας ανάπτυξης του έργου (Mastoïanni, 2011).

Ο Δείκτης Κινδύνου (Risk Score) υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας τις πιθανότητες και τις επιπτώσεις, όπως φαίνεται στην παρακάτω Εξίσωση (2):

$$\text{Risk Score} = \text{Probability} \times \text{Impact} \quad (2)$$

Ομοίως, η τιμή RPN υπολογίζεται με τη χρήση της Εξίσωσης (1) αφού προσδιοριστούν:

- i. Η πιθανότητα εμφάνισης κινδύνου (πόσο συχνά συμβαίνει αυτό και πόσο έγκυρη για ένα έργο),
- ii. Ο αντίκτυπος | επίπτωση του κινδύνου (στο συμβάν του, στο τι θα συμβεί και πόσο επηρεάζει ένα έργο),
- iii. Ανίχνευση κινδύνου (πόσο νωρίς εντοπίζεται).

Μια άλλη διαφορά μεταξύ αυτών των δύο τεχνικών είναι ο παράγοντας ανίχνευσης, ο οποίος στο RFMEA ορίζεται ως το μέτρο της ικανότητας ανίχνευσης ενός συμβάντος κινδύνου με αρκετό χρόνο για να σχεδιάσει και να δράσει επ' αυτού. (Carbone & Tippet, 2004).

Η διαδικασία RFMEA αποτελείται από διάφορα βήματα. Μέσω της μεθόδου έρευνας Delphi,

- Πρώτον, οι πιθανοί κίνδυνοι της μελέτης περίπτωσης στην μελέτη της ηλιακής ενέργειας εντοπίστηκαν από την ομάδα εμπειρογνομώνων που επιλέχθηκαν.
- Δεύτερον, οι τιμές για την πιθανότητα, τον αντίκτυπο και τους παράγοντες ανίχνευσης για καθέναν από τους εντοπισθέντες κινδύνους χορηγήθηκαν από κάθε μέλος της ομάδας εμπειρογνομώνων. Αφού οι τιμές είχαν ανατεθεί σε όλους τους προσδιορισμένους κινδύνους, υπολογίστηκαν οι βαθμολογίες κινδύνου και το RPN αυτών των κινδύνων.
- Έπειτα, προσδιορίστηκε μια κρίσιμη τιμή του κινδύνου μετά την ανασκόπηση της βαθμολογίας κινδύνου Pareto (δηλ. Το διάγραμμα ράβδων, όπου οι τιμές αντιπροσωπεύονται κατά φθίνουσα σειρά για να απεικονίσουν τον κανόνα 80/20). Στην περίπτωση αυτή, ο κανόνας 80/20 θα ορίζει ότι περίπου το 20% των εντοπισμένων κινδύνων καλύπτει το 80% της συνολικής αξίας του κινδύνου. Παρομοίως, προσδιορίστηκε μία κρίσιμη τιμή RPN μετά από μια ανασκόπηση του RPN Pareto. Δεν υπάρχει κανένας επιστημονικός κανόνας για τον προσδιορισμό των κρίσιμων τιμών, αλλά στόχος είναι να επιλεγούν τιμές πάνω από τις οποίες οι κίνδυνοι αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο μέρος του Συνολικού Δείκτη Κινδύνου του έργου και του συνολικού έργου RPN, αντίστοιχα. Στην ιδανική περίπτωση, η κατανομή θα εμπίπτει στον κανόνα Pareto 80/20, καθιστώντας την επιλογή προφανής. Ωστόσο, στις περισσότερες περιπτώσεις, και στην περίπτωση αυτή, η διανομή είναι συνεχής και ομαλή, αφήνοντας την απόφαση επιλογής της κρίσιμης αξίας στον ερευνητή.

- Το επόμενο βήμα ήταν να σχεδιάσουμε ένα διάγραμμα σκέδασης, στο οποίο παρουσιάζονται οι τιμές κινδύνου και οι τιμές RPN. Ο στόχος είναι να προσδιοριστεί η διασταύρωση των δύο κρίσιμων τιμών και να προσδιοριστεί το σύνολο των κινδύνων που απαιτούν σχέδια αντίδρασης στις αρχές της αναπτυξιακής διαδικασίας και τα οποία έχουν προτεραιότητα κατά τον προγραμματισμό της αντίδρασης σε κινδύνους (Carbone & Tippet, 2004).
- Τέλος, έπρεπε να αναπτυχθούν στρατηγικές αντιμετώπισης κινδύνων για καθέναν από τους εντοπισθέντες κινδύνους. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για την ολοκλήρωση του τελικού σταδίου της διαδικασίας RFMEA περιγράφεται, λεπτομερώς, στο Κεφάλαιο 5 (Ενότητα 5.6).

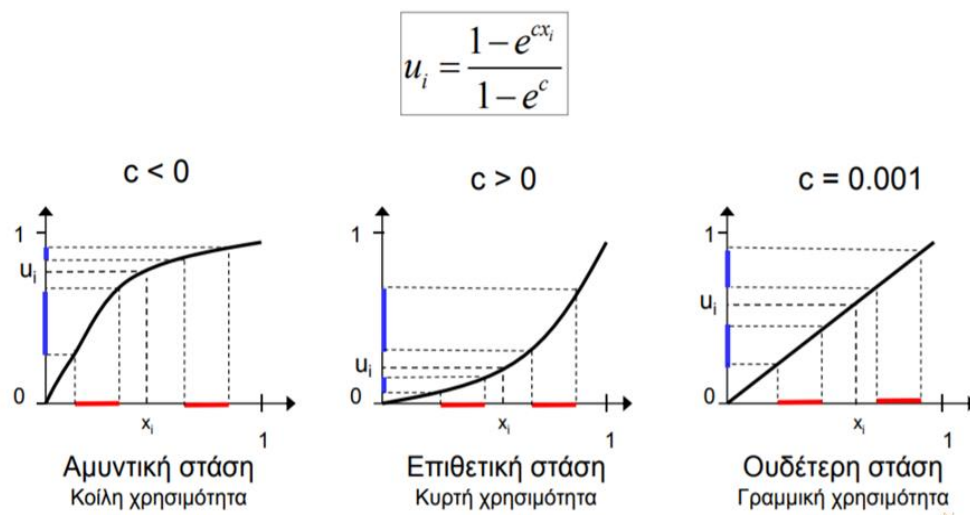
Σύμφωνα με τους Carbone και Tippet (2004), τα οφέλη του RFMEA περιλαμβάνουν αυξημένη εστίαση στους πιο επικείμενους κινδύνους, προτεραιότητα στον σχεδιασμό έκτακτων κινδύνων, βελτιωμένη συμμετοχή της ομάδας στη διαδικασία διαχείρισης κινδύνου και ανάπτυξη βελτιωμένων ελέγχων κινδύνου.

3.10. Εκθετική εξομάλυνση (Exponential Smoothing)

Είναι πολύ σημαντικό να αναφερθούμε στην μέθοδο εξομάλυνσης των δεδομένων που θα προκύψουν από την συλλογή των ερωτηματολογίων.

Η εξομάλυνση των δεδομένων αποτελεί ουσιαστικό μέρος κάθε διαδικασίας λήψης αποφάσεων, επειδή μετατρέπει τα δεδομένα εισόδου σε αριθμητικά και συγκρίσιμα δεδομένα, επιτρέποντας τη χρήση μεθόδων, όπως η AHP, για την αξιολόγηση και την ταξινόμηση εναλλακτικών λύσεων.

Στην παρούσα εργασία η μέθοδος της εκθετικής εξομάλυνσης (Exponential Smoothing) μας δίνει τη δυνατότητα να δώσουμε μεγαλύτερο βάρος στις απαντήσεις με μεγάλο σκορ.



Σχήμα 3.8 Εκθετική εξομάλυνση δεδομένων

Οι Aderson Campos Passos και Reinaldo Castro Souza (2013) στην εργασία τους «Defining a quality index for electric power utilities using multiple criteria decision support

and time series analysis», παρουσιάζουν μια υβριδική μέθοδο πολλαπλών κριτηρίων που αναπτύχθηκε μέσω του συνδυασμού της μεθόδου της αναλυτικής ιεραρχίας (AHP) και των τεχνικών εκθετικής εξομάλυνσης που εφαρμόζονται στις προβλέψεις χρονοσειρών.

Το θέμα είναι ο προσδιορισμός της κατάλληλης τιμής του c . Όταν θέλουμε σταθερές προβλέψεις με εξομάλυνση των τυχαίων μεταβολών, η τιμή του c πρέπει να είναι μικρή. Όταν θέλουμε άμεση απόκριση στις μεταβολές που προέρχονται από τις πρόσφατες παρατηρήσεις, η τιμή του c πρέπει να είναι μεγάλη.

Κάνουμε *scaling* καθώς δεν δώσαμε οδηγίες στους ερωτηθέντες για το πώς θα βαθμολογήσουν, δηλαδή να μην βάλουν σε όλους τους κινδύνους σχετικά κοντινά σκορ. Στόχος μας είναι ένας τρόπος κανονικοποίησης που να μας ανοίγει το εύρος των αποτελεσμάτων.

3.11 Μέθοδος Αναλυτικής Ιεράρχησης (Μέθοδος AHP)

Η μέθοδος Αναλυτικής Ιεράρχησης (Analytical Hierarchy Process – AHP) για την λήψη αποφάσεων, πρωτοπαρουσιάστηκε το 1977 από τον Thomas Saaty και κύριο χαρακτηριστικό της είναι ότι μπορεί να διαχειριστεί και να εξετάσει ταυτόχρονα, ποσοτικά και ποιοτικά κριτήρια. Η μέθοδος στηρίζεται στην αρχή ότι, για την λήψη μίας απόφασης, η εμπειρία και η γνώση των ανθρώπων είναι τουλάχιστον, εξίσου σημαντική με τα διαθέσιμα δεδομένα.

Η AHP χρησιμοποιείται για την επίλυση προβλημάτων με πολλαπλά κριτήρια. Σε αυτή τη μέθοδο εκτελείται μια ιεραρχία στην οποία το πρόβλημα επίλυσης βρίσκεται στην κορυφή και στη βάση είναι οι εναλλακτικές λύσεις. Στα ενδιάμεσα επίπεδα είναι τα κριτήρια που αποτελούν τη βάση για τη λήψη αποφάσεων (Saaty and Vargas, 2012).

Στην εργασία των Carlos Robles Algarín et al. (2017) με θέμα «*An Analytic Hierarchy Process Based Approach for Evaluating Renewable Energy Sources*», υπάρχει μια δομημένη διαδικασία επιτυχούς εφαρμογής της AHP στη λήψη αποφάσεων, η οποία μπορεί να συνοψιστεί στα ακόλουθα βήματα:

Βήμα 1. Ιεραρχία προβλημάτων | Ο στόχος βρίσκεται στο ανώτερο επίπεδο. Στο δεύτερο επίπεδο είναι τα κριτήρια, τα οποία μπορούν να χωριστούν σε υποκείμενα σύμφωνα με το απαιτούμενο επίπεδο λεπτομέρειας. Τα κριτήρια ορίζονται ως ένα σύνολο χαρακτηριστικών που επιτρέπουν στον υπεύθυνο λήψης αποφάσεων να θέτει προτιμήσεις. Στο τελευταίο επίπεδο υπάρχουν όλες οι εναλλακτικές λύσεις, οι οποίες αποτελούν τις πιθανές λύσεις για την λήψη της τελικής απόφασης.

Βήμα 2. Ορίστε προτεραιότητες για κριτήρια | Μια αριθμητική τιμή πρέπει να αντιστοιχεί σε όλα τα κριτήρια σύμφωνα με τις προτιμήσεις του υπεύθυνου λήψης αποφάσεων. Στο Saaty (2008) προτάθηκε η κλίμακα που παρουσιάζεται στον παρακάτω Πίνακα 3.2 και η αποτελεσματικότητά της έχει επικυρωθεί από πολυάριθμους ερευνητές με θεωρητική υποστήριξη που σχετίζεται με την καλύτερη κλίμακα σύγκρισης ομοιογενών στοιχείων.

Με την κλίμακα που πρότεινε ο Saaty, ο υπεύθυνος λήψης αποφάσεων πρέπει να εκτελέσει τα ζεύγη σύγκρισης, να καθορίσει προτεραιότητες και να εκχωρήσει σχετικά βάρη. Πρέπει να αναπτυχθεί ένας πίνακας A ζευγαρωμένων συγκρίσεων όπου οι όροι a_{ij} ($\frac{w_i}{w_j}$) είναι το αποτέλεσμα της σύγκρισης μεταξύ των στοιχείων i και j . Οι αντίστροφες τιμές των συγκρίσεων τοποθετούνται στην θέση a_{ji} του A όπως φαίνεται στην παρακάτω εξίσωση:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Στην περίπτωση προβλημάτων συνεκτικότητας με τον υπεύθυνο λήψης αποφάσεων, δημιουργείται ένας πίνακας R με την πραγματοποίηση μιας διατάραξης στην μήτρα A με τέτοιο τρόπο ώστε:

$$R \times w = \lambda_{\max} \times w$$

όπου w είναι ο αυτόματος φορέας της μήτρας σύγκρισης και η λ_{\max} είναι η κυρίαρχη τιμή της ίδιας μήτρας.

Βήμα 3. Επαληθεύστε τη συνοχή των αποφάσεων | Ο δείκτης συνέπειας CI (Consistency Index) χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της συνέπειας, η οποία ορίζεται μαθηματικά ως

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

Για να επαληθευτούν οι τιμές CI , γίνεται σύγκριση με τον δείκτη τυχαίας συνέπειας RI (Random Consistency Index), όπως φαίνεται στον παρακάτω Πίνακα 3.3. Αυτή η παράμετρος ορίζεται ως ένας μέσος όρος των RI ενός μεγάλου συνόλου μητρών με τυχαίες εισόδους (Saaty και Vargas, 2012).

Επιπλέον, ο Saaty ορίζει τον λόγο συνέπειας CR (Consistency Ratio)

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Τα αποτελέσματα εάν:

- $CR \leq 0.1$ είναι συνεπή
- $CR > 0.1$, είναι ασυμβίβαστα και ως εκ τούτου οι αποφάσεις λήψης αποφάσεων πρέπει να επανεξεταστούν

Βήμα 4. Ορίστε τις προτεραιότητες για τα δευτερεύοντα κριτήρια | Στην περίπτωση που έχουν καθοριστεί υποκριτήρια στο πρόβλημα της απόφασης, είναι απαραίτητο να προχωρήσουμε όπως στο βήμα 3. Για το σκοπό αυτό, οι ζευγαρωμένες συγκρίσεις πρέπει να γίνουν προκειμένου να καθοριστεί η σημασία των υποκριτηρίων σε σχέση με το υψηλότερο επίπεδο.

Πίνακας 3.2 Θεμελιώδης πίνακας προτιμήσεων και η εκθετική κλίμακα των προτιμήσεων της AHP

Κλίμακες προτιμήσεων		Ορισμός
Θεμελιώδης	Εκθετική	
1	$e^0=1$	Το i είναι εξίσου σημαντικό για το j
3	e^1	Το i είναι λίγο πιο σημαντικό από το j
5	e^2	Το i είναι πολύ πιο σημαντικό από j
7	e^3	Το i είναι πολύ πιο σημαντικό από το j
9	e^4	Το i είναι εξαιρετικά σημαντικότερο από το j
2, 4, 6, 8	$e^{0,5}, e^{1,5}, e^{2,5}, e^{3,5}$	Ενδιάμεσες τιμές
Αντίστροφοι των παραπάνω	---	Αν η δραστηριότητα i έχει έναν από τους παραπάνω αριθμούς σε σύγκριση με τη δραστηριότητα j , τότε το j έχει την αντίστροφη τιμή όταν συγκρίνεται με το i

Πηγή: Carlos Robles Algarín et al. (2017)

και

Πίνακας 3.3 Δείκτης τυχαίας συνέπειας (RI)

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

Πηγή: Carlos Robles Algarín et al. (2017)

Βήμα 5. Καθορισμός προτεραιοτήτων για εναλλακτικές λύσεις | Σε αυτή την περίπτωση ακολουθείται επίσης η διαδικασία που εξηγείται στο βήμα 3, αλλά λαμβάνοντας υπόψη ότι πρέπει να γίνει σύγκριση μεταξύ εναλλακτικών επιλογών για να καθοριστούν προτιμήσεις σύμφωνα με τα κριτήρια και τα υποκείμενα που έχουν καθοριστεί.

Τέλος, το γενικό βάρος για τα κριτήρια, τις υποκατηγορίες και τις εναλλακτικές λύσεις προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό του μερικού βάρους (w_i) με το γενικό βάρος του αμέσως ανώτερου κριτηρίου.

Το άθροισμα των γενικών σταθμίσεων των εναλλακτικών επιλογών σε σχέση με κάθε κριτήριο είναι ο μηχανισμός για την αξιολόγηση όλων των πιθανών εναλλακτικών λύσεων.

3.12 Σχετική έρευνα και εντοπισμός κινδύνων

Στην έκθεση «*Risk identification in large photovoltaic plants' construction projects*», (Serano Gómez, Luis et al., 2016), ομάδα εμπειρογνομώνων, διερευνά τους σχετικούς κινδύνους με την ανάπτυξη έργου ηλιακής ενέργειας στην Ισπανία. Η έρευνά τους για τη διαχείριση του κινδύνου ηλιακής ενέργειας επικεντρώθηκε αποκλειστικά στην περιοχή της Ισπανίας και τη μοναδική φύση των σχετικών κινδύνων. Τα αποτελέσματα παρουσίασαν τους πρωταρχικούς προσδιορισμένους κινδύνους στον τομέα της ηλιακής ενέργειας της Ισπανίας και διάφορες προσεγγίσεις που αποσκοπούν στη περιγραφή αυτών.

Η εργασία «*Perception of risks in renewable energy projects: The case of concentrated solar power in North Africa*», (Nadejda Komendantova κ.ά., 2012), επισημαίνει ορισμένους κινδύνους ως εμπόδια στις επενδύσεις και τις εξετάζει στο ιδιαίτερο πλαίσιο της ανάπτυξης των ΑΠΕ.

Ο Perry Sadorsky (2012), στην εργασία «*Modeling renewable energy company risk*», μελέτησε το εμπόριο μεταξύ κινδύνου και απόδοσης στον τομέα των ΑΠΕ. Διαπίστωσε ότι οι εταιρείες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συγκαταλέγονται συχνά μεταξύ των πιο επικίνδυνων τύπων εταιρειών που επενδύουν και για το λόγο αυτό είναι απαραίτητο να έχουμε καλή κατανόηση των παραγόντων κινδύνου.

Η έκθεση «*Risk Quantification and Risk Management in Renewable Energy Projects*», (Michelez J. et al., 2011), μελετά τις τεχνικές εκτίμησης και διαχείρισης κινδύνου για τα έργα ΑΠΕ, συγκρίνοντάς τις με συμβατικά έργα και προσαρμόζοντας τις προσεγγίσεις διαχείρισης κινδύνου και τα μέτρα στήριξης των ώριμων βιομηχανιών για έργα ΑΠΕ. Το αποτέλεσμα αυτής της έκθεσης ήταν αρκετές κατευθυντήριες γραμμές για την ταξινόμηση, την αξιολόγηση και τη διαχείριση διαφόρων κινδύνων σε έργα ανανεώσιμης ενέργειας.

Έχει διεξαχθεί ένας σημαντικός αριθμός μελετών σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις τεχνολογίες ηλιακής ενέργειας. Για παράδειγμα στην εργασία «*Environmental impacts of utility-scale solar energy*», (R.R. Hernandez et al., 2014), εξετάζονται οι άμεσες και έμμεσες περιβαλλοντικές επιπτώσεις - τόσο θετικές όσο και αρνητικές επιπτώσεις - της ανάπτυξης της ηλιακής ενέργειας κοινής ωφέλειας,

συμπεριλαμβανομένων των επιπτώσεων στη βιοποικιλότητα, τη χρήση γης και την αλλαγή της γης, το έδαφος, ανθρώπινη υγεία.

Ομοίως, έχουν διεξαχθεί πολλές έρευνες για να εξεταστούν τα ειδικά χαρακτηριστικά των θερμικών και φωτοβολταϊκών ηλιακών συστημάτων και τη συμβολή τους στην αειφόρο τουριστική ανάπτυξη. Ως παράδειγμα αναφέρεται η εργασία «*Contribution of the solar energy in the sustainable tourism development of the Mediterranean islands*», (Evanthie Michalena et al., 2009), που επικεντρώνονταν στην περιοχή των νησιών της Μεσογείου και στόχος ήταν να μελετηθούν οι βέλτιστες πρακτικές και να διερευνηθούν οι παράγοντες που επηρεάζουν την μεταφορά αυτών των πρακτικών σε άλλες γεωγραφικές περιοχές.

Οι Aragonés-Beltrán κ.ά. (2010) στην εργασία τους «*An ANP-based approach for the selection of photovoltaic solar power plant investment projects*», που σχετίζεται με τη βέλτιστη επενδυτική επιλογή για την κατασκευή ενός φωτοβολταϊκού πάρκου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, τόνισαν πως οι κίνδυνοι που σχετίζονται με την κατασκευή ενός έργου από ΑΠΕ είναι κοινωνικής, νομικής, πολιτικής, τεχνικής και οικονομικής φύσεως. Βεβαίως, διευκρίνισαν το γεγονός ότι όλοι αυτοί οι παράγοντες είναι αμοιβαίως σχετιζόμενοι. Τους κατηγοριοποίησαν μάλιστα σε έξι (6) ομάδες | περιοχές κινδύνων: πολιτικοί, νομικοί, κοινωνικοί, τεχνικοί, οικονομικοί κίνδυνοι και κίνδυνοι χρονικής καθυστέρησης, ενώ κάποιες κατηγορίες κινδύνων εμπεριείχαν και μικρότερες υποκατηγορίες | υποομάδες.

Στους πολιτικούς κινδύνους εντάσσουν τις αλλαγές στην ενεργειακή πολιτική από τους αρμόδιους φορείς, τους μακροοικονομικούς κινδύνους, καθώς και τους κινδύνους πολεοδομικού σχεδιασμού. Την έγκριση, δηλαδή, των αδειών από την αρμόδια αρχή για την κατασκευή του έργου, καθώς και την αποδοχή της κατασκευής από τα τοπικά συμβούλια της περιοχής.

Στην κατηγορία των τεχνολογικών κινδύνων τοποθετούν τους κινδύνους που σχετίζονται με την τοποθεσία της μονάδας καθώς και με την τεχνολογία που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή της. Στην πρώτη ομάδα ανήκουν η σωστή επιλογή της τοποθεσίας και της τεχνολογίας εξοπλισμού. Επιπρόσθετα, είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη τα απρόοπτα γεγονότα από θεομηνίες που πιθανόν να εμφανιστούν κατά τη διάρκεια κατασκευής του, δηλαδή πλημμύρες, σεισμοί, και γεωτεχνικά προβλήματα, όπως κατολισθήσεις ή πιθανή καθίζηση εδάφους. Τέλος, περιλαμβάνεται στα παραπάνω ο σωστός σχεδιασμός και η εκτίμηση τεχνικών θεμάτων του έργου (ώρες ηλιακής ακτινοβολίας). Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν κίνδυνοι, οι οποίοι είναι σχετικοί με την τεχνολογία, για παράδειγμα σύγχρονη τεχνολογία, σωστή και βέλτιστη επιλογή εξοπλισμού και υλικών, σωστές δοκιμές για σύνδεση με το δίκτυο μεταφοράς.

Οι κίνδυνοι χρηματοδότησης και αυτοί που προκύπτουν από πληθωρισμό και ενδεχόμενη αύξηση των τιμών των πόρων, αποτελούν τους οικονομικούς κινδύνους του εγχειρήματος. Επιπλέον, υπάρχουν κίνδυνοι χρονικών καθυστερήσεων λόγω αδειοδοτήσεων και έγκρισης των μελετών από τις αρμόδιες υπηρεσίες, καθώς και οι νομικοί κίνδυνοι, στους οποίους ανήκουν οι αλλαγές νομοθετικών διατάξεων, του ρυθμιστικού πλαισίου και οι περιβαλλοντικοί όροι. Τέλος, οι κίνδυνοι που εγείρονται από τα απρόοπτα γεγονότα καταστροφής εξοπλισμού και υλικών του έργου, όπως οι κλοπές και οι δολιοφθορές | βανδαλισμοί, καθώς και η κοινωνική ή η μη αποδοχή του, εντάσσονται στους κοινωνικούς κινδύνους.

Στην εργασία «*The impact of sustainable construction and knowledge management on sustainability goals. A review of the Venezuelan renewable energy sector*», (Pietrosemoli και Monroy, 2013) επισημαίνεται ότι η κατασκευή ενός έργου περιλαμβάνει πολλά στάδια και σε αυτήν παίρνουν μέρος πολλοί παράγοντες. Η συνύπαρξη όλων αυτών των παραγόντων αποτελεί τεράστια πρόκληση για τους κατασκευαστές του, οι οποίοι συχνά έρχονται αντιμέτωποι με μεγάλα προβλήματα, κάποια από τα οποία μπορεί να επηρεάσουν καίρια το εγχείρημα. Ζητήματα που αφορούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά, το σχεδιασμό, τον αναπροσανατολισμό του σκοπού του έργου, την τεχνολογία και την τεχνική κατασκευής, καθώς και περιβαλλοντικά, οικονομικά, πολιτιστικά, κοινωνικά θέματα, αλλά και ζητήματα ασφάλειας, διασφάλισης ποιότητας, ανθρώπινων πόρων, χρηματοοικονομικά και διαχειριστικά | οργανωτικά θέματα, αποτελούν προβλήματα που πρέπει να λυθούν για να μην επηρεαστεί η τέλεσή του.

Οι Pietrosemoli και Monroy (2013) επισημαίνουν ότι η κατασκευή ενός έργου περιλαμβάνει πολλά στάδια και σε αυτήν παίρνουν μέρος πολλοί παράγοντες. Η συνύπαρξη όλων αυτών των παραγόντων αποτελεί τεράστια πρόκληση για τους κατασκευαστές του, οι οποίοι συχνά έρχονται αντιμέτωποι με μεγάλα προβλήματα, κάποια από τα οποία μπορεί να επηρεάσουν καίρια το εγχείρημα. Ζητήματα που αφορούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά, το σχεδιασμό, τον αναπροσανατολισμό του σκοπού του έργου, την τεχνολογία και την τεχνική κατασκευής, καθώς και περιβαλλοντικά, οικονομικά, πολιτιστικά, κοινωνικά θέματα, αλλά και ζητήματα ασφάλειας, διασφάλισης ποιότητας, ανθρώπινων πόρων, χρηματοοικονομικά και διαχειριστικά | οργανωτικά θέματα, αποτελούν προβλήματα που πρέπει να λυθούν για να μην επηρεαστεί η τέλεσή του.

Επιπρόσθετα, έρχονται αντιμέτωποι με τις διαφορετικές απαιτήσεις, ενστάσεις και αιτιάσεις του κύριου του έργου, των τοπικών κοινωνιών, ενώ ταυτόχρονα απαιτείται να ισορροπήσουν και να συμμορφωθούν με τα αυστηρά πρότυπα και τους κανονισμούς που διέπουν την εκάστοτε κατασκευή. Όλες αυτές οι προκλήσεις και οι κίνδυνοι που σχετίζονται με τα έργα γίνονται όλο και πιο έντονοι αν αναλογιστεί κανείς και τις πολιτικές επιρροές ή ακόμα και την εμφάνιση φυσικών καταστροφών.

Ειδικότερα, η κατασκευή έργων ΑΠΕ υπόκειται σε πολλούς κινδύνους και κατασκευαστικά προβλήματα, που είναι πιθανόν να επηρεάσουν την αρχική σύμβαση μεταξύ της εταιρίας και του πελάτη, και να επιφέρουν καθυστερήσεις και άλλου είδους αποκλίσεις από τους αρχικά συμφωνηθέντες όρους και προδιαγραφές μεταξύ των δύο πλευρών.

Στους χρηματοοικονομικοί κινδύνους ενσωματώνουν τη μη πληρωμή από τον πελάτη στην καθορισμένη ημερομηνία | στιγμή, την έλλειψη ρευστότητας και τις πιστωτικές διευκολύνσεις, όπως η αδυναμία εγγυήσεων για δανεισμό, την υπέρβαση του κόστους πάνω από τον αρχικό προϋπολογισμό και την αδυναμία για χρηματοδότηση αυτών των υπερβάσεων από τον πελάτη (αναθεώρηση συμβολαίου | σύμβασης).

Στην ομάδα των τεχνικών κινδύνων τοποθετούν τις ελλείψεις σε τεχνικά θέματα, σε ζητήματα οριοθέτησης των προδιαγραφών της μονάδας και του συμβολαίου. Παράλληλα, στους τεχνικούς κινδύνους ανήκουν οι αλλαγές στο σκοπού του έργου, καθώς και οι συνθήκες και οι παρεμβολές στο χώρο εργασίας (περιλαμβάνει οργανωτικά και διαχειριστικά θέματα σε πόρους, ανθρώπινους και υλικούς), η υπέρβαση του χρόνου

κατασκευής, οι ενδεχόμενες αποκλίσεις στην ποιότητα του έργου, και προβλήματα όσον αφορά τη διασφάλιση και τον έλεγχο ποιότητας των εργασιών.

Η έλλειψη και το κόστος υλικών και εξοπλισμού, οι βλάβες, οι απώλειες ή οι καταστροφές πόρων και η μειωμένη παραγωγικότητά τους κατηγοριοποιήθηκαν από τους εν λόγω συγγραφείς ως κίνδυνοι φυσικών πόρων. Ενώ, στους κινδύνους που πηγάζουν από το γενικότερο περιβάλλον του έργου, αναφέρουν την ανεπαρκή ποιότητα γενικής επίβλεψης και απόδοσης του εγχειρήματος, την αλλαγή κυβερνητικών νόμων και πολιτικών, την οικονομική – πολιτική αστάθεια, και τις κακές καιρικές συνθήκες.

Τέλος, στην κατηγορία των άυλων πόρων και σε θέματα τεχνογνωσίας και γνώσεων σχετικών με το έργο εντάσσονται τις απρόβλεπτες καταστάσεις, την έλλειψη στοιχείων για τα δεδομένα σχεδιασμού, τα οργανωτικά και σχεδιαστικά προβλήματα, τις πλημμελείς ηγετικές ικανότητες, την ανεπαρκή διαχείριση, τις ελλείψεις ικανότητες ανθρώπινου δυναμικού, την έλλειψη τεχνογνωσίας και την ανεπαρκή ικανότητα διοίκησης, καθώς και την ελλιπή πληροφόρηση και ροή αυτής.

Οι Charoenngam και Yeh (1999) μελέτησαν τους κινδύνους που εγείρονται κατά την κατασκευή υδροηλεκτρικών έργων στην Ταϊβάν. Για το σκοπό αυτό, ομαδοποίησαν του κινδύνους σε 6 μεγάλες κατηγορίες. Κίνδυνοι σχετικοί με την κατασκευή, χρηματοοικονομικοί και οικονομικοί κίνδυνοι, κίνδυνοι που αφορούν την επίδοση την υλοποίησης του σταθμού, κίνδυνοι φυσικών γεγονότων, νομικοί και συμβολαίων και τέλος πολιτικοί και κοινωνικοί κίνδυνοι.

Στους κινδύνους σχετικά με την κατασκευή της μονάδας εντάσσονται αυτοί που αφορούν αλλαγές στο σκοπό του έργου, καθυστερήσεις στην υλοποίησή του, προβλήματα με τις μελέτες και τα σχέδια, ύπαρξη των απαιτούμενων υλικών και εξοπλισμού για την τέλεσή του, κατασκευαστικά σφάλματα και λάθη και το κόστος δοκιμών της μονάδας. Οι χρηματοοικονομικοί και οικονομικοί κίνδυνοι σχετίζονται με θέματα πληθωρισμού, χρηματοδότησης και χρηματοροών, ενώ οι κίνδυνοι συμβολαίου και οι νομικοί ανάγονται σε θέματα επίλυσης διαφορών, αλλαγών των όρων των συμβολαίων και των συμβάσεων και ζητήματα αφερεγγυότητας είτε του πελάτη είτε της ανάδοχου εταιρείας.

Στα θέματα επίδοσης τοποθετείται η παραγωγικότητα των πόρων του εγχειρήματος, ανθρώπινων και υλικών, η ποιότητα των υλικών και των εργασιών, τα εργατικά ζητήματα, όπως οι απεργίες, και τα ατυχήματα. Στους κινδύνους φυσικών γεγονότων συνίστανται όλα τα γεωτεχνικά και εδαφολογικά θέματα της τοποθεσίας κατασκευής του έργου, καθώς και τα ζητήματα απρόοπτων καιρικών φαινομένων και γεγονότων, όπως σεισμοί και πυρκαγιές. Τέλος, τα πολιτικά και κοινωνικά προβλήματα αφορούν θέματα περιβαλλοντικής πολιτικής, κανονιστικού και ρυθμιστικού πλαισίου υλοποίησης έργων ΑΠΕ και αποδοχής της κατασκευής από την κοινωνία.

Παρόμοια προβλήματα εντόπισαν και οι Cunha και Ferreira (2014), οι οποίοι στην έρευνά τους για να αναλύσουν τους κινδύνους που εμπεριέχει η επένδυση σε έναν μικρό υδροηλεκτρικό σταθμό (στην αγορά ενέργειας της Πορτογαλίας) κινήθηκαν σε ανάλογες περιοχές | ομάδες με αυτές των προηγούμενων ερευνητών. Οι κίνδυνοι κατασκευής | υλοποίησης της μονάδας, οι τεχνολογικοί, οι γεωλογικοί, οι υδρολογικοί, οι οικονομικοί, οι χρηματοοικονομικοί, οι πολιτικοί, οι περιβαλλοντικοί, οι κίνδυνοι από εξωτερικά γεγονότα και οι κοινωνικοπολιτισμικοί κίνδυνοι αποτελούν τις κύριες περιοχές από τις οποίες προέρχονται οι κίνδυνοι του έργου σύμφωνα με τους Cunha και Ferreira (2014).

Τέλος, οι Gupta και Sravat (1998) για να εντοπίσουν τους κινδύνους που εγκυμονεί η ανάπτυξη και αυτοχρηματοδότηση έργων παραγωγής ενέργειας στην Ινδία, έστρεψαν την προσοχή τους στους τομείς των πολιτικών κινδύνων, των κατασκευαστικών και τεχνικών, των χρηματοοικονομικών και οικονομικών κινδύνων με έμφαση κυρίως σε θέματα συναλλαγματικών ισοτιμιών και πληρωμών βάση σχεδιασμού, καθώς και σε ζητήματα που προκύπτουν από το ρυθμιστικό και νομοθετικό πλαίσιο κατασκευής και λειτουργίας των μονάδων.

Στην εργασία των David Rough et al., (2007) με θέμα «*A Delphi study to project the future of alternative energy and its implication to engineering technology*», η μέθοδος Delphi επελέγη ως τεχνική συλλογής πληροφοριών, λόγω του ότι είναι μια γρήγορη μέθοδος συλλογής ζωτικών δεδομένων για την επίλυση σύνθετων προβλημάτων όταν η πρόσβαση σε πληροφορίες είναι περιορισμένη.

Η μέθοδος ανάλυσης αποτυχίας και ανάλυσης αποτελεσμάτων (FMEA), που θα χρησιμοποιηθεί σε αυτή την έρευνα, χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση των κινδύνων για τα φωτοβολταϊκά συστήματα «*Failure mode and effect analysis for photovoltaic systems*», (Alessandra Colli et al., 2015).

Η διαδικασία αναλυτικής ιεραρχίας (AHP) χρησιμοποιείται ευρέως από τους υπεύθυνους για τη λήψη αποφάσεων και τους ερευνητές. Ο ορισμός των κριτηρίων και Ο υπολογισμός του βάρους τους είναι κεντρικό στοιχείο αυτής της μεθόδου για την αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων, όπως καταγράφεται στην εργασία των Rosaria de F. S. M. Russoa et al (2015) με θέμα «*Criteria in AHP: a Systematic Review of Literature*».

Οι Carlos Robles Algarín et al. (2017) στην εργασία τους με θέμα «*An Analytic Hierarchy Process Based Approach for Evaluating Renewable Energy Sources*», αναφέρουν ότι η λήψη αποφάσεων στον ενεργειακό σχεδιασμό μπορεί να προσεγγιστεί ως πρόβλημα της πολυκριτηριακής ανάλυσης αποφάσεων στην οποία εμπλέκονται διάφοροι τύποι παραγόντων. Το έργο αυτό πρέπει να λαμβάνει υπόψη διάφορες πτυχές λόγω της αυξανόμενης πολυπλοκότητας των κοινωνικών, τεχνολογικών και οικονομικών παραγόντων. Στο πλαίσιο αυτό, η εργασία τους χρησιμοποιεί την διαδικασία αναλυτικής ιεραρχίας (AHP) για να δώσει προτεραιότητα σε ένα σύνολο κριτηρίων, υποκειμένων και εναλλακτικών λύσεων ως υποστήριξη στη λήψη αποφάσεων στη διαδικασία ενεργειακού προγραμματισμού με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για τις αγροτικές περιοχές της περιφέρειας της Καραϊβικής της Κολομβίας.

3.13 Συμπεράσματα

Οι διάφορες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται, σε αυτή την έρευνα περιεγράφηκαν λεπτομερώς στο παρόν Κεφάλαιο. Η μέθοδος έρευνας Delphi, που περιεγράφηκε, χρησιμοποιήθηκε ως ερευνητικό εργαλείο για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με τους πιθανούς κινδύνους που προέκυψαν κατά την ανάπτυξη ενός φωτοβολταϊκού πάρκου. Η μέθοδος Delphi συνδυάστηκε με την τεχνική RFMEA, προκειμένου να αναλυθούν και να ποσοτικοποιηθούν οι εντοπισμένοι κίνδυνοι.

Τέλος, επεξηγήθηκε η χρήση της μεθόδου εκθετικής εξομάλυνσης των δεδομένων, τα οποία, κανονικοποιημένα, θα χρησιμοποιηθούν ως εισροή στην μέθοδο AHP που επελέγη ως ερευνητικό εργαλείο και το κύριο χαρακτηριστικό της είναι ότι μπορεί να διαχειριστεί και να εξετάσει ταυτόχρονα, ποσοτικά και ποιοτικά κριτήρια.

Κεφάλαιο 4. Φωτοβολταϊκά πάρκα στην Κρήτη

4.1 Γενικά

Η ενέργεια σε όλη τη διάρκεια της σύγχρονης ιστορίας, κατείχε σημαντικό ρόλο στην ζωή των ανθρώπων, καθώς ήταν βασική προϋπόθεση για την πραγματοποίηση των περισσότερων ανθρώπινων δραστηριοτήτων.

Οι πρώτες μορφές ενέργειας που χρησιμοποιήθηκαν από τον άνθρωπο, ήταν η ενέργεια που προερχόταν από την καύση του κάρβουνου και του πετρελαίου. Στη συνέχεια, θα εμφανιστεί μια επαναστατική μέθοδος παραγωγής ενέργειας, η πυρηνική, που αρχικά δείχνει ότι θα λύσει μια για πάντα το ενεργειακό πρόβλημα. Όμως, στη συνέχεια κυρίως λόγω κάποιων σοβαρών ατυχημάτων (π.χ. Φουκοσίμα), θα εμφανιστούν οι κίνδυνοι που ελλοχεύει αυτός ο τρόπος παραγωγής ενέργειας.

Με την πάροδο του χρόνου λόγω της επιβάρυνσης του οικοσυστήματος από την αλόγιστη χρήση των γαιανθράκων, έγινε κατανοητό ότι μια μετάβαση σε πιο «καθαρές» πηγές ενέργειας, ήταν μια επιτακτική ανάγκη. Έτσι, άρχισαν να εμφανίζονται νέες μέθοδοι παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, οι οποίες δεν επιβαρύνουν πρακτικά τη φύση και βασίζονται στον ήλιο, τον άνεμο και άλλες πηγές, όπου λόγος θα γίνει παρακάτω.

4.2. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), είναι μορφές ενέργειας, που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο ήλιος, ο άνεμος, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Μερικές από τις πιο γνωστές ΑΠΕ είναι η ηλιακή, η αιολική, η βιομάζα, η γεωθερμική, η υδατόπτωση και η ενέργεια των ωκεανών.

Υδροηλεκτρική ενέργεια

Υδροηλεκτρική ενέργεια χαρακτηρίζεται η παραγωγή ενέργειας, η οποία εκμεταλλεύεται τη μετατροπή της δυναμικής ενέργειας του νερού των λιμνών (φυσικών ή τεχνητών) και της κινητικής ενέργειας του νερού των ποταμών. Αυτή η μετατροπή επιτυγχάνεται σε δύο στάδια, στα οποία αρχικά στο πρώτο στάδιο, μέσω της πτερωτής του στροβίλου, μετατρέπεται η κινητική ενέργεια του νερού σε μηχανική και στο δεύτερο στάδιο, μετατρέπεται η μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική, μέσω μίας γεννήτριας (ΥΠΕΝ, 2018).

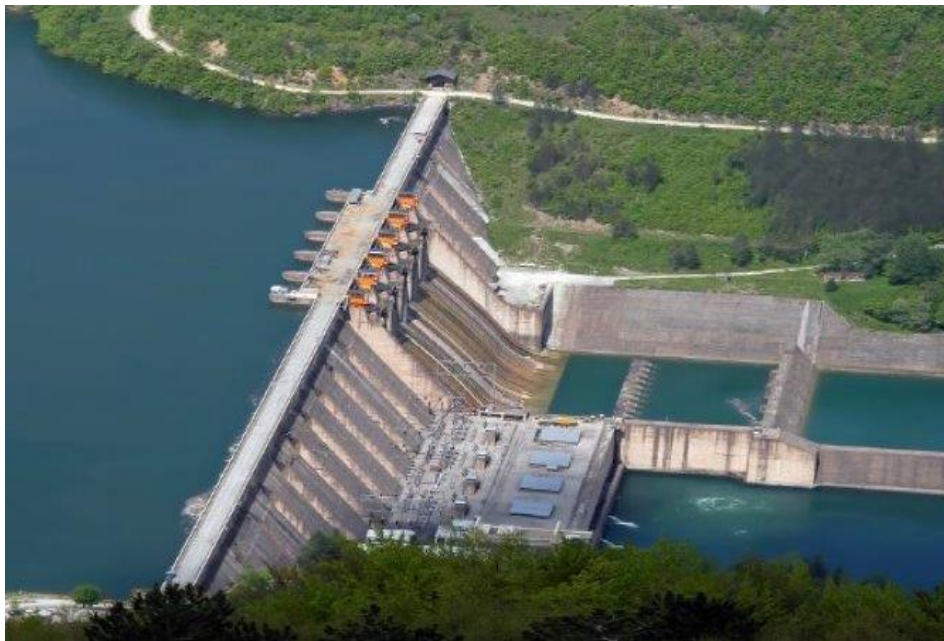
Κάποια από τα πλεονεκτήματα της υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι:

- Ανανεώσιμη ενέργεια χωρίς ρύπους
- Άμεση λειτουργία
- Αντιπλημμυρικό έργο

Κάποια από τα μειονεκτήματα είναι:

- Σημαντικές περιβαλλοντικές αλλοιώσεις και γενικότερα επιπτώσεις στην περιοχή του έργου
- Υψηλό κόστος κατασκευής και χρονικού διαστήματος αποπεράτωσης έργου

Τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια ταξινομούνται σε μεγάλης και μικρής κλίμακας. Οι μεγάλης κλίμακας σταθμοί απαιτούν τη δημιουργία φραγμάτων όπως στην παρακάτω Εικόνα 4.1,



Εικόνα 4.1 Υδροηλεκτρικός ταμιευτήρας

Πηγή: <http://www.biostruction.com/en/services-products/energy/hydroelectric>

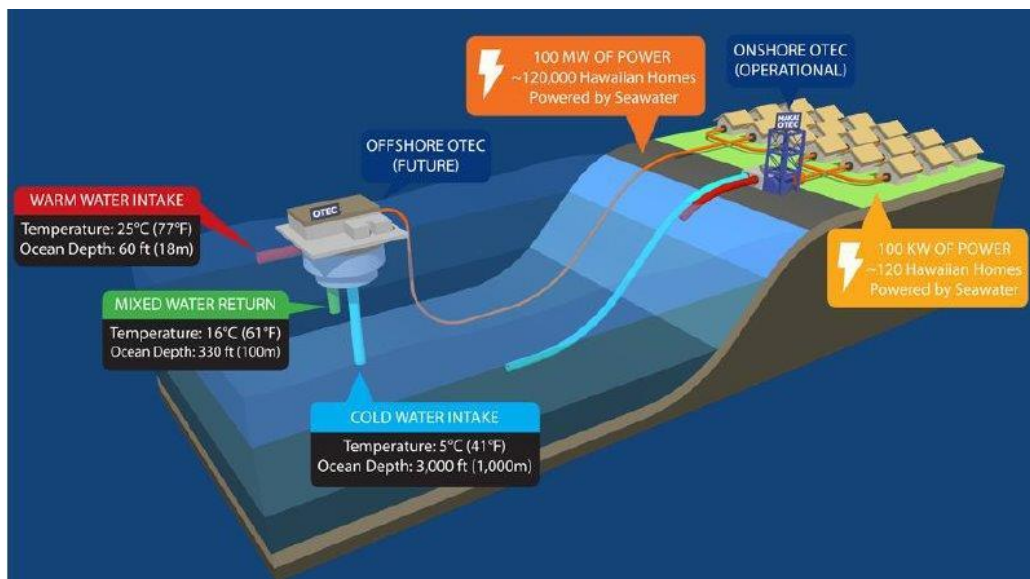
έχοντας όμως περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι μικρής κλίμακας σταθμοί, χωροθετούνται δίπλα σε κανάλια ή ποτάμια, με λιγότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Έτσι, οι μονάδες μικρότερης δυναμικότητας των 30 MW, που χαρακτηρίζονται ως μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά εργοστάσια, έχουν την δυνατότητα να συμπεριληφθούν στην λίστα μεταξύ των εγκαταστάσεων παραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (IEA Hydropower, 2017).

Ενέργεια κυμάτων, παλιρροϊκών κινήσεων και θαλασσίων ρευμάτων

Οι θάλασσες και οι ωκεανοί έχουν την δυνατότητα να μας προσφέρουν τεράστια ποσά ενέργειας. Για να επέλθει εκμετάλλευση της ενέργειας από την θάλασσα, οι τρόποι που

γίνεται είναι μέσω των κυμάτων, των παλίρροιών και των θερμοκρασιακών διαφορών του νερού (Clement, et al., 2002).

Ξεκινώντας με τα κύματα, η παραγωγή πραγματοποιείται, καθώς η κινητική τους ενέργεια περιστρέφει μία τουρμπίνα, με απορροφή ηλεκτρικό ρεύμα. Όσον αφορά την ενέργεια από παλίρροιες, αυτό επιτυγχάνεται, όταν τα εισερχόμενα νερά τους κατά την πλημμυρίδα μπορούν να παγιδευτούν σε φράγματα στην ακτή, έχοντας ως αποτέλεσμα τα αποθηκευμένα νερά που αφήνονται ελεύθερα κατά την άμπωτη να κινούν υδροστρόβιλο, όπως γίνεται στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια (European Commission, 2013).



Εικόνα 4.2 Λειτουργία τεχνολογίας εκμετάλλευσης θερμικής ενέργειας ωκεανών

Πηγή: MAKAI Ocean Engineering, (2018)

Τέλος, οι θερμοκρασιακές διαφορές του νερού και συγκεκριμένα η μετατροπή της ωκεάνιας θερμικής ενέργειας (OTEC) σε ηλεκτρική, Εικόνα 4.2, επιτυγχάνεται με την εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασίας των θερμών επιφανειακών υδάτων και των ψυχρών βαθέων υδάτων, με εγκαταστάσεις σε θαλάσσιο και ηπειρωτικό χώρο (MAKAI Ocean Engineering, 2018).

Όπως γίνεται κατανοητό, οι παραπάνω τεχνολογίες είναι πολλά υποσχόμενες, αλλά χρειάζεται εκτεταμένες μελέτες και υψηλά κόστη για την κατασκευή τους.

Βιομάζα

Η βιομάζα, έχει οργανική προέλευση και δημιουργείται από οποιοδήποτε υλικό, το οποίο έχει προέλευση από τον φυτικό κόσμο άμεσα ή έμμεσα, όπως φυτά, κατάλοιπα φυτικής, δασικής, ζωικής και αλιευτικής παραγωγής, υποπροϊόντα προερχόμενα από μεταποίηση

ή επεξεργασία των υλικών αυτών και μέρος των αστικών λυμάτων και σκουπιδιών, έχοντας την δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο (ΚΑΠΕ, 2012).

Σχηματικά, η βιομάζα γίνεται με την εξής διαδικασία:



Γεωθερμική ενέργεια

Η γεωθερμική ενέργεια αποτελεί την θερμότητα που εκπέμπεται από τη γη, συνήθως με τη μορφή ζεστού νερού ή ατμού. Η γεωθερμία εξαρτάται κυρίως από την τοποθεσία και μπορεί να αξιοποιηθεί για σκοπούς όπως της θέρμανσης και της παραγωγής ενέργειας. Πιο αναλυτικά, ανάλογα με το θερμοκρασιακό της επίπεδο έχει την δυνατότητα να αποδώσει διάφορες χρήσεις που είναι (Φυτίκας, Ανδρίτσος, & Δρακούλης, 2008):

- Η υψηλής ενθαλπία με θερμοκρασία μεγαλύτερη των 150 °C και χρησιμοποιείται συνήθως για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- Η μέση ενθαλπία που κυμαίνεται σε θερμοκρασίες 80 έως 150 °C και χρησιμοποιείται για θέρμανση ή ξήρανση ξυλείας και αγροτικών προϊόντων και σπανιότερα για την παραγωγή ηλεκτρισμού.
- Η χαμηλή ενθαλπία με θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 25 έως 80 °C και χρησιμοποιείται για την θέρμανση χώρων, θερμοκηπίων, για ιχθυοκαλλιέργειες και τέλος για παραγωγή γλυκού νερού.

Η γεωθερμική ενέργεια παρουσιάζει σημαντικά οφέλη ορισμένα από τα οποία είναι (ΥΠΕΝ, 2008):

- Εξοικονόμηση κόστους θέρμανσης και ψύξης
- Φιλικά προς το περιβάλλον έναντι συμβατικών πηγών ενέργειας
- Είναι αξιόπιστα λόγω μακροβιότητας
- Σπανιότερη συντήρηση
- Απουσία θορύβου

Αιολική ενέργεια

Η αιολική ενέργεια ως μορφή ΑΠΕ, σχετίζεται με την ηλιακή ενέργεια, αφού δημιουργείται, έμμεσα, από την ηλιακή ακτινοβολία, με την διαφορά θερμοκρασίας των αέριων στρωμάτων. Όταν ένας άνεμος πνέει με ταχύτητα μεγαλύτερη των 5,1 s/m και σε ύψος άνω των 10 m, τότε θεωρείται εκμεταλλεύσιμος ως ΑΠΕ (Allaboutenergy, 2018).

Η αιολική ενέργεια μπορεί να είναι εκμεταλλεύσιμη με τη χρήση:

- Ανεμογεννητριών με οριζόντιο άξονα
- Ανεμογεννητριών με κατακόρυφο άξονα
- Αιολικών πάρκων

Όπως και οι άλλες ΑΠΕ, η αιολική ενέργεια είναι πρακτικά ανεξάντλητη, όμως έχει τόσο τα θετικά όσο και τα αρνητικά της. Θεωρείται μία από τις πιο ωφέλιμες μορφές ενέργειας με χαμηλό κόστος και μεγάλες δυνατότητες στις κατάλληλες περιοχές, ειδικά τις νησιωτικές, που μπορούν να την αξιοποιήσουν σε μεγάλο βαθμό, όπως φαίνεται στην παρακάτω Εικόνα 4.3 με το θαλάσσιο αιολικό πάρκο.



Εικόνα 4.3 Θαλάσσιο αιολικό πάρκο

http://www.domika.gr/oikologiki-domisi/item/264-aioliki_energeia.html

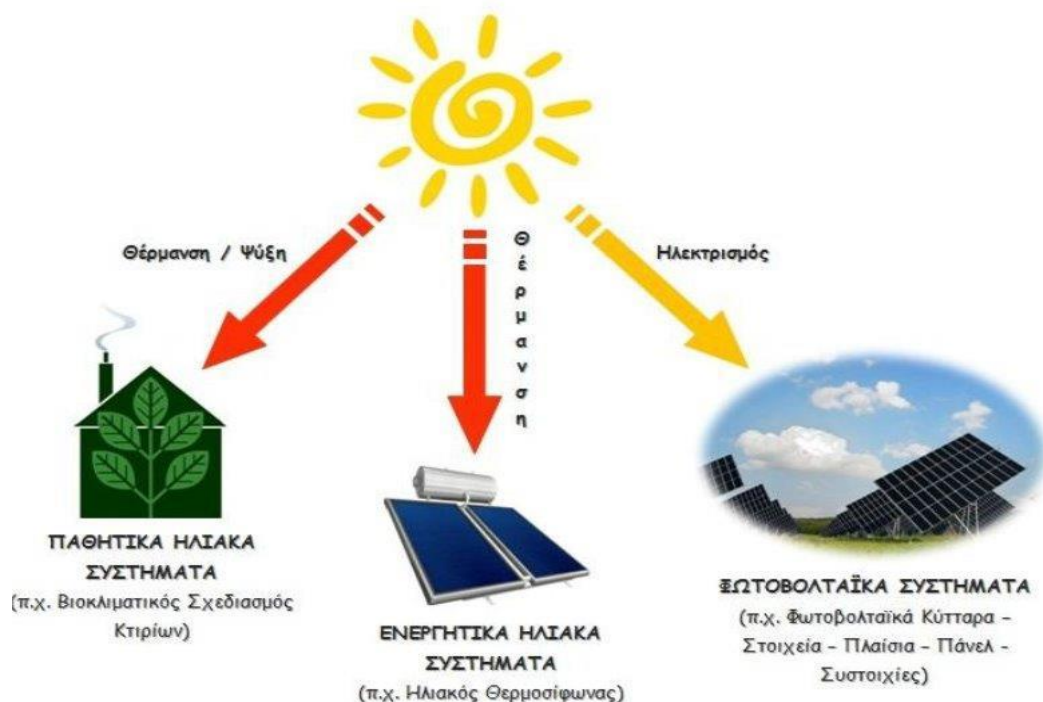
Ωστόσο, πολλές φορές δημιουργεί προβλήματα, όπως ηχορύπανση στις κοντινές κατοικημένες περιοχές, αλλά και οπτική όχληση όταν βρίσκεται κοντά σε τοπία φυσικού κάλλους, ενώ η έλλειψη σταθερότητας για την παραγωγή συμπληρώνουν τα μειονεκτήματα που διαθέτει (International energy Agency, 2016).

Ηλιακή ενέργεια

«Με τον όρο Ηλιακή Ενέργεια χαρακτηρίζουμε το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο. Το φως και η θερμότητα που ακτινοβολούνται, απορροφούνται από στοιχεία και ενώσεις στη Γη και μετατρέπονται σε άλλες μορφές ενέργειας. Η τεχνολογία σήμερα αξιοποιεί ένα μηδαμινό ποσοστό της καταφθάνουσας στην επιφάνεια του πλανήτη μας ηλιακής ενέργειας με τριών ειδών συστήματα: τα θερμικά ηλιακά, τα παθητικά ηλιακά και τα φωτοβολταϊκά συστήματα» (ΥΠΕΚΑ, 2019).

Η ηλιακή ενέργεια αποτελεί μία από τις πιο εκμεταλλεύσιμες πηγές ενέργειας και ειδικά για χώρες όπως η Ελλάδα. Η συγκεκριμένη μορφή ΑΠΕ αξιοποιείται, κυρίως, για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού, και μπορεί να συλλεχθεί είτε από μεγάλες εγκαταστάσεις σταθμών συλλογής της ή και από μικρότερα φωτοβολταϊκά συστήματα, τα οποία τοποθετούνται σε δημόσιους ή ιδιωτικούς χώρους (ARENA, 2018).

Στην παρακάτω Εικόνα 4.4, φαίνονται οι μορφές αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας, από τα υπάρχοντα μέσα συλλογής και εκμετάλλευσης.



Εικόνα 4.4 Μορφές αξιοποίησης ηλιακής ενέργειας

Πηγή: <https://olympiaelectronics.weebly.com/blog/5>

Συνεπώς, ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο συλλέγεται η ηλιακή ενέργεια και το διαθέσιμο κεφάλαιο ή τις δυνατότητες κάθε περιοχής, επιλέγονται (ΥΠΕΝ, 2018):

- Θερμικά ηλιακά συστήματα, οι γνωστοί ηλιακοί θερμοσίφωνες που χρησιμοποιούν την ηλιακή ενέργεια που απορροφούν και τη μεταφέρουν σε ένα υγρό, συνήθως το νερό, για να το θερμάνουν. Η απορρόφηση της ηλιακής ενέργειας γίνεται μέσω ηλιακών συλλεκτών που είναι κατάλληλα προσανατολισμένοι και βρίσκονται σε άμεση επαφή με το νερό.
- Τα παθητικά ηλιακά συστήματα, αξιοποιούν τις φυσικές ιδιότητες του τοπικού περιβάλλοντος και συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, αποθηκεύοντάς την υπό μορφή θερμότητας και διανέμοντάς την στο χώρο.

Στο παρακάτω πίνακα 4.1, συνοψίζονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα για κάθε μορφή ανανεώσιμης μορφής ενέργειας. Ειδικότερα:

Πίνακας 4.1 Πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα ανανεώσιμων μορφών ενέργειας

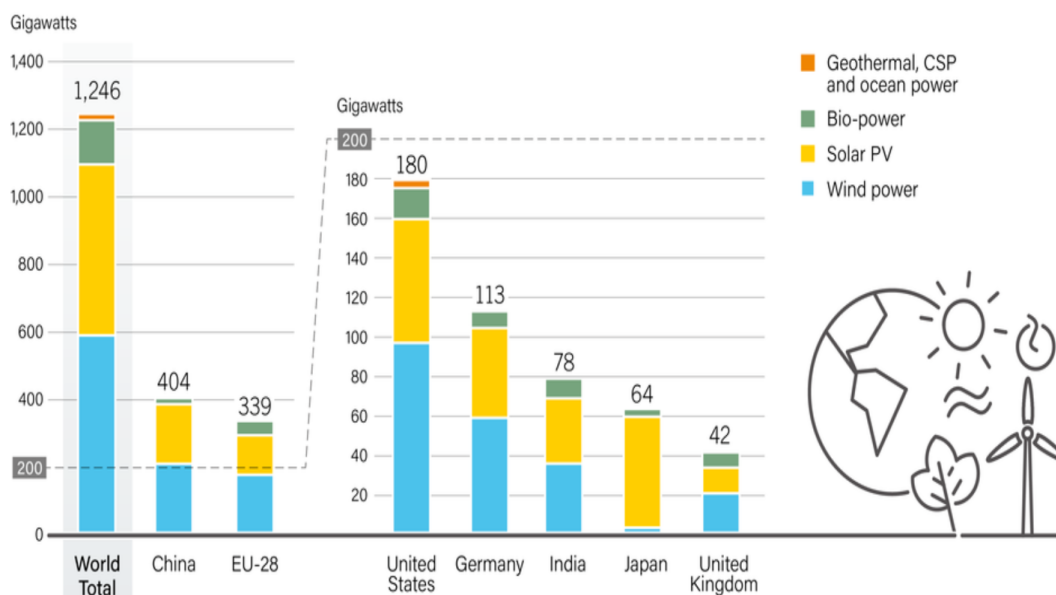
ΑΠΕ	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Υδροηλεκτρική ενέργεια	<ul style="list-style-type: none"> Υψηλή απόδοση (>80%) Ελάχιστη απορριπτόμενη θερμότητα Το μικρότερο κόστος ανά kWh Ρυθμίζεται εύκολα Δυνατότητα μερικής αποθήκευσης 	<ul style="list-style-type: none"> Αποθέσεις Ιζήματα Αποτυχία φραγμάτων Μεταβολή τοπικού κλίματος Ορισμένα είδη ψαριών σε κίνδυνο
Θερμική ενέργεια ωκεανών	<ul style="list-style-type: none"> Μεγάλο δυναμικό Αξιοποίηση μεγάλης κλίμακας 	<ul style="list-style-type: none"> Τεχνολογικά προβλήματα Τεράστιο κόστος Περιβαλλοντικό κόστος ;
Παλιρροϊκή ενέργεια	<ul style="list-style-type: none"> Σταθερή πηγή Μπορούν να αξιοποιηθούν πολλά συστήματα εκβολών ποταμών 	<ul style="list-style-type: none"> Κύκλο μικρού καθήκοντος Αλλαγή της ακτογραμμής Υψηλό κόστος
Καύση βιομάζας	<ul style="list-style-type: none"> Φυσικό προϊόν Και για συμπαραγωγή και για μεμονωμένη χρήση 	<ul style="list-style-type: none"> Σωματιδιακή ρύπανση Περιορισμός στην μεταφορά Μεγάλη κλίμακα ;
Γεωθερμική ενέργεια	<ul style="list-style-type: none"> Υψηλή απόδοση Όχι τόσο μεγάλο πάγιο κόστος Συνεχής παραγωγή ενέργειας 	<ul style="list-style-type: none"> Μερικώς ανανεώσιμη Τοπικός πόρος Τοπική ανάπτυξη Κάποιες μορφές ρύπανσης
Αιολική ενέργεια	<ul style="list-style-type: none"> Ευέλικτη, ακόμα και σε μεμονωμένα σπίτια Ιδιαίτερη συνεισφορά σε «ανεμοδαρμένες περιοχές» 	<ul style="list-style-type: none"> Μεταβλητή λειτουργία Μικρή απόδοση (30%) Οπτική ρύπανση
Ηλιακή ενέργεια	<ul style="list-style-type: none"> Τεράστιο δυναμικό Πάντοτε παρούσα Δεν ρυπαίνει 	<ul style="list-style-type: none"> Μικρή απόδοση Υψηλό αρχικό κόστος Πρόβλημα αποθήκευσης Υψηλό κόστος στον καταναλωτή Διαφέρει με την ώρα και τη θέση

4.3 Η ανάπτυξη των ΑΠΕ διεθνώς

Σε διεθνές επίπεδο, υπήρξε μία γενική στροφή προς την ανάγκη δημιουργίας βιώσιμων μοντέλων για την εκμετάλλευση των ΑΠΕ, τάση που έγινε ακόμη εμφανέστερη μετά το 2011, έπειτα από το ατύχημα στη Φουκοσίμα της Ιαπωνίας. Το συγκεκριμένο περιστατικό έθεσε σε ετοιμότητα τους παγκόσμιους μηχανισμούς αντιμετώπισης κρίσεων, οι οποίοι αποδείχθηκαν μόνο μερικώς αποτελεσματικοί. Η πυρηνική ενέργεια που εμφανιζόταν ως μία ιδιαίτερα ασφαλής εναλλακτική, έγινε και πάλι μία απειλή στη συνείδηση των πολιτών. Έτσι, αναστάθηκαν πολλά προγράμματα που κατευθύνονταν προς την κατασκευή πυρηνικών αντιδραστήρων και αντ' αυτού, δόθηκε προτεραιότητα στην ανάπτυξη φωτοβολταϊκών και άλλων ανανεώσιμων πηγών (Electrical review, 2013).

Η εξέλιξη αυτή οδήγησε σε μείωση του κόστους κατασκευής συλλεκτών ηλιακής ενέργειας και αιολικών κατασκευών, που με την σειρά της, αυτό οδήγησε και στην επιπλέον αύξηση στα επίπεδα εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας (Global wind report, 2015).

Η διάδοση και χρήση των ΑΠΕ σε παγκόσμιο επίπεδο τις τελευταίες δύο δεκαετίες υπήρξε σύμφωνα με όλους τους δείκτες εντυπωσιακή. Το 2018, οι κορυφαίες χώρες για μη υδροηλεκτρική ικανότητα ήταν η Κίνα, οι Ηνωμένες Πολιτείες και η Γερμανία (πάνω από 100 GW), ακολουθούμενες από την Ινδία και την Ιαπωνία, από το Ηνωμένο Βασίλειο, όπως φαίνεται και στο παρακάτω Σχήμα 4.5:



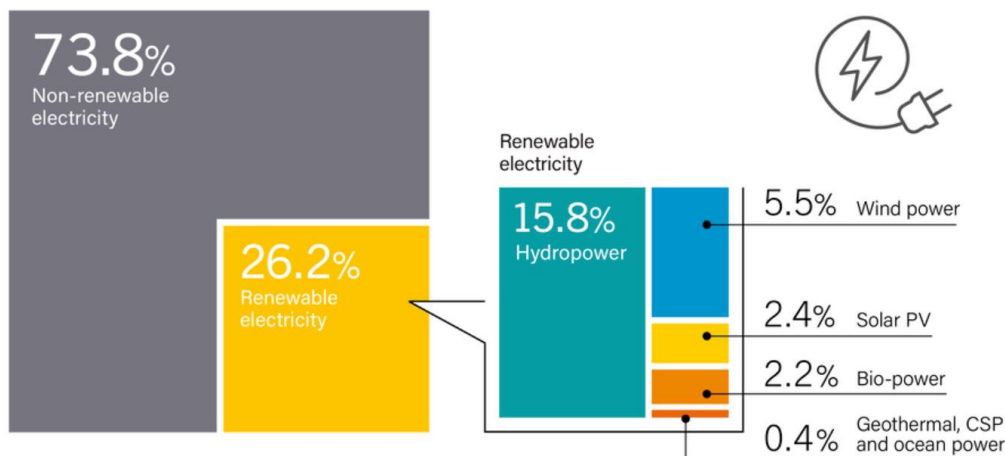
Note: Not including hydropower.

REN21 RENEWABLES 2019 GLOBAL STATUS REPORT

Σχήμα 4.5 Κορυφαίες χώρες των ΑΠΕ - Μη υδροηλεκτρική ικανότητα για το έτος 2018

Πηγή: REN21 (2019)

Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι ότι κάθε χρόνο, περισσότερος ηλεκτρισμός παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε σχέση με το προηγούμενο έτος.



Note: Data should not be compared with previous version of this figure due to revisions in data and methodology.

REN21 RENEWABLES 2019 GLOBAL STATUS REPORT

Σχήμα 4.6 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές

Πηγή: REN21 (2019)

Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε και στο παραπάνω Σχήμα 4.6, η υδροηλεκτρική ενέργεια αντιπροσωπεύει περίπου το 60% της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές το 2018, ακολουθούμενη από αιολική ενέργεια (21%), ηλιακή ενέργεια (9%) και βιοενέργεια (8%). **Συνολικά, η εγκατεστημένη ισχύς ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο τέλος του έτους ήταν αρκετή για την παροχή περίπου 26,2% της παγκόσμιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.**

Στον ΟΟΣΑ, η παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών στην παραγωγή ενέργειας - αλλά είχε τον χαμηλότερο μέσο ρυθμό αύξησης κάθε πηγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές από το 1990 έως το 2018. Η αιολική ενέργεια αυξήθηκε από 0,3% το 1990 σε 26,0% το 2018, με μέσο ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης 20,7%, καθιστώντας τη δεύτερη μεγαλύτερη ανανεώσιμη πηγή ηλεκτρικής ενέργειας. **Το μερίδιο της ηλιακής ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές του ΟΟΣΑ είχε μέσο ρυθμό ετήσιας αύξησης 33,9% την ίδια χρονική περίοδο.**

4.4 Η ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Ευρώπη

Η Ευρωπαϊκή Ένωση κατανάλωσε σχεδόν το 12% της παγκόσμιας ακαθάριστης κατανάλωσης ενέργειας το 2015 (Eurostat, 2018), η δομή των ενεργειακών υποδομών των κρατών – μελών της όμως, προκαλεί προβλήματα. Καθώς το κάθε κράτος – μέλος έχει διαμορφώσει το ηλεκτρικό του δίκτυο και την εισαγωγή φυσικού αερίου σύμφωνα με

τις δικές του ανάγκες, είναι κάτι που προκαλεί πρόβλημα στο σύνολο της Ένωσης, από την στιγμή που η Γηραιά Ήπειρος έχει αρκετά αποδυναμωμένους φυσικούς πόρους, οπότε και τα κράτη – μέλη είναι υποχρεωμένα στην εισαγωγή ενεργειακών πόρων από άλλες χώρες.

Η έλλειψη πανευρωπαϊκής υποδομής, βοήθησε σημαντικά στο να παρθεί η απόφαση από το 2010 και έπειτα:

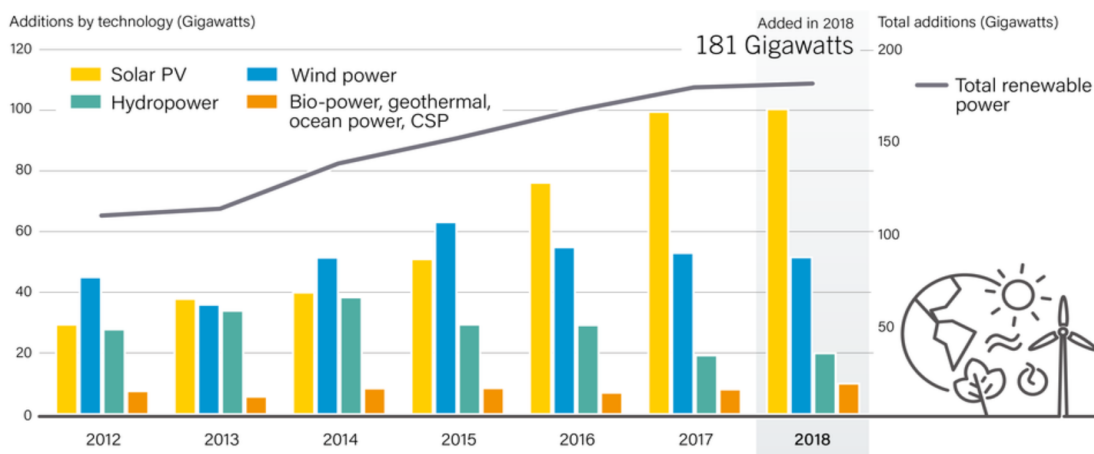
- Της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε ποσοστό τουλάχιστον 20% έως το 2020,
- Στην αύξηση της παραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας κατά τουλάχιστον 20% από την κατανάλωση και στην εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 20%,

γνωστή ως στρατηγική «Ευρώπη 2020» (Ε.Υ., 2010).

Έτσι, τα τελευταία χρόνια πολλές χώρες όπως η Γερμανία, η Ιταλία, το Ηνωμένο Βασίλειο και η Ισπανία, πραγματοποίησαν σημαντικά βήματα, κατακτώντας κορυφαίες θέσεις στην παγκόσμια κατάταξη παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ (BP, 2018).

Η ανανεώσιμη ενέργεια στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας συνέχισε τον ισχυρό ρυθμό της το 2018. Υπολογίστηκε ότι 181 GW εγκαταστάθηκαν παγκοσμίως, λίγο πάνω από το 2017, ενώ η συνολική εγκατεστημένη ισχύς αυξήθηκε περισσότερο από 8%. Μετά από χρόνια σταθερής ανάπτυξης, ο ρυθμός των νέων προσθηκών χωρητικότητας μειώθηκε κατά τη διάρκεια του έτους και η συνολική παγκόσμια δυναμικότητα ανανεώσιμης ενέργειας ανήλθε σε 2,378 GW μέχρι τα τέλη του 2018.

Το παρακάτω Σχήμα 4.7, έρχεται να επιβεβαιώσει τις ενέργειες των μελών της ΕΕ για παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ,



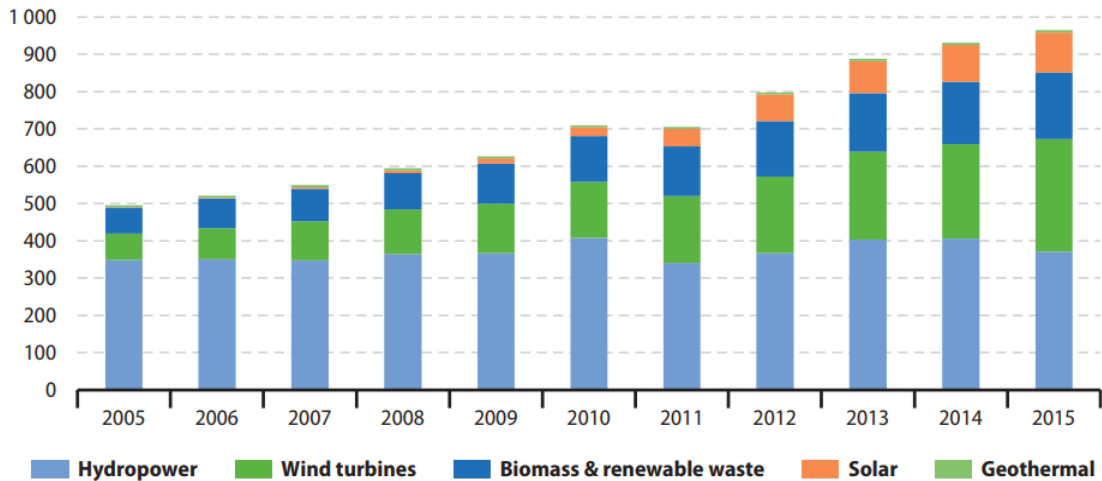
Note: Solar PV capacity data are provided in direct current (DC).

REN21 RENEWABLES 2019 GLOBAL STATUS REPORT

Σχήμα 4.7 Ετήσιες προσθήκες δυναμικότητας ανανεώσιμης ενέργειας

Πηγή: REN21 (2019)

ενώ στο Σχήμα 4.8 παρατηρούμε την κατανομή ενέργειας από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε ευρωπαϊκό επίπεδο (Eurostat, 2017).



Σχήμα 4.8 Ενέργεια που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Πηγή: Eurostat (2017)

Με περίπου 100 GW, η ηλιακή ενέργεια ήταν και πάλι ο πρωτοπόρος για την εγκατεστημένη ισχύ ανανεώσιμης ισχύος. Οι προσθήκες από την ηλιακή ενέργεια αντιστοιχούσαν στο 55% της νέας ανανεώσιμης δυναμικότητας, ακολουθούμενη από αιολική ενέργεια (28%) και υδροηλεκτρική ενέργεια (11%). Για τέταρτη συνεχή χρονιά, οι προσθήκες δυναμικότητας παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές υπερέβησαν τις καθαρές εγκαταστάσεις ορυκτών καυσίμων και πυρηνικής ισχύος (REN21, 2019).

4.5 Η ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Ελλάδα

4.5.1 Γενικά

Η Ελλάδα όπως και όλες οι Μεσογειακές χώρες έχει κάνει σημαντικά βήματα στην ενίσχυση της παραγωγής ενέργειας από καθαρές πηγές. Συγκριτικά με τις υπόλοιπες χώρες της ΕΕ, η Ελλάδα έχει τα εξής πλεονεκτήματα (ΥΠΕΝ, ΑΠΕ):

- ❖ Περισσότερες από 250 μέρες ηλιοφάνειας ή 3.000 ώρες ηλιοφάνειας ετησίως ανά έτος, αυτό οφείλεται στο μεσογειακό της κλίμα και ευνοεί την ανάπτυξη μονάδων παραγωγής ηλιακής ενέργειας
- ❖ Υψηλό αιολικό δυναμικό με αρκετά μεγάλο μέσο όρο έντασης ανέμων οι οποίοι δίνουν την δυνατότητα για εγκατάσταση πολλών ανεμογεννητριών
- ❖ Σημεία της χώρας με υψηλή φυσική θερμική ενέργεια από το υπέδαφος ιδανικό για την εγκατάσταση μονάδων γεωθερμικής ενέργειας

4.5.2 Νομοθετικό πλαίσιο ΑΠΕ

Σύμφωνα την Τσαγκούλη Φ. (2016), η Ελλάδα προσπάθησε να διαχειριστεί όλες τις κοινοτικές οδηγίες με σκοπό την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και προώθηση των ΑΠΕ. Οι Εξάρχου Ε. κ.α. (2014) στην εργασία τους «Ενεργειακά έργα ΑΠΕ στην περιοχή της Ηπείρου» καταγράφουν την γενική νομοθεσία σχετική με ΑΠΕ, όπως φαίνεται στον παρακάτω Πίνακα 4.2:

Πίνακας 4.2 Νομοθετικό πλαίσιο ΑΠΕ της Ελλάδας

Νόμος	Σχόλια	Πηγή
N.2244/1994 (ΦΕΚ Α' 168)	Δυνατότητα σε ιδιώτες να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ ως ανεξάρτητοι παραγωγοί	http://www.rae.gr/site/categories_new/global_regulation/global_national/global_national_laws/N2244_2004_APE.csp
N.2647/1998 (ΦΕΚ Α' 237)	Μεταβίβαση αρμοδιοτήτων στις περιφέρειες και την αυτοδιοίκηση και άλλες διατάξεις	http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/237(22-10-98)_2647.pdf
N. 2773/1999 (ΦΕΚ Α' 286)	Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας-Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις	http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/286(22-12-99)_2773.pdf
N.2941/2001 (ΦΕΚ Α' 201)	Απλούστευση διαδικασίας ίδρυσης εταιρειών και αδειοδότησης έργων με ΑΠΕ	http://www.rae.gr/site/file/categories_new/global_regulation/global_national/global_national_laws/N2941_2001_FEK_A_201?p=file&i=0
N.3010/2002 (ΦΕΚ Α' 91)	Καθορίζει ποια έργα θα χρειάζονται περιβαλλοντικές μελέτες και ποια η διαδικασία περιβαλλοντικής αδειοδότησής τους	http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=wP_AncvEr3FQ%3D&tabid=330&language=el-GR
N.3175/2003 (ΦΕΚ Α' 207)	Ορθολογική αξιοποίηση γεωθερμικού δυναμικού	http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=rga_pQj34Nn8%3D&tabid=295&language=el-GR
N.3423/2005 (ΦΕΚ Α' 304)	Καθορισμός συμμετοχής βιοκαυσίμων στην αγορά σε ποσοστό 5.75% της βενζίνης & του πετρελαίου και θέσπιση άδειας διάθεσης βιοκαυσίμων για επιχειρήσεις που ενδιαφέρονται για την εμπορία τους	http://www.rae.gr/site/file/categories_new/global_regulation/global_national/global_national_laws/N_3423_2005?p=file&i=0
N.3426/2005 (ΦΕΚ Α' 309)	Επιτάχυνση διαδικασίας για την απελευθέρωση της αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας	http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=76_1nVejJQWw%3D&tabid=277&language=el-GR
N.3468/2006 (ΦΕΚ Α' 129)	Πρωθείται στην εσωτερική αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και μονάδες ΣΥΘΥΑ	http://www.rae.gr/site/file/categories_new/global_regulation/global_national/global_national_laws/N3468_2006_FEK_A_129?p=file&i=0
N.3734/2009 (ΦΕΚ Α' 8)	Προώθηση Συμπαγωγής ενέργειας	http://www.rae.gr/site/file/categories_new/global_regulation/global_national/global_national_laws/N3734_2009_FEK_A_8?p=file&i=0
N.3851/2010 (ΦΕΚ Α' 85)	Θέτει εθνικό στόχο για τις ΑΠΕ το 20% ως το 2020 και αλλαγές στη διαδικασία αδειοδότησης έργων ΑΠΕ και στην τιμολόγηση έργων	http://www.rae.gr/site/file/categories_new/global_regulation/global_national/global_national_laws/N_3851_2010?p=file&i=0

Στην ίδια εργασία αναφέρουν ότι επιπλέον νομοθετικό πλαίσιο για τις ΑΠΕ υπάρχει στην σελίδα του:

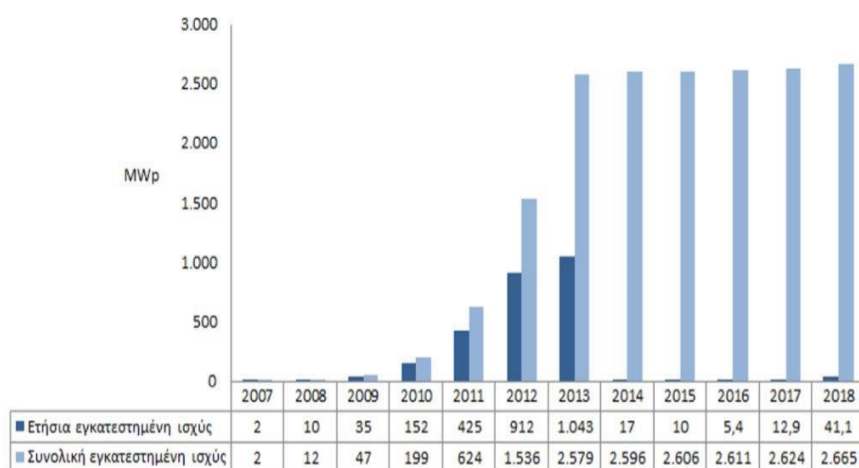
Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ):	http://www.cres.gr/kape/datainfo/plaisio/national_ape_ape_genika.htm
Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΚΑ):	http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=285&language=el-GR & http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=804&language=el-GR

4.5.3 Στατιστικά στοιχεία ηλεκτροπαραγωγής

Σύμφωνα με τον Σύνδεσμο Εταιρειών Φωτοβολταϊκών (2019), **τα φωτοβολταϊκά κάλυψαν το 7% των αναγκών της χώρας σε ηλεκτρική ενέργεια**, φέρνοντας την Ελλάδα στην τέταρτη (4^η) θέση διεθνώς (μετά την Ονδούρα, Ιταλία και Γερμανία) σε ότι αφορά στην συμβολή των φωτοβολταϊκών στην συνολική ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας:

Πίνακας 4.3 Εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών το 2018

Διασυνδεδεμένα συστήματα	MWp
Νέα εγκατεστημένη ισχύς διασυνδεδεμένων φωτοβολταϊκών το 2018	41,1
Συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών ως το 2018	2.665



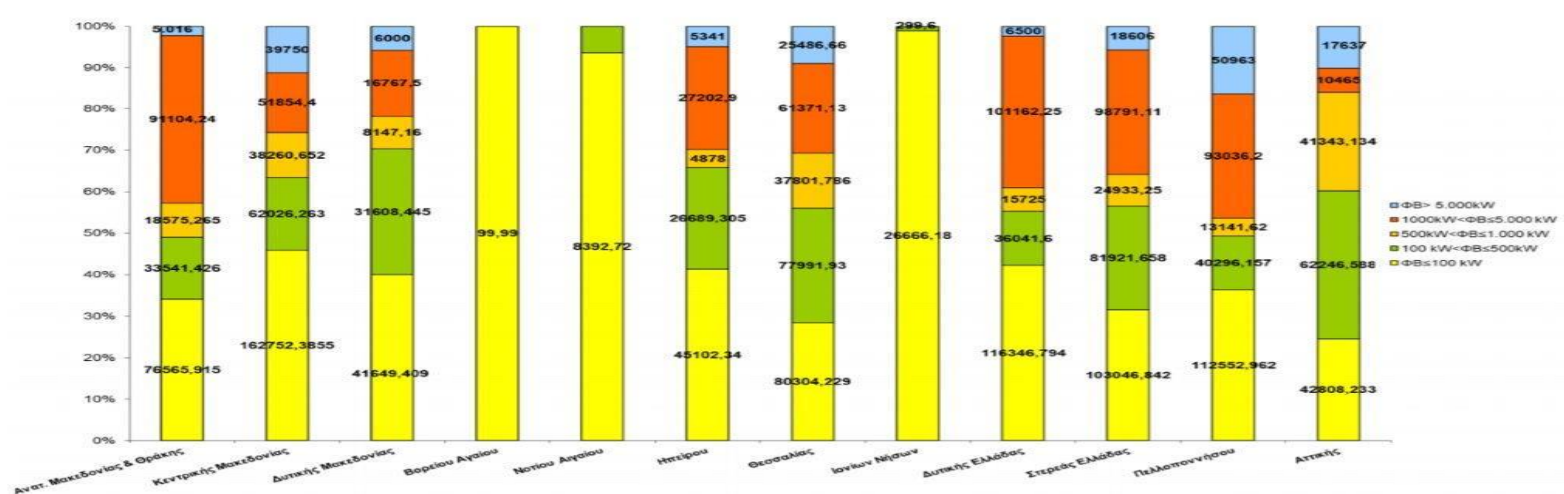
Σχήμα 4.9 Ελληνική αγορά φωτοβολταϊκών

Πίνακας 4.4 Νέες εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών 2018

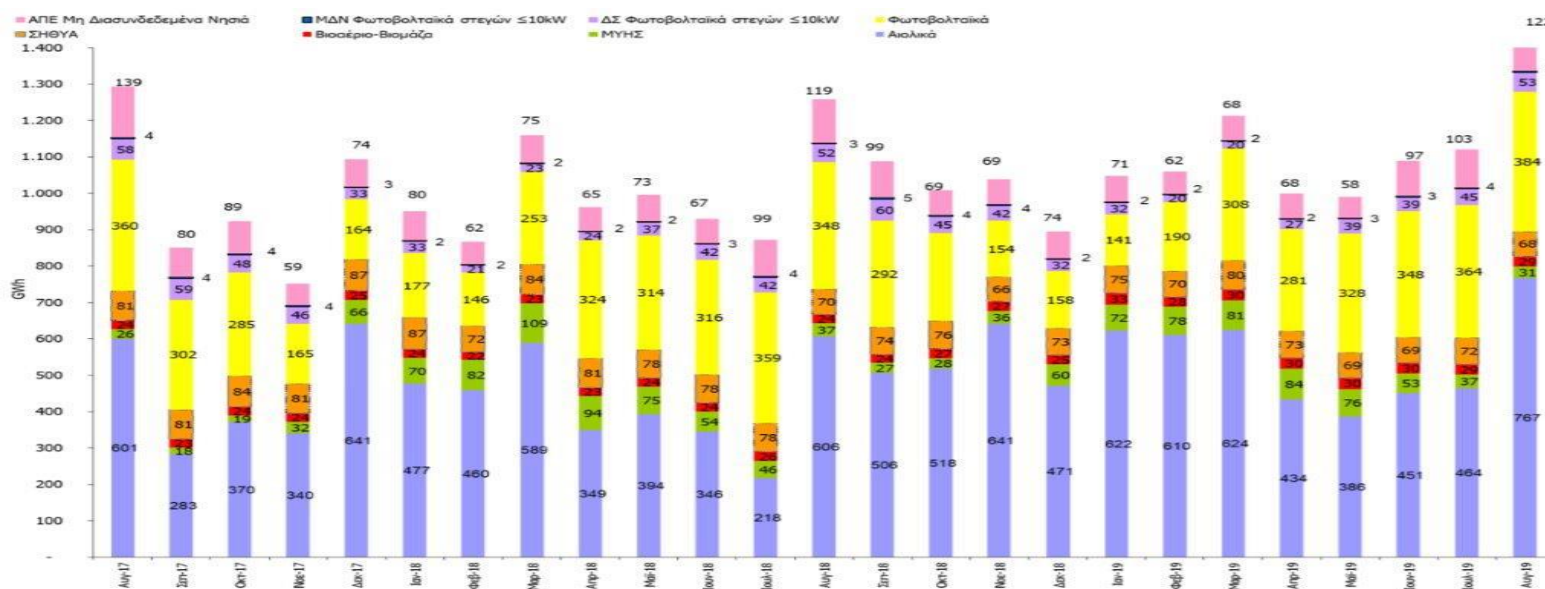
Κατηγορία	Τύπος	MWp	Αριθμός
		33,723	15
Ηπειρωτικό Σύστημα	Φωτοβολταϊκά πάρκα	6,181	276
	Net-Metering	0,116	5
	Ειδικό πρόγραμμα	0,065	8
	Ειδικό πρόγραμμα	0,036	2
Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά	Φωτοβολταϊκά πάρκα	0,958	78
	Net-Metering	0,035	4
	Ειδικό πρόγραμμα	0,035	4
Σύνολο		41,114	388

Πηγή: Σύνδεσμος Εταιρειών Φωτοβολταϊκών (2019)

Στο συνοπτικό πληροφοριακό δελτίο του ΛΑΓΗΕ (Αύγουστος 2019), εμφανίζονται τα αποτελέσματα των παρακάτω Σχημάτων 4.10 και 4.11:



Σχήμα 4.10 Εγκατεστημένη ισχύς (KW) μονάδων ΑΠΕ & ΣΥΘΗΑ στο διασυνδεδεμένο σύστημα



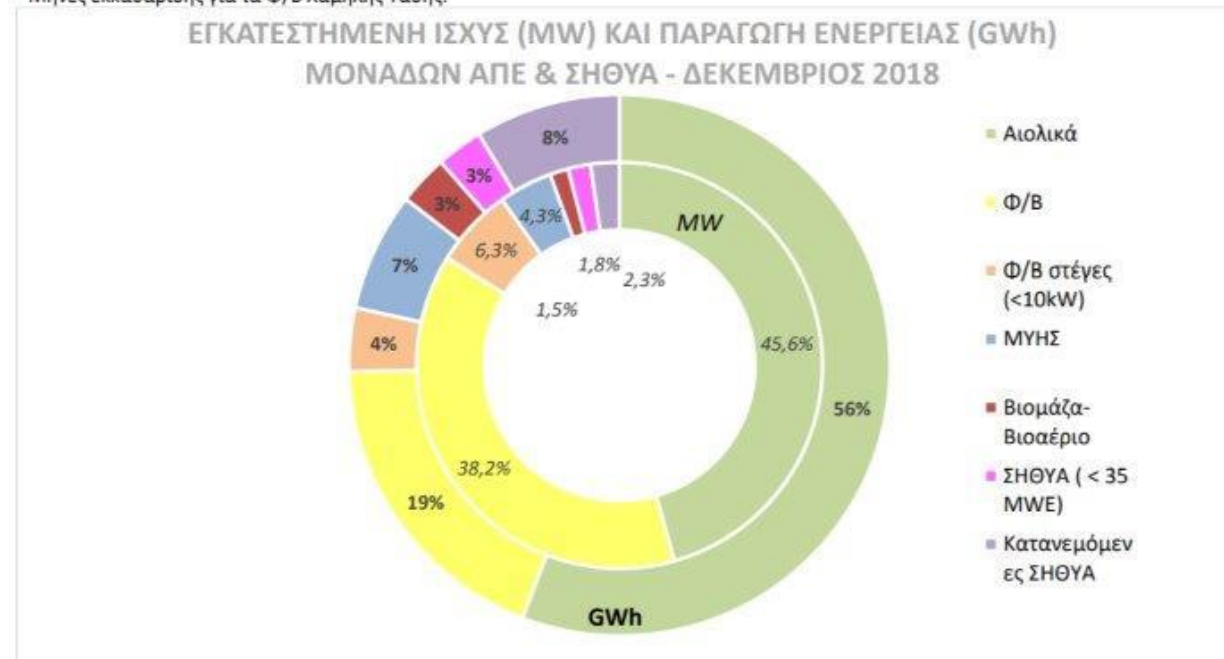
Σχήμα 4.11 Εθνική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (GWh) μονάδων ΑΠΕ, ΣΗΘΥΑ & Φ/Β στεγών ≤10kW

Πηγή: ΛΑΓΗΕ (Αύγουστος, 2019)

ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (MW) ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (GWh) ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΠΕ & ΣΗΘΥΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2018

Μήνας	Αιολικά		Φ/Β		Φ/Β Στέγες		ΜΥΗΣ		Βιοαέριο-Βιομάζα		ΣΗΘΥΑ & Κατανεμόμενες ΣΗΘΥΑ		Σύνολο	
	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh
Ιαν	2.322	477	2.094	177	351	33	231	70	61	24	228	111	5.287	892
Φεβ *	2.322	460	2.094	146	351	21	231	82	61	22	228	98	5.287	828
Μαρ	2.326	589	2.094	253	351	23	231	109	61	23	228	102	5.291	1.100
Απρ	2.326	349	2.095	324	351	24	232	94	61	23	228	94	5.293	909
Μάι	2.344	394	2.095	314	353	37	232	75	62	24	228	90	5.315	933
Ιουν *	2.384	346	2.120	316	353	42	237	54	64	24	228	88	5.387	870
Ιουλ	2.434	218	2.121	359	353	42	239	46	66	26	228	89	5.442	779
Αυγ	2.464	606	2.121	348	353	52	239	37	67	24	228	79	5.472	1.146
Σεπ	2.464	506	2.121	292	353	60	239	27	69	24	228	85	5.474	994
Οκτ *	2.464	518	2.121	242	353	45	239	28	69	27	228	91	5.475	952
Νοε	2.485	641	2.140	154	353	42	239	36	69	27	228	84	5.515	983
Δεκ	2.555	471	2.140	158	353	32	239	60	82	25	229	97	5.598	842
Σύνολο Έτους	2.555	5.574	2.140	3.084	353	452	239	718	82	294	229	1.107	5.598	11.230

* Μήνες εκκαθάρισης για τα Φ/Β Χαμηλής Τάσης.



Σχήμα 4.12 Εγκατεστημένη ισχύς (MW) και παραγωγή ενέργειας (GWh) μονάδων ΑΠΕ & ΣΥΘΗΑ το έτος 2018,

Διασυνδεδεμένο Σύστημα

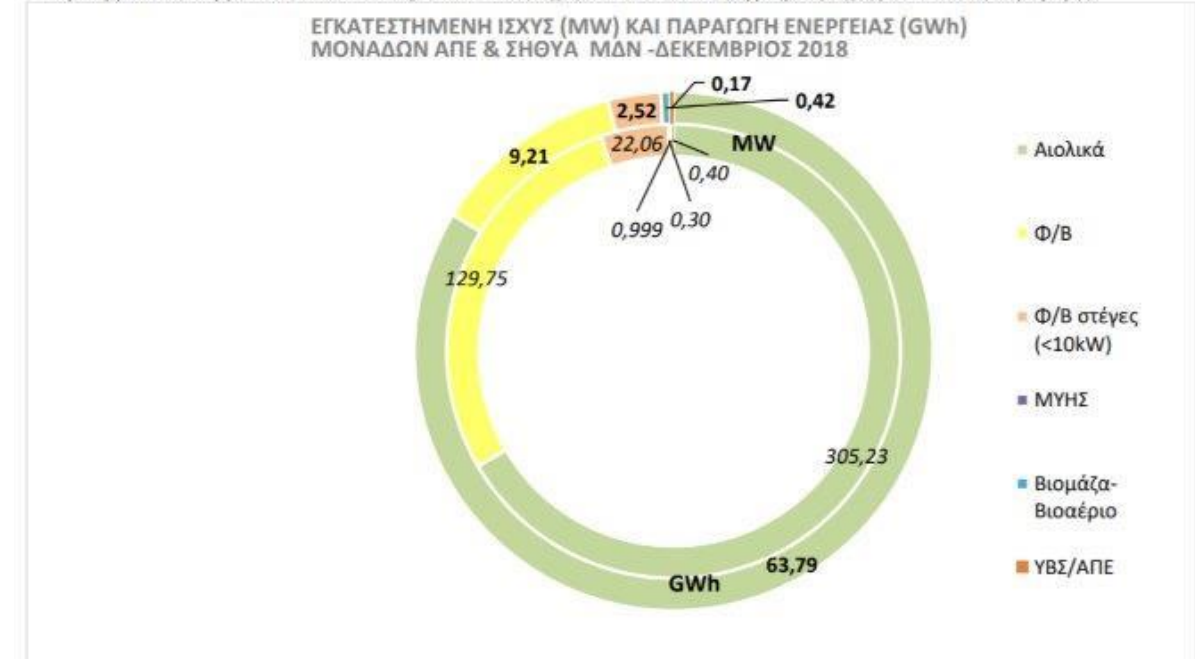
Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ/Διεύθυνση Διαχείρισης Νησιών, ΔΑΠΕΕΠ (2019)

ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (MW) ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (GWh) ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΠΕ & ΣΗΘΥΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2018

Μήνας	Αιολικά		Φ/Β		Φ/Β Στέγες		ΜΥΗΣ		Βιοαέριο-Βιομάζα		ΥΒΣ/ΑΠΕ**		ΣΗΘΥΑ & Κατανεμόμενες ΣΗΘΥΑ		Σύνολο	
	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh
Ιαν	322,23	66,99	135,89	12,78	23,74	2,12	0,30	0,05	0,50	0,27					482,65	82,21
Φεβ	322,23	50,82	135,89	11,21	23,74	2,14	0,30	0,05	0,50	0,21					482,65	64,43
Μαρ	322,23	56,71	135,89	17,77	23,76	2,79	0,30	0,05	0,50	0,23					482,67	77,55
Απρ	322,23	41,15	135,89	23,26	23,77	3,25	0,30	0,04	0,50	0,31					482,68	68,01
* Μάι	306,43	51,29	130,79	21,48	22,11	3,40	0,30	0,04	0,50	0,28					460,13	76,50
**Ιουν	305,23	43,39	129,75	23,79	22,06	3,47	0,30	0,02	0,50	0,22					457,83	70,89
Ιουλ	305,23	73,45	129,75	25,70	22,07	3,66	0,30	0,00	0,50	0,30					457,84	103,11
Αυγ	305,23	93,96	129,75	24,45	22,06	3,59	0,30	0,00	1,00	0,40					458,33	122,39
Σεπ	305,23	77,58	129,75	21,01	22,06	3,30	0,30	0,00	1,00	0,38					458,33	102,27
Οκτ	305,23	51,10	129,75	17,26	22,06	3,05	0,30	0,00	1,00	0,31	0,40	0,11			458,73	71,83
Νοε	305,23	55,88	129,75	12,38	22,06	3,13	0,30	0,00	1,00	0,28	0,40	0,09			458,73	71,76
Δεκ	305,23	63,79	129,75	9,21	22,06	2,52	0,30	0,00	1,00	0,42	0,40	0,17			458,33	76,11
Σύνολο Έτους	305,23	726,11	129,75	220,30	22,06	36,47	0,30	0,26	1,00	3,61	0,40	0,37			458,33	987,13

* Τα στοιχεία των Φ/Β στεγών στα ΜΔΝ συμπεριλαμβάνονται στα στοιχεία του Διασυνδεδεμένου Συστήματος.

** Περιλαμβάνεται ενέργεια από ΥΒΣ που θεωρείται ΑΠΕ. Ως ισχύς των ΥΒΣ νοείται η εγγυημένη ισχύς βάσει Άδειας Παραγωγής.



Σχήμα 4.13 Εγκατεστημένη ισχύς (MW) και παραγωγή ενέργειας (GWh) μονάδων ΑΠΕ & ΣΥΘΗΑ το έτος 2018,

Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά

4.5.4 Χάρτες ηλιακών πόρων της Ελλάδας

Σύμφωνα με την τεχνική οδηγία 20701-3/2010, του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας ΤΟΤΕΕ (2012), η ολική ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει πάνω σε μια οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια, έχει δυο συνιστώσες: την άμεση και την διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία. Στην τεχνική οδηγία περιγράφεται ότι:

- Άμεση ηλιακή ακτινοβολία είναι αυτή η οποία φτάνει απ' ευθείας από τον ηλιακό δίσκο στην επιφάνεια του εδάφους χωρίς να έχει υποστεί σκέδαση (αλλαγή κατεύθυνσης) κατά τη διαδρομή της μέσα στην ατμόσφαιρα. Εξαρτάται από την απόσταση Ήλιου-Γης, την ηλιακή απόκλιση (δ), το ηλιακό ύψος (α), το γεωγραφικό πλάτος του τόπου (φ), το υψόμετρο του τόπου (h), την κλίση της επιφάνειας επί της οποίας προσπίπτει (β), καθώς και από την απορρόφηση και διάχυση την οποία υφίσταται μέσα στην ατμόσφαιρα.
- Διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία είναι το ποσό της ακτινοβολίας που φθάνει στην επιφάνεια του εδάφους μετά την ανάκλαση ή σκέδαση μέσα στην ατμόσφαιρα, αλλά και μετά από ανάκλαση πάνω στην επιφάνεια της Γης. Η διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία εξαρτάται από το ηλιακό ύψος(α), το υψόμετρο του τόπου, τη λευκαύγεια του εδάφους, το ποσό και το είδος των νεφών, καθώς και από την παρουσία διαφόρων κέντρων σκεδάσεως (αερολυμάτων, υδροσταγόνων κ.α.) που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα.

Επιπλέον η οδηγία αναφέρει ότι όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση που διανύει η ηλιακή ακτινοβολία μέσα στην ατμόσφαιρα, τόσο μικρότερο είναι το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στην επιφάνεια της Γης. Για τον λόγο αυτό η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι πολύ μεγαλύτερη κατά την θερινή περίοδο σε σχέση με τη χειμερινή. Τέλος, όσο πιο κάθετα προσπίπτει η ηλιακή ακτινοβολία πάνω σε μια επιφάνεια στην Γη τόσο μεγαλύτερη είναι η έντασή της.

Στην οδηγία συμπεραίνει ότι η Ελλάδα παρουσιάζει ένα ιδιαίτερα υψηλό ηλιακό δυναμικό, περίπου 1.400-1.800 (kWh/m²/y) ετησίως σε οριζόντιο επίπεδο, ανάλογα το γεωγραφικό πλάτος και το ανάγλυφο της περιοχής. Η ηλιακή ακτινοβολία είναι μια μορφή ενέργειας με σχεδόν σταθερή και προβλέψιμη ένταση (W/m²) στην διάρκεια του χρόνου και της ημέρας. Η ηλιακή ακτινοβολία παρουσιάζει την μέγιστη ένταση της κατά την διάρκεια του μεσημεριού (μέγιστο ηλιακό ύψος), τόσο κατά τη θερινή όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο. Η ηλιακή ενέργεια είναι μεγαλύτερη κατά τη θερινή περίοδο, λόγω την θέσης του ήλιου, αλλά και λόγω της αύξησης των ωρών ηλιοφάνειας (μείωση των νεφώσεων). Για τον υπολογισμό της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας σε οποιαδήποτε κεκλιμένη ή/και περιστρεφόμενη επιφάνεια, είναι απαραίτητη η γνώση της ηλιακής ακτινοβολίας σε οριζόντιο επίπεδο.

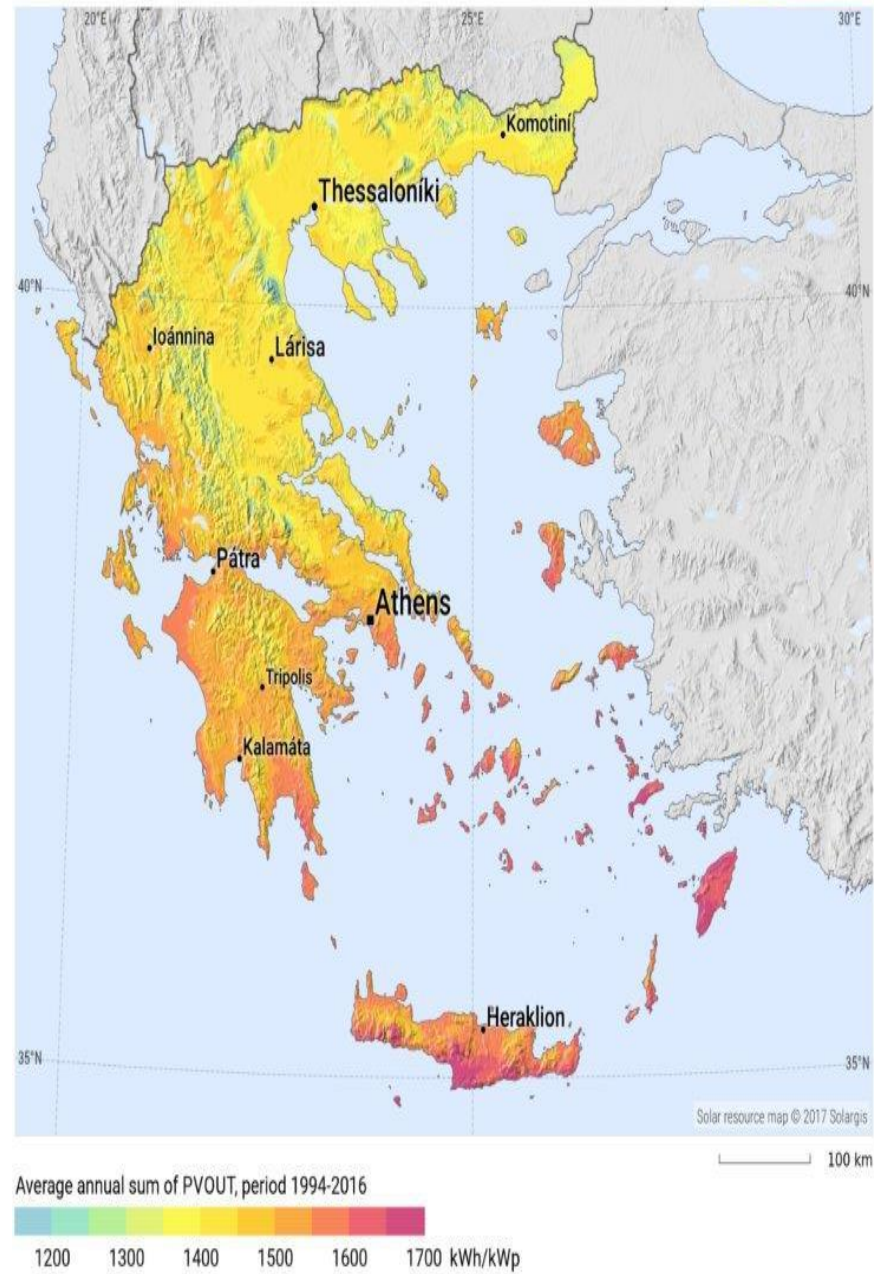
Ολοκληρώνει αναφέροντας ότι στην Ελλάδα η Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (ΕΜΥ) καταγράφει εδώ και πολλά χρόνια τις ώρες ηλιοφάνειας ανά ημέρα (hr/day), αλλά και σε κάποιες περιπτώσεις την ολική ηλιακή ακτινοβολία (kWh/m²) για διάφορες περιοχές της χώρας μας.

Η Ελλάδα, όπως πολύ εύκολα μπορεί να διαπιστώσουμε και στα παρακάτω Σχήματα 4.14 έως 4.16, η εγκατάσταση ενός Φ/Β πάρκου αποτελεί μια καλή επιλογή.

PHOTOVOLTAIC POWER POTENTIAL

GREECE

SOLARGIS



Σχήμα 4.14 Φωτοβολταϊκό δυναμικό ηλεκτρικής ενέργειας

GLOBAL HORIZONTAL IRRADIATION

GREECE

SOLARGIS

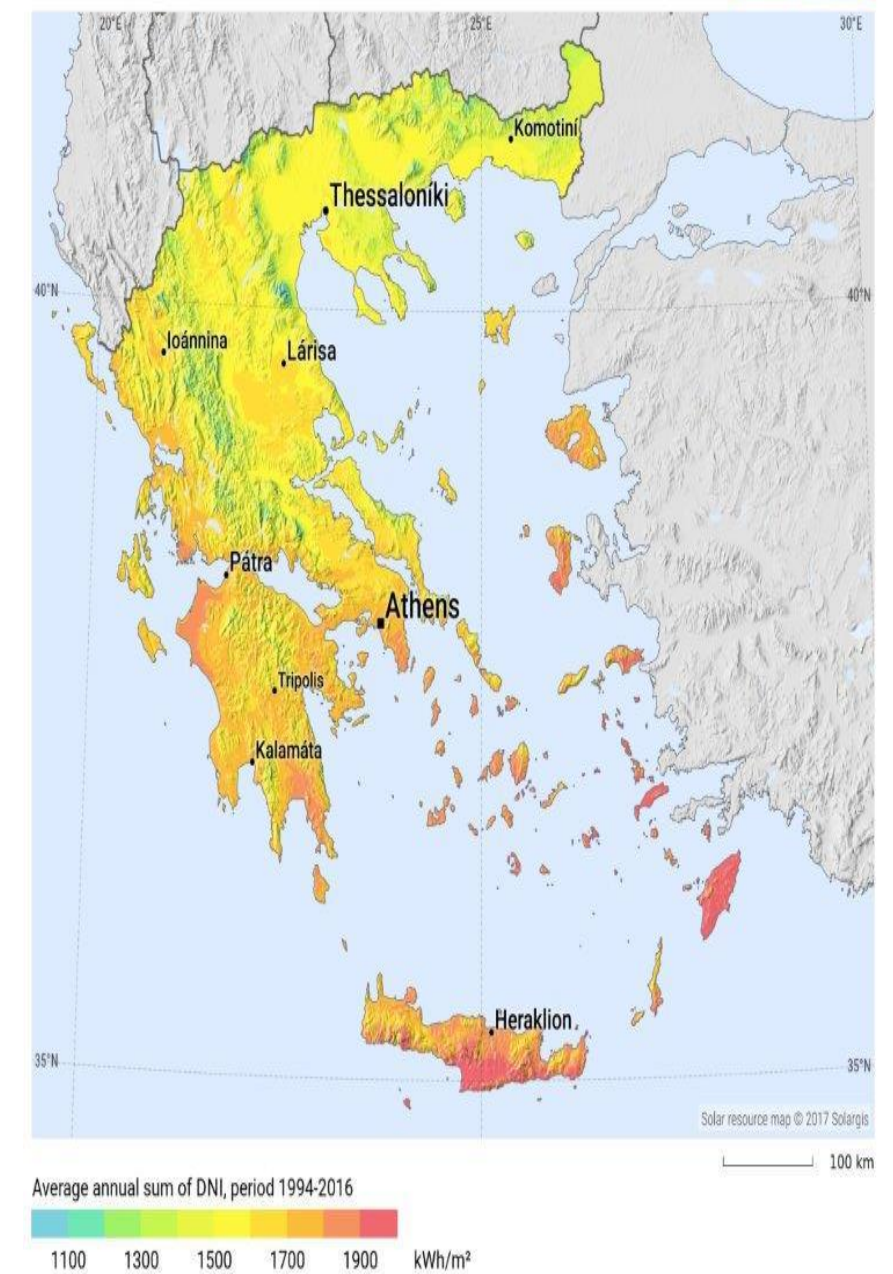


Σχήμα 4.15 Οριζόντια ακτινοβολία

DIRECT NORMAL IRRADIATION

GREECE

SOLARGIS



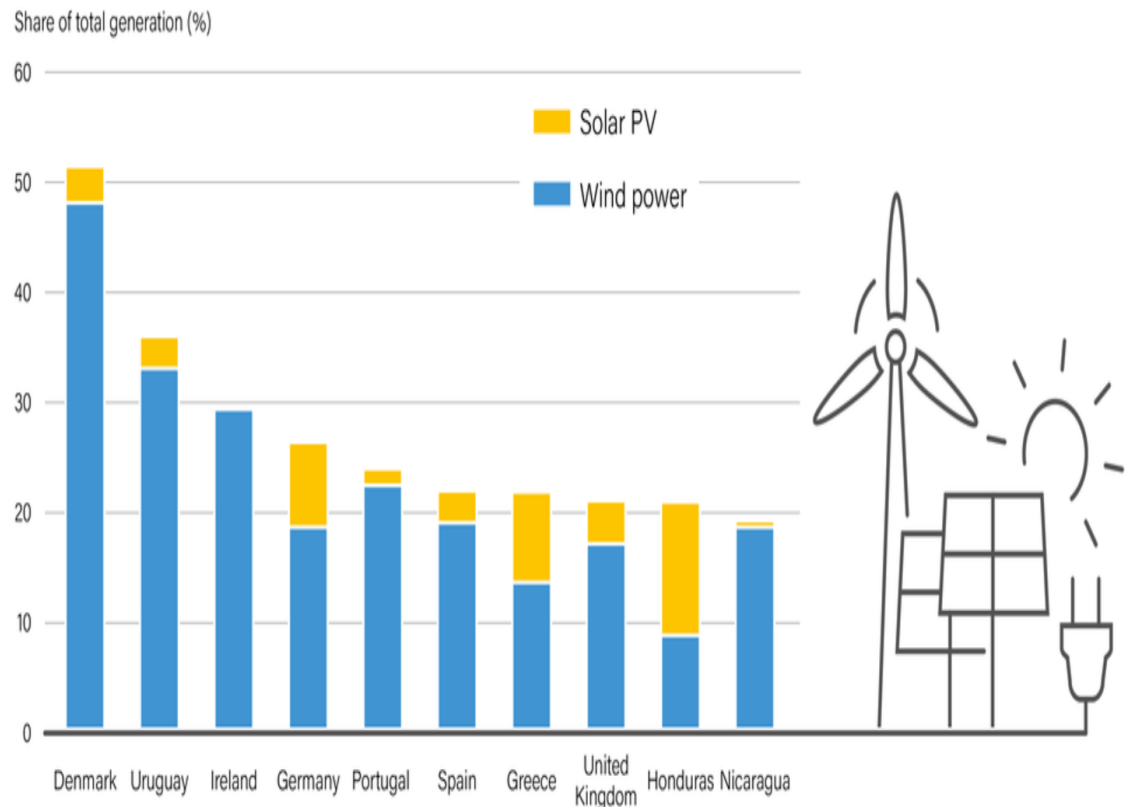
Σχήμα 4.16 Άμεση κανονική ακτινοβολία

Πηγή: Photovoltaic Geographical Information System (2019)

Από τα παραπάνω Σχήματα 4.14 έως 4.16, η Κρήτη εμφανίζει ιδιαίτερα υψηλό ηλιακό δυναμικό, περίπου 1.800 (kWh/m²/y) ετησίως, επομένως μπορούμε να συμπεράνουμε ότι αποτελεί μία εξαιρετική επιλογή για την εγκατάσταση ενός Φ/Β πάρκου.

4.5.5 Ηλιακή ενέργεια

Την επιτυχημένη πορεία της Ελλάδας στην ηλιακή ενέργεια υπογραμμίζει η έκθεση για τις ΑΠΕ της οργάνωσης REN21, όπως απεικονίζεται και στο παρακάτω Σχήμα 4.17:



Note: This figure includes the top 10 countries according to the best available data known to REN21 at the time of publication.

REN21 RENEWABLES 2019 GLOBAL STATUS REPORT

Σχήμα 4.17 Μερίδιο της παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές

Πηγή: REN21 (2019)

Από το παραπάνω Σχήμα 4.17, παρατηρούμε ότι **η Ελλάδα συγκαταλέγεται μεταξύ των κορυφαίων 9 χωρών παγκοσμίως και παράγει πάνω από το 20% της ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση ηλιακών συστημάτων και ανεμογεννητριών** (REN21, 2019).

Στην έκθεση «*Regulation and performance of the electricity market and the natural gas market in Greece, in 2017*» ΠΑΕ (2018), αναφέρεται ότι στις 9 Αυγούστου 2016 δημοσιεύθηκε ένα νέο καθεστώς στήριξης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) και τις εγκαταστάσεις υψηλής απόδοσης συνδυασμένης παραγωγής θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας (HECHP).

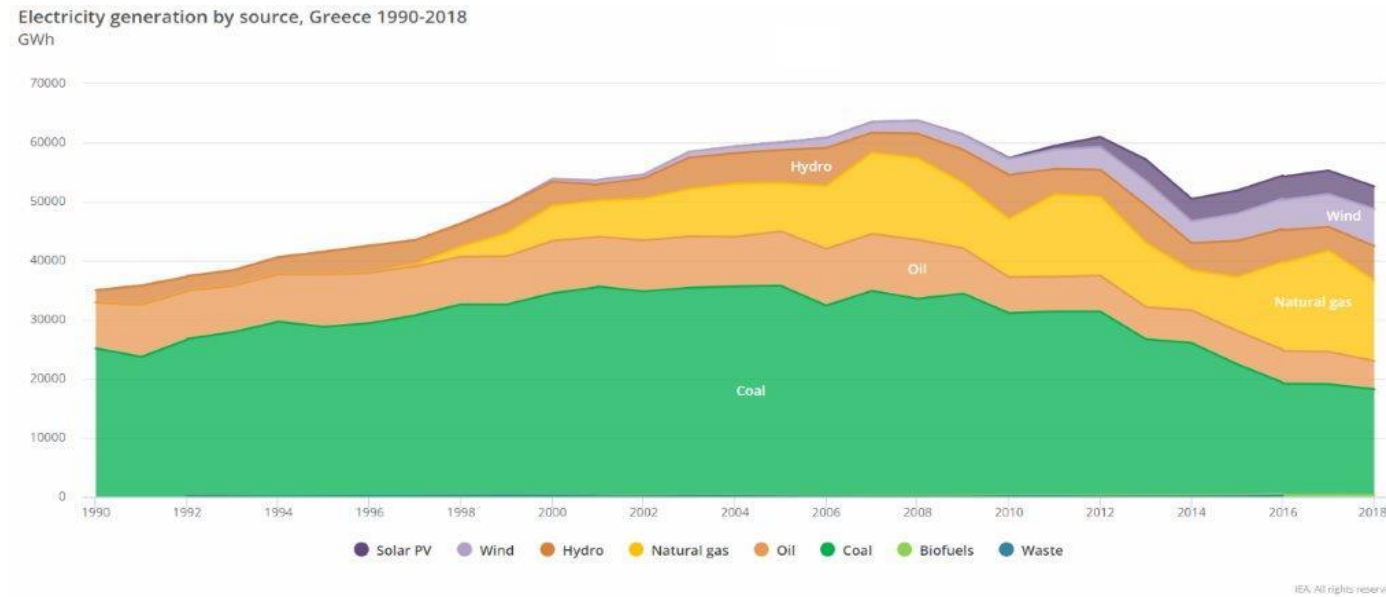
Η εθνική νομική βάση ήταν ο νόμος 4414/2016 για ένα νέο καθεστώς στήριξης των ΑΠΕ και της ΗΕCHP. Το καθεστώς στήριξης αποσκοπεί στην παροχή κινήτρων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ προκειμένου να συμβάλει στην επίτευξη του στόχου που έχει θέσει η οδηγία 2009/28/ΕΕ για την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές σε 20% η κατανάλωση ενέργειας το 2020. Η οδηγία 2009/28/ΕΕ θέτει ως στόχο την Ελλάδα, με βάση το ΑΕΠ ανά κάτοικο, την κατανάλωση ενέργειας και άλλους δείκτες, το μερίδιο 18% των ΑΠΕ στη συνολική κατανάλωση της Ελλάδας το 2020. Βάσει των τελευταίων στοιχείων της συνολικής ακαθάριστης κατανάλωσης ενέργειας ήταν 15,32% το 2016, ενώ η ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές (RES-e) αντιστοιχούσε σχεδόν στο 23,2% της συνολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (συμπεριλαμβανομένων των Μεγάλων Υδροηλεκτρικών Μονάδων). Σημαντικές νέες επενδύσεις εξακολουθούν να απαιτούνται για την επίτευξη του εθνικού στόχου ΑΠΕ (18% έως το 2020). Επίσης στον παρακάτω πίνακα αποτυπώνονται ο αριθμός αιτήσεων ΑΠΕ και αριθμός αδειών παραγωγής στην Ελλάδα. Συγκεκριμένα:

Πίνακας 4.5 Αριθμός αιτήσεων ΑΠΕ και αριθμός αδειών παραγωγής στην Ελλάδα για την περίοδο 2015-2017

Technology	Έτος 2015				Έτος 2016				Έτος 2017			
	Number of applications for generation license		Decision Permissions approved by RAE		Number of applications for generation license		Decision Permissions approved by RAE		Number of applications for generation license		Decision Permissions approved by RAE	
	No	Power Capacity (MW)	No	Power Capacity (MW)	No	Power Capacity (MW)	No	Power Capacity (MW)	No	Power Capacity (MW)	No	Power Capacity (MW)
Wind	20	183,7	25	467,00	79	429,6	15	178,6	175	1.845,8	14	222,5
PV	2	3,66	13	185,80	0	0	3	16,89	23	199,45	23	173,5
Hydro small	6	8,31	6	5,30	33	79,52	5	7,62	18	26,11	18	49,66
Biomass	18	85,50	3	31,19	10	27	1	1,5	9	14,87	9	19
Cogeneration electricity & heat	1	1	2	32,00	1	4,54	0	0	1	4	1	4,36
Hybrid	1	1,80	0	0	56	294,31	1	0,96	96	389,82	0	0
(Tele) heating	1	9,80	0	0	0	0	0	0	1	0	1	9,8
Total	49	296,77	49	721,30	179	834,79	25	205,57	317	2.480,13	66	478,82

Πηγή: PAE (2017) & PAE (2018)

Στο παρακάτω Σχήμα 4.18, μπορούμε να παρατηρήσουμε την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα για την περίοδο 1990-2018:

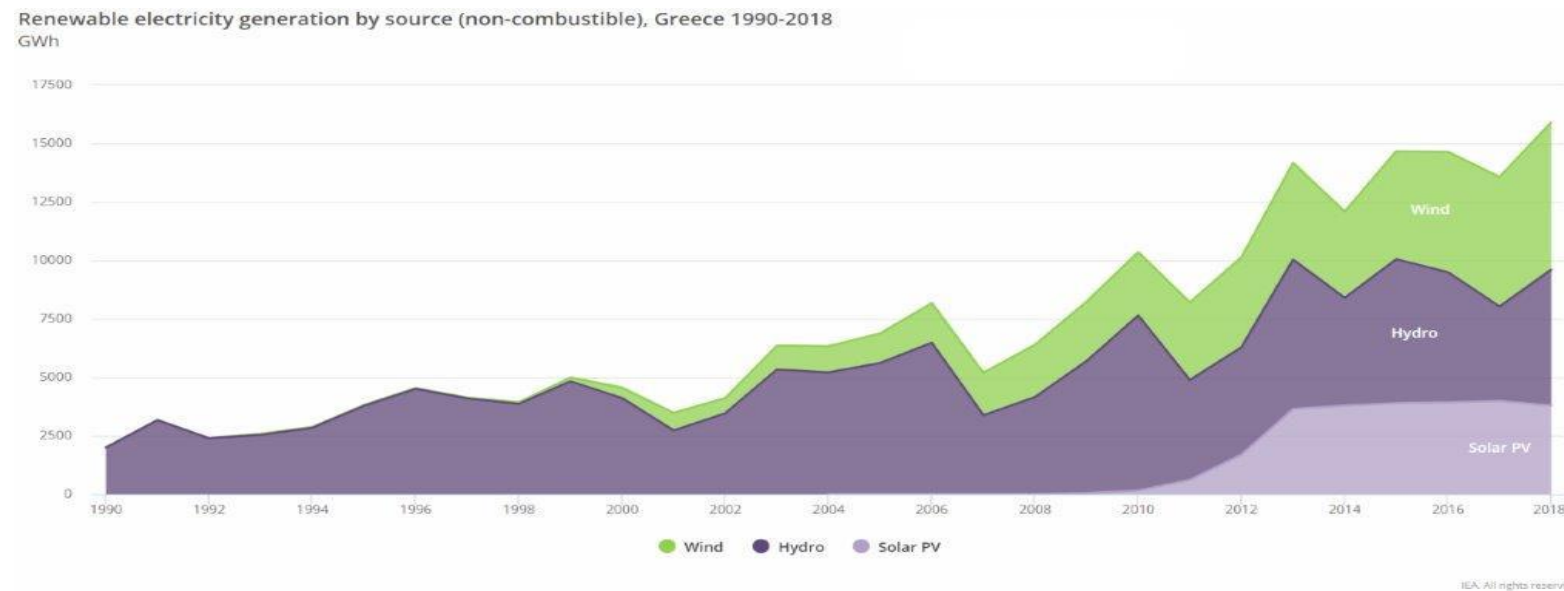


Year	Coal	Wind	Oil	Natural gas	Biofuels	Waste	Hydro	Solar PV	Units
1990	25.166	2	7.746	92			1.997		GWh
1995	28.697	34	8.860	75	1	103	3.782		GWh
2000	34.313	451	8.885	5.920		163	4.111		GWh
2005	35.543	1.266	9.207	8.171	122	100	5.610	1	GWh
2010	30.797	2.714	6.089	9.830	190	129	7.485	158	GWh
2015	22.107	4.621	5.663	9.090	231	112	6.150	3.900	GWh
2018	17.907	6.300	4.788	13.649	325		5.814	3.792	GWh

Σχήμα 4.18 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανά πηγή, Ελλάδα 1990-2018

Πηγή: IEA (2019)

ενώ στο παρακάτω Σχήμα 4.19, απεικονίζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην Ελλάδα για την περίοδο 1990-2018, που μπορούμε να διαπιστώσουμε την σημαντική διείσδυση της ηλιακής ενέργειας από το 2010.



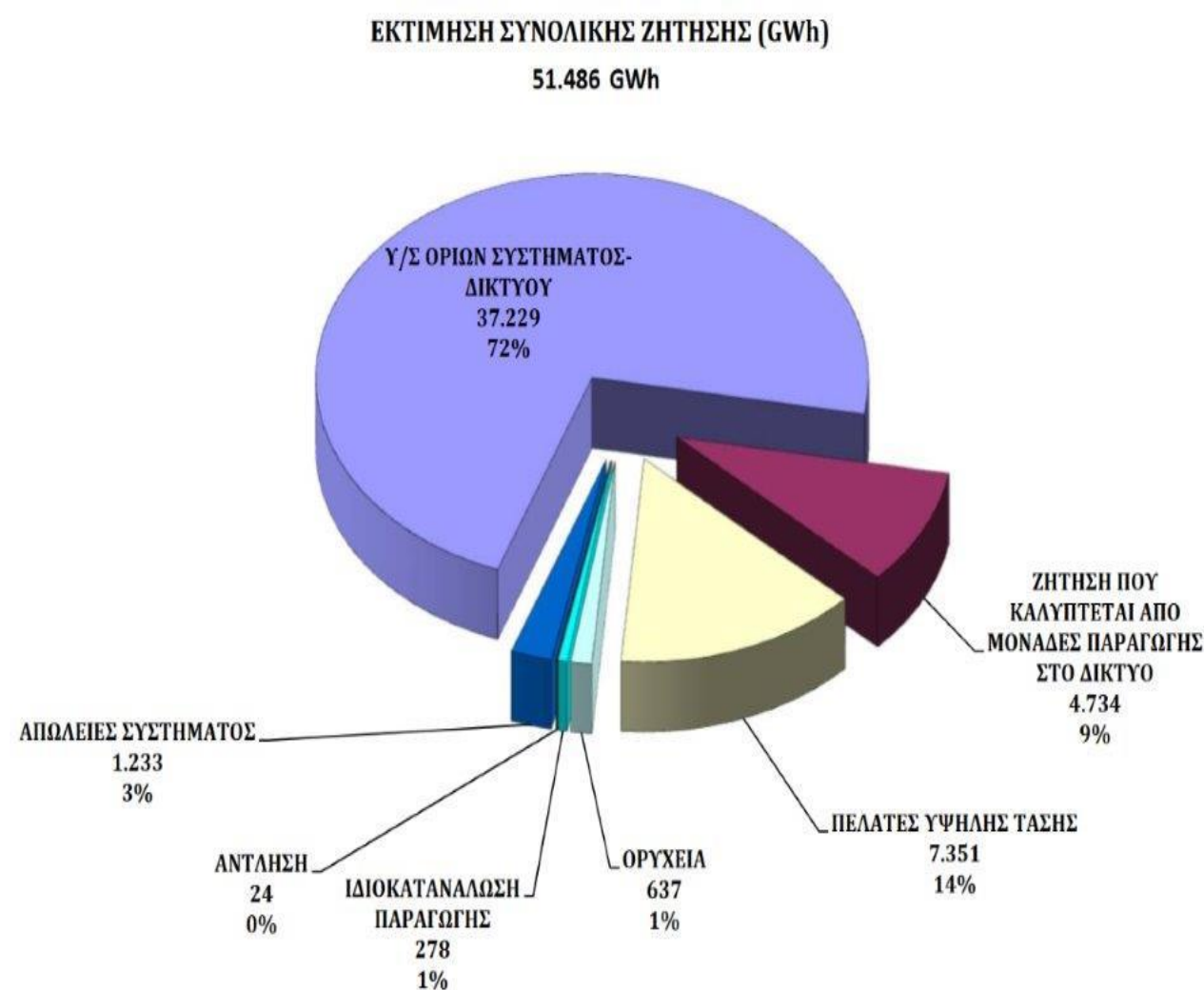
Year	Wind	Hydro	Solar PV	Units
1990	2	1997		GWh
1995	34	3782		GWh
2000	451	4111		GWh
2005	1266	5610	1	GWh
2010	2714	7485	158	GWh
2015	4621	6150	3900	GWh
2018	6300	5814	3792	GWh

Σχήμα 4.19 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (μη καύσιμη), Ελλάδα 1990-2018

Πηγή: IEA (2019)

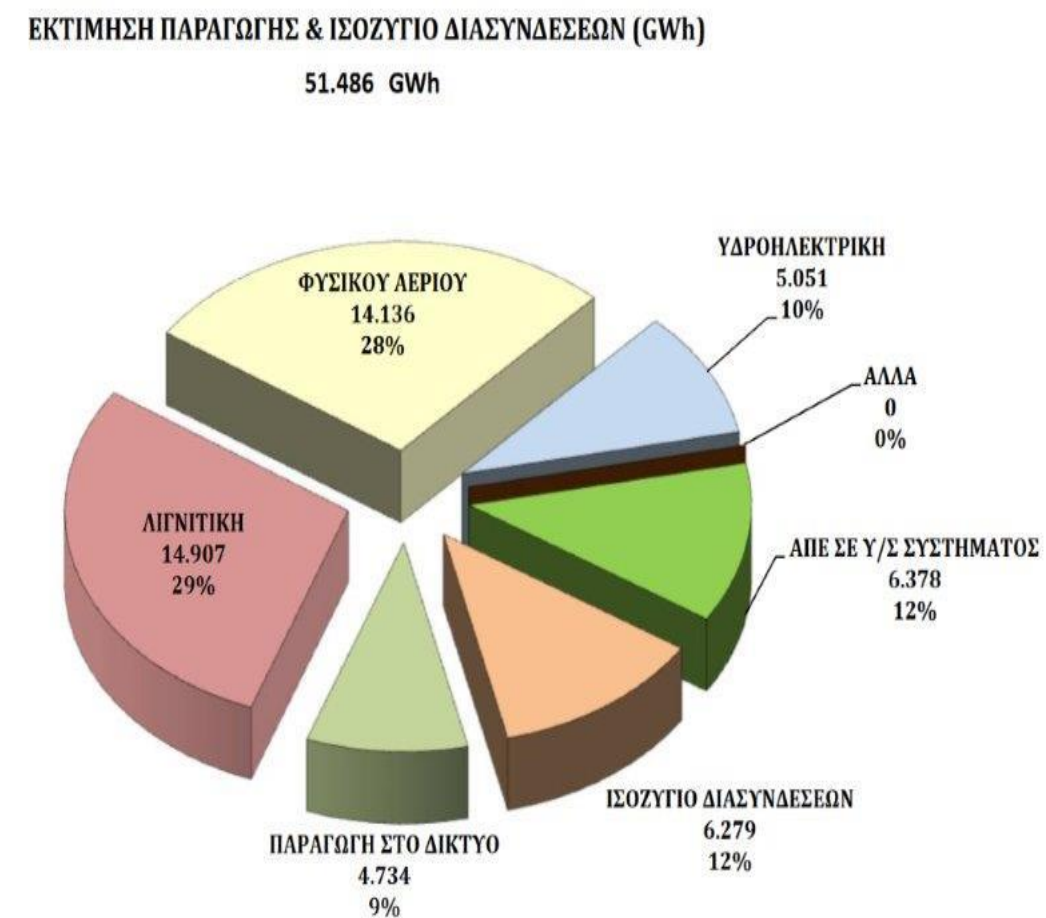
Στην έκθεση «Μηνιαίο Δελτίο Ενέργειας Δεκέμβριος 2018» ΑΔΜΗΕ (2018), καταγράφονται για την Ελλάδα, τα παρακάτω:

- ❖ Η εκτίμηση της συνολικής ζήτησης (GWh) - Σχήμα 4.20
- ❖ Η εκτίμηση παραγωγής & το ισοζύγιο διασυνδέσεων (GWh) – Σχήμα 4.21



- Δεν περιλαμβάνεται η ζήτηση στα μη διασυνδεδεμένα νησιά.
- Η ζήτηση που καλύπτεται από μονάδες παραγωγής στο Δίκτυο είναι κατά ένα μέρος εκτίμηση. Η παραγωγή στο Δίκτυο προκύπτει από πιστοποιημένες μετρήσεις για την Μέση Τάση και εκτιμήσεις για την Χαμηλή Τάση.

Σχήμα 4.20 Εκτίμηση συνολικής ζήτησης (GWh) για το έτος 2018



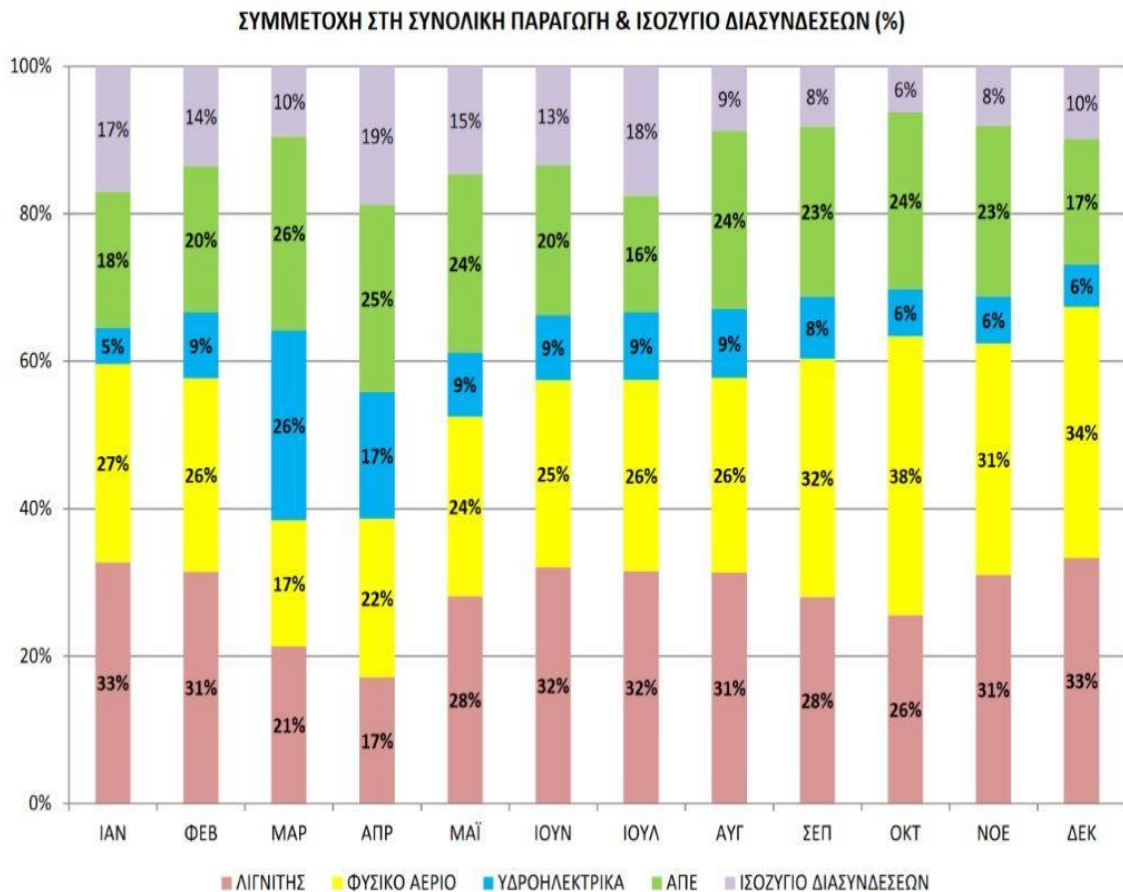
- Δεν περιλαμβάνεται η ζήτηση στα μη διασυνδεδεμένα νησιά.
- Η παραγωγή αναφέρεται στο σημείο έγχυσης στο Σύστημα.
- Η παραγωγή στο Δίκτυο προκύπτει από πιστοποιημένες μετρήσεις για την Μέση Τάση και εκτιμήσεις για την Χαμηλή Τάση.
- Θετικό πρόσημο στο ισοζύγιο διασυνδέσεων σημαίνει εισαγωγικό ισοζύγιο.

Σχήμα 4.21 Εκτίμηση παραγωγής & Ισοζύγιο διασυνδέσεων, για το έτος 2018

Πηγή: ΑΔΜΗΕ (2018)

Από το παραπάνω Σχήμα 4.21, μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι το σύνολο της ενέργειας που προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για το έτος 2018 (ΑΠΕ & Υδροηλεκτρική ενέργεια), ανέρχεται στο 22%. Στα παραπάνω στοιχεία είναι σημαντικό να παρατηρήσουμε ότι δεν περιλαμβάνεται η ζήτηση στα μη διασυνδεδεμένα νησιά.

Στην ίδια έκθεση καταγράφεται και το ποσοστό (%) συμμετοχής στην συνολική παραγωγή & ισοζύγιο διασυνδέσεων στην Ελλάδα, όπως φαίνεται και στο παρακάτω Σχήμα 4.22:



Στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από μονάδες ΑΠΕ περιλαμβάνονται:

- παραγωγή στο σημείο έγχυσης στο Σύστημα από μονάδες ΑΠΕ που συνδέονται απευθείας σε Υ/Σ Συστήματος,
- εκτίμηση της παραγωγής στο Δίκτυο (η παραγωγή στο Δίκτυο προκύπτει από πιστοποιημένες μετρήσεις για την Μέση Τάση και εκτιμήσεις για την Χαμηλή Τάση).

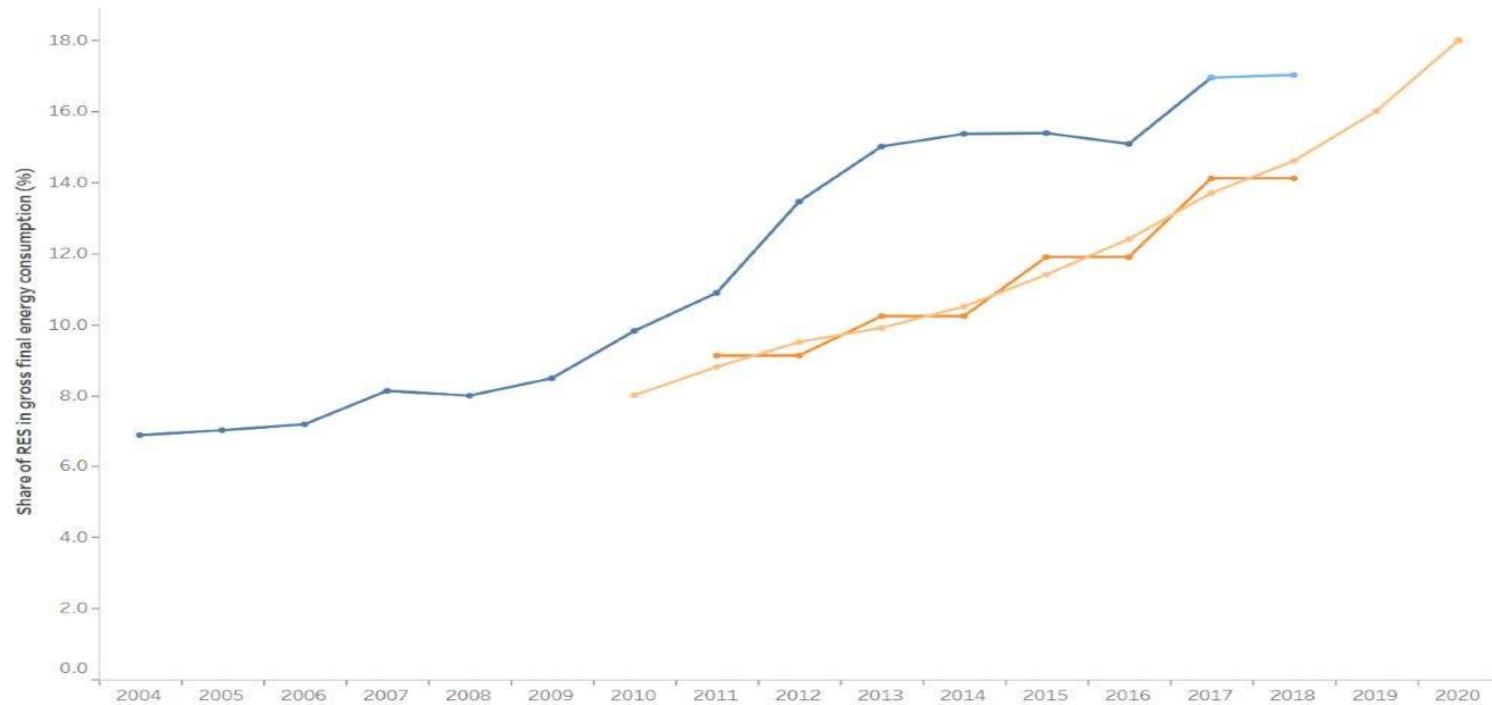
Σχήμα 4.22 Συμμετοχή στην συνολική παραγωγή & ισοζύγιο διασυνδέσεων, 2018

Πηγή: ΑΔΜΗΕ (2018)

Από το παραπάνω Σχήμα, μπορούμε παρατηρήσουμε ότι η ενέργεια που προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ & Υδροηλεκτρική ενέργεια), παραμένει σταθερή όλο το χρόνο.

Ενδιαφέρον εμφανίζουν και τα στατιστικά στοιχεία που παρουσιάζουν τα προφίλ των χωρών της ΕΕ και περιέχουν βασικά στοιχεία για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (GHG), τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την ενεργειακή απόδοση για κάθε κράτος μέλος της ΕΕ. Για την Ελλάδα καταγράφεται αύξηση του μεριδίου των ΑΠΕ στην συνολική παραγωγή ενέργειας, σε ποσοστό 17%, για το έτος 2018.

Figure 10: Progress towards targets regarding renewable energy sources (RES) consumption as a proportion of Greece's energy consumption



Note: 2018 = preliminary estimate

Sources: EEA, 2011, 2019i; EU, 2009b; Eurostat, 2019a, 2019b, 2019c, 2019d.

RES share in gross final energy consumption
RES share in gross final energy consumption (Proxy)
Indicative trajectory from NREAP
Indicative trajectory from Renewable Energy Directive (RED)

Σχήμα 4.23 Πρόοδος προς τους στόχους όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ, ως ποσοστό της κατανάλωσης ενέργειας στην Ελλάδα

Πηγή: European Environment Agency (2019)

Επίσης στην έκθεση REN21 (2019), η Γερμανία, η Ελλάδα, η Πολωνία, η Ισπανία και η Ιταλία ήταν οι πέντε κορυφαίες πέντε ηλιακές θερμικές αγορές της Ευρώπης το 2018. Η Ελλάδα είναι επίσης η πέμπτη παγκοσμίως στην χωρητικότητα συλλέκτη ηλιακής θέρμανσης νερού ανά κάτοικο. Το 2018, η Ελλάδα αύξησε τις ετήσιες εγκαταστάσεις συλλογής του ηλιακού νερού κατά 4% σε σχέση με το 2017. Η Ελλάδα έχει ήδη δει σταθερή ανάπτυξη σε ετήσια βάση, αλλά το 2018 πρόσθεσε περισσότερα συστήματα από ποτέ με πρόσθετη χωρητικότητα 230 MWth. Η ανάπτυξη της αγοράς βασίστηκε στην ελκυστική τιμολόγηση προϊόντων των ηλιακών θερμικών συστημάτων σε σχέση με άλλες τεχνολογίες θέρμανσης νερού (που κινούνται από ηλεκτρισμό και ορυκτά καύσιμα), καθώς και σε κανονιστική ρύθμιση για τα κτίρια που προβλέπει τουλάχιστον 60%.

4.5.6 Συμπαγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ)

Στα παραπάνω στοιχεία καταγράφεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από μονάδες ΣΗΘΥΑ. Είναι λοιπόν σημαντικό να ορίσουμε και να εξηγήσουμε τι σημαίνει ΣΗΘΥΑ. Σύμφωνα με το ΥΠΕΚΑ (2019),

- Συμπαγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας & Θερμότητας (ΣΗΘ) είναι η ταυτόχρονη παραγωγή Θερμικής και Ηλεκτρικής ή και Μηχανικής Ενέργειας στο πλαίσιο μιας μόνο διεργασίας (N 3468/2006).
- Συμπαγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ, σύμφωνα με τον N 3468/2006) είναι η συμπαγωγή που εξασφαλίζει εξοικονόμηση Πρωτογενούς Ενέργειας σε ποσοστό τουλάχιστον 10%, σε σχέση με τη Θερμική και Ηλεκτρική Ενέργεια που παράγεται στο πλαίσιο διακριτών διαδικασιών, καθώς και η παραγωγή από Μονάδες Μικρής και Πολύ Μικρής Κλίμακας που εξασφαλίζει εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας, ανεξάρτητα από το ποσοστό εξοικονόμησης. Ο υπολογισμός της εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας, όπου αυτός απαιτείται, γίνεται σύμφωνα με τα οριζόμενα στην περίπτωση β' του Παραρτήματος ΙΙΙ της Οδηγίας 2004/8/ΕΚ (L 52)

Το ΔΕΣΜΗΕ (2019) ορίζει ΣΗΘ ή απλά συμπαγωγή (CHP), την παραγωγή δύο ή περισσότερων μορφών χρήσιμης ενέργειας, στο πλαίσιο μίας μόνο διαδικασίας. Στις περισσότερες εφαρμογές ΣΗΘ, η χημική ενέργεια του καυσίμου μετατρέπεται σε μηχανική και θερμική. Η μηχανική ενέργεια χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρισμού και η θερμική χρησιμοποιείται συνήθως για την παραγωγή ατμού, θερμού αέρα ή νερού.

Μία τυπική σύγκριση, ως προς το βαθμό απόδοσης, της ΣΗΘ με την χωριστή παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, παρουσιάζεται παρακάτω, στο Σχήμα 4.23, Σχήμα 4.24 και Σχήμα 4.25.

Παρατηρούμε ότι η ΣΗΘ έχουν συνολική απόδοση έως 85%. Αυτό κυμαίνεται περίπου στο 30%-40% περισσότερο από την ξεχωριστή παραγωγή των συμβατικών καυσίμων και έτσι προκύπτει μείωση της τάξης του 30-40% στην κατανάλωση πρωτογενών

καυσίμων και στις εκπομπές CO₂. Η υψηλή αυτή αποδοτικότητα παρέχει μία οικονομικά ελκυστική τεχνολογία για τους ενεργειακούς καταναλωτές, με ταυτόχρονη ζήτηση τόσο για θερμότητα όσο και για ηλεκτρική ενέργεια (TOTEE, 2010).

Σύμφωνα με τον Ελληνικό Σύνδεσμο Συμπαράγωγής Ηλεκτρισμού & Θερμότητας (2017), οι εγκαταστάσεις ΣΗΘ στην Ελλάδα καταγράφονται στον παρακάτω Πίνακα 4.5:

Πίνακας 4.5 Αριθμός λειτουργούντων συστημάτων ΣΗΘ

Κατηγορία	Αριθμός
ΣΗΘΥΑ < 50 kW	6
50 kW < ΣΗΘΥΑ < 1 MW	6
1 MW < ΣΗΘΥΑ < 35 MW	15
ΣΗΘΥΑ > 35 MW	1
Σύνολο	28

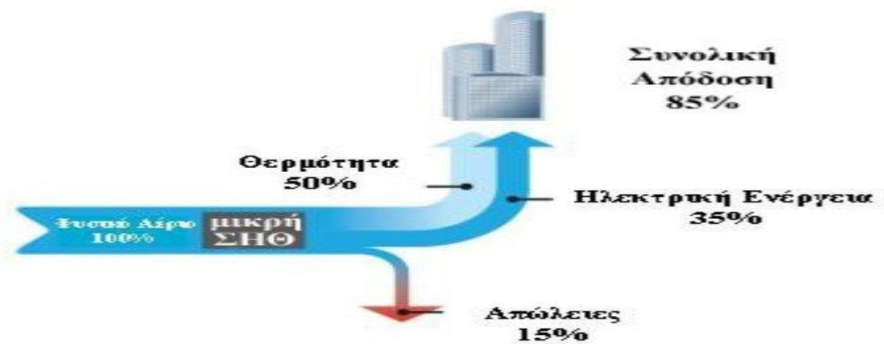
Πηγή: Ελληνικό Σύνδεσμο Συμπαράγωγής Ηλεκτρισμού & Θερμότητας (2017)



Σχήμα 4.24 Συμβατικό σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας



Σχήμα 4.24 Συμβατικό σύστημα παραγωγής θερμικής ενέργειας



Σχήμα 4.25 Σύγκριση βαθμού απόδοσης συστήματος ΣΗΘ με τη χωριστή παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας

Πηγή: TOTEE, (2010)

4.5.6 Ενεργειακός συμψηφισμός (Net-Metering)

Από την παρούσα εργασία θα θεωρείτο παράλειψη αν δεν γινόταν αναφορά στην τελευταία εξέλιξη στον τομέα της ενέργειας.

Στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια μελετήθηκε η υιοθέτηση ενός μοντέλου που θα βασιζόταν στην ιδιοκατανάλωση και επρόκειτο να ονομαστεί «ενεργειακός συμψηφισμός». Το μοντέλο είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο στις ΗΠΑ με την ονομασία «Net-Metering». Έτσι, στα τέλη του 2014 υπεγράφη η Υπουργική Απόφαση που αφορούσε στην αυτοπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με ενεργειακό συμψηφισμό από φωτοβολταϊκά συστήματα.



Εικόνα 4.26 Ενεργειακός συμψηφισμός (Net-Metering)

Πηγή: Σύνδεσμος εταιρειών φωτοβολταϊκών (2019)

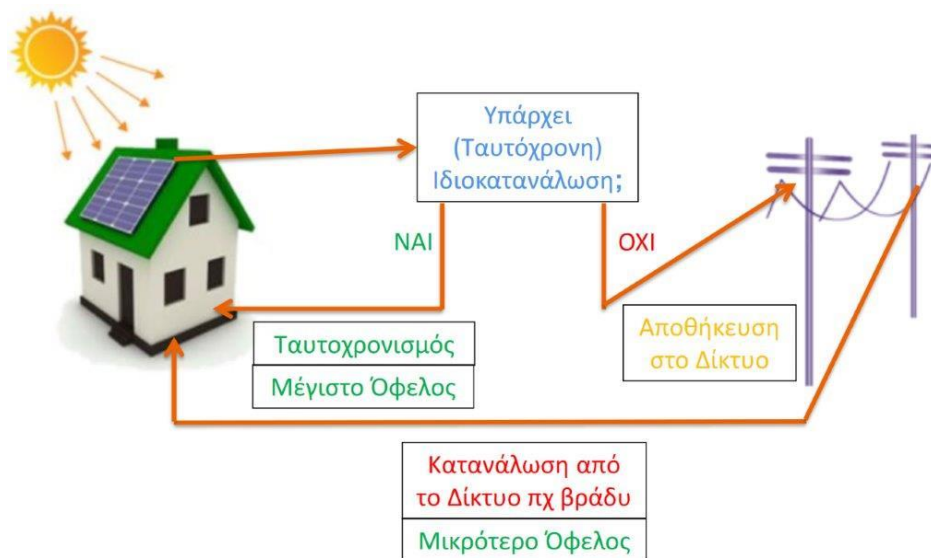
«Ως ενεργειακός συμψηφισμός νοείται ο συμψηφισμός της παραχθείσας από το φωτοβολταϊκό σταθμό ενέργειας με την καταναλωθείσα ενέργεια στις εγκαταστάσεις του αυτοπαραγωγού, ο οποίος διενεργείται σε τριετή βάση» (Σύνδεσμος Εταιρειών Φωτοβολταϊκών, 2019:2).

«Ως εικονικός ενεργειακός συμψηφισμός νοείται ο συμψηφισμός της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από σταθμούς ΑΠΕ ή ΣΗΘΥΑ αυτοπαραγωγού, με τη συνολική καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια σε εγκαταστάσεις του αυτοπαραγωγού, από τις οποίες τουλάχιστον η μία είτε δεν βρίσκεται στον ίδιο όμορο χώρο με τον σταθμό ΑΠΕ ή ΣΥΘΗΑ είτε, αν βρίσκεται, τροφοδοτείται από διαφορετική παροχή» (Σύνδεσμος Εταιρειών Φωτοβολταϊκών, 2019:3).

Τα βασικά πλεονεκτήματα του ενεργειακού συμψηφισμού συνοψίζονται ως εξής:

- Παρέχει στον καταναλωτή τη δυνατότητα να παράγει μόνος του φθηνή ηλεκτρική ενέργεια, προστατεύοντάς τον ταυτόχρονα από τις συνεχόμενες αυξήσεις των χρεώσεων, αρκεί να καταβάλει εφάπαξ, ένα συγκεκριμένο χρηματικό ποσό για την προμήθεια και εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών.
- Δεν υπάρχει χρηματική δοσοληψία με την Πολιτεία, αφού η παραγόμενη ενέργεια δεν πωλείται έναντι χρηματικού ανταλλάγματος. Συνεπώς, δεν υπάρχουν έσοδα που μπορεί να φορολογηθούν, ούτε κάποια τιμή πώλησης, η οποία αργότερα μπορεί να μειωθεί.

Το Net-Metering, απεικονίζεται στο παρακάτω Σχήμα 4.27



Σχήμα 4.27 Σχηματική απεικόνιση Net Metering

Πηγή: Σύνδεσμος εταιρειών φωτοβολταϊκών (2019)

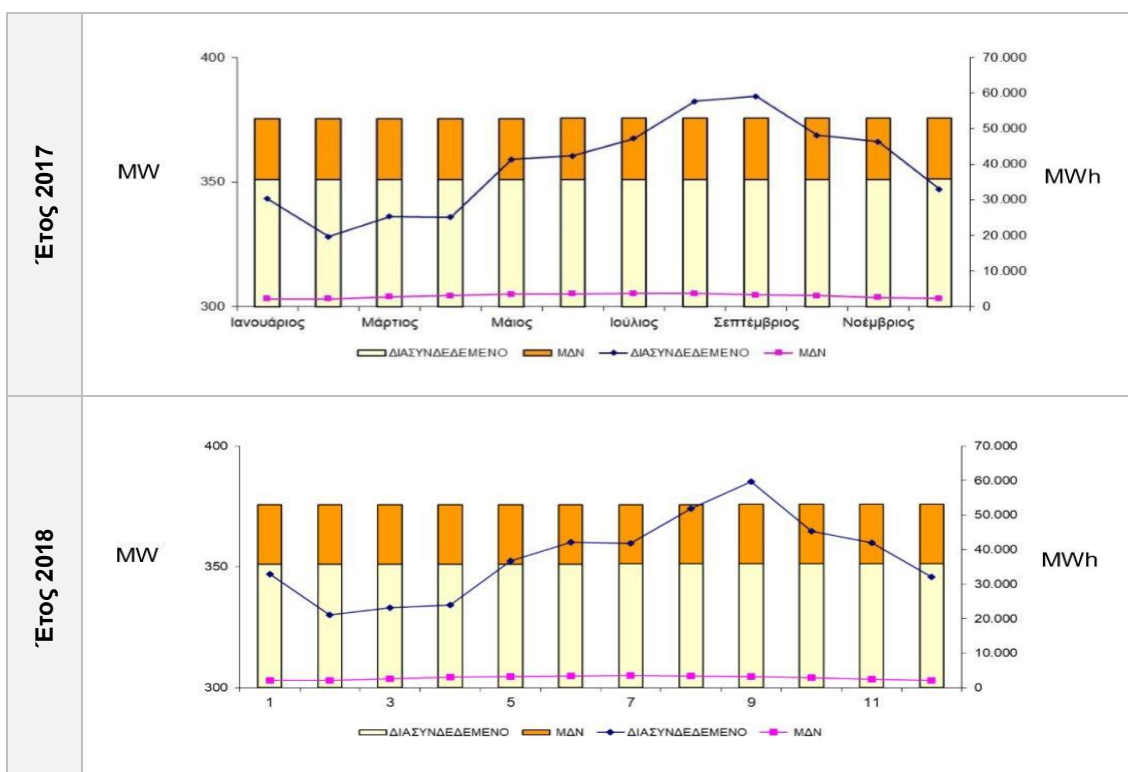
Σύμφωνα με τον Σύνδεσμο Εταιρειών Φωτοβολταϊκών (2018), στα συστήματα αυτοπαραγωγής με ενεργειακό συμψηφισμό, το 2018 εγκαταστάθηκαν 7,26 MWp. Συγκεκριμένα:

Πίνακας 4.6 Αριθμός λειτουργούντων συστημάτων αυτοπαραγωγής

Έτος	Αριθμός	Ισχύς (kWp)	Μέση ισχύς ανά σύστημα (kWp)
2015	116	1.821,2	15,7
2016	447	5.686,1	12,7
2017	360	6.489,5	18,0
2018	359	7.255,2	20,2
Σύνολο	1.282	21.252	16,6

Πηγή: Σύνδεσμος εταιρειών φωτοβολταϊκών (2019)

ενώ η παραγωγή ενέργειας, απεικονίζεται στο παρακάτω Σχήμα 4.28:



Σχήμα 4.28 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας¹ φωτοβολταϊκά σε στέγες ≤ 10 kW

Πηγή: ΛΑΓΗΕ (2019)

¹ Η παραγόμενη ενέργεια αναφέρεται στο ποσό ενέργειας που έχει εκκαθαριστεί το συγκεκριμένο μήνα βάσει καταμετρήσεων από το ΔΕΔΔΗΕ.

4.5.6 Ενεργειακή απόδοση φωτοβολταϊκών

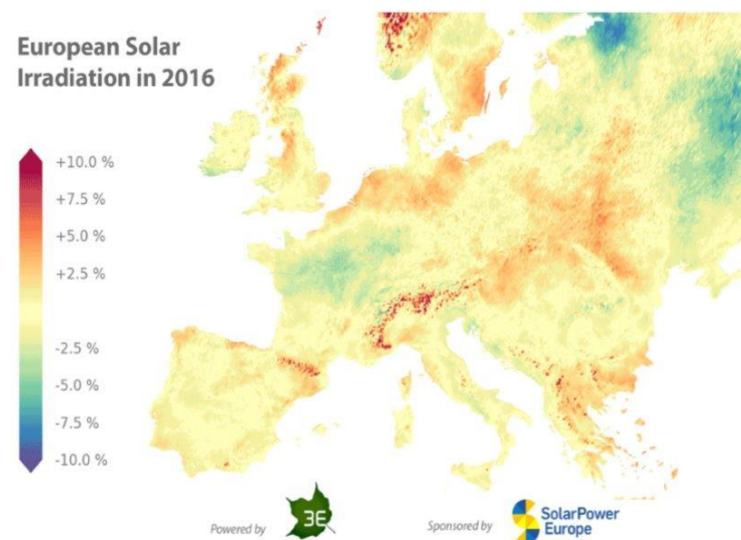
Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζεται στο παρακάτω Σχήμα 4.29, όπου μπορούμε πολύ εύκολα να παρατηρήσουμε μία μείωση της ενεργειακής απόδοσης των φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα.



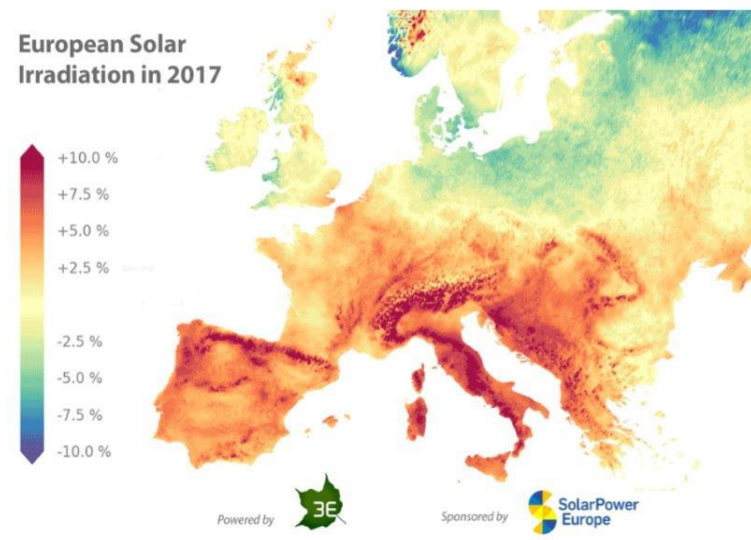
Σχήμα 4.29 Μείωση ενεργειακής απόδοσης φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα

Πηγή: Σύνδεσμος εταιρειών φωτοβολταϊκών (2019)

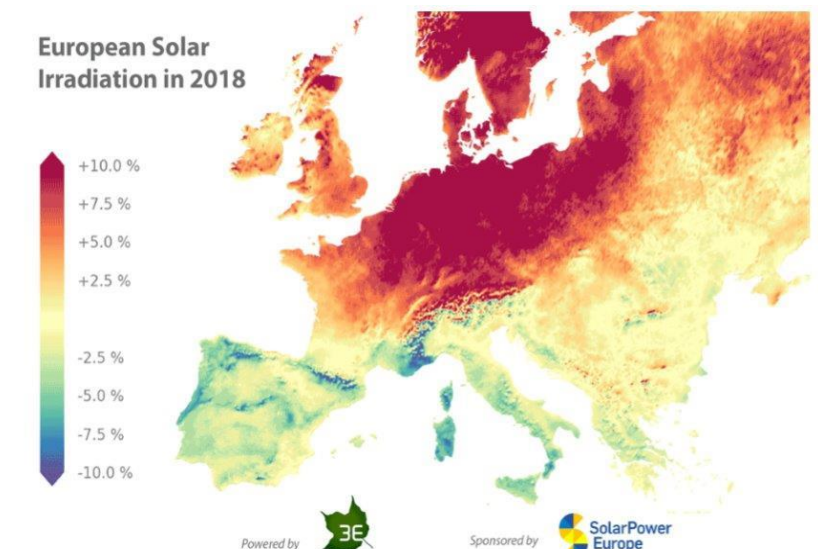
Η μέση μείωση της απόδοσης υπολογίζεται στο 6,34%. Η μείωση αυτή ερμηνεύεται αν παρατηρήσει κάποιος την ακτινοβολία που έφτασε στην χώρα μας στα έτη 2016-2018, όπως αυτή καταγράφεται στο παρακάτω Σχήμα 4.30, Σχήμα 4.31 και Σχήμα 4.32:



Σχήμα 4.30 Ηλιακή ακτινοβολία στην Ευρώπη το 2016



Σχήμα 4.31 Ηλιακή ακτινοβολία στην Ευρώπη το 2017



Σχήμα 4.32 Ηλιακή ακτινοβολία στην Ευρώπη το 2018

Πηγή: 3E Data Services (<https://solardata.3e.eu/maps/solarindex>)

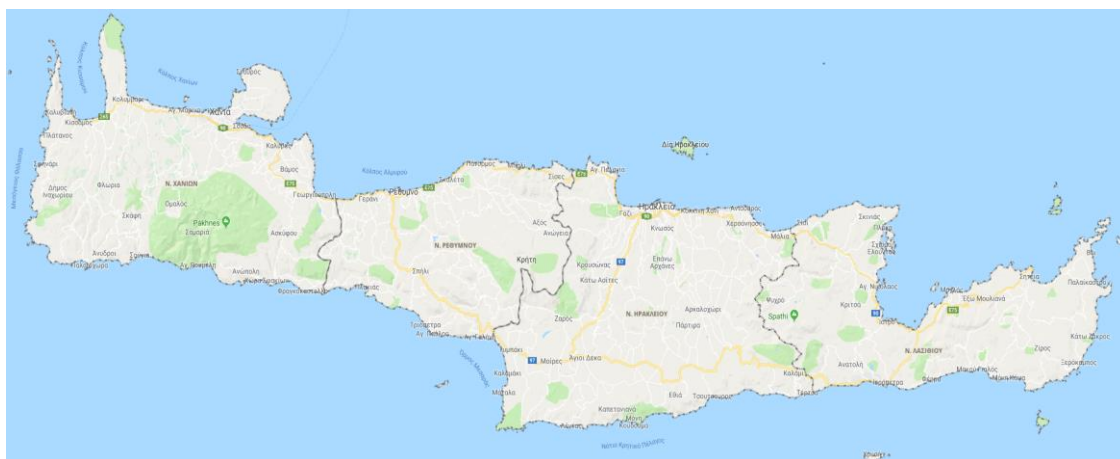
4.7 Η ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Κρήτη

4.7.1 Περιγραφή της περιοχής μελέτης

Η Κρήτη αποτελεί το μεγαλύτερο νησί της Ελλάδας. Μαζί με τα νησιά που την περιβάλλουν έχει έκταση 8.323 τετραγωνικά χιλιόμετρα (km²) και στο σύνολο της είναι το πέμπτο (5^ο) μεγαλύτερο νησί της Μεσογείου.

Το νησί, όπως φαίνεται και στο παρακάτω Σχήμα 4.33, αποτελείται από τέσσερις (4) περιφερειακές ενότητες (περιοχές) και συγκεκριμένα:

- Χανιά ⇒ 112.097 στρ.
- Ρέθυμνο ⇒ 56.091 στρ.
- Ηράκλειο ⇒ 220.542 στρ.
- Λασιθί ⇒ 137.367 στρ.



Σχήμα 4.33 Περιφερειακές ενότητες (περιοχές)

Πηγή: WWF Ελλάς (2019)

Με μήκος 225 χιλιόμετρα και πλάτος από 12 έως 33 χιλιόμετρα, η ακτογραμμή της ξεπερνά τα 1.000 χιλιόμετρα. Το νησί χαρακτηρίζεται από έντονη γεωμορφολογία με έντονες ορεινές και ημιορεινές επιφάνειες ενώ τα παράλια του νησιού βρέχονται από το Κρητικό πέλαγος (βόρεια) και το Λιβυκό πέλαγος (νότια). Η μεγαλύτερη πεδινή έκταση του νησιού είναι η πεδιάδα της Μεσσαράς η οποία βρίσκεται στο νότιο-κεντρικό μέρος του νησιού και τα κυριότερα ορεινά συγκροτήματα είναι τα Λευκά όρη (2.453 μέτρα), ο Ψηλορείτης (2.456 μέτρα), τα Αστερούσια και τα Λασιθιώτικα βουνά (WWF, 2012).

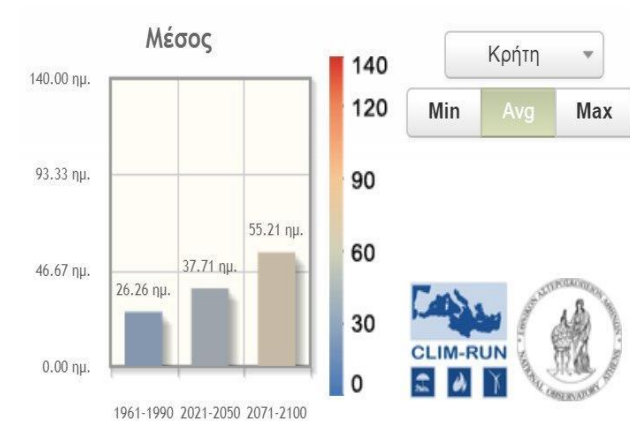
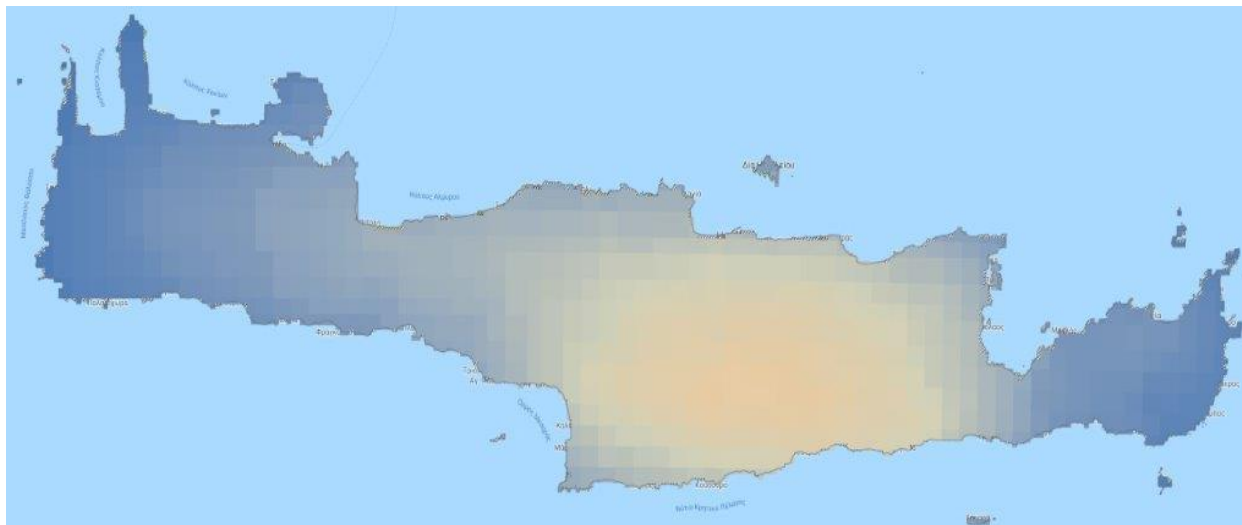
Το έντονο ανάγλυφο της Κρήτης οφείλεται κατά βάση στην έντονη τεκτονική δραστηριότητα της περιοχής που δημιούργησε πολλά φαράγγια (230), σπήλαια (>5.000) και ένα μεγάλο μέρος δολινών.

Το υδρογραφικό δίκτυο του νησιού παρουσιάζει έντονη πυκνότητα στα δυτικά, λόγω του ανάγλυφου το νησί δεν έχει μεγάλους ποταμούς αλλά υπάρχουν πολλοί μικροί χείμαρροι και πηγές, λίγα ρέματα και πολλές υδρολογικές λεκάνες (WWF, 2012).

Οι Πεδιαδιτάκη Ε. κ.α. (2016:63) στην εργασία τους «Χαρτογράφηση των Φωτοβολταϊκών Πάρκων στο νησί της Κρήτης» καταγράφεται ότι «Αξιόλογο είναι το φυσικό περιβάλλον της Κρήτης εξαιτίας της γεωμορφολογικής ιδιαιτερότητας του αλλά και τις εναλλαγές τοπίων και οικοσυστημάτων».

Το καλοκαίρι είναι ζεστό με θερμότερο μήνα τον Ιούλιο με μέγιστη τιμή θερμοκρασίας του 30°C και ελάχιστη τιμή τους 22°C. Η περίοδος του καλοκαιριού διαρκεί από τον Ιούνιο έως τον Σεπτέμβριο και οι μήνες Ιούλιος καθώς και Αύγουστος, είναι σχεδόν άνομβροι.

Από το παρακάτω Σχήμα 4.34, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι ο μέσος αριθμός θερμών ημερών στην Κρήτη έχει αυξηθεί από 26,26 ημέρες για την περίοδο 1961-1990, έχει αυξηθεί σε 33,71 ημέρες για την περίοδο 2021-2020 και αναμένεται να αυξηθεί σε 55,21 ημέρες για την περίοδο 2071-2100 (WWF, 2019)



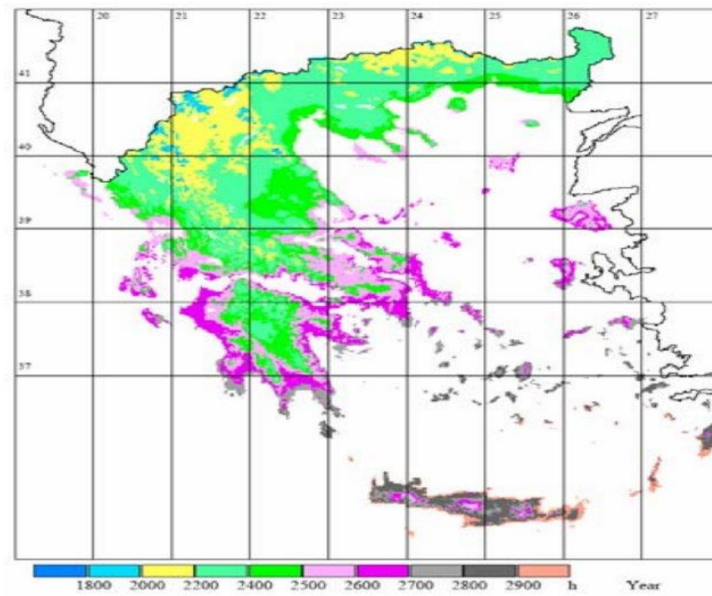
Σχήμα 4.34. Πλήθος θερμών μερών στην Κρήτη

Πηγή: WWF (2019)

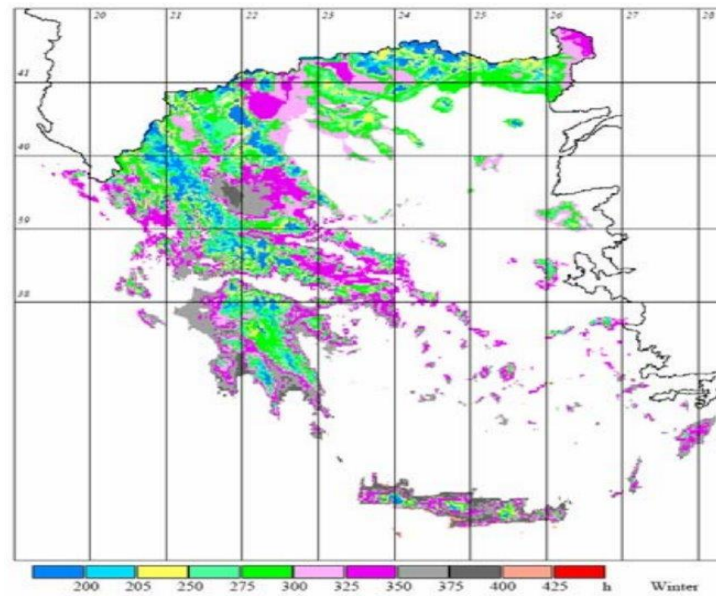
4.7.2 Γεωγραφική κατανομή των ωρών της ηλιοφάνειας

Οι Ματζαράκης Α.-Κατσούλης Β (2005) στην εργασία τους «Διάρκεια των ωρών της ηλιοφάνειας στον Ελληνικό χώρο» αναφέρουν ότι, η ετήσια ηλιοφάνεια κυμαίνεται μεταξύ ευρέων ορίων και αυξάνει από βορρά προς νότο και από τα εσωτερικά ηπειρωτικά τμήματα προς την κατεύθυνση των ακτών. Παρατήρησαν ότι οι ανώτερες μέγιστες τιμές της ηλιοφάνειας, συμβαίνουν στα νοτιοανατολικά νησιά του Αιγαίου Πελάγους και στις νότιες ακτές της Κρήτης.

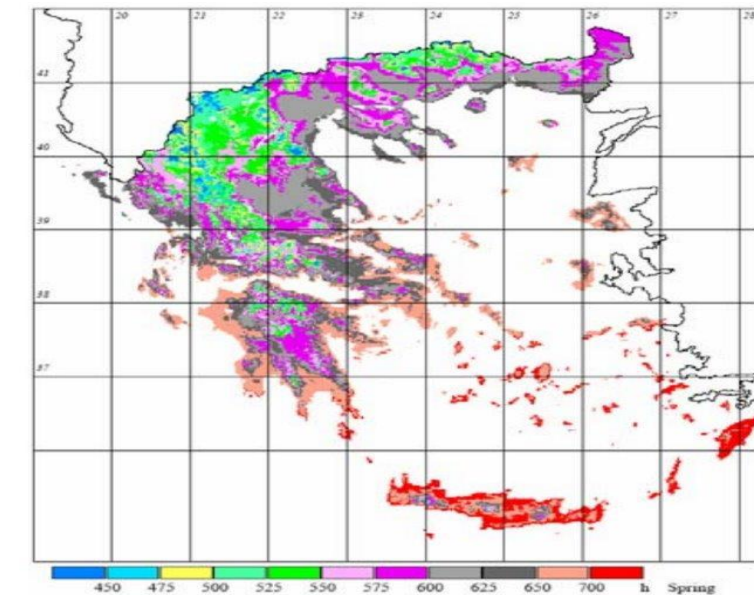
Από την εργασία τους, τα αποτελέσματα της ηλιοφάνειας για τον Ελληνικό χώρο (σε ώρες), αποτυπώνονται στους χάρτες των παρακάτω Σχημάτων 4.35 μέχρι 4.39:



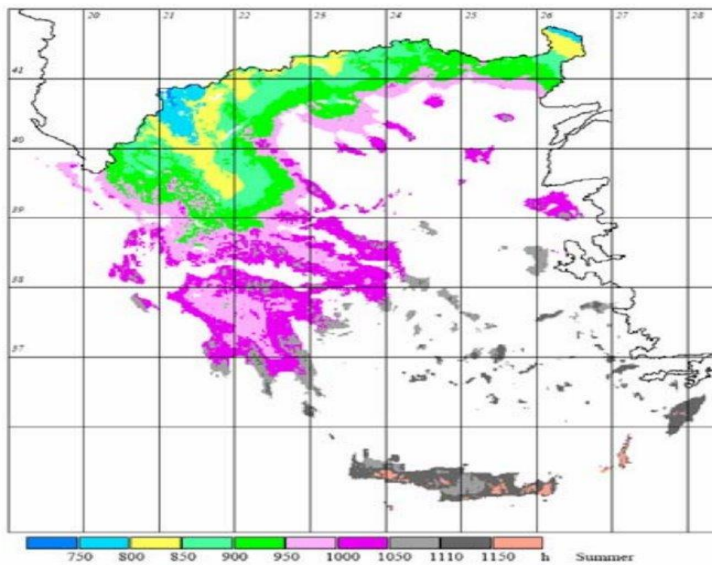
Σχήμα 4.35 Ετήσια γεωγραφική κατανομή της ηλιοφάνειας



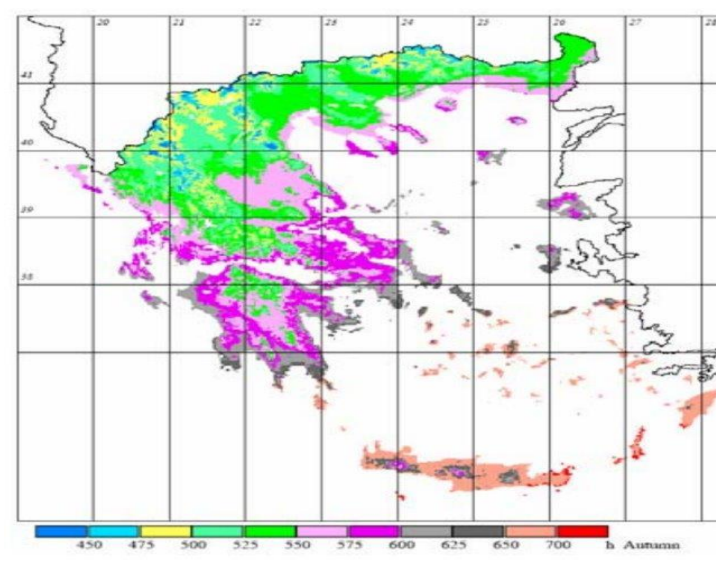
Σχήμα 4.36 Γεωγραφική κατανομή της ηλιοφάνειας κατά τον Χειμώνα



Σχήμα 4.37 Γεωγραφική κατανομή της ηλιοφάνειας κατά την Άνοιξη



Σχήμα 4.38 Γεωγραφική κατανομή της ηλιοφάνειας κατά το Θέρος



Σχήμα 4.39 Γεωγραφική κατανομή της ηλιοφάνειας κατά το Φθινόπωρο

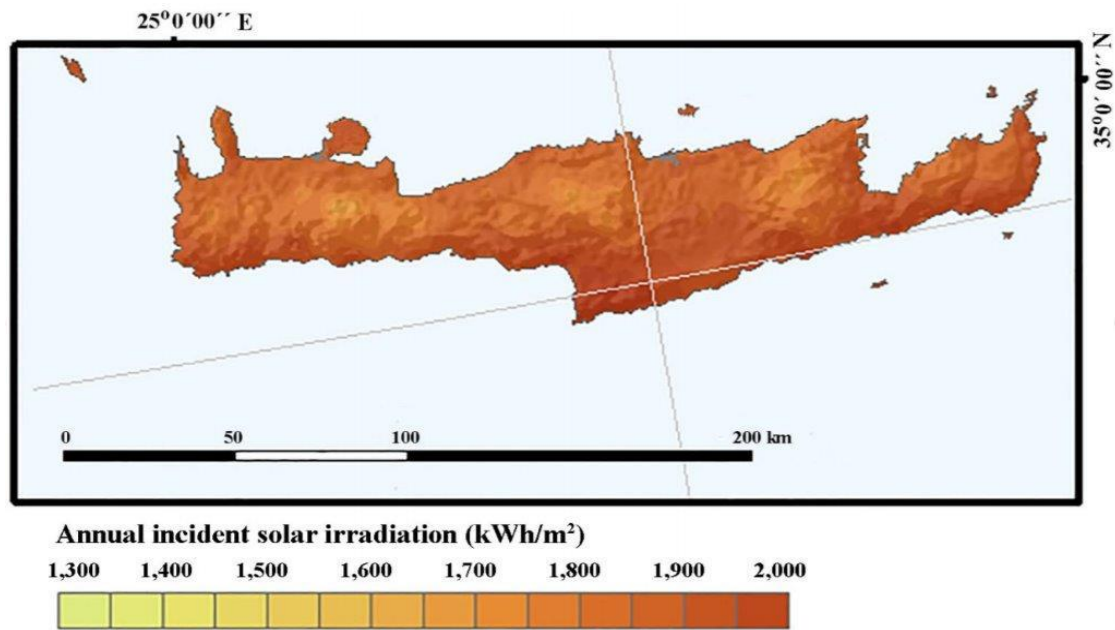
Από το παραπάνω σχήματα, κατέληξαν στα παρακάτω συμπεράσματα για την περιοχή της Κρήτης:

- ❖ Η μεγαλύτερη ετήσια τιμή ηλιοφάνειας καταγράφεται στα νότια πεδινά και παράκτια τμήματα της Κρήτης και συγκεκριμένα στην Ιεράπετρα και Τυμπάκι, με πάνω από 3.100 και 3.000 ώρες, αντιστοίχως. Ακολουθούν οι βόρειες ακτές της Κρήτης με 2.800 ώρες, περίπου.
- ❖ Τον Χειμώνα, η μέση ηλιοφάνεια κυμαίνεται από 270 μέχρι 430 ώρες ενώ μεγαλύτερες τιμές παρατηρούνται στα νότια παράλια της Κρήτης.
- ❖ Την Άνοιξη στη νότια Κρήτη, καταγράφονται μεγάλες τιμές ηλιοφάνειας.
- ❖ Κατά το Θέρος η ηλιοφάνεια παρουσιάζει τις μεγαλύτερες τιμές της από όλες τις εποχές.
- ❖ Το Φθινόπωρο μεγάλες τιμές ηλιοφάνειας καταγράφονται στην Κρήτη όπου η μέση φθινοπωρινή ηλιοφάνεια υπερβαίνει τις 750 ώρες.

Τα παραπάνω στοιχεία καταγράφονται και από το WWF (2012), όπου η ηλιοφάνεια είναι ιδιαίτερα υψηλή σε ολόκληρη τη Κρήτη, με μέσο ετήσιο αριθμό ωρών ηλιοφάνειας περίπου 2.700 στην βόρεια Κρήτη και περίπου 3.000 στην νότια Κρήτη. Ο ετήσιος αριθμός ωρών ηλιοφάνειας της Ιεράπετρας είναι ο μεγαλύτερος της Ελλάδας με 3.069 ώρες.

4.7.3 Ετήσια ηλιακή ακτινοβολία

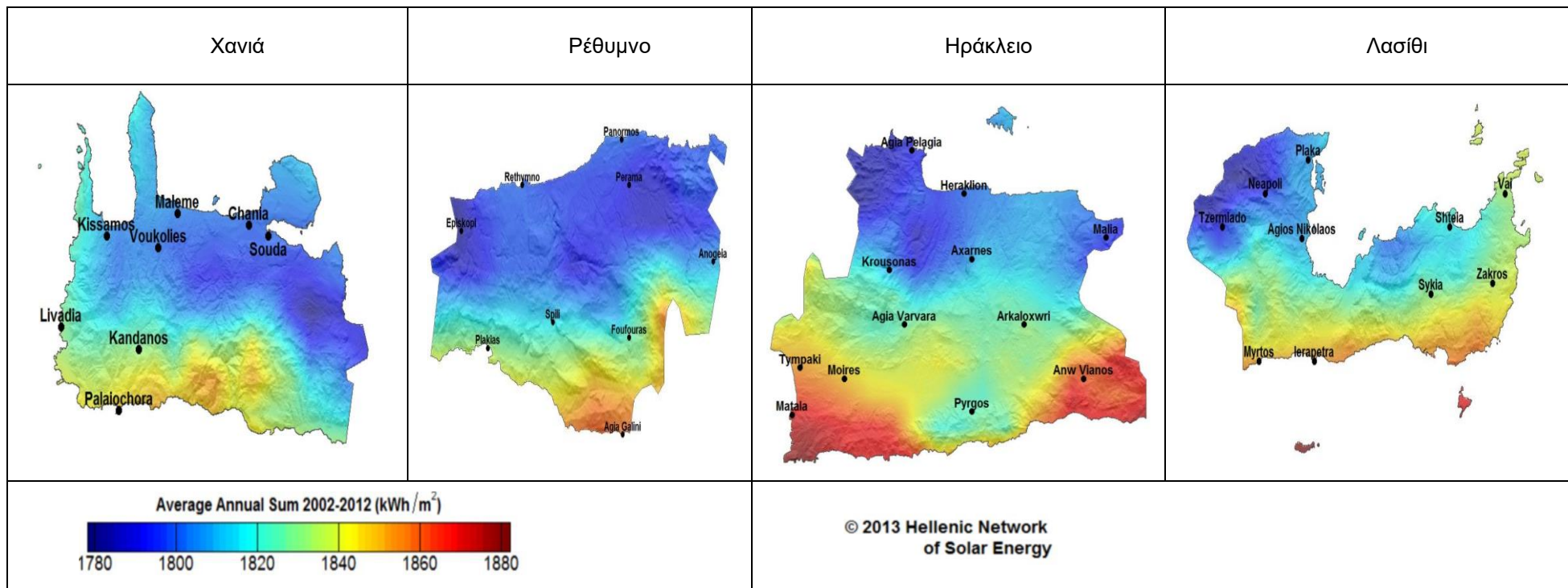
Στο παρακάτω Σχήμα 4.40, καταγράφεται η ετήσια ηλιακή ακτινοβολία στην περιοχή της Κρήτης,



Σχήμα 4.40 Ετήσια ηλιακή ακτινοβολία στην περιοχή της Κρήτης

Πηγή: 4th international hybrid power systems workshop. Crete, 22-23 May 2019

Επιπρόσθετα, σύμφωνα με το Εργαστήριο Φυσικής της Ατμόσφαιρας του Πανεπιστημίου Πατρών, η Κρήτη βρίσκεται στον 35° παράλληλο και μόλις 2.100 μίλια από τον Ισημερινό, διαθέτει το καλύτερο κλίμα στον κόσμο. Με σχεδόν 6 μήνες καλοκαίρι, 9 μήνες ηλιοφάνεια, μέση διάρκεια ηλιοφάνειας ημερησίως να είναι 7,3 ώρες, μέση ετήσια θερμοκρασία 18,5 °C, μέση ετήσια θερμοκρασία του νερού 19,4 °C.



Σχήμα 4.41 Κλιματολογικοί χάρτες ηλιακής ενέργειας στην Κρήτη

Πηγή: <http://atmosphere-upatras.gr/solarmaps>, Ελληνικό Δίκτυο Ηλιακής Ενέργειας, 2002-2012

4.8 Καταγραφή φωτοβολταϊκών πάρκων

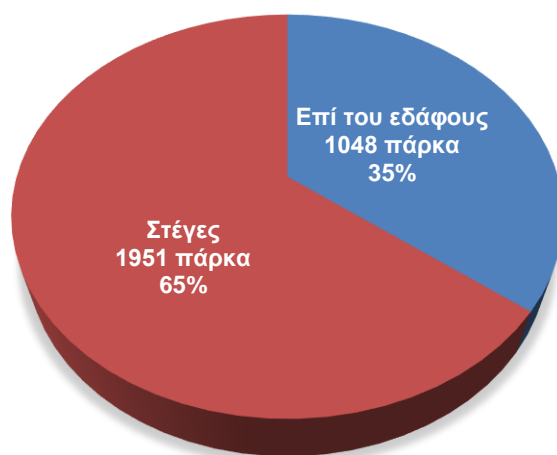
Ο αποτελεσματικός ενεργειακός σχεδιασμός για τα νησιά και η δημιουργία των κατάλληλων υποδομών, με στόχο την μείωση του κόστους λειτουργίας και την αύξηση της διείσδυσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), διασφαλίζοντας ταυτόχρονα την επάρκεια και την ασφαλή λειτουργία των Ηλεκτρικών Συστημάτων, βρίσκονται στο επίκεντρο των δραστηριοτήτων του Διαχειριστή στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά (ΜΔΝ).

Ο ΔΕΔΔΗΕ, ως Διαχειριστής ΜΔΝ με βάση το ισχύον θεσμικό πλαίσιο, είναι αρμόδιος τόσο για τη λειτουργία, τη διαχείριση και την ασφάλεια των ηλεκτρικών συστημάτων των ΜΔΝ όσο και για την λειτουργία των Αγορών τους. Η διαχείριση των ΜΔΝ αποτελεί ένα ιδιαίτερα δύσκολο και σύνθετο εγχείρημα, λόγω της ιδιαιτερότητας και των διαφορετικών χαρακτηριστικών των ΜΔΝ της χώρας μας (γεωγραφικών, πληθυσμιακών, δημογραφικών κλπ.) αλλά και της δυσκολίας επίτευξης των προαναφερθέντων στόχων.

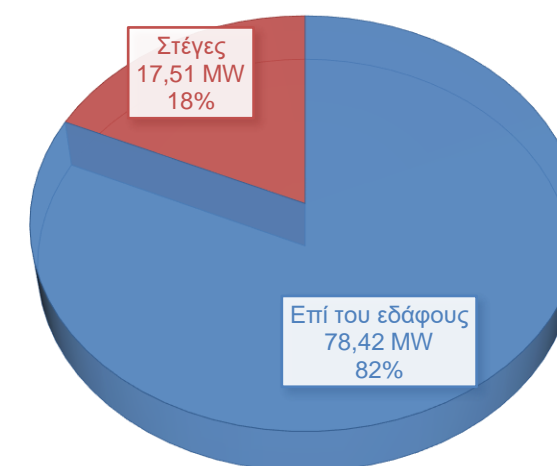
Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, η παρούσα εργασία χρησιμοποιεί τα στοιχεία του ΔΕΔΔΗΕ² με σκοπό την καταγραφή των Φ/Β πάρκων στην Κρήτη. Από την επεξεργασία των δεδομένων που μας απεστάλησαν, καταλήξαμε στα παρακάτω συμπεράσματα:

Πίνακας 4.7 Πλήθος & Συνολική Ισχύς (MW) λειτουργούντων Φ/Β πάρκων στην Κρήτη

Φ/Β πάρκα	Ποσότητα (Πλήθος %)	Συνολική Ισχύς (MW %)
Επί του εδάφους	1.048 35%	78,42 82%
Στέγες	1.951 65%	17,51 18%
Σύνολο	2.999	95,94



Σχήμα 4.42 Τύπος Φ/Β πάρκων / Πλήθος / Ποσοστό επί του συνόλου (%)



Σχήμα 4.43 Τύπος Φ/Β πάρκων / Συνολική Ισχύς (MW) / Ποσοστό επί του συνόλου (%)

² ΔΕΔΔΗΕ, κα Γιαντίδου Αντίοπη | Τομεάρχης Λειτουργίας Κέντρου Ελέγχου Συστήματος Μεταφοράς Κρήτης | ΔΕΔΔΗΕ | ΔΔΝ | Υπηρεσίες Κρήτης-Ρόδου

Παρακάτω απεικονίζεται η κατανομή των Φ/Β πάρκων, στις περιφερειακές ενότητες (περιοχές) της Κρήτης. Συγκεκριμένα καταγράφονται:

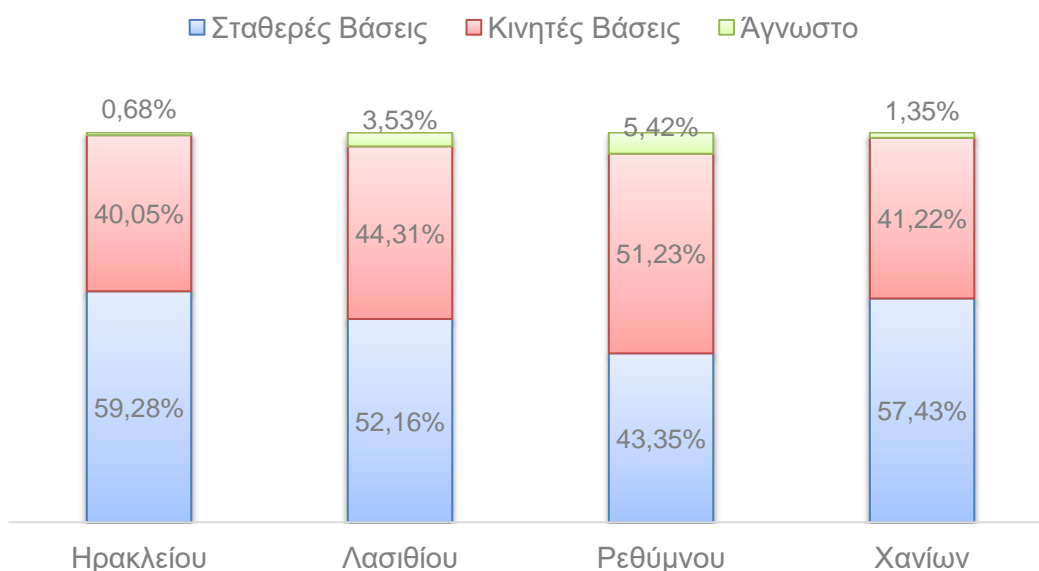
Πίνακας 4.8 Ονομαστική Ισχύς (MW)/Περιοχή

Περιοχή	Ονομαστική Ισχύς (MW)	Ποσοστό (%)
Ηρακλείου	41,11	42,9%
Λασιθίου	21,51	22,4%
Ρεθύμνου	17,52	18,3%
Χανίων	15,79	16,5%
Σύνολο	95,94	

Πίνακας 4.9 Φωτοβολταϊκά πάρκα/Περιοχή/Χαρακτηρισμό λειτουργίας

Περιοχή	Φ/Β Πάρκα		
	Σταθερές Βάσεις	Κινητές Βάσεις	Άγνωστο
Ηρακλείου	59,28%	40,05%	0,68%
Λασιθίου	52,16%	44,31%	3,53%
Ρεθύμνου	43,35%	51,23%	5,42%
Χανίων	57,43%	41,22%	1,35%
Μέσος Όρος	54,20%	43,42%	2,39%

Και γραφικά:



Σχήμα 4.44 Φ/Β πάρκα/Περιοχή/Χαρακτηρισμό λειτουργίας

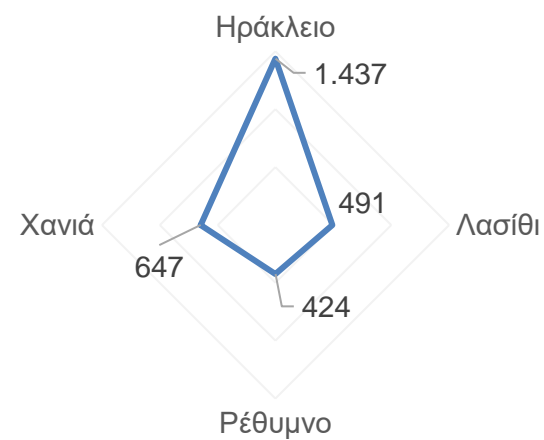
Συνεχίζοντας την μελέτη και την επεξεργασία (ομαδοποίηση) των στοιχείων όπως φαίνεται στον παρακάτω Πίνακα 4.10, καταλήξαμε και στα παρακάτω αποτελέσματα:

Πίνακας 4.11 Πλήθος Φ/Β πάρκων/Κατηγορία/Περιοχή

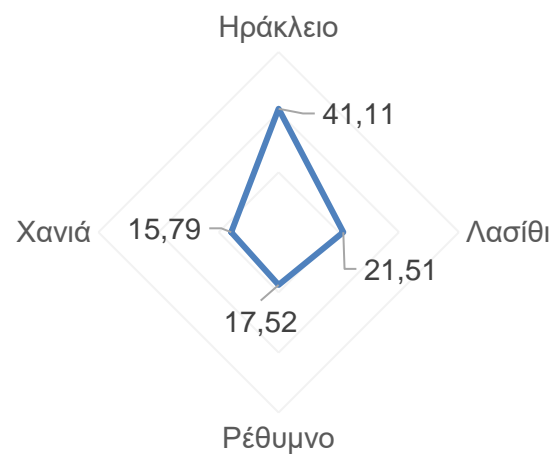
Φ/Β Πάρκα	Κατηγορία	Περιοχή				
		Ηράκλειο	Λασιθι	Ρέθυμνο	Χανιά	Σύνολο
Επί του εδάφους	Φ/Β <= 20 kW	44	9	8	8	69
	20 kW < Φ/ B <= 150 kW	397	245	195	139	976
	Φ/Β > 150kW	1	1	---	1	3
Στέγες	Φ/Β <= 9 kW	270	50	60	131	511
	9 kW < Φ/ B <= 10 kW	725	186	161	368	1440
Σύνολο		1.437	491	424	647	2999

Πίνακας 4.10 Κατηγορίες Φ/Β πάρκων

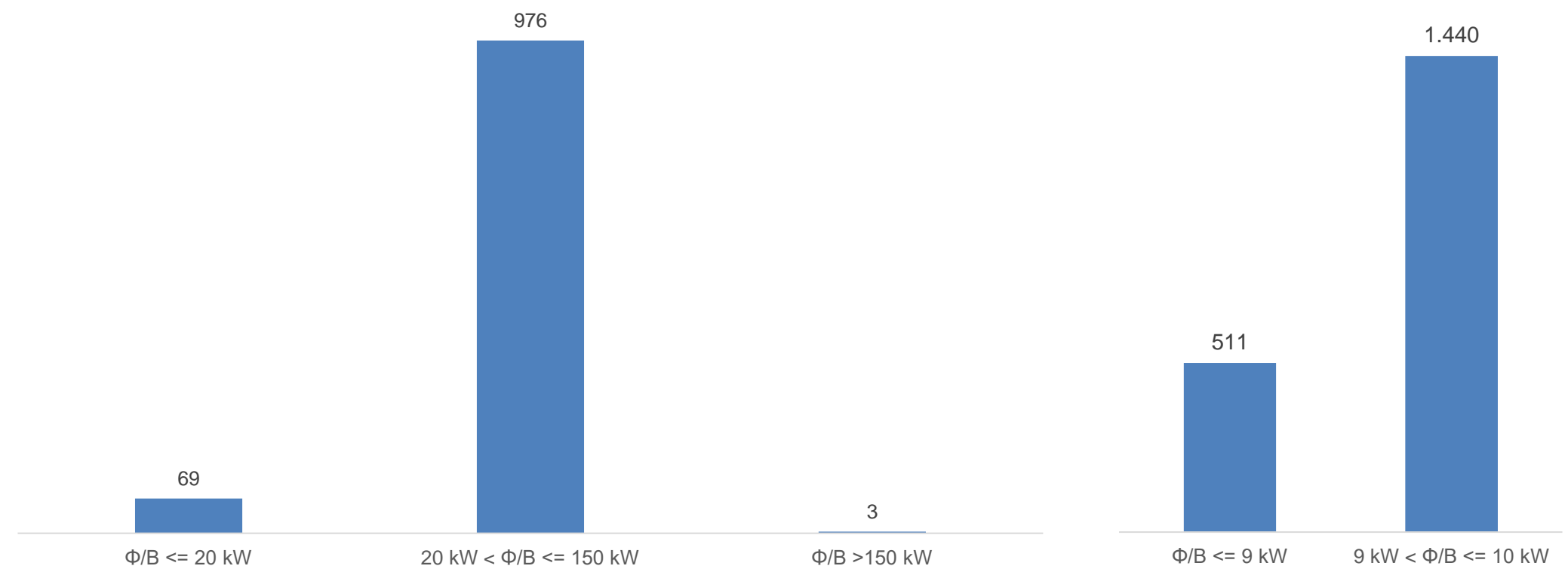
Επί του εδάφους
Φ/Β <= 20 kW
20 kW < Φ/ B <= 150 kW
Φ/Β > 150kW
Στέγες
Φ/Β <= 9 kW
9 kW < Φ/ B <= 10 kW



Σχήμα 4.45 Πλήθος Φ/Β πάρκων/Περιοχή



Σχήμα 4.46 Ισχύς (MW) Φ/Β πάρκων/Περιοχή



Σχήμα 4.47 Κατανομή Φ/Β πάρκων «Επί του εδάφους»/Κατηγορία

Σχήμα 4.48 Κατανομή Φ/Β πάρκων «Στέγες»/Κατηγορία

4.9 Δυναμικό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας

Στην έκθεση «*Regulation and performance of the electricity market and the natural gas market in Greece, in 2017*» ΠΑΕ (2018), αναφέρεται ότι **στην Κρήτη, το μεγαλύτερο νησί του μη διασυνδεδεμένου συστήματος, το μερίδιο των ΑΠΕ στη συνολική παραγωγή ήταν 23,25%**.

Στην ίδια εργασία, καταγράφεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικούς σταθμούς και σταθμούς ΑΠΕ. Όπως φαίνεται στον παρακάτω Πίνακα 4.12 για την Κρήτη:

Πίνακας 4.12 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικούς σταθμούς και σταθμούς ΑΠΕ

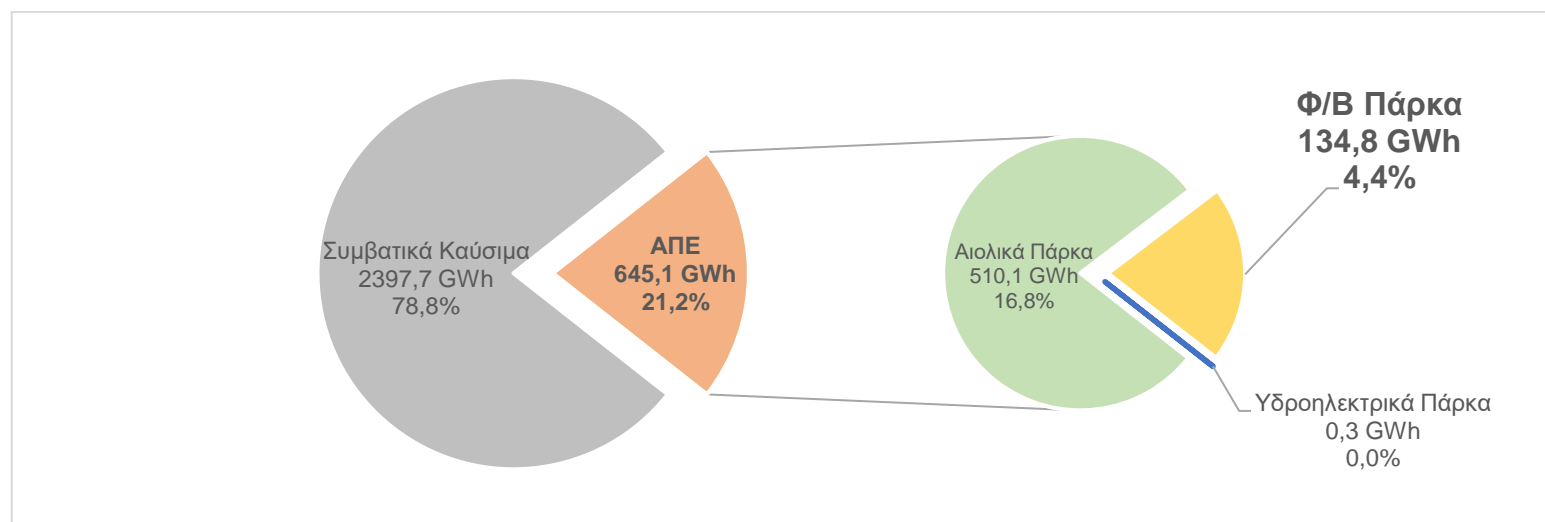
Ενέργεια από συμβατικούς σταθμούς (MWh)	Ενέργεια από ΑΠΕ (MWh)	Ποσοστό ΑΠΕ (%)
2.372.760	654.494	21,63%

Σημειώνεται επίσης ότι η Κρήτη άνοιξε την αγορά της σε εναλλακτικές γεννήτριες ηλεκτρικής ενέργειας (συμβατικά καύσιμα), τον Ιούνιο του 2016. Μέχρι το τέλος του έτους 2016, στην αγορά της περιοχής είχαν ενεργοποιηθεί επτά (7) εναλλακτικοί προμηθευτές, από 0,1691% σε 1,9656% ποσό ύψους 6,59% του συνολικού εφοδιασμού του νησιού με ηλεκτρική ενέργεια (ΠΑΕ, 2018).

Το παραπάνω ποσοστό ΑΠΕ, επιβεβαιώνεται και στο «*Ετήσιο Δελτίο Εκμετάλλευσης Συστήματος Κρήτης*» (ΔΕΔΔΗΕ, 2018) όπου αναφέρεται ότι: «Στην διάρκεια του 2018 η εγκατεστημένη ισχύς των Αιολικών Πάρκων στην Κρήτη παρέμεινε στα 200,3 MW ενώ η εγκατεστημένη ισχύς των Φωτοβολταϊκών Πάρκων ανήλθε σε 75,79MW στα χωράφια και 17,5 MW σε στέγες. Σύνολο Φ/Β Πάρκων 95,79MW. Σύνολο ΑΠΕ με Υδροηλεκτρικά: 296MW ήτοι 30% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος Συστήματος. Η καθαρή παραγωγή από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας ανήλθε στο 21% της συνολικής παραγωγής του συστήματος, ενώ το 2017 ήταν 21,63%» (ΔΕΔΔΗΕ, 2018:3).

4.10 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Κρήτη

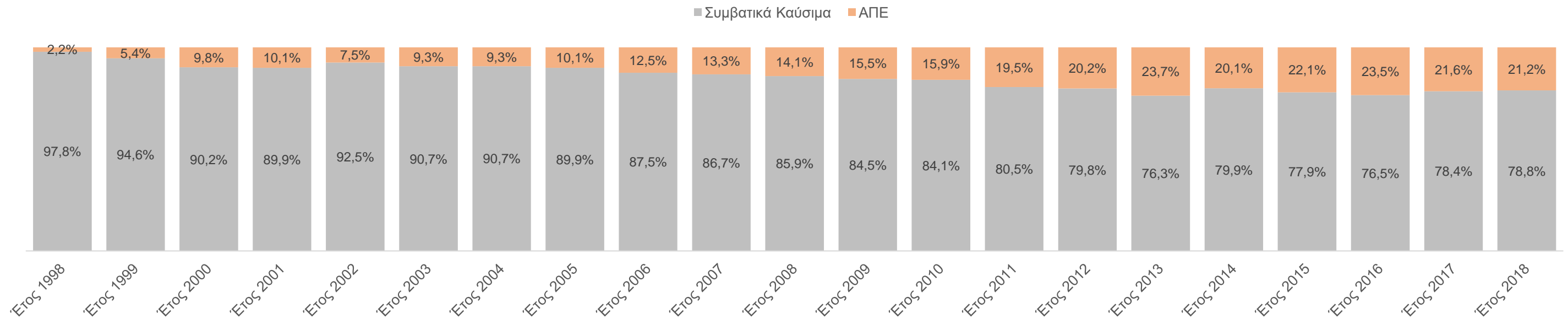
Το μεγαλύτερο μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στην Κρήτη προέρχεται από την καύση ορυκτών καυσίμων. Όπως φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα 4.49, τα συμβατικά καύσιμα³ χρησιμοποιήθηκαν σε ποσοστό 78,8% ενώ οι ΑΠΕ συμμετείχαν σε ποσοστό 21,2% στην συνολική ηλεκτρική ενέργεια για το έτος 2018. Από ΑΠΕ, προέρχεται από 16,8% από Αιολική ενέργεια, 4,4% από Φ/Β πάρκα και 0,01% από την Υδροηλεκτρική Ενέργεια.



Σχήμα 4.49 Κατανομή ηλεκτρικής ενέργειας που παράχθηκε στην Κρήτη, για το έτος 2018

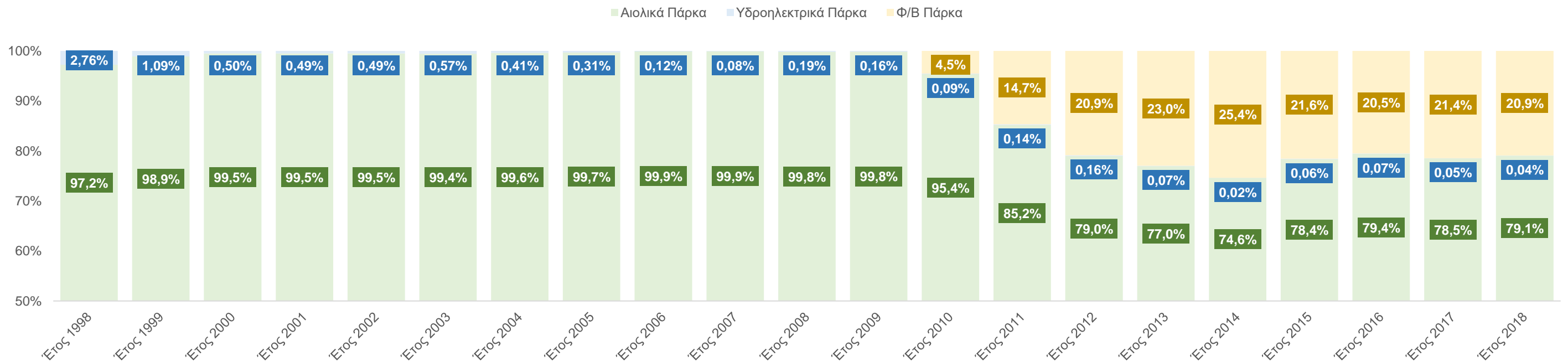
³ Στα συμβατικά καύσιμα καταγράφεται το αργό πετρέλαιο (crude oil) και το πετρέλαιο κίνησης (diesel).

Στο παρακάτω Σχήμα 4.50, μπορούμε να παρατηρήσουμε το ποσοστό διείσδυσης των ΑΠΕ στην συνολική παραγόμενη ενέργεια στην Κρήτη, για την περίοδο 1998-2018.

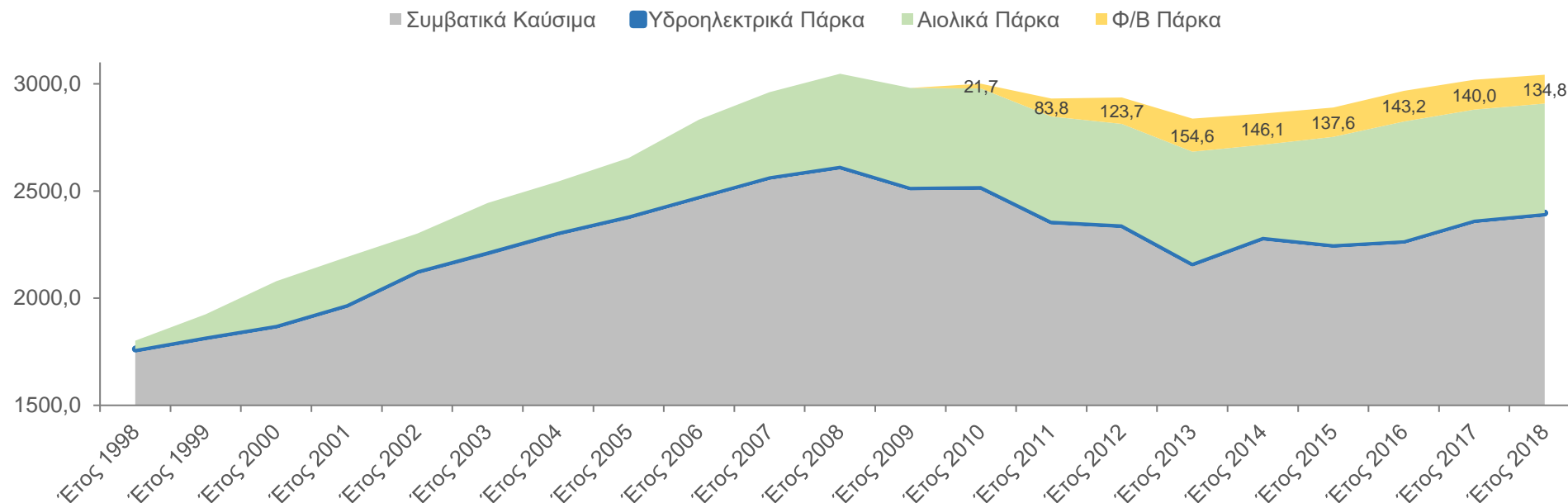


Σχήμα 4.50 Ποσοστό διείσδυσης των ΑΠΕ στην συνολική παραγωγή ενέργειας στην Κρήτη, για την περίοδο 1998-2018

Ενώ στο παρακάτω Σχήμα 4.51, παρατηρούμε το ποσοστό συμμετοχής της κάθε πηγής ανανεώσιμης ενέργειας για την ίδια περίοδο. Παρατηρούμε ότι το Φ/Β πάρκα άρχισαν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια το έτος 2010 ενώ το ποσοστό συμμετοχής για το έτος 2018 στην συνολική ανανεώσιμη παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια για την Κρήτη, υπολογίζεται σε 20,9%. Επίσης παρατηρούμε ότι το ποσοστό διείσδυσης των ΑΠΕ την τελευταία πενταετία παραμένει σταθερό: $\approx 21,7\%$.



Σχήμα 4.51 Ποσοστό συμμετοχής / Είδος ΑΠΕ, για την περίοδο 1998-2018



Σχήμα 4.52 Καθαρή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (GWh), στην Κρήτη για την περίοδο 1998-2018

Παρατηρούμε ότι το ποσοστό συμμετοχής των φωτοβολταϊκών πάρκων στην παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια που προέρχεται από ΑΠΕ, την τελευταία πενταετία είναι: $\approx 22\%$.

Τα παραπάνω στοιχεία επιβεβαιώνονται και από τους Konstantinos Fiorentzis et al. (2019:1) στην εργασία τους «*Power System of Crete Island Utilizing Extended Photovoltaic Installations*» όπου αναφέρουν «ότι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) συνέβαλαν σημαντικά στην ικανοποίηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας της Κρήτης, με το μερίδιό τους στο ενεργειακό ισοζύγιο να αντιπροσωπεύει περίπου το 25% της ετήσιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας τα τελευταία πέντε χρόνια. Η συμβολή των φωτοβολταϊκών (Φ/Β) ήταν ιδιαίτερα σημαντική τα τελευταία τρία χρόνια, που ανερχόταν σε 10% στην αιχμή της ζήτησης, κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού».

Υπάρχει πολύ περιθώριο για περαιτέρω ανάπτυξη των Φ/Β πάρκων, αλλά όχι για την αιολική ενέργεια. Υπάρχουν ήδη πολλά αιτήματα για άδειες παραγωγής ενέργειας για έργα που περιλαμβάνουν τεχνολογίες αιολικής ενέργειας αλλά έχουν απορριφθεί λόγω του κορεσμού της παραγωγής αιολικής ενέργειας στην Κρήτη.

Ο πιθανός τρόπος για την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας θα ήταν η σύνδεση της Κρήτης με το κύριο ηλεκτρικό δίκτυο της Ελλάδας, η εξαγωγή της πλεονάζουσας ηλεκτρικής παραγωγής ή η ενσωμάτωση τεχνολογιών αποθήκευσης ενέργειας, όπως η υδροηλεκτρική αντλία, η ηλιακή θερμική παραγωγή ενέργειας (με αποθήκευση π.χ. μπαταρίες).

Κεφάλαιο 5. Αποτελέσματα

5.1 Γενικά

5.2 Εντοπισμός των κινδύνων

Για τον εντοπισμό των κινδύνων, διαμορφώθηκε δομημένο ερωτηματολόγιο, όπως φαίνεται στο Παράρτημα Β, με βάση των βιβλιογραφική ανασκόπηση, που περιλαμβάνει λίστα εξήντα-ένα (61) παραγόντων κινδύνου, ώστε να καταγραφεί η άποψη των ερωτώμενων σε τρεις (3) βασικές μεταβλητές οι οποίες επηρεάζουν την περαιτέρω αξιολόγηση και διαχείριση τους: **η πιθανότητα εμφάνισης, ο βαθμός επίπτωσης και η διάγνωση τους στα έργα ηλιακής ενέργειας**. Προκειμένου να αποφευχθούν φαινόμενα υπό-εκτίμησης ή υπέρ-εκτίμησης των παραγόντων με βάση την υποκειμενική άποψη των ερωτώμενων, έχει επισημανθεί με σαφήνεια ο διαχωρισμός των βαθμών της κλίμακας αξιολόγησης.

Το ερωτηματολόγιο αναρτήθηκε στην ιστοσελίδα

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeYok2pd4HuaE1vrSEqJPtEc26jFWBXagSkbvkEmHiaZLXs7g/viewform?usp=sf_link

όπου κλήθηκαν να επισκεφθούν οι εμπειρογνώμονες για τη συμπλήρωση του. Για όσους δεν θα ήταν εφικτή η συμπλήρωση μέσω διαδικτύου, διαμορφώθηκε και σε έντυπη μορφή.

Δόθηκε ένα χρονικό περιθώριο οκτώ (8) περίπου μηνών, στους εμπειρογνώμονες για τη συμπλήρωση των ερωτηματολογίων, με συχνές υπενθυμίσεις.

5.3 Ερευνητικά εργαλεία

Το αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι να εντοπιστούν, να αξιολογηθούν οι κίνδυνοι που ενδέχεται να αντιμετωπίσει η προοπτική των έργων ηλιακής ενέργειας. Επομένως τα ερευνητικά εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν, η μέθοδος Delphi, η τεχνική RFMEA, η μεθοδολογία Pareto και τέλος η εκθετική εξομάλυνση των δεδομένων τα αποτελέσματα της οποίας θα χρησιμοποιηθούν ως εισροή στην μέθοδο AHP, υιοθετούνται και προσαρμόζονται για τις ανάγκες αυτής της εργασίας.

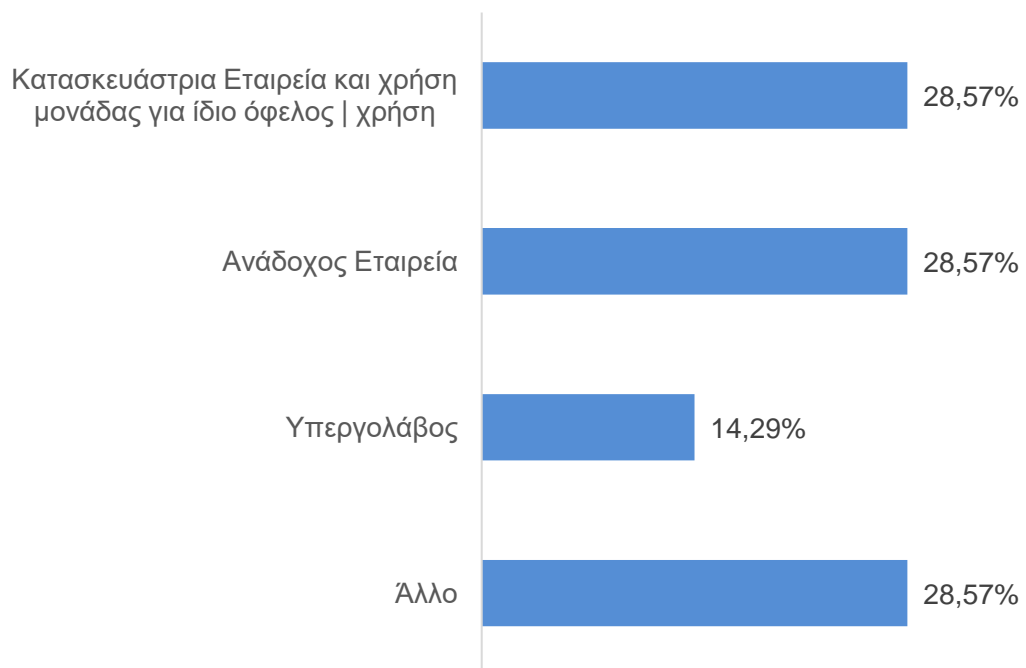
5.4 Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Για τον εντοπισμό των κινδύνων επιχειρήθηκε η επιλογή εμπειρογνομόνων που καλύπτουν όλες τις φάσεις έργων ηλιακής ενέργειας ανάλογου είδους και μεγέθους.

Τα δεδομένα συλλέχθηκαν και επεξεργάστηκαν σε λογιστικό φύλλο του Microsoft Excel, όπου και απεικονίστηκαν διαγραμματικά για την καλύτερη ανάλυση τους.

Ο αριθμός των συμμετεχόντων (7 στους 10 όπου προσκλήθηκαν να συμμετάσχουν) κρίνεται ικανοποιητικός. Η συμμετοχή των ερωτώμενων στην έρευνα για την αξιολόγηση των κινδύνων έφτασε 70%.

Στο ερώτημα «Ποια ήταν η συμμετοχή σας σε έργα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (φωτοβολταϊκών πάρκων);»



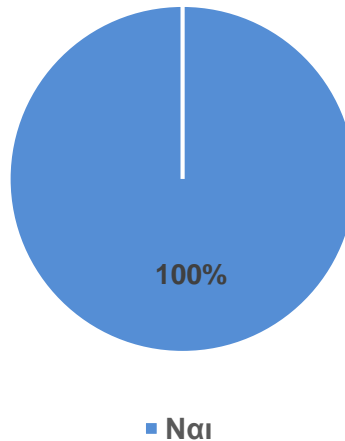
Σχήμα 5.1 Κατανομή εμπειρογνομόνων έρευνας

Από το παραπάνω Σχήμα 5.1, συμπεραίνουμε ότι οι εμπειρογνώμονες που συμμετείχαν στην έρευνα έχουν διαφορετικές ειδικότητες αλλά και στην εν γενεί αδυναμία ενός ατόμου να έχει ικανότητες και γνώσεις για να απαντήσει σε ένα τόσο διευρυμένο πεδίο ερωτήσεων έτσι ώστε να καλύπτουν όλες οι φάσεις ενός έργου ΑΠΕ.

Το παραπάνω συμπέρασμα επιβεβαιώνεται και από το γεγονός ότι λαμβάνοντας υπόψη τις τιμές της τυπικής απόκλισης σε σχέση με τις μέσες τιμές της πιθανότητας εμφάνισης, της επίπτωσης και της αποτελεσματικότητας διάγνωσης ο συντελεστής μεταβλητότητας

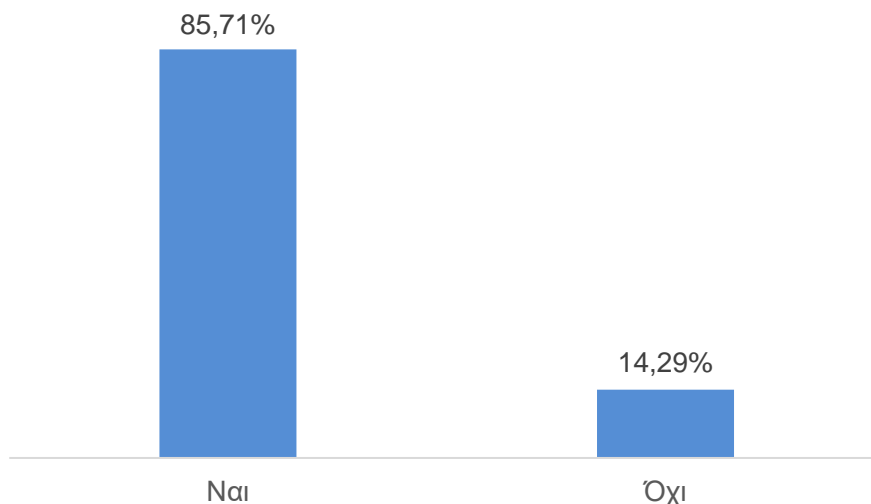
(CV) είναι σχετικά υψηλός και αυτό οφείλεται στο ότι οι εμπειρογνώμονες που συμμετείχαν στην έρευνα, προέρχονταν από διαφορετικούς κλάδους.

Στο ερώτημα «Έχετε εμπειρία στη συμμετοχή | κατασκευή έργων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (φωτοβολταϊκών πάρκων);» διαπιστώνουμε ότι όλοι οι συμμετέχοντες έχουν εμπειρία σε έργα ΑΠΕ.



Σχήμα 5.2 Εμπειρία εμπειρογνομώνων σε έργα ΑΠΕ

Στο ερώτημα «Εφάρμοσε η επιχείρησή σας προληπτικά μέτρα εντοπισμού και αντιμετώπισης κινδύνων;»,



Σχήμα 5.3

Διαπιστώνουμε ότι το 85,71% των συμμετεχόντων στην έρευνα εφάρμοσαν μέτρα εντοπισμού και αντιμετώπισης κινδύνων.

Μετά την ταυτοποίηση των κινδύνων του έργου, το επόμενο βήμα είναι η ανάλυση κινδύνου. Για αυτό το τμήμα της έρευνας, εφαρμόστηκε η τεχνική RFMEA (βλ. Ενότητα 3.9.6) στα δεδομένα που συλλέχθηκαν από την ομάδα εμπειρογνομόνων.

Η πιθανότητα εμφάνισης και η επίπτωση, για κάθε κίνδυνο, προκύπτουν ως μέσες τιμές βάσει της βαθμολόγησης των εμπειρογνομόνων.

Αρχικά, υπολογίσαμε την έκθεση κάθε κινδύνου η οποία υπολογίστηκε ως το γινόμενο της πιθανότητας εμφάνισης του κινδύνου επί την επίπτωση,

Έκθεση (Risk Score) = Πιθανότητα εμφάνισης κινδύνου × Πιθανότητα επίπτωσης

Το γινόμενο της τιμής της πιθανότητας επί την τιμή της επίπτωσης για έναν συγκεκριμένο κίνδυνο, δηλ. η έκθεση, στην μεθοδολογία RFMEA (ανάλυση τρόπου αστοχίας και επίπτωσης), ορίζεται ως Δείκτης Κινδύνου ή Risk Score. Οι υπολογιζόμενες μέσες τιμές Δείκτη Κινδύνου (Risk Score) για καθέναν από τους προσδιορισμένους κινδύνους και η κατάταξη αυτών σε φθίνουσα σειρά (από τον μεγαλύτερη στον μικρότερη τιμή), παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.1.

Στο επόμενο βήμα, πολλαπλασιάζοντας τις βαθμολογίες κινδύνων (έκθεση), με τις τιμές της διάγνωσης, που προέκυψαν ως μέσες τιμές από τις απαντήσεις των εμπειρογνομόνων υπολογίζονται οι αριθμοί προτεραιότητας κινδύνων (RPN). Στον Πίνακα 5.3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα και η κατάταξη των κινδύνων, σε φθίνουσα σειρά (από τον μεγαλύτερη στον μικρότερη τιμή), με βάση τις τιμές RPN.

Έπειτα, προσδιορίστηκε μια κρίσιμη τιμή του Κινδύνου μετά την ανασκόπηση της βαθμολογίας κινδύνου Pareto (δηλ. Το διάγραμμα ράβδων, όπου οι τιμές αντιπροσωπεύονται κατά φθίνουσα σειρά για να απεικονιστεί ο κανόνας 80/20).

Στην περίπτωση αυτή, ο κανόνας 80/20 θα ορίζει ότι περίπου το 20% των εντοπισμένων κινδύνων καλύπτει το 80% της συνολικής αξίας του Κινδύνου. Με αυτόν τον τρόπο, προσδιορίστηκε μία κρίσιμη τιμή RPN Pareto.

Δεν υπάρχει κανένας επιστημονικός κανόνας για τον προσδιορισμό των κρίσιμων τιμών, αλλά στόχος είναι να επιλεγούν τιμές πάνω από τις οποίες οι κίνδυνοι αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο μέρος του συνολικού δείκτη κινδύνου του έργου και του συνολικού έργου RPN, αντίστοιχα. Στην ιδανική περίπτωση, η κατανομή θα εμπίπτει στον κανόνα Pareto 80/20, καθιστώντας την επιλογή προφανής. Ωστόσο, στις περισσότερες περιπτώσεις, και στην περίπτωση αυτή, η διανομή είναι συνεχής και ομαλή, αφήνοντας την απόφαση επιλογής της κρίσιμης αξίας στον ερευνητή.

Το επόμενο βήμα ήταν να σχεδιάσουμε ένα διάγραμμα σκέδασης, στο οποίο παρουσιάζονται οι τιμές κινδύνου και οι τιμές RPN. Ο στόχος είναι να προσδιοριστεί η διασταύρωση των δύο κρίσιμων τιμών και να προσδιοριστεί το σύνολο των κινδύνων που απαιτούν σχέδια αντίδρασης στις αρχές της αναπτυξιακής διαδικασίας και τα οποία έχουν προτεραιότητα κατά τον προγραμματισμό της αντίδρασης σε κινδύνους (Carbone & Tippett, 2004).

Τέλος, έπρεπε να αναπτυχθούν στρατηγικές αντιμετώπισης κινδύνων για καθέναν από τους εντοπισθέντες κινδύνους.

Πίνακας 5.1 Υπολογιζόμενες μέσες τιμές Δείκτη Κινδύνου (Risk Score)

α/α	Κωδικός Κινδύνου	Πιθανότητα εμφάνισης κινδύνου	Πιθανότητα επίπτωσης	Έκθεση (Risk Score)
1	A3	0,6714	0,4857	0,3261
2	B5	0,6571	0,3429	0,2253
3	A1	0,6429	0,3500	0,2250
4	B4	0,5571	0,3500	0,1950
5	A2	0,5286	0,2643	0,1397
6	Γ1	0,4429	0,2857	0,1265
7	Ξ2	0,2714	0,4143	0,1124
8	Σ1	0,3286	0,3071	0,1009
9	B6	0,3286	0,3071	0,1009
10	M4	0,5000	0,1929	0,0964
11	N2	0,3714	0,2429	0,0902
12	Σ2	0,3000	0,2929	0,0879
13	H1	0,4000	0,2071	0,0829
14	Ξ1	0,3571	0,2143	0,0765
15	B3	0,2714	0,2500	0,0679
16	B1	0,3714	0,1786	0,0663
17	B7	0,3429	0,1929	0,0661
18	I2	0,4143	0,1286	0,0533
19	M3	0,3714	0,1429	0,0531
20	Γ3	0,3286	0,1571	0,0516
21	I1	0,3143	0,1571	0,0494
22	K3	0,2714	0,1357	0,0368
23	Π2	0,2429	0,1500	0,0364
24	O2	0,2429	0,1500	0,0364
25	E2	0,4571	0,0786	0,0359
26	O1	0,2429	0,1357	0,0330
27	E1	0,3286	0,1000	0,0329
28	B2	0,2714	0,1143	0,0310
29	H2	0,2286	0,1214	0,0278
30	O3	0,2143	0,1286	0,0276
31	P2	0,2000	0,1357	0,0271
32	Θ2	0,1714	0,1571	0,0269
33	N1	0,2429	0,1071	0,0260
34	I4	0,2143	0,1214	0,0260
35	Λ3	0,2286	0,1071	0,0245
36	Π1	0,2143	0,1071	0,0230
37	Θ1	0,1429	0,1571	0,0224
38	P1	0,1286	0,1643	0,0211
39	Z4	0,2429	0,0857	0,0208
40	Λ2	0,1571	0,1286	0,0202
41	M5	0,3429	0,0571	0,0196
42	Λ1	0,1571	0,1143	0,0180
43	Λ4	0,1714	0,1000	0,0171
44	K2	0,1429	0,1143	0,0163
45	O4	0,1833	0,0833	0,0153
46	M6	0,1714	0,0857	0,0147
47	Z2	0,1286	0,1143	0,0147
48	Z1	0,1000	0,1357	0,0136
49	M2	0,1571	0,0786	0,0123
50	K1	0,1571	0,0786	0,0123
51	Z3	0,1857	0,0643	0,0119
52	M9	0,1429	0,0786	0,0112
53	Θ3	0,1571	0,0714	0,0112
54	M8	0,1429	0,0714	0,0102
55	M1	0,1571	0,0643	0,0101
56	M10	0,1714	0,0500	0,0086
57	M7	0,0857	0,0643	0,0055
58	Z6	0,0714	0,0643	0,0046
59	I3	0,0571	0,0500	0,0029
60	Γ2	0,0857	0,0214	0,0018
61	Z5	0,0143	0,0429	0,0006

Λαμβάνοντας υπόψη τις ενδεικτικές τιμές που προτείνει το PMBOK (βλ. Ενότητα 3.8.1), η κατάταξη των κινδύνων της παρούσας εργασίας, παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.2,

Πίνακας 5.2 Κατάταξη κινδύνων

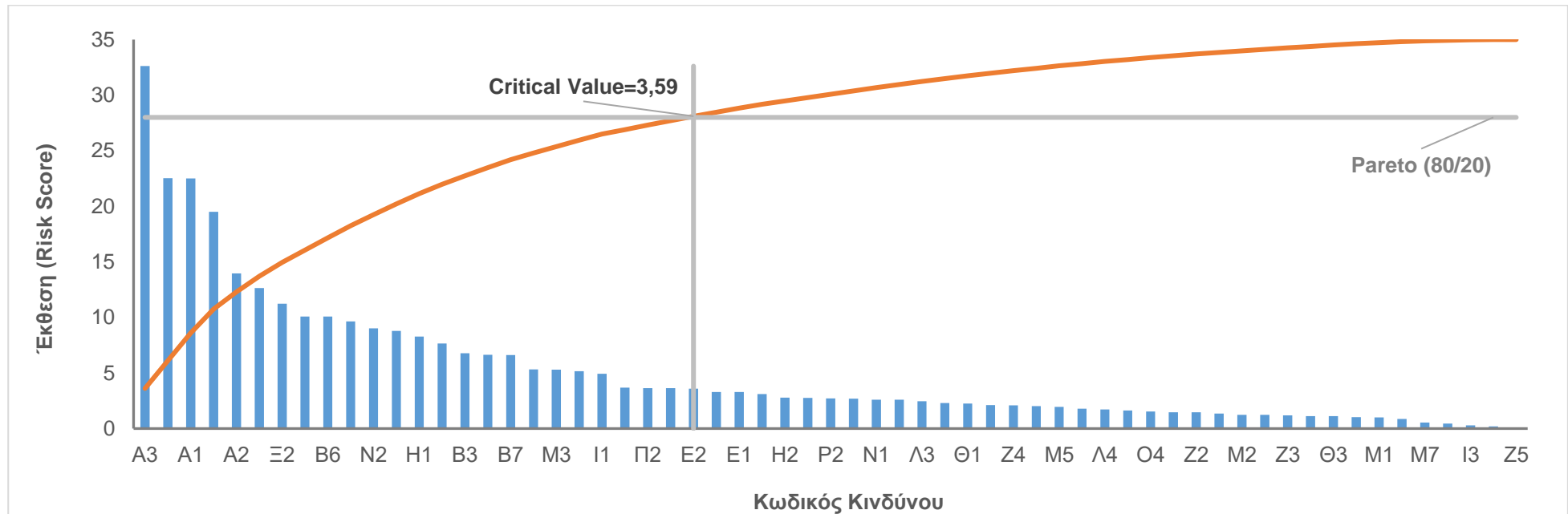
Πιθανότητα	Απειλές				
0,90 Πολύ Υψηλή					
0,70 Υψηλή				A1, A3, B5	
0,50 Μέση		I2	A2, M4, Γ1	B4	
0,30 Χαμηλή		M3, Γ3, O2	Σ2, H1, Ξ1, B3, B1, N2, B7	Σ1, B6, Ξ2	
0,10 Πολύ χαμηλή					
	0,05 Πολύ χαμηλή	0,10 Χαμηλή	0,20 Μέση	0,40 Υψηλή	0,80 Πολύ Υψηλή
	Επίπτωση				
	Χαμηλή Έκθεση		Μέση Έκθεση	Υψηλή Έκθεση	

Από την παραπάνω ανάλυση προκύπτει ότι από τους εξήντα-ένα (61) κινδύνους που αναλύθηκαν, **υπάρχουν τέσσερις (4) Κίνδυνοι Υψηλής Έκθεσης, δέκα-τρεις (13) Κίνδυνοι Μέσης Έκθεσης και τέσσερις (4) Κίνδυνοι Χαμηλής Έκθεσης.**

Πίνακας 5.3 Κατάταξη των κινδύνων με βάση τις τιμές RPN

α/α	Κωδικός Κινδύνου	Πιθανότητα εμφάνισης κινδύνου	Πιθανότητα επίπτωσης	Διάγνωση	RPN
1	A1	0,6429	0,3500	0,5714	0,1286
2	A3	0,6714	0,4857	0,3857	0,1258
3	A2	0,5286	0,2643	0,6143	0,0858
4	B5	0,6571	0,3429	0,3571	0,0805
5	B4	0,5571	0,3500	0,3857	0,0752
6	M4	0,5000	0,1929	0,6000	0,0579
7	Σ1	0,3286	0,3071	0,5143	0,0519
8	Σ2	0,3000	0,2929	0,5143	0,0452
9	Γ1	0,4429	0,2857	0,3000	0,0380
10	H1	0,4000	0,2071	0,4571	0,0379
11	Ξ1	0,3571	0,2143	0,4571	0,0350
12	B6	0,3286	0,3071	0,3286	0,0332
13	Ξ2	0,2714	0,4143	0,2857	0,0321
14	B3	0,2714	0,2500	0,4714	0,0320
15	M3	0,3714	0,1429	0,5714	0,0303
16	Γ3	0,3286	0,1571	0,5429	0,0280
17	B1	0,3714	0,1786	0,3571	0,0237
18	N2	0,3714	0,2429	0,2286	0,0206
19	B7	0,3429	0,1929	0,2714	0,0179
20	O2	0,2429	0,1500	0,4857	0,0177
21	I2	0,4143	0,1286	0,3143	0,0167
22	E1	0,3286	0,1000	0,4571	0,0150
23	N1	0,2429	0,1071	0,5714	0,0149
24	I1	0,3143	0,1571	0,2857	0,0141
25	O1	0,2429	0,1357	0,4167	0,0137
26	E2	0,4571	0,0786	0,3571	0,0128
27	K3	0,2714	0,1357	0,3143	0,0116
28	Θ1	0,1429	0,1571	0,5143	0,0115
29	O3	0,2143	0,1286	0,4000	0,0110
30	Z4	0,2429	0,0857	0,4286	0,0089
31	I4	0,2143	0,1214	0,3286	0,0085
32	B2	0,2714	0,1143	0,2714	0,0084
33	Π2	0,2429	0,1500	0,2286	0,0083
34	Λ3	0,2286	0,1071	0,3143	0,0077
35	Π1	0,2143	0,1071	0,3143	0,0072
36	K2	0,1429	0,1143	0,4000	0,0065
37	Z3	0,1857	0,0643	0,5429	0,0065
38	P2	0,2000	0,1357	0,2286	0,0062
39	Θ2	0,1714	0,1571	0,2286	0,0062
40	M6	0,1714	0,0857	0,4143	0,0061
41	H2	0,2286	0,1214	0,2143	0,0059
42	Λ4	0,1714	0,1000	0,3429	0,0059
43	Λ2	0,1571	0,1286	0,2857	0,0058
44	O4	0,1833	0,0833	0,3500	0,0053
45	K1	0,1571	0,0786	0,4286	0,0053
46	Λ1	0,1571	0,1143	0,2857	0,0051
47	Z2	0,1286	0,1143	0,3429	0,0050
48	P1	0,1286	0,1643	0,2286	0,0048
49	M5	0,3429	0,0571	0,2429	0,0048
50	Z1	0,1000	0,1357	0,3143	0,0043
51	M2	0,1571	0,0786	0,3429	0,0042
52	M9	0,1429	0,0786	0,3714	0,0042
53	Θ3	0,1571	0,0714	0,3714	0,0042
54	M8	0,1429	0,0714	0,4000	0,0041
55	M1	0,1571	0,0643	0,3714	0,0038
56	M10	0,1714	0,0500	0,3714	0,0032
57	M7	0,0857	0,0643	0,5143	0,0028
58	Z6	0,0714	0,0643	0,6000	0,0028
59	I3	0,0571	0,0500	0,3857	0,0011
60	Γ2	0,0857	0,0214	0,3143	0,0006
61	Z5	0,0143	0,0429	0,3571	0,0002

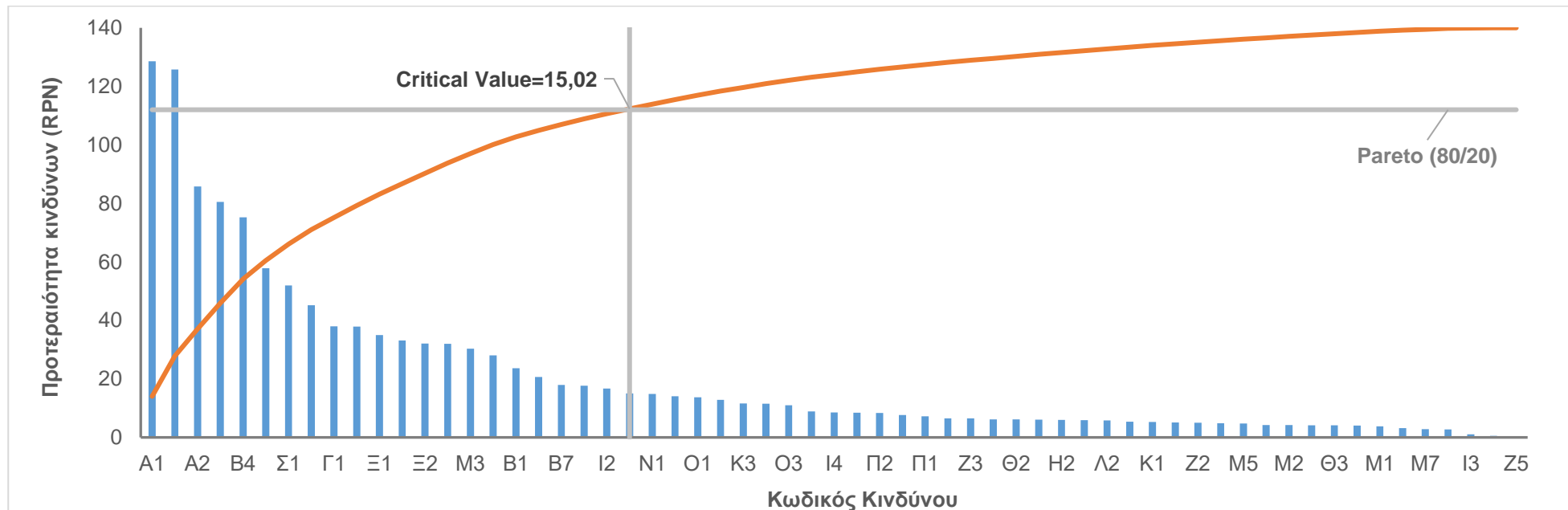
Η βαθμολογία κινδύνων (Risk Score) και οι αριθμοί προτεραιότητας κινδύνων (RPN) απεικονίζονται⁴ στα ακόλουθα Σχήματα (Pareto) 5.4 και 5.5:



Σχήμα 5.4 Τιμές Risk Score

⁴ Έγινε μετατροπή της αρχικής κλίμακας βαθμολόγησης πολλαπλασιάζοντας κάθε συντελεστή (πιθανότητα εμφάνισης, επίπτωση και αποτελεσματικότητα διάγνωσης) επί 10

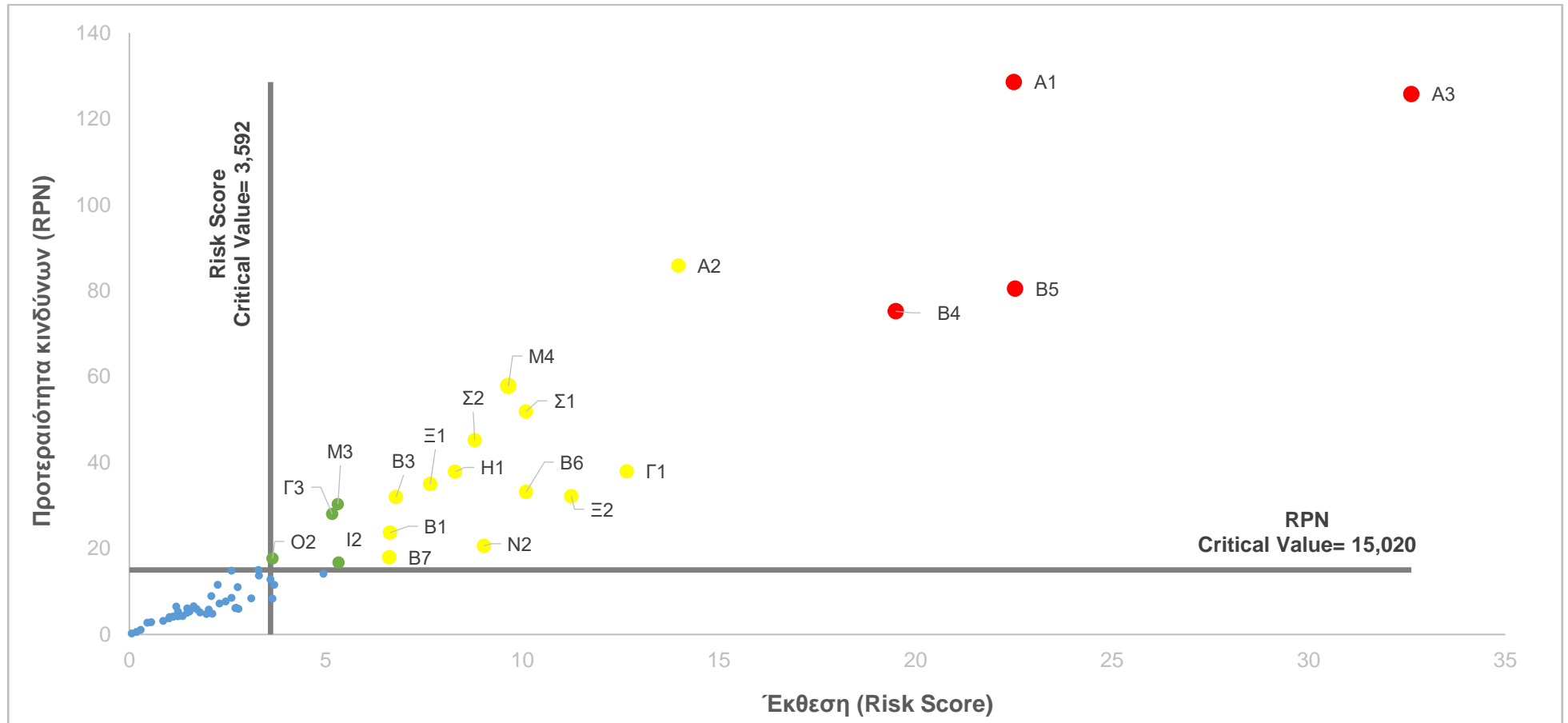
Και



Σχήμα 5.5 Τιμές RPN

Παρατηρούμε ότι με βάση τους υπολογισμούς των βαθμών προτεραιότητας κινδύνων, η κατάταξη των κινδύνων αλλάζει. Η τεχνική RFMEA, όπως επισημάνθηκε, εστιάζει στο σχεδιασμό αντιμετώπισης κινδύνων έκτακτης ανάγκης που απαιτείται ήδη από το έργο για τους κρίσιμους κινδύνους.

Μετά την καταχώρηση των κρίσιμων τιμών (Critical value), στο παρακάτω Σχήμα 5.6 απεικονίζεται η γραφική παράσταση της διασποράς του RPN έναντι των βαθμολογιών Risk Score, ώστε να υποδειχθούν οι κρίσιμοι κίνδυνοι.



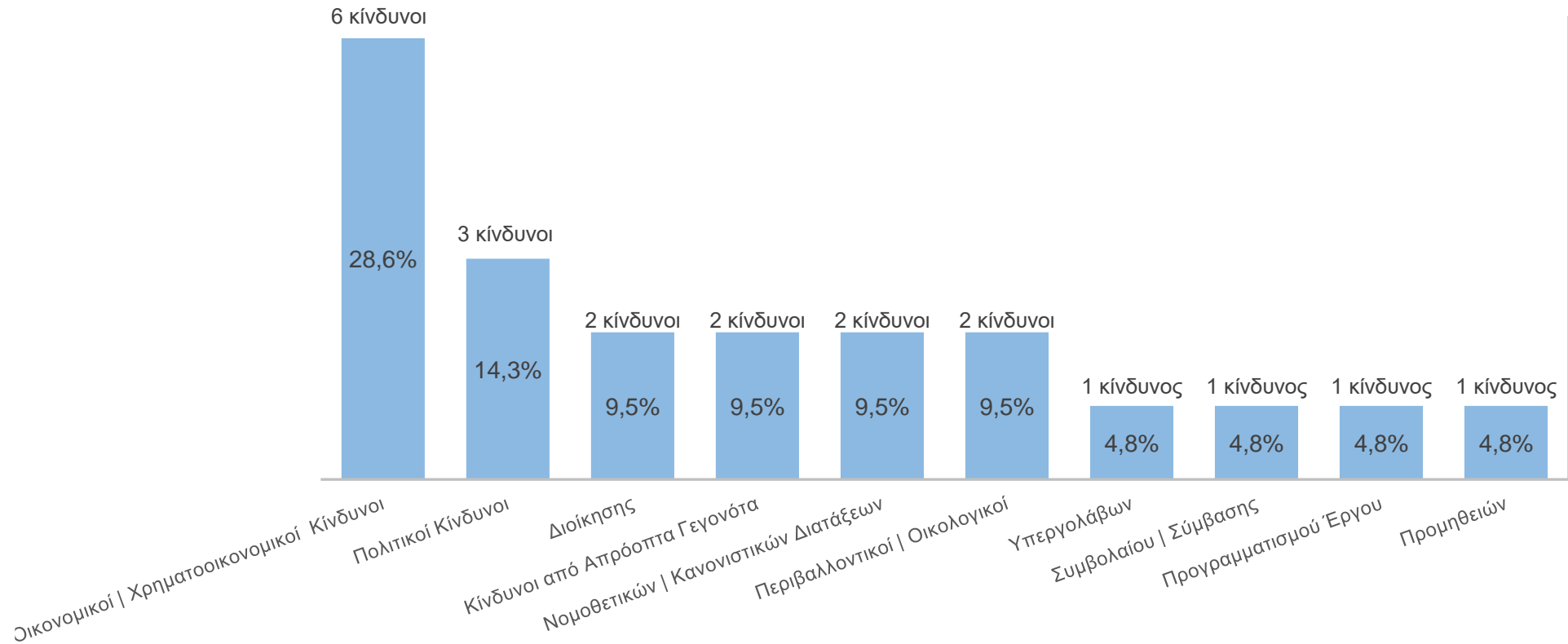
Σχήμα 5.6 RPN vs Risk Score

Το διάγραμμα διασποράς του Σχήματος 5.3, δείχνει ότι υπάρχουν είκοσι-ένα (21) κρίσιμοι κίνδυνοι όπως φαίνεται και στον παρακάτω Πίνακα 5.4, οι οποίοι εμφανίζονται στο ανώτερο δεξιό τεταρτημόριο, που απαιτούν πρώιμο προγραμματισμό αντιμετώπισης.

Πίνακας 5.4 Κρίσιμοι κίνδυνοι

Κωδικός Κινδύνου	Περιγραφή Κινδύνου	Έκθεση (Risk Score)	Προτεραιότητα κινδύνων (RPN)
A1	Αλλαγή στη γενικότερη κυβερνητική πολιτική	2,2500	128,5714
A3	Δυσκολία Καθυστέρηση στη λήψη αδειών και χρονοβόρες διαδικασίες	3,2612	125,7901
A2	Αστάθεια πολιτικής κατάστασης της χώρας	1,3969	85,8120
B5	Αδυναμία αυτοχρηματοδότησης έργου λόγω έλλειψης ρευστότητας	2,2531	80,4665
B4	Καθυστέρηση πληρωμών από τον κύριο του έργου, βάση χρονοδιαγράμματος	1,9500	75,2143
M4	Ταχύτητα εγκρίσεων από τον κύριο του έργου	0,9643	57,8571
Σ1	Φυσικές καταστροφές (σεισμός, πυρκαγιά, πλημμύρα, κατολισθήσεις)	1,0092	51,9009
Σ2	Ληστεία Δολιοφθορά	0,8786	45,1837
Γ1	Περιβαλλοντικοί Οικολογικοί περιορισμοί	1,2653	37,9592
H1	Καθυστερήσεις λόγω μη έγκαιρης παράδοσης εξοπλισμού υλικών	0,8286	37,8776
Ξ1	Αλλαγή του ρυθμιστικού πλαισίου	0,7653	34,9854
B6	Χρηματοοικονομική αποτυχία αναδόχου	1,0092	33,1589
Ξ2	Εμφάνιση γεγονότων αντιπαράθεσης εταιρείας και πολιτείας (αρχαία) και καθυστέρηση αναμονή αποτελεσμάτων (δικαστικών) για την επίλυσή τους	1,1245	32,1283
B3	Συναλλαγματικές ισοτιμίες (αγορά προϊόντων από εξωτερικό)	0,6786	31,9898
M3	Ταχύτητα λήψης αποφάσεων	0,5306	30,3207
Γ3	Αντιδράσεις από την τοπική κοινωνία και διάφορους φορείς λόγω κατασκευής του έργου	0,5163	28,0292
B1	Λανθασμένη εκτίμηση κόστους εργασιών	0,6633	23,6880
N2	Ικανότητα εργολάβου	0,9020	20,6181
B7	Κίνδυνοι λόγω μη ασφάλισης του έργου	0,6612	17,9475
O2	Αλλαγές στο συμβόλαιο και νέες αιτιάσεις από τη μεριά του πελάτη	0,3643	17,6939
I2	Πλημμελής εκτίμηση καιρικών συνθηκών	0,5327	16,7405

Χρησιμοποιώντας την ομαδοποίηση του Παραρτήματος Α, για τα αποτελέσματα του παραπάνω Πίνακα 5.4, καταλήγουμε στα παρακάτω στοιχεία:



Σχήμα 5.7 Ομαδοποίηση Κρίσιμων Κινδύνων

5.6 Εκθετική εξομάλυνση

Από την εφαρμογή της εκθετικής εξομάλυνσης καταλήγουμε στα αποτελέσματα του Παραρτήματος Β.

Σημαντικό σημείο της εκθετικής εξομάλυνσης αποτελεί η παράμετρος c , η οποία ονομάζεται σταθερά εξομάλυνσης (smoothing constant) και λαμβάνει τιμές μεταξύ:

$$0 \leq c \leq 1 .$$

Ειδικότερα, όσο πιο μεγάλη είναι η τιμή της παραμέτρου c , τόσο μεγαλύτερη βαρύτητα δίνεται στις πιο πρόσφατες παρατηρήσεις και πολύ μικρή έως μηδαμινή βαρύτητα στις πιο απομακρυσμένες.

Από την εφαρμογή της εκθετικής εξομάλυνσης υπολογίζουμε ότι για την τιμή:

$$c = 0,685$$

μας δίνει καλύτερες προβλέψεις.

5.5 Μέθοδος AHP

Χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα της εκθετικής εξομάλυνσης (Παράρτημα Γ), κατασκευάσαμε τον πίνακα διμερών συγκρίσεων και εφαρμόζουμε την AHP για την εκτίμηση κινδύνων (Παράρτημα Δ).

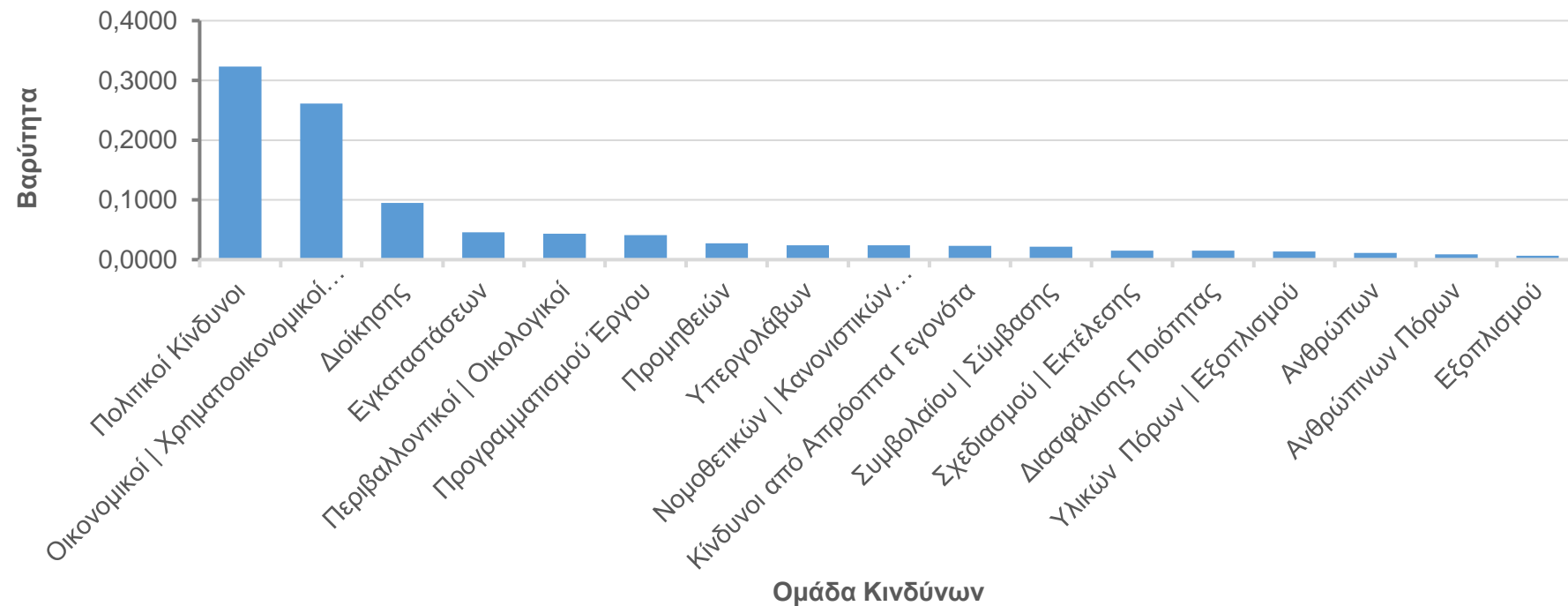
Χρησιμοποιώντας την ομαδοποίηση του Παραρτήματος Α, καταλήξαμε στον παρακάτω Πίνακα 5.5,

Πίνακας 5.5 Αποτελέσματα μεθόδου AHP

Ομάδα κινδύνων	Βάρη
Πολιτικοί Κίνδυνοι	0,3233
Οικονομικοί Χρηματοοικονομικοί Κίνδυνοι	0,2612
Διοίκησης	0,0951
Εγκαταστάσεων	0,0456
Περιβαλλοντικοί Οικολογικοί	0,0436
Προγραμματισμού Έργου	0,0413
Προμηθειών	0,0274
Υπεργολάβων	0,0240
Νομοθετικών Κανονιστικών Διατάξεων	0,0240
Κίνδυνοι από Απρόοπτα Γεγονότα	0,0230
Συμβολαίου Σύμβασης	0,0216
Σχεδιασμού Εκτέλεσης	0,0150
Διασφάλισης Ποιότητας	0,0148
Υλικών Πόρων Εξοπλισμού	0,0135
Ανθρώπων	0,0114
Ανθρώπινων Πόρων	0,0087
Εξοπλισμού	0,0065

και στο συμπέρασμα ότι κάποιος, που θέλει να κατασκευάσει ένα έργο και έχει έξι πιθανές περιοχές για να αξιολογήσει, μπορεί να χρησιμοποιήσει τα βάρη για ένα συνθετικό δείκτη κινδύνων.

Ο παραπάνω Πίνακας 5.5, απεικονίζεται στο παρακάτω Σχήμα 5.8:



Σχήμα 5.8 Βάρη για ένα συνθετικό δείκτη κινδύνων

5.6 Αντιμετώπιση Κινδύνων

Παρακάτω παρατίθεται ο πίνακας με τις προτεινόμενες στρατηγικές αντιμετώπισης (Αποφυγή, Μεταφορά, Μετριασμός, Αποδοχή) κατά σειρά προτεραιότητας αντιμετώπισης κινδύνων. Συγκεκριμένα:

Πίνακας 5.6 Προτεινόμενες στρατηγικές αντιμετώπισης κρίσιμων κινδύνων

Κωδικός Κινδύνου	Αποφυγή	Μεταφορά	Μετριασμός	Αποδοχή
A1			√	
A3			√	
A2			√	
B5	√		√	
B4		√	√	
M4	√		√	
Σ1		√	√	√
Σ2	√			
Γ1	√		√	
H1			√	
Ξ1			√	
B6			√	
Ξ2	√			√
B3		√		
M3	√		√	
Γ3	√		√	
B1	√	√		
N2	√			
B7	√		√	
O2	√		√	
I2			√	√

Αναλύοντας τα στοιχεία του Πίνακα 5.6, με βάση τις επιλεγμένες στρατηγικές προτείνονται τα ανάλογα μέτρα αντιμετώπισης για τον κάθε κίνδυνο.

A1. Αλλαγή στη γενικότερη κυβερνητική πολιτική

Προτείνεται ενίσχυση της επικοινωνίας με τα μέσα ενημέρωσης. Θα πρέπει να αποδειχθεί η θετική επίδραση της ηλιακής ενέργειας.

A3. Δυσκολία | Καθυστέρηση στη λήψη αδειών και χρονοβόρες διαδικασίες

Η δημιουργία καλού κλίματος και σχέσεων εμπιστοσύνης με την κυβέρνηση, με τους φορείς της τοπικής κοινωνίας, όπου θα γίνει η μονάδα, καθώς και με τους υψηλόβαθμους αξιωματούχους που σχετίζονται με το έργο, μπορεί να συμβάλλουν στη γρηγορότερη και ευκολότερη δρομολόγηση των διαδικασιών έγκρισης των αδειών και μελετών του έργου.

Επιπρόσθετα συνίσταται προσεκτική, λεπτομερής και συναφή με τα αντίστοιχα πρότυπα και χαρακτηριστικά μελέτη και σχέδια, ούτως ώστε να μην υπάρξουν προβλήματα μη συμβατότητας ή ζήτημα λόγω ελλιπών στοιχείων και αναφορών.

Επίσης προτείνεται να χρησιμοποιηθεί προηγούμενη εμπειρία στη διαδικασία αδειοδότησης και να σχεδιαστεί ένα αποθεματικό για απρόβλεπτα στο χρονοδιάγραμμα του έργου, προκειμένου να μετριαστεί ο αντίκτυπος του κινδύνου.

A2. Αστάθεια πολιτικής κατάστασης της χώρας

Σχετικά με το ενδεχόμενο πολιτικής αστάθειας προτείνεται η ασφάλιση του έργου για το ζήτημα αυτό σε διεθνείς οργανισμούς αξιολόγησης χρηματοοικονομικών δεδομένων και κινδύνων.

B5. Αδυναμία αυτοχρηματοδότησης έργου λόγω έλλειψης ρευστότητας

Η σαφής και λεπτομερής περιγραφή, ο καθορισμός του κόστους όλων των επιμέρους εργασιών του έργου και του συνόλου αυτού, η δημιουργία ενός χρονοδιαγράμματος πληρωμών και ο έλεγχος του, καθώς και ο καθορισμός αντίστοιχων ρητρών στο συμβόλαιο για αθέτηση αυτού του σχεδίου υποδεικνύονται για το θέμα του προϋπολογισμού, της κοστολόγησης και των προκαθορισμένων πληρωμών βάση χρονοδιαγράμματος, του έργου.

Κρίνεται, λοιπόν, σκόπιμο και προτείνεται να προβλεφθεί από την αρχή κάποιο χρηματικό ποσό, το οποίο θα υπάρχει για να καλύψει περιπτώσεις χρηματοδότησης έκτακτης ανάγκης, στην περίπτωση που δεν θα γίνει η αντίστοιχη πληρωμή, ώστε να μην υπάρξει πρόβλημα ρευστότητας, που θα προκαλέσει καθυστέρηση ή ακύρωση του έργου.

B4. Καθυστέρηση πληρωμών από τον κύριο του έργου, βάση χρονοδιαγράμματος

Προτεινόμενα μέτρα αντιμετώπισης είναι η συνεργασία με έμπειρους οικονομικούς διαχειριστές, η ανάπτυξη σχεδιασμού διαχείρισης κι ελέγχου πληρωμών, η εξασφάλιση εναλλακτικής πηγής χρηματοδότησης καθώς επίσης ο καθορισμός των όρων της σύμβασης που θα εξασφαλίζει την κάλυψη των πληρωμών του έργου.

M4. Ταχύτητα εγκρίσεων από τον κύριο του έργου

Ένα μεγάλο πλήθος αιτήσεων (επιμετρήσεις, πιστοποιήσεις, κατασκευαστικά σχέδια κλπ) απαιτούν την άμεση έγκριση ή τροποποίηση από τον κύριο του έργου. Οι καθυστερήσεις που μπορεί να υπάρξουν στα ζητήματα αυτά οδηγούν και στη συνολική καθυστέρηση του έργου. Αιτία της καθυστέρησης των εγκρίσεων αποτελεί συνήθως η γραφειοκρατία που επικρατεί στις διάφορες δημόσιες επιχειρήσεις.

Προτείνεται να υπάρχει ένα κανονιστικό πλαίσιο λήψης αποφάσεων και έγκρισης τους, ώστε η ανυπαρξία ενός τέτοιου πλαισίου να μην επιφέρει προβλήματα καθυστέρησης κατά την διάρκεια του έργου.

Σ1. Φυσικές καταστροφές (σεισμός, πυρκαγιά, πλημμύρα, κατολισθήσεις)

Οι φυσικές καταστροφές αποτελούν κινδύνους που όταν συμβαίνουν δεν μπορούν να αποτραπούν. Για τέτοιου είδους περιστατικά κρίνεται αναγκαίος ο καθορισμός μέτρων και διαδικασιών που απαιτούν ετοιμότητα.

Η ασφάλιση του έργου έναντι τέτοιων συμβάντων, αποτελεί ένα μέτρο στα πλαίσια της στρατηγικής της μεταφοράς του κινδύνου.

Για τον μετριασμό των συνεπειών, θα πρέπει να καθοριστεί από τον διαχειριστή του έργου, με τη συμβολή ειδικής ομάδας εμπειρογνομόνων, μια ομάδα ετοιμότητας η οποία θα εκπαιδευτεί έτσι ώστε να διαμορφώσει διαδικασίες και μέτρα ετοιμότητας και ανταπόκρισης σε συμβάντα φυσικών καταστροφών. Η ομάδα ετοιμότητας θα δοκιμάσει και θα αξιολογήσει τα μέτρα ετοιμότητας με τη διενέργεια ασκήσεων έκτακτης ανάγκης.

Το σχέδιο έκτακτης ανάγκης περιλαμβάνει τον καθορισμό χώρων συγκέντρωσης σε περίπτωση του συμβάντος, ρόλους ομάδας ετοιμότητας, απαιτούμενο εξοπλισμό κλπ.). Επίσης θα πρέπει να υπάρχουν σε ευδιάκριτο σημείο τηλεφωνα εκτάκτου ανάγκης, βιβλίο τεχνικού ασφαλείας, βιβλίου ιατρού εργασίας, βιβλίο συντήρησης και δοκιμής πυροσβεστικών μέσων.

Ο σεισμικός κίνδυνος εξαρτάται τόσο από τη σεισμική επικινδυνότητα της περιοχής όσο και από την ποιότητα των κατασκευών. Δράση μετριασμού, θα μπορούσε να αποτελέσει ο κατάλληλος σχεδιασμός που θα λάβει υπόψη τη σεισμικότητα της περιοχής.

Ως μέτρο αντιμετώπισης των πλημμυρών, προσδιορίζεται ο καθαρισμός και η απομάκρυνση των υλικών εκσκαφών έτσι ώστε να μην διακόπτεται η ροή των όμβριων υδάτων.

Η διαχείριση κινδύνου των πυρκαγιών, περιορίζεται στην προσπάθεια πρόληψης και ετοιμότητας απόκρισης. Προτεινόμενα μέτρα είναι, η πιστοποίηση πυρασφάλειας, η δημιουργία ζωνών γύρω από περιοχές υψηλού κινδύνου και η εγκατάσταση δεξαμενών, καθώς επίσης οργάνωση δράσεων ευαισθητοποίησης για την αποφυγή πρόκλησης πυρκαγιών.

Η πρόβλεψη φαινομένων κατολισθήσεων, θεωρείται δύσκολη και προϋποθέτει λεπτομερείς γεωλογικές έρευνες. Προπομποί ενδείξεων μιας ενδεχόμενης κατολίσθησης θα μπορούσαν να θεωρηθούν οι πτώσεις βραχωδών όγκων.

Επιπλέον κρίνεται απαραίτητη η εκπαίδευση του προσωπικού που συμμετέχει στο έργο, σχετικά με την λήψη μέτρων πρόληψης και αυτοπροστασίας.

Σ2. Ληστεία | Δολιοφθορά

Τα προτεινόμενα μέτρα αντιμετώπισης είναι:

- ❖ Εκστρατεία ενημέρωσης από τους ιθύνοντες των τοπικών παραγόντων και του κοινού για τα οφέλη που θα προκύψουν τόσο σε τοπικό όσο και εθνικό επίπεδο από την υλοποίηση του έργου
- ❖ Συμμετοχή των τοπικών φορέων στην επιλογή του τόπου εγκατάστασης του έργου
- ❖ Ασφάλιση του έργου από προβλήματα κλοπών και δολιοφθορών καθώς και η ενσωμάτωση αντίστοιχων ρητρών και όρων στα συμβόλαια.
- ❖ Περίφραξη, συστήματα ασφαλείας (κάμερες, συναγερμοί κτλ.)

Γ1. Περιβαλλοντικοί | Οικολογικοί περιορισμοί

Προτεινόμενα μέτρα αντιμετώπισης:

- ❖ Εκπόνηση σχεδίου ορθολογικής διαχείρισης απορριμμάτων του έργου (υγρά και στερεά απόβλητα, υλικά συσκευασίας, κτλ.)
- ❖ Όροι σύμβασης που υποχρεώνουν τον ανάδοχο του έργου, σε περιοδικό καθαρισμό του εργοταξίου
- ❖ Εξασφάλιση της ελεύθερης κίνησης των όμβριων κατά τη φυσική τους διαδρομή
- ❖ Χρησιμοποίηση των προϊόντων εκσκαφής για χωματουργικές εργασίες , χρήση των πλεοναζόντων για διαμόρφωση περιβάλλοντος χώρου ή απόρριψή τους σε χώρο υγειονομικής ταφής. Καθαρισμός του χώρου μετά το τέλος των εργασιών

Η1. Καθυστερήσεις λόγω μη έγκαιρης παράδοσης εξοπλισμού | υλικών

Πολλά από τα υλικά που απαιτούνται για την ολοκλήρωση ενός έργου ηλιακής ενέργειας δεν υπάρχουν στις αποθήκες των κατασκευαστών και απαιτείται παραγγελία για να μπουν σε διαδικασία παραγωγής και να παραδοθούν. Επισημαίνεται ότι η πλειοψηφία των πιο σημαντικών υλικών δεν κατασκευάζεται στην Ελλάδα, αλλά εισάγεται από χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, τις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής ή την Ιαπωνία. Επιπρόσθετα, η τρέχουσα οικονομική κατάσταση της χώρας έχει οδηγήσει πολλούς κατασκευαστές υλικών στην δυσμενή αλλαγή των εμπορικών όρων συνεργασίας τους με τις εταιρείες που εδρεύουν στην Ελλάδα. Η διαδικασία της προπληρωμής μέρους ή ολόκληρης της συμφωνημένης αγοράς είναι η διαδικασία που με την σειρά της απαιτεί χρόνο και ενδέχεται να επιφέρει περαιτέρω καθυστερήσεις.

Ξ1. Αλλαγή του ρυθμιστικού πλαισίου

Πριν την έναρξη του έργου θα πρέπει να ληφθεί υπόψη το θεσμικό πλαίσιο και να εκπονηθούν οι μελέτες εφαρμογής με τέτοιο τρόπο ώστε να αποφευχθούν οι παραβάσεις. Σε περίπτωση που αλλάξει η νομοθεσία σε ότι αφορά π.χ. τις διαδικασίες δημοπράτησης, θα πρέπει να ζητηθεί γνωμοδότηση από ειδικό τεχνικό σύμβουλο έτσι

ώστε να επανεξεταστούν τα χαρακτηριστικά του έργου, και να εναρμονιστούν με το νέο θεσμικό πλαίσιο.

Σε συζήτηση που διεξήχθη στο Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής⁵ (2014) για την αντιμετώπιση ρυθμιστικού κινδύνου, πρότειναν :

- ❖ Ανάπτυξη των διασυνδέσεων με τα νησιά ώστε να αυξηθεί η «διασυνδεδεμένη» κατανάλωση. Ενδιαφέρον θα είχε και η ανάπτυξη ισχυρών περιφερειακών διασυνδέσεων με την κεντρική Ευρώπη προς άμβλυση με οικονομικό τρόπο των ετεροχρονισμών λόγω ΑΠΕ.
- ❖ Ανάπτυξη δυνατοτήτων ενεργητικής τηλεδιαχείρισης στα δίκτυα ΜΤ, ΧΤ από τον Διαχειριστή με καταληκτική μετατροπή τους σε «έξυπνα» δίκτυα, ενσωματώνοντας δηλαδή προηγμένες δυνατότητες αυτόματης αμφίδρομης διαχείρισης των καταναλώσεων των νοικοκυριών σε σχέση με την διατιθέμενη σε πραγματικό χρόνο παραγωγή.
- ❖ Ενίσχυση των ηλεκτρικών καταναλώσεων των νοικοκυριών (π.χ. θέρμανση χώρων και ζεστού νερού με ηλεκτρισμό) με αναπροσανατολισμό και απομάκρυνση τους από τα εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα (πετρέλαιο, αέριο).
- ❖ Ανάπτυξη της χρήσης ηλεκτρικών οχημάτων προς επιθετικότερη απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα και περαιτέρω ενίσχυση της ζήτησης ηλεκτρισμού.
- ❖ Ψηφιακή διασύνδεση μέσω κατάλληλου εξοπλισμού και λογισμικού των καταναλώσεων των νοικοκυριών με τα «έξυπνα» δίκτυα.

B6. Χρηματοοικονομική αποτυχία αναδόχου

Προτείνεται η συλλογή πληροφοριών σχετικά με τη δύναμη της πίστωσης του αναδόχου. Πρέπει να επιλεγθεί ανάδοχος που έχει μακρά ιστορία επιτυχημένων έργων ηλιακής ενέργειας και που έχει ολοκληρώσει πρόσφατα μία.

Ξ2. Εμφάνιση γεγονότων αντιπαράθεσης εταιρείας και πολιτείας (αρχαία) και καθυστέρηση | αναμονή αποτελεσμάτων (δικαστικών) για την επίλυσή τους

Τα έργα ηλιακής ενέργειας, πρέπει να διαθέτουν βεβαίωση από την αρχαιολογία, η οποία αποτελεί ένα από τα προαπαιτούμενα δικαιολογητικά για τη διαδικασία έκδοσης άδειας, γεγονός που πιστοποιεί κατά κάποιο τρόπο την αποφυγή του κινδύνου.

Σε περίπτωση όμως που υπάρξουν αρχαιολογικά ευρήματα κατά την κατασκευή του έργου, αναστέλλονται οι εργασίες και υπάρχει μεγάλη πιθανότητα οριστικής παύσης που καθιστά αποδεκτό τον κίνδυνο.

⁵ Συζήτηση που διεξήχθη στο Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής την Πέμπτη 5 Ιουνίου 2014 με αντικείμενο το πλαίσιο μηχανισμών στήριξης του κλάδου των ΑΠΕ με ορίζοντα την υγιή περαιτέρω μακροπρόθεσμη ανάπτυξη του.

B3. Συναλλαγματικές ισοτιμίες (αγορά προϊόντων από εξωτερικό)

Αναφορικά με το ζήτημα των συναλλαγματικών ισοτιμιών, των επιτοκίων των δανείων και των πιθανών πληθωριστικών πιέσεων προτείνεται από πολλούς ερευνητές, η ενσωμάτωση στα συμβόλαια αντίστοιχων ρητρών, ούτως ώστε να υπάρχει αναθεώρηση των τιμών των συμβάσεων βάση των αλλαγών στα εκάστοτε οικονομικά δεδομένα.

M3. Ταχύτητα λήψης αποφάσεων

Σε ένα μεγάλο έργο όπως αυτό απαιτείται η λήψη αποφάσεων από τη διοίκηση να γίνεται χωρίς περιττές χρονοτριβές. Αυτό σημαίνει η εντολή που δίνεται από τα υψηλά κλιμάκια να φθάνει άμεσα στα χαμηλότερα στελέχη χωρίς παρερμηνείες.

Η καθυστέρηση της λήψης αποφάσεων συνήθως οφείλεται στην έλλειψη επικοινωνίας, στον κακός συντονισμό ή και στην απειρία των στελεχών. Η καθυστέρηση αυτού του είδους μπορεί να οδηγήσει σε συνολική καθυστέρηση του έργου.

Προτείνεται να υπάρχει ένα κανονιστικό πλαίσιο λήψης αποφάσεων και έγκρισης τους, ώστε η ανυπαρξία ενός τέτοιου πλαισίου να μην επιφέρει προβλήματα καθυστέρησης κατά την διάρκεια του έργου.

Γ3. Αντιδράσεις από την τοπική κοινωνία και διάφορους φορείς λόγω κατασκευής του έργου

Για την αντιμετώπιση της χαμηλής κοινωνικής αποδοχής, θα πρέπει να ληφθούν προληπτικά μέτρα που περιλαμβάνουν ενημέρωση τοπικών αρχών, αρμόδιων φορέων και περιοίκων, για την σκοπιμότητα και τα οφέλη του έργου.

Εάν προκύψουν αντιδράσεις, η διοίκηση του έργου, θα πρέπει να επιδιώξει άμεσο διάλογο με φορείς της τοπικής κοινωνίας για την αποκατάσταση των σχέσεων.

B1. Λανθασμένη εκτίμηση κόστους εργασιών

Προτεινόμενα μέτρα αντιμετώπισης αποτελούν :

- ❖ Η συνεργασία με έμπειρους οικονομικούς διαχειριστές με απαραίτητες γνώσεις και ικανότητες.
- ❖ Η λεπτομερής έρευνα και αναφορά των χαρακτηριστικών του έργου και των συνθηκών της περιοχής όπου θα υλοποιηθεί έτσι ώστε να συνταχθεί με μεγαλύτερη ακρίβεια ο προϋπολογισμός του.
- ❖ Η χρήση κατάλληλων τεχνικών για την εκτίμηση του κόστους εργασιών.

N2. Ικανότητα εργολάβου

Επιλογή εργολάβων που έχουν συνεργαστεί στο παρελθόν και | ή να υπάρχει αρχείο επιτυχώς ολοκληρωμένων έργων ηλιακής ενέργειας.

Επιπρόσθετα, συνιστάται ο έλεγχος για την ικανότητα και την αξιοπιστία των εξωτερικών συνεργατών, εργολάβων και εξωτερικών συνεργείων, με τα οποία συνάπτονται συμβάσεις ανάθεσης τμήματος ή μέρος της κατασκευής ή σχεδίασης του έργου.

Ειδικότερα, η σαφής και λεπτομερής περιγραφή των όρων και των συνθηκών τόσο του συμβολαίου με τον πελάτη, όσο και των συμβάσεων με εξωτερικούς συνεργάτες αποτελεί σημαντικό στοιχείο για την αποφυγή απρόσμενων και ανεπιθύμητων καταστάσεων κατά την εξέλιξη υλοποίησης της κατασκευής.

B7. Κίνδυνοι λόγω μη ασφάλισης του έργου

Παράλληλα, για τους κινδύνους που σχετίζονται με τις αλλαγές στους νόμους και τη νομοθεσία, που διέπει αυτά τα εγχειρήματα, με το ρυθμιστικό πλαίσιο κατασκευής και λειτουργίας τους και με τις διαδικασίες απόδοσης δικαιοσύνης (δικαστικές αποφάσεις, διαδικασίες επιδιαιτησίας κτλ.) υποδεικνύεται η ασφάλιση του έργου για αυτού του είδους τους κινδύνους.

O2. Αλλαγές στο συμβόλαιο και νέες αιτιάσεις από τη μεριά του πελάτη

Κατά τη διαδικασία σύναψης του συμβολαίου είναι σκόπιμο να εμπεριέχονται στο συμβόλαιο η λεπτομερής περιγραφή των σχεδίων και των μελετών κατασκευής της μονάδας, ώστε να μην ελλοχεύει ο κίνδυνος για διαφωνίες λόγω των συμπεριλαμβανόμενων εργασιών του έργου, καθώς και πιθανές αιτιάσεις από τη μεριά του πελάτη για αλλαγές στο συμβόλαιο και για ενδεχόμενη αλλαγή σκοπού του έργου.

Επίσης, κρίνεται απαραίτητο να γίνει από την αρχή ακριβής και ορθή περιγραφή του φυσικού αντικειμένου των εργασιών που θα λάβουν χώρα, ώστε να αντιμετωπιστούν τυχόν νέες αιτιάσεις από την μεριά του πελάτη.

I2. Πλημμελής εκτίμηση καιρικών συνθηκών

Προτείνεται προσαρμογή του χρονοδιαγράμματος, λαμβάνοντας υπόψη τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες κατά τη χειμερινή περίοδο. Αυτό σημαίνει ο καιρός στην περιοχή θα πρέπει να παρακολουθείται με την εφαρμογή προηγμένων τεχνικών πρόβλεψης, προκειμένου να συμπεριληφθούν οι ημερήσιες προβλέψεις στο χρονοδιάγραμμα κατασκευής, αποφεύγοντας καθυστερήσεις.

5.7 Παρακολούθηση κινδύνων

Μετά τον καθορισμό στρατηγικών αντιμετώπισης των κινδύνων και των προτεινόμενων μέτρων αντιμετώπισης, ακολουθεί το στάδιο της παρακολούθησης των κινδύνων.

Για κάθε έργο ηλιακής ενέργειας, προτείνεται ο ορισμός και η προετοιμασία ομάδας παρακολούθησης κινδύνων του έργου, η οποία θα συντάξει τις αναφορές για κάθε κίνδυνο στα αντίστοιχα φύλλα κινδύνου.

Η ομάδα θα απαρτίζεται από έμπειρους μηχανικούς και οικονομολόγους, που συμμετέχουν στο έργο καθώς επίσης ειδικούς εμπειρογνώμονες, εξωτερικούς συνεργάτες, με ειδική κατάρτιση στον τομέα διαχείρισης κινδύνων.

Όταν θα έχει διαμορφωθεί το ακριβές χρονοδιάγραμμα του έργου, οι υπεύθυνοι παρακολούθησης κινδύνων του έργου, θα μπορούν να συντάξουν με περισσότερη ακρίβεια τις αναφορές τους σχετικά με την εξέλιξη της διαχείρισης κινδύνων.

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, στο παρακάτω Σχήμα 5.9, παρατίθεται ενδεικτικά μια προτεινόμενη φόρμα παρακολούθησης κινδύνου. Πρόκειται για φύλλο διαχείρισης κινδύνου κατασκευαστικού έργου (Κηρυττόπουλος, 2006), με κάποιες διαφοροποιήσεις ώστε να ληφθούν υπόψη τα δεδομένα της παρούσας έρευνας για ένα κατασκευαστικό έργο ηλιακής ενέργειας.

Έργο:	Κατασκευή Φωτοβολταϊκού Πάρκου			
A/A Κινδύνου:	Γ1	Όνομα Κινδύνου:	Περιβαλλοντικοί Οικολογικοί περιορισμοί	
Περιγραφή:	Μόλυνση του περιβάλλοντος κατά την κατασκευή του έργου			
Πιθανές αιτίες:				
1)	Μη περιοδικός καθαρισμός του εργοταξίου κατά την κατασκευή του έργου			
2)				
Πιθανές επιπτώσεις:				
1)	Μόλυνση περιβάλλοντος κατά την κατασκευή του φωτοβολταϊκού πάρκου			
2)				
Πιθανότητα εμφάνισης	Επίπτωση εμφάνισης		Έκθεση	Ημερομηνία έκθεσης
0,4429	0,2857		1,2653	01/03/2020
Ενέργεια αντιμετώπισης	Υπεύθυνος ενέργειας	Ημερομηνία έγκρισης ενέργειας	Υπεύθυνη έγκρισης	Ημερομηνία ολοκλήρωσης ενέργειας
Ενημέρωση αναδόχου για τον περιοδικό καθαρισμό του εργοταξίου, σύμφωνα με τις συμβατικές υποχρεώσεις του.	Z.Θ.	01/03/2020	Π.Μ.	31/03/2020
Παρατηρήσεις				

Σχήμα 5.9 Φύλλο διαχείρισης κινδύνου κατασκευαστικού έργου

Κεφάλαιο 6. Συμπεράσματα

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει σύντομη αναφορά στα συμπεράσματα από αυτήν την εργασία. Ειδικότερα στόχος της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της διαδικασίας διαχείρισης κινδύνων και η ανάπτυξη έργων ηλιακής ενέργειας στην Κρήτη, προκειμένου να προσδιοριστούν οι υφιστάμενοι κίνδυνοι, να υπάρξει ποσοτική ανάλυση κινδύνου και να προταθούν αποτελεσματικές στρατηγικές αντιμετώπισης των κινδύνων.

Οι σύγχρονες περιφερειακές οικονομίες καλούνται να απαντήσουν σε ένα ευρύ φάσμα προκλήσεων που σχετίζονται με την αειφόρο (ή βιώσιμη) ανάπτυξη, δηλαδή με την ανάπτυξη η οποία ανταποκρίνεται στις ανάγκες του παρόντος χωρίς να διακυβεύεται η ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ανταποκρίνονται στις δικές τους ανάγκες. Ο περιφερειακός ενεργειακός σχεδιασμός, έχοντας ως βασικό στόχο τη διεύθυνση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ηλεκτροπαραγωγή, αναδεικνύεται ως κρίσιμο στοιχείο για την επίτευξη αειφόρου ανάπτυξης.

Στην περιφέρεια Κρήτης, τα τελευταία έτη οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καλύπτουν περίπου το 22% της ετήσιας ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας. Η συμβολή των φωτοβολταϊκών ανέρχεται στο 10% της ζήτησης αιχμής η οποία σημειώνεται κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, ενώ η εγκατεστημένη ισχύς τους φτάνει τα 96 MW. Η Κρήτη έχει τον υψηλότερο μέσο ετήσιο αριθμό ωρών ηλιοφάνειας στην Ελλάδα, ο οποίος κυμαίνεται από περίπου 2700 στο βορά ως περίπου 3000 στο νότο του νησιού, ενώ το ηλιακό δυναμικό της περιφέρειας φτάνει τις 1800 kWh/m²/y, κατατάσσοντάς την στις πρώτες θέσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Στο πλαίσιο αυτό, ο ενεργειακός σχεδιασμός της περιφέρειας Κρήτης θα πρέπει να περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, την εφαρμογή ενός ολοκληρωμένου σχεδίου εγκατάστασης φωτοβολταϊκών με στόχο την προώθηση της καθαρής ενέργειας, την μείωση των αέριων ρύπων και την άμβλυση της κλιματικής αλλαγής. Πρόκειται για έναν πολύπλοκο περιφερειακό σχεδιασμό δεδομένου ότι τα συγκεκριμένα έργα αναμένεται να έχουν μεγάλη χωρική εξάπλωση και στην κατασκευή τους πρέπει να ληφθούν υπόψη πολλοί τεχνικοί, κοινωνικοί, οικονομικοί και περιβαλλοντικοί στόχοι, καθώς και οι αντίστοιχοι περιορισμοί. Η αποτελεσματικότητα του ενεργειακού σχεδιασμού για την περιφέρεια σχετίζεται με την υλοποίηση αυτών των έργων χωρίς καθυστερήσεις στο χρονοπρογραμματισμό και χωρίς υπερβάσεις στο κόστος. Ως αποτέλεσμα, δημιουργείται η αναγκαιότητα παρακολούθησης των πιθανών κινδύνων που μπορούν να εμφανιστούν στη φάση της κατασκευής φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων. Παράλληλα, δεδομένης της πολυδιάστατης φύσης του εξεταζόμενου θέματος, η δημιουργία ενός μοντέλου πολυκριτηριακής ανάλυσης για την αξιολόγηση του κινδύνου ενός έργου μπορεί να δώσει κατευθυντήριες γραμμές για την επιλογή της θέσης εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών.

Στην παρούσα μελέτη προτείνεται μια μεθοδολογία αξιολόγησης κινδύνων που μπορεί να εμφανιστούν κατά την κατασκευή φωτοβολταϊκών έργων στην Περιφέρεια Κρήτης. Η μελέτη διαρθρώνεται σε τέσσερις φάσεις. Στην πρώτη φάση, με τη βοήθεια ομάδας εμπειρογνώμων, εντοπίζονται οι πιθανοί κίνδυνοι. Στη δεύτερη φάση, οι κίνδυνοι αξιολογούνται από τους εμπειρογνώμονες, ως προς την πιθανότητα εμφάνισής τους και τις επιπτώσεις που αναμένεται να έχουν. Στην τρίτη φάση της μελέτης, εφαρμόζεται η μεθοδολογία Ανάλυση Τύπων Αστοχίας και Επιπτώσεων για την κατάταξη των κινδύνων σε κατηγορίες. Τέλος, με τη χρήση της Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία υπολογίζονται τα σχετικά βάρη των εξεταζόμενων κινδύνων. Τα αποτελέσματα της μελέτης δείχνουν οι κίνδυνοι πολιτικής, οικονομικής αλλά και διοικητικής φύσης θεωρούνται οι πιο κρίσιμοι για την αποτελεσματικότητα του ενεργειακού σχεδιασμού της περιφέρειας.

Παράρτημα Α

Ομάδα Κινδύνων	Κωδικός Κινδύνου	Περιγραφή Κινδύνου
Πολιτικοί Κίνδυνοι	A1	Αλλαγή στη γενικότερη κυβερνητική πολιτική
	A2	Αστάθεια πολιτικής κατάστασης της χώρας
	A3	Δυσκολία Καθυστέρηση στη λήψη αδειών και χρονοβόρες διαδικασίες
Οικονομικοί Χρηματοοικονομικοί Κίνδυνοι	B1	Λανθασμένη εκτίμηση κόστους εργασιών
	B2	Πληθωριστικές Αντιπληθωριστικές πιέσεις και αλλαγές στις τιμές των πόρων (ημερομίσθια, εργολάβοι κτλ)
	B3	Συναλλαγματικές ισοτιμίες (αγορά προϊόντων από εξωτερικό)
	B4	Καθυστέρηση πληρωμών από τον κύριο του έργου, βάση χρονοδιαγράμματος
	B5	Αδυναμία αυτοχρηματοδότησης έργου λόγω έλλειψης ρευστότητας
	B6	Χρηματοοικονομική αποτυχία αναδόχου
	B7	Κίνδυνοι λόγω μη ασφάλισης του έργου
Περιβαλλοντικοί Οικολογικοί	Γ1	Περιβαλλοντικοί Οικολογικοί περιορισμοί
	Γ2	Μόλυνση του περιβάλλοντος από την εκτέλεση του έργου
	Γ3	Αντιδράσεις από την τοπική κοινωνία και διάφορους φορείς λόγω κατασκευής του έργου
Εγκαταστάσεων	E1	Εσφαλμένη επιλογή τοποθεσίας και δυσκολία πρόσβασης στο εργοτάξιο
	E2	Έλλειψη παροχής νερού, ρεύματος, ειδών πρώτης ανάγκης
Σχεδιασμού Εκτέλεσης	Z1	Ασαφείς στόχοι και ελαττωματικός σχεδιασμός έργου
	Z2	Εσφαλμένες υποθέσεις περιορισμών, διαδικασιών, προδιαγραφών
	Z3	Πολυπλοκότητα έργου
	Z4	Εμφάνιση προβλημάτων κατά την εκτέλεση και αλλαγή σκοπού
	Z5	Μη ύπαρξη απαιτούμενης τεχνολογίας
	Z6	Λανθασμένη εκτέλεση δοκιμών
Προμηθειών	H1	Καθυστερήσεις λόγω μη έγκαιρης παράδοσης εξοπλισμού υλικών
	H2	Ανεπάρκεια προγραμματισμού προμήθειας εξοπλισμού υλικών
Ανθρώπινων Πόρων	Θ1	Εργατικές διαμάχες και απεργίες
	Θ2	Έλλειψη ειδικευμένου προσωπικού
	Θ3	Λανθασμένη εκτίμηση παραγωγικότητας εργατικού δυναμικού
Προγραμματισμού Έργου	I1	Λανθασμένη εκτίμηση του απαιτούμενου χρόνου για την ολοκλήρωση του έργου
	I2	Πλημμελής εκτίμηση καιρικών συνθηκών
	I3	Ανεπαρκής και μη ορθά καθορισμένη οριοθέτηση έργου
	I4	Κακός συντονισμός ενεργειών των διαφόρων συμμετεχόντων του έργου
Υλικών Πόρων Εξοπλισμού	K1	Λανθασμένη εκτίμηση των απαιτούμενων πόρων
	K2	Κακή ή μη επαρκής ποιότητα υλικών
	K3	Μη διαθεσιμότητα εξοπλισμού και υλικών
Διασφάλισης Ποιότητας	L1	Πλημμελής ποιότητα εργασιών και κατασκευαστικά σφάλματα
	L2	Ανεπαρκείς επιθεωρήσεις και πλημμελής έλεγχος ποιότητας
	L3	Έλλειψη συστήματος εσωτερικού ελέγχου και διασφάλισης ποιότητας
	L4	Χρονοβόρες διαδικασίες ολοκλήρωσης ελέγχων
Διοίκησης	M1	Απώλεια πληροφοριών λόγω μη συστηματοποιημένου και ορθά καθορισμένου συστήματος ροής πληροφόρησης
	M10	Πλημμελής παρακολούθηση πληρωμών έργου
	M2	Ανεπαρκής επικοινωνία και πληροφόρηση μεταξύ των εμπλεκόμενων μελών
	M3	Ταχύτητα λήψης αποφάσεων
	M4	Ταχύτητα εγκρίσεων από τον κύριο του έργου
	M5	Ικανότητα και εμπειρία στη διοίκηση έργων
	M6	Ασαφής προσδιορισμός ρόλων και ευθυνών και εσφαλμένη διαχείριση ανθρώπινων πόρων
	M7	Ανεπαρκής διαχείριση υλικών πόρων
	M8	Μη συστηματική παρακολούθηση υλοποίησης των εργασιών και του φυσικού αντικειμένου του έργου
M9	Πλημμελής παρακολούθηση χρονοδιαγράμματος έργου	
Υπεργολάβων	N1	Ασαφής οριοθέτηση συνεργασίας
	N2	Ικανότητα εργολάβου
Νομοθετικών Κανονιστικών Διατάξεων	Ξ1	Αλλαγή του ρυθμιστικού πλαισίου
	Ξ2	Εμφάνιση γεγονότων αντιπαράθεσης εταιρείας και πολιτείας (αρχαία) και καθυστέρηση αναμονή αποτελεσμάτων (δικαστικών) για την επίλυσή τους
Συμβολαίου Σύμβασης	O1	Πλημμελής περιγραφή των απαιτήσεων του πελάτη και των συμπεριλαμβανόμενων εργασιών, και ενδεχόμενες διαφωνίες επί αυτών
	O2	Αλλαγές στο συμβόλαιο και νέες αιτιάσεις από τη μεριά του πελάτη
	O3	Όροι και συνθήκες αναθεώρησης τιμών συμβολαίου
	O4	Ασαφής/Ανεπαρκής καθορισμός ρητρών κακής εκτέλεσης ή καθυστερήσεων
Ανθρώπων	P1	Επικίνδυνες συνθήκες εργασίας
	P2	Μη εφαρμογή των μέτρων ασφαλείας και τραυματισμοί ατυχήματα εργατικού δυναμικού
Εξοπλισμού	P1	Έλλειψη πρότυπων ασφαλείας εξοπλισμού υλικών
	P2	Βλάβη καταστροφή εξοπλισμού
Κίνδυνοι από Απρόοπτα Γεγονότα	Σ1	Φυσικές καταστροφές (σεισμός, πυρκαγιά, πλημμύρα, κατολισθήσεις)
	Σ2	Ληστεία Δολιοφθορά

Παράρτημα Β

Ερωτηματολόγιο

Θέμα

Το θέμα της παρούσας εργασίας είναι «Διοίκηση Έργου και Διαχείριση Κινδύνου στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η περίπτωση των φωτοβολταϊκών πάρκων στην Κρήτη».

Ποιος είναι ο Σκοπός της Έρευνας

- ❖ Η δημιουργία ενός πλαισίου διαχείρισης κινδύνων έργων στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- ❖ Η κατάταξη των κινδύνων με βάση τον τύπο τους κατά φθίνουσα σειρά δυσκολίας χειρισμού τους.
- ❖ Η αναγνώριση των κινδύνων που χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής λόγω της βαρύνουσας σημασίας τους.

Ποιος πραγματοποιεί την έρευνα;

Η παρούσα έρευνα διεξάγεται από το Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΠΜΣ) «Οργάνωση και Διοίκηση για Μηχανικούς», από το Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο. Εάν επιθυμείτε να μάθετε περισσότερα για την παρούσα έρευνα, παρακαλούμε να απευθύνετε οποιαδήποτε ερώτηση/σεις στον κο Ζαχαριάδη Θεόδωρο (thzahariad@gmail.com).

Δήλωση εμπιστευτικότητας

Οι απαντήσεις σας θα παραμείνουν αυστηρά ανώνυμες | εμπιστευτικές και θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά για τους σκοπούς της έρευνας και σε καμία περίπτωση δεν θα χρησιμοποιηθούν για εμπορικούς σκοπούς ή με την πρόθεση να δημιουργήσουν κέρδος οι συντάκτες της έρευνας.

Σας ευχαριστούμε εκ των προτέρων για την συμμετοχή και τον χρόνο σας σε αυτήν την έρευνα. Η συνεργασία σας είναι πολύτιμη για την ολοκλήρωση της.

Κλίμακες αξιολόγησης

Οι κλίμακες αξιολόγησης είναι πενταβάθμιες. Παρακάτω παρατίθεται τα σχετικά υπομνήματα:

Βαθμολογία	Πιθανότητα εμφάνισης κινδύνου	Επεξήγηση
0	0	Καμία ή μηδενική πιθανότητα
1	0,1	Πολύ χαμηλή πιθανότητα να συμβεί
2	0,3	Χαμηλή πιθανότητα να συμβεί
3	0,5	Μέση πιθανότητα να συμβεί
4	0,7	Υψηλή πιθανότητα να συμβεί
5	0,9	Πολύ υψηλή πιθανότητα να συμβεί

Πίνακας 1. Βαθμολογία πιθανότητας εμφάνισης κινδύνου

Και

Βαθμολογία	Πιθανότητα επίπτωσης	Επεξήγηση
0	0	Καμία ή μηδενική επίπτωση
1	0,05	Καθυστέρηση <1% στην κρίσιμη διαδρομή Συνολική αύξηση κόστους του έργου <1% Δυσδιάκριτες επιπτώσεις
2	0,1	Καθυστέρηση 1%-5% στην κρίσιμη διαδρομή Συνολική αύξηση κόστους του έργου 1-5% Μικρές αρνητικές επιπτώσεις
3	0,2	Καθυστέρηση 5% - 10% στην κρίσιμη διαδρομή Συνολική αύξηση κόστους του έργου 5%-10% Το έργο ίσως δεν γίνει αποδεκτό από το πελάτη
4	0,4	Καθυστέρηση 10 - 20% στην κρίσιμη διαδρομή Συνολική αύξηση του κόστους του έργου 10%- 20% Το έργο ίσως δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί
5	0,8	Καθυστέρηση >20% στην κρίσιμη διαδρομή Συνολική αύξηση του κόστους του έργου >20% Το έργο δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί

Πίνακας 2. Βαθμολογία επιπτώσεων κινδύνου στο έργο

Και

Βαθμολογία	Διάγνωση	Επεξήγηση
0	0	Καμία ή μηδενική
1	0,1	Η διάγνωση είναι πολύ αποτελεσματική και είναι σχεδόν βέβαιο ότι ο κίνδυνος θα ανιχνευτεί σε επαρκή χρόνο
2	0,3	Η μέθοδος διάγνωσης έχει μέτρια προς υψηλή αποτελεσματικότητα
3	0,5	Η μέθοδος διάγνωσης έχει μέση αποτελεσματικότητα
4	0,7	Η μέθοδος διάγνωσης του κινδύνου είναι αναξιόπιστη ή μη εγκεκριμένη
5	0,9	Δεν υπάρχει μέθοδος διάγνωσης

Πίνακας 3. Βαθμολογία αποτελεσματικότητας διάγνωσης

Οδηγίες συμπλήρωσης

Θα κληθείτε να απαντήσετε σε 61 κινδύνους έργων, οι οποίοι έχουν εντοπιστεί μέσω βιβλιογραφικής ανασκόπησης. Τα κριτήρια αξιολόγησης των κινδύνων είναι:

1. Η πιθανότητα εμφάνισης τους κατά την εκτέλεση των έργων.
2. Ο βαθμός επίπτωσης στα αποτελέσματα του έργου (χρονοδιάγραμμα | κόστος | αντικείμενο εργασίας).
3. Ο συντελεστής εντοπισμού κινδύνου (Διάγνωση), που είναι ένα μέτρο ικανότητας πρόβλεψης ενός συγκεκριμένου συμβάντος κινδύνου, εγκαίρως, έτσι ώστε να υπάρξει ο χρόνος για να προληφθεί.

Διευκρινίσεις

- Στην παρακάτω λίστα κινδύνων έργων, αξιολογήστε την πιθανότητα εμφάνισης (1^η στήλη), την επίπτωσή τους (2^η στήλη) και την διάγνωση τους (3^η στήλη) σημειώνοντας έναν αριθμό από το 1 έως το 5 στα αντίστοιχα πεδία.
- Στην περίπτωση που κάποιος κίνδυνος από την παρακάτω λίστα θεωρείτε ότι δεν έχει καμία ή μηδενική πιθανότητα | επίπτωση | διάγνωση σε ένα τέτοιο έργο, σημειώσετε μηδέν (0) στα αντίστοιχα πεδία.

Ερωτηματολόγιο Διαχείρισης Κινδύνου Έργων

Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

1. Ποια ήταν η συμμετοχή σας σε έργα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (φωτοβολταϊκών πάρκων);

- A. Ανάδοχος Εταιρεία.
- B. Κατασκευάστρια Εταιρεία και χρήση μονάδας για ίδιο όφελος | χρήση.
- C. Κατασκευάστρια εταιρεία μέσω σύμπραξης δημόσιου ιδιωτικού τομέα.
- D. Υπεργολάβος
- E. Άλλο

2. Εφάρμοσε η επιχείρησή σας προληπτικά μέτρα εντοπισμού και αντιμετώπισης κινδύνων;

- A. Όχι.
- B. Ναι

3. Έχετε εμπειρία στη συμμετοχή | κατασκευή έργων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (φωτοβολταϊκών πάρκων);

- A. Όχι
- B. Ναι

4. Πολιτικοί κίνδυνοι

Πολιτικοί κίνδυνοι		Πιθανότητα εμφάνισης	Επίπτωση στο έργο	Διάγνωση
A1	Αλλαγή στη γενικότερη κυβερνητική πολιτική	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
A2	Αστάθεια πολιτικής κατάστασης της χώρας	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
A3	Δυσκολία Καθυστέρηση στη λήψη αδειών και χρονοβόρες διαδικασίες	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5

5. Οικονομικοί | Χρηματοοικονομικοί κίνδυνοι

Οικονομικοί Χρηματοοικονομικοί κίνδυνοι		Πιθανότητα εμφάνισης	Επίπτωση στο έργο	Διάγνωση
B1	Λανθασμένη εκτίμηση κόστους εργασιών	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
B2	Πληθωριστικές Αντιπληθωριστικές πιέσεις και αλλαγές στις τιμές των πόρων (ημερομίσθια, εργολάβοι κτλ)	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
B3	Συναλλαγματικές ισοτιμίες (αγορά προϊόντων από εξωτερικό)	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
B4	Καθυστέρηση πληρωμών από τον κύριο του έργου, βάση χρονοδιαγράμματος	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
B5	Αδυναμία αυτοχρηματοδότησης έργου λόγω έλλειψης ρευστότητας	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
B6	Χρηματοοικονομική αποτυχία αναδόχου	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
B7	Κίνδυνοι λόγω μη ασφάλισης του έργου	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5

6. Περιβαλλοντικοί | Οικολογικοί κίνδυνοι

Περιβαλλοντικοί Οικολογικοί		Πιθανότητα εμφάνισης	Επίπτωση στο έργο	Διάγνωση
Γ1	Περιβαλλοντικοί Οικολογικοί περιορισμοί	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
Γ2	Μόλυνση του περιβάλλοντος από την εκτέλεση του έργου	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
Γ3	Αντιδράσεις από την τοπική κοινωνία και διάφορους φορείς λόγω κατασκευής του έργου	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5

7. Κατασκευαστικοί | Τεχνικοί κίνδυνοι

Εγκαταστάσεων		Πιθανότητα εμφάνισης	Επίπτωση στο έργο	Διάγνωση
E1	Εσφαλμένη επιλογή τοποθεσίας και δυσκολία πρόσβασης στο εργοτάξιο	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
E2	Έλλειψη παροχής νερού, ρεύματος, ειδών πρώτης ανάγκης	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
Σχεδιασμού Εκτέλεσης		Πιθανότητα εμφάνισης	Επίπτωση στο έργο	Διάγνωση
Z1	Ασαφείς στόχοι και ελαττωματικός σχεδιασμός έργου	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
Z2	Εσφαλμένες υποθέσεις περιορισμών, διαδικασιών, προδιαγραφών	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
Z3	Πολυπλοκότητα έργου	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
Z4	Εμφάνιση προβλημάτων κατά την εκτέλεση και αλλαγή σκοπού	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
Z5	Μη ύπαρξη απαιτούμενης τεχνολογίας	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
Z6	Λανθασμένη εκτέλεση δοκιμών	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5

8. Οργανωτικοί | Διαχειριστικοί κίνδυνοι

Προμηθειών		Πιθανότητα εμφάνισης	Επίπτωση στο έργο	Διάγνωση
H1	Καθυστερήσεις λόγω μη έγκαιρης παράδοσης εξοπλισμού υλικών	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
H2	Ανεπάρκεια προγραμματισμού προμήθειας εξοπλισμού υλικών	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
Ανθρώπινων Πόρων		Πιθανότητα εμφάνισης	Επίπτωση στο έργο	Διάγνωση
Θ1	Εργατικές διαμάχες και απεργίες	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
Θ2	Έλλειψη ειδικευμένου προσωπικού	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5

Θ3	Λανθασμένη εκτίμηση παραγωγικότητας εργατικού δυναμικού	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
Προγραμματισμού Έργου		Πιθανότητα εμφάνισης	Επίπτωση στο έργο	Διάγνωση
I1	Λανθασμένη εκτίμηση του απαιτούμενου χρόνου για την ολοκλήρωση του έργου	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
I2	Πλημμελής εκτίμηση καιρικών συνθηκών	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
I3	Ανεπαρκής και μη ορθά καθορισμένη οριοθέτηση έργου	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
I4	Κακός συντονισμός ενεργειών των διαφόρων συμμετεχόντων του έργου	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
Υλικών Πόρων Εξοπλισμού		Πιθανότητα εμφάνισης	Επίπτωση στο έργο	Διάγνωση
K1	Λανθασμένη εκτίμηση των απαιτούμενων πόρων	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
K2	Κακή ή μη επαρκής ποιότητα υλικών	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
K3	Μη διαθεσιμότητα εξοπλισμού και υλικών	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
Διασφάλισης Ποιότητας		Πιθανότητα εμφάνισης	Επίπτωση στο έργο	Διάγνωση
L1	Πλημμελής ποιότητα εργασιών και κατασκευαστικά σφάλματα	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
L2	Ανεπαρκείς επιθεωρήσεις και πλημμελής έλεγχος ποιότητας	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
L3	Έλλειψη συστήματος εσωτερικού ελέγχου και διασφάλισης ποιότητας	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
L4	Χρονοβόρες διαδικασίες ολοκλήρωσης ελέγχων	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
Διοίκησης		Πιθανότητα εμφάνισης	Επίπτωση στο έργο	Διάγνωση
M1	Απώλεια πληροφοριών λόγω μη συστηματοποιημένου και ορθά καθορισμένου συστήματος ροής πληροφόρησης	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
M2	Ανεπαρκής επικοινωνία και πληροφόρηση μεταξύ των εμπλεκόμενων μελών	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5

M3	Ταχύτητα λήψης αποφάσεων	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
M4	Ταχύτητα εγκρίσεων από τον κύριο του έργου	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
M5	Ικανότητα και εμπειρία στη διοίκηση έργων	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
M6	Ασαφής προσδιορισμός ρόλων και ευθυνών και εσφαλμένη διαχείριση ανθρώπινων πόρων	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
M7	Ανεπαρκής διαχείριση υλικών πόρων	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
M8	Μη συστηματική παρακολούθηση υλοποίησης των εργασιών και του φυσικού αντικειμένου του έργου	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
M9	Πλημμελής παρακολούθηση χρονοδιαγράμματος έργου	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
M10	Πλημμελής παρακολούθηση πληρωμών έργου	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
Υπεργολάβων		Πιθανότητα εμφάνισης	Επίπτωση στο έργο	Διάγνωση
N1	Ασαφής οριοθέτηση συνεργασίας	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
N2	Ικανότητα εργολάβου	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5

9. Νομικοί κίνδυνοι

Νομοθετικών Κανονιστικών Διατάξεων		Πιθανότητα εμφάνισης	Επίπτωση στο έργο	Διάγνωση
Ξ1	Αλλαγή του ρυθμιστικού πλαισίου	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
Ξ2	Εμφάνιση γεγονότων αντιπαράθεσης εταιρείας και πολιτείας (αρχαία) και καθυστέρηση αναμονή αποτελεσμάτων (δικαστικών) για την επίλυσή τους	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
Συμβολαίου Σύμβασης		Πιθανότητα εμφάνισης	Επίπτωση στο έργο	Διάγνωση
O1	Πλημμελής περιγραφή των απαιτήσεων του πελάτη και των συμπεριλαμβανόμενων εργασιών, και ενδεχόμενες διαφωνίες επί αυτών	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
O2	Αλλαγές στο συμβόλαιο και νέες αιτιάσεις από τη μεριά του πελάτη	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
O3	Όροι και συνθήκες αναθεώρησης τιμών συμβολαίου	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5

O4	Ασαφής/Ανεπαρκής καθορισμός ρητρών κακής εκτέλεσης ή καθυστερήσεων	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
----	--	-------------	-------------	-------------

10. Κίνδυνοι Υγιεινής & Ασφάλειας

Ανθρώπων		Πιθανότητα εμφάνισης	Επίπτωση στο έργο	Διάγνωση
P1	Επικίνδυνες συνθήκες εργασίας	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
P2	Μη εφαρμογή των μέτρων ασφαλείας και τραυματισμοί ατυχήματα εργατικού δυναμικού	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
Εξοπλισμού		Πιθανότητα εμφάνισης	Επίπτωση στο έργο	Διάγνωση
P1	Έλλειψη πρότυπων ασφαλείας εξοπλισμού υλικών	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
P2	Βλάβη καταστροφή εξοπλισμού	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5

11. Κίνδυνοι από Απρόοπτα Γεγονότα

Κίνδυνοι από Απρόοπτα Γεγονότα		Πιθανότητα εμφάνισης	Επίπτωση στο έργο	Διάγνωση
Σ1	Φυσικές καταστροφές (σεισμός, πυρκαγιά, πλημμύρα, κατολισθήσεις)	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
Σ2	Ληστεία Δολιοφθορά	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5

Παράρτημα Γ

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εξομάλυνσης των δεδομένων μας, τα οποία θα αποτελέσουν και την εισροή στην μεθοδολογία της ΑΗΡ:

α/α	Κωδικός Κινδύνου	Πιθανότητα εμφάνισης κινδύνου	Ομαλοποιημένη Πιθανότητα Εμφάνισης	C
1	A1	6,4286	82,04582969	0,684923033
2	A2	5,2857	36,9543936	
3	A3	6,7143	100,0000041	
4	B1	3,7143	11,92584456	
5	B2	2,7143	5,508035408	
6	B3	2,7143	5,508035408	
7	B4	5,5714	45,1619354	
8	B5	6,5714	90,58408023	
9	B6	3,2857	8,633539092	
10	B7	3,4286	9,625512364	
11	Γ1	4,4286	20,09335073	
12	Γ2	0,8571	0,812024496	
13	Γ3	3,2857	8,633539092	
14	E1	3,2857	8,633539092	
15	E2	4,5714	22,26331362	
16	Z1	1,0000	1	
17	Z2	1,2857	1,435904993	
18	Z3	1,8571	2,610747347	
19	Z4	2,4286	4,348371174	
20	Z5	0,1429	0,104504984	
21	Z6	0,7143	0,641570489	
22	H1	4,0000	14,7233996	
23	H2	2,2857	3,848288651	
24	Θ1	1,4286	1,688011109	
25	Θ2	1,7143	2,272631514	
26	Θ3	1,5714	1,966031996	
27	I1	3,1429	7,734029231	
28	I2	4,1429	16,34136855	
29	I3	0,5714	0,487004772	
30	I4	2,1429	3,394819618	
31	K1	1,5714	1,966031996	
32	K2	1,4286	1,688011109	
33	K3	2,7143	5,508035408	
34	Λ1	1,5714	1,966031996	
35	Λ2	1,5714	1,966031996	
36	Λ3	2,2857	3,848288651	
37	Λ4	1,7143	2,272631514	
38	M1	1,5714	1,966031996	
39	M10	1,7143	2,272631514	
40	M2	1,5714	1,966031996	
41	M3	3,7143	11,92584456	
42	M4	5,0000	30,20561752	
43	M5	3,4286	9,625512364	
44	M6	1,7143	2,272631514	
45	M7	0,8571	0,812024496	
46	M8	1,4286	1,688011109	
47	M9	1,4286	1,688011109	
48	N1	2,4286	4,348371174	
49	N2	3,7143	11,92584456	
50	Ξ1	3,5714	10,71945365	
51	Ξ2	2,7143	5,508035408	
52	O1	2,4286	4,348371174	
53	O2	2,4286	4,348371174	
54	O3	2,1429	3,394819618	
55	O4	1,8333	2,552072538	
56	Π1	2,1429	3,394819618	
57	Π2	2,4286	4,348371174	
58	P1	1,2857	1,435904993	
59	P2	2,0000	2,983619157	
60	Σ1	3,2857	8,633539092	
61	Σ2	3,0000	6,918364119	

Παράρτημα Δ

Στον παρακάτω Πίνακα Γ.1, απεικονίζονται οι υπολογισμοί που έγιναν, για την κατασκευή του πίνακα διμερών συγκρίσεων της μεθόδου AHP. Επομένως:

Πίνακας Γ.1 Πίνακας διμερών συγκρίσεων μεθόδου AHP – 1^ο στάδιο

Κωδικός Κινδύνου	Ομαλοποιημένη Πιθανότητα Εμφάνισης	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B4	...
A1	82,04582969	1,0	2,220191476	$\frac{82,04582969}{100,0000041}$	6,879666199	14,89566127	14,89566127	1,816703137	...
A2	36,9543936	0,450411602	1,0	0,369543921	3,098681475	6,709178656	6,709178656	0,81826417	...
A3	100,0000041	$\frac{100,0000041}{82,04582969}$	2,70603829	1,0	8,38515072	18,15529434	18,15529434	2,214254176	...
B1	11,92584456	0,14535589	0,322717907	0,119258441	1,0	2,165172093	2,165172093	0,2640685	...
B2	5,508035408	0,067133643	0,149049541	0,055080352	0,461857052	1,0	1	0,121961899	...
B3	5,508035408	0,067133643	0,149049541	0,055080352	0,461857052	1	1,0	0,121961899	...
B4	45,1619354	0,550447665	1,222099215	0,451619336	3,786896197	8,199281967	8,199281967	1,0	...
	
	Ομαλοποιημένη Πιθανότητα Εμφάνισης	82,04582969	36,9543936	100,0000041	11,92584456	5,508035408	5,508035408	45,1619354	...
	Κωδικός Κινδύνου	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B4	...

Έπειτα, υπολογίσαμε τα αθροίσματα για κάθε κωδικό κινδύνου ξεχωριστά, όπως φαίνεται και στον παρακάτω Πίνακα Γ.2.

Πίνακα Γ.2 Πίνακας διμερών συγκρίσεων μεθόδου AHP – 2^ο στάδιο

Κωδικός Κινδύνου	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B4	...
A1	1,0	2,220191476	0,820458264	6,879666199	14,89566127	14,89566127	1,816703137	...
A2	0,450411602	1,0	0,369543921	3,098681475	6,709178656	6,709178656	0,81826417	...
A3	1,218831042	2,70603829	1,0	8,38515072	18,15529434	18,15529434	2,214254176	...
B1	0,14535589	0,322717907	0,119258441	1,0	2,165172093	2,165172093	0,2640685	...
B2	0,067133643	0,149049541	0,055080352	0,461857052	1,0	1	0,121961899	...
B3	0,067133643	0,149049541	0,055080352	0,461857052	1	1,0	0,121961899	...
B4	0,550447665	1,222099215	0,451619336	3,786896197	8,199281967	8,199281967	1,0	...
...
Άθροισμα	8,257299996	18,33278707	6,774770016	56,80746768	122,9979437	122,9979437	15,0010628	...

Στο επόμενο βήμα, υπολογίσαμε τους μέσους όρους για κάθε κίνδυνου ξεχωριστά, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα Γ.3:

Πίνακας Γ.3 Πίνακας διμερών συγκρίσεων μεθόδου ΑHP – 3^ο στάδιο

Κωδικός Κινδύνου	A1	A2	A3	B1	B2	B3	
A1	1	2,220191476	0,820458264	6,879666199	14,89566127	14,89566127	...
A2	0,450411602	1	0,369543921	3,098681475	6,709178656	6,709178656	...
A3	1,218831042	2,70603829	1	8,38515072	18,15529434	18,15529434	...
B1	0,14535589	0,322717907	0,119258441	1	2,165172093	2,165172093	...
B2	0,067133643	0,149049541	0,055080352	0,461857052	1	1	...
B3	0,067133643	0,149049541	0,055080352	0,461857052	1	1	...
...
Αθροίσματα	8,257299996	18,33278707	6,774770016	56,80746768	122,9979437	122,9979437	...

Κωδικός Κινδύνου	A1	A2	A3	B1	B2	B3		Μέσος Όρος
A1	0,121104962	0,121104962	0,121104962	0,121104962	0,121104962	0,121104962	...	0,121104962
A2	0,05454708	0,05454708	0,05454708	0,05454708	0,05454708	0,05454708	...	0,05454708
A3	$= \frac{1,218831042}{8,257299996}$	0,147606487	0,147606487	0,147606487	0,147606487	0,147606487	...	0,147606487
B1	0,017603319	0,017603319	0,017603319	0,017603319	0,017603319	0,017603319	...	0,017603319
B2	0,008130217	0,008130217	0,008130217	0,008130217	0,008130217	0,008130217	...	0,008130217
B3	0,008130217	0,008130217	0,008130217	0,008130217	0,008130217	0,008130217	...	0,008130217
...

Και στον παρακάτω Πίνακα Γ.4, απεικονίζονται τα αποτελέσματα την μεθοδολογίας AHP, όπου η βαρύτητα υπολογίζεται ως μέσος όρος για κάθε κίνδυνο ξεχωριστά.

Πίνακας Γ.4 Αποτελέσματα μεθοδολογίας AHP

Κωδικός Κινδύνου	Περιγραφή Κινδύνου	Ομάδα Κινδύνων	Βαρύτητα
A1	Αλλαγή στη γενικότερη κυβερνητική πολιτική	Πολιτικοί Κίνδυνοι	0,1211
A2	Αστάθεια πολιτικής κατάστασης της χώρας	Πολιτικοί Κίνδυνοι	0,0545
A3	Δυσκολία Καθυστέρηση στη λήψη αδειών και χρονοβόρες διαδικασίες	Πολιτικοί Κίνδυνοι	0,1476
B1	Λανθασμένη εκτίμηση κόστους εργασιών	Οικονομικοί Χρηματοοικονομικοί Κίνδυνοι	0,0176
B2	Πληθωριστικές Αντιπληθωριστικές πιέσεις και αλλαγές στις τιμές των πόρων (ημερομίσθια, εργολάβοι κτλ.)	Οικονομικοί Χρηματοοικονομικοί Κίνδυνοι	0,0081
B3	Συναλλαγματικές ισοτιμίες (αγορά προϊόντων από εξωτερικό)	Οικονομικοί Χρηματοοικονομικοί Κίνδυνοι	0,0081
B4	Καθυστέρηση πληρωμών από τον κύριο του έργου, βάση χρονοδιαγράμματος	Οικονομικοί Χρηματοοικονομικοί Κίνδυνοι	0,0667
B5	Αδυναμία αυτοχρηματοδότησης έργου λόγω έλλειψης ρευστότητας	Οικονομικοί Χρηματοοικονομικοί Κίνδυνοι	0,1337
B6	Χρηματοοικονομική αποτυχία αναδόχου	Οικονομικοί Χρηματοοικονομικοί Κίνδυνοι	0,0127
B7	Κίνδυνοι λόγω μη ασφάλισης του έργου	Οικονομικοί Χρηματοοικονομικοί Κίνδυνοι	0,0142
Γ1	Περιβαλλοντικοί Οικολογικοί περιορισμοί	Περιβαλλοντικοί Οικολογικοί	0,0297
Γ2	Μόλυνση του περιβάλλοντος από την εκτέλεση του έργου	Περιβαλλοντικοί Οικολογικοί	0,0012
Γ3	Αντιδράσεις από την τοπική κοινωνία και διάφορους φορείς λόγω κατασκευής του έργου	Περιβαλλοντικοί Οικολογικοί	0,0127
E1	Εσφαλμένη επιλογή τοποθεσίας και δυσκολία πρόσβασης στο εργοτάξιο	Εγκαταστάσεων	0,0127
E2	Έλλειψη παροχής νερού, ρεύματος, ειδών πρώτης ανάγκης	Εγκαταστάσεων	0,0329
Z1	Ασαφείς στόχοι και ελαττωματικός σχεδιασμός έργου	Σχεδιασμού Εκτέλεσης	0,0015
Z2	Εσφαλμένες υποθέσεις περιορισμών, διαδικασιών, προδιαγραφών	Σχεδιασμού Εκτέλεσης	0,0021
Z3	Πολυπλοκότητα έργου	Σχεδιασμού Εκτέλεσης	0,0039
Z4	Εμφάνιση προβλημάτων κατά την εκτέλεση και αλλαγή σκοπού	Σχεδιασμού Εκτέλεσης	0,0064
Z5	Μη ύπαρξη απαιτούμενης τεχνολογίας	Σχεδιασμού Εκτέλεσης	0,0002
Z6	Λανθασμένη εκτέλεση δοκιμών	Σχεδιασμού Εκτέλεσης	0,0009
H1	Καθυστερήσεις λόγω μη έγκαιρης παράδοσης εξοπλισμού υλικών	Προμηθειών	0,0217
H2	Ανεπάρκεια προγραμματισμού προμήθειας εξοπλισμού υλικών	Προμηθειών	0,0057
Θ1	Εργατικές διαμάχες και απεργίες	Ανθρώπινων Πόρων	0,0025
Θ2	Έλλειψη ειδικευμένου προσωπικού	Ανθρώπινων Πόρων	0,0034
Θ3	Λανθασμένη εκτίμηση παραγωγικότητας εργατικού δυναμικού	Ανθρώπινων Πόρων	0,0029
I1	Λανθασμένη εκτίμηση του απαιτούμενου χρόνου για την ολοκλήρωση του έργου	Προγραμματισμού Έργου	0,0114
I2	Πλημμελής εκτίμηση καιρικών συνθηκών	Προγραμματισμού Έργου	0,0241
I3	Ανεπαρκής και μη ορθά καθορισμένη οριοθέτηση έργου	Προγραμματισμού Έργου	0,0007
I4	Κακός συντονισμός ενεργειών των διαφόρων συμμετεχόντων του έργου	Προγραμματισμού Έργου	0,0050

K1	Λανθασμένη εκτίμηση των απαιτούμενων πόρων	Υλικών Πόρων Εξοπλισμού	0,0029
K2	Κακή ή μη επαρκής ποιότητα υλικών	Υλικών Πόρων Εξοπλισμού	0,0025
K3	Μη διαθεσιμότητα εξοπλισμού και υλικών	Υλικών Πόρων Εξοπλισμού	0,0081
Λ1	Πλημμελής ποιότητα εργασιών και κατασκευαστικά σφάλματα	Διασφάλισης Ποιότητας	0,0029
Λ2	Ανεπαρκείς επιθεωρήσεις και πλημμελής έλεγχος ποιότητας	Διασφάλισης Ποιότητας	0,0029
Λ3	Έλλειψη συστήματος εσωτερικού ελέγχου και διασφάλισης ποιότητας	Διασφάλισης Ποιότητας	0,0057
Λ4	Χρονοβόρες διαδικασίες ολοκλήρωσης ελέγχων	Διασφάλισης Ποιότητας	0,0034
M1	Απώλεια πληροφοριών λόγω μη συστηματοποιημένου και ορθά καθορισμένου συστήματος ροής πληροφόρησης	Διοίκησης	0,0029
M10	Πλημμελής παρακολούθηση πληρωμών έργου	Διοίκησης	0,0034
M2	Ανεπαρκής επικοινωνία και πληροφόρηση μεταξύ των εμπλεκόμενων μελών	Διοίκησης	0,0029
M3	Ταχύτητα λήψης αποφάσεων	Διοίκησης	0,0176
M4	Ταχύτητα εγκρίσεων από τον κύριο του έργου	Διοίκησης	0,0446
M5	Ικανότητα και εμπειρία στη διοίκηση έργων	Διοίκησης	0,0142
M6	Ασαφής προσδιορισμός ρόλων και ευθυνών και εσφαλμένη διαχείριση ανθρώπινων πόρων	Διοίκησης	0,0034
M7	Ανεπαρκής διαχείριση υλικών πόρων	Διοίκησης	0,0012
M8	Μη συστηματική παρακολούθηση υλοποίησης των εργασιών και του φυσικού αντικειμένου του έργου	Διοίκησης	0,0025
M9	Πλημμελής παρακολούθηση χρονοδιαγράμματος έργου	Διοίκησης	0,0025
N1	Ασαφής οριοθέτηση συνεργασίας	Υπεργολάβων	0,0064
N2	Ικανότητα εργολάβου	Υπεργολάβων	0,0176
Ξ1	Αλλαγή του ρυθμιστικού πλαισίου	Νομοθετικών Κανονιστικών Διατάξεων	0,0158
Ξ2	Εμφάνιση γεγονότων αντιπαράθεσης εταιρείας και πολιτείας (αρχαία) και καθυστέρηση αναμονή αποτελεσμάτων (δικαστικών) για την επίλυσή τους	Νομοθετικών Κανονιστικών Διατάξεων	0,0081
O1	Πλημμελής περιγραφή των απαιτήσεων του πελάτη και των συμπεριλαμβανόμενων εργασιών, και ενδεχόμενες διαφωνίες επί αυτών	Συμβολαίου Σύμβασης	0,0064
O2	Αλλαγές στο συμβόλαιο και νέες αιτιάσεις από τη μεριά του πελάτη	Συμβολαίου Σύμβασης	0,0064
O3	Όροι και συνθήκες αναθεώρησης τιμών συμβολαίου	Συμβολαίου Σύμβασης	0,0050
O4	Ασαφής/Ανεπαρκής καθορισμός ρητρών κακής εκτέλεσης ή καθυστερήσεων	Συμβολαίου Σύμβασης	0,0038
Π1	Επικίνδυνες συνθήκες εργασίας	Ανθρώπων	0,0050
Π2	Μη εφαρμογή των μέτρων ασφαλείας και τραυματισμοί ατυχήματα εργατικού δυναμικού	Ανθρώπων	0,0064
P1	Έλλειψη πρότυπων ασφαλείας εξοπλισμού υλικών	Εξοπλισμού	0,0021
P2	Βλάβη καταστροφή εξοπλισμού	Εξοπλισμού	0,0044
Σ1	Φυσικές καταστροφές (σεισμός, πυρκαγιά, πλημμύρα, κατολισθήσεις)	Κίνδυνοι από Απρόοπτα Γεγονότα	0,0127
Σ2	Ληστεία Δολιοφθορά	Κίνδυνοι από Απρόοπτα Γεγονότα	0,0102

Βιβλιογραφία

- [1]. Burke, R., 2014, *Διαχείριση Έργου – Αρχές και Τεχνικές*. 1^η Έκδοση, Αθήνα: Εκδόσεις Κριτική.
- [2]. Lester, A., 2014, *Project Management, Planning, and Control*. Sixth Edition, USA: Elsevier Ltd
- [3]. Πολύζος, Σ., 2011, *Διοίκηση και διαχείριση έργων: μέθοδοι και τεχνικές*. Αθήνα: Κριτική.
- [4]. Κηρυτόπουλος, Κ., 2006, *Εγχειρίδιο διαχείρισης κινδύνων έργων*. Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος.
- [5]. Project Management Institute, 2013, *A Guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide)*. Fifth Edition, USA: Project Management Institute, Inc.
- [6]. Kerzner, H., 2009, *Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling*. 10th ed. : Hoboken, N.J. : John Wiley & Sons.
- [7]. Tonnquist, B., 2009, *Project management: a guide to the theory and practice of project, program and portfolio management, and organizational change*. 1st ed.: Stockholm: Sanoma utbildning.
- [8]. American Management Association, 2011, *The AMACOM Handbook of Project Management*. 3rd edition. : Paul C. Dinsmore, Jeannette Cabanis-Brewin.
- [9]. CRC Press Taylor & Francis Group, 2015, *Risk Management Concepts and Guidance*. 5th edition : Carl L. Pritchard
- [10]. Russell, D. & John Pr., 2010, *Beginning Project Management (v. 1.1)* : Creative Commons Attribution
- [11]. Maylor, H. (2010), *Project Management 4th Edition*, Essex: FT Prentice Hall
- [12]. Barron, St. & Burke, R., 2007, *Project Management Leadership*, Burke Publishing.

- [13]. Team FME, 2014, *Project Time Management, Project Skills*, : © www.free-management-ebooks.com
- [14]. Burke, R., 2003, *Project Management Planning and Control Techniques*. Fourth Edition, John Wiley & Sons.
- [15]. Mastroianni, S. A., (2011) *Risk Management among Research and Development Projects*. Lehigh University.
- [16]. Carbone Thomas A., Tippet Donald D., (2004), *Project Risk Management Using the Project Risk FMEA*, Engineering Management Journal.
- [17]. David Rough, Adam Stienecker, 2007, *A Delphi Study to project the future of alternative energy and its implication to engineering technology*, Διαθέσιμο στο: <https://peer.asee.org/a-delphi-study-to-project-the-future-of-alternative-energy-and-its-implication-to-engineering-technology.pdf> [Πρόσβαση: 12 | 11 | 2018]
- [18]. Jean Michalez, Nicolla Rossi, Rossario Blazquez, Juan Manuel Martin, Emilio Mera, Dana Christensen, Christian Peineke, Konstantin Graf, David Lyon, Geoff Stevens, 2011, *Risk Quantification and Risk Management in Renewable Energy projects*, Διαθέσιμο στο: <http://iea-retd.org/wp-content/uploads/2011/11/RISK-IEA-RETD-2011-6.pdf> [Πρόσβαση 12 | 11 | 2018]
- [19]. Nadejda Komendantova, Anthony Patt, Lucile Barras, Antonella Battaglini, 2012, *Perception of risks in renewable energy projects: The case of concentrated solar power in North Africa*, Energy Policy
- [20]. Alessandra Colli, 2015, *Failure mode and effect analysis for photovoltaic systems*, Renewable and Sustainable Energy Reviews
- [21]. R.R Hernandez, S.B. Easter, M.L. Murphy-Mariscal, F.T. Maestre, M. Tavassoli, E.B. Allen, C.W. Barrows, JBelnap, R. Ochoa-Hueso, S. Ravi, M.F. Allen, 2014, *Environmental impacts of utility-scale solar energy*, Renewable and Sustainable Energy Reviews
- [22]. Theocharis Tsoutsos, Niki Frantzeskaki, Vassilis Gekas, 2005, *Environmental impacts from the solar energy technologies*, Energy Policy
- [23]. Evanhtie Michalena, Yiannis Tripanagnostopoulos, 2010, *Contribution of the solar energy in the sustainable tourism development of the Mediterranean islands*, Renewable Energy

- [24]. Aragonés-Beltrán, P., Chaparro-González, F., Pastor-Ferrando, J. P., and Rodríguez-Pozo, F., 2010, *An ANP-based approach for the selection of photovoltaic solar power plant investment projects*, Renewable and Sustainable Energy Reviews
- [25]. Pietrosevoli, L., and Monroy, C. R., 2013, *The impact of sustainable construction and knowledge management on sustainability goals. A review of the Venezuelan renewable energy sector*, Renewable and Sustainable Energy Reviews
- [26]. E. Rodney, Y. Ducq, D. Breysse, Y. Ledoux, 2015, *An Integrated management approach of the project and project risks*, IFAC-PapersOnLine. Elsevier Ltd., 28(3), Pages 535–540.
- [27]. Llewellyn, T. 2008, *Performance Coaching for Complex Projects: Influencing Behavior and enabling Change*, Aldershot United Kingdom: Gower Publishing Ltd.
- [28]. Don Hofstrand, Mary Holz-Clause, 2009. What is a Feasibility Study?, *Iowa State University* [Διαδίκτυο], 10/2009, Διαθέσιμο στο: <https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/pdf/c5-65.pdf> [πρόσβαση 20/07/2019]
- [29]. ARENA, 2018, Αυστραλιανή υπηρεσία ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, Ανάκτηση από <https://arena.gov.au/about/what-is-renewable-energy/solar-energy/>
- [30]. BP, 2018, June, BP Statistical Review of World Energy Ανάκτηση από <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>
- [31]. Eurostat Greek, 2016, Στατιστικές για την ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές, Ανάκτηση από https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable_energy_statistics/el
- [32]. Clement, A., Falcao, A., Thorpe, T., Schild, P., Pat McCullen , & Lemonis, G., 2002, Wave energy in Europe: current status and perspectives (Renewable and Sustainable Energy Reviews 6 p. 410-426 εκδ.). Elsevier Science.
- [33]. E.U., 2010, EUROPE 2020: A European strategy for smart, sustainable and inclusive growth, European Commission.
- [34]. Eurostat, 2017, Energy, transport and environment indicators (2017 Edition εκδ.), European Union.

- [35]. Global wind report, 2015, Opening up new markets for business, Global wind energy council (GWEC). Ανάκτηση από http://www.gwec.net/wp-content/uploads/vip/GWEC-Global-Wind-2015-Report_April-2016_22_04.pdf
- [36]. IEA Hydropower, 2017, The international energy agency technology, Ανάκτηση από Collaboration programme on hydropower: <https://www.ieahydro.org/annex-xii-hydropower-and-the-environment>
- [37]. MAKAI Ocean Engineering, 2018, The future of ocean innovation, Ανάκτηση από Ocean Thermal Energy Conversion: <https://www.makai.com/ocean-thermal-energy-conversion/>
- [38]. ΚΑΠΕ, 2012, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Ανάκτηση από BIOMAZA: http://www.cres.gr/energy-saving/images/pdf/biomass_guide.pdf
- [39]. ΚΑΠΕ. (2018). Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Ανάκτηση από <http://www.cres.gr/cres/pages/ape/ape.html>
- [40]. ΥΠΕΝ, 2008, Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Ανάκτηση από Γεωθερμική Ενέργεια: <http://www.ypeka.gr/rescampaign2008/geothermiki.html>
- [41]. ΥΠΕΝ, 2018, Ανάκτηση από Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ & ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ: <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=286&language=el-GR>
- [42]. ΥΠΕΝ, 2018, Υδροηλεκτρική ενέργεια. Ανάκτηση από <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=484>
- [43]. ΥΠΕΝ, ΑΠΕ, 2018, Υπουργείο Ενέργειας & Περιβάλλοντος, Ανάκτηση από ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ: <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=285&language=el-GR>
- [44]. Allen R.G., Trezza R. and Tasumi M., 2006, *Analytical integrated functions for daily solar radiation on slopes*, Agricultural and Forest Meteorology
- [45]. Dubayah R. and Rich P. M., 1995, *Topographic solar radiation models for GIS*, Int. J. Geographical Information Systems

- [46]. Hulme M., Conway D., Jones P.D., Jiang T., Barrow E.M. and Turney C., 1995, *A 1961 – 1990 climatology for Europe for climate change modelling and impact applications*, International Journal of Climatology
- [47]. Τσαγκούλη Φ., *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον*, 2016, Ανάκτηση από <http://ir.lib.uth.gr/bitstream/handle/11615/46550/15018.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- [48]. Εξάρχου Ε., Κασίμης Κ., Μιχαηλίδης Τ., *Ενεργειακά έργα ΑΠΕ στην περιοχή της Ηπείρου*, Τεχνικό Επιμελητήριο Ηπείρου, Ανάκτηση από: <http://www.teeepirus.gr/files/energeiaka-erga-ape.pdf>
- [49]. Πεδιαδιτάκη Ε., *Χαρτογράφηση των Φωτοβολταϊκών Πάρκων στο νησί της Κρήτης*», Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ανάκτηση από: <http://hellanicus.lib.aegean.gr/bitstream/handle/11610/18180/%CE%A7%CE%B1%CF%81%CF%84%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%AC%CF%86%CE%B7%CF%83%CE%B7%20%CF%84%CF%89%CE%BD%20%CE%A6%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CF%8E%CE%BD%20%CE%A0%CE%AC%CF%81%CE%BA%CF%89%CE%BD%20%CF%83%CF%84%CE%BF%20%CE%BD%CE%B7%CF%83%CE%AF%20%CF%84%CE%B7%CF%82%20%CE%9A%CF%81%CE%AE%CF%84%CE%B7%CF%82.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [50]. Retrieval of surface solar irradiance, based on satellite-derived cloud information, in Greece, E. Nikitidou, A. Kazantzidis, P. Tzoumanikas, V. Salamalikis, A.F. Bais, *Renewable Energy*, 90, 776-783, 2015.
- [51]. Σύνδεσμος Εταιρειών Φωτοβολταϊκών, *Net-Metering Αυτό-παραγωγή με ενεργειακό συμψηφισμό και εικονικό ενεργειακό συμψηφισμό για ιδιώτες, επιχειρήσεις και ενεργειακές κοινότητες με ή χωρίς αποθήκευση*, 2019, Ανάκτηση από https://helapco.gr/pdf/HELAPCO_Net_Metering.pdf
- [52]. Ελληνικός Σύνδεσμος Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού & Θερμότητας, *Μονάδες Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης-ΣΥΘΗΑ*, 2017, Ανάκτηση από: <http://hacchp.gr/wp-content/uploads/2017/03/monadessythia.pdf>
- [53]. Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, *Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού, Θερμότητας & Ψήξης: Εγκαταστάσεις σε κτήρια*, 2010, Ανάκτηση από: http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIAS/COPRODUCTION/totee2001a.pdf
- [54]. Matzarakis A., Katsoulis V., *Sunshine Duration in Greece*, 2005, Cyprus Meteorological Association, University of Cyprus, Ανάκτηση από: https://www.urbanclimate.net/matzarakis/papers/matzarakis_katsoulis_2005_cyprus.pdf

- [55]. Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ), *Regulation and performance of the electricity market and the natural gas market in Greece, in 2016*, Ανάκτηση από: http://www.rae.gr/site/file/system/docs/ActionReports/national_2017
- [56]. Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ), *Regulation and performance of the electricity market and the natural gas market in Greece, in 2017*, Ανάκτηση από: http://www.rae.gr/site/file/system/docs/ActionReports/national_2018
- [57]. Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΔΜΗΕ), *Μηνιαία Δελτίο Ενέργειας Δεκέμβριος 2018*, Ανάκτηση από: http://www.admie.gr/fileadmin/groups/EDRETH/Monthly_Energy_Reports/Energy_Report_201812_v1.pdf
- [58]. Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητήριου Ελλάδας, 2012, *Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών*, Ανάκτηση από: <http://portal.tee.gr/portal/page/portal/tpree/totee/TOTEE-20701-3-Final-TEE%202nd.pdf>
- [59]. Katsaprakakis Dimitris, Antonakakis Ioannis, Dakanali Irini, Christakis Dimitris, 2019, *Turning Crete into an energy independent island*, 4th international hybrid power systems workshop, Crete, 22-23 May 2019, Ανάκτηση από: http://hybridpowersystems.org/wp-content/uploads/sites/13/2019/05/2A_1_HYB19_009_presentation_Katsaprakakis_web.pdf
- [60]. Nikolaos Marinos, *Energy Strategy of Crete: Potential Expansion of Renewable Systems with Interconnection*, 2018, Ανάκτηση από: http://www.esru.strath.ac.uk/Documents/MSc_2018/Marinos.pdf
- [61]. Aderson Campos Passos, Reinaldo Castro Souza, 2013, «*Defining a quality index for electric power utilities using multiple criteria decision support and time series analysis*», Ανάκτηση από: https://www.researchgate.net/publication/236136050_Defining_a_quality_index_for_electric_power_utilities_using_multiple_criteria_decision_support_and_time_series_analysis
- [62]. Konstantinos Fiorentzis, Antonios Tsikalakis, Emmanuel Karapidakis, Yiannis Katsigiannis and George Stavrakakis, 2019, «*Improving Reliability Indices of the Autonomous Power System of Crete Island Utilizing Extended Photovoltaic Installations*», Ανάκτηση από: https://www.researchgate.net/publication/338119895_Improving_Reliability_Indices_of_the_Autonomous_Power_System_of_Crete_Island_Utilizing_Extended_Photovoltaic_Installations
- [63]. G. TH. ENERGY SOLUTIONS LTD, 2014, «*Μελέτη εκτίμησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την κατασκευή και λειτουργία φωτοβολταϊκού πάρκου στην περιοχή Άγιος Επιφάνειος Σολέας, Επαρχία Λευκωσίας*», Ανάκτηση από:

[http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environmentnew.nsf/All/78345AE531EEBBDEC225825C00234948/\\$file/MP20180890101.pdf?OpenElement](http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environmentnew.nsf/All/78345AE531EEBBDEC225825C00234948/$file/MP20180890101.pdf?OpenElement)

- [64]. ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ Π. ΠΑΠΠΑΣ, 2018, «Ανάλυση διακινδύνευσης συγκοινωνιακών έργων», Ανάκτηση από: <https://apothesis.eap.gr/bitstream/repo/37524/1/PANAGIOTIS%20PAPPAS%20DXT%20%CE%94%CE%99%CE%A0%CE%9B%CE%A9%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%97%20%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%91%CE%A3%CE%99%CE%91.pdf>
- [65]. Σ.Λουμάκης: Αντιμετώπιση ρυθμιστικού κινδύνου, 2014, «Συζήτηση στρογγυλής τράπεζας διεξήχθη στο Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής την Πέμπτη 5 Ιουνίου 2014 με αντικείμενο το πλαίσιο μηχανισμών στήριξης του κλάδου των ΑΠΕ με ορίζοντα την υγιή περαιτέρω μακροπρόθεσμη ανάπτυξη του.» Ανάκτηση από: <https://energyin.gr/2014/06/05/%CF%83-%CE%BB%CE%BF%CF%85%CE%BC%CE%AC%CE%BA%CE%B7%CF%82-%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%B9%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%8E%CF%80%CE%B9%CF%83%CE%B7-%CF%81%CF%85%CE%B8%CE%BC%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%8D/>