

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ενότητα 1: Εισαγωγή στην Παραγωγή Ενέργειας	8
Σκοπός	8
Προσδοκώμενα Αποτελέσματα	8
Λέξεις– Κλειδιά	8
1.1 Βασικές Έννοιες και Ενεργειακά Μεγέθη	9
1.1.1 Ενέργεια και Ποιότητα Ζωής	10
1.1.2 Μορφές Ενέργειας	11
1.1.3 Μη Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	16
1.1.4 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	19
1.1.5 Παραγωγή Ενέργειας και Παγκόσμια Ενεργειακά Μεγέθη	26
1.1.6 Ορυκτά Καύσιμα/ Πυρηνικά και Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	33
1.1.7 Ο Παγκόσμιος Μετασχηματισμός	42
1.2 Θερμοφυσικές Ιδιότητες Καυσίμων και Υλικών	58
1.2.1 Εισαγωγή	58
1.2.2 Καύσιμα	61
1.2.3 Υλικά	66
1.3 Βασικές Αρχές Ηλεκτροτεχνίας-Βασικές Αρχές Εργασιών Υδραυλικού	69
1.3.1 Βασικές Αρχές Ηλεκτροτεχνίας	69
1.3.2 Βασικές Αρχές Εργασιών Υδραυλικού	75
Σύνοψη	83
Ερωτήσεις Αυτοαξιολόγησης	83
Απαντήσεις Ερωτήσεων Αυτοαξιολόγησης	85
Ενότητα 2: Περιβαλλοντική Διαχείριση - Προστασία Περιβάλλοντος	86
Σκοπός	86
Προσδοκώμενα Αποτελέσματα	86
Λέξεις – Κλειδιά	87
2.1 Εισαγωγή	87
2.1.1 Ιστορική Αναδρομή	87
2.1.2 Διακρίσεις Περιβάλλοντος	94
2.2 Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου	96
2.2.1 Ρύποι	96
2.2.2 Περιγραφή του Φαινομένου	98
2.2.3 Η Κλιματική Αλλαγή	102
2.3 Κατανάλωση Ενέργειας και Λύσεις	111
2.3.1 Εισαγωγή	111

2.3.2	Ορθολογική Χρήση Ενέργειας	115
2.4	Εφαρμογές Ανανεώσιμων Ενεργειακών Πόρων	122
2.4.1	Ηλιακή Ενέργεια	122
2.4.2	Αιολική Ενέργεια	124
2.4.3	Βιομάζα.....	124
2.4.4	Υδάτινοι Πόροι	125
2.4.5	Γεωθερμία	127
2.4.6	Συμπεράσματα	128
	Σύνοψη.....	130
	Ερωτήσεις Αυτοαξιολόγησης.....	130
	Απαντήσεις Ερωτήσεων Αυτοαξιολόγησης	133
	Ενότητα 3: Ενεργειακή Πολιτική - Θεσμικό Πλαίσιο - Αδειοδότηση ΑΠΕ.....	134
	Σκοπός.....	134
	Προσδοκώμενα Αποτελέσματα	134
	Λέξεις – Κλειδιά	134
3.1	Πολιτικές σε Επίπεδο Ε.Ε. – Ελλάδος.....	135
3.1.1	Πολιτικές κατά τη δεκαετία του '90	135
3.1.2	Νεότερες Πολιτικές	136
3.2	Θεσμικό και Νομικό πλαίσιο στον Τομέα της Ενέργειας.....	149
3.2.1	Ενεργειακή Πολιτική της Ελλάδας.....	149
3.2.2	Κλιματικά Ουδέτερη Ευρώπη έως το 2050	154
	Σύνοψη.....	161
	Ερωτήσεις Αυτοαξιολόγησης.....	161
	Απαντήσεις Ερωτήσεων Αυτοαξιολόγησης	164
	Ενότητα 4: Ασφάλεια και Υγιεινή στις Εγκαταστάσεις ΑΠΕ	165
	Σκοπός.....	165
	Προσδοκώμενα Αποτελέσματα	165
	Λέξεις – Κλειδιά	165
4.1	Διαχείριση Ομάδας Έργου Ευθύνης	166
4.1.1	Εισαγωγή	166
4.1.2	Φάσεις Έργων	167
4.1.3	Ομάδα Έργου και Κίνδυνος στη Διαχείριση Έργων	171
4.2	Μέσα Ατομικής Προστασίας (Μ.Α.Π.)	175
4.2.1	Κίνδυνος	175
4.2.2	Μέσα Ατομικής Προστασίας	181
4.3	Διαχείριση Ατυχημάτων και Αποδοτικότητα	186
4.3.1	Ατυχήματα στην Εργασία	186

Σύνοψη.....	194
Ερωτήσεις Αυτοαξιολόγησης.....	195
Απαντήσεις Ερωτήσεων Αυτοαξιολόγησης	197
Ενότητα 5: Αιολικά Συστήματα - Μικρά Υδροηλεκτρικά Συστήματα.....	198
Σκοπός.....	198
Προσδοκώμενα Αποτελέσματα	198
Λέξεις – Κλειδιά	199
5.1 Αιολικό δυναμικό - Ενέργεια του Ανέμου - Αγορά Αιολικής Ενέργειας	199
5.1.1 Η Εξέλιξη της Χρήσης της Αιολικής Ενέργειας.....	199
5.1.2 Ορολογία	200
5.1.3 Διαθέσιμο Αιολικό Δυναμικό	202
5.1.4 Η Αιολική Ενέργεια : Πλεονεκτήματα / Μειονεκτήματα.....	203
5.2 Ανεμογεννήτριες – Εγκατάσταση Ανεμογεννητριών	207
5.2.1 Περιγραφή Ανεμογεννήτριας	207
5.2.2 Κατηγοριοποίηση	212
5.2.3 Αιολικό Δυναμικό και Ελλάδα	214
5.3 Σχεδιασμός Αιολικών Πάρκων	218
5.3.1 Διαμόρφωση του Χώρου και Τοποθέτηση της Ανεμογεννήτριας.....	219
5.3.2 Παραδείγματα Αιολικών Πάρκων Παγκοσμίως	226
5.4 Έλεγχος Λειτουργίας και Συντήρηση Αιολικών Πάρκων.....	228
5.4.1 Συντήρηση	228
5.4.2 Έλεγχος Λειτουργίας.....	233
5.5 Αιολικές Εγκαταστάσεις με Μικρές Ανεμογεννήτριες.....	237
5.5.1 Σύγκριση μεταξύ Μεγάλων και Μικρών Ανεμογεννητριών	238
5.5.2 Οι Μικρές Ανεμογεννήτριες στην Ελλάδα.....	242
5.6 Γενικά Στοιχεία για τα Υδροηλεκτρικά Συστήματα.....	244
5.6.1 Εισαγωγή	244
5.6.2 Διαδικασία Μετατροπής Ενέργειας στις Υδροηλεκτρικές Μονάδες.....	245
5.6.3 Πλεονεκτήματα / Μειονεκτήματα Υδατοπτώσεων	247
5.6.4 Παραγωγή Υδροηλεκτρικής Ενέργειας.....	248
Σύνοψη.....	255
Ερωτήσεις Αυτοαξιολόγησης.....	256
Απαντήσεις Ερωτήσεων Αυτοαξιολόγησης	258
Ενότητα 6: Νέες Τεχνολογίες ΑΠΕ.....	259
Σκοπός.....	259
Προσδοκώμενα Αποτελέσματα	259
Λέξεις – Κλειδιά	259

6.1	Προέλευση και Αξιοποίηση της Βιομάζας - Καύση Βιομάζας	260
6.1.1	Η Χρήση της Βιομάζας	262
6.1.2	Μέθοδος Μηχανικής Αύξησης της Πυκνότητας της Βιομάζας.....	266
6.1.3	Καύση Βιομάζας	267
6.2	Βιοκαύσιμα: Βιοαέριο και Βιοαιθανόλη.....	272
6.2.1	Εισαγωγή	272
6.2.2	Είδη Βιοκαυσίμων	274
6.2.3	Καύση Βιοκαυσίμων.....	283
6.3	Γεωθερμία.....	285
6.3.1	Εισαγωγή	285
6.3.2	Δομή Γεωθερμικού Συστήματος.....	288
6.3.3	Η Γεωθερμική Ενέργεια στην Ελλάδα	294
6.4	Γεωθερμικά Συστήματα	296
6.4.1	Εισαγωγή	296
6.4.2	Τύποι Γεωθερμικών Συστημάτων.....	298
6.4.3	Η Χρήση της Γεωθερμίας στην Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας	300
6.5	Γεωθερμία και Εφαρμογές της	305
6.5.1	Εισαγωγή	305
6.5.2	Γεωθερμική Τεχνολογία Θερμών Ξηρών Πετρωμάτων.....	305
6.6	Κυματική Ενέργεια.....	311
6.6.1	Εισαγωγή	311
6.6.2	Κυματική Ενέργεια	313
6.6.3	Παλιρροιακή Ενέργεια.....	317
6.6.4	Ενέργεια Ωκεάνιων Ρευμάτων	320
6.6.5	Ωσμωτική Ενέργεια	322
	Σύνοψη.....	323
	Ερωτήσεις Αυτοαξιολόγησης.....	324
	Απαντήσεις Ερωτήσεων Αυτοαξιολόγησης	326
Ενότητα 7:	Φωτοβολταϊκά (Φ/Β) Συστήματα - Θερμικά Ηλιακά Συστήματα	327
	Σκοπός.....	327
	Προσδοκώμενα Αποτελέσματα	327
	Λέξεις – Κλειδιά	327
7.1	Εφαρμογές και Κόστος Φ/Β Τεχνολογίας	328
7.1.1	Εισαγωγή	328
7.1.2	Ηλιακή Ακτινοβολία και Ημιαγώγιμα Υλικά	329
7.1.3	Φωτοβολταϊκό Σύστημα.....	333
7.2	Τύποι Φ/Β Συστημάτων	339

7.2.1	Υποσυστήματα.....	339
7.2.2	Κατηγορίες Φωτοβολταϊκών Συστημάτων	339
7.3	Ηλιακές Κυψέλες και Φωτοβολταϊκή Μετατροπή	348
7.3.1	Εισαγωγή	348
7.3.2	Σύσταση Φωτοβολταϊκού Στοιχείου	349
7.3.3	Σύνδεση Όμοιων Φωτοβολταϊκών Στοιχείων.....	351
7.4	Σχεδιασμός και Εγκατάσταση Φ/Β Συστημάτων	358
7.4.1	Τοποθέτηση Φωτοβολταϊκών	358
7.4.2	Χαρακτηριστικά Αποδοτικότητας Φ/Β Συστήματος	359
7.4.3	Εγκατάσταση Φ/Β Μονάδας	365
7.5	Θερμικά Ηλιακά Συστήματα (ΘΗΣ)	366
7.5.1	Εισαγωγή	366
7.5.2	Συστήματα Παραγωγής Θερμικής Ενέργειας.....	368
7.5.3	Αερισμός Κτιρίων.....	372
7.6	Χαρακτηριστικά Συνιστωσών των Θερμικών Ηλιακών Συστημάτων (ΘΗΣ)	373
7.6.1	Κατηγορίες Θερμικών Ηλιακών Συστημάτων.....	373
7.6.2	Θερμοσιφωνικά Συστήματα	378
7.6.3	Συστήματα Παραγωγής Ζεστού Νερού Οικιακής Χρήσης.....	379
7.6.4	Σχεδιασμός και Προετοιμασία Εγκατάστασης Θερμικών Ηλιακών Συστημάτων	381
	Σύνοψη.....	386
	Ερωτήσεις Αυτοαξιολόγησης.....	386
	Απαντήσεις Ερωτήσεων Αυτοαξιολόγησης	388
	Ενότητα 8: Συμπαράγωγή	389
	Σκοπός.....	389
	Προσδοκώμενα Αποτελέσματα	389
	Λέξεις – Κλειδιά	389
8.1	Βασικά Στοιχεία Συμπαράγωγής.....	390
8.1.1	Εισαγωγή	390
8.1.2	Μονάδες Συμπαράγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας	390
8.1.3	Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Συμπαράγωγής	392
8.1.4	Κατηγοριοποίηση Συστημάτων Συμπαράγωγής	394
8.1.5	Κρίσιμες Παράμετροι για την Εφαρμογή Συμπαράγωγής	397
8.2	Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού-Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ).....	401
8.2.1	Εισαγωγή	401
8.2.2	Συστήματα Συμπαράγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας Υψηλής Απόδοσης	402
8.2.3	Απαιτήσεις ΣΗΘ	415
	Σύνοψη.....	416

Ερωτήσεις Αυτοαξιολόγησης	416
Απαντήσεις Ερωτήσεων Αυτοαξιολόγησης	418
Ενότητα 9: Έλεγχος και Προληπτική Συντήρηση του Μηχανολογικού Εξοπλισμού	419
Σκοπός	419
Προσδοκώμενα Αποτελέσματα	419
Λέξεις – Κλειδιά	419
9.1 Χειρισμός και Συντήρηση Εξοπλισμού	420
9.1.1 Εισαγωγή	420
9.1.2 Βασικές Επιλογές Συντήρησης	425
9.1.3 Ολική Παραγωγική Συντήρηση	436
9.1.4 Συντήρηση Ακριβείας	438
9.2 Συνδεσμολογία και Βαθμονόμηση Οργάνων	441
9.2.1 SI (International System of Units)	441
9.2.2 Συνδεσμολογίες και Βαθμονομήσεις Εγκαταστάσεων	445
Σύνοψη	450
Ερωτήσεις Αυτοαξιολόγησης	450
Απαντήσεις Ερωτήσεων Αυτοαξιολόγησης	452
Ενότητα 10: Αξιολόγηση Επενδύσεων	453
Σκοπός	453
Προσδοκώμενα Αποτελέσματα	453
Λέξεις – Κλειδιά	453
10.1 Δείκτες Αξιολόγησης Επενδύσεων	453
10.1.1 Εισαγωγή	453
10.1.2 Δείκτες Επενδύσεων	455
10.1.3 Επενδυτικές Προτάσεις	458
10.2 Οικονομοτεχνική Ανάλυση	463
10.2.1 Εισαγωγή	463
10.2.2 Τα Τέσσερα Στάδια της Επένδυσης	464
10.2.3 Μορφή Οικονομοτεχνικής Μελέτης	469
10.3 Αξιολόγηση Επενδύσεων ΑΠΕ	472
10.3.1 Εισαγωγή	472
10.3.2 Κοινωνικό Αντίκτυπο Επένδυσης στις ΑΠΕ	474
10.3.3 Παράδειγμα Αξιολόγησης	475
10.3.4 Προγραμματισμός της Υλοποίησης ενός Έργου	480
Σύνοψη	481
Ερωτήσεις Αυτοαξιολόγησης	482
Απαντήσεις Ερωτήσεων Αυτοαξιολόγησης	484

Βιβλιογραφία	485
Γλωσσάρι	493

Ενότητα 1: Εισαγωγή στην Παραγωγή Ενέργειας

Σκοπός

Όλες οι ανθρώπινες δραστηριότητες για να πραγματοποιηθούν απαιτούν κατανάλωση ενέργειας σε διάφορες μορφές της. Σε αυτή την εκπαιδευτική ενότητα θα παρουσιαστούν οι μορφές ενέργειας που είναι αξιοποιήσιμες από τον άνθρωπο και η οικονομική και περιβαλλοντική σπουδαιότητα τους και ο τρόπος αξιοποίησης των ενεργειακών πόρων.

Προσδοκώμενα Αποτελέσματα

Με την ολοκλήρωση της παρούσας ενότητας, οι εκπαιδευόμενοι θα είναι σε θέση να:

- γνωρίζουν και να διαχειρίζονται έννοιες και πληροφορίες σχετικά με την ενέργεια και τους ενεργειακούς πόρους
- κατανοούν τη σπουδαιότητα της αντικατάστασης των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με ανανεώσιμους
- γνωρίζουν σχετικά με τις θερμοφυσικές ιδιότητες των καυσίμων και των υλικών που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή ενέργειας.

Λέξεις– Κλειδιά

- Ενέργεια
- Ενεργειακές Πηγές
- Πρωτογενής / Δευτερογενής Ενέργεια
- Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
- Καύσιμα
- Θερμογόνος Δύναμη Καυσίμου
- Ηλεκτρισμός

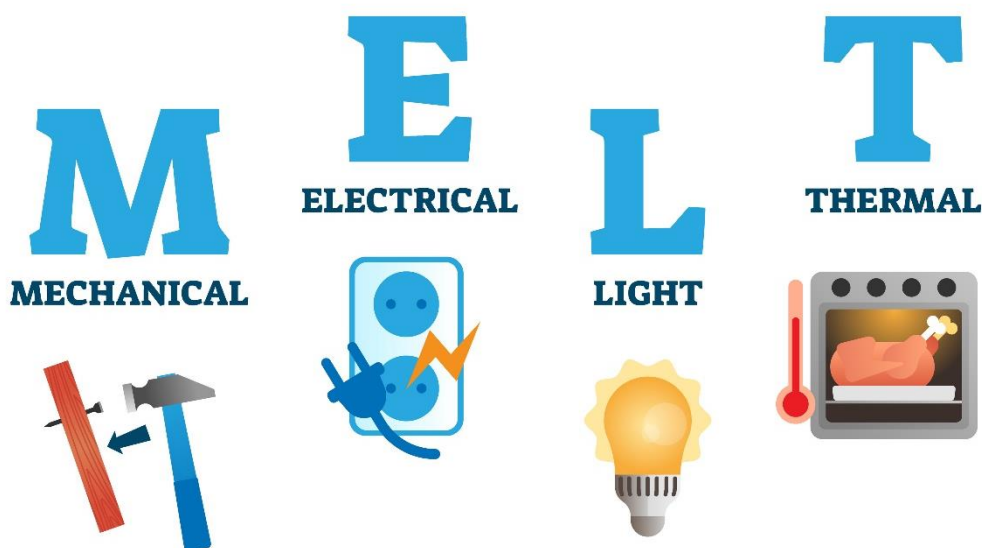
- ▶ Υδρομηχανική
- ▶ Υδραυλική Εγκατάσταση / Εγκατάσταση Θέρμανσης

1.1 Βασικές Έννοιες και Ενεργειακά Μεγέθη

Το σημερινό επίπεδο ανθρώπινης ευημερίας στηρίζεται στην κατανάλωση ενέργειας. Κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα, παράγει ή καταναλώνει ενέργεια.

Η ενέργεια -από οικονομικής άποψης- έχει την ιδιαιτερότητα ότι είναι ένα μοναδικό αγαθό που δεν μπορεί να υποκατασταθεί από κάποιο άλλο. Η διαχείριση της ενέργειας αποτελεί κυρίαρχο αντικείμενο συζήτησης σε παγκόσμιο επίπεδο, την σύγχρονη εποχή, για τρεις λόγους:

- την ανάγκη για φθηνότερη ενέργεια, με μικρότερο κόστος παραγωγής, προσβάσιμη από όλους
- το περιβαλλοντικό κόστος που προκαλείται από την παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας με εμφανή συνέπεια την κλιματική αλλαγή
- την εξάντληση των φυσικών ενεργειακών πηγών (π.χ. ορυκτά καύσιμα) που προκαλεί η αλόγιστη χρήση τους



Η ενέργεια είναι μία σχετικά απροσδιόριστη έννοια. Από φυσική άποψη, **ενέργεια** είναι η ικανότητα ενός συστήματος να παράγει έργο σε ένα άλλο σύστημα. Ενέργεια είναι η ιδιότητα της ύλης που μπορεί να μετατραπεί σε έργο, θερμότητα ή

ακτινοβολία. Ανεξάρτητα από την μορφή της, στην φύση η συνολική ενέργεια διατηρείται. Δεν υπάρχει δημιουργία ή καταστροφή ενέργειας, αλλά μετατρέπεται διαρκώς από μια μορφή σε μια άλλη.

1.1.1 Ενέργεια και Ποιότητα Ζωής

Υπάρχουν άμεσες συνδέσεις μεταξύ της χρήσης ενέργειας και της ποιότητας ζωής



Η ενέργεια έχει θετικές και αρνητικές επιπτώσεις στις κοινωνίες. Η πρόσβαση σε άφθονη, οικονομικά προσιτή, ασφαλή και καθαρή ενέργεια είναι ευεργετική για τον άνθρωπο. Όμως, η εξόρυξη, η μεταφορά και η χρήση ενέργειας μπορεί να έχουν αρνητικές συνέπειες στην υγεία, το περιβάλλον και τα οικονομικά μιας κοινωνίας.

Επιπλέον, η στήριξη και η εξάρτηση από την εισαγόμενη ενέργεια μπορεί να δημιουργήσει τρωτά σημεία στην ασφάλεια ενός έθνους. Παράδειγμα η σημερινή ενεργειακή κρίση με τον πόλεμο στην Ουκρανία.

Οι επιπτώσεις των ενεργειακών αποφάσεων δεν είναι ίσες για όλους τους ανθρώπους. Οι φτωχές ή περιθωριοποιημένες κοινωνίες είναι πιο πιθανό να υποστούν αρνητικές συνέπειες των ενεργειακών αποφάσεων, επειδή έχουν

μειωμένη ικανότητα προσαρμογής και μπορεί να στερούνται διαπραγματευτικής ισχύος σε σύγκριση με τις πιο πλούσιες κοινωνίες. Ως εκ τούτου, οι ευάλωτοι πληθυσμοί μπορούν να επωφεληθούν σε μεγάλο βαθμό από τις βελτιώσεις στην ενεργειακή προσβασιμότητα, την ασφάλεια ή την οικονομική προσιτότητα.

Αυτό το θέμα εγείρει επίσης το θεμελιώδες πρόβλημα ότι ο κόσμος εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από μια πεπερασμένη προσφορά ορυκτών καυσίμων. Καθώς η ζήτηση αυξάνεται και η προσφορά σπανίζει, το πρόβλημα γίνεται πιο οξύ, με δυνητικά σοβαρές οικονομικές και κοινωνικές συνέπειες. Μια μεγάλης κλίμακας μετάβαση μακριά από την ορυκτή ενέργεια αποτελεί μεγάλη πρόκληση για την κοινωνία.

Η Ενέργεια ως Παγκόσμιο/ Πολυπολιτισμικό Θέμα

Οι πολίτες μπορούν να επεκτείνουν τη σκέψη τους πέρα από τις προσωπικές τους εμπειρίες με την ενέργεια και να εξετάσουν τρόπους με τους οποίους η ενέργεια μπορεί να επηρεάσει το οικονομικό επίπεδο, την ασφάλεια, το περιβάλλον και την υγεία άλλων κοινωνιών.

Οι προμήθειες ενέργειας διαπραγματεύονται παγκοσμίως και οι επιπτώσεις της χρήσης ενέργειας έχουν παγκόσμιες συνέπειες, έτσι ώστε οι πολίτες να μπορούν να εκτιμήσουν την εκτεταμένη εμβέλεια των ενεργειακών θεμάτων.

Οι πολίτες μιας χώρας, ιδιαίτερα οι νεότεροι, μπορεί να μην έχουν σκεφτεί πως οι εμπειρίες τους με την ενέργεια είναι πολύ διαφορετικές από τους πολίτες της ηλικίας τους σε άλλες χώρες. Τα άτομα θα πρέπει να εκτεθούν σε ιδέες, αξίες και περιπτωσιολογικές μελέτες από άλλους πολιτισμούς προκειμένου να εκτιμήσουν πώς διαφέρουν οι ενεργειακές επιλογές σε όλο τον κόσμο.

Οι αναπτυσσόμενες οικονομίες προσπαθούν να επιτύχουν μια ποιότητα ζωής που μοιάζει περισσότερο με τη δική μας, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα την απότομη αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας σε αυτές τις χώρες.

1.1.2 Μορφές Ενέργειας

Ανάλογα με τον τρόπο που έχει αποκτηθεί, ανταλλαχθεί ή αποθηκευτεί, η ενέργεια μπορεί να εμφανίζεται με διάφορες μορφές:

- ▶ **Κινητική Ενέργεια.** Η ενέργεια που αναγκάζει άμεσα ένα σώμα να κινηθεί και να παράγει έργο. Η κινητική ενέργεια ενός αντικειμένου είναι η συνολική ενέργεια που χρειάζεται να απορροφήσει για να αποκτήσει ορισμένη ταχύτητα, ξεκινώντας από την ακινησία.
- ▶ **Δυναμική Ενέργεια.** Η ενέργεια που δίνει την δυνατότητα σε ένα σώμα (ή σύστημα) να παράγει έργο όταν δέχεται την επίδραση ενός πεδίου δυνάμεων. Η δυναμική ενέργεια παράγεται λόγω της θέσης που βρίσκεται ένα σώμα ή λόγω της κατάστασής του.
- ▶ **Μηχανική Ενέργεια.** Η ενέργεια που έχει ένα σώμα (στερεό, υγρό ή αέριο) όταν κινείται ή έχει την τάση να κινηθεί. Η μηχανική ενέργεια, είναι το άθροισμα της δυναμικής και της κινητικής ενέργειας του σώματος. Είναι μια μορφή ενέργειας που μπορεί να αξιοποιηθεί με ασφαλή τρόπο επειδή οι επιδράσεις της μπορεί να προβλεφθούν.
- ▶ **Χημική Ενέργεια.** Σε κάποιες χημικές ενώσεις υπάρχει αποθηκευμένη ενέργεια στους χημικούς δεσμούς, οι οποίοι συγκρατούν τα άτομα και τα μόρια τους. Όταν αντιδρούν μεταξύ τους, αυτή η ενέργειά τους απελευθερώνεται ή απορροφάται ή μετατρέπεται σε άλλες μορφές.
- ▶ **Πυρηνική Ενέργεια.** Παράγεται κατά την διάρκεια ελεγχόμενων πυρηνικών αντιδράσεων είτε με τη διαίρεση (σχάση) των ατομικών πυρήνων σε ελαφρύτερους είτε με την ένωση (σύντηξη) των πυρήνων για το σχηματισμό βαρύτερων.
- ▶ **Θερμική Ενέργεια.** Η ενέργεια που παράγεται από την τυχαία κίνηση των ατόμων και μορίων που συγκροτούν τα υλικά σώματα, με αποτέλεσμα να αναπτύσσουν θερμοκρασία. **Θερμότητα** ονομάζεται η ενέργεια που μεταφέρεται από ένα σώμα υψηλής θερμοκρασίας σε ένα άλλο με χαμηλότερη θερμοκρασία (και όχι αντίστροφα) στο οποίο αυξάνεται η κινητική ενέργεια των σωματιδίων του.
- ▶ **Ηλεκτρική Ενέργεια.** Είναι η κινητική ενέργεια των κινούμενων ηλεκτρονίων, (δηλαδή το ηλεκτρικό ρεύμα) που δημιουργείται εξαιτίας της διαφοράς δυναμικού στα άκρα ενός αγωγού. Η ηλεκτρική ενέργεια δεν είναι εφικτό να αποθηκευτεί για μεγάλο χρονικό διάστημα, οπότε είτε θα πρέπει να καταναλωθεί

άμεσα είτε να μετατραπεί σε άλλες μορφές ενέργειας, π.χ. χημική ή δυναμική. Η εμπορική της εκμετάλλευση ξεκίνησε το 1878 που ιδρύθηκε η εταιρία του Thomas Edison, ο οποίος ανακάλυψε και τον ηλεκτρικό λαμπτήρα. Η ηλεκτρική ενέργεια έχει αποκτήσει τεράστια σημασία για τις ανθρώπινες δραστηριότητες, επειδή χρησιμοποιείται σε πάρα πολλές από αυτές. Η ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να παραχθεί με πολλούς τρόπους, ακόμα και από πυρηνικά εργοστάσια. Οι παραδοσιακοί τρόποι παραγωγής από την καύση ορυκτών ουσιών, όπως ο λιγνίτης, το πετρέλαιο, το κάρβουνο, αποτελούν βασικό συντελεστή της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, γι' αυτό υπάρχει μια παγκόσμια τάση για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως ηλιακά πάρκα, υδροηλεκτρικά φράγματα και αιολικά πάρκα.



Η ενέργεια αλλάζει μορφές και συχνά για να πραγματοποιηθεί αυτή η μετατροπή παρεμβαίνει ο άνθρωπος με κατάλληλες συσκευές ή μηχανές. Έτσι για παράδειγμα, στο αυτοκίνητο, ο κινητήρας μετατρέπει την χημική ενέργεια του καυσίμου σε θερμική και κινητική ενώ το δυναμό των ποδηλάτων μετατρέπει κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική αρχικά και στη συνέχεια σε θερμική και φωτεινή στο φανάρι (λαμπτήρα) του ποδηλάτου.

Ενεργειακές Πηγές

Οι ενεργειακές πηγές μπορούν να παρέχουν αξιοποιήσιμη ενέργεια για θέρμανση, κίνηση, φωτισμό και ηλεκτρική ισχύ, με απόλυτη πηγή τον ήλιο. Η **ηλιακή ενέργεια**, είναι το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον ήλιο, όπως το φως, η θερμότητα και διάφορες ακτινοβολίες. Μεγάλο μέρος της «αποθηκεύεται» στη Γη εδώ και εκατομμύρια χρόνια, με την μετατροπή των φυτικών και ζωικών υλών σε πετρέλαιο, γαιάνθρακα και φυσικό αέριο, δηλαδή σε ορυκτά ή φυσικά καύσιμα. Αν και αυτή η διεργασία παραγωγής ορυκτών καυσίμων συνεχίζεται αδιάκοπα, η σημερινή κοινωνία καταναλώνει αυτούς τους ενεργειακούς πόρους με τεράστιο ρυθμό και τελικά δημιουργείται έλλειμμά τους.



Οι ενεργειακοί πόροι αποτέλεσαν το θεμέλιο λίθο του δυτικού πολιτισμού. Η βιομηχανική επανάσταση (Αγγλία, Γερμανία, Η.Π.Α.) βασίστηκε αρχικά στο γαιάνθρακα, ενώ η δραματική εξέλιξη του βιοτικού επιπέδου της ανθρωπότητας στον 20^ο αιώνα οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στη χρήση του πετρελαίου και του φυσικού αερίου. Όμως, η εκτεταμένη χρήση τους, έχει οδηγήσει σε ενεργειακές κρίσεις με μεγάλες επιπτώσεις στις οικονομίες των κρατών και στην επιβάρυνση του περιβάλλοντος με αποτέλεσμα την υπερθέρμανση του πλανήτη.

Οι ενεργειακοί πόροι που υπάρχουν «αποθηκευμένοι» στη γη χαρακτηρίζονται σαν **κύρια ενέργεια** που μπορεί να υποδιαιρεθεί σε:

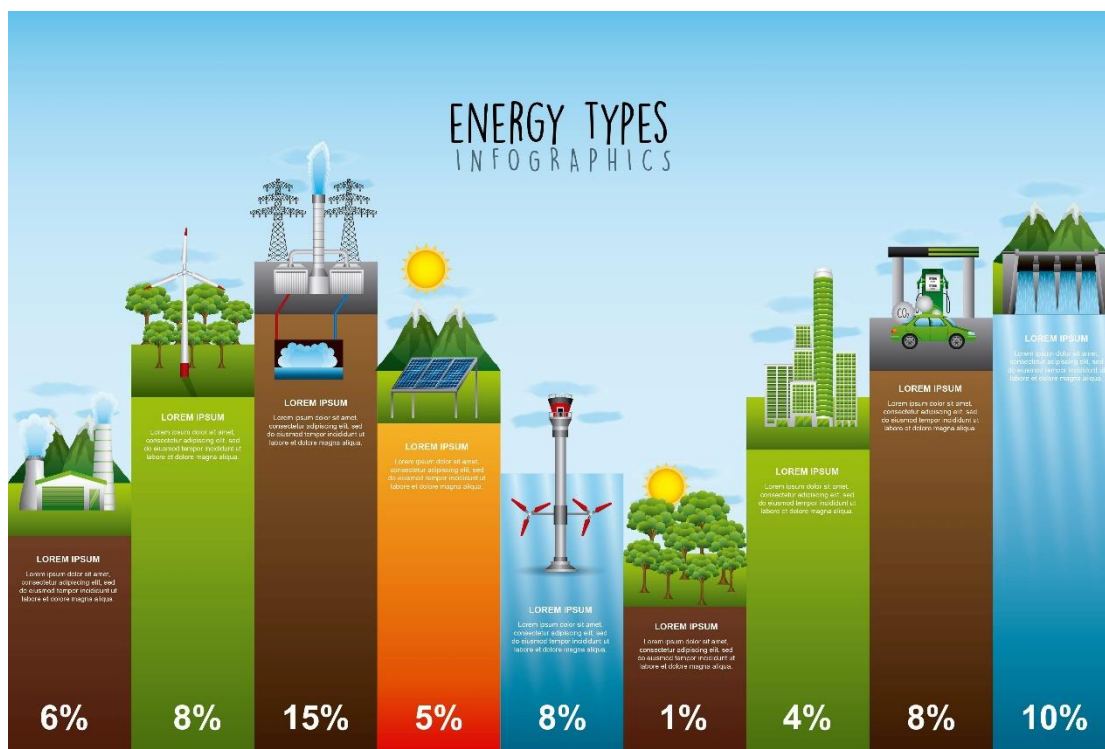
- ▶ **Πρωτογενή ενέργεια**, που προέρχεται άμεσα από τον ήλιο ή τη γη (ορυκτά και πυρηνικά καύσιμα). Δεν απαιτείται επεξεργασία για τη μετατροπή της σε χρήσιμη ενέργεια.
- ▶ **Δευτερογενή ενέργεια**, που προκύπτει από τη μετατροπή πρωτογενούς ενέργειας μέσω χημικών, φυσικών, μηχανικών, θερμικών ή πυρηνικών δράσεων (π.χ. βενζίνη, ηλεκτρική ισχύς). Με κατάλληλες συσκευές ή εξοπλισμό, όπως είναι το αυτοκίνητο ή η τηλεόραση, μετατρέπονται στην **χρήσιμη ενέργεια** που παρέχει ενεργειακές υπηρεσίες στον άνθρωπο.

Από την πρωτογενή ως την χρήσιμη ενέργεια, μεσολαβούν πολλά ενδιάμεσα στάδια ανάλογα με τη μορφή της ενέργειας.

Τέτοια στάδια είναι η εξόρυξη άνθρακα ή πετρελαίου, η μεταφορά με αγωγούς, η χρήση δεξαμενόπλοιων, η καύση σε μεγάλους θερμικούς σταθμούς, τα δίκτυα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Ο συνδυασμός τέτοιων σταδίων αποτελεί το **ενεργειακό σύστημα**.

Κάποιες μορφές ενέργειας που δεν μπορούν να αξιοποιηθούν εύκολα και αποτελεσματικά από τον άνθρωπο, με την μετατροπή τους σε άλλες μορφές χαρακτηρίζονται **υποβαθμισμένες μορφές ενέργειας**.

Γενικά, όταν η ενέργεια μετατρέπεται σε άλλη μορφή, ένα μέρος της μετατρέπεται σε μη αξιοποιήσιμη θερμότητα. Επειδή η ενέργεια δεν χάνεται, αλλά απλά μειώνεται το έργο που παράγει, αναφέρεται ότι ένα μέρος της ενέργειας υποβαθμίζεται.



1.1.3 Μη Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Χαρακτηρίζονται οι πηγές οι οποίες δεν αναπληρώνονται ή αναπληρώνονται εξαιρετικά αργά σε σχέση με την κατανάλωση τους στις διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες. Στις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας περιλαμβάνονται κυρίως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, γνωστά και ως ορυκτά καύσιμα, που σήμερα παράγουν το 80% της παγκόσμιας ενέργειας. Για την αξιοποίηση τους απαιτείται η διεργασία της καύσης για να μετατραπεί η αποθηκευμένη ενέργεια τους σε έργο. Μη ανανεώσιμες ήταν οι πρώτες πηγές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος, όπως το ξύλο, ενώ ο άνθρακας αξιοποιούνταν ενεργειακά από την εποχή του χαλκού.

Γαιάνθρακες

Δημιουργούνται στο υπέδαφος από φυτικά υπολείμματα μέσω μιας σειράς διεργασιών εμπλουτισμού τους με άνθρακα, που διαρκούν εκατοντάδες εκατομμύρια χρόνια. Ανάλογα με τον βαθμό εμπλουτισμού τους αυξάνεται η ποιότητά τους, σαν πηγή ενέργειας. Υψηλής ποιότητας γαιάνθρακες είναι όσοι

διαθέτουν υψηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα και χαμηλή περιεκτικότητα σε υδρογόνο και οξυγόνο. Έτσι οι γαιάνθρακες διακρίνονται σε:

- Τύρφη
- Λιγνίτες
- Υποπισσούχους γαιάνθρακες
- Πισσούχους γαιάνθρακες και ανθρακίτες.

Τα προβλήματα με το γαιάνθρακα είναι ότι είναι δύσκολη η εξόρυξη του, είναι πολύ ακριβή η μεταφορά του, καθώς και ότι ρυπαίνει το περιβάλλον. Παράγουν το 30% της παγκόσμιας ενέργειας και είναι η δεύτερη κυριότερη ενεργειακή πηγή του πλανήτη.

Πετρέλαιο

Η δημιουργία του οφείλεται σε ζωικούς και φυτικούς μικροοργανισμούς, κατά κύριο λόγο θαλάσσιους, οι οποίοι συγκεντρώθηκαν στο βάθος λεκανών, από τα θαλάσσια ρεύματα. Εκεί, στην διάρκεια χιλιάδων ετών, οι μικροοργανισμοί καταπλακώθηκαν από χώμα και εξαιτίας της απουσίας αέρα, μετατράπηκαν σε πετρέλαιο. Το πετρέλαιο όταν αντλείται, είναι ένα μίγμα από λάσπη, αλκάνια (παραφίνες), κυκλοεξάνια (ναφθένια), αρωματικούς υδρογονάνθρακες και σε μικρότερες ποσότητες οξυγονούχες, αζωτούχες και θειούχες ενώσεις. Αν και ήταν γνωστό σε πολλούς πολιτισμούς (Εγγύς Ανατολή, Κίνα), οι πρώτες του αντλήσεις έγιναν το 1857 στο Αμβούργο της Γερμανίας και το 1859 στην Πενσυλβανία των Η.Π.Α.

Μόλις ανακαλύφθηκε η σημασία του και η χρήση του πετρελαίου, αμέσως αντικατέστησε τους γαιάνθρακες και τις ατμομηχανές, γιατί είναι ευκολότερη η μεταφορά του και οι μηχανές είναι περισσότερο αποδοτικές. Το πετρέλαιο αποτελεί το σημαντικότερο ορυκτό για την παγκόσμια οικονομία, καθώς αποτελεί την κύρια πρωτογενή πηγή ενέργειας (36%) και την πρώτη ύλη από την οποία παράγεται ένας τεράστιος αριθμός προϊόντων (πλαστικά, φάρμακα, καλλυντικά, απορρυπαντικά, φιλμ, μαγνητοταινίες, εκρηκτικά) μέσω της κλασματικής του απόσταξης. Ένα βαρέλι (159 lt) αργού πετρελαίου παράγει:

- ▶ Βενζίνη 43%
- ▶ Απόσταγμα πετρελαίου 21,5%
- ▶ Διάφορα κατάλοιπα 11,5%
- ▶ Καύσιμα αεροπλάνων 7%
- ▶ Πρώτες ύλες για καθαριστικά 5%
- ▶ Φυσικό αέριο, κηροζίνη, κοκ, ασφαλτο, υγραέριο 12%

Φυσικό Αέριο

Το φυσικό αέριο, είτε μόνο του είτε συνυπάρχει με κοιτάσματα πετρελαίου, σε υπόγειες κοιλότητες με υψηλή πίεση και δε χρειάζεται πολύ επεξεργασία για να χρησιμοποιηθεί σαν καύσιμο. Το φυσικό αέριο είναι μίγμα υδρογονανθράκων και αποτελείται κυρίως από μεθάνιο και σε πολύ μικρότερη αναλογία από αιθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο και πεντάνιο. Καθοριστικός παράγοντας για τη σύστασή του, αποτελεί η προέλευσή του και ιδιαίτερα εάν πρόκειται για αμιγώς κοίτασμα φυσικού αερίου ή προκύπτει από κοιτάσματα πετρελαίου.

Σε σχέση με τη ρύπανση στο περιβάλλον, το φυσικό αέριο είναι φιλικότερο από τις άλλες μη ανανεώσιμες πηγές που προαναφέραμε. Τα σπουδαιότερα πλεονεκτήματα του (πέρα από την χρησιμότητά του) είναι ότι μεταφέρεται σε μεγάλες αποστάσεις μέσω ειδικών αγωγών. Η πρώτη γεώτρηση φυσικού αερίου έγινε το 1865 στη Νέα Υόρκη και η πρώτη του χρήση ήταν στον φωτισμό. Οι επιστήμονες υπολογίζουν ότι τα αποθέματα φυσικού αερίου του πλανήτη επαρκούν για 100 έτη.

Στις μη ανανεώσιμες μορφές ενέργειας, συχνά κατατάσσεται και η πυρηνική ενέργεια. Με ελεγχόμενες αντιδράσεις σε πυρηνικούς αντιδραστήρες παράγεται ηλεκτρική ενέργεια και μηχανική ενέργεια που μπορούν να βοηθήσουν στις ανθρώπινες δραστηριότητες αλλά αποτελεί πρόβλημα για το περιβάλλον η διαχείριση των πυρηνικών αποβλήτων. Έχει χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν σαν όπλο (ατομική βόμβα ή της βόμβα υδρογόνου) ενώ αποτελεί το σημαντικότερο σύγχρονο όπλο στα χέρια των μεγαλύτερων χωρών του πλανήτη.

Τις τελευταίες δεκαετίες έχει κατανοηθεί από όλους ότι τα ορυκτά καύσιμα του πλανήτη εξαντλούνται, ενώ η χρήση τους έχει τεράστιες αρνητικές περιβαλλοντικές συνέπειες. Το γεγονός ότι ο κλάδος της ενέργειας ευθύνεται για τη ρύπανση του περιβάλλοντος, τέθηκε το 1992, στη συνδιάσκεψη του Ρίο για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη. Όμως, όλες οι καθημερινές ανθρώπινες δραστηριότητες του ανθρώπου, όπως για παράδειγμα η θέρμανση, η ηλεκτροδότηση, και οι μεταφορές απαιτούν την κατανάλωση ενέργειας.

Η αναζήτηση λύσεων στο ενεργειακό πρόβλημα έστρεψε το ενδιαφέρον του προς τις λεγόμενες Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) ή ήπιες μορφές ενέργειας ή νέες πηγές ενέργειας ή πράσινη ενέργεια.



1.1.4 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία και άλλες και δεν απαιτούν διεργασίες καύσης. Για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση, αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ενέργειας στη φύση. Επίσης, είναι «καθαρές» μορφές ενέργειας, που δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, όπως οι συμβατικές πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα.

Ο άνθρωπος στο ξεκίνημά του χρησιμοποίησε τις φυσικές πηγές ενέργειας που βρισκόντουσαν γύρω του, πριν ασχοληθεί με τα ορυκτά καύσιμα.



Σήμερα, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εκτός από αναγκαία λύση στο ενεργειακό πρόβλημα, εκφράζουν μια άλλη πολύ σημαντική έννοια, την **αιιφορία**, που είναι η χρήση των φυσικών οικοσυστημάτων και των πηγών ενέργειας, ώστε να εξασφαλίζεται η μελλοντική ποιότητα και ισορροπία.

Βιώσιμη ή Αειφόρος Ανάπτυξη

Ο όρος **Βιώσιμη ή Αειφόρος Ανάπτυξη** (sustainable development) περιγράφει μια μορφή ανάπτυξης που ικανοποιεί τις ανάγκες της παρούσας γενιάς, χωρίς να διακινδυνεύει την δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες.

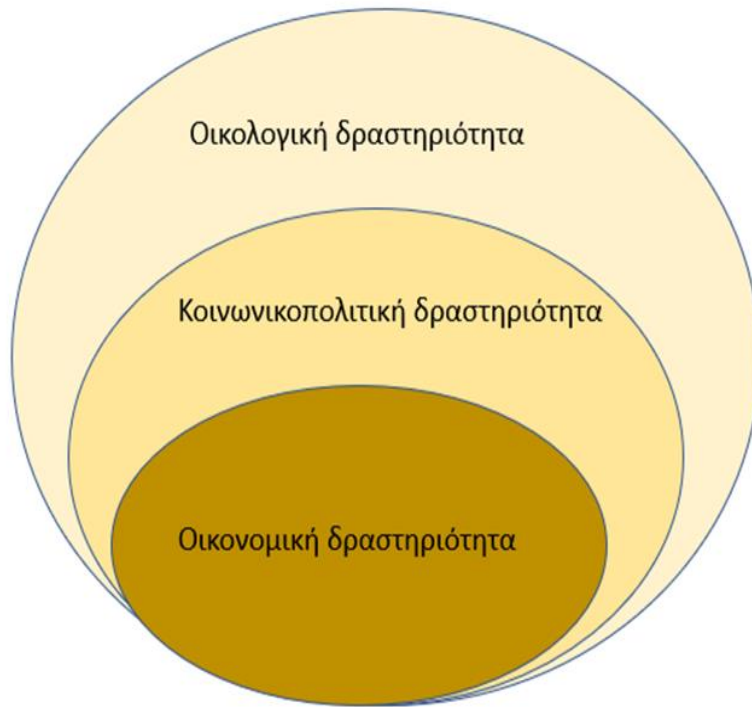
Η βιώσιμη διαχείριση των φυσικών πόρων, απαιτεί:

- για τους ανανεώσιμους φυσικούς πόρους (δάσος, αλιεύματα, κ.λπ.), ο ρυθμός εκμετάλλευσης τους να είναι μικρότερος ή το πολύ ίσος με το ρυθμό αναπαραγωγής τους,
- για τους μη ανανεώσιμους φυσικούς πόρους (ορυκτά καύσιμα, ή μεταλλεύματα), ο ρυθμός χρησιμοποίησης τους δεν πρέπει να είναι ταχύτερος από τον ρυθμό με τον οποίο ένας άλλος ανανεώσιμος φυσικός πόρος θα τον αντικαταστήσει. Έτσι, έχουμε αειφορική διαχείριση ενός αποθέματος ορυκτού καυσίμου, αν μέρος των κερδών από την εκμετάλλευση του, επενδύεται στην ανάπτυξη της εκμετάλλευσης π.χ. της ηλιακής ενέργειας, έτσι ώστε όταν τελειώσει το απόθεμα του καυσίμου, να υπάρχει διαθέσιμη ίδια ποσότητα ανανεώσιμης ενέργειας.

Η Αειφόρος Ανάπτυξη είναι ένα σύστημα το οποίο θα πρέπει ταυτόχρονα να καλύπτει τρία διαφορετικά επίπεδα δραστηριοτήτων, έτσι ώστε να είναι:

- **Οικονομικά βιώσιμο:** να παράγει αγαθά και υπηρεσίες σε συνεχή βάση, αξιοποιώντας ανθρώπινο δυναμικό (εκπαίδευση, ικανότητες, γνώση), εξοπλισμό και υποδομές, κοινωνικό κεφάλαιο (δίκαιες και σταθερές σχέσεις μεταξύ των κοινωνικών ομάδων) και φυσικούς πόρους, που χρειάζονται για την ευημερία μιας γενιάς χωρίς όμως να τους εξαντλεί, ώστε να είναι διαθέσιμοι και στις επόμενες γενιές.
- **Κοινωνικά βιώσιμο:** να χαρακτηρίζεται από ισότητα των πολιτών, δικαιοσύνη, πολιτική υπευθυνότητα, ισότητα μεταξύ των δύο φύλων και να διασφαλίζει επαρκή παροχή κοινωνικών υπηρεσιών όπως η υγεία και η εκπαίδευση σε όλα τα μέλη της κοινωνίας.

- **Περιβαλλοντικά βιώσιμο:** να διατηρεί ένα επαρκές και σταθερό απόθεμα φυσικών πόρων, αποφεύγοντας την υπερεκμετάλλευση των ανανεώσιμων φυσικών πόρων και μειώνοντας τη χρήση των μη ανανεώσιμων φυσικών πόρων.



Η βιώσιμη ανάπτυξη είναι μια διευρυμένη έννοια, που περιλαμβάνει ένα μεγάλο αριθμό δραστηριοτήτων, όπως:

- Προστασία και αποκατάσταση του φυσικού περιβάλλοντος και των βιολογικών ειδών και των οικοσυστημάτων (βιοποικιλότητα) μιας περιοχής.
- Αειφόρο γεωργία και κτηνοτροφία, διατήρηση και διάδοση απειλούμενων με εξαφάνιση ειδών και περιορισμό της χρήσης γενετικά τροποποιημένων οργανισμών.
- Ανάπτυξη απευθείας εμπορικών σχέσεων μεταξύ παραγωγών και καταναλωτών με θετικά αποτελέσματα και για τις δύο πλευρές (μείωση του κόστους παραγωγής και διάθεσης, βελτίωση της ποιότητας κ.λπ.).
- Βελτίωση της προσβασιμότητας όλων των πολιτών, ιδιαίτερα των ασθενέστερων οικονομικά πληθυσμιακών ομάδων, σε είδη πρώτης ανάγκης και μείωση των

οικονομικών ανισοτήτων μεταξύ των λαών αλλά και μεταξύ των μελών μιας κοινωνίας.

- Δίκαιο και αλληλέγγυο εμπόριο, με συναλλαγές βασισμένες στο διάλογο, στη διαφάνεια και στον αλληλοσεβασμό ώστε να επιτευχθεί ισοτιμία όλων των συναλλασσόμενων στο διεθνές και εγχώριο εμπόριο.
- Παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και ανάπτυξη τεχνολογίας που μειώνει την κατανάλωση ενέργειας.
- Μείωση της παραγωγής αποβλήτων με δύο τρόπους: με την ενεργή συμμετοχή των πολιτών που μπορεί να αυξηθεί μέσα από την ενημέρωσή τους για τα οφέλη από την επαναχρησιμοποίηση, αξιοποίηση και ανακύκλωση των αποβλήτων και με τον επανασχεδιασμό του τρόπου παραγωγής και διανομής των προϊόντων.
- Σχεδιασμό και ομότιμη και ελεύθερη διάθεση καινοτόμων και ελεύθερων προϊόντων τεχνολογίας.
- Διατήρηση και προώθηση της παραγωγικής ή πολιτιστικής κληρονομιάς κάθε τόπου.
- Περιβαλλοντική αναβάθμιση των κτιρίων και των αστικών και βιομηχανικών υποδομών.

Για πολλές χώρες, οι ανανεώσιμες πηγές παραγωγής ενέργειας είναι στρατηγική επιλογή για την επιβίωση και ανάπτυξη τους, επειδή:

- είναι εγχώριες πηγές ενέργειας με μπορούν να συνεισφέρουν θετικά στο ενεργειακό τους ισοζύγιο.
- συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησης από το ακριβό εισαγόμενο πετρέλαιο.
- ενισχύουν την ασφάλεια του ενεργειακού τους εφοδιασμού.
- συνεισφέρουν στη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος.

Μορφές Ανανεώσιμης Ενέργειας

Οι σημαντικότερες μορφές ανανεώσιμης ενέργειας είναι οι:

- ▶ **Αιολική ενέργεια**, που παράγεται από την εκμετάλλευση του ανέμου μια πηγή ενέργειας που είναι διαθέσιμη σε αφθονία και δωρεάν. Η ανεμογεννήτρια είναι μια αιολική μηχανή που μετατρέπει τον άνεμο από



κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια. Η κατασκευή της αποτελείται από μία στήλη κάθετη προς το έδαφος και από μία τουρμπίνα στην κορυφή της. Μια εγκατάσταση ανεμογεννητριών αποτελείται από τα απαραίτητα συστήματα, που απαιτούνται για την εκμετάλλευση της ενέργειας του ανέμου, τη μετατροπή της μηχανικής περιστροφής σε ηλεκτρική ενέργεια και άλλα συστήματα για την εκκίνηση, τη διακοπή και τον έλεγχο του στροβίλου.

- ▶ **Ηλιακή ενέργεια**. Μια πρακτικά ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, αφού προέρχεται από τον ήλιο. Η εκμετάλλευση της χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες εφαρμογών: τα παθητικά ηλιακά συστήματα, τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα ή ηλιοθερμικά συστήματα και τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Τα παθητικά και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα εκμεταλλεύονται τη θερμότητα που εκπέμπεται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ τα φωτοβολταϊκά συστήματα στηρίζονται στη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου.

- ▶ **Υδροηλεκτρική ενέργεια**, είναι η ενέργεια που αποταμιεύεται ως δυναμική ενέργεια, με τη συσσώρευση μεγάλων ποσοτήτων νερού σε υψομετρική διαφορά από τη συνέχιση της ροής του ελεύθερου νερού και μέσω της υδατόπτωσης μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια. Η λειτουργία των υδροηλεκτρικών μονάδων βασίζεται στην κίνηση του νερού λόγω διαφοράς μανομετρικού ύψους μεταξύ των σημείων εισόδου και εξόδου. Σε ένα φράγμα συγκρατείται η απαιτούμενη

ποσότητα νερού η οποία διέρχεται από τον αγωγό πτώσεως και κινεί έναν στρόβιλο ο οποίος θέτει σε λειτουργία μια γεννήτρια. Η κινητική ενέργεια, στη συνέχεια, μπορεί είτε να χρησιμοποιείται άμεσα (π.χ. νερόμυλοι), είτε να μετατρέπεται σε ηλεκτρική ή άλλες μορφές ενέργειας ώστε να αποθηκευτεί και να μεταφερθεί. Με συμμετοχή 7% στην παγκόσμια παραγωγή ενέργειας, είναι η σημαντικότερη από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

- ▶ **Βιομάζα** είναι το βιολογικής προέλευσης τμήμα αποβλήτων ή υπολειμμάτων από τη γεωργία (συμπεριλαμβανομένων των φυτικών και των ζωικών ουσιών), τη δασοπονία, την αλιεία και την υδατοκαλλιέργεια, καθώς και από βιομηχανικά ή οικιακά απόβλητα. Με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, τα φυτά μετασχηματίζουν την ηλιακή ενέργεια σε βιομάζα. Οι ζωικοί οργανισμοί αυτή την ενέργεια την προσλαμβάνουν με την τροφή τους και αποθηκεύουν ένα μέρος της. Αυτή την ενέργεια αποδίδει τελικά η βιομάζα, μετά την επεξεργασία και τη χρήση της. Η βιομάζα που χρησιμοποιείται σαν καύσιμο για την παραγωγή ενέργειας είναι τα στερεά, υγρά και αέρια βιοκαύσιμα.
- ▶ **Γεωθερμική ενέργεια** ή γεωθερμία, είναι θερμική ενέργεια αποθηκευμένη κάτω από την επιφάνεια της γης (στο υπέδαφος, σε υπόγεια νερά, ατμό ή θερμό αέρα) με θερμοκρασίες από 25 – 350 °C. Καθώς πρόκειται για μια ανεξάντλητη και καθαρή πηγή ενέργειας, αξιοποιείται στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, σε αγροτικές και βιομηχανικές εφαρμογές, θερμοκήπια, ιχθυοκαλλιέργειες, για αφαλάτωση θαλασσινού νερού, θερμά λουτρά και πολλά άλλα. Στις περιπτώσεις που το βάθος εκμετάλλευσης συνήθως είναι μικρότερο από 150 μέτρα (αβαθής γεωθερμία), χρησιμοποιείται για παραγωγή ψύξης, θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης σε οικιακές και λοιπές κτιριακές εγκαταστάσεις.
- ▶ **Ενέργεια από τη θάλασσα** (παλίρροιας, κύματα, ωκεανοί). Η θάλασσα καλύπτει το 75% της επιφάνειας του πλανήτη και μπορεί να θεωρηθεί σαν μια παγκόσμια ενεργειακή αποθήκη στην οποία τα ποσά ενέργειας είναι τεράστια και συνεχώς ανανεώνονται και γίνονται εκμεταλλεύσιμα με διάφορους τρόπους.

Για την διευκόλυνση και την κατανόηση των ποσοτήτων της ενέργειας που μετασχηματίζεται από μια μορφή σε κάποια άλλη ή του έργου που παράγεται, χρησιμοποιούνται **μονάδες μέτρησης της ενέργειας**.

- 1 Joule είναι το έργο που παράγεται όταν η δύναμη 1 Newton κινεί ένα αντικείμενο σε απόσταση 1 μέτρου ή για να διαρρεύσει ηλεκτρικό ρεύμα έντασης 1 αμπέρ διαμέσου ηλεκτρικής αντίστασης 1 Ωμ (Ω), επί ένα δευτερόλεπτο.
- 1 κιλοβατώρα (KWh) = 3.600.000 Joule. 1 kWh είναι η ενέργεια που παράγεται ή καταναλώνεται μέσα σε μία ώρα, υπό σταθερή ισχύ ενός κιλοβάτ ή όσο ηλεκτρικό ρεύμα καταναλώνει μια λάμπα σε 24 ώρες. Πολλαπλάσια της είναι:
 - 1 MWh (1.000 kWh)
 - 1 GWh (1.000. 000 kWh)
 - 1 TWh (1.000.000.000 kWh)
- 1 θερμίδα (cal) = 4.184 J. 1 cal είναι η ενέργεια που απαιτείται για να αυξηθεί η θερμοκρασία 1 γραμμαρίου απεσταγμένου νερού κατά 1 βαθμό Κελσίου (°C).
- 1 BTU = 1055,87 J. Είναι η ποσότητα έργου που χρειάζεται για να αυξηθεί η θερμοκρασία μίας λίμπρας νερού κατά έναν βαθμό Φαρενάιτ (°F).

1.1.5 Παραγωγή Ενέργειας και Παγκόσμια Ενεργειακά Μεγέθη

Η παραγωγή ενέργειας – κυρίως η καύση ορυκτών καυσίμων – ευθύνεται για περίπου τα τρία τέταρτα των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Όχι μόνο η παραγωγή ενέργειας είναι ο μεγαλύτερος μοχλός της κλιματικής αλλαγής, αλλά η καύση ορυκτών καυσίμων και βιομάζας έχει επίσης μεγάλο κόστος για την ανθρώπινη υγεία: τουλάχιστον πέντε εκατομμύρια θάνατοι αποδίδονται στην ατμοσφαιρική ρύπανση κάθε χρόνο.

Ως εκ τούτου, ο κόσμος πρέπει να απομακρυνθεί από τα ορυκτά καύσιμα σε ένα ενεργειακό μείγμα που κυριαρχείται από πηγές ενέργειας χαμηλών εκπομπών άνθρακα όπως οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και η πυρηνική ενέργεια.

Παγκόσμια Πρωτογενής Ενέργεια

Το Ενεργειακό Μίγμα ανά τους Αιώνες

Σήμερα, όταν αναφερόμαστε σε ενεργειακά μείγματα, σκεφτόμαστε μια ποικιλία πηγών: άνθρακα, πετρέλαιο, φυσικό αέριο, πυρηνική ενέργεια, υδροηλεκτρική ενέργεια, ηλιακή ενέργεια, αιολική ενέργεια, βιοκαύσιμα. Αλλά αν κοιτάξουμε πίσω μερικούς αιώνες πριν, θα δούμε ότι η μετάβαση από τη μια πηγή στην άλλη ήταν απίστευτα αργή.

Στο επόμενο γράφημα βλέπουμε την παγκόσμια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας που χρονολογείται από το έτος 1800. Αυτά τα δεδομένα προέρχονται από το έργο του Vaclav Smil *Energy Transitions: Global and National Perspectives*. Τα δεδομένα από το 1965 και μετά προέρχονται από την τελευταία έκδοση της *Στατιστικής Επιθεώρησης της Παγκόσμιας Ενέργειας* της BP .

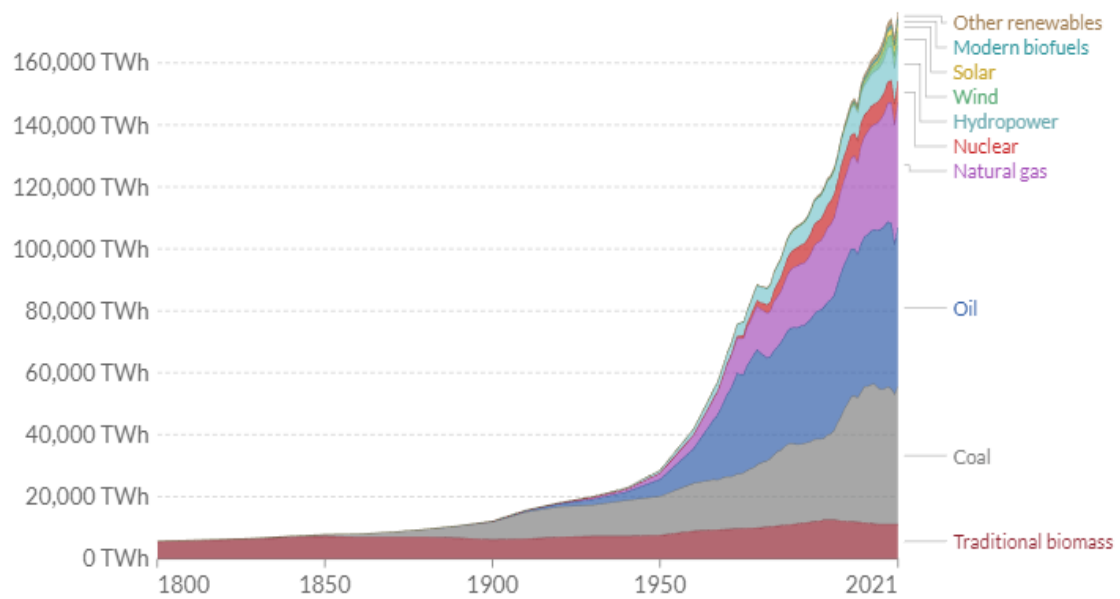
Βλέπουμε ότι μέχρι τα μέσα του 19ου αιώνα, η παραδοσιακή βιομάζα – η καύση στερεών καυσίμων όπως το ξύλο, τα απόβλητα των καλλιεργειών ή ο ξυλάνθρακας – ήταν η κυρίαρχη πηγή ενέργειας που χρησιμοποιήθηκε σε όλο τον κόσμο. Αλλά με τη Βιομηχανική Επανάσταση ήρθε η άνοδος του άνθρακα ακολουθούμενη από πετρέλαιο και το φυσικό αέριο και στις αρχές του 20ου αιώνα, η υδροηλεκτρική ενέργεια.

Μόλις τη δεκαετία του 1960 προστέθηκε η πυρηνική ενέργεια στο μείγμα. Αυτά που συχνά αναφέρονται ως «σύγχρονες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας» – ηλιακή και αιολική ενέργεια – προστέθηκαν πολύ αργότερα, τη δεκαετία του 1980.

Αυτό που ο Vaclav Smil– και άλλοι ερευνητές που μελετούν αυτές τις μακροπρόθεσμες ενεργειακές μεταβάσεις μεταξύ των χωρών – τονίζει στην εργασία του, είναι ο αργός ρυθμός με τον οποίο έχουν συμβεί οι ενεργειακές μεταβάσεις στο παρελθόν.

Η ταχύτητα και η κλίμακα της ενεργειακής μετάβασης που χρειαζόμαστε σήμερα για τη μετάβαση από τα ορυκτά καύσιμα στην ενέργεια με χαμηλές εκπομπές άνθρακα είναι επομένως μια νέα πρόκληση, πολύ διαφορετική από το παρελθόν.

Παγκόσμια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά πηγή

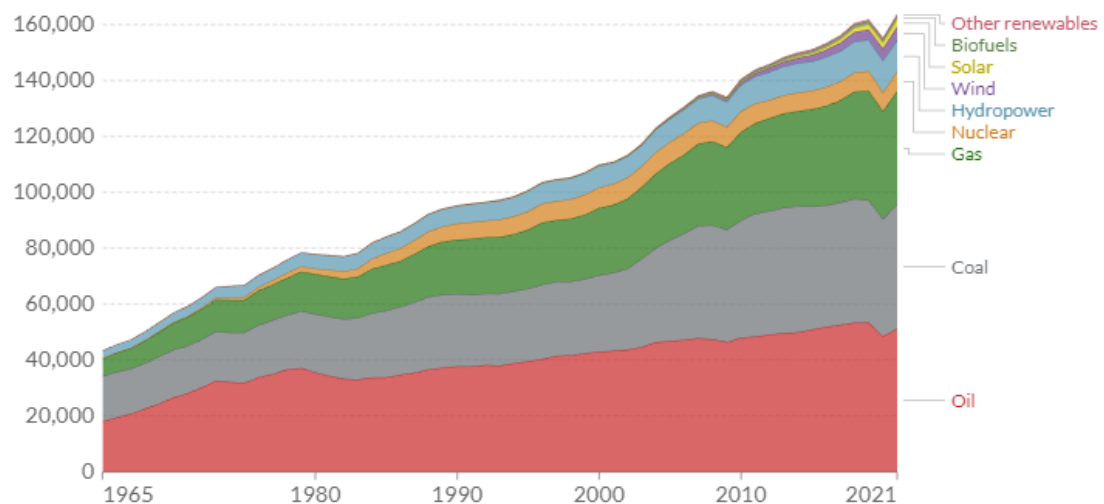


Πηγή: BP Statistical Review of World Energy

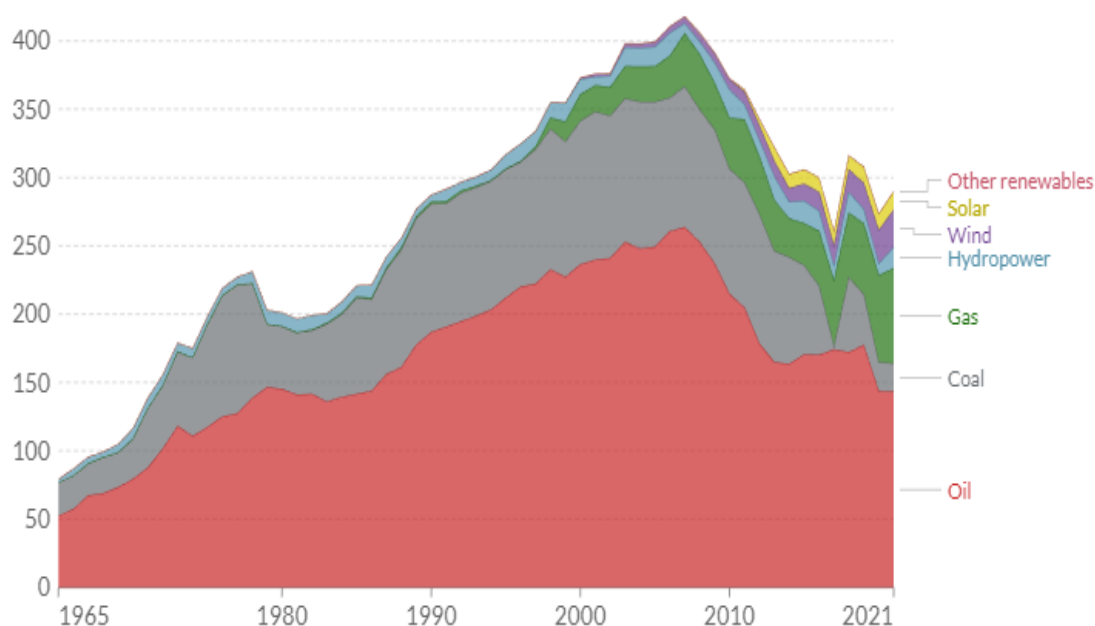
Στο επόμενο γράφημα βλέπουμε το μείγμα πρωτογενούς ενέργειας να αναλύεται ανά καύσιμο ή πηγή παραγωγής. Παγκοσμίως, παίρνουμε το μεγαλύτερο ποσό της ενέργειάς μας από το πετρέλαιο, ακολουθούμενο από τον άνθρακα, το φυσικό αέριο και μετά την υδροηλεκτρική ενέργεια. Το παγκόσμιο ενεργειακό μείγμα εξακολουθεί να κυριαρχείται από ορυκτά καύσιμα καθώς αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το 80% της κατανάλωσης ενέργειας.

Η παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας ανά πηγή με μέτρηση ανά τεραβατώρες.

Πηγή: BP Statistical Review of World Energy



Κατανάλωση ενέργειας ανά πηγή στην Ελλάδα
Πηγή: BP Statistical Review of World Energy



Παγκόσμια Ενέργεια και Χαμηλές Εκπομπές Άνθρακα

Περίπου τα τρία τέταρτα των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προέρχονται από την καύση ορυκτών καυσίμων για ενέργεια. Για να μειώσουμε τις παγκόσμιες εκπομπές, πρέπει να μετατοπίσουμε τα ενεργειακά μας συστήματα μακριά από τα ορυκτά καύσιμα, σε πηγές ενέργειας χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Πρέπει, εν ολίγοις, να «απανθρακοποιήσουμε».

Το 16% της παγκόσμιας πρωτογενούς ενέργειας προήλθε από πηγές χαμηλών εκπομπών άνθρακα το 2019. Βλέπουμε ότι το 2019, σχεδόν το 16% (15,7% για την ακρίβεια) της παγκόσμιας πρωτογενούς ενέργειας προερχόταν από πηγές χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Οι πηγές χαμηλών εκπομπών άνθρακα είναι το άθροισμα της πυρηνικής ενέργειας και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας – που περιλαμβάνει την υδροηλεκτρική ενέργεια, την αιολική, την ηλιακή ενέργεια, τη βιοενέργεια, τη γεωθερμία και την κυματική και παλιρροϊκή ενέργεια.

Το 11,4% προήλθε από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, και το 4,3% προήλθε από πυρηνικά. Η υδροηλεκτρική και η πυρηνική ενέργεια αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας με χαμηλές εκπομπές άνθρακα και μαζί αντιπροσωπεύουν το 10,7%. Η αιολική ενέργεια αντιπροσωπεύει μόλις το 2,2% και η ηλιακή 1,1%, αλλά και οι δύο πηγές αυξάνονται με γρήγορους ρυθμούς.

Παρά την παραγωγή ολοένα και περισσότερης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας κάθε χρόνο, το παγκόσμιο ενεργειακό μείγμα εξακολουθεί να κυριαρχείται από τον άνθρακα, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Όχι μόνο το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειάς μας (το 84%) προέρχεται από ορυκτά καύσιμα, αλλά συνεχίζουμε να καίμε περισσότερο κάθε χρόνο: η συνολική παραγωγή έχει αυξηθεί από 116.214 σε 136.761 TWh τα τελευταία 10 χρόνια.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, μόλις το 16% της πρωτογενούς ενέργειας (15,7% για την ακρίβεια) προήλθε από πηγές χαμηλών εκπομπών άνθρακα – πυρηνικές και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας – το 2019.

Ο κόσμος να χωρίζεται σε δύο κατηγορίες: χώρες που λαμβάνουν περισσότερη ενέργεια από πηγές χαμηλών εκπομπών άνθρακα από τον παγκόσμιο μέσο όρο του 15,7% και χώρες που λαμβάνουν λιγότερη. Αυτό που ξεχωρίζει αμέσως είναι ότι υπάρχει ένα εύλογα ισχυρό χάσμα Ανατολής-Δύσης. Οι περισσότερες δυτικές οικονομίες λαμβάνουν μεγαλύτερο μερίδιο ενέργειας από πηγές χαμηλών εκπομπών άνθρακα, σε σχέση με την Ανατολή. Φυσικά, αυτό το όριο δεν είναι απόλυτο, η Ολλανδία και η Ιρλανδία, για παράδειγμα, είναι κάτω από τον παγκόσμιο μέσο όρο.

Αυτό το χάσμα μπορεί να οφείλεται εν μέρει στις διαφορές στο εισόδημα, πολλές πλουσιότερες χώρες με μακρά ιστορία ενεργειακών συστημάτων πλούσιων σε ορυκτά καύσιμα έχουν ήδη απομακρυνθεί από αυτές. Για πολλές φτωχότερες χώρες στον χάρτη μας, δεν υπάρχουν δεδομένα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η Στατιστική Ανασκόπηση της Παγκόσμιας Ενέργειας της BP δεν καλύπτει όλες τις χώρες στον κόσμο. Βασίζεται σε στατιστικές ενέργειας από καύσιμα που διακινούνται στο εμπόριο. Συνήθως, οι εκπομπές που σχετίζονται με την ενέργεια από χώρες χαμηλού εισοδήματος είναι μικρές, επειδή η πρόσβαση στην ενέργεια είναι χαμηλή.

Ποιες χώρες λαμβάνουν το μεγαλύτερο μερίδιο ενέργειας από πηγές χαμηλών εκπομπών άνθρακα;

Στον επόμενο χάρτη βλέπουμε το μερίδιο της πρωτογενούς ενέργειας που προέρχεται από πηγές χαμηλών εκπομπών άνθρακα σε όλες τις χώρες. Το 2019, η Ισλανδία πήρε το 79% της ενέργειάς της από πηγές χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Αυτό ήταν το υψηλότερο στον κόσμο. Το μεγαλύτερο μέρος αυτού προήλθε από την

υδροηλεκτρική ενέργεια (55%), αλλά και από άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, κυρίως από τη γεωθερμική ενέργεια (24%). (βλ. αυτήν την ανάλυση στο γράφημα παρακάτω).

Αλλά η Ισλανδία δεν ήταν η μόνη χώρα που αντλούσε το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειάς της από πηγές χαμηλών εκπομπών άνθρακα, η Σουηδία (69%), η Νορβηγία (66%), η Γαλλία (49%) και η Ελβετία (49%) έλαβαν μεγάλη ποσότητα από την πυρηνική ενέργεια ή ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η Φινλανδία και η Βραζιλία είχαν επίσης υψηλό μερίδιο (πάνω από 40%).

Στην άλλη άκρη της κλίμακας, ορισμένες χώρες βασίζονται σχεδόν εξ ολοκλήρου στα ορυκτά καύσιμα. Πολλές από τις χώρες παραγωγής πετρελαίου στον κόσμο – η Σαουδική Αραβία, το Ομάν και το Κουβέιτ – έλαβαν λιγότερο από 1% από πηγές χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Μεταξύ των μεγαλύτερων αναδυόμενων οικονομιών, η Νότια Αφρική παρήγαγε μόνο το 5% από πηγές χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Η Ινδία πήρε 9% και Κίνα, 15%. Η Βραζιλία επιτυγχάνει πολύ υψηλότερο μερίδιο – 46% το 2019.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, η πρόοδός μας στη στροφή προς μια οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα ήταν αργή. Αυτό μπορεί να μας γεμίσει απαισιοδοξία για μια πορεία προς τα εμπρός. Ωστόσο, ορισμένες χώρες –συχνά μερικές από τις πλουσιότερες χώρες του κόσμου που έχουν υψηλά αποτυπώματα άνθρακα–μας δείχνουν ότι είναι δυνατή η σημαντική πρόοδος στην απαλλαγή των ενεργειακών μας συστημάτων από τον άνθρακα. Έχουν ακόμη πολύ δρόμο μπροστά τους, αλλά κινούνται προς τη σωστή κατεύθυνση.

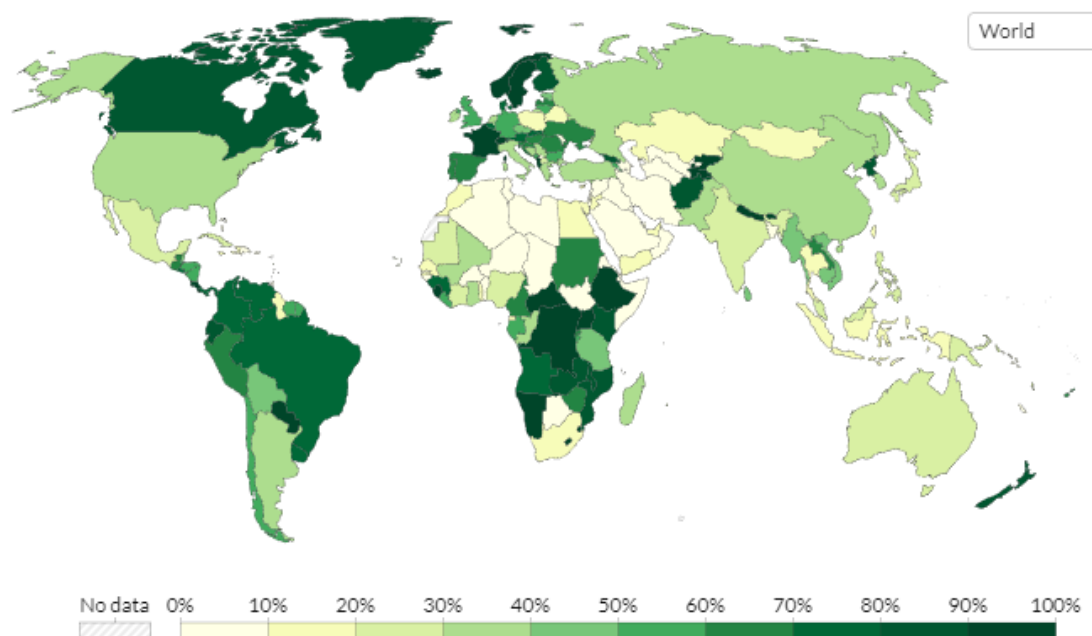
Οι φτωχότερες χώρες αντιμετωπίζουν μια μεγαλύτερη πρόκληση, καθώς πρέπει να αναπτύξουν τις οικονομίες τους, δίνοντας στους πληθυσμούς τους πρόσβαση στην ενέργεια, την υγειονομική περίθαλψη και την ανακούφιση της φτώχειας, αποφεύγοντας παράλληλα τα μονοπάτια που έχουν ακολουθήσει οι σημερινές πλούσιες χώρες.

Για να γίνει αυτό χρειάζεται φθηνή καθαρή ενέργεια, με τη μείωση των τιμών των εναλλακτικών λύσεων ορυκτών καυσίμων. Από αυτή την άποψη, οι πλουσιότερες χώρες του κόσμου έχουν επίσης να διαδραματίσουν ένα ρόλο. Η κλιμάκωση της

ενέργειας χαμηλών εκπομπών άνθρακα θα πρέπει να συμβάλει στη μείωση του κόστους. Έχουμε ήδη δει αυτό το αποτέλεσμα με τη ραγδαία πτώση των τιμών της ηλιακής ενέργειας τα τελευταία χρόνια.

Μερίδιο ηλεκτρικής ενέργειας από πηγές χαμηλών εκπομπών άνθρακα το 2021

Πηγή: BP Statistical Review of World Energy

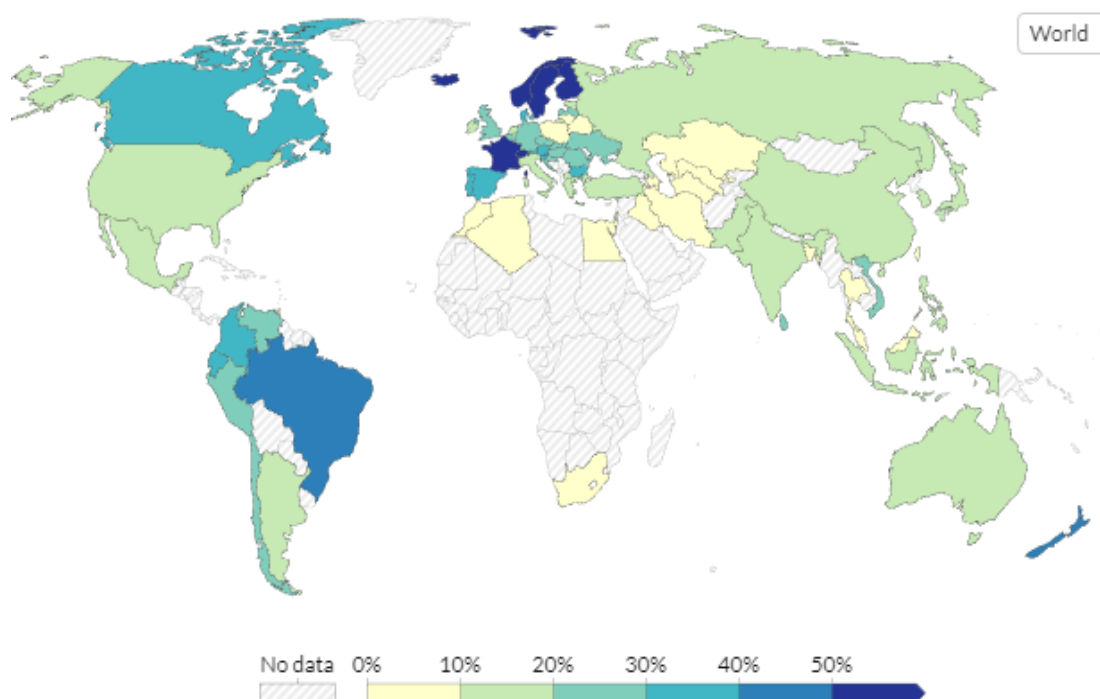


Πρόοδος Σχετικά με την Απαλλαγή της Ενέργειας από Άνθρακα

Τα τρία τέταρτα των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προέρχονται από την καύση ορυκτών καυσίμων για ενέργεια. Για να αντιμετωπίσουμε την κλιματική αλλαγή, πρέπει να απομακρυνθούμε από τα ορυκτά καύσιμα και να απελευθερώσουμε τα ενεργειακά μας συστήματα. Ο κόσμος πήρε το 15,7% της ενέργειάς του από πηγές χαμηλών εκπομπών άνθρακα –είτε πυρηνικές είτε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας– το 2019.

Στο γράφημα βλέπουμε το μερίδιο της παγκόσμιας ενέργειας που προέρχεται από πηγές χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Σίγουρα έχουμε σημειώσει πρόοδο συγκριτικά με τον προηγούμενο μισό αιώνα. Ωστόσο, η παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας αυξήθηκε 3,8 φορές και το μερίδιο των πηγών χαμηλών εκπομπών άνθρακα έχει υπερδιπλασιαστεί. Στη δεκαετία του 1960 μόνο το 6% της ενέργειάς μας προερχόταν από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ή πυρηνικά.

Μερίδιο πρωτογενούς ενέργειας από πηγές χαμηλών εκπομπών άνθρακα το 2021



Πηγή: BP Statistical Review of World Energy

Αλλά ο ρυθμός προόδου από τη δεκαετία του 1990 ήταν εντυπωσιακός. Μέχρι το 1994 παίρναμε ήδη το 13,5% από πηγές χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Σήμερα – 25 χρόνια μετά – το έχουμε αυξήσει μόνο κατά δύο ποσοστιαίες μονάδες.

1.1.6 Ορυκτά Καύσιμα/ Πυρηνικά και Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Η Αλλαγή του Παγκόσμιου Ενεργειακού Μείγματος

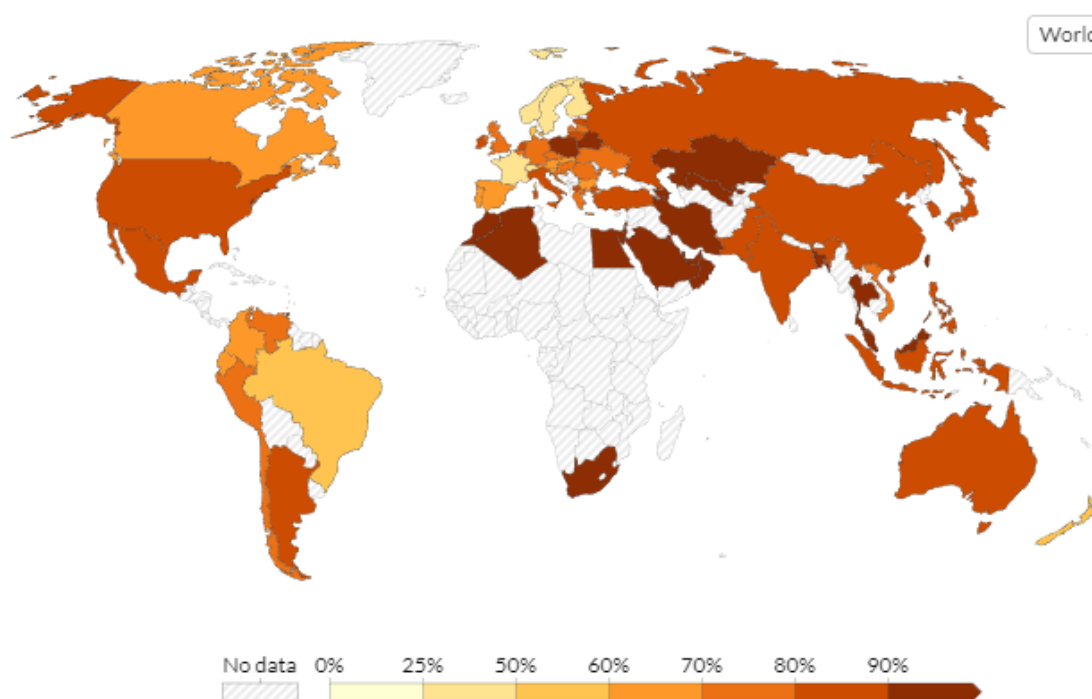
Η παγκόσμια ενέργεια προέρχεται από ορυκτά καύσιμα, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και πυρηνικά. Το άθροισμα των δύο πρώτων πρέπει να αυξηθεί. Μέρος αυτής της αργής προόδου οφείλεται στο γεγονός ότι πολλά από τα κέρδη που σημειώθηκαν στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αντισταθμίστηκαν με τη μείωση της πυρηνικής ενέργειας. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αυξάνονται ενώ η πυρηνική ενέργεια έχει αποσυρθεί.

Ορυκτά Καύσιμα

Τα ορυκτά καύσιμα είναι το άθροισμα του άνθρακα, του πετρελαίου και του φυσικού αερίου. Σε συνδυασμό, αποτελούν τη μεγαλύτερη πηγή παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Ως εκ τούτου, είναι αναγκαίο να μετατοπιστούν τα ενεργειακά μας συστήματα μακριά από τα ορυκτά καύσιμα και να κατευθυνθούν προς πηγές ενέργειας χαμηλών εκπομπών άνθρακα.

Ο επόμενος χάρτης δείχνει το μερίδιο της πρωτογενούς ενέργειας που προέρχεται από ορυκτά καύσιμα (άνθρακας, πετρέλαιο και αέριο αθροιστικά) σε όλο τον κόσμο.

Μερίδιο πρωτογενούς ενέργειας από ορυκτά καύσιμα το 2021



Πηγή: BP Statistical Review of World Energy

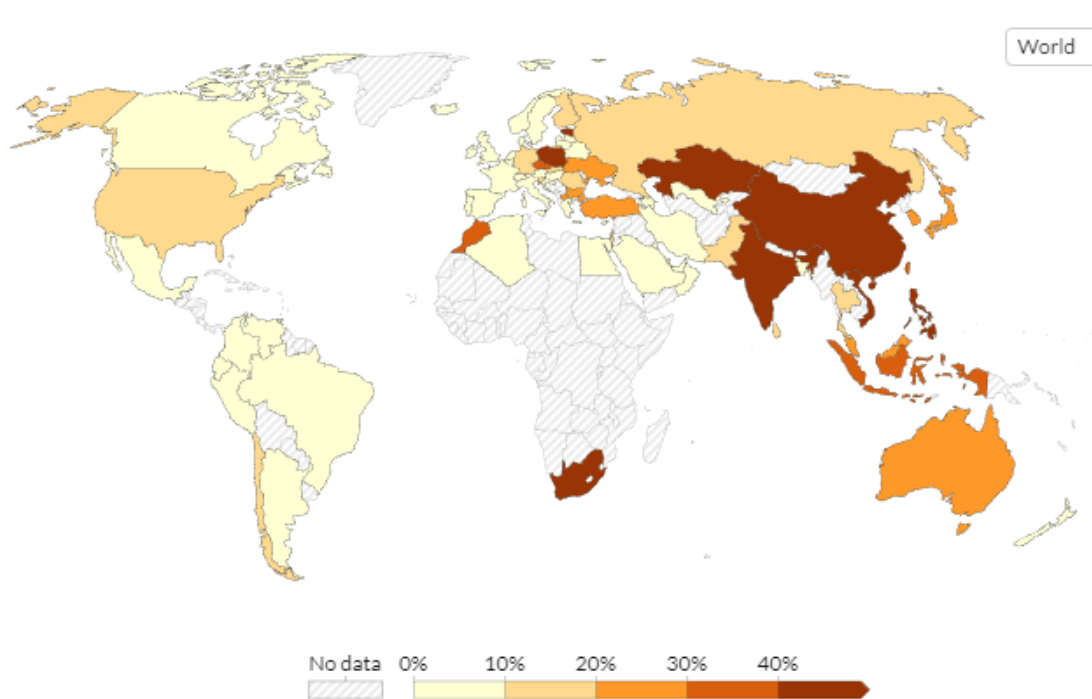
Άνθρακας

Ο άνθρακας υπήρξε μια κρίσιμη πηγή ενέργειας και βασικός πυλώνας στην παγκόσμια παραγωγή ενέργειας για αιώνες καθώς επίσης και η πιο ρυπογόνος πηγή ενέργειας, τόσο ως προς την ποσότητα CO₂ που παράγει ανά μονάδα ενέργειας, όσο και ως προς την ποσότητα της τοπικής ατμοσφαιρικής ρύπανσης που δημιουργεί. Η

απομάκρυνση από την ενέργεια άνθρακα είναι σημαντική για την κλιματική αλλαγή καθώς και για την ανθρώπινη υγεία.

Ο παρακάτω χάρτης δείχνει το μερίδιο της πρωτογενούς ενέργειας που προέρχεται από τον άνθρακα σε όλο τον κόσμο.

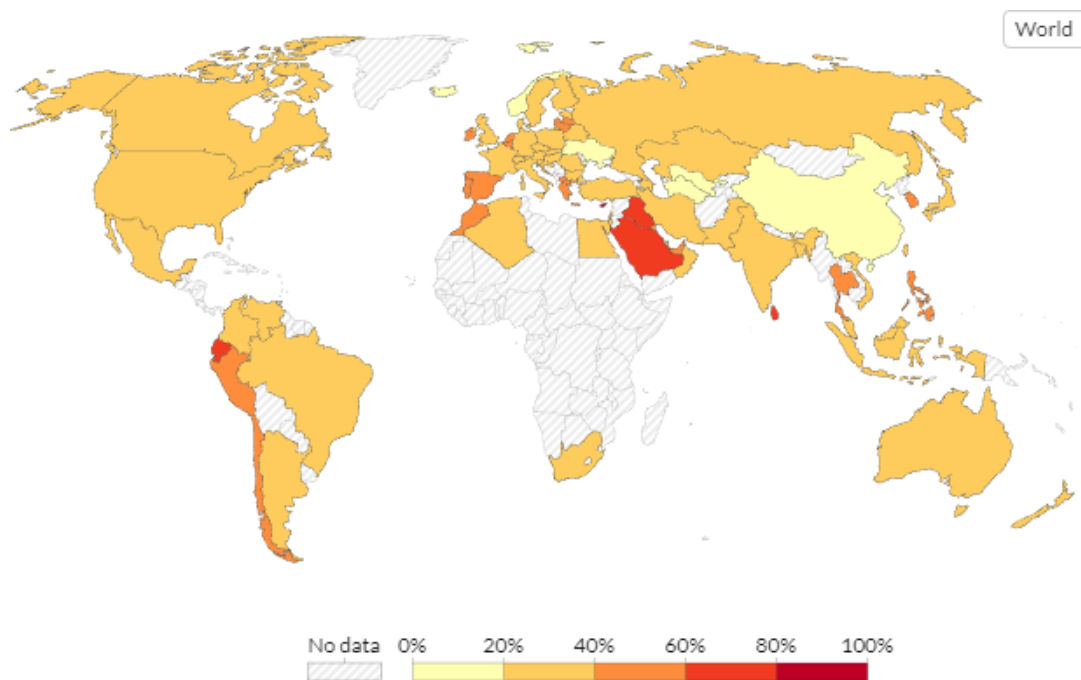
Μερίδιο της ενέργειας που προέρχεται από τον άνθρακα



Πηγή: BP Statistical Review of World Energy

Πετρέλαιο

Το πετρέλαιο είναι η μεγαλύτερη πηγή ενέργειας στον κόσμο σήμερα. Είναι η κυρίαρχη πηγή ενέργειας για τον τομέα των μεταφορών ειδικότερα. Ο χάρτης που ακολουθεί δείχνει το μερίδιο της πρωτογενούς ενέργειας που προέρχεται από το πετρέλαιο σε όλο τον κόσμο.

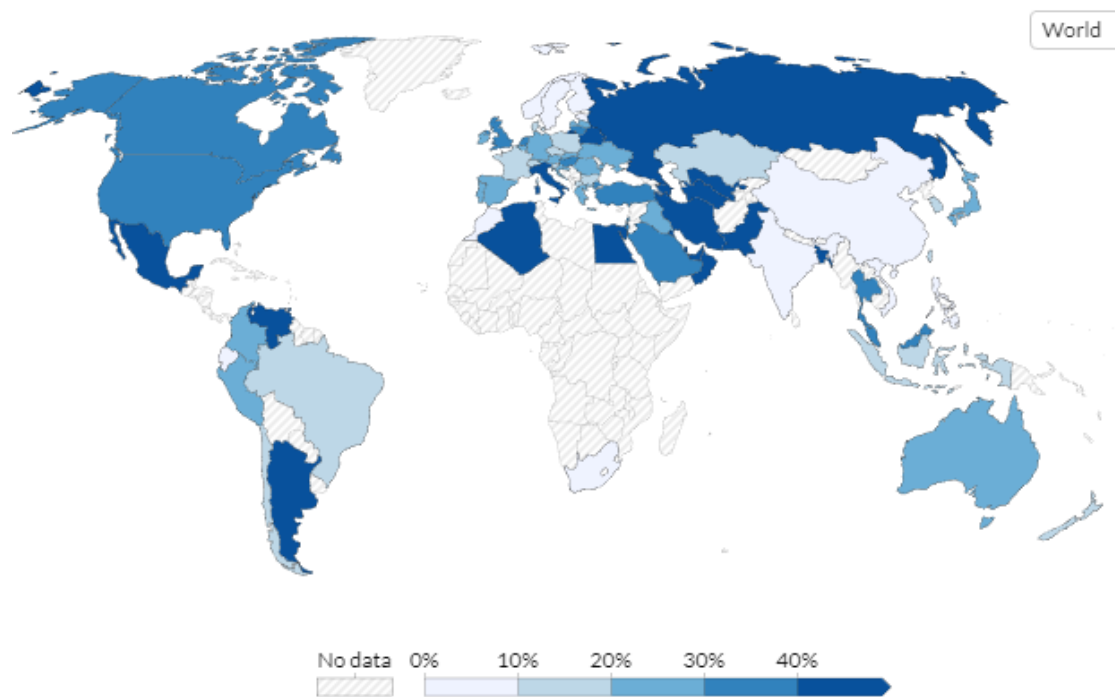


Πηγή: BP Statistical Review of World Energy

Φυσικό Αέριο

Το φυσικό αέριο, για δεκαετίες, υστερούσε έναντι του άνθρακα και του πετρελαίου ως πηγή ενέργειας. Αλλά σήμερα, η κατανάλωσή του αυξάνεται ραγδαία – συχνά ως αντικατάσταση του άνθρακα στο ενεργειακό μείγμα. Το φυσικό αέριο είναι σημαντικός πάροχος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και βασική πηγή θερμότητας. Ο επόμενος χάρτης δείχνει το μερίδιο της πρωτογενούς ενέργειας που προέρχεται από αέριο σε όλο τον κόσμο.

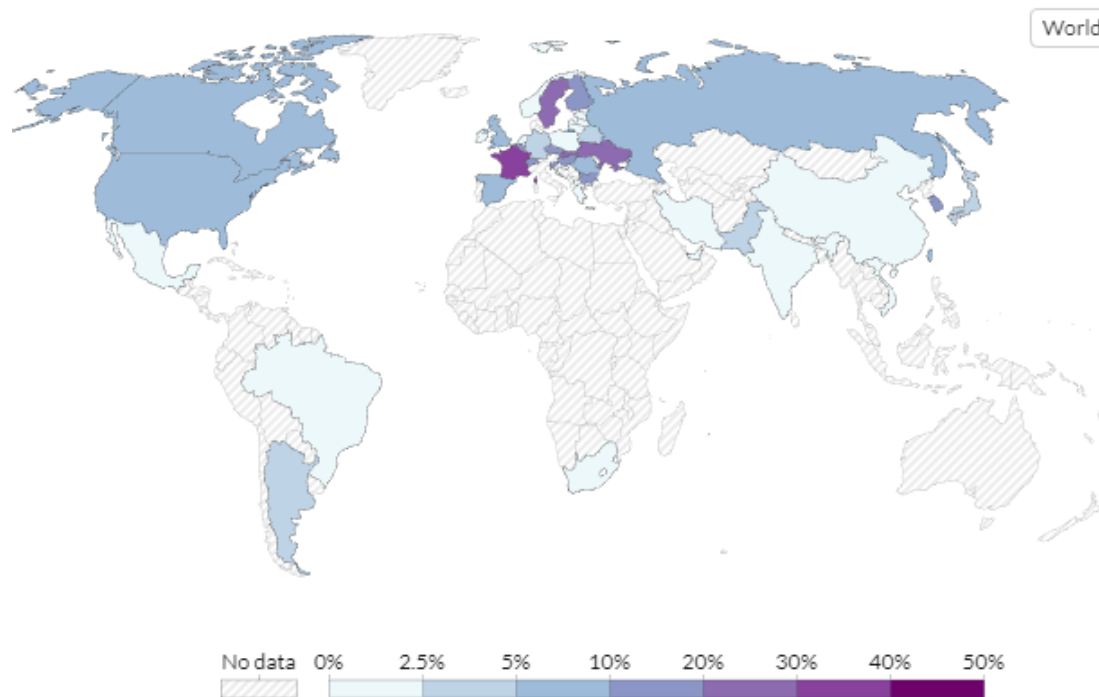
Μερίδιο πρωτογενούς ενέργειας από φυσικό αέριο το 2021



Πηγή: BP Statistical Review of World Energy

Πυρηνικά

Η πυρηνική ενέργεια – μαζί με την υδροηλεκτρική– υπήρξε βασική πηγή ενέργειας χαμηλών εκπομπών άνθρακα για πολλές χώρες σε όλο τον κόσμο τις τελευταίες δεκαετίες. Ο επόμενος χάρτης δείχνει το μερίδιο της πρωτογενούς ενέργειας που προέρχεται από την πυρηνική ενέργεια σε όλο τον κόσμο.



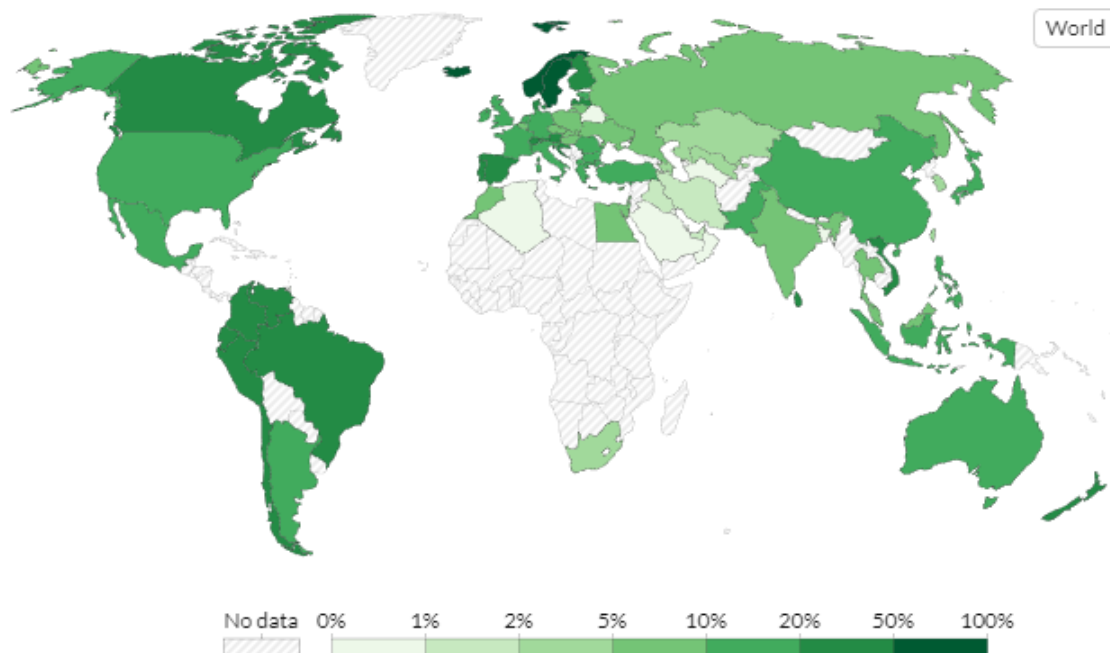
Πηγή: BP Statistical Review of World Energy

Ανανεώσιμες Πηγές

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι ένας συλλογικός όρος που χρησιμοποιείται για να συμπεριλάβει έναν αριθμό διαφορετικών πηγών ενέργειας. Οι «ανανεώσιμες πηγές ενέργειας» περιλαμβάνουν συνήθως την υδροηλεκτρική ενέργεια, την ηλιακή, την αιολική, τη γεωθερμία, τη βιομάζα και την κυματική και παλιρροϊκή ενέργεια.

Ο επόμενος χάρτης δείχνει το μερίδιο της πρωτογενούς ενέργειας που προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (το άθροισμα όλων των τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας) σε όλο τον κόσμο. Το μερίδιο της ενέργειας που παίρνουμε από μεμονωμένες τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας – ηλιακή ή αιολική, για παράδειγμα – δίνεται στις παρακάτω ενότητες.

Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας: Ποσοστά από τις ΑΠΕ. Μερίδιο πρωτογενούς ενέργειας από τις ΑΠΕ

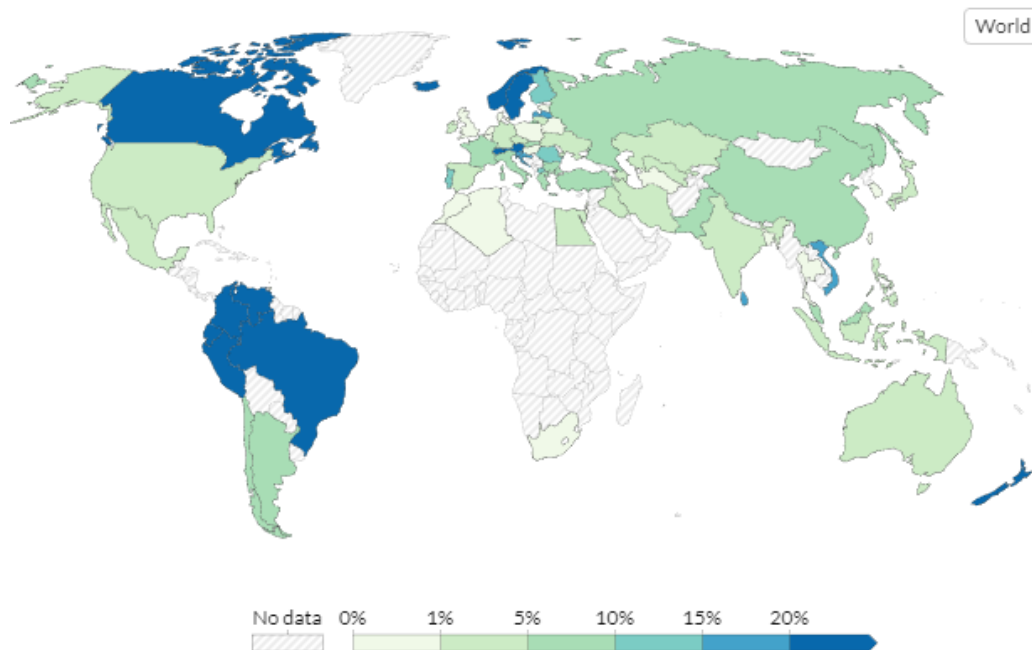


Πηγή: BP Statistical Review of World Energy

► **Υδροηλεκτρική ενέργεια:** Μερίδιο της ενέργειας που προέρχεται από την υδροηλεκτρική ενέργεια

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μια σημαντική ενεργειακή τεχνολογία χαμηλών εκπομπών άνθρακα για πολλές χώρες για περισσότερο από μισό αιώνα. Σε παγκόσμιο επίπεδο, εξακολουθεί να είναι η μεγαλύτερη πηγή ανανεώσιμης ενέργειας. Ο επόμενος χάρτης δείχνει το μερίδιο της πρωτογενούς ενέργειας που προέρχεται από την υδροηλεκτρική ενέργεια σε όλο τον κόσμο.

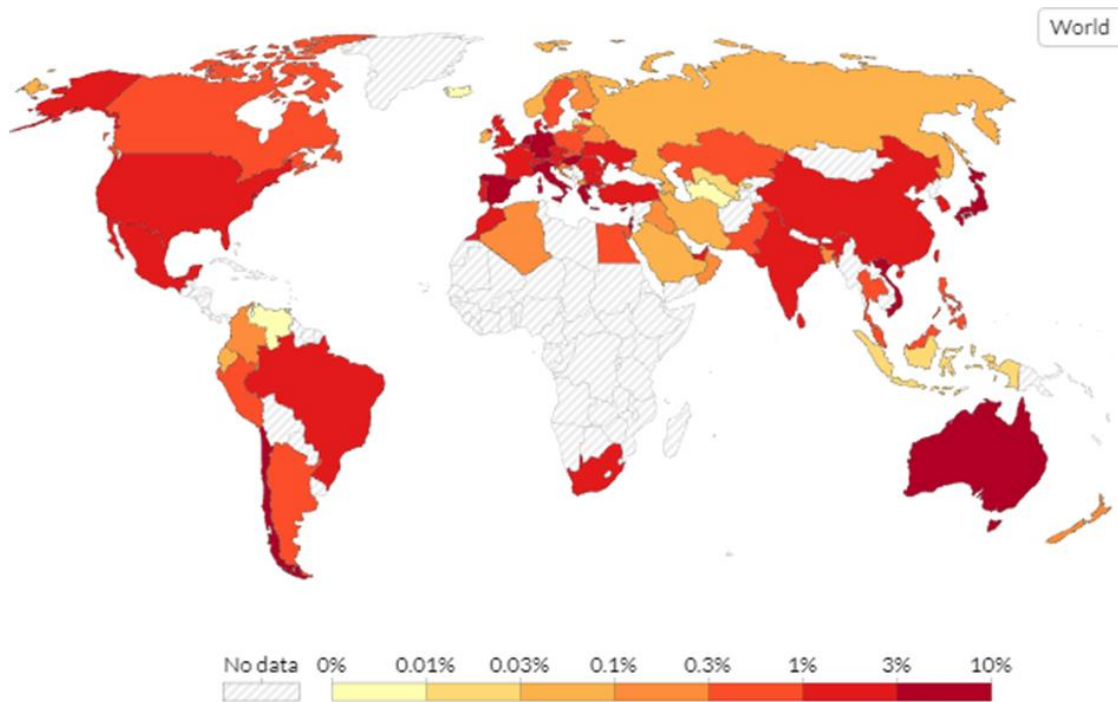
Υδροηλεκτρική ενέργεια: Μερίδιο πρωτογενούς ενέργειας από υδροηλεκτρική ενέργεια



Πηγή: BP Statistical Review of World Energy

► **Ηλιακή ενέργεια:** Μερίδιο της ενέργειας που προέρχεται από την ηλιακή ενέργεια

Η ηλιακή ενέργεια αναφέρεται συχνά ως «σύγχρονη ανανεώσιμη» – πριν από μερικές δεκαετίες συνέβαλε ελάχιστα στον παγκόσμιο ενεργειακό εφοδιασμό. Όμως τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί σημαντικά. Ο επόμενος χάρτης δείχνει το μερίδιο της πρωτογενούς ενέργειας που προέρχεται από τις ηλιακές τεχνολογίες σε όλο τον κόσμο.

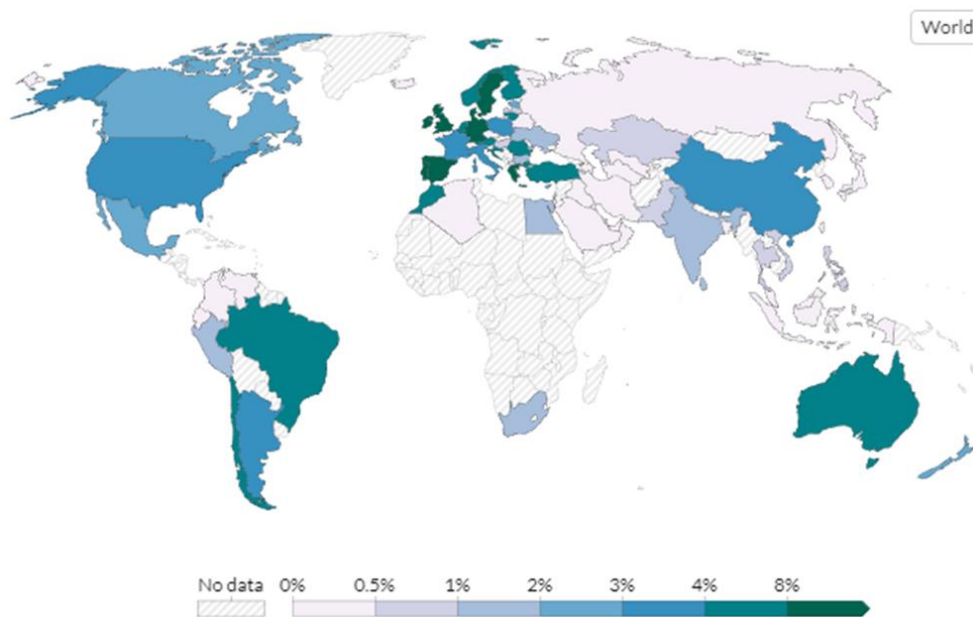


Πηγή: BP Statistical Review of World Energy

► **Αιολική ενέργεια:** Μερίδιο της ενέργειας που προέρχεται από την αιολική ενέργεια

Ο χάρτης δείχνει το μερίδιο της πρωτογενούς ενέργειας που προέρχεται από την αιολική ενέργεια (τόσο χερσαία όσο και υπεράκτια) σε όλο τον κόσμο.

Μερίδιο της πρωτογενούς ενέργειας από την αιολική ενέργεια



Πηγή: BP Statistical Review of World Energy

1.1.7 Ο Παγκόσμιος Μετασχηματισμός

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας —ιδιαίτερα η αιολική και η ηλιακή— έχουν αυξηθεί την τελευταία δεκαετία. Η ανάπτυξή τους στον τομέα της ενέργειας έχει ήδη ξεπεράσει οποιασδήποτε άλλη πηγή ενέργειας, συμπεριλαμβανομένων των ορυκτών καυσίμων. Σε συνδυασμό με την ενεργειακή απόδοση, αποτελούν πλέον την αιχμή μιας εκτεταμένης παγκόσμιας ενεργειακής μετάβασης.

Αυτή η συνεχής μετάβαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν είναι απλώς μια μετατόπιση, αλλά περιλαμβάνει έναν πολύ βαθύτερο μετασχηματισμό των παγκόσμιων ενεργειακών συστημάτων με σημαντικές κοινωνικές, οικονομικές και πολιτικές επιπτώσεις, που υπερβαίνουν κατά πολύ τον ενεργειακό τομέα. Ο όρος «ενεργειακός μετασχηματισμός» συλλαμβάνει αυτές τις ευρύτερες επιπτώσεις.

Ο παγκόσμιος ενεργειακός μετασχηματισμός θα έχει ιδιαίτερα έντονο αντίκτυπο στη γεωπολιτική. Είναι ένα από τα κρυφά ρεύματα της αλλαγής που θα βοηθήσει στην επαναχάραξη του γεωπολιτικού χάρτη του 21^{ου} αιώνα. Η νέα γεωπολιτική πραγματικότητα που διαμορφώνεται θα είναι θεμελιωδώς διαφορετική από τον συμβατικό χάρτη της ενεργειακής γεωπολιτικής που κυριαρχεί για περισσότερα από εκατό χρόνια.

Τα ορυκτά καύσιμα έχουν αποτελέσει το θεμέλιο του παγκόσμιου ενεργειακού συστήματος, της οικονομικής ανάπτυξης και του σύγχρονου τρόπου ζωής. Η εκμετάλλευση των ορυκτών καυσίμων αύξησε την παγκόσμια χρήση ενέργειας πενήντα φορές τους τελευταίους δύο αιώνες, διαμορφώνοντας το γεωπολιτικό περιβάλλον του σύγχρονου κόσμου.

Η γεωγραφική συγκέντρωση των ορυκτών καυσίμων είχε σημαντικό αντίκτυπο στον πλούτο και την ασφάλεια των εθνών. Ένας ενεργειακός μετασχηματισμός που οδηγείται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα μπορούσε να επιφέρει αλλαγές εξίσου ριζικές ως προς το εύρος και τον αντίκτυπό τους.

Ορισμένες χώρες που εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις εξαγωγές πετρελαίου, φυσικού αερίου ή άνθρακα θα χρειαστεί να προσαρμοστούν για να αποφύγουν σοβαρές οικονομικές συνέπειες. Πολλές αναπτυσσόμενες οικονομίες θα έχουν τη δυνατότητα να υπερπηδήσουν τα συστήματα που βασίζονται σε ορυκτά καύσιμα και

τα κεντρικά δίκτυα. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα είναι, επίσης, ένα ισχυρό όχημα εκδημοκρατισμού, καθώς οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού εφοδιασμού, ενισχύοντας τους πολίτες, τις τοπικές κοινότητες και τις πόλεις.

Μετασχηματισμός Ενέργειας

Όπως δείχνει η ταχεία απορρόφηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ζούμε σε μια εποχή εκθετικών αλλαγών και διαταραχών. Ποιες τεχνολογικές καινοτομίες θα επιταχύνουν τον μετασχηματισμό δεν μπορεί ακόμη να προβλεφθεί. Οι πολιτικές επιλογές θα επηρεάσουν την πορεία και το ρυθμό του ενεργειακού μετασχηματισμού, ο οποίος είναι πιθανό να προχωρήσει με διαφορετικές ταχύτητες σε κάθε χώρα και σε κάθε τομέα.

Ωστόσο, τρεις κύριες πτυχές χαρακτηρίζουν και στηρίζουν τη μετάβαση: η ενεργειακή απόδοση, η ηλεκτροδότηση και η ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Ενεργειακή Απόδοση

Η ενεργειακή απόδοση επιτρέπει την οικονομική ανάπτυξη με χαμηλότερες εισροές ενέργειας. Τον εικοστό αιώνα, ο μέσος ρυθμός αύξησης της ζήτησης ενέργειας ήταν 3%, περίπου ο ίδιος με τον ρυθμό αύξησης του παγκόσμιου ΑΕΠ. Τις τελευταίες δεκαετίες, οι βελτιώσεις στην ενεργειακή απόδοση έχουν σπάσει αυτόν τον δεσμό. Η ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας προβλέπεται τώρα να αυξάνεται κατά 1% ετησίως την περίοδο έως το 2040.

Ηλεκτρική Ενέργεια

Η ηλεκτρική ενέργεια αντιπροσωπεύει το 19% της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας, αλλά το μερίδιό της αναμένεται να αυξηθεί καθώς λαμβάνει χώρα αυξημένη ηλεκτροδότηση των τομέων τελικής χρήσης. Η εγκατάσταση αντλιών θερμότητας και ηλεκτρικών οχημάτων, για παράδειγμα, επιτρέπει τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση, ψύξη και μεταφορά. Η ηλεκτρική ενέργεια είναι το ταχύτερα αναπτυσσόμενο τμήμα της τελικής ενεργειακής ζήτησης.

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν αναδειχθεί ως η ταχύτερα αναπτυσσόμενη πηγή ενέργειας. Οι κύριες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι η βιοενέργεια, η γεωθερμία, η υδροηλεκτρική ενέργεια, οι ωκεανοί, η ηλιακή ενέργεια και η αιολική ενέργεια. Μεταξύ αυτών, η ηλιακή ενέργεια και η αιολική ενέργεια αναπτύσσονται πολύ γρήγορα, ενώ οι υπόλοιπες αυξάνονται πιο σταδιακά. Η ηλιακή και η αιολική μοιράζονται ένα χαρακτηριστικό που είναι σε μεγάλο βαθμό μοναδικό σε αυτές: η ποσότητα ενέργειας που παράγουν ποικίλλει ανάλογα με τον καιρό και την ώρα της ημέρας. Αυτός είναι ο λόγος που ονομάζονται μεταβλητές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Ο αντίκτυπος της ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έγινε κυρίως αισθητός στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας. Από το 2012, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν προσθέσει περισσότερες νέες δυνατότητες παραγωγής ενέργειας από τις συμβατικές πηγές ενέργειας.

Η ηλιακή ενέργεια πρόσθεσε περισσότερη δυναμικότητα το 2017 απ' ότι οι σταθμοί άνθρακα, φυσικού αερίου και πυρηνικής ενέργειας μαζί. Η αιολική και η ηλιακή ενέργεια παρέχουν πλέον το 6% της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως, από 0,2% το 2000. Συνολικά, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αντιπροσωπεύουν περίπου το ένα τέταρτο της παγκόσμιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Χώρες όπως η Δανία, παράγουν ήδη περισσότερο από το ήμισυ της ηλεκτρικής τους ενέργειας από μεταβλητές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Το 2017, η ηλεκτρική ενέργεια της Κόστα Ρίκα παρήχθη εξ ολοκλήρου από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για 300 ημέρες. Για αρκετές ημέρες τον περασμένο χρόνο, τα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας της Γερμανίας, της Πορτογαλίας και της Δανίας μπορούσαν να λειτουργούν εξ ολοκλήρου με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Αυτή η τάση πρόκειται να συνεχιστεί. Από το 2016, ο τομέας της ηλεκτρικής ενέργειας έχει προσελκύσει περισσότερες επενδύσεις από τους τομείς πετρελαίου και φυσικού αερίου που κυριαρχούσαν παραδοσιακά στις ενεργειακές επενδύσεις, μια άλλη αντανάκλαση της συνεχιζόμενης ηλεκτροδότησης της παγκόσμιας οικονομίας.

Η ταχύτητα του μετασχηματισμού ενέργειας είναι αβέβαιη. Ωστόσο, τα σενάρια που διαμορφώνουν ένα ενεργειακό μέλλον συμβατό με τους στόχους της Συμφωνίας του Παρισιού, έχουν παρόμοια δομή: βραχυπρόθεσμη αιχμή στη ζήτηση ορυκτών καυσίμων, ταχεία απορρόφηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και μείωση της ζήτησης ορυκτών καυσίμων. Δεν είναι μια πρόβλεψη, αλλά δείχνει μια πιθανή πορεία που προϋποθέτει ότι ο κόσμος θα είναι σε θέση να επιτύχει τον στόχο της Συμφωνίας του Παρισιού δηλαδή να περιορίσει την αύξηση της θερμοκρασίας σε «πολύ κάτω από τους 2°C».

Ενεργοποιητές Ταχείας Εξάπλωσης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Μείωση κόστους

Καθώς το κόστος των τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχει μειωθεί, η κατεύθυνση προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχει γίνει βασικός μοχλός αλλαγής. Οι ώριμες τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, συμπεριλαμβανομένης της υδροηλεκτρικής ενέργειας και της γεωθερμίας, είναι ανταγωνιστικές ως προς το κόστος όπου λειτουργούν.

Ωστόσο, τεχνολογίες όπως η ηλιακή και η αιολική έχουν επίσης αποκτήσει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα ως αποτέλεσμα της τεχνολογικής προόδου και των αυξημένων επενδύσεων.



Η απότομη μείωση του κόστους των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της αποθήκευσης ενέργειας έχει εκπλήξει ακόμη και τους πιο αισιόδοξους παρατηρητές. Η ηλιακή και η αιολική ενέργεια μπορούν να προτιμηθούν από τις συμβατικές τεχνολογίες παραγωγής, λόγω χαμηλότερου κόστους σε πολλές από τις κορυφαίες αγορές του κόσμου, ακόμη και χωρίς επιδοτήσεις.

Από το 2010, το μέσο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας από ηλιακή φωτοβολταϊκή και αιολική ενέργεια έχει μειωθεί κατά 73% και 22% αντίστοιχα. Σε διαφορετικές χώρες, όπως η Χιλή και η Σαουδική Αραβία, η Ινδία και οι Ηνωμένες Πολιτείες, η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται για περίπου 30 δολάρια ΗΠΑ ανά μεγαβατώρα (MWh).

Οι τιμές δημοπρασίας υποδηλώνουν ότι πολύ σύντομα, το μέσο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ηλιακές και αιολικές πηγές θα βρίσκεται σε χαμηλότερο επίπεδο από το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα. Το κόστος των μπαταριών ιόντων λιθίου, που χρησιμοποιούνται στα ηλεκτρικά οχήματα, έχει μειωθεί κατά 80% από το 2010.

Ως αποτέλεσμα αυτών των μειώσεων κόστους, οι επενδύσεις σε τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας καθοδηγούνται όλο και περισσότερο από ανταγωνιστικά επιχειρηματικά μοντέλα.

Εκτιμάται ότι έως το 2025 το παγκόσμιο σταθμισμένο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας θα μπορούσε να μειωθεί κατά 26% από την αιολική ενέργεια στην ξηρά, κατά 35% από την υπεράκτια αιολική ενέργεια, κατά τουλάχιστον 37% από τις τεχνολογίες συγκεντρωμένης ηλιακής ενέργειας (CSP) και κατά 59% από τα ηλιακά φωτοβολταϊκά. Το κόστος της σταθερής αποθήκευσης μπαταριών θα μπορούσε να μειωθεί έως και 60%, και υπάρχει αυξανόμενη πεποίθηση ότι τα ηλεκτρικά και τα συμβατικά οχήματα θα πωλούνται σε συγκρίσιμες τιμές στο άμεσο μέλλον.

Ρύπανση και Κλιματική Αλλαγή

Τα προβλήματα που προκαλούνται από τα ορυκτά καύσιμα —συμπεριλαμβανομένης της εκτεταμένης ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της κλιματικής αλλαγής— οδήγησαν τις κυβερνήσεις, τις επιχειρήσεις, τους επενδυτές και το κοινό να αναγνωρίσουν την ανάγκη απαλλαγής από τον άνθρακα.



Η ρύπανση, που προκαλείται κυρίως από την καύση πετρελαίου και άνθρακα, καθιστά επικίνδυνη την αναπνοή του αέρα σε πολλές πόλεις, από το Νέο Δελχί μέχρι το Πεκίνο και το Παρίσι.

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας εκτιμά ότι εννέα στους δέκα ανθρώπους στον κόσμο αναπνέουν μολυσμένο αέρα, που είναι επικίνδυνος για την υγεία. Η ατμοσφαιρική ρύπανση σκοτώνει 7 εκατομμύρια ανθρώπους κάθε χρόνο, που την καθιστούν την τέταρτη μεγαλύτερη αιτία θανάτου.

Αν δεν ληφθούν επείγοντα μέτρα για την απαλλαγή του ενεργειακού τομέα, ο κόσμος δεν θα επιτύχει τον στόχο της Συμφωνίας του Παρισιού να διατηρήσει «την αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας πολύ κάτω από τους 2°C, και να συνεχίσει τις προσπάθειες για τον περιορισμό της αύξησης της θερμοκρασίας έως 1,5°C πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα».

Μια πρόσφατη έκθεση της IPCC (Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή των Ηνωμένων Εθνών) παρουσιάζει όλο και πιο πειστικά επιστημονικά στοιχεία για την ανάγκη περιορισμού της αύξησης της θερμοκρασίας σε μέγιστο 1,5°C για την αποφυγή μακροχρόνιων ή μη αναστρέψιμων αλλαγών, συμπεριλαμβανομένης της απώλειας ζωτικών οικοσυστημάτων.

Επί του παρόντος, ο κόσμος βρίσκεται σε μια πορεία που, σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα, θα αυξήσει τις παγκόσμιες θερμοκρασίες κατά τουλάχιστον 3°C μέχρι το τέλος του αιώνα.

Μια άλλη πρόσφατη επιστημονική μελέτη προειδοποίησε ότι ένα απότομο φαινόμενο ντόμινο μπορεί να οδηγήσει τον πλανήτη σε κατάσταση «θερμοκηπίου» εάν οι παγκόσμιες θερμοκρασίες αυξηθούν κατά περισσότερο από 2°C.

Η ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε συνδυασμό με βελτιωμένη ενεργειακή απόδοση παρέχει τον πιο οικονομικό τρόπο για την επίτευξη της μείωσης

κατά 90% των εκπομπών που σχετίζονται με την ενέργεια που απαιτείται για την επίτευξη του στόχου της Συμφωνίας του Παρισιού.

Οι Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης (SDGs), που εγκρίθηκαν από τους παγκόσμιους ηγέτες στα Ηνωμένα Έθνη τον Σεπτέμβριο του 2015, περιλαμβάνουν έναν συγκεκριμένο στόχο για την ενέργεια, ο οποίος επικεντρώνεται στην παροχή καθολικής πρόσβασης σε σύγχρονες ενεργειακές υπηρεσίες, τον διπλασιασμό του ρυθμού βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης και την ουσιαστική αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έως το 2030.

Στόχοι Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Επηρεασμένες από την γενικότερη κατεύθυνση προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την ανάγκη απαλλαγής από τον άνθρακα του ενεργειακού τομέα, πολλές κυβερνήσεις έχουν αυξήσει τις φιλοδοξίες τους και έχουν λάβει μέτρα για να επιταχύνουν την εξάπλωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Μέχρι στιγμής, 57 χώρες έχουν αναπτύξει σχέδια για την πλήρη απαλλαγή του τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας από άνθρακα και 179 έχουν θέσει εθνικούς ή κρατικούς στόχους για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Οι κυβερνήσεις αρχικά υποστήριξαν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μέσω επιδοτήσεων, αλλά κινούνται όλο και περισσότερο σε ανταγωνιστικές δημοπρασίες που προσφέρουν χαμηλότερες τιμές.

Πολλές χώρες στρέφονται προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, επειδή δεν διαθέτουν αποθέματα πετρελαίου και φυσικού αερίου και επιθυμούν να εξαρτώνται λιγότερο από τις εισαγωγές ενέργειας. Η Ινδία, για παράδειγμα, πρόκειται να γίνει ολόένα και πιο εξαρτημένη από δαπανηρές εισαγωγές ενέργειας, εκτός εάν αλλάξει πορεία.

Ορισμένες μεγάλες πετρελαιοπαραγωγικές χώρες θέτουν επίσης στόχους για την αύξηση του ποσοστού των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό τους μείγμα. Η ενεργειακή στρατηγική των Ηνωμένων Αραβικών Εμιράτων, για παράδειγμα, θέτει ως στόχο το 44% των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην παροχή ηλεκτρικής ενέργειας και μια μείωση κατά 70% των εκπομπών άνθρακα έως το 2050.

Σε ορισμένες χώρες, όπου οι κεντρικές κυβερνήσεις άργησαν να καθορίσουν στόχους για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, οι τοπικές κυβερνήσεις και οι δήμοι έχουν προβεί σε ουσιαστικές ενέργειες. Η Καλιφόρνια έχει υιοθετήσει τον στόχο το 60%



ηλεκτρικής ενέργειας να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές έως το 2030, και αρκετές πόλεις, έχουν ανακοινώσει σχέδια για την απαγόρευση των πετρελαιοκίνητων αυτοκινήτων.

Τεχνολογική Καινοτομία

Οι τεχνολογικές καινοτομίες, συμπεριλαμβανομένων των υψηλότερων αποδόσεων ηλιακών φωτοβολταϊκών (PV) μονάδων και των ψηλότερων ανεμογεννητριών, έχουν διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην επιτάχυνση της εξάπλωσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα ποσοστά κατοχύρωσης διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας υποδηλώνουν ότι έχει σημειωθεί περισσότερη τεχνολογική καινοτομία στον τομέα των τεχνολογιών καθαρής ενέργειας από ό,τι σε παραδοσιακούς ενεργειακούς τομείς όπως τα ορυκτά καύσιμα και η πυρηνική ενέργεια.

Μακροπρόθεσμα, τα βιοκαύσιμα επόμενης γενιάς και το ανανεώσιμο υδρογόνο που παράγεται από ηλεκτρόλυση μπορεί να επιτρέψουν στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας να επεκταθούν σε ένα αυξανόμενο φάσμα τομέων που δύσκολα ηλεκτροδοτούνται, όπως η αεροπορία, η ναυτιλία και η βαριά βιομηχανία.

Οι καινοτομίες στην ψηφιοποίηση και την αποθήκευση ενέργειας ανοίγουν επίσης νέα σύνορα. Νέες ψηφιακές τεχνολογίες, όπως τα έξυπνα δίκτυα, το διαδίκτυο των πραγμάτων, τα μεγάλα δεδομένα και η τεχνητή νοημοσύνη, εφαρμόζονται στην ενεργειακή βιομηχανία, συμβάλλοντας στην αύξηση της αποδοτικότητάς της και στην επιτάχυνση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα αναδυόμενα έξυπνα συστήματα παραγωγής και διανομής.

Αναπτύσσονται, επίσης, νέες ενεργειακές τεχνολογίες για την αποθήκευση ενέργειας, ζωτικής σημασίας για μεταβλητές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η αιολική και η ηλιακή ενέργεια. Οι μπαταρίες, συμπεριλαμβανομένων των ηλεκτρικών οχημάτων, αναμένεται να γίνουν μια σημαντική τεχνολογία αποθήκευσης. Η ηλεκτρική ενέργεια μπορεί επίσης να αποθηκευτεί σε θερμική μορφή χρησιμοποιώντας λέβητες, αντλίες θερμότητας ή κρύο νερό. Για μακροπρόθεσμη αποθήκευση, υπάρχουν και άλλες επιλογές, όπως αποθήκευση ενέργειας πεπιεσμένου αέρα ή υδρογόνο.

Εταιρική και Επενδυτική Δράση

Οι ενέργειες των εταιρειών οδηγούν επίσης στην αλλαγή. Ομάδες επενδυτών όπως η DivestInvest και η CA100+ ασκούν πίεση στις εταιρείες να μειώσουν το αποτύπωμά τους άνθρακα. Στη διάσκεψη για το κλίμα του Δεκεμβρίου 2018 στην Πολωνία, γνωστή ως «COP24», μια ομάδα 415 επενδυτών, που αντιπροσωπεύουν πάνω από 32 τρισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ, επιβεβαίωσαν την πλήρη υποστήριξή τους στη Συμφωνία του Παρισιού και δεσμεύτηκαν να βελτιώσουν τις οικονομικές εκθέσεις σχετικά με το κλίμα. Κάλεσαν τις κυβερνήσεις να βάλουν μια τιμή στον άνθρακα, να καταργήσουν τις επιδοτήσεις ορυκτών καυσίμων και να καταργήσουν σταδιακά τη θερμική ενέργεια από άνθρακα.

Το νορβηγικό κρατικό επενδυτικό ταμείο, όπως και ορισμένες ιδιωτικές τράπεζες συμπεριλαμβανομένης της HSBC, λαμβάνουν μέτρα για απομάκρυνση των επενδύσεων από τον άνθρακα. Ορισμένες μεγάλες τράπεζες ανάπτυξης, όπως η Παγκόσμια Τράπεζα, δεν χρηματοδοτούν πλέον επενδύσεις στον άνθρακα. Παγκόσμιες ασφαλιστικές εταιρείες όπως η Allianz και η AXA ανακοίνωσαν ότι θα καταργήσουν σταδιακά την ασφαλιστική κάλυψη για συγκεκριμένα έργα άνθρακα.

Επιπλέον, ορισμένες από τις κορυφαίες εταιρείες του κόσμου κινούνται για να προμηθευτούν όλη την ηλεκτρική τους ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές και ενθαρρύνουν τις αλυσίδες εφοδιασμού τους να κάνουν το ίδιο. Τόσο η Apple όσο και η Microsoft, ανακοίνωσαν πρόσφατα ότι οι εγκαταστάσεις τους τροφοδοτούνται πλήρως από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Πολλές άλλες εταιρείες, συμπεριλαμβανομένων των IKEA, Tesla Motors και Walmart, έχουν δεσμευτεί να

προμηθεύονται το 100% της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Οι μεγάλες εταιρείες, συμπεριλαμβανομένων των εταιρειών ορυκτών καυσίμων, αναγνωρίζουν πλέον τον κίνδυνο εκπομπών άνθρακα στις δραστηριότητές τους. Υπό την αυξανόμενη πίεση των επενδυτών, για παράδειγμα, η Shell παρουσίασε ένα σχέδιο για να περιορίσει το καθαρό της αποτύπωμα άνθρακα, συμπεριλαμβανομένων των εκπομπών από τους καταναλωτές της, κατά περίπου 20% έως το 2035. Η ExxonMobil, η Equinor και άλλες μεγάλες εταιρείες πετρελαίου υποστηρίζουν την εισαγωγή τιμής άνθρακα.

Κοινή Γνώμη

Η κοινή γνώμη είναι επίσης μια ισχυρή δύναμη για αλλαγή. Σε χώρες σε όλο τον κόσμο, οι καταναλωτές προτιμούν όλο και περισσότερο να αγοράζουν προϊόντα και υπηρεσίες που έχουν μικρότερο αποτύπωμα άνθρακα ενώ παράλληλα τα κινήματα της κοινωνίας των πολιτών ασκούν πίεση στις κυβερνήσεις και τις εταιρείες να μειώσουν την ατμοσφαιρική ρύπανση και τις εκπομπές άνθρακα. Οι θρησκευτικοί ηγέτες ενισχύουν τα ηθικά επιχειρήματα για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

Διαδηλώσεις κατά της ατμοσφαιρικής ρύπανσης έχουν πραγματοποιηθεί σε πολλές πόλεις, από το Πεκίνο μέχρι το Λονδίνο. Νέα κοινωνικά κινήματα, όπως το Extinction, Rebellion και το Sunrise Movement, αγωνίζονται για ριζική δράση για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

Επίσης, οι δικαστικές διαμάχες αυξάνονται, το Δικαστήριο της Χάγης διέταξε την Ολλανδική κυβέρνηση να μειώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 25% έως το 2020 σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Μερικές από τις κορυφαίες εταιρείες πετρελαίου και φυσικού αερίου στον κόσμο εμπλέκονται σε νομικές διαμάχες σχετικά με τον ρόλο της βιομηχανίας στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Ως αποτέλεσμα αυτών των δυναμικών δυνάμεων αλλαγής, ο παγκόσμιος ενεργειακός μετασχηματισμός αποκτά δύναμη και επιταχύνεται.

Σενάρια και Τάσεις ως το 2050

Σε μελλοντικά σενάρια προβλέπεται ότι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα οδηγήσουν το μείγμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, φτάνοντας 80—90% το 2050. Το μερίδιο ΑΠΕ αναμένεται να διπλασιαστεί τα επόμενα 15 χρόνια, από 29% σε 60%. Το μεγαλύτερο μέρος της ανάπτυξης στις ΑΠΕ αναμένεται να έρθει από ηλιακή και χερσαία αιολική ενέργεια, λόγω φθίνοντος κόστους, και προβλέπεται ότι θα αντιστοιχούν στο 43% και 26% της παραγωγής αντίστοιχα το 2050.

Η υπεράκτια αιολική ενέργεια προβλέπεται να παραμείνει περιορισμένη σε λιγότερο από το 7% της παγκόσμιας παραγωγής λόγω αδειών, περιορισμών και πολιτικών εμποδίων, με δυνατότητα να αυξηθούν περαιτέρω εάν υπάρχουν περιορισμοί στην χερσαία αιολική ενέργεια.

Η πυρηνική παραγωγή αναμένεται να χρειαστεί ακόμη οικονομική στήριξη από τις κυβερνήσεις. Η ζήτηση υγρών καυσίμων στις οδικές μεταφορές αναμένεται να μειωθεί κατά 75% έως το 2050, με την αύξηση της κυκλοφορίας ηλεκτρικών αυτοκινήτων.

Η ενεργειακή απόδοση και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι οι βασικοί πυλώνες της ενεργειακής μετάβασης. Ενώ διαφορετικοί δρόμοι μπορούν να μετριάσουν την κλιματική αλλαγή, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και η ενεργειακή απόδοση αποτελούν τις καλύτερες στρατηγικές. Μαζί μπορούν να παρέχουν πάνω από το 90% της μείωσης των εκπομπών CO₂ που σχετίζονται με την ενέργεια και βέβαια απαιτούν τις νέες τεχνολογίες για να είναι ασφαλείς, αξιόπιστες και ευρέως διαθέσιμες. Έως το 2050, όλες οι χώρες μπορούν να αυξήσουν σημαντικά το ποσοστό ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Συμπεράσματα

Η ενέργεια είναι ένα κρίσιμο θεμέλιο για την επίτευξη οικονομικής ασφάλειας και τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου για κάθε έθνος. Οι προηγμένες οικονομίες χρησιμοποιούν τα αποθέματα ενέργειας για να διατηρήσουν την ποιότητα ζωής, να διασφαλίσουν στρατηγικά και εθνικά συμφέροντα και να εξερευνήσουν

εναλλακτικές λύσεις ενέργειας ως μέρος της «μετάβασής» τους σε μια κοινωνία απελευθερωμένη από άνθρακα.

Οι ενεργειακές ανάγκες των χωρών χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος (LMIC) δίνουν προτεραιότητα στην επίτευξη πρωταρχικών αναπτυξιακών στόχων και οικονομικών αναγκών, όπως αξιόπιστη πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια ή ευκαιρίες εκβιομηχάνισης. Ωστόσο, εν μέσω της αυξανόμενης ανάγκης για οικονομικά προσιτή και αξιόπιστη ενέργεια, η συνεχιζόμενη κλιματική κρίση περιπλέκει τη διαδικασία ανάπτυξης.

Ο κόσμος δεν μπορεί να αντιμετωπίσει συλλογικές προκλήσεις εάν οι χώρες χαμηλού εισοδήματος μείνουν πίσω και οι οικονομικές τους φιλοδοξίες δεν πραγματοποιηθούν. Ωστόσο, οι τρέχουσες ενεργειακές και αναπτυξιακές πολιτικές δεν αντικατοπτρίζουν πάντα αυτά τα εμπόδια. Υπάρχει ανάγκη να επανεξεταστεί ο τρόπος με τον οποίο πλαισιώνεται η βοήθεια για την ανάπτυξη και τη δημιουργία ικανοτήτων για τις LMIC στον ενεργειακό τομέα.

Ενεργειακή Μετάβαση: Μια Συνεχής Διαδικασία

Η ενεργειακή μετάβαση αναφέρεται στη μετατροπή του παγκόσμιου ενεργειακού τομέα από την παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας με βάση τα ορυκτά σε ένα ενεργειακό σύστημα μηδενικών εκπομπών άνθρακα. Οι οικονομικοί παράγοντες, η πολιτική βούληση και η τεχνολογική καινοτομία επέτρεψαν να ξεκινήσει η ενεργειακή μετάβαση.

Για παράδειγμα, οι παγκόσμιες επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν εκτοξευθεί από λιγότερα από 50 δισεκατομμύρια δολάρια το 2004 σε περίπου 300 δισεκατομμύρια δολάρια τα τελευταία χρόνια. Στις χώρες του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ), η κατανάλωση άνθρακα κορυφώθηκε το 2007 και μειώθηκε με ετήσιο ρυθμό 2,8% από το 2010 έως το 2020.

Επιπλέον, οι ψηφιακές τεχνολογίες και η ενεργειακή απόδοση είναι οι λύσεις που διευκολύνουν την απαλλαγή από τον άνθρακα στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας, περιορίζοντας τις απώλειες παραγωγής και διανομής, ενώ αυξάνουν την ευελιξία του

δικτύου ώστε να επιτραπούν νέες πηγές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, ιδίως ανανεώσιμες.

Ωστόσο, όταν πρόκειται για πολλές χώρες χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος (LMIC), η εικόνα της ενεργειακής μετάβασης είναι διαφορετική. Μέχρι το 2050, η ζήτηση ενέργειας στις αναπτυσσόμενες οικονομίες εκτιμάται ότι θα αυξηθεί κατά τα δύο τρίτα– σχεδόν διπλάσια από τη ζήτηση του ΟΟΣΑ. Αυτές οι χώρες συχνά στρέφονται στον άνθρακα για την παραγωγή ενέργειας για να καλύψουν τις ταχέως αυξανόμενες ανάγκες τους σε ηλεκτρική ενέργεια.

Εκτός από την ταχεία αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, πρόσφατοι οικονομικοί και γεωπολιτικοί παράγοντες έχουν οδηγήσει σε άνοδο των τιμών της ενέργειας και έχουν κάνει πιο έντονες τις προκλήσεις της ενεργειακής μετάβασης. Για παράδειγμα, η οικονομική άνθηση μετά τον Covid, τα ζητήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας και γεγονότα όπως η ρωσική εισβολή στην Ουκρανία, ανάγκασαν τις χώρες να επαναξιολογήσουν το χαρτοφυλάκιό τους ενεργειακών επενδύσεων.

Η πανδημία του Covid-19 έχει επηρεάσει σημαντικά τους φτωχούς του κόσμου, με το παγκόσμιο ποσοστό φτώχειας να αυξάνεται από 7,8 σε 9,1 τοις εκατό το 2021. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τις οικονομίες χαμηλού εισοδήματος, όπου η πρόοδος στα μέτρα που σχετίζονται με τη φτώχεια έχει καθυστερήσει κατά οκτώ έως εννέα χρόνια. Αυτά τα ζητήματα θα αναγκάσουν τις LMIC να επανεξετάσουν τις αναπτυξιακές προτεραιότητές τους προς την οικονομική και ενεργειακή ασφάλεια, επηρεάζοντας τις προσπάθειες μετριασμού της κλιματικής αλλαγής.

Η ενεργειακή μετάβαση δεν είναι ένα ξεκάθαρο βήμα, αλλά μια συνεχής διαδικασία. Αν και βρίσκεται ήδη σε εξέλιξη, συνοδεύεται από μια κατάσταση ευπάθειας και αβεβαιότητας, καθώς οι χώρες σχοινοβατούν μεταξύ της απειλής της κλιματικής αλλαγής και της προσπάθειας να σπάσουν το φράγμα της φτώχειας για να επιτύχουν αξιοπρεπές βιοτικό επίπεδο.

Το να περιμένουμε τις LMIC να μεταβούν σε μια φάση «καθαρής μετάβασης» πριν από την απόκτηση βασικών αναγκών ανάπτυξης είναι σε μεγάλο βαθμό ανέφικτο. Χωρίς την υποστήριξη και τη συνεργασία των προηγμένων οικονομιών, οι χώρες χαμηλού εισοδήματος θα καθυστερήσουν να στραφούν σε καθαρές πηγές ενέργειας.

Αυτά τα έθνη θα συνεχίσουν να δίνουν προτεραιότητα στην ευκολία, την οικονομική προσιτότητα και την αξιοπιστία για να επιτύχουν μια ποιότητα ζωής που απολαμβάνει ο βιομηχανοποιημένος κόσμος, η οποία έχει τροφοδοτήσει την οικονομική του ανάπτυξη και πέτυχε ευημερία χρησιμοποιώντας υδρογονάνθρακες.

Η Ενεργειακή Πραγματικότητα

Η Συμφωνία του Παρισιού έθεσε έναν στόχο, να περιοριστεί η μέση αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας κάτω από τους 2 βαθμούς Κελσίου. Ως μέρος της συμφωνίας, οι συμμετέχουσες χώρες προετοιμάζουν και κοινοποιούν μια εθνικά καθορισμένη συνεισφορά, ένα θεμέλιο για τη δημιουργία ενός εθνικού σχεδίου δράσης για το κλίμα για την επίτευξη των κλιματικών στόχων.

Από τον Οκτώβριο του 2021, το 70% των υπογραφόντων της Συμφωνίας του Παρισιού έχουν υποβάλει νέες ή ενημερωμένες Εθνικά Καθορισμένες Συνεισφορές (NDC) και ο αριθμός των χωρών συνεχίζει να αυξάνεται. Πολλές χώρες χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος (LMIC) υιοθετούν στόχους μείωσης των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου.

Για παράδειγμα, η Αιθιοπία αναγνωρίζει την απειλή που θέτει η κλιματική αλλαγή, συμπεριλαμβανομένης της οικονομικής της ανάπτυξης, και δεσμεύει ολόκληρη την κυβέρνησή της να ενισχύσει το NDC της. Πολλές χώρες χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος βλέπουν καθαρές πηγές ενέργειας ως μέρος της διαδικασίας εκβιομηχάνισής τους. Το γεγονός αυτό συνδέεται με την παροχή ευκαιριών για τη δημιουργία θέσεων εργασίας, τη μείωση των εισαγωγών ενέργειας και τη προσφορά τεχνολογικών δυνατοτήτων και ενεργειακής ποικιλομορφίας.

Στις περισσότερες αναπτυσσόμενες οικονομίες, οι εκπομπές αυξάνονται ενώ οι επενδύσεις σε καθαρή ενέργεια δεν συμβαδίζουν. Ο άνθρακας παραμένει μια φθηνή προσθήκη στα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας για χώρες που απαιτούν αξιόπιστη ισχύ βασικού φορτίου και έχουν περιορισμένη χωρητικότητα για να αντιμετωπίσουν τη διακοπή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η διάχυση και η εξάρτηση από την ορυκτή ενέργεια καθιστά την απανθρακοποίηση δύσκολη στον τομέα της ενέργειας και τις βαριές βιομηχανίες (δηλ. χάλυβας, τσιμέντο, πλαστικά και αμμωνία).

Αν και οι νέες διεργασίες και οι δυνατότητες παραγωγής θα επεκταθούν για να υποστηρίξουν την ενεργειακή μετάβαση, περιορισμένες επιλογές θα μπορούσαν να αναπτυχθούν αμέσως για να αντικαταστήσουν τις υπάρχουσες παγκόσμιες ικανότητες που συντηρούν κρίσιμες βιομηχανίες. Η πρόκληση για τις LMICs είναι πιο σημαντική, καθώς εργάζονται για την αύξηση της ενεργειακής ικανότητας και τη χρήση υλικών που παράγονται από κλάδους που είναι δύσκολο να απανθρακωθούν για να υποστηρίξουν την οικονομική δραστηριότητα.

Πολλές από αυτές τις χώρες αντιμετωπίζουν οικονομικές ανησυχίες που αποθαρρύνουν τις επενδύσεις σε καθαρή ενέργεια, όπως υψηλό κόστος χρέους, εξαντλημένα δημόσια οικονομικά, νομισματική αστάθεια και αδύναμες τράπεζες και κεφαλαιαγορές.

Ωστόσο, τα αναπτυξιακά χρηματοδοτικά ιδρύματα (DFIs), οι εθνικές κυβερνήσεις και ο ιδιωτικός τομέας μπορούν να δώσουν προτεραιότητα στις προσπάθειες για την αναπαραγωγή επιτυχημένων πρωτοβουλιών. Η Παγκόσμια Τράπεζα εκφράζει την υποστήριξη προς τις χώρες που επιδιώκουν να στραφούν σε πηγές ενέργειας χαμηλών εκπομπών άνθρακα και ενεργειακά αποδοτικά συστήματα. Αυτά τα ιδρύματα και τα προγράμματα κρατικής βοήθειας πρέπει να επεκτείνουν περαιτέρω τις επενδύσεις που καλύπτουν «έξυπνα δίκτυα, συστήματα διαχείρισης δεδομένων, χωρητικότητα αποθήκευσης, ηλεκτρικά οχήματα και συστήματα καταναεμημένης ενέργειας».

Οι κυβερνήσεις και οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής πρέπει να συνειδητοποιήσουν ότι οι διαφορετικές πηγές ενέργειας δεν είναι εντελώς ανταλλάξιμες. Για ορισμένες χώρες χαμηλού εισοδήματος, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παρέχουν έναν δρόμο για τη μείωση των εισαγωγών ενέργειας και αποτελούν μια εξαιρετικά βολική και χωρίς άνθρακα πηγή φθηνής εγχώριας ενέργειας.

Επιπλέον, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν προβλήματα αξιοπιστίας εκτός εάν έχει δημιουργηθεί μια ισχυρή υποδομή αποθήκευσης μπαταρίας. Οι LMIC, οι οποίες εργάζονται για την ανάπτυξη αξιοπιστίας στα δίκτυά τους, απαιτούν φθηνή, άμεσα διαθέσιμη και βασική ισχύς.

Πολλοί υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής στα δυτικά έθνη αποτυγχάνουν να συνειδητοποιήσουν αυτή την ανάγκη. Το 2021, οι Ηνωμένες Πολιτείες και αρκετές ευρωπαϊκές χώρες εφάρμοσαν μια γενική απαγόρευση της χρηματοδότησης ορυκτών καυσίμων. Αυτή η πολιτική δεν θα έχει αποτελέσματα για τη μείωση των εκπομπών και την επιδείνωση της ενεργειακής σπανιότητας σε χώρες που χρειάζονται απεγνωσμένα χρηματοδότηση για ενεργειακές υποδομές. Αυτό σημαίνει κατανόηση της οικονομικής σύνθεσης, του κλίματος και των περιφερειακών διαφορών, καθώς και της στρατηγικής και οικονομικής αξίας των διαφορετικών πηγών ενέργειας που είναι κατάλληλες για συγκεκριμένες χώρες.

Τα προηγμένα έθνη πρέπει να εργαστούν για τη δημιουργία μιας βιομηχανικής βάσης που θα διευκολύνει την επέκταση των διαφόρων πηγών ενέργειας χαμηλών εκπομπών άνθρακα και τεχνολογιών για LMIC. Για παράδειγμα, η εξαγωγή μικρών αρθρωτών πυρηνικών αντιδραστήρων (SMR) μπορεί να ωφελήσει σημαντικά τις αναπτυσσόμενες οικονομίες.

Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές εγκαταστάσεις πυρηνικής ενέργειας, οι SMR προσφέρουν μικρότερους χρόνους κατασκευής, ευελιξία ανάπτυξης, απλοποιημένο σχεδιασμό, χαμηλότερες απαιτήσεις κεφαλαίου, συντελεστές υψηλής χωρητικότητας και καταλληλότητα για χώρες με περιορισμένη χωρητικότητα δικτύου. Το καθαρό υδρογόνο, το οποίο δεν έχει εκπομπές άνθρακα εάν παράγεται με καθαρές πηγές ενέργειας, θα μπορούσε να υποστηρίξει την απανθρακοποίηση των βαρέων βιομηχανιών αντικαθιστώντας τα ορυκτά καύσιμα και τροφοδοτώντας ενεργοβόρες διεργασίες.

Επιπλέον, πρέπει να δοθεί προτεραιότητα στις τεχνολογίες δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα. Ο άνθρακας εξακολουθεί να είναι ζωτικής σημασίας καύσιμο για τα κράτη χαμηλού εισοδήματος, με τις χώρες εκτός ΟΟΣΑ να αντιπροσωπεύουν το 80% της κατανάλωσης άνθρακα το 2019.

Το φυσικό αέριο αναμένεται να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στον παγκόσμιο ενεργειακό τομέα για τα επόμενα χρόνια. Η εξαγωγή των δυνατοτήτων δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα ωφελεί τις LMIC που δεν μπορούν να αποδεσμευτούν από την ορυκτή ενέργεια.

Οι προηγμένες οικονομίες είναι σε καλύτερη θέση να αναπτύξουν αυτές τις τεχνολογίες και να τις προσφέρουν σε πακέτα βοήθειας. Η πρωτοβουλία Build Back Better World (B3W) στοχεύει στην κινητοποίηση εταίρων της G7 και πολυμερών εργαλείων για την εκπλήρωση των αναγκών υποδομής των LMIC σύμφωνα με τους στόχους της Συμφωνίας του Παρισιού για το κλίμα. Παρέχει μια σταθερή βάση για να καταστεί δυνατή η μεταφορά εναλλακτικών ενεργειακών λύσεων, προωθεί την ενεργειακή ποικιλομορφία και βελτιώνει τις οικονομικές και τεχνολογικές συνεργασίες με τις LMIC.

Οι λύσεις για μια δίκαιη μετάβαση απαιτούν ρεαλισμό, πολιτική βούληση και μια συνολική παγκόσμια προσέγγιση με συγκεκριμένους μηχανισμούς και πραγματικά οικονομικά κίνητρα. Οι LMIC χρειάζονται οικονομική και τεχνική υποστήριξη από τις βιομηχανικές χώρες και διάφορα πολυμερή εργαλεία για να επηρεάσουν ουσιαστικά τους στόχους για το κλίμα και την ανάπτυξη. Η αναγνώριση της ενεργειακής και οικονομικής πολυπλοκότητας και η προσαρμογή σε αυτές είναι ζωτικής σημασίας για τη χάραξη μιας αποτελεσματικής πολιτικής αναπτυξιακής βοήθειας στον ενεργειακό τομέα.

1.2 Θερμοφυσικές Ιδιότητες Καυσίμων και Υλικών

1.2.1 Εισαγωγή

Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία ενός σώματος είναι μεγαλύτερη, όσο περισσότερη είναι η θερμική ενέργεια που έχει αυτό το σώμα. Η θερμοκρασία εξαρτάται αποκλειστικά από την κατάσταση ενός συστήματος και είναι το ποσοτικό μέτρο της θερμικής ενέργειας ενός σώματος. Όργανο μέτρησης της θερμοκρασίας είναι το θερμόμετρο. Η κλίμακα μέτρησης Κελσίου συμπίπτει με το εύρος της θερμοκρασίας μεταξύ του σημείου πήξης (0°C) και του σημείου βρασμού του νερού (100°C).

Στον πίνακα εμφανίζονται οι θερμοκρασίες διαφόρων σωμάτων σε διαφορετικές καταστάσεις.

	Θερμοκρασία σε °C
Υγροποίηση Ηλίου (He)	-269
Υγροποίηση Αζώτου (N)	-196
Ξηρός πάγος (πήξη CO ₂)	-78
Σημείο πήξης νερού	0
Ανθρώπινο σώμα	37
Σημείο βρασμού νερού	100
Φλόγα φυσικού αερίου	1.630

Θερμότητα

Η έννοια της θερμότητας είναι εντελώς διαφορετική από την θερμοκρασία και έχει να κάνει με θερμικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ σωμάτων. Η θερμότητα προκαλείται από άτομα ή μόρια σε κίνηση με δύο τρόπους, μια κίνηση γύρω από τον άξονα τους παραμένοντας στην θέση τους και μια κίνηση μέχρι να συγκρουστούν μεταξύ τους, αφού έχουν εγκαταλείψει τη θέση τους.

Η εισροή θερμότητας σε ένα υλικό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της εσωτερικής ενέργειάς του ή την παραγωγή έργου. Η θερμότητα τείνει να ρέει από τα θερμότερα σώματα προς τα ψυχρότερα και οι θερμικές μηχανές μπορούν να μετατρέψουν τις θερμικές ροές σε ωφέλιμο έργο.

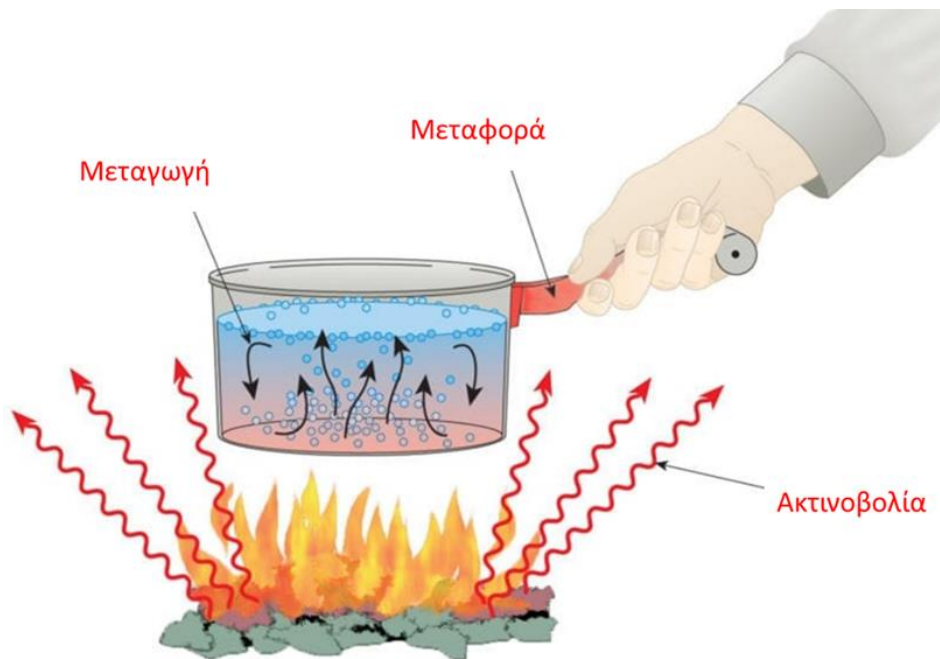
Συχνά, η μετάδοση θερμότητας αλλοιώνει τα χαρακτηριστικά των υλικών σωμάτων και προκαλεί θερμική διαστολή και συστολή, εξάτμιση, τήξη, πήξη, υγροποίηση, κ.λπ.

Η μεταφορά θερμότητας μπορεί να γίνει με 3 τρόπους:

- Με αγωγή (επαφή), που μπορεί να εφαρμοστεί σε στερεά, υγρά ή αέρια υλικά. Σε αυτή τη συνθήκη, παρουσιάζεται θερμική κίνηση μορίων, ελεύθερων ηλεκτρονίων ή γίνεται διάδοση κινητικής ενέργειας, αλλά δεν υπάρχει μεταφορά μάζας.
- Με μεταφορά θερμών μαζών λόγω διαφοράς πυκνότητας (φυσική μεταφορά) ή σαν αποτέλεσμα εξωτερικού αιτίου (εξαναγκασμένη μεταφορά). Αυτός ο τρόπος

έχει εφαρμογή σε υγρά και αέρια υλικά και υπάρχει μεταφορά μάζας από το ένα υλικό στο άλλο.

- Με ακτινοβολία, κυρίως στην περιοχή του υπέρυθρου έξω από την περιοχή του ορατού φάσματος. Με αυτό τον τρόπο, όμως, η θερμότητα διαδίδεται και στο κενό, εκτός από την εφαρμογή της σε στερεά, υγρά και αέρια υλικά.



Θερμοδυναμική

Η Θερμοδυναμική είναι ο επιστημονικός κλάδος που μετατρέπει την μηχανική ενέργεια σε θερμότητα και αντίστροφα, μέσα από τη μελέτη των θερμικών διεργασιών. Διεργασία είναι η μετάβαση ενός συστήματος από μια κατάσταση σε μια άλλη.

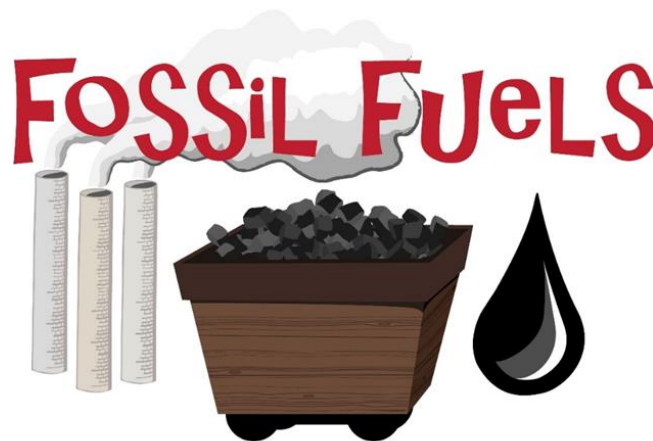
Οι τρεις νόμοι της Θερμοδυναμικής:

- Αρχή διατήρησης της ενέργειας. Η ενέργεια δεν μπορεί να δημιουργηθεί ή να καταστραφεί, μπορεί μόνο να μετατραπεί από τη μια μορφή στην άλλη.
- Αρχή της εντροπίας. Η εντροπία μετράει τον βαθμό διαταραχής ενός συστήματος. Η εντροπία ενός συστήματος αυξάνεται μόλις φτάσει στο σημείο ισορροπίας. Άρα, σε βάθος χρόνου κάθε σύστημα τελικά θα έχει ανισορροπία. Αυτός ο νόμος

εξηγεί τον λόγο που δεν είναι αναστρέψιμα κάποια φυσικά φαινόμενα (π.χ. αν καεί ένα ξύλο, δεν μπορεί να επανέλθει ποτέ στην αρχική του κατάσταση).

- Αρχή του Clausius. Η θερμότητα έχει πάντα ροή από το θερμότερο προς το ψυχρότερο σώμα και ποτέ αντιστρόφως. Όταν φτάσει στο απόλυτο μηδέν, οι διαδικασίες των φυσικών συστημάτων σταματούν. Το απόλυτο μηδέν σε βαθμούς Κέλβιν ($-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$) είναι η χαμηλότερη δυνατή θερμοκρασία στην οποία η θερμοκρασία και η ψύξη προκαλούν την εντροπία του συστήματος.

1.2.2 Καύσιμα



Καύσιμα λέγονται οι ουσίες που ενώνονται με το οξυγόνο και παράγουν θερμότητα και χρησιμοποιούνται σε πολλές εφαρμογές για την παραγωγή ενέργειας. Η πιο σπουδαία από τις φυσικές και χημικές ιδιότητες των καυσίμων, είναι η θερμογόνος δύναμη ή το θερμικό τους δυναμικό, δηλαδή το ποσό της θερμικής ενέργειας που αποδίδεται προς το περιβάλλον, από την πλήρη καύση μιας μονάδας μάζας ή όγκου του καυσίμου, όταν η καύση γίνεται με σταθερή πίεση.

Η θερμογόνος δύναμη, ανάλογα με την περιεκτικότητα του καυσίμου σε υδρογόνο διακρίνεται σε:

- Ανώτερη Θερμογόνος Δύναμη (High Heating Value, H.H.V.), όταν στα προϊόντα καύσης το νερό βρίσκεται σε υγρή κατάσταση, δεν έχει απορροφήσει δηλαδή ενέργεια.

- Κατώτερη Θερμογόνο Δύναμη (Lower Heating Value, L.H.V.), όταν στα προϊόντα καύσης το νερό βρίσκεται σε αέρια κατάσταση (υδρατμοί), έχει απορροφήσει ενέργεια και η θερμογόνος δύναμη έχει μικρότερη τιμή.

Γενικά, η Ανώτερη Θερμογόνος Δύναμη αποτελεί αντικείμενο των εργαστηριακών μετρήσεων, ενώ η Κατώτερη Θερμογόνος Δύναμη ενδιαφέρει τις βιομηχανίες. Η μέτρηση γίνεται με τη βοήθεια ειδικών οργάνων, των θερμιδόμετρων, από τα οποία γνωστότερα είναι τα Μάλερ, Μπερτελό και Γιούνκερ. Η θερμαντική ικανότητα του καυσίμου μετριέται σε στερεά ή υγρά καύσιμα σε KJ/Kg και στα αέρια σε KJ/m³.

Ενδεικτικές τιμές θερμογόνου δύναμης διάφορων καυσίμων		
Καύσιμο	Μέση Κατώτερη Θερμογόνος Δύναμη	
	[kcal/kg]	[kJ/kg]
Μαζούτ 1	9.600	40.200
Μαζούτ 3	9.550	40.000
Πετρέλαιο diesel	10.100	42.250
Κηροζίνη	10.250	42.915
Βενζίνη	10.500	43.960
Προπάνιο	11.075	46.360
Βουτάνιο	10.925	45.730
Υγραέριο (20%/80%)	11.000	46.050
Αέριο Διωλιστηρίου	11.940	49.990
Καυσόξυλα (μέση)	3.825	16.015
Άνθρακας ΔΕΗ	5.730	23.990
Άνθρακας Βιομηχανίας (μ.ο.)	6.500	27.215
Μπρικέτες Λιγνίτη	3.400	14.235
Κωκ	6.950	29.100
Πετρελαϊκό Κωκ	8.000	33.495
Φυσικό Αέριο, ρωσικό [kcal/nm ³]	8.450	35.390
Φυσικό Αέριο, αλγερινό [kcal/nm ³]	10.140	42.455

Τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα ή τα προϊόντα τους, που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας μπορούν να διακριθούν σε κατηγορίες ανάλογα με την μορφή που τα συναντάμε στη φύση (σε στερεά, σε υγρά και σε αέρια).

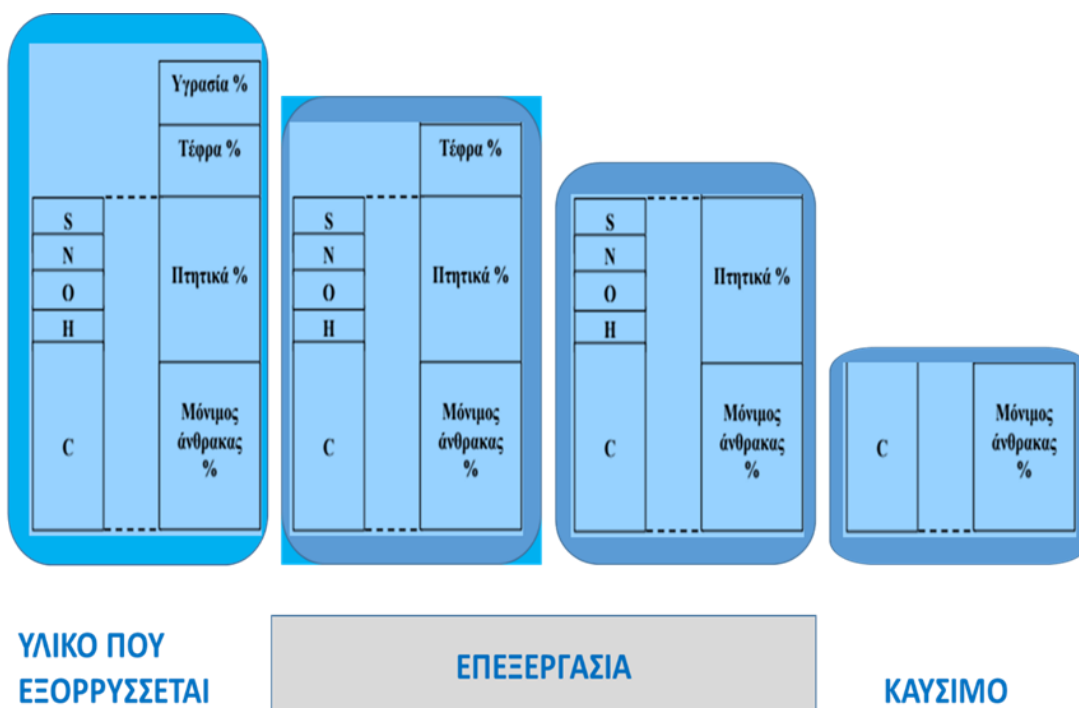
Στερεά Καύσιμα

Τα στερεά καύσιμα προσφέρουν αποτελεσματικότητα στην παραγωγή ενέργειας και ευκολία, οικονομία και ασφάλεια στην εξόρυξη και τη μεταφορά τους. Όμως, μειονεκτούν στην μεγάλη εκπομπή τοξικών ρύπων και στις σημαντικές μηχανικές διαβρώσεις που προκαλούν στα συστήματα των συσκευών καύσης που τα αξιοποιούν. Μερικά είδη στέρεων καυσίμων είναι:

- ▶ οι ορυκτοί άνθρακες (βιτουμενιούχοι άνθρακες, ανθρακίτες, λιγνίτες, τύρφη)
- ▶ η βιομάζα και
- ▶ τα άχρηστα αστικά στερεά απορρίμματα, όπως τα άχρηστα ελαστικά, τα πλαστικά, η αποξηραμένη ιλύς εγκαταστάσεων βιολογικών καθαρισμών.

Οι βασικότερες φυσικές και χημικές ιδιότητες των στερεών ορυκτών καυσίμων που ενδιαφέρουν στην παραγωγή ενέργειας είναι:

- Η θερμογόνος δύναμη ή το θερμικό τους δυναμικό, δηλαδή η περιεκτικότητά τους σε άνθρακα (C). Η Κατώτερη Θερμογόνος Δύναμη είναι 4-5% χαμηλότερη από την Ανώτερη Θερμογόνο Δύναμη, που έχει μικρότερη παρουσία άνθρακα.
- Η υγρασία του καυσίμου, όπως αυτό εξορύσσεται.
- Η περιεκτικότητά του καυσίμου σε τέφρα, δηλαδή σε ανόργανα υλικά.
- Η κοκκομετρική τους ανάλυση. Η κοκκομετρία μπορεί να υπολογίσει την κατανομή του μεγέθους των κόκκων ενός υλικού από την οποία οι ειδικοί αποκομίζουν πολύτιμα συμπεράσματα.
- Η ανθεκτικότητά τους στη θραύση (δείκτης Hardgrove).
- Η ποσοστιαία περιεκτικότητά τους σε πτητικά αέρια.
- Η ποσοστιαία περιεκτικότητά τους σε θείο (S), χλώριο (Cl) και πτητικά μέταλλα (Hg, Cd).



Αέρια Καύσιμα

Η μελέτη των αερίων γίνεται σε «κανονικές συνθήκες» που ορίζονται σε θερμοκρασία 0°C και πίεση 1,01325 bar. Ο όγκος ενός κυβικού μέτρου αερίου σε κανονική κατάσταση αποτελεί ένα «κανονικό κυβικό μέτρο» (Nm^3) αερίου. Από τις θερμοφυσικές ιδιότητες των αερίων καυσίμων μεγαλύτερη σημασία έχουν:

- Η χημική τους σύσταση
- Η θερμογόνος δύναμή τους. Η Κατώτερη Θερμογόνος Δύναμη είναι χαμηλότερη 10% από την Ανώτερη Θερμογόνο Δύναμη
- Η ποσοστιαία περιεκτικότητά τους σε S.
- Η περιεκτικότητά τους σε αδρανή N_2 , CO_2 , H_2O .

Ο δείκτης Wobbe είναι ένα μέτρο για την σύγκριση της ενεργειακής απόδοσης διαφόρων αερίων κατά την καύση και υπολογίζεται από την Ανώτερη Θερμογόνο Δύναμη (HHV) και το ειδικό βάρος του αερίου. Ο δείκτης Wobbe έχει ιδιαίτερη σημασία για την εναλλαξιμότητα των διαφόρων τύπων αερίων στις συσκευές καύσης και αποτελεί μέτρο της ροής ενέργειας που εκρέει από το ακροφύσιο ενός καυστήρα.

Το βασικότερο από τα αέρια καύσιμα είναι το φυσικό αέριο, το οποίο περιέχει:

- Μεθάνιο (CH_4) σε αναλογία άνω του 85%, επειδή το μεθάνιο είναι ο ελαφρύτερος υδρογονάνθρακας
- Αέριους υδρογονάνθρακες, όπως 8,6% αιθάνιο (C_2H_6), που η παράγωγή τους γίνεται από την απόσταξη πετρελαίου, 3% προπάνιο (C_3H_8), 2% βουτάνια, 1% πεντάνια και άλλους υδρογονάνθρακες. Ακόμα περιλαμβάνονται 5% άζωτο 3% διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και διάφορα αέρια, που προκύπτουν από την εξαέρωση διαφόρων τύπων ανθράκων.

Τα πλεονεκτήματά του φυσικού αερίου είναι ότι είναι καθαρό καύσιμο, χωρίς προσμίξεις και θειούχα συστατικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα, η καύση του είναι τέλεια, χωρίς απώλειες, είναι άοσμο και προκαλεί την μικρότερη εκπομπή ρύπων στο περιβάλλον σε σύγκριση με τα άλλα ορυκτά καύσιμα, λόγω της σύστασής του. Το φυσικό αέριο διαφέρει από τα άλλα καύσιμα επειδή:

- Είναι πιο ελαφρύ από τον αέρα (σχετική πυκνότητα 0,55) έτσι σε περίπτωση διαρροής, διαχέεται άμεσα στην ατμόσφαιρα, αντίθετα π.χ. με το υγραέριο που είναι πιο βαρύ από τον αέρα και αν διαφύγει συγκεντρώνεται σε χαμηλά ύψη.
- Έχει όρια ανάφλεξης σε συγκεντρώσεις 4,5-15% στον αέρα, εκτός των οποίων δεν μπορεί να συντηρηθεί η καύση του.
- Δεν περιέχει μονοξείδιο του άνθρακα, οπότε δεν είναι τοξικό για το περιβάλλον και τον άνθρωπο.

Υγρά Καύσιμα

Υγρά καύσιμα λέγονται τα διάφορα παράγωγα απόσταξης του αργού (ακατέργαστου) πετρελαίου, όπως είναι:

- Οι βενζίνες, που χρησιμοποιούνται κυρίως για την κίνηση των βενζινοκίνητων οχημάτων και διατίθενται ανάλογα με τον αριθμό των οκτανίων και την περιεκτικότητα σε μόλυβδο.
- Τα πετρέλαια εσωτερικής καύσης, που χρησιμοποιούνται σε καυστήρες για θέρμανση και για την κίνηση των οχημάτων και των πλοίων.

- Τα πετρέλαια εξωτερικής καύσης (μαζούτ Νο1 και Νο3), που καταναλώνονται συνήθως από τη βιομηχανία για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και ατμού.
- Κηροζίνη, καύσιμο για την κίνηση των αεριωθούμενων αεροσκαφών.
- Φωτιστικό πετρέλαιο κατάλληλο για φωτισμό και θέρμανση.
- Υγραέρια
- Άσφαλτος
- Λιπαντικά για τη λίπανση μηχανών

Οι κύριες θερμοφυσικές ιδιότητες των υγρών καυσίμων είναι:

- Η θερμογόνος δύναμη.
- Το ιξώδες.
- Η πτητικότητα τους.
- Το στερεό υπόλειμμα απομένει μετά την καύση τους και η περιεκτικότητά τους σε τέφρα.
- Η περιεκτικότητά σε H_2O .
- Οι ποσοστιαίες περιεκτικότητές σε θείο S και σε μεταλλικά συστατικά όπως Pb, V, Ni, Cu.

Η θερμοκρασία αεριοποίησης για τα στερεά ή ατμοποίησης για τα υγρά καύσιμα είναι, συνήθως, χαμηλότερη από τη θερμοκρασία αυτανάφλεξης του μίγματος αέρα και ατμών υγρού καυσίμου.

1.2.3 Υλικά

Κάθε υλικό έχει τα δικά του χαρακτηριστικά γνωρίσματα, που λέγονται ιδιότητες του υλικού και διακρίνονται σε:

- Φυσικές, που καθορίζονται από το ίδιο το υλικό και προσδιορίζονται χωρίς να αλλάξει η σύσταση των ουσιών που αποτελούν το υλικό σώμα (π.χ. η πυκνότητα, το σημείο βρασμού, το σημείο τήξης, η θερμική αγωγιμότητα, η ηλεκτρική αγωγιμότητα, κ.λπ.).

- Χημικές ιδιότητες, που περιγράφουν τα χαρακτηριστικά του υλικού όταν μετέχει σε χημικές μεταβολές. Για παράδειγμα, η ιδιότητα του ξύλου να καίγεται είναι χημική, διότι κατά τη μεταβολή παράγονται νέες ουσίες.



Η θερμότητα επηρεάζει όλες τις θερμικές, μηχανικές και φυσικές ιδιότητες των υλικών.

Οριακές τιμές θερμοκρασίας με σημαντικές επιπτώσεις για τα υλικά είναι:

- Θερμοκρασία τήξης (T_m) μόνο για τα κρυσταλλικά στερεά.
- Θερμοκρασία υαλώδους μετάπτωσης (T_g) στην οποία ένα στερεό μεταβάλλεται σε ένα υγρό μεγάλου ιξώδους.
- Μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας (T_{max}) μέχρι την οποία μπορεί να χρησιμοποιείται συνεχώς ένα υλικό, χωρίς να δημιουργείται κανένα πρόβλημα λόγω οξείδωσης, χημικής μεταβολής ή υπερβολικής παραμόρφωσης.
- Ελάχιστη θερμοκρασία λειτουργίας (T_{min}) κάτω από την οποία το υλικό γίνεται μη-ασφαλές για να χρησιμοποιηθεί.

Από τις θερμοφυσικές ιδιότητες των υλικών ξεχωρίζουν:

- ▶ Θερμοχωρητικότητα ή ειδική θερμότητα είναι η ιδιότητα που υπολογίζει την ποσότητα της ενέργειας που απαιτείται για να ανέβει η θερμοκρασία μιας μονάδας μάζας ενός υλικού κατά $1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Η θερμοχωρητικότητα διαφοροποιείται

ανάλογα το υλικό. Μπορεί να μετρηθεί σαν θερμοχωρητικότητα σε σταθερή πίεση και σαν θερμοχωρητικότητα σε σταθερό όγκο.

Υλικά με υψηλότερη ειδική θερμότητα απαιτούν περισσότερη θερμότητα για την αύξηση της θερμοκρασίας τους και αποδίδουν περισσότερη θερμότητα όταν μειώνεται η θερμοκρασία τους.

Υλικό	Ειδική θερμότητα	
	$kcal/(kg \cdot ^\circ C)$	$J/(kg \cdot ^\circ C)$
Αλουμίνιο	0,22	900
Χαλκός	0,093	390
Γυαλί	0,20	840
Ανθρώπινο σώμα (μέση θερμοκρασία $37^\circ C$)	0,83	3.500
Πάγος ($-5^\circ C$)	0,50	2.100
Σίδηρος ή ατσάλι	0,11	450
Υδράργυρος	0,033	140
Άργυρος	0,056	240
Ατμός ($110^\circ C$)	0,48	2.010
Νερό	1,00	4.186
Ξύλο	0,4	1.700

- Θερμική διαστολή που συμβαίνει όταν μεταβάλλεται η θερμοκρασία ενός υλικού και μεταβάλλεται παράλληλα και ο όγκος του. Όταν το υλικό αυξάνει την θερμοκρασία του, μεγαλώνει και ο όγκος του. Το νερό σε θερμοκρασίες $0-4^\circ C$, αποτελεί εξαίρεση αυτού του κανόνα καθώς σε αντίθεση με όλα τα άλλα υλικά όσο θερμαίνεται αυξάνει την πυκνότητά του. Έτσι όταν η θερμοκρασία σε μια λίμνη είναι μικρότερη από $0^\circ C$, θα σχηματιστεί πάγος μόνο στην επιφάνεια του νερού, ο οποίος θα επιπλέει αφού είναι λιγότερο πυκνός από το νερό.
- Θερμική αγωγιμότητα, είναι η ταχύτητα διάδοσης της θερμότητας εντός της μάζας του υλικού. Ανάλογα με την ευκολία της διάδοσης της θερμότητας τα υλικά διακρίνονται σε καλούς (π.χ. τα μέταλλα) ή κακούς (π.χ. το ξύλο και ο αμίαντος) αγωγούς της θερμότητας.

Υλικό	Θερμική Αγωγιμότητα (kcal/s·m·°C)
Νερό	$1,4 \times 10^{-4}$
Αέρας (ξηρός)	$0,06 \times 10^{-4}$
Βιολογικός ιστός	$0,5 \times 10^{-4}$
Fiberglass	$0,1 \times 10^{-4}$
Πούπουλα	$0,06 \times 10^{-4}$
Γυαλί	$\sim 2 \times 10^{-4}$
Μέταλλα:	
Χάλυβας (ατσάλι)	$3,3 \times 10^{-4}$
Αργίλιο (αλουμίνιο)	$5,6 \times 10^{-4}$
Χαλκός	$9,6 \times 10^{-4}$
Άργυρος	10×10^{-4}

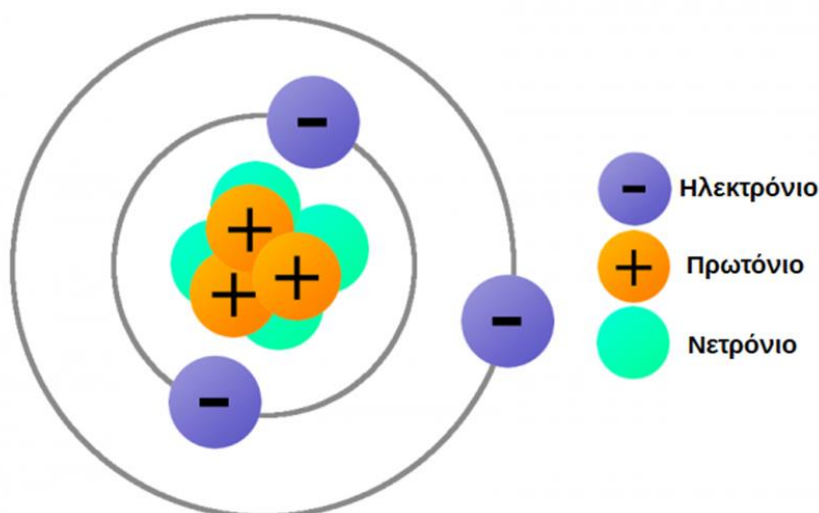
1.3 Βασικές Αρχές Ηλεκτροτεχνίας-Βασικές Αρχές Εργασιών Υδραυλικού

1.3.1 Βασικές Αρχές Ηλεκτροτεχνίας

Στα άτομα, από τα οποία αποτελούνται τα υλικά σώματα, βρίσκονται τρεις τύποι σωματιδίων.

- Τα ηλεκτρόνια, τα οποία έχουν αρνητικό φορτίο.
- Τα πρωτόνια, τα οποία έχουν θετικό φορτίο.
- Τα νετρόνια, τα οποία είναι ηλεκτρικώς ουδέτερα σωματίδια.

Κανονικά, σε ένα άτομο, υπάρχει ίδιος αριθμός ηλεκτρονίων και πρωτονίων, δηλαδή είναι «ουδέτερα φορτισμένο». Αν ένα σώμα χαρακτηρίζεται «αρνητικά φορτισμένο», ο αριθμός των ηλεκτρονίων του είναι μεγαλύτερος από τον αριθμό των πρωτονίων. Αντίστροφα, «θετικά φορτισμένο» είναι ένα σώμα όταν ο αριθμός των πρωτονίων είναι μεγαλύτερος από αυτόν των ηλεκτρονίων.



Σε μερικά υλικά, όπως τα μέταλλα, τα εξωτερικά ηλεκτρόνια έλκονται χαλαρά από τον πυρήνα του ατόμου και συμπεριφέρονται σαν κοινά διαμοιρασμένα με γειτονικά άτομα. Αν σε αυτά εφαρμοστεί μια δύναμη (ηλεκτρική τάση) αυτά τα ηλεκτρόνια κινούνται από τις θέσεις με υψηλές συγκεντρώσεις ηλεκτρονίων προς τις θέσεις με χαμηλότερες. Αυτή η ροή ηλεκτρονίων είναι το ηλεκτρικό ρεύμα.

Βασική Ορολογία

- Ο **ηλεκτρισμός** ασχολείται με τα «ηλεκτρικά φαινόμενα», δηλαδή φυσικά φαινόμενα που σχετίζονται με την παρουσία και τη ροή ηλεκτρικού φορτίου, όπως τις αστραπές, το στατικό ηλεκτρισμό, την ηλεκτρομαγνητική επαγωγή και το ηλεκτρικό ρεύμα.
- Η **ηλεκτρική ενέργεια** είναι μια μορφή ενέργειας που μπορεί να συγκεντρωθεί σε ένα μέρος ή να ρέει από το ένα μέρος στο άλλο. Όταν η ηλεκτρική ενέργεια συγκεντρώνεται σε ένα μέρος, λέγεται στατικός ηλεκτρισμός, δηλαδή ηλεκτρισμός που δεν κινείται.
- **Ηλεκτρικό φορτίο** σχηματίζεται όταν η ηλεκτρικά φορτισμένη ύλη αλληλοεπιδρά με ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Συνήθως, πρόκειται για ελεύθερα ηλεκτρόνια που κινούνται μέσα σε μεταλλικά αντικείμενα, όπως για παράδειγμα τα καλώδια. Υπάρχουν δύο είδη ηλεκτρικού φορτίου, το αρνητικό και το θετικό. Μετριέται σε κουλόμπ (C ή Cb).

- ▶ **Ηλεκτρικό πεδίο** είναι το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο, που παράγεται από ένα ηλεκτρικό φορτίο.
- ▶ **Ηλεκτρικό ρεύμα** είναι η κίνηση προς μια κατεύθυνση ηλεκτρικών φορτίων, κατά μήκος ενός ηλεκτροφόρου αγωγού. Είναι η μεταφερόμενη ηλεκτρική ενέργεια που θερμαίνει τα σώματα, τα οποία διαπερνά. Για να δημιουργηθεί ηλεκτρικό ρεύμα πρέπει να υπάρχουν φορείς ηλεκτρικού φορτίου με ελευθερία κίνησης και ένα ηλεκτρικό πεδίο που θα προκαλέσει την προσανατολισμένη κίνηση των φορέων.
- ▶ **Ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος** είναι ο ρυθμός διέλευσης του ηλεκτρικού φορτίου από τη διατομή ενός αγωγού. Μετριέται σε αμπέρ (A).
- ▶ **Ηλεκτρικό δυναμικό ή τάση**, είναι το έργο που απαιτείται για να μεταφερθεί η μονάδα φορτίου από ένα σημείο σε ένα άλλο και δείχνει τη δυνατότητα ενός ηλεκτρικού πεδίου να δημιουργήσει δυνάμεις αλληλεπίδρασης σε άλλα ηλεκτρικά φορτία. Μετριέται σε Βολτ (V).
- ▶ **Ηλεκτρική ισχύς** είναι η ενέργεια που χρησιμοποιεί το ηλεκτρικό ρεύμα για να ενεργοποιήσει ένα μηχανισμό.

Ηλεκτρικό Κύκλωμα

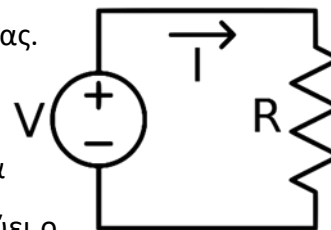
Ηλεκτρικό κύκλωμα ονομάζεται μία κλειστή αγωγίμη διαδρομή του ηλεκτρικού ρεύματος. Τα στοιχεία τα οποία συμμετέχουν στο ηλεκτρικό κύκλωμα ονομάζονται ηλεκτρικά στοιχεία. Αν το κύκλωμα αποτελείται αποκλειστικά από ημιαγωγούς ηλεκτρικού ρεύματος και τις προσμίξεις τους ονομάζεται ηλεκτρονικό κύκλωμα.



Το σημείο στο οποίο συντρέχουν περισσότεροι από δύο αγωγοί ονομάζεται κόμβος. Το τμήμα του κυκλώματος μεταξύ δύο διαδοχικών κόμβων, ονομάζεται κλάδος. Ο βρόχος περιλαμβάνει διαδοχικούς κλάδους που σχηματίζουν μία κλειστή διαδρομή.

Στα ηλεκτρικά κυκλώματα χρησιμοποιούνται ηλεκτρικοί αντιστάτες που είναι αγωγοί που επιβραδύνουν τη μετάβαση της ηλεκτρικής ενέργειας.

Σε κάθε ηλεκτρικό κύκλωμα με έναν αντιστάτη με αντίσταση R , στον οποίον εφαρμόζεται διαφορά δυναμικού V και ο οποίος διαρρέεται από ρεύμα I , ισχύει ο νόμος του Ohm:



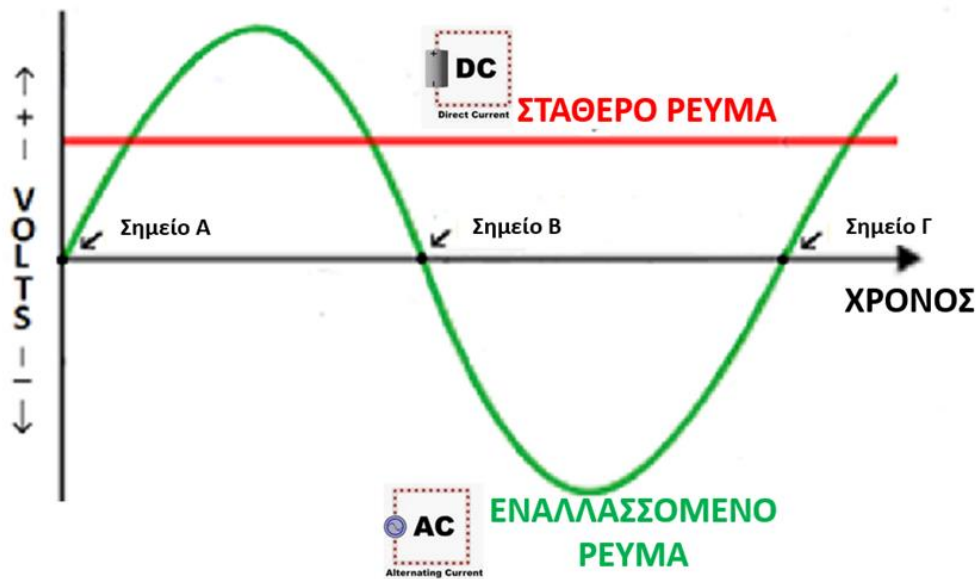
Η ένταση του ρεύματος I είναι ανάλογη με την εφαρμοζόμενη τάση V και αντίστροφα ανάλογη προς την αντίσταση R του κυκλώματος:

$$I = \frac{V}{R}$$

Η θεωρία των ηλεκτρικών κυκλωμάτων, συμπληρώθηκε από τους νόμους του Kirchhoff:

- Νόμος της έντασης ηλεκτρικού ρεύματος: το σύνολο των εντάσεων που εισέρχονται σε έναν κόμβο του κυκλώματος ισούται με το σύνολο των εντάσεων που εξέρχονται από αυτό (αφού ο κόμβος δεν μπορεί να αποθηκεύσει φορτία).
- Νόμος της τάσης ηλεκτρικού ρεύματος: το σύνολο των εντάσεων μέσα σε κλειστό βρόχο (loop) κυκλώματος ισούται με μηδέν.

Η φορά του ηλεκτρικού ρεύματος απεικονίζει τη φορά κίνησης των ηλεκτρικών φορτίων, και δεν συμπίπτει με τη φορά της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος, παρά μόνο στην περίπτωση που το ηλεκτρικό ρεύμα οφείλεται αποκλειστικά στην κίνηση θετικών φορτίων στον αγωγό.



Στο συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα, η ροή των σωματιδίων έχει μία συγκεκριμένη φορά, ενώ στο εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα η φορά αλλάζει περιοδικά με τον χρόνο.

Τα χαρακτηριστικά του συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος:

- Έχει μία προκαθορισμένη κατεύθυνση.
- Έχει σταθερό μέτρο έντασης.
- Με αυτό τον τρόπο λειτουργούν και τα περισσότερα κυκλώματα. Το κύκλωμα δεν μεταβάλλεται σημαντικά σε μια χρονική περίοδο επειδή έχει σταθερή ένταση, παράγεται από σταθερή τάση. Για παράδειγμα, οι μπαταρίες παράγουν συνεχές ρεύμα.

Τα χαρακτηριστικά του εναλλασσόμενου ηλεκτρικού ρεύματος :

- Η φορά του ρεύματος μεταβάλλεται σε συνάρτηση και εξάρτηση με τον χρόνο, γι' αυτό το ρεύμα έχει περίοδο και φάση.
- Τα μεγάλα δίκτυα ηλεκτροδότησης χρησιμοποιούν εναλλασσόμενο ρεύμα.
- Το κύκλωμα δεν τροποποιείται σε μεγάλο βαθμό, η τάση μεταβάλλεται κατά όμοιο τρόπο, γι' αυτό και περιγράφεται από την ενεργό τάση.

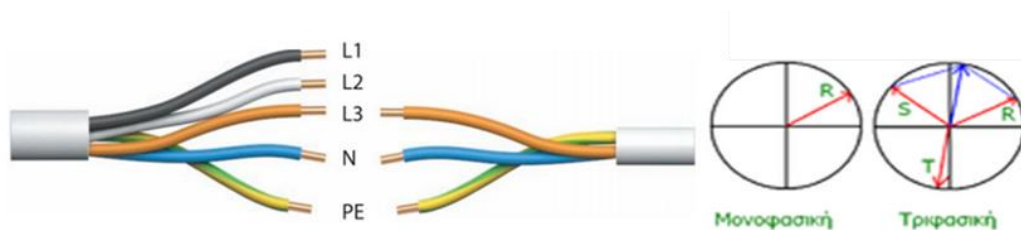
Η Χρήση της Ηλεκτρικής Ενέργειας

Η χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας είναι τεράστια στο σύγχρονο πολιτισμό και βρίσκεται σε ένα πλήθος ανθρώπινες δραστηριότητες, κυρίως με την μορφή συσκευών που λειτουργούν με ηλεκτρικό ρεύμα. Ακόμη και συστήματα που χρησιμοποιούν άλλες μορφές ενέργειας, περιλαμβάνουν ηλεκτρικό εξοπλισμό, π.χ. συστήματα θέρμανσης που λειτουργούν με καύση φυσικού αερίου, πετρελαίου ή/και άνθρακα, καθώς και συστήματα ελέγχου καύσης και θερμοκρασίας που λειτουργούν με ηλεκτρική ενέργεια. Παρομοίως, οι περισσότερες βιομηχανικές και κατασκευαστικές διεργασίες απαιτούν την χρήση του ηλεκτρισμού.

Το ηλεκτρικό ρεύμα που παρέχεται στους καταναλωτές από το δίκτυο ηλεκτροδότησης είναι εναλλασσόμενο ημιτονοειδές ηλεκτρικό ρεύμα με ενεργή τάση 230V και συχνότητα 50Hz. Σε κάποιες χώρες (π.χ. Μ. Βρετανία, Η.Π.Α.) παρέχεται με ενεργή τάση 110V και συχνότητα 60Hz.

Σε κάθε καταναλωτή παρέχεται πάντα ένα τριπλό καλώδιο. Αυτό αποτελείται από:

- ▶ τον ουδέτερο αγωγό «Ο» στον οποίο δεν παρέχεται ρεύμα και ο καταναλωτής είναι υποχρεωμένος να παρέχει γείωση για να είναι ασφαλής
- ▶ τις φάσεις, στις οποίες παρέχεται το ρεύμα. Η παροχή μπορεί να είναι:
 - Μονοφασική: Στον καταναλωτή παρέχεται μία φάση «R». Η τάση του ρεύματος είναι 220-230V, 1X35A και η μέγιστη ισχύς φτάνει τα 8000W.
 - Τριφασική: Στον καταναλωτή παρέχονται τρεις φάσεις «R», «S» και «T». Το ρεύμα όταν παράγεται είναι πάντα τριφασικό και η τάση του είναι στα 340 – 380V, 3 x 35A. Επειδή η πλειονότητα των συσκευών λειτουργεί σε τάση 220V μπορεί να μετατραπεί το τριφασικό ρεύμα σε μονοφασικό, αν στη συσκευή συνδεθεί μία φάση και τον ουδέτερο. και να τα συνδέσουμε στη συσκευή μας.



Είναι καταλληλότερο για οικιακούς ή επαγγελματικούς χώρους στους οποίους λειτουργούν πολλές συσκευές και υπάρχει μεγάλη κατανάλωση ρεύματος. Συνήθως, η ηλεκτρολογική εγκατάσταση χωρίζεται σε τρία περιοχές, όπου καθεμία ηλεκτροδοτείται από μία φάση, ομοίως με τη μονοφασική παροχή.

1.3.2 Βασικές Αρχές Εργασιών Υδραυλικού

Η Υδρομηχανική είναι ο επιστημονικός κλάδος με αντικείμενο τη συμπεριφορά των ρευστών όταν σε αυτά ασκούνται δυνάμεις ή εφαρμόζεται ενέργεια. Βασίζεται σε τρεις βασικούς νόμους:

- ▶ Θεμελιώδης νόμος της υδροστατικής, που αναφέρει ότι η πίεση που ασκείται από ένα υγρό σε ένα σημείο, ισούται με το γινόμενο της πυκνότητας του υγρού, της επιτάχυνσης της βαρύτητας (g) και του βάθους από την επιφάνεια του υγρού.
- ▶ Αρχή του Πασκάλ, αναφέρει ότι η πίεση που δημιουργεί ένα εξωτερικό αίτιο σε κάποιο σημείο του υγρού μεταφέρεται χωρίς απώλειες σε όλα τα σημεία του υγρού.
- ▶ Αρχή του Αρχιμήδη, αναφέρει ότι κάθε σώμα που είναι πλήρως βυθισμένο σε ένα ρευστό δέχεται δύναμη άνωσης, ίση με το βάρος του ρευστού που εκτοπίζει.

Υδραυλική ονομάζεται η εφαρμοσμένη Υδρομηχανική και ασχολείται με την αξιοποίηση και την εκμετάλλευση του νερού.

Υδραυλική Εγκατάσταση

Σε κάθε κτίριο που προορίζεται να στεγάσει ανθρώπους σαν μόνιμη ή προσωρινή (π.χ. ξενοδοχείο) κατοικία, σαν χώρος εργασίας, ή σαν χώρος αναψυχής είναι αναγκαία η ύπαρξη και λειτουργία εσωτερικής υδραυλικής εγκατάστασης. Η εσωτερική υδραυλική εγκατάσταση περιλαμβάνει το σύστημα διανομής του κρύου και ζεστού νερού, το σύστημα αποχέτευσης των ακαθάρτων νερών και λυμάτων και το σύστημα απομακρύνσεων των νερών της βροχής.

Η προβλεπόμενη χρήση κάθε χώρου και η θέση του κτιρίου στον πολεοδομικό ιστό καθορίζει τη μορφή και το μέγεθος των υδραυλικών εγκαταστάσεων. Ωστόσο,

υπάρχουν γενικής εφαρμογής τεχνικοί και θεσμικοί κανόνες που ισχύουν σε όλες τις περιπτώσεις και αφορούν:

- Ειδικές απαιτήσεις που προκύπτουν από την χρήση του κτιρίου, π.χ. συγκεκριμένος αριθμός τουαλετών (επιβάλλεται από τις υγειονομικές διατάξεις), που αφορούν τα καταστήματα ή τους χώρους συνάθροισης κοινού.
- Κατάλληλους τρόπους κατασκευών (αποδεκτά υλικά και συσκευές που διασφαλίζουν την ποιότητα των νερών πόσης και χρήσης).
- Περιορισμούς από την θέση του κτιρίου, το μέγεθος ή την δομή του, π.χ. σύνδεση με το δίκτυο ύδρευσης της περιοχής, την ανεξαρτησία των αγωγών κάθε κτιρίου
- Θέματα προστασίας της υγείας και του περιβάλλοντος, π.χ. την σύνδεση με τα δίκτυα αποχέτευσης.



Στοιχεία που είναι απαραίτητα για την καταλληλότητα και τη λειτουργικότητα μιας υδραυλικής εγκατάστασης είναι:

- Να μην κάνει θόρυβο.
- Να μην έχει διαρροές.
- Να είναι εύκολα προσβάσιμη και συντηρήσιμη, χωρίς να χρειαστούν γκρεμίσματα τοίχων ή δαπέδων σε περίπτωση βλάβης.
- Οι άκρες των σωληνώσεων που θα συνδεθούν με τις μπαταρίες και τα άλλα είδη υγιεινής να έρθουν στις σωστές θέσεις, ώστε να μην απαιτούνται μετατροπές.

- Η πίεση του νερού σε μία παροχή να μην πέφτει, όταν χρησιμοποιείται κάποια άλλη παροχή.
- Κάθε παροχή να έχει διακόπτη για να απομονώνεται, για να είναι δυνατή η συντήρησή της σε περίπτωση βλάβης και να μην χρειαστεί να κλείσουν όλες οι υδραυλικές παροχές ταυτόχρονα.
- Κάθε όροφος και κάθε διαμέρισμα ή ανεξάρτητος χώρος του ορόφου να έχει δικό του πίνακα διανομής.
- Οι σωλήνες που μεταφέρουν ζεστό νερό, να είναι πάντοτε μονωμένοι.
- Να μην αναμιγνύονται σε καμία περίπτωση τα δίκτυα αποχέτευσης όμβριων και λυμάτων. Οι σωληνώσεις αποχετεύσεων θα πρέπει να τοποθετούνται χαμηλότερα από τις σωληνώσεις ύδρευσης.

Σημαντικό στοιχείο για την μακρόχρονη σωστή λειτουργία ενός συστήματος εσωτερικής υδραυλικής εγκατάστασης, είναι το υλικό των σωληνώσεων, καθώς τα οικοδομικά υλικά του κτιρίου αντιδρούν με αυτό και του προκαλούν αλλοιώσεις. Στους σωλήνες ζεστού νερού, οι αντιδράσεις αυτές συμβαίνουν σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Στο παρελθόν, οι υδραυλικοί χρησιμοποιούσαν γαλβανισμένο σίδηρο για τις σωληνώσεις ύδρευσης, προστατεύοντας έτσι το σίδηρο από την οξείδωση. Σήμερα, για την προστασία των σωληνώσεων χρησιμοποιείται ο χαλκός, που αντιδρά ελάχιστα με άλλα οικοδομικά υλικά ή το επενδυμένο αλουμίνιο που οξειδώνεται πολύ δύσκολα.

Εγκατάσταση Αποχέτευσης

Εγκατάσταση αποχέτευσης κτιρίων είναι το σύνολο των εγκατεστημένων στοιχείων που συμβάλλουν λειτουργικά στην παραλαβή και αποχέτευση του χρησιμοποιημένου νερού και των μεταφερόμενων με αυτό στερεών που απορρέουν, αποβαλλόμενα από ανθρώπινες δραστηριότητες μέσα σε κτίρια και οικόπεδα.

Λύματα είναι αποβαλλόμενα υγρά και τα μεταφερόμενα με αυτά στερεά, που απορρέουν συγκεντρωμένα μέσα σε ένα δίκτυο αγωγών από τους χώρους των

δραστηριοτήτων μιας περιοχής. Τα λύματα, ανάλογα με τη σύνθεσή τους, διακρίνονται σε:

- Οικιακά λύματα που απορρέουν αποβαλλόμενα από κτίρια που χρησιμοποιούνται για κοινωνικές δραστηριότητες του ανθρώπου (π.χ. χώροι κατοικίας, ψυχαγωγίας, κ.λπ.) και μπορεί να είναι:
 - Ακάθαρτα λύματα.
 - Αποχωρήματα, που περιέχουν απορριμματικά υγρά και στερεά του οργανισμού.
 - Απόπλυτα, που περιέχουν υγρά χρησιμοποιημένα για πλύσιμο του σώματος, του ρουχισμού, των μαγειρικών σκευών και της καθαριότητα των χώρων διαβίωσης.
- Ελαφρά λύματα, που είναι νερά που μπορούν να αποδοθούν στο φυσικό περιβάλλον χωρίς ενδιάμεση επεξεργασία για καθαρισμό τους, όπως:
 - Τα βρόχινα νερά.
 - Τα νερά-συμπυκνώματα ψυγείων και κλιματιστικών εγκαταστάσεων.
 - Τα νερά του εδάφους (αναβλύζοντα από τον υδροφόρο ορίζοντα).
 - Τα βιολογικά μηχανικά ή χημικά επεξεργασμένα αποχωρήματα και απόπλυτα.
 - Μικτά λύματα, που είναι μείγμα ακαθάρτων και ελαφρών λυμάτων.



Υγρά απόβλητα είναι τα υγρά και τα μεταφερόμενα με αυτά στερεά που απορρέουν από χώρους παραγωγικών δραστηριοτήτων, π.χ. βιομηχανικούς και βιοτεχνικούς χώρους και από χώρους ειδικών

δραστηριοτήτων, όπως νοσοκομεία, ιατρεία, εργαστήρια, συνεργεία, σφαγεία, κ.λπ.

Η εγκατάσταση αποχέτευσης λυμάτων ή απόβλητων ενός κτιρίου περιλαμβάνει τους υδραυλικούς υποδοχείς (σιφόνια), τα δίκτυα σωληνώσεων, τις οσμοπαγίδες, τα σημεία καθαρισμού, τις διατάξεις εισόδου και κυκλοφορίας αέρα και τη σύνδεση με το σύστημα διάθεσης λυμάτων ή απόβλητων μέσω γενικής παγίδας (μηχανοσίφωνα). Το σιφόνι αποτελείται από την οσμοπαγίδα η οποία αποτρέπει οσμές και αφρούς και είναι αποσπώμενη για τον καθαρισμό του σιφωνίου.

Για τις αποχετεύσεις χρησιμοποιούνται πλαστικοί σωλήνες με αντοχή στις χημικές ουσίες, όπως απορρυπαντικά, ισχυρά διαλύματα, καθαριστικά κ.λπ., και η προσοχή δίνεται στην διάμετρο και στις κλίσεις των σωλήνων, ώστε να αποτρέπουν την εναπόθεση υλικών με το χρόνο και ως αποτέλεσμα να φράζουν. Σημαντικά για μία πετυχημένη υδραυλική εγκατάσταση είναι ο τρόπος και τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για τις συνδέσεις των σωληνώσεων για να μην είναι ευπαθείς σε αλλοιώσεις στο πέρασμα του χρόνου.

Ο σωστός αρχιτεκτονικός σχεδιασμός του κτιρίου είναι απαραίτητη προϋπόθεση για τη σωστή υδραυλική εγκατάσταση. Για παράδειγμα, κουζίνες ή τουαλέτες διαφορετικών ορόφων, καλύτερα θα ήταν να τοποθετούνται στην ίδια θέση κατακόρυφα ώστε να διευκολύνεται η ύδρευση και η αποχέτευση.

Εγκατάσταση Θέρμανσης

Η εγκατάσταση θέρμανσης ενός κτιρίου αποτελείται από το σύνολο των συσκευών, κατασκευών, μηχανισμών, κ.λπ., που απαιτούνται για την παροχή θερμικής ενέργειας στους διάφορους χώρους του κτιρίου, με σκοπό να καλύψει τις θερμικές απώλειες προς το περιβάλλον και να διατηρήσει τη θερμοκρασία των χώρων του κτιρίου στα επιθυμητά επίπεδα άνεσης.

Ο βασικός σκοπός μιας εγκατάστασης θέρμανσης είναι να μην επιτρέπει στη θερμοκρασία ενός χώρου να κατεβαίνει κάτω από μια ελάχιστη τιμή, γι' αυτό η εγκατάσταση θέρμανσης προσθέτει θερμότητα στο χώρο όποτε χρειάζεται. Η θερμότητα αυτή παράγεται είτε τοπικά μέσα στο χώρο είτε κεντρικά κάπου μακριά από το χώρο και μεταφέρεται σε αυτόν με ένα δίκτυο μεταφοράς.

Τα κριτήρια με τα οποία κατατάσσονται σε κατηγορίες οι εγκαταστάσεις θέρμανσης είναι:

► Η θέση της πηγής παροχής θερμικής ενέργειας μέσα σε ένα κτίριο, π.χ.:

- Τοπικές θερμάνσεις.
- Κεντρικές θερμάνσεις.
- Περιφερειακές θερμάνσεις πόλης (τηλεθερμάνσεις).

► Η πηγή παροχής θερμικής ενέργειας, π.χ.:

- Θερμάνσεις με στερεά καύσιμα.
- Θερμάνσεις με υγρά καύσιμα.
- Θερμάνσεις με αέρια καύσιμα.
- Θερμάνσεις με ηλεκτρική ενέργεια.
- Θερμάνσεις με αντλία θερμότητας.
- Θερμάνσεις με ηλιακή ενέργεια.

► Ο φορέας της θερμικής ενέργειας, π.χ.:

- Θερμάνσεις με νερό (θερμό και υπέρθερμο).
- Θερμάνσεις με ατμό (χαμηλής και υψηλής πίεσης).
- Θερμάνσεις με αέρα.

► Ο τρόπος μετάδοσης της θερμικής ενέργειας στο χώρο, π.χ.:

- Θερμάνσεις με ακτινοβολία θερμότητας.
- Θερμάνσεις με μεταβίβαση θερμότητας.
- Συνδυασμό των δύο παραπάνω.

Το σύστημα παροχής θερμότητας υπολογίζεται με βάση τις ολικές θερμικές απώλειες του κτιρίου, όπως αυτές υπολογίζονται σύμφωνα με τον ισχύοντα κανονισμό θερμομόνωσης. Τα υλικά, οι συσκευές ή εξαρτήματα και οι αυτοματισμοί θα πρέπει να είναι κατάλληλα για τη χρήση που προορίζονται με αντίστοιχη έγκριση

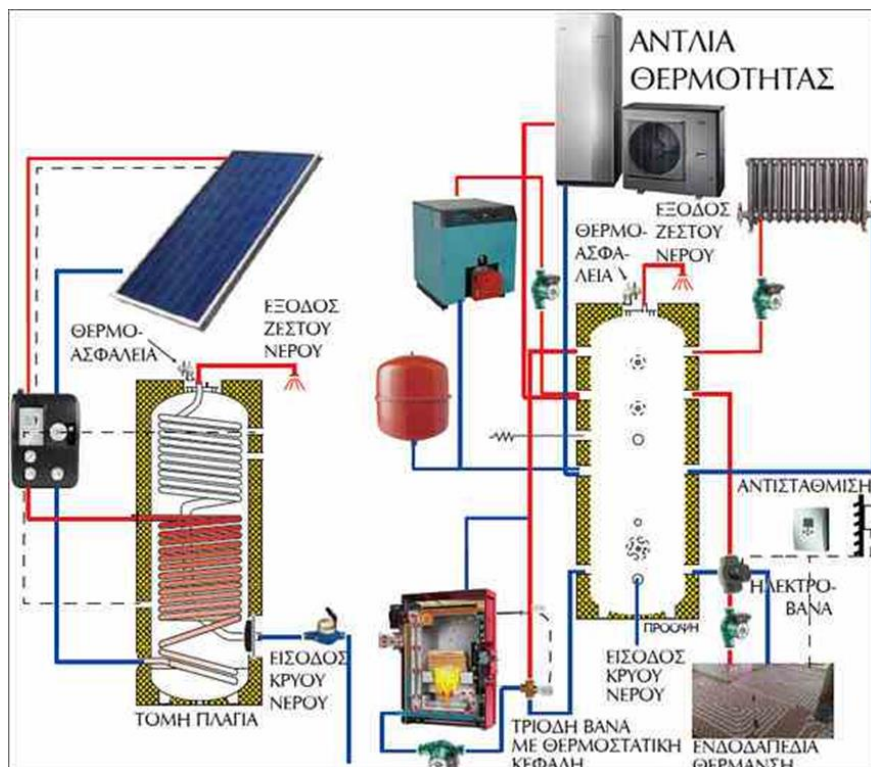
καταλληλότητας. Ο τρόπος κατασκευής των εγκαταστάσεων και η ποιότητα των υλικών καθορίζονται από τις εγκεκριμένες τεχνικές οδηγίες.

Κεντρική θέρμανση ονομάζεται η παραγωγή θερμότητας από ένα κεντρικό σύστημα εγκατεστημένο σε ένα κτίριο. Το σύστημα περιλαμβάνει το σύνολο των συσκευών, κατασκευών, μηχανισμών, κ.λπ., που παράγουν τη θερμική ενέργεια από μια πηγή μέσω ενός φορέα μεταφοράς θερμότητας (θερμαντικού μέσου) και την κατανέμουν στους διάφορους χώρους του κτιρίου.

Η εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης περιλαμβάνει:

- το σύστημα παραγωγής του θερμαντικού μέσου,
- το σύστημα διανομής και μεταφοράς του θερμαντικού μέσου,
- το σύστημα μετάδοσης της θερμότητας στο χώρο και
- το σύστημα ελέγχου της εγκατάστασης.

Ο συνηθέστερος τρόπος παραγωγής θερμότητας είναι η καύση στερεών, υγρών ή αερίων καυσίμων στο λέβητα κάθε εγκατάστασης. Ο τύπος του λέβητα που χρησιμοποιείται καθορίζεται κυρίως από την απαιτούμενη θερμοκρασία και πίεση του παραγόμενου ατμού ή νερού.



Οι χυτοσίδηροι λέβητες αντέχουν καλύτερα στη διάβρωση, μπορούν να επιδεχθούν προσθήκες στοιχείων και χρειάζονται μικρότερες ποσότητες νερού κατά τη λειτουργία τους. Οι χαλύβδινοι έχουν μικρό βάρος, προσαρμόζονται καλύτερα στις διάφορες απαιτήσεις, έχουν χαμηλό κόστος και αντέχουν καλύτερα στις πιέσεις και στις απότομες αλλαγές θερμοκρασίας.

Οι καυστήρες που χρησιμοποιούνται, πρέπει να εξασφαλίζουν οικονομική και ασφαλή λειτουργία (καύση) και τη μικρότερη δυνατή ρύπανση του περιβάλλοντος. Κριτήρια για την επιλογή του καυστήρα είναι το είδος του καυσίμου που θα χρησιμοποιηθεί, η αναγκαία θερμική ισχύς, η διαμόρφωση του φλογοθαλάμου και η αντίθλιψη του λέβητα με τον οποίο θα συνεργαστεί. Αντίθλιψη λέβητα είναι η αντίσταση που αντιμετωπίζουν τα καυσαέρια στη διαδρομή από το θάλαμο καύσης μέχρι τη καμινάδα.

Τα υλικά κατασκευής των καυστήρων, τα εξαρτήματα και τα όργανα με τα οποία συνδέονται πρέπει να αντέχουν τις μηχανικές και θερμικές καταπονήσεις που θα υποστούν κατά τη διάρκεια λειτουργίας του συστήματος λέβητα-καυστήρα.

Η θερμική ενέργεια που παράγεται από το σύστημα καυστήρας-λέβητα έχει τελικό προορισμό τα θερμαντικά σώματα, τα κλιματιστικά, κ.λπ. Ως μεταφορικό μέσο της θερμότητας χρησιμοποιείται το νερό, ο ατμός ή ο αέρας. Στο κοινό καλοριφέρ χρησιμοποιείται το νερό. Η διακίνηση του νερού μπορεί να γίνει με φυσική κυκλοφορία ή με κυκλοφορητές.

Οι κυκλοφορητές είναι αντλίες για τη μεταφορά του ζεστού νερού από το λέβητα στα θερμαντικά σώματα. Στο δίκτυο σωληνώσεων για τη μεταφορά του νερού από το λέβητα στα θερμαντικά σώματα και η επιστροφή του πίσω χρησιμοποιούνται χαλκοσωλήνες και πλαστικοί σωλήνες.

Η θερμότητα που μεταφέρει το θερμαντικό ρευστό μεταδίδεται στους εσωτερικούς χώρους από τα θερμαντικά σώματα (καλοριφέρ) που συνήθως είναι κατασκευασμένα από χάλυβα ή αλουμίνιο. Τα θερμαντικά σώματα διαθέτουν ειδικούς διακόπτες που επιτρέπουν την απομόνωσή τους, προκειμένου να μην ξοδεύεται ενέργεια άσκοπα και βαλβίδες εξαερισμού για την εξαέρωσή τους σε

περιπτώσεις που συσσωρεύεται αέρας, μη επιτρέποντας την ομαλή κυκλοφορία του νερού στο εσωτερικό τους.

Σύνοψη

Στην παραπάνω ενότητα δόθηκε έμφαση στη κατανάλωση ενέργειας και στις διάφορες μορφές της. Έγινε αναφορά στις φυσικές πηγές καθώς και στα ορυκτά καύσιμα, η χρήση των οποίων εντάθηκε μετά την βιομηχανική επανάσταση. Έγινε σαφές ότι πλέον τα ορυκτά καύσιμα του πλανήτη εξαντλούνται και η αλόγιστη χρήση τους έχει τεράστιες αρνητικές περιβαλλοντικές συνέπειες.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν αναγκαία λύση στο ενεργειακό πρόβλημα, καθώς εκφράζουν μια σημαντική έννοια την αειφορία. Επιπλέον, αναλύθηκαν ορισμένες φυσικές και χημικές ιδιότητες των καυσίμων καθώς και κάποιες βασικές πληροφορίες σχετικά με ηλεκτρικά και υδραυλικά συστήματα.

Ερωτήσεις Αυτοαξιολόγησης

1. Ποια από τις παρακάτω είναι μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας;

- A) Βιομάζα
- B) Τύρφη
- Γ) Γεωθερμία
- Δ) Όλα τα παραπάνω

2. Θερμότητα ονομάζεται η ενέργεια που:

- A) μεταφέρεται από ένα σώμα χαμηλής θερμοκρασίας σε ένα άλλο
- B) μεταφέρεται από ένα σώμα χαμηλής θερμοκρασίας σε ένα άλλο με υψηλότερη
- Γ) μεταφέρεται από ένα σώμα υψηλής θερμοκρασίας σε ένα άλλο με χαμηλότερη

3. Η βασική επίπτωση του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας. Χωρίς το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η μέση θερμοκρασία του πλανήτη θα ήταν -18°C αντί της μέσης θερμοκρασίας των 15°C που είναι σήμερα.
- A) Σωστό
 - B) Λάθος
4. Η πυρηνική ενέργεια είναι ... μορφή ενέργειας.
- A) μη ανανεώσιμη
 - B) ανανεώσιμη
5. Αειφορία (ή βιωσιμότητα) είναι η χρήση των φυσικών οικοσυστημάτων και των πηγών ενέργειας, ώστε να εξασφαλίζεται ...
- A) Η ποσοτική τους αντικατάσταση
 - B) Η αντικατάσταση τους με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
 - Γ) Η μείωση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής
 - Δ) Η μελλοντική τους ποιότητα και ισορροπία
6. Η έννοια της έχει να κάνει με θερμικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ σωμάτων.
- A) θερμοκρασίας
 - B) θερμότητας
 - Γ) θερμικής ενέργειας
 - Δ) θερμαντικής ικανότητας
7. Θερμογόνο δύναμη ενός καυσίμου που βρίσκεται σε κανονικές συνθήκες, είναι:
- A) Η θερμοκρασία που εκλύεται κατά την καύση ενός κιλού στερεού ή υγρού καυσίμου ή ενός κυβικού μέτρου αερίου καυσίμου
 - B) Η ισοδύναμη ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται κατά την καύση ενός κιλού στερεού ή υγρού καυσίμου ή ενός κυβικού μέτρου αερίου καυσίμου

- Γ) Η θερμική ενέργεια που εκλύεται κατά την καύση ενός κιλού στερεού ή υγρού καυσίμου ή ενός κυβικού μέτρου αερίου καυσίμου
- Δ) Η ακτινοβολία που εκλύεται κατά την καύση ενός κιλού στερεού ή υγρού καυσίμου ή ενός κυβικού μέτρου αερίου καυσίμου
- 8. Μονάδα μέτρησης της θερμογόνου δύναμης ενός καυσίμου για τα στερεά ή υγρά καύσιμα σε κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης είναι:**
- A) KJ/m³
- B) KJ/kg
- Γ) KWh
- Δ) Kcal/h
- 9. είναι η προσανατολισμένη κίνηση ηλεκτρικών φορτίων ή φορέων ηλεκτρικού φορτίου κατά μήκος ενός ηλεκτροφόρου αγωγού.**
- A) Ηλεκτρικό ρεύμα
- B) Ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος
- Γ) Ηλεκτρικό φορτίο
- Δ) Ηλεκτρικό δυναμικό ή τάση
- 10. Η εσωτερική υδραυλική εγκατάσταση ΔΕΝ περιλαμβάνει**
- A) την εγκατάσταση θέρμανσης
- B) το σύστημα αποχέτευσης των ακαθάρτων νερών και λυμάτων
- Γ) το σύστημα διανομής του κρύου και ζεστού νερού
- Δ) το σύστημα απομακρύνσεων των νερών της βροχής

Απαντήσεις Ερωτήσεων Αυτοαξιολόγησης

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Β	Γ	Α	Α	Δ	Β	Γ	Β	Α	Α

Ενότητα 2: Περιβαλλοντική Διαχείριση - Προστασία Περιβάλλοντος

Σκοπός

Η παρούσα ενότητα αποσκοπεί στην παρουσίαση τριών σημαντικών πτυχών του ενεργειακού του περιβαλλοντικού προβλήματος που αντιμετωπίζει ο πλανήτης. Πρώτον, αναφέρεται στον τρόπο που συνδέονται μεταξύ τους έννοιες και πληροφορίες που σχετίζονται με το φαινόμενο του θερμοκηπίου, του βασικού αιτίου της κλιματικής αλλαγής.

Δεύτερον, στην αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας που τροφοδοτεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου και οδηγεί σε εξάντληση τα αποθέματα μη ανανεώσιμων ενεργειακών πόρων.

Τρίτον, στον τρόπο που οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν πρόταση για την αντιμετώπιση και επίλυση του ενεργειακού του περιβαλλοντικού προβλήματος.

Προσδοκώμενα Αποτελέσματα

Με την ολοκλήρωση της μελέτης της ενότητας αυτής, οι εκπαιδευόμενοι θα είναι σε θέση να:

- γνωρίζουν τις συνιστάμενες του θερμοκηπίου και τον τρόπο που το φαινόμενο εξελίχτηκε σε κυρίαρχο περιβαλλοντικό πρόβλημα
- κατανοούν τους παράγοντες που έχουν μεγεθύνει την κατανάλωση ενέργειας και την εξάντληση των ορυκτών καυσίμων που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή ενέργειας
- κατανοούν την αξία της ορθολογικής χρήσης της ενέργειας στην προσωπική και επαγγελματική τους ζωή
- αναγνωρίζουν εφαρμογές αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Λέξεις – Κλειδιά

- Φαινόμενο του θερμοκηπίου
- Όξινη βροχή
- Τρύπα του όζοντος
- Κλιματική αλλαγή
- Υπερθέρμανση του πλανήτη
- Ορθολογική Χρήση Ενέργειας

2.1 Εισαγωγή

Είναι τόσο γενικός ο όρος «περιβάλλον», γεγονός που δημιουργεί δυσκολία στη απόδοση ενός ορισμού, καθώς αναφέρεται σε οτιδήποτε περιβάλλει κάποιο αντικείμενο. Οι διάφορες επιστήμες ορίζουν το περιβάλλον ανάλογα με τον τομέα ενδιαφέροντος τους. Για τις θετικές και φυσικές επιστήμες, περιβάλλον αποτελεί όλα όσα βρίσκονται έξω από τα όρια του συστήματος που μελετούν.

Για τη Βιολογία και τις Περιβαλλοντικές επιστήμες, περιβάλλον είναι το σύνολο των παραγόντων (κλιματικών, εδαφικών, βιοτικών και κοινωνικών) που επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο ζουν και αναπτύσσονται τα έμβια όντα. Το 1972, στο Διεθνές Συνέδριο της Aix-en-Provence της Γαλλίας με θέμα την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, το περιβάλλον ορίστηκε ως το σύνολο των φυσικών, χημικών, βιολογικών απόψεων και κοινωνικών και οικονομικών παραγόντων που σε μία δεδομένη στιγμή έχουν άμεση ή έμμεση επίδραση στους ζωντανούς οργανισμούς και στις ανθρώπινες δραστηριότητες.

2.1.1 Ιστορική Αναδρομή

Μέσα στο περιβάλλον που προσδιορίζεται από τον πλανήτη γη, ζει 40.000 χρόνια η σημερινή μορφή του ανθρώπου, ο *homo sapiens sapiens*. Το 75% από αυτά τα χρόνια (τα πρώτα 30.000 έτη) ο άνθρωπος επιβίωνε σαν κυνηγός και τροφοσυλλέκτης, μετακινούμενος, σε ομάδες, από περιοχή σε περιοχή για να καλύψει την βασική ανάγκη επιβίωσης του, την τροφή. Όταν η περιοχή δεν μπορούσε να θρέψει όλο τον

πληθυσμό, μια ομάδα ανθρώπων αναγκάζοταν να μετακινηθεί σε άλλη περιοχή. Η επιβίωση τους βασιζόταν στην ίδια την μυϊκή τους δύναμη, στην χρήση της φωτιάς και σε δυνητικά ανανεώσιμους φυσικούς πόρους, με κυριότερη την ηλιακή ακτινοβολία.

Αγροτική Επανάσταση



Το τέλος της εποχής των παγετώνων έφερε κλιματικές αλλαγές. Το περιβάλλον έγινε θερμότερο και ξηρότερο οδηγώντας τον άνθρωπο σε περιοχές κοντά σε

πηγές νερού.

Η Αγροτική Επανάσταση πριν από 12.000 χρόνια, βοήθησε τον άνθρωπο να μετατραπεί από κυνηγός-τροφοσυλλέκτης σε αγρότης, αποκτώντας τον έλεγχο στην παραγωγή τροφής του και δημιούργησε μια νέα ανάγκη για μόνιμη εγκατάστασή του και κατοχής γης. Οι νέες συνθήκες ευνόησαν την ανάπτυξη οικισμών γύρω από τους τόπους καλλιέργειας και τη δημιουργία κοινωνικών ομάδων αποτελώντας τον πυλώνα των περισσότερων κοινωνιών.

Πριν από 7.000 χρόνια επινοήθηκαν τα μεταλλικά άροτρα, τα οποία έσερναν ζώα που ο άνθρωπος είχε εξημερώσει. Λίγο αργότερα σε άνυδρες περιοχές οι καλλιεργητές εξέτρεπαν την πορεία του νερού από τα κοντινά ποτάμια, με κανάλια, για την άρδευση των καλλιεργειών τους, επιτρέποντας την καλλιέργεια μεγαλύτερων τμημάτων γης. Η αυξημένη παραγωγή τροφίμων μπορούσε να θρέψει περισσότερους ανθρώπους ενώ το πλεόνασμα αποθηκευόταν για μελλοντική χρήση ή αξιοποιόταν ως μέσο ανταλλαγής προϊόντων.

Η χρήση εξημερωμένων ζώων για τις καλλιέργειες και για την εκτέλεση άλλων εργασιών αύξησε τη χρήση ενέργειας ανά άτομο ενώ αυξήθηκαν ο αριθμός και η ένταση των ανθρώπινων παρεμβάσεων στο περιβάλλον. Όσο επεκτείνονταν οι

ανθρώπινοι οικισμοί, αυξάνονταν οι ανάγκες τους για μεγαλύτερες καλλιεργητικές εκτάσεις και περισσότερη ξυλεία που χρειαζόνταν σαν καύσιμο και οικοδομικό υλικό, με αποτέλεσμα να περιορίζονται τα δάση. Τα άγρια φυτά και τα άγρια ζώα που παλαιότερα ήταν σημαντικά για τον άνθρωπο, έγιναν εμπόδια και αντίπαλοι.

Η μετακίνηση των ανθρώπων στις πόλεις, όπου εμφανίστηκαν τεχνίτες εξειδικευμένων επαγγελματών και η ανάπτυξη του εμπορίου αύξησαν τη ζήτηση σε μέταλλα και άλλους μη ανανεώσιμους φυσικούς πόρους, η εξόρυξη των οποίων υποβάθμιζε το έδαφος και το νερό. Η αυξημένη παραγωγή και χρήση υλικών αγαθών άρχισαν να δημιουργούν αυξανόμενους όγκους αποβλήτων.

Βιομηχανική Επανάσταση

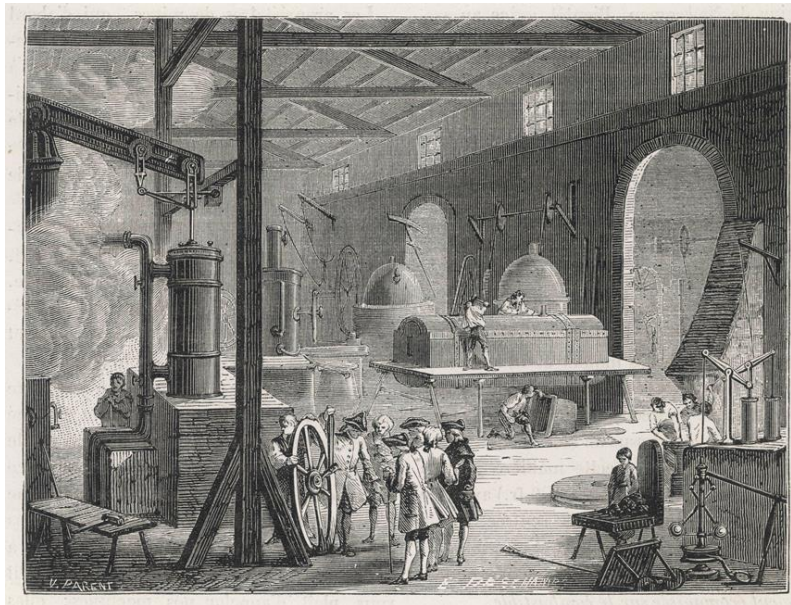
Όλα αυτά τα προβλήματα πολλαπλασιάστηκαν με την έκρηξη της Βιομηχανικής Επανάστασης στα τέλη του 18ου αιώνα και αυξήθηκε κατακόρυφα η κατά κεφαλή κατανάλωση ενέργειας. Η παραγωγή, το εμπόριο, η διανομή των αγαθών γνώρισαν ταχύτατη ανάπτυξη, αυξάνοντας σημαντικά την εξάρτηση των κοινωνιών από μη ανανεώσιμα καύσιμα. Η εντατική χρήση των φυσικών πόρων, η ρύπανση και η επιταχυνόμενη υποβάθμιση του περιβάλλοντος ήταν το αντάλλαγμα στα σημαντικά πλεονεκτήματα που προσέφεραν στους πολίτες τους οι προηγμένες βιομηχανικές κοινωνίες, όπως η αύξηση της παραγωγικότητας, η μείωση της θνησιμότητας, η διαθεσιμότητα μεγάλης ποικιλίας αγαθών, κ.λπ.

Αυτό το συμπέρασμα δεν άργησε να γίνει αντιληπτό από επιστήμονες της εποχής με πρώτο τον Βρετανό Τόμας Μάλθους στο βιβλίο του «An essay on the principle of population that it affects the future improvement of society» του 1798. Το βιβλίο του αναφέρεται στη τεχνολογική πρόοδος, η οποία δεν θα μπορέσει μελλοντικά να αντισταθμιστεί με την έλλειψη φυσικών πόρων, σε συνδυασμό με τον αναπόφευκτο υπερπληθυσμό, με αποτέλεσμα οι ανθρώπινες κοινωνίες να βρεθούν αντιμέτωπες με την δυστυχία και την πείνα.

Από τη δεκαετία του 1830, άρχισε να εμφανίζεται το φαινόμενο της ανθρωπογενούς υπερθέρμανσης του πλανήτη, αρχικά στην βιομηχανικά ανεπτυγμένη Αγγλία, και 50 χρόνια αργότερα στο νότιο ημισφαίριο. Μεταξύ 1890-1920, στις Η.Π.Α. ήταν πλέον ορατά τα προβλήματα που δημιουργούσε η ανθρώπινη δραστηριότητα στο

περιβάλλον γεγονός που οδήγησε στη δημιουργία ενός κινήματος προστασίας της φύσης(Conservation Movement), υποκινούμενο κυρίως από πολιτικούς και διανοούμενους.

Στις αρχές της δεκαετίας του 1960 αναπτύχθηκαν οι Περιβαλλοντικές Επιστήμες, ως απόρροια της ανάγκης μελέτης των περιβαλλοντικών ζητημάτων που είχαν εμφανιστεί καθώς και της αυξανόμενης ευαισθητοποίησης της κοινής γνώμης σχετικά με τέτοια θέματα. Το γεγονός αυτό αποτυπώνεται και στο βιβλίο «Silent spring» της Αμερικανίδας Rachel Carson το 1962. Σε πολλές χώρες της Ευρώπης, στις



Η.Π.Α. και στον Ο.Η.Ε.

δημιουργήθηκαν διάφορες οργανώσεις με βασικό σκοπό την προστασία του πλανήτη από την περιβαλλοντική υποβάθμιση. Η πετρελαϊκή κρίση του 1973 και η οικονομική ύφεση που

ακολούθησε προκάλεσαν έντονες αμφιβολίες για τη δυνατότητα των οικονομιών να μεγαθύνονται απεριόριστα.

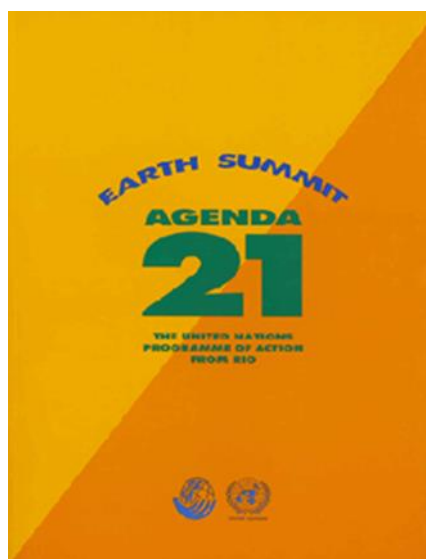
Με Κατεύθυνση την Αλλαγή

Με έναυσμα τις παραπάνω κρίσεις, ξεκίνησαν συζητήσεις πάνω στο θέμα της σπανιότητας των φυσικών πόρων καθώς και για τα περιβαλλοντικά προβλήματα και τις επιπτώσεις που προκαλούν στην υγεία και στην ποιότητα ζωής των ανθρώπων. Το 1982 εκδίδεται ο «Παγκόσμιος Χάρτης για τη Φύση» του Ο.Η.Ε. που ζητάει να σταματήσει η υπέρ-εκμετάλλευση των φυσικών πόρων. Το 1985, το ζήτημα της προστασίας του περιβάλλοντος αποκτά αυξημένη σπουδαιότητα, όταν Βρετανοί και Αμερικανοί επιστήμονες ανακαλύπτουν τρύπα στο στρώμα του όζοντος πάνω από την Ανταρκτική και συντάσσονται οι πρώτες μελέτες για την αύξηση του διοξειδίου

του άνθρακα και των άλλων αερίων που θερμαίνουν την ατμόσφαιρα. Το ατύχημα στον πυρηνικό αντιδραστήρα του Τσερνομπίλ και άλλα γεγονότα εκτεταμένης ρύπανσης του περιβάλλοντος αυξάνουν την παγκόσμια ανησυχία. Από το 1987 υπάρχει στην παγκόσμια κοινότητα η έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης ή αειφορίας.

Στην Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (United Nations Conference on Environment and Development), που πραγματοποιήθηκε στο Ρίο της Βραζιλίας το 1992, 170 χώρες δεσμεύτηκαν ότι η βιώσιμη ανάπτυξη θα αποτελεί τη βασική ιδέα της μελλοντικής τους ανάπτυξης, υπογράφοντας την «Agenda 21» και τη «Διακήρυξη του Ρίο για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη». Εκεί δόθηκε ο ορισμός για την κλιματική αλλαγή ως *«αλλαγή του παγκόσμιου κλίματος που οφείλεται στις ανθρώπινες δραστηριότητες»*.

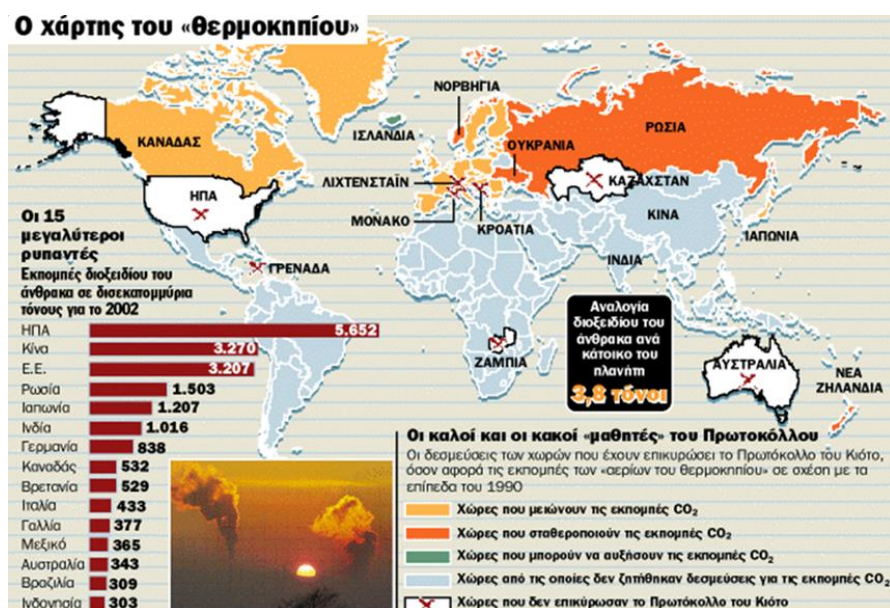
Άμεσα εντοπίστηκε η σύγκρουση των περιβαλλοντικών και κοινωνικών πτυχών της βιωσιμότητας, με τις οικονομικές εφαρμογές της παγκοσμιοποίησης. Όμως, το 1993 ο Paul Hawken στο βιβλίο «The ecology of commerce: A declaration of sustainability» εμφανίζει την άποψη ότι μόνο η πράσινη επιχείρηση μπορεί να



ανακόψει την αυτοκαταστροφική τάση του καπιταλισμού, αν χρησιμοποιήσει τα κέρδη της σε δράσεις προστασίας του περιβάλλοντος. Αυτή η άποψη υιοθετήθηκε από αρκετούς μέσα στον επιχειρηματικό κόσμο και σε αυτή την κατεύθυνση το 1996 υιοθετήθηκε το πιστοποιητικό περιβαλλοντικής πιστοποίησης ISO 14001 σαν εθελοντικό μοντέλο ορθής περιβαλλοντικής διαχείρισης από τις επιχειρήσεις.

Το Πρωτόκολλο του Κιότο της Ιαπωνίας το 1997, ήταν μια διεθνής συμφωνία, που θεωρήθηκε σαν το σημαντικότερο έγγραφο για την καταπολέμηση των κλιματικών αλλαγών, καθώς περιλάμβανε τη δέσμευση των βιομηχανικά ανεπτυγμένων χωρών για τον περιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Ωστόσο, οι δεσμεύσεις του Πρωτοκόλλου εφαρμόστηκαν μερικώς και όχι συνολικά από όλες τις χώρες, και κυρίως τις χώρες που αποδεδειγμένα είναι οι μεγαλύτεροι ρυπαντές (Η.Π.Α., Ρωσία, Κίνα).

Λίγους μήνες μετά, το 1998, καταγράφεται στην γη η υψηλότερη ιστορικά θερμοκρασία επιβεβαιώνοντας τα συμπεράσματα του Κιότο. Ήδη από το 1997, η Ευρωπαϊκή Ένωση, με την Συνθήκη του Άμστερνταμ καθιέρωσε την στρατηγική προσέγγιση «των τριών πυλώνων» (οικονομική αποτελεσματικότητα, περιβαλλοντική προστασία, κοινωνική δικαιοσύνη) για την βιώσιμη ανάπτυξη και έθεσε σε εφαρμογή ένα Πρόγραμμα Δράσης με διάρκεια από το 2001 μέχρι το 2010 που ενισχύθηκε το 2002 με την έκδοση της «Πράσινης Βίβλου».



Η συνδιάσκεψη του Γιοχάνεσμπουργκ για την Αειφόρο Ανάπτυξη (2002) έθεσε σαν προτεραιότητα την εφαρμογή αρκετών περιβαλλοντικών δεσμεύσεων. Το 2005, το Πρωτόκολλο του Κιότο τέθηκε σε ισχύ από 141 χώρες, όχι όμως από τις Η.Π.Α. που είχαν αποχωρήσει από το 2001 από την συμφωνία. Το πρωτόκολλο επιτρέπει την εμπορία εκπομπών ρύπων για μία χώρα, η οποία, ενώ έχει δεσμευτεί να μειώσει τις εκπομπές της κατά συγκεκριμένο ποσοστό, τελικά επιτυγχάνει μεγαλύτερη μείωση, οπότε αποκτά τη δυνατότητα να πωλήσει σε άλλη χώρα το πλεονάζον ποσοστό. Η λειτουργία του μηχανισμού της διεθνούς εμπορίας εκπομπών, ξεκίνησε το 2008, βασισμένη σε ήδη εφαρμοζόμενα συστήματα εμπορίας, όπως το Ευρωπαϊκό, που λειτουργούσε ήδη από το 2005.

Η Διάσκεψη του Ο.Η.Ε. για την Αειφόρο Ανάπτυξη (Ρίο +20) το 2012, επεδίωξε να εξασφαλίσει την εφαρμογή των δεσμεύσεων που είχαν αναληφθεί από τις χώρες σε παλαιότερες Συνόδους για τα περιβαλλοντικά θέματα και να θέσει τα θέματα της

περιβαλλοντικής ατζέντας για τα επόμενα 20 χρόνια. Ωστόσο, η απόφαση αυτή υπονομεύτηκε από την αποχώρηση της Ρωσίας, της Ιαπωνίας και του Καναδά, οπότε οι χώρες που το συνυπέγραψαν αναλογούσαν μόνο στο 15% των παγκοσμίων εκπομπών αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Στη Σύνοδο των Συμβαλλομένων Μερών του Παρισιού στη Γαλλία το 2015, υιοθετήθηκε από 196 κράτη, η συμφωνία η οποία θα διαδεχόταν το 2020 το πρωτόκολλο του Κιότο. Η συμφωνία του Παρισιού όρισε ότι απαιτείται συγκράτηση της συνολικής μέσης αύξησης της θερμοκρασίας κάτω από τους 2°C σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα, όριο πέρα του οποίου, οι επιστήμονες πιστεύουν ότι αυξάνεται δραματικά ο κίνδυνος μη αντιστρέψιμων κλιματικών αλλαγών τεράστιας έκτασης και καταστροφικών επιπτώσεων. Έγινε σύσταση να εντατικοποιηθούν οι ενέργειες ώστε να επιτευχθεί μείωση στους 1,5°C και μηδενικές εκπομπές ρυπογόνων αερίων μετά το 2050. Αποφασίστηκε η δημιουργία χρηματοδοτικών εργαλείων για μείωση εκπομπών αερίων και «φιλική» προς το κλίμα ανάπτυξη και για ενίσχυση της ικανότητας προσαρμογής στις αρνητικές επιπτώσεις.

Η Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (United Nations Framework-Convention for Climate Change) του 2016 επαναδιατύπωσε τον ορισμό της κλιματικής αλλαγής ως «τη μεταβολή του παγκοσμίου κλίματος που διαπιστώνεται από τη σύγκριση χρονικών περιόδων και προκαλείται άμεσα ή έμμεσα από την ανθρώπινη δραστηριότητα, η οποία αλλοιώνει τη σύνθεση της ατμόσφαιρας και είναι συμπληρωματική της φυσικής κλιματικής μεταβλητότητας που προκύπτει από παράγοντες όπως οι αλλαγές στην ηφαιστειακή δραστηριότητα».

Η 26η Διάσκεψη για το Κλίμα στη Γλασκώβη (COP26) που πραγματοποιήθηκε το 2021, υπό την αιγίδα του Ο.Η.Ε. με συμμετέχοντες από 197 κράτη, ήταν η πρώτη στην οποία υπάρχει δέσμευση για σταδιακή μείωση (όχι εξάλειψη) του άνθρακα που ευθύνεται για το 40% των ετήσιων εκπομπών CO₂. Η μείωση της χρήσης του άνθρακα είναι καθοριστική για την επίτευξη του στόχου διατήρησης της αύξησης της θερμοκρασίας στους 1,5°C. Σημαντικές ήταν οι δεσμεύσεις που λήφθηκαν ώστε, οι χώρες να παρουσιάζουν ετησίως έκθεση με την πρόοδό τους στη μείωση των εκπομπών ρύπων και να αυξηθεί η οικονομική βοήθεια από τις αναπτυγμένες προς τις αναπτυσσόμενες χώρες, για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Στην

Ευρωπαϊκή Ένωση το 2021 αναθεωρήθηκε ο στόχος για τα κράτη μέλη της, για μια καθαρή μείωση ως το 2030 των εκπομπών των αερίων που προκαλούν τις κλιματικές αλλαγές κατά 55% (αρχικά ήταν 40%) σε σχέση με το 1990.

2.1.2 Διακρίσεις Περιβάλλοντος

Το περιβάλλον, κατά γενική ομολογία, χωρίζεται σε δύο γενικές κατηγορίες:

- ▶ το **φυσικό** περιβάλλον (αυτό που ονομάζουμε φύση), που αποτελείται από τα φυσικά οικοσυστήματα αβιοτικών (έδαφος, αέρας, ατμόσφαιρα νερό, κ.λπ.) παραγόντων και βιοτικών παραγόντων (ζώα, φυτά κ.λπ.) που συνυπάρχουν, αλληλοεπιδρούν και καθορίζουν τη ζωή. Οι οργανισμοί εξαρτώνται από το αβιοτικό τους περιβάλλον και ταυτόχρονα το ρυθμίζουν και το διαφοροποιούν. Μεταξύ των οργανισμών αναπτύσσονται σχέσεις και οργανώνονται σε κοινότητες που αποτελούν την παγκόσμια βιόσφαιρα.
- ▶ το **ανθρώπινο** (ή ανθρωπογενές) περιβάλλον, που αποτελείται από δημιουργήματα της ανθρώπινης παρέμβασης και διακρίνεται σε:
 - Γεωργικές Εκμεταλλεύσεις. Ο άνθρωπος με την ανακάλυψη της γεωργίας άρχισε να επεμβαίνει στα φυσικά οικοσυστήματα για να αυξήσει την ποσότητα ή την απόδοση των καλλιεργειών του. Η γεωργία έχει διαμορφώσει τα περισσότερα τοπία στον πλανήτη και παράγει μεγάλη ποικιλία τροφών αλλά είναι υπεύθυνη για πολλά περιβαλλοντικά προβλήματα όπως τη ρύπανση του εδάφους και των υδάτων, την μόλυνση της ατμόσφαιρας και την μείωση (κάποιες φορές και εξαφάνιση) άγριας πανίδας και χλωρίδας.
 - Βιομηχανικό Περιβάλλον. Η ανάπτυξη της βιομηχανίας και η εξέλιξη της τεχνολογίας αύξησαν δραματικά τους τρόπους και την ένταση των ανθρώπινων παρεμβάσεων στο φυσικό περιβάλλον με την εξάντληση μη ανανεώσιμων φυσικών πόρων και την ρύπανση.
 - Περιοχές εξόρυξης. Εξόρυξη είναι η απόκτηση πολύτιμων ορυκτών (άνθρακας, χρυσός, πετρέλαιο κ.λπ.) και άλλων γεωλογικών υλικών από το έδαφος και το υπέδαφος που είναι αναγκαία στην σύγχρονη

ανθρώπινη κοινωνία αλλά διαταράσσει σοβαρά το φυσικό περιβάλλον με επιπτώσεις όπως τη μείωση της βιοποικιλότητας, την καταστροφή των δασών και τη ρύπανση των υπόγειων νερών.

- ο Δομημένο Περιβάλλον που αποτελείται από τις κατασκευές του αστικού περιβάλλοντος και το οδικό δίκτυο. Το 50% του παγκόσμιου πληθυσμού ζει σήμερα σε πόλεις. Έχει υπολογιστεί ότι οι ημερήσιες ανάγκες μια Ευρωπαϊκή πόλη 1 εκατομμυρίου κατοίκων είναι 11.500 τόνοι ορυκτών καυσίμων, 320.000 τόνοι νερού και 2.000 τόνοι τροφίμων, ενώ ημερησίως παράγει 300.000 τόνους υγρών και 1.600 τόνους στερεών αποβλήτων καθώς και 25.000 τόνους διοξειδίου του άνθρακα. Οι περισσότερες πόλεις αντιμετωπίζουν τα ίδια προβλήματα που μειώνουν την ποιότητα ζωής των κατοίκων τους, όπως την υπερθέρμανση από τα δομικά υλικά των οικοδομών και των δρόμων και την ηχορύπανση και την ατμοσφαιρική μόλυνση που προκαλείται από τον μεγάλο αριθμό αυτοκινήτων και βιομηχανιών.

Αν και κάποιοι μελετητές θεωρούν ότι το πολιτιστικό περιβάλλον είναι άλλη μια υποκατηγορία του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος, γενικότερα έχει επικρατήσει να εξετάζεται σαν ένα τρίτο, διαφορετικό, είδος περιβάλλοντος μέσα στο οποίο δραστηριοποιείται ο άνθρωπος και περιλαμβάνει τις, μεταφερόμενες από γενιά σε γενιά, γνώσεις, εμπειρίες και ιδέες και την αξιοποίηση τους στο φυσικό και στο ανθρωπογενές περιβάλλον. Για παράδειγμα, οι δυσμενείς κλιματικές συνθήκες ή η έλλειψη αγαθών, επιδρούν στον τρόπο ζωής μιας κοινωνικής ομάδας και στην διαμόρφωση των παραδόσεων και του πολιτισμού τους.

2.2 Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου

2.2.1 Ρύποι

Κάθε ουσία, στερεή, υγρή ή αέρια, που εισάγεται άμεσα ή έμμεσα στην ατμόσφαιρα, σε συγκέντρωση ικανή να αλλοιώσει τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της και να προξενήσει βλάβες στην υγεία του ανθρώπου ή να επιδράσει αρνητικά στα οικοσυστήματα, θεωρείται ρύπος.

Ατμοσφαιρική ρύπανση είναι η αλλοίωση της σύστασης του ατμοσφαιρικού αέρα με οποιοδήποτε τρόπο, δηλαδή η προσθήκη ουσιών (ρύπων) στην ατμόσφαιρα που υπό φυσιολογικές συνθήκες δε θα υπήρχαν. Οι πηγές που εκπέμπουν ρύπους ονομάζονται ρυπαντές.

Η ανθρωπογενής ατμοσφαιρική ρύπανση προκαλείται κυρίως από τρεις κατηγορίες ανθρώπινων δραστηριοτήτων:

- τη βιομηχανία (π.χ. διυλιστήρια, χημική βιομηχανία, θερμοηλεκτρικοί σταθμοί),
- τα οχήματα μεταφορών (π.χ. βενζινοκίνητα και πετρελαιοκίνητα επιβατικά οχήματα, φορτηγά, μέσα συγκοινωνίας) και
- τους μικροκαταναλωτές (οικιακή κατανάλωση, εμπορικά καταστήματα)

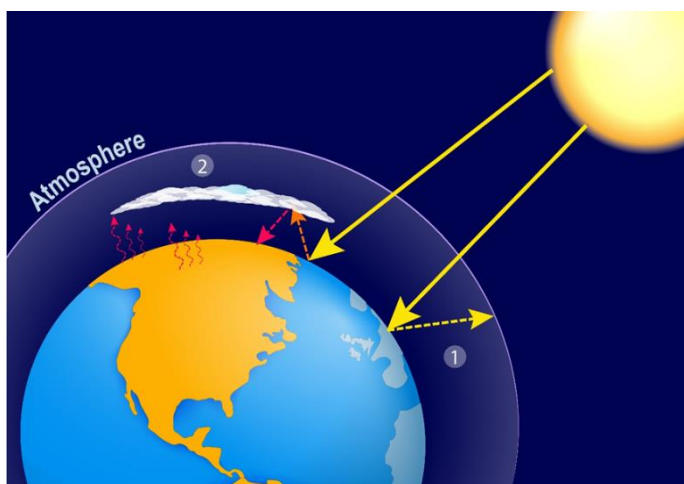
Εκτός από τους ρύπους που προκαλεί η ανθρώπινη δραστηριότητα, υπάρχουν και οι ρύποι που σχετίζονται με τις φυσικές διεργασίες όπως η ηφαιστειακή δραστηριότητα, η αποσάθρωση του εδάφους, η αποσύνθεση φυτών και ζώων, η φωτοσύνθεση, οι εκπομπές σωματιδίων άλατος από τις θαλάσσιες εκτάσεις κ.λπ.

Την δεκαετία του '70, οι επιστήμονες συνειδητοποίησαν ότι οι χλωροφθοράνθρακες, τα τεχνητά αέρια που χρησιμοποιούνται σαν προωθητικά σε σπρέι, στη βιομηχανία αφρώδους πλαστικού, στην ψυκτική βιομηχανία κ.λπ. κατέστρεφαν το στρώμα του όζοντος της στρατόσφαιρας. Οι συνέπειες από την «τρύπα του όζοντος» είναι πολύ σοβαρές.

Έχει αποδειχθεί ότι η μείωση του πάχους του στρώματος του όζοντος κατά 1% προκαλεί στους ανθρώπους αύξηση 2% των κρουσμάτων του καρκίνου του δέρματος, αύξηση των ασθενειών που έχουν σχέση με την όραση και εξασθένηση του ανοσοποιητικού συστήματος. Στα φυτά, οι υπεριώδεις ακτίνες Β προκαλούν

καταστροφή της χλωροφύλλης και μείωση της φωτοσυνθετικής και αναπαραγωγικής ικανότητας τους. Έτσι επηρεάζεται η βάση της τροφικής αλυσίδας στα οικοσυστήματα και κατά συνέπεια ένα σύνολο ζωικών οργανισμών. Η διεθνής κοινότητα ξεκίνησε ένα πρόγραμμα σταδιακής κατάργησης των χλωροφθορανθράκων και η στιβάδα του όζοντος αναμένεται να έχει αποκατασταθεί έως τα μέσα του 21ου αιώνα.

Κάποιοι άλλοι αέριοι ρύποι όπως τα οξείδια του θείου και του αζώτου (από καύση ορυκτών καυσίμων, χημική βιομηχανία, παραγωγή ενέργειας), μετατρέπονται με την υγρασία της ατμόσφαιρας σε οξέα. Όταν οι ουσίες αυτές διαλύονται στη βροχή, πέφτουν στο έδαφος σαν «όξινη βροχή». Τα οξείδια του αζώτου και το διοξείδιο του



θείου μπορούν να μεταφερθούν με τον άνεμο μέχρι και 1.000 χιλιόμετρα μακριά, με αποτέλεσμα να είναι δυνατό να εμφανιστεί όξινη βροχή σε περιοχές μακριά από τις πηγές εκπομπής ρύπων.

Η όξινη βροχή έχει σοβαρές επιπτώσεις στα χερσαία και υδάτινα οικοσυστήματα. Αυξάνει την οξύτητα του εδάφους με αποτέλεσμα να απομακρύνονται ορισμένα θρεπτικά συστατικά ή να ενεργοποιούνται άλλα (π.χ αργίλιο) που είναι τοξικά και νεκρώνουν τις μικρές και λεπτές ρίζες.

Στα υδάτινα οικοσυστήματα, η ενεργοποίηση του αργιλίου από την όξινη βροχή στο νερό και τον πυθμένα των λιμνών, μπλοκάρει το αναπνευστικό σύστημα των υδρόβιων οργανισμών με αποτέλεσμα τη μείωση της βιοποικιλότητας.

Τέλος, η όξινη βροχή έχει αρνητικές επιπτώσεις και στα ιστορικά μνημεία και κτίρια που είναι κατασκευασμένα από μάρμαρο ή ασβεστόλιθο, διότι μετατρέπει το υλικό αυτό σε γύψο, που είναι εύθρυπτος και καταστρέφεται.

2.2.2 Περιγραφή του Φαινομένου

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι φυσική διαδικασία κατά την διάρκεια της οποίας η ατμόσφαιρα του πλανήτη συγκρατεί θερμότητα και συμβάλλει στην αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειάς του. Το φαινόμενο πρώτος μελέτησε ο Γάλλος μαθηματικός, αστρονόμος και φυσικός Joseph Fourier το 1824 και στην συνέχεια αναλύθηκε από τον Σουηδό χημικό Svante Arrhenius, που το 1896 ανέπτυξε τη θεωρία ότι η συνεχής αύξηση των βιομηχανιών έχει αποτέλεσμα να εκπέμπονται στον αέρα μεγάλες ποσότητες άνθρακα και άλλοι ρύποι, οι οποίοι μοιάζουν με τα στοιχεία που εκλύθηκαν στην ατμόσφαιρα με την έκρηξη του ηφαιστείου Κρακατόα στην Ινδονησία το 1883, δημιουργώντας τεράστιο πρόβλημα στο περιβάλλον.

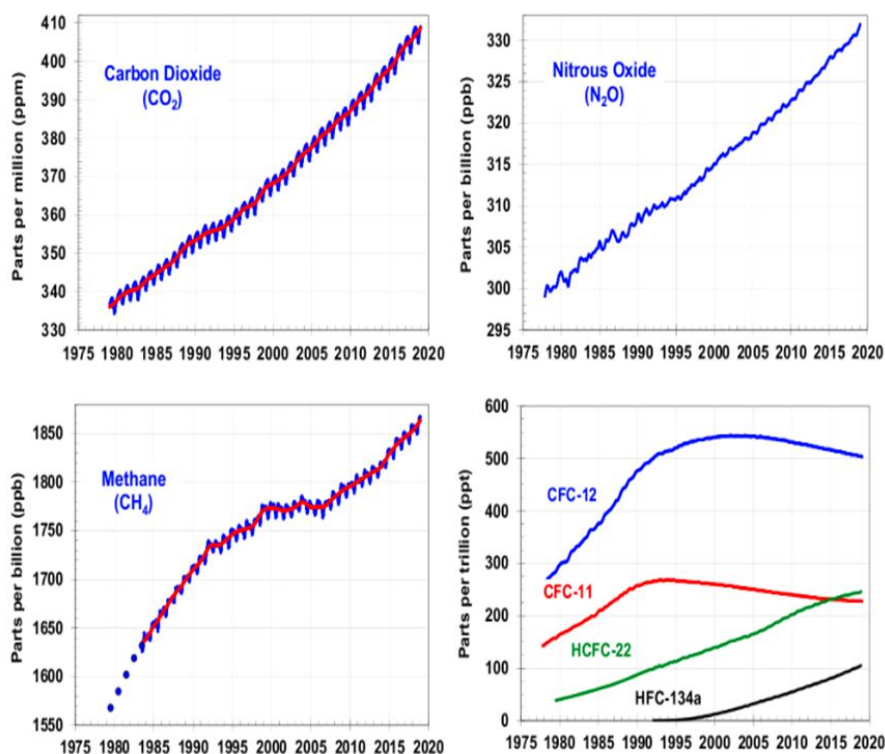
Ένα μέρος από την ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει στην επιφάνεια της γης απορροφάτε και ένα άλλο μέρος εκπέμπεται πίσω στην ατμόσφαιρα σαν υπέρυθρη ακτινοβολία. Από την υπέρυθρη ακτινοβολία, ένα μέρος της χάνεται στο διάστημα ενώ ένα άλλο εγκλωβίζεται στην ατμόσφαιρα από ορισμένα αέρια που σχηματίζουν ένα στρώμα και έτσι η γη θερμαίνεται και γίνεται πλανήτης ιδανικός για την ύπαρξη ζωής. Αυτό το φαινόμενο λειτουργεί για τον πλανήτη με τον ίδιο τρόπο που λειτουργεί ένα θερμοκήπιο καλλιέργειας φυτών.

Το διοξείδιο του άνθρακα και άλλα αέρια, που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα της γης, παγιδεύουν τη θερμότητα, όπως ακριβώς και η γυάλινη οροφή σε ένα θερμοκήπιο. Αυτά τα αέρια που παγιδεύουν τη θερμότητα στα χαμηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας της γης, λέγονται αέρια θερμοκηπίου. Κατά τη διάρκεια της ημέρας, οι ακτίνες του ήλιου εισχωρούν μέσα στην ατμόσφαιρα και η επιφάνεια της γης θερμαίνεται από το φως του ήλιου. Τη νύχτα, η επιφάνεια της γης ψύχεται, απελευθερώνοντας τη θερμότητα πίσω στον αέρα και ποσότητα από αυτή παγιδεύεται από τα αέρια του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Χωρίς το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η μέση θερμοκρασία του πλανήτη θα ήταν -18°C αντί της μέσης θερμοκρασίας των 15°C που είναι σήμερα.

Τα αέρια του θερμοκηπίου είναι περίπου 20 και έχουν όγκο λιγότερο από 1% του συνολικού όγκου της ατμόσφαιρας. Τα σημαντικότερα είναι:

- οι υδρατμοί (H_2O) που απορροφούν το 65% της υπέρυθρης ακτινοβολίας και δεν επηρεάζονται άμεσα από την ανθρώπινη δραστηριότητα
- το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), που προέρχεται από την καύση ορυκτών καυσίμων (άνθρακας, πετρέλαιο και αέριο) για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τις μεταφορές, τη βιομηχανία και τα νοικοκυριά και από αλλαγές στη χρήση γης, όπως η αποψίλωση των δασών.
- το μεθάνιο (CH_4), που αποτελεί 81% των αερίων θερμοκηπίου, προέρχεται από την γεωργία και την υγειονομική ταφή απορριμμάτων
- οι χλωροφθοράνθρακες (CFC) από την χρήση βιομηχανικών φθοριούχων αερίων
- οξείδια του αζώτου (N_2O) και όζον (O_3).

Είναι πολλές οι ανθρώπινες δραστηριότητες που παράγουν μεγάλες ποσότητες αυτών των αερίων που αλλάζουν την ισορροπία του συστήματος με αποτέλεσμα την παγκόσμια άνοδο της θερμοκρασίας. Το φυσικό περιβάλλον προσπαθεί να εξισορροπήσει αυτή την κατάσταση. Όλα τα φυτά, από τα γιγαντιαία δέντρα μέχρι το μικροσκοπικό φυτοπλαγκτόν στον ωκεανό, απορροφούν διοξείδιο του άνθρακα και εκπέμπουν οξυγόνο. Όμως αυτή η διαδικασία της φύσης επιβαρύνεται καθώς οι ανθρώπινες παρεμβάσεις έχουν μειώσει την έκταση των δασών, ενώ ο ωκεανός απορροφά μεγάλο μέρος του διοξειδίου του άνθρακα από τον αέρα αλλά τα νερά του γίνονται όξινα. Η οξίνιση και η θέρμανση του νερού των ωκεανών είναι επιζήμια για πολλά οστρακοειδή και κοράλλια.

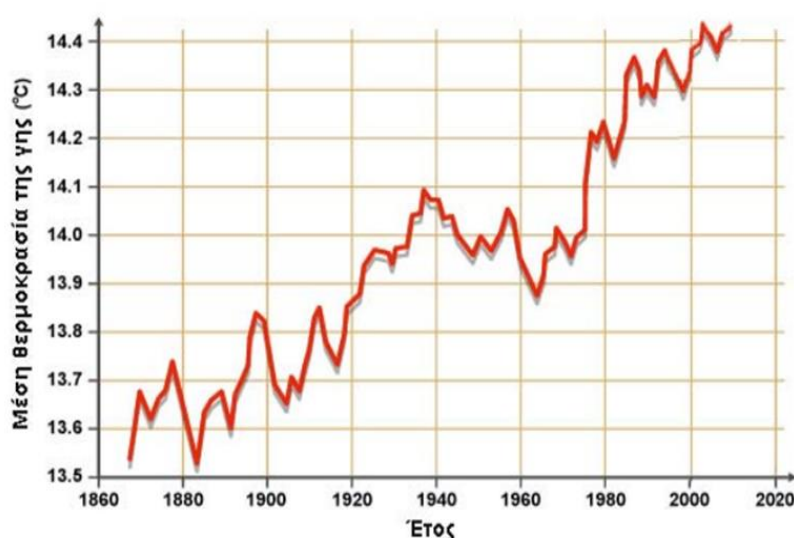


Επιπτώσεις Φαινομένου

Η βασική επίπτωση του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας, που τα τελευταία 150 χρόνια (βιομηχανική εποχή) έχει αυξηθεί 1,5-2°C σε σχέση με την προ-βιομηχανική περίοδο, με ταχύτερο ρυθμό από ότι σε οποιαδήποτε άλλη εποχή, με βασικές αιτίες την έκρηξη του πληθυσμού και την ραγδαία επιστημονική και τεχνολογική πρόοδο. Η μέση παγκόσμια θερμοκρασία αυξήθηκε κατά 1,2°C το 2020, ενώ είχε αυξηθεί 1,1°C ολόκληρη την προηγούμενη δεκαετία.

Τα αέρια του θερμοκηπίου έχουν παγκόσμιο αντίκτυπο, ανεξάρτητα από τον τόπο αρχικής εκπομπής τους, και η επίδραση τους εξαρτάται από τη διάρκεια ζωής τους στην ατμόσφαιρα καθώς και από την αποτελεσματικότητα των ωκεανών και της ξηράς να απορροφούν αυτά τα αέρια. Οι βραχύβιοι ρύποι όπως το μεθάνιο, οι υδροφθοράνθρακες, το τροποσφαιρικό όζον και ο μαύρος άνθρακας παραμένουν στην ατμόσφαιρα για μια περίοδο από ημέρες έως 15 χρόνια, ενώ το διοξείδιο του άνθρακα μπορεί να παραμείνει στην ατμόσφαιρα για χιλιετίες.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, η ενέργεια ευθύνεται για το 80% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, από τα οποία το 1/3 παράγεται από τον τομέα των μεταφορών. Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που προέρχονται από τη γεωργία αντιστοιχούν στο 9%, από την βιομηχανική παραγωγή και χρήση προϊόντων αντιστοιχούν στο 8% ενώ συμβάλλει και η διαχείριση αποβλήτων με ποσοστό 2,75%. Οι δραστηριότητες αυτές έχουν αυξήσει σημαντικά τις συγκεντρώσεις των αερίων στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, με αποτέλεσμα η Γη να απορροφά περισσότερη ακτινοβολία και έτσι να μεταβάλλεται συνεχώς η θερμοκρασία της στην επιφάνεια της.



Αν και το φαινόμενο του θερμοκηπίου προσεγγίστηκε επιστημονικά πρώτη φορά το 1896, μόλις το 1988 έφτασε να απασχολήσει την ανθρωπότητα σε ανώτερο πολιτικό επίπεδο, στη Γενική Συνέλευση του Ο.Η.Ε., αφού τον προηγούμενο χρόνο είχε εντοπιστεί η «τρύπα του όζοντος».

Πλέον, πολλοί συνειδητοποιούσαν ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες μπορούν να επηρεάσουν την ατμόσφαιρα του πλανήτη. Τότε συστάθηκε η παγκόσμια Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC) για να παρακολουθεί το φαινόμενο. Από τότε ο IPCC έχει δημοσιεύσει έξι εκθέσεις και έχει βελτιστοποιήσει τα μοντέλα πρόβλεψης των κλιματικών αλλαγών σε μεγάλο βαθμό.

2.2.3 Η Κλιματική Αλλαγή

Ο πιο χαρακτηριστικός δείκτης της κλιματικής αλλαγής είναι η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη, η οποία έχει σαν συνέπειες την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, πλημμύρες, ξηρασία, ακραία καιρικά φαινόμενα, εξαφάνιση ειδών και οικοσυστημάτων. Η κλιματική αλλαγή είναι διαφορετική και συμπληρωματική της κλιματικής μεταβλητότητας που προκαλείται από φυσικά αίτια. Ο προσδιορισμός της κλιματικής αλλαγής περιλαμβάνει στατιστικά σημαντικές διακυμάνσεις για τη μέση κατάσταση του κλίματος ή τη μεταβλητότητά του και παρατηρείται μετά τη σύγκριση χρονικών περιόδων δεκαετιών ή αιώνων.

Ενώ τα επιστημονικά ευρήματα επιβεβαίωναν τις ανθρωπογενείς αιτίες της κλιματικής αλλαγής και τις υφιστάμενες και αναμενόμενες επιπτώσεις της και πρότειναν την άμεση μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, την πρώτη δεκαετία του 21^{ου} αιώνα δεν υπήρξε η ανάλογη πολιτική βούληση και δραστηριότητα ενώ οι επιστημονικές απόψεις αμφισβητήθηκαν από οικονομικούς και πολιτικούς κύκλους. Αυτό το κλίμα αμφισβήτησης ξεπεράστηκε μετά από τη δημοσίευση της έκθεσης Στερν το 2006, που υποδείκνυε ότι ήταν οικονομικά ορθολογικό να ληφθούν τα μέτρα για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, αφού αυτό το κόστος ήταν σαφώς μικρότερο από το κόστος των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής.

Παράλληλα, έχει αυξηθεί σημαντικά η ευαισθητοποίηση της παγκόσμιας κοινής γνώμης για την κλιματική αλλαγή και συντηρείται διαρκώς στην παγκόσμια επικαιρότητα επειδή πλέον είναι όλο και περισσότερο αισθητές οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής με την έξαρση που εμφανίζουν τα ακραία καιρικά φαινόμενα, οι έντονες βροχοπτώσεις, οι καύσωνες, οι ξηρασίες, οι τυφώνες και οι πλημμύρες.

Έτσι, σε έρευνα του Ευρωβαρόμετρου το 2019, για πρώτη φορά, οι Ευρωπαίοι πολίτες θέτουν την κλιματική αλλαγή ως κορυφαία προτεραιότητα για την Ευρωπαϊκή Ένωση. Το 52% των Ευρωπαίων υποδεικνύει την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και τη διατήρηση του περιβάλλοντος ως το πιο σημαντικό ζήτημα για ανάληψη δράσης από τα μέλη του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου.

Ακόμα και αν επικρατήσει το καλύτερο σενάριο που προβλέπει σημαντικές περικοπές στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, όπως έχουν συμφωνήσει οι χώρες στην

διάσκεψη του Παρισιού το 2016, η μέση παγκόσμια θερμοκρασία αναμένεται να αυξηθεί κατά 1,5°C, τα επόμενα χρόνια. Για να συμβεί αυτό απαιτείται όλες οι χώρες να μειώσουν σημαντικά τις εκπομπές άνθρακα μέχρι το 2030 και να τις μηδενίσουν μέχρι το 2050.

Αν ο πλανήτης επιτύχει τις καθαρές μηδενικές εκπομπές άνθρακα περίπου το 2075 και τις καθαρές αρνητικές εκπομπές λίγο αργότερα, η άνοδος της θερμοκρασίας το 2100 πιθανά να περιοριστεί μεταξύ 1,8-2°C. Στο πιο απαισιόδοξο σενάριο, οι χώρες δεν συμφωνούν μεταξύ τους και οι εκπομπές άνθρακα τριπλασιάζονται από τα σημερινά επίπεδα, οπότε η θερμοκρασία του πλανήτη το 2100 θα έχει αυξηθεί 5,7°C.

Μια αύξηση πάνω από 2°C θα έχει ολέθριες συνέπειες για τους ανθρώπους και σύμφωνα με μελέτες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, στην περιοχή της είναι πιθανό να συμβούν:

- 400.000 θάνατοι ετησίως λόγω της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και 90.000 θάνατοι ετησίως λόγω καύσωνα.
- Μείωση κατά 40% του διαθέσιμου νερού στις νότιες περιοχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- 2,2 εκατομμύρια άτομα κάθε χρόνο, θα κινδυνεύουν από παράκτιες πλημμύρες.
- οικονομικές ζημιές 250 δισεκατομμυρίων ευρώ ετήσια.

Επιπτώσεις Κλιματικής Αλλαγής

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής γίνονται αντιληπτές στο φυσικό περιβάλλον, στα οικοσυστήματα και στις ανθρώπινες κοινωνίες και διαφέρουν ανάλογα με την περιοχή. Οι οικονομικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, ούτε είναι εύκολο να υπολογιστούν, ούτε αποδίδουν την πλήρη διάσταση των συνεπειών, αφού υπάρχει άνιση κατανομή των φυσικών πόρων και του πλούτου στις διάφορες χώρες του πλανήτη.

Για το 2021, το παγκόσμιο κόστος από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής υπολογίστηκε στα 200 δισεκατομμύρια ευρώ. Ακραία φαινόμενα, όπως καύσωνες, ξηρασίες και καταιγίδες, ήδη προκαλούν πλημμύρες, πυρκαγιές, μείωση γεωργικής

παραγωγής και καταστροφή κατοικιών και υποδομών με πολύ σοβαρές συνέπειες στις συνθήκες διαβίωσης μεγάλου μέρους του παγκόσμιου πληθυσμού.

Γενικά, τα ακραία κλιματικά φαινόμενα περιορίζουν και την οικονομική ανάπτυξη βραχυπρόθεσμα μέχρι δέκα χρόνια μετά από μια καταστροφή, κυρίως στις πιο φτωχές χώρες. Εάν δεν ληφθούν άμεσα δραστικά μέτρα περιορισμού των εκπομπών αερίων που προκαλούν την κλιματική αλλαγή, μέχρι το 2050, το παγκόσμιο Α.Ε.Π. θα υποχωρήσει κατά 18%. Αν ληφθούν τα μέτρα που περιορίζουν την αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2°C, η επίπτωση στο παγκόσμιο Α.Ε.Π. του 2050 θα είναι μόνο 4%.

Οι επιπτώσεις διαφέρουν από χώρα σε χώρα, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της, την κατάσταση της οικονομίας και την τρωτότητα της, στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Έτσι, ενώ για την Κίνα, οι εκτιμήσεις δείχνουν πως μπορεί να χάσει μέχρι και 24% του Α.Ε.Π. της, για άλλες παγκόσμιες δυνάμεις, όπως για παράδειγμα Η.Π.Α., Καναδάς, Ηνωμένο Βασίλειο και Ευρωπαϊκή Ένωση προβλέπονται απώλειες 10%. Πολύ χειρότερες θα είναι οι οικονομικές επιπτώσεις στις αναπτυσσόμενες χώρες που οι πιο αισιόδοξες προβλέψεις αναφέρουν αναμενόμενες απώλειες από το ήδη μικρό Α.Ε.Π. τους 15-20%.

Παρότι οι κίνδυνοι αφορούν τους πάντες, οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής πλήττουν εντονότερα τους φτωχούς και τους ευάλωτους. Οι πλουσιότερες χώρες θα είναι λιγότερο ευάλωτες στις καταστροφές και ικανότερες να εκμεταλλευτούν πιθανά οφέλη, επειδή οι περιοχές αυτές είναι συνήθως λιγότερο πυκνοκατοικημένες και διαθέτουν περισσότερους πόρους για να επενδύσουν στην πρόληψη και την προσαρμογή. Οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής και η Ευρώπη θα βιώσουν μικρότερες επιπτώσεις συγκριτικά με τις χώρες του νοτίου ημισφαιρίου.

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής θα επιδεινώσουν προϋπάρχουσες δυσάρεστες συνθήκες (φτώχεια, έλλειψη τροφής, κακή διαχείριση γης, μετανάστευση λόγω πολέμων κ.λπ.) που βιώνουν κυρίως φτωχότεροι λαοί, αυξάνοντας τις οικονομικές και κοινωνικές



ανισότητες. Οι φτωχότερες χώρες θα πληγούν περισσότερο, επειδή εξαρτώνται σε μεγαλύτερο βαθμό από την τοπική γεωργική παραγωγή και είναι επομένως πιο ευάλωτες στις συνέπειες της μεταβολής της θερμοκρασίας και των υδρολογικών κύκλων. Η ανομβρία στην Κένυα ή τη Σομαλία μπορεί να προκαλεί μικρές αναλογικά ζημιές στην αγροτική παραγωγή, έχει όμως τεράστια σημασία για την επιβίωση 60 εκατομμυρίων ανθρώπων.

Η κλιματική αλλαγή, δημιουργεί ένα νέο είδος μετακινούμενων ανθρώπινων πληθυσμών, που ορίζονται σαν περιβαλλοντικοί πρόσφυγες που αναγκάστηκαν να εγκαταλείψουν την παραδοσιακή τους κατοικία, προσωρινά ή μόνιμα, εξαιτίας μιας περιβαλλοντικής κατάστασης, η οποία θέτει σε κίνδυνο την ύπαρξή τους ή έχει σοβαρές επιπτώσεις στην ποιότητα ζωής τους.

Συνολικά 200-500 εκατομμύρια άνθρωποι σε όλο τον κόσμο θα αναγκαστούν να εγκαταλείψουν τις πατρίδες τους μέχρι το 2050 εξαιτίας των κλιματικών αλλαγών, 15 εκατομμύρια μόνο είναι κάτοικοι παράκτιων περιοχών στο Μπαγκλαντές που θα μετακινηθούν εξαιτίας της ανόδου της στάθμης της θάλασσας. Ακόμα, 100 εκατομμύρια άνθρωποι στην Υποσαχάρια Αφρική (Σαχέλ), στη νότια Ασία και στη Λατινική Αμερική προβλέπεται ότι θα εκτοπιστούν εσωτερικά στη χώρα τους εξαιτίας της λειψυδρίας, της μείωσης της γεωργικής παραγωγής και της ανόδου της στάθμης της θάλασσας.

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, η κλιματική αλλαγή ευθύνεται για σημαντικούς κινδύνους για την υγεία που διαφέρουν ανάλογα με τη γεωγραφική περιοχή στην οποία εντοπίζονται και να είναι συχνά μη αναστρέψιμοι. Για

παράδειγμα, ένα περισσότερο ζεστό και υγρό κλίμα στην Ευρώπη, θα έχει αποτέλεσμα επιδημίες και ευκολότερη διάδοση ασθενειών (δάγκειος πυρετός, ελονοσία, κίτρινος πυρετός), που θα προκαλούνται από κουνούπια, άλλα έντομα ή τρωκτικά. Ήδη τέτοιες ασθένειες αποτελούν αιτία θανάτου 6,5 εκατομμυρίων ανθρώπων κάθε χρόνο. Η υπερθέρμανση του πλανήτη θα διευκολύνει την αύξηση των μικροβίων και των βακτηριδίων που προκαλούν λοιμώξεις, ενώ η ανθρώπινη υγεία θα επιβαρυνθεί από τον υποσιτισμό των κατοίκων κάποιων περιοχών και την μόλυνση των τροφών σαν αποτέλεσμα της αυξανόμενης περιβαλλοντικής ρύπανσης.

Η περαιτέρω μόλυνση του αέρα θα αυξήσει την προδιάθεση για άσθμα, αναπνευστικές μολύνσεις και καρδιακά, ενώ η μεγαλύτερη συχνότητα έντονων καιρικών φαινομένων, όπως οι καύσωνες, αναμένεται ότι θα οδηγήσει σε αύξηση της θνησιμότητας, του θερμικού στρες και της θερμοπληξίας ειδικά των ηλικιωμένων.

Αν η θερμοκρασία της γης αυξηθεί κατά 1,5-2°C, τότε επιπλέον 1,7 δισεκατομμύρια άνθρωποι θα εκτεθούν σε ισχυρή ζέστη, 420 εκατομμύρια σε ακραία ζέστη και 65 εκατομμύρια σε ακραίους καύσωνες κάθε πέντε χρόνια, με επιπτώσεις στην υγεία και στα επίπεδα δραστηριότητάς τους.

Υπολογίζεται 86.000 θάνατοι το χρόνο στα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, εάν σημειωθεί μια μέση αύξηση 3°C της παγκόσμιας θερμοκρασίας. Σε περίπτωση αύξησης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, 2,25 δισεκατομμύρια άνθρωποι επιπλέον θα κινδυνεύσουν να μολυνθούν από δάγκειο πυρετό στην Ασία, την Ευρώπη και την Αφρική.



Επιπλέον, το περιβάλλον επιβαρύνεται από την ραδιενέργεια που μπορεί να προκληθεί από κάποιο ατύχημα, όπως π.χ. στο Τσερνομπίλ, ενώ και η μείωση του στρώματος του

όζοντος μπορεί να προκαλέσει σοβαρές συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία.

Επιπτώσεις στη Βιοποικιλότητα

Οι συνέπειες στην βιοποικιλότητα έχουν ήδη εμφανιστεί, αφού πολλά είδη ζώων και φυτών, εμφανίζουν έναν αυξανόμενο ρυθμό εξαφάνισης 1.000 φορές περισσότερο από ότι στα μέσα του 19^{ου} αιώνα. Αυτό συμβαίνει διότι δεν μπορούν να παρακολουθήσουν τους ρυθμούς μεταβολής της κλιματικής αλλαγής και πολλά χερσαία και υδρόβια είδη των γλυκών και των θαλάσσιων υδάτων έχουν μεταβάλει τις γεωγραφικές τους ζώνες και τις μεταναστευτικές τους συνήθειες.

Αν η θερμοκρασία του πλανήτη αυξηθεί 2-3°C, ενδέχεται να εξαφανιστεί μέχρι το τέλος του 21ου αιώνα έως το 54% των θαλάσσιων και χερσαίων ειδών. Με αύξηση κατά 1,5°C βαθμό, βρίσκεται σε κίνδυνο 70-90% των κοραλλιογενών υφάλων. Ζώα των οποίων το φυσικό περιβάλλον διαβίωσης βρίσκεται στους πόλους της γης (π.χ. πολικές αρκούδες, φώκιες, πιγκουίνοι) θα επηρεαστούν ανεπανόρθωτα από την άνοδο της θερμοκρασίας και το λιώσιμο των πάγων.

Επίσης, πτηνά θα αναγκαστούν να αποδημήσουν σε διαφορετικές περιοχές από αυτές στις οποίες ζούσαν μέχρι σήμερα. Άλλα ζώα και φυτά σε άλλες περιοχές του πλανήτη θα αντιμετωπίσουν περιόδους ξηρασίας που θα τα οδηγήσει σε αφανισμό και 60% των ειδών που υπάρχουν σε ορεινές περιοχές, θα εξαφανιστούν.

Επιπτώσεις στον Πρωτογενή Τομέα

Στον τομέα της γεωργίας, οι κλιματικές ζώνες θα μετατοπιστούν, κάποιες περιοχές θα ευνοηθούν ενώ κάποιες άλλες θα κινδυνέψουν και κάποια είδη δεν θα ευδοκιμούν στους τόπους που καλλιεργούνταν παραδοσιακά. Οι υψηλές θερμοκρασίες, οι καταιγίδες και οι πλημμύρες θα προκαλέσουν καταστροφή των καλλιεργειών και διάβρωση του εδάφους, κυρίως στις τροπικές και υποτροπικές περιοχές.

Ήδη η παραγωγή βασικών καλλιεργειών έχει μειωθεί 4-10% τα τελευταία δέκα χρόνια και οι σοδειές ειδών που καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες νερού, όπως το καλαμπόκι, ενδέχεται να μειωθούν κατά 20-30% μέχρι τα μέσα του αιώνα, ενώ το ποσοστό των ψαριών που αλιεύονται στις τροπικές ζώνες της Αφρικής κινδυνεύει να μειωθεί κατά 40-70%.

Μεταξύ 2015-2019, 166 εκατομμύρια άνθρωποι, κυρίως στην Αφρική και την Κεντρική Αμερική, χρειάστηκαν διατροφική βοήθεια εξαιτίας φυσικών καταστροφών. Ως το 2050, μπορεί να αντιμετωπίζουν λιμό μέχρι 80 εκατομμύρια περισσότεροι άνθρωποι. Αντίθετα, αύξηση της θερμής περιόδου, σε περιοχές παραδοσιακά ψυχρές όπως η Βόρεια Ευρώπη και ο Καναδάς, θα τις ευνοήσει με καλύτερες και πλουσιότερες σοδειές.

Η εξαφάνιση ζωικών και φυτικών ειδών θα προκαλέσει προβλήματα στην διατροφική αλυσίδα με κίνδυνο για τον ανθρώπινο πληθυσμό. Συγκεκριμένα, ενδέχεται να μειωθούν οι διαθέσιμες ποσότητες παραγόμενων τροφίμων, γεγονός που θα προκαλέσει σοβαρό πρόβλημα καθώς οι κάτοικοι του πλανήτη αναμένεται να αυξηθούν από 7 στα 9 δισεκατομμύρια έως το 2050.

Φυσικά/Καιρικά Φαινόμενα

Σε πολλές περιοχές του πλανήτη, οι αλλαγές στη βροχόπτωση, στη χιονόπτωση ή στη συνοχή των παγετώνων, προκαλούν αλλαγές στην ποιότητα και στην ποσότητα των υδάτινων πόρων προκαλώντας τεράστιες ανησυχίες στην παγκόσμια κοινότητα αφού το νερό είναι ταυτισμένο με την ύπαρξη της ζωής στον πλανήτη.

Ταυτόχρονα, στις τροπικές περιοχές οι κυκλώνες θα συνοδεύονται από ανέμους μεγαλύτερης έντασης και μεγαλύτερες ποσότητες νερού και στις ηπειρωτικές περιοχές θα γίνουν συχνότερες οι ισχυρές βροχοπτώσεις οδηγώντας σε καταστροφικές συνέπειες. Σύμφωνα με τα υπάρχοντα στοιχεία των δύο τελευταίων δεκαετιών, τα ετήσια ύψη βροχής αυξήθηκαν στις ανατολικές περιοχές της βόρειας και νότιας Αμερικής, τη βόρεια Ευρώπη και τη βόρεια και κεντρική Ασία. Αντίθετα παρατηρείται μείωση στην υποσαχάρια Αφρική, τη νότια Αφρική, σε περιοχές της νότιας Ασίας και τη Μεσόγειο.

Η χιονοκάλυψη θα περιοριστεί και στις μονίμως παγωμένες περιοχές, ο πάγος θα λιώσει σε μεγάλο βάθος. Οι παγετώνες στη Βόρεια Ευρώπη και στη Βόρεια Αμερική θα συρρικνωθούν. Η



υπερθέρμανση του πλανήτη προκαλεί ταχύτερο λιώσιμο τεράστιων στρωμάτων πάγου

στη Γροιλανδία και την Ανταρκτική, προσθέτοντας περισσότερο νερό στους ωκεανούς. Από το 1978, η μέση έκταση του πάγου στην Αρκτική συρρικνώνεται κατά 2,7% ανά δεκαετία, ενώ το πάχος του πάγου πάνω από το νερό έχει σημειώσει μείωση κατά 40%. Μέχρι το 2050 είναι πιθανό να έχει εξαφανιστεί το 75% από τους παγετώνες των Ελβετικών Άλπεων.

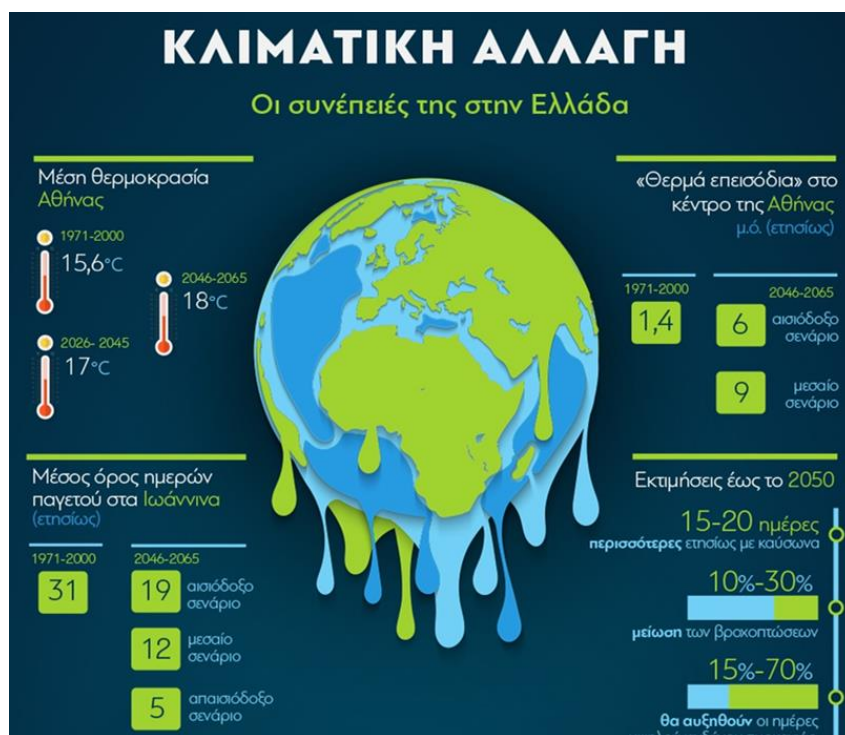
Η μέση στάθμη της θάλασσας προβλέπεται να ανέβει κατά 20-50 εκατοστά, τις αμέσως επόμενες δεκαετίες όπως αυξήθηκε κατά 19 εκατοστά μεταξύ 1990-2010, γεγονός που οφείλεται στην θέρμανση και διαστολή του νερού που καταλαμβάνει περισσότερο χώρο. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας προκαλεί πλημμύρες στις παράκτιες περιοχές και υπάρχει κίνδυνος βύθισης ορισμένων κοραλλιογενών νησιών όπως το Τουβαλού. Οι κάτοικοι των περιοχών που θα επηρεαστούν θα αναζητήσουν νέο τόπο διαβίωσης με επιπτώσεις και στην οικονομία των χωρών που θα τους υποδεχτούν.

Η άνοδος του ύψους των υδάτων της Μεσογείου θα προκαλέσει προβλήματα σε πολλές πόλεις με ενδεικτικό παράδειγμα την Βενετία της οποίας τα νερά μπορεί να ανέβουν κατά 60-82 εκατοστά. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας πλήττει όχι μόνο τον τουρισμό των νησιωτικών και παράκτιων περιοχών αλλά απειλεί τις βιομηχανικές και άλλες υποδομές (π.χ. λιμάνια) και έναν μεγάλο αριθμό εργοστασίων που βρίσκονται εγκατεστημένα κοντά στην θάλασσα.

Η Κλιματική Αλλαγή στην Ελλάδα

Ειδικότερα, για την Ελλάδα, οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, με τα στοιχεία που παρουσιάστηκαν από έρευνα της διαΝΕΟσις το 2021, θα είναι αρνητικές, αλλά θα

έχουν διαφορετική ένταση στις διάφορες περιοχές της χώρας. Μέχρι το 2050, η θερμοκρασία θα αυξηθεί 2-3,4°C στην ηπειρωτική Ελλάδα, τα ακραία καιρικά φαινόμενα θα είναι πολύ πιο συχνά, οι ημέρες με καύσωνα θα αυξηθούν ετησίως κατά 15-20%, θα μειωθούν οι βροχοπτώσεις 10-30% και οι ημέρες υψηλού κινδύνου πυρκαγιάς θα αυξηθούν 15-70%.



Στην μητροπολιτική περιοχή της Αθήνας, η τωρινή μέση θερμοκρασία των 15,8°C θα κυμαίνεται σε 17-18°C το 2065, ενώ τα «θερμά επεισόδια» από 2 τον χρόνο κατά μέσο όρο, θα αυξηθούν σε 6-9. Η μέση θερμοκρασία των πόλεων θα αυξηθεί παντού, αλλά στην Πάτρα και στην Καλαμάτα, η αύξηση θα ξεπεράσει τους 3°C. Σε περιοχές όπως η Αθήνα, η Θεσσαλονίκη και η Λάρισα οι ημέρες στις οποίες η μέγιστη θερμοκρασία υπερβαίνει τους 37°C θα αυξηθούν σε 30 τον χρόνο.

Σε πόλεις της Δυτικής Ελλάδας, όπως η Πάτρα και τα Ιωάννινα, θα είναι πολύ περισσότερες οι ημέρες υψηλής βροχόπτωσης, που αυξάνουν τον κίνδυνο πλημμυρών. Ο μέσος όρος ημερών παγετού στα Ιωάννινα από 31 ετησίως, θα μειωθεί σε 5-19, μέχρι το 2065. Μέχρι τα μέσα του αιώνα, στην χώρα θα διπλασιαστούν οι ανάγκες για ψύξη, ενώ παράλληλα θα μειωθούν οι ανάγκες για θέρμανση. Συνολικά οι ενεργειακές ανάγκες της χώρας, θα είναι σημαντικά υψηλότερες.

Οι περισσότερες καλλιέργειες και η κτηνοτροφία θα επηρεαστούν αρνητικά κυρίως στο Ηράκλειο της Κρήτης, την Ηλεία, την Κορινθία και τη Λάρισα. Στη Λάρισα και τη Θεσσαλονίκη εκτιμάται ότι οι καλλιέργειες θα επηρεαστούν πολύ από ακραία φαινόμενα. Ανάμεσα στις περιοχές που θα επηρεαστούν λιγότερο είναι ο Έβρος, η Φθιώτιδα και η Αιτωλοακαρνανία.

Αν και καθοριστική για την παραγωγή θα είναι η κατά 19% απώλεια καλλιεργήσιμου εδάφους, σε επίπεδο χώρας, οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής στον Ελληνικό πρωτογενή οικονομικό τομέα δεν είναι μόνο αρνητικές. Ενδεικτικά αναφέρεται η μείωση του κινδύνου καταστροφής καλλιεργειών από παγετό, ενώ η αύξηση της θερμοκρασίας θα επιμηκύνει την βλαστική περίοδο με αποτέλεσμα σε κάποιες περιοχές να διευρυνθεί ή να αλλάξει η δυνατότητα ανάπτυξης κάποιων καλλιεργειών (π.χ. οι αυξημένες θερμοκρασίες γενικά ωφελούν το βαμβάκι).

Για τον τουρισμό, η αύξηση της θερμοκρασίας θα έχει ως συνέπεια σε κάποιες περιοχές την επιμήκυνση της τουριστικής περιόδου. Ωστόσο, η συχνότερη εμφάνιση καυσώνων θα υποβαθμίσουν το τουριστικό προϊόν ορισμένων περιοχών όπως τα Ιόνια Νησιά, τη Δυτική Πελοπόννησο και την Κεντρική Μακεδονία. Συνολικά, οι απώλειες στον ετήσιο ρυθμό μεταβολής του Ελληνικού Α.Ε.Π. θα κυμανθούν 0,9-2% το 2050 και 2,7-6% ποσοστιαίες μονάδες το 2100.

2.3 Κατανάλωση Ενέργειας και Λύσεις

2.3.1 Εισαγωγή

Η παραγωγή και η κατανάλωση ενέργειας επιδρούν στην οικονομική ανάπτυξη και την κοινωνική ευημερία κάθε χώρας. Όλες σχεδόν οι ανθρώπινες δραστηριότητες στηρίζονται στην κατανάλωση ενέργειας (π.χ. στη βιομηχανία, τον αγροτικό και κτηνοτροφικό τομέα, στις μεταφορές αλλά και για οικιακή χρήση, για τροφή, θέρμανση κ.λπ. σε καθημερινή βάση). Ο τομέας της ενέργειας επιδρά σε κάθε οικονομία με δύο τρόπους:

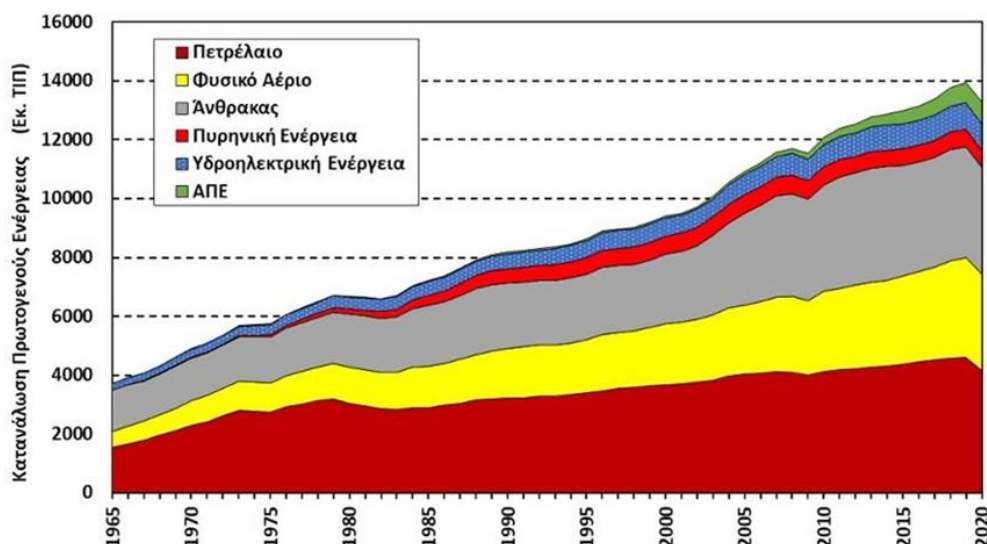
- άμεσα με όλες τις δραστηριότητες της αλυσίδας παραγωγής και εφοδιασμού ενέργειας και των κλάδων που συνδέονται με τον ενεργειακό τομέα.

- έμμεσα μέσω των τιμών των ενεργειακών προϊόντων, που επηρεάζουν κάθε οικονομική δραστηριότητα (σε επιχειρήσεις και νοικοκυριά).

Σύμφωνα με στοιχεία από το Διεθνές Γραφείο Ενέργειας (International Energy Agency), τη Eurostat και τη Διεύθυνση Ενεργειακών Πληροφοριών των Η.Π.Α., που περιλαμβάνονται στην ετήσια έκθεσή του Εργαστηρίου Ήπιων Μορφών Ενέργειας & Προστασίας Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο έχει τετραπλασιαστεί στην περίοδο 1965-2020, παρά τη μείωση κατά 5% της ενεργειακής κατανάλωσης το 2020, σαν αποτέλεσμα των επιπτώσεων της πανδημίας COVID-19. Πρωτογενής ενέργεια είναι αυτή που για την παραγωγή της γίνεται χρήση των πρώτων υλών όπως αυτές λαμβάνονται από τη φύση (π.χ. εξόρυξη λιγνίτη, άντληση αργού πετρελαίου, κ.λπ.).

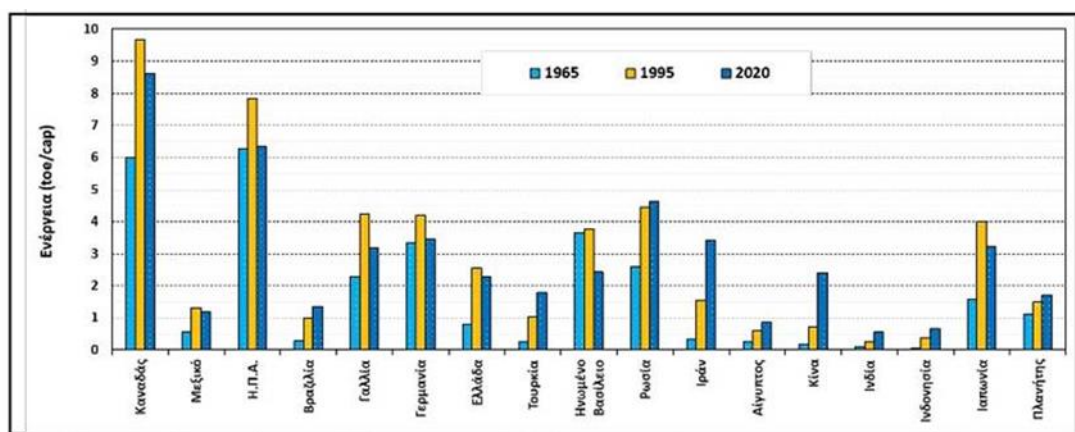
Το πετρέλαιο, ο άνθρακας και το φυσικό αέριο αποτελούν κατά 80% τις βασικές ενεργειακές πηγές του πλανήτη, αν και είναι κοινά αποδεκτό ότι τα τρία αυτά ορυκτά καύσιμα, έστω και σε διαφορετικό βαθμό, συνεισφέρουν σημαντικά στην αύξηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, δεδομένου ότι περιέχουν σημαντικές ποσότητες άνθρακα στη χημική τους σύσταση. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αν και έχουν προταθεί από την δεκαετία του 1990 σαν μη ρυπογόνα και αειφόρα μορφή ενέργειας, συμμετέχουν μονάχα κατά 15% στην ενεργειακή κατανάλωση στον πλανήτη.

Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας το 2020 ήταν 14.000 Mtoe, παγκόσμια και η συνολική κατανάλωση ενέργειας 30.000 Mtoe. Mtoe είναι μονάδα ενέργειας, που αντιστοιχεί σε ένα εκατομμύριο toe, όπου το 1 toe (Τόνος Ισοδυνάμου Πετρελαίου) αντιπροσωπεύει τη χημική ενέργεια από την πλήρη καύση ενός τόνου πετρελαίου ή ισοδύναμα ισούται με 11.600kWh. Το 1/3 περίπου της προαναφερόμενης ενεργειακής κατανάλωσης αποδίδεται στον οικιακό τομέα, δηλαδή αποτελεί άμεσα καταναλισκόμενη ενέργεια από τους πολίτες κάθε κράτους.



Η κατανάλωση ενέργειας είναι άνιση αφού η κατά κεφαλή κατανάλωση ενέργειας στις Η.Π.Α. είναι 7 toe, στις ανεπτυγμένες χώρες 3-4 toe, ενώ στις αναπτυσσόμενες χώρες είναι μικρότερη του 1 toe και μάλιστα σε ορισμένες περιοχές μικρότερη των 0,5 toe, όταν μόνο για τη διατροφή ενός μέσου ανθρώπου απαιτείται ενέργεια 0,12 toe. Η μέση κατανάλωση ανά κάτοικο του πλανήτη είναι 1,7 toe το 2020, σε σχέση με 1,1 toe που ήταν το 1965, δείχνοντας ότι κατά μέσο όρο σήμερα καταναλώνεται από κάθε άνθρωπο 50% περισσότερη ενέργεια από ότι πριν 50 χρόνια. Οι λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες χρησιμοποιούν το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που καταναλώνουν για οικιακούς σκοπούς. Αντίθετα, οι αναπτυγμένες χώρες χρησιμοποιούν σημαντικό μέρος της ενέργειας για την ανάπτυξη της βιομηχανίας.

Η Ελλάδα παραμένει σε σχετικά χαμηλή κατά κεφαλήν κατανάλωση ενέργειας σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες της Ε.Ε., με 2,2 toe κατά κεφαλή κατανάλωση ενέργειας, αισθητά μειωμένη από την κατανάλωση 3 toe πριν από μια εικοσαετία, σαν αποτέλεσμα της κακής οικονομικής κατάστασης που βίωσε η χώρα, γεγονός που αποδεικνύει ότι η κατανάλωση ενέργειας είναι ανάλογη της οικονομικής κατάστασης και δείκτης ευημερίας.



Η κατανάλωση ενέργειας δεν είναι δυνατό να μειωθεί αφού αυτό θα σήμαινε ότι οι κάτοικοι των πλουσιότερων χωρών, που καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες, θα έπρεπε να παραιτηθούν από στοιχεία της ευμάρειας τους. Από την άλλη, η ευχή για βελτίωση του βιωτικού επιπέδου των κατοίκων των φτωχότερων περιοχών του πλανήτη, συνεπάγεται αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας από αυτούς.

Σε αυτά πρέπει να προστεθεί και η αναμενόμενη αύξηση του πληθυσμού του πλανήτη που το 2050 θα φτάσει τα 9 δισεκατομμύρια. Όλα αυτά οδηγούν στο συμπέρασμα ότι εκτός έκτακτων γεγονότων (π.χ. πανδημία, πόλεμος) η κατανάλωση ενέργειας θα συνεχίσει να αυξάνεται. Με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα για την κατανάλωση ενέργειας, τα διαθέσιμα δεδομένα ορυκτών καυσίμων του πλανήτη αναμένεται ότι θα εξαντληθούν τα επόμενα 40-60 χρόνια.

Η ολική στροφή προς την παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές είναι υποχρεωτική, αφού οι μη ανανεώσιμες πηγές εξαντλούνται στο προσεχές μέλλον. Έχει υπολογιστεί ότι οι ανανεώσιμες πηγές μπορούν να προφέρουν ενέργεια ισχύος 32TW προερχόμενη από γεωθερμία, 3TW από παλίρροιες, ενώ απροσδιόριστη είναι η αιολική ενέργεια αφού δεν μπορεί να γίνει μακροχρόνια πρόβλεψη για την ύπαρξη και την ισχύ των ανέμων.

Σε αυτά πρέπει να προτεθεί η βασική πηγή ενέργειας του πλανήτη, η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να παρέχει ενέργεια, συνεχούς ροής, ισχύος 170.000TW. Υπολογίζοντας ότι 30% της προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας ανακλάται στο διάστημα, το 47% απορροφάται από τη γήινη ατμόσφαιρα και 23% δημιουργεί τον υδρολογικό κύκλο της γης, οι ανανεώσιμες πηγές μπορούν συνολικά να προσφέρουν στον πλανήτη ενέργεια ισχύος 370TW ή 3.250.000TWh. Η τωρινή συνολική

κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του πλανήτη στις 30.000TWh, αποτελεί μονάχα το 0,9% της ποσότητας ενέργειας που μπορεί να προέλθει από ανανεώσιμες πηγές οι οποίες αυτή την στιγμή παραμένουν αξιοποιήσιμες σε μικρό βαθμό, επειδή κρίνεται οικονομικά ασύμφορη η εκμετάλλευσή του.

Μια ανάλυση από την Bloomberg New Energy Finance προβλέπει ότι η παγκόσμια παροχή ηλεκτρικού ρεύματος θα τροφοδοτείται κυρίως από πηγές χωρίς άνθρακα μέχρι το 2050, την οποία θα προκαλέσει η φθηνή παραγωγή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και το μειωμένο κόστος μπαταρίας. Το κόστος της ηλιακής και της αιολικής ενέργειας, αναμένεται να μειωθεί έως το 2050 κατά 71% και 58%, αντίστοιχα.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, η έκθεση προβλέπει ότι μέχρι το 2050 11,5 τρισεκατομμύρια δολάρια θα επενδυθούν παγκοσμίως σε νέες μορφές ενέργειας. Από αυτά 8,4 τρισεκατομμύρια δολάρια θα δαπανηθούν για την αιολική και ηλιακή ενέργεια και 1,5 τρισεκατομμύρια δολάρια για άλλες τεχνολογίες μηδενικού άνθρακα όπως οι υδροηλεκτρικές και πυρηνικές.

2.3.2 Ορθολογική Χρήση Ενέργειας

Επειδή είναι ανέφικτη σε κανονικές συνθήκες η μείωση της κατανάλωσης της ενέργειας και δεν είναι αξιοποιούνται στο βαθμό που θα έπρεπε οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η προσέγγιση της ορθολογικής χρήσης της ενέργειας μπορεί να βοηθήσει (όχι να επιλύσει) στην αντιμετώπιση του ενεργειακού και του περιβαλλοντικού προβλήματος που προκαλείται από την αυξημένη κατανάλωση ενέργειας.

Ορθολογική Χρήση Ενέργειας δεν σημαίνει περιορισμός ή απώλεια στις υπάρχουσες συνθήκες διαβίωσης, αλλά προσπάθεια για μείωση των απωλειών ενέργειας και μέγιστη δυνατή εκμετάλλευση κάθε μονάδας ενέργειας, ώστε να μειωθεί η συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας.

Βασική αρχή είναι ότι ο τελικός καταναλωτής πρέπει κάθε φορά να χρησιμοποιεί ακριβώς τόση ενέργεια όση χρειάζεται για να καλύπτει τις ανάγκες του και όχι περισσότερη. Ο περιορισμός της σπατάλης ενέργειας μπορεί να προέλθει από την αλλαγή στον τρόπο χρήσης των συσκευών και μηχανημάτων που καταναλώνουν

ενέργεια και από την κάλυψη των αναγκών με ενεργειακά, οικονομικά και περιβαλλοντικά αποδοτικές τεχνολογίες που οδηγούν στην βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και τελικά στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Η ορθολογική χρήση ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί με την υιοθέτηση περισσότερο υπεύθυνων συμπεριφορών και πρακτικών:

► από τους τελικούς καταναλωτές σε θέματα:

- ενεργειακής κατανάλωσης. Με την επιλογή των πιο ενεργειακά αποδοτικών οικιακών ηλεκτρικών συσκευών, που εξασφαλίζει η σύγχρονη τεχνολογία,
- διαχείρισης ενεργειακού φορτίου, και
- χρήσης της κατάλληλης συσκευής για κάθε συγκεκριμένη δουλειά και σωστής συντήρησης των συσκευών

► από τις βιομηχανίες με παρεμβάσεις για την εξοικονόμηση ενέργειας ανάλογα με την μορφή της καταναλισκόμενης ενέργειας με:

- την αντικατάσταση ηλεκτροκινητήρων με σύγχρονους κινητήρες υψηλού βαθμού απόδοσης,
- τον εκσυγχρονισμό των συστημάτων πεπιεσμένου αέρα,
- τη ρύθμιση, συντήρηση, αντικατάσταση λεβήτων, φούρνων, κλιβάνων,
- την θερμομόνωση αγωγών, δεξαμενών και άλλου εξοπλισμού,
- την ανάκτηση θερμότητας,
- την υποκατάσταση υγρών καυσίμων από φυσικό αέριο,
- την εγκατάσταση συστήματος συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού κ.α.

Από την εξοικονόμηση ενέργειας στη βιομηχανία, προκύπτουν μόνο οφέλη, τα σημαντικότερα από τα οποία είναι:

- Μείωση του κόστους παραγωγής του τελικού προϊόντος, άρα αύξηση της ανταγωνιστικότητας της βιομηχανίας.
- Μείωση εκπομπών αέριων ρύπων
- Θετική συμβολή στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας

► στα κτίρια:

- Ο φωτισμός καταναλώνει το 14% της συνολικής ενέργειας του κτιριακού τομέα. Με τη χρήση πιο αποδοτικών εξαρτημάτων και συστημάτων ελέγχου και με την ενσωμάτωση τεχνικών φυσικού φωτισμού, βιοκλιματικού σχεδιασμού και άλλων τεχνολογιών, μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας 60% σε ένα μέσο κτίριο.
- Η αντικατάστασή οικιακών λεβήτων μπορεί να εξοικονομήσει 5-10% της ενέργειας θέρμανσης, ενώ τοπικά διαθέσιμες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η συμπαραγωγή θερμότητας/ηλεκτρισμού, η τηλεθέρμανση και οι αντλίες θερμότητας έχουν επιπρόσθετο δυναμικό εξοικονόμησης.

Παρεμβάσεις στα Κτίρια

Ο οικιακός και τριτογενής τομέας, αποτελούν το μεγαλύτερο καταναλωτή τελικής ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση, με ανάγκες για θέρμανση των κτιρίων να αποτελούν το 70% της κατανάλωσης τους και τις οικιακές συσκευές και τον φωτισμό να καταναλώνουν 20%. Η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια παρουσιάζει αυξητική τάση, λόγω της αύξησης της χρήσης κλιματιστικών, υπολογιστών, οπτικοακουστικού εξοπλισμού και μικροσυσκευών.

Παρεμβάσεις που εφαρμόζονται στα κτίρια με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας:

► Ηλεκτρισμός

► Θέρμανση/Κλιματισμός

- Βιοκλιματικός Σχεδιασμός
- Θερμομόνωση κτιριακού κελύφους
- Ηλιασμός

- Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Θέρμανσης
- Φυσικός δροσισμός
- Ορθολογική Χρήση Ενέργειας
- Εξοπλισμός: Σύστημα κλιματισμού μεταβλητού όγκου αέρα (Variable Air Volume – VAV)
- ▶ Φωτισμός
 - Φυσικός Φωτισμός
 - Τεχνητός Φωτισμός
- ▶ Ηλεκτρικές Συσκευές
 - Ενεργειακή Διαχείριση
 - Συνολικές Επεμβάσεις
- ▶ Συμβατικά καύσιμα
- ▶ Θέρμανση
 - Βιοκλιματικός Σχεδιασμός
 - Θερμομόνωση κτιριακού κελύφους
 - Ηλιασμός
 - Παθητικά Ηλιακά Συστήματα
 - Ορθολογική Χρήση Ενέργειας
 - Εξοπλισμός: Αντλίες Θερμότητας
 - Ενεργειακή Διαχείριση Κτιρίων
 - Επεμβάσεις σε υφιστάμενα κτίρια

Building Energy Management System – BEMS

Η εγκατάσταση ενός συστήματος ενεργειακής διαχείρισης (Building Energy Management System – BEMS) σε ένα κτίριο ελέγχει αυτόματα τις ηλεκτρολογικές και μηχανολογικές εγκαταστάσεις του κτιρίου, ώστε να διασφαλίζεται η απρόσκοπτη

λειτουργία και να είναι δυνατή η άμεση πρόσβαση και η ανάλυση δεδομένων όλων των εγκαταστάσεων από ένα σταθμό ελέγχου (χρονικός προγραμματισμός, διαχωρισμός του κτιρίου σε ζώνες χρήσης, καταγραφή θερμοκρασιών, έλεγχος μηχανημάτων, κ.λπ.).

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα BEMS αποτελείται από τον κεντρικό Σταθμό παρακολούθησης και ελέγχου από όπου γίνεται η διαχείριση του συστήματος και από τα αισθητήρια όργανα, τις συσκευές εκτέλεσης εντολών και τις καλωδιώσεις που συνδέουν όλα αυτά μεταξύ τους. Το σύστημα παρακολουθεί και ελέγχει σε ένα κτίριο:



- Τα συστήματα κλιματισμού - θέρμανσης
- Τα παθητικά συστήματα (αίθρια, αερισμός κλπ.)
- Την εγκατάσταση φωτισμού
- Τις ηλεκτρικές καταναλώσεις
- Τη ποιότητα του αέρα
- Τις εγκαταστάσεις ασφαλείας
- τις μεταφορές

Παρεμβάσεις στις Μεταφορές

Υπάρχει συνεχής αύξηση της ζήτησης για μετακινήσεις ιδιαίτερα στις οδικές μεταφορές, αν και τα άλλα μέσα εμφανίζουν αυξητικές τάσεις. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση ο τομέας των μεταφορών καταναλώνει το 31% της συνολικής ενέργειας και εκπέμπει στην ατμόσφαιρα το 23% του συνολικού διοξειδίου του άνθρακα και αρκετά άλλα επικίνδυνα αέρια που αποτελούν την κύρια αιτία ατμοσφαιρικής ρύπανσης στα αστικά κέντρα.



Οι παρεμβάσεις που εφαρμόζονται στα στον τομέα των μεταφορών με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας:

- Περιορισμός των άσκοπων μετακινήσεων
- Καθαρότερα οχήματα και καύσιμα
- Οχήματα Φυσικού Αερίου και Βιοντίζελ
- Βιοαιθανόλη
- Υβριδικά Οχήματα
- Οχήματα Κυψελών Καυσίμου
- Κινητήρες Εσωτερικής Καύσης με Υδρογόνο
- Κινητήρες ηλεκτρικής ενέργειας

Η Κατανάλωση Ενέργειας στην Ελλάδα

Πίνακας. Ακαθάριστη διαθέσιμη ενέργεια ανά πηγή στην Ελλάδα, 2018 (%)

 Βιομάζα, Βιοκαύσιμα 5,1% ΑΠΕ Θέρμανση, Ηλεκτρισμός, Μεταφορές	 Πετρέλαιο 47,6% Μη ανανεώσιμη πηγή Θέρμανση, Ηλεκτρισμός, Μεταφορές
 Υδροηλεκτρικά 2,1% ΑΠΕ Ηλεκτρισμός	 Φυσικό Αέριο 17,4% Μη ανανεώσιμη πηγή Θέρμανση, Ηλεκτρισμός, Μεταφορές
 Αιολική 2,3% ΑΠΕ Ηλεκτρισμός	 Άνθρακας 19,3% Μη ανανεώσιμη πηγή Θέρμανση, Ηλεκτρισμός, Μεταφορές
 Ηλιακή 2,6% ΑΠΕ Θέρμανση, Ηλεκτρισμός, Φωτισμός	 Ηλεκτρική Ενέργεια 2,4% Ενεργειακός φορέας Καθαρές εισαγωγές
 Θερμότητα (Αντλίες) και λοιπές ΑΠΕ 1,4% ΑΠΕ Θέρμανση	

Πηγή: Eurostat. Ανάλυση IOBE.

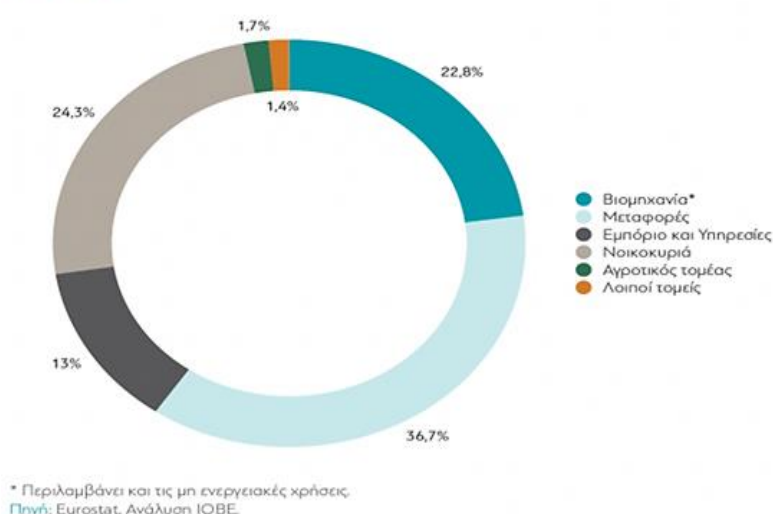
Στην ελληνική οικονομία, σύμφωνα με στοιχεία της Eurostat, ο τομέας της ενέργειας συμβάλει στο 4% του ΑΕΠ και απασχολεί 50.000 ανθρώπους, οι περισσότεροι εκ των οποίων απασχολούνται στο χονδρικό και λιανικό εμπόριο καυσίμων. Το 1/3 των

ελληνικών εξαγωγών προϊόντων αφορά εξαγωγές ενεργειακών προϊόντων, κυρίως προϊόντα πετρελαίου από τα ελληνικά διυλιστήρια, ενώ οι εισαγωγές προϊόντων ενέργειας είναι το 30% των ελληνικών εισαγωγών συνολικά.

Η παραγωγή ενέργειας στηρίζεται σε ορυκτά καύσιμα (περίπου η μισή από προϊόντα πετρελαίου) σε μεγαλύτερο βαθμό από τον μέσο όρο των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ωστόσο, έχει ανακοινωθεί από την Ελληνική κυβέρνηση, ότι μέσα στα επόμενα χρόνια θα μηδενιστεί η παραγωγή ενέργειας από τον λιγνίτη, με αποτέλεσμα σημαντική αλλαγή στο μίγμα ενεργειακών πόρων της χώρας.

Από την παραγόμενη **Διάγραμμα. Κατανομή τελικής κατανάλωσης ενέργειας ανά τομέα, 2018**

ενέργεια στην Ελλάδα το 36,7% καταναλώνεται στις μεταφορές, το 24,3% για οικιακή κατανάλωση, το 22,8% στη βιομηχανία και το 13% στο εμπόριο και στις υπηρεσίες.



Ειδικότερα για την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια, αυτή καταναλώνεται κατά 35% από καταστήματα και γραφεία, το 34% αφορά οικιακή χρήση ενώ η βιομηχανία καταναλώνει το 24%. Στην Ελλάδα υπάρχει ένα κεντρικό Εθνικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα με 12 χιλιάδες χιλιόμετρα καλώδια και 356 υποσταθμούς, το οποίο διαχειρίζεται η ανώνυμη εταιρεία ΑΔΜΗΕ και το οποίο συνδέεται με το αντίστοιχο Ευρωπαϊκό Σύστημα.

Υπάρχουν ακόμα 29 αυτόνομα δίκτυα σε μη-διασυνδεδεμένα νησιά, που σταδιακά εντάσσονται στο δίκτυο. Από τους υποσταθμούς του ΑΔΜΗΕ, το ηλεκτρικό ρεύμα τροφοδοτεί τα σπίτια με ένα δίκτυο διανομής με καλώδια μήκους 240.000 χιλιάδων χιλιομέτρων που εξυπηρετεί 7,6 εκατομμύρια νοικοκυριά. Αυτό το δίκτυο το διαχειρίζεται ο ΔΕΔΔΗΕ (Διαχειριστής Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας).

Η κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα μειώθηκε κατά 22% στη διάρκεια της οικονομικής κρίσης μεταξύ 2008-2013 και ανέκαμψε ελαφρώς στη συνέχεια, υποχωρώντας συνολικά κατά 16% την περίοδο 2008-2018. Η κατά κεφαλή κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα ήταν το 2018 μικρότερη κατά 33% σε σύγκριση με τον μέσο όρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

2.4 Εφαρμογές Ανανεώσιμων Ενεργειακών Πόρων

Βασικές κατηγορίες ανανεώσιμων ενεργειακών πόρων αποτελούν η ηλιακή ενέργεια, η αιολική ενέργεια, η θαλάσσια ενέργεια, η υδροηλεκτρική ενέργεια, η γεωθερμική ενέργεια και η βιοενέργεια, όπως περιγράφει και η εικόνα που ακολουθεί.

Ηλιακή ενέργεια	Αιολική ενέργεια	Θαλάσσια ενέργεια	Υδροηλεκτρική ενέργεια	Γεωθερμική ενέργεια	Βιοενέργεια
					
Πηγή: Ήλιος	Πηγή: Άνεμος	Πηγή: Κύματα, παλίρροιες	Πηγή: Ύδατα	Πηγή: Γη	Πηγή: Βιομάζα, απόβλητα
Τεχνολογίες: Φωτοβολταϊκά, ηλιακή θερμική ενέργεια	Τεχνολογίες: Ανεμογεννήτριες	Τεχνολογίες: Φράγματα, παλίρροια φράγματα	Τεχνολογίες: Υδροηλεκτρικοί σταθμοί	Τεχνολογίες: Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας και αντλίες θερμότητας	Τεχνολογίες: Καύση βιομάζας, μονάδες παραγωγής βιοαερίου, βιοκαύσιμα
Εφαρμογές: Ηλεκτρική ενέργεια, θέρμανση και ψύξη	Εφαρμογές: Ηλεκτρική ενέργεια	Εφαρμογές: Ηλεκτρική ενέργεια	Εφαρμογές: Ηλεκτρική ενέργεια	Εφαρμογές: Ηλεκτρική ενέργεια, θέρμανση και ψύξη	Εφαρμογές: Ηλεκτρική ενέργεια, θέρμανση και ψύξη, Μεταφορές

2.4.1 Ηλιακή Ενέργεια



μετατροπή.

Η ηλιακή ενέργεια για να αξιοποιηθεί μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια με δύο τρόπους, με την ηλεκτροθερμοδυναμική μετατροπή και την φωτοβολταϊκή

Η ηλεκτροθερμοδυναμική μετατροπή, δηλαδή με έμμεση, ενδιάμεση μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε θερμότητα που μπορεί να γίνει με:

- ▶ Παθητικά ηλιακά συστήματα που είναι δομικά στοιχεία ενός κτιρίου που διευκολύνουν την άμεση ή έμμεση εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση ή το δροσισμό του κτιρίου. Το κτίριο που περιλαμβάνει από την κατασκευή του παθητικά συστήματα θέρμανσης, δροσισμού ή φυσικού φωτισμού (π.χ. θερμομόνωση, ηλιοπροστασία κ.λπ.) ονομάζεται βιοκλιματικό κτίριο και μπορεί να καλύψει σημαντικό μέρος των ενεργειακών του αναγκών από την άμεση ή έμμεση αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας.
- ▶ Ηλιοθερμικά συστήματα που συλλέγουν ηλιακή ακτινοβολία και την μετατρέπουν σε θερμική ενέργεια που μετέπειτα μπορεί να παραγάγει ηλεκτρισμό. Τα διάφορα είδη ηλιοθερμικών συστημάτων κατατάσσονται σύμφωνα με τον βαθμό θερμότητας που μπορούν να παράγουν σε:
 - χαμηλής και μέσης θερμοκρασία συλλέκτες με επίπεδες πλάκες που παγιδεύουν την ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιώντας το φαινόμενο του θερμοκηπίου για να ζεστάνουν νερό). Οι συλλέκτες ζεσταίνουν νερό σε θερμοκρασίες 40-60°C και αυτό κυκλοφορεί στο ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης του κτιρίου. Σε αυτή την κατηγορία εντάσσονται οι ηλιακοί θερμοσίφωνες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή θερμού νερού χρήσης κτιρίων.
 - υψηλής θερμοκρασίας συλλέκτες, που χρησιμοποιούν θερμικές μηχανές για να μετατρέψουν την θερμότητα σε έργο και από το έργο, ηλεκτρισμό. Το νερό μετατρέπεται θερμαινόμενο σε ατμό που διοχετεύεται με μεγάλη πίεση στα μηχανικά μέρη της μηχανής που περιστρέφονται δημιουργώντας ηλεκτρισμό. Σε θερμοκρασίες μέχρι και 600°C, οι ατμοστρόβιλοι ή ατμολέβητες έχουν απόδοση έως και 41% ενώ γίνονται πιο αποδοτικοί όταν η θερμοκρασία του ατμού ξεπερνάει τους 600°C.

Η φωτοβολταϊκή μετατροπή, δηλαδή με άμεση, κατευθείαν μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρισμό μέσω των φωτοβολταϊκών στοιχείων. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα στα κτίρια μπορεί να είναι είτε αυτόνομα, είτε διασυνδεδεμένα με το ηλεκτρικό δίκτυο.

2.4.2 Αιολική Ενέργεια



Η αιολική ενέργεια γίνεται εκμεταλλεύσιμη με την χρήση των ανεμογεννητριών που είναι συσκευές μετατροπής της κινητικής ενέργειας του ανέμου

σε ηλεκτρική. Η μετατροπή αυτή γίνεται σε δύο στάδια:

- με την περιστροφή της πτερωτής μετατρέπεται η κινητική ενέργεια του ανέμου σε μηχανική ενέργεια και
- στη συνέχεια, η μηχανική ενέργεια μέσω της γεννήτριας, μετατρέπεται σε ηλεκτρική.

Η αιολική ενέργεια εξαρτάται από την πυκνότητα του αέρα και την επιφάνεια της ανεμογεννήτριας. Πολλές ανεμογεννήτριες στη σειρά σχηματίζουν ένα αιολικό πάρκο για μαζική εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας και διοχέτευση του συνόλου της παραγόμενης ενέργειας στο ηλεκτρικό σύστημα για κατανάλωση.

Σε περίπτωση που η παραγωγή είναι μεγαλύτερη από τη ζήτηση, αποθηκεύεται για να χρησιμοποιηθεί αργότερα. Αν και δεν χρησιμοποιούνται σε ευρεία κλίμακα, μικρές ανεμογεννήτριες για τη παραγωγή ηλεκτρισμού μπορούν να εγκατασταθούν στα κτίρια μαζί με φωτοβολταϊκά πλαίσια σε ένα υβριδικό σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο κτίριο.

2.4.3 Βιομάζα

Η βιομάζα είναι κάθε υλικό που παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς (ξύλο και άλλα προϊόντα του δάσους, υπολείμματα καλλιεργειών, κτηνοτροφικά απόβλητα, απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων κ.λπ.) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί με διάφορους τρόπους για να μετατραπεί σε ηλεκτρική και θερμική



ενέργεια ή ακόμα για την παραγωγή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας, όπως η βιοαιθανόλη (βιοντίζελ), η οποία μπορεί να υποκαταστήσει τη βενζίνη. Άλλες χρήσεις της είναι η παραγωγή θερμότητας στην γεωργία για τη θέρμανση θερμοκηπίων και στην βιομηχανική παραγωγή σε εκκοκκιστήρια βαμβακιού, σε ασβεστοκάμινους κ.λπ..

Η βιομάζα μπορεί να αποτελεί ένα αρκετά οικονομικό καύσιμο για θέρμανση του χώρου και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης ενός κτιρίου. Τα τζάκια υψηλής ενεργειακής απόδοσης που μπορούν να θερμάνουν όλο το χώρο μιας κατοικίας και οι σόμπες που χρησιμοποιούνταν παλαιότερα, ήταν απλές και εύχρηστες συσκευές που κατανάλωναν διάφορα είδη βιομάζας ξύλου. Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της βιομάζας είναι η επαναχρησιμοποίηση υποπροϊόντων χαμηλής προστιθέμενης αξίας, όπως τα απορρίμματα και τα υπολείμματα αγροτικών καλλιεργειών και ό,τι παράγει μικρές ποσότητες αποβλήτων. Μερικά μειονεκτήματά της είναι το κόστος διαχείρισης της (μεταφορά, αποθήκευση) και η ατμοσφαιρική ρύπανση που προκαλείται από την καύση της.

Το βιοαέριο είναι ένα μίγμα αερίων με βασικότερο το μεθάνιο, η σύσταση του οποίου εξαρτάται από τις πρώτες ύλες του. Υπάρχει σε πολλά ανανεώσιμα υποπροϊόντα και έχει πλήθος εφαρμογών, όπως χρήση για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καύσιμο για μεταφορικά μέσα και οικιακές χρήσεις.

2.4.4 Υδάτινοι Πόροι

Υδάτινους πόρους μπορεί να αποτελούν:

- ▶ Η υδροηλεκτρική ενέργεια στηρίζεται στην μετατροπή της δυναμικής ενέργειας του νερού των λιμνών και της κινητικής ενέργειας του νερού των ποταμών, σε ηλεκτρική ενέργεια. Η μετατροπή αυτή γίνεται σε δύο στάδια. Αρχικά, με την περιστροφή του άξονα της πτερωτής του στροβίλου η κινητική ενέργεια του νερού μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια και στη συνέχεια, μέσω της γεννήτριας ολοκληρώνεται η μετατροπή της μηχανικής σε ηλεκτρική ενέργεια.



Το σύνολο των έργων και εξοπλισμού που χρησιμοποιείται ονομάζεται υδροηλεκτρικό έργο και οι εγκαταστάσεις υδροηλεκτρικά εργοστάσια.

- ▶ Η παλιρροιακή ενέργεια αξιοποιείται στις ακτές με κατασκευή φράγματος, με ανοίγματα στα οποία τοποθετούνται ηλεκτρογεννήτριες. Το νερό αποθηκεύεται στην φάση της ανόδου της παλίρροιας και για να ξανακατέβει αναγκάζεται να περάσει μέσα από μια τουρμπίνα, παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια.
- ▶ Η εκμετάλλευση της ενέργειας του θαλάσσιου νερού μπορεί να γίνει με στροβίλους εξαρτημένους από πλωτά μέσα ή στηριγμένους σε κατάλληλες κατασκευές στον πυθμένα της θάλασσας που αξιοποιούν:
 - την κινητική ενέργεια των ρευμάτων ή κυμάτων της θάλασσας
 - το θερμικό δυναμικό θερμότερων και ψυχρότερων θαλάσσιων στρωμάτων που εκμεταλλεύεται τη διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στα στρώματα του ωκεανού. Η τεχνολογία μετατροπής της ωκεάνιας θερμικής ενέργειας, χρησιμοποιεί σε πρώτη φάση το θερμό νερό για να ζεστάνει σε ειδικό θάλαμο μια ποσότητα υγρού που όταν βράσει απελευθερώνει αέριο που δημιουργεί αρκετή πίεση ώστε να παράγει την ενέργεια ένας αεριοστροβίλος.
 - την ωσμωτική ενέργεια (ανάμειξη γλυκού και θαλασσινού νερού) που ανακτάται όταν διαχωρίζονται από μια ημιδιαπερατή μεμβράνη το

νερό του ποταμού και το θαλασσινό νερό. Το γλυκό νερό περνάει μέσω αυτής της μεμβράνης και παράγεται ενέργεια, σαν αποτέλεσμα της διαφοράς αλατότητας μεταξύ του νερού του ποταμού με το θαλασσινό νερό.

2.4.5 Γεωθερμία

Η θερμοκρασία του γεωθερμικού υλικού (υγρού ή αέριου), έχει μεγάλο εύρος μεταξύ 25-360°C, ανάλογα με τα γεωθερμικά πεδία δηλαδή τις περιοχές στις οποίες είναι ευνοϊκές οι συνθήκες για την εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας. Οι γεωθερμικές περιοχές χαρακτηρίζονται:

- χαμηλής ενθαλπίας, όπου τα γεωθερμικά υλικά έχουν θερμοκρασία κάτω από 150°C
- υψηλής ενθαλπίας, με γεωθερμικά υλικά θερμοκρασίας πάνω από 150°C

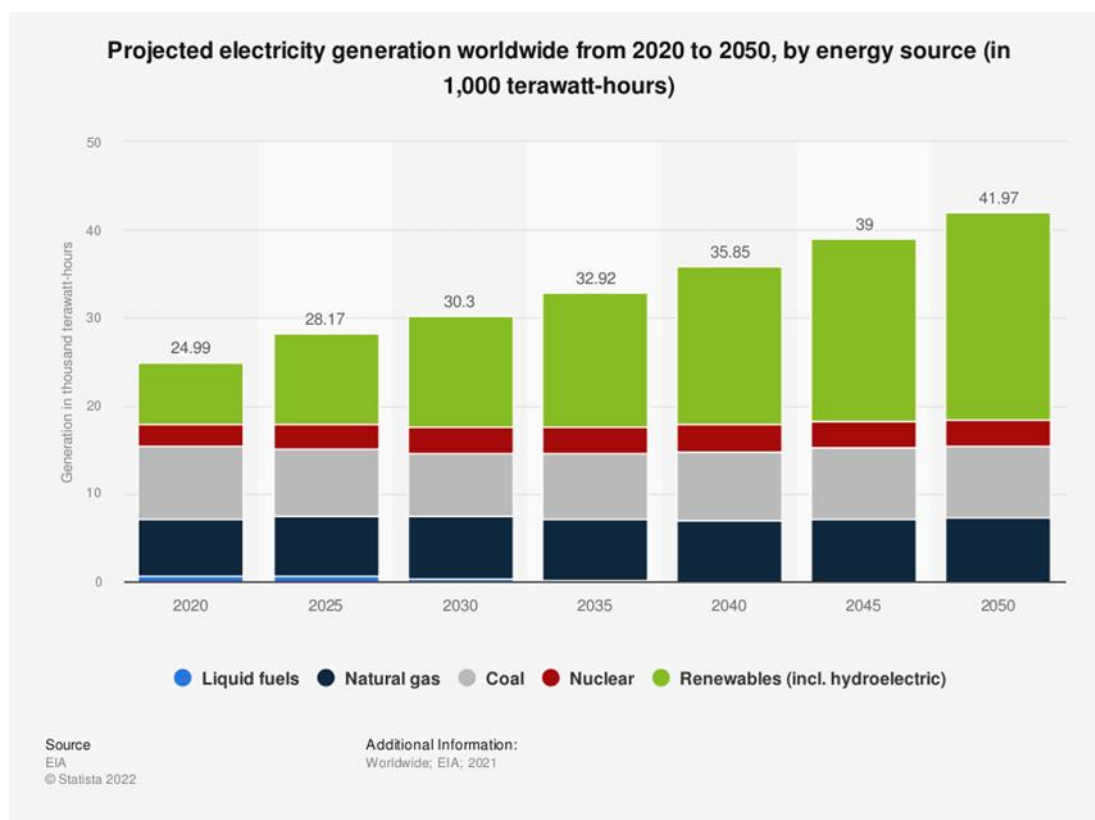


Η γεωθερμία προσφέρει ενέργεια χαμηλού κόστους χωρίς να επιβαρύνει το περιβάλλον. Με την αξιοποίηση της τεχνολογίας η γεωθερμία χαμηλής

ενθαλπίας μπορεί να καλύψει ανάγκες θέρμανσης και ψύξης, ενώ η γεωθερμία υψηλής ενθαλπίας μπορεί να παράγει ηλεκτρική ενέργεια.

Εκτός από τη θέρμανση και τη ψύξη κτιρίων, οικισμών ή χωριών με τη χρήση των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας (αέρα – αέρα) οι οποίες εναλλάσσουν θερμότητα με το υπέδαφος, η κυριότερη θερμική χρήση της γεωθερμικής ενέργειας παγκοσμίως, είναι στη θέρμανση θερμοκηπίων. Χρησιμοποιείται ακόμα στις υδατοκαλλιέργειες, όπου εκτρέφονται υδρόβιοι οργανισμοί.

2.4.6 Συμπεράσματα



Η αύξηση της συμμετοχής των ανανεώσιμων πηγών στην παραγωγή ενέργειας, είναι επιβεβλημένη και από τις δράσεις για τον περιορισμό της υπερθέρμανσης του πλανήτη και της κλιματικής αλλαγής. Η Ευρωπαϊκή Ένωση δείχνει την πορεία προς αυτή την κατεύθυνση. Σύμφωνα με στοιχεία της Eurostat, το 2020, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούσαν το 37% (από 34% το 2019) της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση, ενώ το 2008 αντιπροσώπευαν μόνο το 1%.

Από τη συνολική ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές, η αιολική και η υδροηλεκτρική ενέργεια αποτελούσαν περισσότερο από τα δύο τρίτα (36% και 33%, αντίστοιχα) και το υπόλοιπο προερχόταν από ηλιακή ενέργεια (14%), στερεά βιοκαύσιμα (8%) και άλλες ανανεώσιμες πηγές (8%). Σε σχέση με το 2008, η ποσότητα της ενέργειας που παράγεται από τον ήλιο ήταν δεκαπέντε φορές μεγαλύτερη και τριπλάσια από τις ανεμογεννήτριες. Αντίθετα, η ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που παρήχθη από υδροηλεκτρική ενέργεια ήταν σε παρόμοια επίπεδα με την παραγωγή του 2008.

Είναι πλέον ορατά και αποδεκτά τα πλεονεκτήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας:

- Δεν υπάρχει πρόβλημα εξάντλησής τους (η συνολική ετήσια προσφορά τους είναι πολύ μεγαλύτερη από την αντίστοιχη παγκόσμια κατανάλωση)
- Η χρήση τους προκαλεί ελάχιστη επιβάρυνση στο περιβάλλον, περιορίζουν την επέκταση των συνεπειών της κλιματικής αλλαγής και συμβάλουν στην βελτίωση της ποιότητας ζωής
- Ενισχύουν την περιφερειακή ανάπτυξη. Με την αξιοποίηση τοπικών πηγών ενέργειας διασφαλίζεται η τροφοδοσία σε τοπικό επίπεδο, με μικρή επένδυση για κατασκευή μικρών μονάδων κοντά στον τόπο, ελαχιστοποιώντας τις απώλειες μεταφοράς
- Η διαθεσιμότητα τους είναι δεδομένη αν και η αξιοποίηση τους βρίσκει εμπόδια από οικονομικά και πολιτικά συμφέροντα
- Είναι κατανεμημένες πολύ πιο ομοιόμορφα στο σύνολο του πλανήτη σε σχέση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας περιορίζοντας τις ανισότητες στην πρόσβαση σε αυτές
- Συντελούν στην αποκέντρωση και στη σταθερότητα του συστήματος παροχής ενέργειας και ευνοούν την περιφερειακή ανάπτυξη.
- Τα πολλά πλεονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας υπερτερούν στα μειονεκτήματα τους, αρκετά από οποία αντιμετωπίζονται με την χρήση της τεχνολογίας.
- Σε πολλές περιπτώσεις απαιτείται υψηλό οικονομικό κόστος για την εκμετάλλευσή τους
- Δεν είναι συνεχής η διαθεσιμότητα αρκετών από τις πηγές ανανεώσιμης ενέργειας (π.χ. αιολική ενέργεια)
- Σε αρκετές περιπτώσεις είναι δαπανηρή ή πολύ δύσκολη η αποθήκευσή τους σε πρωτογενή μορφή.
- Η μεγάλη τους γεωγραφική διασπορά κάνει εκμεταλλεύσιμο ένα μικρό μέρος τους.

- Σε πολλές περιπτώσεις παράγουν ενέργεια χαμηλής στάθμης (π.χ. κατάλληλη μόνο για θέρμανση χώρων)

Σύνοψη

Στην παραπάνω ενότητα εξετάστηκε εκτενώς το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Ενδεικτικά αναφέρθηκαν η σημασία του φαινομένου για την διατήρηση της μέσης θερμοκρασίας των 15°C στο πλανήτη, καθώς και η αρνητική συμβολή της ανθρώπινης δραστηριότητας στην διατάραξη της ισορροπίας του φαινομένου, προξενώντας παγκόσμια άνοδο της θερμοκρασίας.

Βασικές αιτίες της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας αποτελούν η δραματική επιστημονική και τεχνολογική πρόοδος των τελευταίων δεκαετιών σε συνδυασμό με την αύξηση του πληθυσμού της γης. Βασική επίπτωση των ανωτέρω είναι η κλιματική αλλαγή με τεράστιες συνέπειες στην ζωή των ανθρώπων και των υπόλοιπων οικοσυστημάτων του πλανήτη.

Παράλληλα, έγινε αναφορά στην υπερβολική κατανάλωση ενέργειας σε διάφορους τομείς, ως ένας από τους κυριότερους παράγοντες μόλυνσης του περιβάλλοντος. Έγινε κατανοητό ότι αυτή η τάση οδηγεί στην εξάντληση των αποθεμάτων των ορυκτών καυσίμων που αποτελούν το βασικό ενεργειακό πόρο. Τέλος, κατέστη σαφές πως οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε συνδυασμό με την ορθολογική χρήση της ενέργειας αποτελούν το βασικό πυλώνα λύσης του προβλήματος, εφόσον εντατικοποιηθεί η χρήση τους σε όλους τους τομείς.

Ερωτήσεις Αυτοαξιολόγησης

1. Ποια από τις παρακάτω είναι μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας;

- A) Βιομάζα
- B) Τύρφη
- Γ) Γεωθερμία
- Δ) Όλα τα παραπάνω

2. Θερμότητα ονομάζεται η ενέργεια που:

- A) μεταφέρεται από ένα σώμα χαμηλής θερμοκρασίας σε ένα άλλο
- B) μεταφέρεται από ένα σώμα χαμηλής θερμοκρασίας σε ένα άλλο με υψηλότερη.
- Γ) μεταφέρεται από ένα σώμα υψηλής θερμοκρασίας σε ένα άλλο με χαμηλότερη.

3. Η βασική επίπτωση του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας. Χωρίς το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η μέση θερμοκρασία του πλανήτη θα ήταν -18°C αντί της μέσης θερμοκρασίας των 15°C που είναι σήμερα.

- A) Σωστό
- B) Λάθος

4. Η πυρηνική ενέργεια είναι ... μορφή ενέργειας.

- A) μη ανανεώσιμη
- B) ανανεώσιμη

5. Αειφορία (ή βιωσιμότητα) είναι η χρήση των φυσικών οικοσυστημάτων και των πηγών ενέργειας, ώστε να εξασφαλίζεται ...

- A) η ποσοτική τους αντικατάσταση
- B) η αντικατάσταση τους με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
- Γ) η μείωση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής
- Δ) η μελλοντική τους ποιότητα και ισορροπία

6. Η έννοια της έχει να κάνει με θερμικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ σωμάτων.

- A) θερμοκρασίας
- B) θερμότητας
- Γ) θερμικής ενέργειας
- Δ) θερμαντικής ικανότητας

7. Θερμογόνος δύναμη ενός καυσίμου που βρίσκεται σε κανονικές συνθήκες είναι:

- A) Η θερμοκρασία που εκλύεται κατά την καύση ενός κιλού στερεού ή υγρού καυσίμου ή ενός κυβικού μέτρου αερίου καυσίμου
- B) Η ισοδύναμη ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται κατά την καύση ενός κιλού στερεού ή υγρού καυσίμου ή ενός κυβικού μέτρου αερίου καυσίμου
- Γ) Η θερμική ενέργεια που εκλύεται κατά την καύση ενός κιλού στερεού ή υγρού καυσίμου ή ενός κυβικού μέτρου αερίου καυσίμου
- Δ) Η ακτινοβολία που εκλύεται κατά την καύση ενός κιλού στερεού ή υγρού καυσίμου ή ενός κυβικού μέτρου αερίου καυσίμου

8. Μονάδα μέτρησης της θερμογόνου δύναμης ενός καυσίμου για τα στερεά ή υγρά καύσιμα σε κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης είναι:

- A) KJ/m³
- B) KJ/kg
- Γ) KWh
- Δ) Kcal/h

9. είναι η προσανατολισμένη κίνηση ηλεκτρικών φορτίων ή φορέων ηλεκτρικού φορτίου κατά μήκος ενός ηλεκτροφόρου αγωγού.

- A) Ηλεκτρικό ρεύμα
- B) Ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος
- Γ) Ηλεκτρικό φορτίο
- Δ) Ηλεκτρικό δυναμικό ή τάση

10. Η εσωτερική υδραυλική εγκατάσταση ΔΕΝ περιλαμβάνει:

- A) την εγκατάσταση θέρμανσης
- B) το σύστημα αποχέτευσης των ακαθάρτων νερών και λυμάτων
- Γ) το σύστημα διανομής του κρύου και ζεστού νερού

Δ) το σύστημα απομακρύνσεων των νερών της βροχής

Απαντήσεις Ερωτήσεων Αυτοαξιολόγησης

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Β	Γ	Β	Α	Δ	Β	Α	Δ	Α	Β

Ενότητα 3: Ενεργειακή Πολιτική - Θεσμικό Πλαίσιο - Αδειοδότηση ΑΠΕ

Σκοπός

Σε αυτή την εκπαιδευτική ενότητα θα παρουσιαστούν οι ευρωπαϊκές και εθνικές πολιτικές για την κλιματική αλλαγή και την ενέργεια, όπως διαμορφώθηκαν τις τελευταίες δεκαετίες που υπήρξε ευαισθητοποίηση για περιβαλλοντικό πρόβλημα του πλανήτη και το θεσμικό πλαίσιο που δημιουργήθηκε για την εφαρμογή των πολιτικών αυτών, όπως προσαρμοζόταν διαχρονικά για να ανταποκρίνεται στις μεταβαλλόμενες ανάγκες.

Προσδοκώμενα Αποτελέσματα

Μετά το πέρας της μελέτης της ενότητας αυτής, οι εκπαιδευόμενοι θα γνωρίζουν:

- το θεσμικό πλαίσιο που διαμορφώθηκε στην Ελλάδα και στην Ευρωπαϊκή Ένωση για την ενέργεια και το κλίμα σε συνάρτηση με τις πολιτικές προστασίας του περιβάλλοντος και της βιώσιμης ανάπτυξης
- για την παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και τα κίνητρα για τη αύξηση της χρήσης των ανανεώσιμων ενεργειακών πόρων.
- τις ιδιαίτερες διαδικασίες αδειοδότησης και τα κίνητρα για την δημιουργία μονάδων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, χρήσιμες πληροφορίες για επαγγελματική αξιοποίηση.

Λέξεις – Κλειδιά

- Fit for 55
- Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας /ήπιες μορφές ενέργειας /πράσινη ενέργεια
- Αιολική ενέργεια
- Υδραυλική ενέργεια
- Βιομάζα

- ▶ Γεωθερμική ενέργεια
- ▶ Βιοκλιματικό κτίριο

3.1 Πολιτικές σε Επίπεδο Ε.Ε. – Ελλάδα

3.1.1 Πολιτικές κατά τη δεκαετία του '90

Η πρώτη σημαντική προσπάθεια για περιβαλλοντική νομοθεσία και πολιτική σε παγκόσμιο επίπεδο, ήταν η συνδιάσκεψη του Ρίο για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (1992). Κατά την συνδιάσκεψη αυτή καθιερώνεται πολιτικά η αρχή της αειφόρου ανάπτυξης και τονίζεται η ανάγκη αναζήτησης λύσεων στα περιβαλλοντικά προβλήματα, με δράσεις τόσο σε παγκόσμιο όσο και σε τοπικό επίπεδο. Οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (τότε Ευρωπαϊκή Κοινότητα) ήταν από την πρώτη στιγμή παρούσες και ενεργές σε όλες τις προσπάθειες της παγκόσμιας κοινότητας που σχετίζονταν με την κλιματική αλλαγή και την ενέργεια.

Το 1992, η Συνθήκη του Μάαστριχτ, καθιέρωσε την περιβαλλοντική ενσωμάτωση σαν απαίτηση σε όλες τις πολιτικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.) με σκοπό την διασφάλιση της εύρυθμης λειτουργίας της κοινής αγοράς των κρατών μελών.

Σύμφωνα με τα άρθρα 11 και 191-193 της Συνθήκης του Μάαστριχτ, για τη λειτουργία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η Ε.Ε. οφείλει να έχει ενεργή παρουσία σε όλους τους τομείς της περιβαλλοντικής πολιτικής, όπως η ρύπανση του ατμοσφαιρικού αέρα και των



υδάτων, η διαχείριση των αποβλήτων και η κλιματική αλλαγή. Οι αποφάσεις της πρέπει να είναι σύμφωνες με την αρχή της επικουρικότητας και για την λήψη τους απαιτείται ομοφωνία στους τομείς των δημοσιονομικών

ζητημάτων, της αστικής και αγροτικής χωροταξίας, της χρήσης γης, της διαχείρισης των υδάτινων πόρων, των επιλογών που αφορούν τις πηγές ενέργειας και της δομής του ενεργειακού εφοδιασμού.

Με την ευαισθητοποίηση της ευρωπαϊκής κοινής γνώμης στα περιβαλλοντικά θέματα, καθώς και με την μεταβολή της πολιτικής βούλησης, τα περιβαλλοντικά ζητήματα μεταβλήθηκαν σε πρωτεύοντα ζητήματα στην Ε.Ε.. Το 1997 με την Συνθήκη του Άμστερνταμ, αρχικά, η Αειφόρος Ανάπτυξη θεσμοθετήθηκε σαν στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Επιπλέον, καθιερώθηκε η στρατηγική προσέγγιση «των τριών πυλώνων» (οικονομική αποτελεσματικότητα, περιβαλλοντική προστασία, κοινωνική δικαιοσύνη) και τέθηκε σε εφαρμογή ένα Πρόγραμμα Δράσης με διάρκεια από το 2001 μέχρι το 2010, το οποίο μάλιστα ενισχύθηκε το 2002 με την έκδοση της «Πράσινης Βίβλου» που παρουσίαζε ένα σχέδιο δράσεων για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή.

Τη πιο ενεργή ομάδα όσον αφορά στις διαπραγματεύσεις για την προστασία του περιβάλλοντος, αποτέλεσε η Ε.Ε. καθώς ασκούσε συνεχώς πιέσεις για τη λήψη αυστηρών μέτρων, όταν εγκρίθηκε από τις περισσότερες χώρες του πλανήτη το Πρωτόκολλο του Κιότο (1997). Το συγκεκριμένο πρωτόκολλο όριζε δεσμευτικές οριακές τιμές εκπομπών αερίων του φαινομένου θερμοκηπίου από τις βιομηχανικές χώρες και στρατηγικές μείωσης των εκπομπών, με βαριές κυρώσεις στους παραβάτες. Κάθε χώρα ανέλαβε δεσμευτικό στόχο μείωσης ή συγκράτησης της αύξησης των εθνικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για την περίοδο 2008-2012 κατά ποσοστό 5,2% με όριο αναφοράς τις συγκεντρώσεις του έτους 1990.

3.1.2 Νεότερες Πολιτικές



Η Ευρωπαϊκή Ένωση, επίσης, πρωταγωνίστησε στην λειτουργία του μηχανισμού της διεθνούς εμπορίας εκπομπών, θέτοντας, από 2005, σε εφαρμογή το Ευρωπαϊκό Σύστημα Εμπορίας. Παράλληλα, παρόμοια συστήματα

άλλων χωρών τέθηκαν σε εφαρμογή μετά το 2010, ενώ από το 2007 υπάρχει δέσμευση για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μέχρι το 2020 κατά 20% σε σχέση με το 1990. Η Ε.Ε. για τον περιορισμό της έκθεσής της στις επιπτώσεις

της κλιματικής αλλαγής, παρουσίασε τη «Λευκή Βίβλο» το 2007, μια προσέγγιση δύο φάσεων με την πρώτη φάση (2009-2012) να αφορά την επεξεργασία μιας συνολικής στρατηγικής προσαρμογής και την δεύτερη (από το 2013) να σχετίζεται με την εφαρμογή αυτής της στρατηγικής.

Με την Οδηγία 28/2009 προς τα κράτη-μέλη της Ε.Ε., τέθηκε νομικά δεσμευτικός στόχος συμμετοχής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κατά 20% στην τελική κατανάλωση μέχρι το 2020, συμπεριλαμβανομένου του 10% συμμετοχής των βιοκαυσίμων στον τομέα των μεταφορών. Από το 2014 η Ευρωπαϊκή Ένωση έθεσε στόχο το 27% της κατανάλωσης ενέργειας να παράγεται από ανανεώσιμες πηγές και δεσμευτικό στόχο για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 40% έως το 2030.

Το 2016 υπογράφηκε από 196 κράτη η Συμφωνία του Παρισιού, η οποία διαδέχτηκε το πρωτόκολλο του Κιότο. Η συμφωνία έθεσε ορισμένους στόχους οι οποίοι σχετίζονταν με τον περιορισμό ανόδου θερμοκρασίας του πλανήτη κάτω από 2°C σε σχέση με την προβιομηχανική περίοδο, με σύσταση για μεγαλύτερο περιορισμό της αύξησης μέχρι 1,5°C, γεγονός που θα οδηγούσε στη μείωση των επιπτώσεων και των κινδύνων που ελλοχεύουν λόγω της κλιματικής αλλαγής. Ο περιορισμός της αύξησης της θερμοκρασίας σε 1,5°C δεν ήταν ένας πολιτικός στόχος, αλλά ένα όριο, πέρα από το οποίο η ζωή στον πλανήτη δεν είναι ασφαλής από τις επιπτώσεις μιας ανεξέλεγκτης πορείας της κλιματικής κρίσης.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει εκπονήσει διαδοχικά, πολυετή προγράμματα περιβαλλοντικής δράσης και οριζόντιες στρατηγικές που ενσωματώνονται στις εθνικές νομοθεσίες των χωρών-μελών και λαμβάνονται υπόψη στις διεθνείς διαπραγματεύσεις για περιβαλλοντικά θέματα.

Επίσης, έχουν εκδοθεί περισσότερες από 400 Ευρωπαϊκές Οδηγίες που ρυθμίζουν θέματα περιβαλλοντικής προστασίας καλύπτοντας ένα ευρύτατο φάσμα θεμάτων όπως την προστασία της φύσης, του ατμοσφαιρικού αέρα, των υδάτων, την ηχορύπανση, τη διαχείριση των αποβλήτων, ενώ έθεσαν κανόνες για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και την πρόσβαση στην περιβαλλοντική πληροφορία. Βασικά στοιχεία της περιβαλλοντικής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης αποτελούσαν η άποψη ότι κάθε δράση πρόληψης, αντιμετώπισης ή

αποκατάστασης πρέπει να γίνεται στην πηγή του περιβαλλοντικού προβλήματος καθώς και η εφαρμογή της αρχής «ο ρυπαίνων πληρώνει».

Αν και κάθε κράτος-μέλος διατηρεί την αυτονομία επιλογής ενεργειακών πηγών και των τρόπων εκμετάλλευσής τους, η Ευρωπαϊκή Ένωση διαμορφώνει μια κοινή ενεργειακή πολιτική που καλείται να αντιμετωπίσει μια σειρά από ζητήματα όπως:

- την απεξάρτηση από τις εισαγωγές ενεργειακών πόρων,
- την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού,
- την αντιμετώπιση των υψηλών και μη ελεγχόμενων τιμών της ενέργειας,
- τη συνεχώς μεγαλύτερη παγκόσμια ενεργειακή ζήτηση,
- τις απειλές της κλιματικής αλλαγής,
- την ανάπτυξη μιας ολοκληρωμένης αγοράς ενέργειας
- την ενίσχυση της βιωσιμότητας
- την επίτευξη του στόχου για μηδενικές ανθρακούχες εκπομπές,
- την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης,
- την αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή με τον κανονισμό 2018/1999, θέσπισε κανονιστικό πλαίσιο διακυβέρνησης της Ενεργειακής Ένωσης για τις πέντε διαστάσεις της:

- την ενεργειακή ασφάλεια,
- την εσωτερική αγορά ενέργειας,
- την ενεργειακή απόδοση,
- την απαλλαγή από τις ανθρακούχες εκπομπές και έρευνα,
- τη καινοτομία και ανταγωνιστικότητα

Μετά την επίτευξη των στόχων που είχαν επιτευχθεί για το 2020, θέτει πιο φιλόδοξους στόχους για την περίοδο 2020-2030 σχετικά με τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την εξοικονόμηση ενέργειας. Στο επίκεντρο βρίσκεται η μείωση κατά 40% των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου έως το

2030 σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990, που θα επιτευχθεί μέσα από εγχώρια μέτρα και μόνο. Τα μέτρα περιλαμβάνουν συνδυασμό της μείωσης εκπομπών κατά 43% σε σύγκριση με το 2005 στο πλαίσιο του Συστήματος Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπής (ΣΕΔΕ) καθώς και εθνικών δράσεων για τη μείωση των εκπομπών σε τομείς εκτός του ΣΕΔΕ. Ακόμα προτείνεται αύξηση του μεριδίου ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές που καταναλώνονται στην Ε.Ε κατά 27%, στόχο δεσμευτικό σε επίπεδο Ε.Ε αλλά όχι σε εθνικό επίπεδο, ώστε να παρέχεται ευελιξία στα κράτη μέλη να καλύψουν τους στόχους τους με τον πιο αποδοτικό ως προς το κόστος τρόπο.

Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία

Η Ευρωπαϊκή Ένωση το 2020, παρουσίασε μια νεότερη δέσμη προτάσεων με τίτλο «Υλοποίηση της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας» (European Green Deal), που αναθεώρησε τις μέχρι τότε υφιστάμενες πράξεις της Ε.Ε για το κλίμα και την ενέργεια με νέο στόχο να καταστεί κλιματικά ουδέτερη η Ευρώπη το 2050. Εκτιμήθηκε ότι για να επιτύχει η Ε.Ε. τους στόχους αυτούς, θα απαιτηθούν επενδύσεις 1 τρισεκατομμυρίου ευρώ. Οι επιμέρους πολιτικές της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας είναι:

Η βιομηχανική πολιτική για την δημιουργία αγορών αγαθών κυκλικής οικονομίας, απαλλαγμένων από εκπομπές άνθρακα και εκσυγχρονισμό των βιομηχανιών έντασης ενέργειας όπως η χαλυβουργία και η τσιμεντοβιομηχανία.

Η επικέντρωση σε ενέργειες για την μείωση της σπατάλης υλικών στα προϊόντα, με εξασφάλιση της επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσης τους, ιδιαίτερα στα προϊόντα κλωστοϋφαντουργίας και στις κατασκευές, στις μπαταρίες, στα οχήματα, στα ηλεκτρονικά και στα πλαστικά. Για τα οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους θα επιδιωχτεί η εφαρμογή περισσότερο κυκλικών επιχειρηματικών μοντέλων.

Πολιτικές οικοδόμησης και ανακαίνισης κτιρίων, στόχος αποτελεί η αντικατάσταση των μη βιώσιμων μεθόδων που ακολουθούνταν έως σήμερα με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ειδικότερα, βασική επιδίωξη είναι να τριπλασιαστεί ο ρυθμός ανακαίνισης των κτιρίων για να μειωθεί η ρύπανση που εκπέμπουν, ενώ για τα νέα κτίρια θα πρέπει να ακολουθούνται συγκεκριμένοι κανόνες ενεργειακής απόδοσης και περιορισμού της ρύπανσης.

Η στρατηγική «Farm to Fork» αφορά τη βιωσιμότητα των τροφίμων και τη στήριξη που παρέχεται στους παραγωγούς, αγρότες, κτηνοτρόφους και αλιείς για να ακολουθήσουν αποτελεσματικότερες και «φιλικότερες» στο περιβάλλον μεθόδους παραγωγής και μεταφοράς. Πιο συγκεκριμένοι στόχοι είναι:

- η μείωση της χρήσης χημικών φυτοφαρμάκων κατά 50% και λιπασμάτων κατά 20% μέχρι το 2030,
- η αύξηση της παραγωγής προϊόντων υγιεινής διατροφής
- η μείωση στα απόβλητα τροφίμων κατά 50% έως το 2030.
- η συστηματική ενημέρωση των καταναλωτών ώστε να κατανοούν τα στοιχεία που αναγράφονται υποχρεωτικά στη βιώσιμη συσκευασία των τροφίμων.
- Οι βιολογικές καλλιέργειες να αποτελούν το 25% της συνολικής γεωργικής παραγωγής της Ε.Ε. μέχρι το 2030.

Η ορθολογική διαχείριση δασικών και θαλάσσιων περιοχών για την προστασία του περιβάλλοντος και την αντιμετώπιση της εξαφάνισης ειδών και οικοσυστημάτων είναι στόχοι που σχετίζονται με την βιοποικιλότητα. Προς αυτή την κατεύθυνση, προτείνεται να καθιερωθούν ως προστατευόμενες περιοχές το 30% της γης και της θάλασσας ενώ συστήνεται να γίνει εκ νέου φύτευση 3 δισεκατομμύρια νέων δέντρων, μέχρι το 2030.



Κεντρικός στόχος των προτάσεων αποτελεί η μείωση των εκπομπών κατά 55% (Fit for 55) μέχρι το 2030, σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990, και η επίτευξη ουδέτερου ισοζυγίου άνθρακα στην Ε.Ε έως το 2050, ώστε η Ευρώπη να καταστεί η πρώτη

κλιματικά ουδέτερη ήπειρος. Αυτός ο στόχος εναρμονίζεται με την σύσταση της Συμφωνίας του Παρισιού (2016) για περιορισμό της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη, κατά 1,5°C, πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα. Με νεότερη οδηγία αναθεωρείται ο στόχος για την ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές, ως το 2030 σε 40 %.

Η δυσκολία του στόχου αποδεικνύεται από το γεγονός ότι στην Ευρωπαϊκή Ένωση τα τελευταία 30 χρόνια οι εκπομπές αερίων μειώθηκαν μόλις 25%, ενώ επιστήμονες υποστηρίζουν ότι για την επίτευξη του στόχου του 1,5°C, οι στόχοι αυτοί είναι ανεπαρκείς. Εφόσον, η Ευρώπη θα πρέπει να είναι κλιματικά ουδέτερη έως το 2040 πρέπει για την επίτευξη αυτού του στόχου να αυξήσει σε 65% τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για το 2030. Ήδη η Γερμανία έχει αναβαθμίσει τον στόχο της για μείωση 65% έως το 2030 και κλιματική ουδετερότητα το 2045.

Για τις μεταφορές προτείνονται νέοι φιλόδοξοι στόχοι για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από τα οχήματα κατά 55% έως το 2030 και μηδενικές εκπομπές από καινούργια αυτοκίνητα έως το 2035. Επιπλέον, από το 2026 στις οδικές μεταφορές θα εφαρμοστεί το σύστημα της εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών, με την τιμολόγηση της ρύπανσης προκειμένου να ενθαρρυνθεί η χρήση καθαρότερων καυσίμων.

Ακόμα προτείνεται η τιμολόγηση εκπομπών άνθρακα για τον τομέα των αερομεταφορών και της ναυτιλίας, που μέχρι τώρα εξαιρούνταν. Για την ενεργειακή εξοικονόμηση υπάρχει στόχος ανακαίνισης 35 εκατομμυρίων κτιρίων μέχρι το 2030 με δείκτη αναφοράς 49% ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Επιπλέον, η μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης είναι απαραίτητη για τη μείωση τόσο των εκπομπών όσο και του ενεργειακού κόστους για τους καταναλωτές και τη βιομηχανία.

Ο στόχος για συνολική μείωση της κατανάλωσης τελικής και πρωτογενούς ενέργειας κατά 36-39% έως το 2030, συνοδεύεται από προτάσεις για χρήση ανανεώσιμων καυσίμων, όπως το υδρογόνο στη βιομηχανία και τις μεταφορές. Ο στόχος μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 55% έως το 2030 απαιτεί να μετατοπιστεί σε 40% ο δεσμευτικός στόχος για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στο ενεργειακό μίγμα της Ε.Ε.

Τα κράτη-μέλη μέχρι το 2023, πρέπει να επικαιροποιήσουν τα εθνικά κλιματικά και ενεργειακά σχέδια τους ώστε να συμμορφωθούν με το νέο στόχο της Ε.Ε. για το κλίμα το 2030, με βασικούς άξονες ενεργειών:

- Την προτεραιότητα στην ενεργειακή απόδοση
- Την ενέργεια που βασίζεται σε μεγάλο βαθμό σε ανανεώσιμες πηγές
- Την επάρκεια ενεργειακού εφοδιασμού της Ε.Ε.



Μέρος της χρηματοδότησης των αναγκαίων ενεργειών για την υλοποίηση των παραπάνω στρατηγικών θα καλυφθεί από κονδύλια του Μηχανισμού Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας (Recovery and Resilience Facility, RRF) που προβλέφθηκε στα πλαίσια του NextGenerationEU, ενός συνόλου δράσεων της Ε.Ε. για τη στήριξη επενδύσεων και μεταρρυθμίσεων, σαν μέτρων για την αντιμετώπιση της οικονομικής κρίσης που προκλήθηκε από την πανδημία Covid-19.

Ευρωπαϊκός Μηχανισμός Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας

Ο Ευρωπαϊκός Μηχανισμός Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας περιλαμβάνει τρεις πυλώνες δράσεων:

- ▶ Παροχή βοήθειας στα κράτη μέλη για την αποκατάσταση ζημιών και την εξάλειψη της κρίσης
- ▶ Επανεκκίνηση της οικονομίας και συμβολή στην αναζωογόνηση των ιδιωτικών επενδύσεων
- ▶ Αντιμετώπιση των στρατηγικών προκλήσεων της Ευρώπης και ορθότερη προετοιμασία απέναντι σε επικείμενες κρίσεις

Υποχρεωτικά, το 37% των κονδυλίων του RRF θα διατεθούν για επενδύσεις στην πράσινη ενέργεια και τους κλιματικούς στόχους και το 20% για την υλοποίηση της ψηφιακής μετάβασης. Κάθε Εθνικό Σχέδιο Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας για να εγκριθεί και να χρηματοδοτηθεί πρέπει να εναρμονίζεται με αυτές τις δύο προϋποθέσεις.

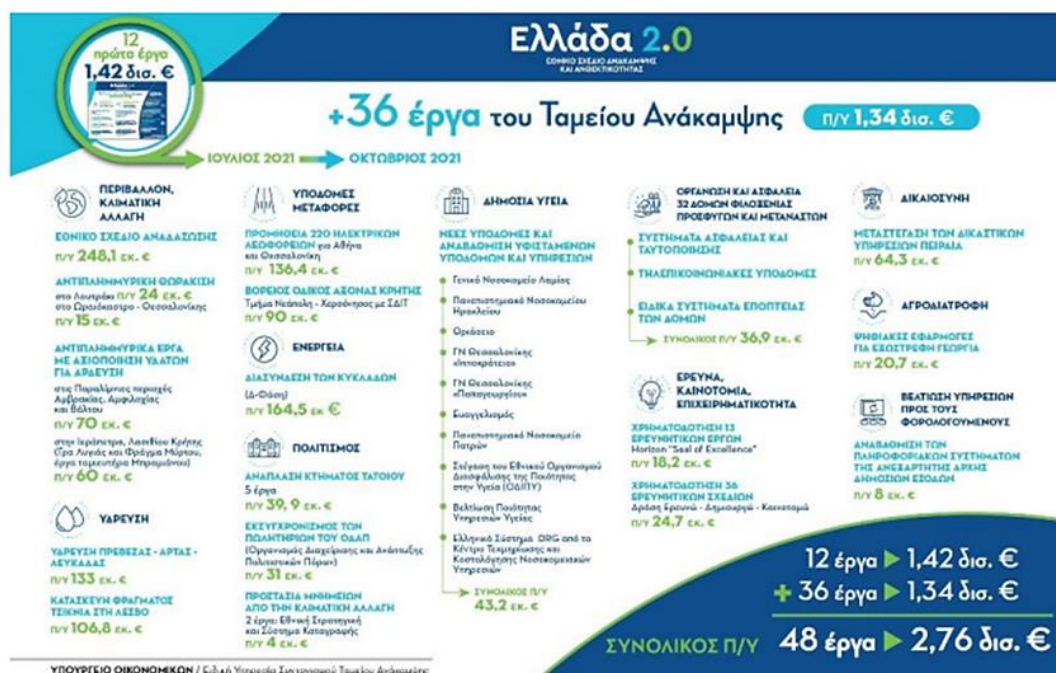
Το σκέλος της Πράσινης Μετάβασης προβλέπει:

- ▶ μετάβαση σε φιλικό προς το περιβάλλον μοντέλο παραγωγής ενέργειας (θα διατεθούν 20% των πόρων)
- ▶ χωροταξική μεταρρύθμιση και ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων (42% των πόρων)
- ▶ μετάβαση σε πράσινο και βιώσιμο σύστημα μεταφορών (9% των πόρων)
- ▶ αειφόρο χρήση των πόρων, ανθεκτικότητα στην κλιματική αλλαγή και διατήρηση της βιοποικιλότητας (29% των πόρων).

Εθνικό Σχέδιο Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας (Ελλάδα 2.0)

Το Εθνικό Σχέδιο Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας (Ελλάδα 2.0) θα διοχετεύσει 6 δισεκατομμύρια ευρώ (1/3 των συνολικών πόρων) με τη μορφή επιδοτήσεων για την Πράσινη Μετάβαση, με δράσεις:

- ▶ για την ηλεκτρική ενέργεια, που θα απορροφήσουν το 53% των σχετικών κονδυλίων
- ▶ για σχεδιασμό και υλοποίηση υποδομών και εξοπλισμού για το περιβάλλον και τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) για τα οποία θα διατεθούν τα υπόλοιπα 47%.



- ▶ Για την υλοποίηση των στόχων της ενεργειακής μετάβασης, οι απαιτούμενες ενέργειες θα γίνονται με γνώμονα:
 - ο την ενεργειακή δημοκρατία, με την οποία η ενεργός συμμετοχή του πολίτη διασφαλίζει την ύπαρξη κοινωνικής δικαιοσύνης και
 - ο την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας, δηλαδή της αδυναμίας ενός νοικοκυριού να θερμάνει με λογικό κόστος (σε σχέση με το εισόδημα του)

Οι ειδικότεροι στόχοι της Πράσινης Μετάβασης του σχεδίου Ελλάδα 2.0. είναι:

- ενεργειακή ασφάλεια της χώρας
- ενίσχυση του μεριδίου των ΑΠΕ στην κατανάλωση ενέργειας και ακόμα εγκατάσταση «έξυπνων» μετρητών, τη διασύνδεση των νησιών με το ηλεκτρικό δίκτυο της χώρας και αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην θάλασσα.

- νέες μέθοδοι αποθήκευσης μέχρι 1380 MW ηλεκτρικής ενέργειας, (αντλησιοταμίευση – μπαταρίες) έτσι να υπάρχει αδιάκοπη παροχή ρεύματος και να αξιοποιείται καλύτερα η παραγωγή από ανανεώσιμες πηγές ανεξάρτητα των συνθηκών προσφοράς και ζήτησης.
- προώθηση των ηλεκτροκίνητων μεταφορών και μετάβαση σε ένα πράσινο και βιώσιμο σύστημα μεταφορών και μείωση του αποτυπώματος διοξειδίου του άνθρακα στην ναυτιλία
- πλήρης απολιγνιτοποίηση μέχρι το 2028
- ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων με παροχή σημαντικών κινήτρων
- έργα υποδομής για βιώσιμη τουριστική ανάπτυξη, προστασία του φυσικού περιβάλλοντος και της βιοποικιλότητας και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών.

Η Ελλάδα, ακολουθεί την πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το κλίμα, την ενέργεια και το φυσικό περιβάλλον όχι μόνο λόγω του δεσμευτικού χαρακτήρα των οδηγιών της Ε.Ε, αλλά επειδή έχει γίνει αντιληπτή η ανάγκη ευαισθητοποίησης σχετικά με την κλιματική αλλαγή καθώς και η ανάγκη για καθολική συμμετοχή στη παγκόσμια προσπάθεια για την ανατροπή μίας κλιματικής κατάρρευσης.

Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (2019)

Οι νέοι στόχοι που έθεσε η Ευρωπαϊκή Ένωση το 2021 για μείωση εκπομπών αερίων κατά 55% (έναντι 40% που ήταν ο προηγούμενος στόχος) μέχρι το 2030 επέφεραν καταιγιστικές συνέπειες σχεδόν στο σύνολο της ευρωπαϊκής και εθνικής κλιματικής και ενεργειακής νομοθεσίας.

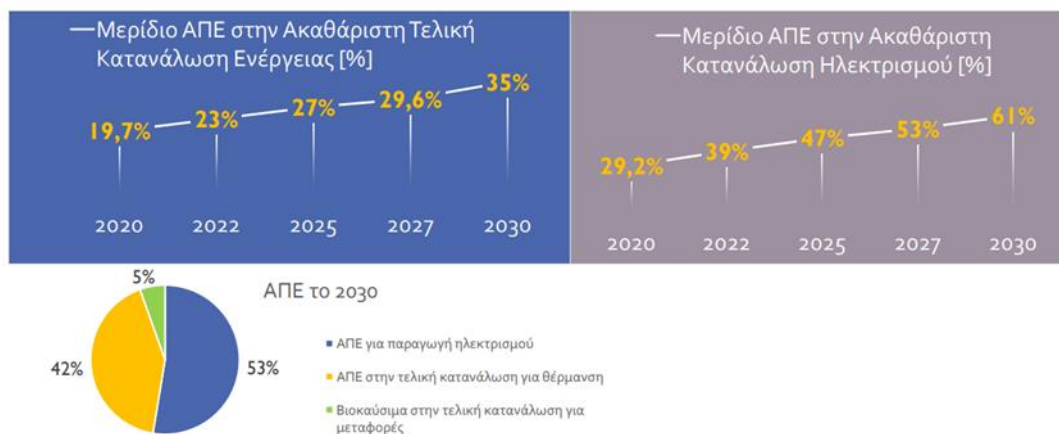
Το γεγονός αυτό κατέστησε αναγκαία την εφαρμογή τροποποιήσεων στο Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα που επικυρώθηκε με την απόφαση 4/23.12.2019 του Κυβερνητικού Συμβουλίου Οικονομικής Πολιτικής και δημοσιεύτηκε στο ΦΕΚ

4893/31.12.2019. Σύμφωνα με το επικαιροποιημένο Εθνικό Σχέδιο, η χώρα εναρμονιζόταν με τις αποφάσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης του 2018. Τα Εθνικά Σχέδια για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ) σχεδιάζονται σαν μια τέτοια ενδιάμεση στρατηγική προσέγγιση της ενεργειακής και κλιματικής πολιτικής των κρατών μελών της Ε.Ε-27 ως το 2030.



Το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα 2019

για να γίνει δυνατή η μετάβαση της χώρας σε μια οικονομία κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050, έθετε ως στόχο τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, σε 42% σε σχέση με τις εκπομπές του έτους 1990 και σε 55% σε σχέση με τις εκπομπές του έτους 2005. Για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας επιδιώκεται συμμετοχή 35% στο ενεργειακό μίγμα και ειδικότερα στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής 61%, με κατάργηση της χρήσης λιγνίτη μέχρι το 2028. Επίσης, στόχος αποτέλεσε η επιδίωξη η τελική κατανάλωση ενέργειας το 2030 να είναι χαμηλότερη την αντίστοιχη του 2017.



Η υλοποίηση των προτάσεων του ΕΣΕΚ 2019 απαιτούσε επενδύσεις 43,8 δισεκατομμυρίων ευρώ σε μια δεκαετία στην Ελλάδα. Αναλυτικά:

ΑΠΕ για ηλεκτροπαραγωγή	9 δισεκατομμύρια ευρώ
Υποδομές ηλεκτρικού συστήματος	5,5
Νέες θερμικές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής & κεντρικές μονάδες αποθήκευσης	1,3
Έργα ανάπτυξης δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας – Ψηφιοποίηση	3,5
Διασυνοριακοί αγωγοί φυσικού αερίου	2,2
Δίκτυα και αποθήκευση φυσικού αερίου	2
Έρευνα και Καινοτομία	0,8
Ενεργειακή Απόδοση	11
Επενδύσεις τομέα Διυλιστηρίων	1,5
Κλιματική αλλαγή – Διαχείριση πλημμυρών – Δάση	2
Κυκλική οικονομία – Ανακύκλωση	5

Από τα ποσά αυτά, 32,1 δισεκατομμύρια θα προέρχονταν από την αξιοποίηση του Ταμείου Ανάκαμψης της Ε.Ε για τις ανακαινίσεις κτιρίων, για έργα ηλεκτρικών διασυνδέσεων και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, για έργα επέκτασης της ηλεκτροκίνησης, καθώς και έργα σχετικά με την απολιγνιτοποίηση και τη δίκαιη μετάβαση. Από αυτά τα έργα αναμενόταν ότι το Α.Ε.Π. της Ελλάδας θα αυξηθεί κατά 2,6 δισεκατομμύρια ευρώ, τα δημόσια έσοδα κατά 1,2 δισεκατομμύρια ευρώ και θα δημιουργηθούν 35.000 νέες θέσεις απασχόλησης.

Το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα του 2019 εκτός από τις ανάγκες προσαρμογής στα νέα δεδομένα που έθεσε η Ε.Ε., πρέπει να είναι προσαρμοσμένο

και στα νέα δεδομένα που προκλήθηκαν από τις επιπτώσεις της πανδημίας covid-19 και την ενεργειακή, πολιτική και οικονομική κρίση που προκλήθηκε εξαιτίας του πολέμου.

Εθνικός Κλιματικός Νόμος (2022)

Και ενώ η Ελλάδα προχωρά στη σύνταξη νέου Εθνικού Σχεδίου για την Ενέργεια και το Κλίμα, το 2022 ψηφίστηκε ο νόμος 4936/2022 (ΦΕΚ 105/Α/27-5-2022) «Εθνικός Κλιματικός Νόμος - Μετάβαση στην κλιματική ουδετερότητα και προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, επείγουσες διατάξεις για την αντιμετώπιση της ενεργειακής κρίσης και την προστασία του περιβάλλοντος» εναρμονισμένος με τους νέους στόχους της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Με τον νόμο αυτό, για τα έτη 2030 και 2040 στόχος είναι η μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, κατά 55% και 80%, αντίστοιχα, σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990, με τελικό στόχο την κλιματική ουδετερότητα της Ε.Ε. μέχρι το 2050. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, θεσπίζονται μέτρα, πολιτικές και δείκτες παρακολούθησης της επίτευξης των σχετικών στόχων και προβλέπεται, η δημιουργία μηχανισμού κατάρτισης προϋπολογισμών άνθρακα για τους βασικούς τομείς της οικονομίας και του συστήματος διακυβέρνησης.

Μέτρα και Πολιτικές σε Διάφορους Τομείς

Οι ελληνικές επιχειρήσεις θα πρέπει να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 30% έως το 2030 και αυτό να πιστοποιείται από τρίτο ανεξάρτητο φορέα. Επίσης, θα πρέπει να δημοσιεύουν ετησίως μια απολογιστική έκθεση για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που εκπέμπουν. Στον τομέα της ενέργειας επιδιώκεται η πλήρης εξάλειψη της χρήσης λιγνίτη για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι το 2028 και η μείωση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από υγρά ορυκτά καύσιμα.

Στις μεταφορές και τη βιομηχανία στόχος είναι να υπάρξει σταδιακά, υποκατάσταση του φυσικού αερίου από ανανεώσιμα αέρια, όπως βιομεθάνιο και πράσινο υδρογόνο. Ειδικότερα για τις μητροπολιτικές περιφέρειες Αθήνας και Θεσσαλονίκης από το 2026 υποχρεωτικά όλα τα νέα ταξί και το ένα τρίτο των νέων ενοικιαζόμενων

οχημάτων θα είναι οχήματα μηδενικών εκπομπών. Από την 1η Ιανουαρίου 2030 όλα τα νέα επιβατικά και ελαφρά επαγγελματικά οχήματα θα είναι μηδενικών εκπομπών.

Προβλέπεται ακόμα η μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος των κτιρίων. Από 1/1 του 2023, στα νέα σπίτια πρέπει να τοποθετούνται φωτοβολταϊκά ή θερμικά ηλιακά συστήματα προκειμένου να καλύπτεται το 30% της κατανάλωσης ενέργειας. Επίσης, από 1/1 του 2025 απαγορεύεται η πώληση και εγκατάσταση καυστήρων πετρελαίου θέρμανσης, ενώ από 1/1/2030, επιτρέπεται αποκλειστικά η πώληση πετρελαίου θέρμανσης, αναμεμειγμένου κατά 30% με ανανεώσιμα υγρά καύσιμα.

Για τη βελτίωση της ποιότητας της ατμόσφαιρας προβλέπεται μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τη διαχείριση των αποβλήτων και η αξιοποίηση των φυσικών οικοσυστημάτων για αύξηση των απορροφήσεων αερίων του θερμοκηπίου. Για τα ελληνικά νησιά προωθείται η ηλεκτροκίνηση και ο εξηλεκτρισμός των θαλασσίων μεταφορών, ώστε να επιτευχθεί το 2030 μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 80% σε σχέση με το 2019.

Τόσο η εφαρμογή όσο και η αποτελεσματικότητα του νόμου δυσχεραίνεται λόγω της ενεργειακής και οικονομικής κρίση σε παγκόσμιο επίπεδο γεγονός που έχει προκαλέσει έντονες πληθωριστικές τάσεις και μεγάλη αύξηση τιμών. Η μετάβαση σε μια οικονομία με μειωμένες κατά 30% (σε σχέση με το 2019) τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου έως το 2030, θα επιβαρύνει σημαντικούς τομείς για την οικονομία της χώρας αλλά με μεγάλο περιβαλλοντικό αποτύπωμα, όπως για παράδειγμα η ναυτιλία, ο τουρισμός, η βιομηχανία, η γεωργία, η ενέργεια και τα τρόφιμα, που χρειάζονται σημαντικές επενδύσεις για την υλοποίηση αυτού του μετασχηματισμού.

3.2 Θεσμικό και Νομικό πλαίσιο στον Τομέα της Ενέργειας

3.2.1 Ενεργειακή Πολιτική της Ελλάδας

Η περιβαλλοντική νομοθεσία στην Ελλάδα ακολουθεί τις διεθνείς και ευρωπαϊκές συντεταγμένες αρκετά στενά αν και στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η Ελλάδα θεωρείται ουραγός στην εκπλήρωση των περιβαλλοντικών της δεσμεύσεων.

Το Σύνταγμα της Ελλάδας του 1975 ήταν, για την εποχή του, πρωτοπόρο στα περιβαλλοντικά ζητήματα καθώς το άρθρο 24 κατοχυρώνει την προστασία του

περιβάλλοντος ως υποχρέωση του Κράτους και ως δικαίωμα του καθενός. Επίσης θεσπίζει την αρχή της αειφορίας ως νομικό κανόνα από τον οποίο απορρέουν υποχρεώσεις, δεσμεύσεις και περιορισμοί για το νομοθέτη, τις δημόσιες πολιτικές και τις ιδιωτικές δραστηριότητες.

Δ.Ε.Η.

Σημαντικό ορόσημο για την ενεργειακή πολιτική της Ελλάδας ήταν το 1950 που ιδρύθηκε η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (Δ.Ε.Η.) με το ΦΕΚ Α 169/1950 οπότε εθνικοποιήθηκε παραγωγή και διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας με την οποία μέχρι τότε ασχολούνταν 385 ιδιωτικές, τοπικές και δημόσιες επιχειρήσεις. Στην Δ.Ε.Η. δόθηκε το αποκλειστικό προνόμιο της κατασκευής, λειτουργίας και εκμετάλλευσης υδροηλεκτρικών και θερμικών εργοστασίων, της χρήσης (κατά προτίμηση) εθνικών καυσίμων και την υποχρέωση κατασκευής εθνικού δικτύου μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι η Δ.Ε.Η. έγινε για την Ελλάδα, μονοπώλιο διάθεσης και πώλησης του παραγόμενου ηλεκτρικού ρεύματος.

Νομικό Πλαίσιο για τις ΑΠΕ

Ο νόμος 1475/1984 «Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού» ήταν ο πρώτος νόμος στην Ελλάδα που ρύθμιζε ζητήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ειδικότερα της γεωθερμίας, και ακολούθησε ο Ν. 1559/1985 «Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις», ο οποίος τροποποιήθηκε με τον Ν. 1914/1990, που για πρώτη φορά έδινε τη δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από φυσικά ή νομικά πρόσωπα με οποιοδήποτε καύσιμο που όμως έπρεπε να διατίθεται αποκλειστικά στη ΔΕΗ.

Από το 1987 με το ΠΔ 375/1987 ιδρύθηκε το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας στην Ελλάδα μέσω των ΑΠΕ. Διάφορα ζητήματα ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ και συμβατικά καύσιμα αντιμετωπίστηκαν με το Ν. 2244/1994. που υποχρέωνε τη Δ.Ε.Η. να αγοράζει από τους ιδιώτες ηλεκτρική ενέργεια σε εγγυημένες τιμές, καθώς και να παρέχει δωρεάν τα δίκτυά της στους ιδιώτες.

Το Ελληνικό Κοινοβούλιο επικύρωνε με νόμους (συχνά με πολύχρονη καθυστέρηση), οδηγίες της Ευρωπαϊκής Κοινότητας. Έτσι η Κοινοτική Οδηγία 96/92, επικυρώθηκε 7 χρόνια αργότερα με το Ν. 2773/1999 «Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας – Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις» (ΦΕΚ Α' 286) που ίδρυε την ανώνυμη εταιρεία ΔΕΣΜΗΕ για τη λειτουργία, εκμετάλλευση και διασφάλιση του Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας και την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) για να έχει τον κεντρικό ρόλο στην ομαλή λειτουργία του συστήματος.

Σύμφωνα με τον νόμο, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ είναι η ηλεκτρική ενέργεια που πηγάζει από την εκμετάλλευση:

- Της Αιολικής ή Ηλιακής Ενέργειας, της βιομάζας ή του βιοαερίου.
- Της Γεωθερμικής Ενέργειας, με την προϋπόθεση ότι το δικαίωμα εκμετάλλευσης του Γεωθερμικού Δυναμικού έχει παραχωρηθεί στον ενδιαφερόμενο σύμφωνα πάντα με τις ισχύουσες διατάξεις.
- Της Ενέργειας από την Θάλασσα.
- Του Υδάτινου Δυναμικού με Μικρούς Υδροηλεκτρικούς Σταθμούς μέχρι 15MW.
- Τον συνδυασμό των παραπάνω.
- Τη Συμπαράγωγή των 1 και 2 με τη χρήση των Πηγών Ενέργειας, καθώς και συνδυασμό τους.

Ο νόμος τροποποιήθηκε με το Ν. 2837/2000 «Ρύθμιση θεμάτων Ανταγωνισμού, Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, Τουρισμού και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α' 178), το Ν. 2941/2001 «Απλοποίηση των διαδικασιών ίδρυσης εταιρειών, αδειοδότησης Ανανεώσιμων πηγών Ενέργειας, ρύθμιση θεμάτων της Α.Ε. Ελληνικά Ναυπηγεία και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α' 201) και τον Ν. 3175/2003 «Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού, τηλεθέρμανση και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α' 286/29.8.2003). Η αποτελεσματικότητα αυτών των νόμων μπορεί να αξιολογηθεί από το γεγονός ότι σε Έκθεση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής το 2004, η Ελλάδα είχε χαρακτηριστεί αρνητικά στην υποδοχή και την προώθηση των ΑΠΕ.

Ο Ν. 3423/2005 «Εισαγωγή στην Ελληνική αγορά βιοκαυσίμων και λοιπών ανανεώσιμων καυσίμων» και η τροποποίηση του από τον Ν. 2008/3653 ήταν εφαρμογή της σχετικής οδηγίας 2003/30/ΕΚ που βρήκε περιορισμένη εφαρμογή στην χώρα. Με το Ν. 3468/2006 «Συμπαράγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας & Θερμότητας (ΣΗΘ)» μεταφέρθηκε η Οδηγία 2001/77/ΕΚ σχετικά με την ταυτόχρονη παραγωγή Θερμικής και Ηλεκτρικής ή και Μηχανικής Ενέργειας στο πλαίσιο μιας μόνο διαδικασίας και έθετε ενδεικτικό στόχο την συμμετοχή των ΑΠΕ στη συνολική κατανάλωση ηλεκτρισμού της χώρας κατά 20,1% έως το 2010 και ποσοστό 29% έως το 2020.

Ουσιαστικές μεταβολές έφερε ο Ν. 3851/2010 «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής» και το Ν. 4062/2012 με την ενσωμάτωση της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ και 2009/30/ΕΚ και τέθηκαν εθνικοί στόχοι μέχρι το έτος 2020 για συμμετοχή 20% ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση (αντί 18% που προβλέπει η Οδηγία) και συμμετοχή 40% της ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Ακόμα συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ κατά 20% στην κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη και κατά 10% στις μεταφορές.

Μια σημαντική εξέλιξη ήταν η πλήρης απελευθέρωση των δραστηριοτήτων παραγωγής και κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας που έφερε ο Ν. 4001/2011. Οι δραστηριότητες της μεταφοράς και της διανομής συνιστούν φυσικά μονοπώλια και ασκούνται από ανεξάρτητους δημόσιους διαχειριστές, τον ΑΔΜΗΕ και το ΔΕΔΔΗΕ αντίστοιχα, που λειτουργούν ως ανώνυμες εταιρείες. Η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) ενεργεί ως ανεξάρτητη αρχή υπεύθυνη για την εισαγωγή ρυθμίσεων για την ομαλή λειτουργία της αγοράς. Σχετικά με τις αρμοδιότητες της ΡΑΕ τέθηκαν θέματα συνταγματικότητας που κρίνονταν όλη την επόμενη δεκαετία από το Συμβούλιο της Επικρατείας.



Σημαντικές ήταν οι διατάξεις του Ν. 4122 ΦΕΚ42/19.2.2013 «Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/Ε.Ε του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις», ενώ ειδικότερες ρυθμίσεις έφεραν οι Ν. 4203/2013 «Ρυθμίσεις θεμάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας» και Ν. 4336/2015 «Συνταξιοδοτικές διατάξεις – Κύρωση σχεδίου Σύμβασης Οικονομικής Ενίσχυσης από τον Ευρωπαϊκό

Μηχανισμό Σταθερότητας και ρυθμίσεις για την υλοποίηση της Συμφωνίας Χρηματοδότησης».

Με το Ν. 4414/2016 «Συμβάσεων Λειτουργικής Ενίσχυσης σταθμών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και θέματα Αδειών Παραγωγής σταθμών Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α.» θεσπίστηκε νέο καθεστώς στήριξης αυτών των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας συμβατό με τη χρηματοδότηση νέων καινοτόμων τεχνολογιών βιώσιμης ανάπτυξης της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Ο Ν. 4643/2019 για το «Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα» επέφερε στην Ελληνική νομοθεσία τροποποιήσεις αναγκαίες για να μπορέσει η χώρα να προσαρμοστεί με τις δεσμευτικές αποφάσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης του 2018, που αφορούσαν μέτρα για την αντιμετώπιση της υπερθέρμανσης του πλανήτη και την κλιματική αλλαγή. Ακολούθησαν νομοθετήματα σχετικά με την χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως οι υπουργικές αποφάσεις 1925/690/2020 για τους μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς και 30971/1190/2020 για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α. Στο ίδιο πλαίσιο κινήθηκαν και οι νόμοι 4872/2021 «Δίκαιη Αναπτυξιακή Μετάβαση, ρύθμιση ειδικότερων ζητημάτων απολιγνιτοποίησης» και 4843/2021 «Ενσωμάτωση της Οδηγίας (Ε.Ε) 2018/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για την ενεργειακή απόδοση».

3.2.2 Κλιματικά Ουδέτερη Ευρώπη έως το 2050



Το 2021 μετά την απόφαση της Ευρωπαϊκής Ένωσης για νέα μέτρα με στόχο η Ευρώπη να είναι κλιματικά ουδέτερη το 2050, ψηφίστηκε από το Ελληνικό Κοινοβούλιο ο νόμος 4936/2022, ώστε να ευθυγραμμιστεί η χώρα με τους νέους στόχους.

Αδειοδότηση Έργων ΑΠΕ

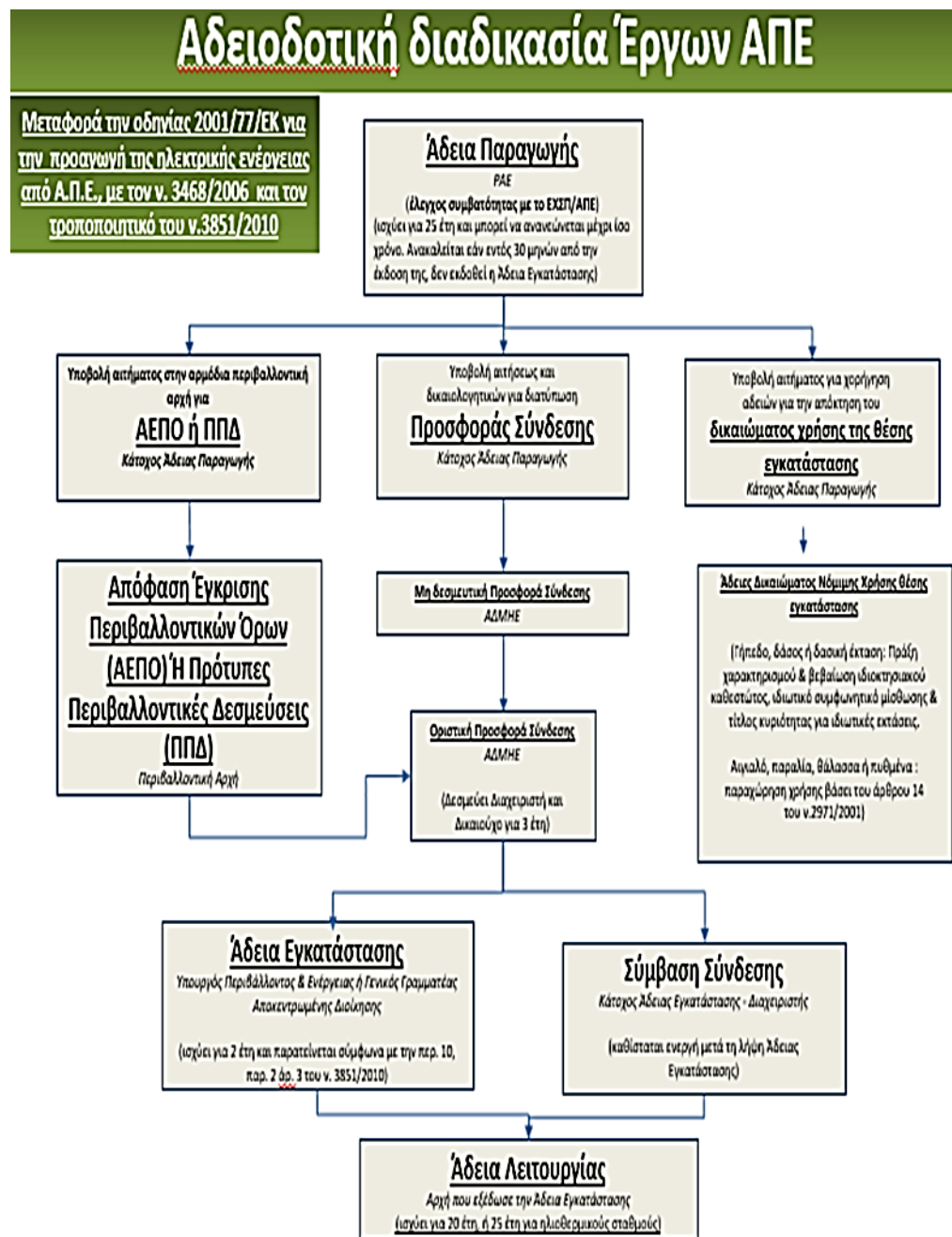
Το θεσμικό πλαίσιο στην Ελλάδα για την περιβαλλοντική αδειοδότηση των έργων ΑΠΕ διαμορφώθηκε από την εφαρμογή των σχετικών αποφάσεων και οδηγιών της Ευρωπαϊκής Ένωσης με μια σειρά από σχετικά νομοθετήματα. Η άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας προβλέφθηκε αρχικά στο Ν. 2773/1999 περί «Απελευθέρωσης ενέργειας – Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής» σύμφωνα την Οδηγία 1996/92/EK και καθιερώθηκε η υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και για τις ΑΠΕ.

Στο Ν. 3468/2006 διευκρινίστηκε ότι σαν ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από ΑΠΕ ορίζεται η ενέργεια που παράγεται από εγκαταστάσεις παραγωγής ή συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση μίας ή περισσότερων μορφών ΑΠΕ.

Ο Ν. 3851/2010 έφερε μεταβολές όπως την απαλλαγή από την υποχρέωση διενέργειας Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης και Αξιολόγησης (ΠΠΕΑ) και την απαλλαγή για ορισμένους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ με την υποχρέωση έκδοσης απόφασης έγκρισης περιβαλλοντικών όρων.

Ειδικότερα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ορίστηκε η ΡΑΕ αρμόδια για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, ενώ υπήρξαν μεταγενέστερες αποφάσεις του ΣτΕ, σύμφωνα με τις οποίες για την έκδοση άδειας παραγωγής δεν απαιτείται ο προσδιορισμός της ακριβούς θέσης της εγκατάστασης

αλλά μόνο η περιοχή άσκησης της δραστηριότητας. Η ακριβής θέση της μονάδας γνωστοποιείται με την άδεια εγκατάστασης.



Μεταξύ των κριτηρίων που λαμβάνει υπόψιν η ΡΑΕ για την έκδοση της άδειας, είναι:

- η διασφάλιση της χρηματοδότησης της εγκατάστασης παραγωγής
- η συμμόρφωση με το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις ΑΠΕ

Η ΡΑΕ πρέπει να αποφασίζει για τη χορήγηση της άδειας παραγωγής μέσα σε δύο μήνες από την υποβολή της αίτησης. Η διαδικασία των αδειοδοτήσεων απλοποιήθηκε περισσότερο με τον Ν. 4014/2011 «Περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων, ρύθμιση αυθαιρέτων σε συνάρτηση με δημιουργία περιβαλλοντικού ισοζυγίου».

Μετά την έκδοση άδειας παραγωγής για να εκδοθεί η άδεια εγκατάστασης, ο ενδιαφερόμενος ζητά ταυτόχρονα την έκδοση:

- Προσφοράς Σύνδεσης από τον αρμόδιο Διαχειριστή,
- Απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ), για την οποία υποβάλλεται πλήρης φάκελος και Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ). Οι αρχές πρέπει να αποφανθούν εντός τεσσάρων μηνών. Από την υποχρέωση έκδοσης απόφασης ΕΠΟ εξαιρούνται φωτοβολταϊκοί σταθμοί και ανεμογεννήτριες που εγκαθίστανται σε κτίρια ή οργανωμένες εγκαταστάσεις βιομηχανικών δραστηριοτήτων. Η Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων είναι υποχρεωτική για όλα τα έργα (ιδιωτικά ή δημόσια) που ενδέχεται να έχουν σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις ή ακόμα και αν δεν προκαλούν σοβαρούς κινδύνους ή οχλήσεις αλλά πρέπει να τηρούν γενικές προδιαγραφές
- Την έκδοση των αναγκαίων αδειών για την απόκτηση του δικαιώματος χρήσης της θέσης εγκατάστασης του έργου

Μετά την έκδοση και υποβολή της απόφασης ΕΠΟ και τη χορήγηση άδειας εγκατάστασης και άδειας λειτουργίας, ο δικαιούχος ενεργεί για τη σύναψη της Σύμβασης Σύνδεσης και της Σύμβασης Πώλησης με την ΡΑΕ και τον ΑΔΜΗΕ αντίστοιχα. Είναι ακόμα δυνατή η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σταθμών, σταθμών μικρών ανεμογεννητριών, σταθμών βιομάζας, μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών και σταθμών ΣΗΘΥΑ από αυτοπαραγωγούς για την κάλυψη ιδίων αναγκών τους.

Αν και δεν επιτρέπεται η εγκατάσταση έργων ΑΠΕ σε περιοχές όπου η προστασία της φύσης θεωρείται απόλυτη, εγκαταστάσεις ανανεώσιμης ηλεκτροπαραγωγής μικρού μεγέθους, μηδενικής όχλησης δύναται να ενταχθούν εντός οικιστικού ιστού. Για να διευκολυνθεί η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και ανεμογεννητριών δεν απαιτείται η

έκδοση οικοδομικής άδειας, αλλά έγκριση εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας από την αρμόδια Διεύθυνση Πολεοδομίας.

Στην παρακάτω εικόνα κατατάσσονται τα έργα ΑΠΕ ανάλογα με τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον, όπως περιγράφονται στο Ν. 4014/2011.

Κατάταξη σε 2 κατηγορίες ανάλογα με τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον (άρθρο 1 ν. 4014/2011)	
<u>Κατηγορία Α</u> • Πρόκληση σημαντικών επιπτώσεων • Απαιτείται η διεξαγωγή Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων ☐ <u>Κατηγορία Α1</u> • πρόκληση πολύ σημαντικών επιπτώσεων • αρμόδια υπηρεσία για αξιολόγηση: Διεύθυνση Περιβαλλοντικών Αδειοδοτήσεων (ΔΙΠΑ) • ΑΕΠΟ απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος και Ενέργειας ☐ <u>Κατηγορία Α2</u> • πρόκληση σημαντικών επιπτώσεων • αρμόδιες οι υπηρεσίες περιβάλλοντος των οικείων Αποκεντρωμένων Διοικήσεων • ΑΕΠΟ απόφαση Γενικού Γραμματέα	<u>Κατηγορία Β</u> • Πρόκληση τοπικών και μη σημαντικών επιπτώσεων • Άνευ διαδικασίας εκπόνησης ΜΠΕ • Υπόκεινται σε Πρότυπες Περιβαλλοντικές Δεσμεύσεις (ΠΠΔ) - Αναπόσπαστο τμήμα των απαιτούμενων κατά περίπτωση αδειών που προβλέπονται για την κατασκευή, εγκατάσταση ή λειτουργία

Επικαιροποίηση/ Απλοποίηση Αδειοδότησης Έργων ΑΠΕ

Το 2016 θεσμοθετήθηκε το νέο πλαίσιο για τη στήριξη των ΑΠΕ με τον Ν. 4414/2016 με σκοπό την εναρμόνιση με τις «Κατευθυντήριες Γραμμές για τις κρατικές ενισχύσεις στους τομείς του περιβάλλοντος και της ενέργειας (2014-2020)» και τη σταδιακή ενσωμάτωση και συμμετοχή των Α.Π.Ε και Σ.Η.Θ.Υ.Α. στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας με στόχο τη μείωση του κόστους ενέργειας για τους καταναλωτές.

Ο Ν. 4685/2020 αφορά την ενσωμάτωση στην ελληνική νομοθεσία των Οδηγιών 2018/844 και 2019/692 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για την απλοποίηση της περιβαλλοντικής αδειοδότησης (με τροποποιήσεις του Ν. 4014/2011), τη διαδικασία αδειοδότησης ΑΠΕ, τη διαχείριση προστατευόμενων περιοχών, τις ζώνες εντός προστατευόμενων περιοχών, ρυθμίσεις για δασικούς χάρτες και οικιστικές πυκνώσεις καθώς και για την τροποποίηση του Ν. 4122/2013 για την ενεργειακή απόδοση. Με το Ν. 4685/2020 αντικαθίσταται η Άδεια Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ του (Ν. 3468/2006 (ΦΕΚ Α' 129) με την Βεβαίωση Παραγωγού που

χορηγείται μέσω αυτοματοποιημένης διαδικασίας, από το Ηλεκτρονικό Μητρώο Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ (ΗΜΠΗΕ ΑΠΕ-ΣΗΘΥΑ).

Η αξιολόγηση παραμένει για τις κατηγορίες έργων, τα οποία χαρακτηρίζονται ως «Ειδικά Έργα» και στα οποία πλέον χορηγείται Βεβαίωση Ειδικών Έργων λόγω της πολυπλοκότητας της χρησιμοποιούμενης σε αυτά τεχνολογίας και των ειδικών συνθηκών ένταξής τους στο Σύστημα. Το 2022 έχει ανακοινωθεί ότι θα υπάρξει νόμος, για την περαιτέρω απλοποίηση της αδειοδότησης έργων ΑΠΕ.

Συγκεκριμένα, για το πλαίσιο αδειοδότησης σταθμών αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας και ανάπτυξης υπεράκτιων αιολικών πάρκων, τα οποία θα διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο στην επίτευξη του στόχου για αύξηση του μεριδίου των ΑΠΕ σε ποσοστό 70% στην τελική κατανάλωση ενέργειας έως το 2030. Ο χρόνος υλοποίησης της αδειοδότησης μειώνεται σε 14 μήνες, αφού τα στάδια περιορίζονται από 7 σε 5 και τα δικαιολογητικά που θα πρέπει να υποβάλουν οι επενδυτές μειώνονται από 91 σε 54. Επίσης το νομοσχέδιο προβλέπει την καθιέρωση τριών κατηγοριών αδειών για έργα αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας:

- Έργα αμιγούς αποθήκευσης (μεμονωμένοι σταθμοί αποθήκευσης).
- Έργα ΑΠΕ συνδυασμένα με μονάδες αποθήκευσης.
- Καταναλωτές με ενσωματωμένη μονάδα αποθήκευσης.

Τέλος προβλέπει τη δημιουργία ρυθμιστικού πλαισίου για την ανάπτυξη υπεράκτιων αιολικών πάρκων, ισχύος 2 GW έως το 2030.

Δανειοδότηση Προϊόντων ΑΠΕ

Με την δανειοδότηση προϊόντων ΑΠΕ για ιδιώτες και επιχειρήσεις προωθείται ένας τομέας ανάπτυξης της οικονομίας που βασίζεται στην αναβάθμιση του περιβάλλοντος, στην καινοτομία και στην δημιουργία προστιθέμενης αξίας για την κοινωνία. Με την δανειοδότηση υποστηρίζονται οι προσπάθειες των μικρομεσαίων επιχειρήσεων στην ανάπτυξη μίας φιλικής προς το περιβάλλον και κοινωνικά υπεύθυνης επιχείρησης. Οι προσπάθειες των επιχειρήσεων αξιολογούνται με βάση τρεις ομάδες κριτηρίων βάσει των μετρήσεων ESG (Environmental, Social and

Corporate Governance) και αφορούν τους τομείς του Περιβάλλοντος, της Κοινωνίας και της Εταιρικής Διακυβέρνησης:

- ▶ Τα περιβαλλοντικά κριτήρια, εξετάζουν τον τρόπο με τον οποίο μια επιχείρηση ενεργεί ως διαχειριστής του φυσικού περιβάλλοντος. Αξιολογούνται ο σεβασμός στο περιβάλλον, η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, η μόλυνση αέρα/νερού, η ενεργειακή αποδοτικότητα κ.λπ.
- ▶ Τα κοινωνικά κριτήρια, εξετάζουν τις σχέσεις της επιχείρησης με τους εργαζόμενους, τους προμηθευτές, τους πελάτες και τις κοινότητες στις οποίες δραστηριοποιείται. Εξετάζονται ζητήματα όπως εργασιακά και ανθρώπινα δικαιώματα, δικαιώματα των ζώων, προστασία των καταναλωτών, υγεία και ασφάλιση εργαζομένων, ισότητα των φύλων κ.λπ.
- ▶ Η εταιρική διακυβέρνηση, ασχολείται με την ηγεσία της επιχείρησης, την επιχειρηματική ηθική, τις αμοιβές των εργαζομένων, τις εργασιακές σχέσεις, τους εσωτερικούς ελέγχους, τη διαφάνεια, τη διαφθορά και τα δικαιώματα των μετόχων.

Όλα τα νομικά πρόσωπα, οι ατομικές επιχειρήσεις και οι ελεύθεροι επαγγελματίες έχουν δικαίωμα να υποβάλλουν αίτηση για Δανειοδότηση, ανεξαρτήτως του κλάδου στον οποίο δραστηριοποιούνται για να επωφεληθούν από τα κίνητρα των νόμων 3468/2006, 3734/2009, 3851/2010, 3889/2010, 4001/2011, 4062/2012 και 4414/2016 και να υλοποιήσουν επενδύσεις στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Δανειοδοτούμενα Έργα «Πράσινης Ενέργειας»

Τα δανειοδοτούμενα έργα «πράσινης ενέργειας», ταξινομούνται σε:

- ▶ Έργα Ενεργειακής Απόδοσης που μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας, ενώ παράλληλα διατηρούν ή βελτιώνουν την παραγωγή της, όπως:
 - Εξοπλισμός και μηχανήματα υψηλής απόδοσης (CNC μηχανήματα), όπως τόρνοι, ταινιόδρομοι, πρέσες, θάλαμοι βαφής, στεγνωτήρια, καμίνια και φούρνοι.

- Συστήματα θέρμανσης, εξαερισμού, ψύξης και φωτισμού, όπως υψηλής απόδοσης λέβητες και θερμάστρες, συστήματα κλιματισμού, ψυγεία και καταψύκτες και κεντρικά συστήματα εξαερισμού. Επίσης, φώτα LED και υψηλής απόδοσης λάμπες φθορίου, συστήματα ελέγχου φωτισμού, λέβητες βιομάζας.
 - Βελτιώσεις στη μόνωση και τα παράθυρα των κτιρίων.
 - Μεταφορικά οχήματα ή αγροτικός εξοπλισμός, όπως οδικοί ελκυστήρες, ελκυστήρες, θεριστικές και αλωνιστικές μηχανές, συστήματα άρδευσης και ψεκαστήρες.
 - Υβριδικά και ηλεκτρικά οχήματα για επαγγελματική χρήση.
- Έργα από Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Πρόκειται για την παραγωγή και την κατανάλωση ενεργειακών πόρων που είναι ανεξάντλητοι ή μπορούν να αποκατασταθούν γρήγορα και ξανά από την φύση. Είναι οι:
- Ηλιακοί συλλέκτες για θέρμανση νερού για οικιακή χρήση.
 - Αντλίες θερμότητας και γεωθερμικές λύσεις για θέρμανση και ψύξη.
 - Τα συστήματα παραγωγής ενέργειας που χρησιμοποιούν βιομάζα και βιοαέριο.
 - Υδραυλικές τουρμπίνες
 - Τα φωτοβολταϊκά πάνελ
 - Ανεμογεννήτριες
- Μέτρα ευεργετικής επίδρασης στο περιβάλλον είναι:
- Η ανακύκλωση και διαχείριση αποβλήτων. Οι επιχειρήσεις αυτού του τομέα μπορούν να υποβάλλουν αίτηση δανειοδότησης για τη χρηματοδότηση των αναγκών τους σε κεφάλαιο κίνησης.
 - Η βιολογική παραγωγή. Τα μέτρα μπορούν να περιλαμβάνουν δανειοδότηση του κόστους πιστοποίησης.

- Οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας υπολειμμάτων, όπως φίλτρα, εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού, εγκαταστάσεις αποθήκευσης κοπριάς.
- Τα μέτρα διατήρησης παράκτιων περιοχών και εδαφών, αναδάσωση και δενδροφύτευση κατεστραμμένων περιοχών.
- Η εφαρμογή συστημάτων διαχείρισης κτιρίων και συστημάτων διαχείρισης της κατανάλωσης ενέργειας στην παραγωγική διαδικασία.

Σύνοψη

Στη παρούσα ενότητα έγινε εκτενής αναφορά στο θεσμικό πλαίσιο και στις πολιτικές της Ε.Ε. σχετικά με έργα βιώσιμης ενέργειας. Η Ευρωπαϊκή Ένωση από το 1992, ασχολήθηκε με θέματα περιβαλλοντικής προστασίας και από τότε βρίσκεται στην παγκόσμια πρωτοπορία με εφαρμογή πολιτικών για την αντιμετώπιση της υπερθέρμανσης του πλανήτη και της κλιματικής αλλαγής. Οι στόχοι των πολιτικών της, αναπροσαρμόστηκαν αρκετές φορές ώστε να συμβαδίζουν με τους παγκόσμιους στόχους για περιορισμό της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη.

Οι πολιτικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης μετατράπηκαν σε «οδηγίες» προς τα κράτη-μέλη της ώστε να επιλέξουν τις δικές τους πολιτικές για επιτύχουν αυτούς τους στόχους. Από την εφαρμογή αυτών των «οδηγιών» προέρχεται ένα μεγάλο μέρος της ελληνικής σχετικής νομοθεσίας που μαζί με τα αναπροσαρμοζόμενα Εθνικά Σχέδια για την Ενέργεια και το Κλίμα καθορίζουν το θεσμικό πλαίσιο της χώρας για την διαχείριση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που περιλαμβάνει ένα ειδικό καθεστώς αδειοδοτήσεων και ένα σύστημα κινήτρων με δανειοδότηση.

Ερωτήσεις Αυτοαξιολόγησης

1. Ο τρόπος με τον οποίο η Ευρωπαϊκή Ένωση προωθεί την χρήση ΑΠΕ, είναι με την υιοθέτηση πολιτικών, καθώς και με Οδηγίες τις οποίες ακολουθούν τα κράτη μέλη, για τα οποία δίνονται ενδεικτικοί στόχοι.

A) Σωστό

B) Λάθος

- 2. Μέχρι το η Ελλάδα, όπως και οι υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες, θα πρέπει να μηδενίσει την εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου.**
- A) 2030
 - B) 2040
 - Γ) 2050
 - Δ) 2060
- 3. Η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης 'Fit for 55' προτείνει μέτρα για την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 55% μέχρι το 2050.**
- A) Σωστό
 - B) Λάθος
- 4. Η πρώτη αναφορά σε θέματα προστασίας περιβάλλοντος στην Ελλάδα, έγινε στο Σύνταγμα του ..., γεγονός πρωτοποριακό για την εποχή του.**
- A) 1832
 - B) 1844
 - Γ) 1927
 - Δ) 1975
- 5. Από το 1997, η Ευρωπαϊκή Ένωση, με την Συνθήκη του Άμστερνταμ καθιέρωσε για την βιώσιμη ανάπτυξη, την στρατηγική προσέγγιση «των τριών πυλώνων» που είναι:**
- A) οικονομική αποτελεσματικότητα, περιβαλλοντική προστασία, αστικός χωροταξικός σχεδιασμός
 - B) οικονομική αποτελεσματικότητα, περιβαλλοντική προστασία, κοινωνική δικαιοσύνη
 - Γ) οικονομική αποτελεσματικότητα, περιβαλλοντική προστασία, εταιρική κοινωνική ευθύνη
 - Δ) οικονομική αποτελεσματικότητα, περιβαλλοντική προστασία, ορθολογική κατανάλωση ενέργειας

6. Η Ελλάδα σύμφωνα με το νέο Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα του 2022 έχει θέσει στόχους:

- A) Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου 55% έως το 2030, 80% έως το 2040 και κλιματική ουδετερότητα το 2045
- B) Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου 55% έως το 2030, 80% έως το 2040 και κλιματική ουδετερότητα το 2050
- Γ) Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου 42% έως το 2030, 55% έως το 2040 και κλιματική ουδετερότητα το 2050
- Δ) Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου 42% έως το 2030, 80% έως το 2040 και κλιματική ουδετερότητα το 2045

7. Για τους καυστήρες πετρελαίου θέρμανσης, από το αναθεωρημένο Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα προβλέπεται η ολοκληρωτική απαγόρευση χρήσης τους το:

- A) 2025
- B) 2027
- Γ) 2032
- Δ) 2035

8. Είναι υποχρεωτική η σύνταξη Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για:

- A) όλα τα ιδιωτικά ή δημόσια έργα που ενδέχεται να έχουν σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις ή ακόμα και αν δεν προκαλούν σοβαρούς κινδύνους ή οχλήσεις αλλά πρέπει να τηρούν γενικές προδιαγραφές
- B) όλα τα δημόσια έργα που ενδέχεται να έχουν σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις ή ακόμα και αν δεν προκαλούν σοβαρούς κινδύνους ή οχλήσεις αλλά πρέπει να τηρούν γενικές προδιαγραφές
- Γ) όλα τα ιδιωτικά έργα που ενδέχεται να έχουν σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις ή ακόμα και αν δεν προκαλούν σοβαρούς κινδύνους ή οχλήσεις αλλά πρέπει να τηρούν γενικές προδιαγραφές

9. Η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) ΔΕΝ έχει αρμοδιότητα για:

- A) την χορήγηση αδειών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας
- B) την υλοποίηση των Ελληνικών και Ευρωπαϊκών στρατηγικών ενέργειας
- Γ) την προστασία των καταναλωτών
- Δ) τη ρύθμιση των αγορών ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου

10. Υπάρχουν δανειοδοτήσεις σαν Έργα Ενεργειακής Απόδοσης που μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας, για εξοπλισμό και μηχανήματα υψηλής απόδοσης.

- A) Σωστό
- B) Λάθος

Απαντήσεις Ερωτήσεων Αυτοαξιολόγησης

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	Γ	B	Δ	B	Δ	Γ	A	B	A

Ενότητα 4: Ασφάλεια και Υγιεινή στις Εγκαταστάσεις ΑΠΕ

Σκοπός

Στην εκπαιδευτική ενότητα που ακολουθεί δίνεται έμφαση σε δύο θέματα ιδιαίτερου ενδιαφέροντος, καθώς αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα για όλες τις επιχειρήσεις. Συγκεκριμένα, ιδιαίτερο ρόλο διαδραματίζουν τόσο ο τρόπος όσο και τα εργαλεία που χρησιμοποιεί η ομάδα που εκτελεί ή διαχειρίζεται το εκάστοτε έργο. Παράλληλα, ο τρόπος διαχείρισης των κινδύνων καθώς και η προστασία από αυτά κατά την εκτέλεση οποιουδήποτε έργου, χρήζουν ουσιαστικής προσοχής αφού με αυτό τον τρόπο μπορούν να αποφευχθούν τα ατυχήματα.

Προσδοκώμενα Αποτελέσματα

Με το πέρας της ενότητας που ακολουθεί οι εκπαιδευόμενοι θα αποκτήσουν βασικές γνώσεις και θα γνωρίσουν πρακτικές εφαρμογές σχετικά με τις παρακάτω έννοιες:

- την έννοια του επαγγελματικού κινδύνου
- της διαχείρισης του κινδύνου ως μέλη μιας ομάδας έργου
- της αξιοποίηση των διαθέσιμων μέτρων προστασίας με σκοπό την ελαχιστοποίηση των βλαβών που μπορεί να προκληθούν κατά την υλοποίηση του έργου.

Λέξεις – Κλειδιά

- Έργο
- Διαχείριση Έργων
- Κύκλος ζωής έργου
- Ομάδα έργου
- Κίνδυνος Διαχείρισης Έργου
- Πηγή κινδύνου

- ▶ Ρίσκο
- ▶ Εκτίμηση κινδύνου
- ▶ Μέσα Ατομικής Προστασίας (ΜΑΠ)
- ▶ Εργατικό ατύχημα

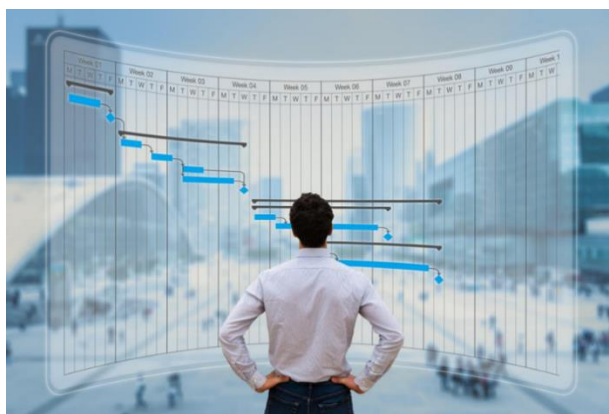
4.1 Διαχείριση Ομάδας Έργου Ευθύνης

4.1.1 Εισαγωγή

Ένα παγκοσμίως αποδεκτό πρότυπο για τη διαχείριση έργων, το Project Management Body of Knowledge (PMBOK), ορίζει ότι **έργο** (project) είναι «ένα εγχείρημα με πεπερασμένη χρονική διάρκεια το οποίο υλοποιείται με σκοπό τη δημιουργία ενός μοναδικού προϊόντος, υπηρεσίας ή αποτελέσματος που διαφέρει από άλλα που έχουν δημιουργηθεί από προηγούμενα έργα». Παράλληλα, **Διαχείριση έργου** (Project Management) είναι η διαδικασία κατά την οποία εφαρμόζονται γνώσεις, δεξιότητες, εργαλεία και τεχνικές για την εκτέλεση των δραστηριοτήτων ενός έργου, με στόχο να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις και οι προσδοκίες των συμμετεχόντων. Συνεπώς, η διαχείριση έργων είναι μια διαδικασία εκτέλεσης όλων των δραστηριοτήτων που πρέπει να γίνουν για να επιτευχθούν οι στόχοι ενός έργου.

Οι στόχοι ενός έργου καθορίζονται σε σχέση με:

- Το αντικείμενο των εργασιών, το χρόνο, το κόστος και τη ποιότητα
- Τους συμμετέχοντες, οι οποίοι έχουν διαφορετικές ανάγκες και προσδοκίες
- Τις απαιτήσεις



Ιδιοκτήτης του έργου είναι εκείνος που έχει αναθέσει το έργο και είναι αυτός που θα ωφεληθεί από την ολοκλήρωση του. Οι άνθρωποι που επηρεάζουν ή επηρεάζονται από το έργο είναι τα ενδιαφερόμενα ή εμπλεκόμενα μέρη.

Το σύνολο του έργου πρέπει να αναλυθεί σε φάσεις, ομάδες εργασιών και δραστηριότητες. Για κάθε έργο υπάρχει χρονοδιάγραμμα με ημερομηνίες έναρξης και λήξης για όλες τις δραστηριότητες.

4.1.2 Φάσεις Έργων

Στην παρακάτω εικόνα καταγράφονται μερικές από τις διαδικασίες/φάσεις που περιλαμβάνονται σε έναν κύκλο ζωής έργου.



Κύκλος Ζωής Έργου

Κύκλος ζωής του έργου, είναι το απαιτούμενο χρονικό διάστημα για την ολοκλήρωση του έργου και αποτελείται από τις φάσεις σύλληψης, ανάπτυξης, υλοποίησης και τερματισμού, τις ακολουθούμενες σε κάθε φάση διαδικασίες καθώς και τα εξαγόμενα αποτελέσματα.

Μελέτη Σκοπιμότητας Έργου

Η **μελέτη σκοπιμότητας** του έργου καταγράφει τις ανάγκες και τις προσδοκίες όλων των ενδιαφερομένων μερών για το έργο. Περιλαμβάνει μια εκτίμηση της βιωσιμότητας του έργου, τον εντοπισμό και την αξιολόγηση των περιορισμών που υπάρχουν καθώς και τον εντοπισμό και την αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων.

Προϋπολογισμός Έργου

Καθοριστικής σημασίας είναι ο **προϋπολογισμός** του έργου στον οποίο αποτυπώνονται ο ποιοτικός και ποσοτικός προγραμματισμός των αναγκών πόρων σε ανθρώπους, μηχανήματα και εξοπλισμό και η ανάλυση χρήσης των πόρων αυτών σε επίπεδο πακέτου εργασίας και δραστηριότητας. Ποιοτικά στοιχεία του προϋπολογισμού είναι οι απαιτούμενες ανθρώπινες γνώσεις και δεξιότητες και τα κατάλληλα τεχνικά χαρακτηριστικά των μηχανημάτων και του εξοπλισμού. Ποσοτικά στοιχεία είναι ο αριθμός των απαιτούμενων πόρων και το συνεπαγόμενο κόστος τους.

Ο συνδυασμός του προϋπολογισμού με το χρονοδιάγραμμα υλοποίησης του έργου θα δώσει τα στοιχεία που είναι απαραίτητα για τον προγραμματισμό των ταμειακών ροών στην διάρκεια εκτέλεσης του έργου. Η παρακολούθηση εκτέλεσης του προϋπολογισμού και οι λοιπές διαδικασίες ελέγχου, διασφαλίζουν ότι το έργο υλοποιείται εντός προθεσμίας, εντός προϋπολογισμού και σύμφωνα με τους καθορισμένους όρους ποιότητας, σε αντίθετη περίπτωση κρίνεται αναγκαία η εφαρμογή διορθωτικών ενεργειών.

Διαχείριση Προμηθειών

Η **διαχείριση των προμηθειών** αφορά τις απαιτούμενες ενέργειες για την απόκτηση αγαθών και υπηρεσιών για την υλοποίηση του έργου. Ο κύκλος εργασιών για την αγορά προμηθειών περιλαμβάνει:

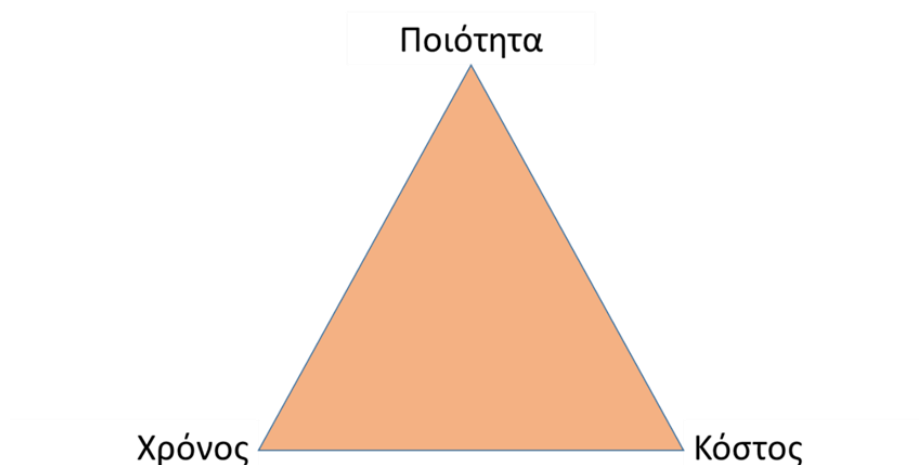
- την έρευνα αγοράς,
- την διαπραγμάτευση των όρων αγοράς,
- την υλοποίηση της αγοράς, την μεταφορά,
- την παραλαβή, την αποθήκευση και τον έλεγχο του λογιστηρίου.

Η λογιστική αποτίμηση ενός έργου παρακολουθεί την ομαλή χρηματοδότησή του έργου σε όλο τον κύκλο ζωής του και αντλεί στοιχεία τόσο από την χρηματοοικονομική λογιστική, δηλαδή την καταχώρηση όλων των οικονομικών συναλλαγών, εισπράξεων και πληρωμών, όσο και από την διοικητική λογιστική που έχει στόχο να αναλύσει την απόδοση της εταιρείας με βάση τα κέρδη και τις ζημιές που προκύπτουν από τα στοιχεία του ισολογισμού και των αποτελεσμάτων χρήσης.

Διαδικασίες Ελέγχου

Οι **διαδικασίες ελέγχου** του έργου βοηθούν στην επιβεβαίωση της θέσης του έργου σε σχέση με το χρόνο, τις προμήθειες, τους πόρους και το κόστος που είχαν προβλεφθεί. Για να είναι αποτελεσματικός ο έλεγχος θα πρέπει η μέτρηση της απόδοσης να γίνεται όσο υπάρχει ακόμη χρόνος για διορθωτική δράση. Τα αντικείμενα που ελέγχονται είναι η φύση των εργασιών, οι προμήθειες, οι πόροι, το κόστος, ο χρόνος, η αλλαγή του προγράμματος εργασιών, η ποιότητα, το ανθρώπινο δυναμικό και το περιβάλλον.

Η ποσοτική μέτρηση της επιτυχίας του κάθε έργου, εξαρτάται από τρεις παράγοντες, οι οποίοι παρουσιάζονται σαν πλευρές του τριγώνου Διαχείρισης Έργου (The Iron Triangle), την ποιότητα, το χρόνο εκτέλεσης και το κόστος του έργου.

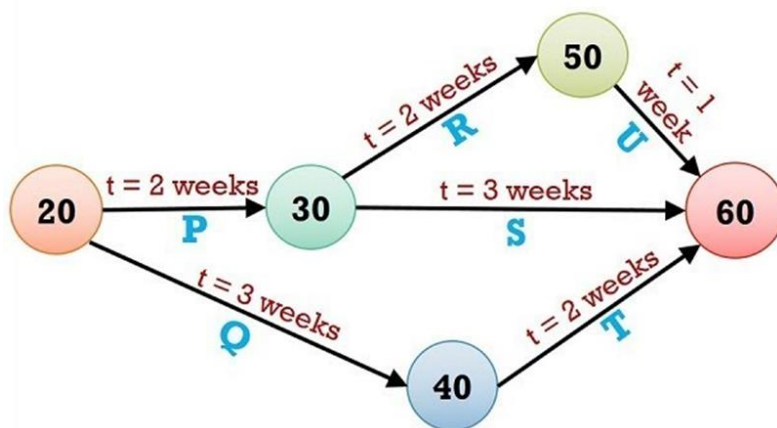


Διαχείριση Έργων

Η διαχείριση έργων σαν μια ολοκληρωμένη προσέγγιση, εμφανίστηκε στην διάρκεια του πρώτου Παγκόσμιου πόλεμου, όταν ο Αμερικανός Henry Gantt επινόησε το

διάγραμμα Gantt, με τις αρχές του προγραμματισμού και ελέγχου στη διαχείριση έργων. Το διάγραμμα Gantt παραμένει ιδιαίτερα δημοφιλές μέχρι και σήμερα.

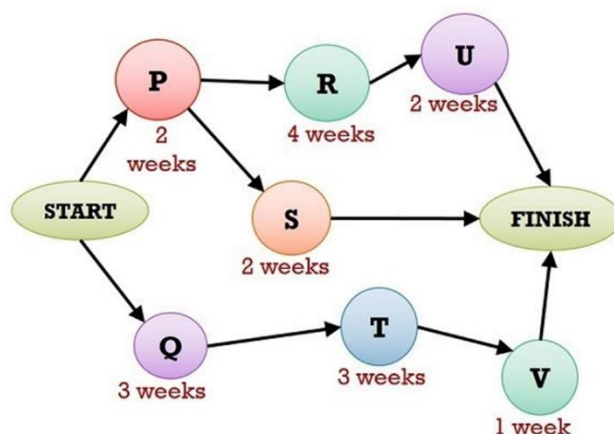
Την δεκαετία του 1950 αναπτύχθηκαν δύο βασικά μαθηματικά μοντέλα χρονοπρογραμματισμού δραστηριοτήτων, οι μέθοδοι PERT και CPM οι οποίες αποτέλεσαν σταθμό στη διαχείριση έργων. Η μέθοδος PERT (Program Evaluation and Review Technique) αναπτύχθηκε από το Ναυτικό των Η.Π.Α. για το έργο της ανάπτυξης των πυραυλικών συστημάτων Polaris. Το έργο αρχικά χωρίζεται σε δραστηριότητες και στη συνέχεια καθορίζεται ένα χρονοδιάγραμμα έναρξης και



περάτωσης της κάθε φάσης και των διασυνδέσεων τους. Το έργο απεικονίζεται σε μορφή δικτύου όπου η κάθε δραστηριότητα

απεικονίζεται σε έναν κλάδο. Ο κάθε κόμβος αντιπροσωπεύει ένα γεγονός και αποτελεί το σημείο εκκίνησης και ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων που σχετίζονται με αυτό το γεγονός.

Η μέθοδος κρίσιμης διαδρομής (Critical Path Method, CPM) δημιουργήθηκε για να παρουσιάζει τη σχέση που αναπτύσσεται ανάμεσα στον χρόνο και το κόστος μέχρι την ολοκλήρωση του έργου. Η CPM χρησιμοποιεί διάφορες γραφικές τεχνικές για να παρουσιάσει σε διάγραμμα δικτύων τις αλληλοσυνδεόμενες και



διαδοχικές εργασίες. Στην CPM υπάρχουν δύο χρόνοι ολοκλήρωσης των εργασιών και δύο τιμές για το κόστος. Ο πρώτος συνδυασμός χρόνου/κόστους είναι ο κανονικός (normal) και ο δεύτερος ο συντομευμένος (crash), είναι μια προσπάθεια

να επιταχυνθεί η εργασία, προσθέτοντας πόρους (σε υπερωρίες, ειδικό εξοπλισμό, περισσότερο εξοπλισμό ή υλικά).

Οι παραπάνω τεχνικές διευκολύνθηκαν με την τεχνολογική εξέλιξη, την ανάπτυξη της πληροφορικής και του διαδικτύου και εξέλιξαν την παραδοσιακή Διαχείριση Έργου με σύγχρονες προσεγγίσεις όπως οι Agile Project Management (Ευέλικτη Διαχείριση Έργου) και Project Management 2.0.

4.1.3 Ομάδα Έργου και Κίνδυνος στη Διαχείριση Έργων

Ομάδα Έργου

Η ομάδα έργου ευθύνης, είναι ένα σύνολο ανθρώπων που συνεργάζονται για την επίτευξη του στόχου ενός έργου. Όσο αυξάνεται ο αριθμός των μελών μιας ομάδας έργου, οι εργασίες μπορούν να κατανεμηθούν περισσότερο και να μειωθεί ο χρόνος εκτέλεσης του έργου. Τα χαρακτηριστικά μιας αποτελεσματικής ομάδας έργου ευθύνης είναι:

- Σωστή συνεργασία με την οποία επιλύονται τα προβλήματα που παρουσιάζονται. Όλα τα μέλη, αλληλοϋποστηρίζονται στο έργο.
- Δέσμευση για την επίτευξη των κοινών στόχων. Τα μέλη της ομάδας αναλαμβάνουν την ευθύνη για την εργασία τόσο την δική τους όσο και ολόκληρης της ομάδας.
- Αποτελεσματική επικοινωνία με την οποία τα μέλη εκφράζουν τις ιδέες τους με σαφήνεια και εξήγηση, ώστε να γίνουν κατανοητά από τους άλλους.
- Συμμετοχή κάθε μέλους σύμφωνα με τις δυνατότητες, ικανότητες και γνώσεις του. Τα μέλη πρέπει να είναι πρόθυμα να μοιραστούν πληροφορίες, γνώσεις και εμπειρίες προκειμένου να βοηθήσουν το ένα το άλλο για την επίτευξη του κοινού στόχου τους.

Η δημιουργία μιας ομάδας ανθρώπων πραγματοποιείται μέσα από μια αλληλουχία σταδίων, σύμφωνα με το μοντέλο Tuckman:

- Στάδιο Σχηματισμού (Forming) όπου τα μέλη της ομάδας συστήνονται μεταξύ τους, δεν έχουν αποφασίσει πως θα συμπεριφερθούν και θα αξιοποιήσουν το

χρόνο, τις γνώσεις και τις ικανότητες τους στα πλαίσια της ομάδας. Προσδιορίζεται ο λόγος δημιουργίας της ομάδας, η επικοινωνία είναι επιφανειακή, υπάρχει αβεβαιότητα, έλλειψη εμπιστοσύνης και επιφυλακτικότητα.

- ▶ **Στάδιο Αντιπαράθεσης (Storming).** Σε αυτό το στάδιο κυριαρχούν οι συγκρούσεις μεταξύ των μελών της ομάδας και για τα περισσότερα μέλη υπερισχύει η ατομικότητα τους έναντι της ομαδικότητας. Όμως, δημιουργείται μια ρεαλιστική απεικόνιση των στόχων και των διαδικασιών της ομάδας.
- ▶ **Στάδιο Εξισορρόπησης (Norming).** Τα μέλη της ομάδας συνειδητοποιούν την αλληλεξάρτησή τους, τους κοινούς στόχους, αποδέχονται τους δικούς τους ρόλους καθώς και των άλλων. Έτσι προκύπτει η αναγκαιότητα διαμόρφωσης κανόνων και πρακτικών για την λειτουργία της ομάδας και τον τρόπο λήψης και κοινοποίησης των αποφάσεων.
- ▶ **Στάδιο Λειτουργίας (Performing),** όπου η ομάδα έχει ξεκάθαρους στόχους και καθήκοντα, διαδικασίες και κανόνες λειτουργίας και εργάζεται για να επιτύχει τους στόχους της.
- ▶ **Στάδιο Διάλυσης Ομάδας,** όταν ολοκληρωθεί το έργο της.

Ο διαχειριστής (διευθυντής) του έργου έχει οριστεί για να δημιουργήσει και να οδηγήσει την ομάδα του έργου στην επίτευξη ενός στόχου. Ο διαχειριστής του έργου, πρέπει να διαθέτει τις περισσότερες από τις παρακάτω ικανότητες:

- ανάπτυξης, καθοδήγησης, παρακίνησης και διαχείρισης ομάδας
- επίλυσης προβλημάτων
- εκπλήρωσης αναγκών και προσδοκιών των ενδιαφερομένων μερών
- προσαρμογής σε μεταβαλλόμενες καταστάσεις
- σχεδιασμού και επίστευσης των εργασιών
- διαπραγμάτευσης
- κατανόησης του περιβάλλοντος
- παρακολούθησης και ελέγχου έργων

- διαχείρισης της συμφωνίας με έναν πελάτη
- διαχείρισης αλλαγών στο αντικείμενο του έργου
- διατήρησης της ικανοποίησης του πελάτη

Ο Διαχειριστής Έργου προσδιορίζει το μέγεθος και τη σύνθεση της ομάδας του με βάση τα χαρακτηριστικά του έργου. Στην συνέχεια, καθορίζονται οι ρόλοι για αυτήν την ομάδα με βάση τις ικανότητες του κάθε μέλους. Όταν υπάρχουν κενά μεταξύ της ικανότητας του μέλους και της ζήτησης δεξιοτήτων για το έργο πρέπει να εξεταστεί ο τρόπος με τον οποίο θα εκπαιδευτούν οι υπάλληλοι για να αποκτήσουν τις δεξιότητες και τις απαιτούμενες ικανότητες.

Κίνδυνος στη Διαχείριση Έργων

Ο κίνδυνος στην διαχείριση έργων είναι ένα αβέβαιο γεγονός ή κατάσταση που αν προκύψει, έχει αρνητικές συνέπειες σε κάποιον από τους στόχους του έργου. Ο κίνδυνος αποτελείται από:

- ένα γεγονός, το οποίο είναι συνήθως μία ανεπιθύμητη αλλαγή
- την πιθανότητα να συμβεί αυτό το γεγονός
- τις συνέπειες στους στόχους του έργου.

Ο κίνδυνος σχετίζεται με την αβεβαιότητα για την τελική επίτευξη των στόχων του έργου. Κατά συνέπεια πιθανή μείωση της αξίας του έργου και μερική επιτυχία στην ολοκλήρωση των στόχων του, μπορεί να οδηγήσει σε ανεπιθύμητες επιπτώσεις, όπως η τήρηση του χρονοδιαγράμματος και το τελικό κόστος. Αν στο έργο υπάρχει δομημένη διαδικασία ελέγχου σε όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του, είναι ευκολότερος ο εντοπισμός και η αντιμετώπιση των κινδύνων που μπορεί να έχει αρνητικό αντίκτυπο στην υλοποίηση του έργου. Όσο αυξάνεται η πιθανότητα ή η σοβαρότητα των αρνητικών επιπτώσεων, τόσο αυξάνεται και ο κίνδυνος.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό του κινδύνου στην διαχείριση έργων είναι ότι ο κίνδυνος μειώνεται όσο το έργο πλησιάζει προς την ολοκλήρωση του, αλλά δεν μηδενίζονται. Ακόμη και μετά την ολοκλήρωση του έργου υπάρχει πάντοτε αβεβαιότητα σχετικά με τη λειτουργικότητα του έργου.

Πηγές κινδύνων σε μια ομάδα έργου αποτελούν:

- Η κακή επικοινωνία μεταξύ των μελών της ομάδας, οι παρερμηνείες και οι μεταξύ τους παρεξηγήσεις. Η εμφάνιση τέτοιων προβλημάτων μειώνεται όταν υπάρχουν σαφείς γραπτές οδηγίες προς τα μέλη της ομάδας.
- Η κακή στελέχωση της ομάδας του έργου από ανθρώπους που δεν διαθέτουν τις κατάλληλες ικανότητες, δεξιότητες, γνώσεις και εμπειρίες ή από ανθρώπους που παρουσιάζουν προβλήματα συμπεριφοράς και συνεργασίας.
- Το εύρος του έργου, το οποίο όσο πιο πολύπλοκο ή χρονικά εκτεταμένο είναι, τόσο πιθανότερο είναι να εμφανίσει αποκλίσεις από το κόστος προϋπολογισμού ή το χρόνο ολοκλήρωσης.
- Η διοίκηση της επιχείρησης. Οι πολιτικές παρεμβάσεις της διοίκησης μπορούν να μειώσουν τη συνοχή μιας ομάδας.
- Η τεχνολογία του έργου πρέπει να είναι δοκιμασμένη ώστε να αποφεύγονται πειραματισμοί με αβέβαιο αποτέλεσμα.

Είναι συνηθισμένο φαινόμενο, να σχηματίζονται ομάδες έργου με μέλη που προέρχονται από διαφορετικά λειτουργικά τμήματα της επιχείρησης και διαφορετικά ιεραρχικά επίπεδα του οργανογράμματος της. Η σωστή λειτουργία αυτών των ομάδων προσφέρει στην επιχείρηση, βελτίωση της διαλειτουργικής συνεργασίας, ταχύτητα και ευελιξία στην λήψη των αποφάσεων και δράσεων.

Επιπλέον, ωφελεί στην αποδοτικότερη και συνολικότερη αντιμετώπιση πολύπλοκων προβλημάτων, στον προσανατολισμό σε σχέση με τον πελάτη, στον καλύτερο συντονισμό και θετική επίδραση στην οργανωσιακή κουλτούρα μέσω της ανταλλαγής εμπειριών και γνώσεων από διαφορετικές λειτουργίες και τμήματα. Η αποτελεσματικότητα αυτών των ομάδων καθορίζεται από:

- την επικοινωνία που χρειάζεται για την ροή της ενημέρωσης. Η επικοινωνία στις διατμηματικές ομάδες μπορεί να έχει τις μορφές:
 - της αλυσίδας όπου οι πληροφορίες μεταφέρονται από το ένα μέλος στο άλλο, με διαδοχική σειρά. Αυτή η μορφή επικοινωνίας είναι

αποτελεσματική όταν απαιτείται μεγάλη ταχύτητα στην ροή των πληροφοριών.

- του τροχού, όπου όλα τα μέλη επικοινωνούν ξεχωριστά με το μέλος που προΐσταται της ομάδας. Προκαλεί την μικρότερη ικανοποίηση στα μέλη της ομάδας.
 - του δικτύου, όπου όλα τα μέλη επικοινωνούν ισότιμα μεταξύ τους και έχει αποτέλεσμα την επιτάχυνση της ροής των πληροφοριών και την αύξηση της ικανοποίησης των μελών.
- την υποστήριξη από την διοίκηση που είναι καθοριστικός παράγοντας για να αντιμετωπιστούν οι δυσκολίες από τους πολλαπλούς ρόλους των μελών και των σχέσεων τους με τα λειτουργικά τμήματα.
- την αναγνώριση των επιτευγμάτων και την αμοιβή των μελών ομάδας έργου. Πρέπει να είναι διαχωρισμένη από τις αντίστοιχες αμοιβές για την συνήθη εργασία τους στα λειτουργικά τμήματα στα οποία ανήκουν. Συνήθως, για τη συμμετοχή των μελών σε διατμηματικές ομάδες, οι επιχειρήσεις χορηγούν επιπλέον κίνητρα.

4.2 Μέσα Ατομικής Προστασίας (Μ.Α.Π.)

4.2.1 Κίνδυνος

Στην ελληνική γλώσσα η λέξη «κίνδυνος» αποδίδεται συνηθέστερα στα αγγλικά με τους όρους risk και hazard, οι οποίοι όμως αποτελούν διαφορετικές μεταξύ τους έννοιες. Πηγή κινδύνου ή κίνδυνος (hazard) είναι μια κατάσταση που μπορεί να οδηγήσει σε ανεπιθύμητες συνέπειες.

Αντίθετα, ρίσκο (risk) είναι η πιθανότητα να επέλθουν ανεπιθύμητες συνέπειες λόγω της ύπαρξης πηγής κινδύνου. Παράλληλα, ασφάλεια είναι η εξάλειψη κάθε κινδύνου ενώ ο επαγγελματικός κίνδυνος, που σχετίζεται με την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων, είναι ο κίνδυνος που προέρχεται από την έκθεση σε βλαπτικούς παράγοντες του εργασιακού περιβάλλοντος. Οι ειδικοί παράγοντες κινδύνου για την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων, διαφέρουν από κλάδο σε κλάδο.

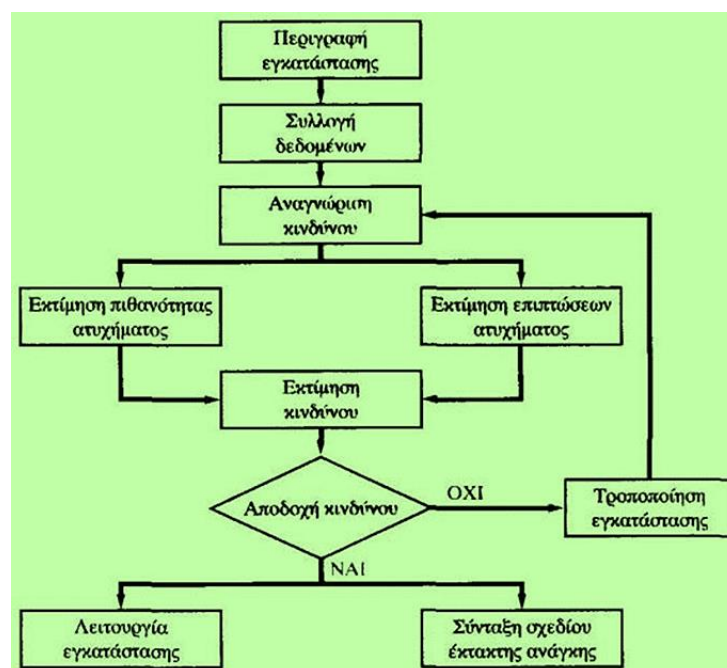
Ο επαγγελματικός κίνδυνος σχετίζεται με :

- ▶ τη συχνότητα έκθεσης των εργαζομένων σε μια πηγή έκθεσης που βρίσκεται στον εργασιακό χώρο (π.χ. θόρυβος, χημικές ουσίες, μονότονη ή επαναληπτική εργασία),
- ▶ τη σοβαρότητα των συνεπειών, δηλαδή τη βιολογική βλάβη που προκλήθηκε από την έκθεση αυτή.

Γενικά, οι κίνδυνοι στον βιομηχανικό χώρο εργασίας, κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες:

- Χημικοί κίνδυνοι που επιδρούν στον άνθρωπο όταν το σώμα απορροφά τοξίνες.
- Εργονομικοί κίνδυνοι που προκύπτουν από την επαναλαμβανόμενη εκτέλεση των ίδιων εργασιών για μεγάλο χρονικό διάστημα.
- Φυσικοί κίνδυνοι που απειλούν τον άνθρωπο όταν εκτίθεται σε ακραίες θερμοκρασίες, επικίνδυνες συνθήκες ή υπερβολικό θόρυβο.

Εκτίμηση Κινδύνου



είναι προτιμότερο η εκτίμηση κινδύνων να γίνεται στη φάση του σχεδιασμού μιας μονάδας και όχι κατά τη λειτουργία της.

Η εκτίμηση κινδύνου αποτελεί μία συστηματική εξέταση όλων των πτυχών κάθε εκτελούμενης εργασίας για να διαπιστωθεί:

- τι θα μπορούσε να προκαλέσει ζημιές ή βλάβες,
- αν θα μπορούσαν να εξαλειφθούν οι πηγές κινδύνου, και αν όχι
- τι μέτρα πρόληψης ή προστασίας πρέπει να εφαρμοστούν για τον έλεγχο των κινδύνων.

Η ποσοτική εκτίμηση κινδύνου είναι ο υπολογισμός της πιθανότητας μια συγκεκριμένη πηγή κινδύνου να καταστεί επιβλαβής μέσα σε ορισμένο χρονικό διάστημα (συνήθως ένα έτος).

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ		Εργασία: Σε εξωτερικούς χώρους				Αρ. 27			
ΔΕ=Διαβάθμιση της επικινδυνότητας, Π=Πιθανότητα, Β=Βαρύτητα, ΔΕ= Π*Β, Αν ΔΕ > = 12 τότε η εργασία/ δραστηριότητα μπορεί να γίνει ΜΟΝΟ εάν ληφθούν τα απαραίτητα προστατευτικά μέτρα για να μειωθεί το επίπεδο του κινδύνου στα αποδεκτά όρια, Αν 12> ΔΕ > 3 τότε η εργασία/ δραστηριότητα μπορεί να γίνει αλλά ΣΥΣΤΗΝΕΤΑΙ να ληφθούν τα απαραίτητα προστατευτικά μέτρα για να μειωθεί το επίπεδο του κινδύνου όσο το δυνατό γίνεται, Αν ΔΕ = < 3 τότε ο κίνδυνος θεωρείται ασήμαντος και δεν χρειάζεται να ληφθούν οποιαδήποτε επιπρόσθετα προστατευτικά μέτρα πέραν των υφιστάμενων, Χ=Χειριστής, Α=Άλλος εργαζόμενος, Ε=Επισκέπτης, Κ=Κοινό									
Κίνδυνος	Πιθανή αιτία	Π	Β	ΔΕ	Ποιος Κινδυνεύει				
					Χ	Α	Ε	Κ	
• Θερμοπληξία, αφυδάτωση	• Έκθεση σε ακραίες καιρικές συνθήκες	1	3	3	*				
	• Εξωτερικοί παράγοντες	1	3	3	*				
ΜΕΤΡΑ ΕΛΕΓΧΟΥ									
• Να ακολουθείται η οδηγία εργασίας «Σε εξωτερικούς χώρους» που βρίσκεται στο εγχειρίδιο ασφαλών μεθόδων εργασίας									

Η εκτίμηση κινδύνου έχει σκοπό να δημιουργηθούν προτάσεις για τη λήψη μέτρων πρόληψης και προστασίας, καθώς και αποτελεσματική εφαρμογή τους. Είναι ουσιαστικό να καλύπτει όλους τους προβλέψιμους κινδύνους σε όλους τους χώρους εργασίας ακόμη και για άτομα που αποτελούν τρίτους εμπλεκόμενους (εκπαιδευόμενους, πελάτες, προμηθευτές, ελεγκτές κ.λπ.).

Οι γενικές αρχές πρόληψης κινδύνου (Π.Δ. 17/96) στους εργασιακούς χώρους, είναι:

- Αποφυγή των κινδύνων και εντοπισμός όσων κινδύνων δεν μπορούν να αποφευχθούν.
- Αντικατάσταση ενός αναπόφευκτου κινδύνου από έναν μικρότερο κίνδυνο.
- Προσαρμογή στον μεγαλύτερο δυνατό βαθμό της εργασίας στον άνθρωπο με αξιοποίηση των επιτευγμάτων της τεχνολογίας, την σωστή οργάνωση των εργασιών, την βελτίωση των συνθηκών του εργασιακού περιβάλλοντος και των σχέσεων εργοδότη - εργαζομένων.
- Προτεραιότητα στη λήψη μέτρων ομαδικής προστασίας σε σχέση με τα μέτρα ατομικής προστασίας και παροχή των κατάλληλων οδηγιών στους εργαζόμενους.



Επειδή μια ανθρώπινη απώλεια έχει ανυπολόγιστες προεκτάσεις, οι διαδικασίες ασφάλειας και υγείας στον χώρο εργασίας είναι υψίστης σημασίας, τόσο για την ευημερία των εργαζομένων όσο και των εργοδοτών. Η τήρηση των

κανόνων υγιεινής και ασφάλειας στον χώρο, στον τρόπο εργασίας, καθ' όλη τη διάρκεια αποτελούν υποχρέωση και ταυτόχρονα δικαίωμα κάθε εργοδότη και εργαζόμενου.

Κανονιστικό Πλαίσιο Κινδύνων

Οι διατάξεις του Νόμου 3850/2010 αφορούν την εφαρμογή μέτρων για την προστασία της υγείας και της ασφάλειας των εργαζομένων κατά την εκτέλεση της εργασίας τους, ώστε να προληφθούν τα εργατικά ατυχήματα και οι επαγγελματικές ασθένειες και να προστατευθεί η υγεία του ανθρώπινου δυναμικού. Επιπροσθέτως, καθορίζει ένα πλαίσιο για την ασφαλή χρήση των εξωτερικών και εσωτερικών χώρων των κτιρίων της εγκατάστασης, καθώς και για τους σωστότερους τρόπους με τους οποίους εκτελούνται οι διάφορες εργασίες. Μεταξύ άλλων υπάρχουν προβλέψεις για:

- ▶ Εξασφάλιση της καταλληλότητας των κτιριακών εγκαταστάσεων και της τεχνολογικής υποδομής. Η σταθερότητα, αντοχή και στέρεη δόμηση των κτιρίων, οι κτιριολογικές διαρρυθμίσεις για καλύτερη λειτουργία των εργασιακών χώρων και η αξιοποίηση των τεχνολογικών καινοτομιών συντελούν στη δημιουργία ασφαλούς και υγιεινού εργασιακού περιβάλλοντος.
- ▶ Εύκολη πρόσβαση πυροσβεστικών οχημάτων και ασθενοφόρων σε περίπτωση έκτακτων αναγκών, διαθεσιμότητα κατάλληλου και επαρκούς εξοπλισμού πυρανίχνευσης και συστημάτων συναγερμού (π.χ. πυροσβεστήρες, ανιχνευτές καπνού, ειδικοί ανιχνευτές για διαρροές υγραερίου) και πληροφόρηση των εργαζομένων για τον τρόπο αντιμετώπισης τέτοιων περιστατικών.
- ▶ Ετοιμότητα παροχής πρώτων βοηθειών σε περίπτωση ατυχήματος και σωστής νοσοκομειακής περίθαλψης. Για πάνω από 100 εργαζόμενους πρέπει να υπάρχουν ένας ή περισσότεροι χώροι πρώτων βοηθειών με τα απαιτούμενα υλικά και να υποστηρίζονται από ανθρώπους εκπαιδευμένους στην παροχή πρώτων βοηθειών.
- ▶ Σωστή αποθήκευση και χρήση εύφλεκτων και επικίνδυνων ουσιών, αερίων κ.λπ., για την αποφυγή ατυχημάτων.
- ▶ Κατάλληλη εκπαίδευση του προσωπικού για την ασφαλή χρήση και σωστή διαχείριση μηχανημάτων, εργαλείων, τοξικών και επικίνδυνων αποβλήτων, μολυσματικών και ραδιενεργών υλικών κλπ.
- ▶ Επαρκής αερισμός του χώρου με συστήματα εξαερισμού ή κλιματισμού, ανάλογα με τις μεθόδους εργασίας και της σωματικής προσπάθειας που καταβάλλουν οι εργαζόμενοι.
- ▶ Σε ιδιαίτερες συνθήκες εργασίας που παράγονται αέρια, ατμοί, σωματίδια και διάφορες σκόνες, αυτά πρέπει είτε να διοχετεύονται με ασφάλεια είτε να κατακρατούνται με κατάλληλα μέσα (π.χ. εργαστηριακοί και αν είναι επιβλαβή πρέπει να υποβάλλονται σε επεξεργασία (συμπύκνωση, κατακρήμνιση, εξουδετέρωση κ.λπ.) πριν αποβληθούν στο περιβάλλον.



- ▶ Η θερμοκρασία των εργασιακών χώρων πρέπει να είναι ανεκτή από τους εργαζόμενους και ανάλογη με την σωματική προσπάθεια που καταβάλλουν κατά την εργασία τους, λαμβανομένων υπόψη και των κλιματολογικών συνθηκών των εποχών του έτους.
- ▶ Πρέπει να υπάρχει επαρκής φυσικός φωτισμός ο οποίος να συμπληρώνεται από τεχνητό φωτισμό κατάλληλο για το είδος και την φύση της εργασίας.

Εκτός των προβλεπόμενων από τους νόμους, η ασφάλεια και η υγεία σε έναν βιομηχανικό χώρο, προϋποθέτει την τήρηση από πλευράς επιχείρησης και εργαζομένων μιας σειράς σχεδόν αυτονόητων κανόνων, όπως:

- ▶ Σωστή αποθήκευση των χρήσιμων υλικών και εξοπλισμού και απομάκρυνση όσων αντικειμένων δεν χρειάζονται για την λειτουργία της βιομηχανικής μονάδας. Εκτός από την μείωση των κινδύνων που πιθανά να προκαλούν τα μη χρήσιμα αντικείμενα, η απομάκρυνση τους (για παράδειγμα πώληση ή ανακύκλωση) μπορεί αποφέρει έσοδα στην επιχείρηση.
- ▶ Η χρήση και συντήρηση του εξοπλισμού πρέπει να γίνει με αυστηρή τήρηση των οδηγιών χρήσης τους, τα εργαλεία να αποθηκεύονται σε κουτιά ή ράφια και να μην αφήνονται εκτεθειμένα. Ταυτόχρονα, πρέπει να γίνεται αυστηρός έλεγχος διαρροών από δοχεία εύφλεκτων ή τοξικών υγρών και αερίων και έλεγχος της υδραυλικής και ηλεκτρικής εγκατάστασης για φθορές με σκοπό την άμεση αποκατάσταση των βλαβών. Η ηλεκτροπληξία είναι μία από τις πέντε κύριες αιτίες θανάτου στο χώρο εργασίας.
- ▶ Εκπαίδευση του προσωπικού στις διαδικασίες εκκένωσης του κτιρίου σε περίπτωση έκτακτου περιστατικού από τις εξόδους διαφυγής και τις εξόδους κινδύνου καθώς και στην χρήση του εξοπλισμού πυρόσβεσης που είναι εγκατεστημένος σε συγκεκριμένες και γνωστές σε όλους θέσεις μέσα στο κτίριο.
- ▶ Εκτεταμένη σηματοδότηση των χώρων. Τα σύμβολα, σχέδια, κείμενα κ.λπ. που αποτελούν την σήμανση των χώρων των βιομηχανικών εγκαταστάσεων, πρέπει να είναι τυποποιημένα, απλά, ευδιάκριτα και τοποθετημένα σε θέσεις ανάλογα με το μέγεθός τους και τη λειτουργία τους.

4.2.2 Μέσα Ατομικής Προστασίας

Αν και κάθε βιομηχανία έχει να αντιμετωπίσει τους δικούς της κινδύνους, ορισμένοι κίνδυνοι είναι πιο συχνά εμφανιζόμενοι και έχουν πολύ μεγαλύτερες αρνητικές επιπτώσεις από άλλους.

Για την αντιμετώπιση τους πρέπει να παρέχονται στους εργαζομένους Μέσα Ατομικής Προστασίας (ΜΑΠ). Μ.Α.Π. χαρακτηρίζονται κάθε είδους εξοπλισμός



(συμπεριλαμβανομένων κάθε συμπληρώματος ή εξαρτήματος του εξοπλισμού) που ο εργαζόμενος πρέπει να φέρει επάνω του και να χρησιμοποιεί σε περίπτωση που κρίνεται απαραίτητο για την προστασία του από κινδύνους κατά τη διάρκεια της εργασίας του. Μ.Α.Π. είναι τα προστατευτικά ρούχα, κράνη ή καπέλα ασφαλείας, γυαλιά προστασίας, παπούτσια ασφαλείας ή άλλα ρούχα εργασίας ή εξοπλισμός που έχει σχεδιαστεί για να προστατεύει το σώμα, όποιου τον φοράει, από τραυματισμό, μόλυνση ή άλλο κίνδυνο για την ασφάλεια και την υγεία του.

Καθένα από τα Μ.Α.Π. πρέπει να είναι κατάλληλα σχεδιασμένο για να αντιμετωπίζει μια συγκεκριμένη ομάδα κινδύνων, να ανταποκρίνεται στις συνθήκες του χώρου εργασίας και να ταιριάζει σωστά στο χρήστη. Είναι υποχρέωση της επιχείρησης να παρέχει στους εργαζόμενους της τα Μέσα Ατομικής Προστασίας και να επωμίζεται όλες τις σχετικές δαπάνες, να ενημερώνει και να εκπαιδεύει για τη χρήση τους καθώς και να διασφαλίζει την άριστη κατάσταση τους.

Κατηγορίες Μ.Α.Π.

Τα Μέσα Ατομικής Προστασίας κατηγοριοποιούνται σύμφωνα με την περιοχή του σώματος που προστατεύεται, καθώς και με τους τύπους κινδύνων που ανταποκρίνονται όπως επίσης και με το είδος ενδύματος ή αξεσουάρ. Τα

περισσότερα από αυτά, βέβαια, παρέχουν πολλαπλή προστασία για ποικίλες ομάδες κινδύνων.

Βασικές κατηγορίες αποτελούν:

- Προστατευτικά Μέσα Κεφαλιού (κυρίως κράνη ή καπέλα ασφαλείας).
- Προστατευτικά Μέσα της Ακοής. Ο θόρυβος συχνά είναι υποτιμημένος εργασιακός κίνδυνος, επειδή είναι «αόρατος».
- Προστατευτικά Μέσα των Ματιών και του Προσώπου (όπως προσωπίδες, γυαλιά ή ασπίδια).
- Προστατευτικά Μέσα των Αναπνευστικών Οδών από την εισπνοή μολυσματικών ή βλαβερών ουσιών που βρίσκονται στον αέρα.
- Προστατευτικά Μέσα των Χεριών και των Βραχιόνων (όπως ειδικά καλύμματα για τους βραχίονες και κατάλληλοι τύποι γαντιών).
- Προστατευτικά Μέσα των Ποδιών και των Κνημών, κυρίως διάφοροι τύποι από παπούτσια ασφαλείας.
- Προστατευτικά Μέσα Ολόκληρου του Σώματος (όπως ολόσωμες στολές και ποδιές).



Το προσωπικό πρέπει να είναι καλά εκπαιδευμένο, να γνωρίζει τους χώρους, την οργάνωση και την λειτουργία της επιχείρησης και να γνωρίζει πως πρέπει να ενεργήσει σε κάθε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Η εκπαίδευση είναι μια συνεχής διαδικασία που πρέπει να επαναλαμβάνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα. Η εκπαίδευση του προσωπικού θα συμβάλει στην δημιουργία και διατήρηση κατάλληλης κουλτούρας ασφαλείας, η οποία ενισχύεται με την επιδίωξή της σε όλα τα ιεραρχικά επίπεδα και από την θέληση της διοίκησης να την εφαρμόσει.

Πρακτικές Μ.Α.Π.

Ένας σημαντικός παράγοντας ασφαλείας σε έναν βιομηχανικό χώρο είναι η σωστή αξιολόγηση του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού και η αποκατάστασή του σε περίπτωση φθοράς ή βλάβης του. Οι φθορές του βιομηχανικού εξοπλισμού έχουν πάντα αποτέλεσμα την επιβάρυνση της επιχείρησης, αλλά κυρίως, μπορεί να προκαλέσουν ατυχήματα μικρής ή μεγάλης έκτασης ακόμα και καταστροφές στην εγκατάσταση.

Αιτίες από τις οποίες μπορεί να προκληθούν φθορές στον βιομηχανικό εξοπλισμό, μπορούν να είναι:

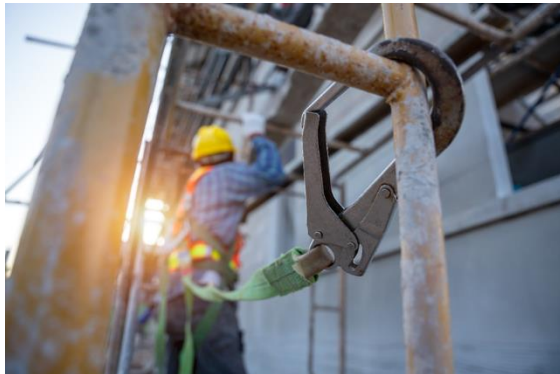
- Μη τήρηση των οδηγιών του κατασκευαστή για την χρήση ή την συντήρηση π.χ. ποιότητα λιπαντικών, όριο ρυθμού παραγωγής, σωστή ρύθμιση κ.ά.
- Ακαταλληλότητα ή έλλειψη επαρκούς εκπαίδευσης των χειριστών.
- Αδιαφορία των εργαζομένων για τα περιουσιακά στοιχεία της επιχείρησης.
- Ακαταλληλότητα του μηχανήματος για τους σκοπούς που χρησιμοποιείται ή ακατάλληλες συνθήκες στις οποίες λειτουργεί.
- Παλαιότητα του εξοπλισμού, που δεν επανέρχεται σε ικανοποιητικό βαθμό από τις διαδικασίες συντήρησης.
- Κατάργηση ή μη επισκευή των συστημάτων αυτοπροστασίας του μηχανήματος.

Έκτακτη κατάσταση είναι η απροσδόκητη εμφάνιση μη προγραμματισμένων συνθηκών που μπορεί να επιδράσουν αρνητικά στην κανονική λειτουργία μιας μονάδας, στην υγεία των εργαζομένων, στην ακεραιότητα του εξοπλισμού ή στο περιβάλλον.

Μερικές από τις συνηθέστερες αιτίες που μπορούν να προκαλέσουν έκτακτες καταστάσεις είναι:

- Βλάβη εξοπλισμού
- Πυρκαγιά
- Απώλεια μιας βασικής παροχής, ηλεκτρικού ρεύματος, καυσίμου κ.ά.

- Διαρροή εύφλεκτου, τοξικού ή διαβρωτικού υγρού ή αερίου
- Έκρηξη



Μέτρα αποφυγής εκτάκτων καταστάσεων είναι:

- ▶ η πρόληψη, που περιλαμβάνει το σωστό σχεδιασμό των εγκαταστάσεων, την ύπαρξη και τήρηση προδιαγραφών και κανονισμών λειτουργίας, τη σωστή συντήρηση, την εκπαίδευση κ.λπ.
- ▶ η έγκαιρη αντιμετώπιση, που έχει σκοπό όχι μόνο να προστατεύσει το προσωπικό αλλά και να εμποδίσει την εξέλιξη της κατάστασης σε απειλή για το χώρο έξω από την βιομηχανική εγκατάσταση και για το φυσικό περιβάλλον.

Για την αντιμετώπιση έκτακτων περιστατικών σε μια επιχείρηση, πρέπει να υπάρχουν:

- Κατάλληλος εξοπλισμός (πυροσβεστήρες, δίκτυο νερού πυρόσβεσης, Μέσα Ατομικής Προστασίας, κ.λπ.).
- Έμπειρο και εκπαιδευμένο προσωπικό. Η εκπαίδευση πρέπει να περιλαμβάνει και ασκήσεις προσομοίωσης αντιμετώπισης υποθετικών καταστάσεων.
- Σαφείς και γραπτές οδηγίες.
- Συνεργασία με τις αρχές.
- Στελέχωση με ικανούς και έμπειρους μηχανικούς

Σήμανση

Αν και η χρήση των σημάτων ασφάλειας και υγείας δεν μπορεί με κανένα τρόπο να υποκαταστήσει ή να περιορίσει τη λήψη των αναγκαίων προληπτικών μέτρων στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις, είναι γεγονός ότι η κατάλληλη σήμανση μειώνει τα εργατικά ατυχήματα και τους κινδύνους από επαγγελματικές ασθένειες. Σήμανση είναι το σύνολο των συμβόλων και κειμένων που κατευθύνουν τον προσανατολισμό

και την κίνηση όσων κινούνται σε ένα δομημένο περιβάλλον καθώς και κάθε άλλο μέσο που διευκολύνει στην ασφαλή διακίνηση και πληροφόρηση, όπως φωτεινά και ηχητικά σήματα, διαφοροποιήσεις υλικών μέσω χρώματος και/ή υφής, σχέδια, προπλάσματα κ.λπ.

Η σήμανση μπορεί να έχει την εξής μορφή:

► Μόνιμη σήμανση, με την χρήση πινακίδων ή χρωμάτων ασφαλείας δίνονται πληροφορίες για:

- Απαγόρευση
- Προειδοποίηση
- Υποχρέωση
- Εντοπισμό και

Γεωμετρικό σχήμα	Σημασία
	Σήματα απαγόρευσης
	Σήματα υποχρέωσης
	Σήματα προειδοποίησης
	Σήματα διάσωσης ή βοήθειας
	Σήματα που αφορούν το πυροσβεστικό υλικό ή εξοπλισμό

αναγνώριση μέσων διάσωσης, βοήθειας και των εξοπλισμών καταπολέμησης της πυρκαγιάς

- Κινδύνους από εμπόδια, επικίνδυνα σημεία και οδούς κυκλοφορίας και δοχεία ή σωληνώσεις που μεταφέρουν επικίνδυνες ουσίες

► Περιστασιακή σήμανση χρησιμοποιείται για την σήμανση επικίνδυνων συμβάντων, την κλήση ατόμων για μια συγκεκριμένη ενέργεια, την επείγουσα



Απαγορεύεται το κάπνισμα



Απαγορεύεται η χρήση γυμνής φλόγας και το κάπνισμα



Απαγορεύεται η διέλευση πεζών



Απαγορεύεται η κατάσβεση με νερό

απομάκρυνση ατόμων και την καθοδήγηση ατόμων που εκτελούν χειρισμούς. Ορισμένα από τα μέσα περιστασιακής σήμανσης είναι το φωτεινό και ηχητικό σήμα και οι χειρονομίες.

► Η προφορική ανακοίνωση πραγματοποιείται μεταξύ ενός ομιλητή ή πομπού και ενός ή περισσοτέρων ακροατών, με τη μορφή σύντομων κειμένων, ομάδων λέξεων ή/και μεμονωμένων λέξεων, ενδεχόμενα κωδικοποιημένων. Τα

προφορικά μηνύματα είναι όσο το δυνατόν σύντομα, απλά και σαφή. Η προφορική ανακοίνωση είναι άμεση (χρησιμοποίηση της ανθρώπινης φωνής) ή έμμεση (ανθρώπινη ή συνθετική φωνή, εκπεμπόμενη από ειδικό μέσο).

4.3 Διαχείριση Ατυχημάτων και Αποδοτικότητα

4.3.1 Ατυχήματα στην Εργασία

Ατύχημα είναι ένα συμβάν που μπορεί να αποφέρει ανεπιθύμητα αποτελέσματα. Σύμφωνα με την νομοθεσία εργατικό ατύχημα είναι η ελαφριά, μέτρια ή σοβαρή απώλεια της υγείας από βίαιο συμβάν, κατά την εκτέλεση της εργασίας ή εξαιτίας αυτής. Στο εργατικό ατύχημα εμπεριέχεται και ο τραυματισμός μια ώρα πριν την προσέλευση και μια ώρα μετά την αποχώρηση από την εργασία.



Τα στοιχεία για τα εργατικά ατυχήματα δείχνουν ότι παγκοσμίως κάθε χρόνο πεθαίνουν από επαγγελματικά ατυχήματα ή από τις συνέπειες τους 2.340.000 άνθρωποι. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση ετήσια, σε 220.000.000 εργαζομένους, 15.000.000 είναι θύματα εργατικού ατυχήματος ενώ

καταγράφονται 9.000 θανατηφόρα εργατικά ατυχήματα.

Σύμφωνα με στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛΣΤΑΤ) για το 2020 οι κλάδοι με το υψηλότερο ποσοστό ατυχημάτων στην εργασία αφορούν την πρωτογενή και τη δευτερογενή παραγωγή. Το υψηλότερο ποσοστό ατυχημάτων παρατηρείται στις κατασκευές (6,0%) ενώ ακολουθούν η γεωργία, δασοκομία και αλιεία (3,8%), και η βιομηχανία και ενέργεια (3,3%). Η επαγγελματική ομάδα με το υψηλότερο ποσοστό ατυχημάτων στην εργασία είναι οι ειδικευμένοι τεχνίτες (5,1%), ακολουθούμενη από τους γεωργούς, κτηνοτρόφους, δασοκόμους και αλιείας (4%). Οι κλάδοι με τα

χαμηλότερα ποσοστά ατυχημάτων είναι η εκπαίδευση (0,2%) και οι χρηματοπιστωτικές και επιχειρηματικές δραστηριότητες (0,5%).

Τα ατυχήματα στο χώρο εργασίας αλλά και οι ασθένειες που σχετίζονται με αυτόν επιβαρύνουν τους εργαζόμενους, τις επιχειρήσεις αλλά και το σύνολο της κοινωνίας. Το οικονομικό κόστος για τους οργανισμούς είναι τεράστιο και περιλαμβάνει τις χαμένες ώρες εργασίας, το κόστος απουσίας από την εργασία, τις οικονομικές επιπτώσεις από την δυσφήμιση του οργανισμού, δικαστικά έξοδα, πρόστιμα κ.λπ. Από οικονομική σκοπιά, σε μια επιχείρηση θα πρέπει, τα οφέλη που συνεπάγονται από την εφαρμογή των μέτρων ασφαλείας, να είναι μεγαλύτερα ή με το κόστος των ατυχημάτων που θα μπορούσαν να συμβούν αν δεν είχαν ληφθεί τα μέτρα αυτά.

Όμως υπάρχει και το κοινωνικό κόστος ενός εργατικού ατυχήματος που μπορεί να οδηγήσει σε εμφάνιση οικονομικών και ψυχολογικών προβλημάτων στον παθόντα, ακόμα και συνθήκες κοινωνικού αποκλεισμού. Επιπλέον, μπορεί να περιλαμβάνει το κόστος αντιμετώπισης του ατυχήματος, το κόστος πρόωρης συνταξιοδότησης και την επιδότηση του παθόντα για το χρονικό διάστημα απουσίας από την εργασία.

Το κόστος από τα εργατικά ατυχήματα ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του, διακρίνεται σε:

- εσωτερικό κόστος που επωμίζεται ο οργανισμός και
- εξωτερικό που επιβαρύνει την πολιτεία.
- Μία άλλη διάκριση του κόστους, είναι σε:
 - άμεσο (π.χ. η απουσία από την εργασία, ιατροφαρμακευτική περίθαλψη, αποζημιώσεις) και
 - έμμεσο (χαμηλό ηθικό, χαμένες ώρες εργασίας, ζημία στην εικόνα του οργανισμού) κόστος που δημιουργείται στο εργασιακό, κοινωνικό και οικογενειακό περιβάλλον και υπολογίζεται ότι μπορεί να είναι τετραπλάσιο του άμεσου κόστους.

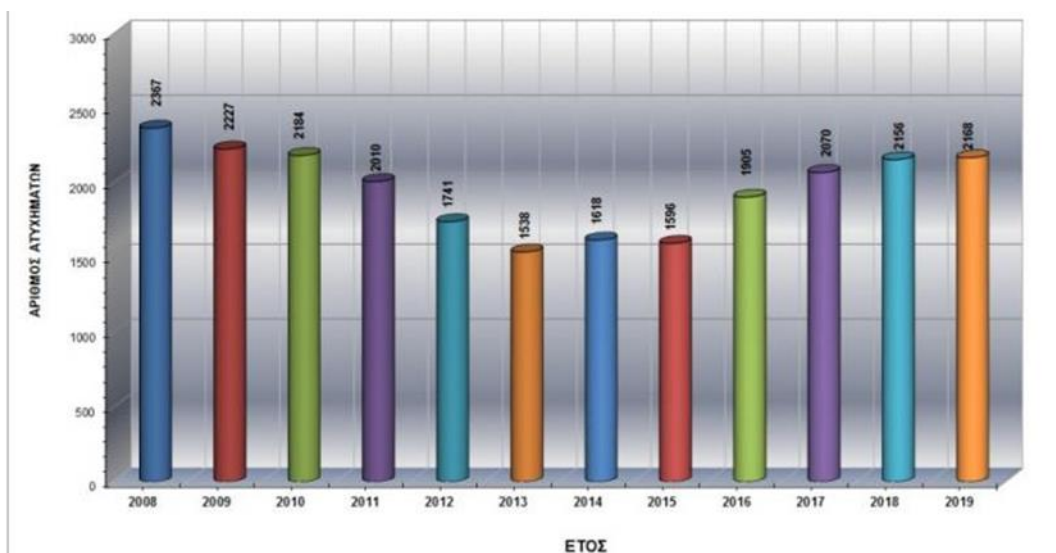
Το άμεσο ετήσιο κόστος για τα εργατικά ατυχήματα είναι 20 δις ευρώ και το ολικό ετήσιο κόστος 100 δις ευρώ, στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Στην Ελλάδα ετήσια, το άμεσο κόστος για εργατικά ατυχήματα ανέρχεται σε 120.000.000 ευρώ και το ολικό κόστος

σε 600.000.000 ευρώ. Στα παραπάνω ποσά δεν περιλαμβάνεται η οικογενειακή και κοινωνική επίπτωση, που είναι ανυπολόγιστη, διότι οι αναπηρίες και ακόμα περισσότερο η απώλεια της ανθρώπινης ζωής εννοείται δεν εκτιμώνται με χρήματα.

Από τα στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛΣΤΑΤ) για το 2020, προκύπτει ότι σχεδόν τα μισά (47,5%) από τα ατυχήματα προκάλεσαν απουσία από την εργασία μικρότερη των 8 ωρών, ενώ 34,8% των ατυχημάτων προκάλεσαν απώλεια 1-3 εργάσιμων ημερών και 10,9% των ατυχημάτων οι οποίες κατέληξαν σε απώλεια περισσότερων από 4 εργάσιμες ημέρες. Ο κλάδος με τα μεγαλύτερα ποσοστά απώλειας εργάσιμων ημερών είναι οι κατασκευές, όπου το 71,9% απουσίασε τουλάχιστον μία ημέρα. Οι χειριστές μηχανημάτων και οι ειδικευμένοι τεχνίτες είναι οι επαγγελματικές ομάδες στις οποίες παρατηρούνται τα μεγαλύτερα ποσοστά απώλειας εργάσιμων ημερών (τα ποσοστά απουσίας τουλάχιστον μίας ημέρας είναι 68,1% και 65,2%, αντίστοιχα).

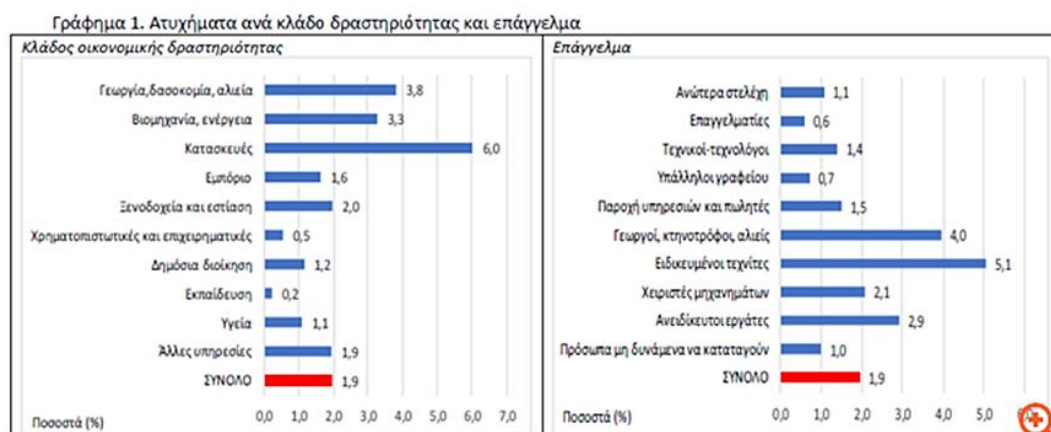
Παρά τις τεχνολογικές εξελίξεις που προσφέρουν καλύτερα και ασφαλέστερα μηχανήματα και εξοπλισμό, αλλά και το υψηλότερο εκπαιδευτικό επίπεδο των εργαζομένων καθώς και την εγκαθίδρυση ενός αυστηρότερου νομοθετικού πλαισίου που υποχρέωσε τις επιχειρήσεις να βελτιωθούν σε θέματα ασφάλειας εργασίας, ο αριθμός των καταγεγραμμένων εργατικών ατυχημάτων δεν μειώνεται στην Ελλάδα.

Στο παρακάτω διάγραμμα, που απεικονίζεται η διαχρονική εξέλιξη του αριθμού των εργατικών ατυχημάτων, προκύπτει ότι συναντάται μειωμένος αριθμός ατυχημάτων κυρίως στα χρόνια της οικονομικής κρίσης της χώρας, οπότε υπήρχε μείωση της απασχόλησης. Αυτό δείχνει την μη ύπαρξη κουλτούρας ασφάλειας και υγείας στην εργασία, αμέλεια και παράλειψη των εργοδοτών να εφαρμόσουν ένα καθορισμένο πλάνο διαχείρισης κινδύνων σε συνδυασμό με την έλλειψη εκπαίδευσης των εργαζομένων και επιτήρησης από τον εργοδότη.



Εκτός των ατυχημάτων, που συνέβησαν σε ποσοστό 1,9% των εργαζομένων, ένα μεγαλύτερο ποσοστό (2,9%) ανέφερε την ύπαρξη προβλημάτων υγείας που προκλήθηκαν ή επιδεινώθηκαν από την εργασία τους. Τα πιο κοινά προβλήματα υγείας αφορούν στα οστά, στις αρθρώσεις ή στους μυς, και επηρεάζουν τα άνω άκρα, τα κάτω άκρα και κυρίως τη μέση (20,3%, 10,3% και 34,4% , αντίστοιχα, σε όσους ανέφεραν πρόβλημα υγείας).

Το δεύτερο πιο κοινό είδος προβλήματος υγείας αφορά στην καρδιά ή στο κυκλοφορικό σύστημα γενικότερα (6,7%) και ακολουθούν το στρες, τη κατάθλιψη ή το άγχος και τα προβλήματα στους πνεύμονες ή το αναπνευστικό (6,3% και 4,3%, αντίστοιχα).



Αιτίες Ατυχημάτων

Στην Ελλάδα για την προώθηση της υγείας και της ασφάλειας στον εργασιακό χώρο έχουν θεσμοθετηθεί σε κάθε επιχείρηση οι συμβουλευτικού χαρακτήρα ρόλοι:

- Τεχνικός Ασφαλείας με αρμοδιότητες την επίβλεψη των συνθηκών εργασίας και προτάσεις σχετικά με την υγεία και ασφάλεια των εργαζομένων και την πρόληψη των εργατικών ατυχημάτων.
- Ιατρός Εργασίας για υποδείξεις και προτάσεις για την λήψη των απαραίτητων μέτρων για την προστασία της υγείας των εργαζομένων.

Η Επιθεώρηση Ασφάλειας και Υγείας στην Εργασία (Ε.Α.Υ.Ε.) του Σώματος Επιθεώρησης Εργασίας (Σ.ΕΠ.Ε.) αποτελεί τον ελεγκτικό μηχανισμό του Υπουργείου Εργασίας και Κοινωνικών Υποθέσεων για τον έλεγχο της εφαρμογής της νομοθεσίας για την ασφάλεια και της υγείας των εργαζομένων.

Σε έναν εργασιακό χώρο πηγές κινδύνου ατυχημάτων μπορεί να εμφανιστούν :

- στα δάπεδα εργασίας, στους διαδρόμους κυκλοφορίας, στα κλιμακοστάσια,
- σε μηχανήματα, εργαλεία και εξοπλισμό που χρησιμοποιούνται.
- στον τρόπο λειτουργίας ή στις ιδιότητες των υλικών και των προϊόντων της παραγωγικής διαδικασίας.
- σε φυσικούς, χημικούς και βιολογικούς παράγοντες,
- σε παράγοντες που χαρακτηρίζουν το εργασιακό περιβάλλον (δονήσεις, θόρυβος, χημικές ουσίες, φωτισμός, θερμοκρασία, ακτινοβολίες, κ.λπ.).
- στις εργασιακές, οργανωτικές και παραγωγικές πρακτικές και διαδικασίες και δυσλειτουργίες που συνδέονται με αυτές.



Οι πιθανότητες να συμβεί ένα ατύχημα αυξάνεται λόγω ποικίλων παραγόντων, όπως η κατάσταση της κτιριακής εγκατάστασης και των μηχανημάτων, λόγω κούρασης των εργαζομένων που προκαλούν οι εντατικοί ρυθμοί εργασίας (υπερωρίες, νυχτερινές βάρδιες), λόγω ψυχολογικών προβλημάτων των εργαζομένων καθώς και ανθρώπινο λάθος.

Η συχνότητα των ατυχημάτων είναι 50% μεγαλύτερη στους νέους εργαζομένους έως και πέντε έτη, λόγω της απειρίας και έλλειψης εξοικείωσης με την εργασία, όπως επίσης και λόγω έλλειψης σωστής πληροφόρησης και εκπαίδευσης και την ανάληψης εργασιών πέραν των δυνατοτήτων τους.

Για να υπάρχει μεγαλύτερο επίπεδο προστασίας των εργαζομένων από ατυχήματα, κάθε επιχείρηση πρέπει να εντοπίσει τους παράγοντες κινδύνων που μπορούν να

προκαλέσουν ατυχήματα και στη συνέχεια να προχωρήσει σε ιεράρχηση αυτών σύμφωνα με:

- Τη σοβαρότητα του κινδύνου
- Τις πιθανές συνέπειες ενός ατυχήματος
- Τον αριθμό των ατόμων που επηρεάζονται από τον κίνδυνο
- Τον αναγκαίο χρόνο που χρειάζεται για να ληφθούν μέτρα πρόληψης

Μέτρα Πρόβλεψης

Βραχυπρόθεσμα, αυτή η ιεράρχηση καταλήγει σε άμεσα εφαρμόσιμα μέτρα που αποτελούν μέρος ενός ευρύτερου σχεδιασμού για την εξάλειψη ή τη μείωση των κινδύνων, μακροπρόθεσμα. Τα μέτρα που σχετίζονται με την πρόληψη ατυχημάτων πρέπει να ελέγχονται για την ορθή χρήση τους με επιθεωρήσεις και ελέγχους.

Τα μέτρα πρόληψης των ατυχημάτων συνήθως αποτελούν απλές ενέργειες ή διαδικασίες που πρέπει να ακολουθούνται. Συχνά, πολλά από αυτά τα βήματα ως μέρος ενός συνόλου διαδικασιών αποτελούν ρουτίνα για τους εργαζόμενους, με αποτέλεσμα να υποτιμώνται ή να παραμελούνται.

Για παράδειγμα, αρκούν μερικές σταγόνες νερού ή λαδιού για να δημιουργήσουν ολισθηρότητα σε ένα δάπεδο. Αυτή η αμέλεια μπορεί να οδηγήσει σε τραυματισμούς λόγω πτώσης, ενώ παρόμοιοι τραυματισμοί που σχετίζονται με θερμές ουσίες ή αντικείμενα με τα οποία έρχονται σε επαφή οι εργαζόμενοι θα μπορούσαν να αποφευχθούν με τη συστηματική χρήση γαντιών.

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται επιγραμματικά 12 παράγοντες που θα μπορούσαν να οδηγήσουν στην εξάλειψή των εργατικών ατυχημάτων, προσφέροντας ασφάλεια και υγιεινή στις εγκαταστάσεις ΑΠΕ.



Η δημιουργία ασφαλούς εργασιακού περιβάλλοντος και η πρόληψη των ατυχημάτων είναι ευθύνη τόσο των επιχειρήσεων όσο και των εργαζόμενων. Όμως, ακόμα και αν οι επιχειρήσεις, είτε για να αποφύγουν τα (μικρά) κόστη, είτε επειδή αδιαφορούν για την υγεία και ασφάλεια των εργαζομένων, προχωράνε σε σχετικά μέτρα.

Με άλλα λόγια, συμμορφώνονται και ακολουθούν σχετικά τους αντίστοιχους νόμους προκειμένου να αποφύγουν πρόστιμα. Ωστόσο, οι εργαζόμενοι με κίνητρο την δική τους υγεία και ασφάλεια στο χώρο εργασίας, δεν έχουν κανένα λόγο να μην τηρούν απλούς κανόνες όπως:

- Υποχρεωτική χρήση των Μέτρων Ατομικής Προστασίας (Μ.Α.Π.) με την καθημερινή, συνεχή και ευγενική υπενθύμιση από την πλευρά των προϊσταμένων.
- Συνεργασία όλων των εργαζομένων σε μια περιοχή εργασίας, ώστε η περιοχή και οι εργαζόμενοι να είναι συνεχώς ασφαλείς.
- Ευταξία και καθαριότητα παντού.
- Οι εργαζόμενοι διορθώνουν άμεσα μόνοι τους ή αναφέρουν στον προϊστάμενο κάθε πιθανό κίνδυνο για την ασφάλεια τη δική τους ή των άλλων. Η παράλειψη κάποιου κινδύνου σίγουρα θα δημιουργήσει στο μέλλον ατύχημα.

Η αλλαγή νοοτροπίας σε ό,τι αφορά την επαγγελματική υγεία και ασφάλεια, τοποθετούν τον άνθρωπο στο επίκεντρο και προβάλλουν την πρόληψη ως αδιαπραγμάτευτη σύμβαση και προτεραιότητα. Σχετικές έρευνες σε διάφορα είδη επιχείρησης και οικονομικού κλάδου συμφωνούν στο γεγονός ότι οι επιχειρήσεις οφείλουν να παρέχουν στους εργαζομένους τους, εκτός από έναν ασφαλή χώρο εργασίας, κάθε δυνατή ευελιξία αποσκοπώντας στην επιτυχή ισορροπία μεταξύ εργασίας και προσωπικής ζωής.

Με αυτό τον τρόπο, οι εργαζόμενοι θα είναι ευχαριστημένοι και κατά συνέπεια πιο αποδοτικοί. Οι καλές εργασιακές συνθήκες ενισχύουν τη παραγωγικότητα των εργαζομένων και τη ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών και προϊόντων, μειώνουν το χρόνο απουσίας από την εργασία και χαμηλώνουν το κόστος παραγωγής. Επίσης, οδηγούν στη μείωση των ζημιών και χρηματικών αποζημιώσεων που μπορεί να προκύψουν.

Σύνοψη

Στην παραπάνω ενότητα έγινε αναφορά σε ποικίλους παράγοντες γύρω από την υγεία και την ασφάλεια στο χώρο εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, επισημάνθηκε η αναγκαιότητα σύστασης, ανάπτυξης και λειτουργίας μιας ομάδας έργου, η οποία είναι σε θέση να καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την επιτυχία ολοκλήρωσης ενός έργου, σε ορισμένο χρονοδιάγραμμα, σύμφωνα με τις προδιαγραφές ποιότητας που έχουν τεθεί και τηρώντας τον προϋπολογισμό κόστους χωρίς αποκλίσεις.

Επιπλέον, τέθηκε το ζήτημα του κινδύνου και οι προεκτάσεις που μπορεί να πάρει στο χώρο εργασίας ανάλογα με τον τομέα. Σε κάθε επιχείρηση ο εντοπισμός των πηγών κινδύνου και η μείωση ή εξάλειψή του, αποτελούν τον σημαντικότερο τρόπο πρόληψης της ύπαρξης ατυχημάτων στον εργασιακό χώρο. Τα ατυχήματα έχουν επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και ζωή, κοινωνικό κόστος και οικονομικό κόστος για την επιχείρηση. Η πρόληψη και η προστασία από τα ατυχήματα είναι υποχρέωση τόσο της επιχείρησης όσο και του εργοδότη.

Γι' αυτό το λόγο αναλύθηκαν ορισμένες πρακτικές που μπορεί να εφαρμοστούν σε πολλούς τομείς εργασίας προκειμένου οι εργαζόμενοι να νιώθουν προστατευμένοι

κατά τη διάρκεια της εργασίας του με φυσικό επακόλουθο την αποδοτικότητα προς όφελος της επιχείρησης.

Ερωτήσεις Αυτοαξιολόγησης

- 1. Η μελέτη σκοπιμότητας ενός έργου περιλαμβάνει:**
 - A) εκτίμηση της βιωσιμότητας του έργου
 - B) αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων
 - Γ) επιπτώσεις στην τοπική ή εθνική οικονομία
 - Δ) όλα τα προηγούμενα
- 2. Η ποσοτική μέτρηση της επιτυχίας του κάθε έργου, εξαρτάται από τρεις παράγοντες, το ανθρώπινο δυναμικό, το χρόνο εκτέλεσης και το κόστος του έργου.**
 - A) Σωστό
 - B) Λάθος
- 3. Σε ποιο από τα στάδια ανάπτυξης μιας ομάδας έργου είναι εμφανή μεταξύ των μελών της ομάδας η αβεβαιότητα, η έλλειψη εμπιστοσύνης και η επιφυλακτικότητα;**
 - A) Στάδιο αντιπαράθεσης
 - B) Στάδιο εξισορρόπησης
 - Γ) Στάδιο σχηματισμού
 - Δ) Στάδιο λειτουργίας
- 4. είναι μια κατάσταση που μπορεί να οδηγήσει σε ανεπιθύμητες συνέπειες.**
 - A) Αβεβαιότητα
 - B) Κίνδυνος
 - Γ) Ρίσκο
 - Δ) Ανασφάλεια

- 5. Ο υπολογισμός της πιθανότητας μια συγκεκριμένη πηγή κινδύνου να καταστεί επιβλαβής μέσα σε ορισμένο χρονικό διάστημα, ονομάζεται:**
- A) ποιοτική εκτίμηση κινδύνου
 - B) ποσοτική εκτίμηση κινδύνου
 - Γ) επαγγελματικός κίνδυνος
 - Δ) ατύχημα
- 6. Μέσα Ατομικής Προστασίας ΔΕΝ είναι:**
- A) τα γυαλιά προστασίας
 - B) τα προστατευτικά ρούχα
 - Γ) τα παπούτσια ασφαλείας
 - Δ) τα προστατευτικά στέγαστρα
- 7. Το κόστος για την ιατροφαρμακευτική περίθαλψη ενός εργαζομένου που τραυματίστηκε σε εργατικό ατύχημα χαρακτηρίζεται σαν ... (2 απαντήσεις)**
- A) άμεσο κόστος ατυχήματος
 - B) έμμεσο κόστος ατυχήματος
 - Γ) εσωτερικό κόστος ατυχήματος
 - Δ) εξωτερικό κόστος ατυχήματος
- 8. Τα ατυχήματα στο χώρο εργασίας αλλά και οι ασθένειες που σχετίζονται με αυτήν επιβαρύνουν τους εργαζόμενους, τις επιχειρήσεις αλλά και το σύνολο της κοινωνίας.**
- A) Σωστό
 - B) Λάθος
- 9. Τι από τα παρακάτω ΔΕΝ αποτελεί πηγή κινδύνου ατυχημάτων;**
- A) Ο χώρος της εργασίας: τα δάπεδα, οι σκάλες, ο φωτισμός.
 - B) Η ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων
 - Γ) Η κατάσταση του εξοπλισμού

Δ) Η ψυχολογική κατάσταση: προσβολές, άσχημη συμπεριφορά προϊσταμένου

10. Η απόκρυψη των εργατικών ατυχημάτων που έχουν συμβεί, είναι μια πρακτική που μπορεί να επιφέρει μεγάλες νομικές και κοινωνικές επιπτώσεις σε με επιχείρηση, αλλά μειώνει τον κίνδυνο πρόκλησης ατυχημάτων.

A) Σωστό

B) Λάθος

Απαντήσεις Ερωτήσεων Αυτοαξιολόγησης

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Δ	A	Γ	B	B	Δ	A, Γ	A	B	B

Ενότητα 5: Αιολικά Συστήματα - Μικρά Υδροηλεκτρικά Συστήματα

Σκοπός

Σκοπός της ενότητας είναι η παρουσίαση δύο από τις πιο χρησιμοποιούμενες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας: της αιολικής και της υδροηλεκτρικής ενέργειας. Οι εφαρμογές αυτών των ανανεώσιμων πόρων παράγουν σημαντικό μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται στον πλανήτη, χωρίς να εκπέμπουν αέρια του θερμοκηπίου, τα οποία συμβάλλουν στην υπερθέρμανση του πλανήτη και στην κλιματική αλλαγή.

Παράλληλα, προσφέρουν μια λύση για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς την χρήση των καύσιμων ορυκτών που εκτός από ρυπογόνα, βρίσκονται σε τροχιά εξάντλησης των αποθεμάτων τους. Γι' αυτό το λόγο, γίνεται εκτενής περιγραφή των συστημάτων εγκατάστασης και λειτουργίας τόσο των ανεμογεννητριών όσο και των υδροηλεκτρικών μονάδων. Τέλος, γίνεται αναφορά στο εθνικό πλαίσιο για τις δύο παραπάνω κατηγορίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Προσδοκώμενα Αποτελέσματα

Με την ολοκλήρωση της μελέτης της ενότητας αυτής, οι εκπαιδευόμενοι αναμένεται να:

- αποκομίσουν γνώσεις και πληροφορίες σχετικά με τρόπους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμους φυσικούς πόρους, όπως είναι ο αέρας και το νερό
- εξοικειωθούν με την χρήση ανεμογεννητριών, διάφορων δυνατοτήτων από οικιακές μέχρι υπερσύγχρονα αιολικά πάρκα
- αντιληφθούν την λειτουργία μικρών υδροηλεκτρικών συστημάτων καθώς και την διαδικασία μετατροπής της αιολικής και υδροηλεκτρικής ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια, η οποία αξιοποιείται τόσο για οικιακές όσο και για βιομηχανικές καταναλώσεις.

Λέξεις – Κλειδιά

- Αιολική Ενέργεια
- Ανεμογεννήτρια
- Αιολικό πάρκο
- Χερσαίο αιολικό πάρκο
- Παράκτιο αιολικό πάρκο
- Υπεράκτιο αιολικό πάρκο
- Πλωτό αιολικό πάρκο
- Βλάβη / Σφάλμα
- Προληπτική συντήρηση
- Υδροηλεκτρική Ενέργεια

5.1 Αιολικό δυναμικό - Ενέργεια του Ανέμου - Αγορά Αιολικής Ενέργειας

5.1.1 Η Εξέλιξη της Χρήσης της Αιολικής Ενέργειας

Από την αρχαιότητα, ο άνθρωπος χρησιμοποίησε την ενέργεια του ανέμου στην ναυσιπλοΐα και στην κίνηση των καραβιών. Υπάρχουν πληροφορίες για χρήση του ανέμου από τους ανθρώπους ανά τους αιώνες. Έχει καταγραφεί χρήση τροχού που κινείται από τον αέρα για τη λειτουργία μηχανής, τον 1ο αιώνα μ.Χ. στην Αλεξάνδρεια.

Οι αρχαιότεροι ανεμόμυλοι (κατακόρυφου άξονα) για το άλεσμα δημητριακών και την άντληση νερού κατασκευάστηκαν στην Περσία μεταξύ 6^{ου} και 10ου αιώνα μ.Χ. Σταυροφόροι που είδαν τη χρήση των ανεμόμυλων οριζόντιου άξονα στη Συρία, μετέφεραν την τεχνογνωσία στην Ευρώπη τον 13ο αιώνα. Από το 17ο αιώνα υπάρχουν ανεμόμυλοι στην Αμερική που χρησιμοποιήθηκαν κυρίως για την άντληση νερού. Η πρώτη ανεμογεννήτρια για παραγωγή ηλεκτρισμού κατασκευάστηκε το 1888 στο Cleveland του Ohio, είχε 18 μέτρα ύψος, με διάμετρο πτερωτής 17 μέτρα, ζύγιζε 4 τόνους και παρήγαγε 12 kW.

Η χρήση του ανεμόμυλου, ως κινητήρια μηχανή στον αγροτικό τομέα, διήρκησε για πάρα πολλά χρόνια και σταμάτησε στα μέσα του 20ου αιώνα οπότε εξαπλώθηκε η χρήση των συμβατικών καυσίμων και του ηλεκτρισμού. Η στροφή προς τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας για την προστασία του περιβάλλοντος και η πεπερασμένη διαθεσιμότητα ορυκτών καυσίμων έχει οδηγήσει σε μια διαρκώς αυξανόμενη παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, μέσω της εκμετάλλευσης της ενέργειας του ανέμου. Οι ανεμογεννήτριες έχουν γίνει μακρύτερες και ελαφρύτερες, άρα έχουν βελτιωμένη απόδοση του στροβίλου και αυξημένη παραγωγή ενέργειας ενώ το κόστος τους έχει μειωθεί αρκετά.



Το πρώτο αιολικό πάρκο παγκοσμίως κατασκευάστηκε στο New Hampshire των ΗΠΑ το 1980 και αποτελείται από 20 ανεμογεννήτριες. Το 1991 δημιουργήθηκε το πρώτο παράκτιο αιολικό πάρκο στην περιοχή Vindeby της νότιας Δανίας το οποίο αποτελείται από τουρμπίνες των 11.450 kW. Η Δανία είναι η πιο

πλούσια χώρα σε αιολικό δυναμικό και είναι πρώτη στην κατασκευή και στην χρήση ανεμογεννητριών.

5.1.2 Ορολογία

Αιολική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που παράγεται από την εκμετάλλευση του ανέμου. Ο άνεμος έχει την δυνατότητα να περιστρέφει ανεμότροχους, να προωθεί ιστιοφόρα πλοία και να κινεί αντικείμενα. Ο άνθρωπος μπορεί να αξιοποιήσει την ενέργεια του για να παράγει έργο.

Η αιολική ενέργεια δημιουργείται έμμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία καθώς η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης από τον ήλιο προκαλεί τη μετακίνηση μεγάλων μαζών αέρα από τη μια περιοχή στην άλλη. Επειδή η πηγή της

αιολικής ενέργειας είναι ανεξάντλητη και ανανεώνεται διαρκώς, χαρακτηρίζεται σαν ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.

Η **ανεμογεννήτρια** είναι το σύστημα που μετατρέπει τον άνεμο από κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια. Η κατασκευή της αποτελείται από μία στήλη κάθετη προς το έδαφος, μία τουρμπίνα στην κορυφή της και έλικες με πτερύγια, κινούμενα προς την κατεύθυνση του ανέμου. Το σύστημα των πτερυγίων είναι κατασκευασμένο με τέτοιο τρόπο για να περιστρέφεται και να είναι πάντοτε αντίθετο στη φορά του ανέμου.

Η βελτίωση του σχεδιασμού των ανεμογεννητριών, βοηθήθηκε σημαντικά από τις εξελίξεις στον τομέα της αεροδυναμικής. Υπάρχουν δυο είδη ανεμογεννητριών, όπως απεικονίζεται παρακάτω:

- οι ανεμογεννήτριες με οριζόντιο άξονα των οποίων ο δρομέας είναι τύπου έλικας και έχουν επικρατήσει σε ποσοστό 90 %
- οι ανεμογεννήτριες με κατακόρυφο άξονα που παραμένει σταθερός



Ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα



Ανεμογεννήτρια κάθετου άξονα

Η ισχύς τους μπορεί να ξεπερνά τα 500 Kw και συνδέονται κατευθείαν στο ηλεκτρικό δίκτυο της χώρας. Μια συστοιχία πολλών ανεμογεννητριών, που ονομάζεται αιολικό πάρκο, μπορεί να λειτουργήσει σαν μια μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Σύμφωνα με τους επιστήμονες, εάν υπήρχε απόλυτη εκμετάλλευση του συνολικού αιολικού δυναμικού της γης, υπολογίζεται ότι η παραγόμενη σε ένα χρόνο ηλεκτρική ενέργεια, θα ήταν υπερδιπλάσια από τις ετήσιες παγκόσμιες ανάγκες. Δυστυχώς, μόνο ένα μικρό ποσοστό της τεράστιας αυτής ποσότητας ενέργειας μπορεί να γίνει εκμεταλλεύσιμη για τον άνθρωπο. Αυτό συμβαίνει διότι μόνο στο 25% της

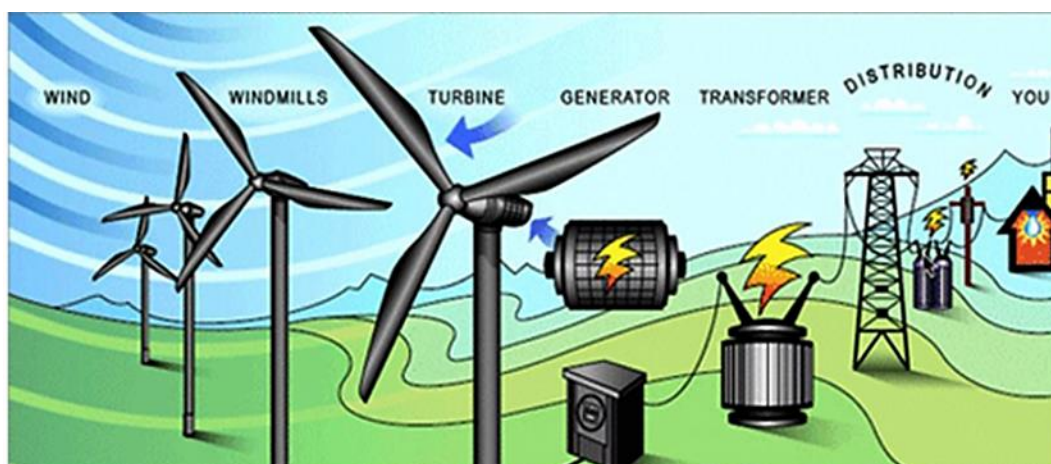
επιφάνειας της γης πνέουν άνεμοι μέσης ετήσιας ταχύτητας πάνω από 5,1 μέτρα το δευτερόλεπτο, σε ύψος 10 μέτρων πάνω από το έδαφος που έχει τεθεί σαν το όριο πάνω από το οποίο το αιολικό δυναμικό ενός τόπου θεωρείται εκμεταλλεύσιμο και οι απαιτούμενες εγκαταστάσεις μπορούν να καταστούν οικονομικά βιώσιμες.

5.1.3 Διαθέσιμο Αιολικό Δυναμικό

Για την εκτίμηση του διαθέσιμου αιολικού δυναμικού σε μία περιοχή, χρησιμοποιούνται επιτόπιες μετρήσεις, μετεωρολογικά στοιχεία και προγράμματα υπολογιστικής ρευστοδυναμικής (computational fluid dynamics, CFD), που προβλέπουν τις μεταβολές της μέσης ταχύτητας του ανέμου, ανάλογα με τη διαμόρφωση του εδάφους της περιοχής ενδιαφέροντος.

Στο διαθέσιμο αιολικό δυναμικό σε μία περιοχή, υπάρχουν περιορισμοί όπως απαγορευτικές χρήσεις γης (κατοικημένες περιοχές, δάση, αρχαιολογικοί χώροι, κ.λπ.), ασθενή ή ανύπαρκτα ηλεκτρικά δίκτυα, δυσκολίες στην πρόσβαση, που περιορίζουν την εκμετάλλευση σε ένα τμήμα του. Σε μια περιοχή, η ύπαρξη τέτοιων εμποδίων ή οι χαμηλές ταχύτητες ανέμου, κάνουν οικονομικά ασύμφορα και τεχνικά δύσκολη την παραγωγή αιολικής ενέργειας.

Όλα τα παραπάνω έρχονται σε αντιδιαστολή με τα προσδοκώμενα οφέλη που προσφέρονται με την εγκατάσταση αιολικών πάρκων σε μια περιοχή, που προσδιορίζονται όπως είναι φυσικό από την τιμή της kWh και τις επιδοτήσεις που διατίθενται.



Η αιολική ενέργεια είναι η πιο αποδοτική οικονομικά μεταξύ των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το **κόστος** της αιολικής ενέργειας εξαρτάται από:

- ▶ Το κόστος επένδυσης, που αποτελεί το 80% του κόστους της αιολικής ενέργειας και περιλαμβάνει την ανεμογεννήτρια (πτερύγια, γεννήτρια, πύργος και θεμελίωση), τις κατασκευές, τις συνδέσεις δικτύου, τον σχεδιασμό του έργου και τα κόστη δανειοδότησης. Τα μεταβλητά κόστη, δηλαδή αυτά που σχετίζονται με τη λειτουργία και τη συντήρηση της κατασκευής, αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος του υπόλοιπου 20% του κόστους. Το ίδιο ποσοστό συνυπολογίζεται και το κόστος της ασφάλισης, της μίσθωσης της γης, το διοικητικό κόστος και τους φόρους.
- ▶ Την τοποθεσία. Για την εκτίμηση του αιολικού δυναμικού μιας περιοχής χρειάζονται αναλυτικές μετρήσεις της ταχύτητας και της διεύθυνσης του ανέμου. Οι πρώτες γίνονται με τη χρήση συνήθως κυπελλοφόρων ή ελικοφόρων ανεμομέτρων και οι δεύτερες με ανεμοδείκτη ακριβείας. Για κάθε περιοχή απαιτείται περίοδος μετρήσεων 6 μηνών με ένα χρόνο, ενώ οι μετρήσεις γίνονται συνήθως σε ύψος 10 μέτρων από το έδαφος.
- ▶ Τον συντελεστή χωρητικότητας που εξαρτάται από την τιμή στο πηλίκο της ονομαστικής ισχύος της γεννήτριας προς την επιφάνεια σάρωσης και από το αιολικό δυναμικό και το ύψος της ατράκτου.
- ▶ Τα κίνητρα από το κράτος με την μορφή επιδοτήσεων, μειώσεων στη φορολογία, κινήτρων επενδύσεων ή επιταχυνόμενης απόσβεσης.
- ▶ Την χρηματοδότηση, η οποία περιλαμβάνει συνδυασμό ίδιων κεφαλαίων και δανεισμού.

5.1.4 Η Αιολική Ενέργεια : Πλεονεκτήματα / Μειονεκτήματα

Πλεονεκτήματα

Ο άνεμος είναι μία ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, η οποία μάλιστα παρέχεται δωρεάν και δεν είναι αντικείμενο ιδιοκτησίας καμίας χώρας. Στην σύγχρονη εποχή που οι περισσότερες ανθρώπινες δραστηριότητες χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια, η χρήση της αιολικής ενέργειας όχι μόνο αυξάνει την διαθέσιμη για κατανάλωση ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά έχει θετικό αντίκτυπο:

- ▶ Στην προστασία του περιβάλλοντος και στην μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Έχει υπολογισθεί ότι η παραγωγή ηλεκτρισμού μιας ανεμογεννήτριας ισχύος 550 KW ένα χρόνο, είναι ισοδύναμη με την ενέργεια που παράγεται από την καύση 2.700 βαρελιών πετρελαίου, δηλαδή εμποδίζεται η εκπομπή 735 τόνων διοξειδίου του άνθρακα.
- ▶ Στα οικονομικά μεγέθη μιας χώρας αφού έχει υπολογιστεί ότι για κάθε νέο MW αιολικής ενέργειας δημιουργούνται 14 νέες θέσεις εργασίας. Επίσης, μειώνεται η εξάρτηση μιας χώρας από τους μη ανανεώσιμους ενεργειακούς πόρους (ορυκτά καύσιμα) τα οποία εισάγει από τις χώρες εξόρυξης τους, με την ανάλογη επιβάρυνση στο ισοζύγιο συναλλαγών της. Η αιολική ενέργεια στην Ευρώπη απασχολεί 300.000 εργαζομένους και αποδίδει 37 δις ευρώ στο ευρωπαϊκό ΑΕΠ.
- ▶ Καλύπτονται ενεργειακές ανάγκες (παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, άντληση νερού, τηλεπικοινωνίες κ.λπ.) σε απομακρυσμένες και νησιώτικες περιοχές που πιθανά δεν είναι διασυνδεδεμένες στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας.



Αν και η αιολική ενέργεια είναι μια δημοφιλής μορφή παραγωγής ενέργειας, η κατασκευή αιολικών πάρκων δεν είναι ευπρόσδεκτη κυρίως για αισθητικούς λόγους.

Το 80% των πολιτών της Ε.Ε. υποστηρίζουν την αιολική ενέργεια,

ωστόσο υπάρχουν παραδείγματα που η εγκατάσταση (κυρίως χερσαίων) αιολικών πάρκων προκάλεσε έντονες αντιδράσεις στις τοπικές κοινωνίες σε αρκετές χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Μειονεκτήματα

Σαν μειονεκτήματα της αιολικής ενέργειας, εκτός από προβλήματα αισθητικής που προκαλούνται από τον σημαντικό οπτικό αντίκτυπο στο τοπίο, αναφέρονται επίσης:

- ▶ **Χρήση γης.** Η εγκατάσταση ανεμογεννητριών πραγματικά δεσμεύει σημαντικές εκτάσεις γης, όχι όμως μεγαλύτερες από αυτές που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή της ίδιας ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικά καύσιμα.
- ▶ **Θόρυβος:** Αν και ο θόρυβος των ανεμογεννητριών δεν είναι μεγάλος έχουν καταγραφεί παράπονα από κατοίκους κοντά σε ανεμογεννήτριες. Είναι δύσκολο να μετρηθεί το πραγματικό επίπεδο θορύβου που προκαλείται από τις ανεμογεννήτριες, επειδή ο θόρυβος του προκαλείται από τον ίδιο τον άνεμο συχνά καλύπτει τον θόρυβο των γεννητριών. Από μετρήσεις προκύπτει ότι από τις ανεμογεννήτριες παράγεται θόρυβος 100db, που σε απόσταση 300 μέτρων δεν υπερβαίνει τα 45 db, που είναι ο θόρυβος που παράγει ένα κλιματιστικό κατά την λειτουργία του.

Ο θόρυβος των ανεμογεννητριών διακρίνεται σε:

- Αεροδυναμικό, από τη ροή του αέρα πάνω από τα κινούμενα πτερύγια, που αυξάνει με την αύξηση της ταχύτητας περιστροφής του δρομέα. Η λειτουργία σε χαμηλές ταχύτητες περιστροφής μετριάζει το πρόβλημα.
 - Μηχανικό θόρυβο από τα κινούμενα μέρη της συσκευής (όπως το κιβώτιο ταχυτήτων).
- ▶ **Ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές** σε ραδιόφωνο, τηλεόραση, τηλεπικοινωνίες, που επιλύονται με την ανάπτυξη της τεχνολογίας.
 - ▶ **Μη συνεχής λειτουργία.** Η ένταση του ανέμου έχει διακυμάνσεις και αυτή η ασυνέχεια ροής δεν επιτρέπει ακριβείς προγραμματισμούς στην παραγωγή ενέργειας. Παρέχει μεταβλητή ισχύ, η οποία γενικά είναι σταθερή συνολικά από έτος σε έτος, αλλά εμφανίζει διαφοροποιήσεις σε μικρότερα χρονικά διαστήματα. Επομένως, είτε θα πρέπει να χρησιμοποιείται μαζί με άλλες πηγές ηλεκτρικής ενέργειας είτε να αποθηκεύεται για να εξασφαλίζεται αξιόπιστη και συνεχής τροφοδοσία. Υπάρχουν πολλές και διαφορετικές μορφές αποθήκευσης ενέργειας (μπαταρίες, αντλησιοταμίευση, αποθήκευση θερμότητας ή υδρογόνου κ.λπ.).

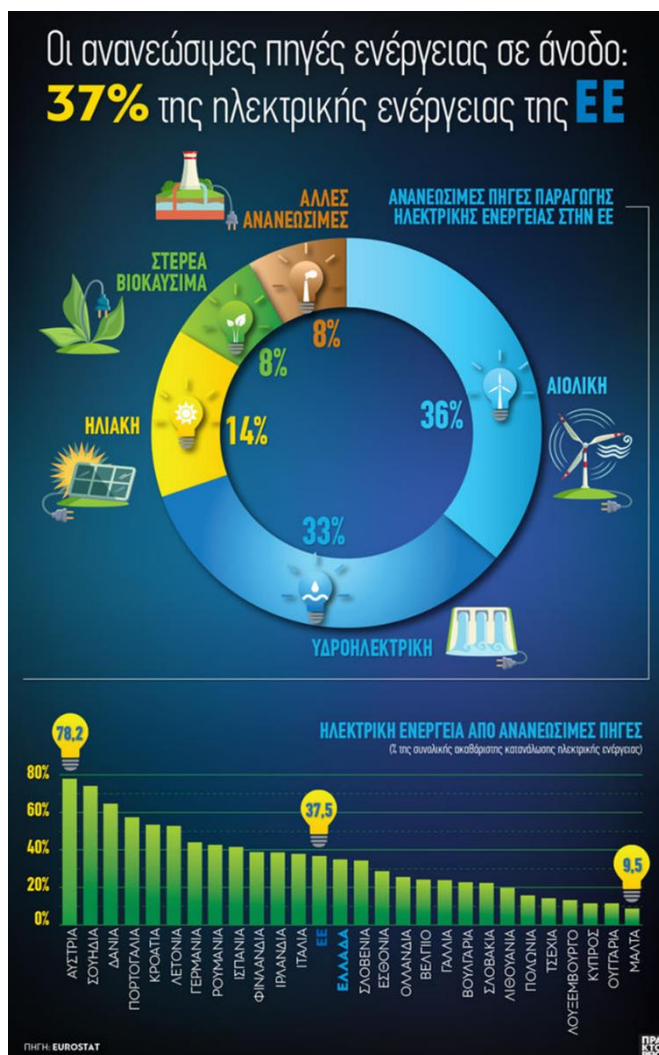
- ▶ **Επιπτώσεις στην ορνιθοπανίδα**, με διαταραχές στη συμπεριφορά των πουλιών από τη φυσική παρουσία των ανεμογεννητριών και θανάτους από τις συγκρούσεις στα πτερύγια. Υπάρχουν θεσμοθετημένες προβλέψεις να μην κατασκευάζονται αιολικά πάρκα σε δρόμους μετανάστευσης μεγάλων πληθυσμών αποδημητικών.
- ▶ **Υπαρξη μη ανακυκλώσιμων υλικών**. Ο ανεμογεννήτριες σχεδιάζονται με διάρκεια ζωής 20-25 ετών. Μετά από αυτή την περίοδο το 85% τους μπορεί να ανακυκλωθεί (ή να επαναπωληθεί). Μόνο τα πτερύγια καταλήγουν σε ταφή.

Αιολική Ανάπτυξη

Η αιολική ανάπτυξη συνίσταται κυρίως στη δημιουργία και συντήρηση συγκροτημάτων από πολλές ανεμογεννήτριες (αιολικά πάρκα) για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η αιολική ενέργεια έχει μεγάλο φάσμα εφαρμογών. Η μηχανική ενέργεια του ανέμου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη λειτουργία αντλιών νερού στην ύδρευση και άρδευση περιοχών, για θέρμανση αγροτικών μονάδων και κατοικιών, για τη λειτουργία εγκαταστάσεων αφαλάτωσης νερού σε συνδυασμό με άλλες πηγές ενέργειας κ.λπ.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει επιτύχει να ηλεκτροδοτείται κατά 37% από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, σύμφωνα με στοιχεία του 2020. Το 36% αυτής της ανανεώσιμης ενέργειας είναι αιολική ενέργεια, δηλαδή ο άνεμος παράγει το 13% της ηλεκτρικής ενέργειας. Η νέα αιολική ισχύ που προστέθηκε στην Ε.Ε., το 2020 ήταν 14,7GW, από την οποία το 80% ήταν χερσαία και η συνολική εγκατεστημένη ισχύς ξεπέρασε τα 220GW.

Η Ελλάδα ήταν 12η στον κατάλογο με τις μεγαλύτερες εγκαταστάσεις, με πρώτη την Ολλανδία με 2GW. Η Ελλάδα με 15% είχε το έβδομο μεγαλύτερο μερίδιο συμμετοχής χερσαίας αιολικής ενέργειας στην κατανάλωση ηλεκτρισμού το 2020, στην Ευρώπη και το όγδοο αν συμπεριληφθεί και η παραγωγή από θαλάσσια αιολικά.



Σε παγκόσμιο επίπεδο, σύμφωνα με στοιχεία για το 2020, η αχανής Κίνα παράγει περισσότερο από το 20% της παγκόσμιας αιολικής ενέργειας, αφού τα αιολικά πάρκα της, έχουν δυνατότητα παραγωγής 221 GW. Οι Η.Π.Α. παράγουν ετήσια 118 GW και στην Ευρώπη μεγαλύτερος παραγωγός αιολικής ενέργειας είναι η Γερμανία με 64 GW ετήσια.

5.2 Ανεμογεννήτριες – Εγκατάσταση Ανεμογεννητριών

5.2.1 Περιγραφή Ανεμογεννήτριας

Οι ανεμογεννήτριες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια. Η μετατροπή γίνεται σε δύο στάδια:

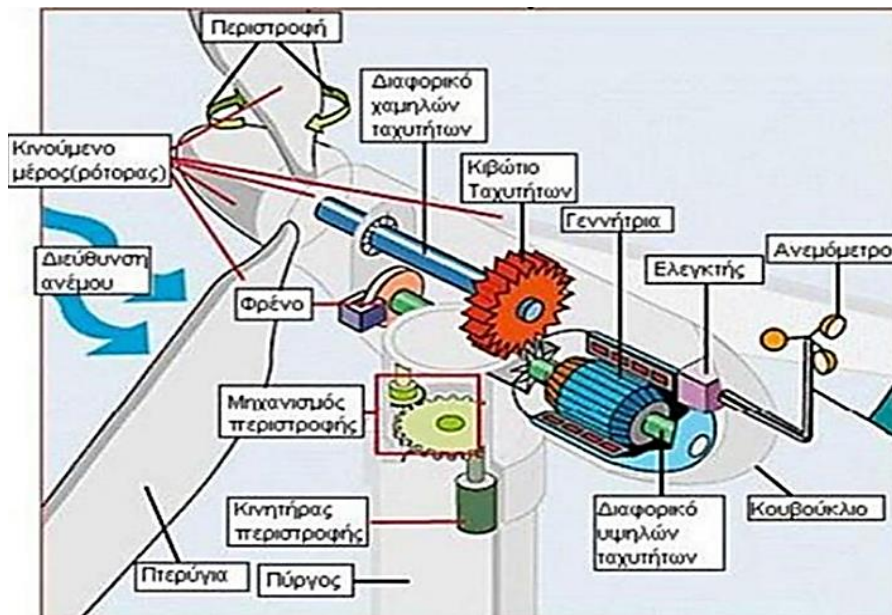
- μέσω της περρωτής, μετατρέπεται η κινητική ενέργεια του ανέμου σε μηχανική ενέργεια με την μορφή περιστροφής του άξονα της περρωτής
- μέσω της γεννήτριας, μετατρέπεται η μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική.

Τα κύρια συστατικά μιας ανεμογεννήτριας είναι:

- ο δρομέας ή πτερωτή (rotor). Ο δρομέας μπορεί να έχει διάφορα σχήματα και αποτελείται από 2-3 πτερύγια (που



συνδέονται στην πλήμνη) και το σύνδεσμο του δρομέα με τη γεννήτρια. Τα πτερύγια κατασκευάζονται από ενισχυμένο πολυεστέρα, ελαφρά κράματα μετάλλων κ.α. ή συνίστανται από περισσότερα υλικά (π.χ. συνδυασμός χάλυβα και πολυμερικών υλικών). Τα πτερύγια μπορούν να είναι σε οριζόντια ή κατακόρυφη θέση και μέσω της δυναμικής του αέρα μεταφέρουν την ισχύ στην κεφαλή του ρότορα. Η κεφαλή του ρότορα είναι συνδεδεμένη με το διαφορικό χαμηλής ταχύτητας της ανεμογεννήτριας που συνδέει την κεφαλή του ρότορα με το κιβώτιο ταχυτήτων. Σε μια ανεμογεννήτρια 1.000kW ο ρότορας κινείται με 19-30 περιστροφές ανά λεπτό. Το διαφορικό περιέχει σωλήνες για το υδραυλικό σύστημα ώστε να μπορεί να λειτουργήσει το αεροδυναμικό φρένο.



- το σύστημα μετάδοσης. Περιλαμβάνει διβάθμιο ή τριβάθμιο κιβώτιο μετασχηματισμού χαμηλής ταχύτητας περιστροφής σε υψηλή, η οποία είναι απαραίτητη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το κιβώτιο ταχυτήτων έχει διαφορικό χαμηλών στροφών από αριστερά και μεταφέρει την κίνηση στο διαφορικό υψηλών στροφών (από δεξιά) κάνοντάς το να περιστρέφεται με ταχύτητα 50 φορές μεγαλύτερη από αυτή του διαφορικού χαμηλών στροφών. Το διαφορικό υψηλών ταχυτήτων περιστρέφεται με 1.500 στροφές ανά λεπτό.
- η σύγχρονη ή επαγωγική γεννήτρια



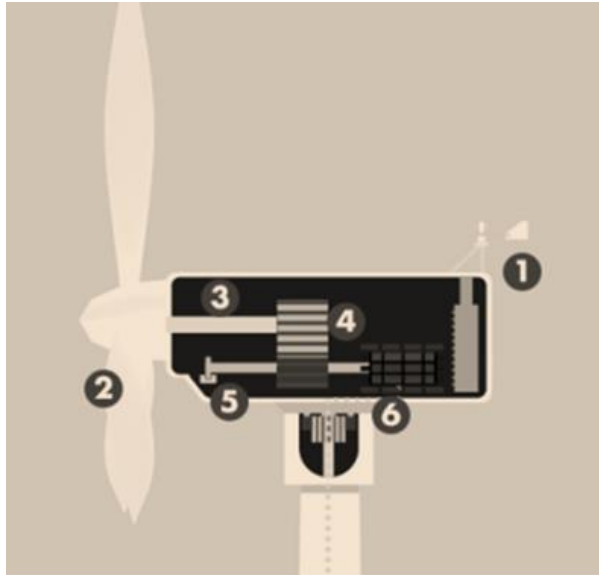
- ο μηχανισμός περιστροφής χρησιμοποιεί ηλεκτρικές μηχανές για να στρέφει το δρομέα απέναντι στον άνεμο. Ελέγχεται από ηλεκτρονικό ελεγκτή, ο οποίος αντιλαμβάνεται τη κατεύθυνση του ανέμου χρησιμοποιώντας τον ανεμοδείκτη. Ανάλογα με τις ενδείξεις του ανεμοδείκτη, ο ηλεκτρονικός ελεγκτής της ανεμογεννήτριας με τη χρήση μηχανισμού περιστροφής κινεί την ανεμογεννήτρια απέναντι στον άνεμο. Σε περίπτωση επιπλοκής, π.χ. υπερθέρμανση του κιβωτίου ταχυτήτων ή της γεννήτριας, σταματά αυτόματα την ανεμογεννήτρια.
- η μονάδα ψύξης περιέχει ένα ηλεκτρικό ανεμιστήρα που χρησιμοποιείται για να ψύχει την ηλεκτρική γεννήτρια και μια μονάδα ψύξης με λάδι, η οποία χρησιμοποιείται για να ψύχει το λάδι στο κιβώτιο ταχυτήτων.
- ο πύργος στήριξης στον οποίο είναι τοποθετημένος ο δρομέας. Ο πύργος στήριξης μιας ανεμογεννήτριας αποτελείται συνήθως από μεταλλικό σωλήνα (για μεγάλα συστήματα ή από ένα μεταλλικό δικτύωμα ή από μία στήλη από οπλισμένο σκυρόδεμα). Το ελάχιστο ύψος του θα πρέπει να υπερβαίνει την ακτίνα του δρομέα. Ο πύργος μιας σύγχρονης ανεμογεννήτριας 1.000kW θα πρέπει να έχει 50-80 μέτρα ύψος.
- το σύστημα πέδησης – δισκόφρενο που θα σταματάει την λειτουργία της ανεμογεννήτριας σε μεγάλες ταχύτητες ανέμου.
- το σύστημα σύνδεσης, ελέγχου και αποθήκευσης (με συσσωρευτές, άντληση νερού κλπ.) της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.

Η αρχή διατήρησης της μάζας ισχύει και στις ανεμογεννήτριες όπου η μάζα αέρα που εισέρχεται στην ανεμογεννήτρια θα είναι ίση με τη μάζα που εξέρχεται. Σύμφωνα με το νόμο του Μπετζ, η μέγιστη αναλογία αιολικής/κινητικής ενέργειας είναι 16/27, δηλαδή μόνο το 59,3% της κινητικής ενέργειας του ανέμου που περνά από της παραγωγικές περιοχές της γεννήτριας μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια. Η αποδοτικότητα της ανεμογεννήτριας αρχίζει να μειώνεται με την πάροδο του χρόνου, λόγω φθοράς.

Αν και η ισχύς των περισσότερων ανεμογεννητριών κυμαίνεται από 100-2.000kW, η πιο συνηθισμένη κατάσταση της είναι ισχύς 1.000kW, με διάμετρο δρομέα 60 μέτρων και σε ύψος 60-80 μέτρων. Σε μία ανεμογεννήτρια 1,5 MW ύψους 80 μέτρων, ο

ρότορας ζυγίζει 22.000 κιλά, ενώ η γεννήτρια, μαζί με τα υπόλοιπα εξαρτήματα ζυγίζει 52.000 κιλά. Ο πύργος αποτελείται από 26.000 κιλά χαλύβδινου οπλισμού και 190 κυβικά μέτρα σκυρόδεμα και έχει βάση διαμέτρου 15 μέτρων και τοίχωμα πάχους 2,4 μέτρων.

Στην κορυφή κάθε ανεμογεννήτριας υπάρχει ένας ανεμοδείκτης (σημείο 1, στο σχήμα



με τα αριθμημένα σημεία) που δείχνει την κατεύθυνση του αέρα. Ανάλογα με την ταχύτητα και την κατεύθυνση του αέρα, τα πτερύγια της (2) περιστρέφονται στον άξονα ώστε να δημιουργήσουν την μεγαλύτερη δυνατή αντίσταση στον αέρα. Ο αέρας περιστρέφει τα πτερύγια σε έναν άξονα χαμηλής ταχύτητας (3) από 7 έως 12

περιστροφές ανά λεπτό. Για να παραχθεί ρεύμα από μια γεννήτρια, απαιτείται πολύ μεγαλύτερη ταχύτητα περιστροφής. Ένα κιβώτιο ταχυτήτων (4), πολλαπλασιάζει την ταχύτητα περιστροφής του άξονα χαμηλής ταχύτητας έως 100 φορές περισσότερο σε ένα άξονα υψηλής ταχύτητας (5), που μπορεί να περιστρέφεται μέχρι 1.500 φορές ανά λεπτό. Ο άξονας υψηλής ταχύτητας συνδέεται με μια γεννήτρια (6), η οποία μετατρέπει την κινητική ενέργεια του άξονα σε ηλεκτρική ενέργεια.

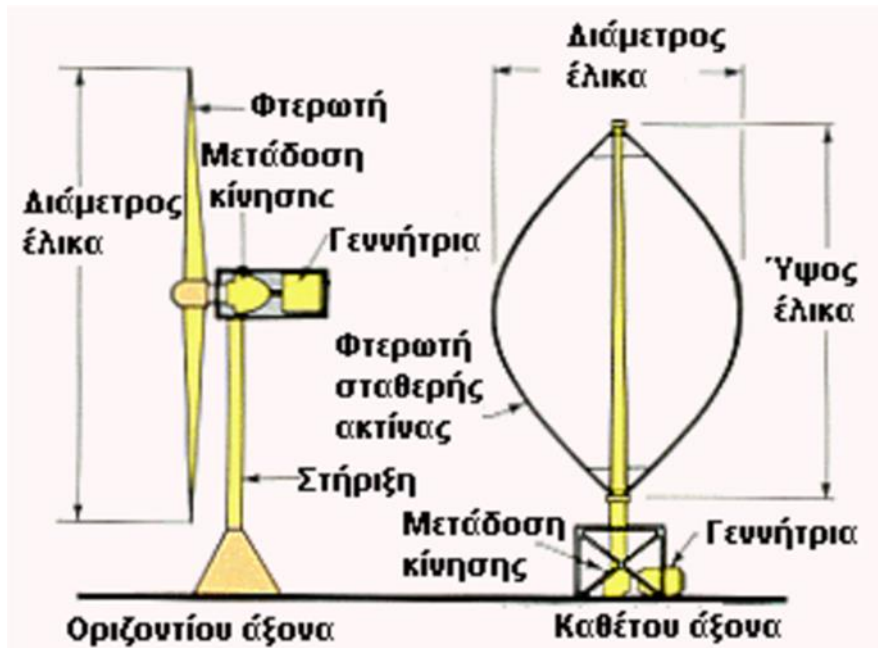
Υπάρχουν οριακές τιμές στην λειτουργία των ανεμογεννητριών:

- η ταχύτητα έναρξης (cut-in speed): είναι περίπου 4-5 m/s, καθώς για χαμηλότερες ταχύτητες η παραγόμενη ενέργεια είναι μικρότερη από τις απώλειες του συστήματος.
- η ταχύτητα αποκοπής (cut-out speed): καθορίζεται από την δυνατότητα της ανεμογεννήτριας να αντέχει στην υψηλή ταχύτητα του ανέμου.
- η ονομαστική ταχύτητα (rated speed): είναι η ταχύτητα του ανέμου στην οποία η συσκευή επιτυγχάνει τη μέγιστη ονομαστική ισχύ. Πάνω από αυτήν την ταχύτητα

υπάρχουν μηχανισμοί για να διατηρείται η παραγόμενη ενέργεια σταθερή κατά την αυξανόμενη ταχύτητα του.

5.2.2 Κατηγοριοποίηση

Οι ανεμογεννήτριες χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες:



- Οι ανεμογεννήτριες **οριζόντιου άξονα** έχουν τον άξονα τους παράλληλο στην επιφάνεια της γης, ο οποίος περιστρέφεται ώστε να είναι πάντοτε παράλληλος και κινείται σύμφωνα με τη κατεύθυνση του ανέμου. Οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα έχουν συνήθως (σε ποσοστό 75%) 2 ή 3 πτερύγια τύπου έλικας. Ένα από τα χαρακτηριστικά των σύγχρονων πτερυγίων είναι ο μεγάλος αεροδυναμικός βαθμός απόδοσής τους. Ο δρομέας της ανεμογεννήτριας τοποθετείται συνήθως σε προσήνεμη διάταξη, δηλαδή μπροστά από τον πύργο στήριξης.

Σημαντικά πλεονεκτήματα των ανεμογεννητριών οριζόντιου άξονα είναι ότι δεν χρειάζονται πολύ υψηλές ταχύτητες ανέμου για να ξεκινήσουν να περιστρέφονται, ενώ παράλληλα παρουσιάζουν υψηλό αεροδυναμικό συντελεστή και εύκολη συναρμολόγηση. Βασικό τους μειονέκτημα είναι η ανάγκη τοποθέτησης του κιβωτίου ταχυτήτων και της γεννήτριας πάνω στον πύργο,

γεγονός που καθιστά δύσκολη την εγκατάσταση και αυξάνει σημαντικά το κόστος συντήρησης και κατασκευής.

- Οι ανεμογεννήτριες **κατακόρυφου άξονα** περιστρέφονται γύρω από έναν άξονα κάθετο προς την κατεύθυνση του ανέμου. Είναι σε θέση να εκμεταλλευτούν τον άνεμο ανεξάρτητα από τη κατεύθυνσή του και δεν είναι απαραίτητο να



ρυθμίζεται ο δρομέας σε πιθανές αλλαγές της κατεύθυνσης του ανέμου. Το παραγόμενο μηχανικό έργο μεταφέρεται μέσω του κατακόρυφου άξονα στο έδαφος όπου εγκαθίσταται η γεννήτρια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Οι μηχανές κατακόρυφου άξονα παρουσιάζουν πρόβλημα κατά την εκκίνηση, καθώς απαιτείται εξωτερική βοήθεια. Ένα επιπλέον ζήτημα σχετίζεται με της δυσκολίες κατασκευής, μεταφοράς και εγκατάστασης των μακρόστενων πτερυγίων. Άλλα μειονεκτήματα τους

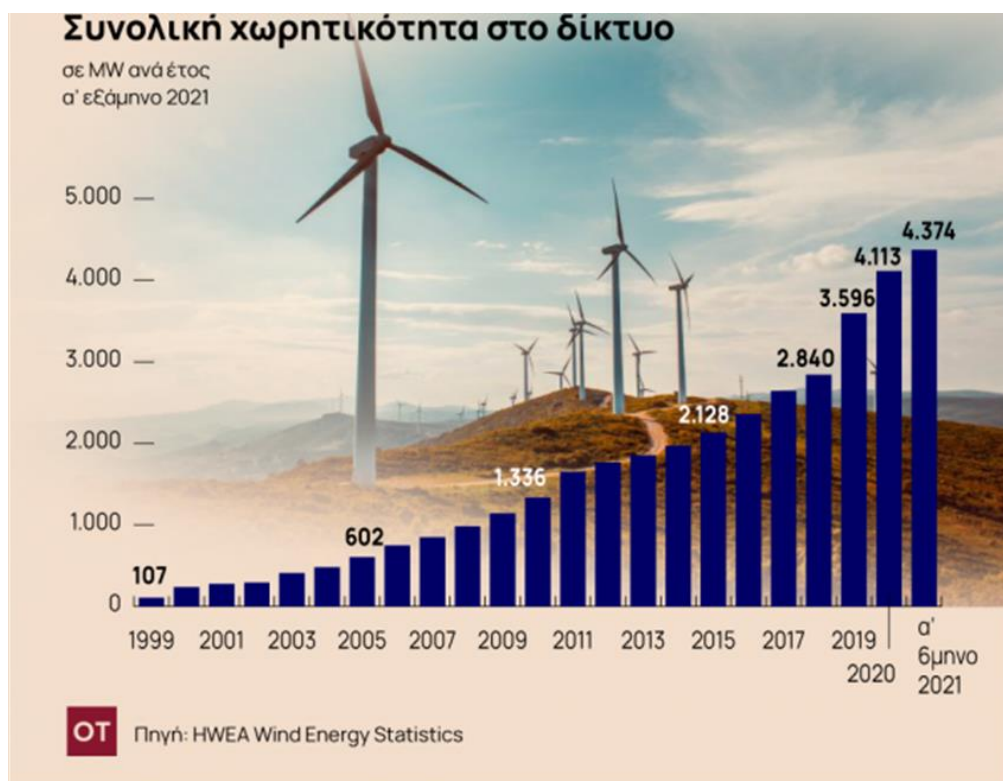
είναι η χαμηλή ταχύτητα περιστροφής τους σε χαμηλά ύψη, που οι άνεμοι δεν είναι ιδιαίτερα ισχυροί, ενώ κατά την περιστροφή τους υπάρχουν σημεία στα οποία η συνεισφορά τους μπορεί να είναι σχεδόν μηδενική.

Τα πλεονεκτήματα των ανεμογεννητριών κατακόρυφου άξονα είναι:

- για να είναι αποτελεσματικές δεν χρειάζεται κάποιος συγκεκριμένος προσανατολισμός τους ανάλογα με τη κατεύθυνση του ανέμου.
- η ηλεκτρική τους γεννήτρια είναι τοποθετημένη στο έδαφος με μια απλή και οικονομική κατασκευή
- είναι εύκολα προσβάσιμα τα διάφορα συστήματα

5.2.3 Αιολικό Δυναμικό και Ελλάδα

Τα τελευταία χρόνια, έχουν ξεκινήσει προσπάθειες για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας και στην Ελλάδα, σύμφωνα με την πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις ΑΠΕ. Το εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό της Ελλάδας καλύπτει το 15% του συνόλου των ηλεκτρικών αναγκών της χώρας, δηλαδή 6,45 Twh ηλεκτρική ενέργεια.



Το 2020 στην Ελλάδα προστέθηκε νέα αιολική ισχύς 517 MW (το 80% προέρχεται από χερσαία πάρκα) και η συνολική δυναμικότητα της ανέρχεται πλέον στα 4,11 GW. Στόχος σύμφωνα με το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα είναι η αιολική παραγωγή να φτάσει τα 7 GW το 2030.

Η εγκατάσταση ανεμογεννητριών στην Ελλάδα, συνάντησε δυσκολίες λόγω αντιδράσεων που σημειώθηκαν στις τοπικές κοινωνίες ενώ αρκετές φορές χρειάστηκαν αποφάσεις του Συμβουλίου της Επικρατείας για να κριθεί νόμιμη μια περιοχή εγκατάστασης ανεμογεννητριών. Η κοινή υπουργική απόφαση 74462/2976/2020 (ΦΕΚ 3150/Β/30-7-2020) έρχεται να ρυθμίσει τα θέματα εγκατάστασης και αδειοδότησης. Συγκεκριμένα, απαγορεύεται η δημιουργία αιολικών πάρκων σε διατηρητέα μνημεία, σε περιοχές Natura 2000, σε πυρήνες εθνικών δρυμών, σε περιοχές εντός σχεδίου πόλεως, σε εκτός σχεδίου τουριστικές ή

οικιστικές περιοχές και ακτές, σε αγροτικές περιοχές υψηλής παραγωγικότητας και σε λατομικές ζώνες. Ωστόσο, επιτρέπεται μετά από ειδική μελέτη η χωροθέτηση σε ζώνες προστασίας, ενώ θα πρέπει να τηρούνται ελάχιστες αποστάσεις από οικισμούς, δρόμους και δίκτυα της ΔΕΗ.

Διαδικασία Αδειοδότησης για Αιολικών Πάρκων

Η διαδικασία αδειοδότησης για αιολικά πάρκα καθοριζόταν από το Ν. 3851/2010 «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής», ο οποίος τροποποίησε τον Ν. 3468/2006.

Τα κύρια στάδια αδειοδότησης στις περιπτώσεις των αιολικών έργων είναι:

Η άδεια για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας χορηγείται με απόφαση της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (Ρ.Α.Ε.) και απαιτείται για αιολικά πάρκα με εγκατεστημένη ισχύ μεγαλύτερη των 100 kW. Για πάρκα με μικρότερη εγκατεστημένη ισχύ δεν απαιτείται άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ή άλλη σχετική διαπιστωτική πράξη.

Μετά την έκδοση της άδειας παραγωγής από τη Ρ.Α.Ε., ο ενδιαφερόμενος πρέπει να εξασφαλίσει άδεια εγκατάστασης, για την οποία απαιτούνται να υπάρχουν:

- Προσφορά Σύνδεσης από τον αρμόδιο Διαχειριστή,
- Απόφαση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (Ε.Π.Ο.) και
- Άδεια Επέμβασης σε δάσος ή δασική έκταση, αν απαιτείται.

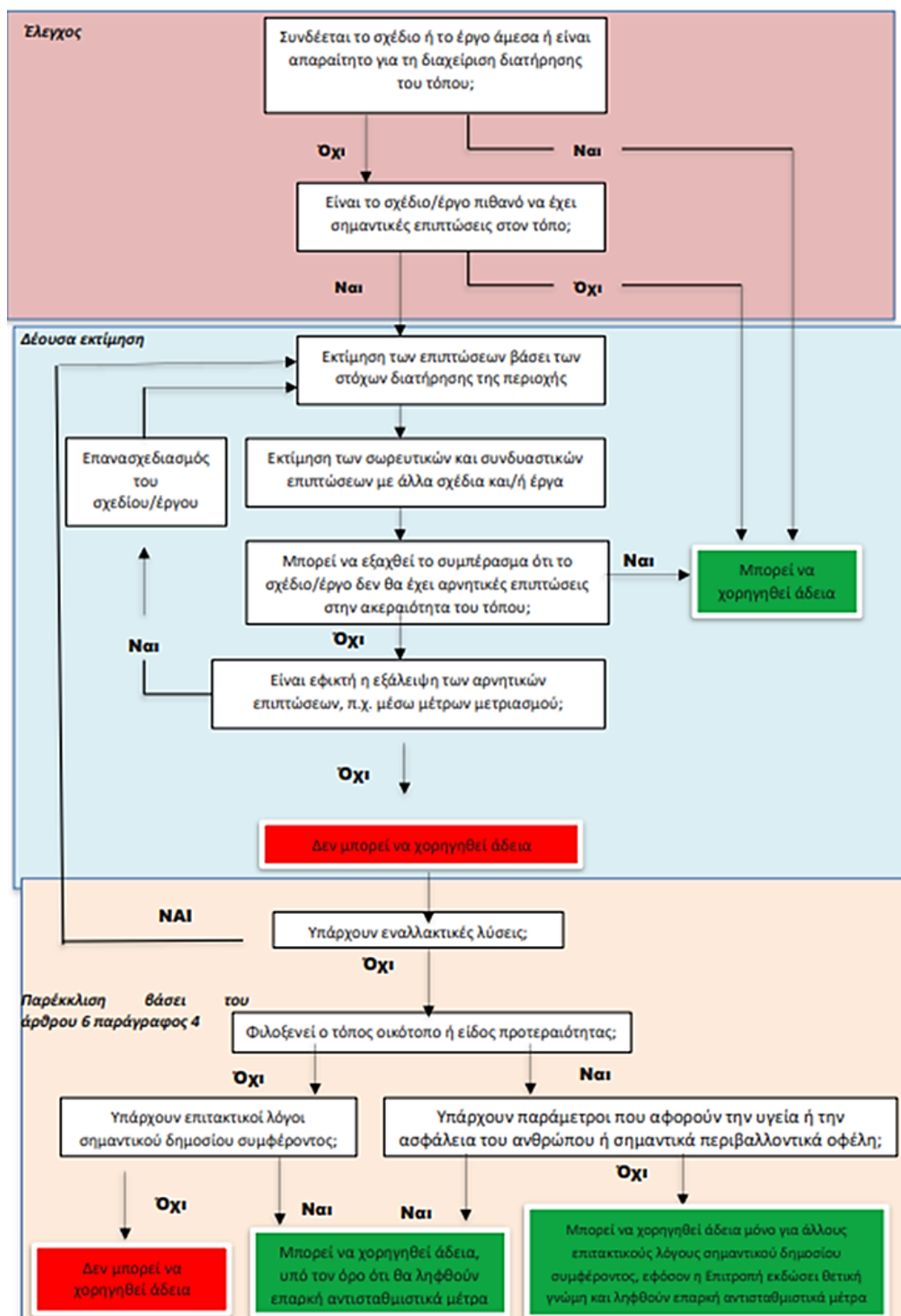
Αφού καταστεί δεσμευτική η Προσφορά Σύνδεσης, ο δικαιούχος ενεργεί για τη χορήγηση άδειας εγκατάστασης και για τη σύναψη της Σύμβασης Σύνδεσης και της Σύμβασης Πώλησης. Στη συνέχεια, ο παραγωγός ενεργεί για τη χορήγηση άδειας λειτουργίας.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση με οδηγία της προς τα κράτη-μέλη (2020), διασαφηνίζει τους τομείς που πρέπει να εξετάζονται στην μελέτη για την εγκατάσταση αιολικών πάρκων:

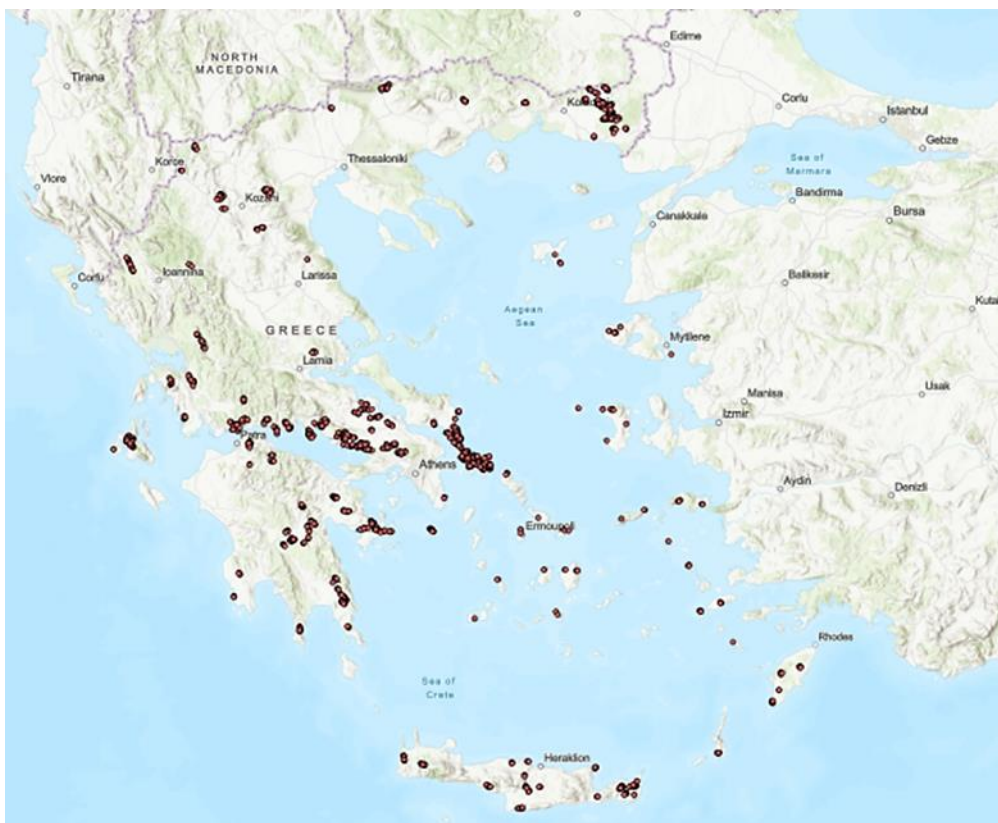
- αιολικές συνθήκες (π.χ. ταχύτητα, στροβιλισμός, ακραίες ταχύτητες ανέμου, διάτμηση ανέμου, κατάσταση ροής)

- πρόσβαση σε δίκτυα διανομής και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας και δυναμικότητα αυτών
- συνθήκες και τοπογραφία εδάφους/θαλάσσιου πυθμένα
- εγγύτητα σε οικιστικές ζώνες
- διαθεσιμότητα γης / θαλάσσιου πυθμένα και υφιστάμενες της γης/θάλασσας
- εγγύτητα σε υφιστάμενη αεροπορική βάση (περιορισμοί όσον αφορά το ύψος του άκρου) και διαδρόμους ναυσιπλοΐας
- περιοριστικοί κανονισμοί όσον αφορά τον θόρυβο
- αποστάσεις ασφαλείας από ραντάρ ή αερολιμένες ης οδηγίας 92/43/ΕΟΚ για της οικοτόπους.

Σε σχέση με την προστασία των οικοτόπων, συνδυάζοντας μια σειρά αποφάσεων που κατά καιρούς έχουν ληφθεί για την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος και ειδικά των περιοχών Natura 2000, η Ευρωπαϊκή Ένωση προτείνει μια σειρά διαδοχικών σταδίων για την αδειοδότηση των αιολικών πάρκων, που παρουσιάζεται διαγραμματικά στην επόμενη εικόνα.



Στην Ελλάδα υπάρχει συνεχής αύξηση του αριθμού των αιολικών πάρκων, τα οποία βρίσκονται εγκατεστημένα κυρίως στην νότια χώρα και στις νησιωτικές περιοχές.



Σε επίπεδο Περιφερειών, η Στερεά Ελλάδα φιλοξενεί εγκαταστάσεις 1.775 MW (41%) και ακολουθούν η Πελοπόννησος με 619 MW (14%) και η Ανατολική Μακεδονία – Θράκη όπου βρίσκονται 490 MW (11%).

Ειδικά το 2021, υπήρξε έξαρση δημιουργίας νέων αιολικών πάρκων στην χώρα, καθώς αποδεικνύεται μια επένδυση εξαιρετικού επιχειρηματικού ενδιαφέροντος. Η στροφή στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εκτός από επιβεβλημένη για την μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, είναι και αναγκαστική από την διαφαινόμενη έλλειψη διαθεσιμότητας των ορυκτών καυσίμων σε λίγες δεκαετίες.

5.3 Σχεδιασμός Αιολικών Πάρκων

Το μοντέλο αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας εστιάζεται στη σύνδεση της παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος από τα αιολικά πάρκα (wind farms), δηλαδή από μια ομάδα δεκάδων ή εκατοντάδων ανεμογεννητριών χωροθετημένων σε απομακρυσμένη τοποθεσία με κοινό μετασχηματιστή για τη μεταφορά της ηλεκτρικής ισχύος. Σε κάθε τετραγωνικό χιλιόμετρο, τοποθετούνται μέχρι 18

ανεμογεννήτριες. Εκτός από τις ανεμογεννήτριες για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τα αιολικά πάρκα περιλαμβάνουν τα καλώδια μεταφοράς ρεύματος, τους μετεωρολογικούς ιστούς, τους σταθμούς μετασχηματισμού και βοηθητικές υποδομές όπως δρόμους πρόσβασης.



Για την επιλογή του χώρου εγκατάστασης ενός αιολικού πάρκου, απαιτείται πολύμηνη διερεύνηση καθώς χρειάζεται να γίνει ακριβής υπολογισμός του αιολικού δυναμικού μιας περιοχής. Με βάση τα στοιχεία που συλλέγονται γίνεται ο κατάλληλος σχεδιασμός του αιολικού πάρκου για την βέλτιστη εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας. Για παράδειγμα, ένα πάρκο ανεμογεννητριών, το οποίο σε ταχύτητα ανέμου 8m/sec αποδίδει 1.600KW ηλεκτρικής ενέργειας, σε ασθενέστερους ανέμους ταχύτητας 4m/sec αποδίδει μόνο 200 KW. Η ύπαρξη ανωμαλιών του εδάφους, ή εμποδίων από δέντρα, κτίρια κ.λπ. μπορεί να δημιουργήσει στροβιλισμούς και να μειώσει την αποδοτικότητα των ανεμογεννητριών.

5.3.1 Διαμόρφωση του Χώρου και Τοποθέτηση της Ανεμογεννήτριας



Αφού επιλεγεί η τοποθεσία που θα δημιουργηθεί αιολικό πάρκο, πριν από την εγκατάσταση των ανεμογεννητριών χρειάζονται έργα υποδομής, με κυριότερο την οδοποιία, για να υπάρχουν δρόμοι προσβάσιμοι για τη διέλευση των φορτηγών που μεταφέρουν τα τμήματα των ανεμογεννητριών. Επίσης, κατασκευάζεται εσωτερική οδοποιία στο αιολικό πάρκο, που συνδέει τη μια ανεμογεννήτρια με τις άλλες, με δρομάκια πλάτους 4-5 μέτρων.

Στην περιοχή της βάσης κάθε ανεμογεννήτριας, είναι απαραίτητο να δημιουργηθεί μια «πλατεία» ενός στρέμματος για τη συναρμολόγηση του ρότορα και την ανέγερση της ανεμογεννήτριας. Ο χώρος αποψιλώνεται για να είναι ασφαλής η χρήση των γερανών και των λοιπών μηχανημάτων που θα χρησιμοποιηθούν.



Η εγκατάσταση κάθε ανεμογεννήτριας διαρκεί 1 - 3 μέρες. Αρχικά ανυψώνεται ο (συνήθως μεταλλικός) πύργος που τοποθετείται τμηματικά πάνω στα θεμέλια από οπλισμένο σκυρόδεμα.



Στην συνέχεια τοποθετείται η άτρακτος κίνησης στην κορυφή του πύργου. Στη βάση του πύργου συναρμολογείται ο δρομέας (οριζοντίου άξονα, πάνω στον οποίο είναι προσαρτημένα τα πτερύγια), ο οποίος αποτελεί το κινητό μέρος της ανεμογεννήτριας. Η άτρακτος περιλαμβάνει τη γεννήτρια, το σύστημα που μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική. Αμέσως μετά, ανυψώνεται ο ρότορας και συνδέεται στην άτρακτο.

Απαραίτητο εξάρτημα της λειτουργίας μιας ανεμογεννήτριας σε αιολικό πάρκο είναι ο μετασχηματιστής μετατροπής της χαμηλής τάσης της ανεμογεννήτριας σε μέση τάση, προκειμένου να μεταφερθεί η ηλεκτρική ενέργεια από το δίκτυο. Ο μετασχηματιστής είναι , συνήθως, εγκατεστημένος δίπλα στην ανεμογεννήτρια.

Μετά την εγκατάσταση της ανεμογεννήτριας, το μεγαλύτερο μέρος της πλατείας μπορεί να αποκατασταθεί με φυτεύσεις.



Τέλος, γίνονται οι εργασίες για τις απαραίτητες ηλεκτρικές συνδέσεις με το δίκτυο το οποίο θα τροφοδοτεί η ανεμογεννήτρια. Για τη σύνδεση των μηχανών με το κέντρο ελέγχου / υποσταθμό ανύψωσης τάσης, κατασκευάζεται εσωτερικό δίκτυο μέσης

τάσης (20.000 V). Το δίκτυο αυτό είναι υπόγειο και οδεύει κατά μήκος της εσωτερικής οδοποιίας. Για τη μεταφορά της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας κατασκευάζεται εναέριο εξωτερικό δίκτυο μέσης ή (συνήθως) υψηλής τάσης (140 KV) από τον υποσταθμό μέχρι τη γραμμή υψηλής τάσης της ΔΕΗ.

Αιολικά Πάρκα Ανάλογα την Περιοχή Κατασκευής

Τα αιολικά πάρκα ανάλογα την περιοχή κατασκευής τους διαχωρίζονται σε:

- **Χερσαία αιολικά πάρκα (onshore wind farms)** που είναι εγκατεστημένα σε χερσαίες περιοχές μεγάλου υψομέτρου και σε απόσταση τριών χιλιομέτρων από την κοντινότερη ακτογραμμή. Επιλέγεται η τοποθέτηση τους σε κορυφογραμμές μεγάλου υψομέτρου, καθώς σε αυτό το ύψος εκδηλώνονται άνεμοι μεγάλων ταχυτήτων. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι εφόσον έχει διασφαλιστεί σε μια πεδινή περιοχή επαρκές και αξιοποιήσιμο αιολικό δυναμικό, τότε προχωρά η κατασκευή αιολικού πάρκου.



Αν και τα χερσαία πάρκα αποτελεί μια ευρύτερα διαδεδομένη μορφή αιολικών πάρκων και οικονομικά συμφέρουσα, η κατασκευή της ανεμογεννήτριας και η τοποθέτησή της, καθώς και του απαραίτητου εξοπλισμού που τη συνοδεύει, σε κορυφογραμμές οροσειρών, δημιουργεί επιπλέον οικονομικά βάρη. Συγκεκριμένα, κρίνεται δύσκολη η μεταφορά βαρέων μηχανημάτων σε δύσβατες περιοχές, όπου το ελλιπές οδικό δίκτυο καθιστά απαραίτητη τη διάνοιξη δόμων, γεγονός που αυξάνει ακόμη περισσότερο το συνολικό κόστος. Στις πεδινές

περιοχές που είναι μικρότερο το κόστος μεταφοράς και εγκατάστασης ανεμογεννητριών, το πιο συνηθισμένο πρόβλημα είναι οι συγκρούσεις για την εγκατάσταση αιολικών πάρκων σε περιοχές που συνδυάζονται με άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως τις γεωργικές και κτηνοτροφικές εργασίες.

- **Παράκτια αιολικά πάρκα (nearshore wind farms)** είναι τα πάρκα που έχουν κατασκευαστεί σε ηπειρωτική περιοχή σε απόσταση μικρότερη των τριών χιλιομέτρων από την ακτογραμμή ή μέσα στην θάλασσα σε απόσταση μικρότερη των δέκα χιλιομέτρων από την ακτή. Με αυτό τον τρόπο γίνεται εκμετάλλευση των ισχυρών ανέμων, που δημιουργούνται από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ ξηράς και θάλασσας. Τα παράκτια πάρκα που βρίσκονται πιο μακριά από τη θάλασσα έχουν παρόμοια τεχνολογία με τα χερσαία. Αντίθετα αυτά που βρίσκονται εγκατεστημένα σε παράλιες περιοχές, εμφανίζουν δυσκολίες παρόμοιες με των υπεράκτιων, αναφορικά με τη στήριξη των ανεμογεννητριών, αν και σε πολύ μικρότερο βαθμό αφού τα βάθη κοντά της ακτές είναι μικρά.

Τα παράκτια πάρκα αντιμετωπίζουν προβλήματα που σχετίζονται με τη πληθυσμιακή συγκέντρωση που εκδηλώνουν οι παράκτιες περιοχές, καθώς και πλήθος δραστηριοτήτων που αυξάνουν την αξία της γης, με αποτέλεσμα να επιβαρύνεται η επένδυση. Σημαντική αιτία συγκρούσεων είναι το γεγονός ότι τα παράκτια πάρκα προκαλούν υποβάθμιση του τουριστικού προϊόντος των παραθαλάσσιων και νησιωτικών περιοχών, ενώ υπάρχουν κατηγορίες για παρεμπόδιση της αλιείας (υποβάθμιση της ποιότητας και ποσότητας των αλιευμάτων) καθώς και δυσκολίες στην πλοήγηση και στις επικοινωνίες της ναυσιπλοΐας.

- **Υπεράκτια αιολικά πάρκα (offshore wind farms)** αποκαλούνται όσα είναι τοποθετημένα εντός της θάλασσας και σε απόσταση μεγαλύτερη των δέκα χιλιομέτρων από την ακτή. Αποτελούν την πιο πρόσφατη εξέλιξη στον τομέα της χωροθέτησης της αιολικής ενέργειας, μετά την κάλυψη σε μεγάλο βαθμό των χερσαίων περιοχών. Η πρώτη χώρα που κατασκεύασε θαλάσσιο αιολικό πάρκο ήταν η Δανία το 1991.



Τα υπεράκτια αιολικά πάρκα παράγουν ρεύμα από τον άνεμο που φυσά στη θάλασσα. Εξαιτίας της μικρής διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ θαλάσσιας επιφάνειας και ατμόσφαιρας, ο άνεμος είναι απαλλαγμένος από τύρβη ενώ η μεγαλύτερη ταχύτητά του οδηγεί σε 30% μεγαλύτερη απόδοση των ανεμογεννητριών. Ακόμα, η ομοιόμορφη κατανομή, σε ύψος, των ταχυτήτων του ανέμου στην επιφάνεια της θάλασσας, ελαχιστοποιεί την τραχύτητα της επιφάνειας και κάνει οικονομικότερη τη λειτουργία των ανεμογεννητριών.

Οι ανεμογεννήτριες έχουν τα θεμέλιά τους στο βυθό της θάλασσας και ο πύργος της ανεμογεννήτριας έξω από το νερό. Οι απαιτήσεις για συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του πυθμένα π.χ. να είναι επίπεδος, χωρίς κλίσεις και με μικρό βάθος περιορίζουν σημαντικά τις κατάλληλες διαθέσιμες περιοχές για την εγκατάσταση υπεράκτιων αιολικών πάρκων. Κάθε χώρα θέτει δικά της κριτήρια επιλογής της κατάλληλης περιοχής που μπορεί να δημιουργηθεί υπεράκτιο αιολικό πάρκο, ανάλογα με την γεωγραφική της θέση, τις ενεργειακές της ανάγκες και το νομικό της πλαίσιο. Μερικά από τα σημαντικότερα κριτήρια είναι το βάθος (συνήθως ως 50 μέτρα) της θάλασσας, η απόσταση από την ακτή (συνήθως μέχρι 10 χιλιόμετρα), η οπτική όχληση από την ακτή, οι ταχύτητες που συνήθως έχουν οι άνεμοι στην περιοχή, αν η περιοχή είναι προστατευόμενη, κ.λπ.

Για να κατασκευαστεί ένα θαλάσσιο αιολικό πάρκο υπάρχει κόστος, αρκετά μεγαλύτερο από αυτό που απαιτείται για ένα χερσαίο αιολικό πάρκο, γι' αυτό ο

αριθμός τους είναι περιορισμένος. Η μεταφορά, η εγκατάσταση, η ασφαλής στήριξη και συντήρηση των ανεμογεννητριών συντελούν στην δημιουργία υψηλού κόστους. Η διασύνδεση με τα χερσαία συστήματα μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας απαιτεί ιδιαίτερες μελέτες και μηχανισμούς. Τα υπεράκτια αιολικά πάρκα είναι εγκατεστημένα σε τέτοια απόσταση από την στεριά που δεν επηρεάζει σημαντικά το περιβάλλον ή ενδεχόμενα προβλήματα στη χρήση της ακτής για τουριστικές δραστηριότητες.

Ωστόσο, σε σχέση με τα θαλάσσια πάρκα πρέπει να εξετάζονται πιθανές αρνητικές επιπτώσεις στα θαλάσσια οικοσυστήματα, που μπορεί να προκληθούν από την εγκαθίδρυση των θεμελίων που συγκρατούν τις ανεμογεννήτριες. Τα θεμέλια μετά από χρόνια, μπορεί να λειτουργούν σαν τεχνητοί ύφαλοι με αποτέλεσμα την αύξηση των ψαριών από την αναμενόμενη αύξηση της τροφής. Βέβαια, υπάρχουν πολλοί παράγοντες που μπορεί να προκαλέσουν αρνητικές συνέπειες στο σύνολο των έμβιων οργανισμών. Για παράδειγμα, τόσο τα θεμέλια όσο και το συνολικό σύστημα, τα προστατευτικά της ανεμογεννήτριας που έχουν υποστεί διάβρωση, το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που δημιουργεί η λειτουργία της όπως επίσης και οι επιδράσεις των υλικών καθαριότητας και συντήρησης. Με αυτό τον τρόπο, τα όντα που ζουν και αναπτύσσονται στο βυθό των θαλασσών μπορεί να μειωθούν γεγονός που θα έχει αντίκτυπο σε ολόκληρη την τροφική αλυσίδα.

Τα περισσότερα υπεράκτια αιολικά πάρκα κατασκευάζονται χρησιμοποιώντας ανεμογεννήτριες «σταθερού πυθμένα», όπου η βάση τους είναι στερεωμένη στον πυθμένα της θάλασσας. Σε διαφορετική περίπτωση, οι ανεμογεννήτριες μπορούν να τοποθετηθούν σε μια πλωτή πλατφόρμα που στερεώνεται στον πυθμένα με καλώδια πρόσδεσης και ειδικά άγκιστρα. Τα πλωτά αιολικά πάρκα (floating wind turbines), μπορούν να αναπτυχθούν σε πολύ μεγαλύτερα βάθη σε σχέση με τις ανεμογεννήτριες σταθερού πυθμένα και παρέχουν τεράστιες δυνατότητες αξιοποίησης του ανέμου.



5.3.2 Παραδείγματα Αιολικών Πάρκων Παγκοσμίως

Μερικά από τα πιο ενδιαφέροντα παραδείγματα αιολικών πάρκων παγκοσμίως:

- **London Array**, Βρετανία της εκβολές του Τάμεση. Είναι το μεγαλύτερο υπεράκτιο αιολικό του κόσμου, κατασκευάστηκε το 2013 και παρέχει ισχύ 630 MW που μπορεί να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες 470.000 κατοικιών.



- **Hornsea 1**, Βρετανία, 120 χιλιόμετρα από τις ακτές του Γιόρκσχιρ. Το μεγαλύτερο αιολικό πάρκο του κόσμου εγκαινιάστηκε το 2022 για να παράγει ισχύ ηλεκτρικής ενέργειας 1.218 MW.

- ▶ **Wild Horse, Kittitas, Ουάσιγκτον, ΗΠΑ.** Παράδειγμα άριστης συμπληρωματικότητας της τεχνολογίας ΑΠΕ προς το φυσικό περιβάλλον, το πάρκο καλύπτει 0,66 τετραγωνικά χιλιόμετρα σε μια έκταση 348 τετρ. χλμ. Ο σχεδιασμός του πάρκου (τοποθεσία, υπόγεια καλώδια, υποσταθμός κτλ.) σέβεται το τοπικό περιβάλλον και της της της γης, αποτελείται από 127 ανεμογεννήτριες με ισχύ 230 MW.



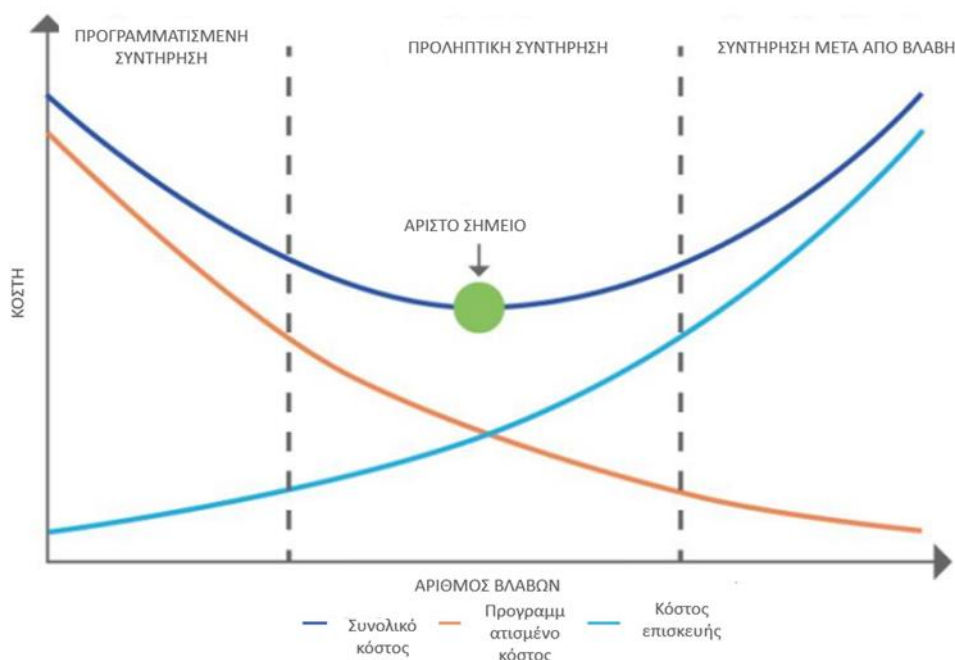
- ▶ **Tehachapi Pass, νότια Καλιφόρνια, ΗΠΑ.** Σε μια περιοχή με τεράστιο αιολικό δυναμικό, εταιρείες έχουν εγκαταστήσει 5.000 ανεμογεννήτριες, ισχύος 562 MW.
- ▶ **Middelgrunden, Κοπεγχάγη, Δανία.** Μια μονάδα με ισχύ 40 MW, εκτός από μονάδα παραγωγής ενέργειας αποτελεί τουριστική ατραξιόν και ένα μοναδικό παράδειγμα συνεργατικής διαχείρισης. Οι 40.500 μέτοχοι διαθέτουν μια ψήφο ο καθένας και οι αποφάσεις για τη διαχείριση του, λαμβάνονται με πλειοψηφία.
- ▶ **Gemini, 150 χιλιόμετρα περίπου ανοικτά των βόρειων ακτών της Ολλανδίας** καλύπτει 68 τετραγωνικά χιλιόμετρα με 150 ανεμογεννήτριες, που όταν οι άνεμοι είναι δυνατοί μπορεί να παράξει 600 MW, καλύπτοντας τις ανάγκες 785.000 ολλανδικών νοικοκυριών.
- ▶ **Jaisalmer, Ινδία, το μεγαλύτερο αιολικό πάρκο της Ινδίας.** Εγκαινιάστηκε το 2001 με ισχύ 1.000 MW.

5.4 Έλεγχος Λειτουργίας και Συντήρηση Αιολικών Πάρκων

Τα εξαρτήματα των ανεμογεννητριών όπως και κάθε είδους ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού μπορούν να πάθουν βλάβη, μέσα στην διάρκεια του χρόνου ζωής και λειτουργίας τους. Αυτό έχει αποτέλεσμα μικρές ή μεγάλες απρογραμμάτιστες επισκευές, οι οποίες εκτός από το κόστος επισκευής ή αντικατάστασης συνεπάγονται για τον επιχειρηματία με μείωση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας άρα με απώλειες εσόδων. Οι επιπτώσεις μπορεί να είναι μεγαλύτερες για το κοινωνικό σύνολο καθώς η ανεπαρκής κάλυψη της προγραμματισμένης παραγωγής μπορεί να οδηγήσει σε διακοπές παροχής ηλεκτρικού ρεύματος στους συνδεδεμένους καταναλωτές.

Γι' αυτούς τους λόγους είναι καθοριστικός ο έλεγχος της λειτουργίας και η συντήρηση του εξοπλισμού των αιολικών πάρκων για να προληφθούν ή εντοπιστούν έγκαιρα δυσλειτουργίες, που αν εμφανιστούν με την μορφή βλαβών θα προξενήσουν σημαντικές επιπτώσεις.

5.4.1 Συντήρηση



Υπάρχουν τρεις μορφές συντήρησης εξοπλισμού που χρησιμοποιούνται και για την συντήρηση του εξοπλισμού των αιολικών πάρκων:

- ▶ Η προληπτική συντήρηση (predictive maintenance) που αποσκοπεί στην άμεση αξιολόγηση του εξοπλισμού για την αποτροπή της εμφάνισης προβλημάτων λειτουργίας στα μέρη της ανεμογεννήτριας, ώστε να ελαχιστοποιηθούν μη προγραμματισμένες και δαπανηρές διορθωτικές συντηρήσεις. Στα πιο σύγχρονα συστήματα ανεμογεννητριών υπάρχει εγκατεστημένος εξοπλισμός προληπτικής συντήρησης (Condition Monitoring Systems) που παρακολουθεί τα κύρια εξαρτήματα της ανεμογεννήτριας (ρουλεμάν, κιβώτιο, γεννήτρια) και σε περιπτώσεις που εντοπίζεται λειτουργία εκτός ορίων ενεργοποιεί συναγερμούς (alarms) για την βλάβη που ενδέχεται να εμφανιστεί, προκειμένου να προληφθεί εγκαίρως. Επίσης, επιτυγχάνεται αποφυγή δευτερογενών βλαβών λόγω της έγκαιρης διάγνωσης προβλημάτων.

Η προσέγγιση της προληπτικής συντήρησης είναι ευρύτατα διαδεδομένη στα υπεράκτια αιολικά πάρκα, στα οποία είναι δυσκολότερη η πρόσβαση σε σχέση με τα χερσαία αιολικά πάρκα.



- ▶ Η προγραμματισμένη συντήρηση (preventive maintenance) σκοπεύει στην διατήρηση της αξιοπιστίας του εξοπλισμού μέχρι να αρχίσει να φθείρεται φυσικά.

Η προγραμματισμένη συντήρηση πρέπει να περιλαμβάνει δραστηριότητες συντήρησης σύμφωνα με το εγχειρίδιο συντήρησης και λειτουργίας του κατασκευαστή κάθε μηχανής. Τέτοιες δραστηριότητες απαιτούν επισκέψεις στην ανεμογεννήτρια για οπτικούς ελέγχους, τεστ, μετρήσεις κ.λπ., μια φορά τον χρόνο, για τις πιο σύγχρονες ανεμογεννήτριες και περισσότερες για τις παλιότερες. Μια τυπική λίστα ελέγχου στη προγραμματισμένη συντήρηση είναι:

- Έλεγχος και σύσφιξη της ροπής των μπουλονιών
- Έλεγχος καλωδίων και σφιγκτήρων στο εσωτερικό του πύργου
- Έλεγχος λειτουργίας φανών αεροναυσιπλοΐας
- Έλεγχος του εξοπλισμού ασφαλείας για το προσωπικό
- Έλεγχος του ρότορα και της γεννήτριας καθώς και αν ενεργοποιούνται τα προειδοποιητικά σήματα (υπερστροφών)
- Έλεγχος λειτουργίας πυκνωτών, μπαταριών, τροχών, πτερυγίων, της κύριας διάταξης των αξόνων, του κιβωτίου ταχυτήτων, του συστήματος λίπανσης, των φρένων, της γεννήτριας, του συστήματος ψύξης, του υδραυλικού συστήματος, των αισθητήρων θερμοκρασίας και ανέμου κ.λπ.
- Καθαρισμός της ανεμογεννήτριας
- Αλλαγή αναλωσίμων

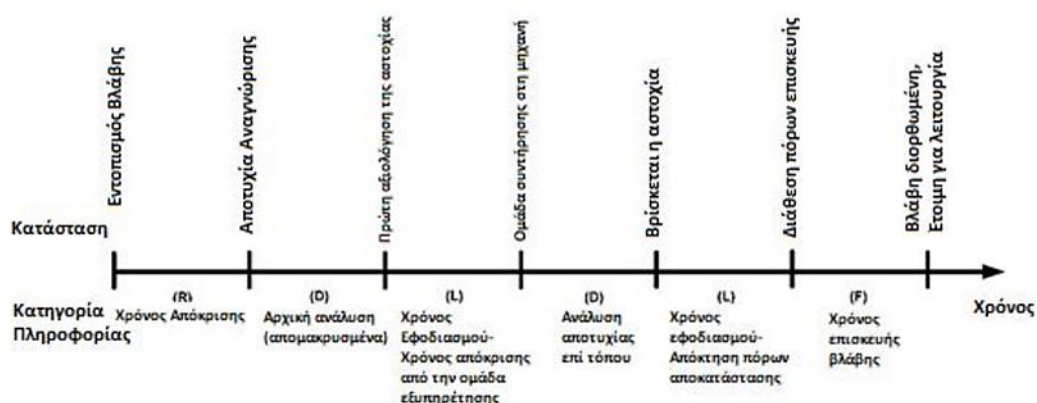
Το συνεργείο το οποίο εκτελεί την προγραμματισμένη συντήρηση, εκτός των επιδιορθώσεων που μπορεί να κάνει, δημιουργεί μια λίστα οδηγιών ή επιδιορθώσεων που πρέπει να ακολουθούνται από το προσωπικό λειτουργίας της ανεμογεννήτριας της οποίας η υλοποίηση ελέγχεται σε επόμενη επίσκεψη.



► Η συντήρηση έπεται από βλάβη (μη προγραμματισμένη ή διορθωτική συντήρηση) αναφέρεται στις απρόοπτες βλάβες που παρουσιάζονται κατά τη διάρκεια ζωής της ανεμογεννήτριας και πολλές φορές εξαναγκάζουν σε διακοπή της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Οι αναγκαίες επισκευές συνήθως πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια μη προγραμματισμένης συντήρησης και έχουν ως επακόλουθο την απώλεια εσόδων για την εταιρεία λόγω απώλειας παραγωγής. Συχνά, δίνεται μια προσωρινή λύση σε ένα πρόβλημα που θα παρουσιαστεί, χωρίς να γίνει αντικατάσταση ή ολική επισκευή του ώστε η ανεμογεννήτρια να ξαναμπει σε λειτουργία με μειωμένες επιδόσεις, μέχρι να ολοκληρωθεί η διορθωτική ενέργεια. Η διορθωτική συντήρηση διακρίνεται σε:

- μικρού μεγέθους που περιλαμβάνει μια επανεκκίνηση του συστήματος είτε απομακρυσμένα είτε με επίσκεψη τεχνικού και μικρής κλίμακας εργασίες.
- μεγάλου μεγέθους συντήρηση περιλαμβάνει εργασίες που μπορούν να απαιτούν την μη λειτουργία της ανεμογεννήτριας για πολλές ημέρες για την αντικατάσταση μεγάλου εξαρτήματος όπως είναι η γεννήτρια, το κιβώτιο ταχυτήτων κλπ.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την διόρθωση μιας βλάβης μέσω διορθωτικής συντήρησης είναι:



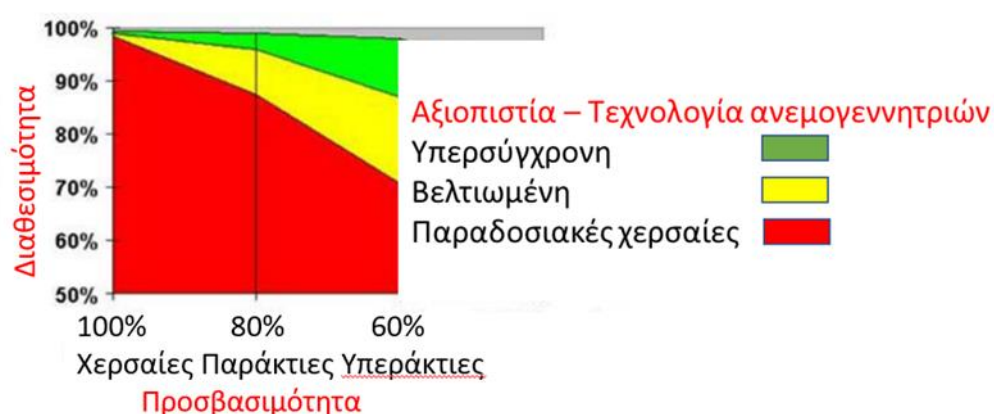
- **Χρόνος απόκρισης** (Response Time), το χρονικό διάστημα που απαιτείται από την ειδοποίηση ενός συμβάντος (λήψη και αποδοχή του μηνύματος), τη δημιουργία ομάδας επίλυσης του προβλήματος, την μελέτη των εναλλακτικών και τον καθορισμό του τρόπου δράσης, μέχρι την στιγμή που αρχίζει η πρώτη ενέργεια επιδιόρθωσης.
- **Χρόνος διάγνωσης** (Diagnostic Time), ο απαιτούμενος χρόνος για την ανάλυση ενός συμπτώματος, τις σχετικές μετρήσεις και παρατηρήσεις και ο προγραμματισμός των διορθωτικών ενεργειών, σε μια σειρά που συνήθως περιλαμβάνει αρχική ανάλυση, απομακρυσμένη λεπτομερή ανάλυση, πρόσθετη ανάλυση, πρόσθετες διευκρινίσεις, σχεδιασμό διορθωτικών ενεργειών και έγκριση των διορθωτικών ενεργειών.
- **Χρόνος Εφοδιασμού** (Logistic Time) για την συλλογή των αναγκαίων εργαλείων, ανταλλακτικών κ.λπ. για την επισκευή και αντικατάσταση των εξαρτημάτων που παρουσίασαν σφάλμα. Ο χρόνος εφοδιασμού μπορεί να περιλαμβάνει τη μεταφορά εργαλείων, το χρόνο παράδοσης του γερανού, την παραγγελία των εργαλείων και ανταλλακτικών και τον χρόνο παράδοσης τους.
- **Χρόνος Επισκευής** (Repair Time), που απαιτείται για την υλοποίηση των δραστηριοτήτων επισκευής (αλλαγή ή επισκευή ελαττωματικού εξαρτήματος, έλεγχος και επιθεώρηση επισκευής και δοκιμή λειτουργίας μετά την επισκευή).

5.4.2 Έλεγχος Λειτουργίας

Αξιοπιστία είναι η ιδιότητα να διατηρείται ο εξοπλισμός σε καλή λειτουργική κατάσταση για μεγάλο χρονικό διάστημα. Συντηρησιμότητα (Maintenability) είναι η ιδιότητα του εξοπλισμού που προσδιορίζει την ευκολία με την οποία συντηρείται ένα σύστημα και επανέρχεται στην επιθυμητή προηγούμενη λειτουργική κατάσταση μετά από μια αστοχία. Η διαθεσιμότητα εκφράζει το ποσοστό του χρόνου, κατά το οποίο ο εξοπλισμός είναι διαθέσιμος προς χρήση και εκμετάλλευση, αφαιρώντας τα χρονικά διαστήματα που ο εξοπλισμός τίθεται εκτός λειτουργίας για συντήρηση ή ακινητοποιείται λόγω αστοχιών.

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί, η διαθεσιμότητα και η αξιοπιστία των ανεμογεννητριών χερσαίας σχεδίασης (με κόκκινο χρώμα) μειώνεται καθώς απομακρυνόμαστε από τη στεριά και κατευθυνόμαστε προς απομακρυσμένα από την ακτή αιολικά πάρκα.

Αντίθετα, οι βελτιωμένες τεχνολογίας ανεμογεννήτριες (κίτρινο χρώμα) και οι υπερσύγχρονες (πράσινο χρώμα) είναι πιο αξιόπιστες και έχουν αυξημένα ποσοστά λειτουργικής διαθεσιμότητας. Επομένως, το υπεράκτιο αιολικό πάρκο αν και έχει μεγαλύτερο κόστος από ένα χερσαίο, εφόσον λειτουργεί συνεχώς θα αντισταθμίζει το αρχικό κεφαλαιακό κόστος από τα αυξημένα έσοδα λόγω της μεγαλύτερης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και το μικρότερο κόστος συντήρησης.



Έλεγχος από το Προσωπικό

Για την σωστή λειτουργία ενός αιολικού πάρκου, την συντήρηση των ανεμογεννητριών και την πρόληψη και αντιμετώπιση πιθανών βλαβών είναι υπεύθυνο το προσωπικό που εργάζεται στο αιολικό πάρκο, ώστε να υπάρχει αδιάλειπτη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι ευθύνες του περιλαμβάνουν:



- Παρακολούθηση των πολλαπλών λειτουργιών των ανεμογεννητριών μέσω του βασικού κεντρικού υπολογιστή.
- Διαδικασία τακτικής προληπτικής συντήρησης π.χ. λίπανση των κινούμενων μερών, εκτέλεση αποσυναρμολόγησης του κιβωτίου ταχυτήτων, ρυθμίσεις ή/και αντικατάσταση εξαρτημάτων, εκτέλεση λειτουργικών ελέγχων.
- Εντοπισμός των τεχνικών προβλημάτων και ανάλυση των αιτιών που τα δημιουργήσαν.
- Εκτέλεση των εκτεταμένων δραστηριοτήτων επιδιόρθωσης των ανεμογεννητριών.
- Γενικός επιτόπιος «προσδιορισμός βλαβών» και διόρθωσή τους.
- Σύνταξη εκθέσεων για την 'διαθεσιμότητα' των γεννητριών και την παραγωγή ενέργειας.
- Διαχείριση των οχημάτων μεταφοράς και των αποθεμάτων των εργαλείων

Τα λειτουργικά Συστήματα Ελέγχου και Συλλογής Δεδομένων (SCADA) που έχουν αναπτυχθεί, χρησιμοποιούνται για την απομακρυσμένη συλλογή δεδομένων και για την παρακολούθηση, τον έλεγχο και τη ρύθμιση των μετατροπέων (converters) της αιολικής ενέργειας ξεχωριστά καθώς και ολόκληρο το αιολικό πάρκο. Η ομάδα συντήρησης λαμβάνει συνεχώς πληροφορίες της τρέχουσας λειτουργικής κατάστασης του αιολικού πάρκου και του μετατροπέα αιολικής ενέργειας ώστε να εντοπίζει τυχόν σφάλματα σε πραγματικό χρόνο και να αντιδρά είτε με ενέργειες απομακρυσμένης επανεκκίνησης είτε με την αποστολή, στην περιοχή, εξειδικευμένης ομάδας συντήρησης και επισκευής.

Δεδομένα της λειτουργίας του αιολικού πάρκου όπως ο αριθμός των ωρών λειτουργίας μιας ανεμογεννήτριας, η παραγωγική της ικανότητα, ο μέσος χρόνος μεταξύ των παρατηρούμενων βλαβών και ο μέσος χρόνος επιδιόρθωσης πρέπει να αποθηκεύονται και να αναλύονται συστηματικά.

Πέρα από τις τεχνικές εργασίες, υπάρχει και η ανάγκη διατήρησης εγγράφων σχετικά με τις διάφορες εργασίες και διαδικασίες στο αιολικό πάρκο, που καθορίζουν τον τρόπο διασφάλισης της ποιότητας, την πρόληψη ατυχημάτων, τη διαχείριση των απορριμμάτων, τα ωράρια εργασίας του προσωπικού, κλπ. Από τα σημαντικότερα έγγραφα είναι τα εγχειρίδια συντήρησης, τα οποία περιλαμβάνουν ένα σύνολο εργασιών προληπτικής συντήρησης που πρέπει να εκτελεστούν.

Έλεγχος από Εξωτερικό Συνεργάτη

Εκτός της συντήρησης που παρέχει το προσωπικό λειτουργίας του αιολικού πάρκου, συνήθης πρακτική είναι η σύναψη συμβολαίου συντήρησης με εξωτερικό συνεργάτη που συντηρεί είτε όλο τον εξοπλισμό της ανεμογεννήτριας (full service agreements) είτε μέρος του. Τα συμβόλαια αυτά δεν καλύπτουν τα θεμέλια της ανεμογεννήτριας, την οδοποιία του πάρκου, τον υποσταθμό, τις καλωδιώσεις και το εξωτερικό δίκτυο.

Ένα συνηθισμένο συμβόλαιο λειτουργίας και συντήρησης για ανεμογεννήτρια καλύπτει:

- Προγραμματισμένη ή προληπτική ή διορθωτική συντήρηση
- 24/7/365 παρακολούθηση της λειτουργίας των ανεμογεννητριών

- Επανεκκίνηση των ανεμογεννητριών είτε απομακρυσμένα είτε με επίσκεψη
- Παροχή και εγκατάσταση αναλωσίμων
- Παροχή και εγκατάσταση ανταλλακτικών και εξαρτημάτων
- Δημιουργία τεχνικών αναφορών λειτουργίας και συντήρησης

Ο εξωτερικός συνεργάτης παρέχει εγγύηση ότι για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα οι εργασίες και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν θα λειτουργούν χωρίς προβλήματα με εξαιρέσεις για βλάβες λόγω ακραίων καιρικών φαινομένων, επισκευές από άλλους τεχνικούς, ή για λειτουργία εκτός προδιαγραφών του κατασκευαστή.

Οι ανεμογεννήτριες χρησιμοποιούνται γενικά για την πλήρη κάλυψη ή και τη συμπλήρωση των ενεργειακών αναγκών. Το παραγόμενο από τις ανεμογεννήτριες ηλεκτρικό ρεύμα καταναλώνεται αμέσως ή διοχετεύεται στο ηλεκτρικό δίκτυο για να καταναλωθεί σε άλλη περιοχή. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια, όταν η παραγωγή είναι μεγαλύτερη από τη ζήτηση, συνήθως αποθηκεύεται για να χρησιμοποιηθεί αργότερα. Στις μέρες μας, η αποθήκευση γίνεται με δύο οικονομικά βιώσιμους τρόπους και εξαρτάται από το μέγεθος της παραγόμενης ενέργειας.

Οι ηλεκτρικοί συσσωρευτές (δηλαδή οι μπαταρίες) είναι η πιο αναγνωρισμένη και διαδεδομένη μέθοδος αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτή χρησιμοποιείται για μικρής κλίμακας, παραγωγικές και μη διασυνδεδεμένες στο κεντρικό δίκτυο μονάδες.

Δεύτερη μέθοδος είναι η άντληση ύδατος με την χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας που έχει παραχθεί από ανεμογεννήτριες που αποταμιεύεται σε τεχνητές λίμνες κατασκευασμένες σε υψόμετρο, και τροφοδοτούν υδροηλεκτρικό σταθμό. Είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται, όταν η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια είναι μεγάλη.

5.5 Αιολικές Εγκαταστάσεις με Μικρές Ανεμογεννήτριες

Τα μεγέθη των μικρών ανεμογεννητριών ποικίλλουν, από οικιακής εγκατάστασης ανεμογεννήτριες με διάμετρο μικρότερη του ενός μέτρου και ισχύ μικρότερη του 1kW, μέχρι ανεμογεννήτριες διαμέτρου 20 μέτρων και ισχύος 60 kW.

Όμως για τα δεδομένα της αιολικής ενέργειας, μικρές θεωρούνται ακόμα και ανεμογεννήτριες μεγαλύτερης ισχύος, με μικρές διαστάσεις πτερωτής ή ύψους πύργου. Το 2013 παρουσιάστηκε το διεθνές πρότυπο IEC-6140 το οποίο έθεσε κάποιες προδιαγραφές που παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί, για να χαρακτηριστεί μικρή μια ανεμογεννήτρια.

	Micro	Πολύ μικρές	Μικρές
Επιφάνεια Σάρωσης [m ²]	$\leq 3,5$	$3,5 \leq A \leq 40$	$40 \leq A \leq 200$
Διάμετρος Στροφείου [m]	$\leq 2,1$	$2,1 \leq D \leq 7$	$7 \leq D \leq 16$
Ονομαστική ισχύς [kW]	≤ 1	$1 \leq P \leq 10$	$10 \leq P \leq 75$

Ενδεικτικά, μία ανεμογεννήτρια 10 kW και άλλη μία 50kW θα έχουν τα παρακάτω μεγέθη:

	10 kW	50kW
Μέση διάμετρος στροφείου [m]	8	15
Μέσο ύψος πύργου [m]	10	20
Μέση ετήσια παραγωγή [MWh] ¹	30	150

Για την κατηγοριοποίηση των μικρών ανεμογεννητριών, τα κριτήρια είναι:

- Η επιφάνεια σάρωσης του δρομέα
- Η διάμετρος του δρομέα
- Η ονομαστική ισχύς λειτουργίας

Συνήθως μια μικρή ανεμογεννήτρια 2 kW έχει ύψος 9 μέτρα και διάμετρο δρομέα 4 μέτρα, ενώ σε μια μεγάλη ανεμογεννήτρια ισχύος 3 MW οι διαστάσεις είναι 80–100 μέτρα και 80 μέτρα αντίστοιχα. Το μέγεθος και η ισχύς μιας ανεμογεννήτριας εξαρτώνται από τις ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια που θα καλυφθούν και η απόδοση μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται από το μέγεθος της και την ταχύτητα του ανέμου.

Για τις ανεμογεννήτριες γενικά ισχύουν:

- ▶ Η διάμετρος της πτερωτής αυξάνεται ανάλογα με την ονομαστική ισχύ και κατά συνέπεια αυξάνεται και το ύψος του ιστού που θα τοποθετηθεί.
- ▶ Για το ύψος του εξετάζονται αν υπάρχουν εμπόδια στον περιβάλλοντα χώρο, το είδος της βάσης και οι προδιαγραφές του κατασκευαστή.

5.5.1 Σύγκριση μεταξύ Μεγάλων και Μικρών Ανεμογεννητριών

Οι μικρές δεν διαφέρουν από τις μεγάλες ανεμογεννήτριες, μόνο στις διαστάσεις των εξαρτημάτων τους, αλλά και σε στοιχεία κατασκευής και λειτουργιών. Στις μεγάλες ανεμογεννήτριες υπάρχουν όργανα μέτρησης της ταχύτητας και της διεύθυνσης του ανέμου. Η μέτρηση της διεύθυνσης του ανέμου καθοδηγεί το μηχανισμό περιστροφής ώστε η ανεμογεννήτρια να είναι πάντα στραμμένη προς την πλευρά που έρχεται ο άνεμος.

Οι μικρές ανεμογεννήτριες δεν διαθέτουν μηχανισμό περιστροφής, αλλά η κίνηση τους προκαλείται από τον ίδιο τον άνεμο μέσω ενός πτερυγίου τοποθετημένου κάθετα στο επίπεδο του ρότορα. Από την μέτρηση της ταχύτητας του ανέμου, ρυθμίζονται διάφορες παράμετροι λειτουργίας της ανεμογεννήτριας, όπως η γωνία βήματος των πτερυγίων.

Μια άλλη κατασκευαστική διαφορά των μικρών και των μεγάλων ανεμογεννητριών εντοπίζεται στα υλικά που χρησιμοποιούνται για τα πτερύγια. Στις μικρές ανεμογεννήτριες κύρια υλικά είναι υαλόνημα και ξύλο με εσωτερική γέμιση πολυουρεθάνη που είναι ανθεκτικά στη διάβρωση. Στις μεγάλες ανεμογεννήτριες χρησιμοποιούνται υαλονήματα και ανθρακονήματα που παρέχουν αυξημένη αντοχή στα μεγάλα εναλλασσόμενα φορτία.

Το αιολικό δυναμικό στην περιοχή όπου θα εγκατασταθεί η μικρή ανεμογεννήτρια είναι καθοριστικό για την απόδοση που θα έχει, γι' αυτό είναι απαραίτητο, πριν από κάθε ενέργεια εγκατάστασης, να υπάρξουν επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του αιολικού πεδίου, ακριβώς στο σημείο και στο ύψος, όπου θα τοποθετηθεί η ανεμογεννήτρια.

Συνήθως, για επαρκή συμπεράσματα απαιτούνται μετρήσεις σε διάστημα ενός εξαμήνου. Η πληροφόρηση για το αιολικό δυναμικό της περιοχής όπου θα

εγκατασταθεί από πληροφορίες που μπορεί να υπάρχουν σε διαθέσιμους Χάρτες Αιολικού δυναμικού φορέων όπως ΚΑΠΕ και ΡΑΕ, από την Εθνική Μετεωρολογική υπηρεσία (ΕΜΥ) και από μακροσκοπικά μοντέλα μετεωρολογικών προβλέψεων.

Το Αιολικό Δυναμικό μιας περιοχής βάσει της μέσης ετήσιας τιμής ανέμου κατηγοριοποιείται σε:

- Ανεπαρκές $< 4 \text{ m/sec}$
- Χαμηλό $4 - 5,5 \text{ m/sec}$
- Μέσο $5,5 - 7 \text{ m/sec}$
- Υψηλό $7 - 9 \text{ m/sec}$
- Πολύ υψηλό $> 9 \text{ m/sec}$

Οι περιοχές με μέσο ή υψηλό αιολικό δυναμικό μειώνουν την αβεβαιότητα για την οικονομικά αποτελεσματική λειτουργία των ανεμογεννητριών και βοηθούν στην επιλογή του ύψους του πύργου που προσφέρει την βέλτιστη σχέση τιμής απόδοσης.

Στο χαμηλό αιολικό δυναμικό, υπάρχει αδυναμία πρόβλεψη της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ στο πολύ υψηλό αιολικό δυναμικό υπάρχει αμφιβολία για την προσαρμογή και την αντοχή της ανεμογεννήτριας στις συνθήκες της περιοχής εγκατάστασης.

Σύμφωνα με τον νόμο του Betz, η μέγιστη ισχύς που μπορεί να παραχθεί από μία ανεμογεννήτρια είναι το 59,3% της ισχύς του ανέμου, μέγεθος που μειώνεται λόγω διαφόρων παραγόντων όπως η επιφάνεια σάρωσης και η πυκνότητα του αέρα, με αποτέλεσμα η απόδοση της ανεμογεννήτριας να μην ξεπερνάει το 25-30%, με ιδανική απόδοση το 38% της ισχύος του ανέμου.

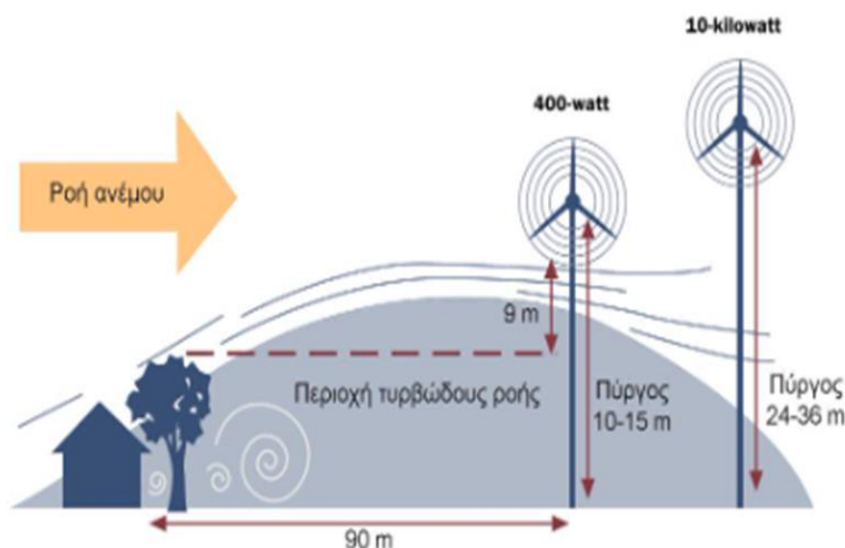
Για παράδειγμα, μία μικρή ανεμογεννήτρια ισχύος 3 kW (διάμετρος ρότορα 4,5 μέτρα και ιστός 10 μέτρα), μπορεί να παράγει 5.100 kWh ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως, αν η μέση ταχύτητα του ανέμου είναι 6 m/s. Η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μειώνεται στις 2.900-3.000 kWh, αν η μέση ταχύτητα του ανέμου είναι 5 m/s. Η ταχύτητα του ανέμου αυξάνεται όσο μεγαλύτερο είναι το ύψος του ιστού της ανεμογεννήτριας. Στο προηγούμενο παράδειγμα, αν ο ιστός είχε ύψος 15 μέτρα αντί 10 μέτρα, η ετήσια παραγωγή ηλεκτρισμού θα ήταν 6.000 kWh αντί 5.100 kWh.

Επιπλέον, θα πρέπει να αποφεύγεται η εγκατάσταση ανεμογεννήτριας σε θέση η οποία επηρεάζεται από εμπόδια όπως υψηλά δέντρα, κτίρια, ύψωμα κ.λπ.

Σχετικά με την τοποθεσία εγκατάστασης μιας μικρής ανεμογεννήτριας, εκτός της διαθεσιμότητας επαρκούς αιολικού δυναμικού, άλλες σημαντικές προϋποθέσεις είναι η ύπαρξη δικτύου σε κοντινή απόσταση και η δυνατότητα πρόσβασης. Οι μικρές ανεμογεννήτριες έχουν ελάχιστες απαιτήσεις χώρου, στην πραγματικότητα δεσμεύουν μονάχα το χώρο που χρειάζεται από το συνεργείο για την εγκατάσταση, μια έκταση 15×15 μέτρα. Συνιστάται η εγκατάσταση ανεμογεννήτριας να γίνεται σε απόσταση τουλάχιστον 35 μέτρων από πολυσύχναστους δρόμους για λόγους ασφαλείας και σε απόσταση όχι μικρότερη των 150 μέτρων από την κοντινότερη κατοικία για να μειώνεται η οπτική και ακουστική ενόχληση.

Πλεονεκτήματα/ Μειονεκτήματα Μικρών Ανεμογεννητριών

Σε αντίθεση με τις μεγάλες ανεμογεννήτριες, οι μικρές είναι απλουστευμένα συστήματα μικρού μεγέθους που κάνουν προσιτή την ηλεκτρική παραγωγή, τα περιβαλλοντικά αλλά και οικονομικά οφέλη της αιολικής ενέργειας στο ευρύτερο κοινό.



Εκτός από την οικιακή χρήση, βρίσκουν εφαρμογή σε σχολεία και πανεπιστήμια, αντλιοστάσια, απομακρυσμένους σταθμούς και σε αγροτικές και βιομηχανικές περιοχές. Για αρκετές επιχειρήσεις, η χρήση ανεμογεννητριών μπορούν να είναι

στοιχείο λειτουργίας «φιλικής» προς το περιβάλλον και μέρος της πολιτικής Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης. Ανάλογα με την εφαρμογή που χρησιμοποιούνται, οι ανεμογεννήτριες διακρίνονται σε:

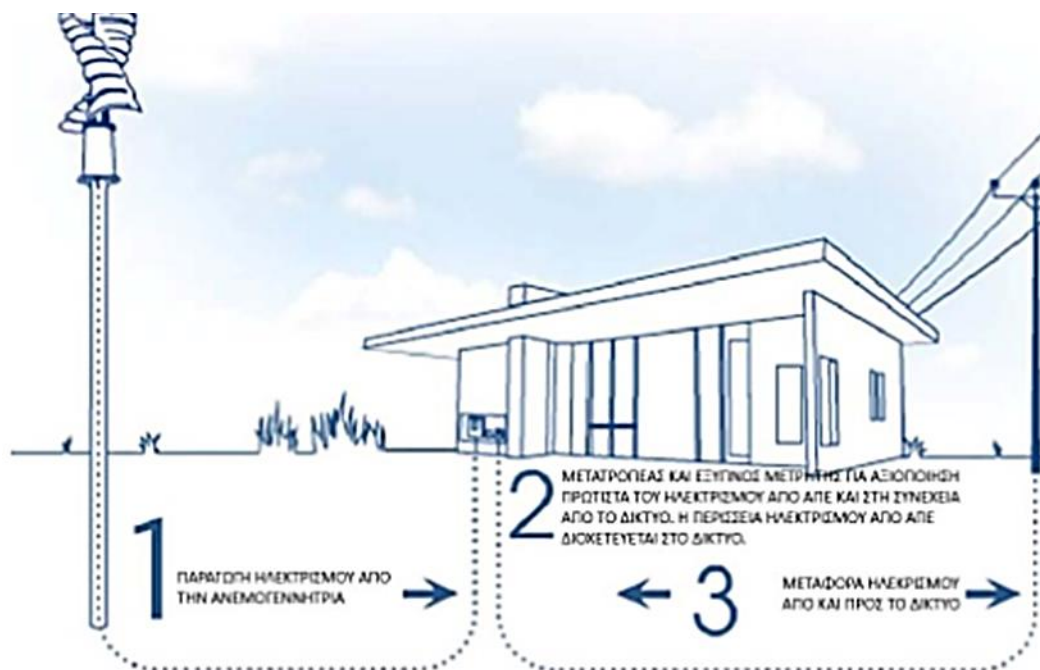
- Μη συνδεδεμένες με το δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρισμού (αυτόνομες) για τις οποίες απαιτούνται συσσωρευτές (μπαταρίες) για την αποθήκευση της ενέργειας και μετατροπές συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο.
- Συνδεδεμένες με το δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρισμού, όπου η παραγόμενη ενέργεια πωλείται στο δίκτυο. Δεν χρειάζεται η αποθήκευση της ενέργειας σε μπαταρίες, απαιτείται όμως η εγκατάσταση μετατροπέα.

Η αιολική ενέργεια είναι μια καθαρή πηγή ενέργειας και αποτελεί μια τεχνολογικά ώριμη και φιλική προς το περιβάλλον ενεργειακή επιλογή ακόμα και για την κάλυψη αναγκών στον οικιακό τομέα. Μια ανεμογεννήτρια ισχύος 50kW μπορεί να παράγει ετησίως ηλεκτρική ενέργεια 250MWh, ποσό ενέργειας ικανό να καλύψει την ενέργεια που καταναλώνουν 60 νοικοκυριά και εξοικονομεί 275 τόνους διοξειδίου του άνθρακα που θα εκπέμπονταν από συμβατικές μορφές παραγωγής ενέργειας.

Άρα, οι ανεμογεννήτριες είναι φιλικές στο περιβάλλον, δεν ρυπαίνουν και συμβάλλουν στον παγκόσμιο στόχο για τη μείωση των αερίων εκπομπών του θερμοκηπίου. Η χρήση των μικρών ανεμογεννητριών παρέχει και μια σειρά άλλων πλεονεκτημάτων όπως:

- Αξιοπίστη λειτουργία και μεγάλη διάρκεια ζωής
- Μπορούν να εγκατασταθούν σε απομονωμένες και δυσπρόσιτες περιοχές και να λειτουργούν σαν αποκεντρωμένες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής.
- Δεν παρεμποδίζουν την συνέχιση όλων των υφιστάμενων χρήσεων γης, καθώς οι ανεμογεννήτριες χρησιμοποιούν μικρές εκτάσεις.

Από τα μειονεκτήματα τους σημαντικότερο είναι ότι απαιτούν μια σχετικά υψηλή αρχική επένδυση και κόστος συντήρησης. Βεβαίως και για τις μικρές ανεμογεννήτριες ισχύουν οι προβληματισμοί για τον θόρυβο που προκαλείται από την λειτουργία τους και οι επιπτώσεις τους στην αισθητική της περιοχής.



5.5.2 Οι Μικρές Ανεμογεννήτριες στην Ελλάδα

Η Ελληνική νομοθεσία χαρακτηρίζει μικρές ανεμογεννήτριες αυτές που παράγουν ισχύ μέχρι 60kW (το προηγούμενο όριο των 50 kW μεταβλήθηκε με νομοθετική ρύθμιση του 2019). Το 2018 είχε προηγηθεί άλλη ρύθμιση με την οποία επιτρεπόταν η συμμετοχή των μικρών ανεμογεννητριών σε διαγωνισμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και η προώθηση των μικρών ανεμογεννητριών μέσω ανταγωνιστικών διαδικασιών και συστημάτων αυτοπαραγωγής με ενεργειακό και οικονομικό ενεργειακό συμφηφισμό.

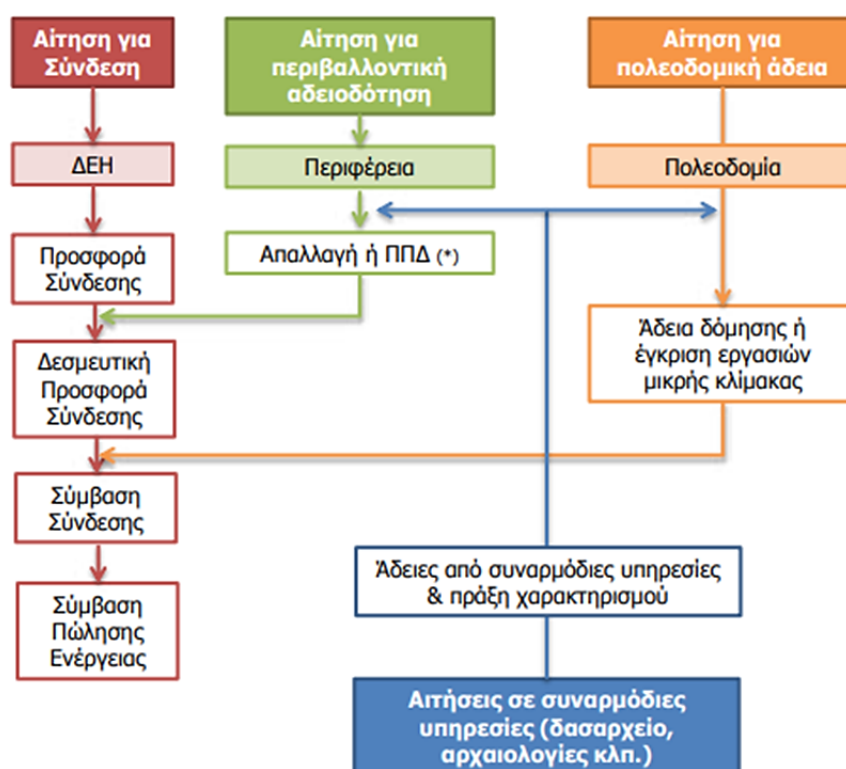
Η τιμή πώλησης του ρεύματος των μικρών ανεμογεννητριών, θα προκύπτει από τους μειοδοτικούς διαγωνισμούς, αφού πρώτα θα έχει καθοριστεί μια ανώτατη τιμή βάσης. Η παραγωγή ενέργειας από μικρές ανεμογεννήτριες δεν είχε προχωρήσει στην Ελλάδα αν και υπάρχει σχετικό νομοθετικό πλαίσιο από το 2010 και είχε ανασταλεί κάθε επενδυτική δραστηριότητα στον τομέα.

Σύμφωνα με την Ελληνική νομοθεσία, οι μικρές αιολικές μονάδες πωλούν την ηλεκτρική ενέργεια που παράγουν σε ειδική τιμή. Αυτού του είδους η ρύθμιση τις ευνοεί καθώς απαλλάσσονται από την ανάγκη έκδοσης άδειας παραγωγής, εγκατάστασης και λειτουργίας με τους νόμους 3468/2006 και 3851/2010 καθώς και από την υποχρέωση περιβαλλοντικής αδειοδότησης (έκδοσης Απόφασης Έγκρισης

Περιβαλλοντικών Όρων Ε.Π.Ο. ή λήψης Πρότυπων Περιβαλλοντικών Δεσμεύσεων Π.Π.Δ.). Αυτό συμβαίνει μόνο αν η συνολική τους ισχύς δεν υπερβαίνει τα 20kW εκτός αν χωροθετούνται σε περιοχές του δικτύου Natura 2000 ή σε παράκτιες ζώνες που απέχουν λιγότερο από 100 μέτρα από τον αιγιαλό.

Η χωροθέτηση τους απαγορεύεται σε παραδοσιακούς οικισμούς, και περιοχές ιστορικών τμημάτων πόλεων. Ωστόσο, σε σταθμούς ισχύος μέχρι 20 kW, επιτρέπεται η εγκατάσταση σε περιοχές εντός σχεδίου πόλεως, χωρίς άδεια δόμησης, αλλά με έγκριση εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας από την αρμόδια Πολεοδομία (ν. 3734/2009 και 3851/2010).

Ταυτόχρονα, με την αίτηση για την περιβαλλοντική αδειοδότηση και την αίτηση στην αρμόδια πολεοδομική αρχή, ο ενδιαφερόμενος πρέπει να υποβάλει αίτηση σύνδεσης στον αρμόδιο Διαχειριστή. Μετά την υπογραφή της σύμβασης σύνδεσης θα πρέπει να υπογραφεί η σύμβαση πώλησης ενέργειας με τον αρμόδιο Διαχειριστή.



Σύμφωνα με το ρυθμιστικό πλαίσιο, οι πολύ μικρές ανεμογεννήτριες δυναμικότητας 2-3 KW, μπορούν να εγκατασταθούν πάνω ή κοντά σε κτίρια και θα λειτουργούν με τη διαδικασία της αυτοπαραγωγής και συμψηφισμού (net metering), με παρόμοιο τρόπο με τα οικιακά φωτοβολταϊκά.

5.6 Γενικά Στοιχεία για τα Υδροηλεκτρικά Συστήματα

5.6.1 Εισαγωγή

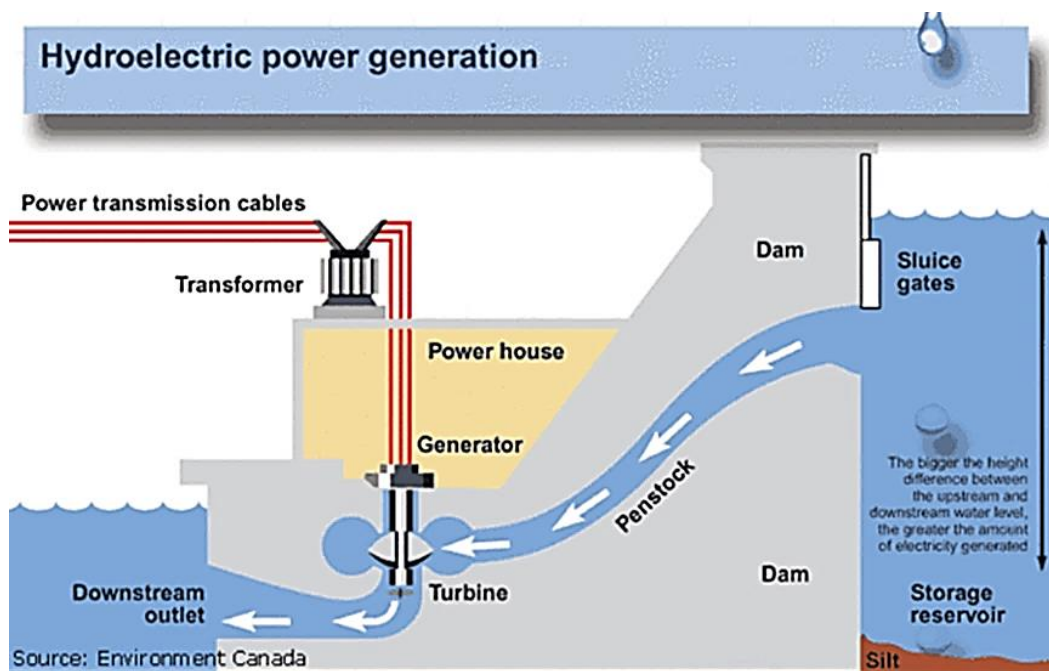
Η ποσότητα του νερού στον πλανήτη είναι αμετάβλητη, αυτό που αλλάζει διαρκώς είναι η φυσική κατάσταση του νερού, είτε με τη στερεή μορφή των πάγων, είτε με την υγρή μορφή των ποταμών, λιμνών και των θαλασσών και την αέρια κατάσταση των υδρατμών. Αυτή τη συνεχή ανακύκλωση του νερού της Γης στην ατμόσφαιρα στο έδαφος και στο υπέδαφος, που προκαλείται από τον ήλιο, περιγράφει ο υδρολογικός κύκλος. Χαρακτηριστικό είναι ότι κάθε λεπτό από τη θάλασσα, τις λίμνες και τα ποτάμια εξατμίζεται ένα δισεκατομμύριο κυβικά μέτρα νερού που επιστρέφει στην ατμόσφαιρα. Αυτό επιστρέφει στην επιφάνεια της γης, σχηματίζοντας ποτάμια, λίμνες και παγετώνες.

Το νερό διασχίζοντας περιοχές με διαφορετικό υψόμετρο μέχρι να καταλήξει στην θάλασσα, αποκτά δυναμική ενέργεια. Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μια πρακτικά ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, που στηρίζεται στην εκμετάλλευση και μετατροπή σε ηλεκτρική ενέργεια της κινητικής ενέργειας του νερού των ποταμών και των τεχνητών ή φυσικών φραγμάτων. Η ενέργεια αυτή υπάρχει στη φύση καθώς το νερό ρέει κατηφορικά σε ρυάκια, χείμαρρους και ποτάμια μέχρι να φτάσει στη θάλασσα. Όσο ψηλότερα βρίσκεται και όσο μεγαλύτερος είναι ο όγκος του αποθηκευμένου νερού, τόσο περισσότερη είναι η ενέργεια που περιέχει.

Ιστορικά Στοιχεία

Τα φράγματα είναι από τα πρώτα τεχνικά επιτεύγματα του ανθρώπου και υπάρχουν ιστορικά στοιχεία για κατασκευή φράγματος στον Νείλο το 4.000 π.Χ. Ήδη, από τη 2η π.Χ. χιλιετία, τα έργα ύδρευσης γνώρισαν μεγάλη ακμή στην Αίγυπτο, την Κίνα, τη Μεσοποταμία και την Κρήτη. Ο πρώτος σύγχρονος υδροηλεκτρικός σταθμός χτίστηκε το 1882 στο Appleton του Wisconsin των Η.Π.Α., παρήγαγε 12,5 kW και κάλυπτε τις ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας σε δύο χαρτοβιομηχανίες και ένα σπίτι. Στα νεότερα χρόνια άρχισαν να κατασκευάζονται μεγαλύτερα και αποτελεσματικότερα φράγματα όπως το φράγμα Hoover το 1936 που έδωσε νερό και ενέργεια σε 25.000.000 ανθρώπους και μετέτρεψε το Las Vegas σε μία από τις ταχύτερα αναπτυσσόμενες

πόλεις των Η.Π.Α. Από τότε και μέχρι σήμερα έχουν κατασκευαστεί πάνω από 45.000 μεγάλα φράγματα σε 140 χώρες του πλανήτη. Στη διάρκεια του 20ου αιώνα, η υδροηλεκτρική ενέργεια συνέβαλε στην εξάπλωση της χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας και κατά συνέπεια στην ώθηση της βιομηχανικής ανάπτυξης και της βελτίωσης της ποιότητας ζωής των ανθρώπων.



Υδροηλεκτρικά εργοστάσια παράγουν από μερικές εκατοντάδες kW μέχρι και 10.000 MW, και παρέχουν ηλεκτρισμό σε εκατομμύρια ανθρώπους. Υπάρχουν υδροηλεκτρικά εργοστάσια ετήσιας χωρητικότητας 675.000 MW που παράγουν 2,5 τρισεκατομμύρια kWh ηλεκτρικής ενέργειας, ισοδύναμη ενέργεια με 3,6 δισεκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου. Η υδροηλεκτρική ενέργεια παράγει το 16,5% της παγκόσμιας ηλεκτρικής ενέργειας και αποτελεί το 60% από την παραγόμενη ενέργεια από τις ΑΠΕ παγκοσμίως.

5.6.2 Διαδικασία Μετατροπής Ενέργειας στις Υδροηλεκτρικές Μονάδες

Οι υδροηλεκτρικές μονάδες με τη χρήση υδροηλεκτρικών έργων (υδατοταμιευτήρας, φράγμα, κλειστός αγωγός πτώσεως, υδροστρόβιλος, ηλεκτρογεννήτρια, διώρυγα φυγής) εκμεταλλεύονται τη φυσική διαδικασία του κύκλου του νερού για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος το οποίο διοχετεύεται στην κατανάλωση με το



ηλεκτρικό δίκτυο. Το νερό κινείται γρήγορα μέσα σε αγωγό ώστε να θέσει σε λειτουργία τις τουρμπίνες παράγοντας έτσι μηχανική ενέργεια. Μια γεννήτρια μετατρέπει αυτή την ενέργεια σε ηλεκτρική. Σε αντίθεση με

το ότι συμβαίνει με τα ορυκτά καύσιμα που μετά την χρήση τους δεν είναι πλέον χρήσιμα, το νερό μετά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για άλλους σκοπούς.

Η υδροηλεκτρική ενέργεια αποτελεί το μεγαλύτερο ποσοστό της συνολικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ, λόγω μιας σειράς πλεονεκτημάτων που διαθέτει σε σχέση με τις υπόλοιπες μορφές ενέργειας. Έχουν πολύ μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης σε σχέση με άλλες πηγές ενέργειας. Οι βαθμοί απόδοσης των υδροηλεκτρικών έργων πλησιάζουν το 90%, ενώ για παράδειγμα, η μετατροπή της κινητικής ενέργειας του ανέμου σε ηλεκτρική έχει απόδοση 30-40% και η μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας 12-17%. Συγκριτικά, ο βαθμός απόδοσης των ορυκτών καυσίμων, είναι 70% στην άμεση χρήση τους για παραγωγή θερμότητας, ενώ στην περαιτέρω μετατροπή της θερμότητας για παραγωγή ηλεκτρικής, η απόδοση κυμαίνεται μεταξύ 35-50%.



5.6.3 Πλεονεκτήματα / Μειονεκτήματα Υδατοπτώσεων

Οι υδατοπτώσεις είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και δεν αντιμετωπίζεται κίνδυνος εξάντλησής τους. Συγκεκριμένα:

- Έχουν μεγάλη διάρκεια οικονομικής ζωής μέχρι 50 έτη.
- Εκμεταλλεύονται την φυσική ροή χωρίς να υποβαθμίζουν την ποιότητα του νερού, δεν αποθέτουν απόβλητα και δεν μολύνουν το περιβάλλον.
- Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί με ταμιευτήρες προσφέρουν την δυνατότητα αποθήκευσης ώστε να ανταποκρίνονται άμεσα στις διακυμάνσεις της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας.
- Το νερό δεν υπόκειται σε τιμολογιακές διακυμάνσεις της αγοράς, σε αντίθεση με τα καύσιμα ή το φυσικό αέριο.
- Η κατασκευή υδροηλεκτρικών σταθμών προσφέρει αναβάθμιση των υποδομών μιας περιοχής και συνδυάζεται συχνά με άλλες χρήσεις νερού, όπως άρδευση, ύδρευση, αναψυχή, κ.λπ.
- Αν και έχει αναπτυχθεί μόνο το 33% του διαθέσιμου υδροηλεκτρικού δυναμικού αποτρέπει την εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου που αντιστοιχεί στην καύση 4,4 εκατομμυρίων βαρελιών πετρελαίου ανά ημέρα παγκοσμίως.

Γενικά, η πρακτική που ακολουθείται σε διεθνές επίπεδο είναι η κατασκευή μικρών φραγμάτων, ώστε να αντιμετωπίζονται τα βασικά μειονεκτήματα της υδροηλεκτρικής ενέργειας:

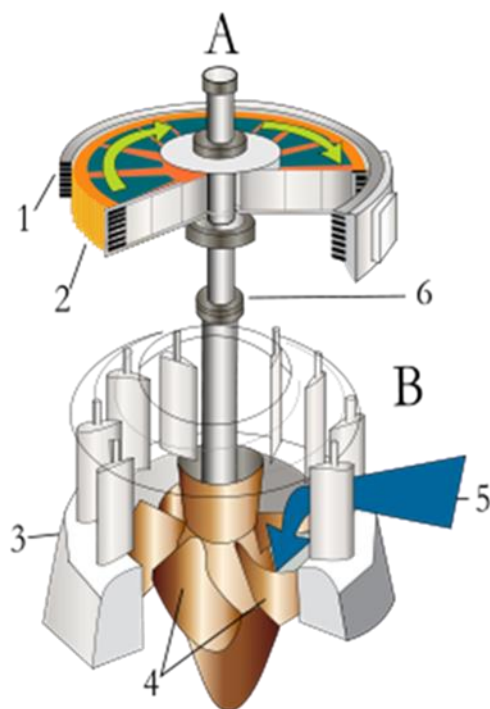
- Το μεγάλο κόστος κατασκευής φραγμάτων και εξοπλισμού των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής.
- Η μεγάλη χρονική διάρκεια απαιτείται μέχρι την αποπεράτωση του έργου.
- Οι σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις στην περιοχή με αλλαγή στη χρήση γης, στη χλωρίδα και πανίδα περιοχών και στο τοπικό κλίμα που μπορεί να προκαλέσουν μετακίνηση πληθυσμών.

- Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, που εμφανίζουν έντονες περιόδους ξηρασίας σε πολλές περιοχές του πλανήτη όπως η Αφρική, καθιστούν αβέβαιη την διαρκή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από νερό.

5.6.4 Παραγωγή Υδροηλεκτρικής Ενέργειας

Η λειτουργία των υδροηλεκτρικών μονάδων βασίζεται στην κίνηση του νερού λόγω διαφοράς μανομετρικού ύψους μεταξύ των σημείων εισόδου και εξόδου. Το νερό συγκρατείται σε έναν ταμιευτήρα, με την κατασκευή ενός φράγματος. Κατά τη διέλευσή του από τον αγωγό πτώσης κινεί έναν στρόβιλο που θέτει σε λειτουργία τη γεννήτρια.

Μία τουρμπίνα που είναι εγκατεστημένη σε μεγάλη μονάδα μπορεί να ζυγίζει μέχρι 172 τόνους και να περιστρέφεται με 90 rpm. Η ποσότητα του ηλεκτρισμού που παράγεται καθορίζεται από τον όγκο του νερού που ρέει και τη διαφορά μανομετρικού ύψους μεταξύ της ελεύθερης επιφάνειας του ταμιευτήρα και του στρόβιλου. Συνεπώς, τα υδροηλεκτρικά έργα, μπορούν να κατασκευαστούν μόνο σε περιοχές με σημαντικές βροχοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση.



A: Γεννήτρια
(1) Στάτορας
(2) Ρότορας

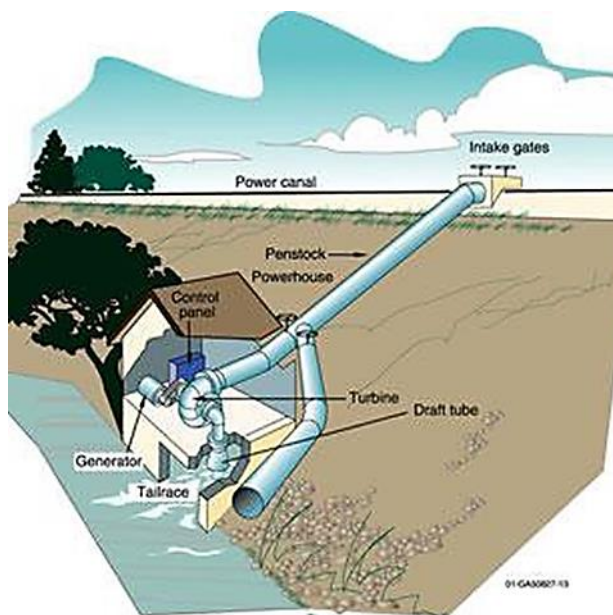
(6) Άξονας σύνδεσης
τουρμπίνας – γεννήτριας

B: Τουρμπίνα
(3) θυρίδα
(4) πτερύγια
(5) Είσοδος ρέοντος νερού

Η μετατροπή της ενέργειας των υδατοπτώσεων με τη χρήση υδραυλικών τουρμπινών παράγει την υδροηλεκτρική ενέργεια, η οποία ανάλογα με τις επιπτώσεις που προκαλεί στο περιβάλλον στο περιβάλλον διακρίνεται σε:

- υδροηλεκτρική ενέργεια μεγάλης κλίμακας, που απαιτούν τη δημιουργία φραγμάτων και τεράστιων δεξαμενών με σημαντικές επιπτώσεις στο οικοσύστημα και γενικότερα στο άμεσο περιβάλλον. Η κατασκευή φραγμάτων περιορίζει τη μετακίνηση των ψαριών, της άγριας ζωής και επηρεάζει ολόκληρο το οικοσύστημα καθώς μεταβάλλει ριζικά τη μορφολογία της περιοχής.
- υδροηλεκτρική ενέργεια μικρής κλίμακας που χρειάζονται μικρότερες εγκαταστάσεις δίπλα σε ποτάμια και κανάλια και προκαλούν λιγότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα είναι «συνεχούς ροής», δηλαδή δεν περιλαμβάνουν σημαντική περισυλλογή νερού και επομένως δεν απαιτείται η κατασκευή μεγάλων φραγμάτων και ταμιευτήρων (αν και όπου αυτά υπάρχουν ήδη είναι επιβοηθητικά). Δεν υφίσταται κάποια γενική διεθνής παραδοχή για τον ορισμό των Μικρής κλίμακας Υδροηλεκτρικών Συστημάτων (ΜΥΗΣ), το ανώτερο όριο των οποίων ποικίλλει σε διάφορες χώρες μεταξύ 2,5- 25 MW, με γενικώς αποδεκτή την τιμή των 10 MW. Σύμφωνα με την Ελληνική Νομοθεσία μικρό είναι ένα υδροηλεκτρικό έργο εγκατεστημένης ισχύος μέχρι 15 MW.

Μικρής Κλίμακας Υδροηλεκτρικά Συστήματα (ΜΥΗΣ)



Τα Μικρής Κλίμακας Υδροηλεκτρικά Συστήματα μπορούν να υποδιαιρεθούν σε «μίνι υδροηλεκτρικά» με ισχύ μέχρι 500kW και σε «μικρό-υδροηλεκτρικά» των οποίων η ισχύς δεν ξεπερνάει τα 100kW. Γενικά, τα ΜΥΗΣ αποτελούν μια από τις πιο ήπιες προς το περιβάλλον μορφές παραγωγής ενέργειας, με μηδενικές εκπομπές ρύπων και μικρές

επεμβάσεις στον περιβάλλοντα χώρο.

Έτσι, ένα Μικρής Κλίμακας Υδροηλεκτρικό Σύστημα των 5 MW, σε ετήσια βάση υποκαθιστά την χρήση 1.400 τόνων ορυκτού καυσίμου, αποτρέπει την εκπομπή 16.000 τόνων διοξειδίου του άνθρακα και 100 τόνων διοξειδίου του θείου, ενώ καλύπτει τις ανάγκες σε ηλεκτρισμό για 5.000 νοικοκυριά.

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα σε σχέση με άλλες μορφές ΑΠΕ είναι ότι τα ΜΥΗΣ μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή ανάλογα με τη ζήτηση χωρίς να απαιτούν συστήματα αποθήκευσης, σε κόστος ανταγωνιστικό των συμβατικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής. Από οικονομικής άποψης, πρόκειται για μια επένδυση με χαμηλό κόστος λειτουργίας και συντήρησης, μηδενικό κόστος πρώτης ύλης, με μεγάλη διάρκεια ζωής και προβλέψιμο χρόνο απόσβεσης.

Μία σημαντική διαφορά των ΜΥΗΣ από τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα, εκτός του τυπικού ορίου της ισχύος 10 MW βρίσκεται στον τρόπο υδροληψίας. Η υδροληψία στα Μικρά Υδροηλεκτρικά δεν απαιτεί μεγάλο ύψος και συνήθως δε στοχεύει στην αλλαγή της φυσικής απορροής με τη δημιουργία ταμιευτήρα, αλλά στη διαμόρφωση κατάλληλων συνθηκών για την είσοδο στο έργο της απαιτούμενης παροχής νερού.

Οι κύριοι τύποι υδροληψίας είναι η ορεινή (tyrolean intake), η πλευρική (side intake) και η υδροληψία τύπου σίφωνα (siphon intake). Οι δύο πρώτοι τύποι εφαρμόζονται

όταν το νερό προέρχεται από φυσική ροή ενώ ο τρίτος σε περιπτώσεις αξιοποίησης νερού από υφιστάμενο ταμιευτήρα.

Εκτός των παραπάνω, τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα παρουσιάζουν και άλλα σημαντικά πλεονεκτήματα όπως είναι η δυνατότητα άμεσης σύνδεσης στο δίκτυο, η δυνατότητα τους για αυτόνομη λειτουργία, η δυνατότητα παρεμβολής τους σε υπάρχουσες υδραυλικές εγκαταστάσεις και η δυνατότητα για κάλυψη άλλων αναγκών χρήσης νερού (ύδρευσης, άρδευσης, κλπ.).

Υδροηλεκτρικές Εγκαταστάσεις

Η χωροθέτηση των υδροηλεκτρικών εγκαταστάσεων εξαρτάται από το αν το έργο προϋποθέτει την κατασκευή φράγματος και επιδιώκεται να μεγιστοποιηθούν η επιφανειακή απορροή και η υδραυλική πτώση. Οι θέσεις της υδροληψίας και του σταθμού παραγωγής επιλέγονται έτσι ώστε να παρέχουν μεγάλο υδραυλικό ύψος πτώσης, σε όσο το δυνατόν μικρότερη μεταξύ τους απόσταση, ώστε να περιοριστεί η δαπάνη για την διώρυγα εκτροπής.

Επίσης, προτιμώνται περιοχές με απότομες κλίσεις στο σημείο κατασκευής του αγωγού πτώσης ώστε να μειωθεί το μήκος και κατά συνέπεια το κόστος του. Αυτά τα κριτήρια πρέπει να υποστηριχτούν από μια σειρά ελέγχων:

- των γεωλογικών δεδομένων
- των γεωτεχνικών δεδομένων
- των σεισμικών δεδομένων
- των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του έργου
- των επιπτώσεων καταστροφικής αστοχίας
- των κοινωνικών δεδομένων
- των αναμενόμενων κατασκευαστικών συνθηκών (διαθέσιμα μέσα και έμπυχο δυναμικό).

Το υλικό κατασκευής και οι διαστάσεις του αγωγού μέσω του οποίου μεταφέρεται η παροχή νερού στο στρόβιλο επιλέγονται με τεχνοοικονομικά κριτήρια, επιδιώκεται η

βέλτιστη οικονομικά λύση που είναι σύμφωνη με τα τεχνικά κριτήρια. Το μήκος του αγωγού μπορεί να είναι από μερικές εκατοντάδες μέτρα έως αρκετά χιλιόμετρα. Στην κατασκευή του αγωγού χρησιμοποιούνται συνήθως χάλυβας, συνθετικά υλικά, οπλισμένο ή άοπλο σκυρόδεμα (σήραγγες) και σπανιότερα, ξύλο. Η όδευση του αγωγού εξαρτάται από τη θέση της δεξαμενής και του σταθμού παραγωγής το γεωγραφικό ανάγλυφο και τις γεωλογικές συνθήκες της περιοχής.



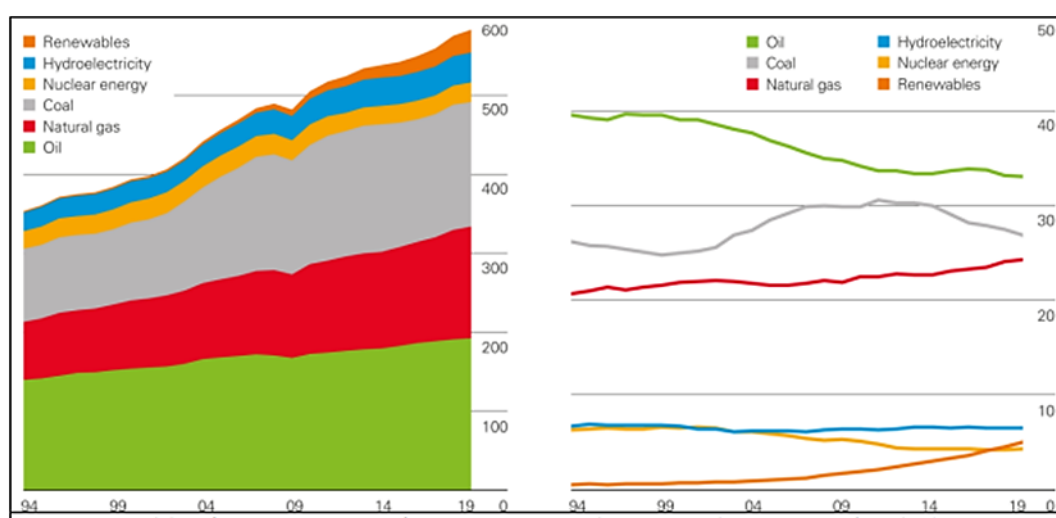
Η κτιριακή εγκατάσταση του υδροηλεκτρικού εργοστασίου, έχει βασικό σκοπό την προστασία του εξοπλισμού από τα καιρικά φαινόμενα. Το πάτωμα του κτιρίου πρέπει να είναι πιο ψηλά από την επιφάνεια του εδάφους, για να αποφεύγονται πλημμύρες από βροχοπτώσεις. Οι τοίχοι του κτιρίου θα πρέπει να έχουν ύψος πάνω από δύο μέτρα και μεγάλο πάχος, ενώ η οροφή του κτιρίου πρέπει να είναι κατασκευασμένη από πυράντοχο υλικό. Το κτίριο διακρίνεται σε δύο επιμέρους τμήματα:

- το τμήμα που αφορά την είσοδο και την έξοδο του νερού και
- το τμήμα της εγκατάστασης του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.

Ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός, δηλαδή οι στρόβιλοι, οι γεννήτριες, οι μετασχηματιστές και ο εξοπλισμός παρακολούθησης και ελέγχου του έργου είναι κρίσιμος παράγοντας για την απόδοση του έργου.

Υδροστρόβιλος είναι η μηχανή που μετατρέπει την ενέργεια του νερού σε μηχανική ενέργεια μέσω συνεχούς ροής του νερού και μιας σταθερής περιστροφικής κίνησης.

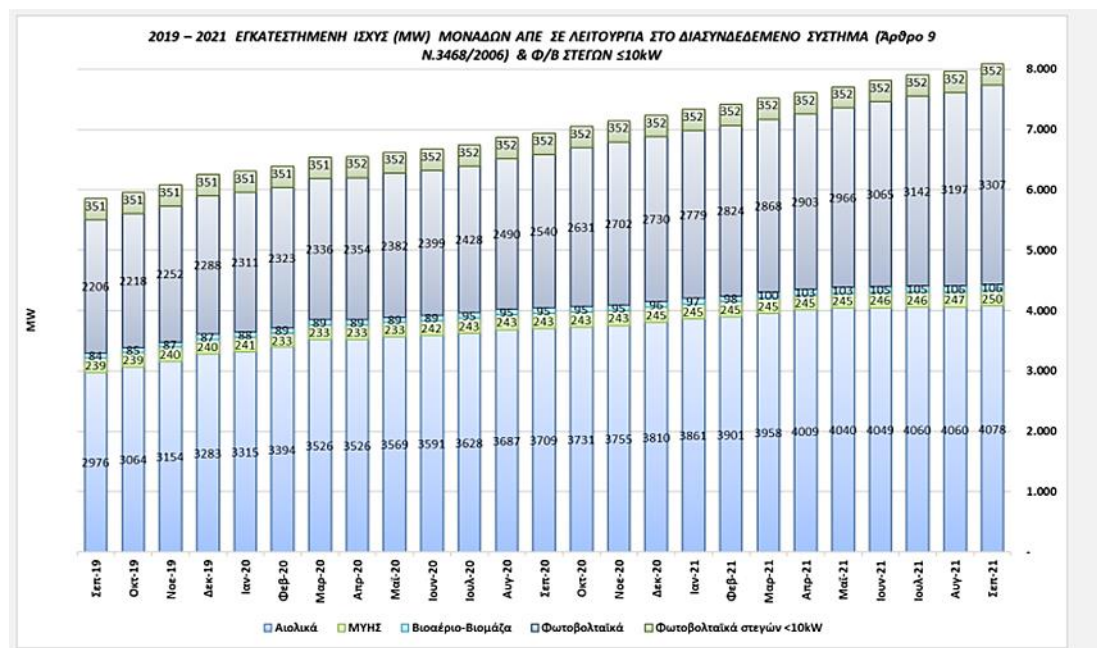
Αυτή η μετατροπή συντελείται στο στρεφόμενο μέρος της μηχανής (δρομέας), η άτρακτος της οποίας είναι συνδεδεμένη με την άτρακτο της ηλεκτρικής γεννήτριας που τελικά μετατρέπει την μηχανική ισχύ σε ηλεκτρική. Γενικά, οι στρόβιλοι είναι μηχανές που παράγουν μηχανική ενέργεια, σε αντίθεση με τις μηχανές που απορροφούν μηχανική ενέργεια όπως είναι οι αντλίες ή συμπιεστές. Ο τύπος και το πλήθος των στρόβιλων επιλέγεται ανάλογα με τα μεγέθη σχεδιασμού (παροχή, ύψος πτώσης) και το βέλτιστο σενάριο λειτουργίας του σταθμού. Μετά την έξοδο από το στρόβιλο το νερό αποδίδεται στη φυσική ροή του υδατορεύματος μέσω της διώρυγας φυγής.



Οι αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες στην Ευρώπη αλλά και στον κόσμο, αξιοποίησαν τα Μικράς κλίμακας Υδροηλεκτρικά Συστήματα, πριν από κάθε άλλη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Το συνολικό τεχνικοοικονομικά εκμεταλλεύσιμο δυναμικό της Ευρωπαϊκής Ένωσης ανέρχεται σε 25,8 GW και παραμένει σημαντική ενεργειακή πηγή παρά το ότι τα τελευταία χρόνια δεν παρουσιάζει αύξηση στο ποσοστό συμμετοχής στην παραγωγή ενέργειας.

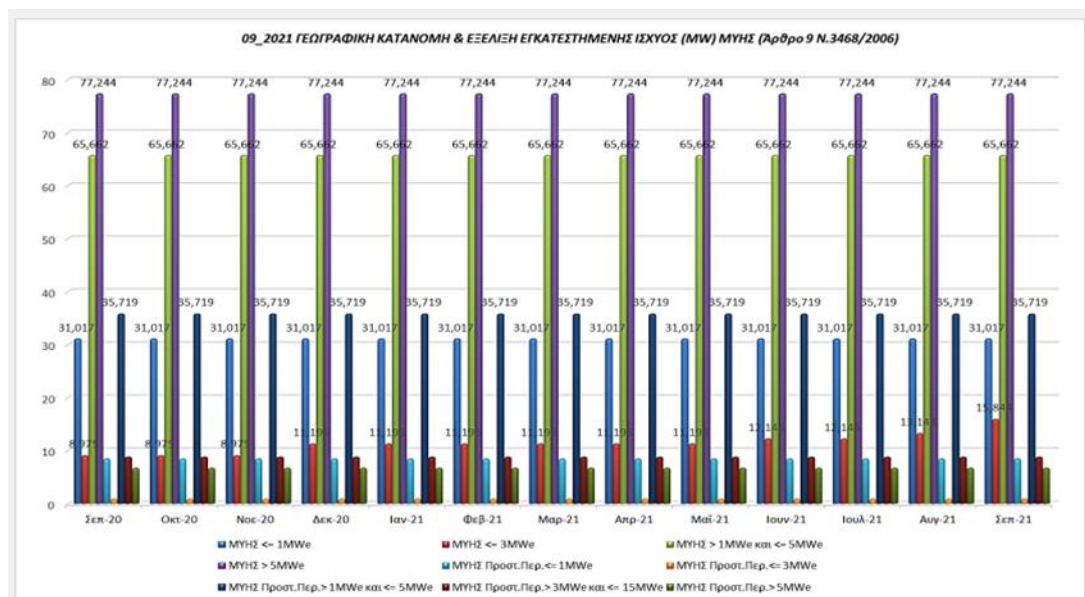
Υδροηλεκτρικές Εγκαταστάσεις στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, τα δύο τρίτα του συνόλου των εγκατεστημένων Μικρών Υδροηλεκτρικών είναι ισχύος μεγαλύτερης του 1 MW. Η πλειονότητα των ΜΥΗΣ είναι εγκατεστημένη σε ορεινές περιοχές κυρίως στην Πίνδο, στην Πελοπόννησο και στην Β. Ελλάδα.



Σήμερα λειτουργούν στην Ελλάδα 120 ΜΥΗΣ εγκατεστημένης ισχύος 240 MW και το έτος 2020, παρήχθησαν 541 GWh ηλεκτρικής ενέργειας. Σύμφωνα με στοιχεία Ευρωπαϊκών Οργανισμών, το ποσοστό αξιοποίησης του διαθέσιμου μικροϋδροηλεκτρικού δυναμικού στην Ελλάδα βρίσκεται σήμερα στο 12%, τη στιγμή που τα αντίστοιχα μεγέθη για την Ευρωπαϊκή Ένωση είναι 70% (σε κάποιες χώρες σε ποσοστά μεγαλύτερα του 90%) και ενώ όλες οι χώρες σχεδιάζουν αύξηση κατά 20% από τα σημερινά επίπεδα μέχρι το 2030.

Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι στην Ιταλία λειτουργούν 2.500 ΜΥΗΣ, στην Αυστρία 3.500 ΜΥΗΣ, ενώ στο σύνολο της Ε.Ε. λειτουργούν πάνω από 26.000 ΜΥΗΣ. Οι Μικροί Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί εγκατεστημένης ισχύος μέχρι 15MW εντάχθηκαν στα κίνητρα του αναπτυξιακού νόμου 4887/2022 και σε συνδυασμό με την άρση περιοριστικών διατάξεων για την αδειοδότηση και χωροθέτηση τους, αναμένεται σταδιακά να ισχυροποιήσουν την παρουσία τους στο ενεργειακό μίγμα της χώρας.



Η διαδικασία αδειοδότησης για τα Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

- Κατάρτιση σχεδίου διαχείρισης υδατικών πόρων, το οποίο οδηγεί σε άδεια χρήσης νερού
- Αδειοδοτήσεις και Ενεργειακές Μελέτες Εγκαταστάσεων για Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα
- Άδεια παραγωγής από την ΡΑΕ και υποβολή μελέτης όρων σύνδεσης στην ΔΕΗ
- Μελέτη Περιβαλλοντικών Όρων και αιτήσεις εγκρίσεων από διάφορους φορείς
- Άδεια εγκατάστασης
- Σύναψη σύμβασης σύνδεσης με το δίκτυο
- Άδεια λειτουργίας του σταθμού

Σύνοψη

Στην παραπάνω ενότητα έγινε εκτενής αναφορά στα αιολικά υδροηλεκτρικά συστήματα. Πιο συγκεκριμένα, έγινε περιγραφή της διαδικασίας κατασκευής και λειτουργίας μιας ανεμογεννήτριας, από την επιλογή του χώρου και του εξοπλισμού έως την διαδικασία αδειοδότησης. Παράλληλα, επισημάνθηκε η διαδικασία μετατροπής του ανέμου σε εκμεταλλεύσιμη κινητική και στη συνέχεια ηλεκτρική

ενέργεια. Αναφορά έγινε και στα χαρακτηριστικά των βλαβών που μπορεί να εμφανιστούν καθώς και στα είδη συντήρησης που μπορεί να ακολουθηθούν ανάλογα με την κατηγορία της βλάβης. Όσον αφορά τις ανεμογεννήτριες, τα μεγέθη των μικρών ανεμογεννητριών ποικίλλουν, από οικιακής εγκατάστασης ανεμογεννήτριες με διάμετρο μικρότερη του ενός μέτρου και ισχύ μικρότερη του 1kW, μέχρι ανεμογεννήτριες διαμέτρου 20 μέτρων και ισχύος 60 kW.

Επιπλέον, κατέστη σαφές πως μια συστοιχία πολλών ανεμογεννητριών, ονομάζεται αιολικό πάρκο, και μπορεί να λειτουργήσει σαν μια μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Τα αιολικά πάρκα ανάλογα την περιοχή κατασκευής τους διαχωρίζονται σε χερσαία, παράκτια, υπεράκτια και πλωτά.

Τέλος, σε σχέση με τα υδροηλεκτρικά συστήματα, η μετατροπή της ενέργειας των υδατοπτώσεων με τη χρήση υδραυλικών τουρμπινών παράγει την υδροηλεκτρική ενέργεια. Οι υδροηλεκτρικές μονάδες χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες, τα μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικά συστήματα, που απαιτούν τη δημιουργία φραγμάτων και τεράστιων δεξαμενών και τα Μικρής κλίμακας Υδροηλεκτρικά Συστήματα (ΜΥΗΣ) ισχύος μέχρι 25MW που θεωρούνται ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Ερωτήσεις Αυτοαξιολόγησης

1. Το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται από ανεμογεννήτριες ΔΕΝ:
 - A) καταναλώνεται από επιτόπιες εγκαταστάσεις
 - B) διοχετεύεται στο ηλεκτρικό δίκτυο
 - Γ) αποθηκεύεται και χρησιμοποιείται μετέπειτα
 - Δ) αποθηκεύεται σε ηλεκτρικούς συσσωρευτές για μεγάλης κλίμακας παραγωγικές δραστηριότητες
2. Όταν οι άνεμοι πνέουν με ταχύτητα μεγαλύτερη από 5,1 m/sec, σε ύψος 10m, τότε το αιολικό δυναμικό του τόπου θεωρείται εκμεταλλεύσιμο και οι απαιτούμενες εγκαταστάσεις μπορούν να καταστούν οικονομικά βιώσιμες, σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα.

- A) Σωστό
- B) Λάθος
- 3. Για το 2020 στην Ευρωπαϊκή Ένωση, η αιολική ενέργεια παρήγαγε το ... της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώθηκε.**
- A) 36%
- B) 48%
- Γ) 13%
- Δ) 26%
- 4. Οι ανεμογεννήτριες μέσω της γεννήτριας μετατρέπουν:**
- A) την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια
- B) την μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια
- Γ) την μηχανική ενέργεια σε κινητική ενέργεια
- Δ) την κινητική ενέργεια σε μηχανική ενέργεια
- 5. Η μέγιστη αναλογία αιολικής/κινητικής ενέργειας είναι:**
- A) 59%
- B) 38%
- Γ) 100%
- Δ) 25%
- 6. Η εγκατάσταση ανεμογεννητριών προϋποθέτει την εκτίμηση του αιολικού δυναμικού της ευρύτερης περιοχής, η οποία ΔΕΝ εξαρτάται από:**
- A) την κατηγορία αιολικού δυναμικού της περιοχής
- B) το συνολικό βάρος των ανεμογεννητριών
- Γ) το ύψος των πύργων των ανεμογεννητριών
- Δ) από την ύπαρξη εμποδίων

7. αιολικά πάρκα αποκαλούνται όσα είναι τοποθετημένα εντός της θάλασσας και σε απόσταση μεγαλύτερη των δέκα χιλιομέτρων από την ακτή.
- A) πλωτά
- B) παράκτια
- Γ) χερσαία
- Δ) υπεράκτια
8. αποσκοπεί στην άμεση αξιολόγηση του εξοπλισμού για την αποτροπή
- A) Η προγραμματισμένη συντήρηση
- B) Η διορθωτική συντήρηση
- Γ) Η προληπτική συντήρηση
- Δ) Κάθε συντήρηση (διορθωτική, προγραμματισμένη, προληπτική)
9. Μια περιοχή με πολύ υψηλό αιολικό δυναμικό $> 9 \text{ m/sec}$, είναι ιδανική για την εγκατάσταση μικρής ανεμογεννήτριας.
- A) Σωστό
- B) Λάθος
10. Τα Μικρής κλίμακας Υδροηλεκτρικά Συστήματα (ΜΥΗΣ) ισχύος μέχρι 25MW θεωρούνται ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- A) Σωστό
- B) Λάθος

Απαντήσεις Ερωτήσεων Αυτοαξιολόγησης

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Δ	Α	Γ	Β	Α	Β	Δ	Γ	Β	Β

Ενότητα 6: Νέες Τεχνολογίες ΑΠΕ

Σκοπός

Στην εκπαιδευτική ενότητα που ακολουθεί δίνεται έμφαση στις νέες τεχνολογίες που έχουν εισαχθεί στο τομέα των Ανανεώσιμων πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ). Η στροφή σε νέες φιλικές προς το περιβάλλον πηγές ενέργειας είναι σημαντικές καθώς η χρήση των ορυκτών καυσίμων που γίνεται μέχρι σήμερα εντείνει προβλήματα όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Επιπλέον, η εξάντληση των αποθεμάτων τους μέσα στις προσεχείς δεκαετίες, δημιουργεί έντονο ενεργειακό πρόβλημα, μια και αποτελούν τους βασικούς φυσικούς πόρους για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Συνεπώς, στη παρούσα ενότητα γίνεται αναφορά σε πιο βιώσιμες μεθόδους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, αναλύεται η χρήση της βιομάζας και των βιοκαυσίμων ως πηγές ενέργειας. Παράλληλα, αναπτύσσεται το θεωρητικό και πρακτικό υπόβαθρο των γεωθερμικών συστημάτων με έμφαση στο EGS (Enhanced Geothermal Systems), καθώς και στην ενέργεια που προκαλείται από την κίνηση των κυμάτων.

Προσδοκώμενα Αποτελέσματα

Με την ολοκλήρωση της ενότητας αυτής, οι εκπαιδευόμενοι αναμένεται να:

- αντιλαμβάνονται την αναγκαιότητα προσαρμογής στις σύγχρονες μεθόδους παραγωγής ενέργειας για την προστασία του κλίματος
- γνωρίζουν τις σύγχρονες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας των οποίων η χρήση δίνει αποτελεσματικές λύσεις στο περιβαλλοντικό και ενεργειακό πρόβλημα που αντιμετωπίζει ο πλανήτης.
- κατανοούν τη χρήση βιώσιμων ενεργειακών πόρων όπως η βιομάζα, τα βιοκαύσιμα και τα γεωθερμικά συστήματα παραγωγής ενέργειας.

Λέξεις – Κλειδιά

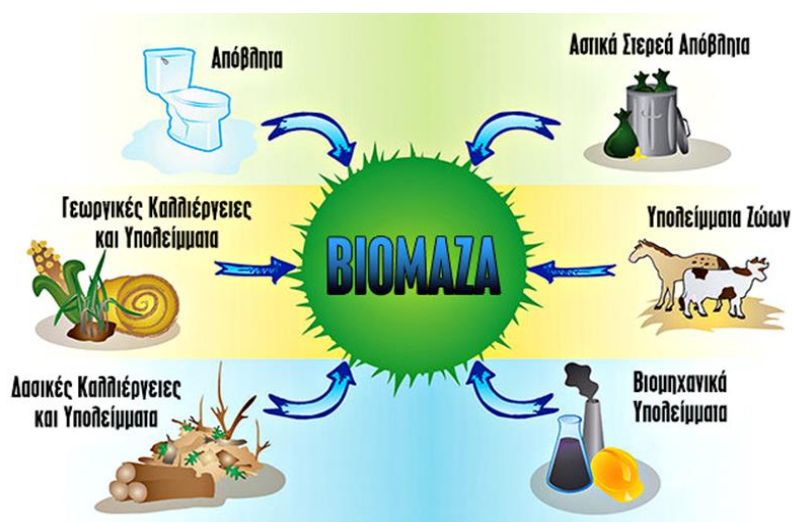
► Βιομάζα

- ▶ Θερμογόνος δύναμη της βιομάζας
- ▶ Συμπαγωγή
- ▶ Βιοκαύσιμα
- ▶ Βιοντίζελ
- ▶ Βιοαέριο
- ▶ Γεωθερμική ενέργεια
- ▶ Βελτιωμένα Γεωθερμικά Συστήματα (Enhanced Geothermal Systems, EGS)
- ▶ Κυματική ενέργεια

6.1 Προέλευση και Αξιοποίηση της Βιομάζας - Καύση Βιομάζας

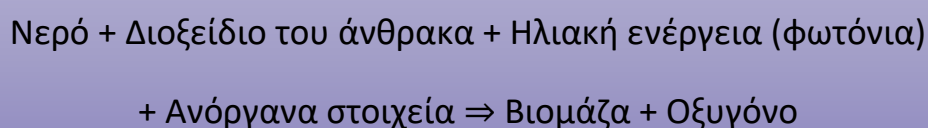
Η Βιομάζα αποτελεί ύλη με βιολογική (οργανική) προέλευση και συχνά συνδέεται με το βιοαποδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων ή βιολογικών υπολειμμάτων όπως:

- φυτικές ύλες που προέρχονται από φυσικά οικοσυστήματα, όπως π.χ. τα φυτά και δάση,
- φυτικές ύλες που καλλιεργούνται ειδικά για την παραγωγή βιομάζας (ενεργειακές καλλιέργειες),
- υποπροϊόντα και υπολείμματα από φυτά και ζώα, όπως άχυρο, κλαδιά, φύκια, κοπριά ζώων, κ.λπ.
- υποπροϊόντα από επεξεργασία υλικών όπως κουκούτσια ελιάς, υπολείμματα εκκοκκιστηρίων βαμβακιού, πριονίδια κ.λπ.
- φυτικά απόβλητα της βιομηχανίας τροφίμων
- απορρίμματα ξύλου από κατασκευές και κατεδαφίσεις, τα οποία πιθανά να είναι επικίνδυνα αν περιέχουν αλογονομένες οργανικές ενώσεις ή βαρέα μέταλλα
- απόβλητα φυτικών ινών από την παραγωγή χαρτοπολτού και χαρτιού
- βιολογικά συστατικά αστικών λυμάτων και αποβλήτων.



Η βιομάζα είναι προϊόν της ηλιακής ενέργειας που δεσμεύεται στους φυτικούς οργανισμούς με την διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Κατά την φωτοσύνθεση, η χλωροφύλλη μετατρέπει την ηλιακή ενέργεια σε βιολογική ύλη (βιομάζα) μέσω μιας σειράς αντιδράσεων με διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα, νερό και μέταλλα που βρίσκονται στο έδαφος. Οι ζωικοί οργανισμοί απορροφούν αυτή την ενέργεια μέσω της τροφής και αποθηκεύουν μέρος της.

Η χημική αντίδραση σχηματισμού της βιομάζας από την ηλιακή ενέργεια, έχει την ακόλουθη μορφή:



Από χημική άποψη, η βιομάζα αποτελείται από ένα στερεό μέρος χημικής σύστασης, τέφρας (αδρανές υλικό, από ανόργανες ενώσεις) και υγρασία σε μια μεταξύ τους αναλογία που διαφοροποιείται από το είδος και την ηλικία του φυτού από το οποίο προέρχεται η βιομάζα, από την προέλευση και την χρονική περίοδο συλλογής. Όμως, τα οργανικά συστατικά διαφόρων πηγών βιομάζας έχουν παρόμοιες στοιχειακές συνθέσεις, όπως εμφανίζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Στοιχείο	Περιεκτικότητα κατά βάρος (χωρίς τέφρα, σε ξηρή βάση)
Άνθρακας (C)	44-51%
Υδρογόνο (H)	5,5-6,7%
Οξυγόνο (O)	41-50%
Άζωτο (N)	0,12-0,6%
Θείο (S)	0-0,2%

Μόλις σχηματιστεί η βιομάζα, μπορεί να απελευθερώσει αυτή την αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια που συγκεντρώνεται από τα φυτά κατά τη φωτοσύνθεση. Η βιομάζα είναι μια σημαντική, ανανεώσιμη και εναρμονισμένη με το περιβάλλον πηγή ενέργειας, η οποία μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την ενεργειακή απόδοση και να αντικαταστήσει τα εξαντλούμενα αποθέματα ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο κ.λπ.).

6.1.1 Η Χρήση της Βιομάζας

Η χρήση βιομάζας για παραγωγή ενέργειας δεν είναι μια νέα μέθοδος. Οι πρωτόγονοι άνθρωποι από τότε που ανακάλυψαν την φωτιά, χρησιμοποιούσαν, για χιλιάδες χρόνια, στη διαδικασία της καύσης αποκλειστικά βιομάζα (ξύλο) για παραγωγή θερμότητας η οποία τους προστάτευε από το κρύο. Αργότερα, η θερμότητα



χρησιμοποιήθηκε για να μαγειρεύουν, για το ψήσιμο του πηλού, για την κατασκευή αγγείων και για το λιώσιμο μετάλλων. Μέχρι τον 20^ο αιώνα τα καυσόξυλα και το κάρβουνο κάλυπταν το 97% των ενεργειακών αναγκών του πλανήτη. Ακόμα και σήμερα,

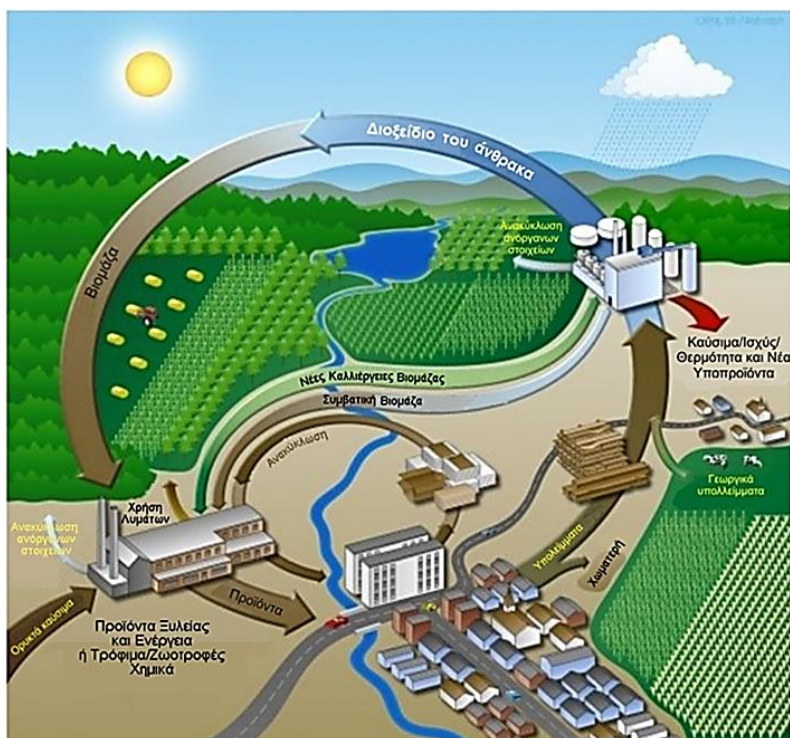
αγροτικοί πληθυσμοί στην Αφρική, την Ινδία, τη Λατινική Αμερική και την Ευρώπη, χρησιμοποιούν ξύλο, φυτικά υπολείμματα (άχυρο, πριονίδι, άχρηστα φρούτα ή

κουκούτσια κ.λπ.) και ζωικά απόβλητα (κοπριά, ζωικά απορρίμματα κ.λπ.) για θέρμανση, μαγείρεμα και λίπος φωτισμού, απορρίμματα κ.λπ..

Η εκτεταμένη χρήση της βιομάζας επανήλθε τη δεκαετία του 1970, την εποχή που αυξάνονταν ανεξέλεγκτα οι τιμές των ορυκτών καυσίμων και διαπιστώθηκε ότι τα αποθέματα τους θα εξαντλούνταν σε λίγες δεκαετίες, ενώ παράλληλα αυξανόταν συνεχώς η ζήτηση ενέργειας.

Ο όρος «βιομάζα» υιοθετήθηκε επίσημα το 1975 με την ανάπτυξη των θερμαντήρων και των κλιβάνων βιομάζας, ενώ την επόμενη δεκαετία δημιουργήθηκαν οι πρώτες εγκαταστάσεις για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από υλικά βιομάζας, όπως τα απόβλητα ξύλου. Αρχικά, αυτά τα εργοστάσια χρησιμοποιούσαν μόνο υπολείμματα πριονιδιού, ωστόσο αργότερα προστέθηκαν υποπροϊόντα αποψίλωσης των δασών, αγροτικά προϊόντα και υπολείμματα ξύλου από οικιστικές δραστηριότητες για την παραγωγή ενέργειας.

Το 2000 παρουσιάστηκαν σχέδια για συμπαραγωγή ενέργειας από βιοκαύσιμα και συμβατικά καύσιμα για τη μείωση της κατανάλωσης ορυκτών πόρων. Στη συνέχεια αναπτύχθηκαν νέες μέθοδοι αξιοποίησης της βιομάζας όπως για παράδειγμα οι θερμαντήρες βιομάζας που παράγουν μια στιγμιαία φλόγα αξιοποιήσιμη σε οικιακές και βιομηχανικές εφαρμογές, τα πέλλετς που καταναλώνονται σε ειδικούς φούρνους στους λέβητες, καθώς επίσης και τα στεγνωτήρια βιομάζας που αφαιρούν εντελώς την υγρασία από το ξύλο και άλλα υλικά βιομάζας ώστε να είναι πιο αποτελεσματικά στην καύση. Η βιομάζα πλέον, έχει αποκτήσει μερίδιο στην παραγωγή ενέργειας στις πιο ανεπτυγμένες οικονομικά χώρες.

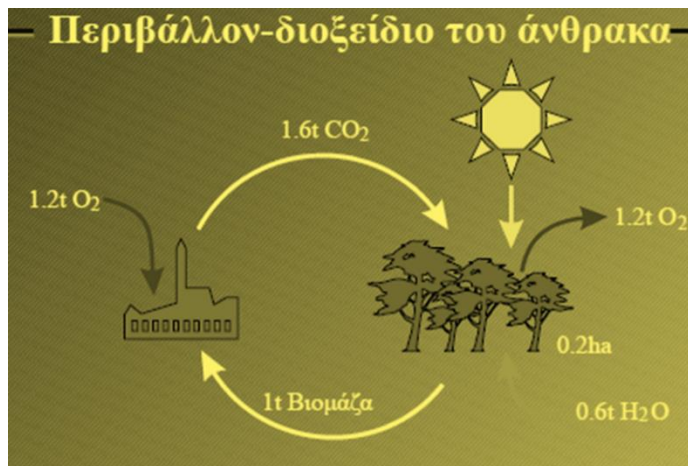


Πλεονεκτήματα

Η βιομάζα είναι η μόνη φυσική πηγή ενέργειας άνθρακα της οποίας τα αποθέματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως υποκατάστατο των ορυκτών καυσίμων. Η παραγωγή ενέργειας από έναν τόνο βιομάζας ισοδυναμεί με την ενέργεια που αποδίδουν 0,4 τόνοι πετρελαίου. Σε αντίθεση με τα ορυκτά, η βιομάζα είναι ανανεώσιμη καθώς μπορεί να αναπληρωθεί ποσότητα της που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας. Τα οικοσυστήματα συνεχώς μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε βιομάζα μέσω της φωτοσύνθεσης, ενώ οι κύριες πρώτες ύλες που απαιτούνται, το νερό και το διοξείδιο του άνθρακα, υπάρχουν σε αφθονία στη φύση.

Το κύριο πλεονέκτημα της βιομάζας είναι ότι μπορεί να παράγει ενέργεια αποθηκευμένη σε χημική μορφή, η οποία μετατρέπεται με τη χρήση σχετικά εύκολων μεθόδων σε μια μεγάλη ποικιλία προϊόντων.

Επίσης, σημαντικό πλεονέκτημα της βιομάζας είναι ότι δεν προκύπτουν οικολογικά και περιβαλλοντικά προβλήματα κατά την παραγωγή και τη μετατροπή της. Το



ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) από την καύση της βιομάζας είναι μηδενικό και δεν συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, καθώς η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που απελευθερώνεται κατά

την διαδικασία αυτή χρησιμοποιείται ξανά από τα φυτά για την παραγωγή βιομάζας. Επίσης, η αμελητέα παρουσία θείου στη βιομάζα συμβάλλει σημαντικά στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του θείου (SO₂), που προκαλούν όξινη βροχή. Τα σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη από την χρήση βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας, δεν συνυπολογίζονται στα οικονομικά οφέλη, αλλά είναι απαραίτητα για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και την διασφάλιση της ποιότητας ζωής των ανθρώπων στο παρόν και στο μέλλον.

Η βιομάζα συνεισφέρει θετικά στην οικονομία των χωρών που την αξιοποιούν καθώς οδηγεί στη μείωση εξάρτησης από τα εισαγόμενα καύσιμα για τη διασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού, στη βελτίωση του εμπορικού ισοζυγίου, και την εξοικονόμηση συναλλάγματος.

Ταυτόχρονα, η χρήση ενέργειας από βιομάζα σε μια αγροτική περιοχή, μπορεί να αυξήσει την απασχόληση, λόγω των απαιτήσεων σε ανθρώπινο δυναμικό στις εναλλακτικές καλλιέργειες (ελαιοκράμβη, σόργο, καλάμι, κενάφ), και στο εμπόριο αυτών.



Μειονεκτήματα

Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν μειονεκτήματα που σχετίζονται με τη χρήση της βιομάζας. Ο αυξημένος όγκος και η υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία συγκριτικά με τα ορυκτά καύσιμα καθιστούν δύσκολη τη χρήση ενέργειας από βιομάζα, ενώ η αδιάλειπτη παροχή πρώτων υλών σε μονάδες αξιοποίησης ενέργειας από βιομάζα δυσχεραίνεται λόγω της μεγάλης διασποράς και εποχικότητας στη παραγωγή βιομάζας.

Η συλλογή, η μεταφορά και η αποθήκευση της βιομάζας είναι δύσκολη, γεγονός που αυξάνει το κόστος ανάκτησης ενέργειας όπως και οι μεγάλες δαπάνες που απαιτούνται για τον εξοπλισμό που χρειάζεται για τις τεχνολογικά σύγχρονες διεργασίες μετατροπής της βιομάζας.

Αν και το κόστος αξιοποίησης της βιομάζας είναι υψηλό, ακόμα και συγκρινόμενο με τα ορυκτά καύσιμα, αυξάνεται διαρκώς η σημασία της ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας λόγω της αύξησης των τιμών των ορυκτών καυσίμων και της βελτιωμένης αποδοτικότητας που προέρχεται από τις τεχνολογίες ανάκτησης βιομάζας.

Ωστόσο, η βιομάζα δεν αποτελεί πολύ καλό καύσιμο στη φυσική της μορφή, αφού 70% του όγκου της είναι συνήθως αέρας και άχρηστα στοιχεία. Ειδικά για τα ξύλα, ιδανικά για καύση θεωρούνται τα ξύλα με υγρασία 18-22%, τα οποία αποδίδουν 3,9-4,2 KW ανά κιλό. Για να φτάσει ένα ξύλο σε αυτά τα επίπεδα υγρασίας πρέπει να παραμείνει αποθηκευμένο 15 μήνες. Τα καυσόξυλα που πωλούνται στο εμπόριο έχουν 50-60% υγρασία και θερμική ισχύ είναι 2-2,5 kW/κιλό.

6.1.2 Μέθοδος Μηχανικής Αύξησης της Πυκνότητας της Βιομάζας

Για τη βελτίωση του ενεργειακού περιεχόμενου της βιομάζας, χρησιμοποιείται η μέθοδος της μηχανικής αύξησης της πυκνότητάς της (Densification) όπου με τη χρήση υψηλών πιέσεων συμπιέζεται η βιομάζα σε μικρά πέλλετ (pellets) ή μεγαλύτερα (briquettes) αντικείμενα.

Το πέλλετ έχει κυλινδρικό σχήμα και λεία εξωτερική επιφάνεια, χαμηλή υγρασία, χαμηλή περιεκτικότητα σε τέφρα (στάχτη) και υψηλή πυκνότητα. Κατασκευάζονται κυρίως από πριονίδι και άλλα απόβλητα επεξεργασίας ξύλου ή από εναλλακτικές

πρώτες ύλες βιομάζας, όπως είναι οι ενεργειακές καλλιέργειες, π.χ. πυρηνόξυλο, κλαδέματα δέντρων και υπολείμματα καλλιιεργειών. Η διαδικασία παραγωγής των πέλλετ αρχίζει με την αποθήκευση των πρώτων υλών βιομάζας σε καθαρό και στεγνό χώρο όπου ξηραίνεται για να μειωθεί η περιεκτικότητά της σε υγρασία. Ακολουθεί τεμαχισμός και άλεση και συμπίεση σε ειδικές πρέσες. Το παραγόμενο πέλλετ ψύχεται και κοσκινίζεται και τελικά αποθηκεύεται σε ασφαλές μέρος.



Η μπρικέτα είναι αποτέλεσμα της υψηλής συμπίεσης υπολειμμάτων ξύλου που έχει μεγαλύτερη θερμική απόδοση και διάρκεια καύσης από τα ξύλα. Για το ίδιο θερμικό αποτέλεσμα με μπρικέτες απαιτείται το ένα τρίτο από την χρησιμοποιούμενη ποσότητα ξύλου.

6.1.3 Καύση Βιομάζας

Θερμογόνος δύναμη της βιομάζας, είναι το ποσό της θερμότητας το οποίο παράγεται κατά την καύση μιας ορισμένης ποσότητας της. Μονάδα μέτρησης είναι η ενέργεια (θερμότητα) ανά μονάδα μάζας ή όγκου, δηλαδή Kcal / kg ή BTU/Lb, όπου 1 Kcal = 1.000 και 1 Cal=3,968 BTU.

Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών σε καύσιμο μέσα από θερμοχημικές ή βιοχημικές διεργασίες. Επειδή η βιομάζα αντιμετωπίζει συνήθως τα μειονεκτήματά της μεγάλης διασποράς, του μεγάλου όγκου, της δύσκολης συλλογής-επεξεργασίας-μεταφοράς-αποθήκευσης, η αξιοποίησή της πρέπει να είναι όσο το δυνατό πιο κοντά στην προέλευσή της για διάφορες εφαρμογές, όπως:

- ▶ Ικανοποίηση αναγκών θέρμανσης και ψύξης ή/και ηλεκτρικής ενέργειας για τη γεωργία και άλλες βιομηχανίες με οικονομικότερο και πιο φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο σε σχέση με τους συμβατικούς τρόπους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Με τη συμπαραγωγή, τη συνδυασμένη παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας από την ίδια ενεργειακή πηγή, ανακτάται και

χρησιμοποιείται επωφελώς το μεγαλύτερο μέρος από τις ποσότητες θερμότητας σε διαφορετική περίπτωση απορρίπτονται στο περιβάλλον, είτε μέσω των ψυκτικών κυκλωμάτων, είτε μέσω των καυσαερίων. Έτσι, επιτυγχάνεται σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και μειώνονται οι εκπομπές ρύπων.

- Τηλεθέρμανση σε κατοικημένες περιοχές, δηλαδή παροχή ζεστού νερού τόσο για τη θέρμανση των χώρων, όσο και για την απευθείας χρήση του σε ένα σύνολο κτιρίων από έναν κεντρικό σταθμό παραγωγής θερμότητας.
- Θέρμανση θερμοκηπίου. Η χρήση της βιομάζας είναι μια συμφέρουσα οικονομικά πρόταση για τους ιδιοκτήτες θερμοκηπίων αφού χρησιμοποιώντας π.χ. άχυρο μπορούν να επιτύχουν σημαντική εξοικονόμηση συμβατικών καυσίμων.
- Ενεργειακές καλλιέργειες. Οι ενεργειακές καλλιέργειες φυτών όπως του καλαμιού, της αγριοαγκινάρας, του σόργου του σακχαρούχου, του μίσχανθου, του ευκάλυπτου και της ψευδοακακίας, που καλλιεργούνται για την παραγωγή βιομάζας, η οποία θα χρησιμοποιηθεί για διάφορους ενεργειακούς σκοπούς. Για παράδειγμα, ο ευκάλυπτος δίνει 0,8-1,3 τόνους ισοδύναμου πετρελαίου, το καλάμι 0,9-1,3, ο μίσχανθος 0,3-1,2, η ψευδοακακία 0,1-0,6 και η αγριοαγκινάρα 0,6-1,1 ΤΙΠ.
- Παραγωγή οργανικών λιπασμάτων από κοπριά πουλερικών.

Μέθοδοι Μετατροπής Βιομάζας

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τη μετατροπή της ενέργειας της βιομάζας ταξινομούνται ως **θερμοχημικές (ξηρή)** ή **βιοχημικές (υγρή)**. Η επιλογή της μεθόδου μετατροπής καθορίζεται γενικά από την αναλογία άνθρακα προς άζωτο (C/N) στη διαθέσιμη πρώτη ύλη και την περιεκτικότητα σε υγρασία τη στιγμή της συλλογής.

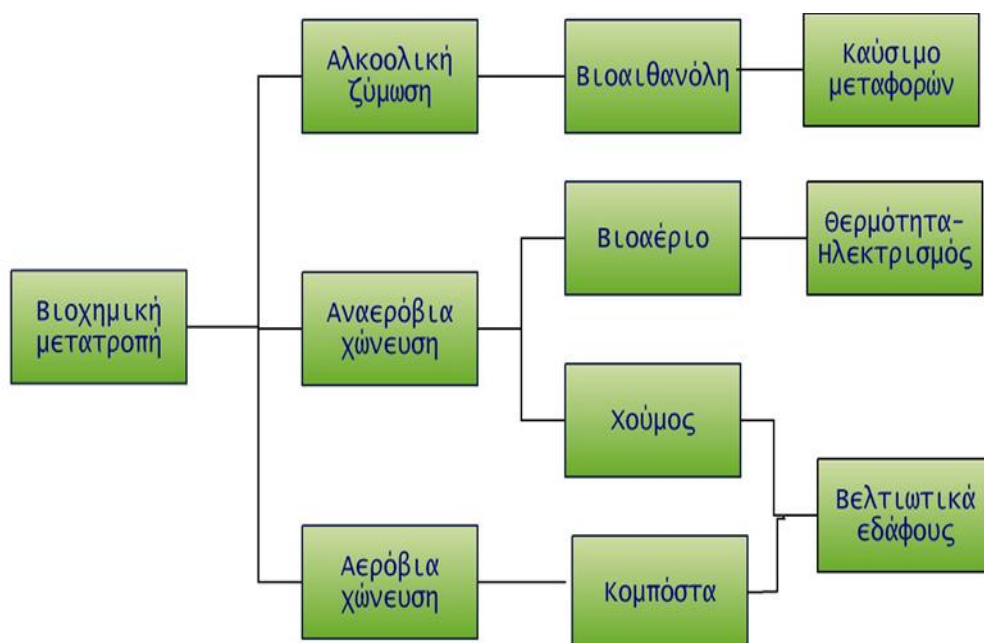
Βιοχημική Μέθοδος

Βιοχημική μέθοδος ονομάζεται επειδή είναι αποτέλεσμα μικροβιακής δραστηριότητας και χρησιμοποιείται στην μετατροπή βιομάζας για την παραγωγή

υγρών καυσίμων (βιοαιθανόλης) με ζύμωση σακχάρων, αμύλου, κυτταρινών και ημικυτταρινών που προέρχονται από αραβόσιτο, σακχαρούχο σόργο κ.λπ.

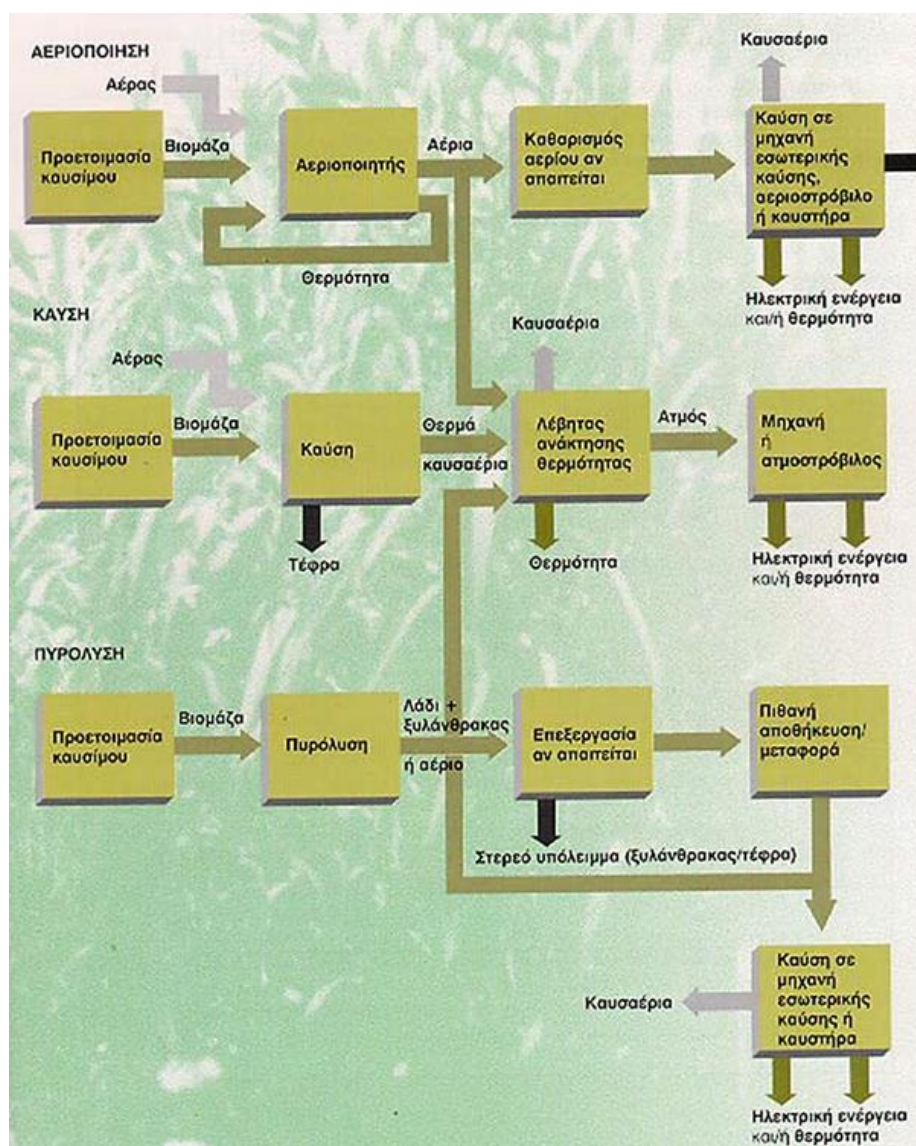
Η ζύμωση απαιτεί μεγάλες ποσότητες ενέργειας και το παραγόμενο της λαμβάνεται με απόσταξη, ενώ περιέχει μόνο 10-15% αιθανόλης. Η ενέργεια μπορεί να καλυφθεί από την καύση των φυτικών υπολειμμάτων βιομάζας και δασικών υπολειμμάτων.

Η βιοχημική διεργασία, χρησιμοποιείται για προϊόντα και υπολείμματα όπως λαχανικά, κοπριά κ.λπ., με αναλογία C/N <30 και υγρασία >50%.



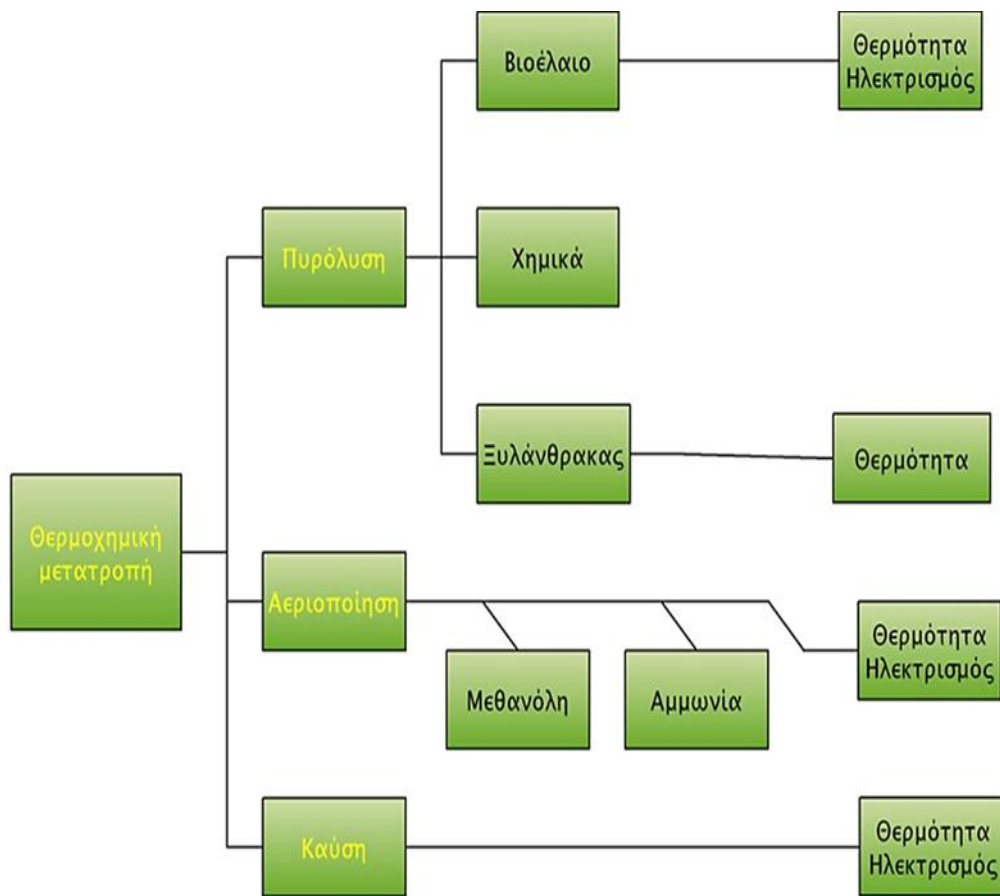
Θερμοχημικές Μέθοδοι

Οι θερμοχημικές μέθοδοι περιλαμβάνουν:



- ▶ την πυρόλυση (θερμότητα - χωρίς αέρα), με την οποία τα ογκώδη δασικά και αγροτικά υπολείμματα, αφού τεμαχισθούν, μετατρέπονται, με τη βοήθεια ειδικού αντιδραστήρα, σε βιοέλαιο ένα υγρό καύσιμο υψηλής ενεργειακής πυκνότητας
- ▶ την αεριοποίηση, μια τεχνολογία με την οποία παράγεται αέριο καύσιμο (βιοαέριο), το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε καυστήρες αερίου για την παραγωγή ενέργειας. Αποτελείται κυρίως από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα και παράγεται από την αναερόβια χώνευση κτηνοτροφικών αποβλήτων.

- ▶ την αποσύνθεση υδρογόνου
- ▶ την άμεση καύση, τον πιο απλό τρόπο θερμικής αξιοποίησης της βιομάζας. Προϋπόθεση είναι η υγρασία που περιέχει να είναι μικρότερη από 20%. Πριν τη καύση της, η βιομάζα τεμαχίζεται και μετατρέπεται σε μπριγκέτες από μηχανήματα υψηλής πίεσης. Αποτελεί μέθοδο οικονομικά συμφέρουσα, με μικρή εκπομπή αερίων ενώ η στάχτη με ανθρακικά και αζωτούχα υλικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν λίπασμα.



Οι θερμοχημικές μέθοδοι, χρησιμοποιούνται για:

- Τη παραγωγή υγρών καυσίμων (βιοέλαια) με θερμοχημική μετατροπή βιομάζας που παράγει άμεσα είτε ενέργεια (καύση) είτε καύσιμο το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτόνομα.
- Την επεξεργασία βιομηχανικών και αστικών οργανικών απορριμμάτων.

6.2 Βιοκαύσιμα: Βιοαέριο και Βιοαιθανόλη

6.2.1 Εισαγωγή

Η ζήτηση για εναλλακτικά και ανανεώσιμα καύσιμα που σταδιακά θα αντικαταστήσουν την κατανάλωση φυσικού αερίου, πετρελαίου και των προϊόντων του, είναι αναγκαιότητα στις ανεπτυγμένες χώρες, για περιβαλλοντικούς, οικονομικούς και λειτουργικούς λόγους.

Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από συστήματα που χρησιμοποιούν σαν πρώτες ύλες βιομάζα αντί για ορυκτά καύσιμα (φυσικό αέριο, άνθρακας), ονομάζεται βιοενέργεια. Αυτές οι πρώτες ύλες μπορεί να είναι από φυτά και άχυρο μέχρι οργανικά απόβλητα, απόβλητα τροφίμων ή λύματα.

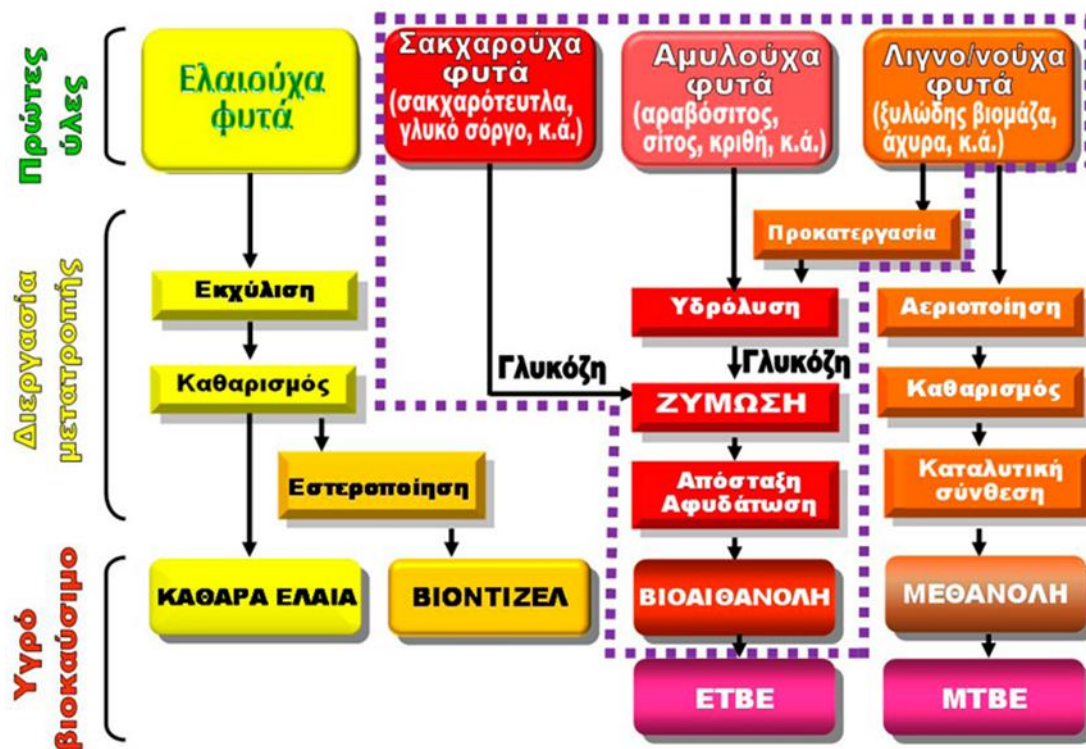


Τα υγρά καύσιμα που υποκαθιστούν τα προϊόντα πετρελαίου και παράγονται από οργανικά προϊόντα, όπως το καλαμπόκι και τα ζαχαρότευτλα ονομάζονται βιοκαύσιμα και αποτελούν ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.

Τα βιοκαύσιμα έχουν πολλά οφέλη, με πρωταρχικό τη συμβολή τους, στη μείωση της περιβαλλοντικής ρύπανσης περιορίζοντας τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Η χρήση τους γίνεται με την πρόσμειξη με βενζίνη και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εναλλακτικά καύσιμα για τους κινητήρες εσωτερικής καύσης. Παράλληλα:

- Συμβάλλουν στην μείωση απορριμμάτων, υπολειμμάτων και παραπροϊόντων από βιομηχανικές, αστικές, γεωργικές και κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις, καθώς και από τους χώρους υγειονομικής ταφής. Ειδικότερα, οι αγρότες επωφελούνται από τα πρόσθετα εισοδήματα που προέρχονται από την καλλιέργεια ενεργειακών φυτών, αλλά και από την χρήση λιπασμάτων που παράγονται από τα κατάλοιπα της επεξεργασίας των βιοκαυσίμων.

- Επιτρέπουν στα κράτη να περιορίσουν την εξάρτηση τους από το πετρέλαιο, συμβάλλοντας έτσι σε μείωση των εισαγωγών ενεργειακών προϊόντων και σε βελτίωση των μεγεθών του εμπορικού τους ισοζυγίου.
- Εκτός από την άμεση παραγωγή ενέργειας συμμετέχουν στην παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας μέσω των μονάδων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ).



Σύμφωνα με οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης προβλέπεται υποχρεωτικά στα πρατήρια καυσίμων, να υπάρχει ειδική σήμανση για τα εναλλακτικά καύσιμα. Συγκεκριμένα:

- Για τη βενζίνη ένας κύκλος με το γράμμα E (ethanol, αιθανόλη) και ένας αριθμός που υποδεικνύει το μέγιστο ποσοστό περιεκτικότητας σε αιθανόλη.
- Για το ντίζελ ένα τετράγωνο με το γράμμα B (βιοντίζελ) και τον αντίστοιχο αριθμό.
- Για τα αέρια καύσιμα ένας ρόμβος με τις ενδείξεις LPG για το υγραέριο, CNG για το συμπιεσμένο φυσικό αέριο, LNG για το υγροποιημένο φυσικό αέριο και H2 για το υδρογόνο.



6.2.2 Είδη Βιοκαυσίμων

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Ένωση ως βιοκαύσιμα χαρακτηρίζονται:

Βιοντίζελ

Το βιοντίζελ (έλαιο βιολογικής προέλευσης) ένας μεθυλεστέρας λιπαρών οξέων από φυτικά ή ζωικά λίπη και έλαια που η απόδοση του είναι αντίστοιχη του πετρελαίου ντίζελ. Η τεχνολογία για τη παραγωγή και τη χρήση του είναι γνωστή πάνω από 50 χρόνια, αν και δεν έχει καταφέρει να αποκτήσει σημαντικό μερίδιο σαν καύσιμο. Η διαδικασία παραγωγής του περιλαμβάνει την αντίδραση τριγλυκεριδίων με μεθανόλη ή αιθανόλη.

Στην παγκόσμια παραγωγή του βιοντίζελ η πιο συνηθισμένη πρώτη ύλη, σε ποσοστό 80% είναι η ελαιοκράμβη ενώ συχνά χρησιμοποιείται ο ηλίανθος και φυτικά έλαια, όπως σογιέλαιο, αραχιδέλαιο, ηλιέλαιο, φοινικέλαιο, λινέλαιο, ελαιόλαδο κακής ποιότητας και χρησιμοποιημένα έλαια μαγειρικής.

Ο ηλίανθος μπορεί να δώσει 45-75 λίτρα ανά στρέμμα βιοκαύσιμο για παραγωγή βιοντίζελ και η ελαιοκράμβη 43-90 λίτρα/στρέμμα, το βαμβάκι 18-25 λίτρα/στρέμμα, η σόγια 29-44 λίτρα/στρέμμα, το σιτάρι 45-240 λίτρα, ο αραβόσιτος, τα τεύτλα 600 και το σόργο 675- 900 λίτρα/στρέμμα. Τις τελευταίες δεκαετίες, για να αυξηθεί η παραγωγή του, επιχειρείται η παραγωγή βιοντίζελ από μικροφύκη που επειδή είναι πλουσιότερα σε έλαια από τα άλλα φυτά, η απόδοση ενέργειας τους φθάνει σε 80 % του βάρους της ξηρής μάζας.

Βιοαιθανόλη

Βιοαιθανόλη (C_2H_5OH) παράγεται από την μικροβιακή ζύμωση υδατανθράκων από βιομάζα (ζάχαρη ή αμυλούχα φυτά) ή από βιοαποδομήσιμα κλάσματα αποβλήτων. Σαν καύσιμο χρησιμοποιείται, είτε σε άνυδρη μορφή σε μίγματα με βενζίνη, είτε αυτούσια σε ένυδρη μορφή, σε κατάλληλες μηχανές εσωτερικής καύσης, κυρίως σε Η.Π.Α. και Βραζιλία.

Η χρήση (υποχρεωτική στην Ελλάδα από το 2019, σε ποσοστό 3,3%) της βιοαιθανόλης στα καύσιμα αποτελεί μια ριζική λύση για την μείωση των ρύπων καθώς παρέχει έναν υψηλό βαθμό οκτανίων το οποίο μπορεί να ενισχύσει την βενζίνη, αλλά οδηγεί σε καλύτερη καύση με αποτέλεσμα να προκαλείται μείωση της κατανάλωσης, μεγαλύτερη απόδοση στον κινητήρα, αλλά και μειωμένες εκπομπές ρύπων.

Ενδεικτικά, η χρήση αιθανόλης καλαμποκιού αντί για βενζίνη ως καύσιμο μεταφοράς μειώνει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 21%, η αιθανόλη ζαχαροκάλαμου κατά 56%, το φυτικό βιοντίζελ κατά 68% και η λιγνοκυτταρινική αιθανόλη κατά 91%.

Η πρώτη αναφορά της δυνατότητας χρήσης αιθανόλης ως καυσίμου έγινε το 1890 από τον Ford, τον διάσημο ιδρυτή της αυτοκινητοβιομηχανίας. Αρχικά, η αιθανόλη είναι καύσιμο με υψηλό αριθμό οκτανίων (σχεδόν 113) και υψηλή περιεκτικότητα σε οξυγόνο (35%) με αποτέλεσμα, να αποδίδει περισσότερη ισχύ και να πυροδοτεί, με πολύ υψηλότερο ρυθμό συμπίεσης από τη βενζίνη, τον κινητήρα.

Υπάρχουν διάφορες διεργασίες παραγωγής αιθανόλης από διάφορες κατηγορίες βιομάζας.



Η βιοαιθανόλη παράγεται στην Βραζιλία από ζαχαροκάλαμο υψηλής περιεκτικότητας σε σάκχαρα (φρουκτόζη, σουκρόζη, γλυκόζη). Ο χυμός του ζαχαροκάλαμου θερμαίνεται στους 110°C, ακολουθεί εξάτμιση για αύξηση της περιεκτικότητας και ζύμωση των σακχάρων. Στην παραγωγή αιθανόλης από ζαχαρότευτλα, η αναλογία εισροής προς παραγωγή (εκροή) για την παραγωγή ενέργειας από ορυκτά καύσιμα είναι 1 προς 2,2.

Στις Η.Π.Α. η βιοαιθανόλη παράγεται από σπόρους καλαμποκιού ή και άλλων δημητριακών πλούσιων σε άμυλο. Η διαδικασία επεξεργασίας αρχίζει είτε με υγρή άλεση, όπου οι σπόροι εμβαπτίζονται για 40 ώρες σε θειούχο νερό είτε με ξηρή άλεση όπου οι σπόροι καλαμποκιού αλέθονται σε σωματίδια 1 mm. Μετά την άλεση γίνεται ο διαχωρισμός του αμύλου από τα υπόλοιπα προϊόντα, θέρμανση, προσθήκη αμυλάσης και γλυκοαμυλάσης και μικροβιακή ζύμωση με ένζυμα από την οποία παράγεται αιθανόλη μέσω των αντιδράσεων της γλυκόλυσης. Η απόδοση των υλικών σε αιθανόλη είναι 8-12% και 4,5% η περιεκτικότητα σε νερό που αφαιρείται για την παραγωγή άνυδρης αιθανόλης.



Ενεργειακά φυτά

Σακχαρούχα φυτά

- Σακχαρότευτλα
- Σακχαροκάλαμο
- Σόργο

Λιγνινοκυτταρινούχα

- Ευκάλυπτος
- Ψευδακακία
- Καλάμι
- Μίσχανθος
- Αγριαγκινάρα
- Switchgrass
- Κυτταρινούχο σόργο

Αμυλούχα φυτά

- Σπόροι καλαμποκιού
- Σπόροι σίτου, κριθής

Το σακχαρούχο σόργο είναι ένα μονοετές φυτό με υψηλή φωτοσυνθετική ικανότητα και υψηλή απόδοση βιομάζας. Η απόδοση του φτάνει τους 10 τόνους/στρέμμα και μπορεί να παράγει 600 λίτρα αιθανόλης ανά στρέμμα.

Το σιτάρι και το κριθάρι χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες για την παραγωγή βιοαιθανόλης. Ένα στρέμμα σίτου παράγει 150-800 κιλά σπόρου, που μπορούν να

αποδώσουν 45-240 λίτρα βιοαιθανόλης.

Λιγνοκυτταρινούχες πηγές βιομάζας είναι ανάμεσα σε άλλα το άχυρο, το καλάμι, η αγριαγκινάρα ευκάλυπτος και η ψευδακακία. Η λιγνοκυτταρίνη είναι το σύνολο των

στοιχείων των φυτικών κυτταρικών τοιχωμάτων, τα οποία είναι οι πολυσακχαρίτες κυτταρίνη και ημικυτταρίνη και η λιγνίνη που αποτελείται από δομές φαινυλοπροπανίου.

Bio-ETBE (αιθυλοτριτοβουτυλαιθέρας)



Το Bio-ETBE (αιθυλοτριτοβουτυλαιθέρας) είναι προϊόν βιοαιθανόλης και χρησιμοποιείται σαν πρόσθετο για την αύξηση του αριθμού οκτανίων της βενζίνης επιτρέποντας την πιο

ολοκληρωμένη καύση, η οποία μειώνει τις επικίνδυνες εκπομπές καυσαερίων. Το ποσοστό όγκου του Bio-ETBE που μπορεί να καταναλωθεί σαν βιοκαύσιμο φτάνει στο 47%.

Βιομεθανόλη

Η βιομεθανόλη είναι ένα φθινό και άφθονο καύσιμο, χημικά όμοια με τη μεθανόλη, που κατασκευάζεται από οποιαδήποτε πηγή, όπως το φυσικό αέριο, τη βιομάζα ή και τα απόβλητα ξυλείας και σε σύγκριση με τη βενζίνη μειώνει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 70%.

Bio-MTBE (μεθυλοτριτοβουτυλαιθέρας)

Το Bio-MTBE (μεθυλοτριτοβουτυλαιθέρας), είναι προϊόν μεθανόλης που χρησιμοποιείται σαν συστατικό της βενζίνης για αύξηση του αριθμού των οκτανίων. Επειδή στην σύσταση του περιέχεται οξυγόνο, προκαλεί μικρή ρύπανση του περιβάλλοντος. Το ποσοστό όγκου Bio-MTBE που καταναλώνεται ως βιοκαύσιμο είναι 36%.

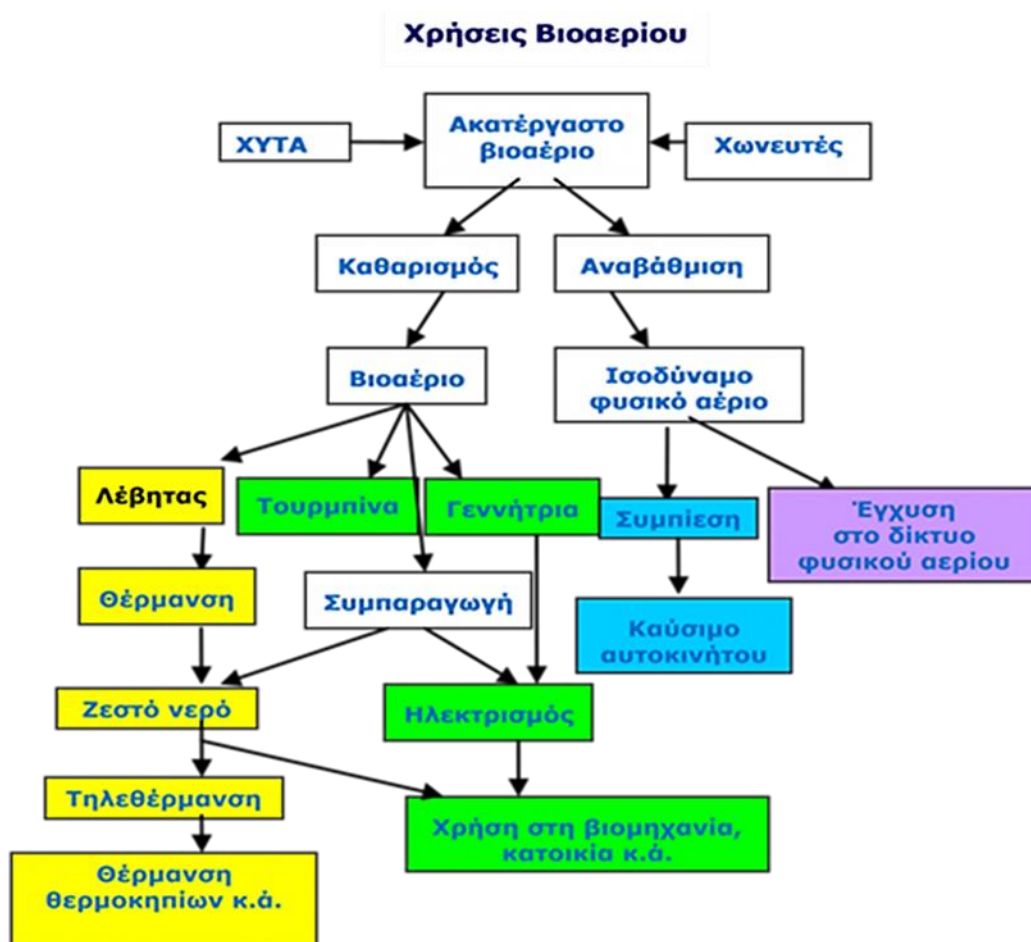
Βιοϋδρογόνο

Το βιοϋδρογόνο, είναι το υδρογόνο που παράγεται με βιολογικές μεθόδους. Η παραγωγή βιοϋδρογόνου από μικροφύκη (φύκια), μπορεί να πραγματοποιηθεί με βιοφωτόλυση ή ζύμωση. Με την σκοτεινή ζύμωση παράγεται υδρογόνο απουσία φωτός, νερού και οξυγόνου από υδατάνθρακες αποθηκευμένους στο κύτταρο των μικροφυκών.

Στην φωτεινή ζύμωση τα οργανικά υποστρώματα των μικροφυκών μετατρέπονται σε υδρογόνο και διοξείδιο του άνθρακα παρουσία φωτός ως πηγή ενέργειας. Η χρήση του βιοϋδρογόνου δεν είναι ακόμη οικονομικά συμφέρουσα εξαιτίας των χαμηλών αποδόσεων παραγωγής του και της δυσκολίας συνεχούς καλλιέργειάς του καθώς και της συλλογής μικροφυκών σε μεγάλη κλίμακα. Ένα πλεονέκτημα της χρήσης φυκιών ως πρώτης ύλης είναι ότι τα φύκια δεν απαιτούν ούτε γη ούτε γλυκό νερό.

Βιοαέριο

Το βιοαέριο παράγεται με αναερόβια χώνευση των απορριμμάτων της υπολειμματικής βιομάζας κτηνοτροφικών μονάδων (λύματα από βουστάσια, χοιροτροφεία, πτηνοτροφεία), γεωργικών βιομηχανικών μονάδων, λυμάτων από μονάδες βιολογικού καθαρισμού, όπως και από διάφορα οργανικά κλάσματα βιοαποδομήσιμων απορριμμάτων.



Το βιοαέριο κατά 98-99% αποτελείται από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα και το υπόλοιπο 1-2% είναι μονοξείδιο του άνθρακα, αμμωνία, υδρόθειο και άλλα ίχνη αερίων. Η αναλογία μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα στο βιοαέριο κυμαίνεται μεταξύ 1/1 - 3/1 (50-80% μεθάνιο 20-20% διοξείδιο του άνθρακα). Το μεθάνιο είναι το κύριο φυσικό συστατικό αέριο που χρησιμοποιείται για θέρμανση, την κάλυψη οικιακών αναγκών και ηλεκτροπαραγωγής.

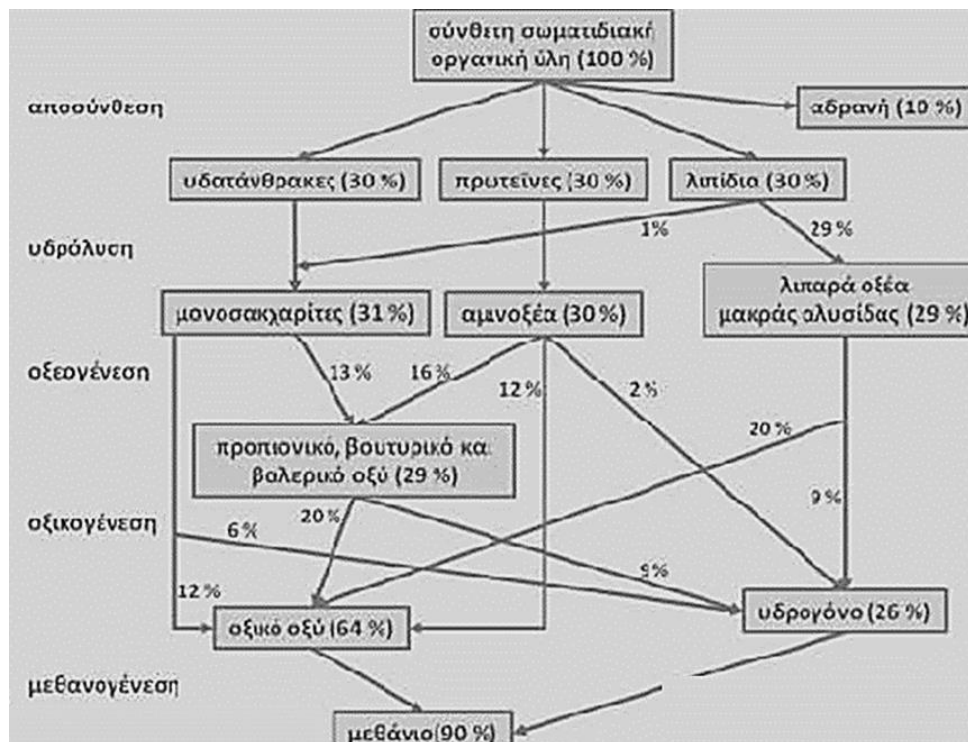
Η θερμογόνος δύναμη του βιοαερίου κυμαίνεται από 5,5-7,0kWh/m³. Οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται σε αυτή τη διαδικασία μπορεί να περιέχουν επιβαρυντικά χημικά και μολυσματικούς βιολογικούς παράγοντες. Ο εργαστηριακός ποιοτικός έλεγχος των οργανικών φορτίων ως πρώτης ύλης για αναερόβιους βιοαντιδραστήρες είναι υποχρεωτικός σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Κανονισμό 1069/2009, ο οποίος θεσπίζει κανόνες υγιεινής και καθορίζει τα μέτρα που πρέπει να εφαρμόζονται στα ζωικά υποπροϊόντα για επεξεργασία σε μονάδες βιοαερίου.

Αναερόβια Χώνευση

Η αναερόβια χώνευση είναι μια σειρά βιοχημικών διεργασιών, που συγκροτούνται από δύο ομάδες μικροοργανισμών που ονομάζονται βακτήρια και αρχαία μικρόβια, οι οποίοι τρέφονται με υδατάνθρακες, λίπη και πρωτεΐνες και ενεργούν υπό αναερόβιες συνθήκες.

Μέσω αυτών των συνθηκών, σύνθετα μόρια οργανικής βιομάζας μετασχηματίζονται σε απλούστερα χημικά μόρια (κυρίως οργανικά οξέα) μέσω μιας αλληλουχίας αντιδράσεων, μέχρι να μετατραπούν σε μεθάνιο, διοξείδιο του άνθρακα, μονοξείδιο του άνθρακα, αμμωνία, υδρόθειο κ.λπ. Με την αναερόβια χώνευση μπορεί να υποστεί επεξεργασία, σχεδόν κάθε οργανική ύλη, όπως βιοαποδομήσιμα απόβλητα από απορρίμματα χαρτιού, κούρεμα χορταρικών, υπολείμματα τροφών, αστικά απορρίμματα, ζωικά απόβλητα και μικροφύκη (φύκια).

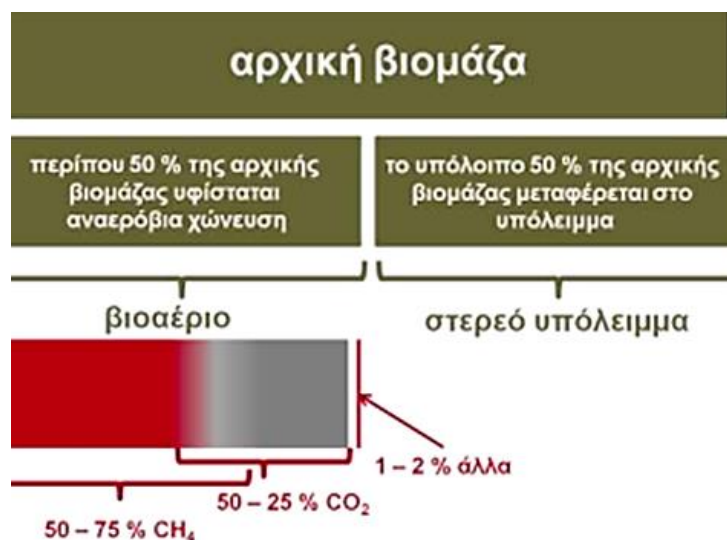
Η αναερόβια χώνευση συμβαίνει σε διαδοχικά στάδια που συχνά αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους. Κάθε ένα από τα στάδια, διεξάγεται από μια ομάδα μικροοργανισμών που αναπτύσσονται με διαφορετικούς τρόπους και ρυθμό, και παρουσιάζουν διαφορετική ευαισθησία στις περιβαλλοντικές συνθήκες (pH, μερική πίεση υδρογόνου κ.λπ.) σε σχέση με άλλα μικρόβια. Η διαδικασία αποτυπώνεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Αναλυτικότερα, τα στάδια είναι:

- Αποσύνθεση σύνθετων σωματιδίων βιομάζας που διασπάται στα συστατικά της οργανικά πολυμερή (υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λιπίδια)
- Υδρόλυση, των οργανικών πολυμερών από εξωκυτταρικά ένζυμα για τη δημιουργία αντίστοιχων μονομερών (σάκχαρα, αμινοξέα, λιπίδια) που μπορούν να προσληφθούν από μικροοργανισμούς για περαιτέρω αποικοδόμηση
- Οξεογένεση, όπου τα απλά μονομερή μετασχηματίζονται σε μίγμα πτητικών λιπαρών οξέων (βαλερικό, βουτυρικό, προπιονικό, οξικό κ.λπ.), αλκοολών και άλλων απλούστερων οργανικών ενώσεων και αέριων προϊόντων (διοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνο)
- Οξικογένεση, κατά την οποία τα πτητικά λιπαρά οξέα σε συνδυασμό και με άλλα οργανικά μόρια που εμφανίστηκαν στη φάση παραγωγής οξυγόνου, μετατρέπονται σε οξικό οξύ, άνθρακα διοξείδιο και υδρογόνο από βακτήρια που παράγουν οξύ
- Μεθανογένεση. Την παραγωγή μεθανίου προκαλούν δύο διαφορετικές ομάδες μικροοργανισμών:

- ο τα οξικά μεθανογόνα, τα οποία αναπτύσσονται με οξικό οξύ και προκαλούν 70% βιοαέριο και
- ο τα υδρογονικά μεθαγόνα τα οποία καταναλώνουν υδρογόνο και διοξείδιο του άνθρακα.



Εάν η διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης πραγματοποιηθεί σε περιορισμένο και ελεγχόμενο χώρο, τότε είναι ικανή να δεσμεύσει και να αποθηκεύσει το αέριο που εκλύεται με αποτέλεσμα την παραγωγή του μεθανίου. Τα

υποπροϊόντα που προκύπτουν από τη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης είναι πλούσια σε θρεπτικά συστατικά και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ακόμα και ως αγροτικά λιπάσματα.

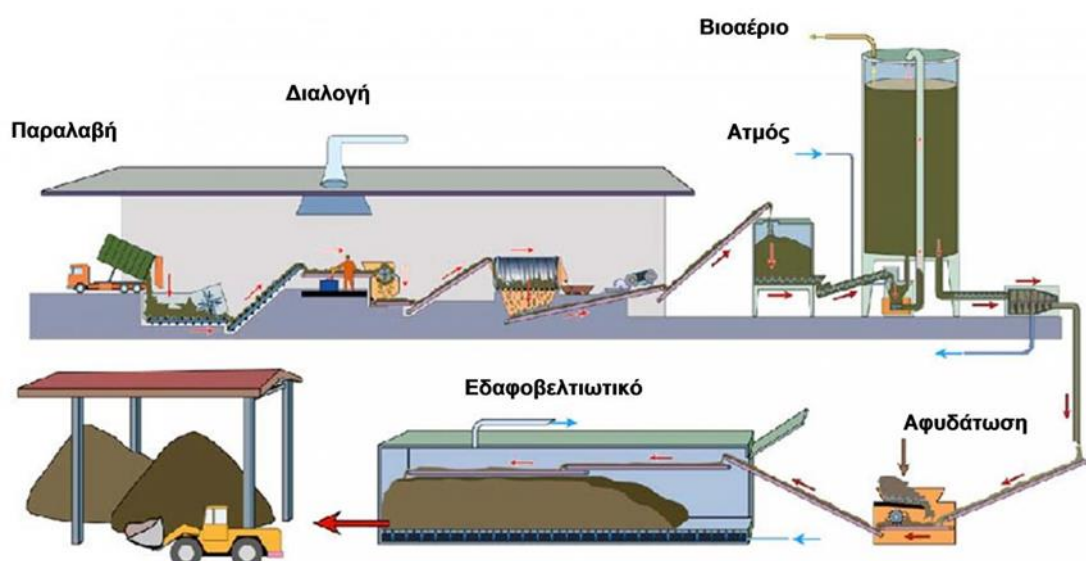
Στο υπόλειμμα της διεργασίας (στερεό-λάσπη και υγρό-εναιώρημα σωματιδίων σε λύματα), το βιοαέριο περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις ορυκτών (ανόργανο μέρος από βιομάζα και τέφρα που σχηματίζεται κατά τη θερμοχημική διαδικασία), καθιστώντας το κομποστοποιήσιμο. Με την αναερόβια χώνευση κάθε τύπος βιομάζας, ιδιαίτερα αυτοί που περιέχουν αρκετή υγρασία, μπορεί να παράγει βιοαέριο, όμως αποφεύγεται η χρήση της ξυλώδους βιομάζας που περιέχει λιγνίνη που μεταβολίζεται αργά. Κατάλληλοι τύποι βιομάζας είναι τα χλωρά γεωργικά υπολείμματα, η χλωρή βιομάζα ποωδών ενεργειακών καλλιεργειών και τα ζωικά απορρίμματα.

Οι μονάδες παραγωγής βιοαερίου από απόβλητα ζωικής και κτηνοτροφικής προέλευσης, επεξεργάζονται το υλικό σε υψηλές θερμοκρασίες για την εξάλειψη των παθογόνων βακτηρίων που εντοπίζονται στην υγρή μορφή. Αυτά τα συστήματα απολυμαίνουν τα υγρά λύματα στους 900°C για μία ώρα, ώστε να καταστρέψουν

παθογόνους μικροοργανισμούς και να παράγουν, εκτός από το βιοαέριο, ένα καθαρό λίπασμα υψηλής ποιότητας.

Στην περίπτωση των αστικών απορριμμάτων, που κατά μέσο όρο περιέχουν 150-250 κιλά οργανικού άνθρακα ανά τόνο, το βιοαέριο παράγεται στους χώρους υγειονομικής ταφής ΧΥΤΑ (Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων) όπου εισάγονται απόβλητα και νερό, και εξάγεται βιοαέριο και στραγγίσματα. Η σύνθεση και ο ρυθμός παραγωγής του βιοαερίου των ΧΥΤΑ επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως η σύσταση των απορριμμάτων, το ύψος και η πυκνότητα του χώρου αποθήκευσης στους χώρους υγειονομικής ταφής, η θερμοκρασία του αέρα, η ατμοσφαιρική πίεση και η βροχόπτωση.

Η ανώτερη θερμογόνος δύναμη του βιοαερίου από ΧΥΤΑ κυμαίνεται μεταξύ 3,5-5,5 kWh/Nm³ (35-55% μεθάνιο) και θεωρείται καύσιμο υψηλής αξίας για τις μηχανές αερίου, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά για την παραγωγή ενέργειας.



6.2.3 Καύση Βιοκαυσίμων

Κατά την καύση τους, τα βιοκαύσιμα δεν εκπέμπουν πολύ μικρότερες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα σε σύγκριση με τα καύσιμα πετρελαϊκής προέλευσης. Καθώς όμως είναι καύσιμα οργανικής προέλευσης, ο άνθρακας που περιέχουν έχει δεσμευτεί κατά την ανάπτυξη της οργανικής ύλης από την ατμόσφαιρα, και επανέρχεται σε αυτή, μετά την καύση. Αποτέλεσμα αυτού είναι το ισοζύγιο

εκπομπών σε όλο τον κύκλο ζωής του βιοκαυσίμου να παραμένει θεωρητικά μηδενικό.

Τα βιοκαύσιμα κατά τη διαδικασία της καύσης, ανακυκλώνουν το διοξείδιο του άνθρακα καθώς η ποσότητα που εκλύεται έχει αφαιρεθεί από την ατμόσφαιρα κατά τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης των φυτών. Αντιθέτως, η καύση πετρελαιοειδών απελευθερώνει επιπλέον ποσότητες υλικού στην ατμόσφαιρα, οι οποίες ήταν θαμμένες στο έδαφος για εκατομμύρια χρόνια. Στην πράξη, ωστόσο, η μείωση αυτή στις εκπομπές βιοκαυσίμων των ενεργειακών καλλιεργειών είναι μικρότερες, καθώς απαιτούνται συμβατικά καύσιμα για την ανάπτυξη και την καλλιέργεια των φυτών.

Για να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα παραγωγής βιοκαυσίμων από συγκεκριμένες πρώτες ύλες, είναι απαραίτητος ο υπολογισμός του Συντελεστή Ορυκτής Ενέργειας (ΣΟΕ) που προσδιορίζει την ενέργεια που περιέχεται στο παραγόμενο καύσιμο (εκροή) ως προς την παραγόμενη ενέργεια από ορυκτά καύσιμα (εισροή). Όσο υψηλότερες είναι οι εκτιμήσεις της ΣΟΕ για την παραγωγή καυσίμου, τόσο μεγαλύτερη είναι η μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης του καυσίμου. Ενδεικτικές τιμές του ΣΟΕ σε ευρέως διαδεδομένα καύσιμα παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

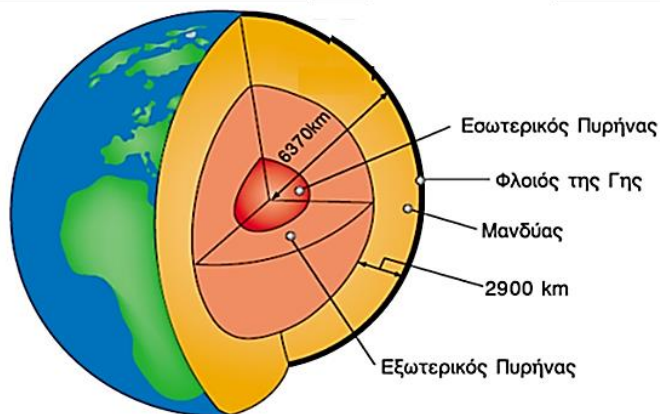
βενζίνη και πετρέλαιο ντίζελ	0,80
βιοντίζελ από ελαιοκράμβη	2,50
βιοντίζελ από σόγια	3,00
βιοντίζελ από φοινικέλαιο	9,00
αιθανόλη από σακχαροκάλαμο	8,00
αιθανόλη από καλαμπόκι	1,36
αιθανόλη από σιτάρι και ζαχαρότευτλα	2,00
αιθανόλη από σακχαρούχο σόργο	2,20
αιθανόλη από λιγνινοκυτταρινούχο βιομάζα, ανάλογα με την μέθοδο παραγωγής	2,00-36,00

6.3 Γεωθερμία

6.3.1 Εισαγωγή

Ο πλανήτης Γη γεωλογικά, αποτελείται από τρεις κύριες στιβάδες:

- Το ανώτερο στερεό τμήμα (λιθόσφαιρα), με πάχος 70-125 km που αποτελείται από στερεές πλάκες, οι οποίες μετατοπίζονται η μία σε σχέση με την άλλη.
- Ο μανδύας, σε βάθος 30-2.900 χιλιομέτρων από την επιφάνεια, που αποτελείται από πυριτικά ορυκτά του μαγνησίου (Mg) και του σιδήρου (Fe) και στον οποίο αναπτύσσονται θερμοκρασίες 1.000-3.000°C.
- Ο πυρήνας, ένα στερεό στρώμα μεγάλης πυκνότητας, με θερμοκρασίες άνω των 4.000°C που διακρίνεται στον εσωτερικό πυρήνα ακτίνας 1.220 χιλιομέτρων και πυκνότητα 12.600–13.000 kg/m³ και στον εξωτερικό πυρήνα με ακτίνα 3.400 χιλιόμετρα και πυκνότητα 9.900-12.200 kg/m³.



Η μεγάλη διαφορά θερμοκρασίας, που υπάρχει μεταξύ εξωτερικού πυρήνα και φλοιού, επιτρέπει την κίνηση υλικών στον μανδύα. Τα θερμά ανεβαίνουν από τον πυρήνα, ενώ ψυχρότερα υλικά βυθίζονται προς αυτόν. Κοντά στη λιθόσφαιρα, τα υλικά που ανεβαίνουν, λόγω της ελάττωσης της πίεσης που δέχονται, μπορεί να λιώσουν και να προκαλέσουν ηφαιστειακή δράση.

Γεωθερμία είναι η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης από όπου το λειωμένο μάγμα του φλοιού της Γης, μεταφέρεται στην επιφάνεια μέσω θερμικής επεξεργασίας και γίνεται αντιληπτό σαν επιφανειακά ή υπόγεια θερμά νερά, ατμός και θερμά ξηρά πετρώματα.

Η θερμότητα που περιέχεται στο εσωτερικό της γης, είναι τόσο μεγάλη που μπορεί να θεωρηθεί μια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας για τα ανθρώπινα μέτρα. Η γεωθερμική ενέργεια εξαρτάται από το γεωθερμικό δυναμικό κάθε περιοχής, το

οποίο με τη σειρά του, σχετίζεται με τις ιδιαίτερες γεωλογικές και τεκτονικές συνθήκες του περιβάλλοντος. Σε αντίθεση με άλλες ΑΠΕ, Η γεωθερμική ενέργεια είναι διαθέσιμη σε κάθε χρονική στιγμή. Είναι μια ήπια και σχετικά φθηνή πηγή καθαρής ενέργειας, η οποία μειώνει τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου και παράγει ελάχιστη ποσότητα αποβλήτων και μικρά επίπεδα ηχητικής ρύπανσης. Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα από την παραγωγή αυτού του τύπου ενέργειας είναι μόλις 5% των εκπομπών που αντιστοιχούν στις μονάδες καύσης ορυκτών καυσίμων, έτσι μπορεί να θεωρηθεί καθαρή ενέργεια.

Πλεονεκτήματα Γεωθερμικών Μονάδων Παραγωγής Ενέργειας



Οι γεωθερμικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας έχουν συντελεστή απόδοσης μέχρι 90%, υψηλότερο από αυτόν των υδροηλεκτρικών μονάδων (70%) ή των ηλιακών και αιολικών

μονάδων (20-35%). Η βασικότερη χρήση της γεωθερμικής ενέργειας διεθνώς, είναι για τη θέρμανση θερμοκηπίων. Στα θερμοκήπια τοποθετούνται λέβητες βιομάζας με καύσιμα φυτικά υπολείμματα, όπως άχυρο ή πυρηνόξυλο. Με την καύση της βιομάζας, η ηλιακή ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική και απελευθερώνεται διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα στην καύση, ενώ η τέφρα της καύσης περιέχει ανόργανα συστατικά που εμπλουτίζουν το έδαφος.

Επιπλέον, συμβάλλει στην ανάπτυξη εναλλακτικών μορφών τουρισμού (κολυμβητήρια, ιαματικός τουρισμός, spa, κ.λπ.) ενώ οι ίδιες οι επιφανειακές εκδηλώσεις της γεωθερμίας αποτελούν τουριστικά αξιοθέατα. Χρησιμοποιείται, επίσης, στην υδατοκαλλιέργεια και για τηλεθέρμανση, δηλαδή θέρμανση κτιρίων, οικισμών, χωριών και πόλεων. Με την καύση βιομάζας παράγεται θερμό νερό, το οποίο μεταφέρεται με σωλήνα στις περιοχές που θα αξιοποιηθεί για τηλεθέρμανση.

Μειονεκτήματα Γεωθερμικών Μονάδων Παραγωγής

Στα μειονεκτήματα της γεωθερμικής ενέργειας είναι ότι δεν είναι διαθέσιμη σε όλες τις τοποθεσίες και ότι μπορεί να προκαλέσει εκπομπές ατμών θειικού οξέος και μόλυνση υπόγειων υδάτων με επικίνδυνες τοξίνες. Η κατασκευή των φρεάτων των συστημάτων γεωθερμίας μπορεί να προκαλέσει σημαντικό θόρυβο, σε κοντινές αποστάσεις, ενώ κατά τη λειτουργία θόρυβος μπορεί να προκληθεί από ένα σύστημα όπου συμμετέχει ατμός.

Η αφαίρεση μεγάλων ποσοτήτων ρευστών από τα γεωλογικά σώματα μπορεί να προξενήσει καθιζήσεις, όχι όμως περισσότερο επικίνδυνες από τις συνήθεις γεωτρήσεις. Ένα από τα πιο λειτουργικά μέτρα αντιμετώπισης του προβλήματος είναι η επανέγχυση των χρησιμοποιημένων υγρών σε μια γεώτρηση επανεισαγωγής σε κοντινή απόσταση από τον υδροφόρο ορίζοντα.

Στόχος της γεωθερμικής έρευνας είναι να ανακαλύψει, μία δεξαμενή θερμού ρευστού με αρκετά υψηλή θερμοκρασία και διαπερατότητα, τέτοια ώστε να δικαιολογείται η οικονομική του εκμετάλλευση. Η



επιλογή μιας περιοχής για την διερεύνηση του γεωθερμικού της ενδιαφέροντος γίνεται με κριτήριο την ύπαρξη, την παρατήρηση και τον συσχετισμό επιφανειακών θερμικών εκδηλώσεων, όπως παρατηρούνται ή καταγράφονται με υπέρυθρη αεροφωτογράφιση.

Τα γεωλογικά, υδρογεωλογικά, γεωχημικά και γεωφυσικά στοιχεία συλλέγονται και αξιολογούνται για να ελαχιστοποιηθούν οι κίνδυνοι αποτυχίας και να επιβεβαιωθεί ότι η ευρύτερη περιοχή διαθέτει σημεία που προσφέρονται για λεπτομερή εξερεύνηση, ώστε να ανακαλυφθούν οι παράμετροι της γεωθερμικής δεξαμενής. Μέσα σε αυτή την ευρύτερη περιοχή επιλέγονται συγκεκριμένα σημεία για περισσότερο λεπτομερή έρευνα.

6.3.2 Δομή Γεωθερμικού Συστήματος

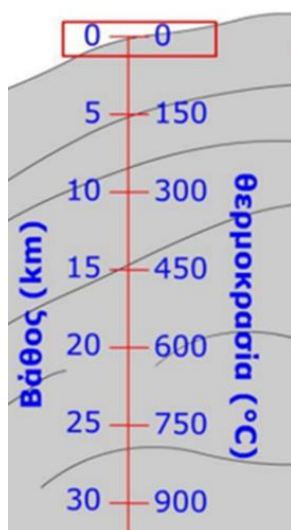
Ένα γεωθερμικό σύστημα αποτελείται από:

- μία πηγή θερμότητας που μπορεί να είναι είτε μια μαγματική διείσδυση (με θερμοκρασίες 600-1200°C), η οποία έφθασε σε σχετικά μικρά βάθη (3-10 km), είτε η κανονική θερμική ροή της γης.
- έναν ταμιευτήρα που είναι ένα σύστημα θερμών διαπερατών πετρωμάτων, που επιτρέπουν την εύκολη κυκλοφορία ή τον εγκλωβισμό των κυκλοφορούντων ρευστών, τα οποία μεταφέρουν θερμότητα.
- τα γεωθερμικά ρευστά σε υγρή ή αέρια φάση, που είναι οι κύριοι φορείς της μεταφοράς της θερμότητας και συχνά περιέχουν σημαντικές ποσότητες διαλυμένων στερεών ουσιών και αερίων.

Όταν η περιοχή έχει φυσική δεξαμενή με επαρκώς αεροστεγές κάλυμμα για να αποτρέπεται η απώλεια της θερμότητας, τότε αυτή θερμαίνεται, δημιουργώντας ένα **γεωθερμικό πεδίο** (περιοχή που περιέχει θερμικά ρευστά), που ευνοεί την ανάπτυξη της γεωθερμικής ενέργειας. Αυτά τα θερμικά ρευστά, είτε υπάρχουν στην επιφάνεια με τη μορφή ζεστού νερού ή ατμού είτε μπορούν να αντληθούν μέσω γεωτρήσεων για να αξιοποιηθεί η θερμική τους ενέργεια.

Προκειμένου η γεωθερμική θερμότητα να δημιουργήσει χρήσιμη γεωθερμική ενέργεια, οι γεωλογικές συνθήκες πρέπει να ευνοούν το σχηματισμό μιας γεωθερμικής δεξαμενής (κατ' αναλογία αυτών που περιέχουν πετρέλαιο ή φυσικό αέριο) που επικαλύπτεται από ένα αδιαπέραστο στρώμα που σχηματίζεται από βράχους, ψαμμίτες ή ασβεστόλιθο. Τα υπόγεια νερά που θερμαίνονται από τους βράχους περνούν προς τα πάνω στη δεξαμενή, όπου παραμένουν παγιδευμένα κάτω από το αδιαπέραστο στρώμα. Αν υπάρχουν ρωγμές στο αδιαπέραστο στρώμα, είναι δυνατή η διαφυγή ατμού ή νερού στην επιφάνεια που εμφανίζονται με τη μορφή θερμών πηγών.

Αξιοποιήσιμες γεωθερμικές υδάτινες δεξαμενές βρίσκονται και σε περιοχές μακριά από πρόσφατη ηφαιστειακή δραστηριότητα. Η έντονη ενεργή τεκτονική δράση δημιουργεί γεωθερμικά πεδία (με τη λέπτυνση του φλοιού), μεγάλα και βαθιά



ρήγματα ή ανώμαλες θερμικές συνθήκες.

Όσο μεγαλώνει το βάθος από την επιφάνεια προς τον πυρήνα της Γης, αυξάνεται η θερμοκρασία, ο ρυθμός αύξησης ονομάζεται **γεωθερμική βαθμίδα**. Κοντά στην επιφάνεια της Γης, η γεωθερμική βαθμίδα είναι κατά μέσο όρο 30°C/km. Στις περιοχές που οι γεωθερμικές βαθμίδες είναι σημαντικά υψηλότερες από αυτόν τον μέσο όρο, είτε έχουν συμβεί πρόσφατα ηφαιστειακές εκρήξεις, είτε αναδύεται ζεστό νερό από βαθιά ρήγματα.

Από την αρχαιότητα, οι θερμές πηγές θεωρούνταν ακόμη ότι είχαν θεραπευτικές και υπερφυσικές ιδιότητες, γι' αυτό πολλοί ιεροί χώροι ήταν κοντά σε θερμές πηγές. Οι Ρωμαίοι χρησιμοποιούσαν τα θερμά νερά εκτός από ιαματικούς σκοπούς και για τη θέρμανση χώρων. Το 1904 καταγράφηκε η πρώτη προσπάθεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμικά υλικά, στο Larderello της Ιταλίας.

Την δεκαετία 1940 εμφανίστηκαν οι πρώτες γεωθερμικές αντλίες θερμότητας και την δεκαετία του 1970 τα πρώτα γεωθερμικά θερμοκήπια. Η σπουδαιότητα της γεωθερμίας έγινε απόλυτα κατανοητή όταν το 1965 επιστήμονες υπολόγισαν ότι η ολική ποσότητα θερμότητας που περιέχεται στα πρώτα 10 χιλιόμετρα βάθους από την επιφάνεια της γης είναι περίπου $1,25 \times 10^{27}$ J, δηλαδή 2000 φορές μεγαλύτερη από τη συνολική ποσότητα θερμικής ενέργειας, που μπορούν να παρέχουν όλα τα αποθέματα ορυκτών καυσίμων της γης.

Επιφανειακές Εκδηλώσεις της Γεωθερμίας

Επιφανειακές εκδηλώσεις της γεωθερμίας, που συναντώνται σε διάφορες περιοχές του πλανήτη, είναι:

- ▶ Υδροθερμικοί (φρεατικοί) κρατήρες που σχηματίζονται μετά από εκτόνωση (έκρηξη) πολύ θερμών γεωθερμικών ρευστών που βρίσκονται εγκλωβισμένα σε μικρό βάθος υπό πίεση, και τα οποία εκτινάσσουν τα πετρώματα που βρίσκονται γύρω τους.



- ▶ Θερμοπίδακες (geysers), μια ειδική περίπτωση θερμών πηγών και δημιουργούνται από την κυκλοφορία πολύ θερμών υπόγειων νερών σε μικρό βάθος. Είναι σπάνιο φαινόμενο και υπάρχουν λιγότεροι από 1.000 στον πλανήτη.
- ▶ Ατμίδες (fumaroles), αναδύσεις υπέρθερμων ατμών και αερίων από ρωγμές του εδάφους χωρίς πίεση με υψηλή περιεκτικότητα διοξειδίου του άνθρακα, διοξειδίου του θείου και άλλων αερίων.
- ▶ Λασπολεκάνες (mud pools) σχηματίζονται όταν δεν υπάρχει μεγάλη ροή και πίεση του νερού μιας θερμής πηγής, ώστε τα μεταφέρει μακριά τα σωματίδια που συμπαρασύρονται από το νερό.
- ▶ Αποθέσεις αλάτων όπως πυριτικές ή ανθρακικές αποθέσεις
- ▶ Θερμά εδάφη σε θερμοκρασίες μέχρι 100°C στην επιφάνεια του εδάφους, που σχηματίζονται από τη θερμότητα των πετρωμάτων που παρεμβάλλονται μεταξύ της επιφάνειας της γης και των αβαθών και θερμών ρευστών.
- ▶ Θερμές πηγές (hot springs) δηλαδή φυσικές διέξοδοι ζεστού νερού, με θερμοκρασία μέχρι το σημείο ζέσεως του νερού.

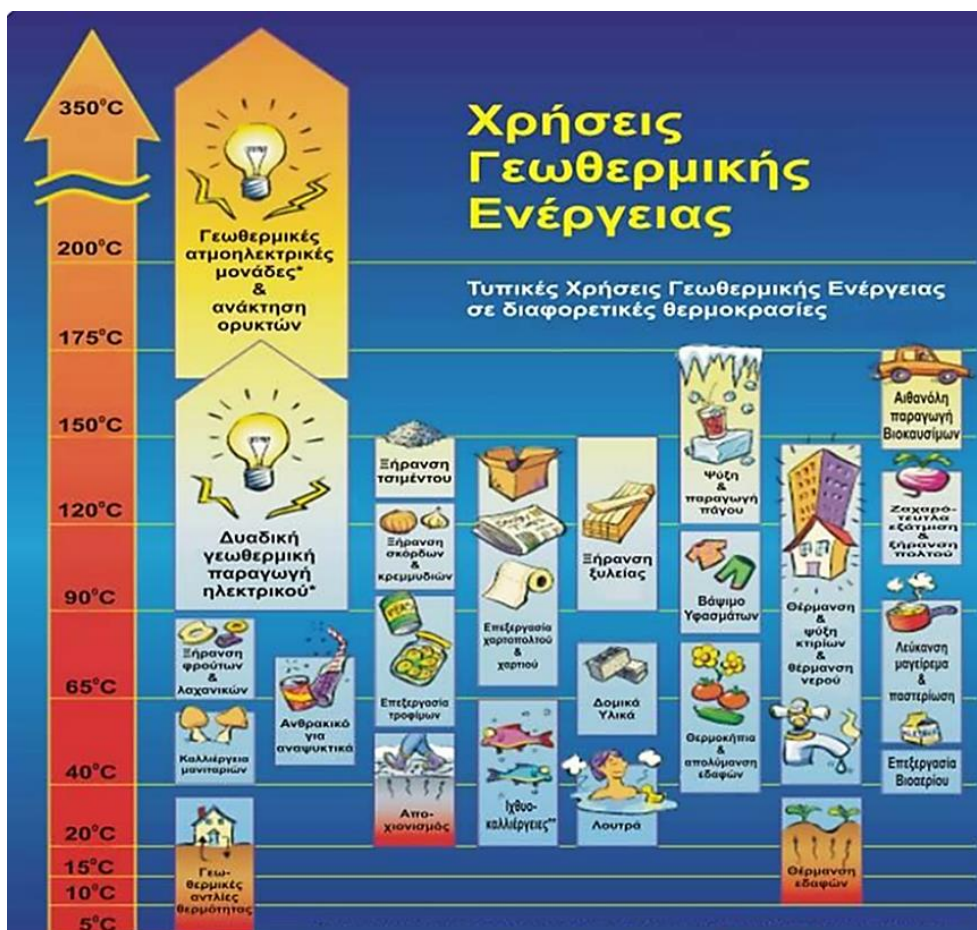
Η θερμοκρασία των γεωθερμικών ρευστών ή του ατμού ποικίλλει από περιοχή σε περιοχή, αλλά συνήθως είναι μεταξύ 25-360°C. Ανάλογα με την θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού, που εξέρχεται με γεωτρήσεις, η γεωθερμική ενέργεια κατατάσσεται σε:

- ▶ χαμηλής ενθαλπίας (25-100°C) που αξιοποιείται ανάλογα με τη θερμοκρασία, σε διάφορες εφαρμογές:

- θέρμανση χώρων (με καλοριφέρ $>60^{\circ}\text{C}$, με αερόθερμα $>40^{\circ}\text{C}$, με ενδοδαπέδιο σύστημα $>25^{\circ}\text{C}$),
 - ψύξη και κλιματισμό (με αντλίες θερμότητας απορρόφησης $>60^{\circ}\text{C}$, ή με υδρόψυκτες αντλίες θερμότητας $<30^{\circ}\text{C}$)
 - θέρμανση θερμοκηπίων και εδαφών ($>25^{\circ}\text{C}$), ή και για αντιπαγετική προστασία
 - ιχθυοκαλλιέργειες ($>15^{\circ}\text{C}$)
 - βιομηχανικές εφαρμογές όπως αφαλάτωση ($>60^{\circ}\text{C}$),
 - θερμά λουτρά ($25-40^{\circ}\text{C}$)
- μέσης ενθαλπίας ($100-150^{\circ}\text{C}$), για θέρμανση ή ξήρανση ξύλου και άλλων γεωργικών προϊόντων καθώς και σε εφαρμογές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ. με κλειστό κύκλωμα φρέον που έχει χαμηλό σημείο ζέσεως),
- υψηλής ενθαλπίας (άνω των 150°C) που ενδείκνυται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι γεωθερμικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής είναι πολύ οικονομικοί και η λειτουργία τους έχει μικρό αντίκτυπο στο περιβάλλον. Παράγουν μόνο το 1/6 του διοξειδίου του άνθρακα που παράγεται από μονάδες με αέριο ίδιας ισχύος.

Εκμετάλλευση Γεωθερμικού Πεδίου

Η υψηλή γεωθερμική βαθμίδα σε μια περιοχή δεν είναι η μόνη προϋπόθεση για την παρουσία εκμεταλλεύσιμου γεωθερμικού πεδίου. Η γεωθερμική ενέργεια, η οποία βρίσκεται αποθηκευμένη μέσα σε πετρώματα, μπορεί να συγκεντρωθεί και να μεταφερθεί στην επιφάνεια του εδάφους προκειμένου να αξιοποιηθεί το μεταλλικό νερό, είτε σε υγρή, είτε σε αέρια μορφή.



Το ρευστό που εμπεριέχεται μέσα στα πορώδη πετρώματα ή στα συστήματα ρηγμάτων κατά τη διάρκεια της διαδρομής που ακολουθεί για να βρει μια δίοδο, διοχετεύει τη θερμική ενέργεια από τα πετρώματα και είναι θερμό όταν επιστρέφει στην επιφάνεια. Έτσι, η παραγωγικότητα μιας γεωθερμικής περιοχής καθορίζεται και από την υδρολογία του περιβάλλοντα γεωλογικού σχηματισμού. Το φυσικό γεωθερμικό πεδίο είναι ένας συνδυασμός θερμών πετρωμάτων και νερού που κυκλοφορεί σε αυτά. Σύμφωνα με μελέτες, ο κύκλος του νερού σε ένα γεωθερμικό σύστημα διαρκεί μέχρι και 500 χρόνια.

Η μέση θερμοχωρητικότητα (θερμογόνος δύναμη) των πετρωμάτων που βρίσκονται 10 χιλιόμετρα κάτω από την επιφάνεια είναι 85kJ/kg, ενώ του νερού στην ίδια μέση θερμοκρασία (130°C) είναι πενταπλάσια, στα 420kJ/kg. Η θερμοχωρητικότητα του κορεσμένου ατμού στους 236°C είναι 2790kJ/kg, δηλαδή 30 φορές μεγαλύτερη από αυτή του πετρώματος. Για να απορροφήσει το νερό αυτή τη θερμότητα, πρέπει είτε να έρθει σε επαφή με μεγάλα πετρώματα σε υψηλές θερμοκρασίες, είτε να διανύσει μεγάλη απόσταση για να φτάσει στην επιφάνεια. Και στις δύο περιπτώσεις, οι μάζες

των πετρωμάτων που συμμετέχουν στο σύστημα πρέπει να είναι πολύ μεγάλες, της τάξης των εκατοντάδων κυβικών χιλιομέτρων.



Τα γεωθερμικά πεδία περιέχουν χρήσιμα άλατα (καλίου και μαγνησίου) ή αέρια όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το οποίο συχνά παράγεται σε μεγάλες ποσότητες σε γεωθερμικά πεδία. Η γεωθερμία είναι πολύ αποτελεσματική και χρησιμοποιείται ευρύτατα για την θέρμανση των θερμοκηπίων, καθώς η τεχνητή αύξηση των επιπέδων διοξειδίου του άνθρακα σε εσωτερικούς χώρους, όπως στα θερμοκήπια, είναι το καλύτερο λίπασμα (μπορεί ακόμη και να διπλασιάσει τις αποδόσεις). Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα γεωθερμικά ρευστά περιέχουν μικρές ποσότητες χρήσιμων ορυκτών, όπως άνθρακα, που μπορούν να αξιοποιηθούν σαν υποπροϊόν της συνολικής εξόρυξης.

Η εκμετάλλευση ενός γεωθερμικού πεδίου δεν εξαρτάται μόνο από τα τεχνικά χαρακτηριστικά του, αλλά και από την επένδυση που απαιτείται. Επηρεάζεται από το κόστος του τεχνολογικού εξοπλισμού και τις συνθήκες του οικονομικού περιβάλλοντος όπως η επάρκεια και διαθεσιμότητα των συμβατικών ορυκτών καυσίμων και τη κλιματική αλλαγή που γίνεται εντονότερη από τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τα συμβατικά καύσιμα.

Η γεωθερμική ενέργεια συντελεί στην εξοικονόμηση συναλλάγματος, μειώνοντας τις εισαγωγές καυσίμων, και στην διατήρηση των φυσικών πόρων, με τη μείωση κατανάλωσης των ορυκτών καυσίμων. Τα γεωθερμικά ρευστά μπορούν να συμβάλουν οικονομικά στην επίλυση προβλημάτων, όπως της επάρκειας νερού για

οικιακή, γεωργική και βιομηχανική χρήση, ειδικά σε περιοχές όπου άλλες λύσεις είναι σε μεγάλο βαθμό ανεφάρμοστες ή πολύ ακριβές. Για παράδειγμα η γεωθερμία μπορεί να βοηθήσει στην παραγωγή πόσιμου νερού από αφαλάτωση θαλασσινού νερού.

6.3.3 Η Γεωθερμική Ενέργεια στην Ελλάδα

Η έρευνα για τον εντοπισμό αξιοποιήσιμων γεωθερμικών ρευστών χαμηλής ενθαλπίας άρχισε από το ΙΓΜΕ (Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών) το 1980. Η Ελλάδα διαθέτει γεωθερμικά πεδία στην κεντρική και ανατολική Μακεδονία, στη Θράκη, σε νησιά του Ανατολικού και Βορειοανατολικού Αιγαίου και στην Ανατολική Στερεά Ελλάδα, που δεν έχουν αξιοποιηθεί αρκετά.

Το νέο Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα του 2022 ενισχύει την ενεργειακή ασφάλεια της χώρας με την αξιοποίηση μιας εγχώριας πηγής ενέργειας, επιτυγχάνοντας ταυτόχρονα μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και εξοικονόμηση ενέργειας για τους καταναλωτές. Βασικός στόχος είναι η αξιοποίηση πεδίων με θερμοκρασίες άνω των 90°C (μέσης και υψηλής ενθαλπίας), για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σταθερής βάσης.

Οι γεωλογικές συνθήκες στην Ελλάδα έχουν δημιουργήσει γεωθερμικό δυναμικό χαμηλής ενθαλπίας. Τα γεωθερμικά ρευστά έχουν μικρή περιεκτικότητα σε διαβρωτικά άλατα και αέρια, δεν εμφανίζουν σοβαρά τεχνικά προβλήματα εκμετάλλευσης και δεν προκαλούν περιβαλλοντική επιβάρυνση. Γεωθερμικά πεδία υψηλής ενθαλπίας εντοπίστηκαν στη Μήλο και στη Νίσυρο. Στον ακόλουθο χάρτη που δημιούργησε η Ελληνική Αρχή Γεωλογικών & Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ) παρουσιάζεται το γεωθερμικό δυναμικό της Ελλάδας.

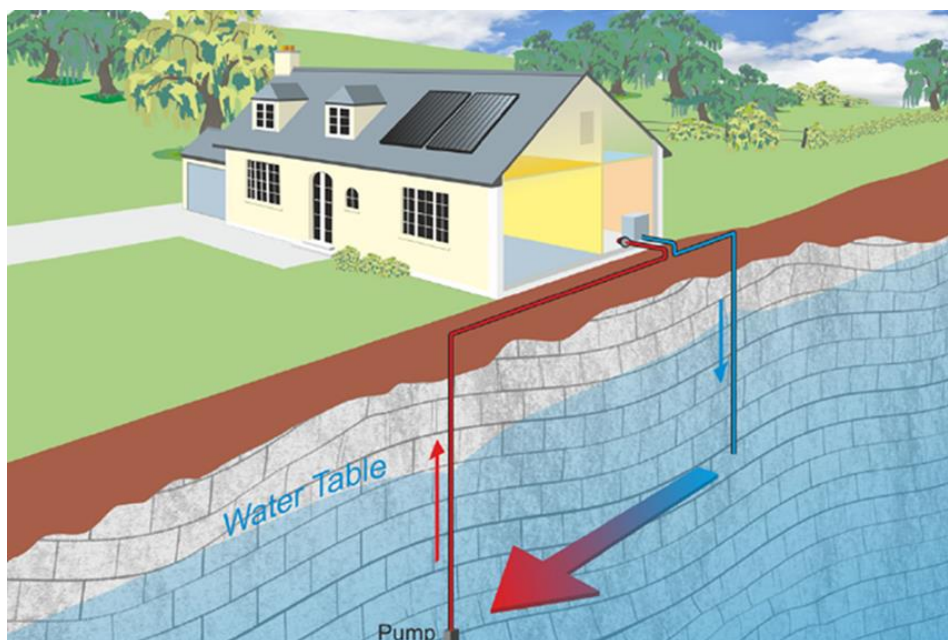


Η συνεισφορά της γεωθερμίας στην κάλυψη της κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση στην Ελλάδα παραμένει σε χαμηλά επίπεδα, με μεγαλύτερη συνεισφορά στον τριτογενή και στον αγροτικό τομέα. Ωστόσο κατά τη περίοδο 2010-2016 καταγράφηκε μια εντυπωσιακή αύξηση 229% του μεριδίου των αντλιών θερμότητας για τη θέρμανση χώρων, καθιστώντας πλέον τις αντλίες θερμότητας, μετά τη στερεή βιομάζα, την τεχνολογία ΑΠΕ με την αμέσως μεγαλύτερη συνεισφορά στην τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση.

6.4 Γεωθερμικά Συστήματα

6.4.1 Εισαγωγή

Η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας συνίσταται στην αξιοποίηση του αυξημένου θερμικού υλικού που είναι αποθηκευμένη στα βαθύτερα στρώματα της γης. Η θερμοκρασία των υλικών αυξάνεται ταχύτερα όταν βρίσκονται σε μεγαλύτερα βάθη. Ευνοημένες είναι οι περιοχές που διαθέτουν αυξημένη θερμική ροή και μικρή θερμική αγωγιμότητα. Αν και το όριο για την εκμετάλλευση τέτοιων υλικών περιορίζεται σε βάθος μέχρι 3 χιλιόμετρα από την επιφάνεια της γης, έχουν κατασκευαστεί και μεγαλύτερες γεωτρήσεις.



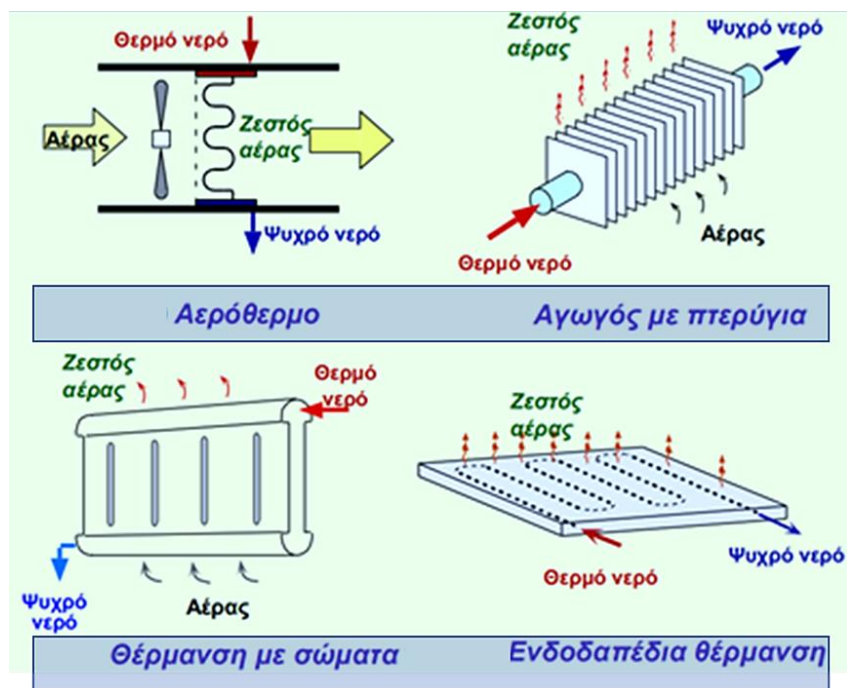
Στις περιπτώσεις που το βάθος εκμετάλλευσης είναι μικρότερο από 150 μέτρα (αβαθής γεωθερμία), η υπάρχουσα τεχνολογία επιτρέπει τη χρήση βραχυδών σωμάτων καθώς και υπόγειων και επιφανειακών υδάτων χαμηλής θερμοκρασίας (μέχρι 25°C) για θέρμανση και κλιματισμό σε οικιακές και λοιπές κτιριακές εγκαταστάσεις. Μια πλήρης εγκατάσταση αβαθούς γεωθερμίας αποτελείται από:

- Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας που αποτελούν συστήματα εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας. Σύμφωνα με τον 2^ο νόμο της Θερμοδυναμικής, η θερμότητα μεταφέρεται πάντοτε από ένα θερμό σώμα προς ένα πιο κρύο. Η αντλία θερμότητας καταναλώνει μηχανικό έργο για να πραγματοποιηθεί αυτή η

μεταφορά. Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας καταναλώνουν το $\frac{1}{4}$ του ρεύματος από μια ηλεκτρική αντίσταση και το $\frac{1}{2}$ από ένα κλιματιστικό.

- ▶ Γεωθερμικός εναλλάκτης, ένα δίκτυο σωλήνων, συνήθως από πολυαιθυλένιο, μεγάλου μήκους και μικρής διαμέτρου, που τοποθετούνται υπόγεια ή σε γεωτρήσεις (υπόγειοι εναλλακτές θερμότητας). Στους σωλήνες κυκλοφορεί ένα υγρό, το οποίο μπορεί να είναι νερό ή κάποιο ψυκτικό, το οποίο σε συνδυασμό με υδρόψυκτες αντλίες θερμότητας παρέχουν θέρμανση ή ψύξη στα κτίρια, μεταφέροντας τη θερμότητα μακριά από το έδαφος ή επιστρέφοντας την σε αυτό.
- ▶ Εσωτερική εγκατάσταση θέρμανσης και ψύξης του κτιρίου συνηθέστερα είναι ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης και ψύξης ή σύστημα fan coils για θέρμανση και ψύξη.
- ▶ Ο αυτοματισμός της εγκατάστασης

Η τεχνολογία της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας αξιοποιεί τις σταθερές θερμοκρασίες κάτω από την επιφάνεια του εδάφους για να δεσμεύσει την ενέργεια που υπάρχει. Το χειμώνα, το ρευστό που κυκλοφορεί μέσα στο κύκλωμα του γεωεναλλάκτη απορροφά την αποθηκευμένη θερμότητα του εδάφους και τη μεταφέρει στη μονάδα αντλίας θερμότητας, η οποία «αντλεί» τη θερμότητα αυτή σε μια υψηλότερη θερμοκρασία από το περιβάλλον και την διανέμει στο κτίριο. Το καλοκαίρι, το σύστημα αντιστρέφεται, απάγει τη θερμότητα από το κτίριο, τη μεταφέρει στο κύκλωμα του γεωεναλλάκτη και την αποθέτει στο υπέδαφος.

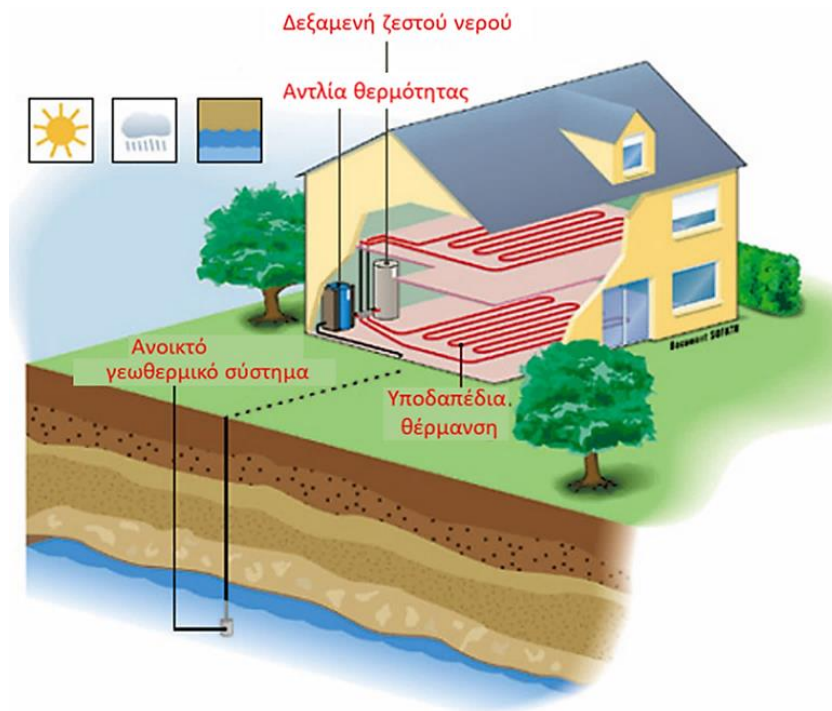


Ο εναλλάκτης αέρα-υγρού είναι η βασική σύγχρονη μέθοδος θέρμανσης χώρων, που γίνεται με αερόθερμα, αγωγούς με πτερύγια, με θερμαντικά σώματα ή με επιδαπέδιες τεχνικές.

6.4.2 Τύποι Γεωθερμικών Συστημάτων

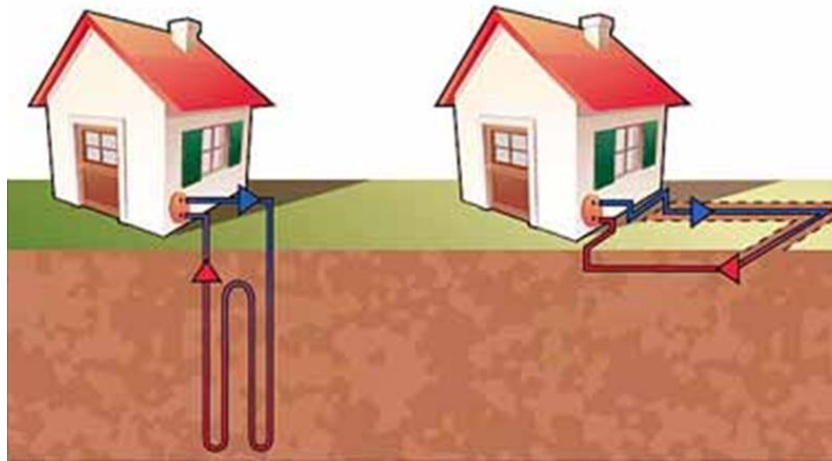
Υπάρχουν δύο γενικοί τύποι γεωθερμικών συστημάτων:

- ▶ το ανοικτό γεωθερμικό σύστημα εφαρμόζεται σε περιοχές που υπάρχουν άφθονα κοιτάσματα νερού. Σε αυτό το σύστημα, η θερμοκρασία των υπόγειων υδάτων μεταφέρεται και παρέχεται προς ενεργειακή εκμετάλλευση μέσω δύο υδρογεωτρήσεων. Η πρώτη είναι η υδρογεώτρηση άντλησης, η οποία αντλεί και μεταφέρει το νερό μέσα στον εναλλάκτη, και η δεύτερη είναι η υδρογεώτρηση εμπλουτισμού, από την οποία το νερό επιστρέφει πίσω στον υδροφόρο ορίζοντα αφού έχει προηγηθεί η απαγωγή της θερμότητάς του. Σε περιοχές με υφάλμυρο νερό χρειάζεται προσθήκη εγκατάστασης αφαλάτωσης.



- Σε περιοχές με χαμηλούς υδροφόρους ορίζοντες, η θερμότητα του εδάφους μπορεί να αξιοποιηθεί με κλειστά γεωθερμικά συστήματα. Αντί για το σύστημα υδρογεωτρήσεων των ανοικτών γεωθερμικών συστημάτων, χρησιμοποιεί κλειστό βρόχο σωλήνων και γεωλογικό εναλλάκτη, στον οποίο κυκλοφορεί ειδικό υδατικό διάλυμα με ψυκτικό και απορροφά ή εκπέμπει θερμότητα ανάλογα με την εποχή. Τα κλειστά γεωθερμικά συστήματα εμφανίζονται με δύο μορφές:

- όταν η διαθέσιμη έκταση προς εκμετάλλευση είναι μεγάλη, τότε γίνεται χρήση του επιφανειακού στρώματος του εδάφους σε βάθος 1,5-3 μέτρα. Στην περίπτωση αυτή οι σωλήνες του εναλλάκτη τοποθετούνται οριζόντια στο έδαφος και αυτή η τεχνική χαρακτηρίζεται σαν οριζόντιος γεωεναλλάκτης.
- αν ο χώρος για την εγκατάσταση του γεωθερμικού συστήματος είναι περιορισμένος, ο σωλήνας ανταλλαγής γεωθερμικής θερμότητας τοποθετείται κατακόρυφα σε βάθος 30-100 μέτρων κάτω από το έδαφος και ονομάζεται κατακόρυφος εναλλάκτης θερμότητας εδάφους.



Κατακόρυφο

Οριζόντιο

Η επιλογή του κατάλληλου γεωθερμικού συστήματος ορίζεται:

- Από την γεωλογική μορφολογία του εδάφους.
- Από τον ωφέλιμα διαθέσιμο χώρο προς εκμετάλλευση.
- Από τη διαμόρφωση του χώρου.
- Από τις θερμοψυκτικές απαιτήσεις του χώρου.
- Από τον τύπο εγκατάστασης θέρμανσης-κλιματισμού που καλείται να υποστηρίξει το γεωθερμικό σύστημα.
- Από το ισχύον νομικό πλαίσιο.
- Από οικονομικά κριτήρια.

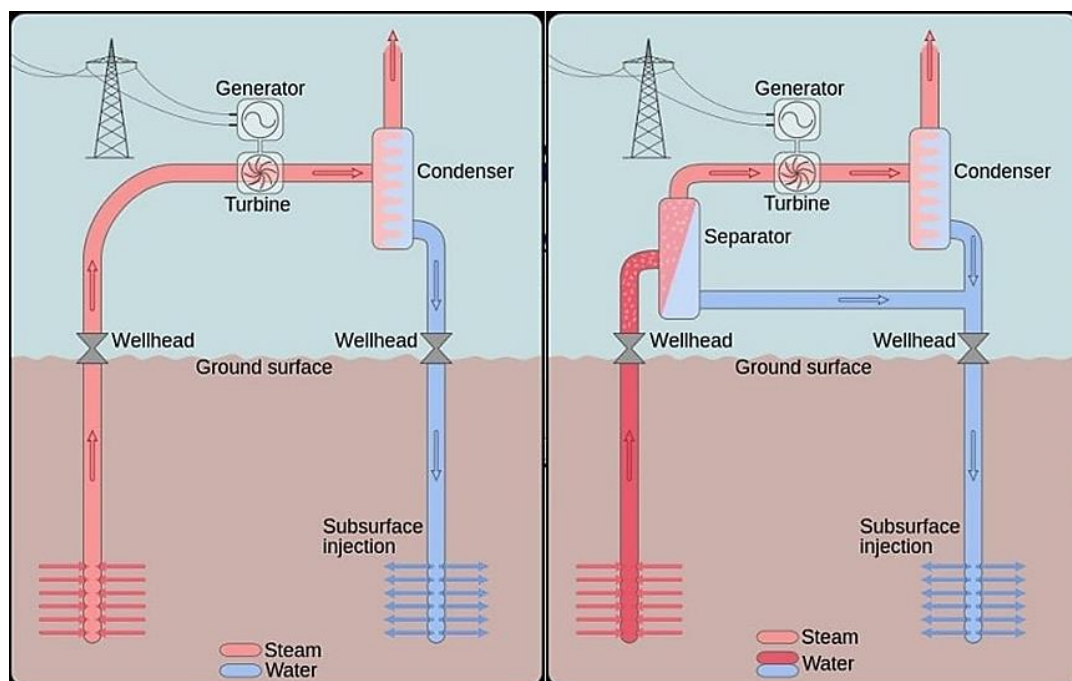
6.4.3 Η Χρήση της Γεωθερμίας στην Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας

Για την χρήση της γεωθερμίας στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η διαδικασία ξεκινά με την εξαγωγή του μίγματος ατμού και νερού από τη γεωθερμική δεξαμενή. Ο ατμός εξάγεται μέσω δικτύου σωλήνων και διοχετεύεται στο εργοστάσιο όπου διαχωρίζεται από το γεωθερμικό νερό, χρησιμοποιώντας κυκλωνικό διαχωριστή.

Όταν εξάγεται ο ατμός, το νερό επιστρέφει στην επιφάνεια και πάλι στη δεξαμενή για να θερμανθεί ξανά. Ο ατμός ενεργοποιεί μια τουρμπίνα, η οποία με τη σειρά της ενεργοποιεί τη γεννήτρια. Η τριβή με το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια. Αυτή η ενέργεια εισάγεται στις γραμμές

υψηλής ισχύος για αποστολή στους υποσταθμούς και από εκεί στους χώρους κατανάλωσης π.χ. σπίτια, εργοστάσια, σχολεία και νοσοκομεία.

Ο γεωθερμικός ατμός συμπυκνώνεται ξανά και επιστρέφει στο υπέδαφος μετά την περιστροφή του στροβίλου. Αυτή η διαδικασία κάνει το νερό να θερμαίνεται ξανά στη γεωθερμική δεξαμενή και το καθιστά ανανεώσιμη ενέργεια εξαγωγής, αφού όταν ξαναθερμανθεί θα μετατραπεί σε ατμό και θα γυρίσει ξανά τον στρόβιλο. Εάν το διαχωρισμένο νερό και ο συμπυκνωμένος ατμός δεν εγχυθούν ξανά στη γεωθερμική δεξαμενή, δεν μπορεί να θεωρηθεί ανανεώσιμη ενέργεια, αφού, όταν εξαντληθεί ο πόρος, δεν θα μπορεί πλέον να εξαχθεί ατμός.



Τύποι Γεωθερμικών Σταθμών Παραγωγής Ενέργειας

Υπάρχουν τρεις τύποι γεωθερμικών σταθμών παραγωγής ενέργειας:

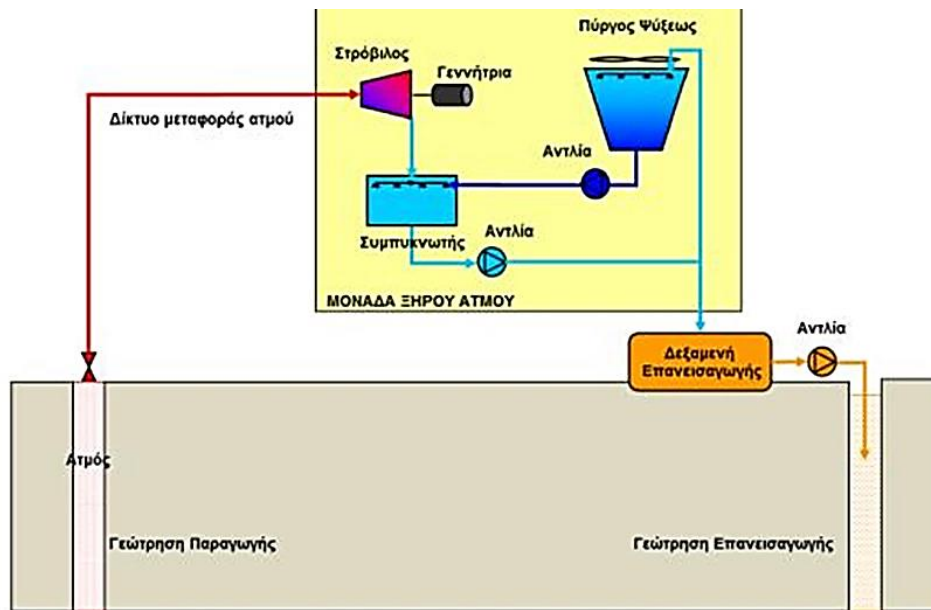
- **Ξηρός Ατμός.** Αρκετοί σταθμοί γεωθερμικής παραγωγής ηλεκτρισμού βασίζονται στις υψηλές θερμοκρασίες των ατμών για την παραγωγή της ενέργειας που χρειάζεται για τη λειτουργία των γεννητριών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Σε αυτό τον τύπο εγκατάστασης (ξηρού ατμού), ο ατμός εκτονώνεται από την πίεση που ασκείται στα μεγάλα βάθη, διαμέσου ενός βραχώδους πετρώματος και διοχετεύεται στους στροβίλους.

Τα εδάφη των ξηρών υδροφόρων γεωθερμικών περιοχών, αντλούν νερό από το φλοιό της γης, και στα μεγάλα βάθη, ο γήινος μανδύας θερμαίνεται και στην συνέχεια απελευθερώνει το ρευστό σε μορφή ατμού. Ο θερμός ατμός διοχετεύεται στην εγκατάσταση μέσω ατμοστροβίλων ώστε να παραχθεί ηλεκτρισμός. Αυτός ο τύπος εγκατάστασης είναι λειτουργικός μόνο σε γεωθερμικές περιοχές όπου ο ατμός δεν αναμειγνύεται με νερό.

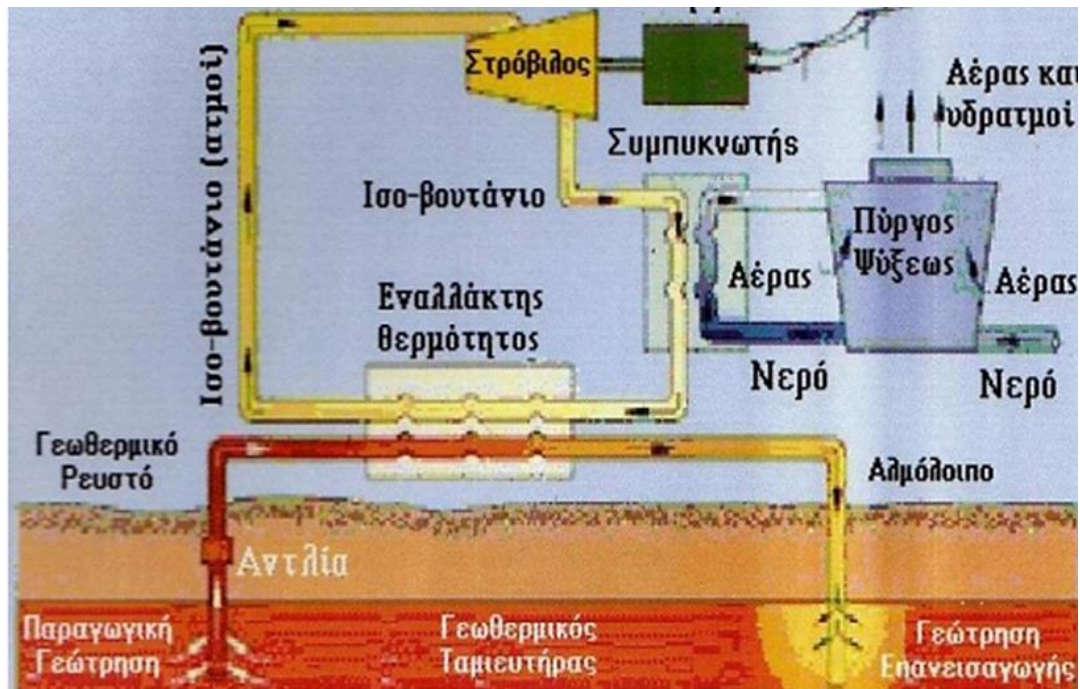
Σε άλλες εγκαταστάσεις ο ατμός χαμηλής πίεσης, αφού περάσει από έναν συμπυκνωτή ώστε να μετατραπεί σε νερό, εξάγεται από τον στρόβιλο και καταλήγει στο εξωτερικό περιβάλλον. Η παραπάνω μέθοδος έχει ως αποτέλεσμα να αυξηθεί η απόδοση του στροβίλου και να αποτραπούν πιθανά περιβαλλοντικά προβλήματα που προκαλούνται από την άμεση απελευθέρωση του ατμού στην ατμόσφαιρα.

- ▶ **Εκτόνωση του ατμού.** Από το παραγωγικό πηγάδι γεώτρησης, εισέρχονται σε μία δεξαμενή εκροής (flash), όπου η αποσυμπίεση που έχει προηγηθεί οδηγεί στην επιπλέον εξάτμιση του διαλύματος. Ο παραγόμενος ατμός οδηγείται σε έναν ατμοστρόβιλο για την παραγωγή ηλεκτρισμού στη γεννήτρια του ατμοστροβίλου.

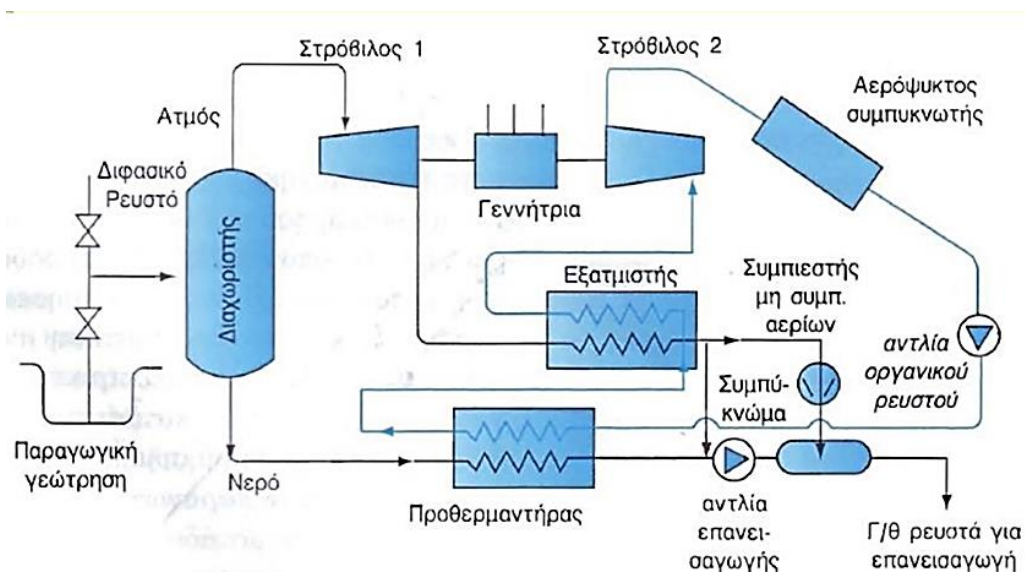
Το υδάτινο διάλυμα, το οποίο δεν εκτονώνεται και παρέμεινε σε υγρή κατάσταση, μαζί με τα συμπυκνωμένα προϊόντα ατμού από την ατμογεννήτρια, καταλήγει στο υδροφόρο υπέδαφος από όπου αντλήθηκε μέσω της γεώτρησης εμπλουτισμού, ώστε να φτάσει στα υπόγεια βραχώδη σώματα με θερμοκρασίες πάνω από το σημείο βρασμού του νερού, επιτρέποντας στο διάλυμα να μετατραπεί σε ατμό και να ανέβει ξανά στην επιφάνεια. Το νερό φιλτράρεται από το βράχο, θερμαίνεται και τελικά ανυψώνεται στην επιφάνεια μέσω παραγωγικής γεώτρησης.



- **Διαδικός Κύκλος.** Είναι μια ευρύτατα χρησιμοποιούμενη εγκατάσταση για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση γεωθερμικών ρευστών μέσης ή υψηλής ενθαλπίας (θερμοκρασίας 90-175°C). Τα γεωθερμικά ρευστά μέσης θερμοκρασίας είναι πιο συνηθισμένα από τα γεωθερμικά ρευστά υψηλής θερμοκρασίας. Το γεωθερμικό ρευστό δεν έχει επαρκή θερμοκρασία για να παράγει ατμό ικανό να περιστρέψει ένα στρόβιλο. Σε ένα διαδικό σύστημα, το θερμό γεωθερμικό ρευστό αντλείται στην επιφάνεια και μεταφέρεται σε έναν εναλλάκτη θερμότητας που περιέχει ένα ρευστό, όπως π.χ. βουτάνιο ή πεντάνιο με πολύ χαμηλότερο σημείο βρασμού από το νερό. Η θερμότητα από το γεωθερμικό ρευστό προκαλεί την εξάτμιση του δευτερογενούς ή διαδικού υγρού. Ο ατμός του δευτερογενούς υγρού οδηγείται στους στρόβιλους που τροφοδοτούν τη γεννήτρια, ενώ το ζεστό γεωθερμικό ρευστό επιστρέφει πίσω στον γεωλογικό σχηματισμό από τον οποίο προήλθε, ώστε να αναθερμανθεί και είναι διαθέσιμο για χρήση μέσω του εναλλάκτη θερμότητας.



Τα συστήματα αυτά, συνήθως παράγουν μικρή ισχύ ηλεκτρικής ενέργειας, γι' αυτό το λόγο κατασκευάζονται πολλές μικρές μονάδες σε συστοιχία.



Τα παραπάνω συστήματα μπορούν να συνδυαστούν με στόχο να αυξήσουν την αποδοτικότητα της εγκατάστασης και τη μέγιστη οικονομία. Για παράδειγμα, στην περίπτωση ενός συστήματος ξηρού ατμού, μπορεί να εγκατασταθεί ένα δυαδικό σύστημα ανακύκλωσης με σκοπό τη χρήση ρευστών για την παραγωγή επιπρόσθετης ηλεκτρικής ενέργειας. Ένα τέτοιο σύστημα δημιουργείται σε δύο στάδια με την εγκατάσταση δύο υποσυστημάτων δυαδικού κύκλου, το ένα στην έξοδο του συμπυκνωτή και το άλλο στην έξοδο της δεξαμενής εκτόνωσης. Παρόμοια συστήματα

ενεργειακής ολοκλήρωσης μπορούν να εγκαθίστανται και στις περιπτώσεις των θερμών ξηρών ορυκτών.

6.5 Γεωθερμία και Εφαρμογές της

6.5.1 Εισαγωγή

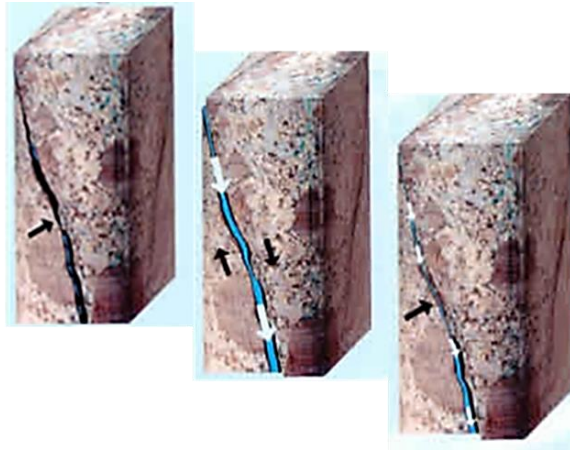
Η γεωθερμική ενέργεια έχει δύο κύριες εφαρμογές. Η **πρώτη** είναι η **χρήση για θέρμανση κτιρίων, θερμοκήπια** κ.λπ. και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτή η θερμότητα μπορεί να προέλθει από γεωθερμικά φαινόμενα στην επιφάνεια της γης ή μέχρι 3.000 μέτρα κάτω από την επιφάνεια.

Τα συστήματα γεωθερμίας εκμεταλλεύονταν μόνο πόρους όπου η φυσική θερμότητα, το νερό και η διαπερατότητα των πετρωμάτων επαρκούσαν για να επιτρέψουν την εξόρυξη ενέργειας. Όμως, μεγαλύτερο μέρος της γεωθερμικής ενέργειας που προσεγγίζεται από τις συμβατικές τεχνικές βρίσκεται σε ξηρό και αδιαπέραστο βράχο. Έτσι, προέκυψε η δεύτερη εφαρμογή της γεωθερμικής ενέργειας, η **χρήση θερμών εδαφικών σωμάτων ή υπόγειων υδάτων με σκοπό την κίνηση αντλιών θερμότητας για την παραγωγή θέρμανσης και ψύξης**. Η γεωθερμική τεχνολογία Θερμών Ξηρών Πετρωμάτων αναπτύχθηκε στις τεχνολογίες EGS που ενισχύουν ή/και δημιουργούν γεωθερμικούς πόρους στους ζεστούς ξηρούς βράχους μέσω διαφόρων μεθόδων διέγερσης.

6.5.2 Γεωθερμική Τεχνολογία Θερμών Ξηρών Πετρωμάτων

Στην γεωθερμική τεχνολογία θερμών ξηρών πετρωμάτων (Hot Dry Rocks), ο ατμός δεν απελευθερώνεται από το υπέδαφος αλλά δημιουργείται. Αυτή η μέθοδος εφαρμόζεται σε μεγάλα συμπαγή, ξηρά και ταυτόχρονα ζεστά πετρώματα, με χαμηλή υδροπερατότητα που δεν μπορούν να συγκρατήσουν ποσότητες ρευστών. Αρχικά, πραγματοποιείται γεώτρηση εμπλουτισμού μεγάλου βάθους και υδραυλική θραύση του πετρώματος, ώστε να δημιουργηθούν δίοδοι (ρωγμές) διαπερατές από το νερό.

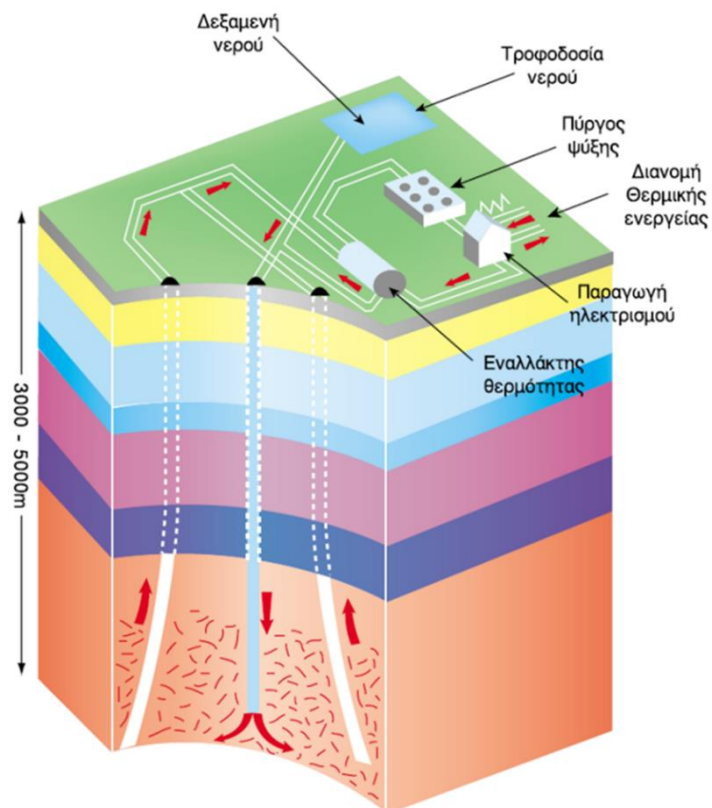
Η έγχυση ηλεκτρολύτη με θερμοκρασία σημαντικά χαμηλότερη από του πετρώματος προκαλεί διάνοιξη των ρωγμών λόγω τοπικής αύξησης της πίεσης και θερμικής συστολής και διάχυση του ρευστού μέσα στο πέτρωμα.



Όλα τα πετρώματα τείνουν να περιορίζουν τις ρωγμές τους, όταν δεν συντρέχουν λόγοι να κρατηθούν ανοιχτές. Διοχετεύεται στο πέτρωμα τζελ (gel) για να μειωθεί η αποσάθρωση-διάβρωση του πετρώματος.

Όταν παύσει η έγχυση (ανακουφισθεί η πίεση), οι ρωγμές τείνουν μεν να ανακάμψουν, αλλά τα τοιχώματά τους δεν κάνουν πλέον τέλεια επαφή και αφήνουν χώρο στο νερό να κυκλοφορήσει. Το πέτρωμα αποκτά επαγόμενη δευτερογενή διαπερατότητα.

Η ψύξη ενός θερμού πετρώματος όγκου 1 m^3 , από τους 200°C στους 180°C , απελευθεώνει ενέργεια που ισοδυναμεί με 1.275.000 τόνους πετρελαίου και αρκεί για να τροφοδοτήσει μια πόλη 10.000 κατοίκων για 20 χρόνια.

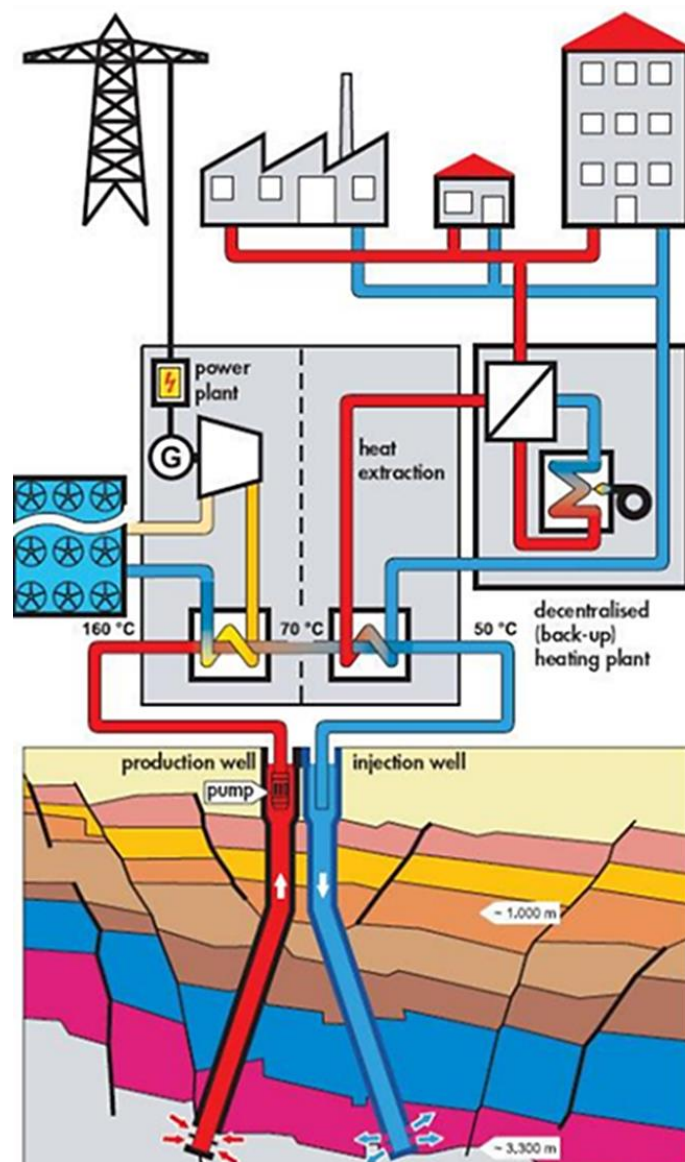


Βελτιωμένα Γεωθερμικά Συστήματα (Enhanced Geothermal Systems, EGS)

Τα Βελτιωμένα Γεωθερμικά Συστήματα (Enhanced Geothermal Systems, EGS) αποβλέπουν στην απόσπαση θερμότητας από γεωλογικούς σχηματισμούς μεγάλου βάθους (μεγαλύτερου των 3 χιλιομέτρων από την επιφάνεια), οι οποίοι παρουσιάζουν έλλειψη φυσικής διαπερατότητας και κυκλοφορίας ρευστών.

Η πρώτη προσπάθεια εφαρμογής EGS (με την μέθοδο Hot Dry Rock) πραγματοποιήθηκε στο Fenton Hill του Νέου Μεξικού με ένα έργο σε βάθος 2,6 χιλιομέτρων, με θερμοκρασίες βράχου 185°C.

Για να μεταφερθεί η γεωθερμική ενέργεια στην επιφάνεια για χρήση και αξιοποίηση, πραγματοποιείται:



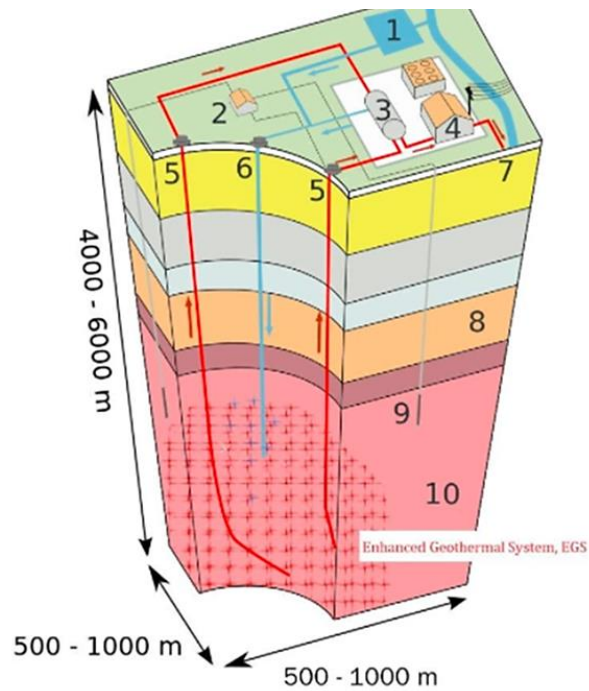
- αύξηση της διαπερατότητας με υδραυλική διέγερση υφιστάμενων διαρρήξεων και δημιουργία νέων (τεχνητός ταμιευτήρας)
- εισπίεση (πίεση προς τα μέσα) νερών από την επιφάνεια μέσω γεωτρήσεων έγχυσης
- κυκλοφορία των νερών μέσω των ανοικτών διαρρήξεων και θέρμανση αυτών
- άνοδος των θερμών ρευστών (γεωθερμική άλμη) στην επιφάνεια μέσω παραγωγικών γεωτρήσεων

και αξιοποίησή τους σε Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας και

- επανεισαγωγή των ψυχρών νερών στον τεχνητό ταμιευτήρα.

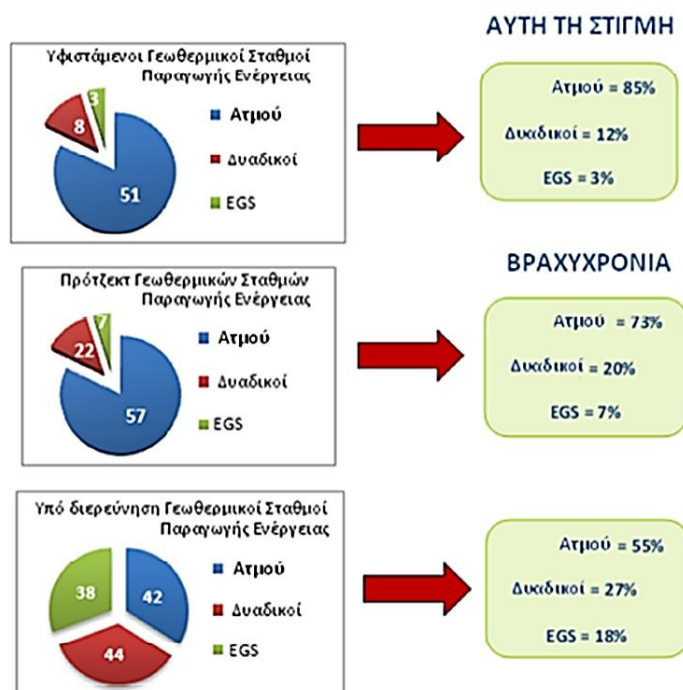
Για παράδειγμα, στο εργοστάσιο EGS στο Soultz-sous-Forêts της Γαλλίας, με παραγωγή 1,7MWe ηλεκτρικής ενέργειας, η θερμότητα εξάγεται από γρανιτικά βραχώδη σώματα που βρίσκονται στην κοιλάδα του Ρήνου σε βάθος 5 χιλιομέτρων

υπογείως, με τη βοήθεια τεσσάρων γεωτρήσεων και αφού έχει προηγηθεί η εγκατάσταση μίας ζώνης ρωγματώσεων με την βοήθεια υδραυλικών και χημικών μεθόδων (γραφική αναπαράσταση στο σχήμα που ακολουθεί).



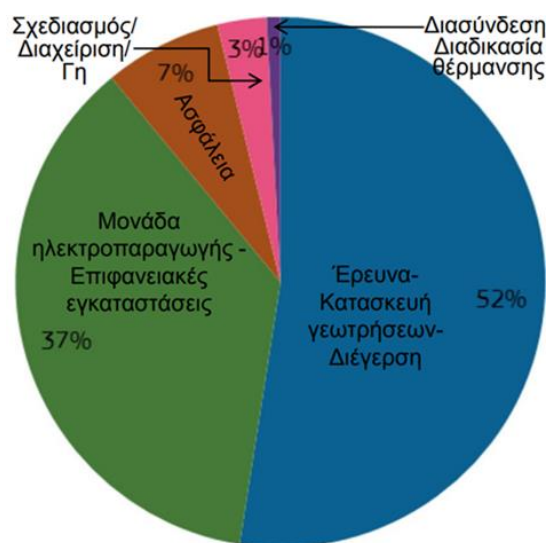
Η Χρήση των Εξελιγμένων Γεωθερμικών Συστημάτων

Η χρήση των Εξελιγμένων Γεωθερμικών Συστημάτων έχει προσφέρει λύσεις ειδικά σε περιοχές όπως η Κεντρική Ευρώπη, όπου υπάρχει μικρή διαθεσιμότητα γεωθερμικών πόρων (ατμός ή νερό) και όπου η διαπερατότητα των πετρωμάτων είναι σχετικά χαμηλή. Η επιτυχής εφαρμογή της τεχνολογίας EGS έχει αυξήσει τις παγκόσμιες προσδοκίες για γεωθερμική ενέργεια, από 10GWe σήμερα σε 150GWe έως το 2050 (Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας).



Οι τεχνολογίες EGS μπορούν να παράγουν ενέργεια 24 ώρες την ημέρα. Σε αντίθεση με την υδροθερμική τεχνολογία, το EGS μπορεί αξιοποιηθεί οπουδήποτε στον κόσμο. Από την χρήση των Βελτιωμένων Γεωθερμικών Συστημάτων, έχουν διαπιστωθεί κάποια προβλήματα όπως το υψηλό κόστος, η αυξημένη σεισμικότητα, το μικρό μέγεθος του ταμιευτήρα, δυσκολίες στην κυκλοφορία του νερού, απώλειες και χρήση σημαντικών ποσοτήτων νερού.

Το Κόστος των EGS



Στα Βελτιωμένα Γεωθερμικά Συστήματα, το μεγαλύτερο μέρος του συνολικού κόστους ενός έργου είναι η αρχική επένδυση κεφαλαίου, αφού μόνο ο σχεδιασμός του έργου μπορεί να απορροφήσει το 10% της συνολικής επένδυσης κεφαλαίου. Το κόστος γεώτρησης αντιπροσωπεύει το 50-70% του συνολικού κόστους. Σημαντικά κόστη είναι και η κατασκευή ενός EGS και η

κάλυψη των ασφαλιστικών κινδύνων, ενώ αντιθέτως το ετήσιο λειτουργικό κόστος είναι χαμηλό.

Αναλυτικά, στον υπολογισμό του κόστους των Βελτιωμένων Γεωθερμικών Συστημάτων (EGS) περιλαμβάνονται:

- ▶ **Κεφαλαιουχικές Δαπάνες (Capital Costs)**
 - Κόστος προκαταρκτικής έρευνας
 - Κόστος ανόρυξης/κατασκευής των γεωτρήσεων
 - Κόστος κατασκευής ταμιευτήρα και αύξησης διαπερατότητας (σχεδιασμός, εκτέλεση, παρακολούθηση, αξιολόγηση αποτελεσμάτων)
 - Κόστος κατασκευής μονάδας ηλεκτροπαραγωγής και λοιπού επιφανειακού εξοπλισμού
- ▶ **Δαπάνες Λειτουργίας και Συντήρησης (Operational & Maintenance Costs)**
- ▶ **Επιτόκιο (Interest Rate)**
- ▶ **Δείκτης πληθωρισμού (Inflation Rate)**

Οι συνολικές κεφαλαιουχικές δαπάνες είναι υψηλότερες για μονάδες EGS σε σχέση με τα συμβατικά γεωθερμικά υδροθερμικά συστήματα. Οι μονάδες EGS δεν αναμένεται να είναι ιδιαίτερα κερδοφόρες και οικονομικά ανταγωνιστικές με άλλες ΑΠΕ τουλάχιστον μέχρι το 2030 αν και γίνονται προσπάθειες με νέες τεχνικές και τεχνολογικές δυνατότητες, για την μείωση του κόστους κατασκευής γεωτρήσεων και έργων υποδομής.

Κοινωνική Αποδοχή και EGS

Σημαντικό παράγοντα για την απόφαση εγκατάστασης γεωθερμικών σταθμών παραγωγής ενέργειας (EGS), αποτελεί η κοινωνική αποδοχή. Συχνά εμφανίζονται αντιδράσεις με επιχειρήματα γύρω από περιβαλλοντικά θέματα, οικονομικά

ζητήματα, την απουσία συμμετοχής των τοπικών φορέων και συγκρούσεις συμφερόντων με την τοπική παραγωγή ενέργειας.

Η μεγαλύτερη αμφισβήτηση των EGS είναι η (σπάνια) πιθανότητα να προκαλέσουν παροδικούς αισθητούς μικροσεισμούς, συνέπεια αναπόφευκτη και αναμενόμενη, όταν συμπιέζεται το ρευστό για να ενισχυθεί ή να δημιουργηθεί διαπερατότητα με τη μέθοδο της υδραυλικής ρωγμάτωσης. Αν και οι μικροσεισμοί αυτοί αναδεικνύουν ένα περιβαλλοντικό και κοινωνικό ζήτημα, στην πραγματικότητα αποτελούν μια απαίτηση για την τεχνολογία των EGS.

Το πρόβλημα αναμένεται να αντιμετωπιστεί με την ανάπτυξη νεότερων τεχνολογιών που χρησιμοποιούν υπερκρίσιμο διοξείδιο του άνθρακα αντί νερού για την υδραυλική ρωγμάτωση. Το υπερκρίσιμο διοξείδιο του άνθρακα είναι μια ρευστή κατάσταση του διοξειδίου του άνθρακα, όπου διατηρείται στην μορφή του, στην κρίσιμη θερμοκρασία και κρίσιμη πίεσή του.

Παρά το υψηλό του κόστος, η χρήση του στα Βελτιωμένα Γεωθερμικά Συστήματα προσφέρει πλεονεκτήματα, όπως:

- Μεγαλύτερη ισχύς εξόδου
- Ελαχιστοποίηση παρασιτικών απωλειών στην άντληση και ψύξη
- Ελαχιστοποιημένη χρήση νερού
- Έχει πολύ μικρότερη τάση να διαλύει μέταλλα και άλλες ουσίες από το νερό, γεγονός που μειώνει τη διάβρωση των στοιχείων του συστήματος

6.6 Κυματική Ενέργεια

6.6.1 Εισαγωγή

Οι θαλάσσιες μάζες καλύπτουν το 75% της επιφάνειας του πλανήτη, και μπορούν να θεωρηθούν ως μια παγκόσμια ενεργειακή αποθήκη. Δεδομένου ότι το νερό είναι 832 φορές πιο πυκνό από τον αέρα, η κινητική ενέργεια από ένα ωκεάνιο ρεύμα 5 κόμβων (2,36 m/s) είναι ισοδύναμη με την κινητική ενέργεια που παράγεται από μια ροή αέρα με ταχύτητα 270 km/h. Η υδάτινη ενέργεια είναι ανεξάντλητη, δεν εκπέμπονται αέρια του θερμοκηπίου αλλά η εκμετάλλευσή της προκαλεί αρνητικές

περιβαλλοντικές επιπτώσεις στα θαλάσσια και παράκτια οικοσυστήματα και απαιτείται υψηλή αρχική οικονομική επένδυση. Επιπλέον, υπάρχουν ισχυρές ενστάσεις για την αισθητική επίδραση του συστήματος στο περιβάλλον ειδικά για τα παράκτια κυματικά ενεργειακά συστήματα που μπορούν να μετατρέψουν το φυσικό περιβάλλον σε ένα εξαιρετικά βιομηχανοποιημένο περιβάλλον.

Τα ποσά ενέργειας που υπάρχουν στην θάλασσα είναι τεράστια και συνεχώς ανανεώνονται και γίνονται εκμεταλλεύσιμα με διάφορους τρόπους:

- σε μορφή κινητικής ενέργειας ρευμάτων ή κυμάτων της θάλασσας, που παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ενεργειακή πυκνότητα σε σύγκριση με τις υπόλοιπες μεθόδους.
- το φαινόμενο της παλίρροιας, εκμεταλλεύεται τη βαρύτητα του ήλιου και της σελήνης, που προκαλεί ανύψωση της στάθμης του νερού.
- το θερμικό δυναμικό θερμότερων και ψυχρότερων θαλάσσιων στρωμάτων που εκμεταλλεύεται τη
διαφορά
θερμοκρασίας
ανάμεσα στα
στρώματα του
ωκεανού, κάνοντας
χρήση θερμικών
κύκλων



Αν και από τον Μεσαίωνα, οι αγρότες παγίδευαν το θαλασσινό νερό σε λίμνες μύλων για να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια για τους νερόμυλους, η υδατική ενέργεια ποτέ δεν αποτελούσε μια ιδιαίτερα αξιοποιούμενη πηγή ενέργειας. Για αρκετά χρόνια, οι επιστήμονες προσπαθούσαν να βρουν τρόπους να αξιοποιήσουν την ισχύ από τα κύματα και μόλις τις τελευταίες δεκαετίες έχουν αρχίσει να μελετούν την παλιρροιακή και την κυματική ενέργεια σε μεγαλύτερη βιομηχανική κλίμακα. Ωστόσο, ειδικά στην Ευρώπη, η κυματική και παλιρροιακή ενέργεια θεωρούνταν αντισυμβατική για την παραγωγή ενέργειας.

Το 2000, το Ηνωμένο Βασίλειο παρήγαγε την πρώτη υπεράκτια και παλιρροϊκή ενέργεια για να τροφοδοτήσει το εθνικό του δίκτυο. Η εμπειρία από έργα που έχουν υλοποιηθεί, έχει



δείξει ότι η αξιοποίηση των υδάτων της θάλασσας μπορεί να παράγει ενέργεια, αλλά με κόστος που παραμένει υψηλό, ενώ διαπιστώθηκαν προβλήματα σχετικά με την ικανότητα του εξοπλισμού ώστε να αντέχει στα σκληρά θαλάσσια περιβάλλοντα. Η ανάγκη για μεγαλύτερη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και οι τεχνολογικές εξελίξεις θα βοηθήσουν να ξεπεραστεί στο άμεσο μέλλον, ένα αρκετά μεγάλο μέρος από αυτά τα προβλήματα.

6.6.2 Κυματική Ενέργεια

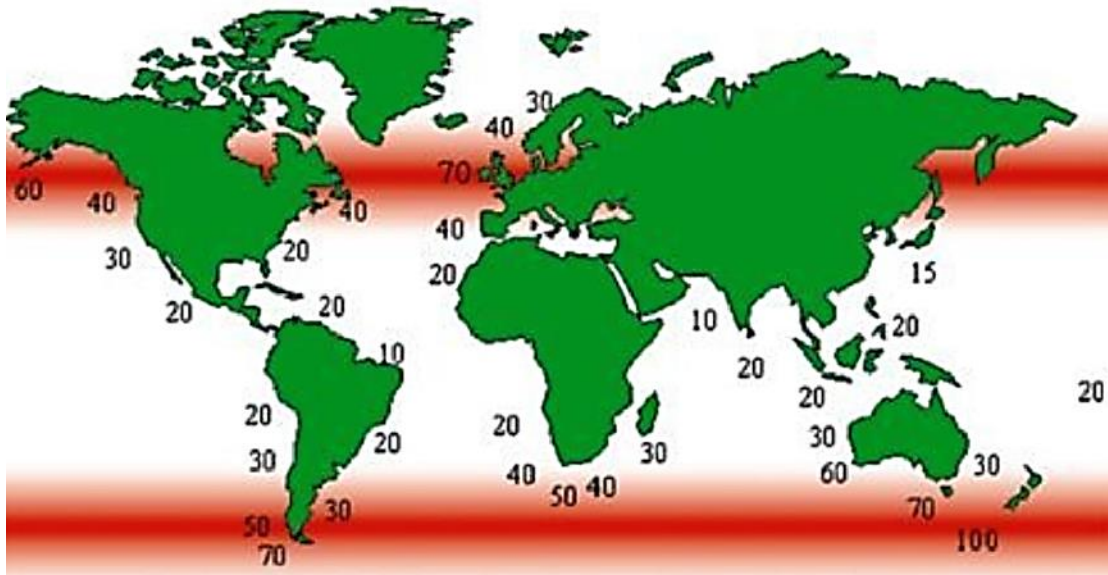
Με τη χρήση του 1% της ενέργειας των κυμάτων του ωκεανού, εκτιμάται ότι ο πλανήτης έχει τη δυνατότητα να καλύψει τέσσερις φορές τις παγκόσμιες ενεργειακές ανάγκες.

Η μονάδα μέτρησης για τα επίπεδα ισχύος κυμάτων είναι η μέση ετήσια ισχύς ανά μέτρο πλάτους κύματος παράλληλα με την ακτή. Πιο συγκεκριμένα, μια ενέργεια κυματισμού ύψους 1 μέτρου σε μέτωπο που έχει πλάτος μόνο 1 μέτρο, μπορεί να ξεπεράσει τις 300 kWh την ημέρα.

Αν 5-10% αυτής της ενέργειας μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια, τότε υπάρχει παραγωγή 15-30 kWh την ημέρα. Συγκριτικά, μια τετραμελής οικογένεια καταναλώνει κατά μέσο όρο 10 kWh την ημέρα. Όταν το επίπεδό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι μεγαλύτερο από 15-20 kW/m, η ενεργειακή ανάπτυξη μπορεί να πραγματοποιηθεί σε οικονομικά συμφέρουσα βάση.

Τα υψηλότερα επίπεδα κυματικής ενέργειας στον πλανήτη, εμφανίζονται στις περιοχές μεταξύ 30^{ου} και 60^{ου} παραλλήλου των δύο ημισφαιρίων στην επιφάνεια των ωκεανών. Οι συνθήκες που επικρατούν είναι ευνοϊκότερες στις δυτικές ακτές τόσο

του Ατλαντικού όσο και του Ειρηνικού ωκεανού. Ισχυρός κυματισμός με μέση ισχύ 40-70 kW ανά μέτρο μετώπου κύματος εντοπίζεται κυρίως στις ακτές της Δυτικής Ευρώπης. Στην Ελλάδα, το κυματικό δυναμικό είναι το υψηλότερο στη Μεσόγειο θάλασσα, με μέση ισχύ που ξεπερνά τα 15 kW/m, ιδιαίτερα σε κάποιες περιοχές του Αιγαίου. Στην εικόνα φαίνεται το παγκόσμιο κυματικό δυναμικό σε kW/m.



Ορισμένες χώρες βρίσκονται σε ευνοϊκότερη θέση για την μετατροπή της ωκεάνιας κυματικής ενέργειας, σύμφωνα με την κατεύθυνση της ακτογραμμής ως προς την ανοικτή θάλασσα και το γεωγραφικό πλάτος, ενώ άλλα σημεία έχουν σχεδόν μηδαμινό δυναμικό κατά το πρώιμο στάδιο.

Χώρες σε ευνοϊκότερη θέση για ωκεάνιες ενεργειακές μετατροπές είναι το Ηνωμένο Βασίλειο, η Ιρλανδία και η Νορβηγία, η Νέα Ζηλανδία, η Νότια Αυστραλία και η Χιλή, ακολουθούμενες από την Ισπανία, τη Πορτογαλία και τις ακτές της Βόρειας και Νότιας Αμερικής και Νότιας Αφρικής.

Τα συστήματα κυματικής ενέργειας μπορούν να εγκατασταθούν οπουδήποτε στον ωκεανό ώστε να παράγουν ενέργεια. Μπορούν να:

- αγκυροβοληθούν στον πυθμένα και να είναι πλήρως βυθισμένα στο νερό,
- εγκατασταθούν σε πλωτές πλατφόρμες και να επιπλέουν στη θάλασσα
- εγκατασταθούν στην ακτή ή σε ρηχά ύδατα.

Η πραγματική κατάσταση της ενέργειας του ωκεανού μετριέται χρησιμοποιώντας τις στατικές ιδιότητες των κυμάτων, δηλαδή το ύψος και το μήκος κύματος. Επειδή είναι πολύ μεγάλες οι διαφορές τιμών ανάλογα με την εποχή του χρόνου, για τον υπολογισμό του μεγέθους δυναμικής της κυματικής ενέργειας μιας συγκεκριμένης περιοχής, λαμβάνεται υπόψη η ετήσια μέση τιμή όλων των καταστάσεων των ωκεανών.

Το αντιπροσωπευτικό ύψος κύματος (H_s) είναι το μέσο ύψος του άνω τρίτου των κυμάτων για μια δεδομένη χρονική περίοδο (συνήθως 30 λεπτά).

Την περίοδο αιχμής (T) ή την ενεργειακή περίοδο (T_e), η μέση ενέργεια για μια συγκεκριμένη κυματική κατάσταση υπολογίζεται από τον μαθηματικό τύπο:

$$E = 1/8 \rho \cdot g \cdot H_s^3$$

όπου:

E: ο μέσος όρος της ενέργειας σε μία καθορισμένη χρονική περίοδος

ρ : η πυκνότητα των θαλασσινών υδάτων

g : η σταθερά που προσδιορίζει την βαρύτητας

H_s : το αντιπροσωπευτικό ύψος κύματος

Αναλόγως την κατεύθυνση της ακτογραμμής, ειδικά στα νησιά, και των ιδιαίτερων ωκεάνιων συνθήκων, όπως χαρακτηριστικά είναι οι καιρικές συνθήκες στο σημείο παραγωγής κυμάτων, τα κύματα είναι ικανά να φτάσουν στην περιοχή προορισμού τους κάτω από διαφορετικές συνθήκες. Η κυματική ενέργεια που είναι τεχνικά διαθέσιμη στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, εκτιμάται ότι συνολικά φτάνει σε 150-230 TWh/έτος, από τα οποία, 5 TWh/έτος αντιστοιχούν στην ελληνική θαλάσσια επικράτεια, ποσό που αντιστοιχεί σε 10% της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας.

Στις ακτές της Δυτικής Ευρώπης, ιδιαίτερα στην Πορτογαλία, την Ισπανία και τη Γαλλία, υπάρχουν πολύ λίγα κύματα τους καλοκαιρινούς μήνες όπως σημειώνεται από τον Ιούνιο έως το Σεπτέμβριο και ακόμα περισσότερο από τον Ιούλιο έως τον Αύγουστο, με χαρακτηριστικά πολύ χαμηλούς πόρους κυμάτων. Οι βαθύτερες

περιοχές όπως η Πορτογαλία (π.χ. απότομες υφαλοκρηπίδες, βαθιά νερά κοντά στην ακτή) έχουν πλεονεκτήματα στις εφαρμογές της κυματικής ενέργειας.

Η ετήσια μέση ενέργεια, εκτός από τη σημασία που έχει στον προσδιορισμό της γενικής συμβατότητας των επιπέδων κυματικής ενέργειας μεταξύ περιοχών, μπορεί να οδηγήσει σε παραπλανητικά αποτελέσματα εάν δεν ερμηνευτεί σε συνδυασμό με την εποχικότητα των διακυμάνσεων. Οι ετήσιοι μέσοι όροι μπορεί να βασίζονται σε υψηλά επίπεδα ενέργειας, μη χρησιμοποιήσιμα, αλλά μπορεί να είναι καταστροφικής έντασης για μικρά χρονικά διαστήματα ή να παράγονται σε μεγαλύτερες χρονικές περιόδους όταν υπάρχουν λίγοι εκμεταλλεύσιμοι πόροι. Αυτή η κυκλική δυσαναλογία προς την τοπική ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας είναι σημαντική εάν η κυματική ενέργεια πρόκειται να συμβάλει σημαντικά στην παροχή ηλεκτρικής ενέργειας της περιοχής.

Καθοριστικός παράγοντας για την καταλληλότητα μιας ακτογραμμής είναι τα χαρακτηριστικά βάθους της, δηλαδή η κλίση και το σχήμα της βάσης της. Σε αντίθεση με τον υπεράκτιο άνεμο, η τεχνολογία κυματικής ενέργειας συνήθως δεν έχει οπτικό αντίκτυπο στην ακτογραμμή, καθιστώντας προτιμότερη την εγκατάσταση πιο κοντά στην ακτή. Αυτό θα σημαίνει σημαντική μείωση του κόστους καλωδίωσης, εγκατάστασης, παρακολούθησης και συντήρησης.

Το καταλληλότερο βάθος για μια εγκατάσταση κυματικής ενέργειας είναι 50 μέτρα, λαμβάνοντας υπόψη το ισοζύγιο διαθέσιμης ενέργειας, το κόστος προσλιμενισμού και την απόσταση από την ξηρά. Για τη διευκόλυνση της πρόσβασης του καλωδίου στην ακτή, συνήθως προτιμάται ο αμμώδης πυθμένας, αν και γενικά οι συνθήκες του βυθού δεν αποτελούν το σημαντικότερο παράγοντα, αφού οι περισσότερες τεχνικές είναι τύπου πλωτών.

Τύποι Μηχανισμών Απορρόφησης Κυματικής Ενέργειας

Υπάρχουν ουσιαστικά τρεις βασικοί τύποι μηχανισμών, για την σύλληψη της ενέργειας των κυμάτων:

- ▶ Σημειακοί απολήπτες, ταλαντευόμενες διατάξεις συχνά με μορφή πλωτήρα, μικρού μεγέθους σε σχέση με το μήκος του προσπίπτοντος κύματος. Είναι

συνδεδεμένοι με ένα έμβολο που κινείται ανάλογα με τις κινήσεις του απολήπτη. Στη συνέχεια η κίνηση του εμβόλου μπορεί, είτε να δώσει περιστροφική κίνηση στο νερό, είτε να θέσει σε λειτουργία έναν κινητήρα.

- ▶ Οι παλινδρομικές στήλες. Τα κύματα καταποντίζονται στο τέλος της διαδρομής σε ένα θάλαμο και συμπιέζουν τον αέρα που έχει εγκλωβιστεί εκεί. Όταν το νερό ανεβαίνει, ο αέρας ωθείται προς τα έξω μέσω του ίδιου στροβίλου.

- ▶ Επιμήκεις μετατροπείς τερματικού τύπου, δηλαδή παράλληλοι με το μέτωπο του κύματος. Εδώ εντάσσονται οι συσκευές υποθαλάσσιων επίπεδων πλακών αρθρωτά συνδεδεμένων με τον πυθμένα.



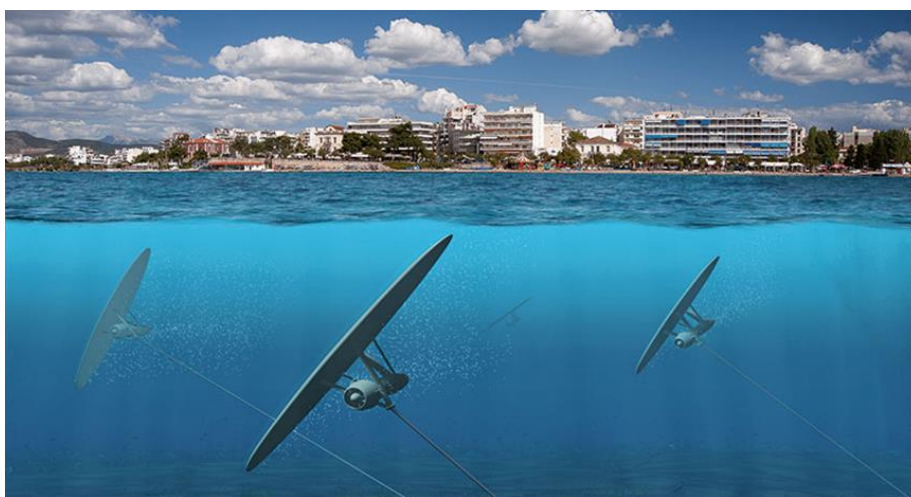
Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει το κόστος της κυματικής ενέργειας, αν και δεν αφορά την ίδια την εγκατάσταση της είναι η σύνδεση της με το χερσαίο δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Είναι σημαντικό να υπάρχουν επίγειοι σταθμοί που διασυνδέονται με το επίγειο δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, όσο το δυνατόν πιο κοντά στη μονάδα παραγωγής κυματικής ενέργειας, αλλά θα πρέπει αυτοί οι σταθμοί να μπορούν να διασυνδεθούν με χαμηλό κόστος με το δίκτυο μεταφοράς.

Η εγκατάσταση καλωδίων και άλλων υποδομών για την σύνδεση με το χερσαίο δίκτυο εξαρτάται από την μορφολογία του εδάφους και τις ιδιαίτερες ανάγκες από τις τοπικές βιομηχανίες. Η επιτυχημένη εκμετάλλευση της κυματικής ενέργειας απαιτεί σημαντικές επενδύσεις σε χερσαίες και θαλάσσιες υποδομές διεθνών δικτύων.

6.6.3 Παλίρροιακή Ενέργεια

Η παλίρροια είναι ένα φυσικό φαινόμενο όπου η στάθμη της θάλασσας ανεβαίνει και πέφτει δύο φορές την ημέρα. Η ανύψωση λέγεται πλημμυρίδα και η στάθμη των

υδάτων σε αυτή τη συνθήκη της πλημμυρίδας ονομάζεται πλήμμη. Αντίστροφα, η πτώση της στάθμης των υδάτων ή διαφορετικά η υποχώρησή τους, ονομάζεται άμπωτη και η χαμηλότερη στάθμη της θάλασσας στην άμπωτη ονομάζεται ρηχία. Μόλις ολοκληρωθεί το φαινόμενο, επαναλαμβάνεται από την αρχή. Η διαφορά μεταξύ πλημμυρών και χαμηλών επιπέδων παλίρροιας ονομάζεται πλάτος παλίρροιας και είναι αυτό που χρησιμοποιούν οι παλιρροϊκοί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.



Τα παλιρροϊκά φαινόμενα υπάρχουν χάρη στην έλξη που ασκούν στην υδρόσφαιρα η Σελήνη λόγω της εγγύτητάς της με τη Γη και ο Ήλιος λόγω της μεγάλης του μάζας. Ωστόσο τα παλιρροϊκά φαινόμενα οφείλονται σε μεγαλύτερο βαθμό στη Σελήνη, καθώς κατά τη περίοδο της πανσελήνου ή της νέας Σελήνης το μέγεθος της παλίρροιας είναι στο μέγιστο, δηλαδή παρατηρείται η μεγαλύτερη πλήμμη και η μικρότερη ρηχία. Αυτές ονομάζονται παλίρροιες συζυγίας.

Αναλόγως, κατά την περίοδο της πρώτης και τελευταίας εβδομάδας της Σελήνης, το μέγεθος της παλίρροιας είναι σημαντικά χαμηλό και οι παλίρροιες ονομάζονται παλίρροιες τετραγωνισμού. Με τον όρο ανισότητα φάσης, ονομάζουμε την διαφορά μεγέθους των παλιρροιών συζυγίας και τετραγωνισμού.

Αν το παλιρροϊκό φαινόμενο οφείλεται μόνο στην επίδραση της σελήνης και η επιφάνεια της γης καλυπτόταν ομοιόμορφα από νερό, τότε θα έπρεπε σε κάθε τόπο να υπήρχε ανύψωση των νερών κατά την άνω και κάτω μεσημβρινή διάβαση της Σελήνης, δηλαδή όταν η Σελήνη βρίσκεται στο επίπεδο του μεσημβρινού του τόπου. Σε τέτοια περίπτωση, θα συναντούσαμε δύο πλήμμες μέσα στην ίδια ημέρα και δύο

ρηχίες του επιπέδου των υδάτων. Αυτό που συμβαίνει όμως στην πραγματικότητα, είναι ότι το μέγιστο ύψος της επιφάνειας των υδάτων σε μία περιοχή δεν πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια της μεσημβρινής διέλευσης της Σελήνης, και αυτό εξηγείται, από τη μία λόγω των δυνάμεων έλξης και αδράνειας, και από την άλλη λόγω του γεγονότος ότι το φαινόμενο της παλίρροιας επηρεάζεται και από την επίδραση του Ηλίου.

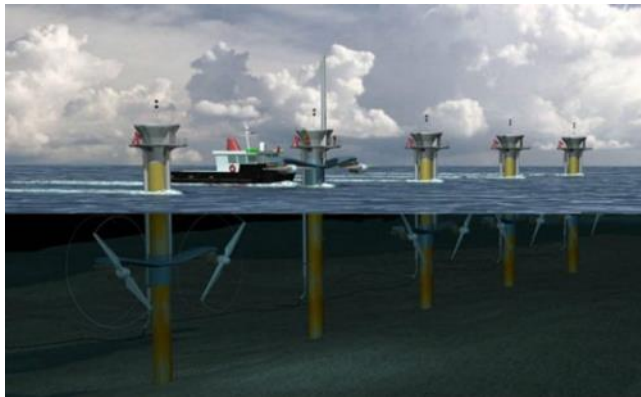
Για τον προσδιορισμό του χρόνου χρησιμοποιείται η φαινομενική κίνηση του ήλιου, η οποία κάνει ένα πλήρη κύκλο σε 24 ώρες. Πιο συγκεκριμένα, ο ήλιος βρίσκεται στο ζενίθ σε κάποιο προκαθορισμένο μεσημβρινό μίας περιοχής κάθε 24 ώρες. Η σελήνη όμως βρίσκεται στο ζενίθ στον ίδιο μεσημβρινό κάθε 24 ώρες και 50 λεπτά. Αυτή η χρονική περίοδος είναι γνωστή ως σεληνιακή μέρα.

Συνεπώς, η σελήνη μεσουρανεί σε ένα καθορισμένο σημείο του μεσημβρινού μίας συγκεκριμένης περιοχής, 50 λεπτά μετά την ολοκλήρωση μιας ηλιακής μέρας, που αποτελεί την ίδια διαφορά χρόνου μεταξύ της πλήμμης και της ρηχίας στην περιοχή αυτή. Η διαφορά χρόνου μεταξύ της μεσουράνησης της σελήνης σε μία συγκεκριμένη περιοχή και της παρουσία της αμέσως επόμενης πλήμμης αποτελεί τη σταθερά της συγκεκριμένης περιοχής και ονομάζεται διάλειμμα σεληνοπαλιρροιακό.

Το σημείο στο οποίο εντοπίζεται η σελήνη εκτός από το χρόνο εμφάνισης της παλίρροιας, επηρεάζει το εύρος των παλιρροιών και τον όγκο των υδάτων που συγκροτούν τα θαλάσσια ρεύματα. Σε όλες τις ακτές παρουσιάζονται παλίρροιες, δηλαδή περιοδική ανύψωση και υποχώρηση της θαλάσσιας στάθμης. Το παλιρροϊκό πλάτος ποικίλλει ανά περιοχή και κυμαίνεται από μερικά εκατοστά έως 20 μέτρα.

Όταν η κίνηση είναι μικρή, επισκιάζεται από τους ανέμους και τις καιρικές επιρροές. Ο κόλπος του Fundy στον Καναδά με παλιρροιακό πλάτος 16 μέτρα, έχει το μεγαλύτερο παλιρροϊκό δυναμικό στη Βόρεια Αμερική 100 δισεκατομμύρια τόνοι νερού ρέουν μέσα και έξω κάθε έξι ώρες, από τη δεξαμενή Minas.

Για την εκμετάλλευση της παλίρροιας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, το



νερό αποθηκεύεται καθώς ανεβαίνει. Στις μετατοπίσεις της παλίρροιας υπάρχει μια διαφορά στην πίεση μεταξύ του νερού στην υψηλά τοποθετημένη δομή αποθήκευσης συγκράτησης και του νερού του παλιρροιακού

φαινομένου και διαμορφώνεται μια υδροστατική πίεση. Το νερό για να ξανακατέβει, αναγκάζεται να περάσει μέσα από μια τουρμπίνα, παράγοντας ηλεκτρικό ρεύμα.

6.6.4 Ενέργεια Ωκεάνιων Ρευμάτων

Τα κύματα προκαλούνται κυρίως από την κίνηση του ανέμου πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Σε αντίθεση με τα παλιρροιακά ρεύματα, τα ωκεάνια ρεύματα ρέουν μόνο προς μία κατεύθυνση και παραμένουν γενικά σταθερά. Επίσης, τα ωκεάνια ρεύματα είναι πολύπλοκα κυκλοφορικά συστήματα που ρέουν σε κλίμακα ωκεανών, ενώ άλλα, όπως η διεθνής οδός μεταφοράς υδάτων, διασχίζουν ολόκληρο τον πλανήτη.

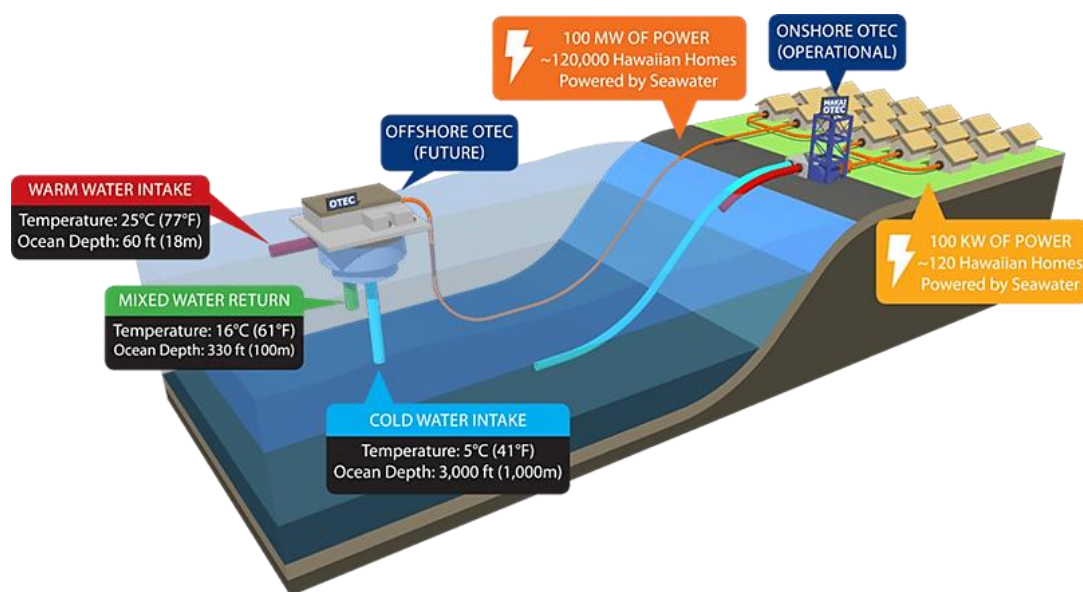
Η κυκλοφορία των ωκεάνιων ρευμάτων εξαρτάται από διάφορες συνιστώσες όπως για παράδειγμα:

- η αιολική ενέργεια στη στάθμη των θαλασσών,
- η αυξημένη θερμοκρασία νερού από τον ήλιο στο σημείο του ισημερινού,
- οι μεταπτώσεις στην αλατότητα και την πυκνότητα του νερού
- και οι συνέπειες από την περιστροφική κίνηση της Γης (δύναμη Κοριόλις).

Μετά την πετρελαϊκή κρίση του 1973, άρχισαν να αναπτύσσονται από διάφορους ερευνητές μηχανισμοί που μετατρέπουν την κινητική ενέργεια των κυμάτων σε ηλεκτρική. Το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στα τρέχοντα κύματα, που μεταφέρουν κινητική ενέργεια, και όχι στα κύματα αιώρησης, που απλά ανεβοκατεβαίνουν. Τα συστήματα που έχουν κατά καιρούς προταθεί είναι πλωτά ή βυθιζόμενα πλήρως στο νερό. Η κινητική ενέργεια των κυμάτων μπορεί να περιστρέψει τον στρόβιλο, όπως

φαίνεται στη διπλανή εικόνα. Η ανυψωτική κίνηση του κύματος πιέζει τον αέρα προς τα πάνω, μέσα στο θάλαμο και θέτει σε περιστροφική κίνηση την τουρμπίνα έτσι ώστε η γεννήτρια να παράγει ρεύμα. Αυτός είναι ένας μόνο τύπος εκμετάλλευσης της ενέργειας των κυμάτων.

Μια άλλη μέθοδος χρησιμοποιείται για να παράγει ηλεκτρισμό σε δύο στάδια. Είναι σταθερή κατασκευή που αποτελείται από μια στήλη που περιέχει ένα στρόβιλο. Καθώς το κύμα μπαίνει στη στήλη σπρώχνει τον αέρα της στήλης να περάσει και να κινήσει τον στρόβιλο, αυξάνοντας παράλληλα την πίεση του αέρα μέσα στην στήλη. Όταν το κύμα υποχωρεί ο πιεσμένος αέρας γυρίζει πίσω συνεχίζοντας να δίνει κίνηση στον στρόβιλο. Οι υποθαλάσσιες τουρμπίνες εκμεταλλεύονται τα ωκεάνια ρεύματα και χρησιμοποιούν την ενέργειά τους για να κινήσουν αργόστροφες τουρμπίνες. Αυτές με τη σειρά τους θέτουν σε λειτουργία μια γεννήτρια όπως και οι νερόμυλοι.



Η θερμική ενέργεια του ωκεανού προέρχεται από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της επιφάνειας της θάλασσας, η οποία θερμαίνεται από τον ήλιο σε μεγαλύτερο βαθμό από όσο θερμαίνονται τα βάθη των ωκεανών. Η συγκεκριμένη διαφορά θερμοκρασίας χρειάζεται να είναι κοντά στους 3,5°C, για να είναι ωφέλιμη για την παραγωγή ενέργειας. Οι πρακτικές της σύγχρονης τεχνολογίας επικεντρώνονται σε αυτή τη διαφορά θερμοκρασίας.

Ωστόσο, αναλόγως το σημείο του ωκεανού, η διαφορά θερμοκρασίας μπορεί να ξεπεράσει τους 10°C. Οι ακτίνες του ήλιου μπορούν να καταλήξουν και να

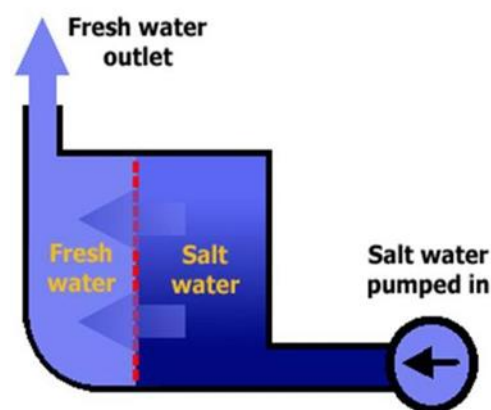
θερμαίνουν, τα λεγόμενα επιφανειακά νερά, σε βάθος μέχρι και 100 μέτρα, προκαλώντας έτσι το φαινόμενο της φωτοσύνθεσης σε διάφορους οργανισμούς όπως είναι το πλαγκτόν, με τη θερμοκρασία να βρίσκεται λίγο-πολύ στους 15°C αν πρόκειται για κλειστή θάλασσα όπως η Μεσόγειος. Στα μεγαλύτερα βάθη, τα ύδατα βρίσκονται σε θερμοκρασία περίπου 5°C. Στις τροπικές περιοχές, ο ήλιος θερμαίνει τα ύδατα στο επίπεδο της στάθμης, στους 25°C.

Μια χρήσιμη εφαρμογή της θερμικής ενέργειας των ωκεανών, είναι η χρήση της θερμότητας των υδάτων για τη μετατροπή ουσιών, όπως η αμμωνία, από υγρή σε αέρια. Στη συνέχεια, αντιστρέφοντας τη μετατροπή, είναι δυνατό να αξιοποιηθεί η ενέργεια. Όταν η υγρή αμμωνία θερμαίνεται από τα ύδατα των ωκεανών, μετατρέπεται σε αέριο και σε αυτή τη φυσική κατάσταση μπορεί να προκαλέσει την κίνηση μίας γεννήτριας. Έπειτα, με τη βοήθεια ενός συμπυκνωτή στον πυθμένα της θάλασσας, όπου η θερμοκρασίες είναι πολύ χαμηλές, επιστρέφει πάλι σε υγρή κατάσταση.

Τα ωκεάνια ρεύματα που παράγονται από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των ωκεανών είναι η απόρροια θερμικής ενέργειας, η οποία μπορεί επίσης να θεωρηθεί ως μηχανική, καθώς η ενέργεια αυτή είναι αποτέλεσμα από τις κινήσεις των θαλασσίων όγκων και ρευμάτων. Πιο πρακτικά, η θερμική ενέργεια των ωκεανών αξιοποιείται με την εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασιών ανάμεσα στις θερμότερες επιφάνειες θαλασσών και στις ψυχρότερες των πυθμένων.

6.6.5 Ωσμωτική Ενέργεια

Η ωσμωτική ενέργεια (η ανάμειξη γλυκού και θαλασσινού νερού) απελευθερώνει μεγάλες ποσότητες ενέργειας, όπως συμβαίνει όταν ένα ποτάμι εκβάλει στον ωκεανό και ανακτάται όταν το νερό του ποταμού και το θαλασσινό νερό είναι διαχωρισμένα από μια ημιδιαπερατή μεμβράνη και το γλυκό νερό περνάει μέσω αυτής. Το γλυκό και θαλασσινό υγρό κατευθύνονται σε διαφορετικά δοχεία, τα οποία



διαχωρίζονται με τη σειρά τους με τη βοήθεια τεχνητής μεμβράνης. Το γλυκό νερό διεισδύει στη μεμβράνη και «σπρώχνει» το θαλασσινό νερό. Αυτή η πίεση είναι ικανή να κατευθυνθεί έναν στρόβιλο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ενέργεια είναι αποτέλεσμα της αλλαγής της εντροπίας από την διαφορά αλατότητας μεταξύ του νερού του ποταμού με το θαλασσινό νερό.

Η πρόκληση είναι η αξιοποίηση αυτής της ενέργειας, καθώς από την ανάμειξη που πραγματοποιείται αυξάνεται ελάχιστα τοπικά η θερμοκρασία του νερού. Οι διαφορές στις συγκεντρώσεις νατρίου και καλίου στις κυτταρικές μεμβράνες, προκαλεί μία ηλεκτροχημική κλίση, η οποία ονομάζεται ηλεκτρικό δυναμικό μεμβράνης.

Πολλές δοκιμές έχουν πραγματοποιηθεί με σκοπό την εκμετάλλευση της παραγωγής ενέργειας σε μεγάλα αστικά κέντρα, συνήθως κοντά σε εκβολές υδάτων, ώστε να μην απαιτείται η μεταφορά του γλυκού νερού από άλλο σημείο. Το μέγεθος μίας μονάδας παραγωγής 25MW, μπορεί να έχει την έκταση ενός γηπέδου ποδοσφαίρου.

Σύνοψη

Στη παρούσα ενότητα έγινε αναφορά ορισμένων προϊόντων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν με τη χρήση της τεχνολογίας, προκειμένου να μειώσουν το ενεργειακό αποτύπωμα και τη περιβαλλοντική επιβάρυνση. Η βιομάζα είναι το βιοαποδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων ή βιολογικών υπολειμμάτων. Η βιομάζα είναι η μόνη φυσική πηγή ενέργειας άνθρακα της οποίας τα αποθέματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως υποκατάστατο των ορυκτών καυσίμων. Τα βιοκαύσιμα είναι υγρά καύσιμα που αντικαθιστούν τα προϊόντα πετρελαίου. Η παραγωγή τους γίνεται από οργανικά προϊόντα, όπως το καλαμπόκι και τα ζαχαρότευτλα γι' αυτό μπορούν να χαρακτηριστούν ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.

Παράλληλα, η γεωθερμική ενέργεια προέρχεται από το εσωτερικό της γης, από όπου το λειωμένο μάγμα του φλοιού της Γης, μεταφέρεται στην επιφάνεια μέσω θερμικής επεξεργασίας και γίνεται αντιληπτή ως ζεστό νερό ή ατμός. Τα Βελτιωμένα Γεωθερμικά Συστήματα αποβλέπουν στην απόσπαση θερμότητας από γεωλογικούς σχηματισμούς μεγάλου βάθους, οι οποίοι παρουσιάζουν έλλειψη φυσικής

διαπερατότητας και κυκλοφορίας ρευστών. Τέλος, μια μορφή ανανεώσιμης ενέργειας που δεν αξιοποιείται ακόμα σε μεγάλο βαθμό είναι η κυματική ενέργεια που μπορεί να ληφθεί με τη μορφή μηχανικής ενέργειας, από τα κύματα, τα ρεύματα και τις παλίρροιες.

Ερωτήσεις Αυτοαξιολόγησης

- 1. Ποιο από τα παρακάτω υλικά ΔΕΝ μπορεί να περιλαμβάνεται στην βιομάζα;**
 - A) άχυρο
 - B) κοπριά ζώων
 - Γ) ξύλο
 - Δ) πλαστικό
- 2. Η βιομάζα μπορεί να προέρχεται από τα βιολογικά συστατικά αστικών λυμάτων και αποβλήτων.**
 - A) Σωστό
 - B) Λάθος
- 3. Τα δασικά και αγροτικά υπολείμματα, αφού τεμαχισθούν, μετατρέπονται, με τη βοήθεια ειδικού αντιδραστήρα, σε βιοέλαιο, με την διαδικασία της:**
 - A) αεριοποίησης
 - B) πυρόλυσης
 - Γ) καύσης
 - Δ) αναερόβιας χώνευσης
- 4. Το βιοαέριο κατά ... αποτελείται από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα.**
 - A) 75%
 - B) 25%
 - Γ) 50%
 - Δ) 98%

- 5. Στην παραγωγή βιοντίζελ ΔΕΝ χρησιμοποιούνται:**
- A) ελαιοκράμβες
 - B) φύκια
 - Γ) πυρήνες ελιάς
 - Δ) χρησιμοποιημένα έλαια από μαγειρεία
- 6. Τα γεωθερμικά ρευστά, που είναι οι κύριοι φορείς της μεταφοράς της θερμότητας βρίσκονται:**
- A) σε υγρή ή στερεή κατάσταση
 - B) σε υγρή ή αέρια κατάσταση
 - Γ) μόνο σε υγρή κατάσταση
 - Δ) σε στερεή, υγρή ή αέρια κατάσταση
- 7. Η γεωθερμική τεχνολογία του Δυναμικού Κύκλου απαιτεί τη χρήση γεωθερμικών ρευστών:**
- A) μέσης ή υψηλής ενθαλπίας, με γεωθερμικό ρευστό θερμοκρασίας 50-75°C
 - B) μέσης ή υψηλής ενθαλπίας, με γεωθερμικό ρευστό θερμοκρασίας 90-175°C
 - Γ) μέσης ενθαλπίας, με γεωθερμικό ρευστό θερμοκρασίας 50-90°C
 - Δ) υψηλής ενθαλπίας, με γεωθερμικό ρευστό θερμοκρασίας 120-190°C
- 8. Στα Βελτιωμένα Γεωθερμικά Συστήματα, το κόστος γεώτρησης αντιπροσωπεύει το ...του συνολικού κόστους.**
- A) 10-30%
 - B) 30-50%
 - Γ) 50-70%
 - Δ) πάνω από 80%
- 9. Τα υψηλότερα επίπεδα κυματικής ενέργειας στον πλανήτη, εμφανίζονται:**
- A) στον ισημερινό της γης
 - B) μεταξύ 30^{ου} και 60^{ου} παραλλήλου του νότιου ημισφαιρίου

Γ) μεταξύ 30° και 60° παραλλήλου του βόρειου ημισφαιρίου

Δ) μεταξύ 30° και 60° παραλλήλου των δύο ημισφαιρίων

10. Η ωσμωτική ενέργεια προέρχεται από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της επιφάνειας της θάλασσας, η οποία θερμαίνεται από τον ήλιο σε μεγαλύτερο βαθμό από όσο θερμαίνονται τα βάθη των ωκεανών.

A) Σωστό

B) Λάθος

Απαντήσεις Ερωτήσεων Αυτοαξιολόγησης

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Δ	A	B	Δ	Γ	B	B	Γ	Δ	A

Ενότητα 7: Φωτοβολταϊκά (Φ/Β) Συστήματα - Θερμικά Ηλιακά Συστήματα

Σκοπός

Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, ειδικά σε χώρες με μεγάλη ηλιοφάνεια όπως η Ελλάδα, αποτελεί μια από τις δημοφιλέστερες εφαρμογές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και για την θέρμανση κτιρίων και αξιοποιείται με τα φωτοβολταϊκά συστήματα και τα θερμικά ηλιακά συστήματα, εγκαταστάσεις που όλοι χρησιμοποιούμε στην καθημερινότητα μας. Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην αντιμετώπιση των ενεργειακών και κλιματικών προβλημάτων που αντιμετωπίζει ο πλανήτης.

Προσδοκώμενα Αποτελέσματα

Με την ολοκλήρωση της ενότητας αυτής, οι εκπαιδευόμενοι θα είναι σε θέση να:

- αναγνωρίζουν τις εφαρμογές και τη χρήση των φωτοβολταϊκών συστημάτων
- αναλύουν τα επιμέρους χαρακτηριστικά και την σύνδεση των φωτοβολταϊκών συστημάτων
- αναγνωρίζουν τα χαρακτηριστικά εγκατάστασης και χρήσης των θερμικών ηλιακών συστημάτων τόσο σε θεωρητικό επίπεδο, όσο και σε πρακτικό επίπεδο.

Λέξεις – Κλειδιά

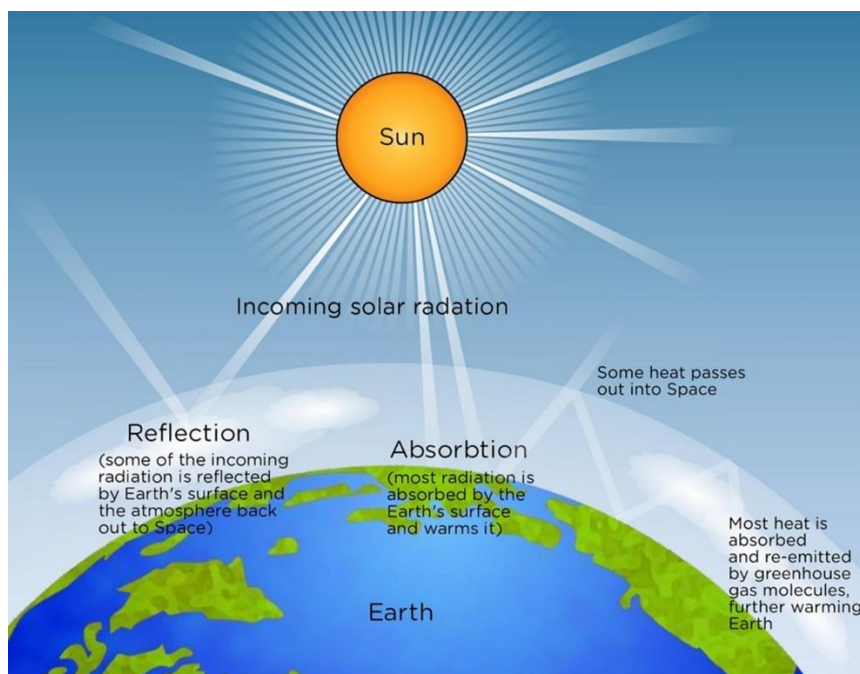
- Φωτοβολταϊκό σύστημα
- Φωτοβολταϊκό στοιχείο
- Διασυνδεδεμένα με το δίκτυο φωτοβολταϊκά συστήματα
- Αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα
- Υβριδικά φωτοβολταϊκά συστήματα
- Ηλιακή γεωμετρία

- Θερμικά ηλιακά συστήματα (ΘΗΣ)
- Ηλιακοί συλλέκτες

7.1 Εφαρμογές και Κόστος Φ/Β Τεχνολογίας

7.1.1 Εισαγωγή

Η ενέργεια που εκπέμπει ο Ήλιος φτάνει στη Γη με τη μορφή της ηλιακής ακτινοβολίας. Αποτελεί μία από τις κύριες πηγές ενέργειας της Γης, καθώς βοηθά στη διατήρηση της θερμοκρασίας της, δίνει ζωή στα φυτά και στα ζώα μέσω της φωτοσύνθεσης και τροφοδοτεί άλλες πηγές ενέργειας όπως η αιολική.



Η Γη λαμβάνει 174 PW ηλιακής ακτινοβολίας στην ανώτερη ατμόσφαιρα, από τα οποία το 30% αντανακλάται πίσω στο διάστημα, το 23% καταναλώνεται για την συντήρηση του υδρολογικού κύκλου, 0,2% δημιουργεί ανέμους, κύματα κ.λπ. και το 0,025% καταναλώνεται για τη φωτοσύνθεση. Παράλληλα, το 47% μετατρέπεται σε θερμότητα που μπορεί να αξιοποιηθεί άμεσα με την μετατροπή της σε άλλη μορφή ενέργειας.

Οι ποσότητες ηλιακής ενέργειας που καταλήγουν στην επιφάνεια της γης καθημερινά, ενώ αποτελούν ένα μικρό υποσύνολο της συνολικής ενέργειας που εκλύεται από τον ήλιο, είναι 20.000 φορές περισσότερες από την συνολική ενέργεια

σε οποιαδήποτε μορφή (ηλεκτρική, μηχανική, θερμική κ.λπ.) καταναλώνεται καθημερινά, παγκοσμίως.

Η ηλιακή ακτινοβολία ήταν η κύρια πηγή θερμότητας την οποία ο άνθρωπος χρησιμοποιούσε για να καλύψει τις θερμικές του ανάγκες (από τις βασικότερες στην λίστα ιεράρχησης των ανθρώπινων αναγκών). Από τον 7^ο αιώνα π.Χ., ο άνθρωπος χρησιμοποίησε το φως του ήλιου για να φωτίσει αντικείμενα με υλικά μεγεθυντικού φακού ενώ τον 3^ο αιώνα π.Χ., οι Έλληνες και οι Ρωμαίοι, και λίγο αργότερα οι Κινέζοι, αξιοποιούσαν την ηλιακή ενέργεια, με καθρέφτες, σε θρησκευτικές τελετές.

7.1.2 Ηλιακή Ακτινοβολία και Ημιαγώγιμα Υλικά



Ήδη από το 1839, είχε παρατηρηθεί ότι η ηλιακή ακτινοβολία μετατρέπει ορισμένα χαρακτηριστικά των ημιαγωγών. Το 1876, επιστήμονες διαπίστωσαν ότι το

χημικό στοιχείο σελήνιο δημιουργεί ηλεκτρισμό όταν εκτίθεται στο ηλιακό φως, και την επόμενη δεκαετία παρήχθησαν τα πρώτα ηλιακά κύτταρα παραγωγής ηλεκτρισμού που κατασκευάστηκαν από πλακέτες σεληνίου.

Έτσι, έγινε κοινή γνώση ότι οι ημιαγωγοί όταν εκτίθενται στην ηλιακή ακτινοβολία μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια, μέσω του φωτοβολταϊκής διαδικασίας. Όταν σε ένα μέρος του ημιαγώγιμου υλικού, που συνήθως πρόκειται για έναν κρύσταλλο εμπλουτισμένο με πυρίτιο, τοποθετηθούν δυο ηλεκτρόδια που στις άκρες τους λαμβάνουν ηλεκτρικό ρεύμα, δημιουργείται ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο. Το φωτοβολταϊκό στοιχείο αποτελεί το βασικό συστατικό για το φωτοβολταϊκό σύστημα, όπως λέγεται το σύστημα που χρησιμοποιεί την ηλιακή ακτινοβολία για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

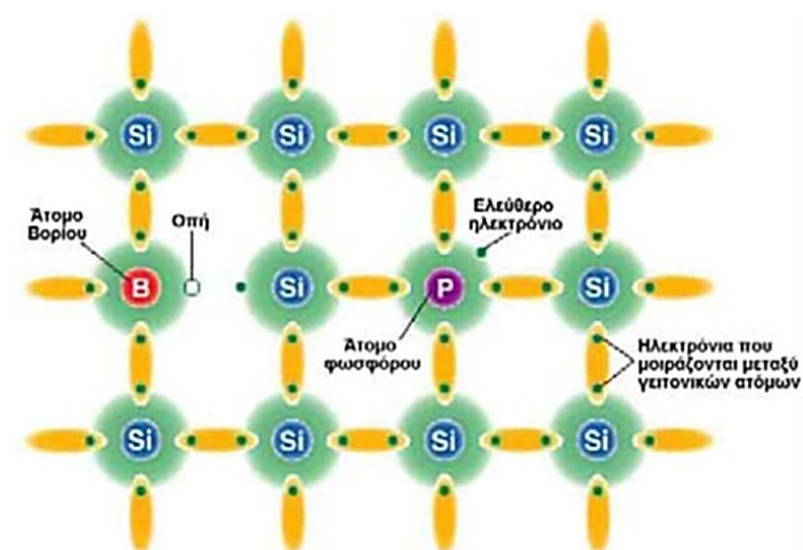


Το φως του ήλιου αποτελείται από ενεργητικά σωματίδια που ονομάζονται φωτόνια και έχουν κοινή ταχύτητα αλλά διαφορετικά επίπεδα ενέργειας, ανάλογα με τα μήκη κύματος στην περιοχή του ηλιακού φάσματος στην οποία ανήκουν.

Αυτά, όταν προσγειώνονται σε ένα υλικό με ημιαγώγιμες ιδιότητες, άλλα το διαπερνούν, ενώ άλλα απορροφώνται, ανάλογα με την ενέργεια που μεταφέρουν. Τα φωτόνια υψηλής ενέργειας που απορροφώνται αυτά είναι που παράγουν ηλεκτρισμό, ενώ τα φωτόνια χαμηλής ενέργειας που αντιστοιχούν σε ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος, δηλαδή υπέρυθρες ακτίνες, διαπερνούν τον ημιαγωγό χωρίς κανένα αποτέλεσμα.

Φωτοβολταϊκό Στοιχείο

Όταν το ηλιακό φως χτυπά έναν κρύσταλλο πυριτίου, ένα φωτόνιο διαπερνά ένα άτομο πυριτίου και εκτοξεύει ένα ηλεκτρόνιο από την τροχιά του. Έτσι δημιουργείται ένας κενός δεσμός, μια «τρύπα», στην τετραεδρική κρυσταλλική δομή. Το αρνητικά φορτισμένο ηλεκτρόνιο αρχίζει να ταξιδεύει μέσα από τον κρύσταλλο αναζητώντας τις οπές του, οι οποίες είναι θετικά φορτισμένες. Αλλά και οι οπές «κινούνται» και αλλάζουν θέσεις πρώτα με τα κοντινά ηλεκτρόνια, και μετά εναλλάξ με άλλα ηλεκτρόνια, που είναι πλέον πιο μακριά από τις αρχικές τους θέσεις.



Συνεπώς, το ηλεκτρόνιο και η οπή του διαχωρίζονται σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα πριν επανενωθεί και χάσει την ενέργεια του φωτός, στη μορφή θερμότητας. Ωστόσο,

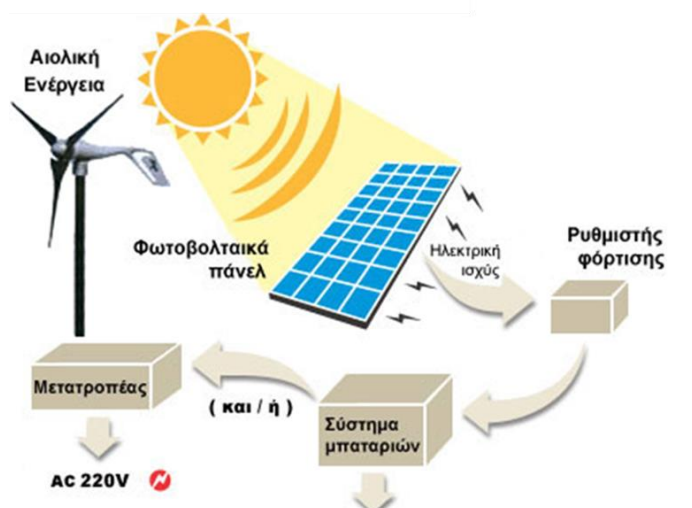
εάν μερικά από τα άτομα πυριτίου αντικατασταθούν από άτομα βορίου στη μία πλευρά του κρυστάλλου και άτομα φωσφόρου στην άλλη, τότε η μία πλευρά εμφανίζει σταθερά θετικά φορτία και η άλλη σταθερά αρνητικά φορτία. Τα άτομα

βορίου έχουν τρία ηλεκτρόνια στο εξωτερικό τους περίβλημα, αντί για τα τέσσερα όπως συμβαίνει στο πυρίτιο. Επομένως, ο σχηματισμός δεσμών με άτομα πυριτίου οδηγεί στο σχηματισμό οπών στον κρύσταλλο, με αποτέλεσμα την αντίστοιχη έλλειψη αρνητικών φορτίων. Τα άτομα του φωσφόρου, από την άλλη πλευρά, έχουν πέντε ηλεκτρόνια στο κέλυφος σθένους, με αποτέλεσμα να συνδέονται με τα άτομα πυριτίου με ένα επιπλέον ηλεκτρόνιο, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα ένα αντίστοιχο αρνητικό φορτίο.

Στο σημείο επαφής των δύο αντίθετα φορτισμένων πλευρών, δημιουργείται ένα πολύ μικρό ενεργειακό φράγμα και λόγω της ισχυρής διαφοράς δυναμικού που εμφανίζεται εκεί, τα ηλεκτρόνια μπορούν να μετακινηθούν από τη θετικά φορτισμένη πλευρά στην αρνητικά φορτισμένη πλευρά, αλλά όχι αντιστρόφως. Αυτό είναι ένα βασικό χαρακτηριστικό των συσκευών ημιαγωγών.

Δηλαδή, τα ηλεκτρόνια επιτρέπεται να κινούνται προς μία μόνο προκαθορισμένη κατεύθυνση. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται μόνιμος διαχωρισμός ηλεκτρονίων από τις οπές τους, τα οποία συσσωρεύονται στην αρνητικά φορτισμένη πλευρά του κρυστάλλου πυριτίου, ενώ οπές τους συσσωρεύονται στη θετικά φορτισμένη πλευρά του.

Τέτοιοι ημιαγωγοί ονομάζονται φωτοβολταϊκά στοιχεία και παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα αν συνδεθούν εξωτερικοί ακροδέκτες στις δύο πλευρές τους, μέσα από ένα κλειστό κύκλωμα. Τα ηλεκτρόνια στέλνονται στο κύκλωμα, μέσω μιας συνδεδεμένης ηλεκτρικής συσκευής (π.χ. λαμπτήρας), όπου παράγουν έργο και τελικά φτάνουν στην άλλη πλευρά του κρυστάλλου, όπου ανασυνδυάζονται με τις τρύπες που έχουν



μείνει πίσω. Έτσι χρησιμοποιούνται τα φωτοβολταϊκά στοιχεία για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Όσο συνεχίζουν να λαμβάνουν ηλιακό φως, νέα ηλεκτρόνια απελευθερώνονται από την κατάσταση ηρεμίας και συνεχίζουν να παράγουν ηλεκτρισμό.

Χαρακτηριστικά Φωτοβολταϊκών Στοιχείων

Ακόμη και σε εποχές με συννεφιά, τα φωτοβολταϊκά στοιχεία μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια, αλλά η απόδοσή τους μειώνεται σημαντικά. Από την άλλη πλευρά, η απόδοση των φωτοβολταϊκών στοιχείων μπορεί επίσης να μειωθεί σημαντικά σε ζεστό καιρό. Αυτό συμβαίνει γιατί το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά στοιχεία μειώνεται σημαντικά σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος, ένα σοβαρό μειονέκτημα των φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Τα τέλη της δεκαετίας του 1950, η ενέργεια που παραγόταν από τα φωτοβολταϊκά συστήματα, στοίχιζε 100 φορές περισσότερο από τη συμβατική ενέργεια. Ωστόσο, η τεχνολογική εξέλιξη άρχισε να μειώνει δραματικά το κόστος τους που έγινε ανταγωνιστικό με τις παραδοσιακές μορφές ενέργειας.

Αυτό χρονικά συνέπεσε με την αυξανόμενη ευαισθησία της κοινής γνώμης για τις δυσμενείς επιπτώσεις των παραδοσιακών μεθόδων παραγωγής και χρήσης ενέργειας. Πλέον, τα φωτοβολταϊκά συστήματα θεωρούνται μία από τις πιο υποσχόμενες ενεργειακές τεχνολογίες με σημαντικότερο εμπόδιο για τη μαζική υιοθέτηση τους να είναι μόνο το κόστος. Σήμερα, τα φωτοβολταϊκά παράγουν το 9% της παγκόσμιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.



7.1.3 Φωτοβολταϊκό Σύστημα

Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από:

- έναν αριθμό φωτοβολταϊκών στοιχείων (ή «κυψελών», ή «κυττάρων»). Το φωτοβολταϊκό στοιχείο είναι συνήθως τετράγωνο και για την κατασκευή του χρησιμοποιούνται δύο τύποι πυριτίου, το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο. Το κρυσταλλικό διακρίνεται σε μονοκρυσταλλικό και πολυκρυσταλλικό.
- ένα ή περισσότερα πάνελ (ή πλαίσια, ή «κρύσταλλα») που είναι φωτοβολταϊκά στοιχεία συνδεδεμένα μεταξύ τους, επικαλυμμένα με ειδικές μεμβράνες και εγκιβωτισμένα σε γυαλί και πλαίσιο από αλουμίνιο.
- τις απαραίτητες συσκευές και διατάξεις για τη μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στην επιθυμητή μορφή.

Στο εμπόριο διατίθενται πάνελ σε διάφορες τιμές ανάλογα με την τεχνολογία και τον αριθμό των φωτοβολταϊκών κυψελών που τα αποτελούν. Έτσι, ένα πάνελ 36 κυψελών μπορεί να έχει ονομαστική ισχύ 180W, ενώ μεγαλύτερα πάνελ μπορεί να φτάσουν τα 300W. Χάρη σε μαζικότερες παραγωγές και τεχνολογικές εξελίξεις στην παραγωγική διαδικασία, μεταξύ 2010-2018, η τιμή κατασκευής μιας μέσης φωτοβολταϊκής εγκατάστασης μειώθηκε κατά 57%.



Χαρακτηριστικά Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

Τα βασικά χαρακτηριστικά των φωτοβολταϊκών συστημάτων, που τα διακρίνουν από τις άλλες μορφές ΑΠΕ είναι:

- Άμεση παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ακόμη και σε πολύ μικρή κλίμακα, π.χ. μερικών δεκάδων Watt ή και mWatt, ενώ μπορούν να συνδυαστούν και με άλλες πηγές ενέργειας (υβριδικά συστήματα).
- Είναι εύχρηστα και τα μικρότερα από αυτά μπορούν να εγκατασταθούν από τους ίδιους τους χρήστες. Μπορούν να επεκταθούν για να αντιμετωπίσουν τις αυξημένες ανάγκες των χρηστών.
- Έχουν αθόρυβη λειτουργία και χαρακτηρίζονται από μηδενικές εκπομπές ρύπων.
- Μειώνουν την χρήση ορυκτών καυσίμων, βοηθούν στη διατήρηση των φυσικών πόρων και στη μείωση της περιβαλλοντικής ρύπανσης.
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής (40 χρόνια) και αξιοπιστία και δεν έχουν απαιτήσεις συντήρησης
- Παρέχουν ενεργειακή ανεξαρτησία του χρήστη, όπου και να βρίσκεται.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι κατάλληλα σε εφαρμογές που χαρακτηρίζονται από:

- χαμηλές ενεργειακές ανάγκες
- έλλειψη εναλλακτικών τρόπων παροχής ενέργειας ή, αν υπάρχουν, είναι δαπανηροί (π.χ. σύνδεση με ένα απομακρυσμένο δίκτυο)
- απαιτήσεις υψηλής αξιοπιστίας ή/και χαμηλές ανάγκες συντήρησης

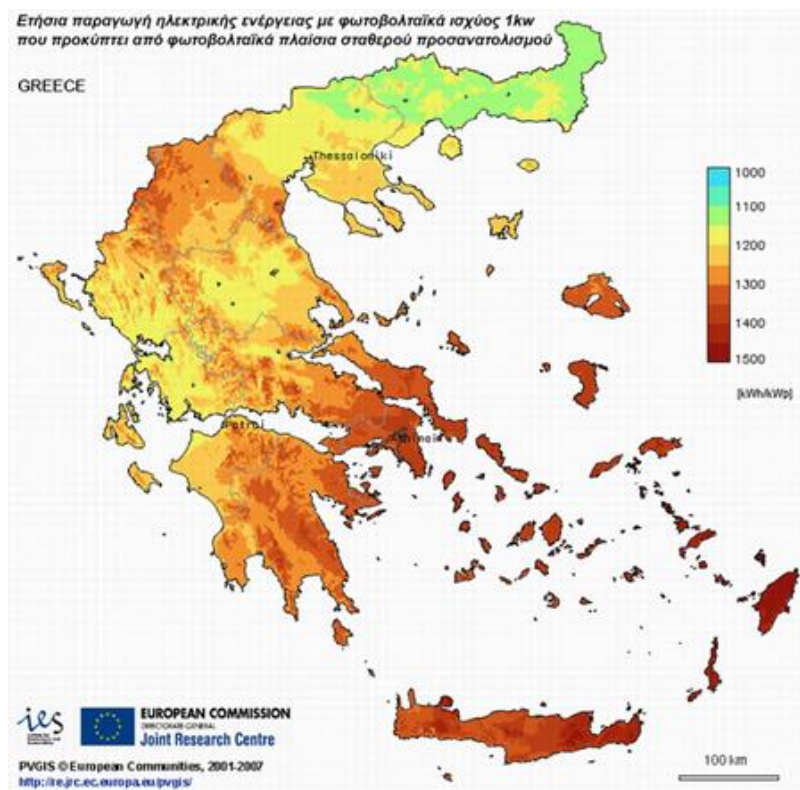


Ο βαθμός απόδοσης εκφράζει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια στο φωτοβολταϊκό στοιχείο και κυμαίνεται μεταξύ 13-19%, ο οποίος, συγκρινόμενος με την απόδοση άλλων συστημάτων (συμβατικού, αιολικού, υδροηλεκτρικού κλπ.), θεωρείται χαμηλός. Αυτό σημαίνει ότι το φωτοβολταϊκό σύστημα πρέπει να καταλαμβάνει μεγάλη επιφάνεια για να αποδώσει την επιθυμητή ηλεκτρική ισχύ.

Ωστόσο, η απόδοση ενός δεδομένου συστήματος μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά με την τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών σε ηλιοστάτη. Ο ηλιοστάτης είναι μια κινητή βάση πάνω στην οποία τοποθετείται το φωτοβολταϊκό και του δίνει την δυνατότητα να αλλάζει θέσεις για να εγκλωβίσει στο μέγιστο δυνατό βαθμό τις ακτίνες του ήλιου.

Τα Φωτοβολταϊκά Συστήματα στην Ελλάδα

Οι προϋποθέσεις αξιοποίησης των φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα είναι από τις καλύτερες στην Ευρώπη, αφού η συνολική ενέργεια που δέχεται κάθε τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας στην διάρκεια ενός έτους κυμαίνεται σε 1.400-1.800 kWh.



Στην Ελλάδα, μετά το 2010, άρχισε να μεγαλώνει η συμμετοχή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στην ηλεκτροπαραγωγή γεγονός που οφείλεται στην εγκατάσταση ενός μεγάλου αριθμού αιολικών και φωτοβολταϊκών συστημάτων. Τα

φωτοβολταϊκά παράγουν το 30% της ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ στην χώρα.

Ειδικά για τους φωτοβολταϊκούς σταθμούς, ισχυρό κίνητρο αποτέλεσαν οι σημαντικές επιδοτήσεις από την Ευρωπαϊκή Ένωση, στα πλαίσια της πολιτικής αντικατάστασης των ρυπογόνων ορυκτών καυσίμων από ΑΠΕ αλλά και λόγω της ραγδαίας μείωσης του κόστους εγκατάστασης για τους φωτοβολταϊκούς σταθμούς. Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζεται η εξέλιξη του κόστους ανάπτυξης των φωτοβολταϊκών και άλλων ΑΠΕ, όπως καταγράφηκαν στο Εθνικό Σχέδιο για το Κλίμα και την Ενέργεια του 2019.

Πίνακας 36: Προβλέψεις για την εξέλιξη του τυπικού κόστους ανάπτυξης μονάδων ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ.

Κόστος ανάπτυξης (€/kW)	2016	2020	2025	2030	2035	2040
Τεχνολογίες ΑΠΕ για Η/Π						
Αιολικό Πάρκο	1,250	1,161	997	860	774	731
Φωτοβολταϊκό - πάρκο	1,000	737	631	559	515	490
Φωτοβολταϊκό - στέγες	1,400	1,132	981	864	783	734
Ηλιοθερμικό πάρκο με αποθήκευση	4,700	4,100	3,860	3,370	2,880	2,390
Γεωθερμία	4,400	4,400	4,400	3,400	2,400	2,000
Υδροηλεκτρικό - μικρό	1,950	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900
Βιομάζα - Μεγάλου μεγέθους	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700
Βιομάζα -Μεσαίου μεγέθους	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500
Βιοαέριο	4,350	4,350	4,350	4,350	4,350	4,350

Νομολογία Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

Ο Ν.3468/2006 (ΦΕΚ 129Α/29-6-2006), «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις», ήταν ο πρώτος που αναφέρθηκε στα φωτοβολταϊκά στην Ελλάδα. Από τότε υπήρξαν αρκετοί νόμοι για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που κυρίως αποτελούσαν την εφαρμογή Οδηγιών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι νόμοι αυτοί παρείχαν ρυθμίσεις για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά συστήματα, περιέγραφαν τις διαδικασίες απόκτησης αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας καθώς και τους τρόπους σύνδεσης τους με το υπόλοιπο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας και την τιμολόγηση τους προς αυτό.

Το σύγχρονο πλαίσιο καθορίζεται από τους Ν. 4759/2020, (ΦΕΚ 245Α/09.12.2020) «Πολεοδομικές – Ενεργειακές ρυθμίσεις για φωτοβολταϊκά», Ν. 4736/2020, (ΦΕΚ 200Α/20.10.2020) «Δήλωση Ετοιμότητας για τη σύνδεση σταθμού ΑΠΕ» και Ν.4685/2020 (ΦΕΚ 92Α/7.5.2020) «Εκσυγχρονισμός περιβαλλοντικής νομοθεσίας, κατάργηση άδειας παραγωγής». Σημαντικοί σταθμοί στο νομικό πλαίσιο για τα φωτοβολταϊκά ήταν και οι νόμοι Ν.4643/2019 (ΦΕΚ 193Α/3.12.2019) «Απελευθέρωση αγοράς ενέργειας, εκσυγχρονισμός της ΔΕΗ, ιδιωτικοποίηση της ΔΕΠΑ και στήριξη των Α.Π.Ε.» και Ν.4602/2019 (ΦΕΚ 45Α/9.3.2019) «Τροπολογίες για φωτοβολταϊκά (τιμολόγηση συστημάτων εκτός διαγωνισμών)». Για την χωροθέτηση

τους το πλαίσιο ορίστηκε από τον Ν. 3851/2010 ανάμεσα σε άλλες χωροθετήσεις επέτρεπε την εγκατάσταση σε αγροτεμάχια, τα οποία χαρακτηρίζονται ως αγροτική γη υψηλής παραγωγικότητας, που όμως ανέστειλε σύντομα ο Ν. 4015/2011.

Για την ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα και στις άλλες χώρες



της Ευρωπαϊκής Ένωσης επιδοτήθηκαν και ενισχύθηκαν με ευνοϊκούς όρους χρηματοδότησης, συστήματα από «αυτοπαραγωγούς» για την κάλυψη ιδίων αναγκών καταναλωτών ηλεκτρικής ενέργειας, μέσω της

εφαρμογής του ενεργειακού συμψηφισμού (metering), δηλαδή συμψηφισμός της παραγόμενης ενέργειας από το φωτοβολταϊκό με την καταναλισκόμενη στις εγκαταστάσεις του αυτοπαραγωγού.

Έτσι, ο καταναλωτής-παραγωγός επιτυγχάνει σημαντική μείωση του κόστους για 25 χρόνια και απόσβεση του κόστους απόκτησης του συστήματος μέσα σε 8 χρόνια, ενώ μπορεί να πουλάει την επιπλέον παραγόμενη ενέργεια στο δίκτυο. Η τιμή πώλησης έχει καθοριστεί, για το 2022, στα 87 €/MWh, δηλαδή στα 8,7 λεπτά η κιλοβατώρα. Η μέγιστη ισχύς των συστημάτων φθάνει στα 10 kWp.

Το αρμόδιο υπουργείο Ενέργειας έχει την δικαιοδοσία να καθορίζει τη μέγιστη εγκατεστημένη ισχύ των φωτοβολταϊκών συστημάτων ανά εγκατάσταση, τη διαδικασία αδειοδότησης, τον τρόπο συμψηφισμού της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και τη χρονική διάρκεια του προγράμματος και τους δικαιούχους. Παρόλα αυτά η οικιακή παραγωγή στην Ελλάδα αναπτύσσεται πολύ αργά, σε σχέση με τα φωτοβολταϊκά πάρκα που κυριαρχούν.

Το 2021 η Ευρωπαϊκή Ένωση εγκατέστησε νέα φωτοβολταϊκά ισχύος 25,9 GW, ποσότητα αυξημένη κατά 34% σε σχέση με το 2020. Η Γερμανία συνεχίζει να βρίσκεται στην κορυφή των εγκαταστάσεων με 5,3 GW, ενώ στις εγκαταστάσεις κατά κεφαλήν, η Ολλανδία την ξεπέρασε με 765 W/κάτοικο. Μετά την αναθεώρηση των

στόχων της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την κλιματική αλλαγή το 2021, οπότε τέθηκε ο νέος στόχος για κλιματικά ουδέτερη Ευρώπη μέχρι το 2050, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν τον κρίσιμο παράγοντα ενεργειακής ασφάλειας της Ευρώπης.

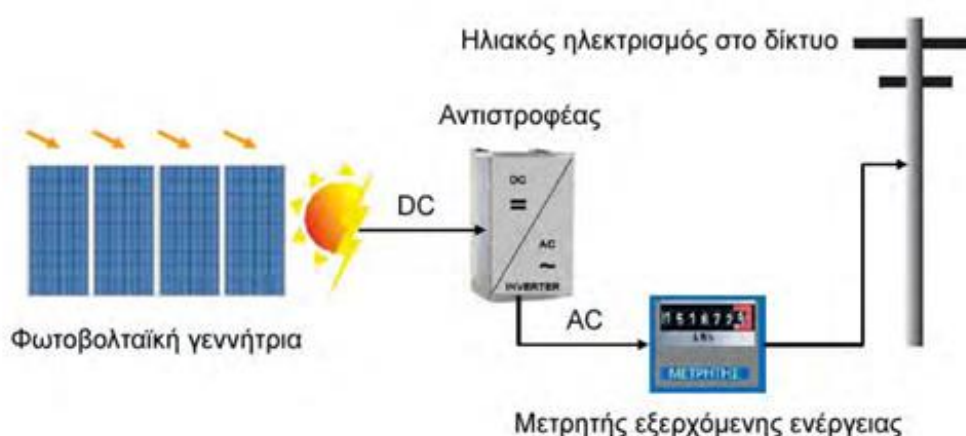
Ειδικά για τα φωτοβολταϊκά προτείνεται να γίνει υποχρεωτική η εγκατάστασή τους στα νέα δημόσια και εμπορικά κτίρια μέχρι το 2026, ενώ τα νέα οικιστικά κτίρια θα πρέπει να εγκαταστήσουν φωτοβολταϊκά έως το 2029. Η ευρωπαϊκή ηλιακή στρατηγική προβλέπει την εγκατάσταση συστημάτων 600 GW έως το 2030.

7.2 Τύποι Φ/Β Συστημάτων

7.2.1 Υποσυστήματα

Το φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από τα παρακάτω υποσυστήματα:

- Τη φωτοβολταϊκή γεννήτρια με τη μηχανική υποστήριξη και πιθανόν ένα σύστημα παρακολούθησης της ηλιακής τροχιάς.
- Μπαταρίες (υποσύστημα αποθήκευσης) που χρησιμοποιούνται σε απομακρυσμένες εγκαταστάσεις όπως είναι π.χ. οι φάροι, διαφορετικά η σύνδεση του πάνελ γίνεται απευθείας με το υφιστάμενο δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ.
- Συσκευή ελέγχου και καθορισμού ισχύος.
- Εφεδρική γεννήτρια.



7.2.2 Κατηγορίες Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

Μερικές κατηγορίες εφαρμογών φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι:

- ▶ **Καταναλωτικά** (μέχρι 100 W) που χρησιμοποιούνται σε περιοχές που δεν είναι συνδεδεμένες με το ηλεκτρικό δίκτυο ή σε τροχόσπιτα, σκάφη αναψυχής, κλπ., για την εξυπηρέτηση αναγκών φωτισμού και ψύξης και για προϊόντα όπως ηλεκτρονικοί υπολογιστές, φανοί κ.ά.
- ▶ **Αυτόνομα** συστήματα (100-200kW) παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για κατοικίες και μικρούς οικισμούς που δεν είναι συνδεδεμένοι στο δίκτυο. Ακόμη χρησιμοποιούνται για:
 - αφαλάτωση / άντληση / καθαρισμό νερού
 - φωτισμό (δρόμων, πάρκων, αεροδρομίων)
 - συστήματα τηλεπικοινωνιών, τηλεμετρήσεων και συναγερμού
 - συστήματα σηματοδότησης (οδικής κυκλοφορίας, ναυτιλίας, αεροναυτιλίας)
 - ψύξη (αγροτικών προϊόντων, φαρμάκων κ.λπ.)
- ▶ Συστήματα **συνδεδεμένα με το δίκτυο** (πάνω από 200kW) που διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:
 - Φωτοβολταϊκά συστήματα που τροφοδοτούν κατοικίες, συγκροτήματα κατοικιών ή άλλα κτίρια και των οποίων η πλεονάζουσα ενέργεια τροφοδοτεί (πωλείται) το δίκτυο
 - Φωτοβολταϊκοί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, όπου όλη η παραγόμενη ενέργεια διοχετεύεται απευθείας στο δίκτυο.

Από τις παραπάνω κατηγορίες, οι σημαντικότερες είναι το διασυνδεδεμένο σύστημα με το δίκτυο και το αυτόνομο.

Διασυνδεδεμένα με το Δίκτυο Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Στα διασυνδεδεμένα με το δίκτυο φωτοβολταϊκά συστήματα, η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά, τροφοδοτεί τα ηλεκτρικά φορτία και αν υπάρχει περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας διαβιβάζεται και πωλείται στο δίκτυο. Στις περιπτώσεις όμως που η ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά δεν επαρκεί για να καλύψει τα φορτία, τότε το δίκτυο παρέχει τη συμπληρωματική ενέργεια. Έτσι, στα

διασυνδεδεμένα συστήματα υπάρχουν δύο μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας. Ο ένας μετράει την ενέργεια που δίνεται στο δίκτυο και ο άλλος την ενέργεια που παρέχει το δίκτυο. Επίσης στη περίπτωση των διασυνδεδεμένων συστημάτων δεν απαιτείται χρήση συσσωρευτών, γεγονός που ελαττώνει το αρχικό κόστος της εγκατάστασης καθώς και το κόστος συντήρησης.



Τα διασυνδεδεμένα συστήματα κατηγοριοποιούνται με κριτήριο τα συστήματα στήριξης:

- με σταθερό σύστημα στο έδαφος.
- με σταθερό σύστημα σε επικλινή στέγη.
- με σταθερό σύστημα σε επίπεδη οροφή κτιρίου.
- με σύστημα ηλιοστατών (trackers). Συστήματα παρακολούθησης της τροχιάς του ήλιου, χρησιμοποιούνται συνήθως στα φωτοβολταϊκά πάρκα ώστε η άμεση ακτινοβολία να προσπίπτει κάθετα στα πάνελ για αυξημένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Υπάρχουν 3 είδη τέτοιων συστημάτων:
 - Παρακολούθηση της τροχιάς στον κάθετο άξονα που αποδίδει μικρή αύξηση της απόδοσης
 - Παρακολούθηση της τροχιάς στον οριζόντιο άξονα για μεσαία επίπεδα αύξησης της απόδοσης

- Παρακολούθηση της τροχιάς και στους δύο άξονες που αποδίδει την μεγαλύτερη αύξηση της απόδοσης.

Επίσης ανάλογα με την μέθοδο που δίνει κίνηση στους άξονες του συστήματος διακρίνονται σε **υδραυλικά ή ηλεκτρικά συστήματα κίνησης**.

Στα μειονεκτήματα των κινητών συστημάτων μπορούν να αναφερθούν:

- Το αυξημένο κόστος της επένδυσης.
- Η ύπαρξη κινητών μερών η οποία και αυξάνει την πολυπλοκότητα του συστήματος.
- Η ανάγκη για αυτοκατανάλωση κάποιας ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας για την περιστροφή (κίνηση) των συστημάτων.
- Το αυξημένο κόστος συντήρησης.
- Η μεγαλύτερη ανάγκη για απομακρυσμένο (τηλεπικοινωνιακά) έλεγχο του συστήματος μιας και η πιθανότητα αστοχίας είναι μεγαλύτερη.
- Μεγαλύτερος κίνδυνος καταστροφής σε περίπτωση ακραίων καιρικών φαινομένων.

Γενικά, τα σταθερά συστήματα πλεονεκτούν σε σχέση με τα trackers στην απλότητα της κατασκευής, στο κόστος εγκατάστασης, στο κόστος συντήρησης, στην μεγαλύτερη απεξάρτηση του επενδυτή από τον κατασκευαστή και στην αξιοπιστία. Τα trackers, επειδή οι ηλιοστάτες μπορούν να αυξήσουν αρκετά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, πλεονεκτούν συνολικά στην απόδοση της επένδυσης του φωτοβολταϊκού συστήματος και αποδίδουν μεγαλύτερα οικονομικά οφέλη, αλλά έχουν αυξημένο κατασκευής και εγκατάστασης. Η χρήση των tracker συστήνεται μόνο σε περιοχές που έχουν υψηλό ποσοστό άμεσης ακτινοβολίας (όπως η Ελλάδα και η Ισπανία). Στην συννεφιασμένη Γερμανία τα συντριπτικά περισσότερα εγκατεστημένα συστήματα είναι σταθερά.

Αυτόνομα Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Τα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα για την τροφοδότηση καθορισμένων καταναλώσεων, δεν συνδέονται με μεγάλα κεντρικά δίκτυα διανομής, από τα οποία

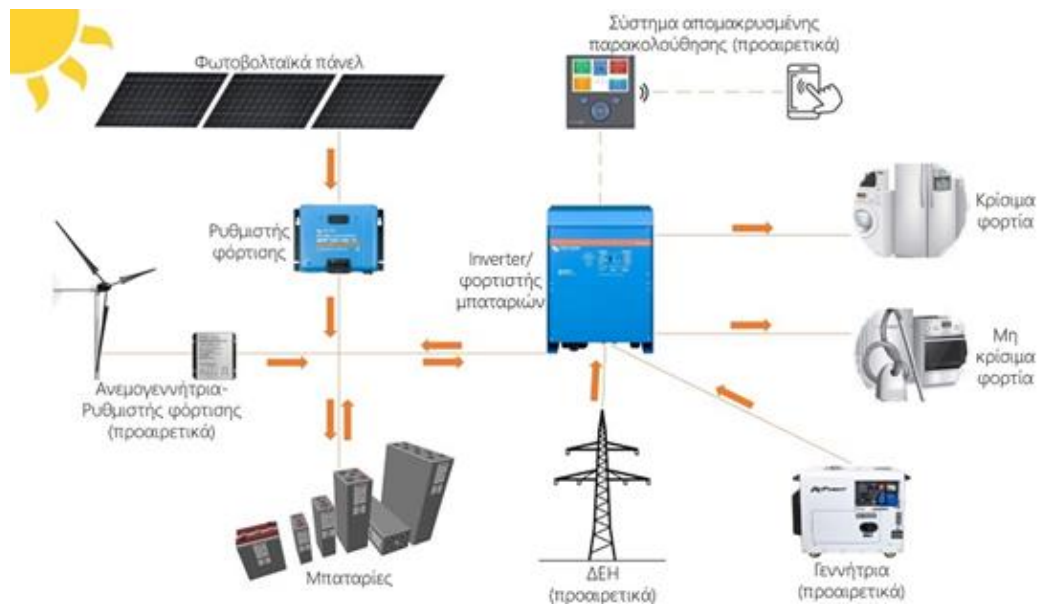
θα μπορούσαν να αντλούν συμπληρωματική ενέργεια ή να στέλνουν την ενδεχόμενη περίσσεια της παραγόμενης φωτοβολταϊκής ηλεκτρικής ενέργειας.



Σήμερα υπάρχει πληθώρα μικρών φωτοβολταϊκών συστημάτων σε κεραίες τηλεπικοινωνιακών σταθμών, εξοχικά σπίτια, αντλίες άντλησης νερού, χιονοδρομικά κέντρα, τροχόσπιτα, φάρους, μετεωρολογικούς σταθμούς, υπαίθρια φωτιστικά σώματα, σκάφη και άλλα. Τα συστήματα αυτά καθίστανται ενεργειακά αυτόνομα και διαθέτουν συστοιχίες συσσωρευτών, οι οποίες αποθηκεύουν μια ποσότητα από την περίσσεια της ηλεκτρικής τους παραγωγής, ώστε να χρησιμοποιηθεί όταν η ζήτηση είναι μεγαλύτερη από την παραγωγή της Φ/Β γεννήτριας.

Συνήθως, από τα αυτόνομα συστήματα ζητείται να εξασφαλίζουν μια αυτοδυναμία 3-10 ημερών. Η ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που πρέπει να αποθηκεύεται εξαρτάται από τις τοπικές συνθήκες και απαιτήσεις. Η αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να γίνει σε:

- Ηλεκτρικούς συσσωρευτές,
- Αναστρέψιμα υδροηλεκτρικά έργα,
- Υβριδικά φωτοβολταϊκά συστήματα.



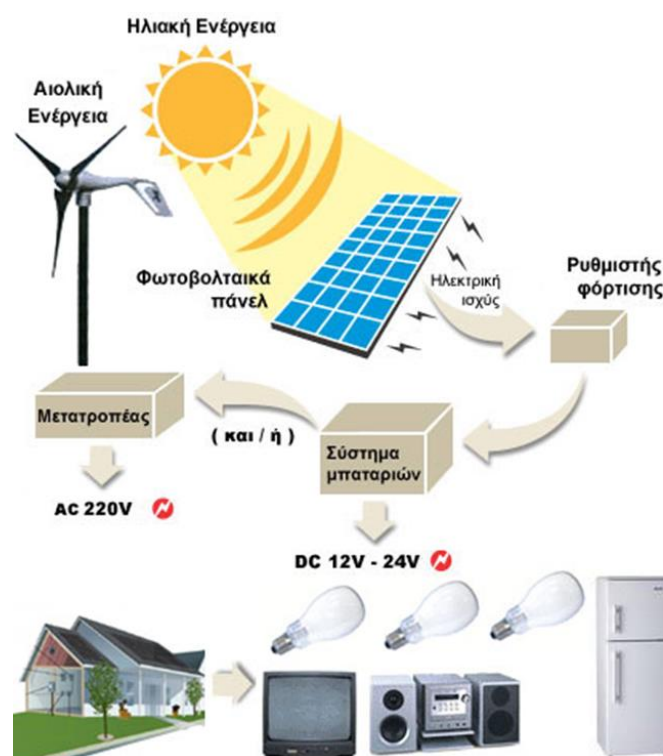
Δομικά Στοιχεία Αυτόνομου Φωτοβολταϊκού Συστήματος

Ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από:

- φωτοβολταϊκά πλαίσια για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- τη διάταξη λειτουργίας γύρω από το σημείο μέγιστης ισχύος (MPP).
- το μετατροπέα DC/DC που προσαρμόζει την τάση εξόδου από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια στην επιθυμητή τάση εισόδου του ρυθμιστή-φορτιστή.
- τον αυτόνομο ρυθμιστή-φορτιστή που ελέγχει τη διαδικασία φόρτισης των συσσωρευτών αποθήκευσης.
- τον ηλεκτρονικό αντιστροφέα (inverter) που μετατρέπει τη συνεχή τάση εισόδου σε εναλλασσόμενη 230V/50Hz.
- τον επιλογέα κατανάλωσης που ελέγχει τη λειτουργία των καταναλώσεων και έχει τη δυνατότητα επιλογής των φορτίων σε περιπτώσεις περιορισμού της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.
- τον πίνακα ελέγχου και λειτουργίας των καταναλώσεων της ηλεκτρικής εγκατάστασης.
- τον πίνακα ελέγχου και λειτουργίας ορισμένων καταναλώσεων που θα λειτουργούν με συνεχή τάση 24 ή 48 V.

Η διαδικασία σχεδιασμού ενός αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος, περιλαμβάνει τα ακόλουθα διαδοχικά στάδια:

- ▶ Επιλογή της καταλληλότερης χρονικής περιόδου για την αξιόπιστη λειτουργία του συστήματος.
- ▶ Εκτίμηση της μέσης ηλεκτρικής κατανάλωσης που πρέπει να ικανοποιεί το σύστημα.
- ▶ Υπολογισμός της μέσης διαθέσιμης ηλιακής ενέργειας στην περιοχή, στην επιλεγμένη χρονική περίοδο και την βέλτιστη κλίση των συλλεκτών.
- ▶ Υπολογισμός της απαιτούμενης συνολικής επιφάνειας των φωτοβολταϊκών συλλεκτών και εύρεση του αριθμού και της κατάλληλης συνδεσμολογίας των τυποποιημένων Φ/Β πάνελ.
- ▶ Καθορισμός των επιθυμητών ημερών αυτοδυναμίας του συστήματος και υπολογισμός της χωρητικότητας των συσσωρευτών αποθήκευσης της ηλεκτρικής ενέργειας για την αντιμετώπιση της ζήτησης στο διάστημα των πιθανών ημερών συνεχούς συννεφιάς.
- ▶ Προσδιορισμός των διαφόρων αναγκαίων διατάξεων ρύθμισης και ελέγχου και της ισχύος της βοηθητικής ενέργειας πηγής.



Υβριδικά Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Υβριδικά φωτοβολταϊκά συστήματα που δημιουργούνται όταν τα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα συνδυαστούν και με άλλη ανανεώσιμη ή συμβατική πηγή ηλεκτρικής ενέργειας (ανεμογεννήτρια, ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος, κ.λ.π.). Ένα υβριδικό φωτοβολταϊκό σύστημα, μπορεί να είναι:

► **αυτόνομο**, που συνδυάζει δύο τουλάχιστον πηγές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και αποτελεί μια κατάλληλη και βιώσιμη λύση για περιοχές χωρίς πρόσβαση στο βασικό δίκτυο. Μπορεί να περιλαμβάνει και συσσωρευτές αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας για αδιάλειπτη λειτουργία των εγκαταστάσεων που τροφοδοτεί. Ένα αυτόνομο υβριδικό σύστημα περιλαμβάνει:

- Τις ομάδες των φωτοβολταϊκών πλαισίων.
- Την ανεμογεννήτρια.
- Τον πολυμορφικό σταθμό μετατροπής ισχύος και αδιάλειπτης λειτουργίας που διαθέτει τη δυνατότητα σύνδεσης και με τρίτη πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (ντιζελογεννήτρια).
- Τους συσσωρευτές αποθήκευσης.
- Τον πίνακα τροφοδοσίας των καταναλώσεων.



- **Διασυνδεδεμένο**, που συνδυάζει δύο ή και περισσότερες πηγές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (συνδυασμός φωτοβολταϊκών πλαισίων, ανεμογεννήτριας, ντιζελογεννήτριας και συσσωρευτών αποθήκευσης), κατάλληλο για μεγάλη ισχύ και εξυπηρέτηση πολλών καταναλώσεων. Αποτελεί ιδανική λύση για νησιωτικές περιοχές επειδή μπορεί να παρέχει συνεχώς ηλεκτρική ενέργεια.

Ένα διασυνδεδεμένο υβριδικό σύστημα περιλαμβάνει:

- Τις ομάδες των φωτοβολταϊκών πλαισίων που συνήθως αποτελούν το Φ/Β πάρκο.
- Την ομάδα των ανεμογεννητριών που συνήθως αποτελούν το αιολικό πάρκο.
- Την ντιζελογεννήτρια.
- Τον πολυμορφικό σταθμό μετατροπής ισχύος.
- Τους συσσωρευτές αποθήκευσης που συνήθως αποτελούν τις συστοιχίες.

Όταν ένα υβριδικό σύστημα συνδέεται με το κεντρικό δίκτυο διανομής ή μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, δεν είναι αναγκαία η ντιζελογεννήτρια και οι συσσωρευτές αποθήκευσης.



Τοποθέτηση και Επιπτώσεις Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα εγκαθίστανται σε οροφές κτιρίων ή σε απομακρυσμένες περιοχές και για κάποιους η τοποθέτησή τους αποτελεί αισθητική όχληση. Οι διατάξεις οροφής είναι ορατές από το γύρω χώρο και μπορούν να θεωρηθούν ελκυστικές ή μη, ενώ κάποιες εταιρίες έχουν αναπτύξει Φ/Β πλαίσια στη

μορφή ειδικών πλακιδίων στην οροφή, που θα μπορούσαν να ενταχθούν στη δομή της οροφής περισσότερο διακριτικά από τα συνήθη πλαίσια. Για τα συστήματα που βρίσκονται εκτός οικισμών υπάρχει η δυνατότητα απόκρυψης με φυσικά μέσα, ενώ έχει υπάρξει πρόοδος και στην αισθητική) των συστημάτων που τοποθετούνται σε κτίρια.

Ούτε η διαδικασία παραγωγής φωτοβολταϊκών στοιχείων, ούτε η λειτουργία των φωτοβολταϊκών συστημάτων δημιουργούν περιβαλλοντικά προβλήματα εκπομπών αερίων ή υγρών ρυπαντών ή ραδιενεργών συστατικών. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια που δεν διαθέτουν κινητά τμήματα είναι απόλυτα ασφαλή από μηχανική άποψη και δεν προκαλούν θόρυβο. Οι ηλεκτρικοί κίνδυνοι ενός καλοσχεδιασμένου φωτοβολταϊκού συστήματος δεν είναι μεγαλύτεροι από μια αντίστοιχη ηλεκτρική εγκατάσταση.

Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από μια φωτοβολταϊκή συστοιχία είναι συνεχούς ρεύματος (DC), που οι αναστροφείς (inverters) μετατρέπουν σε εναλλασσόμενη τάση. Με τον τρόπο αυτό, το Φ/Β σύστημα είναι σε θέση να τροφοδοτήσει μια σύγχρονη εγκατάσταση (κατοικία, θερμοκήπιο, μονάδα παραγωγής κλπ.) που χρησιμοποιεί κατά κανόνα συσκευές εναλλασσόμενου ρεύματος (AC).

7.3 Ηλιακές Κυψέλες και Φωτοβολταϊκή Μετατροπή

7.3.1 Εισαγωγή

Φωτοβολταϊκό φαινόμενο είναι η πόλωση των ηλεκτρικών φορτίων που συμβαίνει σε συγκεκριμένα υλικά (ημιαγωγοί) όταν εκτεθούν σε φωτεινή ακτινοβολία. Εκμεταλλευόμενο το φωτοβολταϊκό φαινόμενο, το φωτοβολταϊκό σύστημα παράγει ηλεκτρική ενέργεια από την ηλιακή ακτινοβολία. Ανάλογα με τις ειδικές συνθήκες (κατεύθυνση και διάρκεια της ηλιοφάνειας, σκιάσεις κ.λπ.) στις οποίες θα λειτουργήσει το φωτοβολταϊκό (Φ/Β) σύστημα επιλέγεται η τεχνολογία κατασκευής των φωτοβολταϊκών στοιχείων που θα αποτελέσουν το πάνελ.

7.3.2 Σύσταση Φωτοβολταϊκού Στοιχείου

Το φωτοβολταϊκό στοιχείο είναι συνήθως τετράγωνο, με πλευρά 120-160mm φτιαγμένο από έναν τύπο πυριτίου που μπορεί να είναι:

- **Άμορφο πυρίτιο.** Τα φωτοβολταϊκά αυτής της κατηγορίας αποτελούνται από ένα λεπτό στρώμα πυριτίου που έχει εναποτεθεί ομοιόμορφα σε κατάλληλο υπόβαθρο υλικών, ώστε να καλύπτει καλύτερα τις επιφάνειες ακόμα και αν αυτές είναι καμπύλες ή εύκαμπτες. Αν και το άμορφο πυρίτιο παρουσιάζει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα στην απορρόφηση του φωτός, η φωτοβολταϊκή απόδοση του είναι 6%, αρκετά μικρότερη των κρυσταλλικών. Αυτό σημαίνει ότι για την ίδια ποσότητα ενέργειας χρειάζεται σχεδόν διπλάσια επιφάνεια, σε σχέση με τα κρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία. Το φθηνό, ωστόσο, κόστος κατασκευής τους τα κάνει ιδανικά σε εφαρμογές όπου δεν απαιτείται υψηλή απόδοση. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα για αυτήν την κατηγορία ημιαγωγών, είναι το γεγονός ότι δεν επηρεάζονται από τις υψηλές θερμοκρασίες.

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία από άμορφο πυρίτιο ανήκουν στην τεχνολογία thin films (ημιαγωγοί λεπτών υμενίων) και είναι ταινίες λεπτών επιστρώσεων, οι οποίες παράγονται με την εναπόθεση ημιαγωγού υλικού (π.χ. πυρίτιο) πάνω σε ένα χαμηλού κόστους υπόστρωμα υποστήριξης, όπως γυαλί ή αλουμίνιο. Γι' αυτό το λόγο, η τιμή τους είναι γενικότερα αρκετά χαμηλότερη, λόγω της μικρότερης ποσότητας πυριτίου που χρησιμοποιείται.

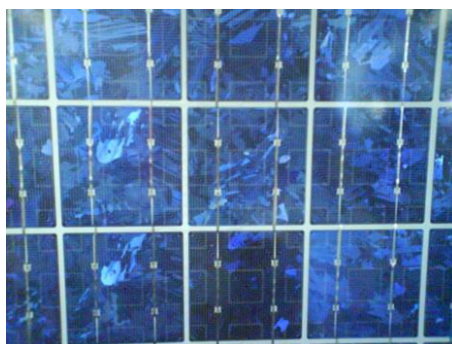


Εκτός από το πυρίτιο στην τεχνολογία thin films χρησιμοποιούνται και άλλα υλικά για την κατασκευή των φωτοβολταϊκών στοιχείων, όπως το Κάδμιο-Τελλούριο (CdTe) και ο ινδοδισεληνιούχος χαλκός. Τα thin films από αυτά τα υλικά,

διαφέρουν στην εμφάνιση από τα αντίστοιχα του κρυσταλλικού πυριτίου και συνήθως έχουν τη μορφή μιας λωρίδας πλάτους μερικών χιλιοστών και μήκους αρκετών εκατοστών.

► το **κρυσταλλικό πυρίτιο**, που διακρίνεται σε:

- μονοκρυσταλλικό (Single-crystal Silicon) που κατασκευάζεται από κυψέλες που έχουν κοπεί από ένα κυλινδρικό κρύσταλλο πυριτίου. Αποτελούν τα πιο αποδοτικά φωτοβολταϊκά με αποδόσεις 15%. Η κατασκευή τους όμως είναι πιο πολύπλοκη και περισσότερο δαπανηρή.
- πολυκρυσταλλικό (Multi-crystalline Silicon). Κατασκευάζεται από ράβδους λιωμένου και επανακρυσταλλομένου πυριτίου. Οι ράβδοι του πυριτίου κόβονται σε λεπτά τμήματα από τα οποία κατασκευάζεται η κυψέλη του φωτοβολταϊκού. Η διαδικασία κατασκευής τους είναι απλούστερη από εκείνη των μονοκρυσταλλικών φωτοβολταϊκών με αποτέλεσμα το φθηνότερο κόστος παραγωγής, αλλά παρουσιάζουν μικρότερη απόδοση της τάξης του 12%.



Η ενέργεια που παράγεται από φωτοβολταϊκά στοιχεία είναι περιορισμένη. Έτσι, για να παραχθεί μία σημαντική ποσότητα ηλεκτρικού ρεύματος, συνδέονται μεταξύ τους ηλεκτρονικά, πολλά φωτοβολταϊκά στοιχεία μαζί, σχηματίζοντας έτσι μία φωτοβολταϊκή γεννήτρια. Για λόγους μηχανικής αντοχής και ευχρηστίας, τα στοιχεία αυτά έχουν ενσωματωμένα στο περίγραμμά τους μεταλλικά ελάσματα ανοδιωμένου αλουμινίου, ενώ για λόγους προστασίας, είναι αεροστεγώς και υδατοστεγώς κλεισμένα, μέσα σε ειδικό τζάμι και ειδικά μονωτικά πλαστικά. Η συνολική ισχύς

ηλεκτρικής ενέργειας μιας φωτοβολταϊκής γεννήτριας, είναι ίση με το άθροισμα της ισχύος των επιμέρους φωτοβολταϊκών στοιχείων που την αποτελούν.

7.3.3 Σύνδεση Όμοιων Φωτοβολταϊκών Στοιχείων

Τρόποι σύνδεσης όμοιων φωτοβολταϊκών στοιχείων:

- **Σε σειρά:** Η σύνδεση σε σειρά όμοιων Φ/Β στοιχείων οδηγεί σε σύστημα με ανάλογα πολλαπλάσια τάση ανοικτού κυκλώματος.
- **Παράλληλα:** Η παράλληλη σύνδεση όμοιων Φ/Β στοιχείων, δίδει ένα σύνολο με την ίδια τάση ανοικτού κυκλώματος.

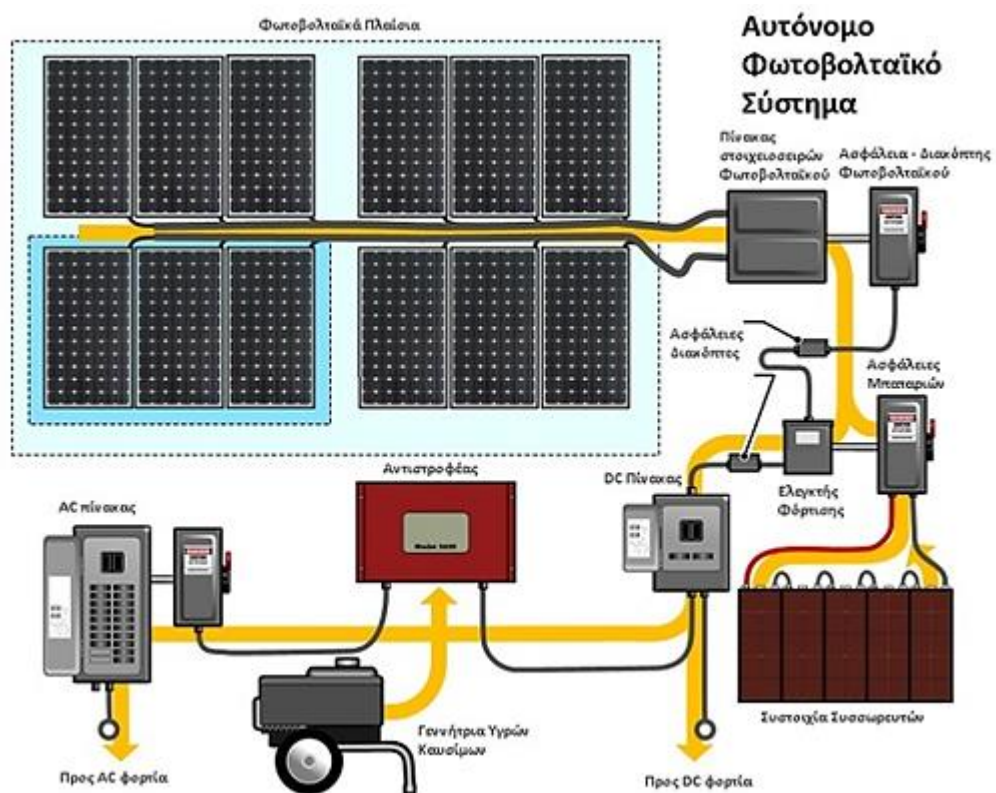


Ένα πάνελ μπορεί να αποτελείται από περισσότερα χωριστά πλαίσια (το ένα δίπλα στο άλλο), που είναι σε κοινή συσκευασία και κοινή ηλεκτρική σύνδεση μεταξύ τους. Κάθε Φ/Β πλαίσιο πρέπει να έχει ανοικτό ορίζοντα. Στις μεγάλες Φ/Β εγκαταστάσεις π.χ. συνολικής ισχύος πάνω από 20 kW, πολλές Φ/Β συστοιχίες σχηματίζουν ένα υπερσυγκρότημα συστοιχιών (arrays subfield) και το σύνολο των υπερσυγκροτημάτων αποτελεί το φωτοβολταϊκό πάρκο.

Πιθανές απώλειες στην παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να προκληθούν λόγω:

- αύξησης της θερμοκρασίας.
- ρύπανσης των υποσυστημάτων τους.
- φθοράς στα φωτοβολταϊκά πλαίσια και στα άλλα μέρη του συστήματος. Με την πάροδο του χρόνου παρουσιάζεται μια μικρή βαθμιαία πτώση 1-2% ετήσια, στην ποσότητα της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.

Κατά τον υπολογισμό της απαιτούμενης επιφάνειας των φωτοβολταϊκών συλλεκτών ενός συστήματος πρέπει να γίνεται πρόβλεψη, για την κάλυψη όλων αυτών των απωλειών, που μπορεί συνολικά να είναι 20-30% της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας ή και περισσότερο.



Όταν μία εγκατάσταση με φωτοβολταϊκά (Φ/Β) πλαίσια δεν είναι συνδεδεμένη με το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας αλλά λειτουργεί αυτόνομα, θα πρέπει να αποθηκεύει ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας, την οποία θα έχει ανάγκη τις νυχτερινές ώρες ή τις ημέρες με συννεφιά (μικρή ή μηδενική ηλιοφάνεια). Αυτή η αποθήκευση ενέργειας γίνεται σε συσσωρευτές (μπαταρίες φωτοβολταϊκών). Ο συσσωρευτής

είναι μία διάταξη ηλεκτροχημικής μετατροπής ενέργειας μέσα από μια σειρά χημικών αντιδράσεων οξείδωσης (αποβολή ηλεκτρονίων) και αναγωγής (πρόσληψη ηλεκτρονίων) στο θετικό και το αρνητικό ηλεκτρόδιο, κατά τη φόρτιση και την εκφόρτιση.

Σε αυτές τις αντιδράσεις οξειδοαναγωγής, άνοδος είναι το ηλεκτρόδιο που αποβάλλει ηλεκτρόνια και κάθοδος αυτό που προσλαμβάνει ηλεκτρόνια. Τα ηλεκτρόδια συνδέονται στους ρευματοσυλλέκτες που καταλήγουν στους πόλους του κελιού, που είναι η στοιχειώδης μονάδα αποθήκευσης της ηλεκτρικής ενέργειας, σε μορφή χημικής ενέργειας. Ο συσσωρευτής αποτελείται από ένα ή περισσότερα κελιά, συνδεδεμένα ηλεκτρικά μεταξύ τους. Τα ηλεκτρόδια βυθίζονται στο εσωτερικό του δοχείου του κελιού και η διάταξη συμπληρώνεται με ηλεκτρολύτη σε μορφή υγρή ή gel.

Συσσωρευτής

Ο συσσωρευτής των φωτοβολταϊκών εφαρμογών είναι επαναφορτιζόμενος και πρέπει να μπορεί να εκτελέσει πολλούς κύκλους φόρτισης-εκφόρτισης. Είναι το πιο αναλώσιμο κομμάτι της εγκατάστασης με μέση διάρκεια ζωής τα 8 χρόνια, όταν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια έχουν 30.

Το μέγεθος της ηλεκτρικής ενέργειας που πρέπει να αποθηκεύεται εξαρτάται από τις ημερήσιες ανάγκες που πρέπει να καλυφθούν και από την πρόβλεψη για τον αριθμό των ημερών με περιορισμένη ή μηδενική ηλιοφάνεια.



Η τοποθέτηση των συσσωρευτών γίνεται μέσα σε ιδιαίτερο χώρο (τμήμα αποθήκευσης ηλεκτροστασίου) με πολύ καλό σύστημα αερισμού. Οι συσσωρευτές

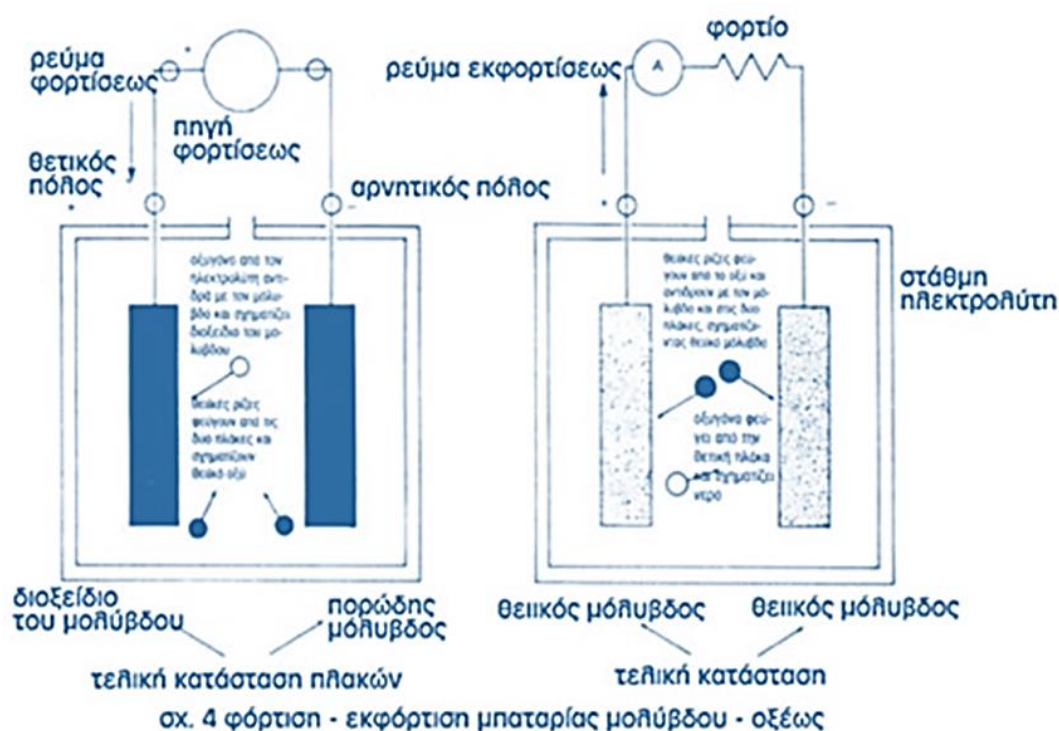
τοποθετούνται στο δάπεδο με πρόβλεψη για άνετο χώρο για την επίβλεψη και τη συντήρησή τους.

Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται στις συνδέσεις των ακροδεκτών στους πόλους των συσσωρευτών που θα πρέπει να γίνονται με ειδικά περιλαίμια και κοχλίες και να τοποθετείται στη συνέχεια αντισκοριακό υλικό.

Η σωστή επιλογή τύπου και διαστάσεων μπαταρίας αποτελεί ίσως το κρισιμότερο μέρος της σχεδίασης ενός αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος. Η λειτουργία της μπαταρίας ενός φωτοβολταϊκού, καθορίζεται από τον ελεγκτή φόρτισης ο οποίος ορίζει πότε θα διακοπεί η φόρτισή της, ώστε να αποτρέψει υπερφόρτιση.

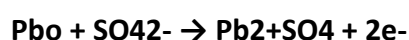
Υπάρχουν διάφοροι τύποι συσσωρευτών με την ονομασία τους να προέρχεται από τον τύπο των ηλεκτροδίων κατασκευής, όπως είναι ο νικελίου-καδμίου (Nid), νατρίου-θείου, ψευδαργύρου-βρωμίου, ψευδαργύρου-χλωρίου κ.λπ.

Οι συσσωρευτές μολυβδου-οξέος ($\text{Pb-H}_2\text{SO}_4$) είναι οι περισσότερο χρησιμοποιούμενοι στα φωτοβολταϊκά συστήματα, λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων που έχουν και του μικρού σχετικά κόστους τους. Στην κατάσταση πλήρους φόρτισης το θετικό ηλεκτρόδιο αποτελείται από διοξείδιο του μολυβδου (PbO_2) και το αρνητικό ηλεκτρόδιο από μολυβδο (Pb).

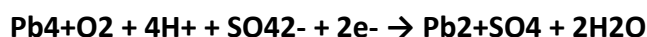


Τα δύο ηλεκτρόδια τοποθετούνται μέσα σε ειδικό ανθεκτικό κιβώτιο το οποίο γεμίζεται με ηλεκτρολύτη θειικού οξέος (διάλυμα H_2SO_4 20%) που μπορεί να είναι σε μορφή ζελέ ή σε υδαρή μορφή. Κατά τη διαδικασία της φόρτισης (σύνδεσης των πόλων του συσσωρευτή με πηγή συνεχούς ρεύματος ελεγχόμενης τάσης), η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε χημική. Κατά τη διαδικασία της εκφόρτισης (σύνδεση των πόλων του συσσωρευτή με ηλεκτρική κατανάλωση) η χημική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική.

Ενώ τα ηλεκτρόδια είναι βυθισμένα σε διάλυμα θειικού οξέος ($\text{PbO}_2 + \text{Pb} + \text{H}_2\text{SO}_4$), στο αρνητικό ηλεκτρόδιο συμβαίνει μία αντίδραση οξείδωσης:



Σε αυτή την περίπτωση το αρνητικό ηλεκτρόδιο μόλυβδου Pb λειτουργεί ως άνοδος. Ο μόλυβδος αντιδρά με το αρνητικά φορτισμένο ιόν SO_4^{2-} του ηλεκτρολύτη και σχηματίζει θειικό μόλυβδο $\text{Pb}^{2+} + \text{SO}_4$, αποβάλλοντας ηλεκτρόνια που δίνουν στο ηλεκτρόδιο το αρνητικό του φορτίο. Στο θετικό ηλεκτρόδιο συμβαίνει μία αντίδραση αναγωγής:



Σε αυτή την αντίδραση το θετικό ηλεκτρόδιο λειτουργεί ως κάθοδος και από το διοξειδίου του μόλυβδου και τα ιόντα του ηλεκτρολύτη σχηματίζονται θειικός μόλυβδος $\text{Pb}^{2+} + \text{SO}_4$ και νερό, αφού ο μόλυβδος προσλαμβάνει ηλεκτρόνια και έτσι το ηλεκτρόδιο αποκτά θετικό φορτίο.



Εάν στους πόλους συνδεθεί φορτίο, τα ηλεκτρόνια, που δημιουργούνται από τις παραπάνω αντιδράσεις, ρέουν από το αρνητικό προς το θετικό ηλεκτρόδιο. Η συμβατική φορά του ρεύματος είναι αντίθετη από τη ροή των ηλεκτρονίων. Το κύκλωμα εσωτερικά του συσσωρευτή κλείνει με τη ροή των ιόντων H^+ και SO_4^{2-} .

Κατά τη διαδικασία της εκφόρτισης, μειώνεται η διαφορά δυναμικού (τάση) μεταξύ των πόλων του συσσωρευτή.

Η αντίδραση της οξειδοαναγωγής συνεχίζεται μέχρι την πλήρη εκφόρτιση του συσσωρευτή, οπότε η χημική ενέργεια που εκλύθηκε κατά τις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις και βρίσκεται αποθηκευμένη στο συσσωρευτή έχει μετατραπεί σε ηλεκτρική για να τροφοδοτήσει το φορτίο.

Η διαφορά δυναμικού στους πόλους του συσσωρευτή μηδενίζεται, αν και πρακτικά η διαδικασία της εκφόρτισης έχει ρυθμιστεί να σταματάει σε κάποια τιμή της τάσης του συσσωρευτή. Όταν υπάρχει πλήρης εκφόρτιση και τα δύο ηλεκτρόδια αποτελούνται από θειικό μόλυβδο ενώ ο ηλεκτρολύτης έχει μετατραπεί σε νερό. Συνδέοντας στους πόλους του συσσωρευτή μια πηγή ρεύματος, π.χ. ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο, μέσω ρυθμιστή φόρτισης, ο θετικός πόλος της πηγής συνδέεται στο θετικό πόλο του συσσωρευτή.

Κατά τη διάρκεια της φόρτισης πραγματοποιούνται αντίστροφες χημικές αντιδράσεις οξειδοαναγωγής στο αρνητικό και το θετικό ηλεκτρόδιο και η ροή των ηλεκτρονίων, των ιόντων και η φορά του ρεύματος είναι αντίστροφη από τα αντίστοιχα στη διαδικασία της εκφόρτισης. Η διαφορά δυναμικού (τάση) του συσσωρευτή αυξάνεται και η ηλεκτρική ενέργεια της πηγής ρεύματος μετατρέπεται σε χημική ενέργεια που αποθηκεύεται στο συσσωρευτή.



αντιδράσεων.

Με την πλήρη φόρτιση ολοκληρώνεται, ένας πλήρης κύκλος φόρτισης-εκφόρτισης και όλη αυτή τη διαδικασία ηλεκτροχημικής μετατροπής μέσω οξειδοαναγωγικών

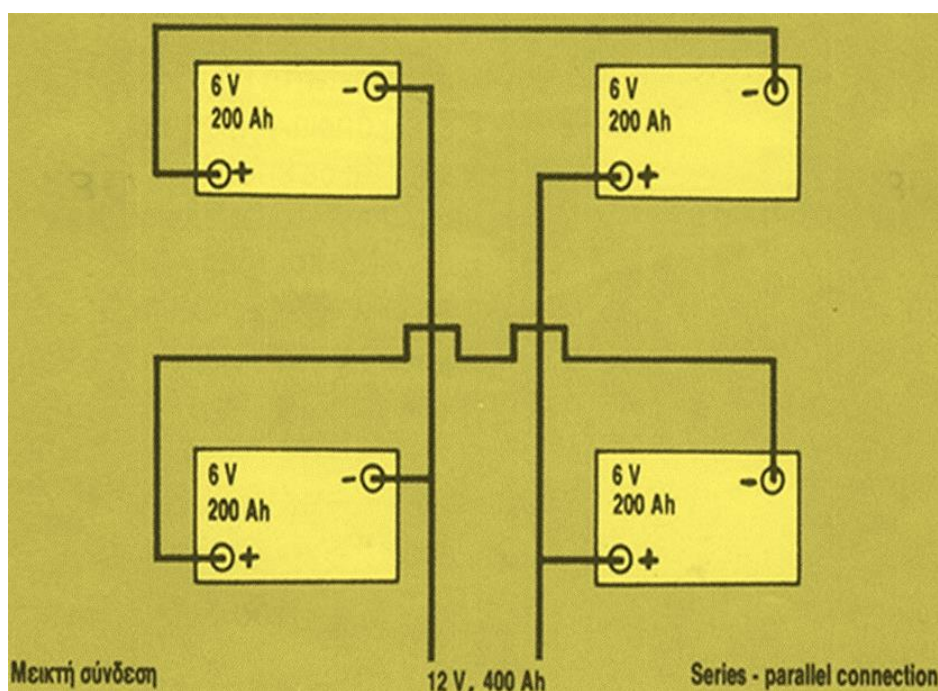
Σύνδεση Αυτόνομων Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

Στις μεσαίες και ιδιαίτερα στις μεγάλες εγκαταστάσεις με φωτοβολταϊκά και στις περιπτώσεις αυτόνομων φωτοβολταϊκών συστημάτων, οι ανάγκες για αποθηκευμένη ηλεκτρική ενέργεια είναι μεγάλες. Για την κάλυψη των αναγκών σε αυτές τις περιπτώσεις, χρειάζεται η σύνδεση περισσότερων από έναν συσσωρευτών.

Η σύνδεση γίνεται με τη βοήθεια ειδικών εξαρτημάτων (συνδετήρες), τα οποία τοποθετούνται στους πόλους των συσσωρευτών (θετικός + και αρνητικός -).

Οι συσσωρευτές συνδέονται μεταξύ τους με τρεις τρόπους:

- ▶ **Σύνδεση σε σειρά.** Στην περίπτωση αυτή συνδέουμε τον αρνητικό πόλο του πρώτου συσσωρευτή με τον θετικό του δεύτερου και συνεχίζουμε έτσι με όλους τους προς σύνδεση συσσωρευτές. Στο τέλος των συνδέσεων, ο θετικός πόλος του πρώτου συσσωρευτή και ο αρνητικός του τελευταίου αποτελούν τους τελικούς ακροδέκτες τροφοδοσίας της συστοιχίας συσσωρευτών. Η συνολική τάση της συστοιχίας είναι ίση με το άθροισμα των ονομαστικών τάσεων όλων των συσσωρευτών που συνδέονται σε σειρά.
- ▶ **Παράλληλη σύνδεση.** Στην περίπτωση αυτή συνδέουμε μαζί όλους τους θετικούς πόλους των συσσωρευτών και έχουμε τον θετικό πόλο της συστοιχίας και όλους τους αρνητικούς και έχουμε τον αρνητικό πόλο της συστοιχίας. Η συνολική



ονομαστική χωρητικότητα της συστοιχίας είναι ίση με το άθροισμα των επιμέρους χωρητικότητων των συσσωρευτών που είναι συνδεδεμένοι παράλληλα.

- ▶ **Μικτή σύνδεση** αυτή που συνδυάζει τα πλεονεκτήματα της σύνδεσης σε σειρά και της σύνδεσης παράλληλα ώστε σε μία συστοιχία να διαθέτει και μεγάλη τάση και μεγάλη χωρητικότητα (μεγάλη ένταση).

7.4 Σχεδιασμός και Εγκατάσταση Φ/Β Συστημάτων

7.4.1 Τοποθέτηση Φωτοβολταϊκών

Στην περίπτωση της τοποθέτησης των φωτοβολταϊκών σε οροφές, αξιοποιείται η διαθέσιμη επιφάνεια του συγκεκριμένου χώρου του κτιρίου. Η ενσωμάτωση των φωτοβολταϊκών σε κτίρια, παρέχει οφέλη όπως:

- Συγχρονισμός ψυκτικών φορτίων κτιρίων κατά τη θερινή περίοδο με τη μέγιστη παραγόμενη ισχύ από τα Φ/Β.
- Αποφυγή χρήσης γης για την εγκατάσταση.



- Αποκεντρωμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και επιτόπου κατανάλωση της παραγόμενης ενέργειας.

Στις περισσότερες όμως περιπτώσεις επιλέγεται να τοποθετηθούν σε απομακρυσμένες περιοχές, όπου υπάρχουν διαθέσιμες μεγάλες εκτάσεις γης. Για εγκαταστάσεις που προορίζονται για την παραγωγή μέσης ή μεγάλης ποσότητας ηλεκτρικής ισχύος, απαιτείται η τοποθέτηση πολλών φωτοβολταϊκών συστοιχιών, οι οποίες όλες μαζί σχηματίζουν ένα φωτοβολταϊκό πάρκο. Η διάταξη των φωτοβολταϊκών συστοιχιών στον διαθέσιμο χώρο γίνεται με τρόπο ώστε να μην προκαλείται σκίαση μεταξύ των σειρών των φωτοβολταϊκών γεννητριών. Ειδικά κατά τις ώρες που η ηλιακή ακτινοβολία λαμβάνει μεγάλες τιμές, εάν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια σκιάζουν το ένα το άλλο, υπάρχει μεγάλη πτώση στην απόδοση του συστήματος.

Οι φωτοβολταϊκές γεννήτριες πρέπει να τοποθετούνται σε παράλληλες σειρές, με νότιο προσανατολισμό, και σε απόσταση μεταξύ τους, τέτοια που να περιορίζεται η σκίαση. Η σκίαση που προκαλείται, και κατά συνέπεια η



απόσταση που απαιτείται, είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο αυξάνεται η γωνία τοποθέτησης των πλαισίων. Το φαινόμενο σκίασης των φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι εντονότερο το χειμώνα, οπότε ο ήλιος βρίσκεται χαμηλά στον ορίζοντα και, ως εκ τούτου, η σκιά του κάθε πλαισίου εκτείνεται σε σημαντικό μήκος.

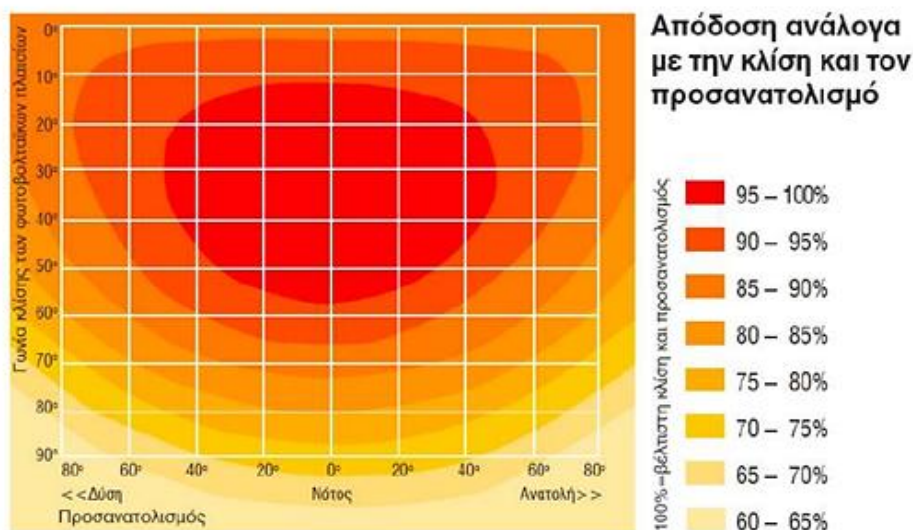
Οι φωτοβολταϊκές γεννήτριες, όπως εξάλλου και τα φωτοβολταϊκά στοιχεία από τα οποία αποτελούνται, παράγουν πάντοτε ηλεκτρικό ρεύμα συνεχούς τάσης και, ανάλογα με την εφαρμογή, αυτό, είτε χρησιμοποιείται απευθείας ως έχει, είτε μετατρέπεται σε ρεύμα εναλλασσόμενης τάσης. Επίσης, οι φωτοβολταϊκές γεννήτριες συνδυάζονται και με άλλες κύριες ή βοηθητικές ηλεκτρονικές συσκευές, σχηματίζοντας αυτόνομα ή διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα.

7.4.2 Χαρακτηριστικά Αποδοτικότητας Φ/Β Συστήματος

Η απόδοση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα μετεωρολογικά-κλιματικά στοιχεία μιας περιοχής. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας επηρεάζεται όχι μόνο από την ηλιακή ακτινοβολία αλλά και από τη θερμοκρασία, το γεωγραφικό μήκος και πλάτος και το υψόμετρο. Υπάρχει αναλογική σχέση ανάμεσα στην ισχύ του κελιού και την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, για σταθερές θερμοκρασίες κελιού. Όμως η ισχύς του ηλιακού κελιού μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας.

Προσανατολισμός – Κλίση

Για την μέγιστη ενεργειακή αποδοτικότητα των φωτοβολταϊκών πλαισίων απαιτείται βέλτιστη εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Επειδή η συνεχής παρακολούθηση του ήλιου (tracker) δεν είναι οικονομικά αποδοτική (για την περίπτωση στέγης ή ταράτσας), επιλέγεται η καλύτερη κλίση και προσανατολισμός.



Για το βόρειο ημισφαίριο η βέλτιστη κλίση του φωτοβολταϊκού είναι 10-30°, με κατεύθυνση προς το Νότο. Για την Ελλάδα η μεγιστοποίηση της συνολικής ετήσιας ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε επιφάνεια σταθερής κλίσης επιτυγχάνεται με νότιο προσανατολισμό και κλίση περίπου 28°.

Στα αυτόνομα φωτοβολταϊκά, η επιλογή της κλίσης και του προσανατολισμού δεν έχουν να κάνουν τόσο με τη βέλτιστη επιλογή για τη μεγιστοποίηση της ετήσιας απόδοσης, όσο με τη μέγιστη απόδοση για τη συγκεκριμένη χρήση που απαιτείται. Για παράδειγμα, κατά την καλοκαιρινή χρήση επιλέγεται κλίση κάτω των 15° και για χειμώνα πάνω από 35°. Αντίστοιχα, αν η χρήση είναι πιο έντονη τα πρωινά ο ανατολικός προσανατολισμός είναι σημαντικός, ενώ για απογευματινή χρήση δυτικός.

Προσανατολισμός	Κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο		
	0 °	30 °	90 °
			
Ανατολικός - Δυτικός	90	85	50
Νοτιοανατολικός- Νοτιοδυτικός	90	95	60
Νότιος	90	100	60
Βορειοανατολικός- Βορειοδυτικός	90	67	30
Βόρειος	90	60	20

Σκίαση

Όταν ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο σκιάζεται, παράγει σημαντικά χαμηλότερο ρεύμα και κατά συνέπεια λιγότερη ενέργεια. Αν αυτό συμβαίνει σε ένα πλαίσιο που ανήκει σε μια συστοιχία, το συγκεκριμένο πλαίσιο αποτελεί σημείο συμφόρησης (bottleneck) για όλη την ομάδα πλαισίων που είναι συνδεδεμένα, επιβάλλοντας το χαμηλότερο ρεύμα του σε όλα τα υπόλοιπα, μειώνοντας σημαντικά τη συνολική παραγωγή του συστήματος.

Εκτός από αυτό, οι επαναλαμβανόμενες τοπικές σκιάσεις σε ώρες υψηλής ακτινοβολίας καταπονούν και προκαλούν φθορά στο σκιασμένο φωτοβολταϊκό πλαίσιο, καθώς το ρεύμα των υπόλοιπων πλαισίων καταναλώνεται σε μορφή θερμότητας στο σκιασμένο. Το πρόβλημα της σκίασης είναι ιδιαίτερα συνηθισμένο και έντονο στα φωτοβολταϊκά σε στέγες και ταράτσες εντός πόλεων, όπου τα διαφορετικά ύψη κτιρίων προκαλούν μόνιμες σκιάσεις.

Πριν τη λήψη της απόφασης για την εγκατάσταση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος σε στέγη ή ταράτσα, ένα ειδικός θα εκτιμήσει την κατάσταση και θα προτείνει στον ενδιαφερόμενο εναλλακτικές λύσεις για το πρόβλημα των σκιάσεων, όπως είναι οι ακόλουθες:

- Απομάκρυνση των εμποδίων (θερμοσίφωνες, κεραίες, σύρματα) που δημιουργούν σκίαση, αν είναι εφικτό.
- Μείωση του ύψους των εμποδίων που δημιουργούν σκίαση.
- Απομάκρυνση από τα εμπόδια που δημιουργούν σκίαση σε μια απόσταση όσο το διπλάσιο της διαφοράς ύψους εμποδίου-πλαισίου για την περίπτωση νότιας σκίασης).
- Κατάλληλη ομαδοποίηση πλαισίων ώστε να συνδέονται μαζί τα πλαίσια που υφίστανται παρόμοιες συνθήκες σκίασης και να εισάγονται σε ξεχωριστή είσοδο του αντιστροφέα.
- Κατάλληλη επιλογή πλαισίων με διόδους παράκαμψης του πλαισίου όταν αυτό δε λειτουργεί.



Για να υπάρχει η δυνατότητα σύγκρισης διαφορετικών κελιών ή και πάνελ σε κοινές συνθήκες, έχουν οριστεί οι Πρότυπες Συνθήκες Ελέγχου (Standard Test Conditions, STC) που αντιστοιχούν σε :

- Ένταση προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας 1.000W/m²
- Θερμοκρασία κελιού 25°C.
- Μάζα αέρα (air mass) ίση προς 1,5 που αντιστοιχεί σε γωνία του ήλιου ίση προς 41.8° ως προς τον ορίζοντα. Η μάζα αέρα είναι μία παράμετρος που πρακτικά σχετίζεται με τη διαδρομή της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω της ατμόσφαιρας. Έτσι όταν ο ήλιος βρίσκεται κάθετα στην επιφάνεια της γης, η ηλιακή ακτινοβολία

περνάει μόνο μία φορά διαθέσου του ατμοσφαιρικού αέρα, γεγονός που δηλώνεται ως $AM=1$.



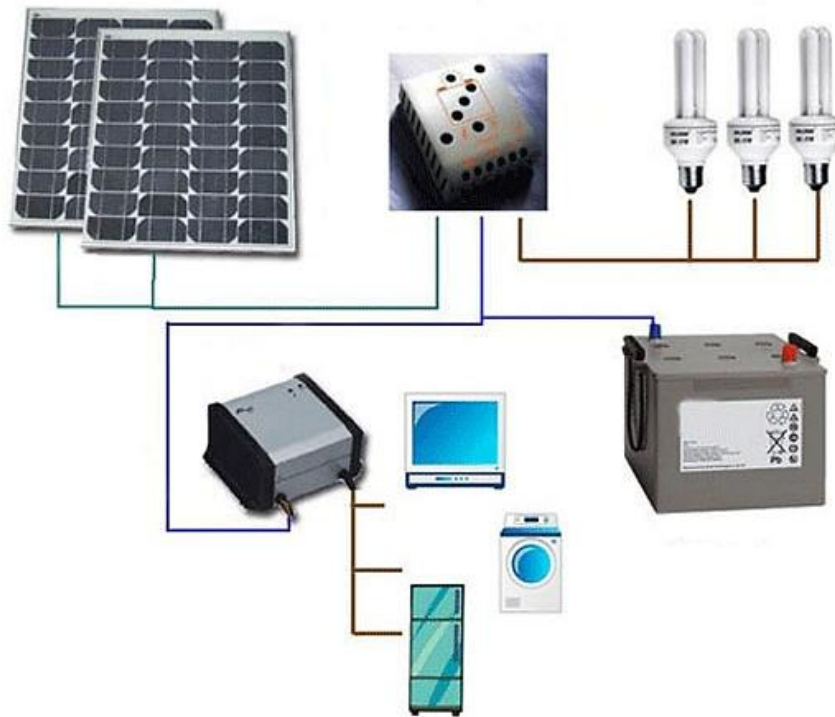
Επειδή η θερμοκρασία κελιού, είναι συνήθως κατά $25-30^{\circ}\text{C}$ υψηλότερη από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος, οι κατασκευαστές παρέχουν και τα δεδομένα ισχύος στις συνθήκες NOCT (Normal Operating Cell Temperature), οι οποίες αντιστοιχούν σε θερμοκρασία κελιού $45-48^{\circ}\text{C}$ για

θερμοκρασία περιβάλλοντος 20°C , ένταση ακτινοβολίας 800W/m^2 , $AM=1.5$ και ταχύτητα ανέμου 1m/sec . Αυτό συμβαίνει για να υπάρχει μια περισσότερο ρεαλιστική εικόνα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τα ηλιακά κελιά, αναφορικά με τις επικρατούσες περιβαλλοντικές συνθήκες.

Επιμέρους Χαρακτηριστικά

Ο εξοπλισμός ηλεκτροπαραγωγής των φωτοβολταϊκών δεν διαθέτει κινούμενα μέρη, το οποίο γενικά περιορίζει τις απαιτήσεις για συντήρηση στο ελάχιστο και οδηγεί σε μακρούς χρόνους λειτουργίας. Τα πλαίσια συνήθως λειτουργούν για 20 χρόνια και οι απαιτήσεις τους περιορίζονται στον περιστασιακό καθαρισμό τους από τους ρύπους. Τα περισσότερα από τα άλλα υποσυστήματα των φωτοβολταϊκών, που περιγράφονται σαν «εξοπλισμός εξισορρόπησης» (Balance of System, BOS), απαιτούν συντήρηση κάθε 10 χρόνια, αν ακολουθούνται απλά μέτρα προληπτικής συντήρησης. Οι μπαταρίες στις περισσότερες εκτός δικτύου εφαρμογές, χρειάζονται αντικατάσταση κάθε 5 χρόνια.

Η εμπειρία από αποτυχημένες εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων λόγω των μεγάλων τεχνικών προβλημάτων που εμφάνισαν, δείχνει ότι αιτία της αποτυχίας ήταν ο ελλιπής σχεδιασμός του συστήματος ή κακή επιλογή των συνιστωσών BOS, και σχεδόν ποτέ η αστοχία ενός φωτοβολταϊκού πλαισίου.



Κατά τη σχεδίαση του συστήματος απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στη συνεργασία μεταξύ της φωτοβολταϊκής συστοιχίας και του ηλεκτρονικού αντιστροφέα. Ο αντιστροφέας απαιτεί στην είσοδό του ένα συγκεκριμένο εύρος τάσης λειτουργίας, χωρίς να γίνεται υπέρβαση σε ένα ανώτατο όριο τάσης εισόδου, ώστε να μην υπάρξει κίνδυνος καταστροφής του αντιστροφέα.

Συνεπώς, ο αριθμός των φωτοβολταϊκών πλαισίων που μπορούν να συνδεθούν σε σειρά υπολογίζεται έτσι ώστε να μην υπερβαίνονται τα όρια αυτά, σε όλες τις συνθήκες λειτουργίας. Από την ελάχιστη θερμοκρασία λειτουργίας των πλαισίων υπολογίζεται η μέγιστη τιμή της τάσης των αλυσίδων και από τη μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας των πλαισίων καθορίζεται η μέγιστη τιμή του ρεύματος των παράλληλων αλυσίδων (κλάδων).



Το ρεύμα λειτουργίας των παράλληλων κλάδων θα πρέπει να είναι χαμηλότερο από το μέγιστο όριο ρεύματος εισόδου του αντιστροφέα. Η συνολική ισχύς της Φ/Β συστοιχίας

μπορεί και να υπερβαίνει την ονομαστική ισχύ του μετατροπέα κατά ένα ποσοστό 10-15%.

7.4.3 Εγκατάσταση Φ/Β Μονάδας

Για την κατασκευή και εγκατάσταση μιας φωτοβολταϊκής ηλεκτροπαραγωγικής μονάδας και των υποδομών της, θα πρέπει να ακολουθηθούν οι κανόνες της διεθνούς εμπειρίας και οι ισχύοντες κανονισμοί, προκειμένου αποφευχθούν καταστάσεις που θα μπορούσαν να θέσουν σε κίνδυνο ανθρώπινες ζωές ή να προκαλέσουν υλικές καταστροφές. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια που θα επιλεγούν θα πρέπει να πληρούν, είτε τις τεχνικές προδιαγραφές του κανονισμού EN-IEC 61215 (Φ/Β κρυσταλλικού πυριτίου), είτε του κανονισμού EN-IEC 61646 (Φ/Β τεχνολογίας λεπτών υμενίων).

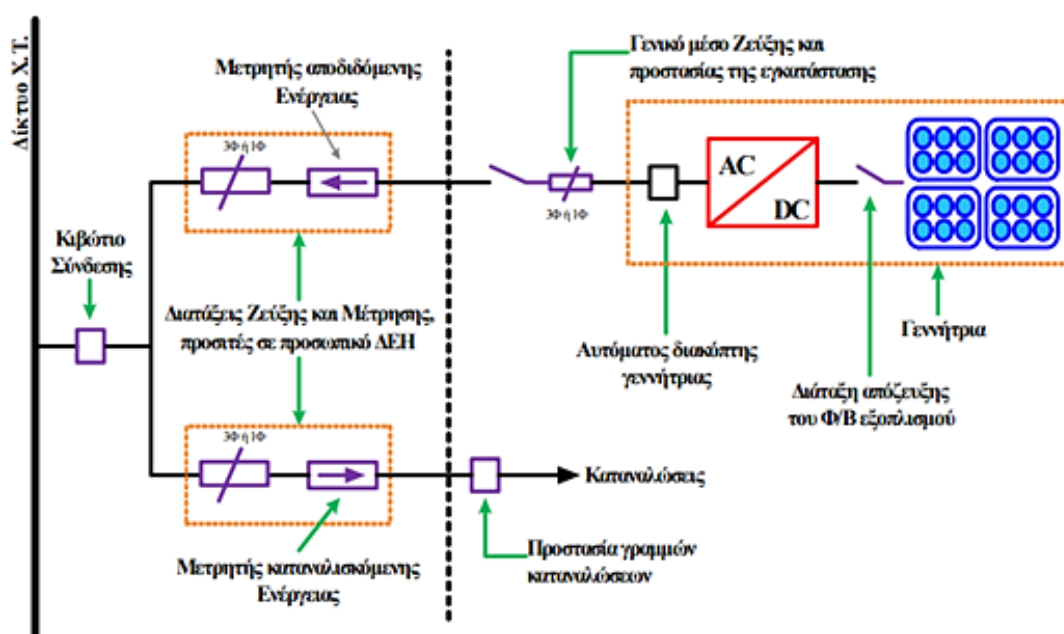
Επίσης, πρέπει να συνυπολογιστούν οι διαφορετικές ιδιότητες των φωτοβολταϊκών στοιχείων σε σχέση με τις συμβατικές πηγές:

- τα φωτοβολταϊκά πλαίσια συμπεριφέρονται σαν πηγές ρεύματος ελεγχόμενες από τάση. Επειδή η μέγιστη τιμή του ρεύματος ενός Φ/Β πλαισίου είναι ελάχιστα μεγαλύτερη από την τιμή του ονομαστικού ρεύματος του πλαισίου, η χρήση ασφαλειών δεν εγγυάται τη διακοπή του συστήματος σε περίπτωση σφάλματος (π.χ. βραχυκύκλωμα πλαισίου).
- σε αντίθεση με τις περισσότερες ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες όπου η παραγωγή ηλεκτρισμού μπορεί να διακοπεί με τη βοήθεια ενός γενικού μέσου απόζευξης, τα φωτοβολταϊκά πλαίσια παράγουν τάση στους ακροδέκτες τους μόλις εκτεθούν στο ηλιακό φως. Συνεπώς, η εγκατάσταση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος πραγματοποιείται υπό συνθήκες τάσεως προς την πλευρά των πλαισίων.

Σύνδεση ενός Οικιακού Φωτοβολταϊκού (Φ/Β) Συστήματος

Η σύνδεση ενός οικιακού φωτοβολταϊκού (Φ/Β) συστήματος στο ηλεκτρικό δίκτυο Χαμηλής Τάσης, θα πρέπει να γίνεται με τρόπο ώστε να μην παραβιάζονται τα όρια που θέτουν οι Διαχειριστές του Δικτύου. Έτσι, τα κριτήρια που εξετάζονται

προκειμένου να επιτραπεί η σύνδεση νέων εγκαταστάσεων παραγωγής σε συγκεκριμένο σημείο του δικτύου Χαμηλής Τάσης είναι η διαμόρφωση των προστασιών της διασύνδεσης εγκαταστάσεων δικτύου, οι αργές και ταχείες μεταβολές της τάσης, οι εκπομπές αρμονικών, η επάρκεια του δικτύου και η συμβολή των νέων μονάδων στη στάθμη βραχυκύκλωσης. Τα κριτήρια και οι μέθοδοι αξιολόγησης της εφαρμογής αυτών βασίζονται στη σειρά προτύπων 61000 της IEC και το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 50160 τα οποία έχουν σήμερα διεθνή αποδοχή.



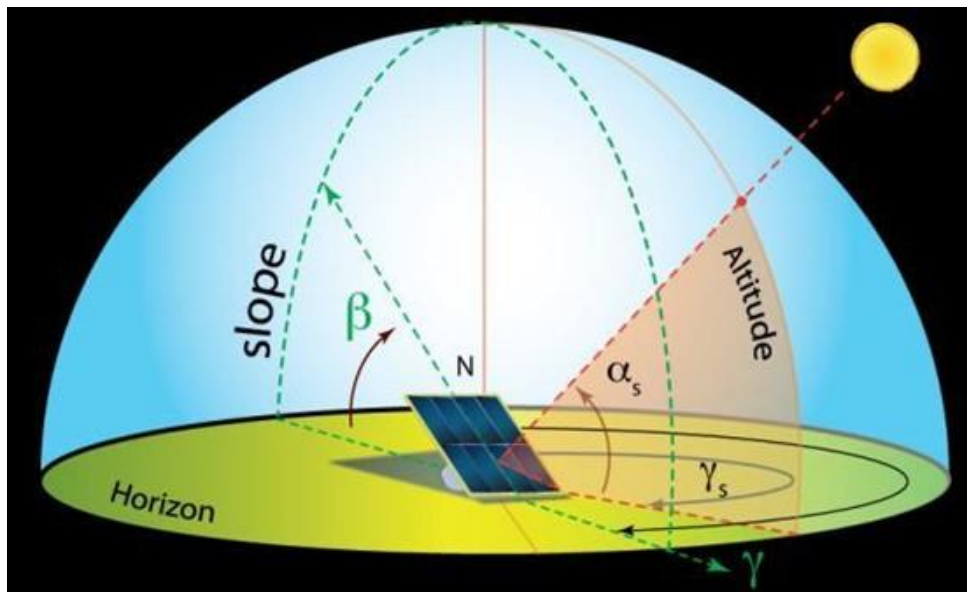
Η καλή σχεδίαση και η σωστή επιλογή των υλικών καλωδίωσης είναι απαραίτητη για την ασφάλεια έναντι ηλεκτροπληξίας όχι μόνο του εγκαταστάτη αλλά και όλων των προσώπων που έρχονται σε επαφή με το σύστημα. Η επιλογή καλωδίων κατάλληλης διατομής αποτρέπει την εκδήλωση πυρκαγιάς λόγω υπερθέρμανσης των καλωδίων σε περίπτωση βραχυκυκλώματος.

7.5 Θερμικά Ηλιακά Συστήματα (ΘΗΣ)

7.5.1 Εισαγωγή

Η ηλιακή γεωμετρία ασχολείται με τις μαθηματικές σχέσεις που περιγράφουν την κίνηση της γης γύρω από τον ήλιο και τον υπολογισμό της θέσης του ήλιου από κάθε σημείο πάνω στην επιφάνεια της γης. Η ηλιακή γεωμετρία, εξετάζει τις δύο κύριες κινήσεις της γης:

- Την περιστροφή της γύρω από τον άξονα βορρά – νότου από τα δυτικά προς τα ανατολικά, η οποία διαρκεί περίπου 24 ώρες.
- Την κίνησή της γύρω από τον Ήλιο, που γίνεται σε ελλειπτική τροχιά με μέση ωριαία ταχύτητα περίπου 106.000km/h και διαρκεί 365 μέρες, 5 ώρες, 48' και 46', περίοδος που έχει οριστεί σαν ένα έτος.



Τα στοιχεία της ηλιακής γεωμετρίας είναι σημαντικά για τον υπολογισμό του ενεργειακού ισοζυγίου ενός κτιρίου, σε συνδυασμό με τη γεωμετρία και τον προσανατολισμό του κτιρίου και τα δομικά υλικά από τα οποία είναι κατασκευασμένο.

Σε ένα κτίριο, η ηλιακή ακτινοβολία επιδρά στη διαμόρφωση των φορτίων αιχμής για την ψύξη ή τη θέρμανση του αλλά διαμορφώνει και τις συνθήκες φυσικού φωτισμού των εσωτερικών χώρων. Με τη βοήθεια της ηλιακής γεωμετρίας, είναι δυνατός ο ακριβής υπολογισμός της επιφάνειας φωτοβολταϊκών πλαισίων ή ηλιακών συλλεκτών που σκιάζονται από φυσικά ή τεχνητά εμπόδια.

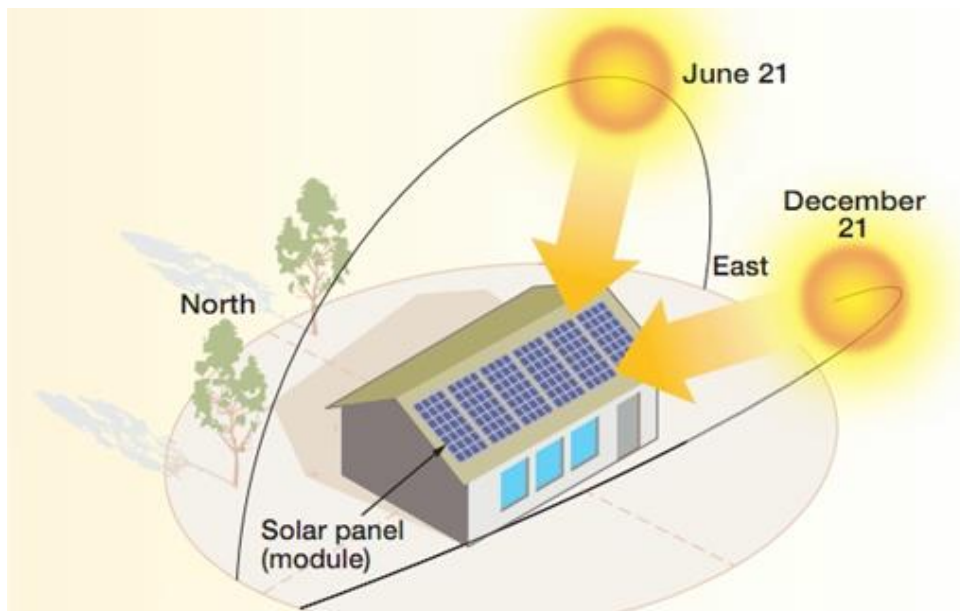
Όταν είναι γνωστό το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στις επιφάνειες, τότε είναι εφικτός ο υπολογισμός των ηλιακών κερδών (solar gains) από την κάθε δομική επιφάνεια του κτηριακού κελύφους, σε συνδυασμό με άλλα μεγέθη. Για τον υπολογισμό των ηλιακών κερδών σε αδιαφανείς επιφάνειες χρειάζεται να είναι γνωστή η ισοδύναμη εξωτερική θερμοκρασία αέρα-ηλίου (sol-air temperature),

ενώ για τις διαφανείς επιφάνειες απαιτείται ο υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας U και των συντελεστών σκίασης.

Για τον υπολογισμό της ηλιακής ακτινοβολίας που θα προσπέσει στην επιφάνεια, είναι απαραίτητο να είναι γνωστή:

- η γωνία πρόσπτωσης με την οποία προσπίπτει στην επιφάνεια
- η ηλιακή ακτινοβολία έξω από την ατμόσφαιρα
- η ηλιακή ακτινοβολία που είναι διαθέσιμη στη θέση εγκατάστασης της επιφάνειας.

Η ολική ακτινοβολία που τελικά θα δεχτεί η επιφάνεια μελέτης αποτελεί το σύνολο τριών τύπων ακτινοβολίας: της άμεσης, της διάχυτης και της ανακλώμενης.



7.5.2 Συστήματα Παραγωγής Θερμικής Ενέργειας

Στην επιφάνεια του πλανήτη, η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή θερμικής ενέργειας γίνεται με τριών ειδών συστήματα:

Θερμικά Ηλιακά Συστήματα

Τα θερμικά ηλιακά συστήματα (ΘΗΣ) μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα. Η παραγόμενη θερμότητα αξιοποιείται σε πολλές εφαρμογές, όπως:

- παραγωγή ζεστού νερού

- οικιακή χρήση
- θέρμανση (και υβριδικά), τηλεθέρμανση, κολυμβητήρια
- χημική βιομηχανία (π.χ. θέρμανση νερού διεργασιών)
- αγροτική βιομηχανία (π.χ. ξήρανση, θερμοκήπια)
- αφαλάτωση νερού
- παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος

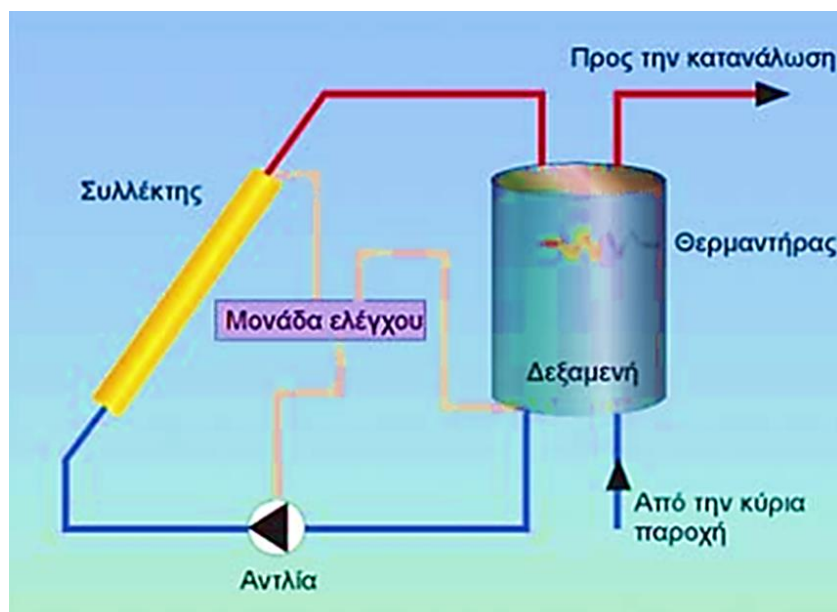
Η πιο απλή και διαδεδομένη μορφή των θερμικών ηλιακών συστημάτων είναι οι



ηλιακοί θερμοσίφωνες, οι οποίοι απορροφούν την ηλιακή ενέργεια και τη μεταφέρουν με τη μορφή θερμότητας σε κάποιο ρευστό, όπως το νερό. Η απορρόφηση της ηλιακής ενέργειας γίνεται με τη χρήση ηλιακών συλλεκτών,

σκουρόχρωμων επιφανειών, προσανατολισμένων προς τον ήλιο, οι οποίες μεταδίδουν στο ρευστό, μέρος της θερμότητας που παρέλαβαν. Το παραγόμενο ζεστό νερό χρησιμοποιείται για απλή οικιακή ή πιο σύνθετη βιομηχανική χρήση. Τα ηλιακά θερμικά συστήματα αποτελούνται από:

- τον ηλιακό συλλέκτη,
- την δεξαμενή αποθήκευσης,
- το φορτίο κατανάλωσης,
- τους κυκλοφορητές,
- το σύστημα βοηθητικής ενέργειας,
- το σύστημα αυτοματισμού - ελέγχου και τις σωληνώσεις που συνδέουν τα επιμέρους τμήματα και συσκευές του συστήματος.



Στον ηλιακό συλλέκτη η προσπίπτουσα ηλιακή ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια του φέροντος ρευστού (συνήθως νερό), που μεταφέρει την θερμική ενέργεια από τον συλλέκτη στον εναλλάκτη που βρίσκεται στην δεξαμενή αποθήκευσης. Εκεί αποθηκεύετε η θερμική ενέργεια και ο εναλλάκτης της δεξαμενής μεταφέρει την θερμική ενέργεια στο ρευστό χρήσης. Οι κυκλοφορητές και το σύστημα σωληνώσεων και βανών κατευθύνουν την κίνηση των ρευστών. Ένα σύστημα αυτοματισμού και ελέγχου ρυθμίζει την ομαλή λειτουργία του συστήματος ενώ ένα βοηθητικό σύστημα παρέχει συμπληρωματικά το αναγκαίο θερμικό φορτίο που απαιτείται.

Η ετήσια μείωση της εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα ανά ηλιακό θερμοσίφωνα ισοδυναμεί με την εκπεμπόμενη ποσότητα από ένα οικογενειακό αυτοκίνητο. Επιπλέον, η απόδοση του ηλιακού θερμοσίφωνα είναι πολλαπλάσια όλων των άλλων ΑΠΕ για την ίδια επιφάνεια (π.χ. 4 φορές μεγαλύτερη από αντίστοιχη επιφάνεια φωτοβολταϊκών).

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας εμφανίστηκε πρώτη φορά στην Καλιφόρνια των Η.Π.Α. το 1891 και γρήγορα χρησιμοποιήθηκε στο 30% των σπιτιών της Καλιφόρνιας, αλλά η χρήση του δεν εξαπλώθηκε αφού τον 20^ο αιώνα κυριάρχησε η χρήση των ορυκτών καυσίμων και του ηλεκτρισμού. Επανήλθε στο προσκήνιο στις χώρες με μεγάλη ηλιοφάνεια με την πετρελαϊκή κρίση της δεκαετίας 1970. Στην Ελλάδα είχε εντυπωσιακή αποδοχή από το 1974 που παρουσιάστηκε στην αγορά.

Το 30% των νοικοκυριών στην Ελλάδα έχει εγκατεστημένο ηλιακό θερμοσίφωνα, γεγονός που κατατάσσει τη χώρα στην 5η θέση παγκοσμίως και 2η πανευρωπαϊκά (μετά την Κύπρο). Οι ποσότητες καυσίμων που εξοικονομούνται σε ετήσια βάση εκτιμάται ότι αντιστοιχούν σε 2,5 εκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα, προσφέροντας ένα συνολικό όφελος 25 εκατομμυρίων ευρώ δικαιωμάτων ρύπων. Η Ελληνική βιομηχανία παραγωγής ηλιοθερμικών συστημάτων είναι η 2η μεγαλύτερη στην Ευρώπη με ετήσια παραγωγή που ξεπερνά τους 300.000 ηλιακούς συλλέκτες και τις 130.000 δεξαμενές και απασχολεί άμεσα 4.000 εργαζόμενους.

Τα Παθητικά Ηλιακά (Βιοκλιματισμός) Συστήματα

Τα παθητικά ηλιακά (βιοκλιματισμός) συστήματα αφορούν αρχιτεκτονικές λύσεις και χρήση κατάλληλων δομικών υλικών για τη μεγιστοποίηση της άμεσης εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση, κλιματισμό ή φωτισμό. Σκοπός του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι η ανέγερση κτιρίων, π.χ. βιομηχανικών μονάδων, κτιρίων γραφείων, κτιρίων κατοικίας, των οποίων να καλύπτονται πλήρως οι ενεργειακές ανάγκες με τρόπο που δεν προκαλεί επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Τα παθητικά συστήματα λειτουργούν χωρίς μηχανολογικά εξαρτήματα ή πρόσθετη παροχή ενέργειας και με φυσικό τρόπο θερμαίνουν, αλλά και δροσίζουν τα κτίρια. Χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης
- Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού
- Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού



Η γενικότερη αρχή του βιοκλιματικού σχεδιασμού θέτει ότι η νότια πλευρά του κτιρίου πρέπει να χρησιμοποιείται για παθητική ηλιακή θέρμανση, ενώ αντίθετα η βόρεια πλευρά για την προστασία από τους ανέμους και τη διατήρηση της θερμότητας. Η μεγαλύτερη όψη του κτιρίου πρέπει να είναι προσανατολισμένη προς το νότο.

Καταλληλότερο σχήμα για το κτίριο είναι το επίμηκες κατά τον άξονα ανατολής-δύσης, διότι προσφέρει μεγαλύτερη επιφάνεια προς το νότο για συλλογή της ηλιακής θερμότητας τους χειμερινούς μήνες. Στη βόρεια πλευρά του κτιρίου πρέπει να υπάρχουν συμπαγείς τοίχοι και όσο το δυνατόν μικρότερα ανοίγματα. Οι τοίχοι του κτιρίου πρέπει να είναι ογκώδεις και φτιαγμένοι από συμπαγή υλικά, φιλικά προς το περιβάλλον, για καλύτερη προστασία από τις θερμοκρασιακές μεταβολές.

Οι γυάλινες επιφάνειες των ανοιγμάτων (πόρτες-παράθυρα) της κατοικίας αποτελούν τον απλούστερο ηλιακό συλλέκτη. Επίσης, τα σκίαστρα είναι απαραίτητα για την



προφύλαξη της οικίας από την ηλιακή ακτινοβολία τους θερινούς μήνες.

7.5.3 Αερισμός Κτιρίων

Ο αερισμός του κτιρίου είναι πολύ σημαντικός επειδή βοηθάει στην απομάκρυνση της πλεονάζουσας θερμότητας και επομένως κρατάει το κτίριο δροσερό τους θερινούς μήνες αλλά παράλληλα προκαλεί την ανανέωση του εσωτερικού αέρα με φρέσκο αέρα από το περιβάλλον που είναι πλούσιος σε οξυγόνο.

Υπάρχουν τρεις κατηγορίες συστημάτων αερισμού:

- **ο πύργος (καμινάδα) αερισμού**, που αξιοποιεί την δύναμη του αέρα και τον μεταφέρει στο εσωτερικό του κτιρίου από το στόμιο εισόδου που βρίσκεται πλευρά που προσβάλλεται από αέρα, που κυκλοφορεί στο κτίριο και αποβάλλεται από ένα απάνεμο άνοιγμα του κτιρίου.
- **η ηλιακή καμινάδα**, που αντί για τοιχοποιία έχει έναν υαλοπίνακα στη νότια επιφάνειά της και εκμεταλλεύεται τον ήλιο για να θερμάνει τον αέρα που ανεβαίνει προς τα πάνω και αντικαθίσταται από αέρα του σπιτιού, επιτυγχάνοντας έτσι διαρκή ανανέωση του.
- **ο διαμπερής αερισμός** μέσω των ανοιγμάτων σε ένα κτίριο που έχει καλύτερα αποτελέσματα όταν τα ανοίγματα εισόδου είναι μικρότερα από τα αντίστοιχα εξόδου, διαγώνια, αντίθετα το ένα από το άλλο και το άνοιγμα εισόδου βρίσκεται χαμηλότερα και το άνοιγμα εξόδου.

Ο περιβάλλοντας χώρος του κτιρίου συμβάλλει στη δημιουργία του μικροκλίματος γύρω από το κτίριο. Η βλάστηση μπορεί χρησιμοποιηθεί για ηλιοπροστασία, σκιασμό και προστασία από τους ανέμους. Γι' αυτό το λόγο, συνίσταται η φύτευση μεγάλων φυλλοβόλων δένδρων στις νότιες και δυτικές πλευρές του κτιρίου, ενώ αντίστοιχα στη βόρεια πλευρά, η ύπαρξη αιθιαλών δένδρων βοηθά στην ανάσχεση των χειμωνιάτικων ανέμων και παράλληλα προσφέρει δροσισμό του αέρα τους καλοκαιρινούς μήνες.

7.6 Χαρακτηριστικά Συνιστωσών των Θερμικών Ηλιακών Συστημάτων (ΘΗΣ)

7.6.1 Κατηγορίες Θερμικών Ηλιακών Συστημάτων

Τα Θερμικά Ηλιακά Συστήματα (ΘΗΣ) μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε αξιοποιήσιμη θερμότητα. Ανάλογα με την εφαρμογή για την οποία προορίζονται, την τεχνολογία που χρησιμοποιείται, το μέγεθός τους, τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής κ.λπ. μπορούν να χρησιμοποιηθούν και διαφορετικού τύπου θερμικά ηλιακά συστήματα.

Υπάρχουν αρκετές διαφορετικές διατάξεις αυτών των συστημάτων ανάλογα με τον τρόπο που προστατεύονται από τον παγετό και τον τρόπο που επιτυγχάνεται η

κυκλοφορία του ζεστού νερού. Κατηγοριοποιούνται με την χρήση διαφόρων κριτηρίων όπως η παραγόμενη θερμοκρασία σε συστήματα:

- χαμηλών θερμοκρασιών ($<80^{\circ}\text{C}$)
- μέσων θερμοκρασιών ($80-200^{\circ}\text{C}$)
- υψηλών θερμοκρασιών ($>200^{\circ}\text{C}$)

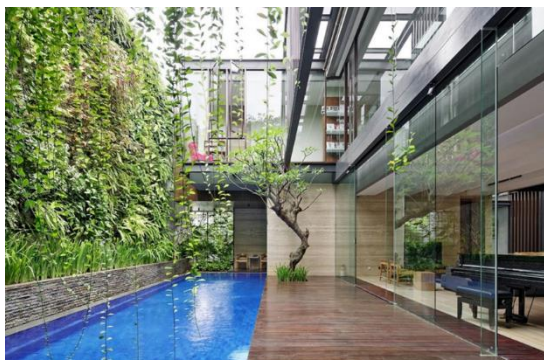
Σύμφωνα με το μηχανισμό που χρησιμοποιούν για τη μετάδοση της παραγόμενης θερμότητας, τα θερμικά ηλιακά συστήματα χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:



Παθητικά Θερμικά Ηλιακά Συστήματα

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι απλές κατασκευές, ενσωματωμένες στο κέλυφος του κτιρίου (δομικά στοιχεία του κτιρίου) που κατασκευάζονται με τα κοινά οικοδομικά υλικά. Αποτελούν τμήμα της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, η οποία τα τελευταία χρόνια λόγω των περιβαλλοντικών προβλημάτων του πλανήτη, έχει έρθει στο προσκήνιο στηριζόμενη στη σύγχρονη τεχνολογία. Τα συστήματα αυτά συναντώνται σε περιοχές με μεγάλη ηλιοφάνεια και χρησιμοποιούνται για θέρμανση χώρων και για παροχή φυσικού φωτισμού.

Ένα παράθυρο προσανατολισμένο στο νότο, συνοδευόμενο από κάποια θερμική μάζα μέσα στο κτίριο αποτελούν το απλούστερο και συνηθέστερο παθητικό ηλιακό σύστημα.



Άλλα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι τα θερμοκήπια, κλειστοί χώροι που ενσωματώνονται σε νότια τμήματα του κτιριακού κελύφους και περιβάλλονται από υαλοστάσια. Η ηλιακή θερμότητα

από το θερμοκήπιο μεταφέρεται στους κυρίως χώρους του κτιρίου μέσω ανοιγμάτων ή και διαπερνά τον τοίχο.

Τα αίθρια είναι εσωτερικοί χώροι του κτιρίου, οι οποίοι έχουν στην οροφή τους τζάμι, ενώ είναι σχεδιασμένοι με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζουν φυσικό φωτισμό και αερισμό στο εσωτερικό των χώρων. Είναι ένα είδος θωράκισης των κτιρίων που εξασφαλίζει ήλιο το χειμώνα και σκιά το καλοκαίρι.

Ο ηλιακός τοίχος ή τοίχος του Trombe είναι ένας συμπαγής τοίχος από μπετόν πάχους 30-40 εκατοστά, μια απορροφητική επιφάνεια συνήθως με μαύρη επίστρωση και ένα κάλυμμα από διαφανές μονωτικό υλικό. Η ηλιακή ακτινοβολία διαπερνά το διαφανές υλικό, απορροφάτε από τη μαύρη επιφάνεια και αποθηκεύεται στο τοίχο κατά



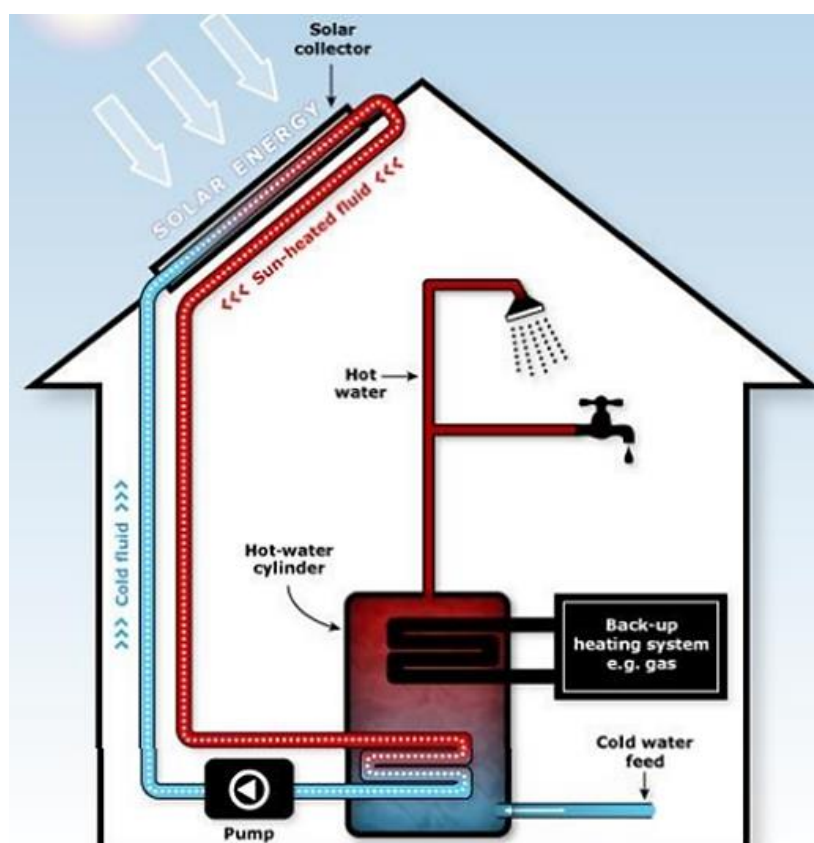
τη διάρκεια της ημέρας, από όπου απελευθερώνεται τη νύχτα.

Η λειτουργία αυτών των συστημάτων βασίζεται στο «φαινόμενο του θερμοκηπίου» και για τη συλλογή, αποθήκευση και διανομή της ενέργειας δεν απαιτούνται μηχανικές διατάξεις όπως κυκλοφορητές, αντλίες, συστήματα ελέγχου κ.α. Βασίζεται στην θεωρία ότι ο θερμότερος αέρας είναι ελαφρύτερος και κινείται ανοδικά.

Όταν φθάνει σε μια ψυχρότερη περιοχή αποβάλλει τη θερμότητα του και ψύχεται, άρα γίνεται βαρύτερος, κινείται καθοδικά και επιστρέφει στον ηλιακό τοίχο για να θερμανθεί πάλι και να επαναλάβει τον κύκλο του. Ο σωστός προσανατολισμός, η επαρκής θερμική μάζα και η θερμομόνωση του κελύφους του είναι επίσης αναπόσπαστα στοιχεία ενός παθητικού κτιρίου για τη λειτουργία του όλο το χρόνο. Η μετάδοση θερμότητας γίνεται με φυσικούς μηχανισμούς όπως αγωγή, ακτινοβολία και φυσική μεταφορά. Οι ηλιακοί συλλέκτες βρίσκονται κοντά στο σημείο στο οποίο απαιτείται η θερμότητα.

Ενεργητικά Θερμικά Ηλιακά Συστήματα

Τα ενεργητικά θερμικά ηλιακά συστήματα είναι ηλιακά συστήματα που χρησιμοποιούνται μόνο για την παραγωγή θερμικής ενέργειας και δεν αποτελούν απαραίτητο δομικό στοιχείο του συστήματος στο οποίο αυτή θα προσφερθεί. Για τη συλλογή, την αποθήκευση και τη διανομή της ενέργειας χρησιμοποιούν βοηθητικές συσκευές όπως ηλεκτρικές αντλίες, βαλβίδες και αυτοματισμούς, παρουσιάζοντας έτσι υψηλότερο κόστος από αυτό των παθητικών, αλλά γενικά μεγαλύτερη απόδοση.



Η τεχνολογία που εφαρμόζεται είναι αρκετά απλή και υπάρχουν πολλές δυνατότητες εφαρμογής της σε θερμικές χρήσεις χαμηλών θερμοκρασιών. Η πλέον διαδεδομένη εφαρμογή των συστημάτων αυτών είναι η παραγωγή ζεστού νερού οικιακής χρήσης. Τα συστήματα, βέβαια, αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν οπουδήποτε απαιτείται θερμότητα χαμηλής θερμοκρασιακής στάθμης.

Έτσι, η χρήση της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση χώρων, αφαλάτωση, παραγωγή ψύξης, κλιματισμό χώρων και άλλες εφαρμογές, εμφανίζεται ως μία από τις πολλά υποσχόμενες προοπτικές. Υπάρχουν ήδη μερικές επιτυχημένες εφαρμογές τέτοιων συστημάτων στη χώρα μας και αναμένεται να έχουν ταχεία ανάπτυξη.

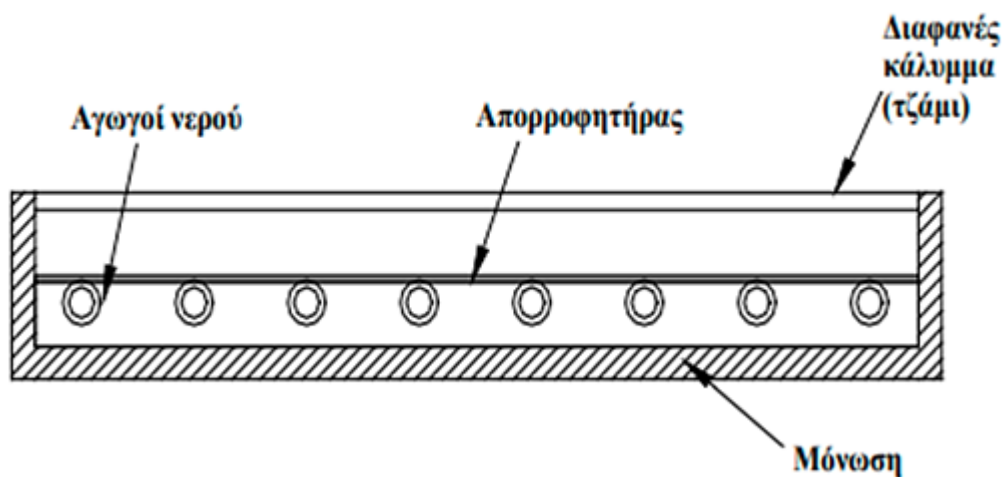
Ένα ενεργητικό ηλιακό σύστημα αποτελείται από τρία πεδία λειτουργιών:

- συλλογής
- αποθήκευσης και
- διανομής και διαχείρισης

Η συλλογή ηλιακής ακτινοβολίας γίνεται σε μία επιφάνεια (συλλέκτης) με μεγάλη διαπερατότητα στην ηλιακή ακτινοβολία και απορροφάται από μια επιφάνεια μεγάλης απορροφητικής ικανότητας. Η ενέργεια αυτή μεταφέρεται σε ένα χώρο υψηλής θερμοχωρητικότητας τον χώρο αποθήκευσης από όπου γίνεται η διανομή της ενέργειας με ακτινοβολία, μεταφορά θερμότητας, χρήση κυκλοφορητών και αντλιών.

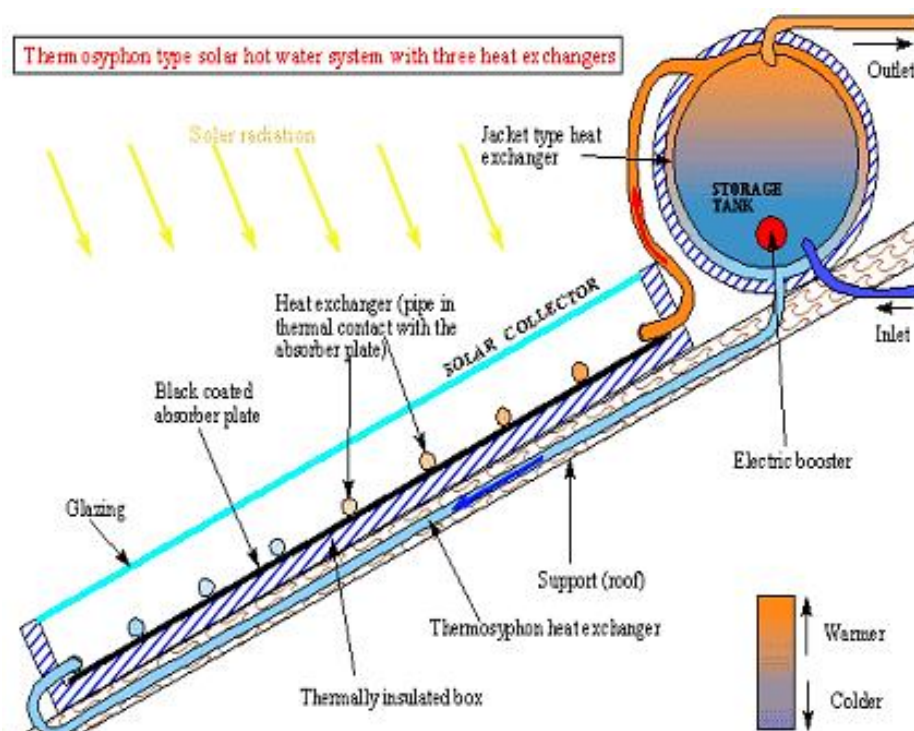
Ο επίπεδος ηλιακός συλλέκτης είναι ένα σύστημα συλλογής της ηλιακής ενέργειας το οποίο χρησιμοποιείται στις χαμηλές και τις μέσες, κυρίως, θερμοκρασίες. Δεν χρησιμοποιεί διατάξεις συγκέντρωσης της ηλιακής ενέργειας, επομένως αξιοποιεί ολικά την ηλιακή ακτινοβολία. Η λειτουργία του, βασίζεται στην αρχή του θερμοκηπίου. Τα βασικά τμήματα ενός επιπέδου ηλιακού συλλέκτη είναι:

- Η απορροφητική επιφάνεια
- Οι σωλήνες μέσα στους οποίους ρέει το θερμοαπαγωγό ρευστό.
- Η μόνωση του απορροφητήρα.
- Το διαφανές στην ορατή ακτινοβολία κάλυμμα.
- Το πλαίσιο του συλλέκτη.



Μια πολύ συχνά χρησιμοποιούμενη εφαρμογή εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας για παραγωγή ζεστού νερού οικιακής χρήσης και παράδειγμα ενεργητικού θερμικού ηλιακού συστήματος, είναι ο θερμοσίφωνας, που λειτουργεί με τις ακόλουθες αρχές:

- Η πυκνότητα του νερού μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας.
- Όταν το δοχείο αποθήκευσης τοποθετείται σε υψηλότερη θέση από το συλλέκτη, επιτυγχάνεται φυσική κυκλοφορία του νερού.
- Σε διαφορετική περίπτωση (π.χ. συστήματα θέρμανσης πισίνας) απαιτείται η χρήση κυκλοφορητή.



7.6.2 Θερμοσιφωνικά Συστήματα

Στα θερμοσιφωνικά συστήματα, παρέχεται κρύο νερό στο κάτω μέρος της δεξαμενής, το οποίο μέσω σωλήνων φθάνει στο συλλέκτη. Καθώς το νερό μέσα στο συλλέκτη θερμαίνεται, γίνεται ελαφρύτερο (μικρότερο ειδικό βάρος) και ανέρχεται με φυσικό τρόπο στη δεξαμενή αποθήκευσης απ' όπου οδεύει για χρήση.

Οι ψυχρότερες μάζες (άρα και βαρύτερες) στη δεξαμενή συνεχίζουν να ρέουν μέσω των σωληνώσεων προς το κατώτερο σημείο του συλλέκτη, όπου σταδιακά θερμαίνονται και η αυθόρμητη αυτή διαδικασία επαναλαμβάνεται. Αποτέλεσμα του

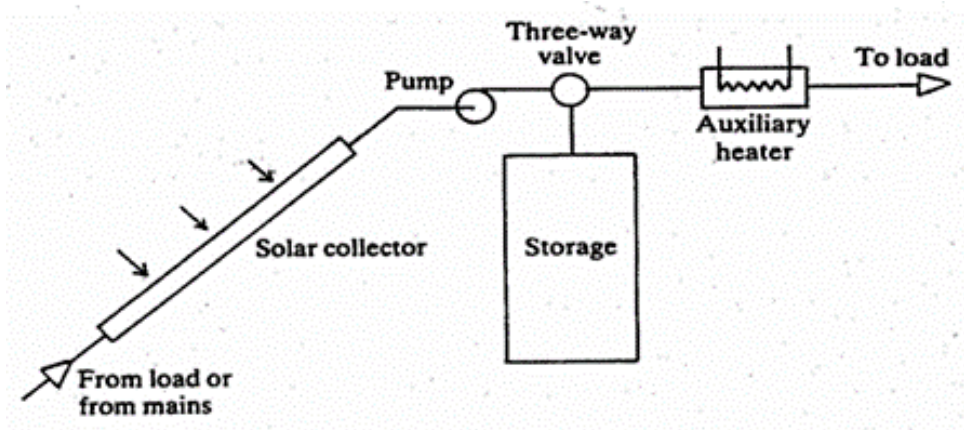
φαινομένου αυτού είναι η αυτορύθμιση του ρυθμού κυκλοφορίας του νερού, ανάλογα με την ωφέλιμη ενέργεια. Έτσι, η κυκλοφορία του νερού είναι φυσική, στηριζόμενη στη διαφορά ειδικού βάρους μεταξύ κρύου και θερμού νερού, ενώ η δεξαμενή τοποθετείται λίγο υψηλότερα από τους συλλέκτες για να εξασφαλίζει φυσική κυκλοφορία.

Μάλιστα, όταν δεν υπάρχει ηλιακή ακτινοβολία (νυχτερινές ώρες, παρατεταμένη συννεφιά), υπάρχει περίπτωση αντιστροφής της κυκλοφορίας του νερού. Για το λόγο αυτό, έχει επικρατήσει η τοποθέτηση της δεξαμενής αποθήκευσης σε υψηλότερη στάθμη από το συλλέκτη και η σύνδεση του σωλήνα προσαγωγής του νερού στα 2/3 του ύψους της δεξαμενής.

7.6.3 Συστήματα Παραγωγής Ζεστού Νερού Οικιακής Χρήσης

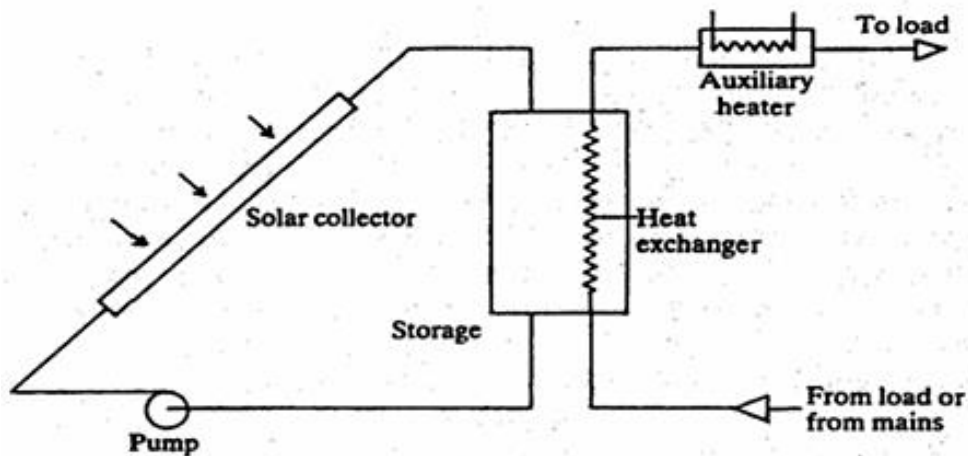
Γενικά, τα συστήματα που χρησιμοποιούνται για παραγωγή ζεστού νερού οικιακής χρήσης διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- ▶ **Ανοιχτού κυκλώματος** όπου το νερό που θερμαίνεται στους ηλιακούς συλλέκτες χρησιμοποιείται απ' ευθείας σαν ζεστό νερό χρήσης. Τα συστήματα αυτά



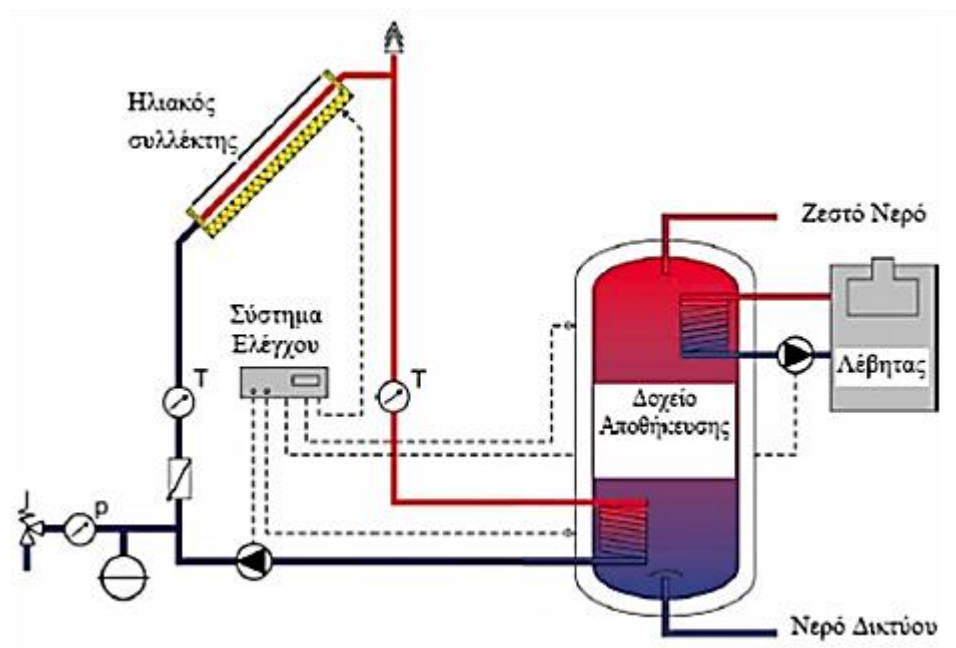
χαρακτηρίζονται από την απλή κατασκευή της δεξαμενής αποθήκευσης, ενώ υπάρχει ο κίνδυνος παγώματος και καταστροφής του συλλέκτη κατά τους χειμερινούς μήνες.

- ▶ **Κλειστού κυκλώματος** με χωριστό κύκλωμα με αντιψυκτικό υγρό (π.χ. προπυλενογλυκόλη) που κυκλοφορεί στο συλλέκτη. Η θερμότητα μεταφέρεται στο νερό προς χρήση μέσω εναλλακτών θερμότητας.



Για να αποφευχθεί ο κίνδυνος παγώματος του νερού στο συλλέκτη, σε βόρειες και ορεινές περιοχές, χρησιμοποιείται κλειστό θερμοσιφωνικό κύκλωμα ενώ για να αντιμετωπισθούν οι μεγάλες αλλαγές θερμοκρασίας και η περίπτωση βρασμού το καλοκαίρι, το κλειστό σύστημα χρειάζεται να διαθέτει αυτόματο εξαερισμό, δοχείο διαστολής και βαλβίδα ασφαλείας.

Άλλα συστήματα παραγωγής ζεστού νερού οικιακής χρήσης είναι τα συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας στα οποία ο συλλέκτης βρίσκεται σε απόσταση από την δεξαμενή αποθήκευσης και για να κυκλοφορήσει το ρευστό μεταφοράς χρειάζονται αντλίες, βαλβίδες και συστήματα ελέγχου.



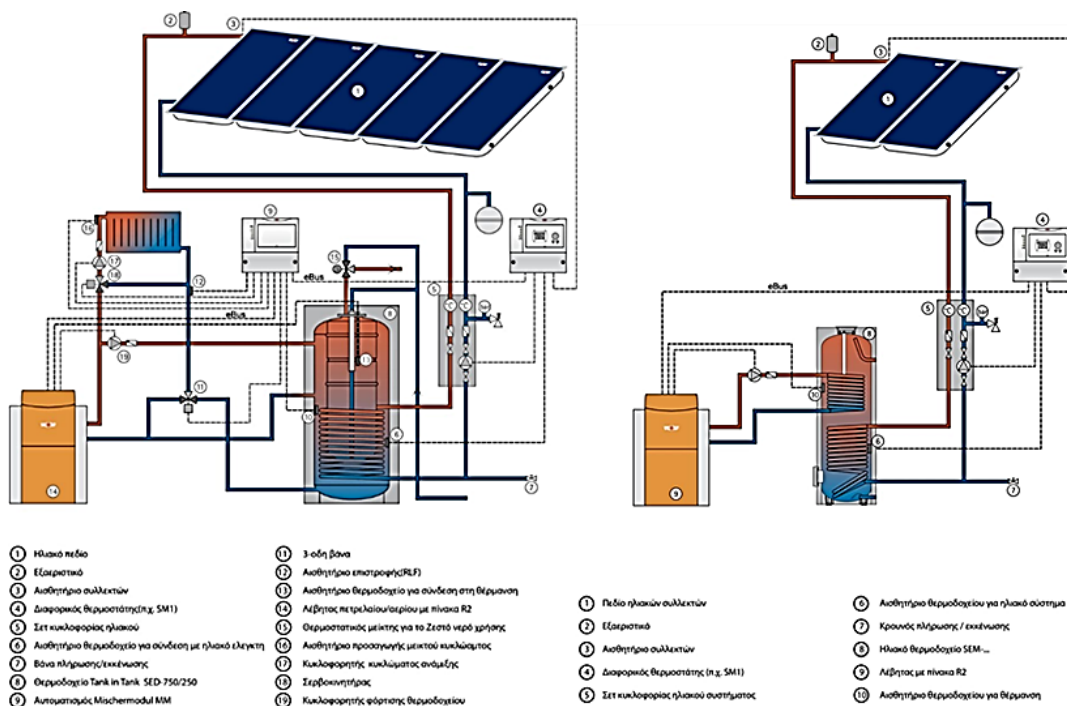
Συστήματα Εξαναγκασμένης Κυκλοφορίας

Τα συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας χρειάζονται έναν αυτοματισμό που θα θέτει σε λειτουργία ή εκτός λειτουργίας τον κυκλοφορητή, ανάλογα με τις συνθήκες θερμοκρασίας και ακτινοβολίας. Η αντλία θα λειτουργήσει όταν η θερμοκρασία στην έξοδο από τους συλλέκτες είναι μερικούς βαθμούς υψηλότερη από τη θερμοκρασία μέσα στη δεξαμενή. Αυτά τα συστήματα πλεονεκτούν στην απόδοση σε σχέση με τον ηλιακό θερμοσίφωνα, λόγω μικρότερων απωλειών και παρέχουν ζεστό νερό χρήσης σε κάθε χρονική στιγμή.

7.6.4 Σχεδιασμός και Προετοιμασία Εγκατάστασης Θερμικών Ηλιακών Συστημάτων

Το πρώτο στάδιο στη σχεδίαση των θερμικών ηλιακών συστημάτων είναι η σχεδίαση της γενικής σχηματικής αναπαράστασης του συστήματος. Αυτό το σχεδιάγραμμα σωληνώσεων και οργάνων θα αποτελέσει τον οδηγό για περισσότερο λεπτομερή αποτύπωση του ηλιακού θερμικού συστήματος που περιλαμβάνει:

- επιλογή του βασικού είδους του εξοπλισμού του συστήματος
- επιλογή συλλέκτη, υγρού και συστήματος διασύνδεσης
- προσθήκη σωληνώσεων και άλλων οργάνων.

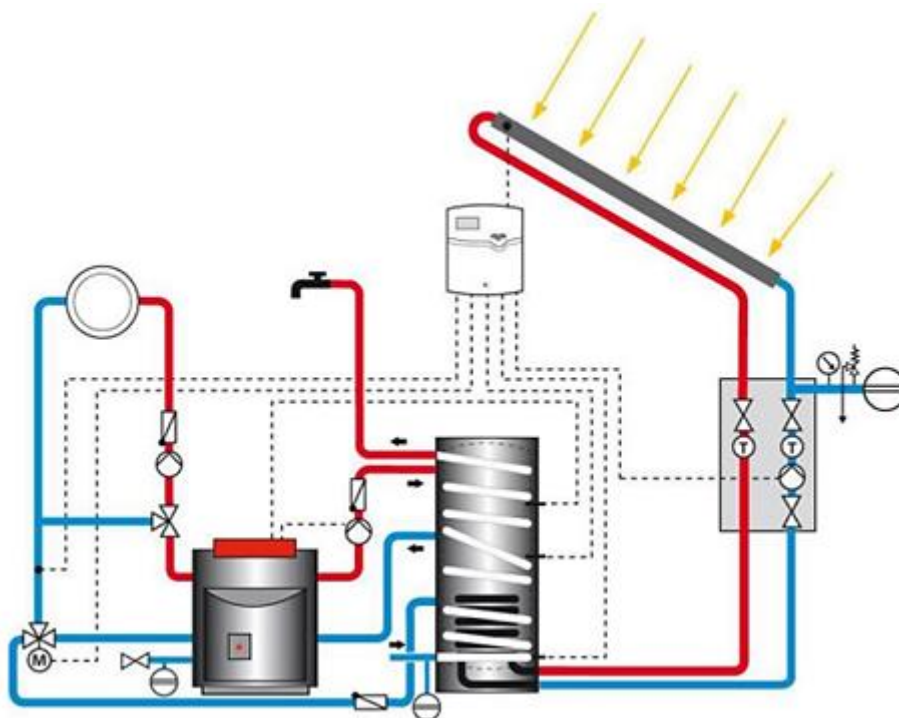


Σε ένα διάγραμμα σωληνώσεων και οργάνων αναπαρίστανται γραφικά μεγέθη και πληροφορίες που αφορούν:

- τη γενική διαμόρφωση των συστημάτων ηλιακής ενέργειας και τις αλληλεπιδράσεις με τα φορτία και τις βοηθητικές πηγές ενέργειας
- τη θέση των στοιχείων των συστημάτων ηλιακής ενέργειας (συλλέκτες, εναλλάκτες θερμότητας, θερμική αποθήκευση, αντλίες ή ανεμιστήρες)
- τη διάταξη των σωληνώσεων και των βοηθητικών συσκευών (βαλβίδες, ανακουφιστικές βαλβίδες, δοχεία διαστολής κ.λπ.)
- τις σχετικές θέσεις των απαιτούμενων αισθητήρων και οργάνων.

Επειδή οι συλλέκτες είναι το πιο σημαντικό και πιο ακριβό τμήμα σε κάθε ΘΗΣ, πρέπει να εξετάζονται προσεκτικά:

- η σχεδίαση της διάταξης των συλλεκτών.
- η σχεδίαση της διασωλήνωσης του υποσυστήματος των συλλεκτών.
- οι απαιτήσεις του υποσυστήματος των συλλεκτών σε παρελκόμενα.



Ειδικότερα στο σχεδιασμό μιας συστοιχίας συλλεκτών εκτός από τον τύπο και το μέγεθος των συλλεκτών που θα περιλαμβάνονται πρέπει να εξεταστούν:

- Η κλίση και ο προσανατολισμός τους.
- Η διάταξη τους.
- Η δομή στήριξης.

Η βασική αρχή για τον προσανατολισμό και την κλίση των συλλεκτών για το βόρειο ημισφαίριο, είναι ο συλλέκτης να είναι στραμμένος προς τον Νότο, με δυνατότητα απόκλισης μέχρι 30° . Η καταλληλότερη γωνία κλίσης των συλλεκτών με σκοπό την καλύτερη απόδοση σε όλη τη διάρκεια του έτους είναι ίση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής εγκατάστασης, εκτός των περιπτώσεων που το μεγαλύτερο μέρος της ετήσιας ηλιακής ενέργειας απαιτείται τον χειμώνα, οπότε χρειάζονται μεγαλύτερες γωνίες κλίσης.

Εγκατάσταση, Ενεργοποίηση και Παράδοση Συστήματος

Εάν το ΘΗΣ πρέπει να εγκατασταθεί σε στέγη όπου η γωνία κλίσης είναι 32° , θα πρέπει απαραίτητα να χρησιμοποιηθεί διαφορετικός εξοπλισμός από τη καθιερωμένη βάση στερέωσης της συσκευής, παρόμοιος με αυτόν που χρησιμοποιείται σε περιοχές που είναι επιρρεπείς σε κυκλώνες, καταιγίδες και δυνατούς ανέμους.

Η θέση εγκατάστασης του ηλιακού συλλέκτη δεν θα πρέπει να σκιάζεται από δέντρα ή άλλα εμπόδια, σε όλη τη διάρκεια του χρόνου. Μετά τον σχεδιασμό θα πρέπει να υπάρξει συνεννόηση και συμφωνία του εγκαταστάτη και του ιδιοκτήτη του ΘΗΣ για κάθε πτυχή που αφορά την εγκατάσταση, όπως είναι η οριστική επιλογή θέσης, οι οδεύσεις των σωληνώσεων, ο προσανατολισμός.

Ακολουθεί η διαδικασία εγκατάστασης του ΘΗΣ, η οποία θα πρέπει να γίνει σύμφωνα με τις ακόλουθες οδηγίες:

- Η εγκατάσταση πρέπει να τηρεί απόλυτα τους ισχύοντες τοπικούς ηλεκτρολογικούς και υδραυλικούς κανονισμούς.
- Οι σωλήνες ζεστού και κρύου νερού θα πρέπει να είναι καλά μονωμένες για καλύτερη απόδοση και προστασία από τον παγετό.

- Για την τοποθέτηση ηλιακού θερμοσίφωνα σε επικλινείς στέγες, η βάση στήριξης πρέπει να τοποθετηθεί έτσι ώστε η δεξαμενή νερού να βρίσκεται επάνω ακριβώς από ένα δοκάρι (ποτέ ανάμεσα σε δύο δοκάρια).
- Σε περιοχές που είναι συνηθισμένα έντονα καιρικά φαινόμενα όπως μεγάλης έντασης χιονοπτώσεις, δυνατοί άνεμοι, καταιγίδες, η δεξαμενή θα πρέπει να είναι τοποθετημένη σταθερά επάνω στη σκεπή ενισχυμένη με πρόσθετους μεταλλικούς ιμάντες.
- Μέχρι να ολοκληρωθεί όλη η εγκατάσταση, και εφόσον επικρατεί ηλιοφάνεια, το τζάμι του συλλέκτη πρέπει να είναι σκεπασμένο.



- Πριν αρχίσει η πλήρωση του κλειστού κυκλώματος με το θερμικό υγρό θα πρέπει πρώτα να γεμίσει πλήρως η δεξαμενή νερού.
- Η απόσταση μεταξύ διαδοχικών

συλλεκτών να είναι τουλάχιστον 5-10 cm

Σε συστοιχίες συλλεκτών, η απόσταση μεταξύ διαδοχικών σειρών για συλλέκτες πλάτους 1 μέτρου είναι:

- για κλίση 45ο και λειτουργία όλο τον χρόνο τουλάχιστον 1,4 μέτρα
- για κλίση 30ο και θερινή λειτουργία τουλάχιστον 0,6 μέτρα.
- Κάθε συλλέκτης πρέπει να έχει μικρή ανοδική κλίση (1%) προς το εξαεριστικό για την εξαέρωση του κυκλώματος.
- Μετά την εγκατάσταση το σύστημα συμπληρώνεται με αντιψυκτικό μίγμα και ρυθμίζεται η πίεση του συστήματος στα 5 bar.

Συντήρηση ΘΗΣ / Διάγνωση Βλαβών

Τα προβλήματα στα ΘΗΣ είτε λόγω σχεδιαστικών λαθών, είτε λαθών στην εγκατάσταση μπορούν να εμφανιστούν με τη μορφή:

- θερμικές απώλειών από την αποθήκευση, τις σωληνώσεις και άλλες ηλιακές συνιστώσες
- παγίδευση του αέρα και παρεμπόδιση της ροής γενικότερα
- βλάβες του υποσυστήματος ελέγχου
- βλάβες και αποκλίσεις από τον προβλεπόμενο ρυθμό λειτουργίας
- ελαττωματικοί διαφορικοί θερμοστάτες
- ακατάλληλη εγκατάσταση του εξοπλισμού.



Για τον εσωτερικό καθαρισμό του κυκλώματος συλλέκτη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα κατάλληλο ρευστό μεταφοράς θερμότητας ενώ ένα φίλτρο στην αντλία εσωτερικού καθαρισμού και πλήρωση συγκρατεί τους ρύπους από το εσωτερικό της εγκατάστασης. Εξωτερικά στις εκτεθειμένες επιφάνειες θα κατακαθίσουν σκόνη και ρύποι που θα πρέπει να απομακρύνονται με τακτικό καθαρισμό.

Η συμπύκνωση των υδρατμών ανάμεσα στις επιφάνειες ενός συλλέκτη μπορεί να προκαλέσει οξείδωση ή ανάπτυξη μυκήτων που προλαμβάνεται με τακτικό καθαρισμό, επαναβαφή και επισκευή.

Σύνοψη

Στην παραπάνω ενότητα έγινε εκτενής αναφορά στα φωτοβολταϊκά συστήματα και στον τρόπο που η ηλιακή ακτινοβολία βοηθά στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Γ' αυτό το λόγο, η παρούσα ενότητα αναλύει τα επιμέρους στοιχεία των φωτοβολταϊκών συστημάτων, καθώς και τον σχεδιασμό και την εγκατάστασή τους. Εκτός από τα φωτοβολταϊκά συστήματα, τα θερμικά ηλιακά συστήματα (ΘΗΣ) μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα.

Η απορρόφηση της ηλιακής ενέργειας γίνεται μέσω ηλιακών συλλεκτών, σκουρόχρωμων δηλαδή επιφανειών καλά προσανατολισμένων στον ήλιο, οι οποίες βρίσκονται σε επαφή με νερό και του μεταδίδουν μέρος της θερμότητας που παρέλαβαν. Τα παθητικά ηλιακά (βιοκλιματισμός) συστήματα αφορούν αρχιτεκτονικές λύσεις και χρήση κατάλληλων δομικών υλικών για τη μεγιστοποίηση της άμεσης εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση, κλιματισμό ή φωτισμό.

Ερωτήσεις Αυτοαξιολόγησης

- 1. Το φως του ήλιου αποτελείται από ενεργητικά σωματίδια που ονομάζονται:**
 - A) πρωτόνια
 - B) φωτόνια
 - Γ) νετρόνια
 - Δ) ηλεκτρόνια
- 2. Κάθε μέρα, μεγάλες ποσότητες ηλιακής ενέργειας καταλήγουν στην επιφάνεια της γης, οι οποίες, ενώ αποτελούν ένα μικρό μέρος της συνολικής ενέργειας που εκλύεται από τον ήλιο, εξακολουθούν να είναι 20.000 φορές περισσότερες από την συνολική ενέργεια σε οποιαδήποτε μορφή (ηλεκτρική, μηχανική, θερμική κ.λπ.) που καταναλώνεται σήμερα παγκοσμίως.**
 - A) Σωστό
 - B) Λάθος

3. Ο τυπικός βαθμός απόδοσης ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου βρίσκεται στο, ο οποίος, συγκρινόμενος με την απόδοση άλλου συστήματος (συμβατικού, αιολικού, υδροηλεκτρικού κλπ.), παραμένει ακόμη αρκετά χαμηλός.
- A) 13-19%
 - B) 23-29%
 - Γ) 33-39%
 - Δ) 43-49%
4. Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα ΔΕΝ περιλαμβάνει:
- A) φωτοβολταϊκή γεννήτρια
 - B) συσκευή ελέγχου και καθορισμού ισχύος
 - Γ) θερμικό εναλλάκτη
 - Δ) μπαταρίες
5. Αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (100-200 KW) τροφοδοτούν κτίρια και η πλεονάζουσα ενέργεια (πωλείται) προς το δίκτυο.
- A) Σωστό
 - B) Λάθος
6. Οι αναστροφείς (inverters) μετατρέπουν:
- A) την εναλλασσόμενη τάση που παράγει η φωτοβολταϊκή συστοιχία σε συνεχή τάση
 - B) την ηλιακή ενέργεια σε θερμική ενέργεια
 - Γ) την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια
 - Δ) την συνεχή τάση που παράγει η φωτοβολταϊκή συστοιχία σε εναλλασσόμενη τάση
7. Με ποια σειρά κατατάσσονται με βάση την μεγαλύτερη αποδοτικότητα στα φωτοβολταϊκά, οι τύποι χρησιμοποιούμενου πυριτίου;

- A) έχουν την ίδια απόδοση
- B) πολυκρυσταλικό, μονοκρυσταλικό, άμορφο
- Γ) πολυκρυσταλικό, άμορφο, μονοκρυσταλικό
- Δ) μονοκρυσταλικό, πολυκρυσταλικό, άμορφο
- 8. Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία πρέπει να τοποθετούνται με... προσανατολισμό.**
- A) ανατολικό
- B) δυτικό
- Γ) βόρειο
- Δ) νότιο
- 9. Τα σκίαστρα την προφύλαξη της οικίας από την ηλιακή ακτινοβολία χαρακτηρίζονται σαν:**
- A) θερμικά ηλιακά συστήματα
- B) ηλιακοί συλλέκτες
- Γ) βιοκλιματισμός
- Δ) αναστροφείς
- 10. Η ετήσια μείωση της εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα ανά ηλιακό θερμοσίφωνα ισοδυναμεί με την εκπεμπόμενη ποσότητα ενός οικογενειακού αυτοκινήτου.**
- A) Σωστό
- B) Λάθος

Απαντήσεις Ερωτήσεων Αυτοαξιολόγησης

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B	A	A	B	B	Δ	Δ	Δ	Γ	A

Ενότητα 8: Συμπαραγωγή

Σκοπός

Σκοπός της παρούσας ενότητας είναι να παρουσιάσει μια πρόταση με σημαντικά θετικές επιπτώσεις σε επίπεδο απόδοσης, περιβαλλοντικής προστασίας και οικονομικής αποτελεσματικότητας. Η συμπαραγωγή ηλεκτρικής ή μηχανικής και θερμικής ενέργειας, χρησιμοποιώντας την ίδια αρχική πηγή καυσίμου, αποτελεί μια τέτοιου είδους διαδικασία. Αυτή η τεχνολογία αν και δεν είναι καινούργια, βρίσκει στην σύγχρονη εποχή όλο και περισσότερες εφαρμογές σε πολλούς τομείς ανθρώπινων δραστηριοτήτων.

Προσδοκώμενα Αποτελέσματα

Με την ολοκλήρωση της παρούσας ενότητας, οι εκπαιδευόμενοι αναμένεται να:

- γνωρίζουν την έννοια της συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας,
- κατανοούν τα πλεονεκτήματα της και τις σημαντικότερες εφαρμογές της και
- εξοικειωθούν με μια τεχνολογία που αν και απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις, συνεισφέρει θετικά στην οικονομικότερη και ορθολογικότερη της ενέργειας.

Λέξεις – Κλειδιά

- Συμπαραγωγή
- Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας
- Συμπαραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ)

8.1 Βασικά Στοιχεία Συμπαραγωγής

8.1.1 Εισαγωγή

Η συμπαραγωγή ορίζεται ως η κάλυψη των ηλεκτρικών και θερμικών αναγκών των καταναλωτών. Γίνεται με αγορά ηλεκτρικής ενέργειας από το εθνικό δίκτυο, με την πρόκληση καύσης κάποιου καυσίμου σε λέβητες, φούρνους ή άλλα συστήματα, προκειμένου να παραχθεί θερμότητα. Η υπερβολική κατανάλωση καυσίμων που επιβαρύνει το περιβάλλον, μπορεί να μειωθεί σε σημαντικό βαθμό αν εφαρμοστεί συμπαραγωγή, η διαδικασία, δηλαδή, που μπορεί να παράγει ηλεκτρική ή μηχανική και θερμική ενέργεια, χρησιμοποιώντας την ίδια αρχική πηγή καυσίμου.

Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από ηλεκτρογεννήτριες, που παράγουν ταυτόχρονα σημαντική θερμική ενέργεια, είτε μέσω των καυσαερίων τους είτε μέσω των κυκλωμάτων ψύξης τους. Αυτή η θερμική ενέργεια δεν απορρίπτεται στο περιβάλλον αλλά αξιοποιείται στη συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (Cogeneration ή combined heat and power). Η τεχνολογία αυτή μπορεί να επιτύχει σημαντικά οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη όταν εφαρμόζεται σε εγκαταστάσεις με αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και παροχή θερμότητας.

8.1.2 Μονάδες Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας

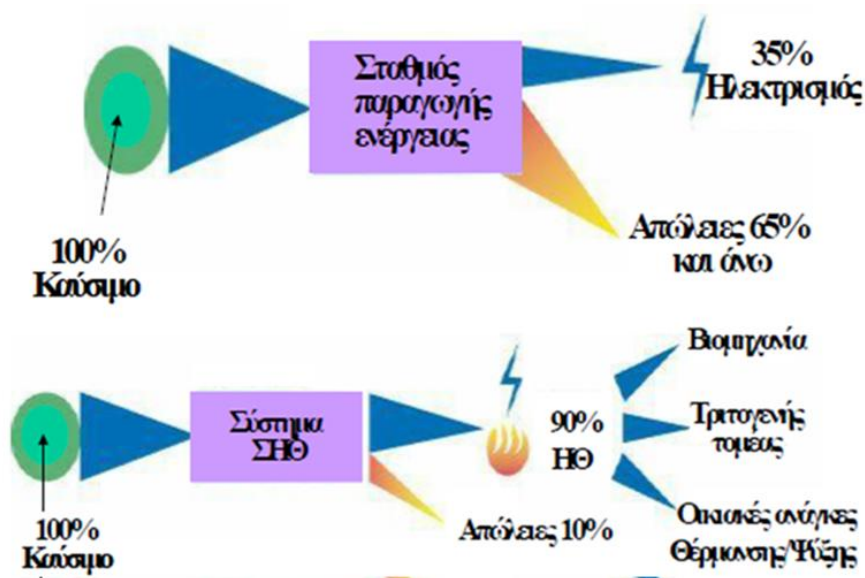


Οι μονάδες Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ) χρησιμοποιούν καύσιμα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας, σε συνδυασμό με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας και την υποδομή θέρμανσης της μονάδας,

μειώνοντας το συνολικό κόστος παροχής ενέργειας και τις συνολικές εκπομπές. Η θερμική ενέργεια μπορεί να καταναλωθεί τόσο για την θέρμανση όσο και για τη ψύξη ή τον κλιματισμό του περιβάλλοντος χώρου. Η ψύξη ή ο κλιματισμός υλοποιείται με εγκαταστάσεις απορρόφησης, που χρησιμοποιούν ατμό ή ζεστό νερό.

Κατά τη λειτουργία μίας συμβατικής θερμοηλεκτρικής εγκατάστασης, τεράστια ποσά θερμότητας εκπέμπονται εξωτερικά, είτε μέσω των ψυκτικών συστημάτων (συμπυκνωμάτων ατμού, πύργων ψύξης, ψυγείων νερού κινητήρων Diesel, κ.λπ.) είτε μέσω των συστημάτων εκπομπών καυσαερίων (αεριοστροβίλων, κινητήρων Diesel, κινητήρων Otto, κ.λπ.). Το μεγαλύτερο ποσοστό αυτής της θερμότητας μπορεί να συγκεντρωθεί ώστε να καταναλωθεί ωφέλιμα. Έτσι, ενώ οι συμβατικές εγκαταστάσεις ηλεκτρικής παραγωγής έχουν ποσοστό απόδοσης 30-45%, το ποσοστό απόδοσης των κυκλωμάτων συμπαραγωγής αγγίζει το 80-85%.

Επιπλέον, καθώς τα συστήματα συμπαραγωγής είναι συχνά αποκεντρωμένα και πιο κοντά στους καταναλωτές από ότι οι κεντρικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής, οι απώλειες κατά τη μεταφορά μειώνονται. Η απόδοση ενός συμβατικού σταθμού ηλεκτροπαραγωγής είναι 15-40%, ενώ σε ένα σύστημα συμπαραγωγής φτάνει το 75-85%.



Η τεχνολογία συμπαραγωγής χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στην Ευρώπη και στις Η.Π.Α. το 1890 και στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, όταν η πλειοψηφία των βιομηχανιών είχαν δικές τους εγκαταστάσεις ηλεκτροπαραγωγής με ατμολέβητα-

στρόβιλο, που κατανάλωναν άνθρακα. Η περαιτέρω εξέλιξη της τεχνολογίας της συμπαραγωγής ανακόπηκε, όταν αναπτύχθηκε το δίκτυο μεταφοράς και διανομής ηλεκτρισμού, το οποίο παρείχε οικονομική και αξιόπιστη ηλεκτρική ενέργεια ενώ παράλληλα ήταν διαθέσιμο σε οικονομικότερες τιμές.

8.1.3 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Συμπαραγωγής

Στα τέλη του 20^{ου} αιώνα, η πρόοδος της τεχνολογίας βοήθησε στην επαναχρησιμοποίηση και διάδοση της συμπαραγωγής σαν μια τεχνολογία ωφέλιμη οικονομικά και περιβαλλοντικά που μπορεί να προσφέρει πολλαπλά **πλεονεκτήματα**:

► Οικονομικά

- Εξοικονόμηση καυσίμου τόσο σε επίπεδο επιχείρησης, όσο και σε εθνικό επίπεδο
- Έσοδα από την παραγωγή και αξιοποίηση του ηλεκτρισμού
- Μείωση της εξάρτησης σε εισαγόμενα καύσιμα και σχετικές υποδομές
- Νέες θέσεις εργασίας και αύξηση της απασχόλησης, σε περιφερειακό επίπεδο

► Περιβαλλοντικά

- Μείωση του εκπεμπόμενου διοξειδίου του άνθρακα
- Μείωση της όχλησης συγκεκριμένων περιοχών από εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας
- Αξιοποίηση όλων των τοπικά διαθέσιμων καυσίμων

► Τεχνικά

- Αποκέντρωση της ηλεκτροπαραγωγής σε εθνικό επίπεδο με άμεσο θετικό αποτέλεσμα στις απώλειες του δικτύου και στην ανάγκη για δαπανηρά δίκτυα μεταφοράς.
- Μείωση αναγκών σε δίκτυα μεταφοράς καυσίμων

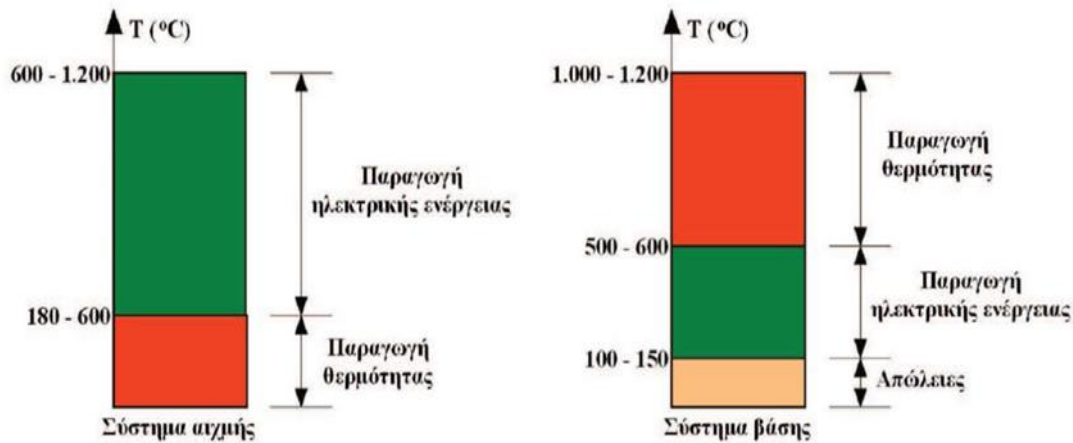
► Κοινωνικά

- Συγκράτηση του τοπικού επιστημονικού και τεχνικού δυναμικού στην περιφέρεια
- Ελαχιστοποίηση απωλειών, διασφάλιση εφοδιασμού και προσαρμογή σε τοπικές ενεργειακές ανάγκες, συμβολή στο ενεργειακό δυναμικό και στην ασφάλεια εφοδιασμού
- Αποδυνάμωση των στρεβλώσεων οικονομικών δραστηριοτήτων από την ύπαρξη ολιγοπωλίων ενεργειακής παραγωγής

Από την άλλη, η εγκατάσταση συστημάτων συμπαραγωγής ενώ σε εθνικό επίπεδο δεν επιβαρύνει το περιβάλλον, σε τοπικό επίπεδο δεν συμβαίνει το ίδιο. Ανάλογα με την χρησιμοποιούμενη τεχνολογία μπορεί να μειώνεται ένας ρύπος (π.χ. το διοξείδιο του άνθρακα, στο οποίο πάντα δίνεται ιδιαίτερη έμφαση), αλλά να αυξάνεται κάποιος άλλος ρύπος. Επίσης, δεν είναι εύκολα προβλέψιμο αν θα υπάρξει βελτίωση της ποιότητας του αέρα όταν υπάρχουν πολλές μικρές αποκεντρωμένες μονάδες ΣΗΘ, που αντικαθιστούν μία κεντρική μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας.

Επίσης, από τη λειτουργία των συστημάτων συμπαραγωγής σπάνια προκαλούνται ενοχλητικοί θόρυβοι, αφού μέτρα αποφυγής θορύβου αποτελούν μέρος του βασικού εξοπλισμού του συστήματος ΣΗΘ. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται μπορεί, είτε να χρησιμοποιηθεί για ίδια χρήση (αυτοπαραγωγή), δηλαδή για κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του παραγωγού (ιδιώτη ή επιχείρησης), είτε για πώληση στο δίκτυο.

Η θερμική ενέργεια παράγει ζεστό νερό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα ή να αξιοποιηθεί στα κυκλώματα θέρμανσης, για την παραγωγή ατμού σε βιομηχανίες και βιοτεχνίες ή ακόμα σε ψυκτικά συγκροτήματα για την παραγωγή ψύξης.



8.1.4 Κατηγοριοποίηση Συστημάτων Συμπαραγωγής

Τα συστήματα συμπαραγωγής μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε:

- **Συστήματα «κορυφής» (topping systems).** Χρησιμοποιούν ρευστό υψηλής θερμοκρασίας για την παραγωγή ηλεκτρισμού, ενώ η θερμική ενέργεια χαμηλής θερμοκρασίας που εκλύεται, συγκεντρώνεται, για να καταναλωθεί σε θερμικές διεργασίες, όπως τη θέρμανση χώρων ή ακόμα και για την παραγωγή επιπλέον ηλεκτρικής ενέργειας.
- **Συστήματα «βάσης» (bottoming systems).** Παράγουν αρχικά θερμική ενέργεια υψηλής θερμοκρασίας (όπως π.χ., σε φούρνους χαλυβουργείων, υαλουργείων, εργοστασίων τσιμέντου κ.λπ.). Στη συνέχεια, τα θερμά αέρια συγκεντρώνονται, συνήθως σε λέβητα ανακομιδής θερμότητας, και παράγεται ατμός, ο οποίος κινεί την ατμοστροβιλογεννήτρια. Χωρίς την χρήση λέβητα, τα θερμά αέρια μπορούν επίσης να συγκεντρωθούν σε αεριοστρόβιλο, ο οποίος θα προκαλέσει την κίνηση της ηλεκτρογεννήτριας.

Ένα άλλο κριτήριο διαχωρισμού των συστημάτων συμπαραγωγής είναι το μέγεθός τους βάσει της παραγόμενης ενέργειας:

- Μεγάλης κλίμακας που παράγουν περισσότερο από 10 MW (μεγαβάτ)
- Μεσαίας κλίμακας που παράγουν 1-10 MW
- Μικρής κλίμακας που παράγουν 50 KW-1 MW

- Πολύ μικρής κλίμακας που παράγουν 1-50 KW

Η συμπαραγωγή βρίσκει εφαρμογή σε οικίες, βιομηχανίες, θερμοκήπια, μονάδες αφαλάτωσης νερού, αθλητικές εγκαταστάσεις, εμπορικά κέντρα, κ.λπ. Ειδικά στις αγροτικές επιχειρήσεις συχνά ως καύσιμο χρησιμοποιείται η βιομάζα, ενώ πιο συνηθισμένο καύσιμο για συμπαραγωγή είναι το φυσικό αέριο.

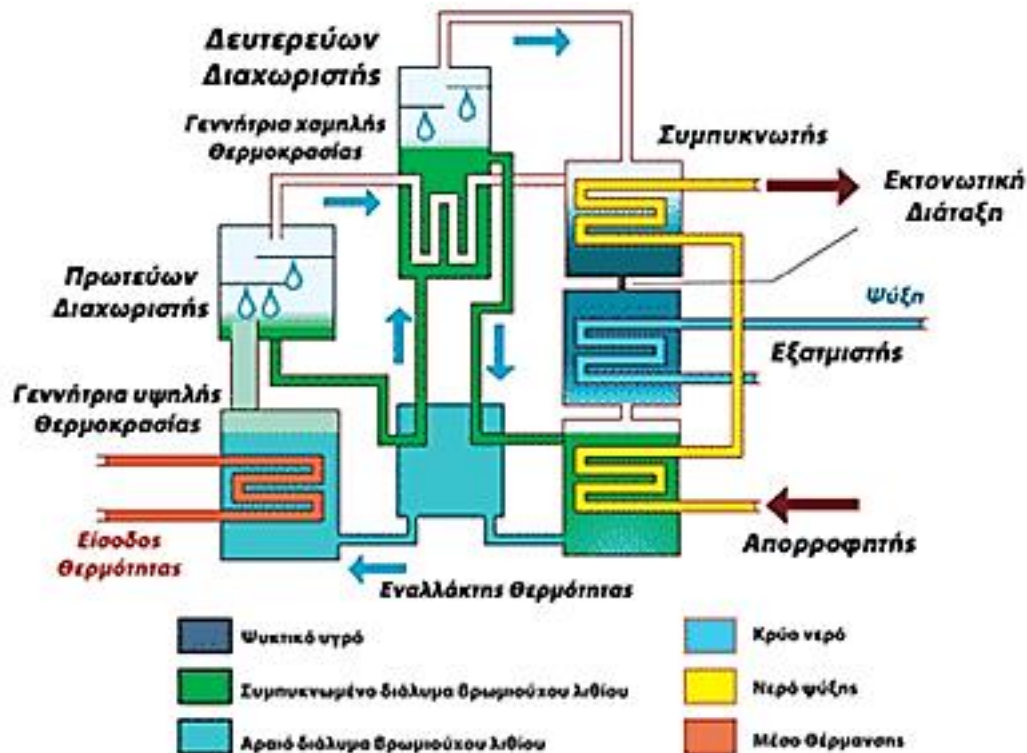
Σύστημα Τριπαραγωγής

Τα συστήματα συμπαραγωγής/τριπαραγωγής μπορούν να θεωρηθούν ολοκληρωμένα ενεργειακά συστήματα με την έννοια ότι μπορούν να καλύψουν όλες τις τελικές ενεργειακές χρήσεις (ηλεκτρισμό, θερμό νερό, ατμό, θερμό αέρα, ψυχρό νερό, κλιματισμό, ψύξη εμπορευμάτων κ.α.). Η θερμική ενέργεια μπορεί να μετατραπεί και σε ψύξη με σύστημα τριπαραγωγής (ηλεκτρική ενέργεια, θέρμανση, ψύξη).

Τριπαραγωγή είναι η ταυτόχρονη παραγωγή από την ίδια αρχική πηγή ενέργειας ηλεκτρισμού, θερμότητας και ψύξης. Είναι μια τεχνολογία που αξιοποιείται σε μεγάλα κτίρια (νοσοκομεία, εμπορικά κέντρα, ξενοδοχεία) με ανάγκες για ηλεκτρισμό, και ψύξη περισσότερες από 4.500-5.000 KW ετησίως.

Οι μονάδες τριπαραγωγής βασίζονται κυρίως σε παλινδρομικές μηχανές εσωτερικής καύσης ή μικροστροβίλους, συνδυασμένες με μηχανές απορρόφησης για ψύξη. Οι μηχανές απορρόφησης, τροφοδοτούνται με ατμό, ζεστό νερό ή τα αέρια καύσης, που παράγονται και από συστήματα ΣΗΘ και με διεργασίες συμπύκνωσης-εξατμίσας, εκτονώνεται το ψυκτικό μέσο στον εξατμιστή.

Από εκεί, ο ατμός εξατμιστή απορροφάται σε ένα απορροφητικό υγρό μέσα στον απορροφητή, το οποίο με αντλίες καταλήγει στην γεννήτρια όπου το ψυκτικό μέσο αποδεσμεύεται ως ατμός. που θα συμπυκνωθεί στο συμπυκνωτή. Τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα ζεύγη ψυκτικού μέσου και απορροφητικού υγρού είναι το διάλυμα βρωμιούχου λιθίου (Li-Br) με νερό και αμμωνία (NH₃) με νερό.



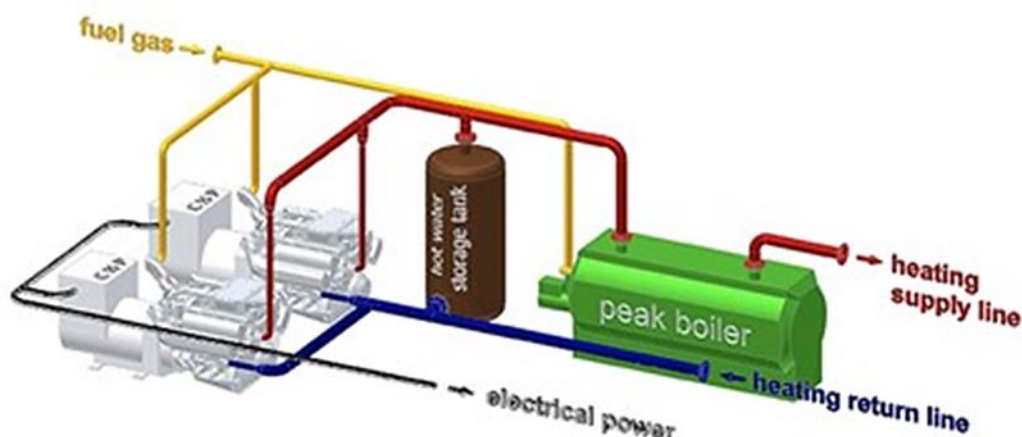
Τα **πλεονεκτήματα** αυτής της τεχνολογίας είναι:

- η χαμηλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας,
- μεγάλος χρόνος ζωής,
- χαμηλό κόστος συντήρησης,
- αυξημένη αξιοπιστία και
- χαμηλά επίπεδα θορύβου, κραδασμών και εκπομπών ρύπων στο περιβάλλον.

Όμως μερικά **μειονεκτήματα** που παρουσιάζουν οι μονάδες τριπαραγωγής είναι:

- μεγάλες και ογκώδεις,
- υψηλό κόστος και
- απαιτούν μεγάλη κατανάλωση νερού.

8.1.5 Κρίσιμες Παράμετροι για την Εφαρμογή Συμπααραγωγής



Τηλεθέρμανση ονομάζεται η παροχή θέρμανσης στα κτίρια μιας πόλης από κεντρικό καυστήρα συνήθως σε θερμοηλεκτρικά εργοστάσια, μακριά από το χώρο κατανάλωσης, μέσω ειδικού δικτύου μονωμένων αγωγών που μεταφέρουν ζεστό νερό.

Η θέρμανση του νερού γίνεται σε ένα εργοστάσιο συμπααραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας. Η θερμότητα, η οποία απαιτείται για τη θέρμανση του νερού της τηλεθέρμανσης, προέρχεται από τον ατμό που χρησιμοποιείται στο εργοστάσιο και βρίσκεται σε θερμοκρασία 120-140°C. Αυτός ο θερμός ατμός θερμαίνει το νερό που μεταφέρεται με σωλήνες δίπλα του. Στην αρχή της παροχής, το νερό έχει θερμοκρασία 100°C και στην επιστροφή 20-40°C.

Κρίσιμοι παράμετροι για την εφαρμογή συμπααραγωγής, αποτελούν η απόσταση των καταναλωτών από τον σταθμό διανομής ηλεκτρισμού και θερμότητας, η διασπορά των κατοικιών και η απαιτούμενη θερμική ισχύς. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων η απόσταση μεταφοράς δεν ξεπερνά τα 10 χιλιόμετρα, ενώ πολύ σπάνια μπορεί να φθάσει μέχρι τα 30 χιλιόμετρα.

Η συμπααραγωγή καλύπτει τις ανάγκες σε ηλεκτρισμό και θερμότητα των κτιρίων (θέρμανση ή ψύξη χώρων, θερμό νερό χρήσης, κλίβανοι, κ.λπ.) βασικών τομέων δραστηριότητας, όπως νοσοκομεία και ξενοδοχεία, πολυκατοικίες και κτίρια γραφείων. Κοινό χαρακτηριστικό αυτών των κτιρίων είναι η ιδιαίτερη μορφή της καμπύλης φορτίου. Η καμπύλη φορτίου είναι ένα διάγραμμα που δείχνει την

ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιούν οι καταναλωτές σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Στη μελέτη και στον κατασκευαστικό σχεδιασμό του οικιστικού συστήματος οι καμπύλες φορτίου θα βοηθήσουν, για να εντοπιστούν οι περίοδοι αιχμής κατανάλωσης ενέργειας. Οι μονάδες συμπαραγωγής θεωρούνται κατάλληλες για την κάλυψη των κτιριακών αναγκών, λόγω της ευελιξίας που διαθέτουν στην κάλυψη των αναγκών ενεργειακής κατανάλωσης.

Για μικρότερες εγκαταστάσεις, μια λύση με χαμηλότερο κόστος και ευκολότερη συντήρηση μπορεί να θεωρηθεί η μηχανή αυτοκινήτων, εφόσον υποστεί μετατροπές που αφορούν κυρίως το χρησιμοποιούμενο καύσιμο (π.χ. φυσικό αέριο αντί βενζίνης) και το κύκλωμα ρύθμισης και ελέγχου. Ωστόσο, βασικό μειονέκτημα αποτελεί η σχετικά μικρή διάρκεια ζωής τους. Οι μεγαλύτερες μηχανές βιομηχανικού τύπου, παρέχουν περισσότερη αντοχή και διάρκεια ζωής, αλλά και υψηλότερο κόστος.

Όσον αφορά τις **γεννήτριες**, ο πιο διαδεδομένος τύπος στα μικρότερα μεγέθη είναι η ασύγχρονη γεννήτρια, η οποία είναι στενά εξαρτώμενη από το δίκτυο, το οποίο καθορίζει τελικώς την τάση και τη συχνότητά της. Όμως, αυτός ο τύπος γεννήτριας μπορεί να λειτουργεί ταυτόχρονα με το δίκτυο, αλλά σταματάει να προσφέρει ισχύ όταν η τάση του δικτύου πέσει. Ωστόσο, οι τεχνολογικά σύγχρονες γεννήτριες και αυτοδιεγείρομενες ασύγχρονες, έχουν την ιδιότητα της ανεξάρτητης λειτουργίας από τις συνθήκες και την τάση του δικτύου.



Ο ετεροχρονισμός μεταξύ ηλεκτρικού και θερμικού φορτίου στα κτίρια, καθώς και η μεταβολή της τιμής του ηλεκτρικού φορτίου κατά τη διάρκεια της ημέρας, κάνουν συχνά απαραίτητη την παρουσία κυκλώματος συγκέντρωσης θερμότητας, προκειμένου να επιτευχθεί οικονομική εκμετάλλευση του συστήματος συμπαραγωγής.

Βιομηχανικός Τομέας



Στον **βιομηχανικό τομέα**, παράλληλα με τις απαιτήσεις της ηλεκτρικής ενέργειας, πολλές λειτουργίες και ενέργειες απαιτούν θερμική ενέργεια. Η θερμοκρασία, που απαιτείται, κατατάσσει τις βιομηχανικές διεργασίες σε:

- χαμηλών θερμοκρασιών (μικρότερων των 100°C), π.χ. ξήρανση αγροτικών προϊόντων, θέρμανση ή ψύξη χώρων, θέρμανση νερού προ χρήση.
- μέτριων θερμοκρασιών (100-300°C), π.χ. στην κλωστοϋφαντουργία, στα εργοστάσια ζάχαρης, στη χαρτοποιία, σε μερικές χημικές βιομηχανίες, κ.λπ. Συνήθως οι διεργασίες αυτές απαιτούν θερμότητα με μορφή ατμού.
- υψηλών θερμοκρασιών (300-700°C), π.χ. σε μερικές χημικές βιομηχανίες.
- πολύ υψηλών θερμοκρασιών (μεγαλύτερες των 700°C), π.χ. σε εργοστάσια τσιμέντου, μεταλλουργικές βιομηχανίες, υαλουργία, κ.λπ.

Η πλειοψηφία των βιομηχανιών με δυνατότητα παροχής σημαντικού δυναμικού συμπαραγωγής, διαθέτουν ορισμένα παραγωγικά κυκλώματα, που παράγουν ή καταναλώνουν θερμότητα σε ικανοποιητικό βαθμό τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά (θερμοκρασιακή στάθμη). Είναι αναγκαία η συγκέντρωση της εκπεμπόμενης θερμότητας, καθώς προστίθεται σε εκείνη που παράγεται άμεσα από το σύστημα συμπαραγωγής. Ορισμένες χημικές επεξεργασίες παράγουν καύσιμα αέρια, που έχουν την ιδιότητα να χρησιμοποιηθούν, είτε σε λέβητες, είτε στο ίδιο το σύστημα συμπαραγωγής. Σημαντικό δυναμικό συμπαραγωγής παρουσιάζουν οι:

- βιομηχανίες τροφίμων και ποτών,
- κλωστοϋφαντουργίες,
- βιομηχανίες χαρτιού,
- χημικές βιομηχανίες,
- εργοστάσια τσιμέντου,
- βασικές μεταλλουργικές βιομηχανίες (χαλυβουργία, εργοστάσια παραγωγής αλουμινίου, κ.λπ.).

Αγροτικός Τομέας



Η συμπαραγωγή στον **αγροτικό τομέα**, μπορεί να εξοικονομήσει καύσιμα και να έχει θετικές οικονομικές επιπτώσεις σε αγροτικές κοινότητες. Υπολείμματα αγροτικών διεργασιών μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμο. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η αιθανόλη η οποία είναι προϊόν ανανεώσιμης βιομάζας (όπως κόκκους και σακχαροκάλαμο) και η καύση της είναι ιδιαίτερα αποδοτική σε συστήματα κινητήρων Otto. Η ανακτώμενη θερμική ενέργεια προορίζεται για τη ξήρανση γεωργικών προϊόντων, τη θέρμανση σπιτιών, θερμοκηπίων κ.α..

Με τη τεχνολογία της συμπαραγωγής ηλεκτρισμού- θερμότητας για κάλυψη των αναγκών θέρμανσης-ψύξης- ηλεκτρισμού σε γεωργικές βιομηχανίες αντιμετωπίζεται το πρόβλημα που προκύπτει από την παραδοσιακή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, κατά το οποίο μεγάλη ποσότητα θερμότητας απελευθερώνεται στο περιβάλλον. Με τη συμπαραγωγή, το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας ανακτάται και χρησιμοποιείται ωφέλιμα. Ως αποτέλεσμα, επιτυγχάνεται σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, αφού αυξάνεται η μετατροπή της ενέργειας του καυσίμου σε χρήσιμη ενέργεια και στη συνέχεια μειώνονται οι εκπομπές ρύπων.

8.2 Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού-Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ)

8.2.1 Εισαγωγή

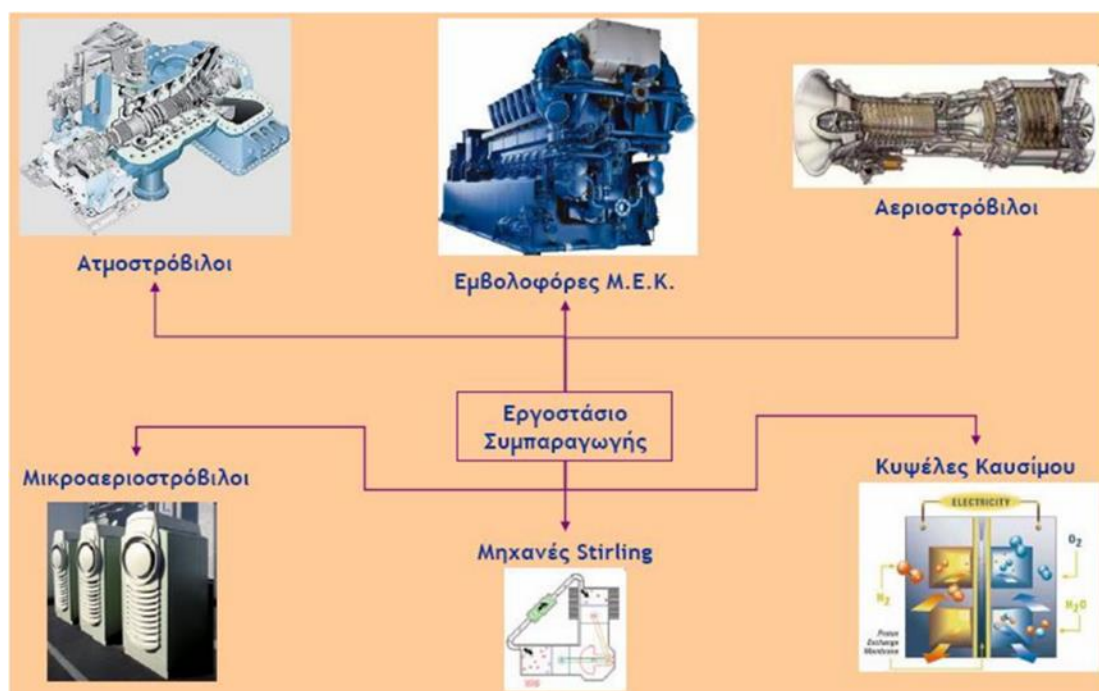
Η συμπαραγωγή, δηλαδή η ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας από την ίδια ποσότητα καυσίμου, είναι σημαντικά πιο αποδοτική από

την ανεξάρτητη παραγωγή καθεμιάς από τις παραπάνω μορφές ενέργειας. Η μεγαλύτερη απόδοση αυτής της εφαρμογής συνεπάγεται με χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμων για την παραγωγή της ίδιας ποσότητας ενέργειας, με σημαντικά οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Στην Ελλάδα η Μονάδα Συμπαγωγής συγκαταλέγεται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Γι' αυτό το λόγο, η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να πωληθεί στην ΔΕΗ σε προνομιακές τιμές.

Συμπαγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ), σύμφωνα με τον Ν 3468/2006 είναι η συμπαγωγή που εξασφαλίζει τουλάχιστον 10% εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας, σε σχέση με την ξεχωριστή παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας.

8.2.2 Συστήματα Συμπαγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας Υψηλής Απόδοσης

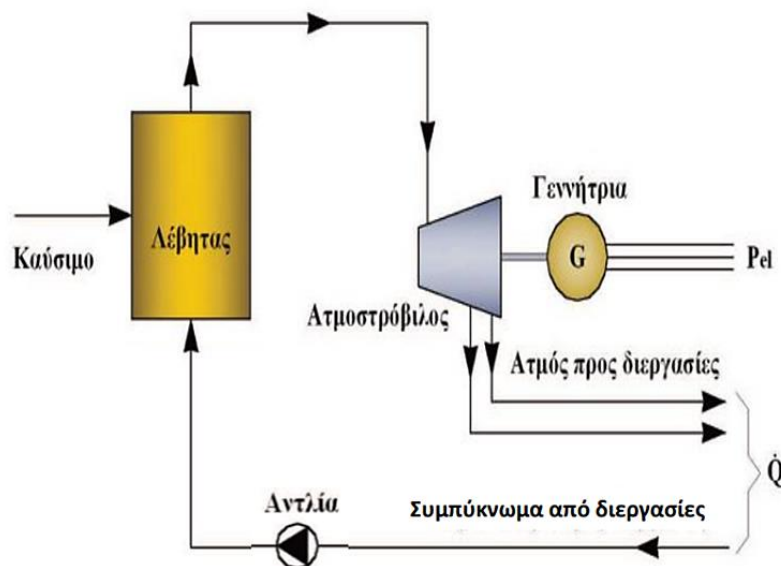
Μερικά από τα συστήματα συμπαγωγής που αξιοποιούνται:



Συστήματα Ατμοστροβίλου

Τα πιο διαδεδομένα συστήματα συμπαγωγής, είναι τα συστήματα **ατμοστροβίλου** που μπορούν να παράγουν ισχύ μεγαλύτερη από 500 KW χρησιμοποιώντας οποιοδήποτε καύσιμο. Το πλεονέκτημα τους είναι η δυνατότητα καύσης

οποιοδήποτε καυσίμου. Για την καύση στερεών αποβλήτων χρησιμοποιούνται ειδικοί λέβητες με συστήματα εξουδετέρωσης ρύπων και τοξικών υπολειμμάτων. Ο βαθμός απόδοσης τους είναι 60-85%, η αξιοπιστία τους φθάνει στο 95%, η διαθεσιμότητά τους στο 90-95% και η διάρκεια ζωής τους τα 25-35 χρόνια. Ωστόσο, απαιτείται μεγάλος χρόνος για την εγκατάστασή τους, δηλαδή 36 μήνες για τα μεγαλύτερα συστήματα και 12-18 για τα μικρότερα.



Οι βασικές διατάξεις ατμοστρόβιλων είναι:

- Συστήματα συμπαραγωγής με ατμοστρόβιλο **αντίθλιψης**, στα οποία παράγεται ατμός υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας (20-100 bar και 480-540°C) με κατανάλωση καυσίμου σε λέβητα που κινεί τον ατμοστρόβιλο, στον άξονα του οποίου είναι συνδεδεμένη ηλεκτρογεννήτρια. Ο όρος «αντίθλιψη» δηλώνει ότι η πίεση του ατμού είναι μεγαλύτερη της ατμοσφαιρικής (3-20 bar).
- Συστήματα συμπαραγωγής με ατμοστρόβιλο **απομάστευσης**. Μέρος του ατμού εξάγεται (απομαστεύεται) από ενδιάμεσες βαθμίδες του στροβίλου, για την προθέρμανση του τροφοδοτικού νερού και την παροχή θερμικής ισχύος στον εναλλάκτη, ενώ ο υπόλοιπος ατμός εκτονώνεται μέχρι την πίεση του συμπυκνωτή (0,05 – 0,10 bar)

Συγκρίνοντας τα δύο συστήματα, τα συστήματα απομάστευσης μειονεκτούν σε σχέση με τα συστήματα αντίθλιψης, καθώς εμφανίζουν υψηλότερο κόστος και

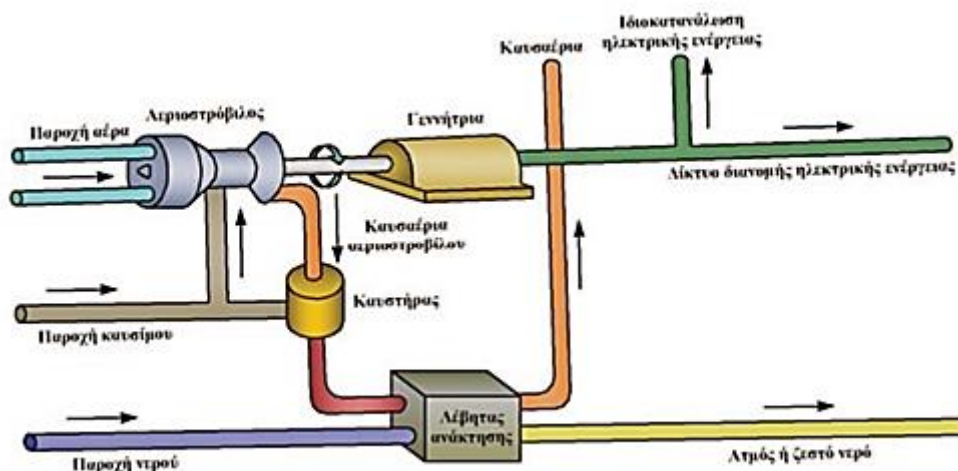
μικρότερη απόδοση (80% έναντι 85%), λόγω της αποβολής θερμότητας στο συμπυκνωτή ατμού. Ακόμα τα συστήματα αντίθλιψης έχουν ελάχιστη ανάγκη ψυκτικού υγρού. Όμως, τα συστήματα απομάστευσης παρέχουν την ευελιξία της ανεξάρτητης ρύθμισης της ηλεκτρικής και θερμικής ισχύος, σε αντίθεση με τα συστήματα αντίθλιψης στα οποία η παραγόμενη ενέργεια είναι συνάρτηση της απαιτούμενης θερμότητας.

- Συστήματα συμπαραγωγής με ατμοστρόβιλο σε **κύκλο βάσεως**. Αν και ο βαθμός ηλεκτρικής τους απόδοσης είναι μικρός (5-15%) προέρχεται από θερμότητα που θα χανόταν, χωρίς να απαιτείται επιπλέον κατανάλωση καυσίμου. Σε πολλές βιομηχανίες, π.χ. εργοστάσια τσιμέντου ή αλουμινίου, διυλιστήρια πετρελαίου, χαλυβουργεία, κ.λπ. παράγουν αέρια απόβλητα υψηλής θερμοκρασίας, τα οποία αν περάσουν μέσα από ένα λέβητα ανακομιδής θερμότητας, παράγουν ατμό που κινεί μια ατμοστρόβιλο γεννήτρια.

Συστήματα Αεροστρόβιλου

Για τα συστήματα **αεροστρόβιλου** υπάρχουν δύο βασικές διατάξεις:

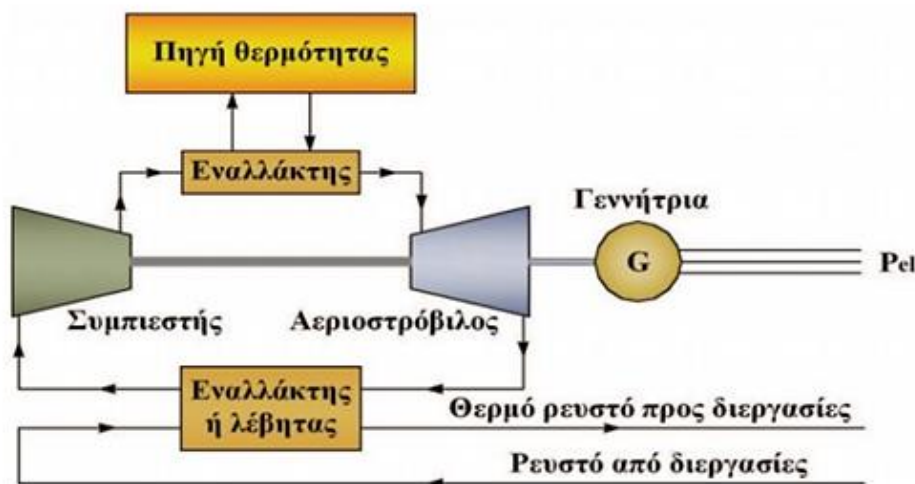
- **ανοικτού κύκλου**, στα οποία ο αέρας λαμβάνεται από την ατμόσφαιρα, συμπιέζεται και οδηγείται στον θάλαμο καύσης και τα καυσαέρια καταλήγουν



στον αεροστρόβιλο που κινεί τη γεννήτρια, από τον οποίο εξάγονται σε θερμοκρασίες 300-600°C. Οι περισσότερες αεροστροβιλικές μονάδες είναι ανοικτού κύκλου επειδή η υψηλή θερμοκρασία των καυσαερίων αυξάνει τον

βαθμό απόδοσης τους στο 60-80%. Η θερμότητα των καυσαερίων είναι άμεσα εκμεταλλεύσιμη σε θερμικές διεργασίες (θέρμανση, ξήρανση, κ.λπ.), αλλιώς τα καυσαέρια διοχετεύονται σε λέβητα καυσαερίων, όπου παράγεται ατμός ικανός να κινήσει ατμοστρόβιλο. Τα συστήματα με αεριοστρόβιλο ανοικτού κύκλου παρέχουν ισχύ 100 KW-100 MW. Έχουν αξιοπιστία και διαθεσιμότητα πάνω από 90% και διάρκεια ζωής 15-20 χρόνια, ενώ οι μικρές μονάδες χρειάζονται 9-14 μήνες χρόνο εγκατάστασης και οι μεγάλες 24 μήνες.

- **κλειστού κύκλου**, στα οποία ο αέρας κυκλοφορεί σε κλειστό κύκλωμα, θερμαίνεται σε εναλλάκτη θερμότητας, οδηγείται στον αεριοστρόβιλο και ψύχεται μετά την έξοδό του από αυτόν. Ο αέρας δεν συμμετέχει στην καύση και δεν προκαλεί διαβρώσεις του αεριοστροβίλου. Η εξωτερική καύση επιτρέπει τη χρήση οποιουδήποτε καυσίμου (άνθρακα, απόβλητα, βιομάζα, κ.λπ.) σε αυτά τα συστήματα. Αν και οι μικρότερες απαιτήσεις συντήρησης δίνουν στα συστήματα κλειστού κύκλου μεγαλύτερη διαθεσιμότητα και αξιοπιστία, λειτουργούν λίγα τέτοια συστήματα που παράγουν 2-50 MW.



Μονάδα ΣΗΘ Μικρού Μεγέθους

Μια μονάδα ΣΗΘ μικρού μεγέθους είναι το σύστημα με **μικροστρόβιλο** που περιλαμβάνει αεριοστρόβιλο, συμπιεστή, γεννήτρια και τα ηλεκτρονικά ισχύος για τη σύνδεση στο δίκτυο. Ο αέρας εισέρχεται στο συμπιεστή και μετά από τον προθερμαντήρα, όπου αυξάνεται η θερμοκρασία από τα καυσαέρια εκτόνωσης. Στη

συνέχεια, στον καυστήρα, ο αέρας αναμειγνύεται με το καύσιμο, το οποίο αναφλέγεται και καίγεται. Χρειάζεται αναφλεκτήρας μόνο κατά την εκκίνηση, αφού στη συνέχεια η φλόγα συντηρείται. Τα αέρια μετά την καύση διέρχονται από το στρόβιλο μετατρέποντας σε μηχανική τη θερμική ενέργεια. Τα αέρια μετά το στρόβιλο περνάνε από τον αναθερμαντήρα και τον εναλλάκτη θερμότητας (θερμαντική στήλη), ώστε να αυξηθεί η θερμότητα τους και να ζεσταθεί το νερό.

Τα συστήματα μικροστρόβιλων έχουν ισχύ 25-80KW, ηλεκτρική απόδοση 30% και σαν ΣΗΘ απόδοση 80%. Παράλληλα εμφανίζουν μικρά επίπεδα εκπομπών αερίων και λίγες ανάγκες για συντήρηση.

Παλινδρομικές Μηχανές ή Μηχανές Εσωτερικής Καύσης (ΜΕΚ)

Οι πιο διαδομένες και αποδοτικές μονάδες για συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας είναι **οι παλινδρομικές μηχανές ή μηχανές εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ)**, που διακρίνονται στις τετράχρονες μηχανές με σπινθηριστή (μηχανές Otto) και στις μηχανές ανάφλεξης με συμπίεση (μηχανές Diesel). Και οι δύο τύποι μηχανών διαθέτουν ένα ή περισσότερους κυλινδρικούς θαλάμους καύσης κατά μήκος των οποίων κινείται ένα κατάλληλα εφαρμοσμένο έμβολο που συνδέεται σε έναν στροφαλοφόρο άξονα όπου η κίνηση μετατρέπεται σε περιστροφική. Οι μηχανές εσωτερικής καύσης ολοκληρώνουν έναν κύκλο λειτουργίας σε τέσσερις κινήσεις του εμβόλου μέσα στον κύλινδρο:

- με εισαγωγή αέρα (ή μίγματος αέρα-καυσίμου) στον κύλινδρο,
- με συμπίεση με καύση του καυσίμου,
- με επιτάχυνση του εμβόλου από τη δύναμη της καύσης
- με έξοδο των προϊόντων καύσης από τον κύλινδρο.

Τα συστήματα ΣΗΘ **με κινητήρα Otto** παρέχουν ισχύ 15-1.300 KW, έχουν ηλεκτρική απόδοση 32-35%, θερμική απόδοση 50-60%, ολικό βαθμό απόδοσης 80-85% και 10 χρόνια διάρκεια ζωής.

Τα συστήματα ΣΗΘ **με κινητήρα Diesel** κατασκευάζονται για ισχύ 100-20000 KW, ο ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης τους είναι 35-45%, ο θερμικός τους 40-45% και ο

ολικός βαθμός απόδοσης αντιστοιχεί σε 70 - 80%, ενώ ο μέσος χρόνος ζωής τους είναι 15-20 χρόνια.

Συστήματα με Μηχανή Εσωτερικής Καύσης

Τα συστήματα με μηχανή εσωτερικής καύσης διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:



- Συστήματα μικρής κλίμακας με αεριομηχανή (15KW-1MW) ή κινητήρα Diesel (75KW-1MW),
- Συστήματα μέσης ισχύος (1-6MW) με αεριομηχανή ή κινητήρα Diesel,
- Συστήματα μεγάλης ισχύος (άνω

των 6MW) με κινητήρα Diesel.

Αεριομηχανές (Gas engines)

Αεριομηχανές (Gas engines) είναι οι παλινδρομικές μηχανές εσωτερικής καύσης που λειτουργούν με αέριο καύσιμο, π.χ., φυσικό αέριο, βιοαέριο, κ.λπ. και περιλαμβάνουν:

- ▶ Βενζινοκινητήρες αυτοκινήτων που έχουν μετατραπεί σε αεριομηχανές. Είναι συνήθως μικρές μηχανές (15-30 KW) και η μετατροπή τους μειώνει κατά 18% την ισχύ τους, γεγονός που επηρεάζει ελάχιστα το βαθμό απόδοσής τους. Έχουν μικρή διάρκεια ζωής (1.000-3.000 ώρες) και χαμηλή τιμή.
- ▶ Diesel κινητήρες αυτοκινήτων που έχουν μετατραπεί σε αεριομηχανές. Μηχανές με ισχύ μέχρι 200 KW, οι οποίες δεν εξασθενούν από την μετατροπή.
- ▶ Σταθερές μηχανές για εφαρμογές στη βιομηχανία και στα πλοία με ισχύ μέχρι 3 MW, οι οποίες είτε σχεδιάζονται σαν αεριομηχανές είτε μετατρέπονται σε τέτοιες. Είναι κατάλληλες για συνεχή λειτουργία σε υψηλό φορτίο, με μικρές απαιτήσεις συντήρησης, αλλά υψηλό κόστος απόκτησης.

μερικό φορτίο, ωστόσο καθιστά τη μονάδα και συγκεκριμένα τις διατάξεις ρύθμισης και ελέγχου πιο πολύπλοκες.

Στο σύστημα του συνδυασμένου κύκλου, η ισχύς συνήθως είναι 20-400 MW, ενώ η ισχύς στις μικρότερες μονάδες είναι 4-11 MW. Η συγκέντρωση ισχύος, δηλαδή η ισχύς ανά μονάδα όγκου, των εγκαταστάσεων συνδυασμένου κύκλου, είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τη συγκέντρωση ισχύος στα συστήματα απλού κύκλου αεριοστροβίλου (Joule) ή ατμοστροβίλου (Rankine). Όσον αφορά τα καύσιμα, ισχύουν οι ίδιες προδιαγραφές με τα υπόλοιπα συστήματα αεριοστροβίλου.

Η εγκατάσταση ενός συστήματος συνδυασμένου κύκλου διαρκεί 2-3 έτη. Τα συστήματα συνδυασμένου κύκλου είναι αξιόπιστα σε ποσοστό 80-85%, με ωφέλιμη διάρκεια λειτουργικότητας τα 15-25 χρόνια, ενώ ετησίως, η διαθεσιμότητά τους είναι στο ύψος του 77-85%.

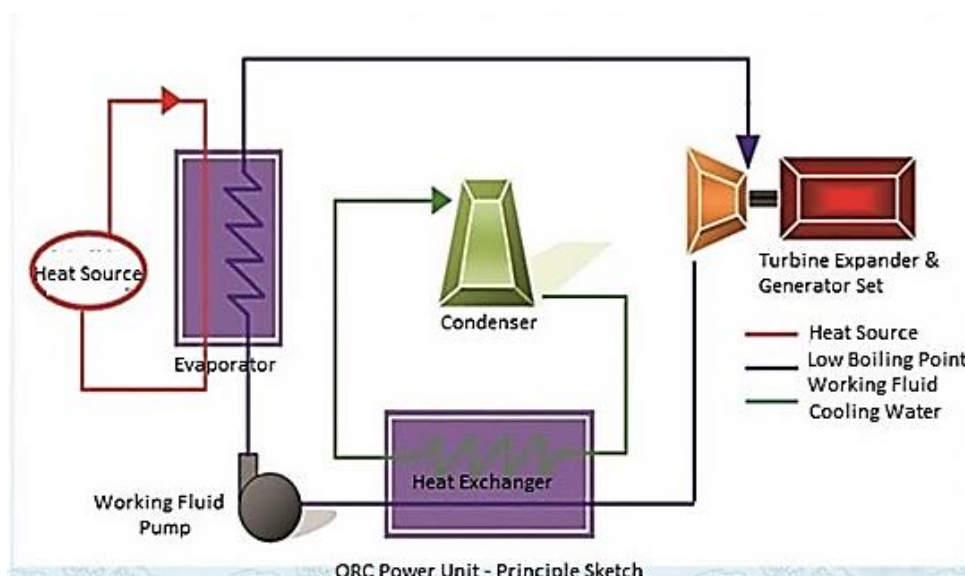
Στα συγκεκριμένα συστήματα μπορεί να πραγματοποιηθεί συνδυασμός κύκλου Diesel με κύκλο Rankine. Σε αυτή την περίπτωση η διάταξη αναδιαμορφώνεται με τέτοιο τρόπο ώστε η μονάδα συμπίεστη - θαλάμου καύσης - αεριοστροβίλου να αντικατασταθεί από τον κινητήρα Diesel και τους εναλλάκτες θερμότητας με τους οποίους είναι συνδεδεμένος.

Κύκλοι Βάσης Rankine

Τα οργανικά ρευστά, π.χ. τολουένη, που έχουν πολύ χαμηλότερη θερμοκρασία βρασμού από το νερό, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ηλεκτρικής ή μηχανικής ενέργειας με απόσπαση θερμικής ενέργειας χαμηλής θερμοκρασίας (80-300°C). Έτσι, πηγές θερμικής ενέργειας μπορούν να είναι η ηλιακή ενέργεια, τα βιομηχανικά απόβλητα, η γεωθερμική ενέργεια, τα καυσαέρια ή η θερμότητα ψύξης μηχανών, κ.λπ.

Η ισχύς τους κυμαίνεται μεταξύ 2 kW–10 MW. Ο βαθμός απόδοσης είναι χαμηλός της τάξεως 10-30%, ωστόσο το σημαντικότερο είναι ότι το συγκεκριμένο σύστημα παράγει επιπρόσθετη ισχύ χωρίς να καταναλώνει καύσιμα. Από κατασκευαστικής σκοπιάς, είναι απαραίτητη η ορθή διαλογή των κατάλληλων υλικών, ούτως ώστε να μην διαβρώνονται από το οργανικό ρευστό (π.χ. χρήση ανοξείδωτου χάλυβα), και να

ελέγχεται η απαραίτητη στεγανότητα των στοιχείων του κυκλώματος, ώστε να μην διαρρέει το οργανικό ρευστό στην ατμόσφαιρα. Η εγκατάσταση μικρών κυκλωμάτων έως 50 kW, απαραίτητων για λειτουργία στον εμπορικό-κτιριακό τομέα, διαρκεί 4-8 μήνες, ενώ για μεγαλύτερα κυκλώματα απαιτούνται 1-2 έτη. Ετησίως η διαθεσιμότητά τους είναι 80-90%, ενώ προσδοκώμενη διάρκεια ωφέλιμης λειτουργίας τους είναι 20 χρόνια.

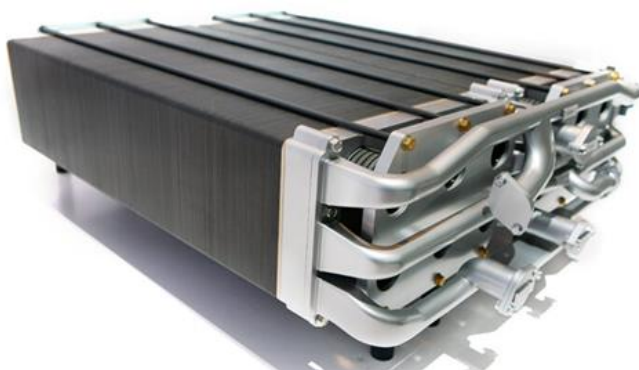


Μονάδες Συμπαγωγής σε Μορφή «Πακέτου»

Τυποποιημένες μονάδες συμπαγωγής σε μορφή «πακέτου» με ηλεκτρική ισχύ 10-1000kW, με χαμηλό κόστος, μικρό όγκο, εύκολη εγκατάσταση (σύνδεση με τα υδραυλικά και τα ηλεκτρικά δίκτυα) και αυτοματοποιημένη λειτουργία χωρίς απαραίτητη παρακολούθηση από εξειδικευμένο προσωπικό, είναι η νεότερη τεχνολογία συμπαγωγής.

Οι μονάδες αυτές συνήθως χρησιμοποιούν κινητήρα Diesel, ενώ σε μικρότερες ισχύεις της τάξεως των 100kW, μπορεί να χρησιμοποιηθεί το σύστημα του αεριοστροβίλου. Οι τυποποιημένες μονάδες συμπαγωγής καταναλώνουν υγρό ή αέριο καύσιμο με το φυσικό αέριο να είναι το καταλληλότερο καύσιμο γι' αυτές, λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του, όπως η καθαρότητά του, η έλλειψη ανάγκης αποθήκευσής του και η χαμηλή τιμή του.

Κυψέλες Καυσίμου



Οι κυψέλες καυσίμου (fuel cell) αποτελούν ηλεκτροχημικά συστήματα καυσίμων που μετατρέπουν τη χημική ενέργεια σε ηλεκτρισμό χωρίς την πρόκληση καύσης. Με την αντίδραση υδρογόνου και

οξυγόνου παρουσία ηλεκτρολύτη, παράγεται νερό και ένα ηλεκτροχημικό δυναμικό που δημιουργεί ροή ηλεκτρικού ρεύματος στο εξωτερικό κύκλωμα (φορτίο) και παράγεται θερμική ενέργεια που μπορεί να καταναλωθεί ωφέλιμα.

Οι κυψέλες καυσίμου είναι κατάλληλες για την τεχνολογία της συμπαραγωγής που εφαρμόζεται στα βιομηχανικά και εμπορικά κτίρια, ειδικά αν συνδυαστούν με φυσικό αέριο.

Τα βασικά χαρακτηριστικά τους είναι:

- Βαθμωτή (modular) διάρθρωση, για κατασκευή συστημάτων με την απαραίτητη ισχύ.
- Υψηλή ηλεκτρική απόδοση ακόμη και όταν εφαρμόζεται σε μερικό φορτίο
- Αυτοματοποιημένη λειτουργία
- Ελάχιστες εκπομπές ρύπων,
- Χαμηλό επίπεδο θορύβου.

Τα συστήματα συμπαραγωγής με κυψέλες καυσίμου, εκπέμπουν 10-100 φορές λιγότερο διοξείδια του άνθρακα και του θειικού οξέος, λόγω του υψηλού βαθμού απόδοσης και των καθαρών καυσίμων που χρησιμοποιούν. Παράλληλα εμφανίζουν μικρότερες εκπομπές νιτρικού οξέος επειδή οι θερμοκρασίες που παράγονται είναι σημαντικά χαμηλότερες σε σχέση με εκείνες της καύσης. Οι κυψέλες καυσίμου ενδείκνυνται για εγκατάσταση και λειτουργία σε κατοικημένες περιοχές και σε κτίρια, όπως ξενοδοχεία και νοσοκομεία. Ωστόσο μερικά από τα βασικά τους μειονεκτήματα

είναι το υψηλό κόστος κατασκευής και εγκατάστασής τους και η σύντομη διάρκεια ωφέλιμης λειτουργίας τους.

Μηχανές Stirling

Οι **μηχανές Stirling** στην συμπαραγωγή παρουσιάζουν αρκετά πλεονεκτήματα όπως υψηλότερο βαθμό απόδοσης, ευελιξία καυσίμου, χαμηλές εκπομπές ρύπων, θορύβου και κραδασμών και λειτουργικότητα σε μερικό φορτίο. Οι φθορές που μπορούν να προκληθούν είναι περιορισμένες λόγω της εξωτερικής καύσης και του κλειστού κυκλώματος λειτουργίας, καθώς τα κινούμενα παραρτήματα του κινητήρα δεν έρχονται σε επαφή με τα προϊόντα της καύσης. Το βασικό μειονέκτημα της τεχνολογίας είναι ο περιορισμένος χρόνος ζωής των διατάξεων ενός τέτοιου συστήματος.

Ακολουθεί ένας συγκριτικός πίνακας συστημάτων ΣΗΘ για κτίρια και ένας πίνακας με τα καταλληλότερα συστήματα ΣΗΘ για διάφορα είδη κτιρίων.

ΒΑΣΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΗΘ	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΙΣΧΥΣ (kW)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΙΣΧΥΣ (kW)	ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ %	ΘΕΡΜΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ %	ΟΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ %	ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΞΟΔΟΥ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ (°C)
ΜΗΧΑΝΗ ΟΤΤΟ	15-1300	1300	32 – 35	50 – 60	80 – 85	Θερμό Νερό Ατμός Χαμηλής Πίεσης	400 – 450
ΜΗΧΑΝΗ DIESEL	100-20000	20000	35 – 45	40 – 45	75 – 90	Θερμό Νερό Ατμός Χαμηλής Πίεσης	320 – 450
ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ ΜΕ ΛΕΒΗΤΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	100-30000	30000	25 – 35	40 – 50	70 – 85	Ατμός Χαμηλής Πίεσης	400 – 600
ΜΙΚΡΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ	25-200	200	25 – 35	40 – 50	70 – 85	Θερμό Νερό Ατμός Χαμηλής Πίεσης	200 – 300
ΜΗΧΑΝΗ STIRLING	3-100	100	35 – 45	50 – 60	80 – 85	Θερμό Νερό	400 - 500
ΚΥΨΕΛΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	3-120	120	30 – 40	30 – 40	60 – 80	Θερμό Νερό	140 - 200
ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ ΑΠΟΜΑΣΤΕΥΣΗΣ	500-100000	100000	25 – 30	40 – 60	65 – 90	Ατμός Χαμηλής & Μέσης Πίεσης	180 – 200

ΕΙΔΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΠΕΡΙΟΧΗ ΙΣΧΥΟΣ	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΟΝΑΔΑ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΕΣ	από 5 έως 50	ΜΗΧΑΝΗ ΟΤΤΟ ΜΗΧΑΝΗ STIRLING ΚΥΨΕΛΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΜΙΚΡΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ
ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΕΣ	από 50 έως 250	ΜΗΧΑΝΗ ΟΤΤΟ ΜΗΧΑΝΗ DIESEL ΚΥΨΕΛΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΜΙΚΡΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ
ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑ	από 500 έως 2.000	ΜΗΧΑΝΗ ΟΤΤΟ ΜΗΧΑΝΗ DIESEL ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ
ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑ	από 200 έως 2.000	ΜΗΧΑΝΗ ΟΤΤΟ ΜΗΧΑΝΗ DIESEL ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ
ΚΤΙΡΙΑ ΓΡΑΦΕΙΩΝ	από 200 έως 500	ΜΗΧΑΝΗ ΟΤΤΟ ΜΗΧΑΝΗ DIESEL
ΑΘΛΗΤΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ-ΠΙΣΙΝΕΣ	από 100 έως 300	ΜΗΧΑΝΗ ΟΤΤΟ ΜΗΧΑΝΗ DIESEL ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ
ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ	από 200 έως 1.000	ΜΗΧΑΝΗ ΟΤΤΟ ΜΗΧΑΝΗ DIESEL ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗΡΙΑ	από 200 έως 500	ΜΗΧΑΝΗ ΟΤΤΟ ΜΗΧΑΝΗ DIESEL ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ

Συμπαράγωγή και Βιομάζα

Μια ειδική κατηγορία συμπαράγωγής που αναπτύσσεται τις τελευταίες δεκαετίες είναι η συμπαράγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από **βιομάζα**. Ειδικότερα, μονάδες που παράγουν απόβλητα που χαρακτηρίζονται ως βιομάζα, μπορούν να χρησιμοποιήσουν ως καύσιμο τα ίδια τους τα απόβλητα, μειώνοντας το κόστος λειτουργίας τους. Επιπλέον, είναι διαθέσιμες προς χρηματοδότηση και εξασφάλιση εσόδων από την πώληση ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο υπό ευνοϊκό νομικό καθεστώς που διέπει την ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ, για όποιες από αυτές μπορούν να διαθέτουν περίσσεια ρεύματος.

Σε μια εγκατάσταση στην οποία πραγματοποιείται αναερόβια χώνευση βιομάζας, τα στάδια της συμπαραγωγικής διαδικασίας είναι:

- ▶ Η προεπεξεργασία της βιομάζας που ανάλογα με τον τύπο της πρώτης ύλης, μπορεί να απαιτεί:
 - αποθήκευση ως τη χρήση,
 - άλεσμα π.χ. απόβλητα σφαγείων,
 - θερμική επεξεργασία σε θερμοκρασία πάνω από τους 70°C για να καταστραφούν παθογόνοι μικροοργανισμοί,
 - πρώιμη εξωκυτταρική υδρόλυση,
 - ανάμειξη διαφόρων πρώτων υλών,
 - αραίωση ή πύκνωση στα στερεά υπολείμματα,
 - ρύθμιση των τιμών pH κ.α.



- ▶ Η επεξεργασία και κατακράτηση της βιομάζας την οποία ακολουθεί η εκροή του βιοαερίου, ενώ τα στερεά υπολείμματα απορρίπτονται από τον πυθμένα των δεξαμενών και καταλήγουν στη δεξαμενή

ξήρανσης.

- ▶ Ο καθαρισμός και η συλλογή του βιοαερίου όπου χρησιμοποιείται σύστημα καταιονισμού με νερό για την απομάκρυνση της αμμωνίας και του υδρόθειου.
- ▶ Το βιοαέριο γίνεται καύσιμο στην κατάλληλη μονάδα συμπαραγωγής για να καλύψει είτε τις θερμικές ανάγκες υψηλής θερμοκρασίας της βιομηχανικής παραγωγής είτε για τις θερμικές ανάγκες χαμηλής θερμοκρασίας προς οικιακή χρήση. Στη συγκεκριμένη μονάδα περιλαμβάνονται επίσης οι μετασχηματιστές σύνδεσης της παρεχόμενης ηλεκτρικής ισχύος από το δίκτυο της περιοχής.

- ▶ Τέλος, στη δεξαμενή ξήρανσης στερεών υπολειμμάτων γίνεται περαιτέρω επεξεργασία των στερεών κατάλοιπων και παραπροϊόντων από την αναερόβια χώνευση. Τα κατάλοιπα σε υγρή μορφή στέλνονται για καταιονισμό είτε διατίθενται σαν λίπασμα.

8.2.3 Απαιτήσεις ΣΗΘ

Οι αποφάσεις για χρησιμοποίηση ΣΗΘ σε ένα κτίριο και την επιλογή της καταλληλότερης τεχνολογίας, απαιτούν ενέργειες σε τρία στάδια:

- ▶ **προμελέτη**, για συλλογή στοιχείων από τις προηγούμενες ενεργειακές καταναλώσεις του κτιρίου (αν πρόκειται για υφιστάμενο κτίριο) και τη δυνατότητα διασύνδεσης του συστήματος ΣΗΘ με τα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμου
- ▶ **τεχνοοικονομική μελέτη** με επιλογή του συστήματος ΣΗΘ, που θα ανταποκριθεί τις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου. Υπολογίζονται όλα τα κόστη (αγορών, εγκατάστασης), η χρηματοδότηση και η οικονομική αποτελεσματικότητα της επένδυσης
- ▶ **μελέτη εφαρμογής** με τα απαραίτητα οριστικά σχέδια (μηχανολογικά, ηλεκτρολογικά, κ.λπ.) με τα οποία θα γίνει η εγκατάσταση του ΣΗΘ.

Για την επιλογή του εξοπλισμού ΣΗΘ γίνεται ανάλυση παραγόντων όπως:

- απόδοση,
- απαιτήσεις χώρου και χωρητικότητας,
- κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας ,
- αξιοπιστία κατασκευαστή της μονάδας ΣΗΘ,
- ευκολία συντήρησης της μονάδας ΣΗΘ.

Στις μονάδες συμπαραγωγής ισχύος πάνω από 50 kW, η πρώτη συντήρηση πρέπει να γίνεται μετά από τις 1.500 ώρες λειτουργίας, ενώ στις μικρότερες μονάδες μετά από 1.500 ώρες. Η πρώτη συντήρηση απαιτεί αντικατάσταση σε λάδια και φίλτρα, ψυκτικό υγρό και αναφλεκτήρα των μηχανών, έλεγχο των καλωδιώσεων και ρυθμίσεις αερίου και εκπομπών καυσαερίου.

Ο βασικός προληπτικός έλεγχος γίνεται μετά από 8.000 ώρες λειτουργίας, με λεπτομερή έλεγχο της μηχανής για τυχόν εσωτερικές φθορές της.

Σύνοψη

Στη παρούσα ενότητα έγινε αναφορά στη διαδικασία της Συμπααραγωγής που μπορεί να παράγει ηλεκτρική ή μηχανική και θερμική ενέργεια, χρησιμοποιώντας την ίδια αρχική πηγή καυσίμου. Η σημασία της Συμπααραγωγής έγκειται στα σημαντικά οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη που μπορεί να επιτύχει όταν εφαρμόζεται σε εγκαταστάσεις με αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και παροχή θερμότητας.

Παράλληλα, επισημάνθηκαν τα επιμέρους συστήματα Συμπααραγωγής καθώς και οι απαιτήσεις εγκατάστασής τους. Στη συνέχεια δόθηκε έμφαση στα συστήματα Συμπααραγωγής Ηλεκτρισμού-Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ) και στις κατηγοριοποιήσεις τους, παρουσιάζοντας τα χαρακτηριστικά τους και τη χρήση τους.

Ερωτήσεις Αυτοαξιολόγησης

- 1. Ως συμπααραγωγή νοείται η διαδικασία που μπορεί να παράγει.... χρησιμοποιώντας την ίδια αρχική πηγή καυσίμου.**
 - A) κινητική και θερμική ενέργεια
 - B) ηλεκτρική και χημική ενέργεια
 - Γ) ηλεκτρική και θερμική ενέργεια
 - Δ) χημική και κινητική ενέργεια
- 2. Οι συμβατικές εγκαταστάσεις ηλεκτρικής παραγωγής έχουν ποσοστό απόδοσης 30-35%, ενώ οι μονάδες συμπααραγωγής 50-55%.**
 - A) Σωστό
 - B) Λάθος
- 3. Η θερμική ενέργεια μπορεί να καταναλωθεί:**
 - A) για την θέρμανση του περιβάλλοντος χώρου

- B) για την ψύξη του περιβάλλοντος χώρου
 - Γ) για τον κλιματισμό του περιβάλλοντος χώρου
 - Δ) για όλα τα παραπάνω
- 4. Μια μονάδα συμπαραγωγής ενέργειας 50 kWe έως 1 MW (μεγαβάτ) χαρακτηρίζεται ως:**
- A) πολύ μικρής κλίμακας
 - B) μικρής κλίμακας
 - Γ) μεσαίας κλίμακας
 - Δ) μεγάλης κλίμακας.
- 5. Η τεχνολογία συμπαραγωγής χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στην Ευρώπη και στις Η.Π.Α. στα 1890.**
- A) Σωστό
 - B) Λάθος
- 6. Η εξασφάλιση ζεστού νερού τόσο για τη θέρμανση των χώρων, όσο και για την απευθείας χρήση του σε ένα σύνολο κτιρίων από έναν κεντρικό σταθμό παραγωγής θερμότητας ονομάζεται:**
- A) θερμικός εναλλάκτης
 - B) τηλεθέρμανση
 - Γ) γεωθερμία
 - Δ) θερμικό ηλιακό σύστημα
- 7. Η Συμπαραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ), εξασφαλίζει εξοικονόμηση Πρωτογενούς Ενέργειας σε ποσοστό σε σχέση με τη Θερμική και Ηλεκτρική Ενέργεια που παράγεται στο πλαίσιο διακριτών διαδικασιών.**
- A) πάνω από 50%
 - B) πάνω από 30%

- Γ) 30-50%
- Δ) τουλάχιστον 10 %
8. Αν ο βαθμός απόδοσης μίας συμβατικής ατμοηλεκτρικής εγκατάστασης φτάνει στο 35%, ο βαθμός απόδοσης στα Συστήματα Ατμοστροβίλου μπορεί να είναι:
- A) 60-85%
- B) μέχρι 50%
- Γ) μέχρι 30%
- Δ) ακόμα και 100%
9. Στα συστήματα Αεριοστροβίλου, τα καύσιμα που καταναλώνονται είναι κυρίως:
- A) γεωθερμικά ρευστά
- B) φυσικό αέριο, υγραέριο και ελαφρύ πετρέλαιο
- Γ) βιομάζα
- Δ) αιολική ενέργεια
10. Ο όρος «συνδυασμένος κύκλος» χαρακτηρίζει τους δυαδικά θερμοδυναμικά κυκλώματα, τα οποία συνδέονται μέσω ενός ρευστού ενώ λειτουργούν σε διαφορετικές θερμοκρασίες.
- A) Σωστό
- B) Λάθος

Απαντήσεις Ερωτήσεων Αυτοαξιολόγησης

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Γ	B	Δ	B	A	B	Δ	A	B	A

Ενότητα 9: Έλεγχος και Προληπτική Συντήρηση του Μηχανολογικού Εξοπλισμού

Σκοπός

Στη παρούσα ενότητα θα αναλυθεί η ορθή χρήση και διατήρηση του εξοπλισμού μιας επιχείρησης. Σκοπός είναι η κατανόηση της σημασίας της συντήρησης του εξοπλισμού για την σωστή λειτουργία του, της βαθμονόμησης των οργάνων μέτρησης και της έννοιας της διακρίβωσης των οργάνων αυτών.

Προσδοκώμενα Αποτελέσματα

Μετά το πέρας της μελέτης της ενότητας αυτής, οι εκπαιδευόμενοι αναμένεται να:

- κατανοούν πως για την σωστή λειτουργία τους εξοπλισμού της επιχείρησης χρειάζεται να γίνεται συχνή συντήρησή του, ακόμα και προληπτική ώστε να αποφεύγονται τυχόν δυσλειτουργίες
- αναγνωρίζουν τις βασικές έννοιες της βαθμονόμησης και της προσαρμογής των οργάνων μέτρησης του εξοπλισμού, καθώς και την πιθανότητα σφάλματος στις μετρήσεις τους.

Λέξεις – Κλειδιά

- Συντήρηση
- Υπολογιστικά Συστήματα Οργάνωσης και Διοίκησης της Συντήρησης (CMMS)
- Βαθμονόμηση
- Διάστημα βαθμονόμησης
- Αβεβαιότητα μέτρησης
- Διακρίβωση οργάνου μέτρησης

9.1 Χειρισμός και Συντήρηση Εξοπλισμού

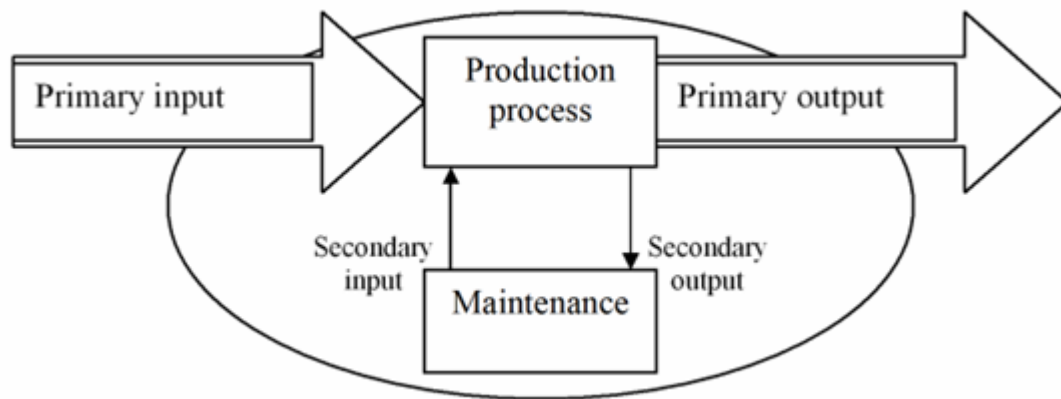
9.1.1 Εισαγωγή

Βλάβη ή σφάλμα είναι κάθε απόκλιση από την φυσιολογική κατάσταση, κάθε στοιχείου του εξοπλισμού, που μπορεί να προκαλέσει αστοχία. Αστοχίες του εξοπλισμού είναι καταστάσεις ή συνθήκες που αναγκάζουν το σύστημα να μην εκτελεί, μερικά ή ολικά, το σκοπό για τον οποίο έχει σχεδιαστεί με αποτέλεσμα προβλήματα στη λειτουργία.

Οι βλάβες μπορούν να διακριθούν σε:

- **Απρόβλεπτες βλάβες**, που παρουσιάζονται με τυχαίο τρόπο και είναι αδύνατο να προβλεφθούν. Οι απρόβλεπτες βλάβες μπορούν να είναι:
 - Εμφανείς, οι οποίες δεν εξελίσσονται απότομα και για να υπάρχει περίπτωση πρόληψης, απαιτείται συνεχής παρακολούθηση.
 - Αφανείς, οι οποίες εξελίσσονται απότομα, καταγράφονται και προσδιορίζονται τα αίτια που τις προκαλούν ώστε να ληφθούν τα κατάλληλα διορθωτικά μέτρα.
- **Φυσιολογικές βλάβες**, που εξελίσσονται χρονικά με γνωστό τρόπο και ρυθμό, ως αποτέλεσμα φθορών από την χρήση ή αλλοίωσης των υλικών από την επίδραση μηχανικής καταπόνησης, θερμοκρασίας ή χημικών αντιδράσεων. Διακρίνονται σε:
 - Εμφανείς, ανιχνεύσιμες με επιθεωρήσεις και ελέγχους ώστε να εντοπιστούν και με τη λήψη κατάλληλων μέτρων να μην εξελιχθούν.
 - Αφανείς, που δεν εντοπίζονται και προλαμβάνονται μόνο με προγραμματισμένες αντικαταστάσεις και επισκευές.

Η **συντήρηση (maintenance)** είναι η διαδικασία που πραγματοποιείται έτσι ώστε ένα στοιχείο ή μονάδα παραγωγής να μπορεί να συνεχίσει να λειτουργεί στη βέλτιστη απόδοση. Η διαδικασία περιλαμβάνει τη διεξαγωγή μιας σειράς ελέγχων και επισκευών που επιτρέπουν να μην επηρεάζεται η απόδοση στοιχείων του ενεργητικού της επιχείρησης, όπως οι εγκαταστάσεις, τα μηχανήματα και ο εξοπλισμός.



Η συντήρηση (maintenance) παίζει σημαντικό ρόλο σε κάθε οργανισμό και θα πρέπει να θεωρείται αυτοτελές τμήμα ή αναπόσπαστο μέρος της συνολικής παραγωγικής διαδικασίας.

Η **παραγωγική διαδικασία** (production process) είναι ένα σύστημα με κύριες εισροές (primary input) τα υλικά, την ενέργεια και το ανθρώπινο δυναμικό. Αυτές οι κύριες εισροές, μετατρέπονται στο κύριο αποτέλεσμα (primary output) του τελικού προϊόντος και σε δευτερεύουσες εκροές (secondary output), όπως είναι η συντήρηση. Η συντήρηση επηρεάζει την παραγωγικότητα που μπορεί να επιτύχει ο εξοπλισμός γι' αυτό, πρέπει να διατηρείται σε ένα υψηλό επίπεδο.

Η **Οργάνωση και Διοίκηση της Συντήρησης** είναι το σύνολο δραστηριοτήτων της διοίκησης που καθορίζουν τους στόχους της συντήρησης, τις στρατηγικές της και τις ευθύνες της. Έχει σκοπό να:

- εξασφαλίζει την επίτευξη των στόχων της συντήρησης με την αποτελεσματική εφαρμογή του προγράμματος συντήρησης
- σχεδιάσει, ελέγξει και να επιβλέψει τη συντήρηση
- αξιολογήσει ως προς την τεχνική και οικονομική αποτελεσματικότητα τις μεθοδολογίες που εφαρμόστηκαν.

Οι μηχανικοί συντήρησης επεξεργάζονται μεγάλες ποσότητες δεδομένων όταν σχεδιάζουν διάφορες δραστηριότητες συντήρησης και προγραμματίζουν διαθέσιμα ανταλλακτικά για όλες τις διαφορετικές καταστάσεις και όλες τις χρονικές περιόδους. Για να είναι αποτελεσματική η χρήση της εμπειρικής γνώσης, πρέπει να έχει προηγηθεί επεξεργασία των ιστορικών δεδομένων, τα οποία πολλές φορές είναι

αυτά που καθορίζουν το βαθμό επιτυχίας της συντήρησης περισσότερο από τις θεωρητικές γνώσεις.

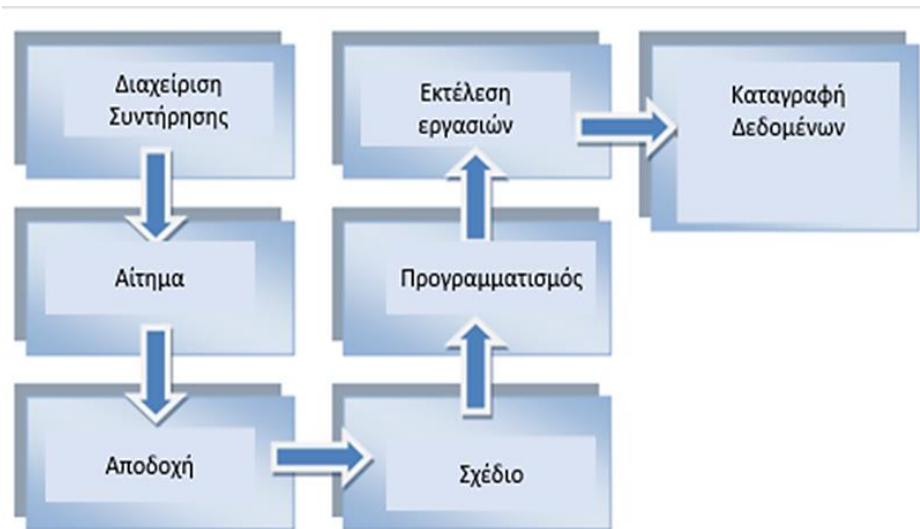
Η επιτυχημένη συντήρηση εξαρτάται από την ποιότητα των πληροφοριών και την ταχύτητα με την οποία μεταφέρονται. Σε αυτό μπορεί να προσφέρει πολύτιμη βοήθεια η χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών και το λογισμικό που έχει αναπτυχθεί, τα λεγόμενα Συστήματα Υπολογιστών Οργάνωσης και Διαχείρισης Συντήρησης (Computerized Maintenance Management Systems - CMMS).



Τα **Υπολογιστικά Συστήματα** Οργάνωσης και Διοίκησης της Συντήρησης (CMMS) είναι βάσεις δεδομένων, που συλλέγουν πληροφορίες συντήρησης σε μια εταιρεία και αποτελούν τμήμα του πληροφοριακού της συστήματος. Σκοπός τους είναι να βελτιώσουν την αποδοτικότητα της συντήρησης και να διευκολύνουν τη λήψη αποφάσεων για τους διαχειριστές, προσφέροντας μια ποικιλία λειτουργιών, όπως:

- Έλεγχο των ενεργειών της Προληπτικής Συντήρησης.
- Έκδοση εντολών εργασίας.
- Καταγραφή των αποθεμάτων ανταλλακτικών και αναλωσίμων που χρειάζονται για τη συντήρηση.
- Καταγραφή δεδομένων που να αφορούν τον εξοπλισμό, το ιστορικό αρχείων των συστημάτων, των προδιαγραφών και των εγγυήσεων.

Σημασία Συντήρησης



Αν και ο όρος συντήρηση είναι γενικά αόριστος, ανάλογα με τις συνθήκες μπορεί να περιλαμβάνει μία ή περισσότερες από τις παρακάτω ενέργειες:

- Τεχνικό και χρονικό προγραμματισμό του έργου
- Διαχείριση εργαλείων, υλικών και ανταλλακτικών
- Διαχείριση ανθρώπινου δυναμικού
- Προληπτικούς, προγνωστικούς και διαγνωστικούς ελέγχους
- Ενέργειες προφύλαξης και αντικατάστασης
- Επισκευή, βελτίωση, και κατασκευή
- Τακτική επιθεώρηση

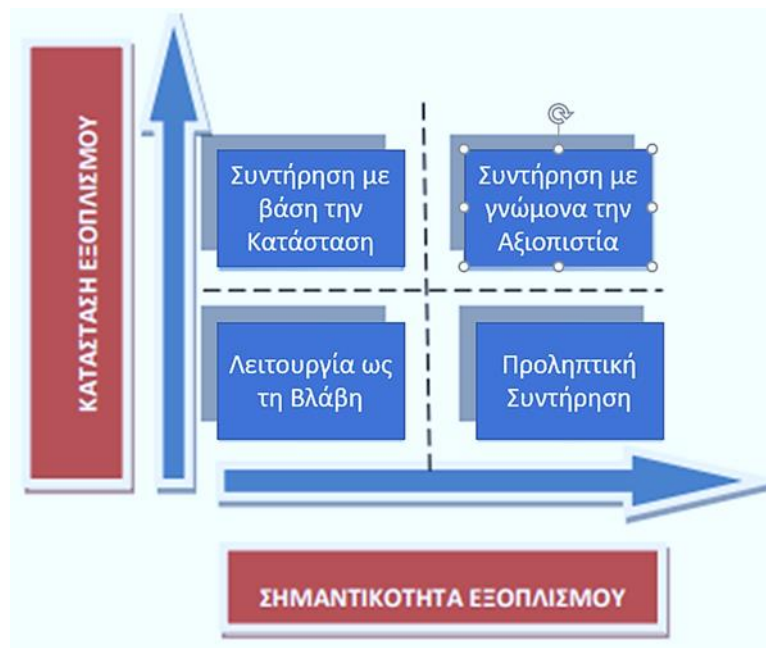
Η συντήρηση δεν στοχεύει μόνο σε επισκευές, αλλά αποδεικνύεται κρίσιμος παράγοντας για τη συνολική της απόδοση μιας επιχείρησης. Η διατήρηση της καλής λειτουργίας του εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων μέσω της συντήρησης τους (επιθεώρηση, ανίχνευση και διόρθωση επικείμενης βλάβης πριν συμβεί ή εξελιχθεί σε μεγάλη καταστροφή) έχει αποδείξει ότι έχει ως αποτελέσματα:

- μείωση της φθοράς του εξοπλισμού,
- μείωση των βλαβών του εξοπλισμού,

- μείωση του απαιτούμενου κεφαλαίου για τον εξοπλισμό,
- αύξηση της χρονικής διάρκειας ζωής των μηχανών,
- αύξηση της παραγωγικότητας του ανθρώπινου δυναμικού συντήρησης,
- μείωση της απώλειας πελατείας,
- συμμόρφωση των νόμων και κανονισμών,
- μείωση περιττών επισκευών συστημάτων,
- μείωση των επαναληπτικών ενεργειών συντήρησης,
- μείωση των ελαττωματικών μηχανών και προϊόντων,
- αύξηση της φερεγγυότητας,
- μείωση των υπερωριών,
- αύξηση της ασφάλειας και μείωση των ατυχημάτων,
- μείωση της κατανάλωσης ενέργειας,
- μείωση των αναγκαίων ανταλλακτικών,
- μείωση των ελαττωματικών καινούριων μηχανών,
- μείωση των εσφαλμένων ενεργειών συντήρησης,
- ελάττωση των ασφάλιστρων.

Από τότε που έγινε αντιληπτή η έννοια της συντήρησης μέχρι σήμερα, έχει υποστεί τεράστιες αλλαγές σε τεχνικές, είτε μηχανημάτων είτε φιλοσοφίας. Από τη Βιομηχανική Επανάσταση και την έκρηξη της χρησιμοποίησης μηχανημάτων στην παραγωγική διαδικασία μέχρι τα μέσα του 20^{ου} αιώνα, η συντήρηση του εξοπλισμού ήταν μια διαδικασία που όλοι κατανοούσαν την σπουδαιότητά της, αλλά απέφευγαν να επενδύουν σε αυτή.

9.1.2 Βασικές Επιλογές Συντήρησης



Λειτουργία ως τη Βλάβη

Η **Λειτουργία ως τη Βλάβη** (Breakdown ή Corrective Maintenance) ή Συντήρηση «σαν αντίδραση», δεν έκανε τίποτα για την αποφυγή ή διάγνωση πιθανής αστοχίας αλλά αφορούσε ενέργειες μόνο για επισκευή εξοπλισμού, που είχε ήδη εμφανίσει πρόβλημα. Αν και αυτή η προσέγγιση προκαλεί υψηλό κόστος, σε συγκεκριμένες περιπτώσεις μπορεί να γίνει οικονομικά αποδοτική, π.χ. όταν το κόστος επισκευής ή αντικατάστασης του εξοπλισμού είναι αμελητέο.

Δεν απαιτεί κανενός είδους οργάνωση ή προγραμματισμό, όμως η δυσκολία έγκειται στην συνθήκη εκτέλεσης εργασιών υπό πίεση, που συνοδεύει την εμφάνιση βλάβης και που, σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορεί να οδηγήσει σε κρίση. Η *Λειτουργία ως τη Βλάβη* ανάλογα με τη σπουδαιότητα των απαιτούμενων εργασιών, περιλαμβάνει:

- Επιδιορθώσεις ρουτίνας, σε περιπτώσεις που η βλάβη δεν επηρεάζει άλλες χρήσιμες λειτουργίες.
- Επείγουσες επιδιορθώσεις βλαβών σημαντικών εξαρτημάτων ή μηχανών του έχουν διακόψει λειτουργίες της παραγωγικής διαδικασίας.

- ▶ Επείγουσες επιδιορθώσεις, όταν η βλάβη μπορεί να προκαλέσει κίνδυνο την υγεία ή την ασφάλεια του προσωπικού ή να προκαλέσει μεγάλη διακοπή της παραγωγικής διαδικασίας.

Η *Λειτουργία ως τη Βλάβη* μπορεί να αποδειχτεί αποτελεσματική σε:

- εξοπλισμό μικρής σημασίας και χαμηλού κόστους ή εξοπλισμό που δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί καμία άλλη μέθοδος συντήρησης. Για κάποιο πολύ χαμηλού κόστους εξοπλισμό, η καλύτερη επιλογή είναι να μην υπάρχει κανενός είδους συντήρηση.
- εξοπλισμό που μπορούν να είναι αποδεκτές οι βλάβες
- περιπτώσεις που είναι μικρός ο αριθμός των μηχανημάτων
- απλό εξοπλισμό για την επισκευή του οποίου δεν απαιτείται εξειδικευμένος τεχνικός ή ειδικά εργαλεία.
- απρόοπτη βλάβη δεν εκτιμάται ότι δεν μπορεί να επιφέρει σοβαρό κίνδυνο για την ασφάλεια των εργαζομένων ή του περιβάλλοντος.

Ο καθορισμός προτεραιοτήτων σύμφωνα με τις οποίες θα πραγματοποιηθεί κάθε διορθωτική ενέργεια, καθορίζει τόσο το συνολικό κόστος συντήρησης, όσο και τον απαιτούμενο χρόνο αντίδρασης:

- ▶ **Προτεραιότητα 1** (επείγον): Για προβλήματα που απαιτούν άμεση διακοπή της λειτουργίας ή μπορούν να προκαλέσουν κίνδυνο την ασφάλεια ή την υγεία των εργαζομένων. Ένα επείγον πρόβλημα πρέπει να επιλυθεί για παράδειγμα μέσα σε 30 λεπτά.
- ▶ **Προτεραιότητα 2** (υψηλή προτεραιότητα): Κάθε πρόβλημα που πρέπει να επιλυθεί σύντομα ή να προκαλέσει μέτριου επιπέδου κίνδυνο για την ασφάλεια ή την υγεία του προσωπικού. Π.χ. τέτοιο πρόβλημα πρέπει να αντιμετωπιστεί μέσα σε 2 ώρες.
- ▶ **Προτεραιότητα 3** (μικρή προτεραιότητα): Για προβλήματα που υπάρχει δυνατότητα από την φύση τους να επιλυθούν μέσα σε μεγαλύτερο χρονικό διάστημα π.χ. μια ημέρα, ή υπάρχει μικρή περίπτωση κινδύνου για την ασφάλεια των εργαζομένων.

- **Προτεραιότητες 4 και 5:** Σε αυτά τα επίπεδα χαμηλής προτεραιοποίησης, η Λειτουργία ως τη Βλάβη χρειάζεται μόνο για την ελαχιστοποίηση του κόστους. Τα προβλήματα μπορεί να επιλυθούν μέσα σε διάστημα μια εβδομάδας ή ακόμα και μήνα, αν είναι ακόμα μικρότερης σημασίας.

Η εμπειρία από την χρησιμοποίηση της μεθόδου *Λειτουργία ως τη Βλάβη*, ανέδειξε αρκετά **μειονεκτήματα** για τις επιχειρήσεις:

- Για τα μηχανήματα, προκύπτει χαμηλή ποιότητα συντήρησης και μειωμένος χρόνος ζωής τους.
- Απώλειες στην παραγωγή και προβλήματα στην εξυπηρέτηση της ζήτησης από τους πελάτες, λόγω των απρόοπτων διακοπών λειτουργίας του εξοπλισμού.
- Μια βλάβη μπορεί να προκαλέσει δευτερεύουσα βλάβη σε ένα άλλο σημείο του εξοπλισμού, άρα μεγαλύτερο κόστος και περισσότερο χρόνο αποκατάστασης.
- Οι απρόοπτες βλάβες εξαναγκάζουν σε διατήρηση μεγαλύτερων ποσοτήτων αποθεμάτων προϊόντων και ανταλλακτικών ή ακόμα και εφεδρικού εξοπλισμού, για την κάλυψη των αναγκών, σε περιπτώσεις διακοπής της παραγωγής.
- Για την ταχεία αποκατάσταση των βλαβών απαιτείται η διατήρηση μεγάλης ομάδας συντήρησης.
- Αυξημένο κόστος εργασίας, συντήρησης και λειτουργίας που προκαλείται από την εμφάνιση σοβαρών βλαβών με επιπτώσεις στην παραγωγική διαδικασία.
- Μεγαλύτερες πιθανότητες εργατικών ατυχημάτων.

Προληπτική Συντήρηση

Πριν από τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο τα μηχανήματα ήταν γενικά αρκετά ανθεκτικά και σχετικά αργά, με βασικά όργανα και συστήματα ελέγχου. Οι απαιτήσεις της παραγωγής άλλαξαν από την δεκαετία του '50 καθώς η πολύ πιο ανταγωνιστική αγορά δεν άντεχε την αποτυχία μιας μηχανής και τη διακοπή της παραγωγής.

Τα μηχανήματα ήταν ελαφρύτερης κατασκευής και λειτουργούσαν σε υψηλότερες ταχύτητες, αλλά αποδεικνύονταν λιγότερο αξιόπιστα. Συνεπώς, η βιομηχανία απαιτούσε ένα άλλο είδος συντήρησης, που θα παρείχε διαθεσιμότητα, επιμήκυνση

του χρόνου ζωής του εξοπλισμού, όπως επίσης και ασφάλεια, ποιότητα και αξιοπιστία των προϊόντων, ταχύτητα εφαρμογής της καινοτομίας, ευχρηστία και οικονομική αποτελεσματικότητα.



Ως αποτέλεσμα, εμφανίστηκε η προσέγγιση της **Προληπτικής Συντήρησης** (Preventive ή Time Based Maintenance), η οποία αποκαλείται και Περιοδική συντήρηση και ήταν η κυρίαρχη μέθοδος

συντήρησης στη διάρκεια των δεκαετιών 1960 και 1970. Αυτή διενεργείται, είτε σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα, είτε όταν πληρούνται συγκεκριμένα κριτήρια, ενώ εφαρμόζεται για να μειωθεί η πιθανότητα εμφάνισης βλάβης ή υπολειτουργίας ενός μηχανήματος, που θα απαιτούσε δαπανηρή συντήρηση.

Βασικότερο συστατικό στοιχείο της *Προληπτικής Συντήρησης* είναι η διενέργεια ελέγχων κατά χρονικά διαστήματα, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η αδιάλειπτη λειτουργία των μηχανημάτων και οι όποιες, επισκευές ή αντικαταστάσεις εμφανίζονται, να μην αποτελούν εμπόδιο για το πρόγραμμα της παραγωγής.

Έλεγχος είναι η διαδικασία εκείνη που:

- ▶ Εξετάζει εάν ο σχεδιασμός ή οι προδιαγραφές ενός μηχανήματος είναι τα απαιτούμενα.
- ▶ Εκτιμά όλους τους παράγοντες που μπορούν να δημιουργήσουν πιθανά προβλήματα.
- ▶ Αναγνωρίζει όλους τους παράγοντες και τα αίτια που μπορούν να οδηγήσουν σε σταμάτημα και εκτιμά το χρόνο μέχρις ότου αυτό συμβεί.

Προσέγγιση Προληπτικής Συντήρησης

Η επέκταση στην χρήση της προληπτικής συντήρησης, οδήγησε σε μια προσέγγιση δύο βαθμίδων της:

- ▶ **Πρωταρχική Προληπτική Συντήρηση** (1η Βαθμίδα), είναι η σχεδόν καθημερινή πραγματοποίηση ελέγχων του εξοπλισμού και άλλων αναγκαίων για τη συντήρηση εργασιών.
- ▶ **Κύρια Προληπτική Συντήρηση** (2η Βαθμίδα), είναι η περιοδική επιθεώρηση βάση λίστας (π.χ. έλεγχος, καθαρισμός, εκτέλεση μικροεπισκευών κ.λπ.) στον εξοπλισμό και τις εγκαταστάσεις σύμφωνα με τα τεχνικά εγχειρίδια.

Εφαρμογές Προληπτικής Συντήρησης

Η εφαρμογή της προληπτικής συντήρησης έχει νόημα μόνο αν ισχύουν δύο βασικές προϋποθέσεις:

- Ο εξοπλισμός/εξάρτημα θα πρέπει να παρουσιάζει έναν αυξανόμενο ρυθμό αστοχιών σε σχέση με το χρόνο.



- Το συνολικό κόστος της προληπτικής συντήρησης πρέπει να είναι μικρότερο από το συνολικό κόστος της διορθωτικής.

Αρχικά, επιλέγεται ο εξοπλισμός για τον οποίο ισχύουν οι δύο προϋποθέσεις ώστε να εφαρμοστεί η συγκεκριμένη μέθοδος συντήρησης. Στη συνέχεια, ο εξοπλισμός ομαδοποιείται σε σχέση με το είδος της προληπτικής συντήρησης που θα εφαρμοστεί.

Δημιουργείται το χρονοδιάγραμμα των απαιτούμενων εργασιών συντήρησης και εκδίδονται οι απαιτούμενες εντολές για προμήθεια ανταλλακτικών και συνεργεία. Γίνεται αντικατάσταση κάθε φθαρμένου εξαρτήματος που θα εντοπιστεί.

Στο τέλος των εργασιών προληπτικής συντήρησης ο εξοπλισμός παραδίδεται σε πλήρη λειτουργία. Μετά την εκτέλεση της προληπτικής συντήρησης,

συμπληρώνονται και υπογράφονται τα έγγραφα πιστοποίησης ολοκλήρωσης της εργασίας (τιμολόγια, έντυπα συντήρησης κ.λπ.).

Η *Προληπτική Συντήρηση* αποτελεί παρεμβατική μέθοδο συντήρησης και απαιτεί επιθεώρηση κάθε μηχανήματος, μετά από συγκεκριμένες ώρες λειτουργίας.



Η φιλοσοφία της Προληπτικής Συντήρησης στηρίζεται σε δύο αρχές:

- Υπάρχει μεγάλη συσχέτιση του ρυθμού εμφάνισης αστοχιών και της ηλικίας χρήσης του εξοπλισμού και

- Η στατιστική πρόβλεψη της αστοχίας μπορεί να οδηγήσει στην αναγκαία επέμβαση για την διόρθωση ή την αντικατάσταση του εξοπλισμού.

Τα προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα της προληπτικής συντήρησης καθορίζονται με βάση τα ιστορικά στοιχεία, είτε με βάση το χρόνο (δηλαδή ημερολογιακές ημέρες), είτε με βάση τη χρήση (συνολικές ώρες λειτουργίας). Η συχνότητα των απαιτούμενων παρεμβάσεων στην προληπτική συντήρηση μπορεί να καθοριστεί με έναν από τους παρακάτω τρόπους:

- ▶ Με βάση τις προτάσεις του κατασκευαστή ή άλλου εξωτερικού συνεργάτη. Αυτός ο τρόπος επιλέγεται συνήθως, αφού προέρχεται από εξωτερικό συνεργάτη που έχει αντικειμενική και πλήρη γνώση του εξοπλισμού.
- ▶ Με χρήση των στατιστικών δεδομένων για την πρόβλεψη της συχνότητας των αστοχιών. Ο απλούστερος σχετικός δείκτης είναι ο ενδιάμεσος χρόνος μεταξύ δύο αστοχιών (Mean Time Between Failures - MTBF), όπως προκύπτει από τα ιστορικά αρχεία. Αυτή η μέθοδος είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όταν στον εξοπλισμό υπάρχουν πολλές παρόμοιες μονάδες με παρόμοια λειτουργία. Το σημαντικό μειονέκτημα αυτής της μεθόδου η στατιστική δεν εντοπίζει την αιτία της αστοχίας.

- ▶ Με βάση τον αριθμό των διορθωτικών επεμβάσεων που έχουν πραγματοποιηθεί, μπορεί να παρατηρηθεί για παράδειγμα ότι πρόβλημα παρουσιάζεται κάθε εκατό επιθεωρήσεις ή μέσα σε διάστημα 6 μηνών.

Η υιοθέτηση ενός προγράμματος Προληπτικής Συντήρησης δικαιολογείται από το μειωμένο κόστος που προκύπτει λόγω:

- μείωσης των διακοπών παραγωγής, λόγω βλαβών (breakdowns) του εξοπλισμού,
- αύξησης της διάρκειας ζωής του εξοπλισμού, άρα μείωσης των αντικαταστάσεων,
- μείωσης του κόστους υπερωριών για την αποκατάσταση απρόβλεπτων βλαβών,
- αποφυγής του κόστους εκτεταμένων επισκευών,
- μείωσης του κόστους των επισκευών λόγω της μείωσης των δευτερευουσών αστοχιών (καθώς, όταν κάποια στοιχεία αστοχούν κατά τη λειτουργία, συχνά καταστρέφουν και άλλα στοιχεία),
- βελτίωσης της ποιότητας των προϊόντων και μείωσης τη ποσότητας των απορριπτόμενων προϊόντων χάρη στην καλύτερη γενική κατάσταση του εξοπλισμού.



Εάν αποδεδειγμένα το πρόγραμμα της *Προληπτικής Συντήρησης* δεν μειώνει το κόστος της επιχείρησης, δεν υπάρχει λόγος για την εφαρμογή του, πέρα από την ασφάλεια του προσωπικού. Ωστόσο μερικές επιχειρήσεις επιτυγχάνουν:

- αυξημένη αυτοματοποίηση.
- μείωση απωλειών λόγω καθυστερήσεων στην παραγωγή.
- μείωση των ασφαλίσεων του εξοπλισμού.
- παραγωγή Just-In-Time (JIT).

- παραγωγή προϊόντων υψηλότερης ποιότητας.
- μείωση του εφεδρικού εξοπλισμού.
- ελάττωση της κατανάλωσης ενέργειας.
- ένα πιο οργανωμένο περιβάλλον.

Συντήρηση με Γνώμονα την Αξιοπιστία

Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1970, ο βιομηχανικός εξοπλισμός αυτοματοποιήθηκε περισσότερο και έγινε πιο περίπλοκος. Από την ανάλυση των στρατηγικών συντήρησης προέκυψε ότι γενικά δεν υπάρχει συσχέτιση του ρυθμού εμφάνισης αστοχίας με την ηλικία του εξοπλισμού. Το γεγονός αυτό είχε ως αποτέλεσμα, τις περισσότερες φορές, να μην δικαιολογείται η διεξαγωγή προληπτικής συντήρησης βάσει χρόνου.

Εξαίρεση αποτελούν φθορές που σημειώθηκαν λόγω τριβής ή διάβρωσης, διαφοροποίηση στην συμπεριφορά ενός υλικού λόγω αλλαγής των φυσικών ιδιοτήτων του και γενικά σε περιπτώσεις όπου είναι σαφώς προσδιορισμένη η σχέση ηλικίας και λειτουργικής αξιοπιστίας του εξοπλισμού.



Παράλληλα, άρχισαν να θεωρούνται πολύ σημαντικές οι έννοιες ασφάλεια, ποιότητα, αξιοπιστία, διαθεσιμότητα, συντηρησιμότητα και περιβάλλον, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη της **Συντήρησης με γνώμονα την αξιοπιστία** (Reliability Centered Maintenance – RCM), μια λογική διαδικασία εντοπισμού σφαλμάτων, βασισμένο στην προληπτική συντήρηση. Το RCM είναι μια συστηματική διαδικασία διαχείρισης των αστοχιών και των βλαβών του εξοπλισμού, με αποκλειστικό σκοπό να διατηρηθεί η λειτουργία μιας επιχείρησης σύμφωνα με το επιχειρησιακό πλάνο.

Συγκεκριμένα, προτεραιοποιούνται οι διαδικασίες συντήρησης ανάλογα με τις συνέπειές τους και τις αιτίες αστοχιών τους και σχηματίζεται ένα πλαίσιο σχετικά με

τις εργασίες που εκτελούνται από τον χειριστή. Επιπλέον, σημειώνονται οι προκαθορισμένες αλλαγές στις διαδικασίες που θα προκύψουν σε περίπτωση βλαβών ή σφαλμάτων, οι αλλαγές σχεδιασμού και εφόσον είναι εφικτό η λειτουργία ενός εξοπλισμού σε κατάσταση βλάβης.

Συντήρηση με Βάση την Κατάσταση

Ο προσανατολισμός προς τις διαδικασίες που σχετίζονται με την Επιτήρηση των Συνθηκών Λειτουργίας (Condition Monitoring) και η μελέτη της συντήρησης σε συνδυασμό με τις προαναφερθείσες διαδικασίες, είχε ως αποτέλεσμα την αναδιατύπωση της μεθόδου της περιοδικής συντήρησης. Η **Συντήρηση με βάση την Κατάσταση** (Condition Based Maintenance – CBM) διενεργείται σύμφωνα με τις ανάγκες, όπως αυτές υποδεικνύονται από την παρακολούθηση της κατάστασης.



Αυτές οι πρακτικές μπορούν να περιγραφούν σαν *Προβλεπτική Συντήρηση* (Predictive Maintenance). Η προβλεπτική (ή προγνωστική) συντήρηση πραγματοποιείται μέσω περιοδικών επιθεωρήσεων και μετρήσεων της κατάστασης του εξοπλισμού και αντικατάσταση των εξαρτημάτων λίγο πριν αστοχήσουν. Αυτή η προσέγγιση ασχολείται με την αναγνώριση κρυμμένων ή πιθανών επικείμενων αστοχιών και την πρόβλεψη της κατάστασης του εξοπλισμού.

Ενώ η φιλοσοφία της Προληπτικής Συντήρησης αφορά περισσότερο τις εξαρτώμενες από το χρόνο αστοχίες, η *Προβλεπτική Συντήρηση* ασχολείται με τα τυχαία εμφανιζόμενα προβλήματα που βέβαια δεν είναι δυνατό να ελεγχθούν πλήρως, αλλά μπορούν να μειωθούν σημαντικά. Η διαφορά της από την Προληπτική Συντήρηση είναι ότι χρησιμοποιεί μεθόδους για να καθοριστεί η κατάσταση του εξοπλισμού,

ώστε να υπάρχει συντήρηση του, όταν απαιτείται και όχι ανά τακτά χρονικά διαστήματα συμβάλλοντας στην εξοικονόμηση πόρων.

Στόχος της προβλεπτικής συντήρησης είναι η εκτέλεση των απαραίτητων παρεμβάσεων (εργασιών συντήρησης) σε προγραμματισμένο χρονικό σημείο στο οποίο, θα ισχύουν τα εξής:

- οι δραστηριότητες συντήρησης θα πληρούν την βέλτιστη συνθήκη κόστους - αποτελεσματικότητας.
- ο εξοπλισμός δεν θα έχει χάσει την απόδοση του.

Εφαρμογές Προβλεπτικής Συντήρησης

Η *Προβλεπτική Συντήρηση* περιλαμβάνει μια σειρά παρεμβάσεων που μπορούν να διακριθούν σε:

► **έμμεσες**, τους Λειτουργικούς Ελέγχους με τους οποίους με ειδικά όργανα και μεθοδολογία παρακολουθείται η συμπεριφορά του εξοπλισμού. Χρησιμοποιούνται:

- ανάλυση των μηχανικών ταλαντώσεων περιστρεφόμενων μαζών.
- χημική και φασματοσκοπική ανάλυση των λιπαντικών.
- μέτρηση θερμοκρασιών, πιέσεων, ανοχών κ.λπ.

► **άμεσες**, τις Επιθεωρήσεις Κατάστασης (condition checking):

- συνεργαζόμενων επιφανειών (οδοντωτών τροχών, ρουλεμάν, κουζινέτων κ.λπ.),
- μηχανών εσωτερικής καύσης,
- εσωτερικών και εξωτερικών επιφανειών λειτουργικών διατάξεων (λέβητες, δεξαμενές, αγωγοί) κ.λπ.

Τα οικονομικά αποτελέσματα από την εφαρμογή ενός προγράμματος *Προβλεπτικής Συντήρησης*, υπολογίζονται αν από το συνολικό κέρδος από τη μείωση του άμεσου και του έμμεσου κόστους,, αφαιρεθεί το κόστος του προγράμματος Προβλεπτικής Συντήρησης. Έχει αποδειχτεί ότι μπορεί να αυξηθεί έως και 5% το συνολικό κέρδος

μιας επιχείρησης με τη συστηματική χρήση των μέσων πρόβλεψης, γεγονός που οφείλεται τόσο στη μείωση των νεκρών χρόνων, όσο και στη μείωση των δαπανών συντήρησης.

Σύμφωνα με σχετικές διεθνείς έρευνες, από την υλοποίηση προγραμμάτων Προβλεπτικής Συντήρησης σε 500 βιομηχανίες (Η.Π.Α., Καναδάς, Μ. Βρετανία, Γαλλία, Αυστραλία κ.λπ.) προέκυψαν σημαντικά οφέλη:

- 50-80% μείωση του κόστους συντήρησης
- 50-60% μείωση των καταστροφών μηχανών
- 20-30% μείωση των αποθεμάτων ανταλλακτικών
- 50-80% μείωση του νεκρού χρόνου των μηχανών
- 20-50% μείωση του κόστους υπερωριών του προσωπικού
- 20-40% αύξηση της διάρκειας ζωής των μηχανημάτων
- 20-30% αύξηση της παραγωγικότητας κατά 20-30% και
- 25-60% αύξηση κερδών

Η Προβλεπτική Συντήρηση σε σχέση με τις υπόλοιπες μεθόδους συντήρησης αποδείχτηκε ότι:

- Είναι οικονομικότερη, επειδή στη διαχείριση των ανταλλακτικών ταιριάζει με την προσέγγιση της παραγωγής J.I.T. (Just In Time). Ακόμα, περιορίζονται οι απαιτούμενες ανθρωποώρες για την επισκευή.
- Εντοπίζει έγκαιρα τα προβλήματα και έτσι περιορίζονται οι απρόβλεπτες βλάβες (αύξηση αξιοπιστίας) και ο χρόνος εκτός λειτουργίας του εξοπλισμού.
- Επιμηκύνει τη ζωή των μηχανημάτων, επειδή προλαμβάνει το πρόβλημα στα αρχικά του στάδια, πριν επεκταθεί και σε άλλα μέρη του εξοπλισμού.
- Επιβεβαιώνει τη σωστή κατασκευή.
- Επιβεβαιώνει την ορθότητα των διορθωτικών επεμβάσεων.

Η Προβλεπτική Συντήρηση βασίζεται στη χρήση συστημάτων μέτρησης και ελέγχου για την διάγνωση της πραγματικής φυσικής κατάστασης του εξοπλισμού όσο αυτό

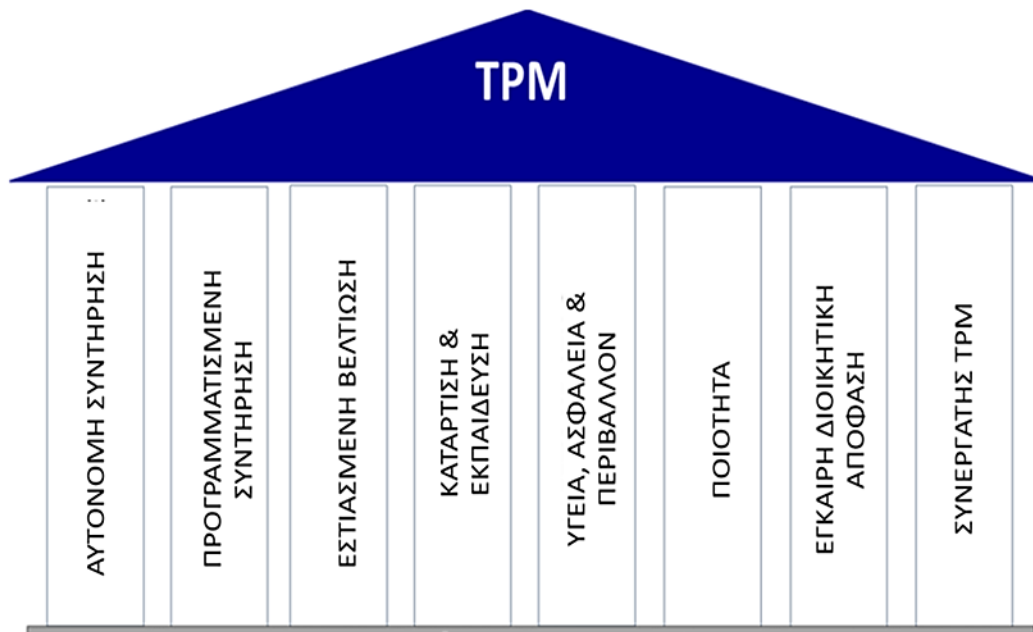
βρίσκεται σε λειτουργία (μη παρεμβατική μέθοδος). Βασική επιδίωξη της είναι η πρόβλεψη και εξάλειψη των αιτιών που οδηγούν σε βλάβη πριν από την εμφάνιση σοβαρών προβλημάτων. Οι περισσότεροι έλεγχοι των μηχανημάτων γίνονται κατά τη διάρκεια που αυτά λειτουργούν. Μόνο όταν προγραμματιστεί η επισκευή γίνεται διακοπή της λειτουργίας του.

Η εφαρμογή της Προβλεπτικής Συντήρησης δεν περιλαμβάνει ολόκληρο τον εξοπλισμό, αλλά συγκεκριμένα σημεία των οποίων είναι καθοριστική η συνεχής και αδιάκοπη λειτουργία.



9.1.3 Ολική Παραγωγική Συντήρηση

Η θεωρητική μελέτη του θέματος της συντήρησης, πρότεινε στις αρχές της δεκαετίας του 1980 και άλλες συστηματικές φιλοσοφίες συντήρησης, όπως η **Ολική Παραγωγική Συντήρηση** (Total Productive Maintenance – TPM). Η ιδέα της Συνολικής Παραγωγικής Συντήρησης είναι ότι μια ολοκληρωμένη προσέγγιση συντήρησης αποτελείται από την προληπτική συντήρηση σε συνδυασμό με την πρόληψη συντήρησης και τη βελτίωση της συντηρησιμότητας έτσι ώστε να βελτιστοποιείται η αποτελεσματικότητα του εξοπλισμού, χωρίς απροσδόκητες διακοπές (breakdowns).



Οι βασικές πρακτικές του TPM:

- **Αυτόνομη συντήρηση** (Autonomous Maintenance). Ο χειριστής του κάθε μηχανήματος έχει την ευθύνη για την επιθεώρηση, τον καθαρισμό και τη λίπανση του.
- **Προγραμματισμένη συντήρηση** (Planned Maintenance) που αφορά την εφαρμογή ενός προγράμματος συντήρησης και την δημιουργία εγγράφων τεκμηρίωσης και ελέγχου.
- **Εστιασμένη συντήρηση** (Focused Maintenance). Βελτίωση της αποτελεσματικότητας του εξοπλισμού με συστηματικό εντοπισμό των αστοχιών και μείωση των απωλειών.
- **Κατάρτιση και εκπαίδευση** για ανάπτυξη των γνώσεων και δεξιοτήτων του προσωπικού σύμφωνα με τους στόχους του οργανισμού.
- **Ασφάλεια, υγεία και περιβάλλον** (Safety, Health and Environment) με εξάλειψη ατυχημάτων και τραυματισμών.
- **Ποιοτική συντήρηση** (Quality Maintenance) για εντοπισμό και ανάλυση των αιτιών των αστοχιών με στόχο την επίτευξη μηδενικών βλαβών.
- **Διοικητική υποστήριξη** για αξιοποίηση των γνώσεων από άλλα συστήματα και δια ανάληψη πρωτοβουλιών βελτίωσης.

- **Συνεργασίες** για μείωση των διαδικαστικών προβλημάτων και αύξηση των συνεργιών μεταξύ των λειτουργιών.

9.1.4 Συντήρηση Ακριβείας

Βασική στόχευση είναι η δημιουργία συνεργασιών μεταξύ της συντήρησης και των άλλων λειτουργιών μιας επιχείρησης. Σε αυτό το πλαίσιο προέκυψε μια νέα προσέγγιση, η **Συντήρηση Ακριβείας** (Design-out Maintenance) που βασίζεται στη λεπτομερή κατανόηση των διαδικασιών των αστοχιών.

Η επιλογή αυτού του τύπου συντήρησης καθορίζεται από την σύγκριση του κόστους επανασχεδιασμού της μηχανής με το κόστος της επαναλαμβανόμενης συντήρησης της. Η Συντήρηση Ακριβείας συνιστάται για μηχανήματα τα οποία έχουν υψηλό κόστος συντήρησης, το οποίο μπορεί να οφείλεται σε ελλιπή σχεδιασμό, σε λειτουργία εκτός προδιαγραφών ή σε ελλιπή συντήρηση.

Πλεονεκτήματα

Τα **πλεονεκτήματα** της Συντήρησης Ακρίβειας είναι:

- Μπορεί να δώσει οριστική λύση σε περιπτώσεις που παρουσιάζονται επαναλαμβανόμενες βλάβες.
- Μερικές μικρές ρυθμίσεις σε μια μηχανή μπορούν να φανούν αποτελεσματικές και οικονομικές.
- Η μείωση του κόστους λειτουργίας και του κόστους που προκαλεί η κακή ποιότητα προϊόντων.
- Η μείωση του συνολικού κόστους συντήρησης λόγω ανάγκης για λιγότερες δραστηριοτήτων συντήρησης.
- Η βελτίωση της παραγωγικής διαδικασίας από την εξάλειψη των κατασκευαστικών ατελειών των μηχανημάτων

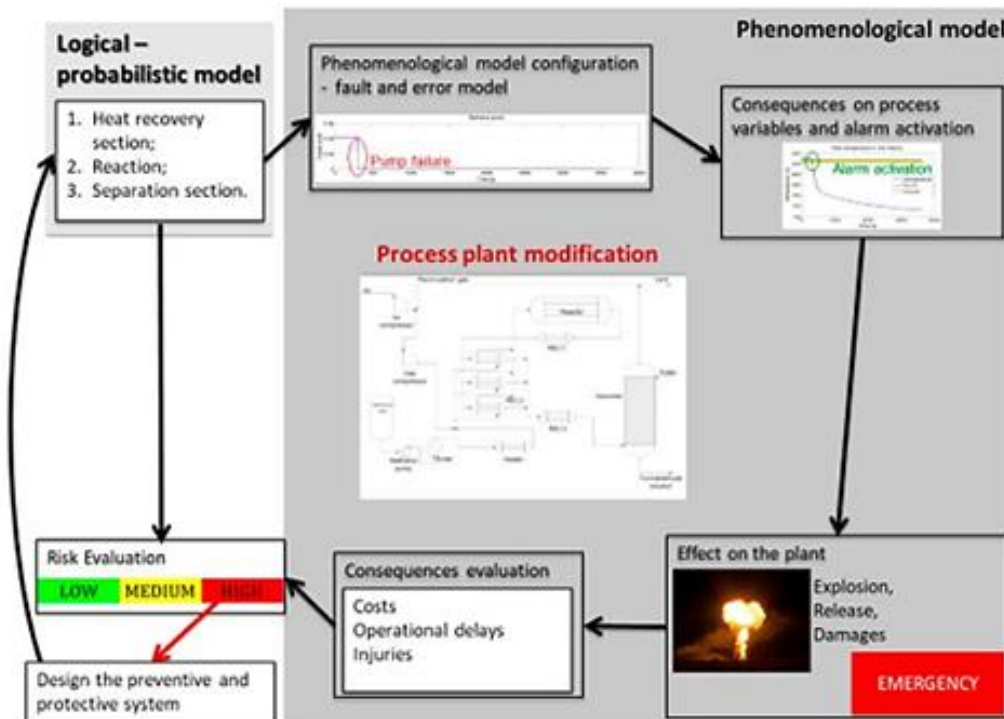


- Η συνεχής εφαρμογή της συντήρησης Ακρίβειας μπορεί να οδηγήσει σε καινοτόμες τεχνολογίες και ανταγωνιστικό πλεονέκτημα για την επιχείρηση

Μειονεκτήματα

Τα **μειονεκτήματα** της Συντήρησης Ακρίβειας είναι:

- Παρουσία απώλειας κατά την παραγωγή, λόγω της μεγάλης χρονικής διάρκειας της συντήρησης Ακρίβειας
- Μεγάλο αρχικό κόστος επένδυσης
- Μία ανεπαρκής εφαρμογή της μπορεί να μην εντοπίσει την πραγματική αιτία του προβλήματος και να οδηγήσει στα αντίθετα από τα επιθυμητά αποτελέσματα.



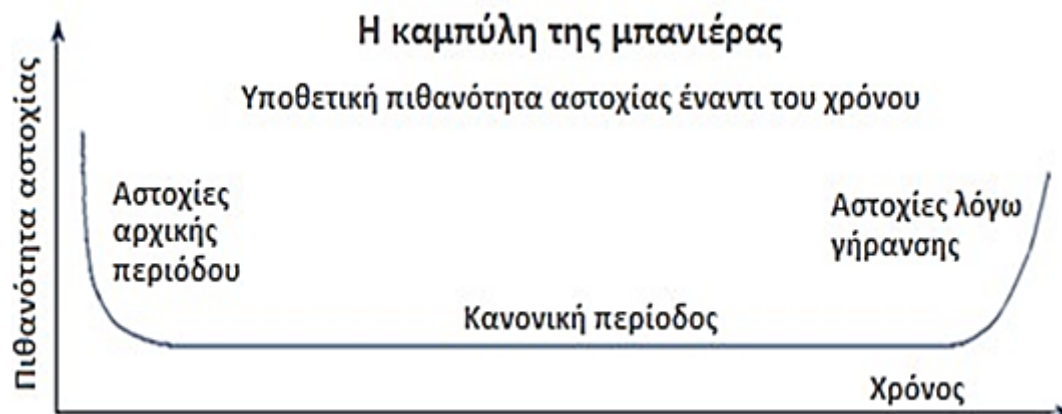
Η παραδοσιακή προσέγγιση της προληπτικής πολιτικής για την συντήρηση γινόταν με βάση αναφοράς τον χρόνο λειτουργίας. Οι βλάβες προκαλούνται αποκλειστικά από τη γήρανση και την κόπωση των υλικών και ο ρυθμός αύξησης τους είναι γνωστός. Άρα οι αστοχίες είναι χρονικά προβλέψιμες και όσο καλύτερα συντηρείται ο εξοπλισμός, τόσο περισσότερο θα βελτιωθεί η αξιοπιστία, η διαθεσιμότητα και η διάρκεια ζωής του.

Αυτή η προσέγγιση αγνοεί ότι άλλοι εξωτερικοί παράγοντες (ελαττωματικά υλικά, σχεδιαστικά λάθη, κακοτεχνίες, λανθασμένοι χειρισμοί, κ.λπ.) και κυρίως η ηλικία του εξοπλισμού, ευθύνονται σε μεγάλο βαθμό για την χαμηλή αξιοπιστία.

Η «Καμπύλη της Μπανιέρας»

Η «καμπύλη της μπανιέρας» δείχνει διαγραμματικά την πιθανότητα αστοχίας σε σχέση με τον χρόνο χρήσης (ηλικία) του εξαρτήματος ή του μηχανήματος σε τρεις διαφορετικές χρονικές περιόδους:

- την αρχική (βρεφική) περίοδο. Την πρώτη περίοδο μετά την εγκατάσταση ή την επισκευή του εξοπλισμού, είναι πολύ πιθανό να συμβούν διάφορες λειτουργικές ανωμαλίες και βλάβες, λόγω αναπόφευκτων λαθών και παραλείψεων.
- την ενδιάμεση μακρά περίοδο χρήσιμης ζωής, με χαμηλή πιθανότητα αστοχίας και
- την περίοδο γήρανσης στην οποία τα προβλήματα οφείλονται στην κόπωση – γήρανση του υλικού.



Σε αυτή την ανάλυση δεν συμπεριλαμβάνεται η εμφάνιση τυχαίων αιτίων αστοχίας (π.χ. βρώμικο περιβάλλον, κακός χειρισμός, ελαττωματικό ανταλλακτικό κ.λπ.) που δεν μπορούν να προβλεφθούν ή να ελεγχθούν, αλλά προκαλούν το 80% των αστοχιών.



Ανάμεσα τους ξεχωριστή σπουδαιότητα έχουν η ύπαρξη καταπόνησης βαρύτερη από την φυσική αντοχή του εξοπλισμού και τα ανθρώπινα σφάλματα. Η τυχαιότητα αυτών των παραγόντων αποτυπώνεται στο ηλικιακό διάγραμμα σαν μια ευθεία γραμμή, παράλληλη στον άξονα του χρόνου.



9.2 Συνδεσμολογία και Βαθμονόμηση Οργάνων

9.2.1 SI (International System of Units)

Μια μέτρηση είναι σύγκριση της ποσότητας κάποιου φυσικού μεγέθους με ένα πρότυπο που χρησιμοποιείται σαν μονάδα μέτρησης. Από την μέτρηση προκύπτουν τα μεγέθη, δηλαδή ποσότητες που αντιστοιχούν σε φυσικά φαινόμενα.

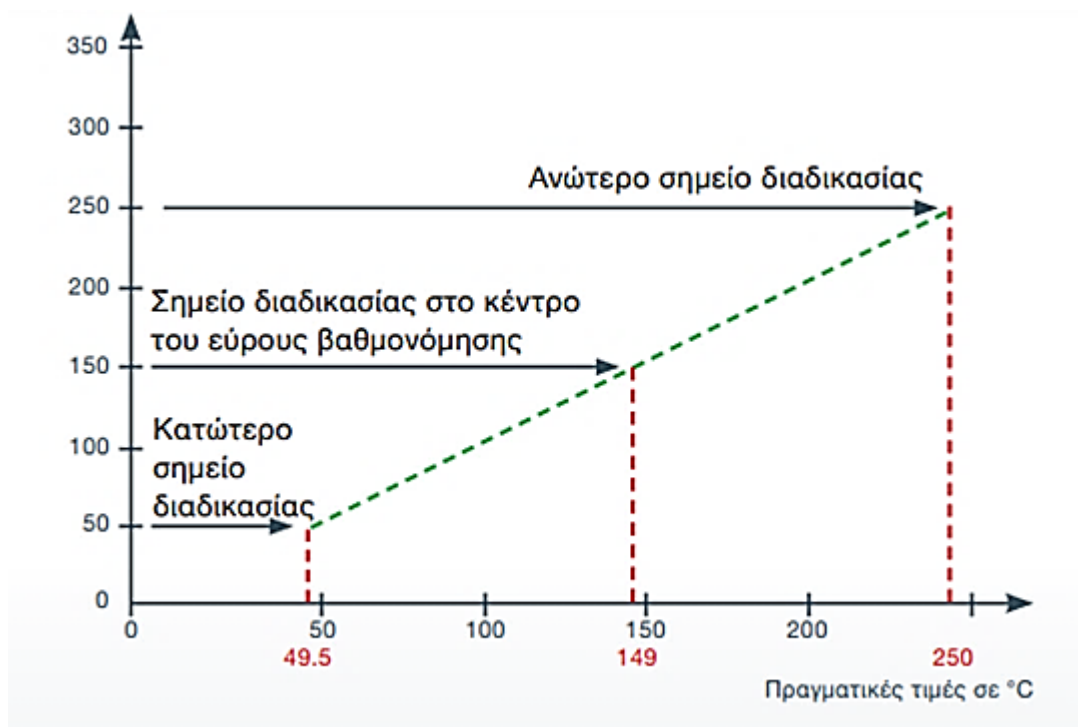
Από την αρχαιότητα, οι άνθρωποι δημιούργησαν και χρησιμοποίησαν πολλά διαφορετικά συστήματα μονάδων μέτρησης κυρίως για τη μέτρηση αποστάσεων και ποσοτήτων, όπως η μάζα (το βάρος) και ο όγκος, για εμπορικούς και παρόμοιους σκοπούς. Σήμερα, αν και βρίσκονται σε χρήση διάφορα συστήματα μονάδων, ισχύει παγκοσμίως το σύστημα **SI** (International System of Units – Systeme Internationale).

Βαθμονόμηση

<i>Μεγέθη</i>	<i>Μονάδες μέτρησης</i>	<i>Σύμβολα</i>
<u>Μήκος</u>	1 <u>μέτρο</u>	1 m
<u>Μάζα</u>	1 <u>χιλιόγραμμα</u>	1 kg
<u>Χρόνος</u>	1 <u>δευτερόλεπτο</u>	1 s
<u>Θερμοκρασία</u>	1 <u>κέλβιν</u>	1 K
<u>Ποσότητα ύλης</u>	1 <u>mole</u>	1 mol
<u>Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος</u>	1 <u>αμπέρ</u>	1 A
<u>Ένταση ακτινοβολίας</u>	1 <u>καντέλα</u>	1 cd
<u>Ενέργεια</u>	1 <u>Τζάουλ ή Τζουλ (Joule)</u>	1 J
<u>Ισχύς</u>	1 <u>Βατ (Watt)</u>	1 W
<u>Πίεση</u>	1 <u>Νιούτον ανά τετραγωνικό μέτρο</u>	1 N/m ²
<u>Εμβαδόν</u>	1 <u>τετραγωνικό μέτρο</u>	1 m ²
<u>Όγκος</u>	1 <u>κυβικό μέτρο</u>	1 m ³
<u>Πυκνότητα</u>	1 <u>χιλιόγραμμα ανά κυβικό μέτρο</u>	1 kg/m ³

Προκειμένου να επιτευχθούν μακροπρόθεσμα σωστές και αξιόπιστες μετρήσεις του εξοπλισμού, αυτός πρέπει να βαθμονομείται σε τακτά χρονικά διαστήματα. Ο χρόνος, από τη μία βαθμονόμηση στην άλλη, λέγεται **διάστημα βαθμονόμησης** ή **διάστημα παρακολούθησης** που μπορεί να καθορίζεται ξεχωριστά από τον χρήστη. Εξαρτάται από τις προδιαγραφές του κατασκευαστή, του οργάνου μέτρησης ή τις απαιτούμενες προδιαγραφές τρίτων και τις συνθήκες χρήσης και λειτουργίας του εξοπλισμού. Για να υπάρξουν αξιόπιστες διαπιστώσεις σχετικά με τη συμπεριφορά μέτρησης και το εύρος λειτουργίας του οργάνου, πρέπει να επιλέγονται αρκετά σημεία βαθμονόμησης κοντά στο εύρος λειτουργίας του εξοπλισμού.

Παράδειγμα βαθμονόμησης θερμοκρασίας με 3 σημεία διανεμημένα στο εύρος 50-250°C.



Το αποτέλεσμα μιας μέτρησης μπορεί να είναι ο υπολογισμός μιας διασποράς τιμών ή μια εκτιμώμενη τιμή για τον χαρακτηρισμό ενός εύρους τιμών μέσα στο οποίο βρίσκεται η πραγματική τιμή της παραμέτρου μέτρησης. Υπάρχει πάντα η αβεβαιότητα της μέτρησης που επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως το αντικείμενο βαθμονόμησης, τον εξοπλισμό μέτρησης, τα άτομα, τη μέθοδο μέτρησης και τις συνθήκες περιβάλλοντος.

Οι επιδόσεις των μετρητικών οργάνων στη διάρκεια της χρήσης τους δεν είναι σταθερές με αποτέλεσμα την μεταβολή των ενδείξεων τους. Αυτές οι μεταβολές μπορεί να οφείλονται είτε στη μη σωστή χρήση τους, είτε σε ιδιαίτερες συνθήκες χρήσης, είτε στις φυσιολογικές φθορές και αλλοιώσεις από τον χρόνο.

Για το λόγο αυτό τα μετρητικά όργανα πρέπει να ελέγχονται σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Διακρίβωση



Η **διακρίβωση** είναι ο υπολογισμός της σχέσης μεταξύ των τιμών του υπό διακρίβωση οργάνου και μιας ποσότητας που προσδιορίζεται από ένα πρότυπο αναφοράς. Ο προσδιορισμός αυτής της σχέσης (και της διόρθωσης στην ένδειξη του υπό διακρίβωση οργάνου) πραγματοποιείται με την χρήση κατάλληλης μεθόδου μέτρησης που συνυπολογίζει τον υπολογισμό της αβεβαιότητας της μέτρησης.

Το πρότυπο αναφοράς που θα χρησιμοποιηθεί για την διακρίβωση συγκρίνεται σε διάφορα σημεία της κλίμακας μέτρησης με το υπό διακρίβωση όργανο και έχει καθορισμένα μετρολογικά χαρακτηριστικά που το καθιστούν ικανό για την προβλεπόμενη χρήση (ακρίβεια, επαναληψιμότητα, σταθερότητα κλπ.).

Μία διαδικασία διακρίβωσης πρέπει να καθορίζει:

- Τον αριθμό σημείων της κλίμακας μέτρησης που πρέπει να χρησιμοποιηθούν.
- Τον αριθμό των επαναληπτικών μετρήσεων που θα πραγματοποιηθούν σε κάθε σημείο μέτρησης
- Τη σειρά των μετρήσεων ή το είδος των δοκιμών που πρέπει να γίνουν
- Τους παράγοντες που μπορεί να επιδράσουν στο αποτέλεσμα της μέτρησης

Η βαθμονόμηση οργάνων μέτρησης **επιβάλλεται**:

- Από τη **νομοθεσία** για όλα τα όργανα και τις μετρητικές διατάξεις που εμπλέκονται στην ασφάλεια και στην προστασία του καταναλωτή, στις εμπορικές συναλλαγές και τη λειτουργία των κανόνων της αγοράς. Σε κάθε χώρα, ο μετρολογικός έλεγχος στη Νομική Μετρολογία καθορίζεται από εθνικές διατάξεις

που είναι εναρμονισμένες σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Στην Ελλάδα, σχετικός αρμόδιος φορέας είναι η Διεύθυνση Μετρολογίας της Γενικής Γραμματείας Εμπορίου του Υπουργείου Ανάπτυξης.

- Από την **εφαρμογή προτύπων** για συστήματα ISO 9001, ISO 14001, ISO 17025, OHSAS 18001, ISO 22000 (HACCP), προτύπων πιστοποίησης προϊόντων, καθώς και απαιτήσεις ελέγχου του κόστους λειτουργίας.



Για να θεωρηθεί αξιόπιστη μια βαθμονόμηση πρέπει να εκτελείται από κατάλληλο και εκπαιδευμένο προσωπικό και να αποτυπώνεται με καθορισμένους τρόπους η

αβεβαιότητα μέτρησης για το ελεγχόμενο όργανο.

Ακόμα πρέπει:

- Το όργανο που χρησιμοποιείται ως πρότυπο αναφοράς να είναι διακριβωμένο και να διαθέτει πιστοποιητικό διακρίβωσης, στο οποίο αποτυπώνεται η αβεβαιότητα μέτρησης του μετρούμενου μεγέθους καθώς και άλλα σημαντικά χαρακτηριστικά του.
- Το όργανο που χρησιμοποιείται ως πρότυπο αναφοράς να έχει σαφώς καλύτερα μετρολογικά χαρακτηριστικά (ακρίβεια, επαναληψιμότητα, διακριτική ικανότητα) από το ελεγχόμενο όργανο.
- Η σύγκριση να γίνεται σύμφωνα με αναγνωρισμένη, αξιόπιστη, ή τουλάχιστον, αποδεκτά τεκμηριωμένη διαδικασία διακρίβωσης.
- Η σύγκριση να γίνεται κάτω από ελεγχόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες

9.2.2 Συνδεσμολογίες και Βαθμονομήσεις Εγκαταστάσεων

Συγκεκριμένες **συνδεσμολογίες και βαθμονομήσεις εγκαταστάσεων ΑΠΕ:**

- **Βαθμονόμηση ανεμομέτρων**

Μέτρηση του σήματος εξόδου ανεμομέτρου σε καθορισμένες συνθήκες ροής με στόχο τον υπολογισμό της σχέσης μετατροπής (σχέση που συνδέει το σήμα εξόδου με την ταχύτητα του ανέμου) του οργάνου.

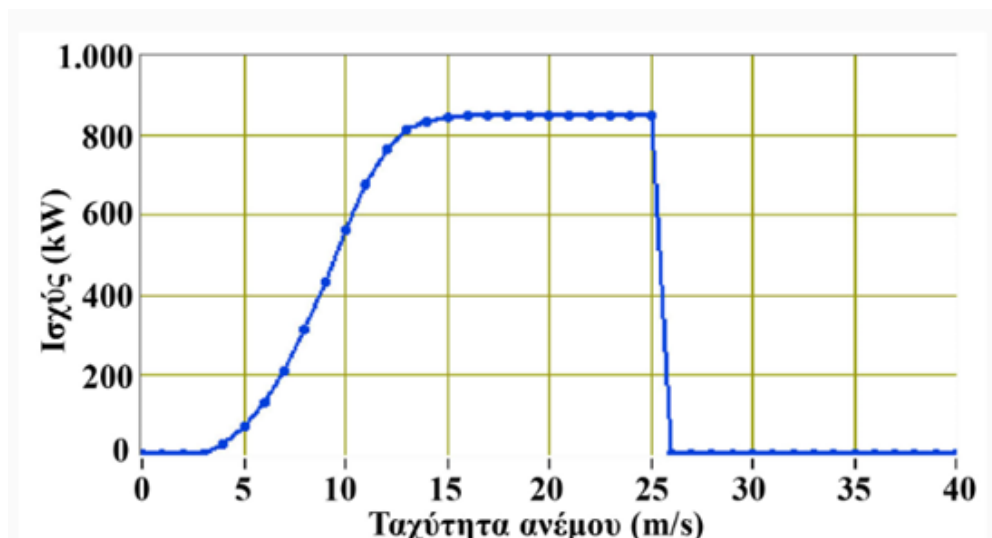
Τα κυπελοφόρα ανεμόμετρα είναι τα πλέον διαδεδομένα όργανα μέτρησης της ταχύτητας του ανέμου. Αν και ο τρόπος λειτουργίας τους είναι σχετικά απλός, επειδή η απόδοση μιας ανεμογεννήτριας είναι πολύ ευαίσθητη στις μεταβολές της ταχύτητας του ανέμου, είναι σημαντική η ακρίβεια στην μέτρηση του ανεμόμετρου. Για να διασφαλιστεί η μέγιστη δυνατή ακρίβεια χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στην τοποθέτηση ενώ πριν την χρήση του να έχει γίνει μια διαδικασία βαθμονόμησης των οργάνων.



► Μετρήσεις ισχύος ανεμογεννήτριας

Η **καμπύλη ισχύος** μιας ανεμογεννήτριας εκφράζει τη σχέση μεταξύ της ταχύτητας του ανέμου και της ισχύος ηλεκτρικής ενέργειας που παράγει η ανεμογεννήτρια ή το αιολικό πάρκο. Πρακτικά, επαληθεύει με μετρήσεις, την ισχύ της ανεμογεννήτριας που έχει υποσχεθεί ο κατασκευαστής βασισμένος σε θεωρητικούς αεροδυναμικούς υπολογισμούς. Η καμπύλη ισχύος προέρχεται από μετρήσεις υπό κανονικές συνθήκες αλλά είναι έγκυρη για αναμενόμενες τιμές σε συνθήκες τύρβης, θερμοκρασίας αέρα ή γωνίας κλίσης) που επικρατούν στην περιοχή.

Η μέτρηση καμπύλης ισχύος αρχίζει με τη βαθμονόμηση της τοποθεσίας (Site Calibration). Αυτό συμβαίνει πριν την εγκατάσταση των ανεμογεννητριών για να υπολογιστεί η συνάρτηση για τη μετατροπή της ταχύτητας ανέμου, χρησιμοποιώντας έναν ιστό στη θέση που θα ανεγερθεί η ανεμογεννήτρια. Η καμπύλη ισχύος ολοκληρώνεται με τις μετρήσεις της παραγόμενης ισχύος της ανεμογεννήτριας, μετά την έναρξη λειτουργίας της, που πραγματοποιούνται σύμφωνα με το πρότυπο IEC-61400-12-1.



Ο υπολογισμός της ετήσιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα αιολικό πάρκο μπορεί να γίνει με μετρήσεις και υπολογισμούς μετά την εγκατάσταση των ανεμογεννητριών και τον σχηματισμό της καμπύλης ισχύος τους. Είναι μια πολύπλοκη διαδικασία που εκτελείται από εξειδικευμένο λογισμικό, με στοιχεία από το χάρτη αιολικού δυναμικού της περιοχής.

► Μετρήσεις θορύβου στην ανεμογεννήτρια

Μέτρηση της **ακουστικής ισχύος του θορύβου**, που εκπέμπεται από τη λειτουργία μιας ανεμογεννήτριας, και συσχέτισή του με τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του ανέμου, καθώς και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά της ανεμογεννήτριας.

Στόχος των μετρήσεων είναι να διαπιστωθούν τα επίπεδα του παραγόμενου θορύβου σε έναν νέο τύπο ανεμογεννήτριας, προκειμένου να χρησιμοποιηθούν στη διαδικασία πιστοποίησής της και να καταγραφεί στα χαρακτηριστικά που δίνει ο κατασκευαστής της. Εκτός από την μέτρηση των ακουστικών εκπομπών στην διαδικασία περιλαμβάνεται και η μέτρηση μετεωρολογικών μεγεθών, όπως ταχύτητα και διεύθυνση ανέμου, θερμοκρασία, βαρομετρική πίεση, παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς και η ταχύτητα περιστροφής του ρότορα. Για την μέτρηση χρησιμοποιούνται οι προδιαγραφές από τα πρότυπα:

- IEC 61400-11: "Wind turbine generator systems- Part 11: Acoustic noise measurement techniques" (2nd edition, 12/2002)

- IEC 61400-11, 2002: Amendment 1 (05/2006)
- MEASNET: Acoustic Noise Measurement Procedure, Version 2, January 2005

► **Μετρήσεις ποιότητας ισχύος ανεμογεννήτριας**

Η εκπομπή αρμονικών χαμηλής συχνότητας (flicker), οι ακραίες αυξήσεις της ισχύος και οι διακυμάνσεις των αρμονικών συχνοτήτων είναι οι κύριοι παράγοντες για την για την συσχέτιση των ποιοτικών χαρακτηριστικών (διακύμανση, αρμονικές, συντελεστής φορτίου κ.λπ.) της παραγόμενης ηλεκτρικής ισχύος με την ταχύτητα του ανέμου και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά της ανεμογεννήτριας, σύμφωνα με το ισχύον πρότυπο IEC 61400-21 και την αντίστοιχη διαδικασία MEASNET.

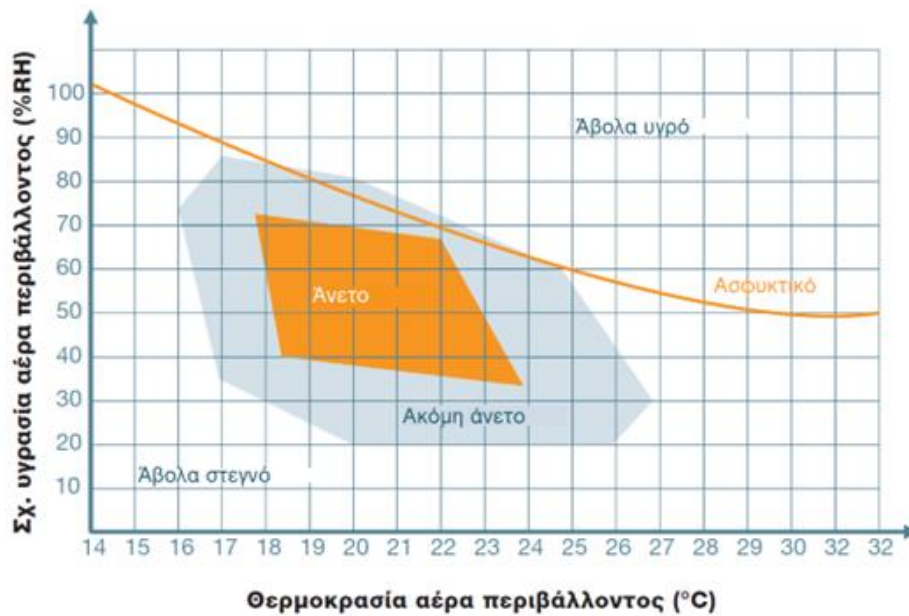
Η διάρκεια των μετρήσεων καθορίζεται από τα πρότυπα και από τις συνθήκες της περιοχής, ενώ για παράδειγμα μια βασική μέτρηση των αρμονικών χαμηλής συχνότητας απαιτεί 2-3 εβδομάδες.

► **Ενεργειακές μετρήσεις**

Μετρήσεις δομικών στοιχείων και υλικών αναφορικά με τις ενεργειακές τους αποδόσεις και μετρήσεις για λέβητες συμβατικών και στερεών καυσίμων, καθώς και για θερμικά ηλιακά συστήματα.

Για παράδειγμα:

- Μετρήσεις ηλεκτρικών μεγεθών, την καταγραφή και αποτίμηση των ηλεκτρικών καταναλώσεων.
- Θερμικές ανομοιομορφίες και θερμογραφήσεις για τον εντοπισμό και την εκτίμηση σημαντικών θερμικών απωλειών σε σημεία του κελύφους, αλλά και των αντίστοιχων θερμικών εκπομπών του εξοπλισμού.
- Αερισμός: Μετρήσεις για την επίδραση των διαφόρων υλικών και συστημάτων στις συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης με τη χρήση του κατάλληλου φορητού εξοπλισμού ακόμη και σε υπαίθριους χώρους.



- Βαθμός απόδοσης και θερμικές απώλειες λεβήτων. Ο βαθμός απόδοσης του λέβητα γίνεται με εκτίμηση των απωλειών θερμότητας στα καυσαέρια του.
- Αντοχή δομικών υλικών και συστημάτων που μελετάει:
 - τις διαστάσεις του φορέα έτσι ώστε αυτός να παραλαμβάνει με ασφάλεια την οποιαδήποτε επιβάρυνση από φορτία,
 - για δεδομένες διαστάσεις του φορέα, το μέγιστο φορτίο και τις μέγιστες παραμορφώσεις που μπορεί να δεχτεί από εξωτερικά επιβαλλόμενες φορτίσεις,
 - για δεδομένες διαστάσεις εξωτερικά επιβαλλόμενα φορτία πόσο ασφαλής είναι ο φορέας.
- Συντελεστής ανακλαστικότητας στο ορατό και εγγύς υπέρυθρο φάσμα, σε υλικά διαφόρων τύπων.



- Ανάλυση καυσαερίων. Εκπομπές αερίων ρύπων σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις λειτουργίας των μονάδων και την υπέρβαση ή όχι των σχετικών ορίων.

- **Φωτισμός:** η μέτρηση γίνεται με τη χρήση μοντέλων υπό κλίμακα ενώ παράλληλα χρησιμοποιούνται υπολογιστικά προγράμματα, για την προσομοίωση των συνθηκών φωτισμού στο εσωτερικό των κτιρίων και την απόδοση των συστημάτων φωτισμού τόσο φυσικού όσο και τεχνητού.

Σύνοψη

Στη παρούσα εκπαιδευτική νεότητα έγινε σαφής η σημασία της συντήρησης του εξοπλισμού μιας επιχείρησης. Ορίστηκε η ανάγκη για τεχνικό ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για τη διασφάλιση της σωστής λειτουργίας του εξοπλισμού και των διαδικασιών συντήρησής του.

Επιπρόσθετα, έγινε κατανοητή η έννοια της βαθμονόμησης των οργάνων μέτρησης, της ακρίβειας και της αβεβαιότητας των μετρήσεων των οργάνων αλλά και του ορισμού της διακρίβωσης.

Ερωτήσεις Αυτοαξιολόγησης

- 1. Η διαδικασία της συντήρησης συνεισφέρει σημαντικά:**
 - A) στη μείωση των βλαβών του εξοπλισμού
 - B) στη μείωση της χρονικής διάρκειας των μηχανών
 - Γ) στη μείωση της ασφάλειας και μείωση των ατυχημάτων
- 2. Ο απώτερος στόχος της Συντήρησης Ολικής Παραγωγής είναι να βελτιώσει τη συνολική διαθεσιμότητα της εγκατάστασης με συστηματική αύξηση, έως ότου εξαλειφθούν οι περιττοί χρόνοι διακοπής λειτουργίας (downtimes).**
 - A) Σωστό
 - B) Λάθος
- 3. Η επιτυχία της συντήρησης, στις περισσότερες περιπτώσεις, εξαρτάται κυρίως από:**
 - A) την εμπειρία
 - B) τη θεωρητική γνώση

- Γ) την επεξεργασία των ιστορικών δεδομένων.
- 4. Ποιο από τα παρακάτω ΔΕΝ αποτελεί μια από τις εργασίες συντήρησης και επισκευής σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ;**
- A) Αναλυτική τεχνική αναφορά για κάθε παρέμβαση, συντήρηση και αναθεώρηση.
- B) Εργασίες σύνδεσης στο ηλεκτρικό σύστημα, τους υποσταθμούς και στο δίκτυο.
- Γ) Έλεγχος των οργάνων μετρήσεων και ελέγχου της ενεργειακής μονάδας.
- 5. Ο τεχνικός, για τον έλεγχο και την συντήρηση οργάνων ΑΠΕ, οφείλει να επεξηγεί σε τρίτους την φυσική ή τεχνική συνθήκη των μεταβλητών παραμέτρων του συστήματος, που έχουν σχέση με και τα δομικά τους στοιχεία.**
- A) τις μεθοδολογικές δυσλειτουργίες
- B) τις μονάδες ενέργειας
- Γ) τα όργανα μετρήσεων
- 6. Προσαρμογή είναι η ρύθμιση μίας τιμής μέτρησης στη μικρότερη δυνατή απόκλιση από τη σωστή τιμή.**
- A) Σωστό
- B) Λάθος
- 7. Ο χρόνος από τη μία βαθμονόμηση στην άλλη ορίζεται ως διάστημα βαθμονόμησης ή διάστημα παρακολούθησης. Το μήκος του διαστήματος βαθμονόμησης μπορεί να καθορίζεται ξεχωριστά από τον χρήστη και ΔΕΝ εξαρτάται, από:**
- A) Διακρίβωση του οργάνου μέτρησης
- B) Προδιαγραφές τρίτων
- Γ) Απαιτούμενες αβεβαιότητες μέτρησης

- 8. Πρέπει πάντοτε να επιλέγονται αρκετά σημεία βαθμονόμησης, έτσι ώστε να μπορούν να γίνουν αξιόπιστες δηλώσεις σχετικά με τη συμπεριφορά μέτρησης και το εύρος λειτουργίας του οργάνου.**
- A) Σωστό
- B) Λάθος
- 9. Για να θεωρηθεί αξιόπιστη μια βαθμονόμηση πρέπει να ισχύουν τα παρακάτω:**
- A) Η σύγκριση γίνεται σύμφωνα με αναγνωρισμένη, αξιόπιστη, ή τουλάχιστον, αποδεκτά τεκμηριωμένη διαδικασία διακρίβωσης.
- B) Η σύγκριση γίνεται κάτω από ελεγχόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες,
- Γ) Όλα τα παραπάνω
- 10. Το ΚΑΠΕ εκτελεί μετρήσεις δομικών στοιχείων και υλικών αναφορικά με τις ενεργειακές τους αποδόσεις, ωστόσο δεν διενεργεί μετρήσεις σε παθητικά ηλιακά συστήματα και σε δομικά συστήματα.**
- A) Σωστό
- B) Λάθος

Απαντήσεις Ερωτήσεων Αυτοαξιολόγησης

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	B	A	Γ	B	A	A	A	Γ	B

Ενότητα 10: Αξιολόγηση Επενδύσεων

Σκοπός

Στη παρούσα ενότητα γίνεται αναφορά στις επενδύσεις και στο επίπεδο ρίσκου που λαμβάνει κάθε επιχειρηματική απόφαση. Γι' αυτό το λόγο, επισημαίνονται μια σειρά από μεθόδους αξιολόγησης επενδύσεων, οι οποίες αποσκοπούν στην όσο το δυνατό ακριβέστερη περιγραφή αποτελεσμάτων με έγκυρο και αντικειμενικό τρόπο. Χρησιμοποιώντας τις μεθόδους αυτές, οι εκπαιδευόμενοι θα είναι ενήμεροι για τον κίνδυνο που θα αντιμετωπίσουν.

Προσδοκώμενα Αποτελέσματα

Με την ολοκλήρωση της μελέτης της ενότητας αυτής, οι εκπαιδευόμενοι θα είναι σε θέση να:

- γνωρίζουν την διαδικασία και τα εργαλεία αξιολόγησης επενδύσεων ώστε να μπορούν να τα χρησιμοποιούν στις προσωπικές ή επαγγελματικές επιλογές τους,
- κατανοούν τους λόγους που οι επιχειρήσεις επιλέγουν την πραγματοποίηση κάποιων επενδυτικών κινήσεων έναντι άλλων που απορρίπτουν.

Λέξεις – Κλειδιά

- Κόστος ευκαιρίας
- Επένδυση
- Ανάλυση ευαισθησίας
- Οικονομοτεχνικές μελέτες

10.1 Δείκτες Αξιολόγησης Επενδύσεων

10.1.1 Εισαγωγή

Το χρήμα, είτε σε μορφή **κεφαλαίου** (capital), είτε γενικότερα σε μορφή **περιουσιακού στοιχείου** (asset), έχει αυξητική τάση σε βάθος χρόνου δηλαδή έχει

την ιδιότητα να αποφέρει κέρδος, μέσω της επένδυσής του για μια χρονική περίοδο. Παράλληλα, το χρήμα έχει ένα κόστος για την επιχείρηση, το λεγόμενο **κόστος ευκαιρίας** (opportunity cost), το όφελος δηλαδή που θα είχε η επιχείρηση από την επένδυση των κεφαλαίων της σε μια άλλη δραστηριότητα αντίστοιχου ρίσκου. **Επένδυση (investment) ονομάζεται η δέσμευση κεφαλαίων για ένα χρονικό διάστημα, η οποία αναμένεται να αποφέρει πρόσθετα κεφάλαια στον επενδυτή.**

Για κάθε επιχείρηση, οι επενδυτικές αποφάσεις καθορίζουν την ευημερία και την ανάπτυξή της και λαμβάνονται μόνο μετά από προσεκτική αξιολόγηση των σχετικών εναλλακτικών επιλογών. Η αξιολόγηση επενδύσεων είναι μια σύνθετη διαδικασία η οποία ενσωματώνει σημαντικό βαθμό αβεβαιότητας και ρίσκου. Μια επένδυση σχετίζεται με τις στρατηγικές επιλογές μιας επιχείρησης, με την αξιοποίηση επιχειρηματικών ευκαιριών ή την κάλυψη των αναγκών της.

Γι' αυτό το λόγο, πρέπει να αξιολογείται ως προς το όφελος που θα επιφέρει καθώς επίσης και με βάση μεταβλητές όπως είναι η επίδρασή της στους εργαζομένους της επιχείρησης ή στην τοπική κοινότητα και στο περιβάλλον, προκειμένου να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα. Καθώς μια επένδυση υποχρεωτικά περιλαμβάνει οικονομικά δεδομένα, όπως είναι για παράδειγμα το σύνολο των πόρων που θα επενδυθούν και τα προσδοκώμενα κέρδη από την επένδυση, σημαντικό τμήμα της γενικότερης αξιολόγησης αποτελεί η χρηματοοικονομική αξιολόγησή της επένδυσης. Η αξιολόγηση της επένδυσης που είναι ένα από τα βασικότερα εργαλεία λήψης επενδυτικών αποφάσεων.

Περιλαμβάνει δύο βασικές διαδικασίες:

- Τον εντοπισμό όλων των **εσόδων** (εισροών) και **εξόδων** (εκροών), που σχετίζονται με τη σχεδιαζόμενη επένδυση (cash flow analysis).
- Τη χρήση **μεθόδων** και **κριτηρίων**, με βάση τα οποία οι παραπάνω εισροές και εκροές να μπορούν να αξιολογούνται (capital budgeting decision methods).

Αυτά προκύπτουν από την επεξεργασία των δεδομένων και των παραδοχών της πρώτης φάσης, ώστε η λήψη απόφασης να διευκολύνεται από τις τιμές σαφών μετρήσεων που προκύπτουν από σχετικούς δείκτες.

10.1.2 Δείκτες Επενδύσεων

Μερικοί από τους περισσότερο αποδεκτούς και χρησιμοποιούμενους δείκτες είναι οι ακόλουθοι:

Μέθοδος Επανείσπραξης του Κόστους Επένδυσης

Η μέθοδος επανείσπραξης (απόδοσης) του κόστους της επένδυσης ή χρόνος επιστροφής των επενδυμένων χρημάτων (pay back period) δείχνει τον αριθμό των ετών που απαιτούνται για να εισπραχθεί το κόστος του κεφαλαίου της αρχικής επένδυσης, μέσω των καθαρών ταμειακών ροών. Γενικότερα όσο μικρότερη είναι η περίοδος επανείσπραξης της επένδυσης τόσο περισσότερο ελκυστική είναι η επένδυση. Η μέθοδος αυτή εμφανίζει τον κίνδυνο που εμπεριέχεται μέσα στην επένδυση αλλά αγνοεί την διαχρονική αξία του χρήματος και γ' αυτό είναι καταλληλότερη για αξιολόγηση βραχυχρόνιων επενδύσεων.



$$\text{Περίοδος αποπληρωμής} = \frac{\text{Αρχικό κόστος}}{\text{Καθαρό ετήσιο έσοδο}}$$

όπου **Καθαρό ετήσιο έσοδο = Καθαρά Κέρδη + Αποσβέσεις**

Καθαρή Παρούσα Αξία



Με τη μέθοδο της καθαρής παρούσας αξίας (net present value), όλες οι καθαρές ταμειακές ροές προεξοφλούνται στο παρόν με συντελεστή προεξόφλησης την ελάχιστη αποδεκτή απόδοση.

$$ΚΠΑ = \sum_{t=1}^n \frac{ΚΤΡ}{(1+i)^t} - K_0$$

Η Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) είναι η διαφορά μεταξύ της παρούσας αξίας των καθαρών ταμειακών ροών (ΚΤΡ) της επένδυσης και του κεφαλαίου που απαιτείται για την απόκτησή του (K_0). Όταν $ΚΠΑ = 0$, ο επενδυτής παίρνει από την επένδυση τη ζητούμενη αποδοτικότητα ακριβώς.

- Όταν $ΚΠΑ > 0$, τότε η αμοιβή το επενδυτή από την επένδυση υπερβαίνει την ζητούμενη αποδοτικότητα.
- Όταν $ΚΠΑ < 0$, τότε η αμοιβή του επενδυτή από την επένδυση είναι μικρότερη της ζητούμενης αποδοτικότητας.

Είναι μια μέθοδος αξιολόγησης της επένδυσης όπου μας δίνει πληροφορίες σχετικά με την προστιθέμενη αξία της επένδυσης προς την επιχείρηση. Ρυθμίζει τις μελλοντικές ταμειακές ροές λαμβάνοντας την διαχρονική αξία του χρήματος. Ένα ακόμα πλεονέκτημά της είναι ότι εφόσον μετράει μόνο ταμειακές ροές και όχι καθαρά κέρδη, λαμβάνει υπόψη της την πραγματική στιγμή ωφέλειας για την επιχείρηση. Όμως, η παραδοχή ότι το επιτόκιο παραμένει σταθερό μέσα στην διάρκεια των ετών δημιουργεί μια μη ρεαλιστική εικόνα της επένδυσης.

Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (Internal Rate of Return-IRR)

Ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης (IRR) είναι ένα ποσοστό απόδοσης για τη μέτρηση και τη σύγκριση της κερδοφορίας των επενδύσεων. Το IRR της επένδυσης είναι το προεξοφλητικό επιτόκιο κατά το οποίο η καθαρή παρούσα αξία των εξόδων (αρνητικές ταμειακές ροές) της επένδυσης ισούται με την καθαρή παρούσα αξία των εισροών (θετικές ταμειακές ροές) της επένδυσης.



Ο συντελεστής απόδοσης (IRR) μιας επένδυσης έχει την ιδιότητα να μηδενίζει την ΚΠΑ της επένδυσης. Όσο υψηλότερο είναι το IRR μιας επένδυσης, τόσο πιο πιθανή είναι η επιλογή της από μια επιχείρηση. Για να κριθεί η επένδυση πρέπει να γίνει σύγκριση του IRR με μια προκαθορισμένη ελάχιστη απόδοση (MARR) που απαιτείται από την επιχείρηση και ο IRR να είναι μεγαλύτερος από αυτή την ελάχιστη απόδοση.

Παρόλο που αναγνωρίζει την διαχρονική αξία του χρήματος, έχει και μειονεκτήματα καθώς χρειάζεται να υπολογίζεται και η καθαρή παρούσα αξία για να εξαχθούν εγκυροτέρα συμπεράσματα, ενώ υπολογίζεται ότι η επανεπένδυση των χρημάτων γίνεται με το ίδιο επιτόκιο.

Δείκτης Κερδοφορίας (profitability index- PI)



Ο δείκτης κερδοφορίας PI συσχετίζει τις αναμενόμενες εισροές και εκροές μιας επένδυσης, αφού πρώτα τις αναγάγει σε παρούσα αξία. Ο δείκτης κερδοφορίας προκύπτει με τη διαίρεση της παρούσας αξίας των εισροών (NPVI) και των εκροών (NPVO) και η επένδυση εξετάζεται περαιτέρω όταν $PI > 1$.

$$PI = (NPVI) / (NPVO), \quad PI = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{C I F_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C O F_t}{(1+i)^t}}$$

Λογιστικός Ρυθμός Απόδοσης Επενδυμένων Κεφαλαίων (accounting rate of return- ARR)

Ο δείκτης του λογιστικού ρυθμού απόδοσης (ARR) εστιάζει στη συνολική απόδοση της επένδυσης, ανεξάρτητα από το πόσο γρήγορα ή αργά αυτή πραγματοποιείται.

ARR = (μέσο ετήσιο αναμενόμενο εισόδημα) / (μέσο κόστος επένδυσης)

Το μέσο ετήσιο εισόδημα είναι το υπόλοιπο της αφαίρεσης της μέσης ετήσιας εκροής από τη μέση ετήσια εισροή. Η μέση ετήσια εισροή είναι η συνολική εισροή διαιρεμένη με το χρόνο ζωής της επένδυσης.

Σοβαρό μειονέκτημα του δείκτη ARR είναι η παράλειψη κάθε αναφοράς στο κόστος κεφαλαίου.

10.1.3 Επενδυτικές Προτάσεις

Κατηγορίες



Οι επενδυτικές προτάσεις κατηγοριοποιούνται σε:

- **αμοιβαία αποκλειόμενες**, δύο ή περισσότερες επενδύσεις που δεν μπορούν να πραγματοποιηθούν ταυτόχρονα, αλλά η υλοποίηση της μιας, αποκλείει την υλοποίηση των υπολοίπων.
- **ανεξάρτητες επενδύσεις**, δύο ή περισσότερες επενδύσεις που η υλοποίηση της μιας δεν αποκλείει την ακόμα και ταυτόχρονη υλοποίηση των υπολοίπων.
- **εξαρτημένες επενδύσεις** δύο ή περισσότερες επενδύσεις που η υλοποίηση της μιας, προϋποθέτει την υλοποίηση των υπολοίπων.

Οι προηγούμενες μεθοδολογίες αξιολόγησης επενδύσεων αφορούσαν αμοιβαία αποκλειόμενες προτάσεις, αφού έπρεπε να επιλεγεί η αποδοτικότερη μεταξύ των διαθέσιμων εναλλακτικών. Η διαδικασία που θα ακολουθηθεί για την αξιολόγηση μιας σειράς επενδυτικών προτάσεων είναι συνάρτηση του στόχου του επενδυτή. Αν ο στόχος είναι να χρηματοδοτηθεί μόνο μια πρόταση, της οποίας η υλοποίηση



αποκλείει τις υπόλοιπες εναλλακτικές, τότε επιλέγεται η αποδοτικότερη μεταξύ όλων. Αν στόχος είναι η κατανομή ενός συγκεκριμένου κεφαλαίου σε διάφορες αμοιβαία

αποκλειόμενες επενδύσεις, τότε για όσες από τις εναλλακτικές έχουν εσωτερικό ρυθμό απόδοσης (IRR) μεγαλύτερο από τον ελάχιστο αποδεκτό ρυθμό απόδοσης (MARR) απαιτείται ιεράρχηση από τις πιο αποδοτικές προς τις λιγότερο αποδοτικές και απόφαση υλοποίησης των πιο ελκυστικών.

Στην περίπτωση ανεξάρτητων προτάσεων, όλες οι προτάσεις με ελκυστική απόδοση MARR γίνονται αποδεκτές, μέσα στους περιορισμούς του διαθέσιμου κεφαλαίου. Για την αξιολόγηση ανεξάρτητων επενδύσεων χρειάζεται επιλογή των επενδύσεων με τις υψηλότερες αποδόσεις και καταγραφή όλων των εφικτών επενδύσεων σε φθίνουσα σειρά ταξινόμησης βάσει του IRR, από τους οποίους θα επιλεγεί ο καλύτερος συνδυασμός επενδυτικών προτάσεων έως την κάλυψη του διαθέσιμου κεφαλαίου.

Για τις εξαρτημένες επενδύσεις αρχικά χρειάζεται καταγραφή όχι μόνο των ξεχωριστών επενδυτικών προτάσεων αλλά και των μεταξύ τους συνδυασμών όπως μπορεί να προκύπτουν από την σχέση εξάρτησης που έχουν. Κάθε συνδυασμός προτάσεων θεωρείται μια νέα επένδυση και φυσικά αποκλείονται από την αξιολόγηση οι προτάσεις με συνολικό κόστος μεγαλύτερο από το διαθέσιμο κεφάλαιο. Επειδή θα επιλεγεί ένας μόνο συνδυασμός επενδύσεων (και θα αποκλειστούν όλοι οι άλλοι συνδυασμοί), η διαδικασία που θα ακολουθηθεί είναι παρόμοια με την αξιολόγηση αμοιβαία αποκλειόμενων προτάσεων.

Ανάλυση Κινδύνου

Η **ανάλυση κινδύνου** αποτελεί μια σημαντική παράμετρο στη διαδικασία της αξιολόγησης μιας επενδυτικής πρότασης. Όσο μεγαλύτερος είναι ο κίνδυνος μιας επένδυσης, τόσο μεγαλύτερο θα είναι το επιτόκιο απόδοσης από αυτή την επένδυση. Όσο μεγαλύτερη είναι η αβεβαιότητα για την είσπραξη μιας μελλοντικής χρηματικής εισροής, τόσο μεγαλύτερο είναι το επιτόκιο προεξόφλησης στην αναγωγή της σε παρούσα αξία.

Ανάλυση Ευαισθησίας

Χρήσιμη είναι και η **ανάλυση ευαισθησίας**, δηλαδή η μελέτη των πιθανών αλλαγών στις προϋποθέσεις στις οποίες βασίστηκε η αξιολόγηση της επενδυτικής πρότασης και τον βαθμό στον οποίο αυτές οι αλλαγές επηρεάζουν τα προσδοκώμενα αποτελέσματα της πρότασης.



Η ανάλυση ευαισθησίας παρέχει σημαντικές πληροφορίες, αφού οι παράμετροι που μελετώνται, αναφέρονται σε οικονομικά μεγέθη και μια μεταβολή τους μπορεί να μεταβάλει σημαντικά τις τιμές των δεικτών αξιολόγησης μιας επένδυσης. Η επιλογή των μεταβλητών αυτών εξαρτάται κάθε φορά από την φύση του έργου αλλά ως γενικός κανόνας μία μεταβλητή θεωρείται σημαντική αν μία μεταβολή της κατά 1% προκαλεί μία μεταβολή 1% στον IRR ή 5% στην NPV.

Το «νεκρό σημείο»

Η μελέτη του «νεκρού σημείου» είναι μια άλλη σημαντική ανάλυση των επενδύσεων καθώς προσδιορίζει το σημείο όπου οι εισροές, τα συνολικά έσοδα, εξισώνονται με τις εκροές, τα συνολικά έξοδα. Όσο πιο χαμηλό είναι το νεκρό σημείο (άρα μικρότερα τα κόστη), τόσο καλύτερη και λιγότερο αβέβαια είναι η επένδυση για την επιχείρηση.



Αξιολόγηση με Βάση τα Προσδοκώμενα Οικονομικά Οφέλη

Μια συνολικότερη προσέγγιση στην αξιολόγηση μιας επενδυτικής πρότασης, με βάση τα προσδοκώμενα οικονομικά οφέλη για την επιχείρηση, είναι μια διαδικασία που πρέπει να περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

- ▶ **Εκτίμηση του συνολικού κόστους επένδυσης**, που προκύπτει από το άθροισμα στα κόστη υλικών και πρώτων υλών, ενέργειας, εξοπλισμού και εγκαταστάσεων, άμεσης εργασίας και πωλήσεων και εμπορίας.
- ▶ **Εντοπισμό των χρηματοδοτικών πόρων** που θα χρειαστούν για να καλυφθεί το κόστος επένδυσης και το αρχικό κεφάλαιο κίνησης, δηλαδή τα χρηματικά διαθέσιμα για την κάλυψη των λειτουργικών δαπανών για το διάστημα μέχρι την πραγματοποίηση των πρώτων ταμειακών εισροών.
- ▶ **Κατάρτιση ενός λογαριασμού εκμετάλλευσης**, στον οποίο θα εμφανίζονται οι προβλέψεις ταμειακών εισροών και εκροών για μια χρονική περίοδο π.χ. ενός έτους και θα προκύπτει η αναμενόμενη κερδοφορία.
- ▶ **Υπολογισμός της Ταμειακής Ροής**, δηλαδή χρονική κατανομή των εσόδων και των εξόδων, από το οποίο θα προκύψουν πιθανά περίοδοι που τα έσοδα δεν θα καλύπτουν τα έξοδα και θα πρέπει να εξασφαλιστεί χρηματοδότηση. Η καθαρή ταμειακή ροή αναφέρεται σε μία συγκεκριμένη (συνήθως ετήσια) χρονική περίοδο λειτουργίας,. Η καθαρή ταμειακή ροή είναι η διαφορά της ταμειακής εισροής (σύνολο εσόδων μίας περιόδου) και της ταμειακής εκροής (σύνολο εξόδων μίας περιόδου). Έτσι, δημιουργείται ο πίνακας ετήσιων ταμειακών ροών για την οικονομική διάρκεια ζωής του για ένα επενδυτικού σχεδίου.

	0	1	2	...	n
(1) Εκταμιεύσεις κεφαλαίου					
(2) Έσοδα					
(3) Έξοδα					
(4) Μεικτά κέρδη=(2)-(3)					
(5) Αποσβέσεις (συντελεστής απόσβεσης x%)					
(6) Τόκοι					
(7) Φορολογητέο εισόδημα=(4)-(5)-(6)					
(8) Φόροι=(7)*συντελεστής φορολόγησης					
(9) Καθαρά κέρδη μετά από φόρους=(7)-(8)					
(10) Χρεολύσια					
(11) ΚΤΡ μετά από φόρους=(9)+(5)-(10)-(1)					

- **Αξιολόγηση των κριτηρίων αποδοτικότητας** όπως προκύπτουν από τους δείκτες αξιολόγησης επενδύσεων (περίοδος αποπληρωμής κεφαλαίου, απλός λόγος απόδοσης, καθαρή παρούσα αξία, εσωτερική αποδοτικότητα). Σε αυτό το σημείο αν δεν εκπληρώνονται τα κριτήρια αποδοτικότητας, απορρίπτεται η επενδυτική πρόταση και δεν προχωράει η υλοποίηση της. Αν οι δείκτες αξιολόγησης επένδυσης έχουν αποδεκτές τιμές, η διαδικασία συνεχίζεται:
- **Αξιολόγηση του βαθμού αβεβαιότητας της αποδοτικότητας της επενδυτικής πρότασης**, με την χρήση της μεθόδου του «νεκρού σημείου» και της ανάλυσης της ευαισθησίας της επένδυσης σε απρόβλεπτες καταστάσεις.
- **Εξετάζεται η σημαντικότητα, η πιθανότητα εμφάνισης και οι επιπτώσεις των κοινωνικών, νομικών, τεχνολογικών, περιβαλλοντικών, κ.λπ. παραγόντων που σχετίζονται με την επενδυτική πρόταση.** Εφόσον σε κάποιον από τους παραπάνω παράγοντες προκύπτουν ενέργειες προσαρμογής αναλύονται τα σχετικά κόστη και επαναλαμβάνεται η αξιολόγηση με τα νέα δεδομένα. Ειδικότερα για τις επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, παράγοντες που δεν πρέπει να παραβλεφτούν είναι:
 - οι ρυθμιστικοί, οι οποίοι σχετίζονται με πιθανές αλλαγές στη εθνική ή ευρωπαϊκή στρατηγική για το κλίμα και την ενέργεια, αλλαγές στο χρηματοδοτικό πλαίσιο στήριξης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που ορίζει η κυβέρνηση μιας χώρας ή αλλαγές στις διαδικασίες και προϋποθέσεις αδειοδότησης.

- οι παράγοντες της αγοράς και οι λειτουργικοί παράγοντες, που σχετίζονται για παράδειγμα με την αύξηση του κόστους πρώτων υλών ή της ζήτησης για ενέργεια από απρόβλεπτες συγκυρίες καθώς και τη διακύμανση των τιμών του πετρελαίου και της ηλεκτρικής ενέργειας.
- οι τεχνολογικοί που απορρέουν είτε από τις νέες εξελίξεις που μπορούν να αλλάξουν τα στοιχεία κόστους και ανταγωνιστικότητας είτε από δυσλειτουργία της υπάρχουσας τεχνολογίας.

Οι σύγχρονες ανάγκες για την άμεση ανάληψη ενεργειών για τα περιβαλλοντικά και ενεργειακά προβλήματα που αντιμετωπίζει ο πλανήτης, επιβάλλουν την υιοθέτηση από τις επιχειρήσεις του **μοντέλου**



περιβαλλοντικής, κοινωνικής και εταιρικής διακυβέρνησης (Environmental, Social and corporate Governance, ESG), μέσω του οποίου η επιχείρηση συνεχίζει να ασχολείται με τους στόχους της (μεγιστοποίηση του κέρδους) αλλά με σεβασμό στις συνισταμένες της βιώσιμης ανάπτυξης. Ήδη όλο και περισσότερες κυβερνήσεις θέτουν κριτήρια ESG για τις επενδύσεις και διευκολύνουν με κίνητρα, όσους επενδυτές δεσμεύονται σε αυτά. Γι' αυτό το λόγο είναι ουσιαστικό να προστεθούν οι διαστάσεις της περιβαλλοντικής, κοινωνικής και εταιρικής διακυβέρνησης στην αξιολόγηση μιας επενδυτικής πρότασης, σε όλες τις άλλες παραμέτρους που χρειάζονται αξιολόγηση.

10.2 Οικονομοτεχνική Ανάλυση

10.2.1 Εισαγωγή

Η οικονομοτεχνική μελέτη μπορεί να θεωρηθεί μια συνολική και σε βάθος έρευνα όλων των πτυχών ενός επενδυτικού σχεδίου, ώστε να ληφθεί μια οριστική και ασφαλής απόφαση σχετικά με τη διάθεση (ή όχι) χρηματικών πόρων για την υλοποίηση μιας συγκεκριμένης επένδυσης. Στην αξιολόγηση μιας επενδυτικής

ευκαιρίας και στην απόφαση για την επένδυση αυτή είναι σημαντικό κάποιος να επιλέγει να διαθέσει ένα χρηματικό κεφάλαιο για την υλοποίηση της με σημαντικές πιθανότητες κέρδους.

Οι οικονομοτεχνικές μελέτες για νέες επενδυτικές πρωτοβουλίες, αποσκοπούν:

- στη διερεύνηση της καταλληλότητας των τωρινών και μελλοντικών συνθηκών της αγοράς.
- στη σύνταξη, με τη βοήθεια προβλέψεων, των προϋπολογισμών για την λήψη σωστών επιχειρηματικών αποφάσεων.

Αν η πραγματοποίηση ενός επενδυτικού προγράμματος είναι αντικειμενικά εφικτή, πριν κάθε άλλη ενέργεια συντάσσεται οικονομοτεχνική μελέτη που θα:

- διερευνήσει αν ικανοποιούνται οι γενικές προϋποθέσεις
- διερευνήσει τη δυνατότητα πραγματοποίησης της επένδυσης
- καθορίσει την απαιτούμενη έκταση των διαφόρων λειτουργιών
- καθορίσει τους άριστους συντελεστές εισροών
- υπολογίσει το οικονομικό αποτέλεσμα που θα προκύψει αν ισχύσουν οι παραδοχές που τέθηκαν και να τα αξιολογήσει
- διερευνήσει αν υπάρχει κατάλληλη υποδομή, προσωπικό και οργανωτική και διοικητική δομή.

10.2.2 Τα Τέσσερα Στάδια της Επένδυσης

Κάθε επένδυση για να πραγματοποιηθεί ακολουθεί μια διαδικασία τεσσάρων σταδίων:

1. **Προεπένδυση** (στάδιο επιλογής του επενδυτικού σχεδίου). Η οικονομοτεχνική μελέτη στο προεπενδυτικό στάδιο, για να μπορεί να δώσει μια σφαιρική και αξιόπιστη εικόνα, χρειάζεται να συνθέσει πληροφορίες από επιμέρους έρευνες που πραγματοποιούνται σε αυτό το στάδιο:



- Μελέτες Ευκαιριών Επένδυσης
- Αναγνωριστικές Μελέτες
- Μελέτες Υποστήριξης
- Μελέτες Σκοπιμότητας
- Μελέτες εφαρμογής

2. Προώθηση του σχεδίου επένδυσης (στάδιο προετοιμασίας των απαραίτητων πόρων). Περιλαμβάνει:

- Την εκπόνηση Οριστικής Μελέτης
- Το χρηματοδοτικό πρόγραμμα με την υπογραφή δανειακών συμβολαίων
- Την επιλογή κατασκευαστών και προμήθειας υλικών και εξοπλισμού
- Την υπογραφή συμβολαίων ανάθεσης έργου.

3. Κατασκευής του έργου (στάδιο υλοποίησης της επένδυσης). Περιλαμβάνει:

- Το χρονοδιάγραμμα ολοκλήρωσης τμημάτων του έργου και ολοκλήρωσης του και τον ταμειακό προγραμματισμό
- Την κατασκευή έργων υποδομής
- Την προμήθεια μηχανημάτων και εξοπλισμού
- Την πρόσληψη, τις μεθόδους στελέχωσης και το κόστος εργατικού δυναμικού
- Την οργάνωση δικτύου marketing, δικτύου διανομής κ.λπ.
- Τις απαραίτητες άδειες για την έναρξη λειτουργίας.

4. Λειτουργία (στάδιο παραγωγής). Αφορά τον έλεγχο τήρησης των προβλέψεων των χρηματικών ροών, την τήρηση των δανειακών υποχρεώσεων και του οικονομικού αποτελέσματος της επένδυσης στην αρχική φάση λειτουργίας.

Η οικονομοτεχνική μελέτη αν και έχει μεγαλύτερη σπουδαιότητα στο προεπενδυτικό στάδιο, όπου θα καθορίσει την υλοποίηση ή όχι ενός επενδυτικού σχεδίου, δεν παύει να είναι χρήσιμη και στα επόμενα στάδια, λειτουργώντας σαν οδηγός στις φάσεις της προώθησης και της κατασκευής και σαν πρότυπο ελέγχου στο στάδιο της λειτουργίας. Όσο πιο πλήρης, αντικειμενική και αξιόπιστη είναι η οικονομική μελέτη στο προεπενδυτικό στάδιο, τόσο μειώνεται το επιχειρηματικό ρίσκο που υπάρχει σε κάθε επενδυτική προσπάθεια.



Οι μελέτες που απαιτούνται να έχουν γίνει και τα αποτελέσματά τους να υπάρχουν στην οικονομοτεχνική μελέτη **κατά την προεπενδυτική φάση**, μπορούν να είναι:

- ▶ Μελέτες Διερεύνησης Επενδυτικών Ευκαιριών, μέσα από τις οποίες ο επενδυτής θα επιλέξει τον κλάδο, ο οποίος προσφέρεται περισσότερο για μια αποδοτική επένδυση και ταιριάζει με τους σκοπούς της επιχείρησης. Η εκπόνηση αυτών των μελετών μπορεί να στηρίζεται σε:
 - πληροφορίες και εμπειρίες που έχει ο ίδιος ο επιχειρηματικός φορέας.
 - δευτερογενή στοιχεία από κρατικούς αλλά και από ιδιωτικούς φορείς στις οποίες μπορούν να αναζητηθούν επενδυτικές ευκαιρίες ή στοιχεία που να επιβεβαιώνουν την ύπαρξη μιας επενδυτικής ευκαιρίας
 - πρωτογενή στοιχεία από την εκπόνηση ιδιαίτερων μελετών που μπορούν να είναι: γενικές μελέτες (περιφερειακές, κλαδικές, φυσικών πόρων) και ειδικές μελέτες που αποσκοπούν να εντοπίσουν επενδυτικές ευκαιρίες σε συγκεκριμένο αντικείμενο (π.χ. ένα νέο προϊόν) εξειδικεύοντας ευρήματα των Γενικών Μελετών.

- ▶ **Αναγνωριστικές Μελέτες**, που καταλήγουν σε πρόταση για επένδυση και σκοπός τους είναι να πληροφορήσουν και να προκαλέσουν το επιχειρηματικό ενδιαφέρον παρουσιάζοντας συγκεκριμένα στοιχεία (επενδυτικό κλίμα, νομικό πλαίσιο, κυβερνητική πολιτική, προτιμήσεις καταναλωτών, διαθεσιμότητα πόρων), ώστε να βοηθήσουν στην επιλογή μιας επενδυτικής πρότασης. Η Αναγνωριστική Μελέτη οριοθετεί μια περιοχή ενδιαφέροντος την οποία θα πρέπει να διερευνήσει περισσότερο ο επενδυτής με την Μελέτη Σκοπιμότητας.



- ▶ **Μελέτες Υποστήριξης**, που διερευνούν σε βάθος επιμέρους θέματα, σαν προεργασία για τη στήριξη των Μελετών Σκοπιμότητας, για μεγάλης κλίμακας επενδυτικές αποφάσεις. Τέτοιες υποστηρικτικές μελέτες μπορούν να είναι Έρευνες αγοράς, πρώτων υλών, επιλογής κατάλληλης τεχνολογίας κ.λπ.
- ▶ **Μελέτη Σκοπιμότητας** είναι μια λεπτομερής μελέτη που αναλύει σε βάθος όλα τα

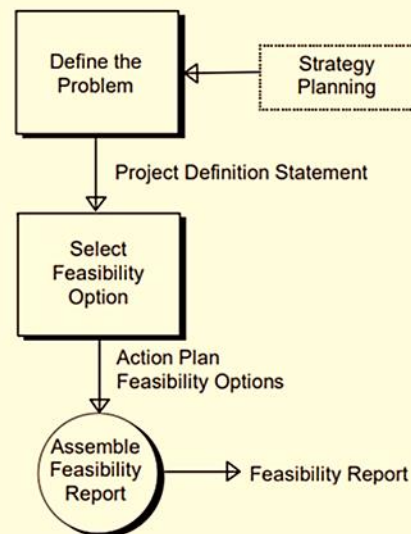


στοιχεία του επενδυτικού σχεδίου για να μπορεί ο επενδυτής να αποφασίσει την αποδοχή ή απόρριψη της εξεταζόμενης πρότασης. Αυτή η μελέτη απαιτεί ιδιαίτερη ακρίβεια και

αξιοπιστία, σε μια επαναληπτική διαδικασία, με συσχετισμό δεδομένων και διαδοχική ανατροφοδότηση των στοιχείων για την εξεύρεση της καλύτερης λύσης, σε περίπτωση που προκύψουν αδύνατα σημεία. Το αποτέλεσμα της θα είναι η βάση κάθε πτυχής (τεχνικής, εμπορικής, οικονομικής) αξιολόγησης ενός επενδυτικού σχεδίου, ώστε να βεβαιωθεί ότι η οικονομική μονάδα θα είναι βιώσιμη και κερδοφόρα.

Βήματα υλοποίησης μελέτης σκοπιμότητας

1. Στρατηγικός σχεδιασμός (strategic planning)
2. Προσδιορισμός προβλήματος (project definition statement): πρώτη καταγραφή απαιτήσεων - αναγκών & καθορισμός επιχειρηματικών προτεραιοτήτων.
3. Καθορισμός εναλλακτικών (feasibility options)
4. Εκτίμηση σκοπιμότητας εναλλακτικών λύσεων προς επιλογή της προσφορότερης (select feasibility option)
5. Διαμόρφωση προτάσεων για τη συνέχεια του έργου και προγραμματισμός έργου (feasibility options and action plan)



Η Μελέτη Σκοπιμότητας ερευνά:

- την ικανότητα του επενδυτικού φορέα να υλοποιήσει την πρόταση (μέγεθος επιχείρησης, καταλληλότητα και επάρκεια εγκαταστάσεων και προσωπικού)
- την ύπαρξη τωρινής και μελλοντικής ζήτησης αγαθών και την επάρκεια της παραγωγικής μονάδας
- την δυνατότητα επιλογής κατάλληλου εξοπλισμού σε σχέση με τις διαθεσιμότητα και το κόστος
- την επιλογή του τύπου εγκατάστασης που περιλαμβάνει:
 - Περιγραφή Τοποθεσίας Εγκατάστασης
 - Περιγραφή Χώρου Εγκατάστασης
 - Προτεινόμενες Επιλογές Εγκατάστασης
 - Εγκατάσταση και Χωροθέτηση εξοπλισμού
- την διαθεσιμότητα και εξασφάλιση πρώτων υλών
- την καλύτερη οργάνωση της παραγωγικής διαδικασίας
- την εξασφάλιση χρηματοδότησης με στοιχεία για:
 - Επιτόκιο Δανεισμού - Δανειακά Κεφάλαια

- Σχήμα Χρηματοδότησης ποσοστό ίδιας συμμετοχής
 - Κόστος Κεφαλαίου
 - Περίοδο αποπληρωμής Δανειακών Υποχρεώσεων
- την αξιολόγηση βιωσιμότητας και κερδοφόρου αποτελέσματος
- την αντίδραση της κοινής γνώμης (υπαρχόντων πελατών, προμηθευτών, τοπικών κοινωνιών κ.λπ.) και γενικότερη αξιολόγηση της επένδυσης από κοινωνική άποψη.
- ▶ **Μελέτες εφαρμογής (Οριστικές Μελέτες).** Αφού η μελέτη σκοπιμότητας έχει ευνοϊκά συμπεράσματα, καταρτίζονται οριστικά κατασκευαστικά σχέδια, ταμειακός προϋπολογισμός, πρόγραμμα πρόσληψης και εκπαίδευσης προσωπικού, μέτρα και συστήματα ασφαλείας, χωροθέτηση εξοπλισμού και χρονοδιάγραμμα πραγματοποίησης της επένδυσης.

10.2.3 Μορφή Οικονομοτεχνικής Μελέτης

Αν και κάθε οικονομοτεχνική μελέτη σχεδιάζεται και δημιουργείται για να καλύψει συγκεκριμένες, κάθε φορά διαφορετικές απαιτήσεις, μια τυπική μορφή οικονομοτεχνικής μελέτης έχει την ακόλουθη μορφή:

Εισαγωγή: Συνοπτική Παρουσίαση Επενδυτικού Σχεδίου

Μια σύντομη περιγραφή του αντικειμένου και των χαρακτηριστικών του επενδυτικού σχεδίου, του τύπου εγκατάστασης, του συνολικού κόστους, καταγραφή της σπουδαιότητας του έργου και των στόχων της επιχείρησης από την υλοποίηση του.

Ενότητα Α: Στοιχεία Επενδυτικού Φορέα

Μια παρουσίαση του επιχειρηματία, της πορείας και των δυνατοτήτων του. Αυτό το στάδιο έχει ως στόχο να εκθέσει την εμπειρία, την οικονομική επιφάνεια, τις οικονομικές δυνατότητες, της διασυνδέσεις και τον ρόλο του επιχειρηματία και μια αναδρομή στο ιστορικό της επενδυτικής ιδέας και της εμπλοκής του επιχειρηματία με αυτή. Πιο συγκεκριμένα περιλαμβάνονται:

- Στοιχεία ίδρυσης φορέα. Νομική μορφή, χρόνος ίδρυσης και καταστατικός σκοπός
- Εταιρική /Μετοχική σύνθεση και κεφάλαιο
- Στοιχεία (βιογραφικό σημείωμα) επιχειρηματία και συνεταίρων
- Δραστηριότητα που θα ασκεί ο φορέας
- Μέγεθος του φορέα με στοιχεία (τουλάχιστον τελευταίας τριετίας) για αριθμό απασχολούμενων, εγκαταστάσεις, στοιχεία παραγωγής και στοιχεία πωλήσεων
- Συνεργασία ή σύνδεση με άλλες επιχειρήσεις

Ενότητα Β: Τεχνική Περιγραφή Επενδυτικού Σχεδίου

- Περιγραφή του προτεινόμενου επενδυτικού σχεδίου και της παραγωγικής διαδικασίας αυτού.

Αν το επενδυτικό σχέδιο υλοποιείται σε υπάρχουσες εγκαταστάσεις, σύντομη περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασής τους. Σύντομο τεχνικό υπόμνημα της ακολουθούμενης παραγωγικής διαδικασίας (ροή, διάρκεια, γενική κατάσταση εξοπλισμού, τεχνολογικό επίπεδο, συνεργασίες, βαθμός όχλησης κ.λπ.).

Αν υλοποιείται σε νέα εγκατάσταση παρουσιάζονται στοιχεία οικοπέδου και κυριότητας, περιγραφή και συνοδευτικά διαγράμματα κτιριακών εγκαταστάσεων, τρόπος κατασκευής, επιφάνειες και χρήσεις χώρων, περιγραφή παραγωγικής διαδικασίας και τεχνική περιγραφή των βασικών εργασιών και εξοπλισμού κατά κατηγορία δαπανών. Για τον εξοπλισμό που θα χρησιμοποιηθεί, περιγράφεται και τεκμηριώνονται οι προδιαγραφές, παρατίθενται συμβάσεις συντήρησης και εφαρμογής μέσων προστασίας.

- Υποστηρικτικές λειτουργίες της επιχείρησης. Περιγράφεται η οργανωτική δομή της επιχείρησης και τρόπος συντονισμού και συνεργασίας της παραγωγής με τα υποστηρικτικά τμήματα (νομικούς, λογιστήριο, logistics, marketing και ανθρωπίνων πόρων).

Ενότητα Γ: Στοιχεία Απασχόλησης (υφιστάμενης και νέας)

- Καταγραφή των απασχολούμενων στην επιχείρηση με σχέση εξαρτημένης εργασίας.
- Καταγραφή των νέων θέσεων απασχόλησης στην επιχείρηση με σχέση εξαρτημένης εργασίας μετά την έναρξη της παραγωγικής λειτουργίας της επένδυσης.

Αν ο φορέας έχει υφιστάμενες θέσεις απασχόλησης, υποβάλλονται στοιχεία τεκμηρίωσης και επισυνάπτονται βιογραφικά σημειώματα και τίτλοι σπουδών των ανώτερων διοικητικών στελεχών.

Ενότητα Δ: Κόστος Επενδυτικού Σχεδίου και Πηγές Χρηματοδότησης

- Παρουσίαση συγκεντρωτικού πίνακα κόστους ανά κατηγορία δαπάνης.
- Παρουσίαση του τρόπου κάλυψης των ιδίων κεφαλαίων, σε συσχετισμό με τα υποβαλλόμενα δικαιολογητικά.
- Παρουσίαση σχήματος εξωτερικής χρηματοδότησης (δάνεια από χρηματοπιστωτικό οργανισμό) και αναφορά ύπαρξης κρατικής ενίσχυσης

Ενότητα Ε: Στοιχεία Αγοράς

Παρουσίαση της ετήσιας μεταβολής πωλήσεων, βάσει διαθέσιμων στατιστικών στοιχείων πωλήσεων σε αξία (τουλάχιστον τελευταίας τριετίας) για τον κύριο κλάδο δραστηριότητας του επενδυτικού σχεδίου. Παρουσίαση άλλων διαθέσιμων στοιχείων που να τεκμηριώνουν τάσεις του κλάδου, υφιστάμενη και μελλοντική κατάσταση ανταγωνισμού, δυνατότητες επέκτασης σε διεθνείς αγορές.

Ενότητα ΣΤ: Προβλέψεις Βιωσιμότητας μετά την Υλοποίηση της Επένδυσης

- Περιγραφή των παραδοχών βιωσιμότητας.
- Οικονομοτεχνική μελέτη
- Παραρτήματα

10.3 Αξιολόγηση Επενδύσεων ΑΠΕ

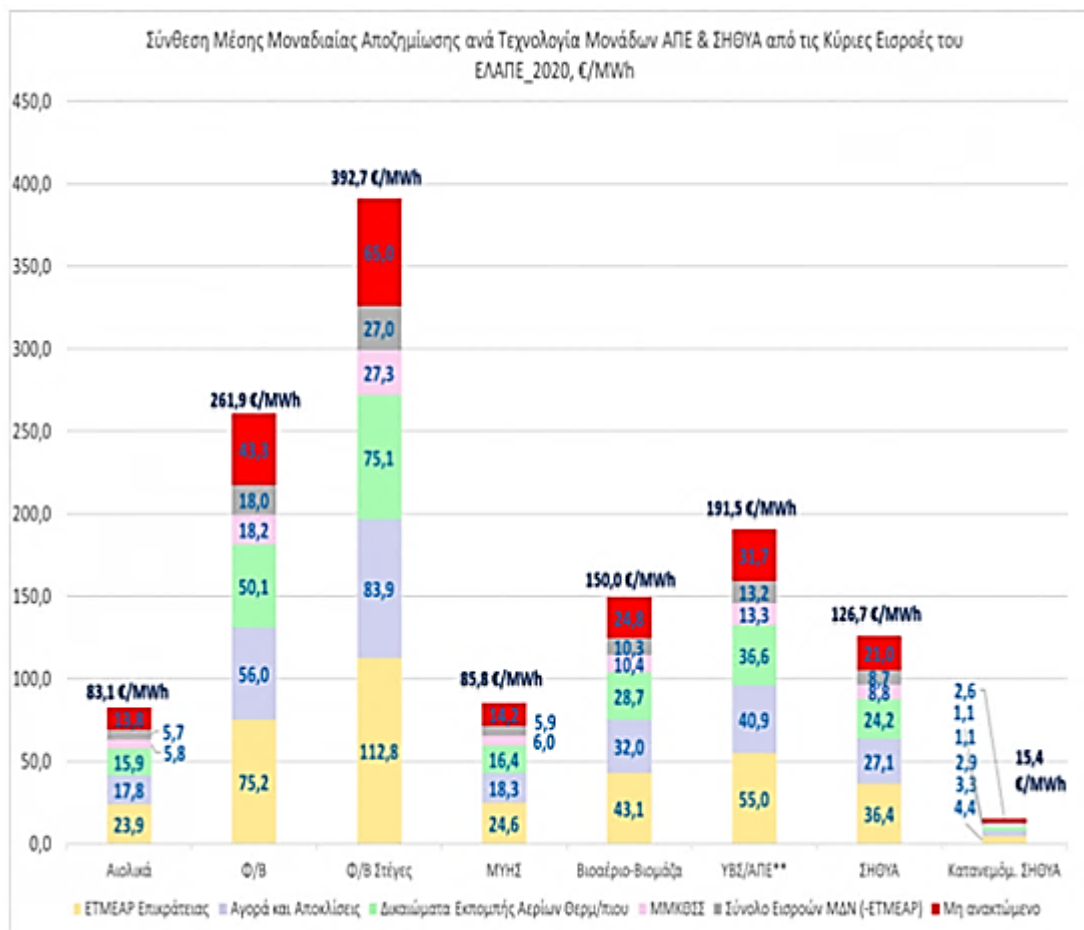
10.3.1 Εισαγωγή

Είναι φανερό ότι στα έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) η αβεβαιότητα είναι μεγαλύτερη από ότι σε άλλες επενδυτικές δράσεις, γεγονός που οφείλεται στο μικρό χρονικό διάστημα εξέλιξης των επενδύσεων σε αυτό το τομέα, στη ταχεία ανάπτυξη της τεχνολογίας και της ιδιαιτερότητας που εμφανίζουν τα προσδοκώμενα αποτελέσματά τους.

Κίνδυνος είναι η αβεβαιότητα για τις μελλοντικές εξελίξεις που μπορεί να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στη λειτουργία και τα κέρδη της επιχείρησης. Οι μελλοντικές εξελίξεις και οι πιθανοί κίνδυνοι που έχουν επίδραση στο έργο, δεν μπορούν να προβλεφτούν με ακρίβεια από όλους τους εμπλεκόμενους στο έργο (επενδυτές, τράπεζες, ασφαλιστικές εταιρείες, προμηθευτές της τεχνολογίας, καταναλωτές). Οι μελλοντικές εξελίξεις και οι πιθανοί κίνδυνοι σε έργα ΑΠΕ μπορούν να προέρχονται από ομάδες θεμάτων όπως:

- ▶ Νομοθετικό και θεσμικό πλαίσιο που προκύπτει από πολιτικές επιλογές της κυβέρνησης μιας χώρας, το οποίο μπορεί να ενθαρρύνει ή αποθαρρύνει την ανάπτυξη έργων ΑΠΕ.
- ▶ Διαθεσιμότητα και αξιοπιστία πληροφοριών, που είναι απαραίτητες για την οικονομοτεχνική ανάλυση του έργου και τη δημιουργία μοντέλων τιμολόγησης.
- ▶ Ευαισθητοποίηση του καταναλωτικού κοινού και των τοπικών φορέων για την σπουδαιότητα αξιοποίησης των ΑΠΕ.
- ▶ Συνειδητοποίηση ότι το κόστος ενέργειας που παράγεται από συμβατικά καύσιμα και το κόστος ενέργειας από ΑΠΕ δεν είναι σύγκριση δύο αριθμητικών τιμών, αφού δεν αντανακλούν τις αρνητικές ή θετικές αντίστοιχα επιπτώσεις που έχουν στο περιβάλλον και στην αειφορία.
- ▶ Σε επίπεδο έργου, η αποτελεσματικότητα των τεχνολογιών, η διαθεσιμότητα ενεργειακών πόρων.

Επίσης τα έργα ΑΠΕ εμφανίζουν συχνά μακροχρόνια σχέδια, υψηλό αρχικό κόστος, μεγάλο χρονικό διάστημα κατασκευής και καθυστερήσεις, πιστωτικό κίνδυνο και υλικές ζημιές.



Οικονομικά Μεγέθη Επένδυσης ΑΠΕ

Συνολικά οι παράμετροι που διαμορφώνουν το κόστος παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας και τα οικονομικά μεγέθη μιας επένδυσης, είναι:

► Η περίοδος μελέτης της επένδυσης.

Η αξιολόγηση επένδυσης ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ γίνεται για το διάστημα ζωής της επένδυσης που είναι ίσο με τη διάρκεια της σύμβασης πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ του παραγωγού και του Διαχειριστή του Δικτύου. Για όλες τις τεχνολογίες η διάρκεια σύμβασης είναι 20 χρόνια εκτός των τεχνολογιών των φωτοβολταϊκών συστημάτων σε στέγες και των ηλιοθερμικών σταθμών μέχρι 10 MW με 6 ώρες αποθήκευση, για τις οποίες η διάρκεια ζωής είναι 25 χρόνια. Στο τέλος της

περιόδου αυτής η υπολειμματική αξία της επένδυσης θεωρείται μηδενική για όλες τις τεχνολογίες.

- ▶ Ο βαθμός απορρόφησης της παραγόμενης ενέργειας από το ηλεκτρικό σύστημα: 98% για όλες τις τεχνολογίες πλην των μη διασυνδεδεμένων αιολικών σταθμών που ορίζεται 90%.
- ▶ Τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας, η εγγυημένη τιμή που δίνεται με τη Σύμβαση Πώλησης Ηλεκτρικής Ενέργειας και διαφέρει ανά τεχνολογία.
- ▶ Κόστος συντήρησης και λειτουργίας.
- ▶ Πληθωρισμός
- ▶ Ειδικοί φόροι και εισφορές ΑΠΕ προς την τοπική αυτοδιοίκηση.

10.3.2 Κοινωνικό Αντίκτυπο Επένδυσης στις ΑΠΕ

Η αξιολόγηση ενός επενδυτικού προγράμματος δεν γίνεται μόνο από την σκοπιά του επενδυτή. Στο συγκεκριμένο έργο σημαντικός ρόλος διαδραματίζει και το αποτύπωμα που θα έχει στην κοινωνία. Θα πρέπει να εξεταστεί το αντίκτυπο που θα έχει τόσο στην κοινωνία όσο και στην Εθνική Οικονομία καθώς και σε σχέση με τα Ευρωπαϊκά και εθνικά σχέδια για το Κλίμα και την Ενέργεια και την έμφαση που δίνουν στη διείσδυση των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή.

Στο ψήφισμα 2010/2108 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου αναφέρεται ότι μόνο ένα πανευρωπαϊκό δίκτυο ενέργειας, που δεν θα περιορίζεται από τα σύνορα των κρατών-μελών και θα καταστήσει εφικτή την ολοκλήρωση της εσωτερικής αγοράς ενέργειας. Γι' αυτό το λόγο, θεωρεί άμεση ανάγκη να συγκροτηθούν και να εφαρμοσθούν νομοθετικοί και χρηματοδοτικοί μηχανισμοί, ώστε να μειωθεί η ανάγκη για εισαγωγές ενέργειας.

Χαρακτηριστικές περιπτώσεις στις οποίες έχει μειωθεί η εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα, με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε κοινοτικό επίπεδο, είναι τα παραδείγματα των συνεταιρισμών αιολικής ενέργειας στην Δανία (όπως οι πρωτοβουλίες του Nordic Folke Center) και στη Γερμανία, όπου κωμοπόλεις και χωριά παράγουν τοπικά την ενέργεια που καταναλώνουν και ταυτόχρονα ενισχύουν

την τοπική οικονομία δημιουργώντας τοπική βιοτεχνία, θέσεις εργασίας και επιπλέον έσοδα από την πώληση της πλεονάζουσας ενέργειας στο δίκτυο.



Χαρακτηριστικό και πολύ ενδιαφέρον παράδειγμα είναι το Gussing της Αυστρίας, μια πόλη που παράκμαζε κοινωνικά, οικονομικά και πληθυσμιακά, κατάφερε να σταματήσει τη φυγή του πληθυσμού της και να τον αυξήσει από 500 σε 3.764 άτομα. Επιπλέον, κατάφερε να δημιουργήσει 1.100 νέες θέσεις εργασίας, να προσελκύσει 50 νέες επιχειρήσεις και να αξιοποιήσει τα τοπικά κεφάλαια χάρη στην ανάπτυξη μονάδων αξιοποίησης τοπικά παραγόμενης βιομάζας για ηλεκτρισμό, θέρμανση και καύσιμα με 71% ενεργειακή αυτάρκεια. Τέλος, διασφάλισε σταθερές και χαμηλές τιμές για τη θέρμανση των κατοίκων τη στιγμή που οι τιμές του πετρελαίου θέρμανσης αυξάνονταν δραματικά.

10.3.3 Παράδειγμα Αξιολόγησης

Ένα παράδειγμα αξιολόγησης της επένδυσης και οικονομοτεχνικής ανάλυσης για την κατασκευή φωτοβολταϊκού σταθμού 500kW. Για να αξιολογηθεί μια επένδυση θα πρέπει να υπολογιστεί το κόστος της, το καθαρό κέρδος που θα υπάρχει σε διάστημα ενός χρόνου καθώς επίσης και το χρονικό διάστημα μέχρι να γίνει απόσβεση της επένδυσης, ώστε να αρχίσει η επένδυση να αποδίδει. Στα φωτοβολταϊκά υπολογίζοντας το κόστος της εγκατάστασης και τη μέση ετήσια παραγωγή σε kWh

μπορούμε να δούμε σε πόσο χρονικό διάστημα θα αποσβεστεί το κόστος και η επιχείρηση θα παρουσιάζει κέρδος.

ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	
ΕΡΓΑΣΙΕΣ	ΑΞΙΑ
1. Φωτοβολταϊκά Πλαίσια	210.000
2. Μετατροπείς	50.400
3. Στηρικτικό σύστημα – Βάσεις	57.500
4. Στηρικτικό σύστημα μετατροπέων	2.976
5. Καλώδια AC	3.648
6. Καλώδια DC	8.743
7. Καλώδια MT	5.524
8. Πίνακες – Ηλεκτρολογικό υλικό	15.810
9. Υποσταθμός	37.000
10. Αλεξικέραυνο	3.200
11. Γειώσεις	4.383
12. Φύλαξη	4.000
13. Φρεάτια – Οδεύσεις	2.500
14. Παρακολούθηση- Webbox/SensorBox	1.260
15. Συναγερμός και κάμερες	8.500
16. Περίφραξη και ισοπέδωση	12.300
17. Πασσαλόμπτυξη και συναρμολόγηση βάσεων – φ/β πλαισίων	20.000
18. Χωματουργικά και οικοδομικά	5.000
19. Οικίσκος	3.000
20. Εγκατάσταση – εργασία	6.000
21. Τοπογραφικά Έξοδα	1.000
22. Μεταφορικά	3.000
23. Ασφάλιστρα Έργου	941
ΣΥΝΟΛΟ	466.685

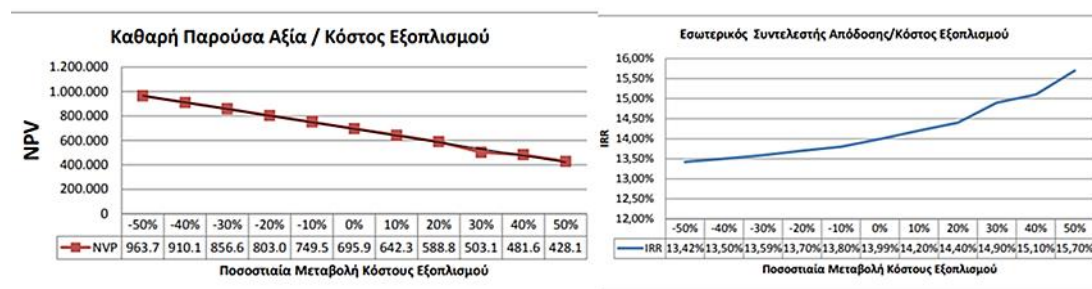
Στον υπολογισμό πρέπει να ληφθούν υπόψη οι κρατικές διευκολύνσεις και τα κίνητρα για τη προώθηση της εγκατάστασης φωτοβολταϊκών όπως π.χ. έκπτωση φόρου που αποσκοπεί στη μείωση της τελικής τιμής και η άμεση επιδότηση αγοράς για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών. Στο παραπάνω κόστος δεν συμπεριλαμβάνεται το κόστος σύνδεσης με δίκτυο ηλεκτρικού ρεύματος και τις επιδοτήσεις που θα βοηθήσουν στη μείωση του κόστους. Με αυτό το συνολικό κόστος διαμορφώνεται:

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	
ΕΡΓΑΣΙΕΣ	ΑΞΙΑ
1. Κόστος Κατασκευής Φ/Β σταθμού 500 kW	466.685
2. Κόστος Σύνδεσης Φ/Β σταθμού 500 kW με το δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ	68.250
ΣΥΝΟΛΟ	534.935

Σημαντικό στοιχείο στην συγκεκριμένη οικονομοτεχνική μελέτη είναι το κόστος επένδυσης και κυρίως του εξοπλισμού, τα φωτοβολταϊκά πάνελ που αποτελούν το 40% του κόστους. Το ύψος του κεφαλαίου που δεσμεύεται για την πραγματοποίηση μιας επένδυσης μπορεί να προέρχεται από διάφορες πηγές άντλησης κεφαλαίων. Οι δύο κύριες πηγές άντλησης κεφαλαίων είναι τα Ίδια Κεφάλαια και τα Ξένα Κεφάλαια.

ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΙΚΟ ΣΧΗΜΑ		
ΠΗΓΗ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ	ΠΟΣΟ
Ίδια Κεφάλαια	100%	534.935
ΣΥΝΟΛΟ	100%	534.935

Με την ανάλυση ευαισθησίας των αρχικών υποθέσεων εξετάζονται οι επιπτώσεις στην Καθαρή Παρούσα Αξία και στο Συντελεστή Εσωτερικής Απόδοσης, από μια ποσοστιαία μεταβολή του κόστους.



Συνήθως, καθώς το κόστος εξοπλισμού-κεφαλαίου αυξάνεται, η παρούσα αξία ελαττώνεται ενώ ο συντελεστής εσωτερικής απόδοσης αυξάνεται και πρέπει να συγκριθεί με την τιμή του προεξοφλητικού επιτοκίου που όσο αυξάνει, δίνει ασφαλέστερα συμπεράσματα για τα αποτελέσματα της επένδυσης, αλλά αυξάνει την έντοκη περίοδο αποπληρωμής.

	0	+10%	+20%	+30%	+40%	+50%
Κόστος Επένδυσης	491.500	540.650	589.800	668.440	688.100	737.250
ΕΣΑ(IRR)	13,99%	14,2%	14,4%	14,9%	15,1%	15,7%
ΚΠΑ(NPV)	695.960	642.382	588.819	503.118	481.693	428.130

Στα έσοδα της επένδυσης δεν εμπεριέχονται έξοδα μάρκετινγκ ή διαφήμισης αφού δεν χρειάζεται να καταβληθεί οποιασδήποτε προσπάθεια ώστε να επιτύχουν έσοδα καθώς όλα είναι προγραμματισμένα και οριοθετημένα από το νομοθετικό πλαίσιο.

Για την εύρεση των εσόδων του επενδυτή, χρειάζεται ένας πολλαπλασιασμός μεταξύ της αναμενόμενης ετήσιας παραγωγής με την τιμή του ρεύματος για κάθε έτος. Η

αναμενόμενη παραγωγή ενέργειας κάθε χρόνο μειώνεται κατά ένα ποσοστό που προκύπτει από τη τεχνολογική απαξίωση του εξοπλισμού.

ΕΣΟΔΑ – ΠΩΛΗΣΕΙΣ			
Έτος	Αναμενόμενη Παραγωγή Ενέργειας	Τιμή Ρεύματος	Έσοδα
2018	753.030	0,0602	45.332
2019	747.006	0,0602	44.970
2020	741.030	0,0602	44.610
2021	735.102	0,0602	44.253
2022	729.221	0,0602	43.899
2023	723.387	0,0602	43.548
2024	717.600	0,0602	43.200
2025	711.859	0,0602	42.854
2026	706.164	0,0602	42.511
2027	700.515	0,0602	42.171
2028	694.911	0,0602	41.834
2029	689.352	0,0602	41.499
2030	683.837	0,0602	41.167
2031	678.366	0,0602	40.838
2032	672.939	0,0602	40.511
2033	667.556	0,0602	40.187
2034	662.215	0,0602	39.865
2035	656.917	0,0602	39.546
2036	651.662	0,0602	39.230
2037	646.449	0,0602	38.916

Οι ταμειακές ροές, είναι τα χρηματικά ποσά που εισέρχονται (εισροές) και εξέρχονται (εκροές) από μια επιχείρηση σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ			
Έτος	Έσοδα	Έξοδα	Ταμειακές Ροές
2017			-534.935
2018	45.332	7.600	37.732
2019	44.970	7.600	37.370
2020	44.610	7.600	37.010
2021	44.253	7.600	36.653
2022	43.899	7.600	36.299
2023	43.548	7.600	35.948
2024	43.200	7.600	35.600
2025	42.854	7.600	35.254
2026	42.511	7.600	34.911
2027	42.171	7.600	34.571
2028	41.834	7.600	34.234
2029	41.499	7.600	33.899
2030	41.167	7.600	33.567
2031	40.838	7.600	33.238
2032	40.511	7.600	32.911
2033	40.187	7.600	32.587
2034	39.865	7.600	32.265
2035	39.546	7.600	31.946
2036	39.230	7.600	31.630
2037	38.916	7.600	31.316

Οι επιχειρήσεις χρησιμοποιούν πάγια περιουσιακά στοιχεία στην παραγωγική τους

διαδικασία για ένα δεδομένο χρονικό διάστημα, προσδοκώντας ότι η αξία του συνόλου των υπηρεσιών που θα τους προσφέρουν είναι μεγαλύτερη από το κόστος τους. Αποσβεστέα αξία ενός πάγιου στοιχείου είναι η αξία που περιοδικά αποσβένεται και είναι ίση με την διαφορά της υπολειμματικής αξίας από το κόστος κτήσης. Κόστος κτήσης είναι η καθαρή τιμή αγοράς του παγίου και τα έξοδα συναρμολόγησης και εγκατάστασης του. Η υπολειμματική αξία των παγίων στοιχείων είναι η τιμή που προσδοκά η επιχείρηση να εισπράξει στην λήξη της ωφέλιμης ζωής τους και πρακτικά θεωρείται μηδενική.

ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ							
Κατηγορία	Συντελεστής Απόσβεσης	Αξία προς απόσβεση	2018	2019	2020	2021	2022
Τεχνικά Έργα	4%	226.441	9.058	9.058	9.058	9.058	9.058
Μηχανολογικός Εξοπλισμός	10%	285.151	28.515	28.515	28.515	28.515	28.515
Τεχνικές Εγκαταστάσεις	10%	13.583	1.358	1.358	1.358	1.358	1.358
Εξοπλισμός τηλεπικοινωνιών	10%	9.760	976	976	976	976	976
ΣΥΝΟΛΟ		534.935	39.907	39.907	39.907	39.907	39.907

Η κατάσταση αποτελεσμάτων χρήσης είναι η λογιστική κατάσταση που παρουσιάζει τα έξοδα, τα έσοδα, τις έκτακτες ζημίες, τα έκτακτα κέρδη, καθώς και το αποτέλεσμα που πέτυχε μια οικονομική μονάδα σε μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

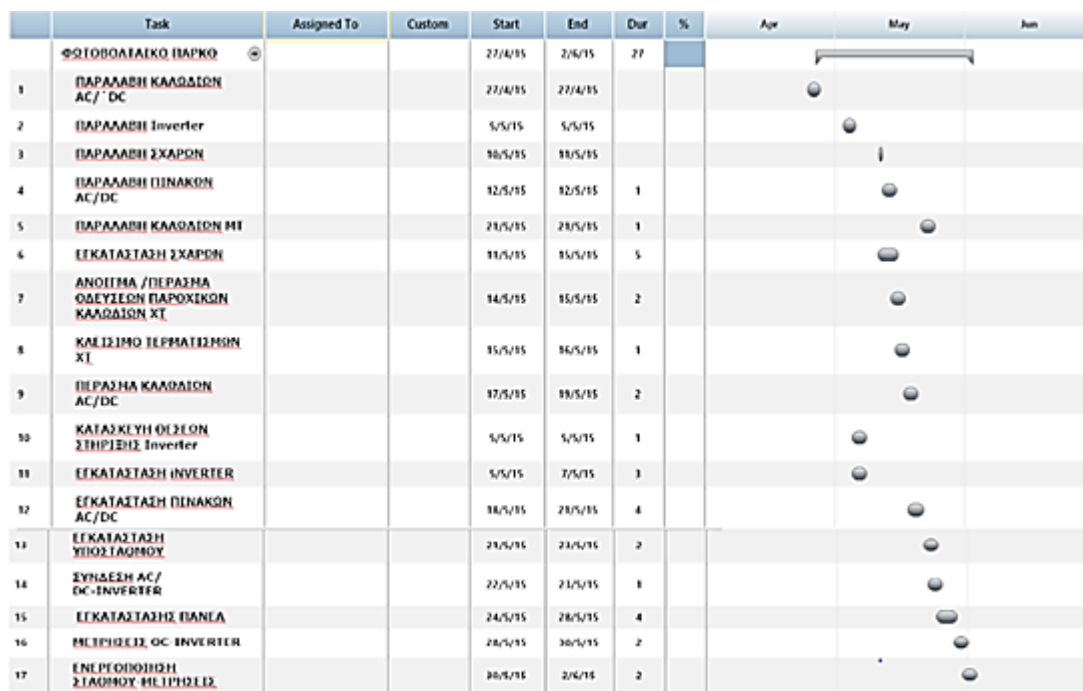
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΧΡΗΣΗΣ							
Έτος	ΕΣΟΔΑ	ΕΞΟΔΑ	ΚΕΡΔΗ ΠΡΟ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΝ ΚΑΙ ΦΟΡΩΝ	ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ	ΚΕΡΔΗ/ΖΗΜ. ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ	ΦΟΡΟΣ ΕΙΣΟΔΗΜΑΤΟΣ	ΚΑΘΑΡΑ ΚΕΡΔΗ
	(1)	(2)	(3)=(1)-(2)	(4)	(5)=(3)-(4)	(6)=(5)*0,29	(7)=(3)-(6)
2018	45.332	7.600	37.732	39.907	-2.175	0	37.732
2019	44.970	7.600	37.370	39.907	-2.537	0	37.370
2020	44.610	7.600	37.010	39.907	-2.897	0	37.010
2021	44.253	7.600	36.653	39.907	-3.254	0	36.653
2022	43.899	7.600	36.299	39.907	-3.608	0	36.299
2023	43.548	7.600	35.948	39.907	-3.959	0	35.948
2024	43.200	7.600	35.600	39.907	-4.307	0	35.600
2025	42.854	7.600	35.254	39.907	-4.653	0	35.254
2026	42.511	7.600	34.911	39.907	-4.996	0	34.911
2027	42.171	7.600	34.571	39.907	-5.336	0	34.571
2028	41.834	7.600	34.234	9.058	25.176	7.301	26.933
2029	41.499	7.600	33.899	9.058	24.841	7.204	26.695
2030	41.167	7.600	33.567	9.058	24.509	7.108	26.459
2031	40.838	7.600	33.238	9.058	24.180	7.012	26.226
2032	40.511	7.600	32.911	9.058	23.853	6.917	25.994
2033	40.187	7.600	32.587	9.058	23.529	6.823	25.764
2034	39.865	7.600	32.265	9.058	23.207	6.730	25.535
2035	39.546	7.600	31.946	9.058	22.888	6.638	25.308
2036	39.230	7.600	31.630	9.058	22.572	6.546	25.084
2037	38.916	7.600	31.316	9.058	22.258	6.455	24.861

Η επένδυση στον κλάδο των ΑΠΕ παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα. Για παράδειγμα, οι τιμές πώλησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας είναι χαμηλού ρίσκου ενώ παράλληλα εμφανίζει μεγάλες αποδόσεις, κάνοντας την ιδιαίτερα ελκυστική προς τους επενδυτές καθώς έχουν σταθερές απολαβές για αρκετό χρονικό διάστημα. Η επιχείρηση μπορεί να προβάλλει τα αποτελέσματα της επένδυσης και της μείωσης εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στον κοινωνικό απολογισμό της. Επιπλέον, μια τέτοια επένδυση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο μάρκετινγκ για την καλύτερη προώθησή της στην αγορά.

10.3.4 Προγραμματισμός της Υλοποίησης ενός Έργου

Ο προγραμματισμός της υλοποίησης ενός έργου ξεκινά από την στιγμή της απόφασης για την επένδυση και τελειώνει με την ολοκλήρωση του έργου και την σύνδεση του με το δίκτυο ηλεκτρικού ρεύματος. Ο σωστός χρονικός προγραμματισμός είναι πολύ σημαντικός ώστε το έργο να παραδοθεί εντός ορισμένων χρονικών πλαισίων τα οποία αν ξεπεραστούν θα εμφανιστούν αρνητικά οικονομικά και εμπορικά αποτελέσματα για την επιχείρηση.

Η χρονική διάρκεια όλου του έργου υπολογίζεται ότι θα είναι 2 μήνες και 7 εργάσιμες ημέρες. Η ακρίβεια στον προγραμματισμό μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο στο κατασκευαστικό κομμάτι και μπορεί να προσδιοριστεί με μεγάλη ακρίβεια και να διεκπεραιωθεί εντός προγράμματος. Αντίθετα δεν μπορεί να υπάρχει ακρίβεια στον προγραμματισμό ολοκλήρωσης των αναγκαίων διαδικασιών έκδοσης των απαιτούμενων αδειών για το έργο, από τις αρμόδιες αρχές.



Για την παρακολούθηση του χρονοδιαγράμματος του έργου χρησιμοποιείται το διάγραμμα Gantt, ένα οριζόντιο ραβδόγραμμα που απεικονίζει στην ουσία την σχέση των διαφορετικών δράσεων του έργου, μέσα στον χρόνο.

Στον οριζόντιο άξονα του διαγράμματος τοποθετείται ο χρόνος με υποδιαίρέσεις ανάλογες με την χρονική διάρκεια του έργου, ενώ στον κατακόρυφο άξονα τοποθετούνται οι τίτλοι των δράσεων του έργου που συνήθως εμφανίζονται έτσι ώστε προς τα πάνω να είναι αυτές που αρχίζουν νωρίτερα.

Στο κύριο τμήμα του διαγράμματος τοποθετούνται για κάθε δράση οι ράβδοι αποτύπωσης του χρόνου σε οριζόντια διάταξη και με μήκος ανάλογο με την χρονική διάρκεια που απαιτείται για την ολοκλήρωσή της. Κάθε ράβδος αρχίζει από το σημείο που στον οριζόντιο άξονα αντιστοιχεί με το χρονικό σημείο έναρξης της συγκεκριμένης δράσης.

Σύνοψη

Στη παρούσα ενότητα έγινε σαφές ότι οι επενδυτικές αποφάσεις καθορίζουν την ευημερία και την ανάπτυξη μιας επιχείρησης και οφείλουν να λαμβάνονται με γνώμονα την προσεκτική αξιολόγηση των σχετικών εναλλακτικών επιλογών. Γι' αυτό

το λόγο έγινε ανάλυση μιας σειράς δεικτών και επενδυτικών προτάσεων που μπορούν να διευκολύνουν την υλοποίηση μιας επένδυσης.

Παράλληλα, έγινε αναφορά στις οικονομοτεχνικές μελέτες, με σκοπό να καθοριστούν τα επιμέρους στάδια και η δομή στην οποία στηρίζεται μια επένδυση. Τέλος, δόθηκε έμφαση στις επενδύσεις που σχετίζονται με τις ΑΠΕ καθώς και παραδείγματα, προκειμένου να αποτυπωθεί η σημασία επενδύσεων στο συγκεκριμένο κλάδο.

Ερωτήσεις Αυτοαξιολόγησης

- 1. Η δέσμευση χρημάτων (κεφαλαίου) για ένα διάστημα με σκοπό την αύξηση τους (κέρδος) επιτυγχάνεται με:**
 - A) αποταμίευση
 - B) επένδυση
 - Γ) κατανάλωση
 - Δ) χρηματοδότηση
- 2. Η αξιολόγηση επενδύσεων είναι μια σύνθετη διαδικασία η οποία:**
 - A) εκμηδενίζει την αβεβαιότητα και το ρίσκο
 - B) ενσωματώνει σημαντικό βαθμό αβεβαιότητας και ρίσκου
 - Γ) εξασφαλίζει το κέρδος μιας επιχείρησης
 - Δ) εξασφαλίζει τη βιωσιμότητα
- 3. Όσο μεγαλύτερη είναι η περίοδος επανείσπραξης της επένδυσης τόσο περισσότερο ελκυστική είναι η επένδυση.**
 - A) Σωστό
 - B) Λάθος
- 4. Η Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) είναι η διαφορά μεταξύ:**
 - A) της παρούσας αξίας των καθαρών ταμειακών ροών της επένδυσης και του κεφαλαίου που απαιτείται

- B) των καθαρών ταμειακών ροών της επένδυσης και της παρούσας αξίας του κεφαλαίου που απαιτείται
 - Γ) της παρούσας αξίας των καθαρών ταμειακών εισροών της επένδυσης και του κεφαλαίου που απαιτείται
 - Δ) της παρούσας αξίας των καθαρών ταμειακών εκροών της επένδυσης και του κεφαλαίου που απαιτείται
- 5. Ποιος από τους παρακάτω ΔΕΝ χρησιμοποιείται σαν δείκτης αξιολόγησης επενδύσεων;**
- A) ο λογιστικός ρυθμός απόδοσης επενδυμένων κεφαλαίων
 - B) ο δείκτης κερδοφορίας
 - Γ) ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης
 - Δ) ο δείκτης τιμών καταναλωτή
- 6. Μια πιθανή αντίδραση της τοπικής κοινωνίας στην μελέτη μιας επένδυσης ΑΠΕ, ΔΕΝ αποτελεί αντικείμενο της αξιολόγησης της επένδυσης.**
- A) Σωστό
 - B) Λάθος
- 7. Σε μια μελέτη σκοπιμότητας περιλαμβάνεται η νομική μορφή, ο χρόνος ίδρυσης και ο καταστατικός σκοπός μιας επιχείρησης.**
- A) Σωστό
 - B) Λάθος
- 8. αφορά την φάση της προεπένδυσης ενός επενδυτικού σχεδίου:**
- A) Η μελέτη σκοπιμότητας
 - B) Η μελέτη υποστήριξης
 - Γ) Η περιβαλλοντική μελέτη
 - Δ) Το χρονοδιάγραμμα ενεργειών

9. αφορά την φάση της κατασκευής του έργου ενός επενδυτικού σχεδίου:

- A) Η μελέτη σκοπιμότητας
- B) Η μελέτη υποστήριξης
- Γ) Η περιβαλλοντική μελέτη
- Δ) Το χρονοδιάγραμμα ενεργειών

10. Με την ανάλυση ευαισθησίας των αρχικών υποθέσεων εξετάζεται οι επιπτώσεις στην Καθαρή Παρούσα Αξία και στο Συντελεστή Εσωτερικής Απόδοσης, από μια ποσοστιαία μεταβολή του κόστους.

- A) Σωστό
- B) Λάθος

Απαντήσεις Ερωτήσεων Αυτοαξιολόγησης

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B	B	B	A	Δ	B	A	A	Δ	A

Βιβλιογραφία

Armaroli N., Balzani V., 'Energy for a Sustainable World – From the Oil Age to a Sun-Powered Future, Wiley-VCH, 2011

Bateman Th., Snell S., (2012), «Διοίκηση Επιχειρήσεων», 8η Έκδοση, Επιμέλεια μετάφρασης Δρ. Σδρόλιας Λάμπρος, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη

Bhattacharyya, Subhes C. 'Energy Economics: Concepts, Issues, Markets and Governance', Springer, 2011

Campbell, J.D., 'Uptime: Strategies for Excellence in Maintenance Management', Productivity Press, New York, 1995

Carson R, 'Silent spring', 1962

Coley D., 'Energy and Climate Change: Creating a Sustainable Future', John Wiley & Sons, 2008

DeBesi M., McCormick K., 'Towards a Bioeconomy in Europe: National, Regional and Industrial Strategies', Sustainability, 2015

ΕΟΠΠΕΠ, Συμβουλευτική και Επαγγελματικός Προσανατολισμός: Τι είναι Επαγγελματικός Προσανατολισμός, διαθέσιμο στο: <https://www.eoppep.gr/index.php/el/work-guidance-and-consulting/developing-careers-adult/what-is-career-counseling>

European Biomass Industry Association, 'Environmental benefits of biomass', 2017

European Investment Bank, 'The EIB Climate Survey 2021-2022 - Citizens call for green recovery, 2022

Fiorino D., 'Explaining national environmental performance: approaches, evidence, and implications', Policy Science, 2011

Georgakellos, D. A., Marcis, A. M., 'Application of the semantic learning approach in the feasibility studies preparation training process', Education, Fullerton California, 2009

Giddens, A., 'The politics of global warming', LSE Cities, 2012.

Greenpeace, 'Ασφαλές εμπόριο στον 21ο αιώνα: Η έκδοση της Ντόχα' Αθήνα: Greenpeace, 2001

Greenpeace, 'Πρωτόκολλο του Κιότο. Τι είναι, τι προβλέπει.', 2003

Hannah Ritchie and Max Roser, Our World

Hansen K., Breyer C., Lund H., 'Status and perspectives on 100% renewable energy systems', Elsevier vol. 175, 2019

Heizer J., Render B., 'Operations Management, 9th Edition, Pearson, 2008

<http://medilab.pme.duth.gr/invonio/turbine-types.html>

<http://www.cres.gr/kape/education/Apeoikistika.pdf>

http://www.cres.gr/kape/pdf/download/Energy_Outlook_2009_EL%20.pdf

<http://www.opengov.gr/minenv/wp-content/uploads/downloads/2021/11/%CE%91%CE%A3%CF%85%CE%A1.pdf>

<https://abe.gr/maintenance-strategies-reliability/>

<https://data.bloomberglp.com/bna/sites/8/2019/04/The-Sustainability-Imperative-Business-and-Investor-Outlook-2018-Bloomberg-Sustainable-Business-Finance-Survey.pdf>

https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/wind_farms_el.pdf

https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:%CE%A3%CF%84%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82_%CE%B3%CE%B9%CE%B1_%CF%84%CE%B7%CE%BD_%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1_%CE%B1%CF%80%CF%8C_%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CE%BD%CE%B5%CF%8E%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B5%CF%82_%CF%80%CE%B7%CE%B3%CE%AD%CF%82&oldid=483608#CE.A4.CE.BF_.CE.BC.CE.B5.CF.81.CE.AF.CE.B4.CE.B9.CE.BF_.CE.B5.CE.BD.CE.AD.CF.81.CE.B3.CE.B5.CE.B9.CE.B1.CF.82_.CE.B1.CF.80.CF.8C_.CE.B1.CE.BD.CE.B1.CE.BD.CE.B5.CF.8E.CF.83.CE.B9.CE.BC.CE.B5.CF.82_.CF.80.CE.B7.CE.B3.CE.AD.CF.82_.CF.83.CF.87.CE.B5.CE.B4.CF.8C.CE.BD_.CE.B4.CE.B9.CF.80.CE.BB.CE.B1.CF.83.CE

B9.CE.AC.CF.83.CF.84.CE.B7.CE.BA.CE.B5_.CE.BC.CE.B5.CF.84.CE.B1.CE.BE.CF.8D_2004_.CE.BA.CE.B1.CE.B9_2018

https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_el

<https://ec.europa.eu/social/BlobServlet?langId=el&docId=16893&>

<https://ecopress.gr/apo-to-telos-tou-mina-i-venzini-me-vioe/>

<https://education.nationalgeographic.org/resource/renewable-energy-explained>

<https://el.mlesk.com/31364-pos-na-diaxeiristeite-ti-syntirisi-egkatastaseon>

<https://energypress.gr/news/aytes-einai-oi-pio-endiaferoyses-efarmoges-tis-aiolikis-energeias-diethnos>

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=EN>

https://europa.eu/youreurope/business/finance-funding/getting-funding/eu-funding-programmes/index_el.htm

<https://facility-management.gr/to-betterteam-proteinei-5-kairies-erotiseis-pros-ypopsifioys-facilities-managers/>

<https://www.bbc.com/future/article/20200713-the-most-powerful-renewable-energy>

<https://www.bbc.com/future/article/20200713-the-most-powerful-renewable-energy>

<https://www.buildingcert.gr/entypo.pdf>

<https://www.capital.gr/oikonomia/3597473/oi-kladoi-me-ta-perissotera-kai-ta-ligotera-ergatika-atuximata>

<https://www.dianeosis.org/2021/04/i-energeia-stin-ellada/>

<https://www.e-nomothesia.gr/energeia/n-2773-1999.html>

<https://www.e-nomothesia.gr/energeia/n-3468-2006.html>

<https://www.e-nomothesia.gr/kat-ergasia-koinonike-asphalise/n-3850-2010.html>

https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-7-2010-0441_EL.html?redirect

<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/el/sheet/68/energy-policy-general-principles>

<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/el/sheet/68/energy-policy-general-principles>

<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/el/sheet/68/energy-policy-general-principles>

<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/el/sheet/70/renewable-energy>

<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/el/sheet/70/renewable-energy>

https://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/el/FTU_2.4.9.pdf

<https://www.iotforall.com/iot-driven-facility-management-future>

<https://www.kathimerini.gr/economy/561882937/ti-simainei-o-neos-klimatikos-nomos-gia-tin-elliniki-oikonomia/>

<https://www.kathimerini.gr/life/environment/801321/i-aioliki-energeia-anaptyssetai-dynamika/>

<https://www.kodiko.gr/nomothesia/document/11708/nomos-3468-2006>

<https://www.naftemporiki.gr/story/1447058/i-aioliki-energeia-parexei-pleon-to-14-tis-ilektrikis-energeias-stin-europs>

<https://www.offlinepost.gr/2022/06/04/neos-klimatikos-nomos-ena-vima-pio-konta-stin-klimatiki-oudeterotita/>

<https://www.taxheaven.gr/law/3851/2010>

<https://www.taxheaven.gr/law/4014/2011>

<https://www.taxheaven.gr/law/4643/2019>

<https://www.taxheaven.gr/law/4685/2020>

<https://www.taxheaven.gr/law/4759/2020>

<https://www.taxheaven.gr/law/4936/2022>

<https://www.theguardian.com/environment/2017/nov/20/electronic-recycling-e-waste-2017-gadgets>

<https://www1.bca.gov.sg/buildsg/facilities-management-fm/smart-facilities-management-fm>

<https://ypen.gov.gr/chorikos-schediasmos/elegchos-domimenou-perivallontos/afthaireta/nomos-4014-2011/>

<https://ypen.gov.gr/perivallon/klimatiki-allagi/systima-eborias-dikaionaton-ekpobon/>

in Data. Ανακτήθηκε 27/9/2022 από: <https://ourworldindata.org/energy-mix>

International Plant Protection Convention (IPPC), 'The IPCC and the Sixth Assessment Report', 2020

Meredith J., Mantel S., 'Project Management,' John Wiley & Sons, 11th edition, 2021

Musgrove P., 'Wind power', Cambridge University Press, 2010

Nakajima, S., 'Introduction to TPM: Total Productive Maintenance', Productivity Press Inc. New York, 1988

Pacaiova H., Glatz J., 'Maintenance Management System', MM Science Journal, 2015

PMI, 'A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)', 5th edition, Project Management Institute, Newtown Square, Pennsylvania, 2013

Pukite I., and Geipele I. 'Different Approaches to Building Management and Maintenance Meaning Explanation Modern Buildings Materials, Structures and Techniques', Procedia Engineering, 2017

RICS Professional Guidance, 'Strategic facilities management', 2015

Robbins S., DeCenzo D., Coulter M., (2017), «Διοίκηση επιχειρήσεων αρχές και εφαρμογές», 2η έκδοση, Εκδόσεις Κριτική, Αθήνα.

Robson, C, Η Έρευνα του Πραγματικού Κόσμου, Gutenberg, 2011

Salonen, A., 'Formulation of Maintenance Strategies', Malardalen University, Vasteras, Licentiate thesis, 2009

- Shtub A., F. Bard F., Globerson S., 'Project Management', Prentice Hall, 2005
- Sigfússon B., Uihlein A., 'JRC Geothermal Energy Status Report Technology, market and economic aspects of geothermal energy in Europe', JRC European Commission, 2015
- Stern N., 'The Economics of Climate Change: The Stern Review', Cambridge University Press, 2007
- Twidell J., Weir T., 'Renewable Energy Resources', Taylor & Francis 2006
- United Nations 'Framework Convention on Climate Change. Adoption of the Paris', 2015
- Verzuh E., 'Εισαγωγή στη Διαχείριση έργων', Εκδόσεις Κλειδάριθμος, 2006
- Wijffels, R.H. & Barbosa, M.J. (2010). An outlook on microalgal biofuels. Science
- William, A. S., 'Fluid Dynamics and Transport', Cambridge University Press, 2010.
- WWF Ελλάς, 'Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας', 2013
- Young, T.L., 'The Handbook of Project Management. 2nd Edition', Kogan Page Limited, London, 2007
- Ατομικά και Κοινωνικά Δικαιώματα, Άρθρο 4: (Ισότητα των Ελλήνων), <https://www.hellenicparliament.gr/Vouli-ton-Ellinon/To-Politevma/Syntagma/article-4/>
- Βέττας Ν., Danchev S., Μανιάτης Γ., Παρατσιώκας Ν. Βαλάσκας Κ. 'Ο Τομέας Ενέργειας στην Ελλάδα: Τάσεις, Προοπτικές και Προκλήσεις', Διανέοις, 2021
- Βλάχου Α., 'Περιβάλλον και φυσικοί πόροι, Οικονομική θεωρία και πολιτική, Εκδόσεις Κριτική, 2001
- Βουρνάς, Κ., Παπαδιάς, Κ. Β., Ντελκής, Κ., ' Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας- Έλεγχος και Ευστάθεια Ενέργειας, Εκδόσεις Συμμετρία, 2011
- Γυφτόπουλος Η., Beretta G.P., 'Θερμοδυναμική – Θεμελιώδεις αρχές και εφαρμογές' Εκδόσεις Τζιόλα, 2007

Δέρβος Κ., 'Φωτοβολταϊκά Συστήματα: από την Θεωρία στην Πράξη', Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ, 2013

Δράκου Α., Καραθανάση Γ. 'Χρηματοοικονομική Διοίκηση των Επιχειρήσεων', Μπένου 2010

Εγχειρίδιο Σχετικά με την Ευρωπαϊκή Νομοθεσία κατά των Διακρίσεων, Οργανισμός Θεμελιωδών Δικαιωμάτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Συμβούλιο της Ευρώπης, 2010
https://fra.europa.eu/sites/default/files/fra_uploads/1510-FRA-CASE-LAW-HANDBOOK_EL.pdf

Εθνική Νομοθεσία για την Αρχή της μη Διάκρισης, <https://www.elinyae.gr/lexeis-kleidia/arhi-tis-mi-diakrisis>

Εθνική Στρατηγική για την Υγεία και την Ασφάλεια στην Εργασία (ΕΛΙΝΥΑΕ), <https://www.elinyae.gr/lexeis-kleidia/ethniki-stratigiki-gia-tin-ygeia-kai-tin-asfaleia-stin-ergasia>

ΕΚΑΒ, ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΠΡΩΤΩΝ ΒΟΗΘΕΙΩΝ, Α' έκδοση, 2017

ΕΚΔΔΑ, Κωνσταντίνος Γεώργας ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗΣ ΣΕ ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ - ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ: Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ, Αθήνα 2020

Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Η υγεία και η ασφάλεια στην εργασία είναι κάτι που μας αφορά όλους, Λουξεμβούργο: Υπηρεσία Εκδόσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2016

Η Αρχή της μη Διάκρισης: Τρόποι Άσκησης του Δικαιώματος και η Νομολογία του ΕΔΔΑ, <https://odeth.eu/%CE%B7-%CE%B1%CF%81%CF%87%CE%AE-%CF%84%CE%B7%CF%82-%CE%BC%CE%B7-%CE%B4%CE%B9%CE%AC%CE%BA%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%B7%CF%82/>

Καλδέλλης Ι., 'Διαχείριση της αιολικής ενέργειας', Εκδόσεις Σταμούλη, 2005

Κανελλόπουλος, Β. Δ., 'Αιολική Ενέργεια: Σχεδιάζοντας στις αυλές των ανέμων', Εκδόσεις Ίων, 2008

Καραϊσάς Π., 'Φωτοβολταϊκά Συστήματα και Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας', ΙΜΕ ΓΣΕΒΕ.Ε, 2014

- Καρατάσος, Α. Σ., & Τζιώλος, Δ. Σ., 'Αβαθής γεωθερμία και τρόποι εκμετάλλευσής της (2015) Φυτίκας Μ., Ανδρίτσος Ν. , 'Γεωθερμία', Εκδόσεις Τζιόλα, 2004
- Καρβούνης Σ., 'Οικονομοτεχνικές Μελέτες: Μεθοδολογία, Τεχνικές και Θεωρία', Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα 2000
- Καταπολέμηση των Διακρίσεων στην ΕΕ, https://ec.europa.eu/info/policies/justice-and-fundamental-rights/combating-discrimination_el
- Κατσαπρακάκης, Δ., 'Σύνθεση ενεργειακών συστημάτων, Εκδόσεις Κάλλιπος, 2015
- ΚΕΠΕ, Αγορά εργασίας: εξελίξεις και προοπτικές, Αθήνα, 2010
- Κολλιόπουλος Ν., 'Εισαγωγή στα Ηλεκτρικά Κυκλώματα', Εκδόσεις Παρίκου, 2012.
- Κωστάκη Δ., (2002), «Νομική και Επιχειρηματική Διάσταση», Β' Έκδοση, Εκδόσεις Νομική Βιβλιοθήκη, Αθήνα.
- Μητάκος Θ., 'Διαχείριση έργων', Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, 2015
- Μπεργελές, Γ., 'Ανεμοκινητήρες', Εκδόσεις Σιμεών, 1995
- Μπίτσιος Δη., 'Η εξέλιξη και οι βασικές έννοιες της ηλεκτροτεχνίας', Καρδίτσα, 2011
- Οδηγία 2009/28 Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2009
- Οικονόμου Στ., 'Τεχνική κατάρτιση υδραυλικών', ΙΜΕ, 2014
- Παπαδόγαμβρος Β. (επιμέλεια), Πολιτικές και προγράμματα απασχόλησης, ΙΝΕ-ΓΣΕΕ
- Συνοπτικό Πληροφοριακό Δελτίο Α.Π.Ε. & ΣΗΘΥΑ, Σεπτέμβριος 2021
- Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, 'Συμπααραγωγή Ηλεκτρισμού, Θερμότητας & Ψύξης. Εγκαταστάσεις σε κτίρια', 2010
- Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας 'Εθνικό σχέδιο για την ενέργεια και το κλίμα', 2019
- Χατζαράκης Γ., 'Ηλεκτρικά Κυκλώματα', Εκδόσεις Τζιόλα, 2015

Γλωσσάρι

Fit for 55: Κεντρικός στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 55% μέχρι το 2030, σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990, και την επίτευξη ουδέτερου ισοζυγίου άνθρακα.

Αβαθής γεωθερμία: Στις περιπτώσεις που το βάθος εκμετάλλευσης είναι μικρότερο από 150m

Αέρια θερμοκηπίου: τα αέρια που παγιδεύουν τη θερμότητα στα χαμηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας της γης.

Αιολική ενέργεια: ονομάζεται η ενέργεια που παράγεται από την εκμετάλλευση του ανέμου

Αιολικό πάρκο: είναι μια χερσαία ή θαλάσσια έκταση στην οποία έχει τοποθετηθεί ένας αριθμός ανεμογεννητριών με σκοπό τη μετατροπή της κινητικής ενέργειας του ανέμου σε ηλεκτρική.

Αναερόβια χώνευση είναι η φυσική διαδικασία με την οποία οι μικροοργανισμοί διασπούν βιοαποδομήσιμες ουσίες απουσία οξυγόνου

Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ή ήπιες μορφές ενέργειας ή πράσινη ενέργεια: είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία και άλλες.

Ανεμογεννήτρια: είναι μια αιολική μηχανή που μετατρέπει τον άνεμο από κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια.

Ανοικτό γεωθερμικό σύστημα που η θερμοκρασία των υπόγειων υδάτων μεταφέρεται και παρέχεται προς ενεργειακή εκμετάλλευση μέσω δύο υδρογεωτρήσεων.

Αστοχία: υπάρχει όποτε κάποιο στοιχείο του εξοπλισμού αδυνατεί να εκτελέσει τη λειτουργία για την οποία προορίζεται

Ατμοστρόβιλοι είναι κινητήριες μηχανές που χρησιμοποιούν ατμό υψηλής πίεσης για την παραγωγή κινητικής ενέργειας.

Ατύχημα: είναι ένα συμβάν που προσδίδει ανεπιθύμητα αποτελέσματα. Σύμφωνα με την νομοθεσία

Αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα: εγκαταστάσεις που λειτουργούν αυτοδύναμα για την τροφοδότηση καθορισμένων καταναλώσεων, χωρίς να συνδέονται με μεγάλα κεντρικά δίκτυα διανομής, από τα οποία θα μπορούσαν να αντλούν συμπληρωματική ενέργεια ή να στέλνουν την ενδεχόμενη περίσσεια της παραγόμενης φωτοβολταϊκής ηλεκτρικής ενέργειας.

Βελτιωμένα Γεωθερμικά Συστήματα (Enhanced Geothermal Systems, EGS): αποβλέπουν στην απόσπαση θερμότητας από γεωλογικούς σχηματισμούς μεγάλου βάθους (μεγαλύτερου των 3 χιλιομέτρων από την επιφάνεια), οι οποίοι παρουσιάζουν έλλειψη φυσικής διαπερατότητας και κυκλοφορίας ρευστών.

Βιοαέριο: παράγεται με αναερόβια χώνευση των απορριμμάτων της υπολειμματικής βιομάζας κτηνοτροφικών μονάδων (λύματα από βουστάσια, χοιροτροφεία, πτηνοτροφεία), γεωργικών βιομηχανικών μονάδων, λυμάτων από μονάδες βιολογικού καθαρισμού, όπως και από διάφορα οργανικά κλάσματα βιοαποδομήσιμων απορριμμάτων

Βιοενέργεια: συστήματα που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιώντας πρώτες ύλες βιομάζας αντί για τα συνηθισμένα ορυκτά καύσιμα

Βιοκαύσιμα: υγρά καύσιμα που αντικαθιστούν τα προϊόντα πετρελαίου, όπως τα προϊόντα πετρελαίου βενζίνη, ντίζελ κ.λπ.

Βιοκλιματικό κτίριο: περιλαμβάνει από την κατασκευή του παθητικά συστήματα θέρμανσης, δροσισμού ή φυσικού φωτισμού (π.χ. θερμομόνωση, ηλιοπροστασία κ.λπ) και είναι δυνατό να καλύψει μεγάλο μέρος των ενεργειακών του αναγκών από την άμεση ή έμμεση αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας.

Βιομάζα: αποτελεί την ύλη που έχει άμεση ή έμμεση βιολογική (οργανική) προέλευση

Βιοντίζελ (έλαιο βιολογικής προέλευσης) είναι μεθυλεστέρας λιπαρών οξέων από φυτικά ή ζωικά λίπη και έλαια

Βλάβη ή σφάλμα: χαρακτηρίζεται οποιαδήποτε εκδηλωμένη απόκλιση από την φυσιολογική κατάσταση ενός στοιχείου του εξοπλισμού, που μπορεί να οδηγήσει σε κάποια μορφή αστοχίας

Γεωθερμία υψηλής ενθαλπίας: σε θερμοκρασίες άνω των 150oC που ενδείκνυται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Γεωθερμική βαθμίδα είναι ο ρυθμός αύξησης της θερμοκρασίας, όσο μεγαλώνει το βάθος από την επιφάνεια προς τον πυρήνα της Γης

Γεωθερμική ενέργεια: η αποθηκευμένη κάτω από την επιφάνεια της γης (στο υπέδαφος, σε υπόγεια νερά, ατμό ή θερμό αέρα) θερμική ενέργεια με θερμοκρασίες από 25–350 °C.

Γεωθερμική ενέργεια: η ενέργεια προερχόμενη από το εσωτερικό της γης, από όπου το λειωμένο μάγμα του φλοιού της Γης, μεταφέρεται στην επιφάνεια μέσω θερμικής επεξεργασίας και γίνεται αντιληπτή ως ζεστό νερό ή ατμός

Δευτερογενής ενέργεια: προκύπτει από τη μετατροπή πρωτογενούς ενέργειας μέσω χημικών, φυσικών, μηχανικών, θερμικών ή πυρηνικών δράσεων (π.χ. βενζίνη, ηλεκτρική ισχύς).

Διασυνδεδεμένα με το δίκτυο φωτοβολταϊκά συστήματα: η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά, τροφοδοτεί τα ηλεκτρικά φορτία και η περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας εφ' όσον υπάρχει διαβιβάζεται και πωλείται στο δίκτυο.

Διαχείριση έργων: η διαδικασία κατά την οποία εφαρμόζονται γνώσεις, δεξιότητες, εργαλεία και τεχνικές στην εκτέλεση των δραστηριοτήτων ενός έργου με στόχο να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις και οι προσδοκίες των συμμετεχόντων

Διορθωτική ή μη προγραμματισμένη συντήρηση: είναι υποχρεωτική συντήρηση έπειτα από απρόοπτες βλάβες που παρουσιάζονται κατά τη διάρκεια ζωής της ανεμογεννήτριας και πολλές φορές εξαναγκάζουν σε διακοπή της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Δυναδικός Κύκλος: γεωθερμική εγκατάσταση για περιπτώσεις που το γεωθερμικό υγρό δεν έχει επαρκή θερμοκρασία για να παραχθεί ατμός ικανός να περιστρέψει ένα στρόβιλο.

Δυναμική ενέργεια: είναι η ενέργεια που δίνει την δυνατότητα ενός σώματος, ή ενός συστήματος να παράγει έργο επειδή βρίσκεται μέσα σε κάποιο πεδίο δυνάμεων.

Δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη (GWP): η θερμότητα που απορροφάτε από οποιοδήποτε αέριο του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, ως πολλαπλάσιο της θερμότητας που θα απορροφηθεί από την ίδια μάζα διοξειδίου του άνθρακα.

Εγκατάσταση αποχέτευσης κτιρίων: είναι το σύνολο των εγκατεστημένων στοιχείων που συμβάλλουν λειτουργικά στην παραλαβή και αποχέτευση του χρησιμοποιημένου νερού και των μεταφερόμενων με αυτό στερεών που απορρέουν, αποβαλλόμενα από ανθρώπινες δραστηριότητες μέσα σε κτίρια και οικόπεδα.

Εγκατάσταση θέρμανσης ενός κτιρίου: είναι το σύνολο των συσκευών, κατασκευών, μηχανισμών, κ.λπ., που απαιτούνται για την παροχή θερμικής ενέργειας στους διάφορους χώρους του κτιρίου, με σκοπό να καλύψει τις θερμικές απώλειες προς το περιβάλλον και να διατηρήσει τη θερμοκρασία των χώρων του κτιρίου στα επιθυμητά επίπεδα άνεσης.

Έκτακτη κατάσταση: είναι η δημιουργία ή ύπαρξη μη προγραμματισμένων συνθηκών που μπορεί να επιδράσουν αρνητικά στην κανονική λειτουργία μιας μονάδας, στην υγεία των εργαζομένων, στην ακεραιότητα του εξοπλισμού ή στο περιβάλλον.

Εκτίμηση κινδύνου: αποτελεί μία συστηματική εξέταση όλων των πλευρών κάθε διεξαγόμενης εργασίας για να διαπιστωθεί τι θα μπορούσε να προκαλέσει ζημιές ή βλάβες, αν θα μπορούσαν να εξαλειφθούν οι πηγές κινδύνου, και αν όχι τι μέτρα πρόληψης ή προστασίας πρέπει να εφαρμοστούν για τον έλεγχο των κινδύνων.

Ενέργεια: είναι η ιδιότητα της ύλης να μετατραπεί σε έργο, θερμότητα ή ακτινοβολία.

Ενεργειακές πηγές: είναι αυτές που μπορούν να παρέχουν αξιοποιήσιμη ενέργεια για θέρμανση, κίνηση, φωτισμό και ηλεκτρική ισχύ, με απόλυτη πηγή τον ήλιο.

Επαγγελματικός κίνδυνος για την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων: είναι ο κίνδυνος που προέρχεται από την έκθεση σε βλαπτικούς παράγοντες του εργασιακού περιβάλλοντος

Εργατικό ατύχημα: είναι η ελαφριά, μέτρια ή σοβαρή απώλεια της υγείας από βίαιο συμβάν σε εργάτη ή υπάλληλο κατά την εκτέλεση της εργασίας ή εξαιτίας αυτής.

Έργο: ένα εγχείρημα με πεπερασμένη χρονική διάρκεια το οποίο υλοποιείται με σκοπό τη δημιουργία ενός μοναδικού προϊόντος, υπηρεσίας ή αποτελέσματος.

Εσωτερική υδραυλική εγκατάσταση: περιλαμβάνει το σύστημα διανομής του κρύου και ζεστού νερού, το σύστημα αποχέτευσης των ακαθάρτων νερών και λυμάτων και το σύστημα απομακρύνσεων των νερών της βροχής.

Ηλεκτρική ενέργεια: λέγεται η κινητική ενέργεια των κινούμενων ηλεκτρονίων, (δηλαδή το ηλεκτρικό ρεύμα) που δημιουργείται εξαιτίας της διαφοράς δυναμικού στα άκρα ενός αγωγού.

Ηλεκτρικό κύκλωμα: ονομάζεται μία κλειστή αγωγή διαδρομή του ηλεκτρικού ρεύματος.

Ηλεκτρικό φορτίο: σχηματίζεται όταν η ηλεκτρικά φορτισμένη ύλη αλληλοεπιδρά με ηλεκτρομαγνητικά πεδία.

Ηλεκτρισμός: ασχολείται με τα «ηλεκτρικά φαινόμενα», δηλαδή ένα σύνολο από φυσικά φαινόμενα που σχετίζονται με την παρουσία και τη ροή ηλεκτρικού φορτίου, όπως τις αστραπές, το στατικό ηλεκτρισμό, την ηλεκτρομαγνητική επαγωγή και το ηλεκτρικό ρεύμα.

Ηλιακή γεωμετρία: περιγράφει τη σχετική κίνηση γης και ήλιου και αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα που υπεισέρχεται στον ενεργειακό ισολογισμό κτιρίων

Ηλιακοί συλλέκτες: σκουρόχρωμες επιφάνειες προσανατολισμένες στον ήλιο, οι οποίες βρίσκονται σε επαφή με νερό και του μεταδίδουν μέρος της θερμότητας που παρέλαβαν.

Θερμικά ηλιακά συστήματα (ΘΗΣ): μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα.

Θερμική αγωγιμότητα: είναι η ταχύτητα διάδοσης της θερμότητας εντός της μάζας του υλικού.

Θερμική διαστολή: που συμβαίνει όταν μεταβάλλεται η θερμοκρασία ενός υλικού και μεταβάλλεται παράλληλα και ο όγκος του.

Θερμική ενέργεια: λέγεται η μορφή ενέργειας που παράγεται από την τυχαία κίνηση των ατόμων και μορίων που συγκροτούν τα υλικά σώματα, με αποτέλεσμα να αναπτύσσουν θερμοκρασία.

Θερμογόνος δύναμη καυσίμου ή θερμικό δυναμικό: είναι το ποσό της θερμικής ενέργειας, που αποδίδεται προς το περιβάλλον, από την πλήρη καύση της μονάδας μάζας ή όγκου του καυσίμου, όταν η καύση γίνεται με σταθερή πίεση.

Θερμογόνος δύναμη της βιομάζας, είναι το ποσό της θερμότητας το οποίο παράγεται κατά την καύση μιας ορισμένης ποσότητας της

Θερμότητα: ονομάζεται η ενέργεια που μεταφέρεται από ένα σώμα υψηλής θερμοκρασίας σε ένα άλλο με χαμηλότερη θερμοκρασία.

Θερμοχωρητικότητα: η ιδιότητα που υπολογίζει την ποσότητα της ενέργειας που απαιτείται για να ανέβει η θερμοκρασία μιας μονάδας μάζας ενός υλικού κατά 1οC.

Ισοδύναμο διοξειδίου του άνθρακα (CO₂ e ή CO₂ eq ή CO₂ -e): υπολογίζεται από το γινόμενο του GWP και είναι επί τη μάζα του αερίου και εκφράζει τη μάζα του CO₂ που θα ζεσταίνει τη γη όσο και η μάζα αυτού του αερίου.

Καύσιμα: λέγονται οι ουσίες που ενώνονται με το οξυγόνο και παράγουν θερμότητα.

Κίνδυνος στην διαχείρισης έργων: ένα αβέβαιο γεγονός ή κατάσταση που σε περίπτωση που προκύψει, έχει θετική ή αρνητική συνέπεια σε κάποιον στόχο του έργου.

Κινητική ενέργεια: είναι η ενέργεια που αναγκάζει άμεσα ένα σώμα να κινηθεί και να παράγει έργο.

Κλειστό γεωθερμικό σύστημα χρησιμοποιεί κλειστό βρόχο σωλήνων και γεωλογικό εναλλάκτη στον οποίο κυκλοφορεί ειδικό υδατικό διάλυμα με ψυκτικό, το οποίο απορροφά ή εκπέμπει θερμότητα ανάλογα με την εποχή.

Κλιματική αλλαγή: η αλλαγή του παγκόσμιου κλίματος που οφείλεται στις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Κύκλος ζωής του έργου: το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την ολοκλήρωση του έργου και αποτελείται από τις φάσεις σύλληψης, ανάπτυξης, υλοποίησης και τερματισμού, τις ακολουθούμενες διαδικασίες καθώς και τα εξαγόμενα αποτελέσματα.

Κυματική ενέργεια: μπορεί να ληφθεί με τη μορφή μηχανικής ενέργειας, από τα κύματα, τα ρεύματα και τις παλίρροιες και με τη μορφή θερμικής ενέργειας που προέρχεται από τη θερμότητα του ήλιου.

Κυψέλες Καυσίμου (fuel cell) αποτελούν ηλεκτροχημικά συστήματα καυσίμων που μετατρέπουν τη χημική ενέργεια σε ηλεκτρισμό χωρίς την πρόκληση καύσης.

Λύματα: είναι αποβαλλόμενα από τους χώρους των δραστηριοτήτων μιας περιοχής υγρά και μεταφερόμενα με αυτά στερεά, που απορρέουν συγκεντρωμένα μέσα σε ένα δίκτυο αγωγών.

Μελέτη σκοπιμότητας του έργου: καθορίζει τις ανάγκες και τις προσδοκίες όλων των ενδιαφερομένων μερών για το έργο και περιλαμβάνει ακόμα, μια εκτίμηση της βιωσιμότητας του έργου, την αξιολόγηση των περιορισμών που υπάρχουν και την αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων.

Μέσα Ατομικής Προστασίας (ΜΑΠ): εξοπλισμός (συμπεριλαμβανομένων κάθε συμπληρώματος ή εξαρτήματος του εξοπλισμού) που ο εργαζόμενος πρέπει να φορά ή να φέρει για να προστατεύεται από κινδύνους για την ασφάλεια και την υγεία του στην εργασία του.

Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας: χαρακτηρίζονται οι πηγές οι οποίες δεν αναπληρώνονται ή αναπληρώνονται εξαιρετικά αργά για τα ανθρώπινα μέτρα από φυσικές διαδικασίες. Στις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας περιλαμβάνονται κυρίως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, γνωστά και ως ορυκτά καύσιμα.

Μηχανή εσωτερικής καύσης ή κινητήρας εσωτερικής καύσης: ονομάζεται η κινητήρια θερμική μηχανή στην οποία η καύση του καυσίμου γίνεται στο εσωτερικό σώμα της ίδιας της μηχανής, εξ ου και η ονομασία της, σε αντίθεση με την ατμομηχανή, (όπου η καύση γίνεται εκτός, στο λέβητα). Οι μηχανές αυτές έχει καθιερωθεί ευρύτερα να αναφέρονται με το κεφαλαιογράμματο αρκτικόλεξο ΜΕΚ. Ως ΜΕΚ θεωρούνται γενικά οι αεριομηχανές, οι βενζινομηχανές, οι πετρελαιομηχανές και οι αεριοστρόβιλοι. Γενικά στις ΜΕΚ, «εργαζόμενο μέσο», ή «εργαζόμενη ουσία» είναι ο ατμοσφαιρικός αέρας, ενώ στις ατμομηχανές είναι ο ατμός.

Μηχανική ενέργεια: είναι αυτή η ενέργεια που έχει ένα υλικό μέσο (στερεό, υγρό ή αέριο) όταν κινείται ή έχει την τάση να κινηθεί.

Ομάδα έργου: είναι μια ομάδα ανθρώπων που συνεργάζονται για την επίτευξη του στόχου ενός έργου

Όξινη βροχή: αέριοι ρύποι που μετατρέπονται με την υγρασία της ατμόσφαιρας σε οξέα και πέφτουν στο έδαφος όταν διαλύονται στη βροχή.

Ορθολογική Χρήση Ενέργειας: μείωση των απωλειών ενέργειας και μέγιστη δυνατή εκμετάλλευση κάθε μονάδας ενέργειας ώστε να μειωθεί η συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας.

Πάνελ φωτοβολταϊκού: είναι φωτοβολταϊκά στοιχεία συνδεδεμένα μεταξύ τους, επικαλυμμένα με ειδικές μεμβράνες και εγκιβωτισμένα σε γυαλί και πλαίσιο από αλουμίνιο

Παράκτιο αιολικό πάρκο: αριθμός ανεμογεννητριών τοποθετημένες σε απόσταση μικρότερη των τριών χιλιομέτρων από την ακτογραμμή ή μικρότερη των δέκα χιλιομέτρων της τη θάλασσα.

Πηγή κίνδυνου ή απλώς κίνδυνος (hazard): είναι μια κατάσταση που μπορεί να οδηγήσει σε ανεπιθύμητες συνέπειες.

Πλωτό αιολικό πάρκο: αριθμός ανεμογεννητριών τοποθετημένες σε πλωτή πλατφόρμα η οποία στερεώνεται στον πυθμένα με καλώδια πρόσδεσης και ειδικά άγκιστρα

Ποσοτική εκτίμηση κινδύνου: είναι ο υπολογισμός της πιθανότητας μια συγκεκριμένη πηγή κινδύνου να καταστεί επιβλαβής μέσα σε ορισμένο χρονικό διάστημα (συνήθως ένα έτος).

Προγραμματισμένη συντήρηση: σκοπεύει στην διατήρηση της αξιοπιστίας του εξοπλισμού μέχρι να αρχίσει να φθείρεται φυσικά

Προληπτική συντήρηση: που αποσκοπεί στην αποτροπή της εμφάνισης προβλημάτων λειτουργίας στα μέρη της ανεμογεννήτριας με σκοπό να αποφευχθούν οι μη προγραμματισμένες και δαπανηρές διορθωτικές συντηρήσεις

Πρωτογενής ενέργεια: προέρχεται άμεσα από τον ήλιο ή τη γη (ορυκτά και πυρηνικά καύσιμα). Δεν απαιτείται επεξεργασία για τη μετατροπή της σε χρήσιμη ενέργεια.

Πυρηνική ενέργεια: προκύπτει από την πυρηνική σχάση (nuclearfission), η οποία προέρχεται από τη σχάση του πυρήνα ενός ατόμου σε δύο ή περισσότερα σωματίδια από την πρόσκρουση με νετρόνια.

Ρίσκο (risk): που εκφράζει την πιθανότητα να επέλθουν ανεπιθύμητες συνέπειες λόγω της ύπαρξης πηγής κινδύνου.

Σήμανση: είναι το σύνολο των συμβόλων και κειμένων που διευκολύνουν στον προσανατολισμό και στην κίνηση όλων των ατόμων στο δομημένο περιβάλλον.

Συμπαγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ), 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

Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας: μια τεχνολογία που μπορεί να επιτύχει σημαντικά οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη όταν εφαρμόζεται σε εγκαταστάσεις με αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και παροχή θερμότητας.

Συμπαγωγή συνδυασμένη παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας από την ίδια ενεργειακή πηγή. Αναφέρεται στη διαδικασία που μπορεί να παράγει ηλεκτρική ή μηχανική και θερμική ενέργεια, χρησιμοποιώντας την ίδια αρχική πηγή καυσίμου.

Συσσωρευτής: είναι μία διάταξη ηλεκτροχημικής μετατροπής ενέργειας που χρησιμοποιείται σα μέσο αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας

Τηλεθέρμανση ονομάζεται η εξασφάλιση ζεστού νερού τόσο για τη θέρμανση των χώρων, όσο και για την απευθείας χρήση του σε ένα σύνολο κτιρίων από έναν κεντρικό σταθμό παραγωγής θερμότητας

Τηλεθέρμανση ονομάζεται η παροχή θέρμανσης στα κτίρια μιας πόλης από κεντρικό καυστήρα συνήθως σε θερμοηλεκτρικά εργοστάσια, μακριά από το χώρο κατανάλωσης, μέσω ειδικού δικτύου μονωμένων αγωγών που μεταφέρουν ζεστό νερό.

Τριπαραγωγή είναι η ταυτόχρονη παραγωγή από την ίδια αρχική πηγή ενέργειας ηλεκτρισμού, θερμότητας και ψύξης. Είναι μια τεχνολογία που αξιοποιείται σε μεγάλα κτίρια (νοσοκομεία, εμπορικά κέντρα, ξενοδοχεία) με ανάγκες για ηλεκτρισμό, και ψύξη περισσότερες από 4.500-5.000 KW ετησίως.

Τρύπα του όζοντος: η καταστροφή το στρώμα του όζοντος της στρατόσφαιρας από τους χλωροφθοράνθρακες, τα τεχνητά αέρια που χρησιμοποιούνται σαν προωθητικά σε σπρέι, στη βιομηχανία αφρώδους πλαστικού, στην ψυκτική βιομηχανία κ.λπ.

Υβριδικά φωτοβολταϊκά συστήματα: ο συνδυασμός αυτόνομων φωτοβολταϊκών συστημάτων με άλλες ανανεώσιμες ή συμβατικές πηγές ηλεκτρικής ενέργειας

Υγρά απόβλητα: είναι τα υγρά και τα μεταφερόμενα με αυτά στερεά που απορρέουν αποβαλλόμενα από χώρους παραγωγικών, κυρίως, δραστηριοτήτων του ανθρώπου, π.χ. από βιομηχανικούς και βιοτεχνικούς χώρους και από χώρους ειδικών δραστηριοτήτων, όπως νοσοκομεία, ιατρεία, εργαστήρια, συνεργεία, σφαγεία, κ.λπ.

Υδραυλική ενέργεια: η ενέργεια που αποταμιεύεται ως δυναμική ενέργεια μέσα σε βαρυτικό πεδίο με τη συσσώρευση μεγάλων ποσοτήτων νερού σε υψομετρική διαφορά και αποδίδεται ως κινητική μέσω της υδατόπτωσης.

Υδροηλεκτρική ενέργεια: είναι ενέργεια που στηρίζεται στην εκμετάλλευση και τη μετατροπή της δυναμικής ενέργειας του νερού των λιμνών και της κινητικής ενέργειας του νερού των ποταμών σε ηλεκτρική ενέργεια.

Υδρομηχανική: είναι η επιστήμη με αντικείμενο τη συμπεριφορά των ρευστών επί ασκούμενων δυνάμεων ή προσφοράς ενέργειας σε αυτά.

Υπεράκτιο αιολικό πάρκο: αριθμός ανεμογεννητριών τοποθετημένες σε εντός της θάλασσας και σε απόσταση μεγαλύτερη των δέκα χιλιομέτρων από την ακτή.

Υπερθέρμανση του πλανήτη: η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της Γης

Φαινόμενο του θερμοκηπίου: είναι φυσική διαδικασία κατά την διάρκεια της οποίας η ατμόσφαιρα του πλανήτη μας συγκρατεί θερμότητα και συμβάλλει στην αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειάς του.

Φωτοβολταϊκό στοιχείο: τεχνητοί ημιαγωγοί, συνήθως από πυρίτιο, οι οποίοι ενώνονται με σκοπό να δημιουργήσουν ένα ηλεκτρικό κύκλωμα σε σειρά

Φωτοβολταϊκό σύστημα: ένα σύστημα που χρησιμοποιεί την ηλιακή ακτινοβολία για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

Φωτοβολταϊκό φαινόμενο: οι ημιαγωγοί απορροφούν φωτόνια από την ηλιακή ακτινοβολία και παράγουν μια Ηλεκτρική τάση

Χερσαίο αιολικό πάρκο: αριθμός ανεμογεννητριών τοποθετημένες σε χερσαίες περιοχές μεγάλου υψομέτρου και σε απόσταση τριών χιλιομέτρων από την κοντινότερη ακτογραμμή

Χημική ενέργεια: λέγεται η ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στους χημικούς δεσμούς, οι οποίοι συγκρατούν τα άτομα και τα μόρια όλων των ουσιών.